ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงสื่อการเรียนการสอน วิชาปฏิบัติการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้ากำลัง ระดับ ปวช. 3 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง

โดย นายเอกชัย เลิศชำชอง

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาศิลปอุตสาหกรรม

.....คณบดี

(รศ.ดร. ปริยาพร วงอนุตรโรจน์)

วันที่ 25 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2537

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร)

.....กรรมการ
(อาจารย์อนันท์ อินทร์ค้ำ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย)

.....กรรมการ
(อาจารย์ศิริพรณ์ สาริบุตร)

.....กรรมการ
(อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ)

.....กรรมการ
(อาจารย์พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์)

.....กรรมการและเลขานุการ
(อาจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการออกแบบบทเรียนการสอน
วิชาปฏิบัติการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าโดยใช้ บวช.3 ช่างไฟฟ้ากำลัง
DEVELOPED MOTOR CONTROL AIDED [illegible] VOCATIONAL SCHOOL

A020917

นายเอกชัย เลิศช่างชอง

เลขหมู่
เลขทะเบียน 1150 020917
วัน เดือน ปี 27 ตค 2537

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
ภาควิชา ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงสื่อการเรียนการสอน วิชาปฏิบัติการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า ระดับ ปวช. 3 ช่างไฟฟ้ากำลัง

ชื่อ นายเอกชัย เลิศช่ำชอง

ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อ.ไพรัตน์ พักน้อย
อ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ
อ.ธเนศ ภิรมย์การ
อ.พิศุทธิ์ ศิริพันธุ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ได้ตรวจพิจารณาแล้วเห็นชอบแล้วจึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2536

.....
(ดร.ปรียาพร วงศ์อุตรารจน์)
คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ : นายเอกชัย เลิศช่าชอง
ชื่อเรื่อง : โครงการออกแบบปรับปรุงสื่อการเรียนการสอน วิชาปฏิบัติการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า ระดับ บวช.3 ช่างไฟฟ้ากำลัง
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อ.ไพรัตน์ พักน้อย
อ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ
อ.ธเนศ ภิรมย์การ
อ.พิศุทธิ์ ศิริพันธุ์
ปีการศึกษา : 2536

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสื่อการเรียน วิชาปฏิบัติงานควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า และให้ได้สื่อของจริงที่มีมาตรฐาน สำหรับเรียนวิชานี้ในสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนวิชานี้ ให้มีประโยชน์ทางการศึกษาให้มากที่สุด ซึ่งในการเรียนการสอนในปัจจุบันสื่อที่จัดทำขึ้นจะทำขึ้นโดยผู้สอนในแต่ละสถาบันบางส่วนยังไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเนื้อหาวิชา ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และตอบสนองเท่าที่ควร กลุ่มของผู้เรียนคือในระดับ บวช.3 ของแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หลักสูตรสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ลักษณะการเรียนจะเป็นการทดลองเพื่อเรียนรู้หลักการทำงานของอุปกรณ์ ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า ที่สัมพันธ์กันในวงจรเดียวกันรวมถึงวิธีการนำเอาอุปกรณ์เหล่านั้นไปใช้งาน

วิธีการดำเนินการวิจัยศึกษา เรื่องวิธีสร้างชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบปฏิบัติการ (LAP) จากห้องปฏิบัติการ ศึกษาหลักสูตรโครงสร้างการสอนและคู่มือครูในการผลิตและใช้อุปกรณ์การสอน แยกเนื้อหา การผลิตและการใช้อุปกรณ์การสอนในหลักสูตรระดับบวช. ออกเป็นหน่วยย่อย โดยกำหนดขอบเขตและเรียงลำดับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องวิธีการสร้างเพื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนและทำการผลิตสื่อการสอน

ผลการวิจัยปรากฏว่าลักษณะของสื่อการสอน สำหรับวิชาปฏิบัติควรจะเป็นสื่อของจริง สามารถสาธิตการทำงานได้ แบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งเป็นแผงสำหรับติดอุปกรณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ซึ่งมีขนาดที่เห็นได้ชัด และส่วนที่สองคือ อุปกรณ์ควบคุมที่จะมาใช้สาธิตบนส่วนที่ 1 โครงสร้างส่วนที่ 1 ทำด้วยเหล็ก สี่เหลี่ยมกลวงขนาด 38X38 มม. ส่วนที่สองทำด้วยพลาสติกประเภท A B S ขนาดของโครงสร้าง ได้มาจากอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้ทั้งหมดและพฤติกรรมการใช้งานในส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ก็คือขนาดที่ได้ออกมานั้นยังมีขนาดใหญ่อยู่มากโดยเฉพาะส่วนที่เป็นพื้นโต๊ะและลิ้นชัก ซึ่งอาจจะมีปรับปรุงและพัฒนาให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่องนี้สำเร็จได้ด้วยดีได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายๆ ท่าน ซึ่งความช่วยเหลือทั้งปวงนั้นมีความสำคัญกับข้าพเจ้า ทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นทางด้านกำลังใจ, กำลังทรัพย์, ข้อมูล ขั้นตอนการทำงาน และความผิดพลาดทั้งหลายก็ถือว่าเป็นบทเรียนคอยกระตุ้นให้เกิดความมานะพยายาม ทำให้ทุกสิ่งทุกอย่างสำเร็จลงได้ อาจจะไม่สมบูรณ์ตามที่ได้ตั้งใจไว้แต่ก็ถือว่าได้ทำเต็มที่แล้ว ดังนั้นจึงใคร่ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

บิดา มารดา ของข้าพเจ้า ซึ่งกำลังใจให้ข้าพเจ้าดำเนินการทำวิทยานิพนธ์นี้อย่างตั้งอกตั้งใจ แม้ว่าตอนนี้ข้าพเจ้าจะสูญเสียบิดา ที่เคารพของข้าพเจ้าไปแล้ว ในระหว่างทำวิทยานิพนธ์ ดังนั้นความดีหรือคุณค่าของวิทยานิพนธ์ยี้ขอมอบเป็นกุศลกับบิดาผู้ล่วงลับไปแล้ว

พี่ ๆ ของข้าพเจ้าทุก ๆ คน ซึ่งให้ความห่วงใยตลอดเวลาและให้กำลังทรัพย์บระกอบการทำวิทยานิพนธ์นี้

อาจารย์ที่บรึกษาทางด้านข้อมูล อาจารย์ไพรัตน์ พักน้อย

อาจารย์ที่บรึกษาทางด้านการออกแบบ อาจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ
อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ
อาจารย์พิสุทธิ์ ศิริพันธุ์

นางสาวสุดารัตน์ เหล่าคุณธรรม ซึ่งเป็นผู้จัดพิมพ์ข้อมูลด้านภาคนิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ด้วยตั้งใจ

นายยุทธนา นามเย็น เพื่อนสนิทอีกคนที่ช่วยทางด้านแบบ และ PHOTO TYPE อย่างเต็มที่ รวมทั้งให้ข้อมูลทางด้านวัสดุ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายทวีศักดิ์ ประภาพัฒนพงศ์ เพื่อนสนิทอีกคนเช่นกันที่ช่วยเหลือทางด้านที่อยู่อาศัย อุปกรณ์ในการทำงานด้าน PRESENTATION อาหารการกิน ช่วยพาไปเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจในยามเครียดจากการทำงาน

สุดท้ายขอขอบคุณผู้ที่มีอุปการะคุณทุกท่าน ซึ่งยังไม่ได้กล่าวนาม ซึ่งต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

และที่ลืมมิได้คือ ผู้ที่เป็นเจ้าหน้าที่แหล่งศึกษาข้อมูลทุกท่านด้วยเช่นกัน

ด้วยความเคารพอย่างสุดซึ้ง

_____

(เอกชัย เลิศช่าชอง)

2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ช
รายการตารางประกอบ	ฌ
รายการภาพประกอบ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
เหตุผลในการนำเสนอ	1
วัตถุประสงค์ของการนำเสนอโครงการ	1
ที่มาของปัญหา	1
ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา	2
ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล	8
ขอบเขตของการออกแบบ	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
หลักสูตรและบรัชญาการศึกษา	9
หลักการของหลักสูตร	9
ความมุ่งหมายของหลักสูตร	9
หลักสูตร ปวช. สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง	12
การจัดการศึกษา	14
การแยกเนื้อหาและสังเขปรายวิชา ชพ 3332	15
ความหมายของการควบคุมมอเตอร์	15
อุปกรณ์สำหรับการควบคุมมอเตอร์	18
ใบงานสำหรับวิชา ปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์	35
ลักษณะการจัดวางอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้งานบนแผงปฏิบัติงาน	46
ข้อมูลเกี่ยวกับห้องเรียน	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง		หน้า
	ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและอุบกรณ์ควบคุม	53
	กราฟพิคกับการใช้งาน	59
	ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต	70
	ข้อมูลเกี่ยวกับตู้ และลิ้นชัก	89
	พลาสติก	93
	ล้อและการวางตำแหน่งล้อ	102
	มอก.ลวดตาข่ายเคลือบสังกะสี	108
	การทำงานของมือ	119
บทที่ 3	การรวบรวมและการศึกษาข้อมูล	124
	การรวบรวมข้อมูล	124
	แหล่งที่มาของข้อมูล	124
	วิธีการดำเนินการ	125
	พฤติกรรมในการเรียนการสอน	135
	การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์	138
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	166
	แนวทางการออกแบบ	167
	แบบถ่ายย่อ	169
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	182
	สรุปผลการวิจัย	182
	บรรณานุกรม	184
	ภาคผนวก	185
	ประวัติผู้วิจัย	190

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาร้าง หน้า

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ 2.1	ขนาดและน้ำหนักเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า	80
ตารางที่ 2.2	เปรียบเทียบท่อเหล็ก/ท่อสี่เหลี่ยม	81
ตารางที่ 2.3	เส้นผ่าศูนย์กลาง เหล็กท่อ	82
ตารางที่ 2.4	ROUND STEEL TUBING	83
ตารางที่ 2.5	SQUARE STEEL TUBING	84
ตารางที่ 2.6	RECTANGVLAR STEEL TUBING	84
ตารางที่ 2.7	มวลกดทับส่วนต่าง ๆ ของตู้และลิ้นชักวางของ	89
ตารางที่ 2.8	คุณลักษณะของล้ออิสระ	104
ตารางที่ 2.9	คุณลักษณะของล้อตายตัว	104
ตารางที่ 2.10	หน่วยของลวดตาข่าย	110
ตารางที่ 2.11	หน่วยของลวดตาข่าย	112
ตารางที่ 2.12	หน่วยของลวดตาข่าย	114
ตารางที่ 2.13	หน่วยของลวดตาข่าย	116
ตารางที่ 2.14	หน่วยของลวดตาข่าย	117
ตารางที่ 2.15	หน่วยของลวดตาข่าย	118
ตารางที่ 3.1	ตารางวิเคราะห์ โครงสร้าง	138
ตารางที่ 3.2	ตารางวิเคราะห์ วัสดุใช้ผลิตโครงสร้าง	139
ตารางที่ 3.3	ตารางวิเคราะห์ ชนิดของเหล็ก	140
ตารางที่ 3.4	ตารางวิเคราะห์ รูปทรงโครงสร้าง	141
ตารางที่ 3.5	ตารางวิเคราะห์ การติดตั้งอุปกรณ์บนแผงปฏิบัติงาน	142
ตารางที่ 3.6	ตารางวิเคราะห์ ภาชนะติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม	143
ตารางที่ 3.7	ตารางวิเคราะห์ เลือกชนิดพลาสติก	144
ตารางที่ 3.8	ตารางวิเคราะห์ ตระกูลเทอร์โมพลาสติก	145
ตารางที่ 3.9	ตารางวิเคราะห์ วัสดุใช้ผลิตแผงพลาสติก	146
ตารางที่ 3.10	ตารางวิเคราะห์ กรรมวิธีการผลิต	147
ตารางที่ 3.12	ตารางวิเคราะห์ ส่วนจัดเก็บอุปกรณ์ควบคุม	148
ตารางที่ 3.13	ตารางวิเคราะห์ การจัดวางอุปกรณ์ในลิ้นชัก	149
ตารางที่ 3.14	ตารางวิเคราะห์ ตำแหน่งวางมอเตอร์	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.15	ตารางวิเคราะห์ ล้อสำหรับการเคลื่อนย้าย	152
ตารางที่ 3.16	ตารางวิเคราะห์ การติดตั้งล้อ	153
ตารางที่ 3.17	ตารางวิเคราะห์ ตำแหน่งติดตั้งล้อ	154
ตารางที่ 3.19	ตารางวิเคราะห์ วิธีการยึดประกอบโครงสร้างทั้งหมด	156
ตารางที่ 3.21	ตารางวิเคราะห์ สัญญาลักษณ์ที่ใช้กับอุปกรณ์	158
ตารางที่ 3.22	ตารางวิเคราะห์ เลือกสัญญาลักษณ์บนอุปกรณ์	159
ตารางที่ 3.23	ตารางวิเคราะห์ ตำแหน่งอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บในลิ้นชัก	160
ตารางที่ 3.24	ตารางวิเคราะห์ เลือกขั่วต่อสาย	161
ตารางที่ 3.25	ตารางวิเคราะห์ การต่อสายเข้าขั่วต่อสาย	162
ตารางที่ 3.27	ตารางวิเคราะห์ สีกับโครงสร้าง	164
ตารางที่ 3.28	ตารางวิเคราะห์ สีกับภาชนะติดตั้งอุปกรณ์	165
ตารางที่ 4.29	ตารางรายการประกอบแบบ	174

ภาพ

รายการภาพประกอบ

ภาพที่ 1.1	การวางรูปแบบตามวงจร	4
ภาพที่ 1.2	อุปกรณ์กับการติดตั้ง	4
ภาพที่ 1.3	แผงวงจรกับความเป็นระเบียบเรียบร้อย	5
ภาพที่ 1.4	ลักษณะและรูปแบบผลิตภัณฑ์เดิม	5
ภาพที่ 1.5	ปัญหาของสายต่อวงจร	6
ภาพที่ 1.6	ความสับสนของการต่อวงจร	6
ภาพที่ 1.7	ความสับสนของการบฏิบัติงาน	7
ภาพที่ 1.8	ปัญหาความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย	7
ภาพที่ 2.9	แสดงการทำงานของคอนแทคเตอร์	17
ภาพที่ 2.10	ลักษณะของฟิวส์ในวงจรควบคุม	18
ภาพที่ 2.11	ลักษณะของคอนแทคเตอร์ชนิดต่าง ๆ	19
ภาพที่ 2.12	ลักษณะของคอนแทคเตอร์รีเลย์ช่วยชนิดต่าง ๆ	19
ภาพที่ 2.13	ลักษณะของคอนแทคเตอร์สวิทซ์ปุ่มกด	20
ภาพที่ 2.14	ลักษณะของคอนแทคเตอร์หลอดสัญญาณ	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ		หน้า
ภาพที่ 2.15	ลักษณะของคอนแทคเตอร์รีเลย์ตั้งเวลา	22
ภาพที่ 2.16	โครงสร้างของแทคเตอร์, รีเลย์ช่วย	24
ภาพที่ 2.17	แสดงการพิจารณาการเลือกชนิดของคอนแทคเตอร์ไฟสลับ	25
ภาพที่ 2.18	การต่อรอเวอร์โหลดผ่านคอนแทคเตอร์	28
ภาพที่ 2.19	วงจรประกอบงานควบคุม 2 วงจร	29
ภาพที่ 2.20	ตัวอย่างวงจรควบคุม	31
ภาพที่ 2.21	การจัดวางอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้งาน	46
ภาพที่ 2.22	การจัดห้องเรียน และพื้นที่ใช้งาน	52
ภาพที่ 2.24	ความแข็งแรงของลิ้นชัก และรางลิ้นชัก	90
ภาพที่ 2.26	การเปิด-ปิด กระแทกของลิ้นชัก	90
ภาพที่ 2.27	ความแข็งแรงของลิ้นชัก	92
ภาพที่ 2.28	ล้อที่ใช้รับน้ำหนักมาก	102
ภาพที่ 2.29	ล้อที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม	103
ภาพที่ 2.30	ล้อที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์	104
ภาพที่ 2.31	แบบล้อหน้าอิสระ ล้อหลังตาย	106
ภาพที่ 2.32	แบบล้อหน้าตาย ล้อหลังอิสระ	106
ภาพที่ 2.33	แบบล้ออิสระ ทั้ง 4 ล้อ	107
ภาพที่ 2.34	ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการถักแบบตาหกเหลี่ยม	109
ภาพที่ 2.35	ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการถักแบบสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	111
ภาพที่ 2.36	ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการสานแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส	113
ภาพที่ 2.37	ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการถักแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า	115
ภาพที่ 2.38	ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการเชื่อมแบบตาสี่เหลี่ยมจัตุรัส	117
ภาพที่ 2.39	ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการเชื่อมแบบตาสี่เหลี่ยมผืนผ้า	118
ภาพที่ 2.40	ลักษณะการจับของมือประเภทต่าง ๆ การทำงานของมือประเภทต่างๆ	119
ภาพที่ 2.41	การศึกษาขนาดสัดส่วนมือ, การเคลื่อนไหวของมือ	120
ภาพที่ 2.42	การทำงานของมือในลักษณะต่าง ๆ	121
ภาพที่ 2.43	ขนาดสัดส่วนในท่าต่าง ๆ	122
ภาพที่ 2.44	ขนาดของมือ	122
ภาพที่ 2.45	องศาการมองในมุมต่าง ๆ	143
ภาพที่ 3.46	แสดงการติดตั้งอุปกรณ์	127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ		หน้า
ภาพที่ 3.47	การติดตั้งอุปกรณ์	127
ภาพที่ 3.48	การจัดวางตำแหน่ง แบบที่ 2	128
ภาพที่ 3.49	ขนาดของแผงบฏิบัติงาน	129
ภาพที่ 3.50	IDEA SKETCH โครงสร้าง	168
ภาพที่ 4.51	DATA SKETCH	168
ภาพที่ 4.52-57	แบบถ่ายย่อ	169-176
ภาพที่ 4.58	แสดงภาพด้านผลิตภัณฑ์	177
ภาพที่ 4.59	แสดงภาพทัศนียภาพอุปกรณ์ควบคุม	177
ภาพที่ 4.60	ลักษณะการใช้งาน	178
ภาพที่ 4.61	PHOTO TYPE	178
ภาพที่ 4.62	แสดงภาพงานจริง	179
ภาพที่ 4.63	แสดงภาพงานจริง	179
ภาพที่ 4.64	แสดงภาพทัศนียภาพอุปกรณ์ควบคุม	180
ภาพที่ 4.65	แสดงภาพของจริงเปรียบเทียบกับห้องเรียนและเก้าอี้	180
ภาพที่ 4.66	แสดงการวางอุปกรณ์ควบคุมบนแผงบฏิบัติงาน	181

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

1.1 เหตุผลในการเสนอวิทยานิพนธ์เรื่องนี้

สื่อการเรียนการสอนของแต่ละสถานศึกษานั้นไม่มีความเป็นมาตรฐาน ซึ่งส่วนมากอาจารย์ผู้สอนประจำวิชาจะเป็นคนจัดหา จัดทำขึ้นเพื่อใช้สอนของแต่ละโรงเรียนไปทำให้ผู้เรียนเกิดความเคยชินที่จะปฏิบัติงานในรูปแบบที่ ครู-อาจารย์จัดไว้ให้ ดังนั้นหากจบการศึกษาและสามารถศึกษาต่อหรือได้เข้าทำงานตามหน่วยงานต่าง ๆ ความเคยชินจากการเรียนก็จะนำมาใช้ ซึ่งหลายคนไม่สามารถปรับตัวเองให้เข้ากับลักษณะงานได้ แม้จะเป็นการทำงานกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เคยเรียนมาแล้วก็ตาม ฉะนั้นการที่จะมีสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนให้เป็นมาตรฐานในขั้นแรก โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนระดับ ปวช. ซึ่งถือว่าเป็นแรงงานที่สำคัญที่เป็นความต้องการของทั้งภาครัฐและเอกชนเพื่อเป็นการผลิตบุคลากรให้มีคุณภาพ จึงเป็นหน้าที่ของสถานศึกษาที่จะต้องให้ความสำคัญ ต่อสื่อการเรียนการสอน ชุดปฏิบัติงาน เครื่องมือรวมไปถึง เนื้อหาวิชาวัตถุประสงค์ของแต่ละวิชาให้ครบถ้วน เพราะจะทำให้เกิดความเป็นสากลให้ผู้ที่จบการศึกษาอย่างมีคุณภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เพื่อออกแบบปรับปรุง สื่อการเรียน การสอน วิชาปฏิบัติงานควบคุมและเครื่องกลไฟฟ้า (ชพ 3332)
   - สำหรับใช้ฝึกทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนแผนช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับ ปวช.
2. เพื่อออกแบบสื่อให้สามารถใช้เป็นมาตรฐานของการปฏิบัติงานในวิชา (ชพ 3332) ของสถานศึกษาทั่ว ๆ ไปที่เปิดสอนในวิชานี้

1.3 ที่มาของปัญหา

1. ไม่สามารถดำเนินการทดลองได้อย่างต่อเนื่อง
2. ปัญหาความสับสนของสายทดลองที่ไม่เป็นระเบียบ
3. สัญญาลักษณ์ที่ใช้ในการทดลองและการเรียนทฤษฎีไม่สอดคล้องกัน
4. อุปกรณ์ที่ติดตั้งตายตัวจะเสียเวลาในการถอดเปลี่ยนซ่อมแซม
5. การทดลองกับมอเตอร์ 3 เฟส จะเกิดการสั่นสะเทือนบนแผงปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาน

6. เกิดการลัดวงจรที่จุดต่ออยู่เสมอรวมทั้งอุปกรณ์ป้องกันด้วย
7. ไม่มีส่วนจัดเก็บอุปกรณ์ที่สะดวกในการใช้และติดตั้ง
8. การลัดวงจรที่เกิดจากจุดสัมผัสต่าง ๆ ทางด้านหลังของอุปกรณ์จะเกิดกับผู้บฏิบัติอยู่เสมอ

1.4 บัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้บัญหา

บัญหา - อุปกรณ์ที่ใช้ในการบฏิบัติงานบางชนิดไม่ได้ติดอยู่กับแผงบฏิบัติงาน ทำให้การบฏิบัติงานดำเนินไม่เกิดความสะดวก และเสียเวลาในการบระกอบติดตั้งหรือค้นหา

แนวทางแก้ - อุปกรณ์ทุกตัวต้องมีที่ติดตั้งหรือภาชนะรองรับ ก่อนที่จะติดตั้งที่แผงบฏิบัติงานและขนาดจะต้องได้มาตรฐานเพื่อการติดตั้งและจัดเก็บรวมกับอุปกรณ์ตัวอื่น ๆ ได้

บัญหา - ในการทดลองแต่ละครั้งจำเป็นต้องใช้สายต่อวงจรเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดความสับสนในการบฏิบัติงาน

แนวทางแก้ - ควรแบ่งขนาดความยาวของสายทดลอง เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดความยาวของอุปกรณ์แต่ละจุด

บัญหา - สัญญาลักษณ์ที่ใช้กำกับบนอุปกรณ์ยังไม่มีใช้เป็นมาตรฐาน กล่าวคือจะใช้ทั้งสถานะการณ์ ทางการเขียนแบบ สี, ตัวเลข, และอื่น ๆ ซึ่งทำให้เกิดความเคยชินในการบฏิบัติงาน

แนวทางแก้ - ในการกำหนดเครื่องหมายหรือสัญญาลักษณ์ใด ๆ ควรจะเป็นมาตรฐาน และสมควรใช้สัญญาลักษณ์ทางการเขียนแบบเป็นเครื่องหมายเพราะเป็นมาตรฐานสำหรับการอ่านแบบวงจรด้วย

บัญหา - อุปกรณ์ที่ติดตั้งตายตัวบนแผงบฏิบัติงาน เมื่อเกิดการชำรุดจำเป็นต้องถอดเปลี่ยนทำให้ต้องเสียเวลาและการติดตั้งใหม่ก็ไม่สามารถทำได้โดยสะดวกเพราะต้องซื้ออุปกรณ์ทั้งชุดและเดินสายใหม่

แนวทางแก้ - การนำเอาอุปกรณ์มาใช้งานบนแผงควรจะสามารถถอดได้ หรือติดตั้งกึ่งถาวรเพื่อสะดวกในการเปลี่ยนย้ายตำแหน่งหรือซ่อมแซม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญหา - เกี่ยวกับโครงสร้างของแผงปฏิบัติงาน เนื่องจากการทดลองกับมอเตอร์ 3 เฟส จริงดังนั้นจึงเกิดการสั่นสะเทือนจากการทำงานของมอเตอร์เป็นผลให้อุปกรณ์ และแผงปฏิบัติงานอยู่ในสภาพที่ต้องคอยปรับปรุงดูแลบ่อย ๆ

แนวทางแก้ - เลือกใช้โครงสร้างที่สามารถซึมซับการสั่นสะเทือน จากการทำงานของมอเตอร์ได้มากขึ้น เช่น ลวดตาข่ายสาน ใช้แทนแผงติดอุปกรณ์และพื้นที่วางมอเตอร์

บัญหา - การลัดวงจรทางไฟฟ้าทำให้เกิดการชำรุดของอุปกรณ์และที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ อุปกรณ์ป้องกันและขั้วต่อสายจำเป็นต้องถอดเปลี่ยนเสมอ

แนวทางแก้ - ตำแหน่งของจุดต่อ (ขั้วต่อสาย) ควรจะทำให้สามารถถอดเปลี่ยนได้สะดวกและปลอดภัยยิ่งขึ้น ส่วนอุปกรณ์ป้องกันจำเป็นต้องมีฟิวส์เมนใหญ่ป้องกันอุปกรณ์ทั้งหมดไว้ที่แผงด้วย

บัญหา - สำหรับชนิดที่อุปกรณ์สามารถถอดประกอบได้นั้น ไม่มีส่วนที่ใช้เก็บอุปกรณ์เพวกนี้ โดยเฉพาะจะมีสถานที่เก็บโดยเฉพาะในการใช้งานจึงต้องเสียเวลาในการยืม-เบิก อุปกรณ์นั้นมาใช้

แนวทางแก้ - ในแผงปฏิบัติงาน ควรจะพื้นที่สำหรับวางเก็บอุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานอย่างมิดชิดภายในแผงเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

บัญหา - โครงสร้างของแผงปฏิบัติงานจะผ่านกรรมวิธีการผลิตที่เชื่อมติดตายตัวการเคลื่อนย้ายบางส่วนจึงเป็นไปได้ยาก และไม่สามารถบำรุงรักษาส่วนที่ชำรุดจากการใช้งานได้สะดวก

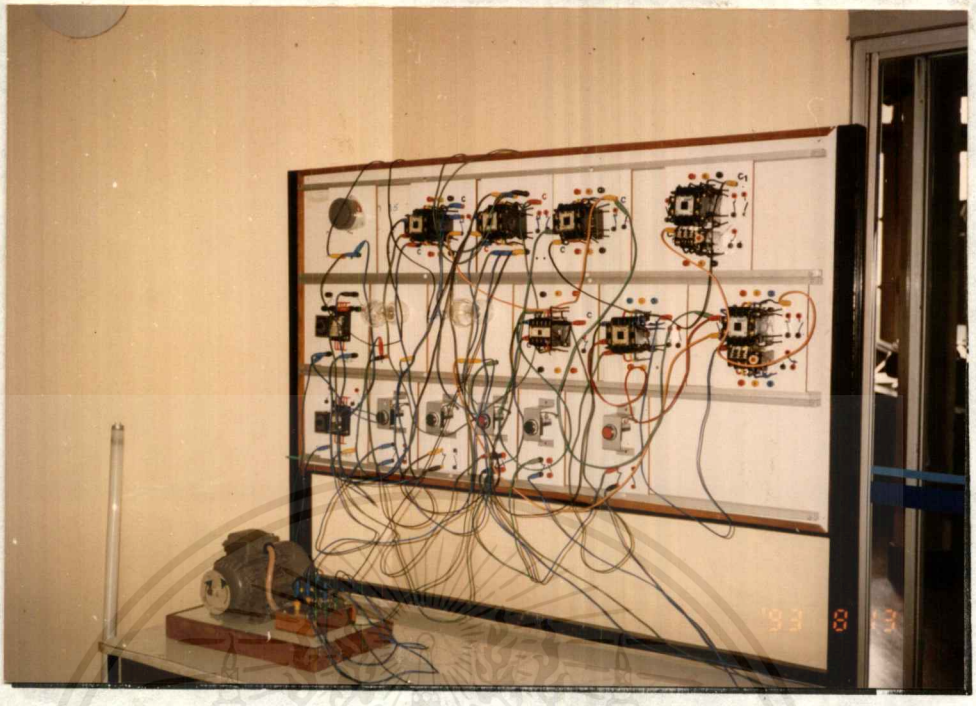
แนวทางแก้ - แผงปฏิบัติงานควรจะแยกส่วนได้ เช่น แยกเป็น 3 ส่วน คือ

1. แผงติดอุปกรณ์
2. พื้นที่วางอุปกรณ์และจัดเก็บ
3. โครงสร้างที่นำเอา 2 ส่วนแรกมาติด(ประกอบ)เป็นต้น

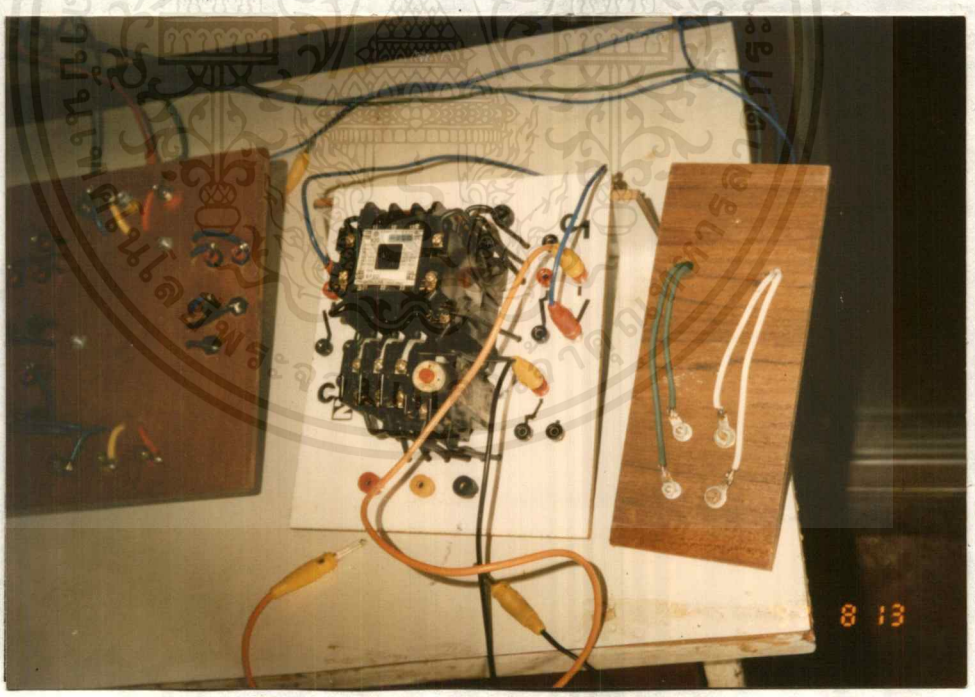
บัญหา - จุดต่อด้านหลังของการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ มีลักษณะเปิดหรือไม่มีส่วนป้องกันอันตรายสำหรับผู้ปฏิบัติและเกิดอันตรายได้ง่าย

แนวทางแก้ - ในจุดต่อทุก ๆ จุด ที่มีกระแสไฟฟ้าจำเป็นต้องมีส่วนที่เป็นฉนวนไฟฟ้าปิดทุกจุดเพื่อไม่ให้ส่วนของร่างกายไปสัมผัสได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

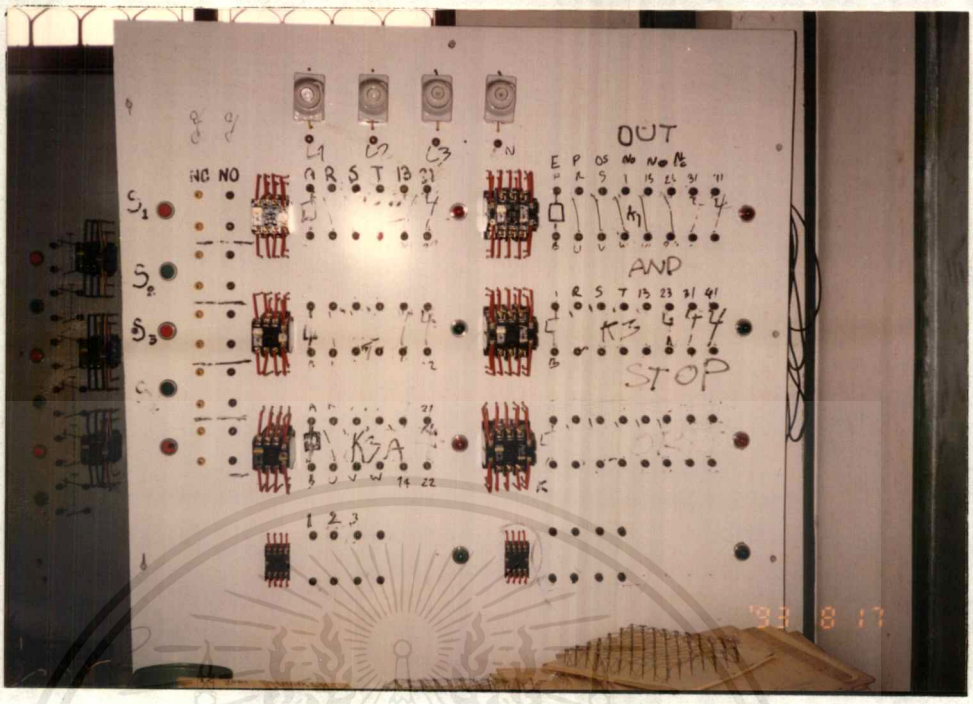


รูปที่ 1.1 การวางรูปแบบตามวงจร มีการบังคับลักษณะการปฏิบัติให้ลำบากขึ้น

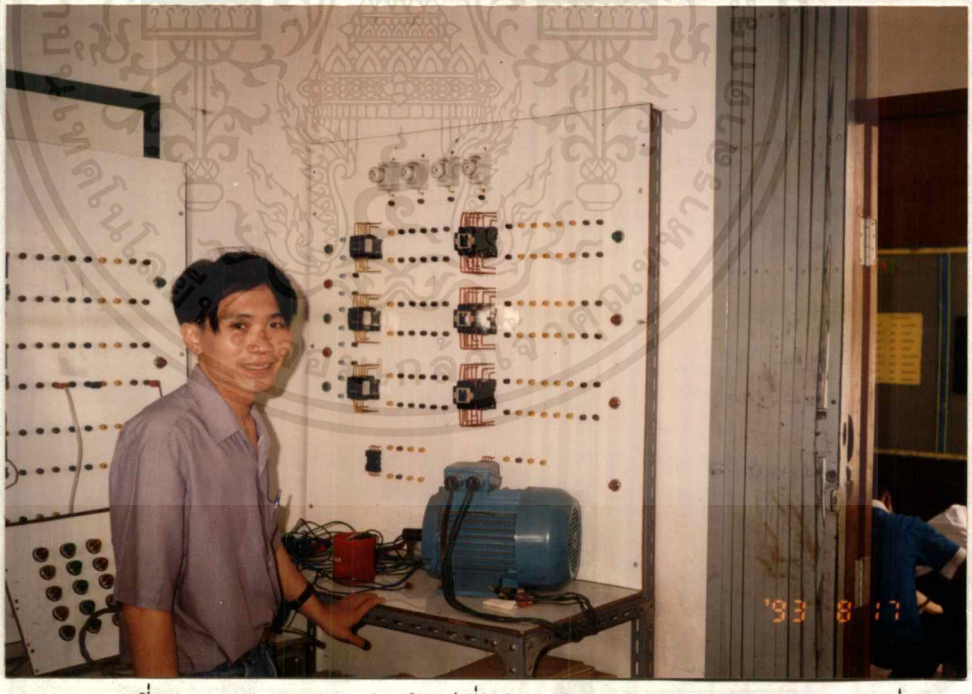


รูปที่ 1.2 อุปกรณ์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ ซึ่งด้านหลังไม่สามารถป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

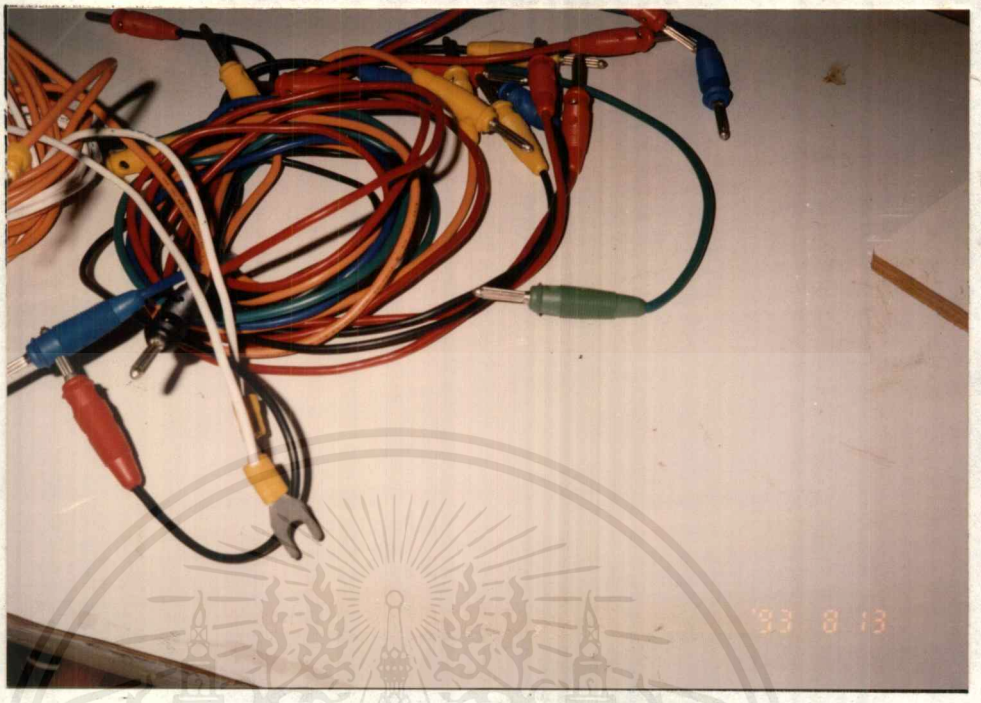


รูปที่ 1.3 แผงวงจร ที่ไม่สามารถควบคุมความเป็นระเบียบเรียบร้อยหลังจากการปฏิบัติงาน (ความสกปรก)

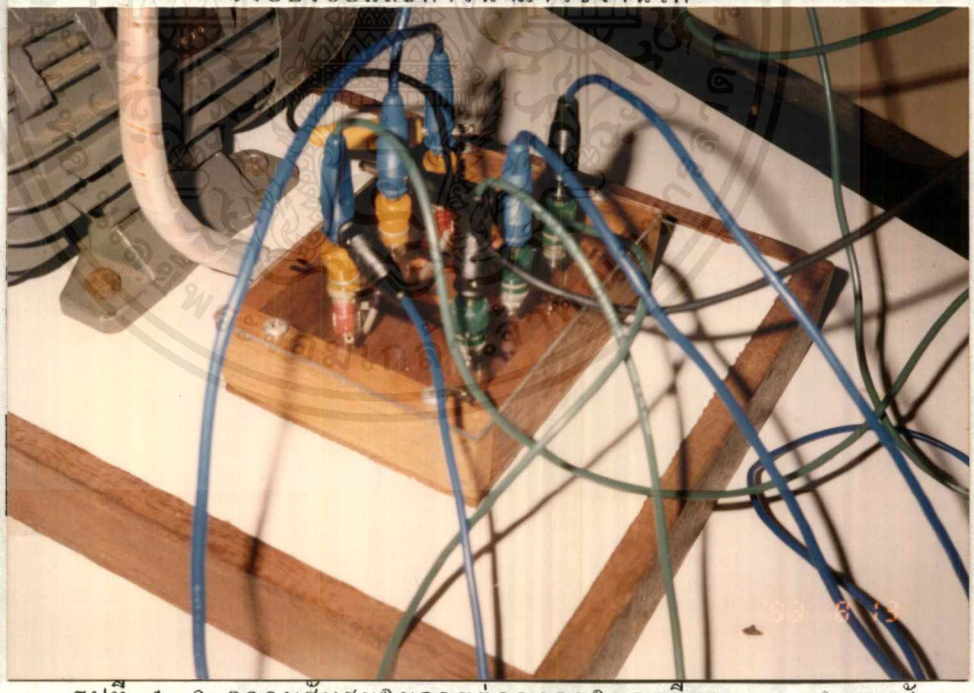


รูปที่ 1.4 รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในลักษณะของสถานศึกษา ที่จัดทำขึ้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

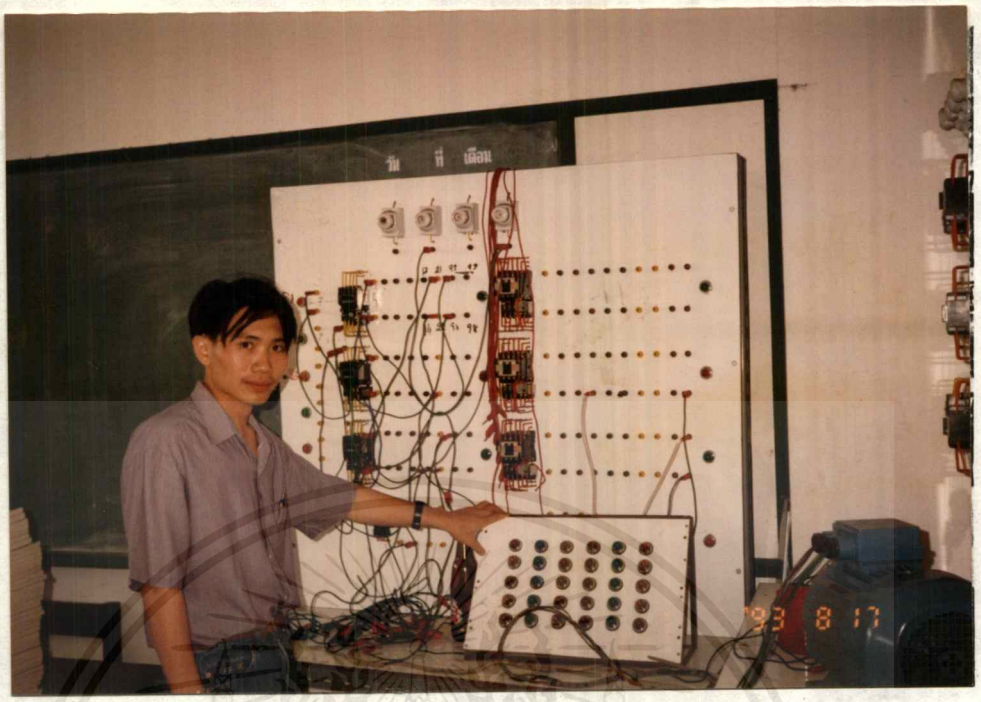


รูปที่ 1.5 บัญหาจากสายต่อที่สามารถ รวบรวมเก็บให้เป็นระเบียบเรียบร้อยและการนำมาใช้งานได้

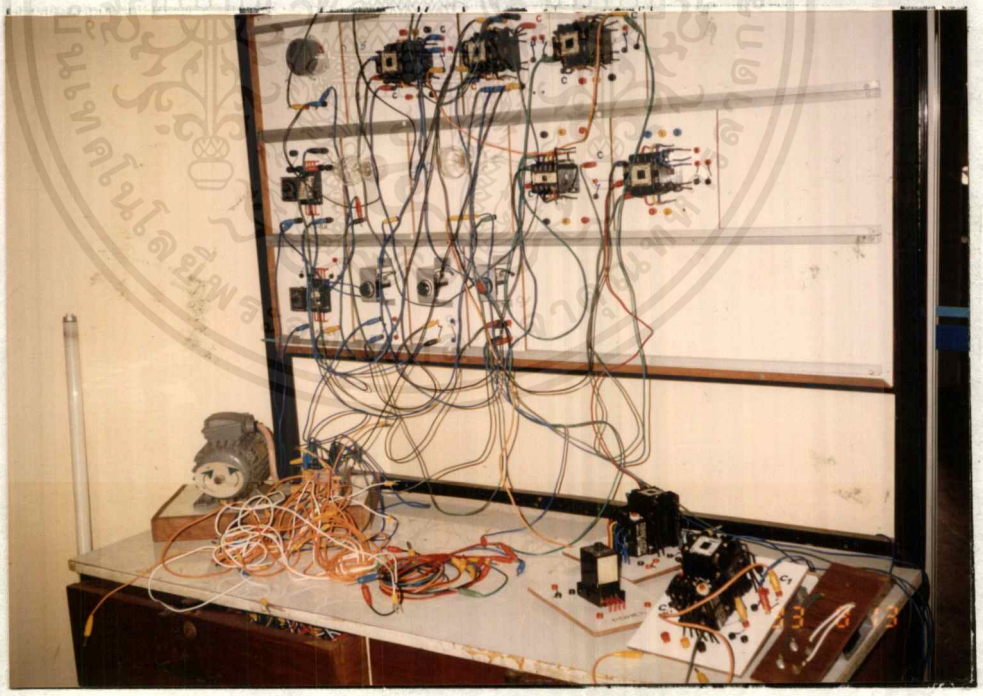


รูปที่ 1.6 ความสับสนในการต่อวงจรในจุดที่แคบ ๆ ทำการสังเกตุและตรวจสอบลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.7 ความสับสนในการบฏิบัติวงจร เนื่องจากสายต่อที่ยาวเกะกะไม่เรียบร้อย



รูปที่ 1.8 ปัญหาความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยในขณะปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาข้อมูลของลักษณะรายวิชาปฏิบัติงานควบคุมและเครื่องกลไฟฟ้า ก,ข ของแผนกช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับ ปวช.3
2. ศึกษาข้อมูลจากการผลิตภัณฑ์ ทั้งของจริง เอกสาร และจากตำรา
3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในชุดฝึกนี้
4. ศึกษาพฤติกรรมการปฏิบัติงานของนักเรียน
5. ศึกษากรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
6. ศึกษาเกี่ยวกับสีที่ใช้ในการออกแบบและสัดส่วนของการใช้งาน

1.6 ขอบเขตของการออกแบบ

1. เป็นชุดฝึกทักษะการเรียนการสอน ในสถานศึกษา ระดับ ปวช.
2. การใช้งานภายในห้องปฏิบัติงานที่จัดเตรียมไว้
3. การใช้งานชุดฝึกนี้จะต้องตอบสนองการใช้งาน ระดับ ปวช. ว่าด้วยการต่อวงจร, อ่านวงจร, ตรวจสอบวงจร, และการทดลองตามใบงานโดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนการสอนเป็นหลัก

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ผู้เรียนได้สัมผัสถึงวิธีการปฏิบัติงานจริงมากขึ้น
2. สามารถตัดสินใจในการปฏิบัติงานอย่างมีเหตุผล
3. เกิดความสนใจในการทดลองมีทักษะมากขึ้น
4. ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้กับสถานศึกษาที่เปิดสอนวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับ ปวช. เพื่อเป็นมาตรฐาน เมื่อจบการศึกษา
5. ทำให้ผู้เรียนเกิดความมีระเบียบวินัยจากการใช้สื่อชุดอุปกรณ์นี้ เช่น การจัดเก็บการบำรุงรักษาการใช้สมองไตร่ตรองเหตุผล จากการปฏิบัติงานจากต้นจนจบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
การศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตร
บรัชญาการจัดการศึกษาของ
วิทยาลัยเทคนิคลยีและอาชีวศึกษา

วิทยาลัยเทคนิคลยีและอาชีวศึกษามีความเชื่อมั่นว่า การเทคนิคลยีและอาชีวศึกษาเป็นกระบวนการศึกษาที่จำเป็นในการเสริมสร้างมาตรฐาน และคุณภาพของชีวิตเพื่อเป็นกำลังพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทย

วิทยาลัยเทคนิคลยีและอาชีวศึกษา จัดการศึกษาโดยมุ่งพัฒนาบุคคลให้มีความเชี่ยวชาญเชิงปฏิบัติการ ความเจนจัดทางวิชาการ และคุณสมบัติที่จำเป็นตามลักษณะอาชีพ พร้อมที่จะทำงาน และสามารถปรับปรุงตนเองให้ก้าวหน้า ทันต่อวิวัฒนาการทางเทคนิคลยีรวมทั้งปลูกฝังความมีระเบียบวินัย ความประณีต ความสำนึกในจรรยาอาชีพคุณธรรม ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ และสังคม

หลักการของหลักสูตร

1. เป็นหลักสูตรวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมหลังมัธยมศึกษาตอนต้น มุ่งที่จะให้การศึกษาและฝึกอบรมทักษะวิชาชีพในระดับช่างฝีมือ
2. ผลิตกำลังคนตอบสนองความต้องการของสังคม และการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศด้วยการแบ่งสาขาวิชาและงานเฉพาะหลากหลาย และสามารถปรับปรุงรูปรแกรมการเรียน ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาดแรงงาน
3. ให้ผู้สำเร็จการศึกษามีความรู้พื้นฐานในการศึกษาเพิ่มพูนความรู้ให้ก้าวหน้า มีความเข้าใจ และมีทักษะวิชาชีพมากพอที่จะปรับตนเข้ากับตลาดแรงงานอุตสาหกรรมและ/หรือมีความชำนาญเฉพาะงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มุ่งฝึกอบรมและพัฒนาคุณลักษณะที่ต้องการในงานช่างอุตสาหกรรม และสังคมไทย รวมทั้ง การเสริมสร้างคุณภาพของชีวิต
5. ให้จัดกระบวนการเรียนการสอนและการฝึกอบรมออกเป็นรายวิชา โดยคิดเป็นหน่วยกิต ซึ่งจะต้องใช้เวลาในชั้นเรียนและนอกเวลา รวมทั้งกิจกรรมในหลักสูตรและเสริมหลักสูตรนอกเวลาเรียนอย่างเหมาะสม

ความมุ่งหมายของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
สายวิชาช่างอุตสาหกรรม
วิทยาลัยเทคนิคลยี และอาชีวศึกษา
พุทธศักราช 2531

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สายวิชาช่างอุตสาหกรรมเป็นหลักสูตร 3 ปี การศึกษาต่อจากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมุ่งที่จะให้การศึกษาและฝึกอบรมทักษะวิชาชีพ ให้ผู้สำเร็จการศึกษาสามารถประกอบอาชีพ งานช่างอุตสาหกรรมในสาขาวิชาต่าง ๆ ผู้สำเร็จการศึกษาจะมีความรู้ ความสามารถและคุณลักษณะดังนี้

1. ปฏิบัติงานฝีมือทั่วไปในงานช่างอุตสากรรมเช่น การใช้เครื่องมือเล็กทั่วไป เขียนและอ่านแบบ ประมาณการและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม มีความเข้าใจในเทคนิควิธีการและทักษะวิชาชีพในลักษณะสาขาวิชาอย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะและให้เรียกชื่อตามสาขาวิชานั้น ๆ

2. เข้าใจระบบงานอุตสาหกรรม ระเบียบปฏิบัติในโรงงาน ธุรกิจอุตสาหกรรมและสามารถปฏิบัติตนเป็นช่างฝีมือที่ดีในองค์การ หรือประกอบธุรกิจงานช่างส่วนตนได้

3. มีความริเริ่มสร้างสรรค์รู้จักนำเทคนิคลยีที่ทันสมัยมาใช้ มีกิจนิสัยในการค้นคว้าและใช้เวลาให้เกิดประโยชน์ ปรับปรุงตนเอง พัฒนาสุขภาพกายและจิต ดำเนินชีวิตในสังคมอย่างผาสุกและปรับตนได้อย่างเหมาะสม

4. มีความละเอียดรอบคอบ ประณีต รักในงานอาชีพ อดทนต่องานใช้เทคนิคลยีปฏิบัติงานให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมาย อย่างประหยัด รวดเร็ว ตรงต่อเวลา และมีคุณภาพ

5. มีระเบียบวินัย ซื่อสัตย์สุจริต ขยันหมั่นเพียร สำนึกในจรรยาชีพมีคุณธรรมรับผิดชอบต่อหน้าที่และสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ช่างอุตสาหกรรม

สาขาวิชาช่างไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคลยีและอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ
พุทธศักราช 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
สาขาวิชาช่างไฟฟ้า

1. ชื่อหลักสูตร หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้า

2. ชื่อย่อ ปวช.(ช่างไฟฟ้า),Cert.in Voc.Ed.(Electrical)

3. ความมุ่งหมาย ผู้สำเร็จการศึกษาจะมีความรู้ความสามารถ

1. ปฏิบัติงานไฟฟ้าทั่วไป ในสภาพปัจจุบัน คือ งานติดตั้ง งานควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม งานทำความเย็นและปรับอากาศ เขียนแบบช่างไฟฟ้า
2. ปฏิบัติงานไฟฟ้าเฉพาะสาขา ที่เลือกศึกษาได้ดีเป็นพิเศษ เช่นงานเขียนแบบช่างไฟฟ้า งานทำความเย็นและปรับอากาศ งานควบคุมและซ่อมแซมเครื่องกลไฟฟ้า และงานติดตั้งไฟฟ้า ทั้งภายนอกและภายในอาคาร
3. ปฏิบัติงานด้วยความสุขุมรอบคอบ ใช้หลักวิชาการที่ประกอบด้วยการวาง ควบคุมคุณภาพ และใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเข้าช่วยปฏิบัติงาน
4. มีระเบียบวินัย ซื่อสัตย์สุจริต ขยันหมั่นเพียร สำนึกในจรรยาอาชีพมีคุณธรรม รับผิดชอบต่อหน้าที่และสังคม

4. งานเฉพาะ หลักสูตรได้จัดโครงสร้างให้สามารถจัดโปรแกรมได้หลากหลาย สถานศึกษาอาจจัดโปรแกรมในลักษณะทั่วไป หรืองานเฉพาะเหล่านี้

1. งานเขียนแบบไฟฟ้า
2. งานทำความเย็นและปรับอากาศ
3. งานควบคุมและซ่อมแซมเครื่องกลไฟฟ้า
4. งานติดตั้งไฟฟ้า
5. งานไฟฟ้าอุตสาหกรรม

5. วุฒิเข้าศึกษา สำเร็จการศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นหรือเทียบเท่า เกณฑ์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาช่างไฟฟ้า

3.2 หมวดวิชาชีพเลือก 20 หน่วยกิต

ในการเลือกวิชาชีพอาจเลือกได้ใน 2 ลักษณะ คือ

3.2.1 ทั่วไป

ให้เลือกรายวิชาช่างไฟฟ้าในกลุ่มงานใด ๆ และ/หรือ อาจเลือกรายวิชาในสาขาช่างอื่น ๆ ตามแต่หัวหน้าสถานศึกษาเห็นสมควรให้ครบ 20 หน่วยกิต

3.2.2 งานเฉพาะ

ให้เลือกรายวิชากลุ่มงานใดกลุ่มงานหนึ่งเพิ่มเติมเมื่อรวมกับรายวิชาที่ บังคับอยู่ก่อนแล้ว ให้มีหน่วยกิตรวมกันในกลุ่มงานนั้นไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต และวิชาชีพเลือกในส่วนนี้ต้องครบ 20 หน่วยกิต

4. เลือกเสรี 10 หน่วยกิต

ให้เลือกรายวิชาตามที่สถานศึกษาเห็นสมควร

3. กลุ่มงานควบคุมและเครื่องกลไฟฟ้า

*ชฟ	3211	เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง	2 (2-0-2)
*ชฟ	3221	งานเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง	2 (0-6-2)
*ชฟ	3212	หม้อแปลงไฟฟ้า	2 (2-0-2)
*ชฟ	3231	เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	2 (2-0-2)
*ชฟ	3241	งานหม้อแปลงและเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	2 (0-6-2)
*ชฟ	3251	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	2 (2-0-2)
*ชฟ	3261	งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	2 (0-6-2)
ชฟ	3311	การควบคุมมอเตอร์	2 (2-0-2)
ชฟ	3312	งานควบคุมมอเตอร์	2 (0-6-2)
ชฟ	3331	ปฏิบัติงานควบคุมและเครื่องกลไฟฟ้า ก	2 (0-6-2)
ชฟ	3332	ปฏิบัติงานควบคุมและเครื่องกลไฟฟ้า ข	2 (0-12-2)
ชฟ	3341	โรงต้นกำลัง	2 (2-0-2)
ชฟ	3342	อุปกรณ์ควบคุมงานไฟฟ้า	2 (2-0-2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการศึกษา

1. ระบบการศึกษา

1.1 ภาคเรียน

หลักสูตรได้จัดการเรียนการสอนปีละ 2 ภาคเรียนและมีเวลาเรียนภาคเรียนละ 18 สัปดาห์ นอกจากนี้อาจเปิดภาคฤดูร้อน 9 สัปดาห์ หรือ 6 สัปดาห์ โดยคิดคาบเรียนให้ครบตามหลักสูตรทั้งหมด

1.2 หน่วยกิตและคาบเรียน

หลักสูตรได้จัดแบ่งการเรียนออกเป็นรายวิชาซึ่งแต่ละวิชาได้กำหนดความหนักเบาด้วยหน่วยกิต ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคาบเรียนดังนี้

1) ชั่วโมงทฤษฎี 1 คาบเรียนต่อสัปดาห์ตลอดภาคเรียนหรือ 18 คาบเรียนคิดเป็น 1 หน่วยกิต
2) ชั่วโมงปฏิบัติการหรือทดลอง 2 คาบเรียน ต่อสัปดาห์ตลอดภาคเรียนหรือ 36 คาบเรียน คิดเป็น 1 หน่วยกิต
3) ชั่วโมงฝึกงาน 3 คาบเรียน ต่อสัปดาห์ตลอดภาคเรียน หรือ 54 คาบเรียนคิดเป็น 1 หน่วยกิต
4) ชั่วโมงฝึกงานนอกสถานที่หรือแหล่งประกอบการ 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียน หรือ 90 ชั่วโมง คิดเป็น 1 หน่วยกิต

1.3 เวลาในการศึกษา

เวลาในการศึกษานั้นมิได้หมายถึงเวลาเรียนที่จัดให้สอนในชั้นเรียนหรือโรงฝึกงานเท่านั้น แต่ยังหมายรวมถึง การมอบหมายให้ผู้เรียนได้ศึกษานอกเวลาเรียนอีกด้วยรายวิชาหนึ่ง ๆ จึงได้ระบุเวลาทฤษฎีเวลาปฏิบัติ และเวลาศึกษานอกเวลา ซึ่งระบุในลักษณะดังนี้

ชพ 3332 ปฏิบัติการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า (0-12-2)
(เรียนพร้อมหรือเรียนวิชา ชพ 3331 มาก่อน)

ลักษณะรายวิชา

1. ศึกษาชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมจากของจริงในระบบควบคุมแบบอัตโนมัติและแบบด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว 873 ค
2531
ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจพ.

2. ปฏิบัติการเดินสายต่อสายเครื่องกลกระแสตรงเข้าชุดควบคุมจากวงจรที่กำหนด
3. ให้ปฏิบัติการเดินสายต่อสายเครื่องกลกระแสสลับทั้งเฟสเดียวและสามเฟสเข้าชุดควบคุมจากวงจรที่กำหนดให้
4. ปฏิบัติการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม รวมถึงการเดินสายภายในด้วย

2.2 การแยกเนื้อหาวิชาเพื่อการผลิตและการใช้อุปกรณ์ในหลักสูตร ปวช. ออกเป็นหน่วยย่อย โดยกำหนดขอบเขตและเรียงลำดับเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 สังเขปรายวิชา ชพ 3332 (0-12-2)
(เรียนพร้อมหรือเรียนวิชา ชพ 3331 มาก่อน)

จุดประสงค์

- ศึกษาชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมจากของจริงในระบบควบคุมอัตโนมัติและแบบด้วยมือ
- ปฏิบัติการเดินสายต่อสายเครื่องกลกระแสตรงเข้าชุดควบคุมจากวงจรที่กำหนด
- ให้ปฏิบัติการเดินสายต่อสายเครื่องกลกระแสสลับทั้งเฟสเดียวและสามเฟสเข้าชุดควบคุมจากวงจรที่กำหนดให้
- ปฏิบัติการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม รวมถึงการเดินสายภายในด้วย

2.3 การควบคุมมอเตอร์

2.3.1 ความหมายของการควบคุมมอเตอร์ (MOTOR CONTROL)

คือ การบังคับให้มอเตอร์ทำงานหรือหมุนตามที่เราต้องการ ซึ่งอาจจะใช้อุปกรณ์หลายอย่างในการควบคุม ซึ่งจะทำให้มอเตอร์เกิดอัตราเร่งในการเริ่มหมุน (Starting) รวมทั้งการควบคุมความเร็วของมอเตอร์อีกด้วย การควบคุมมอเตอร์นั้นพอจะสรุปจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. จำกัดแรงบิดของมอเตอร์
2. จำกัดกระแสไฟฟ้าขณะเริ่มสตาร์ทมอเตอร์ (ไฟตก)
3. ป้องกันมอเตอร์ทำงานเกินกำลัง
4. หยุดมอเตอร์ทันทีหรือตามต้องการ
5. ปรับแต่งควบคุมความเร็วของมอเตอร์
6. การกลับทางหมุนของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
1150 020917

2.4 ชนิดของการควบคุม

สามารถแบ่งได้ 2 วิธี คือ

1. การควบคุมด้วยมือ (Manual control)
2. การควบคุมอัตโนมัติ (Autometic control)

2.5 หลักการของระบบควบคุม

ในการควบคุมมอเตอร์ แบ่งออกเป็น 2 วงจร คือ

1. วงจรควบคุม
2. วงจรกำลัง

- วงจรควบคุม ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุม ดังนี้

1. PUSH BUTTOM (ปุ่มกดเปิด-ปิด)
2. MAGNETIC SWITCH (สวิทช์แม่เหล็ก)
3. CONTACTOR (คอนแทคเตอร์)
4. TIME RELAY (ไทเมอร์รีเลย์)

ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะอยู่ในส่วนของการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ใช้แรงเคลื่อน 220V AC ชุดควบคุมอาจจะติดตั้งที่แผงควบคุมหรือตู้ควบคุม (ตู้ไฟ) ในคอนแทคเตอร์ซึ่งเป็น (S.W.) สวิทช์แม่เหล็กชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ในวงจรกำลังมีจุดสัมผัสหลักเรียกว่า Main Contact ซึ่งเมนคอนแทคนี้เองที่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า ระบบ3 เฟส 360V AC ไปยังมอเตอร์เรียกว่า "วงจรควบคุม"

- วงจรกำลัง คือ ส่วนแสดงการทำงาน

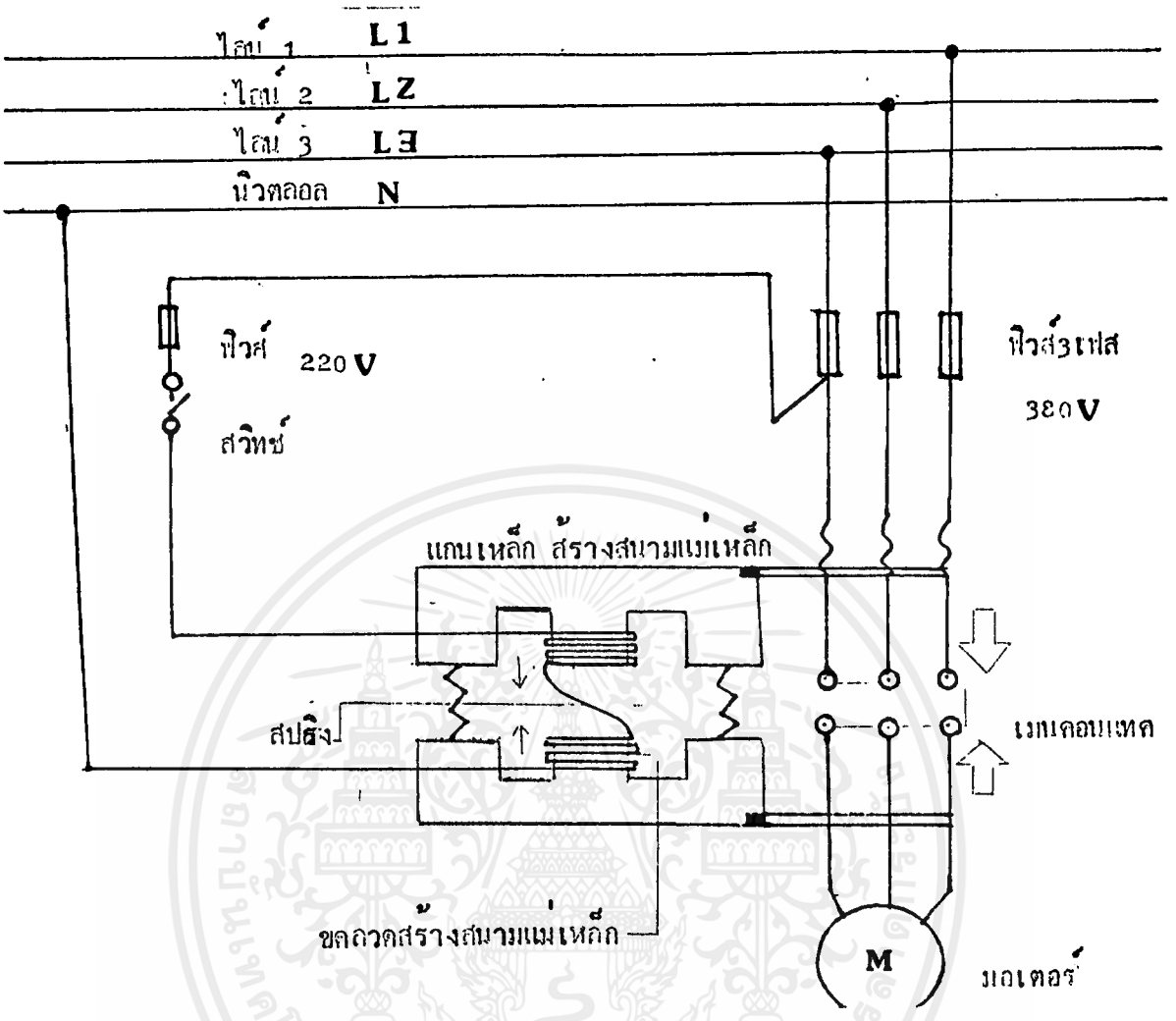
มอเตอร์ส่วนมากที่ควบคุมด้วย CONTACTOR นั้น เป็นไฟ 3 เฟส (360 VOLTS AC) เป็นส่วนแสดงผลของวงจรควบคุมหรือ โหลด (LOAD) นั้นเอง โดยดึงสายจากเมนคอนแทคในคอนแทคเตอร์ในวงจรควบคุมมาใช้งาน

<u>คำอธิบาย</u>

- เมนคอนแทค (ในคอนแทคเตอร์)

มีหน้าที่ ปิด-เปิด วงจรจาก Line (สายไฟฟ้า) เข้ามอเตอร์สามารถทนกระแสของมอเตอร์ได้ ในวงจรนี้เท่านั้น ในขณะที่คอนแทคทำงานจะมีประกายไฟเพราะมีแรงคลื่นและกระแสค่อนข้างสูง (arc) ซึ่งจะใช้กับวงจรควบคุมไม่ได้ต้องใช้ที่เมนคอนแทคเท่านั้น ดังนั้นจึงเรียกวงจรนี้ว่า วงจรกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงการทำงานของคอนแทคเตอร์

<u>จากรูปจะเห็นว่า แบ่งออกเป็น 2 วงจร คือ</u>

<u>ทางขวามือ</u> จะเป็นวงจรกำลังจาก LINE 1 LINE 2 LINE 3 ซึ่งเป็นไฟ 3 เฟส (360V AC) ต่อเข้ากับเมนคอนแทคทั้ง 3 จุด ของ CONTACTOR และจากเมนคอนแทคอีกชุดหนึ่งต่อเข้ากับมอเตอร์หรือโหลดโดยที่เมนคอนแทคยังไม่ได้ต่อถึงกัน

<u>ทางซ้ายมือ</u> เป็นวงจรควบคุม (220V AC) เริ่มจากไฟ 220V ผ่าน PUSH BUTTOM แล้วไปถึงขดลวดที่พันแกนเหล็กรูปตัว E เอาไว้ ซึ่งทั้งแกนเหล็กและขดลวดทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กและทำให้แกนเหล็กกลายเป็นแม่เหล็กชั่วคราว (แม่เหล็กไฟฟ้า) ในขณะที่ยังไม่มีกระแสไฟผ่านขดลวดและแกนเหล็ก สปริงจะทำหน้าที่ดันไม่ให้แกนเหล็กตัว E ทั้ง 2 สัมผัสกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 หลักการทำงาน

วงจรควบคุม เมื่อกด PUSH BUTTOM ทำให้กระแสไหลผ่านแกนเหล็ก-ขดลวด เกิดเป็นแม่เหล็กขึ้นแกนเหล็กทั้ง 2 จึงดูดติดกันเพราสามารถเอาชนะแรงสปริงได้ในขณะที่แกนเหล็กทั้ง 2 ดูดติดกันเมนคอนแทค ซึ่งติดกับแกนเหล็กก็สัมผัสกันตามแกนเหล็กทั้ง 2 จึงทำให้กระแสไฟจาก LINE 1,2,3 ผ่านคอนแทคไปถึงมอเตอร์ มอเตอร์จึงเริ่มทำงาน วงจรนี้เรียกว่า "วงจรกำลัง"

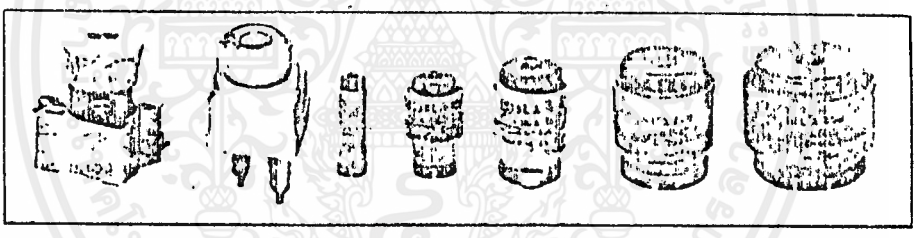
สรุป <u>วงจรควบคุม</u> จะใช้แรงเคลื่อน 220V ผ่านอุปกรณ์ควบคุม

<u>วงจรกำลัง</u> จะใช้ไฟ 360V ผ่านเมนคอนแทคของคอนแทคเตอร์

2.6 อุปกรณ์สำหรับการควบคุมมอเตอร์

2.6.1 ปลั๊กฟิวส์ (Plug fuse)

ฟิวส์ที่ใช้ในวงจรควบคุมและวงจรกำลัง จะเป็นฟิวส์แรงดันต่ำที่เรียกว่าปลั๊กฟิวส์ ซึ่งมีขนาดและรูปร่างหลายแบบฟิวส์ดังกล่าวเป็น เอช อาร์ ซี ฟิวส์ (High ruptuire capacity fuse) ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษคือ สามารถตัดกระแสลัดวงจรจำนวนมาก ๆ ได้อย่างปลอดภัย แม้ตัวฟิวส์จะมีพิกัดกระแสต่ำ ๆ ก็ตาม



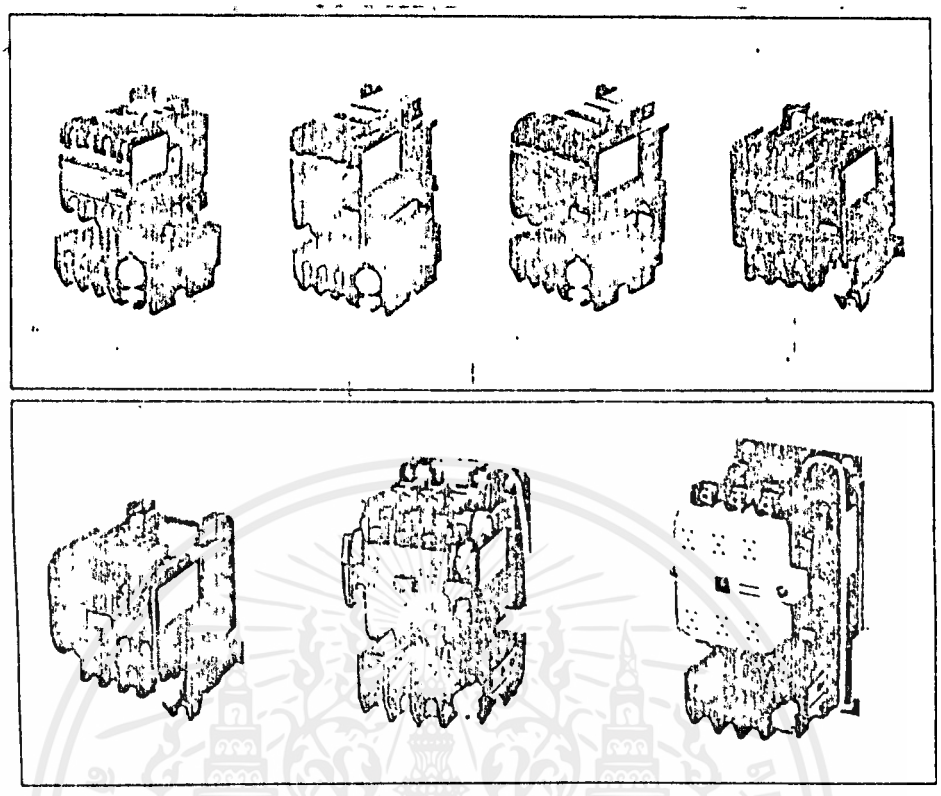
รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะของฟิวส์ในการควบคุม

ขนาดกระแสที่ตัวฟิวส์และสีเครื่องหมาย

2.6.2 คอนแทคเตอร์ (Contactor)

เป็นสวิตช์แม่เหล็กที่ใช้ในการตัด-ต่อวงจรกำลัง มีหลายขนาดตั้งแต่ขนาด 00 ถึง 6 และในตัวของมันเองนอกจากจะมีคอนแทคสำหรับวงจรกำลังแล้วจะมีคอนแทคช่วยทั้งบกติปิดและบกติเปิดอีกด้วย ซึ่งอาจจะมีอยู่อย่างละ 1 หรือ 2 คอนแทค ให้เลือกใช้ตามความจำเป็นของวงจรควบคุม

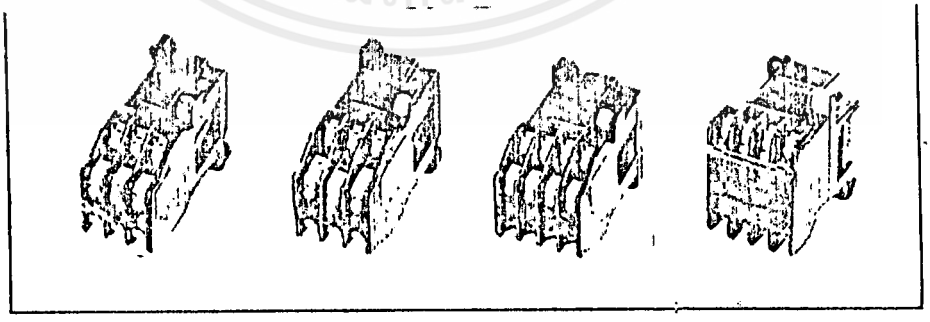
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะของคอนแทคเตอร์ชนิดต่าง ๆ

2.6.3 รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay)

เป็นสวิตช์แม่เหล็กที่ใช้ตัด-ต่อ วงจรควบคุม มีหลายขนาดตั้งแต่ติดตั้งบนแผ่นวงจรพิมพ์ จนถึงติดตั้งบนฐานให้ตู้ควบคุม

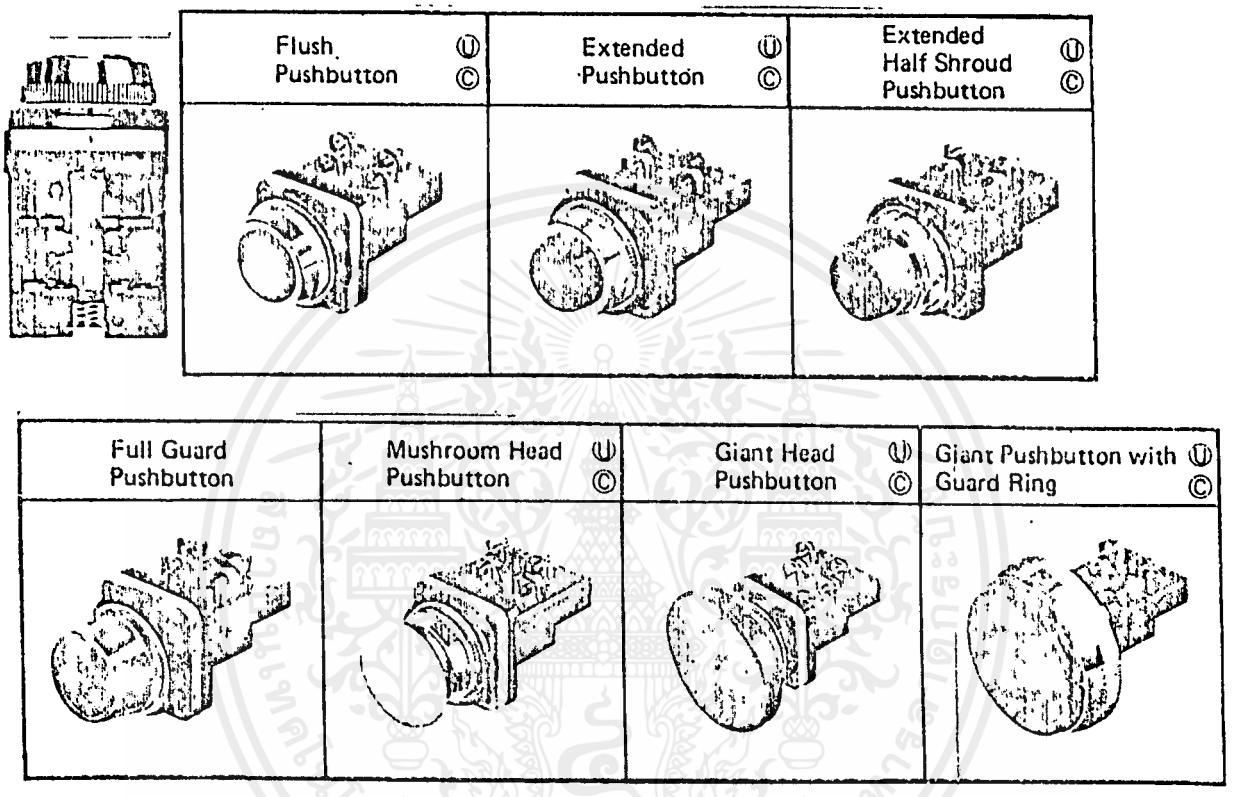


รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะของรีเลย์ช่วยชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 สวิตช์ปุ่มกด (Push button witch)

โดยทั่วไปตัวสวิทตช์จะมีคอนแทคปกติปิดและเปิด อย่างละหนึ่งคอนแทคในตัวเดียวกันแต่สามารถนำคอนแทคมาต่อเพิ่มเติมได้ตามต้องการ ตัวปุ่มกดมีหลายแบบให้เลือกใช้ รายละเอียดเทคนิคเวลาเลือกใช้ก็คือ กระแสของคอนแทค, จำนวนและชนิดของคอนแทค แรงดันใช้งาน ขนาดและรูปแบบที่ต้องการใช้

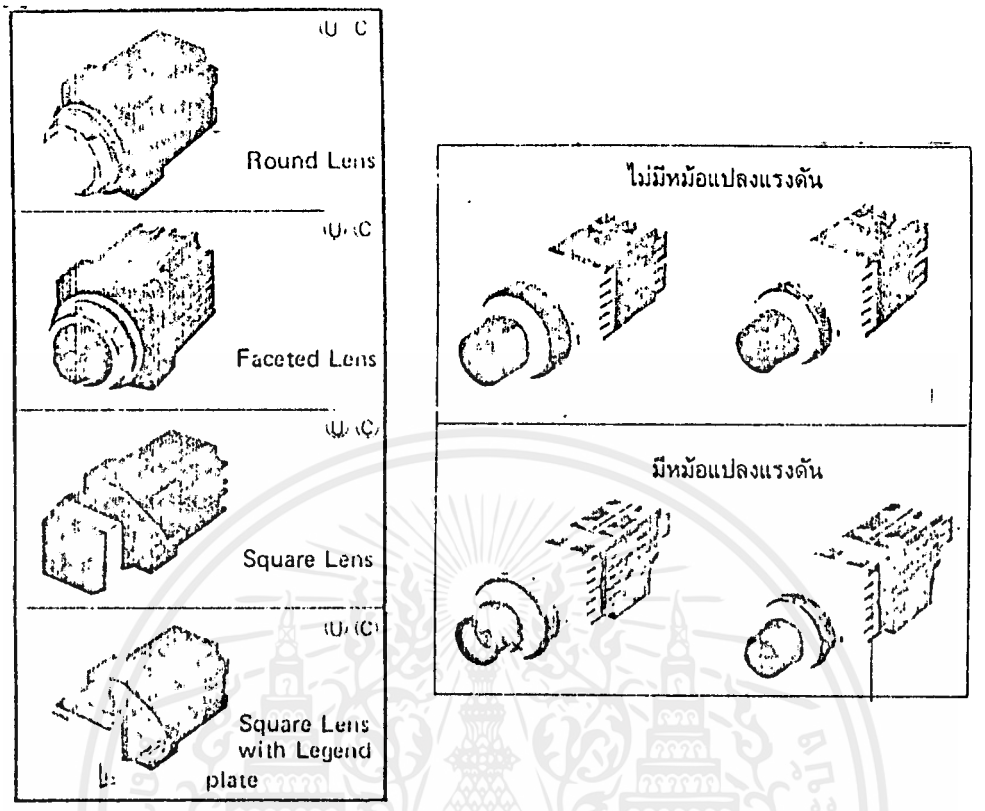


รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะของสวิทช์ปุ่มกด (Push Button)

2.6.5 หลอดสัญญาณ (Signal lamp Pilot lamp)

เป็นหลอดไฟที่ใช้แสดงสถานะในการทำงานมีหลายสีหลายแบบ บางชนิดเป็นแบบรวมอยู่กับสวิตช์ปุ่มกดหรือมีหม้อแปลงเล็ก สำหรับจ่ายไฟให้หลอดที่ใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำ รายละเอียดและเทคนิคเวลาเลือกใช้ก็คือ แรงดันใช้งาน รูปแบบและสีของเลนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะของหลอดสัญญาณ

การต่อหลอดสัญญาณจะไม่ต่อขนานกับขดลวดของรีเลย์ เนื่องจากขดลวดของรีเลย์จะเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าสูงขณะ ON-OFF ทำให้หลอดมีอายุการใช้งานสั้นลง และในกรณีที่ขดลวดของรีเลย์ขาด อาจทำให้การตรวจพบลำบาก เนื่องจากไปวัดความต้านทานของหลอดไฟเข้า

2.6.6 รีเลย์ตั้งเวลา (Timer relay)

เป็นรีเลย์ที่สามารถตั้งเวลาการทำงานของคอนแทคได้ มีหลายชนิด แบ่งตามชนิดการทำงานของคอนแทค มี 2 แบบ คือ

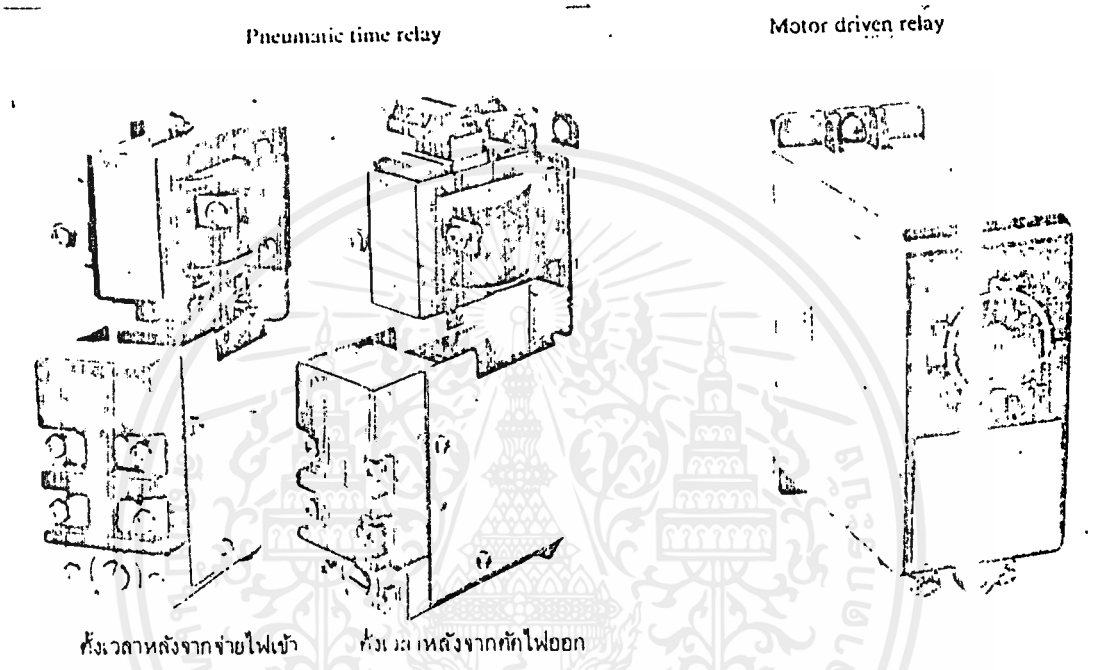
1. หน่วงเวลาหลังจากเอาไฟเข้า

เมื่อจ่ายไฟให้กับรีเลย์ตั้งเวลา คอนแทคจะอยู่ในตำแหน่งเดิมก่อนเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้แล้วคอนแทคจึงจะเปลี่ยนไปที่สภาวะตรงข้าม และจะค้างอยู่ในตำแหน่งนั้นจนกว่าจะหยุดการจ่ายไฟให้กับรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน่วงเวลาหลังจากเอาไฟออก

เมื่อจ่ายไฟให้กับรีเลย์ตั้งเวลาคอนแทค จะเปลี่ยนสภาวะทันที หลังจากที่เอาไฟออกจากขดลวดแล้วและถึงเวลาที่ตั้งไว้ คอนแทคจึงจะกลับมาอยู่สภาวะเดิมรีเลย์ตั้งเวลาแบบอีเล็กทรอนิกส์ และแบบใช้มอเตอร์ขับไม่สามารถทำงานแบบนี้ได้



รูปที่ 2.15 แสดงลักษณะของรีเลย์ตั้งเวลา

2.7 ความหมายของรีเลย์และคอนแทคเตอร์

2.7.1 รีเลย์ หมายถึงสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อวงจรควบคุมเช่นคอล์ยของคอนแทคเตอร์ รีเลย์ตัวอื่น ๆ โซลินอยด์ (Solinoids) แต่ก็ใช้เป็นตัวตัดต่อวงจรกำลังขนาดเล็กบ้างเหมือนกันเช่น วงจรหลอดสัญญาณ หวูดสัญญาณหรือมอเตอร์ขนาดเล็ก เป็นต้น

2.7.2 คอนแทคเตอร์ หมายถึงสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลังที่ใช้กระแสค่อนข้างสูง (ประมาณ 30-300A) คอนแทคเตอร์มีส่วนประกอบและโครงสร้างเหมือนกับรีเลย์ แต่มีขนาดที่ใหญ่กว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอาจมีอุปกรณ์ช่วยดับการอาร์คที่คอนแทคเพิ่มขึ้น

2.7.3 ข้อดีของการใช้รีเลย์และคอนแทคเตอร์เมื่อเทียบกับสวิตช์กำลังอื่น ๆ

1. ให้ความปลอดภัยสำหรับผู้ควบคุม อันตรายจากการตัดต่อของวงจรกำลังซึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหลค่อนข้างสูง (เช่น การสตาร์ทมอเตอร์ตัวใหญ่ ๆ และจะทำให้เกิดการอาร์คที่หน้าคอนแทคขณะเริ่มสตาร์ท) ทั้งนี้เพราะสามารถใช้กระแสหรือแรงเคลื่อนต่ำ ๆ ไปควบคุมคอล์ยของคอนแทคเตอร์ ทำให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลัง แทนการสับสวิตช์กำลังด้วยมือโดยตรง นอกจากนี้ยังสามารถย้ายจุดควบคุมไปอยู่ในที่ ๆ ปลอดภัยและห่างจากวงจรกำลังได้

2. ให้ความสะดวกในการควบคุม เพราะสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น Push button switch Pressure switch,Flow switch, Float switch,Limit switch ฯลฯ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ เช่น วงจรลิฟท์ ซึ่งจะสามารถควบคุมให้หยุดได้เองเมื่อลิฟท์วิ่งถึงชั้นที่ต้องการ

3. ประหยัดเมื่อเทียบกับการควบคุมด้วยมือ (Manual control) ในบางกรณีภาวะ (load) ที่ต้องการควบคุม จำเป็นต้องอยู่ห่างจากแหล่งจ่ายไฟและจุดควบคุม ถ้าใช้การควบคุมด้วยมือ สายของวงจรกำลังจะต้องเดินจากแหล่งจ่ายไฟไปยังจุดควบคุมจากนั้นจึงเดินไปยังภาระ แต่เมื่อใช้การควบคุมด้วยคอนแทคเตอร์ จะช่วยให้ประหยัด เพราะสายของวงจรกำลังสามารถเดินจากแหล่งจ่ายไฟไปยังภาระได้โดยตรง ส่วนสายที่เดินไปยังจุดควบคุมจะเป็นสายของวงจรควบคุม ซึ่งมีขนาดเล็ก

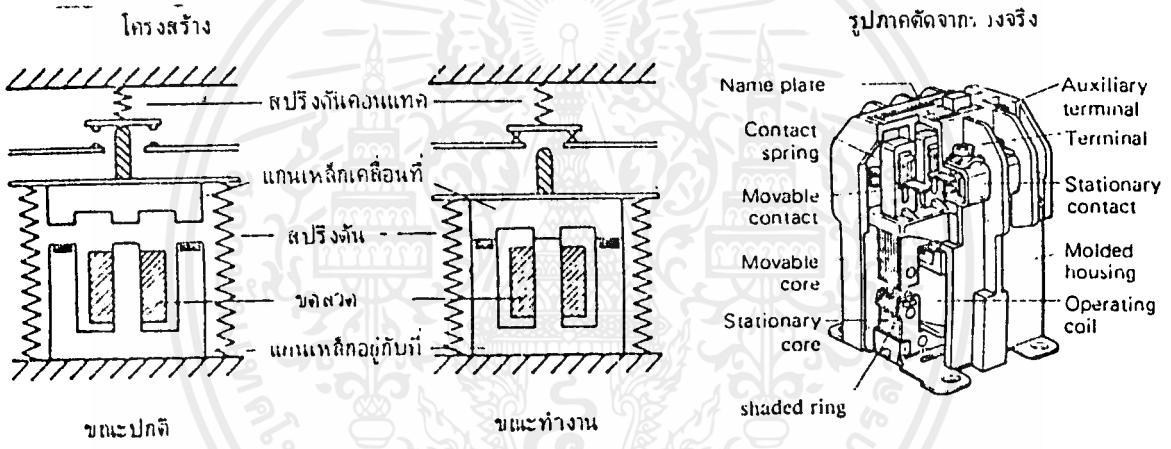
2.8 โครงสร้างและการทำงานของรีเลย์และคอนแทคเตอร์

รีเลย์และคอนแทคเตอร์จะมีโครงสร้างและการทำงานเหมือนกันกล่าวคือจะมีแกนเหล็กรูปตัว E อัดซ้อนกันเป็นแท่งอยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งถูกยึดติดอยู่กับที่ ที่ขากลางของแกนเหล็กชุดนี้จะมีขดลวด ซึ่งพันอยู่บนบอบปิ้นสวมอยู่ขดลวดชุดนี้จะเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา ส่วนที่ขาตัว E อีก 2 ข้าง จะมีลวดทองแดงเส้นใหญ่ต่อลัดวงจรไว้เป็นรูปวงแหวนและฝังอยู่ที่ผิวหน้าของแกนเพื่อช่วยลดการสั่นของแกนอันเนื่องมาจากกระแสสลับ เรียกวงแหวนนี้ว่า Shaded ring สำหรับแกนเหล็กอีกขดหนึ่งจะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้ โดยมีตัวคอนแทคยึดติดอยู่ แกนเหล็กทั้ง 2 ชุดนี้ทำมาจากเหล็กแผ่นบาง ๆ ที่ผิดเคลือบด้วยฉนวน (laminated sheet steel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสภาวะปกติ (off) แกนเหล็กทั้ง 2 ชุดนี้จะถูกดันให้ห่างออกจากกันด้วยสปริงที่ขาทั้ง 2 ข้างของแกน ทำให้ตัวคอนแทคบางตัวต่อวงจรของจุดสัมผัสให้ถึงกัน เราเรียกคอนแทคชุดนี้ว่า "คอนแทคบกติปิด" ในขณะเดียวกันก็จะมีคอนแทคบางตัวที่ไม่ได้ต่ออยู่กับจุดสัมผัสเราเรียกคอนแทคชุดนี้ว่า "คอนแทคปกติเปิด"

ขดลวดที่ขากลางของแกนเหล็กจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา เมื่อมันได้รับพลังงานไฟฟ้า แรงจากอำนาจแม่เหล็กจะชนะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่เคลื่อนที่ลงมา ในสภาวะนี้ (on) คอนแทคทั้ง 2 ชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงาน คือ คอนแทคปกติปิด จะเปิดวงจรของจุดสัมผัสออก และคอนแทคแบบปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส คอนแทคทั้ง 2 ชุดนี้ จะกลับไปอยู่ในสภาวะเดิมอีกครั้งเมื่อหยุดการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับขดลวด



รูปที่ 2.16 แสดงลักษณะโครงสร้างของคอนแทคเตอร์และรีเลย์ช่วย

โดยปกติคอนแทคแบบปกติปิดจะใช้ตัด-ต่อวงจรควบคุมเท่านั้น ส่วนคอนแทคแบบปกติเปิดบางชุดจะทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรควบคุม และบางชุดจะทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรกำลัง เราเรียกคอนแทคที่ทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรควบคุมว่า คอนแทคช่วย (Auxiliary contact) และเรียกคอนแทคที่ทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรกำลังว่า คอนแทคเมน (Main contact)

คอนแทคเมนของคอนแทคเตอร์จะมีขนาดใหญ่กว่าคอนแทคช่วย แต่สำหรับรีเลย์คอนแทคตัวที่ทำหน้าที่คอนแทคเมนจะมีขนาดพอ ๆ กับคอนแทคช่วย เนื่องจากจ่ายกระแสให้กับภาระขนาดเล็กเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 ชนิดและขนาดของคอนแทคเตอร์ไฟสลับ

คอนแทคเตอร์ที่ใช้กับกระแสสลับ แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะของโหลดและการใช้งาน คือ AC 1 AC 2 AC 3 และ AC 4

AC 1 : เป็นคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสำหรับโหลดที่เป็นความต้านทาน หรือในวงจรที่มีค่าอินดัคทีฟน้อย ๆ

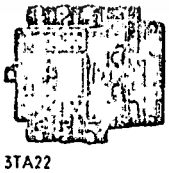
AC 2 : เป็นคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสำหรับใช้กับโหลดที่เป็นสลิปริงมอเตอร์

AC 3 : เป็นคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสำหรับใช้สตาร์ทและหยุดโหลดที่เป็นมอเตอร์กรงกระรอก

AC 4 : เป็นคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสำหรับการสตาร์ท-หยุดมอเตอร์ วงจร jogging และกลับทางหมุนของมอเตอร์ แบบโรเตอร์กรงกระรอก

ขนาดของคอนแทคเตอร์นิยมเรียกเป็น size 0,size 1,size 2, เป็นต้น size ซึ่งตามด้วยตัวเลขที่มีค่ามากกว่าจะแสดงถึงขนาดของคอนแทคเตอร์ที่ใหญ่กว่า

ตัวอย่างขนาด size ของ AC contactor ของบริษัท SIEMENS รุ่น 3TA

Illustration	Rated operating current I_e (values in brackets apply to 500 V only) A	Motor ratings, three-phase motors, classes AC2 and AC3[1]) at 50 Hz and 220 V kW	380 V kW	500 V kW	Design (Degree of protection)	Auxiliary contacts NO	NC
3TA20	**Size 0**						
	9(5)	2.2	4	3	open-type (IP 00)	1	—
						—	1
						1	1
3TA21	**Size 1**						
	16	4	7.5	9	open-type (IP 00)	2	—
						1	1
						2	2
					moulded-plastic clad (IP 54)	2	—
						1	1
					moulded-plastic clad (IP 43) with two built-in actuator pushbuttons	2	—
						1	1
 3TA22					metal-clad (IP 55), housing size 1[2])	2	—
						1	1
						2	2
	Size 2						
	32(24)	8.5	15	15	open-type (IP 00)	2	2
					steel cover (IP 20)	2	2
					metal-clad (IP 55), housing size 2[2])	2	2

รูปที่ 2.17 แสดงการพิจารณาการเลือกชนิดของคอนแทคเตอร์ไฟสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการพิจารณาเลือกขนาดของคอนแทคเตอร์ให้เหมาะสมกับมอเตอร์ จะพิจารณาที่ rated current และแรงดันของ มอเตอร์กับ rated operatin current และแรงดันของคอนแทคของคอนแทคเตอร์ rated current ของมอเตอร์จะต้องต่ำกว่า rated operating ของ current ของคอนแทคเตอร์ที่แรงดันเท่ากัน ซึ่งคอนแทคเตอร์ขนาดหนึ่งอาจใช้ได้กับมอเตอร์ที่มี kW ต่างกันได้ เช่น คอนแทคเตอร์ size 0 คอนแทคเตอร์มี rated current 9A ที่ 380A หรือน้อยกว่า และ 5A ที่ 500V จะสามารถใช้ได้กับมอเตอร์ที่มีขนาดถึง 2.2kW 220V ซึ่งมี rated current ประมาณ 8.7A หรือใช้ได้กับมอเตอร์ที่มีขนาดถึง 4kW 380V ซึ่งมี rated current ประมาณ 8.5A และใช้ได้กับมอเตอร์ 3kW 500V ซึ่งมี rated current ประมาณ 5A

ในการพิจารณาเลือกคอนแทคเตอร์ นอกจากลักษณะและขนาดของโหลดที่ใช้แล้วยังจะต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่นอีกเช่น ถ้าความบ่อยครั้งของการทำงานต่ำมากเพียงครั้งหรือ 2 ครั้งในหนึ่งวัน เราอาจเลือกใช้คอนแทคเตอร์แบบ AC3 แทน AC4 ได้

การเลือกคอนแทคตอร์ที่เหมาะสมกับงานจะต้องดู technical data ของคอนแทคเตอร์จากบริษัทผู้ผลิตให้เหมาะกับงาน ซึ่งมีข้อที่ต้องพิจารณา คือ

- ลักษณะของโหลดและการใช้งาน
- แรงดันและความถี่
- สถานที่ใช้งาน
- ความบ่อยครั้งในการใช้งาน
- การป้องกันจากการสัมผัส และการป้องกันน้ำ
- ความคงทนทางกลและทางไฟฟ้า (Mechaincal and Electrical Stressess)

2.9 ฟิวส์สำหรับป้องกันสายจ่ายไฟย่อยของมอเตอร์

F1 เป็นฟิวส์ที่ต่อไว้ในวงจรกำลังเพื่อทำหน้าที่ป้องกันสาย หากเกิดการลัดวงจรของวงจรกำลัง (ในกรณีที่มอเตอร์มการป้องกันด้วยโอเวอร์โหลดอยู่แล้ว) ขนาดของ F1 ขึ้นอยู่กับชนิด,ขนาด และวิธีการสตาร์ทมอเตอร์ ซึ่งกินกระแสสตาร์ทไม่เท่ากันขนาดของฟิวส์ F1 นี้จะต้องใหญ่(มี Time current characteristic) พอที่จะทนกระแสในช่วงสตาร์ทได้ ค่ากระแสสูงสุดของ F1 เมื่อเป็นฟิวส์ชนิดขาดเร็วมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* มีค่าอัตรากระแสสูงเป็น 3 เท่าของกระแสของมอเตอร์ขณะรับโหลดเต็มที่เมื่อมอเตอร์นั้นเป็นมอเตอร์กระแสสลับเฟสเดียวหรือหลายเฟสที่มีโรเตอร์แบบกรงกระรอก(แบบทั่ว ๆ ไปไม่มีโค้ตอักษรกำกับ) หรือเป็นซินโครนัสมอเตอร์ และมอเตอร์ดังกล่าวใช้วิธีการสตาร์ทตรงสตาร์ทโดยใช้ตัวต้านทาน หรือใช้รีแอคเตอร์

* มีค่าอัตรากระแสสูงเป็น 1.5 เท่าของกระแสของมอเตอร์ขณะรับโหลดเต็มที่เมื่อมอเตอร์นั้นเป็นเวาด์โรเตอร์ หรือมอเตอร์กระแสตรง (แบบทั่ว ๆ ไปไม่มีโค้ตอักษรกำกับ)

2.9.1 ฟิวส์ในวงจรควบคุม

F2 เป็นฟิวส์ซึ่งมีไว้สำหรับป้องกันสายของวงจรควบคุมขนาดของฟิวส์ขึ้นอยู่กับขนาดของสายใช้ในวงจรควบคุม โดยจะต้องมีค่ากระแสต่ำกว่ากระแสสูงสุดที่สายทนได้

เพื่อที่จะให้วงจรควบคุมมีโอกาสหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ เมื่อฟิวส์ในวงจรกำลังเปิดวงจรฟิวส์ของวงจรควบคุมจะต่ออยู่หลัง F1

2.10 สายจ่ายไฟย่อยของมอเตอร์

สายจ่ายไฟย่อยของมอเตอร์คือสายที่เดินแยกออกจากสายเมนผ่านสวิตช์ตัดวงจรกระแสเกินไปยังมอเตอร์ โดยทั่วไปแล้วมอเตอร์แต่ละตัวจะใช้สายจ่ายไฟย่อยเฉพาะของมอเตอร์ตัวนั้น ๆ ซึ่งขนาดของสายจ่ายไฟย่อยที่เดินไปยังมอเตอร์เพียงตัวเดียวจะต้องทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 125% ของกระแสของมอเตอร์ขณะรับโหลดเต็มที่

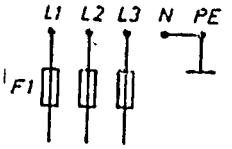
ในกรณีที่มอเตอร์นั้นมีหลายความเร็ว ขนาดของกระแสที่จะนำมาคิดหาขนาดสาย จะดูจากกระแสที่สูงที่สุดที่แสดงบนแผ่นป้าย (name plate)

2.10.1 สายเมนของมอเตอร์

สายเมนที่เดินไปยังมอเตอร์หลายตัว จะต้องทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 125% ของกระแสของมอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดขณะรับโหลดเต็มที่ รวมกับกระแสของมอเตอร์ตัวอื่น ๆ ขณะรับโหลดเต็มที่

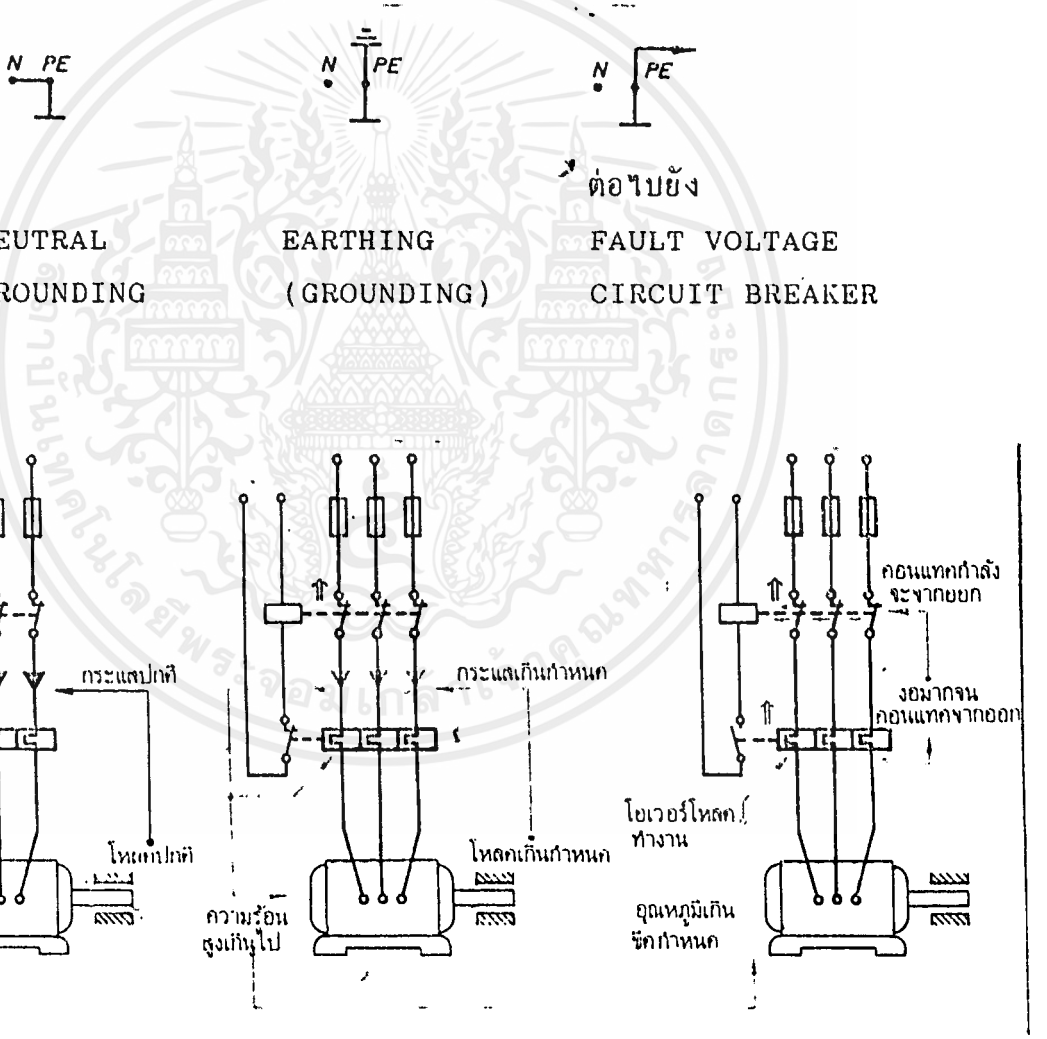
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อสายจ่ายไฟย่อยเข้ากับสายเมน



ในแบบ Schematic diagram ของวงจรกำลังจุดต่อสายจ่ายไฟย่อยเข้ากับสายเมน แสดงด้วยสัญญลักษณ์ ดังรูปทางซ้ายมือ สัญญลักษณ์ ⊥ ที่จุดต่อสายป้องกัน (จุด PE) แสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นได้มีการต่อสายป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่วเข้ากับจุด PE แล้ว

ลักษณะการต่อสายระบบป้องกัน (PE)



รูปที่ 2.18 แสดงการต่อรีเวอร์โหลดผ่านคอนแทคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

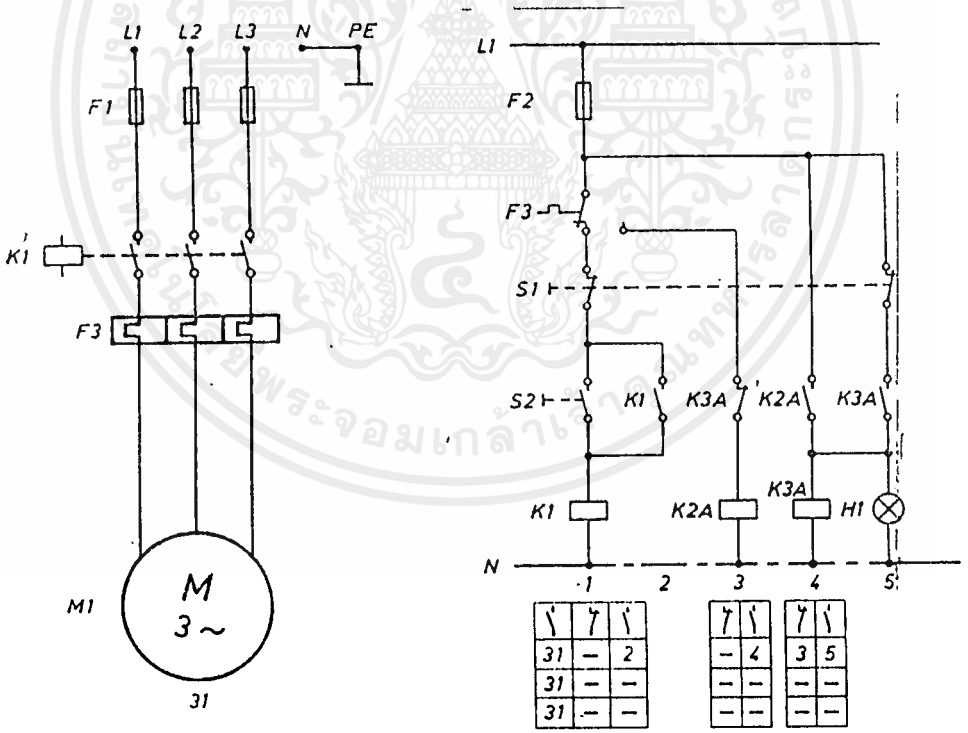
2.11 THERMAL OVERLOAD RELAY

ทั่ว ๆ ไปแล้วโอเว่อร์โหลดรีเลย์นิยมทำเป็นแบบไบมีทอล โดยใช้กระแสที่ไหลผ่านโหลดเป็นตัวควบคุมอีกทีหนึ่งการตัดวงจรอาศัยการงอของไบมีทอลขณะร้อนเนื่องจากกระแสไหลมาก และจะกลับมาต่อวงจรอีกครั้งเมื่อไบมีทอลเย็นตัวลง

-สัญญลักษณ์ของโอเวอร์โหลดรีเลย์แบบมี reset

-ลักษณะเมื่อเกิดการโอเวอร์โหลด,คอนแทค จะเปิดออกและจะถูกล็อคเอาไว้ถ้าต้องการให้ต่อวงจรต้องกดที่ปุ่ม reset อีกครั้ง

แสดงการ fault โดยใช้รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay or control relay)



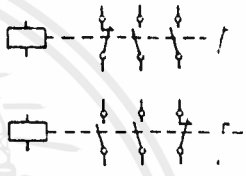
รูปที่ 2.19 แสดงวงจรประกอบงานควบคุม 2 วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

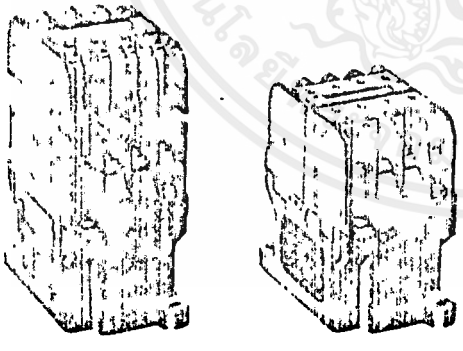
เมื่อเกิดการรีโอเวอร์โหลด F3 จะตัดวงจรควบคุมออกต่อให้ K2A ทำงานเมื่อ K2A ทำงานก็จะไปต่อวงจรให้ K3A ทำงาน หลด H1 จะติดอยู่ได้ตลอดเวลาด้วย K3Aจนกว่าจะกดที่ S1

รายการอุปกรณ์

S1	Push button "OFF"
S2	Push button "ON"
K1	Contactor
K2A	Aux. relay
K3A	Aux. relay
F1	Main Fuses
F2	Control fuse
F3	Overload relay with double throw contact
H1	Signal lamp
M1	Three phase motor



2.12 รีเลย์ช่วย ((Auxiliary relay)



บางทีเรียกว่ารีเลย์ควบคุม (Control Relay) ลักษณะการทำงานเหมือนกับคอนแทคเตอร์ทั่ว ๆ ไป ต่างกันที่คอนแทคของรีเลย์ช่วยทนกระแสได้ต่ำ เพราะฉะนั้นจะนำไปต่อเข้ากับโหลดไม่ได้

ลักษณะคอนแทคมีทั้งแบบปกติเปิดและปกติปิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้สร้างหรือการเลือกใช้ว่าต้องการลักษณะและจำนวนของคอนแทคอย่างไร ดังตัวอย่างข้างบน ตัวแรกมีคอนแทคปกติปิด 2 อัน และปกติเปิด 2 อัน ตัวที่สองมีคอนแทคปกติปิด 2 อันและปกติ เปิด 2 อัน คอนแทคปกติปิดที่ต้องรอเวลาให้คอนแทคปกติเปิดต่อวงจรก่อนแล้วตัวเองถึงจะจากออกอีก 2 อัน

อักษรกำกับอุปกรณ์จะมีตัว A ตามหลัง เช่น K2A K4A เป็นต้น

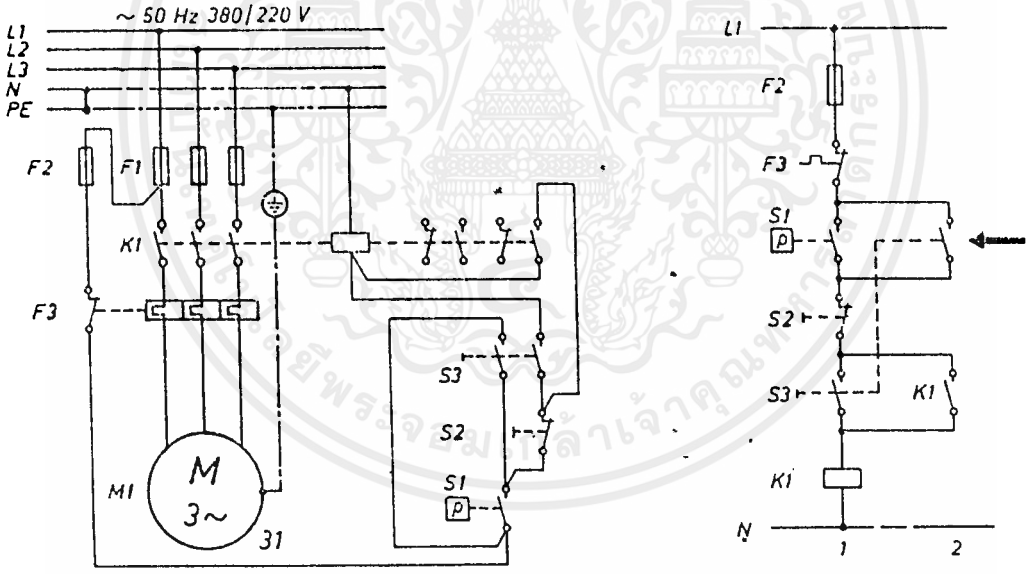
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 ตัวอย่างการควบคุม

วิธีที่ 1 ใช้ Push button S3 ที่มีคอนแทกเป็นแบบปกติเปิดทั้งคอนแทคสองคอนแทคนำไปต่อขนานไว้กับ Flow switch ตัวหนึ่งสำหรับไว้ใช้ในช่วงสตาร์ท

เมื่อกด S3 จะทำให้คอนแทคเตอร์ K1 ทำงานมอเตอร์หมุน, น้ำในท่อเริ่มไหลกระตุ้นให้ Flow switch ต่อวงจรขนานไปกับคอนแทคของ S3 เมื่อปล่อย S3 คอนแทคเตอร์ K1 ก็ยังคงทำงานอยู่ตลอดเวลา คอนแทคเตอร์ K1 จะหยุดทำงาน ถ้ากด S2 ซึ่งจะทำให้ปั๊มหยุดการทำงาน

ในกรณีที่กด S3 ไปแล้วคอนแทคเตอร์ K1 ทำงาน มอเตอร์หมุน แต่น้ำไม่ไหลหลังจากที่ปล่อย S3 แล้ว K1 ก็จะหยุดทำงานเพราะ Flow switch S1 ไม่ต่อวงจร

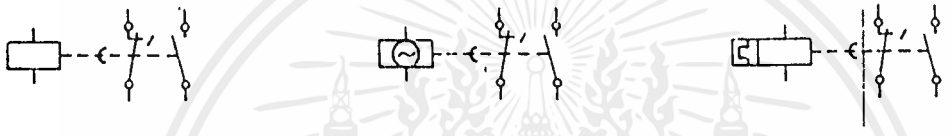


รูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 รีเลย์ตั้งเวลา (Time relay)

รีเลย์ตั้งเวลา เป็นรีเลย์ที่ช่วยในการควบคุมอีกชนิดหนึ่ง แต่ตั้งเวลาการทำงานของคอนแทคได้ คือจะให้ต่อหรือตัดวงจรภายในเวลาเท่าใด ภายหลังที่กดสวิตช์ให้ตัวมันทำงาน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น ทำงานตั้งเวลาด้วย สนามแม่เหล็ก เมคคานิค ความร้อนเส้นประและลูกศรที่เห็นแสดงถึง คอนแทครอเวลาเคลื่อนที่ไปทางขวา, หลังจากที่รีเลย์ตั้งเวลา หยุดทำงานแล้ว เมคคานิคภายในจะดันให้คอนแทคกลับไปอยู่ที่เดิมตามทิศทางของลูกศร อักษรกำกับอุปกรณ์จะมี T ตามหลัง เช่น K3T



สัญลักษณ์ กำกับรีเลย์ตั้งเวลา ทั้ง3ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 ใบงานสำหรับวิชา ปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์
ใบงานที่ 1 ครั้งที่ 1

เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส โดยวิธีสตาร์ทตรง

วัตถุประสงค์
1. ต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส ให้ทำงานได้ด้วย S.W.3 ขั้วทางเดียว
2. ต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส ให้ทำงานได้ด้วยแมคเนติคคอนแทคเตอร์ ในรูปแบบของวงจรควบคุมด้วย สวิทช์ต่าง ๆ

สิ่งที่ต้องการฝึก
เพื่อต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการของวงจรควบคุมพื้นฐาน 2 แบบ คือ
1. Manual Control ใช้สวิทช์ 3 ขั้วต่าง ๆ
2. ใช้สวิทช์แม่เหล็ก (Magnetic contactor)

ในการควบคุมทั้ง 2 แบบ สามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้ระดับหนึ่งเท่านั้น โดยเฉพาะแบบ Manual ที่ใช้สวิทช์ 3 ขั้ว นั้นหากเป็นมอเตอร์ธรรมดาขนาดแรงม้าไม่มากนักก็สามารถใช้ควบคุมได้แต่หากเป็นแรงม้าสูง ๆ ขั้วของสวิทช์ก็ไม่สามารถทนกระแสได้ ซึ่งจำเป็นต้องเลือกใช้ แบบที่ 2 คือ ใช้สวิทช์แม่เหล็กแทนซึ่งออกแบบกับวงจรกำลังโดยตรง เนื่องจากสวิทช์แม่เหล็กจะทำงานเพียงตัวเดียวไม่ได้จะต้องมีอุปกรณ์มาควบคุมอีกหรือคำสั่งให้ทำงานตามขั้นตอน เช่น สวิทช์ PUSH BUTTON (กดติด-ปล่อยดับ) เพราะมีสปริงดันกลับ เรียกว่า Jogging S.W.

อุปกรณ์	1. มอเตอร์ 3 เฟส	1 ตัว
	2. SWITCH 3 ขั้ว ทางเดียว	1 ตัว
	3. Magnetic Switch	1 ชุด
	4. PUSH BUTTON	1 ชุด
	5. สายต่อวงจร	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2 ครั้งที่ 2

เรื่อง การควบคุมสตาร์ทโดยตรงแบบ START-STOP-JOG

วัตถุประสงค์

1. ทดสอบวงจร START-STOP-JOG ด้วยสวิทช์ เลือกการทำงาน
2. ทดสอบวงจร START-SROP-JOG และใช้ PUSH BUTTON และ AUXILLARY RELAY

- Jog หมายถึง ลักษณะการควบคุมใด ๆ โดยชั่วขณะ สำหรับใบงานนี้จะกล่าวถึงวงจรทั่ว ๆ ไป ที่สามารถควบคุมมอเตอร์ ให้เริ่มทำงานหยุดทำงานด้วย PUSH BUTTON 2 ตัวและยังเลือกให้มอเตอร์ทำงานชั่วขณะด้วย PUSH BUTTON ต่างหากอีกหนึ่งตัว
- วงจร START-STOP-JOG จะเหมาะสมกับงานบางประเภทที่ต้องการจะทดสอบผลของการทำงานของมอเตอร์เพื่อการตัดสินใจ ก่อนที่จะเริ่มให้มอเตอร์ทำงานอย่างต่อเนื่อง

อุปกรณ์

1. PUSH BUTTON	2	ชุด
2. CONTACTOR (K1)	1	ตัว
3. AUXILLARY RELAY (K2A)	1	ตัว
4. มอเตอร์/หลอดสัญญาณ	1	ตัว (3เฟส)
5. FUSE/OVERLOAD	1	ชุด
6. สายต่อวงจร	1	ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3 ครั้งที่ 3

เรื่อง วงจรแสดงสัญญาณการใช้งานเกินกำลัง

วัตถุประสงค์

1. วงจรแสดงการใช้งานเกินกำลังด้วยโอเวอร์โหลดรีเลย์ ชนิดมี Reset และไม่มี Reset
2. วงจรแสดงการทำงานเกินกำลังด้วยโอเวอร์รีเลย์ที่ Reset ด้วย Push Button

เนื้อหา

โอเวอร์โหลดรีเลย์ จะเป็นอุปกรณ์ควบคุมอีกตัวหนึ่งที่ติดอยู่กับ Main Contact ก่อนที่จะไปถึงมอเตอร์ หากมีการใช้งานเกินกำลัง หรือ ลัดวงจรก่อนถึงมอเตอร์ โอเวอร์โหลดจะทำงานตัดวงจรกำลังและวงจรควบคุมเพื่อมิให้มอเตอร์ชำรุดเสียหายการทำงานอาศัยหลักการเดียวกับฟิวส์ คือ หากมีกระแสไฟฟ้าไปไหลเกินจะเกิดความร้อน และทำการตัดวงจรทันที

ลักษณะการแสดงสัญญาณ (Indication) ชนิดต่าง ๆ ขณะที่เกิดการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์แล้ว ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้และวิธีแสดงการใช้งานเกินกำลังนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะความสำคัญของมอเตอร์ต่องาน ขนาดของมอเตอร์ รวมทั้งลักษณะของการทำงานของมอเตอร์ เช่น เครื่องกลึง เครื่องไส การใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์มักจะเกิดตอนที่มอเตอร์ทำงานอยู่เมื่อมอเตอร์ถูกตัดการทำงานโดยโอเวอร์โหลดรีเลย์แล้ว เมื่อเริ่มต้นจะทำงานใหม่การโอเวอร์โหลดเกิดจากการยกของเกินกำลัง การโอเวอร์โหลดก็จะคงมีการทำงานอยู่ตาบใดที่น้ำหนักของยังเท่าเดิม หรือลดลงยังไม่เท่ากับกำลังของมอเตอร์ที่ทำงานได้

อุปกรณ์

1.	PUSH BUTTON	2 ชุด
2.	POWER CONTACT	1 ตัว
3.	AUXILLARY Relay	2 ตัว
4.	OVERLOAD Relay	1 ตัว
5.	Plug Fuse	1 ชุด
6.	Pilot Lamp	2 หลอด
7.	3-phase motor	1 ตัว
8.	สัญญาณเสียงไซเรน 220V	1 ชุด
9.	สายเสียบวงจร	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 4 ครั้งที่ 4

เรื่อง การกลับทางหมุนของมอเตอร์ 1 เฟส ด้วย Contactor

วัตถุประสงค์

1. ต่อวงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ 1 เฟส และควบคุมโดย Selector S.W.

เนื้อหา

จากโครงสร้างการต่อทดสอบมอเตอร์ 1 เฟส ได้กล่าวถึงวิธีทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนในทิศทางที่ต้องการแต่การใช้งานของมอเตอร์ต้องการให้มอเตอร์หมุนได้ 2 ทิศทางด้วย

วิธีการกลับทางหมุนของมอเตอร์หนึ่งเฟสเพียงสลับขั้วต่อสายเท่านั้นก็จะกลับทางหมุนได้ ในการทำงานจริงจะต้องใช้ Contactor อย่าง 3 ตัวเพื่อความสะดวกในการเลือกทิศทางการหมุนมอเตอร์

วงจรนี้ใช้ควบคุมหลักการทำงานของเครื่องซักผ้าหรือเครื่องผสมอาหาร

เครื่องมืออุปกรณ์

1. Selactor Switch	1 ชุด
2. Power Contactor	3 ตัว
3. OVERLOAD Relay	1 ตัว
4. Pilot Lamp	2 หลอด
5. Plug Fuse	1 ชุด
6. มอเตอร์ 1 เฟส 220V	1 ตัว
7. สายต่อวงจร	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5 ครั้งที่ 5

เรื่อง การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟส
แบบ Direct reversing

วัตถุประสงค์

1. ต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส ให้กลับทางหมุนได้โดยตรง (DIRECT REVERSING)
2. ทดสอบเพื่อประมาณค่าหากระแสที่เริ่มหมุน (Starting Current)

เนื้อหา

ในการกลับทิศทางหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส ในงานอุตสาหกรรมนั้นมีจุดมุ่งหมายการใช้งานที่แตกต่างหลายวิธี ซึ่งใบงานนี้จะกล่าวถึงการควบคุมคอนแทคเตอร์อีกวิธีหนึ่งที่แตกต่างจากวงจรควบคุมอื่น แต่ยังใช้วงจรกำลังเหมือนเดิม คือ ใช้คอนแทคเตอร์ ในการสลับเฟสที่จ่ายไฟเข้ามอเตอร์คู่ใดคู่หนึ่ง

อุปกรณ์

1.	Push Button	1 ชุด
2.	Contactor	2 ตัว
3.	OVERLOAD RELAY	1 ตัว
4.	Plug Fuse	1 ชุด
5.	Pilot lamp	2 หลอด
6.	มอเตอร์ 3 เฟส 220/360V	1 ตัว
7.	สายต่อวงจร	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6 ครั้งที่ 6

เรื่อง การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟส แบบ
REVERSING AFTER STOP

วัตถุประสงค์

1. ต่อวงจรการกลับทางหมุนแบบ Reversing Ater Stop
2. ต่อวงจรป้องกันการกลับทางหมุนในทันทีของวงจร Reversing After Stop

อุปกรณ์

1.	Push Button	1 ชุด
2.	Contactor	2 ตัว
3.	Auxillary Relay	1 ตัว
4.	Over Load Relay	1 ตัว
5.	Plug Fuse	1 ชุด
6.	Pilot Lamp	2 หลอด
7.	มอเตอร์ 3 เฟส 220/320V	1 ตัว
8.	สายต่อวงจร	1 ชุด

ให้ทำการต่อวงจรการกลับทางหมุนของแบบ Reversing Ater Stop กำหนดให้

S1 Push Button	"OFF"
S2 Push Button	"Forward"
S3 Push Button	"Reverse"
K1 Forward Contactor	
K2 Reverse	"Contactor"
H1 Pilot lamp	"Forward"
H2 Pilot lamp	"Reverse"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 7 ครั้งที่ 7

เรื่อง การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟส แบบ Jogging Reversing

วัตถุประสงค์

1. ต่อวงจรการกลับทางหมุนแบบ Jogging Reversing
2. เข้าใจการทำงานของ Inter lock

เนื้อหา

การกลับทางหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส ตั้งแต่การกลับทางหมุนโดยตรง (Direct R.V.) การกลับทางหมุนแบบ Reversing After Stop จนมาถึงแบบ Jogging Reversing ทั้ง 3 แบบนั้นจะใช้วงจรกำลังหมุนกัน แต่ในวงจรควบคุมจะแตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกวงจรใดไปใช้จำเป็นต้องทำความเข้าใจในงานที่ต้องใช้การควบคุมให้เข้าใจก่อน

Inter lock หมายถึง การที่ Contact ของวงจรส่วนหนึ่งอาจจะเป็นของคอนแทคหรือของสวิทช์ก็ได้ ขณะทำงานแล้วไปทำให้วงจรส่วนอื่น ๆ ไม่สามารถทำงานได้หลักการทำงานนี้คล้ายกับการทำงานของเครนมอเตอร์ยกของ

อุปกรณ์

1. Push Button	1 ชุด
2. Contactor	2 ตัว
3. Over Load Relay	1 ตัว
4. Plug Fuse	1 ชุด
5. Pilot Lamp	2 หลอด
6. มอเตอร์ 220/360V	1 ตัว
7. สายต่อวงจร	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 8 ครั้งที่ 8

เรื่อง การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟส
แบบอัตโนมัติด้วย Timer

วัตถุประสงค์

1. ต่อวงจรการกลับทางหมุนอัตโนมัติโดยตรงด้วย Timer

เนื้อหา

การกลับทางหมุนแบบอัตโนมัติสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับ การนำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งวิธีการกลับทางแบบอัตโนมัตินี้จะสามารถออกแบบให้กลับทางหมุนแบบอัตโนมัติด้วยเงื่อนไขของเวลา (Timer) หรือเงื่อนไขของระบบการทำงานหรืออาจจะกลับทางหมุนโดยตรงรวมทั้งการกลับทางหมุนอัตโนมัติแต่ให้มอเตอร์หยุดทำงานก่อนก็ได้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ที่ต้องการ ในใบงานนี้จะกล่าวถึงการกลับทางหมุนโดยเงื่อนไขของเวลาให้กลับทางหมุนโดยตรง

อุปกรณ์

1. Push Button	1 ชุด
2. Contactor	2 ตัว
3. Auxillary Relay	2 ตัว
4. Over Load Relay	1 ตัว
5. Time	2 ตัว
6. Plug Fuse	1 ชุด
7. Pilot Lamp	2 หลอด
8. มอเตอร์ 3 เฟส	1 ตัว
9. สายต่อวงจร	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 9 ครั้งที่ 9

เรื่อง การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส แบบ
AUTOMATIC STAR-DELTA

วัตถุประสงค์

1. เพื่อต่อวงจรควบคุมมอเตอร์แบบ
Automatic Star-Dalta Starting

เนื้อหา

หลังจากที่นักศึกษาทำการทดสอบการควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส ให้เริ่มหมุนโดยการลดกระแสแบบ สตาร์ท-เดลต้า มาแล้ว ซึ่งในงานอุตสาหกรรมจริงไม่ได้รับความนิยมเพราะโอกาสที่ผิดพลาดมีสูงมากไม่ว่าจะเป็นระยะเวลาในการเปลี่ยนขั้นตอน ซึ่งผู้ควบคุมต้องทราบกรรมวิธีการควบคุมรวมทั้งผู้ควบคุมเองลืมเปลี่ยนขั้นตอน ซึ่งความผิดพลาดเหล่านี้จะหมดไปเมื่อใช้ Timer ช่วยในการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการสตาร์ท

อุปกรณ์

1. Push Button		1 ชุด
2. Power Contactor		2 ตัว
3. Over Load Relay		1 ตัว
4. Time		1 ตัว
5. Plug Fuse		1 ชุด
6. Pilot Lamp		2 หลอด
7. มอเตอร์ 3 เฟส 220/380V		1 ตัว
8. สายต่อวงจร		1 ชุด
S1 PUSH	"OFF"	
S2 PUSH	"ON"	
H1 Pilot	"STAR"	
H2 Pilot	"Dalta"	
K4T = Time		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 10 ครั้งที่ 10

เรื่อง การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส แบบ
MANUAL STAR-DELTA

วัตถุประสงค์

1. ต่อวงจรกำลังกลับทางหมุน แบบ Star-Delta และทดสอบความถูกต้องด้วยรีโอห์มมิเตอร์
2. ทดสอบการทำงานของวงจร Reversing Star-Delta Starting

เนื้อหา

มอเตอร์ 3 เฟส ขนาดใหญ่ ๆ บางครั้ง งานของมอเตอร์จำเป็นต้องมีการกลับทางหมุน ซึ่งปกติมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่การเริ่มหมุนแต่ละครั้งก็ต้องทำการลดกระแสสตาร์ทด้วย ในบทนี้นักศึกษาจะได้ทำการทดลองการกลับทางหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส ที่เริ่มเดินด้วยวิธีการลดกระแสแบบ Star-Delta โดยมีข้อจำกัดเฉพาะควบคุมเลยว่าหากต้องกลับทางหมุนมอเตอร์ที่ทำการลดกระแสด้วยวิธี Star-Delta นั้น ต้องทำการหยุดการทำงานของมอเตอร์เสมอ

อุปกรณ์

1.	Push Button	1 ชุด
2.	Contactor	4 ตัว
3.	Over Load Relay	1 ตัว
4.	Time	1 ตัว
5.	Plug Fuse	1 ชุด
6.	มอเตอร์ 3 เฟส	1 ตัว
7.	รีโอห์มมิเตอร์	1 เครื่อง
8.	สายต่อวงจร	1 ชุด

K1 = FORWARD CONTACT
K2 = REVERSE
K3 = STAR
K4 = DELTA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 11 ครั้งที่ 11

เรื่อง วงจรควบคุมแบบ MANUAL SEQUENCE Control (การควบคุมมอเตอร์ให้ทำงานเรียงกัน)

วัตถุประสงค์

1. ทดสอบวงจรเรียงลำดับแบบ Manual Con-SEQUENCE Control
2. ทดสอบวงจรเรียงลำดับแบบ Manual Sequence

เนื้อหา

ในการควบคุมมอเตอร์หลาย ๆ ตัวในบางครั้งจำเป็นต้องให้มอเตอร์แต่ละตัวทำงานร่วมกัน โดยบางครั้งการทำงานร่วมกันนั้นอาจจะอยู่ในลักษณะต้องการให้ส่วนหนึ่งทำงานก่อน และอีกส่วนหนึ่งทำงานภายหลังก็ได้ ซึ่งลักษณะการควบคุมวงจรดังกล่าวนี้เรียกว่าวงจรควบคุมแบบเรียงลำดับ (Sequence Control) มีการแบ่งการควบคุมเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. วงจรเรียงลำดับแบบต่อเนื่อง
2. วงจรเรียงลำดับแบบต่อเนื่องทีละช่วง

วงจรเรียงลำดับแบต่อเนื่อง

วงจรนี้จะต้องให้คอนแทคเตอร์ K1 ทำงานก่อน K2 เสมอ เมื่อ S3 ถูกกด K2จะทำงานโดยที่ K1 ยังคงทำงานอยู่และร่วมกับ K2

วงจรเรียงลำดับทีละช่วง

ให้คอนแทคเตอร์ K1 ทำงานก่อนเสมอ เมื่อ S3 ถูกกด K1 จะถูกหยุดทำงานและต่อให้ K2 ทำงานแทน เพราะฉะนั้นแต่ละช่วงของการทำงานจะมี Contactor เพียงตัวเดียวเท่านั้น

อุปกรณ์

1. Push Button	1 ชุด
2. Contactor	2 ตัว
3. Auxillary Relay	1 ตัว
4. Over Load Relay	1 ตัว
5. Plug Fuse	1 ชุด
6. มอเตอร์ 3 เฟส	1 ตัว
7. สายต่อวงจร	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 12 ครั้งที่ 12

เรื่อง วงจรควบคุมแบบ START-STOP ด้วย Push Button

วัตถุประสงค์

1. ต่อวงจรวบคุมการสตาร์ท-สต๊อปมอเตอร์ด้วย Push Button

เนื้อหา

การควบคุมนี้สามารถที่จะ Switch No หรือ OFF คอนแทคเตอร์ K1 โดยใช้ Push Button ตัวเดียวกัน การกด Push Button S1 แต่ละครั้งจะเปลี่ยนการทำงานระหว่าง K2A และ K3A ด้วย ผลอันนี้จะทำให้คอนแทคเตอร์ K1 ทำงาน ในทางอิเล็คทรอนิคส์จะพบว่าจะมีวงจรควบคุมลักษณะนี้เช่นเดียวกัน ซึ่งเรียกว่า FLIP-FLOP CURCUIT

อุปกรณ์

1.	Push Button	1 ชุด (S1)
2.	Contactor	1 ตัว
3.	Auxillary Relay	2 ตัว
4.	Over Load Relay	1 ตัว
5.	Plug Fuse	1 ชุด
6.	มอเตอร์ 3 เฟส	1 ตัว
7.	Pilot Lamp	1 หลอด
8.	สายต่อวงจร	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 13 ครั้งที่ 13

เรื่อง การออกแบบวงจรตามเงื่อนไขที่กำหนด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาออกแบบวงจรควบคุมตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้
2. เพื่อทบทวนความเข้าใจของนักศึกษามาตั้งแต่ต้น

เนื้อหา

การออกแบบวงจรตามเงื่อนไขที่กำหนดเป็นการทดสอบความสามารถของนักศึกษาที่ได้เรียนทางภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ในวิชาควบคุมมอเตอร์มาแล้วมาประยุกต์ออกแบบใช้งานตามเงื่อนไขที่กำหนดให้โดยใช้งานได้

เงื่อนไข

จงออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้
มอเตอร์ขับสายพานส่งของตัวหนึ่งมีลำดับขั้นการทำงานดังต่อไปนี้

1. กดปุ่มสตาร์ทมอเตอร์เริ่มเดินขับสายพานบนสายพานมีถาดใส่วัตถุอยู่
2. เมื่อถาดใส่วัตถุเคลื่อนที่จนสุดสายพานให้มอเตอร์หยุดหมุน
3. หลังจากหยุดหมุน 2 นาที ให้มอเตอร์หมุนกลับทางจนกระทั่งถาดใส่วัตถุมาหยุดที่อยู่ที่จุดเริ่มต้น
4. เมื่อต้องการให้ถาดเคลื่อนที่ต้องกดปุ่มสตาร์ทอีกครั้งหนึ่ง
5. มีไฟแสดงการทำงานของมอเตอร์ขณะหมุนซ้ายและหมุนขวา
6. มีไฟแสดงเมื่อเกิดโอเวอร์โหลด
7. มีปุ่มกดหยุดฉุกเฉิน

คำเตือน

ก่อนจะจ่ายไฟเข้าทดลองต้องแน่ใจว่าไฟต้องไม่ลัดวงจรระหว่างเฟสต่อเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 14 ครั้งที่ 14

เรื่อง การตั้งเงื่อนไขและออกแบบวงจรควบคุม

วัตถุประสงค์

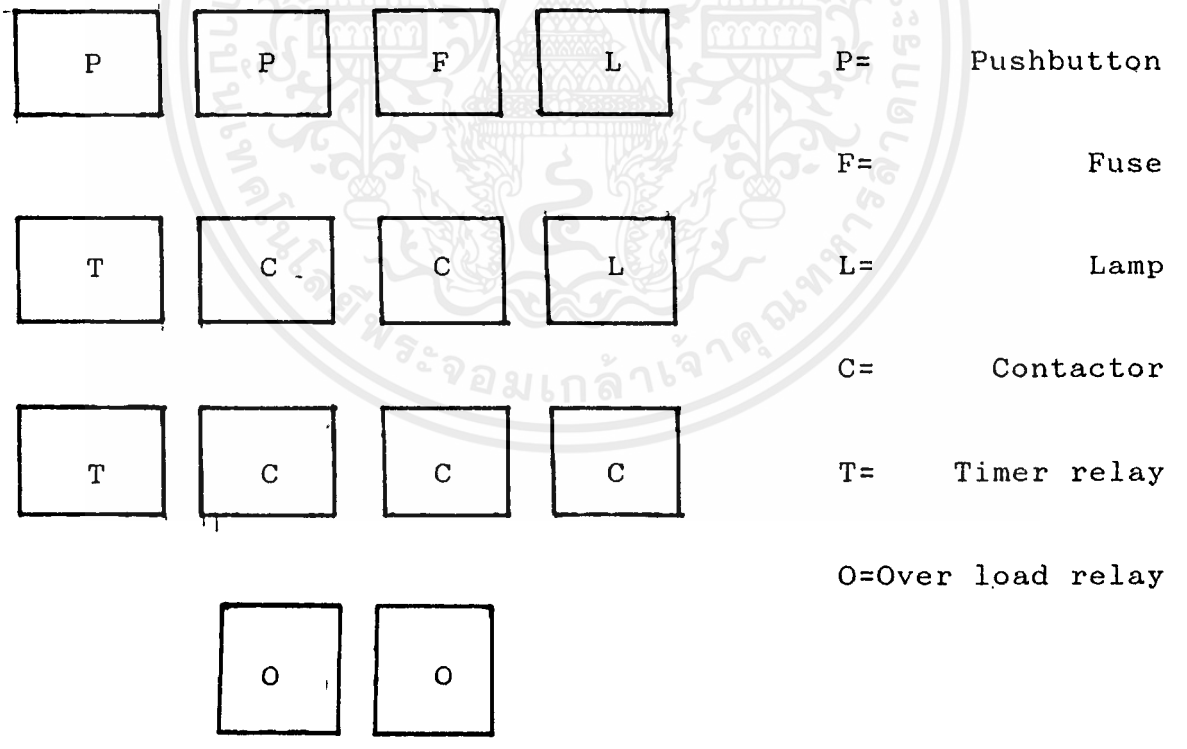
1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถออกแบบวงจรควบคุมได้

เนื้อหา

การออกแบบวงจรควบคุมมีสองลักษณะคือ มีเงื่อนไขที่กำหนดโดยผู้ใช้งานเครื่องจักร และอย่างที่สองการออกแบบและผู้ใช้งานเป็นคนคนเดียว สำหรับใบงานนี้เป็นแบบที่ 2 ซึ่งผู้ออกแบบเป็นผู้กำหนดเงื่อนไข

เงื่อนไข

ให้นักศึกษาตั้งเงื่อนไขและออกแบบวงจรและทดลองวงจรตามที่ออกแบบไว้



รูปที่ 2.21 ลักษณะการจัดวางอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16 ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของห้องเรียน การจัดห้องเรียน

2.16.1 ขนาดของห้องเรียน

ห้องเรียนจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 48 ตารางเมตรหรือขนาด 6X8 เมตร ความจุนักเรียนไม่เกิน 40-45 คน หรือ นักเรียนหนึ่งคนใช้เนื้อที่ประมาณ 1-1.2 ตารางเมตร (รวมโต๊ะนักเรียน)

- ระดับอาชีวศึกษา

ห้องเรียนต้องมีขนาด 63 ตารางเมตร หรือ 7.0X9.0 เมตรขึ้นไป จุนักเรียนได้ไม่เกิน 45 คน (1.4 ตารางเมตร/คน)

- สถานฝึกงาน

จะต้องมีพื้นที่ของสถานฝึกงานไม่น้อยกว่า 6 ตารางเมตรต่อนักเรียนฝึกงาน 1 คน ความสูงของห้องเรียนไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร

- ทางเดินหน้าห้องเรียน 1.20 เมตร - 2.50 เมตร (1.2-2.0-2.5)

- ประตู

1. 2 ประตู = ไม่น้อยกว่า 0.80X2.00 เมตร
2. 1 ประตู = ไม่น้อยกว่า 1.6X2.0 เมตร

- หน้าต่าง 20-25% ของพื้นที่ห้อง

2.16.2 การจัดพื้นที่ในห้องเรียน (สมพงษ์ สิงหพล 2531 : หน้า 17-20)

มนุษย์ในสังคมทุกคนต่างมีประสบการณ์และความผังใจเกี่ยวกับห้องสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีคนคนหนึ่งยืนอยู่หน้าห้องและมีกลุ่มคนตัวเล็ก ๆ อีกจำนวนหนึ่งนั่งอยู่ที่โต๊ะการมีประสบการณ์ดังกล่าวนี้กินเวลาอย่างน้อย 4 ปี 6 ปี 12 ปี หรืออาจมากกว่าด้วยซ้ำและในห้อง เหล่านี้เองที่ได้ผลิตบุคคลชั้นนำและชั้นธรรมดาของสังคมออกไปจำนวนมากมายและกำลังผลิตอยู่ทุกวัน เชื่อหรือไม่ว่าสภาพทางกายภาพของห้องสี่เหลี่ยมนี้อาจมีอิทธิพลอย่างสำคัญต่อชีวิตและบุคคลิกภาพของคนเรา

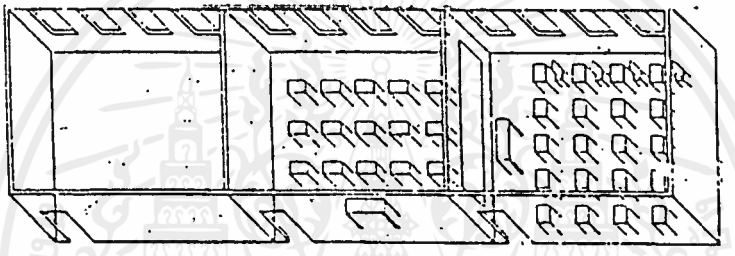
ชีวิตและความเป็นไปภายในห้องเหล่านี้ต่างมีลีลาท่าที และความรู้สึกนึกคิดผสมผสานกันอย่างกลมกลืน หากเราพิจารณาอย่างใคร่ครวญจะพบว่าสภาพภายในห้องเรียนได้แสดงให้เห็นถึงเป้าหมาย และความตั้งใจของสถาบันที่พยายามอบรมบ่มเพาะให้กับนักเรียนอยู่ตลอดเวลา สำหรับบทความนี้ผู้เขียนใคร่เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการจัดพื้นที่ในห้องเรียนใน 3 ประการที่สำคัญคือ การจัดที่นั่งสำหรับเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนไหวของนักเรียนและความเป็นเจ้าของพื้นที่

2.16.3 การจัดที่นั่งสำหรับเรียน (CLASS ROOM ORANIZION FOR INSTURCTTION EFFECIVENSS)

การจัดที่นั่งนักเรียนได้รับความนิยมและปฏิบัติกันมานานจนเป็นหลักปฏิบัติของการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนไปแล้วก็คือ การจัดแบบเรียงแถวแบบเรียนหน้ากระดานหรือแบบที่นักเรียนต้องเพ่งความสนใจไปที่จุดใดจุดหนึ่ง โดยเฉพาะและจุดที่มักเน้นก็คือจุดที่ครูอยู่หรือทำกิจกรรมการสอน รูปแบบการจัดที่นั่งแบบนี้มักจะออกมาดังตัวอย่างในแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิ 1 การจัดที่นั่งแบบหน้ากระดาน

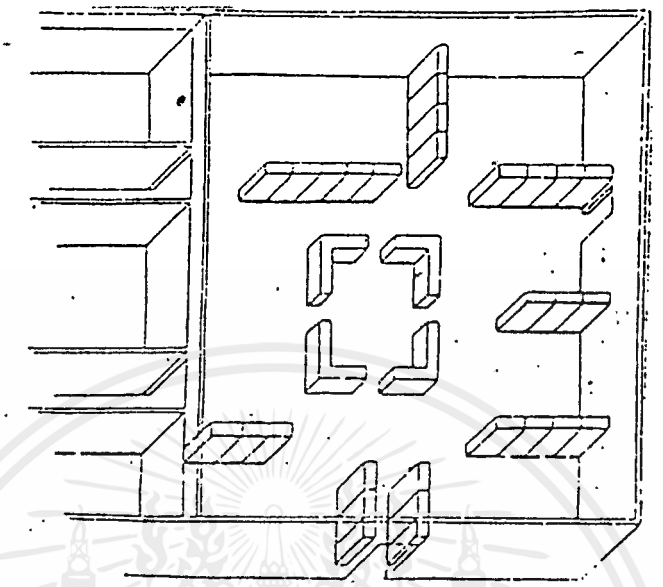
การจัดที่นั่งแบบนี้ จะดีในแง่ของความเป็นระเบียบและการมีระเบียบวินัยของห้องเรียนแต่ข้อจำกัดดูเหมือนจะมีมากสักหน่อยโดยเฉพาะการจำกัดเสรีภาพของนักเรียนในการร่วมมือกันเรียน เพราะห้องเรียนแบบที่นั่งเรียงหน้ากระดานต่างคนต่างเรียน ต่างเอาตัวรอด การจัดให้ที่นั่งแยกจากกันก็บอกอยู่ในตัวแล้วว่าการเรียนก็ต้องแยกกันเรียน ยิ่งไปกว่านั้นบางครั้งการจัดเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ในห้องเรียนก็กำหนดแห่งที่ตายตัวตามแบบของที่นั่งเรียนไปด้วย

กิจกรรมการเรียนการสอนมักอยู่ที่ครู กำหนดเงื่อนไขโดยครู ครูมักพูดอยู่คนเดียว บางครั้งนักเรียนเบื่อหน่ายก็พากันแย่งครูพูดโดยการกระซิบกระซาบเป็นการรบกวนการเรียนไป อย่างไรก็ตามการจัดที่นั่งแบบนี้ไม่ใช่ว่าจะให้เลิกจัดเลยทีเดียว แต่ครูก็ควรนำมาใช้สำหรับสถานการณ์การเรียนการสอนที่ต้องจัดที่นั่งแบบนี้ ไม่ควรจัดเรียงแถวไปตลอดทั้งเทอมหรือยาวไปจนถึงตลอดปีการศึกษา

การจัดชั้นเรียนหรือที่นั่งนักเรียนที่การศึกษาไทยส่งเสริมกันอยู่ตลอดเวลาตามหลักสูตรฉบับปัจจุบันก็คือ การจัดแบบกลุ่มหรือแบบ MULTI-PIRPOSE ดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างในแผนภูมิที่ 2



แผนภูมิ 2 การจัดที่นั่งแบบกลุ่มหรือแบบ MULTI-PURPOSE

การจัดที่นั่งแบบนี้ จุดสนใจจะอยู่ที่ศูนย์กลางของห้องเรียนไม่ใช่อยู่ที่ครูหรือนักเรียนคนใดคนหนึ่ง กิจกรรมต่าง ๆ ที่จัดกระทำกันในห้องเรียนสามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือลือร้น นักเรียนรู้สึกว่าตัวเองมีอิสระในการเรียนมากขึ้นครูก็สามารถนำเอากิจกรรมต่าง ๆ มาใช้ได้หลายหลากชนิด ประการสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ความสนใจและลักษณะตามธรรมชาติของนักเรียนได้รับการตอบสนอง สำหรับข้อเสียที่พอมองเห็นก็คือ ห้องเรียนอาจสับสนวุ่นวายเสียงอีกทีกได้ ถ้าครูจัดดำเนินการไม่ได้

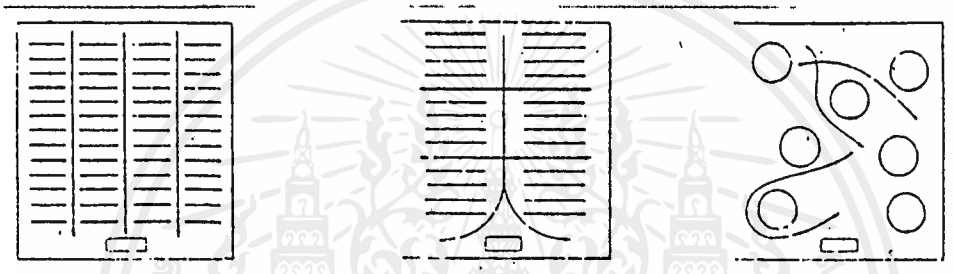
การจัดที่นั่งนักเรียนนี้ ครูจะจัดแบบใดในสถานการณ์เช่นใดเป็นเรื่องที่ขึ้นอยู่กับการเปิดไนและปิดความคิดของครู ถ้าท่านเป็นครูยุคเก่าก็ใช้แบบเรียงแถวไป ถ้าเป็นครูรุ่นใหม่ก็ใช้แบบกลุ่ม ถ้าเป็นทั้งครูรุ่นเก่าและรุ่นใหม่ในคราวเดียวกันก็ประสานเอาทั้งแบบเรียงแถวและแบบกลุ่มมาใช้ให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16.4 การเคลื่อนไหวของนักเรียน (PUPIL MOVERENT)

การเคลื่อนไหวของนักเรียนภายในห้องเรียนอย่าคิดว่าไม่ใช่เรื่องสำคัญเด็กที่มีอิสระในการเคลื่อนไหวไปมากับเด็กที่ทนนั่งอยู่กับที่นาน ๆ เราคงเคยพบเห็นลักษณะของพวกเขาดีการบังคับให้เด็กนั่งอยู่ที่เดียวนาน ๆ โดยไม่เปิดโอกาสให้เขาได้เคลื่อนไหวไปมาอย่างอิสระถือว่าเป็นการกักกัน กักขัง และทำลายศักยภาพของเด็กทั้งในระยะสั้นและระยะยาวที่เดียว เด็กจะกล้าคิด กล้าพูด กล้าทำหรือก้าวร้าวรุนแรง ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากการบังคับหรือการให้เสรีภาพแก่เขา

การเคลื่อนไหวภายในห้องเรียนส่วนใหญ่จะมีอยู่ 3 แบบ ดังแผนภูมิ 3



แบบบังคับ แบบมีเงื่อนไข แบบอิสระ

แผนภูมิ 3 การเคลื่อนไหวของนักเรียนภายในชั้นเรียน

แบบที่ 1 การเคลื่อนไหวขึ้นอยู่กับครูโดยสิ้นเชิง เด็กจะพูด จะเคลื่อนไหว จะทำธุระ จะออกนอกห้องเรียน จะเดินไปหาครู หรือจะทำอะไรก็ตามที่อยู่ในระยะการเรียนการสอนในห้องเรียนต้องขออนุญาตจากครูทุกครั้ง การเคลื่อนไหวแบบนี้ดีในแง่ที่ห้องเรียนเป็นระเบียบไม่ค่อยมีเสียงดังมากนัก เด็ก ๆ จะเคลื่อนไหวโดยอิสระเฉพาะภายในบริเวณโต๊ะนั่งของตัวเองเท่านั้น การเคลื่อนไหวแบบนี้เป็นการสอนให้นักเรียนหลบซ่อนการกระทำหน้าไหว้หลังหลอก

แบบที่ 2 การเคลื่อนไหวอยู่ภายใต้การควบคุม หรือแบบแผนอย่างใดอย่างหนึ่ง ปกติมักมีครูเป็นผู้กำหนดแบบแผนการเคลื่อนไหวจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ได้จะถูกกำหนดโดยเงื่อนไขบางอย่าง เช่น ขณะครูสอนห้ามนักเรียนพูดคุยกัน ขณะครูพูดห้ามลุกออกจากที่ขณะเพื่อนทำงานห้ามเดินไปหาหรือคุยด้วย เป็นต้น เงื่อนไขที่เกิดขึ้นนี้ครูกำหนดขึ้น แต่เวลาที่อยู่นอกเหนือเงื่อนไขเด็กสามารถเหลาดินสอ เก็บของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดินไปดื่มน้ำ เข้าห้องน้ำ หรือออกนอกห้องเรียนโดยไม่ขึ้นอยู่กับครู การเคลื่อนไหวแบบนี้ดีสำหรับทั้งเด็กและครู เด็กรู้สึกว่าตัวเองมีอิสระในขอบเขตที่เหมาะสม ครูก็รู้สึกว่าตัวเองมีอำนาจอยู่

แบบที่ 3 การเคลื่อนไหวของนักเรียนจะเป็นไปโดยอิสระและขึ้นอยู่กับนักเรียนโดยสิ้นเชิงแม้แต่ในเวลาครูสอน หรืออธิบายนักเรียนก็สามารถออกนอกห้องเรียนไปยังห้องน้ำได้ตลอดเวลา การเคลื่อนไหวแบบนี้มักใช้กับการศึกษาแบบเปิดหรือห้องเรียนแบบเปิด

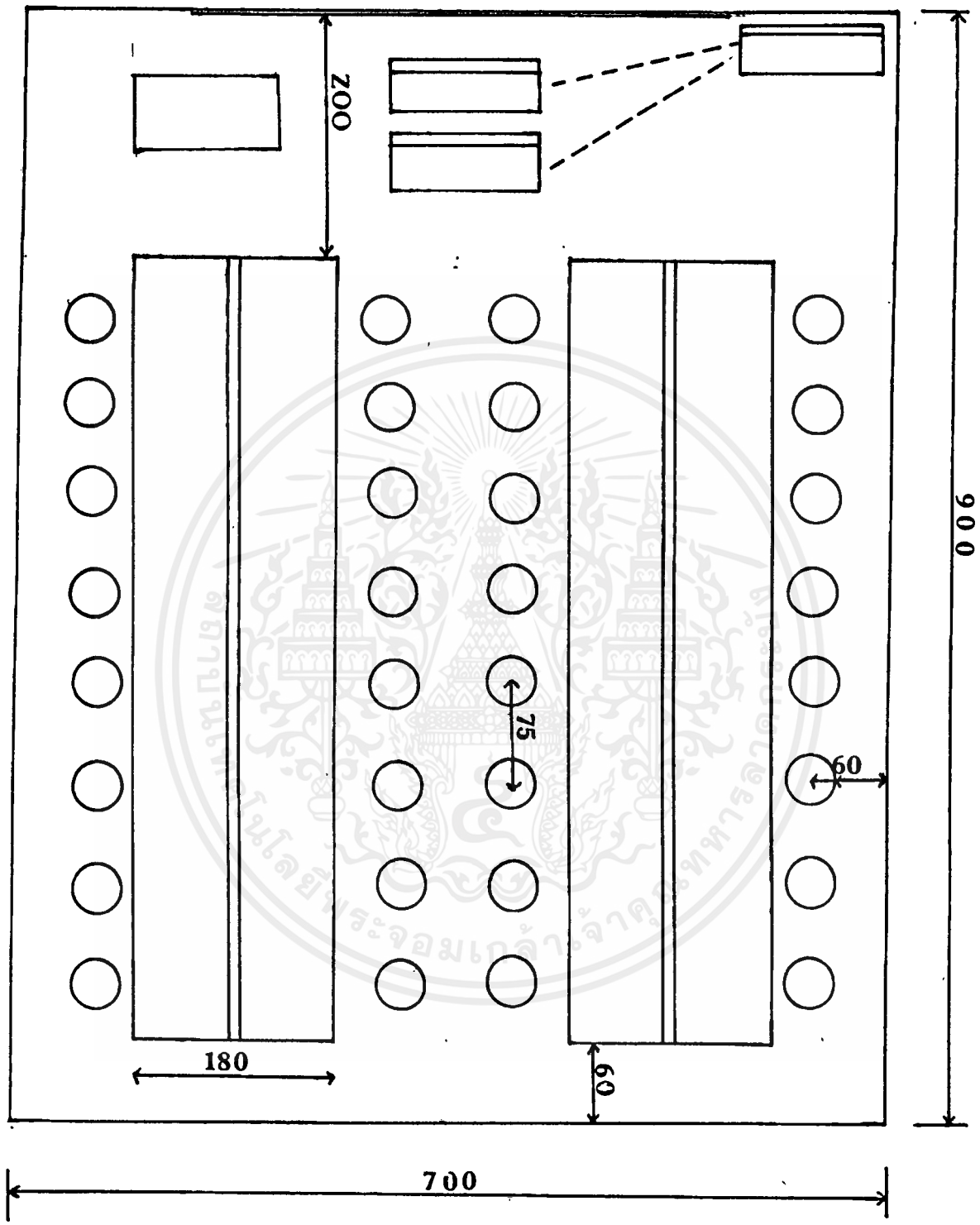
2.17 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม

ผลิตภัณฑ์เดิม มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1. แบบที่ติดตั้งอุปกรณ์ไว้ที่แผงปฏิบัติงานเลย คือติดตั้งตายตัวมีการเดินสายเข้ากับขั่วต่อสายตามลักษณะของสัญญาลักษณ์ของการเขียนแบบวงจรการควบคุมมอเตอร์ โครงสร้างเป็นเหล็กฉากและเหล็กฉากเจาะรู มีชั้นวางสายต่อวงจรและมอเตอร์ไฟฟ้าขณะทำการทดลองหรือทดสอบวงจร ชั้นวางสูงจากพื้น 80-85 cm มีล้อเลื่อน 4 ล้อ สามารถเคลื่อนได้โดยการดึง เลื่อน และจัดตำแหน่งได้ สำหรับแผงและชั้นวางใช้ไม้อัดขนาด 10 mm ปูด้วยพอร์ไมก้ายึดติดกับโครงเหล็กด้วยสกรู

2. แบบที่สามารถติดตั้งหรือถอดอุปกรณ์จากแผงปฏิบัติงานได้ เพราะที่แผงปฏิบัติงานมีรางเลื่อนสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ โดยการสอดอุปกรณ์เข้าไป แต่อุปกรณ์นั้นจะต้องยึดติดกับภาชนะเสียก่อน และมีการเดินสายเข้าขั่วต่อสายเช่นเดียวกับแบบที่ 1 โครงสร้างเช่นเดียวกับแบบที่ 1 คือโครงเหล็กและไม้อัดปูพอร์ไมก้าจะต่างกันตรงที่ แบบนี้จะมีชั้นสำหรับเก็บอุปกรณ์ที่ถอดออกมา รวมทั้งสายต่อวงจร และมอตอร์ไฟฟ้าด้วยแต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เพราะขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 ลักษณะการจัดห้องเรียนและพื้นที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและอุปกรณ์หน่วยงานควบคุม

ขั้วเสียบสาย (Jack or Plug)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า จากภาคหนึ่งของวงจรไปยังอีกภาคหนึ่งเพื่อให้กระแสไฟฟ้าเดินถึงกันได้ ขั้วเสียบสายเป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้ในการเชื่อมต่อแบบไม่ถาวร สามารถถอดเข้าออกได้สะดวก ปกติแล้วขั้วเสียบสายจะมีตัวเสียบและตัวรับที่เป็นมาตรฐานเดียวกันเท่านั้น แบบอื่นๆไม่สามารถใช้งานได้ ขั้วเสียบสายแบบต่างๆมีดังต่อไปนี้

1. Earphone Jack เป็นขั้วเสียบสายที่ใช้เสียบหูฟัง ลักษณะเป็นแกนเดียวแต่จะมีสองขั้ว ที่มีฉนวนกั้นกลาง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 - 3.5 mm. ส่วนมากจะใช้กับไมโครโฟนขนาดเล็ก หรือหูฟังสำหรับวิทยุทรานซิสเตอร์ บางชนิดจะมีขั้ว 3 ขั้วสำหรับการใช้งานในวิทยุแบบ Stereo

2. DC Jack เป็นขั้วเสียบสายที่ใช้เสียบต่อจากภาคจ่ายไฟเข้ามาสู่เครื่อง เช่น เครื่องคิดเลขขนาดตั้งโต๊ะ วิทยุกระเป๋าหิ้ว มีรูตรงกลาง มีสองขั้ว เช่นเดียวกับ Earphone Jack ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 mm.

3. Attenna Jack เป็นขั้วเสียบสายที่ใช้ในการต่อสายอากาศเข้าสู่โทรทัศน์ ปกติจะมีขั้วเดียว ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 mm.

4. Microphone Jack มีลักษณะที่เหมือนกับ Earphone Jack แต่มีขนาดที่ใหญ่กว่า คือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 mm. ใช้งานกับไมโครโฟนขนาดใหญ่ และหูฟังที่มีขนาดใหญ่

5. RCA Jack เป็นขั้วที่เสียบสายที่เป็นมาตรฐานของบริษัท RCA ส่วนมากมักจะใช้งานในด้านเครื่องเสียง เช่น การต่อสายลำโพง เป็นต้น

6. Din Jack เป็นขั้วเสียบสาย ที่มีลักษณะเป็นขา 5 ขายื่นออกมา ส่วนมากใช้งานเกี่ยวกับเครื่องเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Banana Jack เป็นขั้วเสียบสารที่ส่วนใหญ่ใช้ในงาน[illegible]ที่สุดเพราะมีความแน่นของหน้าสัมผัสมาก เนื่องจากที่ปลายของขั้วเสียบจะมีสปริงที่เป็นสปริงดันตัวเองให้สัมผัสกับช่องของตัวรับอย่างแน่นหนา มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.0 mm. ขั้วเดียวและมีรูปแบบของตัวขั้วเสียบให้เลือกหลายแบบ เช่น แบบขั้วเป็นแฉก ขั้วเป็นเหล็กสปริงแผ่นเดียว เป็นต้น

8. BNC Jack เป็นขั้วเสียบสายที่ใช้ในเครื่องมือวัดแบบต่างๆมากที่สุด เนื่องจากมีความแน่นหนาและมีหน้าสัมผัสที่ดี ตัวของ Jack จะมีขายื่นออกมาเสมอกับขอบของขั้วสำหรับขันเกลียวให้เข้ากับตัวรับ

-ขั้วต่อสายแบบตะขอ ซึ่งมักจะให้มาเป็นเครื่องมือมาตรฐานพร้อมกับเครื่องมือวัด ตัวของขั้วต่อสายประกอบด้วยจับที่ทำจากพลาสติก และปุ่มกดที่มีสปริงดันไว้ภายในด้ามจับ โดยตะขอนี้ใช้สำหรับเกาะบนขาของอุปกรณ์ที่เหมาะสม

9. AC Plug เป็นขั้วเสียบสายสำหรับไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดัน 110 - 220 V. บางชนิดจะมีขั้วสำหรับต่อลงดินให้ด้วย ส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องมือเครื่องใช้ที่ต้องมีการเคลื่อนย้ายไปในที่ต่างๆบ่อย และต้องการถอดสายออกมาจากตัวเครื่องได้ด้วย เช่น สายไฟของเครื่องรับวิทยุ-เทปกระเป๋าหิ้ว เป็นต้น

นอกจากขั้วเสียบสายแล้วยังมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่ง คือ Connector ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบที่ไม่ต้องอาศัยตัวเสียบและตัวรับที่เข้ากันได้ Connector มีอยู่หลายชนิดดังต่อไปนี้

1. Cube Connector หรือที่เรียกว่าขั้วต่อลูกเต๋า เป็นพลาสติกสีขาวสี่เหลี่ยม ที่เรียงต่อกันเป็นแถวแต่สามารถตัดให้ขาดออกจากกันได้ มีช่องสำหรับเสียบสายทั้งสองด้านและมีสกูรสำหรับขันสายไฟให้แน่น ส่วนมากจะใช้ในงานภายในเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อให้สายที่ต่อกันเป็นระเบียบเรียบร้อย หรือใช้ในงานเดินสายไฟภายในอาคาร

2. Egde Board Connector เป็นขั้วที่ทำไว้สำหรับกับแผ่นวงจรพิมพ์โดยเฉพาะ มีลักษณะเป็นรางสำหรับเสียบกับขอบของแผ่นวงจรพิมพ์ที่ทำให้ยื่นออกมาพอดี มีขนาดของความยาวขึ้นอยู่กับขนาดของขั้ว ซึ่งมีตั้งแต่ 5 - 72 ขั้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Terminal เป็นขั้วสำหรับเสียบหรือขันสกูร ใช้ต่อสายที่ไม่ต้องการการถอดเข้าออกบ่อยๆ

4. Binding Post มีลักษณะเป็นหลักสำหรับพันสายไฟและมีลูกบิดสำหรับขันให้สายติดกับหลักให้แน่น ซึ่งคล้ายกับเราพันสายไปเข้ากับสกรูแล้วขันให้แน่นนั่นเองส่วนใหญ่จะใช้ในงานที่เกี่ยวกับการทดลองและใช้งานชั่วคราว

5. Socket ใช้สำหรับเสียบอุปกรณ์ทางอิเลคทรอนิกส์ เช่น ไอซี หรือทรานซิสเตอร์ แทนการบัดกรีที่ขาของอุปกรณ์นั้น ๆ โดยตรงเพื่อป้องกันการเสียหายที่เกิดจากความร้อนของการบัดกรี

นอกจากนี้แล้วยังมีอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างไปจากที่กล่าวมา เนื่องจากมีหลายมาตรฐานจึงจะขอกล่าวในหัวข้อต่อไป .

สายไฟฟ้า และอุปกรณ์

1. สายไฟฟ้า (Electric Wire)

สายไฟฟ้า คือ สื่อนำกำลังงานไฟฟ้าจากจุดแหล่งจ่ายไฟ ไปยังจุดที่ต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ลักษณะสำคัญของสายไฟฟ้านั้นจะดูที่ความสามารถที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลได้สูงสุดเท่าไหร่ ชนิดของฉนวน และส่วนที่หุ้ม (Jacket) ประเภทใช้งานสภาพแข็งแรงทางกล

ปกติวิธีที่จะต่อสายไฟฟ้าหรือ สายเคเบิ้ลดูที่จำนวนและขนาดของโลหะตัวนำชนิดของฉนวนประเภทที่ใช้งานขนาดของแรงดันที่สายไฟฟ้าทนได้ ชนิดของโลหะตัวนำแบบอบแล้วหรือรีดแข็ง หรือนำมาชุบดีบุกอีกครั้งหนึ่ง

ชนิดของสายไฟฟ้าแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1.1 ชนิดไม่มีฉนวนห่อหุ้มภายนอก (Bare Wire) หรือสายเปลือย สายเปลือยจุกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าสายหุ้มฉนวน ซึ่งมีขนาดและพื้นที่หน้าตัดเกือบ

---

(1) จากวารสาร ไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่องไมโครสื่อสาร สำนักพิมพ์ บริษัท ซี เอ็ดยูเคชั่น จำกัด ฉบับที่ 17 หน้า 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่าตัว เพราะการขึงไว้ในที่สูง (เพื่อความปลอดภัย) ลมกรกเสมอไม่ร้อน ใช้กับการจ่ายไฟฟ้าแรงสูง หรือเดินภายนอกอาคาร

1.2 สายที่มีฉนวนห่อหุ้ม (Insulated Wire) ใช้ตามบ้านเรือนโรงงานอุตสาหกรรม วงจรอิเลคทรอนิคส์ วงจรสื่อสารคมนาคมเพราะให้ความปลอดภัยป้องกันความชื้นบางชนิดป้องกันความร้อนได้แบ่งเป็นประเภทย่อยได้ 6 ประเภท คือ

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

ข. สายหุ้มด้ายถัก (Cotton Braid) ลักษณะเหมือนกับประเภทสายไฟฟ้าหุ้มยาง แต่ภายนอกมีด้ายถักห่อหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่งหรือมากกว่า ใช้กับเตารีดและเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ความร้อน (Heater)

ค. สายหุ้ม พีวีซี ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ไม่ติดไฟ ทนต่อความร้อนเหนียว ไม่เปื่อยง่าย ใช้เดินภายในอาคาร (ติดผนัง)

ง. สายหุ้มพลาสติกธรรมดา เป็นสายอ่อนแบบสะแตรน เป็นสายไม่ถาวร ติดไฟง่าย

จ. สายอินาเมล (Enamel Couer) หรือสายเคลือบน้ำยาเป็นสายเบลือยเคลือบน้ำยาเคมี ใช้พันขดลวดไดนาโมมอเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น

ฉ.สายที่มีเบลือกโลหะหุ้ม นิยมใช้ผังกำแพง หรือดิน ราคาสูง

ลักษณะของตัวนำสายไฟฟ้ามีอยู่ 2 แบบ คือ แบบโซลิด (Solid) และแบบสะแตรน (Stranded) แบบโซลิดหมายถึงมีลวดตัวนำเพียงเส้นเดียว แบบสะแตรนหมายถึงประกอบด้วยลวดตัวนำเส้นเล็ก ๆ หลาย ๆ ตวัดเข้าด้วยกัน เพื่อให้สายไฟฟ้างอได้สะดวก และหักยากกว่าแต่มีราคาแพง

ขนาดของสายวัดจากพื้นที่หน้าตัดของสายตัวนำมีหน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร หรือ SQ ของขนาดเป็นเบอร์ (#)เลขจำนวนมากมายถึงสายที่มีขนาดเล็ก เลขจำ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นวนน้อยสายขนาดใหญ่

ข้อความที่พิมพ์บนสายเคเบิ้ลแบบเปลือกอลูมิเนียมจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติของไฟฟ้าเส้นนั้นเช่น

14/2 W/GR Type NM

หมายถึง

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

W/GR คือ บอกว่ามีสายดินแยกไว้ต่างหาก

Type NM คือ ชนิดของสายเคเบิลที่มีเปลือกอลูมิเนียมและคุณสมบัติของสาย (NM และ NMC เป็นสายชนิดที่มีการป้องกันความชื้นและช่วยการติดไฟได้)

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

ฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟฟ้า ได้แก่ แอสเบสตอส (Abbestos) ยางทนความร้อน (Heat resistance rubber) สารเทอร์โมพลาสติก พีวีซี (Thermoplastic Polivinyl Chloride) สารเทอร์โมเซตติ้ง พีอี (Thermosetting Polyethylene) เป็นต้น

ระบบไฟฟ้าแรงดันปานกลาง (ใช้ในบ้านพักหรือกิจการทั่วไป) (Medium Voltage)

มีที่นิยมใช้อยู่ 3 ระบบ คือ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 2 และ 3 ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนระบบที่ 1 ใช้ในอาคารบ้านพักและกิจการต่างๆ

* แรงดันที่กำหนดเป็นแรงดันเฉลี่ย (Vrms)

มาตรฐานของสายทองแดงและอลูมิเนียม มีด้วยกันหลายมาตรฐานที่พบบ่อยได้แก่

BWG. (Birmingham Iron Wire Gauge)
AWG. (American Wire Gauge)
SWG. (British Standard Wire Guage)
mmG. (millimeter Gauge)
* ที่นิยมใช้ในประเทศไทยเป็นมาตรฐาน AWG และ SWG.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.19 การศึกษากราฟฟิคกับหลักการใช้งาน

การแสดงสัญลักษณ์ เพื่อให้รู้ถึงการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ ถ้าเป็นไปได้ควรแสดงไว้ที่ตัวปุ่มนั้นๆ เครื่องหมายหรือคำที่ใช้ควรเห็นได้ชัด อ่านง่าย คำที่ใช้ควรสั้นที่สุด แต่ไม่ทำให้เข้าใจผิดได้ง่าย ส่วนคำที่ยาวมาก อาจใช้เฉพาะตัวย่อที่เป็นมาตรฐานสากล

ในการวางตำแหน่งการควบคุมที่มีการเลือกใช้เป็นลักษณะ เปิด ปิด การวางเครื่องหมายให้เป็นไปตามธรรมชาติในการใช้งานด้วย เช่น การเปิด, ก, ดัน ไปด้านบนหรือทางขวา การปิด, กด, ดัน ไปทางด้านล่าง หรือทางซ้าย เป็นต้น

- ป้ายบอกหน้าที่การงานของปุ่ม ควรวางไว้ในตำแหน่งใต้ปุ่มสำหรับเครื่องที่มีการใช้งานอยู่เหนือระดับสายตาของผู้ใช้
- ป้ายบอกหน้าที่การทำงานของปุ่ม ควรวางไว้ในตำแหน่งเหนือปุ่มสำหรับเครื่องที่มีการใช้งานอยู่ต่ำกว่าระดับสายตาของผู้ใช้
- ปุ่มหมุนควบคุม ควรมีสัญลักษณ์เล็ก ๆ เป็นเครื่องหมายแสดงค่าของการปรับหมุน
- การใส่ LED ไว้ได้ Switch จะช่วยแสดงการใช้งานได้ชัดเจนขึ้น
- ป้ายบอกหน้าที่การทำงานของปุ่มที่จัดวางไว้อย่างแออัด ทำให้ผู้ใช้สับสน
- การทำตัวหนังสือนูน เมื่อใช้ไปนานจะสึกหรอลง ทำให้อ่านได้ไม่ชัดเจน จึงควรทำให้เป็นร่องลึกแล้วพิมพ์สีลงไปโดยใช้สีตัดกัน
- ลักษณะพฤติกรรมที่เป็นไปตามธรรมชาติมนุษย์ ในการควบคุมปุ่มอุปกรณ์

2.20 การศึกษาเกี่ยวกับการใช้กราฟฟิคสื่อความหมาย

กราฟฟิคที่ใช้ในการสื่อความหมายบนตัวผลิตภัณฑ์แยกออกได้ 3 ลักษณะคือ

1. สัญลักษณ์
2. สี
3. ตัวอักษร

1. สัญลักษณ์ - สัญลักษณ์บนตัวผลิตภัณฑ์จะแสดงวิธีการใช้งาน ลักษณะการใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจง่ายขึ้น โดยไม่จำเป็นจะต้องอ่านตัวอักษรบนหน้าบัทม์อย่างละเอียด แต่จะใช้ได้ในกรณีการสื่อความหมายง่าย ๆ ไม่เฉพาะเจาะจง ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ใช้บนแผงหน้าบัทม์ควบคุมและส่วนต่างๆ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สี ใช้สื่อความหมายได้บางกรณี เช่น ในเครื่องใช้ไฟฟ้า

-สีแดง หมายถึง ปิด

-สีเขียว หมายถึง เปิด

หรือบางครั้งอาจจะใช้สีแบ่งส่วนต่าง ๆ ของแผงควบคุม แสดงการต่อเนื่องในการใช้งานก็ได้ ทั้งนี้การใช้สีต้องคำนึงถึงความเป็นสากล และต้องคำนึงถึงความสวยงามของผลิตภัณฑ์นั้นด้วย (ความเข้ากันได้)

3. ตัวอักษร เป็นการสื่อความหมายได้ดีที่สุดบนผลิตภัณฑ์ฉะนั้นจึงต้องมีข้อระวังในการใช้ตัวอักษรให้ถูกต้อง เพื่อการสื่อความหมายได้ชัดเจนไม่ผิดพลาดเช่น ตัวอย่างตัวอักษรที่มีลักษณะใกล้เคียงกันจนอาจทำให้เข้าใจผิดได้

การเลือกใช้รูปแบบตัวอักษรที่เหมาะสมคือ จะเลือกใช้ตัวอักษรที่มีลักษณะอ่านง่ายตัวอักษรมาตรฐานที่ใช้งานในด้านการพิมพ์ เหมาะสำหรับใช้บนหน้าบัทม์ผลิตภัณฑ์เนื่องจากอ่านง่ายเป็นมาตรฐานที่ใช้อยู่ทั่วไป

ควรหลีกเลี่ยงตัวอักษรประเภทที่ไม่มีความหนา, มียาว, ตัวอักษรเป็นริ้ว, ตัวอักษรแบบลายมือ, ตัวอักษร 3 มิติ (มีความหนา), ตัวอักษรผอมหรือสูง ตัวอักษรเตี้ยอ้วน

ตัวอย่างรูปแบบตัวอักษรที่ไม่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ เนื่องจากอ่านยากมีขนาดสัดส่วนไม่เหมาะสม

ความหนาตัวอักษร มีผลต่อการอ่านมาก ในกรณีที่ตัวอักษรบางเกินไปจะทำให้อ่านได้ยาก ในบางกรณีตัวอักษรหนาเกินไปอาจทำให้สับสนในการอ่านได้ เช่น ตัวอักษรที่มีลักษณะคล้ายกันของ B กับ R หรือ เลข 6 กับ เลข 9 และ F กับ E นอกเหนือจากนี้ควรพิจารณาถึง

- ในกรณีพื้น BACK GROUND เป็นสีอ่อน ควรใช้อัตราส่วนความหนาต่อ ความสูง เท่ากับ 1:6 เนื่องจากพื้นสว่างจะทำให้ตัวหนังสือเล็กลง
- ในกรณีพื้น BACK GROUND เป็นสีเข้ม ควรใช้อัตราส่วนความหนาต่อ ความสูง เท่ากับ 1:7 เนื่องจากพื้นเข้มจะทำให้ตัวอักษรดูใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลักษณะตัวอักษรที่ควรหลีกเลี่ยง คือ ตัวอักษรที่มีความหนา หรือบางเกินไป จะทำให้อ่านได้ยาก

อัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ตัวอักษร ตัวอักษรที่มีส่วนสำคัญต่อการอ่านของผู้ใช้ เพราะฉะนั้นจึงควรเลือกใช้ขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมในการอ่าน ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้รวดเร็ว โดยมีสัดส่วนดังต่อไปนี้ (เทียบกับความหนาตัวอักษร)

- ความกว้างของตัวอักษร ต่อ ความสูงของตัวอักษร เลือกใช้ได้ 2 อัตราส่วน คือ 3:5 ,2:3
- ระยะห่างระหว่างตัวอักษรภายในคำ เท่ากับ 1 เท่าของความหนาตัวอักษร (= 1/2 ของความหนา)
- ระยะห่างระหว่างคำ เท่ากับ 3 เท่าของความหนาของตัวอักษร (= 1/2 ของความหนา)
- ระยะห่างระหว่างบรรทัด เท่ากับ 1/3 ของความสูงตัวอักษรเป็นอย่างต่ำ

การเลือกใช้ตัวอักษร BACK GROUND ต่างๆ

- ในสภาวะแสงปกติมีความสว่างเพียงพอสำหรับการอ่าน จะใช้ตัวอักษรสีดำบนพื้นขาว
- ในกรณีที่อยู่ในที่มือ สายตาจะต้องมีการปรับเข้ากับสภาวะ ในที่มืดตัวอักษรควรจะเป็นสีขาวบนพื้นดำ
- ความแตกต่างระหว่างความเข้มของตัวอักษรกับ BACK GROUND ควรจะมีน้ำหนักต่างกัน 2 เท่าเป็นอย่างน้อยจึงจะสามารถอ่านได้ในกรณีที่ผู้อ่านอยู่ในสภาวะไม่ปกติควรใช้ตัวอักษรที่มีน้ำหนักต่างกับ BACK GROUND มาก ๆ จะทำให้อ่านได้ง่ายขึ้น

ควรหลีกเลี่ยงการใช้ตัวอักษร หรือ BACK GROUND เป็นสีมัน เนื่องจากทำให้อ่านได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนของตัวอักษรกับลักษณะการใช้งาน มีหลักการต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ในกรณีที่ต้องการเน้นคำ หรือให้ความสำคัญกับคำนั้นๆ จะใช้อัตราส่วนระหว่างความกว้างกับความสูงของตัวอักษร 1 ต่อ 1 หลีกเลี่ยงตัวอักษรที่กว้างมากกว่าสูง จะทำให้อ่านช้า

- ในกรณีที่มีพื้นที่ในการวางตัวอักษรจำกัด สามารถเพิ่มอัตราส่วนของความสูงต่อ ความกว้างได้ แต่ควรจะเป็นขนาดที่ใช้บ่อยหรือไม่ก็อาจลดระยะห่างระหว่างคำแทน

- ควรหลีกเลี่ยงตัวอักษรลักษณะผอมสูงดังรูป เนื่องจากต้องใช้เวลาอ่านนานในแต่ละคำ

- ตัวอักษรแบบโปร่งจะใช้ในกรณีต้องการจะแยกความต่างระหว่างกลุ่มคำ หรือเน้นความสำคัญให้เด่นขึ้น

สภาวะ	ตัวอักษร	พื้น
แสงปานกลาง หรือ สูง	ดำ ขาว น้ำเงินเข้ม 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะ	ตัวอักษร	พื้น
ในที่มืด	ขาว	ดำ
	เหลือง	ดำ
	ส้ม	ดำ
	แดง	ดำ
	น้ำเงิน, เขียว	ดำ

2.21 จิตวิทยาสี

โดยทั่วไปแล้วการออกแบบผลิตภัณฑ์ใด ๆ ก็ตามจะมองข้ามในเรื่องนี้ไม่ได้เป็นอันขาด เพราะเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อการออกแบบความรู้สึกของผู้พบเห็นความสวยงาม นอกจากนี้ยังสามารถเตือนผู้ใช้ให้ระวังในส่วนที่จะเป็นอันตรายได้อีกด้วย MUNSEL สามารถแบ่งสีเป็น 2 ประเภท คือ สีร้อนและสีเย็น

สีร้อน คือสีที่ดูดความรู้สึก (ADVANCING COLOUR) มีความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมองไกลเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมองไกลเป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น คือ สีไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตามองได้นานๆ โดยไม่ระคายเคืองการเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากต้องการความสวยงามสียังมีอิทธิพลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

2.21.1 อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีเกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ ๆ คือสีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อนไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้น เร้าใจ ในทางรบราณถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวังการใช้พวกสกุลสีแดงสำรับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปอีกใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

สีส้ม เป็นสีสดในมองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนภัยอยู่ตลอดเวลาเมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด ดูเบาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเหลือง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ คือสามารถเป็นได้ทั้งสีร้อนและสีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้มและความแรงของสี สีเหลืองโดยทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่นร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาดมีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมากจะทำให้เกิดหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ค่อนไปทางสีส้ม จะคล้ายของเล่นทางวิทยาศาสตร์ สมัยใหม่ และคล้าย

สีเหลืองเนย (BUTTER YELLOW) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น

สีเหลืองขาว ช่วยในด้านความเย็น แต่อย่างไรก็ตาม สีเหลืองทำให้ดูสำหรับว่าสกปรกง่ายแต่ถ้าเบรคสีสักเล็กน้อยก็จะทำให้ช่วยได้บ้างแต่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ด้วย

สีม่วง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ เช่นกัน โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้าทำให้ม่วงบางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสี แห่งความเศร้า ลึกลับ แต่สีม่วงก็ยังมีลักษณะของความงาม ทำให้ดูมีค่าได้ด้วย เช่นสีม่วงอ่อน

สีน้ำเงิน จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกลึกลับทำให้เกิดสมาธิเป็นสีที่บอกถึงความสุภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่นสีน้ำทะเลหรือฟ้า จะมีความสดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อยสามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือเขียวเข้ม ใช้ได้ในการเน้นส่วนพื้นหรือฐานแสดงกับความสงบเยือกเย็นได้

สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้งไม่ให้ความพักผ่อนถ้าใช้โดยๆจะทำให้เกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สภาพเรียบร้อย สามารถลดความลึกของสีขาวและความลึกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสื่อกลางได้กับทุกสีเพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอุ่นดูสบายตา

สีดำ โดยบรรกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่นมั่นคงการใช้สีดำสลับสีขาว ในพื้นที่ร่วมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำผลิตภัณฑ์จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและไม่สกปรกง่าย

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดยเดี่ยวจะให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐานหรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อเน้นให้เด่นชัดขึ้นสีที่กล่าว ๆ แล้วนี้เป็น สีทางด้านความงามที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุแต่ยังมีสีที่ควรรู้นั้นคือสีของวัสดุต่าง ๆ ที่ให้ความรู้สึกของมันออกมา เช่นสีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาเงินซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของตัวมันเอง อันได้แก่ความอ่อนนุ่ม ความเรียบเบาและไม่เป็นอันตราย ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.21.2 อิทธิพลของสีมีต่อผลิตภัณฑ์

ทางด้านขนาด

สีอ่อน (LIGHT VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูใหญ่ขึ้น

สีเข้ม (DARK VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูเล็กลง

ทางด้านน้ำหนัก

สีอ่อนหรือสีร้อน (WORM VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา

สีเข้มหรือสีเย็น (XOOL VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

ทางด้านน้ำหนัก

สีร้อน ทำให้เกิดความรู้สึกว่าแข็งแรงมาก

สีเย็น ทำให้มีความรู้สึกว่าแข็งแรงกว่า

ทางด้านความสะอาด

สีขาวเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

สีอ่อน หรือสีงาช้าง (LOOKY) สีเหลือง

สีฟ้าอ่อน(PLALC BLUE) และสีเขียวอ่อน

ทำให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาดตา ถูกลักษณะ

เทคนิคการใช้สี

สีจะช่วยให้ทัศนะวิสัยที่แจ่มสดใสที่สุด เมื่อนำมาใช้ดังนี้

สีอ่อนตัดกับสีแก่

สีสดใสตัดกับสีสดใส

สีอ่อนตัดกับสีสดใส

สีอ่อนตัดกับสีเย็น

2.21.3 สีทำให้เกิดระยะใกล้ ไกล

ความปกติสีอุ่นซึ่งได้แก่ สีเหลืองจะทำให้เกิดความรู้สึกคล้ายกับว่าเข้ามาอยู่ใกล้ตัวผู้ดู ในทางกลับกันเมื่อใช้สีเย็นคือ สีน้ำเงินเขียว และสีม่วงจะทำให้ซึ่งก็เป็นสีแดงเท่านั้น แต่ถ้านำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าแตกต่างกันการทดลองของนักจิตวิทยาได้แสดงว่าสมองไม่สามารถให้ความท่รงจ่ำ ในเรื่องของสีได้แน่นอน แต่ความจำจะบันทึกไว้ในความนึกคิดเข้าใจที่สามารถแกความถี่ของสีได้

2.21.4 สีวัตถุภายใต้แสงสี

ดังกล่าวมาแล้วว่า สีของวัตถุเกิดจากการสะท้อนกลับของแสงคลื่นความถี่ต่าง ๆ กัน แต่ถ้าวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงที่มีความถี่เฉพาะ คือ ในช่วงใดช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งเช่น แสงสีแดง เป็นต้น สีของวัตถุนั้นก็จะเปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เมื่อวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงสว่างที่มีช่วงคลื่นครบทุกขนาดความถี่ วัตถุอันหนึ่งภายใต้แสงอาทิตย์อาจปรากฏเป็น

สีน้ำเงิน แต่ภายใต้แสงสีเขียวจะปรากฏเป็นสีเทาแก่ หรือภายใต้แสงสีเหลืองจะปรากฏเป็นสีเขียวขี้ม้า ดังนั้นเราจึงต้องทราบถึงอิทธิพลของการผสมสีของแสงอีกด้วย ภายใต้แสงไฟฟ้าที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น แสงเทียนก็ทำให้สีของวัตถุเปลี่ยนไป ทั้งนี้ เพราะหลอดไฟฟ้ากำชนิดแสงแต่ละชนิด เช่น หลอดนีออน หลอดทังสเตน หลอดฟูออล์ลิเซน หลอดโซเดี่ยม ต่างก็เปล่งแสงสว่างในความถี่ไม่เท่ากัน

2.21.5 ขอบเขตและความไวในการรับสีของประสาทตา

การมองเห็นสีของมนุษย์ภายใต้แสงสว่างที่ปกตินั้น ความรู้สึกไวต่อการรับสีต่าง ๆ นั้นจะไม่เท่ากันทุกสีแม้จะมองวัตถุจนถึงเส้นขอบนอกของวัตถุชัดคงเดิม แต่การมองเป็นสีบางสีจะแปรเปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เพราะสีบางสีสามารถจดจำได้ดีในมุมของการมองที่กว้างมากกว่าสีอื่น ๆ

2.21.6 การวิเคราะห์จิตวิทยาของสี

ในการออกแบบนั้นเรื่องสีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอันหนึ่ง โดยสีจะให้ความรู้สึกในการมองเห็นที่แตกต่างกันไป

อิทธิพลของสีที่นำมาวิเคราะห์

- ให้ความรู้สึกในเรื่องขนาด
- ผลเกี่ยวกับความรู้สึกเรื่องน้ำหนัก

สีของแสง

สีของแสง มีความสำคัญมากในการมองของตา(1)มันจะทำให้เกิดความชัดเจนหรือหลอกลวง ทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ ความเครียดหรือนุ่มนวลและความรู้สึก

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC) ช่วงหนึ่งที่ประสาทตาของมนุษย์รับรู้ ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงนี้อยู่ในความถี่ระหว่าง 3,800 - 7,500 (อังสตรอมยูนิค)ในช่วงความถี่นี้ประสาทตาจะแปรสัญญาณออกเป็นความรู้สีที่เราเรียกว่า "สี" ที่แตกต่างกันและรวมกันเป็นสีขาวความถี่คลื่นที่อยู่ต่ำลงไปมนุษย์มองไม่เห็นคือ (ULTYRA VIOLET-RAY) และความถี่คลื่นที่อยู่สูงขึ้นไปคือ

หมายเหตุ (1)ดนต์ รัตนทัศนีย์ หน้า 5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(INFRARED-RAY) ซึ่งตามองไม่เห็นเช่นกัน มีข้อสังเกตว่าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กนี้ นอกจากมนุษย์จะมองเห็นได้ช่วงหนึ่งแล้ว มนุษย์ก็ยังสามารถรู้สึกได้ทางผิวหนักอีก ความรู้สึกร้อนจะเป็นคลื่นความถี่สูงและความรู้สึกเย็นจะเป็นคลื่นความถี่ต่ำ

2.21.7 ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับตา

แสงกันตามีความสัมพันธ์กัน ถ้าขาดแสงเราจะมองไม่เห็นวัตถุ "ดวงตามนุษย์มีความไวต่อคลื่นแสงในความถี่ต่าง ๆ กัน" ตาไวสูงสุดต่อคลื่นแสงขนาดคลื่นประมาณ 5,500 อังสตรอมยูนิค ซึ่งได้แก่สีเหลืองการที่เรามองเห็นวัตถุได้เกิดจากสีที่แสงพุ่งไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนสู่ตาของเรา ส่วนการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากวัตถุอันหนึ่งมีคุณสมบัติดูดซึมได้จึงไม่มีการสะท้อนกลับ เราจึงมองไม่เห็นคลื่นของสีนั้นเราจะเห็นเฉพาะคลื่นสีที่วัตถุนั้นสามารถดูดซึมได้และสะท้อนกลับมา ถ้าวัตถุดูดซึมคลื่นได้หมดทุกความถี่ของวัตถุนั้นเราจะมองเห็นเป็นสีดำ หรือที่เราเรียกว่า "สีดำ" ซึ่งความจริงสีดำ คือ สีที่ไม่มีคลื่นแสงสะท้อนกลับให้เห็นนั่นเอง

2.21.8 ความจำกัดอิทธิพลของสี (COLOR MEMORY)

ประสาทตาของมนุษย์ไม่สามารถจะเปรียบเทียบได้ จากความทรงจำอาจจะทำใช้ได้บางครั้งแต่จะเป็นด้วยความบังเอิญและทำไม่ได้เสมอไป สีจะมี (VARLATIONS) ที่แตกต่างกัน เช่น สีแดง ยังมีความแตกต่างกันถึง 7,056 สี (ที่ตาสามารถแยกความแตกต่างได้)

2.21.9 สมาคมความปลอดภัยแห่งชาติ กำหนดหรือใช้สีแทนสัญญลักษณ์หรือความหมายเป็นหลักสากลดังนี้

สีเหลือง คือ สำหรับเตือนภัยให้ระวัง (รวมทั้งสีส้ม)

สีแดง คือ เครื่องมือป้องกันอัคคีภัย

สีเขียว คือ วัตถุไม่เป็นอันตราย สีเทา สีขาวหรือสีดำใช้ในการนี้ได้

สีน้ำเงิน คือ วัตถุหรือสารอันตราย เช่น ยาพิษ

สีม่วง คือ วัตถุมีค่า การใช้งานพิเศษมีคุณค่า

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นอันตรายหรือ น่าอันตราย เพื่อให้ระวังสำหรับการขนส่งฝ่ายบริการด้านการพาณิชย์กำหนดให้สัญญลักษณ์บนป้ายแสดงไว้ด้วย

ตัวหนังสือ สีแดงบนพื้นขาว คือ ยาพิษ วัตถุระเบิด วัตถุเป็นพิษ แก๊สน้ำตา

ตัวหนังสือ สีดำบนพื้นขาว คือ แก๊สมีความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวหนังสือ สีดำบนพื้นแดง คือ สารไวไฟหรืออุบกรณ์เกี่ยวกับไฟ
ตัวหนังสือ สีดำบนพื้นเหลือง คือ วัตถุไวไฟหรือวัตถุที่ทำปฏิกิริยากับไฟ
ตัวหนังสือ สีดำบนพื้นขาว คือ สารเป็นกรด

2.21.10 สีที่ใช้กับโรงงาน (PREFERENCE BY INDUSTRIE)
โดยปกติโรงงานที่มีสีใช้เฉพาะสะดวกแก่การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์บางอย่างจะใช้สีเหมือนกัน เช่น

เฟอร์นิเจอร์สำนักงาน	สีเทาแกมเขียว
เครื่องมือเครื่องจักร	สีเทาแกมน้ำเงิน
เครื่องมือตัดชั่งเนื้อ	สีขาว
เครื่องพิมพ์ดีด	สีดำหรือเทา
เครื่องอัดสำเนา	สีดำหรือเทา
เครื่องโรเนียว	สีดำหรือเทา

เมื่อใช้สีที่ดูสะอาดตาแล้วผู้ใช้ของนั้นก็จะพยายามทำให้สะอาดตามไปด้วย การเลือกใช้สีบางครั้งต้องพิจารณาถึงภาวะทางเศรษฐกิจด้วยตัวอย่าง เช่น สมัยเมื่อเศรษฐกิจตกต่ำรถยนต์ส่วนมากจะใช้สีดำและสีเทา ครั้นเศรษฐกิจค่อยฟื้นตัวขึ้นจึงใช้สีฉูดฉาดกันใหม่

2.21.11 ลักษณะของสีกับการใช้งาน
สีจะช่วยให้ทัศนะวิสัยแจ่มใสที่สุด เมื่อนำมาใช้ในงานดังนี้
-สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าแปรเปลี่ยนของสี)
-สีสดใสกับสีสดใส
-สีอ่อนตัดกับสีสดใส
-สีอุ่นตัดกับสีเย็น

สีตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น
-สีดำบนพื้นเหลือง
-สีเหลืองบนพื้นดำ
-สีแดงบนพื้นขาว
-สีเหลืองบนพื้นน้ำเงิน
-สีส้มบนพื้นน้ำตาล
-สีชมพูบนพื้นดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีสามารถทำให้เห็นว่าเข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้ ตามปกติสีอุ่น ซึ่งได้แก่ สีเหลือง สีเหลืองนั้นดูแล้วคล้ายกับว่าเขามาอยู่ใกล้กับตัวผู้ดู ในเมื่อสีเย็น คือ สีน้ำเงิน น้ำเงินเทา และม่วง ดูแล้วถอยห่างจากผู้ดูออกไป

สีที่เมื่อเราใช้ในเนื้อที่มาก ๆ แล้วไม่น่าดูนั้น ถ้าใช้แต่เพียงเล็กน้อย อาจจะทำให้น่าสนในขึ้น และอาจเสริมความน่าดูให้แก่สีอื่นได้

การใช้สีเข้มจัดกับสีอ่อนจัดทำให้เห็นเด่น และมีชีวิตชีวากว่าใช้สีที่มีค่าของความเข้มหรือจางให้ใกล้เคียงกันมาก

สีที่มีความสดใสพอ ๆ กันเมื่อใช้ด้วยกันจะช่วยดึงดูดความสนใจได้เร็ว มักใช้ในการออกแบบป้ายหรือภาพโฆษณา

หลักในเรื่องความเด่นของสีมีอยู่ว่า ควรจะต้องมีสีชนิดหนึ่งบรากฏเด่นออกมามากกว่า เพื่อจะเป็นสีอ่อนหรือสีเย็นก็แล้วแต่การที่ใช้สีที่ไม่น่าดูอย่างหนึ่งก็คือแต่ละสีที่ใช้บริมาณเท่ากันไปหมด ถ้าให้บริมาณหรือเนื้อที่ของสีเปลี่ยนไป สีที่กินที่มากย่อมเด่นกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าเปลี่ยนแปลงความสดใสของสีอีกด้วย

2.21.12 เทคนิคการใช้สี (COLOR TECHNLOUE) ปัญหาเกี่ยวกับเทคนิคการใช้สี มีดังนี้.-

1.สีกับรูปร่าง (COLOR IN RELATION TOFORM)
2.LUDYCZB (COLOR AND TEXTURE)
3.สีกับวัสดุ (COLOR AND MATERIAL)
4.เครื่องมือในการทดสอบสี (COLOR AND MECHABICAL)
5.การกำหนดสี (COLOR SPECIFICATION)

2.21.13 สีกับรูปร่าง (COLOUR AND RELATION FORM)

สีกับรูปร่างมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด สีชนิดเดียวกันใช้กับของที่มีรูปร่างต่าง ๆ กัน จะแตกต่างกันแห่งกลมหรือทรงกลมจะมีสีเข้มเพราะสามารถสะท้อนแสงได้ดีทำให้จุดที่สะท้อนกับจุดที่อยู่ข้างหลังตัดกันอย่างแรง จึงทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.21.14 สีและผิว (COLOR AND TEXTURE)

ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวขรุขระหรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุดหรือรูปพื้นผิด หากไม่ต้องการให้เทินง่ายให้ใช้สีด้านหรือสีอ่อน พวกเครื่องจักรหรือส่วนที่มีการต้องการให้เคลื่อนไหวไม่ควรให้สีมันเพราะจะทำให้ระคายสายตาทำงานไม่สะดวกการพยายามใช้วัสดุบางอย่างลอกเลียนให้เหมือนของบางอย่าง เช่น พลาสติก ทำให้ได้เป็นลายไม้ควรหลีกเลี่ยงจะใช้วัสดุตามความเป็นจริง

2.21.15 สีกับวัสดุ (COLOR AND MATERIAL)

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสีมี 5 ประเภท คือ

1. สีต่าง ๆ แลคเคอร์และเคลือบ (Plants lacquers and enameals) มีหลายสี

2. โลหะ (material colors) พวกชุบโครเมี่ยม นิเกิล อลูมิเนี่ยม มีแตกต่างกัน

3. พลาสติก (Plastics) มีสีต่าง ๆ มากมาย

4. เครื่องเคลือบดินเผา (Vitreous enamel) หรือเรียก porcelamerxmel มีหลายสีควบคุมให้เหมือนจริงได้ไม่ง่ายนัก ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

5. แก้ว (glass) ทำได้หลายสี

2.21.16 การกำหนดสี (COLOR SPECIFICATION)

การออกแบบต้องกำหนดสีและในเมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้วสิ่งที่ขาดไม่ได้คือ การกำหนดชนิดสีที่ต้องการบนแผ่นสี่เหลี่ยมเล็กเป็นสีตัวอย่าง บางครั้งนักออกแบบต้องควบคุมการใช้สีในการผลิตครั้งแรก เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการ

2.22 การศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิตโครงสร้าง

โลหะ

2.22.1 รูปแบบของเหล็ก

รูปแบบของเหล็กที่ใช้ทั่วไปจะผลิตออกมาเป็นมาตรฐาน ไม่ว่าจะเป็นเหล็กโครงสร้างที่ใช้กับงานก่อสร้าง หรือเหล็กที่ใช้กับงานช่าง เหล็กรูปต่าง ๆ แผ่นเหล็กที่เหล็กและลวดเหล็กวัสดุเหล่านี้ทำขึ้นจากการรีด ดึง อัด ตี โดยมากทำขึ้นในสภาพแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.22.2 โลหะแผ่น (SHEET METAL) ใช้ในงานช่างทั่วไป หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่นที่ใช้งานในอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภท จำเป็นจะต้องศึกษาและเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงาน และคุณสมบัติของโลหะด้วยจึงจะทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่พอใจและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมาก ได้แก่ เหล็กซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่าง ๆ และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL - UNCOATED METAL)

2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (COATED METAL)

โลหะแผ่นเปลือย โดยมากจะเป็นประเภทที่ไม่ใช่เหล็ก (NONFEROUS METAL) เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียม เป็นต้น แต่ก็มีเป็นประเภทเหล็ก เช่น สแตนเลส เป็นต้น แต่ในที่นี้จะขอกล่าวรายละเอียดเฉพาะสแตนเลส และอลูมิเนียมเท่านั้น

โลหะแผ่นเคลือบผิว โลหะที่ทำด้วยเหล็กเป็นส่วนใหญ่ (FEROUS METAL) ซึ่งจะเป็นเหล็กแผ่นแล้วนำไปเคลือบผิวด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ แล้วแต่การใช้งาน เช่น การเคลือบดีบุก เคลือบสังกะสี เป็นต้น การเคลือบผิวจะให้เนื้อเหล็กไม่ถูกกัดกร่อนจากสภาพแวดล้อม ซึ่งจะทำให้มีอายุการใช้งานได้นานมากขึ้น

การนำโลหะแผ่นเปลือย และโลหะแผ่นเคลือบผิว มาใช้งานจะแตกต่างกันมาก การนำมาขึ้นรูปด้วยการเชื่อม ตะไบ ตัด ขัดผิว จะไม่มีผลเสียเกิดขึ้นกับโลหะแผ่นเปลือย แต่สำหรับแผ่นเคลือบผิว ต้องไม่ควรให้ผิวหน้าที่เคลือบไว้ได้รับการขูดรัด เพราะจะทำให้สูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการใช้งาน

เหล็กแท่งหรือเหล็กโครงสร้าง มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไปตามมาตรฐานซึ่งได้จากการรีด เหล็กแท่งอีกประเภทหนึ่งได้จากการยืดเหล็ก โดยแบ่งเหล็กที่ถูกรีดขึ้นมาก่อนจะถูกดึงผ่านรูของเครื่องยืดเหล็ก จะทำให้เนื้อเหล็กอัดตัวแน่น และมีผิวเรียบ เรียกว่า เหล็กยืดผิวเรียบ

ท่อเหล็ก ได้จากการรีด ตัดเหล็กแผ่นให้เป็นรูปท่อ และเชื่อมให้ติดกันแล้วผ่านการรีดอีกครั้งให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ ท่อที่ไม่มีรอยต่อสำหรับใช้งานที่มีความทนทานลง เช่น ท่อรถจักรยานยนต์ จะได้จากการรีด การอัด หรือยืดเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีการผสมพิเศษ สำหรับท่อน้ำเราใช้ท่อที่ทำจากการเชื่อมได้ เพราะต้องการแรงต้านทานด้วยความดันเล็กน้อย

2.22.3 คุณสมบัติโดยทั่วไปของเหล็กมีดังนี้

1. มีความแข็งแรงต่อการรับแรงกระแทกสูง และทนต่อการรับแรงดึงได้ดี
2. สามารถเป็นแม่เหล็กได้
3. นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้
4. ทำปฏิกิริยาได้ดีกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เป็นสนิมง่าย
5. สามารถทำเป็นรูปได้โดยการหล่อ รีด ดัง โค้ง ขึ้นรูป
6. สามารถตกแต่งผิวได้หลายวิธี ทั้งพ่นสี ชุบสี เคลือบด้วยโลหะ ฯลฯ
7. จุดหลอมเหลว
8. ไม่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่างๆ
9. ราคาถูกกว่าโลหะอื่น ๆ เมื่อเทียบคุณสมบัติ

2.23 การตกแต่งผิว

เนื่องจากเหล็กแผ่นโดยปกติแล้วจะเป็นสนิมง่าย และไม่ทนต่อการกัดกร่อนในสภาพอากาศปกติ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดการเสียหายต่อแผ่นเหล็กประกอบกันเพื่อความสวยงาม กรรมวิธีที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไป ได้แก่

1. การชุบด้วยไฟฟ้า
2. การพ่นหรือทาสี
3. การเคลือบด้วยความร้อน ซึ่งแบ่งเป็น
- อบเคลือบด้วยเสียง
- อบเคลือบด้วยแหล่งความร้อน
4. การชุบพลาสติก

กรรมวิธีตกแต่งนั้น จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพของการใช้งานโดยมากแล้วในงานเฟอร์นิเจอร์มักจะใช้วิธีการพ่นสีและการอบเคลือบด้วยเสียง ซึ่งวิธีหลังนี้ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าทนต่อการกระแทก ทนต่อการขีดข่วนไม่แตกกร่อน แต่ราคาค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง สำหรับกรรมวิธีอื่น ๆ นั้น มักจะใช้กับงานบางประเภทที่มีขนาดใหญ่มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.24 ไม้ (WOOD)

ไม้แปรรูปเป็นวัสดุพื้นฐานในอุตสาหกรรม เครื่องเรือน เครื่องตกแต่ง หรือ ผลิตภัณฑ์คล้ายคลึงกันเป็นวัสดุที่มีการผลิตไม่ยุ่งยาก มีความคงทน ความแข็งแรง หาได้ง่าย ดังจะแบ่งรายละเอียดได้ ดังนี้

การแบ่งประเภท แบ่งตามความแข็งแรงของเนื้อไม้ได้ดังนี้คือ

ไม้เนื้ออ่อน เป็นไม้ที่ค่อนข้างเหนียวมียางในเนื้อไม้มากทำให้การใสกบเลื่อย ผ่า ตกแต่งได้ง่าย มักจะมีสีชืด จาง น้ำหนักเบา ความแข็งแรงพอประมาณ ตัวอย่างเช่น ไม้สัก ไม้อินทนิล ไม้ตะแบก รมก ตีนเป็ด สน เป็นต้น ไม้เนื้ออ่อนความแข็งแรงต่ำกว่า 600 ก.ก./ตร.ซม. ความทนทานต่ำกว่า 2 ปี

ไม้เนื้อแข็ง เป็นไม่ที่มียางอยู่ในตัวเอง แต่ไม่ใช่ยางเหนียว มีเนื้อแข็งปานกลาง สีเข้มออกแดง มีน้ำหนักพอประมาณ ความแข็งแรงดีพอควร เช่น ไม้เต็ง รัง มะค่า ตะเคียน เป็นต้น ไม้เนื้อแข็งมีความแข็งแรง 600 - 1,000 ก.ก./ตร.ซม. ความทนทานประมาณ 2-6 ปี

ไม้เนื้อแกร่ง มีเนื้อไม่แข็งแกร่งมาก ทำการผลิตได้ยากเนื้อไม้เป็นมันในตัว เนื้อไม่มีลายละเอียดแน่น สีเข้มจัด แข็งแรงทนทานดีมาก ทำการขัดมันได้ดีมาก ได้แก่ ไม้ชิงชัน ประดู่ ไม้แดง ไม้มะเกลือ เป็นต้น ไม้เนื้อแกร่งมีความแข็งแรงสูงกว่า 1,000 ก.ก./ตร.ซม. ความทนทานสูงกว่า 6 ปี

การเลือกใช้ไม้ ไม้เป็นวัสดุที่มาจากธรรมชาติโดยตรง ดังนั้น จึงต้องมีการคัดเลือกเพื่อที่จะได้ไม้มีคุณภาพมาตรฐาน ตามความต้องการต่อการใช้งาน

- ไม้จะต้องได้จากแก่นไม้ที่สมบูรณ์ คือ ได้จากไม่ที่เจริญเติบโตเต็มที่ ไม่ใช่ไม้ที่ตายยืนต้น
- เป็นไม้ที่ไม่หดตัว หรือหดตัวน้อยที่สุด จากการผึ่งแห้งหรืออบมาอย่างดีแล้ว
- เป็นไม้ที่มีเนื้อละเอียด เหนียวแน่น มีแนวตรง ใสกบแต่งได้ง่าย
- มีสีสม่ำเสมอเหมือนกันทุกแผ่น
- มีลายสวยงาม
- มีตาน้อย ตาไม่เสีย ไม่มีรอยแตกร้าวเป็นแผล เป็นรูทะลุ
- ไม่ผุ ด่างหรือเน่าเปื่อยในท่อนไม้ สังเกตดูได้จากการใช้ฆ้อนเคาะดูจะมีเสียงแน่นแกร่ง

ไม้อัด (Plywood) หมายถึง ผลิตภัณฑ์จากไม้ธรรมชาติที่มีส่วนประกอบสมดุล จากไม้เบามาประกอบกันแล้วยึดเหนี่ยวด้วยกาวยูเรีย (Urea) หรือฟินิมาลดีไซด์ (Pherol Formaldehyde) คุณสมบัติที่สำคัญคือ ไม้บางประสานกันในแนว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งฉากกันของเส้นไม้ เพื่อเพิ่มความแข็งแรง และป้องกันการยืดหดตัวตามแนวของแผ่นไม้

ขนาดมาตรฐานของไม้อัดก็คือ 122-224 ซม. (4-8 ฟุต) บางโรงงานอาจมีถึงขนาด 180-300 ซม.(6-10 ฟุต) และ 90-90 ซม. (3-3 ฟุต) ไม้อัดผลิตได้จากไม้แทบทุกชนิด แต่ที่เหมาะสมควรเป็นไม้ที่มีความหนาแน่นปานกลาง เนื้อไม้เรียบไม่มีซิลิกาในเนื้อไม้มากนัก ไม่ผุตามธรรมชาติเร็วเกินไป วงปีสีเป็นระเบียบ ไม่มีอาหารของจุลินทรีย์ในเนื้อไม้มากนัก

คุณสมบัติของไม้อัดทางด้านการใช้งาน

1. คงรูปได้ดีในสภาพอากาศเดียวกัน ไม้อัดจะคงรูปอยู่ได้ดีกว่าไม้แปรรูป ซึ่งจะมีการยืด หด งอ ได้ง่าย โดยเฉพาะตามแนวขวาง ไม้แปรรูปจะยืดหดตัวได้มากกว่าไม้อัดถึง 25 เท่า การบวมหรือพองตัว (Rwelling) ไม้อัดมากกว่าไม้แปรรูป 1.5 เท่า

2. เป็นสื่อความร้อนที่เลว เนื่องจากการนำความร้อนของไม้อัดเป็นลักษณะควบคู่ (Coupled) ระหว่างชั้นของไม้บางที่ประกบกัน

3. เป็นตัวนำเสียงที่เลวการเดินทางของเสียง ในไม้อัดนั้นต้องผ่านชั้นต่างๆของไม้อัด ซึ่งมีลักษณะเสี้ยนไม้ (Grain) สลับกัน ดังนั้น เสียงจึงเดินทางได้ช้ากว่าไม้แปรรูป

4. ดูดความชื้นได้น้อย เพราะการดูดความชื้นจะมีอยู่ เฉพาะชั้นผิวหน้าเท่านั้น ไม้บางหลาย ๆ ชั้น จะยิ่งดูดความชื้นได้น้อยลง

5. ง่ายต่อการประดิษฐ์กรรม ไม้อัดนี้สามารถตอกตะปูได้ชิดริมโดยไม้ไม่แตก แต่ถ้าหากเป็นตะปูควงแล้ว คุณสมบัติจะด้อยกว่าไม้แปรรูปโดยเฉพาะไม้อัดที่มีความหนามาก ๆ

6. เบาเมื่อเทียบกับไม้แปรรูปขนาดเท่ากันแล้วไม้อัดจะเบากว่ามากทำให้การเคลื่อนย้ายหรือขนส่งง่ายกว่ามาก

7. ด้านความสวยงามในการตกแต่งสถานที่ต่าง ๆ นิยมใช้ไม้อัดมาก เพราะผิวหน้าเรียน สม่ำเสมอ

8. ความแข็งแรง ไม้อัดมีความแข็งแรงตามแนวต่าง ๆ ไม่เท่ากัน ดังนั้น ไม้อัดจึงมีความแข็งแรงมากกว่าไม้แปรรูป

9. การดูดสี เนื่องจากไม้อัดดูดความชื้นได้น้อยกว่าไม้แปรรูป ดังนั้นไม้อัดจึงดูดสีได้น้อย และผิวหน้าของไม้อัดเรียบสม่ำเสมอกันทั้งแผ่น จึงทำให้การทาสีง่ายและดูดสีน้อยกว่าไม้แปรรูปที่มีผิวหน้าเท่า ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการผลิตไม้ และไม้อัด

1. ตัด (Cutting) เป็นวิธีการทำให้ไม้ได้ขนาดตามที่ต้องการในการใช้งานโดยการใช้เลื่อย(Saw) ซึ่งมีหลายชนิดตามลักษณะการใช้งาน ชนิดของไม้ และความหนาของไม้

2. ไส (Planing) เป็นกรรมวิธีทำให้ผิวไม้เรียบขึ้น โดยใช้กบมือหรือกบไฟฟ้า การไสต้องตามเสี้ยนไม้ ยกเว้นมุม ขอบ สำหรับไม้อัดไม่ใช้การไสผิวเพราะเรียบอยู่แล้ว ยกเว้นการแต่งขอบ

3. การประกอบ (Assembly) การประกอบผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยไม้นั้นมีขั้นตอนหลายอย่าง คือ

ก.การตอกตะปู (Nailing) เป็นกรรมวิธีแพร่หลายและใช้กันอย่างกว้างขวางเพราะเป็นกรรมวิธีพื้นฐาน และดั้งเดิม ในการประกอบผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยไม้

ข. การทากาว (Gluing)การทากาวอย่างเดียวเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนักหรือไม่ใช่โครงสร้างที่สำคัญ ที่ต้องรับน้ำหนักมาก แต่ส่วนใหญ่จะใช้ควบคู่ไปกับการตอกตะปู เพื่อเพิ่มความแข็งแรง กาวที่ใช้ในงานไม้มีหลายชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติต่างกัน การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน

ค. การใช้ตะปูเกลียว(Wood Screw) โดยมากใช้กับงานไม้ชิ้นเล็กต้องการติดกับงานชิ้นใหญ่กว่า การใช้ตะปูเกลียวคงต้องใช้กาวทาเสียก่อน ความแข็งแรงของตะปูเกลียวมีมากกว่าตะปูธรรมดาในขนาดที่เท่าๆกัน

ง. การเข้าเดือย (Joint) สำหรับไม้แปรรูปและไม้อัดแตกต่างกันเพราะโครงสร้างของธรรมชาติ และไม้อัดไม่เหมือนกัน

การตกแต่งขั้นสำเร็จ (Finishing) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญยิ่งของงานไม้ เพราะโดยธรรมชาติของไม้ถ้าปล่อยทิ้งไว้โดยไม่มีการเคลือบผิว จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ ผุพัง เปลี่ยนสีได้เร็ว และจะหาความงามไม่ได้ การตกแต่งขั้นสำเร็จมีขั้นตอนรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การปรุงแต่งผิวหน้า (Surface Breament) คือการทำผิวหน้าของไม้อัดให้มีลวดลายด้วยการเคลือบพลาสติก เคลือบด้วยรลพะ

2. การเสริมแต่งผิวหน้า งานไม้ที่ใช้ตะปูในการประกอบจะมองเห็นรูซึ่งเกิดจากเหล็กส่งหัวตะปูลงไปในเนื้อไม้ จะต้องทำการอุดรูเหล่านั้นด้วยการเอาผงไม้มาผสมกับแลคเกอร์ ชอล์ค ดินสอพอง ผงถ่าน ฝุ่นจีน หรืออย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้สีกลมกลืนกับเนื้อไม้ ทิ้งให้แห้งแล้วขัดด้วยกระดาษทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การขัดกระดาษทราย เมื่อตกแต่งเสร็จเรียบร้อย งานต่อไปก็คือการขัดกระดาษทราย โดยใช้กระดาษทรายอย่างละเอียด เพราะผิวหน้าโดยทั่วไปของไม้อัดได้ผ่านการขัดกระดาษทรายมาแล้วครั้งหนึ่ง ในขบวนการผลิต การขัดกระดาษทรายครั้งนี้ต้องขัดไปตามลายเสี้ยนไม้เสมอ การขัดตามขวางลายเสี้ยนไม้จะทำให้เห็นรอยอย่างชัดเจนเสียความสวยงาม

4. การทาสี เป็นการตกแต่งผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ให้สวยงาม และเป็นการชลอการผุพังของไม้ตามธรรมชาติ ก่อนทาสีควรตรวจดูผิวหน้าของไม้อย่างละเอียดๆ โดยตลอดว่ามีจุดด่างของการทากาว น้ำมัน หรือสิ่งเปรอะเปื้อนอื่น ๆ หรือไม่ ถ้ามีต้องทำความสะอาดเสียก่อน โดยการขัดด้วยกระดาษทรายเมื่อขัดเรียบร้อยแล้ว ใช้ไม้กวาดขนไก่ปัดเศษผงกระดาษทรายออกให้หมดแล้วใช้ผ้านุ่มเช็ด โดยตลอดอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้แน่ใจว่าผิวงานปราศจากฝุ่นผงอื่น ๆ แล้วจึงลงสีลองพื้นชนิดแห้งเร็ว โดยใช้ส่วนผสมที่พอดีไม่เหลวหรือข้นเกินไป รอจนกว่าสีแห้งสนิทดีจึงขัดด้วยกระดาษทรายน้ำอย่างละเอียด การใช้น้ำและสบู่ หรือผงซักฟอกช่วย จะทำให้ขัดได้เรียบ รวดเร็ว และเบาแรงขึ้น จากนั้นใช้ผ้าสะอาดเช็ดให้แห้ง ทิ้งไว้สักครู่ จึงลงสีขั้นที่สอง สีขั้นนี้อาจใช้ส่วนผสมของสีรองพื้น กับสีที่ต้องการ รอให้แห้งทางช้ำอีก2-3 ครั้ง จนเห็นว่าเรียบสม่ำเสมอดีแล้วรอจนสีแห้ง จึงใช้กระดาษทรายอย่างละเอียดขัดอย่างแผ่วเบาจึงทาสีที่ต้องการลงไป ถ้าเป็นงานที่ปราณีตควรทา 2-3 ครั้ง

5. การพ่นสี กรรมวิธีขั้นต้นเหมือนกับการทาสี คือ ต้องขัดและ ทาสีคือต้องขัดและลงสีรองพื้นเสียก่อนจากนั้นจึงเตรียมสีที่จะพ่น ผสมสีกับน้ำมันทินเนอร์ให้เหลวพอกันใส่ในการพ่นสี การพ่นสีควรห่างจากผลงานประมาณ 10-12 นิ้ว ถ้าใกล้กว่านี้สีจะไหลเยิ้มถ้าไกลเกินไปสีจะกระจายเป็นเม็ดไม่เกาะชิ้นงาน และเป็นการสิ้นเปลืองครั้งแรกควรพ่นเบา ๆ ให้ทั่วชิ้นงานแล้วปล่อยให้สีแห้งแล้วจึงพ่นทับลงไปอีกจนเห็นว่าเรียบและหนา พอปล่อยทิ้งไว้จนแห้งถ้าต้องการให้ผิวงานมี ความมันเรียบ ให้ใช้ยาขัดสี *(ขัดที่งานอีกครั้ง การพ่นสีเป็นอุปกรณ์สำคัญในการพ่นสีเพื่อใช้งานเสร็จแล้วต้องล้างด้วยน้ำมันทินเนอร์ให้สะอาด เพื่อใช้งานครั้งต่อไปจะได้ไม่มีสีเก่าตกค้างอยู่ตามซอกต่าง ๆ ของกาพ่นสี การพ่นสีที่ดีนั้นขึ้นอยู่ที่การรองพื้น ถ้ารองพื้นไม่เรียบร้อยแล้วจะทำให้การพ่นสีจริงนั้นไม่สวยงามได้ ดังนั้นในระหว่างการลงสีรองพื้นแล้วจะต้องขัดงานด้วยกระดาษทรายน้ำเบอร์ละเอียด ขัดให้เรียบที่สุดเท่าที่จะทำได้ถ้าเป็นงานสีอื่น นอกจากสีขาวแล้วควรจะพ่นสีขาวรองพื้นอีกครั้งก่อนที่จะพ่นสีที่ต้องการทั้งนี้เพื่อให้สีที่ต้องการนั้นสดยิ่งขึ้น แต่เป็นการสิ้นเปลืองมาก นอกจากจะเป็นงานที่ปราณีตและสวยงามจริง ๆ เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.25 เหล็ก (FIRST)

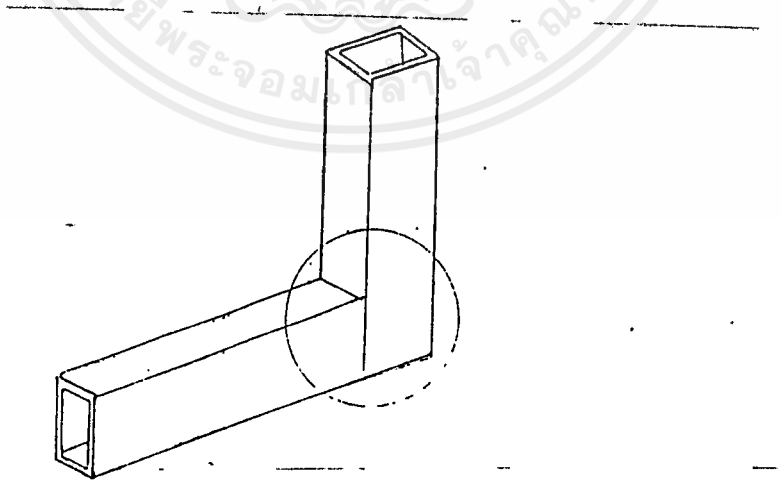
ผลิตภัณฑ์ของบริษัทฯ ส่วนใหญ่จะเป็นท่อเหล็กดำ ท่อเหล็กอาบสังกะสีและท่อเหล็กสำหรับทำเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งสามารถผลิตได้ทุกมาตรฐานตามที่ลูกค้าต้องการ อาทิเช่น API, ASTM, BS, JIS, DIN, และมอก. ขนาดของท่อเหล็กที่ผลิตได้มีตั้งแต่ขนาดความโต 1/2 " จนถึง 8 " ความยาวตั้งแต่ 3 เมตร จนถึง 12 เมตร นอกจากท่อเหล็กกลมแล้วยังผลิตเหล็กรูปสี่เหลี่ยมขนาดต่าง ๆ เหล็กแบน และเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ ซึ่งใช้กับงานโครงสร้างทั่วไป

2.25.1 รูปแบบของเหล็กที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

1. เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่าศูนย์กลาง 3/16 - 9 นิ้ว ยาว 9 ม.
2. เหล็กแผ่นหนา 1/32 - 4 นิ้ว จรด 1.2 - 2.4 ม.
3. เหล็กกลวง รูปสี่เหลี่ยมกว้าง 1/4 - 4 คูณ 2 นิ้ว
4. ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 - 6 นิ้ว
5. เหล็กฟืดหนา 1/2 - 1/4 นิ้ว กว้าง 1/4 - 4 นิ้ว ยาว 6 ม.
6. เหล็กรูปตัวยู และ ซี

2.25.2 เหล็กไลท์เกท (เหล็กกลวง)

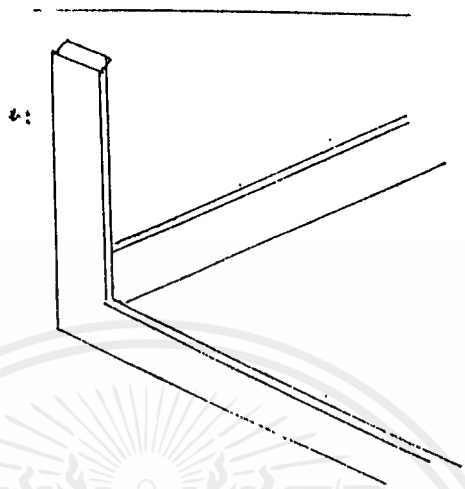
ผลดี 1. เนื้อที่ในการสัมผัสของท่อนเหล็กสี่เหลี่ยม 2 ท่อนเมื่อนำมาวางทาบติดกันมี 2 จุด หรือมากกว่านั้น ไม่สามารถที่จะทำให้เกิดแรงบิดได้หรือเกิดได้น้อยมาก



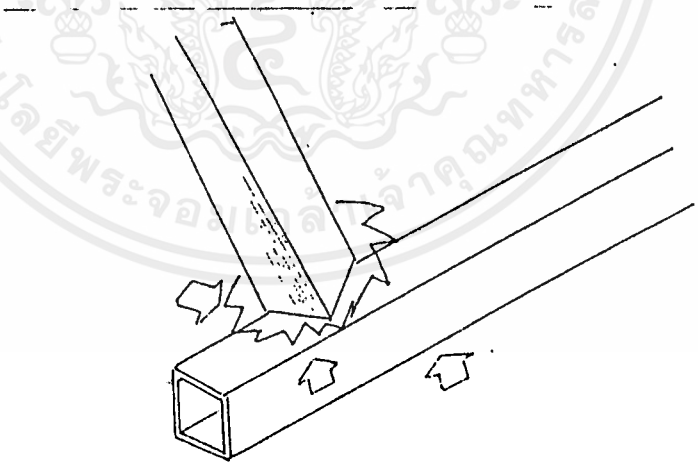
ตัวอย่าง เหล็กกลวง (ไลท์เกท)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การขนส่งในที่ไกล ๆ ไม่สิ้นเปลืองเนื้อที่เท่ากับท่อนเหล็กกลมกลวงเพราะว่าสามารถที่จะออกแบบและผลิตรถยให้ซ้อนกันได้



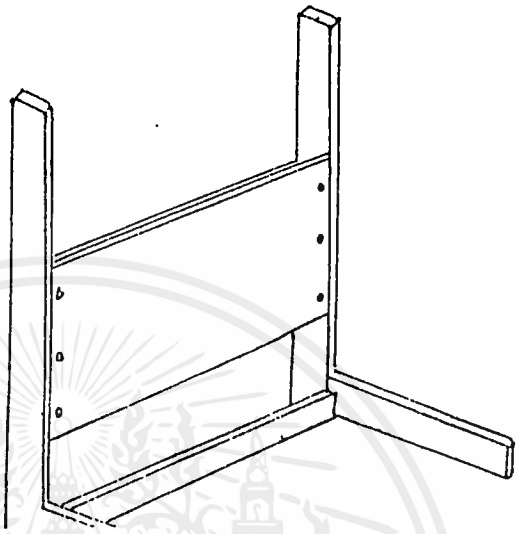
3. เมื่อถูกวัตถุอื่นกระแทก ทำให้เป็นรอยยุบได้ยากกว่าท่อนเหล็กกลมกลวง เพราะมีสันรอบรับถึง 4 มุม



แสดง การกระแทกของเหล็กกลวง กับวัสดุอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในการออกแบบโต๊ะที่ต้องรับแรงมาก การออกแบบไม่ต้องเปลืองโครงสร้างมาก เพราะมีความคงทนมากกว่าเหล็กกลมกลวงและสามารถเชื่อมจุดอุปกรณ์ยึดติด ถอดประกอบได้ง่ายกว่า



ผลเสีย 1. ตัดโค้งได้ยาก หรือถ้าดัดจะทำให้ด้านที่อยู่มุมในย่นไม่สวยงามจึงต้องตัดและพับเหลี่ยมเพื่อเชื่อม

2. มีการเชื่อมมากจุด เมื่อเปรียบเทียบกับท่อนโลหะกลมกลวง

3. เปรียบเทียบจะมีราคาแพงกว่าเหล็กกลมกลวง ในขนาดที่ใกล้เคียงกัน และในความหนาที่เท่ากัน เพราะมีน้ำหนักมากกว่า

2.25.3 เหล็กไลท์เกท (กลมกลวง)

จากผลดีและผลเสียของเหล็กสี่เหลี่ยมกลวง จะเห็นได้ว่ามีคุณสมบัติตรงตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ ส่วนเหล็กกลมกลวงนั้นจะกล่าวถึงเฉพาะคุณสมบัติย่อดังนี้

ผลดี 1. ตัดโค้งได้ง่าย

2. เชื่อมน้อยจุดเมื่อเปรียบเทียบกับเหล็กสี่เหลี่ยมกลวง

3. เทียบราคาถูกกว่าเหล็กเหลี่ยมกลวงเพราะน้ำหนักเบากว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลเสีย 1. เนื้อที่ในการสัมผัสท่อนเหล็กกลม 2 ท่อน เมื่อนำมาวางทาบติดกันมีน้อยหรือมีเพียงจุดเดียว ทำให้เกิดแรงบิดได้

2. ผลิตออกมาในลักษณะที่แข็งแรงต้องใช้โครงสร้างจำนวนมาก

3. การนำหรือขนส่งในที่ไกล ๆ เปลืองเนื้อที่มากกว่าท่อนเหล็กสี่เหลี่ยมกลวงเพราะซ้อนกันไม่ได้

4. เมื่อถูกวัตถุอื่นกระแทกทำให้เกิดรอยบุบได้ง่ายเพราะไม่มีสันรองรับ

5. ในการออกแบบบริเวณจะต้องมีโครงสร้างมาก จึงจะคงทนต่อการรับน้ำหนัก

สรุป เหล็กที่เลือกนำมาใช้ในการออกแบบ เป็นเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 38X38 มม. หรือ 0 1/2 คูณ 1- 1/2 นิ้ว มีความหนา 2.3 มม.

Outside Dimensions		Wall Thickness (mm.)	Calculated Weight	
BXD inch	BXD mm.		kg/m	kg/piece (6m)
1/2X1 1/2	12.7X38.1	1.2	0.70	4.2
3/4X1 1/2	19.1X38.1	1.2	1.11	6.6
1X2	25.4X50.8	1.6	1.84	11.0
1X2	25.4X75	1.6	2.33	14.0
		2.3	3.97	23.8
2X4	50X100	2.3	5.14	30.8
		3.2	7.01	42.1
3X5	75X125	3.2	9.47	56.8
4 1/2X2 1/2	115X65	3.0	8.03	
		4.5	11.70	70.2

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.25.4 โลหะท่อ

โลหะท่อซึ่งมีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิด ทั้งที่เป็นเหล็ก, อลูมิเนียมและสแตนเลส แต่โดยทั่วไปในท้องตลาดจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ท่อนกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง ซึ่งมีให้เลือกเป็นจำนวนมากตามขนาดที่แสดงเอาไว้ในตาราง แต่ลักษณะการใช้งานนั้นต่างก็มีคุณภาพที่ดีแตกต่างกันออกไปทั้งท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวงไม่สามารถชี้ชัดออกมาว่าชนิดใดดีกว่ากันโดยเด็ดขาดซึ่งจะต้องขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน, การออกแบบความสวยงาม โดยที่โลหะทั้งประเภทอาจจะมีการออกแบบเพื่อการใช้งานร่วมกันก็ย่อมได้

ดังนั้นจึงจะนำข้อมูลทั้งสองชนิดมาเปรียบเทียบเพื่อเป็นการสะดวกแก่การนำไปพิจารณาเพื่อการออกแบบ

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบท่อกลมกลวง/ท่อสี่เหลี่ยมกลวง

คุณสมบัติ	ท่อกลมกลวง	ท่อสี่เหลี่ยม
ดัดโค้งได้ง่าย	4	–
เชื่อมน้อยจุด	–	4
น้ำหนักเบา	4	–
การบิดเมื่อเชื่อมน้อย	4	–
เกิดรอยบุบได้ยาก	4	–
การสวมต่อระหว่างขนาด	4	–
จำนวนขนาดให้เลือกมาก	4	–
อันตรายจากเหลี่ยมมุมน้อย	4	–
ความแข็งแรง	–	4
การรับน้ำหนัก	4	4

2.25.5 ข้อมูลเกี่ยวกับการตัดงอต่อโลหะ

การตัดงอท่อคือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของชิ้นงาน โดยที่ไม่เกิดเศษโลหะชิ้นวัสดุทุกชนิดที่ยืดตัวได้ดี จะสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้โดยการดัดงอ ความยืดตัวจะสูงขึ้น ถ้าส่วนผสมคาร์บอนยิ่งน้อยลงเหล็กที่มีส่วนผสมคาร์บอนสูง จะมีความยืดตัวน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กทำเครื่องมือที่มีส่วนผสมคาร์บอน 1.2เปอร์เซ็นต์ ดัดงอในสถานที่เย็น

เหล็กหล่อที่มีส่วนผสมคาร์บอน 3-3.5 เปอร์เซ็นต์ จะหักทันทีที่ตัด

ตารางที่ 2.3 เส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)

	เหล็ก	ทองแดง	ทองเหลือง	อลูมิเนียม	โลหะผสม
6	6	5	15	10	15
8	10	10	15	15	20
10	15	10	15	20	25
12	15	10	20	20	25
14	15	15	20	25	30
15	15	15	20	30	35
16	15	15	20	30	40
18	20	15	20	35	50
20	20	15	25	40	60
22	25	20	30	45	70
25	25	20	35	60	80
30	30	30	40	75	110
35	45	40	50	90	135
40	60	40	50	105	160

ตารางแสดงค่ารัศมีขอบโค้งที่เล็กที่สุดที่จะได้ใช้ในการดัดท่อ (หมายเหตุ สำหรับท่อที่มีผนังบางกว่า 1มม. จะต้องเลือกใช้ค่าถัดไป ค่าที่กำหนดไว้ในตารางจะบอกถึงรัศมีมีส่วนโค้งภายในท่อ)

โลหะท่อนั้นโดยปกติแล้วจะทำจากเหล็กแผ่นแล้วก็เชื่อมต่อแนวยาวตลอด ซึ่งแต่ละท่อนจะอยู่ในช่วงความยาว 6 เมตร สำหรับด้านคุณสมบัตินั้นก็จะเหมือนกับเหล็กแผ่น เพียงแต่ว่าจะต่างกันตรงที่ความแข็งแรง โดยขึ้นอยู่กับจะมีหน้าตัดเป็นรูปทรงเช่นไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะท่อที่ใช้ในการทำเพอร์นิเจอร์นั้น พบมากส่วนใหญ่เป็นพวก ท่อกลม ท่อเหลี่ยม

ลักษณะภายนอกและคุณสมบัติทางกายภาพ
(CHARACTERISTICS AND PHYSICAL PROPERTIES)

1. ขนาดของท่อโลหะ ที่นิยมใช้ในการทำเพอร์นิเจอร์นั้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1/2 นิ้ว ไปจนถึง 3 นิ้ว

2. ขนาดของท่อโลหะเหลี่ยมนั้นก็มีอยู่ด้วยกัน สองแบบ คือ

2.1 SQUARE TUBING

2.2 RECTANGULAR TUBING

ตารางที่ 2.4 ROUND STEEL TUBING

OUTSIDE DIAMETER mm.	THICKNESS หนา mm.	WEIGHT หนัก KG/M
21.3	2.0	0.96
26.0	2.3	1.40
33.7	2.6	1.99
42.4	2.6	2.55
48.3	2.9	3.25
60.3	2.9	4.11
78.1	3.2	6.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 SQUARE STEEL TUBING

SIZE MM.	THICKNESS MM.	WEIGHT KG/M
26/26	1.6	1.12
38/38	1.6	1.78
50/50	1.6	2.38
	2.3	3.34
60/60	1.6	2.88
	2.3	4.06
76/76	2.3	5.14
	3.2	7.01
90/90	2.3	6.23
	3.2	8.61

ตารางที่ 2.6 RECTANGULAR STEEL TUBING

SIZE MM.	THICKNESS MM.	WEIGHT KG/M
50/50	1.6	1.75
	2.3	2.44
60/60	1.6	2.13
	2.3	2.90
75/45	2.3	4.06
	3.2	5.50
90/45	2.3	4.60
	3.2	6.25
100/50	2.3	5.14
	3.2	7.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่แสดงทั้งหมดข้างต้นนี้ ได้นำเอามาแสดงเฉพาะในช่วงขนาดที่สามารถนำมาทำเป็นโครงสร้างของเพอร์นิเจอร์ได้ และขนาดที่ใหญ่ขึ้นไปจากค่าเหล่านี้ก็มีแต่ไม่ได้นำมาแสดง ณ ที่นี้

จากคุณสมบัติตามลักษณะการใช้งานพอจะเสนอแนะความคิดที่เป็นข้อสังเกตของโลหะท่อได้เป็น ๆ ได้ดังนี้

ท่อโลหะกลม ROUND STEEL TUBING

1. สามารถดัดโค้งงอได้สะดวกกว่าท่อเหลี่ยม
2. สามารถต้านแรงกระแทกได้ดีกว่าท่อสี่เหลี่ยม เนื่องจากความกลมจะช่วยกระจายแรง
3. ผิวสัมผัสของระหว่างท่อจะน้อยกว่า ทำให้ความแรงในทางโครงสร้างต้อยลงไป
4. พื้นที่ผิวสัมผัสตรงบริเวณหน้าตัดจะมีมากกว่าท่อเหลี่ยม ยังผลทำให้มีความแข็งแรงมากขึ้น
5. การเจาะตำแหน่งต่าง ๆ บนท่อกลมนั้นจะทำให้แม่นยำได้ยากและจะทำให้เสียประสิทธิภาพด้านความแข็งแรง

ท่อสี่เหลี่ยม RECTANGULAR TUBING

1. ไม่สามารถดัดโค้งงอได้อย่างสะดวก อาจทำให้เกิดรอยย่นพับตามผิว
2. รับแรงกระแทกได้เพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะแรงผิวหน้าที่ไม่ใช้ด้านของสัน
3. ผิวสัมผัสระหว่างท่อจะมีมากกว่าท่อกลม ทำให้เกิดความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น
4. พื้นที่ผิวสัมผัสตรงบริเวณหน้าตัดจะมีน้อยกว่าท่อกลม และตรงบริเวณหน้าตัดนี้จะทำให้สะดวกกว่าท่อกลม
5. การเจาะตำแหน่งต่าง ๆ บนท่อเหลี่ยมจะสะดวกและเที่ยงตรงกว่าท่อกลม ส่วนด้านที่เกี่ยวกับความแข็งแรงนั้นยังไม่มีผลเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.26 การเชื่อม

การเชื่อมประสานให้ชิ้นงานติดเป็นเนื้อเดียวกันนั้นมีหลายวิธี ซึ่งเกิดขึ้นตามวิวัฒนาการความเจริญทางด้านอุตสาหกรรมและลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งกระบวนการต่าง ๆที่ได้คิดค้นและนำมาใช้ในการเชื่อมประสาน โดยแยกตามแบบวิธีการเชื่อมประสานได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.26.1 การเชื่อมหลอมเหลว

เป็นกรรมวิธีเชื่อมประสาน โดยใช้ความร้อนเผาให้ชิ้นงานร้อนจนละลายและใช้โลหะตัวเติมเป็นตัวประสานให้ติดกัน หรือถ้าไม่ใช้ก็เผาให้ชิ้นงานหลอมละลายประสานกัน เป็นการเชื่อมที่ใช้กันมากที่สุดในวงการอุตสาหกรรมปัจจุบัน ซึ่งการเชื่อมแบบนี้ ได้แก่

1.1 การเชื่อมไฟฟ้า (ARC WELDING)

1.1.1 การเชื่อมแบบเปิด เชื่อมด้วยมือ

1.1.2 การเชื่อมแบบปิด (SUBMERGED WEDING)

1.1.3 การเชื่อมแบบใช้แก๊สคลุม

1.2 การเชื่อมแก๊ส (GAD WELDING)

1.3 การเชื่อมแบบความต้านทาน (INDUCTION WELDING)

1.4 การเชื่อมแบบปฏิกิริยาเคมี (THERMIT WELDING)

1.5 การหล่อเชื่อม (FLOW WELDING)

2.26.2 การเชื่อมโดยใช้แรงกด (PRESSURE WELDING)

การเชื่อมแบบนี้เป็นการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยไม่ได้คำนึงถึงความแข็งแรงมากนัก ใช้กันมากในยุคเริ่มต้นของวงการอุตสาหกรรม มีวิธีการใหญ่ ๆ อยู่ 2 อย่างคือ

2.1 การตีอัด (FORGE WELDING) การทำงานโดยการตีอัดนี้จะต้องเผาชิ้นงานให้ร้อนจนใกล้จุดหลอมเหลวละลาย แล้วจึงตีอัดต่อชิ้นงานหรือโดยแบบวิธีอื่น ๆ เช่น

2.1.1 การใช้ค้อนตีอัดขณะร้อน (HAMMER WELDING)

2.1.2 การใช้ล้อรีดทับ (ROLL WELDING)

2.1.3 การหล่ออัด (DIC WELDING)

2.2 การเชื่อมโดยใช้ความต้านทานไฟฟ้า (RESISTANCE WELDING) ซึ่งกรรมวิธีการทำงานแบบนี้แบ่งออกเป็นหลายวิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การเชื่อมจุด (DIC WELDING)
2.2.2 การเชื่อมแบบ STREAM WELDING
2.2.3 การเชื่อมแบบ PROJECT WELDING
2.2.4 การเชื่อมแบบต่อเกย (UPSET WELDING)
2.2.5 การเชื่อมแบบ FLASH WELDING
2.2.6 การเชื่อมแบบ PERCUSSION WELDING

2.26.3 การบัดกรี (SOLDERING)

การบัดกรีเป็นการเชื่อมประสานแบบหนึ่ง ซึ่งความแข็งแรงของรอยประสานจะเป็นรอยการเชื่อมหลอมเหลว การบัดกรีนั้นการทำงานคล้ายกับการเชื่อมหลอมเหลว แตกต่างกันตรงที่การบัดกรีชิ้นงานไม่ร้อนจนหลอมละลาย ขณะที่ตัวประสาน(ตัวเดิม)หลอมละลายประสานติดชิ้นงาน มีอยู่ 3 วิธีคือ

3.1 การบัดกรีอ่อน (SOFT SOLDERING) อุณหภูมิในการทำงานจะสูงไม่เกิน 400 องศาเซนเซียส ตัวประสานเรียกว่าตัวบัดกรีจะทำจากตะกั่วผสมดีบุก จะมีตัวช่วยประสานให้ตัวบัดกรีกับชิ้นงานติดกันง่ายขึ้นเรียกว่า น้ำประสาน

3.2 การบัดกรีแข็ง (BRAZING HARD SOLDERING) รอยบัดกรีแข็งจะมีความแข็งแรงมาก แต่น้อยกว่ารอยเชื่อม อุณหภูมิการทำงานอยู่ที่ 400 องศาเซนเซียส

2.27 งานเชื่อมโลหะ

โลหะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดของวงจรการอุตสาหกรรม ในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือเครื่องจักรต่าง ๆ อุปกรณ์การสร้าง ในการขึ้นรูปโลหะเหล่านี้อาจทำได้หลายประการ เช่น การหล่อ ทำมาเป็นส่วน ๆ แล้วมาประกอบกัน การต่อโดยวิธีต่าง ๆ วิธีการที่จะให้ได้ความคงทนแข็งแรงและขึ้นรูปร่างได้ง่ายคือการต่อประสานกัน ซึ่งการต่อประสานบางชนิดจะเสียเวลาในการทำงานน้อย สะดวก ซึ่งการต่อประสานมีหลายแบบซึ่งได้กล่าวมาแล้ว

2.27.1 คำจำกัดความและวิธีการเชื่อมต่าง ๆ โดยย่อ

1. การเชื่อมแบบหลอมเหลว

คือการเชื่อมโดยชิ้นงานและลวดละลายโดยพร้อม ๆ กันประสานติดกันเป็นเนื้อเดียว มี 2 วิธี คือ การเชื่อมแก๊สและการเชื่อมไฟฟ้า จะกล่าวเฉพาะการเชื่อมด้วยไฟฟ้า

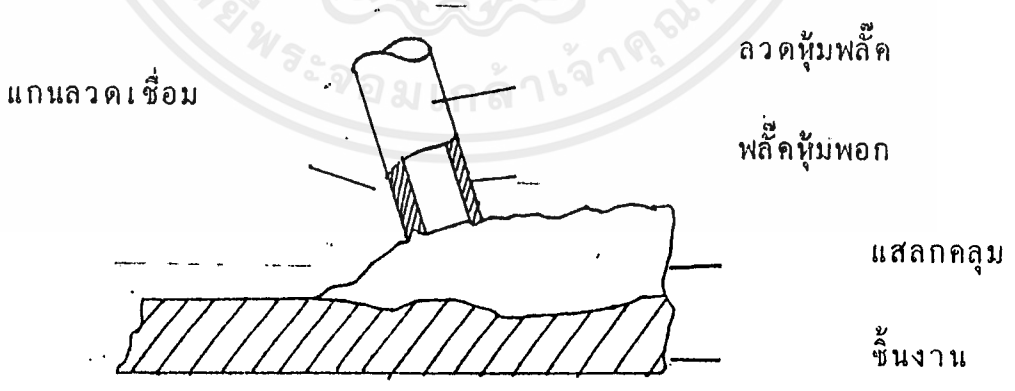
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 การเชื่อมแบบเปิด การเชื่อมแบบเปิดหมายถึง การเชื่อมประสานในบรรยากาศที่ไม่มีสารปกปิดหรือมีสารคลุม เช่น การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมที่ใช้มือจับเชื่อม การเชื่อมแบบเปิด มีวิธีการทำงานได้หลายวิธี เช่น

1.1.1 การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมโลหะ ลวดเชื่อม(ELECTRODE) และชิ้นงานที่จะเชื่อมเป็นโลหะเช่นเดียวกัน เครื่องเชื่อมอาจจะเป็นชนิดใช้ไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสไฟสลับก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของลวดเชื่อมเป็นเกณฑ์ โดยที่ขั้วหนึ่งจับลวดเชื่อมอีกขั้วหนึ่งจับชิ้นงาน ลักษณะของลวดเชื่อมมี 2 ชนิด คือ ลวดเปลือกและลวดหุ้มฟลั๊ค

1.1.1.1 เชื่อมลวดเปลือย ลวดเปลือยเป็นเส้นลวดที่ไม่มีสารหุ้มพอกหรือฟลั๊ค การเชื่อมด้วยลวดเปลือยนี้จะต้องเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมกระแสไฟตรง เพราะกระแสไฟสลับจะทำให้การอาร์คไม่สม่ำเสมอ ข้อเสียของลวดเปลือยคือการอาร์คไม่แน่นอนเกิดอาการเป่าอย่างรุนแรงขณะเชื่อม รอยเชื่อมจะไม่แข็งแรงและเกิดรอยพรุนในรอยเชื่อมได้ง่าย เพราะอากาศเข้าผสมขณะเชื่อมได้ง่าย ข้อดีของลวดเปลือยคือ ประหยัดกระแสที่ใช้ต่ำ เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างขณะที่เชื่อมมีน้อย

1.1.1.2 การเชื่อมด้วยลวดหุ้มฟลั๊ค การเชื่อมด้วยลวดหุ้มฟลั๊ค เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในวงการอุตสาหกรรมเพราะการทำงานง่ายและสะดวก คุณภาพของงานดีพอใช้และประหยัดกว่าวิธีเชื่อมแบบอื่น ๆ กระแสที่ใช้เชื่อมได้จากกระแสไฟตรง กระแสไฟสลับต่าง ๆ ขณะทำการเชื่อมแรงเคลื่อนไฟจะลดลงเหลือประมาณ 25-30 โวล์ท และลวดหุ้มฟลั๊คชนิดพิเศษแรงเคลื่อนจะสูงไม่เกิน 45-55 โวล์ท



รูปที่ 2.23 การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดหุ้มฟลั๊ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสที่ใช้ในการเชื่อมขึ้นอยู่กับขนาดของลวดเชื่อมและความหนาของชิ้นงาน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องเชื่อม ท่าที่ใช้ในการเชื่อม เช่น เชื่อมท่าเหนือศีรษะ การตั้งกระแสไฟจะลดลง 20-25% จากการเชื่อมท่าราบ นอกจากนั้นการให้ความร้อนจากการอาร์คยังขึ้นอยู่กับชนิดของฟลั๊คหุ้มลวดเชื่อมด้วย

2.28 ลิ้นชัก

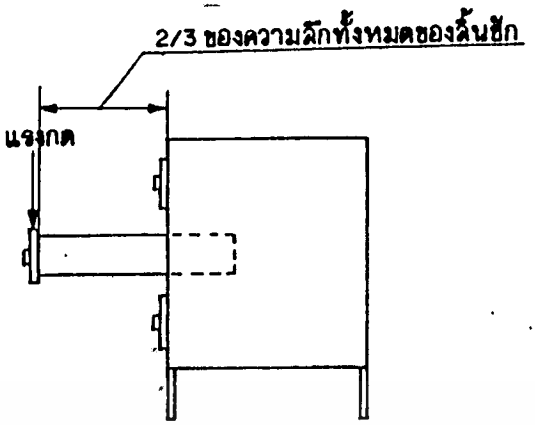
ลำดับที่	ส่วนต่าง ๆ ของตู้และชั้นวางของ	มวล
1	พื้นที่ส่วนบน พื้นที่ส่วนล่าง ชั้น ส่วนอื่น ๆ ที่อยู่ในแนวระดับและตะกร้าติดบานตู้	1.0 กิโลกรัมต่อ 10,000 ตารางมิลลิเมตร
2	ลิ้นชัก และส่วนอื่นที่ดึงยื่นออกได้	0.25 กิโลกรัมต่อบาศก์เซนติเมตร (ปริมาตรภายใน)
3	ซองใส่แฟ้มหรือเอกสาร ชนิดแขวน	1.25 กิโลกรัมต่อความยาว 100 มิลลิเมตร
4	ราวแขวนผ้า	2.0 กิโลกรัมต่อความยาว 100 มิลลิเมตร

ตารางที่ 2.7 มวลที่กดบนส่วนต่าง ๆ ของตู้และชั้นวางของ

ความแข็งแรงของรางลิ้นชัก

1. ดึงลิ้นชักออกจากโครงตู้และชั้นเป็นระยะ 2 ใน 3 ของความลึกทั้งหมดของลิ้นชัก กระจายมวลตามที่กำหนดในตารางที่ 1 ในลิ้นชัก
2. ให้แรงกดในแนวดิ่งบนขอบนอกด้านหน้าของลิ้นชักที่มุดใดมุมหนึ่ง จนกระทั่งได้แรงกดตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น ๆ แล้วคงค่าแรงกดนี้ไว้ประมาณ 10 วินาที
3. ให้ปฏิบัติตามข้อ 2 จำนวน 10 ครั้ง
4. ตรวจพินิจลิ้นชักและรางลิ้นชักก่อนและหลังการทดสอบ

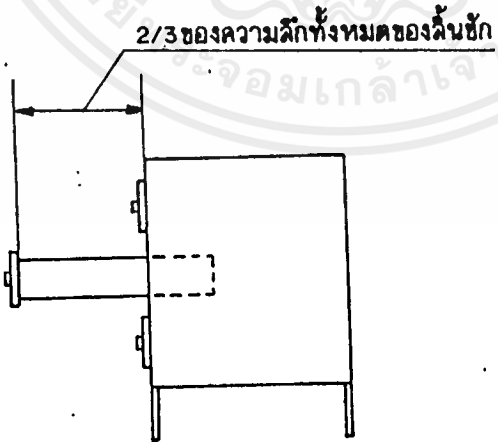
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 ความแข็งแรงของรางลิ้นชัก

ความทนทานของลิ้นชักและรางลิ้นชัก

1. ติดตั้งที่กันเลื่อน
2. ปรับตั้งลิ้นชักให้มีระยะเปิดเท่ากับ 2 ใน 3 ของความลึกทั้งหมดของลิ้นชักพร้อมทั้งกระจายมวล 0.33 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรภายในลิ้นชัก
3. เปิดปิดลิ้นชักตามจำนวนครั้งที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น ๆ โดยแต่สะครั้งลิ้นชักต้องอยู่ในตำแหน่งปิดสนิทและอยู่ในแนวระดับและต้องมีอัตราเร็วในการเปิดปิดไม่เกิน 0.25 เมตรต่อวินาที
4. ตรวจพินิจลิ้นชักและรางลิ้นชักก่อนและหลังการทดสอบ

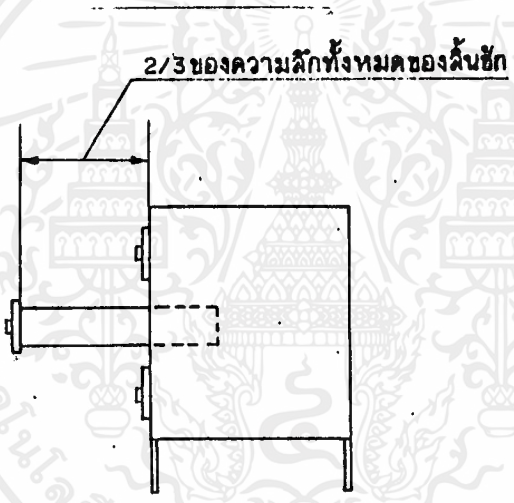


รูปที่ 2.25 ความทนทานของลิ้นชักและรางลิ้นชัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปิดปิดกระแทกของลิ้นชัก

1. ติดตั้งที่กันเลื่อน
2. ปรับตั้งระยะเปิดปิดของลิ้นชัก โดยดึงลิ้นชักออกจากโครงตู้และชั้นเป็นระยะ 2 ใน 3 ของความลึกทั้งหมดของลิ้นชัก
3. ประกอบลิ้นชักเข้าอุปกรณ์ แล้วให้ปิดกระแทกลิ้นชักด้วยความเร็วและแรงกระแทกตามที่กำหนด ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น ๆ จำนวน 10 ครั้ง แล้วให้เปิดกระแทกลิ้นชัก ด้วยความเร็วและแรงกระแทกตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น ๆ จำนวน 10 ครั้ง
4. ตรวจพินิจลิ้นชักและรางลิ้นชักก่อนและหลังการทดสอบ



รูปที่ 2.26 การเปิดปิดกระแทกของลิ้นชัก

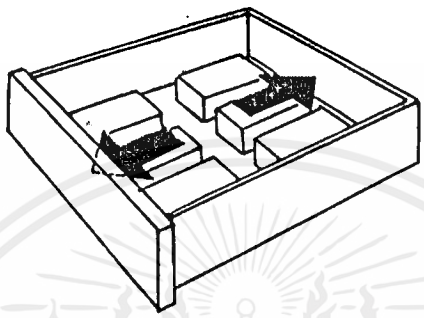
ความแข็งแรงของลิ้นชัก

1. วางลิ้นชักบนเครื่องทดสอบในลักษณะเดียวกันกับการวางอยู่ในตู้หรือชั้นวางของ กระจายมวล 0.33 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรภายในลิ้นชัก
2. ให้แรงกดในแนวระดับระหว่างแผ่นปิดด้านหน้ากับแผ่นปิดด้านหลัง ที่ตำแหน่งกึ่งกลางความยาวของแผ่นปิดด้านหน้า และแผ่นปิดด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอยู่สูงจากพื้นลิ้นชักเป็นระยะ 25 มิลลิเมตร จนกระทั่งได้แรงกดตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น ๆ

3. ให้ปฏิบัติตามข้อ 2 จำนวน 10 ครั้ง
4. ตรวจพินิจลิ้นชักก่อนและหลังการทดสอบ



รูปที่ 2.27 ความแข็งแรงของลิ้นชัก

โครงตู้และโครงชั้นวางของ

- ความแข็งแรงของโครงตู้และโครงชั้นวางของ

1. บิดลิ้นชัก บานตู้ และส่วนอื่น ๆ ให้เรียบร้อย
2. ติดตั้งที่กันเลื่อน
3. ให้แรงกดในแนวระดับที่ตำแหน่ง A จนกระทั่งได้แรงกดตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น ๆ คงค่าแรงกดนี้ไว้อย่างน้อย 10 วินาที
4. ให้ปฏิบัติตามข้อ 3 จำนวน 10 ครั้ง คงค่าแรงกดในแนวระดับไว้แล้ววัดหาค่าความเบี่ยงเบนของโครงตู้หรือโครงชั้นวางของ (d) ให้ละเอียดถึง 0.10 มิลลิเมตร
5. ให้ปฏิบัติตามข้อ 2 ข้อ 3 และข้อ 4 ที่ตำแหน่ง B ตำแหน่ง C และตำแหน่ง D ตามลำดับ
6. ตรวจพินิจตู้หรือชั้นวางของก่อนและหลังการทดสอบ

หมายเหตุ ตำแหน่งที่ให้แรงกดในแนวระดับต้องอยู่สูงจากพื้นไม่เกิน 1,600 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.29 พลาสติก

พลาสติกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. พลาสติกคงรูปหรือพลาสติกเทอร์โมเซ็ตติ้ง
2. พลาสติกเปลี่ยนรูปหรือพลาสติกเทอร์โมพลาสติก

<u>พลาสติกคงรูป</u> การผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทนี้เพื่อที่จะให้ได้รูปร่างตามต้องการ ต้ออาศัยความร้อน อาจจะใช้ความดันหรือไม่ใช้ก็ได้ ผลที่ได้ของผลิตภัณฑ์มีความแข็งคงรูปตามต้องการมีกรรมวิธีการผลิตในตอนแรกจะใช้ความร้อนทำให้อ่อนหรือใช้สารเคมีเฉพาะเติมลงไป และทำให้มีความแข็งตัวโดยการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเรียกว่า Polymerization พลาสติกประเภทนี้ไม่สามารถทำให้อ่อนตัวหรือหล่อหลอมได้อีก Polymerization เป็นกระบวนการทางเคมี ผลที่ได้จะก่อให้เกิดสารประกอบประเภทใหญ่ ซึ่งมีน้ำหนักของโมเลกุลมากขึ้นมากกว่าสารเดิม กระบวนการที่ใช้พลาสติกประเภทนี้จะรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ใช้แรงอัด หรือการส่งผ่านแบบแม่พิมพ์ การหล่อการเคลือบผิวและการย้อม

พลาสติกประเภทนี้มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ดีมาก คือ ทนความร้อนที่อุณหภูมิสูงได้ดีทนการกัดกร่อนของสารเคมี เมื่อผ่านการผลิตโดยใช้ความร้อนและแรงอัดแล้ว จะนำกลับไปหลอมละลายอีกไม่ได้ เพราะโครงสร้างทางเคมีเปลี่ยนไป มีโมเลกุลไม่เป็นระเบียบ การเกาะกันอย่างนี้ทำให้มีเนื้อแข็งไม่อ่อนตัว ไม่ละลายในสารละลายใด ๆ ติดไฟยาก พลาสติกเหล่านี้ได้แก่ อีพอกซี่ ยูเรเทน ฟีโนลลิค ซิลิโคน เป็นต้น

<u>พลาสติกเปลี่ยนรูป</u> เป็นพลาสติกที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ในการหล่อหลอมจะไม่อ่อนตัวแต่จะแข็งคงรูปในขณะที่ทำให้เย็นตัว และสามารถหล่อหลอมนำกลับไปใช้ได้อีก โดยการใช้ความร้อนเปรียบเสมือนน้ำเมื่อนำไปทำน้ำแข็ง เมื่อถูกความร้อนก็จะละลายกลายเป็นน้ำอีก และสามารถนำกลับไปทำน้ำแข็งได้อีกพลาสติกประเภทนี้มีโมเลกุลเป็นลักษณะยาวเป็นเส้นตรง ทำให้มีความเค้นแรงดึงสูง มีความเหนียว เมื่อทำเป็นเส้นจะมีความเหนียวไม่ขาดง่าย ไม่ควรใช้งานในที่ที่มีอุณภูมิสูงเกินกว่า 80 องศาเซนเซียส ไพราะจะอ่อนตัวมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.29.1 สารประกอบพลาสติกคงรูปและการใช้ประโยชน์

1. ฟีนลิก (Phenolics)

มีความแข็งแรงทนทาน สามารถขึ้นรูปในแบบแม่พิมพ์ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ได้ วัสดุชนิดนี้ทนความร้อนและความชื้นได้สูง สามารถผลิตเป็นสีต่าง ๆ ได้หลายสี วัสดุชนิดนี้ใช้ในการเคลือบผิวปิดผิวผลิตภัณฑ์ ใช้เป็นสารยึดเหนี่ยวโลหะและแก้ว สามารถหล่อเป็นรูปแบบต่าง ๆ ได้ตามแม่พิมพ์ เช่น ทำบล็อกไฟฟ้า ฝาขวดลูกบิดประตู หน้าปัดวิทยุ และอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิด นอกจากนี้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้อีก เช่น ขี้นเลื่อย ชิ้นไม้สับ เมื่อใช้กาวนี้ผสมสามารถอัดพอร์มเป็นแผ่นได้ เป็นต้น

2. อามิโนเรซิ่น (Amino Resins)

ชนิดของอามิโนเรซิ่นที่สำคัญคือ ยูเรียฟอร์มาลดีไฮน์และเมลามีน สารประกอบทั้งสองนี้จัดเป็นพลาสติกคงรูป ซึ่งแตกต่างกันตามตัวผสมเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติในการใช้งานทางด้านกลไกและไฟฟ้า ลักษณะการไหลตัวที่ดีของเมลามีนทำให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ตามแบบแม่พิมพ์ได้ดี เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้บนโต๊ะอาหาร ส่วนประกอบของรถยนต์ ลูกบิดประตู เครื่องรักษาความปลอดภัย ส่วนยูเรียเรซิ่นเหมาะสำหรับการอัดและการอัดส่ง มีผิวแข็งและเป็นฉนวนได้ดี สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์มีสีต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ผลิตภัณฑ์พลาสติกชนิดนี้จะรวมไปถึง ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน กระดุมเสื้อ เรซิ่นทั้งสองชนิดนี้ได้ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับเป็นกาวยึดเหนี่ยวไม้หรือกระดาษ ที่น่าสนใจคือช่วยเพิ่มให้ความคงทนของผ้าฝ้าย โดยทำให้แห้งและควบคุมการหดตัวของผลิตภัณฑ์ได้ดี

3. โฟแรนเรซิ่น (Furane Resins)

ในกระบวนการผลิตโฟแรนเรซิ่นนี้ จะต้องมีการใช้กรดของเหลือทิ้งจากฟาร์ม เช่น ซังข้าวโพด ฟางข้าว เปลือกข้าวและเมล็ดข้าง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสารชนิดนี้จะมีสีเข้ม ทนน้ำ และมีคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าที่ดีโฟแรนเรซิ่นใช้เป็นตัวเชื่อม ตัวทำให้แข็งสำหรับปูนยิบซั่มและเป็นสารประกอบยึดเหนี่ยว สำหรับส่วนประกอบของพื้นและผลิตภัณฑ์แกรไฟต์

4. อีพอกไซด์ (Epoxides)

อีพอกซี่เรซิ่นถูกใช้ใน การหล่อ การปะติด การทำแบบแม่พิมพ์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนประกอบของสี ใช้เป็นกาว อีพอกซี่เรซิ่น มีคุณสมบัติคือ การหดตัวต่ำ ทนต่อสารเคมีได้ดีมีคุณสมบัติด้านไฟฟ้าดี มีความแข็งแรง ทำให้แก้วและโลหะยึดติดได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ซิลิโคน (Silicones)

ซิลิโคนมีคุณสมบัติเหมาะสมหลายประการ สำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น น้ำมันแก๊สเรซิ่น กาว และส่วนประกอบของยาง เป็นต้นคุณสมบัติของซิลิโคนคือ มีความคงทน พบอุณหภูมิสูงได้ดีไม่รวมตัวกับน้ำ ซิลิโคนเรซิ่นอาจใช้ทำแบบแม่พิมพ์สำหรับการ ปะติดและการเคลือบผิว ปะเก็บ ส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้า ใยแก้วซิลิโคนถ้าทำให้เป็นของเหลวใช้สำหรับการหล่อเป็นตัวยึด ถ้าเป็นผงใช้ทำผลิตภัณฑ์โพม ซิลิโคนมีราคาสูงมากการใช้จึงมีขีดจำกัด ต้องใช้ให้มีประโยชน์สูงสุด ซิลิโคนเรซิ่นเข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ โดยใช้แรงอัดหรือแรงอัดส่ง การรีดและการหล่อ

2.29.2 สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปและการใช้ประโยชน์

1. เซลลูโลซิค (Cellulose)

เซลลูโลซิค คือ พลาสติกเปลี่ยนรูป ที่เตรียมจากกรรมวิธีการต่าง ๆ ของฝ้ายและใย ใบไม้ มีความเหนียวมากและสามารถผลิตให้มีสีต่าง ๆ ได้

1.1 เซลลูโลสอาซิเตท (Cellulose Acetate) คล้าย ๆ กับเซลลูโลสเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติแข็งแรงและสามารถทำเป็นรูปแผ่นหรือหล่อให้ได้รูปตามต้องการโดยการอัดฉีด การใช้แรงอัด และการอัดอัดรีด ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารประกอบชนิดนี้ เช่น หีบห่อต่าง ๆ ของเล่นเด็ก ลูกบิดประตู โคมไฟส่งสัญญาณ ขนแปรงทาสี ตู้วิทยุและนวม เป็นต้น

1.2 เซลลูโลอาซิเตท-บูไทเรท (Cellulose Acetate Butyrate) คล้ายกับเซลลูโลสอาซิเตท สารทั้งสองสามารถผลิตให้มีสีได้ตามต้องการ โดยใช้กระบวนการเดียวกันทั่ว ๆ ไป มีการดูดซึมน้ำได้ดี ดูดความชื้นได้ต่ำเหนียว มีขนาดคงที่ภายใต้บรรยากาศต่าง ๆ สามารถอดขึ้นรูปได้ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารประกอบชนิดนี้ เช่น พวงมาลัย ฟุตบอล หมวกกันน็อค กรอบแว่นตา อ่างล้างรูป เข็มขัด อุปกรณ์เครื่องเรือน ผ้ายาง กระดุม ม้วนเทป ท่อน้ำท่อแก๊ส เป็นต้น

1.3 เอทิลเซลลูโลส (Ethly Cellulose) เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสที่มีความหนาแน่นต่ำสุด ใช้มากในกระบวนการทำแบบแม่พิมพ์ เพราะมีความคงทนต่อด่าง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โพลิสไตรีน (Polystyrene)

คือ วัสดุพลาสติกเปลี่ยนรูปที่นำมาดัดแปลงเฉพาะการอัดฉีดแบบแม่พิมพ์ และการอัดรีดลักษณะที่สำคัญของสารประกอบชนิดนี้คือ มีความถ่วงจำเพาะต่ำ มีสีต่าง ๆ ตั้งแต่ใสจนทึบ ทนทานต่อสารน้ำทุกชนิด ขนาดคงที่และเป็นฉนวน ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุชนิดนี้ เช่น หม้อแบตเตอรี่ จาน ส่วนประกอบวิทยุ เลนส์ เพือง เป็นต้น ผลิตภัณฑ์นี้ใช้วัสดุที่ทำได้โดยการอัดฉีดและการอัดรีดขึ้นรูป

3. โพลีเอททีรีน (Polyethylene)

วัสดุชนิดนี้มีความยืดหยุ่นทั้งอุณหภูมิสูงและต่ำ คุณสมบัติพิเศษกันน้ำและสารเคมีต่าง ๆ ได้โพลีลีเอททีรีนลอยน้ำได้ พลาสติกชนิดนี้มีราคาถูก กันความชื้นได้ จึงใช้ทำพวกหีบห่อ ถาด สายเคเบิล อุปกรณ์ที่เป็นฉนวน ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำจากวัสดุชนิดนี้โดย การอัดฉีด การเป่า การรีดเป็นแผ่น ฟิล์ม และเป็นเส้น ๆ

4. โพลีโพรพีรีน (Polypropylene)

มีคุณสมบัติพิเศษด้านไฟฟ้าดี กันสะเทือน ทนแรงดึงดี ทนทานต่อความร้อนและสารเคมีวัสดุนี้ ถ้าเป็นโมโนฟิลาเม้นท์ของโพลีโพรพีรีนใช้ทำเชือก ตาข่าย ผ้า ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ทำจากโพลีโพรพีรีน เช่น เครื่องใช้ในโรงพยาบาล และห้องปฏิบัติการ ของเล่นกระเป๋า เครื่องเรือน ฟิล์มสำหรับภาชนะบรรจุอาหาร และฉนวนไฟฟ้าโพลีโพรพีรีนสามารถทำได้โดยกระบวนการต่าง ๆ ของพลาสติกเปลี่ยนรูปได้ทั้งหมด

5. โพลีซัลโฟน (Polysullones)

วัสดุชนิดนี้มีคุณสมบัติทางกายภาพดี ทนความร้อน ขึ้นรูปโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การอัดฉีด การรีด การขึ้นรูปด้วยความร้อน การเป่า ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องมือที่ใช้ภายในบ้าน สวิต เพือง และสิ่งอื่น ๆ ที่ใช้กับงานทนความร้อน โพลีซัลโฟนที่รีดเป็นแท่งมีเส้นผ่าสูงถึง 10 นิ้ว ใช้ทำเป็นลวดและสายเคเบิ้ล สีทำได้ทั้งโปร่งใสและทึบ

6. พลาสติกเอบีเอส (ABS Plastic)

สารเคมี 3 ชนิด คือ Acrylonitrile, Butadiene และ Styrene รวมกันเป็นพลาสติกเอบีเอส ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีความแข็ง ยืดหยุ่นได้และเหนียว ทำให้มีสีต่าง ๆ ได้ และทนความร้อนได้ถึง 220 องศาฟาเรนไฮน์ พลาสติกชนิดนี้ทำได้โดยกระบวนการขึ้นรูปด้วยความร้อน การอัดฉีด การเป่า แบบแม่พิมพ์หมุนและการรีดวัสดุชนิดนี้ใช้ทำท่อ กล้องถ่ายรูป โทรศัพท์ เป็นต้น

7. โพลีอิมิด (Polyimide)

วัสดุชนิดนี้ถูกผลิตขึ้นในรูปของของแข็ง เป็นฟิล์มหรือสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมบระสิทธิ์การเสียดทานต่ำ ต่อต้านต่อรังสี ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ เช่น บลอก แบริ่ง ท่อ หน้าลิ้นบิดเบิด ชิ้นส่วนอุบกรณ์ไฟฟ้า ถ้าสารนี้มีลักษณะเป็นฟิล์มจะเหนียว และแข็ง ใช้ส่วนที่เป็นฉนวนของลวดและมอเตอร์ ถ้าเป็นละลายใช้ในการเคลือบลวดและฉาบแก้ว

8. ไนลอน (Nylon)

มีการใช้ในแบบแม่พิมพ์และการรีด ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ เช่น แบริ่ง เฟือง ลิ้นบิดเบิด ท่อ ของใช้ในครัวเรือน หีบห่อ ผ้าและสายร่มชูชีพ เชือกไต่เขา และขนแปรงทาสี เป็นต้น

9. อาคริลิดเรซิ่น (Acrylic Resins)

ยางนี้มีคุณสมบัติเฉพาะ คือ มีความใสมาก ทำขึ้นรูปง่าย ทนต่อความชื้น ยางชนิดนี้ทั่ว ๆ ไปคือ Methly Methacrylate ชื่อการค้าที่รู้จักกันดีคือ Lucite ของบริษัทดูบองท์และ Plexigls ของบริษัท Room & Haas สารนี้เป็นพลาสติกเปลี่ยนรูปที่สามารถขึ้นรูปได้โดยการหล่อ การรีดการใช้แบบแม่พิมพ์ การดึง ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์คือหน้าต่าง เครื่องบิน ตู้กระจกโชว์ ผาบิดเครื่องวัด เครื่องสำอางค์ หุ่นจำลองแบบใส เป็นต้น

10. ไวนีล เรซิ่น (Vinyl Resines)

ไวนีล เรซิ่น ที่รู้จักกันทางการค้าจะรวมถึง โพลีไวนีล คลอไรด์ (Polyving Chloride) P.V.B. โพลีไวนีล บูไทเรท (Polyvinyl Butyrate) และโพลีไวนีลลิดีน คลอไรด์ (Polyvingylidene Chloride) สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปชนิดนี้สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้โดยการ อัดฉีด การอัดส่งการรีด การเป่า ไวนีลเรซิ่น เหมาะสำหรับการเคลือบผิว การดัดโค้งและทำให้เป็นแผ่นแข็งได้

10.1 Polyvinyl Butyrate มีความใสและเหนียว ใช้สำหรับเชื่อมต่อแก้ว ทำเสื้อกันฝน เครื่องอุดถังเชื้อเพลิง ทนต่อความชื้น ยึดเหนี่ยวได้ดี คงทนต่อแสงและความร้อน

10.2 Polyvinyl Chloride ทนต่อตัวทำละลายต่าง ๆ ได้สูงและทนไฟ ในทางผลิตภัณฑ์ใช้ทำยางที่ยืดหยุ่นได้ ภาชนะบรรจุและขวดต่าง ๆ

10.3 Polyvinylidene Chloride ใช้สำหรับทำ และท่อ

10.4 Cellular vinyl ทำผลิตภัณฑ์โฟม ทุ่น สิ่งห่อหุ้มและเบาะ

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีความสำคัญมากในปัจจุบันซึ่งนำมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์แทนวัสดุอื่นๆ เนื่องจากวัสดุพลาสติกมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.30 กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก
สามารถแยกออกเป็นประเภท ได้ดังนี้

1. ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบปิด Molding
   1.1 แบบอัด (Compression)
   1.2 แบบอัดส่ง (Transfer)
   1.3 แบบฉีด (Injection)
   1.4 แบบรีด (Extrusion)
   1.5 แบบเป่า (Blow)
   1.6 แบบลูกกลิ้ง (Calendering)
   1.7 แบบอัดแผ่น (Laminating)
   1.8 แบบอัดเย็น (Cold)
2. ประเภทหล่อพลาสติกเหลว Casting
   2.1 แบบหล่อเย็น (Simple)
   2.2 แบบหล่อร้อน (Plastisol)
3. ประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น Thermoforming
   3.1 แบบอัดด้วยแม่แบบ (Mechanical)
   3.2 แบบสูญญากาศ (Vacuum)
   3.3 แบบลมอัด (Blow)
4. ประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง Reinforcing
   4.1 แบบใช้มือทา (Hand Lay-Up)
   4.2 แบบใช้เครื่องพ่น (Spray Up)
   4.3 แบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding)
   4.4 แบบอัดเหลว (Premix Molding)
   4.5 แบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding)
   4.6 แบบถุงสูญญากาศ (Vacum-Bag Molding)
5. ประเภทหล่อโฟม Foaming
   5.1 แบบหล่อพลาสติกเม็ด
   5.2 แบบหล่อพลาสติกเหลว

กรรมวิธีการผลิตมีมากมายหลายวิธีในที่นี้จะกล่าวถึงการผลิตที่สำคัญๆ เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.30.1 กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด

แบ่งออกได้หลายชนิด คือ

1. แบบฉีดชนิด Flow Molding

เป็นชนิดธรรมดาที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ใช้ทำชิ้นงานทั่ว ๆ ไปเช่น ถังน้ำ ตะกร้า ขัน และของใช้อื่น ๆ

2. แบบฉีดชนิด Injection Blow Molding

เป็นชนิดที่ดัดแปลงมากจากกรมวิธีการผลิตแบบเป่า ซึ่งผลิตชิ้นงานที่กลวงแต่มีปัญหาเรื่องความหนาของส่วนต่าง ๆ ไม่เท่ากัน กรรมวิธีแบบนี้จะผลิตชิ้นงานรูปขวดที่มีขนาดเล็กเท่านั้น เนื้อของชิ้นงานทั่ว ๆ ไปมีความหนาใกล้เคียงกัน

3.แบบฉีดชนิด Reactive Injection Molding

ใช้ผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น ชิ้นส่วนในรถยนต์ เครื่องปรับอากาศและฝาครอบผลิตภัณฑ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ฯลฯ

4. แบบฉีดชนิด Injection Stamping

เป็นกรรมวิธีการผลิตแบบพิเศษที่ทำงานละเอียด แม่แบบสามารถปรับขนาดได้ ป้องกันการหดตัวหรือบิดงอของชิ้นงาน มีใช้น้อยมาก ซึ่งส่วนใหญ่ใช้กับงานผลิตเลนส์

ชนิดของพลาสติกที่ใช้กับกรรมวิธีการผลิตแบบฉีดนั้น ใช้พลาสติกพวกเทอร์โมพลาสติกเกือบจะทุกชนิด เช่น แอสเซทอล อะคริลิค ฟลูออโรคาร์บอน โพลีโอเลฟิน โพลีสไตรีน ไวนิล โพลีเอทธีลีน โพลีพรอพพีลีน

ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีการผลิตแบบนี้เป็นผลิตภัณฑ์เกือบทุกประเภท สังเกตุง่าย ๆ ให้ดูที่รอยนูนกลมที่ด้ายล่าง หรือส่วนที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นรอยที่พลาสติกหลอมเหลวถูกอัดเข้าแม่แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.31 การชุบโครเมี่ยม

โครเมี่ยมเป็นโลหะที่มีสีขาวนวลสดใส ไม่ขุ่นมัว ไม่ต้องขัดถูบ่อย ๆ มีความฝืดต่ำ แข็ง มีจุดหลอมตัวสูงที่ 1615 ซี เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีและไม่เป็นสนิม ประโยชน์ของโครเมี่ยมคือ นำไปผสมกับโลหะอื่น ๆ ในอุตสาหกรรมหล่อหลอมโลหะ และใช้ชุบเคลือบบนผิวโลหะอื่น เพื่อป้องกันการเกิดสนิม และขุ่นมัว ฯลฯ การชุบเคลือบผิวบนโลหะชนิดอื่นด้วยโครเมี่ยมในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การชุบโครเมี่ยมชนิดบางหรือชุบเพื่อความสวยงาม (DECORATIVE CROMIUM) การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการป้องกันไม่ให้โลหะอื่นเป็นสนิม และให้ความสวยงาม ทนต่อการเสียดสี และทนต่อการผุกร่อน การชุบเคลือบในลักษณะนี้มักจะชุบโครเมี่ยมค่อนข้างบางมาก โดยหนาประมาณ 0.00001 ถึง 0.0003 นิ้ว หรือ 0.25 ไมตรอน ถึง 0.8 ไมตรอน

2. การชุบโครเมี่ยมชนิดหนา ซึ่งเรียกว่า HARD CROMIUM หรือ HARD CHROME การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความหนาในผิวของโลหะนั้น ๆ เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องมือเครื่องจักรที่สึกหรอไปเพราะการใช้งาน ถ้านำมาชุบโครเมี่ยมให้หนาขึ้นแล้วนำไปเจียรไนก็จะสามารถนำไปใช้ได้ดีเหมือนเดิม หรือมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผิวโลหะนั้น ๆ มีความแข็งแกร่ง ทนต่อความร้อน ทนต่อการเสียดสีมีความฝืดต่ำ เช่น ก้านไฮดรอลิค เป็นต้น การชุบเคลือบในลักษณะนี้ต้องใช้เวลามากด้วยเหตุที่ชุบนาน จึงได้โลหะโครเมี่ยมหนาและแข็งแรงมากบกติแล้วมักจะชุบกันที่ความหนาตั้งแต่ 0.001 นิ้วขึ้นไป และโดยมากชุบโครเมี่ยมโดยตรงบนเหล็ก การชุบโครเมี่ยมหนาบนโลหะอื่นที่ไม่ใช่เหล็กมักไม่ค่อยทำกัน

การรองพื้นก่อนชุบโครเมี่ยม

เนื่องจากโครเมี่ยมเป็นโลหะที่แข็งมาก ดังนั้นจึงเปราะมาก และเนื่องจากแรงเค้น แรงเครียด รวมทั้งการหนีออกไปของแก๊สไฮโดรเจนที่พลอยผสมอยู่ในโลหะโครเมี่ยมในขณะที่ไปเกาะชิ้นงาน ทำให้ผิวโลหะโครเมี่ยมที่ได้จากชุบมีลักษณะแตกร้าว หรือเป็นพรุนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาของโครเมี่ยมจากการค้นคว้า ปรากฏว่าถ้าความหนาของโครเมี่ยมหนา 0.12 มิล หรือน้อยกว่าจะได้ผิวโครเมี่ยมที่ไม่มีรอยแตกร้าว แต่จะมีรอยพรุนอยู่โดยทั่วไป หากความหนาของโครเมี่ยมมากกว่า 0.02 มิลขึ้นไป จะไม่ปรากฏรูพรุนแต่จะมีรอยแตกร้าวอยู่โดยทั่วไปด้วยเหตุที่มีรูพรุนเมื่อเวลาชุบบางเองจึงเป็นเหตุให้โครเมี่ยมป้องกันสนิมไม่ได้เต็มที่ ถ้าเราชุบโครเมี่ยมบาง ๆ โดยตรงบนเหล็กสนิมจะเริ่มเกิดในรูพรุนก่อนแล้ว ต่อมาก็จะเริ่มแพร่ขยายกว้างออกไปได้ผิวของโครเมี่ยม และในที่สุดสนิมก็จะยกแผ่นโครเมี่ยมทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นออก ทำให้โครเมี่ยมป้องกันสนิมไม่ได้ เพื่อแก้จุดอ่อนในเรื่องนี้ ในการชุบโครเมี่ยมบาง จึงมักจะรองพื้นด้วยทองแดงและนิเกิลเสียก่อน การทำดังนี้มีส่วนดีกว่าชุบโครเมี่ยมตรงบนเหล็ก หรือโลหะอื่น ๆ คือ

1. รองพื้นชิ้นงานด้วยทองแดงก่อนชุบนิเกิล เพื่อให้การจับเกาะที่แน่นยกตัวอย่าง เช่น ชิ้นงานที่เป็นเหล็ก เหล็กหล่อ โลหะผสม ทองเหลือง ฯลฯ ทองแดงจะจับได้แน่นสนิทดีกว่านิเกิล

2. รองพื้นด้วยนิเกิล ก่อนชุบโครเมี่ยม นิเกิลจะช่วยเป็นตัวประสานยึดเหนี่ยวระหว่างทองแดงกับโครเมี่ยม ได้เป็นอย่างดีประการสำคัญนิเกิลจะเป็นตัวช่วยกันไม่ให้สนิมซึมผ่านไปเกาะกินเหล็กได้ นิเกิลเป็นโลหะไม่เกิดสนิมเช่นเดียวกับโครเมี่ยมมีสีสุดใส เงางามเช่นเดียวกับโครเมี่ยม แต่สีสุกใสงดงามของนิเกิลมีรอกาสขุ่นม้วได้ ดังนั้นจึงต้องอาศัยโครเมี่ยมเคลือบชั้นบนนิเกิลอีกทีหนึ่ง เพื่อว่าชิ้นงานนั้น ๆ จะได้มีความสุขใสอยู่ได้นาน

การรองพื้นด้วยนิเกิลอย่างน้อยที่สุดควรจะหนาประมาณ 0.0006 นิ้ว หรือ 0.005 มม. สำหรับงานที่ทำด้วยเหล็กต้องใช้งานกลางแจ้งอย่างน้อย ๆ นิเกิลควรหนา 0.001 นิ้ว (0 มิล) หรือ 0.025 มม. ถ้าเป็นน้ำยาชุบนิเกิลชนิดด้านความหนาของนิเกลควรหนาเผื่อไว้เป็นพิเศษอีก 20 ถึง 25% สำหรับการสูญเสียไปเนื่องจากการขัดเงาแต่ถ้าเป็นน้ำยาชุบนิเกิลชนิดเงาก็ไม่จำเป็นต้องเผื่อไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.32 ล้อและการวางตำแหน่งล้อ

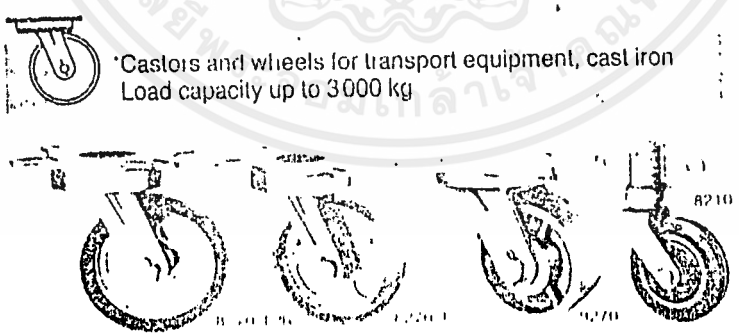
ล้อเป็นส่วนที่สำคัญของตัวรถที่จะนำรถไปยังที่ต่าง ๆ ล้อที่สามารถนำมาประกอบติดตั้งกับตัวรถเข็นเพื่อใช้งาน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ล้อยางสูบลม ลักษณะของล้อยางสูบลมจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อใหญ่ก่อนใช้งานต้องสูบลมให้เต็มเสียก่อน นิยมนำไปใช้งานที่ต้องรับน้ำหนักมาก ๆ บนพื้นผิวที่ขรุขระ มีหลุมบ่อ เช่น บนพื้นถนน ตรอก ซอย ทางเดิน ล้อชนิดนี้จะมีการกันสะเทือนที่ดีตัวอย่างในการใช้งานล้อชนิดนี้ได้แก่ รถเข็นขายน้ำ ขายอาหารทั่วไป

2. ล้อยางตัน เป็นล้อที่มีความเหมาะสมกับรถที่มีขนาดเล็ก ใช้งานภายในตัวอาคาร หรือพื้นที่ที่ไม่ขรุขระมากนัก ล้อชนิดนี้มีขายอยู่ตามท้องตลาดทั่วไป ตัวอย่างในการใช้งานล้อชนิดนี้ได้แก่ รถเข็นเด็ก รถเข็นเสริฟอาหาร ฯลฯ ล้อยางตันนี้ยังแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

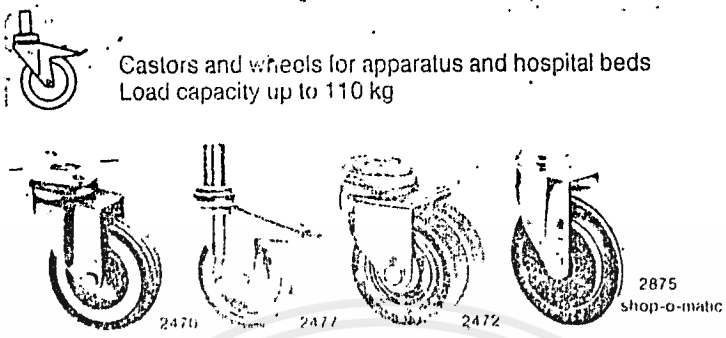
2.1 ล้อที่ใช้งานสำหรับงานรับน้ำหนักมาก ล้อชนิดนี้ใช้กับงานที่ต้องรับน้ำหนักมาก ๆ แต่ยังสะดวกในการเข็นและการเคลื่อนย้าย ล้อแบบนี้มีทั้งล้อแบบธรรมดาและล้อตลับลูกปืน วัสดุที่ใช้ทำล้อมีทั้งยางธรรมดา เหล็ก ไนล่อน โพลียูเรเทนและฟีโนลิก สามารถรับน้ำหนักได้ถึง 3,000 กก.

2.2 ล้อที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ล้อชนิดนี้นิยมมากในการติดเข้ากับรถเข็นแบบต่าง ๆ ที่ต้องรับน้ำหนักปานกลางถึงหนักมาก แกนล้อมีทั้งแบบลูกปืนและไม่มีตลับลูกปืนและมีทั้งแบบล้ออิสระและล้อตาย วัสดุที่ใช้ทำมีแบบยางธรรมดา เหล็ก ไนล่อน ยางอ่อน ยางแข็ง โพลียูเรเทน



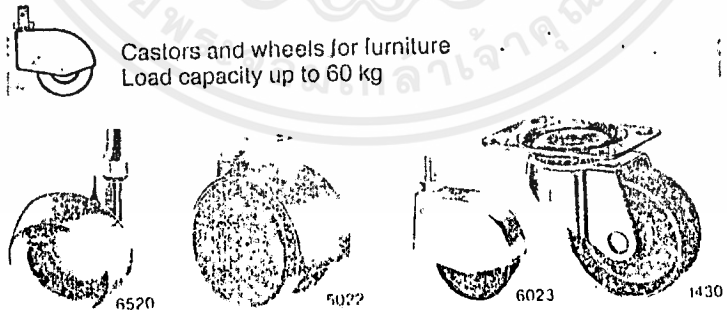
รูปที่ 2.28 ล้อที่ใช้รับน้ำหนักมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 ล้อที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม

2.3 ล้อที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ เหมาะสำหรับงานที่รับน้ำหนักไม่มากนัก เช่น ลูกล้อรีเซฟา ล้อบาร์เคลื่อนที่ เป็นต้น ส่วนมากจะเป็นล้ออิสระซึ่งต้องการความคล่องตัวสูง สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย วัสดุที่ใช้ทำจะเป็นยางธรรมดากับยางแข็ง



รูปที่ 2.30 ล้อที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงคุณลักษณะของล้ออิสระ

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (นิ้ว)	รหัสขนาด	น้ำหนักที่รับได้สูงสุด
3	80/25-50	100 กก.
4	100/30-50	130 กก.
5	125/37.5-50	150 กก.
6	160/40-80	175 กก.
7	180/45-90	200 กก.
8	200/50-100	200 กก.
10	250/60-130	250 กก.
11	280/70-50	300 กก.

ตารางที่ 2.9 แสดงคุณลักษณะของล้อตายตัว

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (นิ้ว)	รหัสขนาด	น้ำหนักที่รับได้สูงสุด
3	80/25-50	100 กก.
4	100/30-50	130 กก.
5	125/37.5-50	150 กก.
6	160/40-80	175 กก.
7	180/45-90	200 กก.
8	200/50-100	200 กก.
10	250/60-130	250 กก.
11	280/70-150	300 กก.

ทั้ง 2 ตารางนี้ เป็นคุณสมบัติของล้อยางตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

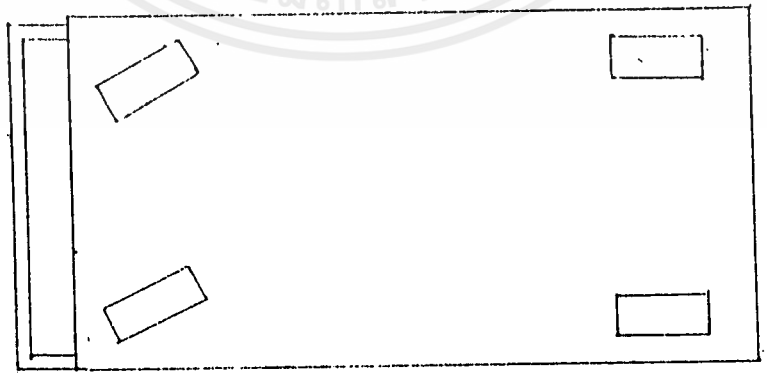
2.33 การวางตำแหน่งล้อ

การวางตำแหน่งล้อมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเลือกใช้ล้อ เพราะล้อที่จะใช้มีหลายขนาดและหลายรูปแบบ เช่น ล้ออิสระและล้อตายตัว ถ้าไม่ศึกษาการใช้งานโดยตรง และหาความเหมาะสมของการใช้งานจริงการออกแบบจะผิดพลาดทำให้การใช้งานไม่สะดวก ดังนั้น ในขั้นแรกต้องศึกษาให้เข้าใจถึงหลักการใช้ล้อในลักษณะต่าง ๆ และแรงที่ใช้ในการบังคับเลี้ยว การใช้ล้อแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. ล้อหน้าอิสระ ล้อหลังตายตัว การใช้ลูกล้อลักษณะนี้จุดหมุนจะอยู่ที่ด้านหน้า การที่จะบังคับรถให้เลี้ยวต้องใช้แรงส่งผ่านไปยังล้อหน้าเพื่อบังคับล้อ ถ้ารถมีน้ำหนักมากจะทำให้บังคับเลี้ยวลำบาก

รูปที่ 2.31 แบบล้อหน้าอิสระ ล้อหลังตายตัว

2. ล้อหน้าตายตัว ล้อหลังอิสระการใช้ล้อลักษณะนี้มีลักษณะดีอย่างหนึ่งคือ บังคับเลี้ยวได้ง่าย เพราะจุดหมุนของรถอยู่ที่ด้านหลังทำให้ผู้เข็นออกแรงบังคับน้อย เลี้ยวได้สะดวก การบังคับทางตรงทำได้ดีพอสมควร



รูปที่ 2.32 แบบล้อหน้าตายตัว ล้อหลังอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ล้ออิสระทั้ง 4 ล้อ การใช้ล้อชนิดนี้สะดวกในการเข็น แต่ต้องบังคับล้ออยู่ตลอดเวลา การเลี้ยวทำได้ดี แต่การเข็นทางตรงจะต้องใช้แรงบังคับถ้ารถเข็นมีน้ำหนักมาก

รูปที่ 2.33 แบบล้ออิสระทั้ง 4 ล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.34 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมลวดตาข่ายเคลือบสังกะสี

ประเภท

ลวดตาข่ายเคลือบสังกะสีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ จัดแบ่งตามกรรมวิธีการทำออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ประเภท ก ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการถัก แบ่งออกเป็น 4 แบบ

1. ลวดตาข่ายตาหกเหลี่ยม
2. ลวดตาข่ายตาสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
3. ลวดตาข่ายตาสี่เหลี่ยมจัตุรัส
4. ลวดตาข่ายตาสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ประเภท ข ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการเชื่อม แบ่งออกเป็น 2 แบบ

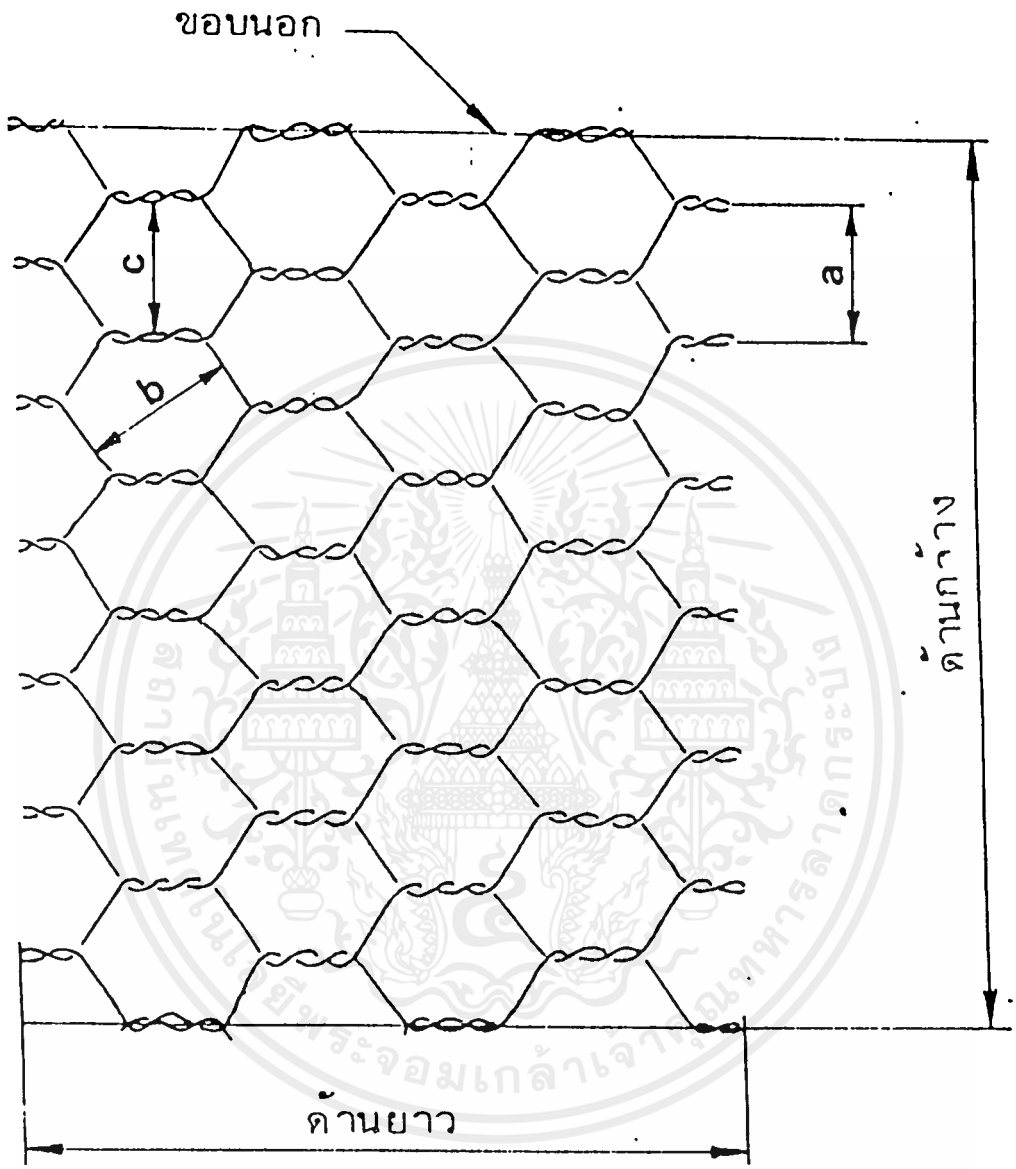
1. ลวดตาข่ายตาสี่เหลี่ยมจัตุรัส
2. ลวดตาข่ายตาสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

1. ขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ ของลวดที่ใช้ทำลวดตาข่ายเคลือบสังกะสี ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมลวดเหล็กเคลือบสังกะสี

2. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ขนาดช่องตาข่ายและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ขนาดความกว้าง ความยาวของลวดตาข่ายเคลือบสังกะสีให้เป็นไปตามรูปและตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



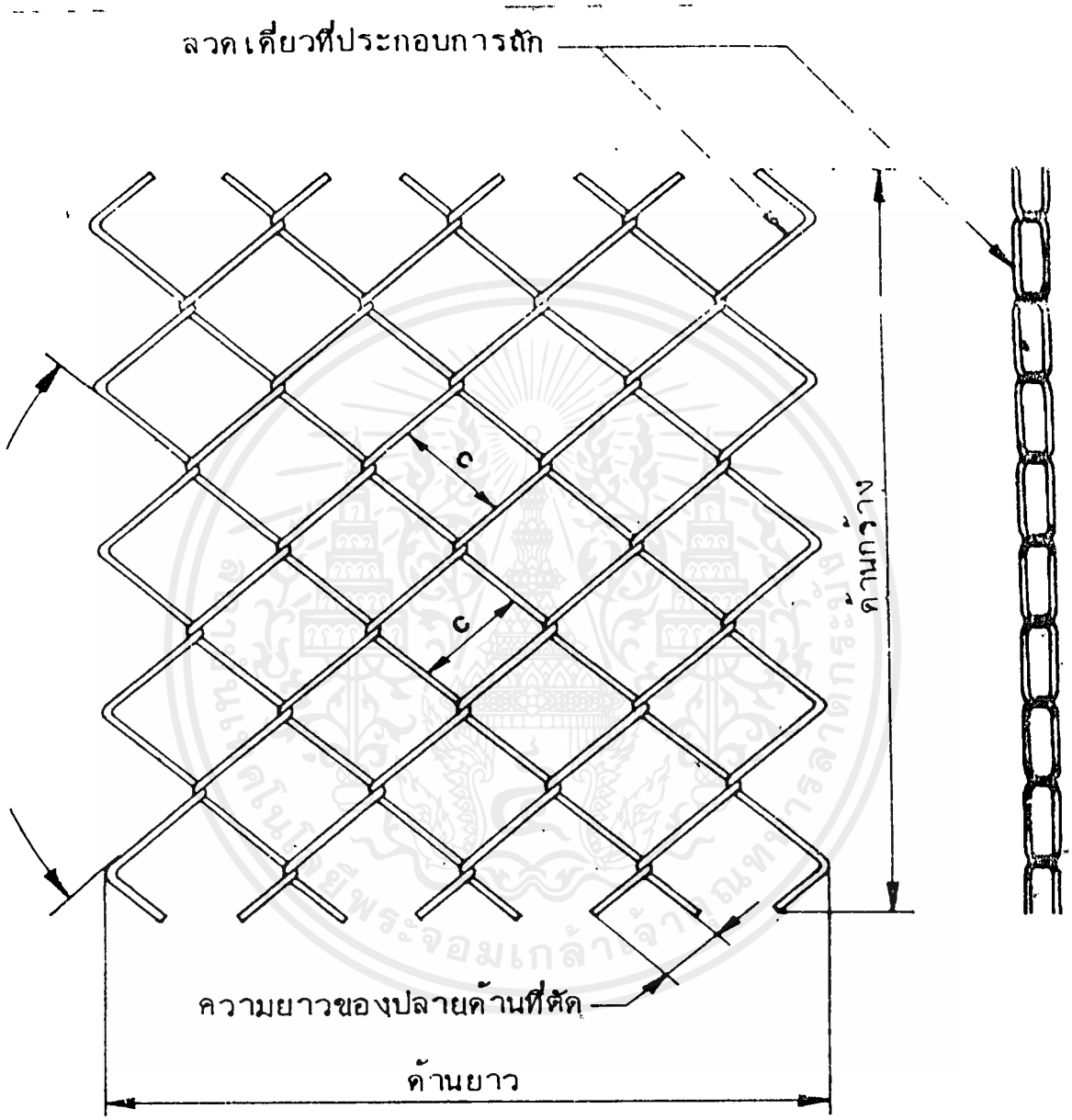
รูปที่ 2.34 ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการถักแบบตาหกเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ขนาดช่องตาข่าย	ขนาดพิคซ์	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของพิคซ์	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของพิคซ์โดยเฉลี่ยของช่อง 300	เส้นผ่าศูนย์กลาง						
				0.56	0.71	0.80	0.90	1.00	1.25	1.40
				ความกว้าง						
10	10.9	+1.0	+0.2	900	900	900				
		-3.0	-0.4							
13	13.8	+1.0	+0.3	900	900	900				
		-3.0	-0.6							
16	16.9	+1.0	+0.4	900	900	900				
		-3.0	-0.8	1 200	1 200	1 200				
20	21.1	+1.5	+0.5		900	900	900	900		
		-0.5	-1.0		1 200	1 200	1 200	1 200		
26	37.7	-2.5			900	900	900	900		
		-5.0	-1.4		1 200	1 200	1 200	1 200		
33	33.9	+2.0	+1.0		900	900	900	900		
		-7.0	-2.0		1 200	1 200	1 200	1 200		
40	40.6	+2.0	+1.5		900	900	900	900		
		-7.0	-3.0		1 200	1 200	1 200	1 200		
52	55.2	+3.0	+2.0			900	900	900	900	
		-7.0	-4.0			1 200	1 200	1 200	1 200	
78	82	+3.0	+2.5					900	900	900
		-8.0	-5.0					1 200	1 200	1 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



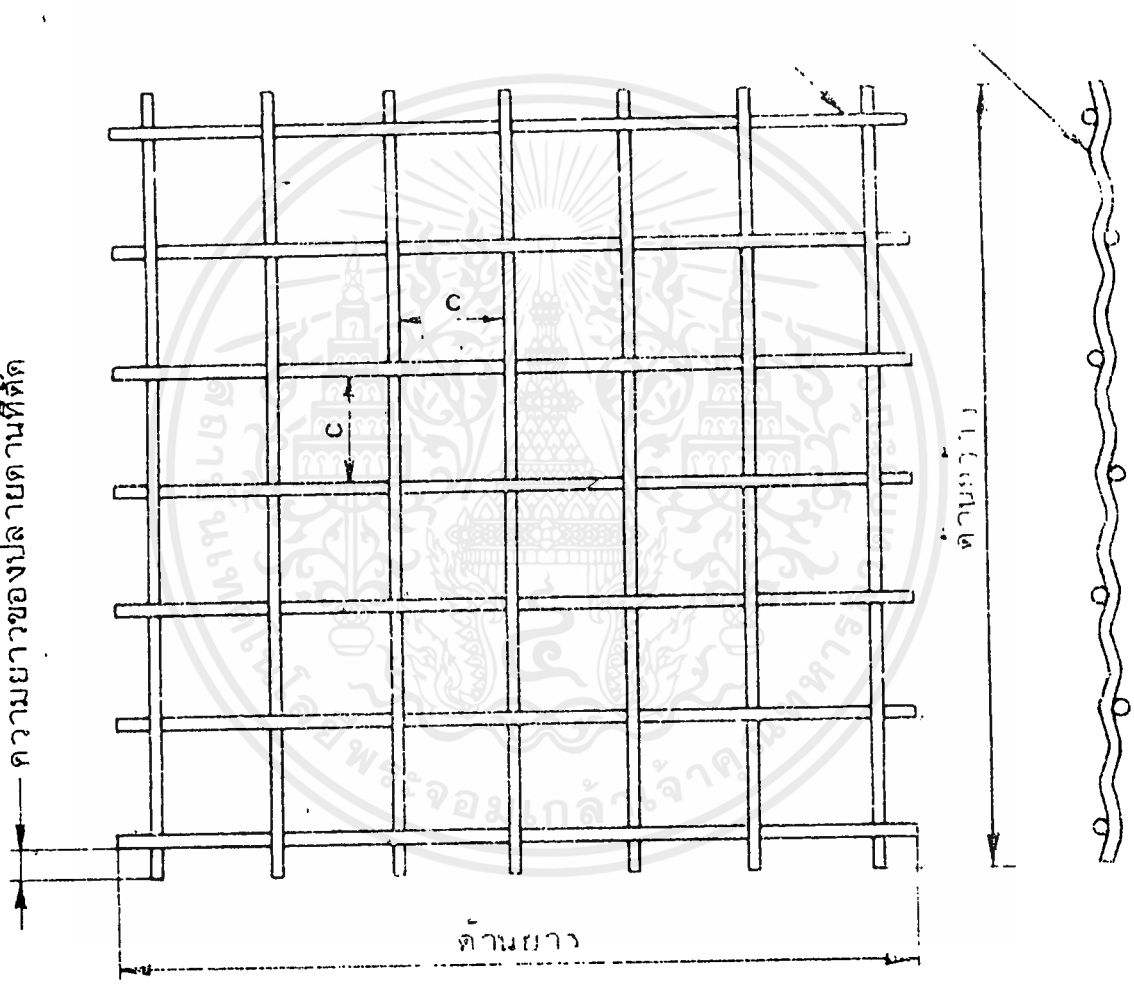
รูปที่ 2.35 ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการถักแบบตาสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.21 หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ขนาดช่องตาข่าย	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้	เส้นผ่าศูนย์กลาง					
		2.80	3.15	3.55	4.00	4.50	5.00
		ความกว้าง					
25	1.0	900	900				
		1200	1200				
		1500	1500				
38	1.5			900	900		
			1200	1200	1200		
			1500	1500	1500		
50	1.5			900	900		
			1200	1200	1200		
			1500	1500	1500		
63	2.0			900	900	900	900
			1200	1200	1200	1200	1200
			1500	1500	1500	1500	1500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



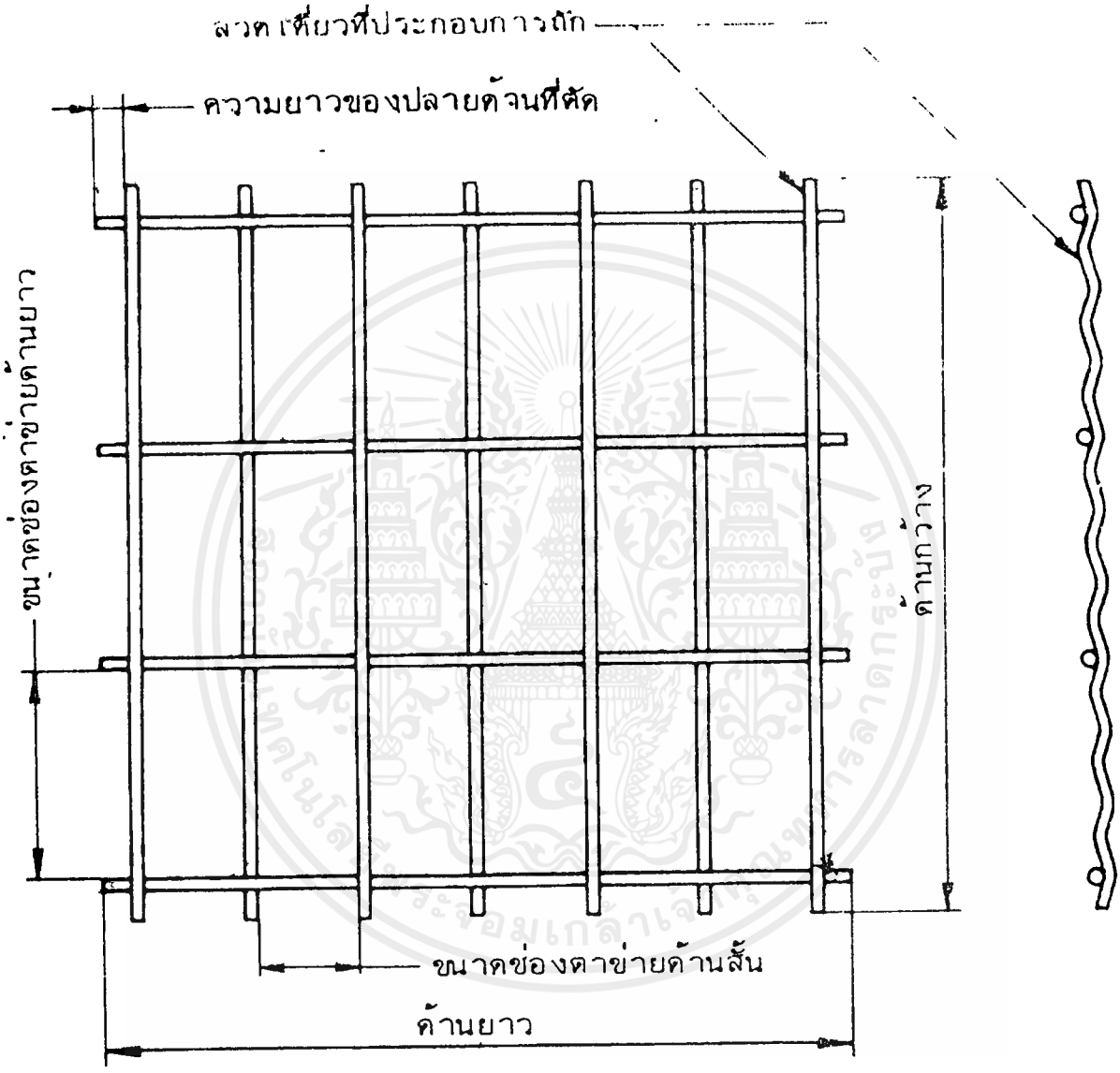
รูปที่ 2.36 ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการถักแบบตาสี่เหลี่ยมจัตุรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ขนาดช่องตาข่าย	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้	เส้นผ่าศูนย์กลาง					
		2.80	3.15	3.55	4.00	4.50	5.00
		ความกว้าง					
25	1.0	900	900				
		1200	1200				
		1500	1500				
38	1.5			900	900		
			1200	1200	1200		
			1500	1500	1500		
50	1.5			900	900		
			1200	1200	1200		
			1500	1500	1500		
63	2.0			900	900	900	900
			1200	1200	1200	1200	1200
			1500	1500	1500	1500	1500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการสานแบบตาสี่เหลี่ยมผืนผ้า

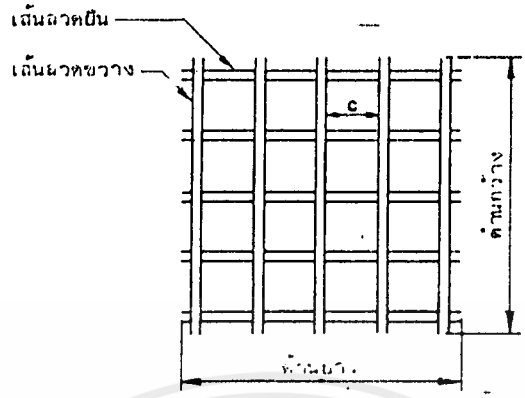
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ขนาดช่องตาข่าย	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้		เส้นผ่าศูนย์กลาง				
			2.80	3.15	3.55	4.00	4.50
	ด้านสั้น	ด้านยาว	ความกว้าง				
25X25	1.0	2.0	900 1200 1500	900 1200 1500			
38X76	1.5	2.5		900 1200 1500	900 1200 1500	900 1200 1500	
50X100	2.0	3.0			900 1200 1500	900 1200 1500	900 1200 1500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.38 ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการเชื่อมแบบตาสี่เหลี่ยมจัตุรัส

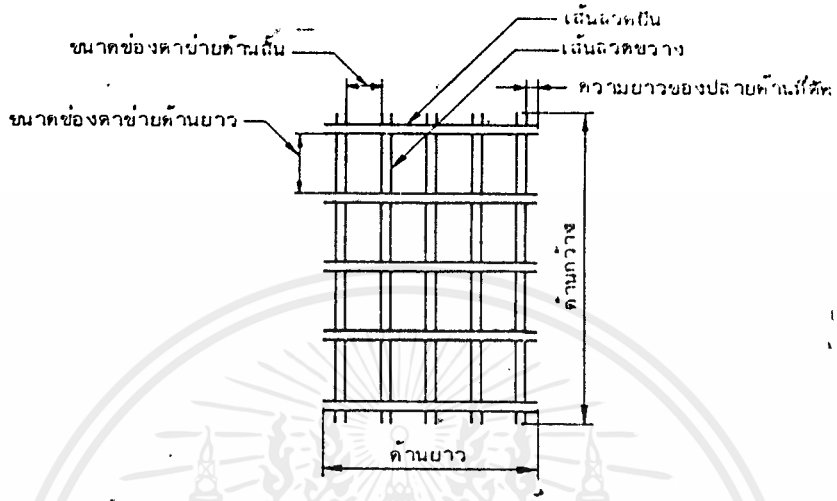


ตารางที่ 2.14 หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ขนาดช่องตาข่าย	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้	เส้นผ่าศูนย์กลาง								
		0.80	0.90	1.00	1.25	1.40	1.60	1.80	2.00	2.24
		ความกว้าง								
10	0.5	900 1200	900 1200							
15	0.5		900 1200	900 1200						
20	1.0			900 1200	900 1200					
25	1.0					900 1200	900 1200			
38	1.5							900 1200	900 1200	
50	2.0								900 1200	900 1200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.39 ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการเชื่อมแบบตาสี่เหลี่ยมผืนผ้า



ตารางที่ 2.15 หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ขนาดช่องตาข่าย	ลวดมาตรฐานเคลื่อนที่ยอมให้		เส้นผ่าศูนย์กลาง			
			1.40	1.60	1.80	2.00
	ด้านสั้น	ด้านยาว	ความกว้าง			
25X25	1.0	2.0	900 1200	900 1200		
38X76	1.5	2.5			900 1200	900 1200

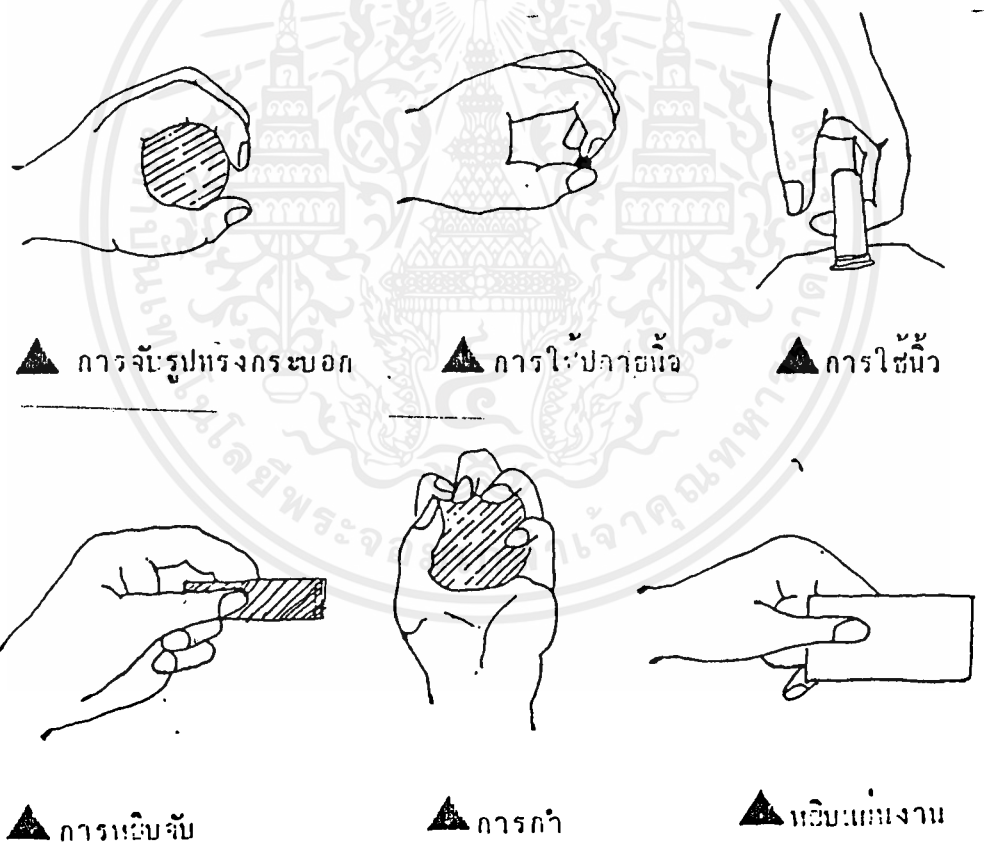
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.35 การทำงานของมือ

1. กางนิ้วออก
2. กระชับ กำ หรือจับสิ่งของต่าง ๆ
3. ปล่อยนิ้วให้กางออก
4. การเคลื่อนที่ของมือในการทำงานให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแขน
5. การปล่อยนิ้วมือจากการถือ จับ หรือกำสิ่งของต่าง ๆ

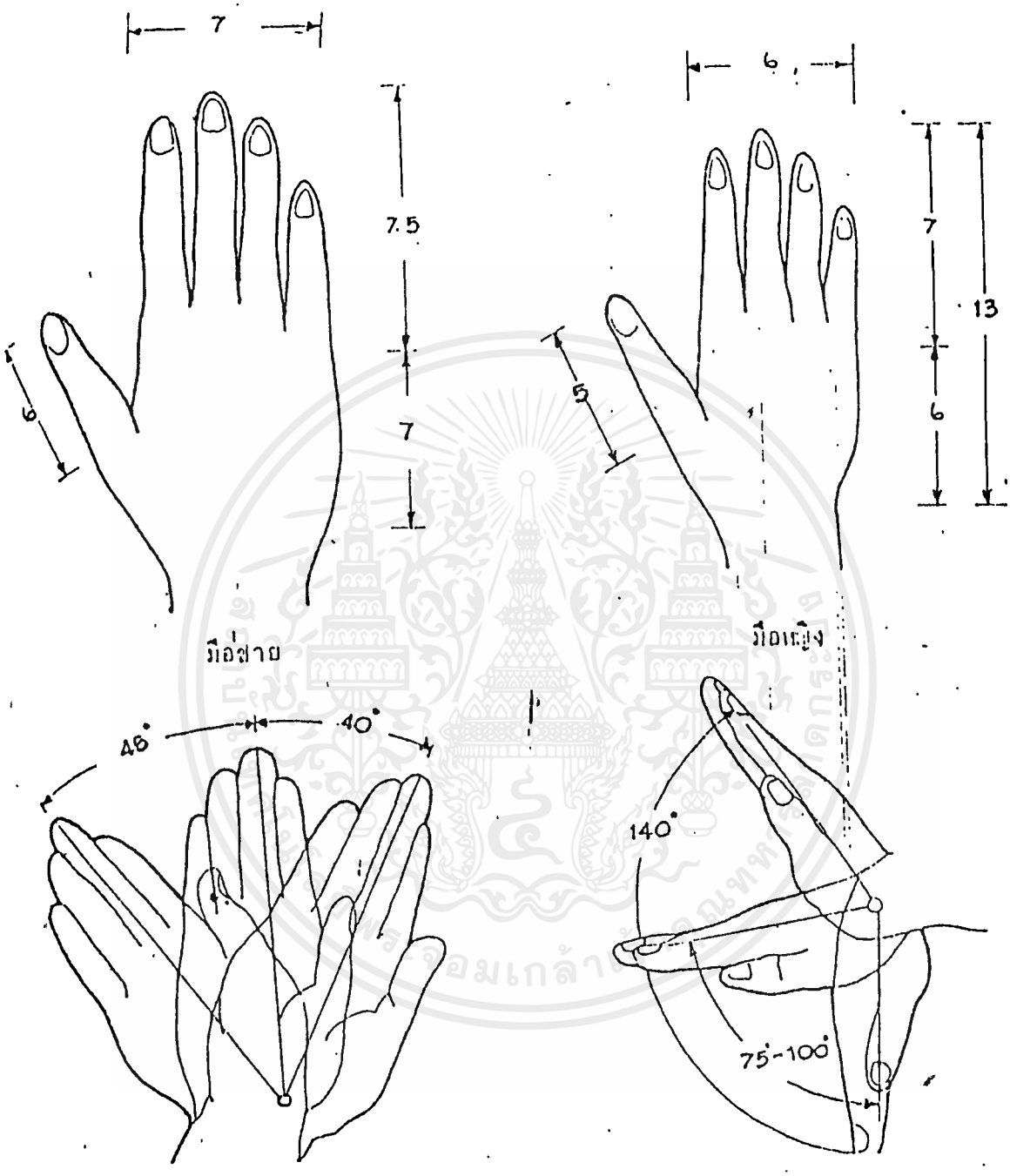
ลักษณะการจับสิ่งของ แบ่งการทำงาน ของมือออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้ 2 ลักษณะดังนี้

1. เป็นการจับสิ่งของในลักษณะที่มือใช้อุ้งมือเข้าช่วยในการจับสิ่งต่าง ๆ
2. เป็นการจับสิ่งที่ใช้เฉพาะปลายนิ้วเท่านั้นอุ้งมือไม่เกี่ยวข้อง



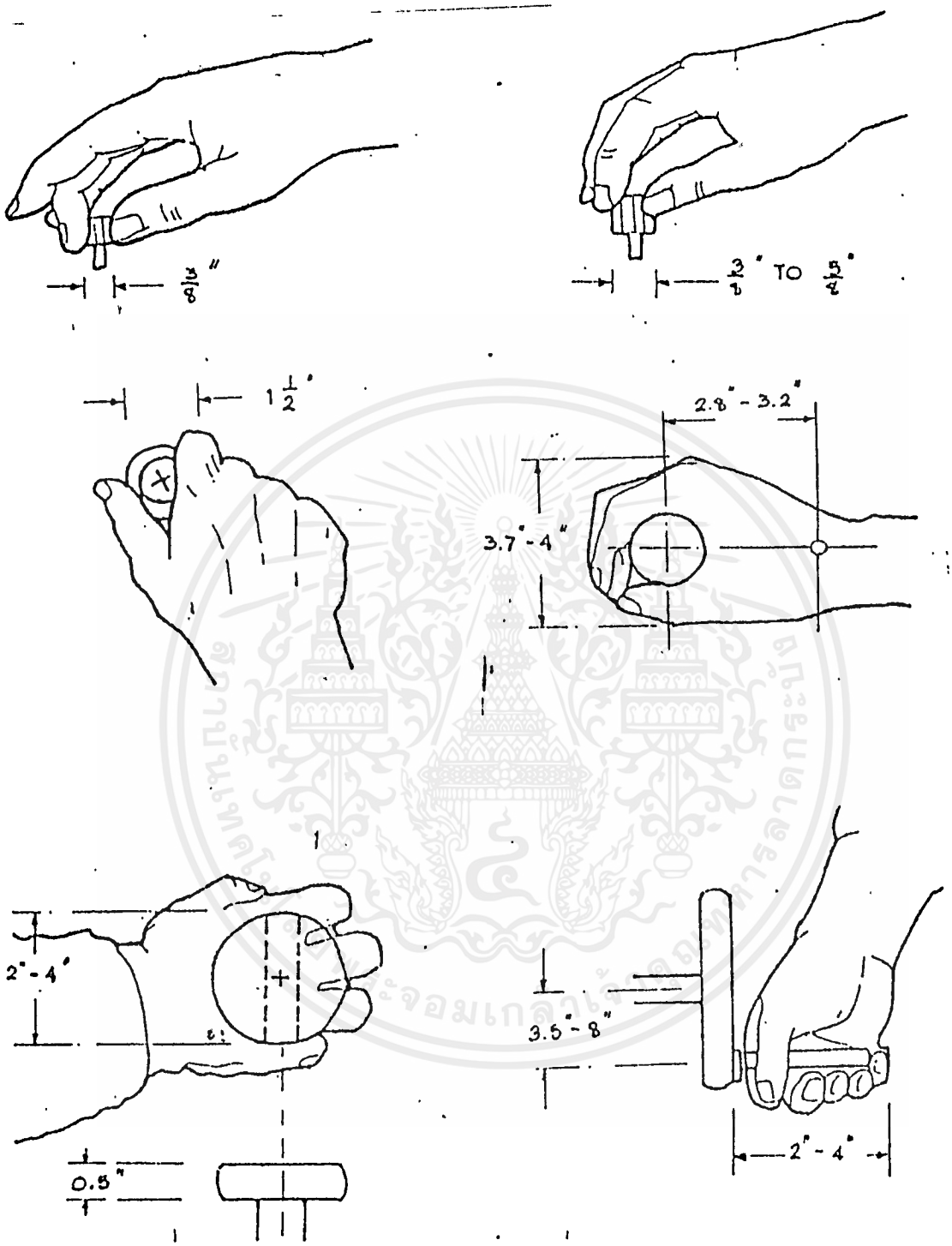
รูปที่ 2.40 ลักษณะการจับของมือประเภทต่าง ๆ การทำงานของมือในลักษณะต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.41 การศึกษาขนาดสัดส่วนมือ ชาย-หญิง และลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ

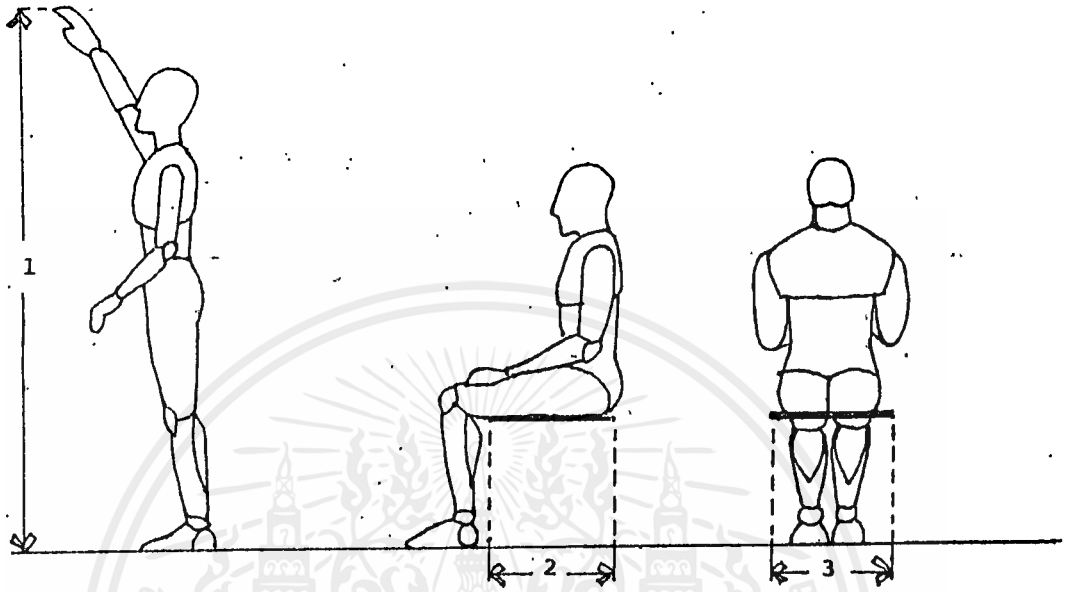
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



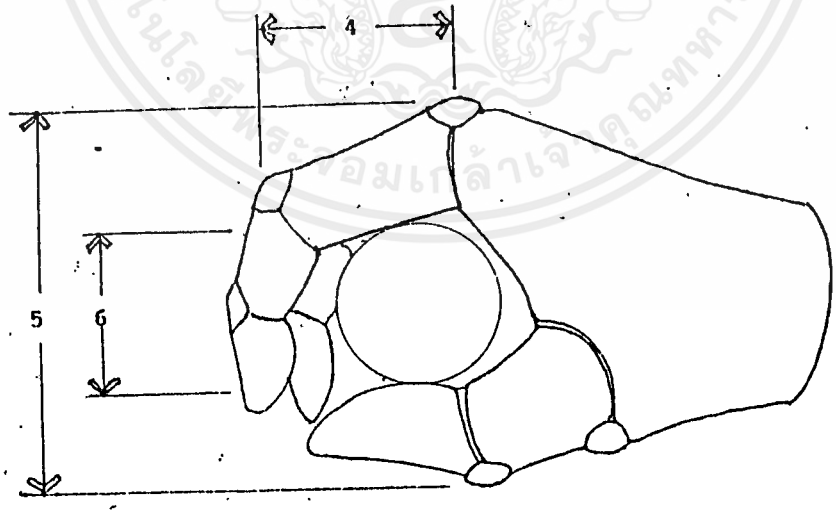
รูปที่ 2.42 แสดงการทำงานของมือในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.36 การศึกษาขนาดสัดส่วนของมนุษย์ที่เกี่ยวข้อง

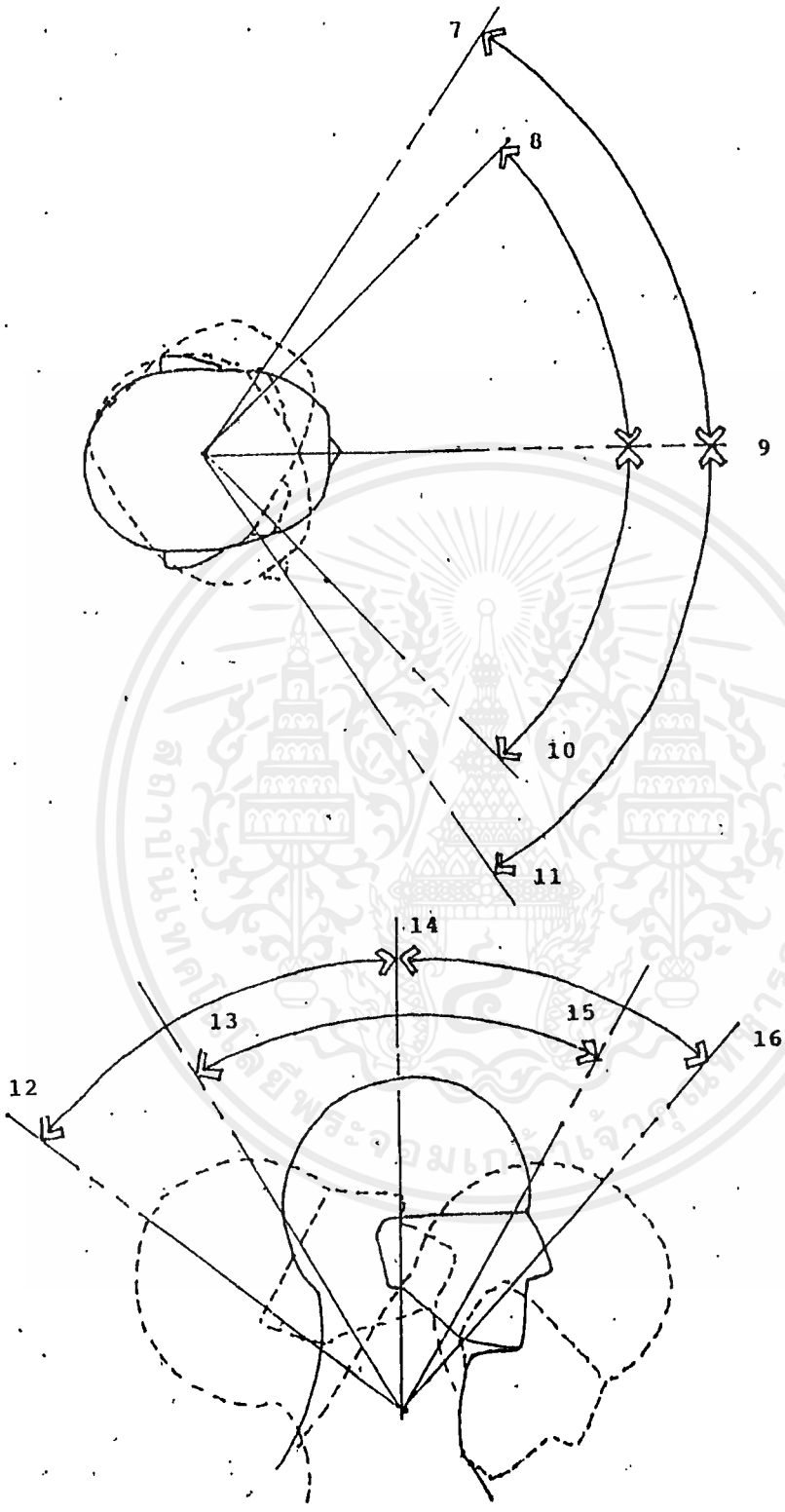


รูปที่ 2.43 ขนาดสัดส่วนในท่าต่าง ๆ



รูปที่ 2.44 ขนาดของมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.45 องศาการมองในมุมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การรวบรวมและการศึกษาข้อมูล

3.1 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลคือ การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ได้มาจากแหล่งต่าง ๆ และยังเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำมาประกอบการเปรียบเทียบหรือวิเคราะห์เพื่อจะสรุปเป็นขั้นสุดท้าย การรวบรวมข้อมูลสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. การศึกษาข้อมูล

การศึกษาข้อมูล แบ่งได้ 3 หัวข้อได้ดังนี้

1.1 การศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตร ของช่างไฟฟ้ากำลังระดับ บวช. ซึ่งประกอบด้วยหลักการของหลักสูตร, รายวิชา, แผนการสอน, เนื้อหาวิชา, ใบงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ (ห้องเรียนสถานที่เรียน)

การศึกษาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิมเกี่ยวกับปัญหาข้อดี ข้อเสีย ข้อได้เปรียบ และที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาให้มากที่สุด

1.2 การศึกษาเกี่ยวกับ วัสดุในการผลิตและกรรมวิธีการผลิต ซึ่งโครงสร้างจะเป็นโลหะประเภทเหล็ก และกรรมวิธีการผลิต จะเป็นการเชื่อมประสานทั้ง 3 ชนิด คือ การเชื่อมด้วยความร้อน การเชื่อมด้วยไฟฟ้า และการใช้หมุดย้ำ ซึ่งแต่ละชนิดจะเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับลักษณะงานแต่ละอย่างไป

1.3 การศึกษาเกี่ยวกับเรื่องทั่ว ๆ ไป ที่จะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยอย่างสัมพันธ์ใกล้ชิด เช่น เกี่ยวกับมิติสัดส่วนของสรีระของมนุษย์, สีและเครื่องหมายที่เกี่ยวข้องเป็นต้น

แหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่ได้มาแบ่งเป็นภาคสนามและจากเอกสารที่เกี่ยวข้องโดยส่วนมากจะได้จากการค้นคว้าจากแหล่งต่อไปนี้

1. หอสมุดแห่งชาติ ท่าวาสุกรี
2. ห้องสมุดคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส.จ.ล.
4. ห้องสมุด คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ส.จ.ล.
5. ศูนย์วิจัยและพัฒนาหลักสูตร วิทยาเขตเทเวศร์
6. กระทรวงอุตสาหกรรม (มอก.)
7. วิทยาเขตนนทบุรี
8. วิทยาเขตพระนครเหนือ
9. โรงเรียนเกษมธิบลีเทคนิค
10. วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ

3.2 วิธีการดำเนินการ

1. ศึกษาเรื่องวิธีสร้างชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบปฏิบัติการ (ห้องทดลอง)จากเอกสาร
2. ศึกษาหลักสูตรโครงการสอน และคู่มือครูในการสอนวิชาการผลิตและการใช้อุปกรณ์การสอน
3. แยกเนื้อหาวิชา การผลิตและการใช้อุปกรณ์การสอนในหลักสูตรระดับ ปวช. ออกเป็นหน่วยย่อย โดยกำหนดขอบเขตและเรียงลำดับเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง วิธีการสร้าง เพื่อผลิตเป็นชุดการสอน
4. ทำการผลิตสื่อการสอน และสร้างแบบทดสอบ ก่อนและหลัง เพื่อให้ดูว่าตรงเป้าหมายหรือไม่

จากการศึกษาหลักสูตรและแยกเนื้อหาวิชาพอสรุปได้ว่า สื่อการสอนสำหรับวิชา การปฏิบัติควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า ควรจะเป็นสื่อของจริงสามารถเห็นการปฏิบัติงาน และการทำงานของอุปกรณ์ และผลลัพท์ที่ได้โดยการแยกย่อย เนื้อหาที่จะใช้สื่อนี้ แบ่งออกเป็น 14 ใบงาน โดยเริ่มจากใบงานที่ 1 ที่แสดงให้เห็นการควบคุมมอเตอร์ด้วยมือจนเป็นการควบคุมอัตโนมัติและในที่สุดสามารถออกแบบควบคุมเองได้จากเงื่อนไขที่กำหนด โดยในแต่ละใบงานจะประกอบด้วยวัตถุประสงค์ เนื้อหา และวงจรที่ต้องการทดลอง ซึ่งผู้เรียนและผู้สอนจะมีความเข้าใจตรงกันสำหรับสัญญลักษณ์ของแบบใบวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับควบคุมมอเตอร์ ประกอบด้วย

1. แม็กเนติก คอนแทคเตอร์,รีเลย์(MAGNATIC CONTACTOR,RELAY)
2. โอเวอร์โหลดรีเลย์ (OVER LOAD RELAY)
3. เมนฟิวส์ (MAIN FUSE)
4. ไทม์เมอร์รีเลย์ (TIMER RELAY)
5. ปุ่มกด (Push Button)
6. หลอดสัญญาณ (LAMP)
7. สายต่อวงจร, ขั้วต่อสาย

3.3 สรุปจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ 14 ใบงาน

1. แม็คเนติก คอนแท็คเตอร์ จำนวน 5 ตัว
2. OVER LOAD RELAY จำนวน 2 ตัว
3. ฟิวส์ จำนวน 4 ตัว
4. ไทม์เมอร์รีเลย์ จำนวน 2 ตัว
5. Push Button จำนวน 2 ชุด (6 ตัว)
6. หลอดสัญญาณ จำนวน 6 หลอด
7. สายต่อวงจรและขั้วต่อสาย จำนวน 6 ชุด (60 เส้น) และขั้วต่อสายเอาขั้ว

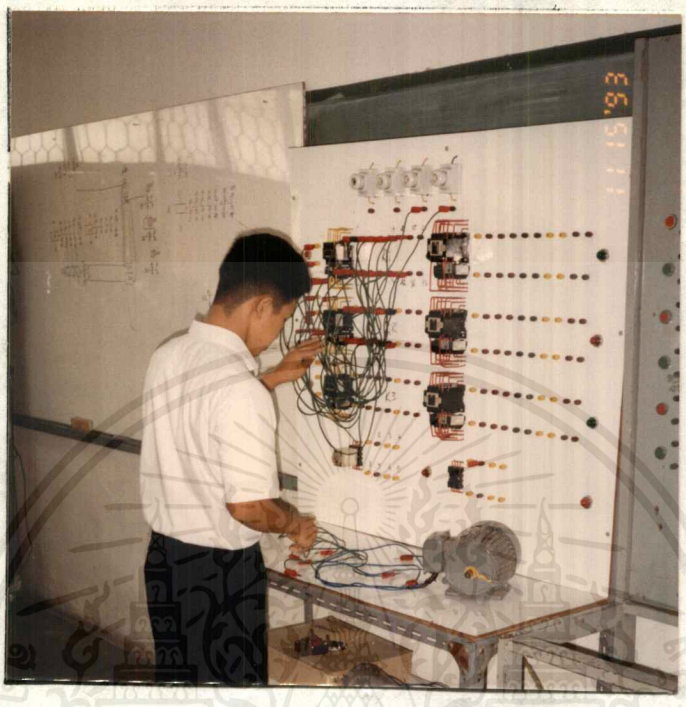
3.4 สรุปขนาดของอุปกรณ์ที่เลือกใช้

1. ขนาดของคอนแทคเตอร์ที่เลือกใช้ ขนาด 10 Amp 220V 50HZ 1No 1N.C. มีขนาด = 53X60X95 (ม.ม.)
2. ขนาดโอเวอร์โหลดรีเลย์ = 70X34X95 (ม.ม.)
3. ฟิวส์ ขนาด 95X95X50 (ม.ม.)
4. ไทม์เมอร์รีเลย์ (SOCKET) ขนาด 58X40X20 (ม.ม.)
5. Push Button ขนาด 0 30X53 (ม.ม.)
6. หลอดสัญญาณ ขนาด 0 30X53 (ม.ม.)
7. สายต่อวงจร มี 3 ขนาด คือ 2 ฟุต 4 ฟุต และ 6 ฟุต
8. ขั้วต่อสายใช้ชนิด Binding Posts ขนาด 0 14X50 (ม.ม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

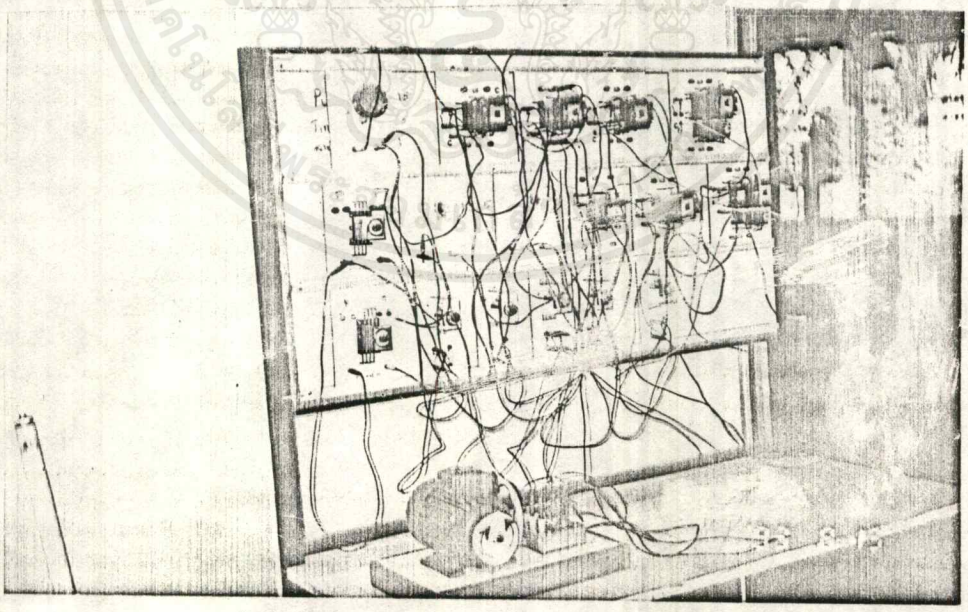
การติดตั้งอุปกรณ์ มี 2 ลักษณะ คือ

แบบที่ 1 ติดตั้งที่แผง และมีขั้วต่อสายติดตามสัญญาลักษณ์เขียนแบบ



รูปที่ 3.46 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์

แบบที่ 2 ติดตั้งกับวัสดอื่นและนำไปติดตั้งบนแผง



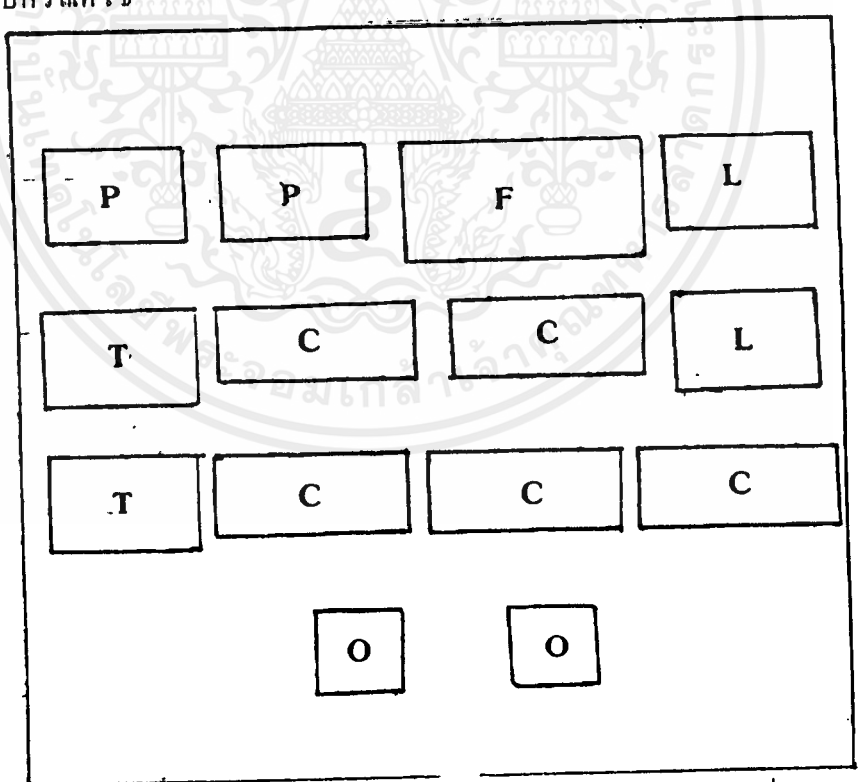
รูปที่ 3.47 การติดตั้งอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สรุปขนาดที่ใช้กับแบบที่ 2 โดยที่ติดตั้งบนภาชนะหรือวัสดุอื่น(ม.ม.)

1. ขนาดของ แมคแนติคคอนแทคเตอร์ จำนวน 1 ชุด มี 5 ตัว
   ขนาดของภาชนะที่ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ = 100X250X120
2. ขนาดของรีเวอร์โหลด จำนวน 1 ชุด มี 2 ตัว
   ขนาดของภาชนะที่ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ = 100X100X120
3. ขนาดของฟิวส์ จำนวน 1 ชุด มี 4 ตัว ในภาชนะ 1 อัน
   ขนาดของภาชนะที่ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ = 160X300X120
4. ขนาดของไทม์เมอร์รีเลย์ จำนวน 1 ชุด มี 2 ตัว
   ขนาดของภาชนะที่ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ = 120X180X60
5. ขนาดของ Push Button จำนวน 2 ชุด จำนวนชุดละ 3 ตัว
   ขนาดของภาชนะรวมอุปกรณ์ = 120X180X90
6. ขนาดของ LAMP (หลอดสัญญาณ) จำนวน 2 ชุด ชุดละ 3 หลอด
   ขนาดของภาชนะรวมอุปกรณ์ = 120X180X90

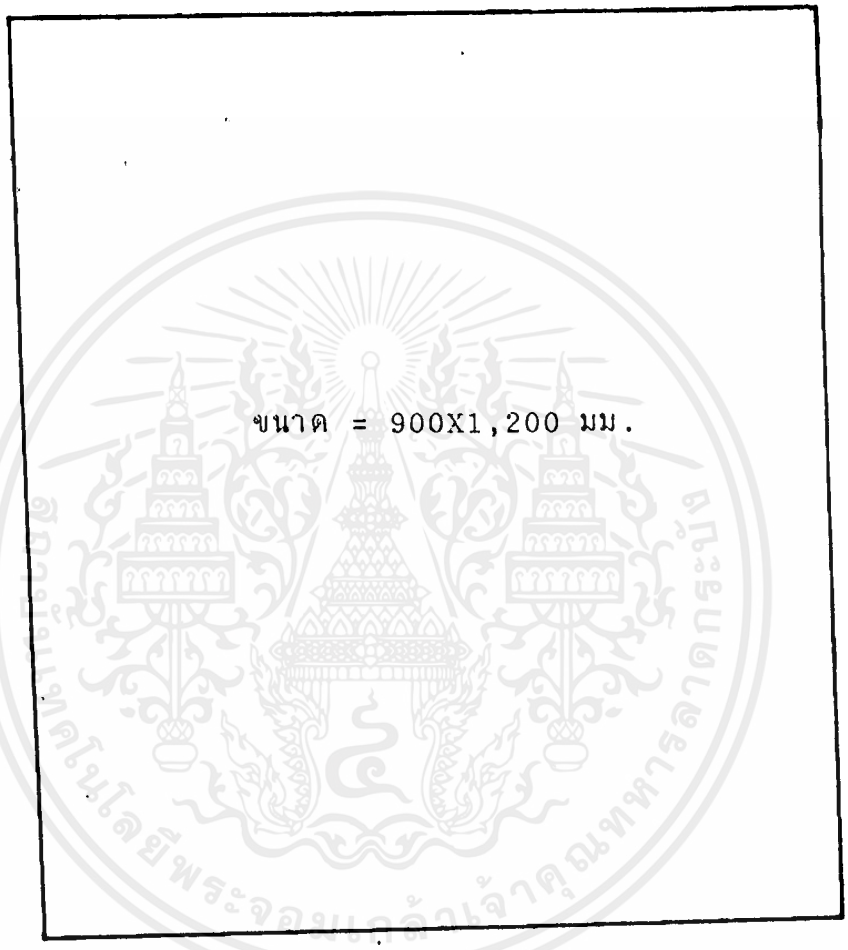
3.6 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ในแบบที่ 2 ที่สรุปมาจากจำนวนของอุปกรณ์ที่ใช้



รูปที่ 3.48 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ของแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปขนาดความสูงและความกว้างของแผงปฏิบัติงานจากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในสถานศึกษา



รูปที่ 3.49 ขนาดของแผงปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การศึกษาข้อมูลด้านโครงสร้างและกรรมวิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์

วัสดุที่ใช้ผลิตเป็นโครงสร้าง มีดังนี้

เหล็ก

- เหล็กฉาก
- เหล็กฉากเจาะรู
- เหล็กกลมกลาง
- เหล็กรูปตัวยู , ตัวซี U, C

วัสดุที่ใช้ทำแผงติดอุปกรณ์

ไม้

- ไม้อัด
- ไม้อัดบูฟอร์ไมก้า
- ลวดเหล็กตาข่ายเคลือบสังกะสี
- แผงเจาะรูปเหลี่ยม, กลม

3.8 กรรมวิธีการผลิต

จากลักษณะโครงสร้างของผงปฏิบัติงานจะมีโครงสร้างเป็นเหล็ก (โลหะกลุ่มเหล็ก) กรรมวิธีการผลิต จึงจะอยู่ในรูปของการเชื่อมประสานด้วยไฟฟ้า และในส่วนที่ต้องติดตั้งกับไม้ก็ใช้วิธีการยึดประสานด้วยหมุดย้ำ ส่วนกรรมวิธีก่อนที่จะเป็นวัสดุ คือ เป็นวัตถุดิบยังไม่ได้แปรรูปจะมีทั้งกลึง ตัดไสเจียรนัยและมีการหล่อโลหะ

การทำสีส่วนมากหากเป็นโลหะจะใช้การชุบโครเมียม ส่วนไม้จะใช้การบูฟอร์เมก้าจะหลีกเลี่ยงการทำสีโดยการพ่นหรือทา นอกจากภาชนะติดตั้งอุปกรณ์

3.9 การศึกษาทางด้านมิติสัดส่วน ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ กลุ่มผู้ใช้เป็นชายอายุตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป ขณะยืนปฏิบัติงาน

ความสูงยืน	เฉลี่ย	160.60 cm.
ความสูงระดับสายตา	เฉลี่ย	138.36 cm.
ความสูงระดับมือ	เฉลี่ย	70.18 cm.
ความสูงเอื้อมมือขึ้น	เฉลี่ย	201.55 cm,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

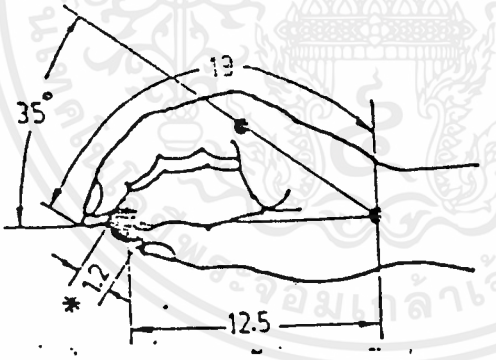
- มุมมองต่าง ๆ ในแนวระนาบข้าง

มุมเงยสูงสุด	50
มุมมองที่ดีของสีมาก ขึ้นบน	30
มุมมองที่ดีของสีมาก ลงล่าง	40
มุมเหลือบตาลงมากที่สุด	25
มุมเหลือบตาขึ้นมากที่สุด	30
มุมมองสายตาปกติขณะยืน	10
มุมก้มสูงสุด	0

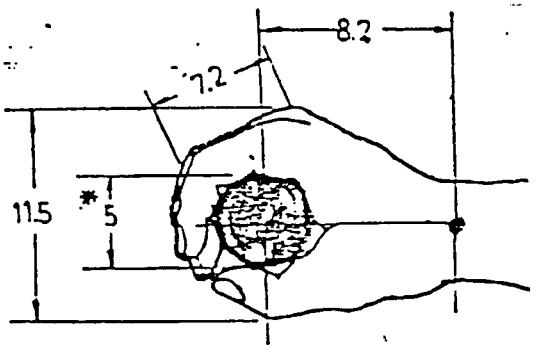
- มุมมองต่าง ๆ ในแนวระนาบด้านบน

มุมมองตัวหนังสือ	10-20
มุมมองสัญญาลักษณ์	5-30
มุมมองที่ดีที่สุดของสี	30-60
มุมมองกว้างที่สุด	94-104
มุมกวาดสายตามาอีกด้านหนึ่ง	62

ขนาดของมือที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์



จับวัตถุด้วยปลายนิ้ว



จับวัตถุด้วยการกำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 การศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในผลิตภัณฑ์

1. ลูกล้อ
2. ลิ้นชัก, บานเปิดปิด, บานเลื่อน, สำหรับเก็บอุปกรณ์

ลูกล้อมี 2 ชนิด คือ
- ล้อทรงกลม
- ล้อกลมแบน

ซึ่งทั้ง 2 แบบ แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ (มอก. 916-2532)
- ชนิดเกลียว
- ชนิดสวมอัด
- ชนิดหน้าแปลน

ลิ้นชัก, บานเลื่อน, บานเปิดปิด จะมีข้อกำหนดตาม มอก. (1015 เล่ม 6 2535)

3.11 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้และกรรมวิธีการผลิต

สำหรับโครงสร้างของแผงบฏิบัติงานจากการศึกษาโครงสร้างจากผลิตภัณฑ์เดิมสามารถแยกวัสดุที่ใช้หลัก ๆ ได้ ดังนี้

1. เหล็ก
   เหล็กที่นำมาใช้ ได้แก่ เหล็กฉากเจาะรู เหล็กฉากธรรมดา เหล็กท่อกลม และเหล็กกล่อง ซึ่งขนาดมีตั้งแต่ 1 1/2 นิ้ว จนถึง 3 นิ้ว
2. ไม้อัด ปู ฟอร์ไมก้า
3. แผงอลูมิเนียมเจาะรู สำหรับวางอุปกรณ์
4. ลวดตาข่ายชุบสังกะสี ชนิดถักรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 25X25 mm.
5. รางอลูมิเนียม

สำหรับวัสดุที่ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมได้แก่ ไม้ และพลาสติก

ส่วนกรรมวิธีการผลิต

สำหรับส่วนที่เป็นโลหะ ใช้วิธีเชื่อมประสานด้วยไฟฟ้า แก๊ส, การย้ำหมุด ในส่วนที่เป็นโลหะ และพลาสติก ใช้การยึดด้วยสกรูและตัวล็อค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเกี่ยวกับโลหะ

1. เหล็กฉากเจาะรู

เหล็กฉากแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1.1 ขาเท่ากัน

1.2 ขาไม่เท่ากัน

2. คุณสมบัติ

2.1 การต้านทานแรงดึงและความยืด

2.2 การต้านแรงดัดโค้ง

2.3 การเคลือบสีที่ผิว

3. ขนาด เป็น ม.ม.

กว้าง X ยาว 38X38 (ด้านเท่า)

กว้าง X ยาว 57X38 (ด้านไม่เท่า)

3.12 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม

ผลิตภัณฑ์เดิม มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1. แบบที่ติดตั้งอุปกรณ์ไว้ที่แผงบฏิบัติงานเลย คือติดตั้งตายตัวมีการเดินสายเข้ากับขั้วต่อสายตามลักษณะของสัญญาลักษณ์ ของการเขียนแบบวงจรการควบคุมมอเตอร์ โครงสร้างเป็นเหล็กฉากและเหล็กฉากเจาะรู มีชั้นวางสายต่อวงจร และมอเตอร์ไฟฟ้าขณะทำการทดลองหรือทดสอบวงจร ชั้นวางสูงจากพื้น 80-85 cm มีล้อเลื่อน 4 ล้อ สามารถเคลื่อนได้โดยการดึงเลื่อน และจัดตำแหน่งได้ สำหรับแผงและชั้นวางใช้ไม้อัดขนาด 10 mm บูด้วยพอร์ไมก้ายึดติดกับโครงเหล็กด้วยสกรู

2. แบบที่สามารถติดตั้งหรือถอดอุปกรณ์จากแผงบฏิบัติงานได้เพราะที่แผงบฏิบัติงานมีรางเลื่อนสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ โดยการสอดอุปกรณ์เข้าไป แต่อุปกรณ์นั้นจะต้องยึดติดกับภาชนะเสียก่อน และมีการเดินสายเข้าขั้วต่อสายเช่นเดียวกับแบบที่ 1 โครงสร้างเช่นเดียวกับแบบที่ 1 คือโครงเหล็กและไม้อัดบูพอร์ไมก้าจะต่างกันตรงที่ แบบนี้จะมีชั้นสำหรับเก็บอุปกรณ์ที่ถอดออกมา รวมทั้งสายต่อวงจร และมอตอร์ไฟฟ้าด้วยแต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เพราะขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.13 การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์เดิมทั้ง 2 ลักษณะ

แบบที่ 1

ข้อดี

- สามารถปฏิบัติงานได้รวดเร็ว
- เลือกใช้อุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสมหรือใช้อุปกรณ์ชนิดเดียวกันอันใดก็ได้
- เคลื่อนย้ายสะดวก ขนาดเล็ก และน้ำหนักเบา
- อุปกรณ์ติดตั้งตายตัว ไม่ต้องมีการเคลื่อนย้ายบ่อย ๆ

ข้อเสีย

- อันตรายจากการติดตั้งขั้วต่อสายกับสายไฟด้านหลังแผงปฏิบัติงานอาจทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร
- การเสื่อมสภาพของอุปกรณ์โดยเฉพาะสวิทช์ไฟฟ้าจากฝุ่นละอองภายในห้องเรียน เป็นผลให้มีการชำรุดในเวลาต่อมา
- ไม่มีสัญญาลักษณ์บอกสภาวะปกติของหน้าสัมผัสต่าง ๆ อย่างครบถ้วน มีแต่รหัสสีซึ่งจะเข้าใจเฉพาะสถานที่ที่เรียนเท่านั้น เพราะไม่มีเนื้อที่เพียงพอสำหรับบอกสัญญาลักษณ์ของหน้าสัมผัสได้
- การซ่อมบำรุงเป็นไปได้ยาก เนื่องจากต้องถอดอุปกรณ์ออกจากแผงวงจรเพื่อเปลี่ยนใหม่ ทั้งนี้จะต้องเปลี่ยนจุดต่อต่าง ๆ และต้องเดินสายภายในใหม่ทั้งหมด ต้องเสียเวลาในการซ่อมบำรุง

แบบที่ 2

ข้อดี

- สภาพการใช้งานและอายุการใช้งาน เนื่องจากความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์ยาวกว่าแบบที่หนึ่ง เนื่องจากมีการเก็บหลังการใช้
- สามารถเลือกใช้เฉพาะอุปกรณ์ที่ต้องการใช้เท่านั้น (เฉพาะที่ต้องใช้)
- สามารถจัดวางอุปกรณ์ได้ใกล้เคียงกับการติดตั้งงานจริงได้จะทำให้การออกแบบติดตั้งเดิมสายงานจริงง่ายยิ่งขึ้น
- การเก็บอุปกรณ์และสายไพมอเตอร์ สามารถจัดเก็บในแผงได้เลยไม่ต้องเบิกหรือคืนที่ห้องเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

- ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เพราะขนาดและน้ำหนักไม่เอื้ออำนวย
- การชำรุดเนื่องจากการกระทบกระเทือนของอุปกรณ์ในการเก็บและติดตั้ง
- จำเป็นต้องจัดอุปกรณ์แต่ละชนิดเป็นหมวดหมู่เดียวกันป้องกันการสับสน

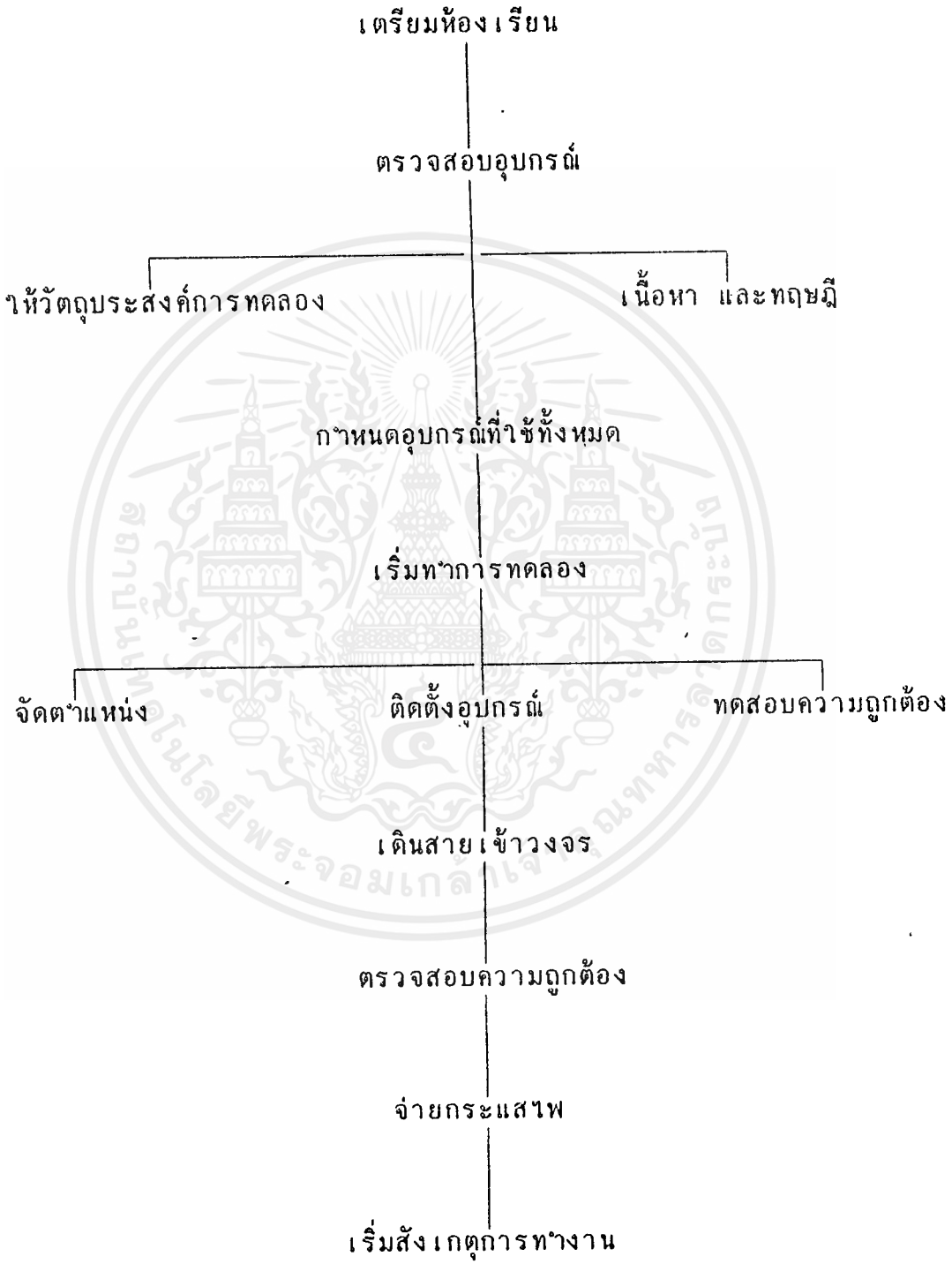
3.14 พฤติกรรมในการใช้แผงปฏิบัติงานควบคุมของผู้สอน

สำหรับผู้สอนหรืออาจารย์ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน การเตรียมการสอนสำหรับทดลองให้นักศึกษาดู จะต้องเตรียมพร้อมอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมดในใบงาน สำหรับการปฏิบัติของแต่ละครั้งให้ครบถ้วน หลังจากที่นักเรียนเข้าห้องเรียนแล้ว ก็จำเป็นจะต้องกล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงานในครั้งนี้ มีการชี้แจงเกี่ยวกับหัวเรื่องและเงื่อนไขของวงจรที่จะปฏิบัติ และให้เนื้อหาหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องหลังจากผ่านขั้นตอนของการเตรียมตัวผู้เรียน แล้วอาจารย์ผู้ควบคุมก็เริ่มสาธิตหรือทดลองตามที่ให้เนื้อหาไป โดยเริ่มจากบอกอุปกรณ์ที่ต้องใช้สำหรับวงจรหลังจากนั้นจึงนำเอาอุปกรณ์มาติดตั้งบนแผงปฏิบัติงาน ตามตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ใกล้เคียงการติดตั้งงานจริงที่สุดจนครบทุกตัว ตรวจสอบความเรียบร้อย และให้นักเรียนทุกคนมองเห็นการติดตั้งได้ชัดเจนทุกคน เมื่อติดตั้งอุบรณ์แล้วก็ทำการเดินสายเข้ากับอุปกรณ์ทุกตัวตามลำดับจนต่อวงจรเสร็จ ตรวจความถูกต้องอีกครั้งหนึ่งจึงจ่ายกระแสไฟเข้ากับวงจร ขณะเดียวกันกับนักเรียน จะต้องสังเกตุการทำงานของอุปกรณ์ทุกตัวที่เกี่ยวข้องกับวงจร เมื่อการทำงานของวงจรทุกขั้นตอนไม่มีปัญหาก็เริ่มทดลองเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการเช่นสังเกตุการทำงานขณะที่เวลาผ่านไป 5 นาที การกลับทางหมุนในขั้นตอนนี้จะมีการถามนักเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจเกี่ยวกับวงจร เมื่อการทดลองจบสิ้น ๆ อาจารย์ผู้ควบคุมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติงาน การเดินสายเข้าอุปกรณ์จริง ๆ ที่ตู้ควบคุมหรือทดสอบนักเรียนโดยการให้เดินสายตามวงจรหรือกำหนดเงื่อนไขตามหัวเรื่องที่ต้องการบนแผงปฏิบัติงานทีละคนจนครบ เป็นการทดสอบปฏิบัติของนักเรียนแต่ละคนก็ได้

เมื่อการเรียนการสอนจบลงก็สามารถเก็บอุปกรณ์ที่ใช้เข้าไว้ในส่วนเก็บของแผงปฏิบัติงานและก่อนที่จะเก็บจะต้องทำความสะอาดก่อนทุกครั้ง และตรวจเช็คความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ทุกอย่างอย่างครบถ้วน เป็นการแสดงพฤติกรรมการใช้แผงปฏิบัติงานควบคุมตั้งแต่ต้นจนจบ

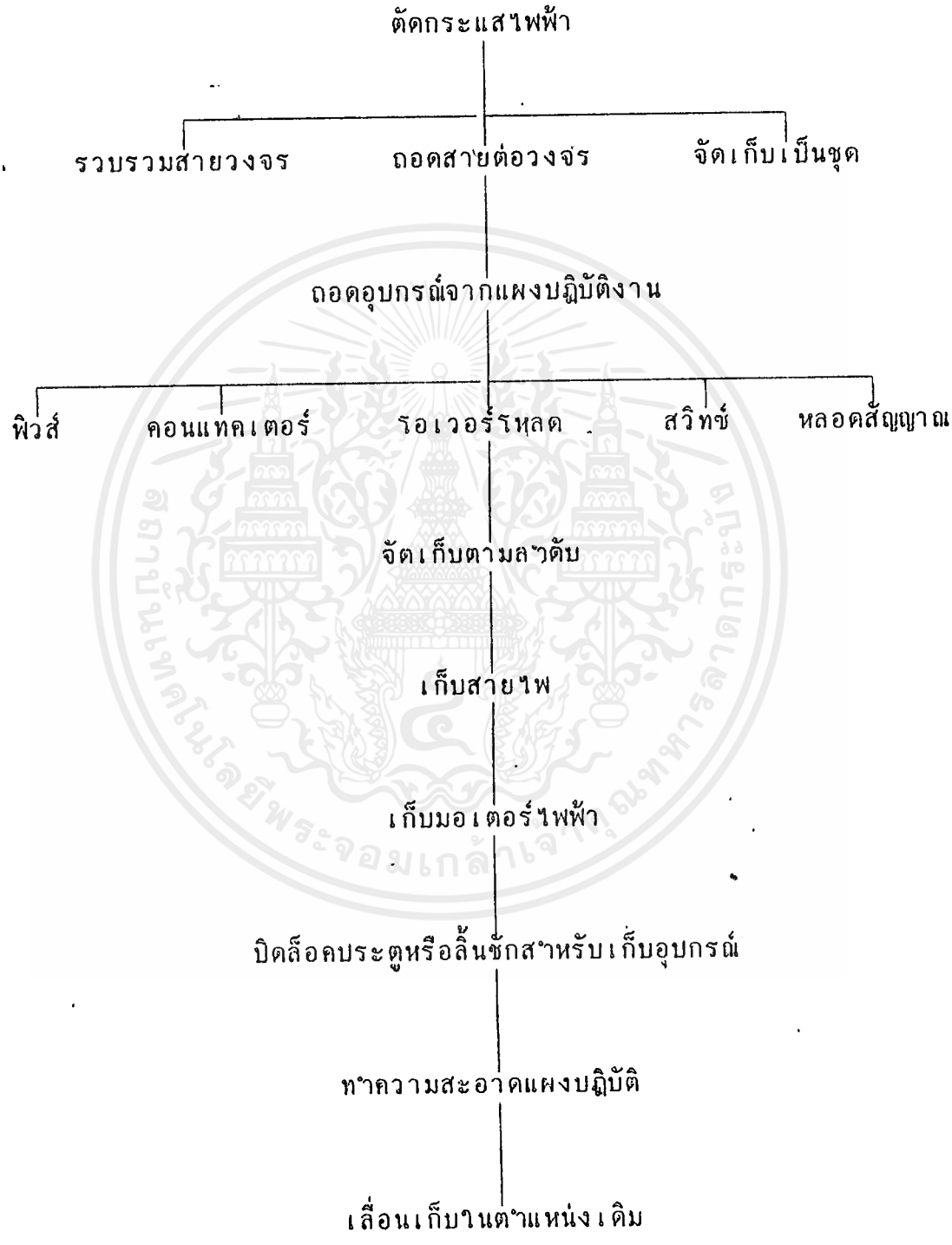
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIAGRAM การใช้แผงปฏิบัติงานควบคุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIAGRAM การเก็บอุปกรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.15 การวิเคราะห์โครงสร้าง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. โครงสร้างแบบตายตัว
2. โครงสร้างสามารถถอดประกอบได้

ตารางที่ 3.1

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2			
1	ความแข็งแรง	4	4			
2	กรรมวิธีการผลิต	3	4			
3	การใช้ประโยชน์	3	4			
4	น้ำหนัก	4	4			
5	การบำรุงรักษา	3	5			
	รวม	17	20			

คำชี้แจง

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

สรุป โครงสร้างที่ควรใช้ คือ สามารถถอดประกอบได้ โดยพิจารณาจากข้อต่าง ๆ แล้ว เลือก แบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์วัสดุที่จะใช้ผลิตโครงสร้าง
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. เหล็ก
2. อลูมิเนียม
3. ไม้

ตารางที่ 3.2

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3		
1	ความแข็งแรงทาน	5	3	3		
2	ประโยชน์ที่ได้การใช้งาน	4	3	3		
3	กรรมวิธีการผลิต	3	2	3		
4	ความสวยงาม	4	5	4		
5	ราคา	4	3	3		
6	การบำรุงรักษา	4	3	3		
	รวม	24	21	19		

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

สรุป วัสดุเหล็กเหมาะสมในการผลิตเป็นโครงสร้างมากที่สุด ในด้านของราคา และกรรมวิธีการผลิตและความแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กทำโครงสร้าง
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ 3 หัวข้อ ดังนี้

1. เหล็กกลมกลวง (ท่อเหล็ก)
2. เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม
3. เหล็กฉาก

ตารางที่ 3.3

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3		
1	ความแข็งแรง	4	4	3		
2	กรรมวิธีการผลิต	3	4	4		
3	น้ำหนัก	5	4	4		
4	ความสวยงาม	4	4	3		
5	การบำรุงรักษา	3	3	2		
6	ราคา	2	5	3		
รวม		21	24	19		

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

สรุป เลือกใช้เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม (เหล็กกลวง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์รูปทรงของฐานโครงสร้าง
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ 3 หัวข้อ ดังนี้

1. สี่เหลี่ยมผืนผ้า
2. สามเหลี่ยม
3. ทรงกลม

ตารางที่ 3.4

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3		
1	การทรงตัวของแผงปฏิบัติงาน	5	3	2		
2	ความแข็งแรง	4	3	3		
3	กรรมวิธีการผลิต	5	4	2		
4	ความสะดวกในการจัดเก็บ	5	3	2		
5	ความกลมกลืนกับอุปกรณ์ปฏิบัติงาน	5	2	2		
รวม		24	15	11		

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

สรุป เลือกฐานโครงสร้างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์การติดตั้งอุปกรณ์บนแผงปฏิบัติงาน
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. สามารถถอดเก็บได้
2. ติดตายตัวบนแผงปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3.5

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2			
1	การบำรุงรักษา	5	3			
2	ความปลอดภัยของอุปกรณ์	5	3			
3	การผลิต	3	4			
4	การเลือกประโยชน์	5	4			
5	ความจำเป็นในการใช้อุปกรณ์	5	3			
6	ความสวยงาม	4	4			
รวม		27	21			

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

สรุป เลือกการติดตั้งอุปกรณ์บนแผงที่สามารถถอดประกอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ภาชนะสำหรับยึดติดอุปกรณ์บนแผงปฏิบัติงาน
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. พลาสติก
2. โลหะแผ่น
3. ไม้อัดปูฟอร์เมก้า
4. โลหะแผ่นเจาะรู
5. อลูมิเนียม

ตารางที่ 3.6

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	กรรมวิธีการผลิต	5	3	4	4	3
2	การเป็นฉนวนไฟฟ้า	5	1	5	1	1
3	ราคา	5	2	3	2	1
4	ความสวยงาม	4	3	3	4	4
5	ความแข็งแรงทนทาน	3	5	3	4	2
6	การบำรุงรักษา	4	3	4	2	3
รวม		26	17	22	17	14

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

สรุป เลือกพลาสติกเป็นภาชนะในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมบนแผงปฏิบัติงาน โดยพิจารณาการเป็นฉนวนไฟฟ้าและการผลิตเป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เลือกชนิดของพลาสติกเป็นภาชนะติดตั้งอุปกรณ์
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. เทอร์โมพลาสติก
2. เทอร์โมเซ็ตติ้ง

ตารางที่ 3.7

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2			
1	กรรมวิธีการผลิต	4	4			
2	ความสวยงาม	4	4			
3	การเลือกประโยชน์ทางไฟฟ้า	5	5			
4	การนำกลับมาใช้ใหม่	5	1			
5	ราคา	4	3			
6	การยึดต่อและติดตั้งอุปกรณ์	4	4			
รวม		26	21			

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

สรุป เทอร์โมพลาสติก เหมาะสมสำหรับภาชนะติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมบนแผงปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เลือกประเภทพลาสติกตระกูลเทอร์โมพลาสติก
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. โปลีเอทธีลีน
2. อะคริลิค
3. พี วี ซี
4. เอ บี เอส (ABS)

ตารางที่ 3.8

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	
1	ความยืดตัวสูง	5	3	5	5	
2	ทนแรงฉีกขนาด	3	3	5	5	
3	ทนความร้อน	4	4	4	5	
4	ฉนวนทางไฟฟ้า	4	4	4	4	
5	ความสามารถในการพับงอ	3	3	2	3	
รวม		19	17	20	22	

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

สรุป เลือกพลาสติก เอ บี เอส เป็นภาชนะติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ผลิตแผงติดตั้งอุปกรณ์
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. ไม้อัดบูพอร์ไมก้าร์
2. พลาสติก
3. เหล็กแผ่น
4. ลวดเหล็กสานเป็นตาข่าย

ตารางที่ 3.9

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	
1	กรรมวิธีการผลิต	4	4	3	3	
2	น้ำหนัก เบา	3	4	3	4	
3	ความแข็งแรง	4	3	5	4	
4	ทัศนวิสัยในการสังเกตุ	5	3	4	2	
5	ราคา	5	3	3	3	
	รวม	21	17	18	16	

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

สรุป เลือกไม้อัดบูพื้นพอร์ไมก้าร์ เป็นแผงติดตั้งอุปกรณ์และเป็นพื้นโต๊ะบนแผงปฏิบัติงานด้วยจากเหตุผลเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. การเชื่อมด้วยไฟฟ้า
2. การเชื่อมด้วยแก๊ส
3. การย้ำหมุด

ตารางที่ 3.10

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3		
1	ความแข็งแรง	5	4	2		
2	ขั้นตอนการผลิต (ปฏิบัติงาน)	4	3	2		
3	ราคาในการผลิต	4	2	3		
4	การตบแต่งผิว	3	4	4		
5	การซ่อมแซม บำรุงรักษา	4	3	2		
6	ความสวยงาม	3	4	4		
	รวม	23	20	17		

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

สรุป เลือกกรรมวิธีการผลิต โดยการเชื่อมประสานด้วยไฟฟ้า (อาร์ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ที่ 3.11 เรื่อง กรรมวิธีการผลิต โครงสร้างและส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ เฉพาะโครงสร้างของแผงปฏิบัติงานและลิ้นชัก

จากข้อมูลเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิต โดยโครงสร้างที่สรุปและนำมาวิเคราะห์เลือกนั้นมีโลหะเหล็ก 80% ที่เหลือจะเป็นไม้อัดและฟอร์ไมก้าร์และส่วนประกอบย่อยจะเป็นอลูมิเนียมสำเร็จรูปก็ตาม สามารถแยกกรรมวิธีการผลิต ดังนี้

1. โลหะแผ่น ใช้กรรมวิธีการผลิตตามความเหมาะสมได้ 2 ลักษณะคือ

1.1 ในส่วนที่ต้องพับขึ้นรูปจะใช้การเชื่อมประสาน โดยการเชื่อมแก๊ส

1.2 ในส่วนที่ต้องยึดติดกับวัสดุอื่นที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก ใช้การย้ำหมุดแทน เช่น จุดที่ต้องยึดติดกับโครงเหล็กกลวงสี่เหลี่ยม ในลักษณะการเข้ากรอบมุมต่าง ๆ ซึ่งไม่ต้องรับน้ำหนักมากนัก

2. เหล็กกลวงสี่เหลี่ยม (โครงสร้างเหล็ก) ในการเชื่อมแก๊สในขั้นตอนสุดท้ายของการขึ้นรูป โดยก่อนหน้านี้จะใช้การเชื่อมอาร์คด้วยไฟฟ้าก่อน เนื่องจากยังไม่ต้องการความปราณีต ในการเชื่อมแก๊สจะเป็นขั้นตอนสุดท้ายเพราะการเดินแนวเชื่อมมีความสวยงามและทำให้เหล็กเกิดการเสียรูปน้อยกว่าการเชื่อมอาร์คด้วยไฟฟ้า

3. การประกอบโครงสร้างระหว่างโครงสร้างไม้กับเหล็กใช้สกรูและนัทตามความแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ส่วนจัดเก็บอุปกรณ์ควบคุม
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. บานเปิด-ปิด
2. บานเลื่อน
3. ลิ้นชัก

ตารางที่ 3.12

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3		
1	ความสะดวกในการใช้งาน	3	2	4		
2	ความสวยงาม	2	3	4		
3	กรรมวิธีการผลิต	4	3	3		
4	เนื้อที่ของการใช้งาน	2	4	4		
5	ความปลอดภัย	4	4	4		
6	การบำรุงรักษา	3	2	4		
	รวม	18	18	23		

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

สรุป เลือกการจัดเก็บอุปกรณ์เรดยใช้ลิ้นชักในการจัดเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์การจัดวางอุปกรณ์ในลิ้นชัก
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. การคว่ำ
2. วางเอียง (ขวา-ซ้าย)
3. ตั้งให้ด้านบนขึ้น

ตารางที่ 3.13

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3		
1	ความปลอดภัยของอุปกรณ์	3	2	5		
2	การหยิบจับ	4	3	4		
3	การเก็บและนำออกใช้	4	2	5		
4	ป้องกันฝุ่นละออง	2	3	5		
5	ความเป็นระเบียบของอุปกรณ์	4	3	5		
รวม		17	13	24		

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

สรุป เลือกการจัดเก็บอุปกรณ์โดยการตั้งให้ด้านบนขึ้นเพื่อความปลอดภัยของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ตำแหน่งวางมอเตอร์เพื่อการทดลอง
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. ช้ายมือบนเนื้อที่ปฏิบัติงาน
2. ขวามือบนเนื้อที่ปฏิบัติงาน
3. ตรงกลางบนเนื้อที่ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3.14

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3		
1	ความสัมพันธ์กับอุปกรณ์ควบคุม	5	2	3		
2	การมองเห็น	4	4	3		
3	พื้นที่สำหรับวางอุปกรณ์อื่น	4	2	4		
4	โอกาสการใช้งานกับบริเวณจัดเก็บ	5	2	3		
รวม		18	10	13		

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

สรุป เลือกตำแหน่งของการวางมอเตอร์สำหรับทดลองวงจรด้านช้ายมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เลือกล้อสำหรับการเคลื่อนย้าย
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. ล้อทรงกลม
2. ล้อกลมแบน

ตารางที่ 3.15

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2			
1	การรับน้ำหนัก	4	4			
2	ความคล่องตัวในการเคลื่อนย้าย	4	4			
3	การหมุนรอบตัวเอง	4	4			
4	การบำรุงรักษาซ่อมแซม	3	4			
5	การใช้พื้นที่ในการใช้งานน้อย	2	4			
รวม		17	20			

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

สรุป เลือกล้อกลมแบน เพราะสามารถบำรุงรักษาและมีพื้นที่ในการใช้งานน้อยกว่าล้อกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เลือกลักษณะการติดตั้งของล้อมกลมแบนกับโครงสร้าง
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ - ดังนี้

1. ชนิดเกลียว
2. ชนิดสวมอัด
3. ชนิดหน้าแปลน

ตารางที่ 3.16

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3		
1	ความสะดวกในการติดตั้ง	4	5	1		
2	การถอดประกอบสะดวก	4	5	1		
3	การใช้อุปกรณ์อื่น ๆ ร่วม	3	4	1		
4	ความทนทานในการใช้	4	4	4		
5	ราคา ความสวยงาม	4	4	4		
รวม		19	22	11		

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

สรุป เลือกชนิดสวมอัด เพราะการสวมอัดจะใช้น้ำหนักของโครงสร้างช่วยในการยึดติดไม่จำเป็นต้องใช้ชนิดเกลียวหรือหน้าแปลนเพราะปัญหามากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ตำแหน่งการติดตั้งล้อ
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. ด้านล่างสุดของเหล็กสี่เหลี่ยมกลวง
2. ตำแหน่งขนานไปกับสี่เหลี่ยมกลวง

ตารางที่ 3.17

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2			
1	กรรมวิธีการผลิต	5	3			
2	การทรงตัวของโครงสร้าง	4	4			
3	การเคลื่อนย้าย	4	4			
4	ความแข็งแรง	5	3			
5	การถอด-ประกอบ	4	4			
รวม		22	20			

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

สรุป เลือกแบบที่ 1 สำหรับตำแหน่งและการติดตั้งลูกล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ที่ 3.18 เรื่อง การติดตั้งตำแหน่งของตัวลือกอุบกรณ์กับแผงปฏิบัติงาน

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์

1. ตำแหน่งด้านบน 2 จุด ทั้งซ้ายและขวา
2. ใช้สองตำแหน่ง บนล่าง
3. ใช้ 3 ตำแหน่ง บน 2 จุด และด้านล้างตรงกลางอีกหนึ่งจุด
4. ใช้ตำแหน่งเดียวระหว่างกลางภาชนะติดตั้ง

จากข้อมูลของอุบกรณ์พร้อมขนาดของภาชนะติดตั้งสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ขนาดที่ต้องใช้ 2 จุด คือ แม็คเนติค คอนแทคเตอร์, ฟิวส์ ชุดปุ่มกด และหลอดสัญญาณ เนื่องจากว่า มีขนาดความกว้างที่จำเป็นต้องใช้ 2 จุด เพื่อความแข็งแรง

ส่วนรีเวอร์โหลดและไทม์เมอร์รีเลย์ ใช้แค่ตำแหน่งเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์วิธีการยึดและประกอบโครงสร้างทั้งหมด
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. สวมอัดโดยใช้บรูช
2. ใช้สกรูขันยึด
3. ใช้เดือยตัวผู้ตัวเมียเกี่ยวกัน

ตารางที่ 3.19

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3		
1	ความแข็งแรง	5	4	4		
2	ขั้นตอนในการผลิต	5	4	4		
3	ความสะดวกในการติดตั้ง	5	2	4		
4	ความสวยงาม	5	4	3		
5	การบำรุงรักษา	4	3	4		
รวม		24	17	19		

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

สรุป เลือกแบบที่ 1 คือ การสวมอัดในการประกอบติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ที่ 3.20 วิธีการประกอบโครงสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์

เนื่องจาก กรรมวิธีการผลิต สามารถแบ่งสายการทำงาน เป็น 3 สาย ดังนี้คือ

1. โครงสร้างที่เป็นโครงเหล็ก
2. ชุดลิ้นชัก ซึ่งใช้การพับโลหะแผ่น
3. ส่วนที่เป็นไม้อัดบูฟอร์ไมก้าร์

จากสายการผลิตทั้งสามสายจะมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์ โดยการประกอบ อาจจะเป็นการประกอบที่สถานศึกษาเลย โดยการใช้หมุดย้ำประกอบระหว่างโลหะแผ่นที่เป็นโครงลิ้นชักกับโครงเหล็กก่อนแล้วจึงทำสีและตกแต่ง ในขณะที่ส่วนที่เป็นไม้อัดจะประกอบเป็นขั้นตอนสุดท้าย ด้วยการยึดสกรูหรือนัท เพราะจะเป็นการสะดวกในการขนส่งและบริมาณที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์สัญญาลักษณ์ที่ใช้กับอุปกรณ์
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. สี
2. สัญญาลักษณ์ทางไฟฟ้า
3. การกำหนดตัวเลขตามตำแหน่งอุปกรณ์

ตารางที่ 3.21

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3		
1	ความสามารถในการอ่านแบบ	2	5	3		
2	การต่อวงจรตามแบบ	2	5	4		
3	เพิ่มความเคยชินสำหรับงานจริง	2	3	4		
4	กำหนดเป็นมาตรฐานได้	2	4	5		
5	ความจำเป็นตามจุดประสงค์การเรียนรู้	2	4	4		
รวม		10	21	20		

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

สรุป เลือกใช้สัญญาลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์สัญญาลักษณ์และเครื่องหมายบนอุปกรณ์ควบคุม
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. ใช้ตามลักษณะงานจริงของอุปกรณ์
2. ใช้ตามลักษณะของการเขียนแบบ

ตารางที่ 3.22

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2			
1	เนื้อที่ที่ใช้ติดตั้งของอุปกรณ์บนภาชนะ	4	3			
2	ความถูกต้องของการอ่านวงจร	2	4			
3	ความสะดวกในการต่อวงจร	3	3			
	รวม	9	10			

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

สรุป เลือกแบบที่ 2 ในการกำหนดสัญญาลักษณ์และเครื่องหมายของอุปกรณ์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ตำแหน่งของอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บในลิ้นชัก
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. วางตามขนาดของแต่ละอุปกรณ์เป็นชั้น ๆ
2. วางตามลักษณะการใช้งานก่อนหลังและใช้งานมากที่สุด

ตารางที่ 3.23

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2			
1	การจัดเก็บอุปกรณ์	3	4			
2	ความเป็นระเบียบเพื่อการใช้งาน	2	5			
3	การบำรุงรักษา	3	4			
4	การตรวจสอบจำนวน	2	5			
รวม		10	18			

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

สรุป เลือกการจัดเก็บตามลำดับการใช้ก่อนหลังและใช้มากที่สุดใช้ลิ้นชักบนที่เหลือใช้ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เลือกขั้วต่อสายสำหรับอุปกรณ์ควบคุม
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. Laboratory Sockets
2. Binding Posts
3. RCA แบบติดแท่น
4. Banana Jack

ตารางที่ 3.24

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	
1	อายุการใช้งานนาน	3	5	4	2	
2	ทนแรงดึงได้สูง	3	5	3	2	
3	ความแข็งแรง	3	5	3	2	
4	ติดตั้งง่าย	4	4	4	4	
5	เนื้อที่ที่ใช้ในการติดตั้ง	3	2	4	4	
6	ราคา	3	2	4	5	
รวม		19	23	22	19	

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

สรุป เลือกใช้ชนิด Binding Post เนื่องจากใช้การทดลองจำเป็นต้องแข็งแรงทนทานสูง ถึงแม้นราคาจะสูงกว่าก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์การต่อสายของอุปกรณ์เข้าขั่วต่อสาย
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. การบัดกรี
2. การสวมหางปลา
3. การใช้สกรู

ตารางที่ 3.25

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3		
1	ลดหน้าสัมผัสสนิทลดการสปาร์ค	5	4	3		
2	สะดวกในการติดตั้ง	3	5	3		
3	ความแข็งแรงของจุดต่อ	5	3	3		
4	ความคลาดเคลื่อนทางไฟฟ้า	5	4	4		
5	การซ่อมแซมบำรุงรักษา	5	4	3		
รวม		23	20	16		

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

สรุป เลือกการต่อสายไฟจากอุปกรณ์เข้าขั่วต่อสายใช้การบัดกรีสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ที่ 3.26 เรื่องการยึดติดอุปกรณ์ควบคุมกับภาชนะติดตั้ง

โดยทั่วไปในงานควบคุม การเดินสายภายในจะใช้สายอ่อนแต่สำหรับในตู้ควบคุม เพื่อความเป็นระเบียบและสวยงามจะใช้สายแข็ง สามารถดัดได้ และดัดหักมุมตามจุดต่าง ๆ เมื่องานออกมาสามารถตรวจความถูกต้องได้ง่ายกว่าสายอ่อน และสำหรับสายอ่อนจะใช้ในงานที่ฉาบฉวยและจะมีความรวดเร็วมากกว่า ซึ่งการเลือกใช้สายไฟในงานควบคุมจะใช้สายแข็งเป็นสายมาตรฐาน

และในส่วนของการติดอุปกรณ์กับภาชนะติดตั้ง จะมีลักษณะเดียวกับการติดตั้งในตู้ควบคุม กล่าวคือ ในอุปกรณ์จะมีร่องลิ่ม หรือรูสำหรับร้อยสกรู หรือนัท ในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง ดังนั้นการติดตั้งกับภาชนะจึงต้องใช้ นัทหรือสกรู และการเดินสายภายในจะใช้สายแข็ง และมีฝาปิดหลังป้องกันการลัดวงจรจากการสัมผัสด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์สีสำหรับโครงสร้าง
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. สีโครเมียม
2. สีขาว
3. สีเทาเข้ม,ดำ

ตารางที่ 3.27

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3		
1	ความสวยงาม	5	3	4		
2	การบำรุงรักษา	4	4	5		
3	ราคาในการทำสี	3	4	5		
4	กรรมวิธีการทำสี	4	4	4		
5	ความทนทานของสีที่ใช้	5	3	4		
	รวม	21	18	22		

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

สรุป เลือกสีที่ใช้กับโครงสร้างเป็นสีเทาเข้มและดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์สีของภาชนะติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. สีดำ
2. สีขาว
3. สีเทา
4. สีเหลือง

ตารางที่ 3.28

ลำดับที่	ข้อควรพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	
1	จุดสังเกตกับแผงปฏิบัติการ	3	2	3	3	
2	การตัดกันกับสีอุปกรณ์	1	2	5	4	
3	ความหมายทางความปลอดภัย	2	1	3	4	
4	ความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	2	1	4	4	
5	ความกลมกลืนกับโครงสร้าง	2	3	4	3	
6	การทำความสะอาด	3	3	4	4	
รวม		13	12	23	22	

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

สรุป เลือกสีเทาเป็นสีของภาชนะติดตั้งอุปกรณ์ เนื่องจากแผงปฏิบัติงานเป็นสีขาว และอุปกรณ์ส่วนมากเป็นสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการรวบรวมข้อมูล และทำการวิเคราะห์สามารถแสดงเป็นผลการวิเคราะห์ ได้ดังนี้

4.1.1 โครงสร้าง แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- โครงเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมขนาด 38X38 มม.ใช้การเชื่อมแก๊สและการอาร์คไฟฟ้าในจุดหลบภายใน
- โครงสร้างที่เป็นโครงลิ้นชักใช้วัสดุที่เป็นโลหะแผ่นใช้การเชื่อมโดยการสปอต (การให้ความร้อนอาร์คที่ที่จุดต้องการ) และใช้แก๊สในบางจุด ในส่วนที่เป็นการยึดติดกับโครงเหล็กจะใช้การย้ำหมุด
- โครงไม้อัดบูพอร์ไมก้าร์ ใช้การยึดติดโดยสกรูและน็อทกับโครงเหล็ก

4.1.2 การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมบนแผงปฏิบัติงานเลือกรูปแบบที่สามารถถอดเก็บได้ เพราะวิธีนี้สามารถตอบสนองในทุก ๆ ด้าน เช่น จุดประสงค์ของแต่ละใบงาน คือ สามารถใช้อุปกรณ์เฉพาะที่ต้องการได้ และยังสามารถยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์เหล่านั้นได้ และยังดูและได้สะดวก

4.1.3 การใช้พลาสติกเป็นตัวที่อุปกรณ์จะไบติดตั้งนั้น สามารถป้องกันอันตรายจากกระแสไฟได้ เนื่องจากเป็นไฟ 3 เฟส 360 VOLT และการใช้งานก็ใช้กับไฟฟ้าจริง ๆ พลาสติกจึงเหมาะสมที่สุด เลือกใช้ เทอร์โมพลาสติกชนิด ABS

4.1.4 การจัดเก็บอุปกรณ์ควบคุมเลือกใช้ลิ้นชัก เนื่องจากสามารถจัดวางได้สะดวกกว่าวิธีอื่น ๆ และยังใช้งานสะดวกกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ในการทดลองกับมอเตอร์ตำแหน่งของการวางมอเตอร์คือบริเวณซ้ายมือของผู้สอนบนริตะปฏิบัติงาน

4.1.6 เนื่องจากแผงปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีการเคลื่อนย้าย ดังนั้นการติดตั้งล้อเลื่อน จึงจำเป็นต้องติดตั้ง 4 จุด และขนาดที่ใช้คือ ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว เป็นล้อแบนและเป็นล้ออิสระ (ล้อเป็น) เป็นชนิดสวมอัดเพราะเป็นลักษณะงานสูง

4.1.7 จุดลือคของอุบกร์กับแผงบฏิบัตติงานใช้ 1-2 จุดตามลักษณะความกว้างของอุบกรณ์นั้น ๆ

4.1.8 ในการกำหนดเครื่องหมายบนอุบกรณ์เลือกใช้สัญญาลักษณ์ของงานควบคุมที่ใช้เขียนแบบจริง

4.1.9 ขั่วต่อสายเลือกชนิด Binding Posts

4.1.10 สีที่ใช้กับริครงสร้างคือ สีเทาเข้มและดำ,สีของอุบกรณ์คือสีขาว

4.2 การออกแบบ

สำหรับการขั้นตอนการออกแบบจากการที่ได้ศึกษาข้อมูล ค้นคว้า จนสามารถสรุบวิเคราะห์ข้อมูล ได้นำผลสรุบที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในงานออกแบบ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการออกแบบดังนี้

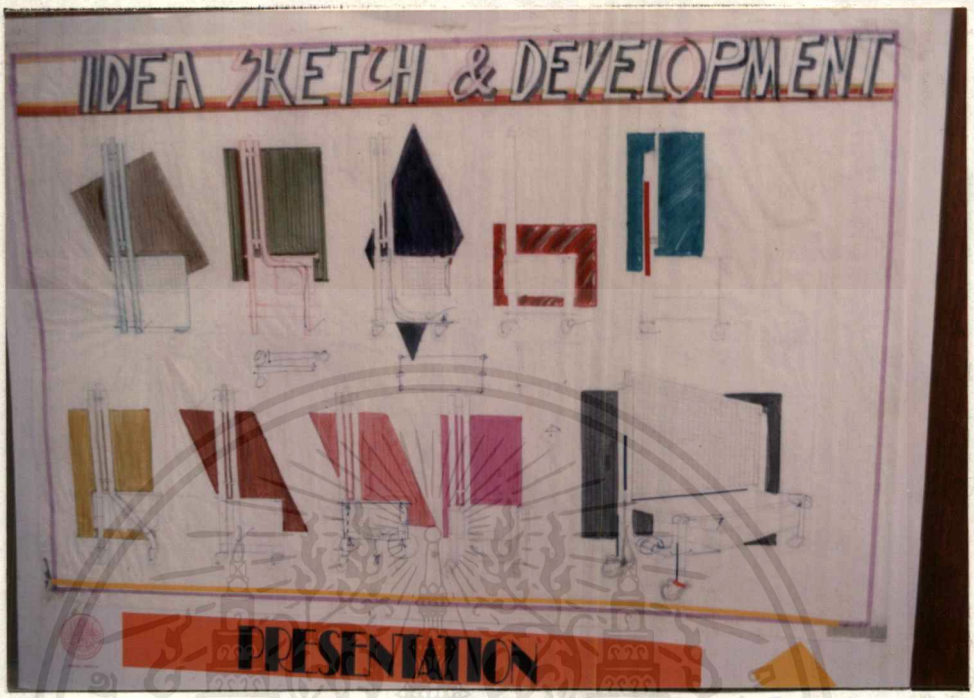
1. ขั้นตอนการเสนอ IDEA SKETCH ซึ่งเป็นการเสนอแนวทางในการออกแบบในขั้นต้น เพื่อหาข้อบกพร่องของการใช้งานและกรรมวิธีภารผลิต การเลือกวัสดุอุบกรณ์การกำหนดเลือกใช้ สี และประโยชน์ที่ได้สูงสุด

2. ขั้นตอนการทำ WORKING DRAWING คือการเขียนแบบเพื่อใช้ในการผลิตจริง

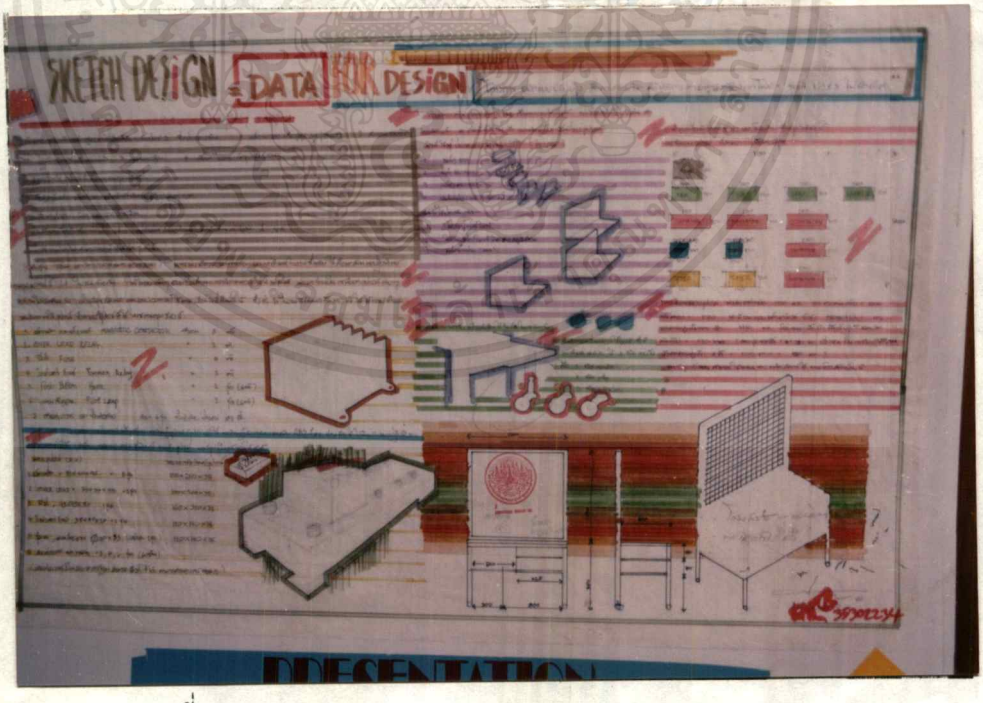
3. ขั้นตอนการทำ PHOTO TYPE คือลักษณะของการทำต้นแบบเท่าของจริง สามารถทดสอบได้มีลักษณะการใช้งานคล้ายของจริงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขั้นตอนการนำเสนองานออกสู่ผู้ใช้ (PRESENTATION)

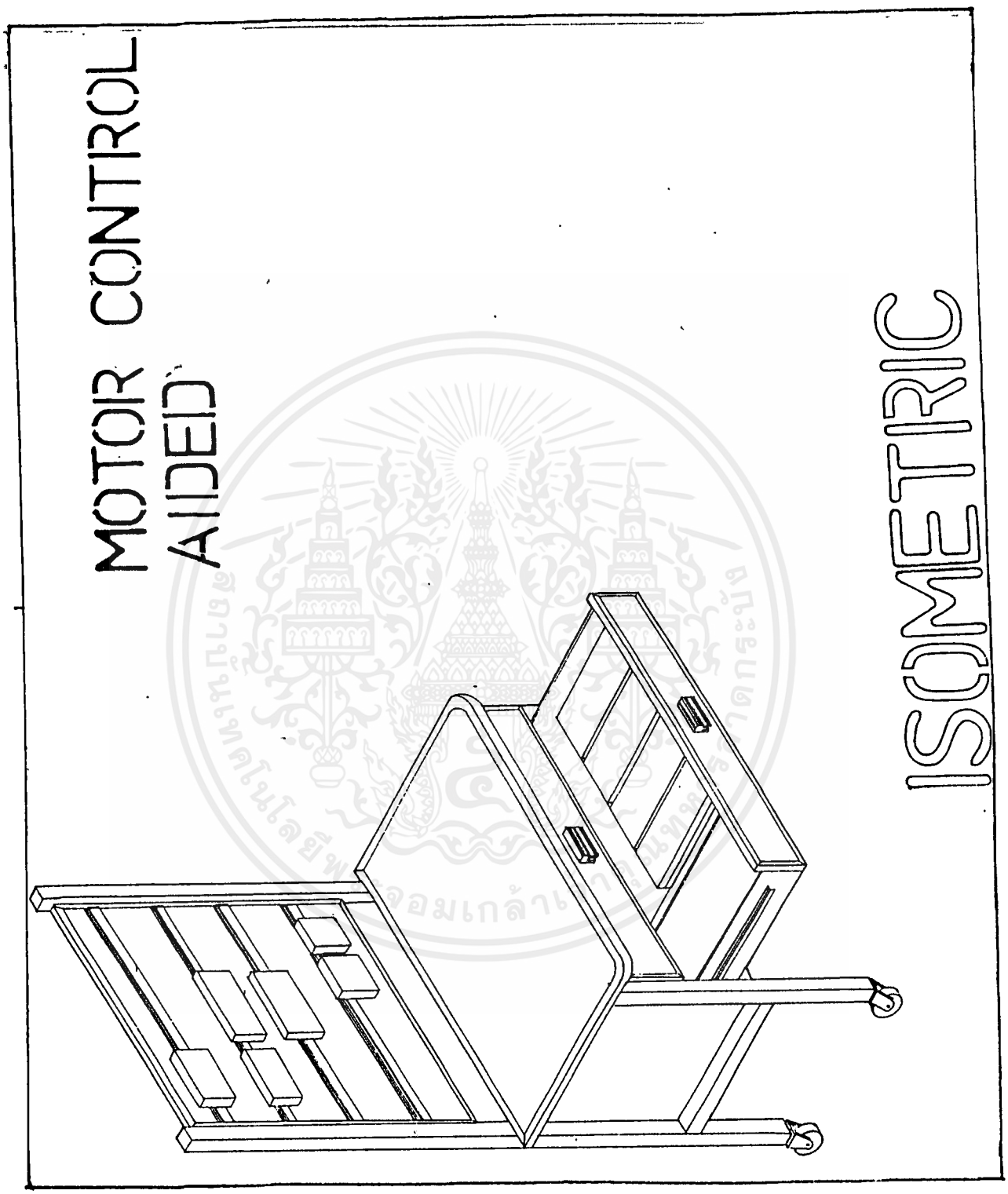


รูปที่ 4.50 IDEA SKETCH โครงสร้าง



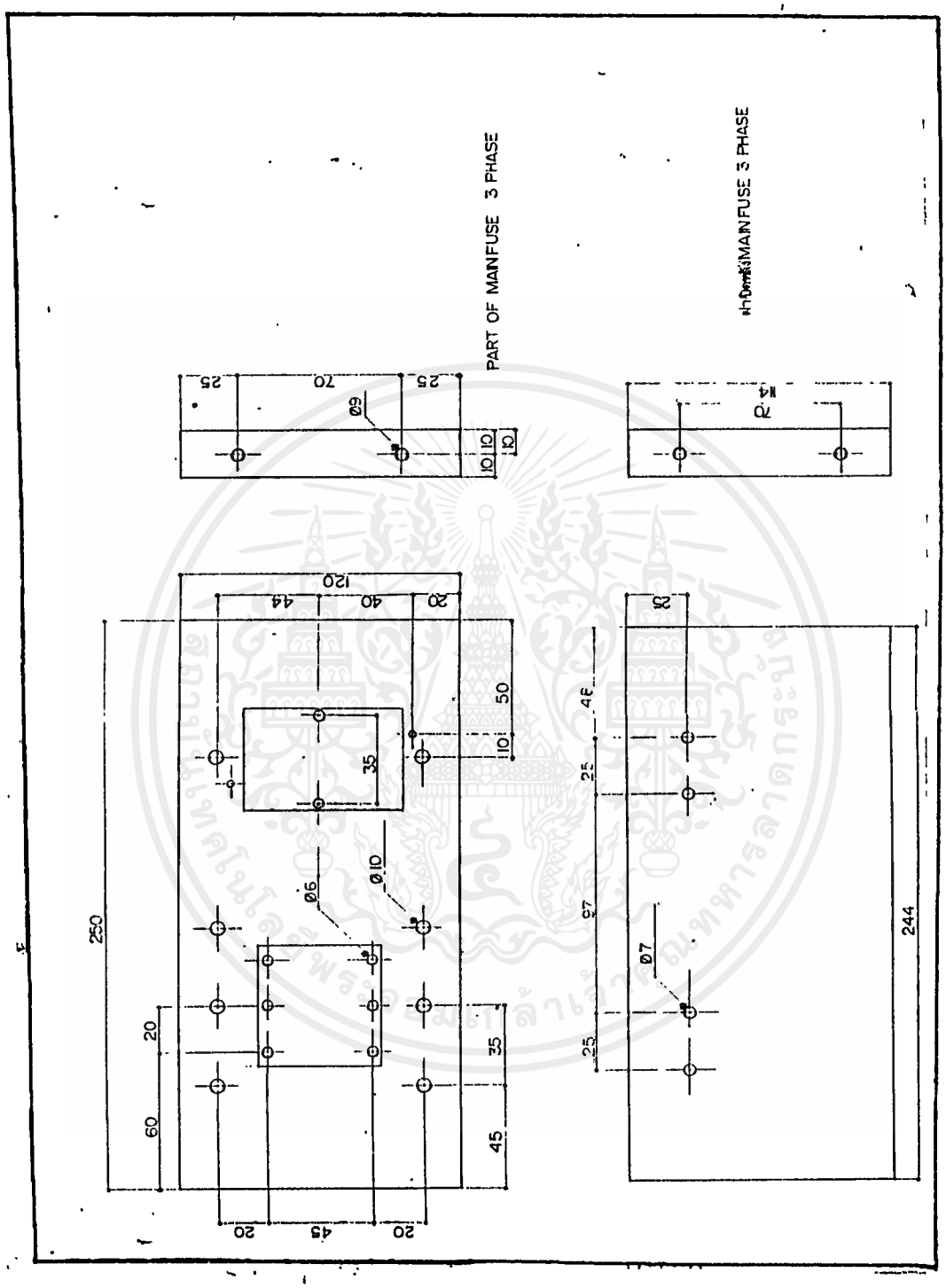
รูปที่ 4.51 DATA RESAECH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



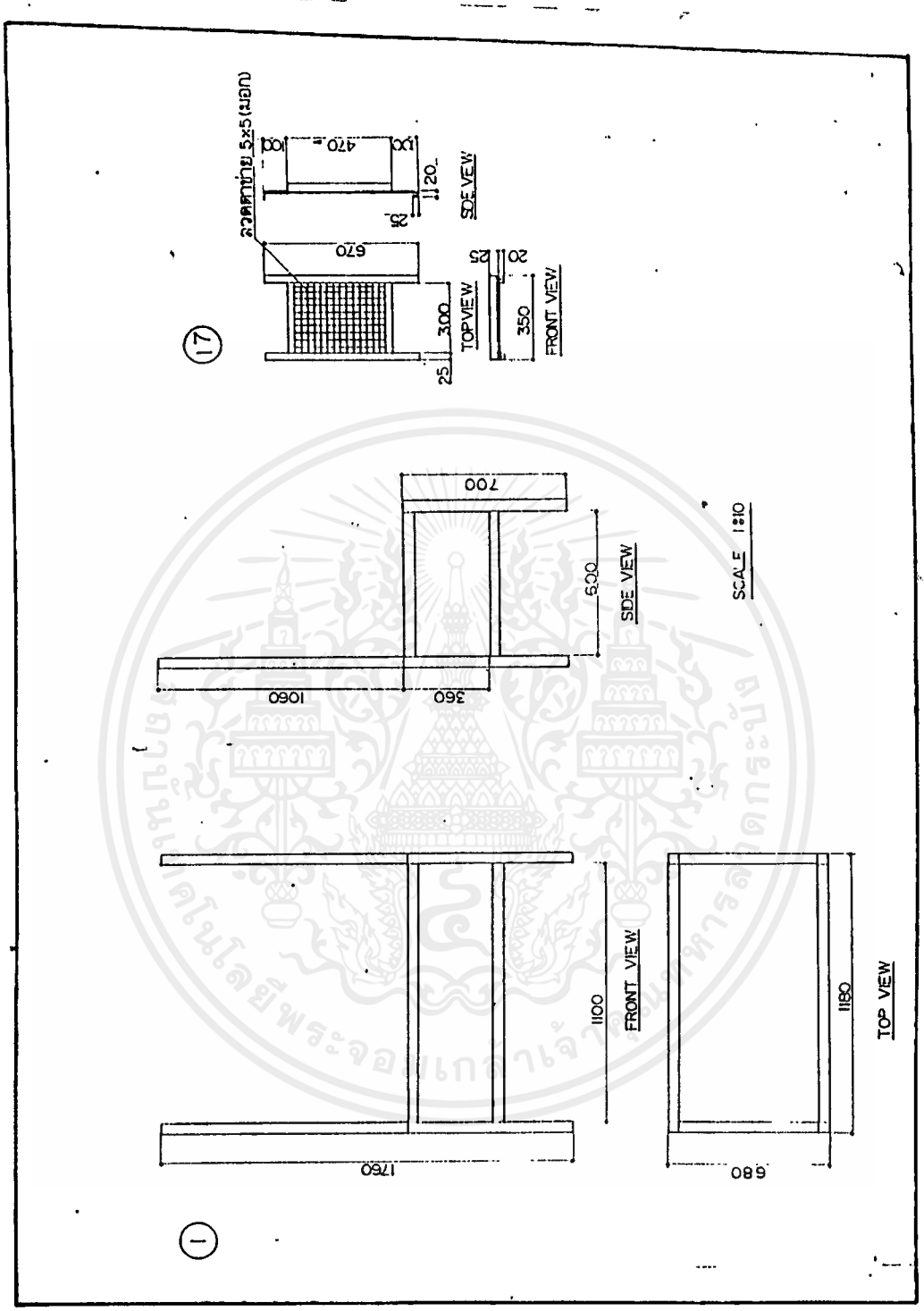
รูปที่ 4.52 ISOMETRIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



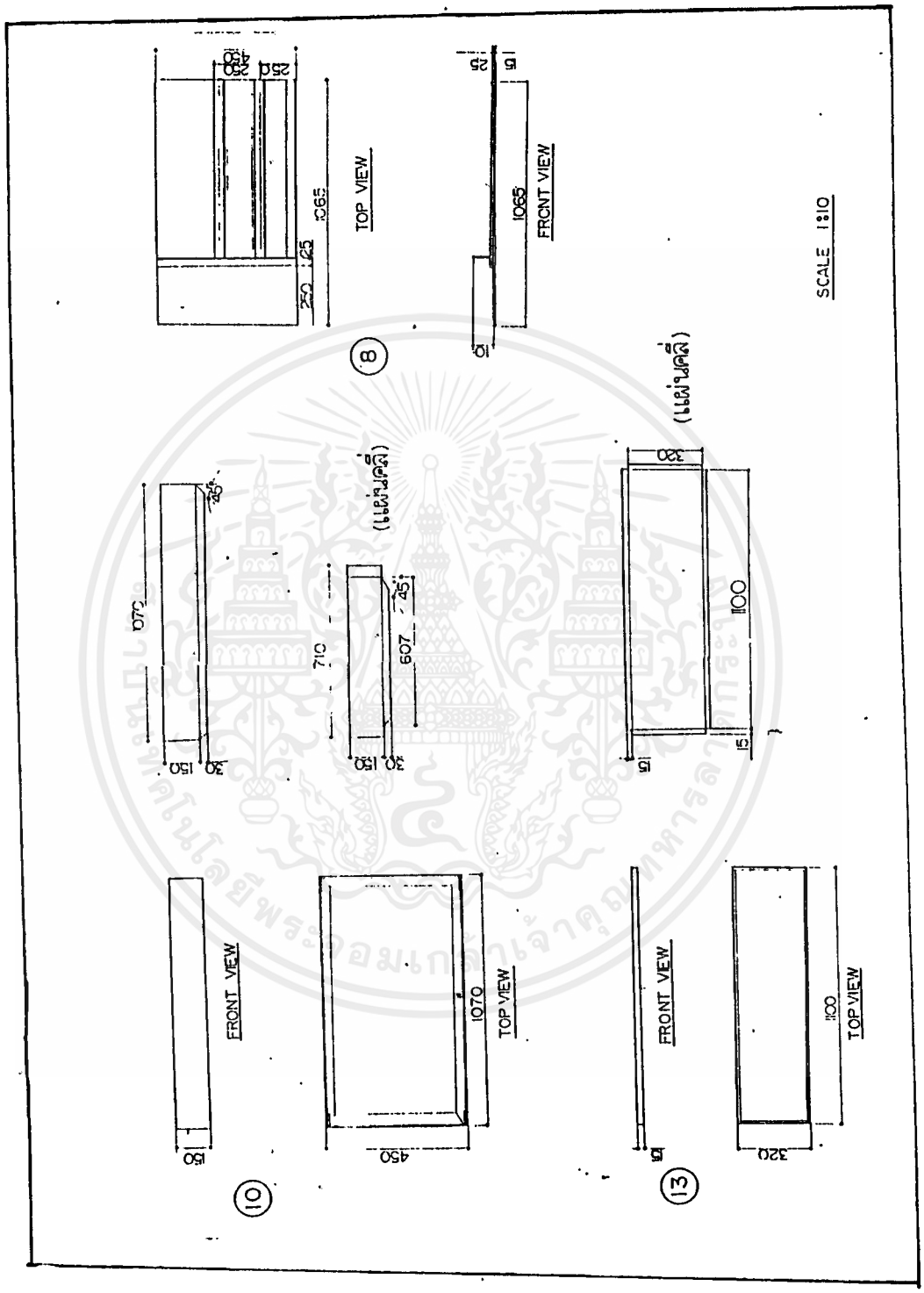
รูปที่ 4.53 WORKING DRAWING
(PART OF MAINFUSE 3 PHASE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



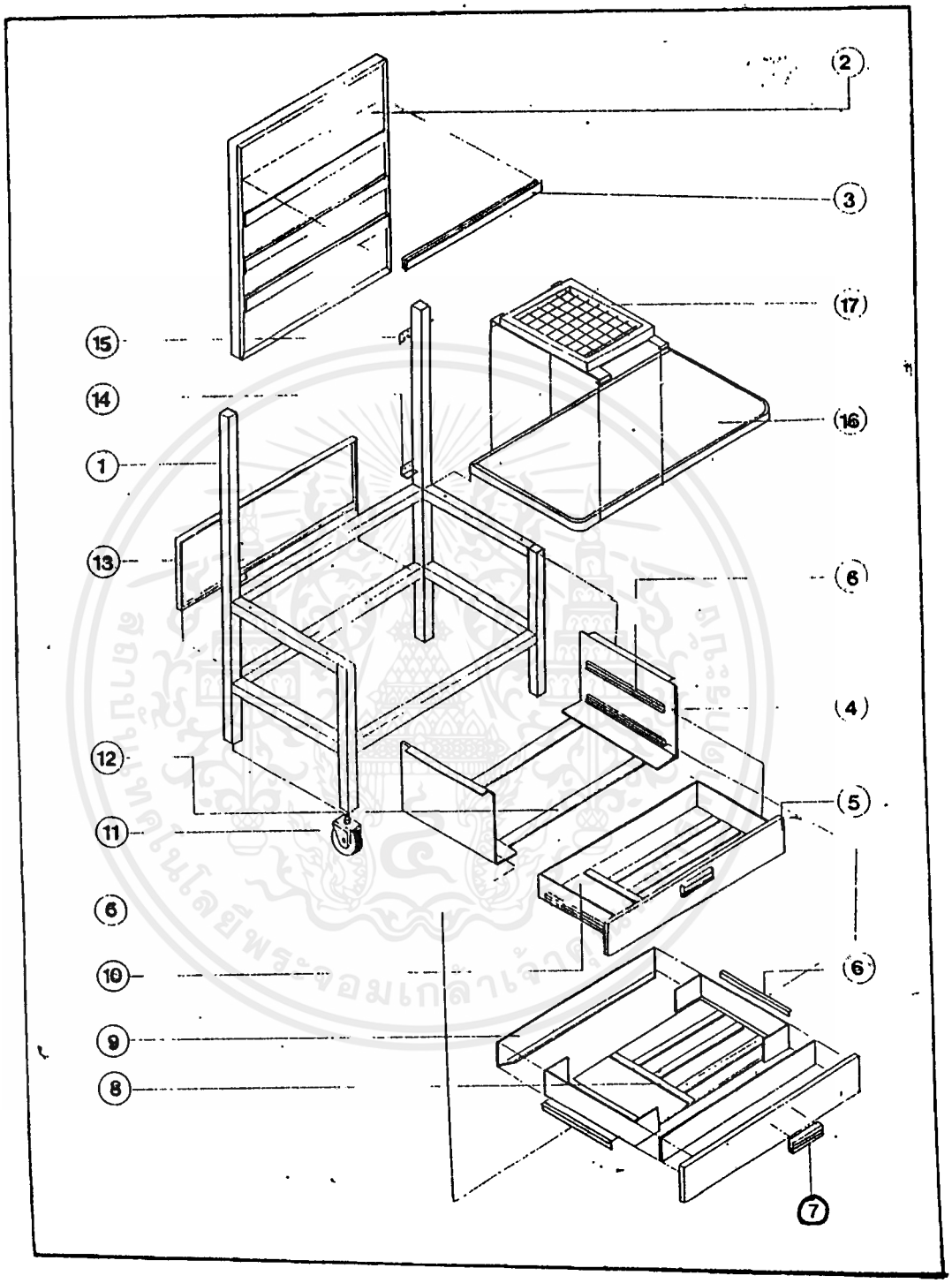
รูปที่ 4.54 WORKING DRAWING
แสดงภาพด้านโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.55 WORKING DRAWING
แสดงภาพแผ่นคลี่และชิ้นส่วนของลิ้นชัก(ชิ้นที่ 8,10,13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.56 WORKING DRAWING
แสดงภาพประกอบ ASSEMBLY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางรายการประกอบแบบ

ชิ้นที่	รายการ	จำนวน	วัสดุ	มาตรฐาน
1	โครงสร้าง	1	เหล็กกลวง	
2	กระดานติดอุปกรณ์	1	ไม้อัด 15.0มม.	
3	รางติดอุปกรณ์	4	อลูมิเนียม	ม.อ.ก.
4	เฟรมติดรางลิ้น	2	เหล็กแผ่น 1.5 มม.	มอก 528-2527
5	ฝาปิดหน้าลิ้นชัก	2	ไม้อัด 1.5 ม.ม.	
6	รางลิ้นชัก	4	เหล็ก	ม.อ.ก.
7	มือจับ ลิ้นชัก	2	อลูมิเนียม	ม.อ.ก.
8	แกนอลูมิเนียม	8	—"—	—"—
9	ส่วนปิดหลังลิ้นชัก	2		มอก528-2527
10	ส่วนพื้นลิ้นชัก	2		—"—
11	ล้อเลื่อน	4	ยาง	ม.อ.ก.
12	แกนยึดเฟรมลิ้นชัก	2	อลูมิเนียม	ม.อ.ก.
13	ฝาปิดหลัง	1	เหล็กแผ่น1.5 ม.ม.	มอก528-2527
14	บ่ารับกระดาน	2	เหล็กฉาก 1 นิ้ว	ม.อ.ก.
15	บ่ารับกระดาน(บน)	2	เหล็ก	ม.อ.ก.
16	พื้นโต๊ะ	1	ไม้อัด 15 ม.ม.	
17	ฐานวางมอเตอร์	1	โครงเหล็กลวดตาข่าย	

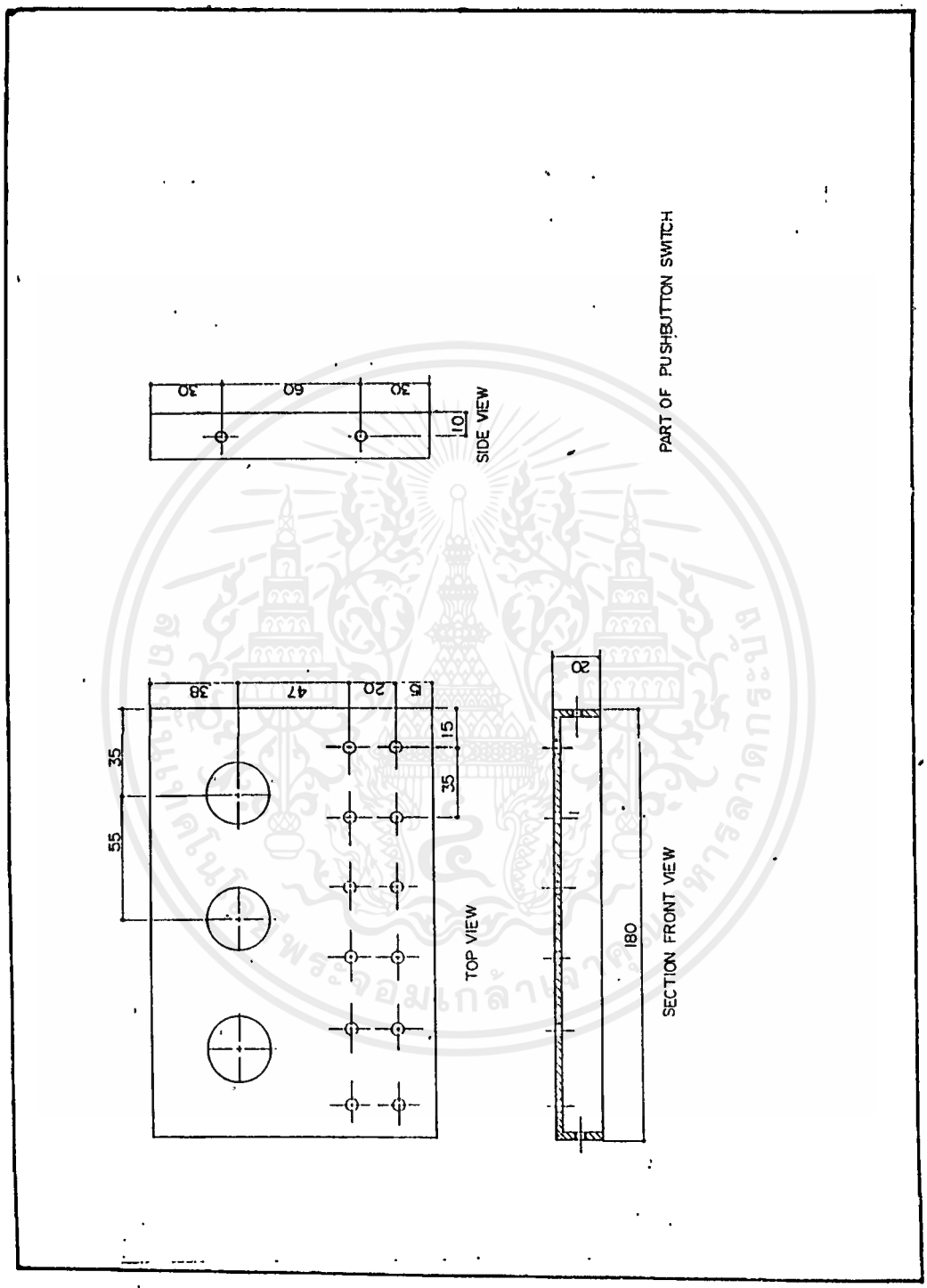
ตารางที่ 4.29 ตารางรายการประกอบแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18	กรอบอลูมิเนียม	2	อลูมิเนียม	ม.อ.ก.
19	ส่วนติดตั้งหลังอุปกรณ์	11	อลูมิเนียม	ม.อ.ก.
20	กล่องวางแม็คเนติด	5	เอ บี เอส	
21	กล่องวางโอเวอร์โหลด ฯ	2	,,——,,	
22	กล่องวางฟิวส์,ไทเมอร์	1, 2	,,——,,	
23	กล่องวางปุ่มกด,หลอดไฟ	3,3	,,——,,	
24	ขั้วต่อสาย (แจ็ค)	154	พลาสติก	

ตารางที่ 4.29 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



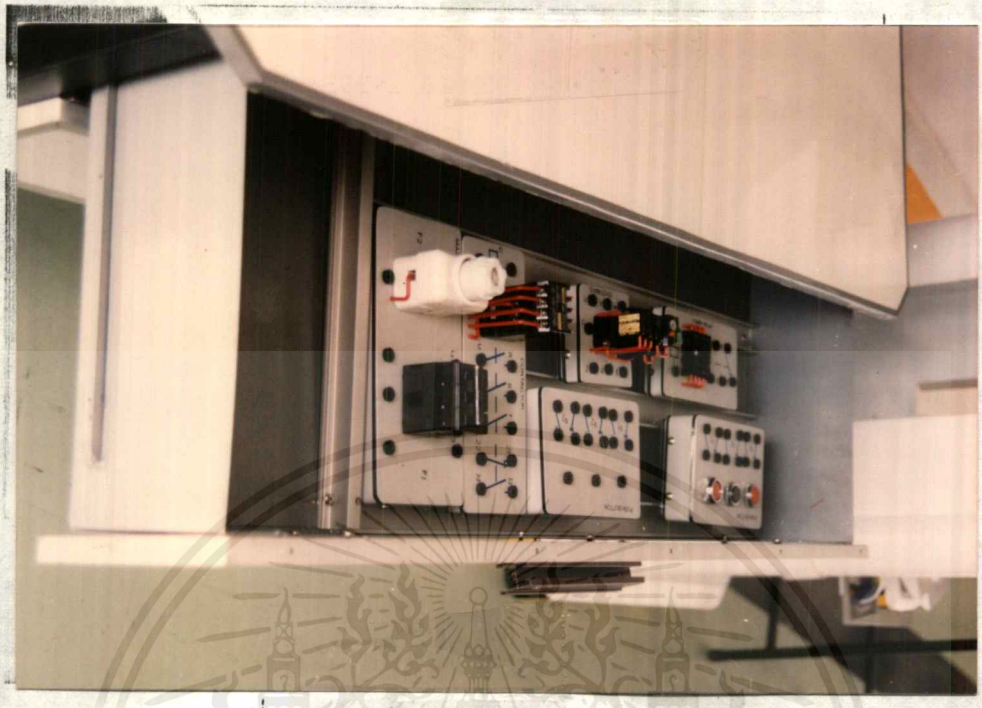
รูปที่ 4.57 WORKING DRAWING
(PART OF PUSHBUTTON SWITCH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.58 แสดงภาพด้านผลิตภัณฑ์

รูปที่ 4.59 แสดงภาพทัศนียภาพอุปกรณ์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.60 ลักษณะการใช้งาน

รูปที่ 4.61 แสดงภาพงานจริง (PHOTO TYPE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.62 แสดงภาพงานจริง

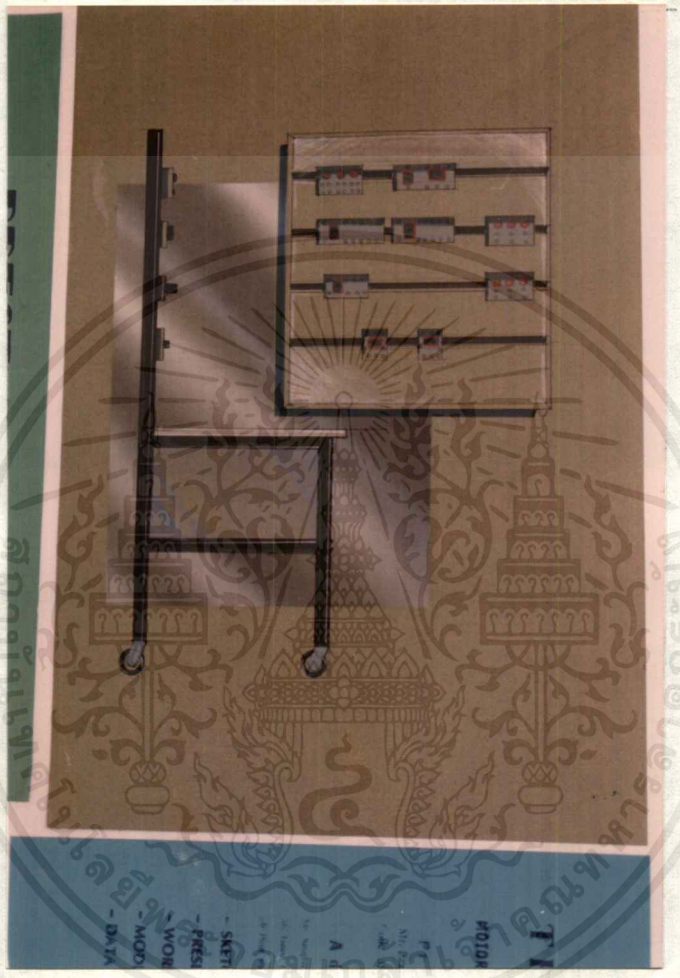
รูปที่ 4.63 แสดงภาพงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.64 แสดงภาพทัศนียภาพอุปกรณ์ควบคุม
และลักษณะตัวอย่างภาพประกอบ

รูปที่ 4.65 แสดงภาพของจริงเปรียบเทียบ
กับห้องเรียนและเก้าอี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.66 แสดงการวางอุปกรณ์ควบคุมบนแผงปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ในการทำวิจัย เรื่อง สื่อการเรียนการสอน ในวิชาปฏิบัติการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า ระดับปวช.3 เพื่อต้องการปรับปรุงลักษณะของสื่อของจริงให้สอดคล้องกับขบวนการเรียนการสอนลักษณะรายวิชา ซึ่งเน้นไปทางปฏิบัติ ให้เกิดประโยชน์ในทางตรงและทางอ้อมมากที่สุด ซึ่งรูปแบบเดิม โดยทางสถาบันการศึกษาได้จัดทำขึ้นใช้เอง นี้ก็เป็นปัญหาอีกจุดหนึ่งในระยะยาว กล่าวคือความไกล้เคียงของสื่อในวิชาเดียวกันจะเกิดความแตกต่างกันจะทำให้เกิดความเคยชิน โดยการสัมผัสจากทางใดก็ตาม ซึ่งผู้เรียนก็จะติดการปฏิบัติจากสถาบันเก่า ดังนั้นหากมีสื่อที่เป็นมาตรฐานเดียวกันก็จะทำให้ปัญหาที่กล่าวมาหมดไปได้ นอกจากจะเป็นมาตรฐานเดียวกัน ยังเพิ่มเติมหน้าที่ใช้สอยให้เกิดประโยชน์ในการเรียนรู้มากที่สุด ซึ่งพอสรุปผลของการทำวิจัยได้ดังนี้

1. โครงสร้างทำด้วยเหล็กสี่เหลี่ยม กลวงขนาด 38X38 ม.ม. ความสูงจากระดับพื้นถึงจุดสูงสุด 1,850 มม.

2. แผ่นกระดาน(แผงปฏิบัติงาน) ทำจากไม้อัดขนาด 15 มม. ปูพอร์ไมก้า มีแกนอลูมิเนียม 4 แถว เพื่อใช้วางอุปกรณ์ ขนาดไม้อัด 1000X1100 มม. ความยาวของอลูมิเนียม 1090 มม.

3. แผ่นกระดาน (พื้นโต๊ะ) ใช้ขนาด 650X1100 มม. (15 มม.) ปูพอร์ไมก้า

4. ใช้โลหะแผ่นขนาด 1.5 มม. ทำชุดลิ้นชัก (2 ชั้น) รางลิ้นชักใช้ตามมาตรฐานลิ้นชักโลหะที่ไป

5. ล้อใช้อิสระ 4 ล้อ ขนาด 4 นิ้ว กลมแบนชนิดสวมอัด

6. กรรมวิธีการผลิตส่วนที่เป็นโลหะใช้การเชื่อมไฟฟ้า และหมุดย้ำส่วนที่เป็นไม้กับโลหะ ใช้วิธีการขันสกูร, นัต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมด 16 ชิ้น ใช้พลาสติก ABS เป็นภาชนะในการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อใช้วางบนแผงปฏิบัติงาน

8. สีที่ใช้โครงสร้างเป็นสีดำ ยกเว้นโครงลิ้นชัก สีเทา แผงปฏิบัติงานและพื้นรถีะสีขาวของฟอร์ไมก้า สีภาชนะติดตั้งอุปกรณ์ใช้สีเทา

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย มีสิ่งที่จะเสนอแนะในโอกาสต่อไปเพื่อการพัฒนาให้ดีขึ้น คือ ขนาดโดยรวม ๆ ของโครงสร้าง เนื่องจากโครงสร้างส่วนใหญ่ยังมีขนาดใหญ่อยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาดของลิ้นชักและความกว้างของพื้นรถีะ ซึ่งสามารถทำให้มีขนาดกระทัดรัดลงมาได้อีกโดยไม่กระทบกระเทือนต่อโครงสร้าง ส่วนอื่น ๆ และอาจจะรูปแบบมีความสวยงามขึ้นได้อีก และส่วนของภาชนะติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอาจจะมีขนาดเล็กลงได้อีก ซึ่งจะทำให้ขนาดต่าง ๆ ลดลงได้อีกด้วย เพราะขนาดของอุปกรณ์ควบคุมนี้เป็นส่วนที่มาของขนาดโครงสร้างส่วนต่าง ๆ

5.3 ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการ

เนื่องจากโครงสร้างของลิ้นชักมีขนาดใหญ่ให้มีการเสริมวัสดุภายใต้ลิ้นชักเพื่อป้องกันการตกท้องช้าง และสามารถรับน้ำหนักได้มากขึ้น

การติดตั้งรางแขวนอุปกรณ์ควรจะมีวิธีการยึดที่แข็งแรงกว่านี้

โครงสร้างของแผงปฏิบัติงานควรจะมีส่วนป้องกันการกระทบกระแทกระหว่างการเคลื่นที่ เช่น กระแทกกับรถีะเรียน ผนัง และอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ประสิทธิ์ กันบี, การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า. กทม : อัมรินทร์การพิมพ์, 2535. 382 หน้า

วิจิตร บุญยธรรกุล, ระบบควบคุมมอเตอร์. กรุงเทพฯ : พจก.โรงพิมพ์เอเชีย, (2526,2527). 265 หน้า

วิจิตร บุญยธรรกุล, เทคนิลยีเทคนิคศึกษา: 2529.

วิทยา ประยงค์พันธุ์, อำนาจ ทองผาสุข. วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยคอนแทคเตอร์. กรุงเทพฯ: ส.จ.พ., (2526-2529). 175 หน้า

ศุภรางค์ ไกรฤกษ์, ประสิทธิ์ พงษ์ภมร. รีเลย์ป้องกันในระบบไฟฟ้ากำลัง.พระนคร : โรงพิมพ์มหามงกุฎราชวิทยาลัย, 2524. 349 หน้า

สมาคมส่งเสริมเทคนิลยี ไทย-ญี่ปุ่น. อุปกรณ์ไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : พจก.แปซิฟิก, 2535. 188 หน้า

สาคร คันธรัชติ,วิศิษฐ ศิริสัมพันธ์. การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ. 2529.

สาคร คันธรัชติ, กรรมวิธีการผลิต: 2528. (หน้า67-68,133-134)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เรื่อง สัญญาลักษณ์และเครื่องหมายในงานควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า

อักษรกำกับอุปกรณ์สำหรับหน้าที่ทั่ว ๆ ไป

Identifying letter	General function
A	Auxiliary function
B	Direction of motion (forward, reverse, up, down, decline, clockwise, counter clockwise)
C	Counting
D	Differentiating
E	—
F	Protection
G	Test
H	Report
I	Integration
L	Conductor symbol
M	Main function
N	Measuring
P	Proportion
Q	State (Start, stop, limitation)
R	Resetting, to extinet
S	Storage, recording
T	Time measuring, delaying
U	—
V	Velocity (to accelerate, to brake)
W	Addition
X	Multiplication
Y	Analog
Z	Digital
	อักษรกำกับอุปกรณ์	

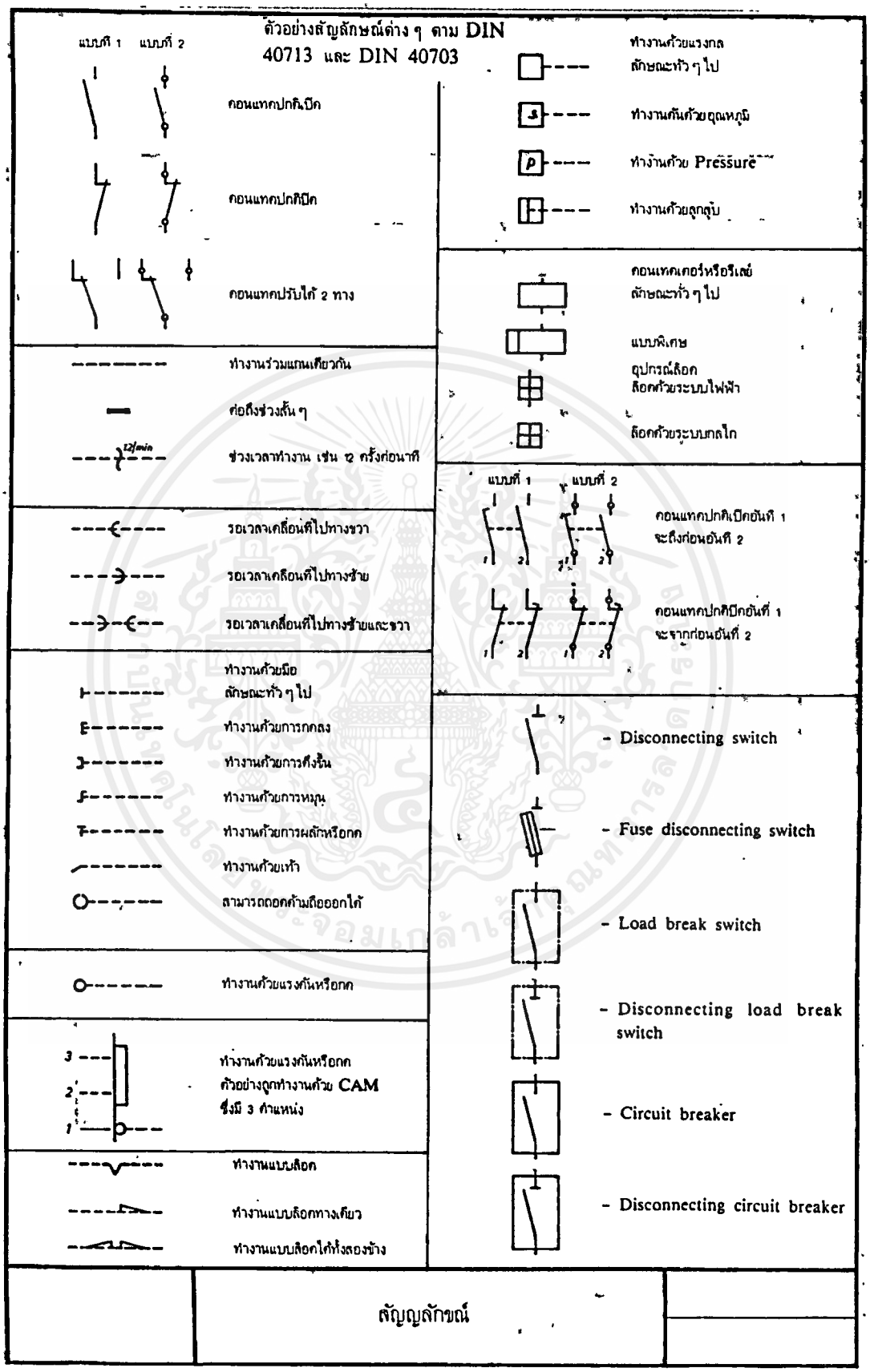
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอักษรกำกับอุปกรณ์ไฟฟ้า, ชนิดของอุปกรณ์และตัวอย่างตาม DIN 40719

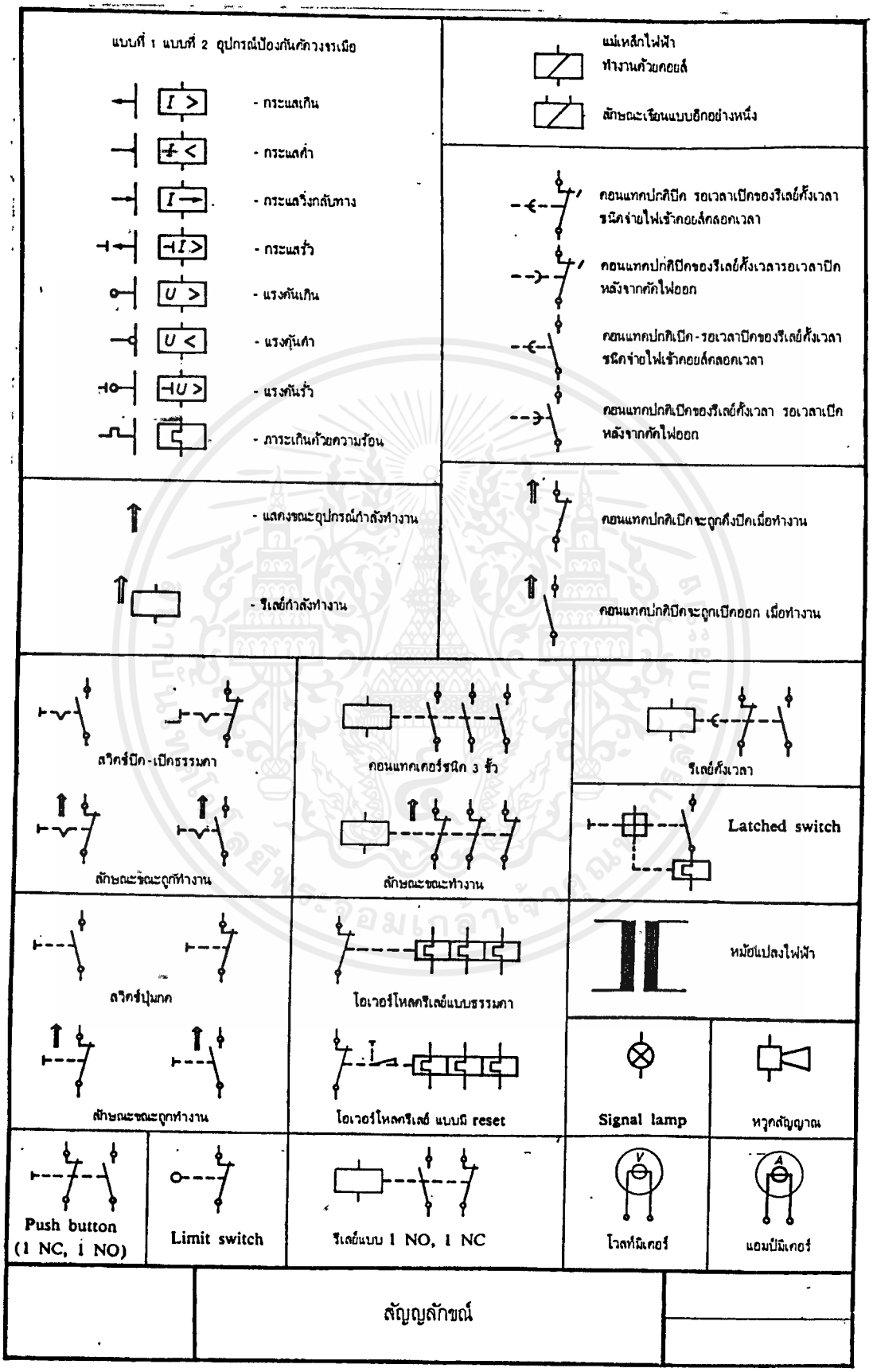
Identifying letter	Type of equipment	Examples
A	Groups of apparatur Partial groups	Combinations of appliances, Amplifiers
B	Transducers for changing non-electrical into electrical quantities and vice versa	Measuring transducers, feelers, photo-electrical components, microphones, tape and record-plaer heads, loudspeakers
C	Capacitors	Metallized-paper and electrolytic capacitors
D	Delay-and storage devices	Bistable and monostable components, logic elements, magnetic tape recorders
E	Various	Devices which do not fall into other categories, e.g. lighting and heating devices
F	Protective devices	Fuses, protectors, releasing devices
G	Generators	Power supplies, batteries, oscillators
H	Signalling devices	Optical and acoustical signalling equipment
K	Contactors and relays	High-power contactors, auxiliary contactors, auxiliary-blinker-and time-lag relays
L	Inductors	Coils, choke coils
M	Motors	Squirrel-cage motors, slipring motors
P	Measuring and testing equipment	Indicating, recording and counting instruments
Q	High-power switchgear protector switches	Circuit-breakers, automatic circuit-breakers,
R	Resistors	Shunt resistors, rheostats NTC and PTC resistors
S	Switches, selectors rotary selector switches	Push buttons, limiting switches, control switches,
T	Transformers	Power transformers, current and voltage transformers
U	Modulators, transponders	Inverters, static frequency changers, converters, frequency transponders
V	Tubes, semiconductors	Vacuum tubes, gas-filled tubes, diodes, transistors, thyristors
W	Transmission lines, Waveguides	Circuit wiring, cables, busbars, antennae
X	Connectors, plug connectors	Terminal strips, solder terminal strips, testing jacks
Y	Electrically operated mechanical devices	Magnetic valves, clutches, electrical brakes
Z	Terminations, filters, limiters	Artificial lines, crystal filters

อักษรกำกับอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายเอกชัย เลิศช่าชอง
ปีการศึกษา 2530-2532 โรงเรียนเกษมรัปลีเทคนิค แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง
ปีการศึกษา 2533-2534 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพฯ แผนกวิชาเทคนิคอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2535-2536 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้