

๖  
๖๙๐ ๑๘๒๓  
๖๖๖๖ ๗

การออกแบบหน้าต่างไฟฟ้าชนิดเลื่อนทางเดียว

จตุติ จันทรคณา

๖๖ ๗.๖. ๒๕๓๔

เค้าโครงศิลปนิพนธ์  
หลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต  
เสนอต่อภาควิชาศิลปะและวัฒนธรรม  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร  
๒๕๓๓

173745

## การออกแบบหน้าต่างไฟฟ้าชนิดเลื่อนทาง เคียว

ในปัจจุบันขณะที่วิทยาการและเทคโนโลยีเจริญขึ้น สิ่งอำนวยความสะดวกมีมากมายแต่ผลิตภัณฑ์ทาง เคหภัณฑ์ไม่เอื้ออำนวยประโยชน์เท่าที่ควร ผลิตภัณฑ์ทาง เคหภัณฑ์ได้แก่ กระจก แก้ว อี้อ ลอดจนถึงหน้าต่าง ประตูที่เป็นแบบสำเร็จรูปก็ไม่ได้มีการออกแบบให้มีประโยชน์ทางการใช้มากเท่าที่ควร

ดังนั้นในศิลปนิพนธ์เล่มนี้จะกล่าวถึง เฉพาะหน้าต่าง เท่านั้น ซึ่ง เป็นเคหภัณฑ์สำเร็จรูปประเภทหน้าต่าง ไม่มีการออกแบบที่สมบูรณ์ ทั้งที่ วิทยาการและเทคโนโลยีเจริญ มีการใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เข้ามามีส่วน เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

ดังที่ได้อธิบายมาแล้วข้างต้น เหตุนี้เองจึงได้มีการคิดค้นหน้าต่างชนิด ใช้ไฟฟ้าขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกและรวดเร็วให้แก่ผู้ใช้ เพื่อให้ได้รับความ สะดวกสบายกว่าชนิดเก่า ซึ่งต้องใช้แรงคนในการ เปิดปิด

### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

#### วิชาการ

1. ศึกษาถึงโครงสร้างของหน้าต่าง
2. ศึกษาการออกแบบของหน้าต่างและการ เขียนแบบโครงสร้าง
3. ศึกษาถึงระบบอิเล็กทรอนิกส์ วงจร และระบบเฟือง

#### ปฏิบัติการ

1. ได้ปฏิบัติงานในการออกแบบจริง
2. ได้พบปัญหาและวิธีการแก้ไข

### ปัญหา

ปัญหาของการออกแบบในปัจจุบันจะพบว่า

1. มีอิมบีมขนาดเล็ก ผิดขนาดจับไม่ถนัดมือ
2. กลไกภายในอุปกรณ์กักการติดขัดเป็นประจำ ทำให้เกิดการ เลื่อนถอยหลัง เสียเวลาอย่างมาก

3. อุปกรณ์บางส่วนบอบบาง ไม่แข็งแรง ชำรุดหัก เคือง่าย
4. หากเกิดการชำรุดจะซ่อมไม่ได้ เนื่องจากอะไหล่ไม่มีขายตามท้องตลาด และอุปกรณ์ศึกษายังไม่สามารถถอดได้
5. ไม่มีการนำผลลายกราฟฟิคมาใช้ในการออกแบบ

### **ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า**

#### **วิชาการ**

1. ศึกษาในเรื่องการทำงานข้อดีข้อเสียของหน้าต่างชนิดเลื่อนแต่ละชนิด
2. ศึกษาการคำนวณวงจรการออกแบบวงจร และการนำวงจรไฟฟ้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์
3. ศึกษาเรื่องเฟือง การนำเฟืองมาใช้งาน

#### **ปฏิบัติการ**

1. หากการออกแบบหน้าต่างเลื่อนทางเดียวชนิดใช้ไฟฟ้า ศึกษาคำนึงถึงการทำงานของระบบต่าง ๆ
2. หากการออกแบบลายวงจรที่รัดกุมมีประโยชน์ใช้สอยกว้าง และดีกว่าแบบอื่น ๆ
3. หากการออกแบบเฟือง ห้องเฟือง และการทดจำนวนเฟืองต่าง ๆ

### **สมมติฐาน**

1. คาดว่าจะได้รับความรู้เรื่องการออกแบบผลิตภัณฑ์ประเภทเคหภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการค้นคว้าชนิดของหน้าต่าง เพื่อพิสูจน์ว่าหน้าต่างชนิดใดควรใช้วัสดุเช่นใด
2. คาดว่าจะได้รับทักษะวิธีการออกแบบและเขียนแบบมากขึ้น เนื่องจากได้ทำการทดลองค้นคว้า และปฏิบัติงานออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง
3. คาดว่าจะได้ความรู้เพิ่มในด้านของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงวิธีการผลิตเพื่อใช้ในการปฏิบัติ เพื่อใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

4. คาดว่าจะได้รับความรู้เพิ่มเติมในเรื่องของมอเตอร์ไฟฟ้า และระบบเฟือง

#### **กระบวนการศึกษาค้นคว้า**

##### **วิชาการ**

1. ศึกษาถึงการทำงานภายนอกของอุปกรณ์เพื่อวางจุดประสงค์ของการออกแบบ
2. ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์และการทำงานของเครื่องกลไก

##### **ปฏิบัติการ**

1. ร่างแบบตามขั้นตอนที่เหมาะสมที่สุด
2. วางแบบทางโครงสร้างของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
3. จัดการทำแบบของจริงขนาดเท่าจริง

การออกแบบหน้าต่างไฟฟ้าชนิดเลื่อนทางเดียว

จตุติ จันทร์คณา

ศิลปินพันธ์

หลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต

เสนอต่อภาควิชาศิลปะและวัฒนธรรม

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร

2533

## บทคัดย่อ

หน้าต่างชนิดเลื่อนทางเดียว แรงคนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดปัจจุบันได้เกิดมีปัญหาคือหลายประการ ใช้งานได้ไม่สะดวกและไม่ดีเท่าที่ควร ปัญหาที่เกิดขึ้นมีดังนี้

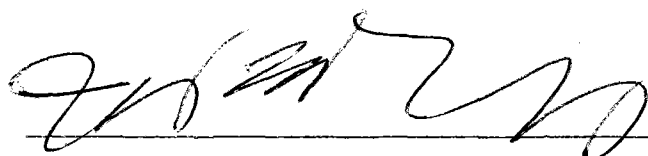
1. วัสดุที่ใช้ไม่ตรงกับประเภทของหน้าต่าง แบบต่าง ๆ และการนำมาใช้งานที่ไม่ถูกจุดประสงค์
2. ไม่ปลอดภัยในการใช้งาน มือจับไม่ถูกขนาดและพื้นธรรมชาติ จะเกิดเกลียวหวานขึ้นภายหลัง
3. ไม่มีอะไหล่มาทดแทนซ่อมบำรุงไม่ได้ ซ่อมลูมีเนียมชำรุดได้ง่าย
4. ชิ้นส่วนที่ประกอบแล้วติดคายถอดไม่ได้
5. ชิ้นงานไม่ได้รับการตกแต่ง ไม่ปราณีต ไม่มีลวดลายกราฟิกดึงดูดความสนใจ และไม่มีการใช้สีที่ตีพอ

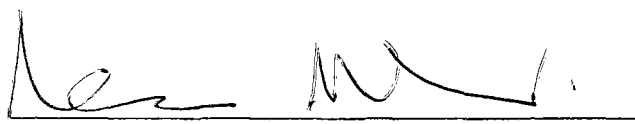
จึงมีการออกแบบปรับปรุงขึ้นโดยมีจุดประสงค์ในการออกแบบ ดังนี้ อุปกรณ์ต้องทันสมัย ซ่อมบำรุงได้ มีการบรรจุอุปกรณ์ทางเครื่องกลไกที่ป้องกันอันตรายได้ จากจุดประสงค์ในการออกแบบนี้ ได้ทำการออกแบบปรับปรุงตามขั้นตอนการออกแบบจนได้หน้าต่างไฟฟ้าชนิดเลื่อนทางเดียวขึ้นใหม่ มีลักษณะ ดังนี้

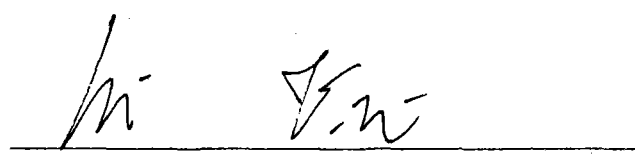
1. หน้าต่างมีรูปร่างที่แปลกตาออกไป เพื่อประโยชน์ในการใช้งานโดยตรง และการใช้วัสดุถูกประเภทของหน้าต่าง
2. ไม่มีมือจับที่พื้นธรรมชาติ เพราะเป็นระบบไฟฟ้าที่ทำงานด้วยการกดปุ่มเพียงครั้งเดียว
3. อะไหล่หาได้ง่ายตามท้องตลาด และซ่อมบำรุงได้
4. ชิ้นส่วนประกอบแบบแยกชิ้นส่วน สามารถถอดจากกันได้ง่าย
5. ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์นี้ได้รับการออกแบบทางกราฟิกให้ปราณีต และดึงดูดความสนใจทั้งทางด้านสีสน และลวดลาย

จากการออกแบบนี้นับว่าได้บรรลุถึงจุดประสงค์การออกแบบแล้วคือได้หน้าต่างไฟฟ้าชนิดเลื่อนทางเดียวที่ดีกว่าแบบเดิม ที่ใช้แรงงานคนในการเปิดปิด ซึ่งมีอยู่ในปัจจุบัน

ศิลปนิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการปฏิบัติทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติร่วมกัน  
แยกจากกันมิได้ หากแยกจากกันจะทำให้ความเข้าใจในข้อความยากขึ้นหรือไม่ต่อเนื่อง อาจทำให้เกิดความไม่สมบูรณ์จากการปฏิบัติงานในภาคปฏิบัติ คาด  
ว่าจะได้รับความรู้ในเรื่องของอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องกลไกชนิดของ เฟืองแบบต่างว  
รวมทั้ง เทคนิควิธีในการออกแบบเพิ่มขึ้นมาก ทั้งนี้รวมไปถึงทักษะในการแสดง  
แบบให้เห็นเป็นที่เข้าใจหลายฝ่ายเพิ่มขึ้นเช่นกัน

  
ประธาน  
( รองศาสตราจารย์ ดร.วิรุณ ตั้งเจริญ )

  
กรรมการ  
( อาจารย์ ลินนาถ เลิศไพรวัลย์ )

  
กรรมการ  
( นาย เศรษฐา ชัยสิทธิ์ )

## สารบัญ

|            |                                                                 |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------|----|
| บทที่ 1    | บทนำ                                                            | 1  |
| บทที่ 2    | ข้อมูลสัมพันธ                                                   | 5  |
|            | ปัจจัยสำคัญของหน้าต่างที่เป็นข้อมูลในการออกแบบ                  | 5  |
|            | ข้อมูลของอุปกรณ์ที่เข้ากับหน้าต่าง เลื่อนทาง เดียวที่มีอยู่เดิม | 15 |
|            | การออกแบบขึ้นส่วนของหน้าต่าง                                    | 18 |
| บทที่ 3    | กระบวนการศึกษาค้นคว้า                                           | 29 |
|            | กระบวนการวิธีในการผลิต                                          | 31 |
|            | การทำงานของหน้าต่างที่ออกแบบใหม่                                | 33 |
|            | กระบวนการออกแบบ                                                 | 40 |
| บทที่ 4    | อภิปรายผลและสรุป                                                | 43 |
|            | ผลที่ได้จากการออกแบบ                                            | 43 |
|            | สรุปข้อความสำคัญ                                                | 43 |
|            | ข้อ เสนอแนะและปัญหาฝึกผลาคในการปฏิบัติ                          | 45 |
| บรรณานุกรม |                                                                 | 47 |
| ภาคผนวก    |                                                                 | 49 |

## บทที่ 1

## บทนำ

ในปัจจุบันขณะที่วิทยาการและเทคโนโลยีเจริญขึ้น สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ มีมากมาย แต่ผลิตภัณฑ์ด้านเคหภัณฑ์กลับล้าสมัย ไม่อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้สินค้านั้นเท่าที่ควร ผลิตภัณฑ์ด้านเคหภัณฑ์นั้นได้แก่ เครื่องเฟอร์นิเจอร์ โต๊ะ หน้าต่าง เหล็กคัต และลูกกรง ซึ่งในศิลปนิพนธ์เล่มนี้ ขอกล่าวถึงแต่ผลิตภัณฑ์ประเภทหน้าต่างเท่านั้น เคหภัณฑ์สำเร็จรูปประเภทหน้าต่างนั้นส่วนมากที่พบเห็นจะหาด้วยวัสดุใหญ่ 2 ประการคือ วัสดุเหล็กและไม้ วัสดุเหล็กจะแยกได้เป็น อลูมิเนียมและเหล็ก อลูมิเนียมจะได้รับความนิยมมาก เนื่องจากใช้และบำรุงรักษาง่าย น้ำหนักเบาต่ออายุการใช้งานน้อย ส่วนไม้จะหนักมากแต่จะใช้งานได้นานกว่าและตกแต่งง่ายกว่าวัสดุเหล็ก ส่วนหน้าต่างสำเร็จรูปที่วางจำหน่ายตามร้านค้าก็ไม่ได้มีการออกแบบเพื่อการใช้งานโดยตรง มีแต่ลวดลายสวยงาม แต่รูปทรงยังเหมือนเดิมและขณะนี้ เป็นเวลาที่วิทยาการ และเทคโนโลยีรวมทั้งอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์เจริญขึ้น เคหภัณฑ์บางชนิดก็นำเอาไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาเกี่ยวข้องในการออกแบบโครงสร้าง ทำให้เคหภัณฑ์เหล่านั้นมีขอบเขตการใช้งานกว้างขวางมากขึ้นกว่าเดิม สามารถอำนวยความสะดวกสบายได้มากขึ้น แม้แต่ประตูก็ได้มีการนำเอาไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้องแต่เป็นวิธีการแบบง่าย ๆ ใช้งานได้ชั่วคราวรับสัญญาณเพียงชุดเดียว และพบมากตามห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ หรือห้างสรรพสินค้าที่สมบูรณ์แบบเท่านั้น ส่วนหน้าต่างชนิดไฟฟ้าในปัจจุบันนี้ยังไม่มีมาก่อน

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจาก เหตุนี้เองจึงได้มีการคิดค้นและทำการออกแบบสร้างหน้าต่างชนิดใช้ไฟฟ้าขึ้น คือผลิตภัณฑ์นี้จะช่วยยืดอายุการใช้งานของหน้าต่างช่วยให้เกิดความรวดเร็ว สะดวกสบายกว่าการใช้แรงคนในการเปิดปิดหน้าต่าง ถ้าชิ้นส่วนชำรุดบางครั้งอาจเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ถ้าไม่มีการระมัดระวังเพียงพอ บางครั้งการซ่อมบำรุงทำได้ยาก เพราะไม่มีชิ้นส่วนแยกขายตามท้องตลาดซึ่งจะเกิดเป็นปัญหาขึ้นได้ ดังจะได้ชี้แจงรายละเอียดดังต่อไปนี้

จึงเห็นสมควรว่าควรจะมีการแก้ไขปรับปรุงจากแบบเก่าชนิดไม่ใช้ไฟฟ้ามาเป็นแบบใช้ไฟฟ้า และสามารถใช้งานได้ดีขึ้น

### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

#### วิชาการ

1. ศึกษาโครงสร้างองค์ประกอบรวมทั้งการทำงานของหน้าต่างอย่างละเอียด
2. ศึกษาเรื่องการเขียนแบบ ออกแบบ รวมทั้งการเขียนแบบโครงสร้าง
3. ศึกษาถึงระบบอิเล็กทรอนิกส์การสร้างและการทำงานของวงจร
4. ศึกษาถึงระบบเฟือง การทดเฟือง การคำนวณจำนวนฟันของเฟือง

#### ปฏิบัติการ

1. ได้ปฏิบัติงานในด้านการออกแบบจริง และการออกแบบหน้าต่าง
2. ได้ปฏิบัติงานในด้านการเขียนแบบ ภาพร่างตลอดจนการเขียนแบบทัศนียภาพของหน้าต่าง
3. ได้ปฏิบัติงานในการสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์
4. ได้ปฏิบัติงานในด้านการออกแบบเฟือง การคำนวณจำนวนรอบ การทดเฟืองและการคำนวณหาระยะของเพลลา
5. ได้พบปัญหาต่างๆทั้งด้านเทคนิคกลไกและพบวิธีการแก้ไข

### ปัญหา

ในห้องทดลองปัจจุบันมีหน้าต่างสำเร็จรูปออกมาวางจำหน่ายโดยไม่มีการติดสายตัว บางครั้งก็ทำตามแบบลูกค้าสั่งซึ่งหน้าต่างสำเร็จรูปมักจะมีปัญหาต่างวในการใช้งานและอื่น ๆ มากมายหลายประการโดยแยก เป็นข้อดังต่อไปนี้

1. มือจับมีขนาดเล็กมากและส่วนใหญ่เท่าที่พบจะทามาอย่างผิดขนาดทำให้จับไม่ถนัดมือหรือหมุนได้ยาก ทำให้เมื่อเวลาใช้งานไปพอสมควร เกสียวที่ขันอยู่ที่สกรูมือจับจะ เกิดอาการคลายตัว

หรือปั่นเกลียวทำให้ร่องเกลียวขาด หรือเกิดเป็นอาการที่เรียกว่าเกลียวหวานนั่นเอง เกลียวที่ไขในโลหะหรือไม้สูญเสียความค้ำแน่นของสกรูหรือเกิดอาการบิดเบี้ยวของไม้หรือโลหะ เมื่อใช้ไปนานๆจะผุและไม้ตรงร่องรางเลื่อน

2. กลไกภายในอุปกรณ์เกิดการติดขัด เล็กน้อยอยู่เป็นประจำต้องเลื่อนถอยหลังมาเสียเล็กน้อยให้เฟืองขนาดเล็กละภายในอุปกรณ์เข้าที่ก่อนจึงจะทำการหมุนไปตามปกติได้
3. อุปกรณ์บางชิ้นส่วนหรือบางชิ้นบอบบางไม่แข็งแรง ถ้าเป็นชนิดที่ทำด้วยอลูมิเนียมซึ่งใช้หมุดชนิดหัวยั่ว เมื่อหลุดออกมาแล้วซ่อมไม่ได้ทำให้ชิ้นส่วนนั้นเสียหายเสียความสมดุลย์ไปมีผลอาจทำให้แตกหักได้
4. หากชิ้นส่วนชำรุดจะซ่อมบำรุงไม่ได้ เนื่องจากไม่มีอะไหล่และอุปกรณ์ตัวนั้นติดตายกันทุกชิ้นไม่สามารถถอดออกจากกัน
5. ไม่มีการนำลวดลายกราฟฟิคใด ๆ เข้ามาช่วยเพิ่มคุณค่าหรือดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคได้เลย สีของผลิตภัณฑ์นั้นได้เลือกใช้อย่างไม่น่าดูทำให้ลดคุณค่าของงานชิ้นนั้นลง

## ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

### วิชาการ

1. ศึกษาค้นคว้าในเรื่องหน้าตาแบบต่างๆรวมทั้งข้อดีข้อเสียแต่ละชนิด
2. ศึกษาวงจรและการทำงานในรูปแบบต่างๆกัน และเลือกวงจรที่มีการทำงานกว้างที่สุดเพียงแบบเดียว
3. ศึกษาการหาวงรอบเฟือง การทดและการคำนวณวงรอบของเฟือง

### ปฏิบัติการ

1. ทำการออกแบบหน้าตาเลื่อนทางเคียวชนิดใช้ไฟฟ้า ราคายาวถึงการทำงานของระบบต่างๆ
2. ทำการออกแบบลายวงจรที่รัดกุมและสามารถใช้งานได้

กว่าวงจรอื่นๆ

3. ทำการออกแบบเฟือง การวางตัวของเฟือง ตลอดจนการทำงานเป็นระบบของเฟือง

### สมมติฐาน

1. คาดว่าจะได้รับความรู้ เรื่องการออกแบบผลิตภัณฑ์ประเภทเคหภัณฑ์มากขึ้น เนื่องจากได้ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับชนิดของหน้าต่าง เพื่อพิสูจน์ว่าหน้าต่างชนิดเคควรใช้วัสดุเช่นไร เหล่านี้เป็นต้น
2. คาดว่าจะได้รับทักษะและเทคนิควิธีการในการปฏิบัติงานทางการออกแบบมากขึ้นกว่าเดิม จากการที่ได้ทำการทดสอบ ค้นคว้า ทดลองปฏิบัติงานออกแบบผลิตภัณฑ์เคหภัณฑ์ด้วยตนเองได้พบปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ในการปฏิบัติงานไม่ว่าจะเป็นด้านการผลิต หรือด้านการออกแบบ
3. คาดว่าจะได้รับแบบต้นแบบของหน้าต่างชนิดเลื่อนทางเดียวที่ดีขึ้นกว่าชนิดธรรมดาที่มีอยู่ในปัจจุบัน และคงไว้ในส่วนที่ดีอยู่เดิมโดยทำการแก้ไขจุดที่บกพร่องใช้งานไม่สะดวกของอุปกรณ์เดิม เพื่อให้แบบหน้าต่างชนิดเลื่อนทางเดียวที่ออกแบบมาใหม่นี้ ใช้งานได้ดีและสะดวก uly จะม่ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อนแทนแรงงานคน
4. คาดว่าจะได้รับความรู้เพิ่มในด้านของวงจรและอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงวิธีการในการปฏิบัติงานเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์
5. คาดว่าจะได้ความรู้เรื่องเฟือง การคำนวณรอบของเฟืองและการออกแบบเฟืองรวมไปถึงเพลลาและการคำนวณหาความยาวของแกนเฟืองชนิดต่างๆที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์
6. คาดว่าจะได้รับทักษะและความเข้าใจเพิ่มเติมในเรื่องของมอเตอร์ไฟฟ้า ทั้งการทางานการติดตั้ง ตลอดจนการนำไปใช้งาน ในรูปแบบต่างๆกัน

## บทที่ 2

### ข้อมูลสัมพันธ

เนื้อหาข้อความในบทนี้ได้อธิบายถึงข้อมูล คุณสมบัติของหน้าต่าง เลื่อนทาง เดียวที่มีอยู่เดิมก่อนปรับปรุงโดยละเอียด รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบขึ้นใหม่

#### ปัจจัยสำคัญของหน้าต่างที่เป็นข้อมูลในการออกแบบ

##### 1. แสงสว่าง แสงแดด และการมองเห็น

ในการออกแบบห้องที่มีส่วนลึกและหน้าต่าง แสงเข้ามาใช้มีส่วนประกอบ 2 อย่างคือการเปลี่ยนความเข้มของแสง และการวางหน้าต่างให้มากที่สุด จุดประสงค์ของหน้าต่างก็คือรับแสง และที่สำคัญก็คือการออกแบบที่แสงสามารถส่องได้ทั่วเกือบทั้งวัน แต่ถึงอย่างไรการเพิ่มแสงเทียมเข้าไปเพียงเพื่อช่วยเหลือแสงธรรมชาติ ถ้าทั้ง 2 อย่างสมบูรณ์พอดีก็จะบรรลุจุดประสงค์

##### ปริมาณของแสงแดด

เพื่อให้แสงส่องไปทั่วบริเวณที่กว้างนั้น ที่ต้องคำนึงก็คือแน่ใจว่ามีแสง เพียงพอและข้อแตกต่างระหว่างแสงแดดจริงกับแสง เทียมก็คือการ เปลี่ยนแปลงของอากาศที่มีตลอดวัน และเพื่อหารายละเอียดในแสงแดดที่ต้องการ ซึ่ง จะกำหนดข้อตกลงถ้อยคำนี้ว่า ปัจจัยแห่งแสงแดด ซึ่งก็คืออัตราส่วนของแสง สว่างภายในกับแสงสว่างที่ส่องมาจากภายนอกห้องเท่านั้น ใดๆไม่มีสิ่งอื่นสิ่งใด หรือมีวัตถุใดๆมาขวางกั้นแสงสว่างนั้นจากการกระทำนี้ต่อมาจึงกลายเป็น มาตรฐานที่รับรองกันในอังกฤษ และประเทศทางยุโรปตะวันออก เฉียงเหนือ ซึ่งได้กำหนดเป็นข้อตกลงเอาไว้

ข้อตกลงนี้ได้ถูกกำหนดชัดเจนแน่นอนว่าอัตราส่วนของแสงที่ส่องไป ยังจุดที่กำหนดบนพื้นราบที่กำหนดไว้ใดๆได้รับแสงโดยตรงหรือทางอ้อมจากห้องฟ้า ซึ่งมีแสงสว่างเข้าไปทั่วทั้งกับแสงที่ส่องไปยังพื้นราบอีกซีกโลกโดยห้องฟ้านี้ไม่มีอะไร

มาชวาทกันแสงอาทิตย์ที่ส่องมาโดยตรงก็คือการรวมค่าของการส่องแสงทั้ง 2 อย่าง

ปัจจัยแห่งแสงแดดก็เป็นอัตราส่วนต่อ 100 เช่นกัน เช่นแสงสว่างภายนอกห้องฟ้าโปร่งเป็น 5000 ดังนั้นปัจจัยแห่งแสงแดด 2 หมายถึงรายละเอียดต่างๆของแสงภายในคือ 100 นั่นเอง

แนวความคิดของปัจจัยแห่งแสงแดดเป็นประโยชน์ที่สำคัญมาก ถึงแม้ว่าการส่องแสงภายนอกจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ปัจจัยแห่งแสงแดดก็ยังคงไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่ามากหรือน้อย เพราะการส่องแสงภายในจะเปลี่ยนพร้อมไปกับแสงภายนอกด้วยเหมือนกัน ดังนั้นปัจจัยแห่งแสงแดดไม่เพียงแต่จะวัดได้ง่ายจากภายในเท่านั้นยังให้ความคิดที่ลึกกว่าแก่ช่างออกแบบในเรื่องความประทับใจในเรื่องของแสงแดดมากกว่าที่จะได้รับการแสดงความคิดในการส่องแสงอย่างสมบูรณ์อีกด้วยเช่นกัน

#### การกำหนดมาตรฐานของห้องฟ้า

การกำหนดมาตรฐานที่น่าพอใจ สำหรับการประมาณและการวัดแสงในข้อที่เรียกว่าปัจจัยแห่งแสงนั้น ได้กลายมาเป็นข้อปฏิบัติในอังกฤษ ยุโรป ตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อสันนิษฐานว่า ห้องฟ้ามาตรฐานที่มีด克里ให้แสงภายนอกโดยไม่มีอะไรขัดขวาง 5000 ค่าของห้องฟ้าที่ส่องสว่างจะเฉลี่ยไม่ได้หรือมีน้อยที่สุด แต่การกำหนดมาตรฐานได้แนะนำถึงค่าที่แสดงให้แน่ใจว่าในพื้นที่ที่ใช้มีอากาศพอเหมาะแสงภายนอกจะได้รับส่วนใหญ่มากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ของที่ทำงาน

## 2. การระบายอากาศ

การถ่ายเทของอากาศภายในห้องที่เรียกว่า การระบายอากาศนั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีสุขสบายของมนุษย์และเป็นการทำงานของเครื่องทำความร้อนในการเผาไหม้ได้ ความจำเป็นในการถ่ายเทอากาศในที่ต่างๆกันนั้น แต่ละที่อาจจะมีความต้องการต่างๆที่ไม่เหมือนกันมากนัก

สำหรับมนุษย์นั้นมีการกำหนดโดยกฎหมายตรงงานปี 1937 กำหนดไว้ว่า ภายในได้สภาวะแวดล้อมที่วุ่นวาย สภาพการทำงานที่สะดวกสบายของมนุษย์

ควรรออยู่ภายในพื้นที่ 22.7 ลบ.ม. (800 ลบ.ม.) ต่อซึ่งจุ่มต่อคน ส่วนในเครื่องทำความร้อนนั้นต้องการอากาศในการเผาไหม้ประมาณ 12 ลบ.ม. ต่อการเผาไหม้ถ่านหินหรือก๊าซ 1 กก. และการเผาไหม้ของน้ำมัน 16 ลบ.ม. ต่อ 1 กก. เพื่อให้มีประสิทธิภาพ 50 อัตราการเผาไหม้ของถ่านหินที่จะทำให้เกิดความร้อนเทียบเท่ากระแสไฟฟ้า 2 กิโลวัตต์มีประมาณครึ่งกก. ต่อ 1 ช.ม.

โดยปกติตามตึก เก่าๆ เท่านั้นที่จะมีการรั่วซึมผ่านที่ระบายอากาศของโครงสร้างตึก ตึกสมัยใหม่มีแนวโน้มป้องกันการรั่วซึมที่ตึกว่า พื้นตึกถูกสร้างไว้อย่างแน่นหนาและป้องกันการรั่วซึมที่ตึกว่า บางทีช่องลมถูกสร้างให้มีขนาดเล็กลงหรือไม่มีเลย ประตูหรือหน้าต่างถูกสร้างขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศรั่วไหลโดยแถบป้องกันการไหลซึม ภายใต้อาคารเช่นนี้อาจก็ว่าได้ว่าหน้าต่างมีบทบาทสำคัญที่สุดในการระบายอากาศ ยกเว้นจะมีวิธีอื่นๆ เช่นระบบการถ่ายเทอากาศที่ใช้กลไก

บางครั้งมีข้อโต้แย้งว่าตามหลักแล้ว หน้าต่างไม่ควรเป็นตัวกักกันการถ่ายเทอากาศแต่ควรจะมีช่องไฟที่กว้างพอที่อากาศถ่ายเทได้เพื่อว่าในขณะที่ปิดอยู่อากาศก็ระบายเข้ามาได้เป็นการยากที่จะหาข้อยุติในเรื่องนี้ อากาศที่ทะลุผ่านหน้าต่างนั้นขึ้นอยู่กับแรงดันลมที่มาปะทะหน้าต่าง และการปล่อยให้มีการระบายอากาศอย่างสงบนิ่ง อาจก่อให้เกิดลมกรรณในขณะที่ลมแรงหรือถ้าเป็นตึกสูงๆ แล้ว คอนกรีตจะมีความคิดที่จะสร้างหน้าต่างให้มีมาตรฐานสูงๆ เพื่อการระบายอากาศที่จำเป็นเท่านั้นถ้ามีความเป็นไปได้ที่จะเกิดอันตรายจากการระบายอากาศในอัตราต่ำเมื่อปิดหน้าต่าง ด้วยการจัดหาช่องระบายอากาศแบบถาวรโดยใส่ช่องลมเข้าไปในหน้าต่างหรือบางทีที่กำแพงภายนอกก็ได้

#### เครื่องช่วยระบายอากาศ

โดยทั่วไปมีการพูดมาก เกี่ยวกับช่องลมขนาดเล็กกว่าควบคุมง่ายและถูกฝังให้เข้ากับหน้าต่าง มีบานกระบังหน้าต่างที่ทันสมัยหลายแบบเพิ่มขึ้นแต่หาช่องลมขนาดเล็กๆ ยาก มีอยู่เพียงวิธีเดียวที่ระบายอากาศได้คือการ เปิดช่องไฟให้กว้างขึ้น ซึ่งเป็นการยากที่จะเปิดแค่น้อยและให้มีอากาศเพียงพอและเมื่อเปิดแล้วก็อาจจะทำให้อากาศไหลเข้ามาตรงตำแหน่งที่ก่อให้เกิดลมกรรณได้ ยังไม่มีการหาหน้าต่างให้แน่นโดยมีช่องไฟกว้างซึ่งยึดไว้ให้มั่นคงและปรับปรุงให้มีช่องเปิดเล็กกว่านั้นยังไม่สามารถทำได้ บางทีก็เป็นการยากในการหาหนทางดังกล่าว

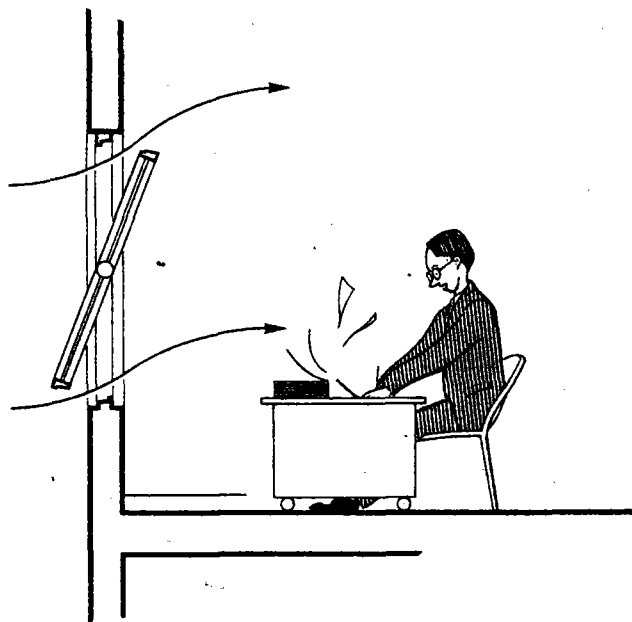
และก็ควรจะอยู่ที่การแยกช่องลมขนาด เล็กออก เป็นหลายหน่วยจำนวนของช่องลม ที่บางอัน เหมาะสมที่จะใส่ไว้เป็นส่วนหนึ่งของกระจก ในขณะที่บางอันประดิษฐ์ขึ้น ไว้ในขอบหน้าต่างนั้นถูกนำออกวางตลาดแล้ว การพัฒนาในทิศทางนี้กำลัง เป็นไป อย่างรวดเร็ว ในขอบหน้าต่างที่เป็นแบบกลวง เช่น การวางปากช่องลมไว้ใน ตำแหน่งที่ฝนสาด เข้ามาภายในไม่ได้ เป็นสิ่งที่ทันสมัย เท่ากับช่องลมในคิกแบบเก่า เมื่อฝนสาด เข้ามาและไม่สามารถควบคุมตำแหน่งได้ซึ่ง เป็นครั้งแรกที่ถูกระบาย

เป็นการยากที่จะแนะนำเกี่ยวกับตำแหน่งของช่องลม เพราะว่าปาก ช่องลมที่เปิดนั้นบางครั้งก็ทำหน้าที่ปล่อยให้อากาศไหล เข้าไปตำแหน่งของช่องลม ในระดับสูง เป็นที่นิยม เพื่อการให้อากาศไหลออก และช่องนั้นทำหน้าที่ เป็นทาง เข้าก็จะก่อให้เกิดลมกรรบนพื้นห้อง เล็กน้อยกว่าการติดตั้งช่องลมไว้ในระดับต่ำ ช่องลมที่อยู่ในระดับต่ำกว่าอาจประสบผลสำเร็จ ถ้าปล่อยให้อากาศผ่านไปใน ทางด้านหลัง เครื่องกระจายความร้อนซึ่ง เป็นสิ่งที่ได้กระทำแล้วในประเทศ สแกนดิเนเวีย

ด้วยเหตุผลต่างๆ เป็นการยากที่จะกำหนดขนาดปากของช่องลม จำนวนของอากาศที่ผ่านช่องลมอาจขึ้นอยู่กับช่องทางของช่องลมน้อยกว่าแรง เสียความในส่วนต่างๆของวงจรของช่องลม พุด่ง่ายก็คือการจะได้รับกระแสลม เวียนผ่านห้องต้องมีช่องลมอย่างน้อย 2 อัน อันหนึ่งเป็นทาง เข้า อีกอันหนึ่ง เป็น ทางออกและถ้าทั้ง 2 อันมีขนาดแตกต่างกัน อัตราการไหลเวียนของลมเข้าโดย เฉพาะประตูและส่วนที่ติดต่อกับส่วนอื่นๆภายในก็ถูกป้องกันการไหลซึมอย่างดีแล้ว ก็จะมีการระบายอากาศเพียงเล็กน้อย แม้ว่าช่องลมในหน้าต่างจะมีขนาดใดก็ตาม นอกจากสภาพการณ์เช่นนี้แล้วโดยทั่วไปไม่ควรให้ช่องลมที่มีขนาดมากกว่า 0.02 ตาราง เมตร ในแต่ละห้องที่มีปริมาตร 50ลบ.ม. ช่องลมดังกล่าวจะปล่อยให้อากาศไหลผ่าน 35-60ลบ.ม. ต่อชม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแรงของลม การใช้ช่อง ที่มีพื้นที่ 0.02 ตาราง เมตร ระบายหน้าต่างขนาดกว้าง 1.5 เมตร และกว้าง 1 เมตร จะเปิดช่องได้กว้างที่สุดประมาณ 8 มิลลิเมตร โดยทั่วไปเครื่องช่วย ระบายอากาศนี้การ เปิดปิดได้ เพื่อหลีกเลี่ยงลมที่พัดแรงๆ นอกจากนี้จะมีเหตุผล พิเศษที่จะต้อง เปิดช่องไฟเป็นการถาวร

### ช่องลมและลมโกรก

ความเร็วของลมที่เข้ามาภายใน มีความสัมพันธ์มากที่จะก่อให้เกิดลมโกรก เย็นวและที่น่าจับตาก็คือ รูปร่างของช่องลม วัตถุทั่วไปกระแสนลมซึ่งผ่านทะลุเข้ามาโดยไม่ได้ปะทะกับอากาศที่ร้อนกว่าภายในห้องจะทำให้เกิดความรำคาญ ช่องลมใหญ่อันเดียวมักจะก่อให้เกิดกระแสลมดังกล่าวมากกว่าช่องลมที่เล็กกว่าในพื้นที่ที่ขนาดเดียวกัน และช่องลมเดียวกันนั้นควรมีรูปร่าง เป็นช่องยาวมากกว่าแบบกลมหรือแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในที่ซึ่งอากาศไหลวนอยู่รอบนอกของบานหน้าต่างที่เปิดแง้มอยู่ อาจจะก่อให้เกิดกระแสลมที่ไม่ปรารถนาไหลเข้ามาและหมุนไปปะทะหน้าต่างได้ เช่นในกรอบหน้าต่างทำด้วยโลหะที่มีรูปแบบตายตัว ในจุดนั้นอาจจะก่อให้เกิดที่รวมตัวกันหนาแน่นเมื่อมีอากาศมารวมตัวกันที่ศูนย์กลางของบานหน้าต่างที่เปิดอยู่ ซึ่งในที่สุดจะถูกผลักดันออกจากหน้าต่างด้วยพลังงานซึ่งสามารถทะลุผ่านได้



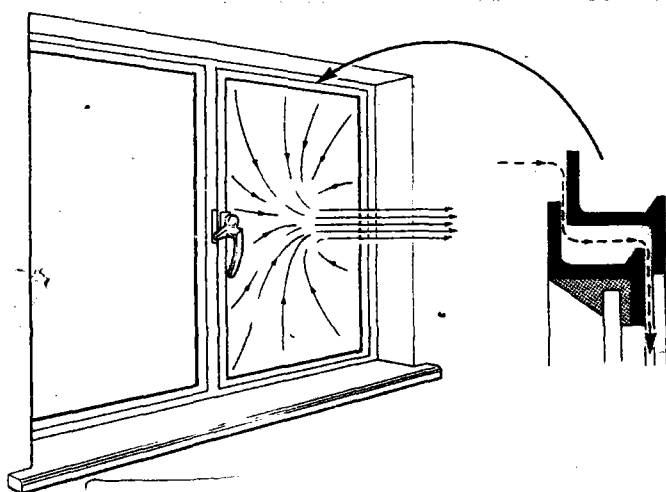
### การระบายอากาศในฤดูร้อน

ในหัวข้อ เบื้องต้นนั้น เป็น เรื่องที่เกี่ยวกับความจำเป็นของการระบายอากาศในฤดูหนาว แต่สภาพแวดล้อมจากคลื่นความร้อนในฤดูร้อนนั้นแตกต่างกันที่เดียว ถ้าการระบายความร้อนด้วยวิธีธรรมชาติเป็นเพียงหนทางเดียวที่เป็นไปได้ในการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องซึ่งร้อนขึ้นโดยแสงอาทิตย์นั้น การเปิดช่องพาให้กว้างที่สุด อาจนำมาใช้ได้ด้วยการทำให้มีพื้นที่ตรงหน้าต่างอย่างน้อยที่สุด 40 ไร่ให้เปิดกว้างได้

ตามข้อที่ 4 ของกฎหมายโรงเรือน พื้นที่ทั้งหมดของช่องระบายอากาศในห้องพักอาศัยซึ่งไม่มีเครื่องระบายอากาศเพียงพอต้องมีไม่น้อยกว่า ของพื้นที่ห้องและบางส่วนของพื้นที่เปิดให้อากาศถ่ายเทได้ต้องมีมากกว่า 1.75 เมตรเหนือพื้นห้องกฎข้อบังคับให้มีการ เปิดให้ระบายอากาศในพื้นที่อย่างน้อยที่สุด ของพื้นที่ห้องปรากฏอยู่ในข้อที่ 4 ของกฎหมายโรงเรือนของสก็อตแลนด์

### การระบายอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม

อัตราการระบายอากาศขนาดใหญ่เป็นสิ่งจำเป็นในโรงงาน อุตสาหกรรมบางแห่ง เพื่อให้ความร้อนหรือ คาร์บอนไดออกไซด์ระบายออกอย่างรวดเร็ว ที่ซึ่งต้องใช้หน้าต่างที่ระบายอากาศนั้นซึ่งมักจะต่อเข้าเป็นชุด เพื่อว่าสามารถ เปิดออกอย่างรวดเร็วโดยการสั่งงานครั้ง เดียว ในพื้นที่มีขนาดกว้างใหญ่



อาคารที่มีการติดตั้ง เครื่องปรับอากาศ

ในอาคารที่ถูกออกแบบให้มีกลไกการระบายอากาศนั้นไม่จำเป็นต้องใช้หน้าต่างระบายอากาศ ที่จริงแล้วในอาคารที่ติดตั้ง เครื่องปรับอากาศนั้น ไม่ต้องการให้อากาศออกสู่ภายนอก เพราะว่าจะ เป็นการทำให้ เครื่องปรับอากาศ ทำงานหนัก เพิ่มขึ้นในสภาพการณ์เช่นนี้จึงควรใช้หน้าต่างที่เปิดไม่ได้ เพื่อเป็นการ ประหยัดต้นทุน เว้นแต่มีการ เปิดหน้าต่าง เพื่อทำความสะอาดเท่านั้น

### 3. หน้าต่างหนีไฟและความปลอดภัยจากไฟ

หน้าต่างที่สามารถ เปิดออกได้ในช่วง เวลาคับขันหรือ เพื่อการหลีกเลี่ยงอันตรายที่เกิดไฟไหม้ หน้าต่างชนิดนี้คือหน้าต่างฉุกเฉินหรือหน้าต่างหนีไฟ สำคัญที่หน้าต่างต้อง เปิดและ เข้าออกได้สะดวกในคราวที่เกิดไฟไหม้ในที่นี้แนะนำ ว่า ในขณะที่เกิดเหตุฉุกเฉินจะช่วยชีวิตผู้คนได้ก็กัทั้งหมดต้องมีหน้าต่างอยู่หลายว ที่และต้องอยู่เหนือพื้นดินสามารถที่จะ เปิดให้เพอร์นิเจอร์ออกได้ ต้องสูงไม่น้อย กว่า 8 เมตร 40 เซนติเมตรและกว้าง 30 เซนติเมตร การหลบหนีขึ้นแรกจะ เคาะ กระจกให้แตกแต่ต้องระวังส่วนของกระจกไปทำอันตรายแก่ผู้ที่หลบหนีได้มีตึกหลาย แบบที่ผู้คนทำการอาศัยอยู่ การออกแบบในปัจจุบันต้องการพื้นฐานในการหลบหนี เมื่อเกิดภาวะฉุกเฉินไม่น่าไว้ใจในการใช้หน้าต่างเข้าออก แต่ความปลอดภัย อาจจะอยู่ที่เวลา และอาจเป็นไปได้ที่การหนีผ่านหน้าต่างที่มีการระวังเอาไว้ ล่วงหน้า ในส่วนของตึกที่อยู่อาศัยมันเป็นงานที่ยากโดยเฉพาะผู้เป็นเจ้าของจะ หนีจากไฟไหม้ในขณะที่กำลังหลับในกฎของการออกแบบหน้าต่างจะต้องมีข้อพิเศษ สำหรับบ้านมากกว่า 2 ชั้น แพลต โรงแรม บ้านเช่า โรงพยาบาล และอื่นวในตึก ที่สูง 24 เมตรขึ้นไป ต้องมีอย่างน้อย 3 บานที่สามารถเปิดได้ต่อชั้น แพลตหรือ ห้องนอนควรมีไม่น้อยกว่า 2 บาน

ในโรงเรียนรัฐบาลในส่วนของการศึกษาและวิทยาศาสตร์แนะนำ ว่าหน้าต่างที่สามารถเปิดให้หลบหนีได้ควรรออยู่ชั้นล่าง ส่วนล่างของหน้าต่างต้อง อยู่เหนือจากพื้นภายนอกหน้าต่างต้องมีที่และง่ายต่อการ เกาะป็น สำหรับที่เป็น ที่ทำงานคิดพื้นดินชั้นแรกแนะนำว่ามากกว่า 30 เมตร จะสามารถทำงานได้ดีและ ประคูดเข้าออกต้องมีหน้าต่างที่เปิดออกได้ในแต่ละห้องมีความกว้างยาวของชั้นต่ำ

และส่วนล่างของหน้าต่างต้องไม่มากกว่า 0.91 เมตร

ชนิดของพื้นผิวที่เหมาะสมสำหรับการต้านของไฟ

1. ลวดกระจกหนา 6 มิลลิเมตร สามารถต้านไฟได้ 1.2 ลูกบาศก์เมตร  
ได้ในเวลา 1 ชั่วโมง

2. ลวดทองแดงกับกระจกหนา 6 มิลลิเมตร ไม่สามารถเพิ่ม 0.015  
ลูกบาศก์เมตรในพื้นที่กันไฟได้นาน 1 ชั่วโมงครึ่ง

แผ่นรูปานที่กันไฟบริเวณประตูอย่างน้อยหนา 7 มิลลิเมตร กันไฟ  
ได้ดีกว่าลวดกระจกทุกชนิดแต่ไม่นิยมนำมาใช้ ช่วงความต้านทานของวไฟที่พอจะ  
รับได้ในพื้นผิวมันจะขึ้นอยู่กับชนิดของขอบและพื้นผิวมันที่แขวนอยู่บริเวณรอบ  
กรอบหน้าต่างที่เป็นเหล็กจะละลายในอุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส ครึ่งชั่วโมง  
หรือ 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 880 องศาเซลเซียส เพื่อความปลอดภัยมันจำเป็นที่จะใช้  
เหล็ก หรือบรอนซ์ ส่วนอลูมิเนียมจะใช้ในหน้าต่างที่มีอุณหภูมิค่า กระจกต้องถูก  
แขวนกับเสาหลักเพื่อความปลอดภัย กระจกส่วนที่ ที่เกี่ยว ลูกบิด ตะขอเหล็ก จะ  
ต้องเกี่ยวให้แน่นกับตะปูควง เพื่อให้กระจกยังคงแขวนอยู่ในขณะที่ส่วนที่เป็นขอ  
เกี่ยวละลายด้วยความร้อน

กรอบแม้จะมีอันตรายโดยตรงกับความร้อนเพราะไม่เป็นเชื้อเพลิง  
โดยตรง ในเวลาครึ่งชั่วโมงกรอบอย่างน้อยจะลดลงจากวัสดุที่หนาแน่น ลูกบิด  
จะจำเป็นมาก และมีความกว้างอย่างน้อย 13 มิลลิเมตร มันจะขยายตัวเมื่อโดน  
ความร้อนหรือเป็นแผ่นบางวาลูกบิดจะจำเป็นมาก และส่วนที่ไม่สามารถไหม้ได้  
ง่ายจะนำมาใช้ เมื่อผสมกับเหล็กจะไม่มีความเสี่ยงต่อการไหม้ในอุณหภูมิที่มากกว่า 900  
องศาเซลเซียส

ในหนึ่งชั่วโมงของความต้านทานของกรอบไม้ ตัวหมุดไม้พอที่จะ  
ต้านความร้อนได้ แนะนำว่ากรอบกระจกควรแขวนในที่ที่ไม่สามารถไหม้ไฟได้ง่าย  
แทนที่จะแขวนในกรอบไม้และไม่ควรจะเป็นโลหะที่หลอมละลายได้ใน อุณหภูมิที่  
มากกว่า 980 องศาเซลเซียส และขนาดไม่ควรเกิน 0.5 ลูกบาศก์เมตร

มีปัญหาเกี่ยวกับการหาหน้าต่างที่จะหลบหนีอันตรายจากไฟ ปัญหา  
ควรจะมีการโต้เถียงกับผู้ที่มีอำนาจเรื่องนี้

หน้าต่างที่เปิดได้จะระบายควันและความร้อนเป็นพื้นฐานของการ  
หลบหนี

ในขณะที่ไฟไหม้ผู้คนจะหนีผ่านทางหน้าต่าง และหน้าต่างอาจจะเป็นที่ระบายควัน และเป็นที่หลบหนี หน้าต่างจะต้องมีที่ปิดระบายลมอย่างถาวรที่เปิดระบายลมไม่ควรใช้เวลาที่ไม่จำเป็น เพราะว่าทำให้สะดวกและความร้อนจะสูญเสียไปได้โดยการระบายลมในหน้าหนาว

ในโอกาสนี้การใช้หน้าต่างควรใช้แบบขจัดควันโดยธรรมชาติ การระบายลมจำเป็นในการหลบหนีที่บันไดจะเป็นที่ของนักดับเพลิง ในแต่ละชั้นหรือในห้องงอกที่มีบันไดในห้องงอกชั้นต่ำต้องมีพื้นที่มากกว่า 1.4 ลูกบาศก์เมตร และต้องมีสิ่งที่เพิ่มเข้ามาคือทางระบายลมถาวรในแฟลตและคอนโดมิเนียม การระบายลม ควัน จำเป็นในที่ที่เข้าถึงยากหรือบริเวณทางเดิน การเปลี่ยนแปลงที่ดีในโรงพยาบาลทำได้โดยคณะออกแบบสุขภาพโรงพยาบาล ซึ่งการระบายลมทุกจุดจะต้องมีทางตรงสู่ภายนอก

การใช้หน้าต่างที่เปิดได้โดยนักดับเพลิง

หน้าต่างที่สามารถเปิดได้นั้นอาจจะมีโอกาสใช้โดยนักดับเพลิงที่จะนำตัวเองและเครื่องสูบน้ำเข้าไปจากภายนอก โดยไม่ต้องทุบกระจกให้แตก หน้าต่างต้องมีกุญแจหรือที่สอคพิเศษ เพื่อความปลอดภัย

การป้องกันการแพร่ของไฟ

หน้าต่างกับการแพร่ของไฟ

การแพร่ของไฟจากห้องไปอีกห้องจากตึกสู่ตึก หน้าต่างจะต้องเอามาเจาะเรื่องความไม่คงทนที่อาจจะเป็นไปได้ อุณหภูมิขณะไฟไหม้จะเพิ่มมากถึง 800-900 ฟาเรนไฮต์ ในไม่กี่นาทีแรก ส่วนที่เป็นหน้าต่างกระจกธรรมดาจะกันไฟได้ด้านเดียว และอาจจะกระเทาะแตกหลุดออกมาจากกรอบได้ ถึงแม้ว่ากระจกจะแตกหรือไม่มันก็เป็นอันตรายอย่างมากที่วัสดุจะติดไฟได้ง่าย โดยด้านที่เย็นของมันจะส่งความร้อนผ่านกระจกและจะไม่ส่งด้านที่ร้อนของกระจก

ของที่เป็นสิ่งของที่ไม่ละลายเป็นสิ่งที่ได้รับการพัฒนาเร็วขึ้น และไฟได้มีการทดลองจะนำกระจกเหลวมารวมกับกรอบไม้ ส่วนนี้ทำจากธาตุบุนทาวซิลิกา ไฟเบอร์กลาส มันมีลักษณะคล้ายไฟเบอร์พิเศษมีความต้านทานไฟมากกว่า

1 ข.ม. ซึ่งอาจจะใช้ในการทำประตู แต่มันควรจะนำใบทดสอบก่อน

วัสดุที่ใช้ทำกรอบกระจกก็ไม่แตกต่างกันความสามารถที่จะต้านทานไฟใน 1 ชั่วโมงด้วยแผ่นกระจกที่ทำจากลวดกระจกมากกว่า 1.2 ลูกบาศก์เมตร ขอบหน้าต่างพลาสติกไม่เหมาะสมที่จะต้านทานไฟ แต่เครื่องต้านทานไฟที่ทำจากเหล็ก เพิ่มกำลังควรจะนำมาพัฒนาได้มีการจัดการรวบรวมพื้นผิวมันและกรอบที่สามารถทนไฟได้โดยจัดเป็นลำดับและได้ทำการทดสอบเป็นผลที่แสดงถึงความปลอดภัย

ขอบเขตอันตรายสำหรับสินค้าและผู้คน

มันเป็นการยากที่จะนำสินค้าและผู้คนพ้นจากอันตรายที่เกิดจากความร้อนผ่านกระจกหน้าต่าง 6 เซนติเมตรจะหยักได้ครึ่งหนึ่งของขอบเขตความร้อนที่เผาไหม้จากไฟที่ลวดกระจกถูกใช้อย่างเหมาะสม แต่พื้นที่ส่วนที่เป็นมันต้องไม่มากและสินค้าที่ติดไฟได้ง่ายต้องเก็บไว้ในที่เหมาะสมที่ไกลจากกระจกทั่วใบตำแหน่งที่เป็นอันตรายจะตรงข้ามกับพื้นที่ที่เป็นผิวมัน พื้นที่ที่เป็นสีเหลี่ยมจะต้องมีความร้อนมากกว่าทางแคบยาวๆ พื้นผิวที่มีพื้นที่เป็นผิวมัน พื้นที่ที่เป็นสีเหลี่ยมมีความร้อนมากกว่าทางแคบยาวๆ พื้นที่ที่มีพื้นผิวมันตามแนวนอนจะได้รับความร้อนน้อยกว่าพื้นที่แนวยืนเป็นฉาก

สินค้าที่ไหม้ไฟได้ง่ายจะมีไม้ กระดาษ ฝ้าย มีการแนะนำว่าพื้นที่สินค้าไม่ควรเกิน 33 กิโลกรัม สมมติฐานของการคิดโทษมาจากการส่งความร้อนและไม่สามารถที่จะช่วยเหลือได้ ถ้ามีประกายไฟปลิวมาติด

ความเข้มของแสงไฟที่อยู่หลังกระจกแล้วจะแตกต่างจากไฟที่เกิดขึ้นและขึ้นอยู่กับไฟในตัวติด ควรจะเก็บสินค้าที่ไหม้ไฟได้ง่ายไว้ห่างไกลจากไฟอย่างน้อย 3 เมตร และควรห่างจากกระจก ความรุนแรงของไฟในตึกจะประเมินกว้างๆจากผู้ครอบครองตึกได้โดยดูจากจำนวนผู้มาแจ้งเหตุ บางทีความเข้มของไฟจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับวัตถุที่ไฟนั้นไหม้อยู่ มันเป็นการยากลำบากมากที่ผู้คนจะหลบหนีไฟนทางเดินแคบขณะที่ไฟไหม้อยู่ ปัญหาที่เกิดขึ้นและเป็นการยากที่จะหลีกเลี่ยงก็คือทางเดินของพื้นผิวที่เป็นมันลื่นและมีไฟอยู่ด้านหลัง ความรุนแรงของไฟจะทำให้คนเกิดความรู้สึกหนักไม่ได้ ถ้าเวลามากจะเป็นการยากลำบาก

ในการหลบหนียิ่งขึ้นไปอีก ดังนั้นทางเดินหนีไฟควรจะมีหน้าต่างระบายความร้อนเป็นระยะๆ ด้วย การออกแบบหน้าต่างที่ดีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและสะดวกในเวลาฉุกเฉินอีกด้วย

### ข้อมูลของอุปกรณ์ที่ใช้กับหน้าต่าง เลื่อนทาง เคียวที่มีอยู่เดิม

ข้อมูลต่างๆ ของอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมได้แยกออกเป็นข้อ เพื่อสะดวกแก่การค้นคว้าได้ตามลำดับดังต่อไปนี้

#### วัสดุผลิต

ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทุกชิ้น จัดสร้างขึ้นด้วยอลูมิเนียม เพราะมีน้ำหนักเบาว่า เหล็ก อีกทั้งมีหลายแบบและไม่เป็นสนิม อลูมิเนียมที่ใช้นี้ไม่เป็นโลหะตัวนำ มีมวล 26.98 กรัมต่อปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เนื้อโลหะสีขาวออกน้ำตาลเงิน แต่มีลักษณะคล้ายกว่าเงิน และใช้ส่วนผสมของอลูมิเนียมบรอนซ์ ในการทำอลูมิเนียมอัลลอยด์ หรือผสมลงในทองแดง เพื่อให้เนื้อแกร่งขึ้น และอลูมิเนียมไม่ค่อยมีผลต่อแม่เหล็ก เนื้อโลหะละเอียดที่มีคุณสมบัติต่างจากโลหะอื่น สามารถผสมสีลงไปในเนื้อโลหะได้หลายสี เช่น สีขาว กราไฟต์ และสีตะกั่ว หน้าต่างเลื่อนทางเคียวแบบเก่านี้ส่วนที่เป็นตัวโครงของหน้าต่างยึดติดกับกระจกได้ด้วยหมุดโลหะชนิดย้าหัว ส่วนที่เป็นพลาสติกทั้งหมดรวมทั้งล้อขนาดเล็กไว้วิ่งบนรางอลูมิเนียมทำจากพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกหรือที่รู้จักกันทั่วไปว่าพลาสติกพี.พี. เป็นพลาสติกที่สามารถหลอมละลายได้ และสามารถนำมาใช้ซ้ำใหม่อีก เป็นเทอร์โมพลาสติกประเภทวินิลไคลโอไรด์สามารถผสมสีต่างๆ ได้ไม่จำกัดเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ชิ้นส่วนที่โครงหน้าต่างรวมทั้งวงกบและราง รวมทั้งแกนของล้อพลาสติกทำจากอลูมิเนียม ตัวบานเป็นกระจกหนาประมาณ 0.5-0.7 มิลลิเมตร กระจกชนิดนี้ไม่ทำให้เกิดภาพบิดเบือนมากนักแต่เป็นชนิดที่มีภาพสะท้อนในกระจก ถ้ากระจกนั้นทามุมกับแหล่งต้นกำเนิดแสงที่พอดีกับการเกิดภาพสะท้อน และชนิดนี้ยังสามารถติดฟิล์มกรองแสงได้

#### อลูมิเนียม

เป็นโลหะที่มีบทบาทกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรม อลูมิเนียมได้เป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันตั้งแต่ยานพาหนะ เรือ รถไฟ รถบรรทุก ตลอดจน

จนเครื่องบิน รวมทั้งวัสดุเครื่องใช้ต่างๆ และในงานอุตสาหกรรมโครงสร้าง อลูมิเนียมมีประโยชน์มากสำหรับกรอบหน้าต่าง โครงสร้างหลังคา ฝัวนอกของ ผนังอาคารและกำแพงด้วย เหตุที่อลูมิเนียมได้กลายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน แล้วยังมีบทบาทในครัวเรือนอย่างมาก เช่น อุปกรณ์ในครัวจนถึงตู้แช่ เครื่องดื่ม อาหารรวมทั้งพืชผักอีกด้วย ปัจจุบันอลูมิเนียมเป็นส่วนหนึ่งในบรรดาสิ่งที่เป็น ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เขียว

#### กระบวนการผลิตอลูมิเนียม

1. แร่อลูมินัม (บอกไซต์) จากเหมืองแร่เข้ามาบด
2. ผสมกับปูนขาวและโซดาแอช (น้ำโซดา-ซีเถ้า)
3. นำไปผ่านไอน้ำเพื่อคืนในถึงความดัน
4. นำมากรองกำจัดสิ่งแปลกปลอมออก
5. นำไปล้างและฉีดอย่างแรง จะได้ผลึกอลูมินา
6. ผ่านถึงแยกปูนขาวออกนำไปอบแห้ง
7. นำไปผ่านกระบวนการอิเล็กโทรไลซิส ผลึกอลูมินาก็จะกลายเป็น

เป็นอลูมิเนียม

#### กระบวนการผลิตพลาสติกประเภทโพลีเอทิลีน

ชิ้นส่วนที่เป็นพลาสติกในเคหะภัณฑ์ประเภทหน้าต่าง เลื่อนทาง

เคียวแบบเก้านี้ มีอยู่หลายชิ้นคือ

1. ส่วนที่เป็นล้อพลาสติกขนาดเล็ก
2. ขอบพลาสติกกันกระแทก
3. ที่เปิด-ปิดมือจับ
4. ที่กันน้ำฝนและท่วงรองหมุดโลหะ

#### กรรมวิธีในการผลิต

เป็นการผลิตด้วยการใช้แม่พิมพ์โดยการฉีดพลาสติก เข้าแม่พิมพ์ปิด อาศัยความร้อนและแรงอัดดันวัสดุผลิต เข้าสู่แม่พิมพ์ซึ่งใช้กับเทอร์มoplastic โดยเฉพาะผลิตได้ปริมาณมากและรวดเร็ว มีขั้นตอนดังนี้

1. เทพลาสติกผงหรือเม็ดที่.พี. ที่ใช้แล้วผสมกับของใหม่ในอัตรา 30ต่อ70 ลงในเครื่อง

2. ลูกสูบภายในเครื่องจะดันพลาสติกสู่ช่องทำความร้อน อุณหภูมิประมาณ 300-700 ฟาเรนไฮต์ พลาสติกจะถูกหลอมเป็นของเหลวสม่ำเสมอทั่วกัน
3. น้ำพลาสติกจะถูกอัดผ่านหัวฉีด เข้าสู่แม่พิมพ์ด้วยกำลังอัด 10,000-50,000 ปอนด์ ต่อตารางนิ้วจนเต็มแม่พิมพ์
4. ปลดพลาสติกให้เย็นตัว ถอดแม่พิมพ์ออก
5. นำไปตกแต่งต่อไป

#### กระบวนการผลิตพลาสติก

เริ่มจากชั้นแรกล่าง เศษแก้วโดยการวาง เศษแก้วลงบนพื้นแบนราบ และผ่านน้ำร้อนซึ่ง เป็นกรรมวิธีที่ต่อเนื่องกัน มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. นำหินเกล็ด 1 เบอร์เซนส์ บูนขาว 3 เบอร์เซนส์ จีโกลัม 11 เบอร์เซนส์  
โซดา 13 เบอร์เซนส์ เศษแก้ว 26 เบอร์เซนส์ และทราย 46 เบอร์เซนส์
2. นำของทั้งหมดมาผสมรวมกันในเตาหลอมที่มีอุณหภูมิสูงจนใช้เวลาที่เพียงพอ  
เพื่อให้สิ่งต่างๆ เข้ากันเป็นเนื้อเดียว
3. เมื่อได้แก้วหลอมเหลวออกจาก เตาแล้ว นำไปผ่านน้ำเพื่อลดอุณหภูมิและทำ  
ให้เรียบเป็นแผ่น
4. เมื่อเป็นแผ่นแล้วนำไปตัด เป็นชั้นที่เล็กและแต่งขอบอย่างละเอียดอีกที

การใส่สีลงในกระจก สีของกระจกขึ้นอยู่กับธาตุต่างๆ ที่มีอยู่ใน ทรายเช่นทองแดง เหล็ก และนิเกิล จะได้สีต่างกันคือแดง เหลืองและม่วงตาม ลำดับ ต่อมากรรมวิธีการที่ซับซ้อนมากกว่ากระจกแบบธรรมดาและขณะนี้อุตสาหกรรมกระจกกำลัง เป็นอุตสาหกรรมระดับโลกทีเดียว

#### น็อค และหมุคโลหะชนิดย้าหัว

ทั้งน็อคและหมุคโลหะต่างก็มีความจำเป็นในการใช้งาน และเป็น ส่วนสำคัญในเคหภัณฑ์และ เครื่องใช้ เกือบทุกชนิด

#### วัสดุที่ใช้ในการผลิต

วัสดุที่ใช้ในการผลิต น็อค ตะปูเกลียว และหมุคโลหะมักนิยมใช้ นิเกิลผสมกับเหล็กและตะกั่ว ซึ่งอัตราผสมขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น ถ้า เป็นน็อคที่ต้องรับแรงก็นิยมผสม เหล็กในอัตราส่วนที่มากกว่าตะกั่วและนิเกิลแต่ถ้า ใช้แรงในการทะลุทะลวงมากจะผสมนิเกิลมากกว่าที่ใส่ตะกั่ว เพื่อให้ทนความร้อน

และสนิมให้ขึ้นช้ากว่าปกติ แต่ถ้าผสมตะกั่วมากเกินไปจะมีข้อดีและข้อเสียคือ ข้อดีจะทำให้สนิมขึ้นช้า แต่มีข้อเสียก็คือทำให้มีความเหนียวน้อยลงขณะใช้หรือทำการใช้งานทำให้ขาดได้ง่าย

#### การผลิต

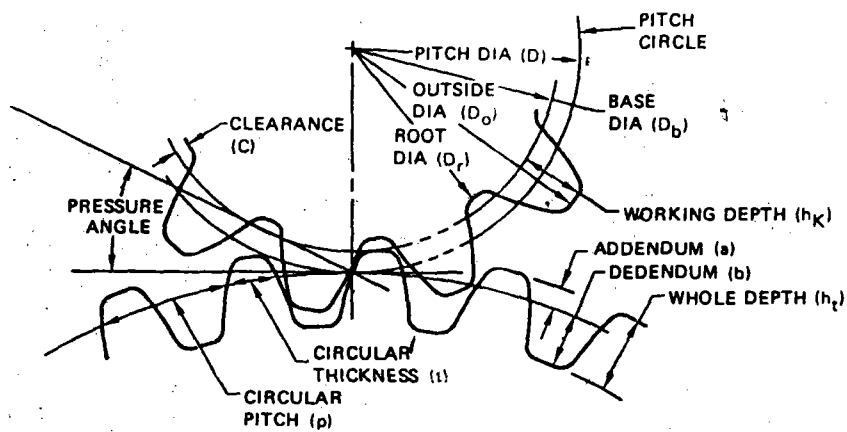
1. นำเหล็ก นิเกิล และตะกั่วมาผสมกันในเตาหลอม
2. เมื่อโลหะทั้ง 3 ชนิดเข้ากัน เป็นเนื้อเดียวก็จะนำเข้าสู่แม่พิมพ์ขนาดใหญ
3. เมื่อทำการพิมพ์ในขั้นแรกจะยังไม่มีเกลียวจะทำการบีบเกลียวขึ้นทีหลัง
4. เมื่อโลหะเย็นตัวลงจะทำการถอดแม่พิมพ์
5. นำไปบีบเกลียว น้อด จะทำการตีหัว และ เจียนส่วนที่หลุดออกจากแม่พิมพ์
6. ทำการผ่าหัวสำหรับตะปูเกลียวและแยกบรรจุกล่อง

#### การออกแบบชิ้นส่วนของหน้าต่าง

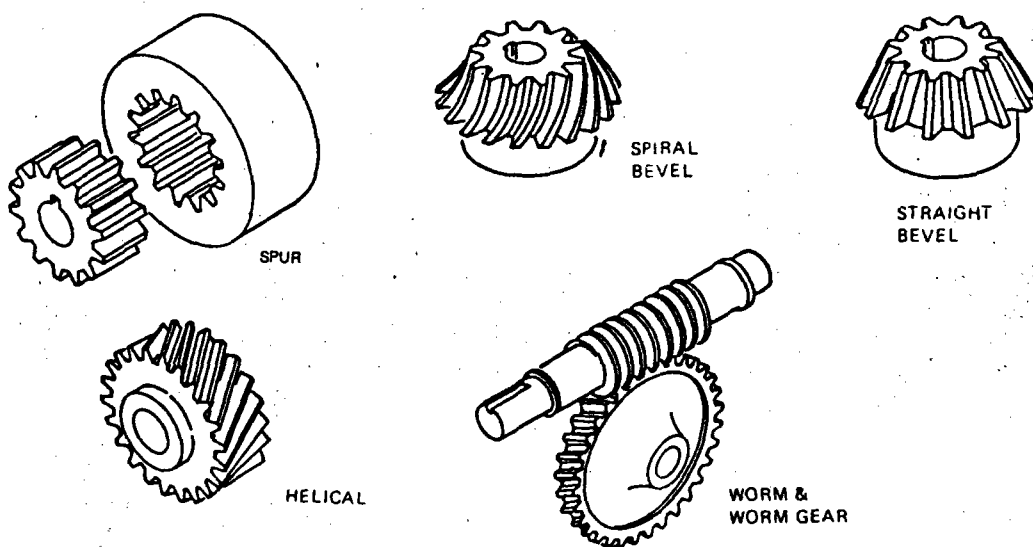
ตัวโครงภายนอกของหน้าต่างจะเป็นลักษณะมุมฉาก 3 ด้าน และจะมีค้ำยันอยู่ค้ำยันเดียวที่มีลักษณะเฉียง เป็นส่วนที่ออกแบบให้ลดพื้นที่ของกระจกในการผลิตจำนวนมากและ เป็นส่วนที่ติดตั้งสวิตช์บังคับกลไกภายในทั้งหมดขอบบงกบภายนอกจะมีการเฉียงลงทุกทาง เพื่อสะดวกในการขจัดปัญหาน้ำฝนเกาะค้างตามขอบวงกบทำให้เกิดการผุกร่อนจากการซังของน้ำฝนเพราะทุกส่วนจะลาดลงเพื่อให้น้ำฝนไหลมารวมกันและระบายสู่รางค้ำน้ำฝนภายนอก ไม่ค้างซึ่งอยู่บงกบและได้ทำการติดล้อเพิ่มขึ้นอีก 2 ล้อทางด้านบนเพื่อบังคับทางให้ตรงรางตลอดและไม่คกราง ตัวบานหน้าต่างที่วิ่งบนรางไม่ฝืดหรือหลวมเกินไปเพื่อสะดวกในการหมุนเฟือง

#### การออกแบบเฟือง

เฟืองใช้สำหรับส่งกำลัง เคลื่อนที่หมุนจาก เฟลาหนึ่งไปยัง เฟลาอื่นๆ เฟืองจะมีชนิดและขนาดมาตรฐานมีผลโดยตรงกับการออกแบบและการเขียนแบบ การออกแบบและการ เขียนเฟืองขึ้นอยู่กับการใช้งานแต่ละประเภท การเลือกใช้เฟืองให้เหมาะกับงานต้องทาคความรู้จักกับเฟืองชนิดต่างๆเสียก่อน ในการเขียนแบบนั้นควรจจะรู้จักชิ้นส่วนต่างๆของเฟืองให้เข้าใจเสียก่อนว่า เฟืองมีชิ้นส่วนสำคัญอะไรบ้างและมีความสัมพันธ์กันอย่างไรในเรื่องของสัดส่วนมาตรฐานในการใช้สูตรคำนวณรายละเอียดขนาดชิ้นส่วนต่างๆของเฟือง



ภาพที่ 19.2 การเรียกชื่อส่วนต่าง ๆ ของเฟืองตรงและเฟืองตัวหนอน



ภาพที่ 19.1 แสดงชนิดของเฟืองทั่ว ๆ ไป

## หลักเกณฑ์การวัด

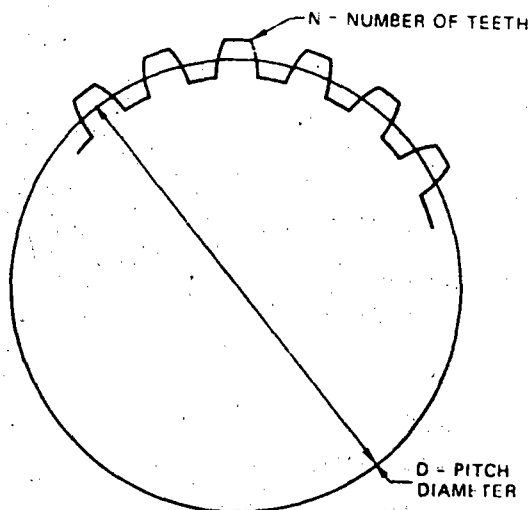
การใช้ส่วนประกอบของเฟืองตามหลักเกณฑ์การวัดจะระบุใน

สูตรระบบเมตริก การเขียนเฟืองนั้นจะวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของยอดฟันหนึ่ง  
เป็นมิลลิเมตร การกำหนดการวัดขนาดของเฟืองที่แท้จริงจะใช้ตามขั้นตอนแรก  
ในการออกแบบเฟืองซึ่งแสดงมาตรฐานการวัดขนาดที่แท้จริง ตามวิธีการดังนี้

|                                                                                                |                                               |                        |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Pitch Diameter (D)                                                                             | $D = MN$                                      | Circular Thickness (t) | $t = \pi/2(m)$            |
| Circular Pitch (p)                                                                             | $p = \pi m; p = \pi D (\pi = 3.1416)$         | Working Depth (hk)     | $hk = 2a$                 |
| Number of Teeth (N)                                                                            | $N = D/M$ (Must be whole number)              | Whole Depth (ht)       | $ht = a + b$              |
| Addendum (a)                                                                                   | $a = m$                                       | Clearance (c)          | $c = 0.157 (m)$           |
| Dedendum (b)                                                                                   | $b = 1.25 (m)$                                | Center Distance (C)    | $C = \frac{D + D}{2} = D$ |
| Outside Diameter (Do)                                                                          | $Do = D + 2m;$<br>$Do = m (N + 2)$            |                        | <u>Gear + Pinion</u><br>2 |
| Root Diameter (D <sub>r</sub> )                                                                | $D_r = D - 2.5 (m)$                           |                        |                           |
| Base Diameter (Db)                                                                             | $Db = D \cos \phi$ ( $\phi$ = pressure angle) |                        |                           |
| Note: $\phi$ = pressure angle, common pressure angles are $20^\circ$ and $14\frac{1}{2}^\circ$ |                                               |                        |                           |
| $\cos 20^\circ = .93969$                                                                       |                                               |                        |                           |
| $\cos 14\frac{1}{2}^\circ = .96815$                                                            |                                               |                        |                           |

## ตัวอย่างการคำนวณของเฟืองตรง

ในการคำนวณเฟืองตรงใช้สูตรดังนี้ (ดูภาพที่ 19.4 ประกอบ)



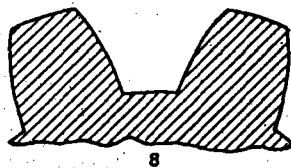
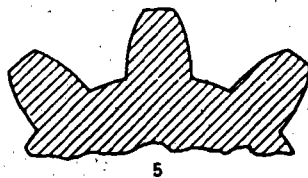
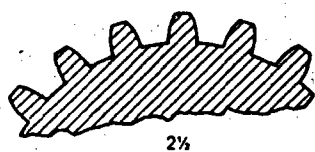
$$M (\text{MODULE}) = \frac{D}{N}$$

EXAMPLE: DIAMETER = 100 mm  
NUMBERED TEETH = 20 TEETH

$$\text{MODULE} = \frac{100}{20}$$

$$\text{MODULE} = 5$$

ภาพที่ 19.5 สูตรเฟือง



ACTUAL SIZE MODULES

ภาพที่ 19.6 การวัดขนาดแท้จริง

Given: Pitch Diameter = 160.0 mm  
Pitch Diameter = 240 mm  
Pressure Angle Mate = 20°  
Module = 8

### Calculations:

Circular Pitch:

$$p = \pi m$$

$$p = 3.1416(8)$$

$$p = 25.1327$$

Number of Teeth:

$$\text{Gear: } N = \frac{D}{M}$$

$$N = \frac{160}{8}$$

$$N = 20$$

$$\text{Mate: } N = \frac{D}{M}$$

$$N = \frac{240}{8}$$

$$N = 30$$

Addendum:

$$a = m$$

$$a = 8 \text{ mm}$$

Dedendum:

$$b = 1.25(m)$$

$$b = 1.25(8)$$

$$b = 10 \text{ mm}$$

## Outside Diameter:

$$\begin{aligned}\text{Gear: } D_o &= D + 2m, \\ D_o &= 160 + (2)(8), \\ D_o &= 176 \text{ mm} \\ \text{or} \\ D_o &= m(N + 2), \\ D_o &= 8(20 + 2), \\ D_o &= 8(22), \\ D_o &= 176 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mate: } D_o &= D + 2m, \\ D_o &= 240 + (2)(8), \\ D_o &= 256 \text{ mm} \\ \text{or} \\ D_o &= m(N + 2), \\ D_o &= 8(30 + 2), \\ D_o &= 8(32), \\ D_o &= 256 \text{ mm}\end{aligned}$$

## Root Diameter:

$$\begin{aligned}\text{Gear: } D_R &= D - 2.5(m), \\ D_R &= 160 - 2.5(8), \\ D_R &= 160 - 20, \\ D_R &= 140 \text{ mm} \\ \text{Mate: } D_R &= D - 2.5(m), \\ D_R &= 240 - 2.5(8), \\ D_R &= 240 - 20, \\ D_R &= 220 \text{ mm}\end{aligned}$$

## Base Diameter:

$$\begin{aligned}\text{Gear: } D_b &= D \cos \phi, \\ D_b &= 160 (\cos 20^\circ), \\ D_b &= 160(0.93969), \\ D_b &= 150.3508 \text{ mm} \\ \text{Mate: } D_b &= D \cos \phi, \\ D_b &= 240 (\cos 20^\circ), \\ D_b &= 240(0.93969), \\ D_b &= 225.5262 \text{ mm}\end{aligned}$$

## Circular Thickness:

$$t = \frac{\pi}{2}(m), \quad t = \frac{3.1416}{2}(8), \quad t = 12.5663 \text{ mm}$$

## Working Depth:

$$hk = 2a, \quad hk = 2(8), \quad hk = 16 \text{ mm}$$

## Whole Depth:

$$ht = a + b, \quad ht = 8 + 10, \quad ht = 18 \text{ mm}$$

## Clearance:

$$\begin{aligned}c &= 0.157(m), \quad c = 0.157(8), \\ c &= 1.256 \text{ mm}\end{aligned}$$

## Center Distance:

$$C = \frac{D_{\text{gear}} + D_{\text{mate}}}{2}$$

$$C = \frac{160 + 240}{2}$$

$$C = \frac{400}{2}, \quad C = 200 \text{ mm}$$

การเขียนรูปแบบสำหรับเฟืองตรง

การเขียนแสดงรายละเอียดของเฟืองตรงนั้น ครอบคลุมมากน้อย

เขียน 2 อย่างแบบง่าย ๆ คือการเขียนรูปเฟืองและเขียนแผนภูมิข้อมูล และการเขียนพื้นเฟืองโดยการใช้แผ่นแบบพื้นเฟืองส่วนข้อมูลต่าง ๆ ที่เขียนบนแบบเพื่อแสดงรายละเอียดนั้นก็ได้จากการคำนวณตามตัวอย่างที่กล่าวมาแล้วเบื้องต้น

ชิ้นส่วนต่างๆของหน้าต่าง เลื่อนทาง เคียวชนิดปิด เปิดด้วยมือในปัจจุบัน  
มีชิ้นส่วนทั้งหมด 8ชิ้นดังนี้

- 1.ตัวบงกบของหน้าต่าง
- 2.ราง เลื่อนทั้งด้านบนและด้านล่าง
- 3.ตัวบานหน้าต่างพร้อมกระจก
- 4.มือที่จับที่เปิดปิด
- 5.ลูกยางกันกระแทก
- 6.ล้อเลื่อนขนาดเล็กจำนวน 4ชุด คือด้านบน 2ชุด ด้านล่าง2ชุด
- 7.ตัวรางค้ำน้ำหนักภายนอกกรอบหน้าต่าง
- 8.สลักนิรภัย

ชิ้นส่วนในข้อ1-3เป็นชิ้นส่วนหลักทั้งสิ้น จำเป็นมากจะขาดชิ้นหนึ่ง  
ชิ้นใดอุปกรณ์จะทำงานไม่ได้ ส่วนชิ้นที่4-8เป็นอุปกรณ์เสริม  
การประกอบอุปกรณ์มีขั้นตอนดังนี้

- 1.นำวงกบติดตั้งบนขอบหน้าต่างโดยวางบงกบลงบนกรอบหน้าต่างกับ  
บานหน้าต่าง
- 2.ขันน๊อตยึดติดทั้ง 4ด้าน
- 3.วางราง เลื่อนลงบนขอบวงกบยึดติดทางด้านบนก่อน แล้วจึงติด  
ทางด้านล่าง หากการอัดจารบีบนราง เลื่อน
- 4.นำมือจับเปิดปิด ติดบนตัวหน้าต่างพร้อมติดสลักนิรภัย
- 5.ติดล้อเลื่อนทั้ง 4ชุด บนคอนล่างและคอนบนของตัวบานหน้าต่าง
- 6.นำหน้าต่างขึ้นติดตั้งบนราง เลื่อน หากการ เลื่อนทดสอบ
- 7.ติดยางกันกระแทกกันจุดต่างๆ เช่นที่เส้นขอบวงกบ ติดมุมของ  
บานหน้าต่าง และด้านหลังของบานหน้าต่าง
- 8.ติดตั้งรางค้ำน้ำหนัก ภายนอกของขอบวงกบหน้าต่างหันหน้าสู่  
ภายนอกอาคาร
- 9.ตรวจเช็คครั้งสุดท้ายก่อนนำไปใช้งาน

การทำงานของหน้าต่าง เลื่อนทาง เคียวชนิด เปิดปิดด้วยมือในปัจจุบัน  
แบ่ง เป็นการทำงานภายนอกและภายใน

ภายนอก คือการหาตำแหน่งนอกของตัวหน้าต่างทั้งหมด การทำงานจะเริ่มเมื่อต้องการปิดหรือเปิดหน้าต่าง เริ่มจากมือจับที่ตัวบานหน้าต่าง ออกแบบในการเปิดปิด ตัวบานหน้าต่างจะเลื่อนไป-มาบนราง การออกแรงจะมากหรือน้อยขึ้นกับแรงเสียดทานของความฝืดคัปของล้อพลาสติกบนรางอลูมิเนียม ถ้าฝืดมากก็ต้องออกแรงมาก ถ้าฝืดน้อยก็ต้องออกแรงในการปิดเปิดน้อย

ส่วนภายในจะมีกลไก เล็กน้อย คือการบีบจับของที่เปิดปิดจะทำให้สลักนิริยหลุดออก ถ้าไม่ปล่อยมือ หรือคลายแรงบีบลง สลักนิริยก็ไม่กลับคืนที่เดิม ขณะเดียวกันลูกปืนภายในล้อจะทำการหล่อลื่นให้ล้อวิ่งไปมาบนรางอย่างสม่ำเสมอ ไม่ควรรางถ้าลูกปืนแตกจะทำให้การเปิดปิดไม่สะดวกเท่าที่ควร จำนวนรอบของล้อที่วิ่งอยู่ลดลง เป็นการลดแรงเสียดทาน วิธีหนึ่งคือ แรงกระทำหมุนด้วยความเร็วรอบต่ำส่งแรงไปสู่จุดปล่อยแรงกระทำให้ได้ความเร็วรอบที่สูงกว่า ถ้าออกแรงมากจะสูญเสียแรงงานมากทีเดียว

ความปลอดภัยและความสะดวกสบายในการใช้งาน

การใช้งานนั้นไม่ค่อยสะดวกเท่าไรนัก กล่าวคือมือจับซึ่งมีขนาดเล็กจะทำให้เกิดอาการปวดข้อมือ เพราะจับไม่ถนัดและต้องออกแรงมาก ถ้าล้อและรางไม่สัมพันธ์กัน คือล้อครางจะทำให้ลำบากในการเปิดปิดมาก เพราะไม่สามารถจะเลื่อนบานหน้าต่างออกไปได้เลย ทำให้เกิดปัญหาไม่สะดวกสบายในการใช้งานมากนัก ส่วนในเรื่องความปลอดภัยในการใช้งานนั้นนับว่าปลอดภัยพอสมควรตัวอุปกรณ์ของหน้าต่างไม่มีความคมมาก เพราะทำด้วยอลูมิเนียมน้ำหนักเบา แต่จะเกิดปัญหาภายหลังคืออลูมิเนียมจะเกิดตะกันซึ่งไม่เชื่องเพราะอลูมิเนียมไม่เป็นโลหะแท้แต่จะเกิดการสึกหรอของอลูมิเนียม เนื้ออลูมิเนียมที่วางอยู่จะด้านและขีดลงเรื่อยๆ ตัวอุปกรณ์นั้นครบถ้วนแล้วไม่มีเหลี่ยมคมอะไรที่จะทำให้เกิดบาดเจ็บได้ขณะที่ใช้งาน ยกเว้นส่วนที่ไม่ได้รับการตกแต่งให้เรียบร้อยแต่หากขณะใช้งานจับที่จับที่ตัวหน้าต่างแล้วออกแรงบีบมือจับตัวสลักล็อกมือจับอาจจะหนีบหรือขีดข่วนนิ้วมือทำให้เกิดบาดเจ็บได้ และการใช้งานนั้นต้องจับที่ตัวเปิดปิดหน้าต่างอย่างหลีกเลียงไม่ได้ ขณะเดียวกันหากล้อหมุนลูกปืนแตกหรือชำรุดจะทำให้เกิดการปิดเปิดลำบากขึ้น อาจเกิดอุบัติเหตุขณะใช้แรงในช่วงนั้นได้

การซ่อมบำรุงและการซ่อมแซมอุปกรณ์

การซ่อมบำรุงไม่สามารถกระทำได้เลย เนื่องจากชิ้นส่วนต่างๆ ที่อยู่ภายนอก นอกจากไม่มีอะไหล่ในท้องตลาดแล้ว บางส่วนยังคิดขายหรือผลิตออกมาเป็นชิ้นส่วนเดียวกัน ส่วนอุปกรณ์ชิ้นที่ถอดได้ก็ไม่มีขายตามท้องตลาดเช่นกัน ในการผลิตได้ผลิตรถขายเฉพาะไม่สามารถดัดแปลงหรือหาซื้อตามท้องตลาดได้

อนึ่งการซ่อมแซมนั้นไม่ได้มีผลดีเท่ากับทางผู้ผลิต เนื่องจากถ้าหากจะต้องซื้ออุปกรณ์ใหม่ทั้งชิ้นหรือทั้งชุด ทำให้ผู้ผลิตสามารถได้กำไรมากกว่าการผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ทดแทนออกมาจำหน่าย เนื่องจากราคาถูกกว่าซื้ออุปกรณ์ชิ้นใหม่มาก ซึ่งจะทำให้ผู้ผลิตนั้นได้กำไรน้อยกว่าคุ้มค่ากับต้นทุนการผลิต

รูปทรงและความสวยงามของอุปกรณ์

รูปทรงภายนอกคือ ตัวโครงกรอบบงกบและหน้าค่างนั้นมีรูปทรงตามแบบหน้าค่างทั่วไป คือ เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีกรอบเป็นโลหะลบมุมทั้ง 2 ด้าน กรอบบงกบจะบังกรอบบนของบานหน้าค่างในบางส่วน ส่วนตัวกระจกนิยมนเป็นสีขาวใส

ล้อหน้าค่างนั้นเป็นสีที่ผสมลงไปในเนื้อของอลูมิเนียมโดยตรง สีที่ใช้มักไม่ดึงดูดความสนใจของผลิตภัณฑ์เลย ชิ้นส่วนออกแบบอย่างธรรมดา สีเงินเท่าที่ปรากฏอยู่ก็มีสีเหล็ก โลหะ ขาวอมเทาจางๆ, สีขาวอ่อน, สีเงิน เท่านั้น สีที่อยู่ในรถเทา-อ่อน ภายนอกของอุปกรณ์นั้นก็มิได้มีการใช้ลวดลายกราฟิกที่สวยงามเข้ามาตกแต่งให้น่าดูน่าใช้ขึ้นเพื่อดึงดูดความสนใจคือ เป็นลักษณะของโลหะ เบื่อๆ เท่านั้น

ข้อดีของหน้าค่างเลื่อนทางเคียวชนิดเปิดปิดด้วยมือที่มีอยู่ในท้องตลาดปัจจุบัน จะแยกเป็นข้อดีและข้อเสีย ตามหัวข้อต่างๆ uly ใช้ตาราง เปรียบเทียบดังนี้

## ข้อดี

## ข้อเสีย

- |                                                                                                  |                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. วัสดุในการผลิตราคาถูก หาง่าย                                                                  | 1. วัสดุผลิตไม่ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศสีจะหมองได้ง่ายและ เกิดตะกอนภายในหลัง                                                                          |
| 2. กระบวนการผลิตไม่ซับซ้อนทำให้การผลิตมีจำนวนมาก                                                 | 2. ไม่ปราณีต ไม่มีสีสันสวยงาม และถ้าเป็นชนิดสังเคราะห์จะแพงมาก เพราะต้นทุนในการผลิตสูง                                                            |
| 3. ความสะดวกสบายในการใช้งาน มีพอสมควรลดภาระการทำงานของหน้าต่างแบบบานพับปิดง่ายสะดวกรวดเร็วกว่า   | 3. ความปลอดภัยไม่ค่อยมีมักมีอุบัติเหตุบ่อยมาก ชำรุดง่ายทำให้มีอันตรายของวัสดุต่อร่างกายโดยตรงมีมากขึ้นด้วย                                        |
| 4. การซ่อมบำรุงไม่มีข้อดี                                                                        | 4. ซ่อมบำรุงและซ่อมแซมส่วนที่ชำรุดแตกหักได้ยาก ไม่มีอะไหล่ทดแทน เพราะชิ้นส่วนติดตายถอดไม่ได้                                                      |
| 5. การทำงานภายในดีพอสมควร                                                                        | 5. การทำงานภายในมีข้อเสียที่ลูกบิดบริเวณล้อทั้ง 4 จะแตกง่าย ถ้าออกแรงมากและมือจับจับไม่ถนัด                                                       |
| 6. การทำงานภายนอกมือจับแข็งแรงพอสมควรไม่หลวมหรือขยับง่าย                                         | 6. การทำงานภายนอก ถ้าลูกบิดในส่วนที่เป็นล้อจะใช้งานไม่สะดวก อาจต้องใช้แรงมากกว่า                                                                  |
| 7. การประกอบชิ้นส่วนสามารถประกอบได้ง่ายและเร็วทั้ง 8 ชิ้นสามารถประกอบได้รวดเร็วมากและใช้เวลาน้อย | 7. การประกอบชิ้นส่วนบางชิ้นประกอบแล้วติดตายถอดเปลี่ยนไม่ได้ เนื่องจากใช้หมุคชนิดยั่วหัว                                                           |
| 8. รูปทรงและความสวยงามรวมทั้งการรับแรงของหน้าต่างมีพอสมควร                                       | 8. รูปทรงและความสวยงามของหน้าต่างชิ้นส่วนไม่เรียบร้อยไม่ปราณีต ไม่มีตกแต่งให้ดูน่าใช้ ไม่มีการนำลวดลายกราฟฟิกและสีสันทึ่มมาใช้ในการออกแบบหน้าต่าง |

สิ่งที่ควรปรับปรุงและคงไว้ในอุปกรณ์หน้าต่าง เลื่อนทาง เคียว ที่จะทำการออกแบบปรับปรุงขึ้นใหม่

แยก เป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. วัสดุหรือวัสดุที่ใช้การผลิตไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากวัสดุราคาถูกและหาง่าย เครื่องจักรผลิตได้ง่าย
2. กระบวนการผลิตคงไว้ตามเดิม เพื่อลดต้นทุนในบางส่วน แต่ต้องเพิ่มทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องกลเข้ามา
3. เปลี่ยนแปลงรูปทรงให้มากไปด้วยประโยชน์ใช้สอยมากที่สุด และถูกหลักทางชีวเคมี
4. ปรับปรุงการทำงานของอุปกรณ์ให้สามารถใช้ไฟฟ้าได้และเลื่อนไปมาได้ทั้ง 2 ข้าง วัสดุไม่ต้องใช้แรงงานคนในการขับเคลื่อน
5. ปรับปรุง เรื่องความสะดวกและความปลอดภัย
6. ปรับปรุงให้ทุกชิ้นสามารถถอดเปลี่ยนได้
7. ปรับปรุงให้ชิ้นงานได้รับการตกแต่งให้เรียบร้อยปราณีต เพิ่มลวดลายกราฟฟิคดึงดูดความสนใจ และเพิ่มสีสันให้สวยงาม

จุดประสงค์ของการออกแบบปรับปรุงหน้าต่างชนิด เลื่อนทาง เคียวใหม่

จากข้อมูลทั้งหมดที่ได้ทำการค้นคว้าและรวบรวมเพื่อจะทำการออกแบบขึ้นใหม่ จำเป็นจะต้องวางจุดประสงค์หลักของการออกแบบเพื่อจะได้ทำการออกแบบให้ใช้งานออกมาบรรลุจุดประสงค์ที่ต้องการในอุปกรณ์หน้าต่างชนิด เลื่อนทาง เคียวที่ปรับปรุงขึ้นใหม่มีจุดประสงค์การออกแบบดังนี้

1. ไม่ต้องการใช้แรงคนในการ เปิดปิด เพียงแค่เปิดสวิตช์เท่านั้น
2. การเลื่อนคล่องไม่ติดขัด
3. ชิ้นส่วนทุกชิ้นถอดประกอบง่าย เพื่อซ่อมบำรุงได้
4. ชิ้นงานได้รับการตกแต่งให้เรียบร้อยปราณีต
5. ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์และการพัฒนาด้านเครื่องกลมาใช้ในการ เปิดปิด
6. เพิ่มลวดลายกราฟฟิคเพื่อให้ดูทันสมัย เพิ่มคุณค่าน่าใช้ วัสดุลด

ลายกราฟฟิคที่จะนำมาใช้ต้องมีลักษณะสนุกสนานน่าสนใจน่าใช้  
สิ่งที่ต้องการให้มีอุปกรณ์ใหม่เหล่านี้ รวบรวมและประมวลขึ้นจาก  
สิ่งที่ควรต้องปรับปรุงและคงไว้ของอุปกรณ์หน้าต่าง เส้นทาง เคียว และจึงวาง  
สิ่งที่ต้องการให้มีในอุปกรณ์ใหม่ออกมาได้ดังกล่าวมาแล้วในข้างต้น

### บทที่ 3

#### กระบวนการศึกษาค้นคว้า

หน้าต่าง เลื่อนทาง เคียวแบบใช้ไฟฟ้าที่ได้ทำการออกแบบปรับปรุง  
ขั้นใหม่นี้ได้ใช้ข้อมูลจากอุปกรณ์เดิม นำมาพิจารณาประกอบกันกับจุดประสงค์  
ของการออกแบบและสิ่งที่ต้องการให้มีในอุปกรณ์ใหม่ ที่ได้ทำการวางไว้ดังที่ได้  
กล่าวไว้ในบทที่ 2 วิทยแยก เป็นข้อมูลทางเทคนิคอันเป็นข้อมูลทางทฤษฎีที่กล่าวถึง  
วัสดุที่ใช้ในการผลิต การทำงานของอุปกรณ์ กลไกภายใน ความปลอดภัยในการ  
ใช้งานและความสวยงาม รวมทั้งข้อมูลกระบวนการอันเป็นข้อมูลจากการปฏิบัติ  
งานออกแบบทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการใส่สื่อที่แสดงออกมา และขั้นตอนการออก  
แบบ ดังจะกล่าวไว้รายละเอียดต่อไป

#### วัสดุที่ใช้ในการผลิต

ในอุปกรณ์หน้าต่าง เลื่อนทาง เคียวชนิดใช้ไฟฟ้า ที่ได้ดำเนินการออกแบบ  
ปรับปรุงขั้นใหม่นี้ยังคงใช้วัสดุเช่นเดียวกับอุปกรณ์เดิม คืออลูมิเนียม(แต่ใช้  
ไม้ในการออกแบบตัวคันแบบ เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว สามารถแก้ไข  
แบบได้ง่าย) ที่ใช้อลูมิเนียมเนื่องมาจากมีราคาถูกหาง่าย ผลิตในจำนวนมาก  
ได้ง่าย และทำการตกแต่งรวมทั้งการทาสีจะสะดวกกว่าใช้ไม้

#### กระบวนการศึกษาค้นคว้า

##### การออกแบบหน้าต่างไฟฟ้าชนิดเลื่อนทาง เคียว

ในโครงการศิลปะนิพนธ์ได้ทำการแบ่งกระบวนการค้นคว้าออกแบบ  
แบบไว้ดังต่อไปนี้

1. ภาคทฤษฎี จะมีส่วนรวมอยู่ในเรื่องต่าง ๆ เหล่านี้คือ ข้อมูล  
จำเพาะของอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมในปัจจุบัน ข้อมูลจำเพาะของ  
อุปกรณ์ที่ได้ทำการออกแบบปรับปรุงขั้นใหม่และรวมถึงข้อมูลทาง  
วัสดุ และข้อมูลทางการผลิตวิทยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.1 การศึกษาถึงการทำงานภายนอกของอุปกรณ์โดยการทดลองใช้และให้ผู้อื่นทดลองใช้หลายคน สอบถามความเห็นและบันทึกไว้เป็นข้อมูลเพื่อวางจุดประสงค์ของการออกแบบ
  - 1.2 ทดสอบด้วยวิธีทางกายภาพเพื่อทำการค้นหาชนิดของวัสดุที่เหมาะสมในการทำหน้าต่างโดยพิจารณาคุณสมบัติด้านต่าง ๆ
  - 1.3 ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์และการทำงานของเครื่องกลไกโดยศึกษาที่ละชิ้นส่วนและทำการออกแบบใหม่ให้เหมาะสมกับการทำงาน และการประกอบเข้าได้โดยสะดวกง่ายและสามารถซ่อมบำรุงได้เมื่อมีปัญหาเป็นหลัก
- เมื่อได้ข้อมูลทั้งหมดแล้วนำมาพิจารณาประกอบกัน เพื่อทำการวางจุดประสงค์ของการออกแบบเพื่อให้หน้าต่างไฟฟ้าชนิดเลื่อนทางเดียวนี้ ใช้งานได้สะดวกที่สุด และภาคทฤษฎีนี้ยังได้รวมเอาข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ที่ทำจากการออกแบบปรับปรุงขึ้นใหม่ไว้ด้วยทั้งหมด
2. ภาคปฏิบัติ เป็นการศึกษาด้านการออกแบบที่ทำการออกแบบลงบนกระดาษ รวมทั้งการคำนวณค่าต่าง ๆ ของอุปกรณ์โดยขณะทำการออกแบบได้ปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้
    - 2.1 ร่างแบบคร่าวๆ ด้วยดินสอ เป็นแต่เพียงรูปทรงภายนอกโดยรวมนั้นเท่านั้น
    - 2.2 ร่างแบบให้ละเอียดขึ้นมามากขึ้นหนึ่งโดยวางตำแหน่งกลไกและแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยอาศัยการออกแบบมามีส่วนช่วยให้การทำงานดีขึ้นกว่าเดิม
    - 2.3 เลือกแบบชิ้นงานที่เหมาะสมที่สุดออกมา 1 ชิ้น เขียนแบบโดยละเอียดลงสีตามความเป็นจริง
    - 2.4 วางแบบทางโครงสร้างของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การเดินสายพาน การวางเฟืองทดชนิดต่าง ๆ การเดินสายไฟฟ้าโดยเขียนอย่างละเอียด
    - 2.5 แสดงแบบเท่าจริงทุกส่วนดูเหมือนจริงมากที่สุดโดยละเอียด
    - 2.6 นำแบบที่ใช้ในการสร้างไปถ่ายสำเนาพิมพ์เขียว และจัด

การคำนวณพื้นเพื่อง และ เพื่อสะดวกในการสร้างชิ้นส่วน  
โดยนำมาประชุมกับผู้ออกแบบทั้งสองฝ่ายคือทางด้านกราฟฟิค  
โครงสร้าง เครื่องกลไก

## 2.7 จัดการทำแบบของจริงขนาดเท่าจริง โดยทำตามแบบที่จัด วางไว้

### กระบวนการวิธีในการผลิต

วิธีการผลิต ใช้วิธีการผลิตใช้อลูมิเนียมสำเร็จรูป เนื่องจาก  
ถูกต้องกับประเภทของวัสดุที่ใช้ผลิต และเครื่องจักรหาได้ง่าย ผลิตได้จำนวน  
มากและรวดเร็ว ส่วนขั้นตอนการผลิตได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ข้างต้น  
ชิ้นส่วนและการประกอบชิ้นส่วน

ในอุปกรณ์ที่ได้การออกแบบปรับปรุงใหม่มีชิ้นส่วนทั้งหมด 12 ชิ้น  
ดังนี้

1. ขอบวงกบบน
2. รางอลูมิเนียมส่วนบน
3. ล้อบังคับทาง
4. ขอบหน้าต่างส่วนบน
5. กระจกลดแสง
6. ขอบหน้าต่างส่วนล่าง
7. ขอบรอง เพื่อง
8. เพื่องสะพาน
9. ล้อนำร่อง
10. รางอลูมิเนียมส่วนล่าง
11. ขอบวงกบส่วนล่าง
12. ขางกันน้ำ

ชิ้นส่วนที่เพิ่มเข้ามาคือ ชิ้นส่วนที่3,5,7,8และ12 รวม 6ชิ้น สำหรับตัวชุดหน้า  
ต่างและได้มีการรวบชิ้นส่วนเข้ามาเป็นชิ้นเดียวกันในบางชิ้น ในการจัดสร้างชิ้น  
ส่วนที่เป็นล้อได้ทำการติดตั้งล้อเพิ่มอีก คือในชิ้นส่วนที่3 คือล้อบังคับทางในค้ำ  
บน ในส่วนที่เป็นรางสำหรับติดตั้งล้อได้ทำการเพิ่มสปริงลดแรงกระแทกไว้3ช่วง

เพราะในขณะที่ล้อย่เคลื่อนจะมีแรงกดมาก ถ้าไม่มีสปริงลดแสงจะทำให้รางและล้อชนกันอย่างแรงจะเกิดการสึกหรอได้เร็ว เพราะเสียดสีกันโดยตรง และเพื่อมิให้เกิดการบิดเบี้ยวของรางหรือชุดตัวของล้อพลาสติก และการยึดตัวของอุปกรณ์ จะไม่มีการติดตามจะใช้สกรูทุกชั้น เพื่อสะดวกในการถอดประกอบหรือซ่อมบำรุง รวมถึงส่วนที่เป็นกระจก ในส่วนที่ 5 ถ้ากระจกแตกจะมีการถอดเปลี่ยนได้ เพราะชิ้นส่วนทั้งหมดยึดติดโดยใช้สกรู เพื่อความสะดวกในการซ่อมแซม

การประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดเข้าด้วยกันจะมีเพียงส่วนล้อเท่านั้นที่บางส่วนติดตามแต่ไม่มีผลในการซ่อมบำรุง ทุกชิ้นส่วนประกอบโดยสกรู เพียงแต่ใช้สกรูโครมเวอร์ชันให้แน่นเท่านั้น

สกรูที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมด ใช้สกรูโลหะโครมเมี่ยมชนิดที่ใช้กับอลูมิเนียมโดยเฉพาะ ใช้สกรูที่มีเกลียวตามมาตรฐานโดยสกรูแบบที่ 2 เป็นสกรูแบบปลายตัด เกลียวห่าง และเกลียวตอนปลายไม่มีเกลียวคม เหมาะกับงานทั่วไปที่ละเอียดอ่อนและต้องการความรวดเร็วไขได้เร็วและถอดใส่ได้ง่าย สะดวก

รูเจาะสำหรับชั้นสกรูนั้นเป็นรูเจาะตรงธรรมดา มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางส่วนที่แคบที่สุดของสกรูที่เรียกว่า รูท-เคีย เล็กน้อย แต่ต้องไม่แคบกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางที่กว้างที่สุดของ เกลียวสกรูหรือที่เรียกว่า เมเจอร์-เคีย เมื่อขันสกรูลงไปเกลียวของสกรูจะทำให้เกิดเกลียวในเนื้อไม้หรือพลาสติกที่เจาะรูและเนื่องจากอลูมิเนียมที่ใช้เป็นโลหะอ่อน แต่จะคืนรูปเดิมภายหลังที่ถูกทำลายด้วยแรงจากภายนอก เมื่อขันสกรูลงในเนื้อโลหะจนแน่น จะเกิดแรงกระทำที่แน่นและคง ตัวโลหะจะส่งแรงต้านย้อนกลับทิศทางการหมุนของ เกลียวสกรู แรงต้านนี้จะเพิ่มแรงให้เกิดความคับแน่นและยึดสกรูให้แน่นหนา การออกแบบวงจรไฟฟ้า

การเขียนแสดงรายละเอียดของวงจรไฟฟ้าที่ใช้ผลิตภัณฑ์ชิ้นนี้เป็น การออกแบบในลักษณะธรรมดา เพราะผลิตภัณฑ์บางอย่างมีความเกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เช่นระบบอัตโนมัติ ระบบเสียง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น วิทยานิพนธ์ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนั้นมีความต้องการผู้มีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบวงจรไฟฟ้าสูง

## แบบแผนการต่อวงจร

ในงานชิ้นนี้ได้ใช้การต่อวงจร เป็นการแสดงการวางตำแหน่งของอุปกรณ์และแก้ปัญหาที่ละเอียด การวางตำแหน่งของอุปกรณ์จะทำงานไปในทางเดียวกัน แต่อุปกรณ์ทุกชิ้นจะทำงานสัมพันธ์กัน สถานที่และตำแหน่งที่วางของชิ้นส่วนประกอบ รหัสสีของสายไฟและส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่สื่อความหมายกันให้เข้าใจอย่างชัดเจน การออกแบบวงจรไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นนี้คำนึงถึงการทำงานของทุกส่วนให้สัมพันธ์กัน ตั้งแต่มอเตอร์ไฟฟ้าและห้องเฟือง รวมถึงการทำงานของหน้าต่างต้องสัมพันธ์กัน ส่วนรายละเอียดของชิ้นส่วนอุปกรณ์จะกล่าวอย่างละเอียดในภาคผนวก

## การทำงานของหน้าต่าง เลื่อนทาง เคียวชนิดใช้ไฟฟ้าที่ออกแบบใหม่

### การทำงานของวงจร

วงจรที่ใช้ควบคุมการ เปิด-ปิดของหน้าต่างประกอบด้วยวงจรย่อยๆดังนี้

1. วงจรขับพลาสม่า เป็นวงจรที่แปลงแรงดันไฟ 220 โวลต์มาเลี้ยงวงจร
2. วงจรคอนโทรล เป็นวงจรที่ควบคุมด้วยน้ำฝน (หัวใจของวงจรนี้)
3. วงจรพาวเวอร์ เป็นวงจรที่ควบคุมให้หน้าต่าง เปิด-ปิดได้และควบคุมด้วยวงจรคอนโทรล อีกครั้ง
4. วงจรคีมเมอร์ เป็นวงจรที่ใช้หรี่ หรือลดแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์
5. วงจรฮิสเทรีสิส เป็นวงจรใช้วัดความชื้นของอากาศขณะฝนตก
6. วงจรชาวนค์ เป็นวงจรที่กำเนิดเสียงขณะหน้าต่าง เปิด-ปิด

จะอธิบายการทำงานของวงจรอย่างละเอียดดังนี้

### วงจรขับพลาสม่า

ใช้หลักการของการแปลงไฟหรือที่เรียกว่า รีคตีไฟเออร์ คือการแปลงแรงดันไฟบ้านจาก 220 โวลต์ลงมาเป็น 2 ชุดคือ 6 โวลต์และ 9 โวลต์ การต่อไดโอดเป็นแบบฟูลเวจคือการแปลงแรงดันแบบเต็มคลื่น ส่วนตัวเก็บประจุที่ใช้กรองกระแสให้เรียบนั้นแยกอยู่ที่วงจรที่ 4 ใช้งานเลย ซึ่งก็เป็นข้อเสียในด้านการสิ้นเปลือง แต่เนื่องจาก เป็นวิธีที่สะดวกที่สุดในการแยกแหล่งจ่ายเดียวกันให้จ่ายแรงดันได้หลายชุด

$T_1$  คือหม้อแปลงขนาด 800 เฟสเข้า 220-50 เฟสออก 9-6-0-6-9  
โวลท์

D 1 เครื่องเบอร์ด์ ที่ เอ็น4001 จำนวน 4 ตัว

$F_2$  ฟิวส์ ป้องกันกระแสไฟเกิน 1 เอ

$S_1$  เป็นสวิตช์ เปิด-ปิด วงจร

$L_1$  แสงสถานะ เปิด-ปิดของวงจร

แรงดัน 6 โวลท์ ใช้กับวงจร ซีกรมิเตอร์ ส่วนแรงดัน 9 โวลท์  
ใช้กับวงจร คอนโทรลและวงจรพาวเวอร์

วงจรคอนโทรลและวงจรพาวเวอร์

เป็นหัวใจของการทำงานทั้งหมด โดยใช้หลักการของรีเลย์ใน  
การควบคุมมอเตอร์ ซึ่งมอเตอร์จะเป็นตัวขับเฟืองและกลไกของเฟือง ทำให้  
หน้าต่างสามารถเปิด-ปิดได้ หากมอเตอร์หมุนไปทางหนึ่งก็จะให้หน้าต่าง เปิด  
และถ้าหมุนกลับทางกันเฟืองก็จะหมุนกลับทิศทางทำให้หน้าต่างปิดได้

วงจรคอนโทรลซึ่งใช้ควบคุมวงจรพาวเวอร์นั้น ใช้รีเลย์ 12  
โวลท์ จำนวน 2 ตัว และใช้ไฟ 9 โวลท์ทั้งนี้เนื่องจากแรงดันระดับนี้ ไม่เป็นอัน  
ตรายหากเกิดการรั่วไหลขณะที่ผิดปกติ

การทำงานของวงจรคอนโทรลนี้คือ ในภาวะปกติที่ฝนไม่ตก ชั่ว  
ไฟฟ้าที่ถูกบรรจุอยู่ในภาชนะรับน้ำ จะไม่สามารถนำไฟฟ้าได้เนื่องจากไม่มีน้ำ  
ฝนเป็นกลางในการนำไฟฟ้าทำให้ไม่ครบวงจร รีเลย์ก็ไม่ทำงาน เมื่อ  
ฝนตกลงมาสู่ภาชนะที่รับน้ำฝน ชั่วไฟฟ้าที่จมอยู่ในน้ำฝนก็จะนำไฟฟ้าได้ทำให้รี  
เลย์ทำงาน หลอดไฟสีแดงจะติดสว่างขึ้นและหน้าคอนแทคของรีเลย์ก็จะต่อเข้า  
ด้วยกัน(คอนแทค) เป็นผลให้รีเลย์ทำงานด้วยและหน้าคอนแทคของรีเลย์จะต่อ  
กันด้วยจึงนำคอนแทคชุดนี้ไปควบคุมวงจร อีกครั้งหนึ่ง

การทำงานของวงจร

เมื่อฝนตกและรีเลย์ทำงานโดยคอนแทคต่อกันที่ชุดของ

No(Natural open) ทำให้มีกระแสไหลผ่านแมกเนติกรีเลย์ตัวที่ 1 ( $k_1$ )  
ซึ่งก็จะทำงานโดยตัด-ต่อหน้าสัมผัสต่าง ดังนี้

1. คัดหน้าสัมผัสที่แมกเนติกส์ รีเลย์ ( $K_2$ ) ที่มีอยู่เพื่อทำให้เกิดการทำงาน

## ๒. ต่อหน้าสัมผัส 4 ชุด

ชุดแรก เป็นหน้าสัมผัสที่ควบคุมตัวมันเอง

ชุดที่สอง เป็นหน้าสัมผัสที่ต่อให้กระแสไหลเข้าชุด run ของมอเตอร์

ชุดที่สามและสี่ เป็นหน้าสัมผัสที่ต่อให้กระแสไหลผ่านขลวด start ของมอเตอร์

เมื่อหน้าสัมผัสติดต่อกันดังกล่าวแล้ว เป็นผลให้แมคเนติก รีเลย์ตัวที่ 3 ( $K_3$ ) ทำการต่อหน้าสัมผัสเข้าด้วยกัน จึงมีกระแสไหลผ่านไปเข้าชุด run-start ของมอเตอร์ มอเตอร์จึงทำงานได้โดยจะไปขับเฟืองและกลไกให้หน้าต่างเปิด ซึ่งใช้เวลาในการทำงานทั้งสิ้นประมาณ วินาที

เมื่อให้หน้าต่างปิดสนิทแล้ว บานหน้าต่างที่เบตัทบริชกค ( $S_3$ ) ซึ่งฝังอยู่ในวงกบของหน้าต่างทำให้  $K_1$  หยุดทำงานหน้าสัมผัส  $K_3$  มอเตอร์และกลไกทุกส่วนหยุดทำงานด้วย มิเช่นนั้นมอเตอร์อาจเสียหายได้ เพราะหน้าต่างถูกปิดจนสนิทแล้วไม่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้ จึงต้องมี  $S_3$  มาควบคุม  $K_1$  อีกครั้งหนึ่ง (เรียกหน้าต่าง) หากแต่ว่าพณยังตกอยู่ รีเลย์ 12 วอลท์ตัวที่ 2 ก็ยังทำงานเช่นเดิม แต่ ไม่มีตัวใดทำงานอีกแล้ว

เมื่อพณหยุดตกและน้ำในภาชนะรองรับแห้งสนิทแล้ว ขั้วไฟฟ้าก็ไม่นำไฟฟ้าอีกแล้ว รีเลย์ทั้ง 2 ตัวหยุดการทำงานเป็นผลให้คอนแทคของรีเลย์มาอยู่ที่  $N_c$  จึงต่อให้กระแสไหลผ่านไปทาง  $K_2$  เมื่อ  $K_2$  ทำงานทำให้หน้าสัมผัสติดและต่อ ดังนี้

1. หน้าสัมผัสติดออกเพื่อหยุดการทำงานของ  $K_1$  ซึ่งเมื่อหน้าต่างปิดสนิท  $S$  ติดไปแล้ว แต่เมื่อหน้าต่างเปิดออก  $S_3$  จะต่อกันอีก ดังนั้นกรณีนี้จึงตัดการทำงานอย่างถาวร เพื่อมิให้  $K$  ทำงานพร้อมกันทั้ง 2 ตัว

2. ต่อหน้าสัมผัส 3 ชุด ชุดแรกต่อให้กระแสไหลผ่านชุด run ของมอเตอร์ ชุดที่สองและสาม ต่อให้กระแสไหลผ่านชุด start ของมอเตอร์ แต่ต่อสลับสายกันกับ  $K_1$  เพื่อเป็นการกลับทิศทางทางการหมุนของมอเตอร์

เมื่อหน้าสัมผัสติดต่อดังกล่าวแล้วทำให้  $K_3$  ทำการต่อหน้าสัมผัสมีกระแสไหลผ่านขลวด run-start ของมอเตอร์ได้ มอเตอร์จึงทำการขับกลไกให้หน้าต่างเปิดออก จนกระทั่งหน้าต่างเปิดออกเรียบร้อยแล้วจะไปกด  $S_4$  ซึ่ง

เป็นสวิตช์กดตัดการทำงานของ  $K_2$  เพื่อมิให้มอเตอร์หมุนอีกต่อไป และการทำงานจะยังคงวนเวียนอยู่เช่นนี้ คือเมื่อฝนตกอีกครั้งก็จะเริ่มการทำงาน

สรุปได้ว่า

แมคเนติก รีเลย์ตัวที่ 1 ( $K_1$ ) ทำการปิดหน้าต่างเมื่อฝนตก

แมคเนติก รีเลย์ตัวที่ 2 ( $K_2$ ) ทำการเปิดหน้าต่างเมื่อฝนตก

แมคเนติก รีเลย์ตัวที่ 3 ( $K_3$ ) ทำการต่อหน้าสัมผัสให้กระแสไหลผ่านเข้าขด start ของมอเตอร์และทำงานพร้อมกับ  $K_1$  หรือ  $K_2$  รวมทั้งเป็นตัวคอยตัดวงจรกำเนิดเสียงซึ่งจกกล่าวต่อไปภายหลัง

ถ้าหากว่ากคส (ของวงจร) ทำให้วงจรถูกตัดการทำงาน เมื่อฝนตกลงมาหน้าต่างจะไม่ปิด เพราะวงจรไม่มีส่วนใดทำงานเลย

การเปิด-ปิดด้วยมือ

ขณะที่หน้าต่างเปิดอยู่จะต้องการปิดด้วยมือ ก็เพียงแคกดสวิตช์  $S_1$  ใ้ไปที่ direct ( D ) และทำการกด  $S_4$  ใ้ไปที่ตำแหน่งปิด  $K_1$  ก็จะทำงานเหมือนกับการทำงานด้วยน้ำฝนหน้าต่างก็จะปิด หากต้องการเปิดก็เพียงกดสวิตช์  $S_4$  ใ้ไปที่ตำแหน่งเปิด หน้าต่างก็จะเปิดทันที เมื่อต้องการจะทำให้หน้าต่างถูกควบคุมด้วยน้ำฝนเช่นเดิมก็กดสวิตช์  $S_3$  ใ้ไปที่ auto

ข้อสังเกต

เมื่อทำการปิดหน้าต่างด้วยมือแล้วเกิดฝนตก จนฝนหยุดแล้วหน้าต่างก็ไม่เปิดจนกว่าจะทำการกด  $S_4$  ใ้ไปที่ตำแหน่ง เปิด หรือกด  $S_3$  ใ้ไปที่ auto

ถ้าหากสอยูู่่ที่ตำแหน่ง direct แล้ว หน้าต่างเปิดอยู่ หากฝนตกลงมาหน้าต่างก็จะไม่ปิดเช่นเดียวกัน

วงจรติเมอร์

เป็นวงจรซึ่งใช้ในการหรี่ไฟด้วยไครแอค 4010แอล ที เพื่อเป็นการควบคุมกระแสที่ไหลผ่านไปยังขดลวด  $R_2$  ใ้ให้น้อยลง ทำใ้มอเตอร์หมุนช้าลงทั้งนี้เพื่อมิให้มอเตอร์หมุนเร็วมากจนหน้าต่าง เปิดหรือปิดเร็วเกินไป

วงจรเซ็นเซอร์

เป็นวงจรที่ดัดแปลงมาจากวงจรวัดความชื้น เพื่อนำมาปรับปรุงแต่งวงจรใ้มีระดับการทำงานสูงขึ้น ผู้ใช้สามารถทราบว่ความชื้นของอากาศ

ขณะนั้นอยู่ระดับใด ขึ้นมากเกินไปหรือไม่

วงจรชววนต์

ช่วยปรับปรุงวงจรให้น่าใช้ขึ้น เมื่อหน้าต่างเปิดหรือปิดจะเกิดเสียงขึ้น ทำให้ทราบว่าวงจรพาวเวอร์และหน้าต่างกำลังทำงาน ซึ่งถูกควบคุมโดย  $K_3$  เมื่อ  $K_3$  ค่อยหน้าสัมผัสแล้วจะมีกระแสไหลผ่านมาวงจรชววนต์ด้วยทำให้วงจรออสซิลเลเตอร์อันประกอบด้วย  $Q_1$  เบอร์ บี ซี 549, ซี1, ซี2, ที1 และอาร์ เอกซ์ เป็นตัวบั่นสัญญาณเกิดความถี่ออกมา ควบคุมปรับ อาร์ เอกซ์ได้ตามใจชอบเพื่อให้ได้เสียงที่น่าฟัง และนำเอาออกมาทางลำโพง 8 โอห์ม 0.25 วัตต์ เมื่อ  $K_1$  หรือ  $K_2$  หยุดการทำงาน  $K_3$  จะหยุดด้วย ดังนั้นวงจรชววนต์จึงถูกตัดวงจรออก เสียงที่มีความถี่ต่างวกันก็จะถูกตัดออกจากวงจรด้วย และเสียงที่น่าฟังก็จะเงียบหายไป

#### การทำแผ่นวงจรพิมพ์

การทำแผ่นวงจรพิมพ์ มีหลายวิธีคือ

วิธีแรก ใช้สีน้ำมันกับฟู่กันวิธีนี้นักอิเล็กทรอนิกส์ใช้กันมาก อุปกรณ์มีดังนี้

1. สีน้ำมัน (ใช้ทา)
2. ฟู่กัน เบอร์ 0 และ เบอร์ 3-4
3. แผ่นวงจรพิมพ์ ที่ยังไม่กัด 1 แผ่น
4. กระดาษก๊อบปี้
5. ลายวงจรจากหนังสือ
6. เลื่อยฉลุ

วิธีทำ ขั้นแรกจากวงจรที่ยังไม่กัดนี้ ไปวัดขนาดก๊อบปี้ลายวงจรที่จะเอามาทำเสร็จแล้วตัดให้พอดีด้วยเลื่อยฉลุ แต่งขอบตัวกระดาษทราย พอได้แผ่นวงจรพิมพ์ที่วัดและตัดได้ขนาดแล้ว ก็นำมาล้างน้ำและขัดด้วยฟอยขัดหม้อ (เฉพาะค้านทองแดง) หลังจากขัดในน้ำสะอาดบวกกับผงซักฟอกแล้วจะเห็นความแตกต่างของส่วนที่ถูกขัดและยังไม่ถูกขัด ก็ให้ขัดจนไม่มีคราบไขมันเกาะอยู่ เสร็จแล้วเอามาขึ้นมาจากน้ำเช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาดหรือกระดาษชำระพอแห้งสนิทแล้วก็เอากะดาษมาห่อไว้ (กันถูกอากาศเพราะทองแดงจะทำ

ปฏิกิริยากับอากาศจะทำให้เกิดสนิมได้)

ต่อไป เตรียมกระดาษก๊อบบี้และแบบจากหนังสือที่จะเอามาลงบนแผ่นวงจรพิมพ์เอาแผ่นวงจรพิมพ์มาวางเอาด้านทองแดงหงายขึ้น (ระวังอย่าให้ถูกผิวหน้าแผ่นทองแดง เพราะจะเป็นรอยนิ้วมือ) วางกระดาษก๊อบบี้ทับลงไปให้ด้านที่มีหมึกอยู่ติดทองแดง เสร็จแล้วเอาลายวงจรทับลงไปอีกที (ตามรูปที่ 1) กดตำแหน่งให้พอดี แล้วอาจจะเอาเทปกาวติดไว้กันเคลื่อน แล้วหาปากกาถูกลื่นหรือดินสอปลายแข็งมาลากตามขอบลายวงจร (ตามรูปที่ 2) หลังจากขีดเส้นลงไปจนครบทั้งหมดแล้ว ก็เอากระดาษก๊อบบี้และลายวงจรออก จะเห็นลายเส้นตามที่ขีดไว้ปรากฏอยู่ด้านทองแดงของแผ่นวงจรพิมพ์ ขั้นต่อไปเอาฟุ้งกันกับสีน้ำมันที่เตรียมไว้มาระบายลงในช่องที่เขียนไว้เฉพาะภายในเส้นกรอบให้เต็มจนหมด (ตามรูปที่ 3) พอระบายสีเรียบร้อยและปล่อยให้แห้งแล้ว ก็เอาแผ่นวงจรแผ่นอันนี้ลงไปแช่ในสารละลายเพอริกคลอไรด์ สารเคมีเป็นเกลือชนิดหนึ่งสามารถกัดทองแดงให้หลุดออกได้ แต่ไม่กัดมีดคน (ถ้าความเข้มข้นน้อยกว่า 1 กก./น้ำ 1 ลิตร) แช่ลงไปสักพักเขย่าให้สารละลายทำปฏิกิริยากับทองแดงได้ทั่วถึง ทองแดงจะหลุดออกได้เร็วขึ้น กะว่าทองแดงส่วนที่ไม่ต้องการหลุดออกไปหมดแล้วก็เอามาล้างน้ำสะอาดแล้วเช็ดให้แห้ง ตอนนี้จะได้แผ่นวงจรพิมพ์ที่กัดเอาทองแดงส่วนที่ไม่ต้องการออกไปหมดแล้ว จะมีภาพตัดขวาง (ตามรูปที่ 4) จากนั้นก็เอามาล้างออกด้วยทินเนอร์เสร็จแล้วนำมาสวมลวดลายกับทินเนอร์ แล้วนำไปทาหีบเพื่อป้องกันลายทองแดงสัมผัสกับอากาศจะเกิดสนิม แล้วนำไปเจาะรู สำหรับคอกสว่านที่ใช้เจาะรูใช้เส้นผ่าศูนย์กลาง 1/32 นิ้ว เจาะสว่านตัวเล็กกว่าหนึ่กเบา เสร็จแล้วจะได้แผ่นวงจรที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว

วิธีที่สอง ใช้เทคนิคทางการถ่ายภาพ ขั้นแรกหาแบบของลายวงจรที่จะทำแผ่นวงจรพิมพ์เอาไปถ่ายฟิล์ม ถ่ายบริเวณนี้ให้เขาถ่ายจากต้นแบบลงบนกระดาษที่มีลายเส้นสีดำ ให้เป็นแผ่นฟิล์มที่มีลายเส้นสีดำทึบแสง ลักษณะการพิมพ์ชนิดนี้เรียกว่า ฟิล์มโพสิทีฟ คือฟิล์มที่มีหน้าตาเหมือนกับตัวจริงหลังจากถ่ายฟิล์มโพสิทีฟแล้วก็จะได้ฟิล์มเนกาทีฟออกมาด้วย ฟิล์มชนิดนี้จะมีลักษณะตรงกันข้ามกับฟิล์มโพสิทีฟ คือตรงไหนของโพสิทีฟเป็นส่วนโปร่งใสของเนกาทีฟจะทึบแสง เมื่อได้ฟิล์มเรียบร้อยแล้วให้นำแผ่นวงจรมาทาบแล้วมองเห็น

ฉายบนฟิล์มมีลักษณะ เหมือนต้นฉบับหรือในหนังสือ ไม่กลับซ้าย เป็นขวา กลับบนเป็นล่าง ถ้ามีตัวหนังสืออยู่บนฟิล์มต้องอ่านตัวหนังสือนั้นได้ปกติจึงจะใช้ได้ เสร็จแล้วนำกระจกใสแผ่นหนา วางทับฟิล์มอีกชั้นหนึ่งให้ฟิล์มชิดแน่นกับแผ่นวงจรพิมพ์แล้วเอาไปตากแดดจัดตัวประมาณ 3-5 นาที แล้วรีบเอากลับเข้ามาในที่ร่มแกะฟิล์มออกล้างด้วยน้ำยาเฉพาะของสารไวแสงนั้นๆ จากนั้นนำไปกัดในกรด เพอร์คลอไรด์ ส่วนที่ถูกสารไวแสงปิดอยู่ก็จะไม่ถูกกัดออก ดังนั้นลายทองแดงที่ได้ก็จะมีลักษณะคมชัด เหมือนต้นฉบับทุกประการ แผ่นวงจรไวแสงก็คือ แผ่นวงจรพิมพ์ธรรมดาแต่ถูกฉาบด้านที่เป็นทองแดงไว้ด้วยสารที่เกิดปฏิกิริยาเมื่อถูกแสง มีทั้งแบบอ่อนตัวเมื่อถูกแสงแล้วหลุดจากแผ่น ส่วนที่ไม่โดนแสงก็ยังคงติดอยู่และมีทั้งแบบแข็งตัวเมื่อถูกแสง ส่วนที่ไม่ถูกแสงก็หลุดออกไป ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องกับชนิดของฟิล์มที่มีอยู่

#### ความปลอดภัยและความสะดวกในการใช้งาน

การใช้งานจะสะดวกและง่ายขึ้นกว่าเดิมมาก เช่นการเปิดปิดด้วยมือก็ไม่ต้องใช้แรงมากในการเปิด ปิดหน้าต่าง เพียงแค่กดสวิทช์เท่านั้น การทำงานก็จะง่ายขึ้น เนื่องจากได้ทำการออกแบบให้อุปกรณ์มีรูปร่างรับกันกับตัวรูปแบบของวงกบหน้าต่าง เพื่อให้สะดวกและปลอดภัยกับทั้งนิ้วมือ เพราะไม่มีมือจับที่จะพันจากรัศมีการทำงานของหน้าต่าง จึงไม่เกิดอันตรายกับร่างกาย เช่นนิ้วมือถูกหนีบ เป็นต้น

#### การซ่อมบำรุงและการรักษาอุปกรณ์

จัดสร้างชิ้นส่วนขึ้นเป็นอะไหล่จำหน่าย ทำให้สามารถซ่อมบำรุงได้และการที่สามารถซ่อมบำรุงเปลี่ยนอะไหล่ได้ก็ เนื่องจากการที่สามารถถอดประกอบได้โดยง่าย เพราะออกแบบตัวหน้าต่าง เคลื่อนที่โดยใช้ไฟฟ้าและลบบ่มเรียบร้อย จึงไม่เกิดการเก็ยติดกับเสื้อผ้าหรือสิ่งของอื่นจนแตกเสียหาย

#### รูปทรงและความสวยงามของอุปกรณ์

รูปทรงและรูปร่างของอุปกรณ์นั้นเป็นสิ่งที่เกิดการออกแบบให้รับกับตัววงกบและรูปร่างของเพื่องใหญ่ประกอบกันเข้า นับว่าสวยงามพอควรแต่การออกแบบรูปทรงนั้นคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยก่อนที่จะมาคำนึงถึงความสวยงาม สี

ของอุปกรณ์นั้น เป็นเคมีที่ผสมลงมาที่หลัง แล้วจึงนำมาตกแต่งในการทาสีจึงต้องรอให้เคมีสีนั้นเข้ามาผสม การที่ใช้สีเคมีนั้นเพื่อจะต้องใช้ชนิดเข้มข้นเพื่อให้สีสามารถฉาบติดบนเนื้อไม้หรือโลหะ ใช้สีให้ดูสะอาด น่าสนใจและเมื่อได้ชิ้นส่วนแล้วก็นำใบเคลือบเงาอีกครั้ง เพื่อป้องกันอันตรายต่อเนื้อไม้และโลหะ และเพื่อเพิ่มความสวยงาม และการใช้สีนั้นก็ควรใช้คู่สีติดกันที่ดูสะอาดน่าสนใจ และดูมีคุณค่ามากขึ้นเพื่อประโยชน์ในเชิงตลาด

#### กระบวนการ

ในข้อมูลกระบวนการนี้เป็นการอธิบายขั้นตอนการออกแบบทุกขั้นตอนรายละเอียดแยกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1.แบบคร่าวร่างด้วยดินสอ เป็นการระดมความคิดออกมาเพื่อหาความคิดที่ดีที่สุด ในขั้นนี้เป็นเพียงการออกแบบรูปร่างภายนอกโดยรวมเท่านั้น เมื่อได้แบบคร่าวร่างแล้วก็นำมา 2-3แบบไปหาขั้นตอนต่อไป

2.แบบร่าง เป็นการร่างแบบที่จะเขียนขึ้นโดยกำหนดส่วนละเอียดภายในบ้างแล้ว โดยนำแบบร่างคร่าว 2-3แบบนั้นมาทำการแตกแบบต่อไปโดยแตกเป็น 20-30แบบ เพื่อให้ได้แบบร่างที่ดีที่สุด เมื่อได้แบบร่างที่น่าพอใจแล้วก็ทำการแยกเป็นแต่ละชิ้นส่วน เพื่อง่ายในการกำหนดรายละเอียดชิ้นส่วน

3.ทำการเขียนแบบร่างรายละเอียด กำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ให้เรียบร้อยเช่น แยกเป็นชุดของตัวหน้าต่าง ชุดของวงจรไฟฟ้า ชุดเฟือง และการทำเขียนแบบร่างดินละเอียด ลงสีคร่าวด้วยสีหมึก และปากกาเขียนแบบชนิดปากแหลมขนาดต่างกัน เช่นเส้นรอบรูปใช้ขนาด 1.4 มิลลิเมตร เส้นภายในใช้ 0.5 และ 0.8 มิลลิเมตร และส่วนที่เป็นรายละเอียดใช้ขนาดเล็ก เบอร์ 0.3 และ 0.25 ทำการเขียนแบบโดยวางองค์ประกอบให้แน่นดู

4.เขียนแบบเพื่อแสดงแบบแท้จริง หรือเหมือนจริงที่สุด โดยใช้เทคนิค สีหมึกลงบนกับสีฝุ่นบนกระดาษเขียนสีซอลค์ และใช้เทคนิคและอุปกรณ์พิเศษคือ พู่กันลม เพื่อให้ได้แสงเงาที่เหมือนจริง เขียนออกมาเป็นภาพถ่ายรูปด้านข้างของชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยกำหนดการลงสีไว้ในอุปกรณ์หลักแต่ละชิ้นแบบจริงเป็นภาพถ่ายแยกชิ้นส่วน โดยใช้สีส่วนสากลตามแต่จุดประสงค์ไม่ว่า

จะเป็น 1:1, 1:2 หรือ 1:4 และ เขียนภาพตัดขวางแสดงการประกอบหน้าต่าง และการ เข้าไม้ในรูแบบต่างกัน รายละเอียดของ เฟือง วงจรไฟฟ้า เพื่อใช้อธิบายและแสดงแบบให้ผู้อื่น เข้าใจร่วมด้วย

5. เขียนแบบเพื่อการจัดสร้างชิ้นส่วน ในขนาดอัตราส่วน 1:1 เพื่อนำไปถ่ายพิมพ์เขียว ไปใช้ในการจัดสร้างชิ้นส่วนจริงแต่จะมีบางชิ้นส่วนโดยเฉพาะ ชิ้นส่วนภายในคือ เฟืองและแกนเฟืองตลอดจนเฟืองสะพานนั้นต้องกำหนดขนาดและเส้นผ่าศูนย์กลาง รวมทั้งความหนาของ เฟืองแล้วจัดส่งให้ฝ่ายวิศวกรรมและช่างเทคนิคคำนวณการรับแรงต่าง ๆ ทางกลศาสตร์ออกมาแล้วทางที่วิศวกรจะทำการ เขียนแบบ เพื่อการจัดสร้างมารวมกันแล้วนำไปถ่ายพิมพ์เขียว กำหนดวัสดุแล้วส่งต่อ เข้าฝ่ายผลิต ทางฝ่ายผลิตจะได้ทำการจัดสร้างชิ้นส่วนออกมาแบบที่เขียน แล้วประกอบตามขั้นตอนออกมาเป็นตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะต้องมีการประชุมกันทั้ง 3 ฝ่ายคือ นักออกแบบ วิศวกร และฝ่ายผลิต เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและร่วมกันแก้ไขให้ลุกลงไปได้ด้วยดี และได้อุปกรณ์ออกมาสมบูรณ์

6. นำแบบจัดสร้างชิ้นส่วนไปถ่ายพิมพ์เขียว ส่ง เข้าโรงงานผลิต จัดสร้างชิ้นส่วนและประกอบ เครื่องต้นแบบ

ในการออกแบบนี้ได้ออกแบบให้ตัวหน้าต่างลบมุมไปด้านหนึ่ง เพื่อประโยชน์ใช้สอยอื่นรวมทั้งลดวัตถุประสงค์ในการผลิตแบบอุตสาหกรรมได้ และได้ทำการ เพิ่มล้อรับแรงกระแทก เพิ่มอีก 2 ล้อทางด้านบน เพิ่มสปริงรับแรงกดภายในราง เพื่อลดการกระแทกและแรง เสียหายระหว่างล้อกับตัวราง เพิ่มขอบรองเฟืองสะพาน เพื่อสะดวกในการติดตั้ง เฟืองสะพานเพื่อทำการดูหน้าต่างทุกชิ้นส่วนได้ยึดติดกันด้วยสกรูเพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุง มีบางส่วนได้หมุนถอยหลังโดยใช้สกรูเกลียวปล่อย มีเพียงส่วนเดียวคือล้อที่มีบางส่วนยึดติดกันโดยเทคนิคย้ำหัว (รีเวคต์) นับได้ว่าการออกแบบอุปกรณ์บรรลุถึงสิ่งที่ต้องการแล้วและต่อไปก็เป็นการออกแบบกราฟฟิคบนตัวหน้าต่าง โดยเลือกใช้ลายกราฟฟิคเป็นลายเส้นเพื่อประโยชน์ในการค้าโดยใช้สีbronze ลงพื้นเป็นสีตัวหน้าต่างและเดินเส้นสีแดง และสีส้มมีตัวหนังสือแสดงรายละเอียดเป็นบางส่วน ตัวเส้นที่เป็นกราฟฟิคบนตัวหน้าต่างใช้เส้นเพื่อให้มีลักษณะ เคลื่อนไหวดูแล้วสนุกสนานเพื่อให้ดูสนุกสนาน น่าสนใจและควรมีคุณค่าน่าซื้อไว้ติดตั้งที่บ้านเพื่อความสวยงามและความสะดวกสบาย

ต้นทุนการผลิตแบบอุตสาหกรรมนั้นจะ เพิ่มขึ้นบ้างไม่มากนัก แต่จะสามารถลดลงในลักษณะการผลิตแบบอุตสาหกรรมที่มีปริมาณการผลิต เป็นจำนวน เป็นร้อย เป็นพันชิ้น และสามารถชักจูงใจให้ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายนิยมหันมาใช้ กันมากขึ้น และสามารถเพิ่มราคาขายขึ้นได้อีก เกินกว่าต้นทุนที่เพิ่มขึ้นคาดว่าจะสามารถเพิ่มยอดขายขึ้นได้อีกมาก และการที่มีอะไหล่ไว้เปลี่ยนนั้นสามารถเพิ่มราคาอะไหล่ให้ราคาสูงได้ เนื่องจากชิ้นส่วนต่างๆจะมีอายุการใช้งาน เมื่อหมดอายุแล้วคุณภาพจะเสียไปใช้งานไม่สะดวกต้องมีการถอดเปลี่ยน ซ่อม บำรุง ซึ่งจะทำให้การจำหน่ายอะไหล่ได้เพิ่มขึ้น จะมีผลดีกับทั้งผู้บริโภคและผู้ผลิตเอง

## บทที่ 4

### อภิปรายผลและสรุป

ข้อความในบทนี้จะได้กล่าวถึงผลที่ได้รับหลังจากที่ทำการออกแบบ ทั้งสิ้นทุกขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว สรุปข้อความทั้งหมดที่สำคัญและจุดผิดพลาดรวมทั้งข้อเสนอแนะอันเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้ผิดพลาดไปจากที่คาดไว้

#### ผลที่ได้จากการออกแบบ

ผลที่ได้ภายหลังจากการออกแบบอุปกรณ์หน้าต่าง เลื่อนทาง เคียวชนิด ใช้ไฟฟ้าขึ้นใหม่ มีดังนี้คือ ได้หน้าต่าง เลื่อนทาง เคียวที่ดีขึ้นกว่าเดิมมากทั้ง การทำงานของอุปกรณ์ การใช้งานก็สมบูรณ์สะดวกขึ้น ปลดปล่อยมากขึ้นกว่าเดิม และยังสามารถซ่อมบำรุงได้อีกด้วย ที่สำคัญขึ้นส่วนที่รับการตกแต่งให้ปราศจาก สีสันสวยงามทันสมัยมีผลลดกราฟฟิค สดุดสนาน ถึงจุดความสนใจของผู้บริโภค คุณาใช้มีคุณค่า มีการป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับผู้ใช้อย่างสมบูรณ์ ในส่วนตัวก็ ได้รับความรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องกลไก เพิ่มขึ้นอีกมาก ได้ทักษะและได้ ใช้พลังสมอง เพิ่มขึ้นกว่าเดิมอีกด้วย

#### สรุปข้อความที่สำคัญ

ในหัวข้อนี้ได้ทำการคัดเอาเฉพาะ ส่วนที่สำคัญของอุปกรณ์หน้าต่าง เลื่อนทาง เคียวเดิม และที่ทำการออกแบบปรับปรุงใหม่ไว้รวมกัน ครอบคลุมไปถึง ส่วนสำคัญอื่นๆด้วย ที่จะกล่าวถึงในตอนต่อไป

หน้าต่าง เลื่อนทาง เคียวที่มีแต่เดิมนั้น มีปัญหามากมายไม่ว่าจะเป็น การทำงาน การใช้งานฯ ซึ่งทำให้เกิดการออกแบบปรับปรุงขึ้นใหม่ ซึ่งคงไว้ใน ส่วนดีของอุปกรณ์เดิม และแก้ไขปรับปรุงจุดบกพร่องในอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นใหม่ การทำการออกแบบแก้ไขปรับปรุงนั้นก็ได้อธิบายมาแล้ว ในบทที่ 2 และ 3 ข้างต้น รายละเอียด มีทั้งการเพิ่มขึ้นส่วน และการตัดทอนชิ้นส่วนบางชิ้นออก เพื่อลดชิ้น ตอนและมาเพิ่มในส่วนอื่นๆ

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์หน้าต่าง เลื่อนทาง เคียวแต่ เคียวมีดังนี้

1. มือจับมีขนาดเล็กผิดขนาด ทำให้จับไม่ถนัด
2. กลไกและฟันเฟืองภายในติดขัดอยู่เป็นประจำ ใช้งานลำบาก
3. อุปกรณ์บางชิ้นส่วน บอบบางไม่แข็งแรง แตกหักได้ง่าย
4. หากชิ้นส่วนชำรุดก็ซ่อมไม่ได้ เพราะไม่มีอะไหล่ขายตามท้องตลาด
5. ไม่มีการใช้ลวดลายกราฟฟิคต่าง ๆ มาใช้ในการตกแต่ง

สิ่งที่ควรปรับปรุงและคงไว้มีดังนี้

1. วัสดุผลิตคงไว้แต่เพราะวัสดุมีราคาถูกหาง่าย และ เครื่องจักรผลิตได้ง่าย
2. เปลี่ยนรูปทรงให้มากไปด้วยประโยชน์ใช้สอยมากที่สุด
3. ปรับปรุงรอยเปลี่ยนมาใช้ไฟฟ้า
4. ปรับปรุง เรื่องความสะดวกปลอดภัย
5. ถอดประกอบง่าย ซ่อมบำรุงได้ รวดเร็ว มีอะไหล่ทดแทน
6. ปรับปรุงให้ชิ้นงานได้รับการตกแต่ง เรียบร้อย ปราณีต และเพิ่มลวดลายกราฟฟิค

จุดประสงค์การออกแบบและสิ่งที่ต้องการในอุปกรณ์ที่ออกแบบปรับปรุงชิ้นใหม่นั้นมีดังนี้ ปรับปรุงให้อุปกรณ์สวยงาม ภูมิคุณค่า นำเข้าสนใจใช้งานได้ดี แข็งแรงทนทานซ่อมบำรุงพกพาสะดวก หั่นสมั

สิ่งที่ต้องการให้มีในอุปกรณ์ใหม่นั้นคือ ไม่ต้องใช้แรงในการเปิด ปิด หมุนคล่อง และไม่ทกรางเวลาทำการใช้งาน มีอะไหล่ซ่อมบำรุงได้ ชิ้นงานสวยงามปราณีต มีลวดลายกราฟฟิคทันสมัย

และเมื่อทำการออกแบบก็จะต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้คือ ออกแบบให้ตัวอุปกรณ์นั้นมีรูปแบบที่มากไปด้วยประโยชน์ใช้สอย และถูกต้องทางหลักชีวเคมี ใช้งานง่ายไม่ติดขัดสามารถแยกชิ้นส่วนได้และสามารถซ่อมแซมได้ถ้าเกิดชำรุดหรือแตกหัก ใช้การยึดอุปกรณ์ด้วยสกรู รอยแยกสกรูออกเป็น 2 ชนิดคือ ชนิดเกลียวตลอด และชนิดเกลียวปลาย รอยชนิดเกลียวตลอดใช้กับจุดที่ต้องการให้แน่น ส่วนเกลียวปลายใช้จุดที่ต้องการให้หมุนได้ ส่วนรูปแบบกราฟฟิคต้องออกแบบกราฟฟิคต้องออกแบบให้เข้ากับตัวอุปกรณ์ รอยใช้วัสดุที่มีส่วน

ผสมช่องสี่เหลี่ยม และสามารถเพิ่มสีกับอุปกรณ์พิเศษใช้คู่สีที่น่าสนใจ นับว่าเป็น การออกแบบที่บรรลุเป้าหมายและจุดประสงค์ที่ต้องการทุกอย่าง

ข้อ เสนอแนะและปัญหาที่ผิดพลาดในการปฏิบัติ

จากการที่ได้ลงมือปฏิบัติการออกแบบนั้น ได้พบปัญหาในทางปฏิบัตินี้มากพอสมควรสามารถแยกได้เป็นข้อๆดังนี้

1. ขณะที่ทำการร่างแบบโครงคร่าวนั้น มักยึดติดกับรูปแบบเก่าที่ได้ทำการออกแบบไว้แล้ว
2. การคำนวณขนาดพื้นเพื่อง ชนิดของพื้นเพื่องนั้นเป็นการคำนวณที่ใช้คณิตศาสตร์ชั้นสูงมากที่ทางวิศวกรและช่างเทคนิคเท่านั้นที่จะเข้าใจ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับหลักกลศาสตร์ชั้นสูงในการรับแรงกระทำ ทดแรงต่างๆ นักออกแบบนั้นไม่สามารถคำนวณเองได้ ทำให้ในศิลปนิพนธ์ฉบับนี้ไม่สามารถกำหนดลงไปได้แน่นอนถึงขนาดจำนวน และชนิดของพื้นเพื่อง เนื่องจากทางผู้ออกแบบไม่มีความรู้และเข้าใจเรื่องอย่างแท้ เช่นวิศวกรรมที่ศึกษาทางด้านนี้โดยตรงทำให้แบบสำหรับการใช้ในการจัดสร้างไม่สมบูรณ์ 100 %
3. การจัดสร้างชิ้นส่วนบางชิ้น และวงจรไฟฟ้าถือเป็นการออกแบบเพื่อการใช้งานอย่างถ่องแท้ ในการทำตัวต้นแบบของชิ้นงานนั้นประสบปัญหามากจนไม่สามารถจัดสร้างแบบให้สมบูรณ์ได้ เหตุเพราะเครื่องมือและประสบการณ์ในการสร้างวงจร หรือการออกแบบเพื่องนั้นมีน้อยเกินไป และโดยเฉพาะในงานนี้ได้มีการนำวงจรหลายวงจรที่มีการทำงานรัดกุมมาใช้ รวมกันหลายรูปแบบและนำมาออกแบบหลายวงจรใหม่เพื่อให้ตรงจุดประสงค์การใช้งาน uly เริ่มจากการวางผังลายวงจรจนถึงการกัดแผ่นลายวงจร ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือการวางผังผิดพลาด และใช้เส้นในลายวงจรนั้นมากเกินไปอุปสรรคและปัญหาในข้อนี้รุนแรงที่สุด เนื่องจากไม่สามารถจะแก้ปัญหาด้วยตัวเองได้ หากไม่มีเครื่องมือที่มีเทคโนโลยีสูงพอควร ซึ่งเป็นไปไม่ได้เนื่องจากเครื่องมือมี

ราคาสูงปัญหาในข้อนี้เกิดจากการผิดพลาดที่ไม่ศึกษาถึงกระบวนการผลิตและการจัดสร้างอุปกรณ์ชิ้นส่วนให้ถูกต้องเสียก่อน

ทางแก้ปัญหที่เกิดขึ้นในทางการปฏิบัติงานนี้ สามารถกระทำได้แต่จะต้องพึ่งพาวิศวกรและฝ่ายโรงงานผลิตจริง ๆ ที่มีเครื่องมือที่เทคโนโลยีสูงมากกว่ากล่าวคือจะต้องให้ทางฝ่ายวิศวกรคำนวณจำนวน ขนาด และชนิดของเฟืองออกมาก่อนที่จะทำการเขียนแบบ สำหรับการจัดสร้างชิ้นส่วน และให้โรงงานจัดทำชิ้นส่วนออกมาเพื่อประกอบเครื่องต้นแบบหรือ หุ่นจำลอง ตามที่นักออกแบบกำหนดให้ หากต้องการจะทำผลิตภัณฑ์ออกมาจริงก็ควรต้องปรึกษาและร่วมมือกับวิศวกร และโรงงานผู้ผลิต เพื่อให้ได้งานที่ออกมาสมบูรณ์เต็มที่และไม่ประสบปัญหาใด ๆ

### บรรณานุกรม

- คงเดช หุ่นผดุงรัตน์ (2530) การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กทม.: รจ. เอส.พรินติ้ง เฮ้าส์, กทม.
- พาศนา คัมภ์ลักษณ์ (2522) หลักศิลปะและการออกแบบ กทม.: เทพพิทักษ์ การพิมพ์
- ยีน' ภูววรรณ (2527) เทคนิคการประยุกต์และใช้งานวงจรอิเล็กทรอนิกส์ กทม.: ซีเอ็ดยูเคชั่น
- เรือง สมบัติดี (2529) เครื่องวัดความชื้น 5 ระดับ รวมโครงการอิเล็กทรอนิกส์ กทม.: ซีเอ็ดยูเคชั่น
- วินัย รสเมธี (2527) หลักการออกแบบ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กทม.
- วรวิทย์ ยศเนืองนิคย์ (2529) วิธีตัดแผ่นปริ้นส์ด้วยใบมีดโกน รวมโครงการอิเล็กทรอนิกส์ กทม.: ซีเอ็ดยูเคชั่น
- วุฒิชัย กบิลกาญจน์ (2528) กลไกและพลศาสตร์ของเครื่องจักรกล กทม.: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์
- สาคร คันทะโชติ (2531) การเขียนแบบเทคนิค 1 และ 2 กทม.: รจ. เคียนสโรคร์
- สมชัย ยศนิรันดร์ (2530) เทคนิคการออกแบบเฟือง กทม.: รจ. เคียนสโรคร์

C.N.G.Matthews (1966) **Instruction In Electronics** London

**:Museum Press Limited**

H.E.,Beckett. (1974) **Windows Perfomance Design,**

**Installation** London:Riba publication Ltd.

Leo G. Sands (1968) **Having Fun In Electronics** London:USA

## ภาคผนวก

ในภาคผนวกนี้ ประกอบด้วยข้อความที่อธิบายข้อความที่อธิบายทางเทคนิค โดยละเอียดจัดเรียงไว้ตามลำดับที่ตั้งปรากฏในข้อความก่อนหลัง และรวมทั้งภาพประกอบในบางตอน ดังจะกล่าวในต่อไปนี้

### 1. พลาสติก

พลาสติก เป็นสารประกอบอินทรีย์ ประกอบกันขึ้นจากโครงสร้างโมเลกุลใหญ่เชื่อมกันในลักษณะสายโซ่ พลาสติก เป็นสารสังเคราะห์ที่มนุษย์จัดทำขึ้น มีธาตุประกอบหลักคือ

คุณสมบัติของพลาสติกแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันตามการเกาะตัวเรียงกันของธาตุทั้ง 5 ในโครงสร้างโมเลกุลของพลาสติกนั้น สารประกอบอินทรีย์ดังกล่าวนี้มีน้ำหนักโมเลกุลสูง จึงเรียกว่า โพลีเมอร์

### 2. เทอร์โมพลาสติก หรือพลาสติกที่.พี

เป็นสารพลาสติกที่ไวต่อความร้อนที่อุณหภูมิห้องจะมีสถานะ เป็นของแข็ง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึงจุดหนึ่งสารพลาสติกนี้จะ เริ่มอ่อนตัวและหลอมละลาย เปลี่ยนสถานะ เป็นของเหลวในที่สุด เมื่อลดอุณหภูมิลงถึงจุดอุณหภูมิห้องปกติ มันจะกลับสถานะ เป็นของแข็งได้อีกและมีคุณสมบัติ เช่นเดิมจึงสามารถนำกลับมาใช้ได้อีกอีกภายหลังจากนำไปขึ้นรูปทางผลิตภัณฑ์แล้ว เช่นเดียวกับโลหะ

### 3. วินิลโพลีเมอร์

เป็นตระกูลใหญ่ของพลาสติก ที่.พี แบ่งเป็นชนิดย่อยได้ 7 ชนิดคือ

1. โพลีวินิล อะซิเตด
2. โพลีวินิล อะซีเตท
3. โพลีวินิล อัลกอฮอล์
4. โพลีวินิล คาร์บอซิม
5. โพลีวินิล คลอไรด์
6. โพลีวินิล คลอไรด์-อะซีเตท
7. โพลีวินิล ลิเคนน์ คลอไรด์

พลาสติกในตระกูลวินิลมีความเหนียวทนทาน มีทั้งชนิดอ่อนและ

ชนิดแข็งและนิ่ม ไม่ควรใช้ในอุณหภูมิสูงเกิน 200ฟาเรนไฮต์ ทนกรดได้บ้าง แต่ไม่ทนสารเคมีประเภทไฮดรอกไซด์บอนด์ บางชนิดเช่น หินเนอร์ ยาทาเล็บ และน้ำมันบางชนิด ไม่เหมาะกับการใช้งานภายนอก สามารถผสมสีต่างๆได้ ไม่จำกัด เป็นไฟฟ้าที่ดีและกันน้ำซึมได้ดี นี่คือคุณสมบัติรวมๆของพลาสติกในตระกูลนี้ และพลาสติกแต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติเฉพาะตัวของมัน

#### 4. อลูมิเนียม

อลูมิเนียมเป็นโลหะเบา ไม่เป็นโลหะตัวนำ และมีน้ำหนักเบากว่าเหล็กมีหลายชนิดและไม่เป็นสนิม มีมวล 26.98กรัมต่อปริมาตร 1ลูกบาศก์เซนติเมตร เนื้อโลหะออกสีขาวออกน้ำเงิน แต่มีลักษณะคล้ายกว่าหรือต่ำกว่าเงินและสามารถใช้เป็นส่วนผสมของอลูมิเนียมบรอนซ์ ในการทำอลูมิเนียม อัลลอยด์ หรือผสมลงไปในทองแดง เพื่อทำให้เนื้อแกร่งขึ้น อลูมิเนียมไม่มีผลต่อแม่เหล็ก และปฏิกิริยาแม่เหล็ก เนื้อโลหะจะเยือกที่มีคุณสมบัติต่างจากโลหะอื่นคือสามารถผสมสีลงในเนื้อโลหะได้เลย เช่น สีขาว กราไฟต์ ตะกั่วและนิเกิล

#### 5. แผ่นลายวงจร (แผ่นปรินต์)

เป็นแผ่นพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติงพลาสติก แข็งแต่เปราะ ค้ำยบนเป็นพลาสติก ส่วนล่างเป็นทองแดงหนาประมาณ 0.1 มม. เป็นที่รองรับอุปกรณ์ต่างๆคืออุปกรณ์ต่างๆยึดติดอยู่บนแผ่นลายวงจร ทองแดงสามารถถูกกร่อนได้ด้วยกรดเพอร์ริกคลอไรด์ โดยการเขียนลายวงจรด้วยน้ำมันซึ่งกรด เพอร์ริกคลอไรด์ไม่สามารถกัดผ่านสีน้ำมันไปได้

#### 6. อุปกรณ์ไฟฟ้า

เป็นส่วนประกอบสำคัญในเครื่องใช้ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เช่นเครื่องรับวิทยุ พบว่ามีอุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้อยู่ภายใน อุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้ก็มีหน้าที่ทำให้เครื่องรับวิทยุทำงานได้ อุปกรณ์แต่ละตัวก็มีชื่อเรียกต่างกันไป ออกไปด้วย เช่น ตัวต้านทาน ไขว่ด ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะได้อีกกล่าวถึงในข้อต่อไป

#### 7. ฉนวนพลาสติก

มีชื่อเรียกทางวิชาการว่า เซลล์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ เซลล์ก็คือ ฉนวนพลาสติก 1ก้อน ถ้าเอาก้อนหลายก้อนมาต่อกันเข้าเราเรียกว่าแบตเตอรี่

เมื่อนำไปต่อในวงจร มันจะดันอีเล็คตรอนออกมาทางขั้วลบผ่านไปวงจร แล้ววกกลับเข้าตัวมันอีกครั้งทางขั้วบวก อีเล็คตรอนที่ไหลนั้นคือไฟฟ้า แรงดันที่ดันอีเล็คตรอนออกมานั้นมีหน่วยเป็นโวลต์และ เป็นเพ็ค.ซี. คือกระแสตรง เพราะแบตเตอรี่กำหนดให้อีเล็คตรอนออกมาทางขั้วลบ และเข้าทางขั้วบวก

#### 8. ตัวต้านทาน(รีซิสเตอร์)

มีหน้าที่ผลิตและต้านทานอีเล็คตรอนในวงจรไฟฟ้าให้อีเล็คตรอนไหลน้อยลง ทำด้วยธาตุคาร์บอน หรือลวดที่มีความต้านทานสูงหรือฟิล์มโลหะที่มีความต้านทาน ค่าความต้านทานวัดเป็นโอห์ม ปัจจุบันรีซิสเตอร์เท่าที่ใช้วงจรต่างๆมีตั้งแต่ 2โอห์มขึ้นไปถึง เป็นพันโอห์มเป็นล้านโอห์ม ค่าของความต้านทานของรีซิสเตอร์นั้น ถ้าเป็นใหญ่จะเขียนบอกตัวเลขไว้ที่ตัวรีซิสเตอร์นั้น แต่ถ้าเป็นขนาดเล็กจะมีแถบสีบอกที่หัวของมัน

วิธีการอ่านแถบสี แถบสีที่ตัวรีซิสเตอร์ปกติจะมี 3แถบหรือ4 แถบ วางก่อนไปทางขั้วใดขั้วหนึ่งก่อนไปทางใดให้อ่านสีนั้นเป็นสีที่1 และ2 แทนด้วยตัวเลข ส่วนสีที่ 3แทนจำนวนมาต่อท้าย สีที่4 แทนเปอร์เซนต์ผิดพลาด

สีที่เป็นรหัสหรือคิดตามหลักสากล

|           |                  |          |             |
|-----------|------------------|----------|-------------|
| สีดำ      | แทนเบอร์ 0       | สีน้ำตาล | แทนเลข 1    |
| สีแดง     | แทนเลข 2         | สีส้ม    | แทนเลข 3    |
| สีเหลือง  | แทนเลข 4         | สีเขียว  | แทนเลข 5    |
| สีน้ำเงิน | แทนเลข 6         | สีม่วง   | แทนเลข 7    |
| สีเทา     | แทนเลข 8         | สีขาว    | แทนเลข 9    |
| สีทอง     | แทนเลขผิดพลาด 5% | สีเงิน   | ผิดพลาด 10% |
| ไม่มีสี   | 20 %             |          |             |

ตัวอย่าง รีซิสเตอร์ ตัวบนมีสี แดง น้ำเงิน ม่วง ทอง อ่านได้ดังนี้

| แดง | น้ำเงิน | ม่วง    | ทอง |
|-----|---------|---------|-----|
| 2   | 6       | 0สองตัว | 5%  |

รีซิสเตอร์ตัวนี้มีความต้านทาน เท่ากับ 2600 โอห์ม

เท่ากับ 2.6 โอห์ม

สีทองบอกว่าผิดพลาดได้ 5%(คือ 2.60.13โอห์ม ) แปลว่า รีซิสเตอร์ตัวนี้มี

ค่าใดค่าหนึ่งระหว่าง 2.47 ถึง 2.73 โคม

#### 9. คอนเดนเซอร์ (ตัวเก็บประจุ)

คอนเดนเซอร์เป็นชื่อเก่า ปัจจุบันนิยมเรียก คาปาซิเตอร์ แต่ในที่นี้จะขอเรียกว่า คอนเดนเซอร์ก่อน คอนเดนเซอร์เป็นตัวเก็บอิเล็กตรอน เมื่อเก็บไว้มันก็จะจ่ายอิเล็กตรอนที่มันเก็บไว้ได้ ส่วนประกอบมันประกอบด้วย จลหะ 2 แผ่น เป็นอย่างน้อยวางขนานกัน แผ่นจลหะนี้เป็นสื่อไฟฟ้าเรียกว่า เฟลต ระหว่างแผ่นจลหะนั้นมีฉนวนกันเช่น แผ่นฉนวนไมก้า แต่ในที่นี้เรียกว่า ไดอิเล็กตริกแต่ยังมีบางประเภทที่ยังมีน้ำยาเคมีบรรจุอยู่เรียกว่า อิเล็กโตรไลต์คอนเดนเซอร์ ชนิดนี้มีขั้วบวกขั้วลบเวลาต่อต้องต่อให้ถูกขั้ว ความจุวัดเป็นหน่วยเรียกว่า ฟารัด เป็นหน่วยใหญ่มาก ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ใช้เป็นเศษส่วนเท่านั้น เช่นเศษหนึ่งส่วนล้าน ในคอนเดนเซอร์หนึ่งตัวมีค่าเท่ากับ 0.01 เอ็ม เอฟ (0.01 ไมโคร ฟารัด)

#### 10. คอยล์ และ ทรานฟอร์เมอร์

ทั้งคอยล์และทรานฟอร์เมอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีหลักการเหมือนกัน ทำหน้าที่คล้ายกัน ส่วนประกอบสร้างขึ้นด้วยทองแดงหุ้มฉนวนแล้วนำมาพันรอบแกนหรือคอร์ ลวดที่พันก็รอบก็ได้แกนที่พันอาจเป็นเหล็กก็เรียกว่า แกนเหล็ก ถ้าพันรอบจลหะผสมเรียกว่า แกนเฟอร์ไรต์ คอยล์ที่ไม่มีแกนเรียกว่า แกนอากาศ ฉนวนที่พันเคลือบลวดทองแดงนั้นอาจเป็นเซลแรค หรือไหม ขดลวดนั้นก็มีขดก็ได้ ขดที่เป็นโพหรือสัญญาณบ่อนเข้า เราเรียกว่า พรายมารี คอยล์ (ขดลวดปฐมภูมิ) ขดที่สัญญาณออกหรือไฟออก เรียก เซคันดารีคอยล์ (ขดลวด ทุติยภูมิ) อาจมีได้หลายขดขนาดของคอยล์ คอยล์และทรานฟอร์เมอร์มีหน่วยวัดเป็น เฮนรี แต่เฮนรีเป็นหน่วยใหญ่มาก นิยมใช้เป็นเศษหนึ่งส่วนพันคือมิลลิเฮนรี หรือเศษหนึ่งส่วนล้าน คือไมโครเฮนรี เท่านั้น

#### 11. ไครोट

ไครोटแปลว่า 2 ขั้วไฟฟ้า ในปัจจุบันทำจากเยอรมันเนียม เรียกว่า เยอรมันไครोटและทำจากธาตุซิลิกอน เรียกซิลิกอน ไครोट ไครोटมีหลายขนาด ตัวเล็กเท่าปลายพู่กันถึงตัวโตเท่าหัวแม่มือ หน้าที่สำคัญของมันคือบังคับให้ไฟฟ้าวิ่งทางเดียว ส่วนประกอบมักทำด้วยธาตุ เยอรมันเนียม

แล้วผสมด้วยธาตุชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาต่อกันหรือประกบกัน จะมีชื่อเรียก เรียกว่า แอเนด ส่วนชื่อลบ เรียกว่า แคโทด ส่วนการทำงาน เมื่อเอาแคโทด เบต้อ ในวงจร เพ้าแล้วป้อนกระแสลบให้ผ่านก็จะได้ เพบวคหรือลบออกมา

#### 12. บายอัส

เป็นภาษาช่างวิทยุเดิม หมายถึงแรงดันที่เป็นลบ เช่นแรงดันเพ้า 5 วอลท์ก็เรียกว่า บายอัส 5 วอลท์ ปัจจุบันหมายถึงบวกหรือลบก็ได้ ที่เรากลับสายมีเตอร์เราให้การบายอัสแก่แคโรด บายอัสตัวนี้ก็มาจากแบคอรี่ นั่นเอง

#### 13. ทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์ ที่ใช้แพร่หลายในวงการอิเล็กทรอนิกส์ปัจจุบัน อาจแบ่งได้ 2 พวกใหญ่คือ 1.ไบพอลาร์ จังชั่น ทรานซิสเตอร์ 2.ฟิลด์ เอฟเฟค ทรานซิสเตอร์ ชื่อของทรานซิสเตอร์ค่อนข้างยาว ส่วนประกอบก็คือการเอาแคโรด 2 ตัวมาต่อกันฉะนั้นจึงได้แผ่นเยอรมันเนียม หรือแผ่นซิลิกอน 2 แบบขึ้นอยู่ว่าจะต่อแบบไหน การทำงานทำหน้าที่ขยายสัญญาณ เช่นขยายเสียง บายอัสของทรานซิสเตอร์ถือหลักตายตัวระหว่าง เบสกับอี มีเตอร์ ต้องเป็น พอร์เว็ค บายอัส การใช้แบคอรี่ 2 ชุด ไม่สะดวกและระหว่าง เบสกับ คัลเลกเตอร์ต้องเป็นรีเวิส บายอัส ถ้าเอาแบคอรี่ชุดหนึ่งออก เบสกับอี มีเตอร์ก็ขาด พอร์เว็ค บายอัสไป

#### 14. ลำโพง

ลำโพง เป็นที่ผลิตเสียง ตัวลำโพงทำด้วยกระดาษหนา เพื่อกระพือหรือทำให้เกิดเสียง เหตุที่ลำโพงกระพือได้ก็คือแม่เหล็ก และขดลวดที่อยู่ในลำโพง ลำโพง เสียงมักเกิดจากขดลวดที่โคนลำโพงขาด ขดลวดนี้เรียกว่า วอยซ์คอยล์ พันไว้รอบแกนแม่เหล็ก เหมือนพันทรานสฟอร์เมอร์

#### 15. พิวส์

พิวส์เป็นตัวตัดไฟเมื่อเครื่องกินกระแสมากเกินไปเกินกำหนด เมื่อกระแสมากเกินไปเกินกำหนดพิวส์จะละลาย ตัวไฟมาทำให้เข้าเครื่อง เป็นการป้องกันไม่ให้เครื่องเสียหาย พิวส์แปลว่าละลาย

#### 16. สกรูหรือตะปูเกลียว

ใช้สำหรับยึดวัสดุชนิดใดชนิดหนึ่ง กับวัสดุชิ้นอื่นไว้จะเป็นชนิด

เดี่ยวหรือต่างชนิดกันก็ได้ ในที่นี้จะขอกล่าวถึง เพียงสกรูที่ใช้กับไม้และพลาสติกเท่านั้น มีอยู่ 4 ชนิด คือ B , U ,BP ,L และ เจดยทั้ง 4 ชนิด เป็นเกลียวใน "USA Standard " ซึ่งเป็นที่มาตรฐานและนิยมทั่วไป

สกรูชนิด B เป็นสกรูชนิดปลายตัด เกลียวห่าง และเกลียวตอนปลายไม่ใช้ เกลียวคมใช้ทำหน้าที่เจาะ เบิกทาง เป็นสกรูที่เหมาะสมแก่งานทั่วไป

สกรูชนิด BP เหมือนกับชนิด B แต่ปลายเป็นมุมแหลม 45° ใช้เจาะนำให้กับพลาสติกที่มีความแข็งมาก

สกรูชนิด U เป็นสกรูแบบ "Mulip-Inread " ใช้กับงานติดตายหรือถอดใส่บ่อยครั้ง

สกรูชนิด L ใช้กับพลาสติกที่.พี.ชนิดในลอนมีปลายบากทางเฉียง ใช้เจาะนำร่องได้ดี

#### 17. น๊อตสกรู

น๊อตเกลียวมีให้เลือกใช้มากหลายชนิด และทำจากวัสดุต่างชนิดกันตามความเหมาะสมกับงานที่ใช้ เช่น ทำจากทองเหลือง เหล็ก อลูมิเนียม เป็นต้น รูปแบบของเกลียวแต่ละชนิดก็มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความต้องการเป็นหลัก

#### 18. เกลียวยึด

เกลียวยึดปกติทำจาก เหล็กผ่านการชุบแข็ง ใช้สำหรับการจับยึดงานพวกล้อหมุนกับเพลากันการเลื่อน เข้าออกหรือการหมุนตาม

#### 19. สลักเกลียว

สลักเกลียวจะมีปลายทั้ง 2 ข้างปลายด้านหนึ่งจะเป็นเกลียวยึดกับรูของชิ้นงาน อีกด้านหนึ่งสำหรับใช้นัทขันยึดชิ้นงานประกอบเข้าด้วยกัน

#### 20. นัท

นัทเป็นเกลียวในการใช้สำหรับขันยึดติดวัสดุให้ติดกัน เจดยใช้คู่กับสลักเกลียว มีให้เลือกหลายรูปแบบตามความเหมาะสมของงาน

#### 21. แหวนรอง

แหวนรองใช้สำหรับรองสลักเกลียวและนัท ช่วยในการลดแรงและการคลายของเกลียว นอกจากนี้ยังช่วยทำให้พื้นที่การยึดเหนี่ยวมากขึ้น

และช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้ชิ้นงาน แหวนรองมีหลายรูปแบบให้เลือกใช้

## 22. หัวหมุดย้ำ

หมุดย้ำใช้ในงานประกอบที่ถาวร มีรูปแบบให้เลือกหลายชนิด แล้วแต่วัตถุประสงค์ของงาน

## 23. เฟือง

เฟืองใช้สำหรับส่งกำลัง เคลื่อนที่หมุนจาก เฟลาหนึ่ง ไปยัง เฟลาอื่น ๆ เฟืองมีชนิดและขนาดมาตรฐานที่มีผลโดยตรงกับการออกแบบและเขียนแบบ คือในการออกแบบหรือเขียนแบบต้องรู้ถึงชิ้นส่วนต่างๆของ เฟืองให้เข้าใจเสียก่อน โดยเฟืองได้แบ่งออกเป็นชนิดต่างๆคือ เฟืองตรง เฟืองเฉียง เฟืองคอกจอก เฟืองสะพาน และเฟืองตัวหนอน ซึ่งแต่ละชนิดก็ยังได้อีกมากมาย การใช้ส่วนประกอบของ เฟืองตามหลัก เกณฑ์การวัดจะระบุในสูตรระบบเมตริก เท่านั้น

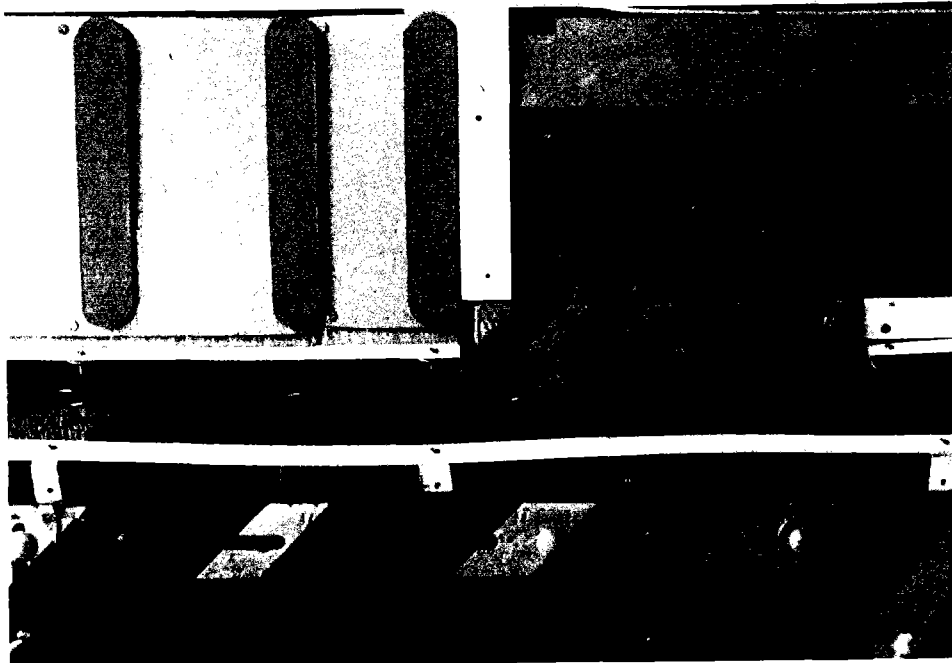
## 24. สายพาน

สายพานเป็นชิ้นส่วนสำคัญในการลดให้เกิดการทางานที่ต่อเนื่อง นิยมทำจากยาง

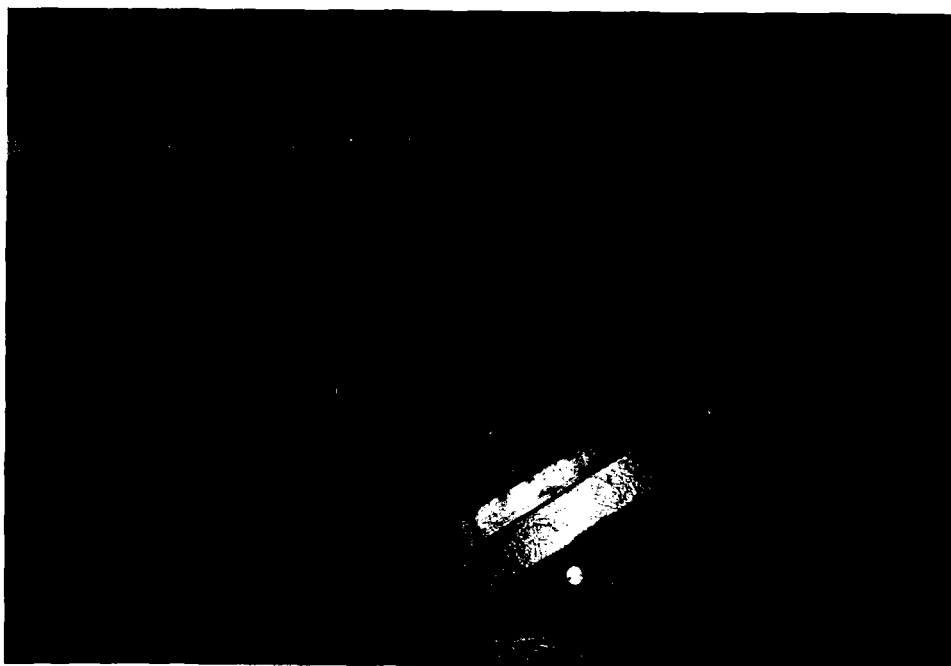
ภาคผนวก



รูปที่ 1 แสดงการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆลงในผนัง



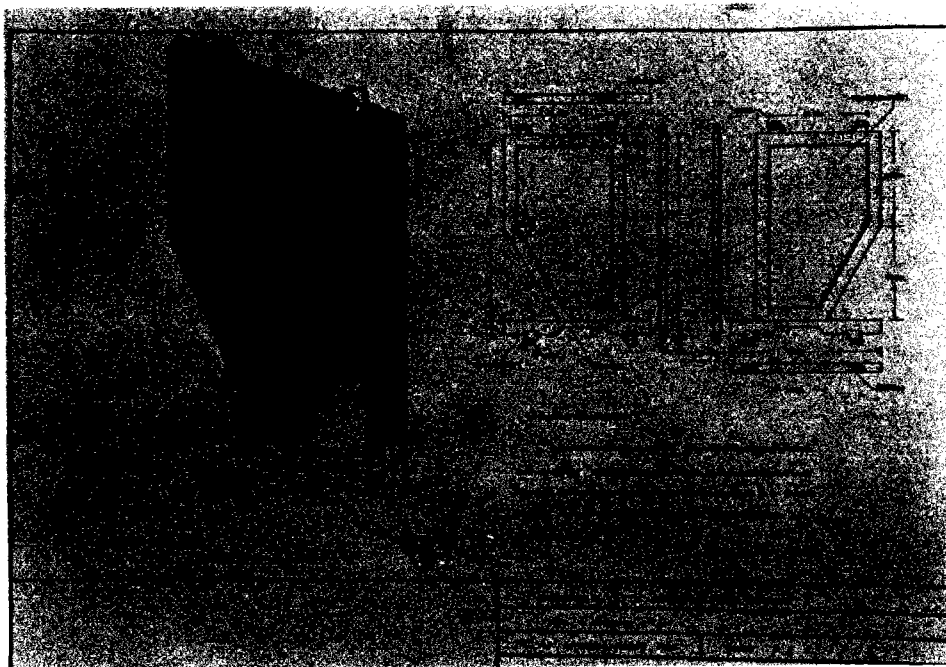
รูปที่ 2 แสดงเฟืองสะพานและเฟืองขับเคลื่อน



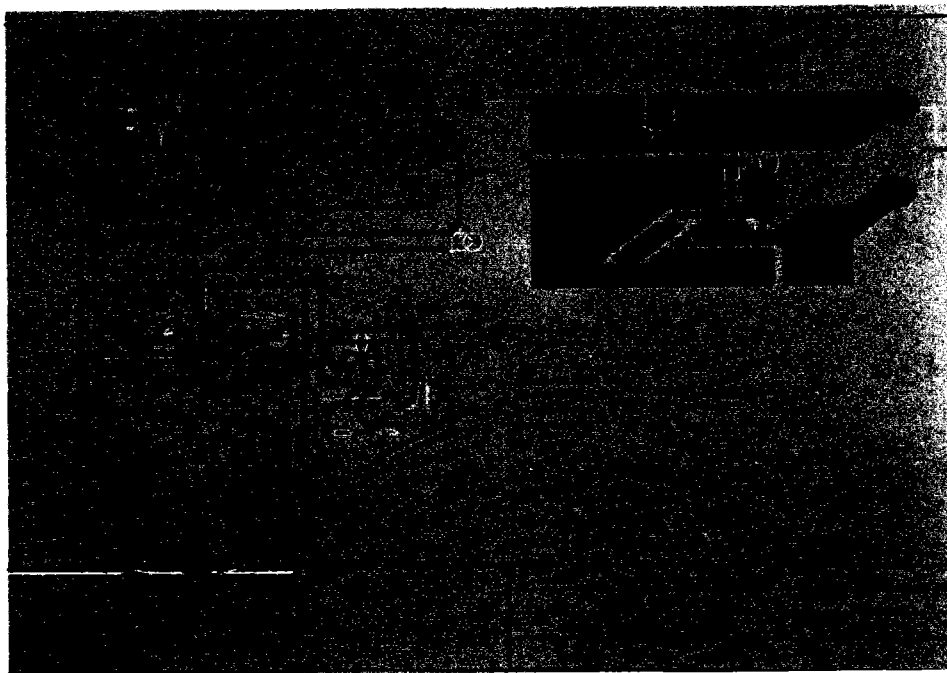
รูปที่ 3 แสดงบานหน้าต่างและการติดตั้ง



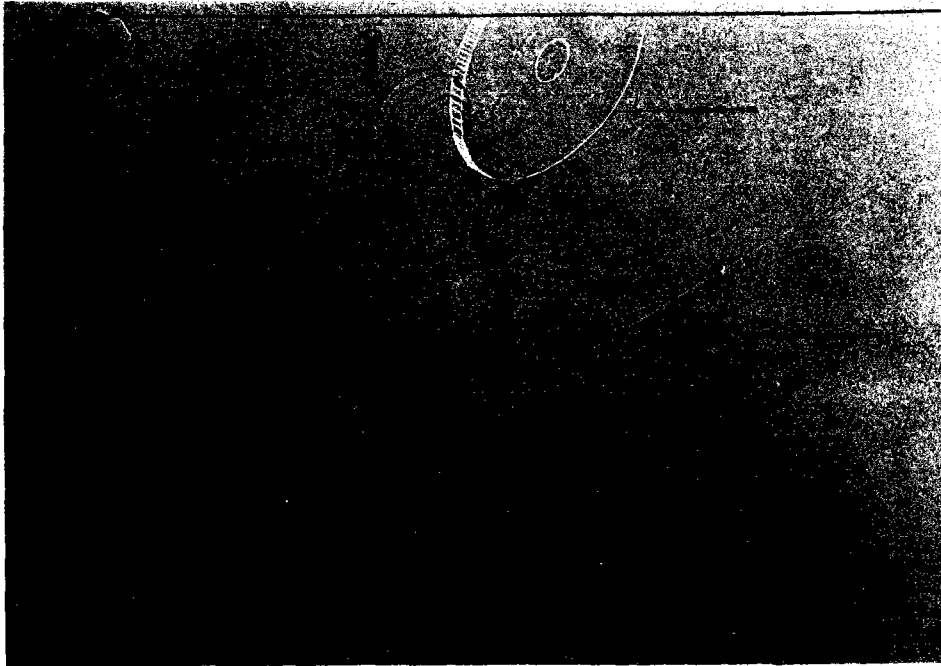
รูปที่ 4 แสดงการติดตั้งที่รับน้ำฝน



รูปที่ 5 แสดงส่วนประกอบของหน้าต่าง



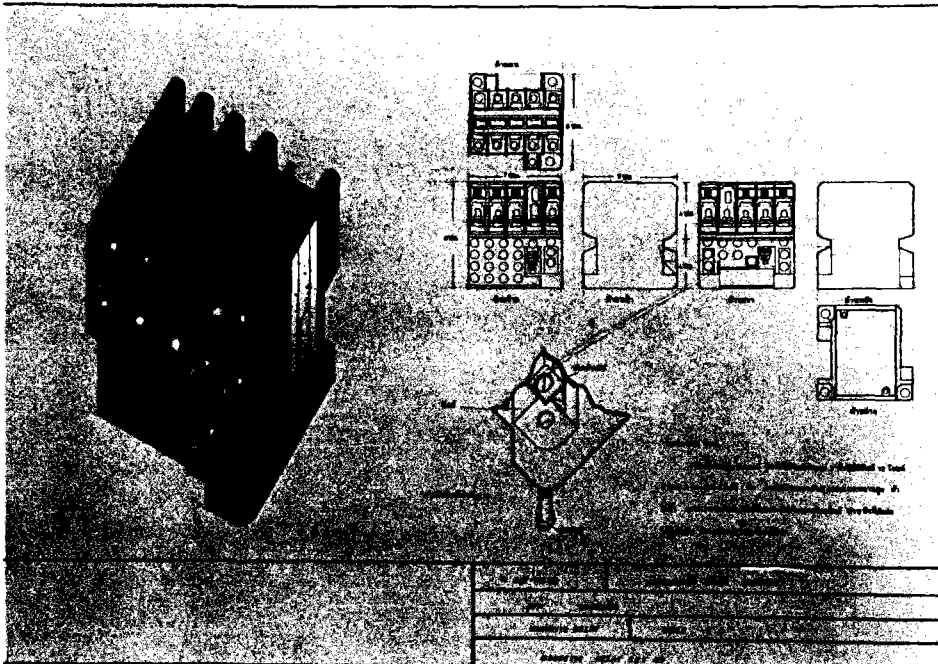
รูปที่ 6 แสดงแบบลายทองแดงวงจรไฟฟ้า



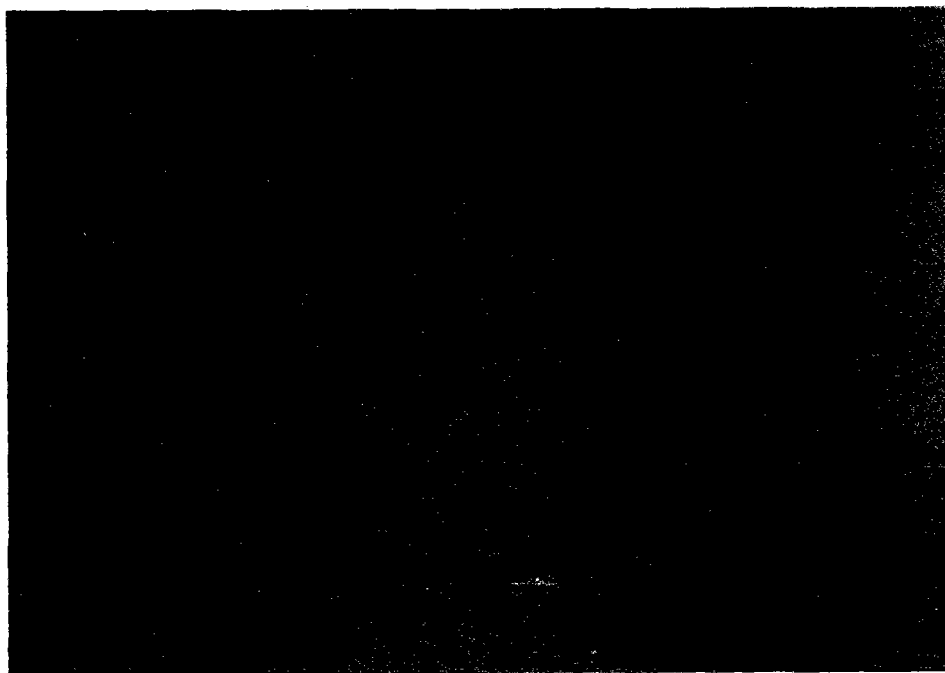
รูปที่ 7 แสดงแบบห้องเฟืองและการประกอบเฟือง



รูปที่ 8 แสดงแบบมอเตอร์ไฟฟ้าชนิด สปลิทเฟด



รูปที่ 9 แสดงแบบของ แมคเนติกรีเลย์



รูปที่ 10 แสดงภาพตัดภายในแสดงส่วนประกอบหน้าต่าง