



เครื่องเล่น (คassette) สำหรับเด็กวัยอนุบาล  
(CASSETTE SING ALONG FOR EARLY CHILDHOOD)



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต  
สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม โครงการภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์

### สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องเล่นเทปคลาสเซ็ทสำหรับเด็ก วัยอนุบาล

โดย นางสาวนิตา มณีดิษฐ์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต  
สาขาศิลปอุตสาหกรรม

..... คณบดี

(รศ.ดร. ปรียาพร วงอนุตรโรจน์)

วันที่ 23 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2537

#### คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร)

..... กรรมการ  
(อาจารย์อนันท์ อินทร์คำ)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ศิริพรรณ สาริบุตร)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ)

..... กรรมการ  
(อาจารย์พิศุทธิ์ ศิริพันธ์)

..... กรรมการและเลขานุการ  
(อาจารย์สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ)

วิทยานิพนธ์ เรื่อง

ชื่อนักศึกษา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

เครื่องเล่นเทพคลาสเซทสำหรับเด็กวัยอนุบาล

นางสาว นิตา มณีดิษฐ์

1. อาจารย์ไพรัตน์ พิภน้อย ฝ่ายข้อมูล
2. อาจารย์ถนอม จันท์หมื่นไวย ฝ่ายออกแบบ
3. อาจารย์อนันต์ อินทร์คำ ฝ่ายออกแบบ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ได้ตรวจพิจารณาและเห็นชอบแล้ว  
จึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา  
2536



(รองศาสตราจารย์ ดร.ปริยามร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ชื่อเรื่อง	(ภาษาไทย)	เครื่องเล่นเทปคลาสเซตสำหรับเด็กวัยอนุบาล
Thesis Title	(ภาษาอังกฤษ)	CASSETTE SING-ALONG EARLY CHILDOOD
ชื่อนักศึกษา	(ภาษาไทย)	นางสาว นิดา มณีดิษฐ์
	(ภาษาอังกฤษ)	Miss. Nida Mcneedit
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	(ภาษาไทย)	อาจารย์ไพรัตน์ ฟักน้อย
Thesis Title	(ภาษาอังกฤษ)	Mrs. Pairat Phaknoi
	(ภาษาไทย)	อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย
	(ภาษาอังกฤษ)	Mr. Tanom Junmurnvai
	(ภาษาไทย)	อาจารย์อนันต์ อินทร์คำ
	(ภาษาอังกฤษ)	Mr. Anan Inkum
ระดับการศึกษา		คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม
Levele of Study		Bachelor of Science in Industrial Education (Industrial Design) B.S.I.ED. (Industrial Design)
Department		Industrial Education King Mongkut Institute of Technology Ladkrabang
ปีการศึกษา		2536
Year		1993

### บทคัดย่อ

การพัฒนาการของเด็กไทยวัย 3 ปี ขึ้นไป มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากการปูพื้นฐานที่ดีให้กับเด็กที่กำลังอยู่ในวัยเจริญเติบโต ผู้ปกครองจึงได้ให้ความสำคัญในช่วงนี้มาก การพัฒนาของเด็กนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายด้าน ซึ่งทักษะที่มีความสำคัญของเด็กวัยนี้ ได้แก่ ทักษะการพูด การร้องเพลง ทักษะการเคลื่อนไหวทางร่างกาย และการเข้าสังคม ดังนั้น จึงจัดทำวิทยานิพนธ์ให้สอดคล้องกับกลุ่มผู้บริโภครุ่นดังกล่าว โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการศึกษาวิจัย เครื่องเล่นเทปคลาสเซต สำหรับเด็กวัยอนุบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือ

1. เพื่อออกแบบปรับปรุง เครื่องเล่นเทพคลาสเซทสำหรับเด็กวัย 3-6 ปี
2. เพื่อออกแบบให้ใช้เล่นภายในบ้านพักอาศัย
3. เพื่อออกแบบให้มีความเหมาะสมต่อการเล่นของเด็ก
4. เพื่อออกแบบให้ ได้ผลิตภัณฑ์ที่ช่วยเสริมพัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์และสังคม
5. เพื่อออกแบบให้ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม
6. เพื่อออกแบบให้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

### วิธีดำเนินการวิจัย ได้กำหนดแนวทางการดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้คือ

1. รวบรวมปัญหาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม คือ เครื่องเล่นเทพคลาสเซทสำหรับเด็ก โดยใช้ระบบแบตเตอรี่รีชาร์จ โดยได้ศึกษาปัญหาจากตัวผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ปัญหาที่ชัดเจน
2. ติปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเพื่อปรับปรุง จากผลิตภัณฑ์เดิมให้เหมาะสมขึ้น
3. กำหนดขอบเขตของการออกแบบ หรือการใช้งานของผลิตภัณฑ์
4. กำหนดขอบเขตการศึกษาวิจัย เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้ในการออกแบบ
5. วิเคราะห์ข้อมูลที่ทำการศึกษาอยู่ เพื่อสรุปเลือกใช้องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เหมาะสม เช่น ระบบเครื่องเล่นเทพ วัสดุและส่วนประกอบอื่น ๆ
6. กลับกรองข้อมูลที่สรุปแล้ว เพื่อสร้างเป็นเครื่องเล่นเทพคลาสเซท ได้แก่ การจัดระบบความต่อเนื่องของชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อการทำงาน การกำหนดรูปแบบของผลิตภัณฑ์
7. สรุปผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ เครื่องเล่นเทพคลาสเซทสำหรับเด็กวัยอนุบาลที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานมากขึ้น
8. เสนอผลงานสำเร็จแก่คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ เพื่อชี้แนะและประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัยดังกล่าวด้วยแบบร่าง แบบเพื่อการผลิตภาพเหมือนจริงของผลิตภัณฑ์และต้นทุนจำลอง

### ผลการออกแบบ

จากการดำเนินการวิจัยและออกแบบตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่ง เป็นผลสำเร็จดัง เป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ นั้น ก็จะได้ผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นเทพคลาสเซทสำหรับเด็กวัยอนุบาล ที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน กล่าวคือเป็นเครื่องเล่นเทพคลาสเซทสำหรับเด็กวัยอนุบาล ที่สามารถเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพทางด้านต่าง ๆ ของเด็กในวัยอนุบาล เพื่อที่จะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่ดี เป็นอนาคตของประเทศชาติต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "เครื่องเล่นเทพคลาสสิกสำหรับเด็กวัยอนุบาล" สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีก็ด้วยผู้มีอุปถัมภ์ในด้านต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้ความกรุณาในด้านกำลังทรัพย์ และกำลังใจอยู่เสมอมา

กราบขอบพระคุณอาจารย์ไพรัตน์ ฝึกน้อย อาจารย์ณอม จันทรหมื่นไว อาจารย์อนันต์ อินทร์คำ ที่ได้ให้ความกรุณาในการแนะนำ ช่วยเหลือ แก้ไขและให้ความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์



นางสาว นิดา มณีธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า	
แบบอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์	I	
บทคัดย่อ	II	
กิตติกรรมประกาศ	III	
สารบัญ	IV	
สารบัญตารางประกอบ	V	
สารบัญภาพประกอบ	VI	
สารบัญแผนภูมิประกอบ	VII	
<b>บทที่</b>		
<b>1 บทนำ</b>		
1.1 เหตุผลในการนำเสนอ	1	
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2	
1.3 ที่มาของปัญหา	2	
1.4 ปัญหาที่เกิดขึ้น	3	
1.5 แนวทางแก้ปัญหา	8	
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย	8	
1.7 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล	9	
1.8 ขอบเขตของงานออกแบบ	9	
1.9 ผลที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์	10	
<b>บทที่</b>		
<b>2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น</b>	11	
2.1 การศึกษาสภาพแวดล้อม	11	
2.1.1 บ้านพักอาศัย	13	
2.1.2 ครอบครัว	15	
2.2 การศึกษาเกี่ยวกับผู้ใช้	17	
2.2.1 พัฒนาการของเด็กวัย 3 - 6 ปี	17	
2.2.2 สิ่งที่มีอิทธิพลต่อคลิภภาพของเด็ก	26	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.3 การเล่น	27
2.2.4 ดนตรีสำหรับเด็ก	33
2.2.5 พฤติกรรมของผู้ใช้	39
2.2.6 การศึกษาเกี่ยวกับสรีรศาสตร์	42
2.3 การศึกษาข้อมูลสี	48
2.4 การศึกษาเกี่ยวกับด้านผลิตภัณฑ์	58
2.4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม	58
2.4.2 ศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	61
2.5 ข้อมูลวัสดุที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์	63
2.5.1 พลาสติก	63
2.5.2 กรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	64
2.5.3 การออกแบบเกลียวพลาสติก	74
2.5.4 การเชื่อมพลาสติกในระบบอุตสาหกรรม	74
2.5.5 การยึดต่อหรือประกอบชิ้นงานพลาสติกกับพลาสติก	90
2.6 การศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์	93
2.6.1 ระบบพลังงานที่เกี่ยวข้อง	93
2.6.2 เสียง	100
2.6.3 เครื่องขยายเสียง	104
2.6.4 เทปคลาสเซท	114
2.5.5 ไมโครโฟน	117
2.5.6 ลำโพง	123
2.5.7 สวิตช์	129
2.5.8 สายไฟ	137
2.5.9 ลักษณะการนำพาอุปกรณ์	142

### บทที่

<b>3 การรวบรวมและศึกษาข้อมูล</b>	<b>145</b>
----------------------------------	------------

<b>3.1 การศึกษาจากภาคเอกสาร</b>	<b>145</b>
---------------------------------	------------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.2 การศึกษาจากการสัมภาษณ์	145
	3.3 การศึกษาจากสถานที่จริง	145
	3.4 แหล่งที่มาของข้อมูล	146
	3.5 การสรุปการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	146
	3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์	151
	3.6.1 การวิเคราะห์ส่วนที่เกี่ยวกับการทำงาน	152
	3.6.2 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ	162
	3.6.3 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรม	175
	3.6.4 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุที่นำมาผลิต	179
	3.6.5 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการผลิต	180
	3.6.6 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการใช้สี	181
บทที่	<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	<b>182</b>
	แบบถ่ายย่อ	191
บทที่	<b>5 สรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะ</b>	<b>199</b>
	สรุปการวิจัย	199
	ข้อเสนอแนะ	201
	บรรณานุกรม	203
	ประวัติผู้เขียน	204

## สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของปั๊มควบคุมเครื่อง	3
ภาพที่ 2 แสดงตัวเลขบอกระดับความดังของเสียง	4
ภาพที่ 3 แสดงลักษณะที่เก็บไมโครโฟน	4
ภาพที่ 4 แสดงการเสียบไมโครโฟนตัวที่ 2	5
ภาพที่ 5 แสดงการเปิดฝาแบตเตอรี่	5
ภาพที่ 6 แสดงลักษณะปั๊มควบคุมการเล่นเทป	6
ภาพที่ 7 แสดงลักษณะปั๊ม Volume	6
ภาพที่ 8 แสดงการจับเปิดฝาเทป	7
ภาพที่ 9 แสดงการจับเพื่อการนำพา	7
ภาพที่ 10 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของหู	47
ภาพที่ 11 แสดงผลิตภัณฑ์เต็ม	59
ภาพที่ 12 แสดงการใช้งานผลิตภัณฑ์เต็ม	60
ภาพที่ 13 แสดงผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	61
ภาพที่ 14 แสดงผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	62
ภาพที่ 15 แสดงแบบอัดชนิด Flash Mold	66
ภาพที่ 16 แสดงแบบฉีด (Injection Molding)	67
ภาพที่ 17 แสดงแบบรีด (Extrusion)	68
ภาพที่ 18 แสดงแบบเป่า (Blow Molding)	70
ภาพที่ 19 แสดงแบบหล่อเย็น (Simple Casting)	71
ภาพที่ 20 แสดงวิธีเชื่อมด้วยลวดความร้อน	75
ภาพที่ 21 แสดงวิธีการเชื่อม โดยการหมุนเสียดสี	76
ภาพที่ 22 แสดงลักษณะการออกแบบผิวหน้ารอยต่อ	76
ภาพที่ 23 แสดงวิธีการเชื่อมด้วยความร้อนแบบประกบ	78
ภาพที่ 24 แสดงเทคนิคการออกแบบ Joint เพื่อการยึดต่อ โดยวิธีการทางเคมี	81
ภาพที่ 25 แสดงการออกแบบงานพลาสติกที่เหมาะสม	83
ภาพที่ 26 แสดงการเสริมแรงในงานพลาสติก	84
ภาพที่ 27 แสดงการเสริมขอบ	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

	หน้า	
ภาพที่ 28	แสดงความลาดเอียงแม่แบบ	86
ภาพที่ 29	แสดงขอบและมุมของแม่แบบ	87
ภาพที่ 30	แสดงชนิดของการเชื่อม	88
ภาพที่ 31	แสดงการเชื่อมในงานพลาสติก	89
ภาพที่ 32	แสดงตะปูเกลียว 4 ชนิด ที่ใช้ได้กับพลาสติกจำพวก TP	90
ภาพที่ 33	แสดงตะปูเกลียว 6 ชนิด ที่ควรใช้พลาสติกจำพวก TS	91
ภาพที่ 34	แสดงการใช้หมุดย้ำในงานยึดต่อพลาสติก	92
ภาพที่ 35	แสดงลักษณะแรงเคลื่อนของไฟฟ้ากระแสตรง	93
ภาพที่ 36	แสดงลักษณะแรงเคลื่อนของไฟฟ้ากระแสสลับ	94
ภาพที่ 37	แสดงแบตเตอรี่แห่งชนิดต่าง ๆ	95
ภาพที่ 38	แสดงลักษณะของถ่านไฟฉายที่ใช้สังกะสีและถ่านคาร์บอนเป็นส่วนประกอบหลัก	96
ภาพที่ 39	แสดงโครงสร้างโดยทั่วไปของเซลล์แบบลิเทียม	97
ภาพที่ 40	โครงสร้างโดยทั่วไปของเซลล์แบบเมอร์คิวรี	97
ภาพที่ 41	เซลล์แบบประจุไฟใหม่ได้	98
ภาพที่ 42	ภาพแสดงเซลล์แบบอัลตาไลน์แมงกานีส	99
ภาพที่ 43	ลักษณะสมบัติของคลื่นความถี่เสียง และคลื่นความถี่ที่ทำให้เจ็บปวดหู	101
ภาพที่ 44	องค์ประกอบของเครื่องขยายเสียง	105
ภาพที่ 45	คลาสการขยายต่าง ๆ	108
ภาพที่ 46	การเพี้ยนครอสโอเวอร์	109
ภาพที่ 47	แสดงวงจรโอพียี	110
ภาพที่ 48	วงจรเพาเวอร์ แอมป์ โอทีแอลครอสซีคคอมพลีเมนท์ารี	111
ภาพที่ 49	วงจรไอซีแอล ขนาด 30 วัตต์	112
ภาพที่ 50	วงจรขยายแบบบริคจ์	113
ภาพที่ 51	สัญลักษณ์อย่างง่ายของออปแอมป์	113
ภาพที่ 52	แถบเทปคลาสซีท	114
ภาพที่ 53	แถบเทปคาร์ทริดจ์	115
ภาพที่ 54	ไมโครโฟนแบบต่าง ๆ	117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 55	แสดงทิศทางการรับเสียงของ ไมโครโฟนแบบต่าง ๆ	118
ภาพที่ 56	คาร์บอนไมโครโฟน	119
ภาพที่ 57	ไมโครโฟนแบบไฟฟ้าคักยะ	119
ภาพที่ 58	ไดนามิคไมโครโฟน	120
ภาพที่ 59	รีบบิ้นไมโครโฟน	121
ภาพที่ 60	คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน	121
ภาพที่ 61	ไมล์ลอย	122
ภาพที่ 62	โครงสร้างของลำโพงไดนามิค	124
ภาพที่ 63	แสดงลักษณะสวิทช์แบบกดแบบต่าง ๆ	129
ภาพที่ 64	แสดงทิศทางการทำงานของปุ่มโยก	130
ภาพที่ 65	แสดงมุมมองค่าในการทำงาน	130
ภาพที่ 66	แสดงลักษณะการวางตำแหน่งปุ่มกด	131
ภาพที่ 67	แสดงลักษณะของสวิทช์โยก	131
ภาพที่ 68	แสดงลักษณะและขนาดของสวิทช์เลื่อน	131
ภาพที่ 69	แสดงรูปแบบของสวิทช์เลื่อน	132
ภาพที่ 70	แสดงรูปแบบของสวิทช์หมุน	132
ภาพที่ 71	แสดงขนาดของปุ่มหมุนในสวิทช์หมุน	133
ภาพที่ 72	แสดงลักษณะพื้นที่ผิวสัมผัสในการหมุนของสวิทช์	133
ภาพที่ 73	แสดงตัวอย่างของ ไมโครสวิทช์แบบต่าง ๆ	134
ภาพที่ 74	แสดงตัวอย่างสวิทช์ชนิดนี้ และวิธีการติดตั้งแสดงไว้	135
ภาพที่ 75	แสดงลักษณะของสวิทช์รีเลย์สวิทช์	136
ภาพที่ 76	แสดงการวางตำแหน่งของสัญญาณ	136
ภาพที่ 77	แสดงการบอกตัวเลขหรือสัญญาณบนหน้าปัดควบคุม	137
ภาพที่ 78	แสดงสรุปข้อมูลพื้นฐาน	184
ภาพที่ 79	แสดงสรุปข้อมูลสู่การออกแบบ	184
ภาพที่ 80	Sketch Design 1	185
ภาพที่ 81	Sketch Design 2	185
ภาพที่ 82	Sketch Design 3	186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 83 Presentation 1	186
ภาพที่ 84 Presentation 2	187
ภาพที่ 85 Presentation 3	187
ภาพที่ 86 Presentation 4	188
ภาพที่ 87 Presentation 5	188
ภาพที่ 88 Presentation 6	189
ภาพที่ 89 Presentation 7	189
ภาพที่ 90 Presentation 8	190



## สารบัญตารางประกอบ

	หน้า	
ตารางที่ 1	ตารางแสดงลักษณะความพร้อมและความสนใจในการเคลื่อนไหวร่างกาย	21
ตารางที่ 2	ตารางแสดงตัวเลขสัดส่วนของเด็กชายและเด็กหญิง	43
ตารางที่ 3	ตารางแสดงตัวเลขมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและมิติวิถีชีวิตของร่างกาย เด็กอายุ 3-6 ขวบ	44
ตารางที่ 4	ตารางแสดงเกณฑ์ปกติการพัฒนาร่างกายของเด็กไทยอายุ 3-6 ขวบ	45
ตารางที่ 5	ตารางแสดงการใช้สีตัวอักษรกับพื้นสี	53
ตารางที่ 6	ตารางแสดงการใช้สัญลักษณ์	57
ตารางที่ 7	ตารางแสดงค่าพิกัดมาตรฐาน	73
ตารางที่ 8	ตารางกำหนดความลาดเอียง	86
ตารางที่ 9	ตารางแสดงคุณสมบัติในการดูดซึมเสียงเมื่อใช้วัสดุดูดซึมเสียง ต่างชนิดกัน	103
ตารางที่ 10	ตารางแสดงวัสดุชนิดต่าง ๆ กับการยึดเยื่อของเสียงเป็นเปอร์เซ็นต์	104
ตารางที่ 11	ตารางแสดงลักษณะและการทำงานของสายไฟฟ้า	139
ตารางที่ 12	ตารางแสดงจำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ ใช้ได้กับสายไฟ ขนาดต่าง ๆ ที่ 40 ° C	141
ตารางที่ 13	ตารางวิเคราะห์เปรียบเทียบระบบการทำงาน	152
ตารางที่ 14	ตารางวิเคราะห์ระบบกระแสไฟฟ้า	153
ตารางที่ 15	ตารางวิเคราะห์สวิตช์ควบคุมเครื่อง	154
ตารางที่ 16	ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิตช์	155
ตารางที่ 17	ตารางวิเคราะห์ส่วนแสดงการทำงานของเครื่อง	156
ตารางที่ 18	ตารางวิเคราะห์สายไมโครโฟน	157
ตารางที่ 19	ตารางวิเคราะห์ทิศทางออกของสายไมโครโฟน	158
ตารางที่ 20	ตารางวิเคราะห์ประเภทของสายไฟ	159
ตารางที่ 21	ตารางวิเคราะห์ชนิดของสายไฟ	160
ตารางที่ 22	ตารางวิเคราะห์แบตเตอรี่	161
ตารางที่ 23	ตารางวิเคราะห์รูปทรงของผลิตภัณฑ์	162

## สารบัญตารางประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 24 ตารางวิเคราะห์การยึดโครงสร้าง	163
ตารางที่ 25 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งของช่องเทปคลาสเซท	164
ตารางที่ 26 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งของลำโพง	165
ตารางที่ 27 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งที่เก็บไมโครโฟน	166
ตารางที่ 28 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งของปุ่มปรับระดับเสียง	167
ตารางที่ 29 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิทช์เคาะจังหวะ	168
ตารางที่ 30 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิทช์ควบคุมเทป	169
ตารางที่ 31 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งการเก็บแบตเตอรี่	170
ตารางที่ 32 ตารางวิเคราะห์รูปแบบไมโครโฟน	171
ตารางที่ 33 ตารางวิเคราะห์รูปแบบของปุ่มปรับระดับเสียง	172
ตารางที่ 34 ตารางวิเคราะห์รูปแบบของฝา ปิด-เปิด เทป	173
ตารางที่ 35 ตารางวิเคราะห์รูปแบบของฝาลำโพง	174
ตารางที่ 36 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งการจับเพื่อการใช้งาน	175
ตารางที่ 37 ตารางวิเคราะห์รูปทรงเพื่อการจับถือ	176
ตารางที่ 38 ตารางวิเคราะห์รูปแบบที่จับสำหรับ ปิด-เปิด เทป	177
ตารางที่ 39 ตารางวิเคราะห์ลักษณะการปิดของฝาแบตเตอรี่	178
ตารางที่ 40 ตารางวิเคราะห์พลาสติกที่นำมาใช้ทำโครงสร้างภายนอก	179
ตารางที่ 41 ตารางวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตชิ้นงานพลาสติก	180

## สารบัญแผนภูมิประกอบ

		หน้า
แผนภูมิที่ 1	แสดงพฤติกรรมการเล่น โดยไม่ใช้เครื่องเล่นเทป	39
แผนภูมิที่ 2	แสดงพฤติกรรมการเล่น โดยใช้เครื่องเล่นเทปอย่างเดี่ยว	40
แผนภูมิที่ 3	แสดงการเล่นเครื่องเล่นเทปพร้อมกับไมโครโฟน	41
แผนภูมิที่ 4	แสดงพฤติกรรมการเล่นเปลี่ยนแบตเตอรี่	42
แผนภูมิที่ 5	แผนภูมิช่วยในการเลือกกรรมวิธีในการยึดต่อทางพลาสติก	82



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาของการนำเสนอวิทยานิพนธ์

การพัฒนาของเด็กมีความสำคัญมากที่จะทำให้เด็กโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีความรู้ ความสามารถในการประกอบอาชีพ หรืออยู่ในสังคมปัจจุบัน การพัฒนาการของเด็กนั้นมีหลายประเภทด้วยกัน เช่น การพัฒนาด้านร่างกาย การพัฒนาด้านสมอง สติปัญญา การพัฒนาด้านจิตใจ การแสดงออก การพูด การใช้เสียง เป็นต้น ซึ่งการพัฒนาดังกล่าวจะต้องมีการส่งเสริมหรือการให้ความช่วยเหลือจากพ่อและแม่เป็นอันดับแรก ก่อนการเข้าโรงเรียนซึ่งเป็นการพัฒนาที่ถูกต้องและเป็นระเบียบภายใต้การดูแลของครู

การใช้เสียงหรือการพูดของเด็ก เป็นการพัฒนาของเด็กตั้งแต่อายุ 1 ปี เป็นต้นไป แต่จะเริ่มออกเสียงได้ชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่ออายุตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป ช่วงที่เด็กหัดพูดกับพ่อแม่ หรือพูดตามผู้ใหญ่ ถ้าในช่วงนี้พ่อแม่ไม่ส่งเสริมหรือไม่ช่วยให้เด็กได้เกิดการพัฒนาทางการพูด การแสดงออก การใช้เสียง เด็กก็จะเกิดความไม่กล้าพูด พูดไม่ชัด ไม่กล้าแสดงออก ขาดความเชื่อมั่น และจะมีการพัฒนาการพูดช้ากว่าเด็กวัยเดียวกัน พ่อแม่จึงมีบทบาทในการส่งเสริมการพูด ตลอดจนปลูกฝังการร้องเพลงหรือดนตรีแก่เด็ก เพื่อให้เด็กได้มีโอกาสฝึกทักษะการพูด การร้องเพลง หรือดนตรี ตลอดจนฝึกให้กล้าแสดงออก ก่อนจะเข้าโรงเรียนและเมื่อเข้าโรงเรียนแล้ว กิจกรรมด้านอื่นทางโรงเรียนจะช่วยเพิ่มความสามารถแก่เด็กเอง ซึ่งการฝึกฝนทักษะดังกล่าวจะทำให้เด็กมีพัฒนาการในด้าน ร่างกาย อารมณ์และสังคม บุคลิกภาพ สติปัญญา

ดังนั้นจึงได้เกิดโครงการออกแบบปรับปรุง เครื่องเล่นเทพคลาสเซทส่งเสริมทักษะการใช้เสียงและร้องเพลงสำหรับเด็กอายุ 3-6 ปี

### 1.2 เหตุผลในการนำเสนอ

ปัจจุบันนี้ผู้ปกครองหันมาให้ความสำคัญกับการเลี้ยงดูเด็กมากขึ้น เนื่องจากสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป เด็กในยุคนี้มีความเฉลียวฉลาด อยากรู้อยากเห็น มีความต้องการที่จะสัมผัสจับต้องสิ่งต่าง ๆ ซึ่งลักษณะของเด็กนี้เองจึงทำให้มีผู้ผลิตตรายใหญ่ได้ผลิตของเล่นขึ้นมาเพื่อการเสริมพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ให้มีการพัฒนาเร็วยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาการของเด็กมีด้วยกันหลายด้านดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งทักษะที่มีความสำคัญของเด็กวัยนี้ ได้แก่ ทักษะการพูด การร้องเพลง ทักษะการเคลื่อนไหวร่างกายและการเข้าสังคม ผู้จัดทำโครงการนี้จึงเห็นควรวางแผนการออกแบบปรับปรุงเครื่องเล่นเทพคลาสเซทสำหรับเด็กวัยอนุบาล (3-6 ปี) เพื่อส่งเสริมการฝึกทักษะดังกล่าว

### 1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่องการออกแบบปรับปรุง "เครื่องเล่นเทพคลาสเซทสำหรับเด็กวัยอนุบาล" บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ จึงได้วางวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้คือ

- 1.3.1 เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องเล่นเทพคลาสเซทสำหรับเด็กวัยอนุบาล
- 1.3.2 เพื่อออกแบบให้ใช้เล่นภายในบ้านพักอาศัย
- 1.3.3 เพื่อออกแบบให้มีความเหมาะสมต่อการเล่นของเด็ก
- 1.3.4 เพื่อออกแบบให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ช่วยในการเสริมพัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์ สังคม และเสริมทักษะทางการพูด
- 1.3.5 เพื่อออกแบบให้ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม
- 1.3.6 เพื่อออกแบบให้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

### 1.4 ที่มาของปัญหา

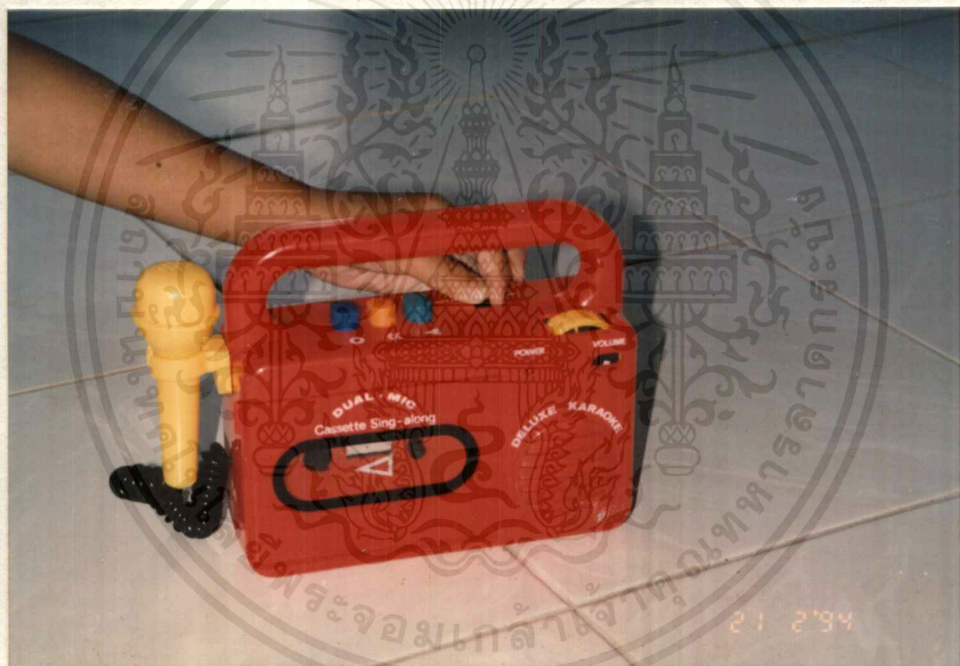
- 1.4.1 ปุ่มควบคุมเครื่องมีขนาดเล็กและใช้งานโดยการเลื่อนไปมา 3 ระดับ
- 1.4.2 ตัวเลขบอกระดับความดังของเสียงอยู่ด้านหน้าและมีลักษณะลึกเข้าไป
- 1.4.3 ที่เก็บไมโครโฟนมีเพียงตัวเดียว
- 1.4.4 ที่เสียบไมโครโฟนตัวที่ 2 อยู่บริเวณด้านหลังของเครื่อง
- 1.4.5 ฝาปิดแบตเตอรี่เป็นฝาแบบเลื่อนเปิด
- 1.4.6 ปุ่มควบคุมกลไกเปิด-ปิดเทปอยู่ติดกับด้านล่างของที่จับ
- 1.4.7 ปุ่ม Volume มีลักษณะมันวาว และหมุนโดยใช้นิ้วเพียงนิ้วเดียว
- 1.4.8 ที่จับเพื่อเปิด-ปิดเทปมีขนาดเล็ก และมันวาว
- 1.4.9 ที่จับเพื่อนำพามีลักษณะผิวมันวาว

## 1.5 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นแบ่งได้ 2 หัวข้อ ดังนี้คือ

### 1.5.1 ปัญหาจากพฤติกรรม

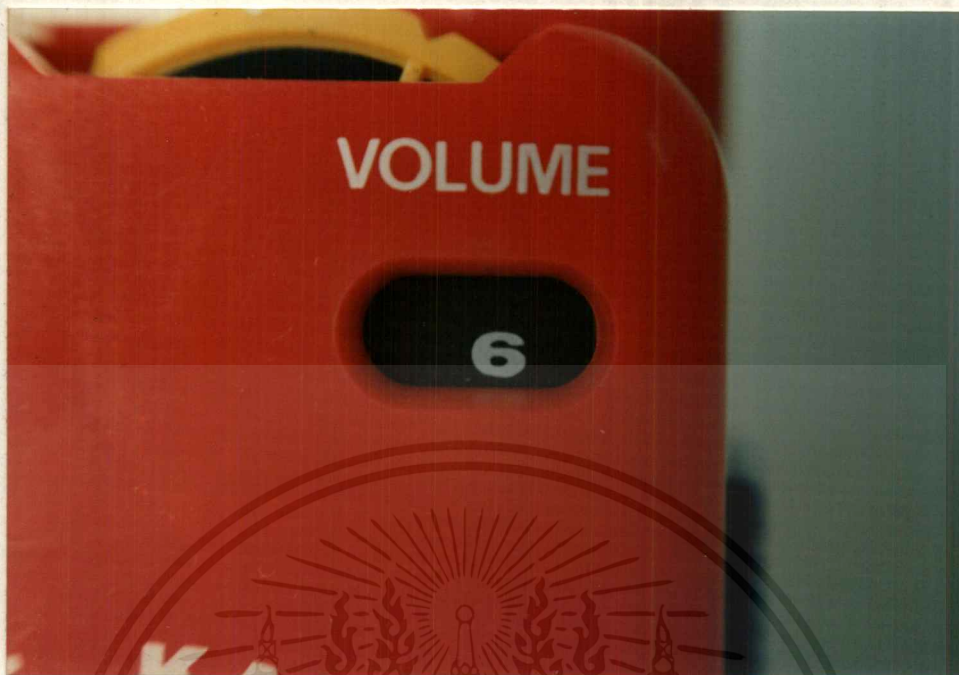
1.5.1.1 ปุ่มควบคุมเครื่องเป็นสวิตช์แบบเลื่อน 3 จังหวะ ซึ่งยากต่อการ  
 เล่นของเด็ก เด็กอาจเลื่อนเพียง 2 จังหวะ คือ ขวาสุด และซ้ายสุดเท่านั้น



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของปุ่มควบคุมเครื่อง

1.5.1.2 ตัวเลขบอกระดับความดังของเสียงอยู่ด้านหน้าเครื่อง ซึ่งมีลักษณะลึกลงไป ทำให้มองเห็นได้ไม่ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงตัวเลขขอบกระดับความดังของเสียง

1.5.1.3 ที่เก็บไมโครโฟนมีเพียงตัวเดียว หลังจากการเล่นไมโครโฟนแล้ว จึงไม่สามารถเก็บให้เป็นที่ได้ อาจเกิดการสูญหายได้โดยง่าย



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะที่เก็บไมโครโฟน

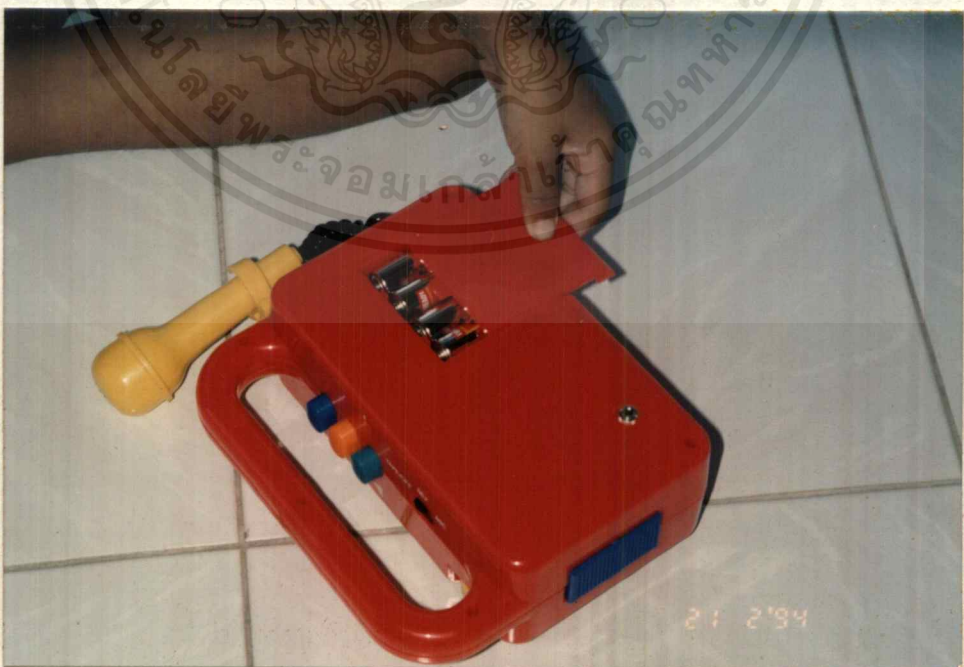
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.1.4 ที่เสียบไมโครโฟนตัวที่ 2 อยู่บริเวณด้านหลังของเครื่อง ซึ่งไม่  
สะดวกต่อการเล่น



ภาพที่ 4 แสดงการเสียบไมโครโฟนตัวที่ 2

1.5.1.5 ฝาปิดแบตเตอรี่ เปิดโดยการเลื่อนออก ซึ่งฝาอาจหายได้โดยง่าย



ภาพที่ 5 แสดงการเปิดฝาแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

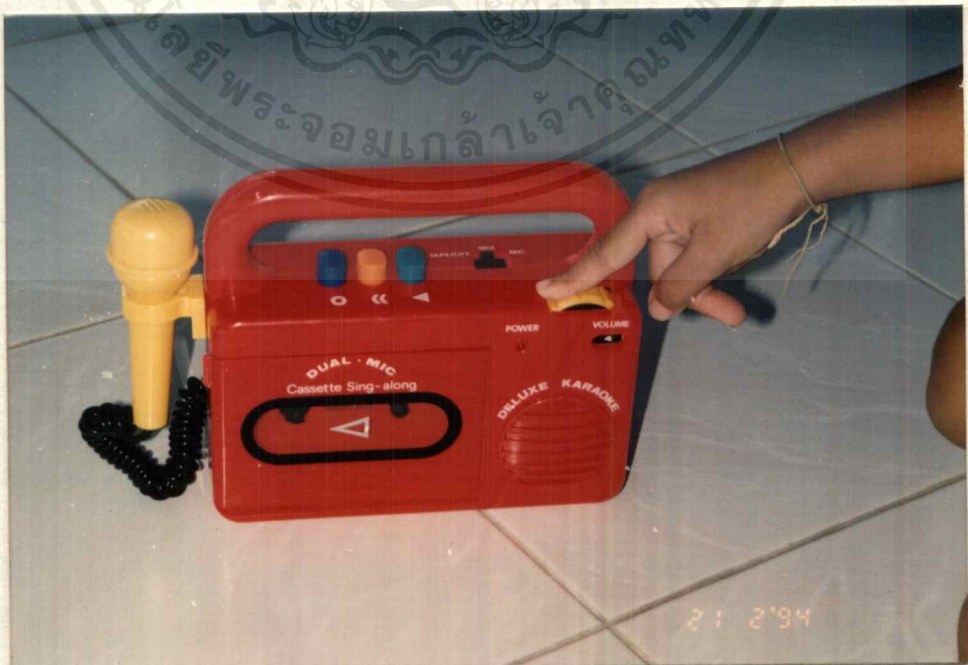
## 1.5.2 ปัญหาของโครงสร้าง

1.5.2.1 ปุ่มควบคุมการเล่นเทปอยู่บริเวณใต้ที่จับเพื่อการเคลื่อนย้าย ทำให้ยากต่อการกด



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะปุ่มควบคุมการเล่นเทป

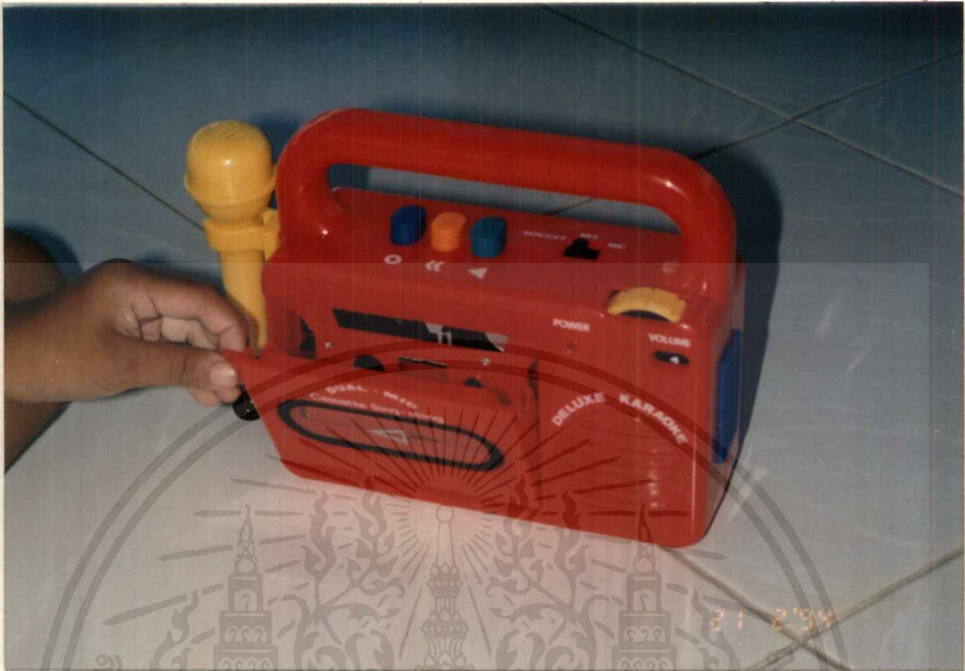
1.5.2.2 ปุ่ม Volume หมุนโดยใช้นิ้วเพียงนิ้วเดียว และมีการนำร่องเป็นระยะ ๆ ห่างกัน 1 เซนติเมตร ซึ่งไม่ได้ช่วยให้การจับมือ ทั้งยังเกิดความลื่นและหมุนลำบากอีกด้วย



ภาพที่ 7 แสดงปุ่ม Volume

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2.3 ที่จับสำหรับปิดเปิดเทป มีขนาดเล็กไม่สามารถจับได้อย่างกระชับมือ



ภาพที่ 8 แสดงการจับเปิดฝาเทป

1.5.2.4 ที่จับเพื่อการนำพามีผิวมันวาว ทำให้ไม่สามารถจับได้อย่างกระชับมือ



ภาพที่ 9 แสดงการจับเพื่อการนำพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6 แนวทางการแก้ปัญหา

### 1.6.1 ปัญหาพฤติกรรม

1.6.1.1 ออกแบบให้เป็นสวิตช์แบบกด โดยการกดปุ่มใดลงปุ่มอื่นก็ติดขึ้นเอง

1.6.1.2 ออกแบบให้ตัวลชนอกระดับเสียงอยู่ใกล้กับบริเวณที่หมุนเพื่อสะดวก

ในการมอง

1.6.1.3 ออกแบบให้มีที่เก็บไมโครโฟน 2 ตัว ในผลิตภัณฑ์เดียวกัน

1.6.1.4 ออกแบบที่เสียบไมโครโฟนอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ ที่เหมาะสม

1.6.1.5 ออกแบบให้ฝาปิดแบตเตอรี่เปิด-ปิดโดยใช้นิ้วในนิ้ว

### 1.6.2 ปัญหาโครงสร้าง

1.6.2.1 ออกแบบให้ปุ่มควบคุมการเล่นเพลงและที่จับจัดวางในตำแหน่งที่

เหมาะสม

1.6.2.2 ออกแบบให้ปุ่มของ Volume มีลักษณะจับหมุนเพื่อความสะดวก

ในการหมุน

1.6.2.3 ออกแบบให้ที่จับสำหรับปิดเปิดเพลง มีขนาดที่สัมพันธ์กับมือมนุษย์ เพื่อ

ความสะดวกขณะใช้งาน

1.6.2.4 ออกแบบให้มีผิวสัมผัสมากขึ้นหรืออาจเสริมวัสดุที่ช่วยในการจับยึดได้ดี

เช่น ยาง หรือฟองน้ำ

## 1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความถูกต้อง จึงได้กำหนดแนวทางการวิจัยไว้ดังนี้ คือ

1.7.1 ขั้นรวบรวมปัญหา (Problem Identification)

1.7.2 ขั้นตีปัญหา (Preliminary Idea)

1.7.3 ความคิดสร้างสรรค์เบื้องต้น (Design Refinement)

1.7.4 ขั้นวิเคราะห์การออกแบบ (Design Analysis)

1.7.5 ขั้นกลั่นกรองหรือสังเคราะห์ออกแบบ

1.7.6 ขั้นตกลงใจในการออกแบบ (Design Decision)

1.7.7 ขั้นการกระทำให้เกิดผลสำเร็จ (Implementation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.7.8 ชั้นเสนอกการออกแบบ (Presentation)

## 1.8 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

ข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็นต้องศึกษาเพื่อสนับสนุนการออกแบบให้บรรลุผลสำเร็จนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาหาข้อมูลดังนี้คือ

- 1.8.1 เพื่อศึกษาเรื่องลักษณะกลุ่มผู้บริโภค
- 1.8.2 เพื่อศึกษาพัฒนาการของเด็กวัย 3-6 ปี
- 1.8.3 เพื่อศึกษาระบบการทำงานของเครื่องเล่นเทปคลาสเซท
- 1.8.4 เพื่อศึกษาระบบไฟฟ้าที่นำมาใช้
- 1.8.5 เพื่อศึกษาเรื่องไมโครโพน
- 1.8.6 เพื่อศึกษาลักษณะของลำโพง
- 1.8.7 เพื่อศึกษาประเภทของสายไฟ
- 1.8.8 เพื่อศึกษาลักษณะของเทปคลาสเซท
- 1.8.9 เพื่อศึกษาเรื่องสวิทช์
- 1.8.10 เพื่อศึกษาเรื่องสีที่นำมาใช้
- 1.8.11 เพื่อศึกษาสัดส่วนร่างกายของเด็ก
- 1.8.12 เพื่อศึกษาลักษณะการนำพา
- 1.8.13 เพื่อศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต
- 1.8.14 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้งานของเด็ก
- 1.8.15 เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์เดิม และผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

## 1.9 ขอบเขตของงานออกแบบ

เพื่อให้โครงการวิจัยดังกล่าว สามารถดำเนินการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ และออกแบบให้เป็นผลสำเร็จ บรรลุตามวัตถุประสงค์ไว้ั้น ซึ่งได้กำหนดขอบเขตการออกแบบดังกล่าวไว้ดังนี้คือ

- 1.9.1 ออกแบบเครื่องเล่นเทปคลาสเซทเสริมทักษะการออกเสียงและร้องเพลงสำหรับเด็กอายุ 3-6 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.9.2 ออกแบบเครื่องเล่นเทพคลาสเซทที่สามารถถอดประกอบ เพื่อการบำรุงรักษาได้อย่างเหมาะสม

1.9.3 ออกแบบให้สามารถเล่นเทปได้ 1 ม้วน

1.9.4 ออกแบบให้ใช้กับถ่านขนาด 1.5 โวลท์ จำนวน 4 ก้อน

1.9.5 ออกแบบให้ใช้งาน 1 หรือ 2 คน ต่อ 1 ผลิตภัณฑ์

1.9.6 ออกแบบให้มีขนาดเล็ก สะดวกต่อการนำพาและเหมาะสมสำหรับเด็ก

## 1.10 ผลที่ได้จากการออกแบบหรือการทำวิทยานิพนธ์

ประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินการออกแบบ เมื่อดำเนินการได้สำเร็จลุล่วงดังนี้

1.10.1 ได้เครื่องเล่นเทพคลาสเซทเสริมทักษะการออกเสียงและร้องเพลงสำหรับเด็กอายุ 3-6 ปี

1.10.2 สามารถพัฒนาคุณภาพของเด็กในวัย 3-6 ปี ได้

## บทที่ 2

### การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

#### 2.1 สภาพแวดล้อม

การศึกษาสภาพแวดล้อมเพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ความต้องการของผู้บริโภค สำหรับเป็นข้อมูลในการออกแบบ

การแบ่งเขตภายในบ้านพักอาศัย (Zoning of the house)

โดยปกติตามธรรมชาติแล้ว กิจกรรมของผู้อยู่อาศัยในครอบครัวตามวิชาจิตวิทยาแล้ว จะมีอยู่ 5 ลักษณะคือ

1. การประกอบกิจกรรมด้วยการปฏิบัติทั่วไป (Operative Activity)
2. การประกอบกิจกรรมส่วนตัวโดยเฉพาะ (Private Activity)
3. การประกอบกิจกรรมด้วยการร่วมมือร่วมใจกันคิดหรือกระทำสิ่งใด ๆ

(Co-operative Activity)

4. การประกอบกิจกรรมที่เกิดขึ้นขัดแย้ง หรือทะเลาะวิวาท (Contentious Activity)
  5. การติดต่อซึ่งกันและกัน (Communication)
- กิจกรรมทั้ง 5 ประเภทนี้ ย่อมมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน และถ้ารวมกันแล้วก็จะเป็นสังคม (Social) การสมาคมภายในบ้านอาจจะแยกออกเป็นได้ตั้ง 3 ประเภท คือ

1. แบบเปิดเผย (Public)
2. แบบกึ่งเปิดเผย (Semi-Private)
3. แบบกึ่งส่วนตัว (Semi-Private)

การพิจารณาแบ่งเขตภายในบ้านตามกลุ่มของกิจกรรม อาจแบ่งออกได้ 5 เขตคือ

1. เขตต้อนรับ (Public Sone)
2. เขตเพื่อการสังคมหรือเขตกึ่งต้อนรับ (Social Zone or Semi-Public Zone)
3. เขตปฏิบัติงานทั่วไป (Operative Zone)
4. เขตกึ่งส่วนตัว (Semi-Private Zone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. เขตส่วนตัว (Private Zone)

ลักษณะความต้องการของแต่ละเขต ตลอดจนความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างเขตต่าง ๆ อาจแยกเป็นรายละเอียดได้ดังนี้

1. **เขตต้อนรับ** เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างชีวิตภายนอกบ้านกับชีวิตครอบครัวภายในบ้าน เป็นส่วนหนึ่งที่บุคคลภายนอกจะเข้ามาติดต่อ และเป็นส่วนที่แสดงว่าให้เริ่มเข้าสู่ภายในบ้านแล้ว ฉะนั้นส่วนนี้จะมีกิจกรรมมากที่สุด จึงก่อให้เกิดเสียงดัง พื้นที่ต้อนรับได้แก่ มุมหน้าบ้านทางเข้าประเภทต่าง ๆ ทางเท้า ทางรถยนต์เข้าบ้าน ห้องโถง และโรงเก็บรถยนต์ เวลาที่ใช้สอยอยู่บ้านบ่อยครั้ง ตลอดเช้าตรู่ ตอนเที่ยง ตอนบ่ายมาก ๆ ตอนหัวค่ำ และตอนดึก

2. **เขตเพื่อการสังคม หรือเขตกึ่งต้อนรับ** เป็นส่วนที่เปิดเผยออกมาจากเขตต้อนรับ เป็นส่วนที่ลดความวุ่นวายสับสนจากภายนอก กิจกรรมที่สำคัญคือ การรับรองแขกที่มาเยี่ยมและเป็นศูนย์กลางของครอบครัว ในการสังสรรค์ สมาคมติดต่อของสมาชิก จึงเป็นแหล่งก่อให้เกิดเสียงดังในบางช่วง เวลาที่ใช้บ่อย คือเวลาเที่ยง บ่ายมาก และตอนเย็น พื้นที่ดังกล่าวได้แก่ ห้องรับแขก ห้องสมุด ห้องดนตรี ระเบียงภายนอกหรือภายในร่วม บริเวณสนาม

3. **เขตปฏิบัติงานทั่วไป** เป็นส่วนที่มีลักษณะกึ่งเปิดเผยจากอาคารตึกหรือผู้มาเยี่ยมเยียนอื่น ๆ ผู้สนิทสนมคุ้นเคยกับครอบครัวเท่านั้นที่จะได้ร่วมในส่วนนี้ แต่ส่วนนี้จะมีความเป็นส่วนตัวภายในครอบครัวมากกว่าเขตเพื่อการสังคม กิจกรรมในส่วนนี้ได้แก่ การซักล้าง รีดผ้า และการปรุงอาหารเป็นต้น จึงก่อให้เกิดเสียงดังและกลิ่นรบกวนต่าง ๆ พื้นที่นี้คือ บริเวณซักล้าง ตากและรีดผ้า ที่เก็บขยะมูลฝอย ห้องคนใช้ ห้องเด็ก ห้องครัว ห้องรับประทานอาหาร เวลาที่ใช้บ่อยตอนเช้า สาย และบ่ายมาก ตอนเย็นและหัวค่ำจนถึงค่ำ

4. **เขตกึ่งส่วนตัว** เขตนี้เป็นเขตที่ต้องการความเป็นส่วนตัวของบุคคลภายในครอบครัว โดยเฉพาะจะมีการติดต่อระหว่างบุคคลส่วนน้อยภายในครอบครัวเท่านั้น นอกจากเป็นกรณีพิเศษ เช่น มีคนเจ็บที่จะต้องเยี่ยมเยียน ส่วนนี้ต้องปกปิดมิดชิดจากการมองเห็นจากภายนอก กิจกรรมที่มีได้แก่ การแต่งกาย เปลี่ยนกาย อาบน้ำ เขียนหนังสือ ทำงานส่วนตัวที่ต้องใช้ความคิด เก็บสัมภาระ การดูแลคนป่วย ซึ่งจะต้องมีการรบกวนของเสียงและกลิ่นน้อยที่สุด เวลาที่ใช้พื้นที่นี้เวลาเช้าตรู่ ตอนบ่ายและตอนหัวค่ำ พื้นที่นี้ได้แก่ ห้องนอน นอนน้ำ-ส้วม ห้องแต่งตัว ห้องนั่งเล่นและห้องทำงานส่วนตัว ระเบียงส่วนตัวเป็นต้น

5. **เขตส่วนตัว** เขตนี้ต้องการความเป็นส่วนตัวมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในทุกกรณี การติดต่อก็น้อยมาก และเป็นกรมองเห็นจากภายนอก กิจกรรมในเขตนี้คือ การหลับนอน ทำงาน ให้ความคิดเห็นเฉพาะในการสร้างสรรค์ นักผ่อนอย่างจริงจัง ภาวะกึ่งส่วนตัว เวลาที่ใช้ตอนเช้า-บ่าย หรือตอนเย็นในบางโอกาส และตอนกลางวันเป็นส่วนใหญ่ พื้นที่นี้ได้แก่ ห้องนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องทำงานทุกประเภท ห้องน้ำ-ส้วม ห้องหรือบริเวณพื้นที่ใช้พักผ่อนส่วนตัว

สำหรับบ้านแบบประหยัด ลักษณะของกิจกรรมและเขตต่าง ๆ จำเป็นต้องลดเพื่อความเหมาะสมจึงพอจะแบ่งได้ 3 เขต คือ

1. เขตส่วนตัว (Private Zone) ได้แก่ ห้องนอน ห้องน้ำ ห้องส้วม
2. เขตกึ่งต้อนรับ (Semi-Public Zone) ได้แก่ บริเวณรับแขก พักผ่อนและทำงาน และทางเข้าทางด้านหน้า
3. เขตการปฏิบัติงานทั่วไป (Operative Zone) ได้แก่ บริเวณที่รับประทานอาหาร ห้องครัว บริเวณที่เก็บสัมภาระ และบริเวณซักล้าง รีดผ้า นอกจากนี้อาจมีบริเวณที่พักของคนใช้เพิ่มอีก ถ้าเป็นความต้องการที่เพิ่มขึ้น

จากการเปรียบเทียบการใช้เนื้อที่ใช้สอยที่เคยมีมาแต่เดิม ศึกษาขนาดของพื้นที่ใช้สอยอยู่โดยทั่วไป บ้านพักอาศัยจะประกอบด้วยห้องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ห้องอเนกประสงค์
2. ห้องครัว
3. ห้องนอนลูก
4. ห้องนอนพ่อแม่
5. ห้องน้ำ-ส้วม
6. ห้องเก็บของ
7. ห้องคนใช้

#### 2.1.1 บ้านพักอาศัย

เมื่อก้าวถึงที่อยู่อาศัยทุกคนต้องนึกถึงสถานที่ที่มนุษย์ใช้เป็นที่พักอยู่ หลับนอน อย่างน้อยที่สุด เพื่อพักผ่อนให้ปลอดภัย หนีภัยจากภัยอันตรายต่าง ๆ อันได้แก่ ภัยธรรมชาติและภัยที่อาจเกิดจากผู้อื่นกระทำขึ้น สถานที่อยู่อาศัยมีตั้งแต่เพียงค้ำค่อมค้ำค่อมฝนได้เท่าที่จำเป็นไปจนกระทั่งมีความสะดวกสบายเกินความจำเป็น และมีความสวยงามวิจิตรพิสดารเพิ่มขึ้นไม่มีที่ยุติ ดังนั้นคำว่า "ที่อยู่อาศัย" จึงครอบคลุมตั้งแต่ เฝิง กระท่อม กระต๊อบ บ้าน ร้าน โรง เรือน คฤหาสน์ วัง และคำอื่น ๆ อีกมาก

ที่อยู่อาศัยที่กล่าวถึงนี้ไม่จำกัดประเภท รูป แบบ ขนาด วัสดุที่ใช้ประกอบ สถานที่ตั้ง สภาพแวดล้อม และความน่าอยู่อาศัย เนื่องจากคำว่า "ที่อยู่อาศัย" มิได้จำกัดอยู่แต่เพียงว่าที่อยู่อาศัยที่ดีมี ที่มีคุณภาพ มีมาตรฐาน และมีความน่าอยู่อาศัยที่ดีเท่านั้น

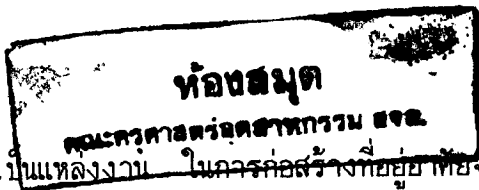
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสวงหาที่อยู่อาศัยของแต่ละคนมีข้อจำกัดทางเศรษฐกิจและสังคมไม่เหมือนกัน และยังมีการจัดลำดับความสำคัญแตกต่างกันด้วย ข้อจำกัดดังกล่าวมีสาเหตุมาจากรูปร่างการเงินที่ตึง ใกล้เคียงสถานที่ที่ต้องเกี่ยวข้อง ความสามารถในการเดินทางไปสถานที่ดังกล่าว ขนาด คุณภาพ และความจำเป็นของที่อยู่อาศัยที่ต้องการ นอกจากนี้แล้วความต้องการที่อยู่อาศัยนั้นแตกต่างกับความต้องการสิ่งของใช้ประเภทอื่น เนื่องจากความต้องการที่อยู่อาศัยเป็นความต้องการระยะยาว การตอบสนองความต้องการดังกล่าวอาจปฏิบัติได้หลายวิธี เช่น ปฏิบัติแบบให้เสร็จทันที หรือแบบค่อยเป็นค่อยไป หรืออาจเรียกว่าสะสมได้และเมื่อถึงจุดหนึ่งแล้วก็ได้ความต้องการตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ เช่น การผ่อนส่งที่อยู่อาศัยแบบสร้างบางส่วน หรืออาคารที่ออกแบบไว้ให้มีการเช่าทำกิน เป็นต้น

### บทบาทที่อยู่อาศัย

การใช้ที่อยู่อาศัยของแต่ละกลุ่ม แต่ละคนไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละกลุ่ม กลุ่มผู้มีรายได้น้อยจะใช้งานที่อยู่อาศัยอย่างหนัก คือ ใช้พื้นที่ดังกล่าวทุกอย่างนับตั้งแต่เป็นที่นอนพักผ่อน ที่พบปะสมาคม ที่ทำงานบ้าน ทำงานอุตสาหกรรมในครัวเรือน และที่ประกอบอาชีพ เป็นต้น สำหรับผู้มีรายได้สูงจะใช้ที่อยู่อาศัยเป็นที่หลับนอน พักผ่อนทำงานอดิเรกเท่านั้น ดังนั้นที่อยู่อาศัยจึงถูกมองได้หลายแง่มุม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานที่อยู่อาศัยนั้น ๆ ด้วย ดังนั้นที่อยู่อาศัยอาจมีบทบาทต่าง ๆ ดังนี้

1. เป็นที่อยู่อาศัย เป็นที่พักผ่อนและพักผ่อน เพื่อให้ได้รับความปลอดภัยและสะดวกสบาย
2. เป็นการลงทุน บางคนมองที่อยู่อาศัยในแง่ของการลงทุนจึงซื้อที่อยู่อาศัยไว้เพื่อเก็งกำไรเมื่อมีการขายต่อเปลี่ยนมือไป ผู้ที่มองที่อยู่อาศัยในแง่ของการลงทุนนั้นมักซื้อที่อยู่อาศัยมาตุ๋นไว้ หรือให้เช่า หรือนำมาตกแต่ง ตัดแปลงแล้วขายราคาสูงขึ้นเมื่อมีคนต้องการ
3. เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผู้มองที่อยู่อาศัยในแง่นี้มักเห็นที่อยู่อาศัยเป็นองค์ประกอบของวัสดุประเภทต่าง ๆ แล้วแยกแยะวัสดุต่าง ๆ ออกมาเป็นชิ้นส่วนเพื่อหาวิธีผลิตวัสดุต่าง ๆ ดังกล่าวหรือคิดวัสดุใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้เพื่อให้เกิดความแข็งแรง คงทน สวยงาม และประหยัด
4. เป็นสินค้า ผู้มองที่อยู่อาศัยเป็นสินค้าที่ลงทุนค้าขายได้มักเป็นผู้ประกอบการเกี่ยวกับการค้าที่อยู่อาศัย ได้แก่ พวกที่ปลูกบ้าน สร้างอาคารชุดขาย ผู้ที่ต้องการที่อยู่อาศัย เป็นต้น
5. เป็นผลผลิตทางวิชาการ นักคิดและนักวิชาการอาจมองที่อยู่อาศัยว่าเป็นผลผลิตของนักคิดต่าง ๆ ทั้งทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และกายภาพ ได้แก่ สถาปนิก วิศวกร นายช่างออกแบบ ชุมชนเมือง หรือนายช่างผังเมือง เป็นต้น



(พ.พ.)  
ที่ 569 ต./ร.  
2636

6. เป็นแหล่งงาน ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยจำนวนมากพร้อมกันย่อมใช้แรงงานมาก ทั้งผู้ที่มีประสบการณ์ด้านต่าง ๆ และ ไม่มีประสบการณ์ ดังนั้นจึงมีผู้มองว่าที่อยู่อาศัยในบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งทำงาน เนื่องจากต้องการแรงงานในการก่อสร้างและบำรุงรักษามาก

### รูปแบบของที่อยู่อาศัย

ที่อยู่อาศัยที่ปรากฏอยู่โดยทั่วไปมีรูปแบบต่าง ๆ กัน มีทั้งที่ได้วางแผนจัดให้เป็นที่อยู่อาศัยที่ดี และมีได้มีการวางแผน ดังนั้นที่อยู่อาศัยจึงมีหลายรูปแบบ สำหรับชนิดที่มีการวางแผนอาจจำแนกเป็นรูปแบบต่าง ๆ ได้ รูปแบบของที่อยู่อาศัยได้แก่

1. บ้านเดี่ยว เป็นที่อยู่อาศัยที่สร้างโดยเอกเทศ ไม่ติดกันกับใคร ตัวอาคารสามารถเปิดหน้าต่างได้รอบทุกด้าน มีความสบายในการอยู่อาศัยมากที่สุด
2. บ้านแฝดหรือบ้านคู่ เป็นที่อยู่อาศัยที่มีด้านหนึ่งติดกับหน่วยอยู่อาศัยข้างเคียง หรือกล่าวให้เข้าใจง่ายก็คือ นำบ้านเดี่ยวมาชิดติดกันด้านหนึ่ง หรือจับเป็นคู่ ๆ จึงเรียกบ้านแฝด ที่อยู่อาศัยแบบนี้ไม่สามารถเปิดหน้าต่างด้านที่ติดกับหน่วยอยู่อาศัยที่เป็นคู่อยู่ได้ จึงเปิดหน้าต่างได้ 3 ด้าน มีความสะดวกสบายน้อยลงบ้าง
3. บ้านแถวหรือเรือนแถว เป็นที่อยู่อาศัยที่มีด้านข้าง 2 ด้านติดกับหน่วยอยู่อาศัยอื่น หรือเรียกว่าจับเอาบ้านเดี่ยวมาเรียงต่อกันให้ยาวเป็นพืดเป็นแถว ที่อยู่อาศัยแบบนี้จะเปิดหน้าต่างได้เพียง 2 ด้าน และเปิดไม่ได้ 2 ด้าน เนื่องจากติดกับหน่วยอาศัยอื่น จึงมีความสะดวกสบายน้อยลงกว่า 2 แบบแรก
4. อาคารชุด เรือนชุด ห้องชุด หรือคอนโดมิเนียม เป็นที่อยู่อาศัยอีกประเภทหนึ่งซึ่งถือว่าเป็นที่อยู่อาศัยที่อาจจัดให้มีความสะดวกสบายก็ได้ แม้ว่าจะเป็นที่อยู่อาศัยประเภทที่มีการเฉลี่ยที่ดินกันก็ตาม ที่อยู่อาศัยประเภทนี้หากจัดโดยไม่ประหยัดจนเกินไป สามารถทำเป็นที่อยู่อาศัยชั้นก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อที่ของหน่วยอยู่อาศัยสถานที่ตั้ง และการจัดสาธารณูปโภคต่าง ๆ

### 2.1.2 ครอบครัว

ครอบครัวหมายถึง กลุ่มบุคคลที่มาอยู่รวมกันโดยสมรส โดยสายโลหิตหรือโดยการรับเลี้ยงดู โดยที่บุคคลเหล่านี้มีความสัมพันธ์และมีปฏิริยาโต้ตอบซึ่งกันและกัน ในฐานะที่เป็นสมาชิกภรรยา เป็นพ่อและแม่ เป็นลูกชายลูกสาว เป็นพี่เป็นน้อง ฯลฯ เราถือกันว่าครอบครัวเป็นทั้งกลุ่มทางชีววิทยาและกลุ่มทางสังคม ทั้งนี้เพราะครอบครัวไม่เพียงแต่จะมีบทบาทในแง่ชีววิทยาซึ่งหมายถึง การให้กำเนิดบุตร การเลี้ยงดูบุตร เพื่อสร้างสรรค์สมาชิกใหม่สำหรับสืบตระกูลต่อไปเท่านั้น แต่ยังทำหน้าที่ในการอบรม ถ้ายทอดและรักษาวัฒนธรรม ตลอดจนกำหนดมาตรฐานความ

ประเพณีให้กับสมาชิกของครอบครัวอีกด้วย

### รูปแบบของครอบครัวที่สำคัญมี 2 ลักษณะคือ

1. ครอบครัวเดี่ยว หมายถึง ครอบครัวที่ประกอบด้วยพ่อ แม่ และลูกเท่านั้น ครอบครัวเดี่ยวเป็นครอบครัวที่เราพบกันโดยทั่วไปในสังคมปัจจุบันซึ่งคู่สมรสต้องการความเป็นอิสระมากขึ้น นอกจากนั้นการอยู่กันอย่างครอบครัวใหญ่ยังเป็นการสิ้นเปลือง เพราะค่าครองชีพมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ อย่างไรก็ตามครอบครัวแบบนี้ทำให้เกิดความห่างเหินจากญาติพี่น้อง ซึ่งอาจทำให้เกิดความว้าเหวและขาดความอบอุ่นได้

2. ครอบครัวขยาย หมายถึง ครอบครัวที่ประกอบด้วยสมาชิกหลายชั่วอายุคน (Generation) คือมีทั้งพ่อ แม่ ลูก ซึ่งเป็นสมาชิกของครอบครัวเดี่ยว และมีทั้ง ปู่ ย่า ตา ยาย ลุง ป้า น้า อา หลาน ฯลฯ สมาชิกของครอบครัวขยายอาจจะอยู่ในบ้านเดียวกัน หรืออยู่คนละบ้านแต่ปลูกอยู่ในอาณาเขตเดียวกันได้ ครอบครัวขยายมักจะพบในสังคมชนบท โดยเฉพาะสังคมเกษตรกรรม ครอบครัวแบบนี้มีข้อดีตรงที่ครอบครัวมีความอบอุ่น และเป็นครอบครัวที่ญาติพี่น้องมีความผูกพันกันมาก และสมาชิกของครอบครัวแบบนี้บางคนอาจจะมีความรู้ลักษณะนิสัย เพราะจะต้องปฏิบัติตนให้เป็นที่พอใจของสมาชิกที่อาวุโสสูงสุด ซึ่งมีหน้าที่คอยควบคุมและดูแลทุกข์สุขของสมาชิกอื่นในครอบครัว

นอกจากครอบครัวเดี่ยวและครอบครัวขยายดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังมีครอบครัวในอีกลักษณะหนึ่งคือ ครอบครัวซึ่งประกอบด้วยสามีนึง แต่ภรรยาหลายคน ครอบครัวแบบนี้จึงเป็นครอบครัวเดี่ยว 2 ครอบครัวขึ้นไปที่มีสามี หรือพ่อร่วมกัน เช่น ในสังคมคนจีนและสังคมไทยในสมัยก่อน หรือในสังคมอิสลาม เป็นต้น

### ขนาดของครอบครัว<sup>1</sup>

ครอบครัวเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการใช้ทรัพยากรเป็นอย่างมาก เพราะครอบครัวเล็ก ๆ ย่อมใช้ทรัพยากรน้อยกว่าครอบครัวใหญ่ ทุกครอบครัวย่อมมีการเปลี่ยนแปลงนับตั้งแต่หญิงชายเริ่มสมรสกันและมีบุตร ขนาดของครอบครัวย่อมขยายขึ้นระหว่างนี้ แม้บ้านย่อมจะต้องใช้เวลา แรงงานมากขึ้น และจะต้องปรับให้เข้ากับสถานการณ์ในทุกๆ ระยะต่าง ๆ ของครอบครัวกว่าบุตรทุกคนจะแยกครอบครัวออกไป จึงรู้สึกว่าเป็นของตนเองอีกครั้งหนึ่ง

<sup>1</sup> สำนักนายกรัฐมนตรีนคร "สำมะโนประชากรและเคหะทั่วราชอาณาจักร" งานสถิติแห่งชาติ,

## 2.2 การศึกษาเกี่ยวกับผู้ใช้

### 2.2.1 พัฒนาการของเด็กวัย 3-6 ปี

พัฒนาการคือ ความเจริญเติบโตบวกกับกระบวนการแห่งการเรียนรู้หรือการศึกษา  
พัฒนาการทางอินทรีย์แบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. พัฒนาการทางกาย
2. พัฒนาการทางจิตใจ
3. พัฒนาการทางอารมณ์
4. พัฒนาการทางสังคม

1. พัฒนาการทางกาย หมายถึง การที่เด็กจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงทางกาย คือ มีร่างกายสูงขึ้น มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น กล้ามเนื้อมีกำลังมากขึ้น ระบบประสาทต่าง ๆ ทำหน้าที่ถูกต้องตามระบบของมัน เป็นต้น ในด้านกายภาพนี้ถ้าต้องการจะให้มีความพัฒนาการที่เพิ่มพูนออกมามากยิ่งขึ้น เราจะต้องอาศัยการเลี้ยงดูและการฝึกนิสัยที่ดี

2. พัฒนาการทางจิตใจ หมายถึง การที่เด็กจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงทางจิตใจ คือ มีการรับรู้ดีขึ้น มีความจำดีขึ้น รู้จักคิดหาเหตุผลดีขึ้น รู้จักแก้ปัญหาดีขึ้น

3. พัฒนาการทางอารมณ์ หมายถึง การที่เด็กจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ให้ดีขึ้นเป็นลำดับตามวันที่ผ่านไป เริ่มจากโกรธ เกลียด กลัว ฯลฯ ซึ่งมีมาแต่กำเนิด ให้พัฒนาการเป็นความรัก ความเมตตา และความอบอุ่นใจ ตามลำดับซึ่งจะพัฒนาการทางอารมณ์นี้ นับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก และไม่ใช้สิ่งนี้ทำได้ง่าย จะต้องคำนึงถึงความต้องการที่เป็นแรงขับสำคัญที่จะทำให้เกิดพัฒนาการทางอารมณ์ด้วย

4. พัฒนาการทางสังคม หมายถึง การที่เด็กมีความสามารถที่จะติดต่อสมาคมกับบุคคลอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดีและมีประโยชน์ เด็กรู้จักวิธีทำงานร่วมกับบุคคลอื่น ซึ่งพัฒนาการทางสังคมนี้ควรที่จะต้องได้รับการส่งเสริมอย่างจริงจัง เพราะเด็กจะต้องอยู่ในสังคม ทุกคนควรจะให้มีความรู้สึกรับผิดชอบต่อสังคม บำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม รู้จักปรับปรุงบุคลิกภาพให้เหมาะสม สามารถเข้าสังคมได้อย่างเหมาะสมตามกาลเทศะ ทั้งนี้ต้องอาศัยบ้าน

#### 2.2.1.1 ทฤษฎีพัฒนาการของเด็กปฐมวัย

การศึกษาของเด็กวัยใดก็ตาม ควรคำนึงถึงพัฒนาการของเด็กเป็นสิ่งสำคัญ การศึกษาพัฒนาการของเด็กช่วยให้เราเกิดความเข้าใจถึงธรรมชาติและลักษณะพัฒนาการของเด็กในวัยนี้ ช่วยให้สามารถจัดประสบการณ์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมกับพัฒนาการนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัฒนาการของเด็กในแต่ละช่วงอายุ จะมีความแตกต่างกันและเป็นไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งช่วงวัยก่อนวัยเรียนจะมีความสำคัญต่อชีวิตช่วงต่อไปมาก

อีริคสัน ได้ศึกษาถึงความต้องการของมนุษย์ และเชื่อว่าการกระทำของบุคคลนั้นอยู่กับเหตุผล เขาได้เน้นความสำคัญของวัยเด็กว่าเป็นวัยที่กำลังเรียนรู้สิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว ซึ่งเป็นสิ่งแปลกใหม่ น่าตื่นเต้นสำหรับเด็ก ถ้าสภาพแวดล้อมที่ประสมอยู่ทำให้เด็กมีความสุข เขาจะมองโลกในแง่ดี มีความเชื่อมั่นในตนเอง และเกิดความไว้วางใจผู้อื่น แต่ถ้าเด็กประสบสิ่งที่ไม่พึงพอใจ ประสบการณ์ดังกล่าวจะทำให้เด็กขาดความสุข และจะมองโลกในแง่ร้ายและขาดความเชื่อมั่นใจในตนเอง

อีริคสันได้แบ่งพัฒนาการทางบุคลิกภาพออกเป็น 8 ขั้นตอน คือ

1. วัยทารก (Infancy) อายุ 0-2 ปี
2. วัยเด็ก (Early Childhood) อายุ 2-5 ปี
3. วัยเล่นหรือวัยก่อนเข้าโรงเรียน (Play Age) อายุ 4-7 ปี
4. วัยเข้าโรงเรียน (School Age) อายุ 6-11 ปี
5. วัยรุ่น (Adolescent) อายุ 12-17 ปี
6. วัยผู้ใหญ่ตอนต้น (Young Adult) อายุ 18-35 ปี
7. วัยผู้ใหญ่ (Young Adult) อายุ 35-45 ปี
8. ผู้ใหญ่ที่สมบูรณ์ (Mature Age) อายุ 45----> ปี

### 2.2.1.2 จิตวิทยาพัฒนาการเด็ก

1. เด็กโดยทั่วไปจะมีพัฒนาการและการเจริญเติบโตเป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่องและมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน
2. เด็กแต่ละคนอาจมีพัฒนาการด้านต่าง ๆ เร็วและช้าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม หากเด็กเกิดมาจากพันธุกรรมดี ย่อมมีระดับสติปัญญาสูง สุขภาพแข็งแรง สุขภาพจิตใจดี แต่ถ้าสภาพแวดล้อมไม่ดีก็ย่อมมีผลกับเด็ก หากเด็กเกิดมาจากพันธุกรรมไม่ดีแต่มีสภาพแวดล้อมที่ดีเด็กก็ย่อมพัฒนาได้ในระดับหนึ่ง
3. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพัฒนาการเด็กช่วยให้ครูและผู้เกี่ยวข้องเข้าใจ และยอมรับในความแตกต่างของเด็ก ไม่เร่งรัดหรือเปรียบเทียบกับเด็กอื่น
4. พัฒนาการทางด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคมและสติปัญญา มีความสำคัญเท่าเทียมกัน มีความสัมพันธ์ ส่งเสริมและสนับสนุนซึ่งกันและกัน
5. เด็กที่ต้องใช้เวลาคร่ำเคร่งกับการเรียนด้วยวิชาการมากเกินไปทำให้ขาดอิสระในการเล่นและการค้นพบด้วยตนเอง ไม่ได้เล่นและออกกำลังกายเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่อมส่งผลต่อพัฒนาการด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม และทางด้านสติปัญญาของเด็กได้ พัฒนาการของเด็กมีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว และเพิ่มความสามารถในการควบคุมกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหวมากขึ้น

6. ธรรมชาติของเด็กวัยนี้ไม่อยู่นิ่ง ชอบทำกิจกรรมต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาสมอง การที่เด็กทำกิจกรรมซึ่งกระตุ้นประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ช่วยให้ปลายของเซลล์ประสาทสัมผัสเป็นวงจรทำให้เกิดการส่งข้อมูลจากการรับรู้ไปสะสมในสมอง

7. การเจริญเติบโตทางสมองของเด็กปฐมวัย เป็นไปอย่างรวดเร็วที่สุด การที่เด็กลงมือเล่นและกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองโดยอ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ จะส่งผลต่อพัฒนาการทางสติปัญญา เด็กที่รับประทานไอศกรีมได้รู้รส รู้กลิ่น รู้สึกถึงความเย็น เห็นสีและลักษณะของ ไอศกรีมสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้เด็กสะสมข้อมูลเกี่ยวกับไอศกรีมไว้ในสมองได้ชัดเจนและทนทาน สามารถนำข้อมูลนี้มาใช้ได้ทันที

8. กิจกรรมที่สนุกสนาน นิงพอใจและแปลกใหม่ ปราศจากความเครียดจะช่วยให้สมองส่วนที่ควบคุมอารมณ์ ความจำ และการเรียนรู้พัฒนาอย่างเต็มที่ ซึ่งปรากฏอยู่ในกิจกรรมประเภทสร้างสรรค์ และเด็กมีโอกาสคือเล่นได้อย่างเสรี ในทางตรงกันข้าม ถ้าเด็กตกอยู่ในสภาพที่เครียด เช่น การถูกบังคับหรือต่อสู้แข่งขันจะทำให้สมองส่วนนี้ชะงัก

9. เด็กมีการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ง่าย และแสดงออกโดยไม่ปิดบัง มีความรู้สึกและอารมณ์ไม่ต่างจากผู้ใหญ่ ซ้ำยังอ่อนไหวและเปราะบาง ต้องยอมรับว่าเด็กยังควบคุมการแสดงออกทางอารมณ์ได้ไม่ดีนัก ครูและผู้เกี่ยวข้องกับเด็กต้องเข้าใจและในขณะเดียวกันควรช่วยกล่อมเกล้าให้เด็กมีการแสดงออกอย่างเหมาะสม

10. พัฒนาการทางสังคมของเด็กปฐมวัย มีผลต่อความสำเร็จในชีวิต ครูและผู้เกี่ยวข้องควรช่วยให้เด็กปรับตัว และสามารถอยู่ร่วมกับเพื่อนและบุคคลอื่นที่แวดล้อมได้อย่างมีความสุข

11. การส่งเสริมให้เด็กทำกิจวัตรประจำวันด้วยตนเองเป็นพื้นฐานที่สำคัญของพัฒนาการทางด้านสังคม

12. ด้วยความจำกัดของสมองทำให้เด็กปฐมวัยมีธรรมชาติของการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง คิดว่าผู้อื่นต้องมองเห็นหรือคิดเหมือนคนอื่น จึงทำให้เกิดการทะเลาะโต้เถียงกัน

13. การให้เด็กเล่นร่วมกัน ช่วยให้เกิดการคลายการยึดตนเองเป็นศูนย์กลางได้

14. การเล่นบทบาทสมมติ (Role Play) ช่วยให้เด็กเข้าใจบทบาทของผู้อื่นได้ รวมทั้งเข้าใจความรู้สึกนึกคิดของผู้อื่นด้วย

15. นิทานที่มีเนื้อเรื่องสอดแทรกอารมณ์และความรู้สึกของตัวละครเด่นชัด ช่วยให้เด็กเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่นได้ดีขึ้น

16. การช่วยเหลือผู้อื่นเป็นสิ่งที่น่าสนับสนุน เพราะช่วยให้เด็กคลายการยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง และเป็นพื้นฐานที่สำคัญยิ่งของการพัฒนาทางด้านสังคม เพราะทุกคนย่อมรักและชื่นชมผู้มีน้ำใจ ควรให้การเสริมแรงด้วยการแสดงความภาคภูมิใจที่เด็กมีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

เด็กวัยอนุบาลเป็นวัยที่เด็กเจริญเติบโตพัฒนาทุกด้านอย่างรวดเร็ว เด็กวัยนี้จะเรียนรู้ได้เร็วจาก การเล่น การมีประสบการณ์ตรงกับคน สิ่งของ สิ่งแวดล้อม การกระทำและการเคลื่อนไหว

### 2.2.1.3 ลักษณะของวัยเด็กตอนต้น (Characteristics of early childhood)

เด็กวัยนี้กำลังพัฒนาบุคลิกภาพ ต้องการเป็นตัวของตัวเอง เด็กมักจะตื่นไม่เชื่อฟัง ชอบปฏิเสธ มีอารมณ์รุนแรง ฝันร้ายกลัวความจริงและมักจะอิจฉาวิชา

ในวัยนี้เป็นวัยแห่งการลอกเลียนแบบ ทั้งคำพูดและการแสดงออกของคนอื่นมากที่สุด เด็กส่วนใหญ่มักแสดงความคิดสร้างสรรค์ในการเล่น ทาวิธีเล่นใหม่ ๆ มักจะสร้างศัพท์คำพูด การออกเสียงคำพูดได้ถูกต้อง สามารถใช้ความหมายกับคำพูดง่าย ๆ ได้เหมาะสม สามารถสื่อความหมายกับคนอื่น ๆ และเข้าใจความหมายที่คนใช้กับตัวเอง ยังอยู่ในระดับต่ำกว่าก่อนเข้าเรียนในโรงเรียน พ่อแม่มักถือว่าเป็น "วัยเล่นของเล่น" เพราะเด็กส่วนใหญ่จะใช้เวลาเล่นกับของเล่น และสิ้นสุดเมื่อเด็กเข้าสู่วัยโรงเรียน ในระหว่างวัยเตรียมเข้าเรียนเรียนอนุบาล และศูนย์เตรียมความพร้อมต่างก็เน้นการใช้ของเล่นต่าง ๆ ดังนั้นของเล่นจึงเป็นส่วนสำคัญของเด็กวัยนี้

เด็กวัยนี้พร้อมที่จะเรียนทักษะต่าง ๆ มีเหตุผล 3 ประการคือ

1. เด็กสนุกกับการกระทำซ้ำซากจำเจ และปรารถนาที่จะทำเช่นนั้นจนกว่าจะได้ทักษะนั้น
2. เด็กเล็ก ๆ ชุกช่น เพราะความไม่รู้จักกลัวจะได้รับอันตรายหรือการหัวเราะเยาะจากเพื่อนเล่น
3. เด็กมักจะเรียนอะไรได้เร็วและง่าย เพราะสภาวะทางร่างกาย

ง่ายที่จะรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะความพร้อมและความสนใจในการเคลื่อนไหวร่างกาย

อายุ 2 - 3 ปี	อายุ 4-5 ปี	อายุ 6 ปี
1. เราชอบความปั่นป่วนและ ห้อยโหน	1. เราชอบการปั่นป่วน ห้อย โหนสิ่งต่าง ๆ	1. เราชอบการเล่นและการ เคลื่อนไหวที่เป็นอิสระ
2. กระดูกของเรายังอ่อนแต่ก็ ไม่แตกหักง่ายนัก	2. เราชอบกิจกรรมที่ใช้กำลัง	2. เราอยากกินอาหารที่มี ประโยชน์
3. มือของเราจับยึดได้ดี	3. เราชอบกิจกรรมประเภทคู่	3. เราต้องการพักผ่อน
4. กล้ามเนื้อแขนขาของเรา กำลังพัฒนา	4. เราเหมาะสำหรับการปั่น โหน	4. เราต้องการความปลอดภัย
5. เรามีเรี่ยวแรงและใช้ตัว เราเคลื่อนไหว	5. เราชอบกิจกรรมที่ใช้กล้ามเนื้อ ชิ้นใหญ่ ๆ เช่น เกม	5. เราต้องการความรักและ ความอบอุ่นใจ
6. เรามองเห็นได้ดี แต่ตา และมือของเรายังไม่ประ สาน เรายังงุ่มง่าม	6. เราชอบเล่นกิจกรรมที่ใช้ ตัวเราเข้าไปร่วมด้วย	6. เราต้องการความสำเร็จ
7. เราทรงตัวได้ดีพอสมควร	7. เราชอบกิจกรรมที่ไม่ใช้การ เคลื่อนไหวที่รวดเร็วและใช้ ความสามารถละเอียดอ่อน	7. เราต้องการทำกิจกรรม ร่วมกับเพื่อน
8. เราเป็นตัวของเราเอง เล่นคนเดียวได้	8. เราใช้ร่างกายเล่นกิจกรรม ได้ดี	8. เราชอบความสนุกสนาน เพลิดเพลิน
9. เราอยากรู้ อยากเห็น คิดฝัน จินตนาการ สร้างสรรค์	9. เราชอบเล่นเกมเล่นคนเดียว ได้	9. เราชอบให้บริการแก่ บุคคลใกล้ชิด
10. เราชอบการทำซ้ำซาก	10. เราอยากทดลองเกี่ยวกับ การเคลื่อนไหว ชอบเสียง ดนตรี	10. เราอยากมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์และการกระ ทำด้วยตนเองบ้าง
11. ช่วงความสนใจของเราสั้น	11. เราชอบเล่นเกมที่เรารู้จัก และชอบ	
	12. เราชอบกิจกรรมเลียนแบบ ไปเรื่อย ๆ หลาย ๆ แบบ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.1.4 การส่งเสริมคำพูดในวัยเด็กตอนต้น (Improvements in speech during early childhood)

ในวัยตอนต้นเด็กมักจะถูกรู้ว่าให้หยุด ซึ่งมีเหตุผลดังนี้

1. การเรียนรู้พูด ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องหมายสื่อสารกับสังคม เด็ก ๆ ที่สามารถเข้าสังคมกับเพื่อนวัยเดียวกันและต่างวัยได้ง่าย เป็นที่ยอมรับทางสังคมของกลุ่มเพื่อนเล่นด้วยกัน ถ้าเด็กไม่สามารถพูดได้ดี เมื่อเข้าเรียนในชั้นจะมีอุปสรรคทั้งทางสังคมกับเพื่อนและการศึกษา
2. การเรียนรู้พูดถือว่าเป็นเครื่องมือที่จะได้ความเป็นตัวของตัวเอง เด็กที่ไม่สามารถทำให้คนอื่นเข้าใจความอยากได้ และความต้องการของตัวเอง มักถูกปฏิบัติเหมือนเด็กเร่ร่อนไป

#### การเรียนรู้พูดในวัยเด็ก

1. การออกเสียงของคำ การออกเสียงถือว่าสำคัญ เด็กมักจะออกเสียงคำยาก ๆ ไม่ถูกต้องหรืออักษรควบกล้ำ การฟังวิทยุและโทรทัศน์ก็จะช่วยให้ออกเสียงได้ถูกต้องได้
2. การสร้างคำ การเรียนรู้สร้างคำจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เด็กมักจะเรียนเป็นคำ ๆ เช่น "ดี" "เลว" "ให้" "รับ" ซึ่งเด็กสามารถเข้าใจความหมายคำใหม่และคำเก่าได้
3. การสร้างประโยค เด็กอายุ 3 ขวบ สามารถที่จะสร้างประโยคด้วยคำศัพท์ 2-3 ศัพท์ได้ ประโยคมักจะยังไม่สมบูรณ์ ประโยคมักจะขาดนามบ้าง กริยาบ้าง คำเชื่อมบ้าง หลังจากเด็กอายุได้ 4 ขวบขึ้นไป เด็กสามารถที่จะสร้างประโยคด้วยคำ 6-8 คำได้ และประโยคจะสมบูรณ์

แมค คาร์ธี (Mc Carthy) กล่าวว่า ในปัจจุบันนี้เด็กมีแนวโน้มพูดได้เร็ว และดีกว่าเด็กในอดีต ไม่ว่าจะเทียบกับวัยต่อวัย อายุต่ออายุ เหตุผลก็คือ

- (1) พ่อแม่สมัยใหม่ โดยเฉพาะแม่มีโอกาสพูดกับเด็ก ๆ ได้มาก เพราะว่ามีเวลามากพอ เพราะมีเครื่องอำนวยความสะดวก และรู้วิธีจะหัดให้เด็กพูด
- (2) การที่เด็กได้มีโอกาสเล่นกับเพื่อนวัยเดียวกัน ซึ่งจะช่วยให้เด็กได้หยุดและการพูดที่เด็กลอกเลียนจากคนอื่น แต่ก็ไม่มีอะไรประกันเหตุผลเหล่านี้

เนื้อหาของคำพูด มักเป็นเรื่องราวของตนเอง เช่น ความสนใจครอบครัว สมบัติที่มีอยู่ใกล้ เมื่อสิ้นวัยเด็กตอนต้นมักพูดถึงสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**พัฒนาการทางภาษา** เด็กจะสามารถจำคำที่ได้เพิ่มขึ้นรวดเร็ว รู้จักคำมากขึ้น ในช่วงแรกจะใช้ประโยคสั้น ๆ 3-4 คำ เมื่ออายุประมาณ 4 ขวบ จะพูดประโยคได้ยาวขึ้น แต่ในการพัฒนาการทางภาษาอาจมีพฤติกรรมที่ผิดปกติบ้างในระยะแรก ๆ เช่น

1. การพูดไม่ชัด เด็กเล็กบางคนออกเสียงคำต่าง ๆ ได้ไม่ชัด ต้องให้โอกาสเด็กฝึกพูดมาก ๆ และคอยแก้ไขให้
2. การพูดติดอ่าง คือการพูดซ้ำพยางค์ เด็กวัย 2-3 ขวบบ้างจะพูดซ้ำแบบติดอ่าง เพราะเพิ่งเริ่มหัดพูด ซึ่งต้องยอมรับข้อบกพร่องของเด็ก และช่วยฝึกให้เด็กหัดพูดมาก ๆ

**ลักษณะอารมณ์ของเด็กวัยนี้** เป็นอารมณ์ที่ไม่มั่นคง รุนแรง และมักแสดงออกถึงความรู้สึกต่าง ๆ ได้แก่

1. ความโกรธ สาเหตุที่พบบ่อยที่สุดคือ การแย่งของเล่น การขัดความต้องการของเด็ก การกระแทกจากเด็กคนอื่นอย่างรุนแรง ทำให้เด็กแสดงอารมณ์โกรธ เช่น ร้องไห้ กรีดร้อง กระแทกพื้น
2. กลัว ประสบการณ์ที่มีเงื่อนไข การเลียนแบบ การจดจำสิ่งไม่ดี จะกลายเป็นสิ่งเร้าทำให้เด็กเกิดความกลัว
3. ความริษยา เด็กมักแสดงออกอย่างเปิดเผย ปกติมักเกิดจากน้องใหม่ ซึ่งอาจแสดงออกเป็นพฤติกรรม เช่น ฉีรตที่นอน ทำเป็นไม่สบาย
4. ความอยากรู้อยากเห็น การตอบสนองจะออกมาในรูปการสำรวจ โดยการจับซึ่งเด็กอาจถูกทำโทษ แล้วทดแทนการสัมผัสด้วยการพบเห็น
5. ความอิจฉา วิธีที่ใช้ทั่วไปคือ การร้องขอในสิ่งที่ตนปรารถนา
6. ความสุข จะถูกแสดงออกมาในรูปของการยิ้ม หัวเราะ ประมอมือ กอดรัดสิ่งนั้นหรือบุคคลซึ่งทำให้เกิดความสุข
7. ความโหมกมัว มักเกิดจากของรักของเด็ก เกิดการสูญหาย เช่น ตุ๊กตา ซึ่งจะแสดงออกในรูปของการร้องไห้ ไม่สนใจเล่น ไม่ยอมกินไม่ยอมนอน
8. ความรัก เด็กจะเรียนรู้รักบุคคล สิ่งของ สัตว์เลี้ยง ซึ่งทำให้เขาสบายใจ

**ลักษณะของการจัดกิจกรรม** ในการเลี้ยงดูเด็กวัยก่อนเรียนเพื่อการพัฒนาการทุกด้าน จึงกำหนดขึ้นได้ 5 กิจกรรม ดังนี้

1. กิจกรรมเคลื่อนไหวและจังหวะ เวลาที่พอดีสำหรับเด็กวัยนี้คือ 15-20 นาที
2. กิจกรรมสร้างสรรค์ เช่น การวาดภาพ ปั้น ฉีก ปะ ซึ่งเด็กจะชอบทำได้นานถึง

20-30 นาที

3. กิจกรรมในวงกลม เช่น ร่วมสนทนา ฟังนิทาน อภิปราย และการทดลอง
4. กิจกรรมการเล่น เป็นกิจกรรมที่เด็กทำได้ตามชอบ จึงมักกำหนดเวลา 20-30

นาที หรืออาจมากกว่า

5. เกมการศึกษา เป็นการเล่นที่นั่งอยู่กับที่ เล่นตามกติกา ใช้เวลา 20-30 นาที

#### 2.2.1.5 กิจกรรมการเคลื่อนไหวและจังหวะ

ธรรมชาติของเด็กทั่วไปมักชอบเคลื่อนไหว ไม่ว่าจะเป็นการเดิน วิ่ง กระโดด ล้วนเป็นสิ่งที่เด็กชอบทั้งสิ้น เมื่อได้ยินเสียงเพลง เด็กจะขยับมือ ขยับเท้า โยกตัวไปตามจังหวะ โดยไม่ต้องสอนสิ่งเหล่านี้ ซึ่งในการศึกษาระดับอนุบาล จะมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวและจังหวะให้เด็กทุกวันประมาณ 15-20 นาที เพื่อเตรียมความพร้อมทางด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญา กิจกรรมการเคลื่อนไหวควรเป็นไปตามธรรมชาติของเด็ก เช่น การก้ม เงย เดิน วิ่ง การกระโดดและปีนป่าย เด็กจะอยากลองความสามารถในการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตลอดเวลา

ประโยชน์ของกิจกรรมการเคลื่อนไหวและจังหวะ

1. ให้ความสนุกสนานเพลิดเพลิน
2. ช่วยในการออกกำลังกาย
3. เกิดทักษะในการฟังดนตรีหรือจังหวะต่าง ๆ
4. ความคิดสร้างสรรค์
5. ช่วยให้เป็นคนกล้าแสดงออกในทางที่ดีงาม
6. ช่วยฝึกการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
7. ช่วยพัฒนาภาษา
8. ช่วยฝึกระเบียบวินัย
9. ช่วยฝึกความจำและเสริมสร้างประสบการณ์
10. ช่วยผ่อนคลายความตึงเครียดทั้งทางร่างกายและจิตใจ
11. ช่วยให้เกิดคุณธรรม เช่น การเสียสละ อุตุน

**ความสามารถของร่างกายในด้านการเคลื่อนไหว**

**อายุ 3 ขวบ**

-เดินเขย่งบนปลายเท้าได้

-ยืนบนขาข้างเดียวได้สัก 2-3 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ก้าวขึ้นบันไดโดยสลับขาได้

-ถีบจักรยานสามล้อได้

#### อายุ 4 ขวบ

-ลงบันไดได้โดยเท้าลงสลับขา

-ยืนขาเดียวได้นาน

-กระโดดที่ละข้างได้

-เดินบนกระดานแผ่นเดียวได้

#### อายุ 5 ปี

-กระโดดสลับขาได้

-ปีนป่ายที่สูงได้

#### อายุ 6 ปี

-การเคลื่อนไหวทุกส่วนคล่องแคล่วมาก

-อยู่ไม่นิ่ง ไม่ว่าจะ เป็นนอกบ้านหรือในบ้าน

-ขึ้นต้นไม้ ปีนป่ายที่สูง กระโดดขึ้นลง ไปรอบ ๆ บ้าน

-กระโดดขึ้นลง เก้าอี้

-สามารถรับของที่โยนมาให้ได้

-ชอบเล่นปล้ำกับเพื่อน ๆ

#### ความสามารถในการใช้มือ

##### อายุ 3 ขวบ

-ช่วยจัดโต๊ะอาหารได้ ไม่ทำถ้วยชามหล่น

-ต่อแท่งไม้สี่เหลี่ยม 9 แท่งได้ในทางสูง

-สร้างสะพานโดยใช้แท่งไม้สี่เหลี่ยม 3 แท่ง

-แต่งตัวเองได้ ถ้าช่วยกลัดหรือปลดกระดุมให้

-ปลดกระดุมด้านหน้าเองได้

-เขียนแบบกากบาทได้ เขียนรูปคนตามสิ่งได้

##### อายุ 4 ปี

-กลัดกระดุมเสื้อเองได้

-เขียนกากบาทได้เหมือน

### อายุ 5 ปี

- ผูกเชือกทรงเท้าได้
- เขียนรูปสามเหลี่ยมได้เหมือน
- เขียนตัวอักษรได้

### อายุ 6 ปี

- สามารถใช้มือและใช้ตาประสานงานกันดีขึ้น
- การจับดินสอในการเขียนทำได้ดีขึ้น
- ขอบวาดภาพระบายสี แต่จะทำได้ไม่เรียบร้อย เพราะความไม่อยู่นิ่งของเด็ก
- เด็กสามารถจะมองเด็กอื่นเล่น โดยที่มือของตนยังทำงานต่อไปได้
- เด็กสามารถใช้มือและตาพร้อม ๆ กัน ขณะเดินหรือขณะนั่ง เขียนหนังสือตัวเล็ก

ได้

- ชอบใช้มือหยิบอาหารใส่ปากมากกว่าใช้ช้อนส้อม

### 2.2.2 สิ่งที่มีอิทธิพลต่อบุคลิกภาพของเด็ก

บุคลิกภาพของเด็ก หรือผู้ใหญ่เป็นผลมาจากกรรมพันธุ์ที่เขาได้รับจากบรรพบุรุษ และสิ่งแวดล้อมรอบตัว นอกจากนี้การเลี้ยงดูและบรรยากาศของครอบครัวก็มีผลมาก จะเห็นว่าบิดามารดาที่ระเบียบจัด ไม่ให้เด็กทำตามใจตัวเด็กเอง เด็กจะขาดความเชื่อมั่น ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ แต่ถ้าบิดามารดาปล่อยตามเรื่อง เด็กจะขาดหลักการ ไม่มีแนวชีวิตที่จะยึดปฏิบัติ ไม่รู้จักคิด และจะบกพร่องเมื่อทำงานร่วมกับผู้อื่น แต่ถ้าบรรยากาศทางบ้านเป็นประชาธิปไตย เด็กจะพัฒนาบุคลิกภาพเต็มที่ เพราะจะได้รับคำแนะนำจากผู้ใหญ่ รู้จักตัดสินใจ อะไรควรไม่ควร ดังนั้นบ้านจึงเป็นแห่งแรกที่ช่วยหล่อหลอมและพัฒนาบุคลิกภาพของเด็ก

#### บุคลิกภาพที่พึงปรารถนา มีดังนี้

1. ความร่าเริง แจ่มใส คนที่มีความร่าเริงต้องมีสุขภาพอนามัยดี อารมณ์ดี จิตใจดี ไม่เป็นที่รังเกียจของสังคม
2. ความกระตือรือร้น สนับสนุนให้เด็กได้ทำสิ่งที่ปรารถนาจะช่วยสร้างนิสัยกระตือรือร้นได้
3. อารมณ์ขัน แสดงถึงความเป็นบุคคลที่ไม่เคร่งเครียดกับชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความกล้า คนกล้าย่อมได้รับคำสรรเสริญ กล้าพูดความจริง กล้ารับผิดชอบ เป็นที่นับถือของคนอื่น
5. ความไม่เห็นแก่ตัว ปกตินิสัยคนเรามักรักตัวเอง ควรให้เด็กรู้จักไตร่ตรองในการกระทำของเขา
6. ความเห็นอกเห็นใจเมื่อคนอื่นได้รับความทุกข์ รู้จักเอาใจเขามาใส่ใจเรา
7. ความสงบและความสันโดษ เป็นบุคคลที่ไม่ตื่นเต้น หัวใจไวง่ายเกินไป
8. ความเชื่อมั่นในตนเอง คนอื่นอยากทำงานร่วม อยากคบหาด้วย ซึ่งจะเปรียบเสมือนทางลัดที่จะพาชีวิตให้ดำเนินไปด้วยดี
9. ความเป็นตัวของตัวเอง  
บุคลิกภาพของคนจะดีทุกอย่างนั้นหายาก ต้องอาศัยการปรับปรุงให้ดีขึ้น ผู้มีบุคลิกภาพดีควรมีลักษณะต่อไปนี้ เช่น
  - รูปร่าง กริยา ท่าทางดี
  - แต่งกายเรียบร้อย
  - มีความประพฤติดีทั้งในที่ลับและที่แจ้ง
  - มีทัศนคติและอุดมคติเป็นประชาธิปไตย
  - มีอารมณ์ขัน สุก ยิ้มแย้มแจ่มใสเสมอ
  - มีความสามารถในการเข้าสังคม

### 2.2.3 การเล่น

ยีนแมค (Jeanne Mack) ให้คำจำกัดความว่า

"การเล่นเป็นกิจกรรมช่วยให้เด็กสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม การเล่นของเด็กเปรียบได้กับการทำงานของผู้ใหญ่ แต่การเล่นของเด็กเป็นเพียงเพื่อความพอใจตามธรรมชาติ"

การเล่นสามารถช่วยให้การพัฒนาเด็กก่อนเรียนทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และจิตใจ ขณะที่เด็กเล่นจะเกิดการเรียนรู้หลายแบบ เพราะโดยธรรมชาติเด็กจะต้องเล่น ต้องจับ ต้องทำ และมีการเคลื่อนไหว ซึ่งจะมีประโยชน์ทำให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ ได้มีการสังเกตและทดลองทำในแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นการฝึกให้เด็กเกิดความกล้า กล้าที่จะทำตาม กล้าแสดงออก มีความมั่นใจในตัวเอง

การเล่นจะสร้างนิสัยที่ดี เช่น รู้จักรักษาของ มีระเบียบ รู้จักเวลาเล่น เมื่อมีการเล่นร่วมกับผู้อื่นก็จะเสริมสร้างสังคมนิสัยแก่เด็ก เครื่องเล่นบางอย่างจะสะท้อนชีวิตเพื่อให้เด็กเล่นเลียนแบบชีวิตจริง ในการเล่นที่ตรงกับธรรมชาติของเด็ก เด็กจะมีความสุข อารมณ์แจ่มใส ปรับตัวได้ดี ทำให้เด็กได้มีพัฒนาการทุกด้านสมดุล

### การเล่นเป็นเรื่องสำคัญ

การเล่นของเด็กไม่ใช่เพื่อความสนุกหรือเป็นการฆ่าเวลา แต่เป็นการเสริมสร้างความรู้ ประสบการณ์ และการสร้างสรรค์ที่ดี เด็กจะค่อย ๆ เรียนรู้มากขึ้นจากการเล่นของเขา คุณพ่อ คุณแม่ จึงมีบทบาทมากในการเลือกของเล่นของลูกให้เหมาะสมกับการพัฒนาตามวัยอันควร ของลูก ประสบการณ์จากการเล่นจะช่วยพัฒนาการทรงตัว ระเบียบ และบุคลิกภาพ อุปนิสัย เมื่อเด็กเติบโตขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นผลมาจากการเล่นในวัยเด็กเป็นส่วนใหญ่

ของเล่นมีความสำคัญเหมือนกัน เพราะของเล่นเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของเด็ก ของเล่นอาจใช้พัฒนาร่างกายให้มีสุขภาพดีและแข็งแรง และมีจิตใจร่าเริงว่องไว อยู่เสมอ นอกจากนี้ยังช่วยสร้างบุคลิกภาพและทักษะในการคิดสร้างสรรค์อีกด้วย

จินตนาการ มีความสำคัญต่อการพัฒนาทางสติปัญญาของเด็ก โดยปกติแล้วเด็กจะมีจินตนาการตามธรรมชาติอยู่แล้ว จินตนาการจะไปกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา การได้เห็นการเคลื่อนไหวของใบไม้ สีสรรต่าง ๆ การเกิดเสียงดนตรี เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดแนวความคิดพัฒนาในด้านสติปัญญาได้เป็นอย่างดี นิสัยโดยธรรมชาติของเด็กจะชอบการละเล่นอยู่แล้ว แต่ถ้าเลือกของเล่นให้กับเด็กต้องมีหลักการเลือกซื้อซึ่ง ได้แก่

1. ความเหมาะสมกับวัย
2. จะต้องปราศจากสารพิษ
3. จะต้องไม่แตกหักแล้วเป็นอันตรายแก่เด็ก
4. จะต้องสร้างสรรค์ให้เกิดจินตนาการ ทักษะ และประสบการณ์

### เครื่องเล่นสำหรับเด็กกระยะ 2-4 ปี

เด็กวัยนี้หากได้รับฟังเทปนิทาน หรือเสียงเพลงประกอบการเล่านิทาน จะเป็นช่วงที่

เหมาะสมสำหรับการสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งจะช่วยให้การสร้างจินตนาการสำหรับเด็กเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมาก

### เครื่องเล่นสำหรับเด็กระยะ 4-5 ปี

เด็กมีความเชื่อมั่นในตัวเองมากขึ้น เด็กจะชอบสิ่งเกิดมาก ควรหารูปทรงทางเรขาคณิต ผักให้มีความสังเกต ขนาด รูปทรงต่าง ๆ เพื่อให้จดจำรูปทรงเรขาคณิต มีการฝึกให้เด็กใช้นิ้ว เป็นการพัฒนากล้ามเนื้อ ช้อนนิ้วมือ

### เครื่องเล่นสำหรับเด็กระยะ 6-7 ปี

เด็กชอบขี้จิกขยานเป็นการฝึกการทรงตัว ความเชื่อมั่นและความกล้า การเล่นบัตรไพ่ที่มีรูปเป็นสัตว์ ดอกไม้ และผลไม้ ให้เด็กรู้จักขีดเขียน ในวัยนี้เราจัดหาภาพสี หนังสือประกอบภาพ คำ วลีหรือประโยค เด็กจะชอบฟังเรื่องในหนังสือ ชอบดูภาพสีสรรต่าง ๆ เพื่อให้เกิดจินตนาการ

### ของเล่นของเด็ก

#### เกณฑ์การเลือกของเล่น

1. แข็งแรง
2. ทนทาน
3. ทำความสะอาดได้ง่าย
4. เป็นของเล่นที่เด็กเล่นได้อย่างปลอดภัย
5. ใช้เล่นได้หลายอย่าง
6. เป็นของเล่นที่เล่นตามลำพังและเล่นเป็นหมู่ได้

ของเล่นและเกมส์ที่เลือกนั้น ต้องถูกต้องตามเกณฑ์

1. เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ในเรื่องขนาด รูปร่างสำหรับการเรียนรู้และการเล่นเพื่อสนุกเท่านั้น

-ความสนใจของเด็ก

-ปรับให้ใช้ได้มากกว่าความมุ่งหมายข้อเดียว มากกว่าเด็กคนเดียวหรือ

อายุระดับเดียว

- ทนทานต่อการสมบุกสมบัน และอากาศ
- ใช้มาตรฐานในเรื่องอนามัยและความปลอดภัย
- ให้ของเล่นอย่างหนึ่ง เช่น ไม้ บล็อก หรือสี เล่นได้ตั้งแต่เล็ก ๆ จนโต

(Gradwted Use)

2. ช่วยเด็กให้มีสมรรถภาพ (Competence) ที่จะดำเนินชีวิตอยู่ในโลก
  - สร้างความเข้าใจต่าง ๆ ตามระดับของเด็กแต่ละคน
  - ส่งเสริมทักษะในการอ่าน เขียนและเล่น เหมาะสมกับความต้องการ

ความสนใจ ความสามารถของเด็กช่วยให้เขาพร้อมสำหรับความเจริญเติบโตในระดับต่อไป

3. ส่งเสริมความสัมพันธ์กับคนอื่น
  - ให้โอกาสที่จะปรึกษา พูดโต้ตอบกับคนอื่น ๆ
  - ให้เล่นเป็นกลุ่มหรือเล่นคนเดียวได้
4. ปลุกเร้าความประหลาดใจ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์
  - ส่งเสริมให้แสดงความรู้สึก (ความคิดและความเห็น)
  - เส้นสี สัตว์สวน หน้าตาทั่วไปน่าดี น่าฟัง และน่าจับต้อง แนะนำให้อยากใช้

ทดลอง

- ช่วยให้เด็กมีชีวิตอย่างนั้นอีก (Relive) และทำประสบการณ์ให้แจ่มแจ้ง

ของเล่นสำหรับเด็ก 3, 4, 5 ขวบ

- เด็กมีความสนใจที่จะเล่นกับเด็กคนอื่น
- ใช้กลัมน้ำเนื้อใหญ่ ๆ ได้ดี เริ่มควบคุมกลัมน้ำเนื้อเล็ก

เครื่องเล่นฝึกสมอง

- ตุ๊กตาสัตว์
- แม่เหล็ก
- ตุ๊กตา (Terrorium)
- หนังสือเรื่องอ่านง่าย ๆ

เครื่องเล่นสำหรับปลดปล่อยความรู้สึก อารมณ์

- เครื่องระบายสี กระดาษ
- กรรไกรทื่อ ๆ แป้งเปียก

- ข้อน ตะปู ไม้อ่อน ๆ
- ลูกปัดเม็ดโต
- ทึบเพลง จานเสียง
- เครื่องตี เหล็ก 3 เหลี่ยม (Tom-Tom) กระดิ่ง

### ของเล่นสำหรับเด็ก 6, 7, 8 ขวบ

- เรียนรู้การทำงานหมู่มากขึ้น
- สามารถควบคุมกล้ามเนื้อเล็ก ๆ ให้ดีพอใจ
- มีจินตนาการสูงมาก

เด็กอายุ 3-4 ขวบ จะเริ่มมีความเป็นตัวของตัวเอง มีความเจริญทางจิตใจพอสมควร รู้จักใช้ความคิด มีคำถามแปลก ๆ เริ่มรู้จักความแตกต่างระหว่างเด็กหญิงและเด็กชาย แต่จะเล่นร่วมกันทั้งหญิงและชาย สำหรับเด็ก 3-4 ขวบ ของเล่นที่ใช้ได้แก่

#### ก. ของเล่นที่เลียนแบบชีวิตผู้ใหญ่

- ตุ๊กตาพร้อมกับสิ่งของที่ใช้ตามบ้าน เครื่องแต่งตัวต่าง ๆ สำหรับตุ๊กตา  
ของพวกนี้มีการพูดประกอบเล่น โดยเด็กเองคล้ายแสดงละคร

- รถไฟ รถยนต์ เครื่องบิน เรือ
- ของเล่นที่เป็นตัวสัตว์ เช่น วัว ควาย การไถนา รถแทรกเตอร์

#### ข. ของเล่นเพื่อการศึกษา

- สิ่งก่อสร้างเล็ก ๆ ทำด้วยไม้
- การเรียงรูปภาพจากกระดาษแข็งหลาย ๆ ชิ้น
- ช่องสี่เหลี่ยมสำหรับหัดนับ
- แม่เหล็ก
- สัตว์เลี้ยงเป็น ๆ เช่น สุนัข แมว กระต่าย ปลา
- ข้อน ตะปู เลื่อย ควรเป็นอันเล็ก ๆ และของจริง การใช้ของหลอก ๆ

ที่ทำอะไรไม่ได้จะไม่ช่วย

- การเล่นง่าย ๆ เช่น ไขว้จับคู่
- เครื่องดนตรี กระดิ่ง ทึบเพลงปาก เครื่องเล่นแผ่นเสียงเล็ก ๆ

- ค. เพื่อการออกกำลังกาย
- กลองขนาดใหญ่ที่ขึ้น ไปยืนได้
  - เชือกกระโดด การไต่ราว
  - บันไดเชือก บันไดธรรมดา
  - ไม้กระดานแผ่นใหญ่ ๆ เรียบ
  - รถสามล้อ รถเข็น
  - เครื่องเล่นกีฬาอันเล็ก ๆ
  - ลูกบอล
  - เครื่องมือเครื่องใช้ในการทำสวน

- ง. เพื่อการชำนาญในการวิ่งเร็ว
- อุปกรณ์การเขียนทั้งหลาย
  - ดินเหนียว เพื่อปั้นเป็นสิ่งต่าง ๆ ดินน้ำมัน
- การระบายสี สีน้ำและสีที่ล้างออกบ่อย ๆ

หมายเหตุ บิดามารดาควรให้คำแนะนำวิธีใช้ วิธีเล่นและอธิบายตามสมควร ไม่ใช่ให้ของเล่นกับเด็กไปเล่นตามลำพัง หรือซื้อสีมาให้เขาละเลงบ้าน

เด็ก 5-6 ขวบ ระยะเวลาเป็นระยะที่การเจริญเติบโตทางร่างกายมีน้อย เด็กอายุ 5 ขววมักจะเริ่มชอบใช้เครื่องมือหนึ่งเป็นพิเศษ ความจริง ความถนัดแต่ละคนเริ่มตั้งแต่ 2-3-4 ขวบ แล้วแต่มักเป็นสิ่งที่ไม่แน่นอน ซึ่งถ้าปล่อยตามใจจะพบว่าเด็กเริ่มจะถนัดมือใดมือหนึ่ง โดยเฉพาะเมื่อ 5 ขวบ ยังไม่มีใครบอกได้แน่ๆว่าทำไมบางคนถนัดมือขวา บางคนมือซ้าย บางคนตาซ้าย บางคนตาขวา ส่วนหนึ่งอาจถ่ายทอดมาจากพ่อแม่ ต่อมาคือการฝึกหัดที่ได้รับตั้งแต่เล็ก ๆ เด็กระยะนี้จะเริ่มแสดงความเป็นชายหรือเป็นหญิงมากขึ้น เด็ก 3-4 ขวบ จะทำอะไรตามความรู้สึกของเขา เช่น ยินดี เสียใจ ที่สามารถจะบอกได้จากการกระทำ แต่เด็ก 5 ขวบอาจจะทำสิ่งที่ตรงกันข้าม เด็กวัยนี้จะเป็นตัวของตัวเองมากขึ้น มีความรอบคอบ เล่นกับเพื่อนรุ่นเดียวกัน ต้องการระเบียบ การเล่นต่าง ๆ จึงเป็นการเล่นชนิดมีเกณฑ์มีระเบียบ

## 2.2.4 ดนตรีสำหรับเด็ก

ดนตรีเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตมนุษย์ ทั้งนี้เพราะดนตรีเข้ามามีส่วนสัมพันธ์กับชีวิตมนุษย์ ตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นบ้าน ที่ทำงาน รวมทั้งสถานพักผ่อนหย่อนใจ มารดาจะใช้เพลงในการกล่อมลูกน้อย นักการทหารใช้เพลงปลุกใจ นักร้องต่าง ๆ จะมีดนตรีประกอบ ซึ่งเพลงเหล่านี้จะสะท้อนให้เห็นถึงประเพณี วัฒนธรรม บุคลิกภาพ อาชีพของแต่ละสังคม ดนตรีเป็นสิ่งอย่างหนึ่งที่สามารถถ่ายทอดความรู้สึกและอารมณ์ของมนุษย์ได้ เช่น ความรักของพ่อแม่ที่มีต่อลูกก็จะออกมาเป็นเพลงกลุ่มที่มีความไพเราะ อ่อนหวาน อ่อนโยน นุ่มนวลแผ่อยู่ เมื่อดนตรีเข้ามา มีบทบาทอย่างนี้ เราจึงต้องให้เด็กคุ้นเคยกับดนตรี ให้มีความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่ดีต่อดนตรี เพื่อให้เด็กสามารถนำดนตรีไปใช้ในชีวิตประจำวันอันจะช่วยให้เขามีชีวิตสงบสุข

### 2.2.4.1 ดนตรีมีผลต่อพัฒนาการของเด็ก

เด็กเป็นบุคคลที่สำคัญของพ่อแม่ ครู อาจารย์ ญาติพี่น้องและประเทศชาติ จึงควรให้เด็กมีร่างกายแข็งแรง สมบูรณ์ มีสติปัญญาเฉลียวฉลาด จิตใจดี และมีบุคลิกภาพที่ดี ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยอิทธิพลทั้งด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ดนตรีเป็นสิ่งแวดล้อมอย่างหนึ่งที่สำคัญ อันมีผลต่อการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ของเด็ก กล่าวคือ

1. ด้านร่างกาย เสียงดนตรีสามารถใช้เป็นสิ่งเร้า ช่วยในการฝึกทักษะเกี่ยวกับกล้ามเนื้อ แขน ขา นิ้ว มือ หรือส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะกิจกรรมเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวร่างกายเข้ากับเพลง เช่น เดินร่า ทำท่า หรือกระดิกนิ้วมือนิ้วเท้า พยักหน้า ปรบมือ เท้ากับเป็นการฝึกทักษะด้านการเคลื่อนไหวร่างกายให้ดีขึ้น

2. ด้านอารมณ์และสังคม เด็กจะมีอารมณ์ดีอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข พัฒนาการทางสังคมของชีวิตในระบบที่คนยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางของความสำคัญ ซึ่งเป็นพัฒนาการในวัยทารกและวัยเด็กตอนต้น ระยะต่อมาเมื่อเด็กมีอายุประมาณ 6-12 ขวบ เด็กจะเริ่มเข้าใจว่าสังคมต้องมีการติดต่อซึ่งกันและกัน ระยะที่สามมีการยอมรับนับถือว่าผู้อื่นมีความสามารถเท่า ๆ ตนเอง ดนตรีสามารถช่วยให้เด็กมีพัฒนาการทางอารมณ์ได้ดีขึ้น เช่น เด็กเล็กยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง จะสนใจเพียงสิ่งใกล้ ๆ ตัว และมีอิทธิพลต่อเขา กิจกรรมด้านการฟังเพลง การร้องเพลงหรือการเคลื่อนไหวร่างกายก็อาจใช้เพลงเกี่ยวกับตนเอง หรือสิ่งต่าง ๆ ที่ใกล้ตัว เนื้อเพลงอาจบรรยายถึงผู้ที่อยู่ใกล้ตัว พ่อแม่ พี่ป้า น้าอา ลีตัวเลี้ยง อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายตนเอง หรือกิจกรรมที่เด็กกระทำทุกวัน เช่น การแปรงฟัน รับประทานอาหาร เป็นต้น

3. ด้านบุคลิกภาพ ดนตรีเป็นกิจกรรมที่ต้องแสดงออก การร้องรำ

ทำเพลง โดยไม่แสดงออกเป็นไปไม่ได้ การแสดงเหล่านี้จึงให้โอกาสเด็กที่พัฒนาบุคลิกภาพโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับความเชื่อมั่นในตนเอง ความกล้าในการแสดงออก ความสามารถในการอยู่ร่วมกับผู้อื่น ความคิดสร้างสรรค์ รสนิยม

4. **ด้านสติปัญญา** พัฒนาการด้านสติปัญญาหมายถึง การที่บุคคลสามารถทำกิจกรรมที่ต้องการใช้สมองหรือสติปัญญา บรรลุตามที่ตนต้องการ หรือตรงเป้าหมายที่วางไว้ได้ หรืออาจกล่าวได้ว่า คนที่สามารถปรับตนเองให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ และรู้จักวางโครงการให้ตรงจุดประสงค์กับงานที่ตนทำอยู่ได้ มักเป็นคนเข้าวัยปัญญาสูง ทั้งนี้ขึ้นกับพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม เด็กที่ได้รับสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมจะช่วยส่งเสริมพัฒนาการด้านการสติปัญญาได้อย่างดี

โฮวาร์ด ทอบแมน (Howard Taubman) นักการศึกษาดนตรีกล่าวว่า "ไม่มีเด็กคนใดที่จะไม่มีปฏิกริยาตอบสนองต่อเสียงดนตรี วันไว้แต่ว่าเด็กคนนั้นจะมีความพิการบางอย่าง"

พ่อ แม่ เป็นบุคคลสำคัญยิ่งในการที่จะสร้างประสบการณ์ทางดนตรีให้กับเด็ก ทั้งนี้เพราะดนตรีก็เหมือนกับภาษาพูดของมนุษย์ ถ้าเด็กได้ยินเสียงดนตรีตั้งแต่เกิดก็เท่ากับเด็กได้รับพัฒนาการรับรู้เสียงดนตรีอย่างค่อยเป็นค่อยไป พ่อแม่ควรสร้างบรรยากาศทางดนตรีที่ดี ไม่ควรรอให้โรงเรียนเป็นที่สร้างดนตรีแก่เด็กแต่เพียงอย่างเดียว เพราะโรงเรียนบางแห่งทำได้เพียงส่งเสริมให้เด็กร้องเพลงเพียงด้านเดียว จนทำให้เด็กเบื่อหน่าย ดังนั้น การปลูกฝังดนตรีแก่เด็กชั้นแรกควรมีขึ้นที่บ้าน ส่วนกิจกรรมของ โรงเรียนก็จะช่วยเพิ่มความสามารถให้กับเด็ก

นอกจากจะให้เด็กได้ฟังดนตรีแล้ว ควรให้เด็กได้หัดเล่นดนตรีบ้าง เพื่อฝึกทักษะการใช้มือและใช้ปากเกี่ยวกับพวกเครื่อง เป่า

เสียงพูดกับเสียงดนตรี มีความคล้ายคลึงกันคือ มีทั้งทำนองและจังหวะ สำหรับคนหูหนวกนั้น เนื่องจากไม่ได้ยินเสียงพูดหรือได้ยินไม่ชัดเจน เสียงที่เขาเปล่งออกมาจึงไม่เหมือนเสียงพูดปกติ ซึ่งเป็นอุปสรรคในการสื่อความหมาย การฝึกให้เขาได้ฟังเสียงดนตรี จังหวะ จึงเป็นเรื่องสำคัญของการนำไปสู่หลักเบื้องต้นของพื้นฐานการพูดและภาษา ซึ่งการนำวิธีการทางดนตรีมาใช้สอนพูดแก่ผู้ที่มีบกพร่องทางการได้ยินนั้น จะช่วยให้บุคคลเหล่านั้นพูดได้ดีขึ้น ทำให้สามารถสื่อสารกับคนปกติได้ด้วยการพูด

กิจกรรมที่ใช้ในการบำบัด มีหลายอย่าง เช่น

- กิจกรรมประกอบจังหวะหรือการเล่นดนตรี
- กิจกรรมการร้องเพลง
- กิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายประกอบดนตรี การแสดงละคร

## -กิจกรรมการคิดสร้างสรรค์

- ฯลฯ

สิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงในการจัดกิจกรรมดนตรีแก่เด็กคือ เราจะต้องปรับปรุงกิจกรรมทางดนตรีให้เหมาะสมกับเด็ก ไม่ใช่ปรับเด็กให้เข้ากับกิจกรรมทางดนตรี

**2.2.4.2 การจัดประสบการณ์ทางดนตรีให้กับเด็กเล็ก** ควรจัดให้มีกิจกรรมด้านการเคลื่อนไหวร่างกายตามเสียงดนตรี การร้องเพลงหรือการเล่นเครื่องประกอบจังหวะต่าง ๆ

ดนตรีสามารถช่วยในการสื่อสารได้โดยไม่ต้องใช้ภาษาพูด ทั้งนี้เพราะดนตรีเป็นภาษาอย่างหนึ่งที่ใช้ในการสื่อสาร การสื่อสารมีหลายลักษณะ เช่น คนเราอาจสื่อสารด้วยการพูดด้วยการแสดงออกทางอารมณ์ หรือการเคลื่อนไหว การแสดงท่าทางต่าง ๆ

ดนตรีช่วยพัฒนาการพูดและการฟัง เนื่องจากภาษาดนตรีและภาษาพูดมีความคล้ายคลึงกัน ภาษาดนตรีเป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับกระบวนการรับรู้ กระบวนการทางสมอง เพราะเป็นเรื่องของการฟัง การจำและการเลียนเสียงตามที่ได้ยิน

ด้านร่างกาย เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวร่างกายประกอบเพลง เป็นกิจกรรมที่เด็กเล็กชอบมาก และเป็นกิจกรรมที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ดนตรีได้อย่างดี การให้เด็กเคลื่อนไหวร่างกายจะเป็นไปตามธรรมชาติ และเหมาะสมกับวัยที่สุด เช่น เดิน วิ่ง กระโดด

ด้านอารมณ์ เด็กจะมีการพัฒนาการทางร่างกายและอารมณ์ควบคู่กัน การจัดประสบการณ์ทางดนตรีให้เด็ก จึงสนองความต้องการทางอารมณ์ของเด็กด้วย

ด้านสังคม กิจกรรมทางดนตรีจะช่วยพัฒนาด้านสังคมให้ดีขึ้น เพราะเด็กตั้งอามีการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น เด็กบางคนกล้าแสดงออก บางคนไม่กล้าแสดงออก

ด้านสติปัญญา ในการจัดประสบการณ์ทางดนตรีให้เด็กให้เหมาะสมกับระดับ และเกิดความเข้าใจได้รวดเร็ว เด็กบางคนอาจรับได้เร็ว บางคนรับได้ช้า สามารถช่วยได้โดยให้เด็กได้รับรู้หลายทางเช่น ได้เห็น ได้ยิน ได้สัมผัส ยิ่งรับรู้มากก็ยิ่งเข้าใจมาก

### วิธีฝึกความพร้อมด้านดนตรี

ให้เด็กคุ้นเคยกับดนตรี ให้เด็กได้ฟังดนตรีประเภทต่าง ๆ ที่บ้านตั้งแต่ยังเล็ก

เล่นแผ่นเสียงทั้งเพลงไทยเดิม หรือเพลงสำหรับเด็ก ๆ เพลงประเภทอื่น ๆ รวมทั้งเพลงของชาติต่าง ๆ ทั่วโลก มีดนตรีที่ปลุกใจให้รักชาติ ดนตรีที่ให้ความสนุกเพลิดเพลินและแม้แต่ดนตรีเศร้า ระหว่างรับประทานอาหารในโอกาสพิเศษ ควรจะมีดนตรีเปิดให้ฟังเบา ๆ บ้าง

### เป็นครั้งคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายให้ลูกเห็นเครื่องดนตรีชนิดต่าง ๆ ของวงดนตรี

ให้เด็กมีส่วนร่วมในการเล่นดนตรีและทำอยู่เสมอ ให้เด็กได้ร้องเพลง เดินรำ กระโดดโลดเต้น และเดินซ้ายขวาไปตามจังหวะเพลง จากการทำกิจกรรมเข้าจังหวะ ลูกจะได้ประโยชน์ในการทรงตัว ความเชื่อมั่น ความรู้ และทักษะด้านสังคมต่าง ๆ ดนตรีช่วยในด้านวินัย และการพัฒนาทักษะสร้างสรรค์ โปรตระวังไม้หิวเราะเยาะหรือดูถูกความพยายามด้านดนตรีของเด็ก แต่ให้กำลังใจและช่วยเด็กแทน ทำให้ดนตรีสนุกสนานและเพลิดเพลิน

ดนตรีสร้างสรรค์ก็คือ ดนตรีที่让孩子แสดงความคิดอย่างเสรี เด็กออกความคิดเห็นต่าง ๆ ได้อย่างอิสระทั้งด้านจิตใจ ด้านเปล่งเสียง ด้านการเลียนแบบ ด้านความคิดใหม่ ๆ ไม่ลอกเลียนแบบใคร ผู้ใหญ่มีหน้าที่สนับสนุนเข้าใจจะสนใจในความคิดด้านดนตรีนั้น เด็ก ๆ จะมีความสุขกับเสียงดนตรี เพลิดเพลินทั้งด้านการร้อง การรำ การเต้น การสร้างมโนภาพตามเสียงนั้น

เมื่อเด็กอยู่ในวัยก่อนวัยเรียน ควรมีมุมห้องที่ให้ความรื่นรมย์ด้านเสียง อาจจะเป็น เทปแผ่นเสียง หนังสือ ดนตรีเด็ก เครื่องเล่นดนตรี เช่น เครื่องเคาะจังหวะ เครื่องตีจังหวะ เครื่องเป่าง่าย ๆ ออแกนเล็ก ๆ หัดฟังเสียงร้องของสัตว์ต่าง ๆ หัดร้องเพลงง่าย ๆ สำหรับเด็กหัดท่องกลอนสั้น ๆ ง่าย ๆ และเคาะจังหวะตามคำกลอน เล่นเกมตามจังหวะกลอน เล่นเกมการละเล่นแบบเด็กประกอบเพลง เช่น "แมงู" "โพงพาง"

#### 2.2.4.3 ดนตรีช่วยลดพฤติกรรมที่เป็นปัญหาของเด็กได้

พฤติกรรมใด ๆ ก็ตามที่เด็กแสดงออกมามีสาเหตุทั้งสิ้น พฤติกรรมที่จัดว่าเป็นปัญหาหมายถึง พฤติกรรมที่ทำให้เด็กมีการปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อมได้ลำบาก เป็นพฤติกรรมที่ทำให้เด็กขาดความสุข หรือเป็นพฤติกรรมที่ทำให้เด็กมีสภาพเลวลง ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เป็นที่หนักใจ เพราะไม่เป็นไปตามสังคมและสภาพแวดล้อม พฤติกรรมเหล่านี้ผู้ใหญ่จำเป็นต้องหาวิธีการปฏิบัติต่อเด็กให้ถูกทางและเหมาะสม ดนตรีเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยลดพฤติกรรมที่เป็นปัญหาได้ เช่น

เด็กก้าวร้าว

- ดนตรีเป็นกิจกรรมที่เด็กต้องฝึกซ้อม ปฏิบัติอยู่เสมอทำให้ไม่มีเวลาว่าง
- การเต้น-รำ เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้กล้ามเนื้อและการออกกำลังกาย

เพราะมีการเคลื่อนไหวร่างกาย

- ดนตรีให้โอกาสในการระบายความก้าวร้าวออกมาทางศิลปะด้านนี้
- ดนตรีให้โอกาสในการเป็นผู้นำ และฝึกความรับผิดชอบ

### เด็กที่มีนิสัยไม่เชื่อสัตว์

- ดนตรีให้โอกาสที่จะได้รับความสนใจและยอมรับจากผู้อื่น
- ดนตรีจะช่วยอบรมให้ เกิดลักษณะนิสัยที่ดีงาม

### เด็กที่มีปัญหาทางสังคม

- ดนตรีให้โอกาสสำหรับแสดงออกเพื่อเป็นที่ยอมรับจากสังคม
- ดนตรีช่วยให้มีระเบียบวินัย
- ดนตรีให้โอกาสในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น
- ดนตรีช่วยให้เด็กเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม
- ดนตรีให้โอกาสเป็นผู้นำ และรู้จักเป็นผู้ตามที่ดี

### เด็กที่มีอารมณ์ฉุนเฉียว โกรธง่าย

- ดนตรีให้โอกาสในการแสดงออกถึงความรู้สึกและอารมณ์ต่าง ๆ
- การเต้น-รำ เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ออกกำลังกาย
- ดนตรีช่วยให้เด็กได้พักผ่อน ทำให้จิตใจสงบ

### เด็กที่มีความกลัว

- ดนตรีให้โอกาสเด็กในการประสบความสำเร็จ เพื่อสร้างความมั่นใจในตนเอง
- ดนตรีช่วยให้เด็กมีโอกาสแสดงออก

### เด็กที่มีนิสัยไม่เชื่อฟัง

- ดนตรีให้โอกาสในการเป็นผู้นำ
- ดนตรีให้โอกาสในการเป็นที่ยอมรับจากผู้อื่น
- ดนตรีให้โอกาสในการฝึกความรับผิดชอบ
- ดนตรีให้โอกาสในการฝึกให้เป็นผู้มีระเบียบวินัย
- ดนตรีช่วยให้มีมนุษยสัมพันธ์กับผู้อื่น

### เด็กที่ไม่เชื่อมั่นในตนเอง

- ดนตรีช่วยให้มีโอกาสเป็นที่ยอมรับของสังคม
- ดนตรีให้โอกาสเด็กในการแสดงความสามารถ
- ดนตรีให้โอกาสในการระบายอารมณ์และความรู้สึก
- ดนตรีเป็นกิจกรรมที่เด็กต้องมีความอดทนและมีระเบียบวินัย
- ดนตรีให้โอกาสในการเป็นผู้นำ
- ดนตรีเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้เด็กสนใจและหมั่นฝึกซ้อม
- ดนตรีช่วยให้เด็กมีสมาธิและความสงบเยือกเย็น

### เด็กขี้อาย

- ดนตรีให้โอกาสในการแสดงออกมา
- ดนตรีให้โอกาสในการเป็นผู้นำ
- ดนตรีให้โอกาสในการเป็นที่ยอมรับจากผู้อื่น
- ดนตรีให้โอกาสในการแสดงความสามารถ
- ดนตรีให้โอกาสในการสร้างมนุษยสัมพันธ์กับผู้อื่น

### เด็กเรียนช้า

- ดนตรีมีกิจกรรมหลายระดับ ซึ่งให้โอกาสตามระดับความสามารถ
- ดนตรีเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งที่ให้โอกาสเลือกเรียนตามความสนใจ
- ดนตรีช่วยให้เกิดสมาธิ
- ดนตรีให้โอกาสในการเป็นที่ยอมรับจากผู้อื่น

### เด็กที่มีนิสัยเก็บตัวและถอยหนี

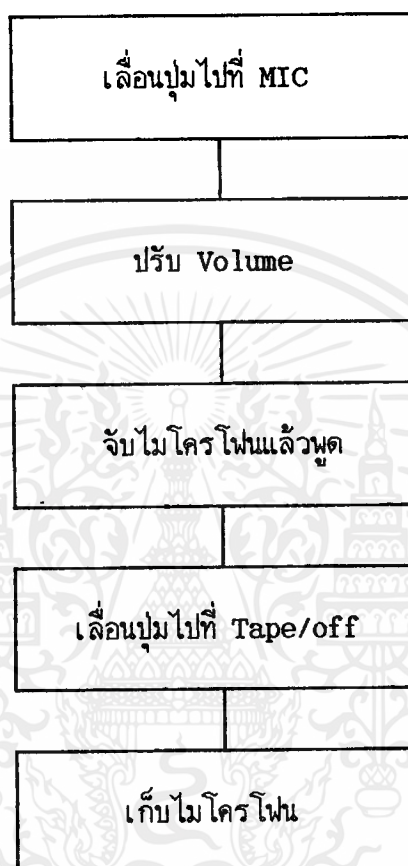
- ดนตรีเป็นกิจกรรมภาคปฏิบัติ ซึ่งให้โอกาสในการแสดงออกเป็นที่
- ยอมรับจากผู้อื่น
- ดนตรีช่วยให้มีจิตใจคลายกังวล มีอารมณ์พอใจ
  - ดนตรีเป็นสื่อในการแสดงความรู้สึกและอารมณ์ต่าง ๆ
  - ดนตรีช่วยให้มีความอดทนและสมาธิ
  - ดนตรีให้โอกาสแสดงออกตามความสามารถและความพอใจ
  - ดนตรีให้โอกาสในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกับผู้อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.5 พฤติกรรมของผู้ใช้

### พฤติกรรมการเล่น

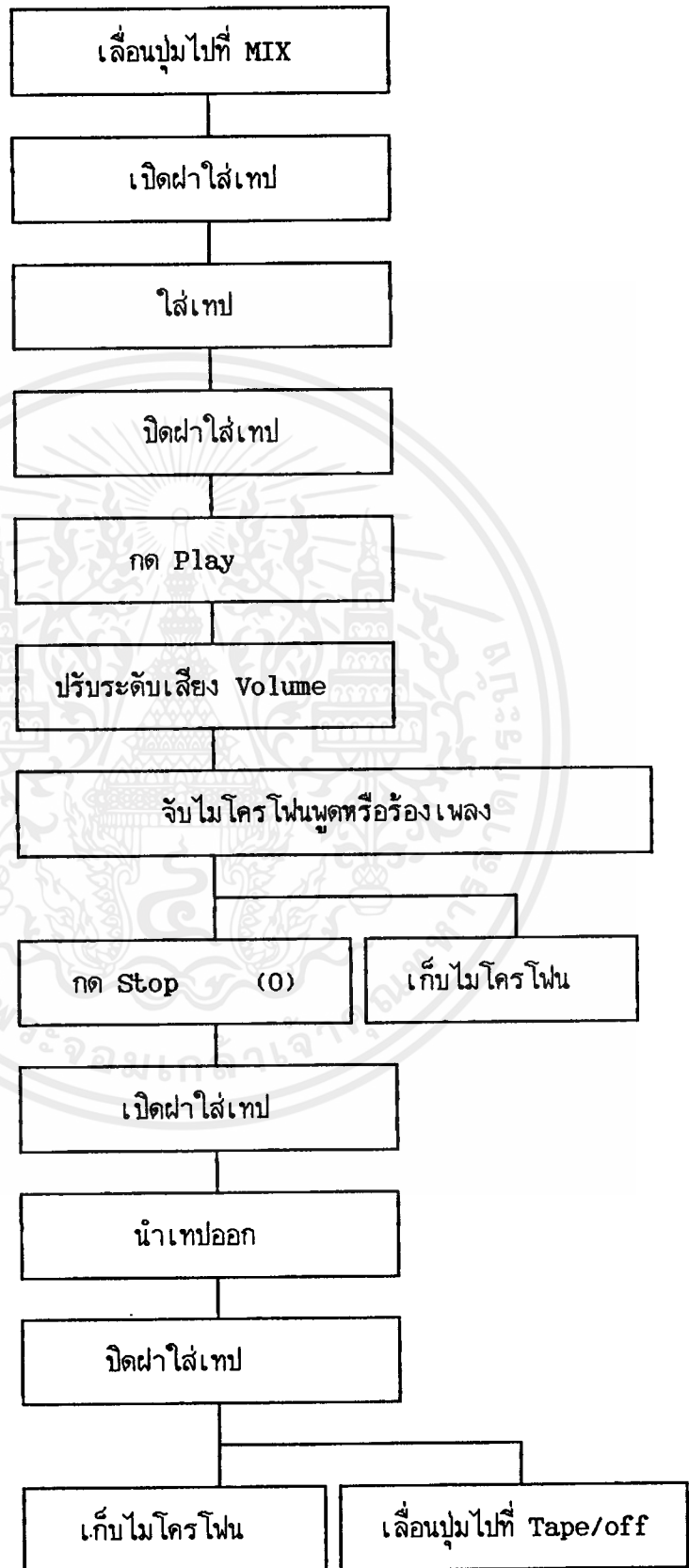
แผนภูมิที่ 1 แสดงพฤติกรรมการเล่นโดยไม่ใช้เครื่องเล่นเทป



แผนภูมิที่ 2 แสดงพฤติกรรมการเล่น โดยใช้เครื่องเล่นเทปอย่างเดี่ยว

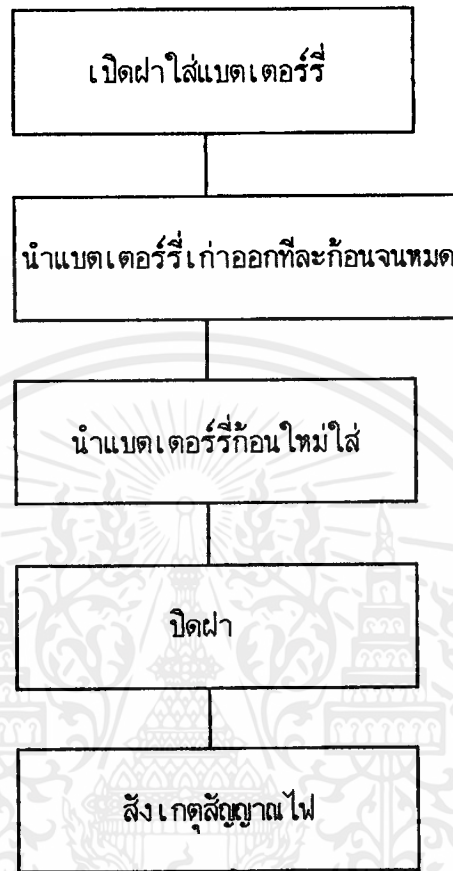


### แผนภูมิที่ 3 แสดงการเล่นเครื่องเล่นเทปประกอบกับไมโครโฟน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

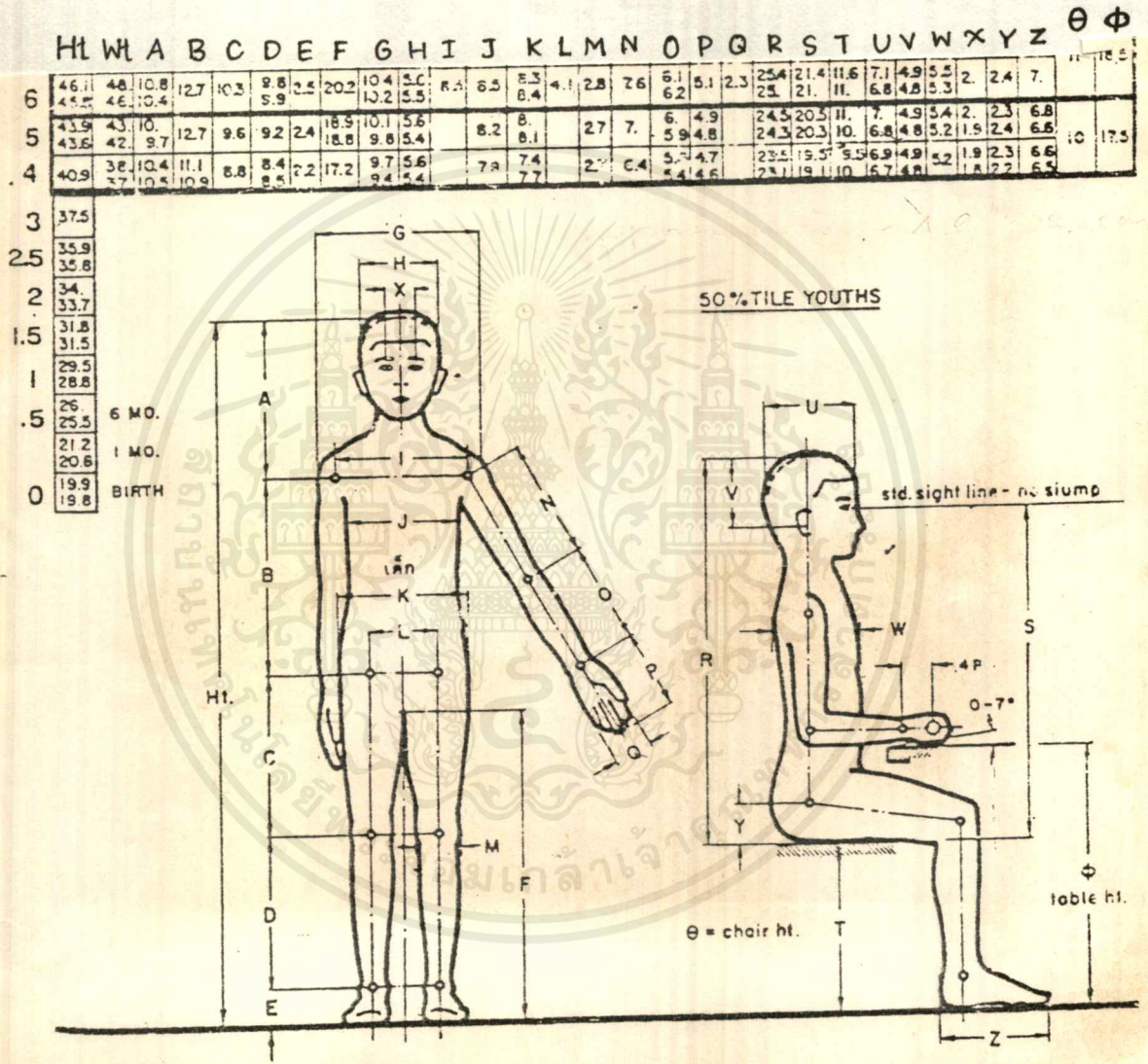
#### แผนภูมิที่ 4 แสดงพฤติกรรมกรรมการเปลี่ยนแบตเตอรี่



#### 2.2.6 การศึกษาเกี่ยวกับสรีระศาสตร์

การศึกษาทางด้านสรีระศาสตร์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์เรื่องสัดส่วนของมนุษย์กับการออกแบบ โดยแบ่งออกเป็นเพศหญิง เพศชาย อายุและอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน โดยยึดถือที่ผู้ใช้

ตารางที่ 2 แสดงตัวเลขสัดส่วนของเด็กชาย และเด็กหญิง  
ตัวเลขช่องบนชาย ช่องล่างหญิง (นิ้ว)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงตัวเลขมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และมิติวิถีชีวิตของร่างกายเด็กชาย-หญิง  
ไทย อายุเฉลี่ยระหว่าง 3-6 ขวบ  
มิตียีน

มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	อัตราส่วน	ความสูงยีนต่ำสุด	ความสูงยีนเฉลี่ย	ความสูงยีนสูงสุด
A ความสูงยีน	1.000	83	103	120
B ความสูงระดับสายตา	0.933	77.43	96.09	111.96
C ความสูงระดับไหล่	0.827	68.64	85.18	99.24
D ความสูงเออมนม	1.233	104.16	129.26	150.60
E ความสูงจากพื้นถึงขอบบนของเข่า	0.303	25.1	31.20	36.36
F ความยาวของขาเหยียดตรง	0.026	51.95	52.00	53.20
G ระยะเออมนแขนไปข้างหน้า	0.491	40.75	50.57	58.92
H ความกว้างของไหล่	0.253	20.93	26.05	30.36
I ระยะการมองเห็นได้ชัดเจน	30 และ 40			
J มุมเอียงของมนุษย์ที่เอียงตัวได้	70 องศา			
K ระยะกว้างกางแขนเต็มที่	1.00	83	103	120

ตารางที่ 4 แสดงเกณฑ์ปกติการพัฒนากายทางร่างกายของเด็กอนุบาลไทยอายุระหว่าง 3-6 ขวบ

อายุ	ความสูง	น้ำหนัก	ช่วงไหล่	แขนยาว	ขาพับ-หัวเข่า
3 - 0	95.00	14.90	23.70	30.20	22.60
3 - 1	95.30	14.93	23.76	30.76	22.77
3 - 2	95.65	14.96	23.83	30.74	22.94
3 - 3	96.00	15.00	23.90	31.00	23.10
3 - 4	96.28	15.03	23.95	31.29	23.25
3 - 5	96.56	15.07	23.84	31.58	23.40
3 - 6	96.85	15.10	23.85	31.83	23.70
3 - 7	97.15	15.13	24.12	32.15	23.70
3 - 8	97.45	15.16	24.19	32.47	23.85
3 - 9	97.75	15.20	24.25	32.70	24.05
3 - 10	98.12	15.23	24.30	33.00	24.20
3 - 11	98.49	15.27	24.35	33.31	24.35
4 - 0	98.85	15.30	24.40	33.60	24.50
4 - 1	99.20	15.36	24.46	33.87	24.67
4 - 2	99.55	15.43	24.53	34.14	24.84
4 - 3	99.90	15.50	24.60	43.40	25.00
4 - 4	100.23	15.54	24.67	34.70	25.12
4 - 5	100.56	15.57	24.74	35.00	25.25
4 - 6	100.90	15.60	24.80	35.30	25.40
4 - 7	101.23	15.65	24.26	35.58	25.58
4 - 8	101.56	15.70	24.93	35.86	25.76
4 - 9	101.90	15.85	25.00	36.15	25.90
4 - 10	102.27	15.91	25.05	36.43	26.05
4 - 11	102.64	15.98	25.10	36.71	26.20

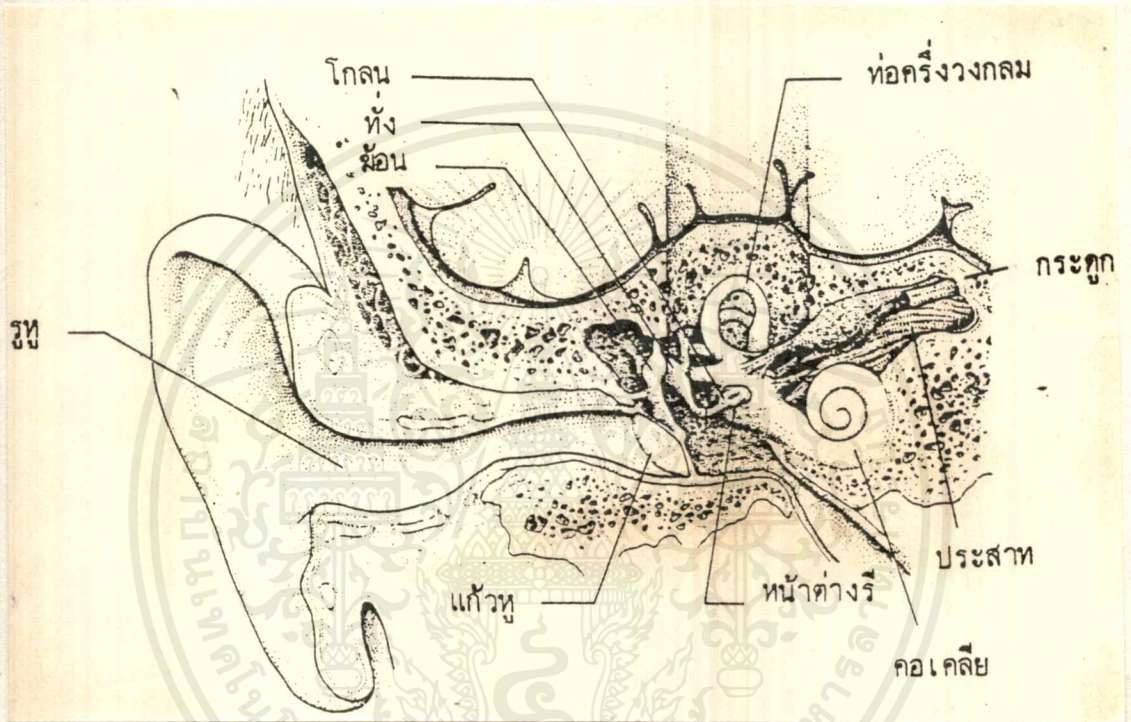
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

อายุ	ความสูง	น้ำหนัก	ช่วงไหล่	แขนยาว	ซาฟต์-หัวเข้า
5 - 0	103.00	16.05	25.15	37.00	26.35
5 - 1	103.66	16.13	25.21	37.27	26.51
5 - 2	104.00	16.22	25.28	37.54	26.67
5 - 3	104.33	16.30	25.35	37.80	26.85
5 - 4	104.67	16.36	25.40	38.13	26.98
5 - 5	105.00	16.45	25.35	38.46	27.12
5 - 6	105.40	16.50	25.50	38.80	27.25
5 - 7	105.82	16.60	25.56	39.07	27.40
5 - 8	106.82	16.70	25.63	39.04	27.55
5 - 9	106.30	16.80	25.70	39.60	27.70
5 - 10	106.63	16.86	25.76	39.90	27.85
5 - 11	106.96	16.93	25.83	40.20	28.00
6 - 0	107.40	17.00	25.90	40.50	28.15
6 - 1	107.73	17.10	25.96	40.77	28.30
6 - 2	108.06	17.20	26.03	41.04	28.45
6 - 3	108.50	17.30	26.10	41.30	28.60
6 - 4	108.83	17.40	26.17	41.57	28.74
6 - 5	109.17	17.50	26.23	41.84	28.87
6 - 6	109.60	17.60	26.30	42.10	29.00
6 - 7	110.04	17.70	26.36	42.33	29.13
6 - 8	110.37	17.80	26.43	42.56	29.27
6 - 9	110.70	17.90	26.50	42.80	29.40
6 - 10	111.03	18.05	26.56	43.02	29.53
6 - 11	111.38	18.16	26.63	43.24	29.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หู เป็นอวัยวะรับสัมผัสภายในการได้ยินเสียงต่าง ๆ ทั้งในระยะใกล้และไกล เสียงจึงเป็นสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการได้ยิน มีลักษณะเป็นคลื่นเรียกว่า คลื่นเสียง ตามปกติคลื่นเสียงที่ทำให้คนรู้สึกได้ยิน มีความถี่ตั้งแต่ 20-20,000 เฮิรตซ์ (Hz) หรือระดับความถี่ตั้งแต่ 15-20,000 รอบต่อวินาที



ภาพที่ 10 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของหู

โครงสร้างของหู แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคือ

1. หูชั้นนอก ประกอบด้วย ใบหู รูหูและแก้วหู มีรูปร่างเหมือนเปลือกหอย ทำหน้าที่รับคลื่นเสียงผ่านเข้าในในรูหูจนไปกระทบเยื่อแก้วหู ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของคลื่นเสียงขึ้น
2. หูชั้นกลาง ประกอบด้วยกระดูก 3 ชิ้น ได้แก่ กระดูกรูปฆ้อน หังและโกลน เชื่อมโยงระหว่างหูชั้นนอกและหูชั้นใน ทำหน้าที่ส่งแรงสั่นสะเทือนจากแก้วหูไปยังหูชั้นใน
3. หูชั้นใน ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ คอเคลีย (cochlear) เป็นอวัยวะสำหรับการได้ยิน มีรูปร่างเหมือนหอยชดเป็นวง ภายในมีของเหลวอยู่ คลื่นต่าง ๆ ที่มาจากหูชั้นกลาง

จะทำให้ของเหลวภายในคอเคลีย กระเพื่อมเป็นคลื่นไปจนถึงประสาทการได้ยินแล้วส่งกระแสประสาทไปยังสมองเพื่อแปลความหมายของเสียงนั้น เมื่อผู้พูดเห็นใบเขี้ยวเขี้ยวตนการคำไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรู้สึกนี้ไปยังเขตการได้ยินในสมอง และแปลความหมายออกมาเป็นความรู้สึกของเสียงนั้น นอกเหนือจากนี้ก็มีอวัยวะสำหรับการทรงตัว เรียกว่า Semicircular canal รูปร่างเหมือน เกือกม้า 3 อัน มีน้ำอยู่ภายในและติดต่อกับคอเคลีย อวัยวะดังกล่าวจะช่วยทำให้รู้ตัวเสมอว่า ขณะนี้เรากำลังอยู่ในท่าอะไร และท่าที่จกกลับเป็นปกตินั้นทำอย่างไร

คลื่นเสียงผ่านหูชั้นนอกไปยังเยื่อแก้วหู เกิดการสั่นสะเทือนขึ้นที่กระดูก 3 ชั้น ในหูชั้นกลาง แล้วนำคลื่นเสียงไปสู่คอเคลียในหูชั้นใน ทำให้เกิดกระแสประสาทขึ้น แล้วส่งผ่าน เส้นประสาทคอเคลียไปยังสมอง ทำให้เกิดความรู้สึกว่าได้ยิน ถ้าเส้นประสาทคอเคลียพิการจะ เกิดอาการหูหนวก คนที่มีหูปกติทั้ง 2 ข้างจะสามารถฟังเสียงได้ชัดเจน ฟังได้ทุกทิศทาง สามารถกะระยะและรู้ทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงได้ด้วย มนุษย์สามารถรับรู้เกี่ยวกับเสียงได้ 3 ทางด้วยกันคือ

1. รับรู้เกี่ยวกับความดังของเสียง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มของเสียง เสียงที่มีความเข้มน้อย จะรู้สึกดังน้อย นอกจากนั้นความดังในการได้ยินยังขึ้นอยู่กับอายุของผู้ฟังด้วย ผู้ฟังที่มีอายุสูง ความไวในการได้ยินช่วงความถี่สูง ๆ จะลดลง
2. รับรู้เกี่ยวกับระดับเสียง ซึ่งขึ้นอยู่กับความถี่และความดังของคลื่นเสียง คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงจะทำให้รู้สึกว่าเป็นเสียงสูง ส่วนคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำ จะทำให้รู้สึกว่าเป็นเสียงต่ำกว่า
3. รับรู้เกี่ยวกับคุณภาพของเสียง ซึ่งเกิดจากต้นเสียงที่ต่าง ๆ กัน ทำให้คุณภาพของเสียงต่างกัน เสียงที่เกิดจากคลื่นเสียงสม่ำเสมอ จะได้ยินเป็นเสียงเสนาะ ส่วนเสียงที่เกิดจากคลื่นเสียงไม่สม่ำเสมอ จะทำให้เกิดความรำคาญ เรียกว่า เสียงหนวกหู

## 2.3 การศึกษาข้อมูลสี

### จิตวิทยาการใช้สีกับเด็กวัย 3-6 ปี

#### วงจรสีธรรมชาติ (Color wheel)

สีในวงจรธรรมชาติ เกิดจากการผสมของแม่สีสามสี คือ สีแดง สีเหลือง สีน้ำเงิน เกิดเป็นสี Tertiary และ Secondary รวมทั้งหมด 12 สี ถ้าแบ่งสีในวงสีออกครึ่งหนึ่ง โดยปริมาณจะให้สีเป็น 2 กลุ่มคือ สีอุ่นและสีเย็น

#### วงจรสีธรรมชาติ 12 สี มีสีดังนี้

สีเหลือง (Yellow)

สีเขียวเหลือง (Yellow-Green)

สีเขียว (Green)

สีเขียวน้ำเงิน (Blue-Green)

สีน้ำเงิน (Blue)

สีม่วงน้ำเงิน (Blue Violet)

สีม่วง (Violet)

สีม่วงแดง (Red Violet)

สีแดง (Red)

สีส้มแดง (Red Orange)

สีส้ม (Orange)

สีส้มเหลือง (Yellow Orange)

สกุลสีของสี (Color Family)

สีทั้งหมดที่อยู่ในวงจรรสธรรมชาติแบ่งได้เป็น 3 สกุลคือ

1. สกุลสีเหลือง (Yellow) ได้แก่ สีเหลือง สีส้มเหลือง สีส้ม สีส้มแดง สีเขียว เหลือง สีเขียว สีเขียวน้ำเงิน
2. สกุลสีน้ำเงิน (Blue) ได้แก่ สีน้ำเงิน สีม่วงน้ำเงิน สีม่วง สีม่วงแดง สีเขียวน้ำเงิน สีเขียว สีเขียวเหลือง
3. สกุลสีแดง (Red) ได้แก่ สีแดง สีส้มแดง สีส้ม สีส้มเหลือง สีม่วงแดง สีม่วง สีม่วงน้ำเงิน

สีอุ่นและสีเย็น (Warm & Cool Color)

เมื่อแบ่งสีในวงล้อออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน จะได้สีเย็นและสีอุ่น สีอุ่นจะมีสีแดง สีส้มแดง สีส้ม สีส้มเหลือง และสีเขียวเหลือง สีพวกนี้ทำให้รู้สึกตื่นเต้น กระปรี้กระเปร่า สดชื่น ไร่่าใจ เป็นต้น ทำให้รู้สึกใกล้เข้ามา หรือวัตถุนั้นโตขึ้น

สีเย็น มีสีเขียว สีเขียวน้ำเงิน สีน้ำเงิน สีม่วงน้ำเงิน สีม่วง สีม่วงแดง สีพวกนี้ทำให้รู้สึกถอยห่างออกไป และทำให้รู้สึกสงบ หรือรู้สึกว้าวดุเล็กลง

สีตรงข้าม (Complementary Hue) คือสีที่อยู่ตรงข้ามกันในวงล้อของสี เป็นสีที่เป็นปฏิปักษ์ต่อกัน ไม่กลมกลืนกัน เช่นสีเหลืองกับสีม่วง สีน้ำเงินกับสีส้ม สีแดงกับสีเขียว มักใช้ในการเน้นให้ความแตกต่างให้สะดุดตา เป็นต้น

คุณค่าของสี (Value) หมายถึงสีที่หนึ่งเปลี่ยนค่าของมันไปเป็นอ่อนลง หรือเข้มขึ้น สีใดก็ตามที่ค่อยจางลงตามลำดับจนกระทั่งขาวในอันดับสุดท้าย ถ้าสีนั้นเป็นสีน้ำต้องผสมน้ำหรือสีขาว ตั้งแต่ส่วนน้อยจนมีปริมาณมากขึ้นตามลำดับ สีแต่ละสีสามารถทำให้มีค่าของสีแก่อ่อนได้หลายระดับ จะทำให้มีสีมากขึ้นเช่น คุณค่าของสีให้ประโยชน์ในการใช้สีให้กลมกลืนเข้ากันได้ง่าย ๆ

ความเข้มของสี (Intensity) หมายถึง การรู้จักใช้สีใดสีหนึ่งให้สดใสอยู่ท่ามกลางสีอื่น ๆ ที่มีสภาพไปทางมืด หรืออ่อนจาง ก็จะทำให้สีนั้นสดใส มีความเข้มหรือความจัดเกิดขึ้น

### สีกับความสนใจของเด็ก

ในเรื่องเกี่ยวกับการมองเห็นของเด็กแล้ว สีนับเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะเป็นสิ่งที่กระตุ้นความรู้สึกและภาวะต่าง ๆ ของจิตใจให้สอดคล้องตามได้ในเด็กเล็ก ๆ จะสนใจที่จะเรียนรู้ทุกสิ่งทุกอย่างรอบ ๆ ตัว แสงสว่างและเงาต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งที่เด็กสนใจสีที่สดใสและรุนแรง เช่น สีแดงสด, สีเหลืองสด, เป็นต้น เมื่อเด็กโตขึ้นความรู้สึกจะเปลี่ยนไป เด็กจะเรียนรู้ลักษณะสีต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน รู้สึกอารมณ์ต่าง ๆ ที่สีนั้นมีผลต่อจิตใจ เด็กจะเริ่มชอบสีใดสีหนึ่งเป็นพิเศษ หรือสีกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยเฉพาะ ซึ่งก็แล้วแต่ว่าเด็กได้รับพัฒนาการหรือสภาพแวดล้อมของเขาเป็นอย่างไร ซึ่งแน่เหลือเกินว่าเด็กแต่ละคนจะได้รับสิ่งเหล่านี้มาไม่เหมือนกัน ดังนั้น การที่จะกำหนดหรือตัดสินใจลงไปให้เด็ดขาดเลยว่า สีอะไรจะเป็นสีที่เด็กสนใจที่สุดจึงไม่อาจกระทำได้

ดังนั้นเกณฑ์กำหนดในการเลือกสี ที่แต่เดิมมุ่งไปที่ว่า มีอะไรบ้างที่จะช่วยเร่งเร้าหรือกระตุ้นอารมณ์ให้เกิดความรู้สึกสนาน ตื่นเต้น น่าสนใจมากที่สุดแทน เพราะเหตุว่าการเงินเป็นกิจกรรมที่ช่วยหรือต้องการความสนุกสนาน ดังนั้น บรรยากาศของสิ่งที่ใช้จึงควรเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสนุกสนานด้วย

จากการศึกษาเกี่ยวกับการใช้สีกับเด็กของลอเรนซ์ บี เพอร์กินส์ ได้ทำการสรุปไว้ดังนี้

1. เด็กชอบสีที่มีความสดใส และธรรมชาติของเด็กชอบความสนุกสนานว่า เรื่อง
2. สีใด ๆ ก็ตามที่ได้อุตสาหกรรมตกแต่งไว้อย่างสวยงาม เด็ก ๆ จะต้องทำให้สกปรกอย่างแน่นอนไม่ช้าก็เร็ว ฉะนั้นอย่า มุ่งในเรื่องของสีเพียงอย่างเดียว เมื่อทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ใด ๆ ก็ตามที่เกี่ยวข้องกับเด็ก
3. ตกแต่งโดยคำนึงถึงการระวังรักษาที่จะตามมาทีหลังด้วย

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะของ ลอเรนซ์

1. สีที่เด็กโรงเรียนอนุบาลชอบมากที่สุด คือ สีแดง เหลือง เขียว เหลือง แสดแดง ขาว น้ำเงิน เขียว ม่วง ม่วงน้ำเงิน ม่วงแดง เขียวน้ำเงิน และดำเป็นอันดับสุดท้าย จะสังเกตได้ว่า สีทั้ง 6 อันดับแรกคือ สีแดง เหลือง แสด แสดเหลือง เขียว เหลือง แสดแดง เป็นสีอ่อน สีที่เหลืองอันดับที่ 7 คือ สีขาว ซึ่งเป็นสีที่สว่างที่สุด

2. แบ่งคะแนนออกเป็น 4 จำพวก คือ สีแม่สี สีทิวทิว สีดำ ขาว พวกที่ได้รับคะแนนสูงสุดคือ สีที่เป็นแม่สี ซึ่งมีสีอ่อนอยู่ 2 สี คือแดงและเหลือง และยังมีสีน้ำเงินเป็นสีเย็นอีก พวกที่ได้รับการเลือกเป็นอันดับที่ 2 คือ สีทิวทิว ซึ่งมีสีอ่อนเพียง 3 สีเท่านั้น แสดเหลือง เหลือง เขียว เหลือง แสดแดง และมีสีเย็นอยู่ 3 สี คือ ม่วงน้ำเงิน ม่วงแดง เขียว น้ำเงิน

พวกที่ได้รับการเลือกเป็นอันดับสุดท้าย คือขาวและดำซึ่งมิได้ถูกจัดให้อยู่ในวรรณใด แต่จัดไว้ในพวกที่ให้ควมมืด และสว่างของสี สังเกตได้ว่าสีขาวมีค่าของความสว่างสูงที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าสีดำ ซึ่งมีค่าของความมืดสูงที่สุดอย่างเห็นได้ชัด

สีปฐมภูมิได้แก่ สีแดง เหลือง น้ำเงิน

สีทุติยภูมิได้แก่ สีเขียว แสด ม่วง

สีตติยภูมิได้แก่ สีแสดแดง แสดเหลือง ม่วงแดง ม่วงน้ำเงิน เขียวน้ำเงิน เขียวเหลือง

## การใช้กราฟิคนผลิตภัณฑ์

สาเหตุที่ต้องเขียนกราฟิคนผลิตภัณฑ์นั้นมีเหตุผล 2 ประการคือ

1. เพื่อเป็นการบอกชื่อผู้ผลิต ชื่อเครื่องหมายการค้า ชื่อผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติพิเศษของผลิตภัณฑ์ บ่งบอกวิธีควบคุม วิธีใช้ ข้อแนะนำ ข้อห้ามต่าง ๆ

2. เพื่อความงาม น่าใช้ ซึ่งประการนี้เป็นลักษณะการส่งเสริมการขายแบบเงี่ยบ เช่น กลยุทธ์การเอาใจลูกค้า

กราฟิกเป็นสื่อความหมายทางสายตา (Visual Effect) จึงต้องเข้าใจในเรื่องของ Form, Space, Line, Colour, Texture และการจัดองค์ประกอบ (Composition) ในอดีตที่ผ่านมาการใช้กราฟิคนผลิตภัณฑ์ นิยมการเขียน การพิมพ์ การติดด้วยสีสันต่าง ๆ แต่ปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ เช่น ทำกราฟิกแบบนูนหรือเว้าบนเนื้อของวัสดุที่ใช้ผลิตภัณฑ์นั้น อาจใช้สีสันประกอบ

ซึ่งลักษณะในการออกแบบกราฟิคนเครื่องไฟฟ้าหรือเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์นั้น จะเน้นถึงการสื่อความหมายทางการใช้งานเป็นสำคัญ โดยสามารถนำสีสันมาใช้ประกอบเพื่อความสวยงามน่าใช้ยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรถูกเลี้ยงการใช้ตัวอักษร หรือ BACK GROUND เป็นมีมันเนื่องจากทำให้อ่าน  
ได้ยาก

อัตราส่วนของตัวอักษรกับลักษณะการใช้งาน มีหลักการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

## LEADERSHIP

---

- ในกรณีที่ต้องการเน้นคำ หรือให้ความ  
สำคัญกับคำนั้น ๆ จะใช้อัตราส่วนระหว่าง  
ความกว้างกับความสูงของอักษร 1 ต่อ 1  
หลีกเลี่ยงตัวอักษรที่กว้างมากกว่าสูง จะ  
ทำให้อ่านช้า

## LEADERSHIP

---

- ในกรณีที่มุ่งเน้นในการวางตัวอักษรจำกัด  
สามารถเพิ่มอัตราส่วนของความสูง ต่อ  
ความกว้างได้ แต่ควรจะเป็นขนาดที่ใช้บ่อย  
หรือไม่ก็อาจลดระยะห่างระหว่างคำแทน

## LEADERSHIP

---

- ควรถูกเลี้ยงตัวอักษรลักษณะผอมสูงตั้งรูป  
เนื่องจากต้องใช้เวลาอ่านนานในแต่ละคำ

## LEADER

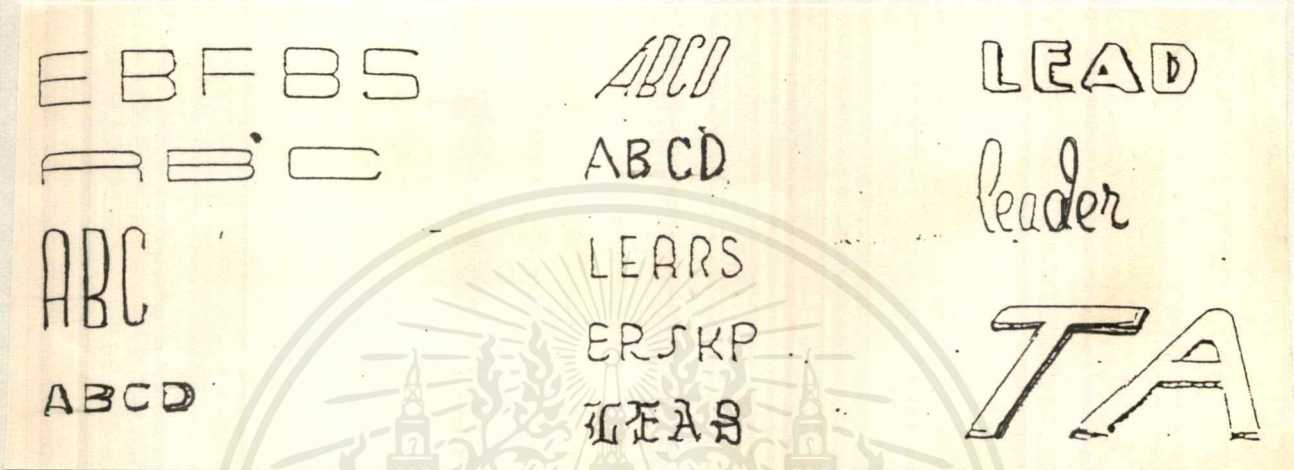
---

- ตัวอักษรแบบโปร่ง จะใช้ในกรณีต้องการ  
จะแยกความต่างระหว่างกลุ่มคำ หรือเน้น  
ความสำคัญให้เด่นขึ้น

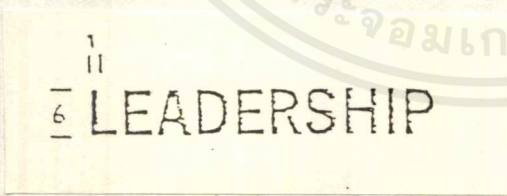
ตารางที่ 5 แสดงการใช้สีตัวอักษรกับพื้นสี

สภาวะ	ตัวอักษร	พื้น
แสงปานกลาง หรือ สูง	ดำ ขาว น้ำเงิน ขาว เขียวเข้ม แดง ขาว ดำ	ขาว, เหลือง, ส้ม ดำ, น้ำตาล ขาว แดงเข้ม, เขียว ขาว ขาว เทาเข้ม เทาอ่อน
แสงน้อย	ดำ ขาว น้ำเงินเข้ม แดงเข้ม เขียว	ขาว, เหลือง, ส้ม ดำ ขาว ขาว ขาว
ในที่มืด	ขาว เหลือง ส้ม แดง น้ำเงิน, เขียว	ดำ ดำ ดำ ดำ ดำ

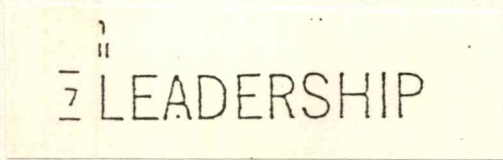
ตัวอย่างรูปแบบตัวอักษรที่ไม่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ เนื่องจากอ่านยาก มีขนาด  
สัดส่วนไม่เหมาะสม



ความหนาตัวอักษร มีผลต่อการอ่านมาก ในกรณีที่ตัวอักษรบางเกินไปจะทำให้อ่านได้  
ยาก ในบางกรณีตัวอักษรหนาเกินไปอาจทำให้สับสนในการอ่านได้ เช่น ตัวอักษรที่มีลักษณะคล้าย  
กันของ B กับ R หรือ เลข 6 กับ 9 และ F กับ E นอกเหนือจากนี้ควรพิจารณาตัวอักษรที่มีผล  
ต่อการอ่านเช่นกัน เช่น



- ในกรณีพื้น BACK GROUND เป็นสีอ่อนควร  
ใช้อัตราส่วนความหนาต่อความสูงเท่ากับ  
1 ต่อ 6 เนื่องจากพื้นสว่างจะทำให้ตัว  
หนังสือเล็กลง



- ในกรณีพื้น BACK GROUND เป็นสีเข้มควร  
ใช้อัตราส่วนความหนาต่อความสูงเท่ากับ  
1 ต่อ 7 เนื่องจากพื้นเข้มจะทำให้ตัว  
อักษรดูใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# LEADERSHIP

-ลักษณะตัวอักษรที่ควรหลีกเลี่ยง คือ ตัวอักษรที่มีความหนา หรือบางมากเกินไป จะทำให้อ่านได้ยาก

อัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ตัวอักษร ตัวอักษรที่มีส่วนสำคัญต่อการอ่านของผู้ใช้ เพราะฉะนั้นจึงควรเลือกใช้ขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมในการอ่าน ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้รวดเร็วโดยมีสัดส่วนดังต่อไปนี้ (เทียบกับความหนาตัวอักษร)

LEGIBILITY

1384

-ความกว้างของอักษรต่อความสูงของตัวอักษร เลือกใช้ได้ 2 อัตราส่วน คือ 3 ต่อ 5, 2 ต่อ 3

NH ED

-ระยะห่างระหว่างตัวอักษรภายในคำเท่ากับ 1 เท่าของความหนาตัวอักษร (1/2 ของความหนา)

AND FOR NOW

-ระยะห่างระหว่างคำ เท่ากับ 3 เท่าของความหนาตัวอักษร (1/2 ของความหนา)

WORDS SPACED

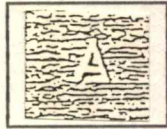
-ระยะห่างระหว่างบรรทัด เท่ากับ 1/3 ของความสูง ตัวอักษรเป็นอย่างต่ำ

การเลือกใช้ตัวอักษรบน BACK GROUND ต่าง

A

-ในสภาวะแสงปกติมีความสว่างเพียงพอ สำหรับการอ่าน จะใช้ตัวอักษรสีดำนพื้นขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- ในกรณีที่มียุทิมิต สายตาจะต้องมีการปรับ  
เข้ากับสภาวะในที่มีตัวอักษรควรจะเป็นสี  
ขาวบนพื้นดำ



- ความแตกต่างระหว่างความเข้มของตัว  
อักษร กับ BACK GROUND ควรจะมีน้ำหนัก  
ต่างกัน 2 เท่าเป็นอย่างน้อย จึงจะ  
สามารถอ่านได้ในกรณีที่ผู้อ่านอยู่ในสภาวะ  
ไม่ปกติ ควรใช้ตัวอักษรที่มีน้ำหนักต่างกับ  
BACK GROUND มาก ๆ จะทำให้อ่านได้  
ง่ายขึ้น

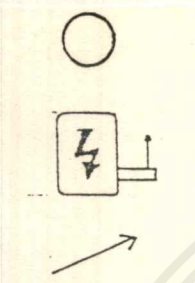

### การศึกษาเกี่ยวกับการใช้กราฟฟิคสื่อความหมาย

กราฟฟิคที่ใช้ในการสื่อความหมายบนตัวผลิตภัณฑ์ แยกออกได้ 3 ลักษณะคือ

1. สัญลักษณ์
2. ข้อ
3. ตัวอักษร

สัญลักษณ์ สัญลักษณ์บนตัวผลิตภัณฑ์จะแสดงวิธีการใช้งาน ลักษณะการใช้ เพื่อให้  
ผู้ใช้เข้าใจง่ายขึ้นโดยไม่จำเป็นจะต้องอ่านตัวอักษรบนหน้าปัทม์อย่างละเอียด แต่จะใช้ได้ใน  
กรณีการสื่อความหมายง่าย ๆ ไม่เฉพาะเจาะจง ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ใช้บนแผงหน้าปัทม์ควบคุม  
และส่วนต่าง ๆ เช่น

## ตารางที่ 6 แสดงการใช้สัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หมายเหตุ	ใช้กับ
	เปิดเครื่อง	ใช้สีเขียวเป็นส่วนใหญ่, แสดงไว้บนปุ่มควบคุม	สวิตช์เปิด - ปิด
	ปิดเครื่อง	ใช้สีแดงเป็นส่วนใหญ่, แสดงไว้บนปุ่มควบคุม	สวิตช์เปิด - ปิด
	เปิดเครื่อง ปรับได้	นิยมใช้ลูกศรสีแดง ใช้กับสัญลักษณ์แสดงชั้น ส่วนเท่านั้นเพื่อแสดงว่า ชั้นส่วนนี้ปรับได้	สวิตช์เปิด - ปิด ปุ่มที่สามารถปรับ ได้
	เพิ่มค่า		ปุ่มปรับเพื่อเพิ่มปุ่ม
	ลดค่า		ปุ่มปรับเพื่อลด
	อันตราย (ไฟฟ้าแรงสูง)	นิยมใช้ลูกศรสีแดง	บริเวณที่เกี่ยวข้อง ไฟฟ้า

สี ใช้สื่อความหมายได้บางกรณี เช่น ในเครื่องใช้ไฟฟ้า สีแดง หมายถึง ปิดสีเขียว หรืออาจจะใช้สีแบ่งส่วนต่าง ๆ ของแผงควบคุม แสดงการต่อเนื่องในการใช้งานก็ได้ ทั้งนี้การใช้สีต้องคำนึงถึงความเป็นสากล และต้องคำนึงถึงความสวยงามของผลิตภัณฑ์นั้นด้วย (ความเข้ากันได้)

ตัวอักษร เป็นการสื่อความหมายได้ดีที่สุดบนตัวผลิตภัณฑ์ ฉะนั้นจึงต้องมีข้อระวังในการใช้ตัวอักษรให้ถูกต้อง เพื่อการสื่อความหมายได้ชัดเจนไม่ผิดพลาด เช่น

ตัวอย่างตัวอักษรที่มีลักษณะใกล้เคียงกันจนอาจทำให้เข้าใจผิดได้

E F B 8

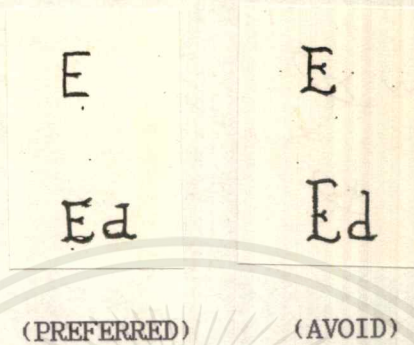
Z 2

G C O Q D

3 5 S 8 6 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้รูปแบบตัวอักษรที่เหมาะสม คือ จะเลือกใช้ตัวอักษรที่มีลักษณะอ่านง่าย ตัวอักษรมาตรฐานที่ใช้งานในด้านการพิมพ์เหมาะสำหรับใช้บนหน้าปัดมัลติทัช เนื่องจากอ่านง่าย เป็นมาตรฐานที่ใช้อยู่ทั่วไป



ควรหลีกเลี่ยงตัวอักษรประเภทที่ไม่มีความหนา, มี ขาว, ตัวอักษรเป็นริ้ว, ตัวอักษรแบบลายมือ, ตัวอักษร 3 มิติ (มีความหนา), ตัวอักษรผอมสูง หรือตัวอักษรเตี้ยอ้วน

## 2.4 การศึกษาเกี่ยวกับด้านผลิตภัณฑ์

### 2.4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม

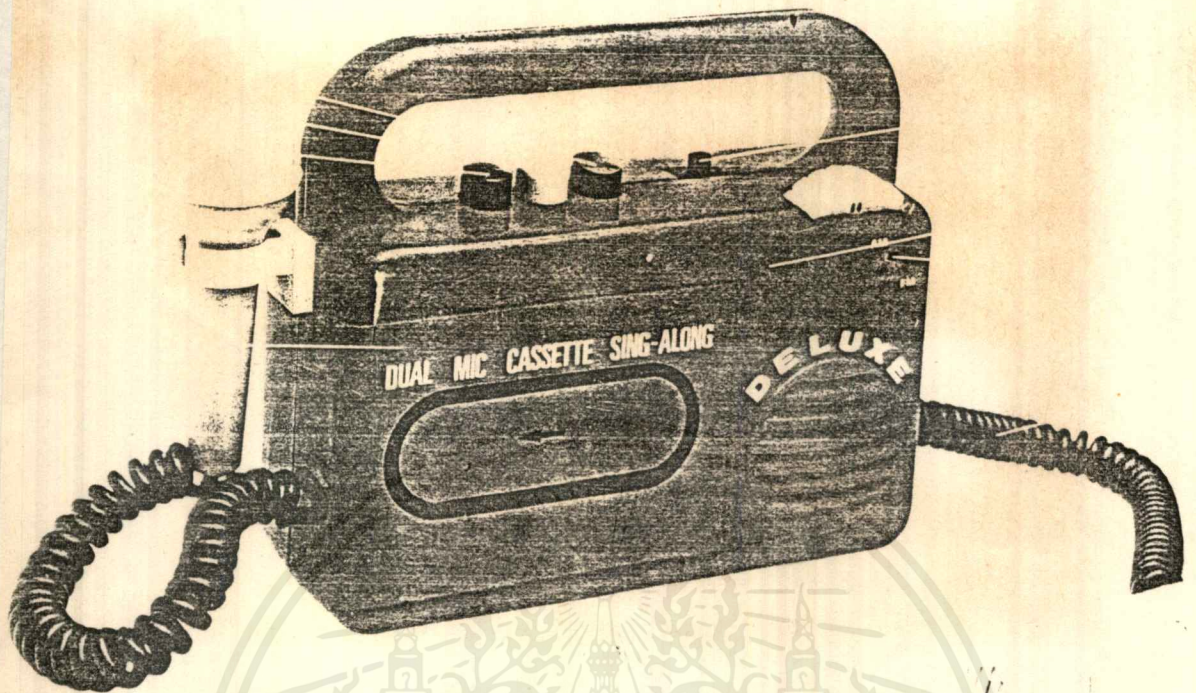
ผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นเทปคลาสเซตเดิมประกอบด้วย ส่วนเล่นเทป ซึ่งมีปุ่มควบคุมเทปอยู่ 3 ปุ่ม คือ 1. ปุ่มเดินเทป 2. ปุ่มกรอเทป 3. ปุ่มหยุดเทป

มีปุ่มปรับระดับความดังโดยใช้นิ้วเลื่อนปุ่ม สามารถปรับได้ 7 ระดับ มีหลอด LED. แสดงการทำงานของเครื่องอยู่ทางด้านหน้าของเครื่อง ระบบของเครื่องทั้งหมดถูกควบคุมการทำงานด้วยปุ่มสไลด์ไปมาได้ 3 ระดับ คือ 1. ปรับเพื่อใช้ไมโครโฟน

2. ปรับเพื่อเล่นเทปและใช้ไมโครโฟน

3. ปรับเพื่อเล่นเทปและปิดการทำงานของเครื่อง

ปุ่มควบคุมการทำงานของเครื่องใช้อักษรภาษาอังกฤษกำกับการทำงานของเครื่อง ส่วนปุ่มควบคุมการใช้สัญลักษณ์สากลกำกับการปุ่มแต่ละปุ่ม



ภาพที่ 11 แสดงผลิตภัณฑ์เดิม

ตัวเครื่องเล่นเทปคลาสเซต เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีที่จับเพื่อนำมาเป็นหูหิ้วอยู่ทางด้านบนของเครื่อง เครื่องมีลำโพงกำลัง 0.25 W 8 1 ตัว มีไมค์ทั้งหมด 2 ตัว ไมค์ตัวแรกจะติดอยู่กับเครื่องไม่สามารถถอดออกได้ มีสายลำโพงขดเมื่อยืดสุดมีความยาว 53 ซม. เท่ากัน มีที่เสียบไมค์ได้ 1 ตัวอยู่ด้านขวาของเครื่อง เครื่องใช้พลังงานจากกรแสไฟฟ้า PC 6 โวลท์ โดยใช้แบตเตอรี่ขนาด AA จำนวน 4 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ขั้นตอนการทำงาน

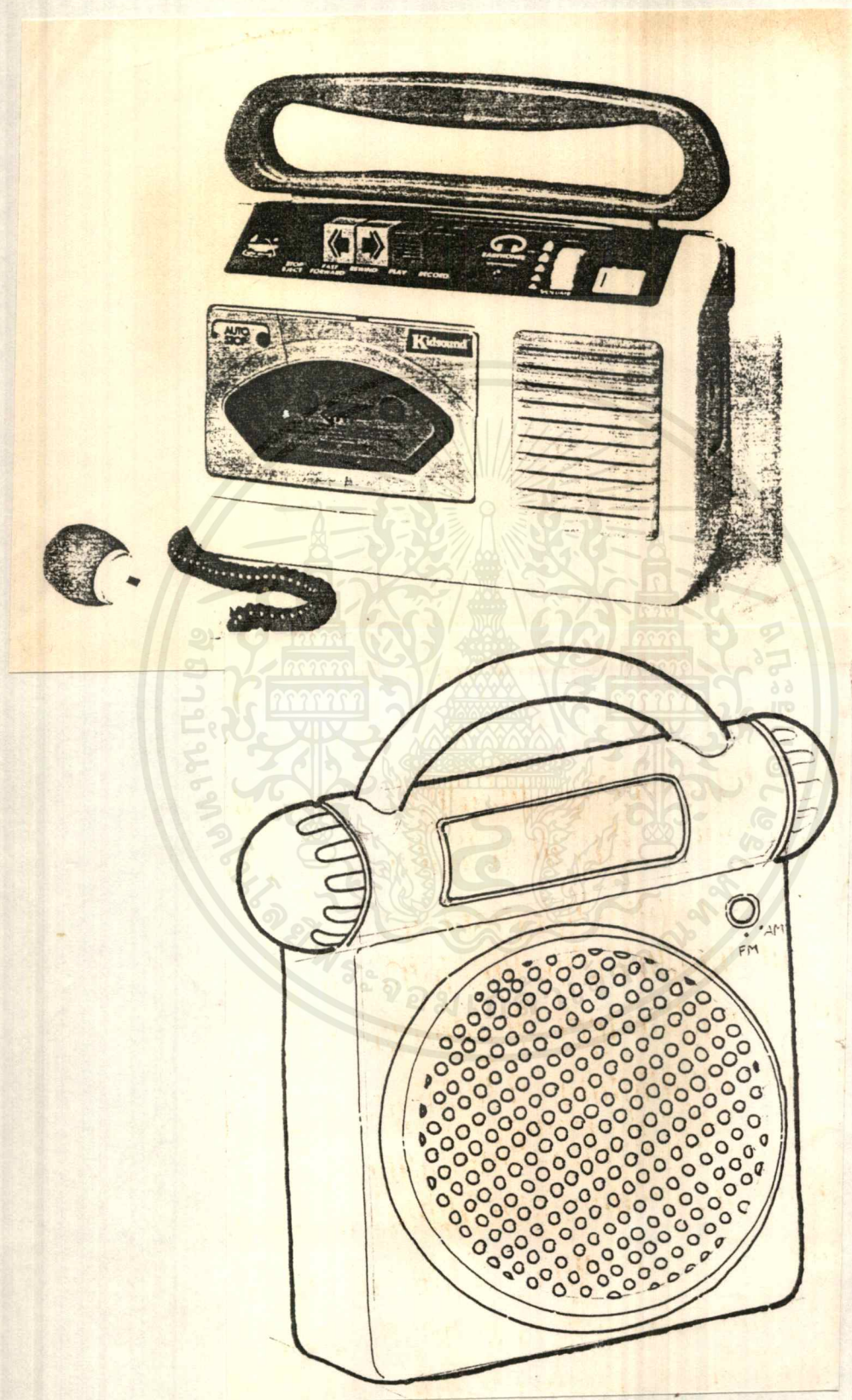


ภาพที่ 12 แสดงการใช้งานผลิตภัณฑ์เดิม

1. เลื่อนปุ่มสไลด์มาอยู่ตำแหน่ง MIX
2. เปิดเทป โดยกดปุ่มควบคุมเทปที่มีเครื่องหมาย
3. ปรับปุ่มปรับระดับเสียงตามต้องการ
4. จับไมค์ออกมา ร้องเพลงหรือพูดตามต้องการ
5. ปิดเทป โดยกดปุ่มหยุดการทำงานของเทปที่มีเครื่องหมาย
6. นำไมค์เก็บไว้ที่เดิม
7. เลื่อนปุ่มสไลด์มาที่ตำแหน่ง Tape/off
8. จบสิ้นกระบวนการทำงานของเครื่องเล่นเทปคลาสเซต

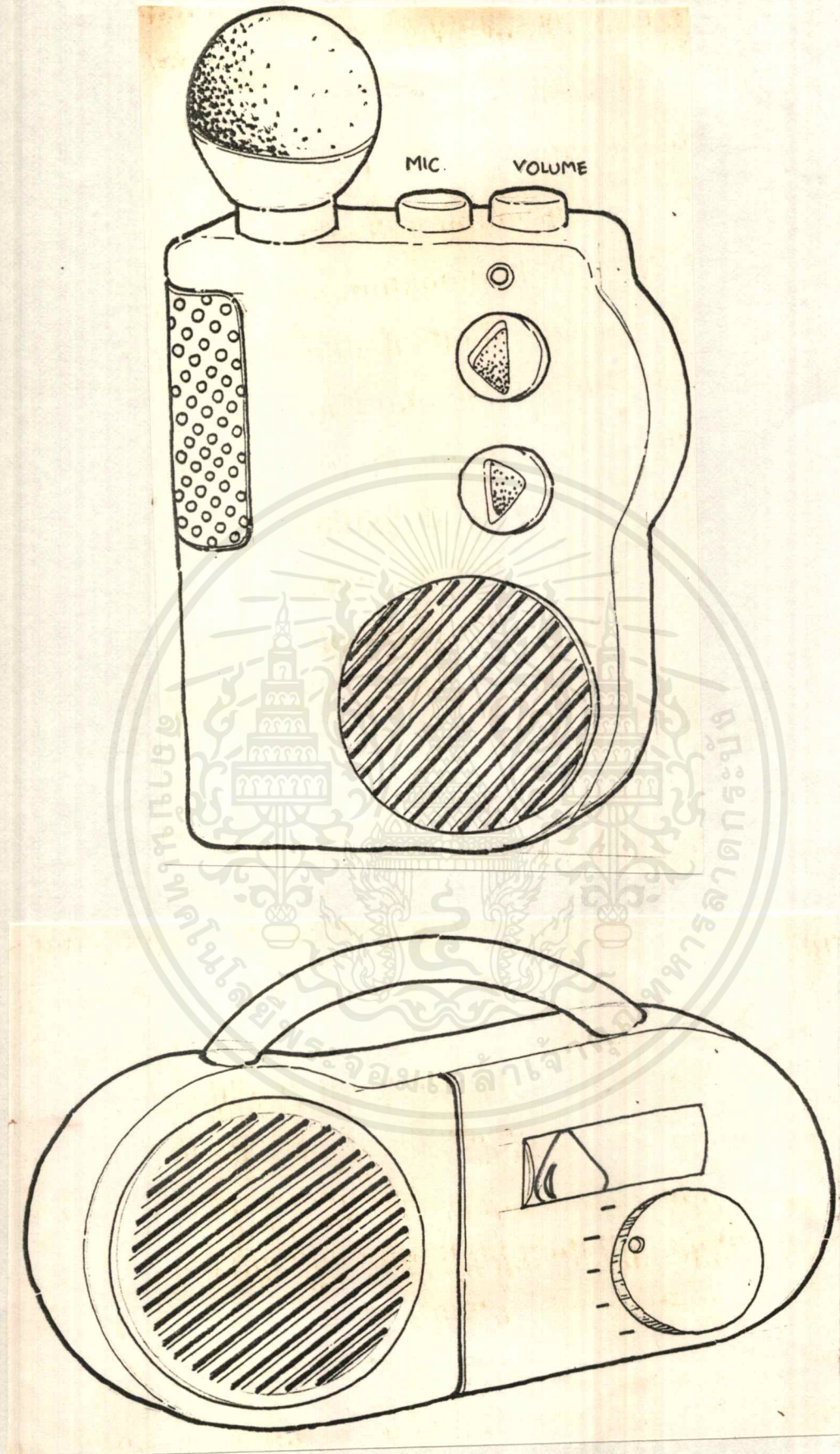
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 การศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง



ภาพที่ 13 แสดงผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 แสดงผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ข้อมูลวัสดุที่เกี่ยวข้องผลิตภัณฑ์

### 2.5.1 พลาสติก

พลาสติกนับว่าเป็นวัสดุที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราอย่างมาก ถ้ารู้จักเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน ทั้งนี้เพราะพลาสติกสามารถสร้างดัดแปลงและแปรรูปได้ง่าย

พลาสติกเป็นสารที่มีคุณสมบัติดีและใช้งานได้กว้างขวาง เนื่องจากพลาสติกส่วนใหญ่เป็นสารประกอบของสารอินทรีย์

พลาสติกชนิดต่าง ๆ

#### 2.5.1.1 Polyethylene (PE)

คุณสมบัติโดยทั่วไป : เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ทนกรด ทนด่าง มีความเหนียวและทนทานต่อแรงดึงปานกลาง

ตัวอย่างใช้งาน : ถุงเย็น ซองใส่อาหาร โรงเพาะชำ เม้าท์ฟิล์มกันฝ้า ฟิล์มของเล่น หุ้มสายไฟ สายเคเบิล

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ :  $70^{\circ}\text{C}$

ความหนาแน่น :  $0.945\text{ g/cm}^3$

#### 2.5.1.2 Cellulosacetate (CA)

ชื่อทางการค้า : Fcaron, Cellidor A

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด ผสมสารทำให้อ่อนไนปริมาณแตกต่างกัน มีแบบใสเหมือนแก้วและย้อมสีได้ทุกสี

คุณสมบัติทั่วไป : เหนียวมาก เหมาะสำหรับฉีดหุ้มโลหะ จับถือได้ดี ทนการขีดข่วนและไม่ลื่นเมื่อถูกเหงื่อ ผิวมัน ฝุ่นไม่จับ ทึบเสียง

ตัวอย่างในการใช้งาน : ใช้ทำกระบะ ดุม ทวี เครื่องประดับ กรอบแว่นตา ต้ามมิด ต้ามซ้อน ซ่อม ส่วนประกอบของเฟอร์นิเจอร์ของเด็กเล่น สันรองเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องเขียน เครื่องใช้งาน เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า วิทยุ โทรทัศน์ ฯลฯ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : Max  $60-85^{\circ}\text{C}$

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อเบนซิน น้ำมันเครื่อง ไขมัน ทนต่อแอลกอฮอล์ และเบนโซลได้จำกัด ไม่ทนต่อกรด ต่าง Ester, Ketone, Ether และสาร Chlorinated hydrocarbon

ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ  $20^{\circ}\text{C}$  เท่ากับ  $1.3\text{ g/cm}^3$

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง  $0.05-0.7\%$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.1.3 Polystyrene (PS<sub>g</sub>)

ชื่อทางการค้า : Polystyrene EF

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เม็ด ย้อมสี

คุณสมบัติโดยทั่วไป : แข็ง คงรูปดี ทนแรงกระแทก แข็งและเหนียว ไม่มีสีและกลิ่น

ตัวอย่างการใช้งาน : เรือโทรทัศน์ วิทยุ ประตูตู้เย็น ใช้เป็น สวิตช์ไฟ เครื่องใช้ในครัว ของเด็กเล่น ใช้หีบห่อ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : Max 60-70 C

การทนต่อสารเคมี : ทนกรดอ่อน และด่างอ่อน ทนต่อกรดแก่ ต่างแก่ แอลกอฮอล์ น้ำมัน และไขมันได้จำกัด ไม่ทนต่อ Ester, Ketone, Chlorinated hydrocarbon, Benzol และเบนซิน

### 2.5.1.4 Acrylnitrile Buladien Strene (ABS)

ชื่อทางการค้า : Novodur W.W20, H; Lustran Vestodur

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดย้อมสีธรรมชาติ (ออกเหลืองน้ำตาล)

คุณสมบัติโดยทั่วไป : เหนียว ทนการกระแทก มีความแข็งแรงสูง ทึบแสง ทนต่อดินฟ้าอากาศ และไม่เสื่อมสภาพ มีค่า dielectricity ดี ไม่มีสิ่งเปื้อนพิษตกค้าง

ตัวอย่างการใช้งาน : ส่วนประกอบภายในรถยนต์ ส่วนประกอบของเครื่องใช้สำนักงาน โทรศัพท์ เครื่องใช้ในครัว ดังสำหรับขนส่งของเหลว เรือและส่วนประกอบสำคัญของวิทยุ โทรศัพท์ เทปอัดเสียงและของเด็กเล่น

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : max 60-80 c

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อกรดและด่างอ่อน เบนซิน น้ำมันเครื่อง ไขมัน ไม่ทนต่อกรดแก่ Chlorinated hydrocarbon, Ester, Ketone, Ethen

อัตราการหดตัว : 0.4-0.6 %

## 2.5.2 กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรม

แยกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. Molding (ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบปิด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

(แบบหล่อพลาสติกเหลว)

**แบบอัด (Compression Molding)**

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้เป็นแบบที่ง่ายและธรรมดาที่สุด

ผลิตได้ไม่รวดเร็วนัก

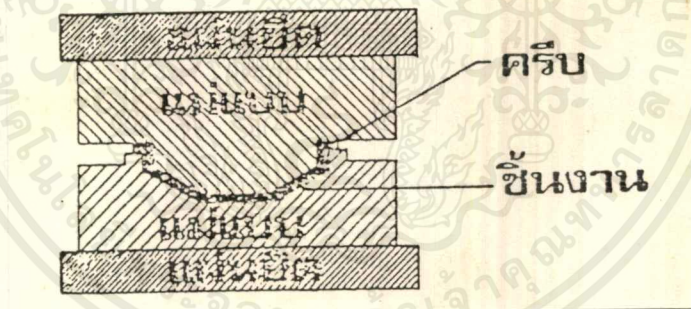
พลาสติกที่ใช้ส่วนมากเป็นเทอร์โมเซตติ้งชนิดผง ไม่นิยมใช้ชนิดเม็ดเพราะหลอมละลายช้ากว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. นำผงพลาสติกไปเข้าเครื่องอบแห้ง (Preheating) ในปริมาณที่ต้องการเพื่อ  
อบให้ผงพลาสติกแห้ง และเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้ใกล้เคียงจุดหลอมละลายเพื่อช่วยลดเวลาใน  
เครื่องอัด
2. เทผงพลาสติกที่อบแล้วเข้าแม่แบบในเครื่องอัด ซึ่งมีอุณหภูมิ  $300^{\circ} - 400^{\circ}$  ฟ.  
หรือแล้วแต่ชนิดของพลาสติก
3. กดแม่แบบตัวผู้ซึ่งอยู่ตอนบนลงช้า ๆ แต่ไม่สุด ความร้อนและแรงอัดจะทำให้  
ผงพลาสติกหลอมละลายและไหลไปตามแม่แบบ
4. กดแม่แบบลงสุด ทั้งไว้สักครู่ประมาณ 1-2 นาที แล้วแต่ขนาดของชิ้นงานและ  
ชนิดของพลาสติก
5. เปิดแม่แบบ แล้วนำเอาชิ้นงานไปขีดตักแต่งขอบให้เรียบร้อยไป



ภาพที่ 15 แสดงแบบอัดชนิด Flash Mold

### แบบฉีด (Injection Molding)

#### กรรมวิธีการผลิต

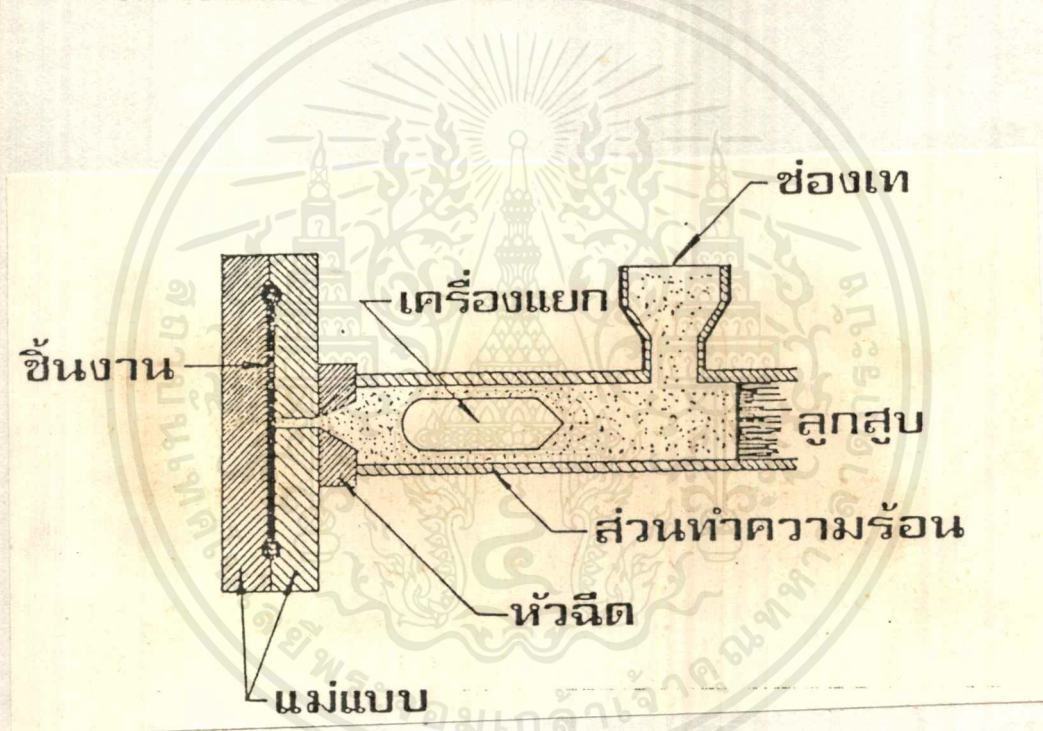
กรรมวิธีการฉีดเป็นกรรมวิธีออกแบบเพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะผลิตได้

ปริมาณมากและรวดเร็ว มีลักษณะคล้ายแบบอัดส่ง (Transfer Molding) แต่ยุ่งยากมากกว่า  
ทำได้รวดเร็วกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. เทพลาสติกผงหรือเม็ดลงช่องเท (Hopper)
2. ลูกสูบจะอัดเม็ดพลาสติกให้ผ่านไปที่ส่วนทำความร้อน (Heating Cylinder) ซึ่งมีอุณหภูมิ  $300^{\circ} - 650^{\circ}$  ฟ. โดยแยกผ่านเครื่องแยก (Torpedo หรือ Spreader) เพื่อให้ได้รับความร้อนสม่ำเสมอ
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านหัวฉีด (Nozzle) ไปยังแม่แบบปิดและเย็นด้วยแรง  $5,000-40,000$  ปอนด์/ตร.นิ้ว
4. พลาสติกจะเย็นและแข็งตัวโดยระบบระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงเนื้อแม่แบบ
5. เปิดแม่แบบ แล้วนำชิ้นงานออกไปตัดตกแต่งต่อไป



ภาพที่ 16 แสดงแบบฉีด (Injection Molding)

### แบบฉีด (Injection Molding)

#### ชนิดของพลาสติก

ใช้พลาสติกเทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิด เช่น อะเซทอล อคริลิก ฟลูออโรคาร์บอน โพลีเอไมด์ โพลีเอไมด์ โพลีโอเลฟิน โพลีสไตรีน และไนล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของผลิตภัณฑ์

กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้ผลิตภัณฑ์ได้อย่างกว้างขวางเกือบทุกประเภท วิธีสังเกตง่าย ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ให้ดูรอบกลมมนที่ด้านล่าง หรือส่วนที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นรอยที่มีพลาสติกเหลวถูกอัดเข้าไปในแม่แบบ

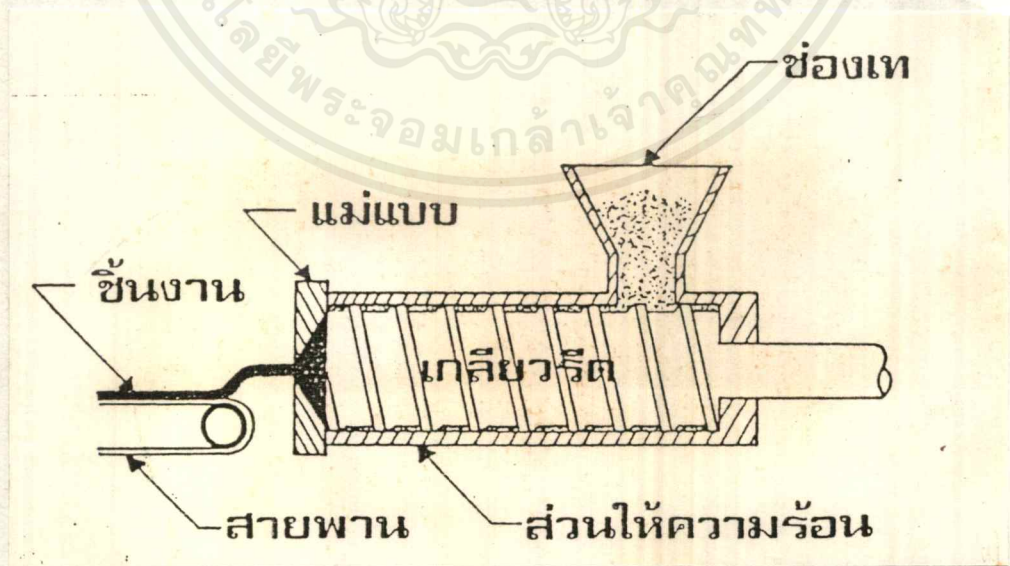
**แบบรีด (Extrusion)**

กรรมวิธีการผลิต

เป็นแบบสำหรับผลิตชิ้นงานที่มีความยาวไม่มีที่สิ้นสุด เช่น สายไฟฟ้า ท่อยาง ถุงพลาสติก รวมทั้งชิ้นงานที่เป็นแผ่นบางเช่น ฝ้ายางพลาสติก เป็นต้น กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้มีลักษณะคล้ายแบบฉีด แต่ผลิตได้ปริมาณชิ้นงานที่มากกว่าในเวลาเท่าใดกัน

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. เทเทอร์โมพลาสติกชนิดผงหรือเม็ดลงในช่องเท
2. เกลียวรีดหมุนอัดเม็ดพลาสติกผ่านส่วนให้ความร้อนซึ่งมีอุณหภูมิ  $300^{\circ} - 500^{\circ}$  ฟ. เม็ดพลาสติกจะหลอมละลาย
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านแม่แบบ (Die) ด้วยแรงอัดประมาณ 500 - 6,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
4. ชิ้นงานที่รีดออกมาจะถูกทำให้เย็นโดยผ่านลงไปใต้น้ำ แล้วเคลื่อนต่อไปโดยระบบสายพานหรือล้อหมุน



ภาพที่ 17 แสดงแบบรีด (Extrusion)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของพลาสติก

ใช้พวกเทอร์โมพลาสติก เช่น อคริลิก เซลลูโลซิก ฟลูออโรคาร์บอน ไนลอน สไตรีน โปลีเอททีลีน และไวไนล

ชนิดของผลิตภัณฑ์

สายไฟฟ้า ท่อพลาสติก สายเบ็ดตกปลาไนลอน ถังพลาสติก พลาสติกแผ่น ฯลฯ

แบบเป่า (Blow Molding)

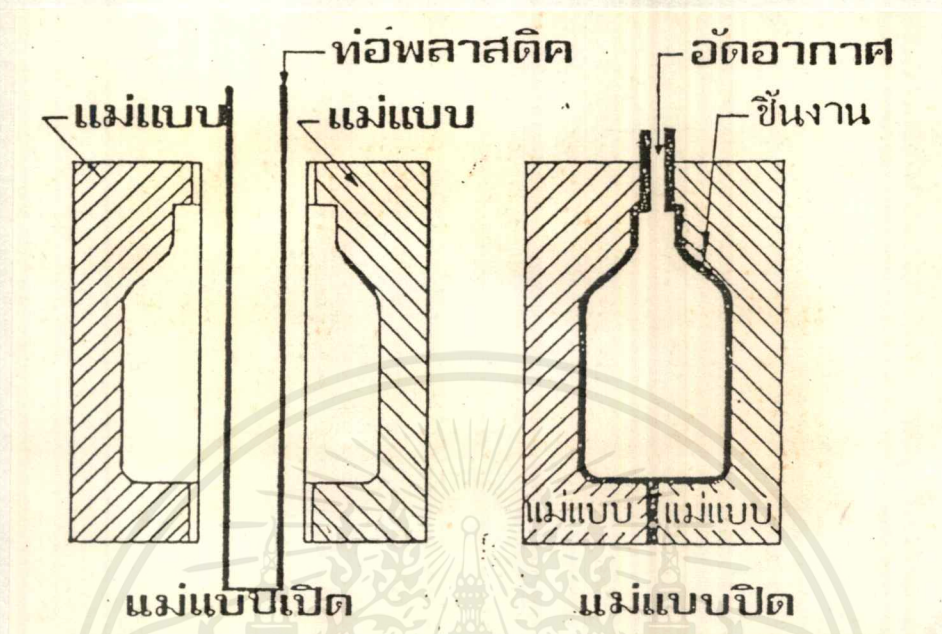
กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ผิดไปจากแบบอื่นในประเภทเดียวกัน คือไม่หล่อขึ้นงานจากพลาสติกหลอมละลายในแม่แบบปิด แต่ได้ตัดแปลงจากแบบรีด โดยรีดพลาสติกหลอมละลายให้ย่นลงมาเป็นท่อ (Parison) เข้าไปในแม่แบบตอนล่าง แม่แบบจะปิดพร้อมทั้งบีบปลายท่อให้ติดกัน ปลายท่ออีกด้านหนึ่งที่เปิดอยู่จะถูกอัดอากาศเข้าไป ท่อพลาสติกซึ่งยังอ่อนตัวอยู่จะถูกอากาศอัดไปแนบกับแม่แบบ ได้รูปร่างของชิ้นงานตามต้องการ

ขั้นตอนการผลิต

ขั้นแรกเหมือนกับแบบรีดแต่เพิ่มเติมส่วนเป่าลมอีก ดังนี้

1. ท่อพลาสติกหลอมละลาย (Parison) ถูกรีดย่นลงมาตามขนาดและความหนาที่กำหนด
2. แม่แบบเปิดตอนล่างปิดเข้าหากัน ทำให้ปลายข้างหนึ่งของท่อถูกบีบติดกัน
3. อัดอากาศเข้าไปในปลายท่อด้านเปิด จะทำให้ท่อพลาสติกซึ่งยังอ่อนตัวอยู่ถูกอัดเข้าไปแนบกับแม่แบบ
4. ทำให้แม่แบบเย็น โดยระบบให้น้ำเย็นไหลผ่านเข้าช่องในแม่แบบ ทั้งไว้ให้ชิ้นงานเย็น
5. แม่แบบเปิด พร้อมทั้งตัดปลายท่อออกจากท่อเดิม



ภาพที่ 18 แสดงแบบเป่า (Blow Molding)

ชนิดของพลาสติก

เทอร์โมพลาสติกทุกชนิด ใช้ได้กับกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ แต่ โพลีเอทิลีนเป็นพลาสติกที่นิยมใช้มากที่สุด

ชนิดของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลิตด้วยกรรมวิธีแบบนี้ส่วนมากเป็นขวดพลาสติกบรรจุของเหลวทุกชนิด หรือผลิตภัณฑ์ภายในกลวงมีเปลือกนอกบาง ด้านนอกของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยกรรมวิธีแบบนี้จะไม่เรียบมากนัก เพราะแรงอัดอากาศที่ใช้ไม่มากนัก

แบบหล่อเย็น (Simple Casting)

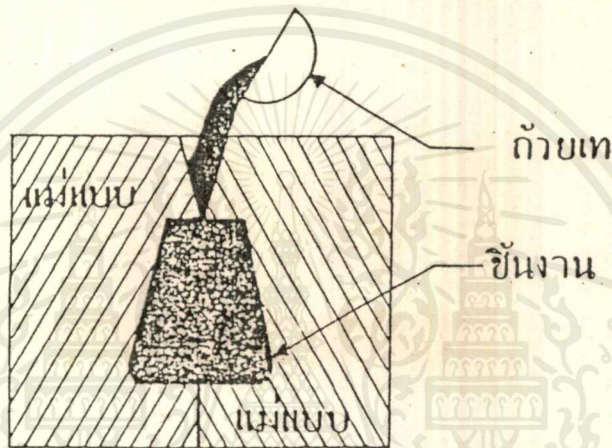
กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ๆ ไม่ต้องใช้แรงอัดและความร้อน สามารถทดลองทำเองได้ การลงทุนต่ำ โดยปกติกรรมวิธีแบบนี้ใช้พลาสติกเหลวหล่อลงในแม่แบบ สำหรับพลาสติกเม็ดก็สามารถนำมาหล่อได้ แต่ต้องทำให้หลอมละลายเสียก่อน แล้วเติมวัสดุตกผลึก (Catalyst) เพื่อช่วยให้พลาสติกเหลวแข็งตัวเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิพนธ์ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. เทพลาสติกเหลวลงในแม่แบบ แล้วปล่อยให้แข็งตัว บางชนิดต้องนำไปอบในเตาที่มีความร้อนต่ำ
  2. นำพลาสติกที่แข็งตัวออกจากแม่แบบแล้วนำไปใช้ได้เลย
- ข้อดีของกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ทำให้ได้เนื้อพลาสติกที่ใสกว่า และผิวที่เป็นมันเรียบกว่า เช่น แผ่นอะคริลิก



ภาพที่ 19 แสดงแบบหล่อเย็น (Simple Casting)

ชนิดของพลาสติก

สามารถใช้ได้ทั้งเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตติง ที่นิยมใช้มี เช่น อะคริลิก สไตรีน พีโนลิก โพลีเอสเตอร์ และอีพอกซี

ชนิดของผลิตภัณฑ์

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้สามารถผลิตชิ้นงานให้มีรูปร่างเป็นก้อน แผ่น ท่อ ฯลฯ ได้ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรรมวิธีแบบนี้มี เช่น แผ่นพลาสติกใสอะคริลิก หรือ เพลกซีกลาส หรือลูโซท์ หล่อเปลือกหม้อหม้อแปลงไฟ (Transformer) พวงกุญแจที่มีช่องที่ระลิกหรือเหรียญฝังอยู่ภายใน และเครื่องประดับพลาสติกใส ในทางชีววิทยาใช้หล่อหุ้มตัวอย่างแมลงหรือพืชเพื่อเก็บไว้ศึกษา และที่สำคัญมากกรรมวิธีแบบนี้ใช้หล่อแม่แบบในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย

## แบบหล่อร้อน (Plastisol Casting)

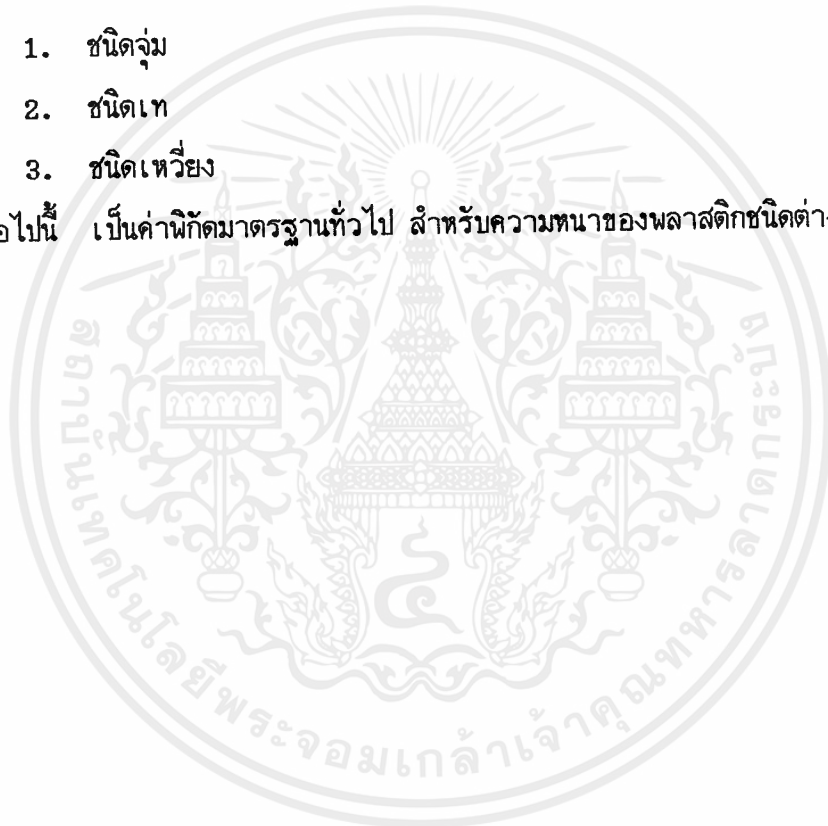
### กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ใช้กับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่มีลักษณะภายในกลาง เช่น ลูกฟุตบอลยาง และถุงมือพลาสติก หลักการของกรรมวิธีแบบนี้คือ เทพลาสติกเหลว (Plastisol) ลงในแม่แบบที่ร้อน หรือจุ่มแม่แบบที่ร้อนลงในพลาสติกเหลว พลาสติกเหลวจะเกาะผิวของแม่แบบ ยิ่งปล่อยให้แห้งไว้นานพลาสติกจะเกาะหนาขึ้น แล้วนำแบบที่มีพลาสติกเกาะอยู่ไปเข้าเตาอบที่มีอุณหภูมิ  $350^{\circ} - 400^{\circ} \text{ F}$ .

กรรมวิธีแบบหล่อร้อนยังแบ่งตามลักษณะการผลิตได้เป็น 3 ชนิด

1. ชนิดจุ่ม
2. ชนิดเท
3. ชนิดเหวี่ยง

ตารางต่อไปนี้ เป็นค่าพิกัดมาตรฐานทั่วไป สำหรับความหนาของพลาสติกชนิดต่าง ๆ ที่นิยมใช้กันทั่วไป



ตารางที่ 7 แสดงค่าพิกัดมาตรฐาน

พลาสติก (TP)	ความหนา (หน่วยเป็น m.m.)	
	ต่ำสุด	สูงสุด
Acetal	0.40	3
ABS	0.79	3
Acrylic	0.49	6
Cellulosice	0.49	4
FEP Fluoroplastic	0.35	12
Nylon	0.40	3
Polycarbonate	0.85	9
Polyethylene (L.D.)	0.45	6
Polyelene Vinyl Acetate	0.82	6
Ethylene Vinyl Acetate	0.45	3
Polypropylene	0.49	7
Polysulfone	0.85	9
Noryl (Modified PPO)	0.79	9

### 2.5.3 การออกแบบเกลียวพลาสติก (Desing of Desing)y

เกลียวที่ใช้ในพลาสติกมีความมุ่งหมายเพียงเพื่อการประกอบต่อชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน เพื่อล๊อคพลาสติกกับอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่พลาสติก ทั้งนี้โดยมุ่งประโยชน์ในการถอดเข้าออกได้ง่าย และสะดวก ส่วนประโยชน์อื่น ๆ ที่อาจตามมานั้น เป็นเพียงผลพลอยได้เท่านั้น

การทำเกลียวกับวัสดุพลาสติก มีกรรมวิธีทำได้หลายอย่าง คือ

1. โดยการขั้วเกลียว (Tapped)
2. โดยการหล่อ จัด ปั้นขึ้นรูปจากแม่พิมพ์
3. โดยการใส่เกลียวโลหะเสริมด้วยกรรมวิธี
4. โดยการนำเกลียวโลหะมาต่อกับพลาสติกด้วยวิธีการติดกาว หรือ

สวมใส่ภายหลังที่พลาสติกนั้นได้ทำสำเร็จรูปออกมาแล้ว

### 2.5.4 การเชื่อมพลาสติกในระบบอุตสาหกรรม

#### 2.5.4.1 การเชื่อมด้วยลมร้อน (Hot Gas Welding)

การเชื่อมพลาสติกด้วยลมร้อนมีวิธีการคล้ายการเชื่อมโลหะพลาสติก ที่ใช้ได้กับวิธีการนี้ต้องเป็นพลาสติกจำพวก TP เท่านั้น ความร้อนที่ใช้ในการเชื่อมไม่ใช่ความร้อนจากเปลวแก๊ส แต่เป็นความร้อนจากลมเป่าร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 400-600 F ลมเป่าควรมีความดันประมาณ 4 Lbs./inch ลมเป่าร้อนโดยทั่วไปที่ใช้ในอากาศธรรมดา ในบางกรณี อาจจะใช้แก๊สไนโตรเจนก็ได้เพื่อไม่ให้ผิวของพลาสติกเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับออกซิเจนพลาสติกบางชนิด มีจุดหลอมเหลวสูงต้องใช้ลมเป่าร้อนอุณหภูมิสูงมาก ๆ ก็จำเป็นต้องใช้ลมเป่าแก๊สไนโตรเจน

วิธีการเชื่อมแบบนี้พลาสติกไม่ได้ละลายประสานตัวกันทั้งหมด ดังนั้น งานเชื่อมลมร้อนจึงไม่ให้ความแข็งแรงมากนัก รอยต่อตรงที่เชื่อมเอาไว้จะมีคุณสมบัติในการรับแรงไม่เท่ากับเนื้อพลาสติกจริง พลาสติกเช่น Polyethylene เชื่อมกันจะรับแรงได้ 60 ของเนื้อพลาสติกของมัน PVC รับได้ 80 Polypropylene รับได้ 75 และ Acrylics รับได้ 80

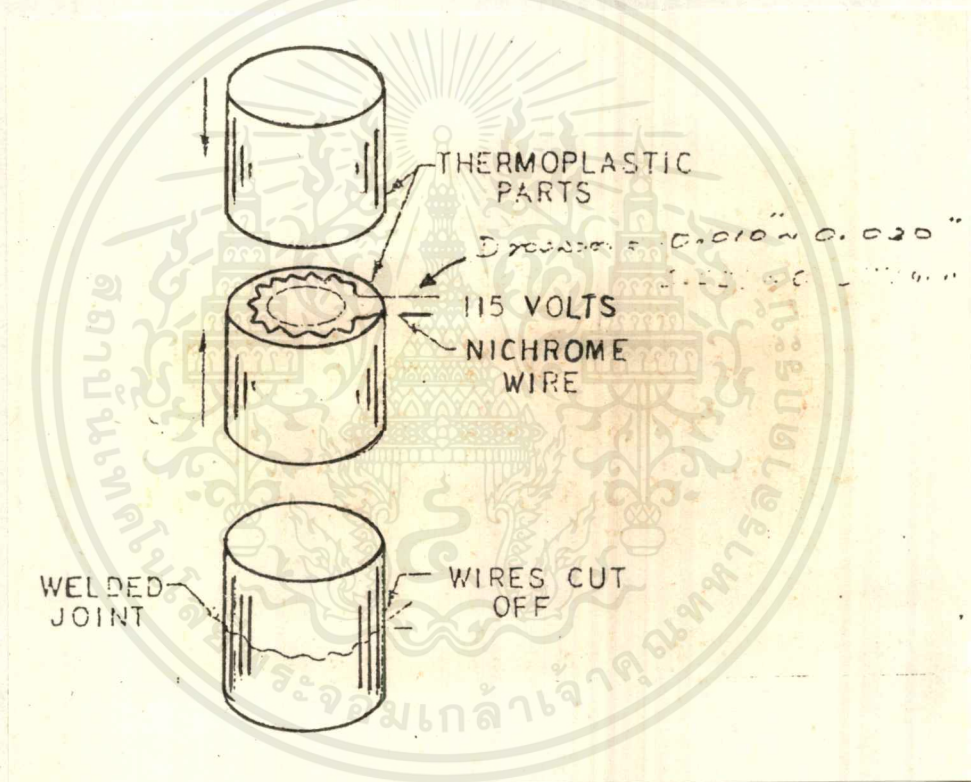
#### 2.5.4.2 การเชื่อมด้วยขดลวดความร้อน (Hot Wire Welding)

วิธีการเชื่อมแบบนี้กระทำได้โดยใช้ลวดความร้อน หรือลวดนิโครม (Nichrome Wire) ซึ่งเป็นลวดทำความร้อนมีความต้านทานสูง วางลงบนผิวหน้าของพลาสติกสองชิ้นที่ต้องการจะเชื่อมต่อกัน ผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเส้นลวดให้กระแสสูงพอที่จะทำให้ลวดร้อนแดง ทำให้ผิวหน้าของพลาสติกละลายตัวติดกัน ในขณะที่ผิวหน้าทั้งสองของพลาสติกเริ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายจะต้องให้แรงกดบีบเข้าหากันด้วยแรงพอสมควร จึงจะทำให้พลาสติกทั้งสองเชื่อมติดกันได้ดี เมื่อการเชื่อมหลอมติดกันดีแล้วก็ดึงเส้นลวดฝังเอาไว้ตรรรอยต่อนั้น การเชื่อมด้วยวิธีนี้กระทำได้เฉพาะพลาสติกจำพวก TP เท่านั้น และให้ความแข็งแรงดีพอสมควร สำหรับพลาสติกจำพวก TS อาจใช้วิธีการนี้เชื่อมได้โดยใช้ไนยาเคมีหยดตรงบริเวณผิวที่จะเชื่อมความร้อนจากลวดนิโครมจะทำให้ไนยาประสานเชื่อมผิวพลาสติกเข้าด้วยกัน

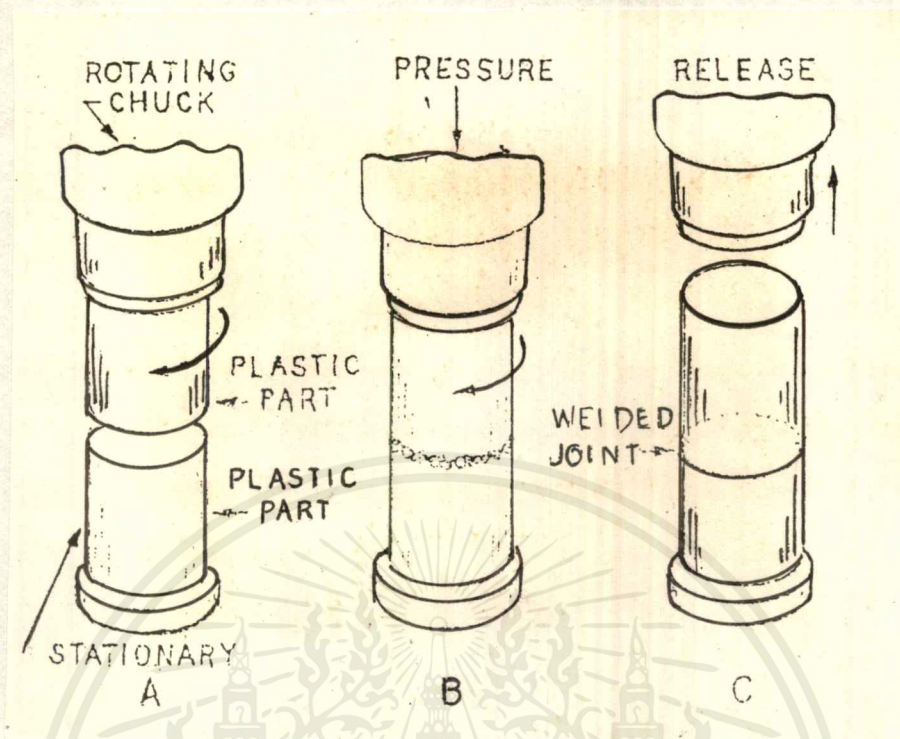
ลวดนิโครมที่นิยมใช้ในการเชื่อมมีขนาดเล็กมาก มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.025 ถึง 0.077 ม.ม. บางครั้งอาจไม่ใช้ลวดความต้านทาน แต่เป็นแผ่นตัวนำความต้านทานสูงแทนที่จะเป็นเส้นลวด แผ่นตัวนำความต้านทานมีความหนาประมาณ 0.05-0.104 ม.ม.



ภาพที่ 20 แสดงวิธีเชื่อมด้วยลวดความร้อน

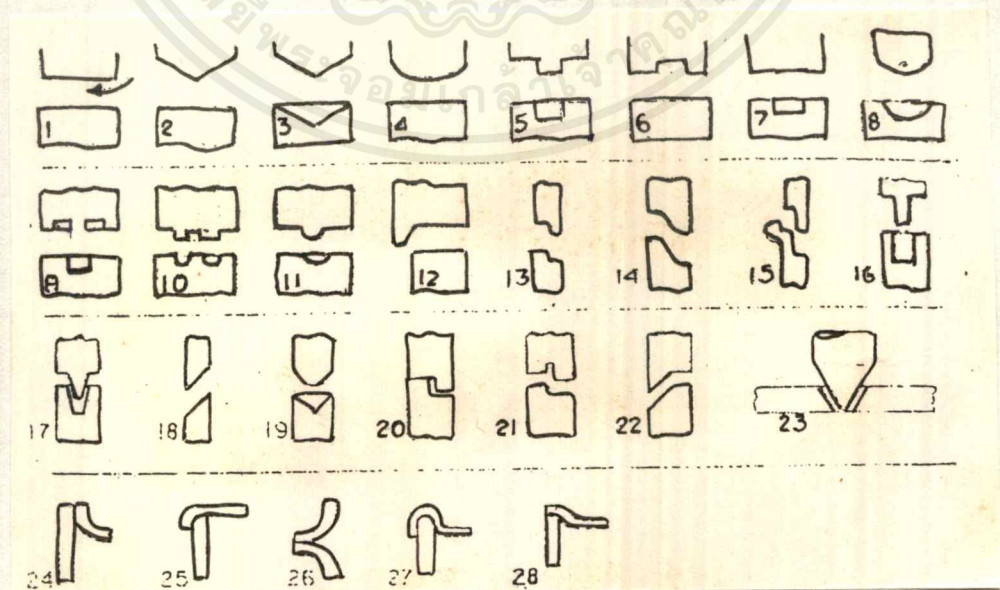
#### 2.5.4.3 การเชื่อมด้วยการหมุนเสียดสี (Spin Welding)

วิธีการนี้เป็นการเชื่อม โดยทำให้เกิดความร้อนด้วยการหมุนเสียดสีบริเวณผิวชิ้นงานที่ต้องการจะเชื่อมติดกัน ใช้กับพลาสติกจำพวก TP พลาสติกชิ้นหนึ่งจะติดอยู่กับที่ อีกชิ้นหนึ่งเป็นตัวหมุนแล้วค่อย ๆ กดผิวหน้าที่ต้องการเชื่อมเข้าหากัน แรงหมุนจะทำให้เกิดการขัดสีกันระหว่างผิวของพลาสติกจนเกิดความร้อน พลาสติกจะหลอมตัวละลายเชื่อมกัน



ภาพที่ 21 แสดงวิธีการเชื่อมโดยการหมุนเสียดสี

เมื่อพลาสติกเริ่มละลายติดกันก็หยุดการหมุนแล้วรอให้เย็นตัว วิธีการนี้ให้ความแข็งแรงตรงรอยต่อพอสมควร เช่นเดียวกับวิธีการเชื่อมด้วยความร้อน การเชื่อมต่อโดยการหมุนเสียดสีมีเทคนิคในการออกแบบพื้นผิวรอยต่อก่อนการเชื่อม ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความแข็งแรงมากขึ้น



ภาพที่ 22 แสดงลักษณะการออกแบบพื้นผิวรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

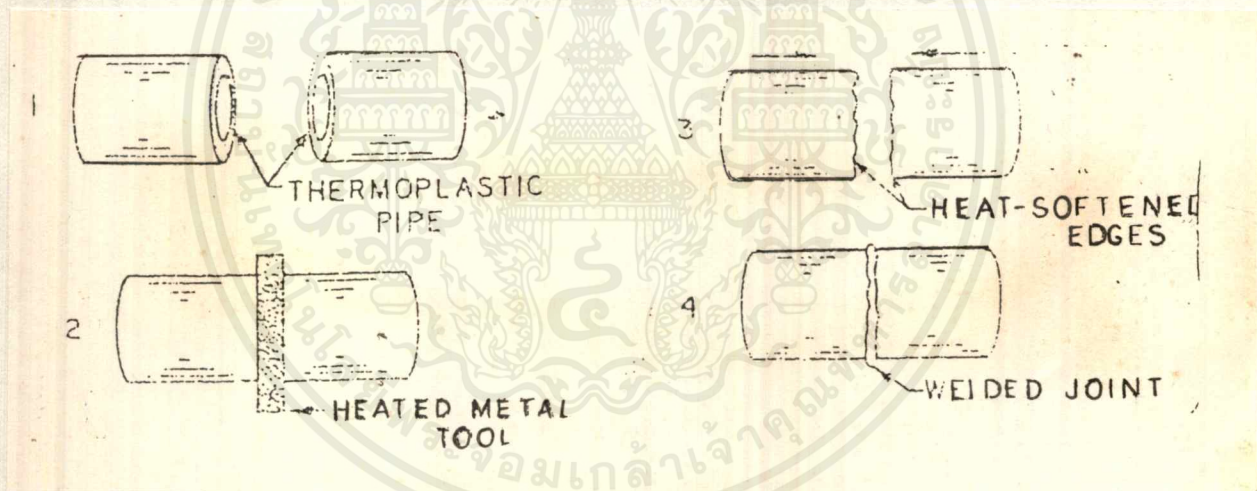
อธิบายย่อยถึงลักษณะ Joints แต่ละชนิดจากรูป

- 1) เชื่อมต่อชิ้นงานต้นธรรมชาติ ความเร็วรอบต่ำ
- 2) รูปตัว (V) ช่วยให้การหมุนสามารถใช้ความเร็วรอบสูง ๆ ได้ ทำให้การทำงานเชื่อมรวดเร็วขึ้น ใช้ต่อชิ้นงานต้นกับกลวงได้
- 3) ใช้ต่อชิ้นงานต้น แต่ต้องการความเร็วรอบสูง
- 4) ใช้ต่อชิ้นงานต้น ความเร็วรอบต่ำ
- 5) ใช้ต่อชิ้นงานต้น ความเร็วรอบสูง
- 6) ใช้ต่อชิ้นงานต้นหรือกลวง ความเร็วรอบปานกลาง
- 7) ใช้ต่อชิ้นงานต้น มีพื้นที่ผิวสัมผัสทำให้แข็งแรงขึ้น ใช้ความเร็วรอบสูง
- 8) ใช้ต่อชิ้นงานต้น มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ความเร็วรอบสูง
- 9) ใช้ต่อชิ้นงานต้น มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ความเร็วรอบปานกลาง
- 10) ใช้ต่อชิ้นงานต้น มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ความเร็วรอบต่ำ
- 11) ใช้ต่อชิ้นงานต้นกับกลวง ความเร็วรอบปานกลาง
- 12) ใช้ต่อชิ้นงานกลวง ลักษณะคล้ายการสวมท่อเข้าด้วยกัน
- 13) ใช้ต่อชิ้นงานกลวง มีพื้นที่ผิวสัมผัสน้อย ความเร็วรอบสูง
- 14) ใช้ต่อชิ้นงานกลวง มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ความเร็วรอบปานกลาง
- 15) ใช้ต่อชิ้นงานกลวง มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ความเร็วรอบต่ำ
- 16) ใช้ต่อชิ้นงานกลวง โดยทั่วไป ความเร็วรอบปานกลาง
- 17) ใช้ต่อชิ้นงานกลวงกับต้น ความเร็วรอบสูง
- 18) ใช้ต่อชิ้นงานต้น มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ความเร็วรอบต่ำ
- 19) ใช้ต่อชิ้นงานต้น ความเร็วรอบสูง
- 20) ใช้ต่อชิ้นงานต้น มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก (เว้นช่องงานประมาณ 0.025 ม.ม.)
- 21) ใช้ต่อชิ้นงานกลวง ความเร็วรอบต่ำ
- 22) ใช้ต่อชิ้นงานต้นทั่ว ๆ ไป
- 23) เชื่อมแผ่นชิ้นงานกับแท่งชิ้นงาน
- 24) เชื่อมฝาปิดกับท่อกลวง
- 25) เชื่อมฝาปิดกับท่อกลวง
- 26) เชื่อมท่อกลวงกับท่อกลวง
- 27) เชื่อมฝาปิดกับผนังกลม
- 28) เชื่อมฝาปิดกับผนังกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.5.4.4 การเชื่อมด้วยความร้อนแบบประกบ (Heated Tool Welding)

การเชื่อมต่อพลาสติกด้วยวิธีนี้ บางครั้งเรียกว่า "Hot Plate Welding" เครื่องมือที่ให้ความร้อนส่วนมากเป็นแท่ง หรือแผ่น โลหะร้อน ใช้เป็นตัวทำความร้อน นำชิ้นงานพลาสติกที่ต้องการเชื่อมต่อกันมาวางบนแผ่นความร้อนให้หลอมละลาย แล้วจึงประกบชิ้นงานนั้นเข้าด้วยกัน โดยใช้ความดันประมาณ 1 ถึง 10 psi ซึ่งให้เย็นจนกระทั่งพลาสติกเกาะตัวกันแน่น จึงลดความดันประกบออกจากกัน การเชื่อมต่อบนนี้ให้ความแข็งแรงดีแต่ต้องนำชิ้นงานมาตากแห้งอีก เพราะรอยเชื่อมจะมีพลาสติกที่เยิ้มออกมา พลาสติกที่ใช้เชื่อมต้องเป็นพลาสติกจำพวก TP เท่านั้น และผิวหน้าบริเวณที่จะประกบกันนั้นจะต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิเมตร การเชื่อมวิธีนี้ไม่ควรทำในบรรยากาศ เพราะออกซิเจนทำปฏิกิริยากับพลาสติก ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีและทำให้การยึดเกาะของ โมเลกุลไม่มีเท่าที่ควร



ภาพที่ 23 แสดงวิธีการเชื่อมด้วยความร้อนแบบประกบ

บนแท่นความร้อนจะต้องเคลือบไว้ด้วย Teflon (Fluorocarbon resin) เพื่อป้องกันการติด เมื่อพลาสติกเริ่มละลายตัว แผ่นหรือแท่นความร้อนต้องสามารถให้ความร้อนได้อุณหภูมิสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น นิยมทำจากโลหะจำพวกทองแดงเหล็กไร้สนิม หรือโลหะผสมนิกเกิลโครเมียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การยึดต่องานพลาสติกโดยวิธีทางเคมี (Adhesive Bonding)

การยึดต่องานพลาสติกโดยวิธีทางเคมี คือการใช้น้ำยาเชื่อมพลาสติก หรือสารเคมี ทำให้พลาสติกละลายตัวด้วยปฏิกิริยาทางเคมีแล้วจึงนำพลาสติกมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันตามความเป็นจริงแล้วไม่มีน้ำยาเชื่อม หรือการชนิดใดที่สามารถใช้เชื่อมต่อพลาสติกได้ทุกชนิด พลาสติกแต่ละชนิดต้องใช้ น้ำยาเชื่อม เชื่อมเฉพาะของมัน ดังนั้น นักออกแบบจะต้องมีความรู้ทางเทคนิค ในการเลือกใช้น้ำยาเชื่อมให้ถูกต้องกับชนิดของพลาสติก เพื่อประโยชน์ในการออกแบบส่งโรงงานผลิต

น้ำยาเชื่อมพลาสติกอาจแบ่งประเภทออกไปได้ต่าง ๆ กัน 5 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ

- 1) Solvent Cement
- 2) Bodied Adhesive
- 3) Monomeric Cement
- 4) Elastomeric Adhesive
- 5) Reactive Adhesive

1. Solvent Cement คือวิธีการเชื่อมพลาสติกจำพวกเข้าด้วยกัน โดยใช้สารเคมีทำให้พลาสติกอ่อนตัว แล้วนำชิ้นพลาสติกประกบอัดเข้าด้วยกัน พลาสติกที่ใช้ได้กับวิธีการนี้ได้แก่ ABS, Acrylics, Cellulosics, Polycarbonates, Polystyrenes, Polyohenylene Oxide และ Vinyls

2. Bodied Adhesive คือวิธีการเชื่อมพลาสติกโดยใช้สารเคมีที่เป็นเรซินแม่ทของพลาสติกนั้น ๆ เป็นตัวหยุดลงบนพื้นผิวรอยต่อในปริมาณที่พอเหมาะ วิธีการนี้จะต้องรู้จักส่วนผสมทางเคมีแม่ทของพลาสติกนั้น ๆ (Parent resin)

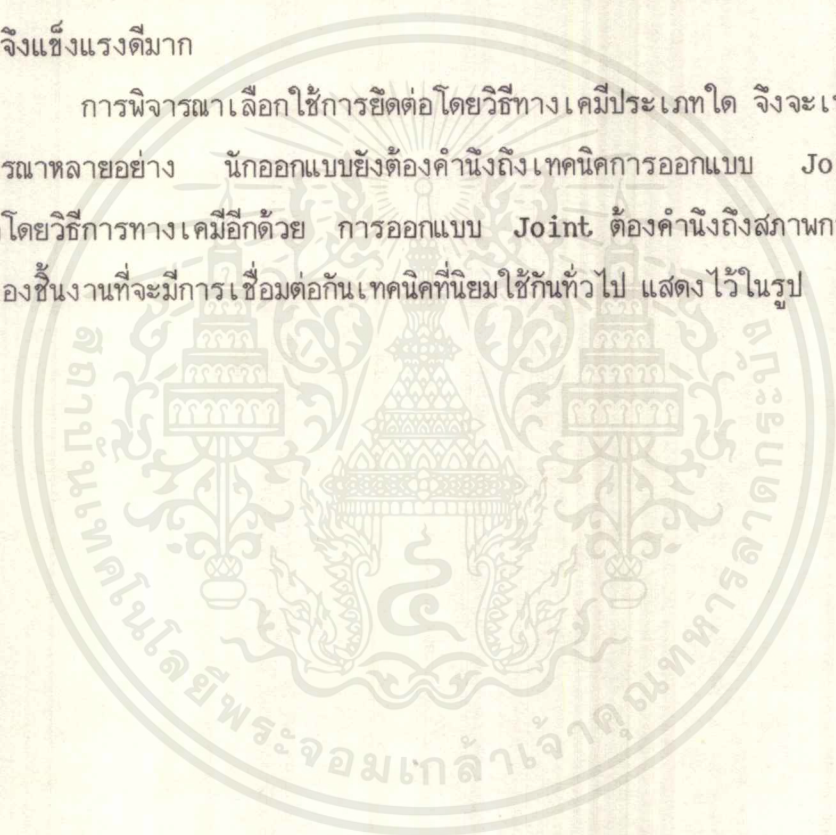
3. Monomeric Cement คือวิธีการเชื่อมโดยใช้กาวเคมีซึ่งทำมาจากพลาสติกเหลวจำพวก Polymer ดังนั้น การเชื่อมต่อวิธีนี้จึงเป็นการยึดชิ้นงานพลาสติกด้วยการยึดเหนี่ยวกันของผลึกโครงสร้างทางเคมี เรียกว่า Polymerization การเชื่อมต่อพลาสติกวิธีนี้ให้ความแข็งแรงได้ไม่มากนัก ตัวน้ำยาเคมีใช้ทำ Monomeric Cement นิยมใช้กันทั่วไปได้แก่ Methyl Methacrylate ใช้ผสมกับผงพลาสติก Acrylic น้ำยาเคมีจะทำให้โมเลกุลของ acrylic เรียงตัวเป็นรูปผลึกที่สามารถยึดต่อกับพลาสติกอื่น ๆ ได้ แล้วจะเริ่มแข็งตัวเชื่อมติดกัน

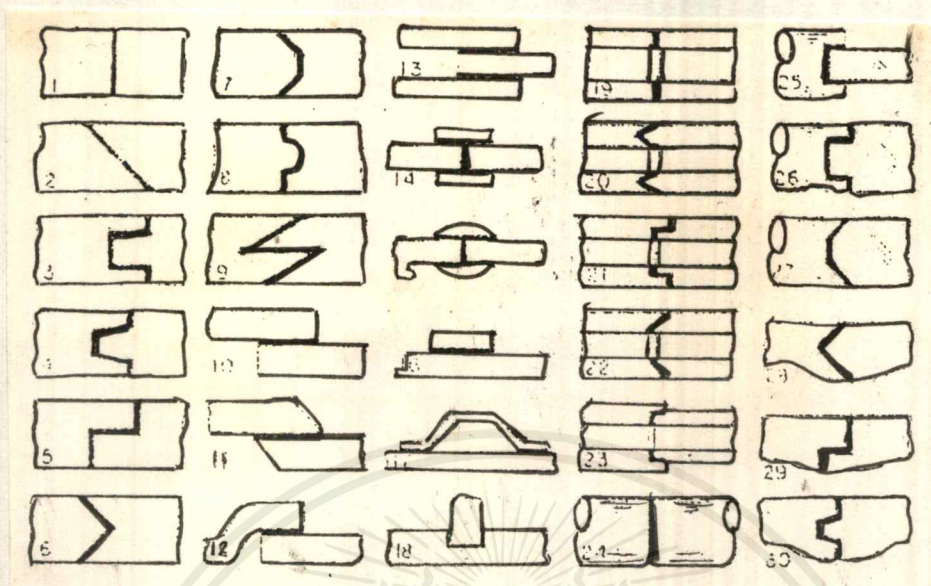
4. Elastomeric Adhesives คือการยึดต่อโดยใช้กาวเคมี โดยมากจะมีคุณสมบัติคล้ายยาง ทำมาจากสารสังเคราะห์ทางเคมี สามารถทำให้ชื้นหรือไล้ได้ตามต้องการ โดยเติมสารเคมีตัวทำละลายลงไป ตัวอย่างเช่น กาวต่าง ๆ ที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด ให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแข็งแรงในการยึดต่อได้ไม่ตึง

5. **Reactive Adhesives** เป็นการยึดต่อทางเคมีใช้สำหรับพลาสติกจำพวก TS หรือ TP ก็ได้ตัวสารเคมีที่ใช้ก็คือ พลาสติกจำพวก TS ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษในการจับยึดกับ โมเลกุลของพลาสติก TS ด้วยกัน นิยมใช้กันทั่วไปได้แก่ Epoxy resin กรรมวิธีในการเชื่อมต่อบนผิวของพลาสติก TS โดยใช้ Epoxy resin เป็นตัวเชื่อมในงานพลาสติกจำพวก TS ในงานอุตสาหกรรมใช้วิธี ประกอบเข้าด้วยกันโดยกรรมวิธี Transferred molded สารเคมีที่ใช้เป็นตัวเชื่อมนอกจาก Epoxy resin แล้วยังมี Polyesters, Phenolics และอื่น ๆ อีก แต่ที่ดีที่สุดคือ Epoxy resin เพราะเมื่อมันแข็งตัวจะมีการหดตัวน้อยมาก ทำให้เกิด Stresses ในรอยต่อน้อย การยึดต่อจึงแข็งแรงดีมาก

การพิจารณาเลือกใช้การยึดต่อโดยวิธีทางเคมีประเภทใด จึงจะเหมาะสมที่สุด มีหลักพิจารณาหลายอย่าง นักออกแบบยังต้องคำนึงถึงเทคนิคการออกแบบ Joint จุดที่จะมีการยึดต่อโดยวิธีการทางเคมีอีกด้วย การออกแบบ Joint ต้องคำนึงถึงสภาพการใช้งาน การรับแรง ของชิ้นงานที่จะมีการเชื่อมต่อกันเทคนิคที่นิยมใช้กันทั่วไป แสดงไว้ในรูป





1. A butt joint
2. A scarf joint
3. A square tongue and groove joint
4. An angled tongue and groove joint
5. A half-lap joint
6. A "V" joint
7. A "V" type joint with a flat.
8. A round tongue and groove joint
9. A double-scarf lap joint
10. A simple lap joint
11. A tapered simple lap joint
12. A joggle lap or off-set lap joint
13. A double-lap joint
14. A double-strap joint
15. A beveled double-strap joint
16. An "I" section joint
17. A hat section joint
18. A recessed right angle joint
19. A tubular butt joint
20. A tubular "V" joint
21. A tubular half-lap joint
22. An angled, tubular, half-lap joint
23. A tubular lap joint
24. A rod-bate joint
25. A tongue and groove joint in a solid rod.
26. A landed tongue and groove joint in a solid rod.
27. A scarf tongue and groove joint in a solid rod.
28. A "V" type joint with increased bonding area for additional strength
29. A half-lap joint with increased bonding area for additional strength.
30. An angled tongue and groove joint with increased bonding area for additional strength.

ภาพที่ 24 แสดงเทคนิคการออกแบบ Joint เพื่อการยึดต่อโดยวิธีการทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

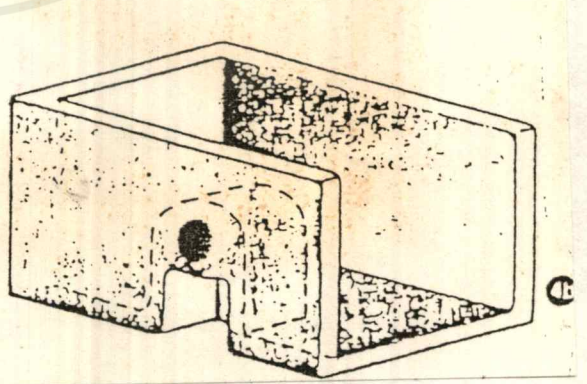
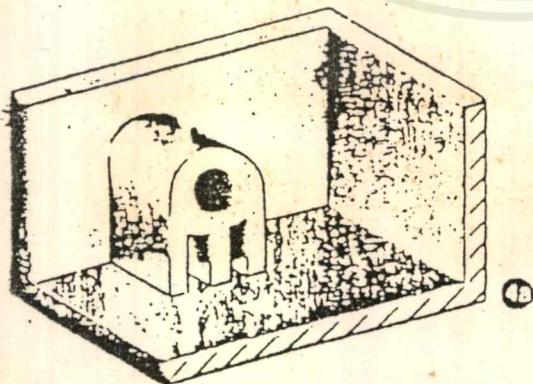
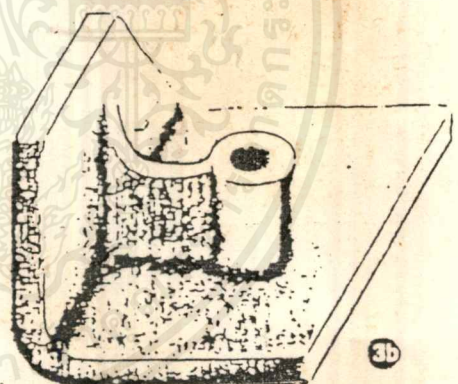
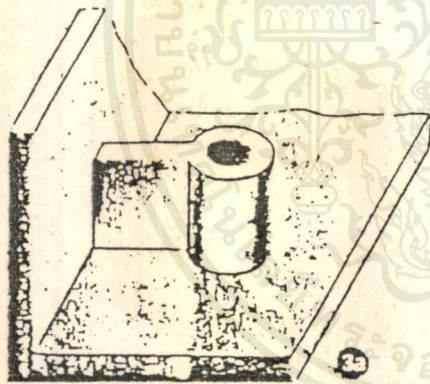
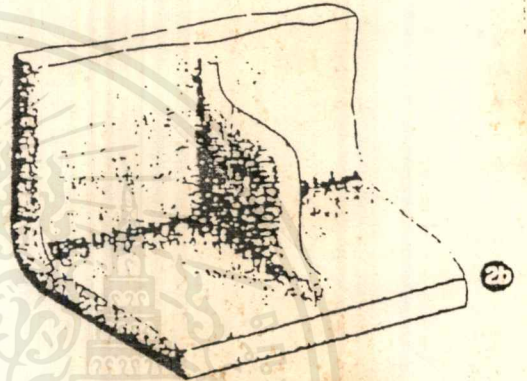
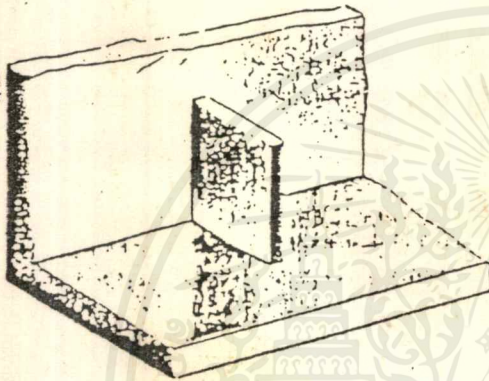
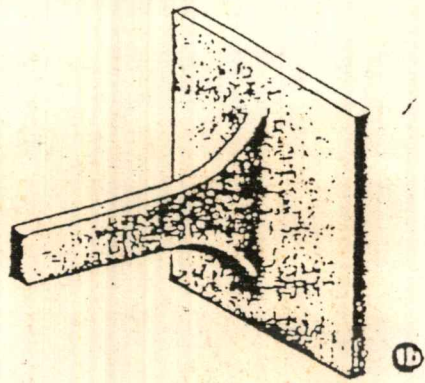
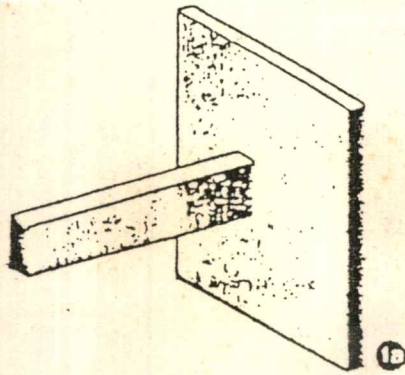
แผนภูมิที่ 5 แผนภูมิช่วยในการเลือกกรรมวิธีในการยึดต่อทางพลาสติก

ชนิดของพลาสติก	1	2	3	4	5	6	หมายเหตุ
ABS	G	G	G	G	G	G	
Acetals	E	F	G	N	G	G	
Acrylics	G	G	F	F	G	G	4 ทำได้ยากมาก
Cellulosics	G	E	E	G	G	P	AC ไม่สามารถเชื่อมกับ CAB, CAP ได้ด้วย 4
Chlorinated Polyether	G	G	N	G	G	P	
Fluorocarbons	G	G	N	N	N	N	ยกเว้น PFEP, PVE ใน 3 6
Nylons	G	F	G	N	G	G	
Phenoxies	F	G	G	G	G	E	
Polycarbonates	G	G	G	G	G	E	
Polyethylenes	P	P	G	N	G	P	
Polyimides	G	F	N	N	N	N	อุณหภูมิสูงมากใน 2
Polyphenylene Oxides	G	G	E	E	G	G	
Polypropylenes	P	P	E	N	G	P	ชนิดแข็ง 4 ทำได้ยากมาก
Polystyrene	F	G	E	G	G	E	
Polysulfones	G	G	G	G	E	E	
Polyurethanes	N	G	N	G	N	N	
Vinyls	F	F	F	G	G	F	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบที่ผิด

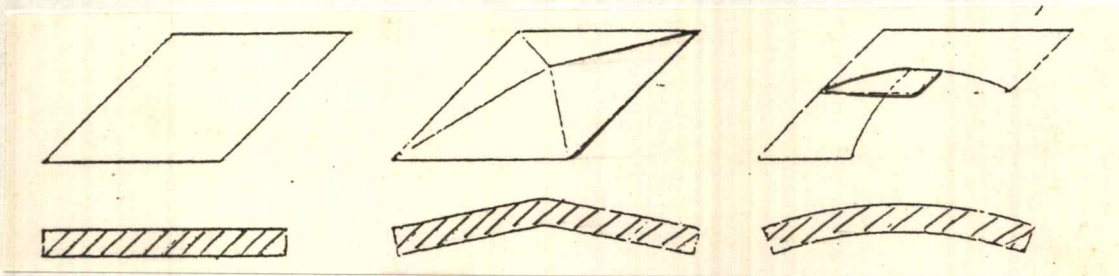
การออกแบบที่ถูกต้อง



ภาพที่ 25 แสดงการออกแบบงานพลาสติกที่เหมาะสม

จากหนังสือ วารสาร พลาสติก ของสมาคมพลาสติกแห่งประเทศไทย โดย จุลพันธ์ พจน์โยธิน  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

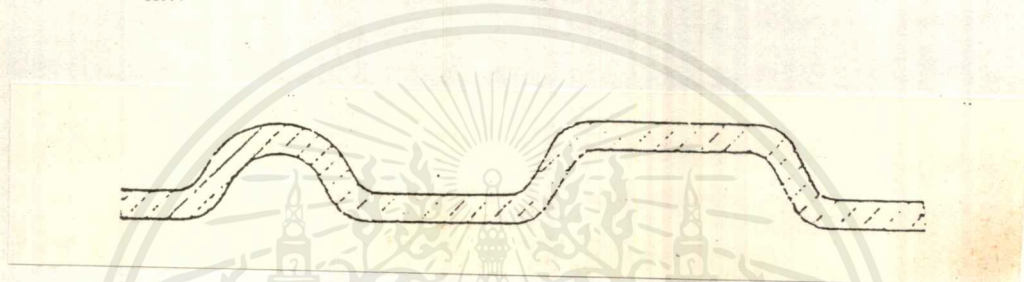
ชนิดของการเสริมความแข็งแรง (King of Stiffenings)



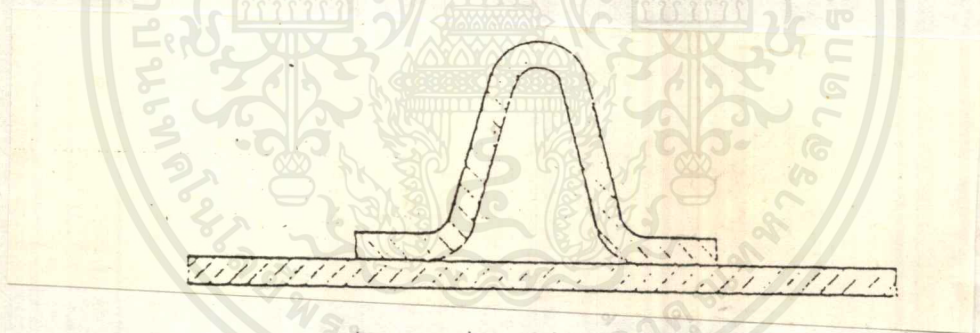
ไม้ดี

ใช้ได้

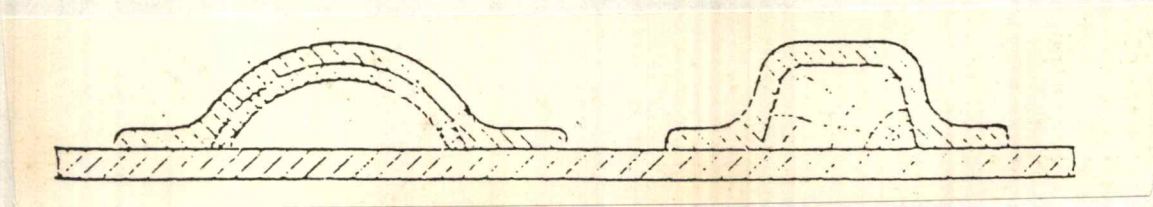
๗๑



รอบ



เชื่อมรอบเพื่อเสริมความแข็งแรง

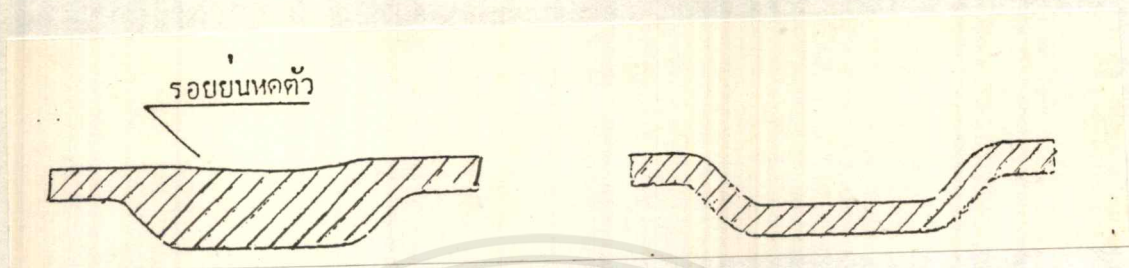


เสริมความแข็งแรงด้วยวัสดุชนิดอื่นแล้วปิดทับด้วยไฟเบอร์กลาส

ภาพที่ 26 แสดงการเสริมแรงในงานพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเสริมความแข็งแรง (Stiffening Ribs)



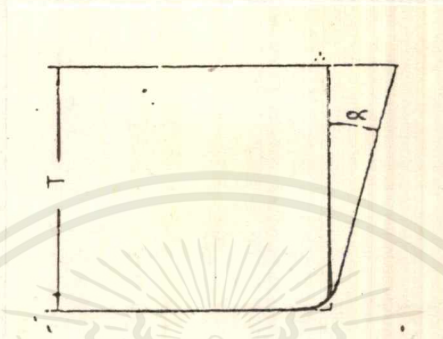
ไม้ดี

ไม้ดี

ภาพที่ 27 แสดงการเสริมขอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การกำหนดความเอียงลาดของแม่แบบ



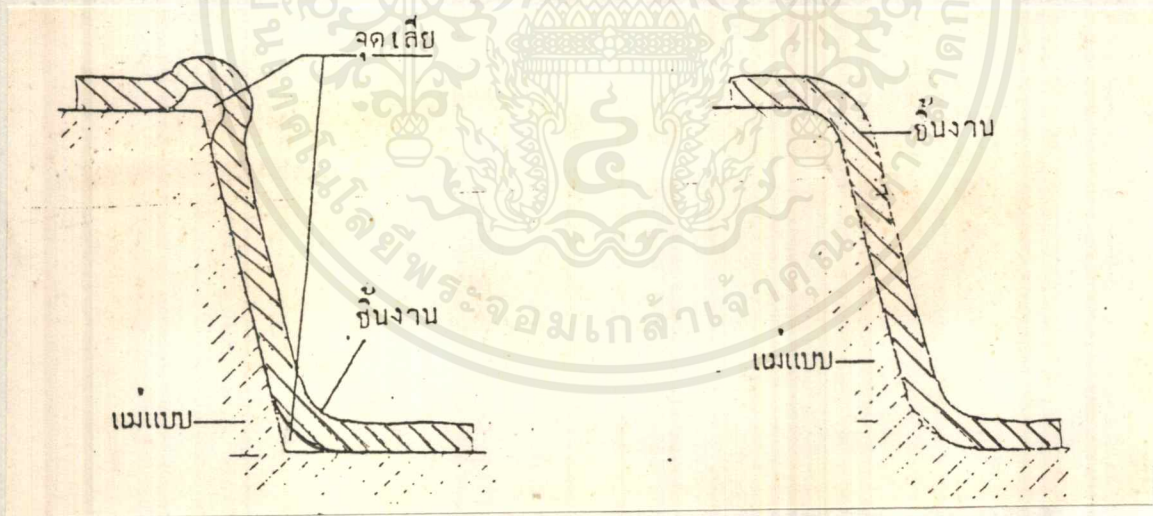
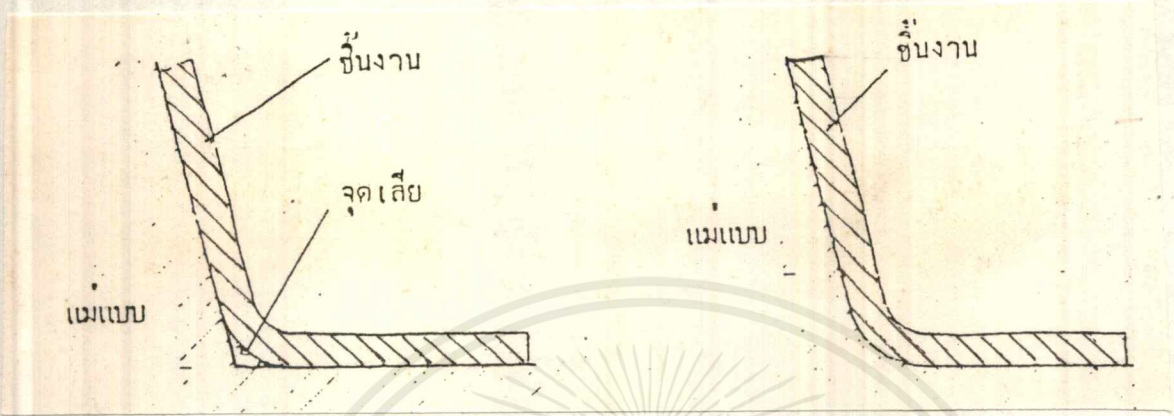
ภาพที่ 28 แสดงความลาดเอียงแม่แบบ

## ตารางที่ 8 ตารางกำหนดความลาดเอียง

ความลึกของแม่แบบ ม.ม.	ความเอียงลาด องศา
200	1
400	2
600	3
800	4
1,000	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบและมุมของแม่แบบ (Deges & Corners)



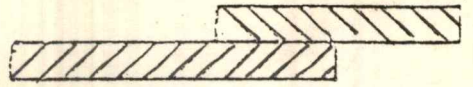
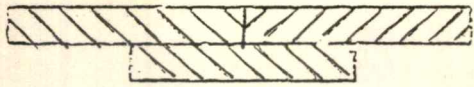
ไม้ดี

๗๑

ภาพที่ 29 แสดงขอบและมุมของแม่แบบ

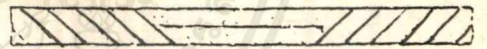
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของการเชื่อม (Kinds of Bondings)

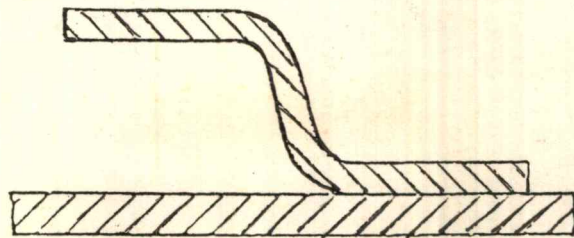


OVERLAPPING

STRAP JOINT

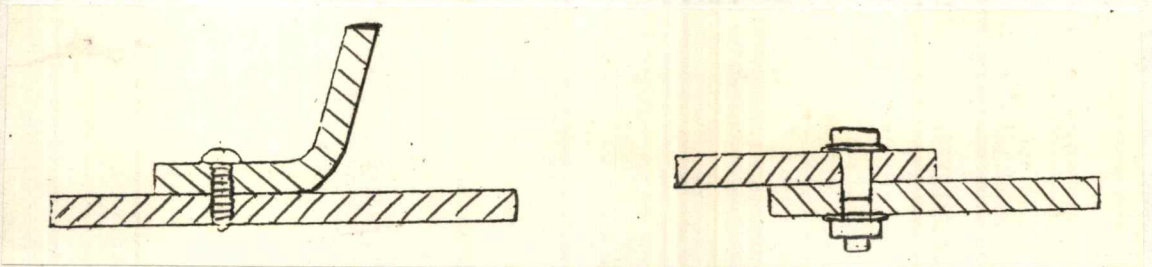


SPLICE



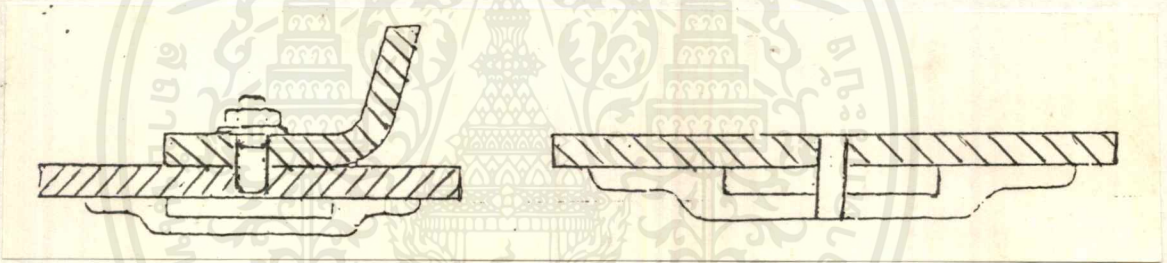
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมด้วยสกรู (Screw Joints)



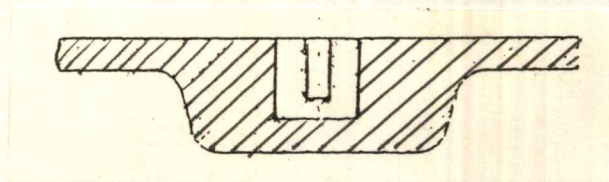
ชนิดเชื่อมด้วยตะปูเกลียว

ชนิดเชื่อมด้วยนอต



ชนิดนอตเกลียวฝังภายใน

ชนิดแผ่นมีรูเกลียวฝังภายใน



ชนิดฝังชิ้นรูมีเกลียว

ภาพที่ 31 แสดงการเชื่อมในงานพลาสติก

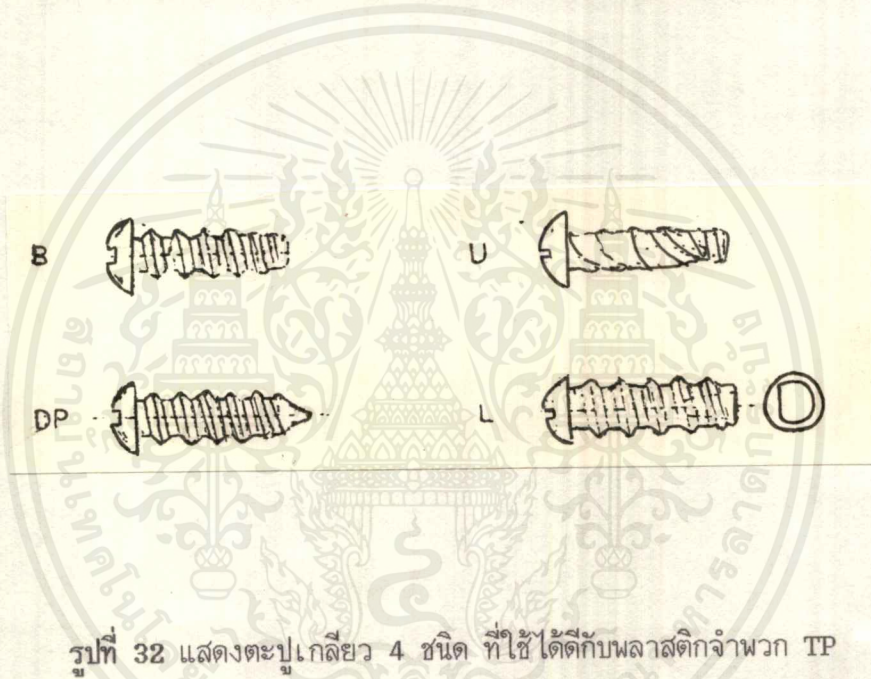
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5.5 การยึดต่อหรือประกอบชิ้นงานพลาสติกกับพลาสติก

### 1. ตะปูเกลียว (Screws)

การยึดต่อหรือประกอบชิ้นงานพลาสติกกับพลาสติก หรือพลาสติกกับวัสดุอื่น ๆ โดยทั่วไปนิยมใช้ตะปูเกลียวเป็นเครื่องยึด ตะปูเกลียวมีหลายชนิด แต่ที่สามารถใช้กับงานพลาสติกได้ดีต้องพิจารณาคุณลักษณะของเกลียว

ลักษณะของเกลียว ของตะปูเกลียวที่ใช้ได้ดีกับพลาสติกจำพวก TP ได้แก่ ตะปูเกลียวชนิด B, U, BP และ T ทั้ง 4 ชนิดที่กล่าวมานี้เป็นเกลียว "USA Standard" หากใช้เกลียวใน Standard อื่น ๆ ควรเลือกโดยใช้ตารางเทียบ Standard



รูปที่ 32 แสดงตะปูเกลียว 4 ชนิด ที่ใช้ได้ดีกับพลาสติกจำพวก TP

สำหรับตะปูเกลียวที่ใช้ได้ดีกับพลาสติกจำพวก TS ได้แก่ ตะปูเกลียวชนิด D, T, F, BF, G, BT (USA Standard) สาเหตุสำคัญที่ต้องเลือกสรรลักษณะของเกลียวของตะปูเกลียวให้เหมาะสมกับจำพวกของพลาสติก เนื่องจากพลาสติกจำพวก TP ทุกชนิดเป็นพลาสติกที่ "มีความจำเป็น" (Plastic Memory) กล่าวคือ มันจะพยายามคืนสู่รูปเดิมภายหลังที่มันได้ถูกทำลายรูปร่างด้วยแรงจากภายนอก เมื่อเวลาไซสกรูลงไปในเนื้อพลาสติกจำพวก TP จนแน่น เพื่อให้สกรูจะเกิดความแน่นและตึง พลาสติกจะส่งแรงต้านทานกลับย้อนกับทิศทางของหมุนเกลียวเพราะพลาสติก TP มีความจำเป็น มันจะพยายามคืนรูปเดิมของมัน แรงต้านทานกลับนี้จะทำให้เกิดความคับแน่น และช่วยยึดสกรูให้แน่นหนาดีขึ้น แต่สำหรับพลาสติกจำพวก TS แทนที่จะเกิดแรงยึดกับสกรูกลับเกิดแรงเครียด (Stresses) ขึ้นในเนื้อพลาสติกขณะที่

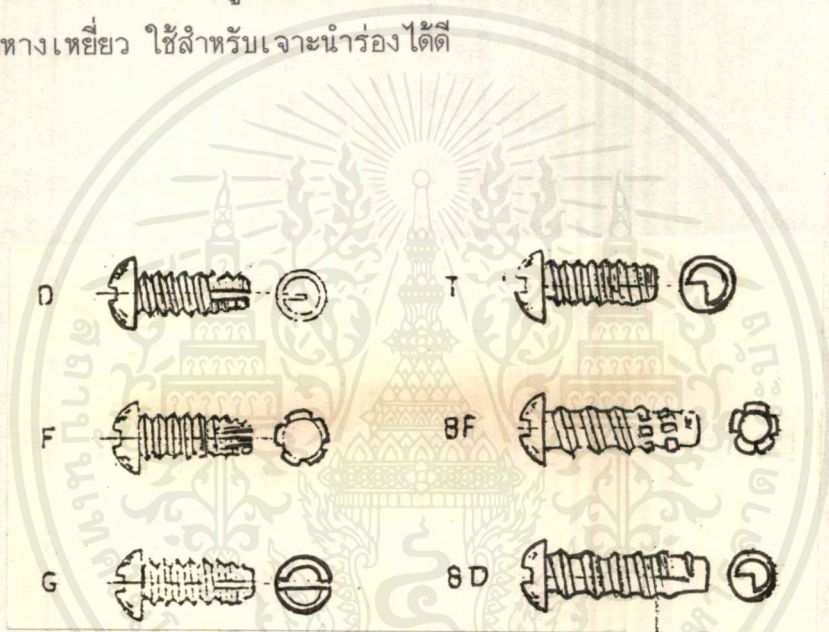
เกลียวของสกรูเจาะลงไปเนื้อพลาสติก เมื่อแรงเครียดเพิ่มขึ้นถึงจุดหนึ่ง ก็ทำให้พลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกร้าว หรือหักออกทันที

จากรูปแสดงลักษณะของตะปูเกลียว 4 ชนิด ที่ใช้ได้กับพลาสติกจำพวก TP ตะปูเกลียวชนิด B เป็นตะปูเกลียวปลายตัด มีเกลียวห่าง และเกลียวตอนปลายไม่ใช่เกลียวคมใช้หน้าที่เจาะเบิกทาง ดังนั้นตะปูเกลียวชนิด B จึงเป็นตะปูเกลียวที่เหมาะสมแก่งานทั่วไป ใช้ใช้ได้เร็ว ส่วนตะปูเกลียวชนิด BP ก็มีลักษณะเหมือนชนิด B ต่างกันตรงปลายมีลักษณะแหลม (มุม 45) ใช้สำหรับเจาะนำ เหมาะสมใช้งานพลาสติก TP ที่มีความแข็ง ตะปูเกลียวชนิด U เป็นตะปูเกลียวแบบ "Mulip-Thread" เหมาะสำหรับงานประเภทติดตายหรือมีการถอดใส่บ่อยครั้ง ตะปูเกลียวชนิด L เป็นตะปูเกลียวที่เหมาะสมกับพลาสติกจำพวก Nylon เป็นตะปูเกลียวที่มีปลายบากทางเฉียง ใช้สำหรับเจาะนำร่องได้ดี



ภาพที่ 33 แสดงตะปูเกลียว 6 ชนิด ที่ควรใช้พลาสติกจำพวก TS

ในการออกแบบชิ้นงานที่ทำด้วยพลาสติกทั้ง TP และ TS ใช้ตะปูเกลียวเป็นเครื่องยึด ต่อันออกแบบจะต้องออกแบบรูเจาะเตรียมไว้สำหรับใช้กับตะปูเกลียว การออกแบบรูเจาะนำสำหรับตะปูเกลียวในงานพลาสติก TP และ TS มีเทคนิคต่างกันเล็กน้อย กล่าวคือ ในงานพลาสติกจำพวก TP รูเจาะเป็นรูตรงธรรมดา มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า "Root-Dia" ของสกรูเล็กน้อยแต่ต้องไม่โตกว่า "Major-Dia" อาจจะมี Chamfer หรือ Taper ด้วยก็ได้ ในงานพลาสติกจำพวก TS รูเจาะนำร่องจะต้องมี Chamfer และ Taper และถ้าเป็นไปได้ ควรทำให้ Taper มีความเอียงเท่ากับ Taper ของสกรูด้วย

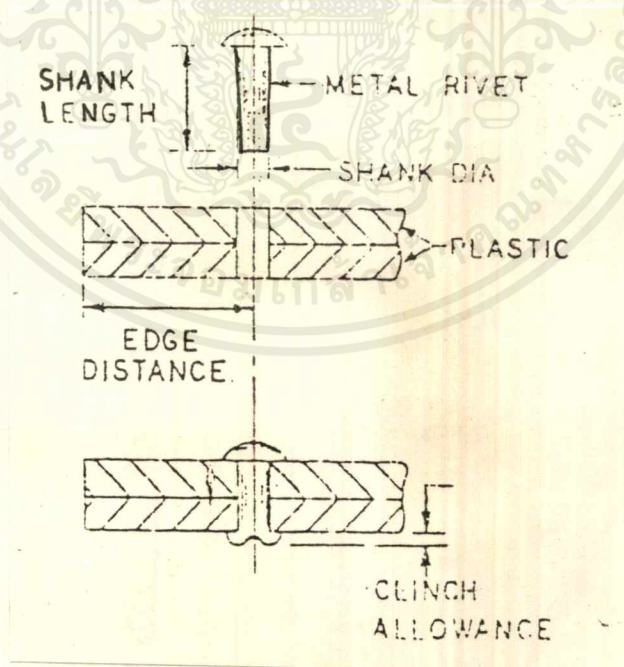
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. คลิปตัวเมีย (Speed Nuts) และสปริงคลิป (Spring Clip)

Speed Nuts คือ น็อตตัวเมียทำจากแผ่นโลหะปั๊มชุบแข็ง มีแรงสปริงยึดหยุ่นในตัว จึงสามารถใช้ทำหน้าที่ล็อกตัวเองป้องกันการคลายเกลียวได้ดีพอสมควร น็อตชนิดนี้มีรูปร่างแตกต่างกันหลายชนิดแล้วแต่ความเหมาะสม และตำแหน่งที่ต้องการจะนำไปใช้งาน นักออกแบบอาจออกแบบรูปร่างน็อตชนิดนี้ขึ้นมาใหม่ เพื่อให้สามารถใช้งานได้ ในตำแหน่งที่ต้องการ โดยเฉพาะก็ได้ตัวอย่าง Speed Nuts ที่พบเห็นกันโดยทั่วไป แสดงไว้ในรูป

## 3. หมุดย้ำ (Rivets)

หมุดย้ำเป็นอุปกรณ์เครื่องยึดต่อที่ใช้ได้ดีในงานพลาสติก ส่วนมากใช้ยึดพลาสติกกับโลหะ ข้อเสียของหมุดย้ำ คือความไม่มั่นคงแข็งแรง และเป็นการติดตายถอดไม่ได้ แต่ข้อได้เปรียบคือ มีราคาถูกและสะดวกรวดเร็ว ในการติดตั้งยึดต่อตัวหมุดย้ำทองเหลือง อลูมิเนียมและหมุดย้ำพลาสติกก็ได้ เทคนิคการออกแบบงานยึดต่อพลาสติกโดยใช้หมุดย้ำ ควรพิจารณาที่สัดส่วนความหนาของปลายย้ำ (Clinch Allowance) กับศูนย์กลางของตัวหมุด (Shank Dia)



ภาพที่ 34 แสดงการใช้หมุดย้ำในงานยึดต่อพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 การศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์

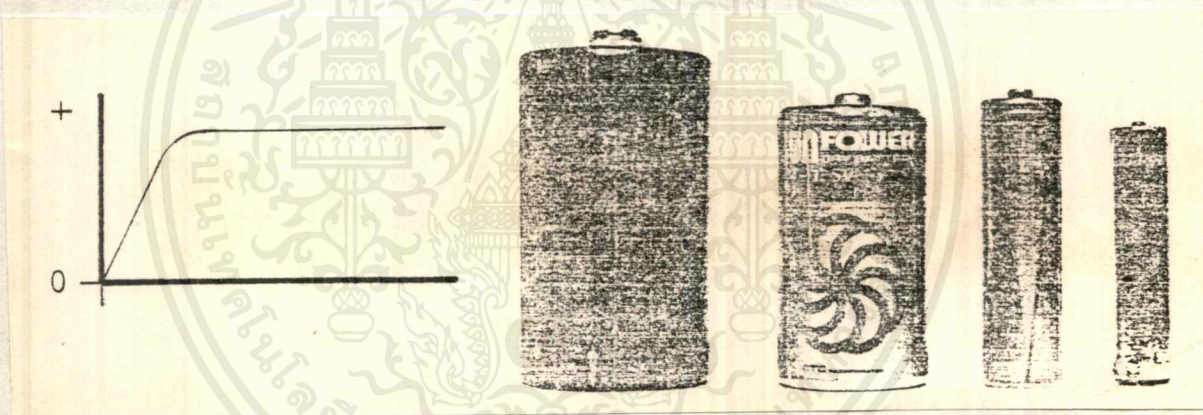
### 2.6.1 ระบบพลังงานที่เกี่ยวข้อง

#### 2.6.1.1 ระบบไฟฟ้า (Electricity System)

ไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ไฟฟ้าสถิตย์กับไฟฟ้ากระแส ไฟฟ้าที่นำมาเป็นประโยชน์ใช้งานได้คือ ไฟฟ้ากระแสซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

#### ก. ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) หรือ D.C.

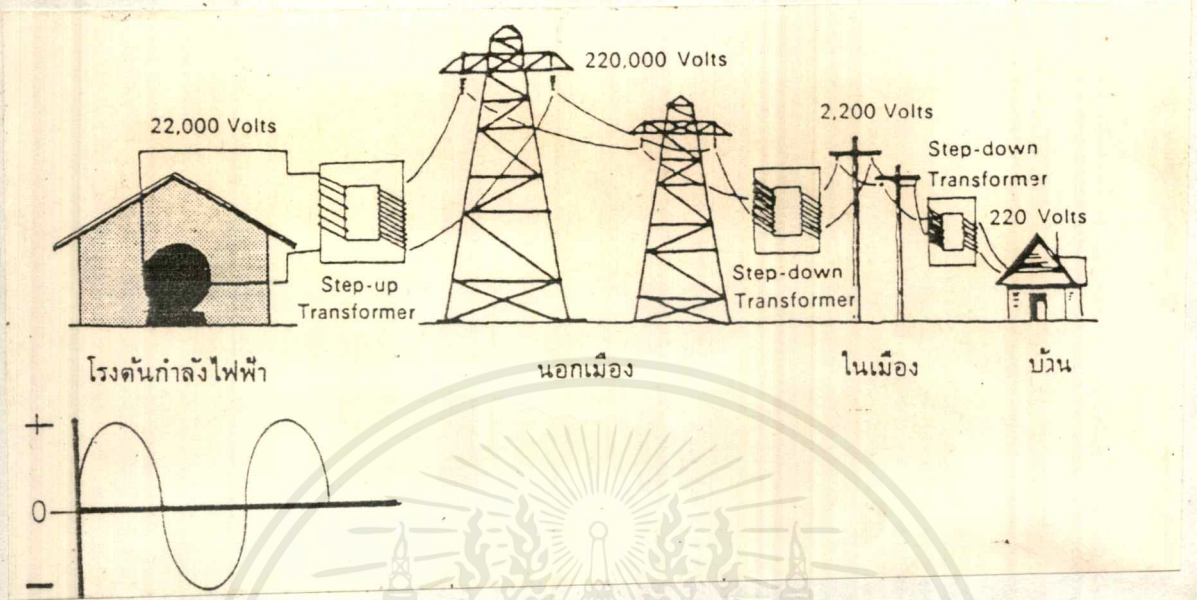
เป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าทิศทางเดียวได้จากพลังงานเคมี หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Generator or Dynamo)



ภาพที่ 35 แสดงลักษณะแรงเคลื่อนของไฟฟ้ากระแสตรง

#### ข. ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternation Current) หรือ A.C.

ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสไม่แน่นอน จะมีค่าเปลี่ยนแปลงทั้งค่าบวกและค่าลบ ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)



ภาพที่ 36 แสดงลักษณะแรงเคลื่อนของไฟฟ้ากระแสสลับ

2.6.1.6 แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ เรียกกอย่างหนึ่งว่า เซลล์ไฟฟ้า เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จากปฏิกิริยาเคมีของสารที่บรรจุภายในแบตเตอรี่ แบ่งเป็นสองแบบคือ แบตเตอรี่แห้งหรือที่รู้จักกันในนามถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ดังกล่าวมีคุณสมบัติประจำตัวคือเมื่อนำไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีภายในแบตเตอรี่ไปใช้จนหมดแล้ว ไม่สามารถทำให้สารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีคืนสภาพเดิมได้อีก

แบตเตอรี่อีกแบบเรียกว่า แบตเตอรี่เปียก รู้จักกันทั่วไปคือแบตเตอรี่รถยนต์ แต่อันที่จริงแล้วยังมีการใช้งานที่ต้องการไฟฟ้าสำรองอีกมาก แบตเตอรี่เปียกมีคุณสมบัติประจำตัวคือ เมื่อนำไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีภายในแบตเตอรี่ไปใช้จนหมด และสารเคมีที่บรรจุอยู่ในแบตเตอรี่ได้เปลี่ยนรูปไปแล้วสามารถจะทำให้สารเคมีดังกล่าวคืนรูปให้มาอยู่สภาพเดิม โดยการ ชาร์จ ซึ่งเป็นวิธีการใช้ไฟฟ้ากระแสตรงผ่านเข้าไปยังแบตเตอรี่นั้น

ถ่านไฟฉายเป็นแบตเตอรี่แบบแห้งชนิดหนึ่งที่น่าำไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีภายในถ่านไฟฉายใช้หมดแล้ว ไม่สามารถทำให้สารเคมีภายในถ่านไฟฉายคืนสภาพเดิมอีก แบตเตอรี่แห้งหรือถ่านไฟฉาย ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยการเกิดปฏิกิริยา

ของถ่าน (คาร์บอน) สังกะสี, อลูมิเนียมไดออกไซด์ และแมงกานีสไดออกไซด์ โดยการบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้.

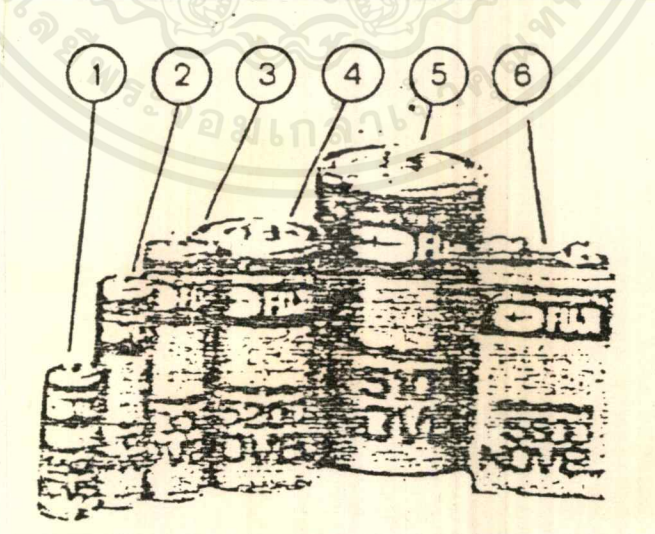
อลูมิเนียมออกไซด์ และแมงกานีสไดออกไซด์ลงในทรงกระบอกสังกะสี ซึ่งทำหน้าที่เป็นขั้วลบของแบตเตอรี่ด้วย ส่วนขั้วบวกของแบตเตอรี่ทำด้วยแท่งถ่าน (คาร์บอน) ด้านบนของแท่งถ่านครอบอยู่ด้วยแผ่น โลหะซึ่งอาจจะเป็นทองเหลืองหรือโลหะผสมอื่น ๆ

แบตเตอรี่แห่งใหม่สามารถผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 1.5 โวลต์ เมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะตกลงเป็น 1.4 โวลต์ และจะมีค่าคงที่อยู่ที่แรงเคลื่อนไฟฟ้านี้ จนกระทั่งสภาพของสารเคมีภายในแบตเตอรี่เปลี่ยนแปลงไป แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะตกลงจนไม่สามารถจะนำมาใช้งานได้

พลังงานที่ใช้อุปกรณ์ไฟฉายและไฟสัญญาณนี้ จะเป็นพลังงานที่ใช้กันกับหลอดไฟที่เรากำหนด และความเหมาะสมในด้านการใช้งานหลาย ๆ ด้านรวมกัน ซึ่งจากการพิจารณาแล้วพบว่า แบตเตอรี่ชนิดเซลล์แห้ง มีความเหมาะสมในการใช้งานที่สุด

#### แบตเตอรี่ชนิดเซลล์แห้ง

โดยพื้นฐานแล้วภายในจะประกอบไปด้วยอิเล็กโทรไลต์โครตโลหะต่างชนิดกัน 2 ชั้น แยกจากกันด้วยสารละลาย (อิเล็กโทรไลต์) ซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยาจะทำให้เกิดกระแสไหลบนอิเล็กโทรดโลหะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าโดยทั่ว ๆ ไปแล้ว แบตเตอรี่เซลล์แห้งแต่ละชนิดจะมีแรงดันขั้วประมาณ 1.5 โวลต์ หรือ 1.2 โวลต์ โดยมีความสามารถในการจ่ายกระแสแตกต่างกันออกไป

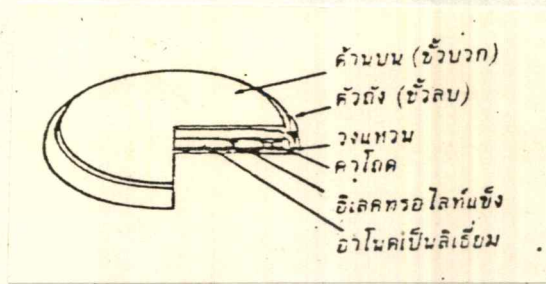


ภาพที่ 37 แสดงแบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

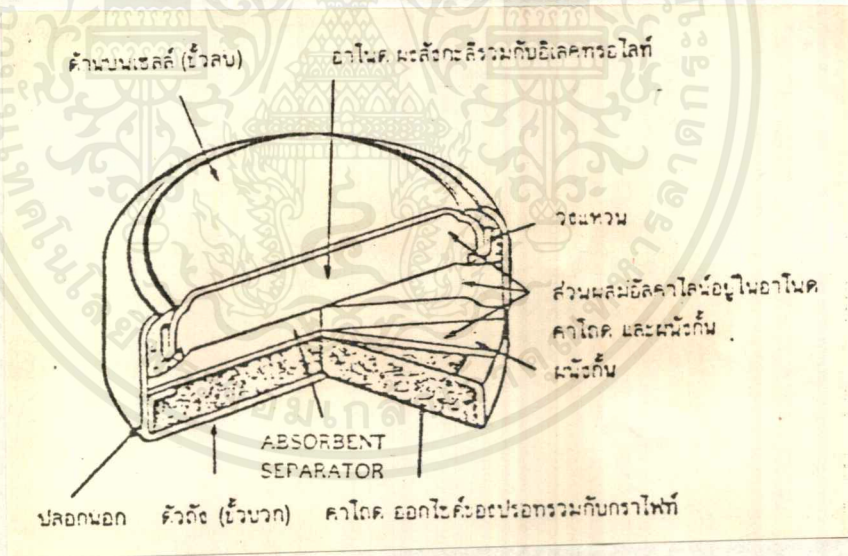


2. ชนิดลิเทียม (Lithium Batt) จะมีขนาดเล็กจิ๋ว จ่ายกระแส  
ได้น้อย ใช้งานนานหลายปี มีราคาแพงมาก



ภาพที่ 39 แสดงโครงสร้างโดยทั่วไปของเซลล์แบบลิเทียม

3. ชนิดเมอร์คิวรี มีลักษณะกลมแบน มีขนาดเล็กมากพอ ๆ กับ  
ยาเม็ดหรือเล็กกว่า ให้แรงดัน 1.5 โวลต์ ต่อหน่วย นิยมใช้ในเครื่องคิดเลขขนาดเล็ก นาฬิกา  
ข้อมือ อิเล็กทรอนิกส์ กล้องถ่ายภาพราคาแพง มีขนาดเล็ก และแรงดันสม่ำเสมอ ไม่อ่อนลงเมื่อ  
ใช้งานหมดอายุ



ภาพที่ 40 โครงสร้างโดยทั่วไปของเซลล์แบบเมอร์คิวรี

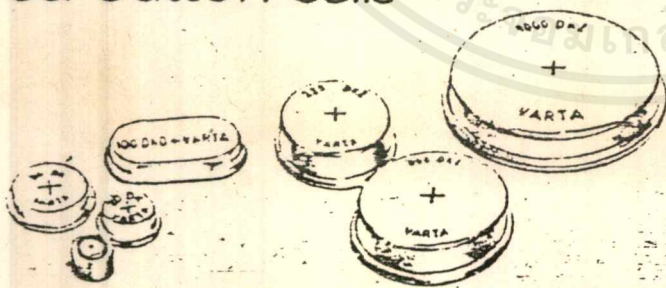
4. ชนิดรีชาร์จเอเบิล (Rechargable cell) มีรูปร่างและ  
ขนาดการใช้งานเหมือนกับ (Zinc-carbon) ซึ่งให้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าปกติเล็กน้อยคือ 1.2  
โวลต์ต่อหน่วย แต่ในทางปฏิบัติสามารถใช้แทนกันได้ แบตเตอรี่ชนิดนี้มีข้อดีตรงที่สามารถอัดไฟ  
ได้ใหม่เมื่อใช้หมดแล้ว โดยไม่ต้องเติมสารเคมีหรือน้ำกลั่น เหมาะกับงานที่กินไฟมาก และใช้  
งานบ่อย แต่ว่ามีราคาแพง แต่ถ้าเทียบกับอายุการใช้งานที่สามารถอัดไฟได้ใหม่ก็จะคุ้มค่ากว่ากัน  
มาก การใช้งานก็สามารถใช้แทนกันได้กับถ่านไฟฉายธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

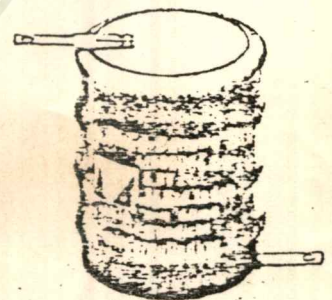


Cylindrical cell battery of 4 cells with solder tags

### Rechargeable Batteries -Cd button cells



Button cell battery of 3 cells in shrink sleeve with press contact

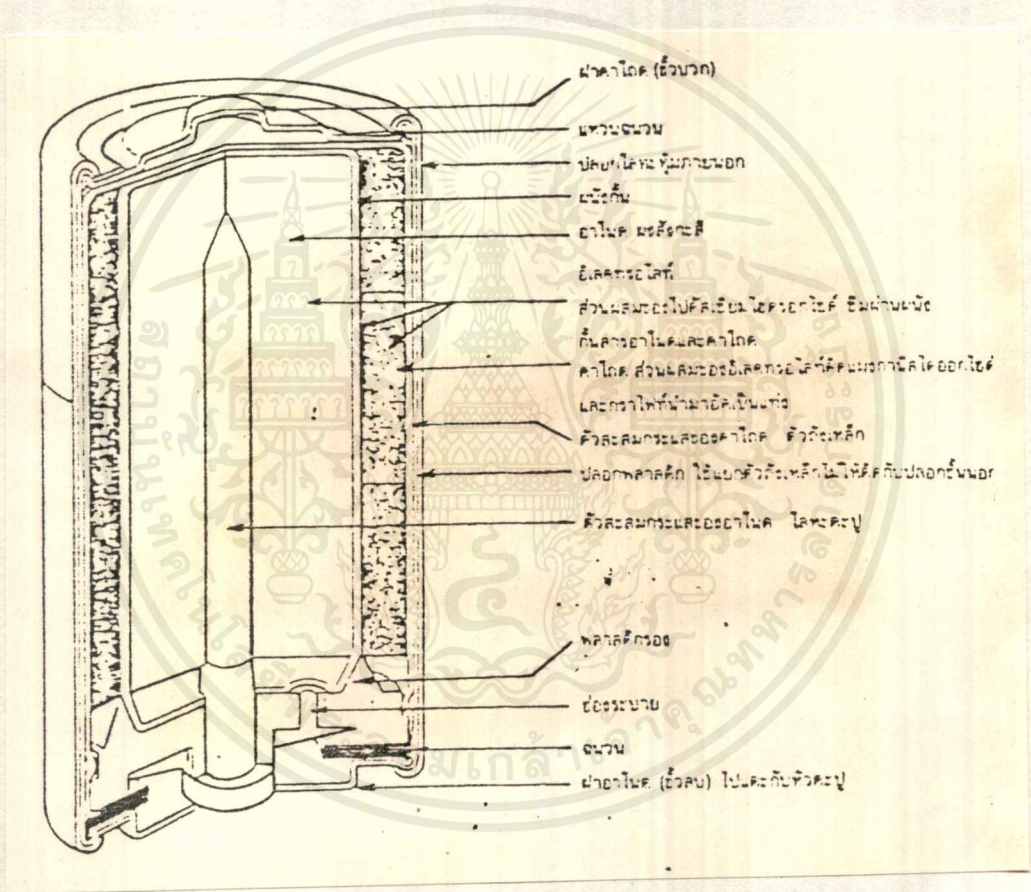


Button cell battery of 4 cells in shrink sleeve with solder tags

ภาพที่ 41 เซลล์แบบประจุไฟใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ชนิดอัลคาไลน์ จะมีรูปลักษณะภายนอกคล้ายกับเซลล์แบบที่ใช้สังกะสีและถ่านคาร์บอน ความแตกต่างของเซลล์ประเภทนี้อยู่ตรงที่ว่า สารเคมีข้างในมีลักษณะทางโครงสร้างและส่วนผสมที่แตกต่างกันออกไป โดยโครงสร้างของตัวไฟฟ้าจะกลับกันกับแบบแรก ตัวถังซึ่งเป็นโลหะห่อหุ้มถ่านมิได้เป็นขั้วไฟฟ้าอย่างแบบแรก สำหรับเซลล์ชนิดนี้มีขนาดของแรงเคลื่อนและกระแสตามขนาดและรูปร่าง เช่นเดียวกับกับแบบแรก



ภาพที่ 42 ภาพแสดงเซลล์แบบอัลคาไลน์แมงกานีส

สมรรถนะของแบตเตอรี่ที่วัดเป็น "แอมแปร์-ชั่วโมง" นั้นแท้จริงหมายถึง อัตราที่จะนวนกระแสไฟที่สามารถจ่ายออกจากแบตเตอรี่นั้น ๆ โดยเริ่มจากไฟเต็มหม้อ ติดต่อกันตลอด 20 ชั่วโมงโดยสม่ำเสมอ หากต้องจ่ายกระแสไฟด้วยจำนวนที่มากกว่ากระแส 20

ชั่วโมง สมรรถนะของแบตเตอรี่จะลดลงดังนี้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาใช้งานแบตเตอรี่	สมรรถนะแบตเตอรี่
20 ชั่วโมง	100 %
10 ชั่วโมง	89 %
5 ชั่วโมง	67 %

### 2.6.6 เสียง (Audio)

เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน เสียงเดินทางได้ในของแข็ง ของเหลว และ ก๊าซ แต่เสียงไม่สามารถผ่านสุญญากาศได้ ถ้าต้นกำเนิดเสียงแรงมาก จะมีเสียงได้ยินไปไกล ถ้าต้นกำเนิดแรงน้อยจะได้ยินใกล้ ๆ คลื่นเสียงเป็นคลื่นแนวขวาง (Transverse Wave) มีความเร็วในอากาศประมาณ 1090 ฟุตต่อวินาที (ที่อุณหภูมิศูนย์องศาเซลเซียส) และจะเพิ่มขึ้น ประมาณ 2 ฟุต ต่อวทหนึ่งองศาเซลเซียส คลื่นเสียงไม่สามารถขยายให้ดังขึ้น หรือเก็บ รักษารูปคลื่นไว้ได้ แต่สามารถแปลงเป็นคลื่นไฟฟ้าโดยใช้ไมโครโฟน (Microphone)

เมื่อเปลี่ยนคลื่นเสียง เป็นคลื่นไฟฟ้าแล้วจึงสามารถขยายสัญญาณให้แรงมากขึ้น และสามารถเก็บรักษารูปคลื่น โดยวิธีทาง ไฟฟ้าได้ ถ้าต้องการฟัง เสียงที่บันทึกก็เปลี่ยนรูปคลื่น ทางไฟฟ้าให้เป็นคลื่นเสียง โดยอาศัยลำโพง (Speaker)

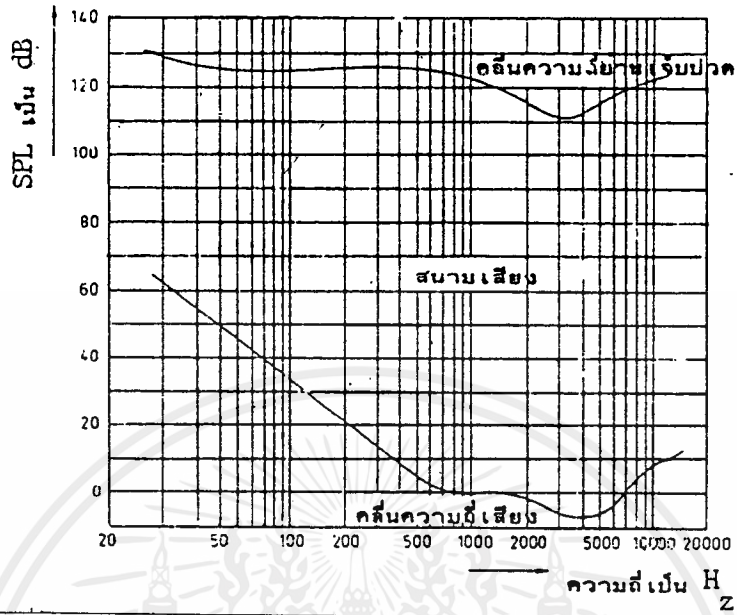
#### 2.6.2.1 ระดับเสียง

หูมนุษย์ปกติสามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่ย่าน 20-20,000 Hz<sup>1</sup> การตอบสนองความถี่สูงของแต่ละคนเปลี่ยนแปลงไปตามวัย อายุยิ่งมากความสามารถที่จะรับรู้ เสียงยิ่งลดลง เสียงใดมีความถี่สูงกว่าอีกเสียงหนึ่งเรียกว่า Higher Pitch

#### 2.6.2.2 ความไวของหูกับความเข้มของเสียง

ระดับเสียงต่ำสุดของเสียงที่เราได้ยินเรียกว่า Threshold Value of Hearing เมื่อเพิ่มความเข้มของเสียงถึงค่าหนึ่งที่ทำให้เริ่มให้ความรู้สึกเจ็บปวด ค่านี้เรียกว่า Threshold Value of pain ซึ่งค่านี้เปลี่ยนแปลงไปตามย่านความถี่เสียง

<sup>1</sup>HZ (Hertz) คือหน่วยวัดความถี่ของคลื่น เป็นจำนวนความถี่ในหนึ่งวินาที



ภาพที่ 43 ลักษณะสมบัติของคลื่นความถี่เสียง และคลื่นความถี่ที่ทำให้เจ็บปวดหู

### 2.6.2.3 ความเข้มของเสียง

การบอกค่าความเข้มของเสียง จะเปรียบเทียบกับค่าความถี่มาตรฐานที่ 100 Hz ที่มีความเข้ม  $10^{-16}$  Watt/cm.<sup>2</sup> (เป็นค่า Threshold Value of Hearing ของเสียง 1000 Hz) มีหน่วยเป็น Bel แต่ขนาดใหญ่มากไม่เหมาะสมจึงนิยมบอกเป็น เดซิเบล (Db) โดยมีสูตรคำนวณค่าความเข้มคือ

$$\text{Log } 10 \frac{I_1}{I_2} \text{ Bel}$$

$$I_2$$

$$I_1 = \text{ความเข้มของเสียงที่ต้องการวัด}$$

$$I_2 = \text{ความเข้มเสียงมาตรฐาน}$$

$$1 \text{ Bel} = 10 \text{ dB}$$

ความดังของเสียงแปรเปลี่ยนตามความถี่ของเสียง เช่น ความถี่เสียงขนาดกลางมีความเข้มน้อย อาจให้ความรู้สึกดังเท่ากับความถี่สูง หรือความถี่ต่ำที่มีความเข้มมาก

#### 2.6.2.4 โฟน (Phones)

โฟนเป็นหน่วยวัดระดับเสียง ระดับของเสียงในหน่วยของโฟน จะมีระดับค่าปานกลางของค่ากำลังอัดของเสียง (dB) คือเทียบกับ  $2.0 \times 10^{-11} \text{ N/m}^2$  เมื่อความถี่ 1000 Hz จากต้นกำเนิดถึงผู้ฟัง

#### 2.6.2.5 โซน (Sones)

ในหน่วยของการวัดระดับเสียงในโซน หมายความว่า เมื่อความถี่ 1000 Hz ซึ่งมีระดับความดัง 40 dB ไปยังหูฟัง จะให้ระดับความดัง 1 โซน

2.6.2.6 การสะท้อนและก้องของคลื่นเสียง (Sound Reflection และ Echo)

คลื่นเสียงจะสะท้อนเมื่อกระทบสิ่งกีดขวางส่วนหนึ่งจะถูกดูดคลื่นไปเป็นพลังงานความร้อน ส่วนหนึ่งผ่านวัตถุนั้น อีกส่วนจะสะท้อนกลับ การสะท้อนกลับของเสียงเหมือนกับแสงคือ มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

การสะท้อนหลาย ๆ ครั้งเรียกว่า เสียงสะท้อน (Echo) แต่ถ้ามีการสะท้อนจำนวนมากครั้ง เช่น 200-300 ครั้ง จะทำให้รู้สึกว่าเป็นเสียงนั้นยืดยาวกว่าปกติ ซึ่งเรียกว่าการยืดยาวเสียง

ตารางที่ 9 แสดงคุณสมบัติในการดูดซึมเสียง เมื่อใช้วัสดุดูดซึมเสียงต่างชนิดกันที่มีความถี่ต่างกัน

วัสดุ	125 H <sub>z</sub>	250 H <sub>z</sub>	500 H <sub>z</sub>	1000 H <sub>z</sub>	2000 H <sub>z</sub>	4000 H <sub>z</sub>
อิฐไม่เคลือบเงา	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07
อิฐทาสี	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
คอนกรีตบล็อค	0.36	0.44	0.31	0.29	0.39	0.25
คอนกรีตบล็อคทาสี	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08
คอนกรีต	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
ไม้	0.05	0.11	0.005	0.07	0.06	0.07
แก้ว หน้าต่างกระจก	0.35	0.25	0.181	0.12	0.07	0.04
พลาสติกอร์	0.013	0.015	0.02	0.03	0.04	0.05
ไม้อัด	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11
กระเบื้อง 6 ปอนด์/ลพฟ.	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
ไฟเบอร์กลาส	0.48	0.82	0.97	0.99	0.90	0.86

คุณสมบัติในการดูดซึมเสียง ใช้หน่วยเป็น ซาบิน หมายถึง การดูดซึมเสียงในพื้นที่ผิว 1 ตารางฟุตต่อพื้นที่ผิว S จะมีคุณสมบัติในการดูดซึมเสียง ดังนั้น คุณสมบัติในการดูดซึมเสียงทั้งหมด คือ  $S \times$  ซาบิน

$$S = \text{พื้นที่ผิว}$$

$$= \text{ซาบิน}$$

$$= \text{พลังงานเสียงสะท้อนกลับหมด}$$

$$= \text{พลังเสียงถูกดูดกลืนไว้หมด}$$

ตารางที่ 10 แสดงวัสดุชนิดต่าง ๆ กับการยึดเกาะของเสียงเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากตารางจะเห็นว่าวัสดุเหล่านี้เป็นวัสดุที่มีการยึดเกาะของเสียงค่อนข้างสูงมาก

วัสดุ	การสะท้อนของเสียงเป็น %
หินธรรมชาติขัดมัน	95
ปูฉาบ	95
ไม้ (ขัดมัน หรือเคลือบแลคเกอร์)	95
ไม้ (ทาสีธรรมดา)	90
กำแพงเรียบที่ทำด้วยซีเมนต์	80-85
ฝ้าผนังที่ทำด้วยทรายหยาบ (ชนิดรอยต่อต่าง ๆ กัน)	75
ฝ้าผนังที่เป็นภาพปูน	64
ฝ้าผนังที่ทำด้วยวัสดุขรุขระ หยาบ	35
ผ้าม่าน พรหม (ชนิดไม่มีวัสดุยึดหุ้รอร่องข้างล่าง)	75
พรหม ชนิดมีลึกลงลาดผสม	50
เวทีที่ทำจากวัสดุแข็ง	30
ลึกลงลาดอัดหนา (ไม่ได้ติดที่ฝ้าผนัง)	25
ผ้ากำมะหยี่ชนิดขนยาว	20

การที่มีเสียงสะท้อนมากขณะฟังทำให้ผู้ฟังเกิดความรำคาญ กลับกันถ้าไม่มีเสียงสะท้อนเลยเสียงจะห้วน ๆ ต้วน ๆ ดังนั้นเสียงที่มีคุณภาพ ควรมีการสะท้อนของเสียงบ้างเล็กน้อย

**2.6.2.7 การหักเหของคลื่นเสียง (Refraction of Sound)** เสียงมีลักษณะการเดินทางเปลี่ยนไปตามลักษณะของตัวกลาง เช่น เมื่อผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกันจะเกิดการหักเห เมื่อผ่านอุณหภูมิจะหักเหขึ้นด้านบน ถ้าผ่านไปทีอุณหภูมิต่ำจะหักเหลงด้านล่าง และเสียงผ่านอากาศชื้น (Moist Air) ได้เร็วกว่าอากาศแห้ง (Dry Air)

### 2.6.8 เครื่องขยายเสียง (Amplifier)

จากสาเหตุที่ว่าเสียงไม่สามารถเพิ่มระดับความดังได้ในสภาพปกติต้องอาศัย

การขยายสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นการช่วยในการขยายเสียงให้มีความดังตามต้องการจึงเกิดเครื่องเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขยายเสียงขึ้น ทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงที่ถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วเปลี่ยนกลับเป็นคลื่นเสียงที่มีความดังมากขึ้น

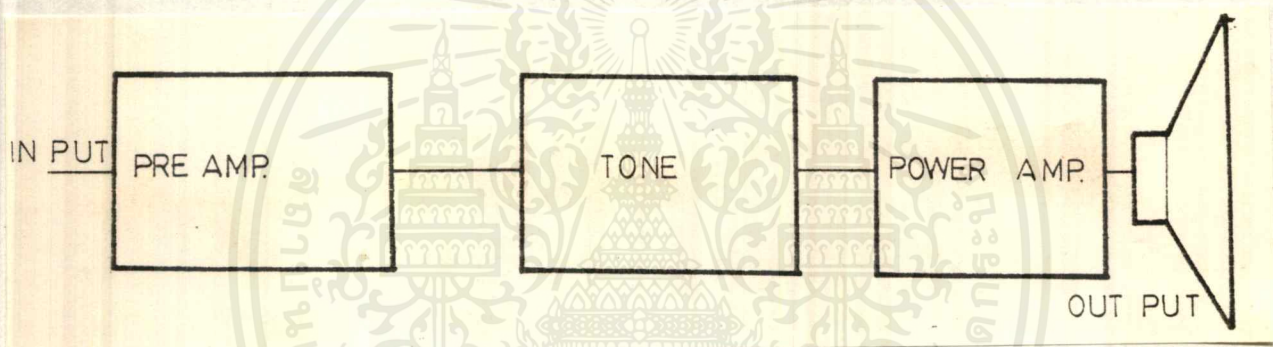
### 2.6.3.1 องค์ประกอบของเครื่องเสียง

ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

1.1 ปรีแอมป์ (Pre-Amplifier)

1.2 โทนคอนโทรล (Tone-Controlled)

1.3 ภาคขยายกำลัง (Power Amplifier หรือ Main Amp)



ภาพที่ 44 องค์ประกอบของเครื่องขยายเสียง

ปรีแอมป์ เป็นวงจรขยายเตรียมสัญญาณ เพื่อให้สัญญาณที่เข้า

มามีขนาดพอที่จะทำให้วงจรมหาขยายกำลัง หรือระบบ พี.เอ. (Public Address) ทำงานได้เต็มทีตามกำลังวัตต์ที่ออกแบบ เนื่องจากว่าสัญญาณที่เข้ามาอินพุต (IN-PUT หรือ I/p)

ชนิดต่าง ๆ มีความแรงไม่เท่ากัน ดังนั้นจำเป็นที่เราจะต้องจัดขนาดของสัญญาณให้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด แต่ถ้าสัญญาณที่เข้ามามีความแรงอยู่แล้วก็ไม่จำเป็นต้องผ่านวงจรปรีแอมป์

โทนคอนโทรล เป็นวงจรที่ใช้สำหรับยกระดับเสียงที่ออกมา นั้น ให้มีคุณภาพเสียงเหมาะกับการรับฟังมากที่สุด เพราะโดยปกติวงจรขยายที่ใช้ทรานซิสเตอร์ หรือ ไอ

ซีส่วนใหญ่แล้วตอบสนองเสียงปานกลางได้ดีที่สุด วงจรโทนคอนโทรลจึงจำเป็นต้องเข้ามาเพื่อยกระดับคุณภาพเสียงให้ดียิ่งขึ้น วงจรโทนคอนโทรลที่สามารถปรับรายละเอียดในเรื่องของ

ความถี่ในแต่ละช่วงได้ และให้ผลครอบคลุมย่านความถี่ได้มากชองนั้น เรียกว่า "อีควอไรเตอร์"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยายกำลัง หรือเพาเวอร์แอมป์ เป็นตัวขยายกำลังหลักของ วงจร จึงเรียกวงจรภาคนี้ว่าเมนแอมป์ ภาคนี้จะเป็นตัวบอกกำลังขยายว่ามีกำลังขยายกี่วัตต์ ทรานซิสเตอร์ที่ใช้งานในภาคสุดท้าย หรือเสตจสุดท้ายจะเป็นทรานซิสเตอร์ เพาเวอร์ ซึ่ง ทนกระแสได้สูง และให้กำลังขยายสูง

### 2.6.3.2 คลาสการขยาย (Class)

เป็นวิธีการแบ่งระดับชั้นของวงจรขยายตามจุดการทำงาน

ของทรานซิสเตอร์ การออกแบบวงจรขยายจำเป็นต้องหาจุดการทำงาน (Operation Point) หรือจุด Q ของทรานซิสเตอร์ ซึ่งหาได้โดยการอาศัยเส้นโหลดไลน์ (Load Line) หรือเส้น แสดงการทำงานของทรานซิสเตอร์อันระบุมากับคู่มือของทรานซิสเตอร์เบอร์นั้น ๆ

#### วงจรขยายแบ่งตามคลาสได้ดังนี้

ก) วงจรขยายคลาส เอ. (Class A Amplifier) จุดทำงาน ของคลาสนี้อยู่กึ่งกลางเส้น โหลดไลน์เพอดี เพื่อให้สัญญาณอินพุตถูกขยายทั้งช่วงบวกและช่วงลบ ๆ กัน อัตราการขยายในคลาสนี้จะต่ำ เพราะสัญญาณอินพุตที่มีความแรงเกินไปอาจทำให้ ทรานซิสเตอร์อิ่มตัวและคัทออฟได้ สัญญาณที่ออกมาจึง โดนชลิบเมื่ออินพุตแรงเกินไปเกิด แรงเคลื่อนระหว่างคอลเล็คเตอร์-อิมิตเตอร์เท่ากับเครื่อง หนึ่งของแหล่งจ่ายจึงทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานแล้วสัญญาณสามารถสวิง ไปหาบวกและลบได้ เท่า ๆ กัน

ข้อดี : วงจรง่าย

ข้อเสีย : มีประสิทธิภาพไม่เกิน 25 %

ที่ใช้ : ใช้ในวงจรขยายที่ให้กำลังขยายไม่เกิน 1 วัตต์

ข) วงจรขยายคลาส บี. (Class B Amplifier) จุดการ ทำงานอยู่ตรงตำแหน่งคัทออฟเพอดี สัญญาณที่เข้ามาทางอินพุตจึงถูกขยายมาเพียงเฟสเดียว อีก เฟสหนึ่งตัดทิ้ง เช่น ทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN ขยายได้เฉพาะเฟสบวก ในขณะที่ทรานซิส เตอร์ชนิด PNP ขยายได้เฉพาะเฟสลบ เอาท์พุทที่ออกมาจึงมีอาการเพี้ยนมาก แต่สา มารถขยายสัญญาณที่มีขนาดใหญ่ได้ นิยมใช้กับวงจรขยายกำลังหรือระบบ พี.เอ. เพื่อลดปัญหา การเพี้ยนของสัญญาณลง จึงต้องใช้วงจรแบบ พุช-พูล (Push-Pull) ใช้ทรานซิสเตอร์สองตัว ทำงานร่วมกัน ให้ผลัดกันทำงานตัวละครึ่งไซเคิล

- ข้อดี : 1. มีประสิทธิภาพสูงถึง 78.5 %  
 2. ไม่ต้องสูญเสียกำลังขยายที่ไม่มีสัญญาณเข้า  
 3. ทรานซิสเตอร์สามารถจ่ายกำลังได้ 5 เท่า  
 ของคลาส เอ.

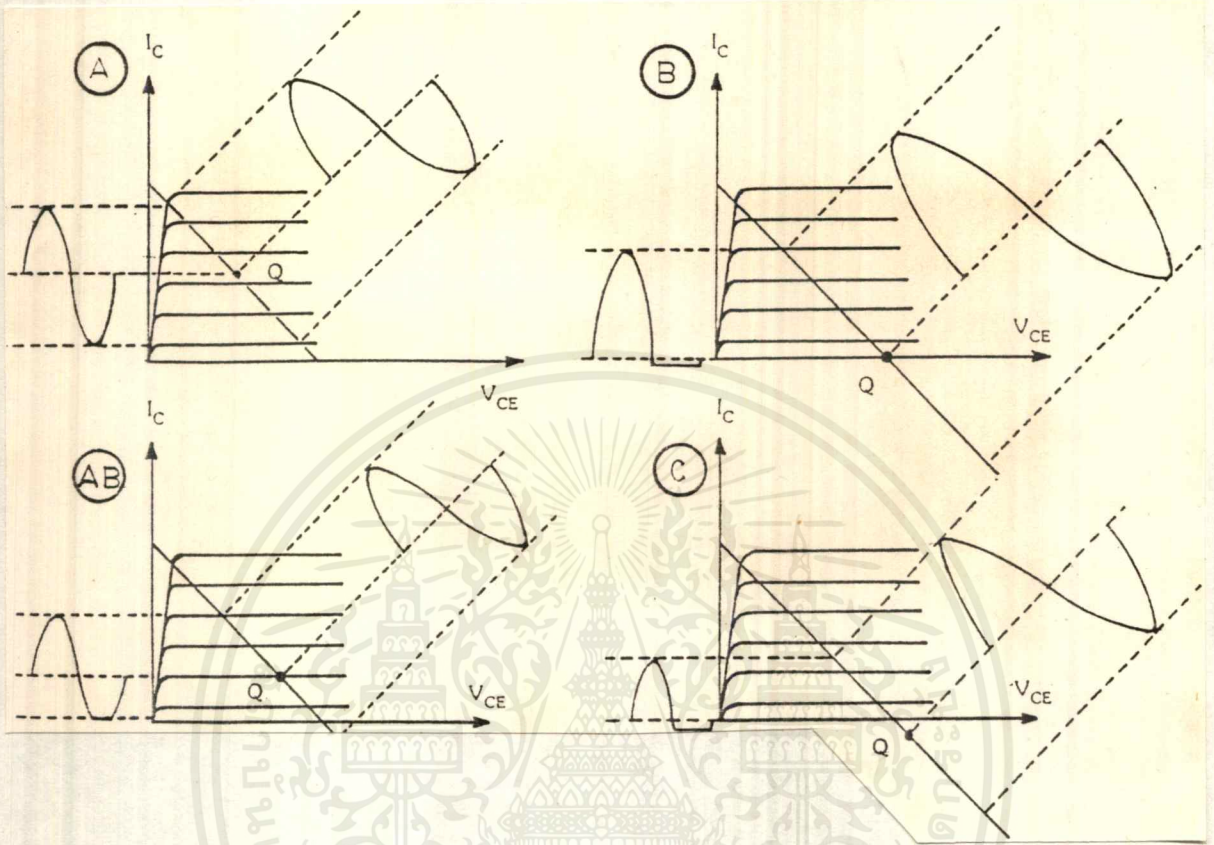
ข้อเสีย : มีการเพี้ยนที่ช่วงข้ามผ่าน (Class-Over distortion)

ที่ใช้ : ใช้กันแพร่หลายในวงจรขยายเสียง และควบคุม  
 มอเตอร์ที่ใช้กำลังสูงกว่า 1 วัตต์

#### ค) วงจรขยายคลาส เอบี. (Class AB. Amplifier)

จุดทำงานอยู่ระหว่างวงจรขยายคลาส เอ. และคลาส บี. สัญญาณจะถูกขยายทั้งสองช่วงแต่ยอด  
 คลื่นช่วงขยายออกมาจึงอยู่ระหว่างคลาส เอ. กับ คลาส บี. เหมาะสำหรับวงขยายกำลัง  
 (Power Amp.) ซึ่งเวลาทำงานต้องใช้วงจรทรานซิสเตอร์สองตัวร่วมกันทำงาน เช่นกัน จึงจะ  
 ได้คุณภาพดี

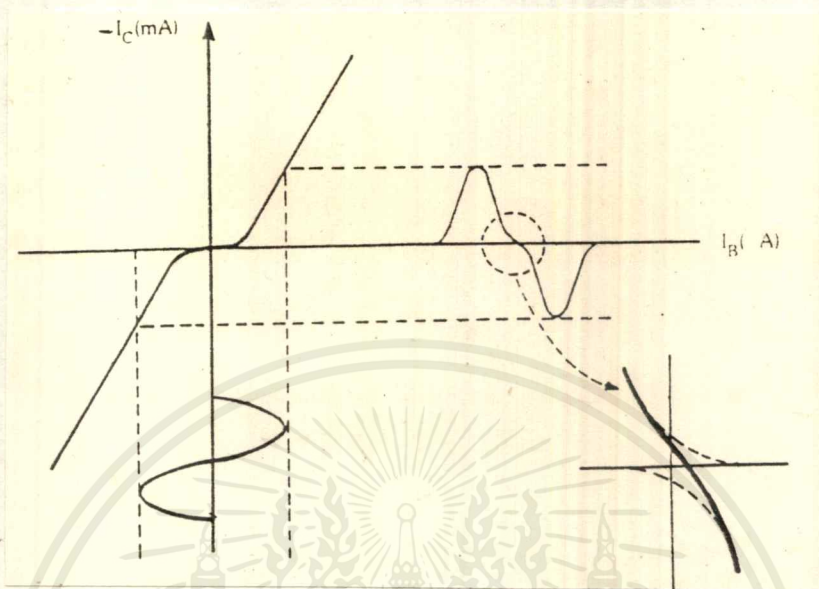
ง) วงจรคลาส ซี. (Class C. Amplifier) จุดทำงาน  
 เลยจุดตัดออฟไป สัญญาณที่เข้ามาทางอินพุตจะต้องมีความแรงพอที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์รับรู้  
 กระแส (Conduct) เสียก่อนทรานซิสเตอร์จึงจะทำงาน วงจรขยายคลาสนี้ขยายได้เพียงปลาย  
 คลื่นของสัญญาณเพียงเฟสเดียวเท่านั้น ก่อให้เกิดความเพี้ยนสูงที่สุด จึงไม่เหมาะสำหรับการสร้าง  
 ไวฟ์งเสียง แต่อาจจะเหมาะสำหรับการให้กำลังวัตต์สูง ๆ เพราะสามารถป้อนสัญญาณอินพุตให้  
 มีความแรงได้



ภาพที่ 45 คลาสการขยายต่าง ๆ

วงจรขยายแบบ พูช-พูล (Push-Pull) สัญญาณอินพุตจะแยกเฟสให้ต่างกัน  $180^\circ$  โดยใช้ภาคเอาต์พุต 2 ชุด ชุดหนึ่งขยายครึ่งบวก อีกชุดขยายครึ่งลบ แล้วนำสัญญาณมารวมกัน โดยใช้ทรานส์ฟอร์มเมอร์วงจรขยายจะเป็นคลาส บี.

แต่เนื่องจากคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์ใกล้จุดคัทออฟจะขยายไม่ลิเนียร์ ทำให้เกิดครอสโอเวอร์ดิซทอร์ชัน แก้ปัญหาโดยเพิ่มไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ทำงานอยู่ในคลาส เอบี.



ภาพที่ 46 การเขียนครอสโอเวอร์

### 2.6.3.3 ลักษณะวงจรเพาเวอร์แอมป์ หรือเมกแอมป์

สามารถแบ่งตามลักษณะของวงจรได้ 5 แบบใหญ่ ๆ คือ

ก. โอปโท (OPT. : Output Transformer) มีอุปกรณ์สำ

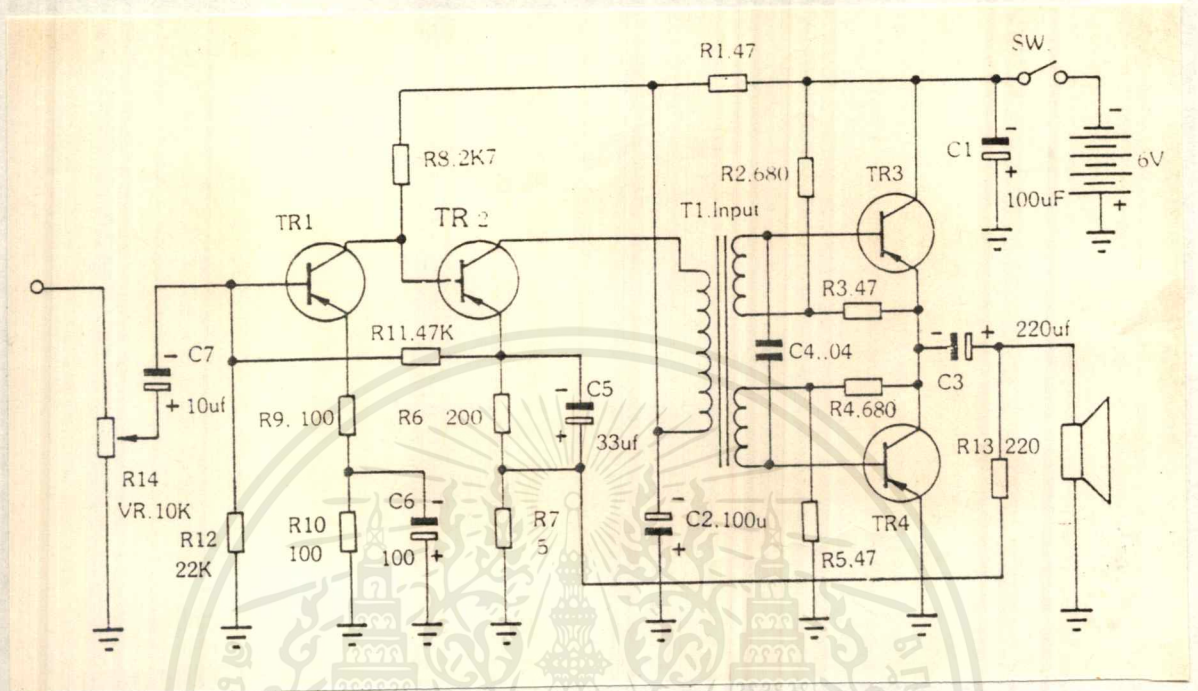
คัญสองตัวคือ อินพุททรานส์ฟอร์มเมอร์ กับเอาต์พุททรานส์ฟอร์มเมอร์ เป็นตัวทำให้วงจรสามารถขยายสัญญาณเสียงแบบ พุช-พูล อินพุททรานส์ฟอร์มเมอร์ทำหน้าที่แยกเฟสของสัญญาณให้ต่างเฟสกัน 180 องศา

ข้อดี : ประหยัดแหล่งจ่ายไฟ โดยใช้แหล่งจ่ายไฟเพียงชุดเดียว

ข้อเสีย : 1. ถ้าต้องการวัตต์สูง เอาต์พุทจำเป็นต้องโตตามไปด้วย ทำให้น้ำหนักมาก ค่าใช้จ่ายสูง

2. การตอบสนองความถี่ไม่ชัดเจนตลอดย่านความถี่เนื่องจาก ค่า  $X_L$  ของทรานส์ฟอร์มเมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 47 แสดงวงจร โอทีแอล

ข. โอทีแอล (OTL. : Output Transformer Less)

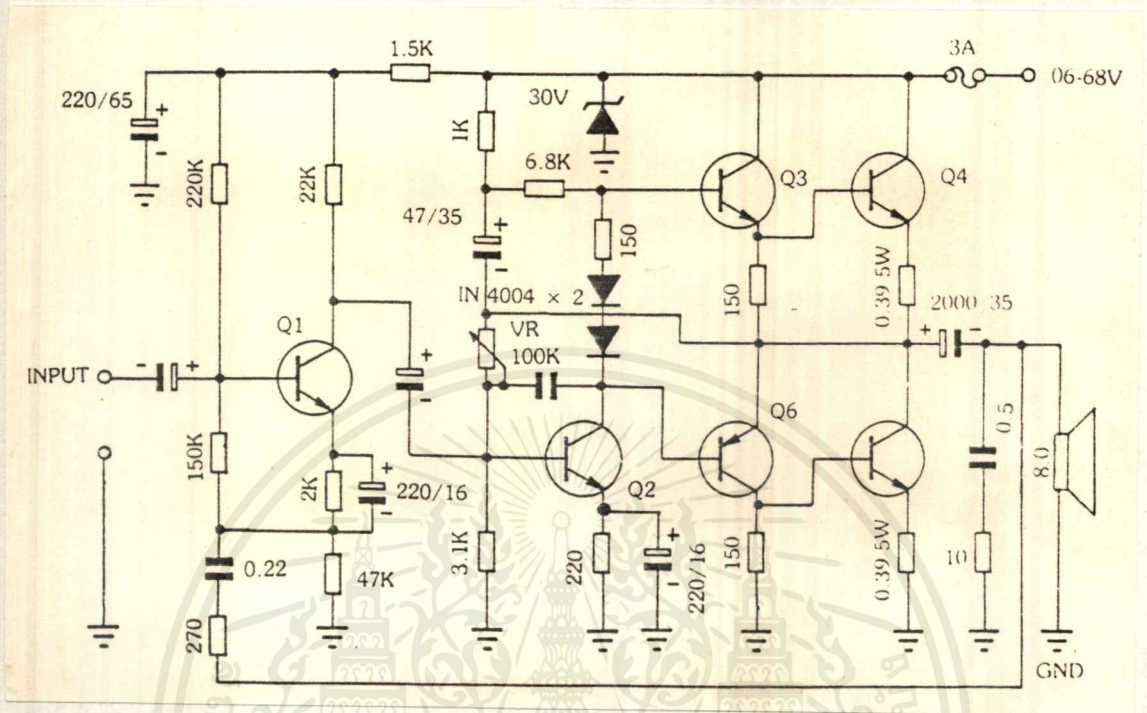
ภาคเอาต์พุตเป็นทรานซิสเตอร์คู่แมทช์แพร์ (Match Pair) โดยทรานซิสเตอร์จะแบ่งกันขยายสัญญาณตัวละครึ่งซีก

- ข้อดี :
1. ใช้แหล่งจ่ายไฟเพียงชุดเดียว
  2. คาปาซิเตอร์ที่จุดเอาต์พุตเป็นตัวป้องกันแรงเคลื่อนไฟฟ้าไม่ให้ออกไปยังลำโพง แม้ว่าการทำงานของวงจรผลิตลาจนาทรานซิสเตอร์ภาคเอาต์พุตเสีย

- ข้อเสีย :
1. ทรานซิสเตอร์ คู่แมทช์แพร์ต้องทำงานเหมือนกันทุกประการมิฉะนั้นจะเกิดความเพี้ยนของสัญญาณเอาต์พุต

2. ตอบสนองความถี่ต่ำไม่ดีนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 48 วงจรเพาเวอร์แอมป์ โอทีแอลครอสส์คอมพลีเมนทารี

ค) โอทีแอล. (OCL. Output Condenscor Less)

วงจรมีคอนเดนเซอร์ตรงจุดออกลำโพง โดยต่อลำโพงเข้าโดยตรง แต่เนื่องจากไบอัสของภาค เอาท์พุทไม่อาจจะใช้ได้อย่างวงจร โอทีแอลได้จึงต้องใช้แหล่งจ่ายไฟถึง 2 ชุด คือ + Vcc กับ -Vcc

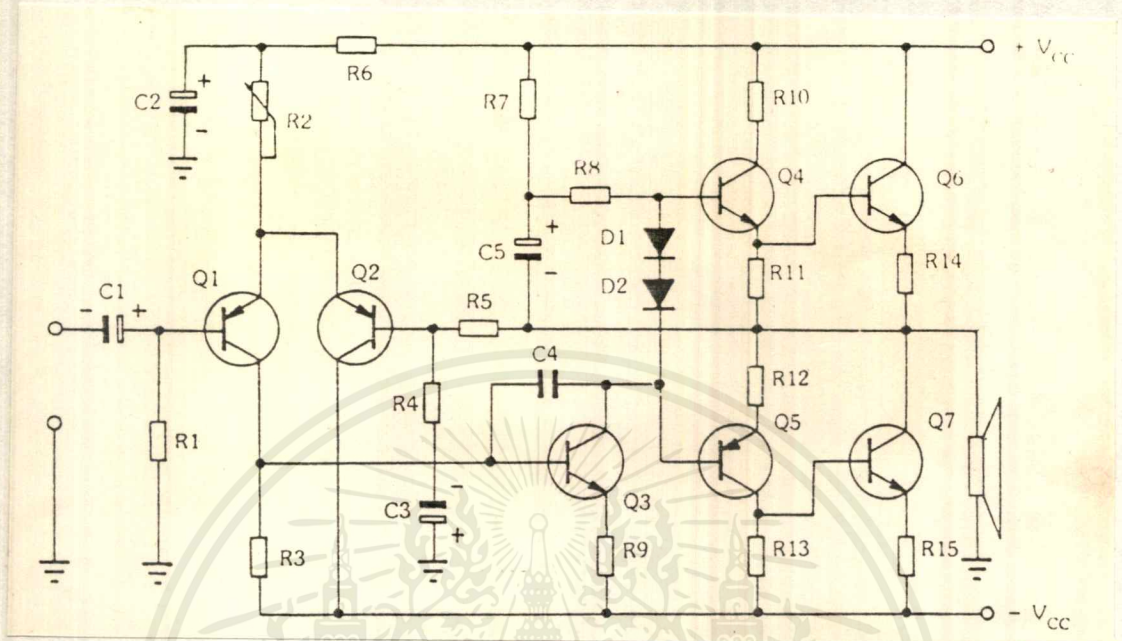
แหล่งจ่ายไฟสองชุดมีเหตุผลคือกระแสทางบวกกับกระแสทางลบเข้ามาหักล้างกันตรงจุดออกลำโพง ทำให้จุดออกลำโพงเป็นศูนย์ ลำโพงจึงไม่มีแรงไฟดีซี. เข้ามายังวอยซ์คอยล์ เพื่อให้จุดออกลำโพงมีค่าแรงดันเป็นศูนย์อย่างแท้จริงจึงต้องมีวงจรดีฟเฟอเรนเชียล (Differential) บางครั้งยังต้องมีวงจรป้องกันกระแสเอาท์พุทเกิน และวงจรป้องกันลำโพงอีกด้วย เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับลำโพง

ข้อดี : ตอบสนองความถี่ได้ตลอดย่านความถี่เสียง

ข้อเสีย : 1. วงจรยุ่งยากมีวงจรประกอบมากมาย

2. ใช้แหล่งจ่ายไฟ 2 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 49 วงจรไอซีแอมป์ ขนาด 30 วัตต์

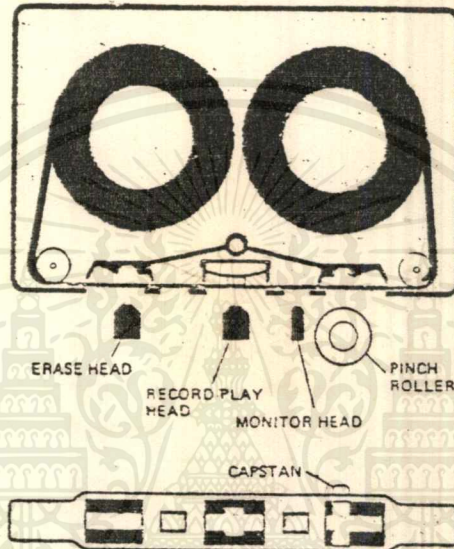
ง) บีซีแอล. หรือ บริดจแอมป์ (BCL. : Bridge Condensor Less) เป็นวงจรขยายลักษณะไอซีแอมป์. สองชุด มาต่อเข้ากับลำโพงชุดเดียว (อาจเป็นแบบ ไอซีแอมป์ ก็ได้) แรงดันออกลำโพงจะเท่ากับศูนย์ กำลังขยายเป็นสองเท่าในเวลาเดียวกัน นิยมใช้กับเครื่องขยายที่มีแรงดันไฟฟ้า จำกัด เช่นรถยนต์

- ข้อดี :
1. ใช้กับแรงดันไฟชุดเดียว
  2. ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ จำกัด
  3. กำลังขยาย 2 เท่าในเวลาเดียวกัน

ข้อเสีย : ต้องระวังอย่าให้สายลำโพงต่อลงกราวด์จะทำให้  
ลำโพงเสียหาย



2.4.6 เทปคลาสเซ็ท (Cassette Tape) คล้ายแบบแมกเนติก แต่ขนาดเล็กกว่า มี ม้วนที่บรรจุเทป (Supply reel) และม้วนสำหรับเทป (Take up reel) และตัวบังคับอยู่ใน กล่องพลาสติก ด้านข้างมีช่องสำหรับให้หัวเทปสัมผัสจับแถบเทป ด้านตรงกันข้ามจะมีตัวป้องกันการบันทึกซ้ำ (Tab)



ภาพที่ 52 แถบเทปคลาสเซ็ท

แผ่นเทปกว้าง  $1/8$  " ความเร็ว  $1\frac{7}{8}$  IPS. สามารถบันทึกแบบสเตอริโอ 2 ช่อง และ 4 ช่องได้ เทปจะเดินไปทางเดียว การบันทึกหลาย ๆ แถบจึงต้องกลับม้วนเทป ปัจจุบันเทปคลาสเซ็ทที่มีคุณภาพสูงมาก ๆ กับแบบแมกเนติกติดสองความถี่สูงถึง  $15,000$  Hz หรือมากกว่า โดยใช้แถบเทปพิเศษ และปรับปรุงหัวเทปให้ดีขึ้น แต่จะมีการ Flutter ตอนเริ่มเดินเทป แต่ปัจจุบันปรับปรุงให้น้อยกว่า  $0.1\%$

ความยาวของเทปคลาสเซ็ท จะบอกเป็นเวลาในการบันทึกสองด้าน ขนาดที่ใช้ทั่วไปมีดังนี้ C-30, C-40, C-60, C-80, C-90, C-120 ตัวเลขคือเวลาเป็นนาทีในการบันทึกได้

#### 2.6.4.1 ลักษณะของแถบเทปคลาสเซ็ท

ก. แบบ Standard แบบมีเสียงรบกวนน้อย (Low Noise)

แถบเทปฉาบด้วย Cobalt doped Ferric oxide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. แบบ Chromium dioxide ( $C_r O_2$ ) คุณภาพสูงเกิด  
ความเพี้ยนน้อย

ค. แบบ Ferric oxide ความเพี้ยนน้อยและให้สัญญาณสูง

ง. แบบ Ferrichrome แถบเทปเคลือบด้วย  $C_r O_2$  และ  
Feric oxide ให้คุณภาพสูง

2.6.4.2 เทปคาร์ทริดจ์ (Cartridge) ให้คุณภาพเสียงสมบูรณ์ มี 8  
แถบเสียง แถบเสียงมีความกว้าง 1/4 " บรรจุในกล่องพลาสติก โดยปลายทั้งสองข้างต่อกัน  
ด้านหน้าของกล่องมีช่องให้เทปสัมผัสกับหัวเทป มีความเร็ว 3/4 IPS.



ภาพที่ 53 แถบเทปคาร์ทริดจ์

#### 2.6.4.3 การเก็บรักษาม้วนเทป

การเก็บรักษาม้วนเทปที่ถูกต้องทำให้ม้วนเทปมีอายุและคุณภาพคงทน

1. ควรเก็บในที่ ๆ มีอุณหภูมิ 50-99 F และความชื้นระหว่าง  
40-60 %
2. ไม่ควรเก็บในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก เช่น มอเตอร์ หม้อ  
แปลง เป็นต้น เพราะสนามแม่เหล็กมีผลให้สนามแม่เหล็กในแถบเทปเปลี่ยนแปลง (กล่องโลหะจะ  
ป้องกันสนามแม่เหล็กได้อย่างดี)
3. ควรจับม้วนเทปด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากแถบเทป  
อาจบิดงอ ทำให้เทปเดินไม่สะดวกและอาจขาดได้
4. เมื่อร้อยเทปผ่านหัวเทปจะต้องไม่ให้ดึงหรือหย่อนเกินไปจะทำให้  
ให้เทปยืดหรือขาดได้
5. ถ้าต้องเก็บเทปไว้เป็นเวลานานควรเก็บในกล่องอย่างดี
6. ตามปกติไม่จำเป็นต้องทำความสะอาดเทป แต่ถ้าไม่สกปรก

มากกว่าใช้ผ้านุ่มทำความสะอาดขณะกรอกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.6.4.4 การบำรุงรักษาเครื่องบันทึกเทป

1. เมื่อเลิกใช้เครื่องแล้วจะต้องอยู่ในตำแหน่งปกติ โดยเฉพาะลูกยางที่กดเทปให้เดิน ถ้าอยู่ในตำแหน่ง Play Back นาน ๆ จะเสียรูปทรงทำให้เทปเดินความเร็วไม่สม่ำเสมอ
2. เทปที่มีรอยต่อไม่ดีหรือเทปที่บิดงอไม่ควรนำมาใช้เพราะรอยต่อหรือส่วนที่บิดงอจะแข็ง ทำอันตรายต่อหัวเทปได้
3. ควรเก็บเครื่องบันทึกเสียงไว้ในที่ ๆ ไม่มีฝุ่นและความชื้น โดยใส่กล่องหรือใช้ผ้าคลุม
4. หัวเทปสกปรกเกิดจากฝุ่น หรือสารที่ฉาบบนแถบเทปทำให้คุณภาพเสียงไม่ดี และเกิดเสียงรบกวนควรทำความสะอาดหัวเทปทุก ๆ 8 ชั่วโมง โดยใช้แปรงอ่อน ๆ หรือล้าลิ้นปลายไม้เปิดที่หัวเทปถ้าเป็นเครื่องบันทึกเสียงขนาดเล็ก อาจใช้เทปล้างหัวเทป (Head Cleaning Tape)
5. ควรตรวจความตึงของเทปเดือนละครั้ง เพราะมีผลต่อคุณภาพเสียงและอายุการใช้งาน
6. ใช้หัวทำลายอำนาจแม่เหล็ก (Head Demagnetizer) ทำลายอำนาจแม่เหล็กตกค้างที่หัวเทป เมื่อใช้เครื่องบันทึกไปนาน ๆ
7. การปรับหัวเทป (Head Alignment) ตำแหน่งหัวเทปที่ไม่ถูกต้องจะทำให้ประสิทธิภาพของหัวเทปลดลง การปรับตำแหน่งหัวเทป ใช้ม้วนเทปพิเศษสำหรับปรับตำแหน่ง (Alignment Tape) ม้วนเทปนี้จะบันทึกสัญญาณความถี่ต่าง ๆ กัน
8. ตรวจสอบความเร็ว โดยใช้เครื่องตรวจ (Stobos copis speed tester) สาเหตุส่วนใหญ่มาจากสายพานหย่อน
9. หยอดน้ำมันหล่อลื่นตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในคู่มือเท่านั้น และต้องระวังไม่ให้น้ำมันหล่อลื่นถูกชิ้นส่วนที่เป็นยาง ๆ จะทำให้ยางลื่น และเสียรูปทรงได้

### 2.6.5 ไมโครโฟน (Microphone)

ไมโครโฟนเป็นเครื่องมือสำหรับเปลี่ยนเครื่องเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า บางครั้งเราเรียกสั้น ๆ ว่า ไมค์ (Mike) กล่าวคือ คลื่นเสียงเกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียง เช่น เสียงพูด เสียงดนตรี ทำให้อากาศมีความดันแตกต่างกัน ตามลักษณะการสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียง วัฏกระจายออกไปรอบข้าง เหมือนคลื่นน้ำ คลื่นอากาศนี้ เมื่อวิ่งมากระทบแผ่นสั่นสะเทือน (Diaphragm) ของไมโครโฟนทำให้สั่นสะเทือนเกิดสัญญาณไฟฟ้าขึ้นตามลักษณะการสั่นของแผ่นสั่นสะเทือน

#### 2.6.5.1 ไมโครโฟนแบ่งตามลักษณะการใช้งาน แบ่งได้ 3 แบบคือ

- ก. แบบแขวน
- ข. แบบตั้งโต๊ะ
- ค. แบบยื่น



ภาพที่ 54 ไมโครโฟนแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

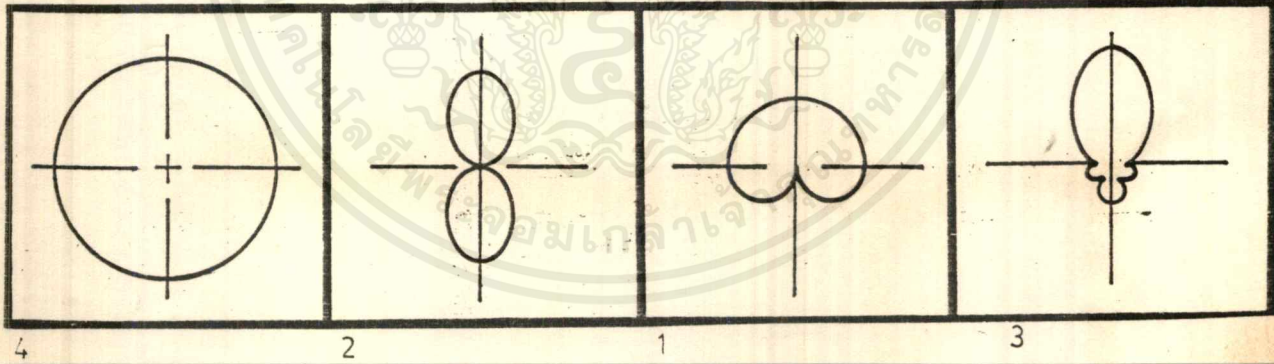
### 2.6.5.2 ไมโครโฟนแบ่งประเภทตามทิศทางการรับเสียง แบ่งได้ 4 ประเภท

ก. แบบทางเดียว (One Direction หรือ Unidirectional หรือ Cardioid) รับเสียงทิศทางเดียวเฉพาะด้านหน้ามีทิศทางการรับให้มุมกว้างกว่าแบบอื่น ๆ และตัดเสียงรบกวนได้เด็ดขาด บางครั้งจะกำหนดค่าการรับเสียงไว้ด้วย

ข. แบบสองทาง (Two Directions หรือ Bidirectional) รับเสียงสองทิศทาง คือ ด้านหน้าและด้านหลังใช้กับการพูดสองคน โดยหันหน้าเข้าหากันหรือเป็นกลุ่ม ไมโครโฟนแบบนี้ได้แก่ รีบบอน หรือ คอนเดนเซอร์

ค. แบบหมุ่แคบ (Front Sharp Direction) รับเสียงได้ไวทางด้านหน้าและมีมุมแคบมาก เหมาะสำหรับใช้จับเสียงที่อยู่ไกล ๆ และมีทิศทางแน่นอน มีการใช้ร่วมกับจานรวมเสียงแบบพาราโบลาเพื่อจับเสียงไกลมาก ๆ

ง. แบบรอบทิศ (None-Direction Microphone หรือ Ommidirectional) ไวต่อการรับสัญญาณได้รอบตัว ทุกทิศทาง เหมาะกับงานในห้องแสดงซึ่งจะต้องแขวน-ห้อย เพื่อการสิ้นสะเทือน ไม่ควรเคลื่อนย้ายบ่อย เหมาะกับการบันทึกเสียงดนตรี หรือผู้พูดหลายคน



ภาพที่ 55 แสดงทิศทางการรับเสียงของ ไมโครโฟนแบบต่าง ๆ

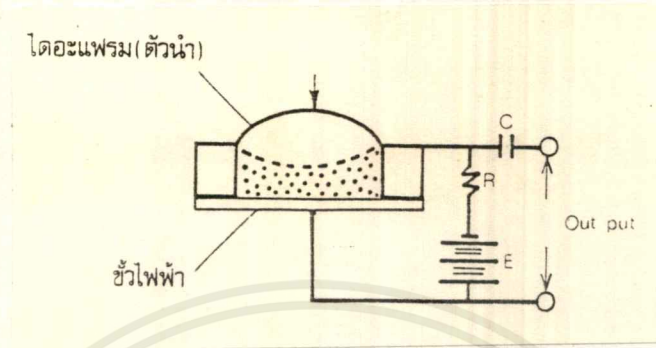
### 2.6.5.3 ไมโครโฟนแบ่งตามหลักการแปลงสัญญาณ

ก. คาร์บอนไมโครโฟน (Carbon Microphone) อาศัย

หลักที่ เวลาเพิ่มแรงกดให้กับแผ่นคาร์บอนจะทำให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าของแผ่นคาร์บอนนั้น

เปลี่ยนไป ในไมโครโฟนจะมีแผ่นคาร์บอนบรรจุอยู่ และปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เมื่อแผ่นลิ้นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งแรงไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

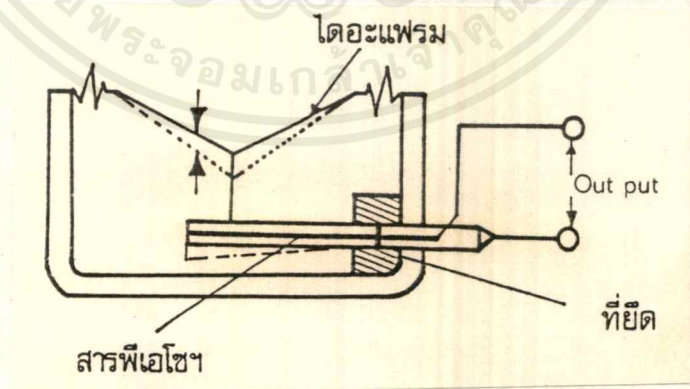
สะท้อนทำให้ความกดดันบนแผงคาร์บอนเปลี่ยนแปลงตามลักษณะการสั่นสะท้อน กระแสไฟฟ้าก็จะเปลี่ยนไปตามค่าความต้านทานของคาร์บอน กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้า



ภาพที่ 56 คาร์บอนไมโครโฟน

ข. ไมโครโฟนแบบไฟฟ้าคักยะ (Piezoelectricity

Microphone) อาศัยสารที่มีคุณลักษณะพิเศษที่ได้รับแรงกดดันหรือบีบแล้วทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น ได้แก่ พวกผลึกของสารต่าง ๆ เช่น แบเรียม เป็นต้น ไมโครโฟนแบบนี้มีโครงสร้างที่ง่ายใช้สะดวกและความไวสูง แต่ในอุณหภูมิต่ำ ๆ และความชื้นมาก ๆ ประสิทธิภาพจะด้อยลง และบางที่ถึงกับใช้การไม่ได้



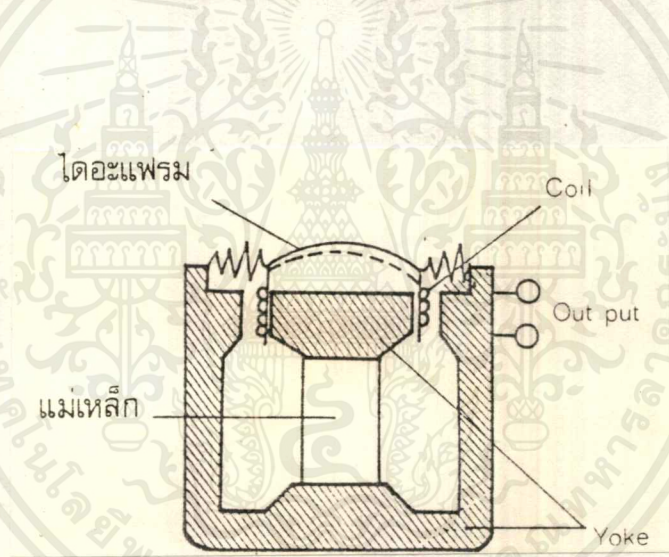
ภาพที่ 57 ไมโครโฟนแบบไฟฟ้าคักยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. คริสตัลไมโครโฟน (Crystal Microphone) อาศัย  
 แร่คริสตัลเป็นตัวสั่นสะเทือนทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้า เมื่อมีสัญญาณไปกระทบแผ่นสั่นสะเทือน  
 แผ่นสั่นสะเทือนจะถ่ายทอดไปยังคริสตัล ซึ่งอยู่ด้านหลังของแผ่นสั่นสะเทือน ทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้า  
 ออกไป ไมโครโฟนแบบนี้รูปลักษณะเล็ก กระทัดรัด น้ำหนักเบา

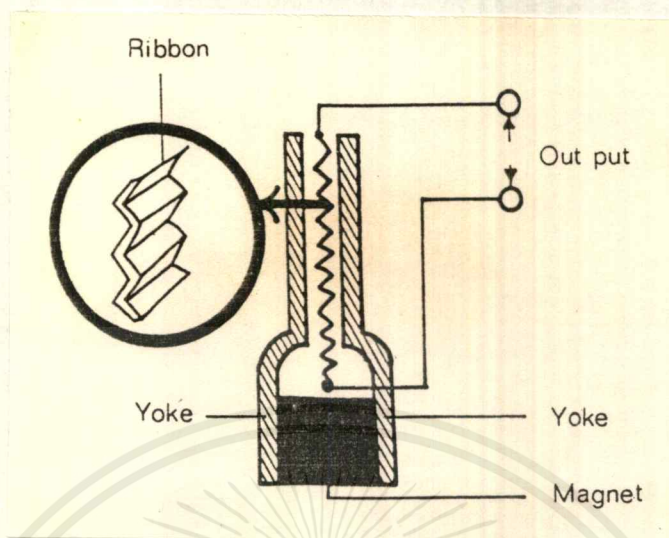
ง. ไดนามิกไมโครโฟน (Dynamic Microphone) หรือ เอ็ม.

ซี. ไมโครโฟน (Moving Coil Microphone) มีขดตัวนำไฟฟ้า (Coil) ติดอยู่กับแผ่นสั่นสะ  
 เทือน สวมอยู่ระหว่างสนามแม่เหล็ก เมื่อแผ่นสั่นสะเทือนสั่นจะทำให้คอยล์เคลื่อนที่ และเกิดการกระ  
 แลสัญญาณขึ้น ไดนามิก ไมโครโฟนมีช่วงรับคลื่นได้กว้าง คือรับได้ดีทั้งเสียงสูงและเสียงต่ำ  
 เสียงรบกวนยากแต่ถ้าได้รับอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กภายนอก ทำให้เกิดเสียงเพี้ยนได้ง่าย



ภาพที่ 58 ไดนามิกไมโครโฟน

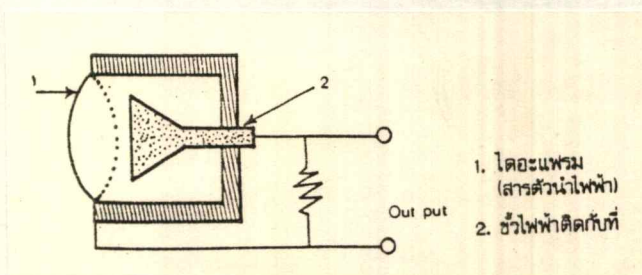
จ. รีบบิ้นไมโครโฟน (Ribbon Microphone) หลักการ  
 เหมือนไดนามิกไมโครโฟน แต่ใช้โลหะแผ่นบาง ๆ เหมือนรีบบิ้นพับซ้อน ๆ กันไว้แทนตัวนำไฟฟ้า  
 คลื่นเสียงเข้าไปทาง Yoke ซึ่งมีช่องอยู่ทั่วไป คลื่นเสียงไปทำให้รีบบิ้นสั่นโดยตรง คุณภาพ  
 เสียงจะดีมาก แต่ไวต่อเสียงลมและการสั่นสะเทือนภายนอก ฝุ่นละอองเข้าไปในทางช่อง  
 อากาศได้ง่าย ๆ



ภาพที่ 59 รีบบิ้นไมโครโฟน

จ. คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (Condenser Microphone)

โครงสร้างประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าสองขั้ว ขั้วหนึ่งเคลื่อนที่ได้ทำหน้าที่เป็นแผ่นสั่นสะเทือน เรียกว่า "Electroet Diaphragm" และอีกขั้วหนึ่งอยู่ด้านหลังเมื่อต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง มาตรึงขั้วไฟฟ้าทั้งสองไว้ตัวไมโครโฟนจะมีคุณสมบัติเหมือนคอนเดนเซอร์ตัวหนึ่ง เมื่อแผ่นอิเล็กโตรไลต์ ไดอะแฟรม สั่นเนื่องจากคลื่นเสียงค่าประจุเปลี่ยนแปลงไปทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนมีความไว และคุณภาพเสียงดีมาก โดยเฉพาะเสียงที่มีความถี่สูง



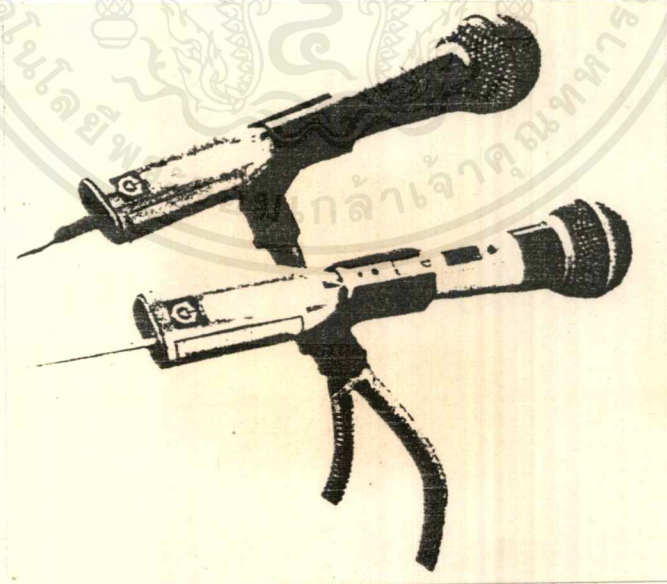
ภาพที่ 60 คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซ. อิเล็กโตรลิตคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (Electrolet Condenser Microphone) มีโครงสร้างเหมือนกับคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนทุกประการ แต่แทนที่จะใช้กระดาษกรอง ก็ใช้สารที่มีคุณลักษณะพิเศษที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ในตัวของมันเอง คือ สารพวก "Electrolet" มาทำเป็นแผ่นลื่นสะท้อนชั่วคราวด้านหลังใช้ไฟกระแสตรง ตรึงระหว่างกระแสไฟฟ้า ไมโครโฟนแบบนี้มีความไวสูงคุณภาพเสียงดี กินไฟน้อยกว่าแบบคอนเดนเซอร์ธรรมดา

ช. สเตอริโอไมโครโฟน (Stereo Microphone) อาจเป็นไมโครโฟนแบบใดแบบหนึ่งในเจ็ดแบบข้างต้น แต่ในไมโครโฟนหนึ่งตัวบรรจุไมโครโฟนไว้ 2 ชุดสำหรับเสียงสองทาง เพื่อบันทึกเสียงแบบสเตอริโอ ไมโครโฟนแบบนี้บางตัวมีที่หมุนปรับมุมระหว่างชุดไมโครโฟนทั้งสอง ทำให้สามารถรับเสียงเป็นสเตอริโอมีความกว้าง ลึก ต่างกัน ไมโครโฟนแบบนี้เรียกว่า "One Point Stereo Microphone"

ญ. ไนร์เลส (Wireless Microphone) จะไม่มีสายต่อระหว่างไมโครโฟนกับเครื่องขยาย แต่จะส่งสัญญาณไปยังเครื่องขยายโดยคลื่นวิทยุ ส่วนมากจะเป็นคลื่นเอฟ เอ็ม ดังนั้นที่เครื่องขยายจะต้องมีเครื่องรับสัญญาณวิทยุด้วย



ภาพที่ 61 ไนร์เลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.6.5.4 เทคนิคการใช้ไมโครโฟน

ก. เลือกไมโครโฟนให้เหมาะกับสภาพแวดล้อม ประการแรก ต้องเลือกประเภทของไมโครโฟนให้เหมาะกับความมุ่งหมายและสภาพแวดล้อมไมโครโฟนต่างกับหูคนมาก หูคนเราเลือก และจะได้ยินเฉพาะเสียงที่เราจงใจฟังเท่านั้น ส่วนไมโครโฟนจะเก็บเสียงทุกเสียงที่ผ่านเข้ามา ดังนั้นสถานที่ที่มีเสียงข้างมากควรเลือกไมโครโฟนชนิดทางเดียว หรือแบบมมแคบ แต่ถ้าต้องการเก็บเสียงรอบข้างก็ต้องใช้แบบรอบทิศ

ข. ไมโครโฟนควรวางห่างจากต้นกำเนิดเสียง เสียง 20-30 เซ็นติเมตร ถ้าเอาไมโครโฟนใกล้ ๆ แหล่งกำเนิดเสียงจะรับเสียงที่มีความถี่ต่ำ ๆ ได้ดีเกินจำเป็น ทำให้เสียงเพี้ยน เสียงนึ่ม ๆ ฟังไม่ได้ศัพท์ แต่ถ้าจำเป็นแก้ไขไมโครโฟนชนิดที่มีสวิทช์สำหรับตัดเสียงต่ำลง (Low-Cut Switch) หรือ ใช้ วินด์สกรีน<sup>1</sup> (Wind Screen) เข้าช่วย

ค. ใช้วินด์สกรีน เมื่อต้องการบันทึกเสียงนอกสถานที่ เพราะจะมีเสียงรบกวนจากลมมากเป็นพิเศษ ขณะบันทึกหูของคนจะไม่ค่อยได้ยินเสียงลม แต่เมื่อเปิดฟังแทบจะไม่ได้ยินเสียงพูดเลย

ง. เลือกอิมพีแดนส์ ให้เหมาะกับความยาวของสายไมโครโฟน ถ้าแบ่งไมโครโฟนตามขนาดอิมพีแดนส์ อาจแบ่งได้เป็น 2 พวก คือ พวกอิมพีแดนส์ต่ำ (Low Impedence) มีอิมพีแดนส์สูง (High Impedence) มีอิมพีแดนส์ตั้งแต่ 2k โอห์มขึ้นไป ถ้าจำเป็นต้องต่อสายยาว ๆ ต้องเลือกอิมพีแดนส์ต่ำ เพราะพวกอิมพีแดนส์สูงจะทำให้เกิดเสียงรบกวนได้ง่าย

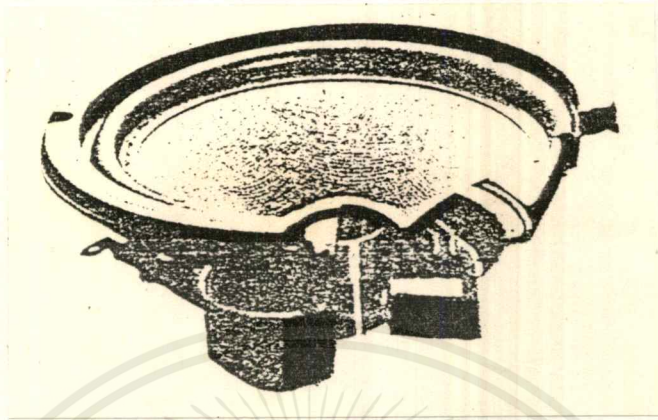
#### 2.6.6 ลำโพง (Speaker)

ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ออกจากภาคขยายให้เป็นคลื่นความดันอากาศ หรือเสียงอีกครั้งเพื่อกระจายไปสู่ผู้ฟัง หลักการทำงานของลำโพง คือการใช้กระแสสัญญาณไหลผ่านขดลวดตัวนำของวอยคอยล์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก และแรงผลัดกันระหว่างแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกับแม่เหล็กถาวร เป็นผลทำให้วอยคอยล์เองเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ตามขนาดของแรงเคลื่อน และทำให้แผ่นโคน (Cone) ของลำโพงซึ่งติดอยู่กับวอยคอยล์สั่นสะเทือนเกิดเสียงขึ้น

<sup>1</sup>วินด์สกรีน (Wind Screen) หัวครอบไมโครโฟนอาจทำเป็นลวดข่ายหรือฟองน้ำ

ไมโครโฟนบางตัวอาจมีอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 62 โครงสร้างของลำโพงไดนามิก

#### 2.6.6.1 ลำโพงแบ่งตามลักษณะการส่งทอดคลื่นเสียง

ก. แบ่งส่งทอดการสั่นสะเทือนสู่อากาศโดยตรง ลำโพงแบบนี้ แฉ่นสันสะเทือน (Diaphragm) สัมผัสอากาศโดยตรงไม่มีส่วนอื่นประกอบ ได้แก่ ลำโพงแบบโคน (Cone Type) แบบโดม (Dome Type) แบบหน้าแบน (Flat Type) แบบไฟฟ้าสถิต (Static Type) และแบบไฮโปลิเมอร์ (Hypolimer) เป็นต้น

ข. แบบส่งทอดเสียงทางอ้อมหรือแบบฮอน (Horn Type) เมื่อไดอะแฟรมสันสะเทือนตามลักษณะคลื่นเสียง ทำให้เกิดเสียงแล้ว ฮอนจะทำหน้าที่รวมและสะท้อนเสียงออกมาตามทิศทางของปากฮอนอีกทีหนึ่ง ลำโพงประเภทนี้ได้แก่ ลำโพง PA. (Public Address Speaker) ลำโพงมิดเรจ (Midrange) คือลำโพงเสียงสูง (Tweeter) ลำโพง Back<sup>1</sup>

#### 2.6.6.2 ลำโพงแบ่งตามหลักการสั่นสะเทือน

ก. แบบไดนามิก (Dynamic Speaker) ขดลวดตัวนำเป็นตัวเคลื่อนตามแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นตามสัญญาณเสียง จึงเรียกว่าแบบ Moving Coil เช่น ลำโพง

<sup>1</sup>BACK Loudm เป็นลำโพงที่ใช้กับระบบเสียง Hi-Fi Speaker เสียงที่ดีความถี่สูงจะออกมาจากด้านหน้าของไดอะแฟรมโดยตรง ส่วนเสียงต่ำกว่าที่กำหนดจะถูกรวมและสะท้อน

จากด้านหลังของไดอะแฟรมไปตามโทรโซ่ง ซึ่งออกมาทางด้านหน้า Load Horn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบโคน แบบหน้าแบน แบบโดม เป็นต้น

ข. แบบริบบิ้น (Ribben Speaker) อาศัยกฎเกณฑ์เดียวกับแบบไดนามิก แต่มีแผ่นอลูมิเนียมบาง ๆ เหมือนริบบิ้น วางอยู่ระหว่างสนามแม่เหล็ก ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้า แผ่นไดอะแฟรมและฝาครอบไปในตัว ตอบสนองความถี่สูง ๆ (เสียงแหลม) ได้ดี บางตัวสูงถึง 100 KHz

ค. แบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Speaker) ประกอบด้วยแผ่นตัวไฟฟ้าสองแผ่น แผ่นหนึ่งเคลื่อนที่ได้ อีกแผ่นติดแน่นไว้กับที่ แล้วประกอบเข้าด้วยกัน มีคุณสมบัติเหมือนคอนเดนเซอร์ต่อขั้วทั้งสอง เข้าไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อปล่อยสัญญาณไฟฟ้าเข้าไปจะทำให้ค่าของแรงไฟฟ้าสถิตเปลี่ยนแปลง ทำให้ตัวที่เคลื่อนที่ได้สั่นสะเทือนเกิดเสียงขึ้น ตัวไฟฟ้ามีทำหน้าที่เป็นแผ่นไดอะแฟรมของลำโพง ซึ่งส่วนใหญ่ทำด้วยอลูมิเนียมบาง ๆ ขบวนการใช้ยุ่งยากและเปราะบางต่อการกระแทกของเสียง

ง. แบบไฮโปลิเมอร์ (Hypolimer) อาศัยคุณสมบัติของสารบางอย่างเมื่อปล่อยแรงดันไฟฟ้าไปตรง จะเกิดการหดขยายหรือบิดตัวตามแรงดันไฟฟ้า การขยายหด และบิดตัวของสารเหล่านี้ทำให้เกิดคลื่นเสียง บางที่เรียกว่าลำโพงความดันไฟฟ้า (Piezoelectric) ตอบสนองความถี่ช่วงแคบ นิยมใช้กับหูฟังเล็ก ๆ เพราะโครงสร้างง่าย สะดวกต่อการทำ

จ. แบบฮิลล์ (Hill Type) มีโลหะแผ่นบาง ๆ พบซ้อนกันเหมือนม่านแอกคอร์ดียน<sup>1</sup> อยู่ระหว่างสนามแม่เหล็ก ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้า จะหดหรือขยายตัวตามสัญญาณไฟฟ้า ทำให้อากาศที่อยู่ระหว่างรอยพับ และแผ่นโลหะ เกิดการสั่นสะเทือนเป็นเสียงขึ้น

ฉ. แบบแม่เหล็กไฟฟ้า ลักษณะคล้ายกับแบบ Moving Coil แต่ส่วนที่เป็นแม่เหล็ก แทนที่จะเป็นแม่เหล็กถาวร ก็เป็นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่นิยมใช้เพราะช่วงคลื่นแคบ และมีเสียงเพี้ยนมาก

ช. แบบ Iron Speaker อาศัยการกระโดดของไฟฟ้า จากตัวหนึ่ง ไปยังอีกตัวหนึ่ง ทำให้อากาศสั่นสะเทือนเกิดเป็นเสียงขึ้น

### 2.6.6.3 ลำโพงแบ่งตามลักษณะการใช้งาน

ก. ลำโพงไฮฟาย (High Fidelity Speaker) มีความเที่ยงตรงสูง สามารถสนองความถี่ทุกความถี่เสมอกัน และไม่มีเสียงเพี้ยน

<sup>1</sup> แอกคอร์ดียน (Accordion) เครื่องตี ประเภทหีบเพลงชัก

ข. ลำโพงเครื่องดนตรี เครื่องดนตรีไฟฟ้า จะมีวงจรขยาย และลำโพงอยู่ด้วยกัน เช่น กีต้าไฟฟ้า ออร์แกน อีเล็คโทน เป็นต้น

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

ง. ลำโพงมอนิเตอร์ (Monitor Speaker) ใช้ควบคุมเสียงในสถานีวิทยุ ห้องบันทึกเสียง ฯลฯ คุณภาพของลำโพงดีพิเศษ

#### 2.6.6.4 ลำโพงแบ่งตามช่วงคลื่นของเสียง

ก. ลำโพงแบบเต็มช่วงคลื่นเอตไอโอ (Full-Range Speaker Unit) ตอบสนอง ความถี่เสียงทั้งหมดตั้งแต่  $2\text{H}_z$  ถึง  $20\text{KH}_z$  อาจมีโคน (Cone) อันเดียวหรือสองอันสำหรับเสียงต่ำหรือเสียงสูง หรือแบบผสม คือมีโคนเสียงต่ำ แล้วมีลำโพงเสียงสูงเอาไว้ตรงกลาง

ข. ลำโพงแบบมัลติเวย์ (Multi Ways Speaker Unit) ลำโพงแต่ละตัวจะตอบสนองความถี่แต่ละช่วงอาจเป็นสองหรือสามช่วงความถี่

1. ลำโพงตอบสนองความถี่ต่ำ เรียกว่า วูฟเฟอร์ (Woofer)
2. ลำโพงตอบสนองความถี่กลาง เรียกว่า สควอเอร์ (Squawer) หรือ มิดเรจ (Midrange)
3. ลำโพงตอบสนองความถี่สูง เรียกว่า ทวิตเตอร์ (Tweeter)

ลำโพงที่ดีควรมีลักษณะ

ก. ตอบสนองความถี่ได้ทุกระดับความถี่ โดยเฉพาะความถี่ ออดิโอ (Audio Frequency)

ข. ความดังเท่ากันทุกระดับความถี่ เมื่อความดันไฟ (ความต่างศักย์) เท่ากัน

ค. ประสิทธิภาพและไวสูง (Efficiency and Sensitivity) สัญญาณไฟเพียงเล็กน้อยก็ทำให้เกิดเสียงดังได้

ง. เสียงสม่ำเสมอไม่เกิดเสียงเพี้ยนจากตัวลำโพงเอง และสามารถตัดเสียงรบกวนได้

### 2.6.6.5 ตู้ลำโพง

การเกิดเสียงของลำโพง เกิดจากการสั่นสะเทือนของโคน Cone มีการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านหลัง เมื่อโคนเคลื่อนที่ไปด้านหน้าทำให้อากาศที่เคลื่อนที่มีความหนาแน่นสูง ขณะเดียวกันอากาศที่อยู่ด้านหลัง โคนจะมีความหนาแน่นต่ำ เพราะผิวโคน โคนเคลื่อนที่กลายเป็นคลื่นความหนาแน่นต่ำ (หลุม) มาหักล้างกับคลื่นอากาศด้านหน้าทำให้เสียงหายไปหรือเบาลง โดยเฉพาะคลื่นเสียงต่ำ ๆ วิถีแกว่ง คือกันคลื่นเสียงทางด้านหน้า และคลื่นความหนาแน่นต่ำด้านหลังออกจากกันโดยใช้แผ่นกั้น แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำได้เพราะต้องใช้แผ่นกั้นขนาดใหญ่ไพศาลมาก จึงแก้ปัญหาโดยบังอากาศจากด้านหลังไว้ทำเป็นลักษณะของตู้ลำโพง

#### วัสดุทำตู้ลำโพง

การเลือกวัสดุที่จะนำมาทำตู้ลำโพงมีจุดมุ่งหมายคือ

- เพื่อผลต่อคุณภาพของเสียง
- เพื่อความคงทน สะดวกต่อการประกอบ
- สวยงาม เคลื่อนย้ายได้ง่าย

ตู้ลำโพงประกอบด้วยสามส่วน คือ ตู้ลำโพงวัสดุติดคลื่นเสียงภายใน และกระบังหน้า (Front Grill)

ก. ตู้ลำโพง ทำหน้าที่กันคลื่นเสียงด้านหน้ากับด้านหลัง โคน วัสดุผลิตต้องแข็งแรง ไม่เกิดการสั่นสะเทือนตามคลื่นเสียงของลำโพง และไม่ทำให้เกิดเสียงแทรกซ้อน วัสดุที่ดีที่สุด ได้แก่ แผ่นคอนกรีต หรือหินแผ่น แต่ทำได้ยากจึงใช้วัสดุอื่น เช่น ไม้อัดหนา ไม้อัดแบบซ้อนกันหลายแผ่น ไม้อัดแบบลัมเบอร์คอร์ (Lumber core) และแผ่นพาร์ติเคิลบอร์ด (Particle Board) เป็นต้น

ข. วัสดุติดคลื่นเสียงภายใน ทำหน้าที่กันเสียงสะท้อนจากด้านหลังของตู้ลำโพงมากกระทบแผ่นโคน ส่วนมากใช้ ใยแก้ว (Glass Wool) ใยหิน (Rock Wool) ใยสำลีและพวกฟองน้ำ เป็นต้น

ค. กระบังหน้าตู้ ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับลำโพง และตกแต่งให้สวยงาม ต้องเป็นวัสดุที่ไม่ทำให้คุณภาพเสียงเปลี่ยนแปลง เช่น ฝ้ายลำโพง ตะแกรงโลหะ ตะแกรงไม้

#### ประเภทของตู้ลำโพง

ก. ตู้ลำโพงแบบปิด (Closed Cabinet หรือ Air Suspension) ตู้ลำโพงจะปิดสนิท อากาศเข้าออกไม่ได้ทำให้โคนเคลื่อนที่ไม่สะดวก เพราะต้องต้านกับแรงดันอากาศภายในซึ่งแก้โดยทำตู้ลำโพงให้ใหญ่ขึ้น และใช้วัสดุที่แข็งแรงไม่ให้ตู้ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของโรงเรียนโพธิ์ตากอเนกประสงค์ จังหวัดขอนแก่น เมื่อคุณได้เห็นใบขออนุญาตแล้ว กรุณาอย่าเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สั้นสะเทือนเกิดคลื่นเสียงได้ แต่ก็ยังมีปัญหาคลื่นเสียงจากแผ่นหลัง โคนกระทบตู้ด้านหลัง แล้วสะท้อนมากระทบโคนอีก ซึ่งเป็นจังหวะหักล้างการสั่นของโคน ทำให้เสียงต่ำค่อยลง แก้ไขโดยใช้ตู้ที่มีขนาดพอเหมาะซึ่งมีอัตราส่วนเท่ากับ 7 : 5 : 3 คือส่วนสูง 7 ส่วน, กว้าง 5 ส่วน, หนา 3 ส่วน แล้วภายในตู้ติดคลื่นเสียง

## ข. ตู้ลำโพงแบบเบสรีเฟล็กซ์ (Bass-Reflex Cabinet)

ตู้ลำโพงเจาะรูให้มีอากาศออกมาทางด้านหน้ามีสองแบบคือ

1. แบบต่อตัดคัต (Duct) คลื่นเสียงจะเดินทางผ่านช่องตัดคัตซึ่งทำให้ได้จังหวะมาเสริมกับคลื่นด้านหน้าโคนพอดี

2. แบบต่อดรัมโคน (Drum Cone) เหมือนแบบแรก แต่แทนที่คลื่นหลังจะออกมาโดยตรงก็มาถ่ายทอดแรงกระทบให้ดรัมโคนอีกต่อหนึ่ง

ค. แบบมุมห้อง (Corner reflex) เหมือนกับตู้ลำโพงแบบเบสรีเฟล็กซ์ชนิดตัดคัต แต่มีช่องตัดคัตอยู่ข้าง ๆ ทั้งสองข้างขนานไปกับฝาผนัง (ลำโพงแบบนี้ต้องตั้งไว้มุมห้องเสมอ)

ง. แบบฮอร์น (Horn Load Speaker) แบบนี้ไม่ใช่ตู้เป็นการต่อโทรโข่งยาว ๆ มาข้างหน้า โทรโข่งนี้จะต้องยาวและใหญ่ เสียงต่ำจะชัดเจนขึ้น ซึ่งในทางปฏิบัติไม่เหมาะใช้ภายในบ้าน จึงได้ปรับปรุงเป็นอีกสองแบบคือ แบบต่อโทรโข่งออกมาด้านหน้า (Front Load Horn Speaker) และแบบ Back Load Horn Speaker ซึ่งดูภายนอกจะเหมือนกับตู้ลำโพงธรรมดา

ระบบลำโพง มี 2 แบบ คือ

ก. แบบทางเดียว (Single Way) คลื่นเสียงจะออกที่ลำโพงเดียวกันทั้งหมด ลำโพงจึงต้องใช้ประเภทฟูลเรจจ (Full Rang) จะเป็นโคนเดี่ยว สองโคน หรือแบบผสมก็ได้ คุณภาพเสียงไม่ดีนัก เพราะเกิดการข่มและหักล้างกันเอง

## ข. แบบหลายทาง (Multi Way)

1. แบบติไวติง เนทเวอร์ค (Dividing Network หรือ Class Over Network) แบ่งคลื่นสัญญาณที่ออกจากภาคขยาย เป็นช่วงความถี่นิยมนแบบสองทาง (Two Way Speaker System) หรือ สามทาง (Three Way Speaker System) โดยใช้ คอยล์ (Coil) และคอนเดนเซอร์เป็นตัวแยกช่วงความถี่

2. แบบมัลติแอมป์ (Multip Amp.) แบบนี้จะมีภาคขยายหลักสำหรับแต่ละช่วงความถี่ โดยมีฟิลเตอร์ (Multi Band Filter) แยกคลื่นสัญญาณจากปริแอมป์ เป็นสัญญาณความถี่สูง-กลาง-ต่ำ ไปยังวงจรขยายหลักแล้วแต่ละตัวจึงจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

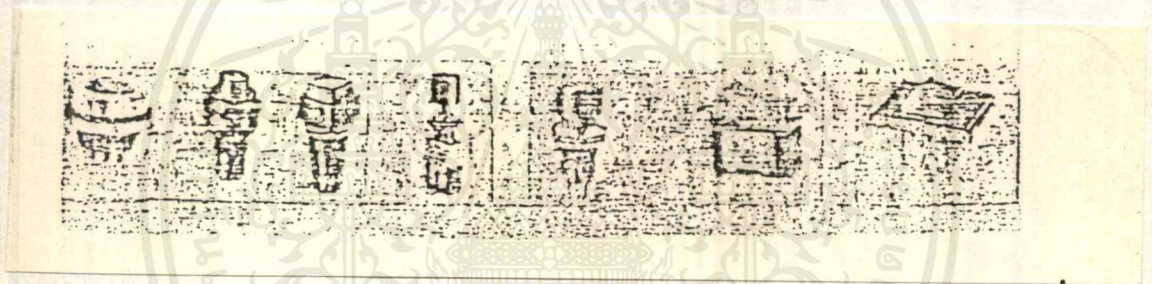
ออกลำโพงนั้น ๆ

## 2.6.7 สวิตช์

2.6.7.1 แบบกด (Push Button Switch) ทำงานโดยการใช้มือกดแบ่งเป็น

1. สวิตช์กดติดปล่อยดับ (Momentary Switch) เป็นสวิตช์ที่มีชั่วเดียวและหลายชั่ว เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรเปิด เช่น สวิตช์กดออก เป็นต้น สวิตช์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วขณะ

2. สวิตช์กดติดกดดับ (Lock Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด ถ้าต้องการให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้ง วงจรก็จะเปิด บางสวิตช์ที่มีไฟอยู่ในตัวเมื่อกดวงจรปิดไฟจะติด ทำให้รู้ว่า เครื่องกำลังทำงานและกดอีกครั้งวงจรจะเปิดไฟจะดับ เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป



ภาพที่ 63 แสดงลักษณะสวิตช์กดแบบต่าง ๆ

### ก. ปุ่มกด

-การทำงานใช้นิ้วชี้

-ระยะมิติที่เหมาะสม (Preferred Dimension) เส้นผ่า

ศูนย์กลาง 0.50 นิ้ว (Min = 0.25 inc)

-แรงกด 10 - 20 (สามารถใช้นิ้วแรงสูงสุดได้ 40 ounce

ช่วยลดการกดปุ่มโดยไม่ตั้งใจ)

-ช่วงห่างระหว่างปุ่ม Control อื่น ๆ ประมาณ 0.75 นิ้ว

### ข. ปุ่มโยก (Toggle Switch)

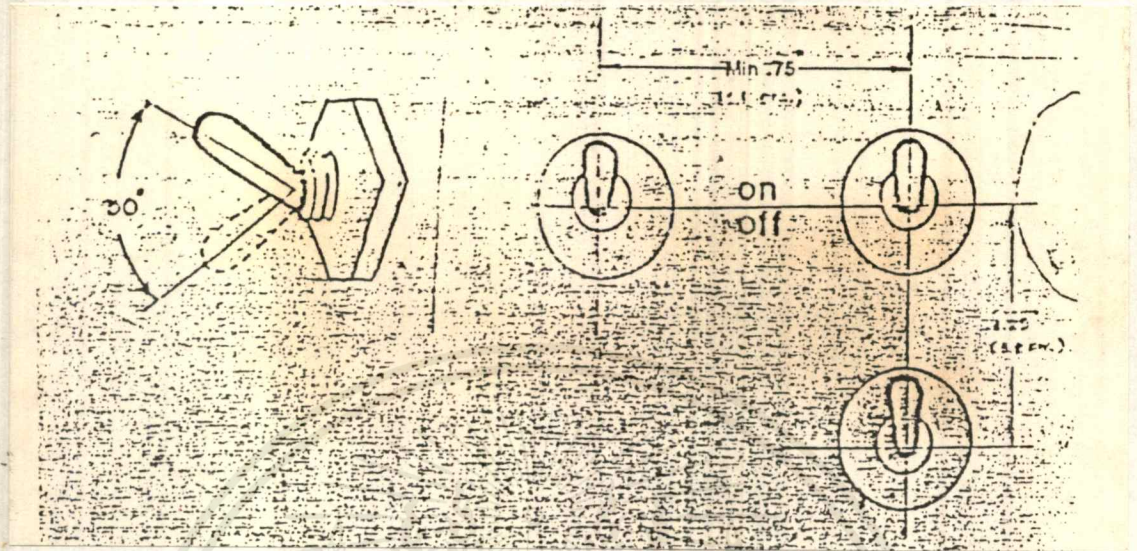
-การทำงานใช้นิ้วเกี่ยว

-ระยะมิติที่เหมาะสมลง 0.2-1.0 นิ้ว

-การโยกได้ 30

-แรงที่ใช้ 10-40 ounce

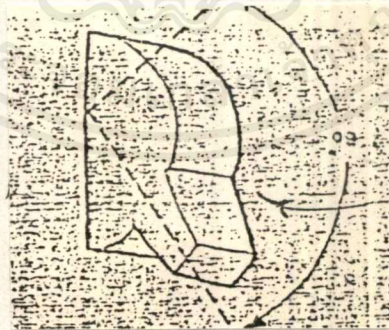
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 64 แสดงทิศทางการทำงานของปุ่มโยก

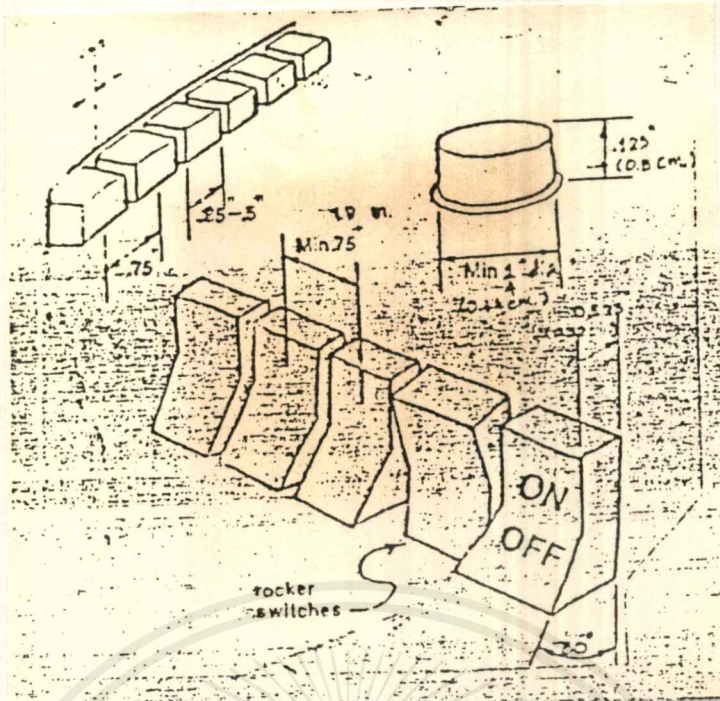
Modifies Toggle Switch เป็นชนิดที่ใช้กันมาก นิยมใช้ในบ้าน

ใช้ได้ทั้งแบบ snap Action และแบบ Silent Action



ภาพที่ 65 แสดงมุมมองค่าในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 66 แสดงลักษณะการวางตำแหน่งปุ่มกด

2.6.7.2 สวิตช์โยก (Toggle Switch) ลักษณะการใช้งานเป็นการ

โยกก้านสวิตช์ให้ทำงานจำนวนขาของสวิตช์แล้วแต่การใช้งาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขา ขึ้นไป



ภาพที่ 67 แสดงลักษณะของสวิตช์โยก

2.6.7.3 สวิตช์เลื่อน (Slide Switch) คล้ายกับสวิตช์โยก แต่ใช้งานโดย

การเปลี่ยนปุ่มสวิตช์ ซึ่งอาจจะมีจังหวะการเลื่อนหลาย ๆ ช่วง

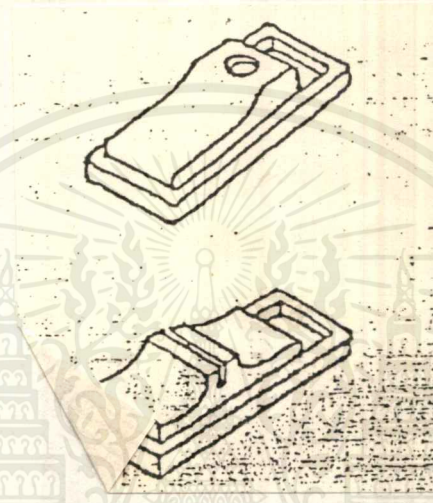


ภาพที่ 68 แสดงลักษณะและขนาดของสวิตช์เลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สวิตช์เลื่อน (Slide Switch)

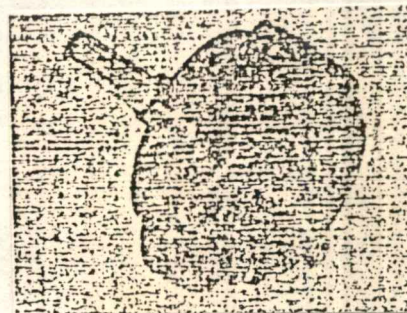
- การทำงานโดยใช้นิ้วหัวแม่มือ
- มีปุ่มทั้งแบบเรียบและแบบฟันปลา (Serrations)  
ชนิดฟันปลาจะใช้ได้ดีกว่าแบบเรียบ
- แรงที่ใช้ตั้งแต่ 10 Ounce ขึ้นไป



ภาพที่ 69 แสดงรูปแบบของสวิตช์เลื่อน

### 2.6.7.4 สวิตช์หมุน (Rotary or Selector Switch) มีหลายขา

ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่ เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกแบนด์ในวิทยุ เป็นต้น

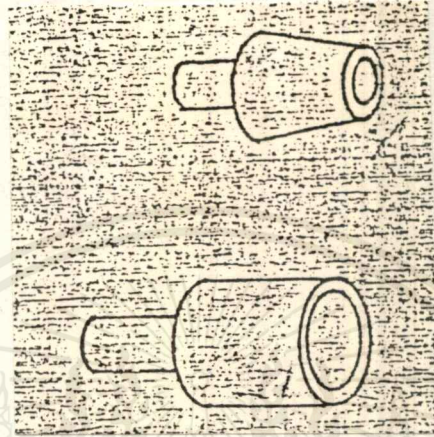


ภาพที่ 70 แสดงรูปแบบของสวิตช์หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7.5 สวิตช์แบบหมุน (Rotary Switch)

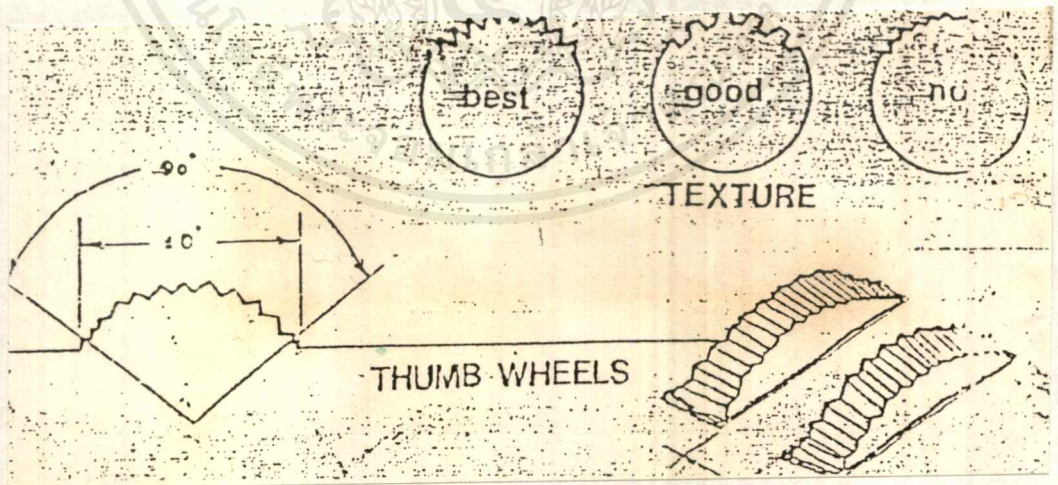
-การทำงานโดยการจับปลายนิ้วหัวแม่มือกับนิ้วกลาง ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางหรือกว้าง  $\frac{3}{8}$  นิ้ว และการจับหมุนด้วยปลายนิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลาง ควรมีขนาดต่ำสุด  $\frac{3}{8}$  นิ้ว มากสุด  $\frac{5}{8}$  นิ้ว



ภาพที่ 71 แสดงขนาดของปุ่มหมุนในสวิตช์หมุน

-ปุ่มแบบหมุนควรมีชื่อและเครื่องหมายของทิศทางการ

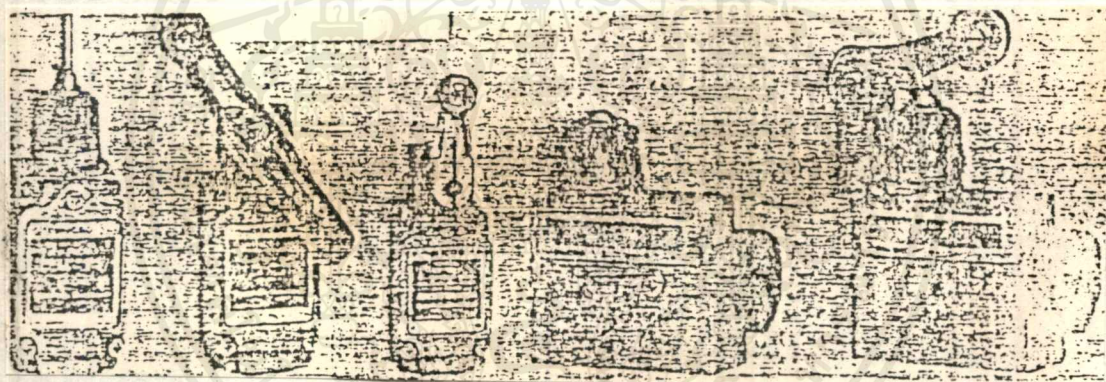
หมุนอยู่บนตัวหมุน



ภาพที่ 72 แสดงลักษณะพื้นผิวที่ผิวสัมผัสในการหมุนของสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.6.7.6 สวิตช์ (Micro Switch)** เป็นสวิตช์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสได้หลาย ๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลื่อนด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดี ลักษณะสวิตช์จะทำงานโดยการกดเบา ๆ ที่คานหรือปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้ว จะต้องมียกไกเข้ามาประกบ เพื่อทำหน้าที่กดสวิตช์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้โดยสะดวก ไมโครสวิตช์นี้มีหลายขนาด จำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิตช์นี้ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างต่าง ๆ รูปร่างของไมโครสวิตช์มีแตกต่างกันไปตามสถานการณ์ที่ใช้ การติดตั้งจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิตช์แตกได้



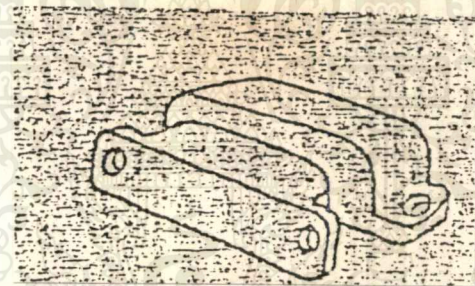
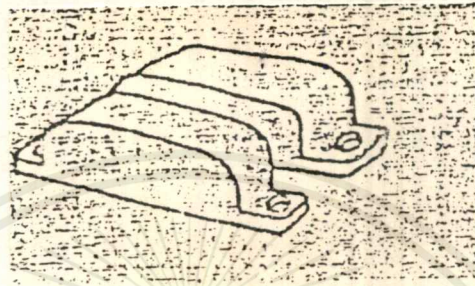
ภาพที่ 73 แสดงตัวอย่างของไมโครสวิตช์แบบต่าง ๆ

**2.6.7.7 สวิตช์แม่เหล็ก (Reed Switch)** หน้าสัมผัสของสวิตช์จะบรรจุอยู่ในหลอดแก้วเล็ก ๆ ที่ข้างในเป็นสุญญากาศ โดยจะวางอยู่ใกล้ชิดกันมาก เมื่อได้รับอำนาจแม่เหล็กจากภายนอก หน้าสัมผัสจะแตะเข้าหากัน เป็นการต่อวงจร การที่หน้าสัมผัสอยู่ในหลอดแก้วที่ปิดสนิท จึงช่วยลดการสปาร์ตของหน้าสัมผัสลงไปอีกมาก

สวิตช์แม่เหล็กอีกชนิดหนึ่งคือ **Magnetic Switch** สวิตช์นี้เป็นสวิตช์ที่ติดตั้งง่าย มีความแน่นอนสูง แต่จะต้องใช้เป็นคู่

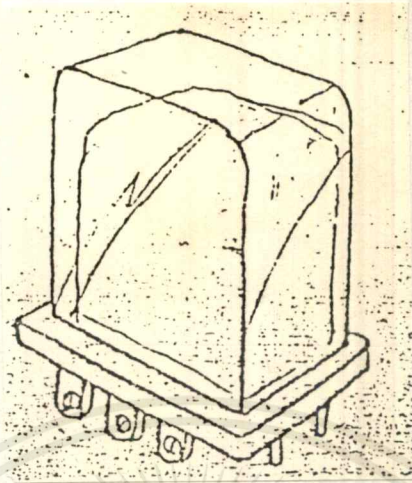
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งจะติดตั้งส่วนที่จะช่วยแม่เหล็กไว้ในส่วนที่เคลื่อนไหวได้ ส่วนตัวสวิทช์จะติดอยู่กับส่วนคงที่ และต่อสายเป็นวงจรออกมา หากใช้ในระบบกันขโมย อาจต้องซ่อนสวิทช์เหล่านั้นไว้ ขณะนั้นทั้งสองส่วนนี้ประกอบอยู่ใกล้กัน สวิทช์จะถูกอำนาจแม่เหล็กกระทำอยู่ แต่ถ้าเมื่อไรชิ้นส่วนแม่เหล็กเคลื่อนออกสวิทช์ก็จะเปลี่ยนตำแหน่งสั่งงานไปที่แผงควบคุมทันที



ภาพที่ 74 แสดงตัวอย่างสวิทช์ชนิดนี้และวิธีการติดตั้งแสดงไว้

**2.6.7.8 รีเลย์สวิทช์** เป็นสวิทช์ทำงานเปิดปิดวงจรได้โดยการบังคับกระแสไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง ประกอบด้วยหน้าสัมผัสและขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าป้อนเข้าไปในขดลวดแม่เหล็ก ไปดึงจุดศูนย์กลางโลหะให้ติดกัน (หรือผลักให้ห่างออกจากกัน) ก็จะทำให้วงจรไฟฟ้าที่ต่อไปใช้งาน เปิดหรือปิดได้ตามต้องการ ลักษณะรูปร่างของรีเลย์สวิทช์ที่มีหลายอย่าง แต่ส่วนมากจะเห็นเป็นลักษณะของกล่องพลาสติกใส ภายในมีขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า และมีขาคู่หลายขาต่อออกมาจากตัวแผ่นสัมผัส



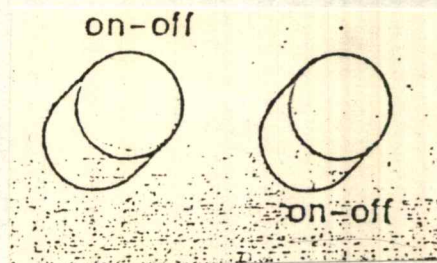
ภาพที่ 75 แสดงลักษณะของสวิทช์รีเลย์สวิทช์

หลักการแสดงเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์การใช้งานของส่วนควบคุม  
Labels for Controls

- ควรจะแสดง ว่างเว้นตัวปุ่มหรือสวิทช์นั้น ๆ ในปุ่ม Control ที่มีการเลือกระหว่าง 2 ตำแหน่ง ควรจะใช้เครื่องหมายที่เป็นไปตามลักษณะการใช้งานที่สะดวก เช่น การกดไปข้างบนหรือข้างขวา สำหรับการเปิดการกดไปข้างล่างหรือทางซ้าย สำหรับการปิด เป็นต้น

- คำหรือเครื่องหมายที่ใช้ ควรใช้คำที่สั้นที่สุดและได้ความหมายที่ถูกต้อง หรือเป็นสัญลักษณ์ที่เป็นสากล (Standard) ทุกคนสามารถเข้าใจได้ ไม่ทำให้เกิดการสับสนหรือเข้าใจผิด

- สำหรับปุ่ม Control ที่มีขนาดเล็ก จนไม่สามารถแสดงเครื่องหมายว่างเว้นตัวปุ่มได้ การวางตำแหน่งเครื่องหมาย ควรวางไว้ในตำแหน่งที่เป็น Standard เดียวกัน เช่น วางไว้ได้ปุ่มหรือเหนือปุ่มไว้ให้เป็น Standard เดียวกันเหมือนกันหมด



ภาพที่ 76 แสดงการวางตำแหน่งของสัญลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-สำหรับปุม Control ที่เป็นแบบหมุน และแบบเลื่อนควรมีลูกศรหรือขีดแสดงทิศทางการหมุนหรือเลื่อนไว้บนตัวปุม และควรมีค่าหรือเครื่องหมาย Scale อยู่บนหน้าปัด เพื่อแสดงการทำงานของปุม



ภาพที่ 77 แสดงการบอกตัวเลขหรือสัญลักษณ์บนหน้าปัดควบคุม

### 2.6.8 สายไฟฟ้า (Electric Wire)

สายไฟฟ้า คือ สื่อนำกำลังงานไฟฟ้าจากจุดแหล่งจ่ายไฟ ไปยังจุดที่ต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ลักษณะสำคัญของสายไฟฟ้านั้นจะดูที่ความสามารถที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลได้สูงสุดเท่าไร ชนิดของฉนวน และส่วนที่หุ้ม (Jacket) ประเภทใช้งาน สภาพแข็งแรงทางกล

ปกติวิธีที่จะต่อสายไฟฟ้าหรือ สายเคเบิล ดูที่จำนวนและขนาดของโลหะตัวนำ ชนิดของฉนวน ประเภทที่ใช้งานขนาดของแรงดันที่สายไฟฟ้าทนได้ ชนิดของโลหะตัวนำแบบบอแล้วหรือรีดแข็ง หรือนำมาชุบตีบุกอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของสายไฟฟ้า แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

**2.6.8.1 ชนิดไม่มีฉนวนหุ้มภายนอก (Bare Wire) หรือสายเปลือย**  
สายเปลือยจุกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าสายหุ้มฉนวนซึ่งมีขนาดและพื้นที่หน้าตัดเกือบเท่าตัว เพราะ  
การชิงไว้ในที่สูง (เพื่อความปลอดภัย) ลมโกรกเสมอไม่ร้อน ใช้กับการจ่ายไฟฟ้าแรงสูง หรือเดิน  
ภายนอกอาคาร

**2.6.8.2 สายที่มีฉนวนหุ้ม (Insulated Wire) ใช้ตามบ้านเรือน**  
โรงงานอุตสาหกรรม วงจรอิเล็กทรอนิกส์ วงจรสื่อสารคมนาคม เพราะให้ความปลอดภัยป้องกัน  
ความชื้นบางชนิด ป้องกันความร้อนได้ แบ่งเป็นประเภทย่อยได้ 6 ประเภทคือ

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

ข. สายหุ้มด้ายถัก (Cotton Braid) ลักษณะเหมือนกับประ  
เภทสายไฟฟ้าหุ้มยาง แต่ภายนอกมีด้ายถักหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่งหรือมากกว่า ใช้กับเตารีดและเครื่อง  
ใช้ไฟฟ้า ให้ความร้อน (Heater)

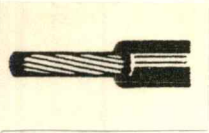
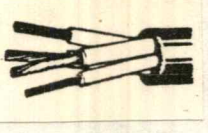
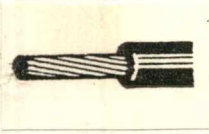
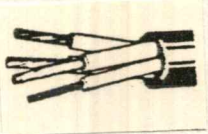
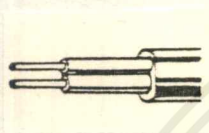
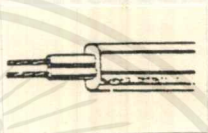
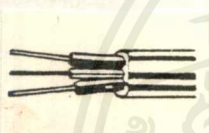
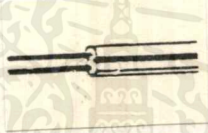
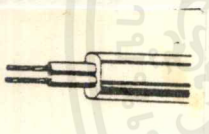
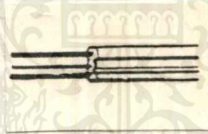
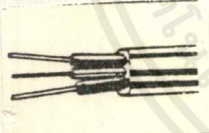

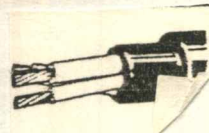

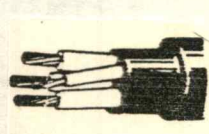
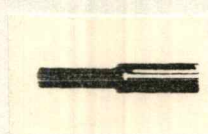
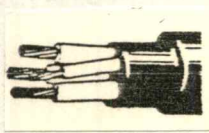
ค. สายหุ้ม พีวีซี. ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ไม่ติดไฟ ทนต่อ  
ความร้อน เหนียว ไม่เปื่อยง่าย ใช้เดินภายในอาคาร (ติดผนัง)

ง. สายหุ้มพลาสติกธรรมดา เป็นสายอ่อนแบบสะเตรนเป็นสายไม่  
ถาวร ติดไฟง่าย

จ. สายอีนาเมล (Enamel Couer) หรือสายเคลือบน้ำยา เป็น  
สายเปลือย เคลือบน้ำยาเคมี ใช้พันขดลวดไดนาโมมอเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น

ฉ. สายที่มีเปลือกโลหะหุ้ม นิยมใช้ฝังกำแพง หรือดิน ราคาสูง

ตารางที่ 11 แสดงลักษณะและการใช้งานของสายไฟฟ้า

	IV	250V	60°C		VCT	750V	60°C
	HIV		75°C		HVCY		75°C
	TW	750V	80°C		VCT-G	750V	80°C
	THW		75°C		HVC T-G		75°C
	VAF	250V	60°C		VAFF	250V	60°C
	HVAF		75°C		HVAFF		75°C
	VAF-G	250V	60°C		VFF	250V	60°C
	HVA F-G		75°C		HVFF		75°C
	VVF	750V	60°C		VEF-G	250V	60°C
	Type B		75°C		HVFF-G		75°C
	NM	750V	60°C		VTF	250V	60°C
	Type B-G		75°C		HVTF		75°C
	NVY	750V	60°C		VSF	250V	60°C
	Type C		75°C		HVSF		75°C
	NY Y-N	750V	60°C		TIS-AV	LOW	60°C
	Type C-N		75°C		JIS-AV		60°C
	NY Y-G	750V	60°C				
	Type C-G		75°C				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของตัวนำสายไฟที่มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบโซลิด (Solid) และแบบสะเตรน (Stranded) แบบโซลิดหมายถึงมีลวดตัวนำเพียงเส้นเดียว แบบสะเตรนหมายถึงประกอบด้วยลวดตัวนำเส้นเล็ก ๆ หลาย ๆ ตัวมัดเข้าด้วยกัน เพื่อให้สายไฟงอได้สะดวก และหักยากกว่า แต่มีราคาแพง

ขนาดของสายวัดจากพื้นที่หน้าตัดของสายตัวนำมีหน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร หรือ SQ ของขนาดเป็นเบอร์ ( ) เลขจำนวนมากหมายถึงสายที่มีขนาดเล็ก เลขจำนวนน้อยสายขนาดใหญ่ ข้อความที่พิมพ์บนสายเคเบิลแบบเปลือกโลหะจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติของไฟฟ้าเส้นนั้นเช่น

14/2 W/GR Type NM

หมายถึง

14/2 คือ ขนาดของสายไฟ (14) และจำนวนตัวนำ (2)

W/GR คือ บอกว่ามีสายดินแยกไว้ต่างหาก

Type NM คือ ชนิดของสายเคเบิลที่มีเปลือกโลหะ และคุณสมบัติของสาย (NM และ NMC เป็นสายชนิดที่มีการป้องกันความชื้น และช่วยการติดไฟได้)

ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ตัวนำแตะกับสายอื่น ตัวนำอื่น ๆ และต้องป้องกันตัวนำจากความร้อนของเหล็กที่กักความร้อนได้ หรือน้ำ สายไฟจะต้องกำหนดการเป็นฉนวนด้วยค่าแรงดันไฟฟ้า เช่น 300, 600, 1000 โวลต์ การนำไปใช้งานจะต้องมีแรงดันไม่เกินที่กำหนด ถ้าเกินกำหนดฉนวนของสายไฟจะเบรคดาวน์ (Breakdown) คือ เจาะทะลุทำให้เกิดลัดวงจร

ฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟฟ้า ได้แก่ แอสเบสตอส (Asbestos) ยางทนความร้อน (Heat resistance rubber) สารเทอร์โมพลาสติก พีวีซี. (Thermoplastic Polyvinyl Chloride) สารเทอร์โมเซตติง พีอี. (Thermosetting Polyethylene) เป็นต้น

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ใช้ได้กับสายไฟขนาดต่าง ที่อุณหภูมิ 40 ° C

ขนาดพื้นที่หน้าตัด (ตารางมิลลิเมตร)		กระแสสูงสุดสำหรับสาย หุ้มเดินในอากาศ (แอมแปร์)		กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มเดินในท่อ ในเพดาน ในผนัง ในราง หรือสาย หลายแกนและใช้สายไม่เกิน 3 เส้น (แอมแปร์)	
สาย ทองแดง	สาย อลูมิเนียม	60 ช.	75 ช.	60 ช.	75 ช.
0.5	-	7	7	4	4
1	-	10	10	5	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	92	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 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

แบบที่ 2 และ 3 ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนระบบที่ 1 ใช้ ในอาคารบ้านพักและกิจการต่าง ๆ

\*แรงดันที่กำหนดเป็นแรงดันเฉลี่ย (Vrms)

มาตรฐานของสายทองแดงและอลูมิเนียม มีด้วยกันหลายมาตรฐานที่พบย่อยได้แก่

BRG. (Birmingham Iron Wire Gauge)

AWG. (American Wire Gauge)

SWG. (British Standard Wire Gauge)

MMg. (MILLIMETER Gauge)

\*ที่นิยมใช้ในประเทศไทยเป็นมาตรฐาน AWG และ SWG.

### 2.6.9 ลักษณะการนำพาอุปกรณ์

อุปกรณ์ในที่นี้หมายถึง ชุดเครื่องขยายเสียงและชิ้นส่วนอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ สายไฟ ไมโครโฟน เป็นต้น ซึ่งเดิมนั้นใช้การหิ้วเป็นลักษณะนำพา แต่เนื่องจากยังมีลักษณะการนำพาในรูปแบบอื่น ๆ อีกมาก จึงได้นำมาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาหาสิ่งที่เหมาะสมที่สุด

ลักษณะการนำพาโดยทั่วไป พอจำแนกได้ดังนี้

2.6.9.1 การหิ้ว จะมีมือจับ หรือหิ้วอยู่บริเวณใดบริเวณหนึ่งของอุปกรณ์ มักจะอยู่ด้านบนหรือด้านข้าง สำหรับสอดมือเข้าไปหิ้ว มีรูปแบบต่าง ๆ กันพอจะแบ่งออกได้ดังนี้

-แบบติดตายตัว (Fix) มีทั้งชนิดที่ผลิตมากับตัวเลย หรือชนิดที่แยกกัน แล้วนำมาติดกันภายหลัง มีความแข็งแรงค่อนข้างสูง ไปจนถึงสูง สามารถรับน้ำหนักได้มาก มีข้อเสียที่จะเกะกะ การออกแบบให้กลมกลืนกับรูปทรงค่อนข้างยาก เมื่อชำรุดจะซ่อมแซมได้ยาก

-แบบทู่อ่อน ไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมากหรือมีขนาดใหญ่ เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำหุ้มจะไม่ทนทานมากนัก เช่น กระดาษ พลาสติก พลาสติกเส้น โดยจะนำมาประกอบกับผลิตภัณฑ์ภายหลัง ได้แก่ ถุงกระดาษ เป็นต้น

-แบบปรับได้ นิยมใช้กันมาก เนื่องจากมีความแข็งแรงไล่เลี่ยกันกับแบบติดตามตัว แต่สามารถปรับบุ๋มไปมาได้หลายลักษณะ มีทั้งการปรับขึ้นลง ซ้าย-ขวา สูง-ต่ำ เข้า-ออก เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานและสะดวกในการปรับใช้จนถึงการเก็บ บางครั้งอาจเพิ่มประโยชน์ใช้สอย เช่น ทำเป็นขาตั้งไว้ วัสดุที่ทำมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน สามารถออกแบบให้ซ่อนเก็บเมื่อไม่ใช้และดูลมกลืนกับรูปทรงได้ง่าย

2.6.9.2 สะพาย เป็นลักษณะสายสำหรับสะพายไหล่ มีลักษณะการสะพายต่างกันไปดังนี้

ก. สะพายหลัง เหมาะสำหรับภาระที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก และต้องการนำพาเป็นเวลานาน ๆ ไม่ถอดเข้าออกบ่อย เพราะจะเสียเวลา สัมภาระจะกระชับแผ่นหลัง ไม่เลื่อนหรือแกว่งไปมาให้เสียการทรงตัว น้ำหนักสมดุลทั้งซ้าย-ขวา แขนทั้งสองเป็นอิสระ เช่น เป้เดินทางไกล

ข. สะพายหลังใช้ไหล่ข้างเดียว สามารถบรรจุทุกน้ำหนักได้มากพอสมควรน้ำหนักไม่สมดุลย์ทั้งซ้าย-ขวา และมีโอกาสเลื่อนหลุดได้ง่าย จึงมักต้องใช้มือจับสายเป้ไว้ หรือจับตัวกระเป๋าไว้เกือบตลอดเวลา เช่น ถุงทะเล กระเป๋ากีฬา หรือกระเป๋าหิ้วที่ยาวพอสมควร

ค. สะพายข้าง มักเป็นกระเป๋าขนาดไม่ใหญ่นัก โอกาสหลุดเลื่อนเป็นไปได้ง่าย ตัวกระเป๋าอาจกีดขวางการก้าวขาหรือแกว่งไปมา มักใช้กับสัมภาระที่มีการใช้งานบ่อย ๆ มีการหยิบใช้งานบ่อย ๆ หรือเป็นการนำพาในระยะสั้น ๆ

ง. สะพายเฉียงข้าง คล้ายกับการสะพายข้าง แต่โอกาสเลื่อนหลุดไม่มี จึงไม่จำเป็นต้องใช้มือจับ

จ. คล้องคอ เหมาะสำหรับสัมภาระขนาดเล็ก น้ำหนักเบา แขนทั้งสองจะเป็นอิสระแต่จะสร้างความรำคาญได้ง่าย เพราะมีการแกว่งไปมา ในกรณีที่ต้องการหมุนถนัดไม่ควรคล้องหลายอัน เช่น กล้องถ่ายรูป เป็นต้น

2.6.9.3 คาดเอว เหมาะสำหรับสัมภาระขนาดเล็ก น้ำหนักเบา จะกระชับตัวไม่แกว่งไปมา แขนทั้งสองข้างเป็นอิสระ แต่รูปแบบขอกุญแจควรมีส่วนโค้งรับกับลำตัวด้วย จะทำให้การนำพาสะดวกยิ่งขึ้น

จากการศึกษาพฤติกรรมการนำพาของผู้ใช้และลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้ว พบว่า  
ลักษณะการนำพามีความเป็นไปได้ในการนำมาพิจารณาเลือก ใช้มีดังนี้คือ

- การท้าว
- การสะพายหลัง ใช้ไหล่
- การสะพายข้าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การรวบรวมและศึกษาข้อมูล

วิธีการสำรวจข้อมูลนั้นได้ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งเป็นภาคเอกสารและการศึกษาสถานที่จริง โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 การศึกษาจากภาคเอกสาร

ได้ทำการค้นคว้าจากหนังสือเกี่ยวกับ พัฒนาการของวัยเด็กตอนต้น คืออายุ 3 - 6 ปี จิตวิทยาพัฒนาการเด็ก ลักษณะของวัยเด็กตอนต้น ความสามารถทางด้านร่างกายการเล่น ของเล่นเด็ก ดนตรีสำหรับเด็ก เพื่อใช้ประกอบกับแนวทางในการออกแบบ

#### 3.2 การศึกษาจากการสัมภาษณ์

ในการสัมภาษณ์นั้น ได้มีการสัมภาษณ์ครูสอนเด็กอนุบาล พนักงานฝ่ายขายของเด็กเล่นตามห้างสรรพสินค้าทั่วไป ผู้ปกครองที่มีบุตรอยู่ในช่วงอายุ 3 - 6 ปี และอาจารย์ผู้มีความรู้เกี่ยวกับเด็ก

#### 3.3 การศึกษาจากสถานที่จริง

การศึกษาจากสถานที่จริง ได้ทำการศึกษา ถึงลักษณะสภาพแวดล้อมในการเรียนของเด็กอนุบาล พฤติกรรม และขั้นตอนในการเล่นของเด็ก

การศึกษาจากผลิตภัณฑ์เดิม หรือผลิตภัณฑ์ข้างเคียงที่มีอยู่ในปัจจุบันตามห้างสรรพสินค้า และแหล่งขายของเด็กเล่น ทั้งด้านรูปแบบลักษณะการเล่นสีสรรที่ใช้ตลอดจนกราฟิคต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นและนำส่วนต่าง ๆ ของปัญหามาพัฒนาเพื่อนำมาออกแบบ

### 3.4 แหล่งที่มาข้อมูล

#### 3.4.1 ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง

- วิทยานิพนธ์
- วารสารและนิตยสารที่เกี่ยวข้อง

#### 3.4.2 แหล่งข้อมูลสถานที่

- หอสมุดแห่งชาติ
- ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
- ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรม
- โรงเรียนอนุบาลบ้านพลอย
- โรงเรียนอนุบาลเคหะชุมชนร่มเกล้า
- โรงเรียนอนุบาลอนุบาล
- โรงเรียนอนุบาลแย้มสะอาด

### 3.5 การสรุปการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

#### 3.5.1 การสรุปข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการของวัยเด็กตอนต้น

วัยเด็กตอนต้น คือเด็กที่มีช่วงอายุ 3 - 6 ปี ซึ่งการแบ่งพัฒนาการทางบุคลิกภาพของอิลิคสันนั้น เด็กวัยนี้จะเป็นวัยเล่น หรือวัยก่อนเข้าเรียน

พัฒนาการแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ทางกาย จิตใจ อารมณ์ และสังคม

ลักษณะของวัยเด็กตอนต้น

เด็กวัยนี้จะพัฒนาทางด้านบุคลิกภาพ ต้องการเป็นตัวของตัวเอง เป็นวัยแห่งการลอกเลียนแบบทั้งคำพูด และการแสดงออกของคนอื่นมากที่สุด มักแสดงความคิดสร้างสรรค์ในการเล่น ชอบสร้างค้ำพุด คำพูด สามารถใช้ความหมายกับคำพูดได้เหมาะสมสื่อความหมาย และเข้าใจความหมายที่คนใช้กับตัวเอง เด็กวัยนี้พร้อมที่จะเรียนทักษะต่าง ๆ สนุกกับการทำซ้ำซากจำเจจนกว่าจะได้ทักษะนั้นมีความชุกช่น และมีการเรียนรู้ได้เร็วตามสภาวะร่างกาย

ลักษณะความพร้อม และความสนใจทางการเคลื่อนไหว

อายุ 2 - 3 ปี กล้ามเนื้อแขนขากำลังพัฒนา ทรงตัวได้ดี เล่นคนเดียวได้ชอบการทำซ้ำซาก ช่วงความสนใจสั้น

อายุ 4 - 5 ปี ชอบกิจกรรมใช้กำลัง กิจกรรมประเภทคู่ อยากรทดลองเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว ชอบเสียงดนตรี ชอบการเล่นแบบ

อายุ 6 ปี ชอบการเคลื่อนไหวอิสระ ต้องการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนการเล่นเสริมคำพูดของเด็กวัยนี้

3.5.1.1 เพื่อให้เด็กสามารถเข้าสังคมกับเพื่อนวัยเดียวกันและต่างวัย

3.5.1.2 มีความเป็นตัวของตัวเอง บอกในสิ่งที่ต้องการได้พัฒนาการทางภาษาที่ผิดปกติของเด็กวัยนี้คือ การพูดไม่ชัด และการพูดติดอ่าง ความอยากรู้อยากเห็นจะเป็นลักษณะทางอารมณ์ของเด็กวัยนี้ การตอบสนองจะออกมาในรูปของการสำรวจโดยการจับ ทางด้านของกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเลี้ยงดูเด็กวัยนี้ เพื่อการพัฒนาได้แก่กิจกรรมเคลื่อนไหว และจังหวะ ซึ่งจะใช้เวลา 15 - 20 นาที เด็กจะชอบการเดิน วิ่ง และเมื่อได้ยินเสียงเพลงจะขยับมือ ทำตามจังหวะ เด็กจะอยากรทดลองความสามารถในการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ตลอดเวลา

ความสามารถทางการใช้มือ วัยเด็กตอนต้นจะเป็นวัยที่สร้างความถนัดในการใช้มือ เด็กจะมีความชำนาญมือข้างใดข้างหนึ่ง ซึ่งโดยมากจะถนัดมือขวา

3.5.2 การสรุปข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่เก็บของเล่น

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เป็นการเล่นภายในบ้าน ซึ่งถ้าฐานะทางบ้านของผู้เล่นดีมากก็มักจะมีห้องส่วนตัว ของเล่นก็จะเก็บอยู่ในห้องนั้น แต่ในกรณีที่เด็กไม่มีห้องส่วนตัว ผู้ปกครองอาจจัดมุมให้เก็บของเล่น โดยที่เก็บจะเป็นกระจัดหรือชั้นพลาสติก ซึ่งการเลี้ยงดูเด็กในวัย 3 - 6 ปีนี้ จะมีการสอนให้เด็กรู้จักความมีระเบียบ และการเก็บของให้ถูกต้องอยู่แล้ว

3.5.3 การสรุปข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่มีอิทธิพลต่อบุคลิกภาพของเด็ก

บุคลิกภาพของเด็กเป็นผลมาจากกรรมพันธุ์ และสิ่งแวดล้อมรอบตัว โดยเฉพาะการเลี้ยงดู และบรรยากาศของครอบครัวจะมีผลมาก ดังนั้นบ้านจึงเป็นแห่งแรกที่ช่วยหล่อหลอมและพัฒนาบุคลิกภาพของเด็ก

3.5.4 การสรุปข้อมูลเกี่ยวกับการเล่น

การเล่นของเด็ก เป็นการเสริมสร้างความรู้ ประสบการณ์และการสร้างสรรค์ ที่ตีพ่อแม่จะมีบทบาทในการเลือกของเล่นให้เด็กมาก ของเล่นจะต้องมีความเหมาะสมกับวัย ปราศจากสารพิษไม่เป็นอันตราย และสร้างสรรค์ จินตนาการ ทักษะ และประสบการณ์

เครื่องเล่นสำหรับเด็กวัย 2 - 4 ปี ฟังเทปนิทานหรือเสียงเพลง

เครื่องเล่นสำหรับเด็กวัย 4 - 5 ปี เด็กชอบสังเกตควรรูปทรงเรขาคณิต เพื่อให้เด็กจดจำ

เครื่องเล่นสำหรับเด็กวัย 6 - 7 ปี เด็กชอบฝึกการทรงตัวเล่นบัตรไม้ รูปสัตว์ดอกไม้และผลไม้

### 3.5.5 การสรุปรูปคนตรีที่มีผลต่อพัฒนาการของเด็ก

3.5.5.1 ด้านร่างกาย คนตรีเป็นสิ่งที่ให้ฝึกทักษะ กล้ามเนื้อ แขน ขา นิ้ว มือ ซึ่งเป็นกิจกรรมการเคลื่อนไหว

3.5.5.2 ด้านอารมณ์ และสังคม เด็กมีอารมณ์ดี อยู่ในสังคมอย่างมีความสุข

3.5.5.3 ด้านบุคลิกภาพ คนตรีเป็นกิจกรรมที่ต้องแสดงออก จึงพัฒนาด้านความเชื่อมั่นความกล้าแสดงออก

3.5.5.4 ด้านสติปัญญา พัฒนาสติปัญญา คือสามารถทำกิจกรรมที่ใช้สมอง หรืออาจกล่าวได้ว่า สามารถปรับตนเองให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้

### 3.5.6 การสรุปรูปพฤติกรรมการเล่น โดยไม่ใช้เครื่องเล่นเทป

เริ่มจากผู้เล่นเลื่อนสวิทช์ไปที่ MIC แล้วทดลองเสียงเพื่อปรับ VOLUME ให้ได้ระดับเสียงตามต้องการ จับไมโครโฟนขึ้นมาเพื่อพูดหรือร้องเพลง เลื่อนสวิทช์ไปที่ TAPE / OFF และเก็บไมโครโฟน

การสรุปรูปพฤติกรรมการเล่น โดยใช้เครื่องเล่นเทปอย่างเดี่ยว

เริ่มจากผู้เล่นเลื่อนสวิทช์ไปที่ TAPE / OFF เปิดฝาใส่เทป แล้วนำตลับเทปที่ต้องการใส่ลงไป ปิดฝาแล้วกดเล่นเทปที่มีสัญลักษณ์ ( < ) ปรับระดับเสียงตามต้องการ เมื่อเล่นเสร็จจึงกดหยุดที่ปุ่ม 0 ถ้าต้องการเดินหน้ากดที่ปุ่ม << แล้วกด 0 เพื่อการหยุดเดินเทป นำเทปออกจากเครื่องแล้วปิดฝา

การสรุปรูปพฤติกรรมการเล่นเครื่องเทปประกอบกับไมโครโฟน

เริ่มจากเลื่อนสวิทช์ไปที่ MIX เปิดฝาใส่เทป ใส่ตลับเทปที่ต้องการแล้วปิดฝา กดปุ่ม < ปรับระดับเสียงตามต้องการ จับไมโครโฟนขึ้นมาเพื่อพูดหรือร้องเพลง กดปุ่ม 0 หยุดการทำงานของเทป เปิดฝาใส่เทป นำเทปออกจากเครื่องปิดฝาใส่เทป เก็บไมโครโฟนและเลื่อนสวิทช์ไปที่ TAPE / OFF

### 3.5.7 การสรุปข้อมูลทางด้านสรีระศาสตร์

เครื่องเล่นเทปคลาสเซทเป็นผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งเป็นเด็กอายุ 3 - 6 ปี จึงต้องใช้สัดส่วนของเด็กเป็นหลัก คือ ความกว้างของนิ้วมือทั้งหมด มีความกว้าง 2.3 นิ้ว ความยาวของนิ้วมือทั้งหมด 4.9 นิ้ว ความสูงขณะยืนเฉลี่ย 103 ซม.

### 3.5.8 การสรุปข้อมูลสี

เนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นเทปคลาสเซท เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเด็ก ซึ่งเป็นเรื่องของการเล่น สีที่เลือกใช้ควรเป็นสิ่งที่สดใส ตูสนุกสนาน ดึงดูดใจของเด็ก สีที่มีคุณสมบัติดังกล่าวได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5.8.1 สีปฐมภูมิ

3.5.8.2 ลำดับของสีที่เด็กอนุบาลชอบ คือ แดง เหลือง ส้ม ส้มเหลือง เขียวเหลือง ส้มแดง ขาว น้ำเงิน เขียว ม่วงน้ำเงิน ม่วงแดง ม่วง เขียวน้ำเงิน และ ดำ เป็นอันดับสุดท้าย

### 3.5.8.3 เด็กชอบวรรณะของสีอ่อนมากกว่าสีเข้ม

### 3.5.8.4 เด็กของสีขาวมากกว่าสีดำ และสีที่ผสมสีขาวมากกว่าสีดำ

3.5.8.5 การใช้สีมากกว่า 1 สี จะต้องคำนึงถึงการตัดกันของสี เพราะเด็กไม่สามารถแยกสีที่มีค่าน้ำหนักค่าของสีที่มีค่าของสีใกล้เคียงกันได้

### 3.5.9 การสรุปพลาสติกที่นำมาใช้

พลาสติกที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาผลิตส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีทางด้านต่าง ๆ มีดังนี้

ก. PE

ข. CA

ค. PS<sub>u</sub>

ง. ABS

### 3.5.10 การสรุปเกี่ยวกับระบบพลังงานที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากเครื่องเล่นเทปคลาสเซทเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเด็ก ดังนั้นจึงใช้ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อความปลอดภัย โดยใช้แบตเตอรี่ให้พลังงาน เพราะแบตเตอรี่จะสะดวกต่อการใช้และสามารถจัดซื้อแบตเตอรี่เซลล์แห่งนั้น มีด้วยกันหลายชนิด

ก. ชนิดธรรมดา

- ข้อดี - ราคาถูก  
- ซื้อได้ทั่วไป

ข้อเสีย - ระยะเวลาการใช้งานสั้น

ข. ชนิดลิเทียม

- ข้อดี - ขนาดเล็กจิ๋ว  
- ใช้ได้นานหลายปี

ข้อเสีย - ราคาแพงมาก

ค. ชนิดเบอร์คิวรี่

- ข้อดี - มีขนาดเล็กมาก

- แรงดันสม่ำเสมอ

ข้อเสีย - มีราคาแพงมาก เหมาะกับอาชีพค้าข้อมือ กล้องถ่ายภาพราคาแพง

#### ง. ซินธิไซเซอร์เจเนอเรชัน

ข้อดี - สามารถจัดไฟได้ใหม่เมื่อใช้หมด โดยไม่ต้องเติมสารเคมีหรือน้ำกลั่น  
- เหมาะกับงานกินไฟมาก และใช้งานบ่อย

ข้อเสีย - ราคาแพง

#### 3.5.11 การสรุปข้อมูลเกี่ยวกับไมโครโฟน

เนื่องจากเครื่องเล่นเทปคลาสเซทเป็นของเล่นที่เสริมพัฒนาการทางด้านบุคลิกภาพและทักษะการใช้มือ ซึ่งเมื่อศึกษาถึงลักษณะของเด็กวัย 3 - 6 ปี จะพบว่าเด็กจะมาความอยากรู้ อยากเห็น ชอบที่จะสัมผัสจับต้อง และมีอิสระในการเล่น ดังนั้นไมโครโฟนที่เหมาะสมกับเครื่องเล่นเทปมากที่สุด คือ ไมโครโฟนแบบยื่น

#### 3.5.12 การสรุปสวิทช์ที่นำมาใช้

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับเด็ก สวิทช์หรือปุ่มควบคุมต่าง ๆ ต้องง่ายต่อการใช้งาน และส่งเสริมการฝึกทักษะการใช้นิ้วมือของเด็กได้เต็มที่ ดังนั้นสวิทช์ที่มีความเหมาะสมกับเครื่องเล่นเทปคลาสเซทคือ สวิทช์แบบกด

#### 3.5.13 สรุประบบที่นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์

เลือกใช้ระบบอนาลอกมาใช้ เนื่องจากมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์มากที่สุด กล่าวคือ ระบบอนาลอกเป็นระบบที่ไม่ซับซ้อนยุ่งยาก และใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ มีความแข็งแรงทนทาน ซึ่งเหมาะกับพฤติกรรมการใช้งานของเครื่อง

#### 3.5.14 การสรุปลำโพงที่นำมาใช้

สรุปเลือกใช้ลำโพงแบบไดนามิก (DYNAMIC SPEAKER) เนื่องจากมีความเหมาะสมแก่การใช้งานมากที่สุด หลักการทำงาน คือ จะมีขดลวดตัวนำเป็นตัวเคลื่อนตามแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นตามสัญญาณเสียง เช่น ลำโพงแบบโตน แบบหน้าแบน แบบโดม

#### 3.5.15 การสรุปสายไฟที่นำมาใช้

สรุปเลือกใช้สายไฟประเภทสายที่มีฉนวนห่อหุ้ม (INSULATED WIRE) กล่าวคือ มีความปลอดภัยป้องกันความชื้น ป้องกันความร้อนได้ และเลือกใช้สายชนิด VTF เนื่องจากมีความเหมาะสมแก่การใช้งานในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมากที่สุด

### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น ส่วน หลัก ได้แก่

- 3.6.1 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์ โดยจะแบ่งออกเป็น
  - 3.6.1.1 การวิเคราะห์ระบบการทำงาน
  - 3.6.1.2 การวิเคราะห์หน่วยควบคุม
  - 3.6.1.3 การวิเคราะห์สายไมโครโพรเซสเซอร์
  - 3.6.1.4 การวิเคราะห์สายไฟ
  - 3.6.1.5 การวิเคราะห์แบตเตอรี่
- 3.6.2 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
- 3.6.3 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรม
- 3.6.4 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุที่นำมาผลิต
- 3.6.5 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการผลิต
- 3.6.6 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการใช้สี

การวิเคราะห์นี้จะดำเนินไปตามขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น เพื่อให้การออกแบบ บรรลุผลตามเป้าหมายที่วางไว้ดังนี้ คือ

### 3.6.1 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวกับระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์

#### 3.6.1.1 การวิเคราะห์ระบบการทำงาน

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ระบบการทำงาน มีดังนี้

1. อนาคต
2. ดิจิตอล

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบระบบการทำงาน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	5	2
2	ให้เสียงที่มีคุณภาพ	4	5
3	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	5	4
4	ผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม	5	3
5	แข็งแรงทนทาน	4	3
รวม		23	17

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้ระบบการทำงานแบบอนาคต

### 3.6.1.1.1 การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าที่นำมาใช้

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ระบบกระแสไฟฟ้าที่นำมาใช้

มีดังนี้

1. ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ระบบไฟฟ้ากระแสตรง

ตารางที่ 14 การเลือกระบบกระแสไฟฟ้า

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	1	5
2	ง่ายต่อการผลิต	4	5
3	มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	1	5
4	บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	4	5
5	มีความสะดวกต่อการใช้งาน	5	3
รวม		15	23

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้ระบบไฟฟ้ากระแสตรง

### 3.6.1.2 การวิเคราะห์หน่วยควบคุม

#### 3.6.1.2.1 การวิเคราะห์สวิตช์ควบคุมเครื่อง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ สวิตช์ควบคุมเครื่อง มีดังนี้

1. แบบสไลด์เลื่อนไปมา
2. แบบกดปุ่ม
3. แบบหมุน

ตารางที่ 15 วิเคราะห์สวิตช์

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	มีความสะดวกต่อการใช้งาน	5	3	3
2	เหมาะสมต่อพฤติกรรมการใช้งาน	5	4	4
3	บำรุงรักษาได้ง่าย	5	4	5
4	ง่ายต่อการใช้งาน	5	3	4
5	ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้	5	4	5
รวม		25	18	21

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกลักษณะสวิตช์ควบคุมเครื่องแบบสไลด์เลื่อนไปมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.2.12 การวิเคราะห์รูปแบบของฝา ปิด - เปิด เทป

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ รูปแบบของฝา ปิด - เปิด เทป มีดังนี้

1. รูปทรงเรขาคณิต
2. รูปสัตว์ต่าง ๆ
3. รูปทรงอิสระต่าง ๆ

ตารางที่ 34 วิเคราะห์รูปแบบของฝา ปิด - เปิด เทป

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	แข็งแรง ทนทาน	5	4	4
2	เหมาะสมกับพฤติกรรม	5	5	4
3	มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	5	5	5
4	บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	5	4	4
5	เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	5	5	5
6	ผลิตได้ง่าย	5	4	4
รวม		30	27	26

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้ฝา ปิด - เปิดเทปรูปทรงเรขาคณิต

### 3.6.1.2.3 การวิเคราะห์ส่วนแสดงการทำงานของเครื่อง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ส่วนแสดงการทำงานของเครื่อง

มีดังนี้

1. เสียง
2. แสง
3. ความสั่นสะเทือน
4. แดงสี

ตารางที่ 17 วิเคราะห์ส่วนแสดงการทำงานของเครื่อง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	3	2	1	4
2	ง่ายต่อการผลิต	2	3	1	4
3	ระบบการทำงานไม่ยุ่งยาก	2	4	1	3
4	สื่อสัญญาณได้ชัดเจน	4	4	3	1
5	บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	2	4	2	3
6	มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	3	4	1	2
รวม		16	21	9	17

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

เอกสารนี้สรุป เลือกใช้แสงเป็นส่วนแสดงการทำงานของเครื่อง  
 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.1.3 การวิเคราะห์สายไมโครโฟน

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ สวิตช์ควบคุมเครื่อง มีดังนี้

1. สายชด
2. สายตรงธรรมดา

ตารางที่ 18 วิเคราะห์สายไมโครโฟน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	สะดวกแก่การใช้งาน	5	2
2	เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	4	3
3	เก็บรักษาได้ง่าย	5	3
4	ง่ายต่อการผลิต	3	5
รวม		17	13

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้สายไมโครโฟนแบบชด

### 3.6.1.3.1 การวิเคราะห์ทิศทางการออกของสายไมโครโฟน

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ทิศทางการออกของสายไมโครโฟน

มีดังนี้

1. ออกด้านหน้า
2. ออกด้านข้าง
3. ออกด้านหลัง
4. ออกด้านล่าง

ตารางที่ 19 วิเคราะห์ทิศทางการออกของสายไมโครโฟน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	สะดวกต่อการใช้งาน มีความเหมาะสมกับพฤติกรรม	3	5	3	3
2	การใช้งาน	4	5	3	4
3	ซ่อมแซมได้ง่าย	4	4	4	4
4	มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	2	4	3	3
รวม		13	18	13	14

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้ด้านข้างเป็นทิศทางการออกของสายไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.1.4 การวิเคราะห์สายไฟ

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ประเภทของสายไฟ มีดังนี้

1. สายไฟทั่วไป
2. สายไฟขนาดเล็ก
3. สายเคเบิล

ตารางที่ 20 วิเคราะห์ประเภทของสายไฟ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก	3	5	1
2	มีขนาดที่เหมาะสม	3	5	1
3	ซ่อมแซมง่าย	5	5	5
4	ผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม	5	5	5
5	เหมาะสมกับการใช้งานในผลิตภัณฑ์	1	5	1
รวม		17	25	13

ค่าชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้สายไฟขนาดเล็ก

### 3.6.1.4.1 การวิเคราะห์ชนิดของสายไฟ

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ชนิดของสายไฟ มีดังนี้

1. เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว ฉนวนหุ้ม PVC
2. เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว ฉนวนหุ้ม PVC

มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอกอีกเส้น

3. เส้นลวดทองแดงอบแล้ว ฉนวนหุ้ม โพลีเอทิลีน

ตารางที่ 21 วิเคราะห์ชนิดของสายไฟ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ใช้กับเครื่อง ไฟฟ้าขนาดเล็ก	4	4	4
2	ใช้กับเครื่อง ใช้ไฟฟ้าที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์	4	4	4
3	มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	4	3	3
4	ซ่อมแซมง่าย	4	3	3
5	ผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม	4	3	3
รวม		20	17	17

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้ไฟชนิดเส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว ฉนวนหุ้ม PVC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.1.5 การวิเคราะห์แบตเตอรี่

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ชนิดของแบตเตอรี่ มีดังนี้

1. ชนิดธรรมดา
2. ชนิดลิเทียม
3. ชนิดเมอร์คิวรี
4. ชนิดรีชาร์จเอเบิล

ตารางที่ 22 วิเคราะห์แบตเตอรี่

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	มีขนาดเล็กกระทัดรัด	4	5	5	4
2	ราคาถูก	5	2	2	3
3	หาได้ง่าย	5	3	3	3
4	ใช้งานได้นาน	2	4	4	5
5	แรงดันสม่ำเสมอ	4	5	4	4
	รวม	20	19	18	19

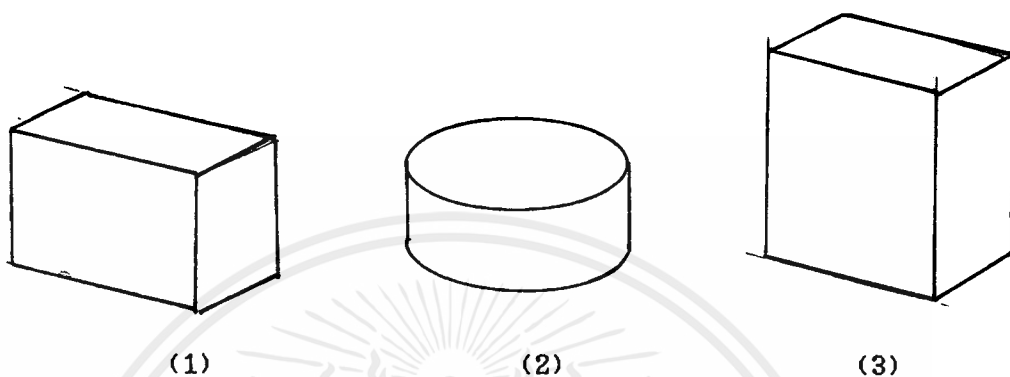
คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้แบตเตอรี่ชนิดธรรมดา

### 3.6.2 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวเนื่องกับการออกแบบ

#### 3.6.2.1 การวิเคราะห์รูปทรงความน่าจะเป็น

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ รูปทรงของผลิตภัณฑ์ มีดังนี้



ตารางที่ 23 วิเคราะห์รูปทรงของผลิตภัณฑ์

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	เข้ากับระบบของเกียร์	4	3	5
2	มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	4	3	5
3	มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้	4	5	4
4	สะดวกแก่การจัดเก็บ	5	3	5
รวม		17	14	19

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้รูปทรงแบบที่ 3 เพื่อนำมาออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.2.2 การวิเคราะห์การยึดโครงสร้าง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ การยึดโครงสร้าง มีดังนี้

1. ใช้สกรูเกลียวปล่อยยึด
2. ใช้ระบบการขัดล็อกกันเองทั้ง 2 ด้าน
3. ยึดติดโดยนำระบบความฝืดมาใช้

ตารางที่ 24 วิเคราะห์การยึดโครงสร้าง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	มีความมั่นคงแข็งแรง	4	2	2
2	มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	4	3	2
3	ง่ายต่อการผลิต	3	4	4
4	บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	4	3	4
5	มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	4	3	2
	รวม	19	15	14

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้สกรูเกลียวปล่อยยึดโครงสร้าง

### 3.6.2.3 การวิเคราะห์ตำแหน่งของช่องเทปคลาสเซต

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ตำแหน่งของช่องเทปคลาสเซต มีดังนี้

1. ด้านหน้าซ้าย
2. ด้านหน้าขวา
3. ด้านบน
4. ด้านหลัง

ตารางที่ 25 วิเคราะห์ตำแหน่งของช่องเทปคลาสเซต

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	5	4	4	1
2	ง่ายต่อการผลิต	5	5	4	2
3	มีความสะดวกต่อการใช้งาน	5	4	4	2
4	บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	5	5	4	4
รวม		20	18	16	9

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกด้านหน้าซ้ายเป็นตำแหน่งของช่องเทปคลาสเซต

### 3.6.2.4 การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำโพง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ตำแหน่งของลำโพง มีดังนี้

1. ด้านหน้าซ้าย
2. ด้านหน้าขวา
3. ด้านบน
4. ด้านหลัง
5. ด้านข้าง

ตารางที่ 26 วิเคราะห์ตำแหน่งของลำโพง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ส่งเสียงคลื่นเสียงอย่างมีประสิทธิภาพ	5	5	5	2	3
2	ง่ายต่อการผลิต	5	5	3	4	4
3	บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	5	5	3	4	4
4	มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	3	5	3	3	3
รวม		18	20	14	13	14

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกด้านหน้าขวาเป็นตำแหน่งของลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.2.5 การวิเคราะห์ตำแหน่งที่เก็บไมโครโฟน

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ตำแหน่งที่เก็บไมโครโฟน มีดังนี้

1. ด้านบน
2. ด้านข้าง
3. ด้านหลัง
4. ถอดเก็บไว้

ตารางที่ 27 วิเคราะห์ตำแหน่งที่เก็บไมโครโฟน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	สะดวกต่อการใช้งาน	4	5	2	1
2	ง่ายต่อการผลิต	3	4	4	5
3	บำรุงรักษาและซ่อมแซมได้ง่าย	4	5	5	5
4	ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้	5	4	4	5
5	เหมาะสมต่อพฤติกรรมการใช้งาน	5	5	3	1
รวม		21	23	18	17

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกด้านข้างเป็นตำแหน่งที่เก็บไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.2.6 การวิเคราะห์ตำแหน่งของปุ่มปรับระดับเสียง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ตำแหน่งของปุ่มปรับระดับเสียง มีดังนี้

1. ด้านหน้าซ้าย
2. ด้านหน้าขวา
3. ด้านบน
4. ด้านข้าง

ตารางที่ 28 วิเคราะห์ตำแหน่งของปุ่มปรับระดับเสียง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	สะดวกต่อการใช้งาน	1	4	3	4
2	มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	2	3	3	3
3	บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	3	3	3	3
4	ผลิตง่ายในระบบอุตสาหกรรม	4	4	2	2
รวม		10	14	11	12

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกด้านหน้าขวาเป็นตำแหน่งของปุ่มปรับระดับเสียง

### 3.6.2.7 การวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิทช์เคาะจังหวะ

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ตำแหน่งของสวิทช์เคาะจังหวะ มีดังนี้

1. ด้านบน
2. ด้านหน้า
3. ด้านข้าง

ตารางที่ 29 วิเคราะห์ตำแหน่งของสวิทช์เคาะจังหวะ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	มีความสะดวกต่อการใช้งาน	5	3	2
2	ซ่อมแซมได้ง่าย	5	3	4
3	ง่ายต่อการผลิต	4	4	4
4	เหมาะสมต่อพฤติกรรมการใช้งาน	5	4	3
รวม		19	14	13

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกด้านบนเป็นตำแหน่งของสวิทช์เคาะจังหวะ

### 3.2.6.8 การวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิทช์ควบคุมเทป

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ตำแหน่งของสวิทช์ควบคุมเทป มีดังนี้

1. ด้านบน
2. ด้านข้าง
3. ด้านหน้า

ตารางที่ 30 วิเคราะห์ตำแหน่งของสวิทช์ควบคุมเทป

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	สอดคล้องกันกับระบบของเครื่อง	5	1	3
2	ง่ายต่อการผลิต	5	3	4
3	บำรุงรักษาและซ่อมแซมได้ง่าย	5	4	4
4	ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้	5	5	4
5	เหมาะสมต่อพฤติกรรมการใช้งาน	5	4	2
	รวม	25	17	17

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกตำแหน่งของสวิทช์ควบคุมเทปอยู่ด้านบนของเครื่อง

### 3.6.2.9 การวิเคราะห์ตำแหน่งการเก็บแบคทีเรีย

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ตำแหน่งการเก็บแบคทีเรีย มีดังนี้

1. ด้านหน้า
2. ด้านข้าง
3. ด้านหลัง
4. ด้านบน

ตารางที่ 31 วิเคราะห์ตำแหน่งการเก็บแบคทีเรีย

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	สะดวกต่อการใช้งาน	4	4	4	4
2	เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน	3	3	5	2
3	เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	4	3	5	2
4	ซ่อมแซมได้ง่าย	4	4	4	4
5	ง่ายต่อการผลิต	4	5	5	4
รวม		19	19	23	16

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกด้านหลังเป็นตำแหน่งการเก็บแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.2.10 การวิเคราะห์รูปแบบไมโครโฟน

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ รูปแบบไมโครโฟน มีดังนี้

1. ทรงกลวย
2. ทรงแท่งสี่เหลี่ยม
3. ทรงกลมมน

ตารางที่ 32 วิเคราะห์รูปแบบไมโครโฟน

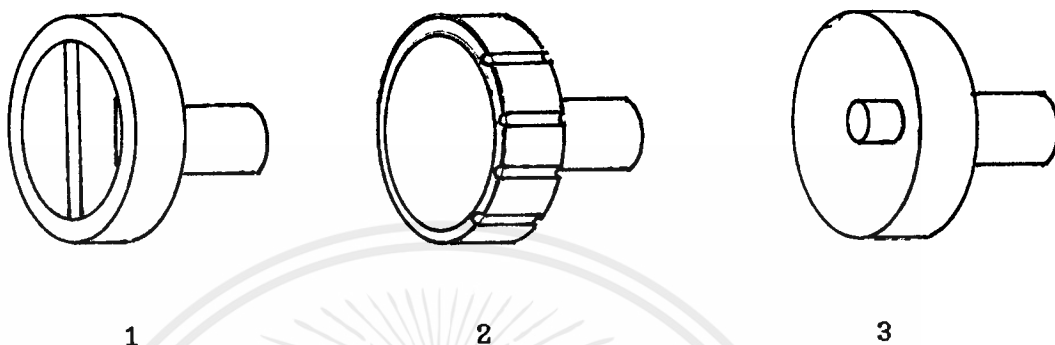
ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	มีความเหมาะสมต่อพฤติกรรมการใช้งาน	5	3	3
2	มีความสะดวกต่อการใช้งาน	5	4	3
3	ง่ายต่อการผลิต	5	5	3
4	บำรุงรักษาได้ง่าย	4	4	4
5	ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน	4	3	5
รวม		23	19	18

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกรูปแบบไมโครโฟนทรงกลวย

### 3.6.2.11 การวิเคราะห์รูปแบบของปั๊มปรับระดับเสียง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ รูปแบบของปั๊มปรับระดับเสียง มีดังนี้



ตารางที่ 33 วิเคราะห์รูปแบบของปั๊มปรับระดับเสียง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	มีความสะดวกต่อการใช้งาน	2	5	5
2	ง่ายต่อการผลิต	5	5	4
3	บำรุงรักษาได้ง่าย	3	5	5
4	มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	3	5	5
รวม		13	20	19

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

#### สรุป เลือกรูปแบบของปั๊มปรับระดับเสียงแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลิขสิทธิ์และทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.1.2.2 การวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิตช์ควบคุมเครื่อง หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ตำแหน่งของสวิตช์ควบคุมเครื่อง

มีดังนี้

1. ด้านบน
2. ด้านข้าง
3. ด้านหน้า

ตารางที่ 16 วิเคราะห์ตำแหน่งของสวิตช์

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	สะดวกต่อการใช้งาน	5	3	4
2	ง่ายต่อการผลิต	5	4	4
3	บำรุงรักษา และซ่อมแซมได้ง่าย	5	3	5
4	ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้	4	3	4
5	เหมาะสมต่อพฤติกรรมการใช้งาน	5	4	5
รวม		24	17	22

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกตำแหน่งของสวิตช์ควบคุมเครื่องอยู่ด้านบนของเครื่อง

### 3.6.2.13 การวิเคราะห์รูปแบบของฝาลำโพง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ รูปแบบของฝาลำโพง มีดังนี้

1. รูปทรงเรขาคณิต
2. รูปสัตว์ต่าง ๆ
3. รูปทรงอิสระ

ตารางที่ 35 วิเคราะห์รูปแบบของฝาลำโพง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	แข็งแรง ทนทาน	5	4	4
2	เหมาะสมกับพฤติกรรม	5	5	4
3	มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	5	5	5
4	บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	5	4	4
5	เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	5	5	5
6	ผลิตได้ง่าย	5	4	4
รวม		30	27	26

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้ฝาลำโพงรูปทรงเรขาคณิต

### 3.6.3 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรม

#### 3.6.3.1 การวิเคราะห์ตำแหน่งการจับเพื่อการใช้งาน

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ตำแหน่งการจับเพื่อการใช้งาน มีดังนี้

1. การจับด้านข้าง
2. การจับประกอภกันทั้ง 2 ด้าน
3. การจับทางด้านบน
4. การจับทางด้านหลัง

ตารางที่ 36 วิเคราะห์ตำแหน่งการจับเพื่อการใช้งาน

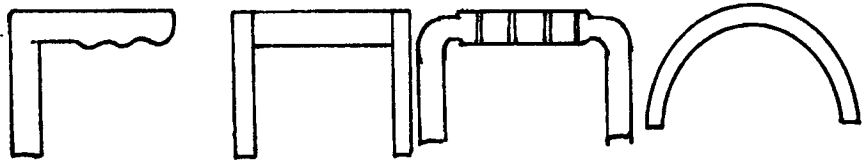
ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	มีความมั่นคงแข็งแรง	3	5	5	3
2	มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	3	5	5	4
3	ง่ายต่อการผลิต	5	4	5	2
4	บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	5	4	5	4
5	เหมาะสมกับสรีระการใช้งาน	3	3	5	4
รวม		22	24	30	20

ค่าชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้การจับทางด้านบน เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.3.2 การวิเคราะห์รูปแบบการจับผลิตภัณฑ์

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ รูปทรงเพื่อการจับถือ มีดังนี้



(1)

(2)

(3)

(4)

ตารางที่ 37 วิเคราะห์รูปทรงเพื่อการจับถือ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	เคลื่อนย้ายได้สะดวก	3	4	4	4
2	มีความมั่นคงในการจับและถือ	3	4	5	3
3	ขั้นตอนในการผลิตไม่ยุ่งยาก	3	4	3	5
4	สวยงามทันสมัย	4	4	5	3
5	มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	2	4	4	3
6	จับได้ถนัดเพียงมือเดียว	4	4	5	3
รวม		19	24	26	22

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้แบบที่ (3) นำมาผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.3.3 การวิเคราะห์รูปแบบที่จับสำหรับปิด-เปิด เทป

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ รูปแบบของฝา ปิด - เปิด เทป มีดังนี้

1. ลักษณะใช้ 2 นิ้ว จับหนีบแล้วดึงออกมา
2. ลักษณะใช้นิ้วเดียว เกี่ยวทางด้านข้างออกมา (ฝาปิดมีคิ้ว)
3. ใช้กลไกกดปุ่มอัดโน้มติ

ตารางที่ 38 วิเคราะห์รูปแบบที่จับสำหรับปิด-เปิด เทป

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	มีความแข็งแรงทนทาน	5	5	3
2	ใช้งานได้สะดวก	3	5	5
3	เหมาะสมกับพฤติกรรม	4	4	3
4	มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	5	5	5
5	บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	5	5	2
6	ผลิตได้ง่าย	5	5	1
รวม		27	29	19

ค่าชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้ที่จับสำหรับปิด - เปิดเทปโดยใช้นิ้วเดียวเกี่ยวทางด้านข้างออกมา

### 3.6.3.4 การวิเคราะห์ลักษณะการปิดของฝาเบตเตอร์รี่

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ลักษณะการปิดของฝาเบตเตอร์รี่ มีดังนี้

1. เลื่อนแล้วล็อกปิด
2. เป็นบานพับแล้วล็อกในตัว

ตารางที่ 39 วิเคราะห์ลักษณะการปิดของฝาเบตเตอร์รี่

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	สะดวกแก่การใช้งาน	4	5
2	เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน	4	5
3	เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	4	5
4	ป้องกันการสูญหายได้ดี	1	5
5	ง่ายต่อการผลิต	5	3
รวม		18	23

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

สรุป เลือกลักษณะการปิดของฝาเบตเตอร์รี่ เป็นบานพับแล้วล็อกในตัว

### 3.6.4 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุที่นำมาผลิต

#### 3.6.4.1 การวิเคราะห์พลาสติกที่นำมาใช้ทำโครงสร้างภายนอก

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ พลาสติกที่นำมาใช้ทำโครงสร้างภายนอก

มีดังนี้

1. PE
2. CA
3. PS<sub>g</sub>
4. ABS

#### ตารางที่ 40 วิเคราะห์พลาสติกที่นำมาใช้ทำโครงสร้างภายนอก

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	เหมาะสมกับการทำของเล่น	4	5	4	4
2	ทนต่อการขีดข่วน	4	5	3	4
3	ไม่ติดไฟง่าย	3	3	3	3
4	ง่ายต่อการผลิต	5	5	4	3
5	ทนต่อสารเคมี	4	4	4	4
รวม		20	22	18	18

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

#### สรุป เลือกพลาสติก CA ในการทำโครงสร้างภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ประกอบการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.5 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการผลิต

#### 3.6.5.1 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตชิ้นงานพลาสติก

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ กรรมวิธีการผลิตชิ้นงานพลาสติก มีดังนี้

1. แบบฉีด
2. แบบเป่า
3. แบบอัด
4. แบบรีด

ตารางที่ 41 วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตชิ้นงานพลาสติก

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ง่ายต่อการผลิต	4	3	2	2
2	ใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะ	4	4	2	3
3	ผลิตได้จำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว	4	2	2	4
4	เหมาะสมกับรูปแบบของผลิตภัณฑ์	4	3	2	2
5	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	3	3	3	3
รวม		19	15	11	14

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยมาก

#### สรุป เลือกกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานพลาสติกแบบฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.6 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการใช้สี

สี หมายถึงลักษณะความเข้มของแสงสว่างที่ปรากฏต่อสายตาที่มีอิทธิพลต่อจิตใจมนุษย์สีแต่ละสีให้ความรู้สึกที่ต่างกันอย่างบางครั้งทำให้เกิดความรู้สึกสงบ บางที่ทำให้เกิดความรู้สึกตื่นเต้นร่าเริง ในการใช้สีให้มีอิทธิพลต่อจิตใจมนุษย์ จึงจำเป็นต้องใช้ให้เหมาะสมกับอิทธิพลของสีแต่ละสีตลอดจนเวลาและโอกาส วัฒนธรรมประเพณี สภาพดินฟ้าอากาศ และความเป็นอยู่

#### การใช้สี

ข้อพิจารณาของสีสำหรับเครื่องเล่นเทปคลาสเซทสำหรับเด็กวัยอนุบาล

1. เป็นสีที่ดูแล้วสนุกสนานร่าเริง
2. เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี

ในแง่จิตวิทยาของสีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ สามารถพิจารณาจากความรู้สึกที่ได้รับดังนี้

- ดูสะอาด ปลอดภัย ถูกสุขลักษณะ ได้แก่ สีขาว ฟ้า ขาว สีครีม
- สกปรกมาก ได้แก่ สีโทนทึบ ๆ มีเทาเข้ม น้ำตาล
- เข้ากับสภาพแวดล้อม ได้แก่ สีครีม เทา ดำ
- ความร่าเริงสนุกสนาน ได้แก่ สีเหลือง
- ความสบายตาสดชื่น ได้แก่ เขียว เทา ฟ้า น้ำเงิน
- ทำความสะอาดง่าย ได้แก่ ดำ น้ำเงิน

จะเห็นได้ว่าสีที่มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์มากที่สุดได้แก่ สีเหลือง ซึ่งดูแล้วร่าเริง

สนุกสนาน

#### สรุปสีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์

เมื่อวิเคราะห์แล้วได้สีที่เหมาะสมคือ สีเหลือง เป็นสีหลักเพราะมองดูแล้วให้ความรู้สึกสนุกสนานร่าเริงมากที่สุด

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 4.1 การสังเคราะห์ข้อมูล

ในการสังเคราะห์ข้อมูลนี้ จะเป็นการนำเอาผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาสรุปเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ การสังเคราะห์ข้อมูลนี้ แบ่งได้เป็นขั้นตอนคือ

##### 4.1.1 การสังเคราะห์ในส่วนของการระบบการทำงาน

ระบบการทำงานของเครื่องเล่นเทปคลาสเซตสำหรับเด็กวัยอนุบาลนี้ ใช้ระบบเทปแบบ อนุาลอค พลังงานที่ได้มาจากแบตเตอรี่ชนิดธรรมดา ขนาด A-A จำนวน 4 ก้อน การควบคุมเป็นการใช้สวิตช์แบบเลื่อนไปมาได้ 2 จังหวะ

##### 4.1.2 การสังเคราะห์ในส่วนของการออกแบบ

การออกแบบนี้เป็นลักษณะผลิตภัณฑ์สำหรับเด็กวัย 3-6 ปี และใช้ภายในบ้านพักอาศัย ในโครงการนี้คือ เครื่องเล่นเทปคลาสเซต กลุ่มผู้บริโภคคือ เด็กอายุระหว่าง 3-6 ปี การทำงานของเครื่องคือ ไฟ 6 โวลต์จากแบตเตอรี่ ขนาด A-A จำนวน 4 ก้อน จะเข้าสู่แผงวงจรใหญ่ ควบคุมถึงวงจรเทปคลาสเซต ไฟ LED แสดงการทำงานของเครื่อง ปุ่มควบคุมเครื่อง และแผงวงจร เครื่องเคาะจังหวะ

##### 4.1.3 การสังเคราะห์ในส่วนของการใช้งาน

การใช้งานของเครื่องเล่นเทปคลาสเซตนี้ มีการใช้งานดังนี้ คือ เลื่อนสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง ON เปิดฝาใส่เทป ใส่ตลับเทปที่ต้องการแล้วปิดฝา กดปุ่มเล่นเทป ปรับระดับความดังของเสียงตามความต้องการ จับไมโครโฟนขึ้นมาเพื่อพูด หรือร้องเพลง กดปุ่มเคาะจังหวะเสียงได้ตามต้องการ กดปุ่มหยุดการทำงานของเทป นำไมโครโฟนเข้าเก็บตามเดิม เปิดฝาใส่เทป นำเทปออกจากเครื่อง ปิดฝาใส่เทป เลื่อนสวิตช์ไปที่ OFF

#### 4.1.4 การสังเคราะห์ในส่วนของวัสดุเพื่อการผลิต

การวิเคราะห์ขั้นตอนจะเห็นได้ว่า ใช้พลาสติกเป็นวัสดุหลักในการผลิต พลาสติกที่ใช้เพื่อการผลิตคือ พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก Thermoplastic (TP) ชนิดของพลาสติกที่ใช้คือ Celluloseacetate (CA)

#### 4.1.5 การสังเคราะห์ในส่วนของกรรมวิธีการผลิต

ในส่วนของกรรมวิธีการผลิตนั้น ในกรรมวิธีการผลิตแบบฉีดขึ้นรูป (Injection Molding)

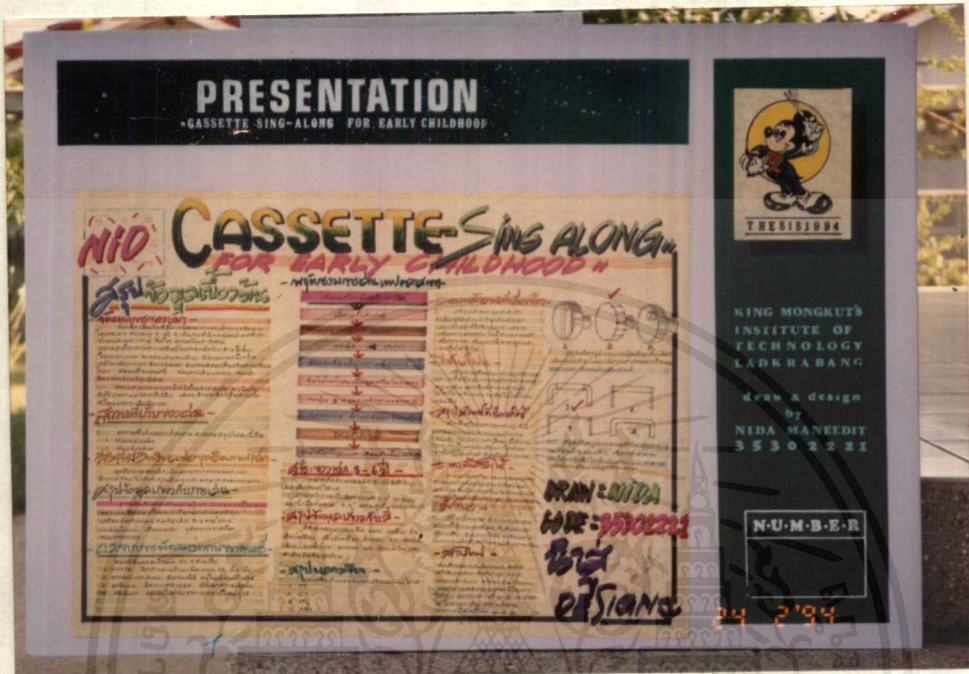
#### 4.1.6 การสังเคราะห์ในส่วนเสริมของการออกแบบ

ส่วนเสริมของการออกแบบคือ ส่วนที่นำมาช่วยในการออกแบบให้สะดวกในการใช้งานมากขึ้น ส่วนเสริมมีดังนี้คือ

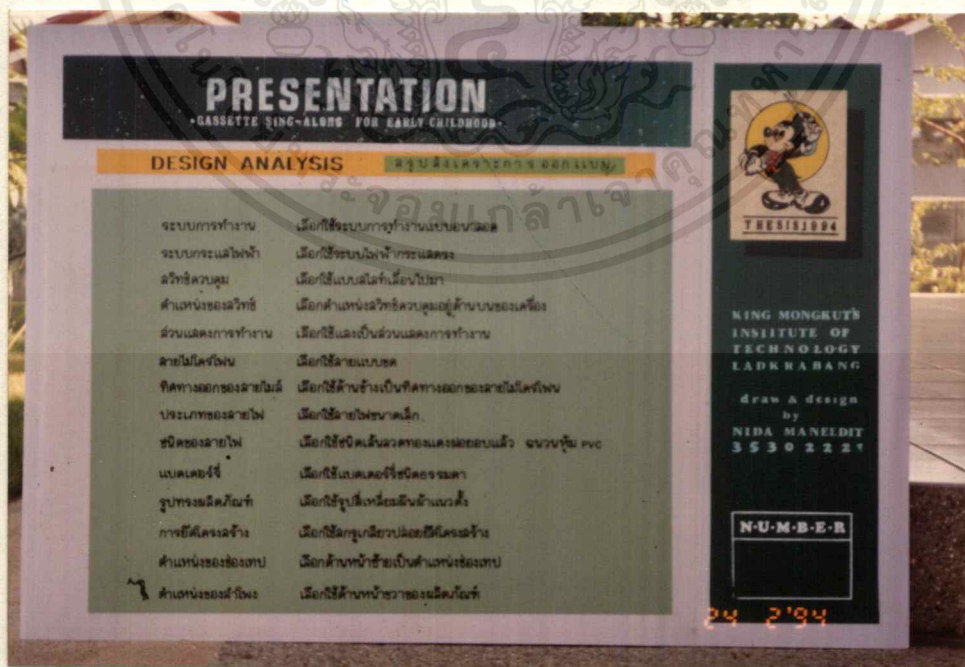
1. ที่เก็บไมโครโฟน จากเดิมเก็บไมโครโฟนได้เพียง 1 ตัว อีก 1 ตัวปล่อยทิ้งไว้ ได้ออกแบบให้มีที่เก็บโดยเก็บไว้ทางด้านข้างของเครื่อง ด้านละตัว ดูเรียบร้อย ลงตัว และตัดปัญหาการเกะกะและการสูญหายได้อีกด้วย
2. มีพื้นผิวสัมผัสตรงมือจับเต็ม เพื่อการจับถือได้อย่างมั่นคง ไม่หลุดลื่นได้ง่าย
3. ฝาปิด-เปิดแบตเตอรี่ได้เพิ่มแกนยึดโดยใช้เป็นลักษณะบานพับ เพื่อความสะดวกขณะใช้งาน และป้องกันการสูญหาย
4. ในส่วนของเครื่องเล่น ได้เพิ่มอุปกรณ์เคาะจังหวะขึ้นมา เพื่อเสริมสร้างทักษะการใช้นิ้วและความคิดให้กับเด็ก ทำให้เด็กได้เพลิดเพลินกับอุปกรณ์มากยิ่งขึ้น

## 4.2 การนำเสนอผลงาน

### 4.2.1 แนวความคิดเริ่มแรก



ภาพที่ 78 แสดงสรุปข้อมูลพื้นฐาน



ภาพที่ 79 แสดงสรุปข้อมูลการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 80 Sketch Design 1



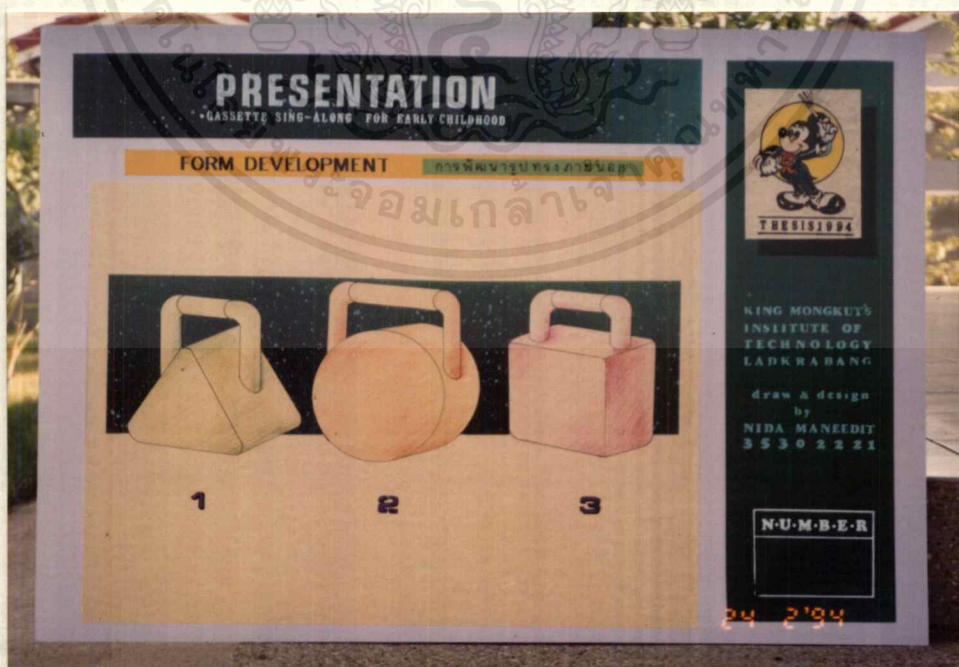
ภาพที่ 81 Sketch Design 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 82 Sketch Design 3

4.2.2 แบบเพื่อกำหนดเส้นเอ

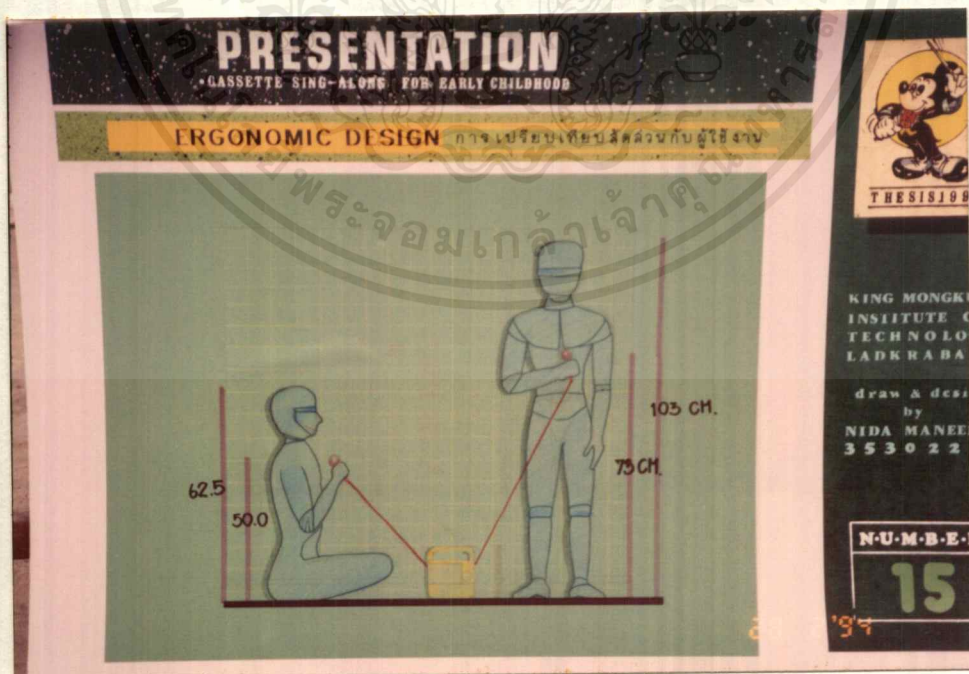


ภาพที่ 83 Presentation 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้



ภาพที่ 84 Presentation 2



ภาพที่ 85 Presentation 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

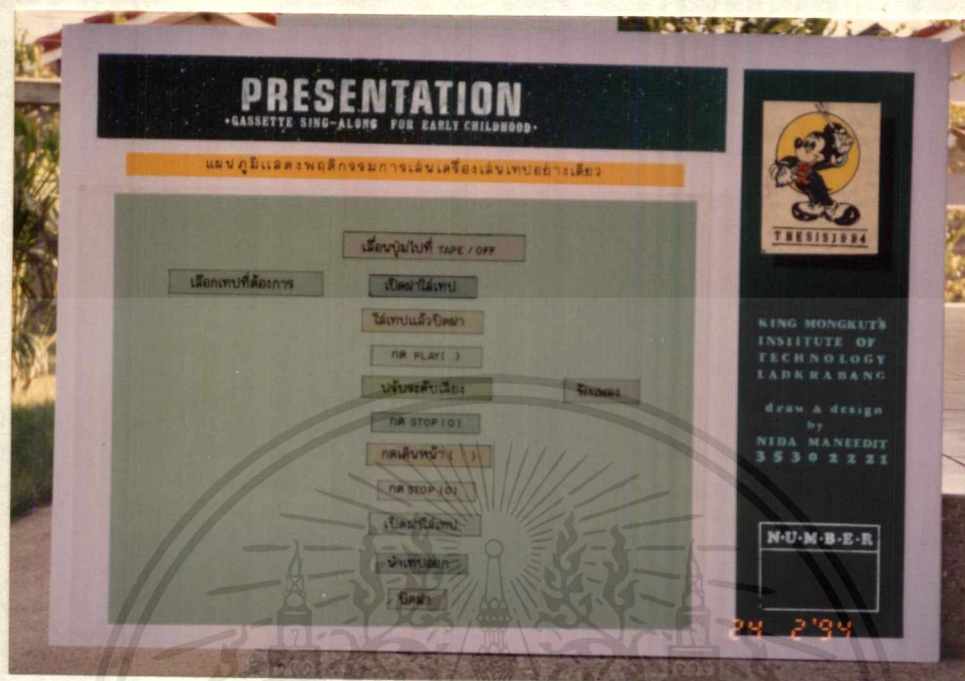


ภาพที่ 86 Presentation 4

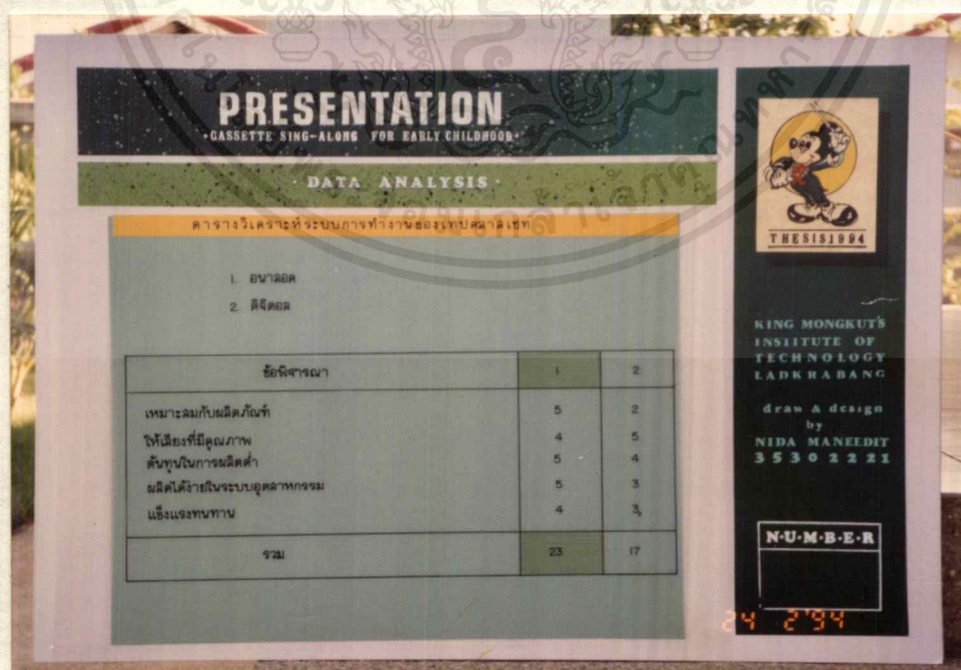


ภาพที่ 87 Presentation 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 88 Presentation 6



ภาพที่ 89 Presentation 7


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**PRESENTATION**  
• CASSETTE SING-ALONG FOR EARLY CHILDHOOD •

**DATA ANALYSIS**

ตารางวิเคราะห์ข้อผิดพลาดเด็กที่นำมาใช้

1. PE				
2. CA				
3. PR <sub>s</sub>				
4. ABS				
ข้อพิจารณา	1	2	3	4
เหมาะสมกับการทำงานของแผ่น	4	5	4	4
ทนต่อการขีดข่วน	4	5	3	4
ไม่ติดไฟง่าย	3	3	3	3
ง่ายต่อการผลิต	6	5	4	3
ทนต่อสารเคมี	4	4	4	4
รวม	20	22	18	18

  
 THESIS 004  
 KING MONGKUT'S  
 INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY  
 LADKRABANG  
 draw & design  
 by  
 NIDA MANEEDIT  
 3 5 3 0 2 2 2 1  
 N-U-M-B-E-R  
 24 2'94

ภาพที่ 90 Presentation 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

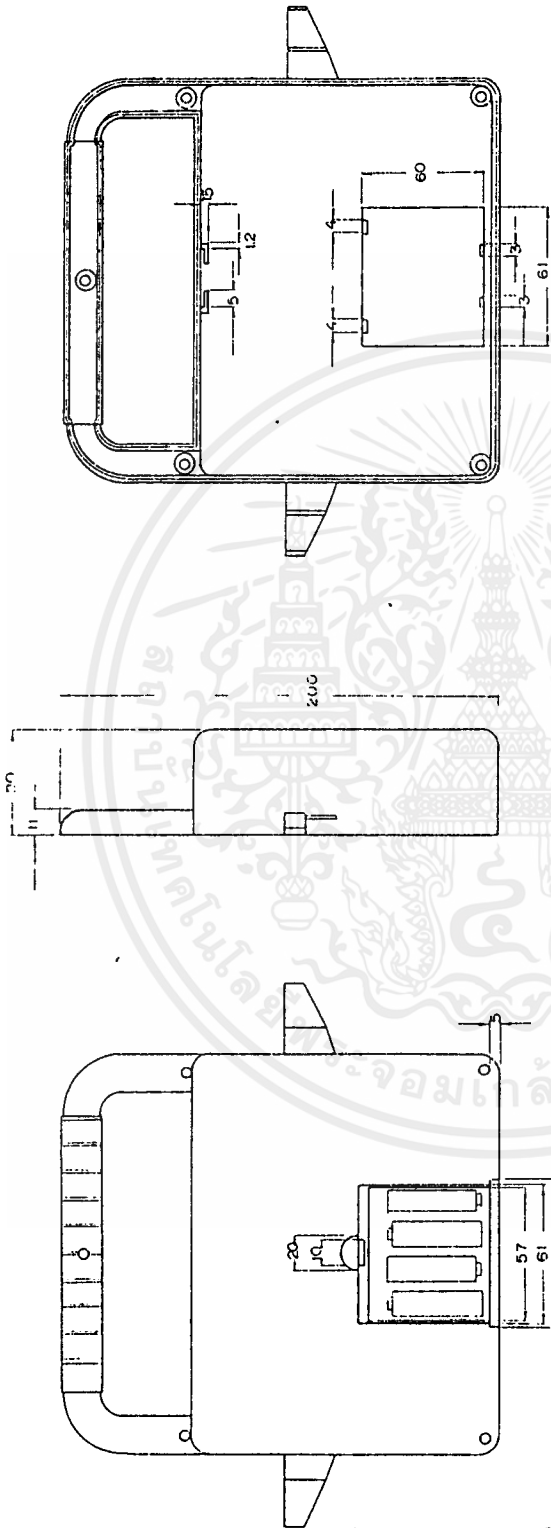








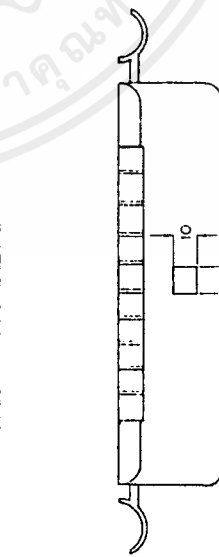




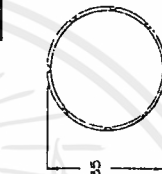
FRONT VIEW..  
SCALE 1:1.5

SIDE VIEW..  
SCALE 1:1.5

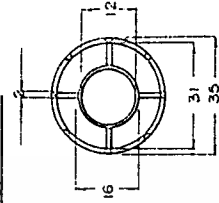
BACK VIEW..  
SCALE 1:1.5



TOP VIEW..  
SCALE 1:1.5



FRONT VIEW..  
SCALE 1:1

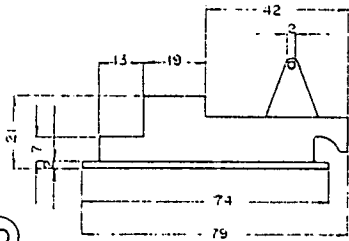


BACK VIEW..  
SCALE 1:1

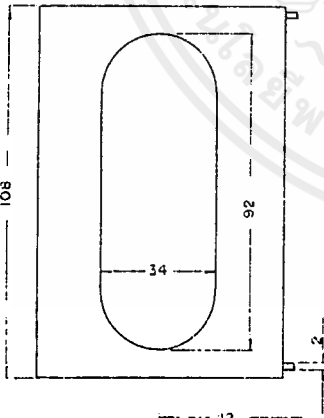
ชื่องาน	แผ่นที่
เครื่องเล่นเทปคาสเซต	
วิชาพื้นฐาน	
วิชาที่เรียน	
ชื่อผู้จัดทำ	
ชื่อกลุ่ม	
ชื่ออาจารย์	
ชื่อโรงเรียน	
ชื่อจังหวัด	
ชื่อเขต/อำเภอ	
ชื่อตำบล	
ชื่อหมู่บ้าน	
ชื่อถนน	
ชื่อเลขที่	
ชื่อโรงเรียน	
ชื่อจังหวัด	
ชื่อเขต/อำเภอ	
ชื่อตำบล	
ชื่อหมู่บ้าน	
ชื่อถนน	
ชื่อเลขที่	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้วยการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

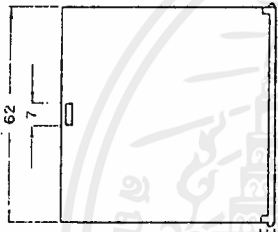
5



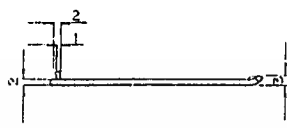
SIDE VIEW.  
SCALE 1:1



FRONT VIEW.  
SCALE 1:1

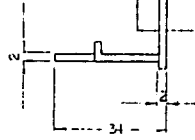


FRONT VIEW.  
SCALE 1:1

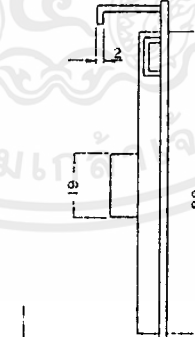


SIDE VIEW.  
SCALE 1:1

7



TOP VIEW.  
SCALE 1:1

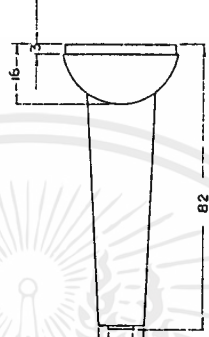


SIDE VIEW & SECTION  
SCALE 1:1

15

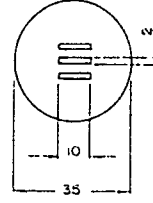


FRONT VIEW.  
SCALE 1:1

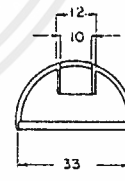


SIDE VIEW.  
SCALE 1:1

13



FRONT VIEW.  
SCALE 1:1



SIDE VIEW & SECTION  
SCALE 1:1

ชื่องาน	ชื่อ	เลขที่	วันที่	หน้า
เครื่องเล่นเทปพกพา	...	...	...	...
สำหรับฝึกวิชา 3-5 ปี	...	...	...	...
วิชา	...	...	...	...
รายวิชา	...	...	...	...



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการดำเนินโครงการ

#### 5.1 สรุปผลการทำวิจัย

##### แนวความคิดเริ่มแรก

เนื่องจากความต้องการของผู้ปกครองในปัจจุบัน ได้หันมาให้ความสำคัญกับการเลี้ยงดูเด็กมากขึ้น จากการศึกษาในยุคปัจจุบันมีความกล้าแสดงออก มีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งลักษณะเหล่านี้เอง ที่มีการผลิตของเล่นต่าง ๆ ออกมาตอบสนองความต้องการของเด็กอย่างมากมาย เพื่อที่จะได้เสริมพัฒนาการทางด้านต่าง ๆ ของเด็กในมีการพัฒนาทางด้านต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

การพัฒนาทางด้านต่าง ๆ ของเด็กนั้น มีด้วยกันหลายด้าน ซึ่งทักษะที่มีความสำคัญของเด็กในวัยนี้ ได้แก่ ทักษะการพูด การร้องเพลง การเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และการเข้าสังคม ผู้วิจัยจึงได้คิดปรับปรุงและออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นเทปคลาสเซต เพื่อตอบสนองพฤติกรรมของเด็กในวัย 3-6 ปี เพื่อที่จะได้มีการพัฒนาทางด้านต่าง ๆ และจะเป็นเยาวชนที่มีคุณภาพต่อไป

##### การรวบรวมปัญหา

จะเป็นเครื่องเล่นเทปคลาสเซตที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีเฉพาะการเล่นเทปและไมโครโฟนสำหรับพูด หรือร้องเพลงนั้น ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ขึ้นมา ปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแบ่งได้เป็นปัญหาด้านพฤติกรรม ขั้นตอนในการเล่นเครื่องเล่นเทปคลาสเซต และจากผลิตภัณฑ์เดิม การรวบรวมปัญหาจะเริ่มตั้งแต่การเริ่มเล่นเทปและใช้ไมโครโฟน การประกอบกิจกรรมและหลักการประกอบกิจกรรมจนถึงความสะอาดอื่น ๆ

##### การตีปัญหา

ปัญหาด้านพฤติกรรมในการที่เด็กจะเริ่มเปิดเครื่อง จะเลื่อนปุ่มเปิด-ปิด ซึ่งมี 3 จังหวะ ดัดปุ่มเปิดกับเทป ปุ่มไมโครโฟนและปุ่มผสม การเลื่อนไปมานั้นจะเกิดการผิดพลาดขึ้นได้โดยง่าย เมื่อต้องการเร่งปุ่มปรับระดับของเสียงก็ไม่สามารถรู้ได้ว่าเสียงอยู่ในระดับใด เนื่องจากตัวเลขขอบระดับถูกบดบังด้วยขอบของตัวเครื่อง ต้องฟังและสังเกตเอง ปัญหาจากผลิตภัณฑ์

เดิมเกิดจากการใช้งานอันเนื่องมาจากขั้นตอนการเล่น และอุปกรณ์การเล่นซึ่งมีน้อย ซึ่งไม่สามารถตอบสนองพฤติกรรมและการพัฒนาทางร่างกายและจิตใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### การวิเคราะห์ปัญหา

เริ่มวิเคราะห์จากพฤติกรรมการเล่น

1. ขั้นตอนการเล่น เริ่มจากเปิดสวิทซ์การทำงานของเครื่อง
2. อุปกรณ์ที่ใช้เสริมในการเล่น อันได้แก่ ไมโครโฟน
3. พฤติกรรมการเล่น เครื่องเล่นเทปคลาสเซต โดยใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นเทป

คลาสเซตที่มีอยู่เดิม

### แนวความคิดสร้างสรรค์เบื้องต้น

จากปัญหาทำให้ผู้วิจัยพบว่า การดำเนินงานเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ จะต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์ในหลายส่วน เพื่อการที่จะทำให้เกิดผลตามที่คาดหวังได้ตามที่กำหนดไว้ในการวิจัย โดยได้ทำการศึกษาจากพฤติกรรมการเล่น เครื่องเล่นเทปคลาสเซตเป็นหลัก และนำเข้าสู่การออกแบบควบคู่ไปกับการศึกษาในเรื่องของการทำงานของผลิตภัณฑ์เดิม ดังได้กล่าวไว้ข้างต้น จากการศึกษาในครั้งนี้เองที่ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า หากจะทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ นั้น งานผลิตภัณฑ์จะต้องสนองตอบต่อพฤติกรรมของเด็ก และมีระบบการทำงานของเครื่องไม่ซับซ้อน พร้อมทั้งยังส่งเสริม สนับสนุนบุคลิกภาพในด้านต่าง ๆ ของเด็กในวัย 3-6 ปี ด้วย

### การวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบ

ผลการวิจัยข้อมูลคือการเริ่มจากการเลือกระบบการทำงานที่ต้องทำงานโดยผ่านขั้นตอนที่น้อยที่สุด เพื่อที่จะเป็นการประหยัดเวลา ระบบการทำงานของเครื่องนั้น การควบคุมจะกระทำได้ด้วยตัวของผู้ใช้เอง โดยจะมีสวิทซ์เป็นตัวเชื่อมระหว่างระบบของเครื่องและแหล่งพลังงาน

### ขั้นตอนลงใจในการออกแบบ

การดำเนินการออกแบบในขั้นนี้ จะเอาผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนแรกมาทำการสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อที่การออกแบบครั้งนี้จะสามารถทำการออกแบบให้ตอบสนองความต้องการในการใช้งานจริงได้อย่างเต็มที่ และยังรวมถึงการที่จะต้องส่งเสริมต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม และที่สำคัญที่สุดก็คงจะได้แก่ "การที่จะบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ในการวิจัย"

## สรุปผลการออกแบบ

การวิจัยโครงการออกแบบเครื่องเล่นเทปคลาสเซทสำหรับเด็กวัยอนุบาล เมื่อดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปแล้ว จะทำให้ได้เครื่องเล่นเทปคลาสเซทที่เป็นอุปกรณ์ที่สนับสนุนการพัฒนาบุคลิกภาพทางด้านต่าง ๆ ของเด็กวัย 3-6 ปี ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นเทปคลาสเซทเพื่อความเพลิดเพลินและผ่อนคลายอารมณ์ของเด็กวัยนี้ได้อีกด้วย

## 5.2 ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน

ในโครงการวิจัยและออกแบบปรับปรุง "เครื่องเล่นเทปคลาสเซทสำหรับเด็กวัยอนุบาล" เนื่องจากการดำเนินการวิจัยในโครงการนี้ จะเป็นโครงการในลักษณะของการเสนอแนะเพื่อที่จะทำการพัฒนาปรับปรุง เครื่องเล่นเทปคลาสเซทที่ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

จากระยะเวลาที่ผ่านมาตั้งแต่การเสนอหัวข้อ การดำเนินงานจนกระทั่งการทำให้เป็นผลสำเร็จนั้น ผู้วิจัยมีความภูมิใจ และพอใจมาก ในการที่ได้มีโอกาสทำงานวิจัยชิ้นนี้ เพราะทำให้ได้ทราบถึงอุปสรรคและปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยชิ้นนี้จะ เป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจที่จะดำเนินงานในโครงการนี้ หรือลักษณะที่ใกล้เคียงกันต่อไป และใคร่เสนอแนะไว้ว่า

ในการดำเนินการศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบในการดำเนินงานและการรวบรวมข้อมูลต่างต้องมีการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง ไปตามสภาพแวดล้อมและการเวลา เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของปัจจุบันให้มากที่สุด

ในการดำเนินการออกแบบ ปัญหาที่ควรระวังมากที่สุดคือ พฤติกรรมของผู้บริโภค เนื่องจากสังคมได้เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา เพราะฉะนั้นนักออกแบบจะต้องคำนึงถึงส่วนนี้มากที่สุด ควบคู่ไปกับภาคทฤษฎี และอีกด้านหนึ่งที่จะขาดเสียมิได้คือในเรื่องของการตลาด เนื่องจากมีความสำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งเหมือนกัน

ความจริงอย่างหนึ่งที่เราปฏิเสธไม่ได้ นั่นก็คือไม่มีสิ่งใดในโลกที่มีความสมบูรณ์แบบอย่างเต็ม 100 % แต่ที่เราจะต้องทำให้มันมีความสมบูรณ์แบบมากที่สุดและมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุดเท่าที่เราจะทำได้เท่านั้นเอง

### 5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

อาจารย์อุดมศักดิ์ สารวิบุตร -การออกแบบ ควรคำนึงถึงรูปแบบภายนอก น่าจะเป็นลักษณะที่ทันสมัยในยุคนั้น ๆ  
-ฝาลำโพงไม่ควรเป็นช่องห่างมาก จะทำให้ไม่แข็งแรง ควรคำนึงถึงกรรมวิธีการผลิตด้วย

อาจารย์ถนอม จันท์หมื่นไวย -การออกแบบควรคำนึงถึงรูปแบบและประโยชน์ ใช้สอยควบคู่กันไป

อาจารย์สัณหาพร ตัญญา ณ ชุมแพ -การกำหนดวัตถุประสงค์ ควรกำหนดให้รัดกุม และชัดเจน



## บรรณานุกรม

- กองพันทหารบกที่ 11 กระทรวงกลาโหม การอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพ  
แก่ครูและผู้ดูแลเด็ก
- การพัฒนาอันดับที่ 5 การพัฒนาและส่งเสริมความเก่งของลูกรัก นิตยสารรักลูก มูลนิธิส่งเสริม  
เด็กปัญญาเลิศ ร่วมกับนิตยสาร "รักลูก" กันยายน, 2530.
- ชนิกา ตูจินดา ศจ.ผญ. คู่มือเลี้ยงลูก บริษัท แปลนพับลิชชิ่ง จำกัด ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์  
มีนาคม, 2537.
- ณรงค์ ซอนตะวัน คู่มือซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน (ไฟฟ้าประยุกต์) โรงพิมพ์  
สหมิตรออฟเซ็ท, 2527.
- บรรเลง ศรนิล. เทคโนโลยีพลาสติก พิมพ์ครั้งที่ 5 เอช-เอน การพิมพ์ 2531.
- ประพุทธ ศิริบุณท์ นพ. คู่มือเลี้ยงทารกและเด็ก พิมพ์ครั้งที่ 10 สำนักพิมพ์ เมติคัล มีเดีย  
ประสาร ทิพย์ธารา ผศ. พัฒนาการเด็กและการอบรมเลี้ยงดู ตามหลักสูตรมหาวิทยาลัย  
และครู แพรวพิทยาอินเตอร์เนชั่นแนลการพิมพ์ : กรุงเทพฯ 2521.
- ยุพา ตันถาวร เทคโนโลยีการสร้างลูกให้ฉลาด ชมรมวิทยาศาสตร์สุขภาพเพื่อพัฒนาเด็ก  
พิมพ์ที่ บริษัทธรรมการ จำกัด 2531.
- Dr. Benjamin Spock, Dr. David Harrey and Robert E Hall "คู่มือเลี้ยงลูก"  
สำหรับคนรุ่นใหม่ กุมภาพันธ  
2534.

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวนิตา มณีดิษฐ์  
 วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องเล่นเทพคลาสเซทสำหรับเด็กวัยอนุบาล  
 สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม



### ประวัติ

เกิดเมื่อวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2515 ที่อำเภอบางเขน กรุงเทพมหานคร  
 เป็นบุตรคนที่ 4 ในจำนวนพี่น้อง 4 คน  
 บิดาชื่อ นายสุวรรณ มณีดิษฐ์ ทำงานที่บริษัทการบินไทย จำกัด  
 มารดาชื่อ นางมัลลิกา มณีดิษฐ์ เป็นแม่บ้าน มีพี่ชาย 1 คน กำลังศึกษาอยู่ที่ ITIM  
 และพี่สาวอีก 2 คน จบการศึกษาจากมหาวิทยาลัยรามคำแหง คณะบริหารธุรกิจ (บัญชี)  
 ปัจจุบันทำงานอยู่ที่บริษัทการบินไทย

การศึกษาในระดับประถมศึกษา ที่โรงเรียนไกรลาสศึกษา ศึกษาต่อในระดับ  
 มัธยมศึกษาตอนต้นที่โรงเรียน ทอวัง สายคดีอังกฤษ และเข้าศึกษาต่อในระดับ ปวช.  
 ที่วิทยาเขตโชติเวช แผนกคหกรรมศาสตร์ทั่วไป ระดับ ปวส. แผนกอุตสาหกรรมศิลป์-  
 ประดิษฐ์ ที่สถาบันเดมิ และศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี-  
 พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2535

