การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็ก เพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

DESIGN SURFACE WATER VALVE CORNETS FOR QUALITY MONITORING

ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์
YUTHANA CHANSOPHONPHONG

สาระนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2557

DESIGN SURFACE WATER VALVE CORNETS FOR QUALITY MONITORING

YUTHANA CHANSOPHONPHONG

A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRAIL EDUCATION
IN INDUSTRATIAL DESIGN TECHNOLOGY
FACULTY OF INDUSTRAIL EDUCATION
KINGMONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2014

COPYRIGHT 2014
FACULTY OF INDUSTRAIL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองสาระนิพนธ์

.....

หัวข้อสาระนิพนธ์	การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ Design Surface Water Valve Cornets to Quality Monitoring
นักศึกษา	นาย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์
รหัสประจำตัว	54630810
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์	รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร

คณะกรรมการสอบสาระนิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร รองศาสตราจารย์ว่าที่ร้อยโทพิชัย สดภิบาล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา	.

ค่าคะแนนรวมเป็นเอกฉันท์จากการสอบ ดีเยี่ยม (Outstanding)

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 27 พฤษภาคม 2557 เวลา 14:00 .15.00
สถานที่สอบ ห้อง ค 403 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

(รองศาสตราจารย์ ดร.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่...../...../.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ
นักศึกษา	ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์
รหัสประจำตัว	54630810
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขา	เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร

บทคัดย่อ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาเกี่ยวกับ กระบวนการผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองที่ใช้เทคโนโลยีทางด้านการผลิตแบบปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำเพื่อออกแบบอุปกรณ์ช่วยตรวจสอบคุณภาพให้ได้ผลผลิตตามความต้องการ จากการศึกษาได้แนวทางในการออกแบบเป็นผลการวิเคราะห์การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ 3 รูปแบบ โดยแบบที่1มีระบบการทำงานอาศัยคนเป็นผู้ปฏิบัติงานตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการจนเสร็จ ไม่มีอุปกรณ์ช่วยจับยึดชิ้นงาน ต้นทุนในการผลิตเครื่องต่ำมากแบบที่2มีระบบการทำงานมีกลไกการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ การบังคับควบคุมใช้ระบบลมบางส่วน เป็นตัวควบคุมไม่สามารถตั้งโปรแกรมเวลาที่ใช้ในการขัดผิวต้นทุนการผลิตเครื่องต่ำและแบบที่3มีระบบกลไกการทำงานแบบอัตโนมัติ การบังคับควบคุมใช้ระบบลมและไฟฟ้าเป็นตัวควบคุม สามารถตั้งโปรแกรมเวลาในการขัดผิวได้ตามตามความต้องการ หรือให้เหมาะสมกับสภาพพื้นผิวของวาล์ว มีแผ่นกรองฝุ่นจากการขัดผิวต้นทุนการผลิตปานกลางนำไปสัมภาษณ์ความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบประกอบภาพร่าง ทั้ง 3 รูปแบบได้ผลการวิเคราะห์รูปแบบที่มีความเหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปผลิตต้นแบบคือ รูปแบบที่ 3 มีผลรวมค่าเฉลี่ยข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรมประกอบภาพร่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.10) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.38) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก เมื่อนำต้นแบบไปประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งาน พบว่า ด้านความสะดวกสบายมีค่ามากที่สุด ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.80) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.51) และในการประเมินผลด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd.จากฝ่ายควบคุมคุณภาพและฝ่ายควบคุมการผลิต พบว่า สีผิวของวาล์วน้ำที่ผ่านการขัดด้วยเครื่องเป็นสีเหลืองทอง (สีธรรมชาติทองเหลือง) อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยที่ ($\overline{X}$ = 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.00) และสามารถมองเห็น ความสมบูรณ์ของตัวหนังสือ ตัวเลข ได้อย่างชัดเจน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.00)

คำสำคัญ : การผลิตวาล์วน้ำทองเหลือง; การตรวจสอบคุณภาพ; เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลือง

Thesis Title	Design Surface Water Valve Cornets to Quality Monitoring
Student	YUTHANA CHANSOPHONPHONG
Student ID.	54630810
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Industrial Design Technology
Year	2014
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Udomsak Saributr
Thesis Co-Advisor	

ABSTRACT

In this research study , the researcher . Brass water valve manufacturing process technology used to manufacture molded with heat pump . Of educational approaches in the design of the analysis, design, and surface water valve cornets for quality check 3 is formed by the one with the living person is a worker from the start of the process to complete. No device clamped workpiece. The cost of production is very low 2 had a working system with a semi- automatic mechanism automatically mosques . Some faint handling system . A control Can not program the time spent in the scrub. Low- cost manufacturing and 3 have an automated mechanism . Force control system pneumatic and electrical controls. Programmable time to scrub as needed. Or to match the surfaces of the valve. Dust from the filter surface. Average production costs Interview experts to comment on the design includes sketches the 3 style is the most appropriate form of analysis . The prototype is used to produce a sum, average, 3 data. The design, the materials , the engineering of sketches. The average is ($\overline{X}$ = 4.10) and the standard deviation is (SD = 0.38) meaning that translation . Appropriate level When the prototype to evaluate user satisfaction and comfort are the most valuable. Average is ($\overline{X}$ = 4.80) standard deviations from the. (SD = 0.51) and in the evaluation of the visual quality check valves as standard KITZ Thailand Ltd. Based quality control and production control department found that the color of water through the valve with a polished yellow gold. (Natural color brass) is possible. With an average of ($\overline{X}$ = 5.00) to (SD =0.00) and standard deviation can be seen. The integrity of the text clearly. The average is ($\overline{X}$ = 5.00) the standard deviation is (SD = 0.00).

Keywords: Producing brass valves; Quality monitoring; Protective brass valves

กิตติกรรมประกาศ

สาระนิพนธ์สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ สาริบุตร อาจารย์ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ซึ่งทำให้สาระนิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้อย่างสมบรูณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ในโอกาสนี้ขอขอบพระคุณคณะกรรมการ รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ สาริบุตร และกรองศาสตราจารย์ว่าที่ร้อยโท พิชัย สดภิบาล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา ที่เสียสละดำเนินการสอบสาระนิพนธ์ และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธเนศ ภิรมย์การ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือในการทำวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้สาระนิพนธ์เล่มนี้สมบรูณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้มีประสบการณ์ด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่ท่านได้ให้ความกรุณาแนะนำ ตรวจสอบและประเมินรูปแบบ พร้อมทั้งเสนอแนะข้อคิดเห็นเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทางด้านทุนทรัพย์ และด้านคุณประโยชน์อื่นๆ อันพึงเกิดจากการวิจัยครั้งนี้ วิจัยขอมอบให้คุณแม่และอาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพอย่างยิ่ง

ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย	5
1.5 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 ศึกษาผลิตภัณฑ์วาล์วน้ำประเภททองเหลือง	8
2.2 ศึกษากระบวนการผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองแบบทุบขึ้นรูปด้วยความร้อน	12
2.3 ศึกษากระบวนการขัดผิววาล์วน้ำทองเหลือง	17
2.4 ศึกษากระบวนการตรวจสอบคุณภาพ	28
2.5 ศึกษาความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีพื้นฐานอัตโนมัติในอุตสาหกรรม	39
2.6 ศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต	62
2.7 ศึกษาสัดส่วนพฤติกรรมการใช้งานของมนุษย์ที่สัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์	69
2.8 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	73
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	75
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	75
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	76
3.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์	79
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	80
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	81
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	84
4.1 ผลการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ	84

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ..... 92
4.3 ผลการประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd..... 92

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 101
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 101
5.2 ขอบเขตของการวิจัย..... 101
5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 102
5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 103
5.5 อภิปรายผล..... 105
5.6 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้..... 107
5.7 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป..... 107

บรรณานุกรม 108

ภาคผนวก 110
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย..... 111
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 121
ภาคผนวก ค ภาพผลงานการออกแบบ..... 130
ภาคผนวก ง แบบสำหรับการผลิต..... 134
ภาคผนวก จ แบบไฟฟ้า..... 152
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน..... 166

ประวัติผู้วิจัย 178

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	อัตราสูงสุดของอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ที่มี Code Letter ตามขนาดของมอเตอร์เป็น KVA.....	47
2.2	ประเภทของผิวสเตนเลส.....	68
2.3	การแสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่างๆของร่างกาย.....	70
2.4	การแสดงส่วนต่างๆ ของร่างกาย.....	71
2.5	การแสดงค่าตัวเลขความสูงยืนในการปฏิบัติงาน.....	71
2.6	การแสดงตัวเลขขนาดรัศมีการเอื้อมในระยะต่างๆ.....	72
3.1	วิธีการดำเนินการวิจัยจำแนกตามวัตถุประสงค์.....	82
4.1	แสดงรูปแบบและแนวคิดของภาพจำลองผลงานการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ 3 แบบ.....	85
4.2	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรม ประกอบภาพร่างแบบจำลองที่ 1 (N=5).....	86
4.3	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรม ประกอบภาพร่าง แบบจำลองที่ 2 (N=5).....	87
4.4	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรม ประกอบภาพร่าง แบบจำลองที่ 3 (N=5).....	89
4.5	จำนวนและร้อยละข้อมูลข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมิน จำนวน 15 คน.....	93
4.6	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ความพึงพอใจโดยผู้ใช้เครื่องและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องขัดผิว (N=15).....	94
4.7	จำนวนและร้อยละข้อมูลข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมิน จำนวน 5 คน.....	97
4.8	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล การประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd. (N=5).....	98

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	แสดงวาล์วน้ำที่ผ่านการทุบขึ้นรูปด้วยความร้อน	2
1.2	แสดงข้อมูลวาล์วน้ำเสียจากกระบวนการทุบขึ้นรูปด้วยความร้อน	2
2.1	เกทวาล์ว Gate Valves (KITZ Bronze &Brass Valves)	9
2.2	เกทวาล์ว Gate Valves (KITZ Bronze &Brass Valves	9
2.3	บอลวาล์ว (KITZ Bronze &Brass Valves)	11
2.4	บอล Ball (KITZ Bronze &Brass Valves)	11
2.5	เครื่องตัดทองเหลืองเส้น	13
2.6	เตาเผาทองเหลืองท่อนแบบราง	14
2.7	เตาเผาทองเหลืองท่อนแบบสายพาน	14
2.8	เครื่องจักรปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนแบบอัตโนมัติ	15
2.9	เครื่องจักรปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนกึ่งอัตโนมัติ	16
2.10	วาล์วบอดี๊ ที่ผ่านการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน	16
2.11	วาล์วบอดี๊วาล์วดีส กระบวนการเย็นตัว	17
2.12	เครื่องขัดผิววาล์วแบบสายพานระบบปิด	18
2.13	ชุดรับงานภายนอก(กระบะรับงาน)	19
2.14	ชุดรับงานภายในระบบสายพาน	19
2.15	ชุดยกกระบะงานระบบรอก	20
2.16	ชุดจ่ายเม็ดขัดผิว	20
2.17	ชุดควบคุมระบบไฟฟ้า	21
2.18	ชุดจ่ายเม็ดขัดผิว	22
2.19	ส่วนประกอบชุดจ่ายเม็ดขัดผิว	22
2.20	แผ่นใบพัด	23
2.21	ช่องควบคุม	23
2.22	จานจ่าย (Distributor)	24
2.23	สลักเกลียว	24
2.24	Side plate	24
2.25	ท่อลำเลียงเม็ดขัดผิว	25
2.26	ของเสียที่เกิดจากระบวนการปั๊มขึ้นรูป การไหลตัวไม่เต็ม	25
2.27	ของเสียที่เกิดจากระบวนการปั๊มขึ้นรูป ตัวหนัง ตัวเลข ร่อน	26

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.28	ปริมาณของเสียที่เกิดจากระบวนการปั๊มขึ้นรูป	26
2.29	กระบวนการผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองแบบปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน	27
2.30	การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิต	33
2.31	ความสัมพันธ์ของมาตรการต่างๆในการควบคุมคุณภาพ	34
2.32	วงจรซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ในการติดตั้งมอเตอร์	44
2.33	Code Letter A	45
2.34	Code Letter B-E	46
2.35	Code Letter F-V	46
2.36	ลักษณะวงจรควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ	51
2.37	ลักษณะวงจรควบคุมแบบอัตโนมัติ	52
2.38	การเคลื่อนที่ของกลไกแบบต่อเนื่อง	55
2.39	ระบบการทำงานของลูกเบี้ยว	56
2.40	การเคลื่อนที่การทำงาน กลับ-ไป-กลับ ของลูกเบี้ยว	56
2.41	ระบบลูกเบี้ยวประกอบระบบเป็นแผ่น	57
2.42	แสดงลักษณะการทำงานของเฟือง	58
2.43	เฟืองตรง	59
2.44	เฟืองดอกจอก	59
2.45	เฟืองหนอน	60
2.46	แสดงการติดตั้งร่องของสายพานวีเบลต์	61
2.47	แสดงการทำงานโซ่และเฟืองโซ่	62
2.48	สเตนเลส สตีล	65
2.49	สเตนเลส สตีล	66
2.50	การแสดงภาพส่วนต่างๆของร่างกาย	71
2.51	การแสดงภาพขนาดสัดส่วนที่กี่ยวข้องในการออกแบบของรัศมีการเอื้อม	72
3.1	แผนภูมิขั้นตอนการพัฒนาเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ	80
4.1	แสดงภาพการเก็บข้อมูลโดยการตรวจแบบร่างโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ	84
4.2	แสดงความสัมพันธ์ผลรวมค่าเฉลี่ยข้อมูล ด้านการออกแบบ ด้านวัสดุ ด้านวิศวกรรมประกอบภาพร่างของแบบจำลองที่ 1-3	90

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.3	แสดงภาพเสมือนจริงด้านหน้าของเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ.....	91
4.4	แสดงภาพเสมือนจริงด้านข้างของเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ.....	91
4.5	แสดงภาพเสมือนจริงบน ล่างงเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ.....	91
4.6	แสดงกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานและหัวหน้างานตอบแบบสอบถามหลังการทดลองใช้เครื่องจริง.....	92
4.7	แสดงกลุ่มตัวอย่างผู้ตรวจสอบคุณภาพและหัวหน้างานตอบแบบสอบถามหลังการทดลองใช้เครื่องจริง.....	96

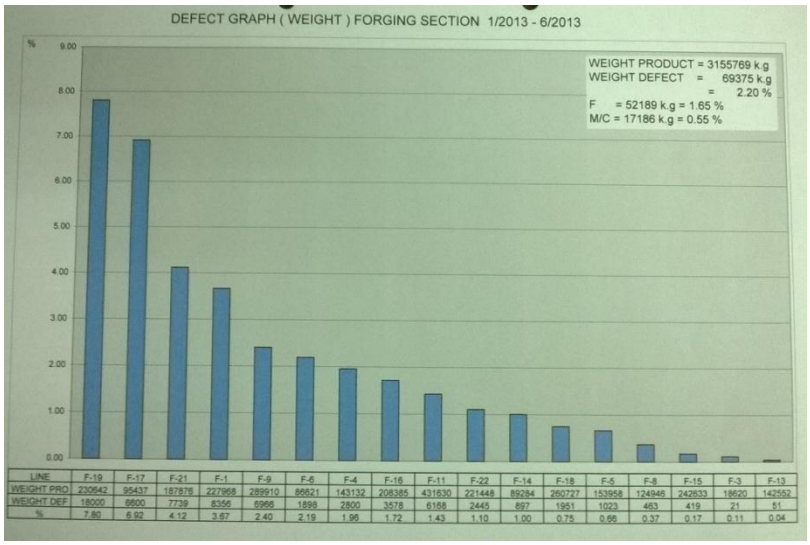
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

อุตสาหกรรมการผลิตในประเทศไทยในปัจจุบันมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อุตสาหกรรมการผลิตวาล์วน้ำประเภททองเหลืองก็เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตของประเทศ การผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองต้องอาศัยเครื่องจักรที่มีเทคโนโลยี มีความเที่ยงตรง มีความสามารถในการผลิตสูง เครื่องจักรที่ใช้ในขบวนการผลิตวาล์วทองเหลืองเป็นการนำเข้ามาจากต่างประเทศ มีราคาสูง มูลค่าการนำเข้าสินค้า10อันดับแรกคิดเป็นร้อยละ66.79 ของมูลค่าการนำเข้ารวมสินค้าที่นำเข้าสูงสุดอันดับแรกคือเครื่องจักรเครื่องใช้กล (กรมศุลกากร.2555:12)

การผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองที่ใช้เทคโนโลยีทางด้านการผลิตแบบการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน (Hot Forging)เป็นวิธีการผลิตที่มีประสิทธิ์ภาพ ความสามารถในการผลิตที่ได้ต่อชั่วโมงสูง กระบวนการผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองแบบปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน จะนำท่อนทองเหลืองที่ผ่านการตัดตามขนาดและน้ำหนักที่กำหนดไปผ่านกระบวนการเผาหรือให้ความร้อนท่อนทองเหลืองที่อุณหภูมิ 780 ถึง 800 องศาเซลเซียส กระบวนการเผาท่อนทองเหลืองจะต้องควบคุมระยะเวลาในการเผาทองเหลืองและอุณหภูมิให้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนด ท่อนทองเหลืองที่ผ่านกระบวนการเผาแล้วจะนำไปปั๊มขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมีความสามารถในการผลิตต่อชั่วโมงสูงสุดที่ 2400 ชิ้นต่อชั่วโมง วาล์วน้ำทองเหลืองที่ผ่านการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน ผิวของวาล์วจะมีสีเทาและสีเทาปนดำ การตรวจสอบคุณภาพเป็นการตรวจสอบเพียงเบื้องต้นด้วยสายตา เป็นที่ยากต่อการตรวจสอบคุณภาพ พื้นผิวภายนอกมีการหลุดร่อน รวมถึงตัวหนังสือ ตัวเลข และรูปร่างภายนอก ไม่ถูกต้องและสมบูรณ์ จึงมีวาล์วที่ไม่ได้คุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า(วาล์วเสีย หรือ Defect) หลุดลอดปนไปกับวาล์วดี ส่งผลเสียต่อสถานประกอบการในหลายๆด้านเพราะว่าสภาพของพื้นผิววาล์วที่เป็นสีเทาและสีเทาปนดำไม่เอื้ออำนวยต่อการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา การหลุดร่อนของตัวหนังสือและตัวเลขที่ลำตัวของวาล์วรวมถึงรูปร่างที่ไม่สมบูรณ์ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทุบขึ้นรูปด้วยความร้อนเป็นจำนวนมาก ข้อมูลจากหน่วยงานที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยพบว่าจากเดือนมกราคม ถึงเดือน มิถุนายน ปี 2556 มีวาล์วน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตด้วยกรรมวิธีการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนแยกเป็นวาล์วดีจำนวน 17,705,155 ชิ้น และแยกเป็นวาล์วเสียจำนวน 163,023 ชิ้น คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 0.92 หรือคิดเป็นน้ำหนักของวัตถุดิบ (ทองเหลือง) แยกเป็นวาล์วดีจำนวน 3,155,769 กิโลกรัม และแยกเป็นวาล์วเสีย 69,375 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 2.20 กรณีคิดเป็นจำนวนเงินจะมีมูลค่าทางการค้าอยู่ที่ 13,597,500 บาท (KITZ Thailand Ltd. 2556)

ภาพที่ 1.1 แสดงวาล์วน้ำที่ผ่านการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (2556)



LINE	F-19	F-17	F-21	F-1	F-9	F-6	F-4	F-16	F-11	F-22	F-14	F-18	F-5	F-8	F-15	F-3	F-13
WEIGHT PRO	230642	95437	187879	227968	289910	86621	143132	208385	431630	221448	89284	260727	153958	124946	242833	18620	142552
WEIGHT DEF	18000	6600	7739	8356	6966	1896	2800	3578	6158	2445	897	1951	1023	463	419	21	51
%	7.80	6.92	4.12	3.67	2.40	2.19	1.96	1.72	1.43	1.10	1.00	0.75	0.66	0.37	0.17	0.11	0.04

ภาพที่ 1.2 แสดงข้อมูลวาล์วน้ำเสียจากกระบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (2556)

การขัดผิววาล์วน้ำที่ผ่านกระบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน ยังไม่สามารถกระทำได้อย่างทันที เป็นเพราะว่ามีความร้อนที่วาล์วน้ำสูงมากจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน การทำให้เย็นตัวโดยวิธีธรรมชาติต้องใช้ระยะเวลาประมาณ6-8ชั่วโมงสภาพผิวของวาล์วน้ำที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน พื้นผิวของวาล์วจะมีสีเทา และสีเทาปนดำ ดังนั้นการที่จะนำเอาวาล์วน้ำไปผ่านกระบวนการกลึงและประกอบจะต้องแปรสภาพพื้นผิวของวาล์วน้ำให้เป็นสีธรรมชาติ

ของวัตถุดิบ(ทองเหลือง) โดยใช้เครื่องขัดผิวโลหะ (Short Blast) ระยะเวลาที่ใช้ในการขัดผิววาล์วจะต้องใช้เวลา50นาที ถึง1ชั่วโมง ปริมาณในการขัดผิวแต่ละครั้งต้องไม่ต่ำกว่า300ถึง400กิโลกรัมต่อครั้ง วาล์วน้ำที่ผ่านกระบวนการขัดผิวแล้ว ก่อนจะทำการบรรจุลงกล่องจะต้องทำการสุ่มตรวจคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตา หลังจากการขัดผิววาล์วน้ำแล้วพบว่ามีวาล์วน้ำที่เป็นวาล์วเสียที่เกิดจากกระบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วนความร้อนเป็นจำนวนมาก ปนอยู่กับวาล์วดี วาล์วเสียที่เกิดขึ้นมี รูปร่างที่ไม่สมบูรณ์หรือการไหลตัวไม่เต็มรูปร่าง ตัวหนังสือ ตัวเลขที่หลุดร่อน และพื้นผิวลำตัวของวาล์วหลุดร่อนเป็นจำนวนมากดั่งที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ส่งผลเสียเป็นอย่างมากในกระบวนการผลิตถัดไป ต่อลูกค้า รวมถึงชื่อเสียงและภาพลักษณ์ของสถานประกอบการ

การตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำทองเหลืองที่ใช้เทคโนโลยีทางด้านการผลิตแบบปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน ข้อมูลจากหน่วยงานที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยจะใช้วิธีการสุ่มเช็คขนาดสัดส่วนด้วยเครื่องมือวัดส่วนรูปร่างภายนอกใช้การสุ่มเช็คด้วยสายตา จำนวนที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ 1 ชิ้น ช่วงเวลาของการตรวจสอบ1ชั่วโมงต่อครั้ง โดยหน่วยงานตรวจสอบคุณภาพ
(KITZ Thailand Ltd. 2556)

อุตสาหกรรมการผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองที่ใช้เทคโนโลยีทางด้านการผลิตแบบปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน โดยใช้เครื่องจักรที่มีความสามารถในการผลิตที่สูง ก็จะมีข้อจำกัดด้านการตรวจสอบคุณภาพที่ไม่สามารถก็ทำได้อย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาที่ทำการผลิต จึงมีผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของระบบคุณภาพหลุดออกไปช่วงระหว่างการผลิตเป็นจำนวนมากด้วยเช่นกัน สาเหตุเป็นเพราะว่าวาล์วน้ำทองเหลืองที่อยู่ในระหว่างการผลิตมีความร้อนสูง และสภาพพื้นผิวของวาล์วน้ำทองเหลืองที่เป็นสีเทาและสีเทาปนดำยากต่อการตรวจสอบด้วยสายตาและมองไม่เห็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับวาล์วน้ำทองเหลือง อีกทั้งกระบวนการขัดผิวก็ต้องรอการเย็นตัวของวาล์วน้ำ รวมถึงปริมาณที่จะทำการขัดผิวแต่ละครั้ง

แนวทางการพัฒนานวัตกรรมที่เหมาะสมกับประเทศไทย คือการต่อยอดบนนวัตกรรมที่มีอยู่แล้วในทำนองเดียวกันการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นการสร้างสรรค์นวัตกรรมการต่อยอดเช่นเดียวกัน ในทางปฏิบัติในภาคเอกชนมักใช้รากฐานจากงานวิจัยน้อยเนื่องจากขนาดโครงสร้างพื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยี การนำเอาความรู้ด้านวิศวกรรมมาใช้ควบคู่กับวิสัยทัศน์ที่จะนำมาออกแบบ ปรับปรุงใหม่ เพื่อแก้ไขส่วนด้อยของผลิตภัณฑ์เดิม หรือปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเทศ หรือการปรับปรุงให้เป็นไปตามวิวัฒนาการที่คาดไว้การก้าวตามเทคโนโลยีโดยเริ่มต้นจากการลอกเลียนแบบมาทั้งหมด Duple Captive Imitation ไปสู่การลอกเลียนแบบอย่างสร้างสรรค์ย่อมทำให้เกิดการสร้างสรรค์นวัตกรรม Innovation เพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมไทย (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2542:34)

จากความเป็นมาและความสำคัญตลอดจนถึงสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้เกิดแนวคิดในการศึกษา กระบวนการผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองที่ใช้เทคโนโลยีทางด้านการผลิตแบบปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำ โดยการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำ

ทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ จึงมีส่วนช่วยเพิ่มมูลค่าทางการค้า ทางด้านการแข่งขัน ลดการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศและยังมีส่วนช่วยให้เกิดการพัฒนาทางด้านการออกแบบเครื่องจักรในประเทศได้อีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

1.2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

1.2.3 เพื่อประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd.

1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.3.1 ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาเกี่ยวกับ กระบวนการผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองที่ใช้เทคโนโลยีทางด้านการผลิตแบบปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำเพื่อออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการตรวจสอบคุณภาพ และได้ผลผลิตที่ตรงตามความต้องการ โดยการนำเอาเทคโนโลยีเครื่องมืออุตสาหกรรมมาใช้ ที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน โดยการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 3 กรอบแนวคิด ดังนี้

1.3.1.1 กรอบแนวคิดในการศึกษาและออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549 : 10-12) กล่าวว่า ในการออกแบบสร้างเครื่องนั้นต้องคำนึงถึงกลุ่มผู้ใช้เป็นหลัก ดังนั้นหลักเกณฑ์การพิจารณาในการออกแบบสร้างเครื่องผู้วิจัยได้เลือกมา 3 ข้อ ได้แก่

1. วัสดุที่ใช้
2. เทคโนโลยี
3. ความปลอดภัย

1.3.1.2 กรอบแนวคิดในการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ (ธีรชัย สุขสุด.2544:88-91) กล่าวว่า หลักในการออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ ผู้วิจัยเลือกมา 3 ข้อ ได้แก่

1. หน้าที่ใช้สอย
2. ความปลอดภัย
3. ความสะดวกสบายในการใช้งาน

1.3.1.3 กรอบแนวคิดในการศึกษาการตรวจสอบคุณภาพของวาล์วน้ำทองเหลืองที่ผ่านการขัดผิวด้วยเครื่อง ใช้เกณฑ์การตัดสินมาตรฐานตามระบบคุณภาพของ KITZ Thailand Ltd ด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำทองเหลืองด้วยสายตา มา 3 ข้อดังนี้

1. สีผิววาล์วน้ำทองเหลือง
2. ความชัดเจนของการไหลตัวเต็มรูปร่าง
3. ความชัดเจนของตัวหนังสือ ตัวเลข

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ตัวแปรที่ทำการศึกษา

ตัวแปรต้นได้แก่ เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความพึงพอใจต่อเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กที่ได้ตรงต่อความต้องการ

1.4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเพื่อการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

ประชากร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกลโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์และความชำนาญ มากกว่า 10 ปีขึ้นไป

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกลโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 5 ท่าน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

1.4.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

ประชากร ได้แก่ ผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd.

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ฝ่ายควบคุมการผลิต และฝ่ายควบคุมคุณภาพซึ่งเป็นผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd. จำนวนรวม 15 คน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

1.4.2.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd.

ประชากร ได้แก่ ผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd.

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ฝ่ายควบคุมคุณภาพซึ่งเป็นผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd. จำนวน 3 คน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อให้เกิดความถูกต้องตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยในครั้งนี้ จึงกำหนดคำจำกัดความของคำที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้คือ

1.5.1 วาล์วน้ำทองเหลือง หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการเปิดหรือปิดน้ำ วัสดุที่ใช้เป็นทองเหลือง

1.5.2 การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็ก หมายถึง กระบวนการคิดค้นสิ่งใหม่หรือต่อยอดจากนวัตกรรมที่มีอยู่ เพื่อตอบสนองความต้องการในการใช้งานที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตวาล์วน้ำ

1.5.3 เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ หมายถึง เครื่องจักรที่ใช้ขัดผิวโลหะประเภททองเหลืองที่ผ่านกรรมวิธีแบบการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนผิวของวาล์วที่ผ่านการขึ้นรูปจะมีสีเทา และสีเทาปนดำ เมื่อผ่านกระบวนการขัดผิวด้วยเครื่องจักรที่ใช้ขัดผิวโลหะ ได้สีผิวมาตรฐานของวัตถุดิบที่ใช้ (ทองเหลือง)

1.5.4 กรรมวิธีการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน หมายถึง กรรมวิธีการขึ้นรูปโลหะประเภททองเหลือง โดยการให้ความร้อนกับวัสดุชนิดทองเหลืองตามเวลาที่กำหนด ระยะเวลาที่กำหนด อุณหภูมิที่กำหนด แล้วนำมาปั๊มขึ้นรูปตามที่ออกแบบไว้

1.5.5 การตรวจสอบคุณภาพ หมายถึง การเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบหรือตรวจสอบหรือวิธีการใดๆ แล้วพิจารณาว่า ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นของดีหรือของเสีย เกณฑ์การตัดสินมาตรฐานตามระบบคุณภาพของ KITZ Thailand Ltd

1.5.6 การตรวจสอบด้วยสายตา หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพรูปร่าง พื้นผิว ตัวหนังสือ ตัวเลข ของวาล์วด้วยสายตา เกณฑ์การตัดสินมาตรฐานตามระบบคุณภาพของ KITZ Thailand Ltd

1.5.7 การไหลตัวไม่เต็มรูปร่างวาล์ว หมายถึง การไหลตัวของทองเหลืองไม่เต็มแม่พิมพ์ตามที่ออกแบบไว้ เกิดขึ้นในกระบวนการทุบขึ้นรูปด้วยความร้อน

1.5.8 ขนาดเล็ก หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองที่มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน

1.5.9 ด้านหน้าที่ใช้สอย หมายถึง การออกแบบให้มีหน้าที่ใช้สอยเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือ สามารถขัดผิววาล์วน้ำที่ผ่านการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนได้ตามความต้องการ สามารถมองเห็นรูปร่าง ลักษณะพื้นผิวภายนอก ตัวหนังสือ ตัวเลข ได้อย่างชัดเจน มีความสะดวกต่อการใช้งาน

1.5.10 เทคโนโลยี หมายถึง ระบบกลไกจากพลังงานที่นำมาใช้กับเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ คุณลักษณะของหน้าที่ใช้สอยที่จะนำมาใช้ ต้องเป็น

การประหยัดเวลา ให้ประโยชน์มาก ง่ายต่อการเข้าใจ การรับรู้ และสอดคล้องกับศักยภาพของผู้ใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อที่จะได้มาซึ่งประสิทธิ์ภาพที่ดีกว่า

1.5.11 สีผิววาล์วน้ำทองเหลือง หมายถึง พื้นผิวของวาล์วน้ำทองเหลืองที่ผ่านกระบวนการขัดผิวด้วยเครื่องจักรแล้ว ได้สีผิวของวาล์วน้ำเป็นสีของทองเหลืองหรือสีเหลืองทอง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำโครงการวิจัยการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลในด้านต่างๆและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีรายระเอียดตามลำดับดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาผลิตภัณฑ์วาล์วน้ำประเภททองเหลือง

2.2 ศึกษากระบวนการผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองแบบทุบขึ้นรูปด้วยความร้อน

2.3 ศึกษากระบวนการขัดผิววาล์วน้ำทองเหลือง

2.4 ศึกษากระบวนการตรวจสอบคุณภาพ

2.5 ศึกษาความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีพื้นฐานอัตโนมัติในอุตสาหกรรม

2.6 ศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.7 ศึกษาสัดส่วนพฤติกรรมการใช้งานของมนุษย์ที่สัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์

2.8 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาผลิตภัณฑ์วาล์วประเภททองเหลือง

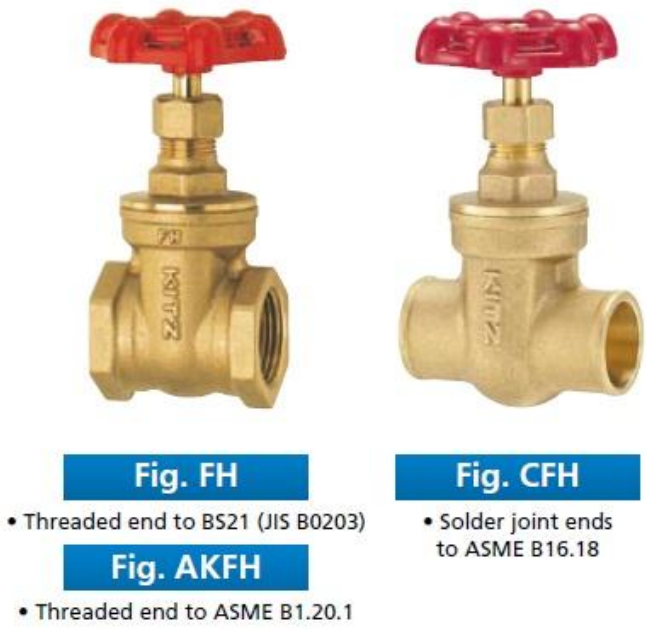
การศึกษาชนิดวาล์วประเภททองเหลือง ผู้วิจัยใช้ข้อมูลความรู้ทางด้านผลิตภัณฑ์วาล์วน้ำของ KITZ Thailand Ltd เป็นกรณีศึกษาเพื่องานวิจัย สามารถจำแนกชนิดของวาล์วประเภททองเหลืองที่ผ่านขบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนได้ดังนี้

2.1.1 เกตวาล์ว (Gate Valve)

ประตูน้ำหรือเกทวาล์ว คือ วาล์วที่ทำหน้าที่เปิดหรือปิดของไหล ของเหลวผ่านไปตามไลน์การใช้งานควรจะเปิดหรือปิดให้สุด ประตูเปิด ปิด มีลักษณะคล้ายกับประตูเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวตั้ง การเคลื่อนที่ขึ้นลงของประตูจะมีแกนกลางที่เป็นเกลียวเมื่อหมุนแกนกลางไปตามเข็มนาฬิกาประตูก็จะเคลื่อนตัวลงมา ในทางกลับกันเมื่อหมุนแกนกลางไปทิศทางทวนเข็มนาฬิกาประตูก็จะเคลื่อนตัวขึ้น การเลือกชนิดของวัสดุที่ใช้ทำValve Body และValve Disc จะมีความสำคัญมากโดยเฉพาะกรณีที่ของเหลวเป็นชนิดที่มีการกัดกร่อน ส่วนประกอบหลักๆ ของเกตวาล์วมีดังนี้

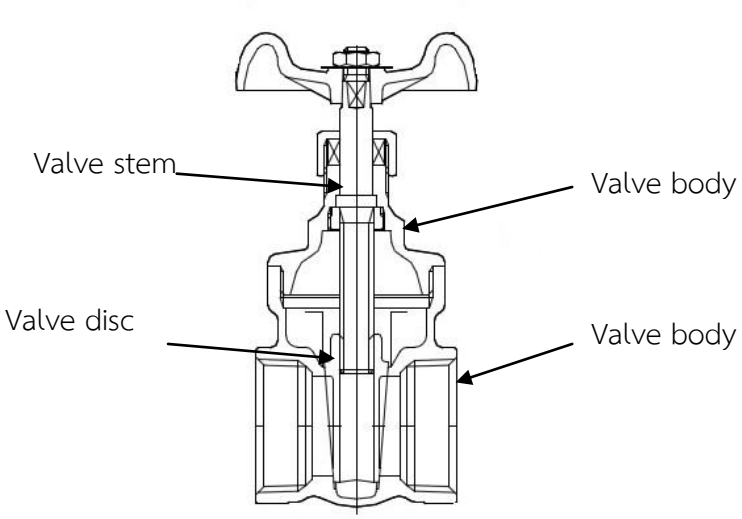
1. โครงสร้างภายนอกของวาล์วValveBodyซึ่งผลิตมาจากทองเหลืองที่ผ่ากระบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนแล้วกระบวนการต่อไปจะต้องผ่านกระบวนการกลึงขึ้นรูปให้ได้ตามแบบที่กำหนด เป็นต้น โครงสร้างภายนอกของวาล์วเป็นโครงสร้างหลักที่เชื่อมต่อกับท่อน้ำ หรือของเหลวด้วยเกลียวหรือแบบเชื่อมติดกับท่อในการผลิตวาล์ว จะผลิต Valve Body เป็นสองชิ้น เมื่อทำการ

ประกอบเข้าด้วยกัน Valve Body ทั้งสองจะถูกประกอบเข้าด้วยกันด้วยเกลียวยึด สำหรับวาล์วที่ใช้งานโดยทั่วไป



ภาพที่ 2.1 เกทวาล์ว Gate Valves (KITZ Bronze &Brass Valves)

2. ประตูเปิดปิด (Valve Disc) ที่อยู่ภายในวาล์วทำหน้าที่เปิดหรือปิดให้น้ำ หรือของเหลวไหลผ่าน ผลิตขึ้นจากวัสดุทองเหลืองแล้วนำไปผ่านขบวนทุบขึ้นรูปด้วยความร้อน และนำไปผ่านขบวนการกลึงขึ้นรูปให้ได้ตามแบบที่กำหนด



ภาพที่ 2.2 เกทวาล์ว Gate Valves (KITZ Bronze &Brass Valves)

3. Valve Stem เป็นแกนหมุนของประตู(Valve Disc)และเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับประตู มีหน้าที่ยกประตูให้ขึ้นหรือลงตามที่ต้องการโดยการหมุนตามทิศทางตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกา นอกจากส่วนประกอบต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ ซึ่งขึ้นกับการออกแบบของผู้ผลิตต่างๆเช่น Seal packing ใช้สำหรับป้องกันหรือยับยั้งการรั่วซึมของน้ำ หรือของเหลว

การใช้งาน เกทวาล์วจะถูกใช้ในการทำหน้าที่เป็นวาล์วที่ใช้ในการปิดหรือเปิดเท่านั้น คือวาล์วจะอยู่ในตำแหน่งที่เปิดสุดหรือไม่ก็ปิดสุด จึงเป็นการใช้งานที่ถูกต้อง

ข้อดี เกทวาล์ว เมื่อเทียบกับวาล์วที่ใช้ในการทำหน้าที่เปิดปิดชนิดอื่นแล้ว เกทวาล์วจะมีขนาดค่อนข้างเบา ทำให้มีน้ำหนักน้อยและมีราคาถูกกว่าโดยเฉพาะวาล์วขนาดใหญ่ จากการที่ขนาดลำตัวที่สั้นจึงทำให้เหมาะสมกับการติดตั้งในพื้นที่ค่อนข้างจำกัด สำหรับช่องทางที่น้ำหรือของเหลวไหลผ่านตัววาล์วจะเป็นช่องทางตรงมีเนื้อที่เกือบเท่ากับขนาดท่อเมื่อวาล์วอยู่ในตำแหน่งที่เปิดสุดทำให้ความดันลดลง(Pressure drop) ของวาล์วต่ำมาก จึงทำให้ความดันที่จะต้องรวมเข้าไปกับระบบท่อทั้งหมดมีค่าต่ำ นอกจากนี้ยังไม่ต้องการสารหล่อลื่นสำหรับตัวชิ้นส่วนประตูและส่วนภายในจึงไม่ก่อให้เกิดความสกปรกน้ำหรือของเหลวที่ไหลผ่านวาล์วนอกจากนี้ถ้าใช้กับของเหลวที่สะอาดก็จะทำให้การปิดได้อย่างแน่นสนิทไม่มีโอกาสที่ของเหลวนั้นจะเล็ดรอดออกไปได้

ข้อเสีย ส่วนบ่าวาล์วเป็นชิ้นเดียวกับตัววาล์ว จึงทำให้เกิดส่วนที่เป็นกระเปาะ(Pocket) ตรงส่วนล่างของวาล์วใต้บ่าวาล์วลงไป ซึ่งจะทำให้มีเศษผงของแข็งไปกองรวมอยู่ได้ทำให้ไม่สามารถปิดวาล์วได้สนิท ดังนั้นเกทวาล์วจึงเหมาะสมสำหรับการใช้กับของเหลวที่ค่อนข้างสะอาดและไม่เหมาะสมกับการใช้ของเหลวที่มีของแข็งหรือมีตะกอนปะปนอยู่ด้วย นอกจากนี้ ปะเก็นก็เป็นจุดอ่อนอีกแห่งหนึ่งของเกทวาล์วซึ่งอาจจะเกิดปัญหาได้สำหรับการใช้กับของเหลวที่มีการกัดกร่อนมากๆ และโดยเฉพาะสำหรับการใช้งานที่มีอุณหภูมิและความดันสูงมากๆ จุดอ่อนสำคัญอีกอันหนึ่งของเกทวาล์วก็คือ จะต้องใช้วาล์วในการเปิดหรือปิดเท่านั้น จะไม่สามารถใช้ในการหรี่หรือควบคุมปริมาณการไหลของของเหลวด้วยการเปิดวาล์วครึ่งๆกลางๆ ได้เลย เพราะปริมาณของเหลวจะเปลี่ยนแปลงน้อยมากในขณะที่ประตูปิดไม่สนิทยกเว้นจนกระทั้งประตูใกล้จะปิดแล้วซึ่งจะก่อให้เกิดของเหลวที่มีความเร็วสูงไหลผ่านประตู ทำให้ประตูสั่นสะเทือนทำให้เกิดการสึกหรอของตัวประตูและบ่าวาล์วเป็นอย่างมาก

2.1.2 บอลวาล์ว (Ball Valve)

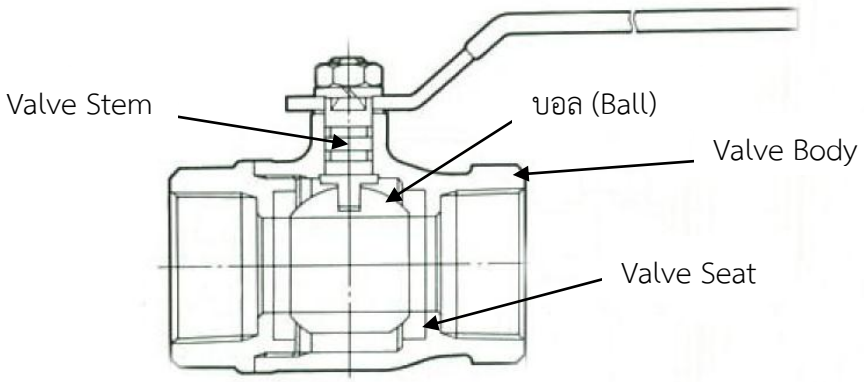
วาล์วValve ที่มีหน้าที่ในการปิดกั้นน้ำ ก๊าซ หรือของเหลวที่มีความดันเป็นหลักวาล์วชนิดนี้เราพบเห็นได้บ่อยมากที่สุดนั้นก็คือบอลวาล์วลักษณะของบอลวาล์วก็สอดคล้องกับชื่อของมันเนื่องจากการใช้ลูกบอลทรงกลมที่มีรูตรงกลางเป็นตัวปิดกั้นการไหลของน้ำ ก๊าซ หรือของเหลวโดยส่วนประกอบหลักๆ ของบอลวาล์ว มีดังนี้

1. โครงสร้างภายนอกของวาล์วValve Bodyซึ่งผลิตมาจากทองเหลืองที่ผ่านกระบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน แล้วนำไปผ่านกระบวนการกลึงขึ้นรูปให้ได้ตามแบบที่กำหนด

โครงสร้างภายนอกของวาล์วเป็นโครงสร้างหลักที่เชื่อมต่อกับท่อน้ำ ก๊าซ หรือของเหลว ด้วยเกลียว หรือแบบเชื่อมติดกับท่อในการผลิตวาล์ว จะผลิต Valve Body เป็นสองชิ้น เมื่อทำการประกอบเข้าด้วยกัน Valve Body ทั้งสองจะถูกประกอบเข้าด้วยกันด้วยเกลียวยึด สำหรับวาล์วที่ใช้งานโดยทั่วไป

ภาพที่ 2.3 บอลวาล์ว (KITZ Bronze &Brass Valves)

2. ลูกบอล (Ball) ที่อยู่ภายในวาล์วทำหน้าที่เปิดหรือปิดให้น้ำ ก๊าซ หรือของเหลวไหลผ่าน ผลิตขึ้นจากวัสดุทองเหลืองแล้วนำไปผ่านขบวนการชุบผิวให้มีความแข็งแรง ทนทานต่อการเสียดสี ลูกบอลดังกล่าวนี้จะเจาะรูขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ



ภาพที่ 2.4 บอล Ball (KITZ Bronze &Brass Valves)

3. Valve Seatเนื่องจาก Ball และ Valve Body ผลิตขึ้นมาจากทองเหลืองและการประกอบเข้าด้วยกันย่อมมีช่องว่าง (Clearance) ทำให้น้ำ ก๊าซ หรือของเหลวสามารถไหลผ่านช่องว่างเหล่านี้ไปยังอีกด้านหนึ่งได้ ดังนั้น วาล์วจึงจำเป็นต้องมี Valve Seat ลักษณะเป็นวงแหวนที่อาจผลิตขึ้นมาจากยาง, PTFE หรือวัสดุอื่นๆ จำนวน 2 วง ติดตั้งอยู่ทั้งทางด้านเข้าและออกของ Ball มีหน้าที่ปิดกั้น น้ำก๊าซ ของเหลวไม่ให้ไหลผ่านช่องว่างช่องว่างเล็กๆ ระหว่าง Ball และ Valve Body

4. Valve Stemเป็นแกนหมุนของบอลวาล์วและเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับส่วนต้นกำลังการหมุนซึ่งอาจจะเป็นก้านวาล์วหรือกล่องเกียร์ทดกำลัง (Gear Box)นอกจากส่วนประกอบต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ ซึ่งขึ้นกับการออกแบบของผู้ผลิตต่างๆเช่น Sealant injection Port ใช้สำหรับฉีดสารหล่อลื่นหรือสารยับยั้งการรั่วซึมของก๊าซฯ ผ่านวาล์ว, Vent Body เป็นวาล์วเล็กๆที่ใช้ระบายความดันที่ตกค้างภายในโพรงวาล์วออกในกรณีที่ต้องการบำรุงรักษาหรือถอดประกอบเป็นต้น

การใช้งาน บอลวาล์วสามารถนำไปใช้ในงานได้หลายๆลักษณะเช่น ควบคุมปริมาณการไหล ควบคุมแรงดันหรือใช้ในการปิดเลยก็ได้นอกจากนี้ยังสามารถใช้กับของเหลวที่มีอุณหภูมิและความดันสูงๆ ได้ด้วย

ข้อดี บอลวาล์วมีส่วนประกอบน้อยสามารถบำรุงรักษาได้ง่าย การเปิดหรือปิดทำได้โดยการหมุนก้านวาล์วประมาณ90องศาเท่านั้น ของเหลวที่ไหลผ่านวาล์วจะไม่ถูกรบกวนและทำให้วาล์วมีความดันลดน้อย นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการหรี่ได้ด้วย และเนื่องจากจะไม่มีของแข็งไปตกค้างที่บ่าวาล์ว จึงสามารถใช้กับของเหลวที่มีของแข้งแขวนลอยได้

ข้อเสีย เมื่อเทียบกับวาล์วชนิดอื่นๆ แล้วขนาดของวาล์วจะค่อนข้างใหญ่กว่าและต้องใช้เนื้อที่ในการติดตั้งมากกว่า ในขณะที่ใช้วาล์วในการหรี่ตัวบ่าวาล์วจะต้องรับการเสียดสีของเหลวที่ไหลผ่านและนอกจากนั้นในตอนที่ปิดวาล์วสนิทจะมีของเหลวตกค้างอยู่ในตัวบอล

2.2 ศึกษากระบวนการผลิตวาล์วทองเหลืองแบบปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน

การศึกษากระบวนการผลิตวาล์วทองเหลืองแบบปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน ผู้วิจัยใช้ข้อมูลความรู้ และเทคนิคการผลิตวาล์วน้ำของ KITZ Thailand Ltd เป็นกรณีศึกษาเพื่องานวิจัย มีกระบวนการผลิตวาล์วทองเหลืองที่ผ่านขบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน ดังนี้

2.2.1 กระบวนการตัดเส้นทองเหลือง

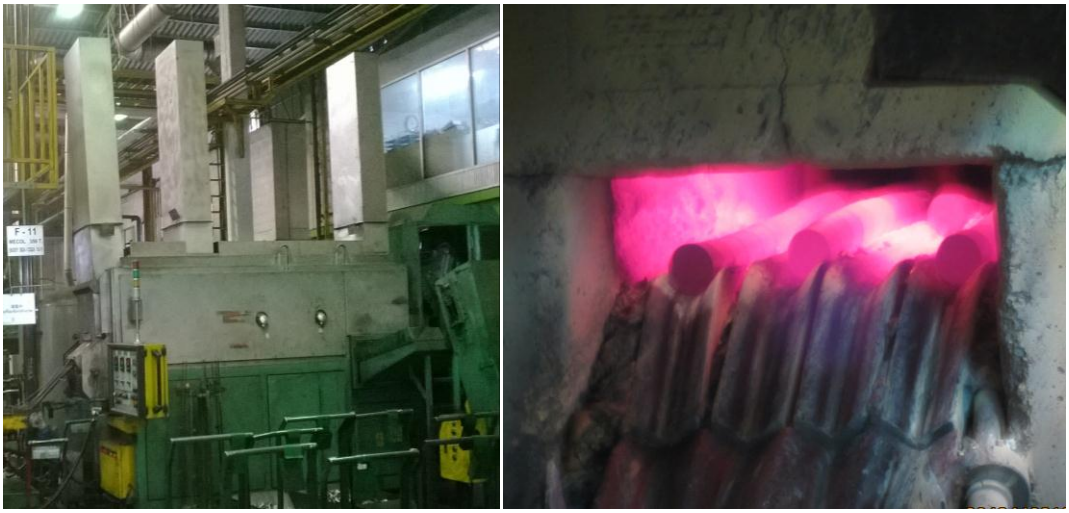
กระบวนการตัดเส้นทองเหลืองเป็นกระบวนการแรกในการผลิต เมื่อได้รับคำสั่งการผลิต กระบวนการตัดเส้นทองเหลืองจะต้องทำการตัดเส้นทองเหลืองให้เป็นท่อนด้วยเครื่องตัดเส้นทองเหลืองแบบอัตโนมัติ ตามจำนวนที่กำหนด และต้องควบคุมความโตของเส้นทองเหลืองและน้ำหนักของท่อนทองเหลืองที่จะตัดให้ตรงตามมาฐานที่กำหนดไว้ กรณีที่น้ำหนักของท่อนทองเหลือง

ไม่ได้ตามมาตรฐาน จะส่งผลให้เกิดการไหลตัวของโลหะในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปไม่เป็นไปตามที่ต้องการ และอาจเกิดของเสียขึ้นในกระบวนการผลิตได้

ภาพที่ 2.5 เครื่องตัดทองเหลืองเส้น
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

2.2.2 กระบวนการเผาหรือให้ความร้อนท่อนทองเหลือง

กระบวนการเผาหรือให้ความร้อนท่อนทองเหลือง เป็นกระบวนการที่ต่อจากกระบวนการตัดเส้นทองเหลืองเมื่อได้ทองเหลืองที่ตัดเป็นท่อนแล้วก่อนจะนำไปขึ้นรูปด้วยการปั๊มจะต้องทำการเผาหรือให้ความร้อนกับท่อนทองเหลืองด้วยเตาเผาที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ การจัดเรียงท่อนทองเหลืองบนสายพานหรือรางเตาจะต้องกระทำอย่างเป็นระเบียบตามรูปแบบที่กำหนดเพื่อให้ความร้อนเข้าไปสู่เนื้อทองเหลืองได้ทั่วถึง การเผาหรือให้ความร้อนที่ท่อนทองเหลืองจะใช้อุณหภูมิที่780 ถึง 800 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการเผาหรือให้ความร้อนขึ้นอยู่กับระยะความยาวของสายพานหรือรางเตา สายพานหรือร่างเตาจะมีการควบคุมระยะเวลาในการเคลื่อนที่ กรณีที่ใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าที่กำหนดจะทำให้การไหลตัวของวาล์วไม่ดีในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปและอาจเกิดการเสียหายที่แม่พิมพ์ได้ ส่วนกรณีที่ให้ความร้อนสูงกว่าที่กำหนดจะทำให้เกิดการแตกร้าวที่ลำตัวของวาล์วในกระบวนการปั๊มขึ้นรูป



ภาพที่ 2.6 เตาเผาทองเหลืองท่อนแบบราง
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

ภาพที่ 2.7 เตาเผาทองเหลืองท่อนแบบสายพาน
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

2.2.3 กระบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน

กระบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนนี้เป็นกระบวนการที่ต่อจากกระบวนการเผาหรือให้ความร้อนท่อนทองเหลือง ท่อนทองเหลืองที่ผ่านกระบวนการเผาแล้วก็จะนำไปปั๊มขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรแบบอัตโนมัติและแบบกึ่งอัตโนมัติ ก่อนจะเริ่มกระบวนการปั๊มขึ้นรูปจะต้องทำการอุ่นแม่พิมพ์ให้มีความร้อนที่พอควรเพื่อช่วยในการไหลตัวของโลหะในช่วงของการปั๊มขึ้นรูป ช่วงเวลาที่ขึ้นรูปนี้จะต้องกระทำอย่างรวดเร็วเพื่อไม่ให้ท่อนทองเหลืองมีอุณหภูมิเย็นตัวลง กรณีที่อุณหภูมิเย็นตัวลงต่ำกว่าที่กำหนดไว้จะเกิดการไหลตัวไม่เต็มรูปร่างของวาล์วบอดี้ และวาล์วดีส (Valve Body , Valve Disc) จะเป็นของเสีย และแม่พิมพ์อาจเกิดการเสียหายได้ รูปร่างของวาล์วบอดี้และวาล์วดีสที่ทำการผลิตด้วยวิธีปั๊มขึ้นรูปนั้นขึ้นอยู่กับแม่พิมพ์ที่ได้ทำการออกแบบไว้ วาล์วบอดี้และวาล์วดีสที่ผ่านกระบวนการนี้จะมีผิวสีเทาและสีเทาปนดำ การตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาภายนอกของวาล์วบอดี้และวาล์วดีส จะกระทำได้ยาก

ภาพที่ 2.8 เครื่องจักรปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนแบบอัตโนมัติ
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

ภาพที่ 2.9 เครื่องจักรปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนกึ่งอัตโนมัติ
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

ภาพที่ 2.10 วาล์วบอดี้ ที่ผ่านการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

2.2.4 กระบวนการเย็นตัวของวาล์ว

วาล์วบอดี้และวาล์วดีสที่ผ่านกระบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนแล้ว ชิ้นงานยังมีอุณหภูมิที่สูงอยู่มาก ดังนั้นจะต้องปล่อยให้เย็นตัวลงจนถึงอุณหภูมิปกติทั่วไป ใช้ระยะเวลาโดยประมาณ6-8 ชั่วโมง เพื่อรักษาความแข็งแรงของวาล์วบอดี้และวาล์วดีส ในกระบวนการนี้ภาชนะที่ใส่วาล์วบอดี้และวาล์วดีส จะต้องมีป้ายบงชี้ และอยู่ในพื้นที่ ที่กำหนดไว้เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดจากความร้อน กรณีที่วาล์วบอดี้และวาล์วดีส ยังไม่เย็นตัวลงจนถึงอุณหภูมิปกติทั่วไปนั้น เมื่อนำไปทำการขัดผิวจะทำผิวของวาล์วบอดี้และวาล์วดีสเกิดการเสียหายได้ และไม่สวยงามตามต้องการ

ภาพที่ 2.11 วาล์วบอดี้วาล์วดีส กระบวนการเย็นตัว
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

2.3 ศึกษากระบวนการขัดผิววาล์วน้ำทองเหลือง

การศึกษากระบวนการขัดผิววาล์วน้ำทองเหลือง ผู้วิจัยใช้ข้อมูลความรู้ทางด้านการผลิตวาล์วของ KITZ Thailand Ltd เป็นกรณีศึกษาเพื่องานวิจัย มีดังนี้

2.3.1 เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลือง

เครื่องขัดผิววาล์วที่ใช้ในกระบวนการขัดผิวเป็นเครื่องขัดผิวชนิดสายพานหมุนวนชนิดระบบปิด วาล์วบอดี้และวาล์วดีส ที่จะทำการขัดผิวนั้นจะต้องผ่านกระบวนการเย็นตัวถึงอุณหภูมิปกติแล้ว ปริมาณที่จะทำการขัดผิวแต่ละครั้งนั้นจะต้องไม่ต่ำกว่า 300-400 กิโลกรัม ระยะเวลาที่ใช้ในการขัดผิว 45-50 นาที ผิวของวาล์วบอดี้และวาล์วดีส ที่ผ่านการขัดผิวด้วยเครื่องแล้วจะเป็นสีธรรมชาติของทองเหลือง(สีเหลืองทอง)

ภาพที่ 2.12 เครื่องขัดผิววาล์วแบบสายพานระบบปิด
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

2.3.1.1 รูปร่างและส่วนประกอบเครื่องจักร

เครื่องจักรที่ใช้ในการขัดผิวโลหะส่วนใหญ่จะมีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก เพื่อรองรับปริมาณงานที่ทำการขัดผิวแต่ละครั้งให้ได้ปริมาณมากๆ ระยะเวลาที่ใช้ในการขัดผิวจะไม่ทำกันขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบและขนาดของชิ้นส่วน เครื่องขัดผิวที่ใช้ในกระบวนการขัดผิววาล์วน้ำทองเหลือง มีส่วนประกอบใหญ่ที่สำคัญ ดังนี้

1. ตัวเครื่องจักร
2. ระบบควบคุมเครื่องจักร(ระบบไฟฟ้า)
3. กระบะใส่งานภายนอก
4. ชุดยกกระบะใส่งาน(ระบบรอก)
5. ชุดรับงานภายในชนิดสายพานหมุนวน
6. ชุดหัวจ่ายเม็ดขัดผิว

ภาพที่ 2.13 ชุดรับงานภายนอก(กระบะรับงาน)
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

ภาพที่ 2.14 ชุดรับงานภายในระบบสายพาน
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

ภาพที่ 2.15 ชุดยกกระบะงานระบบรอก
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

ภาพที่ 2.16 ชุดจ่ายเม็ดขัดผิว
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

ภาพที่ 2.17 ชุดควบคุมระบบไฟฟ้า
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

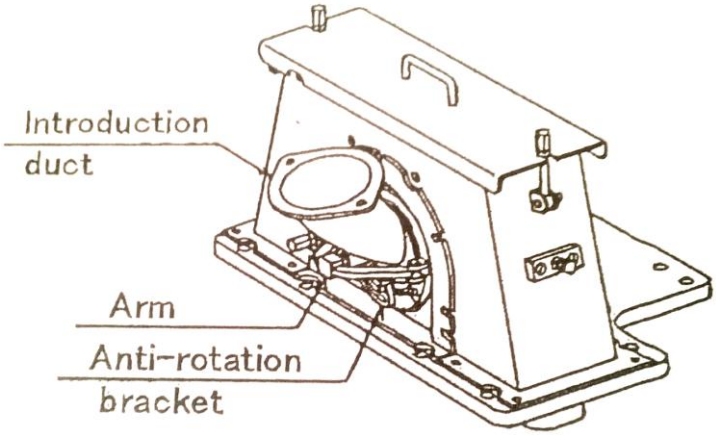
2.3.1.2 หลักการทำงานเครื่องขัดผิวโลหะ

หลักการทำงานเครื่องขัดผิววาล์วน้ำประเภททองเหลือง มีดังนี้

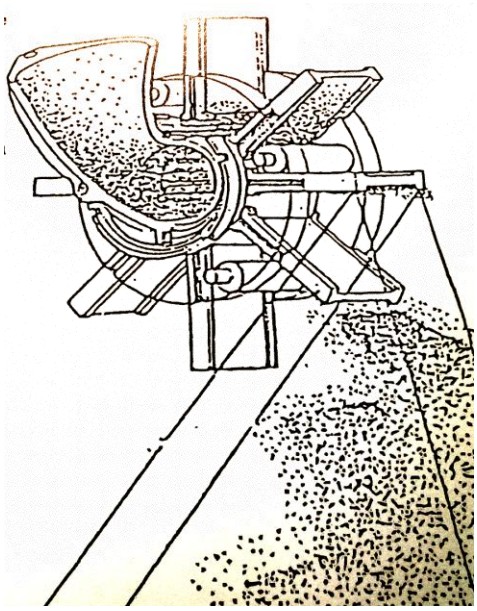
1. เตรียมชิ้นงานที่จะทำการขัดผิว ต้องเป็นชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการลดอุณหภูมิแล้ว ประมาณ 300-400 กิโลกรัม เตรียมไว้ที่ชุดรับงานภายนอก
2. เปิดประตูเครื่องจักรด้วยระบบควบคุมการเปิดแบบกึ่งอัตโนมัติ
3. ยกชุดรับงานภายนอกกระบะใส่งานโดยใช้ระบบรอกเป็นกลไกการยกเพื่อเทชิ้นงานเข้าไปที่จุดรับงานภายในเครื่องจักร
4. ยกชุดรับงานภายนอกลงกลับสู่ตำแหน่งเดิม
5. ปิดประตูเครื่องจักรด้วยระบบการปิดแบบกึ่งอัตโนมัติ
6. ตั้งโปรแกรมระยะเวลาการขัดผิวชิ้นงานตามมาตรฐานที่กำหนด
7. กดปุ่มเดินเครื่องจักร

2.3.1.3 ส่วนประกอบชุดจ่ายเม็ดขัดผิว

ชุดจ่ายเม็ดขัดผิว จะถูกติดตั้งอยู่ส่วนบนของตัวเครื่องจักร มีท่อลำเลียงเม็ดขัดผิวมายังชุดจ่ายเม็ดขัดผิว ภายในชุดจ่ายเม็ดขัดผิว (Distributor) มีส่วนประกอบดังนี้

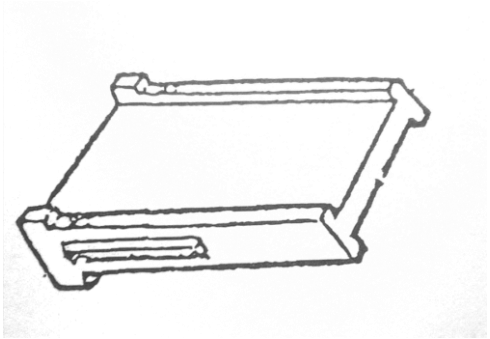


ภาพที่ 2.18 ชุดจ่ายเม็ดขัดผิว
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)



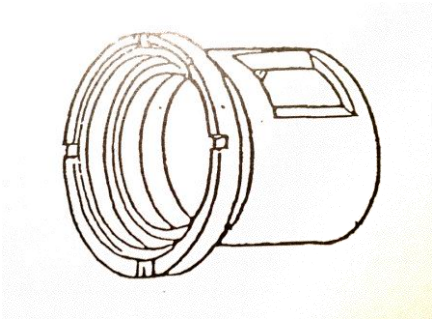
ภาพที่ 2.19 ส่วนประกอบชุดจ่ายเม็ดขัดผิว
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

1. แผ่นใบพัด (Blades) มีหน้าที่ รองรับเม็ดขัดผิวจากท่อลำเลียงเม็ดขัดผิวไปสู่ชิ้นงาน โดยอาศัยแรงเหวี่ยงจากการหมุนของมอเตอร์ แผ่นใบพัดบริเวณขอบทั้งสองข้าง ทั้งด้านบนและด้านล่าง เพื่อบังคับทิศทางของเม็ดขัดผิว



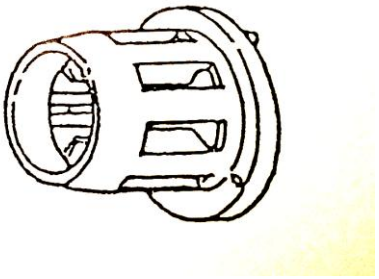
ภาพที่ 2.20 แผ่นใบพัด
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

2. ช่องควบคุม (Control Cage) มีหน้าที่ควบคุมเม็ดขัดผิวที่ปล่อยสู่ชิ้นงานให้อยู่ในทิศทางที่ต้องการ



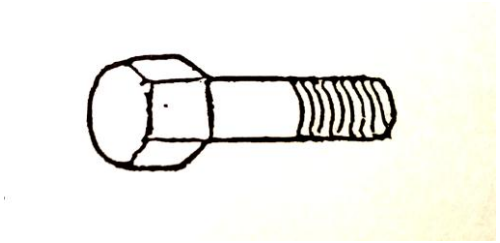
ภาพที่ 2.21 ช่องควบคุม
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

3. จานจ่าย (Distributor) จานจ่ายเม็ดขัดผิวจะมีช่องเพื่อรองรับเม็ดขัดผิวจากใบพัด ความเร็วจะขึ้นอยู่กับแหล่งจ่ายกำลัง



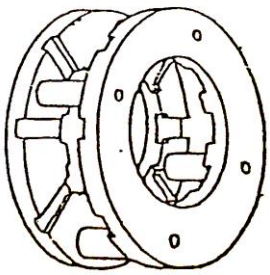
ภาพที่ 2.22 จานจ่าย
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

4. สลักเกลียว (Control Bolt) จะทำการยึดจานจ่าย(Distributor)ให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางด้านปลายจะมีเกลียวยึดไม่ให้จานจ่ายคลายตัว



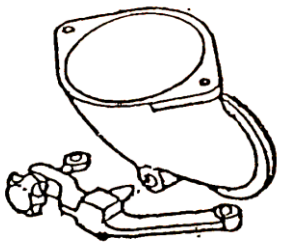
ภาพที่ 2.23 สลักเกลียว
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

5. Side Plate จะมีหน้าจานอยู่สองข้างประกบเข้าหากันตรงกลางจะมีช่องสำหรับใส่แผ่นใบพัด ใบพัดที่จะนำมาประกอบเข้ากันจะต้องมีน้ำหนักเท่ากันทุกใบ ป้องกันการหมุนที่ไม่ได้ศูนย์



ภาพที่ 2.24 Side plate
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

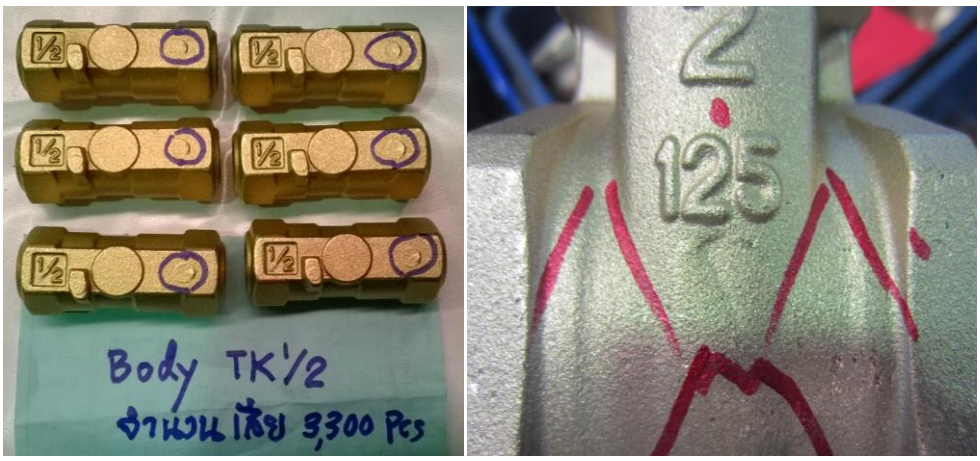
6. ท่อลำเลียงเม็ดขัดผิว (Introduction dust) เม็ดขัดผิวจะถูกส่งผ่านมายังท่อลำเลียงเข้าไปยังชุดจ่ายเม็ดขัดผิว



ภาพที่ 2.25 ท่อลำเลียงเม็ดขัดผิว
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

2.3.2 การตรวจสอบและบรรจุ

วาล์วบอดี้และวาล์วดีส ที่ผ่านการขัดผิวแล้ว ก่อนบรรจุลงกล่องจะต้องทำการสุ่มตรวจด้วยสายตา จุดที่ทำการตรวจสอบมีสีผิวของวาล์วบอดี้และวาล์วดีส รูปร่างที่ไม่สมบูรณ์หรือการไหลตัวไม่เต็มรูปร่าง ตัวหนังสือ ตัวเลขที่หลุดร่อน และพื้นผิวลำตัวของวาล์วหลุดร่อน ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ และมีของเสียที่เกิดจากกระบวนการปั๊มขึ้นรูปปะปนมาหรือไม่ จากนั้นทำการบรรจุลงกล่องตามรุ่นและจำนวนที่กำหนดไว้

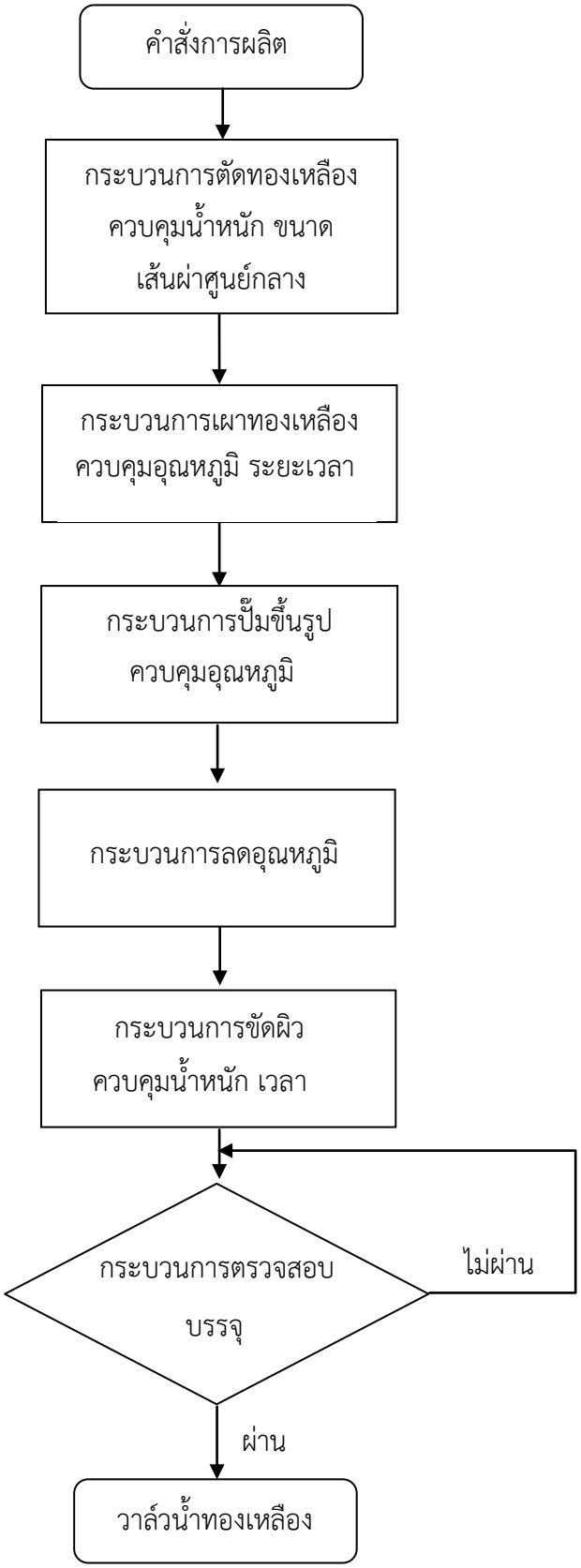


ภาพที่ 2.26 ของเสียที่เกิดจากกระบวนการปั๊มขึ้นรูป การไหลตัวไม่เต็ม
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

ภาพที่ 2.27 ของเสียที่เกิดจากระบวนการปั๊มขึ้นรูป ตัวหนัง ตัวเลข ร่อน
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

ภาพที่ 2.28 ปริมาณของเสียที่เกิดจากระบวนการปั๊มขึ้นรูป
ที่มา : KITZ Thailand Ltd. (สิงหาคม 2556)

การศึกษากระบวนการผลิตวาล์วทองเหลืองแบบปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน สามารถเขียนเป็นแผนผังกระบวนการทำงานได้ดังนี้



ภาพที่ 2.29 กระบวนการผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองแบบปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน

2.4 ศึกษากระบวนการตรวจสอบคุณภาพ

2.4.1 หลักการควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรม

วัตถุประสงค์หลักของการบริหารการผลิตคือ การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ ส่งมอบทันตามเวลาที่กำหนด มีปริมาณตรงตามที่กำหนด และด้วยต้นทุนที่ต่ำ คุณภาพของสินค้านับเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งต่อความสำเร็จหรือล้มเหลวของธุรกิจอุตสาหกรรม ดังนั้นกิจกรรมที่จำเป็นอย่างยิ่งในการผลิตกิจกรรมหนึ่งคือการควบคุมคุณภาพ

คุณภาพ เป็นคำที่มีนิยามหลายอย่าง แต่นิยามที่ใช้อย่างแพร่หลายในด้านการผลิตคือ ความถูกต้องตรงตามความต้องการของผู้ใช้(Quality is fitness for use) สำหรับความต้องการของผู้ใช้โดยทั่วไปจะกำหนดด้วยข้อกำหนด(Specification) หรือมาตรฐาน(Standard) กล่าวอีกนัยหนึ่งการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพคือ การผลิตสินค้าถูกต้องตรงกับข้อกำหนดหรือมาตรฐานของสินค้านั้นๆ มาตรฐานหรือข้อกำหนดของสินค้าจะแตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น ข้อกำหนดของการผลิตหลอดไฟฟ้าจะประกอบด้วยอายุการใช้งาน ความส่องสว่าง และการกินกระแสไฟ เป็นต้น ถ้าโรงงานมีข้อกำหนดไว้ว่าหลอดไฟที่ผลิตจะต้องมีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า10,000 ชั่วโมงแล้วฝ่ายผลิตสามารถผลิตหลอดไฟที่มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า10,000 ชั่วโมงได้ ก็แสดงว่าสินค้านี้มีคุณภาพตรงตามข้อกำหนด เป็นต้น (พิชิต สุขเจริญพงษ์. 2521 : 13-19)

2.4.1.1 ลักษณะคุณภาพ

สินค้าแต่ละอย่างจะมีข้อกำหนดซึ่งแสดงถึงลักษณะคุณภาพแตกต่างกันไป เช่น หลอดไฟฟ้ามีสิ่งที่กำหนดถึงคุณภาพคือ อายุการใช้งาน ความส่องสว่าง และการกินกระแสไฟฟ้า เครื่องรับวิทยุมีสิ่งที่กำหนดถึงคุณภาพคือ อายุการใช้งาน ความสามารถของการรับคลื่นสัญญาณ ความดังของเสียง และรูปร่างเป็นต้น สิ่งที่กำหนดถึงคุณภาพของสินค้านี้เรียกว่า ลักษณะคุณภาพ(Quality Characteristics) ซึ่งสินค้าแต่ละชนิดจะมีคุณลักษณะคุณภาพแตกต่างกันไป แต่อาจสรุปเป็นกลุ่มได้คือ

1. คุณภาพด้านการใช้งาน เช่น วิทยุเสียงดีและรับคลื่นชัดเจน
2. คุณภาพด้านความทนทานหรืออายุการใช้งาน
3. คุณภาพด้านรูปลักษณ์หรือความสวยงาม
4. คุณภาพด้านความสะดวกในการใช้งาน เช่น การพกพาไปสะดวก น้ำหนักเบาและขนาดกะทัดรัด เป็นต้น
5. คุณภาพด้านการซ่อมบำรุงและการบริการหลังการขาย เช่น เมื่อของเสียแล้วผู้ใช้ซ่อมเองได้ หรือมีบริการซ่อมที่รวดเร็ว เป็นต้น

2.4.1.2 ประวัติการพัฒนาการด้านการควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรมนั้น มีมาตั้งแต่สมัยที่การผลิตสินค้าเริ่มทำการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งประวัติการพัฒนาด้านการควบคุมคุณภาพอาจแบ่งได้เป็น 3 ช่วงคือ

1. ยุคก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 (ก่อนปี พ.ศ. 2485)

หลักการควบคุมคุณภาพสินค้าได้เริ่มนำมาประยุกต์ครั้งแรกในด้านการตรวจสอบและทดสอบโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างโดยบริษัทเอทีแอนด์ที(AT&T) หรือ(American telephone and telegraph company) ได้กำหนดมาตรฐานการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ได้สั่งผลิตจากบริษัท เวลเทิร์นอิเล็กตริก (Western Electric company) ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2450 อย่างไรก็ตามมาตรการกำหนดวิธีสุ่มตัวอย่างก็ยังไม่ชัดเจนแต่ก็ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงจนได้รับการยอมรับในปลายทศวรรษที่19 ประมาณปีพ.ศ. 2468 พนักงานแผนกตรวจสอบของบริษัท เวลเทิร์นอิเล็กตริก ได้โอนไปจัดตั้งเป็นห้องปฏิบัติการทางโทรศัพท์เบลล์(Bell telephone laboratories) บุคคลชั้นแนวหน้าในกลุ่มนี้ต่อมาได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้อุทิศตนและผลงานให้แก่การควบคุมคุณภาพ และมีคุณูปการอย่างใหญ่หลวงต่อโลกอุตสาหกรรมปัจจุบัน ตัวอย่างเช่น วอลเตอร์ เอ. ชิวฮาร์ด(Walter A. Shewhart) แฮโรลด์ เอฟ. ดอดจ์(Harold F. Dodge) และ จอร์จ ดี. เอดวาร์ดส์(Grorge D. Edwards) ซึ่งมีผลงานที่สำคัญประกอบด้วย

ในปีพ.ศ. 2468 ดร. ชิวฮาร์ด ได้ตีพิมพ์บทความเรื่องการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติโดยอาศัยหลักการของแผนภูมิการควบคุม(Control chart) ซึ่งได้รับการยอมรับและนิยมใช้อย่างแพร่หลายตราบเท่าทุกวันนี้

ในปีพ.ศ. 2468 เช่นเดียวกัน ดร. ดอร์จ ได้เสนอหลักการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับสินค้าหรือชิ้นงาน และวิธีการสร้างแผนชักตัวอย่างโดยกำหนดค่าความเสี่ยงของผู้บริโภคและความเสี่ยงของผู้ผลิต

2. ยุคระหว่างและหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 (พ.ศ.2485-2503)

ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 การพัฒนาการด้านอาวุธเป็นไปอย่างรวดเร็ว ความจำเป็นในการผลิตอาวุธที่มีคุณภาพและความเชื่อถือได้สูง นับเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อสภาวการณ์เติบโตของอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับอาวุธยุทโธปกรณ์ อันก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนบุคลากรด้านการควบคุมคุณภาพ ดังนั้นบุคลากรจากห้องปฏิบัติเบลล์ได้ถูกออกไปฝึกอบรมและให้ความรู้ด้านการควบคุมคุณภาพแก่โรงงานและสถาบันการศึกษาต่างๆ

ในปีพ.ศ. 2481 ดร. ดับบลิว. เอดวาร์ดส์ เดมิ่ง (W. Edwards Deming) ได้เข้าร่วมทีมกับดร.ชิวฮาร์ด และดร. ดอร์จ ต่อมาได้กลายเป็นบุคคลที่ได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้สร้างระบบการควบคุมคุณภาพให้แก่อุตสาหกรรมในประเทศญี่ปุ่น ปัจจุบันได้มีดารกำหนดรางวัลยอดเยี่ยมให้แก่โรงงานที่มีผลงานด้านการควบคุมคุณภาพในประเทศญี่ปุ่น โดยให้ตั้งชื่อว่ารางวัลเดมิ่ง(Deming prize) เพื่อเป็นเกียรติแก่ ดร. เดมิ่ง

ในปีพ.ศ. 2485 ได้มีกลุ่มผู้สนใจในงานการควบคุมคุณภาพรวมตัวกันเพื่อการจัดตั้งกลุ่มวิจัยทางสถิติ(The Statistical Research Group) ที่มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย กลุ่มวิจัยนี้ได้ร่วมกันทำงานวิจัยด้านการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติโดยมีผลงานที่สำคัญประกอบด้วย

ในปีพ.ศ. 2488 การวิเคราะห์เชิงลำดับสำหรับข้อมูลทางสถิติการประยุกต์(sequential analysis of statistical data applications)

ในปีพ.ศ. 2490 เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ(techniques of statistical analysis)

ในปีพ.ศ. 2491 การตรวจสอบโดยวิธีชักตัวอย่าง(sampling inspection) ซึ่งผลงานเรื่องการตรวจสอบโดยวิธีชักตัวอย่าง ต่อมาได้รับการปรับปรุงและใช้เป็นมาตรฐานการตรวจสอบที่เป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

ในปีพ.ศ. 2489 สมาคมและกลุ่มผู้ทำงานเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพได้ร่วมตัวกันก่อตั้งเป็นสมาคมแห่งอเมริกาเพื่อการควบคุมคุณภาพ(American Society for Quality Control) สมาคมแห่งนี้ได้มีบทบาทอย่างสำคัญต่อการพัฒนาหลักการควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรมมาจวบยุคปัจจุบัน

3. ยุคปัจจุบัน (พ.ศ. 2503-ปัจจุบัน)

นับแต่ทศวรรษที่ 2503 เป็นต้นมา อุตสาหกรรมในโลกเสรีได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นผลทำให้เกิดสภาพการแข่งขันทางการตลาดที่เข็มข้นตลอดจนการเกิดของประเทศผู้นำทางอุตสาหกรรมใหม่ เช่น ญี่ปุ่น ฝรั่งเศส และเยอรมัน เป็นต้น ก่อให้เกิดการแข่งขันด้านคุณภาพสินค้า การพัฒนาด้านเทคนิค และวิธีควบคุมคุณภาพให้เป็นไปอย่างรวดเร็วซึ่งหน่วยงานที่มีบทบาทอย่างสำคัญต่อการกำหนดมาตรฐานและวิธีการควบคุมคุณภาพคือกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้ตีพิมพ์เผยแพร่มาตรฐานการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพที่เรียกว่ามาตรฐานทางการทหาร(Military Standard) สำหรับมาตรฐานทางการทหารส่วนใหญ่จะได้รับการยอมรับให้กำหนดเป็นมาตรฐาน ANSI (American National Standard Institute)

ในปัจจุบันหลักการและแนวคิดด้านการควบคุมคุณภาพ มิได้เน้นเฉพาะด้านเทคนิคหรือวิธีการควบคุมคุณภาพแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังได้เน้นถึงในด้านการประสานงานและความร่วมมือระหว่างหน่วยงานทุกหน่วยงานในองค์การตลอดจนมีการเสริมสร้างทักษะและความเข้าใจด้านคุณภาพสินค้าให้แก่บุคลากรทุกระดับซึ่งแนวความคิดนี้ เอ. วี. เฟเกบาม (Feigenbaum) เสนอไว้ในหนังสือที่เขาเขียนขึ้นมาตั้งแต่ปี 2503 ชื่อว่าการควบคุมคุณภาพสมบูรณ์แบบ(total quality control) ซึ่งแนวความคิดนี้ได้รับการยอมรับและนำไปปฏิบัติอย่างจริงจังในประเทศญี่ปุ่น จนทำให้สินค้าจากประเทศญี่ปุ่นมีคุณภาพดีจนสามารถแข่งขันได้ในโลกปัจจุบัน

2.4.1.3 ค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพ

เพื่อการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพตามที่กำหนด ผู้บริหารจะต้องจัดให้องค์กร หรือหน่วยงานและดำเนินกิจกรรมต่างๆเพื่อควบคุมคุณภาพสินค้าก่อนการผลิต และในระหว่างกระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพสินค้ามีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่จำแนกได้เป็น 4 ส่วนคือ

1. ค่าใช้จ่ายในการป้องกัน(prevention cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปเพื่อการป้องกันไม่ให้ผลิตสินค้าที่ด้อยคุณภาพ ค่าใช้จ่ายนี้ประกอบด้วย ค่าฝึกอบรมคนงานในด้านการควบคุมคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการวางแผนด้านคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ

ค่าใช้จ่ายด้านการออกแบบวิธีการผลิต และออกแบบสินค้าเพื่อให้การผลิตทำได้ง่าย ไม่เกิดความบกพร่องในระหว่างการผลิต

2. ค่าใช้จ่ายในการประเมินคุณภาพ(quality appraisal cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปเพื่อการประเมินและตรวจสอบระดับคุณภาพในระหว่างการผลิต เช่น ค่าทดสอบคุณภาพ ค่าเครื่องมือ และคนงานทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ผล เป็นต้น

3. ค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นภายใน(internal failure cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อสินค้าที่ผลิตนั้น ไม่ได้ตามระดับคุณภาพที่ต้องการ เช่น ค่าซ่อมแซมสินค้า การทำงานซ้ำ ของเสียที่ใช้ไม่ได้ต้องทิ้งไป

4. ค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นภายนอก(external failure cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อขายสินค้าที่คุณภาพไม่ดีออกไปสู่ลูกค้า ค่าเสียหายเหล่านี้ ได้แก่ ค่าปรับ ค่าชดเชย ค่าความเสียชื่อเสียง ค่าใช้จ่ายในการรับคืนสินค้า เป็นต้น

2.4.2 การตรวจสอบคุณภาพในระบบการผลิต

การตรวจสอบตาม JIS (Japanese Industrial Standards) หมายถึง การเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบโดยวิธีการใดๆ กับมาตรฐานการพิจารณาคุณภาพ แล้วพิจารณาว่าผลผลิตแต่ละชิ้นเป็นของดีหรือของเสียหรือเป็นการเปรียบเทียบกับมาตรฐานการพิจารณาเป็นลอต แล้วพิจารณาว่าลอตนั้นผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ กล่าวคือ การตรวจสอบมีวัตถุประสงค์ดังนี้ พิจารณาว่าเป็นของดีหรือของเสีย และ พิจารณาว่าเป็นลอตที่ผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ (สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2550 : 33-40

2.4.2.1 ประเภทของการตรวจสอบ

1. การแบ่งประเภทตามจำนวนชิ้นการตรวจสอบ

1.1 การตรวจสอบทั้งจำนวน

เป็นวิธีการที่ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นที่ทำการผลิต วิธีนี้ใช้ปฏิบัติเมื่อมีความต้องการให้รับประกันว่า ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นในแต่ละลอตเป็นของที่ดีไม่มีบกพร่อง

- เป็นกรณีที่การเกิดของเสียแม้เพียงชิ้นเดียว ก็จะเกี่ยวพันถึงความเสียหายที่เกี่ยวกับชีวิตได้
- เป็นกรณีที่จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบมีจำนวนน้อย การตรวจสอบมักจะใช้ค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำ
- เป็นกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายการตรวจสอบ
- เป็นกรณีที่การตรวจสอบสามารถทำได้ง่าย และมีความถูกต้อง

ดังนั้น ถ้าเป็นการตรวจสอบที่ใช้ความสามารถพิเศษ จำเป็นต้องควบคุมมาตรฐานการตรวจสอบอยู่เสมอ

1.2 การตรวจสอบแบบสุ่มตัวอย่าง

เป็นวิธีการที่ทำการตรวจสอบโดยสุ่มตัวอย่างบางส่วนจากผลผลิตแต่ละลอต แล้วดูว่าผลลัพธ์นั้นผ่านมาตรฐานการพิจารณาหรือไม่ แล้วตัดสินว่าทั้งลอตผ่านเกณฑ์หรือไม่

การตรวจสอบแบบสุ่มตัวอย่างนี้ มักใช้ปฏิบัติ

- กรณีต้องมีการตรวจสอบด้วยการทำลาย
- กรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่จะตรวจสอบมีจำนวนชิ้นมาก หัวข้อตรวจสอบมีมาก และค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบค่อนข้างสูง
- กรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่จะตรวจสอบนั้น เกิดตำหนิหรือเปลี่ยนสภาพได้ง่าย

1.3 ไม่ต้องตรวจสอบ

ในบางกรณีได้มีการพิจารณาการผ่านเกณฑ์ของแต่ละลอตตามข้อมูลคุณภาพและเทคนิคไว้ล่วงหน้าดังนั้นในขั้นตอนการตรวจสอบเมื่อรับสินค้า ก็จะเชื่อมั่นในบริษัทที่ส่งสินค้าให้ จึงไม่ทำการตรวจสอบ นอกจากนี้ถ้าเป็นกรณีที่กระบวนการผลิตได้มีการควบคุมในระดับมาตรฐานที่เป็นที่พึงพอใจผลิตภัณฑ์ทั้งหมด จึงไม่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบ

2. การแบ่งประเภทตามขั้นตอนการปฏิบัติของการตรวจสอบ

2.1 การตรวจสอบเมื่อรับสินค้า (ตรวจรับ)

เป็นการตรวจรับเมื่อสินค้า เช่น วัตถุดิบ หรือของที่สั่งทำภายนอก สามารถป้องกันการเกิดของเสียในขั้นตอนการผลิตได้ วิธีนี้ยังจะให้ผลลัพธ์ที่ดี เมื่อพิจารณาด้านต้นทุนและสัญญาที่มีการคัดเลือกผู้ขาย ให้ผู้ขายรับผิดชอบต่อคุณภาพ

2.2 การตรวจสอบในกระบวนการผลิต (การตรวจสอบระหว่างกลาง) เป็นการตรวจสอบในระหว่างอยู่ในกระบวนการผลิตเพื่อตัดสินว่าล็อตผลิตภัณฑ์นั้นควรส่งต่อไปยังกระบวนการต่อไปหรือไม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถค้นพบของเสียได้โดยเร็ว

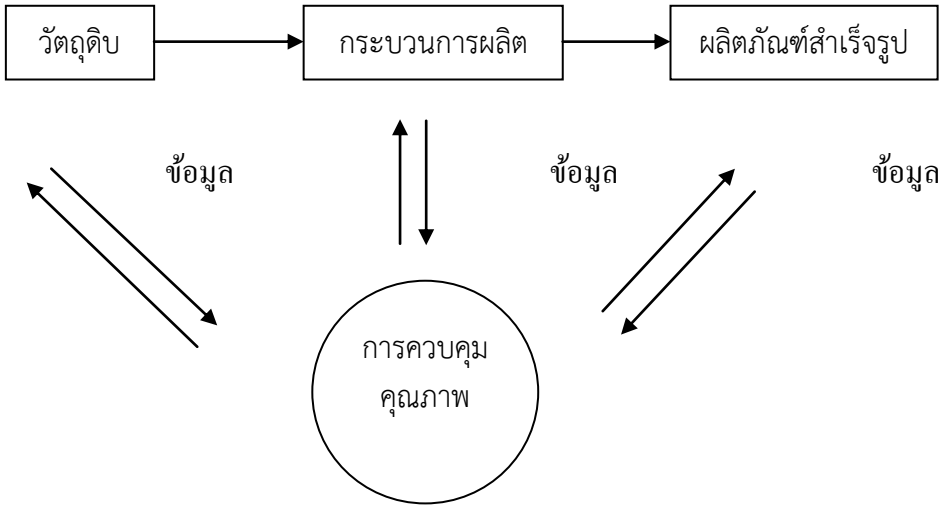
2.3 การตรวจสอบขั้นสุดท้าย(การตรวจสอบผลิตภัณฑ์)มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินว่า ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จแล้วในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิตสามารถผ่านเกณฑ์ได้หรือไม่

2.4 การตรวจสอบสำหรับส่งมอบ มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินว่า สมควรเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อทำการส่งมอบหรือไม่ กล่าวคือ มีคุณภาพเป็นที่พึงพอใจของลูกค้าหรือไม่ แต่เพียงการตรวจสอบในขั้นตอนนี้ไม่สามารถที่จะรับประกันคุณภาพที่เหมาะสม ถูกต้องได้ทั้งหมดเพราะคุณภาพนั้นต้องเป็นสิ่งที่ ผลิตขึ้นมาในกระบวนการผลิตดังนั้น จึงต้องมีการควบคุมกระบวนการผลิตให้มากเพียงพอ

อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549 : 133-136) ได้อ้างการควบคุมคุณภาพในระบบการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพ

ระบบการผลิต คือ ระบบที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ให้มีคุณค่าขึ้นมา โดยการใช้ปัจจัยการผลิต อันได้แก่ คน วัตถุดิบ พลังงาน เครื่องจักร วิธีการ โดยมีผู้บริหารงานทำหน้าที่วางแผนและควบคุมการผลิต เพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิ์ภาพ

ระบบการผลิตแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ วัตถุดิบ กระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิตจึงต้องควบคุมทั้ง 3 ขั้นตอนของระบบการผลิตแสดงได้ดังรูป



ภาพที่ 2.30 การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิต (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549 : 133)

การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิตต้องกำหนดมาตรฐานต่างๆ ขึ้นมาก่อนได้แก่

1. กำหนดมาตรฐานของคุณภาพได้แก่ มาตรฐานของวัตถุดิบแต่ละชนิด มาตรฐานของกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน

2. กำหนดมาตรฐานของการตรวจสอบ ได้แก่ วิธีการตรวจสอบวัตถุดิบ กระบวนผลิตว่าต้องทำอย่างไร

3. กำหนดมาตรฐานของวิธีการสุ่มตัวอย่าง การตรวจสอบอาจทำได้โดยการตรวจ 100 % หรือการสุ่มตัวอย่าง ถ้าสุ่มตัวอย่างต้องมี การกำหนดจุดสุ่มตัวอย่าง ขนาดของตัวอย่าง การยอมรับหรือปฏิเสธสิ่งที่ตรวจเมื่อไร อย่างไรนั่นคือ ต้องมีแผนการสุ่มตัวอย่าง

ฝ่ายผลิตมีหน้าที่ดำเนินการให้ได้ตามมาตรฐานคุณภาพที่กำหนดไว้จึงต้องมีหน่วยตรวจสอบทำการตรวจสอบคุณภาพของผลผลิตที่ได้ โดยดำเนินการตรวจสอบตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิตและสินค้าสำเร็จรูป หน่วยตรวจสอบมีหน้าที่ตรวจดูว่า วัตถุดิบ / ผลผลิตที่ตรวจนั้นมีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานหรือลักษณะเฉพาะที่กำหนดไว้หรือไม่ แล้วแจ้งข้อมูลกลับไปให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อว่าถ้ามีผลผลิตใดไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ จะได้หาทางแก้ไขหรือวิธีป้องกันต่อไป

มาตรการต่างๆ ในการควบคุมคุณภาพในระบบการผลิต แบ่งออกเป็น 2 มาตรการใหญ่ๆดังนี้

ก. มาตรการที่ต้องทำเป็นประจำในกระบวนการผลิต

เป็นมาตรการที่ทำเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตรงตามที่ต้องการคุณสมบัติสม่ำเสมอ โดยมีของเสียน้อยที่สุด ได้แก่

1) ทำการควบคุมวัตถุดิบ โดยทำการสุ่มตัวอย่างวัตถุดิบมาตรวจสอบว่ามีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

2) ทำการควบคุมกระบวนการผลิต ควบคุมขั้นตอนการผลิตให้ตรงตามมาตรฐาน ตรวจสอบผลผลิตที่ผ่านออกมาในแต่ละขั้นตอนว่ามีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ ก่อนส่งต่อไปยังขั้นตอนการผลิตที่อยู่ถัดไป

3) ตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เมื่อวัตถุดิบได้ผ่านการแปรรูปออกมาจนเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ทุกขั้นตอนได้ผ่านการตรวจสอบมาแล้วก็น่าจะได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ได้มาตรฐาน แต่เพื่อความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จึงควรตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปอีกครั้งว่ามีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานหรือไม่

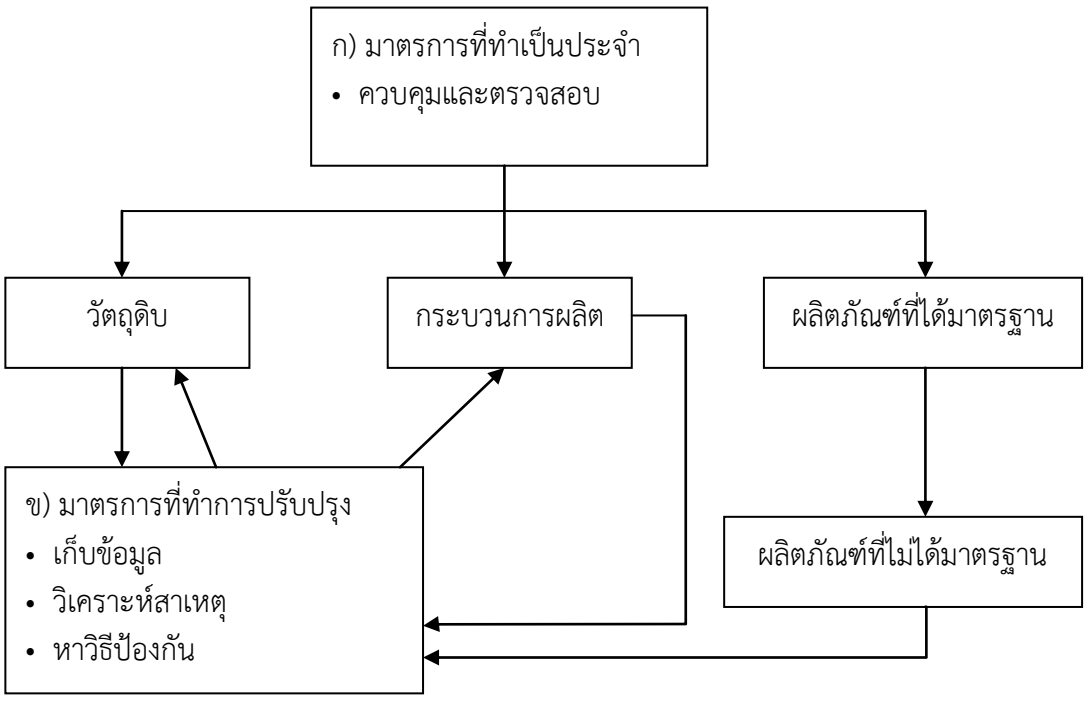
ข. มาตรการเพื่อการปรับปรุงหรือพัฒนา

เป็นมาตรการที่ทำเพื่อการปรับปรุงหรือ พัฒนาผลิตภัณฑ์ไม่ให้มีของเสียหรือลดปริมาณของเสีย ได้แก่

1) การจัดเก็บสถิติการผลิต เก็บข้อมูลปัญหาของผลิตภัณฑ์ เพื่อจได้เป็นข้อมูลไว้ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา

2) วิเคราะห์หาต้นเหตุของปัญหา นำข้อมูลที่จัดเก็บไว้มาวิเคราะห์หาต้นเหตุของปัญหา เช่น ปัญหาความล่าช้า ปัญหาของเสียหาย เป็นต้น เมื่อวิเคราะห์จนทราบต้นเหตุของปัญหาจะได้กำหนดวิธีการแก้ไขและวิธีการป้องกันต่อไป

มาตรการต่างๆ ในการควบคุมคุณภาพ สามารถแสดงความสัมพันธ์กันได้ดังรูป



ภาพที่ 2.31 ความสัมพันธ์ของมาตรการต่างๆในการควบคุมคุณภาพ(อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549 : 133)

จุดต่างๆ ที่มักจะมีการตรวจสอบ ได้แก่

1. ขั้นการเก็บหรือพัก (Storage) เพราะสะดวกในการตรวจ

2. ตรวจก่อนที่จะถึงขั้นทำให้เกิดการเสียหายแก่ชิ้นส่วนและเครื่องจักร

3. ตรวจตรงจุดที่มีการตั้งเครื่องใหม่หรือเริ่มเดินเครื่องใหม่

ลักษณะการตรวจสอบอาจแบ่งออกได้เป็น 3 แบบคือ

1. แบบตรวจตามตัวแปร

เพื่อควบคุมคุณลักษณะของชิ้นส่วนซึ่งผันแปรได้ให้อยู่ในขอบเขตอันหนึ่ง (Control of Variable) ได้แก่ การวัดความยาวหรือน้ำหนักของชิ้นส่วนว่าอยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่ หรือคุณลักษณะอื่นๆ ที่วัดได้ เช่น ความแข็ง ความเร็ว เป็นต้น

2. แบบตรวจว่าดีหรือเสีย

เพื่อควบคุมจำนวนชิ้นงานที่เสีย (Control of Defectives) เช่น การตรวจหลอดไฟฟ้าว่าติดหรือการตรวจขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของชิ้นส่วนว่าลอดผ่านรูกลมได้หรือไม่ ถ้าไม่ลอดถือว่าใหญ่เกินไป เป็นของเสียหรือของที่ไม่ต้องการ เช่น การร่อนทราย เป็นต้น

3. การตรวจตามจำนวนตำหนิ

เพื่อควบคุมจำนวนตำหนิบนชิ้นส่วนให้อยู่ในขอบเขต (Control of Defects) เช่น จำนวนตำหนิบนเฟอร์นิเจอร์ จำนวนตำหนิบนผืนผ้า จำนวนฟองอากาศในแผ่นแก้ว เป็นต้น

ประโยชน์ที่ได้รับจากการควบคุมคุณภาพ

ก. ลดค่าใช้จ่ายภายในโรงงาน

โรงงานที่มีระบบควบคุมคุณภาพที่เหมาะสม สามารถลดค่าใช้จ่ายเหล่านี้ลงได้ คือ

1. ทำให้เกิดของเสียน้อยลง เป็นการลดค่าความเสียหายลง

2. ลดค่าใช้จ่ายที่ต้องทำงานซ่อม ทำให้ไม่ต้องทำงานซ้ำซ้อน

3. ไม่ต้องลดเกรดของสินค้า จึงขายได้ในราคาที่ตั้งไว้ ทำให้ไม่ขาดรายได้

4. ลดค่าใช้จ่ายในการแยกผลิตภัณฑ์

5. ไม่ต้องหยุดการผลิต ทำให้ไม่ต้องเสียเวลา ไม่ต้องเสียค่าแรงงานและค่าเครื่องจักรไปโดยเปล่าประโยชน์

ข. ลดค่าใช้จ่ายภายนอกโรงงาน

1. ลดการถูกต่อว่าและเปลี่ยนสินค้าจากผู้บริโภค ทำให้ไม่เสียชื่อเสียง ไม่เสียค่าสินค้าที่ถูกเปลี่ยน

2. ทำให้ชื่อเสียขององค์กรดีขึ้น ทำให้ยี่ห้อหรือตราสินค้าเป็นที่น่าเชื่อถือ สินค้าจึงขายง่ายขึ้น

3. ทำให้ขายสินค้าได้ตามราคาที่กำหนด จึงได้กำไรตามที่วางเป้าหมายไว้

การควบคุมคุณภาพได้เหมาะสม นอกจากทำให้องค์กรสามารถลดค่าใช้จ่ายทั้งภายในและภายนอกโรงงานได้แล้ว ยังทำให้ภาพลักษณ์ของโรงงานดีในสายตาของสังคมภายนอกด้วยพนักงานภายในเองก็มีขวัญและกำลังใจในการทำงาน เพราะนอกจากจะได้ทำงานในองค์กรที่มีชื่อเสียงแล้วยัง

ได้รับค่าจ้างและสวัสดิการที่ดีจากองค์กรด้วย เนื่องจากองค์สามารถขายสินค้าได้และมีกำไร นอกจากนี้โรงงานยังสามารถพัฒนาคุณภาพของสินค้าให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคอยู่เสมอ สามารถเป็นผู้นำตลาดได้

2.4.2.2 มาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพ

การตรวจสอบคุณภาพกระบวนการผลิตวาล์วน้ำทองเหลือง ผู้วิจัยได้เลือกมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพ หรือระเบียบการควบคุมการตรวจสอบคุณภาพ ตามระบบการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำทองเหลือง ของ KITZ Thailand ltd (คิทซ์ ประเทศไทย จำกัด) ดังนี้

1. ระเบียบควบคุมการตรวจสอบ

ระเบียบฉบับนี้ใช้สำหรับการตรวจรับผลิตภัณฑ์ ตรวจสอบภายในกระบวนการผลิตรวมทั้งการตรวจสอบก่อนการส่งของที่บริษัทคิทซ์(ประเทศไทย) จำกัด(ต่อไปเรียกKTL) อนึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบให้อิงตามมาตรฐานการตรวจสอบแต่ละหัวข้อของแต่ละชิ้นงานซึ่งกำหนดไว้ในมาตรฐานการตรวจสอบรวมทั้งมาตรฐานการทำงาน

2. ข้อบังคับการตรวจสอบ

2.1 มีการกำหนดหัวข้อการตรวจสอบ ความถี่ในการตรวจสอบ จำนวนในการตรวจสอบเพื่อให้การใช้งานซึ่งไม่ใช้หัวข้อการตรวจสอบที่มีการจัดทำอยู่แล้วของแต่ละชิ้นส่วนเป็นไปอย่างราบรื่น ดังต่อไปนี้

1) การตรวจสอบครั้งแรก

หัวข้อการตรวจสอบ จำนวนในการตรวจสอบ เป็นต้น ให้อิงตามเกณฑ์มาตรฐานของคิทซ์(จำกัด) ระเบียบควบคุมการตรวจสอบ อนึ่งในกรณีการตรวจสอบชิ้นงานแรกที่คิทซ์(จำกัด)เป็นผู้ดำเนินการ ทำการตรวจสอบ ผลการตรวจสอบนั้นๆและทำการบันทึกผลการตรวจสอบเก็บรักษาไว้ ใช้เรียกการตรวจสอบในกรณี การออกแบบใหม่ การจัดทำแม่พิมพ์งานหล่อ งานขึ้นรูปใหม่ งานเปลี่ยนแปลงทางน้ำไหลของงาน งานหล่อ งานตีขึ้นรูป เป็นเครื่องจักรประเภทเดิมแต่มีการเปลี่ยนวัตถุดิบ คำนิยามนี้ครอบคลุมถึงการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรอุปกรณ์ในการผลิตด้วยแต่รายละเอียดให้อิงตาม ระเบียบควบคุมการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต

2) การตรวจสอบของชิ้นแรก

หลังการเปลี่ยนแปลงแบบของแต่ละเครื่องจักรหรือแต่ละกระบวนการผลิตเสร็จแล้ว เป็นการตรวจสอบประเมินว่าของที่ผลิตหลังจากการเปลี่ยนแปลงใบมีดเป็นไปตามข้อเรียกร้องที่ระบุไว้ในระเบียบหรือไม่

3) การตรวจสอบงานกลึง

การตรวจสอบงานกลึงให้อิงตามหัวข้อการตรวจสอบที่กำหนดไว้ของแต่ละชิ้นงาน ผู้ที่ถูกมอบหมายหน้าที่ในการตรวจสอบงานกลึงครั้งแรกกับการตรวจสอบกระบวนการกลึงโดยหลักการแล้วระยะเวลาและความถี่ในการตรวจให้อิงที่แสดงไว้ในตาราง

4) การตรวจสอบการประกอบ

เป็นการตรวจสอบในกระบวนการประกอบ หัวข้อในการตรวจสอบให้อ้างอิงตามตาราง แต่ ในกรณีที่มีการเรียกร้องการตรวจสอบตามเกณฑ์มาตรฐานอื่นของแต่ละประเภทเครื่องจักร ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบตามนั้นก่อนที่จะดำเนินการตามตาราง

5) การตรวจสอบรับเข้า (การตรวจรับ)

ดำเนินการตรวจรับงานกลึงที่ส่งออกไปกลึงภายนอกบริษัท ชิ้นส่วนที่ซื้อ งานหล่อที่ซื้อ โดยการสุ่มเลือกชิ้นงานจากชิ้นส่วนทั้งหมดที่ส่งเข้ามาของแต่ละล็อต ดำเนินการตรวจตามหัวข้อการตรวจสอบของแต่ละชิ้นส่วนนั้น ๆ ทำการบันทึกผลการตรวจสอบลงใน “บันทึกประจำวันการตรวจรับ”ให้ทำการวางงานที่ผ่านการตรวจสอบไว้ที่สถานที่วางงาน “ผ่านการตรวจสอบ” โดยจะต้องแสดงให้สามารถรู้สถานะของผลการตรวจสอบด้วย แต่ในกรณีงานที่ผ่านการตรวจสอบไม่มีภาชนะบรรจุ ให้ดำเนินการกำหนดสถานที่วางให้ชัดเจนและแสดงป้ายบ่งชี้ว่าเป็นชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบจะต้องไม่ใช้หรือกลึงชิ้นส่วนที่ซื้อเข้ามานั้นๆ จนกว่าจะดำเนินการตรวจนับเสร็จสิ้น จำนวนการตรวจสอบรวมทั้งจำนวนชิ้นที่ประเมินผ่านการตรวจสอบของแต่ละล็อตที่ส่งเข้ามาให้อิงตามตารางที่แต่สำหรับของที่ส่งเข้ามามาการร้องขอเอกสารผลการตรวจสอบวัตถุดิบ จะต้องทำการเช็คค่าพิเศษต่าง ๆ เช่น Heat No. ของส่วนประกอบทางเคมี ความสามารถทางเครื่องจักร เป็นต้นอีกทั้ง สำหรับวัตถุดิบชิ้นส่วนที่ได้รับความช่วยเหลือมาจากคิทซ์(จำกัด)ให้ทำการตรวยเช็คว่าที่ใบส่งของ(ใบแจ้งหนี้)มีตราประทับหัวหน้ากลุ่มที่รับผิดชอบด้านคุณภาพหรือไม่ ทำการสำเนาเอกสารไว้เป็นบันทึกคุณภาพ

6) การตรวจส่งออก

ผู้จัดการแผนกควบคุมคุณภาพดำเนินการตรวจสอบชิ้นงานในกระบวนการผลิตให้ “ผ่าน” ทุกการตรวจสอบ เพื่อให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เป็นไปตามข้อเรียกร้องของระเบียบทุกประการหรือไม่ ก่อนที่จะทำการส่งออก ผู้จัดการแผนกควบคุมคุณภาพ ทำการกำหนดหัวข้อในการตรวจสอบและระบุอย่างชัดเจนลงใน “มาตรฐานการทำงาน” ผู้ตรวจสอบของแผนกควบคุมคุณภาพดำเนินการตรวจสอบและบันทึกผลลงใน “ตารางตรวจส่งออก”ในกรณีพบความไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่การตรวจส่งออก ผู้จักการแผนกควบคุมคุณภาพจะต้องดำเนินการหยุดการส่งออกและสั่งการให้ฝ่ายที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัดการที่เหมาะสมในทันที

7) การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

วิธีการรวมทั้งมาตรฐานในการตัดสินการตรวจสอบโดยไม่ทำลายให้อิงตามเกณฑ์มาตรฐานภายในของคิทซ์ (จำกัด)

2.2 การจัดเก็บล็อตที่พบว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ผ่านการตรวจสอบ

1) เมื่อทำการตรวจสอบในกระบวนการผลิตแล้วพบความไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ผู้ตรวจสอบทำการหยุดกิจกรรมการผลิตในทันทีและทำการย้อนกลับไปตรวจสอบทั้งจำนวน ณ การตรวจสอบก่อนหน้า ทำการคัดเลือกของดีกับของเสีย

2) ของเสียให้ทำสัญลักษณ์สีแดง (ด้วยสเปร์ย ทาสี เป็นต้น) และทำการคัดแยกไปใส่กล่องแดงสำหรับของเสีย หรือให้ทำ สีแดงที่ชิ้นงานพร้อมแนบ “บัตรของเสีย” เพื่อจัดการป้องกันไม่ให้มาปะปนกับของดี

3) เมื่อเสร็จสิ้นการผลิตล็อตที่เป็นของเสียหรือจบการผลิตในวันนั้น ๆ ให้ทำการรวบรวมจัดการทิ้ง

4) จากผลของการตรวจรับ หากพบว่าเป็นล็อตที่ตรวจแล้วไม่ผ่าน โดยหลักการแล้วต้องส่งคืนโรงงานที่ส่งมาทั้งหมด

2.3 มาตรการจัดการสำหรับโรงงานที่ส่งผลงานที่ไม่เป็นตามมาตรฐานหรือล็อตที่ไม่ผ่านการตรวจสอบ

1) ผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพเรียกร้องให้โรงงานที่ส่งของมาดำเนินการจัดการแก้ไขงานเสียนั้นๆ รวมทั้งหามาตรการไม่ให้เกิดซ้ำ เช่น ร่างมาตรการการป้องกันการเกิดซ้ำ ระยะเวลาดำเนินการ เป็นต้น

2) ในกรณีที่เกิดความไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่หนักหรือประเมินแล้วว่ามีความเป็นไปได้ที่จะอาจส่งผลกระทบให้เกิดความไม่เป็นไปตามมาตรฐานสูงขึ้นแล้ว ผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพมีอำนาจสั่งการให้ฝ่ายนั้นๆ ดำเนินการหามาตรการป้องกันความไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่นอกเหนือจากการระบุในข้อ 1) ได้

3) ซัพพลายเออร์ไม่สามารถจัดส่งสินค้าได้ จนกว่าจะได้รับการอนุมัติการป้องกันการเกิดซ้ำ

3. บันทึกการตรวจสอบ

ประเภทของการบันทึกการตรวจสอบ รวมทั้งขั้นตอนในการการตรวจทาน การตรวจสอบการอนุมัติ กำหนดไว้ในตารางที่ 4 อนึ่ง สำหรับการตรวจทาน การตรวจสอบ การอนุมัติ ไม่ใช่การตรวจสอบเพียงผลของการตรวจสอบเท่านั้น จะต้องตรวจสอบดุด้วยว่าผู้ตรวจสอบมีคุณสมบัติในการตรวจสอบหรือไม่

อนึ่ง เกี่ยวกับงานการตรวจสอบ ผู้ที่ไม่เป็นผู้มีคุณสมบัติในการตรวจสอบ ไม่สามารถดำเนินการได้อีกทั้ง ผู้จัดการฝ่ายนั้นๆ จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบบังคับบัญชาให้ผู้มีคุณสมบัติในการตรวจสอบดำเนินงานการตรวจสอบสำหรับผลิตภัณฑ์วาล์วทองเหลืองภายใต้การรับรอง JIS ให้ผู้รับผิดชอบควบคุมคุณภาพงาน JIS เป็นผู้อนุมัติบันทึกการตรวจสอบ

4 . การจัดเก็บบันทึกการตรวจสอบ

การจัดเก็บบันทึกการตรวจสอบ ให้ทำตามปฏิบัติตาม ข้อกำหนดเรื่องการควบคุมคุณภาพ

2.5 ศึกษาความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีพื้นฐานอัตโนมัติในอุตสาหกรรม

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2522.15) ได้กล่าวถึงสภาพปัญหาของการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการอุตสาหกรรมและครัวเรือน

1. สถานการณ์ ปัญหา และแนวนโยบายในการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับปัญหา
2. การใช้เทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสม ทั้งในอุตสาหกรรมและครอบครัว
3. ปัญหาการตลาด

ศิริ ฮามสุโพธิ์ (2536 : 64-66) กล่าวถึงความเป็นมาของเทคโนโลยีที่เหมาะสม คือ เทคโนโลยีที่เหมาะสม วิทยาการที่เหมาะสม วิทยาการใดๆ ก็ตามที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสม โดยมีคุณสมบัติที่สะดวก ใช้ง่าย ประหยัด ง่ายต่อการบำรุงรักษาและจัดหา ทั้งนี้อาจจะรวมถึงสิ่งที่เป็นวัตถุเช่น เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ถึงคนจำนวนไม่น้อยและรวมถึงไม่ค่อยมีความรู้ในการใช้ การบำรุงรักษาเรียกว่าเป็นการเลือกใช้เทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสม ลักษณะเทคโนโลยีที่เหมาะสมประกอบด้วย

1.ขนาดพอเหมาะกับงาน
2. ราคาถูกใช้ง่ายและมีประสิทธิ์ภาพ
3. เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถ ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ใช้
4. ให้ผลคุ้มค่าหรือเกินค่า

การใช้ระบบอัตโนมัติ หมายถึง การปรับปรุงเครื่องจักรเพื่อให้กระบวนการผลิตเป็นไปโดยอัตโนมัติซึ่งขบวนการผลิตที่ว่านี้อาจจะเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของงานก็ได้ การใช้ระบบอัตโนมัติจึงเป็นเรื่องของกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิคโดยแท้จริง ซึ่งไม่จำเป็นว่าต้องลงตัวออกมาเป็นเครื่องจักรที่ซับซ้อนพิสดารแต่อย่างใดถ้าเรามีเจตนาให้เครื่องจักรนั้นทำงานโดยตัวของมันเองมากขึ้นและดัดแปลงตบแต่งมันให้ถูกลักษณะแล้ว ก็ถือว่าเป็นระบบอัตโนมัติทั้งสิ้นโดยเหตุนี้ขบวนการใช้ระบบอัตโนมัติจึงมีได้หลายรูปแบบ จากเครื่องมือง่ายๆขบวนการอัตโนมัตินี้จะนำมาใช้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเงื่อนไขแวดล้อมหลายประการซึ่งถ้าดัดแปลงให้เหมาะสมแล้ว เครื่องมือง่ายๆก็อาจจะให้ผลดีกว่าเครื่องมือยุ่งยากซับซ้อนก็ได้เทคนิคการใช้ระบบอัตโนมัติจึงเป็นของกลางสำหรับวงการอุตสาหกรรมทุกขนาด ที่ผู้ผลิตทุกคนสามารถนำไปใช้งานของตนได้ ปัจจุบันนี้ก็พอจะให้คำจำกัดความกว้างๆได้ว่า Automation หมายถึงการปรับปรุงเครื่องจักรเพื่อให้กระบวนการผลิตเป็นไปโดยอัตโนมัติยิ่งขึ้น ซึ่งกระบวนการผลิตที่ว่านี้อาจเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของงานก็ได้

อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมขนาดเล็กๆ ก็มีข้อได้เปรียบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่อยู่ในหลายจุดด้วยกัน แต่ถ้าอุตสาหกรรมขนาดเล็กยังไม่ปรับตัวหรือปล่อยให้อุตสาหกรรมขนาดใหญ่มาตักตวงผลประโยชน์จากวิทยาการสมัยใหม่เพียงฝ่ายเดียวแล้ว อุตสาหกรรมขนาดเล็กก็จะตกเป็นผู้แพ้อย่างสิ้นเชิงในที่สุดการใช้ระบบอัตโนมัติจึงเป็นเรื่องที่อุตสาหกรรมขนาดเล็กควรจะเร่งมือโดยเร็ว การที่เราเอาระบบอัตโนมัติมาใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กก็เป็นเพียงเพื่อนำเครื่องจักรมาทดแทนข้อบกพร่อง

ในการทำงานของคนเราเป็นสำคัญ และขณะเดียวกันก็มิใช่การทำลายงานหรือแย่งงานของคนแต่อย่างใด หากแต่จะช่วยให้เราจัดแบ่งงานได้เหมาะสมกับความสามารถของเรามากที่สุดเป็นสำคัญ พอจะเรียบเรียงให้เห็นเป็นวัตถุประสงค์โดยชัดเจนได้ดังนี้

1. เพื่อลดหรือป้องกันความเสียหายอันเกิดจากความบกพร่องของคน เช่นการเคลื่อนไหวที่จำกัดความง่วง เหม่อลอย เมาค้าง เลินเล่อ

2. เพื่อปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐานในการผลิต

3. เพื่อปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากแรงงาน วัตถุดิบ เครื่องมือ ตลอดจนพื้นที่โรงงานให้มีประสิทธิ์ภาพและเหมาะสมกว่าเดิม

4. เพื่อทดแทนแรงงานคนในกรณีที่เกิดภาวะขาดแคลนทางแรงงาน

5. เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมคนงานในกรณีที่ต้องรับคนงานใหม่อยู่เสมอ

6. เพื่อช่วยให้คนงานมีความปลอดภัยในการทำงานยิ่งขึ้น

7. เพื่อลดต้นทุนการผลิต

2.5.1 การปรับใช้ระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม

การใช้ระบบอัตโนมัติที่อุตสาหกรรมขนาดเล็กควรไตร่ตรองความจำเป็นของงานได้เป็นรายๆ ไป ในส่วนต่อไปก็เป็นเรื่องของการปฏิบัติว่าจะมีข้อที่ควรคำนึงอยู่อย่างไรบ้างในการนำระบบอัตโนมัติไปปรับใช้ซึ่งก็พอจะลำดับมาเสนอได้ดังนี้

2.5.1.1 ในขั้นแรกนั้นก็ขอให้เป็นที่เข้าใจว่าระบบอัตโนมัตินั้นเป็นเรื่องของการดัดแปลงระบบการทำงานของเครื่องจักร ดังนั้นถ้าเครื่องจักรในโรงงานยังอยู่ในสภาพดีเราก็ไม่จำเป็นจะต้องไปหาซื้อเครื่องใหม่แต่อย่างใด

2.5.1.2 เมื่อมีเครื่องจักรที่ใช้การได้แล้ว ปัญหาต่อไปก็เป็นเรื่องการวิเคราะห์และดัดแปลงระบบการทำงานเพื่อกำหนดโครงสร้างการควบคุมทางอัตโนมัติขึ้นมาให้ประสานกับการทำงานในช่วงต่างๆ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเราก็มักจะพบหนทางที่ง่ายและประหยัดได้เสมอยกเว้นในบางกรณีเท่านั้นที่เราจะประสบปัญหาจนต้องสมควรซื้อเครื่องใหม่มากกว่าการดัดแปลง

2.5.1.3 การใช้ระบบอัตโนมัตินี้ไม่จำเป็น จะต้องดัดแปลงที่เดียวทั้งระบบงานแต่อย่างใด เพราะเป็นเรื่องที่สามารถจะทำกันอย่างเป็นขั้นตอนได้ ซึ่งโครงการก้าวที่ละขั้นเช่นนี้คนงานทั้งหลายก็จะได้มีโอกาสปรับตัวและเรียนรู้การทำงานในระบบอัตโนมัติได้เป็นอย่างดีความขัดแย้งระหว่างผู้คุมงานและคนงานก็จะลดน้อยลง เพราะต่างก็ได้ร่วมกันแก้ปัญหาและเรียนรู้มาด้วยกันแต่ต้น

2.5.1.4 ในอีกทางหนึ่งนั้นการค่อยๆ ก้าวเดินเช่นนี้ก็ยังจะช่วยลดปัญหาทางการเงินไปได้มากด้วย เพราะการใช้จ่ายในแต่ละขั้นจะมีน้อย และในขณะเดียวกันก็ยังสามารถให้ผลงานออกมาเป็นผลกำไรให้ผู้ประกอบการนำไปหมุนลงทุนปรับปรุงให้สมบูรณ์ขึ้นอีก หมุนเวียนกันไปเป็นเงินต่อเครื่องและเครื่องต่อเงินอยู่เช่นนี้ เราก็จะได้กระบวนการอัตโนมัติเต็มตามแบบแผนด้วยการลงทุนขั้นต้นจำนวนหนึ่งเท่านั้น

2.5.1.5 ด้วยเหตุนี้การเริ่มระบบอัตโนมัติจึงควรจะเริ่มจากงานส่วนสำคัญที่ให้ผลตอบแทนได้โดยรวดเร็วด้วย ยิ่งรวดเร็วเท่าใดดอกเบี้ยก็จะไล่ไม่ทันจนได้กำไรมาเป็นเครื่องจักรในที่สุด

2.5.2 การใช้ระบบอัตโนมัติอย่างประหยัด

การคิดในเชิงเปรียบเทียบได้ว่าระบบอัตโนมัติที่ประหยัดหรือสมตัวนั้น มีข้อพิจารณาที่เป็นประเด็นในการเปรียบเทียบดังนี้

2.5.2.1 ขนาดการผลิต เทคนิคของระบบอัตโนมัตินี้ใช้กับการผลิตทุกขนาดไม่ว่าจะเป็นการผลิตทีละมากๆหรือที่ละชิ้น ดังนั้นแม้โรงงานเล็กๆที่มีจำนวนการผลิตจำกัดก็จะสามารถดัดแปลงเครื่องจักรของตนได้เสมอ

2.5.2.2 มาตรฐานการผลิต การใช้ระบบอัตโนมัติที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องมีการปรับปรุงมาตรฐานมาประกอบด้วยทั้งในการออกแบบสิ่งผลิต วัตถุดิบ คุณภาพและการประสานงานฯลฯ สิ่งต่างๆเหล่านี้ถ้าเราทำให้เป็นมาตรฐานคงเส้นคงวาแล้วก็จะทำให้ระบบอัตโนมัติเป็นไปด้วยดีและลดต้นทุนการผลิตได้มากทีเดียว

2.5.2.3 ความง่าย เครื่องจักรที่ดัดแปลงง่ายๆไม่ซับซ้อนนั้นจะเป็นเครื่องที่ง่ายต่อการควบคุมและดูแลรักษา ทำให้เราพลอยมีโอกาสเลือกคนงานได้อย่างกว้างขวาง และไม่ต้องลำบากในการฝึกฝน อบรมเหมือนเช่นแต่ก่อน เพราะงานที่ทำนั้นไม่ต้องการความพิเศษแต่อย่างใด

2.5.2.4 ความยืดหยุ่น การใช้ระบบอัตโนมัติที่ดีนั้นเป็นไปได้ว่าจะทำให้เราสามารถทำงานส่วนต่างๆด้วยเครื่องมือเพียงหน่วยเดียวก็ได้ ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับเราจะสามารถออกแบบได้ยืดหยุ่นพอหรือไม่ดังตัวอย่างเช่น กระบอกสูบที่เราคิดขึ้นมาเพื่อปะยางเราก็อาจนำไปใช้ในการถอดหรือประกอบยางด้วยก็ได้

2.5.2.5 การปรับหรือเตรียมเครื่องก่อนทำงาน ข้อนี้นับเป็นข้อสำคัญมากสำหรับการผลิตขนาดเล็กเพราะโดยปกติทั่วไปจะต้องเสียเวลาเสียค่าใช้จ่ายในการเตรียมเครื่องมือก่อนเริ่มงานอยู่ไม่น้อย แต่ขณะเดียวกันก็กลับเป็นเครื่องเล็กที่ขนาดการผลิตจำกัดทำให้ผลผลิตแต่ละชิ้นต้องรับภาระค่าเตรียมเครื่องเป็นเปอร์เซ็นต์สูงกว่าโรงงานใหญ่ๆมาก ดังนั้นการที่เราดัดแปลงนำเทคนิคในระบบอัตโนมัติมาใช้ก็จะมีผลให้งานตั้งเครื่องสะดวกขึ้นและลดต้นทุนการผลิตในการผลิตส่วนนี้ไปได้ในตัว

2.5.2.6 การรักษาความคล่องตัว ข้อได้เปรียบที่สำคัญมากสำหรับการผลิตขนาดเล็กก็คือ ความคล่องตัว ดังนั้นการใช้ระบบอัตโนมัติที่ดีจึงต้องพยายามรักษาลักษณะเด่นข้อนี้ไว้ให้มากที่สุดเพื่อที่จะสามารถปรับตัวให้เข้าถึงความจำเป็นได้เสมอในอนาคต

2.5.3 การวิเคราะห์งานก่อนใช้ระบบอัตโนมัติ

การดัดแปลงเครื่องจักรอีกประการหนึ่งก็คือการจัดการงานโดยทั่วไป ซึ่งจะต้องแก้ไขปรับปรุงให้สอดคล้องกับการใช้ระบบอัตโนมัติด้วย กล่าวคือ การกำจัดงานที่ฟุ่มเฟือยโดยธรรมดาการผลิตนั้น เรามักจะพบช่างงานที่สิ้นเปลืองและไม่มีผลผลิตอยู่หลายประการ เช่นการขนของ การจัดวาง

การทำความสะอาด ฯลฯ งานเหล่านี้เป็นเป้าหมายประการที่จะต้องตรวจสอบและตัดทอนให้มีน้อยที่สุดก่อนการรวมงาน หลังจากกำจัดงานที่ฟุ่มเฟือยออกไปแล้วก็จะถึงการรวมงานที่เหลือเข้าด้วยกัน ซึ่งก็จะต้องให้ประหยัดเวลา ประหยัดทุนไปได้มากเช่นกัน การปรับปรุงระบบบริหารข้อนี้ก็เป็นข้อที่สำคัญมากทีเดียวเพราะงานที่ใช้ระบบอัตโนมัตินั้นจะต้องมีระบบการบริหารที่ดีมาสนับสนุนอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเริ่มใช้ระบบอัตโนมัติแล้ว ผู้ประกอบการก็จะต้องสนใจและคอยติดตามแก้ปัญหาทางบริหารไปตลอดเวลาด้วย ซึ่งในท้ายที่สุดเราก็จะพบได้ว่าการได้มีผลช่วยพัฒนางานบริหารของเราได้อย่างน่าพอใจ การที่จะนำเครื่องจักรมาใช้ให้เป็นประโยชน์เราควรศึกษาเกี่ยวกับกายภาพ (Anatomy) ของเครื่องจักรอัตโนมัติเสียก่อน การที่จะใช้เครื่องจักรอัตโนมัติมาใช้งานนั้นหมายถึงว่าการใช้แรงงานมนุษย์นั้นถูกลดลงไป ดังนั้นบุคลที่จะเข้าไปมีหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติจะต้องได้รับการพิจารณาอย่างระมัดระวัง โดยทั่วไปแล้วการทำงานประเภทนี้แบ่งเป็นการทำงาน (Work) และการควบคุม (Control) เป็นวิธีธรรมดาถ้าการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติมีน้อย การทำงานโดยใช้แรงงานจะมีมาก ในทางตรงกันข้ามถ้าการทำงานของเครื่องจักรมีมาก แรงงานคนจะถูกใช้น้อยลงไป อย่างไรการควบคุมนั้นจะต้องถูกควบคุมโดยบุคคล บุคคลที่มีหน้าที่ควบคุมจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับกลไกการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติจึงจะสามารถสั่งงานให้เครื่องจักรอัตโนมัติทำงานในสิ่งที่คนต้องการได้

2.5.4 หลักการออกแบบอุตสาหกรรม

การออกแบบทั่วๆไป โดยเฉพาะทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นักออกแบบต้องพิจารณาด้านต่างๆดังนี้ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549 : 10-12)

2.5.4.1 หน้าที่ใช้สอย (Function) การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์จะต้องเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน เช่นโทรศัพท์มือถือเพจติดตัว จะต้องสะดวกพกและนำพาตลอดจนเสียงฟังชัดเจน เพราะหน้าที่ของโทรศัพท์คือติดต่อสื่อสารทางเสียง

2.5.4.2 ความปลอดภัย (Safety)ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องด้วย ความปลอดภัยทั้งการใช้งานและหลังการใช้งาน ไม่สร้างมลพิษให้กับสังคมโลก นักออกแบบต้องคำนึงถึงการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและไม่ทำให้เกิดความเสียหายโดยรวม เพราะทุกวันนี้นักออกแบบบางครั้งเกิดความไม่รู้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เพราะเกิดการแข่งขันสูงมองผลประโยชน์มากกว่าความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม

2.5.4.3 ความแข็งแรง ทนทาน (Durability) ต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานานตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ คือ สิ่งที่สร้างต้องแข็งแรง ทนทาน ระบบกลไก ระบบไฟฟ้า วัสดุและอุปกรณ์ที่เลือกใช้ที่ดี

2.5.4.4 ความประหยัด (Economic) สามารถที่จะผลิตได้ในระบบการเศรษฐศาสตร์ หมายความว่า จะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัดและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานโดยที่ราคาไม่แพงมัน

จะเป็นการสูญเปล่าที่จะทำสิ่งของให้มีความทนทานมากกว่าหน้าที่ของมันความต้องการของงานทางด้านการประหยัดนั้นต้องการวัสดุที่หาได้ง่าย ผลิตได้ง่ายและสามารถถอดประกอบเข้าด้วยกันได้

2.5.4.5 วัสดุ (Material) ต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานมีความทนทานและประหยัด โลหะแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่างกัน มีความสวยงามในตัวมันเอง เช่น ทองแดง ทองเหลือง สเตนเลส และอลูมิเนียม ต่างก็มีพื้นผิวงามตามธรรมชาติก่อนนำโลหะมาใช้ท่านต้องแน่ใจว่าวิธีการที่ยุ่งยาก วิธีการนำไปใช้ การขึ้นรูปทำให้โค้ง ทำรูปร่างและเชื่อม

2.5.4.6 โครงสร้าง (Construction) วิธีการทำโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์แต่ละชนิดควรทำให้เหมาะกับงาน มีความทนทาน ประหยัดและใช้วัสดุที่เหมาะสม และการออกแบบนี้เป็นอมตะที่เรารู้จักการเลือกใช้วิธีง่ายๆในการทำจะทำให้มีความเหมาะสมกว่าวิธีการที่ยุ่งยาก และควรจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมแก่วัสดุที่ใช้ด้วย

2.5.4.7 ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic) หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งาน ขนาดความสูง และการออกแบบนี้เป็นอมตะ

2.5.4.8 ความสวยงาม (Aesthetic) เมื่อมันมีรูปร่างและขนาดเหมาะกับการใช้งาน ขนาดความสูง กว้าง ยาว และขีดจำกัดของประกอบการออกแบบ เช่น การหยิบใช้คล่อง

2.5.4.9 มีลักษณะเฉพาะ (Personality) อาจจะได้คะแนนสูงในเรื่องของคุณภาพ แต่จริงๆ แล้วยังขาดในเรื่องลักษณะเฉพาะของมัน การมีลักษณะเฉพาะจะมีความรู้สึกกับนักออกแบบที่เขาได้ทำการออกแบบขึ้นมาด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นอิสระเพื่อจะได้แสดงว่า นักออกแบบได้วิเคราะห์ปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของงาน ถ้าขาดคุณสมบัตินี้แล้ว

2.5.4.10 กรรมวิธีการผลิต (Production) เมื่อทำการออกแบบแล้ว สามารถจะทำการผลิตได้ง่าย การผลิตโครงการที่ท่านทำในโรงปฏิบัติงานโลหะแต่ละชิ้นส่วนควรรวมเข้าด้วยกันเป็นอย่างดี

2.5.4.11 การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of Maintenance) เมื่อนำไปใช้งานได้รับความเสียหาย ควรสามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อเกิดชำรุดเสียหาย ค่าบำรุงรักษาและสึกหรอต่ำ

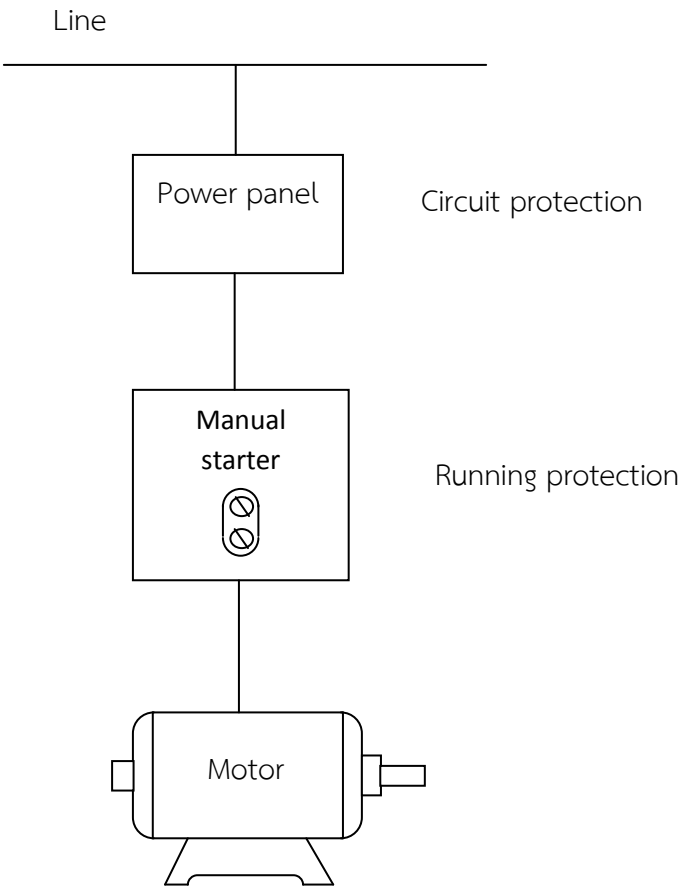
2.5.4.12 การขนส่ง (Transportation) นักออกแบต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ค่าขนส่งจะขนส่งสะดวก หรือไม่ใกล้ไกล ขนส่งทางบกทางน้ำหรือทางอากาศ ต้องบรรจุหีบห่ออย่างไรที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายขนาดของรถตู้บรรทุกสินค้ากว้างยาวเท่าไรเป็นต้น

2.5.5 การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า

ประสิทธิ์ กันปี. (2539 : 9) กล่าวไว้ว่าโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันนี้ใช้ไฟฟ้าเป็นกำลังงานในการทำงานเกือบทั้งสิ้นซึ่งกำลังไฟฟ้านี้ถูกเปลี่ยนมาเป็นพลังงานกลโดยการใช้มอเตอร์ มอเตอร์ที่นำมาใช้นี้มีหลากหลายชนิดแตกต่างกัน เช่นแบบที่ใช้กับชนิดไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสสลับ ในการที่จะรู้ถึงวิธีการควบคุมมอเตอร์นั้นจำเป็นต้องศึกษาและเข้าใจเกี่ยวกับการติดตั้งมอเตอร์ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อที่จะเลือกขนาดของสายเมนขนาดของเมนฟิวส์หรือเมนสวิทช์ได้ถูกต้อง

มิฉะนั้นอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่มอเตอร์ได้ เช่นมอเตอร์ไหม้ ทำงานเกินกำลัง สายเมนร้อนจัดและไหม้

สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ มีระบบการจ่ายไฟฟ้าได้หลายระบบด้วยกัน เช่นระบบ 1 เฟส 3 สาย , 1 เฟส 2 สาย หรือระบบ 3 เฟส 4 สาย เป็นต้น นอกจากนี้มอเตอร์ยังมีขนาดต่างๆกัน ทำให้มีความจำเป็นจะต้องหาขนาดของสายเมนที่ถูกต้อง มอเตอร์กระแสสลับที่ใช้กันมักเป็นแบบสไควเริ่ลเคจ อินดัดชั่นมอเตอร์ (Squirrel –cage induction motor) ซึ่งจะมีขนาดระหว่าง 10 แรงม้าเป็นส่วนมาก และสามารถสตาร์ทด้วยตัวเองได้ โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยในการสตาร์ทที่เรียกว่าเซลฟ์สตาร์ท (Self start) การสตาร์ทมอเตอร์แบบนี้เป็นการสตาร์ทโดยตรงกับสายเมนหรือ Direct on line starter การสตาร์ทแบบนี้อาจกระทบกระเทือนต่อวงจรไฟฟ้าอื่นด้วย เช่นทำให้ไฟตก แรงเคลื่อนต่ำ ถ้าเกิดเหตุการณ์เช่นนี้จะต้องใช้อุปกรณ์ในการช่วยสตาร์ท เช่น อุปกรณ์ลดแรงเคลื่อนขณะสตาร์ทที่เรียกว่า reduced voltage starter ถึงอย่างไรก็ตาม การติดตั้งมอเตอร์จะต้องดำเนินให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดของการไฟฟ้าแห่งชาติ หรือ national Electrical Code (N.E.C.) วงจรในการติดตั้งมอเตอร์ไม่ว่าจะเป็นระบบใดก็ตาม ต้องประกอบด้วยส่วนประกอบดังนี้



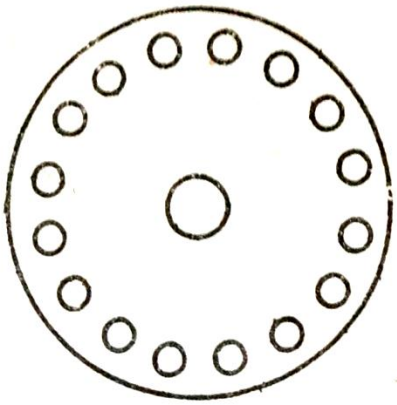
ภาพที่ 2.32 วงจรซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ในการติดตั้งมอเตอร์
ที่มา : ประสิทธ์ กันปี. (2532 : 10)

การติดตั้งเซฟตี้สวิทช์ (Safety switch)หรือเซฟตี้โปรเทคชั่น(Safety protection) นั้นต้องติดตั้งไว้ตอนบนสุดของอุปกรณ์ทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อเป็นส่วนที่ป้องกันอันตรายของวงจรไฟฟ้าทั้งหมด ส่วนรันนิ่งโปรตัคชั่น (Running protection) ตามปกติจะติดอยู่ภายในคอนแทกเตอร์หรือแมกเนติคสวิทช์นั้นอาจใช้แบบ 3โพลสำหรับ 3 เฟส หรือ 2โพลสำหรับระบบ 2 เฟส แต่โดยทั่วไปแล้วรันนิ่งโปรเตคชั่นมักมีจำนวนน้อยกว่าสายเมนอยู่ 1 เส้นเสมอ สำหรับเซฟตี้สวิทช์นี้อาจเป็นแบบสปริงแอคชั่น (Spring action) ทำการต่อไลน์ซัพพลาย (Line supply) โดยตรงมีฟิวส์อยู่ตอนล่างของสวิทช์ ซึ่งมีอัตราตามกำหนดของอัตราการไหลของกระแสขณะสตาร์ทมอเตอร์ (Starting current) ซึ่งระเบียบกฎบัญญัติของการไฟฟ้าแห่งชาติN.E.C. จะเป็นผู้กำหนดดังตารางที่2.1และตารางที่2.2สวิทช์นี้จะทำหน้าที่เป็นสตาร์ทติ้งโปรเตคชั่น (Starting protection) ตามตารางที่ 1 และที่ 2 ให้รายละเอียดของสตาร์ทติ้งโปรเตคชั่นไว้ดังนี้

1. มอเตอร์เนมเพลท (Name plate)ที่มีโค๊ดเลตเตอร์จาก Fถึง V หรือSquirrelcage motor แบบเก่าที่ไม่มีโค๊ด-มาร์กกิ้ง จะมีค่าเป็น 300 % ของกระแสปกติของมอเตอร์ (full load current)

2. มอเตอร์เนมเพลท (Name plate)ที่มีโค๊ดจาก B ถึง E จะมีอัตราของกระแส 250 % ของกระแสปกติ (full load current)

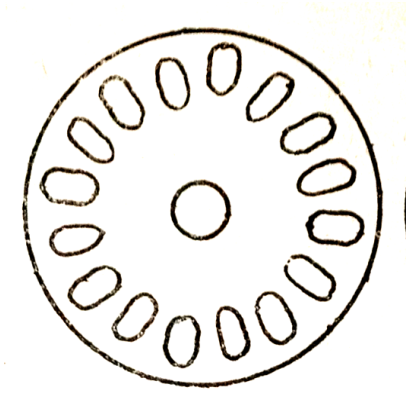
จากเนมเพลทของมอเตอร์ทำให้เรารู้ขนาดของกระแสปกติของมอเตอร์ ได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถอ่านได้จากโค๊ดเลตเตอร์ (Code letter) แต่ถ้ามอเตอร์ไม่มีโค๊ดเลตเตอร์แสดงไว้ เราอาจประมาณค่าของกระแสขระสตาร์ทของมอเตอร์นั้นได้ ซึ่งก็ควรอยู่ระหว่าง150-300 % ของกระแสปกติหรือฟลูโหลดเคอร์เร้นท์ (full load current) ซึ่งเป็นอัตราปกติแต่ถ้าเป็นกรณีพิเศษ อาจมีอัตราสูงถึง 500 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบสร้างโรเตอร์ดังภาพ



ภาพที่ 2.33 Code Letter A

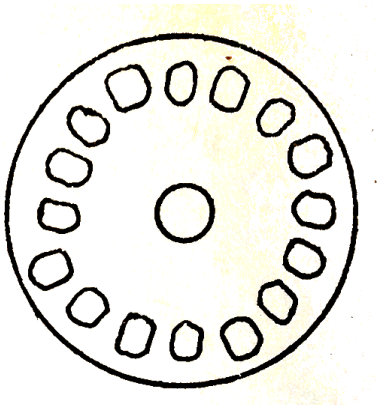
ที่มา : ประสิทธิ์ กันปี. (2532 : 11)

โรเตอร์แบบนี้มีความต้านทานสูงฝังด้วยแท่งทองแดงหรืออลูมิเนียมเล็กๆ ทำให้มี starting torque สูง และกระแสขณะสตาร์ทต่ำ เหมาะที่จะใช้กับเครื่องดัดโลหะ เครื่องปั๊มโลหะและเครื่องเจาะโลหะ



ภาพที่ 2.34 Code Letter B-E
ที่มา : ประสิทธิ์ กันปี.(2532 : 11)

โรเตอร์แบบนี้มี reactance และความต้านทานต่ำซึ่งจะทำให้กระแสขณะสตาร์ทสูง และ starting torque ปานกลางเหมาะที่จะใช้กับ motor-generator sets พัดลม ปั๊ม หรืองานที่ไม่ต้องการ starting torque สูงนัก



ภาพที่ 2.35 Code Letter F-V
ที่มา : ประสิทธิ์ กันปี. (2532 : 11)

โรเตอร์แบบนี้มี reactance สูง แต่ความต้านทาน (resistance) ต่ำซึ่งมีผลทำให้กระแสขณะสตาร์ทต่ำและstarting torque ไม่สูงนัก เหมาะที่จะใช้กับmotor-generator sets พัดลม ปั๊ม หรืองานที่ไม่ต้องการ starting torque สูงนัก

ตารางที่ 2.1 อัตราสูงสุดของอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ที่มี Code Letter ตามขนาดของมอเตอร์เป็น KVA

Type of motor	% of full load current		Setting time Limit type
	Fuse rating	Circuit breaker instantaneous	
All A.C. single and poly phase squirrel cage and synchronous motors with full voltage, resistor or reactor starting ;			
Code letterA	150	-	150
B to E	250	-	200
F to V	300	-	250
All A.C. squirrel cage and synchronous motors with autotransformer starting ;			
Code letter A	150	-	150
B to E	200	-	200
F to V	250	-	200

ตารางที่ 2.1(ต่อ) อัตราสูงสุดของอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ที่มี Code Letter ตามขนาดของมอเตอร์เป็นKVA

Type of motor	% of full load current		Setting time Limit type
	Fuse rating	Circuit breaker instantaneous	
Single phase , all type squirrel cage and synchronous full voltage, resistor and reactor starting	300	-	250
Autotransformer starting	250	-	200
More than 30 amperes	200	-	200
High reactance Sq. amperes not more than 30 amperes	250	-	250
More than 30 amperes	200	-	200
Wound rotor motor	150	-	150
D.C. motor Not more than 50 HP.	150	250	150
More than 50 HP	150	175	150

2.5.5.1 หลักการควบคุมมอเตอร์

ในการควบคุมมอเตอร์นี้ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องพิจารณาความจำเป็นต่างๆ เกี่ยวกับการเลือก การออกแบบ การติดตั้ง และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ ซึ่งต้องคำนึงถึงวิธีการควบคุมและงาน หรือเครื่องจักรที่จะใช้มอเตอร์ขับอีกด้วย ฉะนั้นความจำเป็นอย่างหนึ่งคือการออกแบบเครื่องควบคุม (Controller) มอเตอร์ เพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องจักรที่จะใช้มอเตอร์ขับ

ความหมายของการควบคุมมอเตอร์ (Motor control) คือการบังคับให้มอเตอร์ทำงานหรือหมุนตามที่เราต้องการ ซึ่งอาจจะใช้อุปกรณ์หลายอย่างในการควบคุม เช่น เบรกเกอร์ สวิทช์แม่เหล็ก (Magnetic switch) หรือคอนแทกเตอร์ (Contactor) รีเลย์ (Relay) ไทเมอร์ (Timer) เป็นต้น เพื่อที่จะให้มอเตอร์เกิดอัตราเร่งในการเริ่มหมุน (Starting) รวมทั้งการควบคุมความเร็ว (Speed control) และการกลับทางหมุน (Reversing) ของมอเตอร์อีกด้วย ดังนั้นในการออกแบบติดตั้ง และการควบคุมมอเตอร์นี้จะต้องแน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างเหมาะสมและถูกต้องตามความต้องการที่จะควบคุมมอเตอร์ การควบคุมมอเตอร์นั้นพอจะสรุปจุดมุ่งหมายไว้ได้ดังนี้

1. จำกัดแรงบิดของมอเตอร์ที่ปลายแกน
2. จำกัดกระแสไฟฟ้าขณะเริ่มสตาร์ทมอเตอร์
3. ป้องกันมอเตอร์ทำงานเกินกำลัง
4. หยุดมอเตอร์ได้ทันที หรือตามที่เราต้องการ
5. ปรับแต่ง ควบคุมความเร็วของมอเตอร์

2.5.5.2 คำและข้อความเฉพาะที่เกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์

1. การเริ่มเดิน (Starting)

การสตาร์ทหรือการเริ่มเดินมอเตอร์นั้น อาจทำได้โดยการต่อมอเตอร์โดยตรงเข้ากับสายเมน (Direct on line) แต่พึงจำไว้เสมอว่า การสตาร์ททันทีทันใด โดยตรงกับสายเมนนี้ อาจทำให้มอเตอร์หรือเครื่องจักรที่ต่ออยู่กับมอเตอร์เกิดความเสียหายได้โดยเฉพาะถ้าเป็นมอเตอร์ขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสตาร์ทมอเตอร์ให้เริ่มหมุนอย่างช้าๆ และเพิ่มความเร็วขึ้นที่ละน้อยๆ ซึ่งไม่เพียงแต่จะป้องกันมอเตอร์และเครื่องจักรไม่ให้เสียหายเท่านั้นแต่ยังเป็นการป้องกันกระแสไฟฟ้าขณะสตาร์ท (Starting current) ไม่ให้สูงเกินกว่าที่อุปกรณ์และสายเมนจะทนได้อีกด้วย และไม่ควรสตาร์ทมอเตอร์บ่อยจนเกินไปนัก

2. การหยุด (Stopping)

เมื่อสตาร์ทมอเตอร์ให้เริ่มเดินและหมุนตามปกติแล้ว ความจำเป็นที่ตามมาก็คือจะต้องหยุด (Stop) มอเตอร์ ซึ่งบางครั้งอาจจำเป็นต้องหยุดในทันทีอย่างรวดเร็ว หรือบางครั้งอาจต้องหยุดเพื่อเหตุฉุกเฉิน ดังนั้นเครื่องควบคุม (controller) จะต้องพยายามต่อต้านหรือหยุดแรงเหวี่ยง หรือแรงเฉื่อยจากการหมุนของมอเตอร์ เพื่อให้มอเตอร์หยุดได้ตามต้องการ

3. การกลับทางหมุน (Reversing)

เครื่องควบคุมมอเตอร์บางแบบใช้เพื่อกลับทางหมุนของมอเตอร์ เพื่อให้ทำงานหมุนเดินหน้า (Forward) หรือถอยหลัง (Reverse) ตามความต้องการของงานที่จะใช้มอเตอร์ขับนั้นเอง

4.การหมุน (Run)

ตามปกติอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ จะต้องสามารถป้องกันอันตรายอันจะเกิดแก่มอเตอร์ ผู้ปฏิบัติงานและเครื่องจักรที่มอเตอร์ขับเพื่อให้ทำงานตามต้องการ ในขณะที่มอเตอร์หมุน (Running) จะต้องเกิดความปลอดภัยทุกอย่างนั้นเอง

5. การควบคุมความเร็ว (Speed control)

ในกระบวนการอุตสาหกรรมทั่วไปนั้น การควบคุมมอเตอร์และเครื่องจักรให้มีความเร็วที่แน่นอนและสม่ำเสมอนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งในงานเฉพาะอย่าง แต่งงานบางอย่างอาจต้องการเปลี่ยนมอเตอร์ให้มีความเร็วสูงหรือต่ำ หรืออาจต้องการเปลี่ยนความเร็วทีละน้อย

6. ความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน (Safety of operator)

เพื่อเป็นการให้มีความปลอดภัยในการควบคุมมอเตอร์ ดังนั้นในวงจรที่ควบคุมมอเตอร์อาจจะแสดงด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า (Pilot devices) เช่นหลอดไฟฟ้า ออดไฟฟ้า หรือ กริ่งไฟฟ้า เพื่อให้ชี้ถึงอันตรายที่จะเกิดแก่ผู้ปฏิบัติงานและมอเตอร์

2.5.5.3 ชนิดของการควบคุม

การควบคุมมอเตอร์สามารถแบ่งเป็นชนิดหรือวิธีใหญ่ๆ ได้ 2 วิธีคือ

1. การควบคุมด้วยมือ

เป็นการควบคุมมอเตอร์ให้ทำงานด้วยมือโดยตรง หรือที่เรียกว่า Hand operated ซึ่งสามารถปิด เปิดวงจรที่จะควบคุมมอเตอร์ด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1) ท๊อกเกิ้ลสวิทช์ (Toggle switch)

มอเตอร์ที่มีขนาดเล็กๆ มักจะสตาร์ทและให้หมุนด้วย Toggle switch ซึ่งหมายถึงว่ามอเตอร์จะสตาร์ทโดยตรงจากสายเมน โดยไม่ต้องใช้สวิทช์แม่เหล็ก (Magnetic switch) หรือคอนแทกเตอร์ (Contactor) และไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยสตาร์ทอื่นๆ การสตาร์ทด้วยวิธีนี้จะใช้ฟิวส์หรือเบรกเกอร์เป็นตัวป้องกันวงจรไฟฟ้า ส่วนมากมอเตอร์ที่สตาร์ทด้วยวิธีนี้มักเป็นพัดลม เครื่องเจาะ หินเจียรนัย หรือกับโหลดที่ไม่มากนัก

2) สวิทช์ปลอดภัย (Safety switch)

ในการสตาร์ทมอเตอร์นั้น บางครั้งจะสตาร์ทด้วยวิธีต่อมอเตอร์โดยตรงกับสายเมน (Direct on Line) ซึ่งวงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบนี้จะต้องมี Safety switch ต่ออยู่เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันวงจร (Circuit protection) และโดยปกติที่มอเตอร์จะมี Running protection สำหรับมอเตอร์อีกด้วย

3) เครื่องควบคุมแบบดรัม (Drum controller)

การควบคุมมอเตอร์ด้วยดรัมสวิทช์ (Drum switch) ซึ่งเป็นสวิทช์ที่มีลักษณะการทำงานแบบหมุนรอบตัว (Rotary switch) ส่วนมากมักใช้เป็นเครื่องสำหรับกลับทางหมุน(Reversing starter) ใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงและกระแสสลับ ปกติใช้กับมอเตอร์ขนาดเล็กๆ แต่ถ้าใช้กับมอเตอร์ขนาดใหญ่จะใช้ร่วมกับสวิทช์แม่เหล็กหรือคอนแทกเตอร์เสมอ

4) เฟสเพลทคอนโทรล (Faceplate control)

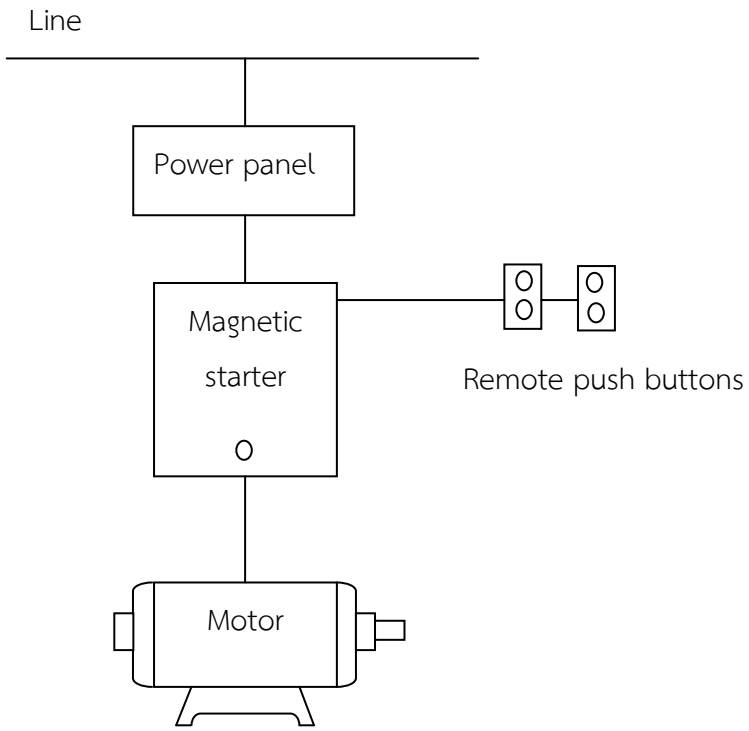
มอเตอร์ที่ใช้อุปกรณ์ควบคุมแบบFaceplate นี้ใช้กันมานานกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นส่วนมาก แต่กับไฟฟ้ากระแสสลับก็ยังมีใช้ด้วย ปกติ Faceplate controller นี้ มักจะมีจำนวนคอนแทกมากและมี Selector arm เป็นตัวเลือกต่อคอนแทกตามที่ต้องการและมักใช้ร่วมกับตัวต้านทานเสมอ เมื่อลด เพิ่ม ค่าความต้านทานก็จะช่วยในการสตาร์ทมอเตอร์ได้

2. การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic control)

การควบคุมมอเตอร์แบบอัตโนมัตินี้ ใช้สวิทช์แม่เหล็กหรือคอนแทกเตอร์เป็นหลัก ซึ่งมีวิธีควบคุม 2 แบบ คือ

1) การควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi Automatic control)

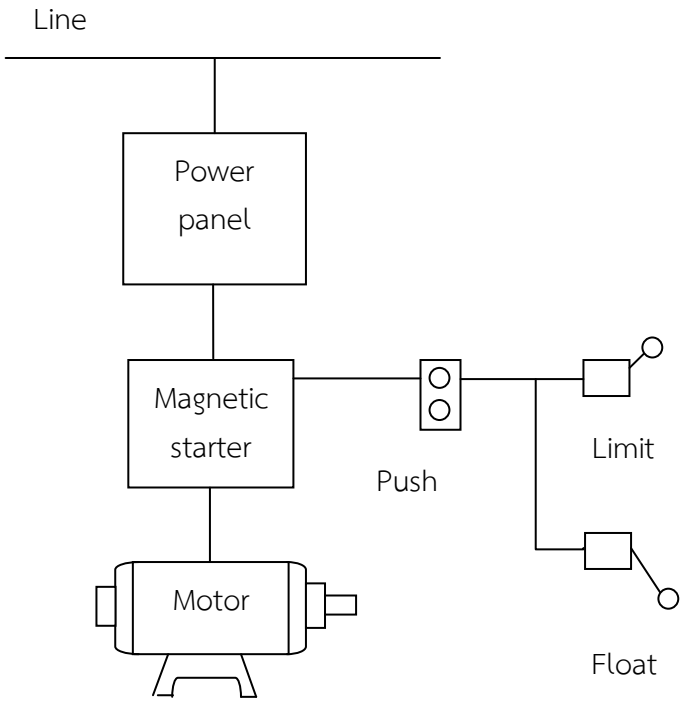
เป็นการควบคุมมอเตอร์แบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งจะต้องใช้สวิทช์แม่เหล็กหรือคอนแทกเตอร์พร้อมปุ่มสตาร์ท (Start push button) และปุ่มสต๊อป (Stop push button) ตั้งแต่ 1 ชุดขึ้นไปอาจใช้ร่วมกับ Drum switch ซึ่งมีลักษณะส่วนประกอบของวงจรดังนี้



ภาพที่ 2.36 ลักษณะวงจรควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ
ที่มา : ประสิทธิ์ กันปี. (2532 : 38)

2) การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic control)

มีลักษณะคล้ายกับการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ คือต้องใช้สวิทช์แม่เหล็กและส่วนประกอบอื่นๆด้วย แต่สามารถกำหนดการทำงานของวงจรมอเตอร์ตามที่ต้องการได้ เพียงแต่กดปุ่มสตาร์ทเท่านั้น มอเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ ก็จะทำงานตามที่เราต้องการทุกอย่างโดยอัตโนมัติ มีลักษณะส่วนประกอบของวงจรดังนี้



ภาพที่ 2.37 ลักษณะวงจรควบคุมแบบอัตโนมัติ
ที่มา : ประสิทธิ์ กันปี. (2532 : 39)

การควบคุมมอเตอร์แบบนี้จะต้องใช้สวิทช์และอุปกรณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างประกอบเข้าเป็นวงจรดังต่อไปนี้

2.1) สวิทช์ลูกลอย (Float switch)

สวิทช์ลูกลอยนี้ออกแบบเพื่อให้ช่วยการทำงานของวงจรอย่างอัตโนมัติเพื่อควบคุมมอเตอร์ปั๊ม ซึ่งจะต้องใช้ร่วมกับสวิทช์แม่เหล็กหรือคอนแทกเตอร์การทำงานของสวิทช์ลูกลอยก็โดยอาศัยการเพิ่มและลดของระดับน้ำในแทงค์น้ำ การเคลื่อนที่ของลูกลอยด้วยก้านหรือโซ่ ก็จะทำให้ปิด เปิดวงจรไฟฟ้าที่คอนแทกได้ สำหรับคอนแทกของสวิทช์ลูกลอยนี้มีทั้งแบบปกติปิดและปกติเปิด แล้วนำคอนแทกไปใช้กับวงจรควบคุมมอเตอร์ เพื่อที่จะให้มอเตอร์ปั๊มน้ำเข้าแทงค์ เมื่อระดับน้ำต่ำมากหรือน้ำจะหมดแทงค์ แต่เมื่อน้ำเต็มแทงค์แล้วคอนแทกของสวิทช์ลูกลอยก็จะตัดวงจรควบคุมไม่ให้มอเตอร์

ทำงาน จนกว่าจะใช้น้ำหมดแล้วมอเตอร์จึงจะทำงานอีกเป็นเช่นนี้ตลอดไป นอกจากนี้ยังสามารถใช้สวิทช์ลูกลอยปิด เปิด วาล์วที่ควบคุมการไหลของของเหลวได้

2.2) สวิทช์แรงดัน (Pressure switch)

อุปกรณ์ใดๆที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมที่ต้องการแรงดันนั้นสามารถใช้สวิทช์แรงดัน(Pressure switch) ควบคุมระบบการทำงานได้ ซึ่งอาจใช้กับงานต่างๆ เช่น เครื่องไฮดรอลิกระบบการหล่อลื่น มอเตอร์ปั๊ม เช่น เครื่องปั๊มลม (air compressor) และระบบเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

สวิทช์แรงดันอาจใช้กับแรงดันที่มีขนาดต่างๆกัน ถ้าเป็นแบบ bellow ก็ใช้ได้กับแรงดัน 2000 psi แต่ถ้าเป็นแบบไฮดรอลิกสามารถใช้กับแรงดันถึง 15000 psi (Pounds per square inch) ปกติแล้วสวิทช์แรงดันที่นิยมใช้กันมากมักเป็นแบบ 1 ชุดคอนแทก (Single pole) แต่ที่เป็นแบบ 2 ชุดคอนแทก (Double pole) ก็มีใช้กันทั่วไป ตัวอย่างที่ใช้สวิทช์แรงดันที่เห็นกันทั่วๆไปก็คือ ปั๊มลม (air compressor) เมื่อลมเต็มตามที่ต้องการมอเตอร์ก็จะหยุดด้วยสวิทช์แรงดัน ขณะที่เราเรียกว่า cutout แต่เมื่อแรงดันของลมต่ำลม สวิทช์แรงดันก็จะต่อเรียกว่า cut-in ให้วงจรมอเตอร์ทำงานปั๊มลมใหม่

2.3) นาฬิกาตั้งเวลา (Time clock)

เป็นสวิทช์ที่ทำงานตามช่วงเวลาที่ต้องการใน 24 ชั่วโมง หรือใน 1 วัน เช่น ต้องการให้มอเตอร์สตาร์ททุกเช้าและหยุดทุกเย็น ทุกวันในเวลาเดียวกัน หรือใน 24 ชั่วโมงอาจให้สตาร์ททำงานทุก 24 ชั่วโมง และหยุดเป็นเวลา 30 นาที ซึ่งจะมีตัวปรับสำหรับตั้งเวลาได้ เช่น ที่ใช้ในระบบห้องเย็น เป็นต้น หรือต้องการปั๊มน้ำในตอนเช้า และหยุดปั๊มในตอนเย็น เหล่านี้สามารถใช้ Time clock ควบคุมเวลาการทำงานได้

2.4) เทอร์โมสตัท (Thermostat)

โดยปกติเทอร์โมสตัทมักใช้ร่วมกับ Pilot devices ที่มีความไวต่อระดับของของเหลวและแรงดันของแกส ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ปกติมักใช้กับระบบเครื่องทำความเย็น เช่นเครื่องปรับอากาศ ห้องเย็น เพื่อจะควบคุมให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการ

2.5) ลิมิตสวิทช์ (Limit switch)

เพื่อให้การทำงานของเครื่องจักรเป็นไปโดยอัตโนมัติโดยเครื่องจักรนี้มีการเคลื่อนที่และให้มีการทำงานซ้ำๆอยู่เสมอเช่นเลื่อนไปซ้ายขวาเลื่อนขึ้นลงเป็นต้นเพื่อจุดประสงค์ของการทำงานดังกล่าวต้องใช้ลิมิตสวิทช์ (Limit switch) โดยปกติลิมิตสวิทช์ต้องใช้ร่วมกับคอนแทกเตอร์เสมอ ซึ่งสามารถบังคับให้มอเตอร์หมุนกลับทางได้

2.6) โฟลว์สวิทช์ (Flow switch)

โฟลว์สวิทช์ (Flow switch) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถใส่เข้าไปในท่อ ดังนั้น เมื่อของเหลวหรืออากาศไหลผ่านส่วนที่เรียกว่า Paddle ของสวิทช์ก็จะปิดหรือเปิดวงจรไฟฟ้าด้วยคอนแทก สำหระบ

คอนแทกนี้ก็สามารถที่จะนำไปควบคุมวงจรให้มอเตอร์ทำงานได้ ปกติแล้วโฟลว์สวิทช์ (Flow switch) จะมีคอนแทกทั้งแบบปกติเปิด (Normally Open NOและปกติปิด (Normally Closed NC)

2.7) รีเลย์ถ่วงเวลา (Timing relays)

2.7.1) รีเลย์ถ่วงเวลาแบบแดชพ็อท (Fluid dashpot timing relays)

Dashpot timing relays ทำงานด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าอาจจะใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับจนถึง 600 โวลท์ คอนแทกของรีเลย์แบบนี้ทำงานโดยการเคลื่อนที่ของแกนเหล็ก สนามแม่เหล็กของขดลวดโซลินอยด์ (Solenoid coil) จะทำให้แกนเหล็กเลื่อนไปต้านกับแรงหน่วงของลูกสูบที่กำลังเคลื่อนที่อยู่ในกระบอกน้ำมัน รีเลย์แบบนี้ทำงานไม่ค่อยเที่ยงตรงนัก ซึ่งจะต้องรอให้ลูกสูบเลื่อนกลับจนถึงก้นกระบอกเสียก่อน ถ้าหากลูกสูบเลื่อนกลับยังไม่หมด ระยะเวลาที่คอนแทกจะทำงานไม่แน่นอน รีเลย์แบบนี้จะถ่วงเวลา เมื่อขดลวดโซลินอยด์ได้รับกระแสไฟฟ้าแล้ว และคอนแทกนั้นมีทั้งแบบปกติเปิด (NO) และปกติปิด (NC) ปกติมักใช้กับงานปิดเปิดวาล์วของระบบเครื่องทำความเย็น

2.7.2) รีเลย์ถ่วงเวลาแบบนิวเมติก (Pneumatic timer)

ปกติ Pneumatic timer สร้างขึ้นมาเพื่องานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ อุณหภูมิรอบๆ และแรงดันบรรยากาศจะไม่มีผลต่อการทำงานของ Pneumatic timer สามารถปรับระยะถ่วงเวลาได้มาก และยังสามารถที่จะสร้างให้มีคอนแทกมากๆ ได้ด้วย

รีเลย์แบบนี้ ส่วนที่ถ่วงเวลาจะมีโครงสร้างเป็นแม่เหล็ก ความสามารถในการถ่วงเวลาได้ช้าเร็ว ขึ้นอยู่กับการถ่ายเทอากาศเข้าไปยังหีบลม (bellow) และสามารถปรับให้อากาศเข้าได้มากน้อยเพื่อควบคุมระยะถ่วงเวลาช้า เร็วได้ การควบคุมให้รีเลย์แบบนี้ทำงานอาจต้องอาศัยปุ่มกด (Push button) ลิมิตสวิทช์หรือลีเลย์อื่นๆ ปกติมักใช้ timing relay แบบนี้กับงานควบคุมที่เป็นอัตโนมัติ เช่น การทำงานของมอเตอร์แบบเรียงลำดับ การส่งถ่ายงานต่างๆ

2.7.3) รีเลย์ถ่วงเวลาแบบมอเตอร์ขับ (Motor driven timer)

เมื่องานที่ต้องการปิดเปิดให้แน่นอน หรือต้องการให้ทำงานเรียงลำดับก่อนหลังส่วนมากมักใช้สวิทช์ถ่วงเวลาที่ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับ (Motor driven timer) เช่นในเครื่องซักผ้าที่ต้องการให้ระยะเวลาหนึ่งหมุนทิศทางหนึ่ง และอีกระยะหนึ่งให้หมุนทิศทางตรงข้าม ปกติมักใช้กับมอเตอร์ขนาดใหญ่ที่มีการสตาร์ทบ่อยๆ รีเลย์ถ่วงเวลาแบบนี้ประกอบด้วยซิงโครนัสมอเตอร์ลูกเล็กๆ ไปขับเพลาซึ่งมีลูกเบี้ยวติดอยู่ จะทำให้ลูกเบี้ยวไปปิด เปิดคอนแทกได้ตามต้องการ นำคอนแทกนี้ไปใช้ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า เพื่อไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน

2.5.6 การควบคุมระบบเครื่องกล

อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549 : 47-60) ได้กล่าวว่าการควบคุมระบบเครื่องกล ดังนี้

2.5.6.1 กลไก(Mechanism) และเครื่องจักร(Machine)

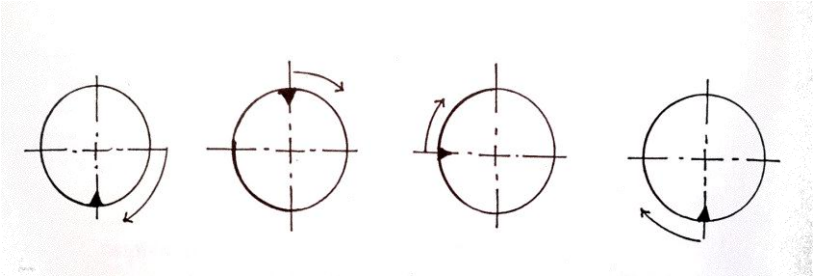
กลไกเกิดจากการรวมวัตถุเกร็ง (Rigid Body) หลายๆ ชิ้นเข้าด้วยกันโดยที่วัตถุเหล่านั้นจะถูกโยงต่อกันไว้และเคลื่อนที่โดยมีรูปแบบเฉพาะ ทั้งนี้การเคลื่อนที่ของวัตถุหนึ่งจะมาจากผลการเคลื่อนที่

ของวัตถุอีกอันหนึ่ง กลไกพื้นฐาน ได้แก่ สังเกต(Linkages) ลูกเบี้ยว(Cams) และเฟือง(Gears) เครื่องจักรอาจจะเป็นชิ้นเดียวหรือหลายชิ้นรวมกัน และส่งผ่านแรงจากแหล่งกำเนิดเพื่อนำผลที่ได้จากแรงนั้นไปใช้งานกลไก Slide-Crank ประกอบด้วย Crank Connecting rod และ Slider แต่เมื่อนำมาใช้เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายในก็จะกลายเป็น Machine และทำหน้าที่ส่งแรงที่เกิดจากการระเบิดของไอดีผ่านลูกสูบ (Piston) ไปยัง Connecting rod และ Crank ซึ่งจะนำผลจากแรงนั้นไปหมุนล้อรถยนต์ (ในกรณีติดตั้งรถยนต์)

2.5.6.2 การเคลื่อนที่ (Motion)

การเคลื่อนที่ของเครื่องจักรนั้น หลังจากเกิดการสันดาปในห้องเครื่องยนต์ก็จะเกิดพลังงาน พลังงานนั้นนำมาขับเคลื่อนที่ของกลไก ที่พบบ่อยๆ แบ่งออกเป็น3 แบบคือ

1. Continuous เป็นกลไกเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง โดยเคลื่อนที่จากตำแหน่งเริ่มต้นไปจนถึงตำแหน่งสุดท้าย คือครบรอบแล้วเวียนกลับที่ตำแหน่งเริ่มต้น โดยไม่มีการหยุดหรือเคลื่อนที่ย้อนกลับ



ภาพที่ 2.38 การเคลื่อนที่ของกลไกแบบต่อเนื่อง
ที่มา : อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549 : 48)

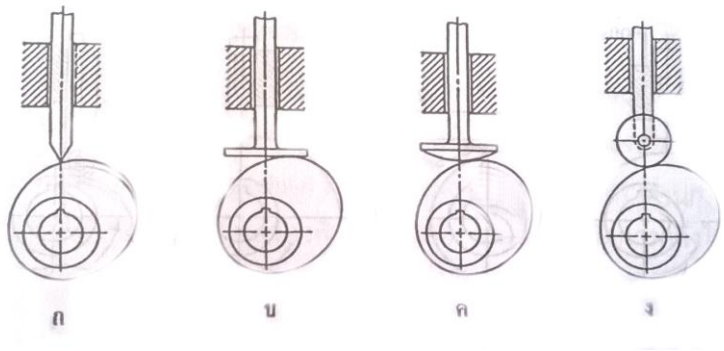
2. Intermittent กลไกมีการเคลื่อนที่ได้ครบรอบแล้วมีการหยุดในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ระหว่างรอบของการเคลื่อนที่ และก็ขับเคลื่อนต่อไป เช่น เครื่องบรรจุน้ำอัดลม เครื่องบรรจุเบียร์ เป็นต้น

3. Reciprocating เป็นกลไกมีการเคลื่อนที่โดยเดินหน้าเคลื่อนที่และย้อนกลับในระหว่างรอบของการเคลื่อนที่ เช่น เคลื่อนที่ของSlide เครื่องสูบลมที่ทำงานด้วยลูกเบี้ยว เป็นต้น

2.5.6.3 ลูกเบี้ยว (Cam)

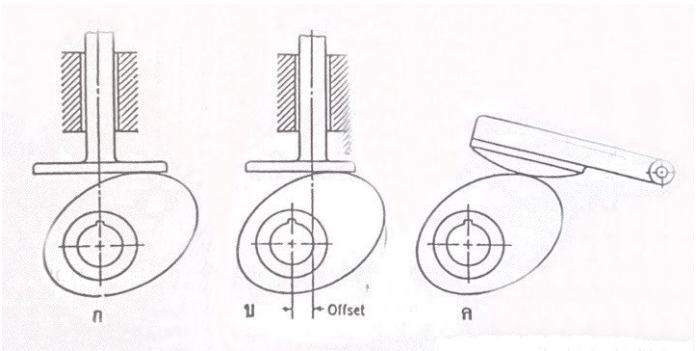
ลูกเบี้ยวเป็นกลไกมูลฐานอีกประการหนึ่ง ที่มีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายลักษณะของลูกเบี้ยวส่วนใหญ่จะเป็นผิวโค้ง ซึ่งจากการหมุนเคลื่อนที่กลับไปกลับมาจะทำให้ตัวตามเคลื่อนที่ตามต้องการระบบของลูกเบี้ยวและตัวตาม

เมื่อมีการนำลูกเบี้ยวไปใช้งาน จะต้องมีตัวตามประกอบด้วย ดังนั้นการเรียกชื่อระบบของลูกเบี้ยวและตัวตามจึงอาศัยชื่อของลูกเบี้ยว และตัวตามมาประกอบกัน ลูกเบี้ยวแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ตามลักษณะรูปร่าง เช่น มีลักษณะเป็นแผ่นเรียก Disk Cam (Radial Cam) ลักษณะคล้ายลิ่มเรียก Wedge Cam ส่วนตัวตามแบ่งได้ 2 ประเภทคือ แบ่งตามลักษณะรูปร่าง ได้แก่ Knifeed-ged เป็นแบบที่ส่วนที่สัมผัสกับลูกเบี้ยวเป็นปลายแหลม (ภาพที่ 2.28 ก Flat-aced) ผิวที่สัมผัสเป็นเส้นตรง (ภาพที่ 2.28 ข Spherical-faced) ผิวสัมผัสเป็นส่วนโค้ง (ภาพที่ 2.28 ค และ ง Roller) ซึ่งส่วนสัมผัสเป็นล้อกลมหมุนได้ เป็นต้น



ภาพที่ 2.39 ระบบการทำงานของลูกเบี้ยว
ที่มา : อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549 : 49)

สำหรับตัวตามอีกประเภทหนึ่ง แบ่งตามลักษณะการเคลื่อนที่รวมทั้งแนวการเคลื่อนที่ด้วย ดังเช่น (ภาพที่ 2.29 ก) คือ ตัวตามแบบ Radial Flat-faced translating ที่มีผิวสัมผัสเป็นเส้นตรงและมีการเคลื่อนที่แบบ Translating ตามแนวรัศมี Offset Flat-faced translating เป็นแบบที่คล้ายแบบแรกเพียงแต่แนวการเคลื่อนที่ของตัวตามอยู่เยื้องจากแนวจุดศูนย์กลางของลุกเบี้ยว(ภาพที่ 2.29 ข) และ Spherical-faced oscillating(ภาพที่ 2.29 ค) มีผิวสัมผัสเป็นเส้นโค้งและมีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา เป็นต้น



ภาพที่ 2.40 การเคลื่อนที่การทำงาน กลับ-ไป-กลับ ของลูกเบี้ยว
ที่มา : อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549 : 49)

เมื่อนำลูกเบี้ยวและตัวตามประเภทต่างๆ มาประกอบเข้ากัน ชื่อของระบบก็จะบอกถึงลักษณะต่างๆ เหล่านั้นอย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น

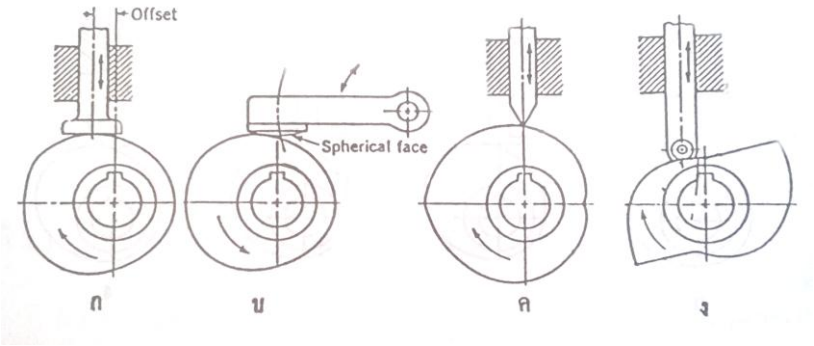
Radial Cam and Flat-Faced Offset Translating Follower (ภาพที่ 2.30 ก) เป็นระบบที่ประกอบด้วยลูกเบี้ยวที่มีลักษณะเป็นแผ่น และตัวตามที่มีผิวสัมผัสเป็นเส้นตรงเคลื่อนที่แบบ Translation ตามแนวรัศมี โดยแนวการเคลื่อนที่เยื้องกับแนวจุดศูนย์กลางลูกเบี้ยว

Radial Cam and Flat-Faced Oscillating Follower (ภาพที่ 2.30 ข) ประกอบด้วยตัวตามที่มีผิวสัมผัสเป็นเส้นโค้งเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมา และลูกเบี้ยวที่มีลักษณะเป็นแผ่น

Radial Cam and Translating Knife-edged Follower (ภาพที่ 2.30 ค) เป็นระบบลูกเบี้ยวที่มีลักษณะเป็นแผ่นประกอบกับตัวตามแบบที่มีปลายแหลมเป็นผิวสัมผัสเคลื่อนที่แบบ Translating ตามแนวรัศมี

Radial Two-lobe Frog Cam and Translating Offset Roller Follower(ภาพที่ 2.30 ง)

งานลูกเบี้ยวจึงนำมาใช้ในหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมากมายเพื่อทดแทนแรงงานที่กระทำทางตรงของกลไก



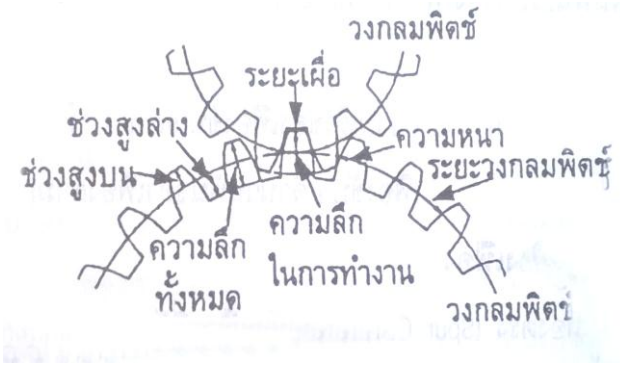
ภาพที่ 2.41 ระบบลูกเบี้ยวประกอบระบบเป็นแผ่น
ที่มา : อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549 : 50)

2.5.6.3 เฟือง (Gears)

เฟือง มีหลายประเภทแบ่งตามลักษณะของฟัน(Tooth) และตามลักษณะการวางตัวของเพลา (Shaft) ที่เฟืองสวมอยู่ เช่น ฟันอาจจะตรงหรือโค้งเพลาขนานกันหรือตัดกันเป็นมุมฉาก เฟืองมีหน้าที่ในการช่วยขับเคลื่อนและขาดรอบผ่อนแรง และเพิ่มแรงให้กับระบบกลไก

1. หลักการทำงานของเฟือง

เฟืองเป็นรูปแบบเหมือนล้อที่มีฟันอยู่รอบๆ เส้นรอบวงของล้อซึ่งมันใช้งานโดยการขบกันกับล้อที่มีฟันอยู่รอบๆ หรือเฟืองสะพาน สิ่งสำคัญที่สุดของเฟืองคือ ฟันเฟือง ประโยชน์ของฟันเฟืองอินโวลูต(Involute) คือ เมื่อเฟือง 2 ตัวขบกันอัตราส่วนความเร็วจะคงที่ ซึ่งยังทำให้เกิดการลื่นไหลของฟันเฟืองน้อย และทำให้เกิดการกลิ้งไปของฟันเฟืองมาก ลักษณะเช่นนี้จะช่วยลดการสึกหรอและเพิ่มอายุการใช้งานของฟันเฟือง



ภาพที่ 2.42 แสดงลักษณะการทำงานของเฟือง
ที่มา : อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549 : 51)

โดยปกติแล้ว เฟืองจะถูกตัดโดยมีระยะเผื่อระหว่างฟันที่ขบกันโดยเรียกว่า ระยะฟรี (Backlash) ลักษณะการขบกันของฟันเฟืองจะอธิบายในลักษณะของคำว่า “เส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์” หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนฟันเฟืองกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิตช์ของเฟืองและสะท้อนถึงขนาด รูปร่างของฟันเฟืองการขบกันของเฟืองทั้งสองต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์เหมือนกันและมีมุมกดเหมือนกัน

การคำนวณเส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์มีหลายวิธีด้วยกัน

เส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์ = จำนวนของฟันเฟือง / เส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมพิตช์

เส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์ = (3.142) / วงกลมพิตช์

เส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์ = (จำนวนฟัน + 2) / เส้นผ่าศูนย์กลางโตนอก

ความเร็วสัมพันธ์ระหว่างเฟืองทั้งสองขึ้นอยู่กับจำนวนฟันของแต่ละเฟือง และสามารถคำนวณได้ดังนี้

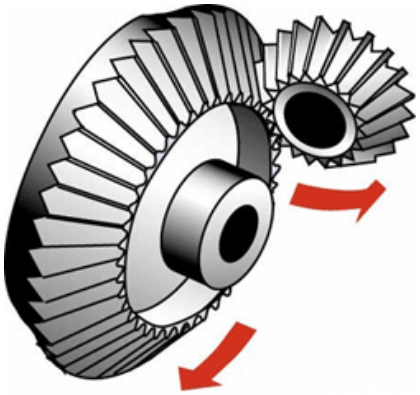
ความเร็วของเฟืองตาม = ความเร็วของเฟืองขับ(rmp) × (จำนวนฟันของเฟืองขับ / จำนวนฟันของเฟืองตาม)

2. ชนิดของเฟือง

1) เฟืองตรง (Spur Gear set) เป็นเฟืองที่มีลักษณะเป็นล้อทรงกระบอกมีฟันขนานกันกับแกนตัวเฟือง มีหน้าตัดของฟันเฟืองขนานเท่ากันและเหมือนกันตลอดทั้งเฟือง

ภาพที่ 2.43 เฟืองตรง
ที่มา : (yourdictionary.2556) [ออนไลน์]

2) เฟืองดอกจอก (Bevel Gear set) เฟืองชนิดนี้มีลักษณะรูปร่างเป็นรูปทรงกรวย(Cone) ฟันของเฟืองจะอยู่โดยรอบของกรวย และขนานกับแกนของเฟือง เฟืองดอกจอกจะใช้สำหรับเปลี่ยนทิศทางส่งกำลังระหว่างเพลาของล้อที่ตั้งฉากกัน เช่น การส่งกำลังไปยังเพลาของล้อรถ เป็นต้น

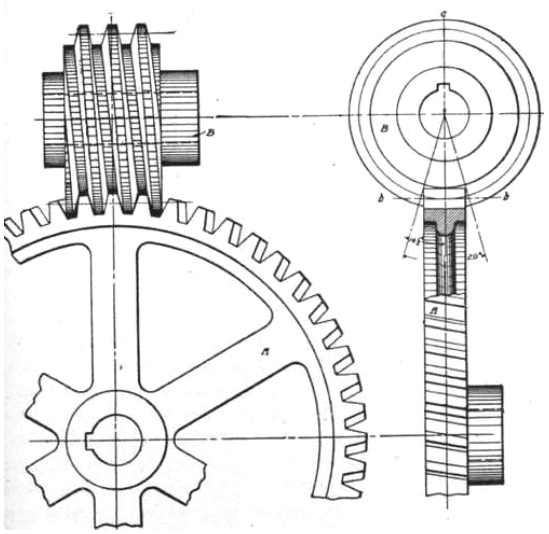


ภาพที่ 2.44 เฟืองดอกจอก
ที่มา : (myfirstbrain.2556) [ออนไลน์]

3) เฟืองหนอน (Worm Gear Set) ใช้สำหรับส่งกำลังระหว่างเพลาที่ไม้ขนานกันและไม่ติดกัน ซึ่งต้องการให้มีอัตราทดสูง ชุดเฟืองหนอนประกอบด้วยเกลียวตัวหนอน (worm) และเฟืองหนอน (worm gear) โดยปรกติแล้วมักใช้ชุดเฟืองหนอนส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุมกัน 90 องศา ชุดเฟืองหนอนนี้สามารถส่งกำลังได้มากกว่าการใช้เฟืองเฉียง ชุดเฟืองหนอนยังสามารถทำงานด้วยอัตราทดสูงถึง 300 โดยที่การทดเพียงครั้งเดียว แต่ถ้าใช้เฟืองเฉียงจะเกิดปัญหาขึ้นในทางปฏิบัติ ข้อเสียของชุดเฟืองหนอนก็คือประสิทธิภาพของการส่งกำลังจะต่ำ และมีความร้อนเกิดขึ้นเนื่องจากการเสียดสีระหว่างฟันมากกว่า ทำให้ต้องคำนึงเรื่องการระบายความร้อนที่เหมาะสมด้วย

เกลียวตัวหนอนมีลักษณะคล้ายสกรูส่งกำลัง ประกอบด้วยเกลียว ซึ่งมีจำนวนปากตั้งแต่ 1 – 6 ปาก หรืออาจจะมากกว่านี้ก็ได้ สำหรับเฟืองหนอนจะมีลักษณะทั่วไปคล้ายกับเฟืองเฉียง แต่ขอบของฟันอาจจะมีเฟืองเฉียงนั้นเอง ในการใช้งานส่วนมากมักจะใช้เฟืองหนอนที่มีฟันโค้งเว้า ส่วนของฟันนี้จะเข้ากับความโค้งของเกลียวตัวหนอน ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะให้มีเนื้อสัมผัสระหว่างการขบกันเพิ่มมากขึ้น โดยทั่วไปแล้ว ชุดเฟืองหนอนอาจจะแบ่งตามลักษณะพื้นที่สัมผัสได้เป็น 2 ชนิดคือ ชนิดฟันโอบหนึ่งด้าน(Single enveloping) และชนิดฟันโอบสองด้าน(Double enveloping)

ลักษณะของชุดเฟืองหนอนชนิดฟันโอบหนึ่งด้าน ซึ่งประกอบด้วยเฟืองที่มีฟันโค้งเว้าเข้าโอบเกลียวตัวหนอนที่มีฟันโค้งเว้าเข้ามาโอบเกลียวตัวหนอน แล้วเกลียวตัวหนอนเองก็จะมีลำตัวโค้งเว้าเข้ากับความโค้งของวงกลมพิตช์ของเฟืองหนอนชนิดนี้มีชื่อเรียกว่าตังหนอนฮินลีย์ (Hendley worm) ซึ่งเมื่อนำมาประกอบกันแล้วจะมีลักษณะดังรูป ดังนั้นทั้งเฟืองหนอนและตัวเกลียวหนอนจะโอบซึ่งกันและกันในขณะทำงานเป็นผลให้เฟืองมีพื้นที่ซึ่งขบกันเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถส่งกำลังได้สูงขึ้น แต่ต้องใช้ความระมัดระวังในการติดตั้งให้ได้ศูนย์มากขึ้น



ภาพที่ 2.45 เฟืองหนอน
ที่มา : (myfirstbrain.2556) [ออนไลน์]

2.5.6.4 ระบบส่งกำลังด้วยสายพาน

ระบบส่งกำลังที่จะพิจารณาในส่วนนี้จะกล่าวถึงสายพาน โซ่ และเฟือง ซึ่งมีความสำคัญในการส่งผ่านกำลังของเครื่องจักรกลต่างๆ อย่างมากมาย โดยเฉพาะในชุดขับและชุดตามของกลไกเครื่องจักรกล ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้แต่ละชนิดก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป

สายพาน

สายพานเป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ช่วยในการส่งถ่ายกำลังจากชุดขับไปยังชุดตามสายพานมีอยู่หลายชนิด และที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือสายพานวีเบลต์

หลักการทำงานของสายพานวีเบลต์

สายพานวีเบลต์โดยปรกติใช้ส่งกำลังระหว่างเพลา 2 เพลา ซึ่งแกนเพลาทั้งสองต้องขนานกัน สายพานจะติดตั้งบนพูลเลย์ ซึ่งมีทั้งเพลาขับและเพลาตาม สายพานต้องมีความเสียดทานกับพูลเลย์ในหว่างการทำงาน ร่องของสายพานวีเบลต์จะนั่งบนร่องของพูลเลย์

ในการส่งถ่ายกำลังของสายพานนั้น สายพานจะต้องดึงและกดอยู่บนร่องพูลเลย์สายพานวีเบลต์ จะเกิดความฝืดระหว่างด้านข้างของสายพานกันด้านข้างของพูลเลย์ ร่องของพูลเลย์จะลึกกว่าความหนาของสายพาน ความสามารถในการส่งกำลังของสายพานจะขึ้นอยู่กับแรง เสียดทานและส่วนโค้งที่สัมผัสกับพูลเลย์ ส่วนโค้งที่สายพานสัมผัสจะทำให้เกิดการส่งกำลังได้มากขึ้น

ขณะที่สายพานเริ่มต้นทำงานนั้น สายพานจะเปลี่ยนความเร็วในการขับเป็นการส่งแรงปิดไปยังตัวตาม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเร็วมีด้วยกัน 3 วิธี คือ

1.อัตราส่วนความเร็ว 1:1 (ก)

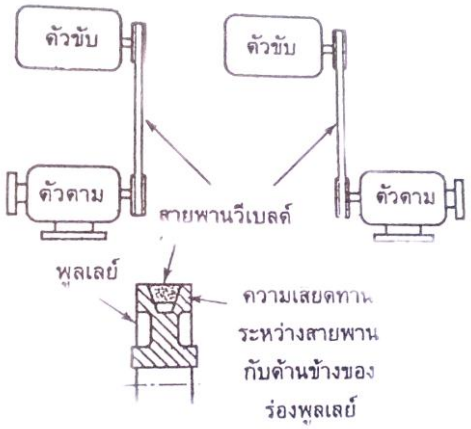
2.ความเร็วเพิ่มขึ้น (ข)

3.ความเร็วลดลง (ค)

อัตราส่วนความเร็วระหว่างพูลเลย์ทั้งสองสามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

ความเร็วพูลเลย์ตาม = เส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ (mm) x
ความเร็วของ พูลเลย์ขับ (rpm) / เส้นผ่านศูนย์กลาง
ของพูลเลย์ตาม (mm)

โดยทั่งๆไปแล้วเป็นที่ยอมรับกันว่าสายพานวีเบลต์ที่ใช้กันมีข้อจำกัดในด้านความเร็วคือ ความเร็วอยู่ระหว่าง 300 – 3,000 เมตรต่อนาที (1,000 – 10,000 ฟุตต่อนาที)



ภาพที่ 2.46 แสดงการติดตั้งร่องของสายพานวีเบลต์
ที่มา : อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549 : 55)

ชนิดของสายพาน

สายพานวีเบลต์แบบร่องเดียว สายพานชนิดนี้นิยมใช้กันมากที่สุด ซึ่งเป็นสายพานที่ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลาซึ่งขนานกัน และยังใช้กับพูลเลย์ในแนวมุมอีกด้วย

สายพานวีเบลต์แบบหลายร่อง สายพานแบบหลายร่องนี้ใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการส่งกำลัง ซึ่งตัวสายพานจะติดตั้งอยู่บนพูลเลย์หลายร่องเช่นเดียวกัน

สายพานแถบวีเบลต์ สายพานชนิดนี้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานโดยทำให้สายพานไม่บิดหรือหลุดออกจากร่อง ของพูลเลย์ โดยมีแถบยาง ยึดเชื่อมสายพานเพิ่มความแข็งแรง

2.5.6.5 ระบบส่งกำลังด้วยโซ่ขับ

โซ่ขับเป็นอุปกรณ์ในการส่งถ่ายกำลังชนิดหนึ่งซึ่งไม่ลื่นไถลเหมือนกับสายพาน โซ่ขับที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังมีอยู่หลายแบบ และแบบที่นิยมมากที่สุดก็คือ โซ่ขับแบบโรลเลอร์ (roller chain)

หลักการทำงานของโซ่ขับ

โซ่และเฟืองมีหน้าที่พื้นฐานเหมือนกัน โดยเป็นสายพานและพูลเลย์ในการส่งถ่ายกำลังระหว่างแกนเพลาที่ขนานกันและสามารถส่งถ่ายกำลังได้สูงกว่าสายพานทั่วไปเพราะโซ่ขับและยมเฟืองโซ่จะมีลักษณะการทำงาน โดยมีฟันเฟืองโซ่ขับ ซึ่งทำให้เกิดความยืดหยุ่นที่น้อย

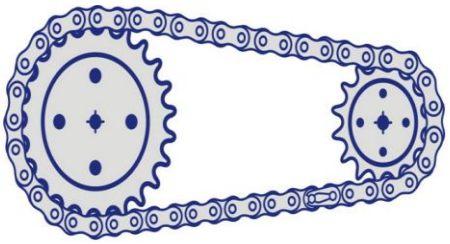
โซ่ขับต้องมีความไวต่อการเยื้องศูนย์มากกว่าสายพาน และจะต้องปรับให้มีความตึงที่เหมาะสม โดยทั่วๆ ไปแล้ว โซ่จะต้องใช้ความเร็วถึง 1,350 เมตรต่อนาที (4,500 ฟุตต่อนาที) ความเร็วของเฟืองโซ่ตามต้องสัมพันธ์กับความเร็วของเฟืองโซ่ขับ โดยวิธีคำนวนจากสูตร จำนวนฟันของเฟืองโซ่ขับและฟันของเฟืองโซ่ตาม

ความเร็วรอบของเฟืองโซ่ตาม = ความเร็วรอบของเฟืองโซ่ขับ (rpm) x

จำนวนฟันของเฟืองโซ่ขั) / จำนวนฟันของเฟืองโซ่ตาม

ชนิดขิงโซ่ขับ

โซ่โรลเลอร์ที่ใช้กันส่วนใหญ่เป็นแถวเดี่ยวหลายๆ แถว และจำนวนของข้อโซ่จะพิจารณา จากกำลังที่จะส่ง โซ่พิตช์คู่จะใช้ในงานที่มีภาระงานเบาและที่ความเร็วรอบต่ำเพราะราคาถูกด้วย



ภาพที่ 2.47 แสดงการทำงานโซ่และเฟืองโซ่

ที่มา : (thechain.2556) [ออนไลน์]

2.6 ศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.6.1 การเลือกระบบต่างๆมาใช้

ควรจะศึกษารายละเอียดหาข้อมูลมาซึ่งถูกต้องกับความเหมาะสม และระบบนั้นจะต้องมีส่วนสัมพันธ์กับขั้นตอนการผลิตที่จะให้วิธีการเป็นอัตโนมัติและรวดเร็วที่สุด จะใช้ระบบนี้ทั้งหมดอาจจะเสียค่าใช้จ่ายสูงเกินไปไม่คุ้มทุน ควรจะใช้ระบบกึ่งอัตโนมัติเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตในการเลือกกลไกของการผลิต จะต้องขึ้นอยู่กับหลายส่วนประกอบที่จะเป็นตัวประสานในงานและการควบคุม เช่นอุณหภูมิ ฝุ่น ควัน แรงสั่นสะเทือน และสิ่งกีดขวางและควรคำนึงถึง

1) ค่าของพลังงาน

2) ความเร็วของเครื่องและผลผลิต

3) ตัวบุคคลที่ทำงานคือ มีความชำนาญในด้านที่เหมาะสมหรือไม่

4) การจัดรูปงานว่าเครื่องมือมีผลตามการควบคุมหรือไม่

5) งบประมาณ

6) วัตถุดิบ

7) ความสามารถในการทำงาน

8) เวลาและอุปกรณ์ในการบำรุงรักษา

บัญชา ธนบุญสมบัติ. (2543 : 51) ได้กล่าวว่า การเลือกใช้ชนิดของวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมนั้นจะเป็นกระบวนการที่ดำเนินไปอย่างช้าๆ ในระหว่างขั้นตอนต่างๆ ของการพัฒนาผลิตภัณฑ์แม้ว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดอาจจะมีรายละเอียดบางประการที่แตกต่างกันแต่รูปแบบการเลือกใช้วัสดุโดยทั่วไปนั้นจะมีขั้นตอนบางอย่างคลายคลึงกัน วัสดุที่จะนำมาใช้ในการผลิตเครื่องขัดผิว

วาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ สอดคล้องในการใช้งาน ในเรื่องเหล็กไร้สนิม หรือ สเตนเลสสตีล (Stainless Steel)

2.6.2 ความเป็นมาของสเตนเลสสตีล

โลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนถูกค้นพบครั้งแรกโดยนักโลหะวิทยาชาวฝรั่งเศส ปิแอร์ เบอร์แทร์ (Pierre Berthier) ในปี ค.ศ. 1821 เขาพบว่าเมื่อโลหะผสมกับโครเมียมจะมีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนจากกรดบางชนิด อย่างไรก็ตาม โลหะผสมโครเมียมในยุคนั้นยังมีความเปราะสูง แม้ต่อมาในปี 1875 บรัสท์สเลอิน (Brustlein) ชาวฝรั่งเศส จะได้ค้นพบว่า จุดสำคัญของเหล็กกล้าโครเมียมต้องควบคุมปริมาณคาร์บอนให้ต่ำมากมากที่ประมาณ 0.15 % ก็ตาม แต่ยังไรก็ตามด้วยเทคโนโลยียุคนั้นก็ยังไม่สามารถผลิตโลหะที่มีคาร์บอนต่ำได้

ในปี 1913 Mr. Harry Bradley แห่งมหาวิทยาลัย Sheffield ประเทศอังกฤษได้วิจัยทดลองค้นคว้าผสมธาตุต่างๆ ลงในเหล็กกล้าและดูว่าจะให้คุณภาพในด้านใด ทำให้เขาได้ค้นพบเหล็กกล้าไร้สนิมหรือเรียกกันทั่วไปว่าเหล็กกล้าสเตนเลส (Stainless Steel) ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกสั้นๆว่าสเตนเลส โดนในขณะที่ทดลองได้เพิ่มธาตุโคเมียม Chromium :Cr มากกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสเตนเลสมีความต้านทานการกัดกร่อนในบรรยากาศแวดล้อมของกรด Acideorrosionการค้นพบของเขาจึงเป็นรากฐานของการพัฒนาสเตนเลสเกรดต่างๆที่ทนต่อการกัดกร่อน ต่อมาในปี 1920 ได้มีการผลิตสเตนเลสขึ้นมาสองชนิด ที่ใช้กันมากที่สุดในวลานั้นคือ

สเตนเลส เกรดมาร์เทนซิติค มีส่วนผสมของโครเมียม 13-18 เปอร์เซ็นต์ และสเตนเลสเกรดออสเทนนิติค มีส่วนผสมของโครเมียม 18 เปอร์เซ็นต์ และนิเกิล 8 เปอร์เซ็นต์ ในปัจจุบันสเตนเลสจะหมายถึงเหล็กกล้าที่ต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีวฺงมีส่วนผสมของโครเมียมไม่ต่ำกว่า 10.5 เปอร์เซ็นต์ โดยทำให้เกิดฟิล์มเคลือบผิวถาวร Passive film ซึ่งมันสามารถสร้างฟิล์มโครเมียมออกไซค์นี้เคลือบผิวตัวเองได้ใหม่ขึ้นอยู่กับระดับพลังงานของอะตอมโครเมียม ด้วยเหตุนี้จึงทำให้สเตนเลสมีคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อนได้ดี

2.6.2.1 คุณสมบัติทั่วไป และ คุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางกายภาพของสเตนเลสเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุประเภทอื่น ค่าความหนาแน่นสูงของสเตนเลสแตกต่างจากวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด ในส่วนของคุณสมบัติที่เกี่ยวกับความร้อนความสามารถทนความร้อนของสเตนเลสมีข้อสังเกต 3ประการคือ

1) การมีจุดหลอมเหลวสูง ทำให้มีอัตราความคืบดีเมื่อเทียบกับเซรามิคที่อุณหภูมิต่ำกว่า 1000 องศา C

2) การที่มีค่านำความร้อนระดับปานกลาง ทำให้สเตนเลส เหมาะที่จะใช้ในงานที่ต้องทนความร้อน หรือต้องการคุณสมบัตินำความร้อนได้ดี

3) การมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวระดับปานกลาง จึงสามารถใช้ความยาวมากๆได้ โดยใช้ตัวเชื่อมน้อย เช่น การทำหลังคา

2.6.2.2 คุณสมบัติเชิงกล สเตนเลสโดยทั่วไปจะมีส่วนประสมของเหล็กประมาณ 70-80เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้มีคุณสมบัติของเหล็กที่สำคัญ 2 ประการ คือ ความแข็งและความแกร่ง พลาสติกซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางมีความแข็งแรงและโมดูลัส ความยืดหยุ่นต่ำ ส่วนเซรามิกมีความแข็งแรงและความเหนียวสูงแต่มีความแกร่งหรือความสามารถรับแรงกระแทกโดยไม่แตกหักต่ำ สเตนเลสให้ค่าที่เป็นกลางของความแข็ง ความแกร่ง และความเหนียว เนื่องจากมีส่วนผสมของธาตุเหล็กอยู่มากและจะมีเพิ่มขึ้นอีกในชนิดออสเตนิติก ของสเตนเลส ไม่ว่าจะเป็น**ชนิดที่อ่อนตัวง่าย ซึ่ง**สามารถทำให้ขึ้นรูปเย็นได้ดี เช่นการขึ้นรูปลึก Deep Drawing จนถึงชนิดความแข็งแรงสูงสุด ซึ่งได้จากการขึ้นรูปเย็นหรือการทำให้เย็นตัวโดยเร็ว Quenching หรือชนิดชุบแข็ง แบบตกผนึก Precipitation Hardening ซึ่งเหมาะใช้ทำสปริง

ภาพที่ 2.48 สเตนเลส สตีล
ที่มา : (thomasnet.2556) [ออนไลน์]

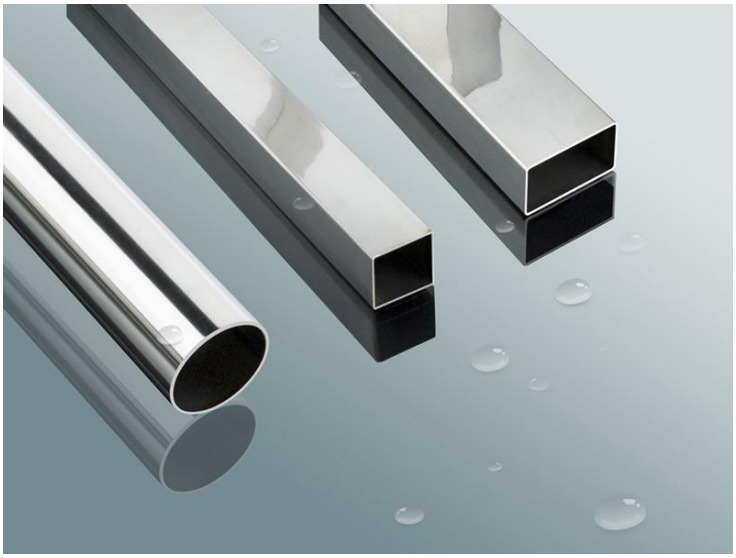
2.6.2.3 คุณสมบัติของสเตนเลส สเตนเลสต่างชนิดกันที่มีโครงสร้างต่างกัน จะมีลักษณะค่าความแข็งแรงที่เปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน ค่าความแข็งแรงโดยทั่วไปของสเตนเลสมี4ชนิด

1) เกรดมาร์เทนซิติก มีค่าความจำนนความแข็งแรงYield Strength : YS และค่าความแข็งแรงสูงสุด Ultimate Tensile Strength : UTS สูงมากในสภาพที่ผ่านกระบวนการอบชุบ แต่จะมีค่าการยืดตัว Elongation : EL เปอร์เซ็นต์ ต่ำ

2) เกรดเฟอร์ริติก มีค่าความจำนนความแข็งแรงและค่าความแข็งแรงสูงสุดปานกลาง เมื่อรวมกับค่าความยืดตัวสูง จึงทำให้สามารถขึ้นรูปได้ดี

3) เกรดออสเตนิติก มีค่าความจำนนความแข็งแรงใกล้เคียงกับชนิดเฟอร์ริติก แต่มีค่าความแข็งแรงและความยืดหยุ่นสูง จึงสามารถขึ้นรูปได้ดีมาก

4) เกรดดูเพล็กซ์ ออสเตไนท์ – เฟอร์ไรด์ มีค่าความจำนนความแข็งแรง และค่าความยืดตัวสูงจึงเรียกได้ว่า เหล็กชนิดนี้มีความแข็งแรง และความเหนียว Ductility ที่สูงเป็นเลิศ ความต้านทานการกัดกร่อนได้ดี โลหะทุกชนิดทั่วไปจะทำปฏิกิริยาออกซิไดซ์และทำให้เกิดสภาพพื้นผิวเหล็กผุกร่อน ที่เรียกว่าเป็นสนิมแต่สเตนเลสมีโครเมียมผสมอยู่ 10.5เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ทำให้คุณสมบัติของฟิล์มออกไซค์บนพื้นผิวเปลี่ยนแปลงไป กลายเป็นฟิล์มปกป้อง หรือ พลาสซิสเลเยอร์ Passive Layer ที่เหมือนเกราะป้องกันการกัดกร่อน ซึ่งปรากฏการณ์นี้เรียกว่า พลาสซิวิตี้ Passivity ฟิล์มปกป้องนี้จะมีขนาดบางมาก สำหรับแผ่นสเตนเลสบางขนาด 1 มิลลิเมตร ฟิล์มหรือพลาสซิสเลเยอร์ จะมีความบางเทียบเท่าวางกระดาษ 1 แผ่น บนตึกสูง20 ชั้นและมองตาเปล่าไม่เห็นฟิล์มนี้เกาะติดแน่น และทำหน้าที่ปกป้องสเตนเลส จากการกักกร่อนทั้งมวลหากนำไปผลิตแปรรูปหรือใช้งานในสภาพเหมาะสม เมื่อมีการขีดข่วน ฟิล์มปกป้องนี้จะสร้างขึ้นใหม่ได้ ความคงทนของพลาสซิสเลเยอร์ เป็นปัจจัยหลักของความต้านทานการกักกร่อนของสเตนเลส นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพกัดกร่อนอันได้แก่ ความรุนแรง ของปฏิกิริยาออกซิไดซ์ ความเป็นกรด ปริมาณสารละลายคลอไรค์และอุณหภูมิ โดยทั่วไปแล้วการเพิ่มปริมาณโครเมียมจะช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนของ สเตนเลส การเติมนิเกิลจะช่วยเพิ่มความต้านทานการกักกร่อนโดยทั่วไปให้ทนสภาวะกัดกร่อนรุนแรงได้ ส่วนโมลิบดินัมจะช่วยเพิ่ม ความต้านทานการกัดกร่อนเฉพาะที่ เช่น การกัดกร่อนแบบรูเข็ม Pitting Corrosion ในทางปฏิบัติสเตนเลสชนิดเฟอร์ริติก มีการใช้งานจำกัดในสภาพการกัดกร่อนปานกลาง และในสภาพชนบททั้งชนิดเฟอร์ริติกและออสเตนิติกสามารถใช้ทำอุปกรณ์เครื่องใช้ในครัวเรือนได้ แต่เนื่องจากชนิดออสเตนิติกสามารถทนการกัดกร่อนได้ดีและทำความสะอาดง่าย จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องดื่ม นอกจากนี้ชนิดออสเตนิติกยังทนการกัดกร่อนจากสารเคมีหลายประเภทได้แก่ กรด อัลคาลายด์ เป็นต้น ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเคมีและกระบวนการผลิตต่างๆ



ภาพที่ 2.49 สเตนเลส สตีล
ที่มา : (stainlessteelnews.2556) [ออนไลน์]

เหล็กไร้สนิม หรือ สเตนเลส Stainless Steel ค้นพบครั้งแรกในราวปี 1913 เป็นโลหะผสมที่มีโครเมียมผสมอยู่ประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนจากธรรมชาติได้ดี ในปัจจุบันวิทยาการได้เปลี่ยนแปลงไปมากได้มี ผลิตภัณฑ์ประเภทสเตนเลสสตีล ซึ่งได้ใช้กันอย่างกว้างขวางแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

มาเท็นซิติคสเตนเลสสตีล Martensitic Stainless Steel เป็นเหล็กไร้สนิมชนิดที่สามารถชุบแข็งได้ เชื่อมได้ ใช้กันในงานใบพัดเครื่องเทอร์ไบน์ Turbine เครื่องเรือน เช่น ช้อน ส้อม มีด

ออสเท็นนิติคสเตนเลสสตีล Austenitic Stainless Steel เป็นเหล็กไร้สนิมที่ไม่สามารถจะชุบแข็งได้ ถ้าชุบ ณ อุณหภูมิ 1050 องศา C แล้ว โลหะจะนิ่มไร้สารแม่เหล็ก มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนสูงมาก ส่วนมากใช้ในงานอุตสาหกรรมเคมี เครื่องดื่ม อาหาร และงานด้านตบแต่ง

เฟอร์ริติคสเตนเลส Ferrite Stainless Steel เป็นโลหะไร้สนิมที่ชุบแข็งไม่ได้ การตบแต่งโครงสร้างสามารถทำได้หลังจากกรรมวิธีโคลค์เวร์คกิ้ง Cold Working เท่านั้น โครงสร้างจะเป็นชนิดเฟอร์ไรท์ Ferrite และคาร์ไบด์ Carbide ส่านมากใช้ในงานที่ต้องการคุณสมบัติทางด้านช่างได้ดี แต่ความทนต่อการกัดกร่อนน้อยลง

ทวีศักดิ์ อ่วมน้อย. (2543 : 60-61) อ้างถึงลักษณะภายนอกของสเตนเลสสตีล Characteristics และคุณสมบัติทางกายภาพ Physical Properties ดังนี้

สเตนเลส สตีลมักพบในลักษณะเป็นแผ่น หรือเป็นม้วน สำหรับใช้ในโรงงาน และชนิดที่เป็นท่อ นอกจากนี้ก็ยังมีลักษณะที่เป็นแผ่นขนาดตั้งแต่ ¼ นิ้วขึ้นไป สเตนเลสสตีล มีลักษณะที่มองเห็นได้จะเป็นโลหะผสมที่มีสีขาวอมฟ้า มีทั้งชนิดที่เป็นมันและด้าน

คุณสมบัติทางกายภาพ Physical Properties ของสเตนเลสสตีล ที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรม นั้น จะมีส่วนผสมของโครเมี่ยม 13 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอน 0.2 – 0.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

1. ทนต่อการกัดกร่อนในสภาพบรรยากาศ
2. มีความเหนียวเมื่อนำไปอบ ณ อุณหภูมิ 500 – 700 องศา C
3. มีความแข็งแกร่ง แต่จะเปราะหักเมื่อมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนมากกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์
4. ทนต่อแรงดึง คุณสมบัติที่ดีเด่นบางประการ เช่นมีผิวที่เป็นมันวาวไม่หมอง ให้ความรู้สึกที่แข็งแกร่ง โปร่งเบา และคุณสมบัติอีกข้อหนึ่งคือ ทนต่อการกัดกร่อน

2.6.2.4 ผิวสเตนเลส รีดเย็น โดยทั่วไปมีหลากหลายแบบเพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้หลากหลายประเภท ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ประเภทของผิวสเตนเลส

ชื่อผิว	วิธีการขัด
BA	เป็นผิวสเตนเลสแบบมันวาว มีความสะท้อนแสง 54%
2D	ผิวด้านไม่เงา มีความสะท้อนแสง 13% ผลิตโดยวิธีการรีดเย็นจากโรงงาน ตามด้วยการอบอ่อน และขจัดคราบออกไซค์ออก
2B	ลักษณะผิวจะเงาขึ้นเล็กน้อยจากผิว 2D มีความสะท้อนแสง 22% ในเกรดออสเทนนิติค (304, 316) และ 46% ในเกรดเฟอร์ริติก (410, 430)
No.4	เป็นผิวที่มีการขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 150 - 180
No.5	เป็นผิวขัด No.4 ที่ผ่านเครื่องปรับผิว (Skin pass)
No.6	เป็นผิวขัดด้วยวัสดุขัดเบอร์200 - 300
No.7	เป็นผิวขัดด้วยวัสดุขัดประเภทผ้าสักหลาด (Buffing)
No.8	ขัดผิวให้มีความเงาเหมือนกระจก (Mirror Finish) ผ่านการขัดด้วยวัสดุขัดประเภทสำลี หรือผ้าสักหลาด
HL	ขัดผิวอย่างละเอียดด้วยกระดาษทรายให้มีรอยขีดเป็นเส้นต่อเนื่องคล้ายเส้นผม (Hairline)

วิธีการขัดผิวสเตนเลสให้ได้ผิวที่เหมาะสมแก่การใช้งานนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาเช่นเดียวกันโดยวิธีการขัดที่นิยมใช้ ได้แก่ การขัดผิวด้วยกระบวนการเชิงกล นิยมใช้กับสเตเลสที่เป็นแผ่นหนา หรือสเตนเลสในลักษณะเป็นม้วน การขัดผิวด้วยกระบวนการทางเคมี นิยมใช้กับชิ้นงานสเตนเลสขนาดเล็ก และบาง เช่นสารกึ่งตัวนำ Semiconductor ซึ่งไม่เหมาะที่จะขัดด้วยกระบวนการเชิงกล การขัดผิวผิวกระบวนการทางไฟฟ้า นิยมใช้กับชิ้นงานสเตนเลสที่ต้องการความละเอียด และความสะอาดของผิวสูง เช่น อุปกรณ์ สำหรับผลิตยา หรือเครื่องสำอาง

หมายเหตุ L Grades แสดงถึง สเตนเลสนั้นมีคาร์บอนผสมอยู่น้อย Low Carbon ซึ่ง L เกรดจะเพิ่มความต้านทานพิเศษของการกักกร่อนตามขอบเกรน แม้ผ่านการเชื่อมมาแล้ว แต่สเตนเลสชนิด L เกรด ราคาจะสูงกว่าชนิดธรรมดา เช่น 304L, 316L เป็นต้น

2.7 ศึกษาสัดส่วนของมนุษย์ที่สัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์

อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549 : 71 - 83) กล่าวถึงการออกแบบโดยทั่วไป คือ การสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ รวมถึงสภาพแวดล้อมเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์เพิ่มความสะดวกสบายในการทำงาน เป็นการออกแบบตามสัดส่วนร่างกายมนุษย์ Ergonomic Design ความหมายสั้นๆ ของ Ergonomics คือ "Fitting the Job to the worker" หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Human engineering factors สามารถดัดแปลงนำไปใช้กับอะไรก็ได้ที่มนุษย์เป็นผู้ใช้สอย เป็นคำมาจากภาษากรีก

Ergon= การทำงาน(Work)

Nomas= กฎเกณฑ์ (Law)

การออกแบบที่ดีจะต้องมีข้อมูลที่สัมพันธ์กับมนุษย์และความเป็นอยู่ของมนุษย์ โดยเกี่ยวข้องกับพื้นฐานทางร่างกายมนุษย์และสังคม สำหรับนำไปสู่ขั้นตอนการออกแบบอย่างมีหลักเกณฑ์ จุดเริ่มต้นของการออกแบบจะต้องศึกษาวิชาที่เกี่ยวข้องดังนี้

มานุษยวิทยา Anthropometry คือการศึกษาขนาดสัดส่วนต่างๆ ของมนุษย์

สรีรศาสตร์ Physiology คือ วิชาว่าด้วยความสามารถในการทำงานของอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย

จิตวิทยา Psychology เกี่ยวของกับความคิด ความรู้สึก Mental และอารมณ์ Emotionalarea ซึ่งรวมเรียกว่า พฤติกรรมของมนุษย์ Human behavior พัฒนาการ Development และการแสดงออก Performance เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม

สังคมวิทยา Sociology ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสังคมมนุษย์ การออกแบบตามสัดส่วนร่างกายมนุษย์ Ergonomics เริ่มใช้ในอังกฤษเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1949 โดยจัดตั้งสมาคม The Ergonomics Research Society

สัดส่วนทางด้านกายวิภาค Anatomy ของมนุษย์เป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบ การออกแบบที่ดีจะได้ผลดีจะต้องแน่ใจว่าเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายอย่างแท้จริง การคำนึงถึงสัดส่วนใช้สอยส่วนตัวได้แก่ เกี่ยวกับมือซึ่งเป็นเครื่องมือชิ้นแรกของมนุษย์ใช้สัมผัสทำ หยิบ อุ้ม บิด และกอบทำนองเดียวกันแขนที่ช่วยในการยก อุ้ม ดึง วัตถุต่างๆ หรือแม้กระทั้งขาก็ช่วยในการเคลื่อนไหวร่างกาย เคลื่อนที่ไป

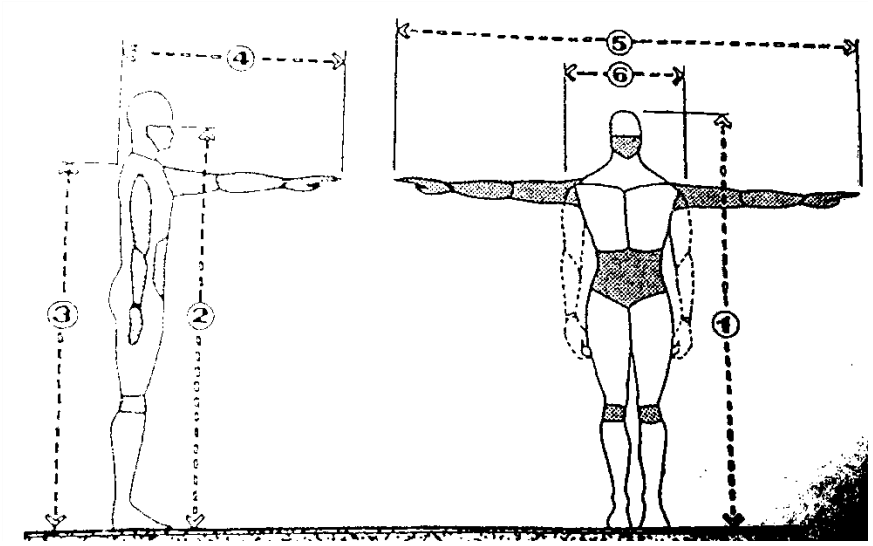
2.7.1 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และมิติวิกฤต Critical Body Dimension

ตารางที่ 2.3 การแสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่างๆของร่างกาย

หมายเลข	มิติส่วนต่างๆของร่างกาย	อัตราส่วน	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	1.000	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับตา	0.933	138.36	146.60	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4	ความสูงระดับมือ	0.437	64.80	70.18	75.11
5	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	201.55	217.45
6	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7	ความสูงระดับตา	0.460	68.21	73.87	97.70
8	ความสูงระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.354	52.49	56.85	61.33
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96	24.77
10	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20
11	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.50
12	ระยะจากหน้าทองถึงเข่า	0.223	33.07	38.81	38.63
13	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	0.254	37.66	40.79	44.01
14	ระยะจากก้นถึงเข่า	0.329	48.79	52.83	57.00
15	ความยาวของขาที่นั่ง	0.626	92.83	100.53	108.46
16	ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.51	36.29	39.15
17	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
18	ความกว้างกางแขน	1.022	151.56	164.13	177.08
19	ความกว้างระยะศอก	0.262	38.85	42.12	45.37
20	ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.63	43.83

ตารางที่ 2.4 การแสดงส่วนต่างๆ ของร่างกาย

หมายเลข	มิติส่วนต่างๆ ของร่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
5	ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
6	ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83



ภาพที่ 2.50 การแสดงภาพส่วนต่างๆของร่างกาย
ที่มา : อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549 : 75)

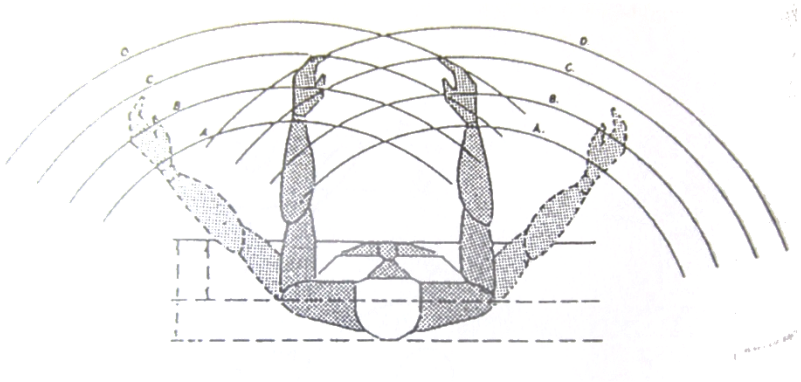
ตารางที่ 2.5 การแสดงค่าตัวเลขความสูงยืนในการปฏิบัติงาน

อายุ	ความสูง (เซนติเมตร) ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
25 - 34	148.30	160.60	170.27

2.7.2 แสดงตัวเลขขนาดรัศมีการเอื้อมในระยะต่างๆ (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)

ตารางที่ 2.6 การแสดงตัวเลขขนาดรัศมีการเอื้อมในระยะต่างๆ

	รัศมีเอื้อม		ระยะกว้าง		ระยะไกล		ระยะห่าง	ระยะเอื้อมห่างตา	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	จากตัวรถ	ชาย	หญิง
A	600	565	1530	1450	650	500	20	630	480
B	650	615	1530	1450	700	615	20	780	480
C	600	565	1530	1450	850	705	20	830	685
D	650	615	1630	1550	1000	815	20	800	795



ภาพที่ 2.51 การแสดงภาพขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบของรัศมีการเอื้อมในลักษณะต่างๆ

ที่มา : อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549 : 77)

2.7.3 ประโยชน์ของการออกแบบตามสัดส่วนร่างกายมนุษย์ ที่มีต่อระบบอุตสาหกรรม

1. การจัดระบบการทำงาน (Lay Out of Work) ได้แก่ การจัดเวลาและขั้นการทำงาน เพื่อลดเวลาที่จะเสียไป และเพิ่มผลงาน

2. การผ่อนคลายความตึงเครียด (Repetition Injuries) การทำงานในระบบการผลิตจำนวนมาก คนงานแต่ละคนจะทำงานอย่างเดียวซ้ำๆ ซาก เพื่อให้เกิดความอ่อนเพลียเมื่อยล้าเป็นสาเหตุให้เกิดอันตรายได้ง่าย ควรแก้โดยการเปลี่ยนแปลงงาน เพื่อผ่อนคลายความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ

3. การขจัดความร้อน (Heat Stress) ในสถานที่ที่มีความร้อน ผู้ทำงานจะทำงานด้วยอารมณ์ที่ไม่เป็นสุขไม่มีสมาธิควรแก้โดยใช้วัสดุสะท้อนความร้อน ระบบการระบายอากาศ

4. การให้ความสว่าง (Factory and office lighting) ปริมาณและความร้อนของแสงมีผลต่อการทำงานมาก งานต่างชนิดกันมีความต้องการแสงแตกต่างกันไป การให้แสงโดยตรงกับแสงสะท้อนก็ควรนำไปใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของงานด้วย

5. การลดเสียง (Noise) ในโรงงานอุตสาหกรรมหรือในสำนักงาน ย่อมมีเสียงรบกวนอันเกิดจากภายในหรือภายนอก ระบบการกำจัดเสียงเช่น การปลูกต้นไม้รอบโรงงานเพื่อป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก การแขวนแผ่นดูดเสียงในโรงงาน การใช้วัสดุเป็นรูพรุนหรืออ่อนนุ่มทำเป็นผนัง การใช้ผ้าม่านในสำนักงาน จะช่วยรบกวนเสียงได้มาก

6. สัญญาณหรือเครื่องหมาย (Visual Information) เครื่องหมายบอกทิศทาง บอกสัญญาณต่างๆ อาจทำขึ้นในรูปตัวหนังสือใช้สี แสง หรือสัญลักษณ์ช่วยลดอุบัติเหตุในโรงงานได้มาก

7. ขนาดสัดส่วน (Anthropometrics) การรู้ขนาดสัดส่วนต่างๆของคน ช่วยให้การออกแบบได้ผลตามความต้องการของผู้ใช้

8. สรีรศาสตร์ (Physiology) การศึกษาสรีรศาสตร์จะทำให้ทราบถึงขีดจำกัดความสามารถของอวัยวะส่วนต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการออกแบบให้มีประโยชน์ใช้สอยดียิ่งขึ้น

2.8 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประดิษฐ์ กิติวรกุล (2545 : บทคัดย่อ) การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลอกเปลือกหัวมันสำปะหลัง แนวทางในการยกระดับประสิทธิ์ภาพในการผลิต ผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังได้มีการแนะนำให้เกษตรกรปลอกเปลือกหัวมันสำปะหลังก่อน เพื่อทำให้หัวมันสำปะหลังมีสิ่งเจือปนต่ำก่อนจะส่งขายไปในโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง จึงจำเป็นสำหรับเกษตรกรเพื่อใช้ลดแรงงานในการปลอกเปลือกหัวมันสำปะหลัง

จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องปลอกเปลือกหัวมันสำปะหลังซึ่งมีขนาดเท่ากับ 80×226×116 เซนติเมตร ใช้มอเตอร์ขนาดครึ่งแรงม้าเป็นเครื่องต้นกำลังและชุดโครงรองรับส่วนต่างๆของเครื่อง

หลังจากดำเนินการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของเครื่องปลอกเปลือกหัวมันสำปะหลังแล้ว ได้มีการทดสอบและประเมินผล โดยใช้งานร่วมกับแรงงานคนหนึ่งคนพบว่าเครื่องปลอกเปลือกหัวมันสำปะหลังมีความสามารถในการทำงาน 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีประสิทธิ์ภาพการปลอกเปลือก 93% มีค่าใช้จ่ายในการทำงานด้วยเครื่องเท่ากับ 0.14 บาทต่อกิโลกรัม และมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 60.62 ชั่วโมงต่อปี

สถาพร คิดมุ่ง (2551 : บทคัดย่อ) การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ เพื่อประเมินคุณภาพของวาล์วน้ำซึ่งเป็นทางเลือกในการใช้งานในอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์

ผลสรุปในการพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็น ที่ใช้ในแม่พิมพ์ โดยมีขนาดสัดส่วนโดยรวม คือ กว้าง 57.5 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร หนา 25 เซนติเมตร กลไกประกอบด้วยช่องทางการเข้า-ออก ของน้ำ มีลูกตุ้มเป็นตัวที่เตะบอลวาล์วทำหน้าที่เปิดช่องทางการไหลของน้ำโดยมีสปริงเป็นตัวกดบอลวาล์วทำหน้าที่ปิดช่องทางการไหล ลุกตุ้มเคลื่อนที่ขึ้น-ลงในจังหวะเปิด ปิดวาล์ว โดยมีก้านลูกตุ้มที่ต่อเข้ากับกลไกการหมุนวนสลับกันของก้านลูกตุ้ม และมีปุ่มกดที่ใช้เป็นตัวควบคุมก้านลูกตุ้มให้ลูกตุ้มทำหน้าที่ขึ้นลง สลับกันไปมา

สรุปผลการวิจัยพบว่า วาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น ทดสอบคุณสมบัติทางด้าน การต้านแรงดันและอัตราการไหลของน้ำ ความสามารถในการต้านแรงดันน้ำอยู่ที่ 4.0 บาร์ ส่วนอัตราการไหลเฉลี่ยอยู่ที่ 7.77 ลิตรต่อนาที ผ่านเกณฑ์การใช้งานของระบบหล่อเย็นในงานแม่พิมพ์ แต่มีความสามารถน้อยกว่าเมื่อเทียบกับวาล์วของผลิตภัณฑ์เดิม ทั้งนี้เพราะกลไกการทำงานที่ออกแบบค่อนข้างต่างกัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบ ผู้จัดทำโครงการ ได้ศึกษาค้นคว้าและศึกษาข้อมูลเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปศึกษาวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้จัดลำดับของการดำเนินการวิจัย โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยออกเป็นเรื่องๆ ดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเพื่อการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

ประชากร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกลโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์และความชำนาญ มากกว่า 10 ปีขึ้นไป

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกลโรงงานอุตสาหรรม จำนวน 5 ท่าน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. ธเนศ ภิรมย์การ	อาจารย์ประจำคณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. อาจารย์ วิชาญ ตอรบรัมย์	อาจารย์ประจำสาขาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและคณะกรรมการสภามหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
3. คุณ สนธิ หลายเสียงเพราะ	ผู้จัดการแผนกวิศวกรรมและซ่อมบำรุงบริษัทคิทช์ประเทศไทยจำกัด

4. คุณ สมชาย กองโพธิ์	รองผู้จัดการแผนกวิศวกรรมและซ่อมบำรุง ส่วนกองงานไฟฟ้า บริษัทคิทช์ประเทศไทยจำกัด
5. คุณ นฤมล ปลอดภัย	รองผู้จัดการโรงงานและผู้จัดการแผนกควบคุมคุณภาพบริษัทคิทช์ประเทศไทยจำกัด

3.1.2 การศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

ประชากร ได้แก่ ผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd.

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ฝ่ายควบคุมคุณภาพและฝ่ายควบคุมการผลิตซึ่งเป็นผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd. จำนวน 15 คน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

ฝ่ายควบคุมและตรวจสอบคุณภาพ ประกอบด้วย ระดับรองผู้จัดการแผนก จำนวน 1 คนระดับหัวหน้าแผนก จำนวน 1 คน และระดับปฏิบัติการ จำนวน 1 คน

ฝ่ายควบคุมกระบวนการผลิต ประกอบด้วย ระดับหัวหน้าแผนกและหัวหน้าส่วน จำนวน 5 คน และระดับปฏิบัติการ จำนวน 7 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับนำมาออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่

1. เครื่องมือแบบบันทึกการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับรูปแบบการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

2. เครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นรูปแบบการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการออกแบบ
2. ด้านวัสดุ
3. ด้านวิศวกรรม

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

เครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นของเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ โดยผู้ใช้เครื่องและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องขัดผิว จำนวน 15 คน ประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบ 3 ด้านคือ

1. หน้าที่ใช้สอย
2. ความปลอดภัย
3. ความสะดวกสบายในการใช้งาน

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำตามมาตรฐาน

เครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำทองเหลือง โดยผู้ที่เกี่ยวข้องในด้านการควบคุมคุณภาพของวาล์วน้ำทองเหลือง จำนวน 5 คน ประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตา มา 3 ด้าน ดังนี้

1. สีผิวของวาล์วน้ำทองเหลือง
2. ความชัดเจนของการไหลตัวเต็มรูปร่าง
3. ความชัดเจนของตัวหนังสือ ตัวเลข

3.2.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

1. เครื่องมือแบบบันทึกการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

2. เครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับรูปแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 3 ด้าน โดยกำหนดคะแนนระดับของแบบประเมินความคิดเห็นแบบมาตรส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยแบ่งเกณฑ์การประเมินค่าได้ระดับ 5 ระดับ คือ

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 เป็นการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ เป็นคำถามชนิดปลายเปิด เกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กีเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

3.2.5 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

เครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

ตอนที่ 1 แบบความประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพจำนวน 3 ด้าน ลักษณะของแบบประเมินความคิดเห็นแบบมาตรส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยแบ่งเกณฑ์การประเมินค่า 5 ระดับ คือ

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ของผู้ใช้เป็นคำถามปลายเปิด เกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

3.2.6 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำตามมาตรฐาน

เครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำตามมาตรฐาน

ตอนที่ 1 แบบความประเมินความคิดเห็นของการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำตามมาตรฐาน จำนวน 3 ด้าน ลักษณะของแบบประเมินความคิดเห็นแบบมาตรส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยแบ่งเกณฑ์การประเมินค่า 5 ระดับ คือ

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ของผู้ใช้เป็นคำถามปลายเปิด เกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้ควบคุมและตรวจสอบคุณภาพ

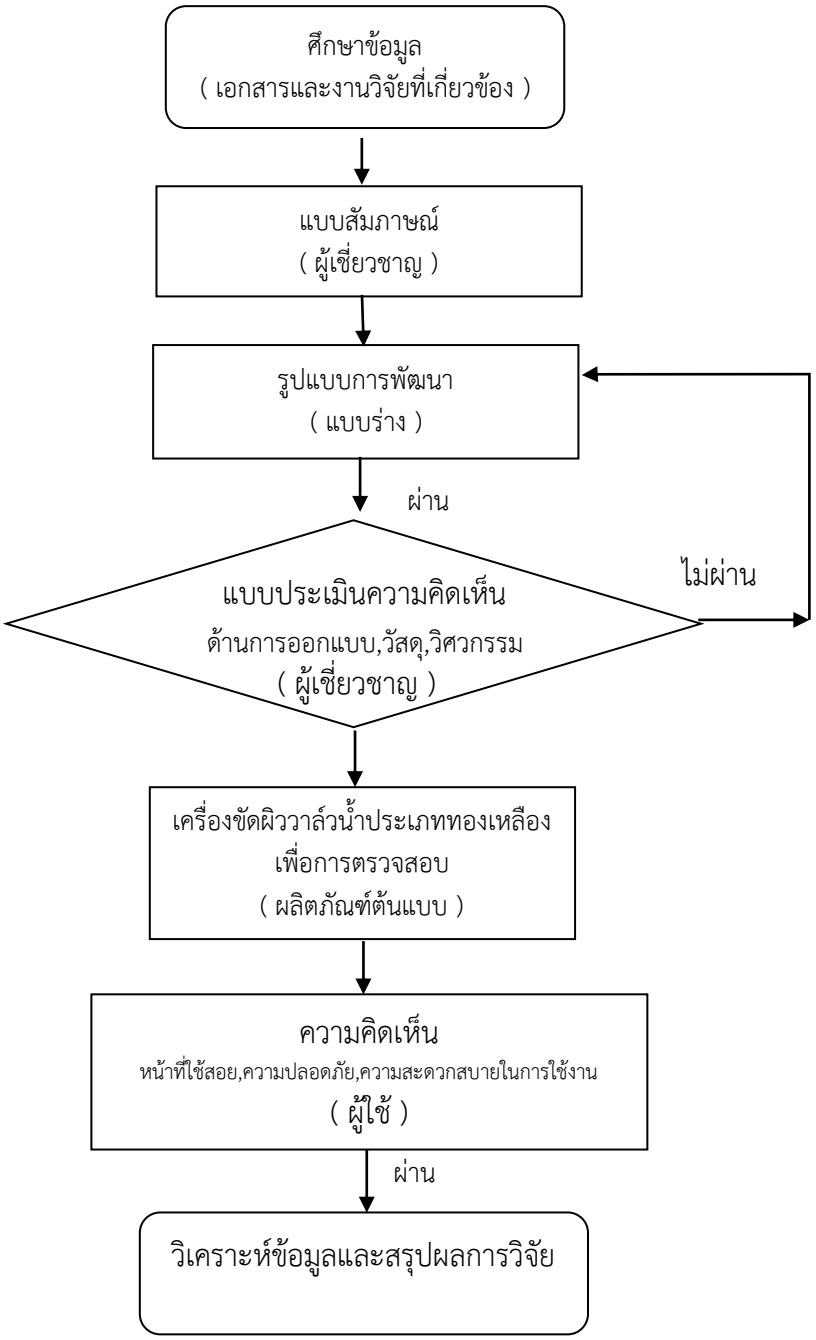
3.2.7 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยนำเครื่องมือในการวิจัยที่สร้างขึ้น นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาทำการตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของถ้อยคำ สำนวนภาษา และความชัดเจนในข้อคำถามในแบบประเมิน โดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ โดยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมโดยการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา	อาจารย์ประจำคณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง	อาจารย์ประจำคณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์ จริยา แผลงนอก	อาจารย์ประจำสาขาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

3.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและจากขั้นตอนการดำเนินงานและกรอบการวิจัย สามารถสรุปเป็นแผนภูมิขั้นตอนการดำเนินการวิจัยการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิขั้นตอนการพัฒนาเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตใช้ในการเก็บ

รวบรวมข้อมูลจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญด้าน เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

3.4.2 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้ ตรวจสอบความสมบูรณ์แบบประเมินที่ได้รับคืน

3.4.3 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ควบคุมและตรวจสอบคุณภาพ ตรวจสอบความสมบูรณ์แบบประเมินที่ได้รับคืน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

3.5.1.1 แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1.2 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย(Mean : $\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation : S.D.) วิเคราะห์เป็นรายข้อเฉพาะด้าน โดยนำเสนอในรูปแบบของตาราง พร้อมคำบรรยายใช้โปรแกรมสำเร็จรูปSPSS ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

4.50-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
2.50-3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1.00-1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

นำข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจจากผู้ใช้เครื่องเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย(Mean : X) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) ของระดับความพึงพอใจ

4.50-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
2.50-3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1.00-1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

นำข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย(Mean : X) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation : S.D.) ของผลการตรวจสอบคุณภาพ

4.50-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
2.50-3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1.00-1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

จากขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถสรุปเป็นกรอบการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 วิธีการดำเนินการวิจัยจำแนกตามวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	ประชากร	กลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูล	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	การออกแบบ	การวิเคราะห์ข้อมูล
1. เพื่อการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ	ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน	ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน	1. แบบสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ 2. แบบประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ	1. ด้านการออกแบบ 2. ด้านวัสดุที่ใช้ 3. ด้านวิศวกรรม	1. ค่าร้อยละ 2. $\bar{X}$ 3. S.D.

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) วิธีการดำเนินการวิจัยจำแนกตามวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง ผู้ให้ข้อมูล	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	การออกแบบ	การวิเคราะห์ข้อมูล
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ	ผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 15 คน	ฝ่ายควบคุมคุณภาพ จำนวน 3คน ฝ่ายควบคุมกระบวนการผลิต จำนวน 12 คน	แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลือขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ	1. ด้านหน้าที่ใช้สอย 2. ด้านความปลอดภัย 3.ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน	1. $\overline{X}$ 2. S.D.
3. เพื่อประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd	ผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 15 คน	ฝ่ายควบคุมคุณภาพ จำนวน 3 คน ฝ่ายควบคุมกระบวนการผลิต จำนวน 2 คน	แบบประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd	1. สีพื้นผิวของวาล์วน้ำทองเหลือง 2. ความชัดเจนของการไหลตัวเต็มรูปร่าง 3. ความชัดเจนของตัวหนังสือตัวเลข	1. $\overline{X}$ 2. S.D.

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพที่ทำการตรวจสอบความเที่ยงตรง(Validity) ของเครื่องมือวิจัยแล้วโดยใช้ดุลยพินิจของผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเที่ยงตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ผลการวิเคราะห์จากประเด็นการศึกษาที่สอดคล้องวัตถุประสงค์การวิจัยแยกเป็นสามส่วน ได้แก่

4.1 ผลการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

4.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

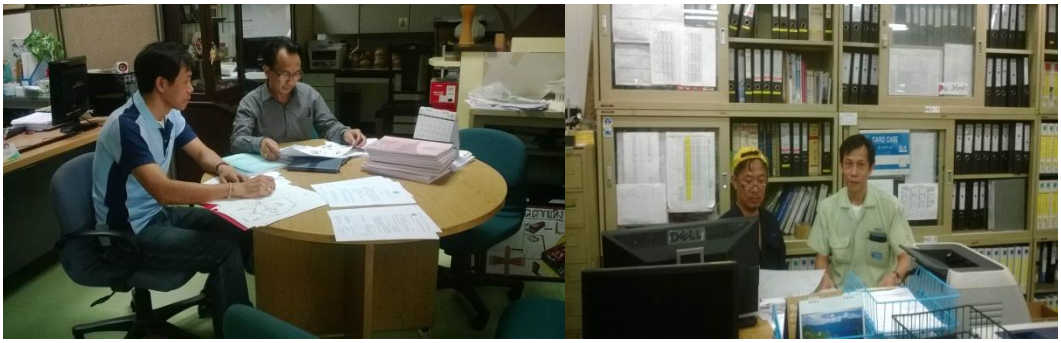
4.3 ผลการประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd.

4.1 ผลการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

โดยเครื่องมือแบบบันทึกการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างและเครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นรูปแบบการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ

ภาพที่ 4.1 แสดงภาพการเก็บข้อมูลโดยการตรวจแบบร่างโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

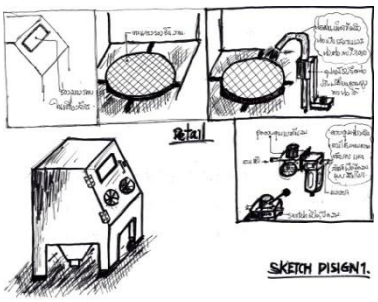
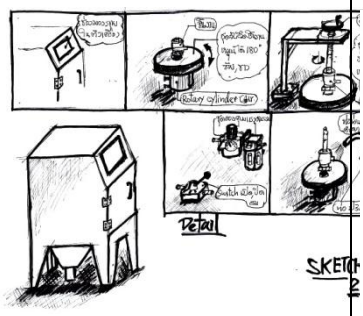
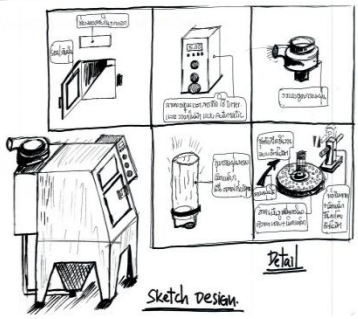
ที่มา : ถ่ายภาพโดย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์



ภาพที่ 4.1 (ต่อ) แสดงภาพการเก็บข้อมูลโดยการตรวจแบบร่างโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

ผู้ศึกษาได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลข้อมูลได้แก่ แบบประเมินด้านการออกแบบประกอบภาพจำลอง 3 แบบ ได้ผลงานการออกแบบและผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงรูปแบบและแนวคิดของภาพจำลองผลงานการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ 3 แบบ

ภาพจำลองที่ 1	**ภาพจำลองที่ 2**	**ภาพจำลองที่ 3**
		
รูปแบบและแนวคิด	**รูปแบบและแนวคิด**	**รูปแบบและแนวคิด**
ระบบการทำงานต้องอาศัยคนเป็นผู้ปฏิบัติงาน ระบบความปลอดภัยของเครื่องมีน้อย เพราะต้องยื่นมือเข้าไปในตัวเครื่อง ไม่มีอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน	ระบบกลไกการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ การบังคับควบคุมใช้ระบบลม เป็นตัวควบคุม ไม่สามารถตั้งโปรแกรมเวลาที่ใช้ในการขัดผิว	ระบบกลไกการทำงานแบบอัตโนมัติควบคู่กับระบบไฟฟ้า สามารถตั้งโปรแกรมเวลาในการขัดผิว ได้ตามตามความต้องการ หรือให้เหมาะสมกับสภาพพื้นผิวของวาล์ว มีแผ่นกรองฝุ่นจากการขัดผิว

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรมประกอบภาพร่าง แบบจำลองที่ 1 (N=5)

ที่	คุณลักษณะความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลความหมาย
1	ขนาดของเครื่องมีความพอดีกับการใช้งาน	3.80	0.83	เหมาะสมมาก
2	โครงสร้างมีความแข็งแรงปลอดภัย	2.80	1.30	เหมาะสมปานกลาง
3	ออกแบบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน	2.40	0.54	เหมะสมน้อย
4	การเลือกใช้สเตนเลสที่มีความแข็งแรง ทนทาน ทนต่อความร้อนสูง เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมปั๊มขึ้นรูปด้วยความ ร้อน	3.80	1.09	เหมาะสมมาก
5	สามารถถอดชิ้นส่วน เพื่อทำความสะอาด และทำการบำรุงรักษาได้	2.00	0.70	เหมาะสมน้อย
6	ใช้ระบบกลไกที่เหมาะสมกับการใช้งาน	2.20	0.44	เหมาะสมน้อย
7	มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	2.20	0.83	เหมาะสมน้อย
8	ผู้ใช้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งานของ เครื่องได้ไม่ยากและเข้าใจระบบการทำงานของเครื่อง	2.40	0.54	เหมาะสมน้อย
9	สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้	2.60	0.89	เหมาะสมปานกลาง
	ค่าเฉลี่ย	2.42	0.71	เหมาะสมน้อย

จากตารางที่ 4.2 พบว่าแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรม
ประกอบภาพร่าง แบบจำลองที่ 1 (N=5) สามารถแบ่งได้ตามหัวข้อดังนี้

หัวข้อ “ขนาดของเครื่องมีความพอดีกับการใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.80) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.83) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

หัวข้อ “โครงสร้างมีความแข็งแรงปลอดภัย” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 2.80) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 1.30) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

หัวข้อ “ออกแบบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 2.40) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.54) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับน้อย

หัวข้อ “การเลือกใช้สเตนเลสที่มีความแข็งแรง ทนทาน ทนต่อความร้อนสูง เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน”มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ (X = 3.80) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 1.09) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

หัวข้อ “สามารถถอดชิ้นส่วน เพื่อทำความสะอาด และทำการบำรุงรักษาได้” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 2.00) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.07) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับน้อย

หัวข้อ “ใช้ระบบกลไกที่เหมาะสมกับการใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 2.20) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.44) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับน้อย

หัวข้อ “มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 2.20) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.83) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับน้อย

หัวข้อ “ผู้ใช้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งานของเครื่องได้ไม่ยากและเข้าใจระบบการทำงานของเครื่อง” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 2.40) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.54) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับน้อย

หัวข้อ “ผู้สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 2.60) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.89 แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ผลรวมค่าเฉลี่ยข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรมประกอบภาพร่างแบบจำลองที่ 1(N=5) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่($\overline{X}$ = 2.42) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.71) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับน้อย

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรมประกอบภาพร่าง แบบจำลองที่ 2 (N=5)

ที่	คุณลักษณะความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลความหมาย
1	ขนาดของเครื่องมีความพอดีกับการใช้งาน	3.80	0.83	เหมาะสมมาก
2	โครงสร้างมีความแข็งแรงปลอดภัย	3.40	1.14	เหมาะสมปานกลาง
3	ออกแบบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน	3.60	0.54	เหมาะสมมาก
4	การเลือกใช้สเตนเลสที่มีความแข็งแรง ทนทาน ทนต่อความร้อนสูง เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมปั๊มขึ้นรูปด้วยความ ร้อน	3.60	1.34	เหมาะสมมาก
5	สามารถถอดชิ้นส่วน เพื่อทำความสะอาด และทำการ	2.6	0.5	เหมาะสม

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

	บำรุงรักษาได้	0	4	ปานกลาง
6	ใช้ระบบกลไกที่เหมาะสมกับการใช้งาน	3.20	0.83	เหมาะสมปานกลาง
7	มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	3.00	0.70	เหมาะสมปานกลาง
8	ผู้ใช้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งานของเครื่องได้ไม่ยากและเข้าใจระบบการทำงานของเครื่อง	3.00	0.00	เหมาะสมปานกลาง
9	สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้	3.00	0.70	เหมาะสมปานกลาง
	ค่าเฉลี่ย	2.92	0.66	เหมาะสมปานกลาง

จากตารางที่ 4.3 พบว่าแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรมประกอบภาพร่าง แบบจำลองที่ 2(N=5) สามารถแบ่งได้ตามหัวข้อดังนี้

หัวข้อ “ขนาดของเครื่องมีความพอดีกับการใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.80) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.83) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

หัวข้อ “โครงสร้างมีความแข็งแรงปลอดภัย” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.40) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 1.30) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

หัวข้อ “ออกแบบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.60) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.54) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

หัวข้อ “การเลือกใช้สเตนเลสที่มีความแข็งแรง ทนทาน ทนต่อความร้อนสูง เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน”มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.60) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 1.34) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

หัวข้อ “สามารถถอดชิ้นส่วน เพื่อทำความสะอาด และทำการบำรุงรักษาได้” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 2.60) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.54) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

หัวข้อ “ใช้ระบบกลไกที่เหมาะสมกับการใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.20) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.83) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

หัวข้อ “มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.00) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.70) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

หัวข้อ “ผู้ใช้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งานของเครื่องได้ไม่ยากและเข้าใจระบบการทำงานของเครื่อง” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 2.40) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.54) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับน้อย

หัวข้อ “ผู้สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.00) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.70) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ผลรวมค่าเฉลี่ยข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรมประกอบภาพร่าง แบบจำลองที่ 2(N=5) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.92 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.66 แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรมประกอบภาพร่าง แบบจำลองที่ 3 (N=5)

ที่	คุณลักษณะความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลความหมาย
1	ขนาดของเครื่องมีความพอดีกับการใช้งาน	4.60	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
2	โครงสร้างมีความแข็งแรงปลอดภัย	4.60	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
3	ออกแบบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน	4.20	0.44	เหมาะสมมาก
4	การเลือกใช้สเตนเลสที่มีความแข็งแรง ทนทาน ทนต่อความร้อนสูง เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมปั๊มขึ้นรูปด้วยความ ร้อน	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
5	สามารถถอดชิ้นส่วน เพื่อทำความสะอาด และทำการบำรุงรักษาได้	4.60	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
6	ใช้ระบบกลไกที่เหมาะสมกับการใช้งาน	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
7	มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.60	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
8	ผู้ใช้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งานของ เครื่องได้ไม่ยากและเข้าใจระบบการทำงานของเครื่อง	4.00	0.70	เหมาะสมมาก
9	สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้	4.40	0.54	เหมาะสมมาก
	ค่าเฉลี่ย	4.10	0.38	เหมาะสมมาก

จากตารางที่ 4.4 พบว่าแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรมประกอบภาพร่าง แบบจำลองที่ 3 (N=5) สามารถแบ่งได้ตามหัวข้อดังนี้

หัวข้อ “ขนาดของเครื่องมีความพอดีกับการใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.60) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.54) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “โครงสร้างมีความแข็งแรงปลอดภัย” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.60) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.54) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “ออกแบบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.20) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.44) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

หัวข้อ “การเลือกใช้สเตนเลสที่มีความแข็งแรง ทนทาน ทนต่อความร้อนสูง เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน”มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 5.00) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.00) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “สามารถถอดชิ้นส่วน เพื่อทำความสะอาด และทำการบำรุงรักษาได้” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.60) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.54) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

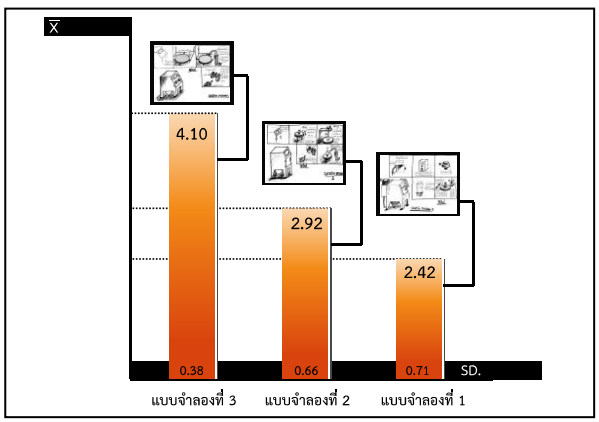
หัวข้อ “ใช้ระบบกลไกที่เหมาะสมกับการใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 5.00) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.00) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.60) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.54) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

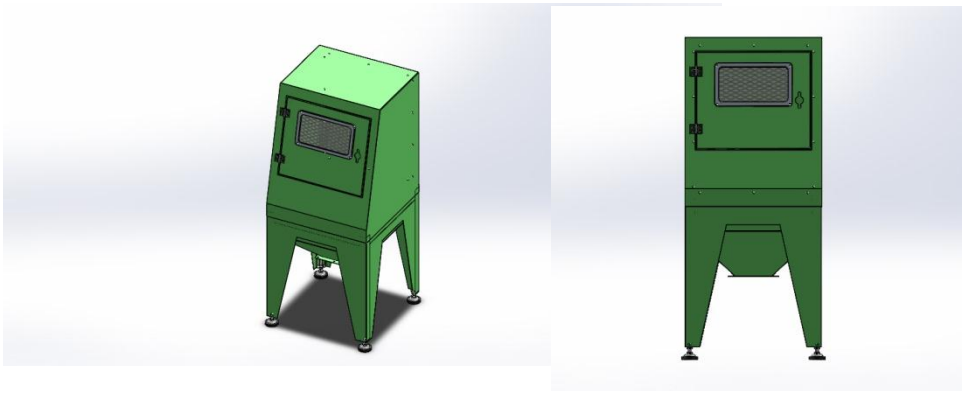
หัวข้อ “ผู้ใช้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งานของเครื่องได้ไม่ยากและเข้าใจระบบการทำงานของเครื่อง” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.00) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.70) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

หัวข้อ “ผู้สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.40) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.54) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

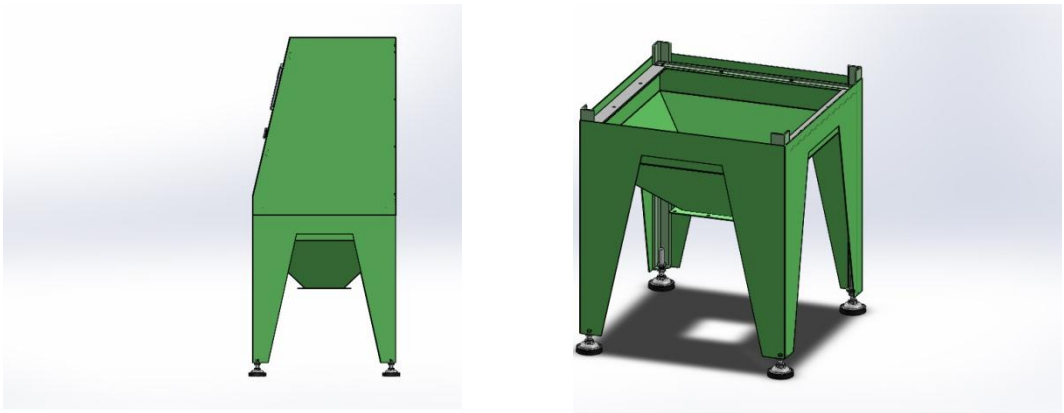
ผลรวมค่าเฉลี่ยข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรมประกอบภาพร่างแบบจำลองที่ 3(N=5) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.10) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.38) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก



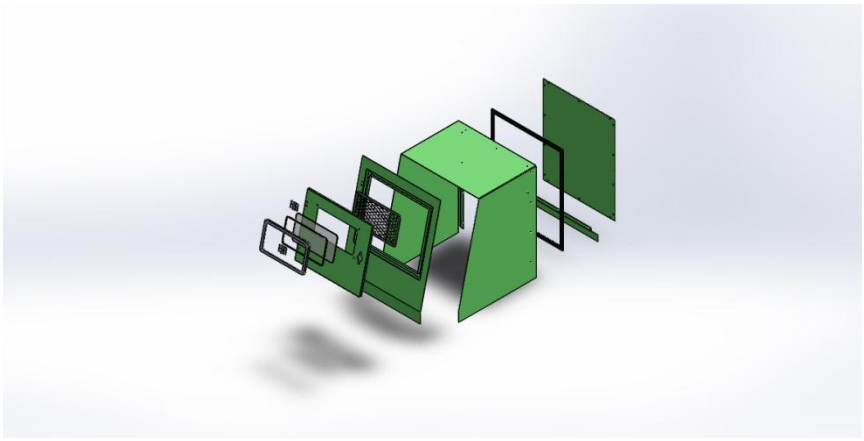
ภาพที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ผลรวมค่าเฉลี่ยข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรม ภาพร่างของแบบจำลองที่ 1-3



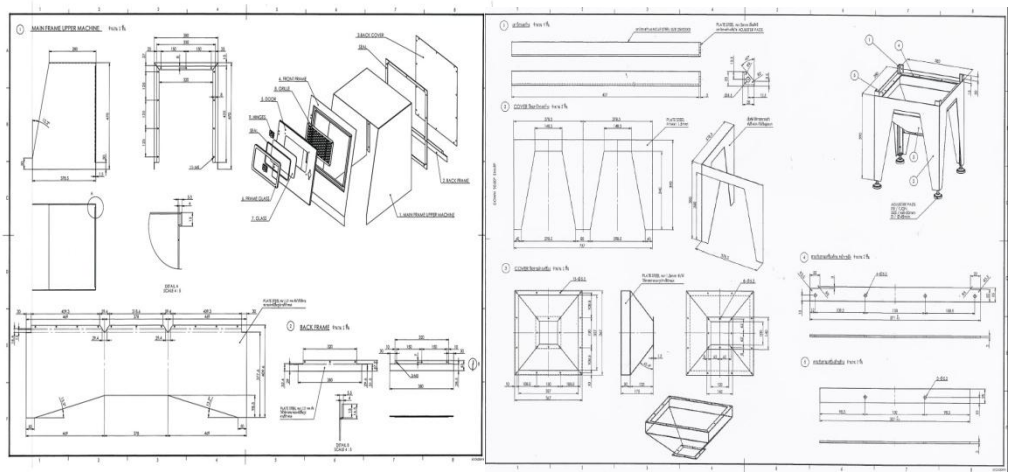
ภาพที่ 4.3 แสดงภาพเสมือนของเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อ การตรวจสอบคุณภาพ



ภาพที่ 4.4 แสดงภาพเสมือนจริงของเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อ การตรวจสอบคุณภาพ



ภาพที่ 4.5 แสดงภาพเสมือนจริงส่วนครึ่งบนของเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็ก เพื่อการตรวจสอบคุณภาพ



ภาพที่ 4.7 แสดงถึงการออกแบบส่วนบน ล่างของเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

4.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

โดยใช้เครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นของเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ โดยผู้ใช้เครื่องและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องขัดผิว จำนวน 15 คน

ภาพที่ 4.8 แสดงกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานและหัวหน้างานตอบแบบสอบถามหลังการทดลองใช้เครื่องจริง

ที่มา : ถ่ายภาพโดย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

โดยการนำเสนอผลการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยได้จำแนก กลุ่มเป้าหมายที่ตอบแบบสำรวจ ออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ ฝ่ายควบคุมคุณภาพ จำนวน 3 คน ฝ่ายควบคุมกระบวนการผลิตจำนวน 12 คน ผลการวิเคราะห์จาก การตอบแบบสอบถามความพึงพอใจโดยผู้ใช้เครื่องและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องขัดผิว จำนวน 15 คน แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมินและแบบประเมินความพึงพอใจในการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพโดยพิจารณารูปแบบผลิตภัณฑ์จากภาพจำลอง 3 แบบ มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 จำนวนและร้อยละข้อมูลข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมิน จำนวน 15 คน

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
- ชาย	14	93.4
- หญิง	1	6.6
2. อายุ		
- ต่ำกว่า 20 ปี	0	0
- 21 – 30 ปี	4	26.7
- 3 1- 40 ปี	4	26.7
- 40 ปีขึ้นไป	7	46.7

ตารางที่4.5 (ต่อ) จำนวนและร้อยละข้อมูลข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมิน จำนวน 15 คน

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
3. อายุการทำงาน		
- ต่ำกว่า 1 ปี	0	0
- 1-3 ปี	3	20
- 3-5 ปี	0	0
- 5-10 ปี	3	20
- มากกว่า 10 ปี	9	60

4. ตำแหน่ง		
- พนักงานทดลองงาน	0	0
- พนักงานประจำ	7	46
- หัวหน้างาน	7	46.7
- วิศวกร	0	0
- ผู้จัดการ	0	0

ตารางที่ 4.5 จากการเก็บข้อมูลกลุ่มประชากรจำนวน 15 คนพบว่าผู้ตอบแบบประเมินทั้งหมด เป็นเพศชาย จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 93.4 เพศหญิง จำนวน 1 คนคิดเป็นร้อยละ6.6 ส่วนใหญ่อายุ40 ปีขึ้นไป จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.7อายุ 21-30 ปี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 26.7อายุ 31-40 ปี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 26.7 อายุการทำงานส่วนใหญ่ของผู้ตอบแบบประเมินอายุการทำงาน มากกว่า 10 ปี จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.7รองลงมา มีอายุการทำงาน 5-10 ปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และอายุการทำงาน 1-3 ปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20 โดยผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีตำแหน่งพนักงานประจำ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.3 และมีตำแหน่งหัวหน้างาน จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ46.7

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ความพึงพอใจโดยผู้ใช้เครื่องและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องขัดผิว (N=15)

ที่	คุณลักษณะความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลความหมาย
1	**ด้านหน้าที่ประโยชน์ใช้สอย** 1.1 ตัวเครื่องมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน	4.53	0.51	เหมาะสมมากที่สุด
2	1.2 ความสามารถในการขัดผิววาล์วได้สี เหลืองทอ ตามที่ต้องการ	4.53	0.51	เหมาะสมมากที่สุด
3	1.3 สามารถมองเห็น ตัวหนังสือ ตัวเลขการหลุดร่อนของผิว	4.67	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
4	1.4 สามารถมองเห็นการไหลตัวไม่เต็มรูปร่างได้อย่างชัดเจน	4.60	0.50	เหมาะสมมากที่สุด
5	**ด้านความปลอดภัย** 2.1 ความปลอดภัยของระบบกลไกการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่องจักร	4.60	0.50	เหมาะสมมากที่สุด

6	2.2 ความปลอดภัยของระบบควบคุม ไฟฟ้านำมาใช้ กับเครื่องจักร	4.53	0.74	เหมาะสมมากที่สุด
7	2.3 ความปลอดภัยของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างของเครื่อง	4.20	0.56	เหมาะสมมาก
8	2.4 ความปลอดภัยต่อพฤติกรรมการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่อง	4.40	0.50	เหมาะสมมาก
9	**ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน** 3.1 ออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน	4.80	0.41	เหมาะสมมากที่สุด
10	3.2 ระบบกลไก ของเครื่องใช้งานได้ง่าย	4.73	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
11	3.3 มีความสะดวกสบายในการทำความสะอาดและการซ่อมบำรุง	4.60	0.50	เหมาะสมมากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	4.56	0.51	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 4.6 พบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลความพึงพอใจโดยผู้ใช้เครื่องและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องขัดผิว (N=15)

ด้านหน้าที่ประโยชน์ใช้สอย

หัวข้อ “ตัวเครื่องมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.53) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.51) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “ความสามารถในการขัดผิววาล์วได้สี เหลืองทอง ตามที่ต้องการ” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.53) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.51) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “สามารถมองเห็น ตัวหนังสือ ตัวเลขการหลุดร่อนของผิว” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.67) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.48) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “สามารถมองเห็นการไหลตัวไม่เต็มรูปร่างได้อย่างชัดเจน”มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.60) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.50) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ด้านความปลอดภัย

หัวข้อ “ความปลอดภัยของระบบกลไกการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่องจักร” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.60) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.50) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “ความปลอดภัยของระบบควบคุม ไฟฟ้านำมาใช้ กับเครื่องจักร” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.53) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.74) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “ความปลอดภัยของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างของเครื่อง” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.20) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.56) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

หัวข้อ “ความปลอดภัยต่อพฤติกรรมการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่อง” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.40) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.50) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

หัวข้อ “ออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.80) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.45) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “ระบบกลไก ของเครื่องใช้งานได้ง่าย” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.73) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.41) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

หัวข้อ “มีความสะดวกสบายในการทำความสะอาดและการซ่อมบำรุง” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.60) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.50) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ผลรวมค่าเฉลี่ยข้อมูล แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลความพึงพอใจโดยผู้ใช้เครื่องและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องขัดผิว (N=15) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.56) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.51) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4.3 ผลการประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd.

โดยเครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำทองเหลือง โดยผู้ที่เกี่ยวข้องในด้านการควบคุมคุณภาพของวาล์วน้ำทองเหลือง จำนวน 3 คน

ภาพที่ 4.9 แสดงกลุ่มตัวอย่างผู้ตรวจสอบคุณภาพและหัวหน้างานตอบแบบสอบถามหลังการทดลองใช้เครื่องจริง

ที่มา : ถ่ายภาพโดย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

จากกลุ่มประชากร ได้แก่ ผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd. ฝ่ายควบคุมคุณภาพและฝ่ายควบคุมการผลิตซึ่งเป็นผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd. จำนวน 15 คน ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ฝ่ายควบคุมคุณภาพและฝ่ายควบคุมการผลิตซึ่งเป็นผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd. โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ได้ฝ่ายควบคุมและตรวจสอบคุณภาพ ประกอบด้วย ระดับหัวหน้าแผนก จำนวน 3 คน ฝ่ายควบคุมกระบวนการผลิต ประกอบด้วย ระดับหัวหน้าส่วนและหัวหน้าแผนก 2 คนดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่4.7 จำนวนและร้อยละข้อมูลข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมิน จำนวน 5 คน

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
- ชาย	1	20
- หญิง	4	80
2. อายุ		
- ต่ำกว่า 20 ปี	0	0
- 21 – 30 ปี	1	20
- 3 1- 40 ปี	3	60
- 40 ปีขึ้นไป	1	20
3. อายุการทำงาน		
- ต่ำกว่า 1 ปี	0	0
- 1-3 ปี	1	20
- 3-5 ปี	0	0
- 5-10 ปี	2	40

- มากกว่า 10 ปี	2	40

ตารางที่4.7(ต่อ) จำนวนและร้อยละข้อมูลข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมิน จำนวน 5 คน

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
4. ตำแหน่ง		
- พนักงานทดลองงาน	0	0
- พนักงานประจำ	2	40
- หัวหน้างาน	2	40
- วิศวกร	0	0
- ผู้จัดการ	1	20

ตารางที่ 4.7 จากการเก็บข้อมูลกลุ่มประชากรจำนวน 5 คนพบว่าผู้ตอบแบบประเมินส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิงจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 80เพศชาย จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ส่วนใหญ่อายุ 31-40 ปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60อายุ 21-30 ปี จำนวน 4=1 คน คิดเป็นร้อยละ 20อายุ 31-40 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20 อายุการทำงานของผู้ตอบแบบประเมินอายุการทำงาน มากกว่า 10 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 อายุการทำงาน 5-10 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 อายุการทำงาน 1-3 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20 โดยผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีตำแหน่งพนักงานประจำ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ตำแหน่งหัวหน้างาน จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 และมีตำแหน่งผู้จัดการ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล การประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd. (N=5)

ที่	คุณลักษณะความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลความหมาย
1	สีผิวของวาล์วน้ำที่ผ่านการขัดด้วยเครื่องเป็นสีเหลืองทอง (สีธรรมชาติทองเหลือง)	5.0	0.0	เหมาะสมมากที่สุด
2	สามารถมองเห็นพื้นผิวของวาล์วได้อย่างชัดเจน	4.80	0.44	เหมาะสมมากที่สุด
3	สามารถมองเห็น ความชัดเจนของการไหลตัวเต็มรูปร่างได้อย่างชัดเจน	4.80	0.44	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล การประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd. (N=5)

ที่	คุณลักษณะความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลความหมาย
4	สามารถมองเห็น ความสมบูรณ์ของรูปร่าง ลักษณะภายนอก ได้อย่างชัดเจน	4.80	0.44	เหมาะสมมากที่สุด
5	สามารถมองเห็น การหลุดร่อนของผิว ภายนอก ได้อย่างชัดเจน	4.20	0.44	เหมาะสมมาก
6	สามารถมองเห็น การหลุดร่อนของตัวหนังสือ ได้อย่างชัดเจน	4.20	0.44	เหมาะสมมาก
7	สามารถมองเห็น การหลุดร่อนของ ตัวเลขได้ อย่างชัดเจน	4.20	0.44	เหมาะสมมาก
8	สามารถมองเห็น ความสมบูรณ์ของตัวหนังสือ ตัวเลข ได้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	4.62	0.33	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 4.8 พบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูล การประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd. (N=5)

หัวข้อ “สีผิวของวาล์วน้ำที่ผ่านการขัดด้วยเครื่องเป็นสีเหลืองทอง (สีธรรมชาติทองเหลือง)” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 5.00) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.0) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “สามารถมองเห็นพื้นผิวของวาล์วได้อย่างชัดเจน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.80) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.44) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “สามารถมองเห็น ความชัดเจนของการไหลตัวเต็มรูปร่าง ได้อย่างชัดเจน” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.80) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.44) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “สามารถมองเห็น ความสมบูรณ์ของรูปร่าง ลักษณะภายนอก ได้อย่างชัดเจน”มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.80) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.44) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

หัวข้อ “สามารถมองเห็น การหลุดร่อนของผิว ภายนอก ได้อย่างชัดเจน”มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่

($\overline{X}$ = 4.20) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.44) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

หัวข้อ “สามารถมองเห็น การหลุด**ร่**อนของตัวหนังสือ ได้อย่างชัดเจน”มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.20) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.44) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

หัวข้อ “สามารถมองเห็น การหลุดร่อนของ ตัวเลขได้ อย่างชัดเจน”มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.20) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.44) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

หัวข้อ “สามารถมองเห็น ความสมบูรณ์ของตัวหนังสือ ตัวเลข ได้อย่างชัดเจน”มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 5.00) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.00) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพโดยสรุปผลและอภิปรายผลและมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

5.1.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

5.1.3 เพื่อประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd.

5.2 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งขอบเขตของการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา 3 ข้อ และมีตัวแปรที่ทำการศึกษา ดังนี้

5.2.1 ตัวแปรที่ทำการศึกษา

ตัวแปรต้นได้แก่ เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความพึงพอใจต่อเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กที่ได้ตรงต่อความต้องการ

5.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.2.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเพื่อการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

ประชากร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกลโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์และความชำนาญ มากกว่า 10 ปีขึ้นไป

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกลโรงงานอุตสาหรรม จำนวน 5 ท่าน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

5.2.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

ประชากร ได้แก่ ผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd.

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ฝ่ายควบคุมคุณภาพและฝ่ายควบคุมการผลิตซึ่งเป็นผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd. จำนวน 15 คน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

5.2.2.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd.

ประชากร ได้แก่ ผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd.

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ฝ่ายควบคุมคุณภาพซึ่งเป็นผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ของบริษัท KITZ Thailand Ltd. จำนวน 3 คน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งตามขั้นตอนในแต่ละวัตถุประสงค์หลักของการวิจัย 3 ข้อ ดังนี้

5.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับนำมาออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่

1. เครื่องมือแบบบันทึกการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับรูปแบบการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

2. เครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นรูปแบบการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 3 ด้าน ดังนี้

1) ด้านการออกแบบ

2) ด้านวัสดุ

3) ด้านวิศวกรรม

5.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

เครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นของเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ โดยผู้ใช้เครื่องและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องขัดผิว จำนวน 15 คน ประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วทองเหลืองเพื่อการตรวจสอบ 3 ด้านคือ

1) หน้าที่ใช้สอย

2) ความปลอดภัย

3) ความสะดวกสบายในการใช้งาน

5.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำตามมาตรฐาน เครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำทองเหลือง โดยผู้ที่เกี่ยวข้องในด้านการควบคุมคุณภาพของวาล์วน้ำทองเหลือง จำนวน 5 คน ประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตา มา 3 ด้าน ดังนี้

1) สีผิวของวาล์วน้ำทองเหลือง

2) ความชัดเจนของการไหลตัวเต็มรูปร่าง

3) ความชัดเจนของตัวหนังสือ ตัวเลข

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและได้ทำการวิเคราะห์ได้ผลการศึกษาวิจัยโดยแบ่งตามวัตถุประสงค์ในการศึกษา ดังนี้

5.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรมประกอบภาพร่างแบบจำลอง 3 แบบ (N=5) สามารถแบ่งได้ตามหัวข้อดังนี้

1. ขนาดของเครื่องมีความพอดีกับการใช้งาน
2. โครงสร้างมีความแข็งแรงปลอดภัย
3. ออกแบบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน
4. การเลือกใช้สเตนเลสที่มีความแข็งแรง ทนทาน ทนต่อความร้อนสูง เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน
5. สามารถถอดชิ้นส่วน เพื่อทำความสะอาด และทำการบำรุงรักษาได้
6. ใช้ระบบกลไกที่เหมาะสมกับการใช้งาน
7. มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน
8. ผู้ใช้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งานของเครื่องได้ไม่ยากและเข้าใจระบบการทำงานของเครื่อง
9. ผู้สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้

ผลรวมค่าเฉลี่ยข้อมูลแบบจำลองที่ 1 (N=5) ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 2.42) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.71) แปลความหมายว่ามีความเหมาะสมในระดับน้อย

ผลรวมค่าเฉลี่ยข้อมูลแบบจำลองที่ 2(N=5) ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 2.92) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.66) แปลความหมายว่ามีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ผลรวมค่าเฉลี่ยข้อมูลแบบจำลองที่ 3(N=5) ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.10) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.38) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

ผู้วิจัยได้แบบจำลองที่ 3 ซึ่งมีค่าของผลรวมเฉลี่ยในมากที่สุด ไปทำการปรับปรุงและพัฒนาเป็นต้นแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อนำไปทำการประเมินผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

5.4.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นของเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ โดยผู้ใช้เครื่องและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องขัดผิว จำนวน 15 คน สามารถแบ่งได้ตามหัวข้อดังนี้

ด้านหน้าที่ประโยชน์ใช้สอย

1. ตัวเครื่องมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน
2. ความสามารถในการขัดผิววาล์วได้สี เหลืองทอง ตามที่ต้องการช
3. สามารถมองเห็น ตัวหนังสือ ตัวเลขการหลุดร่อนของผิว
4. สามารถมองเห็นการไหลตัวไม่เต็มรูปร่างได้อย่างชัดเจน

ด้านความปลอดภัย

1. ความปลอดภัยของระบบกลไกการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่องจักร
2. ความปลอดภัยของระบบควบคุม ไฟฟ้านำมาใช้ กับเครื่องจักร
3. ความปลอดภัยของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างของเครื่อง
4. ความปลอดภัยต่อพฤติกรรมการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่อง

ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

1. ออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน
2. ระบบกลไก ของเครื่องใช้งานได้ง่าย
3. มีความสะดวกสบายในการทำความสะอาดและการซ่อมบำรุง

ผลรวมค่าเฉลี่ยข้อมูล แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลความพึงพอใจโดยผู้ใช้เครื่องและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องขัดผิว (N=15) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.56) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.51) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

5.4.3 ผลการประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd.โดยเครื่องมือแบบประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำทองเหลือง โดยผู้ที่เกี่ยวข้องในด้านการควบคุมคุณภาพของวาล์วน้ำทองเหลือง จำนวน 5 คนสามารถแบ่งได้ตามหัวข้อดังนี้

1. สีผิวของวาล์วน้ำที่ผ่านการขัดด้วยเครื่องเป็นสีเหลืองทอง (สีธรรมชาติทองเหลือง
2. สามารถมองเห็นพื้นผิวของวาล์วได้อย่างชัดเจน

3. สามารถมองเห็น ความชัดเจนของการไหลตัวเต็มรูปร่าง ได้อย่างชัดเจน
4. สามารถมองเห็น ความสมบูรณ์ของรูปร่าง ลักษณะภายนอก ได้อย่างชัดเจน
5. สามารถมองเห็น การหลุดร่อนของผิว ภายนอก ได้อย่างชัดเจน
6. สามารถมองเห็น การหลุดร่อนของตัวหนังสือ ได้อย่างชัดเจน
7. สามารถมองเห็น การหลุดร่อนของ ตัวเลขได้ อย่างชัดเจน
8. สามารถมองเห็น ความสมบูรณ์ของตัวหนังสือ ตัวเลข ได้อย่างชัดเจน

ผลรวมค่าเฉลี่ยข้อมูลการประเมินความคิดเห็นด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd. มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.62) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.33) แปลความหมายว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

5.5 อภิปรายผล

จากการลงพื้นที่ศึกษา พบว่า การผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองที่ใช้เทคโนโลยีทางด้านการผลิตแบบการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน (Hot Forging) เป็นวิธีการผลิตที่มีประสิทธิ์ภาพ ความสามารถในการผลิตที่ได้ต่อชั่วโมงสูง วาล์วน้ำทองเหลืองที่ผ่านการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน ผิวของวาล์วจะมีสีเทา และสีเทาปนดำ การตรวจสอบคุณภาพเป็นการตรวจสอบเพียงเบื้องต้นด้วยสายตา เป็นที่ยากต่อการตรวจสอบคุณภาพ พื้นผิวภายนอกมีการหลุดร่อน รวมถึงตัวหนังสือ ตัวเลข และรูปร่างภายนอก ไม่สมบูรณ์ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนเป็นจำนวนมาก ปัญหานี้ส่งผลให้ มีวาล์วที่ไม่ได้คุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า(วาล์วเสีย หรือ Defect) หลุดลอดปนไปกับวาล์วดี ส่งผลเสียต่อสถานประกอบการในหลายๆด้าน ข้อมูลจากหน่วยงานที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยพบว่าจากเดือน มกราคม ถึงเดือน มิถุนายน ปี 2556 มีวาล์วน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตด้วยกรรมวิธีการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อนแยกเป็นวาล์วดีจำนวน 17,705,155 ชิ้น และแยกเป็นวาล์วเสียจำนวน 163,023 ชิ้น คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 0.92 หรือคิดเป็นน้ำหนักของวัตถุดิบ (ทองเหลือง) แยกเป็นวาล์วดีจำนวน 3,155,769 กิโลกรัม และแยกเป็นวาล์วเสีย 69,375 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 2.20 กรณีคิดเป็นจำนวนเงินจะมีมูลค่าทางการค้าอยู่ที่ 13,597,500 บาท การพัฒนารูปแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพจึงอยู่ภายใต้กรอบแนวคิดของการวิจัย เพื่อให้มีประสิทธิภาพของการใช้งานสูงสุดเชื่อมโยงไปถึงวิธีการแก้ปัญหาในงานออกแบบโดยได้แนวทางในการออกแบบเป็นผลการวิเคราะห์การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ 1.วาล์วน้ำทองเหลืองที่ผ่านการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน ผิวของวาล์วจะมีสีเทา และสีเทาปนดำ ยากต่อการตรวจสอบคุณภาพ พื้นผิวภายนอกและตัวหนังสือ ตัวเลขมีการหลุดร่อน ตัวหนังสือและตัวเลขไม่ชัดเจน การไหลตัวไม่เต็มรูปร่าง 2.การตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นด้วยสายตา ยากต่อการตรวจสอบคุณภาพ 3.สภาพสีผิวของวาล์วที่ผ่านเครื่องจะต้องได้สีเหลืองทอง(สีธรรมชาติของทองเหลือง)มองเห็นพื้นผิว ตัวหนังสือและตัวเลข การไหลตัวไม่เต็มรูปร่างได้อย่างชัดเจน โดยหลักเกณฑ์การพิจารณาในการออกแบบสร้างเครื่องผู้วิจัยได้เลือกมา 3 ข้อ ได้แก่

1. วัสดุที่ใช้

2. เทคโนโลยี

3. ความปลอดภัย

แนวคิดในการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ผู้วิจัยเลือกมา 3 ข้อ ได้แก่

1. หน้าที่ใช้สอย

2. ความปลอดภัย

3. ความสะดวกสบายในการใช้งาน

แนวคิดในการศึกษาการตรวจสอบคุณภาพของวาล์วน้ำทองเหลืองที่ผ่านการขัดผิวด้วยเครื่อง ใช้เกณฑ์การตัดสินมาตรฐานตามระบบคุณภาพของ KITZ Thailand Ltd ด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำทองเหลืองด้วยสายตา มา 3 ข้อดังนี้

1. สีผิววาล์วน้ำทองเหลือง

2. ความชัดเจนของการไหลตัวเต็มรูปร่าง

3. ความชัดเจนของตัวหนังสือ ตัวเลข

เมื่อผู้วิจัยทำการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ได้ผลงานการออกแบบทั้งสิ้น 3 แบบ โดยมีแนวคิดและรูปแบบในการออกแบบคือ

แบบที่1 ระบบการทำงานอาศัยคนเป็นผู้ปฏิบัติงานตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการจนเสร็จ ไม่มีอุปกรณ์ช่วยจับยึดชิ้นงาน ต้นทุนในการผลิตเครื่องต่ำมาก

แบบที่2 ระบบการทำงานมีกลไกการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ การบังคับควบคุมใช้ระบบลมบางส่วนเป็นตัวควบคุม ไม่สามารถตั้งโปรแกรมเวลาที่ใช้ในการขัดผิวต้นทุนการผลิตเครื่องต่ำ

แบบที่3 ระบบกลไกการทำงานแบบอัตโนมัติ การบังคับควบคุมใช้ระบบลมและไฟฟ้าเป็นตัวควบคุม สามารถตั้งโปรแกรมเวลาในการขัดผิวได้ตามตามความต้องการ หรือให้เหมาะสมกับสภาพพื้นผิวของวาล์ว มีแผ่นกรองฝุ่นจากการขัดผิวต้นทุนการผลิตปานกลาง

นำไปสัมภาษณ์ความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ และความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ได้ข้อเสนอแนะว่า การออกแบบกลไกการจับยึดชิ้นงานไม่ควรใช้ระบบแบบมีแกนกลางดันจากข้างบนลงมาหาตัวชิ้นงาน ควรมีกลไกการจับยึดที่อยู่ในชุดเดียวกันกับเพลาหมุน เพื่อความสะดวกต่อการใช้งานและมีความเหมาะสมกับงานที่จะนำไปใช้ การนำระบบไฟฟ้ามาใช้ควรพิจารณาเพิ่มเติมในส่วนของการทำงานที่จะอำนวยความสะดวกในการแก้ไขหรือปรับเปลี่ยนการทำงานที่เพิ่มขึ้นในอนาคตของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ข้อเสนอแนะของผู้ใช้งาน ด้านความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ เช่น สามารถใช้งานได้กับเกจวาล์วหรือวาล์วประเภทประตู ขนาดเล็กสุดจนถึงขนาดใหญ่สุด บอลวาล์วที่มีรูปทรงที่หลากหลาย ขนาดของวาล์วที่รองรับขนาดที่ใหญ่ขึ้นอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานควรมีการปรับเปลี่ยนที่ง่ายและสะดวกเหมาะสมกับความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่

โดยในการประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ด้านความสะดวกสบายมีค่ามากที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.80) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.51) และในการประเมินผลด้านการตรวจสอบคุณภาพวาล์วน้ำด้วยสายตาตามมาตรฐาน KITZ Thailand Ltd.จากฝ่ายควบคุมคุณภาพและฝ่ายควบคุมการผลิต พบว่า สีผิวของวาล์วน้ำที่ผ่านการขัดด้วยเครื่องเป็นสีเหลืองทอง (สีธรรมชาติทองเหลือง) อยู่ในระดับมากที่สุด มี

ค่าเฉลี่ยที่ ($\overline{X}$ = 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.00) และสามารถมองเห็น ความสมบูรณ์ของตัวหนังสือ ตัวเลข ได้อย่างชัดเจน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ (SD = 0.00)

5.6 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

5.6.1 การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ควรพิจารณาเพิ่มเติมด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานหัวหน้างานและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่มีต่อเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ในด้านความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ เช่น สามารถใช้งานได้กับเกจวาล์วหรือวาล์วประเภทประตู ขนาดเล็กสุดจนถึงขนาดใหญ่สุด บอลวาล์วที่มีรูปทรงที่หลากหลายขนาดของวาล์วที่รองรับขนาดที่ใหญ่ขึ้น อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานควรมีการปรับเปลี่ยนที่ง่ายและสะดวกเหมาะสมกับความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่

5.6.2 การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ควรพิจารณาเพิ่มเติมด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน เนื่องจากการผลิตวาล์วน้ำทองเหลืองที่ใช้เทคโนโลยีทางด้านการผลิตแบบการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน (Hot Forging) เป็นวิธีการผลิตที่มีประสิทธิ์ภาพ ความสามารถในการผลิตที่ได้ต่อชั่วโมงสูง วาล์วน้ำทองเหลืองที่ผ่านการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน การขัดผิววาล์วน้ำที่ผ่านกระบวนการปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน ยังไม่สามารถกระทำได้อย่างทันที เป็นเพราะว่ามีความร้อนที่วาล์วน้ำสูงมาก ควรมีระบบการทำให้ชิ้นงานเย็นตัวที่เหมาะสมคู่กับเครื่องขัดผิวน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ และการออกแบบในส่วนการลำเลียงชิ้นงานเข้าเครื่องขัดแบบอัตโนมัติ โดยสามารถตั้งเวลาในการการตรวจสอบแต่ละครั้งได้ตามที่ต้องการ

5.6.3 การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ควรพิจารณาเพิ่มเติมด้านความปลอดภัย ในส่วนของป้ายแจ้งเตือนที่ชิ้นงานมีความร้อนสูง คู่มือการใช้งานของเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ ที่มีเนื้อหาครบถ้วน ครอบคลุมในทุกด้าน เช่น การใช้เครื่องอย่างไรให้ปลอดภัย การแก้ไขปัญหาเบื้องต้นกรณีที่เครื่องมีความผิดปกติ เพื่อให้ผู้ใช้งานใช้เครื่องได้อย่างปลอดภัย

5.7 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพที่พัฒนาแล้วสามารถนำไปใช้หรือประยุกต์เพื่อพัฒนาในอุตสาหกรรมการปั๊มขึ้นรูปหรืออุตสาหกรรมหล่อโลหะประเภททองเหลืองหรืออลูมิเนียมที่ต้องการตรวจสอบพื้นผิวในระหว่างการผลิต เพื่อลดปัญหางานเสียหรือชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพงานวิจัยนี้เป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งของงานวิจัยประเภท การวิจัยและพัฒนา(Research and Development) ซึ่งสามารถนำวิธีการ หลักการและกระบวนการของงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการศึกษา การทำวิจัยประเภทเดียวกันหรือประเภทที่ใกล้เคียงกัน เพื่อการศึกษาและพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

บรรณานุกรม

กรมศุลกากร กระทรวงการคลัง. 2555. **Customs Report.**

ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา และสาโรจ ฐิติเกียรติพงศ์. 2533. **วัสดุในงานวิศวกรรม.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2553**. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.** นนทบุรี. ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์โปรเกรสซิฟ

ทวีศักดิ์ อ่วมน้อย. 2543. **วัสดุและเทคโนโลยีการผลิต.** กรุงเทพฯ: สยามสเตชั้นเนอรี่

นิรัช สุดสงข์. 2548. **การวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.**กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

บัญชา ธนบุญสมบัติ. 2543**. กระบวนการเลือกใช้วัสดุ.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ประดิษฐ์ กิติวรกุล. 2545. “การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลอกเปลือกหัวมันสำปะหลัง”. สาระนิพนธ์คณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. **สถิติการวิจัย.**กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

ตระการ ก้าวกสิกรรม. 2546. **เรื่องน่ารู้ เครื่องมือวัดการไหล ไฮดรอลิกและเครื่องกลทั่วไป.** กรุงเทพ : บรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

ธีรชัย สุขสุด. 2544. **การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.**กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

ธีระยุทธ พึ่งเทียร. 2543**. สถิติเบื้องต้นและการวิจัย.** กรุงเทพฯ: สูตรไพศาล

พิชิต สุขเจริญพงษ์. 2521. **การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต. 2539. **การออกแบบเครื่องจักรกล.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด

มานพ ตันตระบัณฑิต. 2540**. กรรมวิธีการผลิต.**กรุงเทพฯ : เอเชียเพสการพิมพ์

รังสรรค์ เลิศในสัตย์. 2550**. การบริหารการผลิตอย่างมืออาชีพ.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

สถาพร คิดมุ่ง. 2551. “การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในแม่พิมพ์”. สาระนิพนธ์คณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาคร คันธโชติ. **2528. การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2542. **นโยบายนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของประเทศไทย**.

อุดมศักดิ์ สารีบุตร. **2549. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

อุดมศักดิ์ สารีบุตร. **2550. ออกแบบเฟอร์นิเจอร์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

ความรู้เกี่ยวกับสเตนเลส. 2556. [ออนไลน์] Available : http://www.tssda.org/index.php

เหล็กกล้าไร้สนิม. 2556. [ออนไลน์] Available : http://th.wikipedia.org/wiki

KITZ Thailand. 2556. **ข้อมูลการผลิตวาล์วน้ำทองเหลือง.**

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ภาคผนวก ค ภาพผลงานการออกแบบ

ภาคผนวก ง แบบสำหรับการผลิต

ภาคผนวก จ แบบไฟฟ้า

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้เครื่อง

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

.....

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

<u>คำชี้แจง</u>

แบบประเมินชุดนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลของแบบประเมินนี้ไปทำการสรุป ผู้วิจัยจึงความกรุณาจากท่านช่วยตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

แบบประเมิน ชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย

<u>ตอนที่ 1</u>ข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมิน

<u>ตอนที่ 2</u> แบบประเมินความพึงพอใจ ในการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

<u>ตอนที่ 3</u> ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

แบบประเมินชุดนี้จัดทำขึ้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการทำวิจัยเท่านั้น การวิเคราะห์และการนำเสนอจัดทำในภาพรวม ดังนั้น คำตอบจากแบบประเมินจึงไม่มีผลกระทบใดๆต่อตัวท่านและบุคคลที่เกี่ยวกับตัวท่านแต่อย่างใด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมิน เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางการศึกษาในโครงการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นาย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

นักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมิน

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) ต่ำกว่า 20 ปี ( ) 21 – 30 ปี

( ) 3 1- 40 ปี ( ) 40 ปีขึ้นไป

3. อายุการทำงาน

( ) ต่ำกว่า 1 ปี ( ) 1 – 3 ปี

( ) 3 – 5 ปี ( ) 5 – 10 ปี

( ) มากกว่า 10 ปี

4. ตำแหน่ง

( ) พนักงานทดลองงาน ( ) พนักงานประจำ

( ) หัวหน้างาน ( ) วิศวกร

( ) ผู้จัดการ

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสม ในการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

คำชี้แจง โปรดพิจารณารูปแบบผลิตภัณฑ์จากภาพจำลองแล้วทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องระดับการประเมินของท่าน โดยผู้วิจัยได้กำหนดตัวเลขระดับของความเหมาะสมดังต่อไปนี้

5 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ข้อ	รายการประเมินความพึงพอใจ	ระดับความความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1.	**ด้านหน้าที่ประโยชน์ใช้สอย** 1.1 ตัวเครื่องมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน					
	1.2 ความสามารถในการขัดผิววาล์วได้สี เหลืองทอง ตามที่ต้องการ					
	1.3 สามารถมองเห็น ตัวหนังสือ ตัวเลขการหลุดร่อนของผิว					
	1.4 สามารถมองเห็นการไหลตัวไม่เต็มรูปร่าง ได้อย่างชัดเจน					
2.	**ด้านความปลอดภัย** 2.1 ความปลอดภัยของระบบกลไกการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่องจักร					
	2.2 ความปลอดภัยของระบบควบคุม ไฟฟ้านำมาใช้กับเครื่องจักร					
	2.3 ความปลอดภัยของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างของเครื่อง					
	2.4 ความปลอดภัยต่อพฤติกรรมการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่อง					
3.	**ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน** 3.1 ออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน					
	3.2 ระบบกลไก ของเครื่องใช้งานได้ง่าย					
	3.3 มีความสะดวกสบายในการทำความสะอาดและการซ่อมบำรุง					

<u>ตอนที่ 3</u> ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

<u>คำชี้แจง</u> โปรดแสดงความคิดเห็นอื่นๆ หรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของท่าน

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่าน ที่กรุณาสละเวลาในการตอบแบบประเมิน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

.....

แบบประเมินด้านคุณภาพ

<u>คำชี้แจง</u>

แบบประเมินชุดนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลของแบบประเมินนี้ไปทำการสรุป ผู้วิจัยจึงความกรุณาจากท่านช่วยตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

แบบประเมิน ชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย

<u>ตอนที่ 1</u>ข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมิน

<u>ตอนที่ 2</u> แบบประเมินด้านคุณภาพ ในการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

<u>ตอนที่ 3</u> ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

แบบประเมินชุดนี้จัดทำขึ้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการทำวิจัยเท่านั้น การวิเคราะห์และการนำเสนอจัดทำในภาพรวม ดังนั้น คำตอบจากแบบประเมินจึงไม่มีผลกระทบใดๆต่อตัวท่านและบุคคลที่เกี่ยวกับตัวท่านแต่อย่างใด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมิน เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางการศึกษาในโครงการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

นาย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

นักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<u>ตอนที่ 1</u> ข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมิน

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) ต่ำกว่า 20 ปี ( ) 21 – 30 ปี

( ) 3 1- 40 ปี ( ) 40 ปีขึ้นไป

3. อายุการทำงาน

( ) ต่ำกว่า 1 ปี ( ) 1 – 3ปี

( ) 3 – 5ปี ( ) 5 – 10ปี

( ) มากกกว่า 10 ปี

4. ตำแหน่ง

( ) พนักงานทดลองงาน ( ) พนักงานประจำ

( ) หัวหน้างาน ( ) วิศวกร

( ) ผู้จัดการ

<u>ตอนที่ 2</u> แบบประเมินความเหมาะสม ในการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดพิจารณารูปแบบผลิตภัณฑ์จากภาพจำลองแล้วทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องระดับการประเมินของท่าน โดยผู้วิจัยได้กำหนดตัวเลขระดับของความเหมาะสมดังต่อไปนี้

5 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมินด้านการตรวจสอบคุณภาพ	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. สีผิวของวาล์วน้ำที่ผ่านการขัดด้วยเครื่องเป็นสีเหลืองทอง (สีธรรมชาติทองเหลือง)					
2. สามารถมองเห็นพื้นผิวของวาล์วได้อย่างชัดเจน					
3. สามารถมองเห็น ความชัดเจนของการไหลตัวเต็มรูปร่าง ได้อย่างชัดเจน					
4. สามารถมองเห็น ความสมบูรณ์ของรูปร่างลักษณะภายนอก ได้อย่างชัดเจน					
5. สามารถมองเห็น การหลุดร่อนของผิว ภายนอกได้อย่างชัดเจน					
6. สามารถมองเห็น การหลุดร่อนของตัวหนังสือได้อย่างชัดเจน					
7. สามารถมองเห็น การหลุดร่อนของ ตัวเลขได้อย่างชัดเจน					
8. สามารถมองเห็น ความสมบูรณ์ของตัวหนังสือตัวเลข ได้อย่างชัดเจน					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นอื่นๆ หรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของท่าน

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่าน ที่กรุณาสละเวลาในการตอบแบบประเมิน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

.....

แบบประเมินภาพจำลองจากผู้เชี่ยวชาญ

<u>คำชี้แจง</u>

แบบประเมินชุดนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลของแบบประเมินนี้ไปทำการสรุป ผู้วิจัยจึงความกรุณาจากท่านช่วยตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

แบบประเมิน ชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย

<u>ตอนที่ 1</u>ข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมิน

<u>ตอนที่ 2</u> แบบประเมินความเหมาะสม ในการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

<u>ตอนที่ 3</u> ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

แบบประเมินชุดนี้จัดทำขึ้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการทำวิจัยเท่านั้น การวิเคราะห์และการนำเสนอจัดทำในภาพรวม ดังนั้น คำตอบจากแบบประเมินจึงไม่มีผลกระทบใดๆต่อตัวท่านและบุคคลที่เกี่ยวกับตัวท่านแต่อย่างใด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านผู้เชี่ยวชาญที่ได้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมิน เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางการศึกษาในโครงการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

นาย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

นักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพของผู้ประเมิน

1. ชื่อผู้ประเมิน.....

2. ตำแหน่ง / หน้าที่

ปัจจุบัน.....

3. ผู้ประเมินเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้าน

( ) ด้านการออกแบบ ( ) ด้านวัสดุ ( ) ด้านวิศวกรรม

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสม ในการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพจากภาพจำลอง 3 แบบ

คำชี้แจง โปรดพิจารณารูปแบบผลิตภัณฑ์จากภาพจำลองแล้วทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องระดับการประเมินของท่าน โดยผู้วิจัยได้กำหนดตัวเลขระดับของความเหมาะสมดังต่อไปนี้

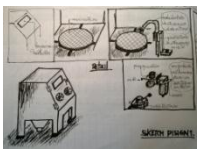
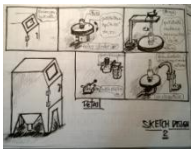
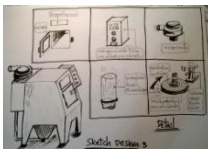
5 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

3 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมินความคิดเห็น ด้านการออกแบบ, ด้านวัสดุ, ด้านวิศวกรรม	ระดับความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบ														
	แบบที่1					แบบที่2					แบบที่3				
1. ขนาดของเครื่องมีความพอดีกับการใช้งาน	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
2. โครงสร้างมีความแข็งแรงปลอดภัย	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
3. ออกแบบให้มีเหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
4. การเลือกใช้สเตนเลสที่มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อความร้อนสูง เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมปั๊มขึ้นรูปด้วยความร้อน	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
5. สามารถถอดชิ้นส่วน เพื่อทำความสะอาดและทำการบำรุงรักษาได้	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
6. ใช้กลไกที่เหมาะสมกับการใช้งาน	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
7. มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
8. ผู้ใช้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งาน ของเครื่องได้ไม่อยากและเข้าใจระบบการทำงานของเครื่อง	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
9. สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นอื่นๆ หรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของท่าน

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่าน ที่กรุณาสละเวลาในการตอบแบบประเมิน

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 0825

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๗ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอุตสาหกรรม

เรียน คุณนฤมล ปลอดภัย

ด้วยนายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง"การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์น้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอุตสาหกรรม ของ นายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๑-๔๐๖-๓๘๘๘

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 0825

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๗ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอุตสาหกรรม

เรียน คุณสนธิ หลายเสียงเพราะ

ด้วยนายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรคุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง“การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์น้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ” โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอุตสาหกรรม ของ นายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๑-๔๐๖-๓๘๘๘

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 0824

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๗ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์จริยา แผลงนอก

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์

ด้วยนายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรคุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง"การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์น้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๑-๔๐๖-๓๘๘๘

จันทร์โสภณพงศ์
นางสาวจริยา แผลงนอก

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔ / **0824** วันที่ ๒๗ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

ด้วยนายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง"การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์น้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ยินดีให้ความอนุเคราะห์

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔ / **0825** วันที่ ๗ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอุตสาหกรรม

เรียน ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ

ด้วยนายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรคุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง"การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์น้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอุตสาหกรรม ของ นายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธเนศ ภิรมย์การ

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 0825

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๗ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอุตสาหกรรม

เรียน อาจารย์วิชาญ ตอรบรัมย์

ด้วยนายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรคุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง"การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์น้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอุตสาหกรรม ของ นายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๑-๔๐๖-๓๘๘๘

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 0825

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๗ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอุตสาหกรรม

เรียน คุณสมชาย กองโพธิ์

ด้วยนายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรคุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง“การออกแบบเครื่องขัดผิววาล์น้ำทองเหลืองขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ” โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอุตสาหกรรม ของ นายยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๑-๔๐๖-๓๘๘๘

ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ครับ

เรียน ผู้จัดการโรงงาน บริษัท คิทซ์ ประเทศไทย จำกัด

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์,การเก็บข้อมูลการทำงานวิจัย

เรื่องการออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

ข้าพเจ้า นาย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รุ่นที่ 17 แผน ข คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีความประสงค์ที่จะขอความอนุเคราะห์ จาก บริษัท คิทซ์ ประเทศไทย จำกัด ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในด้านต่าง ๆ เพื่อใช้ในการ ออกแบบเครื่องขัดผิววาล์วน้ำขนาดเล็กเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ การประเมินการใช้งานของเครื่องจักรที่ได้ทำการออกแบบ รวมถึงคำแนะนำ,หรือข้อเสนอแนะในการที่จะพัฒนา เครื่องต้นแบบเพื่อนำมาใช้ ใน บริษัท เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในด้านการตรวจสอบคุณภาพ ตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ในอนาคต

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ได้รับความอนุเคราะห์ จาก บริษัท คิทซ์ ประเทศไทย จำกัด มา ณ โอกาสนี้

(MR. TORU KOYAMA)

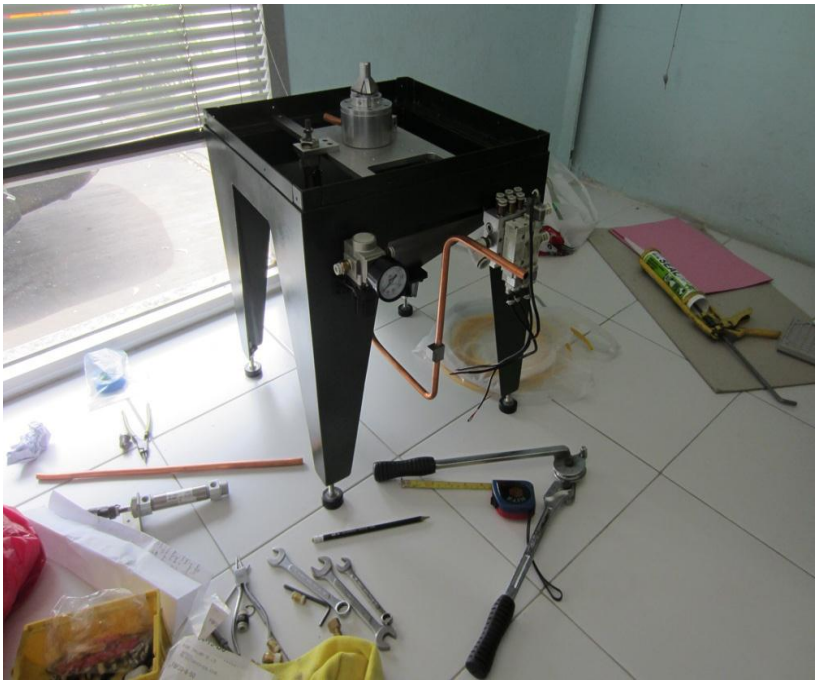
ผู้จัดการโรงงาน บริษัท คิทซ์ ประเทศไทย จำกัด

ภาคผนวก ค

ภาพผลงานการออกแบบ

ภาพที่ 1 การประกอบเครื่องต้นแบบ

ที่มา : ถ่ายภาพโดย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์



ภาพที่ 2 การประกอบเครื่องต้นแบบส่วนล่าง

ที่มา : ถ่ายภาพโดย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

ภาพที่ 3 เครื่องต้นแบบด้านหน้า

ที่มา : ถ่ายภาพโดย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

ภาพที่ 4 เครื่องต้นแบบด้านข้าง

ที่มา : ถ่ายภาพโดย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

ภาพที่ 5 ระบบควบคุมเครื่อง

ที่มา : ถ่ายภาพโดย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

ภาพที่ 6 ระบบอุปกรณ์ควบคุมเครื่องจักร

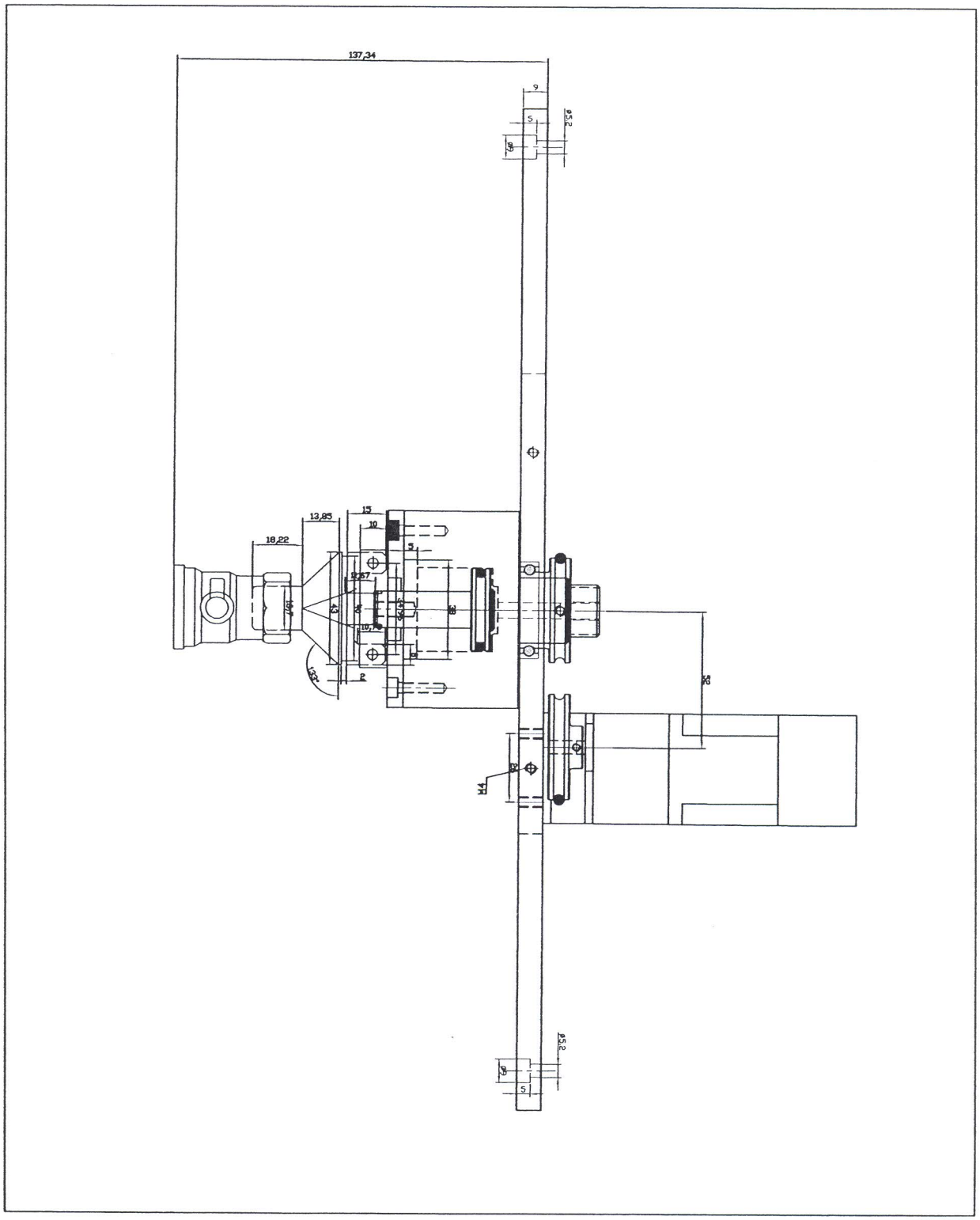
ที่มา : ถ่ายภาพโดย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์

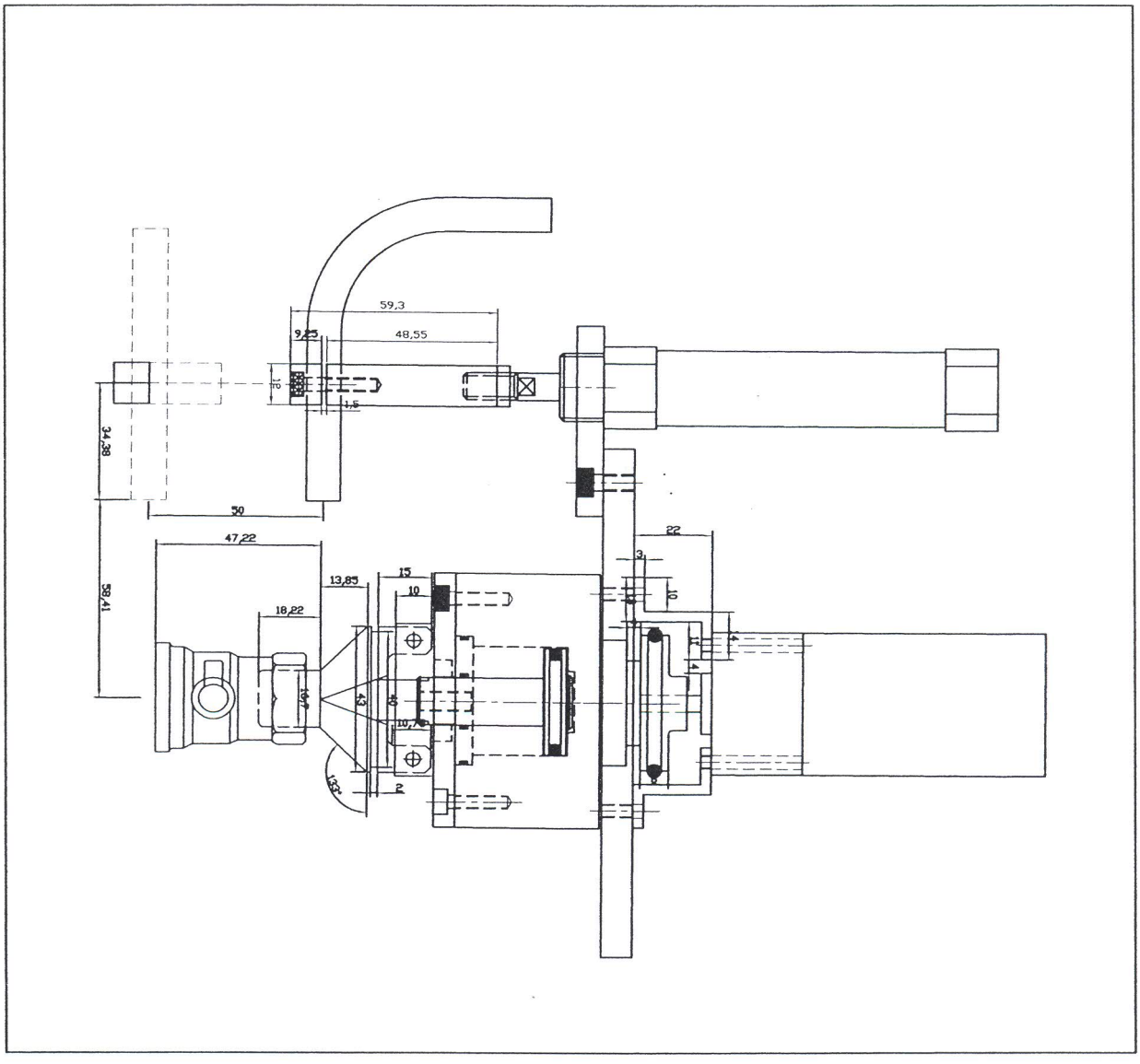
ภาคผนวก ง

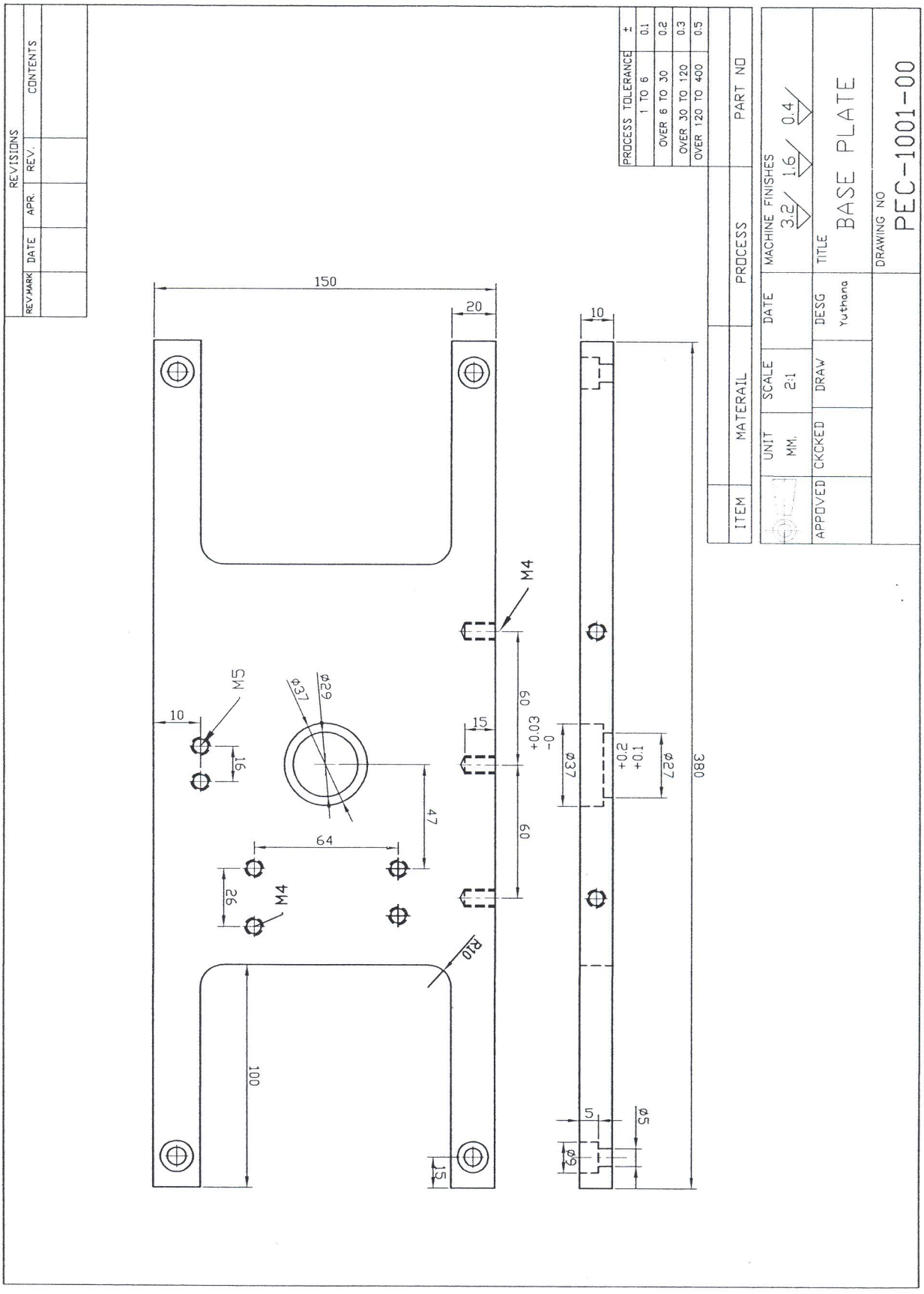
แบบสำหรับการผลิต

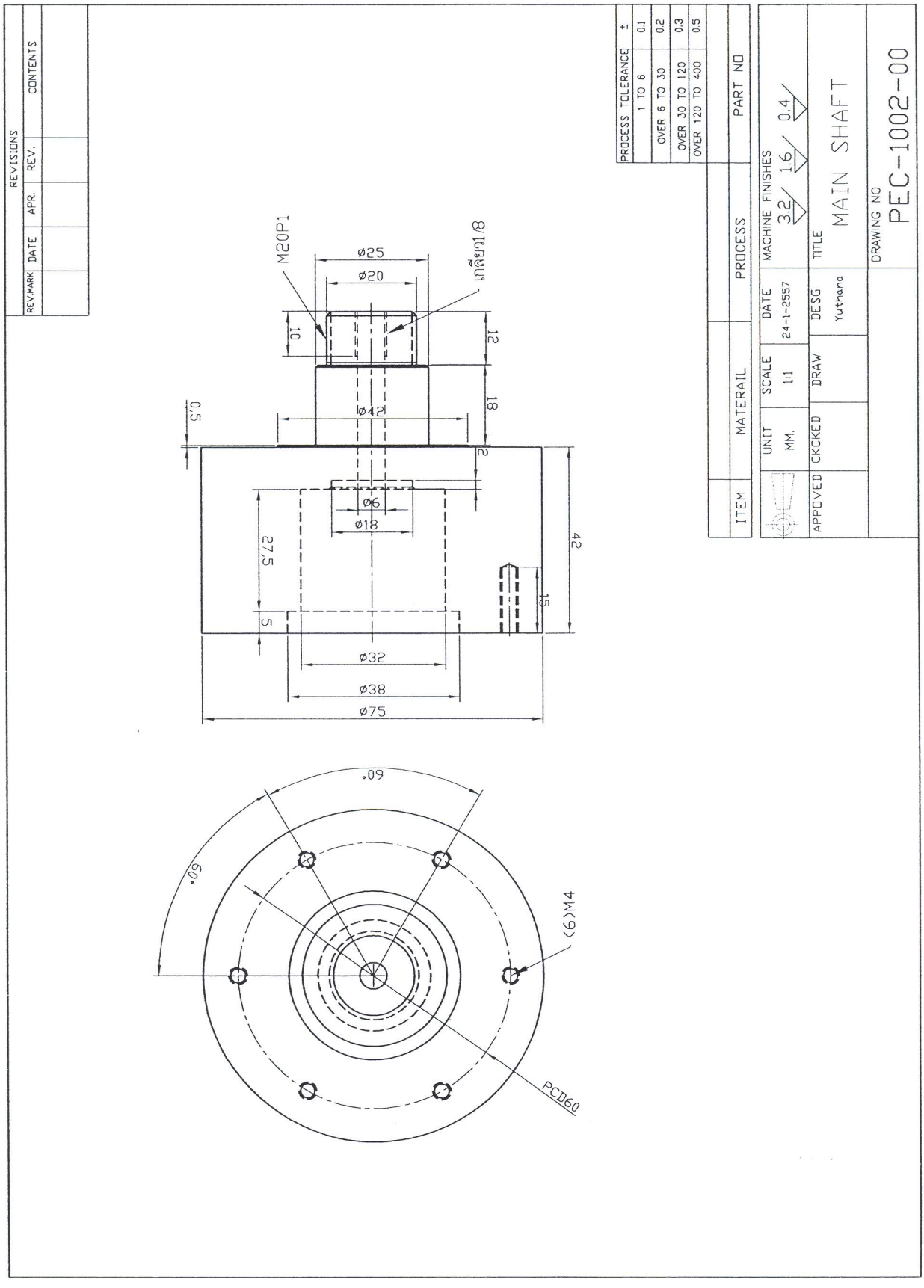
ภาคผนวก ง

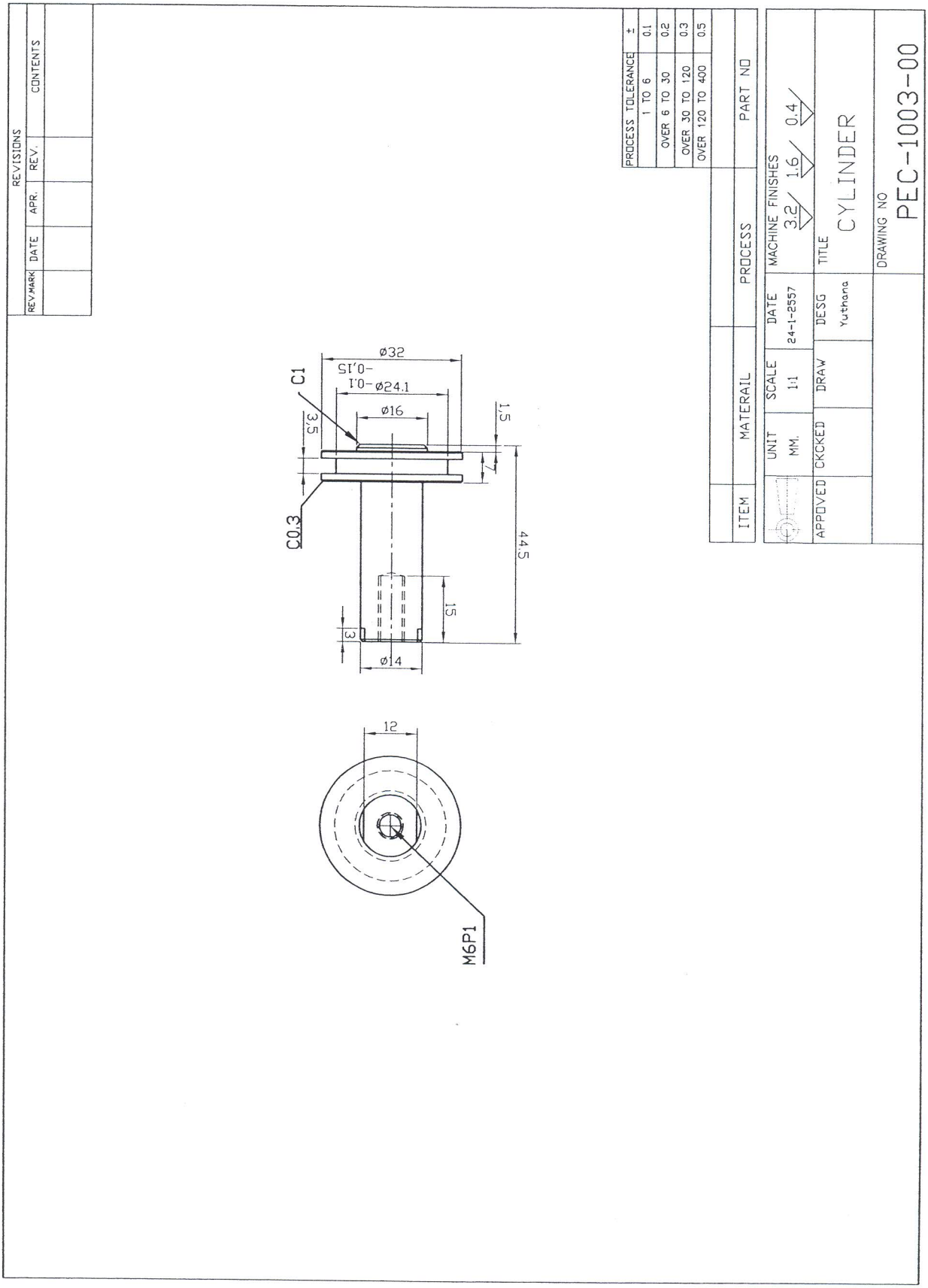
แบบสำหรับการผลิต


137,34
9
5
ø5,2
8
13,85
15
10
18,22
8,87
19,7
43
24
10,7
38
13,5
2
H4
ø5,2
8
5

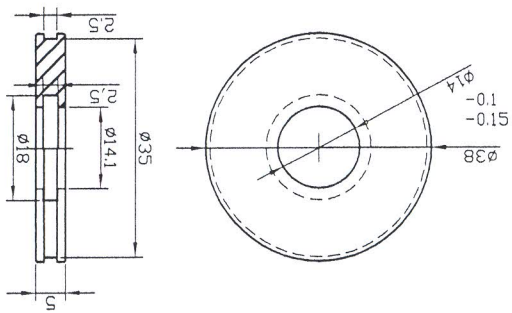

59,3
48,55
9,23
12
1,5
34,38
30
47,22
58,41
13,85
15
10
16,22
22
3
16
4
43
20
10,7
135°
2


REVISIONS
REV.MARK
DATE
APR.
REV.
CONTENTS
PROCESS TOLERANCE ±
1 TO 6 0.1
OVER 6 TO 30 0.2
OVER 30 TO 120 0.3
OVER 120 TO 400 0.5
ITEM
MATERAIL
PROCESS
PART NO
UNIT MM.
SCALE 2:1
DATE
DRAW
DESG Yuthana
CKCKED
APPOVED
MACHINE FINISHES
3.2 1.6 0.4
TITLE
BASE PLATE
DRAWING NO
PEC-1001-00
150
20
10
M5
M4
M4
10
15
60 +0.03 -0
60
64
47
26
16
Φ37
Φ29
R10
100
15
380
Φ37 +0.2 +0.1
Φ27
5
Φ9
Φ5


REVISIONS
REV.MARK
DATE
APR.
REV.
CONTENTS
M20P1
ø25
ø20
เกลียวใน
10
12
18
ø42
0.5
2
ø6
ø18
27.5
5
42
15
ø32
ø38
ø75
.09
60°
(6)M4
PCD60
PROCESS TOLERANCE ±
1 TO 6 0.1
OVER 6 TO 30 0.2
OVER 30 TO 120 0.3
OVER 120 TO 400 0.5
ITEM
MATERAIL
PROCESS
PART NO
UNIT MM.
SCALE 1:1
DATE 24-1-2557
MACHINE FINISHES 3.2 1.6 0.4
APPOVED
CKCKED
DRAW
DESG Yuthana
TITLE MAIN SHAFT
DRAWING NO PEC-1002-00


REVISIONS
REV.MARK
DATE
APR.
REV.
CONTENTS
PROCESS TOLERANCE ±
1 TO 6 0.1
OVER 6 TO 30 0.2
OVER 30 TO 120 0.3
OVER 120 TO 400 0.5
ITEM
MATERAIL
PROCESS
PART NO
UNIT MM.
SCALE 1:1
DRAW
CKCKED
APPOVED
DATE 24-1-2557
DESG Yuthana
MACHINE FINISHES 3.2 1.6 0.4
TITLE CYLINDER
DRAWING NO PEC-1003-00
ø32
C1
ø24.1 -0.1 -0.15
ø16
3.5
1.5
7
C0.3
44.5
15
3
ø14
12
M6P1

REVISIONS				
REV.MARK	DATE	APR.	REV.	CONTENTS



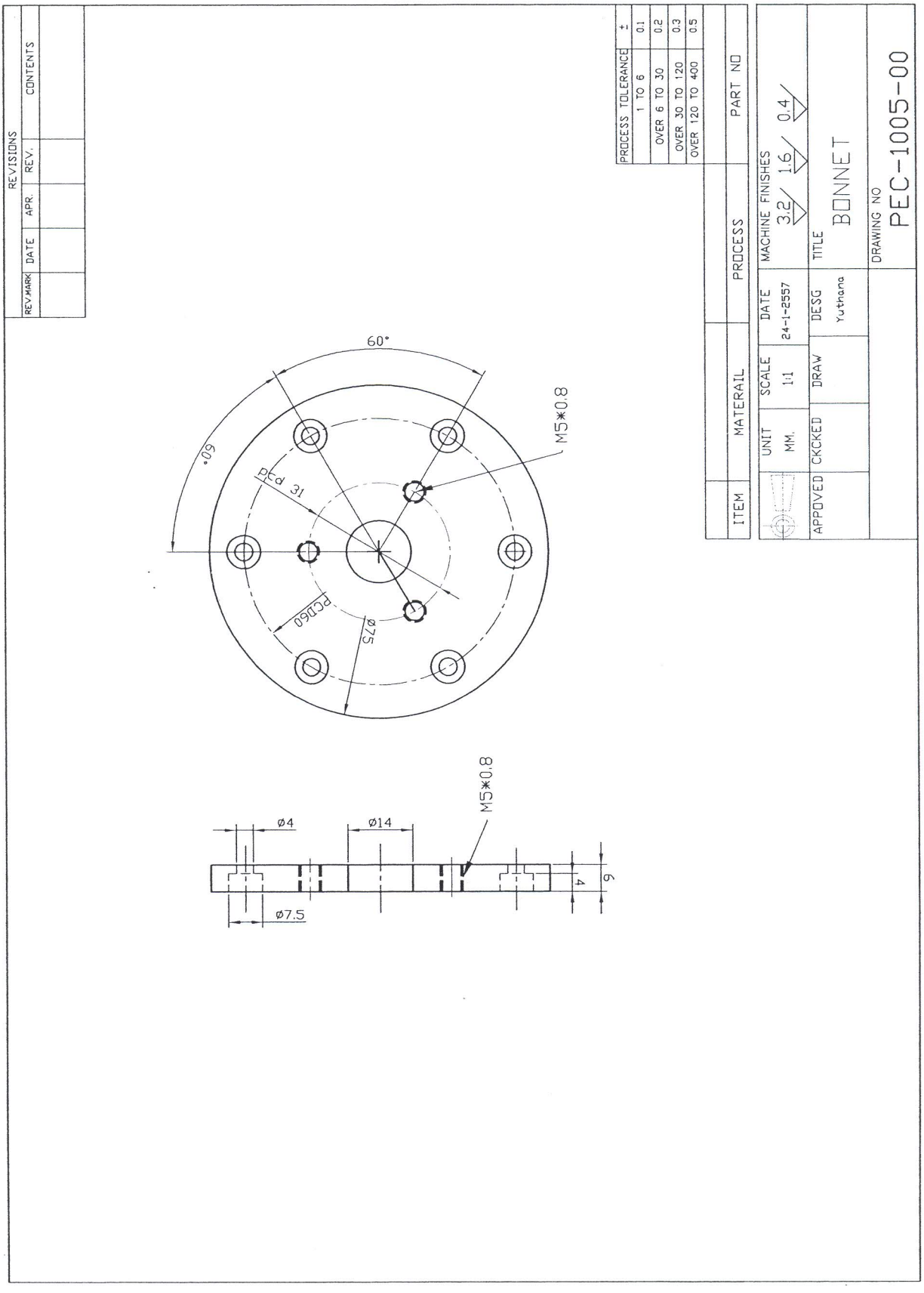
PROCESS TOLERANCE	±
1 TO 6	0.1
OVER 6 TO 30	0.2
OVER 30 TO 120	0.3
OVER 120 TO 400	0.5

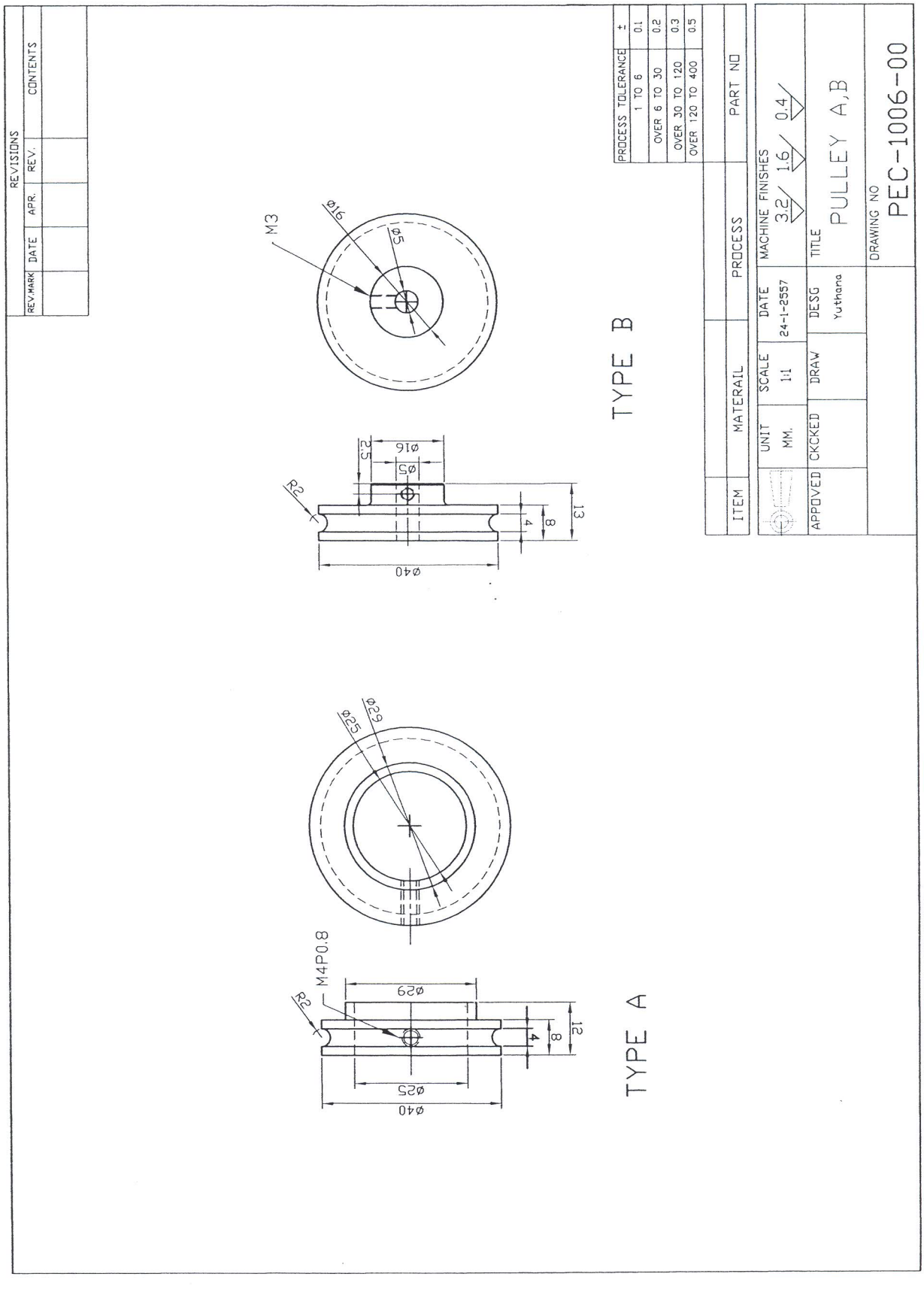
ITEM	MATERAIL	PROCESS	PART NO

	UNIT	SCALE	DATE	MACHINE FINISHES
	MM.	1:1	24-1-2557	3.2 / 1.6 / 0.4

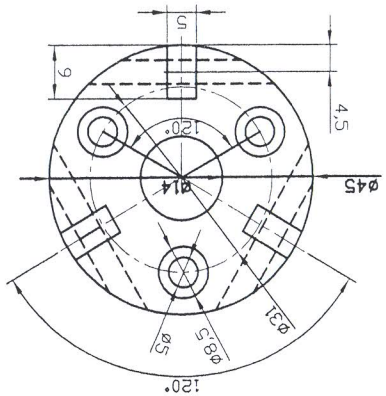
APPOVED	CKCKED	DRAW	DESG	TITLE
			Yuthana	CYLINDER CAP

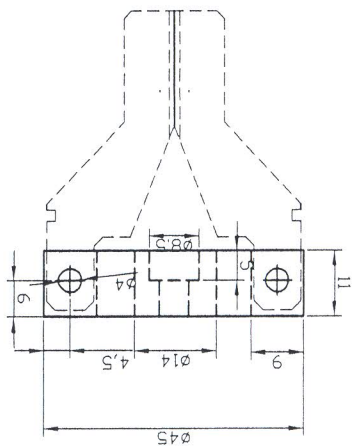
DRAWING NO
PEC-1004-00


REVISIONS
REV.MARK
DATE
APR.
REV.
CONTENTS
PROCESS TOLERANCE ±
1 TO 6 0.1
OVER 6 TO 30 0.2
OVER 30 TO 120 0.3
OVER 120 TO 400 0.5
ITEM
MATERAIL
PROCESS
PART NO
UNIT MM.
SCALE 1:1
DRAW
CKCKED
APPOVED
DATE 24-1-2557
DESG Yuthana
MACHINE FINISHES 3.2 1.6 0.4
TITLE BONNET
DRAWING NO PEC-1005-00
60°
60°
PCD 31
PCD60
Ø75
M5*0.8
M5*0.8
ø4
ø14
ø7.5
4
6


REVISIONS
REV.MARK
DATE
APR.
REV.
CONTENTS
M3
ø16
ø5
TYPE B
2.5
R2
13
8
4
ø40
PROCESS TOLERANCE ±
1 TO 6 0.1
OVER 6 TO 30 0.2
OVER 30 TO 120 0.3
OVER 120 TO 400 0.5
ITEM
MATERAIL
PROCESS
PART NO
UNIT MM.
SCALE 1:1
DATE 24-1-2557
MACHINE FINISHES
3.2 1.6 0.4
APPOVED
CKCKED
DRAW
DESG Yuthana
TITLE
PULLEY A,B
DRAWING NO
PEC-1006-00
ø25
ø29
M4P0.8
12

REVISIONS				
REV.MARK	DATE	APR.	REV.	CONTENTS

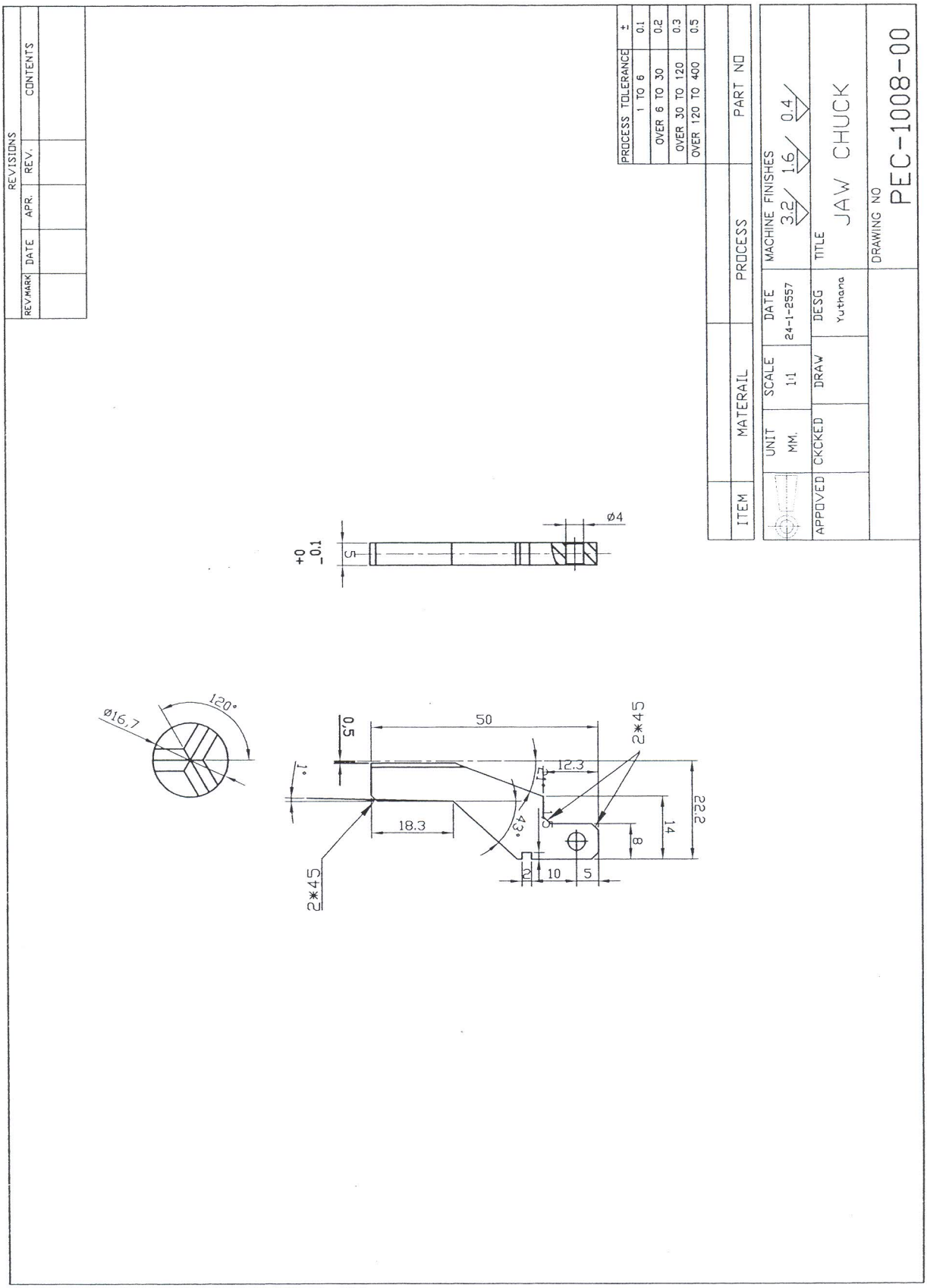




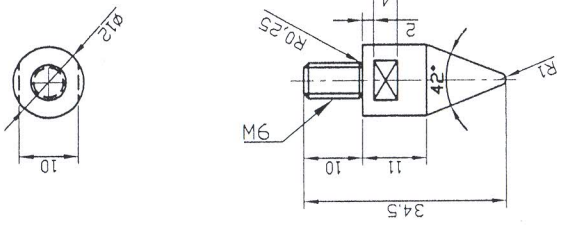
PROCESS TOLERANCE	±
1 TO 6	0.1
OVER 6 TO 30	0.2
OVER 30 TO 120	0.3
OVER 120 TO 400	0.5

ITEM	MATERAIL	PROCESS	PART NO

	UNIT	SCALE	DATE	MACHINE FINISHES
	MM.	1:1	24-1-2557	3.2 1.6 0.4
APPOVED	CKCKED	DRAW	DESG	TITLE
			Yuthana	JAW CHUCK HOLDER
				DRAWING NO
				PEC-1007-00


REVISIONS
REV.MARK
DATE
APR.
REV.
CONTENTS
PROCESS TOLERANCE ±
1 TO 6 0.1
OVER 6 TO 30 0.2
OVER 30 TO 120 0.3
OVER 120 TO 400 0.5
ITEM
MATERAIL
PROCESS
PART NO
UNIT MM.
SCALE 1:1
DATE 24-1-2557
DESG Yuthana
DRAW
CKCKED
APPOVED
MACHINE FINISHES 3.2 1.6 0.4
TITLE JAW CHUCK
DRAWING NO PEC-1008-00
ø4
+0 -0.1
S
120°
ø16.7
5.0
50
2*45
12.3
1°
43°
18.3
22.2
14
8
10
5
2*45

REVISIONS				
REV.MARK	DATE	APR.	REV.	CONTENTS



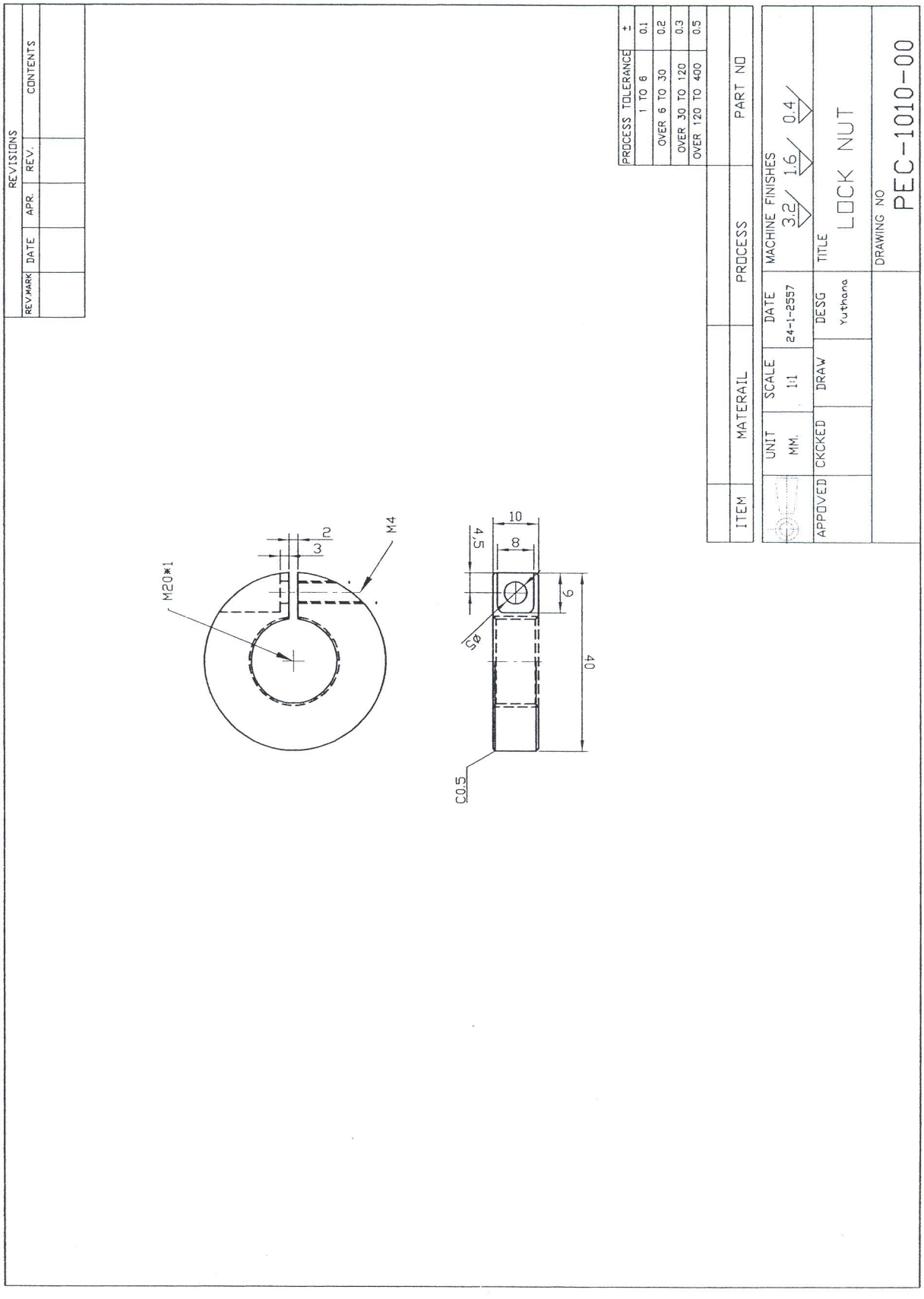
PROCESS TOLERANCE	±
1 TO 6	0.1
OVER 6 TO 30	0.2
OVER 30 TO 120	0.3
OVER 120 TO 400	0.5

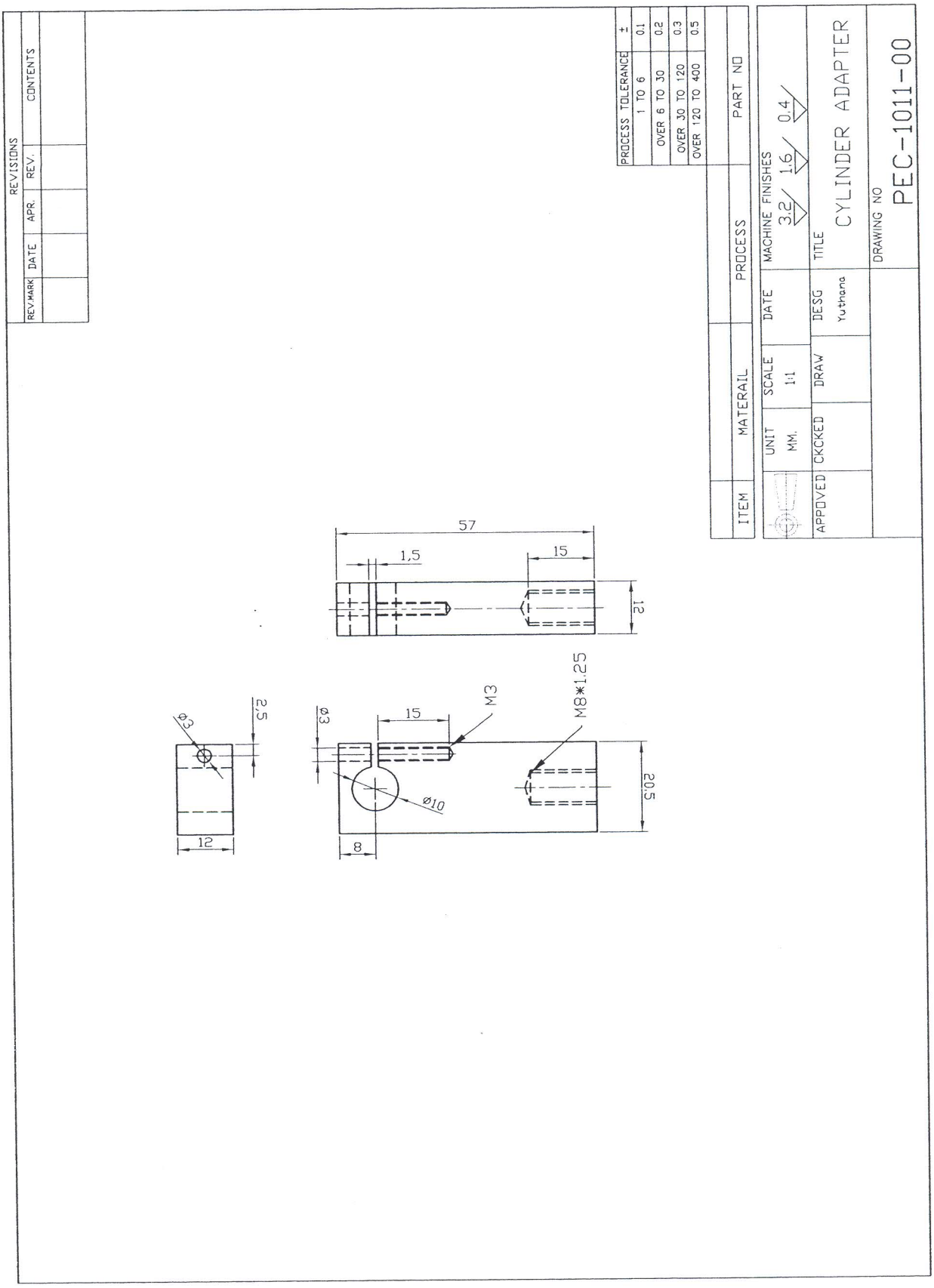
ITEM	MATERAIL	PROCESS	PART NO

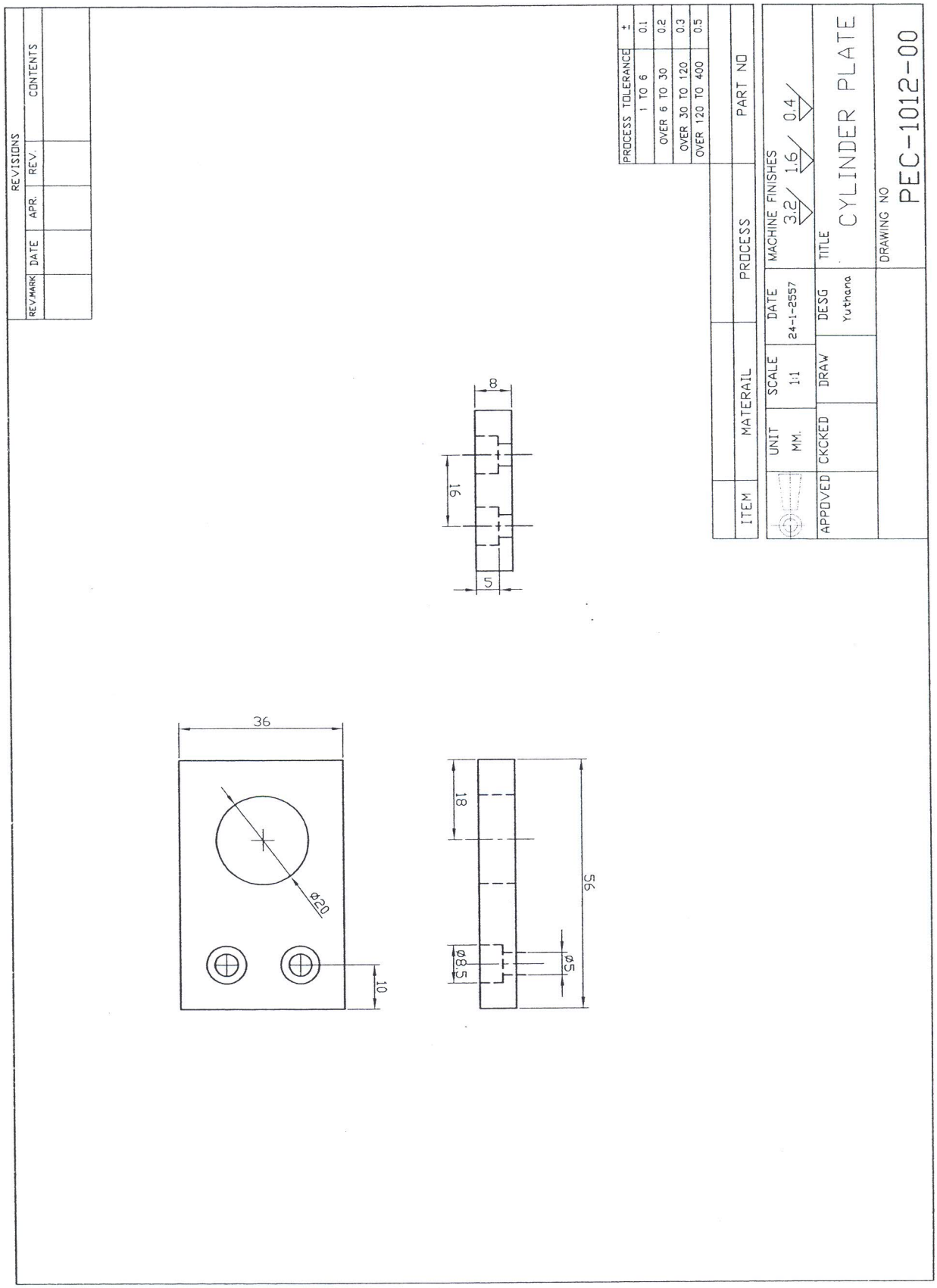
	UNIT	SCALE	DATE	MACHINE FINISHES
	MM.	1:1	24-1-2557	3.2 1.6 0.4

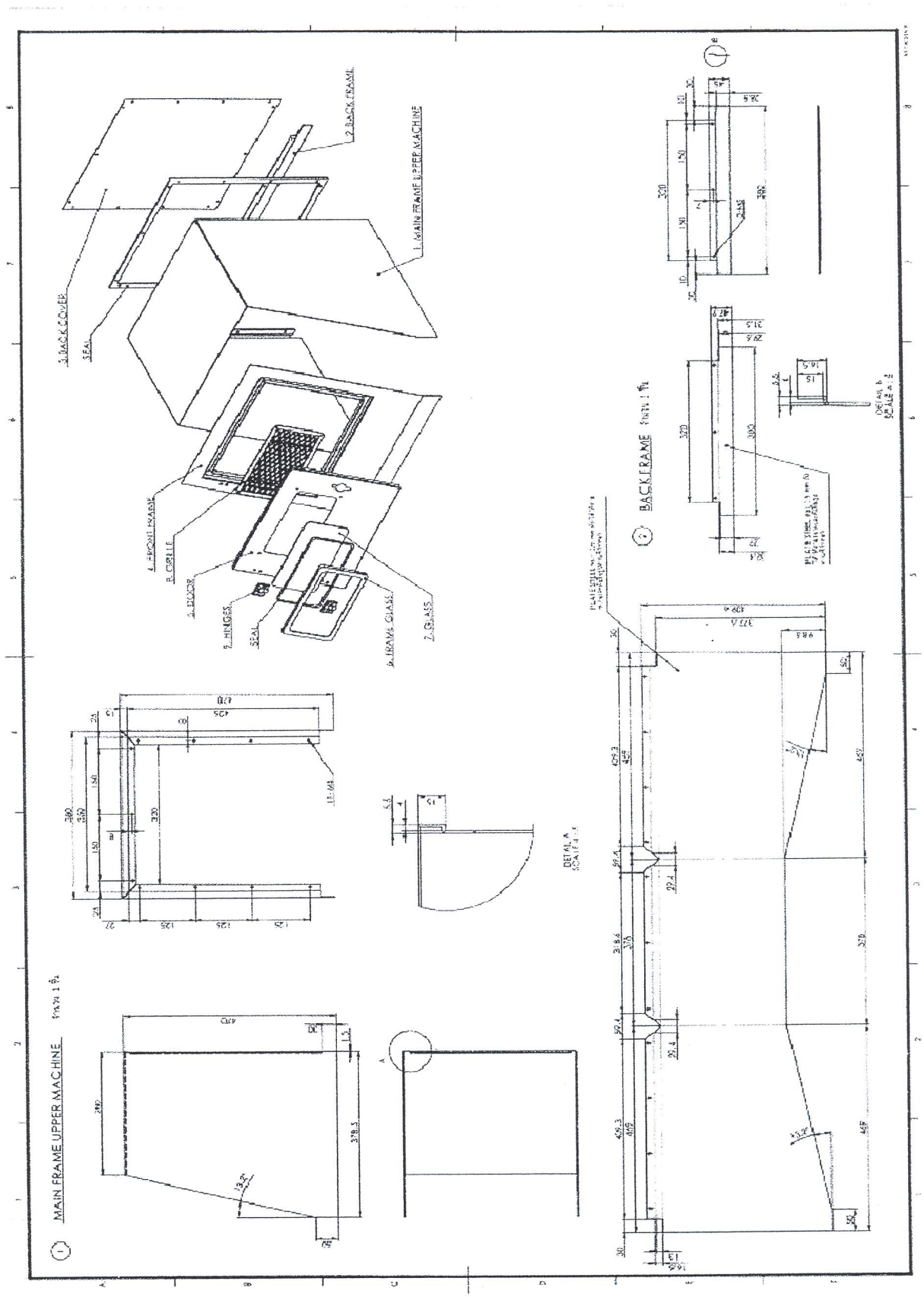
APPOVED	CKCKED	DRAW	DESG	TITLE
			Yuthana	CLAMP PIN

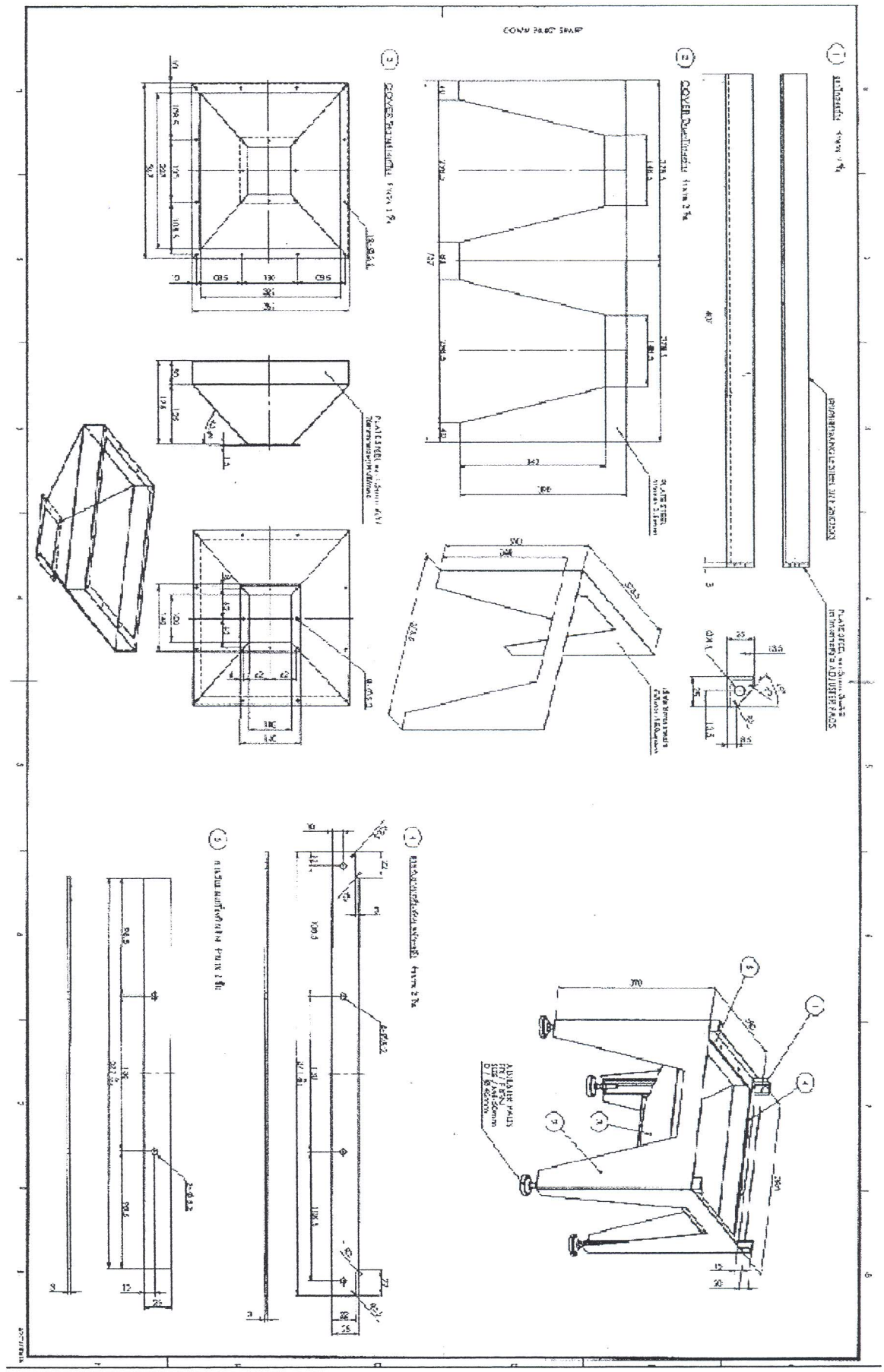
DRAWING NO
PEC-1009-00


REVISIONS
REV.MARK
DATE
APR.
REV.
CONTENTS
PROCESS TOLERANCE ±
1 TO 6 0.1
OVER 6 TO 30 0.2
OVER 30 TO 120 0.3
OVER 120 TO 400 0.5
ITEM
MATERAIL
PROCESS
PART NO
UNIT MM.
SCALE 1:1
DATE 24-1-2557
MACHINE FINISHES 3.2 1.6 0.4
APPOVED
CKCKED
DRAW
DESG Yuthana
TITLE LOCK NUT
DRAWING NO PEC-1010-00
M20*1
M4
3
10
8
4.5
6
40
C0.5


REVISIONS
REV.MARK
DATE
APR.
REV.
CONTENTS
PROCESS TOLERANCE ±
1 TO 6 0.1
OVER 6 TO 30 0.2
OVER 30 TO 120 0.3
OVER 120 TO 400 0.5
ITEM
MATERAIL
PROCESS
PART NO
UNIT MM.
SCALE 1:1
DRAW
CKCKED
APPOVED
DATE
DESG Yuthana
MACHINE FINISHES 3.2 1.6 0.4
TITLE
CYLINDER ADAPTER
DRAWING NO
PEC-1011-00
57
1,5
15
12
M3
M8*1.25
Ø3
15
Ø10
20,5
8
Ø3
2,5
12


REVISIONS
REV.MARK
DATE
APR.
REV.
CONTENTS
PROCESS TOLERANCE ±
1 TO 6 0.1
OVER 6 TO 30 0.2
OVER 30 TO 120 0.3
OVER 120 TO 400 0.5
ITEM
MATERAIL
PROCESS
PART NO
UNIT MM.
SCALE 1:1
DATE 24-1-2557
DESG Yuthana
DRAW
CKCKED
APPOVED
MACHINE FINISHES 3.2 1.6 0.4
TITLE CYLINDER PLATE
DRAWING NO PEC-1012-00
8
16
5
36
ø20
10
18
ø8.5
ø5
56


1. MAIN FRAME UPPER MACHINE
2. BACK FRAME
3. BACK SCREEN
SEAL
4. FRONT HARSE
5. GRILLE
6. HOOK
7. HINGES
SEAL
8. BRASS GLASS
9. GLASS
BACK FRAME



ภาคผนวก ฉ

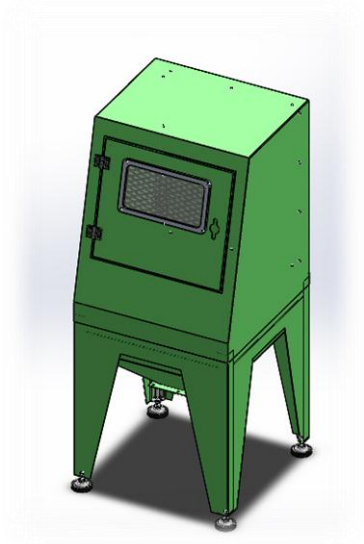
คู่มือการใช้งาน

PECO

Small Shot Blast

PECO-168A-01

คู่มือการใช้งาน



Serial No: 201401

Machine No: 001

Dated: 5.2014

- ควรอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาและความปลอดภัยในคู่มือฉบับนี้ก่อนที่จะดำเนินการตรวจสอบและการใช้งาน
- เครื่องจักรนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตและปฏิบัติตามกฎหมายหรือกฎระเบียบที่มีผลบังคับใช้ในประเทศของคุณ สำหรับการใช้งานในประเทศของคุณเท่านั้น
- สำหรับการใช้งานในประเทศอื่นเราสามารถสมมติไม่มีความรับผิดชอบเป็นผู้ผลิต ในกรณีเช่นนี้ให้ทำการปรึกษาเราเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัยที่ใช้บังคับในประเทศของคุณ

คำแนะนำ

PECO ออกแบบและผลิตเครื่องที่ให้ความสำคัญกับความปลอดภัย ข้อควรระวังที่ช่วยให้ลูกค้าที่จะใช้เครื่องได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

เครื่องมือเครื่องจักรใดที่อาจเกิดอันตราย หากผู้ใช้งานใช้ผิดวิธีผิดหรือ ไม่สนใจคำแนะนำด้านความปลอดภัยอาจจะทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือทรัพย์สินเสียหาย กรณีได้รับบาดเจ็บสาหัสหรือเสียชีวิต

การใช้งานที่ไม่ปลอดภัยของเครื่องนี้อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บสาหัสหรือเสียชีวิตผู้ประกอบการและบุคลากรการบำรุงรักษาต้องอ่านคู่มือเล่มนี้ก่อนใช้งานหรือให้บริการเครื่อง

- อย่าใช้งานหรือทำงาน ในเครื่องจนกว่าคุณจะได้อ่านคู่มือด้วยตัวเองที่มีอยู่ในคู่มือนี้ และคำแนะนำด้านความปลอดภัย
- เก็บคู่มือเล่มนี้อยู่ในที่เหมาะสม สะดวกต่อการใช้งานและตรวจสอบได้ตลอดเวลา
- ถ้าคู่มือฉบับนี้ได้รับการสูญหาย หรือเสียหาย ให้ทำการติดต่อผู้ผลิต
- เมื่อมีการกำจัด หรือทำลายของเครื่อง เป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด โดยหน่วยงานของรัฐ ที่ใช้บังคับ ในประเทศของคุณ
- การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในการออกแบบ สามารถนำไปสู่การเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจจะไม่ได้แสดงให้เห็นในคู่มือฉบับนี้ สามารถติดต่อผู้จัดจำหน่ายของคุณสำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องจักร
- หากคุณมีคำถามใด ๆ เกี่ยวกับ ข้อมูลหรือความปลอดภัย ที่มีอยู่ในคำแนะนำของคู่มือนี้ โปรดอย่าลังเลที่ จะติดต่อ Peco หรือผู้จัดจำหน่ายของคุณ ให้แสดงชื่อเครื่อง และหมายเลขเครื่อง
- หากไม่สนใจคำแนะนำด้านความปลอดภัย สามารถจะทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือทรัพย์สินเสียหายในบางส่วน ได้รับบาดเจ็บสาหัสหรือเสียชีวิต มันเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่ผู้ประกอบการทั้งหมดให้ความสนใจกับคำแนะนำด้านความปลอดภัยและการดำเนินงานของเครื่อง
- ส่วนหนึ่งของคู่มือเล่มนี้ไม่อาจจะทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตก่อน .ใช้สำหรับผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น

- สำนักงานขาย โรงงานที่ผลิต
  โทร 081-406-3888

พื้นฐานของการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย

อ่านคู่มือเล่มนี้อย่างละเอียดเพื่อให้เข้าใจคำแนะนำด้านความปลอดภัยในการดำเนินงานเครื่อง

โปรดปฏิบัติตามคู่มือการใช้งานให้ถูกต้องตามขั้นตอนการดำเนินงาน คำแนะนำการบำรุงรักษาและความปลอดภัย

อ่านคู่มือก่อนใช้งานเครื่องและทำความเข้าใจเนื้อหา ไม่ควรที่จะใช้เครื่องในลักษณะอื่นใดกว่าที่อธิบายไว้ในคู่มือฉบับนี้

Peco จะไม่รับผิดชอบต่อความเสียหายใด ๆ โดยตรงหรือโดยบังเอิญ เป็นผลสืบเนื่องจากบุคคลหรือทรัพย์สินในกรณีที่เครื่องถูกนำมาใช้ในทางที่ไม่ได้อธิบายไว้ในคู่มือการละเลยข้อมูลด้านความปลอดภัย

บุคลากรที่ได้รับอนุญาตเท่านั้นที่สามารถใช้เครื่อง

ผู้ประกอบการหรือผู้ใช้งานจะต้องได้รับการฝึกอบรมที่เหมาะสมในการการดำเนินงานและการจัดการด้านความปลอดภัยของเครื่อง ตามกฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวกับสุขภาพและความปลอดภัย

เก็บคู่มือการใช้งานไว้ที่สะดวกต่อการใช้งาน

ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือการทำความสะอาดการเก็บรักษาในสถานที่ของการเข้าถึงได้ง่ายเพื่อให้ทุกคนสามารถอ่านได้ เมื่อใดก็ตามที่จำเป็นควรแต่งตั้งบุคคลที่รับผิดชอบโดยตรง หากการเก็บเกิดความเสียหายหรือสูญหาย โปรดติดต่อเราโดยแจ้งชื่อเครื่องและหมายเลข เราจะจัดส่งคู่มือการใช้ไปให้คุณ

แต่งตั้งบุคคลในการดูแลรักษา

ที่สำคัญควรมีการแต่งตั้งบุคคล เพื่อป้องกันของการทำงานของเครื่องที่ผิดพลาดและการบำรุงรักษาที่สำคัญ บุคคลที่แต่งตั้งควรจะเป็นผู้ที่มีความรู้หรือมีประสบการณ์ในการปฏิบัติด้านความปลอดภัยและมีความคุ้นเคยกับการทำงานของเครื่อง

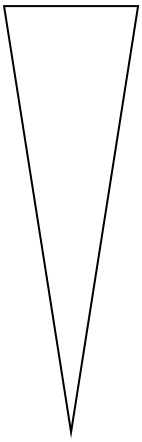
พนักงานทุกคนรู้ตำแหน่งของปุ่มฉุกเฉิน (EMERGENCY STOP)

พนักงานหรือผู้ปฏิบัติงานทุกคนจะต้องรู้ว่าตำแหน่งการใช้งานของปุ่มฉุกเฉิน (EMERENCY STOP) หรือปุ่มปิดเครื่อง

โปรดปฏิบัติอย่างเคร่งครัดตามคำแนะนำด้านความปลอดภัย

คำแนะนำด้านความปลอดภัยในคู่มือนี้จะแบ่งออกเป็นสามระดับ (Levels) ตามความรุนแรงขอความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับบุคคลหรือทรัพย์สิน

ระดับสูง (Height)



DANGER! (อันตราย)

สถานการณ์อันตรายร้ามะร่อซึ่งหากไม่หลีกเลี่ยงได้ทำให้เสียชีวิต

WARNING! (คำเตือน)

บ่งบอกถึงสถานการณ์ที่อาจเป็นอันตรายซึ่งหากไม่หลีกเลี่ยงอาจส่งผลในการบาดเจ็บสาหัสหรือความเสียหายต่อทรัพย์สิน

CAUTION! (คำแนะนำ)

ระดับต่ำ (Low)

สถานการณ์ที่อาจเป็นอันตรายซึ่งหากไม่หลีกเลี่ยงอาจส่งผลให้เกิดความเสียหายโปรดปฏิบัติตามเคร่งครัดตามคำแนะนำด้านความปลอดภัยเพื่อป้องกันไม่ให้ การเกิดอุบัติเหตุหรือความเสียหายต่อบุคคลหรือเครื่อง

1. การขนส่ง

เครื่องจะต้องถูกโยกย้ายอย่างระมัดระวัง ยกขึ้นอย่างช้าๆโดยไม่ให้สิ่งใดมากระแทกกับเครื่อง เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องเกิดความเสียหาย ใช้เชือก หรือสลิงยกของ ที่สามารถรับน้ำหนักได้

การขนส่งและการติดตั้งของเครื่องเพื่อป้องอันตรายและความเสียหายที่เกี่ยวกับเครื่องขอให้มีผู้เชี่ยวชาญในการขนส่งและติดตั้งเครื่อง เท่านั้น

- เฉพาะบุคลากรที่ได้รับอนุญาต
- อย่าอยู่ภายใต้เครื่องยก

2. การติดตั้งเครื่อง

2.1 การติดตั้งเครื่อง

ติดตั้งเครื่องบนพื้นคอนกรีตที่เรียบ หรือวางบนพื้นที่เรียบ เพราะการสั่นสะเทือนของเครื่องมีผลต่อความเที่ยงตรง ควรวางแผ่นระดับน้ำ เพื่อความปลอดภัยของเครื่องควรขัดน็อตยึดกับตัวเครื่องให้แน่น ที่มาพร้อมกับเครื่องภายใต้การปรับ blots ที่เพียงพอสำหรับการบำรุงรักษา ตรวจสอบหรือการทำงานอื่น

คำเตือน! ควรขันน็อตยึดกับแท่นเครื่องให้แน่นป้องกันการสั่นสะเทือน

2.2 การติดตั้งระบบไฟฟ้า

การเดินสายไฟฟ้าที่จะถูกติดตั้ง ขอให้ช่างไฟฟ้าที่มีความรู้สำหรับการเดินสายไฟฟ้า แหล่งพลังงานจะต้องมี 220 volt, 1 เฟส 50 Hz ประเภทที่มีความผันผวนของแรงดันไฟฟ้า + / - 10% กำลังการผลิตไฟฟ้าที่ทำงานให้กับมอเตอร์ที่ใช้ในเครื่องนี้รวมของการกำหนดประเภทและความหนาของสายไฟสายดินพิจารณาจากเบรกเกอร์ควรจะทำตามมาตรฐานการไฟฟ้าในท้องถิ่นและกฎระเบียบ

ข้อควรระวัง!

เครื่องนี้จะถูกควบคุมโดยซีเควน ควรพิจารณาที่วางให้เหมาะสมหรือหลีกเลี่ยงออกจากอุปกรณ์ใกล้เคียงเช่นเครื่องไฟฟ้าเชื่อมเตาเผาความร้อนสูงความถี่เครื่องชุบแข็ง ฯลฯ ซีเควนอาจจะเสียหรือถูกทำลาย ในกรณีเช่นนี้ให้มาตรการการป้องกัน

3. การทำความสะอาด

ควรทำความสะอาดแผ่นกรองฝุ่นด้านหลังเครื่องอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง เพื่อประสิทธิ์ภาพการดูดฝุ่น และทำการเปลี่ยนแผ่นกรองฝุ่นเมื่อประสิทธิ์ภาพการดุดฝุ่นลดลง

คำเตือน!

- ก่อนที่จะทำการเปลี่ยนแผ่นกรองฝุ่นต้องปิดระบบไฟฟ้าทุกครั้งเพื่อความปลอดภัย

4. ชื่อและฟังก์ชั่นของสวิทช์

4.1 Electric Power สวิทช์เปิด / ปิดแหล่งจ่ายไฟหลักการควบคุมแผง

คำเตือน!

- เมื่อไม่ใช้เครื่องต้องปิดระบบไฟฟ้าทุกครั้งเพื่อความปลอดภัย

4.2 สวิทช์เปิด / ปิด หัวจับงาน (Chuck)

- CL = หัวจับทำการยึด
- UCL = หัวจับทำการคลายตัว

คำเตือน!

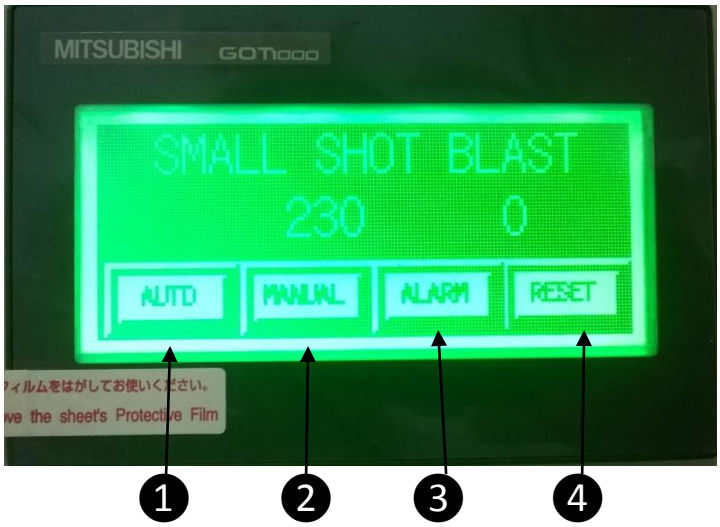
- ก่อนจะเดินเครื่องหัวจับจะต้องอยู่ในตำแหน่งยึด(Clamp) เพื่อความปลอดภัย

4.3 สวิทช์เปิดเครื่องอัตโนมัติ (Automatic Start)

คำเตือน!

- เมื่อเครื่องอยู่ในโหมดการทำงานอัตโนมัติเพื่อความปลอดภัยไม่ควรเปิดประตูเครื่อง

4.4 สวิทช์เปิดปิดหน้าจอ

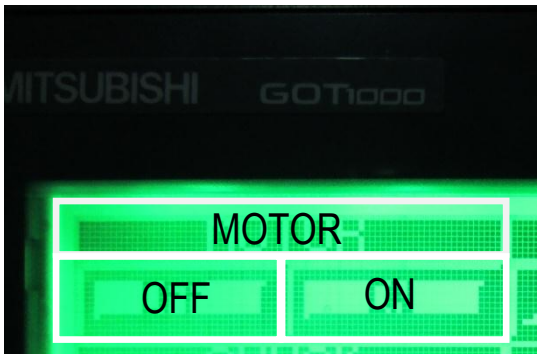


1) สวิทช์เลือกการทำงานอัตโนมัติ
2) สวิทช์เลือกการทำงานแมนนวล
3) สวิทช์เลือกดูความผิดปกติของเครื่อง
4) สวิทช์ลบความผิดปกติ

4.4.1 สวิทช์เลือกการทำงานแมนนวล

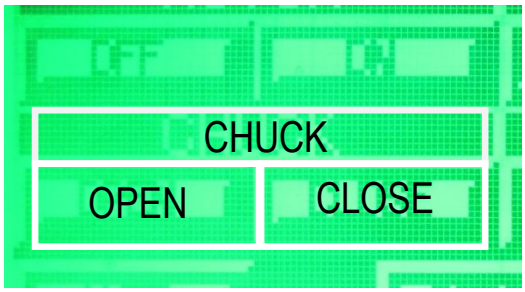
โหมดเลือกการทำงานแบบแมนนวล มีสวิทช์เลือกการทำงานในหลายหน้าที่ดังนี้

- MOTOR (มอเตอร์)



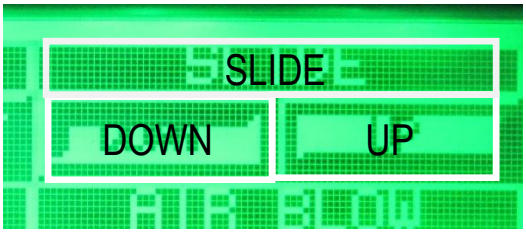
  - ON = เปิดมอเตอร์ (มอเตอร์หมุน)
  - OFF = ปิดมอเตอร์ (มอเตอร์หยุดหมุน)

- CHUCK (หัวจับ)



  - OPEN = หัวจับเปิด
  - CLOSE = หัวจับปิด

- SLIDE (แกนยกท่อฉีดพ่น)



  - UP = แกนยกท่อตำแหน่งขึ้น
  - DOWN = แกนยกท่อตำแหน่งลง

- AIR BLOW (ท่อฉีดพ่นเม็ดขัด)

  - ON = ท่อฉีดพ่นเม็ดขัดผิวทำงาน
  - OFF = ท่อฉีดพ่นเม็ดขัดผิวหยุดทำงาน

- TIMER (ตั้งเวลาการขัด)

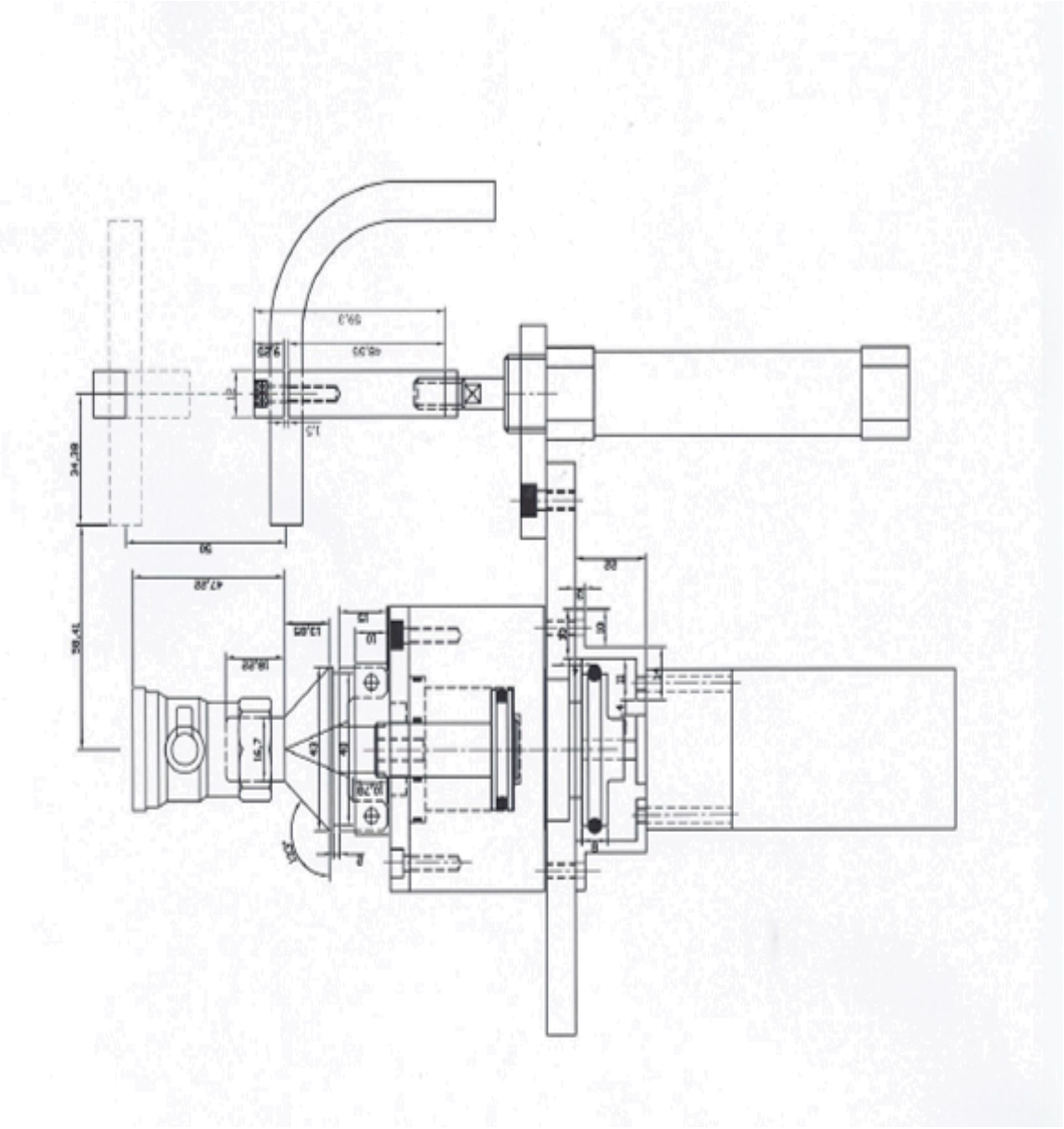
  - สามารถตั้งเวลาการขัดผิวได้ตามต้องการ

- TIMER COUNTER (แสดงเวลาการขัดผิว)

5. ชิ้นส่วนเครื่อง

คำเตือน!

- เมื่อทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องควรใช้ชิ้นส่วนเครื่องจากผู้ผลิต หรือชิ้นส่วนที่ได้มาตรฐานการผลิตเพื่อความปลอดภัย



ภาคผนวก จ

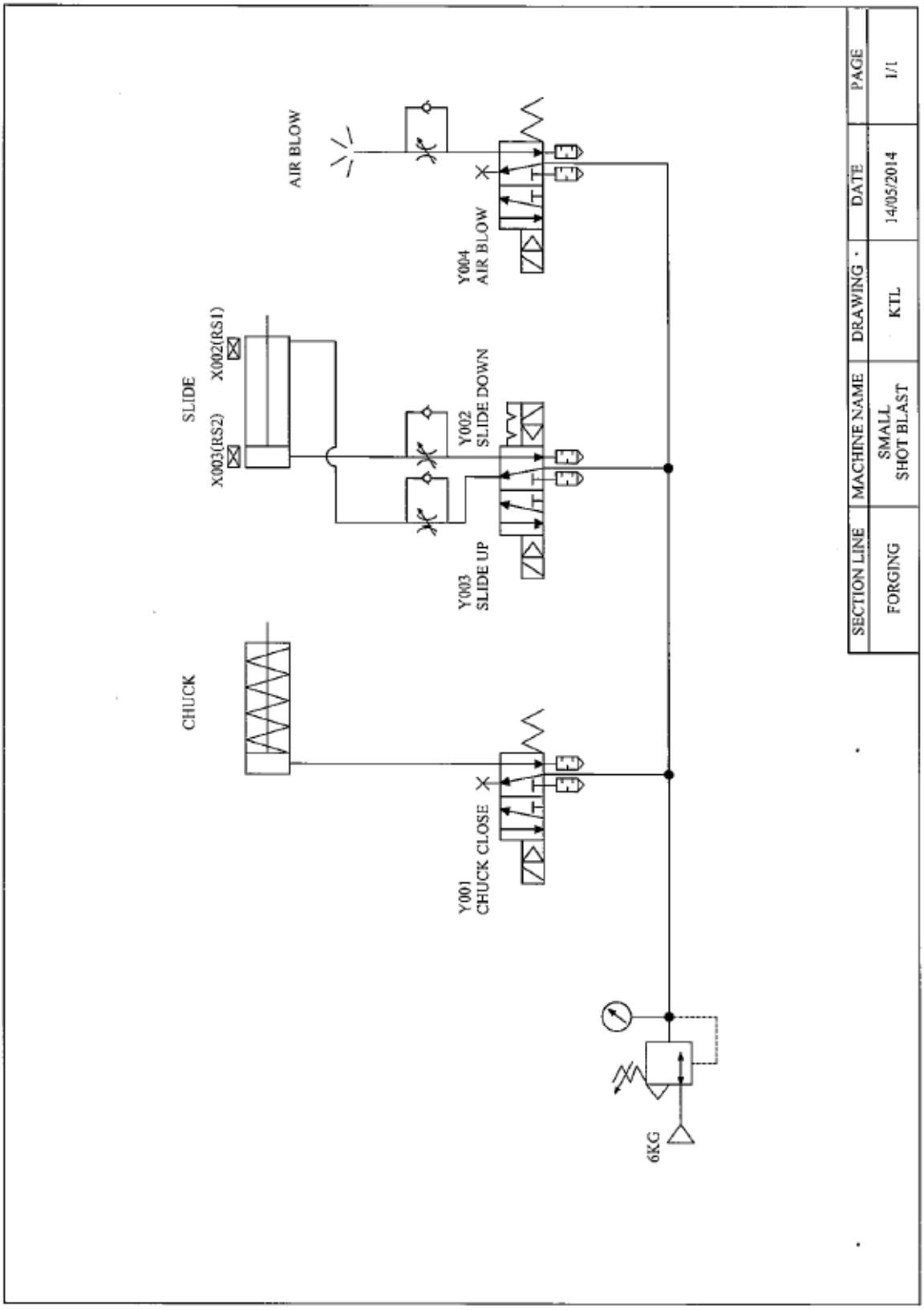
แบบไฟฟ้า

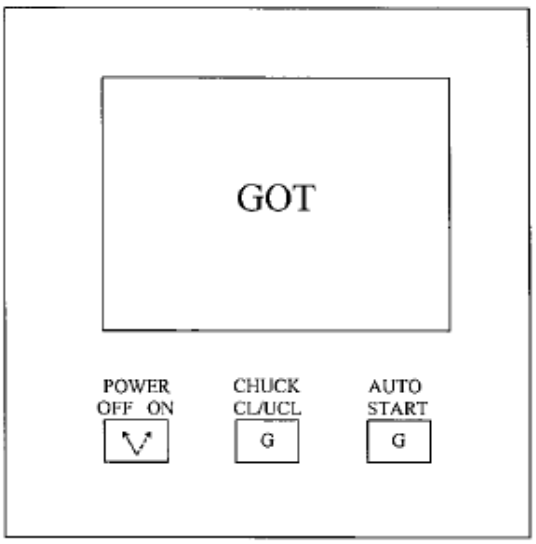
[Base Screen Title List]

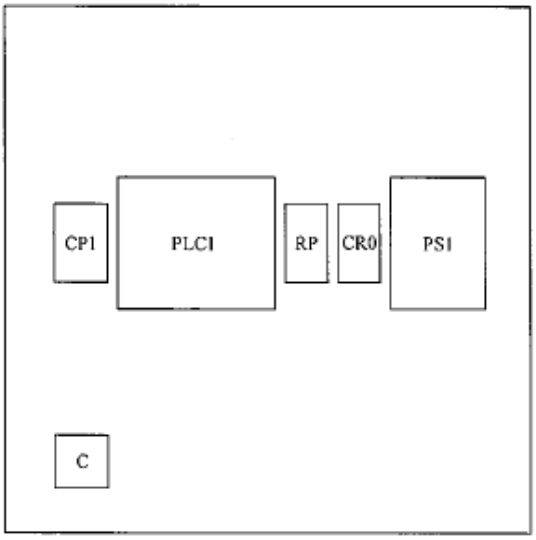
1	MENU
2	MANUAL
3	DISPLAY ALARM

[Base Screen Image List]

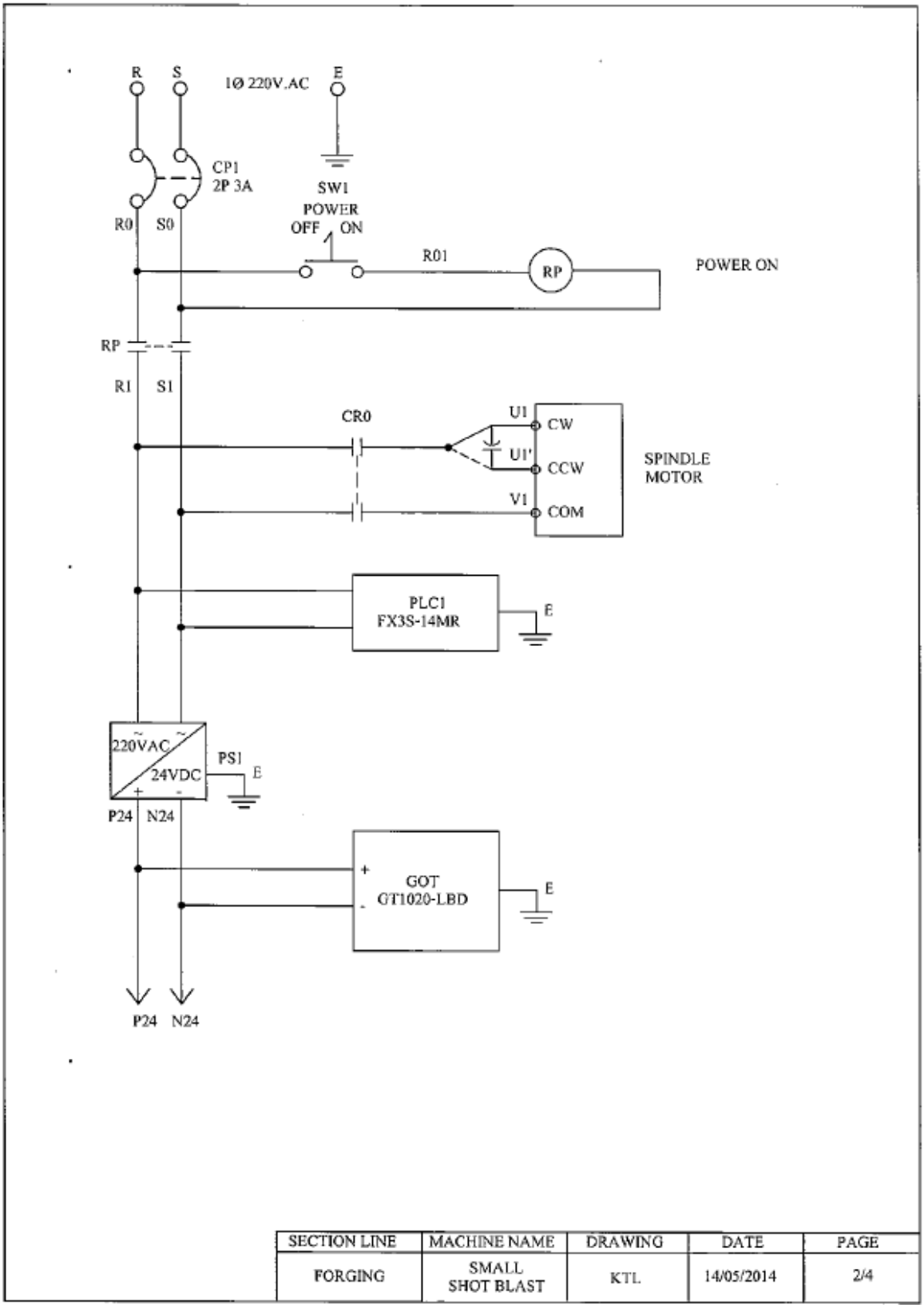
1:MENU[OFF]	2:MANUAL[OFF]	3:DISPLAY ALARM[OFF]	


AIR BLOW
Y004
AIR BLOW
SLIDE
X002(RS1)
X003(RS2)
Y002
SLIDE DOWN
Y003
SLIDE UP
CHUCK
Y001
CHUCK CLOSE
6KG
SECTION LINE
FORGING
MACHINE NAME
SMALL
SHOT BLAST
DRAWING
KTL
DATE
14/05/2014
PAGE
1/1

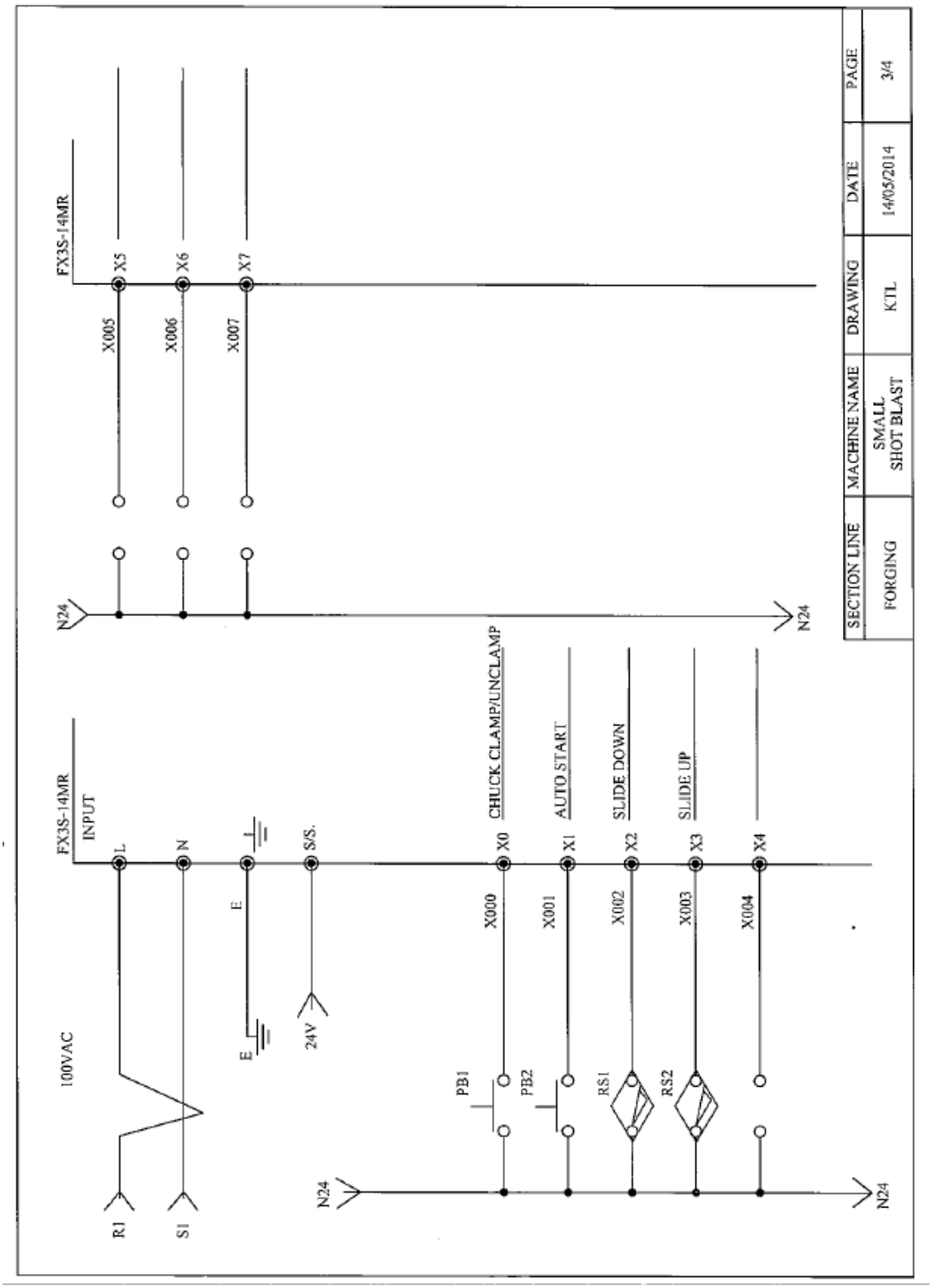


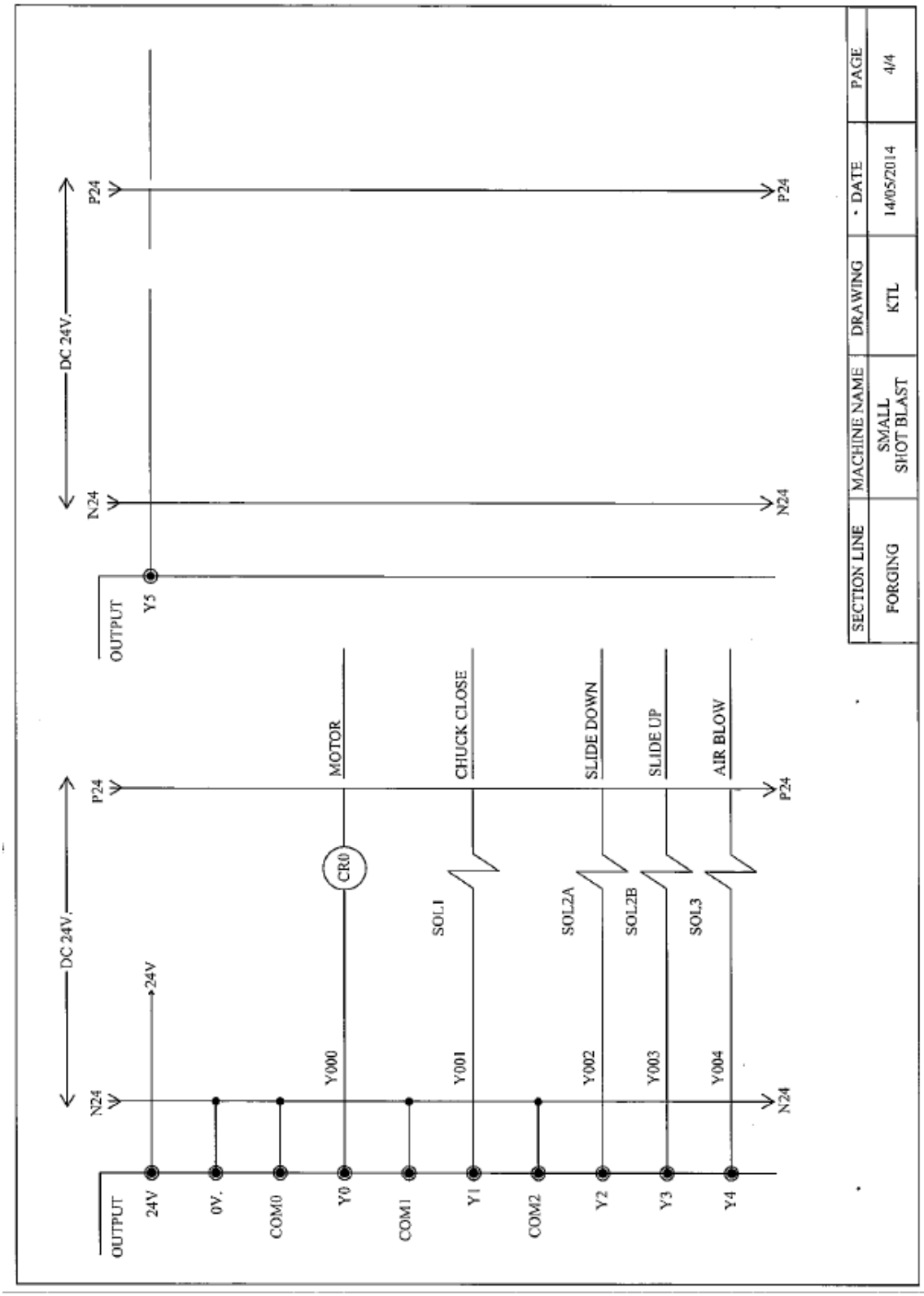


SECTION LINE	MACHINE NAME	DRAWING	DATE	PAGE
FORGING	SMALL SHOT BLAST	KTL	14/05/2014	1/4



SECTION LINE	MACHINE NAME	DRAWING	DATE	PAGE
FORGING	SMALL SHOT BLAST	KTL	14/05/2014	2/4


FX3S-14MR
INPUT
100VAC
L
N
E
S/S.
24V
R1
S1
X000
X001
X002
X003
X004
X0
X1
X2
X3
X4
CHUCK CLAMP/UNCLAMP
AUTO START
SLIDE DOWN
SLIDE UP
PB1
PB2
RS1
RS2
N24
FX3S-14MR
X5
X6
X7
X005
X006
X007
SECTION LINE
FORGING
MACHINE NAME
SMALL SHOT BLAST
DRAWING
KTL
DATE
14/05/2014
PAGE
3/4


OUTPUT
24V
0V.
COM0
Y0
COM1
Y1
COM2
Y2
Y3
Y4
N24
DC 24V.
P24
24V
Y000
Y001
Y002
Y003
Y004
CR0
MOTOR
SOL1
CHUCK CLOSE
SOL2A
SOL2B
SLIDE DOWN
SLIDE UP
SOL3
AIR BLOW
OUTPUT
Y5
SECTION LINE
FORGING
MACHINE NAME
SMALL SHOT BLAST
DRAWING
KTL
DATE
14/05/2014
PAGE
4/4

SMALL SHOT BLAST

PLC name set

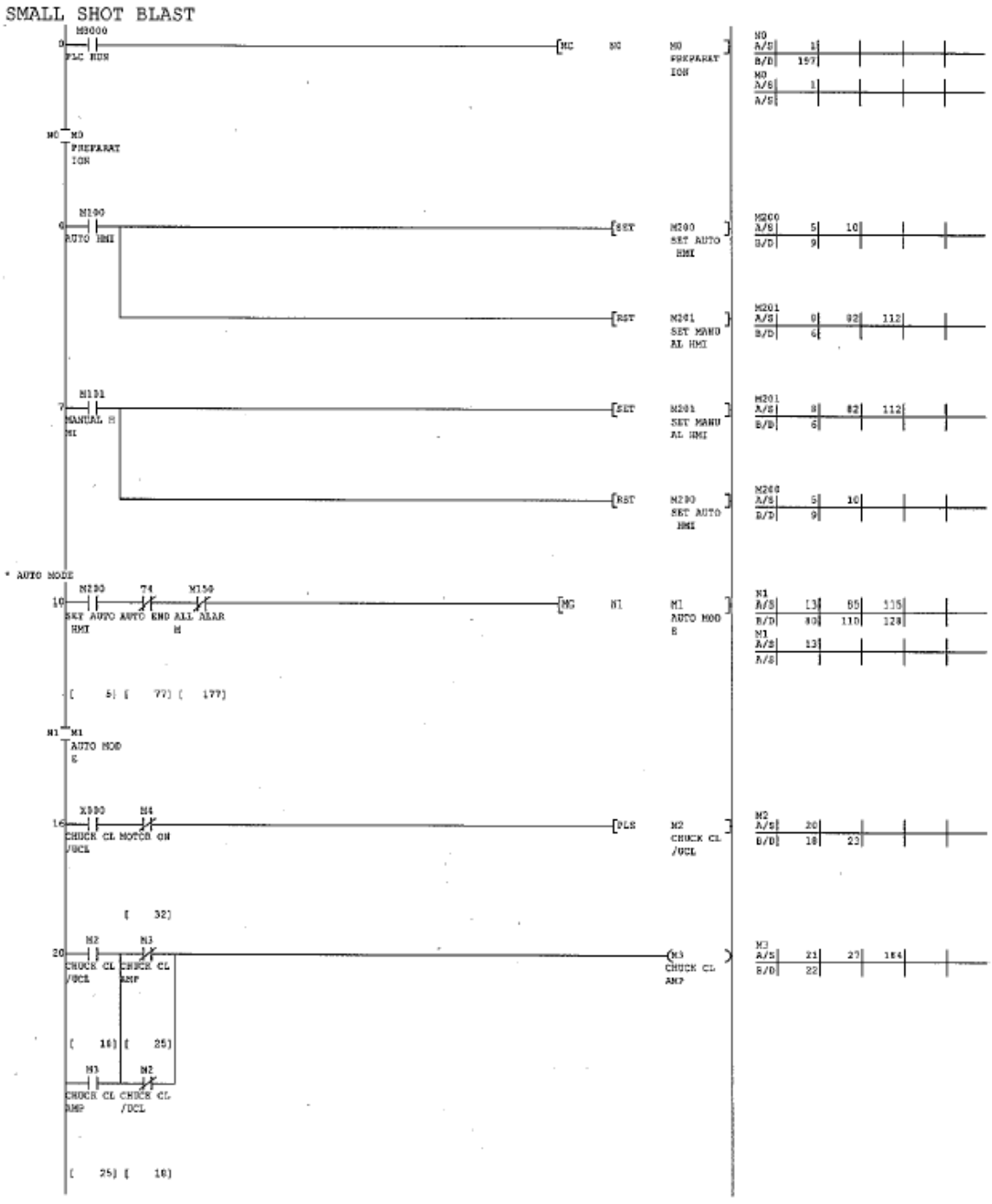
Title	[ ]

Mem capcty set

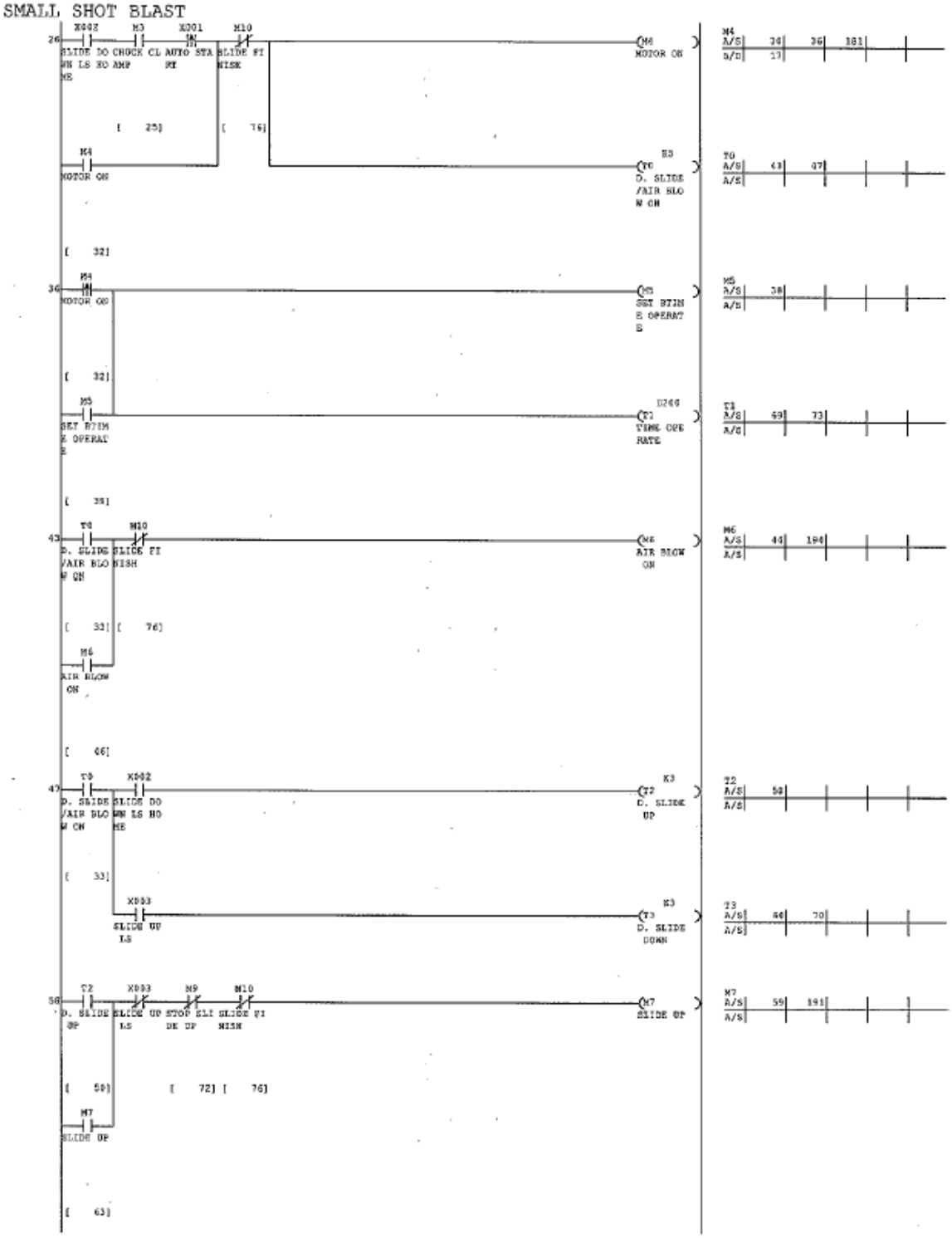
1	Memory size	[4000]
2	Program size	[2000]step
3	Comment size	[4]block [200]pt
4	File register	[0]block [0]pt
5	Positioning Settings	[0]block

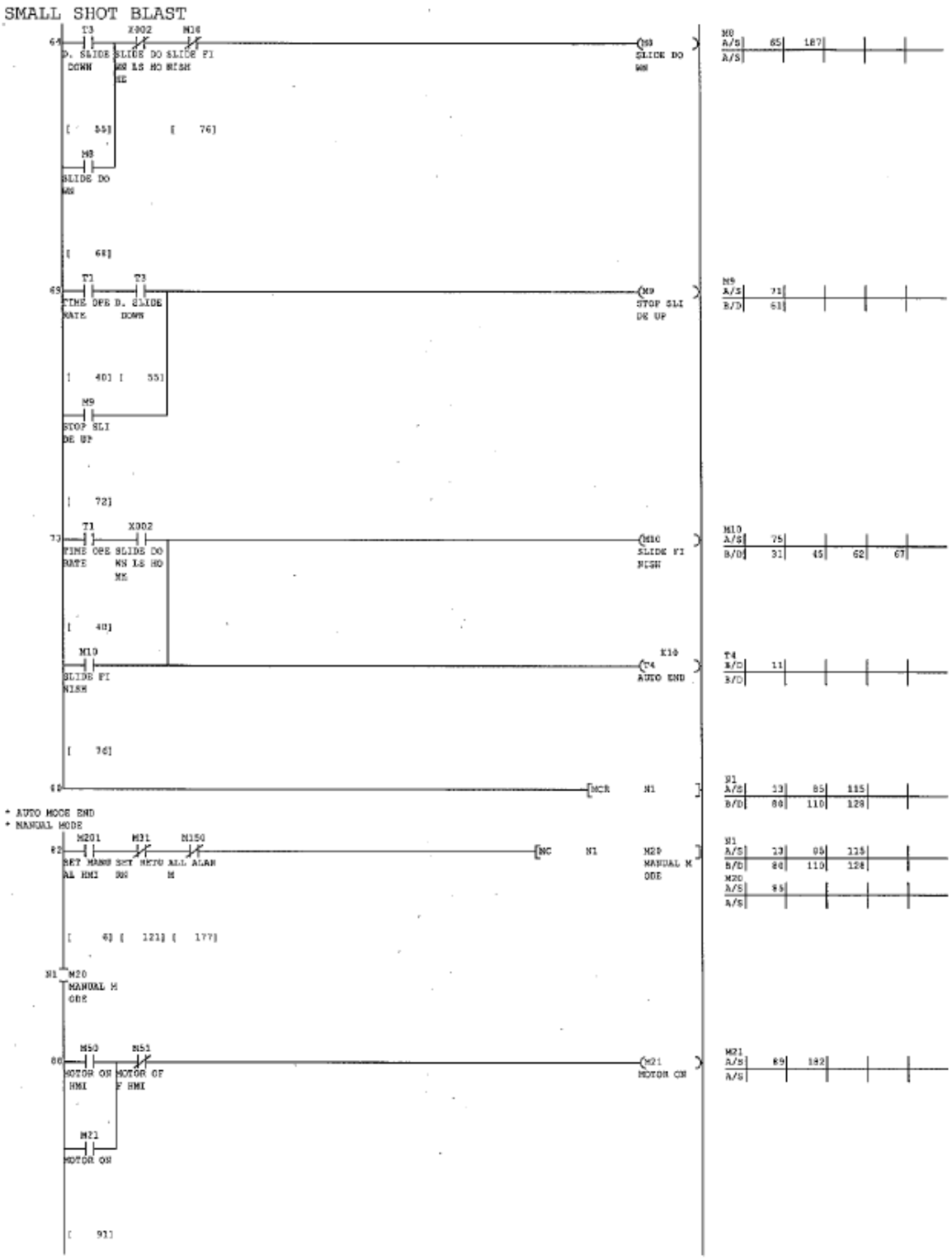
PLC system set

1	Battery mode	<OFF>	
2	Modem Initialization	<None>	
3	Run Contact	X [ ]	
4	Communication	Ch1	Ch2
	Protocol		
	Data length		
	Parity		
	Stop bit		
	Baud rate		
	Header		
	Terminator		
	Control line		
	H/W type		
	Control mode		
	Sum check		
	Trans control Proc		
	StationNo. Setting	[ ]H	[ ]H
	Time out	[ ]X10ms	[ ]X10ms

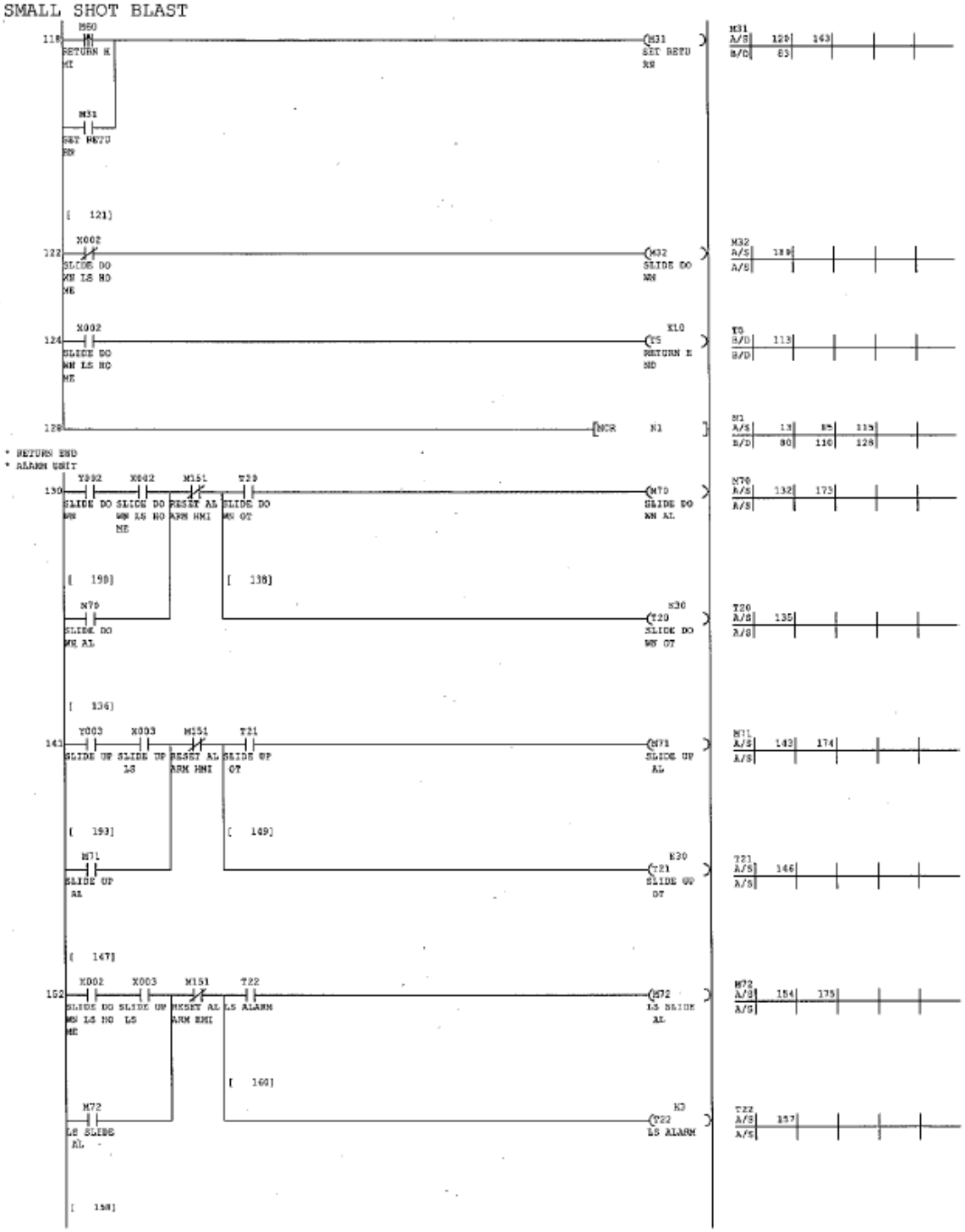

SMALL SHOT BLAST
M8000
PLC RUN
M0
PREPARAT ION
M200
AUTO HMI
SET
RST
M201
SET MANU AL HMI
M201
MANUAL H MI
SET
RST
M200
SET AUTO HMI
* AUTO MODE
M200
SET AUTO HMI
T4
M150
ALL ALAR M
M1
AUTO MOD E
X000
M4
CHUCK CL /UCL
PLS
M2
CHUCK CL /UCL
M2
CHUCK CL /UCL
M3
CHUCK CL AMP
M3
CHUCK CL AMP
M2
CHUCK CL /DCL
M3
CHUCK CL AMP
M2
CHUCK CL /UCL

SMALL SHOT BLAST

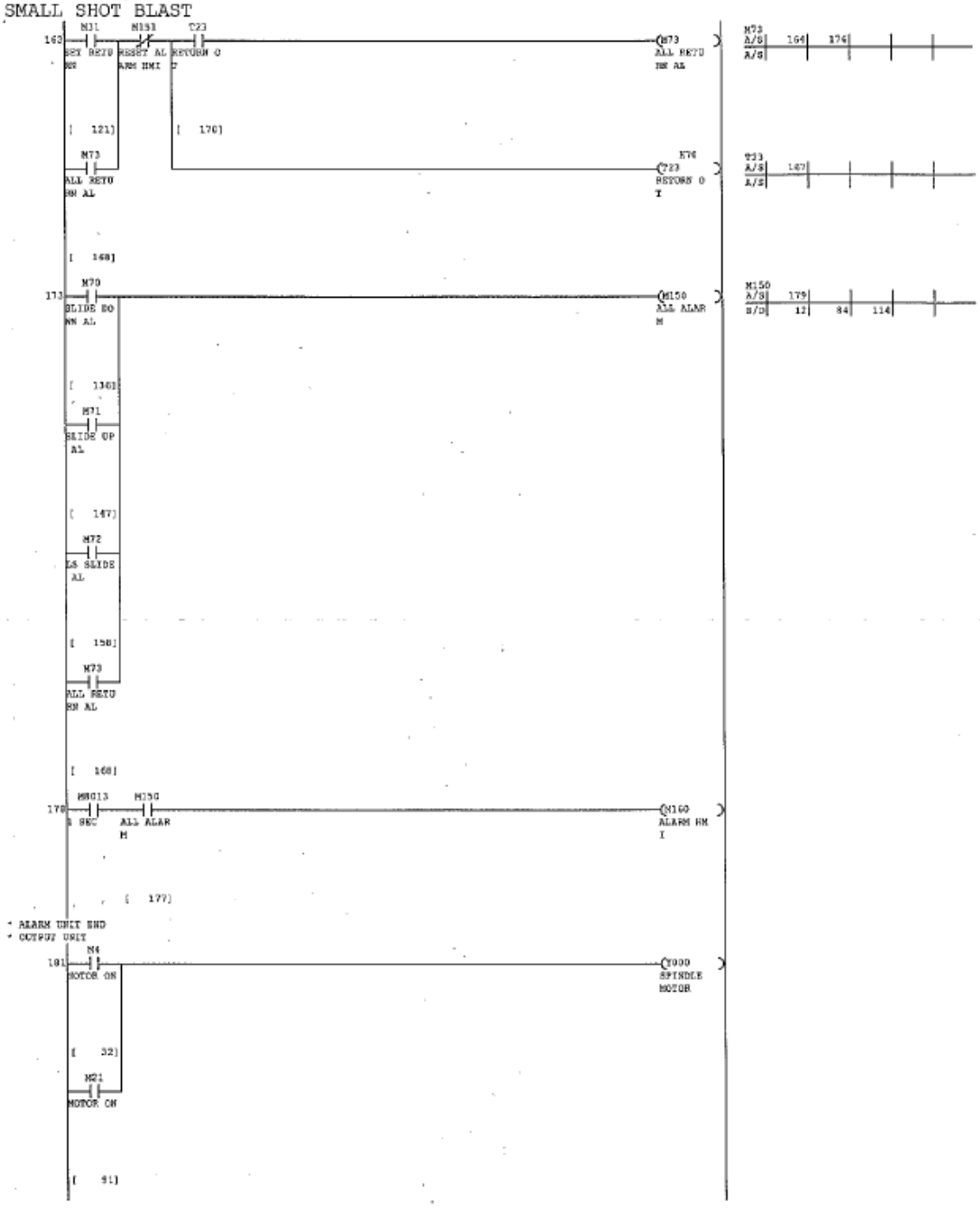



SMALL SHOT BLAST
T3
D. SLIDE DOWN
X002
SLIDE DO MS LS HO ME
M16
SLIDE FI NISH
M8
SLIDE DO WN
T1
TIME OPE RATE
T3
D. SLIDE DOWN
M9
STOP SLI DE UP
T1
TIME OPE RATE
X002
SLIDE DO MS LS HO ME
M10
SLIDE FI NISH
K10
T4
AUTO END
MCR
N1
* AUTO MODE END
* MANUAL MODE
M201
SET MANU AL HMI
M31
SET HOTO SS
M150
ALL ALAR M
NC
N1
M20
MANUAL M ODE
M50
MOTOR ON HMI
M51
MOTOR OF F HMI
M21
MOTOR ON
M21
MOTOR ON

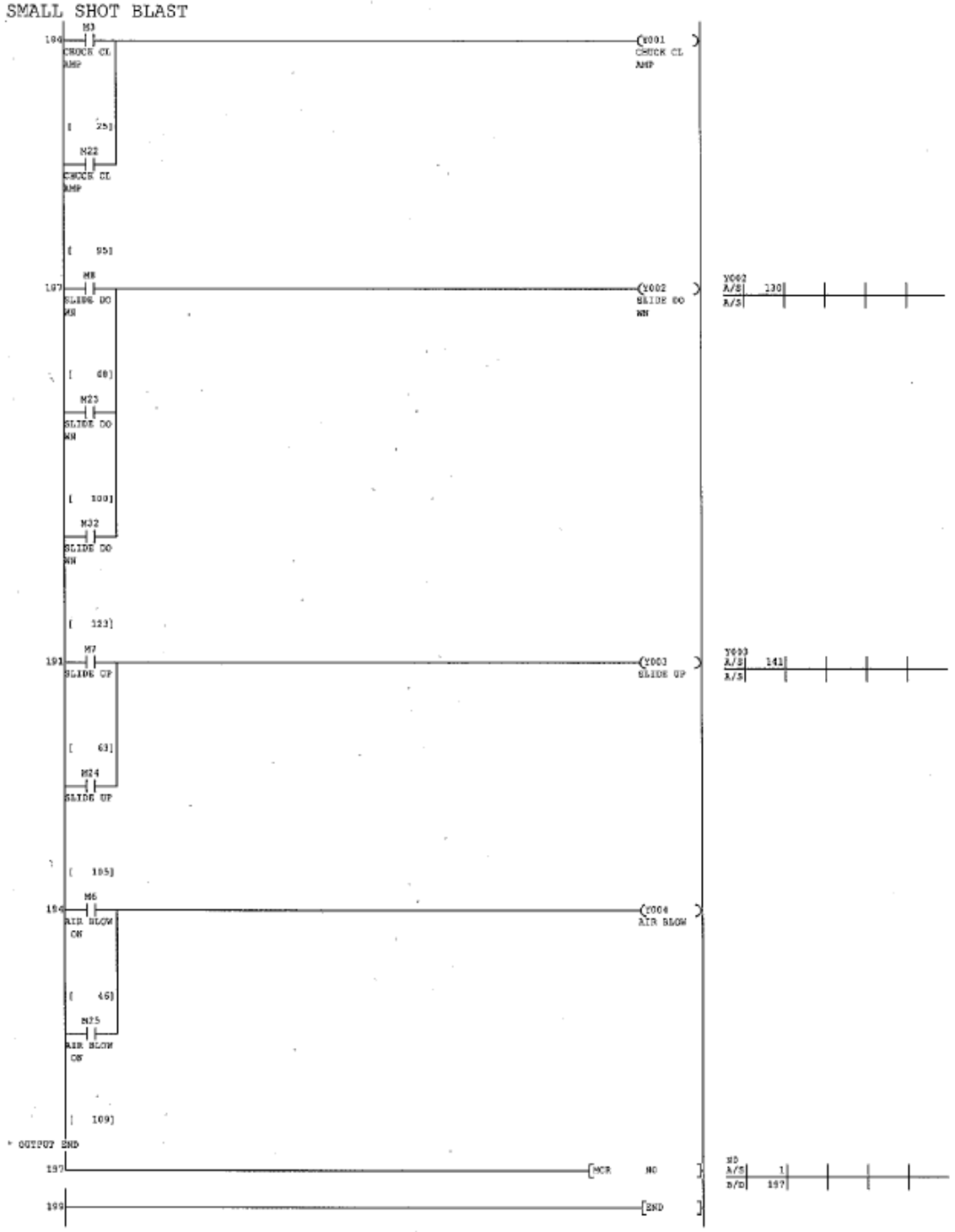
SMALL SHOT BLAST



SMALL SHOT BLAST



SMALL SHOT BLAST



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นาย ยุทธนา จันทร์โสภณพงศ์
วันเดือน ปีเกิด	16 ธันวาคม 2510
ที่อยู่	59/44 ม.3 ต. ลาดขวาง อ. บ้านโพธิ์ จ. ฉะเชิงเทรา
ประวัติการศึกษา	มัธยมตอนต้นโรงเรียนประจวบวิทยาลัย
	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ)ออกแบบ
	ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
	มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
ประสบการณ์การทำงาน	
ปี 2532 – 2556	ผู้จัดการแผนกชิ้นส่วน บริษัท คิทซ์ ประเทศไทย จำกัด
ปี2556-ปัจจุบัน	ตำแหน่ง ผู้จัดการแผนกปั๊มขึ้นรูป บริษัท คิทซ์ ประเทศไทย จำกัด