ปราโมช นิยมชาติ

บทคัดย่อ

การใช้อุปกรณ์โสตฯ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายทอดความรู้ให้มีประสิทธิผลสูงขึ้น เนื่องจากเนื้อหาความรู้ในปัจจุบันมีความยากและซับซ้อน ซึ่งไม่สามารถใช้วิธีการสอนปากเปล่าเพียงอย่างเดียวเช่นแต่ก่อน แต่ก็ปรากฏว่าในขณะใช้งานอุปกรณ์โสตฯ มักจะเกิดอุป

โครงการออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์โสตสำหรับนักวิชาการใช้บรรยายในห้องบรรยายขนาดเล็ก

The develoment audio for small scale auditorium project

นายปราโมช นิยมชาติ

รหัส 320213

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

A020456

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปพ.

เลขหมู่ ป A52 ค 2533

เลขทะเบียน 696 020456

วัน เดือน ปี 15 พ.ย. 2534

วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงชุดอุปกรณ์โสต สำหรับนักวิชาการ ใช้บรรยายในห้องบรรยายขนาดเล็ก

ชื่อนักศึกษา นายปราโมช นิยมชาติ

อาจารย์ที่ปรึกษา อุดมศักดิ์ สาริบุตร

ทวีวัฒน์ อารีย์พงศา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรมการตรวจวิทยานิพนธ์ได้ตรวจพิจารณาและเห็นชอบแล้วจึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ศรุศาตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2533

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะกรรมการาตรวจวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

.....กรรมการ

.....กรรมการ

.....กรรมการ

.....กรรมการ

.....กรรมการ

.....กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อาจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร)

.....

(อาจารย์ทวีวัฒน์ อารีย์พงศา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. นำส่วนต่าง ๆ มารวมกันโดยจัดวางตามพฤติกรรมการใช้งานและเงื่อนไขในการออกแบบ

สรุปผลการวิจัย

ชุดอุปกรณ์โสตฯ ประกอบด้วย เครื่องขยายเสียงสารกึ่งตัวนำ ระบบ ขนาด 15. วัตต์ เครื่องเล่นและบันทึกเสียงแบบตลับ (Cassetter) 6 การใช้งาน ลำโพงกลมขนาด 4" พร้อมตู้ ช่องเก็บตลับเทป ลักษณะเสียงเข้าหันด้านแถบเทปลง เก็บได้ 3 ตลับ สายไฟฟ้าชนิดอ่อนตีเกลียวคู่ ฉนวนพลาสติกขนาด 0.5 SQ พร้อมตลับเก็บอยู่ที่ปลายสาย เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะที่มีแผ่นสะท้อนแสงเลนซ์ 300 มม. พับเก็บได้ ปุ่มควบคุมเสียงแบบเลื่อนตัวถังเป็นลักษณะกระเป๋าเอกสารทรงโค้งมนผิวลายเม็ดเปิดออกจึงเป็นส่วนใช้งานอยู่ด้านในวัสดุพลาสติค มีจุดเชื่อมสัญญาณกับระบบขยายภายนอก ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวตท์ 50 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง "ชุดอุปกรณ์โสตสำหรับนักวิชาการใช้บรรยายในห้องบรรยายขนาดเล็ก" สำเร็จลุล่วงด้วยความอุปการะ และสนับสนุนจากองค์กร บริษัท กลุ่มบุคคล และเพื่อน ๆ ผู้ทำวิจัยขอขอบคุณ และขอบใจแก่ผู้ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ส่วนดีของวิทยานิพนธ์ ขออุทิศแด่ "นายชวัช นิยมชาติ"

คุณแม่	กำลังทรัพย์
คุณพ่อ	กำลังใจ
อ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร	
อ.ทวีวัฒน์ อารีย์พงศา	
บริษัทชานินทร์ ยูเนี่ยนอุตสาหกรรม จำกัด	
วิทยาเขตเพาะช่าง, วิทยาลัยสวนกุหลาบ	
พี่อ้วน, อ้อ ห้องสมุด	กำลังสมอง
เต๋า และเพื่อน ๆ ห้องออกแบบ	
เจ๊ดับ และพี่ ๆ ที่บ้าน	
น้อง ๆ ทุกคน	
ดา' วิทยาศาสตร์	กำลังกาย

(นายปราโมช นิยมชาติ)
ผู้ทำวิจัย และออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
รายการตารางประกอบ	ฌ
รายการรูปประกอบ	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	01
เหตุผลในการเสนอโครงการ	1
ความเป็นมาของปัญหาและแนวทางแก้ปัญหา	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัยและออกแบบ	7
ขอบเขตการวิจัย	8
ขอบเขตการออกแบบ	8
วิธีดำเนินการวิจัย	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	10
2. การศึกษาวิทยานิพนธ์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	11
โสตทัศนศึกษา	11
การบรรยาย	24
3. วิธีดำเนินการวิจัย	32
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	32
วิธีดำเนินการวิจัย	32
การเก็บรวบรวมข้อมูล	33
ตัวอย่างข้อมูล	35
4. การศึกษาข้อมูล	40
ผลิตภัณฑ์เดิม และผลิตภัณฑ์ข้างเคียง	40
✓เสียง	44
ห้องบรรยาย	49
พฤติกรรมการใช้งาน	63
✓ระบบไฟฟ้า	70
✓สายไฟฟ้าและอุปกรณ์	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

- อุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ 78
- เครื่องขยายเสียง 84
- ไมโครโฟน 92
- เครื่องบันทึกเสียง 98
- ลำโพง 110

เครื่องฉายภาพข้ามศรีษะ 115
โครงสร้าง 129
วัสดุและกรรมวิธีการผลิต 133
สีในการออกแบบ 157
สรีระศาสตร์ 161

5. การสรุปและวิเคราะห์ข้อมูล 173

สรุปผลิตภัณฑ์เดิม และผลิตภัณฑ์ข้างเคียง 173
สรุปเสียง 173
สรุปห้องบรรยาย 173
สรุปพฤติกรรมการใช้งาน 174
สรุประบบไฟฟ้า 174
สรุปสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ 175
สรุปเครื่องขยายเสียง 176
สรุปไมโครโฟน 177
สรุปเครื่องบันทึกเสียง 178
สรุปลำโพง 179
สรุปเครื่องฉายภาพข้ามศรีษะ 180
สรุปโครงสร้าง 181
สรุปวัสดุและกรรมวิธีการผลิต 182
สรุปสีในการออกแบบ 182
สรุปสรีระศาสตร์ 183
วิเคราะห์ระบบไฟฟ้า 184
วิเคราะห์สายไฟฟ้า 185
วิเคราะห์วงจรขยายเสียง (คลาส) 186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1	แสงคุณสมบัติในการดูดซึมเสียงเมื่อใช้วัตถุดูดซึมเสียงต่างชนิดกัน ที่มีความถี่ต่างกัน	46
2	แสดงวัสดุชนิดต่าง ๆ กับการยืดเยื้อของเสียงเป็นเปอร์เซ็นต์	47
3	แสดงขนาดของชุดเรียน	54
4	แสดงลักษณะและการใช้งานของสายไฟฟ้า	73
5	จำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ใช้ได้กับสายไฟขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 40°C	75
6	รูปทรงโครงสร้าง	130
7	แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ต่อความสูงยืน และมิติวิกฤต	162
8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุ น้ำหนัก และน้ำหนักบรรทุกของชายไทย อายุ 20 ถึง 45 ปี	163
9	ความสูงในการปฏิบัติงาน	165
10	แสดงขนาดสัดส่วนของรัศมีการเอื้อมในท่าต่าง ๆ	167
11	วิเคราะห์ระบบไฟฟ้า	184
12	วิเคราะห์สายไฟฟ้า	185
13	วิเคราะห์วงจรขยายเสียง (คลาส)	186
14	วิเคราะห์วงจรขยายเสียง (เพาเวอร์แอมป์)	187
15	วิเคราะห์ไมโครโฟน (หลักการแปลงสัญญาณ)	188
16	วิเคราะห์ไมโครโฟน (ทิศทางรับเสียง)	189
17	วิเคราะห์เครื่องเล่นเทป (ชนิด)	190
18	วิเคราะห์ลำโพง (หลักการสั่นสะเทือน)	191
19	วิเคราะห์ตู้ลำโพง (ประเภท)	192
20	วิเคราะห์เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ	193

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21	วิเคราะห์ปุ่มใช้งาน	194
22	วิเคราะห์มือถือ	195
23	วิเคราะห์บานพับ	196
24	วิเคราะห์วัสดุทำตัวถัง	197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1	อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (ธานินท์ยูเนี่ยน) และชนบทไทย	10
2	การบรรยายเสริมของ ม.ส.ธ.	31
3	ลักษณะของผลิตภัณฑ์เดิม	40
4	เครื่องขยายเสียงอเนกประสงค์	41
5	เครื่องขยายเสียงนอกสถานที่	41
6	เครื่องเล่นวิทยุ-เทป	42
7	เครื่องขยายเสียงอเนกประสงค์	42
8	เครื่องเล่นวิทยุพร้อมเครื่องขยายเสียง	43
9	เครื่องเล่นวิทยุพร้อมเครื่องขยายเสียง	43
10	ลักษณะสมบัติของคลื่นความถี่เสียงและคลื่นความถี่ที่ทำให้เจ็บปวดหู	45
11	ห้องบรรยายขนาดใหญ่	50
12	ห้องบรรยายขนาดใหญ่จุคน 300 คน	51
13	แปลนห้องบรรยายขนาดใหญ่	51
14	แปลนห้องบรรยายขนาดใหญ่ 116 ที่นั่งมีห้องฉายและห้องควบคุมเสียง	52
15	โต๊ะวิทยากรในห้องบรรยายขนาดเล็ก	56
16	การจัดผังห้องบรรยายลักษณะต่าง ๆ	58
17	ห้องบรรยายขนาดเล็ก	59
18	การนำพาอุปกรณ์บรรยาย	65
19	การวางอุปกรณ์บรรยายบนโต๊ะบรรยาย	65
20	การเสียบปลั๊กอุปกรณ์ไฟฟ้า	66
21	การเสียบไมโครโฟน	66
22	อริยาบทของวิทยากรขณะบรรยาย	67
23	การใช้เครื่องเล่นเทปประกอบการบรรยาย	68
24	การใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ	68
25	ลักษณะการเก็บอุปกรณ์ในตู้เหล็กมาตรฐาน	69
26	แสดงลักษณะแรงเคลื่อนของไฟฟ้ากระแสตรง	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27	แสดงลักษณะแรงเคลื่อนของไฟฟ้ากระแสสลับ	70
28	เต้าเสียบไฟฟ้าชนิดมีสายดิน	77
29	รีซีสเตอร์แบบต่าง ๆ และสัญลักษณ์	78
30	คอนเดนเซอร์แบบต่าง ๆ และสัญลักษณ์	79
31	ไดโอดและสัญลักษณ์	80
32	สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์	81
33	ลักษณะของทรานซิสเตอร์	81
34	ลักษณะภายนอกของไอซี	82
35	สัญลักษณ์และวงจรภายในของ ไอซี. ออฟแอมป์บางตัว	83
36	องค์ประกอบของเครื่องขยายเสียง	84
37	คลาสการขยายต่าง ๆ	86
38	การเพี้ยนครอสโอเวอร์	87
39	วงจรโอพีที.	87
40	วงจรเพาเวอร์แอมป์ โอทีแอ. ครอซี่คอมพลีเมนทารี่	88
41	วงจรไอซีแอล. ขนาด 30 วัตต์	89
42	วงจรขยายแบบบริดจ์	90
43	สัญลักษณ์อย่างง่ายของออฟแอมป์	91
44	ไมโครโฟนแบบต่าง ๆ	92
45	แสดงทิศทางการรับเสียงของไมโครโฟนแบบต่าง ๆ	93
46	คาร์บอนไมโครโฟน	93
47	ไมโครโฟนแบบไฟฟ้าศักยะ	94
48	ไดนามิคไมโครโฟน	94
49	ริบบิ้นไมโครโฟน	95
50	คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน	95
51	ไมค์ลอย	96
52	แสดงสวิทซ์ปุ่มบังคับต่าง ๆ	99
53	เครื่องบันทึกเสียงแบบธรรมดา	100
54	เครื่องบันทึกเสียงแบบคาร์ทริดจ	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55	เครื่องบันทึกเสียงแบบคลาสเซตต์	101
56	หลักการทำงานของเครื่องบันทึกเสียง	101
57	การเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียง	102
58	การลบเทป	102
59	การบันทึกแถบเดียว	104
60	การบันทึกเสียงสองแถบ	104
61	การบันทึกเสียง 4 แถบเสียง	105
62	การบันทึกเสียง 4 แถบสเตอริโอ	105
63	การบันทึกเสียง 8 แถบสเตอริโอ	106
64	แถบเทปเมกเนติก	106
65	แถบเทปคลาสเซ็ท	107
66	แถบเทปคาร์ทริดจ์	108
67	โครงสร้างของลำโพงไดนามิค	110
68	ส่วนประกอบเครื่องฉายภาพข้ามศรีษะ	116
69	จานสะท้อนแสง	117
70	หลอดฉายแบบต่าง ๆ	117
71	แสดงเครื่องฉายที่ใช้เลนซ์ฉายที่มีทางยาวโฟกัสต่างกัน	118
72	แสดงหัวปรับกระจกเงาสะท้อนแสงแบบต่าง	118
73	เครื่องฉายที่มีแผ่นสะท้อนแสงพิเศษฯ	119
74	เครื่องฉายภาพข้ามศรีษะระบบส่องแสงตรง	120
75	เครื่องฉายภาพข้ามศรีษะระบบสะท้อนแสง	121
76	แสดงอุปกรณ์การเปลี่ยนหลอดสำรอง	121
77	อุปกรณ์การหรี่ไฟของเครื่องฉายแผ่นภาพโปร่งใส	122
78	แสดงอุปกรณ์ติดอาซีเตทแบบม้วน	122
79	แสดงแทนวางข้างเครื่องแบบข้างเดียว	123
80	แสดงอุปกรณ์เครื่องปรับฉายสไลด์	123
81	แสดงเลนซ์ขยายเฉพาะบริเวณ	124
82	แผ่นหมุนโพลาร์ไมซั่น	124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

139	แบบการผลิตเครื่องเล่นเทป 1	225
140	แบบการผลิตเครื่องเล่นเทป 2	226
141	แบบการผลิตวงจรเครื่องส่ง	227
142	แบบการผลิตวงจรขยายเสียง	228
143	แบบการผลิตมือหมุนที่เก็บสาย	229
144	แบบการผลิตตัวถังไมค์ลอย	230
145	แบบการผลิตฝาไมค์ลอย	231
146	แบบการผลิตไมค์ลอย	232
147	แบบการผลิตฝาปิดช่องนามบัตร	233
148	แบบการผลิตฝาปิด 1	234
149	แบบการผลิตฝาปิด 2	235
150	แบบการผลิตฝาปิดด้านลำโพง	236
151	แบบการผลิตตู้ลำโพง	237
152	แบบการผลิตหน้ากาก	238
153	แบบการผลิตตัวถัง	239
154	แบบการผลิตชุดอุปกรณ์โสตฯ 1	240
155	แบบการผลิตชุดอุปกรณ์โสตฯ 2	241
156	ภาพถ่ายหุ่นจำลอง 1	242
157	ภาพถ่ายหุ่นจำลอง 2	243

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

เหตุผลในการเสนอโครงการ

ปัจจุบันการถ่ายทอดความรู้เป็นไปอย่างกว้างขวาง ทุกสาขาอาชีพไม่จำกัดแต่เพียงการศึกษาเช่นแต่ก่อน เพราะความต้องการที่จะพัฒนาความรู้ (Congnitive Domain) ความรู้สึกอารมณ์ (affective Domain) และการปฏิบัติงานทักษะ (Pschomotor Domain) ให้สูงขึ้นเพื่อรองรับการพัฒนาเข้าสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรม

เทคนิคการถ่ายทอดความรู้สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ อภิปราย ประชุม สัมนา หรือ บรรยาย เป็นต้น เทคนิคที่นิยมกันมาก คือเทคนิคการบรรยาย เพราะมีข้อดีหลายประการ เช่น สามารถกำหนดเวลาได้แน่นอน ใช้วิทยากรน้อยแต่ผู้ฟังมาก วิทยากรสามารถเตรียมตัวล่วงหน้า ใช้งบเตรียมการต่ำ ฯลฯ

บริษัทชานินทร์ยูเนี่ยนอุตสาหกรรม จำกัด เป็น ผู้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป รวมทั้งเครื่องขยายเสียงซึ่ง มีรุ่น TPA.150 สำหรับงานขยายเสียงอเนกประสงค์ (Public Amp.) แต่ต้องการจะพัฒนาปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานบรรยาย โดยมุ่งงานเน้นกลุ่มนักวิชาการที่จะต้องบรรยายนอกสถานที่

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าห้องบรรยายขนาดกลางและขนาดใหญ่ มีการติดตั้งระบบขยายเสียงอยู่แล้วขอบเขตของโครงการจึงมุ่งออกแบบเพื่อใช้ในห้องบรรยายขนาดเล็ก ผลงานการวิจัยและออกแบบชุดอุปกรณ์โสตสำหรับนักวิชาการนี้ คงจะเป็นประโยชน์แก่การถ่ายทอดความรู้ในวงการต่าง ๆ และพัฒนาอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิกส์ในประเทศให้ทัดเทียมกับประเทศอุตสาหกรรมอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นมาของปัญหาและแนวทางแก้ปัญหา

เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์เดิมในการใช้งานได้จากการสอบถาม สังเกต และทดลองใช้ สรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
1. ใช้เวลาปรับแต่งเครื่องก่อนบรรยายมาก เพราะอุปกรณ์แต่ละตัวแยกจากกัน ใช้ปุ่มควบคุมและสวิทช์สำหรับตัวเอง มีจุดใช้งานมากและต้องเชื่อมจุดต่อไฟฟ้า จุดต่อสัญญาณเพิ่มขึ้นตามจำนวนอุปกรณ์	1. เชื่อมต่อระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เช่น เครื่องเล่นเทปกับเครื่องขยายแล้วใช้ปุ่มการทำงานที่เหมือนกันรวมกันและจุดต่อต่าง ๆ ทำให้สะดวกในการประกอบ สามารถเข้าใจได้ง่าย
2. การใช้งานไม่คล่องตัว เพราะการจัดวางตำแหน่งส่วนใช้งานเป็นการออกแบบสำหรับการใช้งานทั่วไป ซึ่งบางครั้งขัดกับพฤติกรรมการบรรยาย	2. จัดวางตำแหน่งส่วนใช้งานใหม่ เช่น สวิทช์เปิด–ปิด ปุ่มควบคุมเสียง ฯลฯ โดยคำนึงตามพฤติกรรมการบรรยาย ลำดับการใช้ และความถี่ในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
3. <u>การนำพาไม่สะดวก</u> เพราะนอกจากเครื่องขยายเสียงแล้ว ยังมีอุปกรณ์ประกอบการบรรยายหลายชิ้น เช่น เครื่องเล่นเทป ตลับเทป ตลับสายไฟฟ้า ไมโครโฟน เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ และเอกสาร เป็นต้น	3. <u>รวมเป็นหน่วยเดียว</u> จัดเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าเป็นชุด (Set) เดียวกัน สามารถนำพาโดยวิทยากร ในคราวเดียว
4. <u>ผู้ฟังบรรยายด้านหลังได้ยินเสียงไม่ชัดเจน</u> เพราะลำโพงอยู่ในตำแหน่งต่ำ กระจายเสียงได้ไม่ดี ถูกบังโดยผู้ฟังแถวหน้า	4. <u>ยกลำโพงให้สูงขึ้น</u> และอยู่ในตำแหน่งที่กระจายเสียงสู่ผู้ฟังได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
5. อุปสรรคการสื่อสารจากเครื่องจักร (Machine Barriers)	5. ลดขนาดไมค์ฯ และเปลี่ยนพฤติกรรมใช้งาน
ขณะบรรยายวิทยากรต้องพะวงกับการใช้ไมโครโฟนทำให้ไม่สามารถใช้ภาษากายได้อย่างเต็มที่ และมือขาดอิสระในการสร้างสื่อ เช่น เขียนกระดาน หรือสาธิตประกอบ เป็นต้น	จากการใช้มือถือ เป็นลักษณะอื่น เช่น แขวน ห้อย คล้อง แนบเข้ากับเสื้อผ้าหรือร่างกาย โดยไม่เป็นอุปสรรคในการใช้มือประกอบการบรรยาย
6. เท้าสะดุดสายไฟฟ้า	6. จัดที่เก็บ
สายไฟฟ้าและสายสัญญาณที่กองบนพื้นหรือลอยพาดเหนือพื้น ซึ่งขวางทางสัญจรจะถูกสะดุดโดยวิทยากร และผู้ฟังบรรยาย	สายไฟฟ้าที่สามารถผ่อนสายตามระยะที่ต้องการใช้ เช่น ทำเป็นตลับม้วนสาย ส่วนสายไมค์ฯ เปลี่ยนไปใช้ไมค์ฯลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
7. การหยิบตลับเทปไม่สะดวก	7. เปลี่ยนวิธีและที่เก็บตลับเทป
ขั้นตอนมาก ต้องหยิบจากที่เก็บ เปิดกล่อง แล้วจึงหยิบตลับเทปออกมาเพื่อใช้ในเครื่องเล่น ใช้เวลามาก ทำให้การบรรยายไม่ต่อเนื่อง	ออกแบบที่เก็บเทปอยู่รวมกับชุดอุปกรณ์ให้หยิบใช้และเก็บได้อย่างรวดเร็ว โดยสามารถป้องกันฝุ่นละอองและสิ่งรบกวนได้ดี
8. ปุ่มใช้งานชำรุดเสียหาย	8. ทำที่ป้องกันปุ่มใช้งาน
เนื่องจากการกระแทกขณะนำพาหรือขณะเก็บเพราะปุ่มฯ จะยื่นออกมานอกตัวถัง มักกระแทกกับสิ่งอื่น	เช่น ทำฝาปิดหรือหลบให้อยู่ในก้นถัง ที่อยู่ในตำแหน่งปลอดภัยจากการกระทบกระทั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
9. <u>หลงลืมอุปกรณ์</u> เพราะเครื่องมืออุปกรณ์แยกเป็นหลายชิ้นส่วน และการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ไม่เหมาะกับการบรรยายทำให้ตรวจสอบลำบาก	9. <u>รวมเป็นชิ้นเดียวแยกออกไม่ได้</u> และจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่แน่นอน เห็นได้ชัดเจน ไม่ซ้อนทับเพื่อให้สะดวกต่อการตรวจสอบ
10. <u>ผู้ฟังบรรยายไม่สนใจวิทยากร</u> ในขณะบรรยายผู้ฟังจะเบนความสนใจไปที่เครื่องมืออุปกรณ์โสตฯ เพราะมีลักษณะเด่น เร้าใจเกินไป เช่น มีสีสรรคหรือหลอดไฟที่กระพริบได้ (VU.Metter)	10. <u>ปรับปรุงรูปทรงและสีสรรค</u> ให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อม เช่น ผนังห้อง โต๊ะบรรยาย ส่วนหลอดไฟ ทำให้มีขนาดเล็กลงหรือพรางแสงให้เห็นได้เฉพาะวิทยากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
11. <u>เสียงดังเบาหรือขาดเป็นช่วง ๆ</u> เนื่องจากตัวต้านทานปรับค่าได้(volume) และจุดต่อสัญญาณ (Jack) มีหน้าสัมผัสไม่สะอาด เพราะมีฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกเข้าไปจับ	11. <u>ทำส่วนป้องกันฝุ่นและสิ่งสกปรก</u> หรือย้ายมาอยู่ในตำแหน่งที่ปลอดฝุ่นและสิ่งสกปรก หรือต่อสายเชื่อมอุปกรณ์ฯ เข้ากันโดยตรง

<u>วัตถุประสงค์การวิจัยและออกแบบ</u>

1. <u>อำนวยความสะดวกแก่วิทยากร</u> ที่จะต้องบรรยายนอกสถานที่ ๆ ไม่มีอุปกรณ์เทคโนโลยีทางการศึกษาเบื้องต้น เช่น เครื่องขยายเสียง เครื่องเล่นแถบเทป เครื่องฉายภาพ เป็นต้น

2. <u>เพิ่มประสิทธิภาพของการบรรยาย</u> โดยลดอุปสรรคการสื่อสารด้านเครื่องจักรที่นำมาใช้ (Machine Barriers) ลดขั้นตอนเตรียมการก่อนบรรยาย และเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องมืออุปกรณ์

3. <u>เสริมบุคคลิกภาพ</u> แก่วิทยากรให้ภูมิฐาน น่าศรัทธา เชื่อถือ และสร้างความภาคภูมิแก่ผู้ใช้

4. <u>ลดต้นทุนการจัดซื้ออุปกรณ์</u> เทคโนโลยีทางการศึกษาโดยผนวกอุปกรณ์ (Equipment) ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน แล้วใช้ชิ้นส่วนร่วมกัน

5. <u>ยืดอายุการใช้งาน</u> โดยป้องกันสิ่งรบกวนที่ทำความเสียหายแก่ เครื่องมืออุปกรณ์ เช่น ฝุ่น ความชื้น การกระทบกระแทก ฯลฯ และลดจุดต่อของวงจรอิเลคทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเรื่องโสตทัศนศึกษา (เทคโนโลยีการศึกษาหรือ (Education Technology) ด้าน ประวัติความเป็นมา การนำเครื่องมืออุปกรณ์ (Hard Ware) และวัสดุ (Soft Ware) มาใช้ในงานบรรยาย

2. ศึกษาเรื่องการบรรยาย (Lecture) ด้าน ชนิด-ประเภท วิธีการ เทคนิค และองค์ประกอบในการบรรยาย

3. ศึกษาผลิตภัณฑ์เดิม ผลิตภัณฑ์ข้างเคียง และวัสดุ (Soft Ware) ที่ใช้ในงานบรรยาย เช่น เครื่องขยายเสียง เครื่องเล่นเทป เครื่องฉายภาพ ตลับเทป แผ่นใส

4. ศึกษาระบบและการทำงานของเครื่องมืออุปกรณ์ เทคโนโลยีการศึกษาที่ใช้ในการบรรยาย เช่น วงจรขยายเสียง ระบบฉายภาพ ระบบเสียง (Audio) เป็นต้น

5. ศึกษาสีรระศาสตร์ และพฤติกรรม ของวิทยากรผู้บรรยายในการบรรยาย ผู้ฟังการบรรยาย และผู้เกี่ยวข้อง เช่น เจ้าหน้าที่โสต

6. ศึกษาสถานที่ใช้งาน คือ ห้องบรรยายขนาดเล็ก และสถานที่เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์

7. ศึกษาโครงสร้าง วัสดุ กรรมวิธีการผลิต และส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น วัสดุทำตัวถัง กรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรมและข้อต่อ-ตัวยึด เป็นต้น

ขอบเขตของการออกแบบ

ผู้ใช้ : นักวิชาการ เช่น ครู อาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น (คนไทย)
การใช้งาน : ใช้ในงานบรรยายนอกสถานที่
สถานที่ใช้งาน : ห้องบรรยายขนาดเล็ก เท่ากับห้องเรียนขนาดใหญ่มาตราฐานกรมอาชีวะศึกษา)
พลังงาน : กระแสไฟฟ้าสลับ 220 โวลท์ และ หรือ พลังงานอื่น ๆ เช่น แบตเตอรี่ โซล่าเซล ฯลฯ
ส่วนประกอบ : เครื่องมืออุปกรณ์โสตศึกษา (Audio Education) เท่านั้น
การผลิต : ระบบอุตสาหกรรม (Industial)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้ทำวิจัยดำเนินงานโดยตั้งสมมุติฐานของรูปแบบผลิตภัณฑ์อย่างง่าย โดยอ้างอิ้งจากรูปแบบเดิม จากนั้นแยกส่วนประกอบเป็นหัวข้อย่อย แล้ว ดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังนี้

1. สร้างความคุ้นเคยกับประเด็นที่ต้องการศึกษา แนวคิดและตัวแปร ตลอดจนข้อสมมติฐาน และแนวคิด เกี่ยวกับ รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นักวิจัยคนอื่นศึกษาค้นพบ จากนั้นปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ ว่าในเรื่องนั้นควรจะเก็บข้อมูลอย่างไร วิธีใดมีปัญหาอะไรบ้าง ฯลฯ

2. สร้างความคุ้นเคยกับประชากร ทำความเข้าใจเกี่ยวกับกลุ่มประชากร (นักวิชาการผู้บรรยาย และผู้เกี่ยวข้อง) เพื่อสามารถตีความหมายของข้อมูล ได้ดีและถูกต้องโดยรวมด้านพฤติกรรม และสิ่งแวดล้อม

3. การศึกษานำร่อง (Pilot Study) เป็นการทดลองวิธีการเก็บข้อมูล ผู้ทำวิจัยได้สร้างแบบสอบถามขึ้น 1 ชุด มี 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ประวัติผู้ให้ข้อมูล

ตอนที่ 2 สภาพแวดล้อมการทำงาน

นำมาทดสอบโดยให้นักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าลาดกระบังฯ กรอกแบบสอบถาม นำข้อมูลมาพิจารณาปรับปรุงแบบสอบถามอีกครั้งหนึ่ง

4. จัดเก็บข้อมูลบันทึก (Recording) โดยแบ่งเป็นหัวข้อย่อยดังนี้

4.1 วิจัยเอกสาร (Documentary Pesarch) เก็บข้อมูลจาก ตำราและผลงานวิจัยที่มีอยู่แล้ว

4.2 วิจัยสนาม (Servey Pesearch) เก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ของและข้างเคียง พฤติกรรมการใช้งานด้าน Pschomotor Domain และสภาพแวดล้อม

ใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลคือ

- สังเกตุ (Otservation) พฤติกรรมการใช้งาน
- สัมภาษณ์ (Interview) ความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ ข้อเสนอแนะ ฯลฯ
- สอบถาม (Questionnairs) แจกแบบสอบถาม

5. วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาสรุปวิเคราะห์ เพื่อนำสู่การออกแบบ (สังเคราะห์)

6. ทดลองการใช้งาน (Experinmental)

7. สรุปเพื่อนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

เป็นการเพิ่มประสิทธิผลของการถ่ายทอดความรู้ด้วยวิธีบรรยาย (Lecture) โดยการลดช่องว่างระหว่างผู้ส่งสาร (Communicator) กับผู้รับสาร (Reseiver) โดยขจัดอุปสรรคของการสื่อสารที่เกิดจากเครื่องจักร (Machine Barriers) ทำให้การเรียนรู้ทำได้ง่ายขึ้น วิทยากร (Lecture) ลอความเหน็ดเหนื่อยในการเตรียมการ และขณะบรรยายจึงมีประสิทธิภาพเท่าเทียมกันไม่ว่าจะก่อน หรือหลัง ซึ่งเป็นส่วนช่วยยกระดับมาตราฐานการศึกษาให้สูงขึ้น

อีกทั้งเป็นการกระจายแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์เทคโนโลยีการศึกษา สู่สถานที่ห่างไกล เพราะเป็นอุปกรณ์นำพาสามารถเคลื่อนย้ายไปบรรยายในที่ต่าง ๆ ได้สะดวกรวดเร็ว สามารถจัดซื้อได้มากชุดเพราะต้นทุนต่ำเนื่องจากได้รวมเคลื่องมืออุปกรณ์ ที่จำเป็นต่อการบรรยายเข้าด้วยกัน แล้วใช้ส่วนประกอบร่วมกัน และยังเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมอิเลคทรนิกส์ ให้ทัดเทียมกับประเทศอุตสาหกรรมอื่น ๆ

รูปที่ 1 อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (ธานินทร์ยูเนี่ยน) และชนบทไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาวิทยานิพนธ์ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คินเดอร์ (James S.Kinder,1965:6) ให้ความหมายของคำโสตทัศนวัสดุว่า โสตทัศนวัสดุ (Audio visual materials) และเทคนิค(Techniques) เป็นการประสมประสานของประสบการณ์โรงเรียน เด็กไปโรงเรียนเพื่อธุรกิจแห่งการเรียนรู้ เพื่อรับความรู้ เพื่อฝึกฝนทักษะ เพื่อพัฒนาอารมณ์ เพื่อให้สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและเป็นที่ยอมรับของสังคม โสตทัศนวัสดุเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้

บราวน์และคนอื่นๆ (James W.Brown and others,1969:589) ให้คำนิยามของโสตทัศน (Audio visual) ว่า คือที่มาของประสบการณ์ เครื่องมือและวัสดุที่ใช้สำหรับการสื่อความหมายในการเรียนการสอน รวมถึงวิธีการที่ใช้ในการศึกษาและการอบรม

สำหรับสื่อการเรียนการสอนนั้น มาจากคำว่า สื่อ (Media) ซึ่งหมายถึงตัวกลาง และการเรียนการสอน (Instruction) อันหมายถึงขบวนการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และทัศนคติระหว่างครูและนักเรียน เมื่อนำมารวมกันแล้วจึงหมายถึงตัวกลางที่ใช้ในขบวนการเรียนการสอนเพื่อให้ครูและนักเรียนเข้าใจสิ่งที่ถ่ายทอดซึ่งกันและกัน ได้ผลดีตรงตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน

วิชทิช และคนอื่นๆ (Walter A.Wittich and others,1973:3) ได้กล่าวว่า ความสำเร็จในการลงบนดวงจันทร์ครั้งแรกของมนุษย์เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ.2512 นั้น องค์การนาซ่า (NASA) ได้ทำให้ประชาชนหลายพันล้านคนรู้จักตัวกลางหรือสื่อ (Media) ที่ทำให้พวกเขาได้ยินและได้เห็นภาพการลง ณ บนดวงจันทร์ครั้งสำคัญนั้น อันมีผลทำให้บรรดาครูทั้งหลายมีความคิดริเริ่มที่จะใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาต่อไป ซึ่งสื่อที่กล่าวถึงได้แก่ อุปกรณ์การเรียนการสอน เช่นตัวอย่าง สิ่งของต่างๆ รูปภาพ แผนภูมิ แผนภาพ แผนที่ เป็นต้น

จากคำนิยามดังกล่าวจะเห็นได้ว่า โสตทัศนศึกษาเป็นการศึกษาที่ครอบคลุมถึงการเลือกการผลิตวัสดุในการเรียนการสอน การควบคุมโสตทัศนวัสดุการเรียนการสอนและการใช้โสตทัศนวัสดุในกระบวนการเรียนการสอนนั่นเอง ในปัจจุบันมีคำใหม่ที่เกี่ยวข้องกับโสตทัศนศึกษาอีกคำหนึ่งคือ "เทคโนโลยีการศึกษา" (Educational technology) ซึ่งมีความหมายในลักษณะเดียวกัน แต่เทคโนโลยีการศึกษาเป็นการขยายแนวคิดของโสตทัศนศึกษาให้กว้างออกไปโดยไม่ได้จำกัดอยู่แต่การเลือกและการใช้วัสดุอุปกรณ์เท่านั้น แต่รวมไปถึงการรวมวิธีการเทคนิคใหม่ๆมาใช้เพื่อให้ได้ผลตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาด้วย โดยมีเป้าหมายเพื่อขยายแหล่งทรัพยากรในการเรียนรู้ให้กว้างขึ้น เน้นการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคลและใช้วิธีสังเคราะห์ระบบในกระบวนการเรียนการสอน

เกี่ยวกับคำนิยามของคำว่าเทคโนโลยีการศึกษานี้มีผู้ให้ความหมายไว้อย่างกว้าง ๆ คือ กู๊ด (Carter V.Good,1963:592) ให้คำนิยามว่าหมายถึง การประยุกต์หลักการทางวิทยาศาสตร์และเครื่องมือของระบบการสอนเพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ฝ A52 ค
2533

ขั้นที่ 2 ประสบการณ์จำลอง ในการเรียนการสอน เราไม่สามารถจัดประสบการณ์ตรงให้กับผู้เรียนได้เสมอไป เพราะมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ของจริงนั้นอาจมีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไป มีความซับซ้อน อยู่ใกล้หรือไกลเกินกว่าจะนำมาทำการศึกษาได้ เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องจำลองสิ่งต่างๆเหล่านั้นให้มีลักษณะใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุดและให้ง่าย สะดวกต่อการนำมาศึกษาอย่างใกล้ชิด ซึ่งได้แก่ประสบการณ์ที่ได้รับจากการใช้หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง ตู้อันตรทัศน์ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ประสบการณ์นาฏการเป็นประสบการณ์ที่จัดขึ้นแทนประสบการณ์จริงที่เป็นอดีตไปแล้วหรือเป็นนามธรรมซึ่งยากเกินกว่าจะเข้าใจและไม่สามารถใช้ประสบการณ์จำลองได้จึงต้องใช้การแสดงแทน ได้แก่ การแสดงบทบาทการแสดงละครหุ่นและการละเล่น เช่น การละเล่นพื้นเมือง ประเพณีต่าง ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 การสาธิต คือการอธิบายข้อเท็จจริง ความจริง และขบวนการที่สำคัญด้วยการแสดงให้เห็นเป็นลำดับขั้น การสาธิตอาจทำได้โดยครูเป็นผู้สาธิต นอกจากนี้อาจใช้ภาพยนตร์ สไลด์ และฟิล์มสตริป แสดงการสาธิตในเนื้อหาที่ต้องการสาธิตก็ได้

ขั้นที่ 5 การศึกษานอกสถานที่ ขั้นนี้ หมายถึง การพานักเรียนไป ศึกษายังแหล่งความรู้นอกห้องเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้หลาย ๆด้าน เช่น การศึกษาลักษณะของใบไม้นอกห้องเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ พาไปศึกษาหาความรู้จากสถานที่สำคัญ เช่น สถานที่ราชการ โบราณสถาน และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

ขั้นที่ 6 นิทรรศการ คือการจัดแสดงสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งมีการสาธิต และฉายภาพยนตร์ประกอบ เพื่อให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้แก่ผู้เรียนหลายด้าน ได้แก่ การจัดป้ายนิเทศ การจัดแสดงผลงานของนักเรียน เป็นต้น

ขั้นที่ 7 ภาพยนตร์ และโทรทัศน์ ประสบการณ์นี้เป็นประสบการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยการเห็นและได้ยินเสียงเหตุการณ์ และเรื่องราวต่าง ๆ คือ ได้มองเห็นภาพในลักษณะการแสดงการเคลื่อนไหวเหมือนจริง และได้ยินเสียงไปพร้อม ๆ กัน ทำให้เข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้นโทรทัศน์ยังสามารถถ่ายทอดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะนั้นให้เห็นและได้ยินเสียงเหมือนกับอยู่ในสถานการณ์จริง ทั้งยังดีกว่าในแง่ที่สามารถถ่ายภาพสำคัญ ๆ ให้เห็นได้ชัดเจนด้วยการใช้กล้องถ่ายภาพในระยะใกล้ได้ นอกจากนี้ยังใช้เทปบันทึกภาพและเสียง บันทึกรายการไว้ศึกษาภายหลังได้อีกด้วย เช่นเดียวกับภาพยนตร์ จึงใช้เป็นสื่อกลางในการสาธิตได้เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 8 การบันทึกเสียง วิทยุ และภาพนิ่ง การบันทึกเสียง ได้แก่ เทปบันทึกเสียง แผ่นเสียงวิทยุซึ่งต้องอาศัยเรื่องการขยายเสียง ส่วนภาพนิ่ง ได้แก่ รูปภาพทั้งชนิดโปร่งแสงที่ใช้กับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ (Overhead projector)และ ภาพทึบแสงที่ใช้กับเครื่องฉายภาพทึบแสง (Opaque projector) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 9 ทัศนสัญลักษณ์ (Visual Symbol) ประสบการณ์ขั้นนี้มีความเป็นนามธรรมมากขึ้นจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงประสบการณ์ของผู้เรียนเป็นพื้นฐานในการเลือกนำไปใช้ สื่อที่จัดอยู่ในประสบการณ์ขั้นนี้ได้แก่ แผนภูมิ แผนสถิติ ภาพโฆษณา การ์ตูน แผนที่ และสัญญลักษณ์ต่างๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 10 วจนสัญลักษณ์ (Verbal Symbol) เป็นประสบการณ์ขั้นสุดท้ายซึ่งเป็นนามธรรมที่สุดไม่มีความคล้ายคลึงกันระหว่างวจนสัญลักษณ์กับของจริง ได้แก่การใช้ตัวหนังสือแทนคำพูด การใช้ประสบการณ์ขั้นนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงประสบการณ์ของผู้เรียนเป็นพื้นฐาน เช่นกัน

การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนและประสบการณ์จากกรวยประสบการณ์ทั้ง 10 ขั้นนี้ย่อมขึ้นอยู่กับสถานการณ์โดยพยายามจัดประสบการณ์ตรงเป็นพื้นฐาน ถ้าไม่สามารถจัดได้ก็จำเป็นต้องเลือกประสบการณ์และวิธีการอื่นๆแทนพยายามให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด และให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี

เวอร์นอน เอส. เกอร์ลาดช์ และคนอื่น ๆ (Vernon S.Gerlash and others, 1980 : pp. 247-249) ได้แบ่งประเภทของโสตทัศนวัสดุออก 6 ประเภท คือ

1. ภาพนิ่ง ได้แก่ รูปภาพจากตำราเรียน วัสดุจัดป้ายนิเทศ สไลด์ ฟิล์มสตริป แผ่นภาพโปร่งใส ภาพนิ่งซึ่งเป็นภาพถ่ายหรือถ่ายซ้ำจากของจริง หรือเหตุการณ์ซึ่งอาจใหญ่กว่าหรือเล็กกว่าวัตถุจริงๆทั้งภาพสีหรือขาวดำ

2. การบันทึกเสียง ได้แก่การบันทึกเสียงบนเทปบันทึกเสียง แผ่นเสียงหรือบนแถบเสียงของภาพยนต์ ซึ่งเสียงเหล่านี้จะแสดงถึงการกระทำเหตุการณ์หรือเสียงประกอบซึ่งจัดว่าเป็น วจนวัสดุ (Verbalmaterials)

3. ภาพเคลื่อนไหว ได้แก่ ฟิล์มภาพยนต์ ทั้ง 8 ม.ม. 16 ม.ม. และเทปโทรทัศน์

4. โทรทัศน์สื่อประเภทนี้รวมระบบอิเล็คโทรนิค ภาพและเสียงทุกชนิดซึ่งจะปรากฏสัญญาณภาพที่หลอด (เครื่องรับโทรทัศน์) แม้จะมีแหล่งของภาพอยู่ที่ห้องส่งหรือจากเทปโทรทัศน์หรือฟิล์มภาพยนต์ก็ตาม แต่สัญญาณต่างๆจะแสดงให้เห็นโดยเครื่องรับโทรทัศน์

5. ของจริง สถานการณ์จำลองและหุ่นจำลอง ได้แก่ บุคลากร เหตุการณ์ วัตถุ และการสาธิต ซึ่งแตกต่างกับสื่ออื่นๆ ตลอดจนการศึกษานอกสถานที่

6. บทเรียนสำเร็จรูปและคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในความหมายของเทคโนโลยี่ทางการศึกษานั้นแบ่งประเภทของโสตทัศนวัสดุที่ใช้ในการเรียนการสอนออกเป็น 3 ลักษณะคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วัสดุ (Material or Software) ได้แก่ วัสดุที่ทำหน้าที่เก็บความรู้ในลักษณะของภาพ เสียง และอักษรในรูปแบบต่าง ๆ ที่ผู้เรียนสามารถใช้เป็นแหล่งหาประสบการณ์หรือศึกษาได้อย่างแท้จริงและกว้างขวาง แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1.1 วัสดุที่เสนอความรู้ได้จากตัวมันเอง ได้แก่ หนังสือเรียนหรือ ตำรา ของจริง หุ่นจำลอง รูปภาพ แผนภูมิ แผนที่ ป้ายนิเทศ เป็นต้น

1.2 วัสดุที่ต้องอาศัยสื่อประเภทเครื่องกลไกเป็นตัวนำเสนอความรู้ ได้แก่ ฟิล์มภาพยนตร์ แผ่นสไลด์ ฟิล์มสตริป เส้นเทปบันทึกเสียง รายการวิทยุ รายการโทรทัศน์เป็นต้น

2. เครื่องมือหรือโสตทัศนูปกรณ์ (Device or Hardware) ได้แก่ อุปกรณ์ที่ที่เป็นตัวกลางหรือทางผ่านของความรู้ ซึ่งสามารถทำให้ความรู้ที่ส่งผ่านมีการเคลื่อนไหวหรือไปสู่นักเรียนจำนวนมาก หรือไปได้ไกล ๆ รวดเร็ว ได้แก่ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องเล่นแผ่นได้แก่ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องบันทึกเสียง เครื่องรับวิทยุ เครื่อง

3. เทคนิคหรือวิธีการต่าง ๆ (Technique or Method) ได้แก่ ประสบการณ์ต่าง ๆ เช่น การสาธิต การแสดงบทบาท การแสดงละครและหุ่น การศึกษานอกสถานที่ การจัดแสดงและนิทรรศการ ตลอดจนเทคนิคในการเสนอบทเรียนด้วยสื่อประเภทวัสดุและเครื่องมือ เป็นต้น

3. <u>พัฒนาการของโสตทัศนวัสดุและอุปกรณ์</u>

โสตทศันวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนมาหลายสิบปีแล้วแต่ส่วนใหญ่จะเป็นการนำไปใช้ในลักษณะเป็น "เครื่องช่วย" ในการสอนเท่านั้นโดยมีความความสำคัญรองลงมาจากการสอนปากเปล่าของครูและวิธีสื่อความหมายอื่น ๆ จนกระทั่งได้มีมีการพัฒนาภาพยนต์ขนาด 16 ม.ม ในปี ค.ศ 1930 ซึ่งครั้งแรกก็เป็นภาพยนต์เงียบต่อมาจึงมีเสียงในฟิลม์ ในระยะสั้นหลายคนในวงการศึกษาเห็นว่าเครื่องช่วยด้านโสตทัศนะก็คือ การใช้ภาพยนต์นั่นเองการค้นคว้าหลายทางด้วยกันทำให้เห็นว่าการเรียนรู้จะเพิ่มมากขึ้นถ้าใช้ภาพยนต์ควบคู่กับการบรรยายเมื่อเปรียบเทียบกับการบรรยายเพียงอย่างเดียว ภาพยนต์ได้พิสูจน์คุณค่าของตนเองด้วยการใช้ฝึกทหารระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 จากการปรับปรุงการสอนด้วยระบบนี้เองทำให้บริษัทสร้างภาพยนต์เพื่อการศึกษาหลายบริษัทสร้างภาพยนต์สำหรับใช้ในชั้นเรียนมากขึ้น ภาพยนต์หลายเรื่องมีเนื้อหาดีมากและได้สร้างขึ้นอย่างประณีตช่วยให้นักศึกษาทุกระดับมีประสบการณ์ทางด้านทัศนะมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามครูทั่วไปก็ยังมีความคิดว่าภาพยนต์ขนาด 16 ม.ม ภาพสไลด์ ฟิลม์สตริปแถบบันทึกเสียง และโสตทัศนูปกรณ์อื่น ๆ ก็ยังเป็นเพียงเครื่องช่วยการสอนอยู่นั่นเอง สถานภาพของโสตทัศนูปกรณ์ที่มีต่อการศึกษาอยู่ในลักษณะดังกล่าว ก็เนื่องมาจากองค์ประกอบหลายทางซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ครูส่วนมากไม่เข้าใจหรือยอมรับคุณค่าทางการสอนของอุปกรณ์เหล่านี้หลายคนคิดว่าถ้าตนไม่ได้ไปอยู่หน้าชั้น แสดงให้ดูและกระทำเองแล้วการเรียนการรู้จะไม่เกิดขึ้น บางบางพวกก็ถือว่าการใช้ภาพในลักษณะใด ๆ ก็ตามเป็นการสอนในชั้นต่ำ ๆ และยังนับถือกันอยู่อยู่ว่าการสอนนั้นจะต้องกระทำในลักษณะการสื่อด้วยคำพูดและการอ่าน ทัศนคตินี้เป็นที่เข้าใจง่าย ๆ เพราะ "เราจะสอนเหมือนกับที่เราเคยถูกสอนมา" และครูส่วนมากก็เคยเรียนมาด้วยการสอนปากเปล่าขณะที่เป็นนักเรียน

2. การใช้อุปกรณ์ในอดีตนั้นเป็นของยุ่งมาก อุปกรณ์และวัสดุเหล่านี้ต้องเตรียมการได้ล่วงหน้านาน เครื่องก็ใช้ยากห้องก็ต้องทำให้เป็นห้องมืดและ
อื่น ๆ อีกหลายประการ

3. เนื้อหาวัสดุที่ผลิตเพื่อการค้านั้นมักจะไม่ทันต่อความต้องการใช้สอนของครูภาพยนต์สำหรับการสอนมักมีหลายความคิดรวบยอดส่วนมากนักเรียนไม่สามารถจับความได้ เพียงบางตอนนั้น ๆ เท่านั้นเองที่มีเนื้อหาตรงกับที่กำลังเรียน แต่ก็ยากแก่การนำตอนนั้นมาใช้หรือไม่ก็ต่อเนื่องจากการดำเนินขั้นตอนไม่เป็นไปตามที่ครูต้องการ

4. ประการสุดท้าย การเร่งส่งเสริมโสตทัศนูปกรณ์มากเกินไปจากคนเดินตลาดก็ดีจากนักศึกษาก็ดีโดยไม่มีการติดตามผลที่ดีทำให้ครู ไม่ยอมรับและการใช้อุปกรณ์ที่ต้องประสบความล้มเหลว

ดังนั้นครูส่วนมากมักจะถือว่าอุปกรณ์โสตทัศนะเหล่านี้จะช่วยได้ดีมาก "ถ้าเรามีเวลา" หลังจากการบรรยายและการเรียนในตำราแล้ว

ระยะกลางปี ค.ศ. 1950 เป็นปีเริ่มต้นการพัฒนาเทคโนโลยีทางการสอน ซึ่งได้มีการนำเครื่องจักร วัสดุ และเทคนิคมารวมกันเพื่อจุดหมายทางการศึกษา พัฒนาการใหม่ ๆ นี้ได้อาศัยโครงร่างทางการสอนและบทบาทของโสตทศันวัสดุต่าง ๆ มาใช้

สิ่งที่อิทธิพลที่สุดอย่างหนึ่งคือ โทรทัศน์ซึ่งรวมกาสอน การเรียนในชั้นเรียนโดยตรงและการศึกษาสำหรับการเพิ่มความรู้ทางวัฒนธรรมและชุมชน สิ่งนี้ได้ขยายอิทธิพลของภาพยนต์ 16 ม.ม เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้หัวข้อต่าง ๆ ที่ทันสมัย และวิธีการต่าง ๆ ใหม่ ๆ ของวิชาต่าง ๆ การเตรียมการสอนทางโทรทัศน์โดยละเอียด รวมกับลักษณะเฉพาะในการจัดโสต-ทัศนูปกรณ์ให้อยู่ในขนาดที่เหมาะ ทำให้นักการศึกษาเป็นจำนวนมากรู้วิธีการที่จะใช้โสตทัศนูปกรณ์ในการสอนเป็นครั้งแรก

ไม่กี่ปีมานี้โสตทัศนูปกรณ์ที่ขายมากกว่าอย่างอื่นคือ เครื่องฉายภาพข้ามศรีษะ ทั้งนี้เพราะขณะครูแสดงการอธิบายหน้าชั้นครูสามารถหันหน้าเข้าหานักเรียน ซึ่งเป็นหลักการสำคัญทางจิตวิทยาในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นอกจากนี้เครื่องฉายภาพข้ามศรีษะยังเป็นเครื่องที่ใช้ง่ายแต่มีประสิทธิภาพในการเสนอรายละเอียดที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาวิทยานิพนธ์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โสตทัศนศึกษา (Audio Visual Education)

1. ความหมายของโสตทัศนศึกษา

นิพนธ์ ศุขปรีดี ให้ความหมายของโสตทัศนศึกษาว่า การเรียนการสอนมีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมาก คือพัฒนาขึ้นจากเดิมที่มีครูทำหน้าที่ เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนด้วยวิธีการบรรยาย ใช้ตำราเรียน และกระดานชอล์กเป็นเครื่องมือ โดยมีนักเรียนเป็นผู้ฟัง และจดจำเนื้อหาที่ครูถ่ายทอดด้วยวิธีซ้ำซากนั้นเรื่อยมาจนกระทั่งปัจจุบันบทบาทของครูได้ถูกเปลี่ยนไปจากผู้บรรยายมาเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนให้ดำเนินกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ตลอดจนการจัดระบบการเรียนการสอน ทั้งนี้โดยอาศัยโสตทัศนวัสดุ เป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนทั้งด้านการพัฒนาความรู้ ความคิด ทักษะและทัศนะคติ

โสตทัศนวัสดุ (Audio visual material) ที่กล่าวถึงนี้ในทางการศึกษามีคำซึ่งมีความหมายในแนวเดียวกันหลายคำด้วยกันอาทิวัสดุการเรียนการสอน (Instructional materials) สื่อการศึกษา (Educational media) สื่อการเรียนการสอน (Instructional media) และบางแห่งใช้คำว่า แหล่งการเรียนรู้ (Learning resources) ซึ่งมีความหมายถึงวัสดุที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนของครูและนักเรียน เป็นต้น นักการศึกษาต่างให้ความหมายของคำต่างๆดังกล่าวไว้ดังนี้

ฮาส และ แพคเกอร์ (Kenneth B.Haas,and Harry Q.Packer, 1955:18) ให้ความหมายของโสตทัศนวัสดุว่า โสตทัศนวัสดุหรืออุปกรณ์การสอนเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ช่วยให้ครูถ่ายทอดสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นจริงให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ มีทัศนคติและความชาบซึ้ง โดยแยกอธิบายไว้ว่าโสตวัสดุเป็นเครื่องมือประกอบการสอนที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นแต่ไม่ได้ยินเสียง โสตวัสดุจึงเป็นเครื่องมือประกอบการสอนที่เราสามารถได้ยินเสียงและมองเห็นได้ดีเท่าๆกัน

คาร์ตัน W.H. อีริคสัน (Carton W.H. Erickson,1959:132) ให้ความหมายของคำว่าโสตทัศนวัสดุว่าเป็นคำที่ใช้เรียกอุปกรณ์การสอนทั่วๆไปที่ใช้ช่วยในการถ่ายทอดความหมายโดยมิต้องอาศัยคำพูดหรือภาษาใดๆซึ่งได้แก่การศึกษานอกสถานที่ นาฏการการนิมพ์ แผนภูมิ ภาพถ่าย และนิทรรศการ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสรุปหลักการก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในรอบหลายปีที่แล้ว ได้ขยายไปถึงขั้นปรับปรุงเครื่องอุปกรณ์ และเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่ดีที่สุด สูงสุดและวงกว้างที่สุดสำหรับผู้เรียน และได้แสดงให้เห็นว่าการใช้โสตทัศนวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถปรับปรุงการเรียนของผู้เรียน และในขณะเดียวกันสามารถลดเวลาการสอนและสิ่งที่ต้องหามาได้เป็นอย่างดี

ห้องปฏิบัติการภาษาได้ใช้เทปบันทึกเสียงในการสอนนักเรียนเป็นกลุ่ม หรือรายบุคคล ปัจจุบันการขยายตัวของห้องปฏิบัติการภาษาไปถึงขั้นอุปกรณ์ควบคุมระยะทางไกลด้วยอิเลคโทรนิค พัฒนาการอุปกรณ์เหล่านี้ถึงขั้นกดปุ่มเลือกรายละเอียดในรูปแบบต่าง ๆ อุปกรณ์ซึ่งเป็นชิ้นโลหะ

เครื่องฉายสไลด์ในปัจจุบันราคาถูกมีขายทั่วไป เครื่องฉายแบบควบคุมระยะไกลเป็นของหายไม่ยาก กล้องถ่ายรูปที่จะนำมาใช้ถ่ายสไลด์ก็มีจำหน่ายมากมากมาย เช่นเดียวกับเครื่องบันทึกเทปโทรทัศน์ก็หาซื้อได้ง่าย ครูมีความมั่นใจในการใช้อุปกรณ์เหล่านี้และผลิตวัสดุ (Software) ขึ้นใช้กับเครื่องมือในการสอนเฉพาะของตนมากขึ้น

นอกจากนี้ในวงการภาพยนต์ก็มีการพัฒนาไปมาก เครื่องฉายภาพยนต์อัตโนมัติทำให้การใช้ภาพยนต์ง่ายขึ้น แต่ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดก็คือ วงการภาพยนต์ 8 ม.ม. มีการพัฒนาที่ดีมากคือเครื่องฉายแบบกลัก (Cartridge projector) ซึ่งใช้ง่ายมาก ทำให้สะดวกต่อการใช้ภาพยนต์เพื่อการศึกษาและการสาธิต ซึ่งภาพยนต์นั้นไม่จำเป็นจะต้องใช้เวลานาน หรือคลุมเนื้อหาในตำราทั้งบท ภาพยนตร์สั้น ๆ ใช้สาธิตทักษะเฉพาะอย่าง และทำให้การเรียนรู้เหมาะแก่นักเรียนที่จะตามทัน การพัฒนาภาพยนตร์ขนาด Super-8 ทำให้คุณภาพของภาพยนต์ 8 ม.ม. ใกล้ภาพยนตร์ 16 ม.ม. เข้าไป และภาพกับเสียงในภาพยนต์ขนาด 8 ม.ม. จะนำไปสู่ประสิทธิภาพในการสอนซึ่งก้าวหน้าขึ้นไปอีก

นอกเหนือจากพัฒนาการทางเทคโนโลยีอันควรกล่าวถึงเหล่านี้แล้ว ยังมีสิ่งอื่นที่ควรรับรู้อันจะนำไปสู่อนาคตการใช้โสตทัศนวัสดุคือการใช้ "สื่อประสม" (Cros-media หรือ multimedia) คำนี้หมายถึงการใช้วัสดุอุปกรณ์โสตทัศนะพร้อม ๆ กัน หรือเป็นลำดับในการฉายภาพ 2 หรือ 3 ภาพ หรือมากกว่า พร้อมกันสำหรับคนกลุ่มใหญ่ ภาพที่เห็นจะเป็นสไลด์มากกว่า พร้อมกันสำหรับคนกลุ่มใหญ่ ภาพที่เห็นจะเป็นสไลด์ภาพยนตร์ หรือภาพโปร่งใส ซึ่งอาจใช้วิธีควบคุมระยะไกลโดยผู้เสนอ หรืออาจควบคุมด้วยเครื่องอัตโนมัติ การเตรียมและการจัดโปรแกรมเช่นนี้ได้ขยายวงออกไป และปัจจุบันได้ผลดีมากทีเดียว

ความพยายามในการใช้สื่อประสม (Multimedia) นี้คือ พัฒนาการด้านการผลิตชุดการเรียนการสอน (Instructional packages or kits) ซึ่งเตรียมไว้สำหรับเนื้อหาเฉพาะเรื่อง ชุดเหล่านี้จะประกอบไปด้วยวัสดุต่าง ๆ ได้แก่ ภาพสไลด์ เทปบันทึกเสียงแบบฝึกหัด เอกสารและแม้แต่ของจริงซึ่งมีหลายเรื่องที่ได้มีการผลิตออกจำหน่าย โดยบริษัทร้านค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น ชุดการเรียน บทเรียนภาษาต่างประเทศ เป็นต้น

การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอน แต่เดิมเป็นเรื่องที่ยังอยู่ไกล แต่ก็มีการใช้คอมพิวเตอร์เก็บประวัติ การจัดตาราง การให้คำปรึกษา การเก็บและป้อนข้อมูล และงานการพิมพ์ ซึ่งได้มีการค้นคว้าเพื่อหาวิธีการว่าจะใช้คอมพิวเตอร์ และสื่ออื่น ๆ ในการสอนได้อย่างไร แต่ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก สถาบันการศึกษาหลายแห่ง ได้เปิดสอนวิชาคอมพิวเตอร์ไว้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ช่วยในการพัฒนาความหมายของศัพท์ต่าง ๆ

7. ให้ประสบการณ์ซึ่งไม่สามารถรับได้โดยวิธีอื่น ๆ จึงช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ และช่วยให้วิธีการเรียนการสอนไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย

อริคสัน (Carlton W.H. Erickson, 1959 : 55 - 57) ได้กล่าวถึงบทบาทของโสตทัศนวัสดุไว้ 6 ประการด้วยกันคือ

1. เป็นช่องทางในการเพิ่มพูนประสบการณ์
2. ทำหน้าที่เป็นแหล่งข่าวสารที่มีความหมาย
3. เป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมการเรียนต่าง ๆ ได้มาก
4. เป็นเครื่องมือสำหรับครูในการวิจัยและสอนซ่อมเสริม
5. ช่วยขจัดปัญหาเรื่องระยะทางในการเสนอเรื่องราวแก่นักเรียน
6. เป็นแหล่งสำคัญที่ช่วยให้ครูและนักเรียนร่วมกันผลิตขึ้นตามวัตถุประสงค์ของนักเรียน

จะเห็นได้ว่าโสตทัศนวัสดุอุปกรณ์นั้น เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ครูสามารถถ่ายทอดแนวความคิด ข้อเท็จจริง ทักษะ ทัศนคติ และความซาบซึ้งให้เห็นคุณค่าในเนื้อหาที่สอน ซึ่งเป็นซึ่งเป็นรากฐานให้เกิดความเข้าใจ และความจำอย่างถาวรเป็นอย่างดี มีการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งหลายการวิจัยที่ใช้สรุปยืนยันถึงคุณค่าและบทบาทของโสตทัศนวัสดุหรือสื่อการสอนที่มีต่อการเรียนการสอนได้อีกทางหนึ่ง อาทิเช่น

ไคสลาร์ (Keislar, 1960 : 310 - 315) ได้ทำการวิจัยพบว่าเด็กสามารถเรียนได้ดีขึ้นเมื่อใช้วัสดุที่ใช้กับเครื่องฉายเป็นสื่อการสอน และได้สรุปว่าความมืดและแสงเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจต่อบทเรียนตลอดเวลา เป็นผลให้การสอนดีขึ้นด้วย ซึ่งในเรื่องนี้มีการวิจัยหลายการวิจัยที่สนับสนุน เช่น แอบรอมสัน (Abromson, 1952 : 96 - 106) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้สไลด์ ในวิชากลศาสตร์เบื้องต้น ปรากฏว่ากลุ่มที่เรียนจากสไลด์มีผลการเรียนดีกว่าทั้งในระยะทันทีที่เรียนเนื้อหาจบ และหลังจากเรียนไปแล้วเป็นเวลา 2 เดือน

เช่นเดียวกันกับองค์การยูเนสโก (Unesco, 1951 : 119) ได้ทำการวิจัยว่าสไลด์เป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพสูงในการสอนคนเป็นจำนวนมาก และช่วยสร้างความรู้สึกประทับใจที่ลึกซึ้ง และกินเวลานาน

วอง (Wong, 1976: 7028 - A) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการบรรยายและการใช้สไลด์ประกอบเทปสำหรับการแนะนำการใช้ศูนย์วัสดุการเรียน ปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับคำแนะนำด้วยสไลด์ประกอบเทป และการบรรยายได้ผลดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการแนะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลเลน (Allen, 1959 : 85) ได้สรุปผลการวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับสื่อการสอนข้อความจริงโดยเฉพาะภาพยนตร์เปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ พบว่าภาพยนตร์ให้ผลดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คาร์เนอร์ (Carner, 1962 : 118) ได้ประเมินผลการสอนอ่านทางโทรทัศน์ระบบวงจรปิดวิชาการอ่านจากโทรทัศน์ทุกวันเพื่อฝึกฝนทักษะในการอ่านและให้เข้าใจศัพท์ ผลปรากฏว่าผู้เรียนที่มีความสามารถในการอ่านอยู่ในระดับต่ำ ได้รับความรู้ในการอ่านเพิ่มขึ้นมากกว่าการเรียนปกติ

การวิจัยเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ประเภทเสียงได้แก่การวิจัยเปรียบเทียบการสอนด้วยวิทยุกับการสอนแบบปกติของไวลส์ (Wile, 1940 : 41 - 46) ผลการวิจัยปรากฏว่า การสอนทางวิทยุให้ผลการสอนดีกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการวิจัยนี้เหมือนกับการวิจัยทำนองเดียวกันของไมล์ (Mile, 1940 : 741 -720)

ส่วนวัสดุที่ไม่ต้องใช้กับเครื่องฉายและวัสดุลายเส้นนั้นมีการวิจัยเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติไว้ดังนี้

ดายเออร์ (Dwyer, 1967 : 34-42) ได้ศึกษาผลการใช้รูปภาพ 3 แบบ ประกอบคำอธิบาย คือภาพเขียนลายเส้น ภาพวาดแรเงาและภาพถ่าย เปรียบเทียบกับการสอนโดยไม่ใช้รูปภาพประกอบแล้วทดสอบด้วยข้อสอบชนิดต่าง ๆ ผลการวิจัยปรากฏว่า ภาพเขียนลายเส้น และภาพแรเงาให้ผลการเรียนรู้เท่ากัน และทั้งสอบแบบให้ผลการเรียนสูงกว่าการสอนโดยไม่ใช้รูปภาพประกอบ

นิวตัน (Newton, 1965 : 321 - 323) ได้เปรียบเทียบการใช้แผนภูมิจัดลำดับภาพกับฟิล์มสตริปกับนักเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มเก่ง หรือกลุ่มอ่อน ถ้าใช้แผนภูมิแบบลำดับภาพและฟิล์มสตริปเป็นสื่อการสอนแล้ว จะเรียนได้ผลเท่ากันและดีกว่าการสอนแบบปกติ

โซนส์(Sone, 1944 : 238 - 239) ได้ทำการศึกษาค้นคว้ากับนักเรียนชั้นเกรด 6 และเกรด 9 จำนวน 400 คน โดยให้อ่านหนังสือการ์ตูนเรื่องเปรียบเทียบกับการสอนโดยให้อ่านแบบเรียนอย่างธรรมดา ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าหนังสือการ์ตูนช่วยให้เด็กเรียนรู้ได้ดีกว่าการอ่านแบบเรียนธรรมดา

คอรีย์ และไมเคิล (Corey and Micheal, 1973 : 17-19) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติในวิชาจิตวิทยาเบื้องต้น ผลการทดลองปรากฏว่ากลุ่มที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเองมีความคงทนในการจำดีกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิจัยในประเทศที่เปรียบเทียบการสอนโดยใช้โสตทัศนวัสดุกับวิธีการสอนปกติได้แก่

สายสมร เตชานันท์ (สายสมร เตชานันท์ 2519 : 38) ได้วิจัยเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบรรยาย (Lecture)

น้อย ศิริโชติ ได้ให้ความหมายและหลักเกณฑ์ของการบรรยาย ว่าเป็นเทคนิคที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการฝึกอบรม และในสถานศึกษา เพราะเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย รวดเร็ว การใช้วิธีการบรรยายนี้ ใช้ผู้บรรยายเพียงคนเดียว เทคนิคการบรรยายนี้สามารถให้ความรู้แก่คนจำนวนมาก ๆ จึงเหมาะในการให้ความรู้พื้นฐาน การให้ข้อมูลอย่างกว้าง ๆ ผู้บรรยายหรือวิทยากรจะต้องเป็นผู้มีความรู้ และมีประสบการณ์ในหัวข้อที่จะบรรยายนั้นเป็นอย่างดี มีวิธีการพูด มีความสามารถเร้าความสนใจผู้ฟัง ได้ตลอดเวลาในระหว่างที่บรรยาย และวิทยากรสามารถนำสื่อ (Media) ต่าง ๆ มาใช้ประกอบการบรรยายได้ก็จะเป็นการดี เพราะจะช่วยให้ผู้ฟังสนใจการบรรยายมากขึ้น นอกจากนี้ การบรรยายอาจใช้ประกอบเทคนิคอื่น ๆ เช่น ใช้ก่อนการอภิปรายกลุ่ม เป็นต้น

วิธีการ

1. เริ่มต้นด้วยพิธีกร (ถ้ามี) กล่าวต้อนรับผู้ฟัง แนะนำหัวข้อที่จะบรรยายโดยย่อ และแนะนำวิทยากรว่าเป็นใคร ทำงานอะไร ที่ไหน จบการศึกษาที่ใด มีความเชี่ยวชาญในหัวข้อที่จะบรรยายมากน้อยเพียงใด

2. จากนั้นผู้บรรยายก็จะดำเนินการบรรยาย ตามหัวข้อที่ได้รับมอบหมายโดยในระหว่างการบรรยาย อาจใช้สื่อประกอบด้วย เช่น เขียนข้อความที่สำคัญบนเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ ใช้ฉายภาพสไลด์ หรือฉายภาพยนต์ เป็นต้น

3. ก่อนจบการบรรยาย ผู้บรรยายควรสรุปใจความสำคัญ

4. หลังจากจบการบรรยายแล้ว ผู้บรรยายควรให้โอกาสผู้ฟังได้ซักถามปัญหาข้อสงสัย หรือ แสดงความคิดเห็นได้

การบรรยายตามปกติจะใช้เวลาไม่เกินช่วงละ 3 ชั่วโมง และความมีการหยุดพักระหว่างการบรรยายด้วย

การจัดสถานที่

การจัดแบบนี้ ควรใช้ห้องประชุมใหญ่ สำหรับโต๊ะผู้บรรยายอยู่บนเวทีหรือยกพื้น เพื่อให้ผู้ฟังจำนวนมากมองเห็นหน้าผู้บรรยายได้ชัดเจน นอกจากนี้ห้องบรรยายควรจัดเตรียมสื่อต่าง ๆ เช่น ไมโครโฟน กระดานดำ จอ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะเป็นต้น

ข้อดี

1. ได้เนื้อหามากแม้ในช่วงเวลาสั้น

2. ได้เนื้อหาวิชาตรงตามวัตถุประสงค์ และสามารถเนื้อหาสาระได้อย่างเป็นระเบียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้เข้าอบรมสามารถเตรียมตัวในหัวข้อที่จะบรรยายได้ เช่น อาจเตรียมปัญหาข้อซักถาม หรือศึกษาเอกสารรายละเอียดต่าง ๆ ก่อนฟังการบรรยาย

4. การจัดสถานที่สะดวก จัดให้เหมาะสมกับเหตุการณ์ได้ง่าย

5. สามารถให้การอบรมแก่ผู้ฟังได้จำนวนมาก

6. สามารถกระตุ้นความสนใจ ย้ำหรือสรุปในส่วนที่ผู้บรรยายต้องการได้ โดยสะดวก

ข้อจำกัด

1. การบรรยายเป็นการสื่อสารทางเดียว ดังนั้นถ้าหากผู้บรรยาย ไม่มีความสามารถการบรรยายนั้น ก็อาจไม่เกิดประโยชน์อันใดเลย ทำให้เป็นการสิ้นเปลืองและสูญเปล่า

2. ผู้ฟังไม่มีโอกาสซักถาม แสดงความคิดเห็น หรือให้ข้อเท็จจริงเพิ่มเติมได้มากพอ หรืออาจไม่มีโอกาสเลย จึงอาจทำให้เกิดความเบื่อหน่ายได้

3. ผู้บรรยายไม่อาจวัดได้ว่าผู้ฟังรับความรู้ไปมากน้อยเพียงใด

4. การพยายามบรรจุเนื้อหาให้มาก ๆ ในการบรรยายแต่ละครั้ง อาจทำให้ผู้เข้ารับการอบรมไม่สามารถจดจำ หรือเข้าใจรายละเอียดได้ดีพอ

5. การหาบุคคลที่มีทั้งความรู้ในเนื้อเรื่องดีมาก และมีทั้งความสามารถในการบรรยายด้วยนั้น หาได้ยาก

6. เทคนิคการบรรยายนี้ อาจไม่เหมาะสมกับเนื้อเรื่องบางประเภท เช่น เรื่องที่มีข้อคิดเห็นขัดแย้งได้มาก

7. เทคนิคการบรรยาย ไม่ควรใช้บ่อยครั้งจนเกินไป และการบรรยายไม่ควรใช้เวลาติดต่อกันนานเกินไป

8. เทคนิคการบรรยายจะเหมาะกับผู้บรรยายบางคนเท่านั้นไม่ทุกคนเสมอไป

หลักในการพิจารณาใช้วิธีการบรรยาย มีดังนี้

1. ความรู้ของผู้บรรยายและผู้เรียน

ผู้บรรยาย (Lecturer) มีความรู้ในเรื่องที่จะบรรยายเพียงใด ยิ่งผู้บรรยายมีความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์ในเรื่องที่จะบรรยายมากก็จะสามารถเสนอหรือแนะนำเรื่องนั้นให้ผู้ฟังได้เข้าใจ เห็นภาพพจน์ได้ง่าย การที่ผู้บรรยายมีความรู้ในเรื่องที่จะบรรยายมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น การปรากฏตัวขึ้นพูดก็กล้าหาญ และดำเนินเรื่องไปได้ด้วยดี ทั้งจะสามารถตอบข้อซักถามของผู้เรียนผู้ฟังได้อย่างคล่องแคล่ว ไม่เอาสีข้างเข้าถูอย่างผู้ไม่รู้แต่ทำเป็นรู้

ผู้เรียน (Learner) ก็มีความแตกต่างกันในด้านบุคคลิกภาพ สภาพภูมิหลัง ความสามารถและความตั้งใจที่จะเรียนรู้ หากผู้เรียนมีสภาพภูมิหลัง เช่น ระดับการศึกษาอายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างหรือห่างกันมาก ก็จะมีผลให้ผู้บรรยายประสบความยุ่งยากในการบรรยาย หรือในกรณีที่ผู้เรียนมีความตั้งใจที่จะเรียนต่างกันแล้ว การบรรยายครั้งนั้นก็จะไม่บังเกิดผลดีโดยทั่วหน้าแต่อย่างใด

2. ขนาดของกลุ่มผู้เรียน

การบรรยายเป็นการสื่อสารไปยังคนหมู่มากในเวลาเดียวกันได้ แต่ไม่มีการกำหนดแน่ว่าจำนวนผู้เรียนหรือผู้ฟังเท่าใดจึงควรใช้วิธีการบรรยายมีผู้รู้บางท่านบอกว่า ไม่มีมาตรการแน่นอนอะไร เพียงแต่ประมาณไว้ว่า ถ้าจำนวนผู้เรียนเกิน 20 คน ก็ควรใช้วิธีการบรรยาย และผู้เรียนจำนวน 35 คน จะเป็นจำนวนที่เหมาะที่สุดที่จะทำให้การบรรยายสัมฤทธิผลตามเป้าหมาย แต่การมีผู้เรียนฟังนับเป็นจำนวนพันไม่ทำให้การบรรยายได้ผล เพราะไม่เกิดสัมพันธภาพที่ดีระหว่างผู้บรรยายกับผู้ฟัง โดยผู้บรรยายไม่อาจสบสายตากับผู้ฟังได้ทั่วถึง และการเข้ามีส่วนร่วมของผู้ฟังในกระบวนการเรียนการสอนก็มีน้อยมาก หรือไม่มีเลย ซึ่งขัดกับหลักการพูดต่อที่ชุมชน และหลักการบรรยาย

3. เวลา

การมีเวลาน้อย ทำให้ผู้พูดนำวิธีการบรรยายมาใช้กันมาก เพราะผู้บรรยายสามารถควบคุมเรื่องให้เป็นไปตามต้องการภายในเวลาอันจำกัดได้ แต่แน่ละ โอกาสที่ผู้ฟังจะมีส่วนร่วมโดยการซักถามตั้งข้อสังเกตก็จะมีน้อยมาก หรือไม่มีเลยก็ได้ เนื่องจากเวลาไม่อำนวยให้ทำได้ ถ้ามีเวลามากขึ้นก็จะช่วยให้การบรรยายครั้งนั้นไม่เรียบเร่ง รวบรัดคงทำไปได้เรื่อยๆ ต่อเนื่องอย่างสบาย ๆ คนฟังก็เคร่งเครียด อึดอัดด้วย

4. การอ่าน และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่พอจะหาได้

แม้ผู้เรียนผู้ฟังจะไม่มีความรู้ในเรื่องที่รับฟังนั้น แต่ถ้าผู้บรรยายรู้จักใช้สื่อเข้าในการบรรยาย เช่น ใช้รูปภาพ แผนภูมิ สไลด์ ภาพยนตร์ ฯลฯ แล้วถึงผู้เรียน ผู้ฟังจะไม่สามารถอ่านเขียนได้ก็ตาม ก็จะช่วยให้ผู้เรียนผู้ฟังเข้าใจได้ง่าย การบรรยายบางครั้งคงมีเพียงการพูดและใช้ของจริง หรือสิ่งจำลองหรือภาพต่าง ๆ เข้าช่วยให้ผู้เรียนผู้ฟังได้มีโอกาสเรียนรู้โดยการใช้รับฟัง และใช้สายตาดูสิ่งที่แสดงประกอบการบรรยาย ก็ทำให้การเรียนการสอนได้ผลดีมาก

5. เรื่องที่จะเสนอ

บางเรื่องก็เหมาะที่จะใช้การบรรยาย แต่บางเรื่องผู้ฟังจะเข้าใจได้ ก็ต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีบางเรื่องจะบรรยายให้เข้าใจได้ต้องใช้เวลานาน ถ้าถูกจำกัดเวลาบางครั้งก็ไม่อาจใช้การบรรยายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของการบรรยายที่ดี

1. มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนผู้ฟังตื่นเต้นสนใจอยู่เสมอ

2. มีการจัดวางรูปเรื่องที่จะบรรยายได้ดีและชัดเจน

3. มีการพัฒนาเป็นอย่างดี โดยระมัดระวังใช้วิธีการและอุปกรณ์ให้เกิดคุณค่าสูงสุดต่อกลุ่มผู้ฟัง

4. มีการเสนอเรื่องต่อผู้เรียนผู้ฟังเป็นอย่างดี การบรรยายที่ดี ต้องมีการพูดที่ดี ต้องมีการติดต่อสื่อสารสัมพันธ์กันดีระหว่างผู้พูดกับผู้ฟังจะต้องใช้บุคลิกลักษณะ เสียง และความสามารถในการเสนอให้เป็นที่เข้าใจกันดีในหมู่ผู้ฟัง

ขั้นตอนการบรรยาย

ขั้นที่ 1 - เตรียมการบรรยาย

1. วิเคราะห์กลุ่มผู้เรียน

2. กำหนดระยะเวลาในการบรรยาย

3. กำหนดจุดมุ่งหมายของเรื่องและการเสนอ

4. กำหนดประเด็นสำคัญของเรื่อง และทำการวิจัยถ้าจำเป็น

5. ลำดับเนื้อหาที่จะเสนออย่างต่อเนื่อง สอดคล้องเป็นเหตุเป็นผลกัน

6. มีการปรับปรุงโดยใช้วิธีให้คำจำกัดความ จำแนกประเภทให้เห็นชัดการอรรถาธิบายด้วยเหตุและผล ยกตัวอย่างอุทธาหรณ์เปรียบเทียบให้เห็นแล้วพรรณนาด้วยลีลาการพูดตามหลักการพูดต่อที่ชุมชน

7. กำหนดวิธีการประเมินผล

ขั้นที่ 2 - บรรยาย

1. บรรยายตามลำดับขั้น

2. พูดอย่างชัดเจน มั่นคง และมีอัตราเร็ว - ช้าเหมาะสม

3. ใช้ โสตทัศนูปกรณ์เข้าช่วยอย่างถูกจังหวะและเหมาะสม

4. บรรยายได้เสร็จในเวลา

5. มีลีลาและวาทศิลป์ในการบรรยาย

ขั้นที่ 3 - การตอบคำถาม

1. การบรรยายที่ดีต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนผู้ฟังได้ซักถามปัญหาข้อข้องใจตั้งข้อสังเกตได้เสมออาจจะให้โอกาสถามเป็นระยะ ๆ หรือถามเมื่อ เสร็จการเสนอเรื่องแล้วก็ได้ นับเป็นการให้ผู้ฟังเข้ามีส่วนร่วมอย่างจริงจังเรียก "Lecture - forum" ซึ่งก่อให้เกิดการสื่อสาร 2 ทาง (two - waycommunication)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จงตอบคำถามโดยพูดกับทุกคน อย่างเจาะจงใจพูดกับใครคนใดคนหนึ่งโดยเฉพาะคนอื่น ๆ จะเกิดความรู้สึกว่า ไม่ได้รับเกียรติหรือไม่ได้รับความสนใจจากผู้บรรยาย

3. ตอบให้กระทัดรัด

ข้อดีและข้อจำกัดของการบรรยาย

ข้อดี

1. ตรงประเด็นและชัดเจน
2. ประหยัดเวลา
3. ควบคุมได้
4. ใช้อุปกรณ์เข้าช่วยได้ง่าย

ข้อจำกัด

1. อาจไม่ตรงประเด็นและน่าเบื่อ
2. กลุ่มอาจไม่มีโอกาสมีส่วนรวมหรือมีน้อยไม่เพียงพอ
3. ผู้บรรยายต้องมีการเตรียมเรื่อง วิธีการเสนอ และวิธีการประเมินผลอย่างรอบคอบ
4. ต้องใช้ความสามารถในการพูด
5. มีการบันทึกเรื่องที่ได้รับฟังจนไม่มีโอกาสใช้สมอง

ในปัจจุบัน การบรรยายยังเป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุดและแพร่หลายที่สุด โดยเฉพาะในสถาบันก่อจรศึกษานั้น มีรายงานจากโครงการต่าง ๆ ของสหประชาชาติว่า นักศึกษาชอบการบรรยายมากกว่าวิธีการอื่น ๆ และจะแสดงปฏิกริยาต่อต้านการนำวิธีการใด ๆ นอกจากการบรรยายเข้ามาใช้ในการสอนด้วย รายงานนั้นกล่าวว่าการที่นักศึกษามีทัศนคติเช่นนี้ เนื่องจากสถาบันได้ยึดแต่การบรรยายโดยตลอด จนเป็นประเพณีและได้รับความล้มเหลว ในการพัฒนานิสัยของนักศึกษาเกี่ยวกับการศึกษานั่นเอง

โดยทั่วไปพบว่า การบรรยายที่ไม่น่าสนใจ หรือไม่ประสบผลสำเร็จนั้น มักจะเนื่องจาก การเตรียมการและการเสนอที่ผิดของผู้บรรยายเอง โดยในการบรรยายนั้น ไม่เปิดโอกาสให้กลุ่มผู้ฟังมีส่วนร่วมทำให้กลุ่มขาดความสนใจ ฉะนั้นหากต้องการให้การบรรยายครั้งใด ๆ ประสบผลสำเร็จ ผู้บรรยายจะต้องพยายามศึกษา และปฏิบัติตามกระบวนการบรรยายดังที่ได้เสนอไว้แต่ต้นและพยายามให้แก่กลุ่มผู้ฟังมีส่วนร่วมให้มากที่สุด เท่าที่โอกาสและความสามารถจะอำนวยให้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อจำกัด

1. เทคนิคนี้มีลักษณะเป็นพิธีการ

2. ผู้เชี่ยวชาญหรือวิทยากรแต่ละคนก็บรรยายกันคนละทัศนะ อาจจะยากแก่การรวมความคิด อาจจะไม่เป็นไปตามเป้าหมายได้

3. ผู้ฟังนั่งฟังคำบรรยาย ลักษณะเหมือนการเรียน ไม่มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น อาจจะทำให้น่าเบื่อหน่าย

การอภิปรายเป็นคณะ (Panel Discussion)

เทคนิคการอภิปรายเป็นคณะ เป็นเทคนิคการฝึกอบรมที่ใช้ได้ดีวิธีหนึ่ง การอภิปรายเป็นคณะ เป็นการอภิปรายโดย กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 - 10 คน ในหัวข้อที่กำหนดให้โดยผู้อภิปราย แต่ละคนจะให้ ความรู้ ข้อเท็จจริง และความคิดเห็นของตนแก่ผู้ฟัง การอภิปรายเป็นคณะนี้มีวัตถุประสงค์ ที่จะให้ผู้เข้าฝึกอบรมได้รับความรู้ความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ในเรื่องเดียวกัน เพื่อให้มีความรู้ ประสบการณ์ กว้างขวางยิ่งขึ้น

วิธีการ

1. พิธีกรหรือประธานกล่าวเปิดการอภิปราย โดยพูดถึงหัวข้อที่จะดำเนินการอภิปราย แนะนำให้ผู้อภิปราย แต่ละคน แล้วจึงเริ่มการอภิปราย

2. เปิดโอกาสให้ผู้อภิปรายแต่ละคนเสนอความคิดเห็น ของคนนั้น ๆ แก่ผู้ฟังหลังจากนั้น ก็จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ระหว่างผู้อภิปรายด้วยกันเอง โดยพิธีกรจะคอยเป็นผู้ประสานงานในการอภิปรายตลอดจนสรุปในบางตอนด้วย

3. เมื่อจบการอภิปราย พิธีกร อาจเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถามปัญหาได้

การจัดสถานที่

การจัดโต๊ะสำหรับการอภิปรายคณะนี้ ควรมีเวทีหรือยกพื้น และมีที่สำหรับวางเอกสารและวัสดุให้แก่ผู้อภิปราย และมีไมโครโฟนหลาย ๆ ตัว เพื่อให้ผู้ฟังสามารถได้ยินเสียงได้ชัดเจนโดยทั่วถึง

ข้อดี

1. ผู้ฟังได้รับฟังความรู้ ความคิดเห็นต่าง ๆ หลายแง่หลายมุม ช่วยให้ผู้ฟังมีความรู้ความคิดกว้างขวางขึ้น

2. บรรยากาศในการพูดเป็นกันเอง

3. วิทยากร หรือผู้อภิปรายหลายคนสามารถดึงดูดความสนใจจากผู้ฟังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เปิดโอกาสให้ผู้ฟัง มีส่วนร่วมในการอภิปราย [Panel Forum] หลังจากผู้อภิปรายแต่ละคนอภิปรายจบแล้ว วิธีนี้จะช่วยกระตุ้นให้ผู้ฟังมีความสนใจ และได้รับความรู้และข้อเท็จจริงมากขึ้น

ข้อจำกัด

1. ในระยะเวลาที่กำหนดผู้อภิปราย อาจไม่มีโอกาสเต็มที่ สำหรับเสนอความคิดเห็นหรือตอบปัญหา

2. หากพิธีกร ไม่มีความสามารถ หรือประสบการณ์ดีพอ อาจสรุปการอภิปรายได้ไม่ถูกต้องสมบูรณ์ ทำให้การอภิปรายไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร

3. ผู้ฟังมีส่วนร่วมในกิจกรรมน้อยมาก

4. ผู้อภิปรายบางคนอาจพูดมากเกินไป หรืออาจพูดนอกประเด็นได้ ทำให้การอภิปรายได้ประโยชน์ไม่เต็มที่เท่าที่ควร

รูปที่ 2 การบรรยายเสริมของ ม.ส.ช.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เป็นการวิจัยเพื่อนำไปใช้ (Operational Research) โดยการศึกษาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ เพื่อนำมาออกแบบ แยกเป็นหัวข้อดังนี้

1. เสียง
2. ห้องบรรยาย
3. พฤติกรรมการใช้งาน
4. ระบบไฟฟ้า
5. สายไฟฟ้าและอุปกรณ์
6. อุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์
7. เครื่องขยายเสียง
8. ไมโครโฟน
9. เครื่องบันทึกเสียง
10. ลำโพง
11. เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ
12. โครงสร้าง
13. วัสดุและกรรมวิธีการผลิต
14. สีในการออกแบบ
15. สรีระศาสตร์

วิธีการดำเนินการวิจัย

เป็นการดำเนินการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ใน หัวข้อข้างต้นโดยใช้การวิจัย 2 วิธี คือ

1. วิจัยเอกสาร (Documentary Research)

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลจากเอกสาร ตำรา วิทยานิพนธ์ โดยเลือกเอกสารที่น่าเชื่อถือเป็นเกณฑ์ และความล่าของเอกสารนั้น ๆ แหล่งข้อมูลเอกสารได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ห้องสมุดคณะครุศาสตร์ฯ และวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.2 ห้องสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3 ห้องสมุดคณะสถาปัตย์ฯ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกรบัง

1.4 แผนกออกแบบและโครงสร้างบริษัทธานินทร์ยูเนี่ยนอุตสาหกรรม จำกัด

1.5 แผนกวิเคราะห์อิเล็คทรอนิคส์ บริษัทธานินทร์ยูเนี่ยนอุตสาหกรรม จำกัด.

2. ทำวิจัยสนาม (Field Research)

ผู้ทำวิจัยได้สังเกต สอบถาม และสัมภาษณ์ผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ โดยมีกลุ่มประชากร คือ

2.1 ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขา (นักวิชาการ)

2.2 ครู - อาจารย์

2.3 นักเรียน และผู้ฝึงการบรรยาย

2.4 เจ้าหน้าที่ฝ่ายโสตทัศนศึกษา

2.5 วิศวกรออกแบบโครงสร้างและอิเล็คทรอนิคส์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลเกี่ยวกับบุคคล (Personal Data)

เป็นข้อมมูลที่เกี่ยวกับผู้ใช้ (นักวิชาการ) ผู้ที่เกี่ยวข้อง (ผู้ฝึงบรรยาย เจ้าหน้าที่โสตฯ) โดยใช้เครื่องมือ

ก) สังเกตุ (Observation)

ข) สัมภาษณ์ (Interview)

ค) สอบถาม (Questionnaivs)

หัวข้อของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบุคคลได้แก่

1. เพศ
2. อาชีพ
3. ตำแหน่ง
4. สถานที่ทำงาน
5. วุฒิการศึกษา
6. สาขาที่จบการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. <u>ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม</u> (Enironmental Data)

เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับสถานที่ใช้งาน สถานที่เก็บรักษาอุปกรณ์โสตทัศนศึกษา และสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ โดยใช้เครื่องมือ

ก. สังเกตุ

ข. สอบถาม

หัวข้อของข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้แก่

1. เอกสารตำราและอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการบรรยาย
2. ชุดแต่งกายผู้บรรยาย
3. เครื่องเขียนประกอบการบรรยาย
4. เครื่องขยายเสียงที่ใช้
5. สื่อที่ใช้นอกจากเครื่องขยายเสียง
6. ห้องบรรยาย
7. ครุภัณฑ์ในห้องบรรยาย (โต๊ะ เก้าอี้ กระดาน ชอล์ก)
8. จำนวนผู้บรรยาย
9. ระบบไฟฟ้า
10. สิ่งรบกวน

3. <u>ข้อมูลเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมบุคคล</u> (Behaveval Data)

เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานและทักษะ (Pschomotor Domain) ใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลคือ

ก) สังเกตุ

ข) สัมภาษณ์

หัวข้อของข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมบุคคลได้แก่

1. ขั้นตอนในการบรรยาย
2. ลักษณะการบรรยาย
3. เทคนิคการบรรยาย
4. การใช้งานเครื่องขยายเสียงและอุปกรณ์โสตทัศน
5. ปัญหาของเครื่องขยายเสียงและอุปกรณ์โสตทัศน
6. การจัดเก็บและบำรุงรักษาอุปกรณ์โสตทัศน
7. แนวคิดในการปรับปรุงเครื่องขยายเสียง
8. ปัญหาที่เกิดขณะบรรยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างข้อมูล

กลุ่มประชากรที่ได้ทำการสอบถามโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ ได้แก่ นักวิชาการ ซึ่งประกอบไปด้วย ครู อาจารย์ และอื่น ๆ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

เพศ

- หญิง	51.17 %
- ชาย	48.27 %

สถานที่ทำงาน

- กรุงเทพฯ	69.1 %
- ต่างจังหวัด	6.8 %
- ไม่ระบุ	24.1 %

รายชื่อสถานที่ทำงานของกลุ่มประชากร

1.	โรงเรียนราชวินิตมัธยม	(ดุสิต)
2.	เบญจมราชัลัย	(พระนคร)
3.	สารวิทยา	(บางเขน)
4.	วิทยาเขตเพาะช่าง	(พระนคร)
5.	ส่วนกุหลาบวิทยาลัย	(พระนคร)
6.	วิทยาลัยเชียงใหม่	(อำเภอเมือง)
7.	โรงเรียนวัดอมรินทวาราม	(บางกอกใหญ่)
8.	วิทยาลัยศิลปหัตถกรรมนครศรีฯ	(อำเภอเมือง)
9.	โรงเรียนสายน้ำผึ้ง	(พระขโนง)
10.	วิทยาเขตพระนครใต้	(ยานาวา)
11.	โรงเรียนนนทรีวิทยา	(คลองเตย)
12.	วิทยาลัยอาชีวะศึกษาธนบุรี	(บางกอกใหญ่)
13.	โรงเรียนศิลาจารพัฒน์	(พระนคร)
14.	โรงเรียนไทยวิจิตรศิลปอาชีวะ	(บางเขน)
15.	โรงเรียนวัดราชบพิธ(มัธยม)	(พระนคร)

วุฒิการศึกษา

- สูงกว่าปริญญาตรี	68.96 %
- ต่ำกว่าปริญญาตรี	31.03 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาที่จบการศึกษา

1. ออกแบบผลิตภัณฑ์
2. ศิลปกรรม
3. ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
4. พาณิชย์ศิลป
5. ออกแบบตกแต่ง
6. มัณฑนศิลป
7. หัตถกรรม
8. ศิลปประยุกต์

ข้อมูลจากแบบสอบถามชุดที่หนึ่ง ตอนที่สองเกี่ยวกับพฤติกรรมของกลุ่มประชากรขณะทำการสอน หรือบรรยาย

ชุดของผู้บรรยาย

1. เสื้อเชิ๊ตผูกเน็คไท	56.25 %
2. ชุดทำงานสตรี (รูปแบบไม่แน่นอน)	31.25 %
3. เสื้อพระราชทาน	6.25 %
4. เสื้อเชิ๊ต ชุดข้าราชการ	3.13 %

ระยะเวลาของการบรรยาย

1. มากกว่า 3 คาบ	72.41 %
2. 2 คาบ	20.69 %
3. 3 คาบ	3.44 %
4. 1 คาบ	3.44 %

เทคนิคในการสอน (เรียงตามความถี่มากไปหาน้อย)

1. บรรยาย
2. แบ่งกลุ่ม
3. อภิปราย
4. สัมนา

เอกสารประกอบการสอน) (เรียงตามความถี่มากไปหาน้อย)

1. ตำรา
2. เอกสาร
3. สมุดบันทึก
4. อื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเขียนประกอบการสอน (เรียงตามความถี่มากไปหาน้อย)

1. ปากกา
2. ไม้ชี้
3. ดินสอ
4. บรรทัด
5. ยางลบ
6. ปากกาแบบพิเศษ

ลักษณะเครื่องขยายฯ

1. แบบกระเป๋าหิ้ว	61.11 %
2. แบบติดตั้งถาวร	38.89 %

ความเป็นเจ้าของเครื่องขยายฯ

1. เป็นของสถานที่บรรยาย	77.78 %
2. ไม่ระบุ	22.22 %

ขนาดของเครื่องขยายฯ

1. พอดี	72.22 %
2. ไม่แสดงความคิดเห็น	27.78 %

การปรับแต่งเครื่องก่อนใช้งาน

1. ง่าย	66.67 %
2. ยาก	22.22 %
3. ไม่แสดงความคิดเห็น	11.11 %

ความดังของเครื่องขยายฯ

1. พอเหมาะ	77.75 %
2. ค่อยเกินไป	11.11 %
3. ไม่แสดงความคิดเห็น	11.11 %

คุณภาพเสียงของเครื่องขยายฯ

1. พอใช้ได้	72.22 %
2. ดี	22.22 %
3. ไม่ดี	5.56 %

การทำความสะอาดหรือใช้งาน

1. ยุ่งยาก	66.67 %
2. ง่าย	22.22 %
3. ยุ่งยากมาก	11.11 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้เครื่องขยายนอกเหนืองานบรรยาย

1. ไม่เคย 83.33 %
2. เคย 1.11 %
3. ไม่ระบุ 5.56 %

ประเภทของสื่อประกอบการสอน (เรียงตามความถี่มากไปหาน้อย)

ก. ชนิดไม่ใช้ไฟฟ้า

1. กระดานชอล์ค
2. แผนภาพ
3. โปสเตอร์
4. ของจริง
5. หุ่นจำลอง
6. อื่น ๆ

ข. ชนิดใช้ไฟฟ้า

1. เครื่องขยายเสียง
2. เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ
3. เครื่องเล่นเทป
4. สไลด์
5. เครื่องฉายภาพยนตร์
6. โทรทัศน์ วีดีโอ

แบบสอบถามในตอนที่ 2 เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของสถานที่ในการบรรยาย

ลักษณะห้องบรรยาย

1. อาคารถาวร 85.71 %
2. อาคารชั่วคราว 10.71 %
3. อาคารไม้ 3.57 %

ผังของการจัดห้องบรรยาย

1. กระจายทั้งห้อง 64.29 %
2. จัดเป็นกลุ่ม 28.57 %
3. ตัวยู 7.1 %

จำนวนโต๊ะผู้ฟังการบรรยาย

1. 26-40 โต๊ะ 39.29 %
2. 41-55 โต๊ะ 25.00 %
3. น้อยกว่า 25 โต๊ะ 17.86 %
   มากกว่า 55 โต๊ะ 17.86 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของโต๊ะผู้บรรยาย

1. หน้าห้องตรงกลาง	67.86 %
2. มุมขวา	17.87 %
3. มุมซ้าย	14.29 %

ลักษณะโต๊ะผู้ฟังการบรรยาย

1. โต๊ะนั่งเรียนปกติ	35.48 %
2. โต๊ะเลคเช่อร์	22.58 %
3. โต๊ะเขียนแบบ	12.90 %
4. อื่น ๆ	29.03 %

สีของกระดานชอล์ค

1. เขียว	80.00 %
2. ขาว	13.30 %
3. ดำ	3.3 %
4. อื่น ๆ	3.3 %

ลักษณะของเต้าเสียงไฟฟ้า

1. หนึ่งช่องเสียบ	46.43 %
2. สองช่องเสียบ	28.57 %
3. สามช่องเสียบ	25.00 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การศึกษาข้อมูล

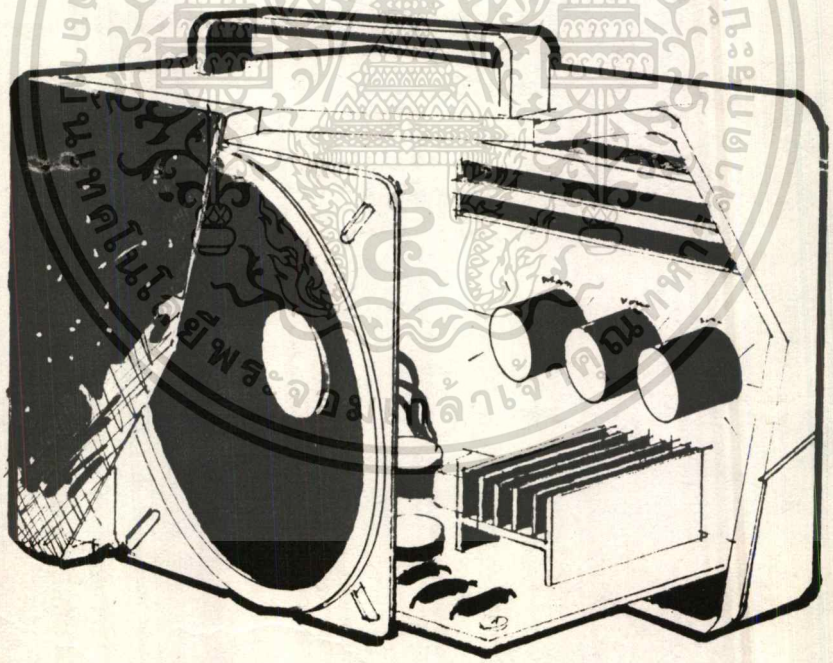
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การศึกษาข้อมูล

ผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

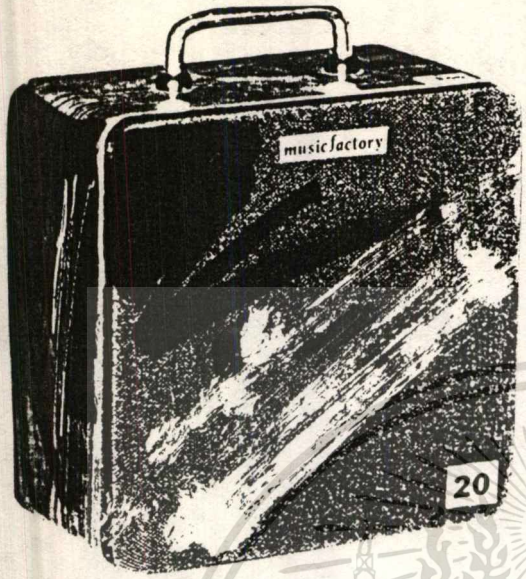
เป็นเครื่องขยายเสียงประเภทสารกึ่งตัวนำ (Solid State) หรือ ออปแอมป์ (OP amp) กำลังขยายประมาณ 12-28 Watt : พลังงานกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ หรือแบตเตอรี่ เป็นลักษณะตู้สี่เหลี่ยมติดลำโพงพร้อมกระบังหน้าตู้ : ปุ่มใช้งาน คือ Power Switch, Volume, Tone, Aux, อื่น ๆ : มือถือแบบติดตายตัว พับได้ หรือสายสะพาย : วัสดุ ทำตัวถัง พลาสติก, ไม้อัด บุผิว (PVC , หนังเทียม ฯลฯ) มีลักษณะดังนี้



รูปที่ 3 ลักษณะของผลิตภัณฑ์เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

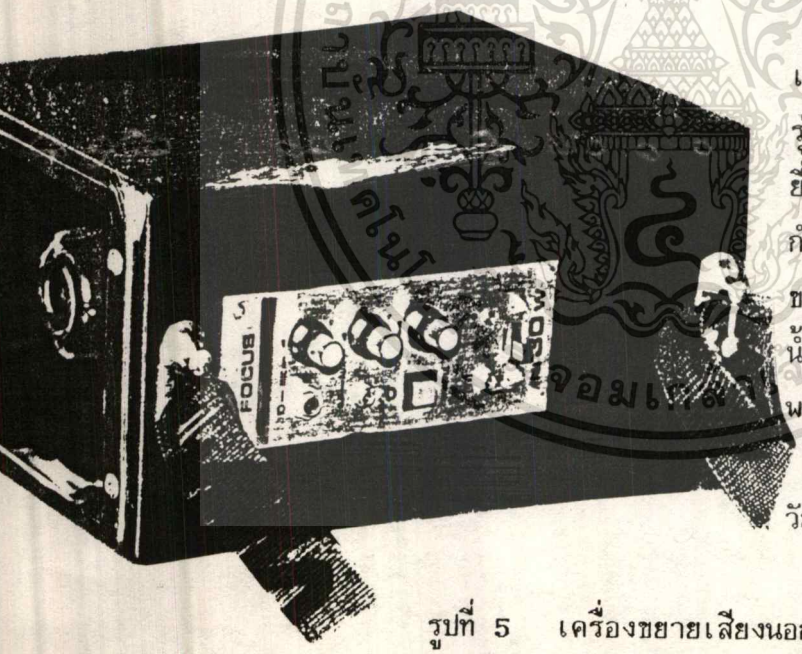
ลักษณะของผลิตภัณฑ์เดิมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด



เครื่องขยายเสียง

รุ่น	เอ็ม. เอฟ.4
ยี่ห้อ	มิวสิคเฟ็คเตอร์รี่
กำลังขยาย	20 วัตต์
ขนาด	–
น้ำหนัก	–
พลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ แบตเตอร์รี่ 9 โวลท์
วัสดุ	ไม้อัด

รูปที่ 4 เครื่องขยายเสียงอเนกประสงค์

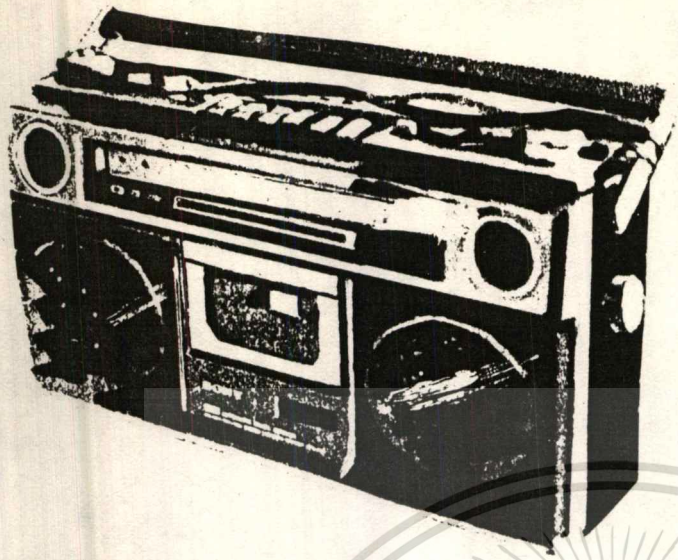


เครื่องขยายเสียงนอกสถานที่ (ฮอร์น)

รุ่น	–
ยี่ห้อ	โฟกัส
กำลังขยาย	30 วัตต์
ขนาด	30·15·45 ซม.
น้ำหนัก	–
พลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ แบตเตอร์รี่ 12 โวลท์
วัสดุ	ไม้อัดปิดผิว

รูปที่ 5 เครื่องขยายเสียงนอกสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องเล่นวิทยุ-เทป เอ.เอ็ม.-เอฟ.เอ็ม. และเครื่องขยายเสียง

รุ่น	-
ยี่ห้อ	ซันโย
กำลังขยาย	15 วัตต์
ขนาด	35·20·12 ซม.
น้ำหนัก	-
พลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ แบตเตอร์รี่ 9 โวลท์
วัสดุ	พลาสติก

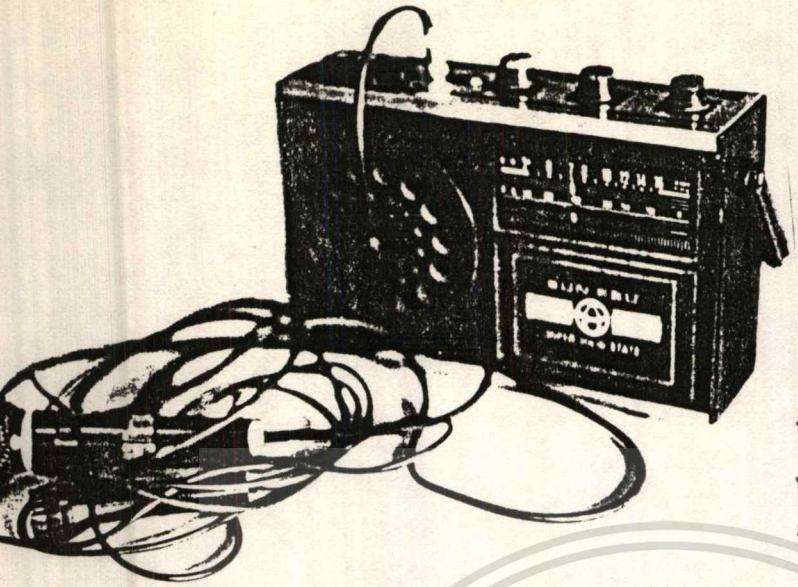
รูปที่ 6 เครื่องเล่นวิทยุ-เทป

เครื่องขยายเสียง

รุ่น	พี.เอ.
ยี่ห้อ	โฟกัส
กำลังขยาย	28 วัตต์
ขนาด	16·30·20 ซม.
น้ำหนัก	-
พลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ แบตเตอร์รี่ 12 โวลท์
วัสดุ	พลาสติก

รูปที่ 7 เครื่องขยายเสียงเอนกประสงค์

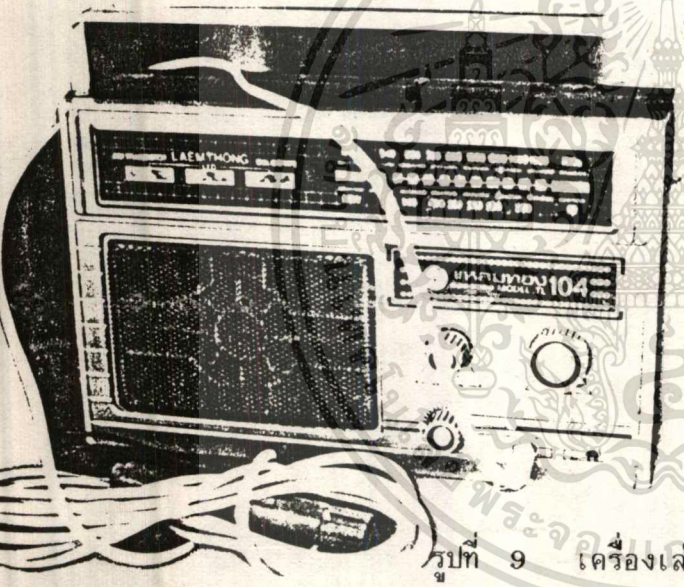
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องเล่นวิทยุ เอ.เอ็ม เครื่องขยาย-เสียง

รุ่น	-
ยี่ห้อ	ซันซุย
กำลังขยาย	3 วัตต์
ขนาด	-
น้ำหนัก	-
พลังงาน	แบตเตอร์รี่ 6 โวลท์
วัสดุ	ไม้อัดหุ้มผิว

รูปที่ 8 เครื่องเล่นวิทยุพร้อมเครื่องขยายเสียง



เครื่องขยายเสียง, เครื่องเล่นวิทยุ เอ.เอ็ม

รุ่น	ที.แอล.104
ยี่ห้อ	แหลมทอง
กำลังขยาย	-
ขนาด	-
น้ำหนัก	-
พลังงาน	แบตเตอร์รี่ 6 โวลท์
วัสดุ	ไม้อัด , พลาสติก

รูปที่ 9 เครื่องเล่นวิทยุพร้อมเครื่องขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียง (Audio)

เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน เสียงเดินทางได้ในของแข็ง ของเหลว และก๊าซ แต่เสียงไม่สามารถผ่านสูญญากาศได้ ถ้าต้นกำเนิดเสียงแรงมาก จะมีเสียงได้ยินไปไกล ถ้าต้นกำเนิดแรงน้อยจะได้ยินใกล้ ๆ คลื่นเสียงเป็นคลื่นแนวขวาง (Transverse Wave) มีความเร็วในอากาศประมาณ 1090 ฟุตต่อวินาที (ที่อุณหภูมิศูนย์องศาเซลเซียส) และจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2 ฟุต ต่อบวกหนึ่งองศาเซลเซียส คลื่นเสียงไม่สามารถขยายให้ดังขึ้น หรือเก็บรักษารูปคลื่นไว้ได้ แต่สามารถแปลงเป็นคลื่นไฟฟ้าโดยใช้ไมโครโฟน (Microphone)

เมื่อเปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นคลื่นไฟฟ้าแล้วจึงสามารถขยายสัญญาณให้แรงมากขึ้น และสามารถเก็บรักษารูปคลื่นโดยวิธีทางไฟฟ้าได้ ถ้าต้องการฟังเสียงที่บันทึกก็เปลี่ยนรูปคลื่นทางไฟฟ้าให้เป็นคลื่นเสียงโดยอาศัยลำโพง (Speaker)

1. ระดับเสียง

หูมนุษย์ปกติสามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่ย่าน 20-20,000 Hz[1] การตอบสนองความถี่สูงของแต่ละคนเปลี่ยนแปลงไปตามวัย อายุยิ่งมากความสามารถที่จะรับรู้เสียงยิ่งลดลง เสียงใดมีความถี่สูงกว่าอีกเสียงหนึ่ง เรียกว่า Higher Pitch

2. ความไวของหูกับความเข้มของเสียง

ระดับเสียงต่ำสุดของเสียงที่เราได้ยินเรียกว่า Threshold Value of Hearing เมื่อเพิ่มความเข้มของเสียงถึงค่าหนึ่งที่ทำให้เริ่มให้ความรู้สึกเจ็บปวด ค่านั้นเรียกว่า Threshold Value of pain ซึ่งค่านี้เปลี่ยนไปตามย่านความถี่เสียง

---

[1] Hz (Hertz) คือหน่วยวัดความถี่ของคลื่น เป็นจำนวนความถี่ในหนึ่งวินาที

การที่มีเสียงสะท้อนมากขณะฟังทำให้ผู้ฟังเกิดความรำคาญ กลับกันถ้าไม่มีเสียงสะท้อนเลยเสียงจะห้วน ๆ ด้วน ๆ ดังนั้นเสียงที่มีคุณภาพ ควรมีการสะท้อนของเสียงบ้างเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องบรรยาย (Lecture Room)

ณราดล เจนวินิจฉัย ให้ความหมายเกี่ยวกับห้องบรรยายว่า เป็นห้องที่ใช้ให้ความรู้หรืออบรม ลักษณะทั่วไปของห้องบรรยายจะมีรูปเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า[1] ความยาวของห้องควรจัดให้อยู่ในอยู่ตามยาว หรือขนานกับอาคารเสมอ ทั้งนี้เพื่อจะได้รับแสงสว่างและรับลมได้เพียงพอ

1. **ลักษณะของห้องบรรยาย**

ลักษณะของห้องปกติแล้วจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งเป็นลักษณะที่นิยมใช้เหมือนกันหมดนี้ในเขตเอเชีย และปัจจุบันนี้ยังคงออกแบบในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าอย่างนี้ต่อเนื่องกันไป (กรมอาชีวกระทรวงศึกษาธิการ)

ห้องบรรยายจะมีขนาดแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับ

- ประเภทของการศึกษา
- จำนวนผู้ฟังบรรยาย
- ข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้พื้นที่ของผู้ฟังแต่ละคน
- ประเภทของการศึกษา แต่ละระดับของการศึกษา ย่อมมีระดับขั้นตอน และวิธีการสอนตลอดจนแบ่งกลุ่มนักเรียนไม่เหมือนกัน
- อื่น ๆ

ห้องบรรยายอาจมีขนาดเล็กจุคนได้จำนวน สิบ หรือ ขนาดใหญ่จุคนได้จำนวนร้อยดังภาพประกอบ

ห้องบรรยายเล็กในวิทยานิพนธ์นี้ความหมายเท่ากับห้องเรียนขนาดใหญ่ (กรมอาชีวะศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ)

- ห้องเรียนขนาดเล็กมาก 6 x 6
- ห้องเรียนขนาดเล็ก 6 x 9
- ห้องเรียนขนาดกลาง 7 x 9
- ห้องเรียนขนาดใหญ่ 8 x 10 ความสูง ประมาณ 3.50 เมตร

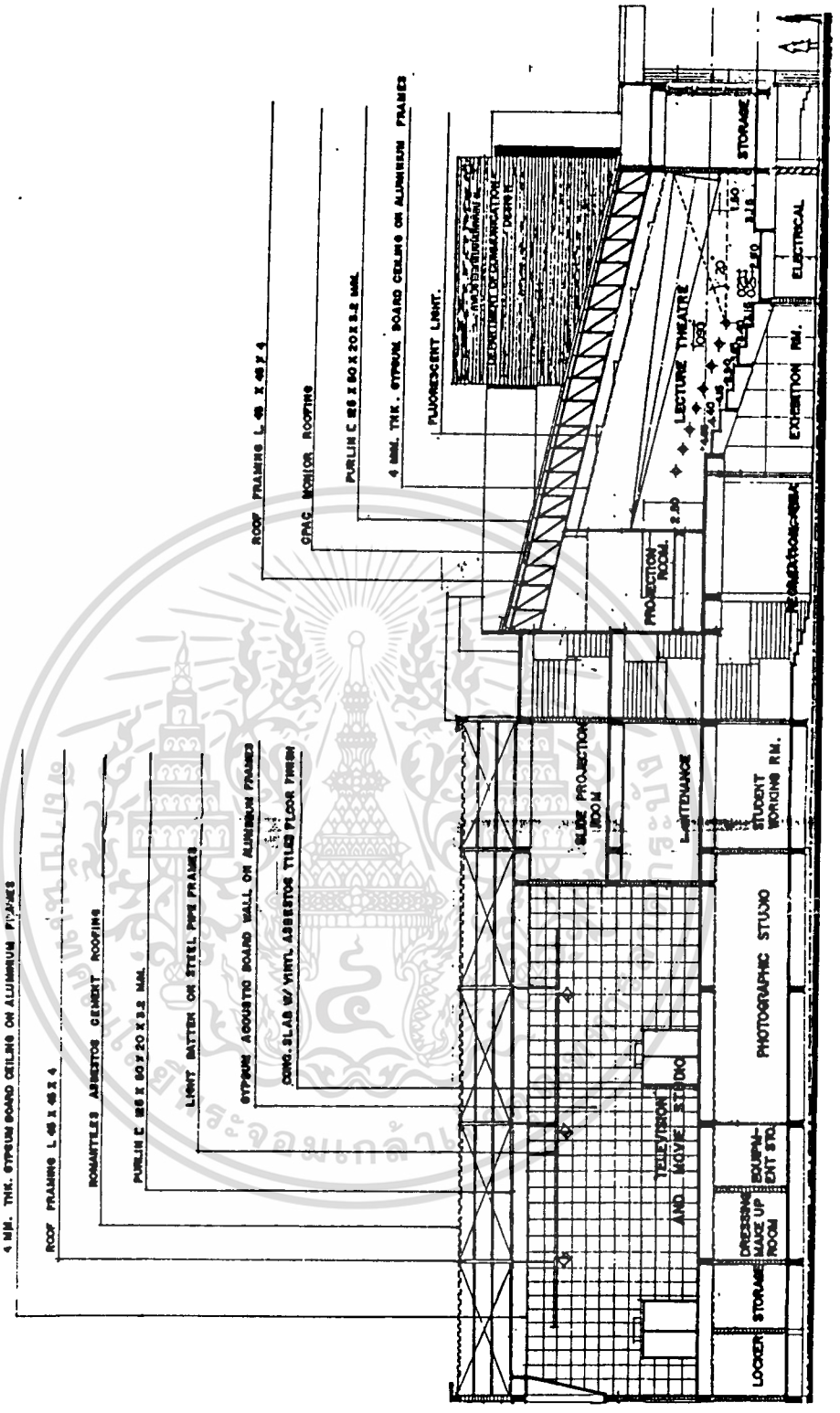
พื้นที่ของห้องบรรยายประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- ส่วนเวที ควรกว้างอย่างน้อย 3.6 เมตร มีพื้นที่ประมาณ 30% ของพื้นที่ที่นั่งดู
- ส่วนที่นั่งดูคิดพื้นที่เฉลี่ย ประมาณ 0.90 ตารางเมตรต่อคน พื้นที่ทั้งหมดจึงเท่ากับที่จำนวนผู้คน คูณ จำนวนพื้นที่ต่อคน

---

[1] สัดส่วนห้องบรรยาย กว้างยาวประมาณ 1:1.3 และ 1:1.7 หรือ 1:1

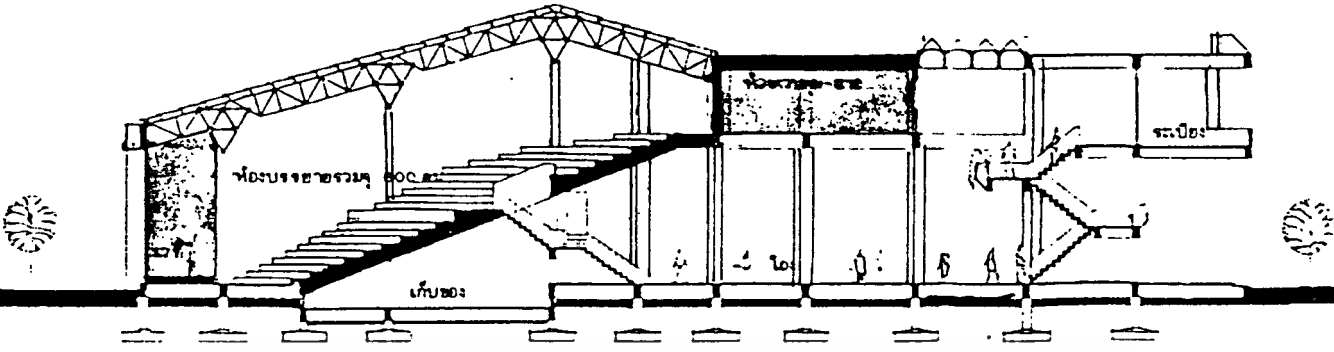
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



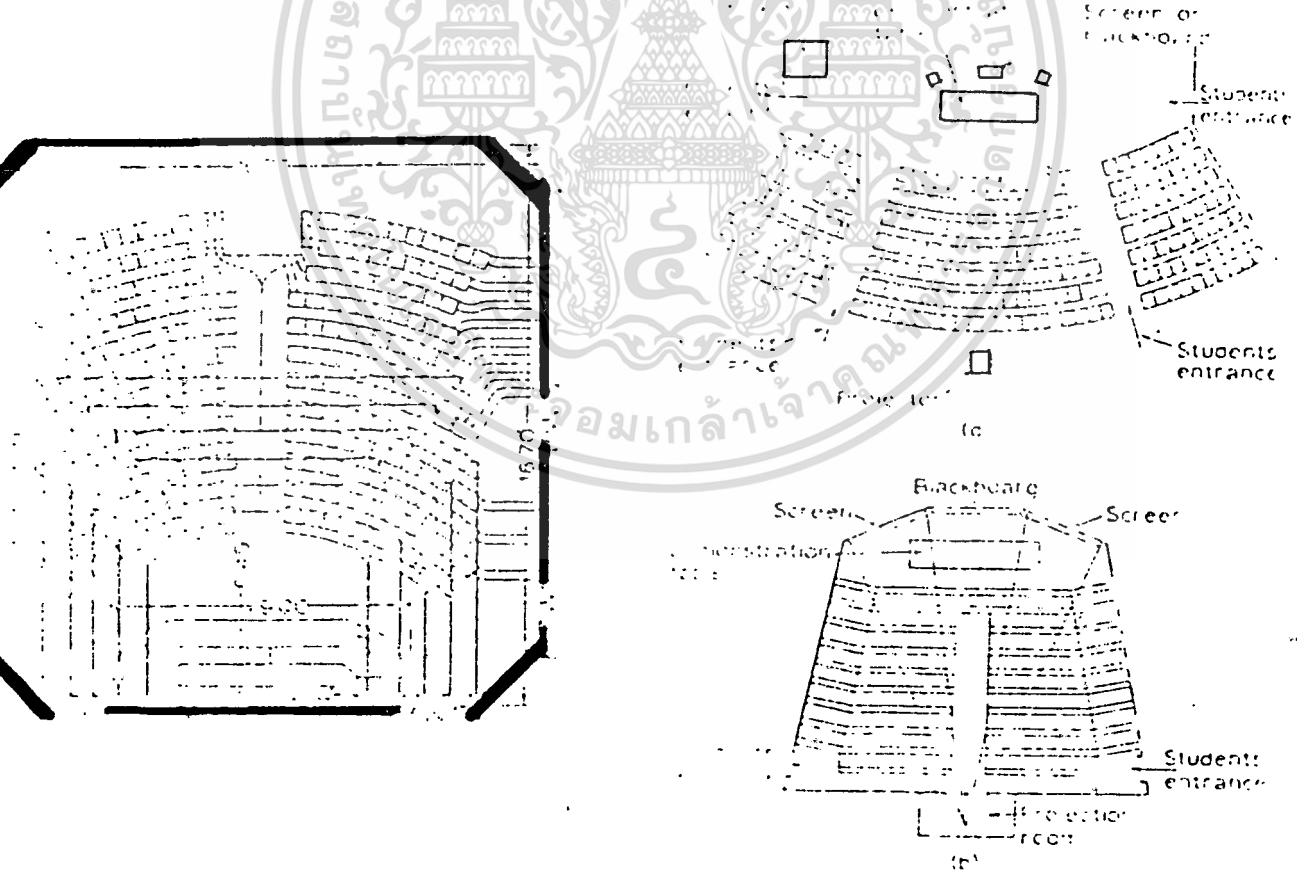
รูปที่ 11 ห้องบรรยายขนาดใหญ่

ที่มา : วิชาน สมพงษ์ วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

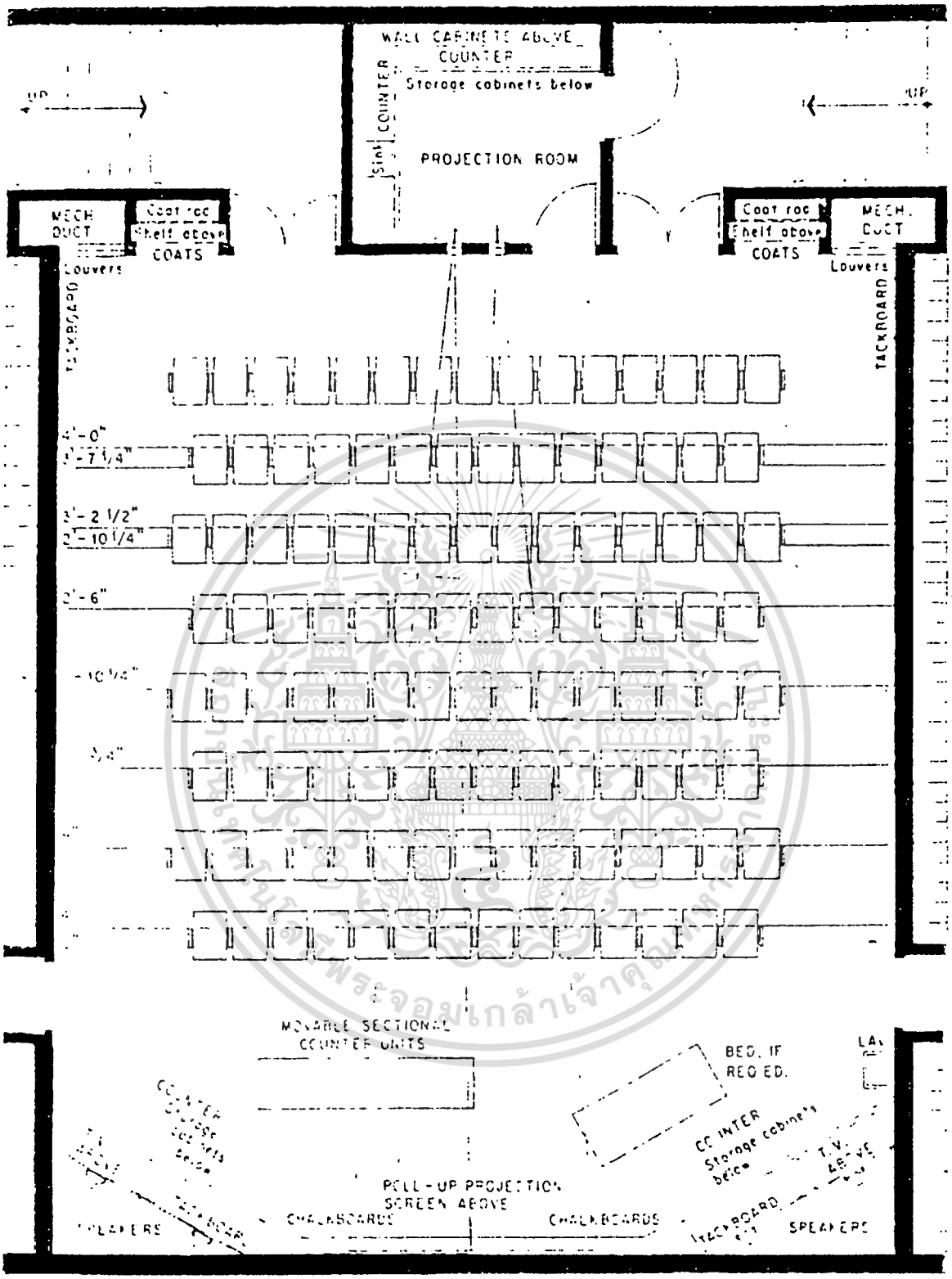


รูปที่ 12 ห้องบรรยายขนาดใหญ่จุคน 300 คน



รูปที่ 13 แปลนห้องบรรยายขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14 แปลนห้องบรรยายขนาดใหญ่ 116 ที่นั่งมีห้องฉายและห้องควบคุมเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทางสัญจรให้คิดทางสัญจรเป็นเนื้อที่ประมาณ 30% ของพื้นที่นั่งดู
- ห้องฉายในระบบการฉายหน้าจอควรมีความลึก 3.90 เมตร ความสูงของเพดานไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร สำหรับห้องฉายในระบบการฉายหลังจอควรมีความลึกประมาณ 2 เท่าของความกว้างจอ

2. <u>การแบ่งพื้นที่ห้องบรรยาย</u>

ในกรณีที่ห้องบรรยายซึ่งมีขนาดใหญ่ต้องการที่จะแบ่งห้องออกเป็นส่วน ๆ เพื่อที่จะใช้เป็นที่รวมกิจกรรมของกลุ่มย่อย ๆ เราสามารถใช้ฉากเลื่อนสำเร็จรูป ซึ่งได้รับการออกแบบให้มีคุณสมบัติสามารถใช้เป็นอะคูสติกที่ดี ทำความสะอาดซ่อมแซมและตกแต่งผิวหน้าได้โดยง่าย วิธีใช้และติดตั้งก็ไม่ยุ่งยาก สามารถใช้ได้ทันทีที่ต้องการสำหรับชนิดของฉากเลื่อนนี้มีให้เลือกหลายชนิดแล้วแต่ความถี่ที่เหมาะสมกับความต้องการ กับขนาดของห้องที่จะแบ่งเป็นส่วน ๆ

ส่วนประกอบของห้องบรรยาย

- พื้นที่สำหรับห้องบรรยายควรเป็นพื้นที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย เรียบไม่มีลวดลายหรือสีฉูดฉาดสำหรับวัสดุที่ใช้ทำพื้นนั้น ถ้าเป็นไม้ควรเป็นพื้นด้านใช้แปรงขัดได้ และควรเป็นแบบไม้อัดเข้าลิ้น นอกจากพื้นที่เป็นไม้ก็มีพื้นคอนกรีตควรเป็นพื้นคอนกรีตขัดหน้าเรียบ
- ฝาผนัง ควรจะมีลักษณะเกลี้ยง ไม่ควรมีลวดลาย เพื่อป้องกันมิให้ฝุ่นละอองเกาะอยู่ และสะดวกต่อการทำความสะอาด ฝาผนังระหว่างห้องควรจะเป็นฝาทึบ เพื่อป้องกันเสียงรบกวนส่วนฝาผนังด้านอื่น ๆ ควรจะมีช่องระบายลมอยู่ระหว่างฝาผนัง และเพดานด้วยวัสดุที่ใช้ทำฝาผนังอาจเป็นไม้ ซีเมนต์ หรือวัสดุอื่นก็ได้
- เพดานควรเป็นเพดานเพื่อกันความร้อนและฝุ่นละออง
- ประตูและหน้าต่างห้องบรรยายทุกห้องควรจะมีประตูใหญ่เปิดออกสู่ระเบียงทางเดินได้ยาวอย่างน้อยห้องละเมตร ขนาดของประตูควรกว้างประมาณ 1.10 เมตร และสูงประมาณ 2.10 เมตร หรือสูงเสมอระดับของขอบบนของหน้าต่าง หรือส่วนมากควรจะเปิดออกไปยังภายนอกห้องบรรยายทางด้านยาวซ้ายของห้องบรรยายขนาดของห้องต่าง ๆ ควรกว้างประมาณ 80 เซนติเมตร และสูงประมาณ 1.10 เมตร โดยขอบล่างหน้าต่างสูงจากพื้นห้องเรียนประมาณ 1 เมตร หรือสูงกว่าโต๊ะเรียนเล็กน้อย จำนวนของประตูและหน้าต่างนั้นควรมีให้มากพอ โดยถือเอาพื้นที่ห้องของประตูหน้าต่าง มีไม่น้อยกว่าเศษหนึ่งส่วนสี่ ของพื้นที่ของฝาผนังห้องบรรยายสำหรับชนิดของหน้าต่างมีหลายแบบ แต่ควรมีลักษณะแบบเปิดออกไปนอกห้อง และสามารถควบคุมแสงสว่าง และการถ่ายเทอากาศได้ด้วยครุภัณฑ์ภายในห้องบรรยาย ครุภัณฑ์เป็นส่วนประกอบสำคัญในการศึกษาเล่าเรียน เพราะถ้าหากว่าครุภัณฑ์ไม่ถูกต้องไม่พอกับความต้องการจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครุภัณฑ์อุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ภายในห้องบรรยายมีดังนี้

- โต๊ะครูและเก้าอี้โดยมากเป็นโต๊ะยืน หรือโต๊ะวิทยากร ส่วนมากนิยมตั้งอยู่ทางด้านซ้ายหรือขวาของห้องบรรยายไม่ควรตั้งไว้ตรงกลางหน้ากระดาน เพราะไม่สะดวกต่อการใช้กระดานที่ใช้ในการมองของผู้เรียน
- โต๊ะผู้ฟังหรือโต๊ะนักเรียน ไม่ควรเป็นลักษณะมากชิ้นที่นำมาต่อกัน ก็จะทำให้ขาดการเป็นระเบียบโต๊ะผู้ฟังนี้เป็นครุภัณฑ์ที่มีความสำคัญในการเรียนการสอน

มหาวิทยาลัยอินเดียน่า ประเทศสหรัฐอเมริกา ทำการค้นคว้าวิจัยเรื่อง โต๊ะเรียนสำหรับโรงเรียนในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ.2503 ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรจะมี 6 แบบ คือ

ตารางที่ 3 แสดงขนาดของชุดเรียน

	วัดจากพื้นถึงขาก่อน (เซนติเมตร)	ความสูงของโต๊ะเรียน (เซนติเมตร)	ความสูงของม้านั่ง (เซนติเมตร)
แบบที่ 1	27.0 - 30.5	45	29
แบบที่ 2	30.5 - 33.5	56	32
แบบที่ 3	33.6 - 36.5	63	35
แบบที่ 4	36.6 - 39.5	67	38
แบบที่ 5	39.6 - 42.5	69 - 71	41
แบบที่ 6	42.2 - 46.5	72 - 75	43

โต๊ะเรียนและม้านั่งเข้าชุดกัน ควรมีลักษณะดังนี้

- ไม่มีแรงกดที่ใต้ขาหนีบ และเท้าวางลาดกับพื้นพอดี
- มีช่องว่างเหนือเข่าท่อนบนด้านล่างของโต๊ะเล็กน้อย
- ขอบบนโต๊ะด้านชิดลำตัว ควรเหลื่อมกับขอบม้านั่งด้านหน้าเล็กน้อย เพื่อได้ตัวตรง
- โต๊ะควรมีความลึกอย่างน้อย 0.60 เมตร
- เก้าอี้ควรมีล้อเลื่อนและหมุนได้สะดวกในการเคลื่อนย้าย และการมองกระดานและจอภาพที่นั่งควรเป็นแอ่งพนักพิงไม่ควรสูงกว่ากระดูกสะบัก เพราะทำให้ส่วนหลังพักได้ไม่เต็มที่ ส่วนล่างของพนักไม่ควรทึบควรเว้นเป็นช่องว่าง เพื่อไม่ให้กล้ามเนื้อบริเวณสะโพกถูกอัดเวลานั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะโต๊ะของวิทยากรในห้องบรรยายขนาดเล็กทำจากวัสดุไม้จริง ไม้อัด เหล็กไลท์เกรด ตบแต่งผิวด้วยการทาสี ทาแล็คเกอร์ ติดวัสดุปิดผิว เช่น โฟไมก้า เป็นต้น มีลักษณะดังนี้

ลักษณะ โดยเหล็กไลท์เกรดทาสีพื้นโต๊ะ ไม้อัดบุผิวด้วยโฟไมก้า

ขนาด 60 x 120 x 76 (ซม.)

ลักษณะ ไม้สักเคลือบผิวแล็คเกอร์ มีชั้นวางของด้านล่าง

ขนาด 40 x 60 x 76 (ซม.)

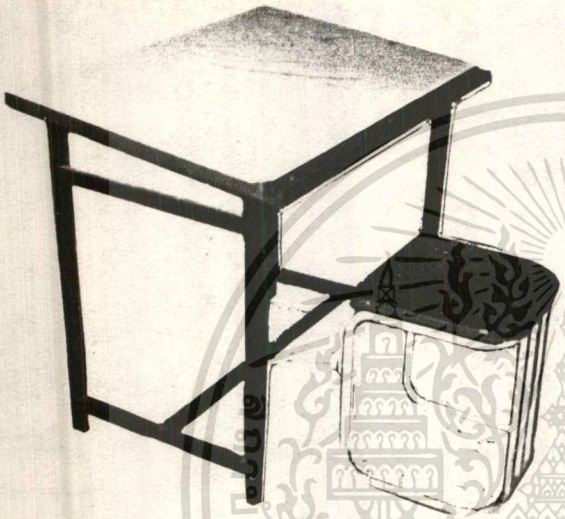
ลักษณะ โครงโลหะพื้นโต๊ะ พื้นโต๊ะ ไม้อัดสักเคลือบแล็คเกอร์

ขนาด 80 x 120 x 67 (ซม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะ โครงโลหะพื้นโต๊ะไม้อัดเคลือบแล็คเกอร์

ขนาด 80 x 120 x 87 (ซม.)



ลักษณะ โครงโลหะพื้นโต๊ะไม้อัดบุโฟมก้าปิดขอบ

ขนาด 65 x 90 x 80 (ซม.)

รูปที่ 15 โต๊ะวิทยากรในห้องบรรยายขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะของกระดาน

- ต้องมีขนาดใหญ่และใช้ได้สะดวก เช่น เนื้อที่ทุกส่วนของกระดานต้องใช้มือไปเขียนได้ถึง ตามปกติใช้ขนาด 80 x 190 ซ.ม. ถ้าเป็น 3 แผ่นก็ใช้ 95 x 285 ซ.ม. 4 แผ่นก็เป็น 95 x 120 ซ.ม.

- พื้นผิวต้องมีความหยาบพอที่จะไม่ให้เกิดมีแสงสะท้อนเป็นแห่ง ๆ และจะต้องมีความคมพอที่จะเขียนชอล์คติดดี

- พื้นผิวต้องคงทนถาวรหรืออย่างน้อยก็ใช้ซ่อมแซมได้ง่าย เช่น ทาสีใหม่

- ต้องทำความสะอาดได้ง่ายโดยไม่ต้องใช้น้ำ

- สีของกระดานต้องไม่มีกำลังสะท้อนแสงเกิน 20 %

- แปรงลบกระดานชอล์ค แปรงที่ดีควรทำด้วยวัสดุที่ถูกซับฝุ่นได้ดี ส่วนใหญ่มักทำด้วยสักหลาดหรือผ้าขนสัตว์

- กระดานนิเทศน์ คือ กระดานสำหรับจัดนิทรรศการการหรือติดข่าวสาร ฯลฯ ติดตั้งผนังด้านหลังของห้องเรียน ส่วนมากทำด้วยกระดาษอัดหรือไม้อัดชานอ้อยควรจะได้รับแสงสว่างพอควร

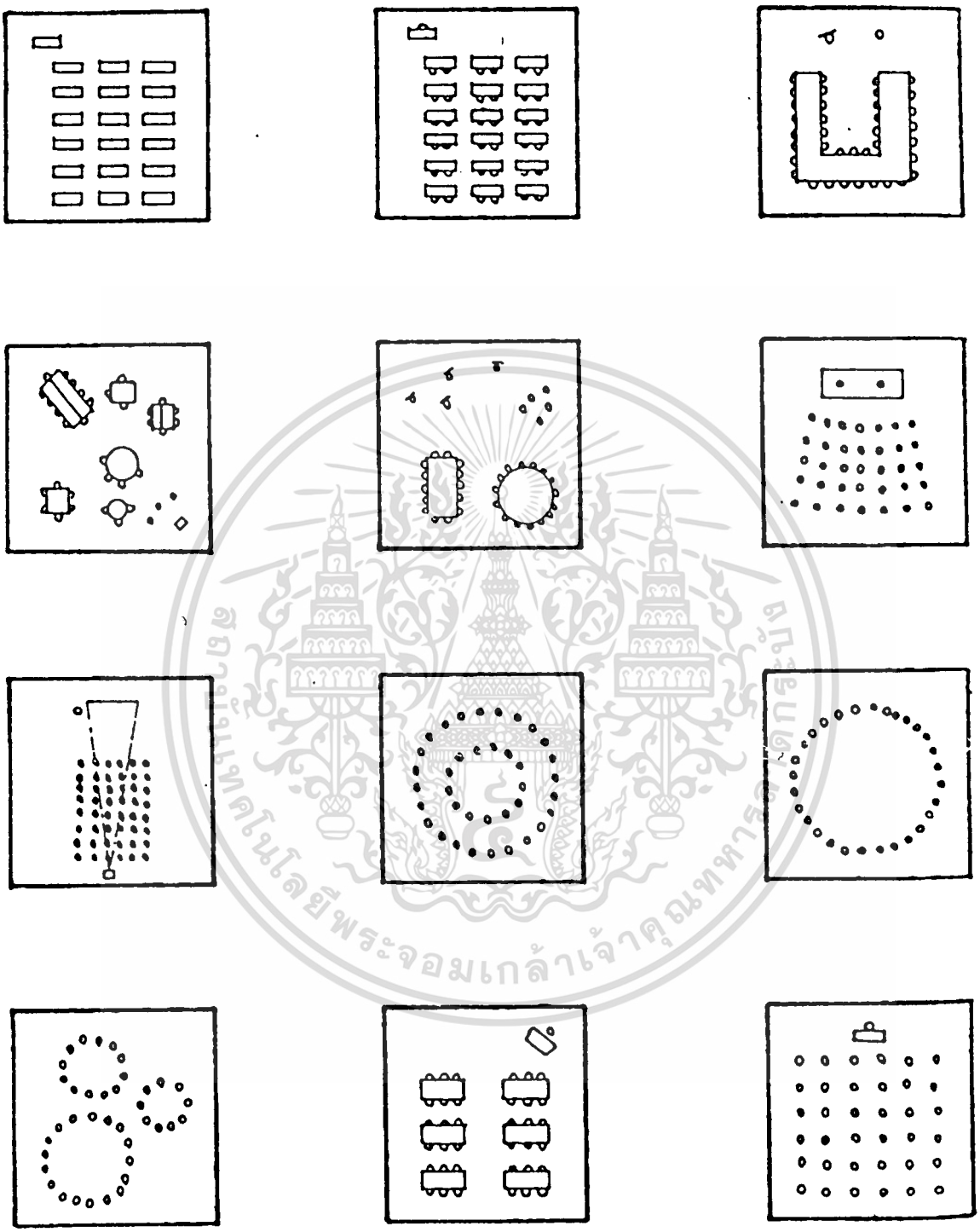
4. ลักษณะการจัดห้องบรรยาย

ควรจัดให้ผู้เข้าอบรมแถวหน้าอยู่ห่างจากจอประมาณ 2 เท่า ของความกว้างหน้าจอและผู้เข้าอบรมแถวหลังสุดอยู่ห่างจากจอประมาณ 6 เท่าของความกว้างที่ชัดเจนอีกด้วย การกำหนดมุมดูที่ชัดเจนนั้นขึ้นอยู่กับการสะท้อนแสงของจุดแต่ละชนิดที่เลือกใช้ตัวอย่าง เช่น ห้องบรรยายที่ใช้จอแบบพื้นทรายแก้ว ซึ่งมีมุมสะท้อนแคบเพียงประมาณ 25 องศา และผู้บรรยายควรนั่งบนยกพื้นที่สูงพอควร (เวที)

เมื่อเอาลักษณะการสะท้อนของจอและระยะดูที่ชัดเจนรวมกันก็จะเห็นได้ว่าตำแหน่งที่นั่งดูที่ชัดเจนที่ดีที่สุดของห้องจะเป็นดังรูป

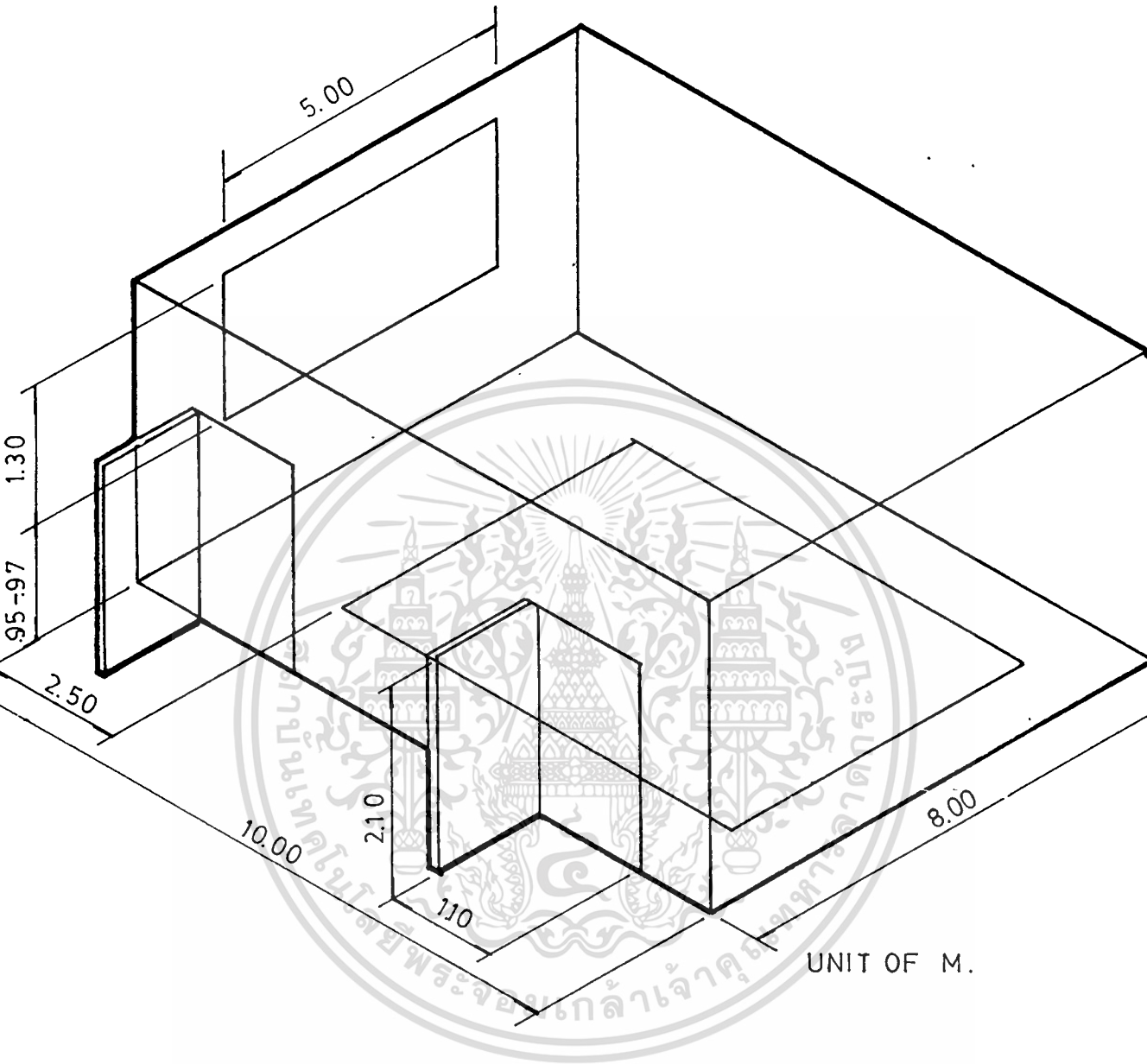
นอกจากนั้น การจัดที่นั่งผู้เข้าอบรมควรให้มีระยะห่างระหว่างโต๊ะ ประมาณ 0.75 เมตร และพื้นที่ที่ใช้ต่อหนึ่งที่นั่งกว้างอย่างน้อย 0.75 ม. สำหรับห้องบรรยายขนาดใหญ่ ควรจัดที่นั่งไม่ให้ที่บังคับ โดยจัดแต่ละหน่วยให้สูงต่ำลดหลั่นกันเป็นแบบอัฒจรรย์ แต่จะต้องไม่ทำให้ชันเกินไปจนน่าจะเป็นอันตรายต่อผู้เข้าอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16 การจัดผังห้องบรรยายลักษณะต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 ห้องบรรยายขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับห้องบรรยายใช้เนื้อที่ (NET FLOOR) ดังนี้

30 คนแรก 1.39 ตารางเมตร/คน

20 คนต่อมา 1.10 ตารางเมตร/คน

ที่เหลือต่อมา .93 ตารางเมตร/คน

แสดงให้เห็นว่าขนาดของห้องใหญ่ซึ่ง พ.ท./คนจะน้อยลงประมาณ 10 ตารางฟุต/คน จะน้อยลงประมาณ 93 $ม^2$ 21 คน สำหรับ

ส่วนในประเทศเยอรมันสำหรับห้องบรรยายใช้ขนาดมาตรฐานดังนี้

30 คนใช้เนื้อที่ทั้งหมด	41.86 $ม^2$	1.39	ตารางเมตร/คน
50 "————————"	64.17 "	1.28	"————————"
80 "————————"	92.08 "	1.15	"————————"
160 "————————"	166.46 "	1.04	"————————"
240 "————————"	240.90 "	1.00	"————————"
320 "————————"	315.39 "	0.98	"————————"

โดยเฉลี่ยทั่วไปจะใช้ขนาดมาตรฐานดังนี้

ต่ำกว่า 100 คนใช้ขนาด 0.9 ตารางเมตร

มากกว่า 100 คน " 0.8 "

ในประเทศฮอลแลนด์ใช้มาตรฐานดังนี้

50 คนใช้ 1.3 ตารางเมตร/คน

200 " 0.8 "

400 " 1.0 "

รวมทั้งเดินภายในด้วย

5. <u>ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับศูนย์โสตทัศนศึกษา</u>

ศูนย์โสตฯ หมายถึง ศูนย์รวมของโสตทัศนวัสดุ (VISUAL MATERIALS) โสตวัสดุ (AUDIO MATERIALS) สิ่งตีพิมพ์ (PRINTED) เครื่องมือต่าง ๆ (EQUIPMENTS) และเป็นสำนักงานของคณะผู้บริหาร นอกจากนั้นยังเป็นสถานที่ให้บริการยืม - ซ่อม และบำรุงรักษาเครื่องมือ ตลอดจนเป็นแหล่งผลิตอุปกรณ์การสอน

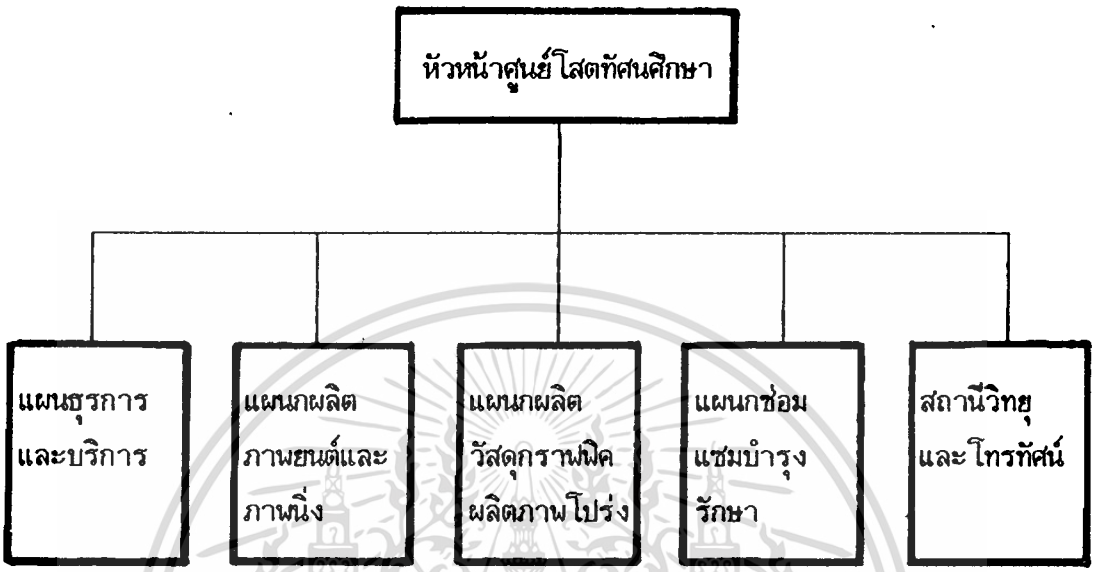
ศูนย์โสตฯทั่วไปมี 2 ลักษณะ คือ

ก. ศูนย์โสตทัศนศึกษาที่จัดขึ้นเพื่อบริการเฉพาะสถาบัน

ข. ศูนย์โสตทัศนศึกษาที่จัดขึ้นเพื่อบริการทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแผนงานศูนย์โสตทัศนศึกษา



บุคคลากรในศูนย์โสต

1. หัวหน้าศูนย์โสตทัศนศึกษามีหน้าที่รับผิดชอบดังนี้ ทำหน้าที่เป็นผู้นำในด้านการบริหารทั่วไปของศูนย์โสต ให้คำแนะนำร่วมมือประสานงานทั้งหลายพัฒนากิจการของศูนย์โสตให้ก้าวหน้า

2. ผู้ประสานงานมีหน้าที่ ช่วยเหลือผู้สอนในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมให้รายละเอียดให้คำปรึกษา เตรียมทำรายการหนังสือ ฝึกบุคคลากรเกี่ยวกับอุปกรณ์

3. หัวหน้างานธุรการมีหน้าที่ ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ การเบิก - จ่ายเงิน ทำบัญชีและทะเบียนวัสดุ ติดต่อและติดตามงานธุรการต่าง ๆ

4. หัวหน้างานบริการมีหน้าที่ ทำหน้าที่จัดวางระเบียบต่าง ๆ ของงานบริการ ทำตารางบันทึกการใช้ การตรวจสอบ การยืม รับผิดชอบเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ในศูนย์ ดูแลเมื่อวัสดุชำรุด

5. หัวหน้าวิชาการมีหน้าที่ จัดวางนโยบายจัดซื้อวัสดุ ทำเอกสารแนะนำการใช้วัสดุจัดให้มีการอบรมครูประจำการ

6. ช่างเทคนิคมีหน้าที่ ช่วยเหลือการใช้ให้แก่ผู้มาขอความช่วยเหลือ เก็บรักษาและซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ที่ชำรุด

7. ช่างกราฟฟิคมีหน้าที่ ออกแบบงานเกี่ยวกับ เช่น การทำแผนภูมิ แผนสถิติภาพโฆษณา การทำไตเติล จัดป้ายนิเทศ จัดนิทรรศการต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ช่างภาพ ถ่ายภาพทั้งขาว ดำ และสี ตลอดจนถ่ายภาพยนต์ วิดีโอ จัดล้างฟิลม์อัดขยาย

9. เลขานุการมีหน้าที่เป็นตัวแทน ในการติดต่องานที่เกี่ยวข้องกับหัวหน้าโสตฯ นัดหมายเวลาในการติดต่อ

10. เสมียน มีหน้าที่ พิมพ์จดหมาย ติดต่อธุรกิจต่าง ๆ จัดทำแคตตาล็อก คู่มือการใช้

11. พนักงานขับรถ ภารโรง นำวัสดุไปส่ง รับใช้บุคคลในคณะเมื่อไปติดต่อธุระสถานที่ต่าง ๆ ภารโรงมีหน้าที่ทำความสะอาด

<u>จุดมุ่งหมายของการจัดตั้งศูนย์โสตทัศนศึกษา</u> คือ

1. เพื่อเป็นแหล่งรวมของโสตทัศนวัสดุทั้งหลาย สำหรับใช้ประกอบหลักสูตร

2. เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้โสตทัศนศึกษาประกอบการสอนอย่างกว้างขวางและช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. เพื่อเป็นการส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียน ครูและผู้สนใจเห็นความสำคัญของโสตทัศนศึกษา

4. เมื่อมีความจำเป็นใช้โสตทัศนอุปกรณ์มากขึ้น แต่ครูไม่สามารถผลิตเองได้ทางศูนย์โสตทัศนศึกษา จึงดำเนินงานเป็นส่วนกลาง

<u>ในการสร้างอาคารต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้</u>

1. เนื้อที่ ควรมีขนาดพอเหมาะกับผู้มาใช้และเพื่อการขยายตัวในอนาคต

2. แสงสว่าง ควรให้มีแสงสว่างพอดี ตามหลักแสงสว่างเข้าถูกทางด้านซ้ายและขวาของผู้เรียน เมื่อแสงสว่างจากธรรมชาติน้อยเกินไปจำเป็นต้องใช้แสงไฟเข้าช่วย ควรมีเฉลี่ยประมาณ 30 ฟุตแคนเดิล

3. การถ่ายเทอากาศ ภายในศูนย์ฯ ควรจัดให้มีประตูหน้าต่างและช่องลมให้เพียงพอ คือ 1 ใน 3 ของพื้นที่ทั้งหมด

4. เสียง ห่างไกลจากเสียงรบกวนอื่น ๆ

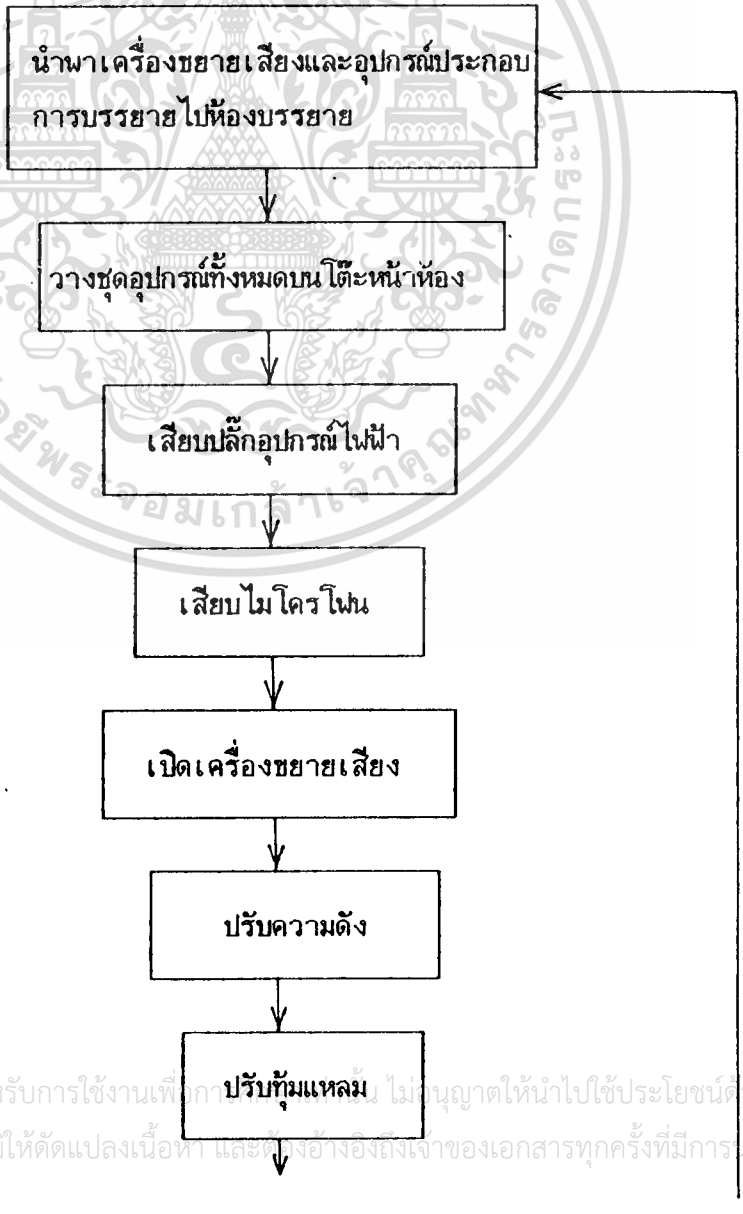
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤติกรรมการใช้งาน

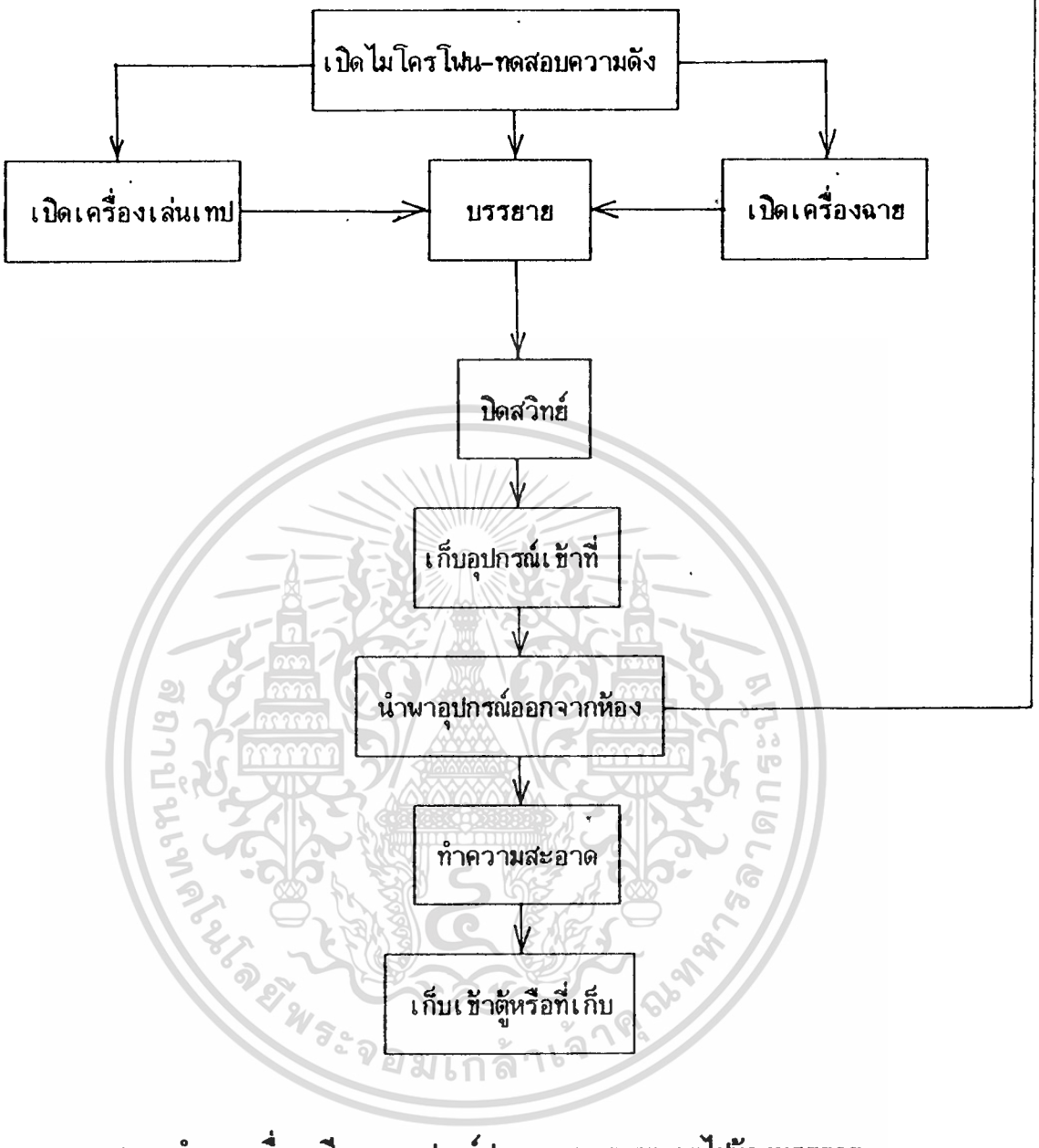
พฤติกรรมการใช้งานเก็บข้อมูลโดยผู้วิจัยเข้าร่วมฟังการบรรยาย (สังเกตุ) โดยแจ้งให้วิทยากรทราบล่วงหน้า แต่ไม่มีส่วนร่วมในการบรรยาย (Non-Paticipant Observation)ซึ่งผู้วิจัยจะเลือกตำแหน่งที่สามารถสังเกตุได้ทั้งชั้น เป็นมุมด้านหลังชั้น และไม่เป็นการสร้างความสนใจให้ผู้ฟังซึ่งจะทำให้พฤติกรรมเปลี่ยนไปจากสภาพปกติ

พฤติกรรมผู้บรรยาย จะมีความแตกต่างกันบ้างโดยเฉพาะขณะทำการบรรยาย ขึ้นอยู่กับ หัวข้อในการบรรยายและเทคนิคการบรรยายแต่วิทยากรแต่ละคน บางคนอาจใช้สื่อการสอนมากมาย บางคนอาจใช้เพียงอย่างเดียว หรือบางคนอาจยืนบรรยายเฉยๆ แต่บางคนจะเดินไปรอบๆห้องซึ่งสรุปพฤติกรรมการบรรยายของนักวิชาการได้ดังนี้

พฤติกรรมการบรรยายประกอบอุปกรณ์โสตฯ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. <u>นำพาเครื่องเสียงและอุปกรณ์ประกอบการบรรยายไปห้องบรรยาย</u>

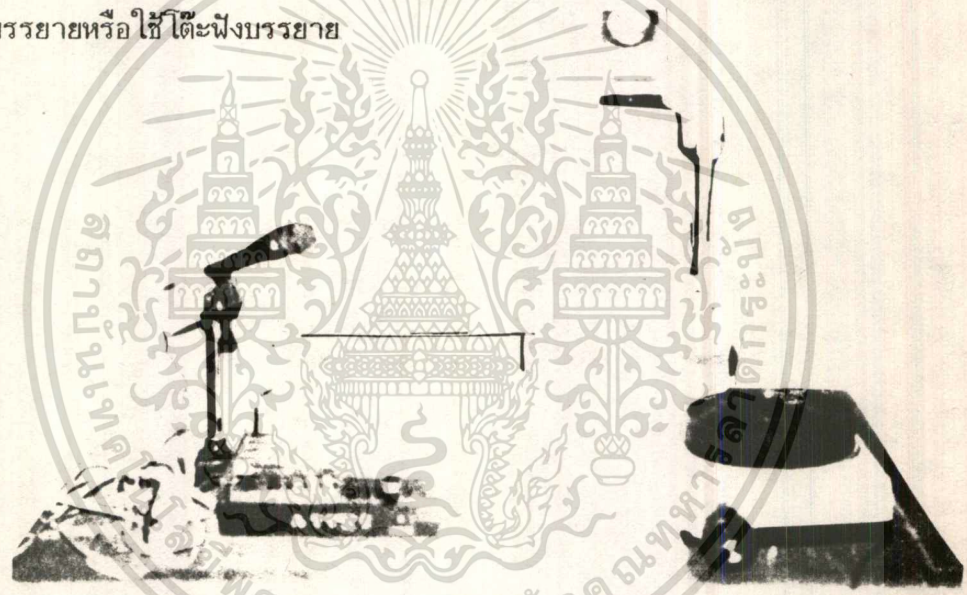
การนำพาจะเป็นการหิ้วโดยใช้มือข้างหนึ่ง และมืออีกข้างถืออุปกรณ์การสอนอื่น ๆ เช่น ตำรา สื่อการสอน ฯลฯ ในกรณีที่มีอุปกรณ์จำนวนมากจะต้องเดินมากกว่าหนึ่งเที่ยว หรือใช้เจ้าหน้าที่ นักเรียน หรือผู้อื่นช่วยในการนำพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 18 การนำพาอุปกรณ์การบรรยาย

2. <u>วางอุปกรณ์ทั้งหมดบนโต๊ะหน้าห้อง</u>

จะวางอุปกรณ์บนโต๊ะหน้าห้องบรรยาย ซึ่งโต๊ะจะจัดไว้ต่างหากแตกต่างจากโต๊ะฟังบรรยายหรือใช้โต๊ะฟังบรรยาย



รูปที่ 19 การวางอุปกรณ์บรรยายบนโต๊ะบรรยาย

3. <u>เสียบปลั๊กอุปกรณ์ไฟฟ้า</u>

วิทยากรต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ประกอบการบรรยายประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยเสียบปลั๊กเข้ากับเต้าเสียบที่ใกล้ที่สุดถ้าความยาวของสายไฟฟ้าไม่พอต้องใช้สายพ่วงต่อเพิ่มความยาวบางครั้งวิทยากรผ่อนสายออกมายาวเกินจำเป็นก็จะปล่อยให้กองกับพื้นหรือสายตึงเกินไปก็จะพาดลอยเหนือพื้น และอุปกรณ์ประเภทไฟฟ้าหลายเครื่องก็ต้องใช้เต้าเสียบหลาย ตัวและเสียบหลายครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 20 การเสียบปลั๊กอุปกรณ์ไฟฟ้า

4. <u>เสียบไมโครโฟน</u>

วิทยากรจะเสียบปลั๊กแจ๊ค (อุปกรณ์สายสัญญาณ) สายไมโครโฟนเข้ากับจุดต่อเครื่องขยายซึ่งมักจะพบปัญหาหน้าสัมผัสไม่สะอาดสัญญาณเดินไม่สะดวก สายงอหักขาดในสายหลุดเมื่อสายตึง เมื่อใช้นาน ๆ แจ๊คจะหลวมสัญญาณขาดเป็นห่วง ๆ

รูปที่ 21 การเสียบไมโครโฟน

5. <u>เปิดเครื่องขยาย</u>

ใช้นิ้วชี้ กด ดีด เลื่อน (แล้วแต่แบบของสวิทช์) แล้วสังเกตสัญญาณว่าเครื่องทำงาน เช่น หลอดไฟสัญญาณติด มีเสียงดังออกที่ลำโพง เป็นต้น แต่ถ้าเครื่องไม่ทำงานก็เปิดเครื่องซ้ำอีกครั้ง ปัญหาที่เครื่องขยายไม่ทำงานที่พบบ่อย ได้แก่

- ขั้วปลั๊กเสียบหรือช่องเต้าเสียบหลวม
- สายไฟฟ้าหัก-ขาดใน
- กดสวิทช์ไม่แรงพอ
- ฟิวส์ในเครื่องขาด
- เครื่องชำรุด
- อื่น ๆ

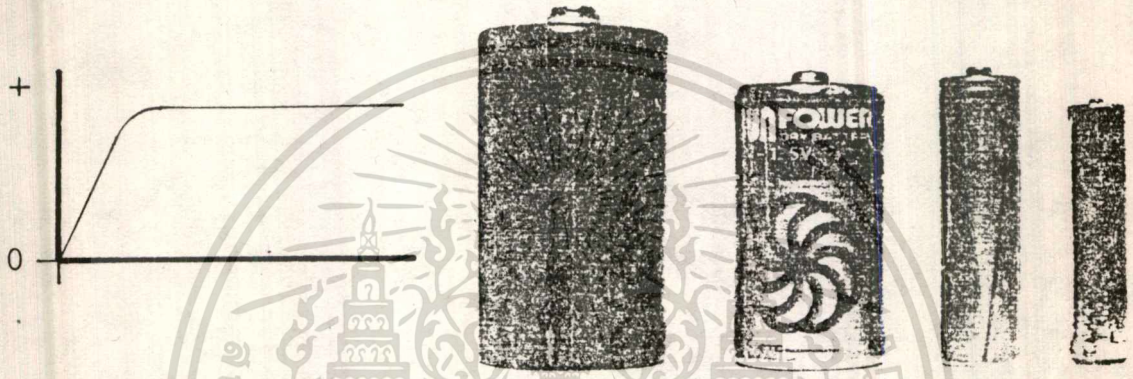
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไฟฟ้า (Electricity System)

ไฟฟ้าแบ่งเป็น สองชนิดใหญ่ ๆ คือไฟฟ้าสถิตย์กับไฟฟ้ากระแส ไฟฟ้าที่นำมาเป็นประโยชน์ใช้งานได้คือ ไฟฟ้ากระแสซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. **ไฟฟ้ากระแสตรง** (Direct Current) หรือ D.C.

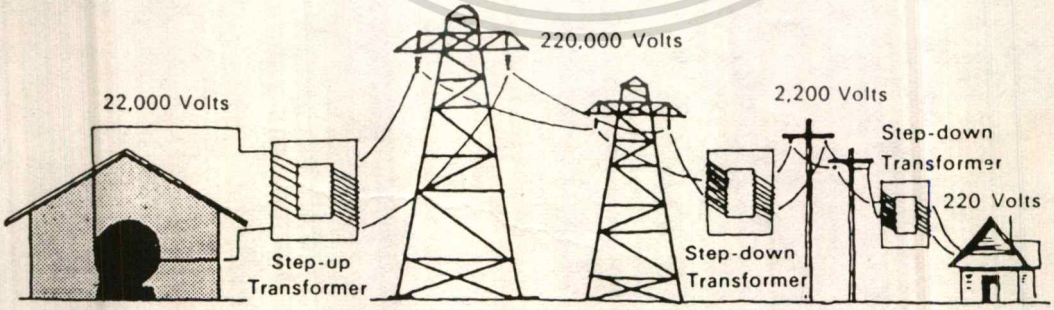
เป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าทิศทางเดียวได้จากพลังงานเคมี หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Generator or Dynamo)

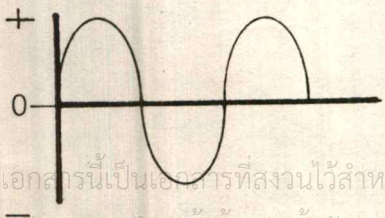


รูปที่ 26 แสดงลักษณะแรงเคลื่อนของไฟฟ้ากระแสตรง

2. **ไฟฟ้ากระแสสลับ** (Alternation Current) หรือ A.C.

ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสไม่แน่นอน จะมีค่าเปลี่ยนแปลงทั้งค่าบวกและค่าลบ ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)





รูปที่27แสดงลักษณะแรงเคลื่อนของไฟฟ้ากระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านพักอาศัย สถานที่ประกอบการต่าง ๆ โดยปกติจะใช้แรงเคลื่อน 220 Volt (ประเทศไทย) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอาจใช้ระบบ 380 Volt

สำหรับศัพท์เทคนิคของระบบไฟฟ้าที่กล่าวถึงบ่อย ๆ จะนำมาอธิบายดังต่อไปนี้

ตัวนำ (Conductor) สารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านมันเองได้ง่าย

ไฟฟ้า (Electricity) การเคลื่อนที่ของอิเลคตรอนผ่านตัวนำไฟฟ้า

ความนำไฟฟ้า หรือความเป็นสื่อไฟฟ้า (Conducatanc) ความสะดวกสบายต่อการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าในวงจร

ฉนวนไฟฟ้า (Insulator) วัตถุที่มีคุณสมบัติต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า อาจกล่าวได้ว่าสารนั้นขัดขวางการเคลื่อนที่ของอิเล็คตรอน

ขั้วไฟฟ้า (Polarity) คุณสมบัติของประจุไฟฟ้าที่แสดงออกมา ซึ่งจะมีค่าเป็นบวก หรือลบ

กำลังไฟฟ้า (Electric Power) อัตราการผลิตหรือใช้พลังงานไฟฟ้าใน 1 หน่วยเวลา มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt) ใช้ตัวย่อ W. หน่วยวัดกำลังไฟฟ้าในเวลา 1 ชั่วโมง เรียกว่า กิโลวัตต์-ชั่วโมง (Kilowatt-hour หรือ KWH) เรียกว่า ยูนิต (Unit)

วงจรไฟฟ้า (Circuit) ทางเดินไฟฟ้าที่ต่อถึงกัน และไฟฟ้าไหลผ่านได้ด้วย

วงจรเปิด (Open Circuit) สภาวะการณ์ที่ทางเดินของไฟฟ้าขาดวงจร ไม่ครบวงจรทำให้กระแสไหลไม่ได้

วงจรลัด (Short Circuit) สภาวะการณ์ที่เกิดมีการลัดวงจร ทางเดินของไฟฟ้า

แอมแปร์ (Ampere) หน่วยวัดค่าอัตราการไหลของไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำ ใช้สัญลักษณ์ A หรือ AMP. แทน

เฮริตซ์ (Herts) หน่วยวัดความถี่มีค่าเป็นรอบ (ไซเคิล) ต่อวินาที ใช้สัญลักษณ์ H_z

โอหม์ (Ohm) หน่วยของความต้านทานทางไฟฟ้า ใช้สัญลักษณ์

โวลท์ (Volt) หน่วยวัดแรงดันไฟฟ้าหรือแรงที่ทำให้เกิดมีการเคลื่อนที่ของอิเลคตรอน ภายในไฟฟ้า ใช้สัญลักษณ์ V , E หรือ EMF

เฟส (Phase) ชนิดของระบบไฟฟ้ามี 1 เฟส 2 สาย และ 3 เฟส 4 สาย

แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Electric Scurces) แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เป็นตัวจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับวงจร

โหลด (load) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า ออกมาเป็นพลังงานในรูปต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายไฟฟ้า และอุปกรณ์

1. สายไฟฟ้า (Electric Wire)

สายไฟฟ้า คือ สื่อนำกำลังงานไฟฟ้าจากจุดแหล่งจ่ายไฟ ไปยังจุดที่ต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ลักษณะสำคัญของสายไฟฟ้านั้นจะดูที่ความสามารถที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลได้สูงสุดเท่าไหร่ ชนิดของฉนวน และส่วนที่หุ้ม (Jecket) ประเภทใช้งาน สภาพแข็งแรงทางกล

ปกติวิธีที่จะต่อสายไฟฟ้าหรือ สายเคเบิ้ล ดูที่จำนวนและขนาดของโลหะตัวนำ ชนิดของฉนวน ประเภทที่ใช้งานขนาดของแรงดันที่สายไฟฟ้าทนได้ ชนิดของโลหะตัวนำแบบอบแล้วหรือรีดแข็ง หรือนำมาชุบดีบุกอีกครั้งหนึ่ง

ชนิดของสายไฟฟ้าแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1.1 ชนิดไม่มีฉนวนห่อหุ้มภายนอก (Bare Wire) หรือสายเปลือย สายเปลือยจุกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าสายหุ้มฉนวนซึ่งมีขนาดและพื้นที่หน้าตัดเกือบเท่าตัว เพราะการขึงไว้ในที่สูง (เพื่อความปลอดภัย) ลมโกรกเสมอไม่ร้อน ใช้กับการจ่ายไฟฟ้าแรงสูง หรือเดินภายนอกอาคาร

1.2 สายที่มีฉนวนห่อหุ้ม (Insulated Wire) ใช้ตามบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม วงจรอิเลคทรอนิกส์ วงจรสื่อสารคมนาคม เพราะให้ความปลอดภัยป้องกันความชื้นบางชนิดป้องกันความร้อนได้ แบ่งเป็นประเภทย่อยได้ 6 ประเภท คือ

ก. สายหุ้มยาง (Rubber Insulated Wire or Valcanized Rubber Couer) เป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มยางมีทั้งแบบธรรมดา และทนความร้อน อายุการใช้งานสั้น ยางจะเปื่อยและเสื่อมคุณภาพ ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้

ข. สายหุ้มด้วยถัก (Cotton Braid) ลักษณะเหมือนกับประเภทสายไฟฟ้าหุ้มยาง แต่ภายนอกมีด้ายถักห่อหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่งหรือมากกว่า ใช้กับเตารีดและเครื่องใช้ไฟฟ้า ให้ความร้อน (Heater)

ค. สายหุ้ม พีวีซี. ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ไม่ติดไฟ ทนต่อความร้อน เหนียว ไม่เปื่อยง่าย ใช้เดินภายในอาคาร (ติดผนัง)

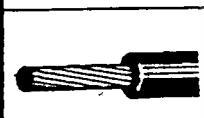
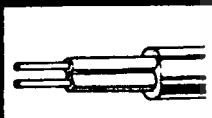
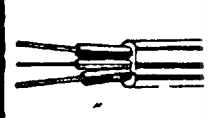
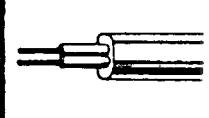
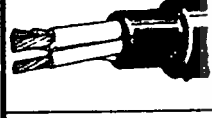
ง. สายหุ้มพลาสติกธรรมดา เป็นสายอ่อนแบบสะแตรนเป็นสายไม่ถาวร ติดไฟง่าย

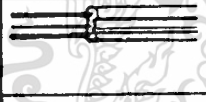
จ. สายอินาเมล (Enamel Couer) หรือสายเคลือบน้ำยา เป็นสายเปลือยเคลือบน้ำยาเคมี ใช้พันขดลวดไดนาโมมอเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น

ฉ. สายที่มีเปลือกโลหะหุ้ม นิยมใช้ผังกำแพง หรือดิน ราคาสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 - แสดงลักษณะและการใช้งานของสายไฟฟ้า

	IV	250V	60°C
	HIV		75°C
	TW	750V	60°C
	THW		75°C
	VAF	250V	60°C
	HVAF		75°C
	VAF-G	250V	60°C
	HVAF-G		75°C
	VVF	750V	60°C
	Type B		75°C
	NM	750V	60°C
	Type B-G		75°C
	NVY	750V	60°C
	Type C		75°C
	NY Y-N	750V	60°C
	Type C-N		75°C
	NY Y-G	750V	60°C
	Type C-G		75°C

	VCT	750V	60°C
	HVCT		75°C
	VCT-G	750V	60°C
	HVC T-G		75°C
	VAFF	250V	60°C
	HVAFF		75°C
	VFF	250V	60°C
	HVTF		75°C
	VEF-G	250V	60°C
	HVFF-G		75°C
	VTF	250V	60°C
	HVTF		75°C
	VSF	250V	60°C
	HVSF		75°C
	TIS-AV	LOW	60°C
	JIS-AV	LOW	60°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 จำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ใช้ได้กับสายไฟขนาดต่าง ที่อุณหภูมิ 40 °c

ขนาดพื้นที่หน้าตัด (ตารางมิลลิเมตร)		กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มเดินในอากาศ (แอมแปร์)		กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มเดินในท่อ ในเพดาน ในผนัง ในราง หรือสายหลายแกนและใช้สายไม่เกิน 3 เส้น (แอมแปร์)	
สายทองแดง	สายอลูมิเนียม	60 ซ.	75 ซ.	60 ซ.	75 ซ.
0.5	-	7	7	4	4
1	-	10	10	6	6
1.5	-	13	13	8	8
2.5	-	18	19	14	15
4	-	24	27	19	21
6	-	35	41	27	30
10	16	53	66	37	45
16	25	72	94	49	63
25	35	96	122	63	84
35	50	120	152	78	104
50	70	152	194	94	129
70	95	191	241	122	159
95	120	233	295	147	190
120	150	270	304	170	220
150	185	300	356	192	228
185	240	-	430	-	260
240	300	-	478	-	292
300	400	-	552	-	336
400	500	-	652	-	392
500	625	-	748	-	436

ที่มา : เสนอ นิลรัตน์นิศากร 2530 : หน้า 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไฟฟ้าแรงดันปานกลาง (ใช้ในบ้านพักหรือกิจการทั่วไป) (Medium Voltage) มีที่นิยมใช้อยู่ 3 ระบบ คือ

1. ระบบ 220 โวลท์ 3 เฟส 3 สาย
2. ระบบ 380 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย
3. ระบบ 380 โวลท์ 3 เฟส 3 สาย

แบบที่ 2 และ 3 ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนระบบที่ 1 ใช้ ในอาคารบ้านพักและกิจการต่าง ๆ

* แรงดันที่กำหนดเป็นแรงดันเฉลี่ย (Vrms)

มาตราฐานของสายทองแดงและอลูมิเนียม มีด้วยกันหลายมาตรฐานที่พบบ่อยได้แก่

BWG. (Birmingham lron Wire Gauge)
AWG. (American Wire Gauge)
SWG. (British Standard Wire Gauge)
mmG. (millimeter Gauge)

* ที่นิยมใช้ในประเทศไทยเป็นมาตราฐาน AWG และ SWG.

2. <u>เต้าเสียบสายไฟ</u>

เต้าเสียบนี้เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งขึ้นเพื่อการเชื่อมต่อระหว่างปลั๊กและสายไฟ เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดเคลื่อนย้ายหรือชนิดมือถือเต้าเสียบนี้ บางทีก็เรียก ปลั๊กตัวเมียก็ได้เหมือนกัน

ชนิดของเต้าเสียบ เต้าเสียบมีอยู่หลายแบบด้วยกัน สำหรับใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ กัน ซึ่งโดยปกติธรรมดาเต้าเสียบนี้จะมีจุดสัมผัสรับกระแสไฟฟ้าที่อยู่กับที่จำนวน 2 หรือ 3 ตัว ติดตั้งหรือยึดไว้บนฐานรองที่เป็นฉนวนและมีช่องเสียบเพื่อรับขาเสียบปลั๊กเต้าเสียบนี้จะบอกขนาดไว้ด้วยว่า ทางไฟฟ้า เป็นแอมแปร์ และโวลต์โดยค่าทางไฟฟ้านี้เป็นตัวกำหนดจำนวนจุดสัมผัสรับไฟ และรูปแบบการวางตำแหน่งของจุดสัมผัส

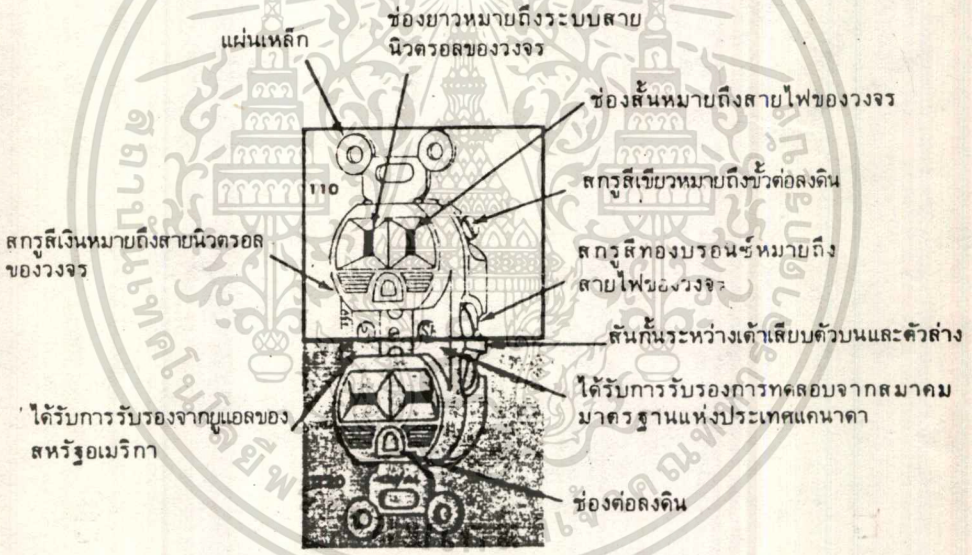
เต้าเสียบอาจมีการออกแบบให้มีช่องเสียงตรงหรือล็อคได้ เต้าเสียบและปลั๊กชนิดที่มีการล็อคได้ เต้าเสียบและปลั๊กชนิดที่มีการล็อคตัวเองได้จะนิยมใช้กันมากในงานพาณิชย์กรรมและงานอุตสาหกรรมมากกว่าใช้กับที่พักอาศัยเต้าเสียบจะมีอักษรย่อสัญญลักษณ์และสี บอกลักษณะการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างและตำแหน่งของช่องเสียบปลั๊ก จากรูปที่แสดงให้เห็นขนาดรูปร่างและตำแหน่งของช่องเสียบปลั๊กที่แตกต่างกันระหว่างเต้าเสียบ 15 แอป 250 โวลต์ กับเต้าเสียบ 250 โวลต์ นั้น ขนาดของช่องจะเท่ากันทุกช่องว่างในแนวนอนแต่สำหรับ 125 โวลต์ จะเห็นได้ว่า เต้าเสียบ 250 โวลต์ นั้น ช่องจะมีขนาดต่างกันและวางในแนวดิ่ง

สี บนตัวสกรูของเต้าเสียบส่วนมากจะใช้สีน้ำเงิน สีบรอนซ์ และสีเขียว

สีน้ำเงิน	หมายถึง	ขั้วนิวตรอล
สีบอนซ์	หมายถึง	ขั้วไฟ
สีเขียว	หมายถึง	ขั้วต่อลงดิน



รูปที่ 28 เต้าเสียบไฟฟ้าชนิดมีสายดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ (Electronic Equipment)

หมายถึงอุปกรณ์ที่ประกอบกันเป็นวงจรขยายเสียง ได้แก่

- รีซีสเตอร์ (Resistors)
- คาปาซิเตอร์ หรือ คอนเดนเซอร์ (Capacitors หรือ Condensers)
- หม้อแปลง (Transformer)
- ไดโอด (Diode)
- ทรานซิสเตอร์ (Transister)
- ไอซี. (IC. หรือ Intergrated Circuit)

1. **รีซีสเตอร์** (Resistors) หรือ ตัวต้านทานการไหลของกระแส เพื่อทำให้กระแสและแรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจรได้ขนาดหรือกำลังตามที่ต้องการ

รีซีเตอร์แบ่งตามค่าความต้องการต้านทาน 3 แบบ คือ

ก) รีซีสเตอร์ค่าคงที่ (Fixed Resistor)

ข) รีซีสเตอร์ปรับค่าได้ (Adjustable Resistor) หรือ รีซีสเตอร์แบบเทป (Tap Resistor)

ค) รีซีสเตอร์เปลี่ยนค่าได้ (Variable Resistor)

รีซีสเตอร์แบ่งตามโครงสร้าง และลักษณะของเนื้อสาร ได้ 6 แบบคือ

ก) รีซีสเตอร์ชนิดค่าคาร์บอน (Cabon Composition Resistors) ขึ้นรูปด้วยผงคาร์บอนหรือกราไฟท์ค่าความผิดพลาดไม่น้อยกว่า 5%

ข) รีซีสเตอร์ชนิดฟิลม์ (Resistive Film Resistors) ทำจากฟิลม์บาง ๆ ของแก้วและโลหะหลอมเข้าด้วยกัน ความเที่ยงตรงสูงกว่าแบบคาร์บอน

ค) รีซีสเตอร์แบบขวดพัน (Wire-Wond Resistors) เป็นรีซีสเตอร์ที่ใช้กับงานกำลังสูง ๆ สามารถทำงานได้กับ ความถี่ สูงถึง 20 KH_Z นิยมใช้โลหะผสมนิเกิ้ลกับโครเสี่ยม

ง) รีซีสเตอร์แบบเซอร์เมท

จ) รีซีสเตอร์ชนิดกล๊าสทินอ๊อกไซด์

ฉ) ชนิดพลาสติกนำไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยของความต้านทาน วัดออกมาเป็นหน่วยโอห์ม (Ohm) ใช้สัญญลักษณ์ โอเมก้า (Ω) 1 โอห์ม คือป้อนแรงเคลื่อนขนาด 1 โวลท์ ผ่านซีรีสเตอร์ 1 แอมป์ แล้วทำให้กระแสผ่านรีซีสเตอร์ 1 แอมป์

รูปที่ 29 รีซีสเตอร์แบบต่าง ๆ และสัญญลักษณ์

2. <u>คาปาซีเตอร์</u> (Capacitors) หรือ คอนเคนเซอร์ (Condensers) ใช้ตัวย่อว่า ซี.(C) ใช้งานหลายลักษณะ เช่น กรองกระแส (Filter) วงจรผ่านสัญญาณ (By-Pass) วงจรสาร์ทเตอร์ (Stater) วงจรรีเซ็ท (Reset) วงจรถ่ายทอดสัญญาณ (Coupling) ฯลฯ

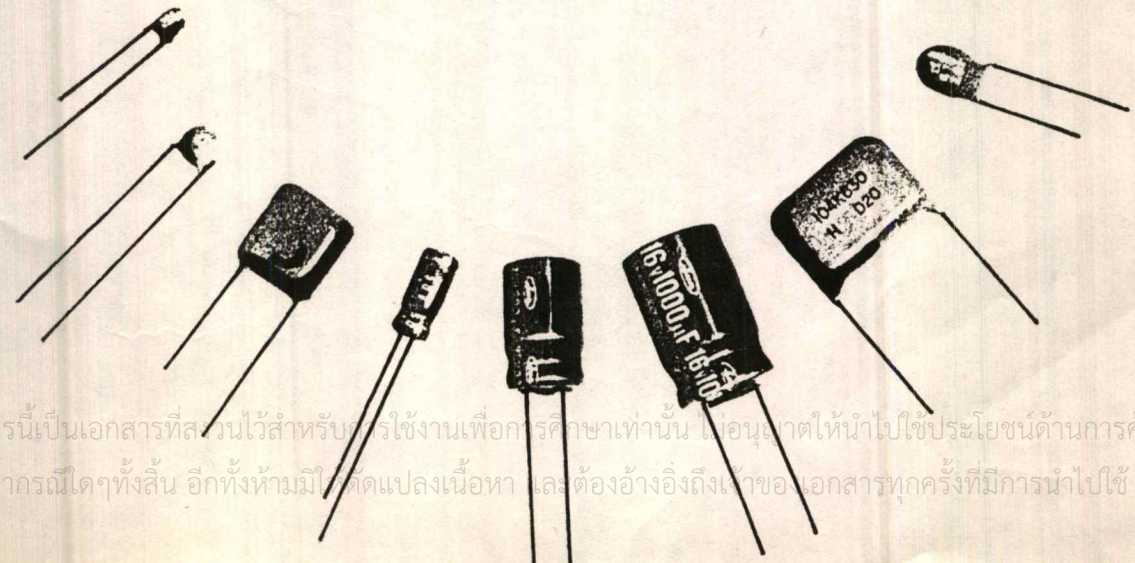
คาปาซิเตอร์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

ก) <u>คาปาซิเตอร์ค่าคงที่</u> (Fixed Capacitor) ไม่สามารถเปลี่ยนค่าได้

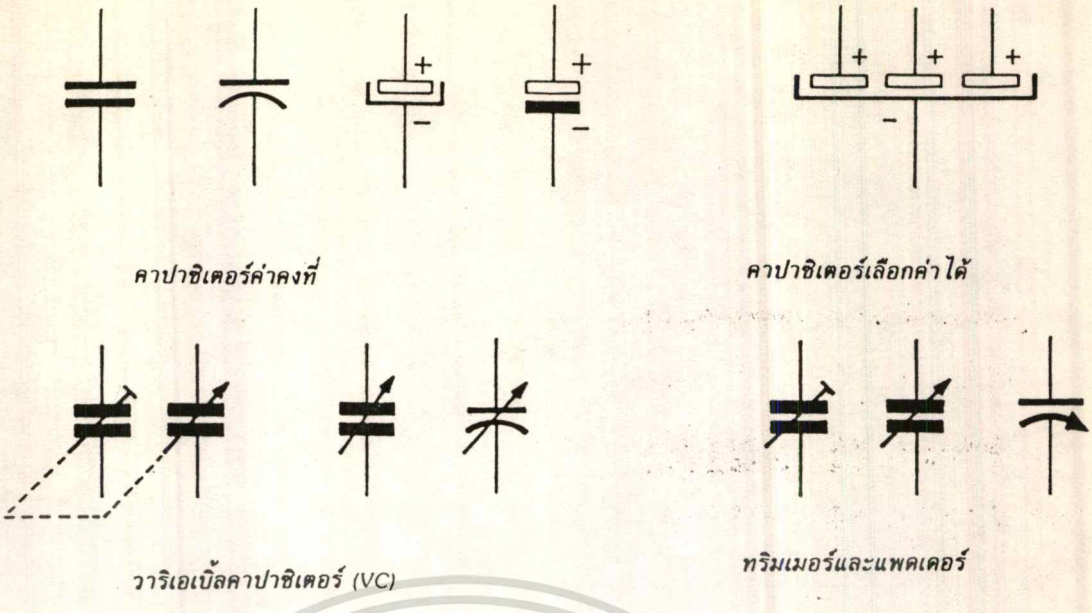
ข) <u>คาปาซิเตอร์เปลี่ยนค่าได้</u> (Variable Capacitor) เป็นคาปาซิเตอร์ที่สามารถเปลี่ยนค่าได้มักใช้กับวงจรที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความถี่

ค) <u>คาปาซิเตอร์ที่เลือกค่าได้</u> (Selected Capacitor) เป็นคาปาซิเตอร์หลาย ๆ ตัวที่บรรจุอยู่ในตัวถังเดียวกันเราสามารถเลือกค่าตามที่ต้องการ

หน่วยความจุ (Unity of Capacitonce) ของ คาปาซิเตอร์คิดเป็นฟารัด (Farad) ใช้ตัวย่อ เอฟ. (F)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 30 คอนเดนเซอร์แบบต่าง ๆ และสัญญลักษณ์

3. **หม้อแปลง หรือทรานส์ฟอร์เมอร์** (Transformer) ทรานส์ฟอร์เมอร์เป็นวิธีการที่เราเอาขดลวดอาบน้ำยาพันรอบแกน (Core) อย่างน้อย 2 ชุด เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าไปยังขดใดขดหนึ่ง ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นอีกขดได้

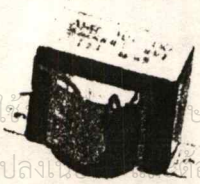
ทรานส์ฟอร์เมอร์แบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ คือ

ก) เพาเวอร์ทรานฟอร์เมอร์แกน อี. ไอ. (E.I.Core transformer) แกนของทรานส์ฟอร์เมอร์เป็นแผ่นเหล็กบางอาบซิลิกอนรูปตัว E และ I มาประกบกัน ในงานที่ต้องการรายละเอียดหรือต้องการกำจัดอำนาจรบกวนของความถี่แม่เหล็กอาจต้องใช้แกนที่มีการเปิดช่องอากาศ (airgap) ทรานส์ฟอร์เมอร์แบบนี้ใช้ในภาคจ่ายไฟของเครื่องขยายชั้นดี ภาคจ่ายไฟของเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ข) ทรานส์ฟอร์มเมอร์แกนทอรอยด์ (Toroid Transformer) มีขนาดกระทัดรัดกว่าแบบแกน อี. ไอ. มีความบาง และน้ำหนักเบากว่า

ค) แมทชิ่งทรานส์ฟอร์เมอร์ (Matching Trasformer) ทำหน้าที่แปลงอิมพี่แดนซ์ (Impedance) ซึ่งเป็น ค่าความต้านทานสมบูรณ์ของวงจร ทำให้ค่าอิมพี-แดนซ์วงจรหนึ่ง สมดุลย์กับอีกวงจรเพื่อการถ่ายทอดกำลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ง) อินดัคตีฟรีแอ็คแตนซ์ (Inductive Reactance) คือค่าความต้านทานของขดลวดต่อไฟฟ้ากระแสสลับ เนื่องจากความต้านทานของขดลวดต่อกระแสตรงต่ำมาก ๆ แต่สำหรับกระแสสลับ กระแสที่ไหลในขดลวดสลับทิศทางกันอยู่ตลอดเวลาเกิดแรงต้านทานสวนกัน เมื่อเส้นแรงแม่เหล็กยุบและพองตัวความต้านทานนี้เราอาจจะเรียกว่า ค่า X_L



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ไดโอด (Diode)

ไดโอดสารกึ่งตัวนำ (Semi-conductor Diode) เป็นไดโอดที่สร้างมาจากสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์สองชนิด คือ สารกึ่งตัวนำชนิด เอ็น. และ สารกึ่งตัวนำชนิด พี. มาประกอบกันซึ่งจะสามารถนำกระแสได้ในทิศทางที่เราให้บัสอัสแบบ ฟอร์เวิร์ด เท่านั้น

ไดโอดแบ่งตามเนื้อสาร

ก) ชนิดเยอรมันเนี่ยม (Germanium Diode)

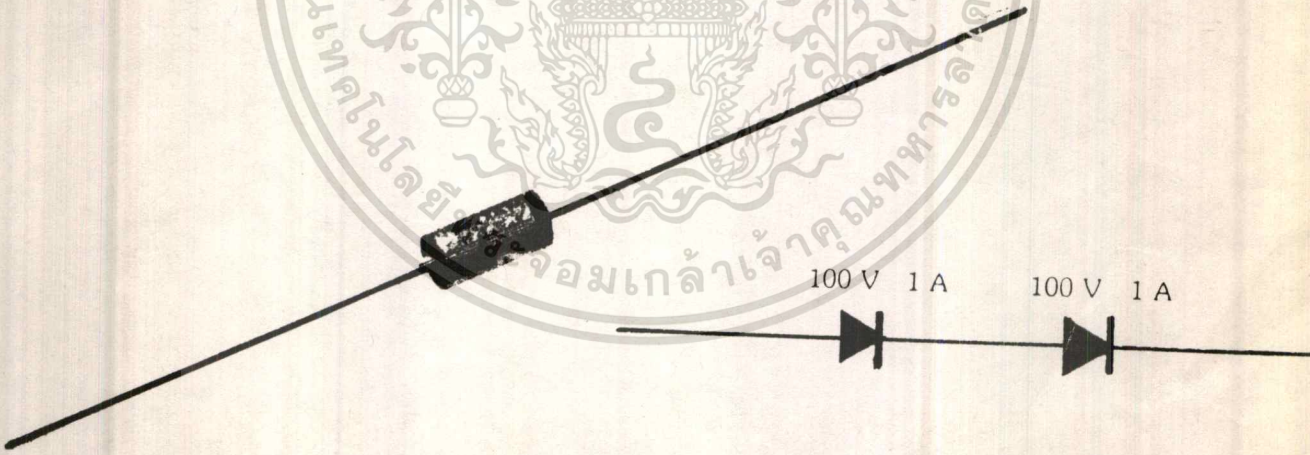
ข) ชนิดซิลิกอน (Silicon Dide)

ไดโอดแบ่งตามลักษณะการผลิต

ก) ไดโอดชนิดหนวดแมว (Point Contact)

ข) ไดโอดชนิดหัวต่อ พี-เอ็น (P-N Junction Diode)

ไดโอดถูกนำไปใช้ในวงจรต่าง ๆ เช่นวงจรเร็คติฟาย(Rectifier) วงจรดีแทค-เตอร์ (Detector), วงจรสวิทชิ่ง (Switching) วงจรลิมิตเตอร์ (Limitter), วงจรป้องกันโหลด (Protector), วงจรแดมเปอร์ (Damper) วงจรชลิบสัญญาณ (Clipping) วงจรเปลี่ยนระดับสัญญาณ (Clamping) เป็นต้น

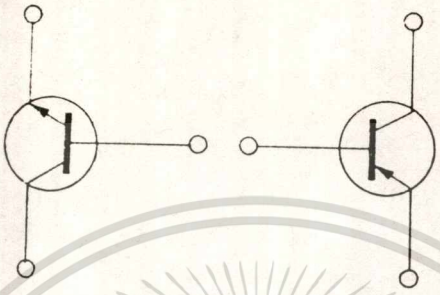


รูปที่ 31 ไดโอด และสัญลักษณ์

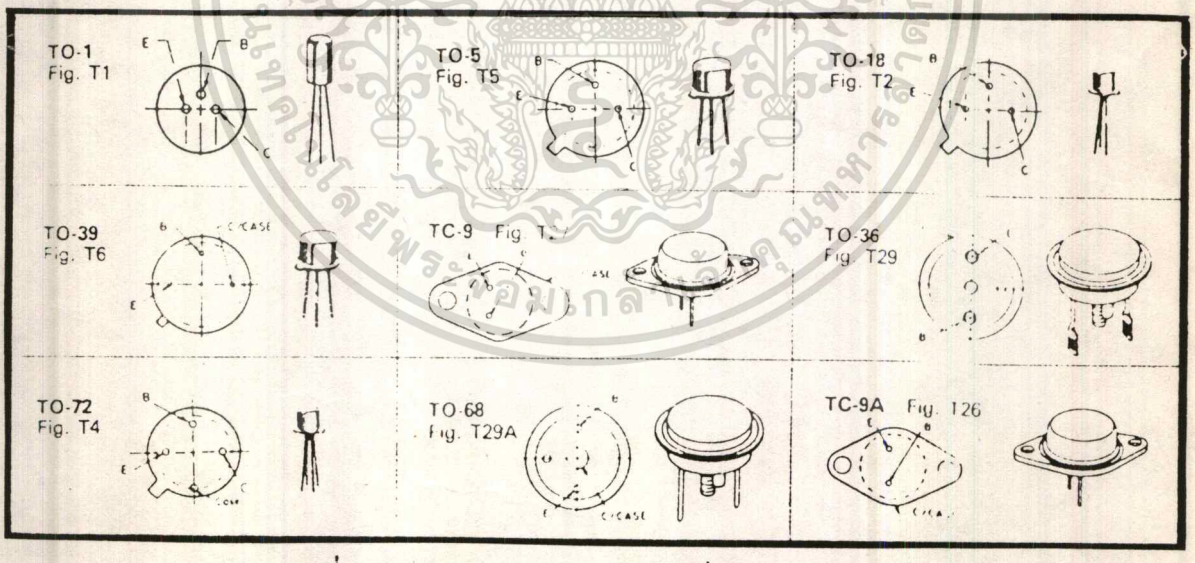
5. **ทรานซิสเตอร์** (Transistor)

เป็นอุปกรณ์ที่ทดแทนหลอดสูญญากาศ มีคุณสมบัติในการขยายสัญญาณ มีขนาดเล็ก ราคาถูก สิ้นเปลืองพลังงานน้อยความร้อนต่ำ ทนทานและปลอดภัย มีความไวในการทำงานมากกว่า เมื่อเทียบกับหลอดสูญญากาศ เป็นสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำที่ประกอบด้วย รอยต่อ พี-เอ็น 2 รอยต่อ แบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ พี-เอ็น และระบบ เอ็น-พี-เอ็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 32 สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์



รูปที่ 33 ลักษณะของทรานซิสเตอร์

ขาของทรานซิสเตอร์ มี 3 ขา มีชื่อเรียกคือ

- ขาคอลเล็คเตอร์ (Collector) เรียกว่าขา C
- ขาอีมิตเตอร์ (Emitter) เรียกย่อว่าขา E
- ขาเบส (Base) เรียกย่อว่าขา B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ไอซี (I C. หรือ Interqrated Circuit)

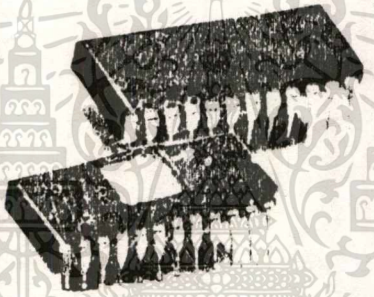
ไอซี. จะเป็นวงจรสำเร็จรูป หรือวงจรที่รวมเอาการทำงาน ของทรานซิสเตอร์ หรืออุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอื่น ๆ มาไว้ในตัวเดียวกัน

ไอซี. แบ่งตามลักษณะของสัญญาณในการทำงานได้ 2 จำพวกคือ

ก) ทำงานในลักษณะของสวิทช์

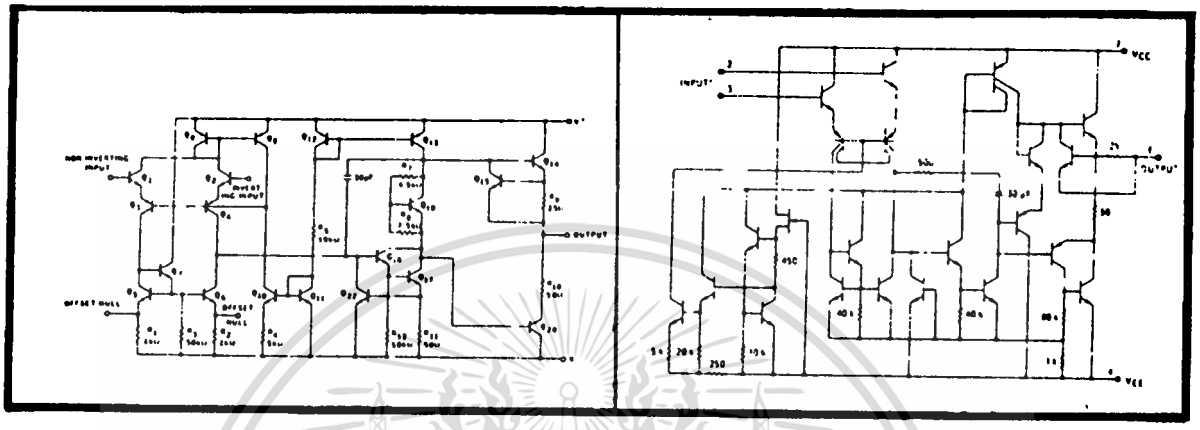
ข) ทำงานในลักษณะสัญญาณเชิงเส้น

วงจรขยาย จะเป็นลักษณะเชิงเส้น หรือ อะนาล็อก มีการทำงานต่อเนื่อง เช่น ลิเนียร์ ไอซี. ชนิด ออปแอมป์ (op-amp)



รูปที่ 34 ลักษณะภายนอกของไอซี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 35 สัญลักษณ์และวงจรภายในของ ไอซี. ออฟแอมป์บางตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องขยายเสียง (Amptifier)

จากสาเหตุที่ว่าเสียงไม่สามารถเพิ่มระดับความดังได้ในสภาพปกติต้อง อาศัยการขยายสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นการช่วยในการขยายเสียงให้มีความดังตามต้องการจึงเกิดเครื่องขยายเสียงขึ้นทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงที่ถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วเปลี่ยนกลับเป็นคลื่นเสียงที่มีความดังมากขึ้น

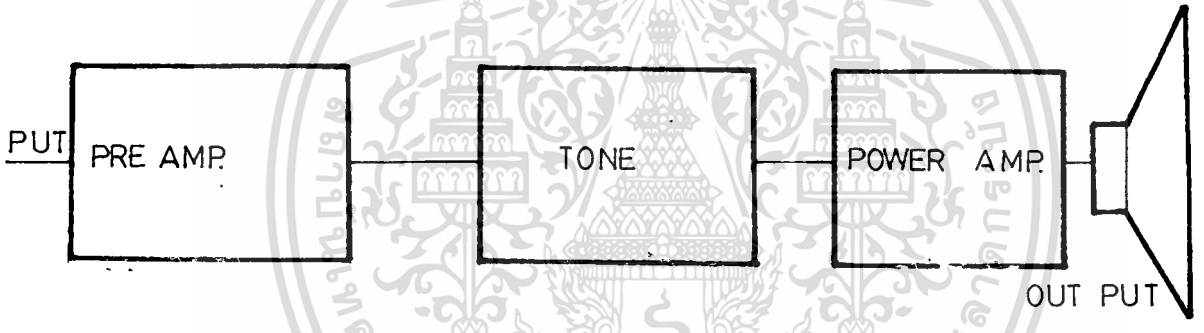
1. **องค์ประกอบของเครื่องเสียง**

ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

1.1 ปรีแอมป์ (Pre - Amplifier)

1.2 โทนคอลโทรล (Tone - Controlled)

1.3 ภาคขยายกำลัง (Power Amplifier หรือ Main Amp)



รูปที่ 36 องค์ประกอบของเครื่องขยายเสียง

ปรีแอมป์ เป็นวงจรขยายเตรียมสัญญาณ เพื่อให้สัญญาณที่เข้า มามีขนาดพอที่จะทำให้วงขยายภาคขยายกำลัง หรือระบบ พี.เอ. (Public Address) ทำงานได้เต็มที่ตามกำลังวัตต์ที่ออกแบบ เนื่องจากว่าสัญญาณที่เข้ามาอินพุท (IN - PUT หรือ I/p) ชนิดต่าง ๆ มีความแรงไม่เท่ากันดังนั้นจำเป็นที่เราจะต้องจัดขนาด ของสัญญาณให้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด แต่ถ้าสัญญาณที่เข้ามามีความแรงอยู่แล้วก็ไม่จำเป็นจะต้องผ่านวงจรปรีแอมป์

โทนคอนโทน เป็นวงจรที่ใช้สำหรับยกระดับเสียงที่ออกมานั้น ให้มีคุณภาพเสียงเหมาะกับการรับฟังมากที่สุด เพราะโดยปกติวงจรขยายที่ใช้ทรานซิสเตอร์ หรือ ไอซี. ส่วนใหญ่แล้วตอบสนองเสียงปานกลางได้ดีที่สุดวงจรโทรลคอนโทรลจึงจำเป็นต้องเข้ามา เพื่อยกระดับคุณภาพเสียงให้ดียิ่งขึ้น วงจรโทรลคอนโทรลที่สามารถปรับรายละเอียดในเรื่องของความถี่ในแต่ละช่วงได้ และให้ผลครอบคลุมย่านความถี่ได้มากช่องนั้น เรียกว่า "อีควอไรเตอร์" (Equalizer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคขยายกำลัง หรือเพาเวอร์แอมป์ เป็น ตัวขยายกำลังหลักของวงจร จึงเรียกวงจรภาคนี้ว่าเมนแอมป์ ภาคนี้จะเป็นตัวบอกกำลังขยายว่ามีกำลังขยายกี่วัตต์ ทรานซิสเตอร์ที่ใช้งานในภาคสุดท้าย หรือเสตจสุดท้ายจะเป็นทรานซิสเตอร์ เพาเวอร์ ซึ่งทนกระแสได้สูงและให้กำลังขยายสูง

2. คลาสการขยาย (Class)

เป็นวิธีการแบ่งระดับชั้นของวงจรขยายตามจุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ การออกแบบวงจรขยายจำเป็นต้องหาจุดการทำงาน (Operation Point) หรือจุด Q ของทรานซิสเตอร์ ซึ่งหาได้โดยการอาศัย เส้นโหลดไลน์ (Load Line) หรือเส้นแสดงการทำงานของทรานซิสเตอร์อันระบุมากับคู่มือของทรานซิสเตอร์เบอร์นั้น ๆ

วงจรขยายแบ่งตามคลาสได้ดังนี้

2.1 วงจรขยายคลาส เอ. (Class A. Amplifer) จุดทำงานของคลาสนี้อยู่กึ่งกลางเส้นโหลดไลน์พอดี เพื่อให้สัญญาณอินพุทถูกขยายทั้งช่วงบวกและช่วงลบเท่า ๆ กัน อัตราการขยายในคลาสนี้จะต่ำ เพราะสัญญาณอินพุทที่มีความแรงเกินไปอาจทำให้ทรานซิสเตอร์อิ่มตัวและคัทออฟได้ สัญญาณที่ออกมาจึงโดนขลิบ เมื่ออินพุทแรงเกินพิกัด

แรงเคลื่อนระหว่างคอลเล็คเตอร์ - อีมิตเตอร์เท่ากับเครื่องหนึ่งของแหล่งจ่ายจึงทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานแล้วสัญญาณสามารถสวิงไปหา บวกและลบได้เท่า ๆ กัน

ข้อดี : วงจรง่าย

ข้อเสีย : มีประสิทธิภาพไม่เกิน 25%

ที่ใช้ : ใช้ในวงจรขยายที่ให้กำลังขยายไม่เกิน 1 วัตต์

2.2 วงจรขยายคลาส บี. (Class B. Amplitier) จุดการทำงานอยู่ตรงตำแหน่งคัทออฟพอดี สัญญาณที่เข้ามาทางอินพุทจึงถูกขยายมาเพียงเฟสเดียวอีกเฟสหนึ่งถูกตัดทิ้ง เช่นทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN ขยายได้เฉพาะเฟสบวก ในขณะที่ทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP ขยายได้เฉพาะเฟสลบ เอาท์พุทที่ออกมาจึงมีอาการเพี้ยนมากแต่สามารถขยายสัญญาณที่มีขนาดใหญ่ได้ นิยมใช้กับวงจรขยายกำลังหรือระบบ พี.เอ. เพื่อลดปัญหาการเพี้ยนของสัญญาณลง จึงต้องใช้วงจรแบบ พุช-พูล (Push-Pull) ใช้ทรานซิสเตอร์ สองตัวทำงานร่วมกัน ให้ผลัดกันทำงานตัวละครึ่งไซเกิ้ล

ข้อดี : 1. มีประสิทธิภาพสูงถึง 78.5%

2. ไม่ต้องสูญเสียกำลังขณะที่ไม่มีสัญญาณเข้า

3. ทรานซิสเตอร์สามารถจ่ายกำลังได้ 5 เท่าของคลาส เอ.

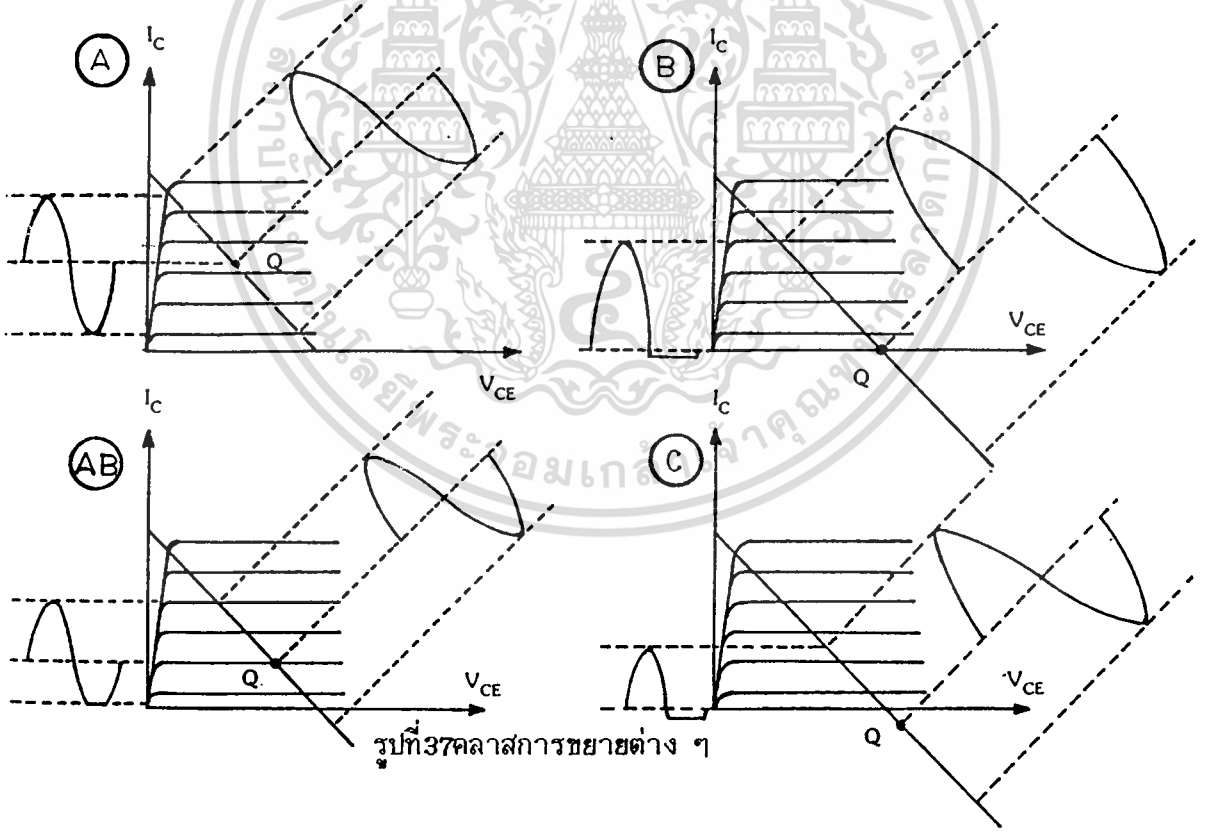
ข้อเสีย : มีการเพี้ยนที่ช่วงข้ามผ่าน (Class-Over distortion)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใช้ : ใช้กันแพร่หลายในวงจรขยายเสียง และควบคุมมอเตอร์เตอร์ที่ใช้กำลังสูงกว่า 1 วัตต์

2.3 วงจรขยายคลาส เอบี. (Class AB. Amplifier) จุดทำงานอยู่ระหว่างวงจรขยายคลาส เอ. และ คลาสบี. สัญญาณจะถูกขยายทั้งสองช่วงแต่ยอดคลื่นช่วงขยายออกมาจึงอยู่ระหว่างคลาส เอ. กับ คลาสบี. เหมาะสำหรับวงขยายกำลัง (Power Amp.) ซึ่งเวลาทำงานต้องใช้วงจรทรานซิสเตอร์สองตัวร่วมกันทำงาน เช่นกัน จึงจะได้คุณภาพดี

2.4 วงจรคลาสซี. (Class C. Ampilifier) จุดทำงานเลยจุดคัทออฟไป สัญญาณที่เข้ามาทางอินพุทจะต้องมีความแรงพอที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์รับรู้กระแส (Conduct) เสียก่อนทรานซิสเตอร์จึงจะทำงาน วงจรขยายคลาสนี้ขยายได้เพียงปลายคลื่นของสัญญาณเพียงเฟสเดียวเท่านั้น ก่อให้เกิดความเพี้ยนสูงที่สุด จึงไม่เหมาะสำหรับการสร้างไว้ฟังเสียง แต่อาจจะเหมาะสำหรับการให้กำลังวัตต์สูง ๆ เพราะสามารถป้อนสัญญาณอินพุทให้มีความแรงได้

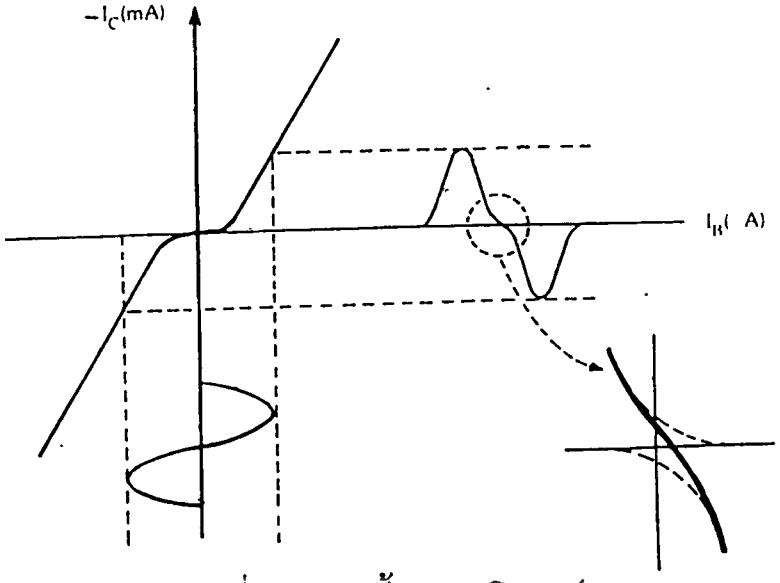


รูปที่37คลาสการขยายต่าง ๆ

วงจรขยายแบบ พุช-พูล (Push-Pull) สัญญาณอินพุทจะแยกเฟสให้ต่างกัน 180° โดยใช้ภาคเอาท์พุท 2 ชุด ชุดหนึ่งขยายครึ่งบวก อีกชุดขยายครึ่งลบแล้วนำสัญญาณมารวมกันโดยใช้ทรานฟอร์เมอร์วงจรขยายจะเป็นคลาส บี.

แต่เนื่องจากคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์ใกล้จุดคัทออฟจะขยายไม่ลิเนียร์ ทำให้เกิดครอสโอเวอร์ดิชทรอชั่น แก้ปัญหาโดยเพิ่มไบอัซให้ทรานซิสเตอร์ทำงานอยู่ในคลาส เอบี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 38 . การเพี้ยนครอสโอเวอร์

3. <u>ลักษณะวงจรเพาเวอร์แอมป์ หรือเมนแอมป์</u>

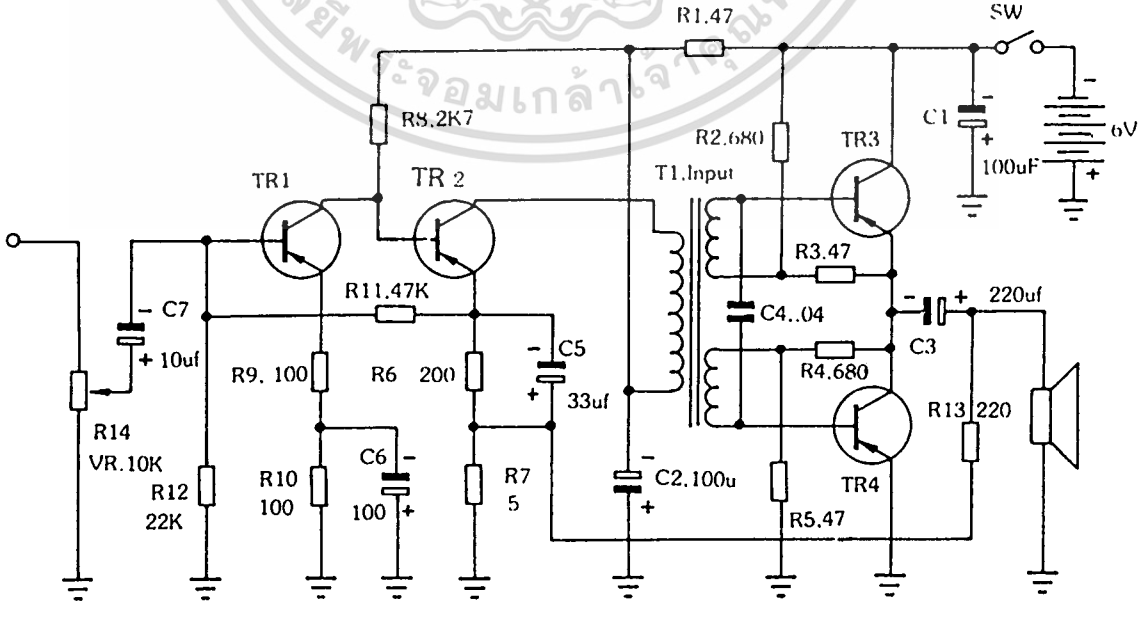
สามารถแบ่งตามลักษณะของวงจรได้ 5 แบบใหญ่ ๆ คือ

3.1 <u>โอพีที.</u> (OPT. : Output Transformer) มีอุปกรณ์สำคัญสองตัว คืออินพุททรานส์ฟอร์เมอร์ กับเอาท์พุททรานส์ฟอร์เมอร์ เป็นตัวทำให้วงจรสามารถขยายสัญญาณเสียงแบบ พุช-พูล อินพุททรานส์ฟอร์เมอร์ทำหน้าที่แยกเฟซของสัญญาณให้ต่างเฟซกัน 180 องศา

ข้อดี : ประหยัดแหล่งจ่ายไฟ โดยใช้แหล่งจ่ายไฟเพียงชุดเดียว

ข้อเสีย : 1. ถ้าต้องการวัตต์สูงเอาท์พุทจำเป็นต้องโตตามไปด้วย ทำให้น้ำหนักมาก, ค่าใช้จ่ายสูง

2. การตอบสนองความถี่ไม่ชัดเจนตลอดย่านความถี่ เนื่องจาก ค่า X_L ของทรานฟอร์เมอร์



รูปที่ 39 วงจรโอพีที.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

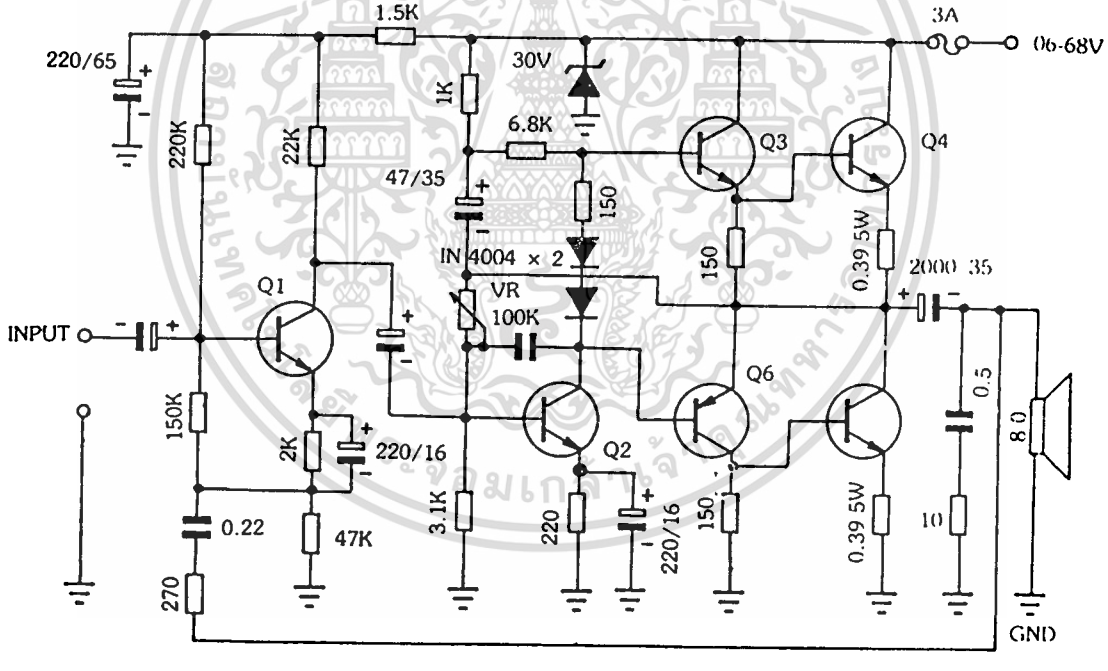
3.2 <u>โอทีเอล.</u> (OTL. : Output Transfomer Less) ภาคเอาท์พุท เป็นทรานซิสเตอร์คู่แมทช์แพร์ (Match Pair) โดยทรานซิสเตอร์ จะแบ่งกันขยายสัญญาณตัวละครึ่งซีก

ข้อดี : 1. ใช้แหล่งจ่ายไฟเพียงชุดเดียว

2. คาปาซิเตอร์ที่จุดเอาท์พุทเป็นตัวป้องกันแรงเคลื่อนไฟฟ้าไม่ให้ออกไปยังลำโพง แม้ว่าการทำงานของวงจรผิดพลาดจนทรานซิสเตอร์ภาคเอาท์พุทเสีย

ข้อเสีย : 1. ทรานซิสเตอร์ คู่แมทช์แพร์ต้องทำงานเหมือนกันทุกประการมิฉะนั้นจะเกิดความเพี้ยนของสัญญาณเอาท์พุท

2. ตอบสนองความถี่ต่ำไม่ดีนัก



รูปที่ 40 วงจรเพาเวอร์แอมป์ โอทีแอลครอซซี่คอมพลีเมนทารี่

---

[1]แมทช์แพร์ (Match Pair) ทรานซิสเตอร์ เอ็นพีเอ็นคู่กับพีเอ็นพี โดยทรานซิสเตอร์ทั้งสองแบบสามารถทำงานได้เหมือนกันทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

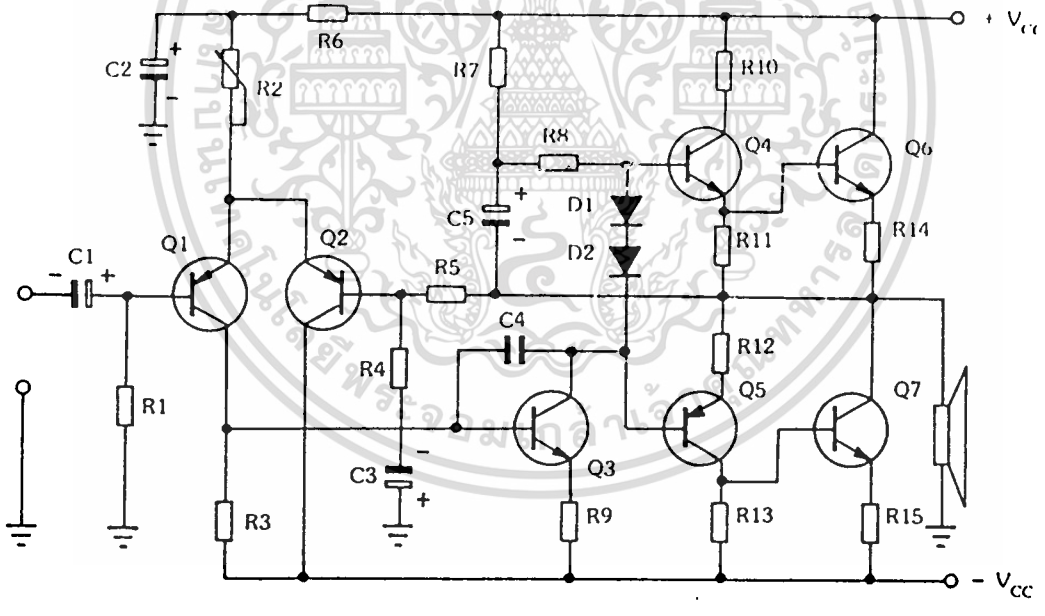
3.3 <u>โอซีแอล.</u> (OCL. Output Condencsor Less) วงจรนี้จะไม่มี คอนเดนเซอร์ตรงจุดออกลำโพง โดยต่อลำโพงเข้าโดยตรง แต่เนื่องจากไบอัสของภาค เอาท์พุทไม่อาจจะใช้ได้อย่างวงจร โอทีแอลได้จึงต้องใช้อย่างแหล่งจ่ายไฟถึง 2 ชุด คือ + Vcc กับ -Vcc

แหล่งจ่ายไฟสองชุดมีเหตุผลคือกระแสทางบวกกับกระแสทางลบเข้ามาหักล้างกันตรงจุดออกลำโพงทำให้จุดออกลำโพงเป็นศูนย์ ลำโพงจึงไม่มีแรงไฟ ดีซี. เข้ามาย้งวอยซ์คอยล์ เพื่อให้จุดออกลำโพงมีค่าแรงดันเป็นศูนย์อย่างแท้จริงจึงต้องมีวงจร ดีฟเฟอเรนเชียล (Differential) บางครั้งยังต้องมีวงจรป้องกันกระแสเอาท์พุทเกิน และวงจรป้องกันลำโพงอีกด้วย เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับลำโพง

ข้อดี : ตอบสนองความถี่ได้ตลอดย่านความถี่เสียง

ข้อเสีย : 1. วงจรยุ่งยากมีวงจรประกอบมากมาย

2. ใช้แหล่งจ่ายไฟ 2 ชุด



รูปที่ 41 วงจรโอซีแอล. ขนาด 30 วัตต์

3.4 <u>บีซีแอล.</u> หรือ บริดแอมป์ (BCL. : Bridge Condensor Less) เป็นวงจรขยายลักษณะ ไอซีแอล. สองชุด มาต่อเข้ากับลำโพงชุดเดียว (อาจเป็นแบบโอทีแอล. ก็ได้) แรงดันออกลำโพงจะเท่ากับศูนย์ กำลังขยายเป็นสองเท่าในเวลาเดียวกัน นิยมใช้กับเครื่องขยายที่มีแรงดันไฟฟ้า จำกัด เช่นรถยนต์

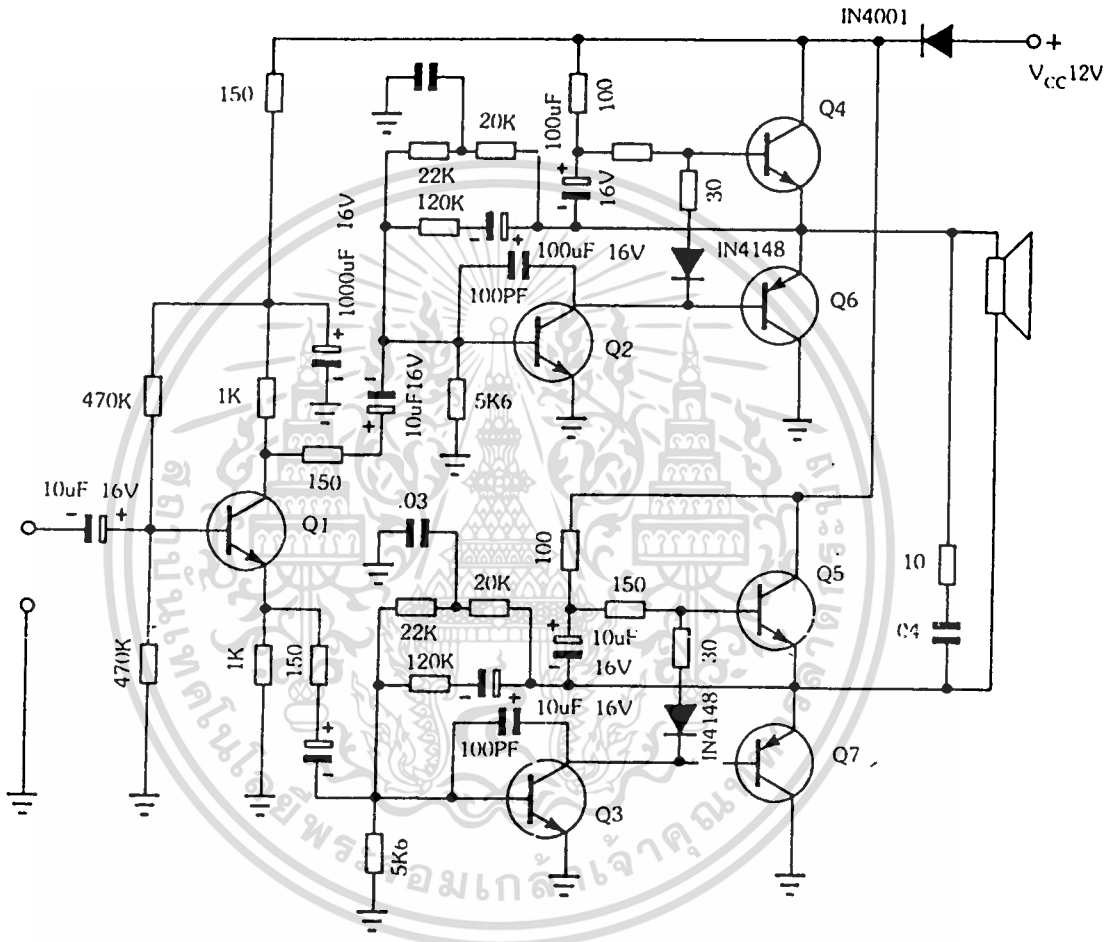
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี : 1. ใช้กับแรงดันไฟชุดเดียว

2. ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ จำกัด

3. กำลังขยาย 2 เท่าในเวลาเดียวกัน

ข้อเสีย : ต้องระวังอย่าให้สายลำโพงต่อลงกราวน์จะทำลำโพงเสียหาย

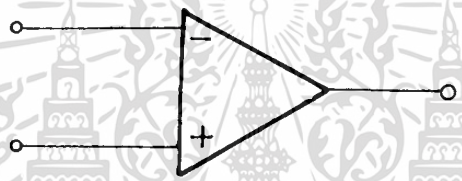


รูปที่42วงจรขยายแบบบริดจ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 <u>ออปแอมป์</u> หรือ โอเปอเรชั่นแนลแอมปลิไฟเออร์ (OP_{AMP} หรือ Operational Amplifier) เป็นวงจรขยายเสียงที่ผลิตแบบโมโนลิทิก (Monolithic)[1] ซึ่งเป็นวงจรที่ประกอบสำเร็จ มีความสะดวกในการใช้งาน และออกแบบวงจร

ข้อดี : 1. ขนาดเล็ก
2. มีความเชื่อถือสูง
3. มีราคาถูก
4. ออกแบบง่าย



รูปที่ 43 สัญลักษณ์อย่างง่ายของออปแอมป์

---

[1]โมโนลิฟิก (Monolithic) เป็นการบรรจุวงจรบนผลึกเดียวกัน ต้นทุนต่ำลง เพราะสามารถผลิตขึ้นเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครโฟน (Microphone)

ไมโครโฟนเป็นเครื่องมือสำหรับเปลี่ยนเครื่องเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า บางครั้งเราเรียกสั้น ๆ ว่า ไมค์ (Mike) กล่าวคือ คลื่นเสียงเกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือนของ แหล่งกำเนิดเสียง เช่น เสียงพูด เสียงดนตรี ทำให้อากาศมีความดันแตกต่างกัน ตามลักษณะ การสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียง วิ่งกระจายออกไปรอบข้าง เหมือนคลื่นน้ำ คลื่นอากาศนี้เมื่อวิ่งมากระทบแผ่นสั่นสะเทือน (Diaphragm) ของไมโครโฟนทำให้สั่นสะเทือนเกิดสัญญาณไฟฟ้าขึ้นตามลักษณะการสั่นของ แผ่นสั่นสะเทือน

ไมโครโฟนแบ่งตามลักษณะการใช้งาน

แบ่งได้ 3 แบบคือ

1. แบบแขวน
2. แบบตั้งโต๊ะ
3. แบบยืน

รูปที่44 ไมโครโฟนแบบต่าง ๆ

ไมโครโฟนแบ่งประเภทตามทิศทางการรับเสียง

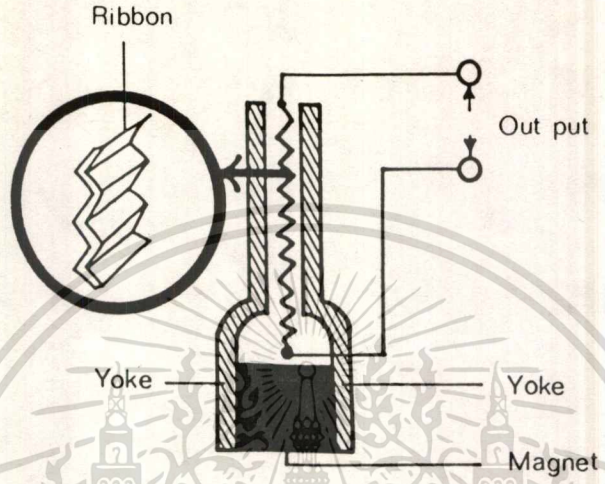
แบ่งได้ 4 ประเภท

1. แบบทางเดี่ยว (One Direction หรือ Unidirectional หรือ Cardiode) รับเสียงทิศทางเดียวเฉพาะด้านหน้ามีทิศทางรับให้มุมกว้างกว่าแบบอื่น ๆ และ ตัดเสียงรบกวนได้เด็ดขาด บางครั้งจะกำหนดค่าการรับเสียงไว้ด้วย

2. แบบสองทาง (Two Directions หรือ Bidirectional) รับเสียงสองทิศทาง คือ ด้านหน้าและด้านหลังใช้กับการพูดสองคน โดยหันหน้าเข้าหากันหรือเป็นกลุ่มไมโครโฟนแบบนี้ได้แก่ ริบบอน หรือ คอนเดนเซอร์

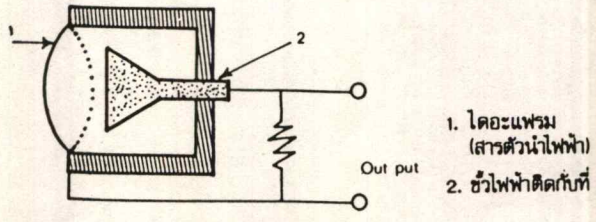
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. <u>ริบบิ้นไมโครโฟน</u> (Ribbon Microphone) หลักการเหมือนไดนามิคไมโครโฟน แต่ใช้โลหะแผ่นบาง ๆ เหมือนริบบิ้นพับซ้อน ๆ กันไว้แทนตัวนำไฟฟ้า คลื่นเสียงเข้าไปทาง yoke ซึ่งมีช่องอยู่ทั่วไปคลื่นเสียงไปทำให้ริบบิ้นสั่นโดยตรง คุณภาพเสียงจะดีมาก แต่ไวต่อเสียงลมและการสั่นสะเทือนภายนอก ฝุ่นละอองเข้าไปในทางช่องอากาศได้ง่าย ๆ



รูปที่ 49 ริบบิ้นไมโครโฟน

6. <u>คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน</u> (Condenser Microphone) โครงสร้างประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าสองขั้ว ขั้วหนึ่งเคลื่อนที่ได้ทำหน้าที่เป็นแผ่นสั่นสะเทือน เรียกว่า "Electrolet Diaphagm" และอีกขั้วหนึ่งอยู่ด้านหลังเมื่อต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง มาตริงขั้วไฟฟ้าทั้งสอง ไว้ตัวไมโครโฟนจะมีคุณสมบัติเหมือนคอนเดนเซอร์ตัวหนึ่ง เมื่อแผ่นอีเล็คโตรเล็คไดอะแฟรม สั่นเนื่องจากเคลื่อนเสียงค่าประจุเปลี่ยนไปทำให้เกิดสัญญาไฟฟ้าคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนมีความไว และคุณภาพเสียงดีมาก โดยเฉพาะเสียงที่มีความถี่สูง



รูปที่ 50 คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. อิเลคโตรเล็คคอนเคนเซอร์ไมโครโฟน Electrolet Condenser Microphone) มีโครงสร้างเหมือนกับคอนเคนเซอร์ไมโครโฟนทุกประการ แต่แทนที่จะใช้กระแสตรง ก็ใช้สารที่มีคุณลักษณะพิเศษที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ในตัวของมันเอง คือสารพวก "Electrolet"มาทำเป็นแผ่นสั่นสะเทือนชั้วด้านหลังใช้ไฟกระแสตรง ตรึงระหว่ากระแสไฟฟ้า ไมโครโฟนแบบนี้มีความไวสูงคุณภาพเสียงดี กินไฟน้อยกว่าแบบคอนเคนเซอร์ธรรมดา

8. สเตอริโอไมโครโฟน (Streo Microphone) อาจเป็นไมโครโฟนแบบใดแบบหนึ่งใน เจ็ดแบบข้างต้น แต่ในไมโครโฟนหนึ่งตัวบรรจุไมโครโฟนไว้ 2 ชุด สำหรับเสียงสองทาง เพื่อบันทึกเสียงแบบสเตอริโอ ไมโครโฟนแบบนี้บางตัวมีที่หมุนปรับมุมระหว่างชุดไมโครโฟนทั้งสอง ทำให้สามารถรับเสียงเป็นสเตอริโอมีความกว้าง ลึก ต่างกัน ไมโครโฟนแบบนี้เรียกว่า "One Point Stereo Microphone"

9. ไมค์ลอย (Wireless Microphone) จะไม่มีสายต่อระหว่าง ไมโครโฟนกับเครื่องขยาย แต่จะส่งสัญญาณไปยังเครื่องขยายโดยคลื่นวิทยุ ส่วนมากจะเป็นคลื่น เอฟ เอ็ม. ดังนั้นที่เครื่องขยายจะต้องมีเครื่องรับสัญญาณวิทยุด้วย

รูปที่ 51 ไมค์ลอย

เทคนิคการใช้ไมโครโฟน

1. เลือกไมโครโฟนให้เหมาะกับสภาพแวดล้อม ประการแรกต้องเลือกประเภทของไมโครโฟนให้เหมาะกับความมุ่งหมายและสภาพแวดล้อมไมโครโฟนต่างกับหูคนมากหูคนเราเลือก และจะได้ยินเฉพาะเสียงที่เราจงใจฟังเท่านั้นส่วนไมโครโฟนจะเก็บเสียงทุกเสียงที่ผ่านเข้ามาดังนั้นสถานที่มีเสียงข้างมากควรเลือก ไมโครโฟนชนิดทางเดียว หรือแบบมุมแคบ แต่ถ้าต้องการ เก็บเสียงรอบข้างก็ต้องใช้แบบรอบทิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไมโครโฟนควรวางห่างจากต้นกำเนิดเสียง เสียง 20-30 เซ็นติเมตรถ้าเอาไมโครโฟนใกล้ ๆ แหล่งกำเนิดเสียงจะรับเสียงที่มีความถี่ต่ำ ๆ ได้ดีเกินจำเป็นทำให้เสียงเพี้ยนเสียงพิม ๆ ฟังไม่ได้ศัพท์ แต่ถ้าจำเป็นแก้ไขไมโครโฟนชนิดที่มีสวิทช์สำหรับตัดเสียงต่ำลง (Low-Cut Switch) หรือ ใช้ วินด์สกรีน[1] (Wind Screen) เข้าช่วย

3. ใช้วินด์สกรีน เมื่อต้องการบันทึกเสียงนอกสถานที่ เพราะจะมีเสียงรบกวนจากกลมมากเป็นพิเศษขณะบันทึกหูของคนจะไม่ค่อยได้ยินเสียงลม แต่เมื่อเปิดฟังแทบจะไม่ได้ยินเสียงพูดเลย

4. เลือกอิมพิแดนส์ ให้เหมาะกับความยาวของสายไมโครโฟน ถ้าแบ่งไมโครโฟนตามขนาดอิมพิแดนส์ อาจแบ่งได้เป็น 2 พวก คือ พวกอิมพิแดนส์ ต่ำ (Low Imperdence) มีอิมพิแดนส์สูง (Hight Inpedence) มีอิมแคนส์ ตั้งแต่ 2k โอห์มขึ้นไป ถ้าจำเป็นต้องต่อสายยาว ๆ ต้องเลือกอิมพิแดนส์ต่ำ เพราะพวกอิมพิแดนส์สูงจะทำให้เกิดเสียงรบกวนได้ง่าย

---

[1]วินสกรีน (Wind Screen) หัวครอบไมโครโฟนอาจทำเป็นลวดข่ายหรือฟองน้ำไมโครโฟนบางตัวอาจมีอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกเสียง (Tape Recorder)

1. **โครงสร้างเครื่องบันทึกเสียง**

โครงสร้างเครื่องบันทึกเสียงประกอบด้วย ส่วนสำคัญดังนี้

1.1 วงจรขยายสัญญาณ สำหรับขยายสัญญาณ เพื่อบันทึกเสียง และสำหรับสัญญาณขาออก

1.2 วงจรผลิตสัญญาณไฟฟ้าสลับ สำหรับไบแอสและลบเทป

1.3 หัวแม่เหล็ก สำหรับเปลี่ยนพลังงานเสียง พลังไฟฟ้า ความถี่เสียง พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ มี 2 แบบคือ

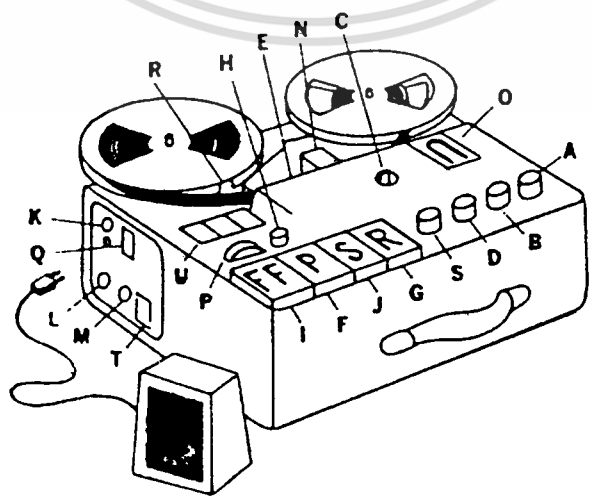
ก) แบบสามหัว (Three Head Type) คือหัวลบ (Eraser Head) หัวบันทึก (Record Head) และหัว กลับ ทำกลับให้เป็นเสียง (Replay Heard)

ข) แบบสองหัว (Two Head Type) คือหัวลบ และหัวบันทึก กับหัวกลับ อยู่ในหัวเดียวกัน แต่มีสวิทช์เปลี่ยนทางเดินของสัญญาณ ซับซ้อนมากขึ้นเท่านั้น ระบบนี้นิยมใช้กับเครื่องบันทึกเสียงขนาดเล็ก เช่น เทปคลาสเซ็ทแต่เมื่อเทียบคุณภาพเสียงแล้วแบบสามหัวจะดีกว่า

1.4 กลไก สำหรับหมุนเส้นเทปบันทึกเสียงให้เคลื่อนที่ คือ มอเตอร์หรือระบบกลไกที่ทำให้เทป เดินหน้า ถอยหลัง ใช้ชิ้นโครนัสมอเตอร์

1.5 มิเตอร์วัดระดับสัญญาณ การบันทึกเสียงระดับความดังของสัญญาณจะมีขีดจำกัด ถ้าเกินขีดจำกัดนั้นไปจะทำให้เสียงเพี้ยน ซึ่งตรวจสอบได้จากมิเตอร์วัดระดับสัญญาณ

1.6 สวิทช์ปุ่มบังคับ ต่าง ๆ



รูปที่ 52 แสดงสวิทช์ปุ่มบังคับต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A สวิทช์ปิดเปิด ซึ่งมักมีตัวอักษรว่า ON-OFF หรือ Power อาจจะมีลักษณะเป็นคันโยกหรือปุ่มกด

B ปุ่มปรับเสียงดังค่อย VOLUME (VOL)

C เข็มบอกระดับการบันทึกเสียง (VU)

D ปุ่มปรับเสียงทุ้มแหลม (TONE)

E ปุ่มร้อยเทป

F ปุ่มเล่นเทปหรือให้เทปเดินหน้า มักเขียนว่า Play หรือ F (Forward) หรือใช้สัญลักษณ์

G ปุ่มควบคุมให้เทปถอยหลัง มักมีตัวอักษรว่า Rewind หรือ Rw หรือใช้สัญลักษณ์

H ปุ่มบันทึกเสียง ใช้อักษร Rec หรือสัญลักษณ์

I ปุ่มควบคุมให้เทปเดินหน้าอย่างรวดเร็ว ตัวอักษรที่ใช้คือ Cue หรือ FF (Fast. Forward สัญลักษณ์เป็น

J ปุ่มหยุดเทป หรือ Stop สัญลักษณ์ที่ใช้คือ

K รูเสียบไมโครโฟน

L รูเสียบแจ๊คต่อเสียงเข้าเมื่อบันทึกเสียงจากต้นเสียงอื่น (Line In)

M รูเสียบแจ๊คต่อเสียงออกภายนอก คือเสียงจากเทปเข้าหูฟัง หรือลำโพง หรือเครื่องมืออื่น ๆ (Line Out)

N หัวบันทึก ในเครื่องบันทึกเสียงส่วนมากหัวบันทึกจะอยู่ใกล้ม้วนเทปมากที่สุด

O ปุ่มควบคุมอัตราเร็ว ซึ่งส่วนมากจะมีอย่างน้อย 2 อัตรา คือ 3 หรือ 7 นิ้ว/วินาที หรืออาจมีมากกว่านี้

P ปุ่มเลือกแถบเสียง

Q สวิทช์ลำโพงหรือมอนิเตอร์

R ก้านหยุดการหมุนของม้วนเทปเมื่อเทปหมดหรือไม่มีเทปผ่าน

S ปุ่มหยุดเทปชั่วคราว (Pause)

T รูเสียบสายควบคุมเครื่อง

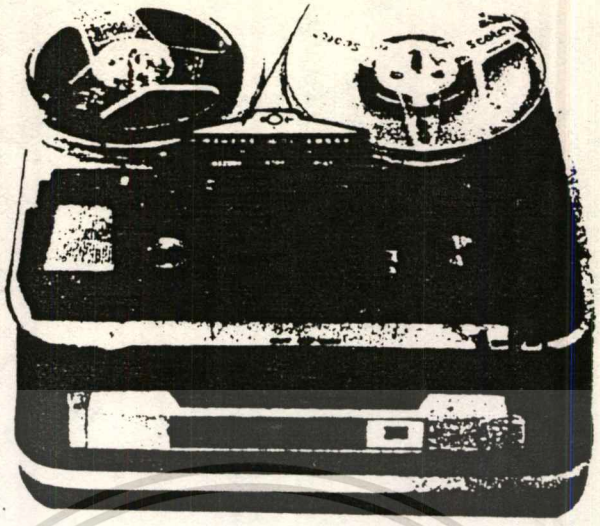
U ปุ่มกดตัวเลขบอกความของเทป

2. **<u>ชนิดของเครื่องบันทึกเสียง</u>**

แบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

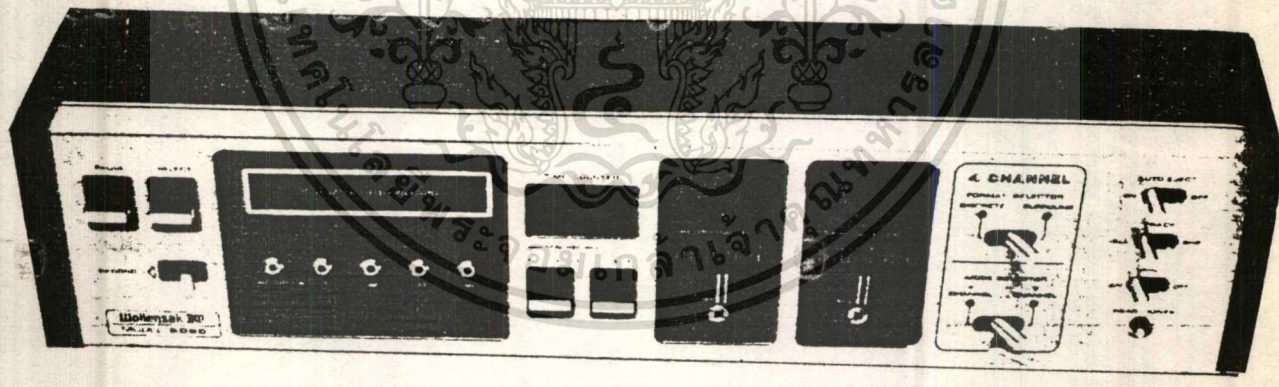
ก) <u>เครื่องบันทึกเสียงแบบธรรมดา</u> (Regular Tape Recorder หรือ Open Reel Tape Recorder) เป็นเครื่องบันทึกเสียงที่ใช้แถบเทปรีล 2 อัน โดยอันหนึ่งมีแถบเทปแต่อีกอันหนึ่งเป็นรีลเปล่า เครื่องแบบนี้มีขนาดใหญ่ และเก็บบันทึกเสียงได้ดีกว่าแบบอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 53 เครื่องบันทึกเสียงแบบธรรมดา

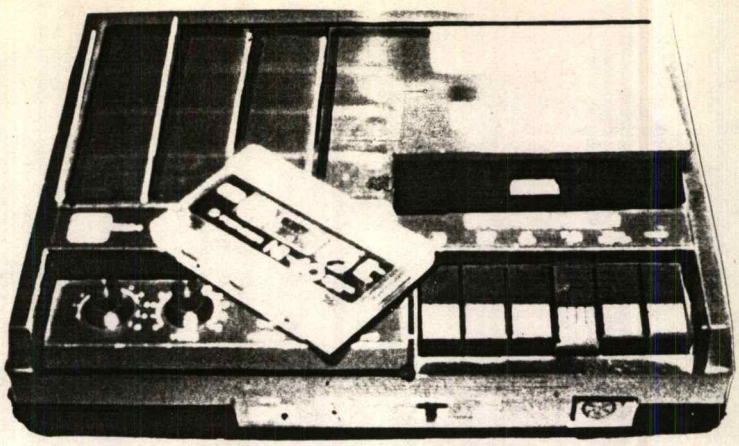
ข) เครื่องบันทึกเสียงแบบคาร์ทริดส์ (Cartridge Tape Recorder) ใช้แถบเทปชนิดรีล 2 อันบรรจุในตลับเดียวกัน โดยที่แถบเทปจะเดินไปเป็นวง เวลาเล่นไม่ต้องกรอกลับ หรือกลับไม่ได้ เมื่อเวลาจะลบและบันทึกใหม่ก็ทำได้ยาก ต้องแกะตลับออกไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน



รูปที่ 54 เครื่องบันทึกเสียงแบบคาร์ทริดจ

ค) เครื่องบันทึกเสียงแบบคลาสเซ็ท (Cassette Tape Recorder) แถบเทปจะอยู่ในตลับเดียวกันมีหัวหมุน 2 หัว มีขนาดเล็กกว่าสองแบบแรก แต่เก็บเสียงได้ไม่ดีเท่าสองแบบแรก เป็นที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



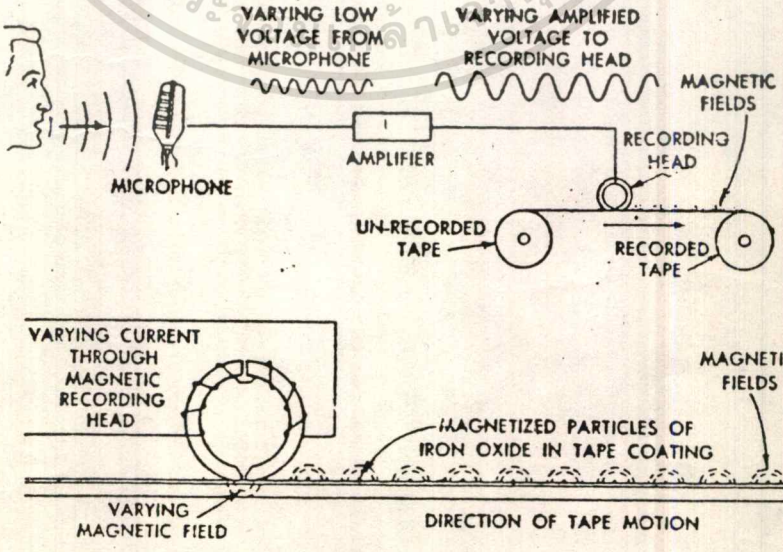
รูปที่ 55 เครื่องบันทึกเสียงแบบคลาสเซตต์

3. **หลักการบันทึกเสียงและการฟัง**

คลื่นเสียง (ตามลักษณะคลื่น) จากแหล่งกำเนิดเสียงจะผ่านไมโครโฟนเพื่อเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าตามลักษณะของคลื่นเสียง และผ่านเครื่องขยาย เพื่อขยายสัญญาณให้แรงขึ้นแล้วส่งต่อไปยังหัวบันทึก

ทางทฤษฎีไฟฟ้าเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดจนเกินสนามแม่เหล็กรอบ ๆ ขดลวด ถ้าพันขดลวดหลาย ๆ รอบบนแกน (Core) สนามแม่เหล็กจะมีอำนาจมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อสนามแม่เหล็กเคลื่อนผ่านขดลวดจะเหนี่ยวนำทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะมากน้อยขึ้นอยู่กับความแรงของสนามแม่เหล็กความเร็วในการเคลื่อนที่ ขนาด และความยาวของขดลวด

สารแม่เหล็กเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็กจะ แสดงอำนาจแม่เหล็กยังคงแสดงอำนาจแม่เหล็กอยู่ได้ แม้จะออกจากสนามแม่เหล็กแล้ว จากหลักการข้างต้นเป็นหลักการทำงานของเครื่องบันทึกเสียง

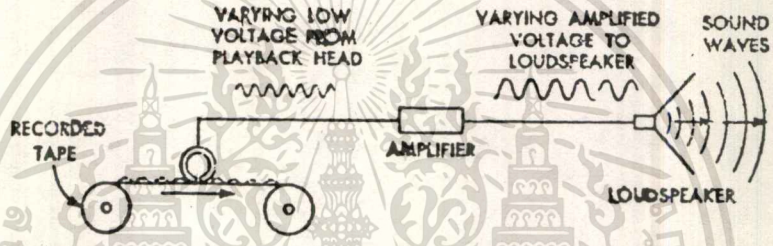


รูปที่ 56 หลักการทำงานของเครื่องบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปไมโครโฟนจะเปลี่ยนสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งถูกขยายด้วยเครื่องขยายเสียง แล้วส่งต่อไปยังหัวบันทึก หัวบันทึกจะมีอำนาจแม่เหล็กมากน้อยตามสัญญาณเสียงแถบเทปซึ่ง มีสารแม่เหล็กฉาบอยู่ผ่านหัวบันทึกจะถูกเหนี่ยวนำให้มีอำนาจแม่เหล็กมากน้อยเหมือนกับหัวบันทึก

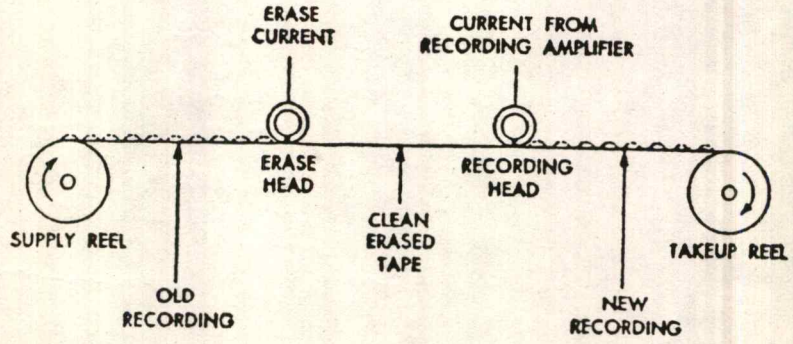
การทำให้เกิดเสียงโดยแถบเทปที่ถูกบันทึกไว้แล้วเคลื่อนผ่านหัวเทป (Play back head) สนามแม่เหล็กบนแถบเทปจะเหนี่ยวทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดในหัวเทปสัญญาณไฟฟ้าออกจากขดลวดส่งไปขยายให้แรงขึ้น แล้วส่งออกลำโพงเป็นสัญญาณเสียง



รูปที่ 57 การเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียง

4. <u>การลบเทป</u>

การลบเทปโดยใช้หัวลบ (Eraser Head) จะทำลายอำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนแถบเทป เทปที่ถูกลบแล้วจะผ่านหัวบันทึกเพื่อบันทึกใหม่



รูปที่ 58 การลบเทป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. <u>รายละเอียดที่จะบอกถึงคุณภาพของเครื่องบันทึกเสียง</u>

เป็นข้อมูลที่บริษัทผู้ผลิตระบุค่าต่าง ๆ ไว้สำหรับ คุณภาพของเครื่องแต่ละเครื่อง

5.1 <u>ผลตอบสนองต่อความถี่</u> (Frequency Response) เป็นความสามารถของเครื่องบันทึกเสียงที่สามารถบันทึกสัญญาณความถี่ต่าง ๆ ได้ดีเพียงใดผลตอบสนองเชิงความถี่จะบอกเป็นจำนวน dB (เดซิเบล) เมื่อเทียบกับกำลังทางออกที่ความถี่หนึ่ง dB เป็นค่าความถี่ได้ดี เครื่องบันทึกเสียงที่ดีควรมีผลตอบสนองต่อความถี่ ของช่วงความถี่กว่ากว้าง 35 H_z-18,000H_z (-3 dB) หรือ $\pm$ 1.5 dB เครื่องเทปคุณภาพปานกลางจะเป็น - 3 dB

* ความเร็วเทปสูงและแถบเทปคุณภาพดี ผลตอบสนองต่อความถี่ก็จะดีไปด้วย

5.2 <u>ความเพี้ยน</u> (Distortion) หมายถึงสัญญาณผิดเพี้ยนไปจากสัญญาณ ที่บันทึก คือ รูปสัญญาณที่ออกมาจะผิดไปจากสัญญาณที่ป้อนเข้ามา ถ้าเพี้ยนมากจะให้เสียงผิดปกติในระดับเสียง ต่าง ๆ กัน ถ้าเพี้ยนน้อยจะทำให้ฟังแล้วคล้ายเสียงเดิม ค่าความเพี้ยนบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ เครื่องบันทึกเสียงที่ดีควรมีค่าเพี้ยนต่ำกว่า 3 %

5.3 <u>เสียงรบกวน</u> (Noise) จะเกิดเมื่อเปิดเสียงดัง ๆ เกิดเป็นเสียงฮัม (Hum) และเสียงซ่า (Hiss) ในเครื่องบันทึกเสียงจะบอกเป็น Signal to Noise Ratio (S/N) คืออัตราส่วนของสัญญาณที่ได้จากเครื่องเทปต่อเสียงรบกวน คิดเป็น dB เครื่องที่มี S/N มาก เป็นเครื่องที่มีคุณภาพดี เครื่องบันทึกเสียงที่ดีควรมี S/N มากกว่า 50 dB ขึ้นไป

5.4 <u>Wow & Flutter</u> คือการเพี้ยนของเสียงที่บันทึกไว้เนื่องจากความเร็วผิดไปอาจช้าหรือเร็วกว่าปกติ Wow เกิดจากาความเร็วผิดปกติในเครื่องเทป Flutter เป็นเสียงที่ขาด ๆ หาย ๆ เกิดจากเมื่อแถบเทปผ่านหัว โดยได้รับแรงกดไม่สม่ำเสมอค่า Wow & Flutter จะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ เครื่องบันทึกเสียงที่ดีควรต่ำกว่า 0.2 % และอาจบอกสัมพันธ์กับความเร็ว เช่น

Wow & Fluttor 0.07 % at $7^1/_2$ IPS.

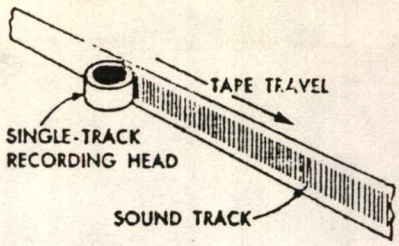
0.14 % at $7^1/_2$ IPS.

5.5 <u>ความเร็ว</u> (Speed) คือ ความยาวของเทปที่เคลื่อนที่ผ่านหัวบันทึก (เป็นนิ้ว หรือเซ็นติเมตร) ใน 1 วินาที มีหน่วยเป็น IPS. (Inch per second) เช่น $7^1/_2$ IPS. เทปที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงจะตอบสนองความถี่สูงได้ดีกว่าเทปที่มีความเร็วต่ำความเร็วของเทปโดยทั่วไปมีดังนี้ $1^7/_8$, $3^3/_4$, $7^1/_2$, 15 และ 30 IPS. (อาจมีมากกว่านี้ก็ได้)

5.6 <u>แถบเสียง</u> (Sond Track) การบันทึกเสียงลงเทปทำได้ 4 แบบคือ

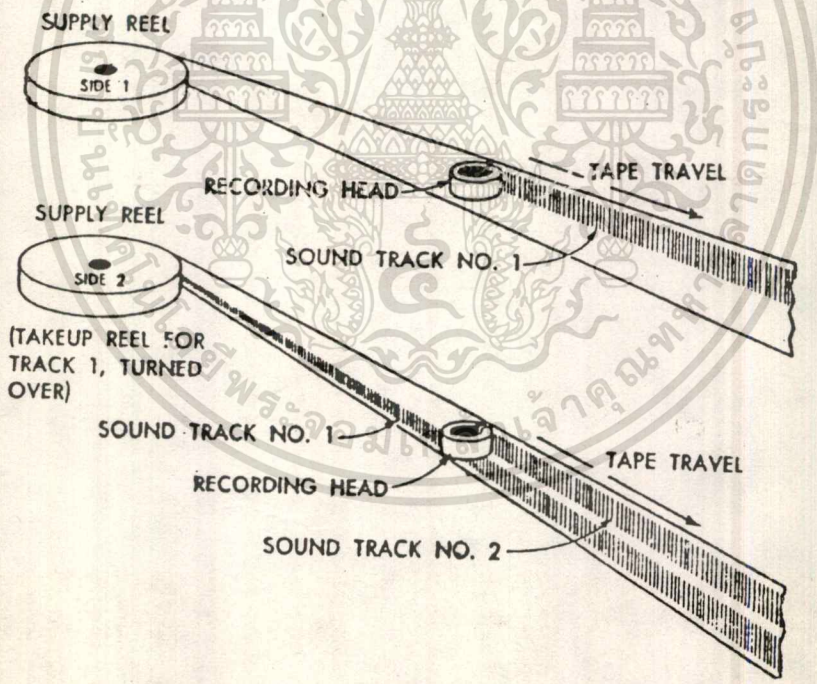
ก) <u>ชนิดเต็มแถบ</u> (Full Track) หรือแถบเดียว (Single Track) แถบเทปถูกบันทึกเต็มแถบเสียงหัวบันทึกจะมีความกว้างเท่ากับแถบเทป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 59 การบันทึกแถบเดียว (Single Track)

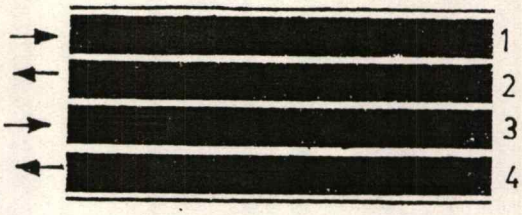
ข) <u>ชนิดสองแถบเดียว</u> (Two Track or Half Track) หรือสองแถบ (Dual Track or Twin Track) เครื่องสามารถบันทึกได้ 2 ครั้ง โดยการเปลี่ยน ทิศทางของแถบเทป หัวบันทึกมีขนาดครึ่งหนึ่งของแถบเทป ถ้าเป็นชนิดแถบสเตอริโอ จะบันทึกได้เที่ยวเดียว



รูปที่ 60 การบันทึกเสียงสองแถบ (Two Track)

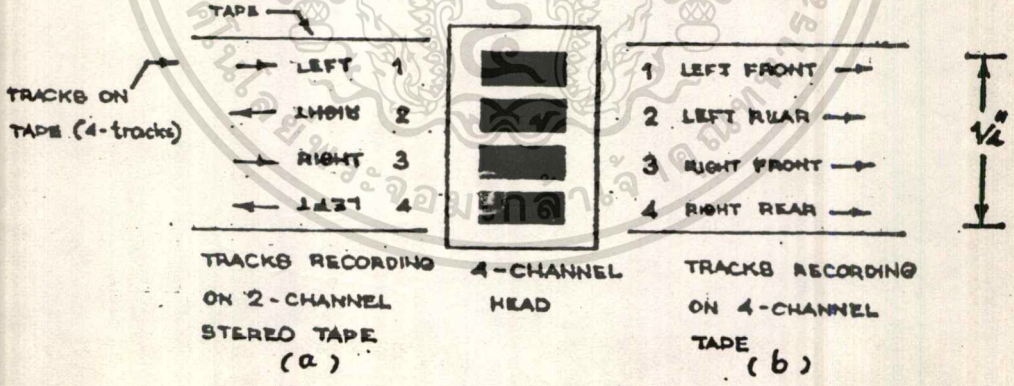
ค) <u>ชนิด 4 แถบเสียง</u> (Four Track or Quarter Track) บันทึกได้สี่เที่ยวหัวบันทึกจะมีขนาด $^{1}/_{4}$ ของแถบเทป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 61 การบันทึก 4 แถบเสียง

ชนิด 4 แถบเสียงจะเป็นแบบสี่แถบสเตอริโอ 2 ช่อง (Four Track Stereo 2 - Channel) หรือสี่แถบสเตอริโอ 4 ช่อง (Four Track Stero 4 - channel) ซึ่งจะทำให้จำแนกทิศทาง และความลึกได้ขึ้นตามลำดับ

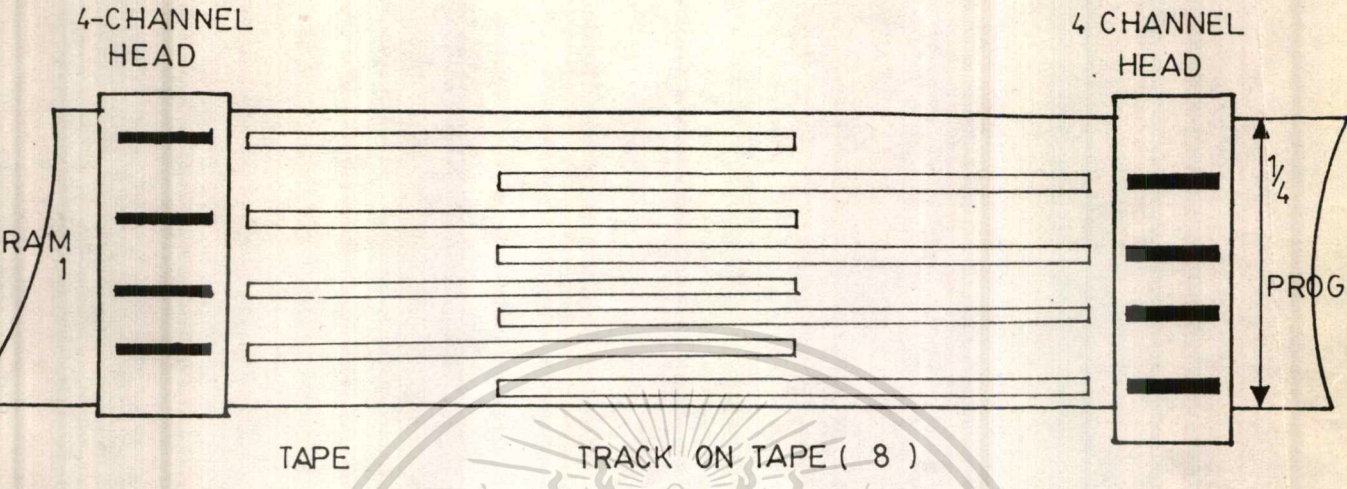


รูปที่ 62 (a) การบันทึก 4 แถบสเตอริโอ 2 ช่อง

(b) การบันทึก 4 แถบสเตอริโอ 4 ช่อง

ง) <u>ชนิดแปดแถบสเตอริโอ 2 ช่อง</u> (Eight Track Stero 2 - channel) และ แปดแถบสเตอริโอ 4 ช่อง (Eight Track Stereo - 4 channel) ซึ่งจะทำให้ใช้กับเทปแบบคาร์ทริดจ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

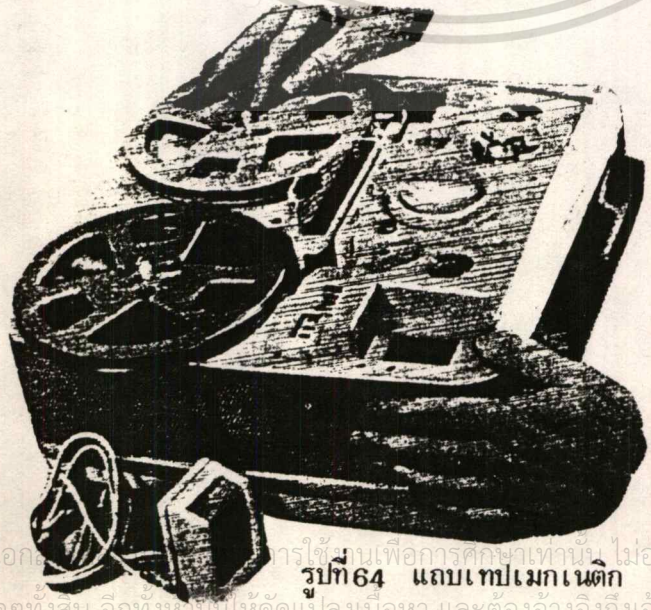


รูปที่ 63 การบันทึก 8 แถบเสตอริโอ 2 และ 4 ช่อง

6. <u>แถบเทป</u> (Mafivetic Tape)

เป็นอุปกรณ์ที่บันทึกเสียงเอาไว้ลักษณะเป็นแถบยาวฉาบด้วยเหล็กออกไซด์บาง ๆ นิยมใช้อยู่ 2 แบบคือ

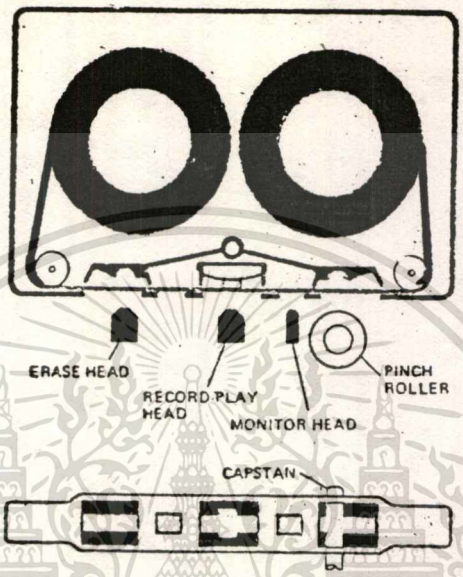
6.1 <u>แถบเทปเมกเนติก</u> หรือแบบม้วนเปิดบรรจุเป็นม้วน และเก็บในกล่องเพื่อจะได้เขียนข้อความบอกได้ มีหลายขนาด เช่น 3", 5", 7" หรือใหญ่กว่านี้



รูปที่ 64 แถบเทปเมกเนติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 แถบเทปคลาสเซ็ท (Cassette Tape) คล้ายแบบแมกเนติก แต่ขนาดเล็กว่า มีม้วนที่บรรจุเทป (Supply reel) และม้วนสำหรับเทป (Take up reel) และตัวบังคับอยู่ในกล่องพลาสติก ด้านข้างมีช่องสำหรับให้หัวเทปสัมผัสจับแถบเทป ด้านตรงกันข้ามจะมีตัวป้องกันการบันทึกซ้ำ (Tab)



รูปที่ 65 แถบเทปคลาสเซ็ท

แผ่นเทปกว้าง $^{1}/_{8}$" ความเร็ว $1^{7}/_{8}$ IPS. สามารถบันทึกแบบ สเตอริโอ 2 ช่อง และ 4 ช่องได้ เทปจะเดินไปทางเดียว การบันทึกหลาย ๆ แถบจึงต้องกลับม้วนเทป

ปัจจุบันเทปคาสเซ็ทมีคุณภาพสูงพอ ๆ กับแบบแมกติกตอบสนองความถี่สูงถึง 15,000H_z หรือมากกว่า โดยใช้แถบเทปพิเศษ และปรับปรุงหัวเทปให้ดีขึ้น แต่จะมีการ Flutter ตอนเริ่มเดินเทป แต่ปัจจุบันปรับปรุงให้น้อยกว่า 0.1%

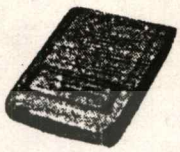
ความยาวของเทปคาสเซ็ท จะบอกเป็นเวลาในการบันทึกสองด้าน ขนาดที่ใช้ทั่วไปมีดังนี้ C-30 , C-40 , C-60 , C-90 , C-120 ตัวเลขคือเวลาเป็นนาทีในการบันทึกได้

ลักษณะของแถบเทปคลาสเซ็ท

1. แบบ Standard แบบมีเสียงรบกวนน้อย (Low Noise) แถบเทปฉาบด้วย Cobalt doped Ferric oxide
2. แบบ Chromium dioxide ($C_r O_2$) คุณภาพสูงเกิดความเพี้ยนน้อย
3. แบบ Ferric oxide ความเพี้ยนน้อยและให้สัญญาณสูง
4. แบบ Ferrichrome แถบเทปเคลือบด้วย $C_r O_2$ และ Feric oxide ให้คุณภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 แถบเทปคาร์ทริดจ์ (Cartriege) ให้คุณภาพเสียงสมบูรณ์ มี 8 แถบเสียง แถบเสียงมีความกว้าง $^{1}/_{4}$ " บรรจุในกล่องพลาสติก โดยปลายทั้งสองข้างต่อกัน ด้านหน้าของกล่องมีช่องให้เทปสัมผัสกับหัวเทป มีความเร็ว $3^{3}/_{4}$ IPS.



รูปที่ 66 แถบเทปคาร์ทริดจ์

7. การเก็บรักษาม้วนเทป

การเก็บรักษาม้วนเทปที่ถูกต้องทำให้ม้วนเทปมีอายุและคุณภาพ คงทน

1. ควรเก็บในที่ ๆ มีอุณหภูมิ 50 - 99 F และความชื้นระหว่าง 40-60 %

2. ไม่ควรเก็บในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก เช่น มอเตอร์ หม้อแปลง เป็นต้น เพราะสนามแม่เหล็กมีผลให้สนามแม่เหล็กในแถบเทปเปลี่ยนแปลง (กล่องโลหะจะป้องกันสนามแม่เหล็กได้อย่างดี)

3. ควรจับม้วนเทปด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากแถบเทปอาจบิดงอ ทำให้เทปเดินไม่สะดวกและอาจขาดได้

4. เมื่อร้อยเทปผ่านหัวเทปจะต้องไม่ให้ตึงหรือหย่อนเกินไปจะทำให้เทปยืดหรือขาดได้

5. ถ้าต้องเก็บเทปไว้เป็นเวลานานควรเก็บในกล่องอย่างดี

6. ตามปกติไม่จำเป็นต้องทำความสะอาดเทป แต่ถ้าไม่สกปรกมากควรใช้ผ้านุ่มทำความสะอาดขณะกรอกลับ

8. การบำรุงรักษาเครื่องบันทึกเทป

1. เมื่อเลิกใช้เครื่องแล้วจะต้องอยู่ในตำแหน่งปกติ โดยเฉพาะลูกยางที่กดเทปให้เดิน ถ้าอยู่ในตำแหน่ง Play Back นาน ๆ จะเสียรูปทรงทำให้เทปเดินความเร็วไม่สม่ำเสมอ

2. เทปที่มีรอยต่อไม่ดีหรือเทปที่บิดงอไม่ควรนำมาใช้เพราะรอยต่อหรือส่วนที่บิดงอจะแข็ง ทำอันตรายต่อหัวเทปได้

3. ควรเก็บเครื่องบันทึกเสียงไว้ ในที่ ๆ ไม่มีฝุ่นและความชื้นโดยใส่กล่องหรือใช้ผ้าคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หัวเทปสกปรกเกิดจากฝุ่น หรือสารที่ฉาบบนแถบเทปทำให้คุณภาพเสียงไม่ดี และเกิดเสียงรบกวนควรทำความสะอาดหัวเทปทุกๆ8ชั่วโมง โดยใช้แปรอ่อน ๆ หรือสำลีพันปลายไม้เปิดที่หัวเทปถ้าเป็นเครื่องบันทึกเสียงขนาดเล็กอาจใช้เทปล้างหัวเทป(Head Cleaning Tape)

5. ควรตรวจความตึงของเทปเดือนละครั้ง เพราะมีผลต่อคุณภาพเสียงและอายุการใช้งาน

6. ใช้หัวทำลายอำนาจแม่เหล็ก (Head Demagnetżer) ทำลายอำนาจแม่เหล็กตกค้างที่หัวเทป เมื่อใช้เครื่องบันทึกไปนาน ๆ

7. การปรับหัวเทป (Head Alignmeat) ตำแหน่งหัวเทปที่ไม่ถูกต้องจะทำให้ประสิทธิภาพของหัวเทปลดลง การปรับตำแหน่งหัวเทป ใช้ม้วนเทปพิเศษสำหรับปรับตำแหน่ง (Alignment Tape) ม้วนเทปนี้จะบันทึกสัญญาณความถี่ต่าง ๆ กัน

8. ตรวจสอบความเร็ว โดยใช้เครื่องตรวจ (Stobos copis speed tester) สำเหตุส่วนใหญ่มาจากสายพานหย่อน

9. หยอดน้ำมันหล่อลื่นตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในคู่มือเท่านั้น และต้องระวังไม่ให้น้ำมันหล่อลื่นถูกชิ้นส่วนที่เป็นยาง ๆ จะทำให้ยางลื่น และเสียรูปทรงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำโพง (Speaker)

ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ออกจากภาคขยายให้เป็นคลื่นความดันอากาศ หรือเสียงอีกครั้งเพื่อกระจายไปสู่ผู้ฟัง หลักการทำงานของลำโพง คือการใช้กระแสสัญญาณไหลผ่านขดลวดตัวนำของวอยสคอยล์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก และแรงผลักดันกันระหว่าง แรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกับแม่เหล็กถาวรเป็นผลทำให้วอยคอยล์เองเคลื่อนที่ขึ้น-ลงตามขนาดของแรงเคลื่อน และทำให้แผ่นโคน (Cone) ของลำโพงซึ่งติดอยู่กับ วอยคอยล์ สั่นสะเทือนเกิดเสียงขึ้น

รูปที่ 67 โครงสร้างของลำโพงไดนามิค

ลำโพงแบ่งตามลักษณะการส่งทอดคลื่นเสียง

1. แบบส่งทอดการสั่นสะเทือนสู่อากาศโดยตรง ลำโพงแบบนี้ แผ่นสั่นสะเทือน (Diaphragm) สัมผัสอากาศโดยตรงไม่มีส่วนอื่นประกอบ ได้แก่ ลำโพงแบบโคน (Cone Type) แบบโดม (Dome Type) แบบหน้าแบน (Flat Type) แบบไฟฟ้าสถิต (Static Type) และแบบไฮโปลิเมอร์ (Hypolimer) เป็นต้น

2. แบบส่งทอดเสียงทางอ้อมหรือแบบฮอน (Horm Type) เมื่อไดอะแฟรมสั่นสะเทือนตามลักษณะคลื่นเสียง ทำให้เกิดเสียงแล้ว ฮอนจะทำหน้าที่รวมและสะท้อนเสียงออกมาตามทิศทางของปากฮอนอีกทีหนึ่ง ลำโพงประเภทนี้ ได้แก่ ลำโพง PA. (Public Address Speaker) ลำโพงมิดเรงจ์ (Midrange) ลำโพงเสียงสูง (Tweeter) ลำโพง BACK

---

[1]BACK Lodm เป็นลำโพงที่ใช้กับระบบเสียง Hi-Fi Speaker เสียงที่มีความถี่สูง จะออกมาจากด้านหน้าของ ไดอะแฟรมโดยตรง ส่วนเสียงต่ำกว่าที่กำหนดจะถูกรวมและสะท้อนจากด้านหลังของไดอะแฟรมไปตามโทรโข่ง ซึ่งงอมาทางด้านหน้า Load Horn[1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำโพงแบ่งตามหลักการสั่นสะเทือน

1. แบบไดนามิค (Dynamic Speaker) ขดลวดตัวนำเป็นตัวเคลื่อนตามแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นตามสัญญาณเสียง จึงเรียกว่าแบบ Moving Coil เช่น ลำโพงแบบโคน แบบหน้าแบน แบบโดม เป็นต้น

2. แบบริบบิ้น (Ribbon Speaker) อาศัยกฎเกณฑ์เดียวกับแบบไดนามิค แต่มีแผ่นอะลูมิเนียมบาง ๆ เหมือนริบบิ้น วงอยู่ระหว่างสนามแม่เหล็ก ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้า แผ่นไดอะแฟรมและฝาครอบไปในตัว ตอบสนองความถี่สูง ๆ (เสียงแหลม) ได้ดี บางตัวสูงถึง 100KH$_z$

3. แบบไฟฟ้าสถิต (Electrotatic Speaker) ประกอบด้วยแผ่นขั้วไฟฟ้าสองแผ่น แผ่นหนึ่งเคลื่อนที่ได้ อีกแผ่นติดแน่นไว้กับที่ แล้วประกอบเข้าด้วยกัน มีคุณสมบัติเหมือนคอนเดนเซอร์ต่อขั้วทั้งสองเข้าไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อปล่อยสัญญาณไฟฟ้าเข้าไปจะทำให้ค่าของแรงไฟฟ้าสถิตเปลี่ยนแปลง ทำให้ขั้วที่เคลื่อนที่ได้สั่นสะเทือนเกิดเสียงขึ้น ขั้วไฟฟ้ามีทำหน้าที่เป็นแผ่นไดอะแฟรมของลำโพง ซึ่งส่วนใหญ่ทำด้วยอลูมิเนียมบาง ๆ ขบวนการใช้ยุ่งยาก และเปราะบางต่อการกระแทกของเสียง

4. แบบไฮโปลิเมอร์ (Hypolimer) อาศัยคุณสมบัติของสารบางอย่างเมื่อปล่อยแรงดัน ไฟฟ้าไปตรึงจะเกิดการหดขยายหรือบิดตัวตามแรงดันไฟฟ้า การขยาย หด และบิดตัวของสารเหล่านี้ทำให้เกิดคลื่นเสียง บางทีเรียกว่าลำโพงความดันไฟฟ้า (Piezoelectric) ตอบสนองความถี่ช่วงแคบ นิยมใช้กับหูฟังเล็ก ๆ เพราะโครงสร้างง่ายสะดวกต่อการทำ

5. แบบฮิล (Hill Type) มีโลหะแผ่นบาง ๆ ผบซ้อนกันเหมือนม่านแอคโคเดี้ยน[1] อยู่ระหว่างสนามแม่เหล็ก ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าจะหดหรือขยายตัวตามสัญญาณไฟฟ้า ทำให้อากาศที่อยู่ระหว่างรอยพับ และแผ่นโลหะเกิดการสั่นสะเทือนเป็นเสียงขึ้น

6. แบบแม่เหล็กไฟฟ้า ลักษณะคล้ายกับแบบ Moving Coil แต่ส่วนที่เป็นแม่เหล็ก แทนที่จะเป็นแม่เหล็กถาวร ก็เป็นแม่เหล็กไฟฟ้าไม่นิยมใช้เพราะช่วงคลื่นแคบ และมีเสียงเพี้ยนมาก

7. แบบ Iron Speaker อาศัยการกระโดดของไฟฟ้าจากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่ง ทำให้อากาศสั่นสะเทือนเกิดเป็นเสียงขึ้น

---

[1] แอคโคเดี้ยน (Accordion) เครื่องตรี ประเภทหีบเพลงชัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำโพงแบ่งตามลักษณะการใช้งาน

1. ลำโพงไฮฟาย (High Fidelity Speaker) มีความเที่ยงตรงสูงสามารถสนองความถี่ทุกความถี่เสมอกัน และไม่มีเสียงเพี้ยน

2. ลำโพงเครื่องดนตรี เครื่องดนตรีไฟฟ้า จะมีวงจรขยายและลำโพงอยู่ด้วยกัน เช่น กีต้าไฟฟ้า ออร์แกน อีเล็คโทน เป็นต้น

3. ลำโพง พี.เอ. (Public Address Speaker) ใช้กับงานกลางแจ้ง คุณภาพเสียงต่ำ

4. ลำโพงมอนิเตอร์ (Monitor Speaker) ใช้ควบคุมเสียงในสถานีวิทยุ ห้องบันทึกเสียง ฯลฯ คุณภาพของลำโพงดีพิเศษ

ลำโพงแบ่งตามช่วงคลื่นของเสียง

1. ลำโพงแบบเต็มช่วงคลื่นออดิโอ (Full-Range Speaker Unit) ตอบสนองความถี่เสียงทั้งหมดตั้งแต่ $2H_z$ ถึง 20 KH_z อาจมีโคน (Cone) อันเดียวหรือสองอันสำหรับเสียงต่ำหรือเสียงสูง หรือแบบผสม คือมีโคนเสียงต่ำ แล้วมีลำโพงเสียงสูงเอาไว้ตรงกลาง

2. ลำโพงแบบมัลติเวย์ (Multi Ways Speaker Unit) ลำโพงแต่ละตัวจะตอบสนองความถี่แต่ละช่วงอาจเป็น สองหรือ สามช่วงความถี่

2.1 ลำโพงตอบสนองความถี่ต่ำ เรียกว่า วูฟเฟอร์ (Woofer)

2.2 ลำโพงตอบสนองความถี่กลาง เรียกว่า สโคเกอร์ (Squawker) หรือ มิดเรงจ์ (Midrange)

2.3 ลำโพงตอบสนองความถี่สูง เรียกว่า ทวิตเตอร์ (Tweeter)

ลำโพงที่ดีควรจะมีลักษณะ

1. ตอบสนองความถี่ได้ทุกระดับความถี่ โดยเฉพาะความถี่ ออดิโอ (Audio Frequency)

2. ความดังเท่ากันทุกระดับความถี่ เมื่อความดันไฟ (ความต่างศักย์) เท่ากัน

3. ประสิทธิภาพและไวสูง (Eifficiency and Sensitivety) สัญญาณไฟเพียงเล็กน้อยก็ทำให้เกิดเสียงดังได้

4. เสียงสม่ำเสมอไม่เกิดเสียงเพี้ยนจากตัวลำโพงเอง และสามารถตัดเสียงรบกวนได้

ตู้ลำโพง

การเกิดเสียงของลำโพง เกิดจากการสั่นสะเทือนของโคน Cone มีการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลัง เมื่อโคนเคลื่อนที่ไปด้านหน้าทำให้อากาศที่เคลื่อนที่มีความหนาแน่นสูงขณะเดียวกันอากาศที่อยู่ด้านหลังโคนจะมีความหนาแน่นต่ำ เพราะผิวโคน โดนคลื่นหนีกลายเป็นคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่นต่ำ (หลุม) มาหักล้างกับคลื่นอากาศด้านหน้าทำให้เสียงหายหรือเบาลง โดยเฉพาะคลื่นเสียงต่ำ ๆ วิธีแก้ คือกันคลื่นเสียงทางด้านหน้า และ คลื่น ความหนาแน่นต่ำด้านหลังออกจากกันโดยใช้แผ่นกั้น แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำให้ได้เพราะต้องใช้แผ่นกั้นขนาดใหญ่ไพศาลมาก จึงแก้ปัญหาโดยชิงอากาศจากด้านหลังไว้ทำเป็นลักษณะของตู้ลำโพง

1. <u>วัสดุทำตู้ลำโพง</u>

การเลือกวัสดุที่จะนำมาทำตู้ลำโพงมีจุดมุ่งหมายเพื่อ

- เพื่อผลต่อคุณภาพของเสียง
- เพื่อความคงทนสะดวกต่อการประกอบ
- สวยงามเคลื่อนย้ายได้ง่าย

ตู้ลำโพงประกอบด้วยสามส่วน คือ ตู้ลำโพงวัสดุดูดกลืนเสียงภายใน และกระบังหน้า (Front Grill)

1.1 <u>ตู้ลำโพง</u> ทำหน้าที่กั้นคลื่นเสียงด้านหน้ากับด้านหลังโคน วัสดุผลิตต้องแข็งแรง ไม่เกิดการสั่นสะเทือนตามคลื่นเสียงของลำโพง และไม่ทำให้เกิดเสียงแทรกซ้อน วัสดุดีที่สุด ได้แก่ แผ่นคอนกรีต หรือหินแผ่น แต่ทำได้ยากจึงใช้วัสดุอื่น เช่น ไม้อัดหนา ไม้อัดแบบซ้อนกันหลายแผ่น ไม้อัดแบบ ลัมเปอร์คอร์ (Lumber core) และแผ่นพาร์ติเคิ้นบอร์ด (Particle Board) เป็นต้น

1.2 <u>วัสดุดูดกลืนเสียงภายใน</u> ทำหน้าที่กันเสียงสะท้อนจากด้านหลังของตู้ลำโพงมากระทบแผ่นโคน ส่วนมากใช้ ผ้าใยแก้ว (Glass Wool) ผ้าใยหิน (Rock Wool) ผ้าสำลี และพวกฟองน้ำ เป็นต้น

1.3 <u>กระบังหน้าตู้</u> ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับลำโพง และตกแต่งให้สวยงาม ต้องเป็นวัสดุที่ไม่ทำให้คุณภาพเสียงเปลี่ยนแปลง เช่น ผ้าบุลำโพง ตะแกรงโลหะ ตะแกรงไม้

2. <u>ประเภทของตู้ลำโพง</u>

2.1 <u>ตู้ลำโพงแบบปิด</u> (Closed Cabinet หรือ Air Suspension) ตู้ลำโพงจะปิดสนิท อากาศเข้าออกไม่ได้ทำให้โคนเคลื่อนที่ไม่สะดวกเพราะต้องต้านกับแรงดันอากาศภายในซึ่งแก้โดยทำตู้ลำโพงให้ใหญ่ขึ้น และใช้วัสดุที่แข็งแรงไม่ให้ตู้อื่นสั่นสะเทือนเกิดคลื่นเสียงได้ แต่ก็ยังมีปัญหาคลื่นเสียงจากแผ่นหลังโคนกระทบตู้ด้านหลัง แล้วสะท้อนมากระทบโคนอีก ซึ่งเป็นจังหวะหักล้างการสั่นของโคน ทำให้เสียงต่ำค่อยลง แก้ไขโดยใช้ตู้ที่มีขนาดพอเหมาะซึ่งมีอัตราส่วนเท่ากับ 7:5:3 คือ ส่วนสูง 7 ส่วน, กว้าง 5 ส่วน, หนา 3 ส่วน แล้วภายในบุสารดูดกลืนเสียง

2.2 <u>ตู้ลำโพงแบบเบสรีเฟลกส์</u> (Bass-Reflex Cabinet) ตู้ลำโพงเจาะรูให้มีอากาศออกมาทางด้านหน้ามี สองแบบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก) แบบต่อดัคต์ (Duct) คลื่นเสียงจะเดินทางผ่านช่องดัคต์ ซึ่งทำให้ได้จังหวะมาเสริมกับคลื่นด้านหน้าโคนพอดี

ข) แบบต่อดรัมโคน (Drum Cone) เหมือนแบบแรก แต่แทนที่คลื่นหลังจะออกมาโดยตรงก็มาถ่ายทอดแรงกระทบให้ดรัมโคนอีกต่อหนึ่ง

2.3 แบบมุมห้อง (Corner reflex) เหมือนกับตู้ลำโพงแบบเบสรีเฟลกส์ชนิดดัคต์ แต่มีช่องดัคต์อยู่ข้าง ๆ ทั้งสองข้างขนาดไปกับฝาผนัง (ลำโพงแบบนี้ต้องตั้งไว้มุมห้องเสมอ)

2.4 แบบฮอร์น (Horn Load Speaker) แบบนี้ไม่ใช่ตู้เป็นการต่อโทรโข่งยาว ๆ มาข้างหน้า โทรโข่งนี้จะต้องยาวและใหญ่ เสียงต่ำจะชัดเจนขึ้น ซึ่งในทางปฏิบัติไม่เหมาะใช้ภายในบ้าน จึงได้ปรับปรุงเป็นอีกสองแบบ คือ แบบ ต่อโทรโข่งออกมาด้านหน้า (Front Load Horn Speaker) และแบบ Back Load Horn Speaker ซึ่งดูภายนอกจะเหมือนกับตู้ลำโพงธรรมดา

3. ระบบลำโพง

มี 2 แบบคือ

3.1 แบบทางเดียว (Single Way) คลื่นเสียงจะออกที่ลำโพงเดียวกันทั้งหมด ลำโพงจึงต้องใช้ประเภทฟูลเรงจ (Full Rang) จะเป็นโคนเดียว สองโคน หรือแบบผสมก็ได้ คุณภาพเสียงไม่ดีนักเพราะเกิดการข่ม และหักล้างกันเอง

3.2 แบบหลายทาง (Multi Way)

ก) แบบดิไวดิง เนทเวอร์ค (Dividing Network หรือ Class Over Network) แบ่งคลื่นสัญญาณที่ออกจากภาคขยาย เป็นช่วงความถี่นิยมแบบสองทาง (Two Way Speaker System) หรือ สามทาง (Three Way Speaker System) โดยใช้ คอยล์ (Coil) และคอนเดนเซอร์เป็นตัวแยกช่วงความถี่

ข) แบบมัลติแอมป์ (Mulitip Amp.) แบบนี้จะมีภาคขยายหลักสำหรับแต่ละช่วงความถี่ โดยมี ฟิลเตอร์ (Multi Band Filter) แยกคลื่นสัญญาณจากปรีแอมป์เป็นสัญญาณความถี่ สูง-กลาง-ต่ำ ไปยังวงจรขยายหลักแล้วแต่ละตัวจึงจะออกลำโพง นั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ (Overhead Projector)

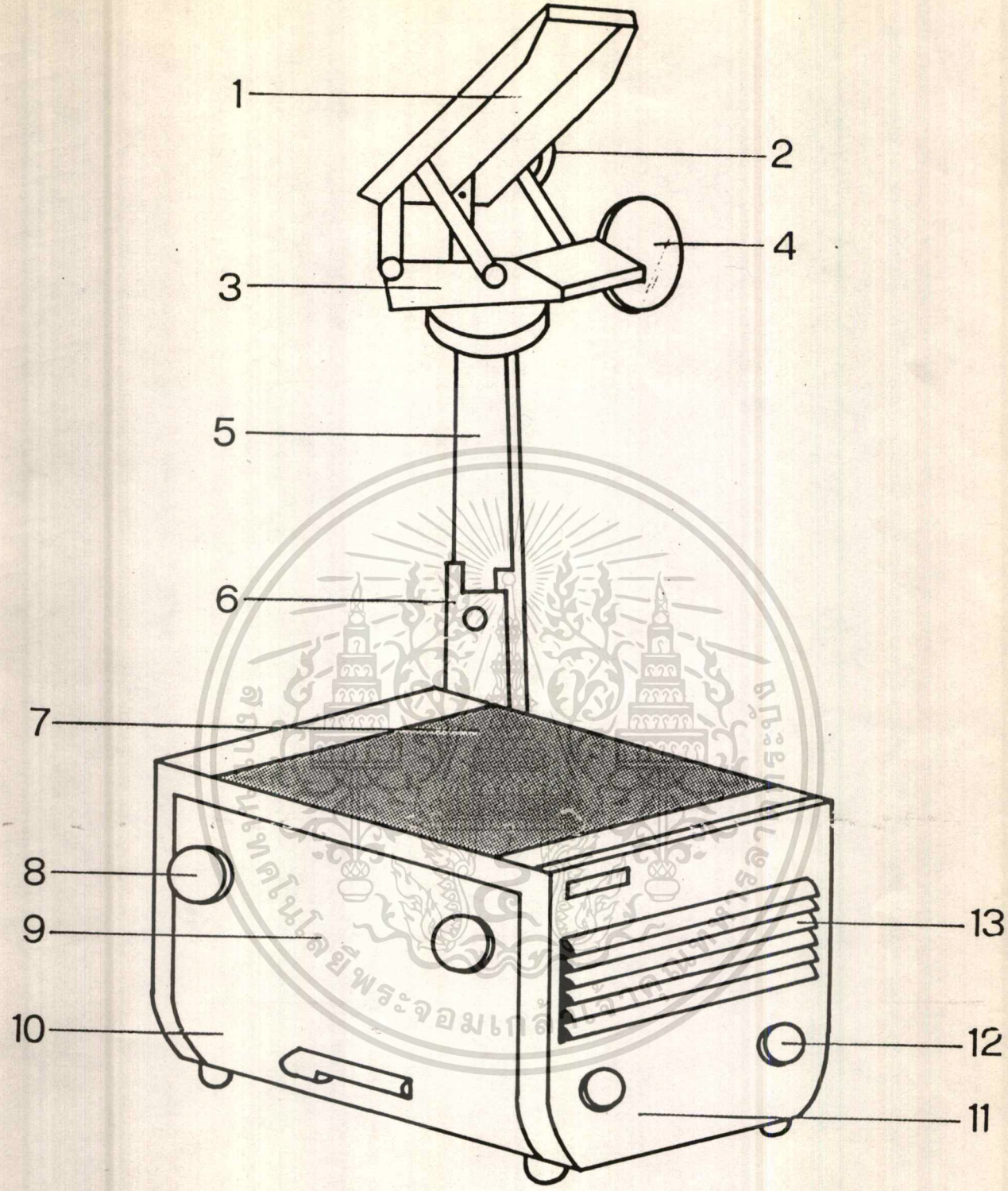
เป็นอุปกรณ์การเรียนการสอน ที่ประดิษฐ์ใช้แทนกระดานดำและชอล์ก ซึ่งสะดวกต่อการใช้งานมีข้อดี คือ

- สามารถอธิบายเรื่องยาก ๆ ได้ดีกว่ากระดานดำ
- ผู้บรรยายหันหน้าให้ผู้ฟังตลอด
- วัสดุ หรือ แผ่นใช้จัดหาได้ง่าย
- ผู้บรรยายเตรียมแผ่นใส่ล่วงหน้าได้
- ทำภาพซ้อนหรือเทคนิคพิเศษเพื่ออธิบายเนื้อหาที่ซับซ้อน
- ฉายได้ทั้งภาพ ขาว-ดำ และภาพสี
- ไม่ต้องควบคุมแสงขณะฉาย เช่น เครื่องฉายประเภทอื่น

เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เป็นระบบฉายอ้อม (เครื่องฉายมี 3 แบบ คือ ฉายตรง, ฉายโดยทางอ้อม, ฉายโดยการสะท้อน) มีส่วนประกอบดังนี้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



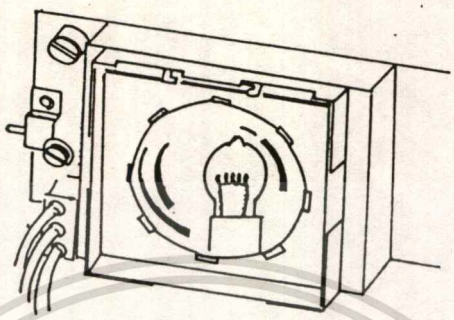
รูปที่ 68 ส่วนประกอบเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

1. กระจกฉาย
2. ปุ่มปรับกระจกฉาย
3. หัวฉายและเลนส์ฉาย
4. กระจกดูภาพ
5. แขน
6. ปุ่มปรับความชัด
7. แท่นวางภาพ
8. ปุ่มเลื่อนม้วน
9. ที่ปรับกรองแสง
10. ปุ่มเลื่อนความเข้ม ของแสง
11. สวิทช์ปิดเปิดไฟ
12. ปุ่มปรับความชัด
13. ฝาครอบม้วนภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

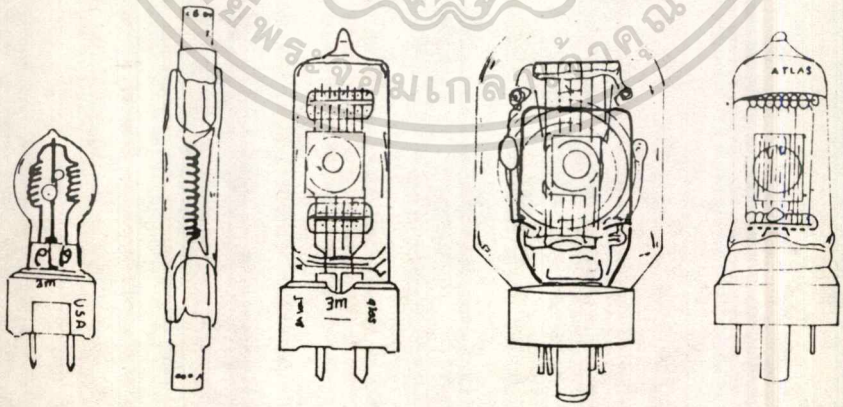
1. **ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ**

1.1 จานสะท้อนแสง มีลักษณะเป็นจานครึ่งวงกลมผิวสะท้อนแสงได้ดี



รูปที่ 69 จานสะท้อนแสง

1.2 หลอดฉาย เป็นต้นกำเนิดแสง แบบเก่าใช้หลอดทังสะเตนขนาดใหญ่ ปัจจุบันนิยมใช้หลอดควอทซ์ หลอดฮาโลเจน หลอดบางชนิดมีจานสะท้อนแสงในตัว



รูปที่ 70 หลอดฉายแบบต่าง ๆ

1.3 พัดลมระบายอากาศ เป็นพัดลมชนิดดูดอากาศร้อนออกจากเครื่องฉาย เป็นพัดลมแบบใบพัด บางชนิดเป็นทรงกระบอก

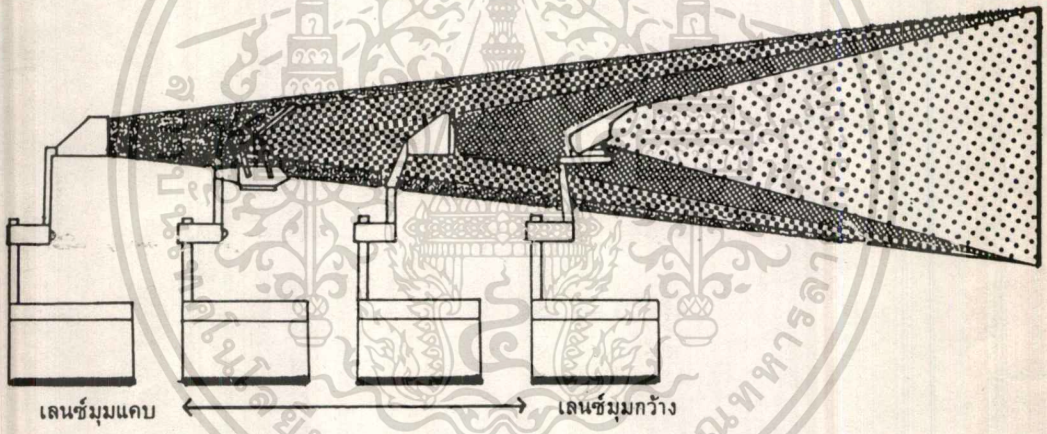
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 เลนซ์เกลี่ยแสง (Fresnel Lens) มีลักษณะเป็นเลนซ์ลายก้นหอย ทำหน้าที่เกลี่ยแสงให้มีความสว่างสม่ำเสมอ ทั่วเนื้อที่ฉาย (ถ้าเลนซ์นี้ไม่อยู่ในแนวขนานจะทำให้เกิดแสงสีน้ำตาลในบริเวณนั้น)

1.5 แท่นวางภาพ เป็นกระจกทนความร้อนวางอยู่เหนือเลนซ์เกลี่ยแสงเป็นแท่นรองรับแผ่นภาพโปร่งใสมีขนาด 10"X10" (แบบใหม่)

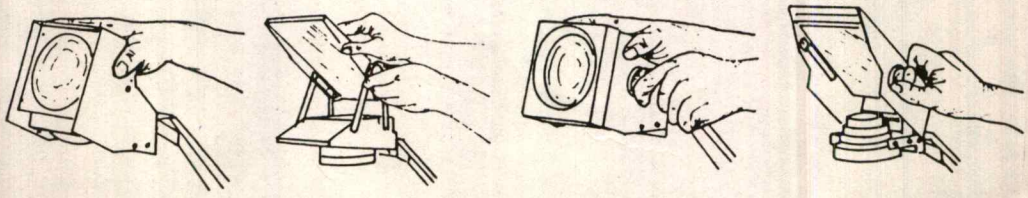
1.6 ปุ่มปรับความชัด เป็นตัวปรับโฟกัสโดยปรับระยะห่างของแท่นวางภาพกับเลนซ์ฉาย โดยการเลื่อนขึ้นลง

1.7 เลนซ์ฉาย มีลักษณะเป็นชุดของเลนซ์เครื่องฉายบางแบบจะเป็นเลนซ์รวมเป็นชุดเดียวกันอยู่ด้านล่างของหัวฉาย แต่แบบจะเป็นเลนซ์ 2 ตัว แยกติดตั้งในแนวตั้ง และแนวนอน โดยมีทางยาวโฟกัสหลายขนาด ซึ่งทำให้มุมการฉายกว้างต่างกัน เลนซ์ปกติมีทางยาวโฟกัส 300 มม. ถ้าเป็นเลนซ์มุมกว้าง (Wide angle Lens) ภาพจะใหญ่ขึ้น ถ้าเป็นเลนซ์ฉายมุมแคบ (Telephoto Lens) ก็จะได้ภาพขนาดเล็กลง



รูปที่ 71 แสดงเครื่องฉายที่ใช้เลนซ์ฉายที่มีทางยาวโฟกัสต่างกัน

1.8 กระจกฉาย เป็นกระจกเงาติดอยู่ในหัวฉายวางทำมุมกับแท่นฉายทำให้สามารถปรับภาพฉายให้สูงต่ำ ตามต้องการ ปรกติจะปรับมุมได้ระหว่าง 30-35 องศา



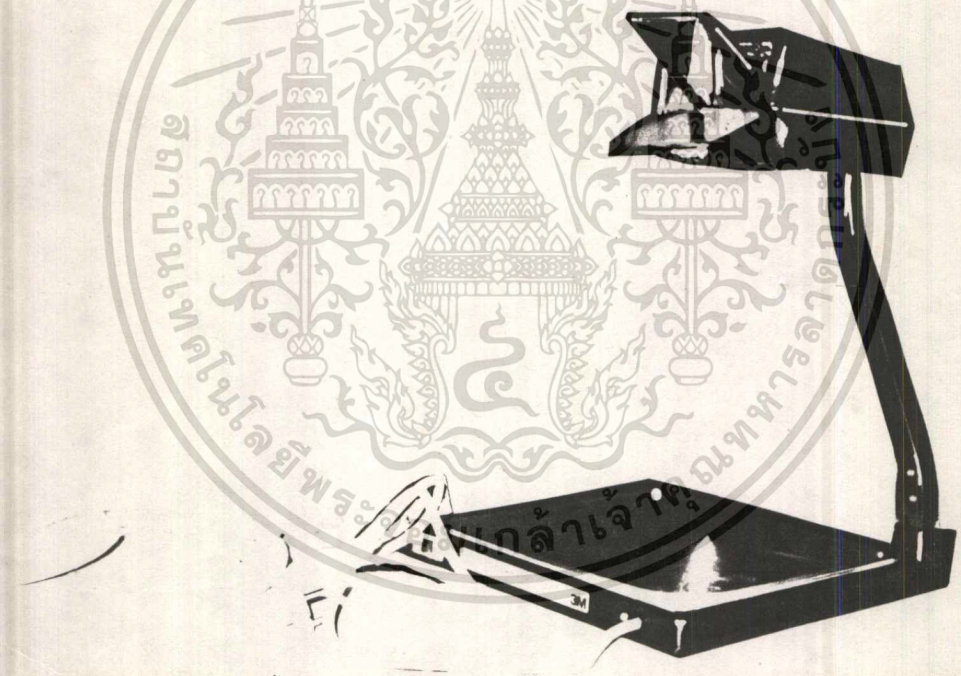
รูปที่ 72 แสดงหัวปรับกระจกเงาสะท้อนแสงแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **ชนิดของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ**

สมาน งามสนิท สรุปประเภทของฉายภาพข้ามศีรษะมี 3 ชนิด คือ

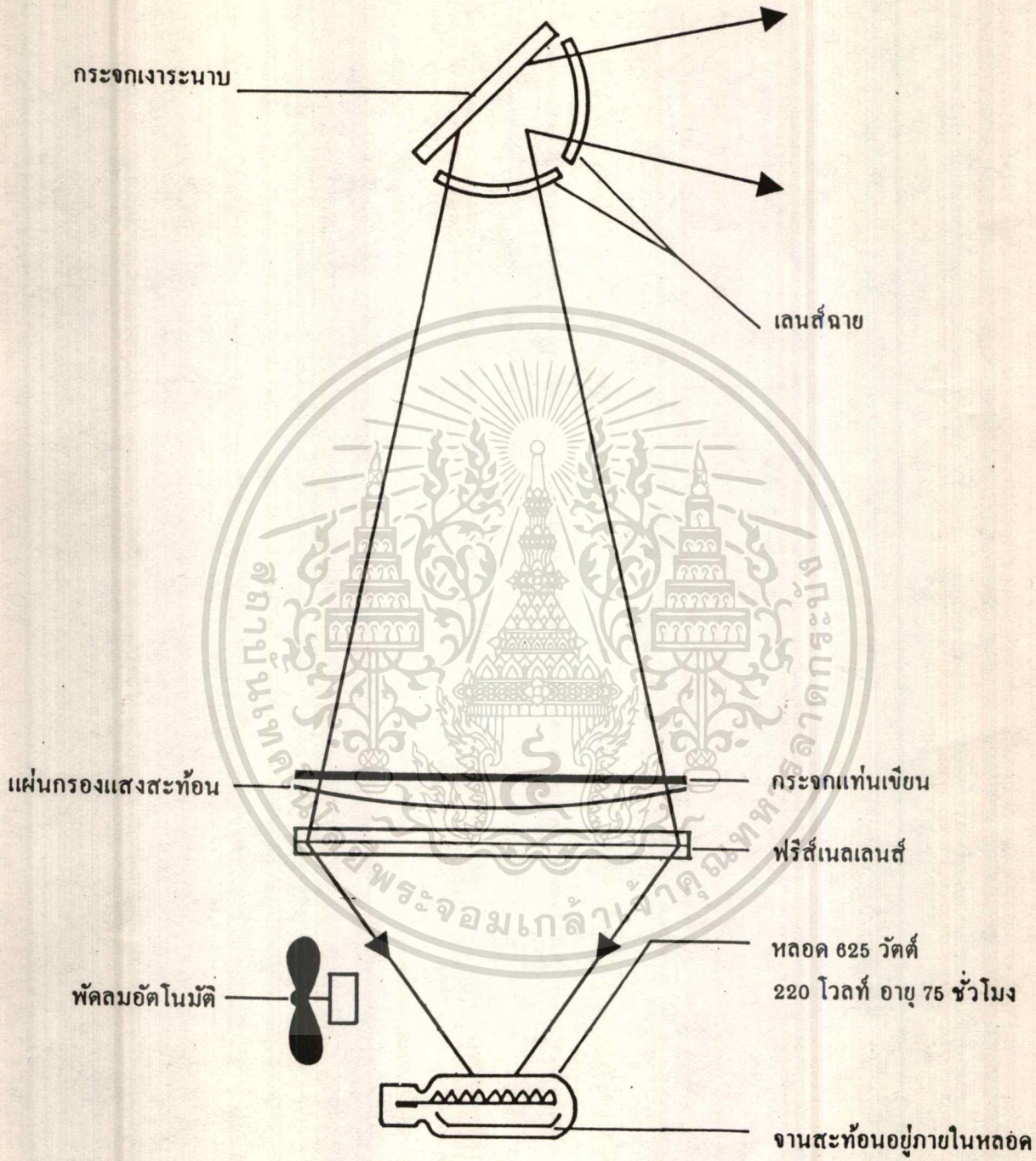
2.1 เครื่องฉายที่มีแผ่นสะท้อนแสงพิเศษติดบนแท่นหลอดฉายติดที่หัวฉาย เป็นชนิดกระเป๋าหิ้ว สำหรับการบรรยายนอกสถานที่ สำหรับการประชุมเล็ก ๆ ส่วนประกอบสำคัญมีขนาดเล็ก พับเก็บได้ น้ำหนักเบา หลอดฉายติดที่หัวไม่มีพัดลมเป่า เครื่องจึงเงียบ ใช้หลอดฮาโลเจน ประมาณ 515 วัตต์ อายุการใช้งานหลอดประมาณ 75 ชั่วโมง ข้อระวัง คือเลนซ์กระจายแสงที่แท่นเครื่องต้องถอดเก็บทุกครั้งหลังใช้ หรือปฏิบัติตามคู่มือ



รูปที่ 73 เครื่องฉายที่มีแผ่นสะท้อนแสงพิเศษติดบนแท่น หลอดฉายติดที่หัวฉาย

2.2 เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะระบบส่องแสงตรง ระบบนี้หลอดฉายอยู่ใต้แท่นรองวัสดุฉายส่องแสงผ่านเลนซ์ขยายพิเศษตรงไปยังเลนซ์ฉายที่หัวฉาย

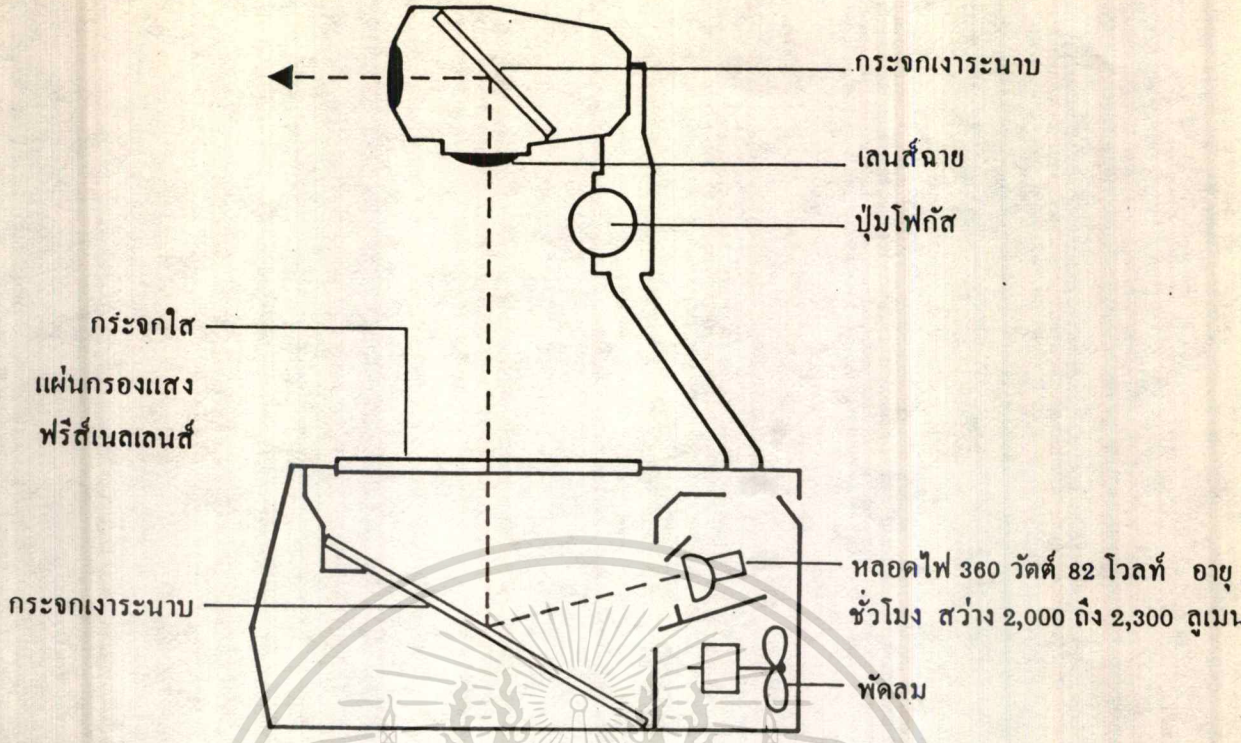
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 74 เครื่องฉายภาพข้ามศรีษะระบบส่องแสงตรง

2.3 <u>เครื่องฉายภาพข้ามศรีษะระบบแสงสะท้อน</u> เป็นระบบฉายอยู่ใต้แท่นเครื่อง มีกระจกสะท้อนแสงไปยังกระจกเงา 45 องศา จากนั้นแสงจะสะท้อนไปยังเลนซ์เกลี่ยแสง แสงผ่านขึ้นไปยังเลนซ์ฉายสะท้อนไปยังกระจกฉาย จากนั้นแสงจึงจะส่องต่อไปยังจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

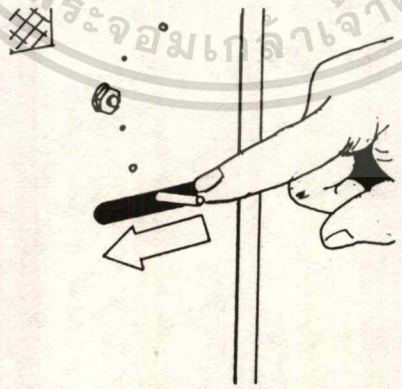


รูปที่ 75 เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะระบบสะท้อนแสง

3. <u>อุปกรณ์พิเศษประกอบเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ</u>

ส่วนประกอบพิเศษอื่น ๆ นอกเหนือ จากที่กล่าวมานี้ เช่น

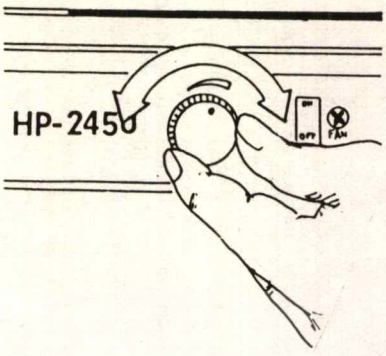
ก) <u>อุปกรณ์การเปลี่ยนหลอดสำรองทันที</u>



รูปที่76 แสดงอุปกรณ์การเปลี่ยนหลอดสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

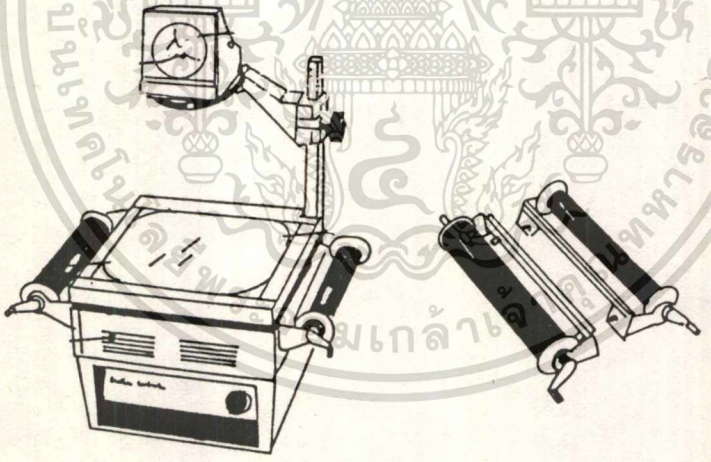
ข) อุปกรณ์หรี่ไฟ



รูปที่ 77 อุปกรณ์การหรี่ไฟของเครื่องฉายแผ่นภาพโปร่งใส

ค) อุปกรณ์เลื่อนตำแหน่งหลอดฉาย

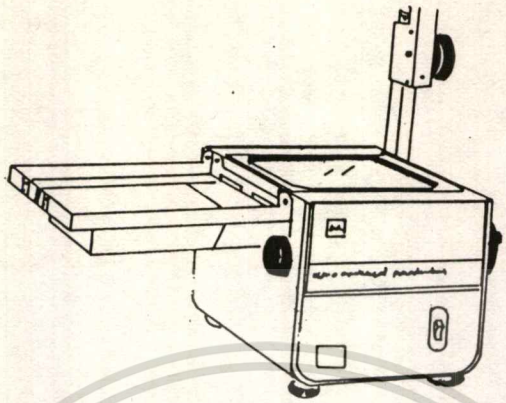
ง) อุปกรณ์ติดอาซีเตทแบบม้วน



รูปที่ 78 แสดงอุปกรณ์ติดอาซีเตทแบบม้วน

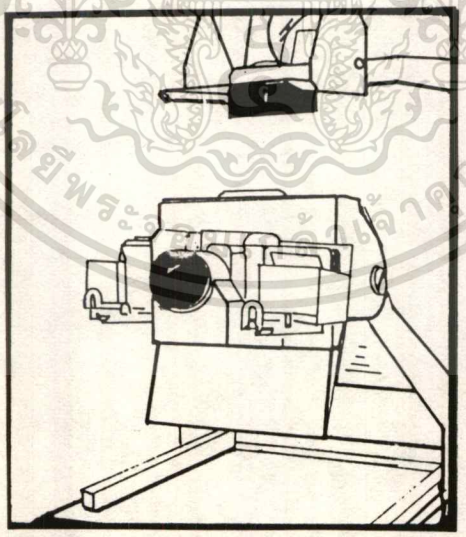
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ) แท่นวางข้างเครื่อง



รูปที่ 79 แสดงแท่นวางข้างเครื่องแบบข้างเดียว

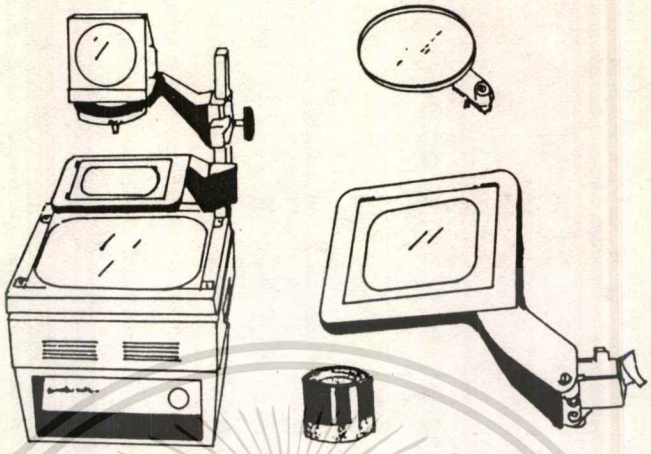
ฉ) เครื่องปรับฉายสไลด์



รูปที่ 80 แสดงอุปกรณ์เครื่องปรับฉายสไลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช) เลนซ์ขยายเฉพาะบริเวณ



รูปที่ 81 แสดงเลนซ์ขยายเฉพาะบริเวณ

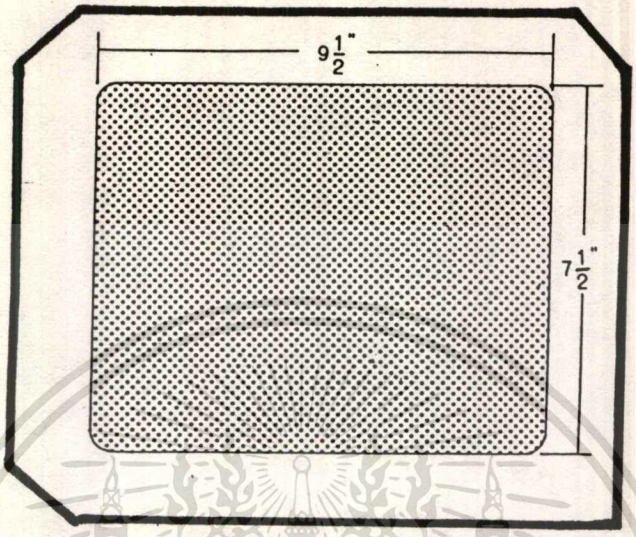
ฌ) อุปกรณ์ แผ่นหมุนโพลาร์โมชั่น (Polarmotion Spinner)

รูปที่ 82 แผ่นหมุนโพลาร์โมชั่น

แท่นฉายรุ่นเก่ามีขนาด 7" x 7" รุ่นปัจจุบันมีขนาด 10" x 10" แผ่นใสนิยมทำเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ฉายในแนวนอนเพื่อลดปัญหาภาพผิดส่วน[1] มีขนาดเนื้อที่ภายในประมาณ $7\ ^{1}/_{2}$" x $9\ ^{1}/_{2}$" และขนด $9\ ^{1}/_{2}$" x $9\ ^{1}/_{2}$" (แต่ไม่นิยมใช้ ต้องใช้กับแผ่นอาซีเตทแบบตัดเอง) ในการทำแผ่นโปร่งใสควรเว้นจากขอบด้านละ $^{1}/_{4}$" เป็นอย่างน้อย

[1] ภาพผิดส่วน (Keystone effect) ซึ่งจะเกิดได้ง่ายถ้าฉายภาพในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 83 แสดงลักษณะกรอบแผ่นใสขนาด $7\ ^{1}/_{2} \times 9\ ^{1}/_{2}$" และพื้นที่ภายใน

4. <u>การเตรียมแผ่นโปร่งใส</u>

สมาน งามสนิท กล่าวถึงการเตรียมแผ่นใสควรคำนึงถึงหลักสามประการ

- สิ่งที่ฉายต้องมองเห็นได้ชัดเจน มีขนาดโตพอที่จะดูและอ่านได้อย่างสะดวก ตัวอักษรควรสูงประมาณ 1/4"
- สิ่งที่ฉายต้องเป็นสิ่งที่คุ้นเคยและจดจำง่าย
- สิ่งที่ฉายควรง่าย เช่น มีจุดสนใจจุดเดียว หากเป็นประโยคภาษายาว ๆ ควรแยกเป็นตอน ๆ

5. <u>จอ</u>

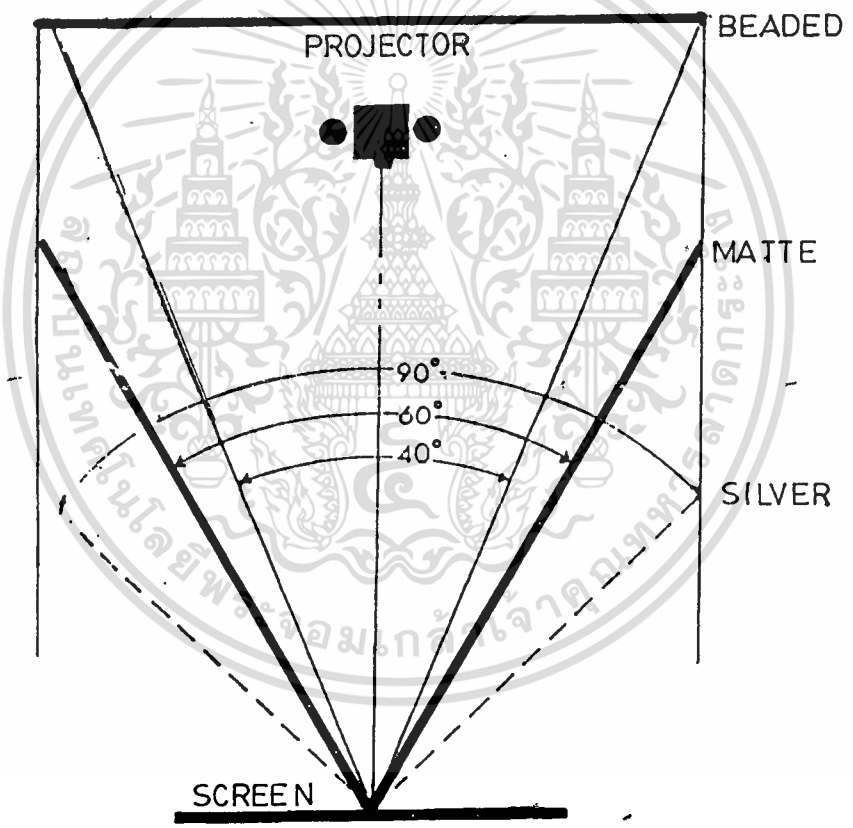
โอวาท พูลศิริ กล่าวถึง จอ (Screen) ว่า จอ คือ ฉากสำหรับรองรับและสะท้อนแสงจากเครื่องฉาย เพื่อให้ผู้ดูมองเห็น แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

ก. <u>จอแก้ว</u> (Beaded Screen) เป็นจอที่มีผิวขาว จอชนิดนี้เป็นจอที่มีการสะท้อนดีมาก แต่มุมตกกระทบแคบ มุมสะท้อนเพียง 20 องศา ฉะนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้กับห้องที่แคบแต่ยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. <u>จอเกลี้ยง</u> (Matte Screen) มีพื้นผิวทึบ ขาวบริสุทธิ์ ไม่มันมากสะท้อนแสงได้ดี ไม่เท่าจอแก้ว แต่มุมสะท้อนกว้างกว่า เหมาะจะใช้ในห้องกว้าง ยาว หรือมีผู้ดูกระจัดกระจาย

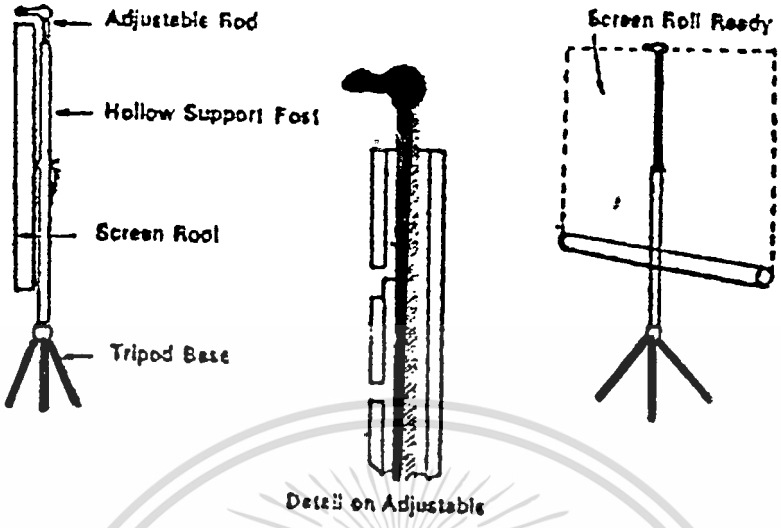
ค. <u>จอเงิน</u> (Silver Screen) เป็นจอที่มีใช้มานานแล้ว ปัจจุบันมีผู้คิดออกแบบโดยใช้วัสดุพวกพลาสติกเข้าช่วย หรือใช้แผ่นอลูมิเนียมบางประกอบปัจจุบันใช้ฉายภาพยนต์ประเภท 3 มิติ หรือภาพยนต์ SCOPE ต่าง ๆ ซึ่งใช้ในโรงภาพยนต์ใหญ่



รูปที่ 84 มุมดูของจอ 3 ชนิด

การตั้งจอที่ดีต้องตั้งให้พื้นผิวของจอทำมุมฉากกับลำแสงที่ฉายจากเครื่องฉายเพื่อป้องกัน การบิดเบี้ยวของภาพการติดตั้งจอที่ใช้ฉายในห้องบรรยาย เพื่อสะดวกอาจตั้งไว้หน้าห้องโดยใช้จอที่มีระบบม้วนเก็บเองโดยอัตโนมัติ เมื่อจะใช้ก็ดึงลงมา และปล่อยขึ้นจอม้วนเก็บเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 85 แสดงการติดตั้งจอขาหยั่งชนิดพับได้

นอกจากนี้ในห้องบรรยาย ควรติดตั้งจอให้ผู้ดูสามารถมองเห็นภาพจากการฉายได้ทั่วทุกคน และควรจัดที่นั่งให้สมดุลย์กับมุมของการสะท้อนแสงของจอด้วย

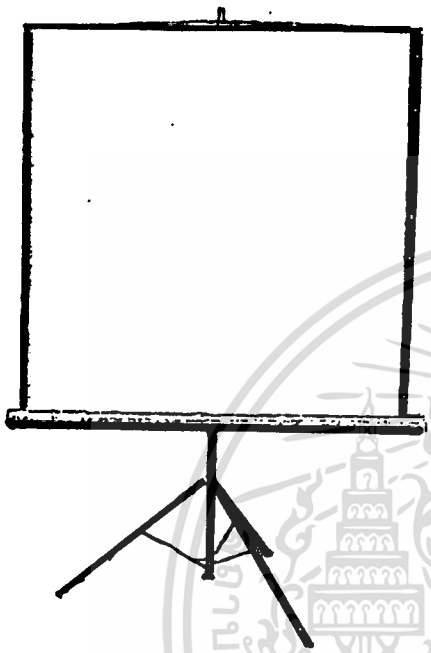
การจัดที่นั่งผู้ดูจะต้องคำนึงถึงขนาดของจอ โดยให้ผู้นั่งแถวหน้าห่างจากจอไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของความกว้างของจอ เช่น ถ้าจอกว้าง 40 ฟุต ผู้ดูแนวหน้าต้องนั่งห่างจากจอ 20 ฟุต เป็นอย่างน้อย และผู้ดูแถวหลังสุดต้องห่างจอไม่เกิน 6 เท่า ของความกว้างของจอ

ตามปกติความสูงของจอ ก็มีผลต่อการดูภาพ ถ้าไม่จำเป็นจริง ๆ แล้ว มักตั้งจอให้ขอบล่างของจอสูง ในระดับสายตาของผู้ดูเสมอ

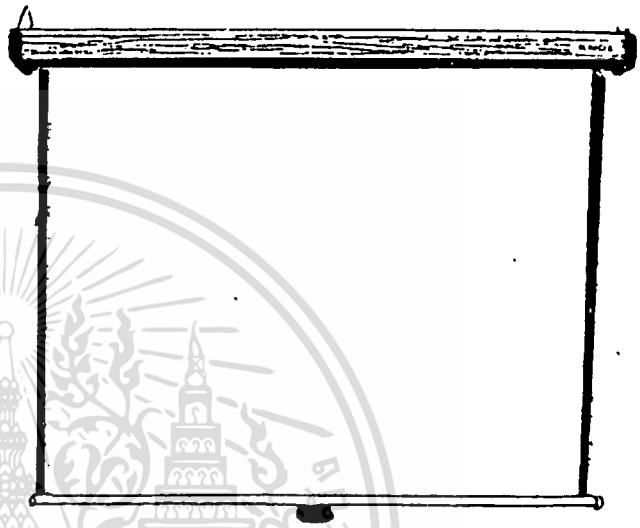
แบบการติดตั้งจอ ควรเลือกแบบของจอให้เหมาะสมกับการใช้งาน และลักษณะของห้องดังนี้

1. จอแบบขาตั้ง
2. จอแบบติดผนัง
3. จอแบบติดเพดาน
4. จอแบบตั้งโต๊ะ (มักมีขนาดเล็ก เช่น จอโปร่งแสง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จอแบบขาตั้ง



จอแบบแขวนติดฝาผนัง

รูปที่ 86 แสดงจอชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้าง (Structure)

โครงสร้างคือสิ่งที่สร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ใช้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการความมั่นคงบ้างประการ โครงสร้างอย่างหนึ่งจะมีรูปร่างต่างกันเนื่องจากแรงหรือ น้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจัดระเบียบ หรือบังคับให้เกิดเป็นรูปร่างต่าง ๆ เมื่อแรงที่ถ่ายทอดต่อเนื่องถูกกฎเกณฑ์ แล้วโครงสร้างนั้นจะต้องอยู่ได้โดยมั่นคง และก่อให้เกิดความพึงพอใจ เมื่อมองดู ฉะนั้นเมื่อต้องใช้วัสดุต่างก็ต้องใช้ให้เหมาะสมกับความสามารถของการรับแรงนั้น ๆ เป็นอย่างดีด้วย

1. **ลักษณะการถ่ายน้ำหนักของโครงสร้าง**

สามารถแบ่งเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือ

ก) โครงสร้างหลัก

ข) โครงสร้างรอง

2. **แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง**

แรงต้านทานภายใน (Resistance Forces) อาจแยกเป็น 5 ชนิดด้วยกัน ซึ่งมีความแตกต่าง ดังนี้

2.1 แรงดึง (Tension or Pull or Suction) ต้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้น แผ่ออกยืดออก ยาวออกหรือขาดออกจากกัน

2.2 แรงอัด (Compression or Push or Pressure) ต้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุ หดสั้นเข้า บีบเข้าหรือแตก

2.3 แรงเฉือน (Shear) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัส (Tangential) กับพื้นผิวที่ต้องรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นเนื้อเดียวกันทางกายภาพเพื่อต้านแรงเฉือน นี้ก็ได้ แต่ต้องมีแรงอัดกดไว้ให้พื้นผิวดังกล่าวชนกัน แนบอยู่เมื่อแรงฝืดมีขนาดพอเพียงที่จะต้านแรงเฉือนดังกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกัน

2.4 แรงอัด (Wending) เมื่อโครงสร้างรับแรงอัดแล้วผิวบนจากแกนสะเทิน (Neutral Axis) ขึ้นไปรับแรงอัด และผิวล่างของแกนสะเทินรับแรงดึงอีกด้วยหรือในบางกรณีเกิดกลับกัน แรงดัดก่อให้เกิดแรงต้านทานแรงดัดที่มีขนาดเท่ากันขึ้นภายในวัสดุด้วย

2.5 แรงบิด (Torsion or Torque or Twisting) ต้านทานความพยายามที่จะบิดวัสดุให้ขาดออกจากกัน

ในแรงทั้ง 5 ประเภทนี้ แรงใน 2 ประเภทหลัง คือแรงดัดสามารถแยกออกเป็นแรงดึงและแรงอัดได้ และแรงบิดสามารถแยกออกเป็นแรงเฉือนได้ ดังนั้นถ้าพิจารณาแต่ละส่วน ในเนื้อวัสดุโครงสร้าง จะมีแรงให้พิจารณาอยู่เพียงแรงดึง แรงอัด และแรงเฉือนเท่านั้น ซึ่งเมื่อเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถรู้ขนาดของแรงที่เกิดและผลเนื่องจากการกระทำของแรงก็จะสามารถกำหนดขนาดหน้าตัดวัสดุ โครงสร้างและรูปร่างได้ โดยหาขนาดของแรงและความเข้มของแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงที่เกิดขึ้นหารด้วยเนื้อที่หน้าตัดของวัสดุที่ใช้รับความเข้มของแรงนี้เรียกว่าความเค้น (STRESS) มีหน่วยเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่

3. <u>รูปทรงแบบเบื้องต้นโครงสร้าง</u>

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันเด่นชัด และเพื่อพิจารณาคุณสมบัติในการรับแรงเฉพาะของรูปนั้น ๆ อาจจัดแบ่งรูปทรงเบื้องต้นได้เป็นประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6 รูปทรงโครงสร้าง

รูปทรงเบื้องต้นที่เห็น	มิติทางเรขาคณิต	ประเภทมีความหลวมหย่อนได้	ประเภทมีความแข็งติงก้ำกึ่ง
จุด (Point)	0	เม็ด	ก้อน
ขีดยาว (Length)	1	เส้นเอ็น	ท่อน
พื้นที่ (Area)	2	ผืน	แผ่น
เนื้อที่ (Space)	3	กล่อง	กล่องตัน

<u>หมายเหตุ</u>

เม็ด (Partice) ไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง

เส้นเอ็น (Tendcn) มีคุณสมบัติในการรับแรงดังนี้

1. รับแรงดึงตามแนวเส้นได้
2. เกิดแรงโก่งเดาะ (Bucking) เมื่อรับแรงอัด
3. รับแรงดัด แรงเฉือนไม่ได้

ในทางปฏิบัติ เมื่อชิงเส้นเอ็นพาดช่วงจะบรรทุกน้ำหนักตลอดความยาวโดยวัสดุไม่เปลี่ยนรูป โดยทำตัวเส้นเอ็นดังกล่าวให้มีความแข็งตัว ที่กลางความยาวช่วงโดยเพิ่มความโตให้มีความโตมากกว่าตอนปลายเส้น หรือทำการห้อยแขวนด้วยคาน (Steffening Beam) ให้เส้นเอ็นมีความแข็งตัวตลอดความยาวของเส้น เมื่อใช้เส้นเอ็นจำนวนมากมามัดรวมกัน จะทำให้เกิดมีความรั้งแรงซึ่งเกิดสลับทั้งแรงดัดและแรงดึงได้ดีทั้ง 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ผืน (Sheet)

ผืนสามารถรับแรงได้ดีสำหรับแรงดึงในแนวขนานกับระนาบของผืน หรือเมื่อยึดรอบพื้นที่ผืนหรือเมื่อยึดปลายทั้งสองของผืน หรือยึดปลายหนึ่งของผืนไว้ ผืนควรมีคุณสมบัติทางแรงดี มีความเหนียว (Toughness) ผืนจะทำโค้งแนวเดียวได้ แต่จะทำโค้ง 2 แนวไม่ได้ ถ้าไม่ตัดประกอบใหม่ ผืนมีโครงกรอบ (Framed Sheet) จะรับแรงดึง แรงเฉือนและแรงอัดทะแยงได้ แต่จะหักเก็บเสียหายเมื่อแรงอัดทะแยงไปทำให้เกิดการโก่งเดาะตัว กรอบก้อน (Bick) มีคุณสมบัติต่างกันไปแล้วแต่คุณสมบัติวัสดุที่นำมาประกอบกันเป็นก้อน ก้อนรับแรงประเภทต่าง ๆ ได้ดี พวกกล่องตันคือก้อนขนาดโตขึ้นมีกำลังและความแข็งแรงมาก ท่อน (Rod) คือเส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้นรับแรงดึงแรงอัด แรงดัด และแรงบิดได้ดีถ้าใช้เป็นเสาสั้นรับแรงอัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากอาจโก่งเดาะได้ ต้องแก้ให้มีความแข็งแรงมากขึ้น เช่น ใช้ตัวดึงพันเป็นเกลียวรอบความยาวเมื่อใช้วัสดุรับแรงดึงดีมากเป็นท่อนจะรับแรงได้ทุกประเภท เมื่อใช้วัสดุที่มีความแข็งจะรับแรงเฉือนและแรงอัด เมื่อเป็นท่อนทำหน้าที่คานได้ แผ่น (Plate, Panel) คือผืนที่มีความหนาเพิ่มขึ้น เมื่อยึดเป็นระยะตั้งฉากกับระนาบของตัวแผ่นแล้วจะรับแรงดัด แรงดัด แรงเฉือนขนานกับระนาบของตัวแผ่นได้

ในทางปฏิบัติทำได้โดยการเสริมครีบถี่เป็นระยะ ๆ ขนานกับทิศที่รับแรงอัดโดยการเสริมกรอบและกรอบตั้งขนานกับทิศรับแรงเฉือน หรือเสริมแผ่นหนาเป็นปีกรับแรงอัดบนผิวของตัวแผ่น

3.2 กล่องตัน (Block) คือก้อนซึ่งมีขนาดโตมาก ในทางปฏิบัติอาจไม่มีการให้ได้รูปตันดังต้องการ เพราะต้องการประหยัดวัสดุแต่ต้องการให้มีความแข็งแรงและมีความแข็งแกร่งตามต้องการให้เพียงพอเท่านั้น จึงทำเป็นกล่องภายในกลวง หรือประกอบรูปทรงให้ได้คุณสมบัติกล่องตัน

3.3 คานและแผ่นพาด (Beam and Planks) พวกคานใช้ผิวของด้านแบนรับน้ำหนักบรรทุก คานรับแรงในแนวดิ่งกับระนาบคานได้ดี ที่ผิวบนรับแรงอัดนั้นอาจเสริมเนื้อให้แข็งตัว (Stiffener) ให้มีหน้าตัดมากขึ้น และอาจเสริมปล้องตันเป็นระยะเพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทะแยงซึ่งเกิดจากแรงเฉือน หรือทำการเสริมผิวล่างให้หนาขึ้นเพื่อรับแรงดึง และแผ่นแกนตั้งรับแรงเฉือน ซึ่งเกิดทั้งแรงอัดแนวทะแยงและแรงดึงด้วย

ส่วนแผ่นพาดมีความแตกต่างกับคาน ตรงที่ใช้ด้านแบนนอนรับน้ำหนักบรรทุกในทิศตั้งฉากกับแนวระนาบของแผ่นพาด

เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัดจะเห็นว่าในกรณีที่ใช้หน้าตัดเท่าๆกันแล้วเมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 ในระนาบที่ทิศตั้งฉากกับแรงอัดเกิดขึ้นแล้ว

- รูปจัตุรัส รับแรงโก่งเดาะได้ดีเท่ากันทั้งสองแกน
- รูปผืนผ้า จะเกิดแรงโก่งเดาะในแนวทิศตั้งฉากกับแกนยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รูปฉาก ตรงมุมไม่โก่งเดาะ ตรงปลายฉากกำลังด้อย

- รูปกลวงต่าง ๆ เช่น รูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวง รับแรงอัดได้ดีมาก ทำให้เพิ่มความยาวของท่อนรับแรงอัดได้โดยยังไม่เกิดโก่งเดาะเสียหาย ดังนั้นมุมมีส่วนช่วยไม่ให้โก่งเดาะได้ง่าย

<u>พอสรุปหลักการได้ว่า</u>

สำหรับรูปด้านนั้น ควรพิจารณาจากการรับแรงต่าง ๆ คือ

เมื่อต้องการรับแรงดึง ระวังอย่าให้รูปด้านตกท้องช้างมากนัก แก้ได้โดยเพิ่มความลึกให้มากขึ้น หรือเลือกรูปด้านทางแนวนอนที่มีความแข็งแกร่งแรงดึงมาก

เมื่อต้องการรับแรงอัด ต้องเลือกรูปหน้าตัดที่รับแรงโก่งเดาะได้ดี ทำการแผ่กระจายพื้นที่ของรูปหน้าตัดให้เพิ่มความแข็งแกร่งเรงดึงในแนวนั้น ๆ ผนังบาง ๆ ของรูปหน้าตัดจะมีกำลังมากขึ้นโดยการทำเป็นรูปมุมฉาก ทำรูปลอนลูกฟูก ทำความโค้งเพื่อเพิ่มกำลังขจัดไม่ให้มีรูปหน้าตัดที่ปล่อยชาย (Free Edges) ซึ่งด้อยกำลังการรับแรงโก่งเดาะ การทำรูปหน้าตัดแบบเปิด (Open Sections) ทำได้โดยต้องมีการยึดระหว่างตัวมุมของหน้าตัดแบบเปิดดังกล่าว ให้หน้าตัดทั้งหมดทำงานร่วมกันอย่างดี

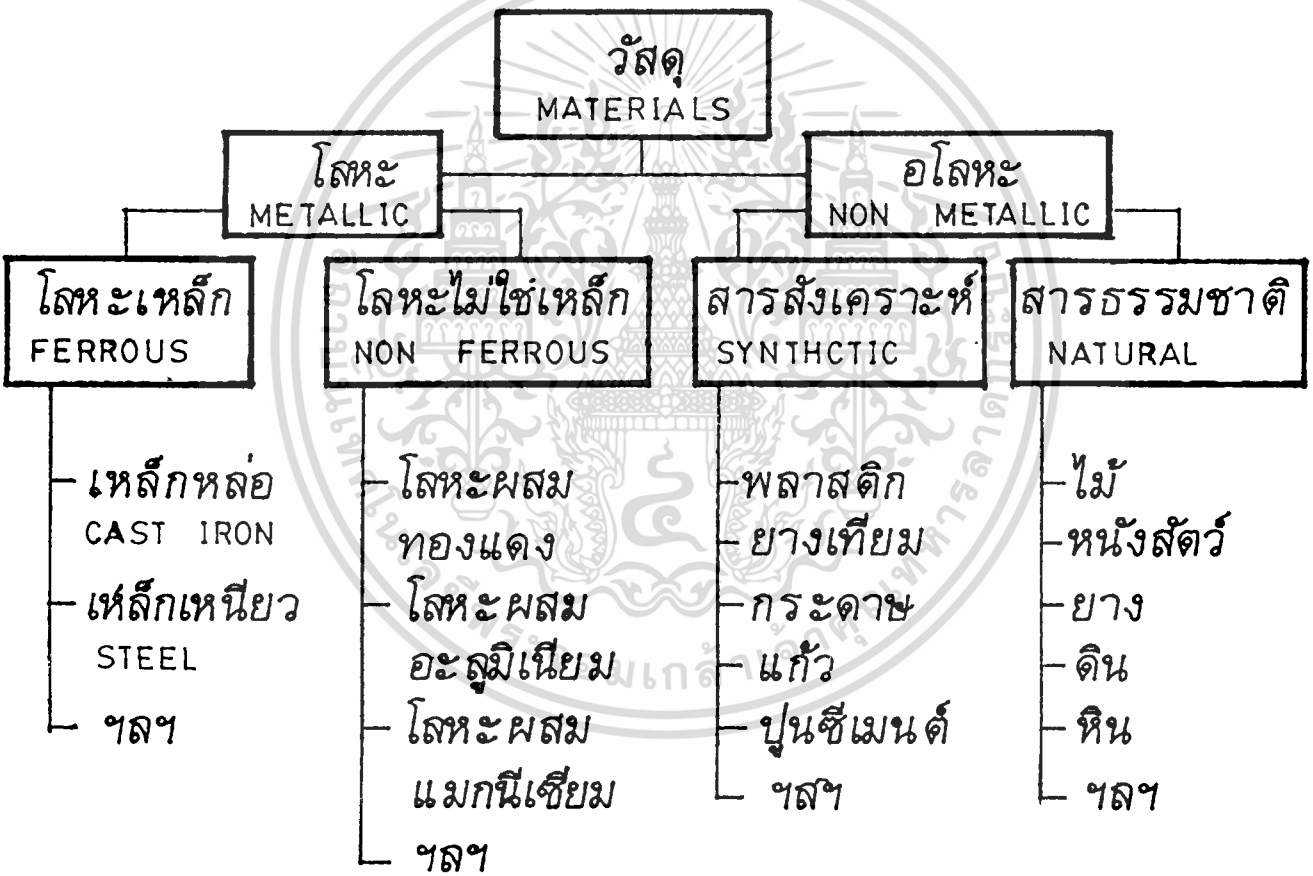
เมื่อต้องการรับแรงดัดหรือแรงเฉือน จะเห็นว่าแรงดัดมีความสัมพันธ์กับแรงเฉือนผิวบนสุดของหน้าตัด มีประสิทธิภาพที่จะรับแรงดัดมากกว่าในแนวแกนสะเทิน ดังนั้นรูปหน้าตัดที่มีหน้าลึกมากกว่าจะแข็งแรงมากกว่าหน้าตื้น ปีกที่รับแรงอัดต้องคิดป้องกันแรงโก่งเดาะให้ส่วนที่โก่งตัวจะรับทั้งแรงเฉือนและแรงดัดตลอดความยาว ดังนั้นส่วนที่โก่งตัวของคานต้องมีปีกไว้รับแรงดัด มีแผ่นแกนตั้งระหว่างปีกบนและปีกล่างไว้ยึดให้ทำงานร่วมกัน ได้คุณสมบัติของความเป็นแผ่นให้แก่ท่อนโครงตลอดความยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Meterials and Process)

วัสดุที่นำมาผลิตเป็นชิ้นงานตามการออกแบบ จะคำนึงถึงปัจจัยในการออกแบบ เช่น หน้าที่ใช้สอย (Function) ความปลอดภัย (Safety) , ความทนทาน (Durability) การประหยัด (Economy) , ความสวยงาม (Beauty) , กรรมวิธีการผลิต (Production) เป็นต้น

การแบ่งวัสดุในทางอุตสาหกรรมสามารถแบ่งได้ดังนี้



1. **โลหะเหล็ก** (Ferrous)

แร่เหล็กพบมากหลายแห่งในโลกราคาไม่แพงปกติจะหล่อเป็นแท่ง (Ingot) หรือรูปร่างอื่น ๆ ตามต้องการ แบ่งเป็น ประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1.1 **เหล็กอ่อน** (Wrought Iron) เป็นเหล็กซึ่งมีคาร์บอนน้อยกว่า 0.1% และมีขี้ตะกรันกระจัดกระจายปนอยู่ 1-3 % กำมะถันน้อยกว่า 0.02 % ฟอสฟอรัสประมาณ 0.18 % และแมงกานีสน้อยกว่า 0.1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี : คงทนต่อการกัดกร่อน เชื่อมประสานได้ง่าย มีความเหนียวสูง นำไปเคลือบผิวได้อย่างดี

ประโยชน์ : ผลิตท่อ ต่อเรือ รางรถไฟ เครื่องจักร โรงกลั่นน้ำมัน

1.2 <u>เหล็กกล้าหรือเหล็กเหนียว</u> (Steel) มีโครงสร้างเกิดจากการผสมของเหล็กคาร์บอนและธาตุอื่น ๆ มีความแข็งแรงมาก เหล็กกล้าแบ่งได้ 2 ชนิด ใหญ่ ๆ คือ

ก) <u>เหล็กกล้าธรรมดา</u> (Plain Cabon Steels) เป็นเหล็กที่มีคาร์บอนเพียงอย่างเดียวเป็นส่วนผสมสำคัญมี ตัวอื่นผสมเล็กน้อย เช่น แมงกานีสไม่เกิน 1.65% ซิลิคอน 0.6 % ทองแดง 0.6 % แบ่งย่อยเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง , เหล็กกล้าคาร์บอนสูง

ข) <u>เหล็กกล้าแบบผสม</u> (Alloy Steels) มีธาตุอื่นนอกจากคาร์บอน เช่น โครเมี่ยม นิเกิล โมลิบดินั่ม วาเนเดียม แมงกานีส เป็นต้น แบ่งเป็น Low Alloys (ส่วนผสมรวมน้อยกว่า 8.0 %) กับ Hight Alloys (ส่วนผสมมากกว่า 8.0 %)

ข้อดี : แข็งแรงสูง สามารถหล่อรีด (Rooled) ตีขึ้นรูป (Forged) ได้เป็นอย่างดี

ประโยชน์ : ผลิต ท่อ เหล็กชิ้น เหล็กแผ่น สกรู น็อต ดอกสว่าน เฟือง ฯลฯ

1.3 <u>เหล็กหล่อ</u> (Cast Iron) เป็นเหล็กที่มีส่วนผสมส่วนใหญ่เป็น เหล็กคาร์บอน และซิลคอน มีธาตุอื่นผสมอยู่จำนวนน้อย สามารถแบ่งได้ 4 ชนิด คือ

ก) <u>เหล็กหล่อสีเทา</u> (Gray Cast Iron) เนื้อสีเทา มีความดันแรงสูง (20,000-60,000 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว) แต่มีความเหนียวน้อย

ข) <u>เหล็กหล่อสีขาว</u> (White Iron) มีรอยแตกสีขาวปรากฏอยู่ มีความแข็งสูงมาก เหล็กล่อสีขาวที่มีคาร์ไบด์ผสมอยู่มากจะไม่สามารถนำเข้าเครื่องได้[1]

ค) <u>เหล็กหล่อเหนียว</u> (Malleable Cast Iron) มีความคงทนต่อแรงกระแทกได้ดีมาก และแรงสามารถเข้าเครื่องจักรได้

ง) <u>เหล็กหล่อผสม</u>(Nodular) มีความ แข็งแรงสูงและมีความเหนียวมาก

---

[1] เข้าเครื่องจักร คือการนำไปปรับแต่งรูปร่างตามต้องการ เช่น กลึง ไส เจรียนัย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non-Ferrous)

คือ โลหะหรือโลหะผสมที่ไม่มีเหล็กเกี่ยวข้องด้วย เช่น โลหะผสมทองแดง โลหะผสมอะลูมิเป็นต้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.1 โลหะหนัก (Heavy Mwtal) มีความหนาแน่นสูงกว่า 4 กรัม ต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร เช่น ทองคำ ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว ดีบุก เงิน ทองคำขาว เป็นต้น

2.2 โลหะเบา (Light Metal) มีความหนาแน่นต่ำกว่า 4 กรัม ต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม เป็นต้น

คุณลักษณะของโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

ก) ทองแดง (Copper) เป็นโลหะอ่อนสามารถดึงเป็นเส้นได้นำความร้อนและกระแสไฟฟ้าได้ดี มีความต้านทานการกัดกร่อนได้ดี ถ้านำไปผสมกับสังกะสีจะ ได้ทองเหลือง

ข) สังกะสี (Zinc) เป็นโลหะอ่อนแต่เปราะง่ายในอุณหภูมิบรรยากาศ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ อยู่ระหว่าง 100-150 องศาเซลเซียส จะเพิ่มคุณสมบัติอ่อนตัว (Ductility) ทำเป็นแผ่นหรือรีดเป็นเส้นได้ มีอัตราการขยายตัวสูงมาก ทนต่อการกัดกร่อนภายในบรรยายกาศธรรมดาได้ดี แต่ไม่ทนกรดและเกลือ

ค) อะลูมิเนียม (Aluminum) เป็นโลหะ รีด เป็นเส้น ทำเป็นแผ่นได้ มีน้ำหนักเบา ทนทานต่อการกัดกร่อน สามารถผสมกับโลหะอื่นได้ดี เช่น อะลูมิเนียมกับทองได้ ได้บรอนซ์ ผสมกับแมกนีเซียม ได้ ดูรามีน (Duralumin) ซึ่งมีความแข็งแรงสูงและน้ำหนักเบา

ง) ไทเทเนียม (Titanium) มีความแข็งแรงดี น้ำหนักเบาทนต่อการกัดกร่อนดีมากในบรรยากาศธรรมดา ถ้าผสมกับเหล็กจะทำให้เหล็กทนทานต่อการกัดกร่อนดีขึ้นราคาแพงมากจึงไม่แพร่หลาย

จ) แมกนีเซียม (Magnesium) โลหะน้ำหนักเบาสีขาว ความแข็งแรงต่ำ ทนการกัดกร่อนไม่ดี อัตราการขยายตัวสูงมาก ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ดีนักมักผสมกับโลหะอื่น เช่น อะลูมิเนียม

ฉ) ทองเหลือง (Brasses) คือ โลหะทองแดงกับสังกะสีโดยมีธาตุอื่นอีก เช่น อะลูมิเนียมตะกั่ว เพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพให้ดีขึ้นส่วนผสมของสังกะสีไม่เกินกว่า 40 % (สังกะสี 30 % โดยน้ำหนักจะแข็งแรงและเหนียวสูงสุด)

3. พลาสติก (Plastic)

คือ วัสดุประกอบด้วยสารหลายอย่าง ๆ มีน้ำหนักโมเลกุลสูง คงรูปเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิต ลักษณะอ่อนตัวขณะทำการผลิต ซึ่งโดยมาใช้กรรมวิธีการผลิตด้วยความร้อนหรือแรงอัด หรือใช้ทั้งสองอย่างได้ (สาคร คันธโชติ. 2529: หน้า 61)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติก แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 พลาสติกคงรูป หรือเทอร์โมเซตติ้ง (Thermoseting) การผลิตจะใช้ความร้อนและอาจใช้ความดันหรือไม่ก็ได้ ซึ่งจะได้ชิ้นงานมีความแข็งคงรูปถาวร มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดีมาก ถูกความร้อนไม่อ่อนตัว ไม่ละลายในสารละลายใด ๆ ติดไฟยาก ไม่สามารถนำมาหลอมละลายอีกได้ พลาสติก คงรูปได้แก่

- อีพอกซี
- ยูรีเทน
- ฟีโนลิก
- ซิลิโคน
- ฯลฯ

3.1.1 อามิโน (Amino) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ใหญ่ ๆ คือ

ก) ยูเรีย (Urea)

ข) เมลามีน (Melamine)

คุณสมบัติกายภาพ : หนักกว่าพลาสติกทั่วไปเล็กน้อย (ถ.พ.[1] 1.47-1.55) รับแรงดึงได้ดีพอควร รับแรงอัดและแรงบิดงอได้ดีมาก ทนร้อนและความเย็นได้ดี เนื้อแข็งทน การขีดข่วนถูกแสงแดดจะซีดและเสื่อมคุณภาพ มีสีต่าง ๆ ทั้งฝ้าและพิงแสง

คุณสมบัติทางไฟฟ้า : เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีกับกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้กระแสไฟฟ้า ความถี่สูง

คุณสมบัติทางเคมี : ทนกรดด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนกรดด่างชนิดแก่ ทนสารเคมีอื่น ๆ เช่น ผงซักฟอก น้ำมันไขมัน ทินเนอร์ ดูดซึมน้ำได้บ้าง

3.1.2 อี พอก ซี่ (Epoxy)

คุณสมบัติกายภาพ : น้ำหนักปานกลาง (ถ.พ. 1.11- 1.8) รับแรงดึงได้ดีมาก รับแรงอัดได้ดีและรับแรงกระทบได้ดีพอควร สามารถติดแนบได้ดีกับวัตถุอื่น ๆ มีความอ่อนตัว (Flxibility) มีการหดตัวน้อยมาก ทนความร้อนสูงถึง 6000 ฟ ติดไฟช้าและดับเอง

คุณสมบัติทางไฟฟ้า : เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ทนไฟอาร์คได้ดี

คุณสมบัติทางเคมี : ทนกรด ด่าง และสารละลายได้ดีดูดซึมน้ำในอัตราต่ำ

---

[1] ถ.พ. ความถ่วงเฉพาะเป็นน้ำหนักวัสดุต่อหน่วยมาตราฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ฟีโนลิค (Phenolic) หรือ แบกเกลไลท์ (Bakelite)

คุณสมบัติกายภาพ : น้ำหนักปานกลาง (ถ.พ. 1.25-1.55) มีความแข็งที่สุดชนิดหนึ่ง รับแรงดึงพอควร รับแรงอัดได้ดีมาก รับแรงบิดได้น้อย ทำสีต่าง ๆ ได้ ทำแบบทึบแสง ฝ้า และใสได้ขึ้นรูปโดยการใช้แรงอัด และความร้อน และชนิดหล่อเย็น

คุณสมบัติทางไฟฟ้า : เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ทั้งความถี่สูง และความถี่ต่ำ (ฟีโนลิคบางตัวทนไฟอาร์คไม่ดี)

คุณสมบัติทางเคมี : ทนกรดและด่างชนิดอ่อน ไม่ทนกรดอ๊อกซิไดซิ่งและด่างแก่ ทนสารเคมีอื่น ๆ เช่น แอลกอฮอล์ ไขมัน น้ำมันได้ดี

3.1.4 โปลีเอสเตอร์ (Unsaturated Polyester) โปลีเอสเตอร์มีทั้งเทอร์โมเซทติ้ง และเทอร์โมพลาสติกมีเชื่อคล้องกันแต่โครงสร้างผิดกัน

คุณสมบัติกายภาพ : นิยมนำไปทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส (ถ.พ. 1.1-1.5 ทำเป็นไฟเบอร์ฯ ถ.พ. 1.5-2.28) ซึ่งรับแรงดึง และอัด และแรงบิดงอได้ดี ผิวหน้ามีความแข็งพอควร ถูกแดดจะซีด ทนสภาพอากาศภายนอกได้ดี มีสีต่าง ๆ หดตัวน้อย ทนความร้อนระหว่าง 250 - 350 ฟ ติดไฟช้าและดับเอง

คุณสมบัติทางไฟฟ้า : เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี

คุณสมบัติทางเคมี : ทนกรด ด่างชนิดอ่อน ไม่ทนสารละลายชนิด Chlorinated Solvents เช่น คาร์บอนเตตาคลอไรด์

3.1.5 ยูเรเทน หรือโปลียูเรเทน (Urathan หรือ Polyurethane) มีทั้งในรูปแข็งตัว ฟองน้ำ และของเหลว

คุณสมบัติกายภาพ : น้ำหนักเบา (ถ.พ. 1.15-1.20) ในรูปแข็งตัว ทนการสึกกร่อนได้ดี เหนียว ทนทาน

คุณสมบัติทางไฟฟ้า : เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ยอมให้คลื่นวิทยุ เรดาห์และเอ็กซเรย์ ผ่านได้

คุณสมบัติทางเคมี : ทนความร้อน ไม่ติดไฟง่าย

3.2 พลาสติกเปลี่ยนรูป (Thermoplastic) จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในการหล่อหลอม จะแข็งตัวคงรูปในขณะที่ทำให้เย็นตัว มีความเค้นแรงสูงมีความเหนียว ทำเป็นเส้นได้ไม่ขาดง่าย สามารถนำไปหลอมใช้ใหม่ได้ พลาสติกเปลี่ยนรูปได้แก่

- แอสเซทอล
- อะคริลิค
- ฟลูออโรคาร์บอน
- โปลียาไมด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โปลีโอเลฟิน
- โปลีสไตรีน
- เอบีเอส. (ABS)
- ไวนีล
- เซลลูโลสิค
- โปลีคาร์บอเนท
- ไอโอโนเมอร์
- โปลีไยไมด์
- โปลีซัลโฟน
- เอทธีลีนไวนีลอาซีเตท
- ฯลฯ

3.2.1 <u>แอสเซทอล</u> (Acetals) ลื่นคล้ายเทียนไขสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้โดยไม่จำกัดเนื้อโปร่งแสง (Traslucent)

คุณสมบัติกายภาพ : เหนียวทนทาน รับแรงดึงได้ดีมาก แข็งแรง ทนสารเคมี ไม่มีรส ไม่มีพิษอุณหภูมิใช้งาน (-40 ฟ) -225 ฟ

คุณสมบัติทางเคมี : ทนกรด ,ด่าง พอใช้

3.2.2 <u>อะคริลิค</u> (Acrylics) หรือ Polymethacrylate เมื่อผสมกับพลาสติกชนิดอื่น เช่น สไตรีน พีวีซี. จะเกิดเป็นพลาสติกชนิดใหม่ เช่น Methacrylate Styrene เป็นต้น

คุณสมบัติกายภาพ : มีความใสมาก แข็งแรง พอสมควร เป็นรอยขีดข่วนง่าย ทนแสงอุลตราไวโอเลทได้ดี

คุณสมบัติทางไฟฟ้า : เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก

คุณสมบัติทางเคมี : ทนสารเคมีพอควร ไม่ทนเบนซิน อาซีโทน คลอโรฟอร์ม และกรดอ๊อกซิเจน ชนิดเข้มข้น

3.2.3 <u>ฟลออโรคาร์บอน</u> (Fluorocavbons) หรือ เทฟล่อน (Teflon) ราคาแพงเมื่อเทียบกับชนิดอื่น

คุณสมบัติกายภาพ : มีน้ำหนักมาก (ถ.พ. 2.1-2.3) รับแรงดึง และแรงอัดได้ดีพอสมควร แต่รับแรงกระทบได้ดีมากมีทั้งชนิดแข็งและชนิดอ่อน ทนความร้อนได้ดีมาก (480 ฟ) ทนเย็น (-320 ฟ) มีความเชื่อมทานต่ำ และไม่ติดง่าย

คุณสมบัติทางไฟฟ้า : เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมากโดยไม่คำนึงถึงความถี่ อุณหภูมิหรือความชื้น

คุณสมบัติทางเคมี : ทนต่อสารเคมีได้ดีทุกชนิด ยกเว้น Fluorine และ Molten Alkali Metals ไม่ซึมน้ำปกติขาวแต่สามารถทำสีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 โปลียาไมด์ (Polyamides) หรือไนล่อน (Nylon)

คุณสมบัติกายภาพ : มีน้ำหนักเบา (ถ.พ. ประมาณ 1.14) ทนทานต่อการเสียดทานสูง รับแรงดึงแรงอัดได้ดี ทนความร้อน ทนการขีดข่วน ดูดซึมน้ำได้บ้าง มีความโปร่งแสงสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ

คุณสมบัติทางไฟฟ้า : เป็นฉนวนไฟฟ้าแต่ไม่เหมาะสำหรับไฟฟ้าแรงสูง

คุณสมบัติทางเคมี : ทนกรดอ่อน ทนด่าง อ่อนและเค็ม ทนสารเคมี เช่นน้ำมัน แอลกอฮอล์ ไขมัน

3.2.5 โปลีโอเลฟิน (Polyolefins) แบ่งเป็นสองชนิดใหญ่ ๆ

ก) โปลีเอททีลีน (Polyethylene)

คุณสมบัติกายภาพ : มีน้ำหนัก (ถ.พ. 0.92) ในรูปแผ่นบางสามารถพับงอได้ดี มีความหนามากขึ้นจะคงรูป รับแรงดึงและแรงอัดได้น้อย มีความยืดตัวสูงถึง 500 % ฉีกขาดยาก ลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง ไม่เกาะติดน้ำ ทนร้อนน้อย ทนเย็น (-100 ฟ) ไม่ดูดซึมความชื้นแต่ยอมให้ก๊าซผ่านได้ ใสเมื่อแผ่นบางจะขุ่นหรือหนาทำสีได้

คุณสมบัติทางไฟฟ้า : เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก

คุณสมบัติทางเคมี : ทนกรด และด่างอ่อน แต่ปฏิกิริยาอย่างช้ากับ Oxidizing Acids ไม่ทน น้ำมัน และไขมัน โดยเฉพาะน้ำมันก๊าด ,น้ำมันเบนซิน

ข) โปลีโปรปีลีน (Polypropylene) น้ำหนักเบา (ถ.พ. 0.90)

คุณสมบัติกายภาพ : ทนร้อน 300 ฟ ในรูปเส้นใยรับแรงดึง 100,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว แข็งแรง ทนทาน กว่าโปลีเอททีลีน

คุณสมบัติทางเคมี : กรด อ่อน และด่างอ่อนได้ ทนแสงแดด พอใช้

3.2.6 โปลีสไตรีน (Polystyrene)

คุณสมบัติกายภาพ : เบามาก (ถ.พ. 0.89-1.1) มีความหดตัวน้อยมาก คงรูปดีแต่เปราะ ทำสีต่าง ๆ มีทั้งใส ฝ้า และทึบ ผิวมีทั้งเรียบและขรุขระ ไม่มีรส และกลิ่น ทนร้อนพอควร ดูดซึมน้ำต่ำ

คุณสมบัติทางไฟฟ้า : เป็นฉนวนไฟฟ้าดี

คุณสมบัติทางเคมี : ทนสารเคมีใช้ในบ้านได้ ทนกรด และด่างชนิดอ่อน ไม่ทน น้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ น้ำมันสน

3.2.6 เอบีเอส (ABS-Acrylonitrile Butadiene-Styrene) เป็นสไตรีนชนิดที่ปรับปรุง

คุณสมบัติกายภาพ : รับแรงกระทบดีมาก ทนร้อน 212 ฟ สามารถชุบโครเมี่ยมได้ ทนแสงแดดดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางไฟฟ้า : เป็นฉนวนไฟฟ้าดี

คุณสมบัติทางเคมี : ทนกรด ด่าง ดีพอควร

3.2.7 ไวนิล (Vinyl) แบ่งเป็น 7 ชนิด คือ

- Polyvinyl Acetal
- Polyvinyl Acetate
- Polyvinyl Alcohol
- Polyvinyl Carbazole
- Polyvinyl Chloride (PVC)
- Polyvingl Chloride-Acetale
- Polvinylidene Chloride

ก) Polyvinyl Acetal ใสดีมาก ยืดหยุ่น ตัวได้ดี มีความเกาะแน่นสูง

ข) Polyvinyl Acetate ไม่ละลาย ในน้ำ ไขมัน ขี้ผึ้ง และ Aliphatic Hydro Carbons ใช้ทำกาว (Latex)

ค) Polyvinyl Alcohol ทนสารเคมีเหนียวทนทาน และอ่อนตัวละลายได้ในน้ำ ทำท่อยาง ชิ้นส่วนรถยนต์ น้ำยาถอดแบบ

จ) Polyvinyl Chloride ทนทานเคมีทำความสะอาดง่าย ไม่เกาะติดสิ่งสกปรก เหนียว ทนทานใส พิมพ์ง่าย

ฉ) Polyvinyl - Acetate อ่อนตัว ฉีกขาดยาก พับงอได้ดี

ช) Polyvinylidene Chloride รับแรงดึงดี ไม่สกปรกง่าย ทำสีต่าง ๆ ได้ดี นิยมทำเป็นเส้นใย

ฌ) Polyvinyl Carbazole เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า

3.2.8 โปลีคาร์บอน (Polycarbonate) เป็นพลาสติกใสที่แข็งแรงมาก

คุณสมบัติกายภาพ : แข็งแรงทนทานดีมาก ทนความร้อน 240 ฟ ถ้าทำเป็นไฟเบอร์กล๊าสจะทนทานมากขึ้น

คุณสมบัติทางไฟฟ้า : เป็นฉนวนที่ดี

คุณสมบัติทางเคมี : ทนกรดด่างได้ดี

3.2.9 ไอโอโนเมอร์ (Ionomer)

คุณสมบัติ มีความใส เหนียว ทนทานได้ดีทั้งกรด และด่าง ดูดซึม ความชื้นได้บ้างเล็กน้อยไม่มีรส และกลิ่น ทำเป็นสีต่าง ๆ เชื่อมติดกันด้วย ความร้อน (Heat Sealing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.10 <u>ปลีไยไมค์</u> (Polyimide) เป็นพลาสติกชนิดไม่หลอมละลาย แม้ว่าอยู่ในประเภทเทอร์โมพลาสติก

คุณสมบัติ ทนความร้อนดีมากถึง 750 ฟ เป็นฉนวนไฟฟ้า ดี ทนทาน ทนแรงสึกกร่อนได้ดี

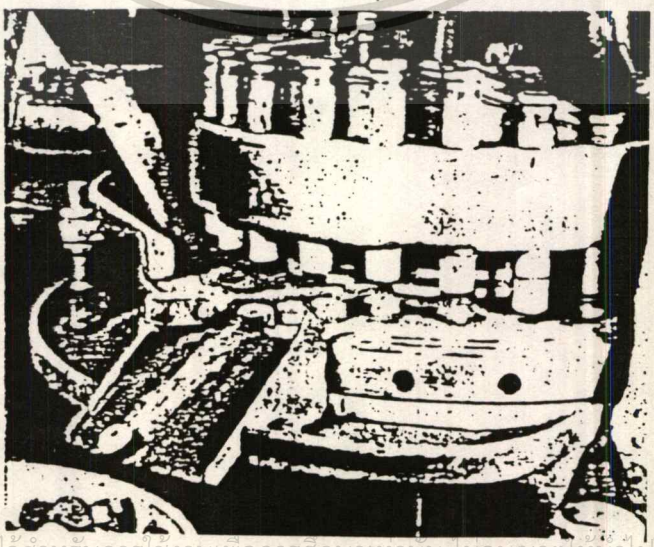
<u>กรรมวิธีผลิต ชนิดงานพลาสติก</u>

ในการผลิตสารประกอบพลาสติกแต่ละชนิดจะใช้กรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันและมีหลายกระบวนการ วัสดุที่ใช้ในกระบวนการต่าง ๆ จะอยู่ในรูปเป็นผงเป็นเม็ดหรือเหลว ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้เพื่อความเหมาะสมในการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

มีพลาสติกน้อยชนิดมากที่ทำขึ้นโดยปราศจากการผสมสาร ส่วนใหญ่จะต้องมีการผสมก่อนหล่อหรืออัดในแบบพิมพ์ และส่วนมากของวัสดุดิบที่ทำพลาสติกเปลี่ยนรูปเป็นเม็ดและแห้งส่วนพลาสติกคงรูปจะอยู่ในรูปของของเหลว หรือบางส่วนที่เป็นสารประกอบโพลิมิไรซ์

ในกระบวนการทำสารประกอบจะมีการนำส่วนผสมต่าง ๆ มาผสมเข้าด้วยกัน เช่น เรซิ่น ตัวสเตบิไลเซอร์ (Stabilizer) แม่สี Plasticizers และตัวผสม วัตถุที่กล่าวมาจะถูกนำมาผสมกัน และบางครั้งมีการหลอม แล้วส่งผ่านไปยังถังบรรจุของกันเปิดเพื่อเตรียมสำหรับการอัดฉีด การอัด และการรีด เป็นต้น พลาสติกเปลี่ยนรูปโดยการเตรียมจากเม็ดที่มีรูปร่างของแม่แบบพิมพ์ ส่วนพลาสติกคงรูปการเตรียมในลักษณะผงป้อนเข้าสู่ช่องว่างของแม่พิมพ์ กระบวนการที่ใช้นั้นโดยการอัดและการอัดส่ง

ในการอัดวัสดุผงลงในแบบแม่พิมพ์ประเภทแม่พิมพ์หมุนได้รอบตัว ดังแสดงในภาพที่ ผลจะถูกป้อนลงไปโดยแรงโน้มถ่วงจากช่องเทเข้าสู่ตัวแบบพิมพ์แต่ละอัน ส่วนที่เกินจะถูกปาดออกในขณะที่การเติมเสร็จเรียบร้อย ปริมาณของวัสดุที่เติมลงไปในตัวแบบแต่ละอันจะถูกควบคุมโดยการใช้ตัวปรับ

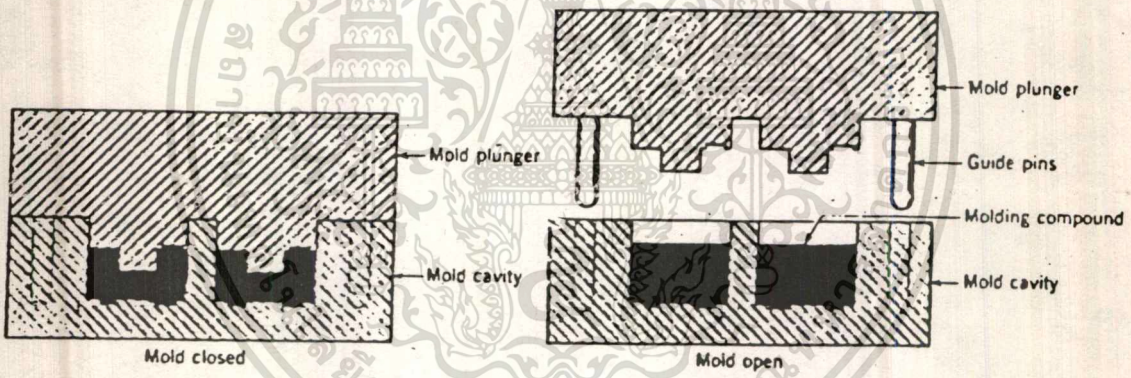


รูปที่ 87 แสดงวิธีการอัดผงพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบแม่พิมพ์

ในภาพ แสดงให้เห็นขั้นตอนการอัดของแบบแม่พิมพ์ โดยที่วัสดุจะถูกใส่ในช่องว่างแบบแม่พิมพ์เหล็กที่ร้อนซึ่งอยู่ด้านล่าง และแบบแม่พิมพ์ตัวบนจะเคลื่อนที่มาอัด ทำให้วัสดุอ่อนตัวไหลไปในส่วนต่าง ๆ ของแบบแม่พิมพ์ทำให้เกิดรูปร่างตามแบบ วัสดุที่ใช้อาจอยู่ในสภาพเป็นเม็ดกลมหรือเม็ดแบนก็ได้ แรงที่ใช้อัด สำหรับแม่พิมพ์แบบนี้อยู่ระหว่าง 100-8,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้วขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้และขนาดรูปร่างของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 250-400 องศาฟาเรนไฮต์ ความร้อนมีความสำคัญมากสำหรับพลาสติกคงรูป คือตั้งแต่เริ่มทำเป็นโพลีเมอร์หรือทำให้แข็งความร้อนที่ผงวัสดุจะต้องได้รับความร้อนที่สม่ำเสมอ ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการ แต่ไม่ง่ายนักที่จะควบคุมได้เพราะว่าการนำความร้อนของวัสดุต่ำ



รูปที่ 88 แสดงขั้นตอนการอัดของแบบแม่พิมพ์พลาสติก

พลาสติกเปลี่ยนรูปที่ใช้กระบวนการอัดนั้น การทำให้แบบพิมพ์เย็นและร้อนได้อย่างรวดเร็วนั้นทำได้ยาก ในการใช้กับวัสดุประเภทนี้ เว้นแต่แบบแม่พิมพ์จะเย็นพอก่อนการอัดฉีดมิฉะนั้นแล้วชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจะออกมาจะไม่ได้ตามรูปแบบที่ต้องการ

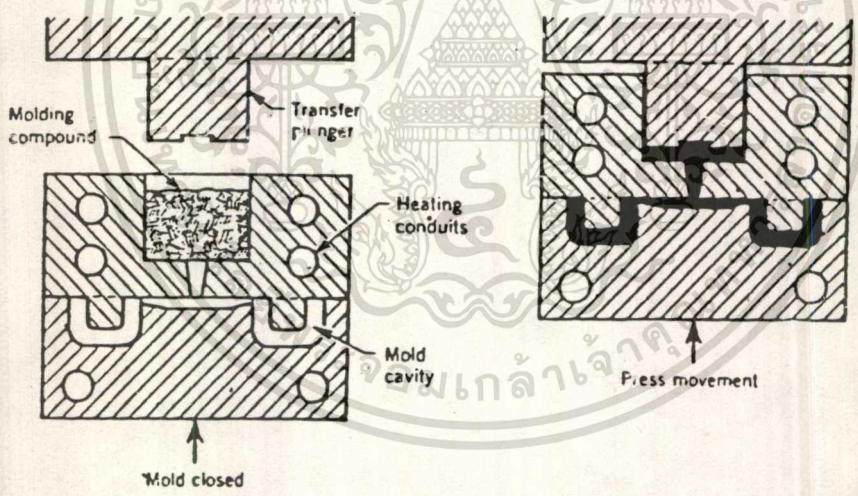
การทำงานของแบบแม่พิมพ์อัด อาจจะใช้แรงอัดแบบน้ำมัน (Hydraulic) กำลังจากน้ำการใช้กำลังจากคน ตลอดจนการอัดควบคุมอัตโนมัติ หน้าที่ของเครื่องเป็นส่วนที่ทำให้เกิดแรงอัดและความร้อน ความร้อนที่ได้นั้นจะต้องมีความเย็นเพียงพอกับวัสดุที่ใช้ความร้อนที่ใช้อาจจะถ่ายจากในแท่นพิมพ์ หรือตรงไปยังแบบแม่พิมพ์เลยก็ได้ ความร้อนที่ใช้ในการหล่อวัสดุได้จาไอน้ำ หรือกระแสไฟฟ้าที่มีความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบแม่พิมพ์อัดส่ง

ในแบบแม่พิมพ์สำหรับอัดส่ง ผงหรือวัสดุที่จะใช้ขึ้นรูปเพื่อจะทำผลิตภัณฑ์พลาสติกคงรูปจะถูกบรรจุอยู่ในส่วนของแม่พิมพ์ตัวเมีย ดังแสดงในภาพที่ ซึ่งที่ตรงนี้วัสดุจะถูกนทำให้ร้อนแล้วอัดและฉีดเข้าไปในพิมพ์ตัวเมีย ในสภาพที่เป็นของเหลวร้อนและเมื่อเย็นตัวก็จะเป็นของแข็ง เวลาที่ใช้กับแบบแม่พิมพ์อัดส่งโดยทั่วไปจะใช้เวลาน้อยกว่าแบบแม่พิมพ์อัด ถ้าวัสดุที่ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ การทำให้วัสดุหลอมละลายนั้นจะให้ความร้อนมากขึ้น กระบวนการนี้เหมาะสำหรับผลิตชิ้นส่วนที่ต้องการใช้งานสวม เพราะวัสดุที่ร้อนจะเข้าสู่แบบแม่พิมพ์ทีละน้อย และปราศจากแรงอัดหรือถ้ามีก็น้อยมาก ชิ้นส่วนที่จะได้มีความประณีตและมีความผันแปรในความปนาของพื้นที่หน้าตัด

ขีดจำกัดของกระบวนการนี้คือ มีการสูญเสียของวัสดุที่รูสำหรับไหลลงไปในแบบแม่พิมพ์และอัตราการส่งผ่าน รวมทั้งมีราคาแพงกว่าแบบแม่พิมพ์อัด



รูปที่ 89 แสดงกรรมวิธีของแบบแม่พิมพ์อัดส่ง

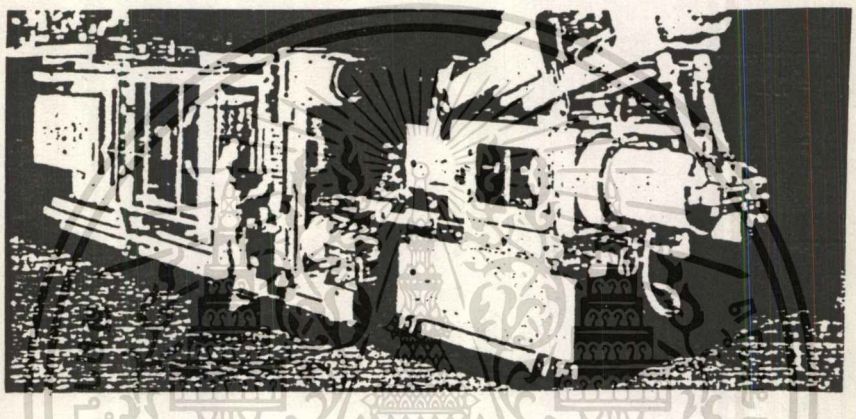
เครื่องจักรแบบแม่พิมพ์อัดฉีด คล้ายกับเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการหล่ออัดฉีดงานโลหะ วัสดุที่ใช้ผลิตจะถูกเปลี่ยนจากเม็ดให้เป็นของเหลวแล้วก็อัดฉีดเข้าแบบแม่พิมพ์ เมื่อวัสดุแข็งตัวก็สามารถทำให้อ่อนตัวได้อีก โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

แบบแม่พิมพ์อัดฉีด จะอัดฉีดพลาสติกมีปริมาณเป็นตันคือประมาณ 50 ถึง 2,500 ตัน และการอัดฉีดวัสดุเข้าไปในแบบแม่พิมพ์ในรูปของเหลว และเมื่อพลาสติกเย็นตัวก็จะได้ผลิตภัณฑ์ตามแบบแม่พิมพ์ การทำงานก็จะเป็นวงจรเช่นนี้เรื่อยไป แรงอัดแบบแม่พิมพ์ตัวผู้และตัวเมียมีตั้งแต่น้อยกว่า 1 ออนซ์ถึง 300 ออนซ์ เครื่องจักรประเภทนี้แสดงในภาพที่ เป็นแบบที่สามารถ

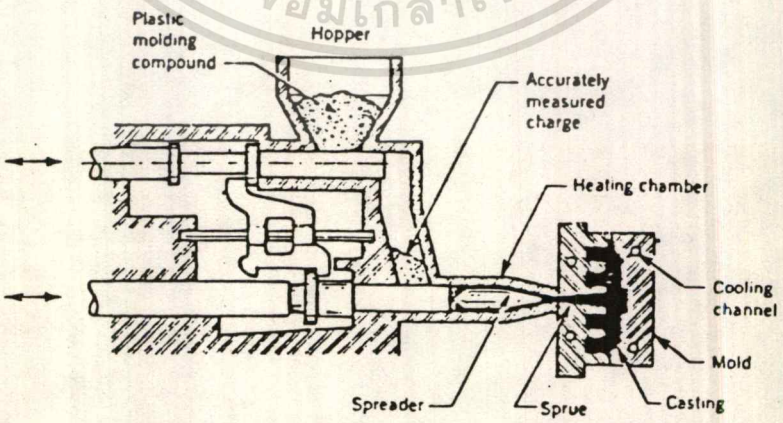
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตได้ 2,500 ตัน และแรงอัดไฮดรอลิค 5,000 ลูกบาศก์ต่อนาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตวิธีการนี้เช่น หน้าปัดรถยนต์ ชิ้นส่วนเครื่องซักผ้า ชิ้นส่วนตู้เย็น ชิ้นส่วนเครื่องเรียน เป็นต้น

ในภาพแสดงแบบการทำงานของเครื่องจักรแบบแม่พิมพ์อัดฉีด วัสดุจะถูกป้อนโดยแรงโน้มถ่วงจากช่องเทที่มีรูเปิดเข้าสู่ส่วนที่ให้ความร้อน และอัดฉีดเข้าแบบแม่พิมพ์ภายใต้แรงอัดที่เหมาะสม ผลิตภัณฑ์ที่อัดแล้วจะถูกทำให้แข็งตัว โดยใช้ความเย็นจากน้ำซึ่งไหลวนเวียนผ่านช่องในแบบแม่พิมพ์ หลังจากการอัดฉีดของแบบแม่พิมพ์ตัวผู้แล้ว แบบแม่พิมพ์จะเปิดและผลิตภัณฑ์จะถูกกระทุ้งปล่อยออกมา



รูปที่ 90 แสดงเครื่องจักรอัดฉีดพลาสติกแบบไฮดรอลิค



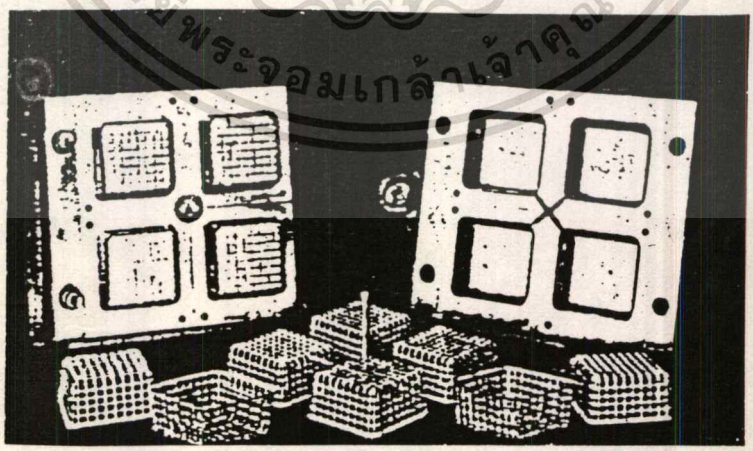
รูปที่ 91 แสดงภาพตัดการทำงานของเครื่องจักรแบบแม่พิมพ์อัดฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวทำความร้อนสำหรับเครื่องจักรประเภทนี้จะเป็นรูปแบบเดียวกัน คือรูปร่างเป็นกระบอกมีหัวฉีด รูปร่างคล้ายตอร์ปิโด อยู่ที่ส่วนกลาง เพื่อที่จะให้ความร้อนแก่วัสดุที่จะอัดฉีดหลอมละลายได้สม่ำเสมอและรวดเร็ว ตัวทำความร้อนจะมีอุณหภูมิระหว่าง 250 ถึง 500 องศาฟาเรนไฮต์ขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุและแบบแม่พิมพ์ ความร้อนที่ได้จากขดลวดไฟฟ้านั้น ตัวทำความร้อนจะต้องสร้างอย่างแข็งแรง เพราะว่าแรงอัดฉีดที่ใช้อาจมีกำลังอัดสูงถึง 30,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ในการใช้แบบแม่พิมพ์อัดฉีดกับพลาสติกเปลี่ยนรูปชนิดต่าง ๆ อาจใช้เครื่องอัดรีดเกลียวแทนการอัดฉีดด้วยลูกสูบก็ได้ การทำงานวัสดุจะถูกป้อนจากช่องเทไปยังเกลียวหมุนเพื่ออัดรีดขึ้นไปความร้อนที่ใช้ส่วนมากใช้กระแสไฟฟ้าเกลียวหมุน จะมีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอกและมีแรงขับหมุนเกลียวอัดรีดวัสดุ ทำให้วัสดุเกิดแรงเสียดทานจนกระทั่งวัสดุหลอมละลายและอัดฉีดเข้าไปในแบบแม่พิมพ์ ชิ้นงานจะแข็งตัวอาจจะใช้เวลานานพอสมควร ขึ้นอยู่กับขนาดชิ้นงานนั้น ๆ

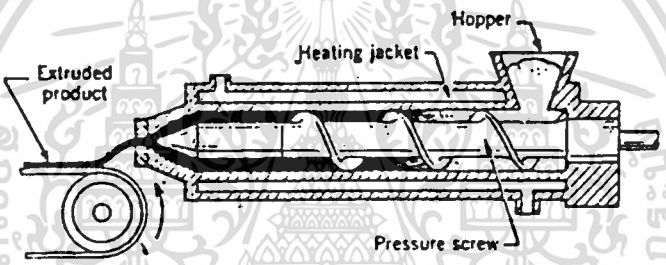
แบบแม่พิมพ์อัดฉีดจะทำงานได้เร็วกว่าแบบแม่พิมพ์อัด แบบแม่พิมพ์อัดชนิดนี้จะรักษาอุณหภูมิได้คงที่ประมาณ 165 ถึง 200 องศาฟาเรนไฮต์ โดยใช้ระบบน้ำร้อนช่วยหมุนเวียน การทำงานจะอัดฉีดได้ 2 ถึง 6 ครั้ง ต่อนาที แบบแม่พิมพ์อัดฉีดเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างยุ่งยากและมีผนังบางดังแสดงในภาพที่ นอกจากนี้ใช้ผลิตพวกแบริ่ง สกรูเกลียวและอื่น ๆ วิธีการนี้สูญเสียวัสดุต่ำ



รูปที่ 92 แสดงตัวอย่างการอัดฉีดผลิตภัณฑ์ตะกร้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เย็นโดยอากาศ น้ำ หรือโดยการสัมผัสกับพื้นผิวที่เย็น และจ่อย ๆ แข็งตัว ขณะที่พักอยู่บนสายพานลำเอียง ชิ้นงานที่เป็นแท่ง ท่อ สามารถผลิตได้ด้วยวิธีนี้ และสามารถดัดโค้งให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ หลังจากการอัดฉีด โดยการจุ่มลงไปในน้ำร้อน ผลิตภัณฑ์ที่ทำโดยวิธีนี้ เช่น ท่อสำหรับสอดสายไฟฟ้า ส่วนพลาสติกคงรูป ไม่ดัดแปลงใช้การอัดฉีดวิธีนี้เพราะมันแข็งเร็วเกินไป แต่จะใช้เครื่องจักรในการอัดรีดแบบใช้ลูกสูบ แทนเกลียวหมุน คือวัสดุจะถูกป้อนจากช่องเทมาที่ส่วนหลังของกระบอกลูกสูบ แรงอัดมีลักษณะการอัดไปตามยาวสู่แบบแม่พิมพ์ซึ่งร้อนความร้อนที่เพิ่มขึ้น เป็นผลจากการเสียดทานขณะวัสดุถูกอัดผ่านกระบอกสูบ และแบบแม่พิมพ์ ผลิตภัณฑ์ที่ทำ โดยวิธีนี้ เช่น ท่อแท่ง แบบแม่พิมพ์แบริ่ง เฟือง และสายเบรค พิกัดความเผื่อของพื้นที่หน้าตัด 1 + 0.005 ถึง 1 - 0.005 นิ้ว



รูปที่ 94 แสดงแบบการอัดรีด

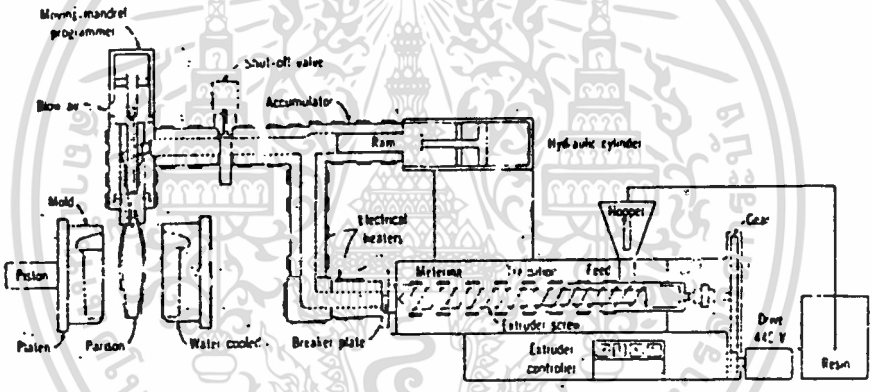
กระบวนการเคลือบผิวอัดฉีด (Extrusion casting) เป็นที่รู้จักกันดี ใช้มากสำหรับการเคลือบผิวกระดาษและแผ่นโลหะที่บาง พลาสติกเปลี่ยนรูปจะถูกอัดรีดผ่านแบบแม่พิมพ์แบนได้เป็นแผ่นผ่านข้างล่างแบบแม่พิมพ์ดูภาพที่ ขณะที่ทำการอัดรีดวัสดุจะอ่อนและติดไปกับลูกกลิ้งยางซึ่งจับยึดับตัวลูกกลิ้ง ที่ขอบของแผ่นจะถูกทำให้เรียบก่อนที่จะเสร็จ พลาสติกเปลี่ยนรูปที่ใช้วิธีนี้มากคือ ไวนีล โพลีเอทิลีน และโพลีโปรบิลีน กระบวนการนี้ใช้ทำส่วนที่เป็นฉนวนของลวดและสายเคเบิล เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อได้เปรียบของแบบแม่พิมพ์หมุนอยู่ที่การลงทุนต่ำ ชิ้นงานที่ได้ละเอียด พื้นผิวเรียบ ผลิตภัณฑ์ที่ทำโดยแบบแม่พิมพ์หมุนผง (Powder rotational Molding) จะได้ขนาดตามที่ต้องการ เช่น เก้าอี้ของเด็ก ภาชนะบรรจุของเหลวและถังแก๊สโซลีน

แบบแม่พิมพ์เป่า (Blow Molding)

แบบแม่พิมพ์เป่าใช้ผลิตภาชนะกลวงสำหรับบรรจุ ซึ่งผลิตจากพลาสติกเปลี่ยนรูป กระบอกบรรจุวัสดุพลาสติกจะถูกอัดรีดอย่างรวดเร็วไปยังตำแหน่งของแบบแม่พิมพ์ที่แยกออกจากกัน ดังแสดงในภาพที่ ขณะที่แบบแม่พิมพ์ปิด Parison จะถูกเป่าให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์ โดยแรงอัดของอากาศ หลังจากผลิตภัณฑ์ถูกทำให้เย็นตัวเพื่อไม่ให้เกิดการบิดตัวแล้ว แบบแม่พิมพ์ก็จะเปิดให้ชิ้นงานออกจากแบบ วิธีการนี้คล้ายกับการอุตสาหกรรมแก้วที่ใช้การขึ้นรูปขวด



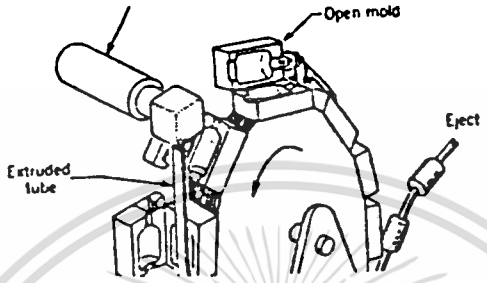
รูปที่ 98 แสดงประเภทของเครื่องเป่าแบบแม่พิมพ์พลาสติก

ในภาพแสดงเครื่องจักรสำหรับการเป่าขวดแบบต่อเนื่อง โดยกระบวนการ Pinch-tube หลอดของพลาสติกเปลี่ยนรูปจะถูกอัดรีดจาก Plasticizer ไปยังแบบแม่พิมพ์ หลอดพลาสติกแต่ละอันจะถูกบีบด้วยแบบแม่พิมพ์และใช้แรงอัดอากาศเป่าไปยังหลอดกลวง โดยแกนหลอดที่อยู่ส่วนหัวของแบบแม่พิมพ์

แรงอัดอากาศจะกระจายพลาสติกไปตรงผนังของแบบแม่พิมพ์ หลังจากนั้นให้ความเย็นช่วงสั้น ๆ ระหว่างนั้นแรงอัดอากาศยังคงมีอยู่ แล้วความดันจะถูกปล่อยแบบแม่พิมพ์เปิดออก ขวดถูกปล่อยออกมาและแบบพิมพ์เริ่มทำงานใหม่อีกครั้ง เป็นวงจรเช่นนี้ ขวดที่ได้ออกมาจะต้องให้เย็นที่อุณหภูมิห้องโดยการพ่นน้ำ ส่วนยอดและก้นของขวดจะต้องมีการตัดเพื่อกำจัดเศษเล็กเศษน้อยออก แต่ก็ไม่จำเป็นเท่าไหร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์แบบแม่พิมพ์เป่าจะรวมถึงหีบห่อบรรจุเครื่องสำอาง ขวด ทุ่น ท่อทำความเย็น รถยนต์ ภาชนะบรรจุผงซักฟอกเหลว และขวดน้ำร้อน พลาสติก โพลีเอทีลีน โพลิโปรปิลีน และเซลูโลสอาซิเตท สามารถขึ้นรูปได้โดยการเป่า



รูปที่ 99 แสดงเครื่องจักรสำหรับการเป่าขวดแบบต่อเนื่อง

<u>พลาสติกเสริมกำลัง</u> (Reinforced Plastics)

พลาสติกเสริมกำลังจะรวมถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำจากพลาสติกคงรูป ด้วยวิธีการต่าง ๆ หรือการทอเส้นใย วัสดุที่เคยใช้กันมากเช่น ใยแก้ว ใยหิน ฝ้ายและเส้นใยสังเคราะห์ มีการหันมาใช้โพลีเอสเตอร์ เรซินซึ่งมีราคาถูก และมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ อีพอกซีจัดว่ามีความแข็งแรงเป็นพิเศษ และทนสารเคมีชนะที่ซิลิโคนทนความร้อน และมีคุณสมบัติที่เหมาะทางไฟฟ้า นอกจากนี้เรซินอื่น ๆ ก็มีคุณสมบัติเฉพาะ เหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้

ใยแก้ว และพลาสติกเสริมกำลังอื่น ๆ จะทำได้โดยกระบวนการต่าง ๆ แต่โดยทั่วไปแบ่งเป็นแบบแม่พิมพ์เปิดและแบบแม่พิมพ์ปิด

กระบวนการแบบแม่พิมพ์เปิด จะมีแบบแม่พิมพ์เป็นตัวผู้หรือตัวเมียก็ได้ ที่จะทำผลิตภัณฑ์โดยใช้ความดันเล็กน้อย หรือไม่ใช้ก็ได้ เช่น เรือที่ทำด้วยใยแก้วเป็นตัวอย่างที่ดี วิธีนี้สามารถดัดแปลงเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ได้ โดยเพียงแต่แต่งช้าง ๆ เมื่อทำเสร็จใยแก้วและเรซินจะวางไว้ในแบบแม่พิมพ์แล้วกลิ้งด้วยแรงอัด และไล่อากาศออก แบบแม่พิมพ์ปกติจะอยู่ที่มีอากาศแต่อาจเป็นสูญญากาศ หรือถุงความดันเพื่อเพิ่มความดัน ดังแสดงในภาพ อาจเพิ่มความดันได้ถึง 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยวางในหม้อนึ่งความดัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแบบแม่พิมพ์เปิด เช่น ชิ้นส่วนยานพาหนะ พวกหีบห่อ ส่วนประกอบของรถ และภาชนะบรรจุใหญ่ ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้