สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
หัวหน้าสำนักคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น

PIE AND CURRY PUFF WARMING MACHINE FOR 7-ELEVEN ENHANCEMENT PROJECT

นางสาวอัมพวรรณ กามาศย์

MISS. AMPAWAN KAMAT

A022593

เลขหมู่ .....
ทะเบียน 22593
วัน เดือน ปี -7 ก.ค. 2541

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2541

PIE AND CURRY PUFF WARMING MACHINE

FOR

7-ELEVEN ENHANCEMENT PROJECT.

MISS.AMPAWAN KAMAT

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

THESIS SUBMITTED IN PRATIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT

FOR THE DEGREE

BACHELER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

DEPARTMENT OF ARCHITECTURAL EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1998

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ **เครื่องอุ่นพายและกระหรี่พัฟภายในเซเว่น - อีเลฟเว่น**

นักศึกษา นางสาวอัมพวรรณ กามาตย์

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

	รายชื่อ	ลงนาม
อ. อุดมศักดิ์	สาริบุตร	
อ. สถาพร	ดีบุญมี ณ ชุมแพ	
รศ.นพคุณ	สุขสถาน	
อ. มงคล	นภาชัยเทพ	
อ. ดารณี	เพ็งสะและ	
อ. ธเนศ	ภิรมย์การ	
อ. พิศุทธิ์	ศิริพันธุ์	
อ. นิรัช	สุดสังข์	
อ. ประวิทย์	เหลียงกอบกิจ	
อ. เอกชัย	เลิศชำชอง	
อ. ภุชงค์	โรจน์แสงรัตน์	
อ. จตุรงค์	เลาหะเพ็ญแสง	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 11 มี.ค. 41 เวลา 9:00-9:30 สถานที่สอบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

หัวข้อโครงการ	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น
นักศึกษา	นางสาวอัมพวรรณ กามาตย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
อาจารย์ผู้ควบคุมโครงการ	อาจารย์นิรัช สุดสังข์
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม
ภาควิชา	ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2541

บทคัดย่อ

จากการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น ออกแบบปรับปรุงเพื่อการส่งเสริมการขาย และพัฒนารูปแบบให้มีความแปลกใหม่ การดึงดูดความสนใจในส่วนของการประชาสัมพันธ์ตลอดจนรายละเอียดของตัวสินค้า เพื่อสร้างภาพจน์ที่ดีให้แก่ผู้มาใช้บริการ ยังผลให้ผู้มาใช้บริการเกิดความพึงพอใจ ความประทับใจ และการจดจำ เพื่อดึงดูดลูกค้าให้ใช้บริการสินค้าต่อไป วิธีการดำเนินการวิจัยโดยการสำรวจ และรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ จากเอกสาร และการศึกษาจากภาคสนาม เพื่อการศึกษากำหนดปัญหาความจำเป็น ความต้องการของกิจการบริษัท การเสนอหัวข้อ และข้อมูลเบื้องต้น การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ และกรรมวิธีการผลิต การวิเคราะห์โครงสร้างและหลักการใช้งาน การทำหุ่นจำลองเพื่อทดสอบหารายละเอียดของผลิตภัณฑ์ เพื่อประกอบการพิจารณาในการออกแบบขั้นสุดท้าย การเขียนแบบเพื่อการผลิต การนำเสนอผลงานพร้อมข้อมูลฉบับสมบูรณ์ หุ่นจำลองผลการวิจัย สรุปได้ว่าการออกแบบจะเป็นการส่งเสริมการขาย โดยประชาสัมพันธ์จะเป็นลักษณะรูปพายและกะหรี่พัฟ เพื่อการสังเกตได้ง่ายจะเน้นตัวผลิตภัณฑ์เป็นสีขาว ตัวหนังสือสีแดงบนพื้นขาว โลโก้ขาวบนพื้นแดง ซึ่งช่วยให้ดูโดดเด่นน่าสนใจ และชวนให้น่าซื้อ และกับบริการการจัดวางเครื่องโชว์สินค้า เพื่อความสะดวกในการเลือกชมสินค้า จึงใช้วัสดุที่เป็นกระจกสามารถชมสินค้าได้ทั่วถึง การดึงดูดความสนใจโดยการใช้ระบบหมุนโชว์ตัวสินค้าพายและกะหรี่พัฟ ดูแล้วใหม่สดเสมอ มีการนำเสนอราคาโดยใช้ป้ายบอกราคาที่ชัดเจน รวมถึงส่วนหลังคาโชว์ตู้ไฟตัวสินค้า และชื่อพร้อมโลโก้สามารถเห็นได้ชัดเจน และน่าสนใจในคุณภาพ ให้เกิดความต้องการที่จะกลับมาอุดหนุนในโอกาสต่อไป

THESIS TITLE:	PIE AND CURRY PUFF WARMING MACHINE FOR 7-ELEVEN ENHANCEMENT PROJECT.
STUDENT :	MISS. AMPAWAN KAMAT
ADVISER:	MR. CHATURONG LOUHAPENSANG
LEVEL OF STUDY:	BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION (INDUSTRIAL DESIGN) B.S.I. Ed (INDUSTRIAL DESIGN)
DEPARTMENT:	ARCHITECTURAL EDUCATION, KMITL
YEAR:	1998

ABSTRACT

The purpose of resarch for design and improve the warning pie and curry-puff in seven eleven to promotion and develop the newstyle.They can persuade and sodisft of personal relationship and memorize to customer.The researcher investigate and collected data from interview, documentary to edu cate and the essential, The company desiremetnt, thematerial analyzing and process. The structural and the principle to final design. Theconclusion to promotion by the public design by the pie and emphasis the label in write letter to presuade the customer to show pie and curry-puff fresh and daily made. And interst in ability want to retire come in sold on next.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับการอุปการะและสนับสนุน โดยได้รับการช่วยเหลือในด้านการศึกษาตลอดมา ซึ่งข้าพเจ้าได้ใคร่ขอความกรุณาเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

บิดา มารดา นายมา กามาตย์ และนางอุทัย กามาตย์ ผู้ให้ความอบอุ่นอุปการะคุณในด้านการเงินทุน และกำลังใจในการเล่าเรียน ตลอดจนได้เลี้ยงดูตั้งแต่เล็กจนโต และได้รับการศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษานี้อย่างราบรื่น

อาจารย์นิรัช สุดสังข์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
และอาจารย์ที่ปรึกษาภาคเอกสารและข้อมูล

อาจารย์จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง อาจารย์ที่ปรึกษาในการออกแบบของการวิจัย

อาจารย์ทุกท่านในโครงการภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาให้แก่ข้าพเจ้านางสาวอัมพวรรณ กามาตย์

ขอขอบคุณ คุณวาสนา สงวนสัตย์ ผู้จัดการฝ่ายเมอร์ชั่น ไดซ์ ฟาสฟู้ด เซเว่น-อีเลฟเว่น

ขอบคุณ คุณปกรณ์ ลีณะกิตติ รองผู้จัดการทั่วไป บริษัท CP

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....V

สารบัญภาพ.....VI

คำนิยามศัพท์.....VII

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ.....1

วัตถุประสงค์ของโครงการ.....2

ที่มาของปัญหา.....3

ปัญหาที่เกิดขึ้น.....4

แนวทางแก้ปัญหา..... 4

วิธีดำเนินการวิจัย.....9

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล..... ..9

ขอบเขตของงานออกแบบ..... 10

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....10

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องพายและกะหรี่พัฟ.....11

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบริษัทเซเว่น-อีเลฟเว่น.....38

การศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ.....75

ความสัมพันธ์เรื่องสัดส่วนมนุษย์ที่เกี่ยวข้องต่อการออกแบบ.....136

ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....146

ข้อมูลเกี่ยวกับระบบภายในและพลังงานที่เกี่ยวข้อง.....162

การออกแบบกราฟฟิคและจิตวิทยาการใช้สี.....203

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....211

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

-แหล่งสำรวจและรวบรวม _____ 216

-แหล่งที่มาของข้อมูล _____ 217

-วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล _____ 217

-สถิติที่ใช้ในการวิจัย _____ 218

-วิธีสร้างเครื่องมือวิจัย _____ 218

4 ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย _____ 220

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ _____ 221

การนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม _____ 238

การเขียนแบบเพื่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม _____ 250

5 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สรุปความเป็นมาและกรอบความคิดในการวิจัยโดยย่อ _____ 260

สรุปผลการวิจัย _____ 260

อภิปรายผล _____ 260

ข้อเสนอแนะ _____ 261

รายการอ้างอิง _____ 262

ภาคผนวก ก.

ภาคผนวก ข.

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 สัดส่วนของส่วนผสม _____ 17

2 การทดลองโดยใช้ความร้อนต่อวัสดุ_____ 36

3 ตารางเปรียบเทียบรูปแบบของส่วนผสมของการส่งเสริมการจำหน่าย_____49

4 สรุปตัวแปรที่สำคัญในการแบ่งส่วนตลาดอุปโภคบริโภค_____ 68

5 ตารางสรุปมิติส่วนต่างๆของร่างกาย_____ 139

6 ตารางข้อมูลขนาดสัดส่วนมือผู้ชายหญิงและเด็ก_____ 143

7 ตารางแสดงความหนาของโลหะแผ่นชนิดต่างๆ_____ 148

8 ตารางแสดงรายละเอียดของกระจกชนิดต่าง_____ 156

9 ตารางแสดงรายละเอียดของกระจกชนิดต่างๆ_____ 157

10 ตารางการผสมก๊าซเพื่อให้ได้สีในหลอดนีออน_____ 173

11 ตารางอุณหภูมิของบรรยากาศมาตรฐานที่ระดับความสูงต่าง_____ 183

12 ตารางแสดงการวิเคราะห์พลังงานความร้อนในการอุ่นพายและกะหรี่พัฟ_____ 222

13 ตารางแสดงการวิเคราะห์ระบบการหมุนของเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ_____ 224

14 ตารางแสดงการวิเคราะห์ลักษณะการเกิดบานพับเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ___ 226

15 ตารางแสดงการวิเคราะห์ลักษณะการวางเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ_____ 228

16 ตารางแสดงการวิเคราะห์รูปแบบของสัญลักษณ์ที่ใช้โฆษณา_____ 230

17 ตารางแสดงการวิเคราะห์รูปแบบของป้ายแสดงราคาสินค้า_____ 232

18 ตารางแสดงการวิเคราะห์แกนการหมุนโชว์สินค้า_____ 234

19 ตารางแสดงการวิเคราะห์โครงสร้างส่วนกระจก_____ 236

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1. ภาพแสดงปัญหาส่วนการเปิด-ปิด _____ 3
2. ภาพแสดงปัญหาในส่วนของบานพับเปิด-ปิด _____ 4
3. ภาพแสดงลักษณะการหมุนของส่วนมอเตอร์และเฟือง_____ 5
4. ภาพแสดงส่วนกราฟฟิคด้านหน้าผลิตภัณฑ์_____ 6
5. ภาพแสดงลักษณะของลวดนำความร้อน _____ 7
6. ภาพแสดงลักษณะฝุ่นและแมลงที่เกาะกระจกด้านใน _____ 8
7. ภาพแสดงขั้นตอนการขออนุญาติสิทธิช่อวง 7-ELEVEN _____ 41
8. ภาพแสดงการเปรียบเทียบประเภทของธุรกิจค้าปลีก _____ 44
9. ภาพแสดงการกำหนดระดับราคาสินค้า _____ 47
10. ภาพแสดงปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความสำคัญของการโฆษณาและการขาย _____ 50
11. ภาพแสดงประเภทของสินค้า_____ 51
12. ภาพแสดงการขายโดยบุคคลเป็นการติดต่อกันแบบ 2 ทาง _____ 56
13. ภาพแสดงความหมายของคำว่าตลาด_____ 66
14. ภาพแสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งส่วนตลอดผู้บริโภค _____ 67
15. ภาพแสดงขั้นตอนของกระบวนการวิจัยตลาด _____ 73
16. ภาพแสดงรูปแบบของเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ _____ 75
17. ภาพแสดงส่วนการทำงานของระบบเฟือง _____ 76
18. ภาพแสดงรายละเอียดกราฟฟิคของผลิตภัณฑ์ _____ 76
19. ภาพแสดงรูปแบบการระบายอากาศ _____ 77
20.ภาพแสดงการเปิด-ปิดของบานพับ_____ 77
21. ภาพแสดงระบบการควบคุมของเครื่อง_____ 78
22. ภาพแสดงการทำงานของขนลวดความร้อน_____ 78
23. ภาพแสดงลักษณะของเครื่อง _____ 79
24. ภาพแสดงลักษณะด้านหน้าของเครื่อง _____ 80
25. ภาพแสดงลักษณะการหมุนของเฟือง_____ 81
26. ภาพแสดงลักษณะส่วนการทำงานของขดลวดให้ความร้อน_____ 82

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
27. ภาพแสดงส่วนโครงสร้าง	83
28. ภาพแสดงลักษณะการวางเครื่องด้านข้าง	83
29. ภาพแสดงลักษณะปุ่มควบคุมการทำงานของเครื่อง	84
30. ภาพแสดงปุ่มเปิด-ปิด บานพับ	84
31. ภาพแสดงลักษณะปลั๊ก-สายไฟออกของเครื่อง	85
32. ภาพแสงลักษณะทั่วไปและส่วนประกอบภายในเตาอบไมโครเวฟ	86
33. ภาพแสดงคลื่นไมโครเวฟเข้าสู้ห้องอบ	87
34. ภาพกลไกการสร้างคลื่นไมโครเวฟ	88
35. ภาพแสดงลักษณะของเตาอบไมโครเวฟ	90
36. ภาพแสดงคลื่นในเตาอบไมโครเวฟ	91
37. ภาพคลื่นจะเข้าไปในเนื้อเยื่อและทำให้เกิดความร้อน	92
38. ภาพคลื่นจะสะท้อนกลับเมื่อปะทะกับโลหะ	92
39. ภาพคลื่นจะผ่านแก้วหรือกระเบื้องโดยไม่เกิดความร้อน	92
40. ภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆภายในเตาอบไมโครเวฟ	93
41. ภาพแสดงส่วนประกอบภายในของเตาอบไมโครเวฟ	93
42. ภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆในเตาอบไมโครเวฟ	94
43. ภาพแสดงลักษณะการประกอบไทเมอร์เข้ากับหน้าปัทม์ด้านหน้า	94
44. ภาพแสดงลักษณะของรีเลย์อบอาหาร	95
45. ภาพการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในหลอดแมคนีตรอน	96
46. ภาพการส่งคลื่นแมคนีตรอน	97
47. ภาพพวงจรไฟฟ้าในขณะที่เตาอบไมโครเวฟทำงาน	97
48. ภาพระบบสื่อสารที่ใช้คลื่นไมโครเวฟ	103
49. ภาพวงจรเรโซแนนซ์แบบโพรง	103
50. ภาพสายนำสัญญาณแบบต่างๆ	103
51. ภาพการใช้ขดลวดเฮลิกซ์เป็นโครงสร้างคลื่นช้าในหลอดคลื่นจร	106
52. ภาพลักษณะของเครื่องปิ้งขนมปัง	108
53. ภาพส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องปิ้งขนมปัง	108

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

54. ภาพชุดหน่วงเวลาแบบไบ-เมทอล_____ 110
55. ภาพลวดความร้อนที่บังคับแผ่นไบ-เมทอล_____ 110
56. ภาพแสดงถึงชุดหน่วงเวลาและกลไกการทำงานต่างๆ_____ 111
57. ภาพช่วยเวลาที่เครื่องกำลังทำงาน_____ 112
58. ภาพช่วยเวลาที่เครื่องตัดการทำงาน_____ 112
59. ภาพเตาอบไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ_____ 113
60. ภาพส่วนประกอบของเตาอบไฟฟ้า_____ 114
61. ภาพโครงสร้างของเตาอบไฟฟ้า_____ 114
62. ภาพวงจรการทำงานของเตาอบไฟฟ้า_____ 115
63. ภาพลวดความร้อนที่ใช้ในเตาอบไฟฟ้า_____ 115
64. ภาพแสดงลักษณะการซื้อขายระหว่างผู้ซื้อ-ผู้ขาย_____ 121
65. ภาพแสดงลักษณะหน้าร้านเซเว่น-อีเลฟเว่น_____ 122
66. ภาพแสดงแผนผังการจัดวางภายในร้าน_____ 123
67. ภาพแสดงอักษรแบบมีเชิง_____ 124
68. ภาพแสดงอักษรแบบไม่มีเชิง_____ 125
69. ภาพแสดงอักษรแบบตัวเขียน_____ 125
70. ภาพแสดงอักษะแบบตัวอาลักษณ์_____ 126
71. ภาพแสดงขนาดของตัวอักษร_____ 127
72. ภาพแสดงขนาดและสัดส่วนของตัวอักษร_____ 129
73. ภาพแสดงตัวอักษรแบบปรกติ_____ 130
74. ภาพแสดงตัวอักษรแบบตัวแคบ_____ 130
75. ภาพแสดงตัวอักษรแบบตัวกว้าง_____ 131
76. ภาพแสดงการตีเส้นกำกับบรรทัด_____ 132
77. ภาพแสดงการนับจำนวนตัวอักษะ_____ 132
78. ภาพแสดงการประมาณความกว้างของตัวอักษะและช่องไฟ_____ 133
79. ภาพแสดงการร่างตัวอักษะ_____ 133
80. ภาพแสดงการลงหมึกหรือสี_____ 134

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

81. ภาพแสดงรูปแบบตัวอักษรที่แตกต่างกันแต่ใช้กฎเกณฑ์อย่างเดียวกัน_____ 135

82. ภาพแสดงการยืดขยายและหดของตัวอักษร_____ 135

83. ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของผู้ชายและผู้หญิงขณะยืนและนั่ง_____ 137

84. ภาพแสดงการเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของเครื่องเรือนสำหรับชาวไทย และชาวตะวันตก_____ 138

85. ภาพแสดงสูตรการคำนวณหาความสูง_____ 140

86. ภาพแสดงข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศหญิงขณะยืนที่แผงควบคุม_____ 141

87.ภาพแสดงข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศชายขณะยืนที่แผงควบคุม_____ 142

88. ภาพแสดงข้อมูลขนาดสัดส่วนมือของผู้ชาย ผู้หญิง และเด็ก_____ 143

89. ภาพแสดงข้อมูลตัวเลขพื้นฐานเกี่ยวกับสายตามนุษย์_____ 144

90. ภาพแสดงการต่อลวดความร้อนกับเต้าเสียบ_____ 163

91. ภาพแสดงลักษณะของสวิตช์_____ 163

92. ภาพลักษณะของหลอดไฟฟ้าที่ “เอดิสัน” คิดขึ้น_____ 166

93. ภาพลักษณะของหลอดไฟในปัจจุบันชนิดเบี้ยวและเกลียว_____ 167

94. ภาพส่วนประกอบที่สำคัญของหลอดที่เปล่งแสงจากไส้หลอด_____ 168

95. ภาพลักษณะของหลอดแสงจันทร์_____ 170

96. ภาพหลอดนีออน_____ 171

97. ภาพแสดงหลอดนีออนที่ใช้เป็นหลอดประดับ_____ 172

98. ภาพแสดงวงจรต่อใช้งานของหลอดนีออนที่ใช้ในงานโฆษณา_____172

99. ภาพหลอดฟลูออเรสเซนต์_____ 173

100. ภาพหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ_____ 173

101. ภาพแสดงส่วนประกอบภายในของหลอดฟลูออกเรสเซนต์_____174

102. ภาพวงจรการต่อใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์_____176

103. ภาพแสดงลักษณะของสตาร์ทเตอร์_____ 177

104. ภาพแสดงลักษณะของบาลาสต์_____178

105. ภาพการต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบกลม_____179

106. ภาพการต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดจุดติดเร็วแบบกลม_____ 180

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

107. ภาพหลักการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดจุดติดเร็ว_____ 181
108. ภาพการแบ่งชั้นบรรยากาศในแนวดิ่งตามเกณฑ์อุณหภูมิ_____182
109. ภาพส่วนประกอบและปฏิกิริยาเคมีต่างๆของบรรยากาศในแนวดิ่ง_____ 184
110. ภาพกระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ_____ 187
111. ภาพแสดงส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบยูนิเวอร์ซัล_____ 190
112.ภาพแสดงการเชื่อมต่อของอาร์เมเจอร์กับคอมพิวเตอร์_____ 191
113. ภาพแสดงการทำงานของกลไกมอเตอร์ไฟฟ้าแบบยูนิเวอร์_____ 191
114. ภาพแสดงส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่น ประเภทสปลิต-เฟส_____ 191
115. ภาพแสดงกราฟวัฏจักรไฟฟ้ากระแสสลับ_____ 193
116. ภาพแสดงแรงกระทำของขั้วแม่เหล็กที่ต่างกันและรั้วแม่เหล็กที่เหมือนกัน_____ 193
117. ภาพแสดงส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่นประเภทเชคเดค-โพล_____ 194
118. ภาพแสดงลักษณะของเฟืองตรง_____ 196
119. ภาพแสดงลักษณะของเฟืองเฉียง_____ 196
120. ภาพแสดงลักษณะของเฟืองราว_____ 197
121. ภาพแสดงลักษณะของเฟืองตรงและฟีเนียน_____ 197
122. ภาพแสดงลักษณะของเฟืองดอกจอก_____ 198
123. ภาพแสดงลักษณะของเฟืองหนอน_____198
124. ภาพแสดงลักษณะของลูกเบี้ยวรัศมี_____ 200
125. ภาพแสดงลักษณะของลูกเบี้ยวทรงกระบอก_____ 200
126. ภาพแสดงลักษณะของลูกเบี้ยวเชิงเส้น_____ 202
127. ภาพแสดงของลูกเบี้ยวแบบ POSITIVE ACTION_____202
128. SKETCH DESIGN 1_____ 238
129. SKETCH DESIGN 2_____ 238
130. SKETCH DESIGN 3_____ 239
131. PRESENTATION _____ 239
132. PRESENTATION_____ 240
133. PRESENTATION_____ 240

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

134. PRESENTATION_____ 241
135. PRESENTATION_____ 241
136. PRESENTATION_____ 242
137. PRESENTATION_____ 242
138. PRESENTATION_____ 243
139. PRESENTATION_____ 243
140. PRESENTATION_____ 244
141. PRESENTATION_____ 244
142. PRESENTATION_____ 245
143. PRESENTATION_____ 245
144. PRESENTATION_____ 246
145. PRESENTATION_____ 246
146. MODEL_____ 247
147. MODEL_____ 247
148. MODEL_____ 248
149. MODEL_____ 249

คำนิยามศัพท์

โครงการ ; น. แผนหรือเค้าโครงการตามกะกำหนดไว้

ออกแบบ ; ก. ทำเป็นต้นแบบ, ทำเป็นแผนผัง

ปรับปรุง ; ก. แก้ไขให้เรียบร้อยขึ้น

เครื่อง ; น. สิ่ง, สิ่งของ, สิ่งสำหรับประกอบกันเช่น เครื่องอะไหล่ ของที่ทำขึ้นสำหรับใช้ในการต่างๆ

อุ่น ; ทำให้ร้อน ; ว. ค่อนข้างร้อน, ไม่ร้อนไม่หนาว

พาย ; ขนมชนิดหนึ่งทำด้วยแป้งมีไส้

กะหรี่พัฟ ; น.ของกินชนิดหนึ่งใช้แป้งสาลีห่อไส้ผสมผงกะหรี่แล้วจับจีบคล้ายหอยแครง ทอดน้ำมัน

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมนุษย์เราได้มีการพัฒนากันในหลาย ๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาทางด้านการทำงาน ก็จะมีการแข่งขันในลักษณะที่แข่งกันทำงาน การทำกิจกรรมการค้าต่าง ๆ ก็จะมีการแข่งขันกันมากขึ้น ซึ่งการประสบความสำเร็จต้องอาศัยกลยุทธ์ในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นส่วนของโฆษณา การตลาด เป็นต้น

พิไลวรรณ ประกอบผล (2534) ศึกษาความหมายของระบบการตลาดว่า ระบบการตลาด หมายถึง การรวมหัวของระบบย่อย หรือหน่วยงานย่อยต่าง ๆ ในตลาดเข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และหน่วยงานต่าง ๆ เหล่านี้จะเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงไปด้วยกันทั้งระบบ โดยที่ทุก ๆ หน่วยจะขึ้นตรงต่อกันมี ผลกระทบซึ่งกันและกัน และจะเกี่ยวข้องกันตลอดเวลา

จากสภาพสังคมในปัจจุบัน ซึ่งมีการแข่งขันกันสูงในเกือบทุก ๆ ด้าน มนุษย์จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะได้รับความสะดวกสบายในการบริโภค รวมถึงการได้รับประทานอาหารที่สะอาด ถูกอนามัย เพื่อเป็นการชดเชยพลังงานในส่วนที่ต้องสูญเสียไปในการปฏิบัติภาระกิจในแต่ละวันที่มีการแข่งขันกันมากขึ้น ซึ่งอาหารที่หาซื้อได้ง่ายและสะอาดสดใหม่อยู่เสมอ จึงจัดเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ซึ่งก็มีหลายประเภทด้วยกัน แต่ที่จะกล่าวถึงในที่นี้คือ อาหารประเภท พายและกะหรี่พัฟเพราะเป็นอาหารประเภทหนึ่งที่หาซื้อได้ง่ายและใหม่สดอยู่เสมอด้วยเครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟ

ศรีสมร คงพันธุ์ (2536) ได้ศึกษาลักษณะของพายไว้ว่า พายทำจากโดที่มีปริมาณความชื้นต่ำและมีไขมันสูง อัตราส่วนของส่วนผสมนี้รวมเข้ากับการเตรียมโดจะช่วยป้องกันการเกิดโครงสร้างของกลูเตนในโด และเป็นผลให้พายที่อบออกมามีความกรอบเป็นแผ่น หรือกรอบร่วน โครงสร้างที่เป็นรูโพรง เช่น ผลิตภัณฑ์เบอเกอรี่อื่น ๆ ที่ขึ้นฟูนั้นไม่เป็นที่พึงปรารถนาในการทำพาย เพราะเปลือกพายจะต้องรองรับไส้ต่าง ๆ ที่มีความหนืดปานกลาง และมีปริมาณความชื้นสูง โดยไม่ให้ไหลซึมออกมานอกเปลือกพายได้

กลางเบอเกอรี่ (2539) ได้ศึกษาการอบพายไว้ว่า การอบโดยทั่วไปจะอบพายที่อุณหภูมิ 400°F - 435°F ตู้อบควรมีความร้อนดีพอใจการที่จะอบเพื่อให้เกิดสีแก่เปลือกพาย

และป้องกันการเดือดของไส้ที่บรรจุไว้อีกด้วย ตู้อบที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้เปลือกพายเกิดสีซ้า และผลไม้ที่อยู่ในไส้จะเดือด ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ไส้ผลไม้ที่เดือดนี้ไหลออกมาจากเปลือกพาย ความสำคัญของตู้อบอยู่ที่ควรมีไฟล่างที่สม่ำเสมอ ซึ่งจะทำให้เปลือกพายชั้นล่างสุกอย่างทั่วถึง พร้อมกับการสุกของเปลือกพายชั้นบน ความชื้นจากไส้จะทำให้ลำบากต่อการที่จะอบเปลือกพายชิ้นล่างให้สุกอย่างทั่วถึง ถ้าความร้อนจากตู้อบไม่ถูกต้องคือไฟล่างไม่ร้อนพอ ก็จะทำให้เปลือกพายชั้นล่างไม่สุกและแฉะได้

ปัจจุบันได้มีการนำเอาหลักทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการใช้ของมนุษย์ รวมถึงเทคโนโลยีต่าง ๆ มาพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์อุ่นแบบต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพที่ตอบสนองการใช้งานของผู้อุปโภคให้มากขึ้น ผลิตภัณฑ์เครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟมีหลักการทำงานของเครื่อง โดยการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าจากขดลวดเป็นพลังงานความร้อนในการอุ่นพายและกะหรี่พัฟให้ร้อนน่ารับประทานอยู่เสมอ แต่ปัญหาของตัวผลิตภัณฑ์เอง และเกิดจากพฤติกรรมการใช้งานของผู้อุปโภค แต่ผลิตภัณฑ์ก็ได้รับการพัฒนาเรื่อยมา โดยการศึกษาถึงปัญหาของตัวผลิตภัณฑ์ และพฤติกรรมการใช้งานของผู้อุปโภคแล้วนำมาทำการวิเคราะห์ และปรับปรุงแก้ไขให้เกิดข้อบกพร่องน้อยที่สุด บริษัทดาร์กอนก็เช่นเดียวกันได้ให้ความสำคัญในการปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์เครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟ ในด้านของคุณภาพสินค้ามาโดยตลอด ได้มีการพัฒนารูปแบบ และประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องให้ตรงกับความต้องการของผู้อุปโภคโดยได้ทำการวิเคราะห์ และศึกษาถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและนำไปพัฒนาปรับปรุงแก้ไขตัวผลิตภัณฑ์ต่อไป

ผู้จัดทำจึงได้นำเสนอโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ ภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น นำเสนอที่บริษัทดาร์กอนผู้ที่ผลิตเครื่องอุ่นพาย ภายใต้ชื่อ “ผลิตภัณฑ์มายช้อยส์ปิ้งพาย” โดยการที่จะทำการวิจัยถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวผลิตภัณฑ์ และพฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภค นำเอามาวิเคราะห์เพื่อที่จะทำการออกแบบปรับปรุงแก้ไข ผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานให้มากขึ้น และเพื่อที่จะได้เป็นแนวทางการออกแบบครั้งต่อไป

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เพื่อออกแบบปรับปรุง เครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น

ที่มาของปัญหา

พฤติกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวเนื่องกับการใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟ จะก่อให้เกิดปัญหาใน 2 ลักษณะด้วยกันคือ ปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวของผลิตภัณฑ์ และปัญหาที่เกิดขึ้นจากพฤติกรรมการใช้งานของเครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟที่เกิดกับผู้ใช้ดังกล่าวเป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

ภาพที่ 1

แสดงปัญหาส่วนการเปิด - ปิด



ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. ปัญหาในส่วนของการเปิด - ปิด ประตูเปิด-ปิด มีช่องว่างมากเกินไปทำให้สิ้นเปลืองพลังงานความร้อนในการอุ่น

แนวทางในการแก้ปัญหา

ศึกษาถึงปัญหาเพื่อทำการออกแบบปรับปรุงให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน

ภาพที่ 2

แสดงปัญหาในส่วนของบานพับเปิด - ปิด



ปัญหาที่เกิดขึ้น

2. ปัญหาในส่วนที่เป็นบานพับเปิด-ปิด ของประตูด้านหน้าผลิตภัณฑ์ไม่แข็งแรง อาจหลุดได้ ถ้าเกิดการเปิด - ปิดบ่อย ๆ และรุนแรง

แนวทางในการแก้ปัญหา

ศึกษาระบบการเปิด - ปิดของบานพับ และวิเคราะห์บานพับในแต่ละชนิด เพื่อนำมาทำการออกแบบปรับปรุง

ภาพที่ 3

แสดงลักษณะการหมุนของส่วนมอเตอร์และเฟือง



ปัญหาที่เกิดขึ้น

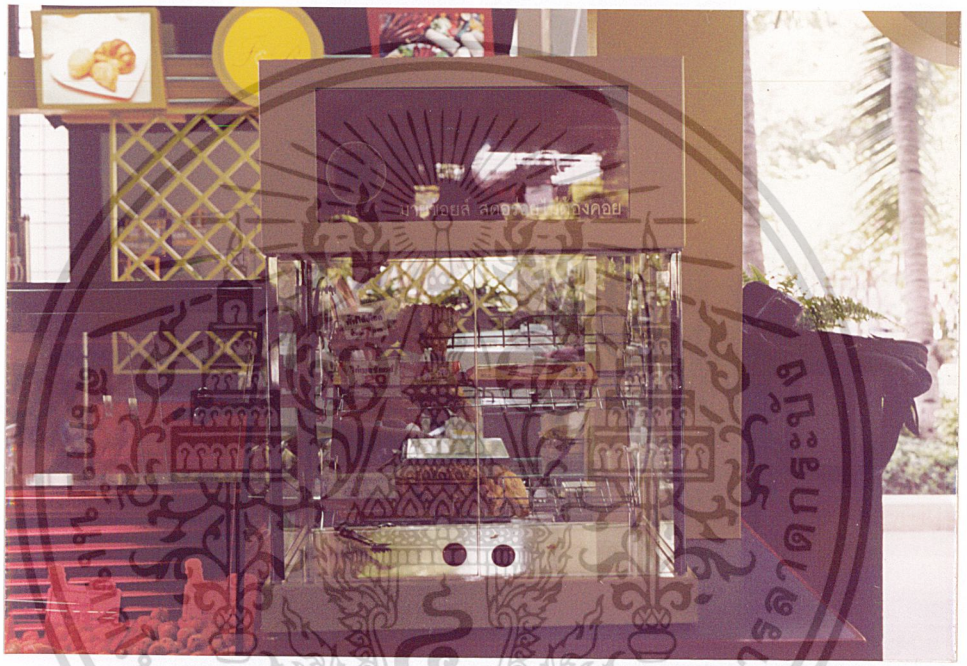
3. ในส่วนของการเลื่อนหมุนของมอเตอร์และเฟือง การเลื่อนหมุนที่สะดวกจึงต้องหยอดจาระบีลงตรงเฟืองหมุนทำให้เกิดความสกปรกต่อผลิตภัณฑ์

แนวทางในการแก้ปัญหา

ศึกษาถึงระบบการเลื่อนหมุนของเฟืองกับตัวมอเตอร์เพื่อทำการออกแบบปรับปรุง

ภาพที่ 4

แสดงส่วนกราฟฟิคด้านหน้าผลิตภัณฑ์



ปัญหาที่เกิดขึ้น

4. ในส่วนของกราฟฟิคบอกราคา และประเภทของกะหรี่พัฟ และพายขาดความเหมาะสมและสัมพันธ์กับตัวผลิตภัณฑ์

แนวทางในการแก้ไขปัญหา

ศึกษาถึงปัญหาและออกแบบปรับปรุงในส่วนของกราฟฟิคให้มีความเหมาะสมและสัมพันธ์กับตัวผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 5

แสดงลักษณะลวดนำความร้อน



ปัญหาที่เกิดขึ้น

5. ลวดนำความร้อนอยู่ในลักษณะที่มองเห็นเด่นชัดเกินไป ทำให้ขาดความสัมพันธ์ต่อผลิตภัณฑ์ทั้งในด้านความปลอดภัย การใช้งานและความสวยงาม

แนวทางในการแก้ไขปัญหา

ศึกษาและออกแบบปรับปรุงในส่วนของลวดนำความร้อน ให้มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ในลักษณะที่สนองตอบการใช้งาน

ภาพที่ 6

แสดงลักษณะฝุ่นและแมลงเกาะที่กระจกด้านใน



ปัญหาที่เกิดขึ้น

6. กระจกด้านในของตัวผลิตภัณฑ์มีฝุ่นเกาะ ทำให้กะหรี่พัฟและพายที่อยู่ในเครื่องอุ่นดูไม่น่ารับประทาน

แนวทางการแก้ไขปัญหา

ศึกษาถึงปัญหาที่ก่อให้เกิดฝุ่นภายในตัวผลิตภัณฑ์เพื่อทำการออกแบบปรับปรุ ง

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดปัญหาของงานวิจัย
   - การสังเกต
   - การสอบถาม
2. การวางแผนการวิจัย
   ศึกษาค้นคว้าข้อมูลภาคทฤษฎีและภาคสนาม
3. การรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. การสรุปข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ
6. การออกแบบและการเขียนแบบ
7. การสร้างหุ่นจำลอง
8. การนำเสนอ

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. เพื่อศึกษาถึงรูปแบบและการใช้งานของเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ
2. เพื่อศึกษาถึงรูปแบบ และการใช้งานของเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟที่มีอยู่ในปัจจุบัน
3. เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมการใช้งานของมนุษย์และผู้ใช้งาน
4. เพื่อศึกษาถึงระบบโครงสร้างต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ
5. เพื่อศึกษาถึงขนาดและสัดส่วนต่าง ๆ ของมนุษย์
6. เพื่อศึกษาถึงประเภทและชนิดของมินิมาร์ทในปัจจุบัน
7. เพื่อศึกษาถึงวัสดุที่นำมาใช้และกรรมวิธีในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
8. เพื่อศึกษาถึงระบบกลไกที่เกี่ยวข้องกับงานออกแบบ
9. เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์ข้างเคียงและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
10. เพื่อศึกษาประวัติความเป็นมาของบริษัทดาร์กอน
11. เพื่อศึกษาถึงจิตวิทยาในการเลือกใช้สีที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบ

ขอบเขตของงานออกแบบ

1. ออกแบบให้สามารถเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น
2. ออกแบบให้สามารถถอดประกอบและสะดวกในการซ่อมแซมได้ง่าย
3. ออกแบบให้สะดวกต่อการใช้งาน
4. ออกแบบให้มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน
5. ออกแบบให้สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม
6. ออกแบบให้สามารถมีขนาดและรูปทรงที่ทันสมัยและเหมาะสมต่อการใช้งาน
7. ออกแบบให้ตอบสนองพฤติกรรมในการใช้งานของผู้ใช้ในปัจจุบัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

1. สามารถผลิตได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์เครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟที่มีความเหมาะสมกับการใช้งาน
2. สามารถผลิตเครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟที่ปลอดภัยในการใช้งานมากที่สุด
3. สามารถผลิตเครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟที่อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานมากที่สุด
4. สามารถผลิตเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟที่มีรูปแบบทันสมัยและน่าใช้กว่าเดิม
5. สามารถที่จะเป็นแนวทางในงานออกแบบผลิตภัณฑ์ในครั้งต่อไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิดทฤษฎีตลอดจนงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น โดยนำเสนอไว้ในที่นี้จำแนกเป็น 8 ตอน คือ

ตอนที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องพาย และกะหรี่พัฟ
ตอนที่ 2 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบริษัทเซเว่น-อีเลฟเว่น
ตอนที่ 3 : การศึกษาข้อมูลภาคสนามเพื่อเป็นแนวทางการออกแบบ
ตอนที่ 4 : ความสัมพันธ์เรื่องสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบ
ตอนที่ 5 : ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ และกรรมวิธีการผลิต
ตอนที่ 6 : ข้อมูลเกี่ยวกับระบบภายในและพลังงานที่เกี่ยวข้อง
ตอนที่ 7 : การออกแบบกราฟฟิคและจิตวิทยาการใช้สี
ตอนที่ 8 : งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดแต่ละตอนมีดังนี้

ตอนที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องพาย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากตำราต่าง ๆ และได้คัดเลือกเรื่องสำคัญที่ควรจะศึกษาเพื่อเป็นความรู้พื้นฐาน ในการทำงานวิจัยโดยได้ทำการสรุปเพื่อให้ได้ข้อมูลที่กระชับได้ใจความ โดยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

ความรู้เรื่องพายและกะหรี่พัฟ (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู. 2538)

พาย

(Pie Crust)

พายทำจากโดที่มีปริมาณความชื้นต่ำ และมีไขมันสูง อัตราส่วนของส่วนผสมนี้รวมเข้ากับการเตรียมโด จะช่วยป้องกันการเกิดโครงสร้างของกลูเตนในโด และเป็นผลให้พายที่อบออกมามีความกรอบเป็นแผ่นหรือกรอบร่วน โครงสร้างที่เป็นรูโพรงเช่นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อื่น ๆ ที่ขึ้นฟูนั้นไม่เป็นที่พึงปรารถนาในการทำพาย เพราะเปลือกพายจะต้องรองรับไส้ต่าง ๆ ที่มีความหนืดปานกลาง และมีปริมาณความชื้นสูง โดยไม่ให้ไหลซึมออกนอกเปลือกพายได้

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำพาย

1.แป้ง แป้งขนมปังหรือแป้งที่มีกลูเตนสูงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ทำเปลือกพาย เพราะแป้งชนิดนี้จะดูดซึมน้ำได้เร็วและกลูเตนจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้แป้งเหนียวและแข็ง แป้งที่อ่อนเช่นแป้งเค้กก็จะไม่ดูดซึมน้ำและเก็บน้ำไว้ได้เร็วเท่า และมักจะเป็นผลให้แป้งที่ได้แฉะเหนียวเหนอะหนะ แป้งที่เหมาะสำหรับทำเปลือกพายควรมีโปรตีนประมาณ 9-10.5% ถ้าไม่มีแป้งชนิดนี้ก็สามารถผสมแป้งอ่อนกับแป้งขนมปังได้ในสัดส่วน 60 : 40 ซึ่งจะให้ผลดีในการทำเปลือกพาย

2.ไขมัน ส่วนใหญ่ใช้เนยขาวในการทำเปลือกพาย ซึ่งมีช่วงของการละลายตัวดีที่สุด เนยขาวจะผสมได้ดีที่สภาพปกติและไม่มีกลิ่นรส ถ้าใช้เนยสดเพื่อที่จะช่วยให้กลิ่นรสดีขึ้น ก็สามารถผสมไปกับเนยขาวได้ประมาณ 30-40% แต่ต้องใส่ในตู้เย็นก่อนนำไปผสมโด ราคาค้นทุนจะสูงขึ้น ถ้าใช้เนยสมผสมด้วย และก็ไม่สู้จำเป็นเท่าใดนัก เพราะกลิ่นรสของเนยสดอาจหายไปได้หรือถูกกลบด้วยกลิ่นของผลไม้และเครื่องเทศที่ใส่เป็นไส้

3.น้ำเย็น ในการทำแป้งพายควรใช้น้ำเย็น โดยเฉพาะในฤดูร้อน การใช้น้ำเย็นหรือน้ำแข็งจะช่วยให้ไขมันอยู่ในสภาพแข็ง และป้องกันการเปียกแฉะของโด ปริมาณของน้ำที่จะใช้ต่างกันไปตามชนิดของโด และวิธีการผสม

4.เกลือ ใช้ในระดับ 1.5-2% ของน้ำหนักแป้ง ควรละลายเกลือในน้ำเพื่อให้กระจายไปทั่วโด ถ้าใส่เกลือไปกับแป้งก็อาจจะไม่กระจายไปทั่วก้อนโด

5.นม ถ้าใช้ในรูปนมผงควรละลายในน้ำก่อน ถ้าเติมไปในแป้งโดยตรงอาจทำให้โดแข็งขึ้นหลังจากการผสม เนื่องมาจากการดูดซึมน้ำจะเข้าไปแทนที่หลังจากการผสม นมช่วยเพิ่มความมัน และช่วยให้เกิดสีที่ดีแก่เปลือกพายที่อบสุกแล้ว

6.น้ำตาล ส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำตาล น้ำเชื่อมข้าวโพด หรือเดกซ์โทรส ประมาณ 2-4% ของน้ำหนักแป้ง ปริมาณน้ำตาลระดับนี้จะทำให้เปลือกพายมีสีที่ดีโดยที่ไม่หวาน

การจัดประเภทของเปลือกพาย

ก.ตามความกรอบเป็นแผ่นบาง

ข.ตามชนิดของไส้ที่ใช้บรรจุในเปลือกพาย

ก.ตามความกรอบเป็นแผ่นบาง มีอยู่ 3 ประเภทด้วยกัน

1.เปลือกพายแบบร่วน มีวิธีการทำ คือ ใช้แป้งผสมไปกับเนยขาวจนเป็นแป้งร่วนซุย หลังจากนั้นจึงเติมสารละลายเกลือ นมผง และน้ำตาลลงไป ซึ่งการเติมส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการเตรียมโด ทำการถูกผสมเบา ๆ จนกระทั่งแป้งดูดซึมเข้าไปซึ่งเมื่อถึงจุดนี้โดส่วนใหญ่จะเป็นก้อน และมีบางส่วนที่แฉะ ควรชั่งตวงน้ำด้วยความระมัดระวัง ปริมาณน้ำที่ใช้จะต่างกันไปตามชนิด

ของแป้งที่นำมาใช้ และจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการทำโดของเปลือกพาย ด้วยเหตุนี้เปลือกพายร่วนจึงต้องการน้ำน้อย เพื่อให้แป้งได้รับน้ำน้อยที่สุด เปลือกพายที่อบออกมาจะสามารถหักเป็นเส้นตรงเหมือนคุ้กกี้ได้

2.เปลือกพายที่เป็นเกล็ดยาว เมื่อหักออกจะเห็นเป็นชั้นในระดับต่าง ๆ กัน และจะแสดงการแยกชั้น ซึ่งขนานกับผิวหน้าของเปลือก ทำยากกว่าแบบแรก และจะรองรับไส้ที่ใช้บรรจุได้เพียงพอ และตัดยาก เพราะมันอ่อน พายประเภทนี้จึงเหมาะสำหรับทำพายขนาดเล็กเช่น ทาร์ต เป็นต้น

วิธีทำพายประเภทนี้ ไขมันที่ผสมลงไปกับแป้งจะยังคงอยู่เป็นก้อน ๆ ขนาดเท่ากับลูกวอลนัต เมื่อนำไปเกลี่ยให้เข้ากับแป้ง หลังจากเติมน้ำแล้ว โดจะมีลักษณะเป็นก้อนเล็ก ๆ ไม่เรียบและแฉะ นำไปวางบนโต๊ะแล้วรีดพับ 3 ทบ 3 ครั้ง การรีดจะทำให้เปลือกพายเป็นเกล็ดบาง ๆ ของไขมัน ซึ่งจะทำให้เปลือกพายมีความกรอบเป็นแผ่น

3.เปลือกพายเกล็ดสั้น จะมีลักษณะกึ่งประเภทแรกและประเภทที่สอง การผสมโดคล้ายกับประเภทแรก ต่างกันตรงที่แป้งและไขมันถูกเกลี่ยให้เข้ากันจนมีขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียวแล้วจึงนำมารีดพับ

ข.ตามชนิดของไส้ที่บรรจุ

1.เปลือกพายที่ใช้ใส่ไส้ผลไม้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าพายหน้าปิดหรือเปลือกพายคู่ (Double crust) เนื่องจากต้องทำเปลือกพาย 2 ชิ้น ชิ้นหนึ่งสำหรับรองถาดเพื่อบรรจุไส้ อีกชิ้นหนึ่งสำหรับปิดบนไส้ที่บรรจุไว้ เตรียมจากโดที่มีปริมาณไขมัน 65% อาจเพิ่มปริมาณไขมันได้เพื่อป้องกันเปลือกชั้นล่างไม่ให้แฉะเมื่อไส้ที่ใส่เป็นน้ำ ซึ่งไส้ที่บรรจุนี้จะถูกอบไปกับเปลือกพายในสภาพดิบ เปลือกบนจะปิดคลุมไส้ทั้งหมด เพราะน้ำเชื่อมที่ได้จากน้ำผลไม้และน้ำตาลจะเดือดในระหว่างเปลือกพายกับถาด นอกจากนั้นเปลือกบนยังป้องกันมิให้ผลไม้สุกเกินไป ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของผลไม้ ทำให้ไม่น่ารับประทาน

2.เปลือกพายที่ใส่ไส้คัสตาร์ด เปลือกพายประเภทนี้ทำต่างจากประเภทแรก โดยไส้ที่ใช้ส่วนมากเป็นพวกคัสตาร์ด ซึ่งใส่ไปบนเปลือกพายที่ยังไม่ได้อบสุก ซึ่งมักจะเกิดปัญหาของเปลือกพายไม่สุก และความแฉะของเปลือกพายอยู่เสมอ โดที่ใช้ทำเปลือกพายชนิดนี้ไม่ควรมีไขมันมาก ใช้ประมาณ 50% ก็พอ และจะต้องผสมและปฏิบัติต่างไปจากชนิดแรก คือผสม แป้ง ไขมัน เกลือ และน้ำตาล จนเป็นแป้งเหนียวเรียบ แล้วจึงเติมน้ำอุ่นลงไปผสมโดให้เข้ากันดี การที่โดมีปริมาณไขมันน้อย และใช้น้ำอุ่นเติมจะทำให้โดแห้งเร็ว นำมารีดแล้ววางบนถาดเพื่อรดใส่ไส้คัสตาร์ด

3.เปลือกพายที่อบก่อน หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า พายหน้าเปิดหรือเปลือกพายเดี่ยว (Single crust) เป็นเปลือกพายที่ทำเพียงชิ้นเดียว ใส่ลงในถาดเพื่อรองรับไส้ที่ผ่านการเคี่ยวมาแล้ว เช่น คัสตาร์ดครีม และคัสตาร์ดชิฟฟอน ไส้คัสตาร์ดเหล่านี้จะต้องเคี่ยวให้สุกก่อนที่จะเทลงบน

เปลือกพายที่อบสุกมาก่อนแล้ว และหลังจากเคี่ยวสุกแล้วจะต้องทิ้งไว้ให้เย็นจนข้น บางครั้งอาจใช้เปลือกพายชนิดแรกด้วยกันกับไส้คัสตาร์ดครีมนี้ แต่บางครั้งก็ใช้แยก

ขั้นตอนการทำพาย

1.การผสมแป้งพายมี 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนแรก ผสมไขมันกับแป้งจนกระทั่งไขมันห่อหุ้มแป้ง

ขั้นที่สอง เติมน้ำ และส่วนผสมที่ละลายน้ำได้ลงไปในส่วนผสมแรก ผสมพอที่จะให้น้ำดูดซึมเข้าไปได้ การผสมมากน้อยจะเกี่ยวกับความเป็นแผ่นกรอบของแป้งพายตามที่ต้องการ ถ้าผสมมากเกินไปจะทำให้แป้งเหนียว หดตัว และขาดความเป็นแผ่นกรอบ

2.การพักโด หลังจากผสมแล้ว ควรเก็บโดไว้ในตู้เย็นหลายๆ ชั่วโมง การพักโดไว้ในที่เย็นจะทำให้น้ำกระจายเข้าไปทั่วก้อนโด และทำให้ไขมันในโดยแข็งตัว และจะไม่เยิ้มออกมาในระหว่างการรีดทำรูปต่าง ๆ การพักโดในที่เย็นนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ในพายประเภทพายเกล็ดยาว เพราะจะต้องรีดพับหลายครั้ง เพื่อให้เกิดความกรอบเป็นแผ่นบาง

3.การทำเปลือกพายให้เป็นรูป ส่วนใหญ่แล้วพบว่า ปริมาณของโดที่ใช้สำหรับทำเปลือกพายหน้าปิด ซึ่งมี 2 ชิ้นนั้น ควรใช้โดหนัก 180 กรัม สำหรับชิ้นที่วางบนถาด และใช้โดยหนัก 150 กรัม สำหรับชิ้นที่ใช้ปิดไส้ สำหรับถาดที่มีความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว และบรรจุไส้หนัก 730 กรัม ถึง 780 กรัม เปลือกพายสำหรับไส้คัสตาร์ดที่ใช้ถาด 9 นิ้วควรหนัก 190 กรัม และสำหรับเปลือกพายหน้าเปิดหรือพายชิ้นเดียวนั้นควรหนัก 180 กรัม สำหรับถาดขนาด 9 นิ้ว และหนัก 130 กรัม สำหรับถาด 8 นิ้ว

นำโดที่แช่เย็นไว้มารีดให้เป็นรูปวงกลมขนาดกว้างกว่าถาดประมาณ 1 นิ้ว โดยให้ความหนา 1/8 ถึง 1/4 นิ้ว ใส่ให้พอดีถาดและระวังอย่าให้มีอากาศอยู่ระหว่างแป้งพายกับถาดเจาะขอบถาดก่อนใส่ไส้สำหรับเปลือก พายหน้าเปิดหรือเปลือกที่ใส่ไส้คัสตาร์ด และเจาะรูบนเปลือกที่ปิดไส้สำหรับพายหน้าปิด

4.เปลือกพายที่ทำเสร็จแล้ว ก่อนที่จะนำไปอบควรทาผิวบนด้วยไข่ หรือนม หรือทั้งไข่และนมผสมกัน เพื่อให้เปลือกพายมีความมันและมีสีเข้ม ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับความต้องการของแต่ละบุคคล แต่อย่างไรก็ตามในการที่จะให้เปลือกพายมีสีน้ำตาลทอง และมีเนื้อสัมผัสที่กรอบและแห้งขึ้น ควรทาด้วยนมปราศจากไขมันก่อนที่จะนำเข้าอบ และเพื่อที่จะให้ตอนบนของเปลือกพายกรอบเป็นแผ่นก็ควรทาด้วยเนยละลาย

5.การอบ โดยทั่วไปจะอบพายที่อุณหภูมิ 400°-435° ฟ ตู้อบควรมีความร้อนดีพอในการที่จะอบ เพื่อให้เกิดสีแก่เปลือกพาย และป้องกันการเดือดของไส้ผลไม้ที่บรรจุไว้อีกด้วย ตู้อบที่

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจธ.
ส๗
ค๕๖๑
2541.

อุณหภูมิต่ำจะทำให้เปลือกพายเกิดสีซ้ำ และผลไม้ที่อยู่ในไส้จะเดือด ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ไส้ผลไม้ที่เดือดนี้ไหลออกมาจากเปลือกพาย ความสำคัญของตู้อบอยู่ที่ควรมีไฟล่างที่ร้อนสม่ำเสมอ ซึ่งจะทำให้เปลือกพายชั้นล่างสุดอย่างทั่วถึง พร้อมกับการสุกของเปลือกพายชั้นบน ความชื้นจากไส้จะทำให้ลำบากต่อการที่จะอบเปลือกพายชิ้นล่างให้สุกอย่างทั่วถึง ถ้าความร้อนจากตู้อบไม่ถูกต้องคือมีไฟล่างไม่ร้อนพอ ก็จะทำให้เปลือกพายชิ้นล่างไม่สกและแฉะได้

สูตรพื้นฐานของเปลือกพาย

1.สูตรเปลือกพายหน้าปิดหรือเปลือกพายหน้าคู่ (Double crust pie)

	%	กรัม
แป้งขนมปัง	50	100
แป้งเค้ก	50	100
นมผงปราศจากไขมัน	2.5	5
เนยขาว	50	100
น้ำตาล	4	8
เกลือ	1.75	3.5
น้ำเย็น ประมาณ	50	100

วิธีผสม

1.1 ผสมแป้ง นมผงเข้าด้วยกัน เกลี่ยกับเนยจนเป็นก้อนเล็ก ๆ

1.2 ละลายน้ำตาลและเกลือลงในน้ำเติมลงในส่วนผสมของแป้งแล้วคนเบา ๆ จนแป้งดูดซึมน้ำ

1.3 พักโดที่มีลักษณะเป็นก้อน และเหนียวเหนอะไว้ 2-3 ชั่วโมง นำมารีดพับ 3 3 ทบ 1 ครั้ง แบ่งเป็นชิ้นเท่า ๆ กัน ให้มีน้ำหนักประมาณ 200 กรัม สำหรับชิ้นล่างของถาดขนาด 8 นิ้ว รีดให้หนาประมาณ 1/8 นิ้ว เป็นวงกลมให้ใหญ่กว่าขอบถาดสำหรับเปลือกชิ้นบนชั่งโดให้หนัก 135 กรัม แล้วรีดออกให้บางกว่าเปลือกล่าง เปลือกพายชนิดนี้ไม่ต้องอบให้สุกก่อน เมื่อบรรจุไส้และปิดหน้าเรียบร้อยแล้วจึงนำเข้าอบ

2. สูตรเปลือกพายไส้คัสตาร์ด

	%	กรัม
แป้งขนมปัง	50	500
แป้งเค้ก	50	500

22503

น้ำตาล	4	40
เกลือ	1.75	15
นมผงปราศจากไขมัน	3	30
เนยขาว	35	340
น้ำอุ่น ประมาณ	40	400

วิธีผสม 2.1 ร่อนแป้ง น้ำตาล เกลือ นมผง เข้าด้วยกัน แล้วผสมไขมันลงไปจนเป็นแป้งเรียบเติมน้ำอุ่นลงไปแล้วผสมให้เข้ากันดีจนแป้งเรียบเนียน พักโดไว้ 2 ชั่วโมง

2.2 ชั่งโดหนัก 150 กรัม สำหรับถาดขนาด 6 นิ้ว รีดให้เป็นวงกลมหนาประมาณ 1/8 นิ้ว และให้มีขนาดใหญ่พอที่จะคลุมถาดได้ แล้วตั้งพักไว้อีกประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดเปลือกพาย เปลือกพายชนิดนี้ไม่ต้องอบก่อน เมื่อบรรจุไส้แล้วจึงอบพร้อมกัน

3. สูตรเปลือกพายหน้าเปิดหรือเปลือกพายเดี่ยว (Single crust pie)

	%	กรัม
แป้งขนมปัง	50	500
แป้งเค้ก	50	500
เนยขาว	50	500
เกลือ	1.5	15
น้ำแข็งเย็น	30	300

วิธีผสม ร่อนแป้ง และผสมไขมันลงไป เกลี่ยไปมาด้วยส้อมหรือมีด หรือใช้ซี่ลวดผสมแป้งพายจนส่วนผสมมีขนาดเป็นเม็ดเท่าเมล็ดถั่ว ละลายเกลือในน้ำ แล้วเติมลงไปในส่วนผสมของแป้งทีละน้อยจนกระทั่งส่วนผสมเป็นก้อนพอจับกันเป็นโด ตั้งพักไว้ 2-3 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่ง ให้มีน้ำหนัก 250 กรัม สำหรับถาดขนาด 9 นิ้ว นำมารีดให้เป็นวงกลมหนาประมาณ 1/8 นิ้ว ใส่ให้พอดีถาด อย่าให้อากาศเข้าไปในระหว่างถาดกับเปลือกพายได้ เจาะรูด้วยส้อมที่ริมขอบและตรงก้นถาด แล้วทาด้วยไข่ก่อนที่จะนำไปอบ หรือจะไม่ทาไข่ก่อนอบก็ได้ เปลือกพายชนิดนี้จะต้องอบให้สุกก่อน จึงนำมาบรรจุไส้

ไส้พาย (Pie Fillings)

ไส้ที่นำมาบรรจุในเปลือกพายมี 3 ชนิดด้วยกันคือ ไส้ผลไม้ ไส้คัสตาร์ด และไส้ครีม ซึ่งแต่ละชนิดประกอบด้วยส่วนผสมต่าง ๆกัน ส่วนผสมที่ใช้ในการทำไส้พายส่วนใหญ่ได้แก่ ผลไม้และน้ำผลไม้ น้ำตาล น้ำ เกลือ สตาร์ช นม ไข่ และสารที่ให้กลิ่นรส ซึ่งส่วนผสมแต่ละอย่างก็ทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน ดังต่อไปนี้

1. หน้าที่ของส่วนผสม

1.1 ผลไม้และน้ำผลไม้ ทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบหลักของไส้พายหน้าปิด ผลไม้จะช่วยให้เกิดเป็นเนื้อ (Body) ของไส้ ให้กลิ่นรส สี รสชาติและกลิ่นหอมของไส้อาจนำมาใช้ได้ทั้งในรูปของผลไม้สด ผลไม้กระป๋อง ผลไม้แช่แข็ง หรือผลไม้ตากแห้ง

1.2 น้ำตาล ช่วยเพิ่มความน่ารับประทานทำให้ไส้ขนมมีเนื้อและเพิ่มคุณลักษณะที่ดีของไส้

1.3 น้ำ ช่วยละลายน้ำตาล ทำให้สตาร์ชเป็นเจลที่มีโครงร่างดี

1.4 เกลือ ช่วยเน้นรสชาติของส่วนผสมอื่น ๆ ให้เด่นชัดขึ้น

1.5 สตาร์ช ใช้ทำให้ไส้ข้นขึ้นจนมีความหนืดที่เหมาะสมต่อการบริโภค ส่วนมากนิยมใช้สตาร์ชข้าวโพด

1.6 นม ช่วยให้เกิดกลิ่นรสและคุณค่าทางอาหารในครีมคัสตาร์ด โดยมากใช้นมสด นมสดระเหย หรือนมผง

1.7 ไข่ ใช้ในการทำไส้คัสตาร์ด ไส้ครีม และไส้ชีฟฟอน ไข่ช่วยให้ไส้ขนมมีคุณภาพดีให้รส กลิ่น สีและทำหน้าที่เป็นตัวที่ทำให้ส่วนผสมข้นขึ้นอีกด้วย

1.8 สารที่ให้กลิ่นรสและเครื่องเทศต่าง ๆ ช่วยเพิ่มกลิ่นรสและกลิ่นหอมของไส้ขนมพายและควรใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

2. สัดส่วนของส่วนผสม

สัดส่วนของส่วนผสมในไส้พายแต่ละชนิดจะมีช่วงเปอร์เซนต์ดังต่อไปนี้

ส่วนผสม	ไส้ผลไม้	ไส้คัสตาร์ด	ไส้ครีม
น้ำตาล	15-25	16-20	15-25
เกลือ	0-1/4	1/8 - 1/4	1/8 - 1/4
แป้งข้าวโพด	3-4	0-1 1/2	4-5
มาร์การีน	0-1 1/2	0-1 1/4	0-3

ผลไม้ต่าง ๆ	35-50	-	-
น้ำผลไม้และเปลือกผลไม้	-	-	4 1/2 - 6 1/2
ไข่ทั้งฟองหรือไข่แดง	-	10-20	10-14
นมผง	-	5-8	0-10
เครื่องเทศ	-	1/8 - 1/2	-
ฟักทอง	-	28-36	-
ช็อกโกแลต	-	-	5-7
โกโก้ผง	-	-	3-4
ของเหลวทั้งหมด	30-45	32-54	48-52

3. ไส้ผลไม้ (สำหรับเปลือกพาย 2 ชิ้น หรือพายหน้าปิด) มีการเตรียมและปฏิบัติดังต่อไปนี้

3.1 การเตรียมผลไม้ สำหรับผลไม้กระป๋องจะมีน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน บรรจุอยู่กับเนื้อผลไม้ ซึ่งอาจจะเป็นน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นสูง ปานกลาง หรือจางโดยที่ความเข้มข้นนี้ จะให้ความหนืดของน้ำเชื่อมซึ่งจะบ่งถึงดีกรีของความหวาน จะเป็นเครื่องวัดว่าควรจะต้องเติมน้ำตาลลงไปอีกมากน้อยเท่าใด ในการเตรียมไส้ขนมพายจะต้องแยกชิ้นผลไม้ออกจากน้ำเชื่อมที่บรรจุอยู่ เคี่ยวน้ำตาลกับน้ำเชื่อมที่แยกออกมาจนได้ความหวานที่ต้องการ แล้วเติมสตาร์ชหรือสารที่ให้ความเหนียวข้นลงไป ต้มจนเป็นเจลใส ถ้าต้องการความหวานเพิ่มก็ควรเติมน้ำตาลที่เหลือลงไปต้มจนน้ำตาลละลาย แล้วจึงเทส่วนผสมที่ต้มสุกดีแล้วลงไปบนเนื้อผลไม้ที่ได้ผสมสีและกลิ่นรสไว้ก่อนเรียบร้อยแล้ว ทิ้งไว้ให้เย็นก่อนที่จะบรรจุในเปลือกพาย

ผลไม้สด ถ้าใช้ผลไม้สดทำไส้พาย ควรเลือกใช้ผลไม้ที่มีเนื้อแน่นและสุกกำลังดี ถ้าเริ่มช้ำควรรีบนำมาทำไส้ขนมทันทีก่อนที่จะมีการเน่าเสีย ในการใช้ผลไม้สดมาทำไส้พาย ควรแบ่งผลไม้ออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกนำไปต้มกับน้ำ น้ำตาล และสตาร์ชจนเป็นเจล และมีสี รส และกลิ่นรสตามต้องการ ส่วนที่เหลืออีก 2 ส่วนนั้นค่อย ๆ คนเข้าไปในเจลที่ต้มสุกแล้ว ทั้งนี้ก็เพื่อให้คงเห็นเป็นชิ้นผลไม้อยู่ และผลไม้ไม่เละ

ปริมาณน้ำและน้ำตาลที่ใช้ในการเตรียมเจล โดยปกติจะใช้น้ำ 65-70% ของน้ำหนักผลไม้สด ปริมาณน้ำตาลที่ใช้จะขึ้นอยู่กับชนิดและความหวานตามธรรมชาติของผลไม้

ผลไม้แห้ง เช่น ลูกเกด ลูกพรุน หรือผลไม้แห้งอื่นๆ เมื่อนำมาใช้ทำไส้พายจะต้องแช่ไว้ในน้ำเพื่อให้คืนรูปเสียก่อน เนื่องจากผลไม้แห้งนั้นถูกขจัดความชื้นออกไปหมดหรือเกือบหมด หรืออาจจะต้มผลไม้แห้งเร็ว ๆ แล้วตั้งทิ้งไว้ในน้ำเดือดก็ได้ ก็จะใช้ได้ผลดีพอๆ กับผลไม้สดและผลไม้กระป๋อง ส่วนน้ำที่เหลือจากการกรองเนื้อผลไม้ออกแล้วก็อาจนำมาใช้ในการต้มเจลได้อีก

3.2 สารที่ให้ความข้นเหนียว สารที่ทำให้ไส้พายข้น โดยทั่วไปใช้สตาร์ชข้าวโพด (comstarch) ซึ่งวัตถุประสงค์ในการใช้สตาร์ชข้าวโพดในไส้พายก็คือ

ก. เพื่อให้ไส้เกิดเป็นเจลอย่างรวดเร็วเมื่อต้ม และช่วยให้ใสขึ้น

ข. ช่วยให้ไส้มีความเลื่อมมัน

ค. ช่วยลดความเปรี้ยวของผลไม้ลง

ง. ช่วยรักษาสีและกลิ่นรสของผลไม้ให้คงไว้

จ. ช่วยให้เจลลงความหนืดพอเมื่อเย็นลง

วิธีการใช้สตาร์ชเพื่อเพิ่มความข้นหนืดให้แก่ไส้พายนั้น ควรใช้สัดส่วนของสตาร์ชต่อน้ำในปริมาณ 3.5 ต่อ 1 แล้วนำไปต้มเพื่อให้เกิดเจล ซึ่งมีความข้นหนืดพอเหมาะ สตาร์ชจะเกิดเป็นเจลที่อุณหภูมิ 155-170°ฟ ถ้าต้องการให้ไส้มีความหวานเกินสัดส่วนนี้จะต้องเติมน้ำตาลลงไปหลังจากที่เกิดเป็นเจลแล้ว เพื่อป้องกันไม่ให้ไส้เหลวเกินไป

ปริมาณการใช้สตาร์ชกับน้ำหรือน้ำผลไม้เพื่อให้เกิดเป็นเจลนั้น ขึ้นอยู่กับความเป็นกรดและปริมาณของเนื้อผลไม้ที่มีอยู่ โดยทั่วไปใช้ในสัดส่วน 95-125 กรัม ของสตาร์ชต่อน้ำหรือผลไม้ 1 กิโลกรัม

3.3 สูตรพื้นฐานของไส้ผลไม้

ไส้สับปะรด (Pineapple Fillings)

ชิ้นสับปะรด	170	กรัม
น้ำ	340	กรัม
น้ำตาล	60	กรัม
สตาร์ชข้าวโพด	50	กรัม
น้ำ	160	กรัม
น้ำตาล	80	กรัม
ชิ้นสับปะรด	330	กรัม

1.ต้มสับปะรดกับน้ำและน้ำตาลจนเดือด

2.ละลายสตาร์ชข้าวโพดลงในน้ำ เติมลงไปในสับปะรดต้ม คนจนกระทั่งข้นใส

3.เติมน้ำตาลส่วนที่สองลงไป ต้มต่อให้เดือด

4.ยกลงจากเตา แล้วเติมชิ้นสับปะรดส่วนที่สองลงไป ตั้งทิ้งให้เย็น แล้วจึงเทลงในเปลือกพายที่ยังไม่ได้อบสุกที่เตรียมไว้ ปิดไส้ด้วยเปลือกพายอีกชิ้นหนึ่ง ทาเปลือกด้วยไข่แล้วอบ

ไส้มะพร้าว (Coconut Fillings)

เนื้อมะพร้าว	220	กรัม
น้ำหรือน้ำมะพร้าว	340	กรัม
น้ำตาล	60	กรัม
สตาร์ชข้าวโพด	50	กรัม
น้ำ	160	กรัม
น้ำตาล	100	กรัม

วิธีทำ

1.ต้มมะพร้าว น้ำ และน้ำตาลจนเดือด

2.ผสมสตาร์ชข้าวโพดในน้ำ เติมลงไปในมะพร้าวที่ต้มแล้วคนจนข้นใส

3.เติมน้ำตาลส่วนที่เหลือลงไป ต้มต่อให้เดือด

4.ยกลงจากเตา ทิ้งให้เย็น แล้วเทลงในเปลือกพายที่ยังไม่ได้อบสุก โรยด้วยผงอบเชยปิดไส้ด้วยเปลือกพายอีกชิ้นหนึ่งนำไปอบ

4.ไส้คัสตาร์ด (สำหรับเปลือกพายชิ้นเดียวหรือพายหน้าเปิด)

ไส้คัสตาร์ดนี้จะมีลักษณะอ่อน และจะต้องอบในเปลือกพายจนกระทั่งไส้ข้นเหนียวในระหว่างที่อบ เปลือกพายก็จะถูกอบไปด้วย พายประเภทนี้มักเป็นพายหน้าเปิด เพราะไม่ต้องใช้เปลือกพายอีกชิ้นหนึ่งมาปิดทับไส้ ถ้าปิดด้วยเปลือกพายอีกชิ้นหนึ่งแล้ว จะทำให้ใช้เวลาอบนานมากกว่าคัสตาร์ดจะแข็งตัว

4.1 ข้อควรระวังในการทำ การทำไส้คัสตาร์ดนั้น มักจะเกิดปัญหาขึ้นบ่อยเกี่ยวกับเปลือกด้านล่างของพายซึ่งมักจะดิบและแฉะ ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะไส้คัสตาร์ดนั้นจะเหลวมากและยังไม่สุกก่อนที่จะนำไปบรรจุในเปลือกพายที่ยังไม่สุกเช่นกัน อย่างไรก็ดีปัญหาอันนี้สามารถที่จะแก้ไขได้โดยใช้น้ำอุ่นผสมลงไปในโดเพื่อให้โดที่จะทำเปลือกพายนั้นแห้ง ซึ่งเมื่ออบจะทำให้สุกเร็วขึ้นและไส้ที่บรรจุจะไม่ซึมผ่านเปลือกพายออกไปในระหว่างการอบ

ปัญหาข้อที่สองก็คือ การเกิดเป็นก้อนหรือการแยกชั้นของไส้คัสตาร์ด โดยมีส่วนไส้อยู่ที่ส่วนบนของไส้ที่สุกแล้ว สตาร์ชข้าวโพดหรือแป้งมันจะนำมาใช้เพื่อเป็นตัวช่วยให้น้ำนมกับน้ำตาลเข้ากันได้ ทำให้ไส้มีเนื้อมากขึ้นและการแยกชั้นจะหายไป

ปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำความหนักใจให้แก่ผู้ทำขนมอบก็คือ ความไม่สม่ำเสมอของส่วนบนของไส้คัสตาร์ดที่สุกแล้ว สาเหตุอันนี้เกิดจากการตีไข่กับน้ำตาลมากเกินไปจนเกิดเป็นฟองหนาขึ้นในระหว่างการอบ ฟองนี้จะพองตัวขึ้นเป็นหย่อม ๆ ทำให้ส่วนที่พองขึ้นนั้นถูกความร้อนได้มากกว่า จึงทำให้สีของส่วนนั้นเข้มกว่าส่วนอื่น ๆ

การอบพายนานเกินไปก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไส้คัสตาร์ดมีสภาพเหลวเป็นน้ำได้ ควรอบพายที่อุณหภูมิ 410-425°ฟ และควรนำออกก่อนที่จะเกิดการพองตัวเป็นหย่อม ๆ ที่ผิวหน้าของไส้ นำพายออกจากตู้อบทันทีที่ไส้เป็นเจล รู้สึกได้ด้วยการใช้นิ้วแตะดู

4.2 การผสมและข้อแนะนำในการทำ สำหรับส่วนผสมแห้งได้แก่ น้ำตาล นมผง เกลือ เครื่องเทศ และสารที่ทำให้ข้นเหนียวซึ่งเป็นส่วนผสมหลักนั้นจะถูกนำมาผสมเข้าด้วยกันแล้วเติมไข่ที่ตีเบา ๆ ลงไป วิธีนี้จะช่วยป้องกันการตกตะกอนเป็นก้อนของไข่ในระหว่างการพักตัว และทำให้ไข่รวมตัวเกิดเป็นเนื้อของไส้คัสตาร์ดในระหว่างอบ แล้วจึงเติมน้ำและส่วนผสมอื่น ที่สูตรต้องการลงไป

หลังจากที่เตรียมไส้แล้ว ควรตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง และควรคนให้เข้ากันดีก่อนที่จะนำไปบรรจุในเปลือกพาย นำเปลือกพายเข้าตู้อบแล้วบรรจุไส้ลงไปเพียงครึ่งหนึ่ง เมื่ออบในสองสามนาทีแรก หลังจากนั้นจึงเติมไส้ที่เหลือลงไปจนหมด

4.3 การตกแต่งพายหลังอบสุกแล้ว พายหน้าเปิดนั้นโดยทั่วไปแล้วจะต้องเรียงหน้าด้วยผลไม้สดที่หั่นเป็นชิ้นหรือทั้งชิ้นหลังจากที่อบสุกแล้วแล้วจึงเคลือบผลไม้ที่จัดเรียงไว้ด้วยหน้าเคลือบเพื่อให้เกิดความมันเงา ป้องกันการเปลี่ยนสีของผลไม้ และยังช่วยจับชิ้นผลไม้ให้อยู่ในที่เมื่อตัดขนมพายอีกด้วย ทาหน้าที่ใช้เคลือบผลไม้ลงไปบนชิ้นผลไม้ในขณะที่หน้ายังร้อนอยู่ สำหรับหน้าที่ใช้เคลือบผลไม้ที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป เตรียมได้ดังต่อไปนี้

น้ำตาล	227	กรัม
น้ำ	182	กรัม
น้ำเชื่อมข้าวโพด	24	กรัม
น้ำมะนาว	6	กรัม
แป้งข้าวโพด	21	กรัม
น้ำ	45	กรัม

1.ต้มน้ำตาล น้ำ และน้ำเชื่อมข้าวโพดให้เดือด

2.ละลายแป้งข้าวโพในน้ำแล้วเติมลงไปในน้ำเชื่อมที่เดือดแล้วเติมน้ำมะนาวลงไปด้วย นำไปต้มอีกครั้งหนึ่งพร้อมกับคนอย่างสม่ำเสมอ

4.4 สูตรพื้นฐานไส้คัสตาร์ด

น้ำ	380	กรัม
น้ำตาล	110	กรัม
ไข่ทั้งฟอง	200	กรัม
เกลือเล็กน้อย		
แป้งข้าวโพด	30	กรัม
วานิลลา	3	กรัม

วิธีทำ

1.ต้มน้ำกับน้ำตาล ตั้งทิ้งไว้

2.ตีไข่ เกลือ แป้งข้าวโพด และวานิลลาให้เข้ากันเบา ๆ แล้วเทลงไปในน้ำเชื่อมที่ต้มไว้

3.ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วเทลงบนเปลือกพายที่ยังไม่ได้อบ

4.อบที่อุณหภูมิ 400°ฟ สำหรับ 10 นาทีแรก แล้วอบต่อไปโดยใช้อุณหภูมิ 300-350°ฟ จนตรงกลางอ่อนนุ่ม แต่เป็นสปริงเมื่อสัมผัส

5. ไส้ครีมหรือไส้คัสตาร์ดครีม สำหรับเปลือกพายที่อบสุกก่อนบรรจุไส้

ไส้ครีมและชีฟฟอนสำหรับเปลือกพายชนิดนี้ต่างจากเปลือกพายที่บรรจุไส้คัสตาร์ดที่กล่าวมาแล้ว โดยที่ไส้สำหรับเปลือกพายชนิดนี้จะต้องทำให้สุกก่อน แล้วจึงนำมาบรรจุลงในเปลือกพายที่ได้อบสุกมาก่อนแล้วเช่นกัน

5.1 ไส้ครีมหรือไส้คัสตาร์ดครีม (Custard Cream)

ไส้ครีมชนิดนี้เป็นไส้คัสตาร์ดที่สุกแล้ว แต่มีความแตกต่างจากไส้คัสตาร์ดธรรมดาตรงสารที่ใช้ทำให้ไส้เป็นเจลหรือทำให้ใสขึ้น สำหรับไส้ครีมนั้นใช้สตาร์ชทำให้ไส้ข้นเกาะตัวกัน ส่วนไส้คัสตาร์ดธรรมดาใช้ไข่และนมช่วยให้เกิดความข้น

5.2 สูตรพื้นฐานไส้คัสตาร์ดครีม (วานิลลาครีม)

น้ำตาล	908	กรัม
เกลือ	15	กรัม
นมผงปราศจากไขมัน	454	กรัม
น้ำเย็น	2.724	กรัม

ละลายส่วนผสมทั้งหมดนี้ให้เข้ากัน ตั้งบนไฟคนจนเดือดน้อย ๆ โดยใช้ความร้อนต่ำ แล้วเติม

สตาร์ชข้าวโพด	284	กรัม
น้ำเย็น	908	กรัม

และเรียบเนียนแล้วยกลงจากเตา แล้วเติมเนยสด 227 กรัม และวานิลลาลงไป คนจนเนยละลายและกระจายไปทั่วครีม เสร็จแล้วเทลงบนเปลือกพายที่อบสุกแล้ว ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

สำหรับสูตรไส้ครีมพื้นฐานนี้สามารถที่จะนำมาใช้ทำไส้ชนิดต่าง ๆ ได้หลายชนิด เช่น

คอฟฟี เพสตรีครีม -ละลายกาแฟผงประมาณ 4-6 ช้อนโต๊ะในน้ำ คนให้ละลายทั่วกัน แล้วเติมในสูตรพื้นฐาน

ช็อกโกแลตเพสตรีครีม -เติมช็อกโกแลต 120 กรัมลงในสูตรพื้นฐาน

บานานาครีมพาย -บรรจุไส้ครีมพื้นฐานลงบนเปลือกพายที่อบสุกแล้วครึ่งหนึ่ง แล้วเรียงชิ้นกล้วยหอมสุกลงไป ราดทับด้วยครีมที่เหลือจนเต็มแล้วปิดหน้าไส้ครีมด้วยวิปครีมหรือเมอแรงค์

ไส้ช็อคโกแลตครีม

น้ำเย็น	594	กรัม
น้ำตาล	255	กรัม
เกลือ	2	กรัม
นมผงปราศจากไขมัน	53	กรัม

1.คนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันแล้วนำไปต้มด้วยไฟอ่อน พร้อมกับคนอย่างสม่ำเสมอ

2.ละลายผงโกโก้ 70กรัม และแป้งข้าวโพด 100 กรัม ลงในน้ำ 200 กรัม

3.ตักส่วนผสมแรกที่ยังร้อนอยู่มาส่วนหนึ่ง ผสมลงไปในสารละลายแป้งกับผงโกโก้แล้วคน เทกลับลงไปผสมในส่วนผสมแรกที่ยังร้อนอยู่ ต้มต่อไปจนข้น นำลงจากเตา แล้วเติมวานิลลา 15 กรัม กับเนยขาว 45 กรัมลงไป คนให้เนยละลายและกระจายทั่ว

4.เทไส้ครีมที่ยังร้อนอยู่ลงบนเปลือกพายที่อบสุกแล้วทันที

6.ไส้ชิฟฟอนพาย

ไส้เลฟมอนชิฟฟอนพาย (Lemon Chiffon pie)

น้ำ	456	กรัม
น้ำตาล	170	กรัม
เกลือ	2.5	กรัม
น้ำมะนาวสด	76	กรัม
น้ำ	151	กรัม
สตาร์ช	57	กรัม
แป้งมัน	5	กรัม

ไข่แดง	85	กรัม
สีเหลือง	2-3	หยด
เนยสด	28	กรัม
ไข่ขาว	190	กรัม
น้ำตาล	113	กรัม

1.ละลายน้ำตาล เกลือ ลงในน้ำและน้ำมะนาวสด นำไปต้มจนเดือดเป็นน้ำเชื่อม

2.ละลายสตาร์ชและแป้งมันในน้ำส่วนที่สอง ใส่ไข่แดงลงไปแล้วตีเบา ๆ เติมน้ำเชื่อมที่เดี่ยวได้ 1/3 ส่วนลงไปในไข่แดงกับสารละลายแป้งช้า ๆ พร้อมกับคนอย่างสม่ำเสมอ แล้วเติมน้ำเชื่อมที่เหลือทั้งหมดลงไปพรอมกับคนตลอดเวลา นำไปต้มจนข้นและมีความมันใส แล้วจึงใส่เนยสดลงไป ผสมให้เข้ากันดี

3.ตีไข่ขาวกับน้ำตาลจนตั้งยอด แล้วคนผสมไข่ขาวที่ตีขึ้นแล้วกับไส้ครีมที่ยังร้อนอยู่คนเบา ๆ ด้วยมือ โดยใช้ซี่ลวดคนให้กระจายทั่ว แล้วเทลงบนเปลือ กพายที่อบสุกแล้ว ปิดไส้ด้วยเมอแรงค์ แล้วอบให้สุก

สาเหตุที่เปลือกพายมีลักษณะผิดปกติ เช่น

1.เปลือกพายไม่สุกหรือแฉะที่ก้นถาด

1.1 เตาอบเย็นเกินไป ไฟล่างของเตาไม่ร้อนพอ

1.2 เปลือกพายชั้นล่างมันเกินไป

1.3 รีดเปลือกล่างบางเกินไป

1.4 ไส้น้อยเกินไป

1.5 ใส่ไส้ในขณะที่ยังอุ่นหรือยังร้อนอยู่

2.เปลือกพายพองเป็นหย่อม ๆ ที่ผิว

2.1 ไม่ได้เจาะรู

2.2 ทาไข่มากเกินไป

3.เปลือกพายหดตัว

3.1 เตาอบเย็นเกินไป

3.2 เปลือกพายแข็งเกินไปก่อนที่จะมาใส่ถาด

3.3 ใช้เศษโดที่เหลือเป็นเปลือกบน

3.4 รีดและพับโดมากเกินไป

4. เปลือกพายไม่เป็นแผ่นกรอบบาง

4.1 โดที่ผสมนั้นร้อนเกินไป

4.2 ไขมันอ่อนเกินไป

4.3 เกลี่ยผสมไขมันกับแป้งมากเกินไป

ชูเพสตรี

(Choux Pastry)

ผลิตภัณฑ์ขนมอบทุกชนิดที่ทำจากแป้งที่กวนให้สุกด้วยน้ำและไขมันแล้วตีด้วยไข่ เพื่อให้แป้งขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ เรียกว่า ชูเพสตรี (Choux Pastry) นอกจากไข่ที่ทำให้แป้งชูเพสตรีขยายตัวแล้ว ไอน้ำที่ระเหยจากความชื้นที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการขยายตัวของแป้งชูเพสตรีได้เช่นกัน บางครั้งอาจใช้สารเคมีที่ช่วยให้ขึ้นฟู ซึ่งส่วนมากจะใช้แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต เพราะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เร็วกว่าผงฟู แต่การใช้ไข่ช่วยให้ชูเพสตรีขึ้นฟูเพียงอย่างเดียวค่อนข้างจะแพงด้วยเหตุนี้จึงมักจะใช้น้ำหรือนมเติมลงไปเพื่อทำให้เนยอ่อนตัวลง และเพื่อช่วยลดต้นทุนอีกด้วย

คุณลักษณะของชูเพสตรีที่อบสุกแล้ว จะมีลักษณะพองเบา และภายในกลวง ซึ่งเป็นผลจากการที่สตาร์ชเปลี่ยนเป็นเจลในขณะที่กวนแป้งให้สุกก่อน ส่วนที่เป็นเจลจะขยายตัวพร้อมกับที่ไข่ก็ขยายตัว และไอน้ำที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบ ทำให้เกิดโครงสร้างที่พองขยายตัวขึ้นเป็น 2-3 เท่าของขนาดดั้งเดิมก่อนอบ และภายในกลวง

ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมจากแป้งชูเพสต์และเป็นที่นิยมกันมากในจำพวกชูเพสตรีทั้งหลาย ได้แก่ ครีมพัฟ และเอแคลร์ (Cream puff and Eclairs) โดยที่ครีมพัฟจะมีรูปร่างกลมหรือรี ในขณะที่เอแคลร์จะมีรูปร่างยาว ทั้งสองผลิตภัณฑ์นี้นิยมบรรจุไส้ด้วยครีมคัสตาร์ด

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำครีมพัฟและเอแคลร์

1.แป้งสาลี แป้งสาลีที่ใช้ควรเป็นแป้งที่มีคุณภาพของกลูเตนที่ดี เพื่อที่จะให้เกิดการขยายตัวที่ดีในระหว่างการอบ แป้งสาลีที่ใช้ส่วนมากเป็นแป้งอเนกประสงค์หรือแป้งขนมปัง

2.ไข่ ช่วยให้เกิดโครงสร้างเช่นเดียวกับแป้งโดยที่จะเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบไว้ได้ ใช้ไข่ทั้งฟอง ปริมาณการใช้ไข่ขึ้นอยู่กับชนิดของแป้งที่ใช้ ถ้าเป็นแป้งที่มีกลูเตนสูง ก็ใช้ไข่มากเพื่อที่จะไปช่วยทำให้แป้งอ่อนตัวลงจนมีความหนืดที่ต้องการ ถ้าแป้งมีความหนืดมากหรือเหนียวเกินไป ก็จะพองตัวได้น้อย ทำให้ได้พัฟที่มีเปลือกหนาและมีปริมาตรต่ำ

3.น้ำ หน้าที่อันแรกของน้ำก็คือ ช่วยให้เกิดการระเหยของไอน้ำในระหว่างการอบซึ่ง

เคล็ดลับในการทำพาย

แป้งพายจะอร่อยหรือไม่ นอกจากจะเลือกส่วนผสมที่ใหม่และดีแล้วเคล็ดลับต่าง ๆ ในขณะทำแป้งพายมีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง บางครั้งเรื่องเล็ก ๆ ที่มองดูไม่สำคัญอะไร แต่กลับทำให้พายหมดอร่อยไปเลยก็มี

เคล็ดลับต่างๆ ต่อไปนี้ ถ้าได้ปฏิบัติตามทุกข้อ จะได้พายที่สมบูรณ์แบบทีเดียว

- ใช้สูตรที่ถูกต้อง
- ผสมตามขั้นตอนอย่างถูกต้อง
- ใช้แป้งสาลีธรรมดาชนิดดี หรือแป้งอเนกประสงค์ ไม่ควรใช้แป้งเค้ก หรือแป้งขนมปัง
- การเติมน้ำต้องระวัง เติมทีละน้อย (ดูในเรื่องน้ำ)
- เวลาผสมแป้ง ควรเบามือ ผสมพอเข้ากัน ไม่ควรใช้วิธีขยำหรือนวดแป้งจะแน่นหนัก
- เวลาคลึงแป้งควรคลึงเฉพาะส่วนที่จะใช้ การคลึงแป้งซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ทำให้แป้งหนักแน่น ไม่โปร่งร่วนเท่าที่ควร
- การคลึงแป้งควรคลึงเบา ๆ อย่ากดแรง คลึงออกจากตัวไปทางด้านหน้า
- แป้งพายที่ยังไม่ใช้ ควรห่อด้วยกระดาษไขเข้าตู้เย็นไว้จนกว่าจะใช้จึงนำออกจากตู้เย็น สามารถเก็บแป้งไว้ในตู้เย็นได้นานถึง 3 วัน ถ้าจะเก็บให้นานวันกว่านี้ ต้องเก็บใส่กล่องสะอาด อากาศเข้าไม่ได้
- พายบางชนิดต้องอบนาน ควรใช้กระดาษตะกั่วปิดแป้งพายไว้ เพื่อไม่ให้หน้าไม้เกรียมก่อนที่แป้งหรือไส้จะสุก
- การอบ บางครั้งนอกจากจะปฏิบัติตามกำหนดเวลาที่ให้ไว้ เมื่อใกล้ถึงเวลา ควรเปิดเตาอบดูการเปลี่ยนแปลงของสีแป้งด้วย แป้งอาจจะสุกเหลืองดีก่อนถึงเวลาที่กำหนดก็ได้การปล่อยให้แป้งสุกมากจนเกรียมไหม้จะหมดอร่อย
- ถาดพายที่ใช้อบ ถ้าเป็นถาดอลูมิเนียม แป้งพายจะสุกเร็วกว่า พวกแก้ว แป้งพายที่หนาแป้ง ผิว นอกจะ เกรียม แต่ภายใ นยังไ ม่สุก

พายมี 6 ชนิดในร้าน ยอดเฉลี่ย 20-25 อัน/สาขา/วัน

- พายไก่
- พายสับปะรด
- พายทูน่า
- พายแอปเปิ้ล
- พายข้าวโพด
- พายทูน่า - แฮมชีส

พายกะหรี่ไก่

ส่วนผสม

แป้งพายน้ำมันสูตร 2 หรือแป้งพายอย่างร่วน	1	ส่วน
ผงกะหรี่	1 1/2	ช้อนโต๊ะ
เนื้อไก่หั่นเล็ก ๆ	1 1/2	ถ้วย
เกลือ	1	ช้อนชา
พริกไทย	1/2	ช้อนชา
มันหั่นละเอียด	1	ถ้วย
น้ำตาล	1	ช้อนชา
หอมหั่นละเอียด	1/2	ช้อนโต๊ะ
น้ำเย็นประมาณ	1/3	ถ้วย

วิธีทำ

เจียวหอมให้เหลืองอ่อน ๆ ใส่ผงกะหรี่ผัดจนหอม ใส่เนื้อไก่และมัน เติมน้ำ น้ำตาล เกลือ พริกไทย เติมเครื่องปรุงได้อีกตามชอบ ผัดไปจนมันและไก่สุก เคี่ยวต่อไปสักครู่จนน้ำแห้ง กรุแป้งพายลงพิมพ์ตักไส้ไก่ นำแป้งพายอีกชิ้นหนึ่งที่คลึงเป็นฝาปิด ด้านบน ตกแต่งให้สวยงาม ใช้มีดคม ๆ เจาะช่องบนฝาให้ไอน้ำออก เข้าอบไฟ 375 องศาฟาเรนไฮท์จนแป้งสุกเหลืองทั่วกัน

พายไก่ - แฮม

ส่วนผสม

แป้งพายอย่างร่วน (สูตร 4)	1	ส่วน
เนยหรือมาการีน	3	ช้อนโต๊ะ
เห็ดฟาง	1/4	ถ้วย
แป้งข้าวโพด	1	ช้อนโต๊ะ
นม	3/4	ถ้วย
ไข่แดง	1	ฟอง
ไก่ต้มสับหยาบ ๆ	1	ถ้วย
แฮม	200	กรัม
น้ำสต๊อกไก่	1	ถ้วย

วิธีทำ

เตรียมทำแป้งพายกรุใส่ถาด และเข้าอบประมาณ 10 นาที แล้วทิ้งไว้ให้เย็น ตั้งกระทะไฟปานกลาง ใส่เนย พอเนยละลายใส่เห็ดฟางที่หั่นหยาบ ๆ ไว้ ผัดไปจนเห็ดเริ่มอ่อนตัว

ใส่แป้งข้าวโพด ตามด้วยน้ำสต๊อกไก่ เคี่ยวไปสักครู่ ประมาณ 1 นาที

ยกกระทะลงจาเตา ใส่ไข่แดง ไก่ต้มสับ และแฮมที่หั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 1 เซนติเมตร คูณ 1 1/2 เซนติเมตรลงครึ่งหนึ่ง

ตีไข่ขาวให้ขึ้นฟู เทไข่ขาวลงส่วนผสม

เทส่วนผสมทั้งหมดลงในถาดพายที่เตรียมอบไว้แล้ว

เข้าอบไฟ 400 องศาฟาเรนไฮท์ 25-30 นาที หรือจนแป้งสุกเหลืองทั่วกัน นำออกจากเตาอบ โรยด้วยแฮมส่วนที่เหลือ

พายไก่ - เบคอน

ส่วนผสม

แป้งพายฝรั่งเศส	1	ส่วน
ไก่ต้มสับหยาบ ๆ	1	ถ้วย
เบคอนหั่นชิ้นเล็ก ๆ	300	กรัม
เห็ดฟาง	1/4	ถ้วย
ไข่แดง	1	ฟอง
นม	3/4	ถ้วย
น้ำสต๊อกไก่	1	ถ้วย
แป้งข้าวโพด	1	ช้อนโต๊ะ
เนยหรือมาการีน	3	ช้อนโต๊ะ

วิธีทำ

ทำเช่นเดียวกับ พายไก่-แฮม

แต่เบคอนก่อนใส่ลงในส่วนผสม

ไฟอ่อน ๆ ให้น้ำมันออกบ้าง และให้เหลืองเกือบเกรียม

ส่วนที่เหลือไว้สำหรับโรยหน้า ให้สับหยาบ ๆ แล้วเจียวในน้ำมันที่เหลือจากคั่วเบคอนให้กรอบ

พายไก่ทรงเครื่อง

ส่วนผสม

แป้งพายอย่างร่วน (สูตร 3)	1	ส่วน
เนื้อไก่หั่นเป็นชิ้น	1/2	ถ้วย
เห็ดหั่นเป็นชิ้น	1/4	ถ้วย
แครอทหั่นเป็นแว่นต้มสุก	1/4	ถ้วย
มันฝรั่งต้มสุกหั่นเป็นชิ้น ๆ	1/4	ถ้วย
หอมใหญ่สับ	2	ช้อนโต๊ะ
ซอสมะเขือเทศ	1/4	ถ้วย
เนย	3	ช้อนโต๊ะ
เกลือ	1	ช้อนชา
พริกไทย	1/4	ช้อนชา

วิธีทำ

ผัดหอมกับเนยจนสุก
ใส่เครื่องอื่น ๆ ผัดจนไก่สุก ปรุงรส จะเพิ่มรสชาติให้จัดกว่านี้ก็ได้ ทิ้งให้เย็น
บรรจุไส้ลงในถาดที่กรุแป้งพายไว้แล้ว
ทำเช่นเดียวกับ พายไก่-เห็ด ต่อไป

พายไก่

ส่วนผสม

แป้งพายอย่างร่วน (สูตรที่ 4)	1	ส่วน
อกไก่	1	อก
เห็ดฟางตูม ๆ	2/3	ถ้วย
ถั่วแขกหรือถั่วกระป๋อง	1/2	ถ้วย
น้ำมัน	1	ช้อนโต๊ะ
แป้งสาลี	1	ช้อนโต๊ะ

วิธีทำ

หั่นเห็ดฟางเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ
ไก่หั่นเป็นชิ้นเล็ก

ตั้งกระทะใส่น้ำมัน นำไก่ลงผัด ใส่ถั่วและเห็ด ผัดให้เข้ากัน ใส่เกลือพริกไทย เติมน้ำลงเล็กน้อย

แป้งสาลีละลายน้ำเล็กน้อย ใส่ลงผัด พอข้น ยกกระทะลงจากไฟ

อบแป้งพายก่อนประมาณ 5 นาที ใช้ไฟ 375 องศาฟาเรนไฮท์

นำออกจากเตาตักไส้ใส่เกลี่ยให้ทั่ว นำแป้งที่คลึงเป็นฝาพายเตรียมไว้

ปิดให้เรียบร้อย ตกแต่งให้สวยงาม

เข้าอบอีกครั้ง ไฟ 375 องศา ประมาณ 20-25 นาที

ต้มลูกเกดกับน้ำเดือด จนกระทั่งลูกเกดนุ่ม ประมาณ 5 นาที

ใส่น้ำตาลและแป้ง หรี่ไฟให้อ่อน คนให้เข้ากันอย่าหยุดมือ จนกระทั่งเดือด ต้มต่อไปประมาณ 1 นาที

ยกหม้อลูกเกดลงจากเตา ใส่ถั่วส้ม ผิวมะนาวขูด และน้ำมะนาว

เทส่วนผสมของลูกเกด ขณะร้อน ๆ ลงในถาดแป้งพายที่เตรียมไว้ นำแป้งพายส่วนปิดหน้าปิดและตกแต่งให้สวยงาม

เข้าอบ 30-40 นาที

พายสับปะรด

(สูตร 1)

ส่วนผสม

แป้งพายชั้น	1	ส่วน
เนื้อสับปะรดสับ	3	ถ้วย
น้ำตาลทราย	1	ถ้วย
เกลือ	1	ช้อนชา
มะนาว	1	ช้อนโต๊ะ

วิธีทำ

เตรียมผสมแป้งพายชั้น เข้าตู้เย็นไว้ก่อนใช้

ผสมไส้ สับเนื้อสับปะรดหยาบ ๆ ไม่ต้องบีบน้ำออก ถ้าเป็นสับปะรดเปรี้ยวไม่ต้องใช้มะนาว แต่ถ้าสับปะรดหวาน ควรเติมน้ำมะนาวลง 1 ช้อนโต๊ะหรือมากกว่านั้นก็ได้ ถ้าชอบรสเปรี้ยว

ผสมน้ำตาล เกลือลงในหม้อสับปะรด ยกขึ้นตั้งไฟ เคี่ยวไปจนกว่าสับปะรดจะแห้ง แต่ไม่ควรให้แห้งมากจนเหนียว ควรจะอยู่ในลักษณะแห้งข้นธรรมดา

ขณะเคี่ยว ควรหมั่นคน ไม่ให้ติดก้นหม้อ

เมื่อแห้งได้ที่ยกลงจากเตา ทิ้งไว้ให้เย็น

คลึงแป้งหนาประมาณ 1/8 นิ้ว ตัดแป้งออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส 4x4 นิ้ว

ตักไส้สับปะรดใส่ตรงกลาง พับเป็นรูปต่าง ๆ ตามชอบ เช่น พับทบ เป็นรูปสามเหลี่ยม หรือพับปลายทั้ง 4 มุมเข้าหาจุดศูนย์กลางเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็กลง หรือตัดเป็นแฉก พับเป็นรูปดาว ตกแต่งให้สวยงาม

(สูตร 2)

ส่วนผสม

แป้งพายอย่างร่วน (สูตร 3)	1	ส่วน
สับปะรดสับหยาบ ๆ	3	ถ้วย
น้ำตาล	1/2	ถ้วย
เนย	1	ช้อนโต๊ะ
แป้งสาลี	1	ช้อนโต๊ะ

วิธีทำ

โรยน้ำตาล แป้ง ลงบนสับปะรดที่สับเตรียมไว้ คนเบาๆ ให้เข้ากัน (คนแรงน้ำสับปะรดจะออกมาก)

ตักสับปะรดใส่ลงในถาดแป้งพายที่กรุเตรียมไว้

ตักเนยหยอดเป็นจุด ๆ ให้ทั่วบนสับปะรด

นำแป้งส่วนที่ใช้ปิดหน้า ปิดทับ ตกแต่งให้สวยงาม ทาหน้าด้วยไข่หรือนม

นำเข้าอบไฟ 425 องศา ประมาณ 10 นาที ลดไฟลงเหลือ 325 องศา อบต่ออีกประมาณ 30-40 นาที หรือจนกว่าจะสุก

พายสับปะรดหน้าเมอแรง

ส่วนผสม

แป้งพายอย่างร่วน (สูตรที่ 1)	1	ส่วน (ถาด 9 นิ้ว)
น้ำตาลทราย	1	ถ้วย
แป้งข้าวโพด	1/4	ถ้วย
น้ำ	1/2	ถ้วย
น้ำสับปะรด	1	ถ้วย
ไข่แดง	3	ฟอง (คนให้เข้ากันเบา ๆ)

เนย	3	ช้อนโต๊ะ
น้ำมะนาว	1	ช้อนโต๊ะ
ผิวมะนาวขูด	1 1/4	ช้อนชา
สับปะรดสับ	1 1/4	ถ้วย (บีบน้ำออกแต่อย่าให้แห้งมาก)

ส่วนผสมสำหรับแป้ง (สูตรที่ 1) 1 ส่วน (ถาด 8 นิ้ว)

น้ำตาลทราย	3/4	ถ้วย
แป้งข้าวโพด	3	ช้อนโต๊ะ
น้ำ	1/3	ถ้วย

พายห่อแอปเปิ้ล

ส่วนผสม

แป้งพายอย่างร่วน (สูตร 4)	1	ส่วน
แอปเปิ้ลผลเล็ก ๆ ประมาณ	10	ผล
น้ำตาลทรายแดง ประมาณ	1	ถ้วย
น้ำตาลทรายป่น ประมาณ	1/4	ถ้วย
ไข่ขาวหรือนม สำหรับทาหน้า		
เชอรี่เชื่อม	10	ลูก
ดอกกานพูล	10	ลูก

วิธีทำ

คลึงแป้งพายออกให้บาง ใช้ที่ตัดพายแบบลูกกลิ้ง กลิ้งให้เป็นรอยหยักให้ได้แป้งพายแผ่นเล็ก ๆ ขนาดสี่เหลี่ยมจตุรัส 6x6 นิ้ว

ปอกเปลือกแอปเปิ้ลออก ใช้มีดคว้าน คว้านเอาไส้กลางแอปเปิ้ลออก

วางลูกแอปเปิ้ลกลางแผ่นแป้ง

ใช้ช้อนเล็ก ๆ ตักน้ำตาลทรายแดงใส่ช่องกลวงตรงกลางลูกแอปเปิ้ล

ใช้นิ้วหรือแปรงเล็ก ๆ แตะนำหรือไข่ขาว แล้วนำมาแตะมุมทั้ง 4 ของแผ่นแป้งก่อนจะจับมุมทั้ง 4 ขึ้นมาชนกันกลางลูกแอปเปิ้ล พยายามให้ขอบแห้งติดกัน

นำดอกกานพลูติดบนกลางแป้งที่ทั้ง 4 มุมชนติดกันอยู่ โดยเสียบทางด้านก้านลง ให้ตัวดอกกานพลูอยู่ด้านบนเป็นการช่วยให้แป้งทั้ง 4 มุม ติดกันแน่นขึ้น

ทานมหรือไข่ขาวบนพาย โดยด้วยน้ำตาลป่น

นำเข้าอบไฟ 400 องศาฟาเรนไฮท์ 30-35 นาที หรือจนกระทั่งแป้งเหลืองนวล

เมื่อจะเสริฟ นำเชอรี่เชื่อมวางทับดอกกานพลู

พายแอปเปิ้ล

ส่วนผสม

แป้งพายอย่างร่วน (สูตร 2)	1	ส่วน
แอปเปิ้ลชนิดเปรี้ยว	4-5	ลูก
เนย	1	ช้อนโต๊ะ
น้ำตาลทราย	1/2	ถ้วย
อบเชยป่นหรือผิวมะนาว	1	ช้อนชา
น้ำ	1	ช้อนโต๊ะ
		(สำหรับพรมบนแอปเปิ้ล)

วิธีทำ

ล้างและปอกแอปเปิ้ลผ่าตามยาวลูก เป็นชิ้น ๆ เรียงในถาดแป้งพายที่กรุไว้แล้ว

โรยน้ำตาลแล้วตักเนยหยอดลงให้ทั่ว โรยอบเชยป่นในถาดถายหรือผิวมะนาวตามแต่จะชอบกลิ่นอะไร

กะหรี่พัฟ

แป้งชั้นนอก

แป้งสาลี	4	ถ้วย
น้ำ 1/2 ถ้วย น้ำมัน	3/4	ถ้วย
เกลือป่น 1 ช้อนชา น้ำตาลปีบ	2	ช้อนโต๊ะ

ร่อนแป้งสาลีแล้วเอาส่วนผสมทั้งหมดนวดให้เข้ากันจนนุ่มแล้วแบ่งแป้งออกเป็น 20 ก้อนเท่า ๆ กัน

แป้งชั้นใน

แป้งสาลี	2	ถ้วย
น้ำมัน	1/2	ถ้วย

ร่อนแป้งสาลี เอาน้ำมันใส นวดให้เข้ากัน แล้วแบ่งแป้งออกเป็น 20 ก้อนเท่าๆ กัน

เครื่องปรุงไส้

ไก่บดละเอียด	2	ถ้วย
ผงกะหรี่	1	ช้อนโต๊ะ

หอมใหญ่หั่นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็ก	1	ถ้วย
มันฝรั่งต้มสุกหั่นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็ก	1	ถ้วย
ซอสปรุงรส	3	ช้อนโต๊ะ
น้ำตาลทราย 3-4 ช้อนโต๊ะ พริกไทยป่น	1	ช้อนชา
เกลือป่น 1 ช้อนชา น้ำมัน	1/4	ช้อนชา

วิธีทำ

1.เอาน้ำมันใส่กระทะตั้งไฟให้ร้อน ใส่ผงกะหรี่ลงผัดให้หอม ใส่ไก่ลงผัดให้สุก ใส่หอมใหญ่ มันฝรั่ง ผัดให้เข้ากัน ปรุงรสด้วยซอสปรุงรส น้ำตาล พริกไทย เกลือ ชิมรสตามชอบ ผัดจนเครื่องแห้งดี ยกลงทิ้งไว้ให้เย็น

2.เอาแป้งชั้นนอกมาแผ่ออกให้บาง เอาแป้งชั้นในใส่หุ้มให้มิด ทำจนหมด ใช้ผ้าชุบน้ำหมาด ๆ คลุมไว้ป้องกันแป้งแห้ง

3.เอาแป้งที่ห่อไว้วางบนกระดาษคลึง แล้วใช้ไม้คลึงไปข้างหน้าให้ยาว 5-6 นิ้ว ม้วนแป้งให้แน่น แล้วเอาแป้งวางตามยาว คลึงอีกให้ยาว 7-8 นิ้ว แล้วม้วนให้แน่นอีก

4.ตัดแป้งที่ม้วนแล้วเป็นแว่น ประมาณ 2-3 แว่น เอาแผ่นแป้งวางลงคลึงให้บางเอาไส้ใส่ห่อขลิบริม นำไปทอดในน้ำมันจนเหลือง ตักขึ้นให้สะเด็ดน้ำมัน

กรวยกะหรี่

เครื่องปรุง

แป้งสาลี	3	ถ้วย
ไข่	4	ฟอง
มะพร้าวขูดขาว	200	กรัม
เนื้อวัวบด	2	ถ้วย
มันฝรั่งหั่นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็ก	4	ถ้วย
หอมใหญ่หั่นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็ก	1/2	ถ้วย
ผงกะหรี่	2	ช้อนโต๊ะ
น้ำมัน	1-2	ถ้วย
เกลือป่น	3	ช้อนชา
น้ำตาลทราย	3	ช้อนชา
พริกไทยป่น	2	ช้อนชา
ซีอิ๊วขาว	2	ช้อนโต๊ะ

ต้นหอม ผักชี ผักกาดหอม พริกชี้ฟ้าแดง

วิธีทำ

1.แบ่งไข่ 1 ฟอง แยกเอาแต่ไข่แดง ตีไข่ให้แตก ผสมน้ำ 1 ช้อนโต๊ะ คนให้เข้ากันดี พักไว้ คั้นมะพร้าวให้ได้ หัวกะทิ 1/2 ถ้วย ล้างต้นหอม ผักชี ผักกาดหอม พริกชี้ฟ้า ให้สะอาด พักไว้

2.ร่อนแป้งสาลีใส่อ่างผสม ต่อยไข่ 3 ฟองที่เหลืองใส่ ใส่หัวกะทิ ใส่เกลือ 1 ช้อนชา น้ำตาลทราย 1 ช้อนชา นวดให้เข้ากันจนแป้งไม่ติดมือ แล้วแผ่แป้งออกเป็นแผ่นบาง ๆ เสมอกัน ใช้มีดตัดให้เป็นเส้นยาว กว้างประมาณ 2 ซม.

3.เอาเส้นแป้งพันกับพิมพ์รูปกรวย แล้วทาด้วยไข่แดงที่เตรียมไว้ให้ทั่ว เอาลงทอดในน้ำมันท่วม ไฟกลาง ทอดให้เหลือง ทิ้งไว้ให้เย็น จึงแกะออกจากพิมพ์

4.แบ่งน้ำมัน 2 ช้อนโต๊ะใส่กระทะ ตั้งไฟให้ร้อน เอาเนื้อวัว มันฝรั่งลงผัดจนสุกใส่หอมใหญ่ ผงกะหรี่ ซีอิ๊วขาว เกลือ และน้ำตาลที่เหลือ ชิมรสตามชอบ ตักใส่จานแล้วตักใส่กรวยที่ทอดเตรียมไว้ เสิร์ฟพร้อมผักสดและพริกแดง ที่ใช้จัดแต่งจาน

การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางกายภาพของขนมอบ

ก) <u>ความถ่วงจำเพาะ</u> (ถ.พ.)

ค่าความถ่วงจำเพาะของส่วนผสมขนมอบ สามารถบอกถึงลักษณะความเข้มข้นบางส่วนผสม ลักษณะความเบาตัว หรือการขึ้นฟูของส่วนผสม โดยทั่วไปใช้ตรวจสอบส่วนผสมที่เป็นของเหลว เช่น ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมในสูตร ลักษณะความเบาตัวของส่วนผสมของเค้กชนิดต่าง ๆ

ข) <u>ความร้อน</u>

ความร้อนมีความสัมพันธ์กับขนมอบมาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมอบจะรับประทานได้ก็ต่อเมื่อนำส่วนผสมเหล่านั้นเข้าอบในเตาอบที่เป็นแหล่งส่งผ่านความร้อนใน 3 ลักษณะ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิและเวลาในการที่จะทำให้ขนมอบนั้นสุกอย่างเหมาะสมเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ดังนั้นการคิดคำนวณหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบขนมอบแต่ละชนิดจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะการส่งผ่านความร้อนของเตาอบแต่ละชนิดให้สอดคล้องกัน

1. <u>การนำความร้อน</u> (Conduction)

เป็นการส่งผ่านความร้อนโดยตรงจากแหล่งความร้อนสู่ภาชนะและจากภาชนะเข้าสู่อาหาร ความสามารถในการนำความร้อนของภาชนะที่ทำจากวัสดุต่างชนิดจะไม่เท่ากัน จากการ

ทดลองโดยใช้ความร้อน 18-20 °ซ ต่อวัสดุเหล่านี้จะให้ค่า การนำความร้อนคิดเป็นเท่าของความร้อน คือ

วัสดุ	การนำความร้อน	วัสดุ	การนำความร้อน	วัสดุ	การนำความร้อน
เงิน	98-100	เหล็ก	16	แก้วและกระเบื้องเคลือบ	0.25
ทองแดง	92	ดีบุก	15.5	คอนกรีต	0.22
ทอง	70	แมกนีเซียม	15	อิฐ	0.15
อะลูมินั่ม	48-50	นิกเกิล	14	น้ำ	0.13
สังกะสี	26.5	โลหะ	12	ไม้ก๊อก	0.072
บราส (Brass)	26	ตะกั่ว	8	ยาง	0.045
แคดเมียม	22	ปรอท	2	ขี้เลื่อย	0.012
แพลทินัม	16.5	คาร์บอน	1	อากาศ	0.0057

ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุที่เป็นเตาอบและภาชนะที่เหมาะสมในขณะอบขนมมีผลต่อลักษณะขนมที่ได้

2. <u>การพาความร้อน</u> (Convection)

เมื่อน้ำได้รับความร้อนจะขยายตัว และลดความหนาแน่น มีความร้อนเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลน้ำ เกิดการพาความร้อน เช่นเดียวกับอากาศ เมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวและเบาลอยขึ้นสูงทำให้อากาศเย็นเข้าแทนที่ เกิดการพาความร้อนออกไป ดังนั้นในเตาอบที่มีระบบลมเป่า จะมีการพาความร้อนไปกับลมและเข้าสู่ส่วนผสมของขนมอบ การควบคุมกำลังและกระแสลมภายในเตาอบจึงมีผลต่อการสุกของผิวขนมอบนั้น

3. <u>การแผ่รังสี</u>

รังสีความร้อนจะแผ่กระจายจากต้นกำเนิดในลักษณะเส้นตรง เมื่อรังสีความร้อนมากระทบภาชนะจะเกิดการสะท้อนออกของรังสีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้ทำภาชนะ ถ้าภาชนะมีสีทึบจะดูดความร้อนและส่งผ่านไปยังส่วนผสมอาหารในภาชนะได้ดีกว่าภาชนะที่สีอ่อน

หรือสะท้อนแสง เช่น อะลูมิเนียม ดังนั้นพิมพ์ขนมอบที่เก่ามีสีทึบจึงอมความร้อนได้ดีกว่าพิมพ์ใหม่ที่สีอ่อน

ค) ความชื้นสัมพัทธ์

$$\% \text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำในอากาศ}}{\text{น้ำหนักของน้ำในอากาศที่อิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน}} \times 100$$

ความชื้นสัมพัทธ์นี้มีผลต่อการหมักของขนมปัง การอบขนมปังบางชนิดและการทำให้ขนมปังหรือขนมอบอื่นเย็นลงก่อนที่จะบรรจุหีบห่อ

และความชื้นสัมพัทธ์นี้ก็มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ โดยที่ในอุณหภูมิที่ต่ำอากาศจะอุ้มน้ำไว้ได้น้อยกว่าที่อุณหภูมิสูง

ผลบางประการของอุณหภูมิและความชื้นที่มีผลต่อขนมปังขณะทำให้เย็น คือ

1.ที่ความชื้นต่ำ ขนมปังจะสูญเสียน้ำหนักมาก

2.ที่ความชื้นสูง ขนมปังจะชื้นเกินไป จะขึ้นราได้ง่าย

3.ที่อุณหภูมิในอากาศสูง ขนมปังจะสูญเสียน้ำหนักมาก

4.ที่อุณหภูมิต่ำ ขนมปังจะเย็นเร็วเกินไปทำให้เปลือกขนมแตกร้าวได้

ดังนั้นการคำนวณหาความเหมาะสมของความชื้นสัมพัทธ์ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการทำขนมอบจึงจำเป็น และขึ้นอยู่กับสภาพของโรงงานทำขนมอบแต่ละแห่ง โดยทั่วไปอากาศในบรรยากาศจะอุ้มน้ำไว้มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของบรรยากาศ จากการทดลองหาความอิ่มตัวของอากาศในการอุ้มน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ แตกต่างกันดังนี้

ตอนที่ 2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบริษัทเซเว่น-อีเลฟเว่น

ในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับบริษัทเซเว่น-อีเลฟเว่น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโดยวิธีการสัมภาษณ์จากคุณวาสนา สงวนสัตย์ ตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายเมอร์ชั่น ไดซ์ ฟาสฟู้ด เมื่อวันที่ 15 กันยายน 2540 โดยมีหัวข้อสำคัญดังนี้

1. ประวัติโดยย่อและข้อมูลพื้นฐานของเซเว่น-อีเลฟเว่น
2.ระบบการทำงานของเซเว่น-อีเลฟเว่น
3.รายละเอียดเกี่ยวกับการตั้งจุดเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ
4.การส่งเสริมการขาย

1. ประวัติโดยย่อและข้อมูลพื้นฐานของเซเว่น-อีเลฟเว่น

7-ELEVEN ร้านทันสมัยสำหรับเอ้าแก่ยุคใหม่

7-ELEVEN คือ คอนวีเนียนสโตร์ ที่มีระบบการบริหาร และการจัดการรูปแบบใหม่ที่ทันสมัยเน้นการบริการที่สะดวก รวดเร็ว มีสินค้าหลากหลายชนิด ทั้งที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวันของใช้สำหรับการท่องเที่ยว หรือแม้แต่อาหารประเภท FAST FOOD ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดี อาทิ สเลอปี้ บิ๊กไบท์ บิ๊กกัลพ์ การออกแบบตกแต่งร้านเน้นความเรียบง่ายและสะอาด เปิดบริการทุกวันตลอด 24 ชั่วโมง

เปิดตำนาน 7-ELEVEN

7-ELEVEN ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1927 ณ เมืองดัลลัส มลรัฐเท็กซัส สหรัฐอเมริกา โดยบริษัท SOUTHLAND CORPORATION กิจการเริ่มแรกของบริษัทก็คือ การผลิตและจัดจำหน่ายน้ำแข็ง ต่อมาเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ลูกค้าบริษัทได้มีนโยบายขยายกิจการด้วยการนำสินค้าอุปโภคบริโภคอาทิ นม ขนมปัง สบู่ มาจำหน่ายพร้อมกับเปลี่ยนชื่อร้านเป็น TOTE'M จากนั้นด้วยจำนวนและประเภทของสินค้าที่หลากหลายมากขึ้น ผนวกกับความต้องการขยายกิจการค้าปลีกในปี ค.ศ.1946 จึงได้เปลี่ยนชื่อมาเป็น 7-ELEVEN ซึ่งมาจากแนวคิดในการเสนอบริการทุกวัน ตั้งแต่ 07.00-23.00 น.

และนับจากนั้นเป็นต้นมา 7-ELEVEN ได้เป็นที่นิยมแพร่หลายไปทั่วทุกภูมิภาคของโลก สามารถเติบโตขยายสาขาออกไปอย่างไม่หยุดยั้ง ทั้งยังมีส่วนช่วยกระตุ้นให้ธุรกิจค้าปลีกพัฒนารูปแบบไปสู่ความทันสมัย จนกระทั่งปัจจุบัน 7-ELEVEN มีสาขากระจายอยู่ทั่วโลกมากกว่า 16,000 สาขา

ผลประโยชน์ที่จะได้รับ

1.ระยะเวลาของสัญญาการให้อนุญาตสิทธิช่วง 10 ปี

2.การสนับสนุนการลงทุนโดยการให้ยืมอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ตลอดอายุของสัญญา

3.การให้ความรู้และเทคนิคในการบริหารและจัดการร้านค้าโดยให้การอบรมทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ หลักสูตรเจ้าของและผู้บริหารร้านค้า 2 คน หลักสูตรพนักงานร้าน 12-15 คน

4.การให้บริการในด้านต่างๆ ดังนี้

4.1 การออกแบบตกแต่งร้านค้า และควบคุมงาน

4.2 การประสานงานราชการเรื่องต่างๆ ที่อยู่ในเรื่องที่บริษัทฯ กำหนดหรือเห็นชอบ

4.3 การจัดส่งเจ้าหน้าที่ของบริษัทฯ ไปช่วยเหลือในหน้าที่ต่างๆ เช่น จัดหาพนักงาน

4.4 การจัดส่งเจ้าหน้าที่ไปช่วยแนะนำ แก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ หรือแล้วแต่กรณีที่ได้รับการร้องขอ

4.5 การช่วยตรวจสอบสินค้าคงคลัง

4.6 การช่วยตรวจสอบมาตรฐานร้านค้าในด้านต่าง ๆ

4.7 การแนะนำความรู้และเทคนิคที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใหม่ เพื่อพัฒนาปรับปรุงร้านให้ดีขึ้น ตลอดจนการบัญชีต่าง ๆ ที่จำเป็นในร้านค้า

4.8 การจัดส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพ อย่างสม่ำเสมอ

4.9 การโฆษณาประชาสัมพันธ์ทางสื่อต่าง ๆ และการจัดรายการส่งเสริมการขาย สินค้าตามแผนการตลาดอย่างสม่ำเสมอโดยตลอด

4.10 การจัดหาประกันภัยในทรัพย์สินและเงินสดการขายของร้านค้า

ก้าวย่างของ 7-ELEVEN ในประเทศไทย

"เครือเจริญโภคภัณฑ์" กลุ่มธุรกิจที่มีชื่อเสียงที่สุดแห่งหนึ่งในประเทศไทยได้เล็งเห็นว่าการดำเนินธุรกิจในนาม 7-ELEVEN จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบการค้าปลีกที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตในสภาพสังคมปัจจุบัน อันจะส่งผลให้ผู้ผลิตและผู้บริโภคได้รับระบบการค้าปลีกที่ทันสมัยและสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

ดังนั้นเครือเจริญโภคภัณฑ์จึงได้เซ็นสัญญาซื้อสิทธิประกอบกิจการค้าปลีกภายใต้ชื่อ 7-ELEVEN จากบริษัท เซาท์แลนด์ คอร์ปอเรชั่น โดยมี บริษัท ซี.พี.เซเว่นอีเลฟเว่น จำกัด เมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน 2531 และได้เปิดดำเนินการร้าน 7-ELEVEN แห่งแรกในวันที่ 1 มิถุนายน 2532

จวบจนปัจจุบัน 7-ELEVEN ได้เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วด้วยจำนวนสาขาถึง 501 สาขา ภายในระยะเวลาเพียง 6 ปี ทั้งจากการบริหารงานโดยบริษัทฯ ซับแอเรียไลเซนส์ และแฟรนไชส์ ซึ่งคาดว่าในปี 2546 จะมีร้าน 7-ELEVEN ในประเทศไทยถึง 2,000 สาขา โดยเป็นร้านที่ใช้ระบบแฟรนไชส์ดำเนินกิจการประมาณ 1,600 สาขา

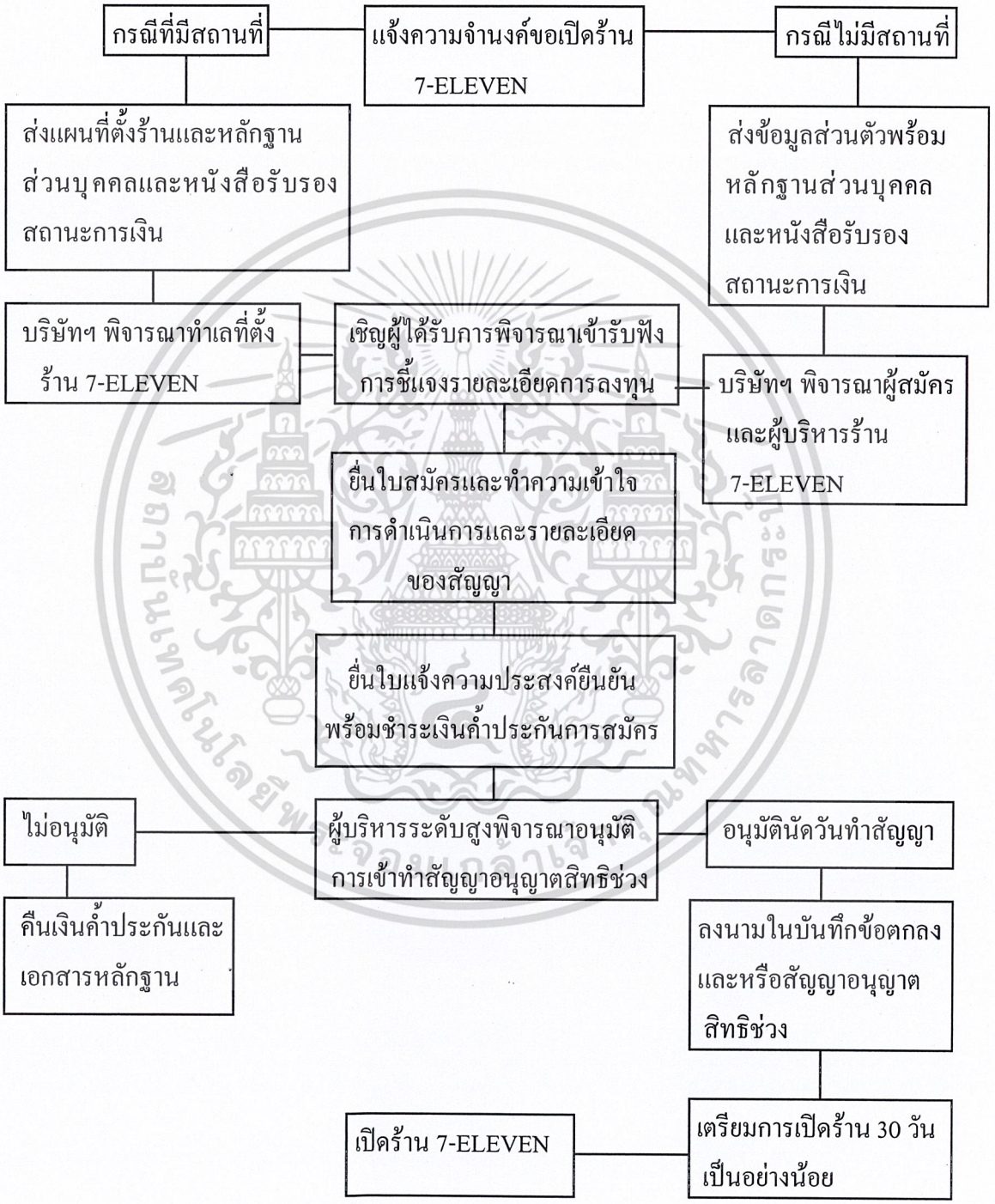
ระบบแฟรนไชส์ (การอนุญาตให้ใช้สิทธิช่วง)

ระบบแฟรนไชส์ (การอนุญาตให้ใช้สิทธิช่วง) ของ 7-ELEVEN เป็นระบบที่จัดตั้งขึ้นมาเพื่อผู้ที่มีความสนใจจะลงทุนทำธุรกิจค้าปลีกเป็นของตัวเอง โดยบริษัทได้วางแผนการฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบต่าง ๆ ของร้านให้ทั้งหมด ทั้งการช่วยเหลือ ให้ความรู้ด้านการค้าปลีก และการฝึกอบรมวิธีบริหาร การควบคุม การบริหารบุคลากร และอื่น ๆ ซึ่งจำเป็นต่อการดำเนินกิจการ ระบบแฟรนไชส์ เป็นระบบที่ทำเพื่อช่วยเหลือผู้ที่ต้องการประสบความสำเร็จในการทำธุรกิจของตัวเองเร็วขึ้นมีปัญหาและความเสี่ยงน้อย และสามารถแก้ไขได้รวดเร็ว

การเป็นเจ้าของกิจการร่วมกับ 7-ELEVEN จะมีบริษัทซี.พี.เซเว่นอีเลฟเว่น จำกัด บริษัทฯ ในเครือเจริญโภคภัณฑ์เจ้าของธุรกิจค้าปลีกชั้นนำคอยให้บริการในด้านบัญชีการจัดซื้อสินค้า การเผยแพร่สินค้าและโฆษณาที่สำคัญ 7-ELEVEN ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาระยะยาวอีกด้วย

ภาพที่ 7

แสดงขั้นตอนการขออนุญาตสิทธิช่วง 7-ELEVEN



คุณสมบัติของ FRANCHISEE (การขออนุญาตใช้สิทธิช่วง)

บริษัท ซี.พี.เซเว่นอีเลฟเว่น จำกัด ผู้ได้รับสิทธิดำเนินการในประเทศไทยจาก บริษัท เซาท์แลนด์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด เปิดโอกาสให้ผู้ที่สนใจเป็นเจ้าของกิจการ 7-ELEVEN โดยผู้ขอแฟรนไชส์จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1.เป็นนิติบุคคลที่จดทะเบียนในประเทศไทย

2.เป็นบุคคลซึ่งสามารถจัดตั้งนิติบุคคลในประเทศไทยได้

3.เป็นเจ้าของอาคาร-ที่ดิน สำหรับตั้งร้านค้าที่มีขนาดและทำเล ตามที่บริษัทฯ กำหนด หรือเจ้าของสิทธิการเช่าอาคาร-ที่ดิน หรือขอให้บริษัทฯ จัดหาให้

4.มีความพร้อมทางการเงิน

5.มีบุคลากรที่มีความรู้พอสมควรสามารถเข้ารับการอบรมเพื่อบริหารร้านค้าได้

6.บุคลากรสามารปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และมาตรฐานของบริษัทอย่างเคร่งครัด

2.ระบบการทำงานของเซเว่น-อีเลฟเว่น

ร้านเซเว่น-อีเลฟเว่น เป็นร้านสะดวกซื้อ ที่เปิด 24 ชม.

คู่แข่งในการจำหน่ายพาย

- AM PM
- Family Mart
- Super Market ตามปั๊ม
- ห้างสรรพสินค้าต่าง ๆ
- Mc Donald
- อื่น ๆ

ระบบการทำงาน

จะแบ่งเป็น 2 สาย

1. สาย Office ส่วนกลาง support operation (ฝ่ายปฏิบัติ)
   - บัญชี
   - จัดซื้อ
   - การตลาด
   - พัฒนาระบบ

2. สาย operation - สายปฏิบัติการที่อยู่ในพื้นที่ขาย

ซึ่งเป็นหน่วยงานที่จะต้องดูแลร้านอย่างใกล้ชิด และจะต้องปฏิบัติงานในร้านตลอด 24 ชม. โดยจะแบ่งเป็น 3 ผลัด คือ

ผลัดเช้า 6.30 - 14.30

ผลัดบ่าย 14.30 - 22.00

ผลัดดึก 22.00 - 6.30

ในแต่ละผลัดจะมีผู้ช่วยผู้จัดการร้านเป็นหัวหน้าคุมผลัด โดยมีผู้จัดการร้านเป็นผู้ดูแลร้านอีกที

3.รายละเอียดเกี่ยวกับการตั้งจุดเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น

ลักษณะการตั้งเครื่องของบริษัท ทางบริษัทตั้งเครื่องเฉพาะจุดโดยจะเลือกติดตั้งเครื่องภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น ที่อยู่ในแหล่งชุมชนหรือศูนย์กลางการค้าที่เจริญ หรือในแหล่งที่มีกลุ่มเป้าหมายหลากหลายหรือกลุ่มเป้าหมายที่นิยมรับประทานพายและกะหรี่พัฟ มีรสนิยมที่ทันสมัยอาทิ เช่น นิสิต นักศึกษา นักธุรกิจ เป็นต้น

4. การส่งเสริมการขาย

1.วิวัฒนาการของระบบธุรกิจค้าปลีก

นับตั้งแต่มนุษย์เริ่มรู้จักการจับจ่ายใช้สอยครั้งแรกในโลก ก็เริ่มเกิดธุรกิจค้าปลีกประเภทร้านขายของชำ หรือโชว์ห่วยขึ้นครั้งแรก และเมื่อวิวัฒนาการของมนุษย์เริ่มมีการพัฒนาขึ้น การดำเนินธุรกิจค้าปลีกก็เริ่มพัฒนาหลากหลายยิ่งขึ้น เช่น ร้านมินิมาร์ท, ซุปเปอร์มาร์เก็ต, ซุปเปอร์สโตร์, ตลอดจนห้างสรรพสินค้า และร้านค้าปลีกประเภทอื่น ๆ อีกหลายประเภท

ภายหลังจากที่มนุษย์ได้พัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ประกอบกับความเจริญเติบโตทางสังคมที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว มนุษย์จึงคิดค้นรูปแบบการค้าปลีกให้สามารถสนองตอบความต้องการของมนุษย์ด้วยกันเองขึ้น ในแง่ของการบริการที่รวดเร็วเป็นกันเอง และสะดวกสบายในการจับจ่ายใช้สอย

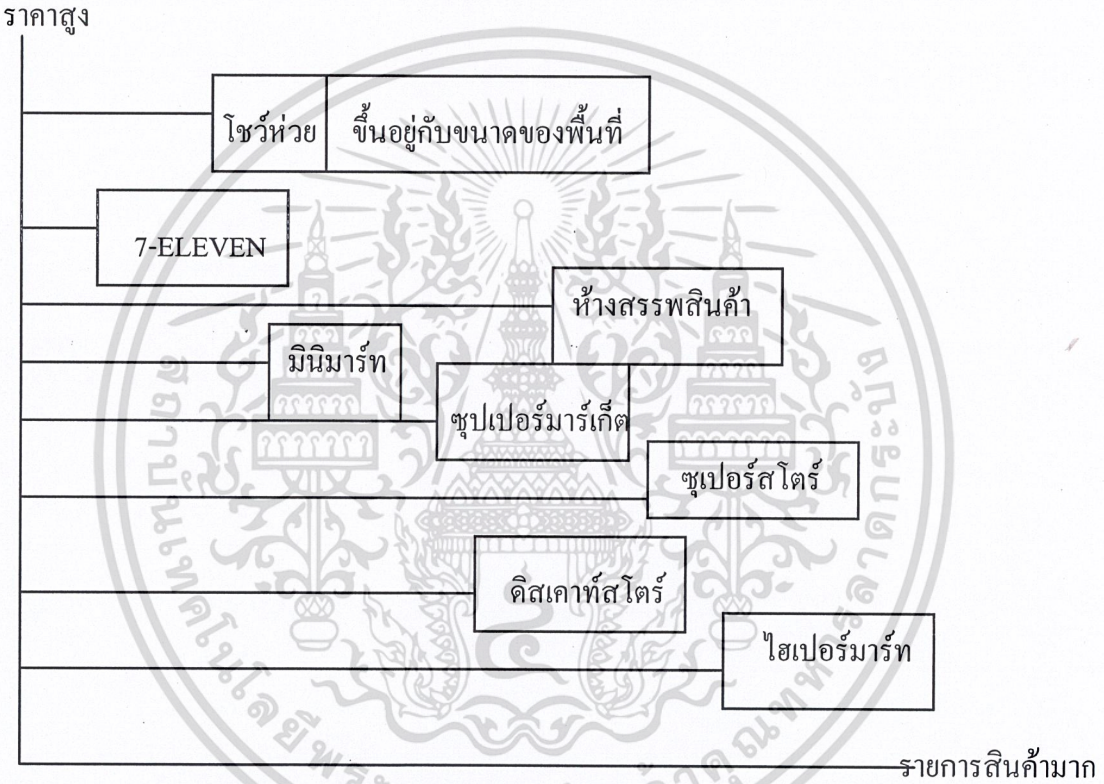
ด้วยเหตุนี้ เซเว่น-อีเลฟเว่น จึงได้กำเนิดขึ้น เพื่อสนองตอบความต้องการของผู้บริโภคทั้งในแง่ของการบริการที่สะดวก-รวดเร็ว-เป็นกันเอง และจากการพัฒนาการให้บริการที่ดีขึ้นอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ เซเว่น-อีเลฟเว่น ได้เป็นผู้นำในตลาดค้าปลีกประเภทร้านสะดวกซื้อได้อย่างรวดเร็ว

ลักษณะของคอนวีเนียนสโตร์

CONVENIENCE STORE คือ “ร้านขายสินค้าสะดวกซื้อ” คอนวีเนียนสโตร์ เป็นร้านค้าปลีก ขนาดกระทัดรัด ที่สามารถตอบสนองความต้องการในชีวิตประจำวันของลูกค้า โดยเน้นความสะดวก และประหยัดเวลา สำหรับลูกค้าในทุกด้าน ได้แก่

ภาพที่ 8

แสดงการเปรียบเทียบประเภทของธุรกิจค้าปลีก



2.กลยุทธ์การตลาดของ 7-ELEVEN

1. เป้าหมายทางการตลาด

1.เพิ่มยอดซื้อต่อหัว และชะลอการลดลงของลูกค้าที่เข้าร้าน

2.เพิ่มสัดส่วนการขายของสินค้าที่มีผลกำไรสูง (STI : GM)

3.เพิ่ม SKU (จำนวนสินค้าที่มีอยู่ในร้าน)

2. กลยุทธทางการตลาด

1.สร้างภาพพจน์ให้ 7-ELEVEN เป็นคอนวีเนียนสโตร์ที่ขายอาหารที่มีคุณภาพสำหรับลูกค้าที่มีชีวิตที่ทันสมัย ชอบความสะดวกสบาย

2.ขยายประเภทของสินค้าหลัก (Proprielary Product)

3.ใช้ 7-ELEVEN เป็นสื่อกลางในการโฆษณา เพื่อเป็นรายได้พิเศษแก่ร้าน

4.ใช้กลยุทธ EDFP เพื่อเพิ่มยอดขายและ G.P. บาท และเพื่อให้ได้ Return/ พื้นที่สูงสุด

5.ร่วมหรือส่งเสริมบริการเพื่อสังคม

6.ปรับปรุงขบวนการคัดเลือกสินค้าให้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคและในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับร้าน

7.สร้างระบบ Combining Distribution Center สำหรับสินค้าประเภทอาหาร

8.พัฒนาระบบการสื่อสารและระบบข้อมูลของฝ่ายการตลาด (MIS)

9.ในรัศมีไม่เกิน 300 ก.ม. จากกรุงเทพมหานครขึ้นไป จะไม่เพิ่มจำนวนผู้รับสิทธิช่วงอาณาเขต (Sub Area) แต่จะใช้ผู้รับสิทธิช่วงเฉพาะจังหวัดแทน (Grouped Franchise)

3. แนวความคิดในการดำเนินธุรกิจ

SPEED : -ความรวดเร็วในการบริการ โดยเฉพาะในช่วงที่ลูกค้าเยอะ

QUALITY : -ดูแลสินค้าให้สดใหม่ สะอาด และไม่หมดอายุ
-อุปกรณ์ประกอบการขายสามารถใช้งานได้ดีตลอดเวลา

SELECTION: -ในการส่งเสริมการขาย เลือกเฉพาะสินค้า TOP 100 ดูแลสต็อกไม่ให้ขาด โดยเฉพาะสินค้าบางบริษัทที่เคยมีปัญหาเรื่องการผลิตและการส่งสินค้า
- สินค้าครบทุกหมวด โดยมีการจัดเรียงที่สะดวก สวยงาม สามารถตอบสนองลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว

PRICE : -ในการส่งเสริมการขาย ราคาจะเทียบเท่าหรือต่ำกว่าราคาของคู่แข่ง แต่ช่วงปกติราคาจะเป็นราคายุติธรรม (FAIR PRICE)

ENVIRONMENT:-ดูแลรักษาความสะอาดร้าน เน้นให้มีการบริการที่ประทับใจและกล่าวทักทายลูกค้าสม่ำเสมอ

4.กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายหลัก -กลุ่มลูกค้าชาย/หญิง ที่มีอายุระหว่าง 18-24 ปี ส่วนใหญ่เป็นวัยรุ่น นักศึกษาและคนทำงาน ซึ่งมีลักษณะสนุกสนาน รักอิสระ ทันสมัย สะดวกสบาย มนุษย์สัมพันธ์ดี

กลุ่มเป้าหมายรอง -กลุ่มลูกค้าชาย/หญิง ที่มีอายุระหว่าง 25-40 ปี ส่วนใหญ่เป็นแม่บ้าน และคนทำงาน ซึ่งมีลักษณะเป็นมิตร ชอบความรวดเร็ว สะดวก ความหลากหลาย

5.<u>คู่แข่งขันของ 7-ELEVEN</u>

<u>คู่แข่งโดยตรง</u>: 1.แฟมิลี่มาร์ท

2.เอเอ็ม-พีเอ็ม

<u>คู่แข่งทางอ้อม</u> : 1.ห้างสรรพสินค้า

2.ซุปเปอร์สโตร์

3.ซุปเปอร์มาร์เกต

4.มินิมาร์ท

-เซ็นทรัลมินิมาร์ท

-บิ๊กเซเว่น

-ศิริชัย มินิมาร์ท

-อื่น ๆ

1.2 <u>PRODUCT SELECTION CONCEPT</u>

ในด้านธุรกิจของ 7-ELEVEN เป็นธุรกิจที่ให้ความสะดวกแก่ลูกค้า ดังนั้นสินค้าที่มีในร้านจำเป็นต้องมีสินค้าที่ใช้ในชีวิตประจำวันไว้บริการลูกค้าทุกด้านอย่างครบถ้วน ด้านอาหารสำเร็จรูปเครื่องดื่ม และสินค้าอุปโภค-บริโภคทั่วไป ตลอดจนด้านการบริการต่าง ๆ โดยจะมีขั้นตอนการคัดเลือกสินค้าที่มีคุณภาพ และเป็นสินค้าที่ลูกค้าโดยส่วนใหญ่ให้ความนิยม

1.3 <u>หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกสินค้า</u>

-กำหนดกลุ่มสินค้าให้เหมาะสมกับธุรกิจ 7-ELEVEN

-SII

-FASTFOOD

-G.M.

-สินค้าที่สนองความต้องการของลูกค้าได้เสมอ

-กลุ่มสินค้าที่มีลักษณะพิเศษ เพื่อสร้างความแตกต่างจากคู่แข่งขัน เช่น 7-ELEVEN Brand

-ประเภทสินค้าที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

-สินค้ามีคุณภาพ เป็นที่ยอมรับของคนส่วนใหญ่

-ลักษณะของสินค้าที่มีความหลากหลาย ให้ลูกค้าเลือกซื้อพอสมควร

-สินค้ามีขนาดเหมาะสมในการซื้อและนำไปใช้

-เป็นกลุ่มสินค้าที่ทำกำไร และให้ผลตอบแทนสูงและเหมาะสม

- จะต้องเป็นสินค้า ที่มีลักษณะ Product Presentation

2. PRICE (การบริหารด้านราคา)

การกำหนดระดับราคาสินค้า ในแต่ละกลุ่มสินค้า (PMA) ของสินค้าประเภท General Merchandise (G.M.) การกำหนดระดับราคาสินค้า 7-ELEVEN จะมีการเปรียบเทียบระดับราคาของสินค้าในแต่ละกลุ่มกับคู่แข่งขันทางตรง (Convenuie) และคู่แข่งขันทางอ้อม (Supermarket) ซึ่งราคาของสินค้าจะเทียบเท่ากับคู่แข่งขันได้ การกำหนดระดับราคาสินค้านั้น จะมีประเภททของสินค้าอยู่ 2 ประเภท

ภาพที่ 9

ภาพแสดงการกำหนดระดับราคาสินค้า



3. ส่วนผสมทางการตลาด 7-ELEVEN

1. PRODUCT (การบริหารตัวสินค้า)

: เนื่องจากการแข่งขันกันอย่างรุนแรงในปัจจุบัน ธุรกิจค้าปลีกจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการคัดเลือกสินค้าที่ได้รับความนิยมสูงสุดจากผู้บริโภค เข้ามาจำหน่ายในร้านของตนเอง โดยเฉพาะร้านค้าปลีกประเภทที่มีพื้นที่จำหน่ายน้อย เช่น มินิมาร์ทม ร้านคอนวีเนียนสโตร์ จำเป็นจะต้องคัดเลือกและบริหารตัวสินค้าที่มีอัตราการหมุนเวียนสูงเท่านั้นเข้ามาจำหน่าย นอกจากนี้ การบริหารตัวสินค้าในร้านค้าปลีกยุคใหม่ มักจะสร้างตัวสินค้าประเภทต่าง ๆ ขึ้นมาจำหน่ายด้วยตัวเอง เรียกว่า “PRIVATE BRAND” (ตราเฉพาะ) เช่น กาแฟผงยี่ห้อ แมคแฟ ในสยามแมคโค, เครื่องดื่มสเลอบี้ ในร้านเซเว่น อีเลฟเว่น, เครื่องดื่มฟลับเบ้ ในร้านแฟมิลี่มาร์ท, เครื่องดื่ม BIG-FREEZE ในร้านเอเอ็ม-พีเอ็ม เป็นต้น

1.1 ประเภทของสินค้า

1.สินค้าพิเศษ (SPECIAL ITEMS) เช่นสเลอบี้ เครื่องดื่มโค้ก กาแฟเย็น ฮอทดอก

-อัตราผลกำไร (G.P.) สูง

-มีการคิดต้นทุนแบบพิเศษ

-เตรียมหรือทำเองในร้าน

-เป็นสินค้าเฉพาะของ 7-ELEVEN

2.สินค้าประเภทฟาสต์ฟู้ด และเบเกอรี่ เช่น โดนัท ขนมไทย ขนมจีบซาลาเปา พิซซ่า- อัตราผลกำไร (G.P.) ปานกลาง

-สินค้าสั่งจากผู้ขาย หรือ D.C. ของบริษัท

-อาจเป็นสินค้าที่ขายทั่วไป หรือทำเฉพาะให้ 7-ELEVEN

3.สินค้าทั่วไป (GENERAL MERCHANDISE)

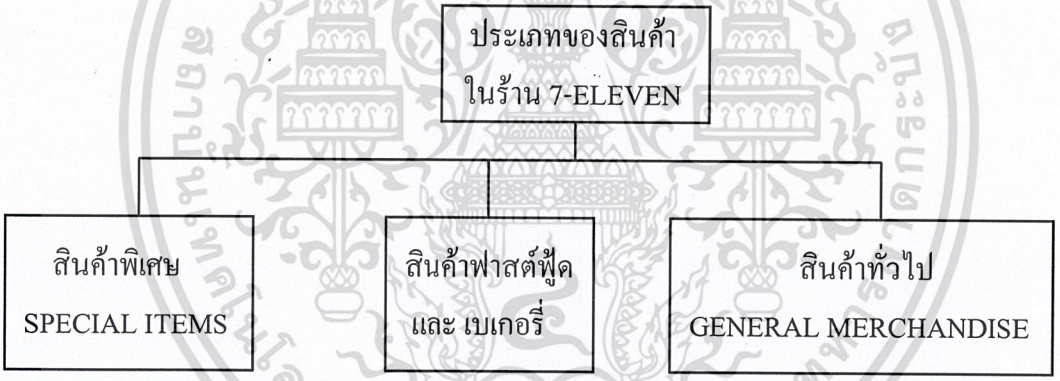
-สินค้าอุปโภค เช่น ของใช้ประจำวันทั่วไป

-สินค้าบริโภค เช่น ของกินประเภทของแห้ง หรือสำเร็จรูปทั่วไป

-เครื่องดื่มและของสด เช่น สินค้าที่ต้องแช่เย็น และมีอายุการเก็บสั้น

ภาพที่ 9

ภาพแสดงประเภทของสินค้า



จากการได้ศึกษาระบบการตลาดมาแล้วนั้นส่วนที่จำเป็นอีกประการหนึ่งในการที่จะนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดเพื่อให้ได้รับความประสบสำเร็จที่จะต้องมีการส่งเสริมการตลาด และการโฆษณาเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อทำหน้าที่กระตุ้นลูกค้า ชี้แจงให้รู้จักผลิตภัณฑ์ชักจูงเชิญชวนให้ซื้อและเตือนให้จดจำเป็นต้น ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวนี้เรียกว่า “การส่งเสริมการจำหน่าย”

<u>ส่วนผสมการส่งเสริมการจำหน่าย</u> (Promotion - Mix)

เนื่องจาก “การส่งเสริมการจำหน่าย” เป็นองค์ประกอบสำคัยอย่างหนึ่งใน “ส่วนผสมการตลาด” ดังนั้นกลยุทธการส่งเสริมการจำหน่าย (promotion strategies) จะประกอบด้วยเป้าหมายสำคัญ 4 ประการคือ

1.เพื่อเปลี่ยนพฤติกรรม (behavior modification)

2.เพื่อแจ้งข่าวสารข้อมูล (informing)

3.เพื่อโน้มน้าวชักจูง (persuading)

4.เพื่อเตือนความจำ (reminding)

ตารางที่ 3

แสดงการเปรียบเทียบลักษณะตลาดผู้บริโภค และตลาดอุตสาหกรรมหรือองค์การ

ข้อพิจารณา	ตลาดผู้บริโภค	ตลาดองค์กร ตลาดอุตสาหกรรม
1.ผู้ซื้อที่อยู่ในตลาด	บุคคลทุกคนหรือครอบครัวที่ซื้อสินค้าและบริการเพื่อการบริโภคขั้นสุดท้าย	องค์การที่ซื้อสินค้าหรือบริการเพื่อนำไปผลิตสินค้าชั้นสำเร็จรูปขายต่อ รวมทั้งการซื้อของหน่วยราชการต่าง ๆ ด้วย
2.ผลิตภัณฑ์ที่ซื้อขายในตลาด	สินค้าหรือบริการเพื่อการบริโภคขั้นสุดท้าย	กรณีผู้ผลิตได้แก่ วัตถุดิบ วัสดุและอะไหล่ในการผลิตเครื่องจักรกลเครื่องมือ วัสดุสิ้นเปลือง กรณีผู้ขายต่อสินค้าและบริการเพื่อการขายต่อ กรณีรัฐบาลสินค้าและบริการทุกชนิดเพื่อบริโภคเองขายต่อและเพื่อให้บริการ
3.โอกาสในการซื้อ	ขึ้นอยู่กับศาสนา เทศกาล ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สภาวะเศรษฐกิจ ฯลฯ	ขึ้นอยู่กับลักษณะผลิตภัณฑ์ นโยบายสินค้าคงเหลือ และภาวะเศรษฐกิจ
4.ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจซื้อ	ประกอบด้วย ผู้ริเริ่ม-ผู้มีอิทธิพล ผู้ตัดสินใจ-ผู้ซื้อ-ผู้ใช้	ประกอบด้วยผู้ใช้-ผู้มีอิทธิพล-ผู้ซื้อ-ผู้ตัดสินใจ-ผู้ควบคุมดูแล
5.วัตถุประสงค์ในการซื้อ	เพื่อสนองความจำเป็นต่าง ๆ ทางด้านร่างกาย จิตใจ สังคมและวัฒนธรรม	มีวัตถุประสงค์หลายอย่างขึ้นอยู่กับลักษณะขององค์การผู้ซื้อเช่น เพื่อสร้างรายได้หรือกำไรเพื่อลดต้นทุนในการดำเนินงานเพื่อให้เกิดความพอใจกับสังคมหรือเพื่อให้สอดคล้อง

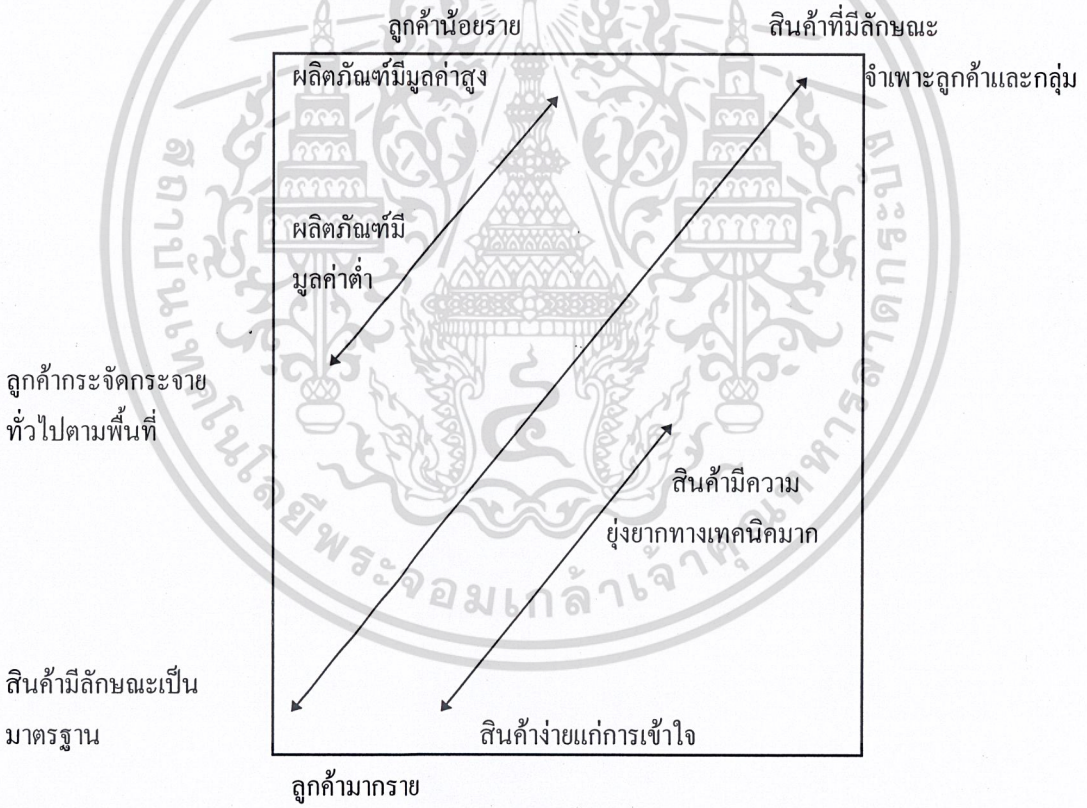
การที่จะบรรลุเป้าหมายทั้ง 4 ประการดังกล่าวจะต้องอาศัยกิจกรรมหลายอย่าง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการจำหน่าย ซึ่งเครื่องมือที่นักการตลาดใช้เพื่อการส่งเสริมการตลาดนี้ นักการตลาด

เรียกว่า “Promotion Tools” หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “Promotools” อันประกอบด้วยส่วนผสม 4 อย่างด้วยกันคือ

1. การโฆษณา (Advertising)
2. การส่งเสริมการขาย (Sales promotion)
3. การออกข่าวเผยแพร่ และการประชาสัมพันธ์ (Publicity and Public Relation)
4. การขายโดยบุคคล (Personal selling)

ภาพที่ 10

ภาพแสดงปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความสำคัญของการโฆษณาและการขายโดยพนักงานขาย



การโฆษณา (Advertising)

คำว่า “การโฆษณา” หรือ “advertising” ตามนิยามของสมาคมการตลาดแห่งสหรัฐอเมริกา (AMA) หมายถึง “การนำเสนอและการส่งเสริมอันเกี่ยวกับความคิด สินค้าหรือบริการโดยผ่านสื่อกลางต่าง ๆ ที่ไม่ใช่ตัวบุคคล ทั้งนี้โดยมีผู้อุปถัมภ์ในการออกค่าใช้จ่ายให้”

ส่วนความหมายของการโฆษณา ตาม พ.ร.บ. คุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ.2522 ได้ให้ความหมายไว้ว่า

"การโฆษณา" เป็นการทำให้ข้อความปรากฏแก่ประชาชน เช่น ลงพิมพ์ในหนังสือพิมพ์หรือเอกสารเผยแพร่ ติดต่อกับสิ่งก่อสร้าง หรือสิ่งอันที่ประชาชนมองเห็นได้ติดอยู่กับเรือ รถยนต์ พาหนะอื่นที่เป็นสาธารณะ การแพร่เสียงทางวิทยุ โทรทัศน์ การแสดงด้วยประการใด ๆ ซึ่งประชาชนสามารถเห็นหรือทราบได้

ประเภทของการโฆษณา (Types of Advertising)

เราสามารถแบ่งการโฆษณาออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามลักษณะการใช้และจุดมุ่งหมายของโฆษณา ดังนี้คือ

1.การโฆษณาผลิตภัณฑ์ (Product advertising) ได้แก่การโฆษณาเพื่อทราบผลิตภัณฑ์หรือบริการอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมุ่งเน้นส่วนดี ลักษณะและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ บางทีอาจเน้นด้านราคาอีกด้วย

2.การโฆษณาสถาบัน (Institutional advertising) ได้แก่การโฆษณาเพื่อสร้างความเชื่อถือศรัทธาให้แก่ธุรกิจซึ่งเป็นผู้ขายผลิตภัณฑ์ ซึ่งหมายความว่าเมื่อผู้ซื้อมีทัศนคติที่ดี (fevorable attitude) ต่อบริษัทแล้ว เขาก็จะเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของบริษัทนั้น

3.การโฆษณาระดับชาติ (National advertising) ได้แก่การโฆษณาซึ่งครอบคลุมอาณาเขตทั่วประเทศ โดยผู้ผลิตมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้คนซื้อผลิตภัณฑ์ยี่ห้อของตนการโฆษณาส่วนใหญ่ในประเทศไทยเป็นการโฆษณาประเภทนี้

4.การโฆษณาระดับท้องถิ่น (Local or retail advertising) ได้แก่การโฆษณาร้านค้าปลีกหรือบริษัทห้างร้านต่าง ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ลูกค้าซื้อสินค้าที่ร้าน หรือห้างของตนซึ่งมีสินค้าจำหน่าย จะซื้อยี่ห้ออะไรก็ได้ ตัวอย่างในกรุงเทพฯ ได้แก่ การโฆษณาของห้างสรรพสินค้าต่าง ๆ

5.การโฆษณาเพื่อการค้า(Trading advertising) ได้แก่การโฆษณาที่ผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายสินค้าต้องการให้พ่อค้าปลีกหรือพ่อค้า หรือพ่อค้าสั่งซื้อสินค้าของตนไปจำหน่าย หรือเป็นตัวแทนจำหน่าย การโฆษณาแบบนี้ปกติผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายจะนำผลิตภัณฑ์ของตนออกแสดงหรือจัดนิทรรศการสินค้าต่าง ๆ เพื่อให้คนรู้จัก

6.การโฆษณาเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาด (Corrective advertising) ได้แก่ การโฆษณาเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาด หรือความเข้าใจผิดบางสิ่งบางอย่างที่ได้ทำการโฆษณาไปแล้วก่อนหน้านั้นทั้งนี้เพื่อให้การโฆษณาถูกต้องหรือชัดเจน

7.การโฆษณาแยกประเภท (Classified advertising) ได้แก่การโฆษณาประกาศรับสมัครงาน ขายลด บริการหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ในหน้าโฆษณาแยกประเภทของหนังสือพิมพ์ต่างๆ

8.การโฆษณาตราสินค้า (Brand advertising) ได้แก่ การโฆษณาเพื่อสร้างชื่อหรือภาพพจน์ที่ดีให้แก่ตราสินค้าอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น การโฆษณา Coke, Pepsi และ Fanta เป็นต้น

9.การโฆษณาขายลด (Sale advertising) ได้แก่การโฆษณาเพื่อประกาศให้ประชาชนผู้ซื้อได้ทราบถึง การขายลดราคา เช่น ขายลดราคาครบรอบ 1 ปี 10 ปี หรือขายลดราคาเนื่องในโอกาสอื่น ๆ เป็นต้น

สื่อโฆษณา (Advertising Media)

เมื่อกำหนดประเภทของการโฆษณาแล้ว ผู้บริหารการตลาดจำเป็นจะต้องคำนึงว่าควรจะเลือกโฆษณาผ่านสื่อโฆษณาประเภทใดที่จะทำให้ข้อมูลต่าง ๆ ส่งถึงกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่ธุรกิจต้องการมากที่สุด โดยคำนึงถึงเวลา และต้นทุนด้วย ลักษณะของสื่อโฆษณามีดังต่อไปนี้คือ

1.โทรทัศน์ (Television) เป็นสื่อโฆษณาที่ทันสมัยมากที่สุดและสามารถจะเข้าถึงกำลุ่มผู้บริโภคได้ดีที่สุด

2.หนังสือพิมพ์ (Newspaper) เป็นสื่อโฆษณาอีกอย่างหนึ่งที่มีผู้นิยมใช้กันมากเพราะสามารถครอบคลุมพื้นที่และจำนวนผู้รับได้กว้างขวาง

3.นิตยสาร (Magazine) เป็นสื่อโฆษณาอีกประเภทหนึ่งที่นับวันจะได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

4.วิทยุ (Radio) เป็นสื่อโฆษณาที่ครอบคลุมกลุ่มผู้บริโภคในวงกว้าง ต้นทุนของการโฆษณาโดยใช้สื่อโฆษณาประเภทนี้เสียค่าใช้จ่ายต่ำ

5.สื่อโฆษณากลางแจ้ง (Outdoor Advertising) เป็นป้ายโฆษณาที่ทำด้วยไม้หรือป้ายโฆษณาที่ใช้ไฟฟ้า การใช้สื่อโฆษณาประเภทนี้ไม่ได้เจาะจงไปที่กลุ่มผู้บริโภคกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง แต่มุ่งเพื่อเตือนความทรงจำของผู้บริโภคที่ผ่านสัญจรไปมา

6.การโฆษณาตามยานพาหนะ (Transit Advertising) การโฆษณาตามยานพาหนะรวมทั้งที่พักผู้โดยสารด้วย

7.การใช้สื่อโฆษณา ณ แหล่งที่ลูกค้าซื้อ (Point of purchase Advertising) เป็นการนำเสนอโปสเตอร์มาติดหน้าร้าน รวมถึงการจัดตกแต่งภายในร้านเพื่อจูงใจให้ลูกค้าสนใจและกระตุ้นให้ลูกค้าเกิดความต้องการสินค้าโดยทันทีทันใดได้

8.การโฆษณาโดยตรงทางไปรษณีย์ (Direct Mail) เป็นลักษณะที่เฉพาะเจาะจงมากกว่าแบบอื่น ๆ

9.การโฆษณาด้วยของแถม และของแจก (Premiums) จะจัดทำขึ้นเพื่อดึงดูดใจลูกค้าโดยมีของแถมให้เป็นพิเศษ

งบประมาณการโฆษณา (Advertising Budget)

ปัจจัยสำคัญที่ผู้บริหารการตลาดจะต้องคำนึงถึงในการจัดทำงบประมาณการโฆษณาคือ

1.กำหนดเป็นอัตราเปอร์เซนต์เทียบกับยอดขาย

2.กำหนดจากจำนวนสินค้าที่ขายได้

3.กำหนดตามคู่แข่งขัน

4.กำหนดตามวัตถุประสงค์

5.กำหนดงบประมาณการโฆษณาโดยวิเคราะห์จากเงินทุนที่องค์การธุรกิจมีอยู่

การส่งเสริมการขาย (Sales Promotion)

คำว่า "การส่งเสริมการขาย" หรือ "sales promotion" หมายถึงสิ่งจูงใจต่าง ๆ ที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในระยะสั้น เพื่อกระตุ้นให้เกิดการซื้อ หรือการขายผลิตภัณฑ์หรือบริการให้ได้มากขึ้น เครื่องมือที่นำมาใช้ในการส่งเสริมการขายในปัจจุบันมีใช้กันอย่างกว้างขวางแตกต่างกันไป เครื่องมือเหล่านี้สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประการ คือ

1.เครื่องมือส่งเสริมการขายต่อผู้บริโภค (Consumer promotion) ตัวอย่างเช่น

1.1 การแจกตัวอย่างฟรี

1.2 การลดราคาสินค้า

1.3 การแจกของแถมหรือพรีเมี่ยม

2.เครื่องมือส่งเสริมการขายต่อคนกลางผู้จัดจำหน่าย (Trade promotion) เช่น ร้านค้าส่งหรือร้านค้าปลีก

1.ให้ส่วนลดทางการค้า (Trade discount) เพื่อให้สั่งซื้อจำนวนมาก

2.ให้โบนัส แบบเป็นการให้ไปทัศนาจรในประเทศหรือต่างประเทศ

3.การส่งเสริมการขายต่อหน่วยงานขาย (Sales Forcee Promotion) คือการส่งเสริมการขายไปสู่พนักงานขาย อาจทำได้ เช่น

1.ให้รางวัลแก่พนักงานขาย (cash Bonus)

2.ให้รางวัลแก่พนักงานขายที่ชนะการแข่งขันการขายไม่ว่าจะเป็นบุคคลหรือเป็นทีม (Sale force competition)

3.ให้รางวัลแก่พนักงานขายที่หาลูกค้าใหม่ได้ (New customer ineentive)

4.ให้พนักงานได้มีโอกาสไปฝึกอบรมดูงานที่สามารถทำให้สถานภาพของคนดีขึ้น

สรุปหลัก 12 ประการของการส่งเสริมการขาย

1.จะต้องทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นที่รู้จักของคนทั่ว ๆ ไป ก่อนด้วยสิ่งต่าง ๆ ในการโฆษณาตามความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

2.การส่งเสริมการขายจะต้องทำร่วมกับการโฆษณา เมื่อมีการส่งเสริมการขายสินค้านั้นๆ จะโดยการลดราคา แจก แถม หรืออะไรก็ตามจะต้องบอกกล่าวให้ผู้ใช้ทราบ

3.การวางแผนการส่งเสริมการขายสินค้านั้น ต้องพิจารณาจาก

-นโยบายที่กำหนด จุดมุ่งหมาย

-วิเคราะห์สถานะการของตลาดในปัจจุบัน

-สินค้าที่จะทำการส่งเสริมการขาย

-สถานที่ที่จะทำการส่งเสริมการขายสินค้านั้น ๆ

-งบประมาณที่ควรต้องใช้

-จะทำการส่งเสริมการขายเมื่อไร

4.สร้างภาพพจน์ให้แก่ตัวผลิตภัณฑ์ ให้เป็นที่คุ้นเคยของตลาดก่อน

5.วิเคราะห์ตลาดที่จะทำการส่งเสริมการขายว่าควรเป็นท้องที่ใดที่ต้องใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดนั้น “นำสินค้าที่ท้องที่นั้นต้องการไปขาย”

6.เลือกส่งเสริมสินค้าที่ลูกค้าต้องการและจำเป็นในที่ ๆ มีสินค้านั้นวางขายอยู่ด้วย

7.เป้าหมายของการใช้งานของสินค้านั้นมีอะไรบ้าง แล้วจึงนำมาเน้นในการโฆษณาส่งเสริมการขาย

8.จะจัดให้มีที่ไหนจึงเหมาะสมกับร้านค้าหรือสินค้านั้น ๆ

9.ความสำเร็จของการส่งเสริมการขายนั้นต้องได้รับความร่วมมือจากฝ่ายขายคือพนักงานขาย ฝ่ายโฆษณา การตกแต่งร้านทั้งภายในและภายนอก ตลอดจนแบบต่าง ๆ ของการส่งเสริมการขายที่จำเป็นต้องนำมาร่วมด้วย

10.การจัดสรรงบประมาณไว้สำหรับการส่งเสริมการขาย การส่งเสริมการขายนี้เป็นความสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับสถานะการของตลาด นอกจากนี้การส่งเสริมการขายยังเป็นการลงทุนอย่างหนึ่ง ซึ่งจะผลิตดอกออกผลให้

11.จดบันทึกแผนงานและนำมาวิเคราะห์กับผลงานทุกระยะ ทั้งวิธีการส่งเสริมการขาย ตัวผลิตภัณฑ์ ราคา สื่อที่ใช้ เงื่อนไขต่าง ๆ ตลอดจนค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการนี้ ผลงานที่ประเมินว่าจะได้ จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จริง ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไป

12.การขายและส่งเสริมการขายนี้จะต้องเลือกเวลาให้เหมาะสม

ตารางที่ 3

ตารางเปรียบเทียบรูปแบบของส่วนผสมของการส่งเสริมการจำหน่าย และอิทธิพลของแต่ละรูปแบบที่มีต่อกระบวนการตัดสินใจซื้อ

รูปแบบ	ลักษณะสำคัญของรูปแบบ	หน้าที่ของรูปแบบ	อิทธิพลต่อกระบวนการตัดสินใจซื้อ
การโฆษณา	-ผู้ซื้อและผู้ขายไม่ได้เผชิญหน้ากัน (impersonal) -เข้าถึงตัวผู้ซื้อง่าย -เป็นการสื่อสารทางเดียว	-เป็นสื่อให้ข่าวสารแก่กลุ่มผู้ฟังที่คาดหวังว่าจะเป็นผู้ซื้อจำนวนมาก -เร่งเร้าให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อสินค้าและบริการ -เร่งเร้าให้เกิดอุปสงค์	-ทำให้เกิดความรู้จักหรือเกิดการรับรู้เกี่ยวกับสินค้า(awarencess) -เปลี่ยนแปลงทัศนคติของผู้ฟังที่คาดว่าจะเป็นผู้ซื้อได้บ้าง
การขายโดยพนักงานขาย	-ผู้ซื้อและผู้ขายได้เผชิญหน้ากัน (personal) -การเข้าถึงตัวผู้ซื้ออาจทำได้ยาก -มีการเจรจาโต้ตอบกันสามารถปรับความเข้าใจได้ (two-way communication)	-สามารถให้ข่าวสารที่ถูกต้องและเฉพาะตัวเกี่ยวกับสินค้าได้เป็นอย่างดี -มีการต่อรองในการขายได้	-ชี้แนะแสดงประโยชน์สินค้าให้เห็นจริง -อำนาจในการชักชวนให้ซื้อสูงมาก -การซื้อเกิดได้มากเนื่องจากมีการต่อรองในการซื้อขาย
การส่งเสริมการจำหน่าย	-ผู้ซื้อและผู้ขายไม่ได้เผชิญหน้ากัน (impersonal) -ทำได้แต่อาจไม่ทั่วถึง -เป็นการสื่อความหมายเพียงทางเดียว (one-way	-มักใช้เพื่อช่วยงานการโฆษณาและพนักงานขาย	-ทำให้ผู้บริโภคเกิดความรู้จักหรือเกิดการรับรู้เกี่ยวกับสินค้า (awareness) -ทำให้ผู้บริโภคทราบถึงวิธีการใช้ตัวสินค้าและบริการ

สรุปส่วนผสมของการส่งเสริมการจำหน่ายนั้นแตกต่างกันออกไปสำหรับผลิตภัณฑ์หรืออุตสาหกรรรมแต่ละอย่าง อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปแล้ววิธีการส่งเสริมการจำหน่าย 2 อย่างคือ การโฆษณา และการใช้พนักงานขาย มักเน้นเครื่องมือหลักที่สำคัญ 2 ประการที่ใช้สำหรับการส่งเสริมการขาย และบริการต่าง ๆ และนอกจากนั้นก็เป็นการเสริมและสนับสนุนด้วยการส่งเสริมการขาย ส่วนการออกข่าวและการประชาสัมพันธ์จะมีการใช้ประโยชน์น้อยที่สุด

การส่งเสริมการจำหน่าย : การขายโดยบุคคล

คำว่า "การขายโดยบุคคล" หรือ "personal selling" AMA ได้ให้นิยามไว้ว่า "การขายโดยบุคคล หมายถึง การเสนอขายด้วยวาจาด้วยการสนทนากับผู้ซื้อที่มุ่งหวังคนหนึ่งหรือหลายคน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการขาย" (Oral presentation in a conversation with one or more prospective purchasers for the purpose of making sales)

จากคำนิยามนี้จะเห็นได้ว่า การขายโดยบุคคลเป็นวิธีการส่งเสริมการจำหน่าย โดยการให้พนักงานขาย การเสนอขายโดยวิธีนี้ถือว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุด เพราะเป็นการสื่อสารสองทาง (two-way communication) เป็นการเผชิญหน้ากันระหว่างผู้ขายกับผู้ซื้อ ทำให้สามารถสังเกตเรียนรู้และเข้าใจความรู้สึกของอีกฝ่ายหนึ่งได้ นอกจากนั้น ยังทำให้ผู้ขายสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ดีให้กับผู้ซื้อได้ เพราะการพบปะกันมากขึ้นจะสามารถสร้างความคุ้นเคยและเกิดความสัมพันธ์ส่วนตัวขึ้นมา ทำให้พนักงานขายสามารถขายสินค้าได้มากขึ้นกว่าเดิม การใช้วิธีการขายโดยบุคคลจะทำให้สามารถทราปฏิกิริยาตอบสนองจากผู้ซื้อโดยทันทีทันใดว่าสนใจจะซื้อสินค้านั้นหรือไม่

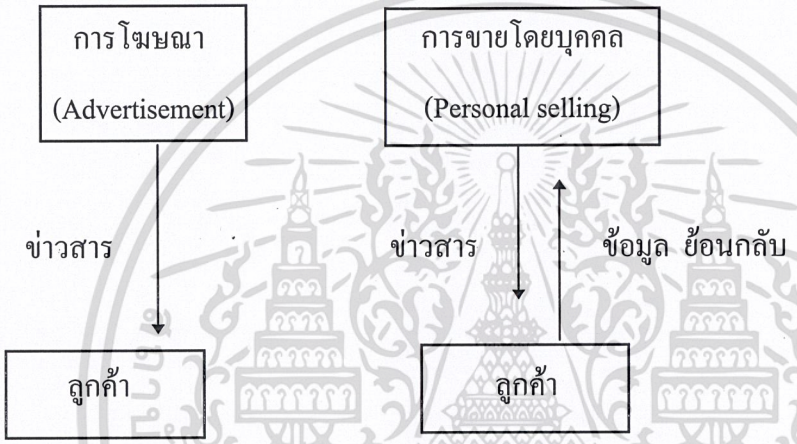
การขายโดยบุคคลนี้มีข้อเสียคือ ค่าใช้จ่ายในการส่งเสริมการจำหน่ายสูงและถ้าหากใช้การขายโดยบุคคล สำสหรับสินค้าอุปโภคบริโภคเข้าสู่กลุ่มลูกค้าคนสุดท้าย (Final consumer) จะไม่คุ้มค่าใช้จ่ายและไม่สามารถกระจายตลาดได้อย่างทั่วถึง ดังนั้น การขายโดยบุคคลจึงมักจะใช้กับผู้บริโภคในตลาดธุรกิจเป็นส่วนใหญ่

บุคคลหรือพนักงานขายที่ทำหน้าที่ช่วยส่งเสริมการตลาดนี้มีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น "salesmen" (พนักงานขาย) "sales representatives" (ผู้แทนขาย) "salespersons" (ผู้ขาย) "account executive" (ผู้ประสานงานลูกค้า) "sales conssultants" (ผู้ให้คำปรึกษาทางการขาย) "sales engineers" (วิศวกรฝ่ายการขาย) "field representatives" (ผู้แทนงานสนาม) "agents" (ตัวแทน) "service representatives" (ผู้แทนบริการ) และ "marketing representatives" (ผู้แทนการตลาด) เป็นต้น

ด้วยเหตุที่พนักงานขายของบริษัทมีชื่อเรียกต่างๆ กันดังนั้น พนักงานขายทั้งหมดของบริษัทจึงใช้คำเรียกรวมๆ ว่า "sales force" หรือหน่วยงานขาย และจะใช้คำเรียกบุคคลที่ทำหน้าที่ขายทุกประเภทว่า "sales representative" หรือผู้แทนขาย

ภาพที่ 12

แสดงการขายโดยบุคคลเป็นการติดต่อกันแบบสองทาง



หน้าที่ความรับผิดชอบสำคัญ 4 ประการของพนักงานขาย

Richard T. Hise และคณะได้ให้ข้อคิดเห็นว่า แม้ว่าหน้าที่ของพนักงานขายจะมีมากมาย แต่หน้าที่ความรับผิดชอบหลักที่พนักงานขายทุกคนจะต้องมีนั้นมี 4 ประการ คือ

1. **การต้องแสวงหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็นอย่างเพียงพอเพื่อความสำเร็จในการขาย** ได้แก่

   ก. ความรู้เกี่ยวกับธุรกิจนั้น (company knowledge)

   ข. ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่เสนอขาย (product knowledge)

   ค. ความรู้เกี่ยวกับคู่แข่งขัน (competitive knowledge)

   ง. ความรู้เกี่ยวกับตลาด (market knowledge)

2. **การวางแผนก่อนการเสนอขาย** (Pre-Presentation Planning) เพื่ออให้การเสนอขายบรรลุผลสำเร็จ พนักงานควรเตรียมการ ดังนี้

ก. การแสวงหารายชื่อผู้คาดหวัง (prospecting)

ข. การขอสัมภาษณ์ขาย (getting the sales interview)

ค. การวางแผนเสนอขาย (planning the sales presentation)

ง. การวางแผนเส้นทางติดต่อที่เหมาะสม (effective routing)

3. **การเสนอขาย** (Giving the Presentation) เพื่อให้การเสนอขายบรรลุผลสำเร็จ พนักงานขายจะต้องรับผิดชอบดังนี้

ก. หาวิธีการให้ลูกค้ามุ่งหวังเอาใจใส่และสนใจในผลิตภัณฑ์

ข. หาวิธีการให้ได้ลูกค้ามุ่งหวังเกิดความต้องการและตัดสินใจซื้อ

ค. หาวิธีการจัดการกับข้อโต้แย้งได้ (handling objections)

ง. หาวิธีการปิดการขายที่สัมฤทธิ์ผล (successful closing)

4. **การปฏิบัติกิจกรรมหลังการขาย** (Performing Post-Presentation Activities) หลังจากการขายแล้ว เป็นหน้าที่ของพนักงานขายที่จะต้องปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

ก. ติดตามผลและให้บริการแก่ลูกค้า

ข. เก็บระเบียบลูกค้า (keeping records)

ค. การวิเคราะห์และการจัดการลูกค้ารายใหญ่

ง. การจัดการแบ่งเวลาทำงาน (Time management)

นอกจากนี้การกำหนดวัตถุประสงค์ของหน่วยงานขายจะต้องคำนึงถึงหลักปรัชญาหรือแนวความคิดทางการตลาดสมัยใหม่ด้วย โดยเฉพาะในปัจจุบันการปฏิบัติการทางการตลาดยึดถือหลักปรัชญาที่มุ่งเน้นตลาดเป็นสิ่งสำคัญ (market orientation) ดังนั้น การกำหนดวัตถุประสงค์ของหน่วยงานก็จะต้องมุ่งเน้นการตลาด (market-oriented) ด้วยเช่นกัน ตามแนวความคิดเก่านั้น พนักงานขายจะมุ่งเน้นการทำยอดขายให้ได้สูงสุดและบริษัทให้ความสนใจในเรื่องผลกำไรมาก แต่ตามแนวความคิดใหม่นี้ พนักงานขายจะต้องรู้วิธีสร้างความพอใจให้กับลูกค้า (customer satisfaction) และทำกำไรให้กับบริษัทและนอกจากนั้นพนักงานขายยังจะต้องรู้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการขาย (analyze

sales data) จะต้องรู้วิธีวัดขนาดของตลาดที่เป็นไปได้ (market potential) รวบรวมข่าวสารการตลาด (market intelligence) รวมตลอดจนจะต้องรู้วิธีกำหนดกลยุทธและวางแผนทางการตลาดอีกด้วย นักการตลาดในปัจจุบันมีความเชื่อว่า การปฏิบัติการของหน่วยงานขายที่มุ่งเน้นการตลาดเป็นสิ่งสำคัญ แทนที่จะมุ่งเน้นการขายเป็นสิ่งสำคัญจะทำให้เกิดผลสำเร็จต่อธุรกิจได้มากกว่าในระยะยาว

การกำหนดกลยุทธสำหรับหน่วยงานขาย

ในการดำเนินงานการตลาดปัจจุบัน ธุรกิจทุกธุรกิจจำเป็นจะต้องเผชิญกับการแข่งขันอย่างหลีกเลี่ยงไม่พ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแข่งขันเพื่อช่วงชิง การรับใบสั่งซื้อ (get orders) จากลูกค้า ด้วยเหตุนี้ธุรกิจจึงจำเป็นจะต้องวางแผนกำหนดกลยุทธหน่วยงานขาย เพื่อทำการติดต่อเข้าถึงลูกค้าหรือผู้ซื้อที่เหมาะสม โดยอาศัยความรู้ความเข้าใจในกระบวนการซื้อของลูกค้าเป็นหลัก หาทางสร้างความพอใจให้กับลูกค้ามากที่สุด เพื่อนำความได้เปรียบมาสู่ธุรกิจนั้น

สำหรับวิธีที่ธุรกิจจะติดต่อเสนอขายกับลูกค้าอาจเลือกใช้วิธีหนึ่งหรือหลายวิธีใน 5 วิธีดังต่อไปนี้

1. **ผู้แทนขายคนเดียวต่อผู้ซื้อคนเดียว** (Sales representative to buyer) ตัวอย่างเช่น ผู้แทนขายอาจติดต่อเสนอขายกับลูกค้าคาดหวัง (prospect) หรือลูกค้าคนหนึ่งทางโทรศัพท์

2. **ผู้แทนขายคนเดียวต่อกลุ่มผู้ซื้อหลายคน** (Sales representative to buyer group) ตัวอย่างเช่น ผู้แทนขายคนหนึ่งอาจเสนอขายสินค้าอย่างหนึ่งต่อกลุ่มผู้ซื้อหลายๆ คน

3. **ทีมผู้ขายหลายคนต่อกลุ่มผู้ซื้อหลายคน** (Sales team to buyer group) ตัวอย่างทีมผู้ขายประกอบด้วยเจ้าหน้าที่ของธุรกิจของผู้แทนขาย และวิศวกรฝ่ายขาย ทำการเสนอขายสินค้าให้แก่กลุ่มผู้ซื้อหลายๆ คน

4. **การจัดประชุมเพื่อการขาย** (Conference selling) ตัวอย่างเช่นตัวแทนขายอาจเชิญบุคลากรของธุรกิจมาพบกับผู้ซื้อคนหนึ่ง หรือหลายคน เพื่อให้คำปรึกษาหารือกันในปัญหาต่าง ๆ เพื่อจะได้หาทางช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยปกติการขายสินค้าในลักษณะนี้จะเป็นสินค้าประเภท

อุตสาหกรรม เครื่องมือเครื่องจักรที่ต้องอาศัยเจ้าหน้าที่เทคนิคต่าง ๆ หลายฝ่ายมาให้คำแนะนำ เช่น การติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

5. **การจัดสัมนาเพื่อการขาย** (Seminar selling) ลักษณะการเสนอขายวิธีนี้ กระทำได้โดยทีมงานขายของธุรกิจประกอบด้วยเจ้าหน้าที่เทคนิคด้านต่าง ๆ จัดสัมมนาทางวิชาการเพื่อให้ความรู้ทางเทคนิคแก่กลุ่มเจ้าหน้าที่ทางเทคนิคของบริษัทผู้ซื้อเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่จะขายโดยละเอียด

การกำหนดโครงสร้างของหน่วยงานขาย

การกำหนดโครงสร้างของหน่วยงานขาย ธุรกิจมีทางเลือกกระทำได้ 4 รูปแบบได้แก่ การจัดตามโครงสร้างของอาณาเขต ตามโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ตามโครงสร้างของลูกค้าและแบบรวมทั้ง 3 อย่างเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสม

1. **การจัดหน่วยงานขามตามโครงสร้างของอาณาเขต** (Territorial Structured Sales Force) การจัดหน่วยงานขายแบบนี้เป็นแบบที่ง่ายที่สุดในวิธีการซื้อ ผู้แทนขายแต่ละคนจะได้รับมอบหมายความรับผิดชอบการขาย โดยแบ่งแยกกันไปเป็นเขต ๆ เช่นเขตกรุงเทพมหานคร เขตภาคเหนือ เขตภาคใต้ เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือและทำการขายสินค้าหรือบริการทุกอย่างของธุรกิจให้แก่ลูกค้าทุกกลุ่มในแต่ละเขต

2. **การจัดหน่วยงานขายตามโครงสร้างของผลิตภัณฑ์** (Product-Structured Sales Force) กิจการที่ใช้วิธีจัดหน่วยงานขายตามโครงสร้างของผลิตภัณฑ์โดยปกติจะเป็นธุรกิจที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์หลายสาย แต่ละสายจะไม่ค่อยมีความเกี่ยวพันกันนอกจากนั้นยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความยุ่งยากทางเทคนิคการจัดหน่วยงานแยกตามแต่ละสายจะช่วยให้พนักงานขายมีความรอบรู้เชี่ยวชาญในสายผลิตภัณฑ์ของตน

3. **การจัดหน่วยงานของตามโครงสร้างของลูกค้า** (Customer-Structured Sales Force) กิจการที่จำหน่ายสินค้ามุ่งสู่ตลาดที่ลูกค้ามีลักษณะต่าง ๆ กันมากการจัดหน่วยขายมักจะใช้วิธีการจัดแบ่งแยกตามลักษณะของลูกค้าที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อให้พนักงานขายแต่ละกลุ่มจะได้เรียนรู้ความต้องการของลูกค้าแต่ละกลุ่มอย่างแท้จริง เพื่อจะได้เสนอสินค้าได้อย่างถูกต้อง

4. **การจัดหน่วยงานขายแบบผสม** (Complex Sales-Porce Structure) ในกรณีที่ธุรกิจขายผลิตภัณฑ์หลายชนิดแตกต่างกันให้กับลูกค้าหลายประเภท และอยู่กระจัดกระจายตามที่ต่าง ๆ กันหลายท้องที่ อาจใช้วิธีการจัดหน่วยงานขายหลายแบบเป็นแบบผสมเช่น แบ่งตามอาณาเขตและผลิตภัณฑ์ (territory-product) อาณาเขต และลูกค้า (territory customer) หรือผลิตภัณฑ์และลูกค้า (product-customer) เป็นต้น

การจ่ายค่าตอบแทนให้แก่หน่วยงานขาย

เพื่อให้ได้จำนวนพนักงานขายตามที่ต้องการ กิจการจำเป็นต้องกำหนดแผนการการจ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสม การตัดสินใจในเรื่องการจ่ายค่าตอบแทนให้แก่พนักงานขายนี้ ปกติธุรกิจจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบพื้นฐาน 4 ประการด้วยกันคือ

1. **จำนวนเงินค่าตอบแทนที่จ่ายคงที่** (fixed amount) ซึ่งได้แก่เงินเดือน เพื่อสนองความต้องการของพนักงานขายที่ต้องการมีรายได้ที่แน่นอนมั่นคง

2. **จำนวนเงินค่าตอบแทนที่ขึ้นอยู่กับผลงาน** (variable amount) ซึ่งได้แก่ ค่านายหน้า โบนัส หรือส่วนแบ่งกำไร (profit sharing) เพื่อเป็นการกระตุ้นหรือจูงใจให้พนักงานขายได้ใช้ความพยายามมากขึ้น

3. **จำนวนเงินค่าตอบแทนที่ให้ในรูปของค่าใช้จ่าย** (expense) หรือเบี้ยเลี้ยงเพื่อช่วยให้พนักงานขายใช้ความพยายามในการขายได้อย่างเต็มที่

4. **การจ่ายค่าตอบแทนในรูปสวัสดิการ** (fringe benefits) อย่างเช่นการลาพักผ่อนโดยรับเงินเดือน (paid vacations) ค่ารักษาพยาบาล การเกิด อุบัติเหตุ เงินบำเหน็จบำนาญ และการประกันชีวิต เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อสร้างความมั่นคงและความพอใจในการทำงานให้กับพนักงาน

ผู้บริหารการขายระดับสูงจะต้องนำองค์ประกอบทั้ง 4 ประการข้างบนนี้มาประกอบการพิจารณาการตัดสินใจ กำหนดแผนการจ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสม กฎเกณฑ์การกำหนดค่าตอบแทนที่ได้รับความยินยอมมากวิธีหนึ่งคือ การกำหนดจำนวนเงินค่าตอบแทนที่จ่ายเป็นจำนวนเงินคงที่ 70% ส่วนอีก 30% ที่เหลือจ่ายเป็นค่าตอบแทนสำหรับองค์ประกอบอื่น ๆ

การฝึกอบรมผู้แทนขาย (Training Sales Representatives)

ในอดีตธุรกิจส่วนใหญ่จะส่งพนักงานขายออกปฏิบัติงานทันที หลังจากว่าจ้างกันโดยถือว่าการฝึกอบรมเป็นการฟุ่มเฟือย ทำให้เสียโอกาสขายโดยใช่เหตุ แต่ในปัจจุบันความคิดนี้เปลี่ยนไป ผู้แทนขายใหม่ในปัจจุบันจะต้องใช้เวลา 2-3 สัปดาห์ หรือหลาย ๆ เดือนเพื่อการฝึกอบรม โดยปกติแล้วระยะเวลาการฝึกอบรมระดับกลาง สำหรับธุรกิจที่ขายสินค้าอุตสาหกรรมจะใช้เวลาประมาณ 28 สัปดาห์ ธุรกิจที่ขายบริการใช้เวลาประมาณ 12 สัปดาห์และธุรกิจที่ขายสินค้าอุตสาหกรรมจะใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์

สำหรับโปรแกรมการฝึกอบรมมีเป้าหมายสำคัญดังนี้คือ

1. **เพื่อให้ผู้แทนขายได้รู้จักกับธุรกิจที่ตนเข้าไปทำงานเป็นอย่างดี** ธุรกิจส่วนใหญ่จะใช้เวลาในส่วนแรกของการฝึกอบรม เพื่อบรรยายประวัติความเป็นมาของกิจการรวมทั้งเป้าหมายหรือนโยบายในการดำเนินงาน โครงสร้างของกิจการ สายงานบังคับบัญชาหัวหน้างานต่าง ๆ รวมตลอดถึงผลิตภัณฑ์สำคัญ ๆ ของธุรกิจ และยอดขาย เป็นต้น

2. **เพื่อให้ผู้แทนขายได้รู้จักผลิตภัณฑ์ของธุรกิจนั้น** ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะได้รับการชี้แจงให้ทราบโดยละเอียดเกี่ยวกับ กระบวนการผลิตและการนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ

3. **เพื่อผู้แทนขายได้รู้ลักษณะของลูกค้าและคู่แข่งขัน** ผู้แทนขายจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับประเภทของลูกค้าชนิดต่าง ๆ รวมทั้งความต้องการของลูกค้า แรงจูงใจในการซื้อ และนิสัยการซื้อเป็นต้น รวมทั้งจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกลยุทธและนโยบายทั้งของธุรกิจและคู่แข่งขัน

4. **เพื่อให้ผู้แทนขายได้รู้เทคนิคการเสนอขายที่ประสบความสำเร็จ** ผู้แทนขายจะได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับศิลปะการขาย และนอกจากนั้นยังอบรมให้ผู้แทนขายได้ทราบเกี่ยวกับข้อโต้แย้งต่าง ๆ ของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่จะเสนอขาย รวมตลอดถึงการสอนให้รู้จักใช้วาทะการขายอีกด้วย

5. **เพื่อให้ผู้แทนขายได้รู้ระเบียบวิธีการปฏิบัติงาน และหน้าที่ ความรับผิดชอบของตน** ผู้แทนขายจะได้รับการฝึกอบรมให้รู้จักการแบ่งเวลาให้กับลูกค้าประเภทต่าง ๆ การจัดทำบัญชีค่าใช้จ่าย การเขียนรายงานการขาย และการกำหนดเส้นทางการติดต่อที่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น

กระบวนการขาย (Selling Process)

ผู้แทนขายจำนวนมากยังไม่รู้จักวิธีขายสินค้า ดังนั้นจุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่งของการฝึกอบรมพนักงานขายก็เพื่อให้พนักงานขายทุกคนได้มีความรู้เกี่ยวกับ "ศิลปะของการขาย" (art of selling) ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการขายที่สำคัญ 7 ขั้นตอน ดังนี้คือ

1. การแสวงหาลูกค้า (Prospecting)
2. การเตรียมตัวก่อนเข้าพบ (Preapproach)
3. การเข้าพบลูกค้าผู้คาดหวัง (Approach)
4. การเสนอขายและการสาธิต (Presentation and Demonstration)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ในการที่จะนำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมานำออกสู่ตลาดนั้น มีความจำเป็นที่จะนำเอาเรื่องของระบบการตลาดมาพิจารณา เนื่องจากสามารถที่จะนำมาใช้อธิบายถึงความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของการทำงาน ในกระบวนการทางการตลาดและรูปแบบของระบบดังกล่าวยังสามารถนำมาใช้ในการวางแผนการตลาดได้ นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในการตัดสินใจทางการตลาดอีกด้วย

พิไลวรรณ ประกอบผล (2534) ได้ศึกษาไว้ว่า ความหมายของ "ระบบการตลาด" (marketing System) หมายถึง การรวมตัวของระบบย่อย หรือหน่วยงานย่อยต่าง ๆ ในตลาดเข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และหน่วยงานต่าง ๆ เหล่านี้จะดำเนินและเคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลงไปด้วยกันทั้งระบบ โดยที่ทุก ๆ หน่วยจะขึ้นตรงกัน มีผลกระทบซึ่งกันและกันและจะเกี่ยวข้องถึงกันตลอดเวลา

ตลาดเป้าหมาย การแบ่งส่วนตลาด การวิเคราะห์และการเลือก

การแบ่งส่วนตลาดและการวิเคราะห์เพื่อเลือกตลาดเป้าหมาย เป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งในการปฏิบัติงานทางการตลาด เพราะเป็นงานชิ้นแรกในการวางแผนกลยุทธทางการตลาด ก่อนที่จะนำมาพัฒนาส่วนผสมทางการตลาดเพื่อให้สอดคล้องกับตลาดเป้าหมายนั้น

ความหมายของคำว่า "ตลาด" (Market)

ศาสตราจารย์ William J. Stanton ได้ให้นิยามคำว่า "ตลาด" ในความหมายของการตลาดไว้ว่าหมายถึง "กลุ่มคนซึ่งมีความต้องการที่จะตอบสนองมีเงินที่จะใช้สอย และมีความเต็มใจที่จะใช้เงินเพื่อซื้อสินค้าและบริการตามความต้องการของเขา" ดังนั้น ตามความหมายนี้ ตลาดจะต้องมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. คนที่มีความต้องการ (people with needs)
2. มีอำนาจในการซื้อ (purchasing power)
3. มีความเต็มใจที่จะซื้อ (willingness to spend it)

ภาพที่ 13

ภาพแสดงความหมายของคำว่าตลาด



ดังที่ได้ศึกษามาแล้วว่ามีตลาดที่สำคัญอยู่ 2 ประเภท คือ ตลาดผู้บริโภคและตลาดอุตสาหกรรม ดังนั้นเกณฑ์สำหรับการแบ่งส่วนตลาดทั้งสองประเภทซึ่งแตกต่างกัน จึงย่อมต้องแตกต่างกันด้วย

1. **หลักเกณฑ์การแบ่งส่วนตลาดผู้บริโภค** ที่นิยมใช้มีอยู่ 4 ประเภทใหญ่ ๆ ดังที่ได้สรุปไว้

ภาพที่ 14

ภาพแสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งส่วนตลาดผู้บริโภค



1.1 **การแบ่งส่วนตลาดเชิงภูมิศาสตร์** (Geographic Segmentation) เช่น ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ทรัพยากรธรรมชาติ และความหนาแน่นของประชากร เป็นต้น จึงอาจมีการแบ่งส่วนตลาดตามเขตการขายในภาคต่าง ๆ

1.2 **การแบ่งส่วนตลาดเชิงประชากร** (Demographic segmentation) เป็นการแบ่งตลาดตาม อายุ รายได้ อาชีพ จำนวนคนในครอบครัว การศึกษา ชนชั้นในสังคม และวัฏจักรครอบครัว

1.3 **การแบ่งส่วนตลาดเชิงจิตนิสัย** (Psychorgaphic segmentation) การแบ่งส่วนตลาดแบบที่ 3 เป็นการแบ่งตามชีวิตความเป็นอยู่ บุคลิกลักษณะ การใช้สินค้าเป็นต้น

1.4 **ลักษณะของพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์** เป็นความสัมพันธ์ระหว่างผู้บริโภคและสินค้าหรือบริการ ผู้บริโภคอาจเคยใช้หรือไม่เคยใช้สินค้านั้น หากเคยใช้ เป็นผู้ใช้ปริมาณมาก ปานกลางหรือน้อย

สำหรับตัวอ ย่างการแบ่งส่วนตลาดผู้บริโภคตามเกณฑ์ต่าง ๆ ดังกล่าวได้สรุปไว้ในตารางที่

ตารางที่ 4

ตารางสรุปตัวแปรที่สำคัญในการแบ่งส่วนตลาดอุปโภคบริโภค

ตัวแปร	รายละเอียดแตกย่อย
1. <u>ลักษณะภูมิศาสตร์</u> (Geographic)	
- เขต Region	ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้
- ขนาดประเทศ county size	จังหวัด
- ขนาดเมือง sity size	ตัวอำเภอ เมือง ชานเมือง ชนบท
- ความหนาแน่น Density	ตามชายทะเล ตามที่ราบ ตามภูเขา
- สภาพอากาศ climate	
2. <u>ลักษณะประชากร</u> (Demographic)	
- อายุ Age	ต่ำกว่า 10 ปี 10-20 ปี 21-30 ปี 30-40 ปีขึ้นไป
- เพศ Sex	ชาย หญิง
- ขนาดครอบครัว family size	1-2 คน 3-4 คน วัยรุ่น-โสด วัยรุ่น-แต่งงานแล้ว

ตัวแปร	รายละเอียดแตกย่อย
- วัฏจักรชีวิตครอบครัว family life cycle	ต่ำกว่า 3,000 บาท 3,000-5,000 บาท
- รายได้ income	5,000-8,000 บาท 8,000-10,000 บาท
	10,000 บาทขึ้นไป
- อาชีพ	ค้าขาย พนักงานขาย หัวหน้าคนงาน
	ผู้บริหาร ชาวนา นศ.
- การศึกษา education	ไม่มีการศึกษา จบชั้นประถม จบชั้นมัธยม
	จบชั้นมหาวิทยาลัย
- ศาสนา Religian	พุทธ อิสลาม คริสต์
- เชื้อชาติ Race	ไทย จีน ขาว ดำ เอเชีย
- สัญชาติ Nationality	ไทย จีน อเมริกัน
- ชั้นสังคม	ชั้นล่างส่วนกลาง ชั้นกลางส่วนบน ชั้นกลาง
	ส่วนล่าง ชั้นสูงส่วนบน ชั้นสูงส่วนล่าง
	ชั้นสูงส่วนบน
3. ลักษณะจิตนิสัย (Psychographic)	เป็นคนมีระเบียบ เป็นคนอยู่อย่างง่าย ๆ ทะเยอ
- แบบการดำรงชีวิต life style	ทะยาน ใช้อำนาจ
- บุคลิกภาพ Personality	
- ชั้นทางสังคม Social class	
4. ลักษณะพฤติกรรม (Behavioristic)	ซื้อประจำ ซื้อในวาระพิเศษ
- ลักษณะการซื้อ	ประหยัด สะดวก ยกย่อง
- พิจารณาถึงประโยชน์	ผู้ไม่เคยใช้ ผู้ใช้คนก่อน ผู้ใช้ครั้งแรก
- สถานะผู้ใช้	ผู้ใช้ประจำ
	ผู้ใช้อย่างน้อย ผู้ใช้อย่างปานกลาง
- อัตราการใช้	ผู้ใช้อย่างมาก ไม่เคยภัดี ภัดี ปนภลาง ภัดี ฟ

ตัวแปร	รายละเอียดแตกย่อย
- สถานะความภักดี	ไม่เคยภักดี ภักดีปานกลาง ภักดีอย่างมาก ภักดีตลอดไป
- ขั้นเต็มใจซื้อ	ไม่ตระหนัก ตระหนัก ได้รับการบอก สนใจปรารถนา ตั้งใจซื้อ
- ความไหวตัวในปัจจัยทางการตลาด	คุณภาพ ราคา การบริการ การโฆษณา การส่งเสริม การขาย

สรุป

ประโยชน์ที่ได้รับจากการแบ่งส่วนตลาดมีดังต่อไปนี้

1. ทำให้เราอยู่ในฐานะที่ได้เปรียบคู่แข่งขัน เพราะเรารู้ความต้องการของตลาด
2. ทำให้เราเลือกตลาดที่อำนวยประโยชน์ให้แก่เรา
3. ทำให้เราสามารถปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ ตลอดจนวิธีการในการดำเนินงานการตลาดให้ดียิ่งขึ้น

ก่อนที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ออกมาจำหน่ายธุรกิจอาจจะมีผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดออกสู่ตลาดอยู่แล้วก็ได้ การที่จะสร้างผลิตภัณฑ์อะไรออกมาก็ตาม ธุรกิจจำเป็นต้องคำนึงถึงผู้ใช้หรือผู้บริโภคเป็นหลักสำคัญ ธุรกิจจำเป็นต้องค้นหาความจริงว่าผู้ใช้ชอบหรือไม่ชอบสินค้าที่ผลิตขึ้นมา จะมีทางแก้ไขอย่างไรที่จะทำให้ชอบหรือพอใจ เทคนิคเหล่านี้จะทราบได้โดยการวิจัยตลาด

พิไลวรรณ ประกอบผล (2534) ให้คำนิยามของคำว่า "การวิจัยตลาด" หมายถึง การรวบรวม การบันทึก และการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ในการจัดจำหน่ายสินค้าและบริการอย่างมีระบบ

ในปัจจุบันนี้ธุรกิจได้ให้ความสำคัยแก่การวิจัยตลาดมาก เพราะ

1. สามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการตัดสินใจแก้ปัญหาที่ยุ่งยาก สลับซับซ้อนได้

2. ใช้เป็นแนวทางในการผลิตสินค้า การซื้อสินค้ามาขาย ให้มีปริมาณที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด ณ ขณะนั้นได้

3. เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบาย การวางแผนการตลาดของธุรกิจนั้น

4. เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดราคาที่เหมาะสมได้

5. เป็นช่องทางที่สามารถนำสินค้าไปจำหน่ายยังตลาดที่มีความต้องการสูงสุด หรือแหล่งที่ยังไม่มีคู่แข่งขัน

6. เป็นเครื่องที่ชี้บอกได้ว่าควรสร้างสินค้าให้มีลักษณะอย่างใดจึงจะเป็นสิ่งที่ดึงดูดกระตุ้นใจผู้บริโภคให้เกิดความต้องการครอบครองสินค้านั้นได้

7. ช่วยในการคำนวณหาจำนวนลูกค้า

8. ช่วยค้นพบแนวทางเพื่อใช้วิธีการส่งเสริมการจำหน่ายในเวลา และสถานที่อันเหมาะสมและได้ผลตอบแทนที่น่าพอใจสูงสุด

9. ช่วยให้การดำเนินงานทางการตลาดมีต้นทุนต่ำลง เพราะสามารถชี้ให้เห็นถึงข้อบกพร่องและทางแก้ไข

10. ก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการที่จะพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์และการวางนโยบายของธุรกิจให้มีลักษณะทันสมัย ก้าวหน้าสอดคล้องกับสภาวะทางการตลาดที่มีการเปลี่ยนแปลง (Dynamic) อยู่ตลอดเวลา

11. ก่อให้เกิดความเชื่อมั่น สร้างศรัทธา และความรู้สึกที่ดีให้เกิดขึ้นในระหว่างเจ้าหน้าที่ของธุรกิจ เช่น ความรู้สึกว่าผลิตภัณฑ์ของธุรกิจจะต้องเป็นสินค้าที่ดี เป็นที่ยอมรับนับถือในหมู่ผู้บริโภค อาทิ เชน การออกแบบที่ดี ใช้วัสดุที่ดี การตั้งราคาและการโฆษณาที่ดีพร้อม เป็นต้น

ในการวิจัยตลาดธุรกิจควรทำการศึกษาข้อมูล ดังนี้คือ

1. ศึกษาข้อมูลด้านการตลาด ผู้ผลิตโดยทั่วไปจะต้องการทราบว่าปริมารการผลิตหรือความต้องการสินค้านั้นในตลาดจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงในอนาคต ในปริมาณเท่าใดจะมีหนทางที่จะขยายตลาดออกไปได้อย่างไรบ้าง

2. การศึกษาลูกค้า นอกจากการศึกษาถึงความต้องการของตลาดแล้ว ฝ่ายจัดการจะต้องทราบถึงพฤติกรรมของลูกค้าด้วยว่ามีความชอบสินค้าอย่างไร จะยอมรับผลิตภัณฑ์ของธุรกิจนั้นมากน้อยเพียงใด ใครเป็นผู้ซื้อ ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์นี้ เป็นต้น

3. ศึกษาถึงมูลเหตุจูงใจในการซื้อสินค้านั้น ซึ่งธุรกิจอาจพบว่าสินค้าบางชนิด ผู้บริโภคซื้อเนื่องจาก

3.1 ก่อให้เกิดความภาคภูมิใจ เกิดศักดิ์ศรีในการได้บริโภคหรือได้ใช้สินค้านั้น

3.2 มีความจำเป็นต้องใช้สินค้านั้นโดยเฉพาะ

3.3 ต้องการความสนุกสนานรื่นเริงบันเทิงใจ เช่น การซื้อไม้ตีกอล์ฟ เล่นกีฬา ฯลฯ

3.4 ต้องการสร้างความประทับใจ

ประเภทของการวิจัยตลาด นักธุรกิจสามารถแยกรายละเอียดของการวิจัยออกได้ตามความต้องการดังนี้ คือ

1. การวิจัยผู้บริโภค (Consumer Research)
2. การวิจัยเหตุจูงใจในการซื้อ
3. การวิเคราะห์ตลาด

4. การวิเคราะห์ และการควบคุมการขาย

5. การวิจัยผลิตภัณฑ์ (Product Research)

6. การวิเคราะห์ต้นทุนการจัดจำหน่าย

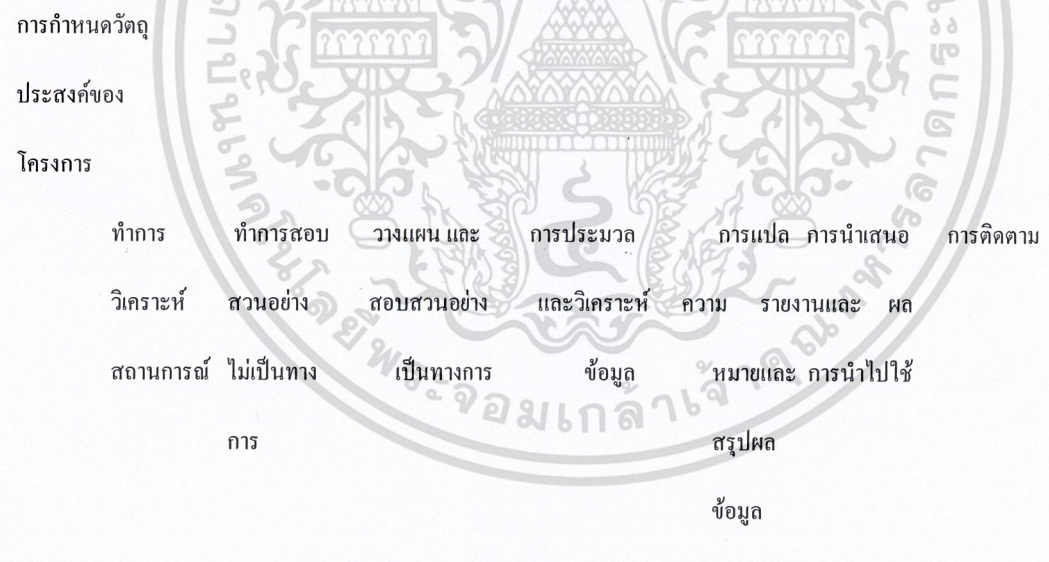
7. การวิจัยการโฆษณา (Advertising Research)

8. การวิจัยตลาดสินค้าเพื่อการอุตสาหกรรม

กระบวนการวิจัยตลาด อาจแบ่งออกได้เป็น 7 ขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน ถ้าจะทำการวิจัยโดยใช้ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างเดียวย่อมจะให้ผลสมบูรณ์ไม่ได้ แต่ผู้ทำการวิจัยอาจจะรวมบางขั้นตอนที่เห็นว่ามีความสำคัญต่อการวิจัยน้อยเข้าไว้ด้วยกัน หรืออาจจะละเว้นไม่กระทำในบางครั้งตอนที่เห็นว่าไม่มีความจำเป็นก็ได้

ภาพที่ 15

แสดงขั้นตอนของกระบวนการวิจัยตลาด



สรุป

โดยสรุปแล้วการศึกษาถึงตัวลูกค้าและแรงจูงใจในการบริโภคสินค้านั้น ธุรกิจจะทราบข้อมูลเหล่านี้ได้คือ

1. ทราบว่าลูกค้าจะยอมรับผลิตภัณฑ์นั้นหรือไม่
2. สินค้าควรมีคุณสมบัติ (Personality) อย่างไร
3. คุณสมบัติของหีบห่อแบบใดจึงจะได้รับการกระตุ้นดึงดูดใจให้ผู้บริโภคสะดุดตา เกิดความสนใจและในขณะเดียวกันให้ประโยชน์ต่อลูกค้ามากที่สุดด้วย
4. สาเหตุจูงใจในการซื้อสินค้านั้นมีอะไรบ้าง จะสร้างแรงกระตุ้นการซื้อด้วย วิธีใด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตอนที่ 3 การศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูล โดยไปศึกษาและสำรวจด้วยตนเองส่วนใหญ่ จะเป็นข้อมูลขั้นปฐมภูมิ เช่น การเก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพผลิตภัณฑ์เดิม ผลิตภัณฑ์ข้างเคียง การสังเกตุ การสัมภาษณ์ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนงานออกแบบของผู้วิจัยดังนี้ คือ

1. การศึกษาข้อมูลจากผลิตภัณฑ์เดิม
2. การศึกษาข้อมูลจากผลิตภัณฑ์ข้างเคียง
3. การศึกษาพฤติกรรมของผู้ซื้อและผู้ขาย
4. การศึกษาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง
5. การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ตัวอักษร

1. การศึกษาข้อมูลจากผลิตภัณฑ์เดิม

รายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบและส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เดิม

1. โครงสร้างและรูปแบบของเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ

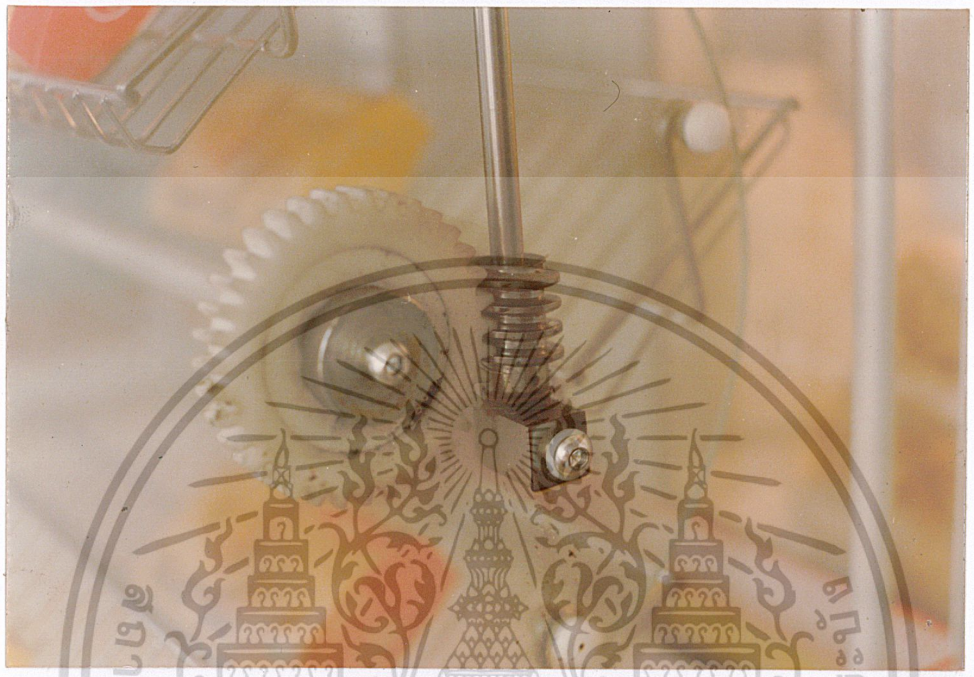
ภาพที่ 16

ภาพแสดงรูปแบบของเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ



ภาพที่ 17

ภาพแสดงส่วนการทำงานของระบบเฟือง



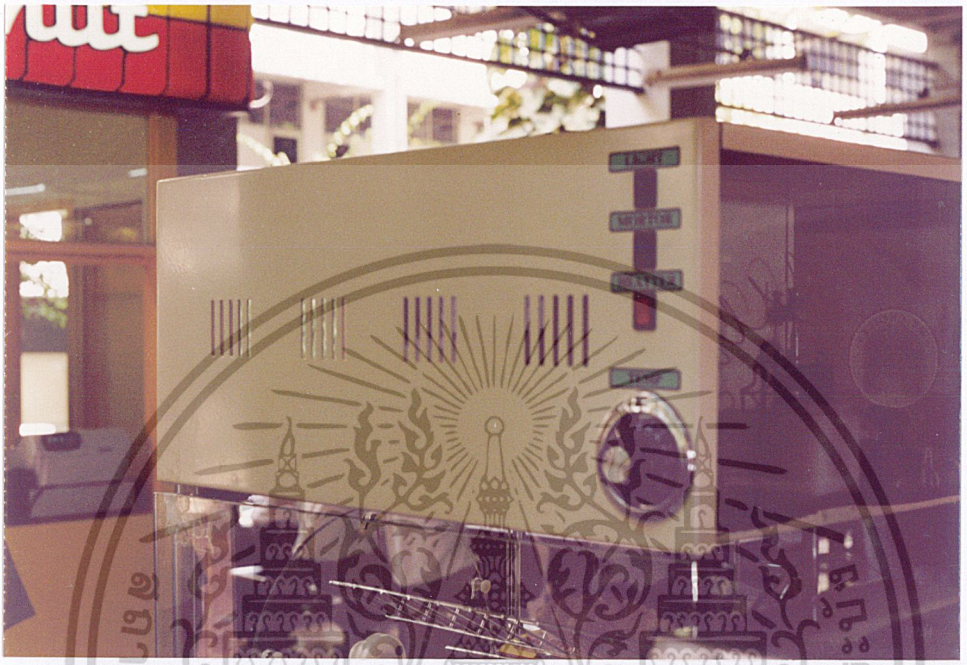
ภาพที่ 18

ภาพแสดงการรายละเอียดกราฟฟิคของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 19

ภาพแสดงรูปแบบการระบายอากาศ



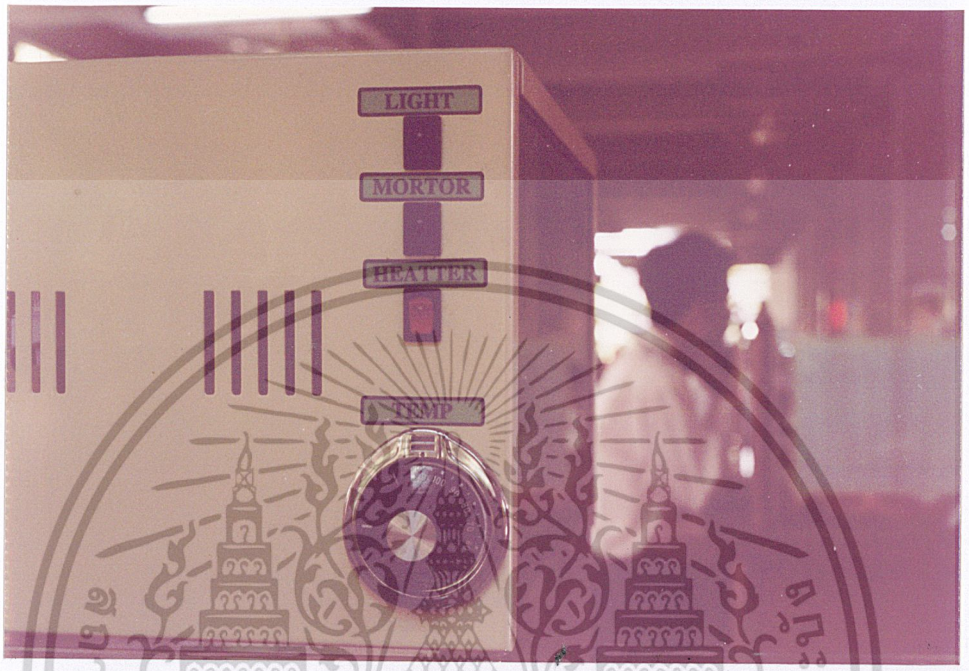
ภาพที่ 20

ภาพแสดงการเปิด-ปิดของบานพับ



ภาพที่ 21

ภาพแสดงระบบการควบคุมของเครื่อง



ภาพที่ 22

ภาพแสดงการทำงานของขดลวดความร้อน



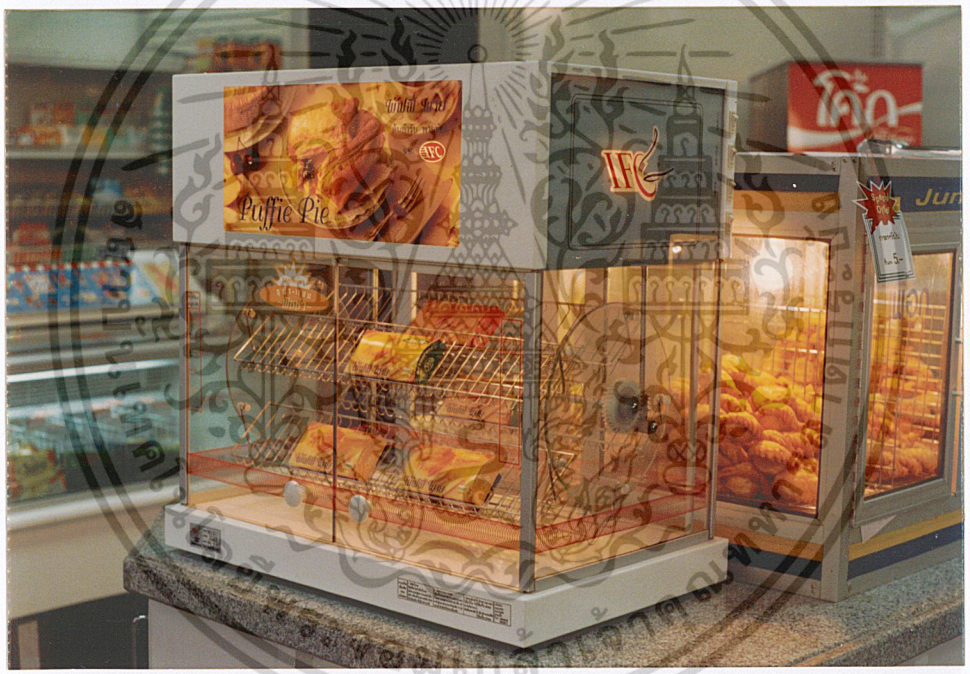
2. การศึกษาข้อมูลจากผลิตภัณฑ์ข้างเคียง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ข้างเคียง โดยนำเอาเฉพาะรูปแบบและรายละเอียดที่น่าสนใจเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบปรับปรุง เครื่องอุ่นกาย และกะหรี่พัฟภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น โดยมีผลิตภัณฑ์ข้างเคียงดังนี้

จุดติดตั้งเครื่องอุ่นพายของบริษัท IFC

ภาพที่ 23

ภาพแสดงลักษณะของเครื่องอุ่นพาย



รายละเอียดทั่วไปของเครื่องอุ่นพาย IFC โดยสังเขปมีดังต่อไปนี้ คือ

1. รูปแบบ เป็นเครื่องลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีรูปแบบกราฟฟิคในลักษณะที่เรียบง่าย อยู่ด้านหน้าของเครื่อง โดยจัดวางไว้ในส่วนบนของเครื่องเพื่อความโดดเด่น มองชัดเจน การเปิด-ปิดบานพับ เปิด-ปิดในลักษณะเข้าหาตัว

ภาพที่ 24

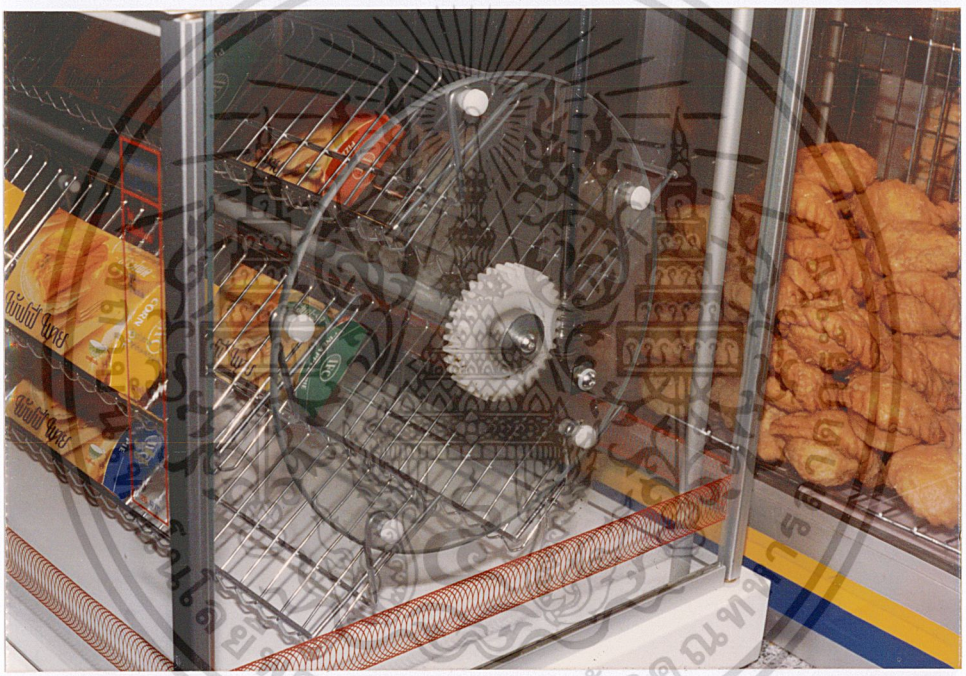
ภาพแสดงลักษณะด้านหน้าของเครื่อง



2. การหมุนโชว์ของเครื่องควบคุมการทำงาน โดยมอเตอร์ส่วนบนและมีเฟืองเป็นตัวขับเคลื่อน ส่วนตะแกรงจะแขวนติดกับกระจก ตะแกรงมีขนาด กว้าง 10 cm. ยาว 60 cm. วัสดุทำจากอลูมิเนียม การหมุนเป็นไปในทิศทางเดียว

ภาพที่ 25

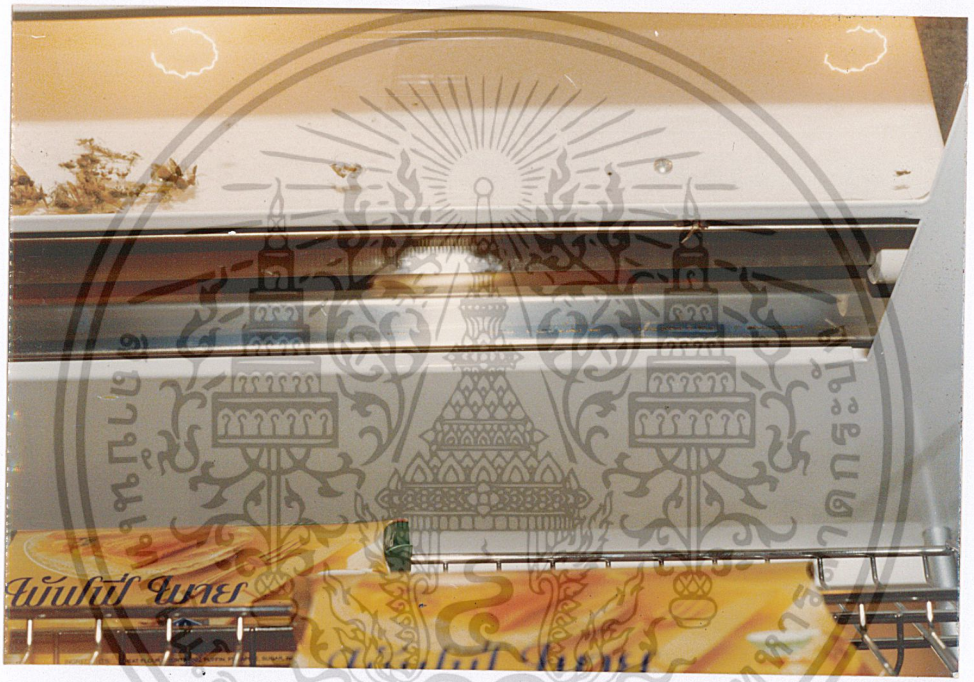
ภาพแสดงลักษณะการหมุนของเฟือง



3. ส่วนการทำงานของขวดลวด ให้ความร้อนที่อยู่ส่วนบนของตัวเครื่องเพื่อการให้ความร้อนได้ทั่วถึง อุณหภูมิที่ใช้ 60-70 องศาเซลเซียส ในส่วนนี้มีหลอดไฟเพื่อให้ความสว่างในการโชว์สินค้า

ภาพที่ 26

ภาพแสดงลักษณะส่วนการทำงานของขวดลวดให้ความร้อน



4. **โครงสร้างหลัก** ของตัวเครื่ องทำด้วยอลูมิเนียมเพื่อความแข็งแรงและความสวยงาม

ภาพที่ 27

ภาพแสดงลักษณะส่วนโครงสร้าง



ภาพที่ 28

ภาพแสดงลักษณะการวางเครื่องด้านข้าง



ภาพที่ 29

ภาพแสดงลักษณะปุ่มควบคุมการทำงานของเครื่อง



ภาพที่ 30

ภาพแสดงปุ่มเปิด-ปิดบานพับ



ภาพที่ 31

ภาพแสดงลักษณะปลั๊ก-สายไฟของเครื่อง

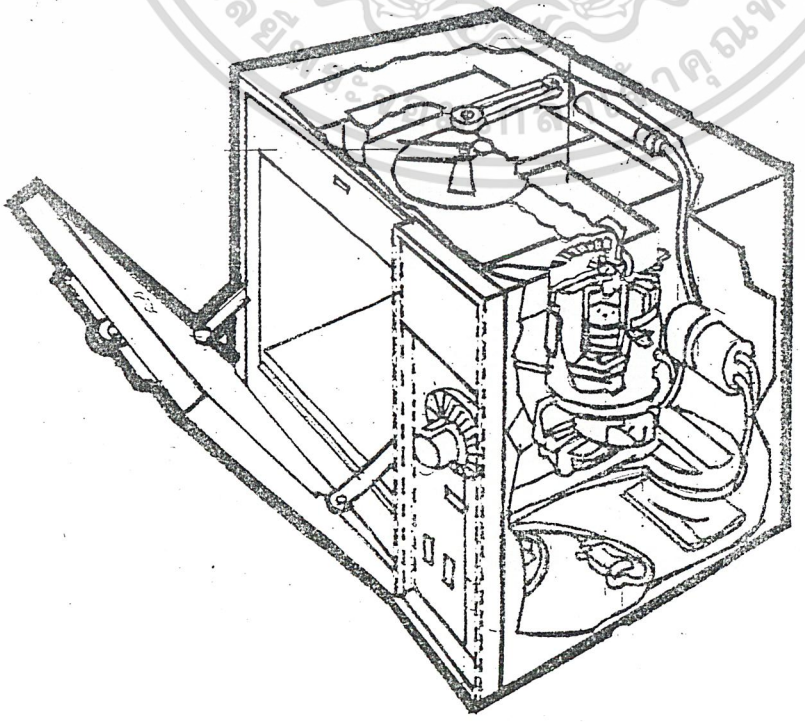


เตาอบไมโครเวฟ (ณรงค์ ชอนตะวัน)

เตาอบไมโครเวฟใช้คลื่นไมโครเวฟซึ่งเป็นคลื่นความถี่สูง จะแตกต่างจากเตาหุงต้ม อาหารชนิดที่ใช้แก๊สหรือใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงหรือพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อนก่อนจากนั้นพลังงานความร้อนนี้จึงถ่ายเทสู่อาหารต่อไป ส่วนเตาอบไมโครเวฟจะสร้างเคลื่อนไมโครเวฟซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็ก ไฟฟ้าที่มีความถี่ของคลื่นสูงกว่าความถี่ของคลื่นวิทยุธรรมดามาก คือประมาณใกล้เคียงกับความถี่ของคลื่นแสง คลื่นไมโครเวฟจะกระตุ้นโมเลกุลของอาหารให้มีการเคลื่อนไหวได้ด้วยอำนาจแม่เหล็ก ทำให้อาหารร้อนขึ้นได้เร็วกว่าเมื่อใช้เตาอบธรรมดา และเนื่องจากความร้อน ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นด้วยคลื่นไมโครเวฟ จะเกิดขึ้นลึกลงไปจากผิวหน้าของอาหารประมาณ 3/4 นิ้วเท่านั้น ดังนั้น หลังจากที่นำอาหารออกจากเตาอบไมโครเวฟแล้ว จะต้องวางทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้ความร้อนที่ยังคงมีอยู่ภายในตัวอาหารกระจายไปทั่ว ๆ ทำให้อาหารสุกเสมอกัน และในบางกรณี ถ้าต้องการทำให้ผิวหน้าของอาหารมีลักษณะเกรียม ก็จำเป็นที่จะต้องใช้การทำให้เกรียมด้วยวิธีการหุงต้มแบบเดิม และเนื่องจากคลื่นไมโครเวฟอาจทำลายเนื้อเยื่อผิวหนังของคนได้ ดังนั้นการใช้งานเตาอบไมโครเวฟจึงต้องปฏิบัติตามคำแนะของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

ภาพที่ 32

ภาพแสดงลักษณะทั่วไปและส่วนประกอบภายในเตาอบไมโครเวฟ



ส่วนประกอบภายในเตาอบไมโครเวฟ

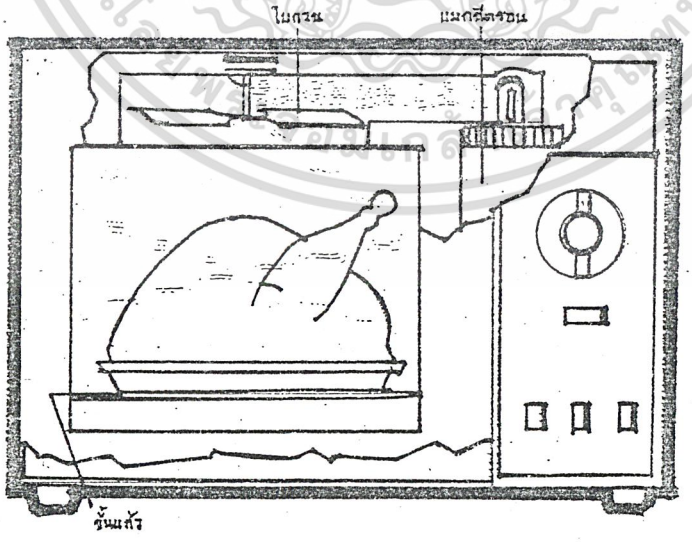
เตาอบไมโครเวฟ จะมีตัวตั้งเวลาติดตั้งไว้ด้วยเพื่อควบคุมการทำงานของเตาอบ ซึ่งจะเริ่มทำงานได้ก็ต่อเมื่อประตูเตาปิดสนิทและถูกลงสลักกลอนไว้อย่างปลอดภัยแล้วเท่านั้น กระแสไฟฟ้าแรงดันต่ำที่ป้อนเข้าสู่ตัวเตาจะถูกแปลงให้มีแรงดันสูงขึ้นจากเดิมประมาณ 30 เท่า ด้วยหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า แล้วจึงผ่านไปยังตัวเก็บประจุซึ่งจะทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เพื่อทำการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง และป้อนเข้าสู่ "แมกนีตรอน" ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวสร้างคลื่นไมโครเวฟขึ้นมา คลื่นจะออกจากแมกซีตรอนผ่านเข้าไปในท่อนำคลื่น (มีลักษณะเป็นท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า) เพื่อป้อนเข้าสู่ห้องอบต่อไป

ที่ปากทางเข้าสู่ห้องอบจะมีอุปกรณ์กลไกคล้าย ๆ พัดลมเรียกว่า "ใบกวน" ทำหน้าที่กวนให้คลื่นสะท้อนไปมาลงสู่ห้องอบ และอาหารภายในเตาก็จะดูดกลืนคลื่นเข้าไปทำให้ตัวมันเองสุกได้

พัดลมระบายความร้อนและสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิจะป้องกันแมกนีตรอน มิให้มีอุณหภูมิสูงเกินขนาด และฟิวส์จะป้องกันสภาวะการรับภาระเกินกำลัง

ภาพที่ 33

ภาพแสดงคลื่นไมโครเวฟเข้าสู่ห้องอบ

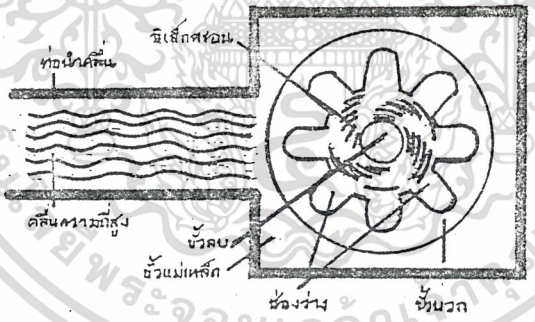


การสร้างคลื่นไมโครเวฟ

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่ขั้วลบของแมกนีตรอน ก็จะปล่อยอนุภาคไฟฟ้าหรืออิเล็กตรอนออกมา อิเล็กตรอนจะวิ่งเข้าหาทรงกระบอกกลวง ซึ่งภายในเซาะเป็นร่องยาวไว้ ทรงกระบอกนี้ล้อมอยู่รอบขั้วลบ และทำหน้าที่เป็นขั้วบวก ขณะเดียวกันสนามแม่เหล็กภายนอกประกอบกับลักษณะช่องว่างเป็นร่องยาวจะส่งผลให้เกิดแรงผลักดันอิเล็กตรอนให้วิ่งเป็นวงกลมรอบขั้วลบ เกิดสภาพเหมือนกับมีกระแสไฟฟ้าไหลกลับไปกลับมาอย่างรวดเร็ว ซึ่งผลที่ได้ก็คือจะเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (เส้นที่มีลักษณะเป็นคลื่น) ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมาเท่ากัน จากนั้นก้านส่งคลื่นก็จะส่งคลื่นเข้าสู่ท่อนำคลื่นต่อไป (ทิศทางตามลูกศร)

ภาพที่ 34

ภาพแสดงกลไกการสร้างคลื่นไมโครเวฟ



คลื่นไมโครเวฟเข้าสู่ห้องอบได้อย่างไร?

คลื่นไมโครเวฟจะเคลื่อนที่ผ่านท่อนำคลื่นสู่ใบกวน (ใบกวนจะหมุน 60 ครั้งต่อนาที) ซึ่งใบของมันจะทำการสะท้อนคลื่นให้กระจายไปทั่ว ๆ ภายในของห้องอบ ลักษณะเดียวกันกับที่ใบของพัดลมซึ่งหมุนช้า ๆ ทำการสะท้อนลำของแสงอาทิตย์นั่นเอง นอกจากนั้นคลื่นที่เข้าสู่ห้องอบจะสะท้อนกับผนัง

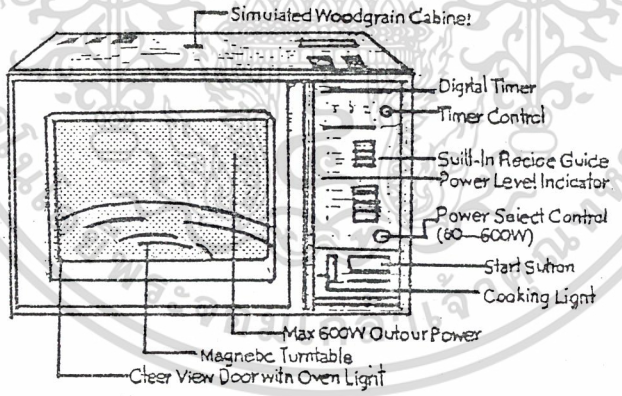


เตาอบไมโครเวฟ (Microwave Ovens)

เตาอบไมโครเวฟจัดว่าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนประเภทหนึ่ง แต่เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ความร้อนที่แตกต่างจากเครื่องใช้ไฟฟ้าธรรมดา กล่าวคือเตาอบไมโครเวฟจะให้ความร้อนโดยการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้า ความถี่ปกติให้เป็นพลังงานไฟฟ้าความถี่สูงเพื่อให้ความร้อนกับอาหารที่ทำการอบ ในปัจจุบันเตาไมโครเวฟได้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น เพราะเตาอบไมโครเวฟสามารถอบอาหารให้สุกภายในเวลาอันรวดเร็ว และอาหารหรือสิ่งที่นำมาอบจะสุกทั่วกันทั้งภายในและภายนอก อีกทั้งเตาไมโครเวฟจะตั้งใช้งานได้ทุกสถานที่ เพราะเตาดังกล่าวจะไม่ก่อให้เกิดความสกปรกเหมือนกับเตาอบหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทเตาไฟฟ้า สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าเตาอบไมโครเวฟจะให้ความร้อนกับอณูหรือเนื้อเยื่อของอาหารโดยตรง แต่ไม่ได้ให้ความร้อนรอบ ๆ อาหารแล้วให้ความร้อนซึมเข้าไปภายในเหมือนกับเตาอบแบบธรรมดา

ภาพที่ 35

ภาพแสดงลักษณะของเตาอบไมโครเวฟ

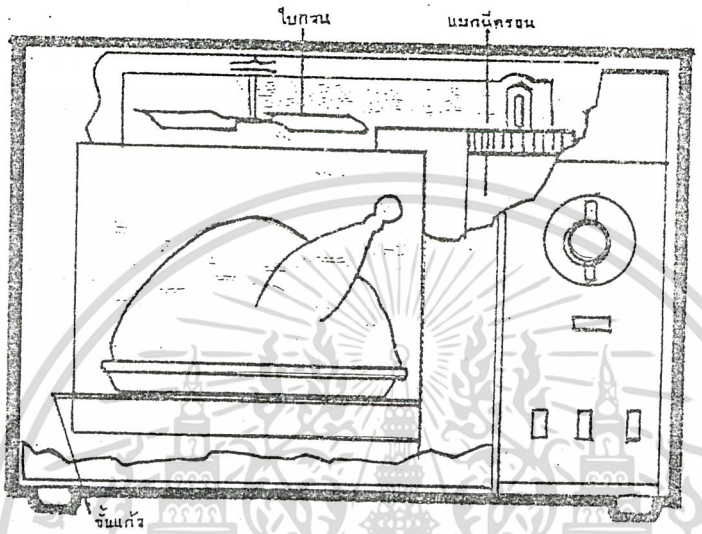


ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเตาอบไมโครเวฟ

ในการให้ความร้อนของเตาอบไฟฟ้าแบบธรรมดาจะเป็นในลักษณะการให้ความร้อนโดยลวดความร้อน ซึ่งการให้ความร้อนดังกล่าวจะแผ่ความร้อนออกจากลวดความร้อนโดยตรง และจะส่งมาให้กับอาหารที่กำลังทำการอบ ซึ่งในลักษณะนี้ความร้อนจะค่อย ๆ ทำให้เนื้อของอาหารค่อย ๆ สุกจากภายนอกแล้วจึงค่อย ๆ ลุกลามเข้าไปภายใน ดังนั้น จึงทำให้กรอบอาหารเสียทั้งเวลา และเสียทั้งพลังงานที่จะต้องใช้ในการให้ความร้อนดังกล่าว

ภาพที่ 36

ภาพแสดงคลื่นในเตาอบไมโครเวฟ



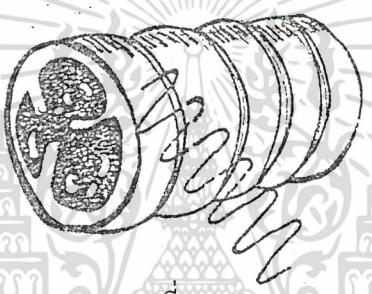
สำหรับการให้ความร้อนของเตาอบไมโครเวฟจะเป็นการให้ความร้อนกับอาหารที่ทำการอบโดยใช้ความถี่สูง ซึ่งขนาดของความถี่ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับผู้ผลิตโดยจะมีอยู่ 4 ระดับความถี่ คือ 915, 24501, 5800 และ 22125 ล้าน ไซเกิลต่อวินาที แต่สำหรับเตาไมโครเวฟขนาดที่ใช้ในครัวเรือนมักจะใช้ความถี่ 2 ระดับ คือ 915 และ 2,450 ล้านไซเกิลต่อวินาที่ (Cycle second) ซึ่งความถี่สูงดังกล่าวจะถูกส่งและซึมเข้าไปในเนื้อของอาหารที่ทำการอบ และเมื่อความถี่สูงได้ซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อของอาหารดังกล่าวก็จะเป็นผลให้โมเลกุล (Molecule) ภายในเกิดการเคลื่อนตัวด้วยความเร็วสูงตามความถี่ที่ป้อนเข้ามา ดังนั้นอาหารที่อบจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นในระยะเวลาอันรวดเร็ว และความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะเกิดพร้อมกันทั้งภายในและภายนอกของอาหารที่อบ สำหรับองค์ประกอบในการทำให้สิ่งที่อบร้อนเร็วหรือช้าก็จะขึ้นอยู่กับ

1. ชนิดของสิ่งที่จะนำมาอบ
2. รูปร่างลักษณะของสิ่งที่จะนำมาอบ
3. ปริมาณของสิ่งที่จะนำมาอบ
4. ความชื้นที่มีอยู่ในสิ่งที่จะนำมาอบ

สำหรับผลของคลื่นไมโครเวฟที่มีต่อวัตถุต่าง ๆ จะให้ผลไม่เหมือนกัน ซึ่งถ้าเป็นเนื้อหรืออาหารประเภทต่าง ๆ คลื่นดังกล่าวจะซึมเข้าไปในเนื้อเยื้อและจะทำให้เกิดความร้อนแต่ถ้าเป็นวัตถุประเภทกระเบื้องหรือแก้วคลื่นจะผ่านทะลุไปโดยไม่ทำให้ เกิดความร้ ฉแต่ ย่ งใด และถ้าเป็นโลหะคลื่นจะไม่สามารถผ่านไปได้และจะสะท้อนกลับไปในทิศทางอื่น

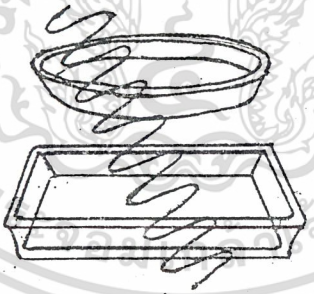
ภาพที่ 37

คลื่นจะเข้าไปในเนื้อเยื่อและทำให้เกิดความร้อน



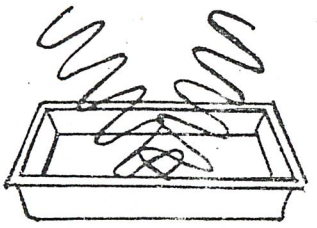
ภาพที่ 38

คลื่นจะผ่านแก้วหรือกระเบื้องโดยไม่เกิดความร้อน



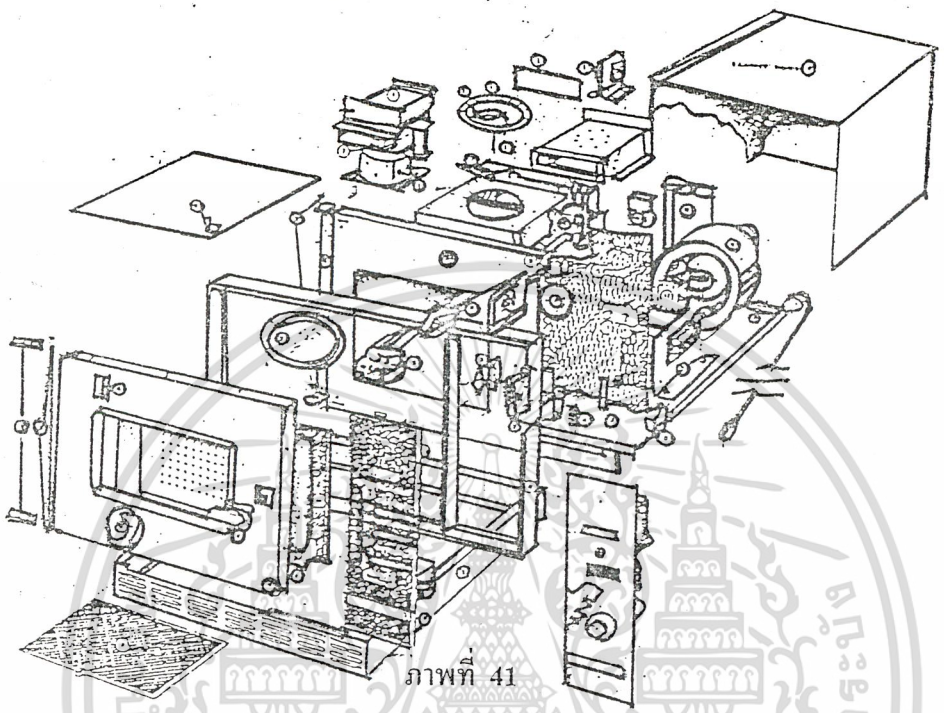
ภาพที่ 39

คลื่นจะสะท้อนกลับเมื่อปะทะกับโลหะ



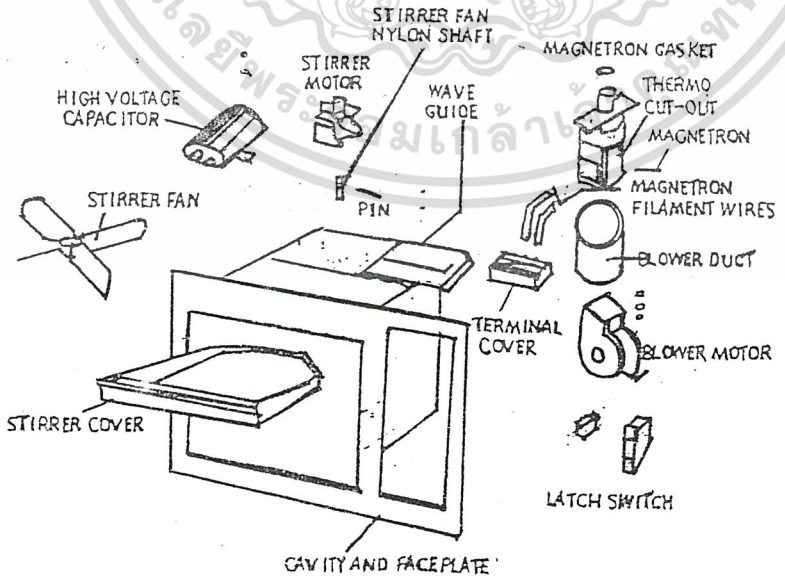
ภาพที่ 40

ภาพแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเตาอบไมโครเวฟ



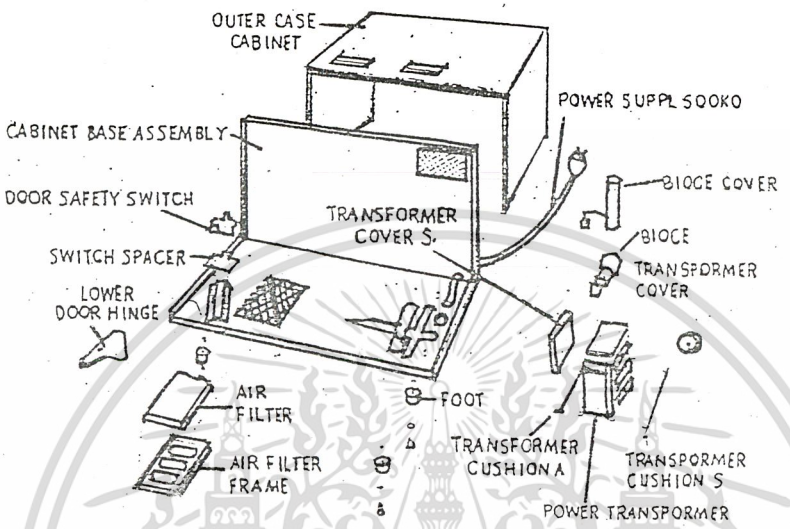
ภาพที่ 41

ภาพแสดงส่วนประกอบภายในของเตาอบไมโครเวฟ



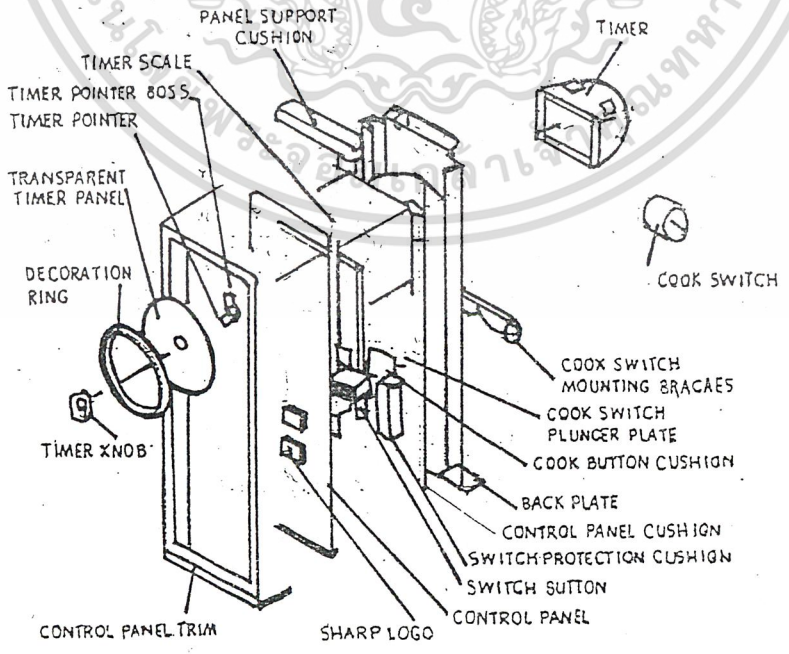
ภาพที่ 42

ภาพแสดงส่วนประกอบภายในของเตาอบไมโครเวฟ



ภาพที่ 43

ภาพแสดงลักษณะการประกอบไทเมอร์เข้ากับหน้าปัทม์ด้านหน้า



1. **โบลวเออร์มอเตอร์** (Blower Motor) ส่วนประกอบ่วนนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวระบายความร้อนให้กับชุดของหลอดแมคนีตรอน (Magnetron tube)

2. **สเตอเรอร์มอเตอร์** (Stirrer Motor) ส่วนประกอบส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวหมุนใบพัดสเตอเรอร์ (stirrer blade) ช้า ๆ เพื่อให้ใบพัดดังกล่าวสะท้อนคลื่นที่มาจากหลอดแมคนีตรอนไปยังอาหารที่กำลังทำการอบ ซึ่งก็จะเป็นผลทำให้อาหารดังกล่าวสุกเร็วขึ้น

3. **แลทช์สวิทช์** (Latch Switch) สวิทช์ดังกล่าวจะทำหน้าที่ควบคุมไม่ให้เครื่องทำงานและจะตัดวงจรไฟฟ้าของเครื่องทันทีเมื่อประตูของเครื่องเปิดออกหรือปิดไม่สนิท

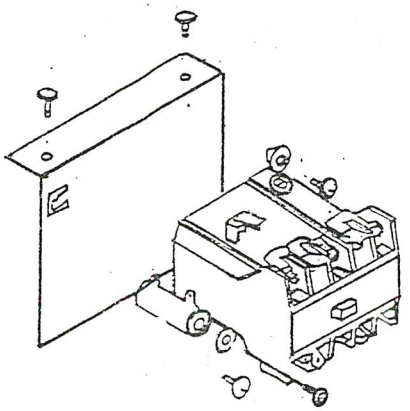
4. ไทเมอร์ (Timer) ไทเมอร์ดังกล่าวจะทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดเวลาการทำงานของเครื่อง โดยภายในไทเมอร์จะประกอบด้วยมอเตอร์และคอนแทค (Contact) โดยที่มอเตอร์ดังกล่าวจะเป็นตัวหมุนให้คอนแทคตัด หรือต่อกระแสไฟฟ้า โดยที่ผู้ใช้จะต้องตั้งเวลาในการอบที่ไทเมอร์และเมื่อครบเวลาในการอบอาหารดังกล่าวแล้ว คอนแทคของไทเมอร์ก็จะตัดการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในเครื่องให้หยุดทำงาน

5. **สวิทช์อบอาหาร** (Cook Switch) สวิทช์ดังกล่าวจะทำหน้าที่ต่อกระแสไฟฟ้าเข้าเครื่องเมื่อผู้ใช้กดสวิทช์

6. **รีเลย์อบอาหาร** (Cook Relay) รีเลย์ดังกล่าวจะประกอบด้วย คอยล์ (Coil) และคอนแทค (Contact) ซึ่งเมื่อคอยล์รีเลย์มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านก็จะทำให้เกิดมีอำนาจแม่เหล็กดึงดูดคอนแทคให้สัมผัสกัน ซึ่งก็จะทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในเครื่องจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านโดยผ่านจากคอนแทคของรีเลย์ และเมื่อเครื่องตัดการทำงาน คอนแทคก็จะแยกเพราะคอยล์ของตัวมันหมดอำนาจและพร้อมกันนั้นเครื่องก็จะหยุดการทำงานด้วย

ภาพที่ 44

ภาพแสดงลักษณะของรีเลย์อบอาหาร



7. **อุปกรณ์ป้องกันความร้อนเกิน** (Thermo cut out) อุปกรณ์ดังกล่าวจะทำหน้าที่ตัดการทำงานของเครื่องเมื่อชุดของหลอดแมคนีตรอน (Magnetron tube) มีความร้อนสูงผิดปกติ ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากมอเตอร์ ระบายความร้อนเสีย หรือทางผ่านของอากาศระบายความร้อนสกปรก

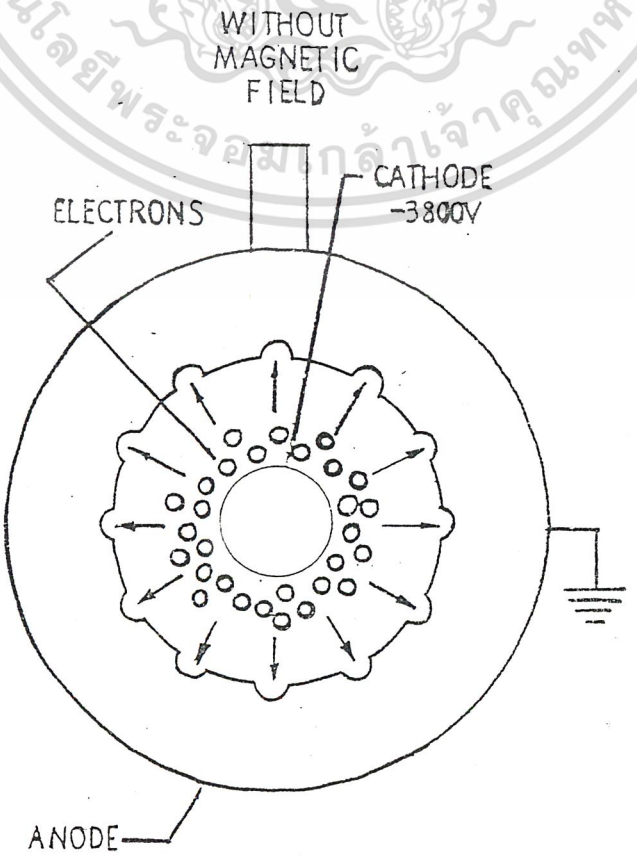
8. **เซฟตี้สวิทช์** (Safety Switch) สวิทช์ดังกล่าวจะทำหน้าที่เป็นตัวตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้เข้า โบลวเออร์มอเตอร์, สเตอเรอร์มอเตอร์และชุดของหลอดแมคนีตรอน เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดจากผู้ใช้เมื่อประตูของเครื่องเปิด

9. **หม้อแปลงไฟฟ้า** (Transformer) โดยปกติหม้อแปลงที่ใช้กับเตาอบไมโครเวฟจะมีขดลวด 3 ชุด คือ ขดไฟเข้าหรือขดไพมารี่ (Primary Coil) ขดจุดไส้หลอดแมคนีตรอน (Filament heating Coil) และขดแรงดันสูง (High Voltage Coil)

10. **หลอดแมคนีตรอน** (Magnetron tube) หลอดแมคนีตรอนจะทำหน้าที่ผลิตคลื่นที่มีความถี่สูงเพื่อส่งไปยังอาหารที่จะทำการอบ

ภาพที่ 45

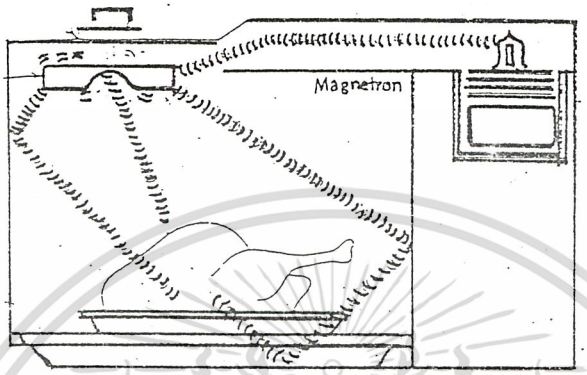
ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในหลอดแมคนีตรอน



หลักการทำงานของเตาอบไมโครเวฟ

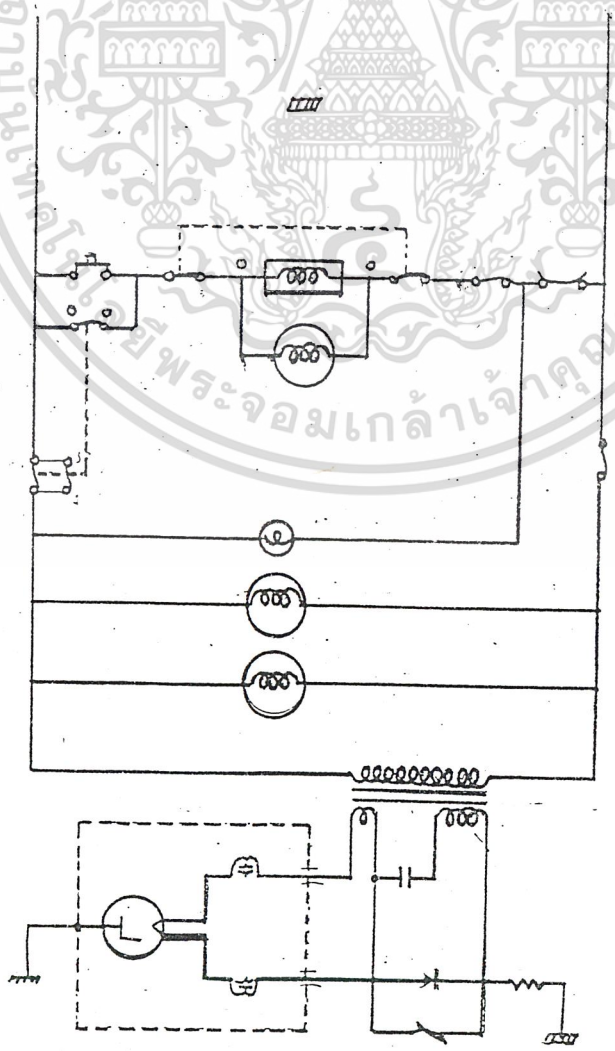
ภาพที่ 46

ภาพแสดงการส่งคลื่นของหลอดแมคนีตรอน



ภาพที่ 47

ภาพแสดงวงจรไฟฟ้าขณะที่เตาอบไมโครเวฟทำงาน



เมื่อกดสวิทช์อบอาหาร (Cook Swith) ก็จะทำให้รีเลย์อบอาหารทำงาน (Cook Relay) ซึ่งก็จะส่งผลทำให้คอนแทค 5 และ 6 สัมผัสกันและพร้อมกันนั้นก็จะล็อควงจรของเครื่องด้วย แต่การที่รีเลยือบอาหารทำงานจะทำให้คอนแทค 1,3 และ 2,4 ต่อกระแสไฟฟ้าให้กับ หลอดไฟของเครื่อง, โบลวเออร์มอเตอร์, สเตอเรอร์มอเตอร์, และหม้อแปลงไฟฟ้า แต่สำหรับไทเมอร์มอเตอร์จะเริ่มทำงานพร้อมกับรีเลย์อบอาหารและคอนแทคภายในของไทเมอร์มอเตอร์ก็จะสัมผัสกัน เพื่อต่อกระแสไฟฟ้าให้กับคอยล์ของรีเลย์อบอาหาร

สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าก็จะจ่ายไฟจุดไส้หลอดให้กับหลอดแมคนีตรอน (ประมาณ 3.2 ไวลท์) และขดไฟสูงของหม้อแปลงก็จะจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ประมาณ 1,900 ไวลท์) ให้กับชุดเพิ่มแรงดันไฟฟ้า (Step up Voltage) เพื่อเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น (ประมาณ 3,800 โวลท์ ดี.ซี.) และแรงดันดังกล่าวนี้ก็จะถูกป้อนเข้าที่หลอดแมคนีตรอน เพื่อแปลงให้เป็นคลื่นความถี่สูงที่มีความถี่ประมาณ 2,450 ล้านไซเกิล/วินาที และจากนั้นคลื่นที่ได้มาจากหลอดแมคนีตรอนก็จะถูกส่งไปให้กับอาหารที่จะทำการอบ โดยมีตัวนำคลื่น (Waveguide) ส่งคลื่นผ่านไป ยังใบพัดของสเตอเรอร์เพื่อให้คลื่นสะท้อนและกระจายไปยังอาหารได้มากขึ้น

การแก้ไขข้อขัดข้องของเตาอบไมโครเวฟ

1. เครื่องไม่ทำงาน

ก. ไม่มีไฟเข้าเครื่อง

ข. สวิทช์ควบคุมเครื่องหรือสวิทช์อบอาหารเสีย

ค. แลทช์สวิทช์เสีย

ง. ประตูของเครื่องเปิดหรือปิดไม่สนิท

2. ไส้หลอดแมคนีตรอนไม่ติด

ก. หม้อแปลงที่จ่ายไฟให้กับไส้หลอดเสีย

ข. ไส้หลอดแมคนีตรอนขาด

ค. จุดต่อของวงจรไส้หลอดหลวม

ง. ฟิวส์ของวงจรไส้หลอดขาด

3. อาหารที่อบไม่สุก

ก. สวิทช์ตั้งเวลาเสีย

ข. ไม่มีไฟ ดี.ซี.ป้อนเข้าวงจร

ค. เพาเวอร์ รีเลย์อบอาหารไม่ทำงาน

ง. สวิทช์ไม่ต่อวงจร

4. ไทเมอร์ไม่ทำงาน

ก. ไทเมอร์เสีย

ข. ไม่มีไฟเข้ามอเตอร์ของไทเมอร์

1.2 ลักษณะเฉพาะและประโยชน์ของไมโครเวฟ

ไมโครเวฟนอกจากจะมีคุณสมบัติที่เคลื่อนที่ได้เร็วเพราะเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแล้วยังมีคุณสมบัติที่เด่น ๆ อีกหลายประการ จึงทำให้ไมโครเวฟถูกนำไปใช้ประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ มากมายหลายด้านด้วยกัน คุณสมบัติเหล่านี้ได้แก่

(1) การมีความถี่สูงกว่า 1 GHz ซึ่งหมายถึงความยาวคลื่นจะต่ำกว่า 30 cm ลงมา

(2) ในย่านไมโครเวฟสัญญาณรบกวนที่มนุษย์สร้างขึ้น (man-made noise) มีระดับต่ำเมื่อเทียบกับย่านความถี่ต่ำกว่า

(3) โครงสร้างโมเลกุลของวัสดุหลาย ๆ ชนิดสามารถดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟได้เป็นอย่างดี

คุณสมบัติเด่นประการที่ (1) และประการที่ (2) นั้นนับว่ามีประโยชน์มากสำหรับการใช้งานทางด้านไฟฟ้าสื่อสารและระบบเรดาร์ (Radar) ในระบบเรดาร์นั้นเพื่อให้การตรวจจับเป้ามีความละเอียดถูกต้องสูง เมนบีม (main beam0 ของสายอากาศจำเป็นจะต้องมีบีมวิดท์ (beamwidth) ที่แคบมาก ๆ และเนื่องจากความกว้างของบีมวิดท์จะขึ้นอยู่กับขนาดของสายอากาศเมื่อเทียบกับความยาวคลื่น อย่างเช่น ในกรณีของสายอากาศแบบจานสะท้อนพาราโบลาบีมวิดท์จะประมาณค่าได้ในรูป $140^{O}/(D/*_0)$ โดยที่ D เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของจานพาราโบลา และ $*_0$ เป็นความยาวคลื่นที่ใช้ ในกรณีนี้สมมุติว่าถ้าเราต้องการให้ค่าบีมวิดท์ต่ำกว่า 2^{O} ลงมา เส้นผ่านศูนย์กลางของจานพาราโบลา

จะต้องเป็น 70 $*_0$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ้าความถี่ใช้งานอยู่ในย่าน VHF หรือ UHF ช่วงล่าง โอกาสที่จะสร้างจานขนาดใหญ่ขนาดนี้แล้วให้หมุนได้ด้วยนั้นเกือบจะเป็นไปไม่ได้ แต่ถ้าความถี่อยู่ในย่านไมโครเวฟซึ่งความยาวคลื่นสั้นลงมากก็จะสามารถสร้าง สายอากาศที่มีคุณสมบัติตามต้องการได้ อันที่จริงความต้องการที่จะสร้างระบบเรดาร์ให้มีความแม่นยำสูงนี่เองที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านไมโครเวฟอย่างจริงจังในช่วงระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2

สำหรับการใช้งานทางด้านไฟฟ้าสื่อสารนั้นการที่ความถี่คลื่นพาห์สูงขึ้นจะทำให้มีแบนด์วิดท์สำหรับการส่งข่าวสารกว้างขึ้น เช่น ถ้าความถี่คลื่นพาห์เป็น 4 GHz และระบบมีแบนด์วิดท์ 5% ก็หมายถึงจะมีแบนด์วิดท์ที่ใช้งานได้ 200 MHz ซึ่งจัดว่าเป็นแบนด์วิดท์ที่กว้างมาก และไม่สามารถทำได้ถ้าใช้คลื่นพาห์ในย่าน VHF หรือ UHF ช่วงล่าง นอกจากนั้นการที่สัญญาณรบกวนที่มนุษย์สร้างขึ้นมีระดับต่ำ ก็หมายถึงระบบไมโครเวฟถูกรบกวนจากคลื่นที่ไม่ต้องการน้อย ทำให้ระบบไมโครเวฟมีคุณภาพดี และสามารถใช้กำลังส่งต่ำ ๆ ได้ ในขณะเดียวกันความไวของเครื่องรับก็ทำให้ดีขึ้นได้ ซึ่งจะเห็นได้ชัดในระบบสื่อสารดาวเทียม และการรับสัญญาณไมโครเวฟจากดวงอาทิตย์และดวงดาวต่าง ๆ เพื่อศึกษาปรากฏการณ์บนดวงดาวนั้น ๆ

สำหรับคุณสมบัติประการที่ (3) คือการที่โมเลกุลของสารต่าง ๆ สามารถดูดกลืนพลังงานคลื่นไมโครเวฟนั้นจะใช้ประโยชน์ได้หลายด้านด้วยกัน การใช้ประโยชน์ที่ใกล้ชิดกับชีวิตในสังคมปัจจุบันมากที่สุดก็คือการทำเป็นเตาไมโครเวฟที่ใช้ในการอุ่นหรือปรุงอาหาร เตาไมโครเวฟจะอาศัยการกระตุ้นให้โมเลกุลของน้ำในอาหารเกิดการสั่นสะท้อน ซึ่งจะสร้างความร้อนขึ้นทำให้อาหารสุกได้ ข้อดีของการให้ความร้อนแบบนี้คือความร้อนจะเกิดขึ้นภายในเนื้อในของอาหาร ซึ่งจะต่างจากการให้ความร้อนโดยการนำความร้อนหรือการพาความร้อนทั่วไป ลักษณะพิเศษนี้ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ในทางการแพทย์ได้มากมาย นอกจากการใช้งานในลักษณะที่ทำให้เกิดความร้อนแล้วยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างของแร่ธาตุและสารประกอบต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการที่สารต่าง ๆ ดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟที่มีความถี่ต่างกัน ในขณะเดียวกันก็สามารถใช้ในการศึกษาคุณสมบัติของตัวอย่างของสารกึ่งตัวนำและแร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งนำไปใช้ในการทำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ต่อไปได้

นอกจากการใช้งานที่กล่าวมาข้างต้นในปัจจุบันนี้ได้เกิดความพยายามที่จะส่งพลังงานไฟฟ้าจากสถานีภาคพื้นดินไปยังดาวเทียมที่ลอยอยู่ในอวกาศเหนือโลกโดยใช้ไมโครเวฟ นั่นหมายถึงสถานีบนภาคพื้นดินจะต้องใช้จานสะท้อนขนาดใหญ่เพื่อบีบลำบีมของคลื่นไมโครเวฟให้พุ่งไปยังเป้าหมายที่ต้องการ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าไมโครเวฟถึงแม้จะถูกค้นพบและเริ่มใช้งานมานานพอสมควร แล้วปัจจุบันนี้ก็ยังมีบทบาทอย่างสูงในสาขาต่าง ๆ โดยเฉพาะในงานด้านสื่อสารโทรคมนาคม นอกจากนั้นยังมีการประดิษฐ์คิดค้นและการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ทางด้านไมโครเวฟซึ่งจะทำให้มีการใช้ประโยชน์จากไมโครเวฟมากขึ้นไปอีกในอนาคต

ดูเหมือนจะเป็นกฎเกณฑ์อย่างหนึ่งในสังคมมนุษย์ที่ว่าสิ่งใดที่ใช้ประโยชน์ได้มากนักจะมีอันตรายในตัวเอง ยกตัวอย่างเช่น แสงเลเซอร์กำลังสูงสามารถใช้ตัดแผ่นเหล็กได้ ก็จะมีอันตรายต่อร่างกายคนเรามาก ถ้าไปโดนเข้าโดยตรง โดยเฉพาะถ้าบังเอิญเองควงตาไปเล็งแสงนั้นเข้า คลื่นไมโครเวฟถึงแม้จะมีความหนาแน่นของพลังงานไม่สูงเท่าแสงเลเซอร์แต่ก็สามารถทำอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ได้โดยเฉพาะคลื่นไมโครเวฟที่ออกจากเรดาร์กำลังสูง ตาราง 1.2-1 แสดงตัวเลขของความหนาแน่นกำลังงานของคลื่นวิทยุความถี่ต่าง ๆ ที่จะต้องควบคุมไว้เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์ จากตารางจะเห็นได้ว่าในช่วงความถี่ 30-1,500 MHz ความหนาแน่นกำลังงานจะต่ำเนื่องจากเป็นช่วงความถี่ที่เป็นอันตรายต่อเยื่อและอวัยวะของร่างกายได้ง่าย ดังนั้นผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับคลื่นวิทยุจึงควรระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย โดยหลีกเลี่ยงไม่อยู่ในบริเวณที่มีกำลังคลื่นสูง หรือหลีกเลี่ยงอันตรายจากคลื่นโดยทำงานอยู่ในห้องปิดกั้นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

(electromagnetic shielded room)

ตารางที่ 5

ความหนาแน่นกำลังงานของคลื่นวิทยุตามมาตรฐานความปลอดภัยของ ANSI

(American National Standard Institute)

ความถี่ (Mhz)	คามหนาแน่นกำลัง (mW/cm^2)
0.3-3	100
3-30	$900/f^2$
30-300	1.0
300-1500	f/300
1,500-100,00	5.0

หมายเหตุ : f คือความถี่ที่มีหน่วยเป็น MHz

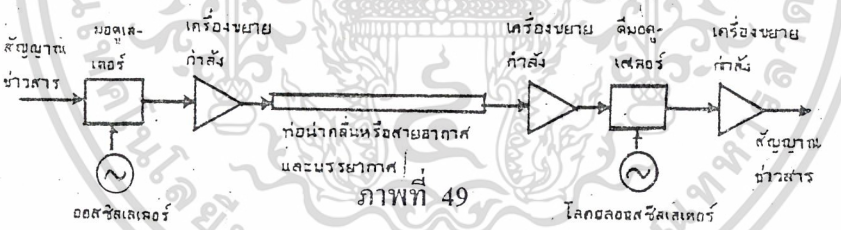
1.3 ระบบสื่อสารที่ใช้คลื่นไมโครเวฟและชิ้นส่วนวงจรไมโครเวฟ

ในระบบส่งสื่อสารที่ใช้คลื่นไมโครเวฟนั้น เราจำเป็นต้องมีส่วนประกอบต่าง ๆ เหมือนกับในระบบที่ใช้คลื่นวิทยุความถี่ต่ำกว่า กล่าวคือจะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 1.3-1 คือเครื่องส่ง ตัวกลางนำสัญญาณ และเครื่องรับ ในเครื่องส่งจะมีเครื่องกำเนิดสัญญาณไมโครเวฟ มีมอดูเลเตอร์ที่ทำหน้าที่มอดูเลตสัญญาณที่ต้องการส่งเข้าไปกับคลื่นไมโครเวฟ หลังจากนั้นมักจะตามด้วยเครื่องขยายสัญญาณเพื่อทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้มีระดับสูงเหมาะสมที่จะส่งออกไป ส่วนประกอบหลัก อันดับต่อไปก็คือตัวกลางที่ใช้ส่งสัญญาณไมโครเวฟซึ่งโดยทั่วไปจะทำได้ 2 วิธีด้วยกันคือ ส่งผ่านไปตามสายนำสัญญาณ และส่งผ่านไปทางบรรยากาศโดยใช้สายอากาศ สำหรับเครื่องรับนั้นจะมีเครื่องขยายสัญญาณที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณระดับต่ำที่รับเข้ามาได้ และมีดีมอดูเลเตอร์ที่ทำหน้าที่ดีมอดูเลตแยกเอาสัญญาณที่ต้องการออกมา วงจรดีมอดูเลเตอร์ทั่วไปจะต้องการเครื่องกำเนิดสัญญาณท้องถิ่น (local oscillator) ซึ่งก็จะมีความถี่สูงในย่านไมโครเวฟเช่นเดียวกัน ถ้าเราทำการพิจารณารายละเอียดของส่วนประกอบต่าง ๆ ลงไปอีกระดับหนึ่งก็จะพบว่าส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้จะประกอบด้วยวงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ ร่วมกับชิ้น

ส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่อาจเป็นทั้งแบบหลอดสุญญากาศหรือสารกึ่งตัวนำ ตัวอย่าง ของวงจรที่จำเป็นต้องใช้ทั่วไปก็คือวงจรเรโซแนนซ์ และวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ ซึ่งวงจรเหล่านี้ถ้าสร้างในความถี่วิทยุที่ต่ำกว่า UHF ลงมาจะสามารถสร้างได้ด้วยคอยล์ และคอนเดนเซอร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นชิ้นส่วนแบบลัมป์และขนาดของชิ้นส่วนจะเล็กกว่าความยาวคลื่นมาก ๆ แต่เมื่อความถี่สูงขึ้นเป็นความถี่ไมโครเวฟ คอยล์ซึ่งทำด้วยขดลวดตัวนำนั้นจะไม่สามารถทำงานเป็นอินดักเตอร์ได้ เพราะเงื่อนไขที่ขนาดคอยล์เล็กกว่าความยาวคลื่นมาก ๆ จะไม่เป็นจริง ซึ่งผลที่เกิดขึ้นก็คือขดลวดจะกลายเป็นตัวกระจายคลื่นไมโครเวฟได้ เพราะโดยทั่วไปถ้าลวดตัวนำที่มีกระแสไหลมีขนาดประมาณ 0.1* ขึ้นไปจะทำหน้าที่กระจายคลื่นได้ และหมายถึงจะมีการสูญเสียกำลังสัญญาณมากในขณะเดียวกันกำลังคลื่นที่กระจายออกไปก็จะส่งผลรบกวนวงจรส่วนอื่นได้ ดังนั้นการสร้างวงจรเรโซแนนซ์ในย่านไมโครเวฟจึงต้องใช้โครงสร้างของชิ้นส่วนในรูปอื่นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบสายนำสัญญาณที่ใช้ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าใช้ท่อนำคลื่นวงจรเรโซแนนซ์ก็จะเป็นวงจรเรโซแนนซ์แบบโพรงดังที่แสดงไว้

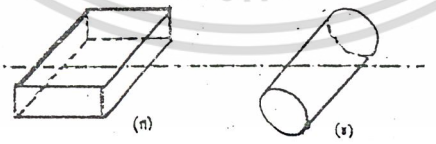
ภาพที่ 48

ภาพแสดงระบบสื่อสารที่ใช้คลื่นไมโครเวฟ



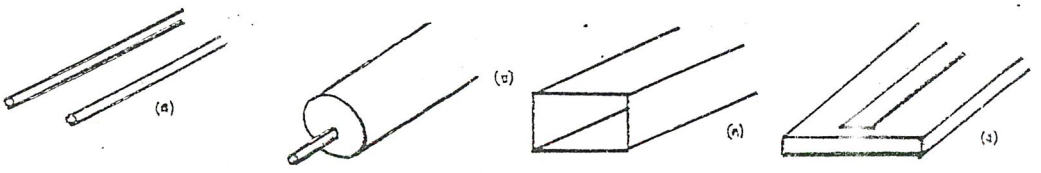
ภาพที่ 49

ภาพแสดงวงจรเรโซแนนซ์แบบโพรง



ภาพที่ 50

ภาพแสดงสายนำสัญญาณแบบต่าง ๆ



ในส่วนต่อไปคือส่วนประกอบที่ใช้ในการนำสัญญาณนั้น สายนำสัญญาณที่ใช้ในความถี่วิทยุ แต่เดิมจะมีอยู่ 2 แบบหลัก ๆ คือ แบบสายคู่ขนาน และแบบสายโคแอกเซียล ซึ่งมีโครงสร้างดังที่แสดงไว้ สายคู่ขนานเป็นสายนำสัญญาณที่เส้นลวดตัวนำ 2 เส้นวางขนานกัน และห่างกันเป็นความกว้างที่เมื่อเทียบกับความยาวคลื่นแล้วต้องสั้นกว่ามาก ๆ และตามโครงสร้างจะไม่มีการปิดกั้นคลื่น เงื่อนไขที่ระยะห่างสั้นกว่าความยาวคลื่นมาก ๆ นี้ในย่านความถี่ไมโครเวฟจะทำได้ยาก ทำให้การส่งผ่านของคลื่นไม่ได้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ นอกจากนั้นโครงสร้างที่ไม่มีการปิดกั้นคลื่นก็เป็นโอกาสให้มีการรั่วของคลื่นออกไปได้ง่าย โดยเฉพาะบริเวณที่มีการงอโค้งของสาย ดังนั้นสายคู่ขนานจึงไม่มีที่ใช้ในย่านความถี่ไมโครเวฟ สำหรับสายโคแอกเซียลนั้นเนื่องจากรัศมีของโลหะนอกต้องมีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นมาก ๆ และมักจะต้องใช้สายไดอิเล็กตริกคั่นระหว่างโลหะในกับโลหะนอก การที่ขนาดสายต้องเล็กนั้นจะมีข้อเสียคือ นอกจากจะสร้างยากแล้ว การคลาดเคลื่อนของตำแหน่งและขนาดของส่วนต่าง ๆ จะมีผลทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงได้มาก นอกจากนั้นสารไดอิเล็กตริกที่ใช้คั่นนั้นโดยทั่วไปจะมีการสูญเสียที่ค่อนข้างสูงในย่านความถี่ไมโครเวฟ การที่สายโคแอกเซียลต้องมีขนาดเล็ก และมีการสูญเสียสูงนั้นทำให้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้กับคลื่นกำลังสูง ๆ อย่างไรก็ตาม สายโคแอกเซียลมีข้อดีที่มีการปิดกั้นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี ดังนั้นสายโคแอกเซียลจึงมีที่ใช้ในย่านความถี่ไมโครเวฟ โดยใช้เป็นช่วงความยาวสั้น ๆ เท่านั้น เช่น ใช้เชื่อมต่อระหว่างโมดูลต่าง ๆ ในอุปกรณ์ไมโครเวฟ เป็นต้น

สายนำสัญญาณที่ใช้ได้ดีในย่านความถี่ไมโครเวฟก็คือท่อนำคลื่นซึ่งมีโครงสร้างเป็นรูปท่อโลหะกลวงดังที่แสดงไว้โดยที่พื้นที่หน้าตัดอาจจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วงกลม หรือวงรีขนาดด้านหน้าตัดของท่อมักจะอยู่ในช่วง */2 หรือ * ซึ่งในย่านความถี่ไมโครเวฟจะมีขนาดไม่ใหญ่นัก ข้อดีของท่อนำคลื่นก็คือไม่จำเป็นต้องใช้สารไดอิเล็กตริก ซึ่งส่งผลให้มีการสูญเสียต่ำ และสามารถรับกำลังคลื่นได้สูง คุณสมบัติสองประการนี้นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นมากโดยเฉพาะในกรณีที่ใช้กับระบบเรดาร์ นอกจากนั้นการที่ท่อนำคลื่นมีการสูญเสียต่ำเมื่อพิจารณาในเชิงของระบบสื่อสารแล้วก็เท่ากับมีการกำเนิดสัญญาณรบกวนต่ำซึ่งจัดว่าเป็นข้อดีในการใช้งาน

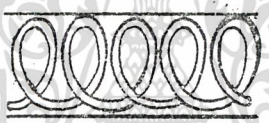
สายนำสัญญาณที่แสดงไว้ มีชื่อเรียกว่าไมโครสตริปซึ่งเป็นสายนำสัญญาณที่ใช้สารไดอิเล็กตริกคั่นระหว่างแผ่นกราวน์กับสายสตริป ไมโครสตริปจะมีลักษณะคล้ายกับลายวงจรบนแผ่นวงจรที่ใช้ในความถี่ผ่านต่ำกว่า VHF ทั่วไป แต่ข้อแตกต่างที่สำคัญคือ ในความถี่ต่ำนั้น ความยาวของไมโครสตริปมักจะไม่ค่อยมีปัญหา เพราะเงื่อนไขที่ความยาวไมโครสตริปสั้นกว่าความยาวคลื่นมาก ๆ มักจะเป็นความจริง แต่ในย่านความถี่ไมโครเวฟนั้นความยาวของไมโครสตริปที่เดินบนแผ่นวงจรมักจะไม่สามารถละเลยได้ เนื่องจากความยาวคลื่นสั้นลง และผลที่เกิดขึ้นคือเฟสของสัญญาณที่ตำแหน่งต่าง ๆ บนไมโครสตริปมีค่าไม่เท่ากันซึ่งทำให้ต้องคิดรายละเอียดเชิงแม่เหล็กไฟฟ้ามากขึ้น ในขณะเดียวกันก็สามารถนำไมโครสตริปมาสร้างชิ้นส่วนวงจรที่เป็นอินดักตีฟและคาแปซิตีฟได้ เนื่องจากไมโครสตริปมีขนาดเล็กกะทัดรัดจึงเหมาะสำหรับใช้กับวงจรไมโครเวฟที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำ ซึ่งมีขนาดเล็ก แต่ไมโครสตริปก็จะมีข้อจำกัดคือความสามารถในการรับกำลังคลื่นจะต่ำ จึงเหมาะสำหรับใช้ในวงจรภาครับหรือวงจรภาคส่งที่ส่งด้วยกำลังคลื่นระดับต่ำ

ชิ้นส่วนวงจรที่สำคัญอันดับต่อไปก็คือชิ้นส่วนแอกตีฟทั้งหลาย ซึ่งมีทั้งแบบที่เป็นหลอดสุญญากาศ และแบบที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ ชิ้นส่วนแอกตีฟเหล่านี้จะใช้ประโยชน์ในการกำเนิดสัญญาณไมโครเวฟ และการขยายสัญญาณไมโครเวฟเป็นหลัก ในสมัยเริ่มแรกนั้นมักจะต้องใช้หลอดสุญญากาศในการกำเนิดและขยายสัญญาณไมโครเวฟ แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านสารกึ่งตัวนำได้พัฒนาไปมากทำให้สามารถสร้าง ชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำประเภทไดโอดและทรานซิสเตอร์ที่สามารถใช้ในการให้กำเนิดความถี่ไมโครเวฟ และใช้ในการขยายสัญญาณไมโครเวฟได้เช่นเดียวกับที่ทำได้ในย่านความถี่วิทยุทั่วไป ในการวิเคราะห์คุณสมบัติของชิ้นส่วนแอกตีฟต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนแล้วแต่ต้องใช้หลักการทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการพิจารณาผลกระทบระหว่างคลื่นกับอิเล็กตรอนทั้งสิ้น แต่เนื่องจากความเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสูงกว่าความเร็วของอิเล็กตรอนมาก ในหลอดสุญญากาศทั้งหลายจึงมักต้องสร้างโครงสร้างที่ทำให้คลื่นเคลื่อนที่ตามแนวแกนช้าลง ซึ่งเรียกว่าโครงสร้างคลื่นช้า (slow-wave structure) แสดงการใช้ขดลวด รูปเฮลิกซ์เป็นโครงสร้างคลื่นช้าในหลอดคลื่นจร (traveling wave tube ย่อว่า TWT) ตามโครงสร้างนี้ นำอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ตามแนวแกนของขดลวดเฮลิกซ์จะสามารถทำปฏิกิริยาตอบโต้กับคลื่นที่ส่งผ่านไปในโครงสร้าง

คลื่นช้าได้ ซึ่งส่งผลให้มีโอกาสขยายกำลังคลื่นโดยอาศัยการส่งถ่ายพลังงานจากลำอิเล็กตรอนไปให้กับคลื่นที่ส่งผ่านไปตามโครงสร้างคลื่นช้า อนึ่งหลอดสูญญากาศแบบหลอดสามขาที่ประกอบด้วยขั้วแอโนด แคโทด และกริดนั้นจะไม่สามารถทำงานได้ในย่านความถี่ไมโครเวฟ เพราะระยะห่างระหว่างขั้วทั้งสามไม่สามารถทำให้แคบได้มากนัก ทำให้อิเล็กตรอนซึ่งมีความเร็วไม่สูงมานักไม่สามารถเคลื่อนที่จากขั้วแคโทดผ่านกริดไปยังขั้วแอโนดได้ทันจังหวะการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วกริด นั่นคือตอบสนองต่อความรวดเร็วในการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าของขั้วกริดได้ไม่ทัน ซึ่งทำให้หลอดสามขาไม่สามารถใช้ในการขยายสัญญาณไมโครเวฟได้

ภาพที่ 51

ภาพแสดงการใช้ขดลวดเฮลิกซ์เป็นโครงสร้างคลื่นช้าในหลอดคลื่นจร



ในกรณีของทรานซิสเตอร์หรือไดโอดที่ทำด้วยสารกึ่งตัวนำนั้น อันที่จริงความเร็วในการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือโฮล (hole) ก็ไม่สูงมากเช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากในกรณีของสารกึ่งตัวนำนี้เราสามารถสร้างให้ขั้วแอโนด-แคโทดในไดโอดก็ดี ขั้วอิมิตเตอร์ ขั้วเบสและขั้วคอลเลกเตอร์ในทรานซิสเตอร์อยู่ใกล้ ๆ กันได้ ซึ่งทำให้การเคลื่อนที่จากขั้วหนึ่งไปยังขั้วต่อไปของอิเล็กตรอนสามารถตอบสนองต่อความเร็วในการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไมโครเวฟได้ทัน อย่างไรก็ตามชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำนี้จะมีความสามารถในการรับพลังงานจำกัด ดังนั้นจึงใช้ในงานที่ต้องจัดการกับระดับพลังงานต่ำ เช่น ในภาครับหรือภาคส่งที่ระดับพลังงานต่ำถึงปานกลาง

จากที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์คุณสมบัติของชิ้นส่วนไมโครเวฟ และวงจรไมโครเวฟนั้น ต้องอิงกับทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างใกล้ชิดเสมอ ซึ่งเป็นเพราะคลื่นไมโครเวฟมี

ความถี่สูงและมีความยาวคลื่นสั้น แน่นอนที่สุดแนวคิดในลักษณะเดียวกันนี้จะต้องนำไปใช้ในกรณีที่ใช้คลื่นในย่านอินฟราเรดในการสื่อสารซึ่งก็คือระบบสื่อสารโดยใช้แสง ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าวิศวกรรมไมโครเวฟจะทำหน้าที่เป็นตัวแทนของระบบสื่อสารและเชื่อมโยงเทคโนโลยีความถี่วิทยุธรรมดา กับเทคโนโลยี กับเทคโนโลยีของการสื่อสารโดยใช้แสงซึ่งจัดว่าเป็นเทคโนโลยีระดับสูงและมีบทบาทอย่างสูงในปัจจุบัน

ในหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะกล่าวถึงการทำงานของส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ ของระบบไมโครเวฟแล้ว ยังกล่าวถึงการออกแบบระบบไมโครเวฟที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งทำให้ผู้อ่านสามารถศึกษาทั้งรายละเอียดของส่วนประกอบต่าง ๆ ในระบบ และการออกแบบระบบไมโครเวฟในภาคปฏิบัติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เครื่องปิ้งขนมปัง (Toasters)

เครื่องปิ้งขนมปังเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทำให้การปิ้งขนมปังสะดวกและง่ายขึ้น เพราะเครื่องปิ้งขนมปังสามารถที่จะทำการปิ้งขนมปังได้พร้อมกันทั้งสองหน้าและเมื่อขนมปังสุกเครื่องก็จะตัดการทำงานพร้อมกับดีดขนมปังขึ้นมาด้วย สำหรับความกรอบมากน้อยของขนมปังที่ปิ้งเครื่องปิ้งดังกล่าวก็สามารถปรับได้ โดยการปรับช่วงเวลาในการปิ้งให้มากน้อยโดยปรับปุ่มควบคุมที่ตัวเครื่อง

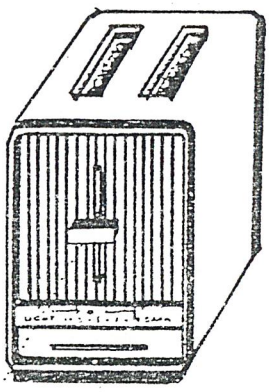
ภาพที่ 52

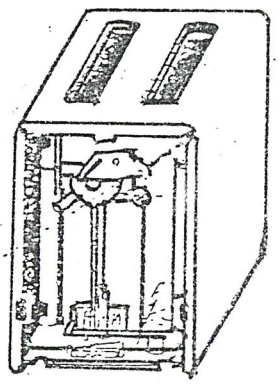
ภาพแสดงลักษณะของเครื่องปิ้งขนมปัง



ภาพที่ 53

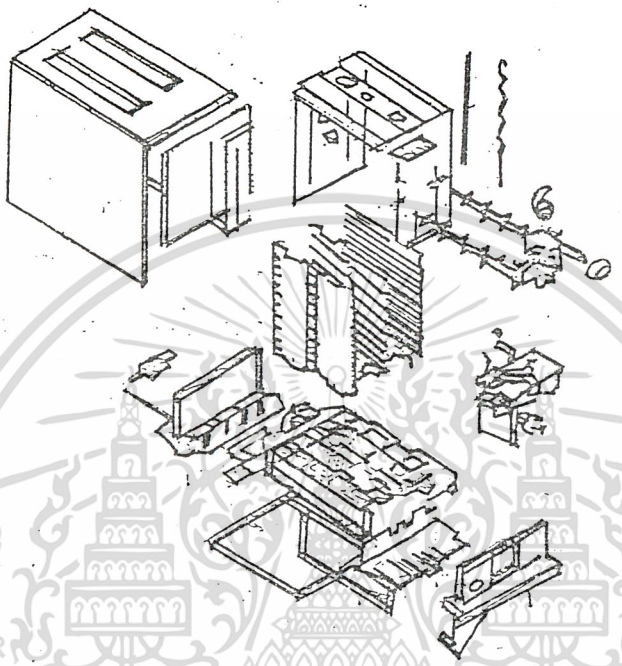
ภาพแสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องปิ้งขนมปัง





ภาพที่ 54

ภาพแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ในเครื่องปิ้งขนมปัง

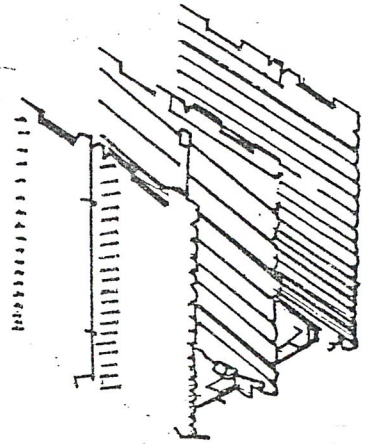


เครื่องปิ้งขนมปังจะประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1. **อุปกรณ์ทำความร้อน** (Heating element) ลวดความร้อนของเครื่องปิ้งขนมปังจะเป็นลวดนิโครมแบบเปลือยชนิดแบนซึ่งพันอยู่บนแผ่นไมก้าที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าและทนต่อความร้อนได้สูง ในเครื่องปิ้งขนมปังเครื่องหนึ่ง ๆ จะมีแผ่นความร้อนอยู่หลายแผ่น

ภาพที่ 55

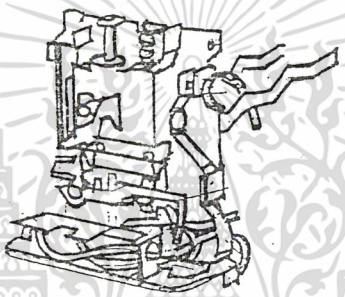
ภาพแสดงแผ่นความร้อนในเครื่องปิ้งขนมปัง



2. **อุปกรณ์หน่วงเวลาการทำงานของเครื่อง** (Timer) อุปกรณ์ดังกล่าวนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดเวลาการทำงานของเครื่อง โดยเมื่อผู้ใช้ได้กดคันบังคับเครื่องให้ทำงาน อุปกรณ์หน่วงเวลาจะต่อกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านแผ่นความร้อน และเมื่อถึงเวลาที่กำหนด อุปกรณ์นี้ก็จะตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านแผ่นความร้อนและพร้อมกันนั้นก็จะยกขนมปังขึ้นด้วย อุปกรณ์หน่วงเวลาที่ใช้ในเครื่องปิ้งขนมปังจะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ

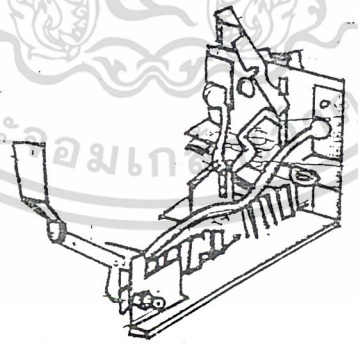
ภาพที่ 54

ภาพแสดงชุดหน่วงเวลาแบบไบ-เมทอล



ภาพที่ 55

ภาพแสดงลวดความร้อนที่บังคับแผ่นไบ-เมทอล

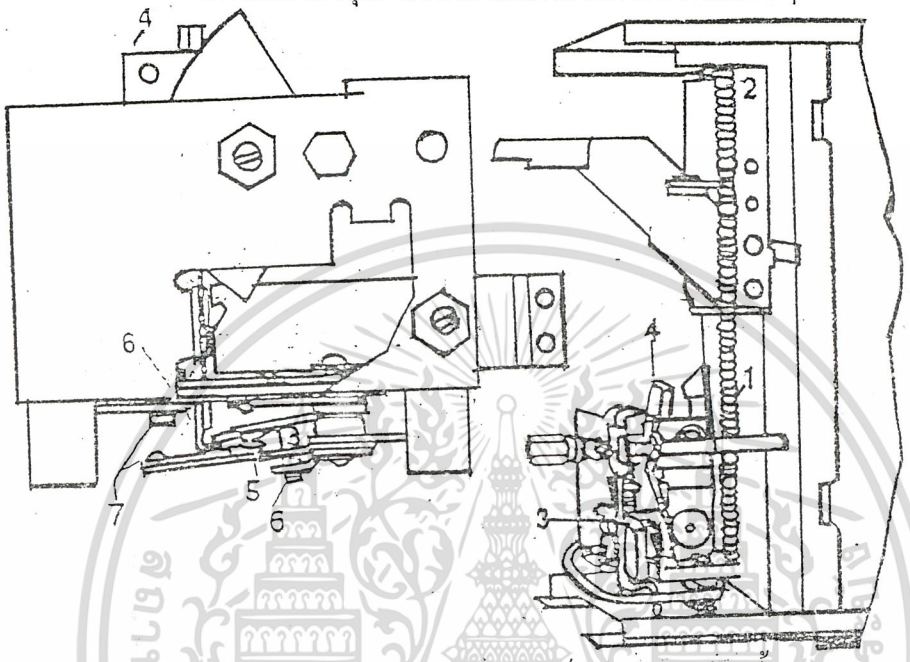


ก. **แบบไบ-เมทอลิค** (Bi-metallic type) อุปกรณ์หน่วงเวลาแบบนี้จะอาศัยความร้อนจากแผ่นความร้อนมาบังคับให้แผ่นไบ - เมทอลงอตัวและการงอตัวของแผ่นไบ - เมทอลนี้เองก็จะมีผลทำให้คันกระเดื่องหลุดจากตัวล็อคซึ่งก็เป็นผลให้คอนแทคที่ต่อกระแสไฟฟ้าให้กับแผ่นความร้อนแยกออกจากกันพร้อมกันนั้นสปริงก็จะดึงชุดวางขนมปังขึ้นมาด้วย

แสดงถึงชุดหน่วงเวลาและกลไกการทำงานต่าง ๆ

ภาพที่ 56

ภาพแสดงถึงชุดหน่วงเวลาและกลไกการทำงานต่าง ๆ



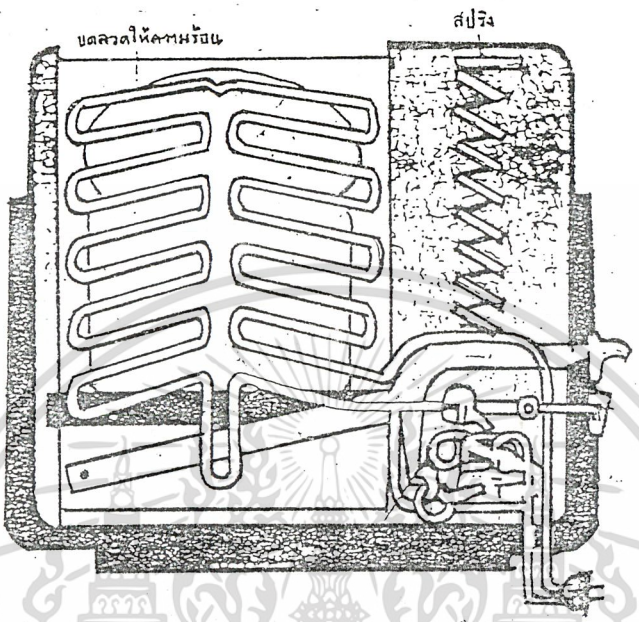
ข. แบบลานนาฬิกา (Spring type) อุปกรณ์หน่วงเวลาแบบนี้จะอาศัยการเคลื่อนตัวของลานนาฬิกา กล่าวคือ เมื่อผู้ใช้กดคันบังคับของเครื่องให้ทำงานกระเดื่องของชุดหน่วงเวลาก็จะบังคับให้ลานนาฬิการัดตัวและพร้อมกันนั้นคอนแทคก็จะต่อกระแสไฟฟ้าให้กับแผ่นความร้อน และในขณะเดียวกันลานนาฬิกาก็จะค่อย ๆ คลายตัวจนกระทั่งหมดลาน ซึ่งก็เป็นผลให้คันบังคับพร้อมกันอุปกรณ์ใส่ขนมปังก็จะดีดกลับขึ้นมา ดังนั้นคอนแทคก็จะแยกออกจากกัน และตัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแผ่นความร้อนออก

หลักการทำงาน

การทำงานของเครื่องปิ้งขนมปังจะอาศัยแผ่นความร้อนให้ความร้อนกับขนมปังและใช้ชุดหน่วงเวลาเป็นตัวควบคุมและกำหนดเวลาในการปิ้งให้มากน้อยตามความต้องการของผู้ใช้ การทำงานของเครื่องจะเริ่มตั้งแต่เมื่อใส่ขนมปังลงไปในช่องว่างและกดคันบังคับลงจนสุดและอุปกรณ์หน่วงเวลาล็อคคันบังคับไว้ ซึ่งในช่วงนี้คอนแทคก็จะต่อกระแสไฟฟ้าให้กับแผ่นความร้อนทุกแผ่นภายในเครื่อง และจากจุดนี้ชุดหน่วงเวลาก็จะเริ่มทำงาน จนกระทั่งถึงเวลาที่กำหนดกระเดื่องก็จ

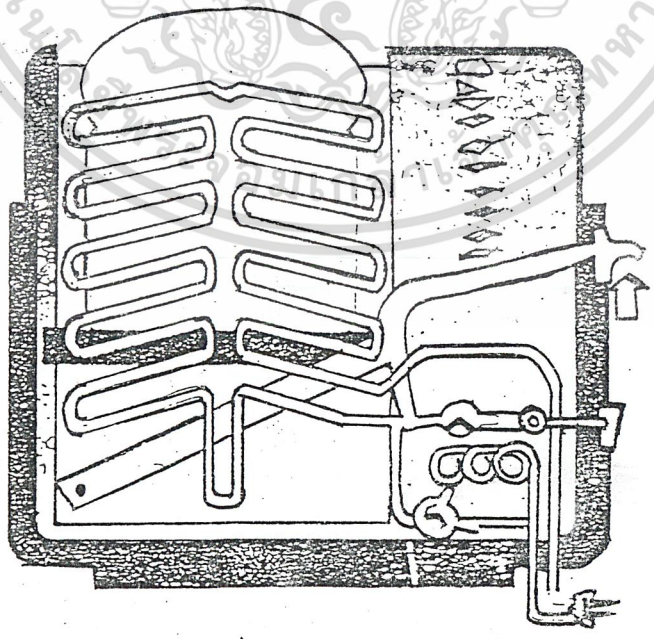
ภาพที่ 57

ภาพแสดงช่วงเวลาที่เครื่องกำลังทำงาน



ภาพที่ 58

ภาพแสดงช่วงเวลาที่เครื่องตัดการทำงาน



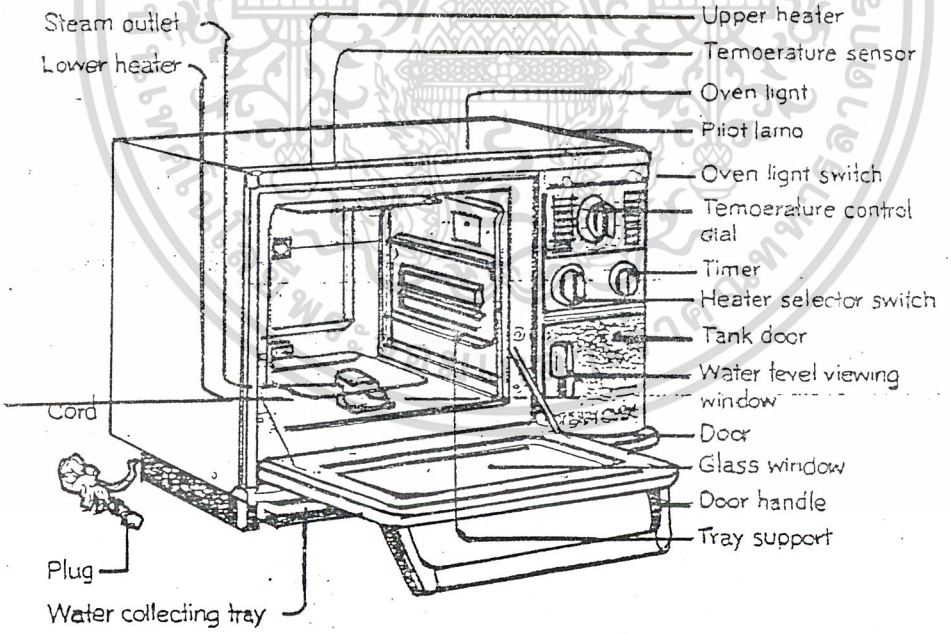
หลุดจากคันล็อค ซึ่งก็จะทำให้คอนแทคแยกออกจากกันตัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแผ่นความร้อน และพร้อมกันนั้นชุดวางขนมปังก็จะถูกสปริงดึงขึ้น พร้อมกับขนมปัง

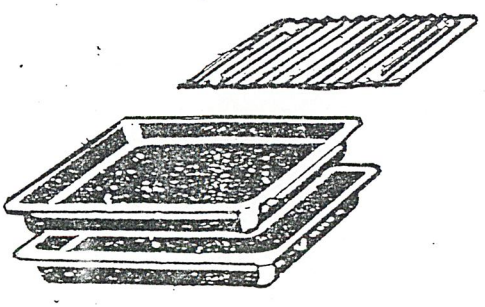
เตาอบไฟฟ้า (Electric Ovens)

เตาอบไฟฟ้าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนกับอาหารในลักษณะของการอบ (การให้ความร้อนกับสิ่งใด ๆ ในเนื้อที่ที่จำกัดและมีสิ่งปิดกั้น) เตาอบไฟฟ้าดังกล่าวจะสามารถใช้ในการอบอาหารหรือขนมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น การอบไก่ เนื้อ ขนมฝรั่ง เป็นต้น ในปัจจุบันเตาอบไฟฟ้าเริ่มเป็นที่นิยมใช้กันมากแล้ว เพราะเตาอบดังกล่าวใช้งานง่ายและมีปุ่มควบคุมต่าง ๆ ที่จะสามารถทำให้เครื่องทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้

ภาพที่ 59

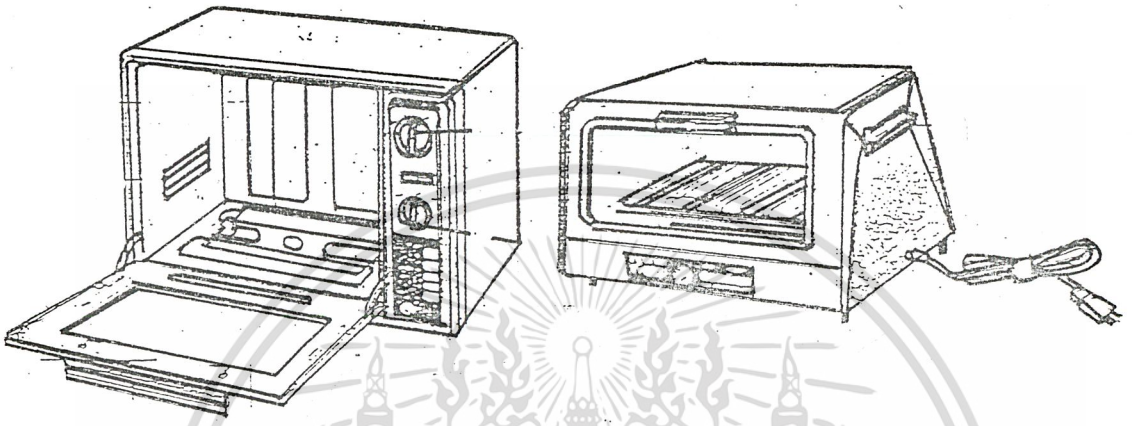
ภาพแสดงลักษณะเตาอบไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ





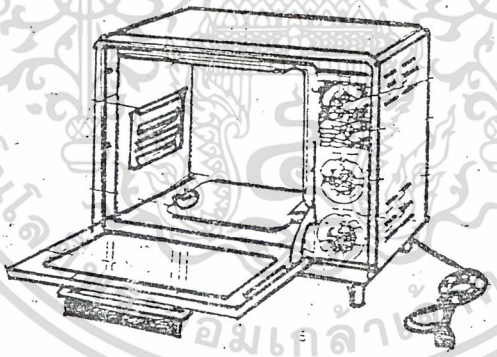
ภาพที่ 60

ภาพแสดงส่วนประกอบของเตาอบไฟฟ้า



ภาพที่ 61

ภาพแสดงโครงสร้างของเตาอบไฟฟ้า



ส่วนประกอบของเตาอบไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ส่วน คือ

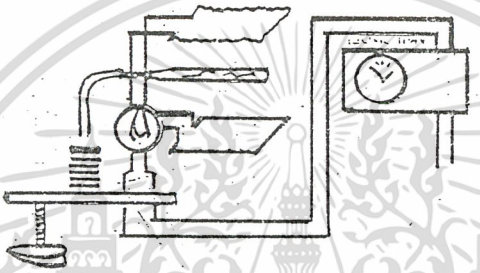
1. **โครงของเตาอบ** (Frame) โครงของเตาอบไฟฟ้าจะทำด้วยเหล็กเคลือบด้วยสีที่ทนความร้อน สำหรับตัวโครงจะแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ โครงชั้นนอกกับโครงชั้นในและด้านหน้าของเตาจะมีประตูสำหรับเปิดเพื่อนำเอาอาหารเข้าไปอบและปิดเมื่อต้องการอบ และสำหรับประตูจะมีกระจกไว้ดูอาหารที่กำลังอบด้วย

2. **แผ่นกั้นความร้อน** (Heating Insulator) แผ่นกั้นความร้อนดังกล่าวจะติดตั้งอยู่ระหว่างโครงของตู้ชั้นนอกกับโครงของตู้ชั้นใน เพื่อกั้นมิให้ความร้อนที่เกิดจากการอบออกมาภายนอกตู้ได้

เพราะถ้าความร้อนภายในออกมาภายนอกได้จะทำให้เตาอบต้องใช้เวลาในการอบนานกว่าที่ควร ซึ่งก็จะเป็นผลให้เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ต้องให้กับเตาอบมากขึ้นด้วย แผ่นกั้นความร้อนที่ใช้กับเตาอบจะใช้แผ่นโยหินหรือที่เรียกกันว่าแผ่นแอสเบสทอส (Asbestos) ซึ่งเป็นแผ่นกั้นความร้อนชนิดเดียวกับที่ใช้ในเตารีดไฟฟ้า

ภาพที่ 62

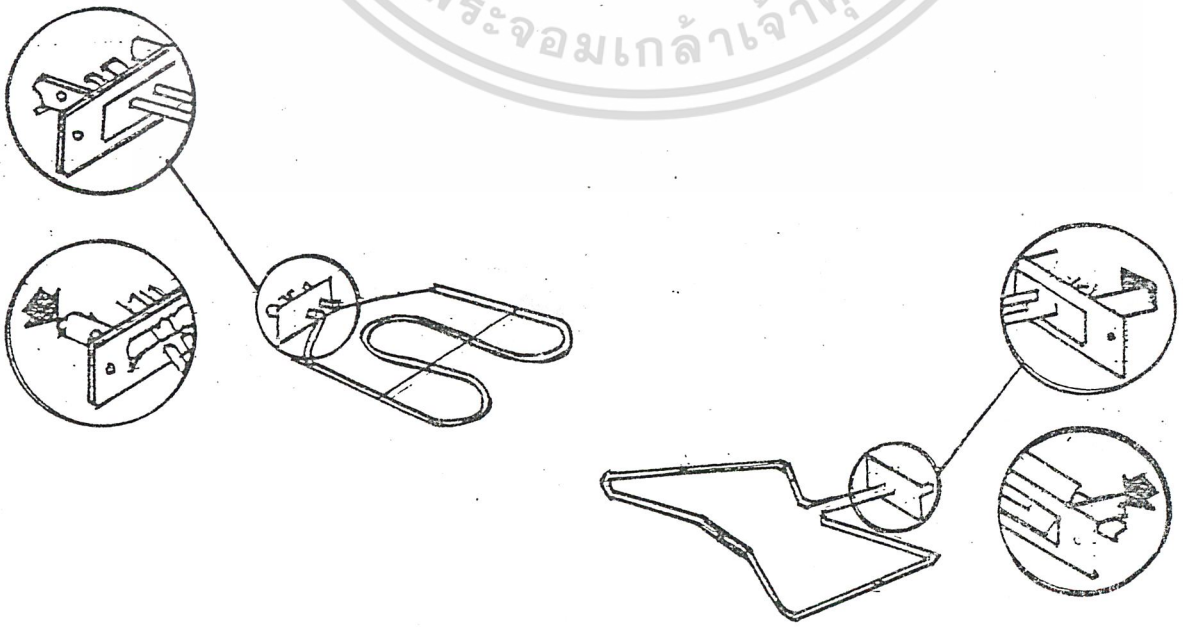
ภาพแสดงวงจรการทำงานของเตาอบไฟฟ้า



3. ลวดความร้อน (Heating element) ลวดความร้อนหรือฮีทเตอร์จะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้อยู่ในรูปของความร้อนเพื่อจ่ายให้กับเตาอบ ลวดความร้อนที่ใช้ในเตาอบไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเป็นแบบปิด (Closing type) และจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ชุด คือชุดที่ตั้งอยู่ส่วนบนของเตากับชุดที่ติดตั้งส่วนล่างของเตา

ภาพที่ 63

ภาพแสดงลวดความร้อนที่ใช้ในเตาอบไฟฟ้า



4. สวิทช์ควบคุมความร้อนหรืออุณหภูมิของตู้อบไฟฟ้า (Thermal Control Swith) สวิทช์ดังกล่าวจะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมความร้อนหรืออุณหภูมิภายในตู้อบให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ โดยที่ด้านหน้าของเตาอบจะมีสวิทช์เพื่อปรับอุณหภูมิ ซึ่งเมื่อปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้น เตาอบก็จะทำงานนานขึ้น ผลก็จะทำให้เตาอบมีอุณหภูมิสูงตามที่ต้องการ และเมื่ออุณหภูมิภายในเตาอบถึงจุดที่ตั้งไว้ สวิทช์ดังกล่าวก็จะตัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดความร้อนออก แต่ถ้าอุณหภูมิของเตาอบต่ำลงกว่าจุดที่ตั้งไว้สวิทช์ก็จะต่อกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านลวดความร้อนอีก จากการทำงานในลักษณะนี้ก็จะทำให้เตาอบไฟฟ้าสามารถรักษาอุณหภูมิให้คงที่ได้

5. สวิทช์ปรับระดับความร้อน (Thermal Level Switch) สวิทช์ดังกล่าวนี้จะทำหน้าที่คล้ายกับสวิทช์ปรับระดับความร้อนในเตาไฟฟ้าแบบธรรมดา กล่าวคือมันจะทำหน้าที่เป็นตัวเลือกว่าจะให้ลวดความร้อนชุดบน หรือชุดล่างหรือทั้ง 2 ชุดทำงาน ซึ่งก็สรุปได้ว่าสวิทช์ปรับระดับความร้อนของเตาอบไฟฟ้านี้จะเป็นตัวปรับให้ความร้อนภายในเตาอบร้อนเร็วหรือช้า หรือจะให้เตาอบมีความร้อนมากทางด้านล่างหรือทางด้านบนของเตา ซึ่งก็จะขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่จะนำมาอบว่าต้องการความร้อนเช่นไร

6. สวิทช์ตั้งเวลา (Timer Seith) ในการอบอาหารสิ่งที่มีความสำคัญมากอย่างหนึ่งก็คือเวลา เพราะในการอบอาหารใด ๆ ก็ตามจะต้องอบในเวลาที่จำกัด ดังนั้นเตาอบไฟฟ้าจึงต้องมีสวิทช์สำหรับตั้งเวลาเพื่อให้อาหารที่อบนั้นสุกพอดี สวิทช์ตั้งเวลาจะต่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดความร้อนในช่วงที่เวลาที่ตั้งยังไม่ถึงกำหนดและจะตัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดความร้อนเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้พร้อมกับมีสัญญาณเตือนให้ทราบ

หลักการทำงานของเตาอบไฟฟ้า

เตาอบไฟฟ้าเป็นเครื่องไฟฟ้าที่ใช้ลวดความร้อนเป็นตัวให้ความร้อนกับเตาอบ ซึ่งลวดความร้อนดังกล่าวจะถูกควบคุมดดยสวิทช์ปรับระดับความร้อน, สวิทช์ตั้งเวลาและสวิทช์ควบคุมอุณหภูมิ กล่าวคือเมื่อผู้ใช้เสียบปลั๊ก และนำอาหารที่จะอบเข้าเตาอบพร้อมกันนั้นผู้ใช้ก็จะตั้งเวลาในการอบที่สวิทช์ตั้งเวลาและปรับระดับความร้อนให้ความร้อนเหมาะสมกับอาหารที่อบโดยปรับที่ตัวปรับความร้อนที่หน้าเตาอบและถ้าระยะเวลาหรือระดับความร้อนของอาหารที่ทำการอบถึงจุดที่ตั้งไว้

ลวดความร้อนภายในเตาอบก็จะถูกอุปกรณ์ควบคุมดังกล่าวตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่าน ซึ่งก็จะเป็นผลให้ความร้อนภายในเตาอบลดลงและผู้ใช้ก็จะนำอาหารที่ทำการอบแล้วออกนอกตู้เพื่อนำมารับประทานได้ สำหรับเตาอบไฟฟ้าที่ใช้โดยทั่วไปโดยปกติจะมีลวดความร้อนอยู่ 2 ชุดคือชุดที่ติดตั้งทางด้านบน และชุดที่ติดตั้งทางด้านล่าง ดังรูป ซึ่งลวดความร้อนทั้ง 2 ชุดนี้จะสามารถควบคุมได้โดยสวิทช์ปรับระดับความร้อน ซึ่งสวิทช์ดังกล่าวจะสามารถควบคุมให้ลวดความร้อนทั้ง 2 ชุดทำงานพร้อมกันหรือจะให้ลวดความร้อนชุดใดชุดหนึ่ง ทำงานเพียงชุดเดียวตามความต้องการของอาหารที่จะมาทำการอบก็ได้

การแก้ไขข้อขัดข้องของเตาอบไฟฟ้า

1. เตาอบไม่ร้อน

ก. สวิทช์ปรับระดับความร้อนเสีย

ข. ไม่มีไฟเข้าเครื่อง

ค. ลวดความร้อนขาด

ง. จุดต่อทางไฟฟ้าหลวม

จ. ตัวตั้งเวลาไม่ทำงาน

ฉ. ตัวควบคุมอุณหภูมิเสีย

2. เตาอบร้อนน้อยเกินไป

ก. ลวดความร้อนชุดใดชุดหนึ่งขาด

ข. ตั้งอุณหภูมิของเตาอบต่ำเกินไป

ค. ตั้งเวลาการทำงานของเตาอบน้อยเกินไป

ง. ปรับสวิทช์ควบคุมระดับความร้อนไม่ถูกต้อง

3. เตาอบไม่ตัดการทำงานเมื่อความร้อนหรือระยะเวลาถึงกำหนด

ก. ตัวควบคุมอุณหภูมิเสีย

ข. ตัวตั้งเวลาเสีย

ค. ต่อวงจรไฟฟ้าของเครื่องไม่ถูกต้อง

3. การศึกษาพฤติกรรมผู้ซื้อและผู้ขาย

เนื่องจากการปฏิบัติการทางการตลาดสมัยใหม่ มุ่งเน้นที่ผู้บริโภคเป็นสำคัญ ดังนั้นนักการตลาดปัจจุบันจึงได้ให้ความสนใจ และศึกษาถึงพฤติกรรมของผู้บริโภคกันมาขึ้น เพราะการที่เราสามารถเข้าใจพฤติกรรมของผู้บริโภคได้ถูกต้อง จะทำให้เราสามารถสนองตอบความต้องการของผู้บริโภคได้ดีกว่าคู่แข่งขัน ซึ่งจะนำความได้เปรียบมาสู่องค์กรธุรกิจ ดังนั้น เราจึงน่าจะศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคเสียก่อน

พิไลวรรณ ประกอบผล (2534) อ้างถึง Harold J. Leavitt ได้กล่าวไว้ว่า ก่อนที่มนุษย์จะแสดงพฤติกรรมอย่างหนึ่งอย่างใดออกมา มักจะมีมูลเหตุที่จะทำให้เกิดพฤติกรรมเสียก่อน ซึ่งมูลเหตุดังกล่าวอาจจะเรียกว่า "กระบวนการพฤติกรรม" (process of behavior) และกระบวนการของพฤติกรรมของมนุษย์ มีลักษณะคล้ายกัน 3 ประการ คือ

1. พฤติกรรมจะเกิดขึ้นได้จะต้องมีสาเหตุทำให้เกิด (Behavior is caused) ซึ่งหมายความว่าการที่คนเราจะแสดงพฤติกรรมอย่างหนึ่งอย่างใดออกมานั้น จะต้องมีสาเหตุทำให้เกิด และสิ่งซึ่งเป็นสาเหตุก็คือ ความต้องการที่เกิดขึ้นในตัวคนนั่นเอง

2. พฤติกรรมจะเกิดขึ้นได้จะต้องมีสิ่งจูงใจ หรือแรงกระตุ้น (behavior is motivated) นั่นคือเมื่อคนเรามีความต้องการเกิดขึ้นแล้ว คนเราก็ปรารถนาที่จะบรรลุถึงความต้องการนั้น จนกลายเป็นแรงกระตุ้น หรือกระจูงใจ (motivation) ให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการที่เกิดขึ้นนั้น

3. พฤติกรรมที่เกิดขึ้นย่อมมุ่งไปสู่เป้าหมาย (Behavior is goal-directed) ซึ่งหมายความว่าการที่คนเราแสดงพฤติกรรมอะไรออกมานั้น มิได้กระทำไปอย่างเลื่อนลอย โดยปราศจากจุดมุ่งหมายหรือไร้ทิศทาง ตรงกันข้ามกลับมุ่งไปสู่เป้าหมายที่แน่นอน เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จแห่งความต้องการของตน

สรุป

กระบวนการของพฤติกรรมของคน จะมีลักษณะคล้าย ๆ กัน แต่รูปแบบของพฤติกรรมของคน(behavior patterns) ที่แสดงออกในเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เขาเผชิญมีลักษณะแตกต่างกันไป ทั้งนี้อาจ

มีสาเหตุมาจากปัจจัยต่าง ๆ ทั้งปัจจัยภายใน อันได้แก่ ตัวบุคคล และปัจจัยภายนอก ซึ่งได้แก่ สภาพสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือผูกพันอยู่กับตัวเขาเอง ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มีผลกระทบต่อการตัดสินใจของบุคคล ทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมออกมาต่าง ๆ กัน

พฤติกรรมผู้บริโภค (Consumer behavior)

นักการตลาดได้ให้ความสนใจและได้ศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อสินค้าและบริการมาช้านาน ในอดีตนักการตลาดได้ใช้วิธีการศึกษาทำความเข้าใจผู้บริโภคจากประสบการณ์ประจำวัน (daily experience) ในขณะที่ขายสินค้าให้กับผู้บริโภคโดยตรง แต่ในปัจจุบันเนื่องจากธุรกิจขนาดใหญ่ และตลาดก็มีขอบเขตกว้างขวางกว่าในอดีตมาก ผู้ทำหน้าที่ตัดสินใจเพื่อดำเนินงานทางการตลาด (marketing decision makers) ก็ไม่ได้ติดต่อกับลูกค้าโดยตรง นักการตลาดจึงจำเป็นต้องหันมาศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคโดยใช้วิธี "การวิจัยผู้บริโภค" (consumer research) แทน และดูเหมือนว่า นักการตลาดได้ใช้จ่ายเงินเพิ่มขึ้นทุกปีเพื่อศึกษาความรู้สึกนึกคิด หรือจิตใจซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการตัดสินใจซื้อสินค้าและบริการของผู้บริโภค ซึ่งนับว่าเป็นการศึกษาที่มีความยุ่งยากมาก เพราะความรู้สึกนึกคิด หรือจิตใจเป็นสิ่งที่อยู่ภายในตัวของผู้บริโภคซึ่งมองไม่เห็น การศึกษาหาความจริงในเรื่องนี้ก็เปรียบเสมือนการหาความจริงในกล่องมืด หรือ "The black box" นั่นเอง

ความต้องการความสำเร็จในชีวิต ได้แก่ ความสำเร็จในชีวิตที่ตนได้ใฝ่ฝันเอาไว้ เช่น ต้องการจะเป็นผู้บริหารในด้านตลาดของธุรกิจ ต้องการจะเป็นนายแพทย์ เป็นต้น ซึ่งความต้องการเหล่านี้ทำให้มีความต้องการในสินค้าบางประเภท เช่น ต้องการอุปกรณ์การศึกษาเพื่อใช้ในการศึกษาเล่าเรียนก็ต้องหาซื้อสินค้าเหล่านี้จากตลาดหรือร้านค้าต่าง ๆ

จากทฤษฎีของมาสโลว์ นักการตลาดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยพยายามศึกษาความต้องการในแต่ละขั้นตอนของมนุษย์ พิจารณาว่าผลิตภัณฑ์มีอยู่สามารถตอบสนองความต้องการอะไรได้บ้างแล้วใช้กิจกรรมทางการตลาดต่าง ๆ เพื่อจูงใจให้ผู้บริโภคเกิดความต้องการในผลิตภัณฑ์ที่ตนเสนอขาย

ทฤษฎีการจูงใจของฟรอยด์ (Freud's Theory of Motivation)

ฟรอยด์พบว่า บุคคลไม่รู้สึกถึงสิ่งกระตุ้นพฤติกรรมที่แท้จริง เพราะว่าสิ่งกระตุ้นได้กำหนดรูปร่างตั้งแต่ตอนเป็นเด็ก แล้วถูกเก็บกดไว้ เพราะพฤติกรรมของบุคคลจะถูกควบคุมโดยความนึกคิดพื้นฐาน 3 ระดับ คือ

1. อิด (Id) คือ ความรู้สึกแอบแฝงที่ค่อยสะสมขึ้น เป็นระบบที่ประกอบด้วยสัญชาตญาณที่ติดตัวมาแต่กำเนิด โดยทั่วไปจะเป็นความต้องการขั้นพื้นฐานตามธรรมชาติของมนุษย์ เช่น ความต้องการทางเพศ และความต้องการในการแสวงหาความพอใจตามที่บุคคลต้องการด้านต่าง ๆ

2. อัตตาหรืออีโก้ (Ego) คือ ศูนย์กลางความรู้สึกที่จะทำความเข้าใจความต้องการจากอิด ให้แสดงออกในวิถีทางที่จะทำให้ตนเองได้รับความพอใจ

3. อธิอัตตาหรือซุปเปอร์อีโก้ (Superego) คือ สภาพจิตใจซึ่งพัฒนามาจากอีโก้โดยผ่านกระบวนการรับรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ ซุปเปอร์อีโก้เป็นกฎทางศีลธรรมซึ่งจะนำพฤติกรรมของคนให้อยู่ในทำนองคลองธรรม

จากทฤษฎีของฟรอยด์ นักการตลาดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเสนอผลิตภัณฑ์ โดยคำนึงถึงความนึกคิดพื้นฐานทั้ง 3 ระดับ พิจารณาว่าผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่สามารถสนองความนึกคิดพื้นฐานในระดับใด แล้วใช้กิจกรรมทางการตลาดต่าง ๆ เพื่อจูงใจให้ผู้บริโภคเกิดความต้องการในผลิตภัณฑ์นั้น ตัวอย่างเช่น การเสนอขายรถสปอร์ตความเร็วสูง จะเห็นได้ว่าผู้เป็นเจ้าของรถยนต์ประเภทนี้มักจะมีลักษณะก้าวร้าว ท้าทาย และกล้าเสี่ยง เก็บกดไว้ภายใน นักการตลาดจึงต้องพยายามเน้นถึงลักษณะเหล่านี้ไว้ในโฆษณาเพื่อให้สามารถดึงดูดใจและกระตุ้นให้เกิดความต้องการที่จะเป็นเจ้าของ เป็นต้น

แรงจูงใจในการซื้อสินค้าของผู้บริโภค (Buying Motives)

การศึกษาเรื่องแรงจูงใจในการซื้อสินค้าของผู้บริโภค อาจเริ่มต้นด้วยการตั้งคำถามตัวเราเองว่า ทำไมผู้บริโภคจึงเลือกซื้อสินค้าและบริการอย่างนั้น แทนที่จะเลือกซื้อสินค้าและบริการอีกอย่างหนึ่ง คำตอบก็คือว่า เพราะแรงจูงใจที่เกิดขึ้นจากผู้บริโภคนั่นเอง เป็นสิ่งจูงใจกำกับให้ผู้บริโภคได้แสดงพฤติกรรมออกมาอย่างนั้น

ศาสตราจารย์ William J. Stanton ได้กล่าวไว้ว่า "พฤติกรรมทุกชนิด เริ่มต้นจากแรงจูงใจ" (all behavior starts with motivation) แรงจูงใจ (motive) หรือแรงขับ (drive) เกิดขึ้นจากความต้องการที่ได้รับการกระตุ้นจนถึงระดับที่ทำให้บุคคลต้องแสดงพฤติกรรมบางสิ่งบางอย่างเพื่อนำมาสนองความต้องการที่เกิดขึ้นให้ได้รับความพอใจ ตัวอย่างของแรงจูงใจ เช่น ความหิว ความกระหาย ความรู้สึกไม่สบายใจ ความต้องการ ความปลอดภัย และความต้องการได้รับการยอมรับในสังคม เป็นต้น

ในด้านการตลาดแรงจูงใจที่นักการตลาดให้ความสนใจมากที่สุด ก็คือแรงจูงใจในการซื้อสินค้าของผู้บริโภค ดังนั้นจึงเห็นได้ชัดว่า การวิจัยแรงจูงใจในการซื้อ ซึ่งลักษณะของการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคดังกล่าวมักศึกษาในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ภาพที่ 64

ภาพแสดงลักษณะการซื้อขายระหว่างผู้ซื้อ-ผู้ขาย



4. การศึกษาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการตั้งเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ คือ การตั้งบนโต๊ะที่ทางร้านจัดเตรียมไว้

1. รายละเอียดของบริเวณร้านเซเว่น-อีเลฟเว่น

ภาพที่ 65

ภาพแสดงลักษณะหน้าร้านเซเว่น-อีเลฟเว่น



ขนาดความกว้าง-ยาวของร้านเซเว่น-อีเลฟเว่น (คุณวาสนา สงวนสัตย์ ผู้จัดการฝ่ายเมอร์ชั่น ไดซ์ ฟาสฟู้ด เซเว่น - อีเลฟเว่น)

ขนาดความกว้าง - ยาวของร้าน โดยประมาณ / 1 ล็อค = 3.50-4.00 เมตร เนื่องจากทำเลที่ตั้งของร้านโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในแหล่งชุมชนที่เจริญซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นอาคารพาณิชย์โดยการติดต่อเช่า-ซื้อตามความเห็นของทางบริษัทและตามความเหมาะสม

ภาพที่ 66

ภาพแสดงแผนผังการจัดวางภายในร้าน



5. การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ตัวอักษร

อักษรตัวพิมพ์และการออกแบบตัวอักษร

(วรพงศ์ วรชาติอุดมพงศ์. 2538)

ตัวอักษรเป็นส่วนหนึ่งที่มีบทบาทต่อการผลิตงานออกแบบกราฟฟิคเป็นอย่างยิ่งรูปแบบและลักษณะเฉพาะของตัวอักษรที่มีความหลากหลายมากมายการจะเลือกใช้รูปแบบใด ต้องขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและเงื่อนไขต่าง ๆ งานลักษณะหนึ่งอาจจะเหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของตัวอักษรแบบหนึ่ง ตัวอักษรบางลักษณะอาจใช้ได้เฉพาะโอกาสเท่านั้น ถ้ามีความพอเหมาะพอดีในการนำมาใช้ก็จะสนับสนุนให้งานออกแบบสามารถสื่อความหมายได้อย่างเต็มที่ ปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีการผลิตการสร้างตัวอักษรสำเร็จหลายรูปแบบ ได้แก่ ตัวอักษรตัวพิมพ์ดีด ตัวอักษรตัวเรียงพิมพ์ตัวอักษรสำเร็จหรือที่เรียกว่าแผ่นอักษรลอก

อักษรตัวพิมพ์ คือ อักษรสำเร็จที่ได้รับการออกแบบและผลิตเป็นแม่แบบไว้สำหรับเลือกใช้ในงานสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ อักษรตัวพิมพ์มีความสำคัญต่อการออกแบบกราฟฟิคมาก บางครั้งก็นำมาเป็นสิ่งดึงดูดใจในสื่อนั้นด้วยการเลือกใช้ตัวอักษรที่มีรูปแบบแปลก น่าสนใจ หรือการขยายให้มีขนาดใหญ่เป็นพิเศษ และการใช้สีสันเข้าช่วย อักษรตัวพิมพ์ใช้เสนอเนื้อหาสาระข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ โดยจะเลือกใช้ตัวอักษรที่มีรูปแบบเรียบ ชัดเจน อ่านง่าย รูปแบบอักษรตัวพิมพ์อาจจะแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. ตัวอักษรแบบมีเชิง (Serif) เป็นแบบตัวอักษรที่มีเส้นขึ้นของฐานและปลายตัวอักษรในทางราบที่เรียกว่า Serif ลักษณะของตัวอักษรจะมีเส้นตัวอักษรเป็นแบบหนาบางไม่เท่ากันเหมือนการเขียนประดิษฐ์ด้วยขนนกหรือปากกาปากแบน มีหลายรูปแบบและตั้งชื่อรูปแบบแตกต่างกันออกไป เช่น

ภาพที่ 67

แสดงภาพอักษรแบบมีเชิง

JKLMNOPQ
RSTUVWX
YZabcdefghijk
lmnopqrstuvw

2. ตัวอักษรแบบไม่มีเชิง (Sans Serif) เป็นลักษณะของตัวอักษรอีกแบบหนึ่งมีรูปแบบเรียบง่าย ดูเป็นทางการ ต่างจากแบบแรกคือ ไม่มีเชิง หมายถึงไม่มีเส้นขื่นของฐานและปลายของตัวอักษรในทางราบ Sans เป็นภาษาฝรั่งเศสแปลว่าปราศจากรูปแบบของตัวอักษรประเภทนี้นิยมใช้อย่างกว้างขวางทั้งในงานสิ่งพิมพ์ทั่วไปและงานโฆษณาประชาสัมพันธ์

ภาพที่ 68

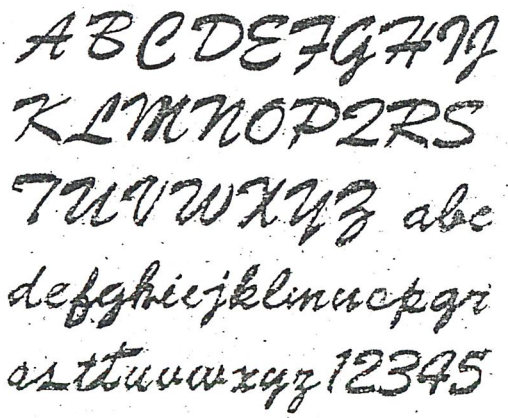
ภาพแสดงอักษรแบบไม่มีเชิง



3. **ตัวอักษรแบบตัวเขียน** (Script) ตัวอักษรแบบนี้เป็นแบบที่แตกต่างไปจาก 2 แบบแรก การออกแบบจะเน้นให้รูปแบบตัวอักษรมีลักษณะเป็นตัวลายมือเขียน ซึ่งมีลักษณะหางโยงต่อเนื่องกันระหว่างตัวอักษรและมีขนาดเส้นอักษรหนาและบางต่างกัน ส่วนมากนิยมออกแบบเป็นตัวลักษณะเอียงเล็กน้อย

ภาพที่ 69

ภาพแสดงอักษรแบบตัวเขียน



4. ตัวอักษรแบบตัวอาลักษณ์ (Text Letters) เป็นตัวอักษรโรมันแบบตัวเขียนอีกลักษณะหนึ่ง มีลักษณะเป็นแบบประดิษฐ์ตัวอักษรมีเส้นตั้งคำหนา ภายในตัวอักษรมีเส้นหนาและบางคล้ายกับการเขียนด้วยขู่กันแบบหรือปากกาปลายตัด นิยมใช้จารึกในเอกสารตำราในสมัยโบราณ

ภาพที่ 70

ภาพแสดงอักษรแบบตัวอาลักษณ์



ขนาดของตัวอักษร (Size Type) ขนาดตัวอักษรในงานออกแบบกราฟฟิคเป็นสิ่งจำเป็นมากเพราะต้องใช้ในการสื่อสารระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การใช้หน่วยกำหนดขนาดตัวอักษรเป็นสากลจึงเป็นที่แพร่หลาย นักออกแบบจึงต้องทำความเข้าใจกับเรื่องนี้ด้วย

ขนาดของตัวอักษรเป็นการกำหนดขนาดที่เป็นสัดส่วนของขนาดความก้าวกับความสูงและรูปร่างของตัวอักษร โดยถือเอาความสูงเป็นหลักในการจัดขนาดที่เรียกว่า **"พอยท์"** (Point) ขนาดของตัวอักษรหัวเรื่องมักจะใช้ขนาดตั้งแต่ 16 พอยท์ขึ้นไป ส่วนขนาดของเนื้อความก็จะใช้ขนาดตัวอักษรประมาณ 6 พอยท์ ถึง 16 พอยท์ แล้วแต่ลักษณะงานนั้น ๆ

12 พอยท์ = 1 ไพก้า

6 ไพก้า = 1 นิ้ว (2.5 ซ.ม.)

และ 73 พอยท์ = 1 นิ้ว

ขนาดในทางราบหรือทางกว้างของตัวอักษรเมื่อเรียงกันไปเป็นคำหรือความยาวใน 1 บรรทัด หรือที่เรียกว่าเป็น **"ความยาวคอลัมน์"** ก็กำหนดเป็น ไพก้า (Pica)

ภาพที่ 71

ภาพแสดงขนาดของตัวอักษร



ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

แบบการจัดตัวอักษร (Type Composition) แบบการจัดตัวอักษรหัวเรื่องหรือการจัดเนื้อความย่อยมีวิธีการจัดไว้หลายลักษณะในการเรียงพิมพ์ตัวอักษรสำเร็จจะสามารถจัดเรียงได้ตามความต้องการตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งเป็นความสะดวกในการทำอาร์ตเวิร์คอย่างยิ่ง การจัดตัวอักษรอาจจะกระทำได้หลายลักษณะดังนี้

ก. แบบชิดซ้าย (Flush Left) เป็นการจัดให้ตัวอักษรในแต่ละบรรทัดชิดแนวทางด้านซ้ายมือทั้งหมดและปล่อยให้ตัวอักษรทางด้าน ขวามื อเป็นอิสระไม่จำเป็น ต้องเสมอกัน

ข. แบบชิดขวา (Flush Right) เป็นการจัดให้ตัวอักษรของทุกบรรทัดอยู่ชิดขอบทางขวามือทั้งหมด และปล่อยให้ส่วนทางซ้ายมือเป็นอิสระ การจัดแนวนี้นิยมจัดสำหรับงานออกแบบสื่อโฆษณา หรือข้อความที่ต้องการจัดหน้าให้ดูแปลกตา

ค. แบบซ้ายขวาตรงกัน (Justified) คือ การจัดระเบียบข้อความให้อยู่ในกรอบ ตัวอักษรทุกบรรทัดจะอยู่ตรงกันทั้งของซ้ายและขอบขวาทั้งหมด การจัดแบบนี้จะมองดูเป็นระเบียบ เป็นทางการนิยมใช้ในการจัดหน้าหนังสือ และวารสารทั่วไป

ง. แบบศูนย์กลาง (Centered) คือลักษณะการจัดตำแหน่งตัวอักษรข้อความทั้งหมดเป็นลักษณะการยึดจุดศูนย์กลางเป็นหลัก หรือเป็นการจัดแบบสมดุลซ้าย - ขวา หมายถึงขนาดของข้อความด้านซ้ายและด้านขวาจะอยู่แบบสมดุลเท่ากัน

จ. แบบรอบของภาพ (Contour)เป็นการจัดอักษรข้อความให้สัมพันธ์ สดคล้ องกั บรูปลักษณะของภาพ ทำให้เกิดความรู้สึกสบายตาภาพ และ ข้ อความ ดูเป็นเอกภาพมากยิ่งขึ้น

ฉ. แบบไม่สมดุล (Asymmetrical) เป็นการจัดวางข้อความแบบอิสระในแต่ละบรรทัด มักนิยมใช้ในงานสร้างสรรค์โฆษณาและการจัดหน้าสำหรับข้อความไม่มากนัก และให้ดูส่วนร วมแล้ มี ลามสมดุ ลความรู้ สึก

ช. แบบรูปธรรม (Concrete) เป็นการจัดข้อความให้เป็นรูปร่างตามต้องการ ส่วนมากจะให้เป็นรูปร่าง ๆ ไม่มีลักษณะซับซ้อน

ซ. แอบแนวตั้ง (Vetical Type) เป็นการจัดข้อความเน้นจัดให้อยู่ในแนวเส้นดิ่งสำหรับคำหรือความสั้น ๆ จะใช้ในกรณีบางกรณีเท่านั้น เพราะค่อนข้างอ่านยาก

ฌ. แอบเอียง (Inclined Type) เป็นลักษณะการจัดให้ข้อความเอียงหรือเฉียงไปทางใดทางหนึ่ง นิยมใช้งานโฆษณา เพราะจะดูตื่นตาตื่นใจ แปลกไปจากการเห็นปกติ ช้ อเป น้ อความไม่มากจนเกินไป

ชนิดตัวอักษร (นิพนธ์ ทวีกาญจน์. 2523)

ลักษณะภาษาไทยแบ่งเป็นชนิดใหญ่ออกเป็น 3 ชนิดคือ

1. ชนิดตัวตรง

2. ชนิดตัวเอียง

3 ชนิดมีจุดรวมสายตา

แต่ละชนิดสามารถเขียนได้ 5 แบบ คือ

1. แบบหัวกลม นิยมใช้เขียนข้อความที่ต้องการให้อ่านได้ง่าย เป็นระเบียบไม่มีลวดลาย เช่น ใช้เป็นป้ายอาคารสถานที่

2. แบบหัวตัด นิยมใช้ในงานทำป้ายโฆษณา และข้อความที่เรียบง่ายสามารถเขียนได้โดยใช้ปากกาสปีคบอลล์แบบตัวซี และพู่กันแบน

3. แบบคัดลายมือ มักเป็นลายเส้น ตัวบรรจง หรือตัวหนังสือราชการ นิยมใช้เขียนการ์ดต่าง ๆ บัตรอวยพร และเป็นแบบคัดลายมือของนักเรียน

4. แบบตวัด เป็นตัวเขียนที่ดูง่ายสบาย ๆ นิยมใช้ร่วมกับตัวอักษรแบบอื่น ๆ เพื่อให้ข้อความต่าง ๆ เห็นชัดเจนและสวยงามมีเสน่ห์น่าสนใจยิ่งขึ้น

5. แบบประดิษฐ์ เป็นแบบที่นิยมใช้ในงานโฆษณา หรือดัดแปลงแก้ไขรูปแบบให้สวยงามได้ตามความเหมาะสมกับบรรยากาศ หรือเนื้อหาความหมายที่ต้องการนั้น ๆ

ขนาดและสัดส่วนของตัวอักษร

ตัวอักษรจะมีขนาดไม่เท่ากันทุกตัว บางตัวกว้าง บางตัวแคบ ซึ่งพอจะแบ่งได้ดังนี้

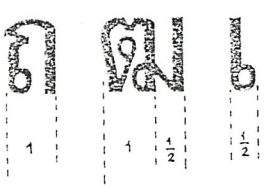
อักษรตัวเต็ม คือ พยัญชนะที่มีสัดส่วนขนาดที่จะเขียนเท่า ๆ กัน ซึ่งพยัญชนะไทยเกือบทุกตัว จะมีลักษณะตัวเต็ม คือ ก ข ค ง จ ฉ ฯลฯ

อักษรตัวครึ่ง คือ พยัญชนะที่มีความยาวกว่าตัวเต็มประมาณครึ่งตัว มีอยู่ 4 ตัว คือ ฌ ญ ฒ ฆ

อักษรครึ่งตัว ส่วนใหญ่จะเป็นสระ มี 5 ตัว คือ ะ เ โ ไ ใ

ภาพที่ 72

ภาพแสดงขนาดและสัดส่วนของตัวอักษร



เปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดตัวอักษรทั้ง 3 แบบ

พยัญชนะที่อาจเป็นทั้ง ตัวเต็ม และ ตัวครึ่งได้ แล้วแต่ความต้องการของผู้เขียน เช่น ค ต ผ ฝ พ ฟ ล ศ ส ห ฬ เกณฑ์เหล่านี้เป็นเพียงหลักเบื้องต้น เพื่อให้เข้าใจในการทำงาน เมื่อมีความชำนาญ อาจพลิกแพลง ดัดแปลงได้มากมายไม่มีที่สิ้นสุด เพราะการเขียนตัวอักษรเป็นการสร้างสรรค์รูปแบบ (ออกแบบ) อย่างหนึ่งของงานศิลปะ ตัวอักษรทั้ง 3 ชนิด **มีผลในการกำหนด ขนาด ความยาว ของข้อความที่จะเขียน เพื่อให้เกิดความพอดี** ดังจะได้กล่าวในบทต่อไป

สัดส่วนของตัวอักษรไม่มีกฎเกณฑ์จะต้องยึดตายตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมตามโอกาสและหน้าที่ใช้สอย โดยปรกติขนาดตัวอักษรมีอยู่ 3 แบบ

1. แบบปกติ ขนาดความหนาของตัวอักษร ช่องไฟในตัวอักษร และช่องไฟระหว่างตัวอักษร มีขนาดเท่า ๆ กัน ไม่แคบหรือห่างจนเกินไป

ภาพที่ 73

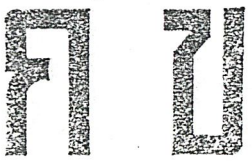
ภาพแสดงตัวอักษรแบบปรกติ



2. แบบตัวแคบ ช่องไฟในตัวอักษร และช่องไฟระหว่างตัวอักษร แคบกว่าปรกติ หรืออาจแคบไม่เท่ากันก็ได้

ภาพที่ 74

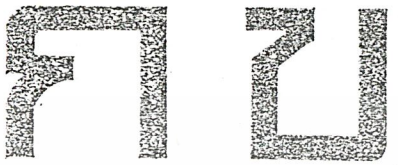
ภาพแสดงตัวอักษรแบบตัวแคบ



3. แบบตัวกว้าง ช่องไฟในตัวอักษร และช่องไฟระหว่างตัวอักษร กว้างกว่าปรกติ หรืออาจกว้างไม่เท่ากันก็ได้

ภาพที่ 75

ภาพแสดงตัวอักษรแบบตัวกว้าง



การกำหนดความสูงของตัวอักษร เพื่อให้ดูง่าย มีเกณฑ์ดังนี้

ระยะผู้ดู	ขนาดตัวอักษร (สูง)
64 ฟุต	2 นิ้ว
32 ฟุต	1 นิ้ว
16 ฟุต	1/2 นิ้ว
8 ฟุต	1/4 นิ้ว

หลักการเขียนอักษรแบบต่าง ๆ

การเขียนตัวอักษรทุกข้อความ นอกจากจะรู้จักกำหนด ความสูง และความกว้าง ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่พอจะประมาณได้โดยไม่ยากแต่การกำหนดความยาวของประโยคแต่ละประโยค ให้อยู่ในเนื้อที่ที่ต้องการ หรืออยู่ในเนื้อที่จำกัด เป็นเรื่องที่ไม่ง่ายนัก ช่างเขียนจะต้องรู้จัก ยืด - ขยาย และ หด ตัวอักษร เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อที่ ถ้าเนื้อที่ที่จะเขียนกว้าง ตัวอักษรจะขยายกว้างออก และเมื่อมีเนื้อที่จำกัด ตัวอักษรก็จะแคบลง

การเริ่มปฏิบัติตามวิธีการที่จะกล่าวต่อไปนี้ รู้สึกจะยุ่งยากในระยะเริ่มฝึกหัด เมื่อเข้าใจแล้ว การทำงานจะรวดเร็วขึ้น ซึ่งแน่นอน การทำงานอย่างมีหลักเกณฑ์ งานที่ผลิตออกมา ย่อมมีคุณค่าและความสวยงาม เพื่อให้เข้าใจอย่างชัดเจน จะแสดงการเขียนในหน้าต่อไปนี้

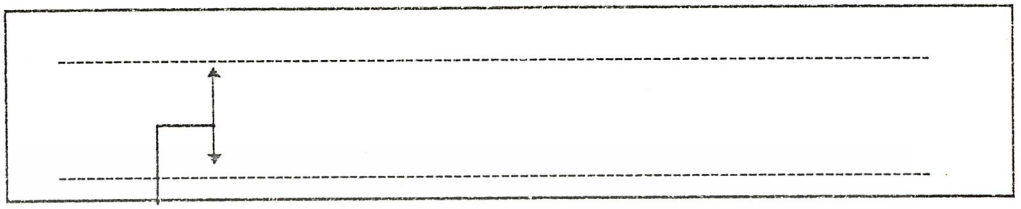
เขียนข้อความว่า " บริเวณงาน " ลงบนเนื้อที่ 3 X 15 เซ็นติเมตร

หลักการเขียนและการคำนวน 5 ขั้นตอน

1. ตีเส้นกำกับบรรทัด (GUIDE LINE) ตามแนวนอน โดยเว้นบริเวณบนและล่างให้เหลืออย่างเหมาะสม ในข้อความที่มีสระและวรรณยุกต์ข้างบน เนื้อที่ข้างบนก็ควรจะมีมากกว่าเนื้อที่ข้างล่าง

ภาพที่ 76

ภาพแสดงการตีเส้นกำกับบรรทัด



เส้นกำกับบรรทัด เนื้อที่ที่จะเขียน 3 X 15 ซม.

2. นับจำนวนตัวอักษร หมายถึง ตัวอักษรทั้งหมดที่จะเขียน เพื่อจะได้คำนวณเนื้อที่ทั้งหมดสำหรับบรรจุตัวอักษรลงไป

ภาพที่ 77

ภาพแสดงการนับจำนวนตัวอักษร



อักษรทั้งหมดมี 8 ตัว ช่องไฟมี 7 ช่อง

การนับช่องไฟมีหลักอยู่ว่าเมื่อนับจำนวนตัวอักษรได้กี่ตัว ช่องไฟจะมีน้อยกว่า 1 ช่อง

3. ประมาณความกว้างของตัวอักษรและช่องไฟ แล้วตีเส้นกำกับบรรทัดแนวตั้งทั้งหมด

ตัวอักษร 8 ตัว ความกว้างประมาณ ตัวละ 1.5 ซม. รวมเนื้อที่ตัวอักษร 12 ซม.

ช่องไฟ 7 ช่อง ความกว้างประมาณ ช่องละ .2 ซม. รวมเนื้อที่ช่องไฟ 1.4 ซม.

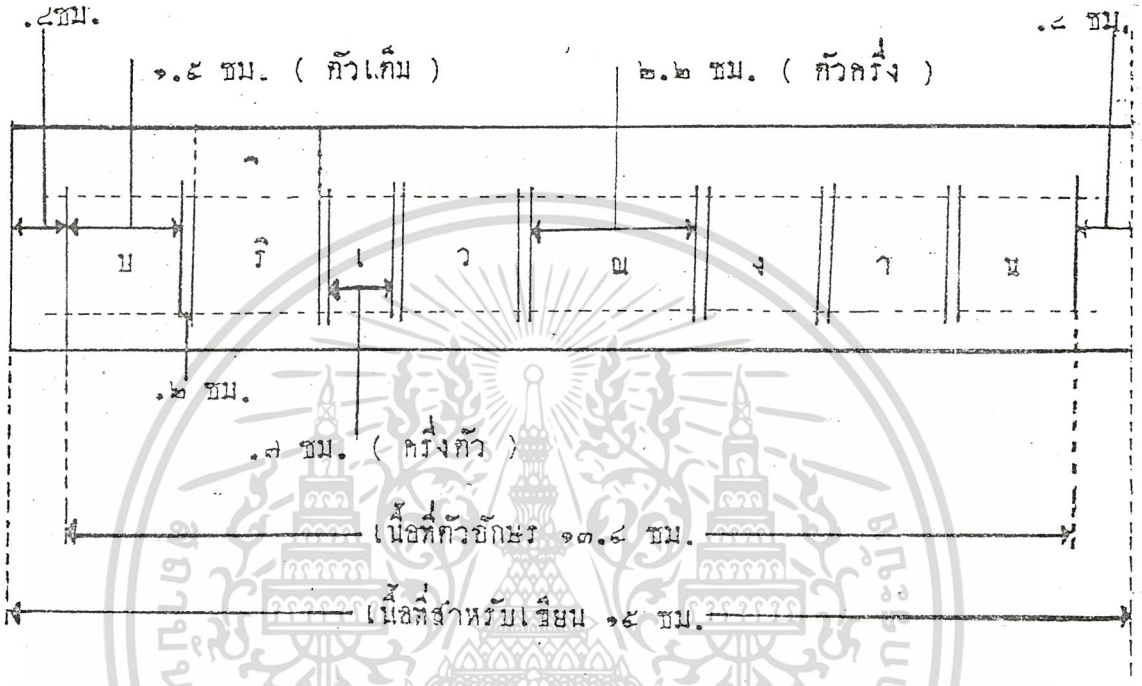
รวมเนื้อที่ตัวอักษรและช่องไฟ 13.4 ซม.

เนื้อที่ที่จะเขียน 15 ซม. จึงเหลือเนื้อที่ 1.6 ซม.

ดังนั้นเนื้อที่หัวท้ายข้อความจะเหลือข้างละ .8 ซม.

ภาพที่ 78

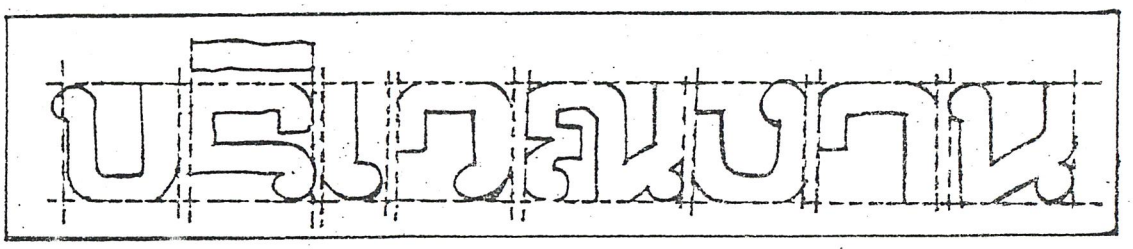
แสดงการประมาณความกว้างของตัวอักษรและช่องไฟ



4. ร่างตัวอักษร โดยให้ตัวอักษรมีลักษณะเดียวกัน

ภาพที่ 79

ภาพแสดงการร่างตัวอักษร



5. ลงหมึก หรือสี แล้วลบรอยดินสอทิ้ง

ภาพที่ 80

ภาพแสดงการลงหมึกหรือสี



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

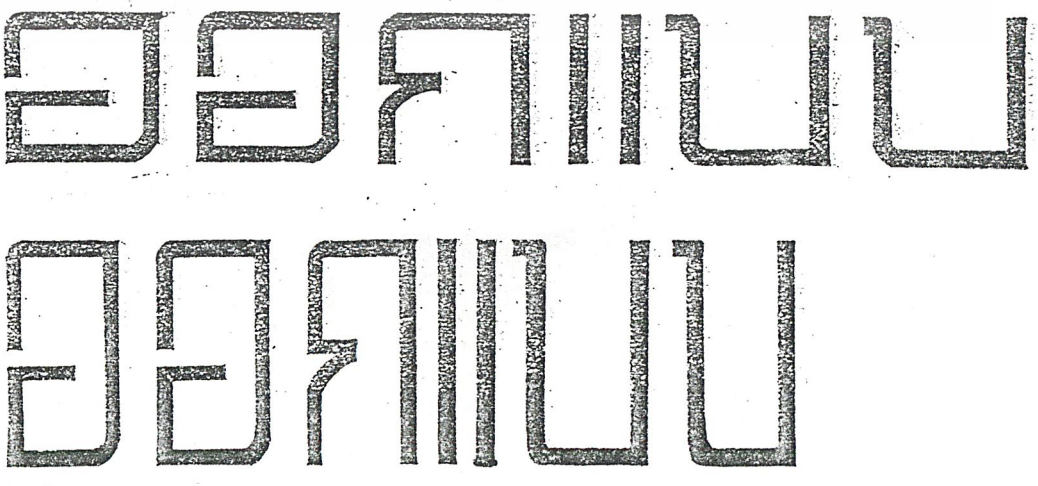
ภาพที่ 81

ภาพแสดงรูปแบบตัวอักษรที่แตกต่างกัน แต่ใช้กฎเกณฑ์อย่างเดียวกัน



ภาพที่ 82

ภาพแสดงการยืดขยายและหดของตัวอักษร



หลักการคำนวณเนื้อที่ทุกครั้งควรปฏิบัติดังนี้

- วัดเนื้อที่ ที่จะเขียนทั้งหมดว่ายาวเท่าไร
- นับจำนวนตัวอักษรที่จะเขียน ว่ามีจำนวนกี่ตัว ช่องไฟกี่ช่อง แล้วประมาณการจะเอาความกว้างตัวอักษร ตัวละเท่าไร ช่องไฟกว้างช่องละเท่าไร แต่เมื่อรวมกันแล้วจะต้องไม่เกินเนื้อที่ ที่จะเขียน

เช่น เนื้อที่ที่จะเขียน ยาว 22 ซม. ตัวอักษรมี 7 ตัว เมื่อประมาณการตัวอักษรแล้ว ตัวอักษรกว้างตัวละ 2 ซม. 7 ตัวกินเนื้อที่ 14 ซม. ช่องไฟประมาณการ .5 ซม. มี 6 ช่อง ช่องไฟกินเนื้อที่ 3 ซม. รวมเนื้อที่ตัวอักษรและช่องไฟ 17 ซม. จึงเหลือเนื้อที่ 5 ซม. เว้นเนื้อที่หัว - ท้าย ด้านละ 2.5 ซม. ก็ลงตัวพอดี

สรุปได้ว่า เนื้อที่ 22 ซม. เว้นเนื้อที่หัว - ท้าย ด้านละ 2.5 ซม. ก็ลงตัวพอดี อักษรแต่ละตัวกว้าง 2 ซม. ช่องไฟช่องละ .5 ซม. เมื่อรวมความยาวทั้งหมดแล้ว ข้อความที่ต้องการจะอยู่ในเนื้อที่ที่มีอยู่พอดิบพอดี

ตอนที่ 4 ความสัมพันธ์ เรื่องสัดส่วนมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

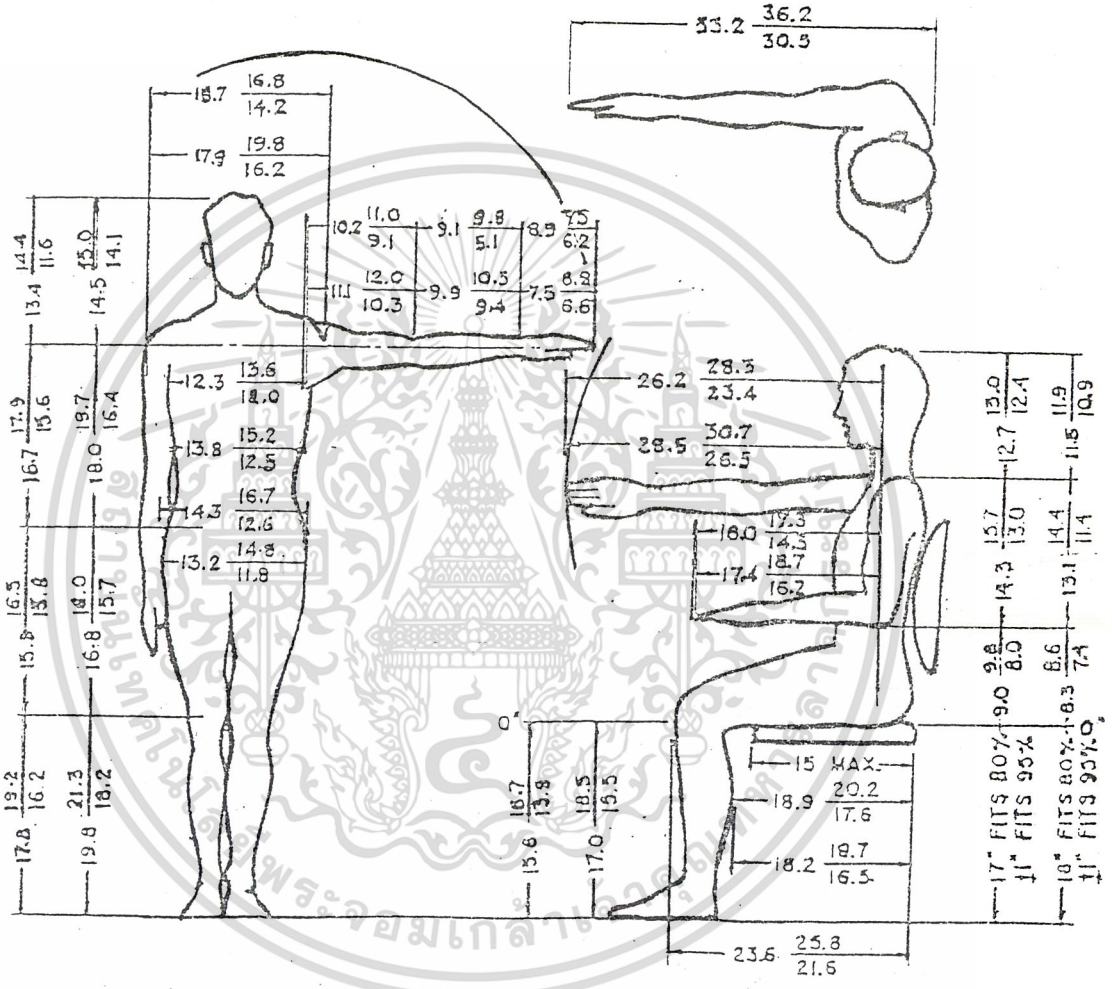
การศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ของสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบนั้นมีความสำคัญมาก ในการออกแบบ เพราะในการออกแบบนั้นจะต้องให้สามารถใช้งานได้สะดวกซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลไว้ดังนี้

1. ขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์
2. ความสัมพันธ์เรื่องสัดส่วนมนุษย์กับการออกแบบ
3. ขนาดสัดส่วนของมือ
4. ความสามารถในการมองของมนุษย์ .

ขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ (สาคร คันธโชติ. 2538)

ภาพที่ 83

ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของผู้ชายและผู้หญิงขณะยืนและนั่ง



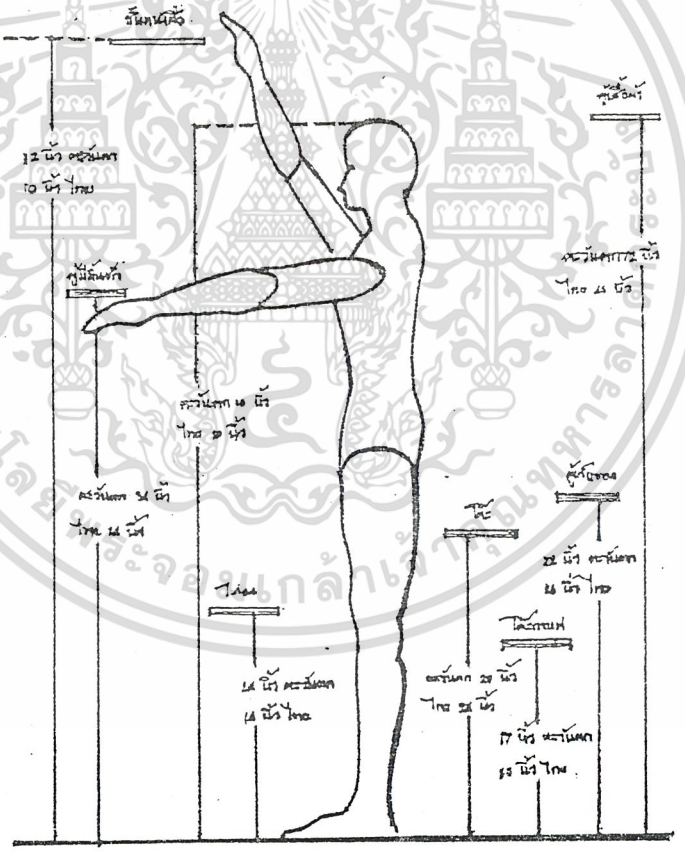
ความสัมพันธ์เรื่องขนาดสัดส่วนของมนุษย์กับการออกแบบ (สาครคันธโชติ, วิศิษฐ์ ศิริสัมพันธ์ 2529)

มีข้อสังเกตุอย่างหนึ่งว่า การศึกษาเรื่องนี้จะยึดเอาความสูงของร่างกายมนุษย์มาก่อนแล้วจึงแบ่งส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญลงไปอีกตามต้องการ ศึกษาเพื่อให้นำไปเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้เรื่องสัดส่วนของมนุษย์นั้นออกเป็นเพศหญิงชาย ขนาดของเด็ก อายุ และอื่น ๆ สัดส่วนของมนุษย์จะต้องแยกถึงชนชั้นด้วยว่าอยู่ทางยุโรปหรือเอเชีย เพราะสัดส่วนนั้นไม่เท่ากัน ฉะนั้นในการศึกษาเรื่องนี้เป็นเพียงแนวทางในการศึกษาเรื่องมนุษย์ต่อไป เพื่อสามารถจะหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งานนั้นโดยยึดถือผู้ใช้เป็นต้น

ภาพที่ 84

ภาพแสดงการเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของเครื่องเรือนสำหรับชาวไทยและชาวตะวันตก

เปรียบเทียบความสูงของเครื่องเรือนสำหรับชาวไทย และชาวตะวันตก



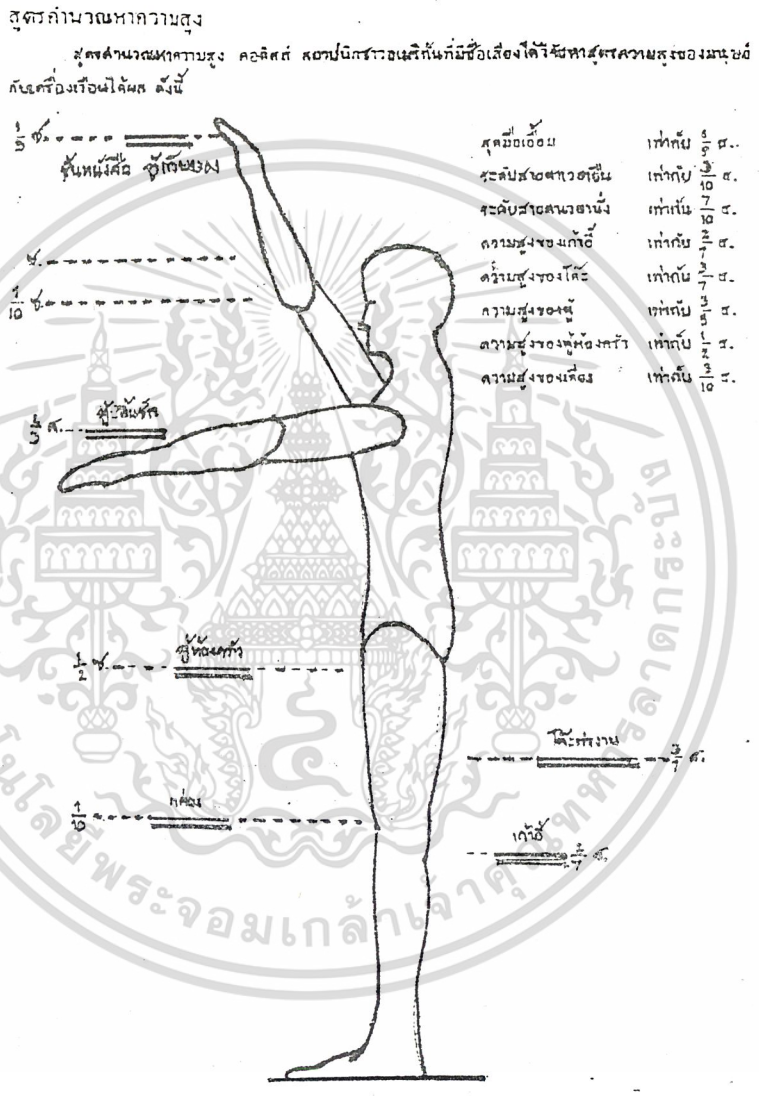
ตารางที่ 5

ตารางสรุปมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (DIMENSION)	ค่าที่ใช้ (cm)	
	ผู้หญิง	ผู้ชาย
ความสูงยืน	160	175
ความสูงระดับสายตา (ยืน)	150	164
ความสูงระดับไหล่	126	138
ความสูงระดับมือ	60	66
ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	192	210
ความสูงนั่ง	124	134
ความสูงระดับสายตา (นั่ง)	114	123
ความสูงระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	54	59
ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	21	23
ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	14	14
ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	50	55
ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	40	43
ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	46	48
ระยะจากก้นถึงเข่า	56	60
ความยาวของขาเหยียดตรง	84	92
ความกว้างของที่นั่ง	38	38
ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	66	72
ระยะจากท้องถึงเข่า	40	40
ความกว้างกางแขน	164	179
ความกว้างระยะศอก	31	35
ความกว้างของไหล่	39	45

ภาพที่ 85

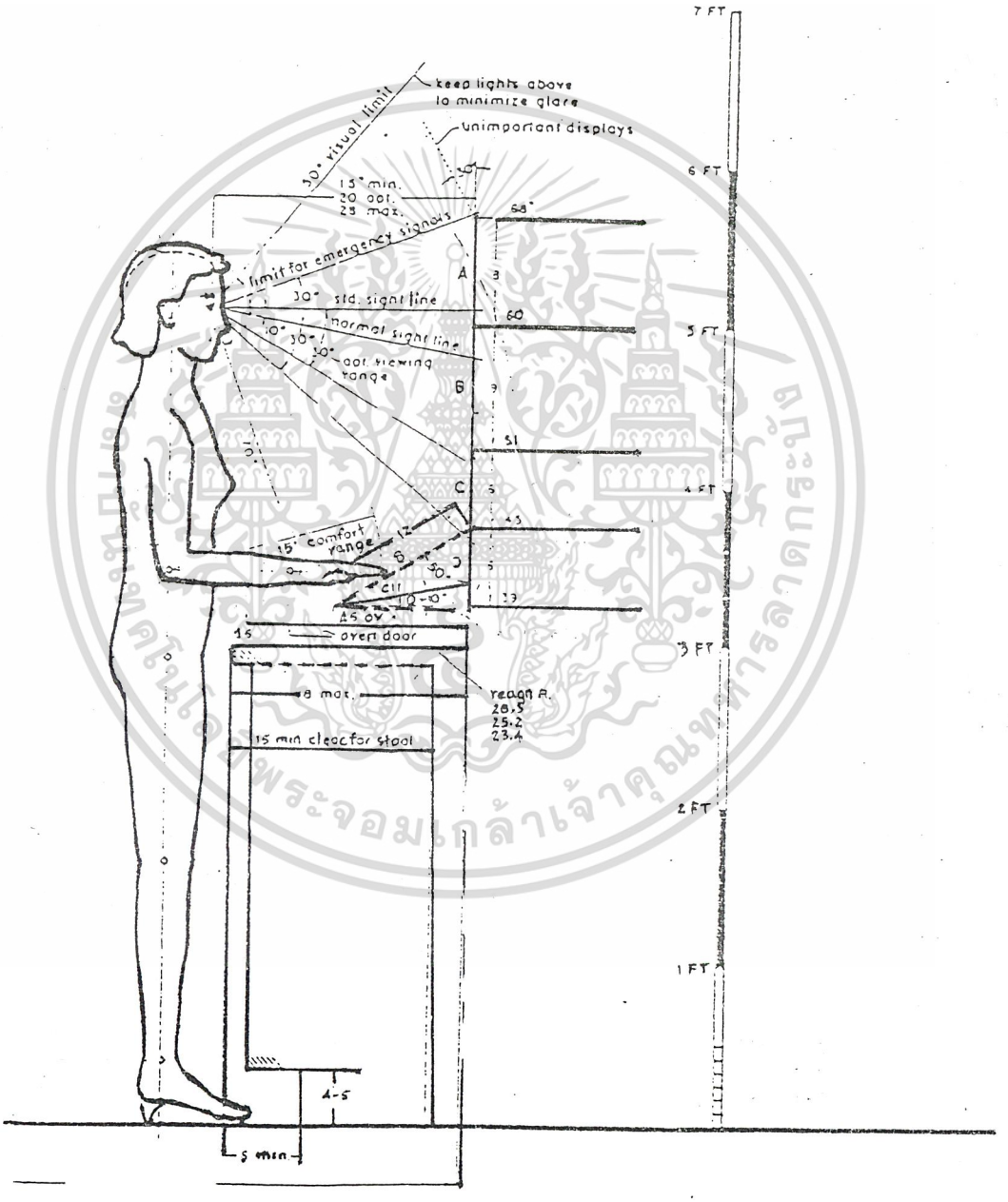
ภาพแสดงสูตรการคำนวณหาความสูง



สัดส่วนและขนาดความสูงของคนไทย ที่ใช้เป็นมาตรฐานในการคำนวณและกำหนดความสูงของเครื่องเรือน สมควรใช้ผลเฉลี่ยความสูงของคนไทยอายุ 3 - 24 ปี ที่สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทยได้ศึกษาจากนักเรียนและนักศึกษาจำนวนมากจากจังหวัดต่าง ๆ เกือบทั่วประเทศ

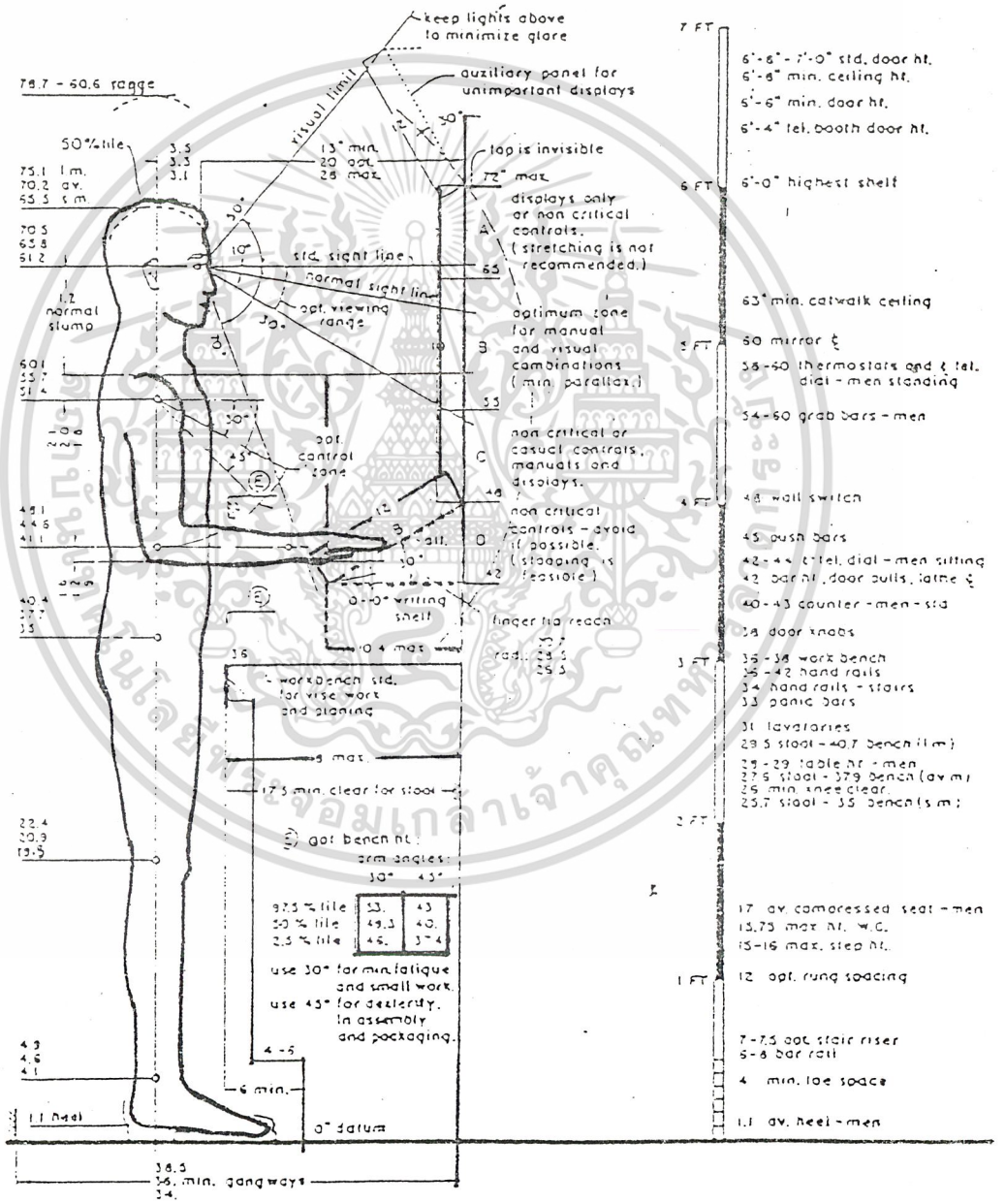
ภาพที่ 86

ภาพแสดงข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศหญิง ขณะยืนที่แผงควบคุม



ภาพที่ 87

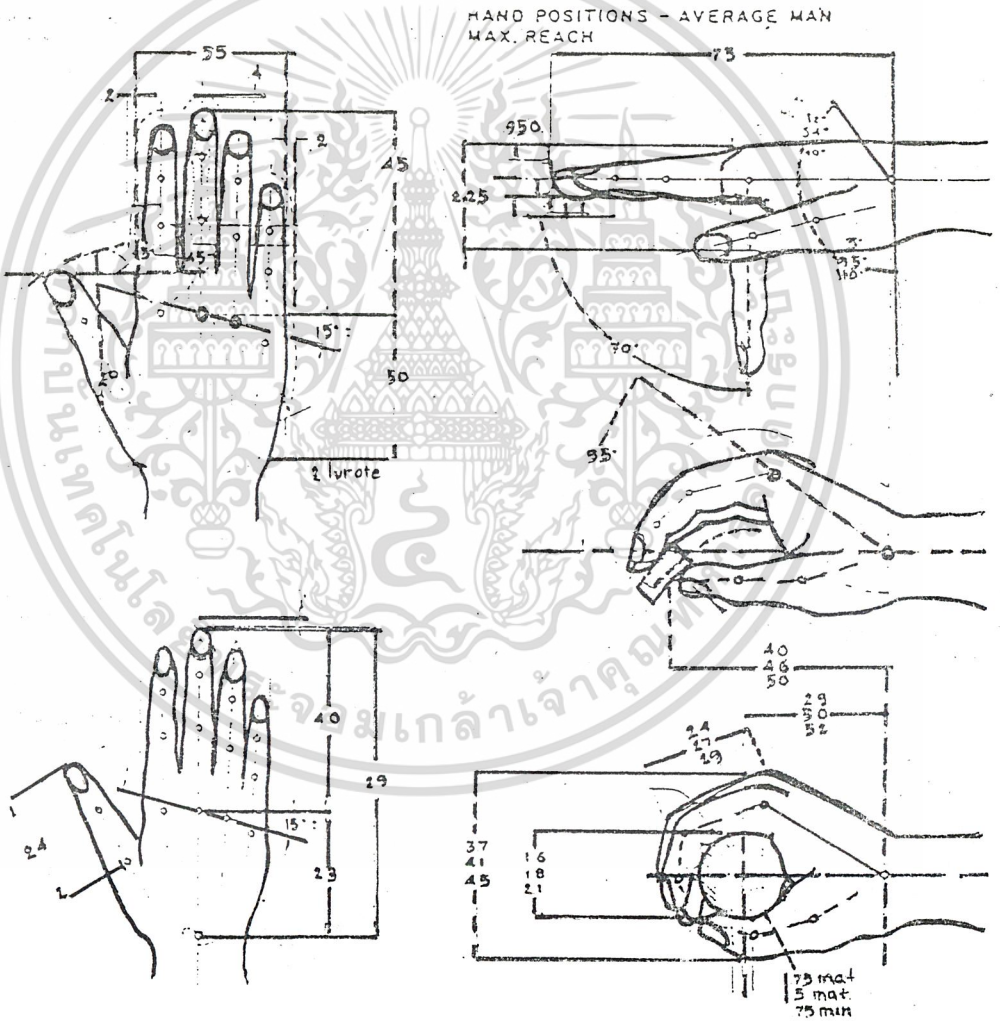
ภาพแสดงข้อมูลตัวเลขของผู้ใหญ่เพศชาย ขณะยืนที่แผงควบคุม



ขนาดสัดส่วนของมือ (สาควร คันธโชติ. 2538)

ภาพที่ 88

ภาพแสดงข้อมูลสัดส่วนมือของผู้ชาย ผู้หญิง และ เด็ก



ตารางที่ 6

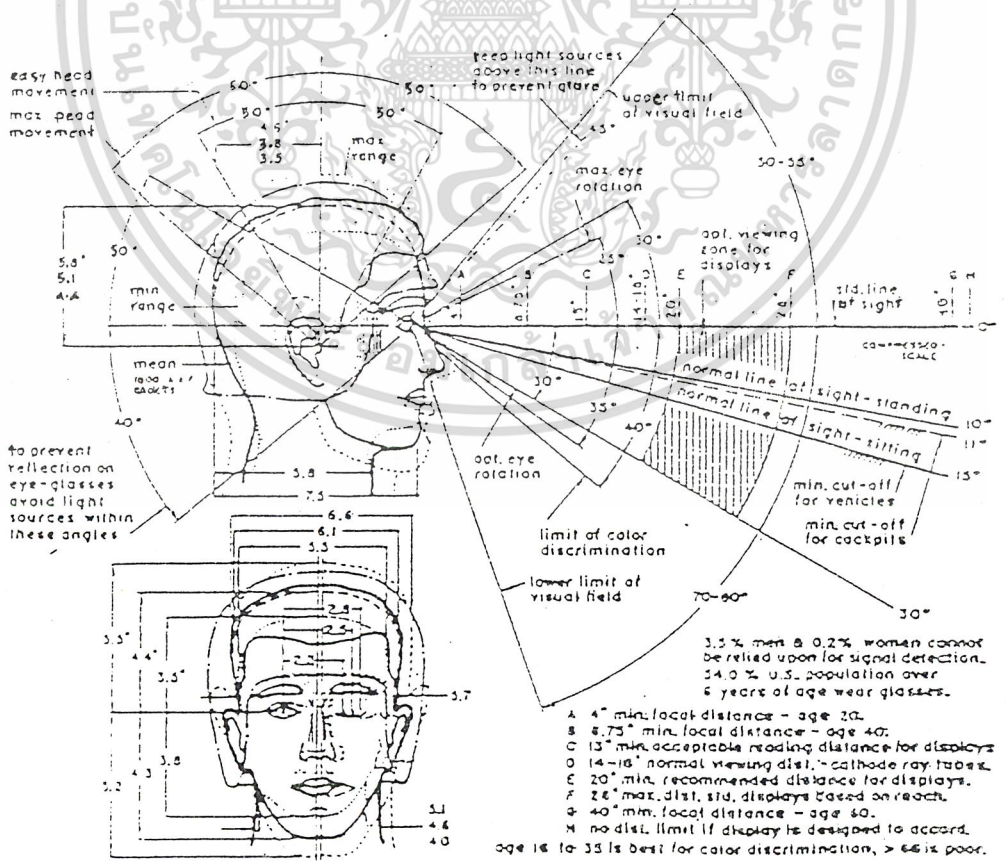
ตารางแสดงข้อมูลขนาดสัดส่วนมือผู้ชาย ผู้หญิง และ เด็ก

	ผู้ชาย			ผู้หญิง			เด็ก			
	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	6 ขวบ	8 ขวบ	11 ขวบ	14 ขวบ
ความยาวของมือ	6.8	7.5	8.2	6.2	6.9	7.5	5.1	5.6	6.3	7.0
ความกว้างของมือ	3.2	3.5	3.8	2.6	2.9	3.1	2.3	2.5	2.6	-
ความยาวของนิ้วกลาง	4.0	4.5	5.0	3.6	4.0	4.4	2.9	3.2	3.5	4.0
ความยาวของฝ่ามือ	2.8	3.0	3.2	2.6	2.9	3.3	2.2	2.4	2.8	3.0
ความยาวของนิ้วโป้ง	2.4	2.7	3.0	2.2	2.4	2.6	1.8	2.0	2.2	2.4

ความสามารถในการมองของมนุษย์

ภาพที่ 89

ภาพแสดงข้อมูลตัวเลขพื้นฐานเกี่ยวกับสายตามนุษย์



สรุป ความสามารถในการมองของมนุษย์

จากการศึกษามุมมองทางด้านข้าง สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางใช้ในการออกแบบ

มุมเงยสูงสุด	50	องศา
มุมมองที่ดีของสีมากที่สุด ขึ้นบน	50	องศา
มุมมองที่ดีของสีมากที่สุด ลงล่าง	40	องศา
มุมเหลือบตาขึ้นมากที่สุด	25	องศา
มุมเหลือบตาลงมากที่สุด	30	องศา
มุมสายตาปกติขณะยืน	10	องศา
มุมสายตาปกติขณะนั่ง	15	องศา
มุมก้มต่ำสุด	70	องศา

มุมมองจากด้านบน สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบได้ดังนี้

มุมมองตัวหนังสือ	5-10	องศา
มุมมองหาของสัญลักษณ์	5-30	องศา
มุมมองที่ดีที่สุดของสี	30-60	องศา
มุมมองกว้างที่สุด	94	องศา
มุมกวาดสายตามาอีกข้างหนึ่ง	62	องศา
มุมกรอกลูกตาสูงสุด	35	องศา

ข้อมูลการมองและการใช้สายตามีดังนี้

จุดระยะที่มองชัดที่สุด 4 ” - อายุ 20 ปี

จุดระยะที่มองชัดที่สุด 8.75 ” - อายุ 40 ปี

จุดระยะที่มองชัดที่สุด 13 ” - 20 ” การจัดนิทรรศการระยะใกล้

จุดระยะที่มองชัดที่สุด 14 ” - 18 ” หลอดภาพเรืองแสงสว่าง

จุดระยะที่มองชัดที่สุด 28 ” - ระยะไกลในการมองนิทรรศการ

จุดระยะที่มองชัดที่สุด 40 ” - อายุ 60 ปี

ข้อมูลโดยเฉลี่ยจากการวัดสายตา

ตอนที่ 5 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุต่าง ๆ และกรรมวิธีการผลิตที่มีส่วนเกี่ยวข้อง หรือใกล้เคียงกับการใช้งานในส่วนตัวโครงสร้างหลัก รอง หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดแต่ละประเภท แล้วจึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ เพื่อให้ได้วัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน

โลหะแผ่น

กระจก

โลหะแผ่น (เกษมชัย บุญเพ็ญ. 2533)

ก่อนที่จะศึกษาคุณสมบัติของโลหะแผ่น ควรจะได้รู้ขอบข่ายของคำว่า **"โลหะแผ่น"** เสียก่อน

โลหะแผ่น (Sheet metal) ในงานช่างทั่วไป หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภทจำเป็นจะต้องศึกษาและเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงานและคุณสมบัติของโลหะด้วย จึงจะทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนใหญ่ได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่าง ๆ กัน และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ อาทิ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการนำเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไป แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ

1. โลหะแผ่นเปลือย (Bare metal or Uncoated metal)

2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (Coated metal)

โลหะแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นนอกกลุ่มเหล็ก (Non ferrous metal) เช่น แผ่นทองแดง, แผ่นอลูมิเนียม, แผ่นทองเหลือ เป็นต้น

โลหะแผ่นเคลือบ จะทำเป็นโลหะแผ่นในกลุ่มเหล็ก (Ferrous metal) เสียก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิวเพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

ดังนั้นการใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะแผ่นเปลือยจึงต่างกันมากการนำโลหะเปลือยไปใช้งานอื่น ๆ เช่น นำไปเชื่อม ขัดผิว ตะไบ หรือกระบวนการอื่น ๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่สำหรับโลหะเคลือบแล้วผิวหน้าของงานไม่ควรได้รับอันตรายใด ๆ เลย เพราะถ้าผิวหน้าของโลหะเสียหายโลหะที่เคลือบผิวอยู่หลุดออกไปแล้วจะเป็นเหตุให้โลหะนั้นสูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

โลหะเปลือย

อลูมิเนียม (Aluminium)

อลูมิเนียม เป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non Ferrous metal โดยปกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมผสมโลหะหรือธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อยเพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมากในลักษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบใช้งานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็ก และแมงกานีส ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่น จะผสมนิเกิล แมกนีเซียม และโครเนียม อย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมผสมอยู่ไม่น้อยกว่า 90 % เสมอ

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่าง ๆ เหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกันและมีค่าความแข็งที่แตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด (Grade) ดังนั้นมีควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณสมบัติตาม Number ต่าง ๆ กัน สำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ Number 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น O, H เป็นต้น

“ **O** ” หมายถึง อลูมิเนียมอ่อน (Soft) ใช้งานได้ดีเหมือนกับแผ่นสังกะสี

“ **H** ” หมายถึง อลูมิเนียมแข็ง (Hard) บางชนิดตัดโค้งได้ แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะตัดโค้งได้

“ **T** ” หมายถึง อลูมิเนียมที่จะต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อน (Heat treated) อยู่เสมอ

ตารางที่ 7

ตารางแสดงความหนาของโลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ

MATERIA	GAGE SYSTEM												
		Approx Dceimal Thickness	.141	.109	.078	.063	.050	.038	.031	.025	.019	.016	.013
		Approx Piactional Thickness	9/4	7/64	5/64	1/16	1/20	3/80	1/32	1/40	3/160	1/64	1/80
Galvanized Iron	Us Standard Sheet and Plate	VERTICAL COLUMNS SHOW APPROXIMATE EQUIVALENTS IN EACH GEGE SYSTEM	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Black Iron	Us Standard Sheet and Plate		10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Tin Plate	Tin Plate Gege									5x	3x	1x	1C
Copper	Ounces per square foot					48oz	40oz	30oz	24oz	18oz	14oz	12oz	10oz
Aluminum	Decimals of and Inch			.100	.080	.064	.050	.040	.032	.025	.020	.015	.012
Stainless Sheet	Us Standard Sheet and Plate		10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

ตัวเลขตามหลังอักษร H หรือ T จะบอกความแข็ง เช่น Number 3003 ที่ใช้งานโลหะแผ่นทั่วไปจะเขียนเป็น H 14 เป็นต้น ซึ่งอลูมิเนียม Number ดังกล่าวนี้มีความแข็งไม่มาก นักสามารถตัดโค้งหรือขึ้นรูปได้ดี

อลูมิเนียมจะสังเกตได้ง่ายเพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสเตนแลส (Stainless steel) สามารถจะนำไปเชื่อมได้และจะต้องใช้น้ำประสาน (Flux) ชนิดพิเศษสำหรับการบัดกรีก็สามารถกระทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสาน - ตะกั่ว บัดกรี และความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้องมิฉะนั้นให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปกติ ดังนี้จึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะต้องการความสวยงาม

ทองเหลือง (Brass)

ทองเหลืองเป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับสังกะสี ซึ่งมีส่วนผสมของสังกะสีอยู่ระหว่าง 32 - 50 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักทองเหลืองสามารถตัดโค้ง งอ หรือขึ้นรูปได้ง่าย ผิวหน้าของทองเหลืองจะขุ่นมัวเนื่องจากเกิด Oxide ได้ง่ายเช่นเดียวกันกับทองแดง Oxide ของทองเหลืองจะมีสีเขียวอ่อน

ผิวของทองเหลืองสังเกตได้ง่าย เนื่องจากเป็นสีเหลืองเมื่อขัดจะเป็นเงาแวววาวและสวยงาม การเกิด Oxied ง่ายดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการป้องกันมิให้เกิด Oxied โดยการขัดและเคลือบผิวด้วย Lecquer

ทองเหลืองไม่ค่อยนิยมนำมาใช้งานมากนัก นอกจากจะใช้ทำภาชนะต่าง ๆ และงานที่ต้องการความสวยงามบางชนิดเท่านั้น

สเตนแลส (Stainless steel)

Stainless steel เป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous metal ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วยเหล็ก โครเมี่ยม นิเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย Stainless steel มีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของ Stainless steel จะมีสีคล้ายเงิน และมีลักษณะเป็นมัน

Stainless steel นิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหารหรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียดที่ต้องการความสวยงามใช้ได้ดีทั้งภายนอกและภายในตัวอาคาร โดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิวเพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นใดทั้งสิ้น

คุณสมบัติทางกายภาพของ Stainless steel ก็เหลือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไปในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วย ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็น Stainless steel ได้แก่

นิเกล (Nickel) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดีและเพิ่มความยืดตัวในขณะดัดโค้งไม่ได้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานีส (Manganese) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมี่ยม (Chromium) จะเพิ่มความเหนียวให้กับ Stainless steel

โมลิบดินั่มและโคลัมเบี่ยม (Molybdenum and Columbium) จะต้านทานการกัดกร่อน

ติตาเนียม (Titanum) และแมกนีเซี่ยม (Magnesium) จะทำให้ Stainless steel มีน้ำหนักเบา

Stainless steel มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลักคือ เหล็ก (Fe), นิเกิล (Ni) และโครเมี่ยม (Cr)

Stainless steel แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภทตามชนิดของโครงสร้างซึ่งได้แก่

1. AUSTENITIC STAINLESS STEEL จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมี่ยม 18 %, นิเกิล 8 % และธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่อีกประมาณ 2 - 4 % Stainless steel ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียก CHROME - NICKEL ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมากแต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแหล่งอยู่

2. MARTENSITIL STAINLESS STEEL จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมี่ยมอยู่ระหว่าง 11.5 - 17 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน (C) อีกไม่เกิน 1.2 % Stainless steel ประเภทนี้จะมีความแข็งแรงอยู่มาก แต่มีความเปราะมากอีกเช่นเดียวกัน

3. FERRITIC STAINLESS STEEL ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมี่ยม อยู่ระหว่าง 17 - 27 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2 % Stainless steel ประเภทนี้จะมีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

Stainless steel ประเภท Martensitic และ Ferritic จะจัดอยู่ในหมู่ 400 และมีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กสูงมาก

Stainless steel เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมากทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น ๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือก Stainless steel ให้เหมาะกับการทำงานด้วย

กระจกไทย - อาซาฮี (2536)

กระจกชนิดต่าง ๆ ของกระจกแผ่น

กระจกแผ่นนั้นมีหลายชนิดด้วยกัน ผลิตออกมาตามความต้องการของตลาด ดังนี้

กระจกชีต (SHEET GLASS)

เป็นกระจกแผ่นที่ใช้กันมานานแล้ว เป็นกระจกที่ใช้ในงานทั่วไป ใช้เป็นลูกพับของบานหน้าต่างประตู ใช้ทำกรอบรูป ใช้ปูพื้น โต๊ะ ฯลฯ กระจกชนิดนี้ถ้านำไปให้เป็นฝ้าก็จะได้กระจกที่เรียกกันว่า **กระจกฝ้า** ใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการให้มองทะลุผ่านได้ เช่น ในบานหน้าต่างห้องนอน หรือในกรณีที่ต้องการให้ลดปริมาณแสงของแสงอาทิตย์และแสงไฟกระจกฝ้านั้น ถ้าจับดูที่ผิวกระจก จะมีผลิที่หยาบเหมือนทรายและมีสีขาว ไม่ใส

กระจกโฟลต (FLOAT GLASS)

เป็นกระจกที่มีคุณภาพ สูง โปร่ง ใส ผิวทั้งสองด้านขนานเรียบ เป็นกระจกแผ่นที่พัฒนาขึ้นให้มีคุณภาพดีกว่ากระจกชีต ใช้กับงานก่อสร้างมาก เช่น ใช้กับบานประตูหน้าต่าง หน้าร้านห้างแสดงสินค้า ตู้แสดงสินค้าทั่วไป ใช้ทำกระจกเงาคุณภาพสูง นอกจากนี้ยังใช้ทำกระจกนิรภัยที่ใช้กับยานพาหนะสำหรับอาคารสูง ๆ ที่ต้องการโครงสร้างผนังเป็นกระจกขนาดใหญ่ ความหนาของกระจกชนิดนี้ที่ผลิตออกมาในประเทศไทย มีตั้งแต่ 2 มิลลิเมตร ถึง 19 มิลลิเมตร ความกว้าว กว้างถึง 3.00 เมตร ส่วนความยาวนั้นไม่จำกัด (แต่ต้องไม่ยาวจนเป็นอุปสรรคในการขนส่ง)

กระจกลวดลาย (FIGURED GLASS)

เป็นกระจกที่มีลวดลายพิมพ์ลึกลงบนด้านหนึ่งของแผ่นกระจก ให้คุณสมบัติกึ่งทึบกึ่งใส สามารถมองผ่านได้บ้างแต่ไม่ชัด ใช้ในการกั้นพื้นที่ออกจากกัน แต่ยังให้ความรู้สึกที่ต่อเนื่องลวดลายของกระจกทำให้เกิดการกระจกแสง และสีซึ่งงดงามเหมาะสำหรับใช้ในงานตกแต่งภายในอาคาร เช่น ช่องเหนือประตูหน้าต่าง บานประตูหน้าต่างภายในฉากกั้นห้อง ทำโคมไฟฟ้า ฯลฯ

กระจกเสริมลวด (WIRED GLASS)

เป็นกระจกที่มีเส้นลวดหรือแผงตาข่ายลวดฝังอยู่ในกระจก กระจกชนิดนี้มีทั้งชนิดดอกลวดลายและชนิดขัดผิว กระจกเสริมลวดนี้เป็นกระจกนิรภัยอีกประเภทหนึ่งซึ่งนิยมใช้ในที่ที่ต้องการป้องกันขโมยและเพลิงไหม้ เนื่องจากเมื่อกระจกแตกแล้วก็ยังมีลวดยึดอยู่ไม่หลุดร่วมออกมา

กระจกสีตัดแสง (HEAT ABSOUBING GLASS)

กระจกชนิดนี้เป็นกระจกที่โปร่งใสมีสีต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการเติมออกไซด์ของโลหะ เช่น โคบอลต์ ซี่เลเนี่ยม เหล็ก ลงในส่วนผสมของวัตถุดิบ กระจกชนิดนี้สามารถดูดกลืนพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ส่องมากระทบผิวพื้นกระจกได้ถึง 30 % - 50 % ฉะนั้นถ้าใช้กับหน้าต่างอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศก็จะลดความร้อนของแสงอาทิตย์ที่ส่องเข้ามาภายในอาคารได้มาก นอกจากนี้ยังช่วยลดความเข้มของแสงสว่างที่ส่องผ่านเข้ามาภายในอาคารได้มาก แสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านกระจกชนิดนี้เข้ามาจะดูนุ่มนวล สบายตา ได้บรรยากาศที่ร่มเย็น ทำให้ภายในอาคารน่าอยู่โดยทั่วไปกระจกชนิดนี้ผลิตออกมามีสีชาหรือสีเทา สีฟ้า สีเขียว สีทองบรอนซ์

กระจกนิรภัยหลายชั้น (LAMINATED SAFETY GLASS)

กระจกชนิดนี้ผลิตขึ้น เพื่อให้ความปลอดภัยแก่ผู้ใช้เป็นพิเศษในบางกรณี เช่น ในหน้าต่างอาคารสูง กระจกนี้ผลิตโดยนำกระจกตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไปอัดติดโดยมีแผ่นฟิล์มที่เรียกว่า **POLYVINYLBUTYRAL** จะช่วยยึดเกาะมิให้เศษกระจกที่แตกนั้น กระเด็นออกมาทำอันตรายผู้คน และแม้เมื่อกระจกแตกแล้วก็ยังยึดให้กระจกยังติดกันเป็นรูปเต็มอยู่

กระจกชนิดนี้ ผู้ใช้มีความปลอดภัยสูง จึงนิยมนำมาใช้เป็นกระจกหน้ารถยนต์ขนาดใหญ่ เช่น รถประจำทาง หรือใช้ในอาคารสูง ๆ หลายสิบชั้น ซึ่งเวลาแตกแล้วจะไม่ปลิวลงมาทำอันตรายแก่ผู้สัญจรไปมาเบื้องล่าง กระจกชนิดนี้ถ้านำมาประกบกันหลายชั้น จะเป็นกระจกกันกระสุนปืนบางชนิดได้เป็นอย่างดี

กระจกนิรภัยเทมเปอร์ (TEMPERED SAFETY GLASS)

กระจกชนิดนี้โดยทั่วไปลักษณะเหมือนกับกระจกธรรมดา แต่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ เมื่อถูกแรงกระแทก หรือถูกทุบจนแตกละเอียดแล้ว เศษกระจกที่แตกจะไม่มีคม จะแตกเป็นเม็ดเล็ก ๆ คล้ายเมล็ดข้าวโพดจึงให้ความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ กระจกชนิดนี้มีความแข็งแรงกว่ากระจกธรรมดา 3 - 5 เท่า จึงเป็นที่นิยมใช้สำหรับประตูทางเข้าห้างสรรพสินค้า ยานพาหนะหรือในส่วนของอาคารบางแห่งที่ถูกกระแทกอยู่เสมอ

กระจกชนิดนี้ ถ้านำมาใช้เป็นกระจกหน้ารถยนต์จะผลิตออกมาให้มีคุณสมบัติพิเศษอีกอย่างหนึ่ง คือ เมื่อร้าวหรือแตก บริเวณส่วนกลางของกระจกจะแตกเป็นชิ้นใหญ่ ๆ เพื่อให้ผู้ขับขี่รถยนต์คันที่กระจกหน้าแตกนั้นสามารถมองเห็นถนนได้ กระจกชนิดนี้มีชื่อพิเศษออกไปว่า **กระจกนิรภัยโซนเทมเปอร์ (ZONNTEMPERED SAFETY GLASS)**

กระจกสะท้อนแสง (HEATREFLECTIVE GLASS)

กระจกโพลตที่ผิวเคลือบด้วยแผ่นออกไซด์ของโลหะ ซึ่งมีคุณสมบัติในการสะท้องแสงได้ดีดุจกระจกเงา กระจกนี้สามารถสะท้องแสงอาทิตย์ได้ประมาณ 70 % ของรังสีที่แผ่นมา ยิ่งเป็นกระจกเคลือบสีตัดแสงจะยิ่งช่วยในการสะท้อนแสงและดูดพลังงานความร้อนไม่ให้เข้าไปสู่ภาพในอาคารได้เป็นอย่างมาก อาคารที่ติดตั้งกระจกชนิดนี้มองจากภายนอกจะมีลักษณะคล้ายกระจกเงา เช่น ที่อาคารของการบินไทย ถนนวิภาวดีรังสิต กระจกสะท้อนแสงนี้รู้จักกันทั่วไปชื่อว่า **กระจกทางเดียว (ONE-WAY GLASS)** นิยมใช้กับอาคารใหญ่สูง ๆ

กระจกฉนวน (SEALED INSULATING GLASS)

เป็นกระจกที่มีกระจก 2 แผ่น วางขนานคู่กันเว้นระยะห่างระหว่างแผ่นพอสมควร ที่ขอบกระจกทั้งสี่ด้านเชื่อมติดกันด้วยสารจำพวกกาวที่มีสารดูดความชื้นบรรจุอยู่ เพื่อให้ช่องว่างระหว่างแผ่นกระจกเป็นช่องอากาศแห้ง ส่วนที่เคลือบรอบด้านทั้งสี่ของกระจกจะช่วยให้กระจกคงรูป และป้องกันไม่ให้ความชื้นภายนอกรั่วซึมเข้าไปในระหว่างช่องว่างของแผ่นกระจกทั้งสองแผ่น กระจกชนิดนี้มีประสิทธิภาพกว่ากระจกธรรมดาที่เป็นแผ่นเดียวถึง 2 เท่า เป็นกระจกที่ประหยัดพลังงานป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารที่จะเข้าในอาคาร คุณสมบัติพิเศษอีกอย่างหนึ่งคือ กระจกชนิดนี้จะไม่เกิดฝ้าหรือหยดน้ำ แม้อุณหภูมิภายนอกกับภายในจะแตกต่างกันมากมายก็ตาม เหมาะสำหรับใช้ในอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ หน้าต่างในประเทศหนาว ตู้เย็นแช่อาหาร หน้าต่างรถไฟ หรือรถปรับอากาศชั้นดี

กระจกเงา (MIRRURS)

เป็นกระจกที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย กระจกเงาทำจากการทำอากระจกใส หรือสีมาฉากผิวด้านหนึ่งด้วยโลหะเงิน แล้วเคลือบด้วยสี หรือแซลแลคอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันการขูดรีด หรือหลุดลอกออก หากเป็นกระจกเงาอย่างดีหลังจากฉาบผิวด้วยโลหะเงินแล้ว จะนำมาเคลือบสารโลหะทองแดง ก่อนที่จะนำไปทาสีหรือทาแซลแลค จะทำให้คงทนยิ่งขึ้นแล้ว จะนำมาเคลือบสารโลหะทองแดง ก่อนที่จะนำไปทาสีหรือทาแซลแลค จะทำให้คงทนยิ่งขึ้น

กระจกเงาใช้ในการตกแต่งภายในได้เป็นอย่างดี ทำให้ห้องดูกว้างขึ้นสดใสขึ้น โดยสามารถสะท้อนภาพธรรมชาติภายนอกให้เข้ามาภายในห้อง

บริษัทที่ผลิตกระจกในประเทศไทย (ถึงปี พ.ศ. 2536)

ปัจจุบันนี้ มีบริษัทกระจกต่าง ๆ ในประเทศไทย 4 บริษัท คือ

1. บริษัท กระจกไทย - อาซีฮี จำกัด ได้รับการส่งเสริมการลงทุนเมื่อวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2506 เป็นบริษัทที่ผลิตกระจกแห่งแรกในประเทศไทย ปัจจุบันมีโรงงานผลิตกระจก 4 โรงงาน

2. บริษัท กระจกสยาม จำกัด บริษัทนี้ผลิตกระจกด้วยระบบซีต ได้รับการส่งเสริมการลงทุนเมื่อวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2529 และเริ่มเดินเครื่องผลิตเมื่อเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2532

3. บริษัท บางกอกโฟลตกลาส จำกัด ตั้งขึ้นมาจากห้างหุ้นส่วนจำกัด ดังน้ำ จำกัด ซึ่งเป็นเอเยนต์ใหญ่ของบริษัท กระจกไทย - อาซาฮี จำกัด ทำการผลิตกระจกแผ่นด้วยระบบโฟลต และเริ่มเดิมเครื่องผลิตเมื่อปลายปี พ.ศ. 2534

4. บริษัท กระจกสยามคาร์เดี้ยน จำกัด เป็นบริษัทในเครือปูนซีเมนต์ไทยรวมทุนกับบริษัทการ์เดี้ยนของอเมริกา ได้รับการส่งเสริมการลงทุนเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2534 ผลิตกระจกด้วยระบบระบบ โฟลต เริ่มดำเนินการผลิตในปี พ.ศ. 2534

นอกจากบริษัทที่ทำการผลิตกระจกแผ่น 4 บริษัทนี้ ยังมีบริษัทผู้ผลิตกระจกต่อเนื่องอีก 7 ราย โดย 5 บริษัท ดังกล่าว ผลิตกระจกต่อเนื่องไปใช้ในการอุตสาหกรรมรถยนต์และอีก 2 บริษัท ใช้ในงานก่อสร้าง

หน่วยของกระจกแผ่น

กระจกแผ่นมีหน่วยวัดปริมาณเป็น **หีบ (CASE หรือ C/S) มีค่าเท่ากับกระจกพื้นที่ 100 ตารางฟุต** แต่เนื่องจากกระจกแผ่นมีความทนทานที่แตกต่างกัน จึงทำให้ปริมาณเนื้อกระจกแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีหน่วยวัดกระจกที่เป็นหน่วยมาตรฐานกลาง เพื่อใช้วัดปริมาณกระจก ตามความหนาต่าง ๆ กันและสามารถเปรียบเทียบกัน

หน่วยวัดกระจกที่เป็นมาตรฐานกลางนี้ เรียกว่า **หีบมาตรฐาน (CONVERTED หรือ CONV C/S)** โดยถือเอากระจกแผ่นความหนา 2 มิลลิเมตรเป็นมาตฐานในการคิดคำนวณ คือ 1 CONV C/S จะมีค่าเท่ากับ กระจก แผ่นที่มีความหนา 2 มิลลิเมตร จำนวน 100 ตารางฟุต ฉะนั้นกระจกแผ่นที่มีความหนาอื่น เช่น 3 มิลลิเมตร 4 มิลลิเมตร หรือ 10 มิลลิเมตร เมื่อต้องการแปลงหน่วยให้เป็นมาตรฐานกลาง ก็ต้องนำมาเปรียบเทียบกับกระจกแผ่นความหนา 2 มิลลิเมตร ก่อนเสมอ ดังต่อไปนี้

กระจก 2 มม. 100 ตารางฟุต (1 หีบ) จะเท่ากับ 1.0 CONV C/S

กระจก 3 มม. 100 ตารางฟุต (1 หีบ) จะเท่ากับ 1.5 CONV C/S

กระจก 4 มม. 100 ตารางฟุต (1 หีบ) จะเท่ากับ 2.0 CONV C/S

กระจก 10 มม. 100 ตารางฟุต (1 หีบ) จะเท่ากับ 5.0 CONV C/S

หากต้องการแปลงจากหน่วยปริมาณ (CONV C/S) ให้เป็นหน่วยน้ำหนัก (กิโลกรัม) ก็ใช้สูตร ดังนี้

1 CONV C/S จะมีน้ำหนักประมาณ 45 กิโลกรัม

คุณสมบัติของกระจก

ดัชนีการหักเหของแสง ประมาณ 1.52

ความร้อนจำเพาะ 0.2 kcal/kg C 10 - 50 C

การสะท้อนแสง ประมาณ 4 % (ผิวด้านเดียว)

การนำความร้อน 0.68 kcal/mhr C

อุณหภูมิที่ทำให้อ่อนตัว 500 - 700 C

ความถ่วงจำเพาะ ประมาณ 2.5

ความแข็ง ประมาณ 6 ดีกรี (mohs ' scale)

ยังโมดูลัส 720,000 kg/cm^2

พอยซันเรโช 0.25

แรงกดที่ทำให้แตก ประมาณ 500 kg/cm^2

(โดยเฉลี่ย)

สัมประสิทธิ์ขยายตัวตามเส้น 9 - 10 x 10^{-5} C

(ที่อุณหภูมิปกติ 350 C)

กระจกและขนาดของกระจก

ขนาดและชนิดของกระจกที่ผลิตในประเทศไทย มีดังต่อไปนี้

กระจกที่มีความกว้างสุด 96 นิ้ว ความยาวสุด 120 นิ้ว มีดังต่อไปนี้

กระจกโฟลต กระจกขัดผิว กระจกดอกลวดลาย กระจกเสริมลวด กระจกตัดแสง กระจกสะท้อนแสง กระจกนิรภัยหลายชั้น กระจกนิรภัยเทมเปอร์ กระจกฉนวน กระจกเงา ส่วนความหนานั้นกระจกแผ่นเรียบทั่ว ๆ ไป หนา 2 - 6 มิลลิเมตร กระจกสีชาผลิตออกมาหนา 5 - 6 มิลลิเมตร

กระจกดอก	หนา 3 มิลลิเมตร
กระจกลายผ้า	หนา 3 - 4 มิลลิเมตร
กระจกลายทุ่งนา	หนา 4 มิลลิเมตร

กระจกลายสายรุ้ง	หนา 4 มิลลิเมตร
กระจกลายเม็ดทราย	หนา 4 มิลลิเมตร
กระจกลายผ้าดอก	หนา 4 มิลลิเมตร

กระจกขนาดใหญ่ มักใช้เป็นฝากั้นห้อง ซึ่งต้องการความหนา 5 - 6 มิลลิเมตร

กระจกขนาดบาง 3 - 4 มิลลิเมตร มักใช้เป็นลูกฟักบานประตูหน้าต่าง ซึ่งหน้าต่างขนาดบานคู่ข้างหนึ่ง ๆ ประมาณ 60 x 120 เซนติเมตร เป็นต้น

กระจกแผ่นขนาดหนา 2 มิลลิเมตร นั้นส่วนมากไม่ใช้ในงานก่อสร้าง แต่ใช้เป็นกรอบรูปหรือบานกระจกตู้

ตารางที่ 8

ตารางแสดงรายละเอียดของกระจกชนิดต่าง ๆ (รวมค่าติดตั้งและภาษีมูลค่าเพิ่มแล้ว)

ชนิดกระจก	ความหนา (มิลลิเมตร)	ขนาดสูงสุดเป็นนิ้ว กว้าง x ยาว	ราคาต่อตารางฟุต (พ.ศ. 2536)
แผ่นใสเรียบ	2	30 x 50	14 บาท
	3	42 x 72	19 บาท
	4	48 x 72	23 บาท
	5	84 x 96	34 บาท
	6	84 x 96	53 บาท

แผ่นฝ้าเรียบ ขนาดเป็นไปตามแผ่นใสเรียบ ราคาค่าทำผ้า ถ้าเป็นแผ่นขนาดเล็ก ไม่เกิน 10 ตารางฟุต คิดตารางฟุตละ 3 บาท ถ้ามากกว่า 10 ตารางฟุต คิดตารางฟุตละ 5 บาท

ตารางที่ 9

ตารางแสดงรายละเอียดของกระจกชนิดต่าง ๆ

ชนิดกระจก	ความหนา (มิลลิเมตร)	ขนาดสูงสุดเป็นนิ้ว กว้าง x ยาว	ราคาต่อตารางฟุต (พ.ศ. 2536)
ลายทุ่งนา	4	48 x 72	27 บาท
ลายผ้า	3	48 x 60	21 บาท
	4	48 x 72	27 บาท
	3	48 x 64	31 บาท
สีชา	5	84 x 96	48 บาท
	6	84 x 96	52 บาท
เงา	3	ขนาดตามกระจกแผ่นเรียบ	32 บาท

กระจก

ในการผลิตจะต้องใช้ความร้อนสูงมาก หลอมเนื้อวัสดุจากการผสมออกไซด์ของซิลิคอน ของด่านบางชนิด และโลหะบางชนิด และโลหะเหลวใส ไม่ตกผลึก กระจกจำแนกออกได้หลายชนิดเมื่อพิจารณาถึงส่วนผสมทางเคมีแยกได้เป็น

1. กระจกซิลิกาหลอมตัว หรือควอทซ์หลอมตัว ได้จากอ๊อกไซด์ของซิลิคอนหลอมละลายเป็นแผ่นใส มีคุณสมบัติดีทางการทนทานความร้อนได้สูง ทนปฏิกิริยาทางเคมีได้ดีมาก

2. กระจกบอโรซิลิเคท คล้ายกระจกซิลิกา แต่มีอ๊อกไซด์อย่างอื่นผสมอีกประมาณ 20 % บางชนิดผสมกรดบอริกซึ่งช่วยให้จุดหลอมเหลวต่ำลง ทำให้ทำงานได้ง่าย ราคาถูกกว่า คุณสมบัติที่ดีคือ ทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลันทันที ใช้เป็นเครื่องอบความร้อนในเตาหุงต้มได้

3. กระจกตะกั่ว ส่วนผสมมีโวเดียมอ๊อกไซด์ ซิลิคอนอ๊อกไซด์ และมีอ๊อกไซด์ของตะกั่วมากใช้กับรังสีเอ็กซ์ ทำหลอดไฟฟลูโอเรสเซนท์ หลอดทีวี ผิวเนื้ออ่อนขูดเป็นรอยได้ง่าย

4. กระจกไลม์ มีโซดา และซิลิกาเป็นส่วนผสม เป็นชนิดที่ผลิตมากที่สุด มีราคาปานกลาง ผลิตกระจกหล่อตามแม่พิมพ์ มีความแข็งมากกว่ากระจกตะกั่ว ทนอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงได้ดี ทนกระแสไฟอ่อน ๆ ได้ มีทั้งชนิดใส ด้านฝ้า และสี

5. กระจกชนิดพิเศษ ได้แก่พวกมีคุณสมบัติพิเศษ เช่น พวกทนกระแสไฟได้ หรือแสงที่มีความยาวคลื่นบางชนิดเท่านั้นจึงจะผ่านได้

กระจกแบ่งตามวิธีการผลิต แบ่งได้เป็น

1. กระจกผืน (SHEET GLASS) ใช้ทราย โซดา และหินปูน บดผสมกันแล้ว เอาเข้าเบ้าหลอม ใช้ผลิตโดยบีดรัดออกจากแม่แบบเป็นแผ่น เป็นผืนดิ่งลงในถังหลอมละลาย และเย็นลงตอนเลื่อนตัวลงในถัง ตัดเป็นขนาดตามต้องการ บางชนิดใช้เทหล่อก็มี

2. กระจกหน้าต่าง การผลิตเหมือนประเภทกระจกผืน มีการเพิ่มความร้อนทีละน้อย ๆ ให้เนื้อวัสดุหลอมอ่อนตัวให้สูงกว่าจุดคลีกริสตัลไลเซชั่น แล้วปล่อยให้เย็นลงอย่างช้า ๆ เรียกว่าวิธี ซึ่งจะลดแรงที่เกิดในแผ่นผืนกระจกลง ขนาดโตที่สุดมีถึง 76 " คูณ 120 "

3. กระจกผืนชนิดเพิ่มลดความร้อน ได้จากการเอากระจกหน้าต่าง มาเพิ่ม-ลดความร้อน (HEAT TREAT) เพื่อแผ่แรงเค้นภายใน บางอย่างเรียกว่า กระจกผืนผลึก รับแรงดึงได้มากขึ้นกว่ากระจกหน้าต่างอีก 2 - 5 เท่าตัว ทำการเจาะตัดได้ก่อนการเพิ่ม - ลดความร้อน โดยเพิ่มความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 1150 องศาฟาเรนไฮท์ แล้วลดลงโดยการใช้กระแสลมเป่าโดยตรง กระจกชนิดนี้รับแรงถึงได้มากขึ้น 2 - 4 เท่า และทนการแตกร้าวได้ดี

4. กระจกชนิดแผ่นหนา เหมือนกระจกหน้าต่าง นอกจากได้ทำการขัดผิวด้วยเครื่องมือ วิธีการผลิตก็เหมือนกัน ใช้เครื่องมือกลิ้งทับ และขัดซ้ำอีกทีจนผิวเรียบ ถ้าไม่ขัดซ้ำมักจะเป็นลอนคลื่นเล็กน้อย มีความหนาตั้งแต่ 3/16 " - 1.1/4 " กระจกชนิดนี้เมื่อเพิ่ม-ลดความร้อนแล้ว จะรับแรงกระทบได้มากกว่าชนิดธรรมดา 5 - 7 เท่า และทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลันได้มากขึ้นถึง 3 เท่า การเจาะ การตัด ต้องทำก่อนการเพิ่ม - ลดความร้อน ขนาดพื้นที่ 5 ตารางเมตร ควรใช้หนา 1/ 4 " พื้นที่ 10 ตารางเมตร ควรใช้หนา 3/8 " และถ้าขนาดโตกว่านี้ ควรใช้หนา 1/2 " จึงจะแข็งแรงพอ

5. กระจกผืนชนิดพิเศษ ผลิตใช้ต่าง ๆ กัน เป็นกระจกเคลือบ กระจกสีซึ่งมีทั้งชนิดโปร่งแสง โปร่งใส และฝ้า กระจกผิวขรุขระ กระจกแต่งผิวโดยใช้น้ำยาเคมี พวกกรดราดเท กระจกผิวเกร็ด (CHIPPED) ซึ่งทำโดยทากาวร้อน ทาน้ำมัน ซึ่งจะดึงเกาะให้เกิดเกร็ดเล็ก ๆ เมื่อแห้ง นอกจากนี้มีกระจกลดแสง กระจกดูดความร้อน กระจกตัด แสงอุลตราไวโอเลต กระจกขาวใส กระจกตัวนำไฟฟ้า กระจกไวภาพ กระจกตะกั่ว กระจกทนความร้อน ดังนี้เป็นต้น

6. กระจกทำตามแม่แบบ อาจมีวิธีผลิตกระจกออกมาอีกหลาย ๆ วิธี เช่น เพิ่มวิธีเทลงแม่พิมพ์ (PRESSING) ให้ทำอิฐกระจกโดยตรง โดยเทลงแม่พิมพ์จุ่มลงในเนื้อแก้วสำหรับ

ทำเครื่องใช้เครื่องมือ อาจทำการเป่าด้วยเครื่องมือ หรือใช้เป่าเพื่อทำขวด ทำรูปพิเศษ ทำเครื่องใช้ อาจทำการหมุนรอบแกน (DROWING) ให้เนื้อเกาะอยู่สำหรับทำท่อ หลอดทำใยแก้ว ทำวัสดุฉนวน

7. กระจกโครงสร้าง มีมากชนิดด้วยกัน เช่น

ก. แท่นก้นกระจก โดยหลอมติดกระจก (GLASS BLOCK) 2 ซีกเข้าด้วยกัน ที่มีในตลาดมีหลายชนิด มีผิวหน้า สี หรือการเคลือบผิวต่าง ๆ ใช้บุผนัง กั้น หรือใช้วางตกแต่ง มีความแข็งแรงพอและแสงลอดเข้าไปได้

ข. กระจกโพรง การผลิตใช้บังคับให้ก๊าซเข้าอยู่ในเนื้อที่ระหว่างหลอม เกิดเป็นช่องอากาศโปร่งอยู่ภายในเนื้อ แต่แผ่นยังแข็งตัวเป็นผืนกลางอยู่ภายในบ้าง แข็งแรงดี ไฟไหม้ยาก ใช้เป็นฉนวนได้ดีมาก

ค. แผ่นหล่อตกแต่งลวดลาย (CAST ORNAMENT PANELS) ใช้เป่าทรายผิวให้เกิดลักษณะใหม่ ทำการขัด หรือผสมโลหะอื่นบ้าง มีมากมายต่าง ๆ ชนิด

8. กระจกหลายชั้นซ้อน (MULTIPLE GLAZING GLASS) บางครั้งมีความจำเป็นต้องใช้พวกที่ต้องซ้อนกันมากขึ้น ชนิดต่าง ๆ ที่มีคือ

ก. ชนิดธรรมดา ประกอบด้วยผืนกระจกตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป และมีแผ่นแบ่งกั้นระหว่างผืนไม่ให้ชนแนบกัน หมั่นไล่อากาศออกจากช่องว่างระหว่างแผ่นให้หมด เพื่อกันการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ CONDENSATION ยิ่งมีหลายชั้น หรือยิ่งมีช่องว่างระหว่างแผ่นมาก ก็ยิ่งกันความร้อนดีมาก บางชนิดใช้กระจกพวกทนแสงและทนความร้อนประกอบกัน ความหนามาตรฐาน 1/4 " ถึง 1/2 "

ข. กระจกซ้อนติด LAMINATED GLASS ทำซ้อนกัน ติดกัน มีผืนพลาสติกหรือไวนิลซ้อนอยู่ตรงกลาง ชนิดนี้ไม่แตกจากกัน เช่น กระจกหน้ารถ กระจกใช้ตามโรงพยาบาล ชนิดปลอดภัยหนา 3/32 " - 1/2 " และนอกจากนี้ก็คือ

ชนิดดูดความร้อน (SAFETY PLATE HEAT ABSORBENT LAMINATED GLASS)

ชนิดทนลูกปืน (BULLET RESISTING LAMINATED GLASS)

ชนิดมีสี (TINTED LAMINATED GLASS)

เปรียบเทียบข้อดี - ข้อเสียของการใช้กระจก

ลักษณะที่ดีของกระจกที่เห็นง่าย คือ มีความโปร่งแสง หรือเป็นฝ้ามัว ไม่ผุ มีความยืดหยุนต่างกัน มีดีมากจนถึงแตกง่าย กำลังสูงรับแรงได้ไม่สม่ำเสมอ มีสีผิวให้เลือกมาก การนำความร้อนต่ำ ไม่ไหม้ไฟ แข็ง ทนต่อการสึกหรอ

ข้อเสีย คือ แตกง่าย ราคาสูง การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความร้อน เมื่อรับแรงดึงแตกง่าย ต้องระวังขอบโดยรอบให้ดี การตัดเป็นรูปแหว่งเว้าทำได้ยาก

การตกแต่งผิว การบรรจุกรอบ

การตกแต่งเนื้อผิวกระจก ในบางครั้งเราจำเป็นต้องตกแต่งผิวเรียบอีกเพื่อผลทางความงาม ความจำเป็นทางการตกแต่ง วิธีแต่งผิวให้เกิดลักษณะอื่น ทำได้ดังนี้

ใช้กรดต่าง ๆ เช่น ACID EMBOSSING ใช้กรดเกลือละลายผิวกระจกให้เป็นลวดลายผิวต่าง ๆ ถ้าใช้ทากระจก POLISHED PLATE GLASS จะทำให้ผิวมัว การใช้ต่าง เช่น โซดา หรือแอมโมเนียจะทำให้ผิวขาวขุ่นมัว พวก NEUTRALISED หรือ WHITE ACID ใช้ทาพรางหลอดแสงสว่าง และเครื่องแก้วเพิ่มความขุ่นมากขึ้น หรืออาจปิดบางส่วนไว้ก่อนทา อาจทาให้กัดผิวลึกตื้นต่างกัน ได้ลวดลายต่าง ๆ

การบรรจุกระจกเข้ากรอบ ขนาดที่หาได้ในท้องตลาด

ขนาดหนา	3 "/16 "	กว้าง	90 "	ยาว	130 "
ขนาดหนา	1 "/4 "	กว้าง	140 "	ยาว	200 "
ขนาดหนา	3 "/8 "	กว้าง	240 "	ยาว	330 "
กระจกลวด WIRE GLASS		กว้าง	140 "	ยาวมากกว่า	330 " ขึ้นไป

วัสดุที่อันระหว่างตัวแผ่นกับกรอบ

1. กรอบไม้ใช้ PUTTY ซึ่งผสมจาก WHITING และ LINSEED OIL และ GOLDSIZE ใช้ได้ทั้งด้านนอกและด้านใน ควรตอบตะปูเหล็ก (SPRING)

2. กรอบโลหะ อย่าใช้ PUTTY เหมือนไม้ ให้ใช้ตะกั่วแดง (RED LEAD)

3. กรอบอลูมิเนียม ให้ใช้พวก LEED - FREE - PUTTY

4. พวกติดบัวหลวม (LOOSE BEAD GLAZING) ให้ใช้แผ่นยาง แผ่นสักหลาดที่ทนทาน ดินฟ้าอากาศ ชั้นยางพลาสติก หรือกำมะหยี่รอง

5. ติดด้วยตะปูควง เครื่องหนีบยึด และด้วยของผสม (GLAZING COMPOUNDS)

โพลีกลาส

โพลีกลาสมีคุณสมบัติที่ดีหลายด้าน สามารถที่จะมองทะลุผ่านไปได้และใสเหมือนกระจก และยังมีสารพันสีให้เลือกได้มาก โพลีกลาสสามารถที่จะทำให้เป็นสีขุ่นมองทะลุไม่ได้จนกระทั่งสีใสมองทะลุได้ สีทุกสีของโพลีกลาสได้รับการเลือกสรรมาอย่างดี ในด้านความคงทนต่อดินฟ้าอากาศและสีสดงดงามได้นาน คุณสมบัติที่สำคัญที่ต้องกล่าวถึงก็คือสามารถต้านทานการกัดกร่อนจากกรดและด่างได้เป็นอย่างดี ความสามารถในการทนต่อความร้อนสูงได้พอสมควร โพลีกราสเมื่อได้รับการผึ่งด้วยความร้อน ด้วยอุณหภูมิสูงมาก ๆ เราสามารถที่จำนำมันมาแปรรูปออกเป็นร่างต่าง ๆ ได้ แม้กระทั่งในวงการอุตสาหกรรมเครื่องบินและเรือดำน้ำได้เล็งเห็นถึงข้อดีของมัน จึงนำมางอเป็นกระจกหน้าต่างแทนกระจกและมีความแข็งแรงทนทานดีกว่ากระจก ยังดีกว่ากระจกในข้อที่ว่าไม่แตก

คุณสมบัติของโพลีกลาสโดยทั่วไป

- มีค่า ถ.พ. 1.19 กระจกมี ถ.พ. 2.5 น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของกระจกนั่นคือมีน้ำหนักเบากว่า
- มีความใสเหมือนผนึกแก้ว สามารถใช้ทำเลนส์ได้
- มีความคงทนต่อแสงแดด ลม ฝน และอุณหภูมิสูง - ต่ำ การนำความร้อนน้อยกว่ากระจก 1/6 เท่า
- ทนต่อแรงกระแทกได้มากกว่ากระจก 6 - 17 เท่า
- เมื่อถูกกระแทก รอยแตกจะเป็นเสี่ย ๆ คล้ายกระจก แต่ไม่แหลมคมเหมือนกระจก จึงไม่มีอันตราย และเนื่องจากโพลีกลาสมีความหนาแน่นน้อยทำให้เวลาแตกไม่ปลิวกระจาย
- ทนต่อการขีดข่วนที่ผิวได้เท่า ๆ อลูมิเนียม และทนได้มากกว่าพลาสติกชนิดอื่น ๆ แต่ทนสู้กระจกไม่ได้ รอยขีดข่วนเล็กน้อยแก้ไขโดยการใช้น้ำยาทา
- ทนการกระแทกได้บ้าง เช่น จากอุบัติเหตุเศษดิน หิน เล็ก ๆ

เต้าเสียบสายไฟ

สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว (2533) ได้ทำการศึกษาข้อมูลทางด้านเต้าเสียบสายไฟ โดยได้มีการกล่าวไว้ว่า เต้าเสียบนี้เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งขึ้นเพื่อการเชื่อมต่อระหว่างปลั๊กและสายไฟเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้า เข้าสู่เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดเคลื่อนย้ายหรือชนิดมือถือเต้าเสียบนี้ บางทีก็เรียก **ปลั๊กตัวเมีย** ก็ได้เหมือนกัน

ชนิดของเต้าเสียบ เต้าเสียบมีอยู่หลายแบบด้วยกัน สำหรับใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ กัน ซึ่งโดยปกติธรรมดาเต้าเสียบนี้จะมีจุดสัมผัสรับกระแสไฟฟ้าที่อยู่กับที่จำนวน 2 หรือ

3 ตัว ติดตั้ง หรือยึดไว้บนฐานรองที่เป็นฉนวนและมีช่องเสียบ เพื่อรับขาเสียบปลั๊กเต้าเสียบนี้จะบอกขนาดไว้ด้วยว่า ทางไฟฟ้า เป็นแอมแปร์ และโวลต์ โดยค่าทางไฟฟ้านี้เป็นตัวกำหนดจำนวนจุดสัมผัสรับไฟและรูปแบบการวางตำแหน่งของจุดสัมผัส

ปลั๊กไฟฟ้า

ธงชัย ศิริประยุกต์ (2538) ได้ทำการศึกษาประเภทของปลั๊กไฟฟ้า โดยได้มีการกล่าวไว้ดังต่อไปนี้ ปลั๊กไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าชนิดหนึ่ง มีหน้าที่เป็นอุปกรณ์ในการต่อกระแสไฟฟ้าจากเต้าเสียบไฟให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านสายไฟฟ้าเพื่อใช้งาน

ชนิดของปลั๊กไฟฟ้า มีอยู่ด้วยกันหลายแบบทั้งแบบ 2 ขา และ 3 ขา ซึ่งในประเทศไทยนั้น ใช้ปลั๊กไฟฟ้าแบบ 2 ขา และขาปลั๊กไฟฟ้าจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ แบบแบนและแบบกลม

ตอนที่ 6 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบภายใน และพลังงานที่เกี่ยวข้อง

ภายในเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟนั้นประกอบไปด้วยระบบและพลังงานต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ตลอดวันพลังงานเหล่านั้นได้แก่ **ระบบต้นกำลัง (มอเตอร์)** ในการหมุนพายและกะหรี่พัฟ พลังงานความร้อนในการทำให้ร้อน ระบบการให้แสงสว่างระบบส่งกำลัง ระบบควบคุมการทำงานโดยมีรายละเอียดแยกเป็นเรื่อง ๆ ดังนี้

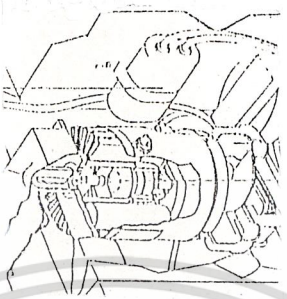
1. พลังงานความร้อนที่ใช้อุ่นพายและกะหรี่พัฟ
2. พลังงานไฟฟ้า
3. ระบบการให้แสงสว่าง
4. ระบบต้นกำลัง (มอเตอร์)
5. ระบบส่งกำลัง
6. ระบบควบคุมการทำงาน

พลังงานความร้อนที่ใช้อุ่นพายและกะหรี่พัฟ (ณรงค์ ชอนตะวัน)

อุปกรณ์สร้างความร้อน (Heating element) อุปกรณ์สร้างความร้อนของเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ เป็นแบบปิด ซึ่งทำด้วยลวดนิโครม (Nichrome wire) หุ้มด้วยผงชนวน (แมกนีเซียมออกไซด์) และบรรจุเข้าไปในท่อสแตนแลส

ภาพที่ 90

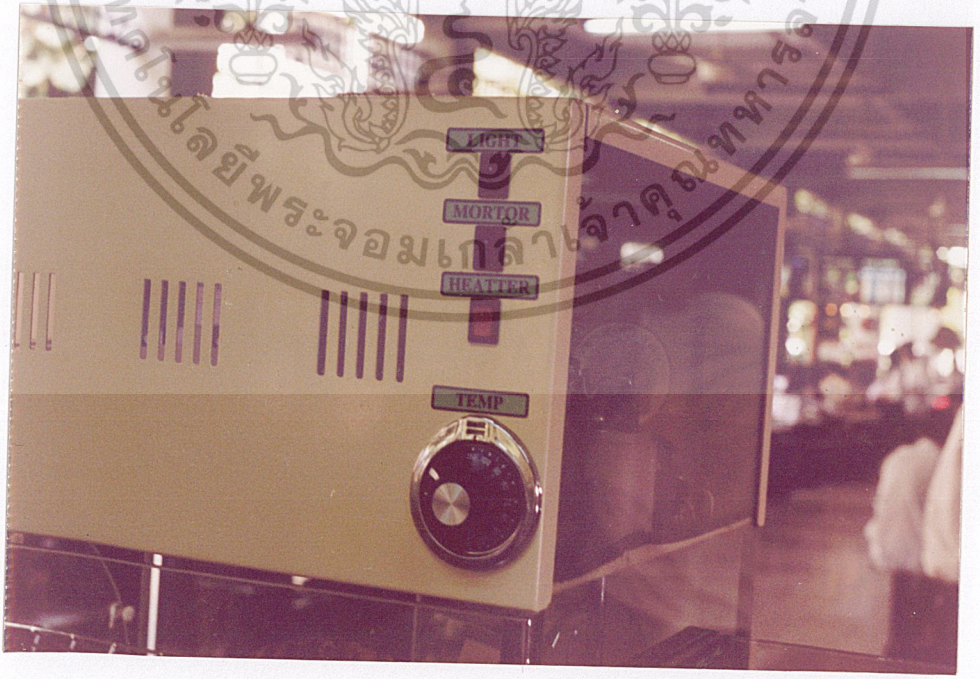
ภาพแสดงการต่อลวดความร้อนคับตัวเสียบ



สวิทช์ปรับระดับความร้อน (Heating level Swith) สวิทช์ดังกล่าวจะทำหน้าที่เป็นตัวปรับระดับความร้อนของลวดความร้อน โดยมีวิธีการตัดต่อวงจรให้วงจรของลวดความร้อนเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งก็เป็นผลให้ความร้อนที่ได้รับจากลวดความร้อนเปลี่ยนแปลงไปด้วย สวิทช์แบบนี้จะมีลักษณะการติดต่อของคอนแทคภายในต่างกัน

ภาพที่ 91

ภาพแสดงลักษณะของสวิทช์



อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) อุปกรณ์ดังกล่าวนี้จะต่ออันดับกับวงจรของลวดความร้อน โดยจะมีหน้าที่ตัดต่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดความร้อน เมื่อลวดความร้อนมีอุณหภูมิถึงจุดที่กำหนดโดยปกติ อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิจะใช้เมื่อผู้ใช้ต้องการอุ่นพายและกะหรี่พัฟ ดังนั้นความร้อนที่ลวดความร้อนจะสูงมาก ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายกับลวดดังกล่าวได้

พลังงานไฟฟ้า (ณรงค์ ชอบตะวัน)

แหล่งกำเนิดไฟฟ้า (Sources of Electricity)

ไฟฟ้าสามารถที่กำเนิดมาจากแหล่งพลังงานได้หลายแหล่ง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าดังที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นแหล่งกำเนิดที่มีความสำคัญยิ่งต่อการเกิดขึ้นของไฟฟ้า ซึ่งไม่ว่าจะเป็นไฟฟ้าสถิตย์ (Static electricity) ไฟฟ้ากระแส (Dynmic electricity) ก็ย่อมจะต้องมีแหล่งกำเนิดทั้งสิ้น **แหล่งกำหนดไฟฟ้าที่ควรรู้จักมี 3 รูปแบบ** คือ

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มาจากการเสียดสีของวัตถุ (Electricity by Friction)

ไฟฟ้าที่เกิดจากการนำวัตถุมาเสียดสีกันนั้นจะเป็นไฟฟ้าสถิตย์ (Static electriciry) ซึ่งไฟฟ้าดังกล่าวนี้ได้ถูกค้นพบโดยมนุษย์ครั้งแรกเมื่อสมัยกรีกโบราณ โดย " ฟิดลโซเฟอร์ เท ลีส (Philosopher Thales) " แต่ก็ไม่ได้รู้อะไรเกี่ยวกับไฟฟ้ามากนักจนกระทั่ง เซอร์วิลเลียม กิลเบร์ต (Sir William gilbert) ได้นำอำแท่งอำพัน (Ambor) ถูกับผ้าขนสัตว์ (Fur) หลังจากการทดลองก็ปรากฏว่า แท่งอำพันกับผ้าขนสัตว์มีแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน ซึ่งก็หมายถึงไฟฟ้าได้เกิดขึ้นแล้วบนวัตถุดังกล่าว และต่อมา ออตโต เวน กูริก (Otto Van Guerike) ได้สร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตย์ (Static electric Generator) เครื่องแรกขึ้น

ต่อมา เบนจามิน แฟรงกลิน (Benjamin Franklin) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตย์ โดยทำให้สว่างขึ้นไปในขณะที่เมฆครึ้มและฝนตก การทดลองครั้งนี้เพื่อต้องการให้ทราบว่าก้อนเมฆมีประจุไฟฟ้าที่มีประจุต่างจากประจุไฟฟ้าในดิน ซึ่งประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆส่วนมากจะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ (Negatively Charged) และประจุไฟฟ้าในดินส่วนมากจะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก (Positively Charged) ดังนั้นถ้าประจุไฟฟ้าลบในก้อนเมฆมีมาก ประจุไฟฟ้าดังกล่าวก็จะถ่ายเทมายังพื้นดินที่มีประจุไฟฟ้าบวก

2. แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มาจากพลังงานทางเคมี (Electricity by Chemical Action)

แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสแหล่งแรก ก็คือ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มาจากพลังงานทางเคมี ซึ่งเป็นไฟฟ้าชนิดกระแสตรง (Direct eurrent) ในปัจจุบันแหล่งกำเนิดประเภทนี้ยังคงไป

เอาแผ่นสังกะสีและแผ่นทองแดงจุ่ม งในสารละลายซึ่งมีน้ำยาทางเคมี (โดยการผสมกรดกำมะถันเจือจางลงไปในน้ำ) และเมื่อได้ต่อเซลกับวงจรไฟฟ้าภายนอกก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลจากแผ่นทองแดงไปยังแผ่นสังกะสี และจากแผ่นสังกะสีจะไหลผ่านไปยังหลอดไฟ และจากหลอดไฟจะไหลกับมายังแผ่นทองแดง แต่ในขณะที่ " วอลตาอิค เซล " จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟนั้น แผ่นสังกะสีจะค่อย ๆ กร่อนไปทีละน้อย ซึ่งก็เป็นผลให้กำลังในการจ่ายกระแสไฟฟ้าลดลงด้วย และเมื่อใช้ไปจนกระทั่งแผ่นสังกะสีกร่อนมากก็จะต้องเปลี่ยนแผ่นสังกะสีใหม่ ซึ่งก็จะทำให้การจ่ายกระแสไฟฟ้าลดลงด้วย และเมื่อใช้ไปจนกระทั่งแผ่นสังกะสีกร่อนมากก็จะต้องเปลี่ยนแผ่นสังกะสีใหม่ ซึ่งก็จะทำให้การจ่ายกระแสไฟฟ้าอยู่ในสภาพเดิม ในลักษณะเช่นนี้ถือได้ว่าเป็นข้อเสียของเซลแบบนี้ เพราะผู้ใช้ต้องคอยเปลี่ยนแผ่นสังกะสีทุกครั้งที่เซลจ่ายกระแสไฟฟ้าลดน้อยลง แต่อย่างไรก็ดีเซลชนิดนี้ถือได้ว่าเป็นแบบอย่างของการประดิษฐ์เซลแห้ง (Dry Cell) หรือที่เรียกว่า ถ่ายไฟฉายในปัจจุบัน และจะมีส่วนประกอบภายในต่าง ๆ

เซคกั่นดารี่ เซล (Seceondary cell) หรือ สตอเตจ แบตเตอรี่ (Storage battery)

เป็นแบตเตอรี่เมื่อใช้กำลังไฟฟ้าจนหมดแล้วก็สามารถทำให้กระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับโหลดได้เหมือนเดิม ดังนั้นเราเรียก แบตเตอรี่ แบบนี้ว่า เซคกั่นดารี่ เซล เพราะสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลดได้อีก โดยไม่ต้องเหลี่ยนส่วนประกอบภายในแบตเตอรี่แบบนี้ยังเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เช่น ในรถยนต์ เรือยนต์ หรือในเครื่องบิน เป็นต้น ส่วนลักษณะและการทำงานของแบตเตอรี่แบบนี้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลด และช่วงชาร์ทไฟเข้าแบตเตอรี่

3. กำเนิดไฟฟ้าที่มาจากแม่เหล็ก (Electricty by magnetism)

ไฟฟ้าที่ได้มาจากแม่เหล็กได้มาโดยวิธีการนำเอาลวดตัดนำตัดผ่านสนามแม่เหล็กหรือนำเอาแม่สารเหล็กดันผ่านตัวนำอย่างใดอย่างหนึ่งทั้งสองวิธีจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำทั้งสิ้น

ไฟฟ้าที่เกิดจากการตัดระหว่างตัวนำกับสนามแม่เหล็กนี้จัดว่าเป็นไฟฟ้าประเภทไฟฟ้ากระแสและยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

3.1 ไฟฟ้ากระแสตรง (Dircet Current)

ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าทิศทางเดียว สำหรับไฟฟ้ากระแสตรงที่เกิดขึ้นในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (D.c. Generator or Dynamo) จะมีคอมพิวเตอร์ (Commutator) เป็นตัวเปลี่ยนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการยึดระหว่างขดลวดกับสนามแม่เหล็กซึ่งจะเป็นไฟฟ้าชนิดกระแสสลับ (Alternation Current)

3.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Curent)

ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสไม่แน่นอน โดยที่กระแสไฟฟ้าที่เกิดใจขวดลวดตัวนำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (Aiternator) จะมีทิศทางระบบการให้แสงสว่าง

ภายในเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟนั้นมีการใช้แสงสว่างคือ ในส่วนของตู้ไฟโมษณาและหลอดไฟที่ใช้ในตู้โชว์พายและกะหรี่พัฟ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

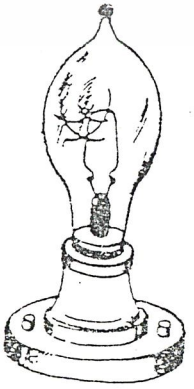
หลอดชนิดที่เปล่งแสงออกจากไส้ (Incandescent Lamp) (ณรงค์ ชอบตะวัน)

หลอดไฟฟ้าชนิดที่เปล่งแสงออกจากไส้หลอดนี้จัดได้ว่าเป็นหลอดไฟฟ้าชนิดแรกมีมนุษย์ได้ค้นคิดขึ้นมาซึ่งมีการทดลองโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน ชื่อ " โทมัส เอดิสัน " ในการทดลองเอดิสันได้นำไส้หลอดซึ่งทำด้วยถ่านเส้นเล็ก ๆ บรรจุลงในหลอดสูญญากาศ และเมื่อได้จ่ายกระแสไฟฟ้ากับไส้หลอดไฟฟ้าดังกล่าวก็จะมีแสงสว่างออกมา โดยที่ไส้หลอดไม่สลายตัว เนื่องจากความร้อนทั้ง ๆ ที่อุณหภูมิของไส้หลอดนับพันองศาเซลเซียส สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ เอดิสันได้ดูดอากาศออกจากหลอดจนหมด ดังนั้นจึงไม่มีออกซิเจนที่จะไปทำปฏิกิริยากับไส้หลอดได้ แต่หลอดที่เอดิสันคิดขึ้นมาครั้งแรกมีข้อควรแก้ไขอยู่หลายประการ คือ

1. หลอดจะถูกกระทบกระเทือนมากไม่ได้ มิฉะนั้นไส้หลอดจะขาด
2. อายุการใช้งานไม่นานเท่าที่ควร เพราะใช้ไส้หลอดที่ทนต่อความร้อนไม่ได้มากนัก

ภาพที่ 92

ภาพลักษณะของหลอดไฟฟ้าที่ " เอดิสัน " คิดขึ้น

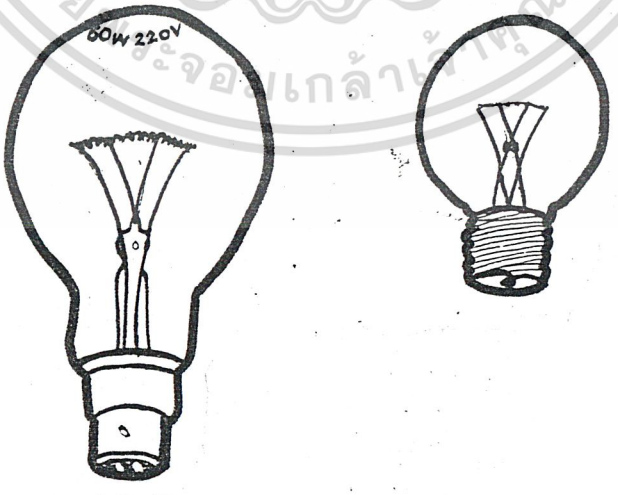


หลอดไฟฟ้าชนิดที่เปล่งแสงจากไส้หลอดในปัจจุบัน

หลอดไฟฟ้าชนิดที่เปล่งแสงออกจากไส้หลอดในปัจจุบันนี้ ได้แก้ไขข้อเสียของหลอดไฟรุ่นแรก ๆ โดยอายุการใช้งานจะนานกว่ามากและทนต่อการถูกกระทบกระเทือนได้มากกว่าหลอดรุ่นเก่าโดยไส้หลอดไม่ขาด หลอดไฟฟ้าดังกล่าวจะมีไส้หลอดที่ทำด้วยทังสเตน ซึ่งเป็นโลหะที่มีจุดหลอมละลายสูงมาก โดยจะสามารถทนต่อความร้องสูง ๆ ได้เป็นอย่างดี ส่วนภายในหลอดก็จะบรรจุก๊าซประเภทก๊าซเฉื่อย เช่น ก๊าซอากอน (Argon gas) หรือ ก๊าซไนโตรเจน (Nitrogen gas) แต่ถ้าเป็นหลอดที่มีขนาดตั้งแต่ 40 วัตต์ขึ้นไปมักจะใช้ก๊าซทั้งสองชนิดนี้ผสมกัน เพื่อให้อายุการใช้งานของหลอดนานขึ้น ส่วนสาเหตุที่บรรจุก๊าซเฉื่อยเข้าไปในหลอดแทนที่จะดูดอากาศออกเพียงอย่างเดียวก็เพราะว่า ก๊าซตระกูลก๊าซเฉื่อยจะไม่ทำปฏิกิริยาก์สสารใด ๆ หรือถ้าจะทำปฏิกิริยาก็จะต้องใช้เวลานานมาก ดังนั้นหลอดไฟฟ้าที่บรรจุก๊าซเฉื่อยจะมีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดสูญญากาศ เพราะว่าเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าหลอด ไส้หลอดที่อยู่ในสูญญากาศจะเผาไหม้ได้เร็วกว่าไส้หลอดที่อยู่ในก๊าซเฉื่อย

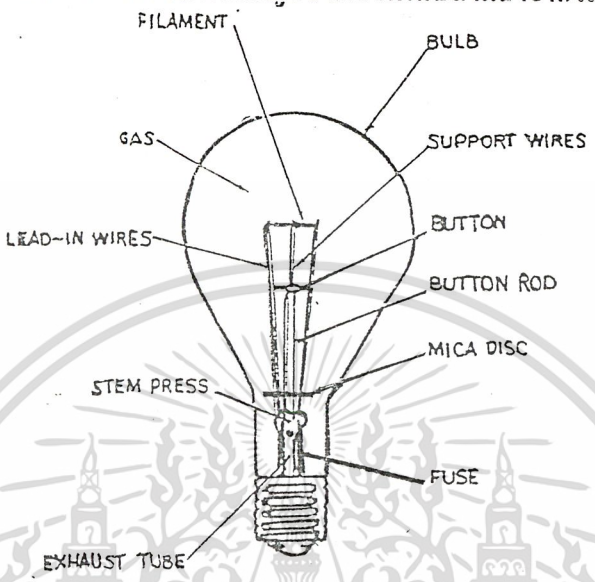
ภาพที่ 93

ภาพลักษณะของหลอดไฟฟ้าในปัจจุบันชนิดเขี้ยวและเกลียว



ภาพที่ 94

ภาพแสดงส่วนประกอบที่สำคัญของหลอดที่เปล่งแสงจากไส้หลอด



1. **กระเปาะแก้ว** (Bulb) กระเปาะแก้วจะมีหน้าที่ห่อหุ้มส่วนที่เป็นไส้หลอดและก๊าซที่อยู่ภายในหลอด กระเปาะแก้วจะมีแบบหนาและแบบบางตามลักษณะการออกแบบเพื่อความสวยงามหรืออา รมั ไปใช้ งาน

2. **ก๊าซที่บรรจุภายในหลอด** (Gas) ก๊าซที่บรรจุภายในหลอดประเภทนี้ จะเป็นก๊าซประเภทก๊าซเฉื่อย ซึ่งจะนิยมใช้บรรจุอยู่ 2 ชนิด คือ ก๊าซไนโตรเจน (Nitrogen Gas) และก๊าซอากอน (Argon Gas) แต่ถ้าเป็นหลอดที่มีขนาดตั้งแต่ 40 วัตต์ขึ้นไป มักนิยมใส่ก๊าซทั้ง 2 ชนิดนี้ไปในหลอด เพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของหลอดให้มากขึ้น

3. **ไส้หลอด (Filament)** ไส้หลอดที่ใช้กับหลอดประเภทนี้ปกติจะใช้ทังสเตน (Tungsten) เพราะสามารถเผาให้สว่างใกล้จุดหลอดละลายขอตัวมันเองได้ (ประมาณ 3,400 องศาเซลเซียส)

4. **สายค้ำไส้หลอด (Support wires)** สายดังกล่าวนี้จะมีหน้าที่เป็นตัวยึดและยันไส้หลอดให้อยู่กับที่ ซึ่งปกติจะใช้สารโมลิบดินัมเป็นสายค้ำไส้หลอด

5. **ตัวยึดสายค้ำไส้หลอด (Button Rod)** โดยทั่วไปจะใช้แท่งแก้วเป็นตัวยึดโดยจะหลอมแท่งแก้วดังกล่าวทับสายค้ำไส้หลอดอีกทีหนึ่ง

6. **สายต่อภายในหลอด (Lead-in wires)** สายที่ต่อโยงจากไส้หลอดมายังขั้วหลอดจะแบ่งเป็น 2 ช่วง กล่าวคือ จากไส้หลอดมายังจุดอุดที่อยู่ภายในหลอดจะใช้ลวดนิเกิล (Nickle wire) เพราะช่วงนี้จะต้องใช้โลหะที่ทนต่อความร้อนได้สูง แต่ช่วงต่อจากจุดอุดไปยังขั้วหลอดจะใช้ลวดทองแดง เพื่อรับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้ามายังขั้วหลอด

7. ขั้วหลอด (Base) ขั้วหลอดที่ใช้กับหลอดไส้นี้โดยปกติจะใช้ทองเหลืองทำเป็นขั้วหลอด ซึ่งลักษณะของขั้วหลอดจะมีอยู่ 2 แบบ คือ ขั้วหลอดที่เป็นแบบเกลียว และ ขั้วหลอดที่เป็นแบบเขี้ยว ขั้วหลอดจะทำหน้าที่เป็นตัวรับกระแสไฟฟ้าจากวงจรภายนอกเพื่อจ่ายให้กับไส้หลอด

หลักการทำงานของหลอดไฟฟ้าชนิดเปล่งแสงออกจากไส้

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดจะมีผลทำให้เกิดความร้อน และแสงสว่างขึ้นที่ไส้หลอดอย่างมาก แต่ไส้หลอดของหลอดประเภทนี้จะไม่ถูกเผาไหม้อันเนื่องมาจากความร้อนที่สูงนี้ เพราะโลหะที่นำมาทำเป็นไส้หลอดคือ โลหะทังสเตนที่มีคุณสมบัติสามารถทนต่อความร้อนสูงมาก ๆ ได้ และภายในหลอดแก้วก็จะถูกดูดเอาอากาศออก ซึ่งเมื่อดูดอากาศจากหลอดออกซิเจนภายในหลอดก็จะไม่มี ดังนั้นไส้หลอดจึงไม่ถูกออกซิเจนทำปฏิกิริยาเผาผลาญไส้หลอด และนอกจากนี้ผู้ผลิตยังได้บรรจุก๊าซเฉื่อยเข้าไปในหลอดเพื่อสร้างความคงทนให้กับไส้หลอดอีกด้วย ดังนั้นหลอดดังกล่าวนี้จึงสามารถให้แสงสว่างโดยอุณหภูมิของไส้หลอดสูงมาก ๆ ได้

หลอดเรืองแสง (Gaseous discharge lamp)

หลอดเรืองแสง หมายถึง หลอดที่เปล่งแสงสว่างโดยไม่ได้ใช้ไส้หลอดเป็นตัวเปล่งแสงโดยตรง แต่แสงที่เปล่งออกมาจะเกิดจากการแตกตัวของแก๊สที่บรรจุอยู่ภายในหลอด

หลอดเรืองแสงสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด คือ

1. หลอดไอโซเดียม (Sodium Vapor Lamp) หลอดไอโซเดียมจะประกอบด้วยไส้หลอดที่ทำด้วยทังสเตน (Tungsten) และมีแผ่นอีเลคโทร (Electrode Plate) ซึ่งเป็นโลหะโซเดียมต่อขนานกับไส้หลอด และจะบรรจุไอปรอท (Mercury Vapor) เข้าไปในหลอดเพื่อช่วยให้สภาพภายในหลอดมีความต้านทานไม่สูงเกินไป ผลก็จะทำให้การจุดติดของหลอดง่ายขึ้น

หลักการทำงาน

เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าหลอดไอโซเดียมก็จะทำให้ไส้หลอดทังสเตนภายในครบวงจร ดังนั้นไส้ทังสเตนจะร้อนจัดและส่งความร้อนมายังโลหะโซเดียม เมื่อโลหะโซเดียมได้รับความร้อนก็จะกลายสภาพเป็นโซเดียมมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามความร้อนที่ได้ จนความต้านทานระหว่างขั้วอีเลคโทรดทั้งสองน้อยกว่าไส้ทังสเตน กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่าน ขั้วอีเลคโทรดแทน ผลก็จะทำให้อีเลคตรอนวิ่งชนไอโวเดียม แตกตัวเปล่งเป็นแสงสว่างออกมา ส่วนไส้หลอดทังสเตนเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลความร้อนที่ไส้หลอดจะลดลง ส่วนแสงสว่างที่ได้จากหลอด

ประเภทนี้จะมีสีไปทางโซลสีเหลือง หลอดไอโซเดียมมักจะนิยมติดตั้งตามถนน หรือสะพานต่าง ๆ

2. หลอดไอปรอท

หลอดไอปรอทจะมีส่วนประกอบที่คล้ายคลึงกับหลอดไอโซเดียมมาก กล่าวคือจะประกอบด้วยไส้หลอดทังสเตนและแผ่นอีเลคโทรด (Electrode plate) ขนานกันและบรรจุปรอทเหลวเข้าไปในหลอด

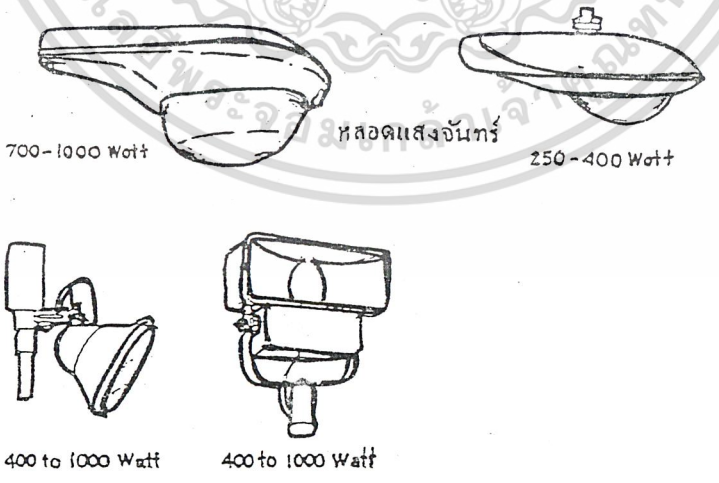
หลักการทำงาน

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเข้าหลอดไอปรอท ก็จะทำให้ไส้หลอดทังสเตนครบวงจร และจะร้อนมากจนกระทั่งปรอทที่บรรจุอยู่ภายในกลายสภาพเป็นไอ (Vapor) ซึ่งก็จะทำให้ความต้านทานระหว่างขั้วอีเลคโทรดทั้งสองมีความต้านทานน้อยกว่าไส้หลอด ผลก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านอีเลคโทรดทั้งสองและชนไอปรอทแตกตัวเปล่งเป็นแสงสีเขียวปนแดงหลอดไอปรอทมักจะใช้ในงานการถ่ายภาพ หรือ ในงานที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมต่าง ๆ

3. หลอดแสงจันทร์ (Moon Light Lamps)

ภาพที่ 95

ภาพลักษณะของหลอดแสงจันทร์



หลอดแสงจันทร์เป็นหลอดที่ประกอบด้วยหลอดแก้ว 2 ชั้น แสงที่เปล่งออกมาจะมากจากหลอดแก้วชั้นใน ส่วนหลอดแก้วชั้นนอกจะหุ้มหลอดแก้วชั้นใน เพื่อป้องกันหลอดแก้วชั้นในมิให้ถูกกระทบกระแทกและถูกอากาศรอบ ๆ ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า วิ่งจะเป็นผลทำให้อายุการใช้งานของหลอดสั้นลง ขาของหลอดแสงจันทร์จะมี 3 ขา โดย 2 ขา หัวท้ายจะทำงาน

ตลอดเวลาที่หลอดทำงาน ส่วนขาที่เหลืออีกขาหนึ่งจะเป็นขาที่ช่วยให้หลอดเริ่มทำงานหรือเป็นขาที่ช่วยให้หลอดติดได้ และในหลอดแก้วชั้นในจะใส่ก๊าซอากอน (Argon gas) กับเม็ดปรอท อุปกรณ์ประกอบในวงจรหลอดแสงจันทร์ก็จะมี บาลาสท์ (Ballast) ซึ่งจะเป็นตัวช่วยลดกระแสไฟฟ้าให้พอเหมาะกับความต้องการของหลอดในขณะที่หลอดกำลังทำงาน

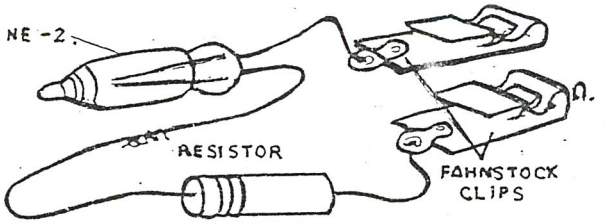
หลักการทำงาน

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าที่ ขาของหลอดแสงจันทร์ จะสังเกตุเห็นว่าขาหลอดขาที่ 2 กับหลอดขาที่ 3 จะมีระยะที่ใกล้กันมาก ดังนั้น ความต้านทานระหว่างขั้วทั้งสองจึงน้อยพอที่จะทำให้อีเลคตรอนวิ่งถึงกันได้ ซึ่งก็เป็นผลทำให้ก๊าซอากอนที่บรรจุอยู่ภายในหลอดแตกตัวและเกิดความร้อนทำให้ เม็ดปรอทกลายสภาพเป็นไอปรอทเมื่อไปปรอทมีปริมาณมากขึ้นก็จะทำให้ความต้านทานระหว่างขาที่ 1 และขาที่ 2 มีความต้านทานลดลง และอีเลคตรอนก็จะสามารถผ่านก๊าซอากอนและไอปรอทจากขาหลอดที่ 2 ไปยังขาหลอดที่ 1 ได้ วิ่งก็จะเป็นผลให้ก๊าซอากอนแตกตัวเปล่งแสงออกมาได้และในขณะที่ความต้านทานของหลอดลดลง เนื่องจากความร้อนของหลอดเปลี่ยนสภาพเม็ดปรอทเป็นไอปรอท กระแสที่ไหลผ่านหลอดจะสูงมาก ดังนั้น หลอดแสงจันทร์จึงต้องมีบาลาสท์ (Ballast) เป็นตัวจำกัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้มากจนอาจเป็นอันตรายต่อหลอดได้

4. หลอดนีออน (Neon Lamp)

ภาพที่ 96

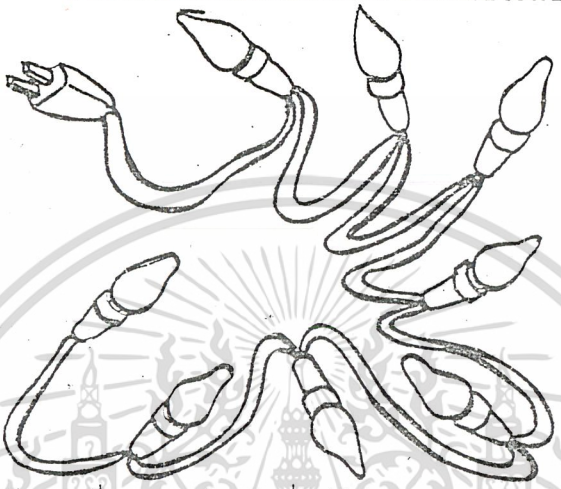
ภาพหลอดนีออน (Neon Lamp)



ข. ลักษณะของหลอดนีออนที่ใช้เป็นหลอดประดับ

ภาพที่ 97

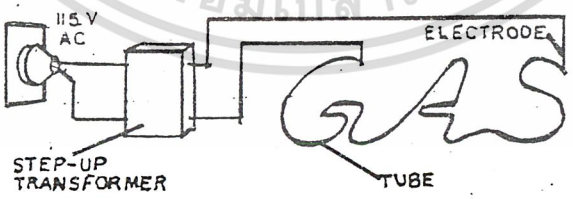
ภาพแสดงหลอดนีออนที่ใช้เป็นหลอดประดับ



หลอดนีออนเป็นหลอดไฟฟ้าที่ไม่ได้ออกแบบมาสำหรับให้แสงสว่างเหมือนกับหลอดประเภทอื่น แต่ข่ายงานของหลอดนีออนจะใช้ในด้านงานการประดับ งานโฆษณา งานนำเป็นหลอดไฟให้สัญญาณ งานตรวจเช็คระบบไฟฟ้า และเป็นหลอดที่ใช้สำหรับบอกเมื่อเครื่องทำงาน เป็นต้น

ภาพที่ 98

ภาพวงจรต่อใช้งานของหลอดนีออนที่ใช้ในงานโฆษณา



หลักการทำงาน

เมื่อจ่ายไฟสูงที่ได้มาจากหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแปลงขึ้น (Step up transformer) เข้าที่ขั้วของหลอดนีออนก็จะทำให้อีเลคตรอนวิ่งจากขั้วอีเลคโทรดที่ 1 ชนก๊าซนีออนจนแตกตัวและเปล่งแสงออกมาและอีเลคตรอนหรือกระแสไฟฟ้าก็จะครบวงจรที่ขั้วอีเลคโทรนที่ 2 สำหรับหลอด นีออนที่มีก๊าซนีออนภายในหลอดเพียงอย่างเดียวก็จะเปล่งแสงออกมาเป็นสีส้ม แต่ถ้าจะ

ต้องการให้หลอดนีออนเปล่งเป็นสีอย่างอื่นก็ต้องผสมก๊าซตามตารางข้างล่างนี้เข้าไปในหลอด และก็จะให้แสงจากหลอดนีออนต่าง ๆ กันตามชนิดของก๊าซที่ผสมเข้าไป

ตารางที่ 10

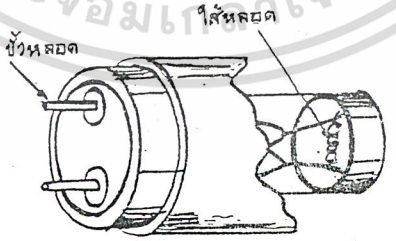
ตารางการผสมก๊าซเพื่อให้ได้สีในหลอดนีออน

สีของแสงที่ต้องการ	ก๊าซที่ใส่เข้าไปในหลอด
ขาว	คาร์บอนไดออกไซด์
ฟ้า	ซีนอน
ส้ม	นีออน
ชมพู่	ฮีเลียม
ม่วงอ่อน	คริปตอน
ม่วงแก่	อากอน
ม่วงแก่	ไนโตรเจน

5. หลอดฟลูออเรสเซนต์

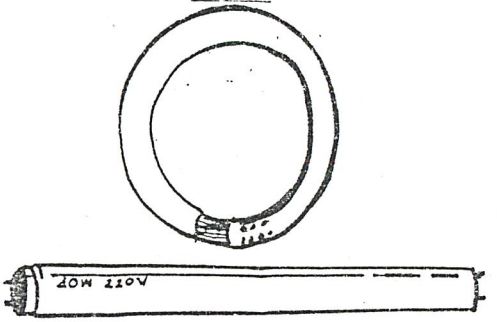
ภาพที่ 99

ภาพหลอดฟลูออเรสเซนต์



ภาพที่ 100

ภาพหลอดฟลูออเรสเซนแบบต่าง ๆ



หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดที่ถูกออกแบบมาใช้สำหรับการให้แสงสว่างกับอาคารบ้านเรือนและในสถานที่ต่าง ๆ ในปัจจุบันหลอดฟลูออเรสเซนต์จัดได้ว่าเป็นหลอดที่เป็นที่นิยมใช้กับมาก เพราะผู้ใช้เล็งเห็นถึงประโยชน์ในการให้แสงสว่าง และถึงแม้ว่าหลอดดังกล่าวจะใช้อุปกรณ์ที่จะต้องต่อร่วมอยู่ในวงจร ซึ่งก็จะทำให้ราคาค่อนข้างสูงก็ตามแต่ประโยชน์และข้อดีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ก็มีมาก เช่น

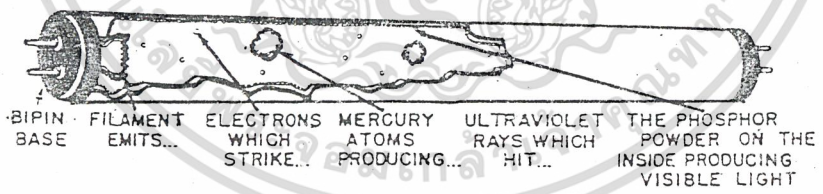
1. หลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้แสงสว่างมากกว่าหลอดไฟชนิดที่เปล่งแสงจากไส้ในเมื่อเทียบอัตราของกระแสไฟที่เท่ากัน
2. ให้แสงสว่างที่นวลกว่าไม่ ทให้ สบตา
3. เกิดเงาจากแสงสว่างน้อยกว่า
4. ความร้อนที่เกิดจากหลอดน้อยกว่า
5. อายุการใช้งานของหลอดมากกว่า

ดังจะเห็นได้จากคุณสมบัติในทางที่ดีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่จะทำให้ผู้ใช้หันมานิยมใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์มากขึ้นทุกที

ส่วนประกอบภายในของหลอด

ภาพที่ 101

ภาพแสดงส่วนประกอบภายในของหลอดฟลูออเรสเซนต์



หลอดฟลูออเรสเซนต์ จะเป็นหลอดที่มีรูปร่างหลายลักษณะ เช่น มีลักษณะเป็นแท่งกลมยาว (Straight type) มีลักษณะของตัวหลอดกลม และโค้งเป็นรูปวงกลม (Circular type) หรืออาจจะมีลักษณะเป็นรูปเกือบม้า (Horseshoe type) เป็นต้น แต่ไม่ว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีลักษณะเช่นใด ส่วนประกอบที่ประกอบขึ้นเป็นตัวหลอดจะเหมือนกัน ซึ่งส่วนประกอบของตัวหลอดฟลูออเรสเซนต์จะประกอบด้วย

1. ตัวหลอด จะทำด้วยแก้วบางใสภายในตัวหลอดจะเคลือบสารเรืองแสง ซึ่งจะใช้สารฟอสเฟอร์ (Phosphor) เป็นตัวเคลือบ สารเรืองสารที่เคลือบตัวหลอดดังกล่าวจะเป็นตัวที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแสงอุตราไวโอเรทให้เป็นแสงสว่างที่ตามองเห็น

2. ขั้วหลอด จะมีหน้าที่เป็นจุดต่อกระแสไฟฟ้าจากภาพนอกเข้าสู่ตัวหลอด ขั้วหลอดของหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมี 2 ลักษณะ คือ **ขั้วหลอดเดียว** ซึ่งจะมีขั้วหลอดเพียงข้างละหนึ่งขั้วของหัวท้ายหลอดโดยขั้วหลอดแบบนี้จะใช้กับหลอดชนิดแคโทดเย็น และขั้วหลอดอีกลักษณะหนึ่ง คือ **ขั้วหลายคู่** ซึ่งก็จะมีขั้วหลอดข้างละสองขั้ว ขั้วหลอดแบบนี้จะใช้กับหลอดชนิดแคโทดร้อน

3. ไส้หลอด ไส้หลอดของหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีใช้กับหลอดชนิดแคโทดร้อน ซึ่งไส้หลอดดังกล่าวจะทำหน้าที่เป็นตัวอุ่นตัวมันเองให้ร้อนเพื่อผลในการกระจายอีเลคตรอน

4. สารบรรจุภายในหลอด สารที่บรรจุภายหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะมี 2 ชนิด คือ ก๊าซอากอน (Argon gas) และหยดปรอท ซึ่งจะแปรสภาพเป็นไอปรอท (Mercury Vapor) เมื่อได้รับความร้อน

ชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ สามารถแบ่งออกได้เป็น **2 ประเภท** ใหญ่ ๆ คือ

1. หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดแคโทดเย็น (Cold cathode type)
2. หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดแคโทดร้อน (Hot cathode type)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแคโทดเย็น (Cold cathode type)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดนี้ในปัจจุบันไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้กัน ซึ่งถึงแม้ว่าหลอดชนิดนี้จะจุดติดได้เร็ว (Quick start) และไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ (Starter) ก็ตาม แต่การที่จะหาหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่เพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้กับหลอดจะยุ่งยากมาก เพราะหลอดชนิดนี้จะต้องใช้แรงดันไฟฟ้าสูง ซึ่งอาจจะมีขนาดตั้งแต่หลายร้อยโวลท์ และบางครั้งก็อาจต้องเป็นพันโวลท์ ดังนั้นจึงทำให้เกิดความลำบากในการจัดหาอุปกรณ์ ความยุ่งยากของวงจร และอันตรายที่อาจจะเกิดจากไฟฟ้าที่มีแรงดันสูง สาเหตุที่กล่าวมานี้ จึงทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดนี้ไม่ค่อยจะเป็นที่นิยมในหมู่ของผู้ใช้เท่าใดนัก

หลักการทำงาน

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดนี้จะมีลักษณะการทำงานคล้ายกับหลอดนีออน (Neon Lamp) กล่าวคือ จะต้องอาศัยแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงเพื่อดึงอีเลคตรอน เพื่อให้อีเลคตรอนสามารถวิ่งจากขั้วหลอดหนึ่งไปยังอีกขั้วหลอดหนึ่งได้ ซึ่งในขณะที่อีเลคตรอนวิ่งไปในหลอด อีเลคตรอนก็จะชนกับก๊าซอากอน และไอปรอท ซึ่งก็จะทำให้ก๊าซดังกล่าวแตกตัวและเปล่งเป็นแสงอุลตราไวโอเรทมากระทบกับสารเรืองแสงฟอสเฟอร์ที่เคลือบอยู่ภายในหลอด ซึ่งสาร

ฟอสเฟอร์ดังกล่าว ก็จะเปลี่ยนแปลงอุลตราไวโอเรทเป็นแสงที่มีความถี่ในระดับที่ตาคนเราเห็นได้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดแคโทดร้อน (Hot cathode type)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดนี้ กำลังเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เพราะเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ของหลอดและต่อวงจรครบก็สามารถที่จะต่อใช้กับไฟฟ้าภายในบ้านได้ทันทีโดยไม่ต้องเพิ่มแรงดันให้สูงขึ้นแต่อย่างใด ส่วนอุปกรณ์ หรือ ส่วนประกอบก็หาได้ง่าย ตัวหลอดชนิดนี้ก็จะมีขั้วหลอดข้างละสองขั้ว ภายในของหลอดแต่ละข้างก็จะมีไส้หลอดข้างละหนึ่งไส้ โดยจะต่อปลายไส้หลอดกับขั้วของหลอดทีหนึ่ง

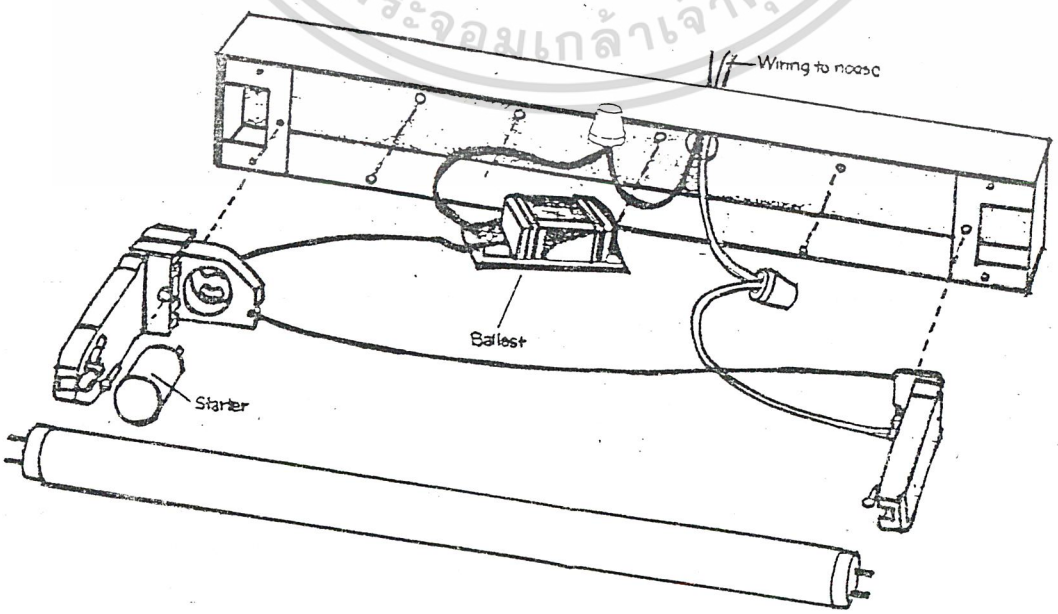
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดแคโทดร้อน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. หลอดฟลูอยเรสเซนต์ ชนิดอุ่นไส้หลอด (Pre - heat type)
2. หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดจุดติดได้เร็ว (Papid - start type)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดอุ่นไส้หลอด (Pre - heat type) จัดได้ว่าเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่นิยมใช้กันมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นอาคารบ้านเรือน โรงเรียน โรงงานอุตสาหกรรม หรือในสถานที่อื่น ๆ เพราะเหตุว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดนี้เป็นหลอดที่มีราคาถูก เมื่อเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทอื่น อุปกรณ์หรือส่วนประกอบหาได้ไม่ยาก เป็นต้น

ภาพที่ 102

ภาพวงการต่อใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์



หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทนี้จะมีอุปกรณ์ที่ประกอบในวงจรอีก 2 อย่าง คือ

1. สตาร์ทเตอร์ (Starter)

2. บาลาสท์ (Ballast)

สตาร์ทเตอร์ (Starter)

สตาร์ทเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อุ่นไส้ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ เพื่อผลในการกระจายอีเลคตรอนและเพิ่มไอปรอทให้กับหลอดหลังจากที่สตาร์ทเตอร์ทำหน้าที่ดังกล่าวนี้เรียบร้อยแล้ว สตาร์ทเตอร์ก็จะตัดตัวมันเองออกจากวงจร

หลักการทำงานของสตาร์เตอร์

สตาร์เตอร์ จะประกอบด้วยขั้ว 2 ขั้ว คือ ขั้วที่อยู่กับที่ และขั้วอีกขั้วหนึ่งจะเป็นขั้วที่เคลื่อนที่ได้ โดยขั้วที่เคลื่อนที่ได้จะเป็นแผ่นไบ - เมทอลิค (Bi-metallic) (หมายถึง โลหะที่มีสัมประสิทธิ์ในการขยายตัวไม่เท่ากันมายึดติดแนบแน่น ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนก็จะโกงงอได้) ซึ่งในขณะที่หลอดยังมีอีกขั้วหนึ่ง (อีเลคตรอนจะวิ่งผ่านแก๊สที่เคลื่อนที่ไปได้) ซึ่งก็จะเป็นผลทำให้ ขั้วของสตาร์ทเตอร์ด้านที่เป็นแผ่นไบ - เมทอลิค งอตัวเข้ามาแตะกับขั้วของสตาร์ทเตอร์อีกขั้วหนึ่ง ผลก็จะทำให้ไส้หลอดฟลูออเรสเซนต์ครบวงจร และเมื่อไส้หลอดร้อนอีเลคตรอนก็จะวิ่งผ่านหลอดแทนสตาร์ทเตอรี ซึ่งจะทำให้สตาร์ทเตอร์มีสภาพของขั้วแยกกันตามเดิม (เพราะแรงดันที่ตกคล่อมสตาร์ทเตอร์มีค่าลดลง)

ภาพที่ 103

ลักษณะของสตาร์ทเตอร์



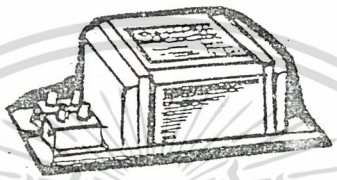
บาลาสท์ (Ballast)

บาลาสท์ จะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ลดแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้พอเหมาะพอดีกับหลอดที่ใช้ ดังนั้น บาลาสท์จึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับหลอดด้วย มิฉะนั้น อาจจะทำให้หลอดไม่ติดหรือไส้หลอดอาจขาดได้ เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 40 วัตต์ ก็ต้องใช้กับ

บาลาสท์ 40 วัตต์เท่านั้น จะใช้กับบาลาสท์ขนาดอื่นไม่ได้ ส่วนประกอบภายในก็จะประกอบด้วยแกนเหล็กที่ประกอบมาจากแผ่นเหล็กอันขึ้นเป็นรูปแกน และจากนั้นก็จะมีลวดทองแดงอาบน้ำยาพันทับอยู่บนแกนเหล็กดังกล่าวอีกทีหนึ่ง

ภาพที่ 104

ภาพลักษณะของบาลาสท์



คุณสมบัติ เมื่อใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงบาลาสท์จะมีความสามารถในการลดแรงดันหรือกระแสไฟฟ้าได้น้อย เพราะบาลาสท์จะมีความต้านทานต่อไฟฟ้ากระแสตรงน้อยมาก แต่เมื่อนำบาลาสท์มาใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ บาลาสท์จะสามารถสร้างความต้านทานที่มีต่อไฟฟ้ากระแสสลับได้ ความต้านทานจะมีค่ามากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวดที่พันในบาลาสท์ ซึ่งถ้าขดลวดที่พันในบาลาสท์มีจำนวนมากรอบ ความต้านทานของบาลาสท์ที่มีต่อไฟฟ้ากระแสสลับก็จะมากตามไปด้วย และในทางตรงกันข้ามถ้าจำนวนของขดลวดที่พันในบาลาสท์มีน้อยรอบ ค่าความต้านทานก็จะน้อยลงไปด้วย ดังนั้น หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีขนาดวัตต์สูง ๆ ก็ต้องการที่จะได้รับกระแสไฟฟ้ามากกว่าหลอดที่ขนาดวัตต์ต่ำ ๆ ซึ่งบาลาสท์ที่ใช้ก็จำเป็นที่ต้องมีจำนวนรอบของขดลวดที่พันบนแกนขนาดวัตต์ต่าง ๆ กัน เช่น หลอดที่มีค่าวัตต์สูงก็จะต้องพันขดลวดในบาลาสท์ให้มีจำนวนรอบที่น้อยกว่าบาลาสท์ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีค่าวัตต์ต่ำกว่า

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดนี้จะประกอบด้วยตัวหลอด, บาลาสท์และสตาร์เตรอร์ และเมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าวงจรจะทำให้แรงดันไฟฟ้าผ่านไส้หลอดและไปตกคร่อมที่สตาร์เตอร์มีขนาดแรงดันเท่ากับแหล่งจ่ายที่เข้ามา (ในช่วงนี้บาลาสท์ยังไม่ได้สร้างความต้านทางออกมาต้านทาน เพราะกระแสไฟฟ้ายังไม่ไหลผ่านวงจร) ซึ่งก็เป็นผลให้เกิดมีความต่างศักดิ์ไฟฟ้าที่สูงมากพอที่จะทำให้อีเลคตรอนจากขั้วหนึ่งของสตาร์ทเตอร์วิ่งผ่านก๊าซภายในไปยังอีกขั้วไฟอีกขั้วหนึ่งของสตาร์ทเตอร์ได้ ดังนั้น ภายในสตาร์ทเตอร์จะเกิดความร้อนและทำให้ขาของสตาร์ทเตอร์ที่เป็นแผ่นไบ-เมทอล งอตัวมาสัมผัสกับขาอีกข้างหนึ่งของสตาร์ทเตอร์

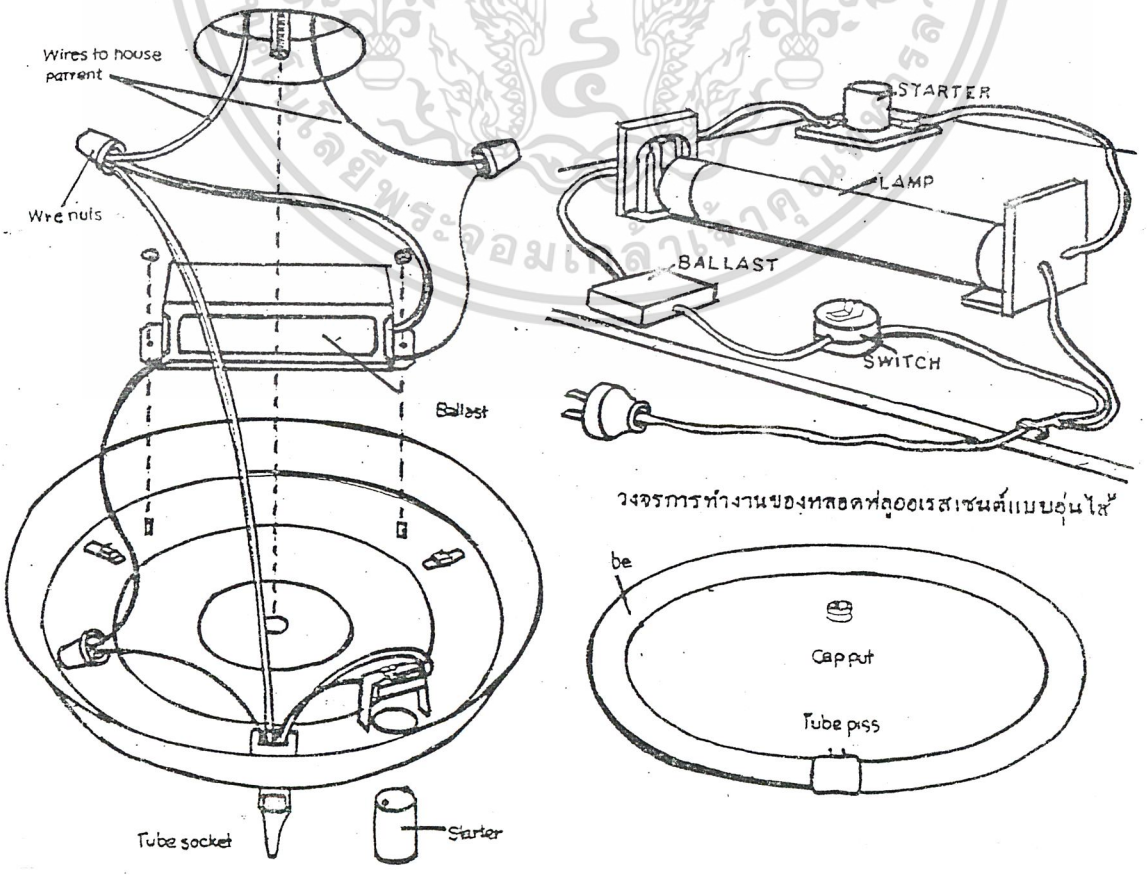
ในช่วงนี้เองจะทำให้เกิดมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านบาลาสท์ ไส้หลอด สตาร์ทเตอร์และไส้หลอดอีกข้างหนึ่ง ซึ่งผลที่ตามมาก็คือ บาลาสท์เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านก็

จะสร้างความต้านทานขึ้นมา ดังนั้น ก็จะมีแรงดันไฟฟ้า ส่วนหนึ่งตกคร่อมที่บาลาสท์ ส่วนแรงดันไฟฟ้าที่เหลือก็จะมีขนาดพอดีกับความต้องการของไส้หลอดทำให้ไส้หลอดทั้งสองของหลอดร้อน และเริ่มกระจายอีเลคตรอนออกพร้อมกันนั้นเม็ดปรอทที่อยู่ภายในหลอดก็จะแปรสภาดเป็นไอปรอทผสมกับแก๊สอากอนภายในหลอด ซึ่งก็เป็นผลทำให้ความต้านทานระหว่างไส้หลอดด้านหัวและท้ายหลอดลดลง ดังนั้น เมื่อช่วงขาสตาร์ทเตอร์แยกออกจากกันอีเลคตรอนก็จะวิ่งผ่านหลอดแทนที่จะผ่านสตาร์ทเตอร์ ขณะที่อีเลคตรอนวิ่งผ่านระหว่างไส้หลอดทั้งสอง อีเลคตรอนก็จะชนกับก๊าซอากอน ซึ่งก็จะทำให้ก๊าซอากอนแตกตัวเปล่งแสงอุลตราไวโอเรท กระทบกับสารฟอสเฟอร์ที่ฉาบภายในหลอดก็จะทำให้แสงที่เปล่งผ่านสารฟอสเฟอร์ออกมาภายนอกหลอด เป็นแสงที่ตามองเห็นได้ และในขณะที่อีเลคตรอนวิ่งผ่านหลอดกระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านบาลาสท์ตลอดเวลา ซึ่งบาลาสท์ก็จะสร้างความต้านทานขึ้นมาเพื่อลดแรงดังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าให้มีค่าพอเหมาะกับความต้องการของหลอดได้

หลักการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดอุ่นไส้หลอด

ภาพที่ 105

ภาพการต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบกลม

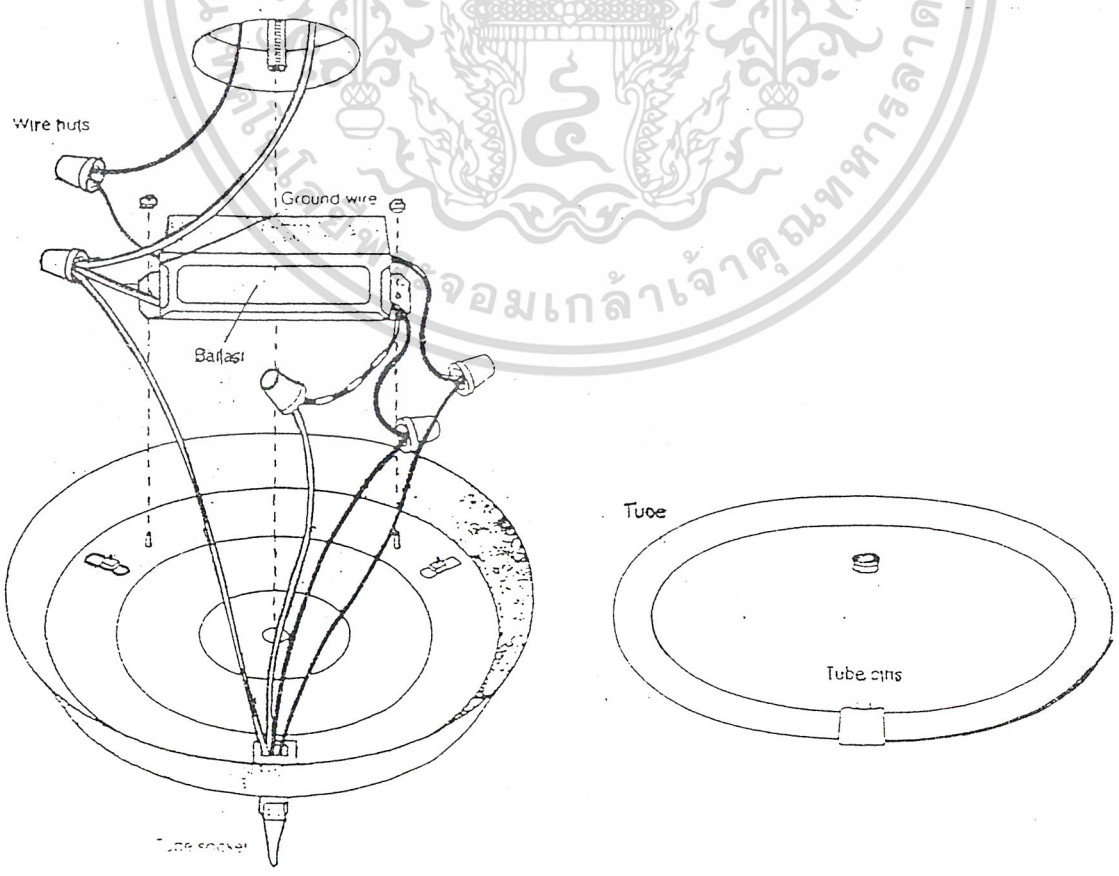


หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดจุดติดได้เร็ว (Rapid start type)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดนี้กำลังเริ่มเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เพราะมีคุณสมบัติที่ดีกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดอุ่นไส้หลอดหลายประการ คือ อายุการใช้งานมากกว่า สตาร์ทได้รวดเร็วกว่าใช้ในที่ที่อุณหภูมิต่ำมาก ๆ ได้ (ใช้ได้ถึง -20 องศาเซลเซียส) ส่วนหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบอุ่นไส้หลอดถ้าใช้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียล จะเหลือความสว่างเพียง 50 เปอร์เซ็นต์ของความสว่างสูงสุด และถ้าอุณหภูมิลดลงมากกว่านี้ความสว่างก็จะลดลงไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหลอดดับ และข้อดีของหลอดชนิดจุดติดได้เร็วอีกประการหนึ่งก็คือ หลอดชนิดนี้จะมีความทนทานต่อความชื้นได้มากกว่าหลอดชนิดอุ่นไส้หลอดได้หลายเท่าตัว ส่วนการที่จะใช้อุปกรณ์ในการลดแสงสว่างกับหลอดชนิดนี้ก็สามารถทำได้ แต่ถ้าเป็นหลอดชนิดอุ่นไส้หลอดจะใช้ไม่ได้และจะดับทันที

ภาพที่ 106

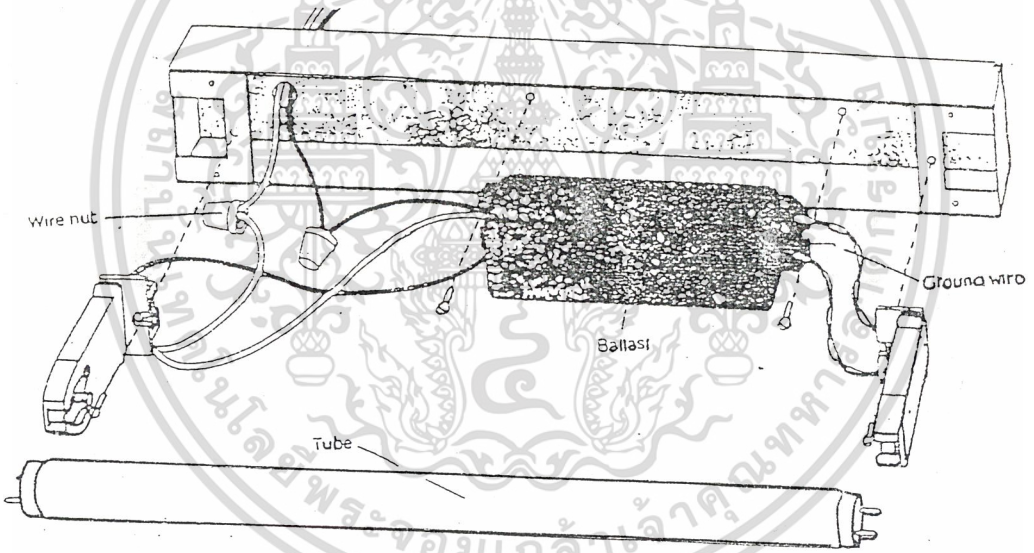
ภาพการต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดจุดติดเร็วแบบกลม



หลอดชนิดนี้จะมีอุปกรณ์ที่ต่อร่วมในวงจรเพียงอย่างเดียว คือ บาลาสท์ แต่สำหรับบาลาสท์ที่ใช้จะมีลักษณะพิเศษกล่าวคือ จะมีขดลวดอยู่ภายในบาลาสท์ตัวเดียวกัน 3 ชุด คือ 2 ชุดแรกจะเป็นขดสำหรับอุ่นไส้หลอดให้ร้อนอยู่ตลอดเวลา ขดลวดทั้งสองขดนี้จะมีแรงดันไฟฟ้าที่พอเหมาะกับไส้หลอด ส่วนขดลวดอีกชุดหนึ่งจะมีหน้าที่สำหรับลดแรงดันไฟฟ้าให้พอเหมาะพอดีกับความต้องการของหลอด และถ้าเป็นบาลาสท์ที่ใช้กับหลอดเพียงหลอดเดียวจะมีสายออกมาจากบาลาท์ทั้งหมด 6 เส้น แต่ถ้าเป็นบาลาสท์ที่ใช้กับหลอด 2 ดวงก็จะมีสายออกมาทั้งหมด 8 เส้น

ภาพที่ 107

ภาพหลักการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดจุดติดได้เร็ว



การต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบยาว

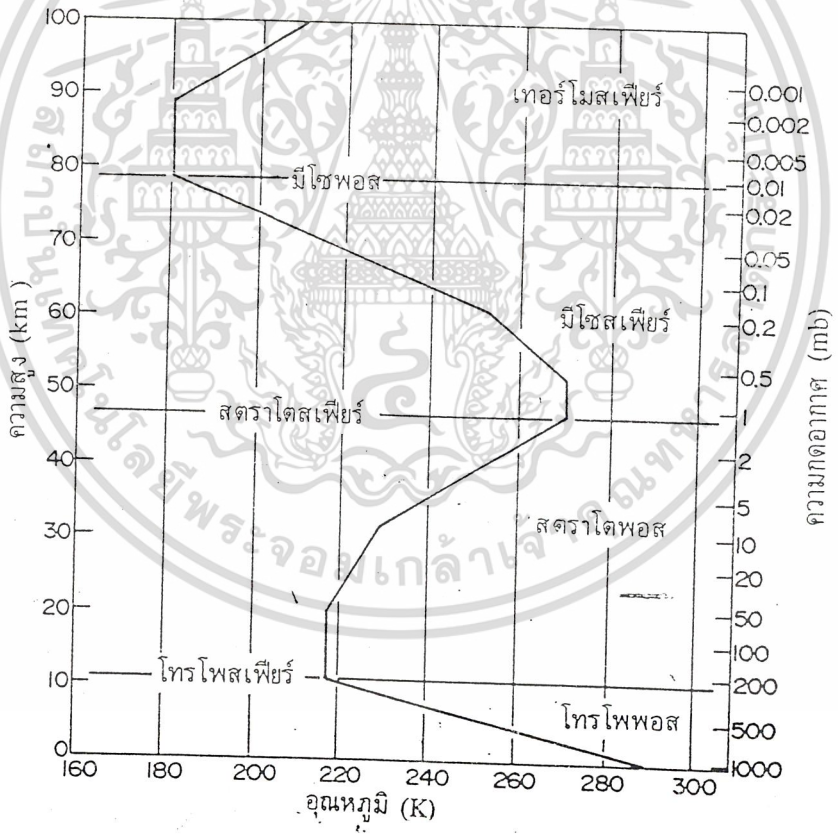
หลอดชนิดนี้จะมีขดลวดภายในบาลาสท์ที่ต่อออกมาสำหรับอุ่นไส้หลอดให้ร้อนทั้งสองไส้ ดังนั้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าวงจรก็จะทำให้มีแรงดันไฟฟ้าจากขดลวดอุ่นไส้หลอด 2 ชุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับไส้หลอดทั้งสอง ซึ่งก็เป็นผลให้ไส้หลอดร้อนอยู่ตลอดเวลา และขณะเดียวกันก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านบาลาสท์ อีกขดหนึ่งวิ่งผ่านเข้าไปในหลอด จากไส้หลอดข้างหนึ่งไปยังไส้หลอดอีกข้างหนึ่ง ซึ่งก็จะทำให้อิเลคตรอนชนก๊าซที่อยู่ภายในหลอดแตกตัวเปล่งเป็นแสงอุลตราไวโอเรท และกระทบกับสารฟอสเฟอร์เปลี่ยนเป็นแสงธรรมดาที่ตามนุษย์มองเห็น ส่วนขดลวดของบาลาสท์ขดที่ต่ออันดับกับหลอดก็จะทำหน้าที่จำกัดกระแส

ไฟฟ้าให้พอเหมาะสมพอดีกับความต้องการของหลอด และขดลวดที่อุ่นไส้หลอดให้ร้อนอยู่ตลอดไปจนกว่าจะตัดกระแสไฟฟ้าเข้าวงจร

การแบ่งชั้นบรรยากาศตามเกณฑ์อุณหภูมิ (อรนุช ไพศาลอัชพงษ์ . 2527)

ภาพที่ 108

ภาพการแบ่งชั้นบรรยากาศในแนวดิ่งตามเกณฑ์อุณหภูมิ (km = กิโลเมตร mb = มิลลิบาร์)



ตารางที่ 11

ตารางอุณหภูมิของบรรยากาศมาตรฐานที่ระดับความสูงต่าง ๆ

ความสูง (km)	อุณหภูมิ (K)	ความสูง (km)	อุณหภูมิ (K)
0.000	288.15	90	180.65
11.000	612.65	100	210.02
20.000	216.65	110	257.00
ความสูง (km)	**อุณหภูมิ (K)**	**ความสูง (km)**	**อุณหภูมิ (K)**
32.000	228.65	120	359.49
47.000	270.65	150	892.79
52.000	270.65	160	1,022.2
61.000	252.65	170	1,103.4
79.000	180.65	190	1,205.4
88.743	180.65	230	1,322.3

ที่มา : U.S. Standard Atmosphere. Washingon, D.C. : U.S. Governmment Printing Office, December, 1962.

โครงสร้างของบรรยากาศในแนวดิ่งที่แบ่งตามอุณหภูมิมี 4 ชั้น คือ

1. โทรโพสเฟียร์
2. สตราโตสเฟียร์
3. มีโซสเฟียร์ (Mesosphere)
4. เทอร์โมสเฟียร์ (Thermosphere)

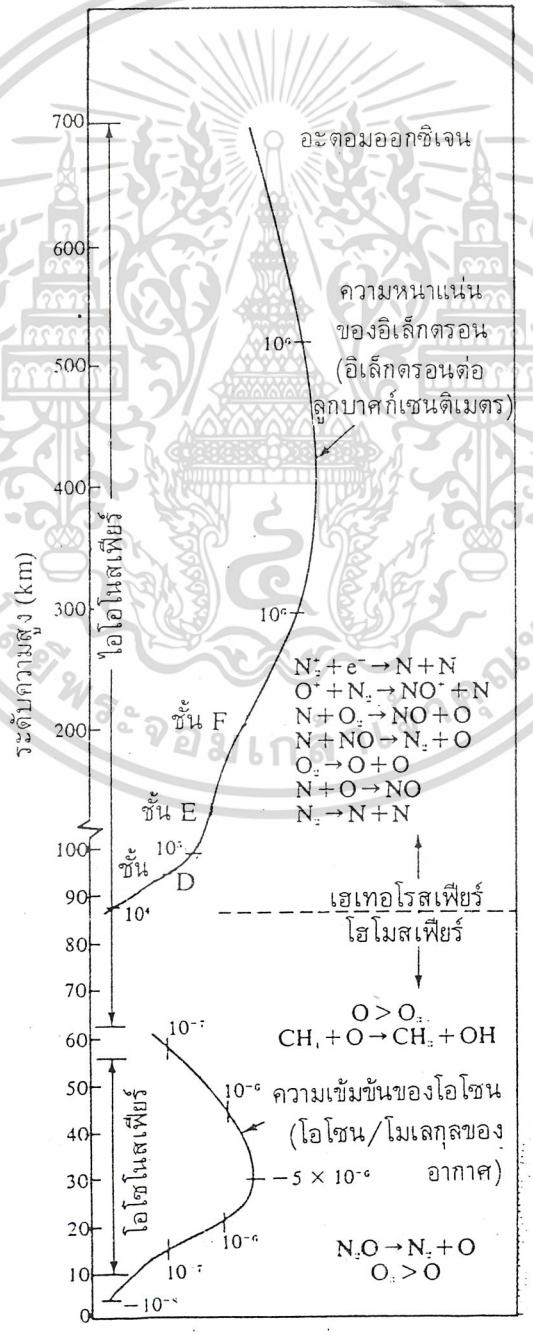
ส่วนบนสุดของแต่ละชั้นก็ได้แก่

- โทรโพพอส (Tropopause)
- สตราโตพอส (Stratopause)
- มีโซพอส (Mesopause)

การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยพิจารณาจากส่วนผสมของก๊าซหรือปฏิกิริยาทางเคมีชั้นบรรยากาศ แบ่งออกเป็นโทรโพสเฟียร์ โอโซโนสเฟียร์ (Ozonosphere) ไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere)

ภาพที่ 109

ภาพส่วนประกอบและปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ของบรรยากาศในแนวดิ่ง



การนำและการพาความร้อนในบรรยากาศ

การนำความร้อน

การนำความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนจากเทหวัตถุที่ร้อนกว่าไปยังเทหวัตถุที่เย็นกว่า โดยที่เทหวัตถุทั้ง 2 นั้นไม่ได้เคลื่อนที่จากที่เดิมเลย การถ่ายเทนี้เกิดตรงจุดสัมผัสของโมเลกุลต่าง ๆ วัตถุของแข็งโดยเฉพาะโลหะจะเป็นตัวนำความร้อนที่ดี แต่ของไหล เช่น อากาศและน้ำ จะเป็นตัวนำความร้อนที่เลว

ในทางอุตุนิยมวิทยา การถ่ายเทความร้อนในอากาศโดยการนำความร้อนนี้มีความสำคัญน้อย เพราะการเปลี่ยนแปลงความร้อนโดยวิธีนี้เป็นไปอย่างช้า ๆ และมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับการถ่ายเทความร้อนโดยวิธีอื่น อย่างไรก็ดีการนำความร้อนมีความสำคัญต่อการถ่ายเทความร้อนในชั้นบาง ๆ ของอากาศซึ่งสัมผัสกับพื้นผิวโลกโดยตรง ปกติแล้วชั้นบาง ๆ นี้จะมีความหนาเพียงไม่กี่เซนติเมตรเท่านั้น เหนือชั้นนี้ขึ้นไปจะไม่มีการถ่ายเทความร้อนชนิดนี้เลย

การพาความร้อน

การพาความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการเคลื่อนตัวของมวลในสื่อกลางที่ความร้อนนั้นถูกถ่ายเท ดังนั้นการพาความร้อนจะเกิดในสารซึ่งโมเลกุลต่าง ๆ เคลื่อนตัวได้อย่างอิสระสารนั้นได้แก่ของไหล วัตถุของแข็งไม่สามารถจะถ่ายเทความร้อนชนิดนี้ได้ การถ่ายเทความร้อนชนิดนี้มวลที่เคลื่อนที่จะพาความร้อนที่ได้รับจากการนำความร้อนติดตัวไปด้วย ดังนั้นจึงเป็นการพาความร้อน อัตราเร็วของการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนนี้วัดได้จากการเคลื่อนตัวของมวล เนื่องจากบรรยากาศเป็นสื่อกลางที่การเคลื่อนตัวของมวลเป็นไปได้โดยง่าย การพาความร้อนจึงเป็นวิธีการถ่ายเทความร้อนในบรรยากาศที่สำคัญวิธีหนึ่ง

เมื่อกล่าวถึงการพาความร้อนโดยปกติจะหมายถึงการเคลื่อนตัวของมวลในแนวดิ่ง การพาความร้อนในแนวดิ่งอาจจะเกิดได้ในเนื้อที่ที่มีขนาดเท่ากับเมฆก้อนเดียว ๆ และดำเนินไปในอัตราที่ค่อนข้างเร็ว ส่วนการพาความร้อนในแนวนอน (advection) ก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนอย่างช้า ๆ ในระยะทางไกล ๆ เช่น จากเขตศูนย์สูตรไปยังบริเวณขั้วโลก การพาความร้อนในแนวนอนนั้นเป็นวิธีที่สำคัญที่สุดในการขนส่งความร้อนในบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศวันต่อวันที่เด่นชัดในเขตละติจูดกลาง ๆ ส่วนมากเนื่องมาจากกระแสการพาความร้อนในแนวนอน การเคลื่อนตัวของอากาศในแนวนอนจะคงทนมากกว่าในแนวดิ่ง การพาความร้อนนี้จะอยู่ในรูปของการแลกเปลี่ยนความร้อนของการระเหยและการกลั่นตัวของน้ำ เมื่อน้ำระเหยไป

จากพื้นผิวโลกก็จะพาความร้อนแฝง* ที่สะสมอยู่ในไอน้ำลอยขึ้นไปด้วย ต่อมาเมื่อไอน้ำกลั่นตัว ก่อตัวเป็นเมฆหรือน้ำค้าง ความร้อนแฝงจะถูกคายออกมาในบรรยากาศ

การพอความร้อนในแนวดิ่ง ซึ่งเกิดเนื่องจากลมนั้นเรียกว่าเป็นกลไกของการปั่นป่วนของอากาศ (mechanical turbulence) มีความสำคัญต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนในชั้นถัดจากพื้นดินขึ้นไป ตัวอย่างเช่น ในการขนส่งความร้อนลงมาที่พื้นผิวจะชดเชยกับความร้อนที่สูญหายไปจากการแผ่รังสีในคืนที่มีลมแรง

สมดุลของพลังงานในบรรยากาศ

อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกมีค่าคงที่ประมาณ 14 องศาเซลเซียส

ความชื้น

ปริมาณไอน้ำในบรรยากาศมีสัดส่วนที่แตกต่างกันไปในแต่ละท้องที่ โดยปริมาณตั้งแต่ 0-4 % ของส่วนผสมของก๊าซในบรรยากาศ ค่าที่เปลี่ยนแปลงของสัดส่วนของไอน้ำนี้มีผลสืบเนื่องมาจากสมบัติของน้ำที่สามารถคงตัวอยู่ได้ทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ในอุณหภูมิปกติของชั้นบรรยากาศ

นักอุตุนิยมวิทยาสนใจปริมาณไอน้ำในบรรยากาศ เพราะเหตุผลหลายประการและที่สำคัญคือ

1. การกลั่นตัวของไอน้ำก่อให้เกิด ฝน หิมะ หรือหยาดน้ำฟ้าอื่น

2.การคายความร้อนแฝงในขณะกลั่นตัวหรือเยือกแข็งของน้ำเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญอย่างหนึ่งของบรรยากาศ และ

3. ไอน้ำ เป็นส่วนประกอบสำคัญในกลไกการดูดซึมและคายความร้อนโดยการแผ่รังสีของชั้นบรรยากาศ

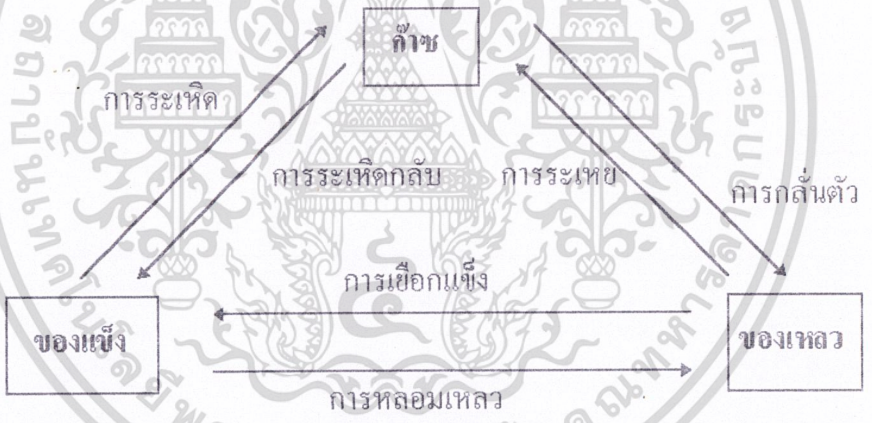
---

* **ความร้อนแฝง (latent heat)** คือ ปริมาณความร้อนที่ปล่อยออกมาหรือถูกดูดเข้าไปใช้ระหว่างการเปลี่ยนสถานะของน้ำโดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง เช่น เมื่อต้องการระเหยน้ำ 1 กรัม ต้องใช้ความร้อนแฝงของการเป็นไอ (latent heat of vaporization) 580 แคลอรี่ต่อกรัม ในทางตรงข้ามถ้าไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำจะต้องคายความร้อนออกมา 580 แคลรี่ต่อกรัม ทำนองเดียวกันความร้อนแฝงที่ใช้ในการละลายน้ำแข็งมีค่า 80 แคลอรี่ต่อกรัม และถ้าน้ำกลายเป็นน้ำแข็งจะคายความร้อนออกมา 80 แคลอรี่ต่อกรัมเหมือนกัน

น้ำอาจจะคงตัวอยู่ได้ทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ในสถานะก๊าซไอน้ำเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าเช่นเดียวกับอากาศ และมักผสมอยู่อย่างดีกับอากาศ (โดยทั่วไปเราเห็นควันขาวออกจากกาต้มน้ำที่เดือดนั้น เกิดจากไอน้ำกลั่นตัวเมื่อกระทบกับความเย็นนอกกาต้มน้ำ) ณ อุณหภูมิเฉพาะใด ๆ ปริมาณไอน้ำจะมีค่าสูงสุดเฉพาะ หมายความว่า ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๆ อากาศจะสามารถรับไอน้ำไว้ในปริมาณจำกัด และปริมาณไอน้ำนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิ ในอุณหภูมิที่สูงกว่าอากาศก็จะสามารถรับไอน้ำไว้ในปริมาณที่มากส่วนน้ำใสสถานะของเหลวในบรรยากาศนั้น เรามักจะหมายถึง ฝนเมื่อหยดน้ำมีขนาดใหญ่ หรือฝนละอองเมื่อหยดน้ำมีขนาดเล็ก และน้ำในสถานะของแข็ง ก็คือ หิมะ หรือเกล็ดน้ำแข็ง

ภาพที่ 110

ภาพกระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ



ไอน้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญของวัฏจักรธรรมชาติของน้ำ โดยที่ไอน้ำมีสภาพเป็นก๊าซและมีอยู่ทั่วไปในบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงสถานะที่สำคัญ เช่น การระเหยและการกลั่นตัวก็มีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับไอน้ำ

การระเหยของน้ำจากพื้นน้ำในมหาสมุทรและพื้นดินในทวี การกลั่นตัวของไอน้ำในบรรยากาศ และตกกลับมาสู่พื้นโลกในรูปของฝนหรือหิมะ ก็คือวัฏจักรของน้ำ หรืออาจจะกล่าวสั้น ๆ ได้ว่า **วัฏจักรของน้ำคือ การถ่ายเทแลกเปลี่ยนน้ำระหว่างมหาสมุทร ทวีป และบรรยากาศ**

เนื่องจากทวีมีปริมาณหยาดน้ำฟ้า เช่น ฝนหรือหิมะ มากกว่าปริมาณของไอน้ำที่ระเหยออกไป และพื้นน้ำในมหาสมุทรมีปริมาณน้ำที่ระเหยออกไปมากกว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา ดังนั้นน้ำจะต้องถ่ายเทไปมาระหว่างพื้นทวีปและมหาสมุทร ไอน้ำบางส่วนจากพื้นน้ำใน

มหาสมุทรจะระเหยเข้าสู่บรรยากาศและถูกพัดเข้าหาฝั่งทวีป ไอน้ำนี้เมื่อรวมกับไอน้ำที่ระเหยมาจากพื้นทวีปก็จะกลั่นตัวมาเป็นน้ำฝนหรือหยาดน้ำฟ้าอื่น น้ำฝนนี้ก็จะไหลลงสู่พื้นดินเป็นน้ำบาดาล และสู่แม่น้ำลงสู่ทะเลอีกทอดหนึ่ง น้ำฝนอีกส่วนหนึ่งก็จะถูกลมพัดกลับสู่มหาสมุทร นอกจากนี้แล้วไอน้ำจากมหาสมุทรก็ยังกลั่นตัวเป็นฝนตกลงสู่มหาสมุทรโดยตรงด้วย

ระบบลมเหนือพื้นผิวโลกมีส่วนในการแลกเปลี่ยนถ่ายเทน้ำ โดยลมจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนของมวลอากาศที่มีความชื้นต่างกัน

นิยามของความชื้นในบรรยากาศ

ความหมายของอากาศแห้งและอากาศชื้นในทางอุตุนิยมวิทยาเป็นดังนี้

อากาศแห้ง หมายถึงส่วนผสมของก๊าซต่าง ๆ ที่มีอยู่ประจำในบรรยากาศ

อากาศชื้น หมายถึง ส่วนผสมของอากาศแห่งและไอน้ำ

ปริมาณไอน้ำในบรรยากาศอาจจะแสดงด้วยค่าตัวแปรความชื้นหลาย ๆ อย่างนิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่

1. ความชื้นจำเพาะ (specific humidity) ของมวลอากาศ ก็คือสัดส่วนของมวลไอน้ำต่อมวลทั้งหมดของอากาศชื้น โดยทั่วไปแล้วมักจะคิดคำนวณเป็นจำนวนกรัมของไอน้ำต่อ 1 กิโลกรัมของอากาศชื้น ค่าความชื้นจำเพาะจะเปลี่ยนไปเมื่อมีการเพิ่มหรือลดปริมาณไอน้ำในบรรยากาศ

2. ความชื้นสัมพันธ์ (relative humidity) เป็นค่าที่ใช้วัดความใกล้ถึงจุดอิ่มตัวของไอน้ำในบรรยากาศ ณ อุณหภูมิที่คงที่ ค่าความชื้นสัมพัทธ์คือ สัดส่วนระหว่างปริมาณไอน้ำในอากาศและปริมาณไอน้ำสูงสุดที่จะมีได้ในบรรยากาศ ณ อุณหภูมิคงที่ ค่าความชื้นสัมพัทธ์มักจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ เนื่องจากปริมาณสูงสุดของไอน้ำที่อากาศสามารถรับไว้ได้นั้นขึ้นอยู่อุณหภูมิของอากาศ ค่าความชื้นสัมพัทธ์จึงเป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิได้ ยกตัวอย่างเช่น ในตอนเช้าตรู่ อุณหภูมิของอากาศจะเย็นเกือบเท่าอุณหภูมิอากาศต่ำสุดประจำวัน ค่าความชื้นสัมพัทธ์อาจจะมีค่าเกือบ 100 % แต่ในขณะเวลากลางวันเมื่ออุณหภูมิขึ้นสูงกว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์อาจจะลดลงถึง 40 - 50 % ก็ได้ ถึงแม้ว่าปริมาณไอน้ำในบรรยากาศไม่เปลี่ยนแปลงเลยในวันนั้น

3. ความชื้นสัมบูรณ์ (absolute humidity) เป็นค่าที่คำนวณจากมวลของไอน้ำในอากาศที่มีปริมาตรคงที่ ยกตัวอย่างเช่น ไอน้ำ 8 กรัมต่ออากาศ 1 หน่วยลูกบาศก์เมตร ค่าความชื้นสัมบูรณ์เป็นค่าที่ใช้กันในงานวิศวกรรม

4. อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (dew-pint temperature) เป็นอุณหภูมิที่อากาศจะต้องเย็นลงโดยที่ค่าความกดอากาศคงที่ เพื่อจะได้รับสภาวะอิ่มตัวของไอน้ำในอากาศ ค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

เป็นค่าที่นิยมใช้กันทั่วไป และค่อนข้างมีความหมายดี ค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างเป็นหนทางที่ค่อนข้างง่ายในการวัดปริมาณไอน้ำในอากาศ โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิจุดน้ำค้างจะมีค่าน้อยกว่าอุณหภูมิของอากาศ ยกเว้นในกรณีที่อากาศอยู่ในสภาวะอิ่มตัวของไอน้ำ ซึ่งค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างจะเท่ากับค่าอุณหภูมิของอากาศ อุณหภูมิจุดน้ำค้างเป็นตัวชี้ที่ดีเกี่ยวกับความสบายของมนุษย์ต่ออากาศที่ร้อนและชื้อ (ดีกว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์) มนุษย์จะรู้สึกอึดอัดและเต็มไปด้วยความชื้นเมื่ออุณหภูมิ จุดน้ำค้างสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส อาจจะยกเว้นผู้คนที่ผู้ในเขตร้อนที่มีความเคยชินอย่างมากต่อสภาพอากาศ แต่อย่างไรก็ดีความรู้สึกไม่สบายหรืออึดอัดต่อสภาพอากาศก็ขึ้นอยู่กับความรู้สึกของแต่ละคน บางคนรู้สึกอึดอัดเมื่ออุณหภูมิจุดน้ำค้างสูงกว่า 17 องศาเซลเซียส แต่บางคนยังรู้สึกพอทน ณ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง 22 องศาเซลเซียส

การวัดความชื้นในบรรยากาศ

เครื่องมือที่ใช้วัดความชื้นหรือปริมาณไอน้ำในอากาศนั้นมีอยู่หลายแบบหลายประเภท แต่ในที่นี้เราจะพิจารณาเพียง 2 ชนิดคือ

1. เครื่องวัดความชื้นแบบเส้นผมหรือไฮโกรมิเตอร์ (hair hygrometer) และ
2. เครื่องวัดความชื้นแบบไซโครมิเตอร์ (psychrmeter)

เครื่องมือวัดความชื้นแบบเส้นผม วัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศโดยใช้เส้นผมเส้นเดียวหรือหลายเส้น ถ้าหากค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นเส้นผมก็จะขยายตัวยาวขึ้น ในขณะที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดน้อยลงเส้นผมก็จะหดตัวสั้นลง เส้นผมดังกล่าวจะเชื่อมต่อกับกลไกทำให้เข็มชี้บอกความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้

เครื่องไซโครมิเตอร์ ประกอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ 2 อันคู่กัน โดยเทอร์โมมิเตอร์อันหนึ่งห่อหุ้มโดยผ้าชื้นเรียกว่า กระเปาะเปียก น้ำที่เกาะอยู่ในผ้าชื้นจะระเหยโดยการแกว่งหรือใช้พัดลมเป่า เราจะปล่อยให้น้ำระเหยออกมาจากผ้าชื้นจนกระทั่งอุณหภูมิที่เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกเย็นลงถึงจุดต่ำสุด ค่าแตกต่างของอุณหภูมิอากาศของเทอร์โมมิเตอร์แห้งและเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก จะถูกนำไปใช้ในการคิดคำนวณหาค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ค่าความชื้นจำเพาะ และอื่น ๆ โดยดูจากตารางค่าที่กำหนดไว้ทางเทอร์โมไดนามิกส์

ระบบต้นกำลัง

มอเตอร์ไฟฟ้า (ธีระยุทธ สุวรรณประทีป)

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลในรูปของการหมุน ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้มอเตอร์ไฟฟ้าโดยทั่วไปประกอบด้วยขดลวดสองชุด

ซึ่งลำเลียงกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ขดลวดชุดนอกตรึงอยู่กับที่เรียกกว่า**สเตเตอร์** ส่วนขดลวดในหมุนได้เรียกว่า **อาร์มาเจอร์**

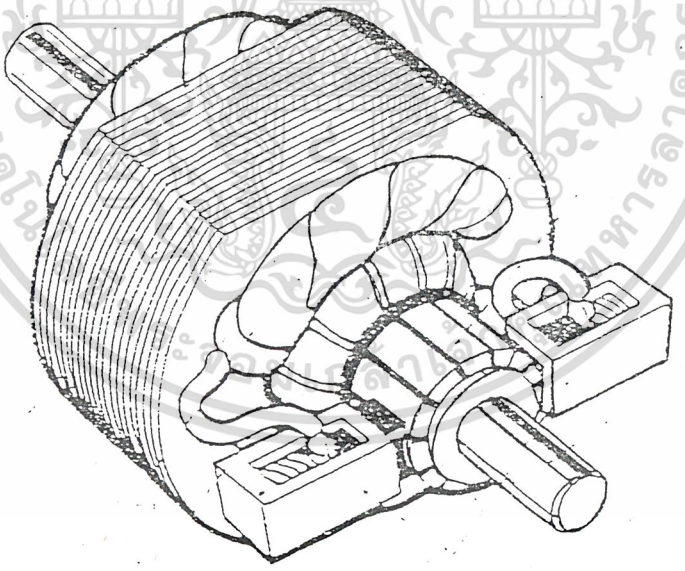
มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ มอเตอร์แบบยูเวอร์ซัลและมอเตอร์แบบอินดังชัน

1. มอเตอร์ไฟฟ้าแบบยูนิเวอร์ซัล

เมื่อกระแสไฟฟ้าถูกป้อนเข้ามอเตอร์ไฟฟ้าแบบยูนิเวอร์ซัล กำลังบิดบนเพลาจะเกิดขึ้นทันที มอเตอร์ไฟฟ้าชนิดนี้มักพบในเครื่องมือและเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่พบเห็นกันตามบ้าน ได้แก่ สว่านไฟฟ้า เครื่องปั่นน้ำผลไม้ เครื่องผสมอาหาร เครื่องขัดกระดาษทรายและเลื่อย เป็นต้น มอเตอร์ชนิดนี้ ใช้ได้ทั้งกระแสไฟฟ้าสลับและกระแสไฟฟ้าตรง และใช้ได้กับอุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่ทั้งหมด

ภาพที่ 111

ภาพแสดงส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบยูนิเวอร์ซัล

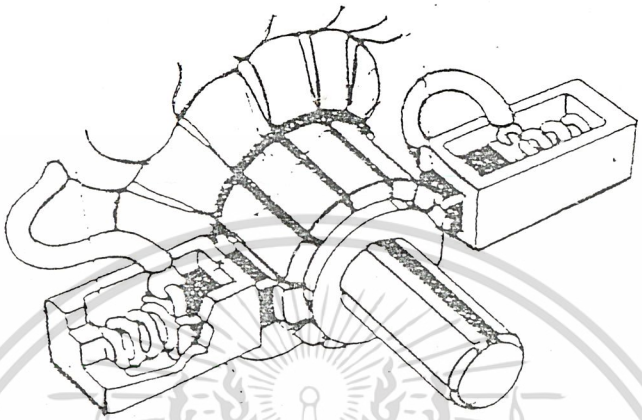


ขดลวดสเตเตอร์ประกอบด้วยเส้นลวดขนาดเล็กลายชั้น อาร์มาเจอร์ประกอบด้วยห่วงเส้นลวดอิสระจำนวนหลายห่วง ปลายของเส้นลวดแต่ละห่วงต่อเข้ากับคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยเสี้ยวทองแดงจำนวนมาก พร้อมฉนวนกั้นแต่ละเสี้ยวปลายทั้งสองของห่วงเสี้ยวลวดต่ออยู่ระหว่างเสี้ยวทองแดงคู่ที่อยู่ตรงกันข้ามบนคอมมิวเตเตอร์

แปรงถ่านสัมผัสกับคอมมิวเตอเตอร์อย่างราบเรียบ โดยอาศัยแรงกดของสปริงเส้นลวดจากสเตเตอร์และอาร์มาเจอร์ต่อผ่านสวิตซ์ไปยังสายไฟฟ้าซึ่งเสียบเข้ากับปลั๊กไฟฟ้า

ภาพที่ 112

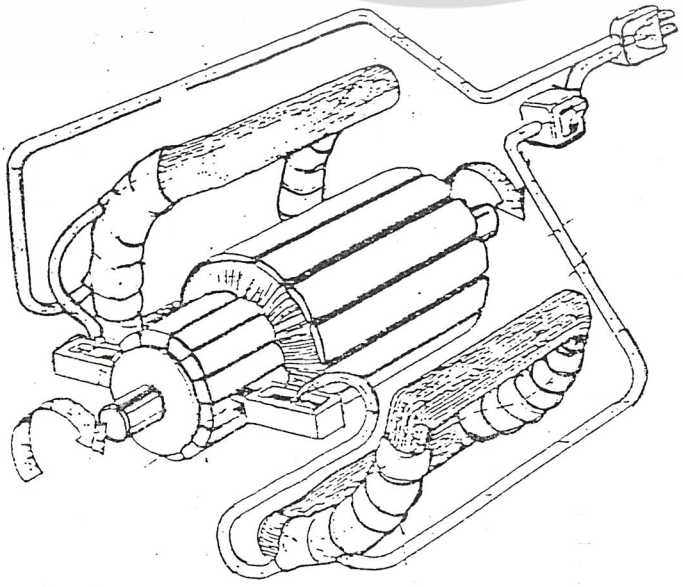
ภาพแสดงการเชื่อมต่อของอาร์มาเจอร์กับคอมมิวเตเตอร์



เมื่อโยกสวิตซ์ให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้ามอเตอร์ กระแสไฟจะไหลผ่านขดลวดสเตเตอร์และขดลวดอาร์มาเจอร์ เกิดสนามแม่เหล็กสวนทิศทางกันเนื่องจากสเตเตอร์ตรึงอยู่กับที่ ดังนั้นแรงผลักของสนามแม่เหล็กจะทำให้อาร์มาเจอร์หมุนไปในขณะที่อาร์มาเจอร์หมุนไปนั้นแปรงถ่านจะสัมผัสกับเสี้ยวคอมมิวเตเตอร์คู่ใหม่ ซึ่งจะเกิดสนามแม่เหล็กสวนทิศทางกับสนามแม่เหล็กของสเตเตอร์ต่อไปอีก และเกิดแรงผลักติดต่อกัน ทำให้อาร์มาเจอร์หมุนต่อไปอย่างต่อเนื่องด้วยอัตราเร็วรอบสูง

ภาพที่ 113

ภาพแสดงการทำงานของกลไกมอเตอร์ไฟฟ้าแบบยูนิเวอร์ซัล



2. มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชัน

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชันจะแตกต่างจากยูนิเวอร์ซัล คือ ไม่มีแปรงและคอมมิวเตเตอร์ มอเตอร์แบบอินดักชันสามารถทำงานได้เฉพาะกับกระแสไฟฟ้าสลับ และต้องการตัวช่วยสตาร์ตด้วยเมื่อกระแสไฟฟ้าสลับถูกป้อนเข้าขดลวดสเตเตอร์ กระแสไฟฟ้านี้จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นในขดลวดสเตเตอร์ สนามแม่เหล็กนี้จะเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในอาร์เมเจอร์ต่อไป โดยปกติแล้ว กระแสไฟฟ้าสลับจะเปลี่ยนทิศทางของสนามแม่เหล็กในสเตเตอร์วินาทีละ 100 ครั้ง ซึ่งเป็นผลทำให้สนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำในอาร์มาเจอร์เกิดครบวัฏจักรวินาทีละ 50 รอบ สเตเตอร์และอาร์มาเจอร์จึงเกิดแรงดูดและแรงผลักกระทำต่อกันสลับกันไป การเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กอย่างรวมเร็วในอาร์มาเจอร์และสเตเตอร์จะเกิดแรงผลักกระทำต่อไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำให้อาร์มาเจอร์หมุนไปได้

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชัน แยกเป็นประเภทต่าง ๆ คือ สปลิต-เฟสม คาปาซิเตอร์สตาร์ต และเวชดเดด -โพล

มอเตอร์ประเภทสปลิต-เฟส ใช้ขดลวดพิเศษ ซึ่งเรียกว่า **" ขดลวดสตาร์ต "** ช่วยในการสตาร์ตมอเตอร์ ขดลวดสตาร์ตประกอบด้วยขดลวดเส้นโต ซึ่งพันรอบขดลวดวิ่งจำนวน 2 - 3 รอบ ขดลวดทั้งสองได้รับกระแสไฟฟ้าในช่วงเริ่มต้น และเกิดสนามแม่เหล็กอย่างแรงทำให้อาร์มาเจอร์เริ่มหมุนได้ เมื่ออาร์มาเจอร์หมุนด้วยอัตราเร็วรอบสูงพอ สวิตซ์หนีศูนย์จะตัดกระแสไฟฟ้าออกจากขดลวดสตาร์ต มอเตอร์ประเภทสปริต-เฟส ใช้กับพัดลมและเลื่อยไฟฟ้าเป็นต้น

มอเตอร์ประเภทคาปาซิเอร์-สตาร์ต คล้ายกับประเภทสปลิต-เฟตมาก ต่างกันตรงที่มีคาปาซิเตอร์สำหรับสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ช่วยในการสตาร์ต ดังนั้น มอเตอร์ประเภทคาปาซิเตอร์-สตาร์ต จึงสามารถสตาร์ตภายใต้ภาระดังเช่น การขับ ปั๊ม หรือคอมเพรสเซอร์ได้

มอเตอร์ที่ใช้กระแสไฟฟ้าสลับสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนกลับไปกลับมา 100 ครั้งต่อวินาที ดังนั้น ในหนึ่งวัฏจักรจะประกอบด้วยครึ่งบวกและครึ่งลบ วัดจากจุดที่กระแสไฟฟ้าเป็นศูนย์ โดยปกติความถี่ของกระแสไฟฟ้าสลับในประเทศไทย 50 เฮิรตซ์หรือวัฏจักร 50 รอบต่อวินาที ซึ่งก็หมายความว่าสนามแม่เหล็กเปลี่ยนกลับไปกลับมา 100 ครั้งต่อวินาทีนั้นเอง

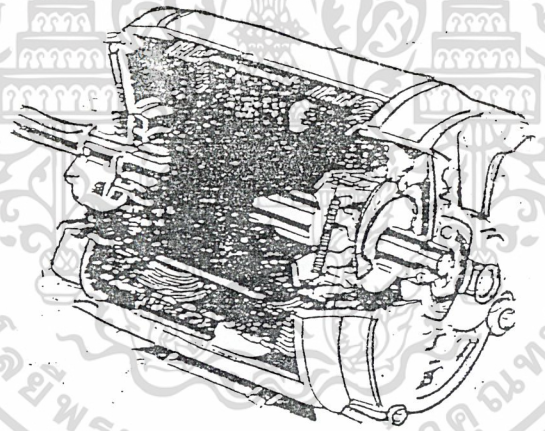
แรงผลักกันของสนามแม่เหล็ไฟฟ้าระหว่างอาร์มาเจอร์กับสเตเตอร์สามารถแสดงให้เข้าใจง่าย ๆ ได้ด้วยแรงแม่เหล็ก ขั้วต่างกันของแท่งแม่เหล็กจะดูดกันและขั้วเหมือนกันจะผลักกัน มอเตอร์แบบอินดักชัยได้รับการออกแบบให้เกิดแรงผลักดันระหว่างอาร์มาเจอร์และสเต

เตอร์อย่างต่อเนื่องเมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าสลับเข้ามอเตอร์ ดังนั้นอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์จึงหมุนได้

มอเตอร์ประเภทเซดเดด-โพล มีขดลวดสเตเตอร์เพียงชุดเดียว มักนิยมใช้ในพัดลม เครื่องเล่นแผ่นเสียง และอุปกรณ์ที่มีภาระไม่สูง อาร์มาเจอร์ผ่านศูนย์กลางของแกนรูปตัวยู ปลายเปิดของแกนรูปตัวยูส่วนที่ล้อมรอบอาร์มาเจอร์เรียกว่า **ขั้ว** ขั้วมุนตรงกันข้ามของแกนรูปตัวยู มีเส้นลวดทองแดงขนาดใหญ่พันอยู่แหล่งละหนึ่งรอบ เมื่อกระแสไฟฟ้าสลับไหลเข้ามอเตอร์จะเกิดสนามแม่เหล็กตรงกันข้ามขึ้น ทำให้อาร์มาเจอร์ถูกกระทำด้วยสนามแม่เหล็กตรงข้ามดังกล่าว อาร์มาเจอร์จะเริ่มหมุนทันทีที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้า

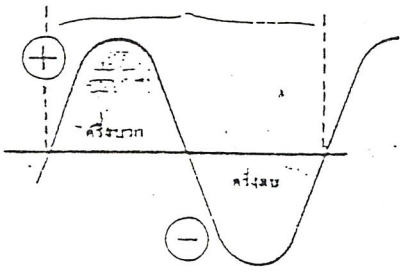
ภาพที่ 114

ภาพแสดงส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอิกดักชัน ประเภท สปลิต-เฟส



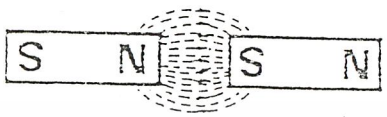
ภาพที่ 115

ภาพแสดงกราฟวัฏจักรไฟฟ้ากระแสสลับ

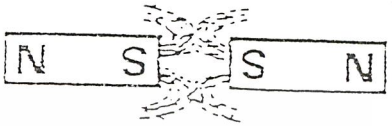


ภาพที่ 116

ภาพแสดงแรงกระทำของขั้วแม่เหล็กที่ต่างกันและขั้วแม่เหล็กที่เหมือนกัน



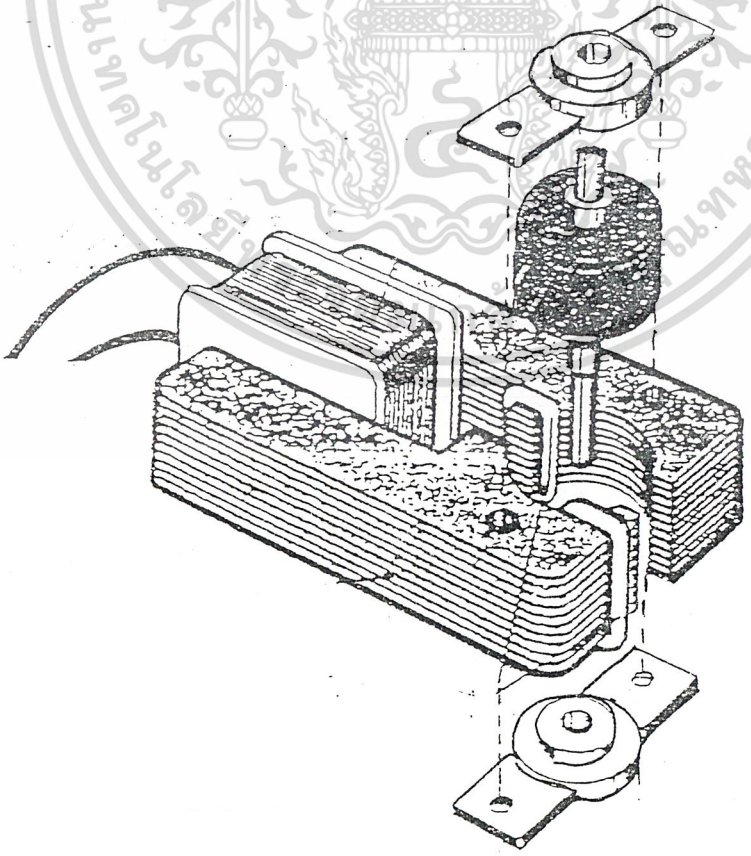
ขั้วต่างกันดูดกัน



ขั้วเหมือนกันผลักกัน

ภาพที่ 117

ภาพแสดงส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชัน ประเภทเชดเดด-โพล



ข้อมูลเกี่ยวกับระบบส่งกำลัง (อนันต์ วงศ์กระจ่าง. 2526)

ระบบส่งกำลัง คือ กลไกในการถ่ายทอดกำลังจากเครื่องต้นกำลัง ไปยังชิ้นส่วนที่ทำงานของเครื่องจักร ตามปกติแล้วมักจะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว, แรงและแรงบิดเกิดขึ้นอยู่เสมอและบางครั้งก็จะมีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะและชนิดของการเคลื่อนที่เกิดขึ้นด้วย

ตามปกติแล้วระบบส่งกำลังในเครื่องจักรที่ใช้ในงานทั่วไป มักจะเป็นการขับเชิงกล ซึ่งออกแบบสำหรับการขับต้นกำลังที่กำลังหมุนด้วยความเร็วที่คงที่ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า

จากลักษณะของการถ่ายทอด การเคลื่อนที่จากชิ้นส่วนที่เป็นตัวขับไปยังชิ้นส่วนที่เป็นตัวตาม การขับเชิงกลแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. การถ่ายทอดด้วยความฝืด
2. การถ่ายทอดด้วยการขบกัน

โดยทั่วไปแล้วการถ่ายทอดการเคลื่อนที่ และการส่งกำลังของเครื่องจักรสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. การส่งกำลังด้วยเฟือง
2. การส่งกำลังด้วยสายพาน
3. การส่งกำลังด้วยโซ่
4. การส่งกำลังด้วยเพลา
5. การส่งกำลังด้วยลูกเบี้ยว

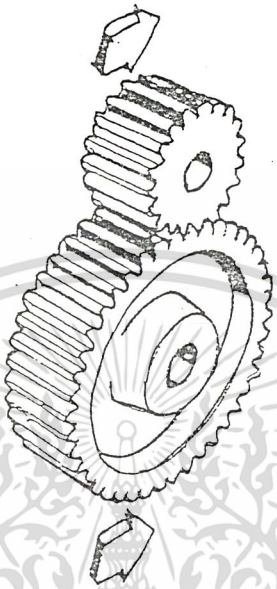
เฟือง (อนันต์ วงศ์กระจ่าง. 2526)

เฟือง เป็นชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดการเคลื่อนที่ และกำลังของเพลาที่ขนานกันและตั้งฉากกัน เฟืองสามารถถ่ายทอดการเคลื่อนที่ได้แน่นอนไม่มีการคลานเคลื่อน และถ่ายทอดกำลังได้มากเมื่อเทียบกับวิธีอื่น เฟืองสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1. เฟืองตรง (SPER GEAR) เป็นเฟืองที่มีรูปร่างเรียบง่ายที่สุด จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบเฟืองฟันอยู่ข้างนอก (EXTERNAL GEAR PINION) กับแบบเฟืองฟันอยู่ข้างใน (INTERNAL GEAR OR ANGULAR GEAR) **ข้อดี คือ** ไม่มีแรงรุนตัวของเพลา สามารถเลื่อนเขาพบฟันกันได้ **ข้อเสีย คือ** มีเสียงดังเหมาะสำหรับใช้ส่งกำลังที่มีความเร็วรอบต่ำ เช่น นาฬิกา โทรศัพท์แบบหมุน ของเด็กเล่น

ภาพที่ 118

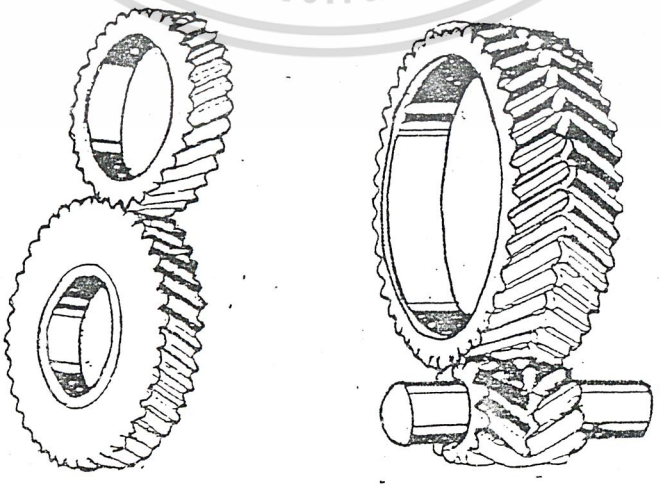
ภาพแสดงลักษณะของเฟืองตรง



2. เฟืองเฉียง (GELICAL GEAR) ลักษณะเช่นเดียวกับเฟืองตรงแต่เฟืองเฉียงกับแกนเพลา ข้อดี ถ่ายทอดแรงได้มากกว่าเนื่องจากซี่ฟันยาวกว่า หมุนเสียงเงียบ ข้อเสีย มีแรงรุนตัวของเพลารุนแรงและเลื่อนเข้าพบฟันกันไม่ได้ เพื่อแก้ไขจึงทำเฉียงกันกันไว้ในเฟืองตัวเดียวกัน แรงรุนตัวจึงหมดไป ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เฟืองเฉียง เช่น สว่านไฟฟ้า

ภาพที่ 119

ภาพแสดงลักษณะของเฟืองเฉียง



เฟืองฟันเฉียง เฟืองฟันก้างปลา

3. เฟืองราว (CLUSTER GEAR) ประกอบด้วยเฟืองตรง (หรือเฟืองเฉียง หลาย ๆ ตัวที่ถูกสร้างให้ติดอยู่บนเพลาเดียวกัน เป็นชิ้นเดียวกันทุกตัว) เฟืองราวนิยมใช้กับชุดเฟืองทดและเฟืองส่งกำลังที่ต้องการเปลี่ยนแปลงความเร็ว เช่น ชุดเกียร์ของรถยนต์

ภาพที่ 120

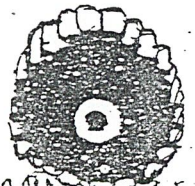
ภาพแสดงลักษณะของเฟืองราว



4. เฟืองราวและพีเนียน (RACK AND PINION) จะประกอบด้วยชิ้นส่วนที่มีเฟืองตรง 2 ชิ้น ชิ้นหนึ่งเป็นตัวขับเรียกว่า PINION มีลักษณะเป็นเฟืองธรรมดา อีกชิ้นเป็นแท่งซึ่งมีฟันเฟืองตรงอยู่ข้างหนึ่ง เรียกว่า RACK เมื่อ PINION หมุน RACK จะเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ เช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก

ภาพที่ 121

ภาพแสดงลักษณะของเฟืองตรองและพีเนียม



5. เฟืองดอกจอก (BEVEL GEAR) ใช้กำลังระหว่างเพลาที่ทำมุมกัน 90 องศา ซึ่งกันและกัน เฟืองดอกจอกมีทั้งฟันตรงและฟันเฉียงเป็นเกลียว ที่เรียกว่า SPIRAL LEVEL GEAR เพื่อให้เสียงเงียบขณะส่งกำลังเฟืองดอกจอกฟันเฉียง ซึ่งสร้างสำหรับส่งกำลังระหว่างเพลา ซึ่งทำมุม 90 องศา ซึ่งกันและกันและต่างไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน เรียกว่า HYPOID GEAR ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ เช่น จักรเย็บผ้า รอกตกปลา

ภาพที่ 122

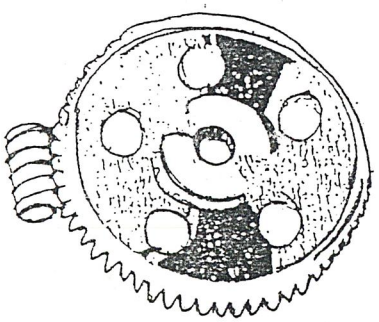
ภาพแสดงลักษณะของเฟืองดอกจอก



6. เฟืองหนอน (WORM GEAR) ใช้สำหรับงานที่ต้องการลดความเร็วมาก ๆ ในบริเวณที่มีเนื้อที่น้อย มีคุณสมบัติล็อคในตัวเอง (SELF-LOCKING) อัตราการลดความเร็วได้ถึง 400 ต่อ 1 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ เช่น มีดแล่เนื้อไฟฟ้า เครื่องผสมอาหาร

ภาพที่ 123

ภาพแสดงลักษณะของเฟืองหนอน



บทสรุป

การส่งกำลังด้วยโซ่จะใช้เมื่อต้องการการส่งกำลังที่แน่นอน และเปลืองเนื้อที่น้อยกว่าการส่งกำลังด้วยสายพาน โดยทั่วไปแล้วการส่งกำลังด้วยโซ่ใช้กับการส่งกำลังในช่วงสั้น ๆ และสั้นกว่าส่งกำลังด้วยสายพาน แบบระบบส่งกำลังด้วยโซ่ประกอบด้วยจานเฟืองโซ่ 2 อัน และโซ่ 2 เส้น จากเฟืองโซ่อันหนึ่งเป็นตัวตาม โซ่และจานเฟืองโซ่มีออยู่ด้วยกันหลายแบบแล้วแต่สภาพการใช้งาน โซ่ที่ใช้กันในงานช่างมีโซ่สำหรับยกของ โซ่ขนย้ายวัสดุ และโซ่ส่งถ่ายกำลัง

วิธีเลือกโซ่ส่งถ่ายกำลัง

- เลือกขนาดโซ่ให้เหมาะสมกับกำลังที่ส่งถ่าย
- ควรเร็วรอบของจานเฟืองโซ่ของเพลาตามควรช้าที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ปกติไม่ควรเกิน 500 รอบต่อนาที
- อัตราทดความเร็วรอบระหว่างเพลาทั้งสองไม่ควรเกิน 9 : 1
- จำนวนฟันของเฟืองขับเล็กควรเป็นจำนวนคี่ นอกจากกรณีซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้และผลบวกของจำนวนฟันของเฟืองทั้งสอง ไม่ต่ำกว่า 50
- เลือกโซ่ซึ่งมีระยะพิตช์แคบที่สุดเท่าที่สามารถส่งถ่ายกำลังได้ตามต้องการ จำนวนฟันของโซ่ ซึ่งขบกับฟันของเฟืองโซ่ตลอดเวลาไม่ควรน้อยกว่า 17 ฟัน โซ่ซึ่งมีระยะพิตช์แคบมีจำนวนฟันขบกันโซ่มาก และมีความสามารถส่งถ่ายกำลังได้มากและมีเสียงเงียบขณะใช้งาน

เพลา คือ ชิ้นส่วนเครื่องจักรที่จะหมุนเวียนหรืออยู่นิ่ง ๆ ในขณะเครื่องจักรทำงานก็ได้ โดยทั่วไปแล้วเพลามักจะหมุน ตามปกติเพลามักจะมีพื้นที่หน้าตัดกลมยึดติดกับเฟือง, มู่เล่, ล้อช่วยแรง ฯลฯ เพื่อทำหน้าที่ส่งกำลังและรับกำลัง เพราะสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ดังนี้

1. เพลาแกน (SPINDEL) เพลาประเภทนี้มักจะอยู่ในเครื่องจักรกลมีลักษณะเป็นเพลาสั้น ๆ เช่น เพลาหัวจับของเครื่องกลึง เพลาแกนจะรับเฉพาะการบิดอย่างเดียว

2. เพลาส่งกำลัง เพลาประเภทนี้มักจะรับภาระเฉพาะการบิดเพียงอย่างเดียว อาจมีการดัดผสมด้วยก็ได้

3. เพลาคาร (AXLE) เพลาประเภทนี้มักจะใช้เป็นเพลาล้อของยานพาหนะ เพลาประเภทนี้อาจจะอยู่กับที่หมุนขับล้อก็ได้ (การแบ่งชนิดของเพลาตามที่ได้กล่าวข้างต้นเป็นการแบ่งตามลักษณะการใช้งานเท่านั้น) เราอาจแบ่งออกตามชนิดของรูปร่างได้อีก คือ เพลาตรง, เพลาข้อเหวี่ยง, เพลาอ่อน (FLE-XIBLE) ที่ใช้ถ่ายทอดกำลังน้อย ๆ ในทิศทางใด ๆ

ลูกเบี้ยว (CAM)

ลูกเบี้ยวเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญมากชิ้นหนึ่งของเครื่องจักรกลประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องจักรที่ทำงานอย่างอัตโนมัติ ลูกเบี้ยวมีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ หลายแบบมีหน้าที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้งานตามความต้องการ

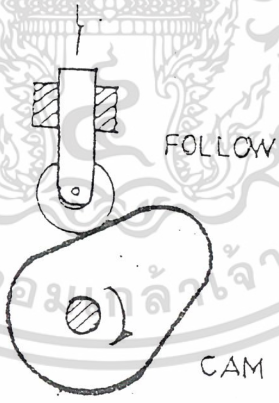
ลูกเบี้ยวจะถ่ายทอดการเคลื่อนที่ผ่านตัวตาม (FOLLOWER) โดยอาจจะทำให้ตัวตามเกิดการเคลื่อนที่ไป - กลับ (RECIPROCATING) โยกไปมา หรือทั้งการเคลื่อนที่ไป - กลับ และโยกไปมารวมกันก็ได้

ลูกเบี้ยมีอยู่หลายชนิด ที่นิยมใช้ในเครื่องจักรกลมีอยู่ 4 ชนิด

1. ลูกเบี้ยรัศมี (RADLAL CAM)
2. ลูกเบี้ยวทรงกระบอก (CYINDRICAL CAM OR DRUM CAM)
3. ลูกเบี้ยวเชิงเส้น (LINEAR CAM)
4. ลูกเบี้ยวแบบ (POSITIVE ACTION)

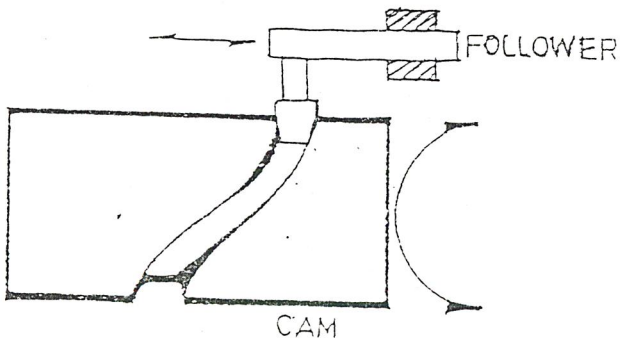
ภาพที่ 124

ภาพแสดงลักษณะของลูกเบี้ยวรัศมี



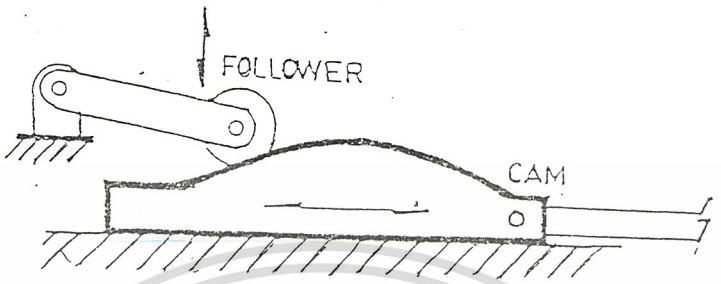
ภาพที่ 125

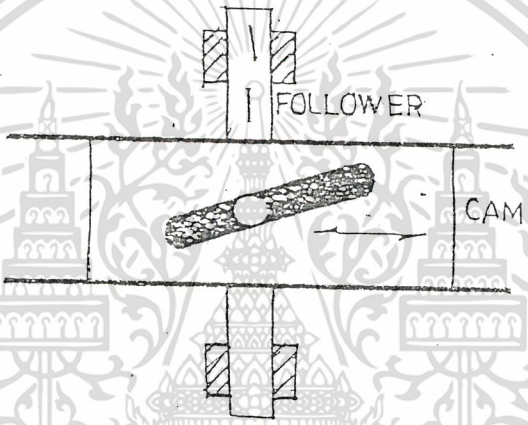
ภาพแสดงลักษณะของลูกเบี้ยวทรงกระบอก



ภาพที่ 126

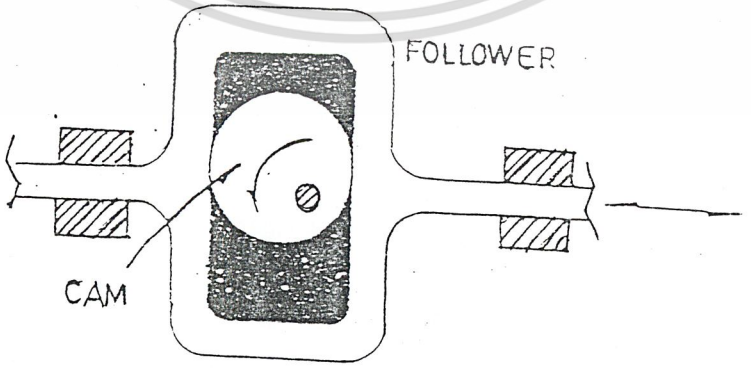
ภาพแสดงลักษณะของลูกเบี้ยวเชิงเส้น





ภาพที่ 127

ภาพแสดงลักษณะของลูกเบี้ยวแบบ POSITIVE ACTION



ระบบควบคุมการทำงาน

สวิทช์ควบคุม (ธำรงค์ โชตะมังสะ 2534)

สวิทช์จะเป็นตัวกำหนดการปิด-เปิดวงจร สวิทช์อาจจะประกอบด้วยขั้ว ๆ เดียว หรือหลายขั้วก็ได้ เช่น อาจจะมีขั้วเพียงขั้วเดียว สองขั้ว หรือมากกว่านั้น โดยทั่วไปสวิทช์มักจะใช้เป็นตัวปิด-เปิด ให้วงจรทำงาน หรือไม่ให้วงจรทำงาน การสัมผัสของตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทช์ควบคุม โดยระบบแมคคานิค

ลักษณะของสวิทช์มีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงาน หรือลักษณะการเปิด-ปิดวงจร แบ่งออกเป็น 6 ชนิด

1. สวิทช์กดติดปล่อยดับ (Monentary Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรเปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรเปิด เช่น สวิทช์กดออด เป็นต้น สวิทช์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วขณะ

2. สวิทช์กดติดกดดับ (Lock Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรผิด การให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้ง วงจรก็จะเปิด บางสวิทช์มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดผิดให้รู้ว่า เครื่องกำลังทำงาน และกดอีกครั้งวงจรจะเปิดไฟจะดับ เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

3. สวิทช์โยก (Toggle Switch) ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทช์ให้ทำงานจำนวนของขสวิทช์แล้วแต่การใช้งาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป

4. สวิทช์เลื่อน (Slide Seitch) คล้ายกับสวิทช์โยกแต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนปุ่มสวิทช์ ซึ่งอาจจะมีจังหวะการเลื่อนหลาย ๆ ช่วย

5. สวิทช์หมุน (Rotary or Seletor Switch) ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกแบนด์ในวิทยุ เป็นต้น

6. สวิทช์จิ๋ว (Micro Switch) เป็นสวิทช์ที่มีความเชื่อถือไว้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสได้หลาย ๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดี ลักษณะสวิทช์จะทำงานโดยการกดเบา ๆ ที่คาน หรือปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบ เพื่อทำหน้าที่กดสวิทช์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้โดยสะดวก ไมโครสวิทช์นี้มีหลายชนิด จำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิทช์ชนิดนี้ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างต่าง ๆ รูปร่างของไมโครสวิทช์แตกต่างกันไปตามสถานะการที่ใช้ การติดตั้งจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิทช์แตกได้

ตอนที่ 7 การออกแบบกราฟฟิค และจิตวิทยาการใช้สี

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งที่จะเป็นส่วนในการสื่อความหมายไปยังผู้บริโภคนั้น กราฟฟิคและลวดลาย หรือแม้แต่สีถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะจะเป็นสื่อกลางถ่ายทอดความน่าสนใจของผลิตภัณฑ์ให้มีความน่าสนใจมากขึ้น ดังนั้นจากการที่ผู้วิจัยได้จัดทำโครงการจึงสามารถที่จะแบ่งออกเป็นเรื่องย่อย ๆ ได้ดังนี้

1. หลักการออกแบบกราฟฟิค
2. จิตวิทยาการใช้สี

หลักการออกแบบกราฟฟิค (ประชิด ทิณบุตร 2530)

การทำงานสิ่งใดก็ดี ถ้าการเริ่มต้นได้รับการวางแผนที่ดีรัดกุมแล้ว การทำงานย่อมมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด ดังนั้นจึงขอเสนอแนะหลักการดำเนินงาน และการวางแผนขั้นต้นของการออกแบบกราฟฟิคไว้ดังนี้

1. เป้าหมายของการออกแบบคืออะไร (What is your objective?)

ในการออกแบบ ผู้ออกแบบต้องรู้เป็นเบื้องแรกว่า จะบอกกล่าว (Inform) เรื่องราวและข่าวสารอะไรแก่ผู้รับรู้บ้าง เช่น ทฤษฎีหรือหลักการ การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ แนวความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ฯลฯ ผู้ออกแบบจะต้องรู้วิธีการนำเสนอ (Presentation) ที่เหมาะสมกับเรื่องราวต่าง ๆ เหล่านี้ว่ามีเป้าหมายของการออกแบบเป็นไปเพื่อวัตถุประสงค์ใด เช่น เพื่อส่งเสริมการขาย เพื่อให้ความรู้หรือความบันเทิง เป็นต้น

2. กลุ่มเป้าหมายที่รับข่าวสารเป็นใคร (Who is the message aimed at?)

กลุ่มเป้าหมายอาจจะเฉพาะเจาะจงเป็นชาย, หญิง บุคคลทั่วไป มีช่วงอายุเท่าไร หรือเฉพาะกลุ่มสนใจ ข่าวสารที่ให้มีระดับความยาก-ง่าย หรือเป็นสากลอย่างไร ซึ่งผู้ออกแบบจำเป็นจะต้องรู้และเข้าใจเพื่อวางแผนจัดการกับข่าวสาร และการนำเสนอให้ตรงจุดกับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการได้

3. สิ่งที่ต้องการจะพูดคืออะไร (What needs to be said?)

ในที่นี้หมายถึง วิธีการที่จะสื่อความหมายกับผู้รับรู้ และจากการที่มีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายไว้แล้วก็จะทำให้ผู้ออกแบบสะดวกในการที่จะพูด หรือสื่อความหมายได้ง่ายขึ้น เช่น การใช้ศัพท์ข้อความ และสื่อที่เป็นนามธรรม หรือสัญลักษณ์ และเครื่องหมายภาพประกอบต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมตามระดับความสามารถในการรับรู้ของผู้รับ ที่จะก่อให้เกิดการจดจำ ความเข้าใจในความหมายของข่าวสารนั้น ๆ

4. จะใช้สื่อนำพาข่าวสารผ่านรูปแบบและกรรมวิธีใด (How are you going to convey the messate?)

หลักการนี้ หมายถึงว่าผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงการเลือกสื่อในการเสนอข่าวสารเป็นรูปแบบใดจึงจะได้ผลดีมีความเหมาะสมกับข่าวสาร และผู้ออกแบบควรจะใช้วิธีการจัดการ (Organize) กับข่าวสารนั้นอย่างไร จึงจะสามารถโน้มน้าวจิตใจ และสื่อความหมายต่อผู้รับได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เป็นป้ายโฆษณา (Billboard) โปสเตอร์ หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ ภาพยนต์ ฯลฯ ซึ่งสื่อต่าง ๆ เหล่านี้มีรูปแบบ, กรรมวิธี และให้ผลต่อการรับรู้ของผู้คนที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นผู้ออกแบบควรคำนึงถึงการเลือกสื่อว่าจะสามารถจัดนำเสนอเป็นรูปแบบใดจึงจะเหมาะสมกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ดังที่กล่าวไว้แล้วว่า การออกแบบกราฟฟิคส่วนใหญ่เป็นระเบียบวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออก ซึ่งสื่อความหมายในลักษณะของตัวอักษร และแผนภาพ (Indeogram & Pictogram) ของรูปแบบต่าง ๆ ทางการสื่อสารที่เป็นทัศนสัญลักษณ์ (Visual form) ดังนั้นในการออกแบบจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องการเรียนรู้จึงส่วนประกอบสำคัญเพื่อการนำมาใช้เป็นพื้นฐาน และการคำนึงถึงเช่นเดียวกัน

ส่วนประกอบในงานออกแบบกราฟฟิค

1. ตัวอักษรและตัวพิมพ์ (ALPHABES OR LETTERS AND TYPE FACES)

ตัวอักษรหรือตัวหนังสือคือเครื่องหมายที่ใช้แสดงความรู้สึกนึกคิด และความรู้ของมนุษย์ช่วยเผยแพร่ความรู้สึกนึกคิด และความรู้ไปยังผู้อื่นได้ไกล ๆ และยังรักษาความคิดและความรู้ให้อยู่ได้นานถึงคนรุ่นหลัง

ตัวอักษรเป็นสื่อความหมายความเข้าใจอย่างหนึ่งที่มนุษย์ใช้ในการติดต่อซึ่งกันและกัน มนุษย์แต่ละเผ่าพันธุ์ เมื่อมีภาษาพูดของตนเองแล้ว ก็มักจะคิดค้นตัวอักษรไว้ใช้เขียนเพื่อเผยแพร่ในกลุ่มชนตัวอักษรในยุคก่อน ๆ มีวิวัฒนาการมาจากภาพ เช่น อักษรไฮเออโรคลิฟิค (Hieroglyphic) ของชาวอิยิปต์โบราณ และอักษรโฟนิเชียน ซึ่งถือว่าเป็นต้นตอของการกำเนิดเป็นตัวอักษรในภาษาต่าง ๆ ของทุกชาติในเวลาต่อมา

ตัวอักษรหรือตัวพิมพ์จึงจัดว่าเป็นองค์ประกอบพื้นฐานสำคัญอันดับแรกของการออกแบบการจัดวาง (Lay Out Design) ซึ่งนักออกแบบจำเป็นต้องมีการเรียนรู้เกี่ยวกับตัวอักษร เช่น ขนาด (Type Size) รูปร่างลักษณะ (Character) ส่วนประกอบตลอดจนกรรมวิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัด และการผลิตตัวอักษร เพื่อเกิดความเข้าใจและการนำมาใช้อย่างถูกต้อง

เหมาะสม (Bailinger A Raymond : 61-62) การออกแบบกราฟฟิคโดยทั่ว ๆ ไปมีการนำตัวอักษรมาใช้เพื่อการออกแบบเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1.1 ใช้ตัวอักษรเป็นส่วนดึงดูดสายตา มีลักษณะตัวอักษรแบบ Displayface เพื่อการตกแต่งหรือเน้นข้อความข่าวสารให้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้ดู ผู้อ่านด้วยการใช้ขนาดรูปแบบตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่มีความเด่นเป็นพิเศษ เช่น การพาดหัวเรื่อง (Heading) คำประกาศ คำเตือน เป็นต้น

1.2 ใช้ตัวอักษรเป็นส่วนประกอบหรืออธิบายเนื้อหา คือการใช้ตัวอักษรเป็น bookface หรือเป็นตัว TEXT ที่มีขนาดเล็กในลักษณะของการเรียบพิมพ์ข้อความ (Typesetting) เพื่อการบรรยายหรืออธิบายส่วนประกอบปลีกย่อยของข่าวสาร และเนื้อหาที่ต้องการสื่อสารเผยแพร่

2. ภาพ (Pictrues)

ส่วนประกอบที่สำคัญอันที่สองในงานออกแบกราฟฟิคโดยทั่วไปก็คือ ภาพ (Pictures) อันหมายความถึงภาพถ่าย (Photograph) และการเขียนภาพ (Drawing) ซึ่งมักเรียกรวมกันว่าภาพประกอบ (Illustrate)

การใช้ภาพประกอบในงานออกแบบกราฟฟิคส่วนใหญ่เป็นไปเพื่อดึงดูดความสนใจ (To Attract-Attention) และแสดงประกอบกับเรื่องราวข่าวสารต่าง ๆ ที่จะนำเสนอต่อสายตาของผู้ดู ให้เกิดความรู้สึก ความเข้าใจคล้อยตามวัตถุประสงค์ของการสื่อสารที่มุ่งหวังไว้ ดังนั้นการนำภาพประกอบประเภทต่าง ๆ มาใช้กับงานออกแบบจึงควรมีข้อควรคำนึงในสิ่งต่อไปนี้ เช่น

1. ต้องการให้ข่าวสารดึงดูดความสนใจด้านการใช้ภาพหรือถ้อยความเพียงใด

2. มีบางส่วนของเนื้อหาที่ไม่ชัดเจน และสามารถอธิบายด้วยภาพประกอบได้หรือไม่

3. มีการอ้างถึงความเป็นจริงที่แน่นอนในเนื้อหา เช่น เหตุการณ์ สถานที่ หรือบุคคลที่ต้องนำมาเป็นภาพประกอบหรืออธิบายให้เข้าใจ หรือไม่

4. มีเนื้อหาใดที่ต้องการให้ผู้อ่านทราบถึงการกระทำที่เป็นลำดับขั้นตอนหรือไม่

5. มีภาพ และสัญลักษณ์ใดที่เหมาะสมกับรูปแบบ และแสดงความรู้สึกร่วมกับข่าวสารนั้นได้

หน้าที่ของภาพประกอบ

หน้าที่ของภาพประกอบที่นำมาใช้ในงานกราฟฟิค ประเภทต่าง ๆ นั้น พอจะสรุปเป็นสังเขปได้ว่า

1. เพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจ (To attract attention)

เป็นหน้าที่หลักของภาพประกอบในงานออกแบบกราฟฟิคทุกประเภท ที่ช่วยให้เกิดความแตกต่าง (Contast) ขึ้นในชิ้นงานด้วยพื้นที่, เส้น, สีสันที่เดินสะดุดตาทำให้ข่าวสารนั้น ๆ น่าสนใจขึ้น

2. เพื่อประกอบการอธิบายความรู้ (To explanin instructions)

กราฟฟิคช่วยเป็นสื่อแสดงข้อความรู้ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นได้จริง (Unrealistic views) ด้วยการสร้างภาพ ประกอบการอธิบายความรู้ให้มองเห็นได้กระจ่างขึ้น เช่น ภาพโครงสร้างของโมเลกุล แผนภูมิ หรือการเขียนภาษาด้านตัด (Cross section) ในงานเขียนแบบ เป็นต้น

3. เพื่ออธิบายความคิดรวมยอด (To explain-concepts)

เช่น การเขียนเครื่องหมาย, สัญลักษณ์ และแผนภาพต่าง ๆ เพื่อมีความหมายแทนสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยเฉพาะ

4. เพื่อการอ้างอิงแทนสิ่งที่ปรากฏจริง (To inform of the appenarance)

เมื่อข่าวสารมีเนื้อความที่เกี่ยวข้องและบ่งชี้ถึงความเป็นจริงต่าง ๆ เช่น สถานที่ บุคคลหรือเหตุการณ์ย่อมต้องการภาพประกอบมาช่วยสร้างเสริมความเข้าใจ บรรยากาศและอารมณ์ความรู้สึกต่อผู้ดูให้เกิดความกระจ่างชัดในวัตถุประสงค์ของข่าวสารนั้น ๆ

5. เพื่อประกอบข้อมูลทางสถิติ (To illustrate statistical information)

ข่าวสารบางอย่างไม่เหมาะที่จะนำภาพประเภทภาพถ่ายหรือภาพเขียนมาแสดงประกอบคำอธิบายได้ชัดเจน เช่นข้อมูลที่เป็นตัวเลข, ข้อมูลทางสถิติ ดังนั้นจึงมักจะนิยมเขียนเป็นกราฟ, แผนภูมิ ตามระเบียบวิธีการทางคณิตศาสตร์ เป็นภาพประกอบในลักษณะของลายเส้นทางเรขาคณิตขึ้นแทน

สำหรับการนำภาพประกอบมาใช้ร่วมในการออกแบบกราฟฟิคนั้น นอกจากผู้ออกแบบจะต้องมีหลักการและข้อคำนึงดังกล่าวแล้ว ผู้ออกแบบยังจะต้องเรียนรู้เทคนิคและกรรมวิธีการผลิตการใช้ภาพประกอบประเภทต่าง ๆ เช่น ภาพเขียน ภาพวาด ที่เกิดจากฝีมือจากนักเขียนภาพประกอบ (Illus-trator) ภาพที่กระทำขึ้นด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer Graphic)

ภาพที่เกิดจากเทคนิคการบันทึกภาพ (Photographic) หรือภาพประกอบสำเร็จรูป (Clip art) ที่ได้จากการพิมพ์ ซึ่งเทคนิคกรรมวิธีการผลิตและการนำมาใช้จากวิธีการดังกล่าว แม้ว่าผู้ออกแบบจะมิได้เป็นผู้กระทำขึ้นมาด้วยตัวเองแต่ต้องมีการสั่งการ (Commissioning) การติดตามผล (Following) ในสิ่งที่ต้องการและวิจารณ์เพื่อความเหมาะสมกับข่าวสารนั้น ๆ ได้

จากหลักการและส่วนประกอบต่าง ๆ ในการออกแบบกราฟฟิคที่กล่าวมานี้ มิใช่เป็นกฎเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัวเสมอไป เพราะการออกแบบกราฟฟิคก็มีวิธีการแก้ปัญหาเช่นเดียวกับการออกแบบสาขาอื่น ที่อาจต้องสลับขั้นตอนการแก้ปัญหา (Altermate Solutions) เพื่อหาสภาพที่ปรากฏให้เป็นไปตามความเหมาะสมกับหลักการของการจัดองค์ประกอบศิลป์ (Ccompostition) ที่ควรคำนึงถึงหลักพื้นฐาน 3 ประการ คือ

1. ความมีเอกภาพ (Unity)
2. ความสมดุล (Balance)
3. มีจุดแห่งความสนใจ (Center of interest)

โดยใช้องค์ประกอบที่สำคัญ คือ ตัวอักษร ภาพประกอบตาราง แผนภูมิ แผนที่ ฯลฯ ด้วยการจัดระยะห่าง (Interval) และการกำหนดตำแหน่ง (Position) ขององค์ประกอบต่าง ๆ ให้อยู่ร่วมกันได้อย่างเหมาะสมในแต่ละหน้า และสัมพันธ์กลมกลืนกันจนตลอดเรื่อง

จิตวิทยาการใช้สี (สาคร คันธโชติ 2528)

โดยทั่วไปแล้วการออกแบบผลิตภัณฑ์ใด ๆ ก็ตามจะมองข้ามในเรื่องนี้ไม่ได้เป็นอันขาด เพราะ เป็นสิ่งจำเป็นมากต่อการออกแบ บ ความรู้สึกขอผู้พบเห็นความสวยงาม นอกจากนี้ยังสามารถเตือนผู้ใช้ให้ระวังในส่วนที่จะเป็นอันตรายได้อีกด้วย

MUNSEL สามารถแบ่งสีเป็น 2 ประเภท คือ สีร้อน และสีเย็น

1. สีร้อน คือ สีที่ดูดความรู้สึก (ADVANCING COLOUR) มีความรู้สึกอบอุ่น ให้ความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมองไกลเป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

2. สีเย็น คือ สีไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตามองได้นาน ๆ โดยไม่ระคายเคือง

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากต้องการความสวยงาม สียังมีอิทธิพลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีเกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ ๆ คือ

1. สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้นเร้าใจในทางโบราณถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตรายเป็นสีต้องห้าม การระมัดระวังการใช้พวกสกุลสีแดงสำหรับผลิตภัณฑ์ เพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปอีกใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

2. สีส้ม เป็นสีสดใสมองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนภัยอยู่ตลอดเวลา เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด ดูเบาขึ้น

3. สีเหลือง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ คือ สมารถเป็นได้ทั้งสีร้อน และสีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้มและความแรงของสีเหลือง โดยทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น ร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาดมีความสว่าง แต่ถ้าความเข้มของสีมากจะทำให้เกิดหมุดหงิดได้ สีเหลืองที่ค่อนไปทางสีส้มจะคล้ายของเล่นทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่

4. สีเหลืองเนย (BUTTER YELLOW) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น

5. สีเหลืองขาว ช่วยในด้านความเย็น แต่อย่างไรก็ตาม สีเหลืองทำให้ดูสำหรับว่าสกปรกง่าย แต่ถ้าเบรกสีสักเล็กน้อยจะทำให้ช่วยได้บ้างแต่ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ด้วย

6. สีม่วง เป็นสีอยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ เช่นกัน โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้าทำให้ง่วง บางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ แต่สีม่วงก็ยังมีลักษณะของความงามทำให้ดูมีค่าได้ด้วย เช่น สีม่วงอ่อน

7. สีน้ำเงิน จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกลึกลับ ให้ให้เกิดสมาธิ เป็นสีที่บอกถึงความสุภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่น สีน้ำทะเล หรือฟ้าจะมีความสดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อยสามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

8. สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือเขียวเข้ม ใช้ได้ในการเน้นส่วนพื้นฐาน แสดงถึงความเยือกเย็นได้

9. สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้งไม่ให้ความพักผ่อน ถ้าใช้โดด ๆ จะทำให้เกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

10. สีเท่า ให้ความรู้สึกฐานเคร่งขรึมสุภาพเรียบร้อย สามารถลดความลึกลับของสีขาว และความลึกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสื่อกลางได้กับทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอุ่นดูสบายตา

11. สีดำ โดยปกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่นมั่นคง การใช้สีดำ สลับสีขาว ในพื้นที่ร่วมกับสีอื่นจะทำให้เกิดความกระปี้กระเปร่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำผลิตภัณฑ์จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและไม่ดูสกปรกง่าย

12. สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดยเดี่ยวจะให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐานหรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อเน้นให้เด่นชัดขึ้น

สีที่กล่าวแล้วนี้เป็นสีทางด้านความงามที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุ แต่ยังมีสีที่ควรรู้นั้นคือ สีของวัสดุต่าง ๆ ที่ให้ความรู้สึกของมันออกมา เช่นสีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาเงิน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของตัวมันเอง อันได้แก่ความอ่อนนุ่ม ความเรียบเบา และไม่เป็นอันตราย ฯลฯ

อิทธิพลของสีมีต่อผลิตภัณฑ์

1. ทางด้านขนาด

- สีอ่อน (LIGTH VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูใหญ่ขึ้น
- สีเข้ม (DARK VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูเล็กลง

2. ทางด้านน้ำหนัก

- สีอ่อนหรือสีร้อน (WORM VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา
- สีเข้มหรือสีเย็น (XOOL VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

3. ทางด้านน้ำหนัก

- สีร้อน ทำให้เกิดความรู้สึกว่าแข็งแรงมาก
- สีเย็น ทำให้มีความรู้สึกว่าแข็งแรงกว่า

4. ทางด้านความสะอาด

- สีขาวเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด
- สีอ่อน หรือสีงาช้าง (LOOKY) สีเหลือง
- สีฟ้าอ่อน (PLALC BLUE) และสีเขียวอ่อน
- ทำให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาดตา ถูกลักษณะ

5. เทคนิคการใช้สี

- สีจะช่วยให้ทัศนะวิสัยที่แจ่มสดใสที่สุด เมื่อนำมาใช้ดังนี้
- สีอ่อนตัดกับสีแก่
- สีสดใสตัดกับสีสดใส
- สีอ่อนตัดกับสีสดใส
- สีอ่อนตัดกับสีเย็น

6. สีทำให้เกิดระยะใกล้ไกล

สีสามารถทำให้เห็นว่าเข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้ ตามปกติสีอุ่น ซึ่งได้แก่สีเหลือง สีเหลืองนั้นดูแล้วคล้ายกับว่าเขามาอยู่ใกล้กับตัวผู้ดู ในเมื่อสีเย็น คือสีน้ำเงิน น้ำเงาเทา และม่วง ดูแล้วถอยห่างจากผู้ดูออกไป

สีที่เมื่อเราใช้ในเนื้อที่มาก ๆ แล้วไม่น่าดูนั้น ถ้าใช้แต่เพียงเล็กน้อยอาจจะทำให้น่าสนใจขึ้น และอาจเสริมความน่าดูให้แก่สีอื่นได้

การใช้สีเข้มจัดกับสีอ่อนจัด ทำให้เห็นเด่นและมีชีวิตชีวากว่าใช้สีที่มีค่าของความเข้มหรือความจางให้ใกล้เคียงกันมาก

สีที่มีความสดใสพอ ๆ กัน เมื่อใช้ด้วยกันจะช่วยดึงดูดความสนใจได้เร็ว มักใช้ในการออกแบบป้ายหรือภาพโฆษณา

หลักในเรื่องความเด่นของสีมีอยู่ว่า ควรจะต้องมีสีชนิดหนึ่งปรากฏเด่นออกมามากกว่าเพื่อจะเป็นสีอ่อนหรือสีเย็นก็แล้วแต่ การที่ใช้สีที่ไม่น่าดูอย่างหนึ่งก็คือ แต่ละสีที่ใช้ปริมาณเท่ากันไปหมด ถ้าให้ปริมาณหรือเนื้อที่ของสีเปลี่ยนไป สีที่กินที่มากย่อมเด่นกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าเปลี่ยนแปลงความสดในของสีอีกด้วย

เทคนิคการใช้สี (COLOR TECHLOVE) ปัญหาเกี่ยวกับเทคนิคการใช้สีมีดังนี้

1. สีกับรูปร่าง (COLOR AND RELATON FORM)

สีกับรูปร่างมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด สีชนิดเดียวกันใช้กับของที่มีรูปร่างต่าง ๆ กันจะแตกต่างกัน แท่งกลมหรือทรงกลมจะมีสีเข้ม เพราะสามารถสะท้อนแสงได้ดีทำให้จุดที่สะท้อนกับจุดที่อยู่ข้างหลังตัดกันอย่างแรง จึงทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

2. สีและผิว (COLOR AND TEXTUR)

ผลิตภัณฑ์ที่ขรุขระหรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุดหรือรูปพื้นผิด หากไม่ต้องการให้เห็นง่ายให้ใช้ด้านหรือสีอ่อน พวกเครื่องจักรหรือส่วนที่มีความต้องการให้เคลื่อนไหวไม่ควรให้สีมันเพราะจะทำให้ระคายสายตาทำงานไม่สะดวก

การพยายามใช้วัสดุบางอย่างลอกเลียนให้เหมือนของบางอย่าง เช่น พลาสติก ทำให้ได้เป็นลายไม้ ควรหลีกเลี่ยงจะใช้วัสดุตามความเป็นจริง

3. สีกับวัสดุ (COLOR AND MATERIAL)

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสีมี 5 ประเภท คือ

3.1 สีต่าง ๆ แลคเคอร์และเคลือบ (Plants lacquers and enameals)

3.2 โลหะ (material colors) พวกชุบโครเมี่ยม นิเกิล อลูมิเนียม

3.3 พลาสติก (Plastics) มีสีต่าง ๆ มากมาย

3.4 เครื่องเคลือบดินเผา (Vitreous enamel) หรือเรียก pore lamerxmel มีหลายสีควบคุมให้เหมือนจริงได้ไม่ง่ายนัก ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

3.5 แก้ว (glass) ทำได้หลายสี

4. การกำหนดสี

การออกแบบต้องกำหนดสีและในเมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ขาดไม่ได้ คือ การกำหนดชนิดสีที่ต้องการบนแผ่นสีเหลี่ยมเล็กเป็นสีตัวอย่าง บางครั้งนักออกแบบต้องควบคุมการใช้สีในการผลิตครั้งแรก เพื่อให้เป็นตามความต้องการ

ตอนที่ 8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิภาพร ไชยมหาวัน (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงตู้สาธิตในการฟักไข่ ประกอบการสอนวิชาการฟักไข่และการจัดการโรงงาน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเกษตรกรรม กรมอาชีวศึกษา จากการดำเนินงานดังกล่าวได้ค้นพบที่พอสรุปได้ดังนี้ รูปแบบของสื่อที่ใช้คือ สื่อแบบสาธิต ตู้สาธิตในการฟักไข่สามารถบรรจุไข่ได้ 36 ฟอง การใช้วัสดุผลิตโครงสร้าง คือ พลาสติกที่ทนความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 98 ˚F ชนิด ABS และ POLYCARBONATE รูปทรงทั้งหมดจะเป็นสี่เหลี่ยมสอดคล้องกับการกระจายความร้อนได้ดีทั่วถึง และมีบางส่วนเป็นลักษณะวงรีหรือมีการโค้งมน เพื่อลดมุมที่อาจจะเกิดอันตรายได้ การใช้พลังงานความร้อน คือ ลวดความร้อน เพื่อลดพลังงานไฟฟ้า ตู้สาธิตในการฟักไข่นี้มีการระบายอากาศด้วยพัดลม การทำงานของตู้สาธิตในการฟักไข่นี้มีระบบตัดไฟอัตโนมัติ โดยเทอร์โทสตัส เมื่ออุณหภูมิพอเหมาะจะมีการตัดไฟด้วยตัวเอง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการฟักไข่ คือ 98.5 ˚F 99.5 ˚F การปรับอุณหภูมิจะใช้แบบหมุนสามารถปรับได้ค่อนข้างละเอียด การกลับไข่จะใช้การกลับแบบมือกลโดยคันโยก ส่วนมือจับล็อคและหมุนเพื่อสะดวกในการพกพา การเปิดนำไข่มาฟักจะเปิดในลักษณะเลื่อนออกทางด้านขวา สีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ คือ สีแดง เป็นลักษณะสีเพื่อให้ความอบอุ่น ดึงดูดความสนใจได้ดี และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการฟักไข่มีการใช้ระบบควบคุมด้วยความร้อน การใช้ตัวหนังสือที่ใช้บอกรายละเอียดต่าง ๆ ใช้ตัวหนังสือแบบหัวกลม เนื่องจากใช้ในสถานที่ราชการและเป็นตัวหนังสือที่สุภาพ และเข้าใจง่าย

นายมนัสพันธ์ รินแสงขีน (2533) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบแม่ แบบปูนปลาสเตอร์สำหรับงานหล่อน้ำดิน

วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อให้ได้ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ สำหรับงานหล่อน้ำดินในสถานศึกษาอาชีวะที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

2. เพื่อสนองพฤติกรรมการใช้งานตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ ในลักษณะของความปลอดภัยในการใช้งานตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

3. เพื่อส่งเสริมการเรียนวิชา " ออกแบบเครื่องปั้นดินเผา " ในส่วนของขั้นตอนการหล่อน้ำดินของนักศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

4. เพื่อทำการออกแบบปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดปัญหาให้มีการพัฒนายิ่งขึ้น

5. เพื่อให้ได้ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ที่มีส่วนประกอบที่เหมาะสมในการใช้งานและมีความปลอดภัย

6. เพื่อให้ได้ตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์ที่มีส่วนประกอบที่สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์สำหรับงานหล่อน้ำดิน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในส่วนของการหล่อน้ำดินในงานเครื่องปั้นดินเผา ใช้สำหรับการเร่งการระเหยตัวของน้ำในเนื้อปูนปลาสเตอร์ที่เป็นแม่แบบหล่อน้ำดิน ตอบสนองการหล่อน้ำดินให้ได้มากครั้งและเร็วขึ้นทางผู้จัดจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้า และทำการทดสอบระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ในปัจจุบัน ปัญหาที่เกิดขึ้นจึงนำมาแก้ไขปรับปรุงโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ปัญหาด้านโครงสร้าง มีน้ำหนักมาก ซึ่งทำจากเหล็กแผ่นเชื่อมยึดติดจึงนำวัสดุไฟเบอร์กลาส นำมาเป็นส่วนช่วยในการยึดประกอบโครงสร้าง และประกอบขึ้นรูปเป็นตัวโครงสร้างตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์

2. ปัญหาผังภายนอกของตู้อบเป็นแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ซึ่งเป็นสื่อไฟฟ้า จึงนำวัสดุไฟเบอร์กลาสซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้า และมีโครงสร้างแข็งแรงสามารถนำมาผลิตเป็นผนังตู้อบแม่แบบได้ดี

3. ชั้นวางแม่แบบภายในตู้อบเป็นเหล็กแผ่นตัดเป็นท่อน ยึดโดยการเชื่อมติดกับตัวโครง ซึ่งเป็นปัญหาในการจัดวางแบบที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งตัวชิ้นงานการเลื่อนออกมาด้านนอกได้เพื่อสามารถจัดวางแม่แบบได้โดยง่าย

4. ระบบการให้ความร้อนภายในตู้อบแม่แบบใช้ระบบการให้ความร้อน โดยแท่นความร้อนไฟฟ้าซึ่งมีขายตามท้องตลาด เนื่องจากสามารถปรับระดับความร้อนได้

5. การควบคุมความร้อนใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้วงจรอิเลคโทรนิคส์

6. การหมุนเวียนความร้อนใช้ระบบการหมุนเวียนความร้อนจากด้านล่างขึ้นข้างบน

ธนกร จินดาศรี (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงเตาให้ความร้อนทดสอบย้อนเฉดสีผ้า สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกออกแบบสิ่งทอ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงเตาให้ความร้อนทดสอบการย้อมระดับความเข้มของสีในเนื้อผ้าสำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาออกแบบสิ่งทอสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

2. เพื่อนำเตาให้ความร้อนที่ออกแบบมาใช้ทดสอบการย้อมเฉดสีผ้า ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในรหัสวิชา 04-551-106 กระบวนการย้อมสีสิ่งทอ 1 (INTRODUCTION TO TEXTILE DYEING 1)

3. เพื่อออกแบบให้สามารถทดลองได้ตามทฤษฎีการจัดกลุ่มวัตถุประกาศการศึกษาของเบนจามิน เอส. บลูม (Benjamin S. Bloom)

วิธีดำเนินการวิจัย โครงการสำรวจและรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์จากเอกสารและการศึกษาจากของจริงเพื่อเสนอหัวข้อ ข้อมูลเบื้องต้นวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิตการเขียนแบบเพื่อการผลิต การนำเสนอผลงานข้อมูลฉบับสมบูรณ์ บทคัดย่อและตัวแบบ/หุ่นจำลอง กลุ่มประชากรในการออกแบบได้แบ่งออกเป็นโครงสร้างภายนอก โดยใช้วัสดุโลหะแผ่นเคลือบด้วยพลาสติกชนิดโพลีคาร์บอเนตเป็นหลัก ส่วนประกอบของตัวถังต้มน้ำก็ได้ใช้วัสดุชนิดสแตนเลสเป็นวัสดุหลักเช่นกัน ระบบของส่วนการให้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ 1,500 วัตต์ รูปแบบของผลิตภัณฑ์เน้นเนื้อที่ในการใช้สอย

นายอภิเชต บุญเรือง (2530) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบและปรับปรุงตู้อบรังไหม

- ความมุ่งหมาย ในการทำวิจัยเรื่องตู้อบรังไหมนี้ เพื่อต้องการตอบสนองแก่เกษตรกร ผู้เลี้ยงไหมให้เกิดความสะดวกสบาย และรวดเร็วในการทำงานรวมทั้งความปลอดภัยในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

- การดำเนินงาน เริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาต่าง ๆ แนวทางการแก้ปัญหาการออกแบบขอบเขตของการวิจัยรวมทั้งผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ศึกษาถึงประเภทและชนิดของรังไหมที่มีความสำคัญต่อเกษตรกรรวมทั้งพฤติกรรมของเกษตรกรผู้ใช้และสัดส่วนสรีระที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบในการรวบรวมข้อมูลใช้วิธีออกแบบ สอบถาม สัมภาษณ์ และสังเกตุแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบปรับปรุงตู้อบรังไหมใช้กับเกษตรกรต่อไป

- ปัญหาการผลิตภัณฑ์เดิม ผู้ทำวิจัยได้ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากตู้อบรังไหม พอสรุปได้ดังนี้ เครื่องอบรังไหมแบบเก่า เป็นเครื่องอบรังไหมที่ใช้เตาถ่านเป็นตัวให้ความร้อน ทำให้เกิดความยุ่งยากในการอบ และการเคลื่อนย้ายเตาเข้าออกตลอดจนเขม่าถ่านไป ยังเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและมีควันไฟไปจับรังไหม ทำให้เกิดความสกปรก ไม่มีที่ควบคุมอุณหภูมิที่แน่นอน จะต้องดูแลไฟตลอดเวลาเพราะวัสดุที่ใช้ยังไม่เหมาะสมเก็บความร้อนไม่ได้

วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการอบรังไหม
2. เพื่อฆ่าดักแด้ที่อยู่ในรังไหม เพื่อป้องกันการออกแบบเป็นผีเสื้อ เพราะจะทำให้ไหมเสียหาย
3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการอบรังไหมแบบเดิม
4. เพื่อทำการออกแบบปรับปรุงตู้อบรังไหมจากของเดิม เพื่อความสะดวกและคุ้มค่า
5. เพื่อยกระดับและพัฒนาในด้านการค้าให้ดีขึ้น
6. เพื่อออกแบบให้ส่วนต่าง ๆ มีความพร้อมเหมาะสมกับการใช้งาน
7. เพื่อส่งเสริมการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

อนันต์ชัย ชัยเชิดชูกิจ (2540) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงจำหน่ายไก่ยาง 5 ดาว จุดของบริษัทสตาร์มาร์เก็ตติ้ง จำกัด

วัตถุประสงค์โครงการ

เพื่อออกแบบปรับปรุงจุดจำหน่ายไก่ย่าง 5 ดาว ของ บริษัทสตาร์มาร์เก็ตติ้ง ออกแบบปรับปรุงเพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้จำหน่ายและผู้มาซื้อสินค้าในด้านต่าง ๆ และพัฒนารูปแบบให้มีความแปลกใหม่ การดึงดูดความสนใจในส่วนของการประชาสัมพันธ์ ตลอดจนรายละเอียดของตัวสินค้า เพื่อสร้างภาพพจน์ที่ดีให้แก่ผู้มาใช้บริการ ยังผลให้ผู้มาใช้บริการเกิดความพึงพอใจความประทับใจ และการจดจำเพื่อสร้างสมลูกค้าให้มีความภักดีต่อสินค้าต่อไป

สรุปได้ว่าออกแบบจะเป็นการส่งเสริมการขาย โดยส่วนประชาสัมพันธ์จะเป็นลักษณะตัวสัญลักษณ์ของไก่ยาง 5 ดาว แบบ 3 มิติ เพื่อความแปลกใหม่และการสังเกตเห็นได้ง่าย การจัดวางตู้โชว์สินค้า เพื่อความสะดวกในการเลือกชมสินค้า ป้ายบอกราคาแบบมีภาพประกอบ รวมถึงส่วนหลังคาด้านบน และส่วนเก็บถังขยะให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย เพื่อภาพพจน์ทางด้านความสะอาด อันเป็นส่วนสำคัญของการค้าขายอาหารไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ารสชาด เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือและสนใจในคุณภาพ ให้เกิดความต้องการที่จะกลับมาอุดหนุนในโอกาสต่อไปและในอนาคต

สรุป

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้มีการดำเนินการวิจัยโดยการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ จากเอกสารและการศึกษาจากภาคสนามเพื่อการศึกษากำหนดปัญหา ความจำเป็น ความต้องการกิจการบริษัท การเสนอหัวข้อและข้อมูลเบื้องต้น การวิเคราะห์ ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ และกรรมวิธีการผลิต การวิเคราะห์โครงสร้างและหลักการใช้งาน การทำหุ่นจำลองเพื่อทดสอบหารายละเอียดของผลิตภัณฑ์ เพื่อประกอบการพิจารณาในการออกแบบขั้นสุดท้าย การเขียนแบบเพื่อผลิต การนำเสนอผลงานพร้อมข้อมูลฉบับสมบูรณ์ หุ่นจำลองผลการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น ของบริษัทอาร์กอน จำกัด ผู้วิจัยได้ทำการจัดลำดับของการดำเนินงานวิจัย โดยการแบ่งขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัยออกเป็นเรื่อง ๆ ดังต่อไปนี้

1. วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล
2. แหล่งที่มาของข้อมูล
3. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

จากหัวข้อในขั้นต้น ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมรายละเอียดในแต่ละเรื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การสำรวจและการรวบรวมข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูล โดยแบ่งออกเป็นภาคเอกสาร การสัมภาษณ์ การสังเกตุ การศึกษาของจริงจากภาคสนาม โดยแบ่งเป็นประเภทดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลภาคปฐมภูมิ

1.1 การสังเกตุ ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตุ พฤติกรรมของผู้จำหน่ายพายและกะหรี่พัฟภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น และพฤติกรรมผู้ซื้อ รวมไปถึงรายละเอียดในส่วนต่าง ๆ ของตัวผลิตภัณฑ์

1.2 การสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์พนักงานขาย ถึงพฤติกรรมต่าง ๆ ในขณะที่ทำการขาย การเตรียม ตลอดจนขั้นตอน ระเบียบต่าง ๆ ที่ต้องปฏิบัติในกระบวนการขาย การดูแลรักษาความสะอาด และยังได้ทำการสัมภาษณ์ จากผู้จัดการของเซเว่น-อีเลฟเว่น ในเรื่องของบริษัทดังต่อไปนี้คือ ประวัติโดยย่อของบริษัท การดำเนินงานของบริษัท รายละเอียดเกี่ยวกับการลงเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟในแต่ละจุดจำหน่าย การตรวจสอบคุณภาพ และรายละเอียดบางอย่างเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม

1.3 การถ่ายภาพ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการถ่ายภาพในเรื่องของการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม ผลิตภัณฑ์ข้างเคียง พฤติกรรมของผู้ขายในเรื่องการ

ขาย และการใช้งาน พฤติกรรมผู้ซื้อ ตลอดจนการศึกษาข้อมูลที่เป็นแนวทางการออกแบบ เช่น ภาพถ่ายระบบการทำงานของเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ ลักษณะของสื่อกราฟฟิคที่ใช้ในปัจจุบัน

2. การศึกษาข้อมูลภาคทฤษฎี เกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นความรู้พื้นฐานในการออกแบบ คือ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องพายและกะหรี่พัฟ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเซเว่น-อีเลฟเว่น หลักการตลาดในส่วนของการขาย และการส่งเสริมการขาย ข้อมูลเรื่องสัดส่วนมนุษย์ วัสดุและกรรมวิธีการผลิต ข้อมูลเกี่ยวกับระบบภายในและพลังงานที่เกี่ยวข้อง การออกแบบกราฟฟิคและจิตวิทยาการใช้สี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาทำการศึกษาและเปรียบเทียบ และทำการวิเคราะห์เพื่อประยุกต์ใช้กับงานวิจัย

แหล่งที่มาของข้อมูล

จากการที่ผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาหาข้อมูลจากสถานที่ต่าง ๆ ผู้ทำการวิจัยยังได้ทำการสรุปแหล่งที่มาของข้อมูลโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แหล่งข้อมูลจากบุคคลได้แก่
   - คุณวาสนา สงวนสัตย์ ผู้จัดการฝ่าย
   - คุณปกรณ์ ลีนะกิตติ รองผู้จัดการทั่วไป
   - พนักงานขายเซเว่น-อีเลฟเว่น
   - ผู้บริโภค
2. แหล่งข้อมูลภาคเอกสารอ้างอิง
   - ตำราที่เกี่ยวข้อง
   - เอกสารของทางบริษัท
   - วิทยานิพนธ์
3. แหล่งข้อมูลด้านสถานที่
   - บริษัทอาร์กอน จำกัด
   - เซเว่น-อีเลฟเว่น สาขาต่าง ๆ
   - ห้องภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการแยกข้อมูลลำดับความสำคัญ เพื่อเป็นการนำมาประเมินค่าและวิเคราะห์ในขั้นต่อไป ในบางครั้งอาจตัดสินใจในการใช้เทคนิค และวิธีการ

แต่บางครั้งไม่สามารถตัดสินใจในวิธีนั้น ๆ ได้ ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์หลาย ๆ ระบบ และเลือกตามคะแนนความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด การเปรียบเทียบทั้ง 2 ระบบ รูปแบบขึ้นไป การวิเคราะห์แบ่งเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

- การวิเคราะห์ระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์
- การวิเคราะห์ตำแหน่งพื้นที่ใช้สอย
- การวิเคราะห์ส่วนเสริมในการออกแบบ
- การวิเคราะห์สัดส่วนที่สัมพันธ์กับการใช้งาน
- การวิเคราะห์วัสดุที่นำมาใช้
- การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

จากการที่ได้มีการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้จัดทำงานวิจัยได้มีการใช้สถิติ ในการวิจัยโดยใช้รูปแบบการจัดลำดับคุณภาพ

ได้ทำการศึกษาข้อมูลด้านการจัดลำดับคุณภาพ โดยใช้สัญลักษณ์ทางสถิติประเภท 3.0 หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความหมายของค่าคะแนนที่ใช้ ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
4 หมายถึง เหมาะสมมาก
3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ดังนั้น ในการใช้สัญลักษณ์ดังกล่าวในการจัดลำดับคุณภาพ สามารถที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่ให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีความเหมาะสม และความถูกต้องแล้วจึงนำไปเป็นแนวทางของการออกแบบต่อไป

วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2534 ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยว่า การเลือกใช้เครื่องมือวิจัยในการรวบรวมข้อมูลที่วัดผล หรือเก็บรวบรวมข้อมูลได้จริงตามต้องการ และสามารถทดสอบสมมุติฐานที่กำหนดไว้ได้

ดังนั้นในการใช้เครื่องมือในงานวิจัย ผู้วิจัยซึ่งได้ทำการเลือกใช้เครื่องมือในการวิจัยประเภท แบบสัมภาษณ์ เพราะแบบสัมภาษณ์โดยทั่วไปจะถามข้อมูล 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลพฤติกรรม ได้แก่ พฤติกรรมความคิดเห็น และเจตคติ ข้อมูลประเภทสัมมะโน เช่น อายุ การศึกษา รายได้ เป็นต้น และข้อมูลที่เป็นปัญหา ได้แก่ เหตุผลหรือสาเหตุของการมีพฤติกรรมซึ่งต่างกับข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการ

วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย เป็นขั้นตอนที่เตรียมการ และวางแผนดำเนินการสัมภาษณ์ทั้งหมดซึ่งต้องกระทำดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ ในการกำหนดวัตถุประสงค์ในการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์แยกเป็นประเด็นดังนี้

1.1 ประวัติความเป็นมาและแนวนโยบายของบริษัทอาร์กอน จำกัด

1.2 รายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม

1.3 พฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมและการจำหน่าย

2. เลือกผู้ให้สัมภาษณ์ ในการคัดเลือก ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ

2.1 ผู้จัดการภาคของทางบริษัทฯ ในเรื่องเกี่ยวกับประวัติความเป็นมา และนโยบาย ของทางบริษัท

2.2 ตัวแทนจำหน่าย ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ตัวแทนจำหน่าย จากสาขาเซเว่น-อีเลฟเว่น หัวตะเข้

3. กำหนดนัดแนะเวลา และสถานที่ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างความสัมพันธ์คุ้นเคย และเป็นกันเองกับผู้ให้สัมภาษณ์ โดยผู้ให้สัมภาษณ์ได้ให้ความสะดวกในการให้ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ คือ สามารถไปสัมภาษณ์ในเวลาใดก็ได้

4. เลือกประเภทแบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ใช้แบบการสัมภาษณ์ แบบเจาะลึกและแบบสัมภาษณ์โดยไม่จำกัดคำตอบ

5. เตรียมคำถาม และวัสดุอุปกรณ์ ผู้วิจัยได้ทำการจัดเรียงคำถาม ส่วนวัสดุอุปกรณ์ประกอบ คือ สมุดบันทึก ปากกา ตลับเมตร และกล้องถ่ายรูปสำหรับบันทึกภาพ

6. ทดลองเครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ ก่อนไปสัมภาษณ์จริง ผู้วิจัยได้ทำการทดลองประสิทธิภาพ ของเครื่องมือคือ ปากกาเขียนติดหรือไม่ ตลับเมตรใช้การได้หรือไม่ และกล้องถ่ายรูปมีฟิล์มหรือไม่ ใช้การได้หรือเปล่า

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์

การวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ ภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น ผู้จัดได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสรุปเป็นแนวทางการออกแบบ โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งตามส่วนต่าง ๆ ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาเป็นเรื่อง ๆ ดังนี้คือ

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การออกแบบ
   2.1 แนวการออกแบบ
   2.2 แบบถ่ายย่อ

โดยแต่ละเรื่องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลมาแยกแยะ จัดความสำคัญของข้อมูล โดยจัดลำดับความสำคัญเพื่อเป็นการนำมาประเมินผลลัพธ์ของข้อมูล การวิเคราะห์จะต้องมีการจัดลำดับข้อมูล และการวิเคราะห์นั้นจะต้องมีการนำเอาข้อพิจารณาต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อหาข้อสรุปว่า ข้อใดมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เรามากที่สุด เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบต่อไป

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น มีสัญลักษณ์ และตัวเลขในการนำเสนอข้อมูล ซึ่งได้ให้ค่านิยามหรือความหมายไว้ดังนี้

ความหมายค่าคะแนนที่ใช้

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	น้อย
1	หมายถึง	น้อยมาก

การวิเคราะห์ส่วนของพลังงานความร้อนในการอุ่นพาย

1. ขดลวดความร้อน จะทำด้วยลวดนิโครม หุ้มด้วยฉนวน (แมกนีเซียมออกไซด์) และบรรจุเข้าไปในท่อสแตนเลส ใช้สวิทซ์เป็นตัวทำหน้าที่ปรับระดับความร้อนของลวดความร้อน โดยวิธีการตัดต่อวงจรให้วงจรของลวดความร้อนการเปลี่ยนแปลง

2. หลอดไฟฟ้าชนิดหลอดไส้

เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอด จะมีผลทำให้เกิดความร้อน และแสงสว่างขึ้นที่ไส้หลอดอย่างมาก แต่ไส้หลอดของหลอดประเภทนั้นไม่ถูกเผาไหม้ อันเนื่องมาจากความร้อนที่สูงนี้เพราะโลหะที่นำมาทำเป็นหลอดคือ โลหะทังสเตนที่มีคุณสมบัติสามารถทนต่อความร้อนสูงมาก ๆ หลอดดังกล่าวจึงสามารถให้แสงสว่าง โดยอุณหภูมิของไส้หลอดสูงมาก หลอดไส้เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อน และพลังงานแสงที่สามารถให้อุณหภูมิที่พอเหมาะมีราคาถูก ดูแลรักษาง่ายและยังสามารถให้แสงสว่างแก่ตู้โชว์ได้ดีด้วย

3. แก๊สหุงต้มชนิดที่ใช้แก๊ส ซึ่งเพียง 40% ของพลังงานความร้อนทั้งหมดที่ได้จากการเผาไหม้แก๊สเท่านั้นที่จะถูกใช้ในการหุงต้ม ที่เหลือจะสูญเสียไปในสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เป็นเหตุเนื่องมาจากมิได้มีการกำบังเปลวไฟไว้ให้มิดชิด

ตารางที่ 1

แสดงการวิเคราะห์พลังงานความร้อนในการอุ่นพาย และกะหรี่พัฟ

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. ขดลวดความร้อน
2. หลอดไฟฟ้าชนิดหลอดไส้
3. แก๊สหุงต้ม

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	การควบคุมอุณหภูมิ	4	3	4
2.	ราคาถูก	4	5	3
3.	การติดตั้ง	4	5	3
4.	การดูแลรักษา	4	5	3
5.	การใช้ประโยชน์	4	5	4
	รวม	20	23	17

สรุป จากตารางที่ 1 เลือกแบบที่ 2 เพราะหลอดไส้เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อน และพลังงานแสงที่สามารถให้อุณหภูมิที่พอเหมาะ มีราคาถูก ดูแลรักษาง่าย และยังสามารถให้แสงสว่างแก่เครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟได้อีกด้วย

การวิเคราะห์ระบบการหมุนของเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ

1. โซ่ โซ่ฟันเฟืองประกอบด้วยแผ่น ฟันเฟืองที่เป็นฟันเฟืองหัวท้าย ด้วยระยะฟิตซ์เท่ากัน มีช่วงท้องฟันเฟือง เพื่อไม่ให้สัมผัสยอดจานโซ่ ตรงกลางฟันมีรูสำหรับสลักร้อยต่อ เป็นโซ่เส้นยาว ยืดหยุ่นได้ดี แต่มีเสียงดังในการขับเคลื่อน

2. เฟือง ใช้สำหรับงานที่ต้องการลดความเร็วมาก ๆ ในบริเวณที่มีเนื้อที่น้อย มีคุณสมบัติล็อคในตัว (SEL F-LOCKING) อัตราการทดความเร็วสูงได้ถึง 400 ต่อ 1 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 2

แสดงการวิเคราะห์ระบบการหมุนของเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. โซ่
2. เฟือง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1.	ให้เสียงเงียบในการทำงาน	4	5
2.	ให้ความแน่นอนในการถ่ายทอด	4	5
3.	เหมาะสำหรับถ่ายทอดกำลังมุม 90 องศา	4	5
รวม		12	15

สรุป จากตารางที่ 2 เลือกแบบที่ 2 เนื่องจากให้เสียงเงียบในการขับเคลื่อน มีความแน่นอนในการถ่ายทอดในมุม 90 องศา

การวิเคราะห์ลักษณะการเปิด-ปิดบานพับ

1. บานพับเปิดตรงกลาง ลักษณะการเปิดจะเป็นการเปิดเข้าหาตัว ลักษณะการเปิดแบบนี้จะเปิดได้กว้าง และกินเนื้อที่มากในด้านหน้าและด้านข้าง

2. แบบบานพับเปิดขึ้นด้านบนลักษณะการเปิด-ปิด จะเป็นการดึงแล้วยกขึ้นในการเปิด ลักษณะนี้ต้องมีตัวค้ำไว้ในขณะเปิดทิ้งไว้ และใช้พื้นที่ในการเปิด-ปิดค่อนข้างมาก และลักษณะการเปิดไม่เป็นที่นิยมในการใช้งาน

3. แบบบานเลื่อนลักษณะการเปิดจะเป็นการเปิด-ปิด แบบเลื่อนซ้าย-ขวาเลื่อนโดยมีรางเลื่อนรองรับกระจกบน-ล่าง ใช้พื้นที่ในการเปิด-ปิดน้อยสามารถเปิดได้ทีละด้าน

การวิเคราะห์ส่วนของบานพับการเปิด-ปิด

สำหรับส่วนบานพับเปิด-ปิดของเครื่องจักรว่าเป็นส่วนที่สำคัญ เพราะเป็นส่วนหนึ่งที่อำนวยความสะดวกในการเปิด-ปิด หยิบชิ้นพายและกะหรี่พัฟ และมีลักษณเป็นบานเลื่อน ซ้าย-ขวา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 3

แสดงการวิเคราะห์ลักษณะการเปิดบานพับเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. แบบบานพับเปิดตรงกลาง
2. แบบบานพับเปิดขึ้นด้านบน
3. แบบบานเลื่อน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ความสะดวกสบายในการเปิด-ปิด	4	3	5
2.	ง่ายต่อการผลิต	3	4	4
3.	การติดตั้ง	3	4	5
4.	การดูแลรักษาความสะอาด	3	4	5
5.	ประหยัดเนื้อที่เวลาเปิด	5	4	3
	รวม	18	19	22

สรุป จากตารางที่ 3 เลือกแบบที่ 3 เพราะสามารถเปิด-ปิดได้สะดวก ไม่ต้องออกแรงมาก และไม่ดูแลรักษาความสะอาดง่าย

การวิเคราะห์การวางเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟ

1. หันเครื่องออกทางด้านหน้า ลักษณะการตั้งเครื่องอุ่นประเภทนี้จะสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ผู้ซื้อสามารถเปิด-ปิด เครื่องได้ง่ายในลักษณะการบริการสะดวกต่อการซื้อและเลือกชมสินค้า สามารถโชว์ภาพโดยรวมของเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟได้หลากหลายขึ้น

2. หันเครื่องออกทางด้านข้าง การตั้งเครื่องในลักษณะนี้ การเลือกซื้อและชมสินค้าค่อนข้างจะไม่เหมาะสมและไม่สะดวกในการหยิบ โดยพฤติกรรมการเลือกซื้อแล้วด้านข้างไม่สามารถให้ความสะดวกได้อีกทั้งมองสินค้าได้ไม่ชัดเจน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4

แสดงการวิเคราะห์ลักษณะการวางเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัก

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. หันเครื่องออกทางด้านหน้า
2. หันเครื่องออกทางด้านข้าง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1.	ความชัดเจนและความสวยงามในการแสดงสินค้า	5	4
2.	ความสะดวกในการใช้งาน	5	4
3.	การดึงดูดความสนใจ	5	4
4.	ความสัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอยอื่น ๆ	5	4
	รวม	20	16

สรุป จากตารางที่ 4 เลือกแบบที่ 1 เพราะให้ความสะดวกในการเลือกซื้อสินค้ามากที่สุด

การวิเคราะห์รูปแบบของสัญลักษณะที่ใช้โฆษณา

1. ป้ายธรรมดา มีต้นทุนในการผลิตต่ำ สามารถมองเห็นได้ชัดเจนเพียงด้านเดียว การดึงดูดความสนใจค่อนข้างน้อย

2. แบบนูน ต้นทุนในการผลิตจัดอยู่ในระดับไม่แพง การดึงดูดความสนใจมากขึ้น สามารถมองเห็นได้ชัดเจนขึ้น และน่าสนใจขึ้น ระบบการผลิตยากขึ้น

3. แบบ 3 มิติ ต้นทุนและการผลิตค่อนข้างสูง สามารถส่งเสริมการขายได้ดี มองเห็นชัดเจน สามารถดึงดูดใจแก่ผู้พบเห็นง่ายต่อการจดจำและการมองเห็นสามารถมองได้รอบทิศทาง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 5

แสดงการวิเคราะห์รูปแบบของสัญลักษณ์ที่ใช้โฆษณา

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. ป้ายธรรมดา
2. แบบนูน
3. แบบ 3 มิติ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	การดึงดูดความสนใจแก่ผู้พบเห็น	4	4	5
2.	ความง่ายต่อการจดจำและมองหา	4	4	5
3.	ราคาถูก	5	4	3
4.	ง่ายต่อการผลิต	5	4	3
5.	ประสิทธิภาพในการมองแต่ละทิศทาง	3	4	5
รวม		21	20	21

สรุป จากตารางที่ 5 เลือกแบบที่ 1 เพราะว่าสามารถดึงดูดใจแก่ผู้พบเห็น ง่ายต่อการจดจำ และราคาถูกง่ายต่อการผลิต

การวิเคราะห์รูปแบบของป้ายแสดงราคาสินค้า

1. แบบสติกเกอร์บอกราคาแบบธรรมดา ต้นทุนในการผลิตต่ำ สามารถผลิตได้ในจำนวนมาก การดึงดูดความสนใจต่อลูกค้าน้อย การมองเห็นไม่ชัดเจน ยากต่อการจดจำ และไม่ประทับใจ

2. แบบบอกราคาแยกออกจากรูปภาพต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้น การมองเห็นชัดเจนขาดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในการบอกราคา ความประทับใจในการจดจำน้อย รูปแบบน่าสนใจยังขาดความกลมกลืนในการบอกราคา

3. แบบบอกราคาพร้อมรูป สามารถดึงดูดใจแก่ผู้พบเห็น ง่ายต่อการจดจำ และสามารถนำเสนอข้อมูลรายละเอียด ได้อย่างมีประสิทธิภาพน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง ต้นทุนสูง แต่ตอบสนองการดำเนินธุรกิจในส่วนของการส่งเสริมการขายได้ดี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 6

แสดงการวิเคราะห์รูปแบบของป้ายแสดงราคาสินค้า

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. แบบสติกเกอร์บอกราคาแบบเดิม
2. แบบบอกราคาแยกออกจากภาพ
3. แบบบอกราคาพร้อมรูปภาพ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ความน่าสนใจหรือดึงดูดใจแก่ผู้พบเห็น	3	4	5
2.	ประสิทธิภาพในการนำเสนอรายละเอียด	3	4	5
3.	ราคาถูก	5	4	3
4.	ความสวยงาม และการสร้างภาพพจน์ที่ดีแก่สินค้า	3	4	5
5.	การดูแลรักษา	5	4	4
	รวม	19	20	22

สรุป จากตารางที่ 6 เลือกแบบที่ 3 เพราะสามารถนำเสนอข้อมูลรายละเอียดได้อย่างมีประสิทธิภาพ น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง แม้จะต้องลงทุนมาก แต่เป็นการดำเนินธุรกิจในส่วนของการส่งเสริมการขาย

การวิเคราะห์แกนหมุนโชว์สินค้า

1. แบบบน-ล่าง ทิศทางเดียว สามารถเลือกซื้อและหยิบสินค้าได้สะดวกพื้นที่ในการโชว์สินค้ามากน่าสนใจง่ายต่อการผลิต และการติดตั้ง รวมถึงการดูแลรักษาความสะอาดได้ทั่วถึง

2. แบบซ้าย-ขวา ทิศทางเดียว การเลือกซื้อไม่ตอบสนองพฤติกรรมการเลือกซื้อพื้นที่ในการโชว์สินค้าน้อย ดูแล้วไม่น่าสนใจไม่เกิดความประทับใจในการบริการ การติดตั้งไม่สะดวก และรักษาความสะอาดได้ไม่ทั่วถึง

3. แบบสลับ สองทิศทาง การติดยากต้นทุนในการผลิตสูง ลักษณะการหยิบไม่ตอบสนองพฤติกรรมผู้บริโภค พื้นที่ในการโชว์ไม่น่าสนใจสับสน ดูแลรักษาความสะอาดได้ยาก


สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 7

แสดงการวิเคราะห์แกนการหมุนโชว์ของสินค้า

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. แบบบน-ล่าง ทิศทางเดียว
2. แบบซ้าย-ขวา ทิศทางเดียว
3. แบบสลับ สองทิศทาง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ความสะดวกสบายในการหยิบ	4	3	2
2.	ง่ายต่อการผลิต	4	4	3
3.	การติดตั้ง	4	3	3
4.	การดูแลรักษาความสะอาด	3	3	3
5.	พื้นที่ในการโชว์สินค้า	5	3	3
รวม		20	16	14

สรุป จากตารางที่ 7 เลือกแบบที่ 1 เพราะสามารถเลือกซื้อและหยิบสินค้าได้สะดวกพื้นที่ในการโชว์สินค้ามากน่าสนใจ ง่ายต่อการผลิตและการติดตั้งรวมถึงการดูแลรักษาความสะอาดได้ทั่วถึง

การวิเคราะห์โครงสร้างส่วนกระจก

1. อะลูมิเนียม มีคุณสมบัติที่พิเศษคือ น้ำหนักเบา ง่ายต่อการขึ้นรูป และมีความแข็งแรงสูง เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี และมีความต้านทานการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศทั่ว ๆ ไป

2. สแตนเลส โลหะเปลี่ยนซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วยเหล็กโครเมียมนิเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย มีสีคล้ายเงินเป็นมัน นิยมใช้ทำเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหาร หรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมที่ละเอียดต้องการความสวยงามทั้งภายนอกและภายในราคาแพง อายุการใช้งานยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี

3. เหล็กขุบโครเมี่ยมมีคุณสมบัติทนการกัดกร่อนได้ดี และมีความแข็งแรงสูง เหมาะสำหรับเคลือบแผ่นโลหะอื่น ๆ เพื่อป้องกันสนิม มีความแข็งแรงสูงทนต่อการสึกหรอได้ดี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 8

แสดงการวิเคราะห์โครงสร้างส่วนกระจก

หัวข้อที่นำมาพิจารณา

1. อะลูมิเนียม
2. สแตนเลส
3. โครเมี่ยมเหล็กชุบ 4

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ความแข็งแรง	4	5	4
2.	ความสวยงาม	4	5	4
3.	ราคา	5	3	4
4.	ประโยชน์ใช้สอย	4	4	4
5.	กรรมวิธีการผลิต	4	4	4
รวม		21	21	20

สรุป จากตารางที่ 8 เลือกแบบที่ 1 เพราะมีคุณสมบัติที่แข็งแรง สวยงาม มีประโยชน์ใช้สอย ตอบสนองการส่งเสริมการขาย ใช้งานได้ยาวนาน และราคาถูก

การออกแบบ

แนวการออกแบบ

เมื่อนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทำการวิเคราะห์ในด้านวัสดุ รูปแบบ กรรมวิธีการผลิต แล้วจากนั้นก็นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มารวบรวม และสรุปเป็นแนวทางการออกแบบได้ดังนี้

1. พลังงานความร้อนในการอุ่นพาย และกะหรี่พัฟใช้พลังงานความร้อนจากหลอดไฟฟ้าชนิดหลอดไส้

2. ระบบการหมุนของเครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟ หมุนในลักษณะใช้เฟืองเป็นตัวขับเคลื่อน

3. ลักษณะการเปิด-ปิด บานพับเครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟเปิด-ปิด โดยระบบเลื่อนซ้าย-ขวา

4. ลักษณะการวางเครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟ วางในลักษณะหันหน้าออกเพื่อความสะดวกในการหยิบ

5. รูปแบบของสัญลักษณ์ที่ใช้โฆษณาเป็นโปสเตอร์ เพื่อการดึงดูดความสนใจที่ดี ง่ายต่อการจดจำ

6. รูปแบบของป้ายแสดงราคาสินค้าเป็นแบบบอกราคาพร้อมรูปภาพ เพราะสามารถนำเสนอรายละเอียดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. แกนการหมุนโชว์ของสินค้า หมุนแบบบนลงล่างทิศทางเดียว เพื่อความสะดวกในการหยิบ และสามารถโชว์สินค้าได้มาก

8. โครงสร้างส่วนกระจกเป็นอะลูมิเนียม เพื่อความแข็งแรงและสวยงาม

9. มีส่วนสำหรับโชว์โปสเตอร์ ประชาสัมพันธ์โดยมีลักษณะเป็นตู้ไฟด้านบนของเครื่องทางด้านหน้า

10. ระบบการทำงานของเครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟใช้เฟืองตัวหนอนในการถ่ายทอดกำลัง

11. ตะแกรงสำหรับวางพาย และกะหรี่พัฟ สามารถวางพายได้ 20 ชิ้น และวางกะหรี่พัฟได้ 5 ชุด ชุดหนึ่งมี 3 ชิ้น

12. มุมฐานของเครื่องอุ่นพาย และกะหรี่พัฟออกแบบให้มีส่วนกันกระแทก เพื่อความปลอดภัยในการเคลื่อนย้ายขณะขนส่ง

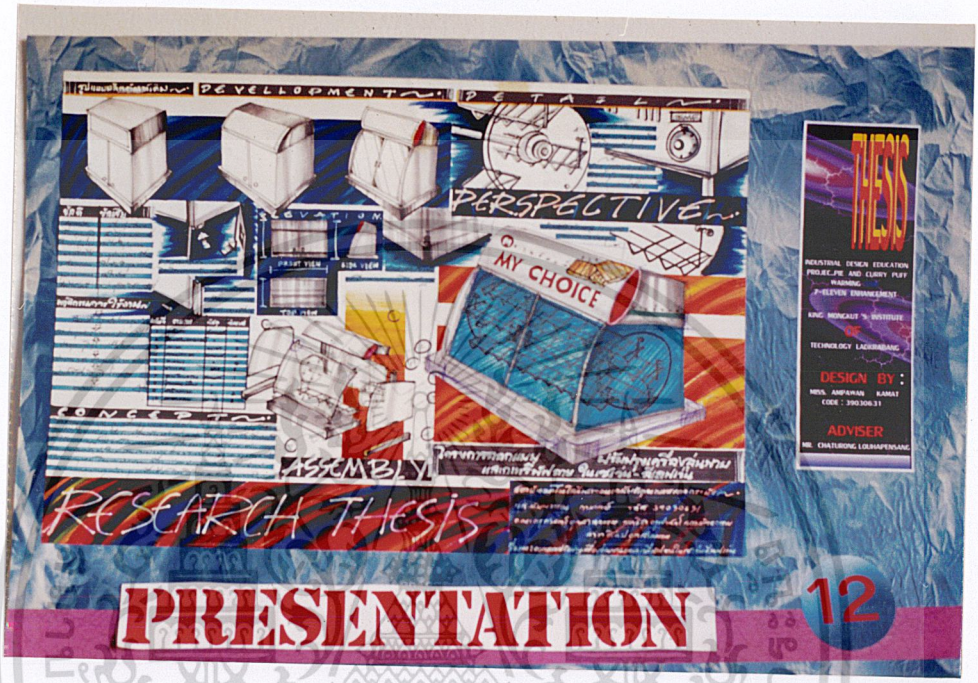
13. เมื่อเปิด-ปิด มีลักษณะเป็นปุ่มจับเลื่อนเปิด-ปิด

14. มีช่องระบายอากาศ ทางด้านหลังของเครื่อง

การนำเสนอผลงาน

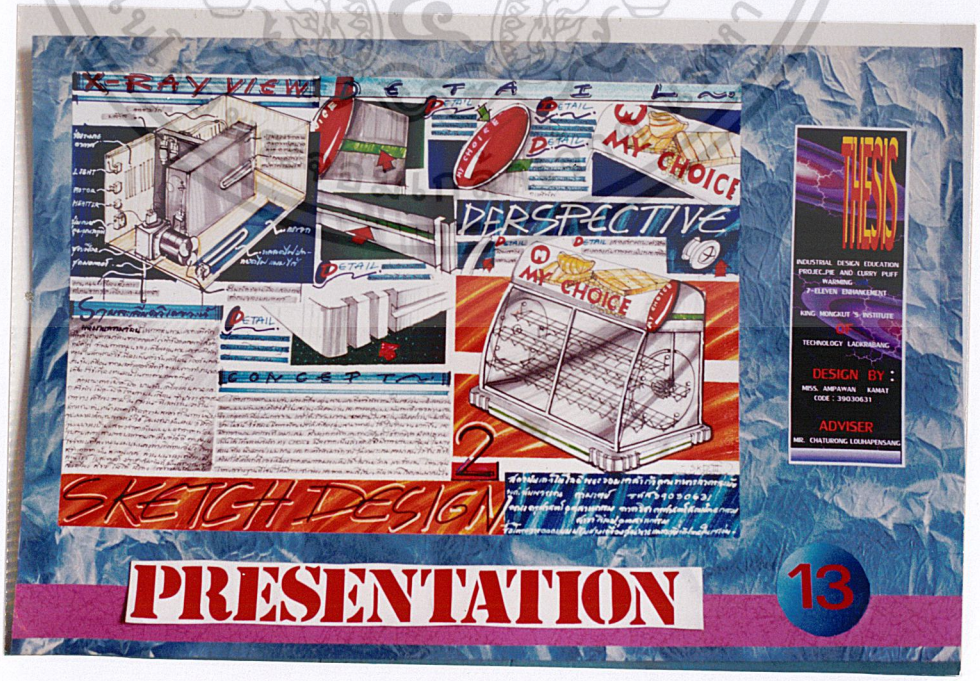
ภาพที่ 128

SKETCH DESIGN 1



ภาพที่ 129

SKETCH DESIGN 2



ภาพที่ 130

SKETCH DESIGN 3



ภาพที่ 131

PRESENTATION



ภาพที่ 132

PRESENTATION



ภาพที่ 133

PRESENTATION



ภาพที่ 134

PRESENTATION



ภาพที่ 135

PRESENTATION



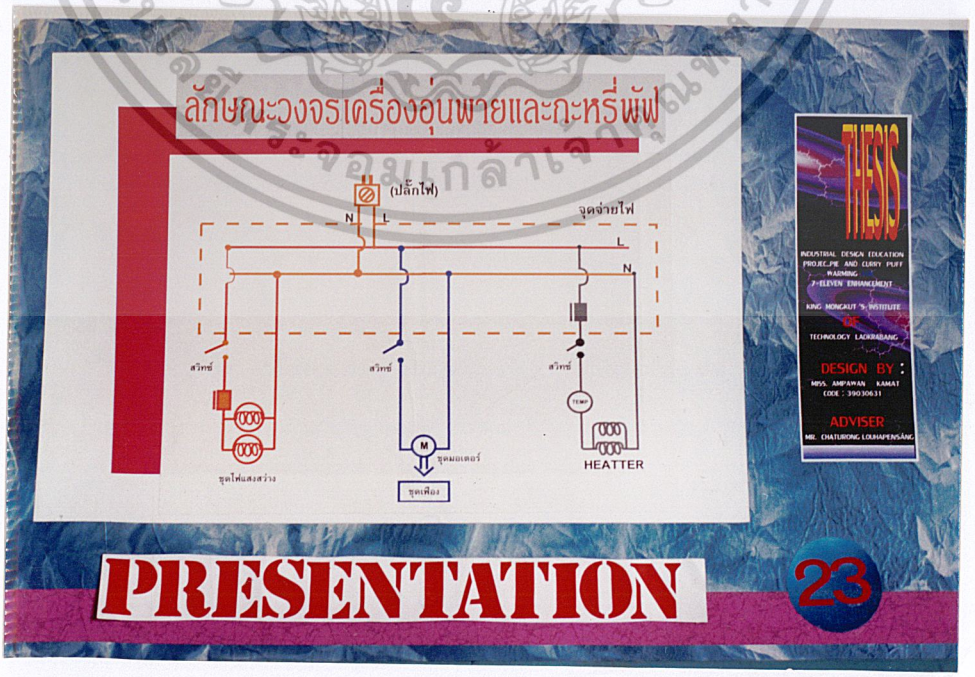
ภาพที่ 136

PRESENTATION



ภาพที่ 137

PRESENTATION



ภาพที่ 138

PRESENTATION



ภาพที่ 139

PRESENTATION



ภาพที่ 140

PRESENTATION



ภาพที่ 141

PRESENTATION



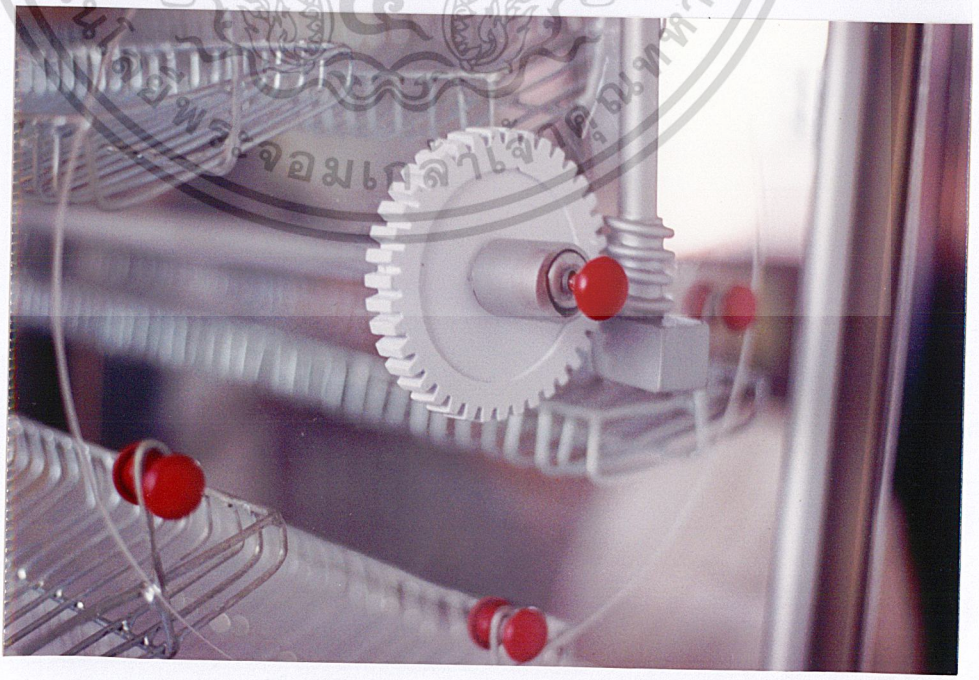
ภาพที่ 146

MODEL



ภาพที่ 147

MODEL



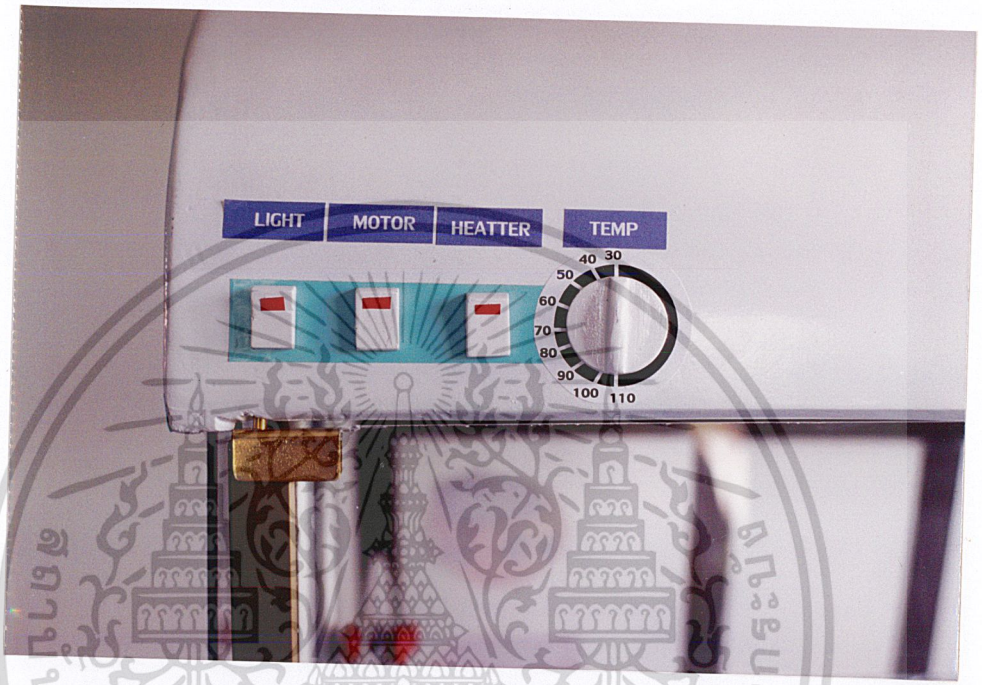
ภาพที่ 148

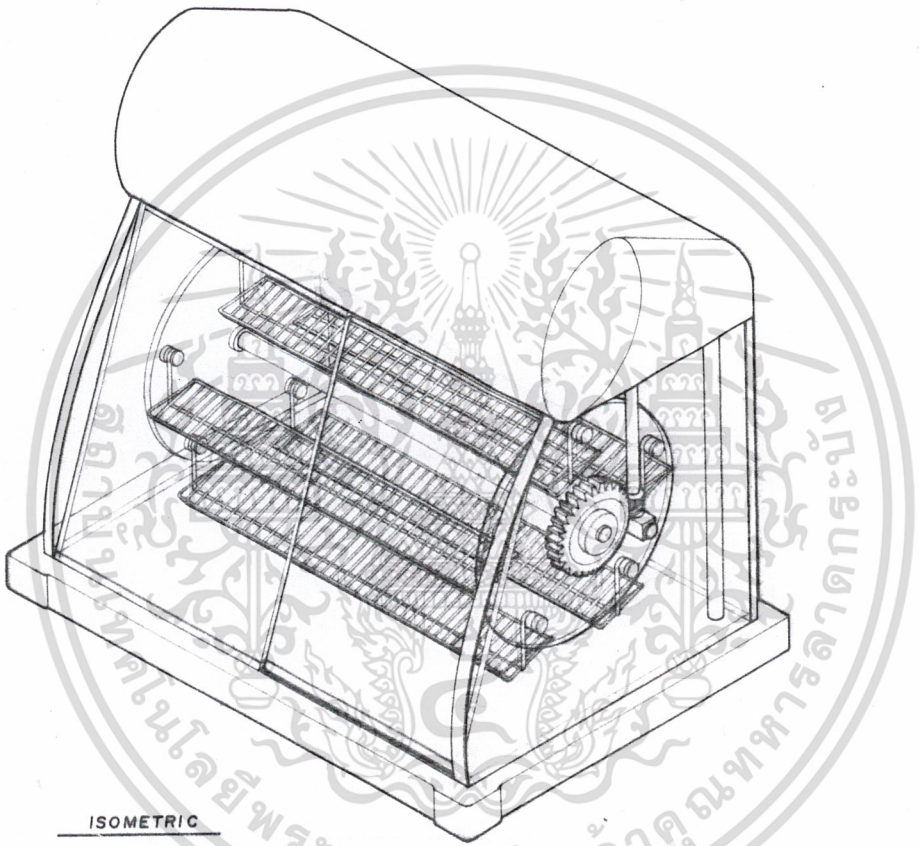
MODE



ภาพที่ 149

MODEL





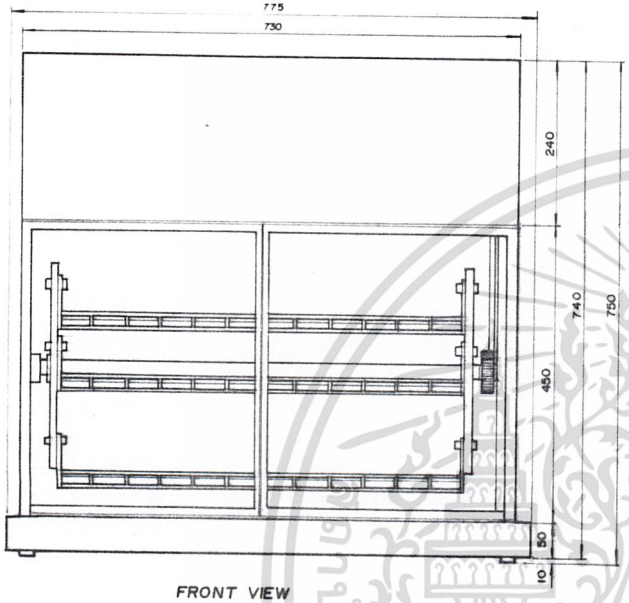
ISOMETRIC

ARCH. ED.
7 JAN 1992

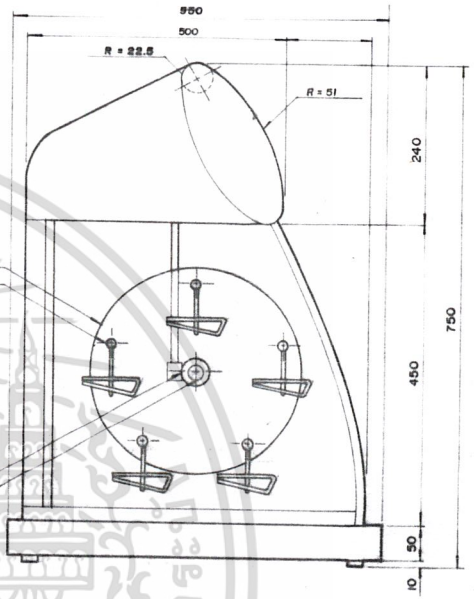
ว.ส.ป.	6 ม.ค. 41	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา.	นางสาว อัมพวรรณ กามาศี		390 30031	3/10
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		ชื่องาน ออกแบบปรับปรุงเครื่องคุ้มหลอดและกรณีศึกษาโรงงานตัวอย่าง - อิเลคเร่น		
		ผู้ควบคุมโครงการ อ. จตุรงค์ เสาวะเดียนดง.		

Made in U.K.

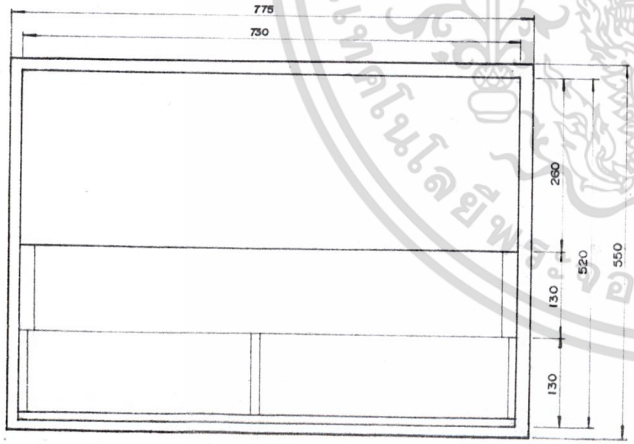
GATEWAY NATURAL TRANSLUCENT PAPER 90/95 gm² SIZE A2



FRONT VIEW



LEFT SIDE VIEW



TOP VIEW.

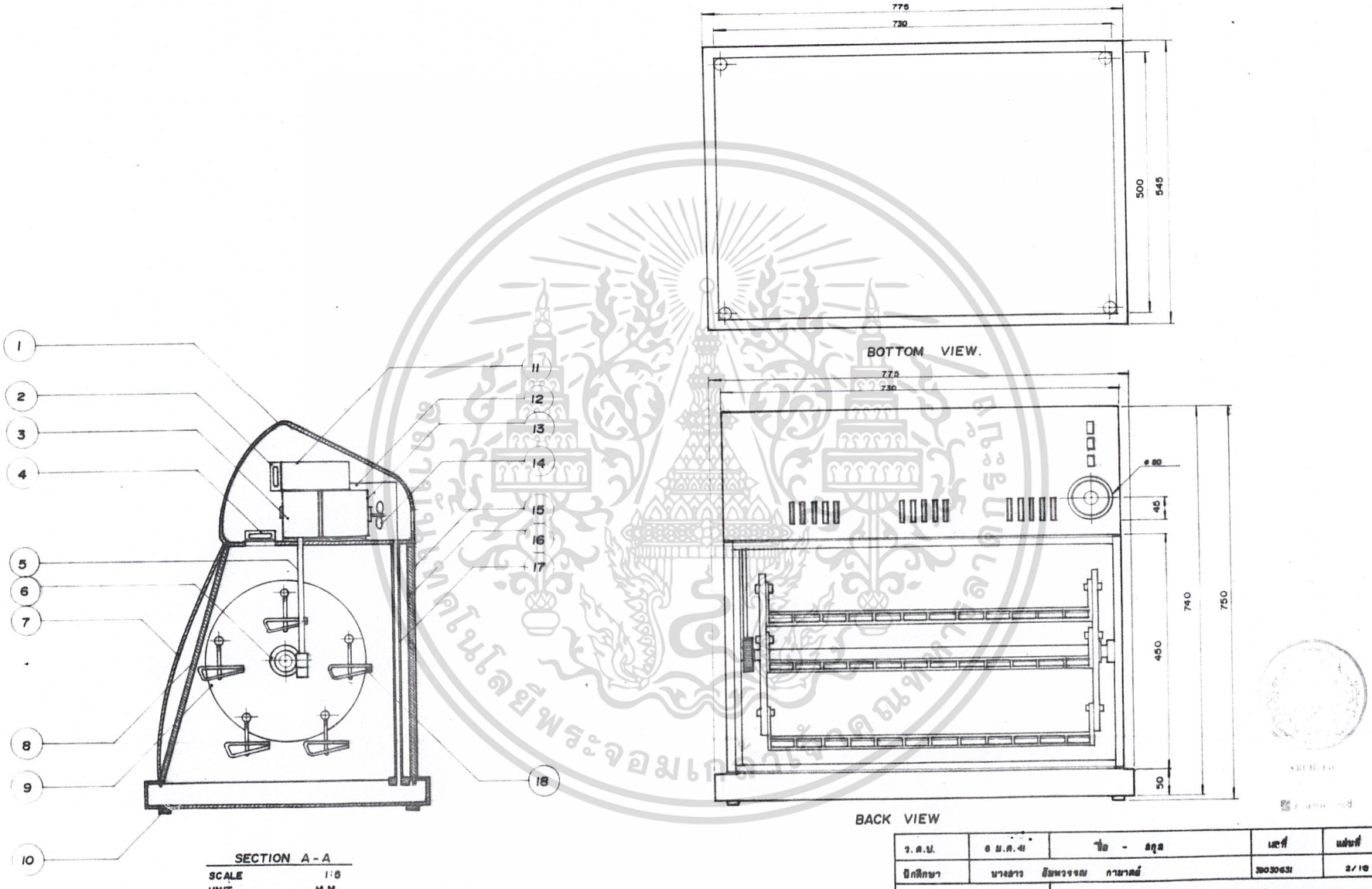
SCALE 1:5

UNIT M.M.

ว.ส.ท.	6 ม.ค. 41	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นางสาว	อัมพวรรณ กาฬาศรี	39030631	1/10
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.		ชื่องาน ออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นอาหารและกระทิ้งทิ้งภายในรถเข็น - ไฟฟ้าเข็น.		
		ผู้ควบคุมโครงการ. อ. จตุรงค์ เสาหะเกียรติแสง		

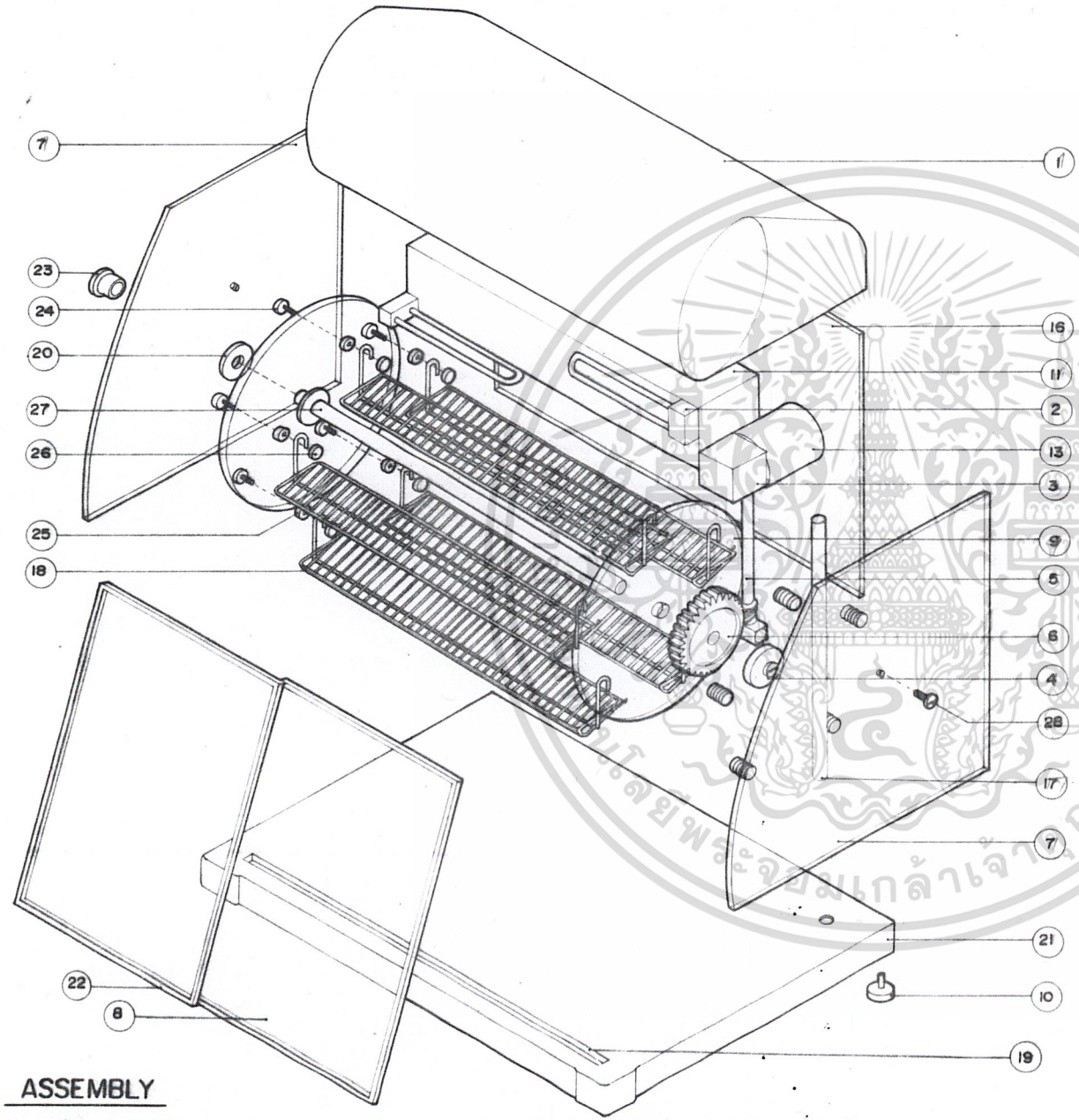
GATEWAY NATURAL TRANSLUCENT PAPER 90/95 gm² SIZE A2

Made in U.K.



ว. ค.บ.	อ ม.ศ.4i	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
ปีกศึกษา	นางสาว อัมพวจงณ กามาลย์		3903631	2/19
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.		ชื่องาน ออกแบบปรับปรุงเครื่องสุขภาพและกายภาพบำบัดแก่เด็ก - อิเลคโทร		
		ผู้ควบคุมโครงการ อ. จตุรงค์ เสาหะเที่ยงแสง		

GATEWAY NATURAL TRANSLUCENT PAPER 90/95 gm² SIZE A2
Made in U.K



28	น็อตยึดเพียง	เหล็ก	1
27	แกนหมุน	อลูมิเนียม	1
26	ตัวยึด 1	พลาสติก	10
25	ตัวยึด 2	พลาสติก	10
24	ตัวยึด 3	พลาสติก	10
23	ตัวยึดแกน	พลาสติก	1
22	กรอบประตูหน้า	อลูมิเนียม	2
21	ฐาน	แผ่นเหล็ก	1
20	ตัวยึดกระจก	พลาสติก	2
19	รางเลื่อน	อลูมิเนียม	2
18	ชั้นวางพาย และ กะทะรี่ฟฟ	สแตนเลส	5
17	ท่อร้อยสายไฟ	อลูมิเนียม	1
16	ประตูด้านหลัง	กระจก	1
15	กรอบประตูด้านหลัง	อลูมิเนียม	1
14	ใบพัด	มาตรฐาน	1
13	มอเตอร์	มาตรฐาน	1
12	ชุดไฟ	มาตรฐาน	2
11	กล่องแผงวงจรควบคุม	แผ่นเหล็ก	1
10	ยางรอง	ยาง	4
9	วงมือ	กระจก	2
8	ประตูด้านหน้า	กระจก	2
7	ฝาด้านข้าง	กระจก	2
6	เพียง	พลาสติก	1
5	แกนเพียงตัวหนอน	เหล็ก	1
4	ตัวยึดเพียง	สแตนเลส	2
3	ชุดขับเพียง	มาตรฐาน	1
2	หลอดตะเกียบ	มาตรฐาน	2
1	ฝาครอบ	ไฟเบอร์กลาส	1
ลำดับ	รายการ	วัสดุ	จำนวน

รายการประกอบแบบ

ว.ล.ป.	อ ม.ล. ณ	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นางสาว อัมพวจรณ กายาสย์		รออรออม	4/10

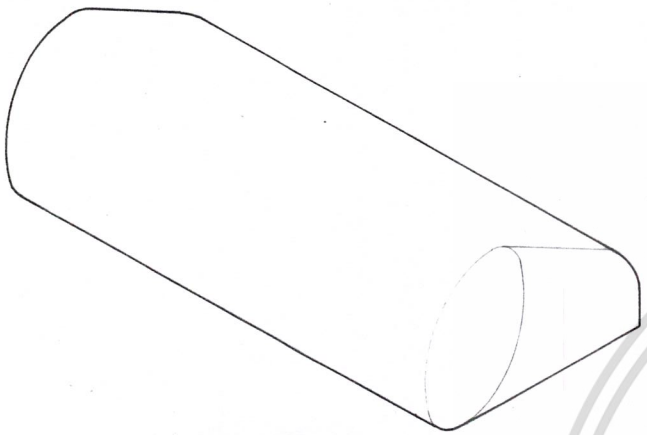
สถาบัน เทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่องาน ออกแบบปรับปรุงเครื่องสู่ขนาดและกะทะรี่ฟฟ์เพื่อการใช้งาน-อัตราเร่ง

ผู้ควบคุมโครงการ อ. จตุรงค์ เสาทองหิญแสง

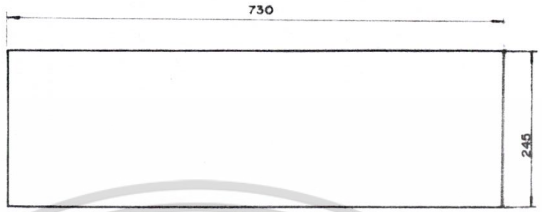
GATEWAY NATURAL TRANSLUCENT PAPER 90/95 gsm² SIZE A2

Made in U.K.

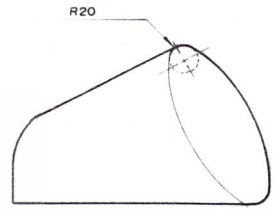


PART 1. ISOMETRIC

SCALE 1:5
UNIT M.M.



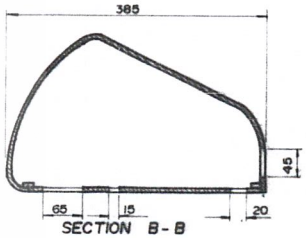
FRONT VIEW



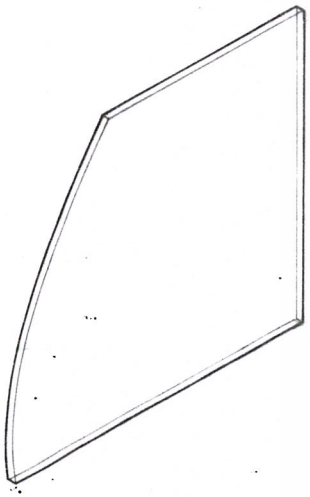
LEFT SIDE.



BOTTOM VIEW

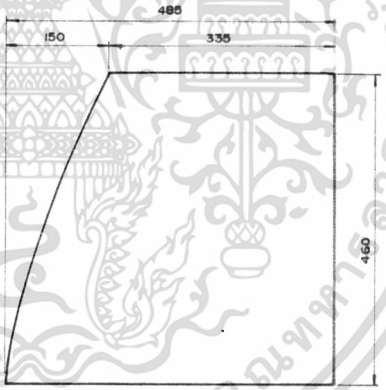


SECTION B-B

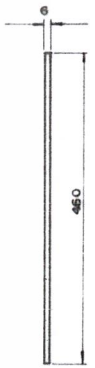


PART 19 ISOMETRIC

SCALE 1 : 5
UNIT M. M.



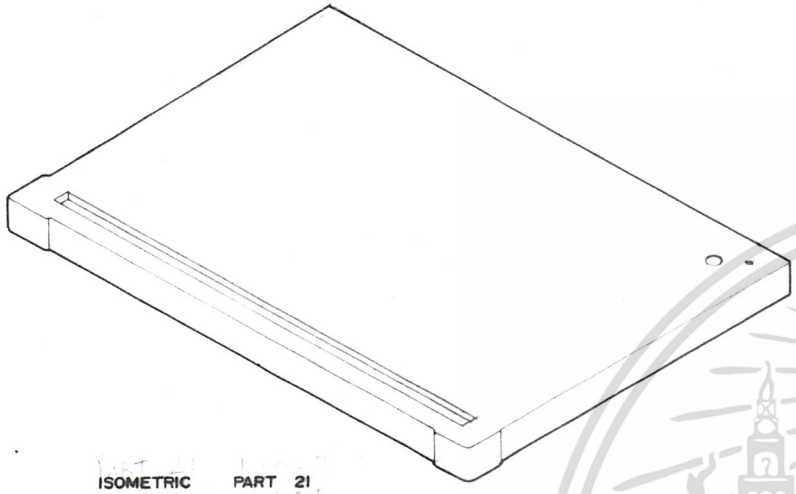
FRONT VIEW



SIDE VIEW

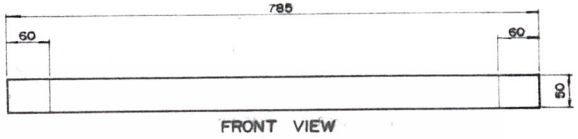
ว.ค.ป.	6 ม.ค. 41	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นางสาว อัมพวรรณ กาฬาสย์		39030051	9/10
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.		ชื่องาน ออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นหาง และกระพรีฟิกายในแร่น - อัดแร่น		
		ผู้ควบคุมการฝึก . ธ. จตุรงค์ เสาะแสงผล .		

GATEWAY NATURAL TRANSLUCENT PAPER 90/95 g/m² SIZE A2
Made in U.K.

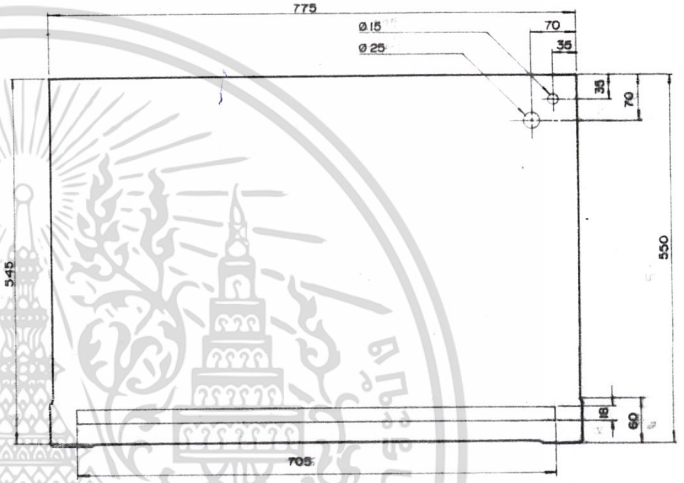


ISOMETRIC PART 21

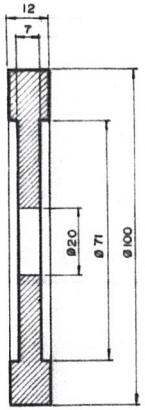
SCALE 1 : 5
UNIT M.M.



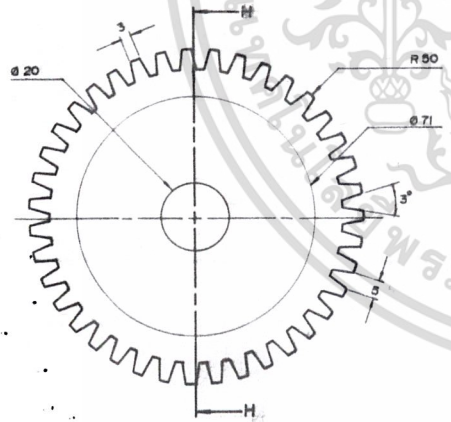
FRONT VIEW



TOP VIEW



SECTION H-H



FRONT VIEW



ISOMETRIC PART 6

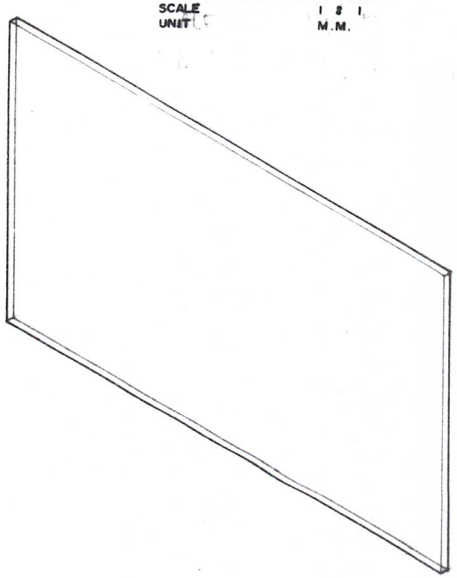
SCALE 1 : 1
UNIT M.M.

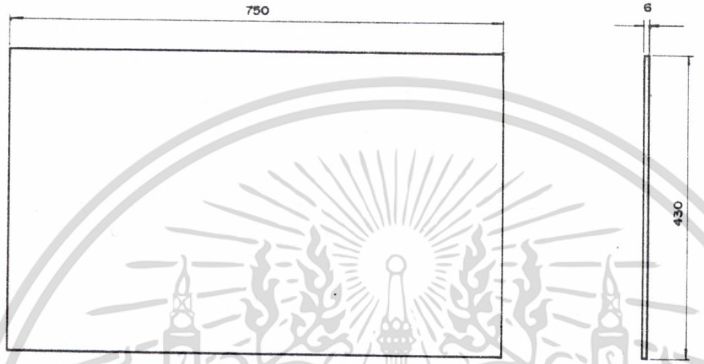
ว.ส.ป.	6 ม.ค. 41	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นางสาว	อัมพวรรณ กามาลย์	39030031	9/10
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		ชื่องาน ออกแบบปรับปรุงเครื่องสุ่มหาย และ กราฟิกฟิเคชั่นแผ่น - สิ่งพิมพ์		
		ผู้ควบ คุมโครงการ อ. จตุรงค์ เสาหะเพียรเลิศ		

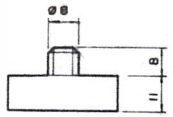
GATEWAY NATURAL TRANSLUCENT PAPER 90/95 g/m² SIZE A2
Made in U.K.

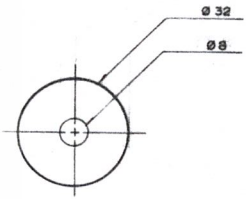
ISOMETRIC PART 16

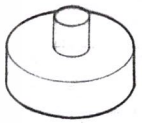
SCALE 1 : 1
UNIT M.M.





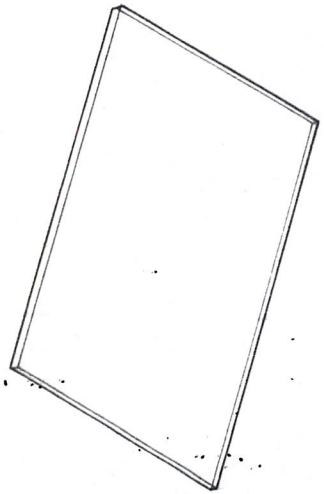






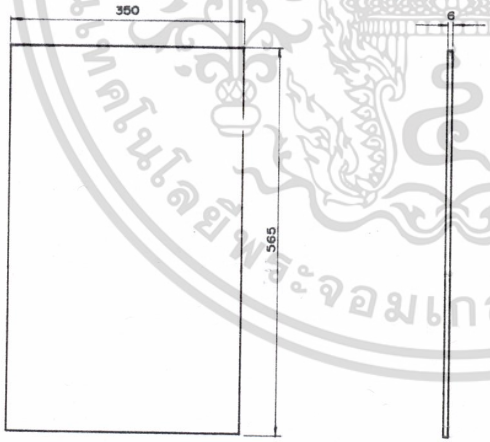
ISOMETRIC PART 10

SCALE 1 : 1
UNIT M.M.



ISOMETRIC PART 8

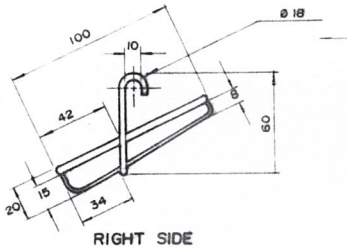
SCALE 1 : 5
UNIT M.M.



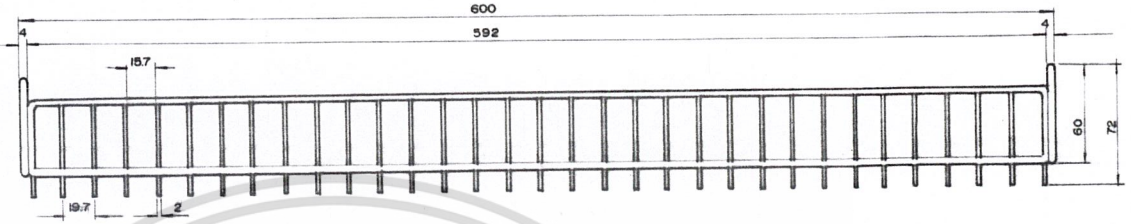
ว.ค.ป.	6 ม.ค 41	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	ทางการ	ยันหวงชัย กาฬาลย์	39030631	9/10
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		ชื่องาน ออกแบบปรับปรุงเครื่องสุ่มหายและกรณีที่เกิดการยืนแช่เย็น-ยืนแช่น้ำ		
		ผู้ควบคุมโครงการ อ. จตุรงค์ เสาวะเพียมสร		

GATEWAY NATURAL TRANSLUCENT PAPER 90/95 gm² SIZE A2

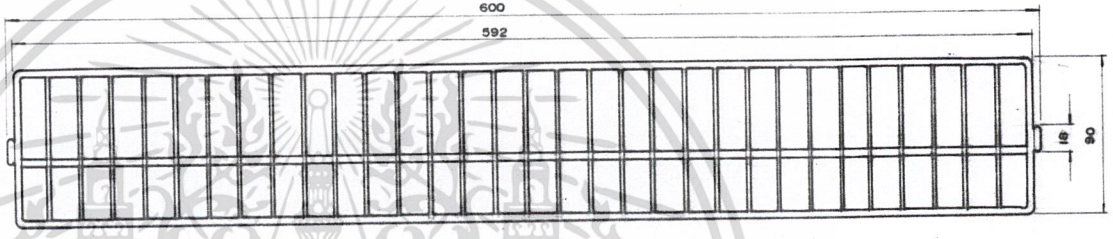
Made in U.K.



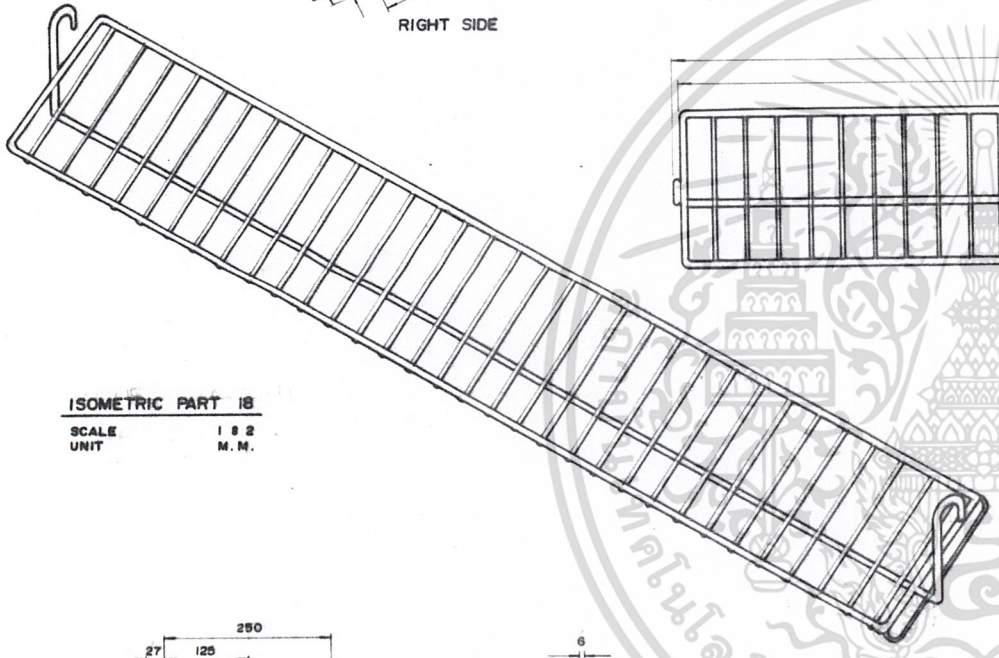
RIGHT SIDE



FRONT VIEW

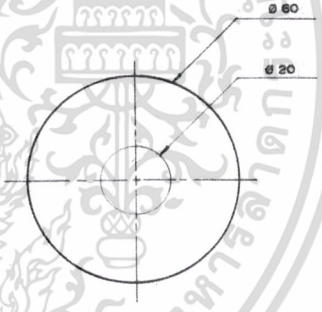


TOP VIEW

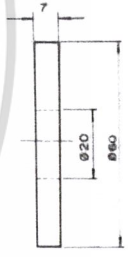


ISOMETRIC PART 18

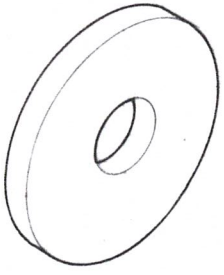
SCALE	1 : 2
UNIT	M.M.



FRONT VIEW

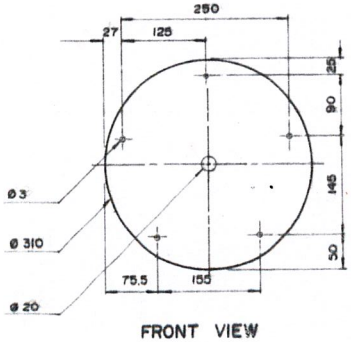


SIDE VIEW

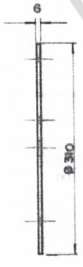


ISOMETRIC PART 20

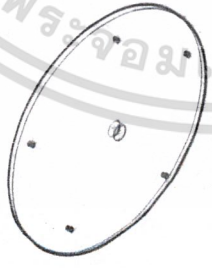
SCALE	1 : 1
UNIT	M.M.



FRONT VIEW



SIDE VIEW

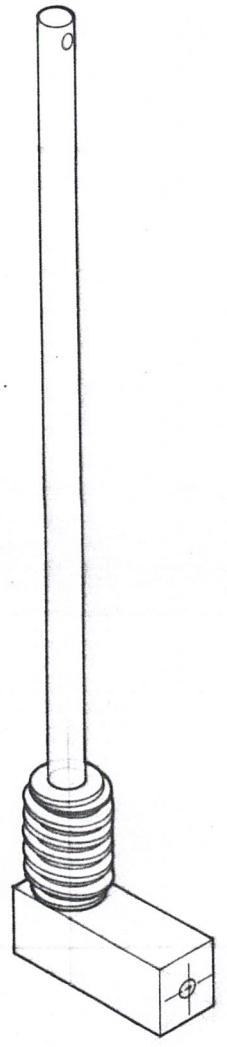


ISOMETRIC PART 9

SCALE	1 : 5
UNIT	M.M.

ว.ส.ป.	6 ม.ค. 41	- ปื๋อ - อนุสร	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นางสาว อัมพรรจน์ ภาษาสี		39030631	6/10
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง		ชื่องาน ออกแบบปรับปรุงเครื่องสุ่มหาย และ กระชังฟักสายพันธุ์ เช่น-ลิเลฟเร่ย์		
		ผู้ควบคุมโครงการ อ. อนุรงค์ เสาหะเพื่อมแสง		

GATEWAY NATURAL TRANSLUCENT PAPER 98/95 gm² SIZE A2
Made in U.K.



ISOMETRIC PART 5

SCALE 1 : 1
UNIT M.M.

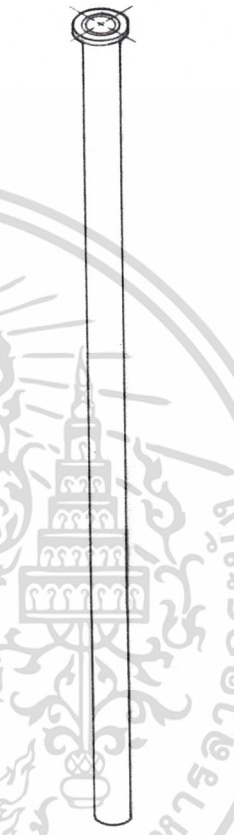


FRONT VIEW

TOP VIEW

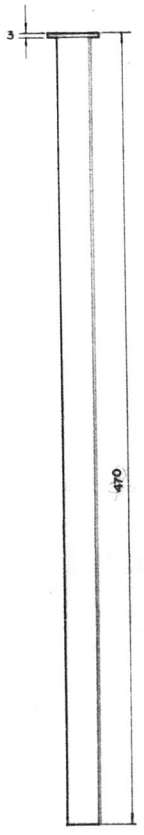


SECTION G-G

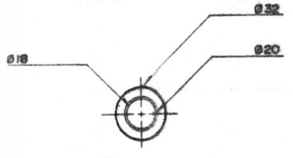


ISOMETRIC PART 17

SCALE 1 : 2
UNIT M.M.



FRONT VIEW



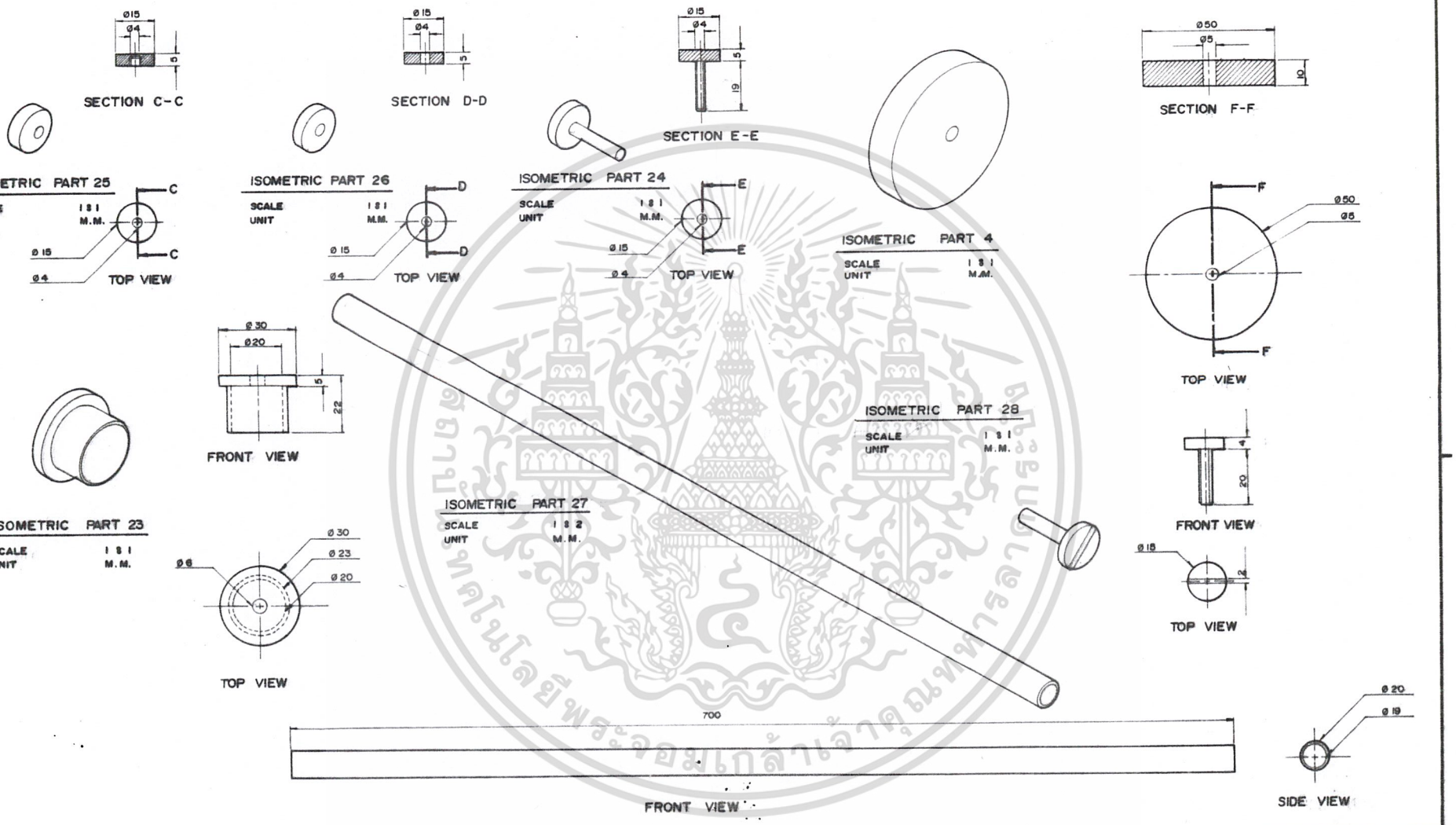
TOP VIEW

ว.ส.ป.	6 มี.ค. 41	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นางสาว	อัมพวรรณ กาฬาลย์	39030031	7/10
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		ชื่องาน ออกแบบปรับปรุงเครื่องสู่ขวดและกรงพื้นภายในแห่ง - มีสายส่ง ผู้ควบคุมโครงการ อ. จตุรงค์ เสาหงเหียนเลย		

GATEWAY NATURAL TRANSLUCENT PAPER 60/65 g/m² SIZE A2

Made in U.K.

ลิขสิทธิ์ พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ว.ส.ป.	ธ ม.ค. 41	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นางสาว	ลัดพวจรอม กามาหลี	39030657	10/10
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		ชื่องาน ออกแบบปรับปรุงเครื่องลุ่นหาย และ กระพี่ฟันภาสในหน่วย - ลีเลข แผ่น		
		ผู้ควบคุมโครงการ อ. จตุจงส์ เลาหะเพ็ญแสง		

GATEWAY NATURAL TRANSLUCENT PAPER 90/95 gm² SIZE A2
Made in U.K.

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นแซนวิช ภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น ออกแบบปรับปรุงเพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้จำหน่าย และผู้มาซื้อสินค้าในด้านต่าง ๆ และพัฒนารูปแบบให้มีความแปลกใหม่ การดึงดูดความสนใจในส่วนของการประชาสัมพันธ์ตลอดมา รายละเอียดของตัวสินค้า เพื่อสร้างภาพพจน์ที่ดีให้แก่ผู้มาใช้บริการ ยังผลให้ผู้มาใช้บริการเกิดความถึงพอใจ ความประทับใจ และการจดจำเพื่อสร้างสม ลูกค้าให้ความภักดีต่อสินค้าต่อไป วิธีดำเนินการวิจัย โดยการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ จากเอกสาร และการศึกษาจากภาคสนาม เพื่อการศึกษากำหนดปัญหา ความจำเป็น ความต้องการของกิจการบริษัท การเสนอหัวข้อและข้อมูลเบื้องต้น การวิเคราะห์ ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ และกรรมวิธีการผลิต การวิเคราะห์โครงสร้าง และหลักการใช้งาน การทำหุ่นจำลองเพื่อทดสอบหารายละเอียดของผลิตภัณฑ์ เพื่อประกอบการพิจารณาในการออกแบบขั้นสุดท้าย การเขียนแบบเพื่อการผลิต การนำเสนอผลงานพร้อมข้อมูลฉบับสมบูรณ์ หุ่นจำลองผลการวิจัย การจัดวางเครื่องอุ่นแซนวิช โชว์สินค้า แบบหันหน้าออก เพื่อความสะดวกในการเลือกชมสินค้า ป้ายบอกราคาแบบมีโมเดลประกอบ ทำให้เกิดความน่าสนใจดึงดูดต่อลูกค้า

ข้อเสนอแนะ

การนำเสนอข้อมูลมาสู่ DESIGN ควรไปศึกษาเรื่องของรูปทรง รูปร่าง ระบบ และพฤติกรรม พร้อมทั้งศึกษาคำว่า “ภายในเซเว่นอีเลฟเว่น” เป็นอย่างไร ศึกษาการตกแต่งภายในและชั้นวางสินค้า ศึกษาความร้อน การหมุนของแกน และโครงสร้างให้ละเอียด ศึกษาการนำเสนองานเพิ่มเติมในส่วนของเพื่อการผลิต และเพื่อการใช้งาน รวมไปถึงการเข้ากรอบกระจก

ชนิดของกระจกประเภทต่าง ๆ ขนาดที่เหมาะสมต่อการใช้งาน และการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการคำนวณจำนวนรอบของการหมุนของชุดเฟือง การทดเฟือง ระบบการทำงานของชุดเฟือง มอรเตอร์ให้ละเอียดยิ่งขึ้นรวมไปถึงการคำนวณพื้นที่ในการซื้อกระจกและการใช้งาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายการอ้างอิง

เกษม บุญเพ็ญ. **พื้นฐานโลหะแผ่น.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ประกอบเมไตร. 2533

กลางเบเกอร์รี่. **พาย.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สุขภาพใจ, 2539

จิตธนา แจ่มเมฆ. **เบเกอร์รี่เทคโนโลยีเบื้องต้น.** พิมพครั้งที่ 4 . กรุงทเพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ณรงค์ ชอนตะวัน. **คู่มือซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน.** กรุงเทพฯ : สวงนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ธนกร จินดาศรี. **"โครงการออกแบบปรับปรุงเตาให้ความร้อนทดสอบย้อมเฉดสีผ้า".** วิทยานิพนธ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540

ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. **เทคนิคกลไก.** กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2530

นิภาพร ไชยมหาวัน. **"โครงการออกแบบปรับปรุงตู้สาธิตในการฟักไข่".** วิทยานิพนธ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540

บัณฑิต โรจน์อารยานนท์. **วิศวกรรมไมโครเวฟ.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536

ประเสริฐ มหาศรานนท์. **วัสดุอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บริษัทประชาชน จำกัด, 2535

มนัสพันธ์ รินแสงขีน. **"โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์สำหรับงานหล่อน้ำดิน".** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540

หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู. **เบเกอร์รี่.** การพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการเอกสารการนิเทศการศึกษา, 2538

ประชิด ทิณบุตร. **การออกแบบกราฟฟิค.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2530

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2532

พิชัย ภักดี พาณิชเจริญ. **ทฤษฎีและการใช้งานความถี่ย่านไมโครเวฟ.** กรุงเทพฯ : หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2530

วิจิตร บุญยธโรกุล. **ระบบควบคุมมอเตอร์.** กรุงเทพฯ : 2517

ศศิเกษม ทองยงค์. **เคมีอาหารเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2530

ศรีสมร คงพันธ์. **ตำหรับอาหารวิทยาลัยในวัง.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แสงแดด จำกัด, 2536

สาคร คันธโชติ. **การออกแบบเครื่องเรือน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2528

เสาวนี จักรพิทักษ์. **เคมีประยุกต์ในคหกรรมศาสตร์.** โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิช จำกัด, 2532

อรอนงค์ นัยกุล. **คุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุดิบในการผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่และการคำนวณเกี่ยวกับการผลิตขนมอบ.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532

อภิเชต บุญเรือง. **"โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบรังไหม" .**วิทยานิพนธ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540

อนันต์ วงศ์กระจ่าง, มนตรี บุญชู, ยุทธนา หริรักษาพิทักษ์. **เฟืองและเทคนิคการผลิตเฟือง.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศรีสยาม, 2536

อนันต์ชัย ชัยเชิดชูกิจ. **"โครงการออกแบบปรับปรุงจุดจำหน่ายไก่ย่าง 5 ดาวของบริษัทสตาร์มาร์เก็ตติ้ง จำกัด".** วิทยานิพนธ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540



ภาคผนวก ก.

แบบอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ด้วยข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) อัมพวรรณ กามาตย์

นักศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 300/68 ตรอก/ซอย

ถนน ฉลองกรุง ตำบล ลำปาทิว

อำเภอ/เขต ลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพมหานคร

หมายเลขโทรศัพท์ที่บ้าน ที่ทำงาน

มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี

สาขา ศิลปอุตสาหกรรม จำนวน 8 หน่วยกิต

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) ออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นพายและกระหรี่พัฟภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่ ตรอก/ซอย

ถนน ตำบล อำเภอ/เขต

จังหวัด โทรศัพท์

ที่ทำงาน เลขที่ ตรอก/ซอย

ถนน ตำบล อำเภอ/เขต

จังหวัด โทรศัพท์

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ถนน ตำบล อำเภอ/เขต

จังหวัด โทรศัพท์

ที่ทำงาน เลขที่ ตรอก/ซอย

ถนน ตำบล อำเภอ/เขต

จังหวัด โทรศัพท์

แบบเสนอขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการเสนอวิทยานิพนธ์

เรื่อง (ภาษาไทย) ออกแบบปรับปรุงเครื่องอุ่นพายและกะหรี่พัฟภายในเซเว่น-อีเลฟเว่น

(ภาษาอังกฤษ)

เสนอโดย (นาย/นาง/นางสาว) อัมพวรรณ กามาตย์

นักศึกษาภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

จำนวนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์ 8 หน่วย

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

ประเภทวิทยานิพนธ์ที่เสนอ

1. การศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบ
   - ก. โครงการจริง
   - ข. โครงการเสนอแนะ
   - ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
2. การศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างกว้างขวางโดยละเอียดและวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การออกแบบ
   - ก. โครงการจริง
   - ข. โครงการเสนอแนะ
   - ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
3. การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาคผนวก ข.
หนังสือเชิญ

บริษัท ซี.พี. อินเตอร์ฟู้ด (ไทยแลนด์) จำกัด
C. P. INTER FOOD (THAILAND) CO., LTD.
29/8-10 ถนนสุขุมวิท 22 แขวงคลองตัน เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110
29/8-10 Sukhumvit Soi 22 Klongtoey Bangkok 10110
Tel. 259-8740-44 Telex : 81037 SLP TH Fax : 259-8908

วันที่ 23 มิถุนายน 2540

ประธานดำเนินงานวิทยานิพนธ์
สาขาศิลปอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

เรื่อง การให้ความอนุเคราะห์นักศึกษา
เรียน คุณนิรัช สุดสังข์

ตามที่ นางสาวอัมพวรรณ กามาตย์ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาศิลปศาอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ได้ขอความอนุเคราะห์จากบริษัทฯ เพื่อขอข้อมูลเกี่ยวกับ "เครื่องอุ่นพาย มายชอยส์" เพื่อนำไปศึกษาค้นคว้าประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โครงการออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์มายชอยส์" บริษัทฯ มีความยินดีที่จะแจ้งให้ทราบว่าบริษัทฯ พร้อมที่จะสนับสนุนในด้านการศึกษาและพร้อมให้ข้อมูลในส่วนที่สามารถเปิดเผยได้ โดยขอสงวนสิ่งที่เป็นความลับและเปิดเผยไม่ได้ต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

.....

(นายปกรณ์ ลีนะกิตติ)
รองผู้จัดการทั่วไป



ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นางสาวอัมพวรรณ กามาตย์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 27 เมษายน 2517
สถานที่เกิด	อุบลราชธานี
วุฒิการศึกษา	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ออกแบบผลิตภัณฑ์
สถานที่สำเร็จการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตอุเทนถวาย
ผลงานที่เคยได้รับ	
ที่อยู่ปัจจุบัน	16/5 สะพือท่าค้อ ต.โพธิ์ศรี อ.พิบูลมังสาหาร จ.อุบลราชธานี 34110 โทร 045-204144 เพจเจอร์ 152-730403

