

".....เมคอินไทยแลนด์นี่จะเป็นประโยชน์ ถ้าเรามาใช้ของไทย ชื้อของไทย
เที่ยวเมืองไทย กินข้าวไทย อันนี้จะได้ประโยชน์ แต่ว่าก็ไม่แก้ปัญหา..."
"...เพราะฉะนั้นสามารถทำให้มีการส่งออกสิ่งของที่ทำได้ด้วยวัตถุดิบในเมืองไทย
และทำด้วยแรงงานของคนไทย อันนี้เป็นการแก้ไขสถานการณ์วิกฤตอย่างดี....."

พระราชดำรัสพระราชนิพนธ์เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2540
จากคู่มือการดำเนินงานชีวิตสำหรับประชาชนปี 2541 และทฤษฎีใหม่
จัดพิมพ์โดย สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์
สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์
บริษัทมอญคัลช้อยพัฒนา และ บริษัทบางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)

เครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซไนโตรเจน
Sealing Machine with Nitrogen Gas Contained



ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สนับสนุนทุนวิจัยโดย ศูนย์พัฒนาชุมชนแม่บ้านหนอง
อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา
ธันวาคม ๒๕๔๗

เครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุภัณฑ์ในโตรเจน

ผศ. ธนรัตน์ แท้วัฒนา

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 26120.

โทร : 0-2664-1000 ต่อ 2040 E-mail : thanarat@swu.ac.th

บทคัดย่อ

การถนอมอาหารถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญ โดยทั่วไปแล้วการถนอมอาหารนั้นมีอยู่หลายวิธี โดยเฉพาะอาหารประเภทขนมอบกรอบ ฉะนั้นการใช้ก๊าซไนโตรเจนบรรจุลงในหีบห่อจึงเป็นอีกวิธีในการป้องกันการเน่าเสียและลดปฏิกิริยาออกซิเดชันลง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้ผลิตต้องจัดหาเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ปิดผนึกและบรรจุก๊าซไนโตรเจนในเวลาเดียวกัน แต่เครื่องประเภทนี้จะทำงานโดยระบบอัตโนมัติที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและสร้างเครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุภัณฑ์ในโตรเจน โดยเครื่องที่สร้างมีขนาด 30x35x45 เซนติเมตร ทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานด้วยระบบนิวเมติกส์ประสมไฟฟ้า การปิดผนึกด้วยแท่งความร้อนโดยมีชุดควบคุมอุณหภูมิด้วยการตั้งเวลา และมีชุดควบคุมความดันของก๊าซไนโตรเจนที่บรรจุ โดยบรรจุภัณฑ์ที่ใช้กับเครื่องจะเป็นซองอลูมิเนียมฟอยล์สำเร็จรูปปิดผนึกมาแล้ว 3 ด้าน จากผลการทดลองพบว่าเครื่องที่สร้างนี้มีความสามารถในการปิดผนึกของประมาณ 550 ซองต่อชั่วโมง(เดินต่อเนื่อง) ที่อุณหภูมิที่เหมาะสมการใช้งานที่ 120 องศาเซลเซียส และต้นทุนวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างประมาณ 32,000 บาท

Sealing Machine with Nitrogen Gas Contained

Asst.Prof.Thanarat Taewattana

Industail Engineering Dept ,Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University 26120.

Tel : 0-2664-1000 Ext 2040 E-mail : thanarat@swu.ac.th

ABSTRCT

The food preservation is essential. In general, there are many ways to preserve foods especially in biscuit products. Therefore, using nitrogen gas to contain in package is a way to prevent and reduce the oxidation. By this reason, a manufacturer considers a sealing machine with nitrogen gas contained. However this machine is operated by automation system and have to order from overseas. So, the main objective of this research is to study and create the sealing machine with nitrogen gas contained with dimension 30 x 35 x 45 cm., operated by automation system and controlled by electro-pnumatic system. The sealing temperature is controlled by time setting while nitrogen gas pressure is controlled by air regulator. The package used for this machine is an aluminum foil case with three-side closed. After run this machine, the result shows its capacity to seal the aluminum foil in 550 pieces per hour continuously. The best temperature for using the seal is about 120 °C with 32,000 baht for material cost.

KEYWORDS : Sealing machine, Hotseal, Nitrogen gas contained, Food preservation

กิตติกรรมประกาศ

ทางผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์พัฒนาชุมชนแม่บ้านหอกลอง ตำบลด่านจาก อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนต้องขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความร่วมมือและอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือในการสร้างเครื่องทำวิจัย งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

อนึ่งงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยหวังว่าเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าและเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดเล็กของประเทศไทยก้าวสู่การพัฒนาในการเพิ่มศักยภาพให้ยั่งยืนต่อไป หากงานวิจัยมีข้อบกพร่องประการใด ทางผู้วิจัยขอน้อมรับแต่เพียงผู้เดียว



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
การปิดผนึกกร่อน	4
ประเภทของบรรจุภัณฑ์	4
ซองอคูมินีฟอยด์	7
ก๊าซไนโตรเจน	9
แท่งความร้อน	10
การนำความร้อน	11
ถังบรรจุก๊าซไนโตรเจน	13
การออกแบบวงจรนิวแมติกส์	14
การทดสอบบรรจุภัณฑ์	16
องค์ประกอบในการพิจารณาเครื่องจักร	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3. วิธีดำเนินการวิจัย	21
ศึกษาแนวคิดและขอบเขตการทำงาน	22
การกำหนดรายละเอียดของการออกแบบ	23
การคำนวณหาค่าตั้งวัดที่แท้จริง	27
การออกแบบวงจรนิวแมติกส์	28
4. ผลของการวิจัย	31
ข้อกำหนดในการทดลอง	31
วิธีดำเนินการทดลอง	31
ขั้นตอนในการทดลอง	31
ผลการทดลอง	32
การหาเวลามาตรฐานการทำงานของเครื่อง	36
การหาค่าตั้งการผลิต	36
การทดสอบสมมุติฐาน	36
วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง	37
5. สรุปผลการวิจัย	38
ผลการทดลอง	38
ปัญหาการทำวิจัย	39
ข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก ก. ค่าวิกฤติ Z	41
ภาคผนวก ข. อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้สร้างเครื่อง	44
ภาคผนวก ค. ภาพถ่ายเครื่อง	58
ภาคผนวก ง. รายการวัสดุและค่าใช้จ่าย	62
ภาคผนวก จ. แบบรายละเอียดเครื่อง	65

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ประเภทของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับประเภทของอาหารแปรรูป	6
2. ตัวอย่างประเภทขนาดและราคาของช่องอลูมิเนียมฟอยด์	9
3. สภาพการนำความร้อนของวัสดุบางชนิด	13
4. แสดงรายละเอียดการออกแบบ	26
5. แสดงผลของรอยปิดผนึกที่ระดับเวลาต่างๆ	32
6. แสดงเวลาของการปิดผนึกของกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง	34
ตารางภาคผนวกที่	
ภาคผนวก ก	
1. แสดงค่าวิกฤติ Z ภายใต้การกระจายแบบโค้งปกติ	42
ภาคผนวก ง	
2. รายการและค่าใช้จ่ายวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่อง	63

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. การปิดผนึกแบบแท่งความร้อน	4
2. ตัวอย่างของอลูมิเนียมฟอยด์	8
3. ลักษณะตัวอย่างแท่งความร้อน	11
4. แสดงการนำความร้อนผ่านผนังราบ	12
5. แสดงการติดตั้งชุดวาล์วปิดเปิดถังก๊าซ	13
6. กระบอบสูบนิวแมติกส์แบบไม่มีก้านยึดและรีดสวิทช์(reed switch)	15
7. กราฟที่ใช้ในการเลือกขนาดของกระบอกสูบ	15
8. การตรวจสอบรอยรั่วโดยวิธี vacuum chamber technique	16
9. เครื่องปิดผนึกของสูญญากาศและเติมก๊าซของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ	20
10. แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	21
11. โครงสร้างหลักที่ออกแบบ	23
12. กลไกชุดปิดผนึก	24
13. กลไกชุดบรรจุก๊าซไนโตรเจน	25
14. ลักษณะของเครื่องที่ออกแบบตามแนวคิด	27
15. แสดงขั้นตอนของการทำงานต่างๆ ของเครื่อง	29
16. วงจรระบบนิวแมติกส์ของเครื่องปิดผนึก	30
17. วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของเครื่องปิดผนึก	30
18. กราฟเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ระดับเวลาต่างๆ	33
19. สรุปผลการรั่วซึมของรอยปิดผนึก	33
20. รอยการปิดผนึกที่สมบูรณ์	34
21. เวลาที่ได้จากการทดลองเฉลี่ย 5.93 วินาที	36

รูปภาคผนวกที่

ภาคผนวก ข

1. แท่งความร้อนที่เลือกใช้	45
2. เครื่องควบคุมอุณหภูมิ	46

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปภาคผนวกที่	
ภาคผนวก ข	
3. ชุดเทอร์โมสตาทสำหรับควบคุมอุณหภูมิ	47
4. คุณสมบัติของกระบอกสูบนิวแมติกส์ที่ใช้	48
5. โครงสร้างของกระบอกสูบนิวแมติกส์ที่ใช้	49
6. ขนาดของมิติต่างๆ ของกระบอกสูบนิวแมติกส์ที่ใช้	50
7. ชนิดของ Auto switch และการยี่ดบนกระบอกสูบนิวแมติกส์	51
8. ชนิดของวาล์วที่ใช้ควบคุมบนกระบอกสูบนิวแมติกส์	52
9. โครงสร้างและมิติของวาล์วที่ใช้ควบคุมบนกระบอกสูบนิวแมติกส์	53
10. ชุดปรับปรุงคุณภาพลมระบบนิวแมติกส์	54
11. มิติขนาดของชุดปรับปรุงคุณภาพลมระบบนิวแมติกส์	55
12. ชุดควบคุมความดันของก๊าซในโตรเจน	56
13. โครงสร้างและมิติชุดควบคุมความดันของก๊าซในโตรเจน	57
14. เครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซในโตรเจน	59
15. ด้านหน้าของเครื่องปิดผนึกของฯ	59
16. การติดตั้งอุปกรณ์นิวแมติกส์ภายในเครื่อง	60
17. การติดตั้งเทอร์โมสตาทและระบบไฟฟ้าควบคุม	60
18. การติดตั้งอุปกรณ์ชุดบรรจุก๊าซและชุดปิดผนึกของ	61
19. การทดสอบการใช้เครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซในโตรเจน	61

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่หน้าตัดที่ความร้อนไหลผ่าน	w
H ₀	Null hypothesis $\mu = 8.6$	
H ₁	Alternative hypothesis $\mu < 8.6$	
k	สภาพการนำความร้อน	W/m.K
P ₁	ความดันก่อนใช้งาน	bar
P ₂	ความดันหลังใช้งาน	bar
P _{amb}	ความดันปกติ	bar
Q	ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท	w
SD	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
T ₁ , T ₂	อุณหภูมิที่สูงและต่ำที่ผิวแต่ละด้าน	°K
V ₁	ปริมาณก๊าซเต็มถัง	l
ΔV	ปริมาณการใช้ไปของก๊าซ	l
X	ความหนาของแผ่นราบ	m
$\bar{x}$	เวลาเฉลี่ย	sec.
z	z-test ในการทดสอบสมมุติฐาน	
μ	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการปิดผนึกซอง	sec.

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

แม้ว่าอุตสาหกรรมอาหารขนาดกลางและขนาดย่อมจะมีอยู่เป็นจำนวนมากและมีกระจายอยู่ทั่วประเทศมากกว่าอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ แต่ปัญหาหลักของอุตสาหกรรมขนาดนี้คือ การขาดแคลนเงินทุน ซึ่งมีผลกระทบต่อการเลือกใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม และการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้คงที่ ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ยังขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหาร หลักการแปรรูปอาหาร และ ปัจจัยที่ต้องควบคุมในระหว่างการแปรรูปและการเก็บรักษา กระบวนการแปรรูปที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ได้แก่ การใช้ความร้อน การลดปริมาณน้ำในอาหาร การหมัก การใช้สารเคมี และการใช้วิธีการแปรรูปแบบผสมผสาน

การถนอมอาหารนั้นจึงถือว่าเป็นเรื่องสำคัญที่ได้เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของคนทั่วโลก เนื่องจากพฤติกรรมการบริโภคอาหาร มีการเปลี่ยนแปลงมากจากสมัยก่อน โดยคนส่วนใหญ่ต้องการความสะดวกรวดเร็ว ในการเตรียมอาหารแต่ละวัน ทำให้ความสำคัญด้านการถนอมอาหารเข้ามามีความสำคัญของผู้บริโภคมากขึ้น ทำให้จำเป็นต้องมีการเรียนรู้และศึกษาเกี่ยวกับการถนอมอาหาร โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องแปรรูปการเกษตร เพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์ครัวไทยสู่ครัวโลกของรัฐบาลไทย

กลุ่มสตรีของศูนย์พัฒนาชุมชนแม่บ้านหอกลอง ตำบลด่านจาก อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา เป็นกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตและแปรรูปจากสินค้าทางการเกษตรเป็นอาหาร ซึ่งได้แก่ข้าวคังหน้าหมูหยองและข้าวนางเล็ดที่ได้จัดทำเป็นสินค้าชุมชน หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์(One Tambon One Product) ได้เล็งเห็นความสำคัญของการถนอมอาหารเพื่อรักษาคุณภาพของสินค้าและยังส่งเสริมภาพลักษณ์ที่ดีแก่สินค้า จึงได้ขอคำปรึกษาจากผู้วิจัยและให้การสนับสนุนทุนด้านการเงินเพื่อเปลี่ยนรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ในการแก้ปัญหาใช้บรรจุภัณฑ์เดิมที่ไม่สามารถรักษาคุณภาพได้นาน

จากข้อมูลของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมพบว่า[8] มีอาหารไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ที่ต้องอาศัยบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยในการถนอมอาหารเพื่อความกรอบ บรรจุภัณฑ์จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการห่อหุ้มอาหาร ดังนั้นการใช้ก๊าซไนโตรเจนบรรจุลงไปในหีบห่อบรรจุภัณฑ์ จึงเป็นทางเลือกในการป้องกันการเน่าเสีย และลดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอาหารลง ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดออกแบบสร้างเครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซไนโตรเจนลงในซองออลูมิเนียมฟอยล์ โดยใช้

หลักการระบบอัตโนมัติในการควบคุมการทำงาน และปิดผนึกด้วยแท่งความร้อน(Bar sealer) ที่มีหลักการคล้ายเตารีด ซึ่งแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนเชื่อมบริเวณปากถุง ซึ่งจะทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดีและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการบรรจุอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซไนโตรเจน
2. เพื่อเป็นการลดการนำเข้าของเครื่องจักรที่สั่งซื้อจากต่างประเทศที่มีราคาสูง

ขอบเขตของการวิจัย

1. การสร้างเครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซไนโตรเจนนี้จะกำหนดมิติต่างๆ ของเครื่องจากของอูมิเนียมฟอยด์ที่จะนำมาบรรจุใช้งาน โดยมีคุณลักษณะของเครื่องที่ต้องการดังนี้
 - 1.1. ส่วนของมิติโครงสร้างของเครื่องจักรทำด้วยโลหะมีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 300 x 350 x 450 มิลลิเมตร
 - 1.2. การควบคุมตัวทำงานของเครื่องจักรจะทำงานด้วยระบบนิวแมติกส์ประสมไฟฟ้าควบคุม
 - 1.3. การปิดผนึกของอูมิเนียมฟอยด์จะปิดผนึกด้วยแท่งความร้อนไฟฟ้า มีการควบคุมอุณหภูมิ และปิดผนึกของด้วยการตั้งเวลา
 - 1.4. ระบบการเปิด-ปิดจ่ายก๊าซไนโตรเจน ควบคุมด้วยการตั้งเวลาและมีการควบคุมความดันใช้งาน
2. ของอูมิเนียมฟอยด์ที่ใช้งานจะเป็นของที่ผลิตสำเร็จรูปปิดผนึก 3 ด้านมาแล้ว
3. การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซไนโตรเจนจะประกอบด้วย
 - 3.1. การทดลองปรับเวลาที่เหมาะสมในการปิดผนึก 5 ระดับ คือ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 วินาที เพื่อให้ได้รอยปิดผนึกที่ดี
 - 3.2. การทดลองคุณภาพของการปิดผนึก โดยตรวจสอบการรั่วซึมของการปิดผนึกตามลักษณะของรอยปิดผนึกที่ได้จากการปรับเวลาในแต่ละระดับ โดยการกดของลงในอ่างเพื่อดูฟองอากาศจากการรั่วซึม
 - 3.3. การหาเวลามาตรฐานของเครื่องปิดผนึก โดยการปรับเวลาการปิดผนึกที่ดีที่สุดจำนวน 100 ครั้ง แล้วมาหาค่าเฉลี่ยของการปิดผนึก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อหากำลังการผลิต

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถนอมอาหารด้วยก๊าซไนโตรเจน
2. ศึกษาแนวคิดหลักการทำงานและขอบเขตต่างๆ ของการสร้างเครื่องปิดผนึกด้วยแท่งความร้อนไฟฟ้า
3. กำหนดรายละเอียดของส่วนต่างๆ ของเครื่อง และทำการออกแบบเครื่องขึ้นส่วนต่างๆ
4. ทำการจัดหาและเลือกซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้าง
5. ดำเนินการสร้าง ประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ตามแบบ
6. ทดสอบการทำงานของเครื่องและวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น
7. ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ
8. ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง
9. ทำการสรุปงานวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

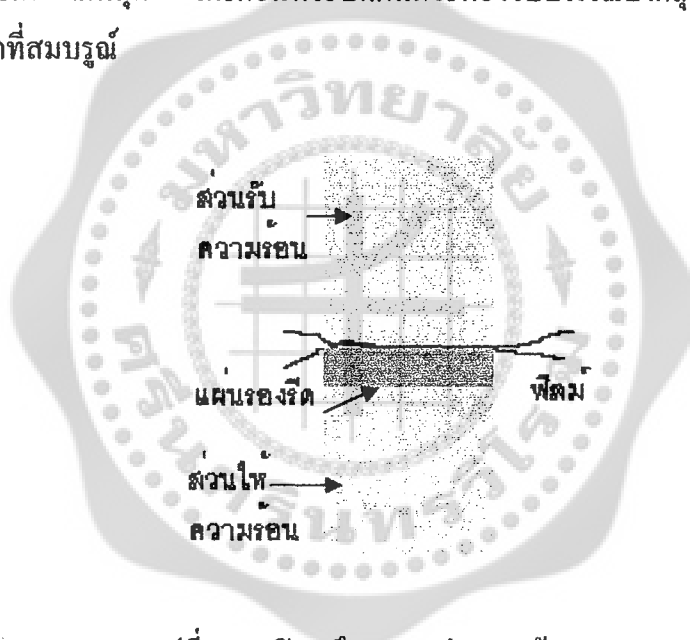
1. เป็นเครื่องต้นแบบสำหรับการพัฒนาในการสร้างเครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซไนโตรเจน เพื่อประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่อไป
2. เป็นเครื่องมือทางเลือกในการเพิ่มประสิทธิภาพในการบรรจุผลิตภัณฑ์และถนอมรักษาอาหาร เพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้า
3. เพื่อเป็นการลดการนำเข้าของเครื่องจักรสำเร็จรูปจากต่างประเทศที่มีราคาแพง
4. เป็นเครื่องจักรที่สามารถหาอะไหล่และชิ้นส่วนต่างๆ ที่ใช้ในการซ่อมบำรุง ภายในประเทศได้ง่าย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปิดผนึกกร้อน[1]

เครื่องปิดผนึกแบ่งประเภทตามความซับซ้อน ของเครื่องจักรซึ่งแบ่งได้หลายประเภท ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ เลือกการทำงานของเครื่องปิดผนึกแบบแท่งความร้อน (Bar sealer) โดยมีหลักการทำงานคล้ายเตารีด ซึ่งแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน หลักการของการปิดผนึกแบบนี้ เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยก่อนที่จะปิดผนึกจะต้องจับบริเวณปากถุงให้ตึงเรียบไว้รอขณะจะได้รอยปิดผนึกที่สมบูรณ์



รูปที่ 1 การปิดผนึกแบบแท่งความร้อน

โดยแท่งความร้อนจะมีเพียงข้างเดียว ดังรูปที่ 1 แสดงการปิดผนึกแบบแท่งความร้อน จะอยู่ด้านบนด้วยการใช้แรงกดอย่างสม่ำเสมอ

ประเภทของบรรจุภัณฑ์[7]

โดยทั่วไปบรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่เป็นตัวนำผลผลิตจากกระบวนการผลิตผ่านการขนย้าย การเก็บในคลังสินค้า การขนส่ง การจัดจำหน่าย เปิดโอกาสให้เลือกซื้อ และอำนวยความสะดวกในการบริโภค จากขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ จึงสามารถแยกประเภทของบรรจุภัณฑ์ตามหลักในการออกแบบได้เป็น 3 จำพวก คือ

1. **บรรจุภัณฑ์ชั้นในหรือปฐมภูมิ (Primary Packaging)** เป็นบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ชั้นในสุดสัมผัสกับอาหารโดยตรง ตัวอย่างเช่น ซองบรรจุน้ำตาล

ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นในมีปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา 2 ประการคือ อันดับแรกจะต้องมีการทดสอบจนมั่นใจว่าอาหารที่ผลิต และบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้จำเป็นต้องเข้ากันได้ (Compatibility) หมายความว่า ตัวอาหารจะไม่ทำปฏิกิริยากับบรรจุภัณฑ์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการแยกตัวของเนื้อวัสดุบรรจุภัณฑ์เข้าสู่อาหาร (Migration) หรือการทำให้บรรจุภัณฑ์เปลี่ยนแปลงรูปทรงไป เช่นในกรณีการบรรจุอาหารใส่เข้าไปในบรรจุภัณฑ์ขณะที่อาหารยังร้อนอยู่ (Hot Filling) เมื่อเย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้องจะทำให้รูปทรงของบรรจุภัณฑ์บิดเบี้ยวได้ ซึ่งจะพบบ่อยมากในขวดพลาสติกทรงกระบอก ซึ่งแก้ไขได้โดยการเพิ่มร่องบนผิวทรงกระบอกหรือเปลี่ยนรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมมุมมน นอกเหนือจากความเข้ากันได้ของอาหารและบรรจุภัณฑ์แล้ว ปัจจัยอันดับต่อมาที่ต้องพิจารณา คือ บรรจุภัณฑ์ชั้นในจะต้องเป็นบรรจุภัณฑ์ที่วางขายบนชั้นวาง หรือไม่ในกรณีที่ต้องวางขายแสดงตัวบนชั้นวาง การออกแบบด้านความสวยงาม การสื่อสารความหมายและภาพพจน์จะเริ่มเข้ามามีบทบาทในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

2. **บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองหรือทุติยภูมิ (Secondary Packaging)** เป็นบรรจุภัณฑ์ที่รวบรวมบรรจุภัณฑ์ชั้นแรกเข้าด้วยกัน เพื่อเหตุผลในการป้องกันหรือจัดจำหน่ายสินค้าได้มากขึ้น หรือด้วยเหตุผลในการขนส่ง ตัวอย่างเช่น กล่องกระดาษแข็ง หรือถุงพลาสติกใส่ซองน้ำตาล

บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองนี้มักจะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ต้องวางแสดงบนชั้นวาง ณ จุดขาย ดังนั้น ในการออกแบบ การเน้นความสวยงามและภาพพจน์ของบรรจุภัณฑ์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในทางกลับกันถ้าบรรจุภัณฑ์ชั้นในได้รับการออกแบบอย่างสวยงาม ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองนี้อาจจะทำการเปิดเป็นหน้าต่างเพื่อให้เห็นถึงความสวยงามของบรรจุภัณฑ์ชั้นในที่ออกแบบมาอย่างดีแล้ว

3. **บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สามหรือตติยภูมิ (Tertiary Packaging)** เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ทำหน้าที่หลักในการป้องกันสินค้าระหว่างการขนส่ง ซึ่งอาจแบ่งย่อยเป็น 3 ประเภท คือ

3.1 บรรจุภัณฑ์ที่ใช้จากแหล่งผลิตถึงแหล่งขายปลีก เมื่อสินค้าได้รับการจัดเรียงบนชั้นวาง หรือคลังสินค้าของแหล่งขายปลีกแล้ว บรรจุภัณฑ์ขนส่งก็หมดหน้าที่การใช้งาน ตัวอย่างเช่น เพลเลต (Pellet)

3.2 บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ระหว่างโรงงาน เป็นบรรจุภัณฑ์ที่จัดส่งสินค้าระหว่างโรงงาน ตัวอย่างเช่น ลังใส่ของฟริกป็น ถู่น้ำจิ้ม เป็นผลผลิตจากโรงงานหนึ่งส่งไปยังโรงงานอาหารสำเร็จรูป เพื่อทำการบรรจุไปพร้อมกับอาหารหลัก

3.3 บรรจุภัณฑ์ที่ใช้จากแหล่งขายปลีกไปยังมือผู้บริโภค เช่น ถุงต่างๆ ที่ร้านค้าใส่สินค้าให้ผู้ซื้อ

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นสามนี้ จึงต้องคำนึงถึงความสามารถในการป้องกันสินค้าระหว่างการขนส่ง ส่วนข้อมูลรายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์ขนส่งจะช่วยให้การจัดส่งเป็นไปอย่างสะดวกและถูกต้อง

ตารางที่ 1 ประเภทของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับประเภทของอาหารแปรรูป

กลุ่มอาหาร	ประเภทบรรจุภัณฑ์	คำแนะนำและเหตุผล
อาหารดอง ด้วยน้ำตาลและ ทำแห้ง	1. ซองพลาสติก PE	มีราคาถูกและปิดผนึกด้วยความร้อนได้ง่าย
	2. ซองพลาสติก PP	สามารถป้องกันความชื้นได้ดี แต่ปิดผนึกยากกว่าฟิล์ม PE เนื้อพลาสติกมีความใสช่วยเพิ่มคุณค่าสินค้า
	3. เซลโลเฟน หรือกระดาษแก้ว	สามารถป้องกันความชื้นได้ระดับหนึ่งมักนิยมใช้ห่อปิดปลาย (Twist Wrap)
	4. กระป๋องพลาสติก หรือกระบอกพลาสติกมีฝาปิด	เห็นสินค้าได้รอบตัว ควรปิดฝาด้วยเทปให้สนิท
	5. ถาดพลาสติกใสชนิดมีฝาเป็นแบบก้นหอย	ควรปิดฝาด้วยความร้อนแทนที่จะใช้ลวดตะเข็บหรือใช้เทป
	6. กระป๋องโลหะ	สามารถสร้างจุดเด่นที่ดีให้แก่สินค้าและแปลกใหม่แต่มีมูลค่าสูง
	7. กระป๋องกระดาษ	คล้ายคลึงกับกระป๋องโลหะแต่พิมพ์สวยงามได้ง่ายกว่า
	8. ถุงเคลือบหลายชั้น อาจใช้แบบวางตั้งได้ อาจมีซิปล็อค	เป็นบรรจุภัณฑ์รูปลักษณะใหม่ก่อให้เกิดความสะดวกในการบริโภคเปิดโอกาสให้ใช้เทคนิคระบบบรรจุภัณฑ์ใหม่ๆ เช่น ระบบสุญญากาศ ระบบการปรับสถานะ (MAP) เป็นต้น ซึ่งช่วยยืดอายุอาหารเก็บได้นาน

ของอลูมิเนียมฟอยล์(Aluminum foil)[9]

เป็นวัสดุประเภทหนึ่งสำหรับการทำภาชนะบรรจุ ซึ่งนิยมใช้กันมากกว่า 60 ปี โดยจะใช้ อลูมิเนียมที่มีความหนา 0.15 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า โดยมีคุณสมบัติจะต้องกันแสง และกันความชื้น เพื่อทำหน้าที่ในการเก็บรักษาคุณภาพของสินค้าให้นานยิ่งขึ้น[6] ซึ่งของบรรจุแบ่งได้ 3 ลักษณะคือ

1. แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ธรรมดา
2. แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ที่มีการเคลือบด้วยสารที่ทำให้สามารถปิดผนึกได้ด้วยความร้อน
3. แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ที่มีการเคลือบหรือประกบกับกระดาษหรือพลาสติก

โดยทั่วไปไม่นิยมใช้แผ่นเปลวอลูมิเนียมแต่เพียงอย่างเดียว สำหรับทำเป็นภาชนะบรรจุ เนื่องจากพับแล้วจะเป็นรอยแตกง่าย ดังนั้นจึงได้มีการใช้วัสดุอื่นๆ เคลือบหรือประกบแผ่นอลูมิเนียม ฟอยล์ แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ลักษณะนี้ได้นำไปใช้ในการยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้อีกทั้งช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเด่นดูสวยงามขึ้นอีกด้วย ซึ่งแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์นี้มีคุณสมบัติได้แก่

1. ไม่มีกลิ่นและรส ไม่เป็นพิษจึงเหมาะสำหรับใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหาร ยา และ เครื่องสำอาง
2. ทึบแสง จึงใช้เป็นภาชนะบรรจุเพื่อป้องกันแสงสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพได้ง่าย เมื่อได้รับแสง
3. สะท้อนรังสีความร้อน เนื่องจากผิวหน้าทั้งสองด้านต่างกัน คือ มันและด้าน จึงสามารถ สะท้อนรังสีความร้อนได้ 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้เป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับ ผลิตภัณฑ์ที่ต้องรักษาอุณหภูมิให้ต่ำหรือสูงตามต้องการ เช่น อาหารแช่แข็งที่บรรจุใน ภาชนะแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ จะเกิดการสะท้อนรังสีความร้อนทำให้การละลายเกิดขึ้น ช้าลง
4. เป็นตัวนำความร้อน กล่าวคือ แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ร้อนและเย็นตัวได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เหมาะกับการใช้เป็นภาชนะในการแช่แข็งหรืออบด้วยความร้อน และยังทำให้การ ปิดผนึกด้วยความร้อนเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีคุณภาพ
5. มีเสถียรภาพในช่วงอุณหภูมิกว้าง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ในแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์จึง สามารถนำไปให้ความร้อน แล้วนำมาแช่แข็งและให้ความร้อนอีกครั้งหนึ่งได้ โดยไม่ ต้องถ่ายภาชนะ
6. ไม่ดูดความชื้นและของเหลว จึงไม่หดตัว ย่นหรืออ่อนตัว

7. โด้งอได้ สามารถพับ จีบ หรือขึ้นรูปได้ อยู่ตัวดีจึงนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์หลายประเภท เช่น ใช้เป็นฝาปิดขวดนม เครื่องคั้มและใช้ห่อเนย ขนมหึง ซ็อกโกเลต ลูกกวาด นุหรี เป็นต้น
8. ป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดี จึงเหมาะกับการใช้ห่ออาหารประเภทที่มีน้ำมัน เนย และเนยแข็ง

จากคุณสมบัติต่างๆ ของแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์ดังกล่าว จึงนิยมนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุกัน อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์จำพวกขนมขบเคี้ยว อาหารสำเร็จรูปต่างๆ ซึ่งเปลี่ยนจากการใช้ถุงพลาสติกธรรมดา มาเป็นถุงพลาสติกประกบกับแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์



รูปที่ 2 ตัวอย่างของอลูมิเนียมฟอยด์

ตารางที่2 ตัวอย่างประเภท ขนาดและราคาของซองอลูมิเนียมฟอยด์

ประเภทการซีล	ขนาดกว้าง(นิ้ว)	ราคา 1 ใบต่อความยาว(นิ้ว)
ซีลกลางและซีล 3 ทาง	3*5	1 บาท
ซีล 3 ทาง	4*6	1.55 บาท
ซีล 3 ทาง	5*8	2 บาท
ซีล 3 ทาง	6*9	3.80 บาท
ซีล 3 ทาง	7*11	4.20 บาท
ซีล 3 ทาง	8*12	5 บาท
ซีล 3 ทาง	9*14	6 บาท
ซีล 3	12*19	15 บาท
ซีลกลาง	4*7	1.55 บาท
ซีลพับข้าง	4*10	3.50 บาท
ซีลพับข้าง	5*12	5 บาท
ซีลพับข้าง	6*14	6 บาท

ก๊าซไนโตรเจน(N₂)[3]

สารประกอบและเคมีของสารประกอบไนโตรเจน มีมากมาย ครอบคลุมเนื้อหาอย่างกว้างขวางทั้งในสาขาอินทรีย์ และเคมีอินทรีย์ การใช้ประโยชน์ไนโตรเจนอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อาหาร ไฟฟ้า ถลุงเหล็ก เป็นต้น

แหล่งที่พบไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลักของอากาศบรรยากาศของโลกเรามีไนโตรเจน 78.03 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรในรูปสารประกอบไนโตรเจนพบใน Saitpeter (Potassiumnitrate, KNO₃), Chilesaltper (Soliumnitrate,NANO₃) แอมโมเนีย(NH₃) และเกลือของแอมโมเนีย และโมเลกุลของสิ่งมีชีวิต เช่น โปรตีนในสิ่งมีชีวิตมีความเข้มข้นของไนโตรเจนเฉลี่ยประมาณ 16% ส่วนในธรรมชาติมีไนโตรเจน 0.3 ส่วนในพันส่วน องค์ประกอบ(Composition) ของอากาศบริสุทธิ์ และแห้งที่ระดับใกล้ระดับน้ำทะเล

ก๊าซไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 80% (โดยปริมาตร) ของอากาศเป็นก๊าซอะตอมคู่ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- เลขอะตอม 7 เป็นธาตุแรกของหมู่ VA ในตารางธาตุ จัดเป็นอะโลหะ
- น้ำหนักอะตอม 14.0067 amu
- จุดหลอมเหลว 63.14 K (-209.8° c)

จุดเดือด	77.36 K (-195.8° c)
ความถ่วงจำเพาะ(ก๊าซ)	0.96737
โครงสร้างอิเล็กตรอน	1s ² 2s ² 2p ³
เลขออกซิเดชันสามัญ	+1, +2, +3, +4 และ +5
ไอโซโทป เสถียร	14 _N (99.63%) , 15 _N (0.37%)

การเตรียมอุตสาหกรรมไนโตรเจนเกือบทั้งหมดได้จากอากาศ โดยการนำอากาศมาทำให้เย็นลงเป็นอากาศเหลวแล้วแยกองค์ประกอบต่างๆ ออกจากกันและกัน โดยการกลั่นแบบลำดับส่วน ไนโตรเจนมีจุดเดือดต่ำกว่าออกซิเจน (N₂ จุดเดือด = -195.8°c, ส่วน O₂ จุดเดือด = -182.97°c) จึงกลั่นออกมาเป็นไนโตรเจนเหลวก่อน วิธีนี้เกิดขึ้นครั้งแรกโดย Wrobliski และ Olzewski ในปี ค.ศ. 1883

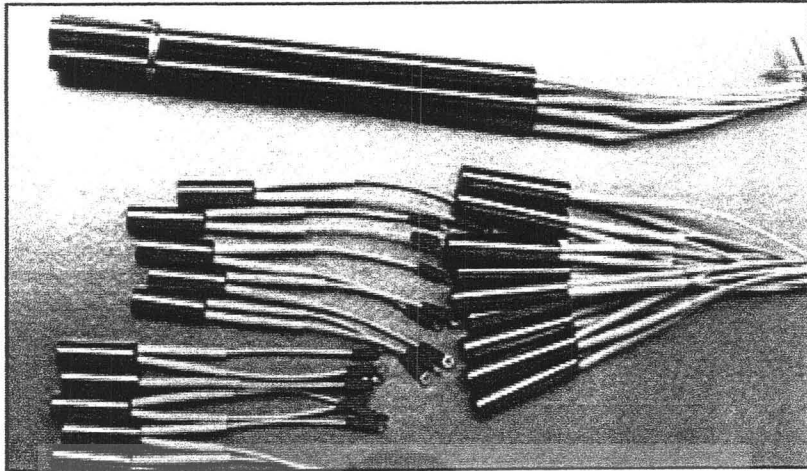
คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซไนโตรเจนคือ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ติดไฟ ไม่เป็นพิษ และไม่ระเบิด ก๊าซไนโตรเจน จะจำหน่ายเป็นถัง(Cylinders มีความดัน 120 บรรยากาศ) หรือในรูปของเหลว สารประกอบไนโตรเจนมีมากมายก่ายกอง และเคมีของสารประกอบของไนโตรเจนก็มีมากมาย ครอบคลุมเนื้อหาลักษณะกว้างขวางทั้งในสาขาเคมีอินทรีย์และเคมีอนินทรีย์ การใช้ประโยชน์ไนโตรเจนจะใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมชนิดต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อาหาร ไฟฟ้า ถลุงเหล็ก และผลิตชิ้นส่วน

ไนโตรเจนใช้ในอุตสาหกรรมอาหารในการป้องกันการเน่าเสีย ลดปฏิกิริยาออกซิเดชัน การเกิดรา และยังใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องเย็น(Freeze dry) การศึกษาปฏิกิริยาอุณหภูมิต่ำในวงการแพทย์ เช่น ใช้เก็บรักษาโลหิต เนื้อเยื่อ ไขกระดูกและการผ่าตัด ณ อุณหภูมิต่ำ เป็นต้น

แท่งความร้อน[10]

เป็นคาร์ทริดฮีตเตอร์อุณหภูมิสูง ประกอบด้วยเหล็กสแตนเลส(AISI 321) แกนพันขดลวดทำจากแมกนีเซียมออกไซด์ อัดขึ้นรูปเป็นแท่ง ขดลวดความร้อน Ni-Cr ถูกกั้นด้วยฉนวนแมกนีเซียมออกไซด์ อัดแน่นอยู่รอบนอกอีกทีฮีตเตอร์กับตัวปลอกวางห่างกันเล็กน้อย ช่วยในการส่งผ่านความร้อนได้ดี และยังช่วยให้อายุการใช้งานของฮีตเตอร์ยาวนาน คุณสมบัติทั่วไปของแท่งความร้อนคือ

- กำลังวัตต์ที่ผลิตผลได้ : -10+5 %
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง : -0.1 + 0 มม.
- ความยาวที่ผลิตผลได้ : +2 %



รูปที่ 3 ลักษณะตัวอย่างแท่งความร้อน

ตัวอย่างการนำแท่งความร้อนในการประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรม เช่น

- ใช้กับเครื่องฟอกไข่
- ใช้กับเครื่องผสม
- ใช้ในการให้ความร้อนกับวัตถุในกระบวนการอัดขึ้นรูปให้เป็นเนื้อเดียวกัน
- ใช้กับเครื่องขายเครื่องดื่มร้อนอัตโนมัติ
- ใช้กับเครื่องบรรจุหีบห่อ
- ใช้กับเตาอบชนิดต่างๆ
- ใช้ในการให้ความร้อนขึ้นต้นแก่น้ำมัน
- ใช้กับเครื่องล้างด้วยอุลตราโซนิก
- ใช้ในการเตรียมน้ำยาล้างอัดรูป
- ฯลฯ

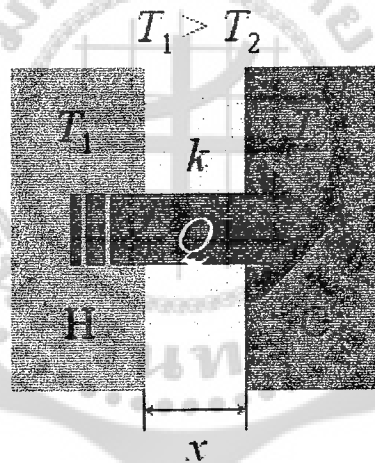
การนำความร้อน(Heat conduction)[2]

การถ่ายเทความร้อนโดยการนำหรือการนำความร้อน คือวิธีการที่ความร้อนเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำในตัวกลางเดียวกัน หรือเป็นการเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างตัวกลางที่ติดกัน แต่มีอุณหภูมิต่างกัน ความร้อนเคลื่อนที่ผ่านโมเลกุลของสารโดยไม่เคลื่อนที่(อยู่นิ่ง) การนำความร้อนจะเกิดขึ้นได้ดีมากในตัวกลางที่เป็นของแข็ง หลักการคำนวณเกี่ยวกับการนำความร้อนถูกตั้งขึ้นโดย โจเซฟ โฟริเออร์(Joseph Fourier) นักวิทยาศาสตร์ชาว

ฝรั่งเศส โฟริเออร์ ได้เสนอสมการที่ใช้สำหรับคำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการนำ ในปี ค.ศ. 1822 โดยการคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$Q = kA \frac{(T_1 - T_2)}{X} \quad (2.1)$$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทต่อ 1 วินาที, w
 k = สภาพการนำความร้อน, W/m.K (ดังตารางที่ 1)
 A = พื้นที่หน้าตัดที่ความร้อนไหลผ่าน, m²
 T_1, T_2 = อุณหภูมิที่สูงและต่ำที่ผิวแต่ละด้าน, °K
 X = ความหนาของแผ่นราบ, m



รูปที่ 4 แสดงการนำความร้อนผ่านผนังราบ

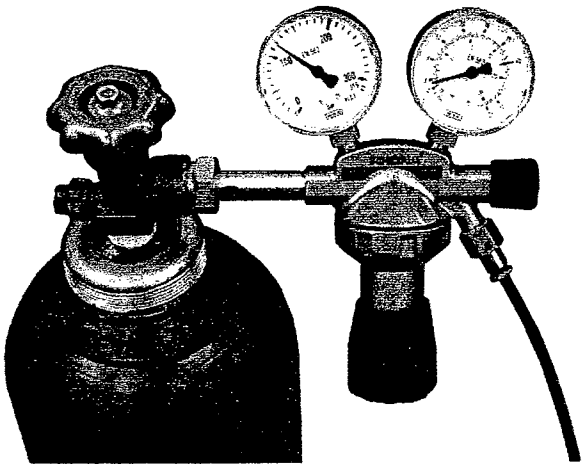
สภาพการนำความร้อนเป็นสมบัติของวัสดุซึ่งสามารถหาได้จากตารางหรือแผนภาพ ในกรณีที่รู้รายละเอียดของวัสดุที่เกี่ยวข้อง ในกรณีที่ไม่รู้รายละเอียดของวัสดุโดยคร่าวๆ ก็อาจจะต้องหาค่าสภาพนำความร้อนโดยการทดลอง โดยทั่วไปโลหะจะมีสภาพการนำความร้อนสูงกว่าอโลหะ ตารางที่ 3 แสดงค่าโดยประมาณของวัสดุบางชนิดที่ใช้ในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

ตารางที่ 3 สภาพการนำความร้อนของวัสดุบางชนิด

ชนิดของวัสดุ	สภาพการนำความร้อน(k)
ทองแดง	386
ทองเหลือง	111
อลูมิเนียม	204
เหล็กคาร์บอน	54
หินอ่อน	2.1-0.8
พลาสติกใส	0.2-0.3
อากาศ	0.02

ถังบรรจุก๊าซไนโตรเจน[4]

ลักษณะถังบรรจุก๊าซทำจากเหล็ก เป็นภาชนะทรงกระบอกคล้ายท่อขนาดใหญ่ ไม่มีตะเข็บ จุดที่บางที่สุดมีขนาดความหนา 6.4 มิลลิเมตร กันถังบรรจุมีทั้งลักษณะกันแบนและโค้งเล็กน้อย ส่วนหัวจะเรียวยาวเป็นคอของถัง ซึ่งส่วนนี้จะสวมกับวาล์วทองเหลือง ทำหน้าที่เป็นลิ้นปิดเปิดก๊าซ และสำหรับต่อเครื่องวัดและควบคุมความดันในถังของก๊าซที่นำเอาไปใช้งาน ความดันไปใช้งานซึ่งความดันสูงสุดที่บรรจุลงในถังประมาณ 150 บาร์(2200 psi.) และมีปริมาตรประมาณ 40 ลิตร วาล์วปิดเปิดก๊าซก็จะประกอบด้วยมือหมุน(Handwheel), ทางออกของก๊าซทำเกลียวไว้สำหรับต่อกับเครื่องปรับความดัน(Regulator) ซึ่งเป็นเกลียวขวา (R.H. Thread)



รูปที่ 5 แสดงการติดตั้งชุดวาล์วปิดเปิดถังก๊าซ

การป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับถังบรรจุก๊าซในโตรเจน ซึ่งอาจเกิดจากความดันภายในถังบรรจุเกินพิกัดที่กำหนด ซึ่งมีการป้องกันโดยการใส่แผ่นโลหะบางๆ (Frangible Disc) ลงไปในชุดวาล์วนิรภัย(Safety Devices) ซึ่งประกอบอยู่ในวาล์วปิดเปิดที่หัวถังบรรจุ อยู่ตรงกันข้ามกับทางออกของก๊าซ(Gas outlet) แผ่นโลหะบาง ๆ นี้ถูกออกแบบมาให้มีความสามารถทนความดันได้สูงมากกว่าความดันสูงสุดในการบรรจุเล็กน้อย เมื่อความดันภายในถังบรรจุสูงเกินความดันที่กำหนด แผ่นโลหะบางๆ นี้ก็จะฉีกขาดทำให้ก๊าซสามารถพุ่งออกจากถังบรรจุได้

การใช้ไปของก๊าซที่อยู่ในถังสามารถคำนวณหาได้จากสูตร เช่นเดียวกับออกซิเจน[9] ดังนี้

$$\Delta V = \frac{V_1(P_1 - P_2)}{P_{amb}} \quad (2.2)$$

เมื่อ ΔV = ปริมาณการใช้ไปของก๊าซ, m^3

V_1 = ปริมาณก๊าซเต็มถัง, m^3

P_1 = ความดันก่อนใช้งาน, bar

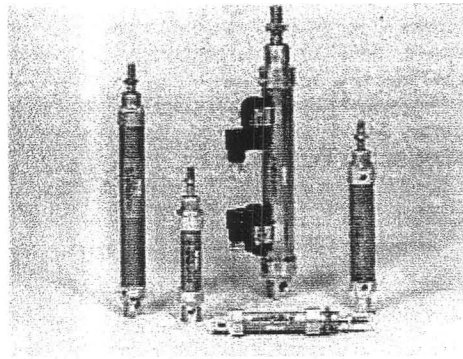
P_2 = ความดันหลังใช้งาน, bar

P_{amb} = ความดันปกติ, bar

การออกแบบวงจรวินิเมติกส์[5]

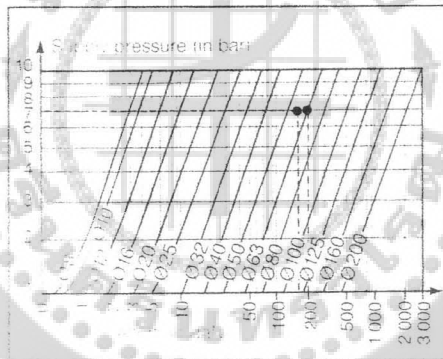
การออกแบบวงจรวินิเมติกส์ มีหลักการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกชนิดของกระบอกสูบให้เหมาะสมกับการใช้งานที่มีจัดจำหน่ายทั่วไป ซึ่งนอกจากจะแบ่งตามประเภทการใช้งานแล้ว ยังแบ่งตามลักษณะการจับยึด อยู่ 2 ประเภท ได้แก่ แบบมีก้านยึดกระบอกสูบ(Tie-rod mounting) และแบบไม่มีก้านยึดกระบอกสูบ (Without tie-rod mounting)



รูปที่ 6 กระบอกสูบนิวแมติกส์แบบไม่มีก้านยึดและรีดสวิตช์(Reed switch)

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดขนาดของกระบอกสูบลูกและระยะชักนั้น จุดแรกในการเลือกจะต้องคำนึงถึงขนาดของแรงที่กระทำกับปลายก้านสูบ และระยะชักของกระบอกสูบที่ใช้งานที่ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด โดยขนาดของกระบอกสูบจะสามารถหาได้จากกราฟเลือกขนาดกระบอกสูบในรูปที่ 7



รูปที่ 7 กราฟที่ใช้ในการเลือกขนาดของกระบอกสูบ

ขั้นตอนที่ 3 เลือกชนิดของเมนวาล์ว และขนาดของวาล์ว ให้เหมาะสมกับขนาดของกระบอกสูบ

ขั้นตอนที่ 4 เลือกอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของก้านสูบและชนิดของการควบคุมความเร็ว

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดขั้นตอนการทำงาน และกำหนดตำแหน่งของวาล์วควบคุม โดยเริ่มจากการเขียนไดอะแกรมลำดับการทำงาน(Alphabetic diagram)

ขั้นตอนที่ 6 เขียนไดอะแกรม การไหลลำดับการทำงาน(Alphabetic with signal flow diagram) และไดอะแกรมขั้นตอนการทำงาน(Motion-step diagram)

ขั้นตอนที่ 7 เขียนวงจรควบคุมการทำงาน โดยดูจาก Motion-step diagram

ขั้นตอนที่ 8 เพิ่มเติมเงื่อนไขพิเศษ ลงในวงจร เพื่อให้วงจรสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

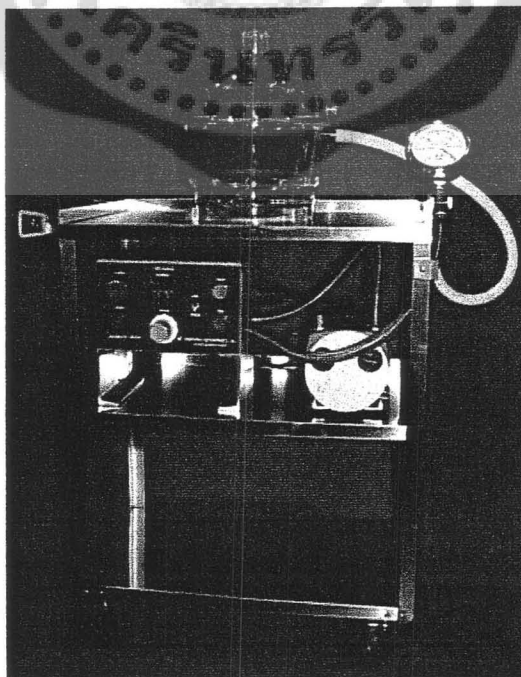
ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบการทำงานของวงจรที่ออกแบบ และต่อวงจรทดลองกับอุปกรณ์จริง

การทดสอบบรรจุภัณฑ์

การทดสอบบรรจุภัณฑ์อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท[1] คือ การทดสอบเพื่อควบคุมคุณภาพของบรรจุภัณฑ์ และการทดสอบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง ส่วนการทดสอบบรรจุภัณฑ์ประเภทของนั้น จะทดสอบอยู่ 2 เรื่องได้แก่ การทดสอบการเชื่อมต่อนี้ด้วยความร้อนของบริเวณปิดผนึกของ และการทดสอบหารอยรั่วของบริเวณปิดผนึกของ

การทดสอบของบริเวณปิดผนึกของ ความดันและเวลาที่ใช้ในการเชื่อมติดความร้อนเพื่อให้ได้ความแข็งแรงของบริเวณปิดผนึกของตามต้องการ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบจึงต้องสามารถแปรเปลี่ยนองค์ประกอบใดขององค์ประกอบทั้งสามได้โดยอาจจะเริ่มต้นจากการกำหนดค่าความดันและเวลาคงที่ แล้วค่อยๆ เพิ่มหรือลดอุณหภูมิ จนกระทั่งวัสดุเชื่อมติดกัน ความแข็งแรงในการเชื่อมนี้วัดได้จากค่าความต้านทานแรงดึง จนกระทั่งอุณหภูมิในการเชื่อมติดของบริเวณที่ปิดผนึกให้ความแข็งแรงใกล้เคียงกับวัสดุบรรจุภัณฑ์แล้วค่อยแปรความดันและเวลาแต่ละองค์ประกอบต่อไป

ส่วนการตรวจสอบรอยรั่วของบริเวณปิดผนึก จะทำการทดสอบภายใต้ในภาชนะเปิดเพื่อสังเกตฟองอากาศที่จะออกจากรอยรั่ว หรืออาจจะใช้วิธีทดสอบ Vacuum chamber technique[8] ตามมาตรฐาน : ASTM D 3078 (Fed. Test Method Std. No. 101B, Method No. 5009.1) โดยตัวอย่างทดสอบจะอยู่ในน้ำในภาชนะที่ปิดสนิทใส เมื่อทำให้เกิดระบบสุญญากาศ ถ้าตัวอย่างทดสอบมีรอยรั่วจะเห็นฟองอากาศพุ่งขึ้นมาเป็นสายออกมาจากตำแหน่งรอยรั่วนั้น



รูปที่ 8 การตรวจสอบรอยรั่วโดยวิธี Vacuum chamber technique

องค์ประกอบในการพิจารณาเครื่องจักร[1]

องค์ประกอบในการพิจารณาเครื่องจักรมีอยู่มากมาย แต่องค์ประกอบหลักประกอบด้วยความเร็ว สถานที่ติดตั้ง ระบบควบคุม ค่าใช้จ่าย และการบริการ นอกจากนี้การพิจารณาจัดหาเครื่องจักรเครื่องเดียว และการพิจารณาจัดหาเครื่องจักรสำหรับกระบวนการผลิตทั้งหมดก็มีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน องค์ประกอบที่สำคัญที่พิจารณาก่อนมักจะเป็นความเร็วหรือประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตทั้งหมด

1. ความเร็ว

เป็นองค์ประกอบแรกของเครื่องจักรที่คนทั่วไปมักคิดถึง โดยที่มักเอาความเร็วเปรียบเทียบกับเงินที่ต้องลงทุน ตัวเครื่องจักรมีความเร็วที่สามารถวิ่งได้ตามที่ออกแบบเรียกว่า Mechanical Speed แต่ในขณะที่เครื่องจักรในการใช้งาน ความเร็วจะแปรตามปัจจัยที่เข้ามาประกอบ อันได้แก่ วัสดุหรือบรรจุภัณฑ์ ตัวสินค้า การควบคุมเครื่อง และปัจจัยอื่นๆ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ด้วยการเลือกซื้อเครื่องจักร ความเร็วต่างๆ อาจแบ่งเป็น ความเร็วที่วิ่งเครื่องเพียงอย่างเดียว ความเร็วที่วิ่งโดยมีบรรจุภัณฑ์ป้อนผ่าน ความเร็วที่วิ่งได้เมื่อมีการบรรจุสินค้าใส่ในบรรจุภัณฑ์ ความเร็วต่างๆ ที่กล่าวมานี้ เป็นความเร็วที่ต้องทดลองก่อนที่จะตัดสินใจซื้อเครื่อง ในสภาวะการทำงานจริงๆ ถ้าเครื่องจักรที่ใช้งานอยู่เป็นประจำสามารถวิ่งได้ 80% ของความเร็วที่ทดสอบจริงพร้อมสินค้าและบรรจุภัณฑ์ก็นับได้ว่ามีประสิทธิภาพดี

2. สถานที่ติดตั้งเครื่องจักร

การจัดเรียงวางเครื่องจักรมีผลต่อประสิทธิภาพในการผลิต/บรรจุ การจัดเรียงวางเครื่องจักรมักเป็นแบบเส้นตรงซึ่งนิยมมากที่สุด ส่วนการจัดเรียงวางเป็นรูปตัวยู(U) มักจะจัดเรียงวางเมื่อมีพื้นที่จำกัดและเหมาะสำหรับกระบวนการผลิตที่ไม่เร็วมากนัก เนื่องจากความสะดวกที่นำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตและนำสินค้าสำเร็จรูปกลับเข้าสู่คลังต้องมีระยะห่างไม่ไกลกันมากนัก ถ้าสถานที่ติดตั้งเครื่องจักรไม่มากพอ ย่อมมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน

3. การควบคุม

ระบบการทำงานของเครื่องจักรที่สามารถควบคุมและใช้งานได้ง่ายย่อมเป็นที่นิยม ระบบการควบคุมของเครื่องจักรอาจควบคุมได้หลายวิธี เช่น ควบคุมด้วยเชิงกล(Mechanical) ควบคุมด้วยไฟฟ้า ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ควบคุมด้วยลม เป็นต้น หรือการผสมผสานกันหลายๆ ระบบเข้าด้วยกัน ระบบควบคุมด้วยไฟฟ้าและเชิงกลเป็นระบบที่ใช้กันมานาน และดูแลรักษาง่ายด้วยความรู้พื้นฐานของช่างทั่วไป ระบบคอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทมากยิ่งขึ้นและจำเป็นต้องมีช่างเฉพาะสาขาช่วยในการดูแลซ่อมบำรุง ส่วนการซ่อมแซมของระบบคอมพิวเตอร์เป็นไปได้อาบากนอกเสีย

จากว่าจะเปลี่ยนทั้งแผง ส่วนระบบลมนั้นเป็นระบบใหม่ที่ใช้ง่ายและสะดวก ระบบลมยังเหมาะสำหรับสภาพแวดล้อมการทำงานที่กลัวการเกิดประกายไฟ

4. การติดตั้ง การบำรุงรักษา และการบริการหลังการขาย

บริการต่างๆ เหล่านี้เป็นหัวใจสำคัญในการเลือกเครื่องจักร เริ่มจากการติดตั้งและการสอนการใช้งานเครื่องจักร เครื่องจักรที่ออกแบบมาดีต้องสามารถทำการบำรุงรักษาได้ง่าย กล่าวคือ การบำรุงรักษาทำได้ทุกวันอย่างง่ายด้วยการกดปุ่มเพียงปุ่มเดียว โดยไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่อง เป็นต้น การซ่อมแซมรักษาจำต้องกระทำได้อย่างสะดวก พร้อมทั้งเข้าถึงจุดต่างๆ ภายในเครื่องได้ง่าย และสามารถเปลี่ยนชิ้นส่วนได้เร็วและสามารถหาอะไหล่เปลี่ยนง่าย

5. ค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่ายที่แท้จริงของเครื่องจักรใดๆ ไม่ใช่เฉพาะเงินที่จ่ายในการซื้อเครื่องจักรเท่านั้น อันดับแรกที่ต้องพิจารณา คือ ค่าดอกเบี้ย การลงทุนซื้อเครื่องจักรเหมือนกับการลงทุนอื่นๆ ที่ต้องมีดอกเบี้ยเกิดขึ้น ด้วยเหตุนี้การลงทุนในเครื่องจักรจะต้องมีผลผลิตที่ขายได้กำไรมากพอจ่ายดอกเบี้ยตามเวลาที่กำหนดจะใช้เครื่องจักรนั้นๆ ในการเดินเครื่องย่อมมีค่าใช้จ่าย และค่าใช้จ่ายนี้สูงมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเครื่องเก่าลง ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องเป็นค่าใช้จ่ายที่มีปริมาณมากพอสมควร เช่น ค่าแรง ค่าไฟฟ้า ค่าวัสดุที่สูญเสีย เป็นต้น และค่าใช้จ่ายที่สำคัญก่อนการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องจักรใดๆ คือ ค่าอะไหล่ ด้วยเหตุนี้ค่าใช้จ่ายรวม คือ ค่าเครื่องจักรที่รวมดอกเบี้ยแล้วบวกกับค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง[13]

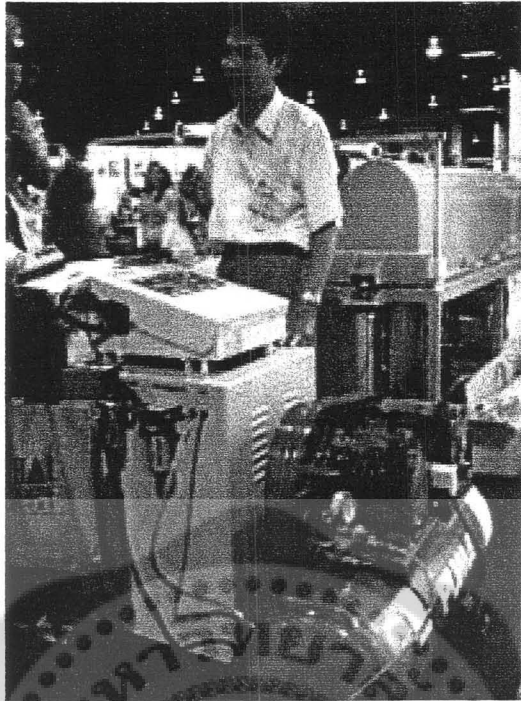
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วว.) พัฒนาอุปกรณ์ผนึกบรรจุภัณฑ์แบบทูอินวัน ทั้งชุดอากาศออกและเติมแก๊สในเครื่องเดียว ชุดคุณสมบัติประหยัดพลังงาน เหตุไม่ต้องสร้างห้องสุญญากาศขึ้นมา เหมือนกระบวนการบรรจุภัณฑ์ ในโรงงานขนาดใหญ่ ช่วยลดต้นทุนนำเข้าเครื่องบรรจุภัณฑ์ อีกทั้งใช้งานง่ายเหมาะสำหรับผู้ประกอบการโอท็อป ธุรกิจครัวเรือน และเอสเอ็มอีโดยเฉพาะ โดยนายสมศักดิ์ เปรมประสงค์ นักวิชาการฝ่ายวิศวกรรม หนึ่งในทีมพัฒนา "เครื่องผนึกสุญญากาศและเติมแก๊ส" กล่าวว่า ปัจจุบันธุรกิจขนาดกลางและเล็กจำนวนมาก ที่พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารออกจำหน่ายในท้องตลาด และผู้ประกอบการหลายรายต้องการเครื่องบรรจุภัณฑ์สำเร็จรูปสำหรับผลิตภัณฑ์ของตน "เพื่อป้องกันการเน่าเสีย และรักษากลิ่น สี รส ของผลิตภัณฑ์อาหารให้ได้นานๆ จึงต้องมีเรื่องของการบรรจุภัณฑ์เข้ามาเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะประเภทของ ทั้งแบบพลาสติกและอะลูมิเนียมฟอยล์ในสภาพสุญญากาศหรือเติมแก๊ส ซึ่งส่วนใหญ่อุปกรณ์บรรจุภัณฑ์ทั้งสองแบบมักจะสั่งซื้อจากต่างประเทศ มีราคาแพง และที่สำคัญไม่เหมาะกับเอสเอ็มอีในบ้านเรา"

ด้วยเหตุนี้ ฝ่ายวิศวกรรมของสถาบันวิจัยฯ จึงช่วยกันออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์บรรจุภัณฑ์สำหรับเอสเอ็มอีขึ้นมา โดยเน้นการใช้งานที่สะดวกรวดเร็ว สามารถใช้พนักบรรจุภัณฑ์ได้หลากหลาย อาทิ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ถุงพลาสติกชนิดหนา/บาง ขนาดความกว้างตั้งแต่ 10 - 40 เซนติเมตร ความหนา 80 - 200 ไมครอน สำหรับจุดเด่นของตัวเครื่อง อยู่ที่ความสามารถในการเติมแก๊สหรือสร้างสุญญากาศ (ดูดอากาศออก) ได้ภายในตัวเดียว ทำให้ประหยัดพลังงานได้มากขึ้น เนื่องจากเวลาดูดอากาศออก จะใช้วิธีดูดเฉพาะในถุงบรรจุเท่านั้น ไม่ต้องใช้ห้องสุญญากาศเหมือนเครื่องบรรจุภัณฑ์ที่ใช้กันทั่วไป

อุปกรณ์บรรจุภัณฑ์ทูอินวันขนาด 45x50x100 เซนติเมตร หนัก 53 กิโลกรัมชุดนี้ มีกำลังการผลิต 10 - 15 ชิ้นต่อนาที ประสิทธิภาพเทียบเท่ากับสินค้าที่วางจำหน่ายในท้องตลาด หรือที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ เพียงแต่ชิ้นงานที่ สถาบันฯพัฒนาขึ้นมาเองนั้น ราคาถูกกว่าด้วยต้นทุนราว 7 หมื่นบาท ขณะที่เครื่องนำเข้าไม่มีในลักษณะทูอินวัน หากต้องการใช้บรรจุภัณฑ์ทั้งสองรูปแบบ จะต้องสั่งซื้อสองเครื่อง ซึ่งราคาต่อเครื่องก็ประมาณแสนกว่าบาท

ในส่วนความยากของอุปกรณ์ชุดนี้ อยู่ที่การสั่งให้ระบบทำงานสัมพันธ์ระหว่างเข็ม (ตัวดูดอากาศและเติมแก๊ส) และตัวปิด โดยจังหวะที่ก่อนจะปิดถุง ตัวเข็มต้องถูกดึงกลับด้วยความรวดเร็ว ไม่เช่นนั้นอากาศจะเข้าถุงบรรจุได้

ทีมงานใช้เวลาพัฒนาประมาณ 2 ปีถึงได้รุ่นนี้ออกมา การใช้งานไม่ยุ่งยากเพียงแค่ใส่ผลิตภัณฑ์เข้าไปในถุง จากนั้นสอดปากถุงเข้าไปในเข็ม กดเลือกสวิตซ์ทำงาน เขี่ยบแล้วปล่อย ก็เรียบร้อย จึงเหมาะกับกลุ่มโอท็อปอย่าง องค์การบริการส่วนตำบล กลุ่มแม่บ้าน หรือทำผลิตภัณฑ์ในครัวเรือน รวมถึงผู้ประกอบการเอสเอ็มอี มากกว่าไลน์การผลิตขนาดใหญ่

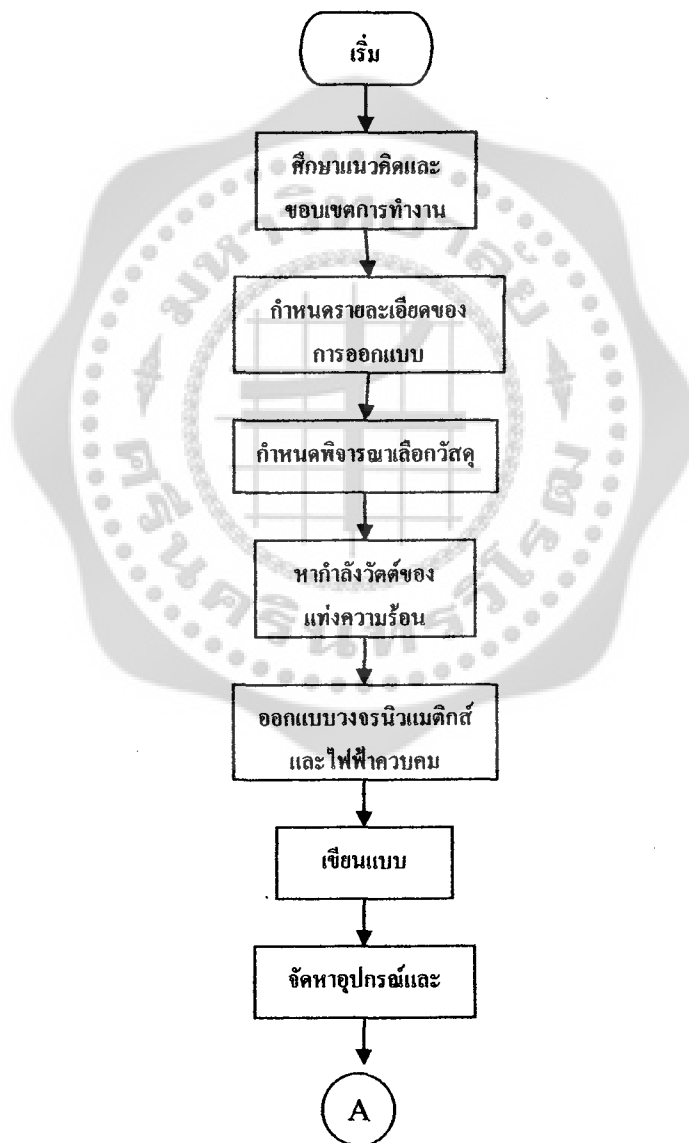


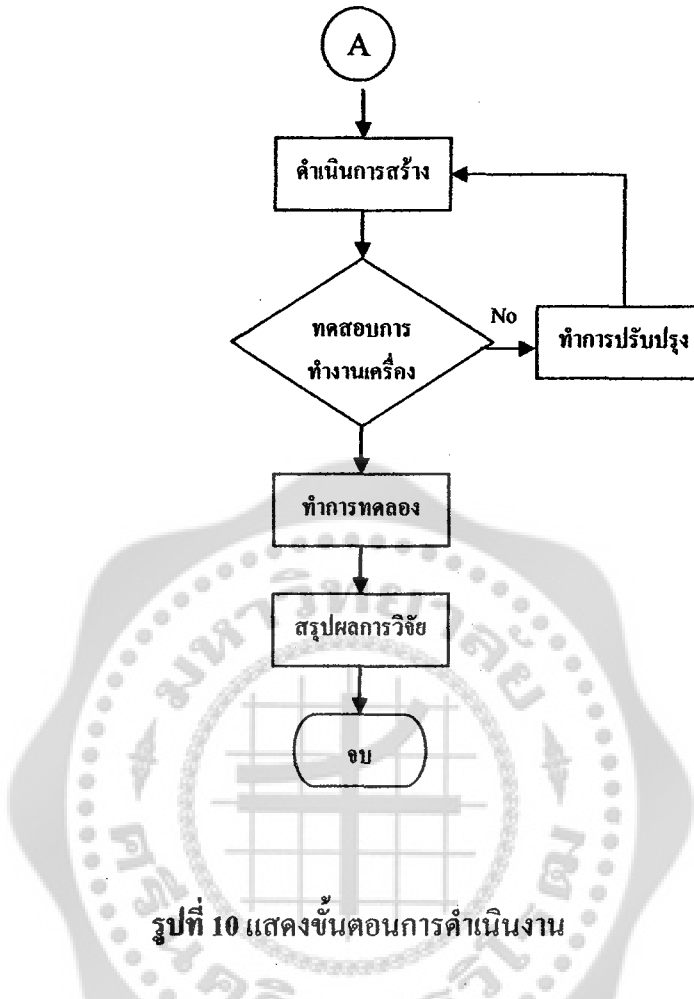
รูปที่ 9 เครื่องปิดผนึกของสุญญากาศและเติมก๊าซของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทําวิจัย

การออกแบบและการสร้างเครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุในโตรเจน ได้ดำเนินงานตาม
ขั้นตอนดังนี้





รูปที่ 10 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

ศึกษาแนวคิดและขอบเขตการทำงาน

ในการออกแบบสร้างเครื่องจักรนี้ มีเป้าหมายจะนำไปใช้กับกลุ่มเกษตรกรแปรรูป ศูนย์พัฒนาชุมชนแม่บ้านหอกลอง ต.ด่านจาก อ.โนนไทย จ.นครราชสีมา โดยมีผลิตภัณฑ์ข้าวตั้งหน้าหมูของ บรรจุอยู่ในซองออลูมิเนียมฟอยด์ มีน้ำหนักสุทธิ 40 กรัม ใช้ซองสำเร็จรูปปิดผนึก 3 ด้าน มีขนาดกว้าง 130 มิลลิเมตร ยาว 190 มิลลิเมตร ความต้องการในการผลิต 4000 กิโลกรัมต่อเดือน หรือ 417 ซองต่อชั่วโมง หรือความเร็วในการทำงานต้องไม่เกิน 8.6 วินาทีต่อซอง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเครื่องจักรที่นำเข้าจากต่างประเทศ จะมีขั้นตอนของการใช้งานโดยการใส่ผลิตภัณฑ์เข้าไปในซอง จากนั้นสอดปากซองเข้าไปในเข็ม(ตัวดูดอากาศหรือเติมแก๊ส) กดเลือกสวิตซ์ทำงาน เหยียบสวิตซ์ที่เห็นแล้วปล่อย เครื่องก็จะทำการปิดผนึก แต่พบว่าใน ส่วนความยากของอุปกรณ์ชุดนี้ อยู่ที่การสั่งให้ระบบทำงานสัมพันธ์ระหว่างเข็ม และตัวปิดผนึกซึ่งทำงานเป็นจังหวะเดียว โดยจังหวะที่ก่อนจะปิดซอง ตัวเข็มต้องถูกดึงกลับด้วยความรวดเร็ว ไม่เช่นนั้นมีโอกาสที่อากาศจะเข้าซองบรรจุได้

ทำให้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้การทำงานของชุดปิดผนึกของ แยกการทำงานของ เซมกับชุดปิดผนึกด้วยความร้อนออกเป็น 2 ชุด ทำงาน 2 จังหวะ ได้แก่ การทำงานจังหวะแรก ชุดปิดของพร้อมเซมจะทำงานก่อนแล้วปิดครีปปากของด้วยแท่งยางที่มีความยืดหยุ่น จากนั้นการทำงานจังหวะที่สองชุดแท่งความร้อนจะทำงาน ซึ่งจะทำให้ลดโอกาสเสี่ยงต่ออากาศแทรกเข้าไปในของขณะที่เครื่องกำลังทำงาน ก่อนปิดผนึกจะกำหนดให้ผู้ใช้งานจะต้องจับบริเวณปากของคิงให้เรียบไม่ให้เกิดรอยย่น จึงจะทำการปิดผนึกเพื่อที่จะได้รอยปิดผนึกที่สมบูรณ์ การควบคุมการทำงานของกลไกและตัวทำงานของระบบนิวแมติกส์ทั้งหมดจะควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า โดยที่เงื่อนไขของการปิดรัดของและการเติมก๊าซในโตรเจนนั้นจะถูกกำหนดด้วยการปรับตั้งเวลาจากอุปกรณ์ตั้งเวลา ส่วนอุณหภูมิจะควบคุมความร้อนให้ได้ตามต้องการด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิที่แยกออกมา ดังนั้นการทำงานของเครื่องจักรจะถูกกำหนดจากตัวแปรสำคัญ 2 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการปิดผนึก ซึ่งทั้งสองตัวแปรนี้จะมีความสัมพันธ์กัน

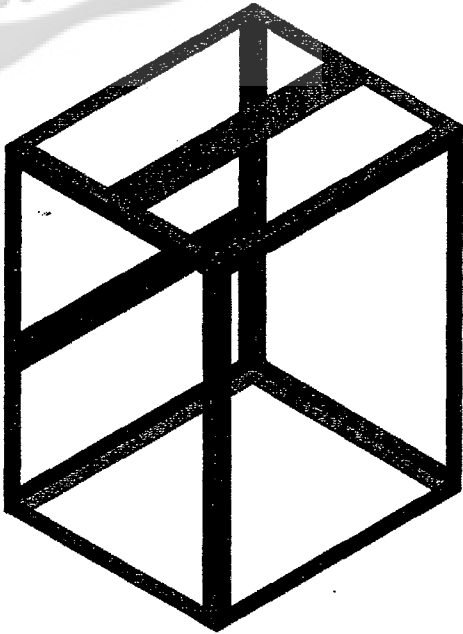
การกำหนดรายละเอียดของการออกแบบ

จากแนวคิดและหลักการทำงานของเครื่องสามารถกำหนดเป็นรายละเอียดของการออกแบบเครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซในโตรเจน ดังนี้

1. โครงสร้าง

เป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญในการออกแบบ ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเป็นส่วนที่จับยึดส่วนประกอบต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม มีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักได้ จะต้องมีความสมบัติที่สำคัญดังนี้

- แข็งแรงมีน้ำหนักเบา
- ทนต่อแรงสั่นสะเทือนได้
- ทนต่อการสึกกร่อนและสนิม

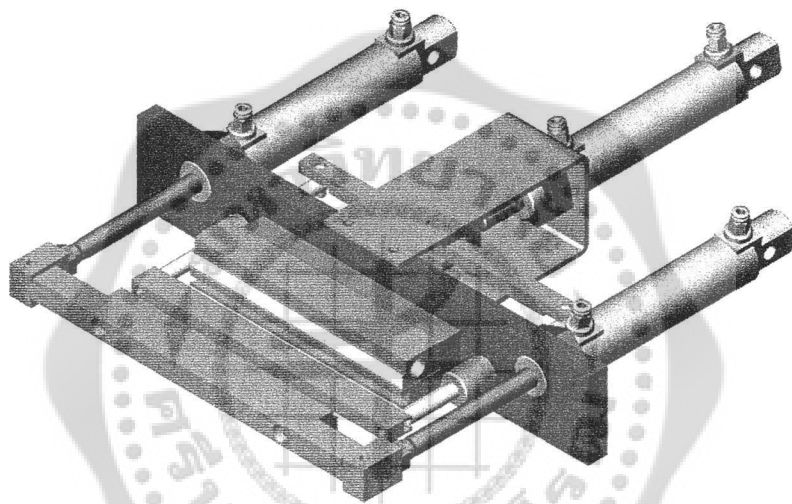


รูปที่ 11 โครงสร้างหลักที่ออกแบบ

2. ตัวให้ความร้อน

แหล่งความร้อนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการปิดผนึกซอง ซึ่งต้องสามารถให้ความร้อนและควบคุมความร้อนได้ จากลักษณะข้อจำกัดของพื้นที่ขอบซองที่จะปิดผนึกนั้น รูปทรงที่เหมาะสมของอุปกรณ์ให้ความร้อนได้แก่ แท่งความร้อน โดยมีข้อกำหนดในการพิจารณาดังนี้

- การให้ความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 120°C
- มีความยาวของแท่งความร้อนไม่น้อยกว่าความยาวของซองเมื่อรีดปิดผนึกแล้ว

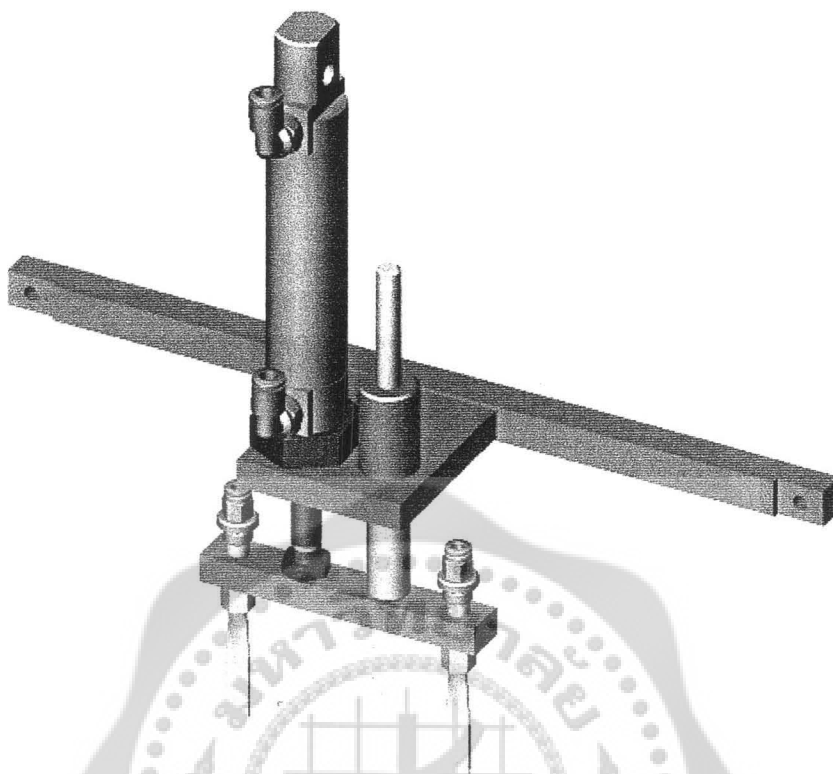


รูปที่ 12 กลไกชุดปิดผนึก

3. กลไกตัวทำงานหลัก

กลไกตัวทำงานหลักที่ทำหน้าที่เคลื่อนไหวก้าวและออกแรงในการทำงาน จะกำหนดใช้กระบอกสูบนิวแมติกส์ เนื่องจากกลไกทั้งหมดจะมีการเคลื่อนที่เป็นแบบเส้นตรง และการเคลื่อนที่ที่รวดเร็วควบคุมแรงในการทำงานได้ อีกทั้งง่ายต่อการออกแบบวงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานได้ดี คุณสมบัติที่กำหนดเลือกกระบอกสูบนิวแมติกส์ได้แก่

- แรงที่ใช้งานเพื่อคำนวณเลือกขนาด
- ระยะชักของก้านสูบที่สัมพันธ์กับระยะการเคลื่อนที่ของกลไก
- ที่ลูกสูบมีแม่เหล็กอยู่ภายในเป็นอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณ



รูปที่ 13 กลไกชุดบรรจุก๊าซในโตรเจน

4. การควบคุมอุณหภูมิ

อุณหภูมิที่ใช้ในการปัดผงของนั้น จะต้องมียุบกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่อยู่ตลอดเวลาที่เครื่องทำงาน จึงเลือกที่จะควบคุมด้วยชุดเทอร์โมสตัท

5. การควบคุมความดัน

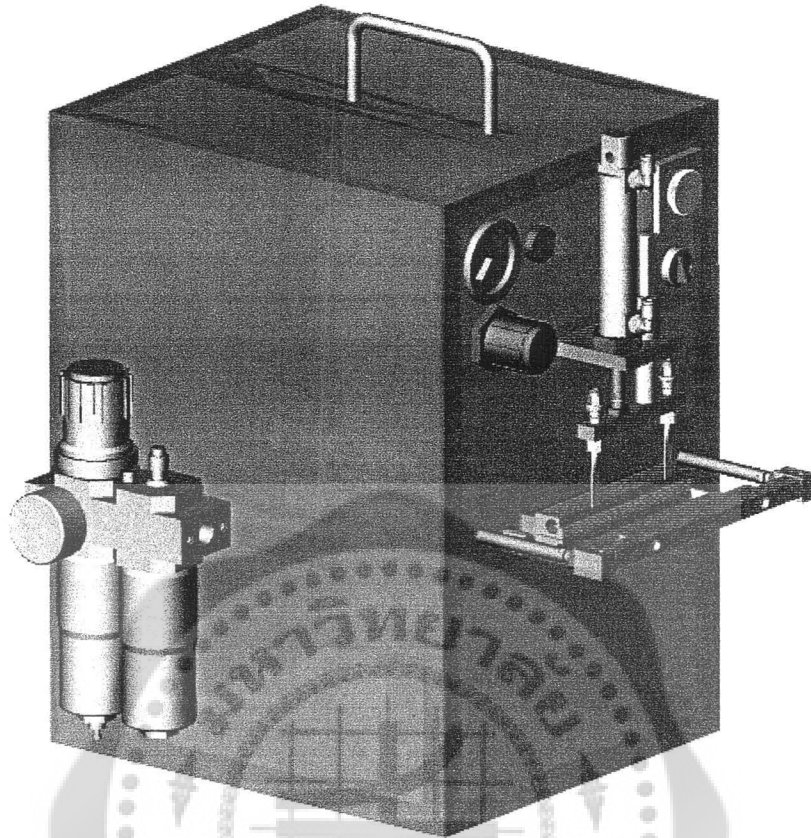
เครื่องปัดผงของพร้อมบรรจุก๊าซในโตรเจนนี้จะมีจุดที่ต้องควบคุมความดันอยู่ 2 จุด ได้แก่ ความดันของก๊าซในโตรเจน และความดันของลมอัดที่ใช้งานในระบบนิวแมติกส์ ซึ่งทั้งสองนี้ จะถูกควบคุมความดันซึ่งสามารถปรับใช้งานตามต้องการ ได้ด้วยชุดวาล์วควบคุมความดัน (Pressure regulator)

6. การควบคุมเวลา

ในการควบคุมที่ถูกกำหนดด้วยการตั้งเวลาการทำงานนี้ ภายในเครื่องจะมี 2 จุด ได้แก่ การควบคุมเวลาในการบรรจุก๊าซ และการควบคุมเวลาในการปัดผงของ

ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดการออกแบบ

ส่วนประกอบหลัก	รายละเอียด	เหตุผลหรือประโยชน์
1. โครงสร้าง	- ขนาด 30x35x45 cm. - โครงสร้างทำจากโลหะ - รูปทรงสี่เหลี่ยม - ตัวถังเป็นสแตนเลสแผ่น - มีฝาเปิด-ปิดด้านหลัง	- เป็นแบบตั้งโต๊ะ ขนย้ายสะดวก - เพื่อความแข็งแรง - สะดวกในการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ - ไม่เป็นสนิมและสวยงาม - ใช้ในการซ่อมบำรุง
2. ตัวให้ความร้อน	- กำหนดเป็นการนำความร้อนผ่านท่อทองเหลืองโดยใช้แท่งความร้อน เพื่อให้ได้อุณหภูมิ 120 °C	- ให้ความร้อนเร็ว และนำความร้อนได้ดี
3. กลไกการเคลื่อนที่	- เลือกใช้กระบอกสูบนิวแมติกส์ ชนิดทำงานสองทาง แบบมีแม่เหล็กพร้อมรีดสวิทช์(Reed switch)	- หาซื้อง่ายสะดวกต่อการติดตั้ง - ง่ายต่อการบำรุงรักษา - ควบคุมการทำงานได้ง่าย
4. การควบคุมอุณหภูมิ	- ปรับตั้งอุณหภูมิโดยผู้ปฏิบัติงาน - ควบคุมด้วยชุดเทอร์โมสตัท	- สะดวกปรับตั้งเองได้ - มีความแม่นยำ
5. การควบคุมความดันของก๊าซไนโตรเจน	- ปรับตั้งด้วยชุดปรับความดันโดยผู้ปฏิบัติงาน - ปิดและเปิดการจ่ายก๊าซด้วยการตั้งเวลาด้วยชุดตั้งเวลาโดยผู้ปฏิบัติงาน	- สะดวกปรับตัวเองได้ - มีความแม่นยำและปรับได้ตามขนาดของช่องที่ใช้



รูปที่ 14 ลักษณะของเครื่องที่ออกแบบตามแนวคิด

การคำนวณหาค่าลัดวัตต์แห่งความร้อน

ความร้อนที่ต้องการคือ 120 องศาเซลเซียส ได้จากจุดหลอมละลายของพลาสติกที่เคลือบอยู่บนผิวอลูมิเนียมฟอยล์ จากสมการที่ 2.1 คำนวณเพื่อเลือกแห่งความร้อนดังนี้

$$Q = ka \frac{(T_1 - T_2)}{X} \quad (2.1)$$

เมื่อ $k = 111 \frac{W}{m.K}$ (ตารางที่ 3 ได้กำหนดวัสดุเป็นทองเหลือง)

$T_2 = 30^\circ C$ (เป็นอุณหภูมิปกติของช่องที่จะปิดผนึก)

$X = 15 \times 10^{-3} m$. (ระยะห่างผิวของแห่งความร้อนกับผิวรอยปิดผนึก)

$A = 0.008 \times 0.13 m$. (ขนาดพื้นที่ผิวของรอยปิดผนึก)

$$= 1.04 \times 10^{-3} m^2$$

$$T1 = 273 + 120 = 393 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$T2 = 273 + 30 = 303 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$Q = 111 \times 1.04 \times 10^{-3} \times \frac{393 - 303}{15 \times 10^{-3}}$$

$$= 692.64 \text{ w}$$

นำค่าความร้อนที่ได้ไปเลือกขนาดที่จัดจำหน่ายเป็นมาตรฐานโดยทั่วไป ได้กำลังวัตต์สูงสุดของแท่งความร้อนที่มีจำหน่ายคือ 720 วัตต์ และกำหนดเลือกแท่งความร้อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแท่ง 10 มิลลิเมตร และยาว 155 มิลลิเมตรตามขนาดชุดทองเหลืองปิดผนึก

การออกแบบวงจรนิวแมติกส์และไฟฟ้าควบคุม

ขั้นตอนของการออกแบบวงจรควบคุม เพื่อกำหนดให้กลไกการทำงานของเครื่องปิดผนึกทำงานด้วยอุปกรณ์ตัวทำงานในระบบนิวแมติกส์ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกชนิดของกระบอกสูบเป็นแบบทำงานสองทาง(Double acting cylinder) ทั้ง 4 ตัวโดยเคลื่อนที่ไปกลับแบบเส้นตรง และภายในลูกสูบมีแม่เหล็ก

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณเพื่อเลือกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกระบอกสูบ จากรูปที่ 7 กราฟหาขนาดของกระบอกสูบที่เหมาะสม ที่ความดันลมใช้งาน 6 บาร์ และแรงที่ใช้ในการเคลื่อนที่ 180 นิวตัน ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร และมีระยะชักของก้านสูบ 50 มิลลิเมตรตามต้องการ

ขั้นตอนที่ 3 เลือกชนิดของวาล์วควบคุมการทำงานของกระบอกสูบ ในที่นี้เลือกใช้วาล์ว 5/2 Single solenoid valve จำนวน 2 ตัว วาล์ว 5/2 Double solenoid valve 1 ตัว และวาล์ว 2/2 Single solenoid valve 1 ตัวสำหรับปิด-เปิดก๊าซ

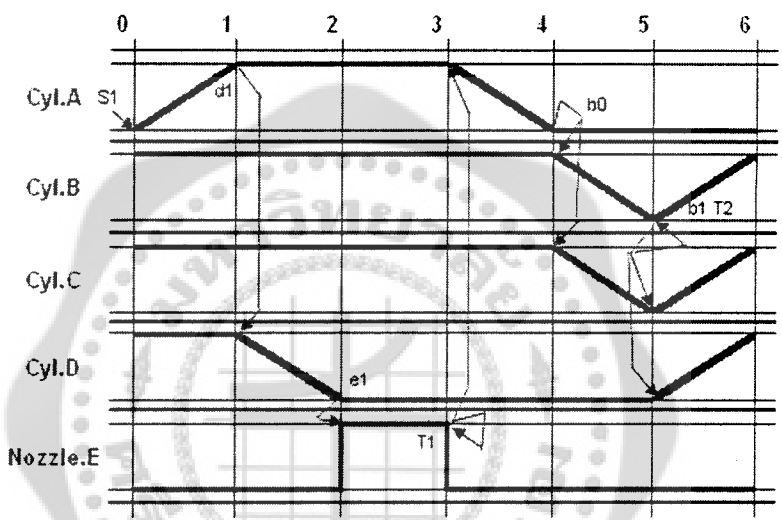
ขั้นตอนที่ 4 เลือกอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของก้านสูบเฉพาะกระบอกสูบ A ขณะที่ก้านสูบเคลื่อนที่ออก และชนิดของการควบคุมความเร็วเลือกเป็นแบบ Meter-out เนื่องจากกระบอกสูบ A ทำหน้าที่นำหัวบรรจุก๊าซลงในซอง

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดขั้นตอนการทำงาน และกำหนดตำแหน่งของวาล์วควบคุม โดยเริ่มจากการเขียนไดอะแกรมลำดับการทำงาน(Alphabetic diagram)

A+/D-/E+/A-E-/B-C-/B+C+D+

ขั้นตอนที่ 6 เขียนไคอะแกรม การไหลลำดับการทำงาน(Alphabetic with signal flow diagram) และไคอะแกรมขั้นตอนการทำงาน(Motion-step diagram) ดังนี้

- Cyl.A = ทำหน้าที่นำหัวบรรจุก๊าซเลื่อนขึ้นลง
- Cyl.B&C = ทำหน้าที่นำแท่งความร้อนหนีบของปิดผนึกด้วยความร้อน
- Cyl.D = ทำหน้าที่หนีบของเพื่อบรรจุก๊าซ
- Nozzle E = เป็นวาล์วปิด-เปิดก๊าซไนโตรเจน

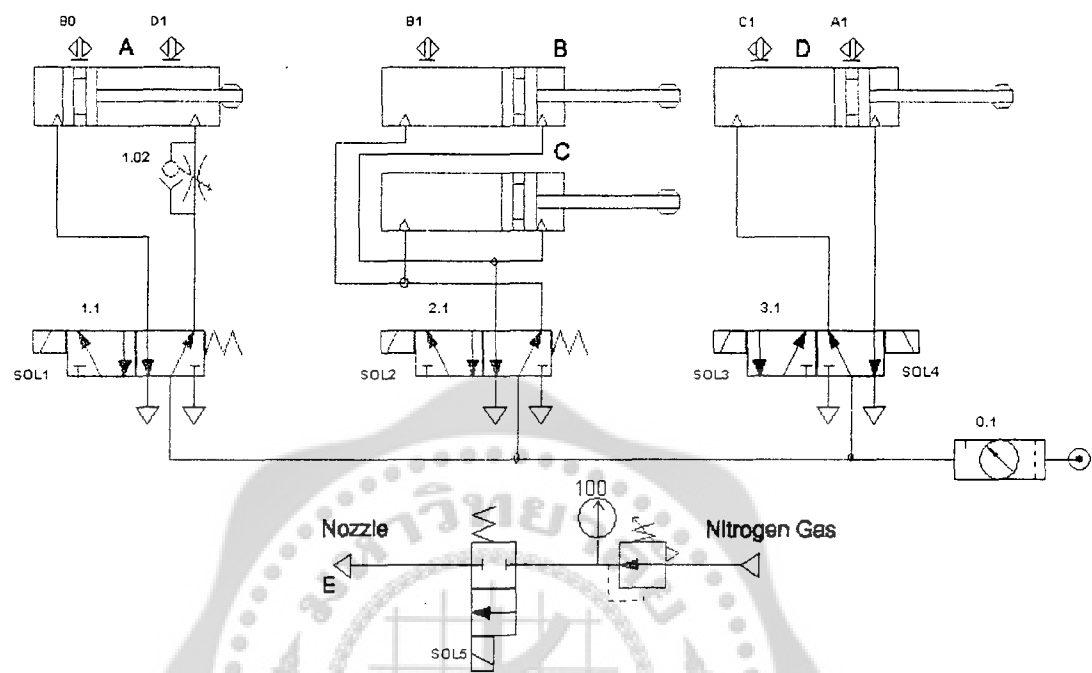


รูปที่ 15 แสดงขั้นตอนของการทำงานตัวทำงานต่างๆ ของเครื่อง

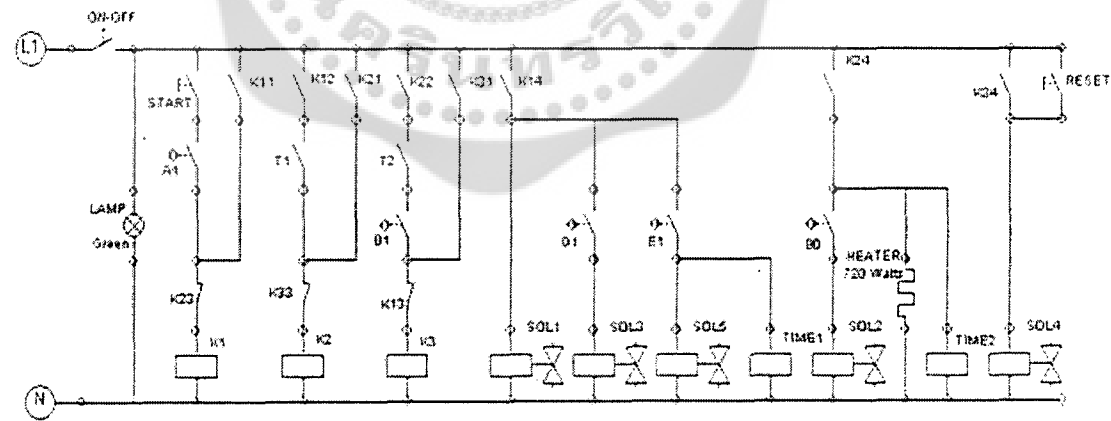
ขั้นตอนที่ 7 เขียนวงจรควบคุมการทำงาน โดยดูจาก Motion-step diagram
 ขั้นตอนที่ 8 เพิ่มเติมเงื่อนไขพิเศษ ลงในวงจร เพื่อให้วงจรสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
 ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบการทำงานของวงจรที่ออกแบบ และต่อวงจรทดลองกับอุปกรณ์จริง

จากรูปที่ 15 ถึง 17 จะแสดงถึงแนวคิดการออกแบบการควบคุมการทำงานของเครื่อง โดยเริ่มจากเมื่อใส่ช่องเข้าที่หัวบรรจุก๊าซ ผู้ใช้จะทำการเหยียบสวิตช์ที่เท้า(s1) หัวบรรจุก๊าซเลื่อนลง (Cyl.A) ชุดหนีบของ(Cyl.D)จะเลื่อนเข้าหนีบของ(ผู้ใช้ปล่อยมือเพื่อเตรียมของใหม่)จากนั้นวาล์ว (Nozzle:E)จะเปิดก๊าซไนโตรเจนตามเวลา(T1)ที่ตั้งไว้ เสร็จแล้วหัวบรรจุก๊าซ(Cyl.A) เลื่อนขึ้นพร้อม ปิดวาล์วก๊าซ ชุดแท่งความร้อน(Cyl.B&C) เลื่อนเข้ามาเพื่อผนึกของด้วยความร้อนตามเวลา(T2)

จากนั้นชุดแท่งความร้อนและชุดหนีบของเลื้อนออกทำให้ช่องที่ปิดผนึกเสร็จแล้วออกจากเครื่องเพื่อเตรียมบรรจุของใหม่ต่อไป



รูปที่ 16 วงจรระบบนิวแมติกส์ของเครื่องปิดผนึก



รูปที่ 17 วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของเครื่องปิดผนึก

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

เมื่อดำเนินการสร้างเครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซไนโตรเจน ตามการออกแบบและวิธีสร้าง ตลอดจนการทดสอบการทำงานของเครื่องเสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการทดสอบถึงประสิทธิภาพของเครื่อง และมีผลของการวิจัยดังต่อไปนี้

ข้อกำหนดในการทดลอง

การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่สร้าง ซึ่งการปิดผนึกของอลูมิเนียมฟอยล์ จะมีตัวแปร 3 ตัวแปรหลักที่มีผลต่อคุณภาพของการปิดผนึก ได้แก่ ชนิดของพลาสติกที่เคลือบ เวลาที่ใช้ในการปิดผนึก และอุณหภูมิของแท่งความร้อน แต่การทดลองได้ถูกกำหนดค่าของอุณหภูมิที่ใช้ตามคุณสมบัติของซองที่กลุ่มเกษตรกรกำหนด ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิในการปิดผนึก 120°C ฉะนั้นจึงเหลือตัวแปรเดียวในการทดลองคือ เวลาที่ใช้ในการปิดผนึก

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการทดลองการปิดผนึกจะใช้ซองอลูมิเนียมฟอยล์สำเร็จรูปแบบปิดผนึก 3 ด้าน เป็นวัสดุที่ใช้ในการทดลอง โดยการทดลองนี้จะแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลองดังนี้

- ทดลองปรับเวลาในการปิดผนึกความร้อน 5 ระดับ คือ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 วินาที และทำการตรวจสอบลักษณะของรอยปิดผนึก
- ทดลองการรั่วซึมของการปิดผนึกตามลักษณะของรอยปิดผนึกที่ได้จากการปรับเวลาในแต่ละระดับโดยการกดซองลงในอ่างเพื่อดูฟองอากาศจากการรั่วซึม
- ทดลองหาเวลามาตรฐานของเครื่องโดยการปรับเวลาการปิดผนึกที่ดีที่สุดจากการทดลองข้างต้น จำนวน 100 ครั้ง แล้วมาหาค่าเฉลี่ยของเวลาที่ได้

ขั้นตอนในการทดลอง

1. ทดลองการปิดผนึกของของเครื่อง มีขั้นตอนในการปฏิบัติงานดังนี้
 - 1.1. เตรียมซองอลูมิเนียมฟอยล์สำเร็จรูป จำนวน 50 ซอง
 - 1.2. เปิดเครื่องปรับอุณหภูมิให้ได้ 120°C

- 1.3. ทำการทดลองปิดผนึกตามเวลาที่กำหนดไว้ 5 ระดับ
- 1.4. บันทึกผลการทดลอง
- 2. ตรวจสอบคุณภาพของการปิดผนึก มีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้
 - 2.1. ตรวจสอบลักษณะของความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึก
 - 2.2. นำซองที่ผ่านการปิดผนึกทั้งหมดนำไปทดสอบการรั่วซึม
 - 2.3. บันทึกผลการทดลอง
- 3. นำเวลาที่เหมาะสมจากการทดลองเป็นเวลาในการปิดผนึกซองที่ได้คุณภาพ แล้วทำการทดลองเพื่อหาเวลามาตรฐานของการใช้เครื่อง มีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้
 - 3.1. เตรียมซองอลูมิเนียมฟอยด์สำเร็จรูป จำนวน 100 ซอง
 - 3.2. ทำการปิดผนึกซองพร้อมทำการจับเวลา
 - 3.3. บันทึกเวลาที่ได้ของการทำงานแต่ละซอง
 - 3.4. นำผลการทดลองคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ผลการทดลอง

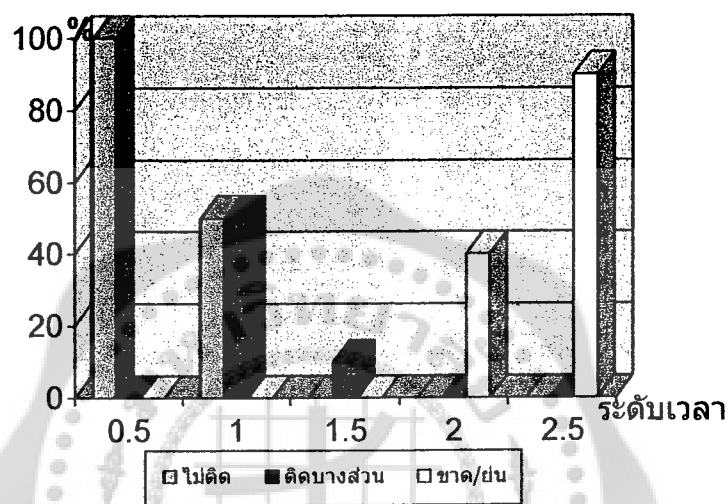
จากการกำหนดขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นนั้น มีผลการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 แสดงผลของคุณภาพการปิดผนึกที่ระดับเวลาต่างๆ

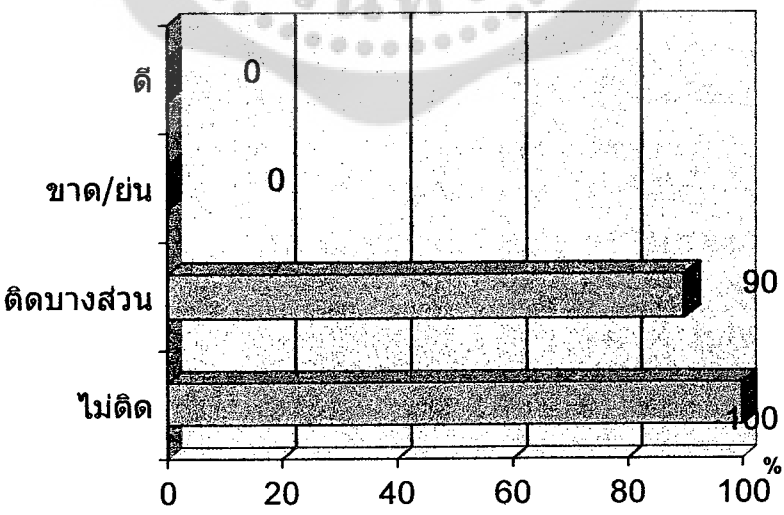
ระดับเวลาที่ใช้	เปอร์เซ็นต์ของเสีย				% ของซองที่สมบูรณ์
	ไม่ติดกัน	ติดบางส่วน	ขาด/ย่น	รวม	
0.5	100	-	-	100	-
1.0	50	50	-	100	-
1.5	-	10	-	10	90
2.0	-	-	40	40	60
2.5	-	-	90	90	10

จากตารางที่ 5 ผลการทดลองที่ได้พบว่า ระดับเวลาที่ใช้ 0.5-1.0 วินาที นั้นมีของเสีย 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเวลาในการให้ความร้อนที่ถ่ายลงสู่ซองอลูมิเนียมฟอยด์น้อย จึงทำให้อุณหภูมิที่จะหลอมให้ซองผนึกติดกันนั้นต่ำ และมีการรั่วทุกซอง ระดับเวลาที่ 1.5 วินาที เป็นเวลาที่รอยปิดผนึกของซองสวยงามและสมบูรณ์ไม่รั่ว ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่พบติดบางส่วน 10 เปอร์เซ็นต์นั้นจากการสังเกต จะเกิดช่วงคันของการเปิดเครื่องซึ่งอาจมาจากการถ่ายเทความร้อนของแท่งความร้อน

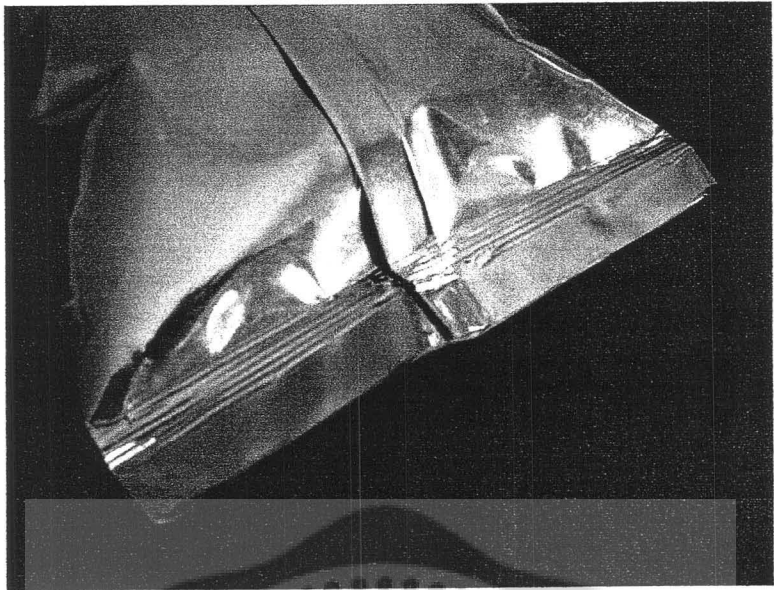
อาจยังไม่ทั่วถึง ส่วนระดับเวลาที่ 2.0-2.5 ความสมบูรณ์ของรอยผืนจะมีน้อยกว่าคือมีการขาด/ย่น แต่การทดสอบรอยร่วนนั้นไม่พบว่ามีรอยร่วน ซึ่งสาเหตุของการขาดและย่นนั้นมาจากการให้ความร้อน เป็นเวลานานเกินที่ของอุณหภูมิเ็นขมฟอยด์จะรับได้ ดังนั้นเวลาที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองจะอยู่ที่ ระดับของการตั้งเวลาในการผืนที่ร้อนที่ 1.5 วินาที



รูปที่ 18 กราฟเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ระดับเวลาต่างๆ



รูปที่ 19 สรุปผลการร่วซึมของรอยปิดผืน



รูปที่ 20 รอยการปิดผนึกที่สมบูรณ์

ตารางที่ 6 แสดงเวลาของการปิดผนึกของกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	5.97	15	5.12	29	5.68	43	6.52	57	5.67
2	6.74	16	4.97	30	6.62	44	5.44	58	5.05
3	6.72	17	5.92	31	6.11	45	5.57	59	6.2
4	6.62	18	5.1	32	5.86	46	5.82	60	7.13
5	6.57	19	4.87	33	5.52	47	6.89	61	5.21
6	6.03	20	6.75	34	5.96	48	6.93	62	6.53
7	5.76	21	5.92	35	6.88	49	7.02	63	4.56
8	6.84	22	5.57	36	6.33	50	6.83	64	4.95
9	4.45	23	6.45	37	4.96	51	5.38	65	6.31
10	6.72	24	5.5	38	5.37	52	6.58	66	6.72
11	6.39	25	7.16	39	6.43	53	5.02	67	6.33
12	6.25	26	6.91	40	6.21	54	5.29	68	5.14
13	6.05	27	6.12	41	5.56	55	6.98	69	5.37
14	6.87	28	6.02	42	6.46	56	5.02	70	5.09

ตารางที่ 6 แสดงเวลาของการปิดผนึกของกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง(ต่อ)

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
71	5.21	77	4.93	83	6.69	89	5.59	95	7.52
72	5.69	78	5.96	84	5.25	90	5.44	96	5.53
73	6.71	79	5.72	85	5.46	91	4.89	97	5.27
74	5.61	80	5.48	86	6.76	92	5.35	98	6.67
75	6.83	81	4.52	87	5.82	93	6.03	99	5.01
76	6.55	82	6.09	88	6.35	94	5.05	100	6.08

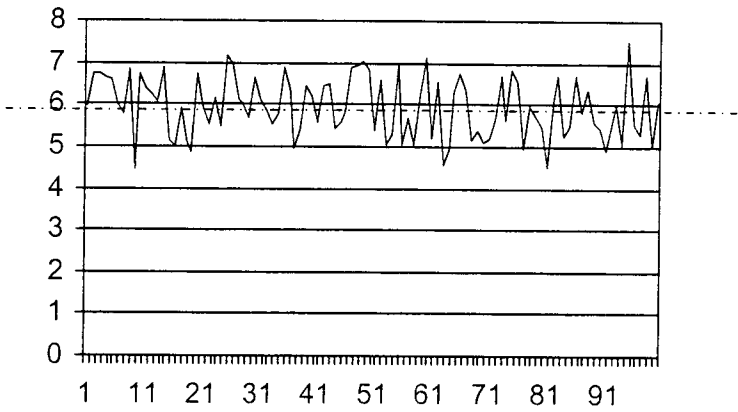
จากการบันทึกเวลาของการปิดผนึกของซึ่งแสดงในตารางที่ 6 ในระดับเวลาที่ปิดผนึกร้อน 1.5 วินาที จำนวนครั้งในการทำงานตั้งแต่การหยิบซองจนถึงการบรรจุเสร็จในภาวการณ์ทำงานที่ปกติ จำนวน 100 ครั้ง นำมาหาเวลาเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{เวลาเฉลี่ย } \bar{x} &= \frac{\sum x}{n} \\ &= \frac{59300}{100} \\ &= 5.93 \\ \text{เวลาเฉลี่ย } 5.93 \text{ วินาที} \end{aligned}$$

$$\text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน } SD = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

จากตารางที่ 6 จะได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71

ดังนั้นเวลาเฉลี่ยของการทำงานการปิดผนึกต่อซองของเครื่องคือ 5.93 วินาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71



รูปที่ 21 เวลาที่ได้จากการทดลองเฉลี่ย 5.93 วินาที

การหาเวลามาตรฐานการทำงานของเครื่อง

จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเครื่อง เท่ากับ 5.93 วินาทีต่อซอง นำมาหาเวลามาตรฐานของเครื่องได้ดังนี้

เวลามาตรฐาน

= เวลาทำงานปกติ + เวลาเผื่อ

ให้เวลาเผื่อ

= 10 เปอร์เซ็นต์ของเวลาปกติของการทำงาน

เวลาเฉลี่ยของการทำงาน

= 5.93 วินาทีต่อซอง

ดังนั้นเวลามาตรฐานการทำงาน

$= 5.93 + (5.93 \times 10\%)$

$= 6.523$ วินาทีต่อซอง

การหาหำลังการผลิต

จากเวลามาตรฐานสามารถหาลำกำลังการผลิตของต่อช่วงเวลาได้ดังนี้
กำลังการผลิตต่อ 1 ชั่วโมง เครื่องสามารถปิดผนึกซองได้

$$= 3600 / 6.523$$
$$= 551.89 \text{ ซอง}$$

ดังนั้นกำลังการผลิตเครื่องปิดผนึกนี้ เท่ากับ 550 ซองต่อชั่วโมง

การทดสอบสมมุติฐาน

ในการวิจัยเพื่อสร้างเครื่องปิดผนึกซองพร้อมบรรจุก๊าซไนโตรเจน ผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานว่าเครื่องจักรที่สร้างนั้นมีกำลังการผลิตที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ โดยบรรจุใช้ซองสำเร็จรูปปิดผนึก 3 ด้าน มีขนาดกว้าง 130 มิลลิเมตร ยาว 190 มิลลิเมตร ความต้องการในการผลิต 4000 กิโลกรัมต่อเดือน หรือ 417 ซองต่อชั่วโมง หรือความเร็วต้องไม่เกิน 8.6 วินาทีต่อซอง

จากการทดลองเครื่องปิดผนึก มีความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 5.39 วินาทีต่อซอง และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.71 เวลามาตรฐานที่ได้จากเวลาเฉลี่ยของเครื่องจะบวกเวลาเผื่ออีก 10 % ดังนั้นเวลามาตรฐานคือ 6.523 วินาทีต่อซอง โดยคิดเป็นกำลังการผลิตปกติที่เครื่องจักรนี้ทำได้ 550 ซองต่อชั่วโมง ซึ่งทำได้เกินจากความต้องการ

ในการทดสอบสมมุติฐาน[8] ได้เลือกการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (ประชากรกลุ่มเดียว) แบบทางเดียว และมี $\alpha = 0.01$ ที่ค่าวิกฤติของ z-Distribution จากภาคผนวก ก ค่าในตารางภาคผนวกที่ 1 เท่ากับ 2.33 โดยให้

$$H_0: \mu = 8.6 \text{ วินาที}$$

$$H_1: \mu < 8.6 \text{ วินาที}$$

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{SD}{\sqrt{n}}}$$

$$z = \frac{6.523 - 8.6}{\frac{0.71}{\sqrt{100}}}$$

$$z = -29.25$$

ค่า z ที่คำนวณได้ มีค่าน้อยกว่า 2.33 ดังนั้น เครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุภัณฑ์ที่สร้างมีกำลังการผลิตที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีนัยสำคัญ

วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองใช้งานเครื่องปิดผนึกฯ พบว่าการทำงานไม่ยุ่งยากมากนัก โดยมีจุดที่ต้องปรับตั้งเครื่องก่อนการใช้งาน 2 จุดซึ่งจะเป็นการตั้งเวลาของการเปิด-ปิดก๊าซ และการตั้งเวลาของการปิดผนึกชุดแห่งความร้อนซึ่งในการใช้งานจริงผู้ใช้จะปรับตั้งเวลาตามขนาดและความหนาของซองที่บรรจุ ส่วนความดันของลมที่ใช้ตั้งอยู่ในค่าใช้งานที่ 6 บาร์

เครื่องปิดผนึกที่สร้างขึ้นมานี้มีต้นทุนวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างไม่รวมค่าแรงงาน และค่าดำเนินการประมาณ 32,000 บาท ซึ่งถ้ารวมค่าแรงและค่าดำเนินการอีก 100 เปอร์เซ็นต์แล้ว เปรียบเทียบกับการนำเข้าจากต่างประเทศที่ขายราคาประมาณ 120,000 บาท ก็ยังถูกกว่าประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในการจับเวลาในการทดลองเพื่อหาเวลาเฉลี่ยจะมีค่าเบี่ยงเบนมาก เนื่องจากการใช้งานเครื่องฯ และวิธีการใส่ซองอาจจะยังขาดความชำนาญ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยเพื่อสร้างเครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซไนโตรเจน ผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานในการคาดคะเนว่าเครื่องจักรที่สร้างนั้นมีกำลังการผลิตที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้คือ กลุ่มเกษตรกรแปรรูป ศูนย์พัฒนาชุมชนแม่บ้านหอกลอง ต.ด่านจาก อ.โนนไทย จ.นครราชสีมา โดยมีผลิตภัณฑ์ข้าวตังหน้า หมูหยอง บรรจุอยู่ในซองอลูมิเนียมฟอยด์ มีน้ำหนักสุทธิ 40 กรัม ใช้ซองสำเร็จรูปปิดผนึก 3 ด้าน มีขนาดกว้าง 130 มิลลิเมตร ยาว 190 มิลลิเมตร ความต้องการในการผลิต 4000 กิโลกรัมต่อเดือน หรือ 417 ซองต่อชั่วโมง หรือความเร็วในการทำงานต้องไม่เกิน 8.6 วินาทีต่อซอง ซึ่งมีผลของการวิจัยดังต่อไปนี้

ผลการทดลอง

จากการทดลองปิดผนึกของสำเร็จรูป 3 ด้าน ที่สภาวะของอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ในเวลาที่ต่างกันได้ผลสรุปการทดลองดังนี้

1. การปรับตั้งเวลาของการซีลปิดผนึกที่เหมาะสมคือ 1.5 วินาที จะทำให้ซองที่ปิดแล้วมีคุณภาพ รอยปิดที่ได้สวยงาม และนำไปทดสอบรอยรั่วซึมของก๊าซไนโตรเจนที่บรรจุในซอง ไม่มีการรั่วซึม เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาอื่นๆ
2. เครื่องปิดผนึกของที่สร้างขึ้นนี้ มีเวลาเฉลี่ย 5.93 วินาที และค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.71 เวลามาตรฐานที่ได้จากเวลาเฉลี่ยของเครื่องจะบวกเวลาเผื่ออีก 10 % ดังนั้นเวลามาตรฐานคือ 6.523 วินาที โดยคิดเป็นกำลังการผลิตปกติที่เครื่องจักรนี้ทำได้ 550 ซองต่อชั่วโมง ซึ่งทำได้เกินจากความต้องการ
3. ในการทดสอบสมมุติฐานได้เลือก z-test (ประชากรกลุ่มเดียว)แบบหางเดียว และมี $\alpha = 0.1$ พบว่า เครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซที่สร้างมีกำลังการผลิตที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีนัยสำคัญ

ปัญหาการทำวิจัย

ในการวิจัยสร้างเครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุภัณฑ์ในโตรเจน นั้นมีปัญหาและอุปสรรคบ้างพอสมควรและได้ทำการแก้ไขปรับปรุงจนสำเร็จใช้งานได้ ปัญหาส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับชุดความร้อน จึงพอสรุปได้ดังนี้

1. ชุดควบคุมอุณหภูมิที่ใช้มีช่วงของค่าความผิดพลาดกว้าง(Thermostats) ทำให้กรณีที่เปิดเครื่องทิ้งไว้ไม่ได้ใช้นานๆ อุณหภูมิอาจจะเย็นลงหรือร้อนเกินไป
2. ยางที่ทำหน้าที่ปิดปากซองในการทดลองนี้ใช้อย่างทั่วไป เมื่ออยู่ใกล้ความร้อนตลอดเวลาจะขาดง่ายทำให้อายุสั้น
3. ในการสอดช่องเพื่อทำการปิดผนึก สำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ยังไม่ชำนาญ อาจจะทำให้เสียเวลาเพราะต้องดึงรีดปากซองให้เรียบก่อนใส่

ข้อเสนอแนะ

จากปัญหาที่พบในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้มีการพัฒนาต่อไป จึงขอเสนอแนะแนวทางแก้ไขจุดบกพร่องและปัญหาต่างๆ สรุปดังนี้

1. ชุดควบคุมอุณหภูมิควรเปลี่ยนชนิดที่มีความละเอียดมากกว่านี้ ซึ่งจะเป็นแบบดิจิตอล จะทำให้ควบคุมอุณหภูมิได้แม่นยำ
2. ยางที่ใช้รีดซองควรเปลี่ยนเป็นยางที่ทนความร้อน เช่น Viton หรือ ซิลิโคน จะทำให้ยืดหยุ่นดีและอายุใช้งานนาน
3. ระยะห่างของแท่งความร้อนกับชุดรีดปากซอง ควรเพิ่มระยะให้ห่างกว่านี้ เพื่อความสะดวกในการสอดใส่ช่องก่อนปิดผนึก แต่จะมีผลที่ตามมาคือต้องเพิ่มระยะชักของชุดกระบอกสูบตาม

บรรณานุกรม

- [1] ปุ่นและสมพร คงเจริญเกียรติ,2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 5,000 เล่ม: โรงพิมพ์เชียงใหม่. กรุงเทพมหานคร.
- [2] ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์,2525. สารานุกรมธาตุ พิมพ์ครั้งที่1 จำนวน 2000 เล่ม : โรงพิมพ์ O.S. Printing house Co., Ltd. กรุงเทพมหานคร.
- [3] สุนันท์ ศรณินิตย์.รศ.,2538. การถ่ายเทความร้อน พิมพ์ครั้งที่ 5 จำนวน 2000 เล่ม : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร.
- [4] วิชัยและศศิวิมล มาแสง,2537. การเชื่อมโลหะเบื้องต้น : โรงพิมพ์เจริญธรรม กรุงเทพมหานคร
- [5] ธนะรัตน์ แต้ววัฒนา ,2541. นิวแมติกส์อุตสาหกรรม : โรงพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ กรุงเทพมหานคร
- [6] บรรเลง ศรีนิล.รศ., 2524. ตารางงานโลหะ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร.
- [7] มยุรา ปรรณนาเปลี่ยน, บรรจุภัณฑ์แบ่งย่อย : http://www.nfi.or.th/food-technology-new/print/print_eng.htm
- [8] ชูศรี วงศ์รัตนะ,รศ., 2541. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย พิมพ์ครั้งที่ 7 : โรงพิมพ์เทพนรมิต การพิมพ์ กรุงเทพฯ
- [9] ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, หลักการทดสอบวัสดุและบรรจุภัณฑ์ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร
- [10] <http://www.gitapack.com/index.php>
- [11] http://www.deqp.go.th/info/wrapper_listContent.jsp
- [12] <http://www.tempco.com/new/products5.html>
- [13] <http://www.swu.ac.th/royal/book5/b5chp4.html>
- [14] http://www.bangkokbiznews.com\2005\02\18\SCI\index.php-news=column_16299734.html

ภาคผนวก ก.

แสดงค่าวิกฤติ Z ภายใต้การกระจายแบบโค้งปกติ



ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงค่าวิกฤติ Z ภายใต้การกระจายแบบโค้งปกติ

(A) z	(B) AREA BETWEEN MEAN AND z	(C) AREA BEYOND z	(A) z	(B) AREA BETWEEN MEAN AND z	(C) AREA BEYOND z	(A) z	(B) AREA BETWEEN MEAN AND z	(C) AREA BEYOND z
0.00	0.0000	0.5000	0.55	0.2088	0.2912	1.10	0.3643	0.1357
0.01	0.0040	0.4960	0.56	0.2123	0.2877	1.11	0.3665	0.1335
0.02	0.0080	0.4920	0.57	0.2157	0.2843	1.12	0.3686	0.1314
0.03	0.0120	0.4880	0.58	0.2190	0.2810	1.13	0.3708	0.1292
0.04	0.0160	0.4840	0.59	0.2224	0.2776	1.14	0.3729	0.1271
0.05	0.0199	0.4801	0.60	0.2257	0.2743	1.15	0.3749	0.1251
0.06	0.0239	0.4761	0.61	0.2291	0.2709	1.16	0.3770	0.1230
0.07	0.0279	0.4721	0.62	0.2324	0.2676	1.17	0.3790	0.1210
0.08	0.0319	0.4681	0.63	0.2357	0.2643	1.18	0.3810	0.1190
0.09	0.0359	0.4641	0.64	0.2389	0.2611	1.19	0.3830	0.1170
0.10	0.0398	0.4602	0.65	0.2422	0.2578	1.20	0.3849	0.1151
0.11	0.0438	0.4562	0.66	0.2454	0.2546	1.21	0.3869	0.1131
0.12	0.0478	0.4522	0.67	0.2486	0.2514	1.22	0.3888	0.1112
0.13	0.0517	0.4483	0.68	0.2517	0.2483	1.23	0.3907	0.1093
0.14	0.0557	0.4443	0.69	0.2549	0.2451	1.24	0.3925	0.1075
0.15	0.0596	0.4404	0.70	0.2580	0.2420	1.25	0.3944	0.1056
0.16	0.0636	0.4364	0.71	0.2611	0.2389	1.26	0.3962	0.1038
0.17	0.0675	0.4325	0.72	0.2642	0.2358	1.27	0.3980	0.1020
0.18	0.0714	0.4286	0.73	0.2673	0.2327	1.28	0.3997	0.1003
0.19	0.0753	0.4247	0.74	0.2704	0.2296	1.29	0.4015	0.0985
0.20	0.0793	0.4207	0.75	0.2734	0.2266	1.30	0.4032	0.0968
0.21	0.0832	0.4168	0.76	0.2764	0.2236	1.31	0.4049	0.0951
0.22	0.0871	0.4129	0.77	0.2794	0.2206	1.32	0.4066	0.0934
0.23	0.0910	0.4090	0.78	0.2823	0.2177	1.33	0.4082	0.0918
0.24	0.0948	0.4052	0.79	0.2852	0.2148	1.34	0.4099	0.0901
0.25	0.0987	0.4013	0.80	0.2881	0.2119	1.35	0.4115	0.0885
0.26	0.1026	0.3974	0.81	0.2910	0.2090	1.36	0.4131	0.0869
0.27	0.1064	0.3936	0.82	0.2939	0.2061	1.37	0.4147	0.0853
0.28	0.1103	0.3897	0.83	0.2967	0.2033	1.38	0.4162	0.0838
0.29	0.1141	0.3859	0.84	0.2995	0.2005	1.39	0.4177	0.0823
0.30	0.1179	0.3821	0.85	0.3023	0.1977	1.40	0.4192	0.0808
0.31	0.1217	0.3783	0.86	0.3051	0.1949	1.41	0.4207	0.0793
0.32	0.1255	0.3745	0.87	0.3078	0.1922	1.42	0.4222	0.0778
0.33	0.1293	0.3707	0.88	0.3106	0.1894	1.43	0.4236	0.0764
0.34	0.1331	0.3669	0.89	0.3133	0.1867	1.44	0.4251	0.0749
0.35	0.1368	0.3632	0.90	0.3159	0.1841	1.45	0.4265	0.0735
0.36	0.1406	0.3594	0.91	0.3186	0.1814	1.46	0.4279	0.0721
0.37	0.1443	0.3557	0.92	0.3212	0.1788	1.47	0.4292	0.0708
0.38	0.1480	0.3520	0.93	0.3238	0.1762	1.48	0.4306	0.0694
0.39	0.1517	0.3483	0.94	0.3264	0.1736	1.49	0.4319	0.0681
0.40	0.1554	0.3446	0.95	0.3289	0.1711	1.50	0.4332	0.0668
0.41	0.1591	0.3409	0.96	0.3315	0.1685	1.51	0.4345	0.0655
0.42	0.1628	0.3372	0.97	0.3340	0.1660	1.52	0.4357	0.0643
0.43	0.1664	0.3336	0.98	0.3365	0.1635	1.53	0.4370	0.0630
0.44	0.1700	0.3300	0.99	0.3389	0.1611	1.54	0.4382	0.0618
0.45	0.1736	0.3264	1.00	0.3413	0.1587	1.55	0.4394	0.0606
0.46	0.1772	0.3228	1.01	0.3438	0.1562	1.56	0.4406	0.0594
0.47	0.1808	0.3192	1.02	0.3461	0.1539	1.57	0.4418	0.0582
0.48	0.1844	0.3156	1.03	0.3485	0.1515	1.58	0.4429	0.0571
0.49	0.1879	0.3121	1.04	0.3508	0.1492	1.59	0.4441	0.0559
0.50	0.1915	0.3085	1.05	0.3531	0.1469	1.60	0.4452	0.0548
0.51	0.1950	0.3050	1.06	0.3554	0.1446	1.61	0.4463	0.0537
0.52	0.1985	0.3015	1.07	0.3577	0.1423	1.62	0.4474	0.0526
0.53	0.2019	0.2981	1.08	0.3599	0.1401	1.63	0.4484	0.0516
0.54	0.2054	0.2946	1.09	0.3621	0.1379	1.64	0.4495	0.0505

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงค่าวิกฤติ Z ภายใต้การกระจายแบบโค้งปกติ(ต่อ)

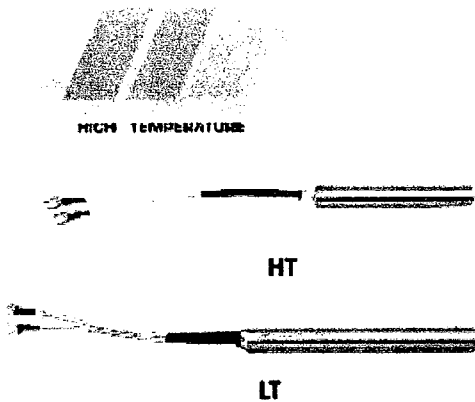
(A) z	(B) AREA BETWEEN MEAN AND z	(C) AREA BEYOND z	(A) z	(B) AREA BETWEEN MEAN AND z	(C) AREA BEYOND z	(A) z	(B) AREA BETWEEN MEAN AND z	(C) AREA BEYOND z
1.65	0.4505	0.0495	2.22	0.4868	0.0132	2.79	0.4974	0.0026
1.66	0.4515	0.0485	2.23	0.4871	0.0129	2.80	0.4974	0.0026
1.67	0.4525	0.0475	2.24	0.4875	0.0125	2.81	0.4975	0.0025
1.68	0.4535	0.0465	2.25	0.4878	0.0122	2.82	0.4976	0.0024
1.69	0.4545	0.0455	2.26	0.4881	0.0119	2.83	0.4977	0.0023
1.70	0.4554	0.0446	2.27	0.4884	0.0116	2.84	0.4977	0.0023
1.71	0.4564	0.0436	2.28	0.4887	0.0113	2.85	0.4978	0.0022
1.72	0.4573	0.0427	2.29	0.4890	0.0110	2.86	0.4979	0.0021
1.73	0.4582	0.0418	2.30	0.4893	0.0107	2.87	0.4979	0.0021
1.74	0.4591	0.0409	2.31	0.4896	0.0104	2.88	0.4980	0.0020
1.75	0.4599	0.0401	2.32	0.4898	0.0102	2.89	0.4981	0.0019
1.76	0.4608	0.0392	2.33	0.4901	0.0099	2.90	0.4981	0.0019
1.77	0.4616	0.0384	2.34	0.4904	0.0096	2.91	0.4982	0.0018
1.78	0.4625	0.0375	2.35	0.4906	0.0094	2.92	0.4982	0.0018
1.79	0.4633	0.0367	2.36	0.4909	0.0091	2.93	0.4983	0.0017
1.80	0.4641	0.0359	2.37	0.4911	0.0089	2.94	0.4984	0.0016
1.81	0.4649	0.0351	2.38	0.4913	0.0087	2.95	0.4984	0.0016
1.82	0.4656	0.0344	2.39	0.4916	0.0084	2.96	0.4985	0.0015
1.83	0.4664	0.0336	2.40	0.4918	0.0082	2.97	0.4985	0.0015
1.84	0.4671	0.0329	2.41	0.4920	0.0080	2.98	0.4986	0.0014
1.85	0.4678	0.0322	2.42	0.4922	0.0078	2.99	0.4986	0.0014
1.86	0.4686	0.0314	2.43	0.4925	0.0075	3.00	0.4987	0.0013
1.87	0.4693	0.0307	2.44	0.4927	0.0073	3.01	0.4987	0.0013
1.88	0.4699	0.0301	2.45	0.4929	0.0071	3.02	0.4987	0.0013
1.89	0.4706	0.0294	2.46	0.4931	0.0069	3.03	0.4988	0.0012
1.90	0.4713	0.0287	2.47	0.4932	0.0068	3.04	0.4988	0.0012
1.91	0.4719	0.0281	2.48	0.4934	0.0066	3.05	0.4989	0.0011
1.92	0.4726	0.0274	2.49	0.4936	0.0064	3.06	0.4989	0.0011
1.93	0.4732	0.0268	2.50	0.4938	0.0062	3.07	0.4989	0.0011
1.94	0.4738	0.0262	2.51	0.4940	0.0060	3.08	0.4990	0.0010
1.95	0.4744	0.0256	2.52	0.4941	0.0059	3.09	0.4990	0.0010
1.96	0.4750	0.0250	2.53	0.4943	0.0057	3.10	0.4990	0.0010
1.97	0.4756	0.0244	2.54	0.4945	0.0055	3.11	0.4991	0.0009
1.98	0.4761	0.0239	2.55	0.4946	0.0054	3.12	0.4991	0.0009
1.99	0.4767	0.0233	2.56	0.4948	0.0052	3.13	0.4991	0.0009
2.00	0.4772	0.0228	2.57	0.4949	0.0051	3.14	0.4992	0.0008
2.01	0.4778	0.0222	2.58	0.4951	0.0049	3.15	0.4992	0.0008
2.02	0.4783	0.0217	2.59	0.4952	0.0048	3.16	0.4992	0.0008
2.03	0.4788	0.0212	2.60	0.4953	0.0047	3.17	0.4992	0.0008
2.04	0.4793	0.0207	2.61	0.4955	0.0045	3.18	0.4993	0.0007
2.05	0.4798	0.0202	2.62	0.4956	0.0044	3.19	0.4993	0.0007
2.06	0.4803	0.0197	2.63	0.4957	0.0043	3.20	0.4993	0.0007
2.07	0.4808	0.0192	2.64	0.4959	0.0041	3.21	0.4993	0.0007
2.08	0.4812	0.0188	2.65	0.4960	0.0040	3.22	0.4994	0.0006
2.09	0.4817	0.0183	2.66	0.4961	0.0039	3.23	0.4994	0.0006
2.10	0.4821	0.0179	2.67	0.4962	0.0038	3.24	0.4994	0.0006
2.11	0.4826	0.0174	2.68	0.4963	0.0037	3.25	0.4994	0.0006
2.12	0.4830	0.0170	2.69	0.4964	0.0036	3.30	0.4995	0.0005
2.13	0.4834	0.0166	2.70	0.4965	0.0035	3.35	0.4996	0.0004
2.14	0.4838	0.0162	2.71	0.4966	0.0034	3.40	0.4997	0.0003
2.15	0.4842	0.0158	2.72	0.4967	0.0033	3.45	0.4997	0.0003
2.16	0.4846	0.0154	2.73	0.4968	0.0032	3.50	0.4998	0.0002
2.17	0.4850	0.0150	2.74	0.4969	0.0031	3.60	0.4998	0.0002
2.18	0.4854	0.0146	2.75	0.4970	0.0030	3.70	0.4999	0.0001
2.19	0.4857	0.0143	2.76	0.4971	0.0029	3.80	0.4999	0.0001
2.20	0.4851	0.0139	2.77	0.4972	0.0028	3.90	0.49995	0.00005
2.21	0.4864	0.0136	2.78	0.4973	0.0027	4.00	0.49997	0.00003



ภาคผนวก ข.

แห่งความร้อนและอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุม

รายละเอียดของอุปกรณ์นิวแมติกส์ที่ใช้ในการควบคุมเครื่อง



CATRIDGE HEATER

ฮีตเตอร์คาร์ทริดจ์

MODEL : HT, LT SERIES

คุณลักษณะ:

- ให้ความร้อนกับชิ้นงานโดยการนำความร้อน
- ให้ความร้อนคงที่และสม่ำเสมอ
- ราคาประหยัด อายุการใช้งานยาวนาน
- มีหลากหลายขนาดความยาว และวัดให้เลือกใช้งาน
- เหมาะสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ

ผลการสั่งซื้อ

รุ่น	ขนาดความยาว (มม.)		วัตต์ (W)	โวลต์ (VAC)
	Ø ปลอก	ความยาว I.		
HT30585	6.5	35	130	220
HT30586		50	185	220
HT30587		65	220	220
HT30588		80	270	220
HT30589		95	320	220
HT30590	10	35	140	220
HT30591		50	210	220
HT30592		80	360	220
HT30593		95	430	220
HT30594		110	500	220
HT30595	12	125	580	220
HT30596		155	720	220
HT30426		40	240	220
HT30427		80	600	220
HT30428		120	960	220
HT30429	16	160	1320	220
HT30430		200	1650	220
HT30431		240	2000	220
HT30432		300	2500	220
HT30597		80	720	220
HT30598	14	100	920	220
HT30599		140	1320	220
LT30417		40	55	220
LT30418		60	80	220
LT30419		80	120	220
LT30420	20	100	153	220
LT30421		130	210	220
LT30422		150	240	220
LT30423		200	320	220
LT30424		250	400	220
LT30425		300	480	220
LT30600	20	200	750	220

รุ่น HT (ความร้อนสูง)

เป็นคาร์ทริดจ์ฮีตเตอร์ทนอุณหภูมิสูง มีค่า Specific load สูง ประกอบด้วยปลอกสแตนเลส (AISI321), แกนพันขดลวดทำจากแมกนีเซียมออกไซด์อัดขึ้นรูปเป็นแท่ง, ขดลวดความร้อน Ni-Cr ถูกกั้นด้วยฉนวนแมกนีเซียมออกไซด์ อัดแน่นอยู่รอบนอกอีกที, ฮีตเตอร์กับตัวปลอกวางห่างกันเล็กน้อย ช่วยให้การส่งผ่านความร้อนทำได้ดี และยังช่วยให้อายุการใช้งานของฮีตเตอร์ยาวนาน

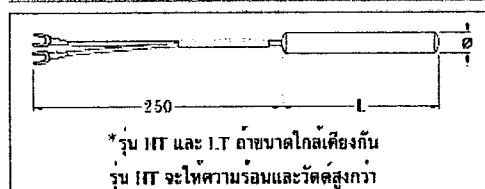
รุ่น LT (ความร้อนปานกลาง)

เป็นคาร์ทริดจ์ฮีตเตอร์ที่มีค่า Specific load ต่ำกว่ารุ่น HT ตัวฮีตเตอร์ประกอบด้วยปลอกสแตนเลส (AISI321), ขดลวดความร้อน Ni-Cr พันอยู่บนแกนเซรามิคทนความร้อนสูง และอัดแน่นด้วยผงแมกนีเซียมออกไซด์ เพื่อให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไปด้วยดี

คุณสมบัติ

กำลังวัตต์ที่ผลิตได้	-10--50% ของกำลังวัตต์ตามอัตรา
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	3" มม. (ที่ผลิตได้)
ความยาวที่ผลิตได้	±2%
การทดสอบฉนวน	ทดสอบด้วยแรงดันไฟ 1440V เป็นเวลา 1 นาที
ความยาวสายไฟ	250 มม. (10 นิ้ว)

ขนาดและรูปร่าง (หน่วย : มม.)



*รุ่น HT และ LT ถ้าขนาดใกล้เคียงกัน
รุ่น HT จะให้ความร้อนและวัดได้สูงกว่า

ประโยชน์การนำไปใช้งาน

- ใช้ในการอุ่น และให้ความร้อนกับแม่พิมพ์โลหะ, ชิ้นงานเหล็ก, เครื่องปั้นทอง, เครื่องรีดถุงพลาสติก, การพิมพ์หมึก
- ใช้ในการอุ่นหรือต้มน้ำ, ต้มสารเคมี, กาวในภาชนะหรือท่อได้

หมายเหตุ : สามารถสั่งทำรุ่นและขนาดพิเศษนอกเหนือจากที่ระบุในตารางได้ตามต้องการ

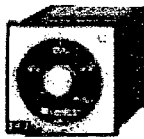
ข้อควรระวัง : การติดตั้งฮีตเตอร์แบบคาร์ทริดจ์ในแม่พิมพ์ ขนาดของรูที่ใส่ควรมีขนาดใหญ่กว่าฮีตเตอร์ประมาณ 0.02-0.04 มม. เท่านั้น เพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนมีประสิทธิภาพ และช่วยยืดอายุการใช้งาน

รูปผนวกที่ 1 แท่งความร้อนที่เลือกใช้

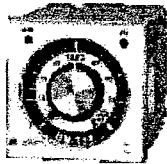

union

TEMPERATURE CONTROLLER

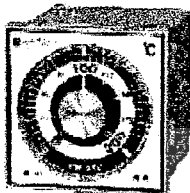
เครื่องควบคุมอุณหภูมิ



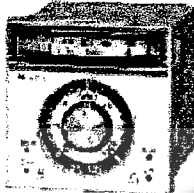
UN-414



UN-714



UN-612



UN-632

MODEL : UN-414/714/612/632

- ตัวเครื่องมีขนาดกะทัดรัดตามมาตรฐาน DIN จึงนำไปใช้แทนที่เครื่องควบคุมอุณหภูมิชนิดอื่นได้
- การใช้งานง่าย เพียงปรับตั้งการควบคุมอุณหภูมิบนสเกลหน้าปัทม์ ก็สามารถควบคุมได้อย่างแม่นยำ
- สามารถเลือกการควบคุมได้ทั้งแบบ ON-OFF และ PD
- มีหลอด LED สีแดงแสดงสถานะ ON และ หลอด LED สีเขียวแสดงสถานะ OFF (UN-414 มี LED สีแดงและสีเขียวในหลอดเดียวกัน)

คุณสมบัติ

รายละเอียด	UN-414	UN-714	UN-612	UN-632
การวัดอุณหภูมิ	ไม่มีมิเตอร์วัดอุณหภูมิ			มีมิเตอร์วัดอุณหภูมิ
หลักการทำงาน	โพเทนชิโอเมตริก (Potentiometric)			
การติดตั้ง	แบบฝังกับผนัง			
ช่วงการวัด	0~100, 200, 400, 600, 1200°C			0~100, 200, 400, 600, 1200, °C
ความเที่ยงตรง	ภายใน $\pm 1.0\%$ ของค่าเต็มสเกล			
อินพุต (ระบุเมื่อสั่งซื้อ)	เทอร์โมคัปเปิล CA (K), IC (J), RTD Pt-100Ω (3 สาย)			
เอาต์พุต (ระบุเมื่อสั่งซื้อ)	- คอนแทครีเลย์ : 1 ชุด SPDT 220V AC 2A (โหลดความต้านทาน) - แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต 24V DC สำหรับขับโซลิดสเตทรีเลย์			
การควบคุม	- แบบ ON-OFF ความไวในการควบคุม : 1.2°C (TC) 0.5°C (RTD) - แบบ PD (Time Proportional + Derivative) Proportional band : 10°C (TC), 5°C (RTD) Proportional cycle : 10 วินาที (คอนแทครีเลย์), 3 วินาที (แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต 24V DC สำหรับขับโซลิดสเตทรีเลย์)			
สถานะการทำงาน	หลอด LED สีแดง แสดงสถานะ ON, หลอด LED สีเขียว แสดงสถานะ OFF (หลอด LED สีแดงและสีเขียวแสดงผลในหลอดเดียวกัน (เฉพาะรุ่น UN-414) และ LED สีเหลืองแสดงเมื่อเซ็นเซอร์ขาด หรือชำรุด (เฉพาะรุ่น UN-632))			
โซไฟ/ กินไฟ	AC 110V/220V $\pm 10\%$, 50/60 Hz/ กินไฟ 5 W			
อุณหภูมิแวดล้อมขณะใช้งาน	-10~+50°C			
ขนาด	48x48x103 มม.	72x72x116 มม.	96x96x121 มม.	96x96x120 มม.
น้ำหนัก	ประมาณ 215 กรัม	ประมาณ 410 กรัม	ประมาณ 410 กรัม	ประมาณ 480 กรัม

ประโยชน์การนำไปใช้งาน

ใช้ในระบบการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการวัดและควบคุมอุณหภูมิ เช่น ควบคุมการทำงานของตู้อบ, ตู้อบแห้งฮีทเตอร์, เตาอบ, แบนพิมพ์พลาสติก, เครื่องฉีดพลาสติก, เครื่องอัดยางด้วยความร้อน, เครื่องจักรที่ใช้ความร้อน และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ฯลฯ

ขนาดและรูปร่าง (หน่วย : มม.)

Model	A	B	C	D
UN-414	48	48	103	44
UN-714	72	72	116	68
UN-612	96	96	121	90
UN-632	96	96	120	90



รูปผนวกที่ 2 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ



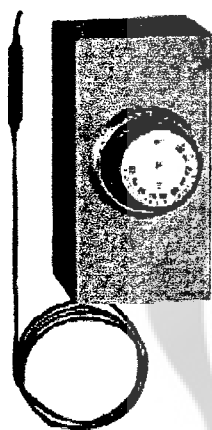
THERMOSTAT

เทอร์โมสตาตสำหรับงานควบคุมอุณหภูมิ

TR 711/N SERIES



TRC 711/N (มีกล่องเหล็ก)



MODEL : TR 711/N SERIES, TRC 711/N

คุณลักษณะ

- ประสิทธิภาพการทำงานสูง การใช้งานง่าย
- มีช่วงอุณหภูมิให้เลือกใช้งานกว้าง
- การทำงานเที่ยงตรง สม่ำเสมอ
- มีสมรรถนะและความทนทานเป็นเยี่ยม จนได้รับการรับรองมาตรฐานจากประเทศเยอรมันนี สวิตเซอร์แลนด์ และเนเธอร์แลนด์



เยอรมัน



สวิตเซอร์แลนด์



เนเธอร์แลนด์

ประโยชน์การนำไปใช้งาน

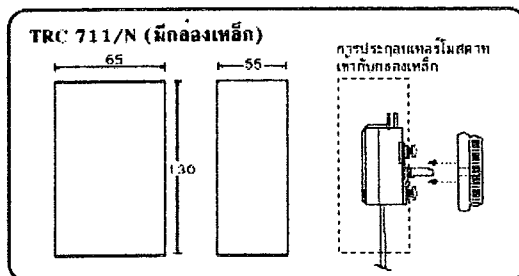
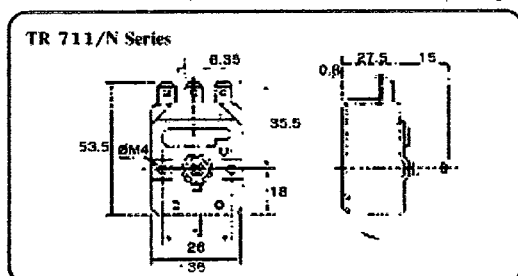
- ควบคุมอุณหภูมิของเตาไฟฟ้า, เตาขนาดใหญ่
- เครื่องล้างจาน, การฆ่าเชื้อ
- เครื่องทำน้ำอุ่น
- ตู้อบแห้งฮีตเตอร์, ตู้อบไอน้ำ
- กะทะไฟฟ้า, เตาปิ้ง-ย่าง
- อุปกรณ์ในภัตตาคาร
- เครื่องต้ม, หม้อน้ำ กระบวนการต้มน้ำ
- อุปกรณ์ในการอุตสาหกรรมที่ใช้ความร้อนในการผลิต

คุณสมบัติ

รุ่น		ย่านวัด	การทนกระแสของสวิตช์ 16A-250/360V	ปลายโพรบ (Øxยาว)	ความยาว ท่อ Capillary
TR711 / N40	Cu	0-40 ^o C	SPDT	Ø6x114 มม.	900 มม.
TR711 / N90	Cu	30-90 ^o C	SPDT	Ø7x65 มม.	900 มม.
TR711 / N120	Cu	30-120 ^o C	SPDT	Ø6.5x70 มม.	900 มม.
TR711 / N220	Cu	40-220 ^o C	SPDT	Ø6.5x70 มม.	900 มม.
TR711 / N350	Cu	50-350 ^o C	SPDT	Ø3.2x240 มม.	900 มม.

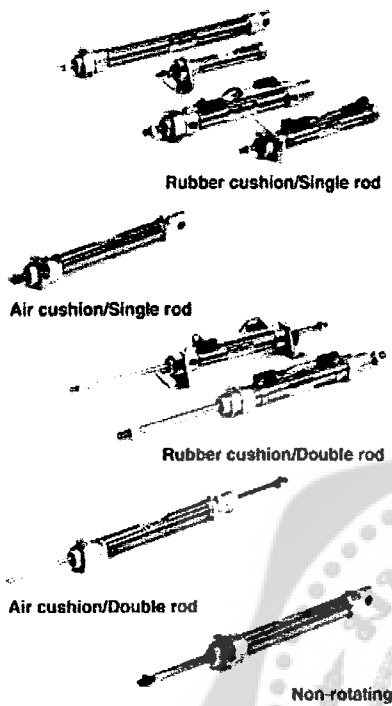
Cu = COPPER (ทองแดง)

ขนาดและรูปทรง (หน่วย : มม.)

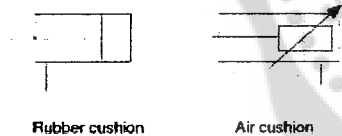


รูปผนวกที่ 3 ชุดเทอร์โมสตาตสำหรับควบคุมอุณหภูมิ

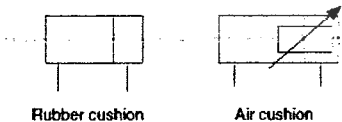
ISO Cylinder: Standard/Non-rotating Type
Double Acting, Single/Double Rod Series C85



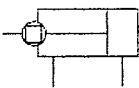
JIS Symbol
Double acting, Single rod



Double acting, Double rod



Non-rotating rod: Double acting, Single rod



Specifications

Bore size (mm)		8	10	12	16	20	25
Piston rod dia. (mm)		4	4	6	6	8	10
Piston rod thread		M4 x 0.7	M4 x 0.7	M6 x 1	M6 x 1	M8 x 1.25	M10 x 1.25
Port size		M5 x 0.8	M5 x 0.8	M5 x 0.8	M5 x 0.8	G 1/8	G 1/8
Action		Double acting, Single/Double rod					
Fluid		Air					
Proof pressure		1.5 MPa					
Max. operating pressure		1.0 MPa					
Min. operating pressure	Spring return	0.1 MPa	0.08 MPa	0.05 MPa	0.05 MPa		
	Spring extended				0.08 MPa		
Ambient and fluid temperature		-20 to 60°C (Built-in magnet: -10 to 60°C)					
Cushion		Rubber cushion, Air cushion (Except ø8) (Non-rotating: Rubber bumper only)					
Lubrication		Not required. Use turbine oil Class 1 ISO VG32, if lubricated.					
Rod boot	Nylon tarpaulin	—				Max. ambient temperature 60°C	
	Heat resistant tarpaulin	—				Max. ambient temperature 110°C*	
Piston speed		50 to 1500 mm/s					
Allowable kinetic energy	Rubber cushion	0.02 J	0.03 J	0.04 J	0.09 J	0.27 J	0.4 J
	Air cushion	—	0.17 J	0.19 J	0.4 J	0.66 J	0.97 J
Non-rotating accuracy		±1° 30'	±1° 30'	±1°	±1°	±0° 42'	±0° 42'
Stroke tolerance (mm)		0/+1				0/+1.4	

* Maximum ambient temperature of rod boots only.

Weight (Standard, Non-rotating rod)

Bore size (mm)		8	10	12	16	20	25
Double action/Basic weight		45	49	96	109	183(203)	258(266)
Double rod	Add weight for each 10 mm of stroke	3	3.2	6.2	7.2	11.8	18.4
Mounting bracket	C85L□A	20		40		95	
	C85L□B	55		105		210	
	C85F□	12		25		90	
	C85T□	20		50		75	
Accessory	C85C□	20		40		85	
	Single knuckle joint	KJ1D	17		25	45	70
	Double knuckle joint	GKM□-□	10		20	50	100
	Floating joint	JAC□-□-□	10		20	50	70

Calculation: (Example) C85N10-50, C85F10
Basic weight 49 (ø10)g
Additional weight 3.2/10 mm of stroke
Cylinder stroke 50 mm
Mounting bracket 12g
49 + 3.2 x 50/10 = 65g 65 + 12 = 77g

() : In the case of air cushion

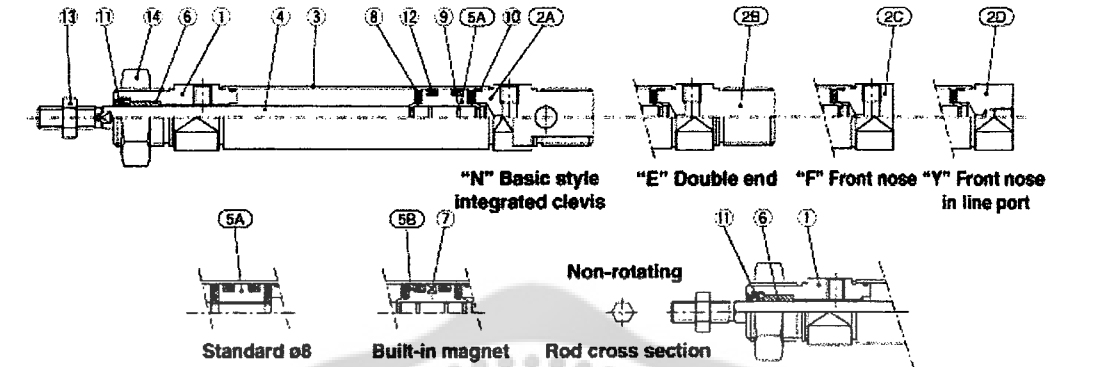
รูปผนวกที่ 4 คุณสมบัติของกระบอกสูบนิวแมติกส์ที่ใช้

ISO Cylinder: Standard/Non-rotating Type
Double Acting, Single/Rod Series C85

Construction

[First angle projection]

Double acting, Single rod
C□85□8 to 16 Rubber cushion (Disassembly is not possible.)

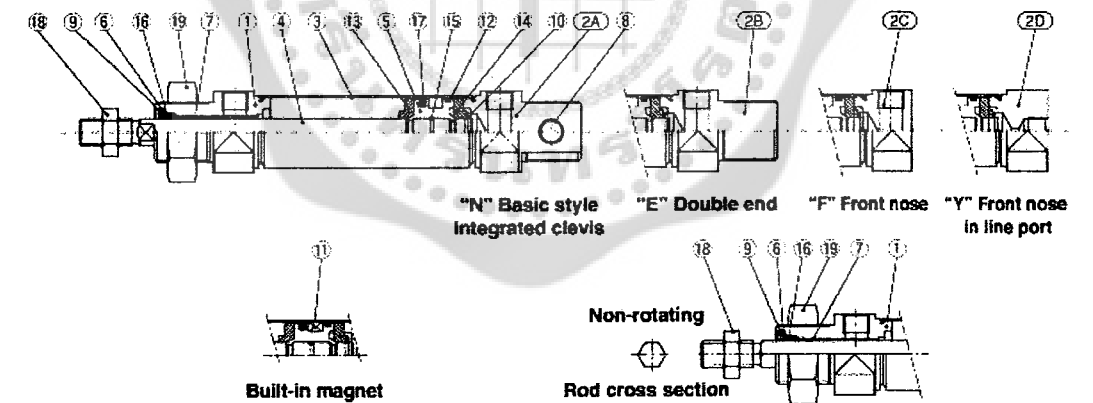


Component Parts

No.	Description	Material	Qty.	Note
1	Rod cover	Aluminum alloy	1	White anodized
2A	Head cover N	Aluminum alloy	1	White anodized
2B	Head cover E	Aluminum alloy	1	White anodized
2C	Head cover F	Aluminum alloy	1	White anodized
2D	Head cover Y	Aluminum alloy	1	White anodized
3	Cylinder tube	Stainless steel	1	
4	Piston rod	Stainless steel	1	
5A	Piston A	Brass	1	
5B	Piston B	Brass	2	(Switch type piston)

No.	Description	Material	Qty.	Note
6	Bush	Sintered bronze	1	
7	Magnet	Magnet	1	(Switch type only)
8	Bumper	Urethane	2	
9	Piston gasket	NBR	1	(2 for switch type)
10	Tube gasket	NBR	2	
11	Rod seal	NBR	1	
12	Piston seal	NBR	2	
13	Rod end nut	Carbon steel	1	Nickel plating
14	Mounting nut	Carbon steel	1	Nickel plating

C□85□20/25 Rubber cushion



Component Parts

No.	Description	Material	Qty.	Note
1	Rod cover	Aluminum alloy	1	White anodized
2A	Head cover N	Aluminum alloy	1	White anodized
2B	Head cover E	Aluminum alloy	1	White anodized
2C	Head cover F	Aluminum alloy	1	White anodized
2D	Head cover Y	Aluminum alloy	1	White anodized
3	Cylinder tube	Stainless steel	1	
4	Piston rod	Carbon steel	1	Hard chrome plated
5	Piston	Aluminum alloy	1	Chromate
6	Plain washer	Stainless steel	1	
7	Bush	Sintered bronze	1	
8	Bush	Sintered bronze	2	

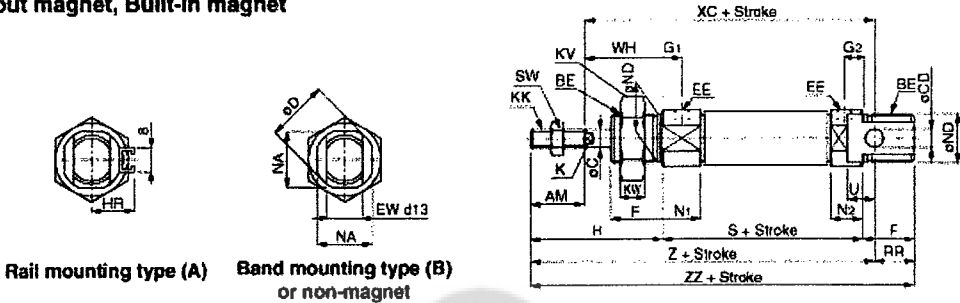
No.	Description	Material	Qty.	Note
9	Retaining ring	Carbon steel	1	Nickel plating
10	Retaining ring	Stainless steel	1	
11	Magnet	Magnet	1	(Switch type only)
12	Wear ring	Resin	1	
13	Bumper A	Urethane	1	
14	Bumper B	Urethane	1	
15	Piston gasket	NBR	1	
16	Rod seal	NBR	1	
17	Piston seal	NBR	1	
18	Rod end nut	Carbon steel	1	Nickel plating
19	Mounting nut	Carbon steel	1	Nickel plating

รูปผนวกที่ 5 โครงสร้างของกระบอกสูบนิวแมติกส์ที่ใช้

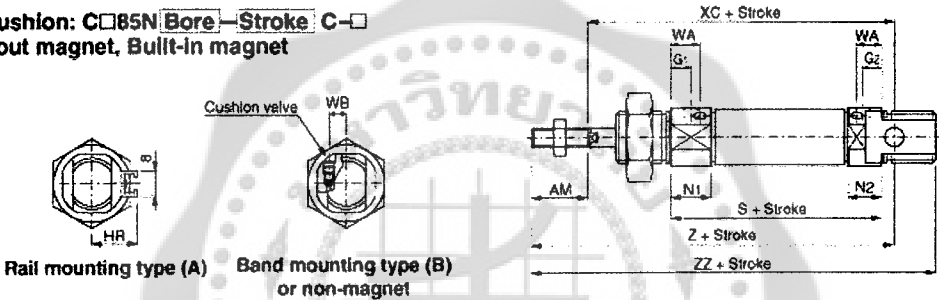
ISO Cylinder: Standard/Non-rotating Type
Double Acting, Single/Double Rod **Series C85**

Dimensions (First angle projection)

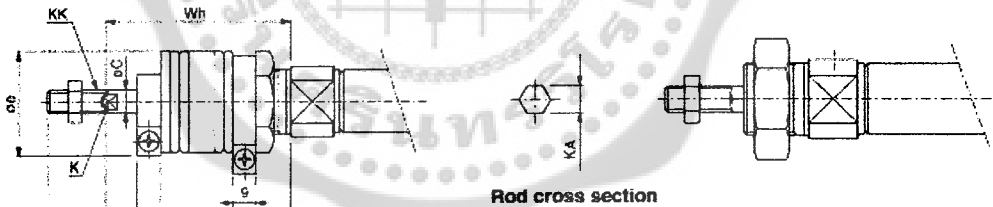
Double acting, Single rod
Rubber cushion: C□85N Bore—Stroke—□
Without magnet, Built-in magnet



Air cushion: C□85N Bore—Stroke C—□
Without magnet, Built-in magnet



With rod boot **C□85KN**
Non-rotating, Piston rod (Rubber cushion only)



(mm)																															
Bore	AM	BE	øC	øC16	øD	EE	EW	F	G1	G2	WA	WB	H	HR	K	KA	KK	KV	KW	N1	N2	NA	ND	RR	S	SW	U	WH	XC	Z	ZZ
8	12	M12 x 1.25	4	4H9	16.7	M5 x 0.8	8	12	7 ^(5.5)	5 ⁽⁵⁾	—	—	28	10	—	4.2	M4 x 0.7	19	6	11.5 ^(8.5)	9.5 ^(13.5)	15	12	10	46 ⁽³³⁾	7	6	16	64 ⁽⁷¹⁾	76 ⁽⁸³⁾	86 ⁽⁹³⁾
10	12	M12 x 1.25	4	4H9	16.7	M5 x 0.8	8	12	7 ^(5.5)	5 ⁽⁵⁾	10.5	4.5	28	10.5	—	4.2	M4 x 0.7	19	6	11.5 ^(8.5)	9.5 ^(13.5)	15	12	10	46 ⁽³³⁾	7	6	16	64 ⁽⁷¹⁾	76 ⁽⁸³⁾	86 ⁽⁹³⁾
12	16	M16 x 1.5	6	6H9	19.7	M5 x 0.8	12	17	10 ^(5.5)	6 ⁽⁵⁾	9.5	5.5	38	14	5	6.2	M6 x 1	24	8	12.5 ^(9.5)	10.5 ^(12.5)	18.3	16	14	50 ⁽³⁴⁾	10	9	22	78 ⁽⁷⁵⁾	90 ⁽⁹⁵⁾	102 ⁽¹⁰⁹⁾
16	16	M16 x 1.5	6	6H9	19.7	M5 x 0.8	12	17	10 ^(5.5)	6 ⁽⁵⁾	9.5	5.5	38	14	5	6.2	M6 x 1	24	8	12.5 ^(9.5)	10.5 ^(12.5)	18.3	16	13	36 ⁽³³⁾	10	9	22	78 ⁽⁷⁵⁾	90 ⁽⁹⁵⁾	102 ⁽¹¹¹⁾
20	20	M22 x 1.5	8	8	28	G 1/8	16	20	8	8	8.5	44	17	6	8.2	M8 x 1.25	32	11	15 ⁽¹⁷⁾	13 ⁽¹⁷⁾	24	22	11	62	13	12	24	95	115	126	
25	22	M22 x 1.5	10		33.5	G 1/8	16	22	8	8	8	8.5	50	20	8	10.2	M10 x 1.25	32	11	15 ⁽¹⁷⁾	13 ⁽¹⁷⁾	30	22	11	65	17	12	28	104	126	137

(): In the case of air cushion.

(mm)																
Bore	Stroke	AM	øC	øC16	f	K	KK	h								
								1 to 50	51 to 100	101 to 150	151 to 200	201 to 300	301 to 400	401 to 500		
20	20	20	8	36	20	6	M8 x 1.25	71	84	96	109	134	159	—		
25	22	22	10	36	20	8	M10 x 1.25	74	87	99	112	137	162	187		

Bore	Stroke	I							Wh								
		1 to 50	51 to 100	101 to 150	151 to 200	201 to 300	301 to 400	401 to 500	1 to 50	51 to 100	101 to 150	151 to 200	201 to 300	301 to 400	401 to 500		
20	20	12.5	25	37.5	50	75	100	—	51	64	76	89	114	139	—		
25	25	12.5	25	37.5	50	75	100	125	52	65	77	90	115	140	165		

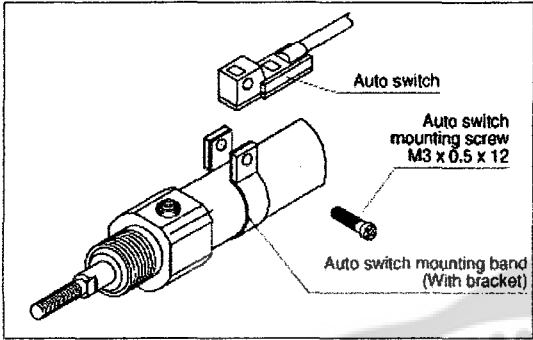
รูปผนวกที่ 6 ขนาดของมิติต่างๆของกระบอกสูบนิวแมติกส์ที่ใช้

Auto Switch Series C85

Mounting Bracket Band mounting type

<Applicable auto switch>
D-C7□/C80, D-C73C/C80C, D-H7□, D-H7C

Mounting and Moving Method of Auto Switch



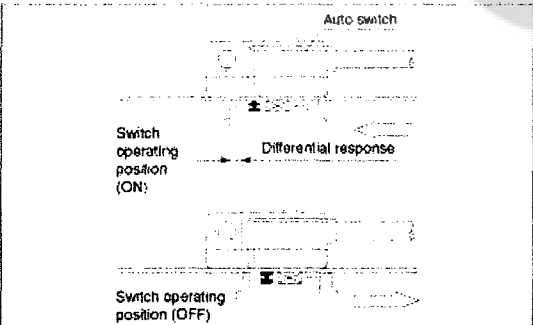
1. Put a mounting band on the cylinder tube and position the auto switch.
2. Put the mounting part of auto switch in the middle of the stationary fitting, aligning the mounting hole with the hole of the stationary fitting.
3. Screw in the auto switch mounting screw through the mounting hole into the threaded part of the band fitting.
4. Set the whole body to the detecting position by sliding, then tighten the mounting screw to fix the auto switch (the tightening torque of M3 screw should be about 80 to 100 N/cm).
5. Modification of the detecting position should be made following step #3.

Auto Switch Mounting Band Part No.

Series	Bore size (mm)					
	8	10	12	16	20	25
C85	BJ2-008	BJ2-010	BJ2-012	BJ2-016	BM2-020	BM2-025

Differential Response of Auto Switch

The distance from the operating position of auto switch to the returning position is called the differential response. This response is included in part of the operating range (one side).

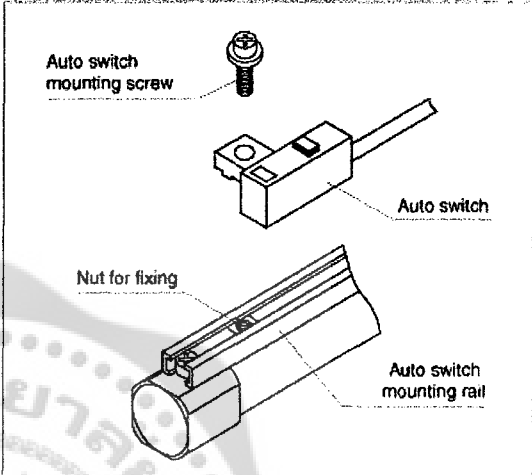


The difference between the operating position (ON) of switch and the returning position (OFF) is 2 mm or less in a reed switch and 1 mm or less in a solid state switch.

Mounting Bracket Rail mounting type

<Applicable auto switch>
D-A7□/A80, D-A73C/A80C, D-F7□/J7□, D-J79C

Mounting and Moving Method of Auto Switch



1. Slide the nut located inside the mounting rail and set it at the auto switch mounting position.
2. Fit the convex part of the auto switch mounting arm into the slot of the rail and slide it to the nut position.
3. Allow the auto switch mounting screw to match gently in the nut for attachment and screw it in.
4. Check the detecting position again and tighten the mounting screw to fix the auto switch definitely (the tightening torque of M3 screw should be about 50 to 70 N/cm).
5. Modification of the detecting position should be made following step #3.

Maximum Piston Speed

If an auto switch is set at mid-stroke, the electrical device to which it is connected, may not operate if piston speed is too high. Maximum allowable piston speed "V" is given by

$$V \text{ (mm/s)} = \frac{\text{Operating range of auto switch (mm)}}{\text{Response time of electrical device (ms)}} \times 1000$$

Example

The operating range of a D-A73L reed switch on a CD85E40 cylinder is 8 mm. It is necessary to use a solenoid valve with an electrical response time of 30 ms.

Maximum piston speed, $V = \frac{8}{30} \times 1000 = 266 \text{ mm/s}$

Operating Range of Auto Switch

Mounting	Model	Bore size (mm)					
		8	10	12	16	20	25
Band	D-C7□/C80/C73C/C80C	7	7	7	7	7	8
	D-H7□/H7□/W/H7BAL	3	3	3	4	4	4
	D-H7C	8	8	8	9	7	8.5
	D-A7□/A80, D-A7□/H/A80	8	8	9	9	7	7
Rail	D-A73C/A80C						
	D-A79W	—	—	—	13	10.5	10.5
	D-F7□/J79/F7□/W/J79W						
	D-F7□/V/F7□/WV/F79F	5	5	6	6	5	6
	D-J79C/F7BA□						

รูปผนวกที่ 7 ชนิดของ Auto switch และการยึดบนกระบอสูบนิวแมติกส์

5 Port Pilot Operated Solenoid Valve

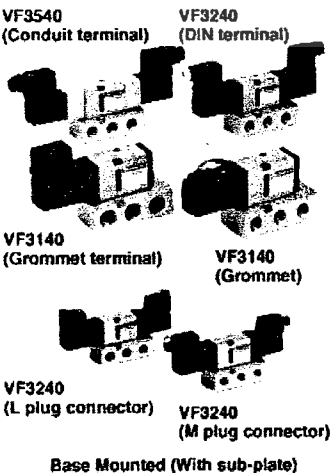
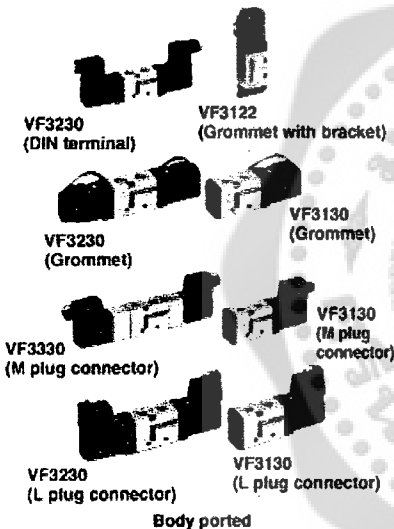
Rubber Seal

Series VF3000

Compact and lightweight:
26.4 mm width

Compact yet provides a
large flow capacity:
Sonic conductance
C: 3.1 dm³/(s·bar)
{4/2 → 5/3 (A/B → EA/EB)}

Low power consumption:
1.8 W (DC)



Specifications

Fluid		Air
Operating pressure range	2 position single/3 position	0.15 to 0.9 MPa
	2 position double	0.1 to 0.8 MPa
Ambient and fluid temperature		-10 to 50°C (No freezing. Refer to page 3-13-4.)
Response time ⁽¹⁾	2 position single/double	20 ms or less (at the pressure of 0.5 MPa)
	3 position	40 ms or less (at the pressure of 0.5 MPa)
Max. operating frequency	2 position single/double	10 Hz
	3 position	3 Hz
Lubrication		Not required
Manual override		Non-locking push, Locking slotted, Locking knob
Mounting orientation		Unrestricted
Shock/Vibration resistance ⁽²⁾		300/50 m/s ²
Enclosure		Dustproof
Pilot valve EXH		Individual exhaust, Common exhaust for main valve and pilot valve

Note 1) Based on dynamic performance test, JIS B 8375-1981. (Coil temperature: 20°C, at rated voltage, without surge suppressor)

Note 2) Impact resistance: No malfunction occurred when it is tested with a drop tester in the axial direction and at the right angles to the main valve and armature in both energized and de-energized states every once for each condition. (Values at the initial period)

Vibration resistance: No malfunction occurred in a one-sweep test between 45 and 2000 Hz. Test was performed at both energized and de-energized states in the axial direction and at the right angles to the main valve and armature. (Values at the initial period)

Electrical entry		Grommet, Grommet terminal, Conduit terminal DIN terminal, L plug connector, M plug connector
Coil rated voltage (V)	AC 50/60 Hz	100, 200, 12°, 24°, 48°, 110°, 220°, 240°
	DC	24, 6°, 12°, 48°, 100°, 110°
Allowable voltage fluctuation		-15 to +10% of rated voltage
Apparent power ^{Note1}	AC	5.6 VA (50 Hz), 5.0 VA (60 Hz)
	Inrush Holding	3.4 VA (50 Hz), 2.3 VA (60 Hz)
Power consumption ^{Note1}		1.8 W, 2 W (With indicator light)
Light/Surge voltage suppressor	AC	ZNR (Varistor), Neon bulb (LED 100 V or less)
	DC	ZNR (Varistor), LED (Neon bulb 100 V or more)

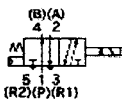
* Option Note) At rated voltage

Option

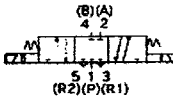
Description	Part no.	Applicable valve model
Bracket	DXT031-40-3A	For VF3122 only
Silencer	AN110-01	R 1/6

JIS Symbol

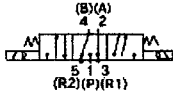
Single
VF3130



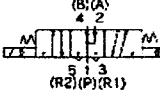
Closed center
VF3330



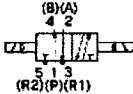
Exhaust center
VF3430



Pressure center
VF3530



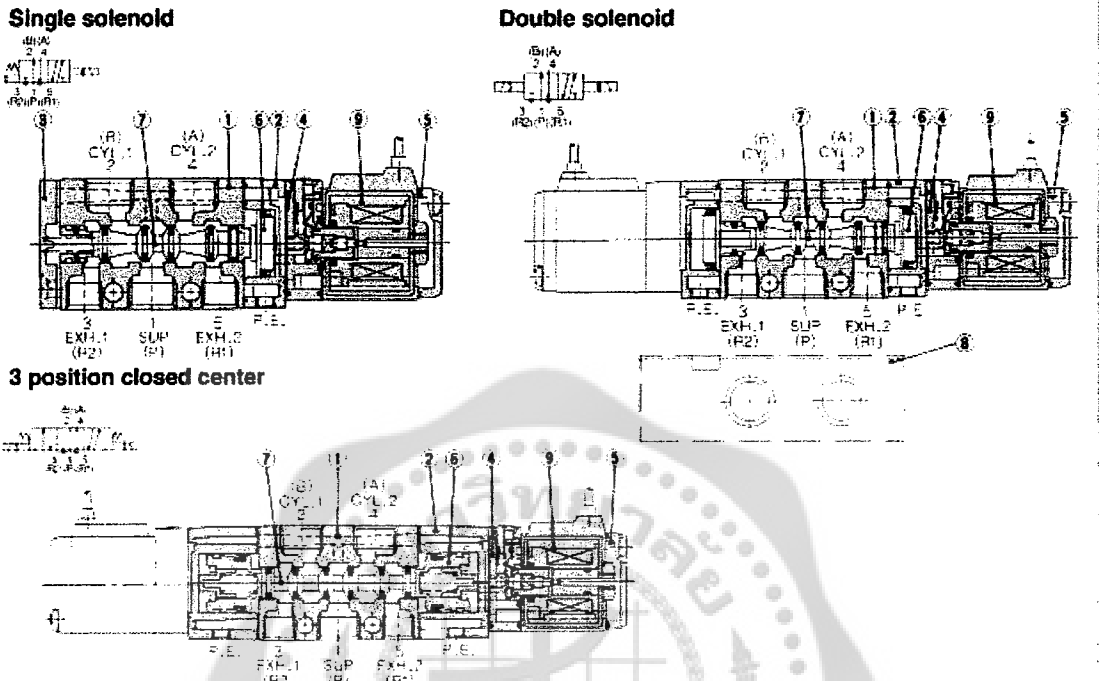
Double
VF3230



รูปผนวกที่ 8 ชนิดของวาล์วที่ใช้ควบคุมบนกระบอกสูบนิวแมติกส์

Series VF3000

Construction



Component Parts

No.	Description	Material	Note
1	Body	Aluminum die-casted	Platinum silver
2	Adapter plate	Resin (1)	Black (2)
3	End cover	Aluminum die-casted	Black
4	Pilot body	Resin	
5	Pilot cover	Resin	
6	Piston	Resin (2)	
7	Spool valve	Aluminum, NBR	

Replacement Parts

No.	Description	Part no.	Note
6	Sub-plate	DXT031-41-3+P	3/8 Aluminum die-casted
7	Pilot valve assembly	SF4-LJLJ-50	Refer to "How to Order" on page 3-4-12

Note 1) 3 position: Zinc die-casted
Note 2) 3 position: Aluminum
Note 3) 3 position: Metallic paint

Sub-plate Part No.

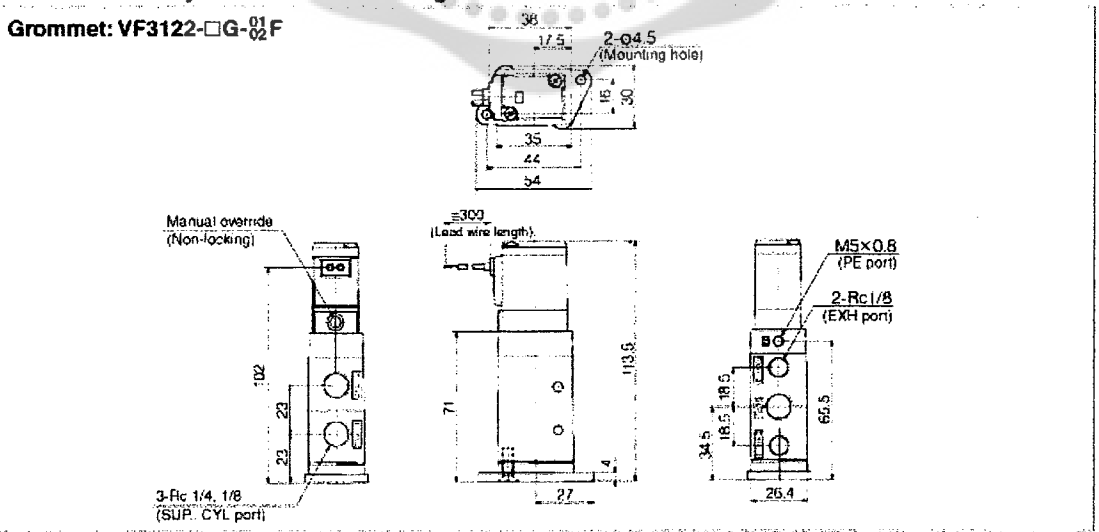
DXT031-41-3+P

Thread type

NII	Rc
F	G
N	NPT
T	NPTF

With Bracket/Body Ported: 2 Position Single Solenoid

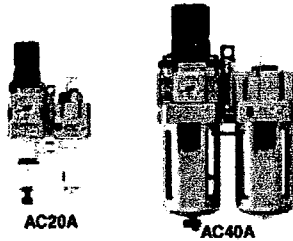
Grommet: VF3122-□G-01F



รูปผนวกที่ 9 โครงสร้างและมิติของวาล์วที่ใช้ควบคุมบนกระบอกสูบน้ำแมตคัส

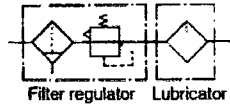
F.R.L. Unit Filter Regulator + Lubricator

Series AC10A to 40A



P. 14-2-31

JIS Symbol



Standard Specifications

Model		AC10A	AC20A	AC30A	AC40A	AC40A-06
Component	Filter regulator	AW10	AW20	AW30	AW40	AW40-06
	Lubricator	AL10	AL20	AL30	AL40	AL40-06
Port size		M5 x 0.8	1/8 1/4	1/4 3/8	1/4 3/8 1/2	3/4
Pressure gauge port size ⁽¹⁾		1/16	1/8	1/8	1/4	1/4
Fluid		Air				
Proof pressure		1.5 MPa				
Maximum operating pressure		1.0 MPa				
Set pressure range		0.05 to 0.7 MPa	0.05 to 0.85 MPa			
Relief pressure		Set pressure + 0.05 MPa ⁽²⁾ (at relief flow rate of 0.1 l/min (ANR))				
Ambient and fluid temperature		-5 to 60°C (With no freezing)				
Nominal filtration rating		5 µm				
Recommended lubricant		Class 1 turbine oil (ISO VG32)				
Bowl material		Polycarbonate				
Bowl guard		—	Option	Standard		
Filter regulator construction		Relieving type				
Weight (kg)		0.20	0.59	0.75	1.41	1.46

Note 1) Pressure gauge connection threads are not required for F.R.L. unit with a square embedded type pressure gauge (AC20A to AC40A).
 Note 2) Not applicable to AC10A.

Attachment/Accessory Part No.

Description			Model	Part no.					
				AC10A	AC20A	AC30A	AC40A	AC40A-06	
Accessory	(1)	1.0 MPa	Round type	G27-10-R1	G36-10-□01	G36-10-□01	G46-10-□02	G46-10-□02	
			Square embedded type	—	GC3-10AS	GC3-10AS	GC3-10AS	GC3-10AS	
	(2)	0.2 MPa	Round type	G27-10-R1 ⁽³⁾	G36-2-□01	G36-2-□01	G46-2-□02	G46-2-□02	
			Square embedded type	—	GC3-2AS	GC3-2AS	GC3-2AS	GC3-2AS	
	(4)		N.O.	—	—	AD38 AD38N ⁽⁷⁾	AD48 AD48N ⁽⁷⁾	AD48	AD48N ⁽⁷⁾
			N.C.	AD17	AD27	AD37 AD37N ⁽⁷⁾	AD47 AD47N ⁽⁷⁾	AD47	AD47N ⁽⁷⁾
Spacer				Y100	Y200	Y300	Y400	Y500	
Check valve ⁽⁵⁾				—	AKM2000- ⁽⁵⁾ ₍₀₂₎	AKM3000- ⁽⁵⁾ ₍₀₂₎	AKM4000- ⁽⁵⁾ ₍₀₂₎	—	
Pressure switch ⁽⁶⁾				—	IS1000M-20	IS1000M-30	IS1000M-40	IS1000M-50	
T-interface ⁽⁵⁾				Y110-M5	Y210- ⁽⁵⁾ ₍₀₁₎	Y310- ⁽⁵⁾ ₍₀₁₎	Y410- ⁽⁵⁾ ₍₀₂₎	Y510- ⁽⁵⁾ ₍₀₂₎	
Residual pressure relief 3 port valve ⁽⁶⁾				—	VHS20- ⁽⁶⁾ ₍₀₂₎	VHS30- ⁽⁶⁾ ₍₀₂₎	VHS40- ⁽⁶⁾ ₍₀₂₎	VHS40-□06	
Piping adapter ⁽⁶⁾				E100-M5	E200- ⁽⁶⁾ ₍₀₁₎ ₍₀₂₎ ₍₀₃₎	E300- ⁽⁶⁾ ₍₀₂₎ ₍₀₃₎ ₍₀₄₎	E400- ⁽⁶⁾ ₍₀₂₎ ₍₀₃₎ ₍₀₄₎ ₍₀₅₎ ₍₀₆₎	E500-□06	
Pressure switch with piping adapter ⁽⁶⁾				—	IS1000E-20- ⁽⁶⁾ ₍₀₁₎ ₍₀₂₎ ₍₀₃₎ ₍₀₄₎	IS1000E-30- ⁽⁶⁾ ₍₀₂₎ ₍₀₃₎ ₍₀₄₎	IS1000E-40- ⁽⁶⁾ ₍₀₂₎ ₍₀₃₎ ₍₀₄₎ ₍₀₅₎ ₍₀₆₎	—	
Cross interface ⁽⁶⁾				Y14-M5	Y24- ⁽⁶⁾ ₍₀₁₎ ₍₀₂₎	Y34- ⁽⁶⁾ ₍₀₁₎ ₍₀₂₎	Y44- ⁽⁶⁾ ₍₀₂₎ ₍₀₃₎	Y54- ⁽⁶⁾ ₍₀₁₎ ₍₀₂₎	

Note 1) □ in part numbers for a round pressure gauge indicates a type of connection thread. No indication is necessary for R, however, indicate N for NPT.

Please contact SMC regarding the connection thread NPT and pressure gauge supply for PSI unit specifications.

Note 2) Includes one O-ring and 2 mounting screws.

Note 3) For 1.0 MPa.

Note 4) Minimum operating pressure: N.O. type-0.1 MPa (AD17/27), N.C. type-0.15 MPa (AD37/47).

Note 5) For F.R.L. units, port sizes not in () are for standard application.

Note 6) Separate interfaces are required for modular unit.

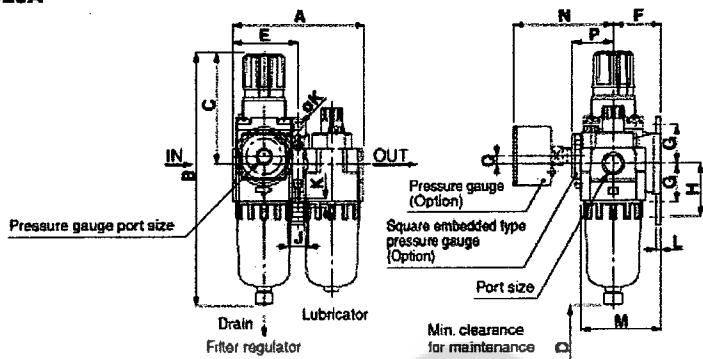
Note 7) When "N" is specified in the end of part number of auto-drain, applicable tubing O.D. should be ø3/8".

รูปผนวกที่ 10 ชุดปรับปรุงคุณภาพลมระบบนิวแมติกส์

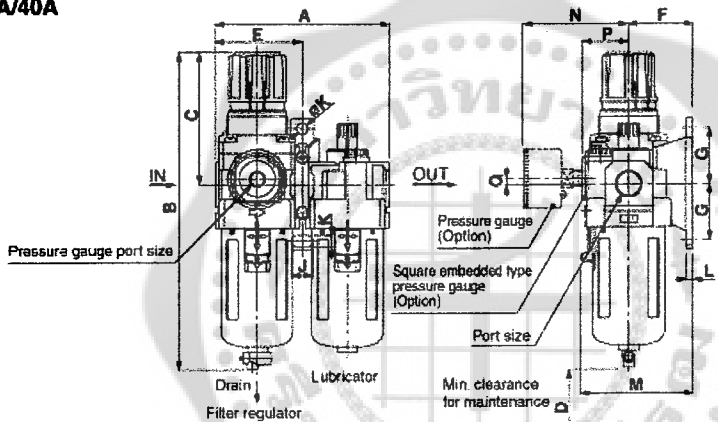
F.R.L. Unit Series AC10A to 40A

Dimensions

AC10A/20A



AC30A/40A



Applicable model	AC10A, AC20A				AC30A, AC40A, AC40A-06			
	With auto-drain (N.C.)	Metal bowl	With auto-drain (N.O./N.C.)	Metal bowl	Metal bowl with level gauge	With drain guide	Drain cock with barb fitting	
Optional specifications								
	M5 x 0.8		N.O.: Black N.C.: Gray ø10 One-touch fitting			1/4 Width across flats 17	Barb fitting Applicable tubing: 10664	

(mm)

Model	Port size	Standard specifications													Accessory specifications			
		Bracket mounting size													With pressure gauge		With auto-drain	
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	øK	L	M	N	P	Q	B
AC10A	M5 x 0.8	56	108	48	35	28	25	20	27	7	4.5	4.5	2.8	40	26	—	0	126
AC20A	1/8, 1/4	83	160	73	60	41.5	30	24	33	12	5.5	5.5	3.2	50	63	27	5	177
AC30A	1/4, 3/8	110	201	86	80	55	41	35	—	14	7	7	4	71	66	30.5	3.5	242
AC40A	1/4, 3/8, 1/2	145	239	92	110	72.5	50	40	—	18	9	9	4	88	76	38.5	1.5	278
AC40A-06	3/4	155	242	93	110	77.5	50	40	—	18	9	9	4.6	88	76	38.5	1.2	278

Model	Optional specifications ^(Note)			
	With barb fitting	With drain guide	Metal bowl	Metal bowl with level gauge
AC10A	—	—	107	—
AC20A	—	—	160	—
AC30A	209	208	214	234
AC40A	247	246	251	272
AC40A-06	250	249	255	275

Note) For optional specifications (with barb fitting, with drain guide, with metal bowl, or with level gauge), the total length (dimension for B) will vary.

รูปผนวกที่ 11 มิติขนาดของชุดปรับปรุงคุณภาพลมระบบนิวแมติกส์

Direct Operated Precision Regulator
Modular Style

Series **ARP3000**

- Setting sensitivity: 0.001 MPa
- Can be connected as a module to a mist separator.
(AFM30 + ARP3000)
(AFD30 + ARP3000)
- Direct-driven, bleed type
(With relieving function)



ARP3000-02



ARP3000-02BG

JIS Symbol



Standard Specifications

Model	ARP3000
Port size	1/4
Fluid	Air
Proof pressure	1.2 MPa
Maximum operating pressure	0.8 MPa
Regulating pressure range	0.005 to 0.3 MPa
Setting sensitivity	0.001 MPa
Repeatability	±0.003 MPa
Air consumption Note)	4 to 6 ℓ/min (ANR) (0.3 MPa)
Pressure gauge port size	1/8
Ambient and fluid temperature	-5 to 60°C (No freezing)
Construction	Bleed type
Weight (kg)	0.42

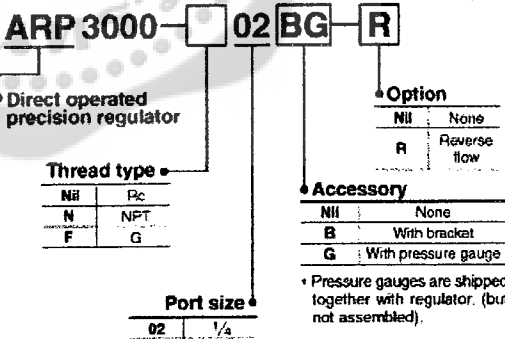
Note) Air consumption differs depending on the set pressure.

Accessory (Option)/Part No.

Description	Part no.
Bracket	B320
Pressure gauge Note 1)	0.4 MPa G36-4□01

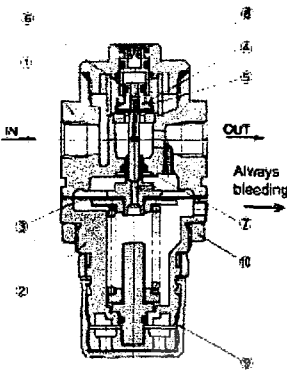
- Note 1) □ in the gauge part no. indicates the threads used for connection. For Rc, leave the symbol blank, and for NPT, enter "N".
- Please contact SMC concerning the supply of NPT pressure gauges.
- Note 2) Use caution not to tighten excessively when mounting a pressure gauge, otherwise it will may result in a breakdown. (Fastening torque recommended: 7 to 9 N.m.) For sealing, use a pipe tape.

How to Order



Series ARP3000

Construction



Always bleeding

JIS Symbol



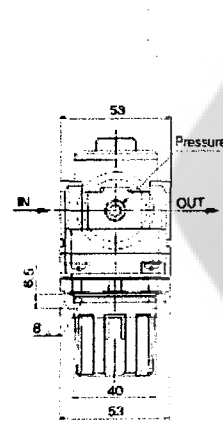
Component Parts

No.	Description	Material	Note
1	Body	Aluminum die-casted	Platinum silver painted
2	Bonnet	Aluminum die-casted	Black painted

Replacement Parts

No.	Description	Material	Part no.
3	Diaphragm assembly	Weather resistant NBR	1315510A
4	Valve assembly	Brass, HNBR	1315506A
5	Valve spring	Stainless steel	1315516-2
6	Valve mini Y packing	NBR	MYN-5
7	O-ring	NBR	JIS B 2401 P6
8	O-ring	NBR	131545
9	Handle	Polyacetal	1315513
10	Set nut	Zinc die-casted	131532

Dimensions



Panel mounting hole

Thickness max. 3.5

Pressure gauge port size

Port size

Bracket (Option)

2.3

61.5

41

34.5

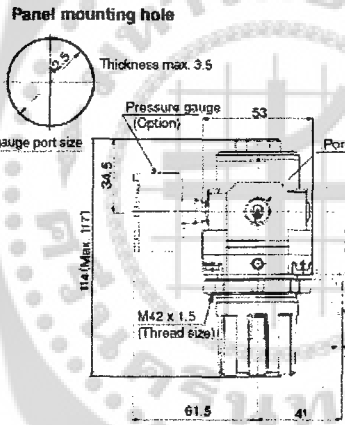
53

5.5

8

40

53



Pressure gauge (Option)

Port size

Bracket (Option)

2.3

61.5

41

34.5

53

5.5

8

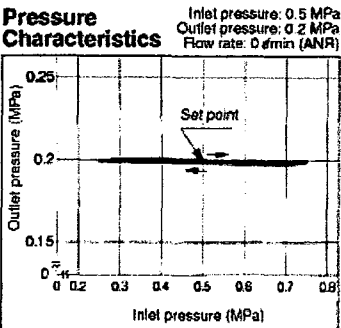
40

53

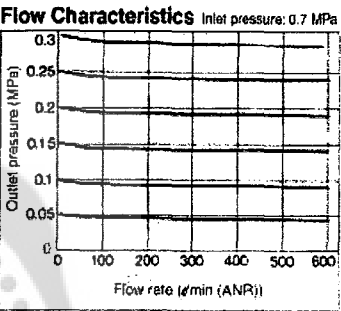
Set nut: Width across flats 50

• For products with pressure gauge, pressure gauge is shipped together with product

Pressure Characteristics

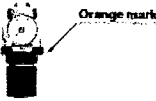


Flow Characteristics



Caution

1. Release the lock to adjust the pressure. After the adjustment, engage the lock.
Failure to observe this procedure could damage the handle or cause the outlet pressure to fluctuate.
- 1) Pull the adjustment handle to release the lock. (An orange colored line is provided at the bottom of the adjustment handle for visual checking.)
Push the adjustment handle to engage the lock. If it does not lock easily, turn the handle slightly clockwise or; then, push it until the orange colored line is no longer visible.



Precautions

Be sure to read before handling. Refer to pages 14-21-3 to 14-21-4 for Safety Instructions and Common Precautions.

Selection

Caution

1. Set the output pressure to 90% or less of the inlet pressure.
Failure to observe this procedure could result in an excessive pressure drop.

Air Supply

Warning

1. Use a mist separator on the inlet side. If the air contains drain or debris, it could clog the bleed holes and lead to a malfunction.
2. Do not use a lubricator on the inlet side because it could clog the bleed holes and lead to a malfunction.

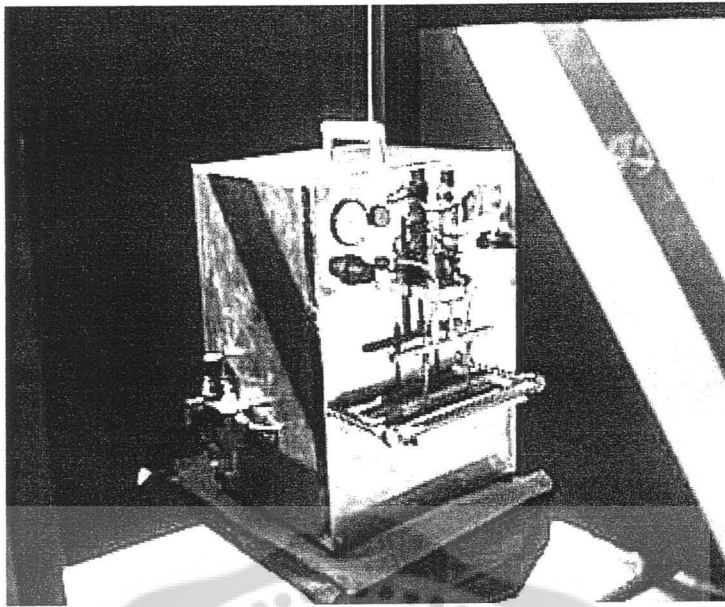
- 2) Install the valve guide (on the opposite side of the handle) 60 mm away from the ground surface.
Maintenance and inspection will be facilitated.
- 3) Air is normally released from the bleed hole.
This is necessary for direct-operated precision regulator construction.
- 4) Please contact SMC if this product is to be used between solenoid valve and actuator.
- 5) Fasten the main body with a set nut tightly and fix it.
Recommended torque for set nut: 22.5 ± 4.5 N·m

รูปผนวกที่ 13 โครงสร้างและมิติชุดควบคุมความดันของก๊าซไนโตรเจน

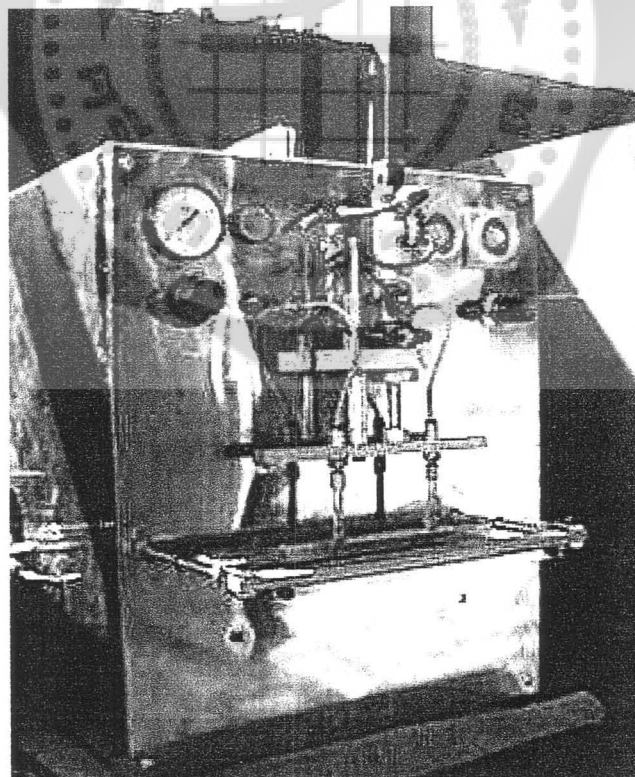
ภาคผนวก ก.

ภาพถ่ายเครื่อง

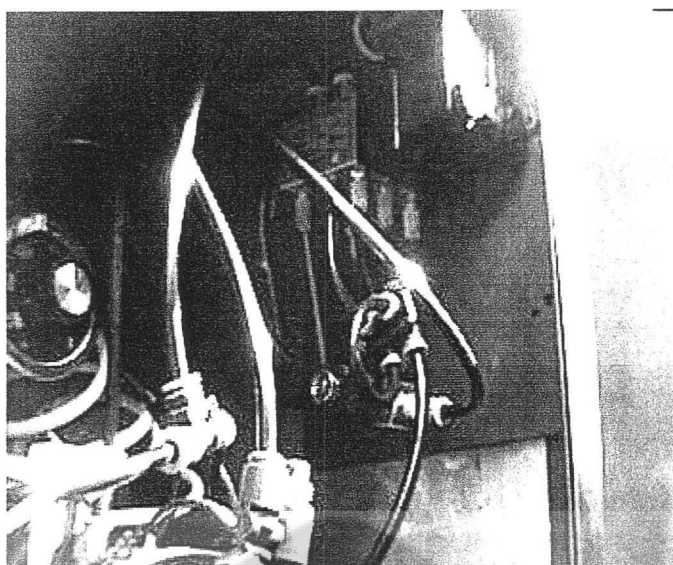




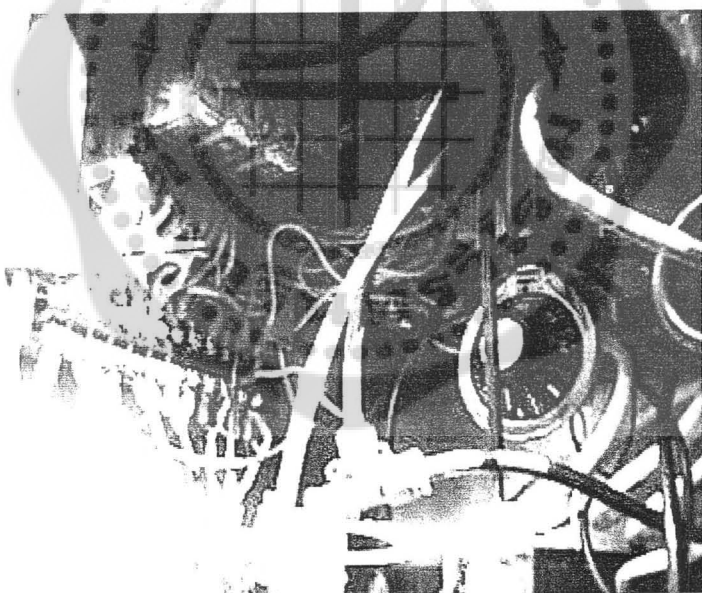
รูปภาคผนวกที่ 14 เครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซไนโตรเจน



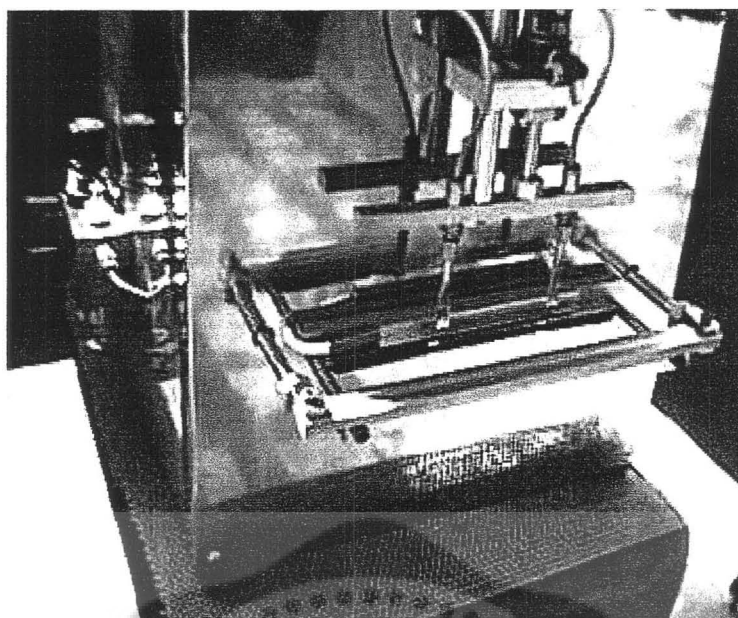
รูปภาคผนวกที่ 15 ด้านหน้าของเครื่องปิดผนึกของฯ



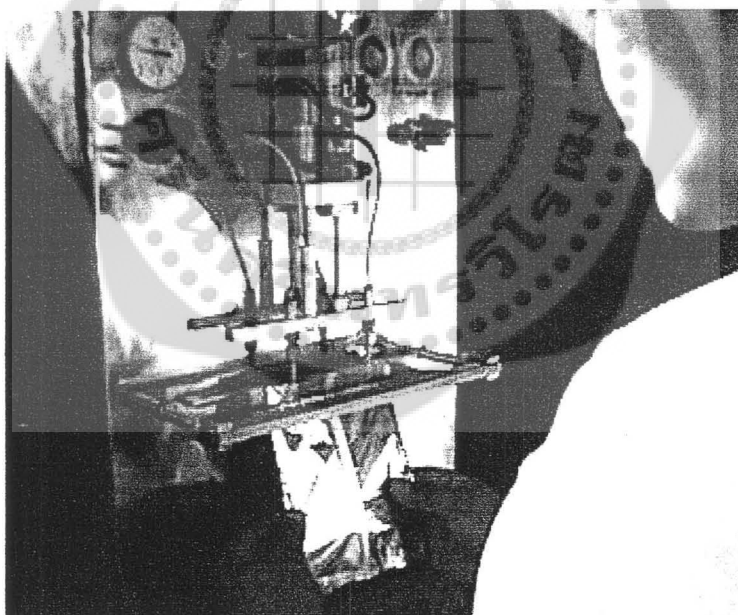
รูปภาคผนวกที่ 16 การติดตั้งอุปกรณ์นิวแมติกส์ภายในเครื่อง



รูปภาคผนวกที่ 17 การติดตั้งเทอร์โมสตัทและระบบไฟฟ้าควบคุม



รูปภาคผนวกที่ 18 การติดตั้งอุปกรณ์ชุดบรรจุก๊าซและชุดปิดผนึกของ



รูปภาคผนวกที่ 19 การทดสอบการใช้เครื่องปิดผนึกของพร้อมบรรจุก๊าซไนโตรเจน

ภาคผนวก ง.

รายการและค่าใช้จ่ายวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่อง



ตารางภาคผนวกที่ 2 รายการและค่าใช้จ่ายวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่อง

ลำดับ	รายการ	ขนาด/รุ่น	จำนวน	หน่วยละ	ราคา
1	กล่องสแตนเลส	0.3m x 0.35m x 0.45m	1	1600	1600
2	แผ่นสแตนเลสฝาหน้า	0.3m x 0.45m	1	250	250
3	แผ่นสแตนเลสฝาหลัง	0.3m x 0.45m	1	150	150
4	เหล็กแผ่น	½" x 2" x 12"	1	120	120
5	ทองเหลืองแท่งกลม	Ø3/8" x 6"	1	75	75
6	สแตนเลสแท่งกลม	Ø 0.8m x 0.11m	3	15	45
7	อะลูมิเนียมแท่งกลม	Ø1/2" x 6"	1	25	25
8	อะลูมิเนียมแผ่น	0.1m x 0.5m x 0.6m	1	20	20
9	เหล็กฉาก	1" x 1"	1	80	80
10	เหล็กแท่งสี่เหลี่ยม	¾" x ¾" x 6"	1	30	30
11	เหล็กแท่งสี่เหลี่ยม	½" x ½" x 40"	1	130	130
12	สแตนเลสสี่เหลี่ยม	3/8" x 1" x 13"	1	125	125
13	สแตนเลสสี่เหลี่ยม	½" x ½" x 10"	1	95	95
14	ทองเหลืองแท่งสี่เหลี่ยม	1" x 1" x 6"	1	60	60
15	ทองเหลืองแท่งสี่เหลี่ยม	5/8" x 5/8" x 6"	1	40	40
16	solenoid valve	5/2 double sol. 220vAC	1	2400	2400
17	solenoid valve	5/2 single sol. 220vAC	2	1200	2400
18	solenoid valve	3/2 single sol. 220vAC	1	600	600
19	Double acting cylinder	Ø25mm x 50 mm	4	1500	6000
20	ข้อต่อท่อลม	เกลียว 1/8" สาย Ø6mm	18	45	810
21	ข้อต่อสามทาง	สาย Ø6mm	2	75	150
22	ข้อต่อสามทาง	เข้า Ø6mm ออก Ø4mm	1	75	75
23	ข้อต่อท่อลม 90 องศา	สาย Ø6mm	2	55	110
24	ท่อลม	Ø6mm ยาว 5m	1	100	100
25	ball valve	1/8" เกลียวใน ¼"	1	120	120
26	ข้อต่อท่อลม	เกลียว 1/8" สาย Ø6mm	1	55	55
27	ชุดควบคุมความดัน	1/8"	1	1200	1200
28	แท่งความร้อน	720 w(AC220)	2	800	1600

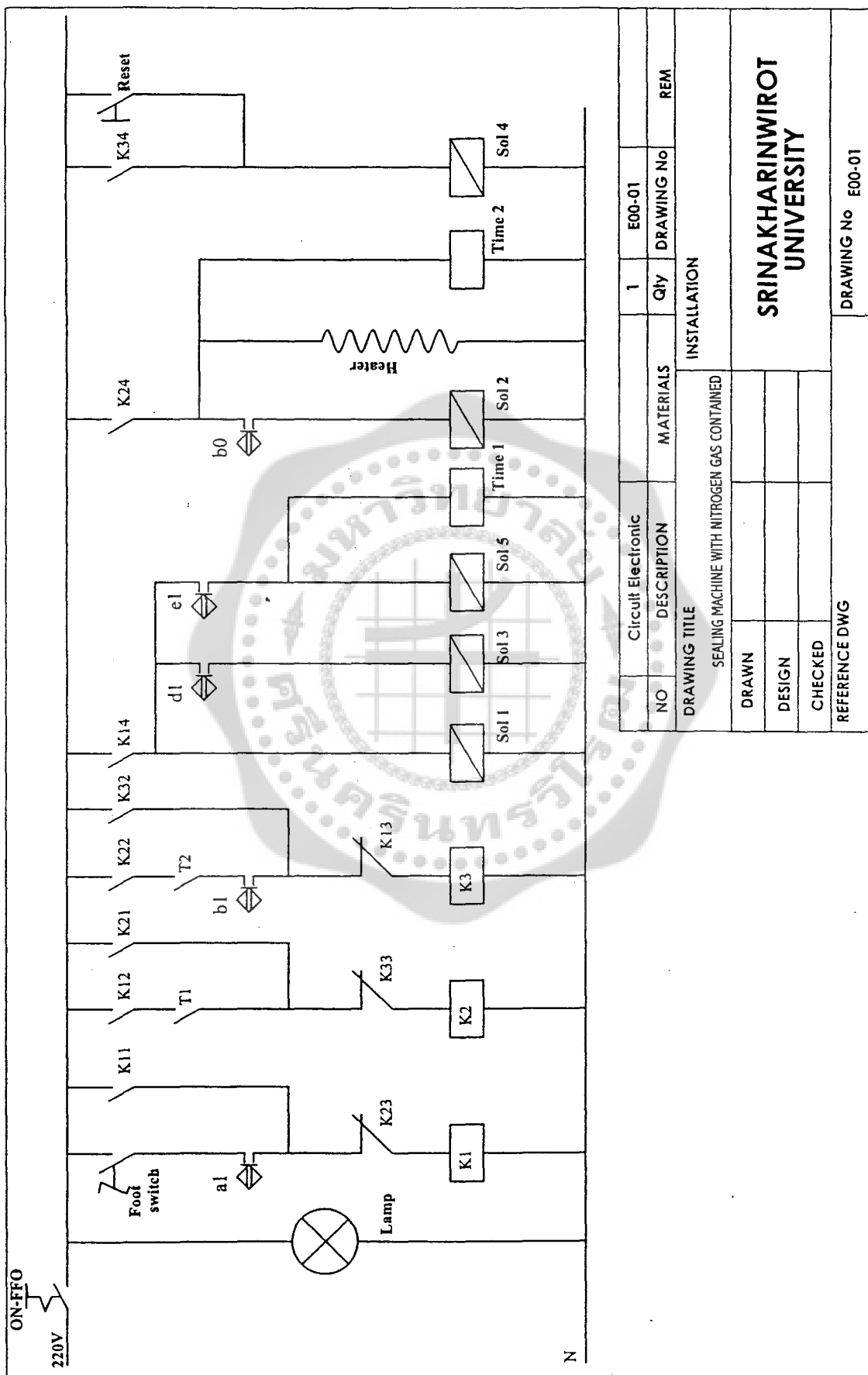
ตารางภาคผนวกที่ 2 รายการและค่าใช้จ่ายวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่อง(ต่อ)

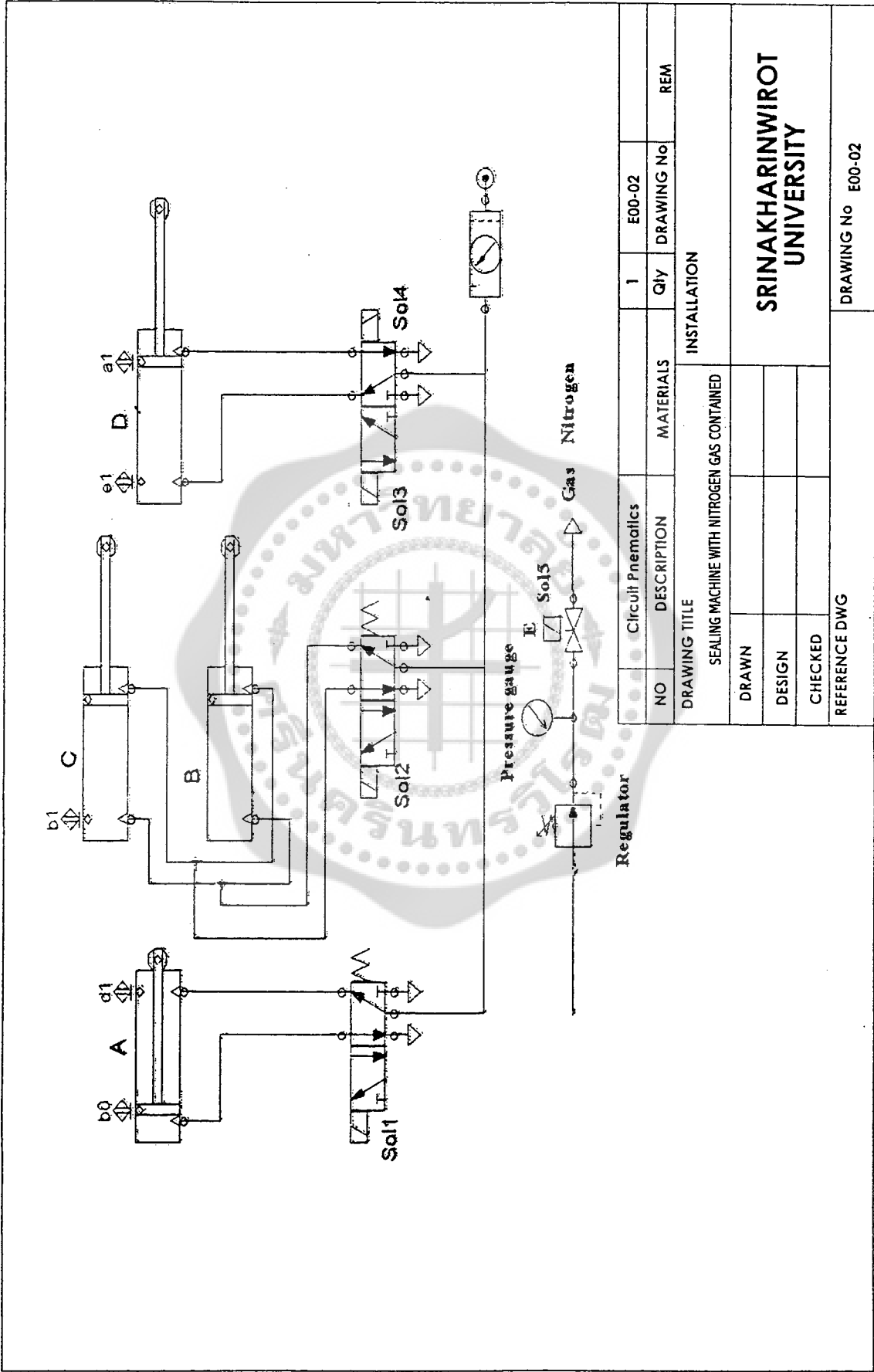
ลำดับ	รายการ	ขนาด/รุ่น	จำนวน	หน่วยละ	ราคา
29	เทอร์โมสตาท	0-250 °C	1	600	600
30	เต้าต่อสายไฟความร้อน	½" 2 ทาง	1	15	15
31	สายหุ้มกันความร้อน	1/2" ยาว 1m	1	20	20
32	timer	H3BA-8(AC220)	2	800	1600
33	ฐาน timer	H3BA-8(AC220)	2	80	160
34	relay	MY4(AC220)	3	160	480
35	ฐาน relay	4-MY4x10	3	80	240
36	สวิตช์ reset	NO(AC220)	1	120	120
37	เกจวัดความดัน	5 bar	1	250	250
38	pressure regulator	6 bar	1	800	800
39	หลอดไฟ	Ø 12mm(AC220)	2	15	30
40	สวิตช์ on-off	Ø 1" (AC220)	1	75	75
41	หางปลาสายไฟ	1mm	1	50	50
42	รางสายไฟ	3/8" ยาว 2 m	1	80	80
43	สายไฟ	1mm	1	80	80
44	ยางแท่งเครื่อง	Ø 3/8" x 1"	4	2	8
45	สกรู	M4x0.8x10mm	20	0.5	10
46	สกรู	M5x0.8x10mm	10	3	30
47	สกรู	M5x0.8x15mm	8	5	40
48	แหวนล็อกเพลลา	Ø 15mm	3	5	15
49	รางต่อขั้วไฟฟ้า	12 ช่อง	1	50	50
50	read สวิตช์	AC220	5	350	1750
51	ท่อลม	Ø 4mm ยาว 1m	1	20	20
52	ข้อต่อท่อลม	เกลียว M5 สาย Ø 4mm	2	45	90
53	สแตนเลสแท่งกลม	Ø 8mm ยาว 70mm	2	20	40
54	ปั๊มลม	¼ แรงม้า	1	2800	2800
55	ถังไนโตรเจน	125 bar	1	3500	3500
รวม(บาท)					31418

ภาคผนวก จ.

แบบรายละเอียดของเครื่อง

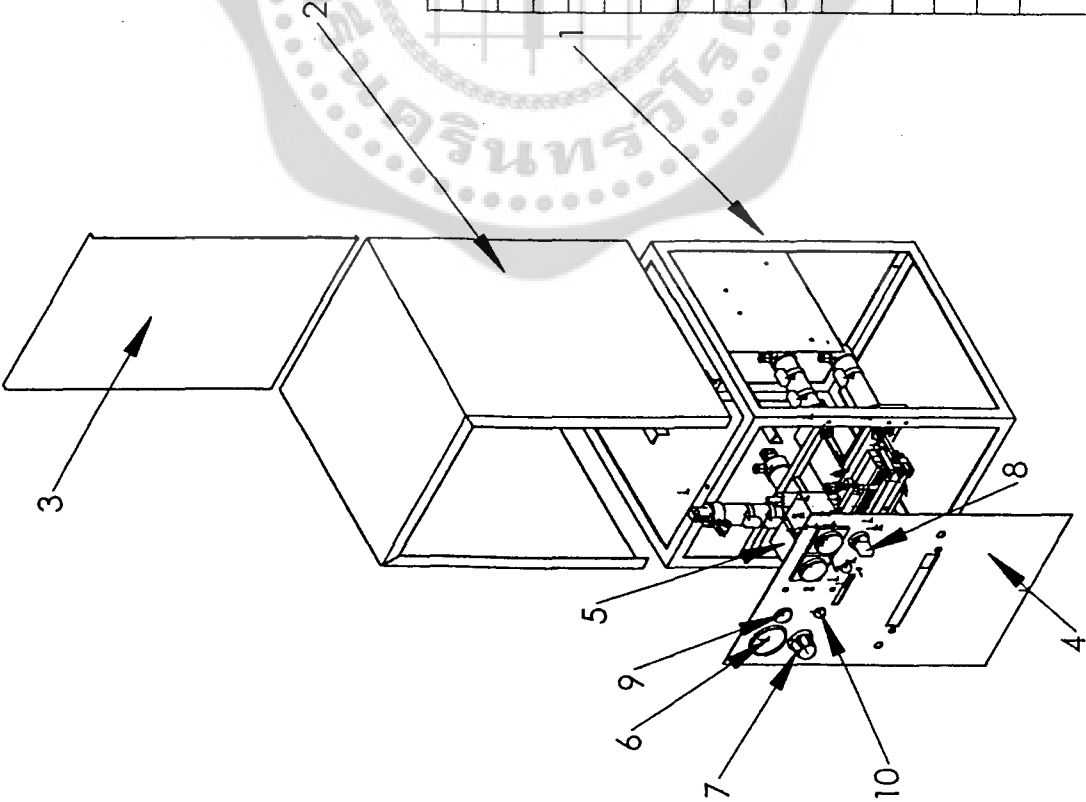






Circuit Pneumatics		1	E00-02	
NO	DESCRIPTION	MATERIALS	Qty	DRAWING No
INSTALLATION				
DRAWING TITLE				
SEALING MACHINE WITH NITROGEN GAS CONTAINED				
DRAWN				
DESIGN				
CHECKED				
REFERENCE DWG				
DRAWING No E00-02				

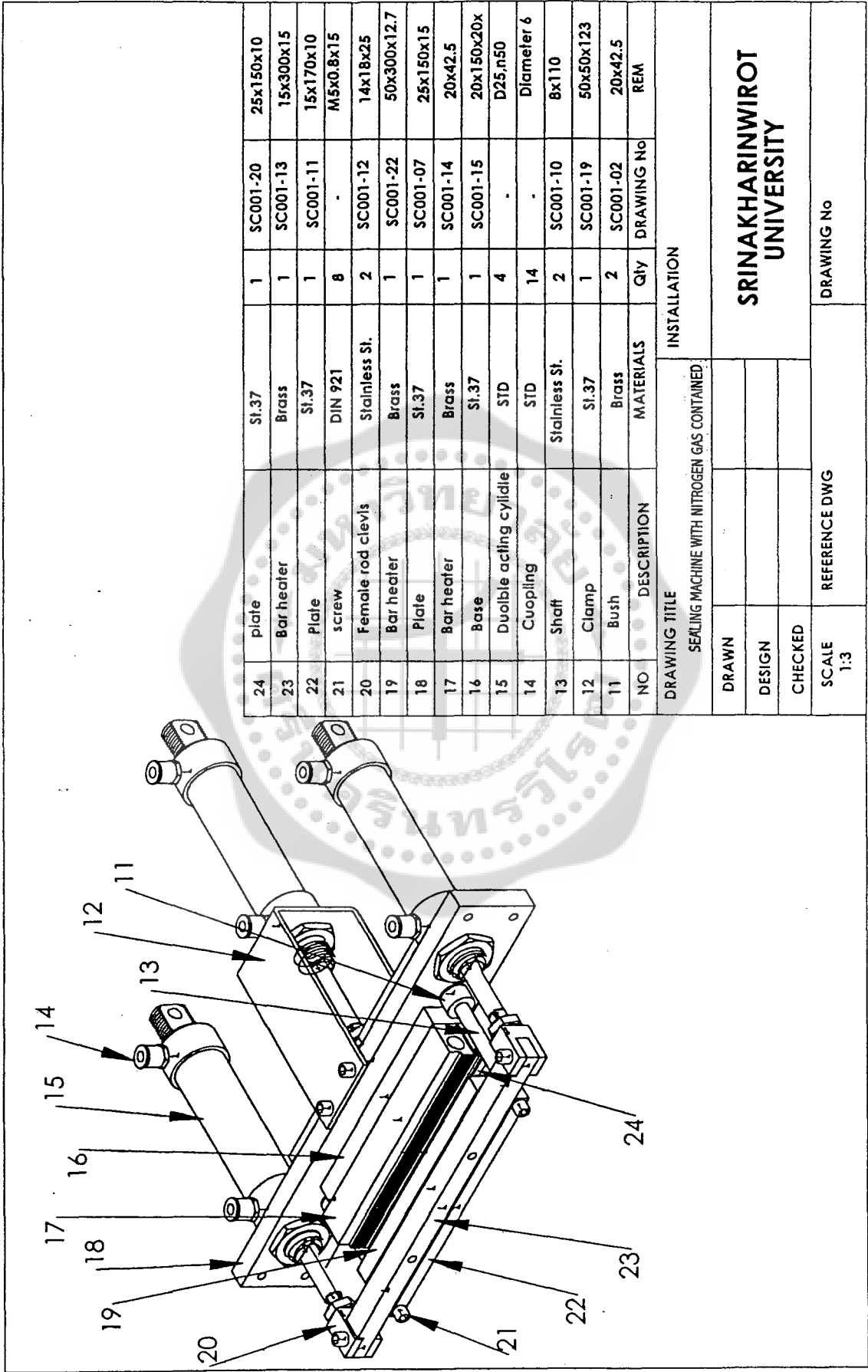
**SRINAKHARINWIROT
UNIVERSITY**

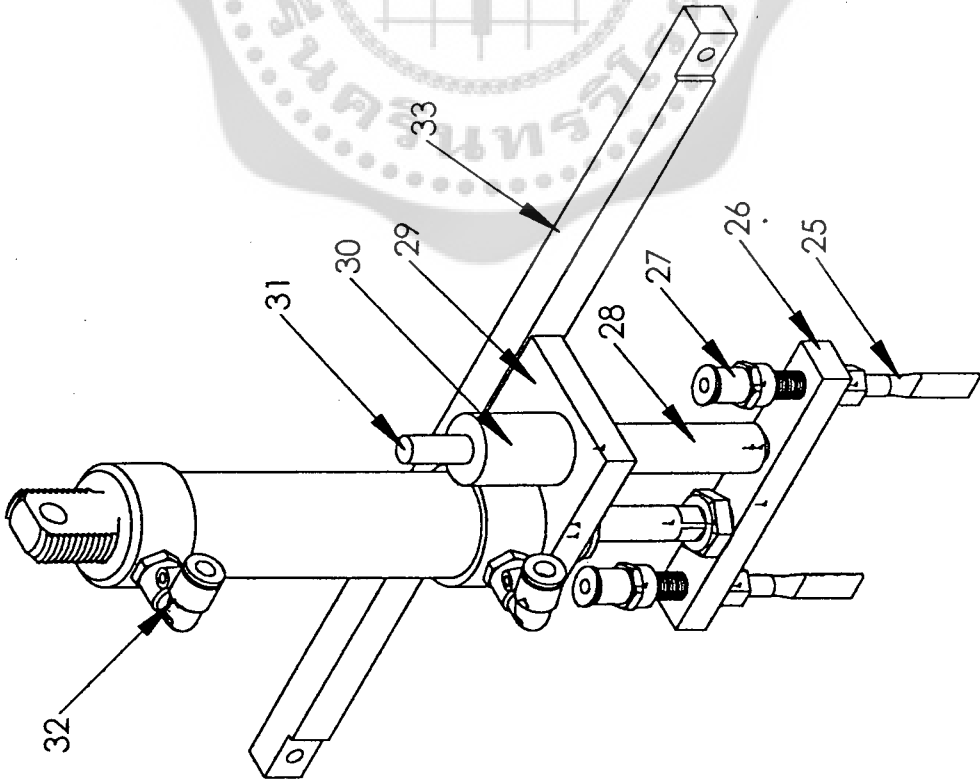


Exploded view diagram of a sealing machine. The diagram shows the main body (1), back sheet metal (3), frame plate (2), and frame (1). Callouts 1 through 10 point to specific components: 1. Main body, 2. Frame plate, 3. Back sheet metal, 4. Side plate, 5. Timer, 6. Pressure gage, 7. Regulator, 8. Switch ON-OFF, 9. Switch Reset, 10. Power Lamp.

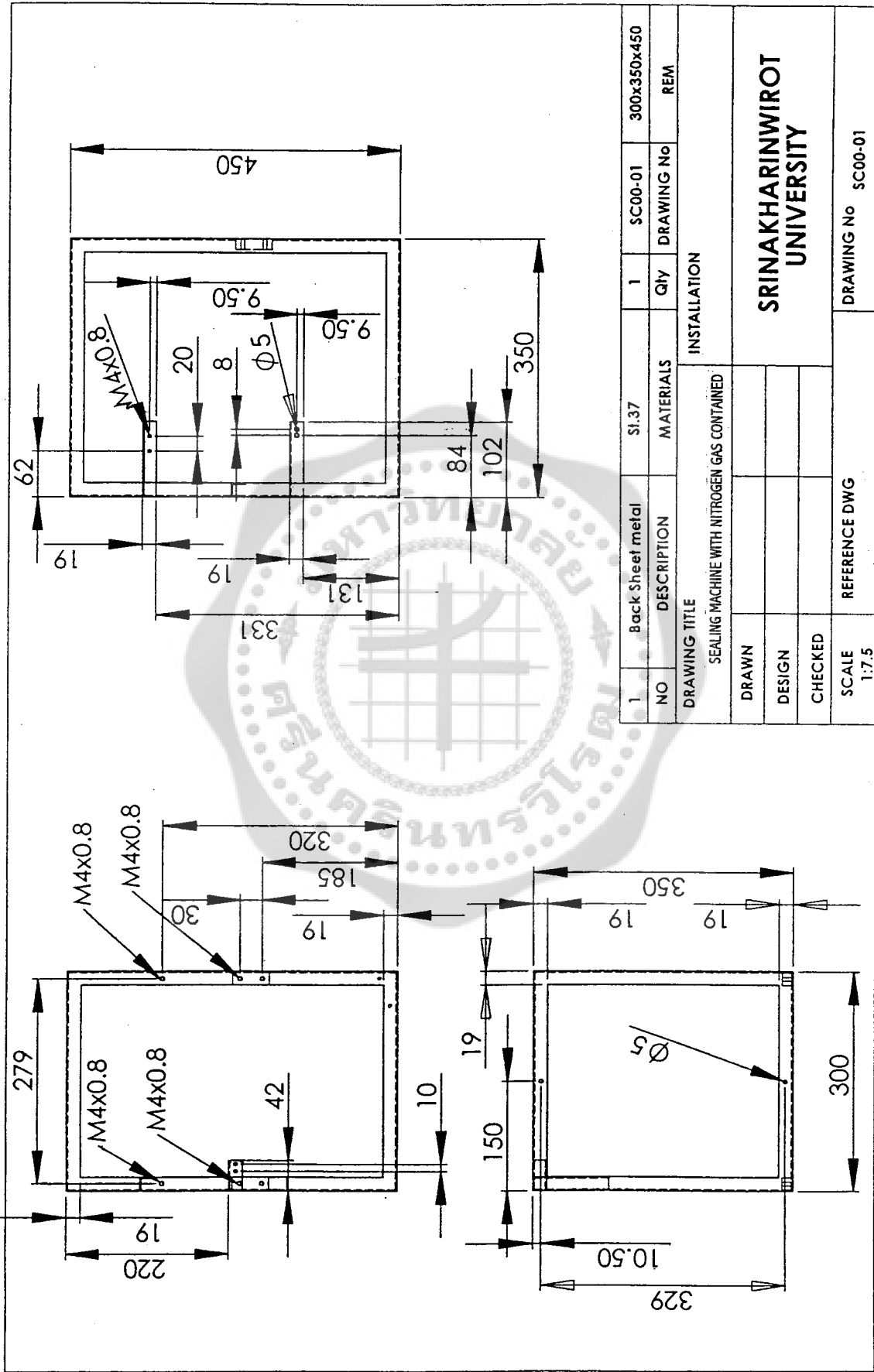
No	DESCRIPTION	MATERIALS	Qty	DRAWING No	REM
10	Power Lamp	STD	2	-	AC220V
9	Switch Reset	STD	1	-	AC220V
8	Switch ON-OFF	STD	1	-	AC220V
7	Regulator	STD	1	-	AC220V
6	Pressure gage	STD	1	-	5 bar
5	Timer	STD	1	-	AC220V
4	Side Plate	Stainless St.	1	SC001-16	300x1x450
3	Back Sheet metal	Stainless St.	1	SC001-17	300x1x450
2	Frame Plate	Stainless St.	1	SC001-18	300x350x450
1	Frame	St.37	1	SC001-01	300x350x450

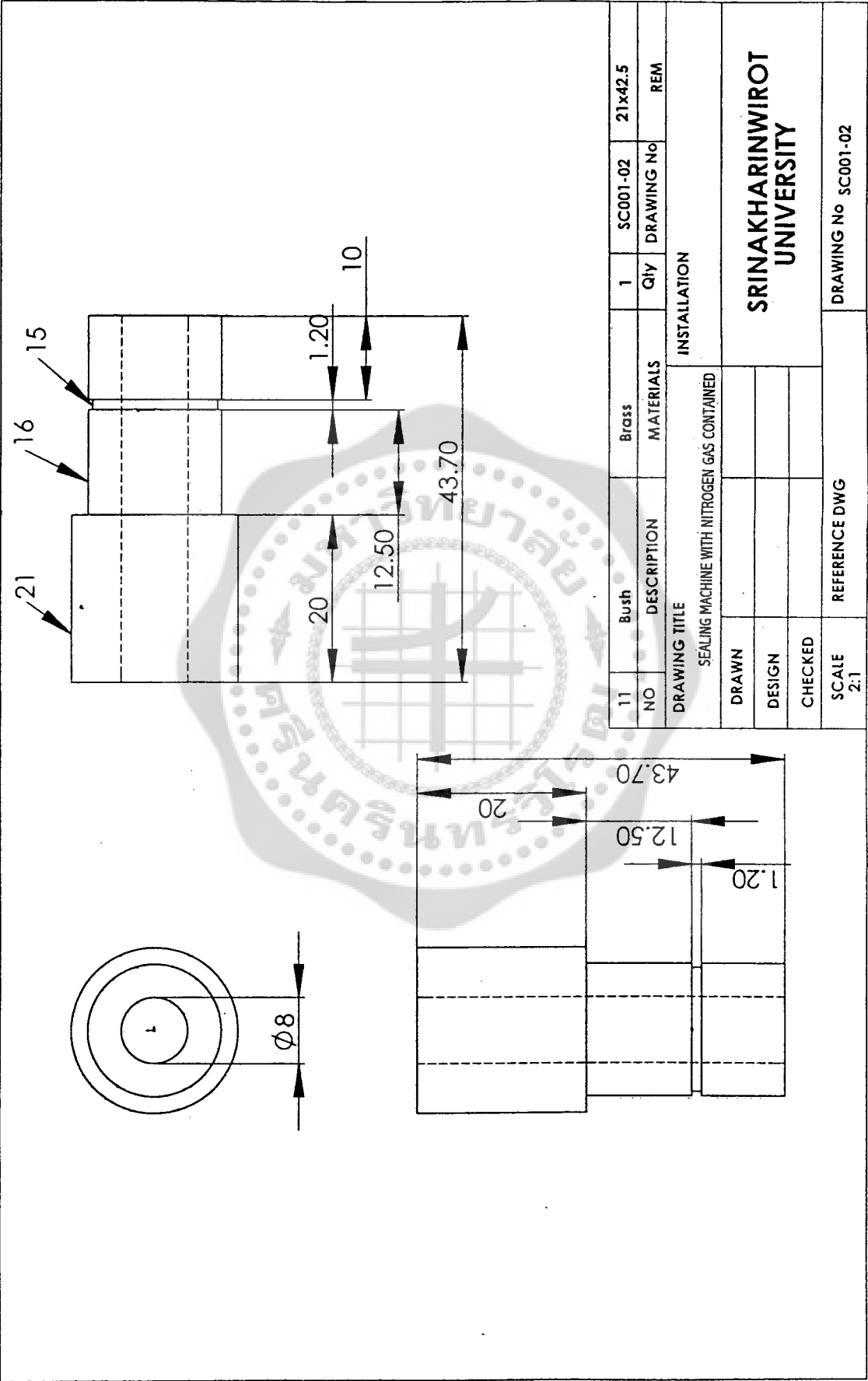
DRAWING TITLE			INSTALLATION	
SEALING MACHINE WITH NITROGEN GAS CONTAINED				
DRAWN			SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY	
DESIGN				
CHECKED				
SCALE 1:10	REFERENCE DWG		DRAWING No	



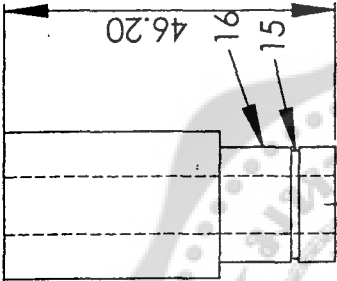
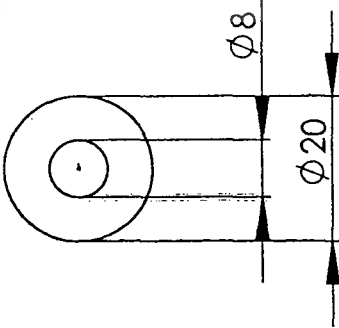
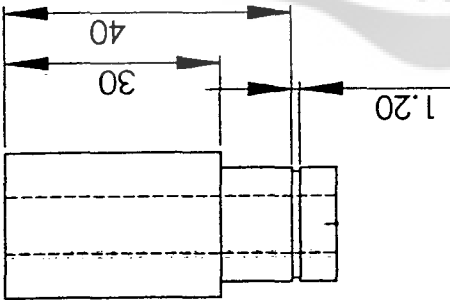


DRAWING TITLE		DRAWING NO	
SEALING MACHINE WITH NITROGEN GAS CONTAINED		DRAWING NO	
DRAWN		SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY	
DESIGN			
CHECKED			
SCALE 1:2	REFERENCE DWG		
NO	DESCRIPTION	MATERIALS	QTY
33	Shaft	SI.37	1
32	Coupling	STD	2
31	Shaft	Stainless St.	1
30	Bush	Brass	2
29	Plate	Stainless St.	1
28	Bush	Aluminum	1
27	Coupling	STD	2
26	Plate	Stainless St.	1
25	Nozzle	Stainless St.	2
		DRAWING NO	REM



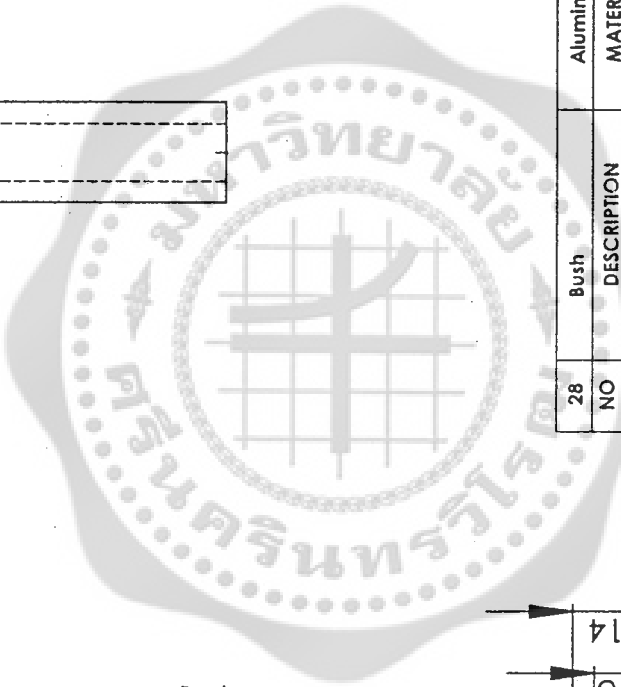
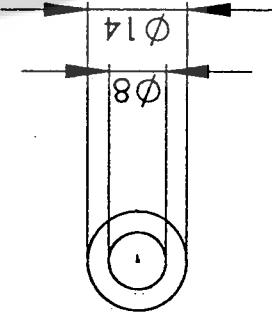
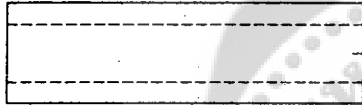
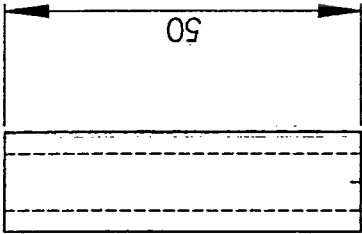


SRINAKHARINWIROT
UNIVERSITY

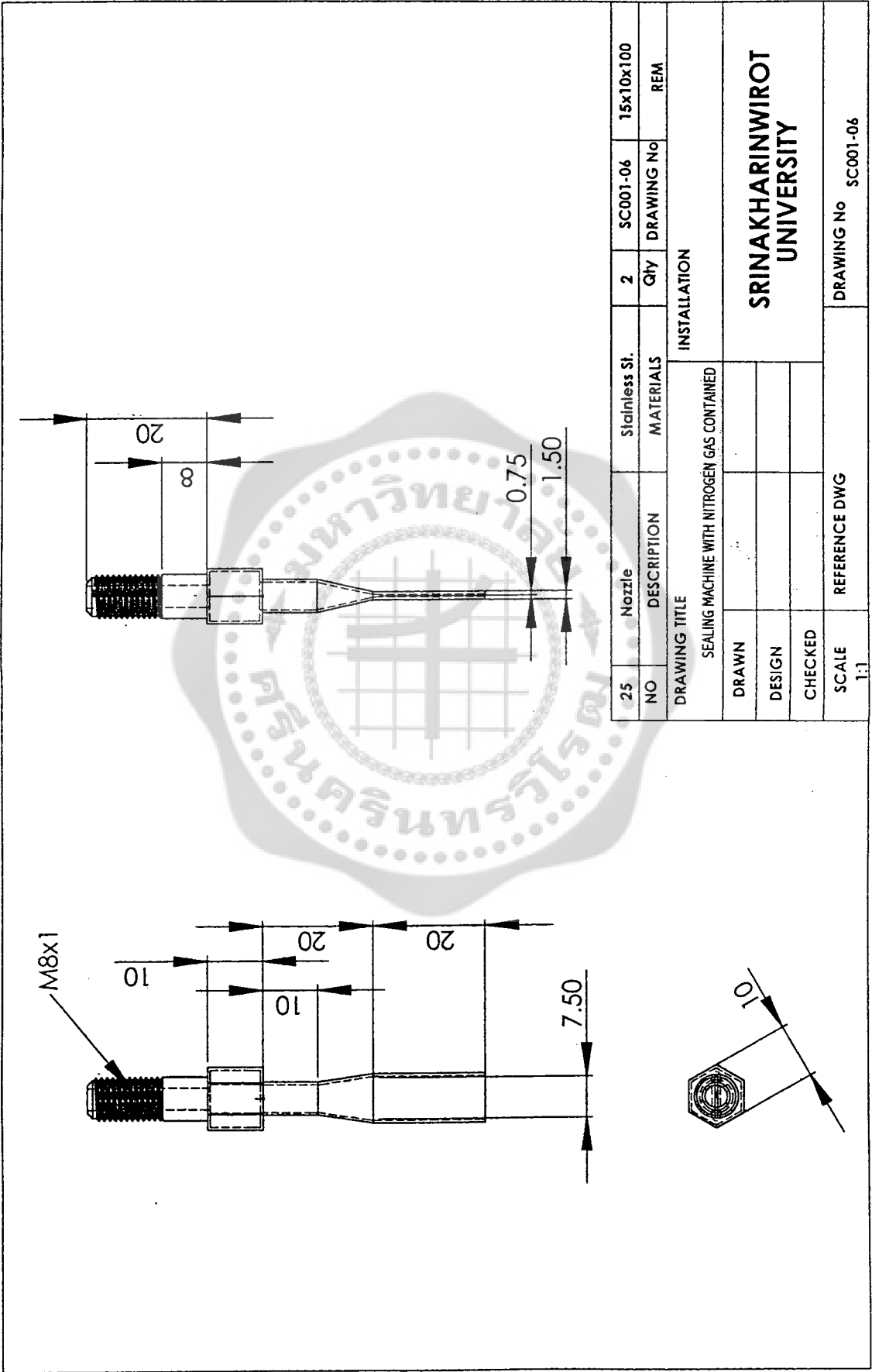


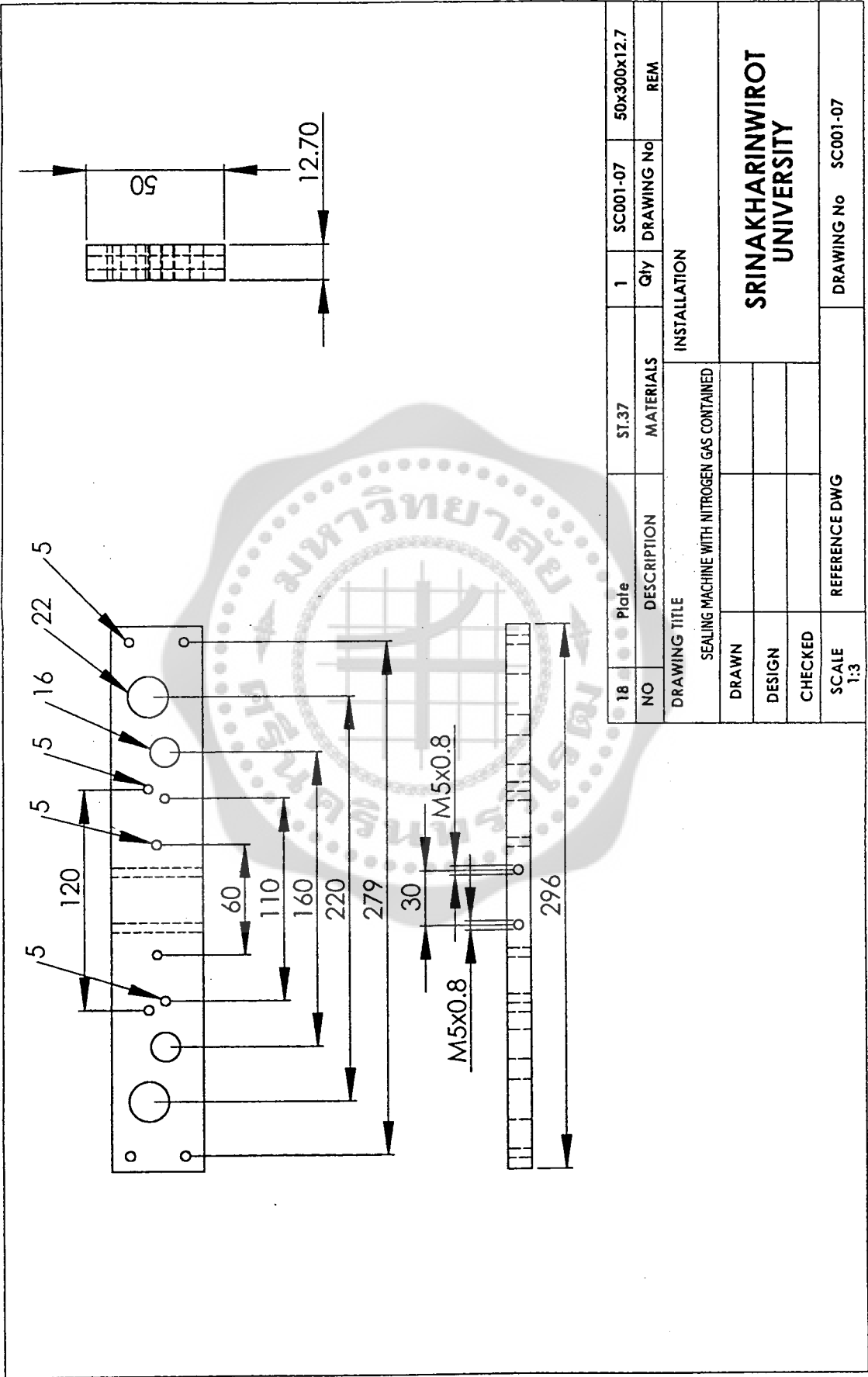
30	Bush	Brass	1	SC00-03	20x50
NO	DESCRIPTION	MATERIALS	Qty	DRAWING No	REM
DRAWING TITLE		INSTALLATION			
SEALING MACHINE WITH NITROGEN GAS CONTAINED					
DRAWN					
DESIGN					
CHECKED					
SCALE	REFERENCE DWG		DRAWING No		
1:1			SC00-03		

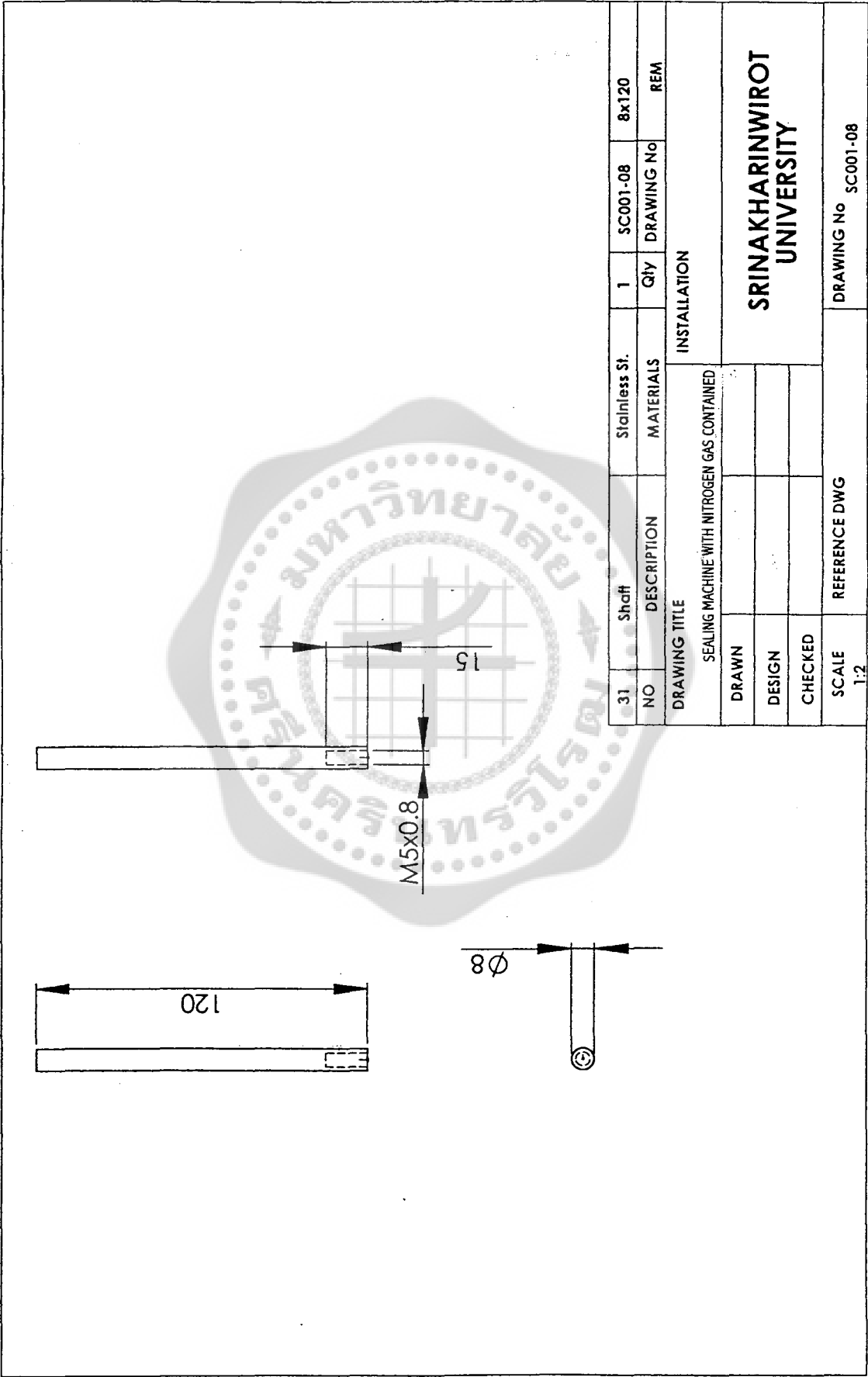
SRINAKHARINWIROT
UNIVERSITY

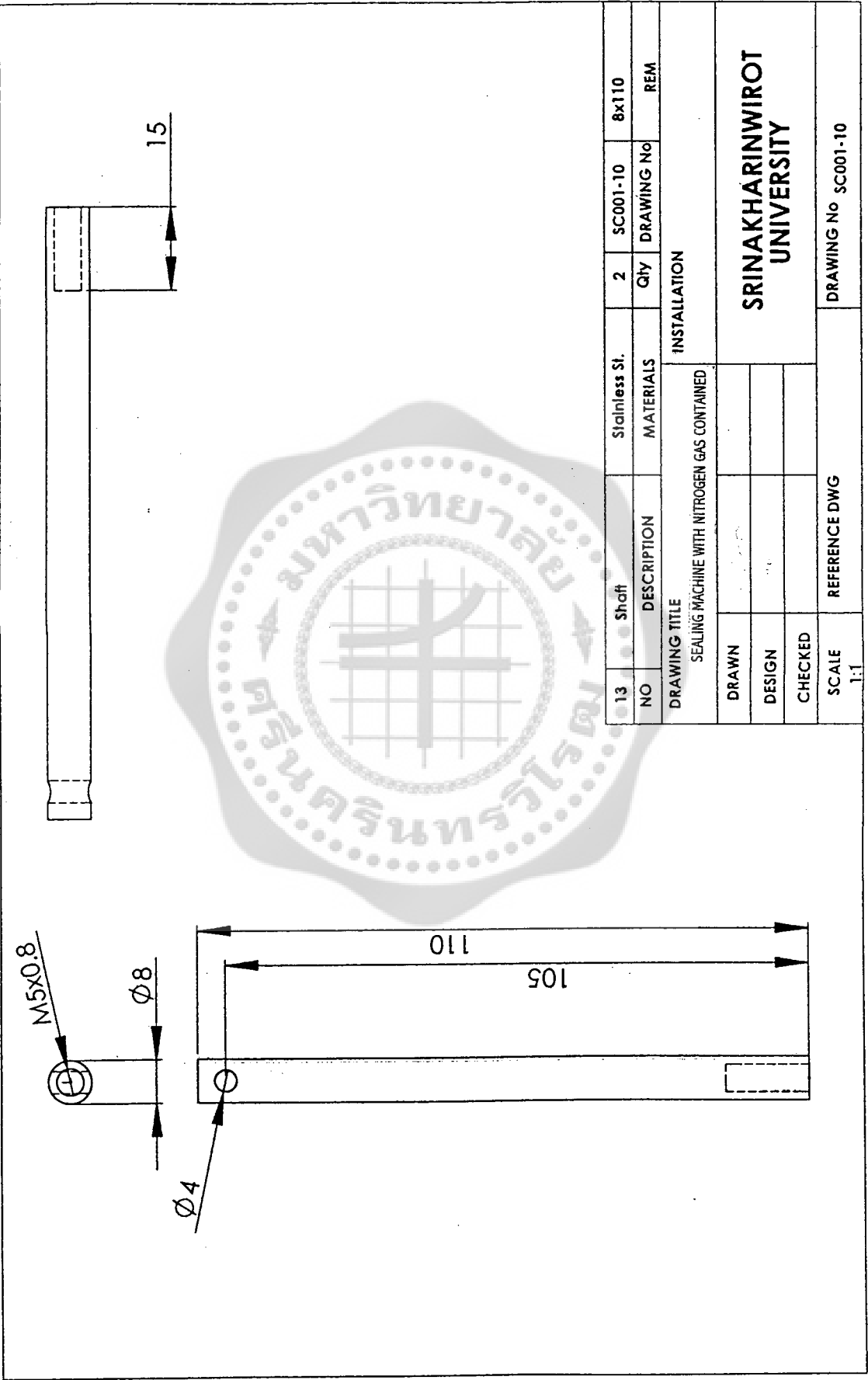


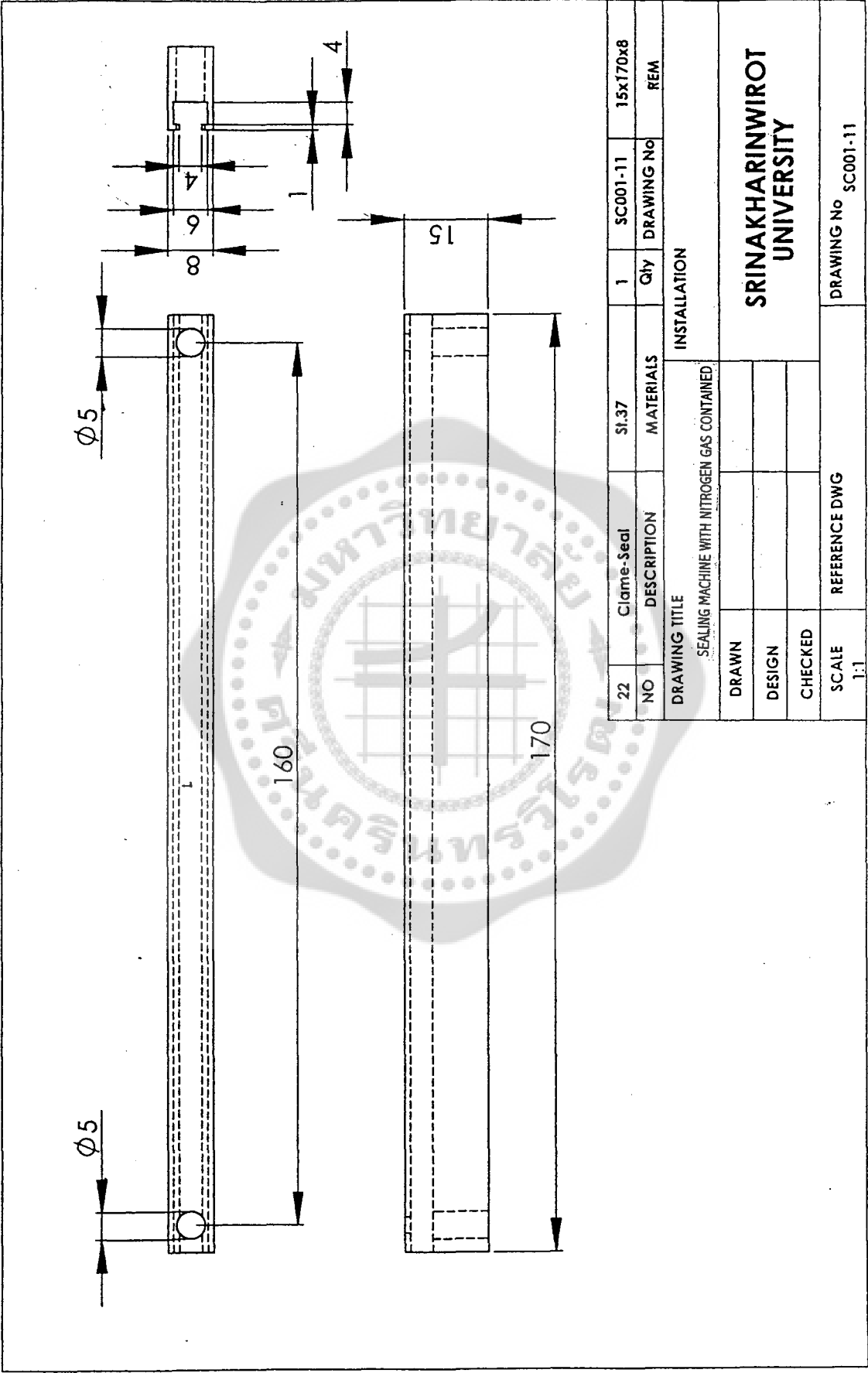
28	Bush	Aluminum	1	SC001-04	14x50
NO	DESCRIPTION	MATERIALS	Qty	DRAWING No	REM
DRAWING TITLE			INSTALLATION		
SEALING MACHINE WITH NITROGEN GAS CONTAINED					
DRAWN			SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY		
DESIGN					
CHECKED					
SCALE 1:1	REFERENCE DWG			DRAWING No SC001-04	



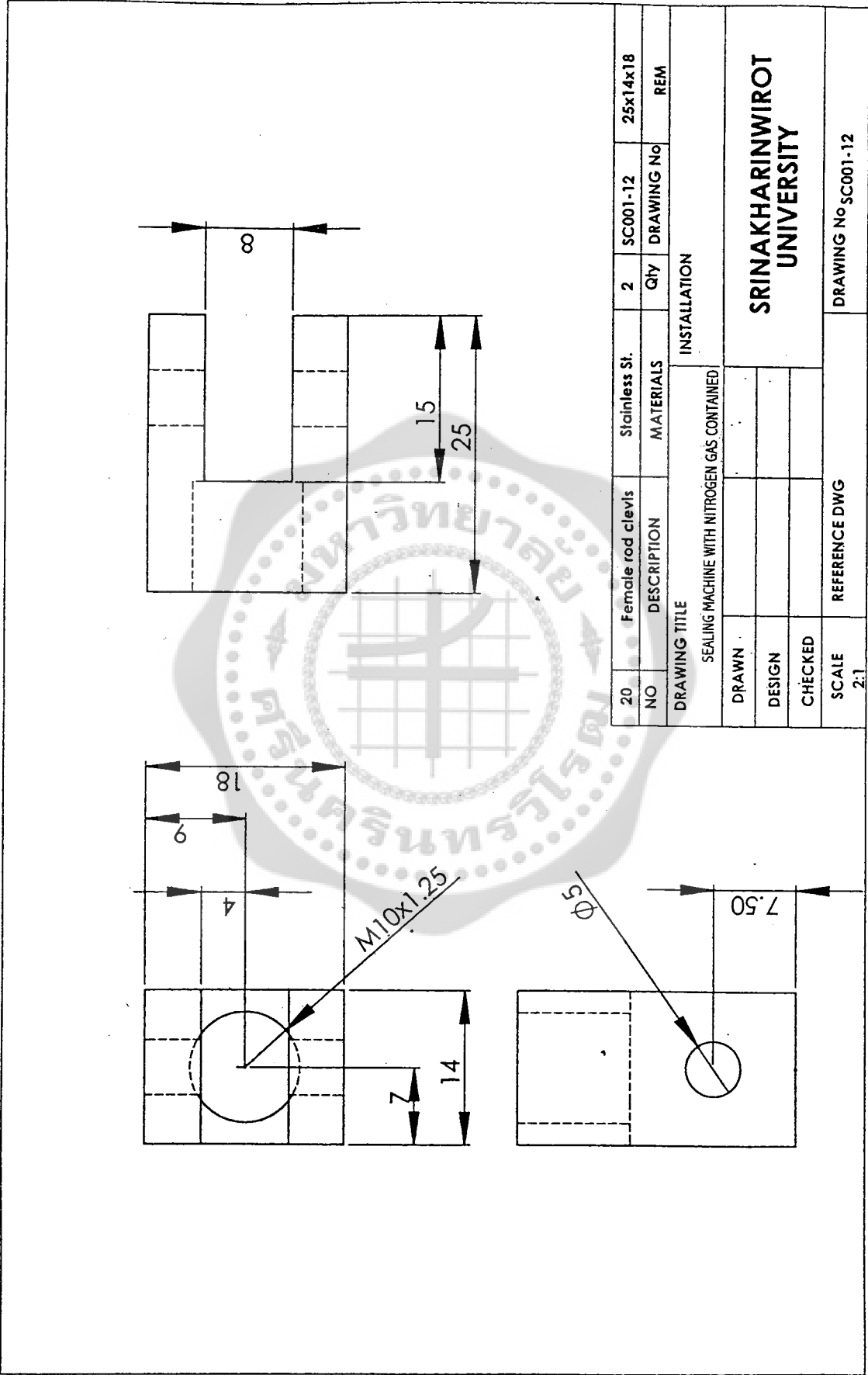


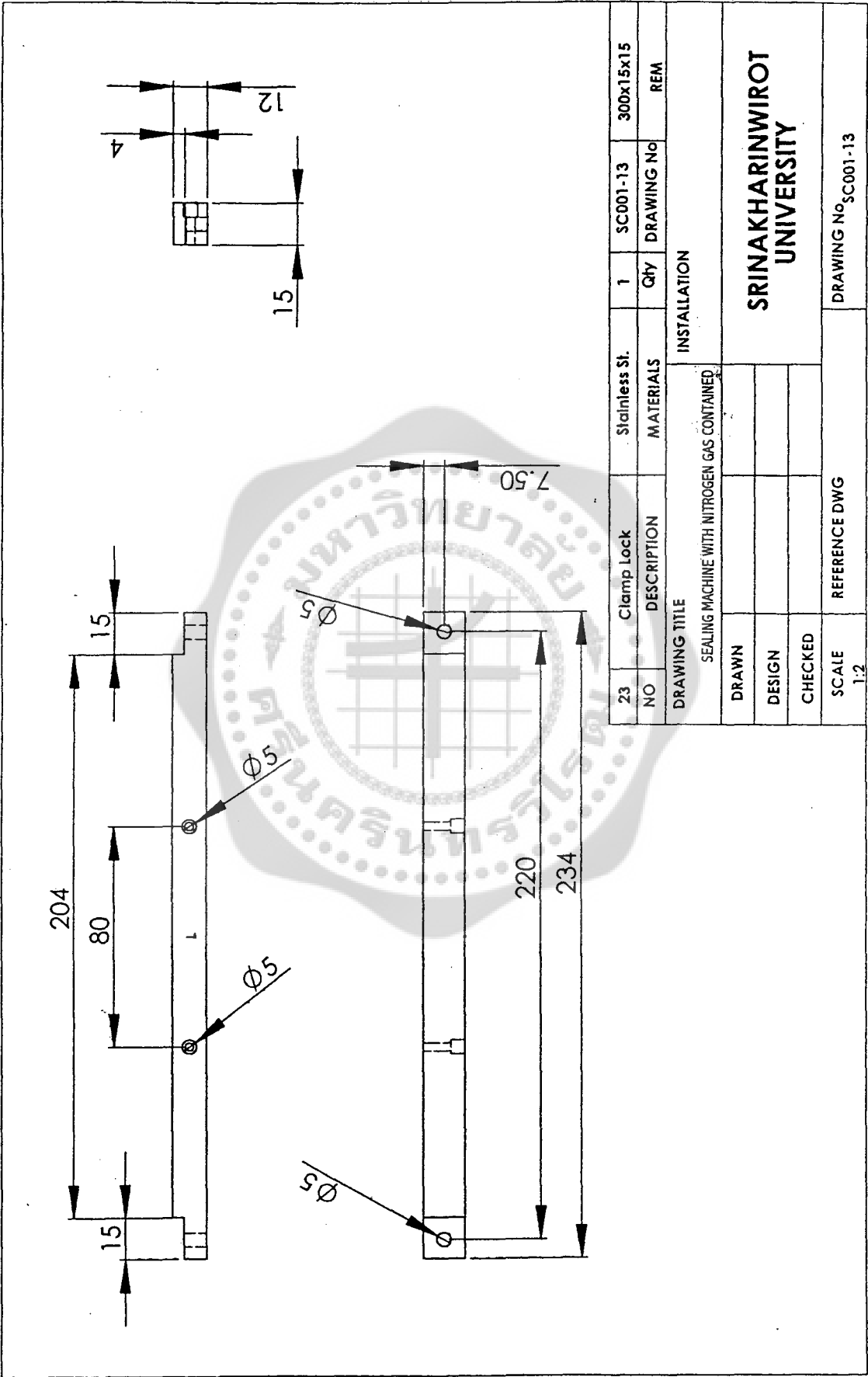


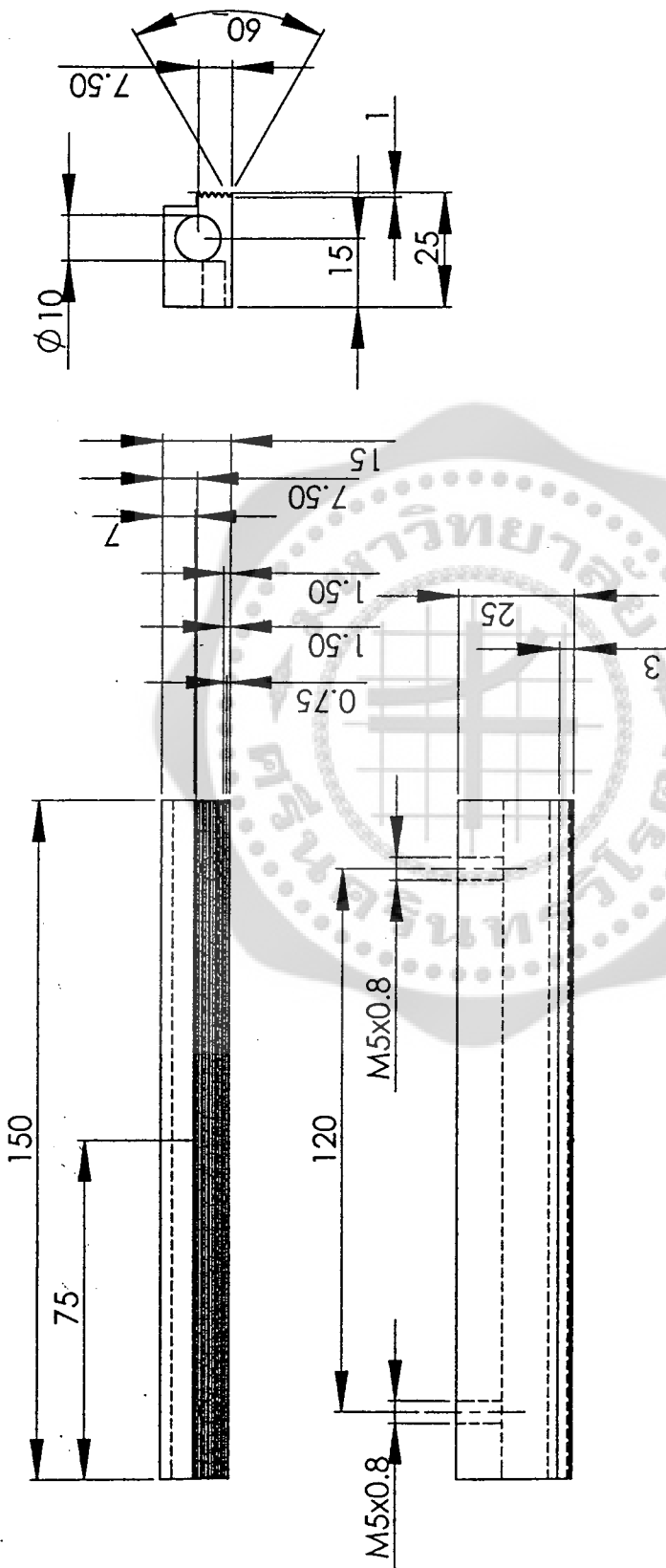




SRINAKHARINWIROT
UNIVERSITY

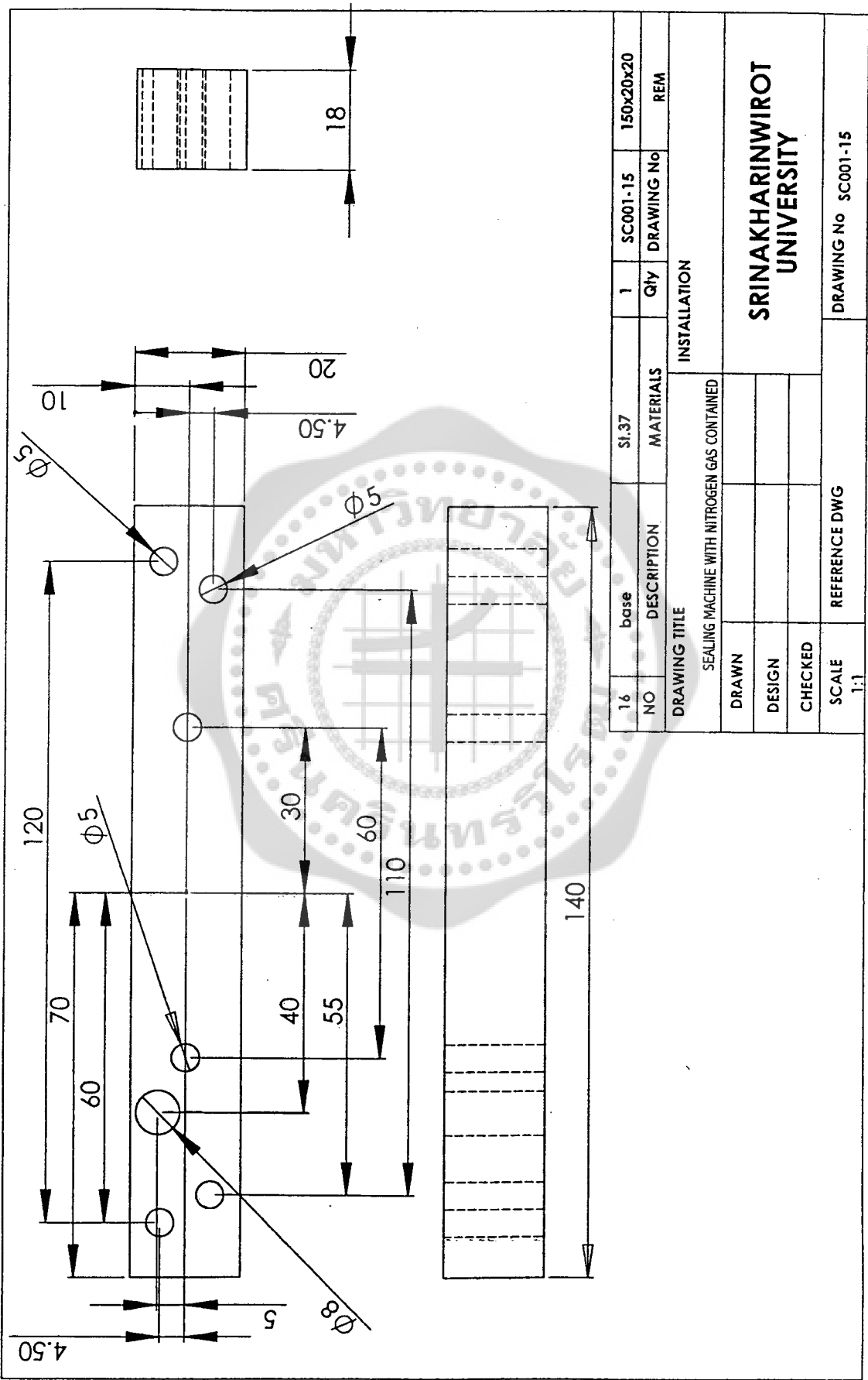


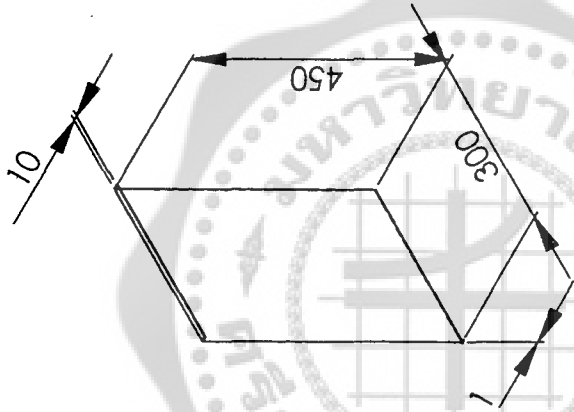
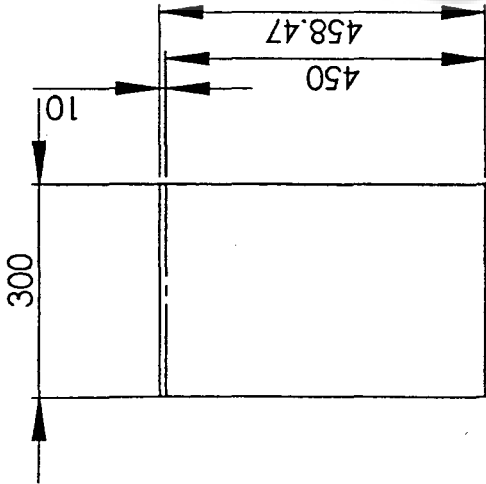




17	Bar heater	Brass	1	SC001-14	150x15x25
NO	DESCRIPTION	MATERIALS	Qty	DRAWING No	REM
DRAWING TITLE			INSTALLATION		
SEALING MACHINE WITH NITROGEN GAS CONTAINED					
SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY					
DRAWN					
DESIGN					
CHECKED					
SCALE	REFERENCE DWG				
1:1.5					
				DRAWING No	SC001-14

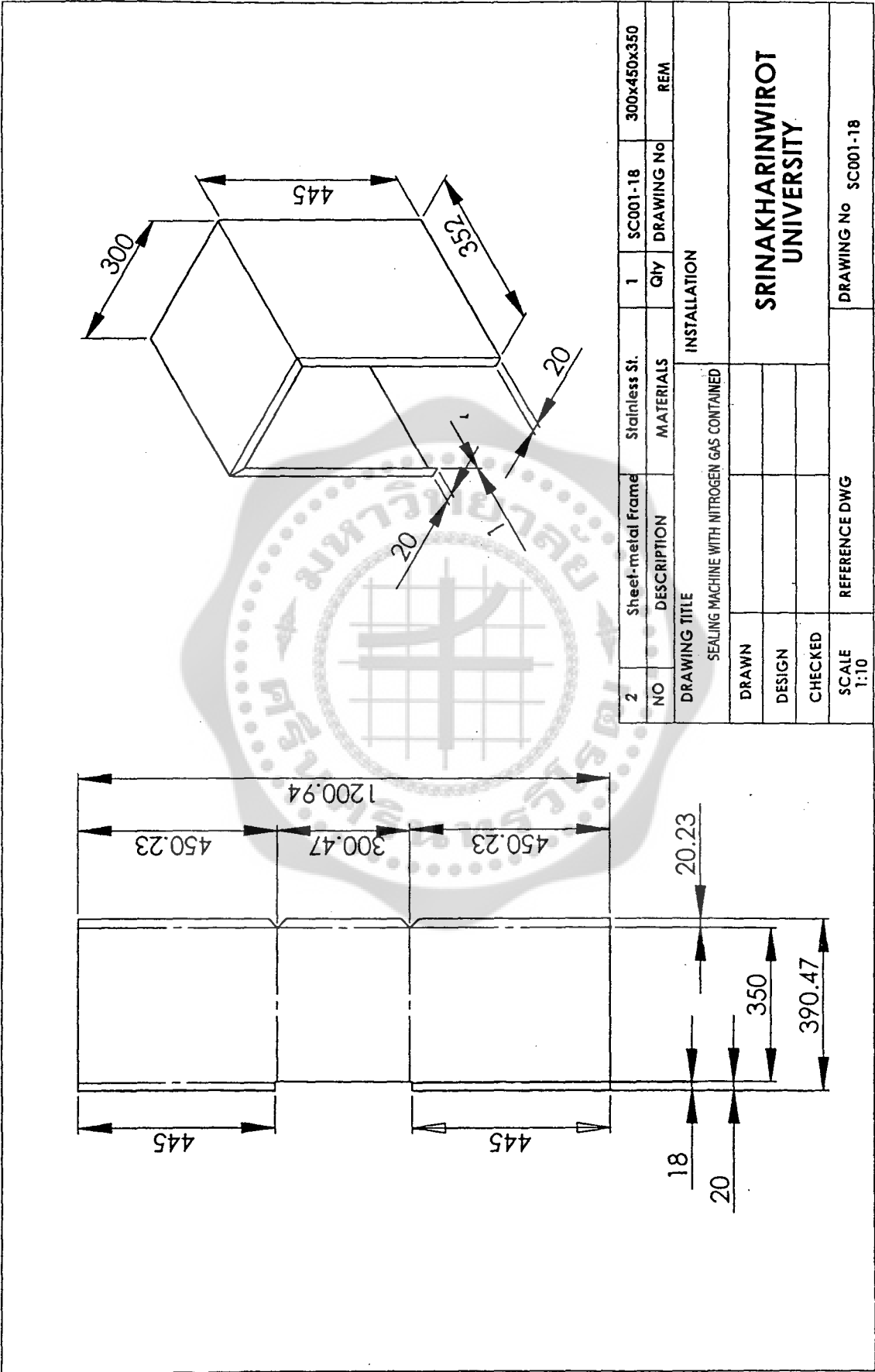
SRINAKHARINWIROT
UNIVERSITY

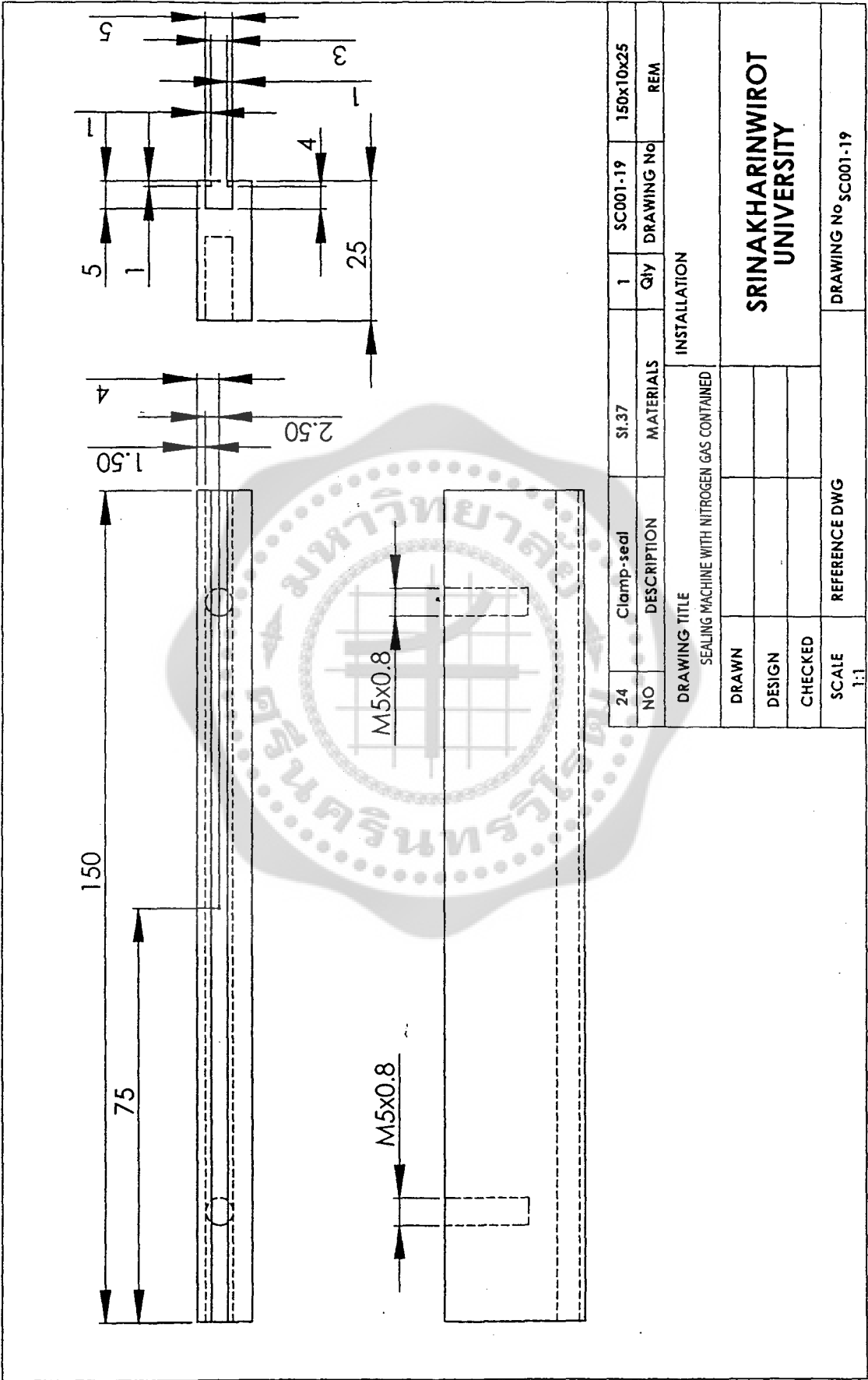


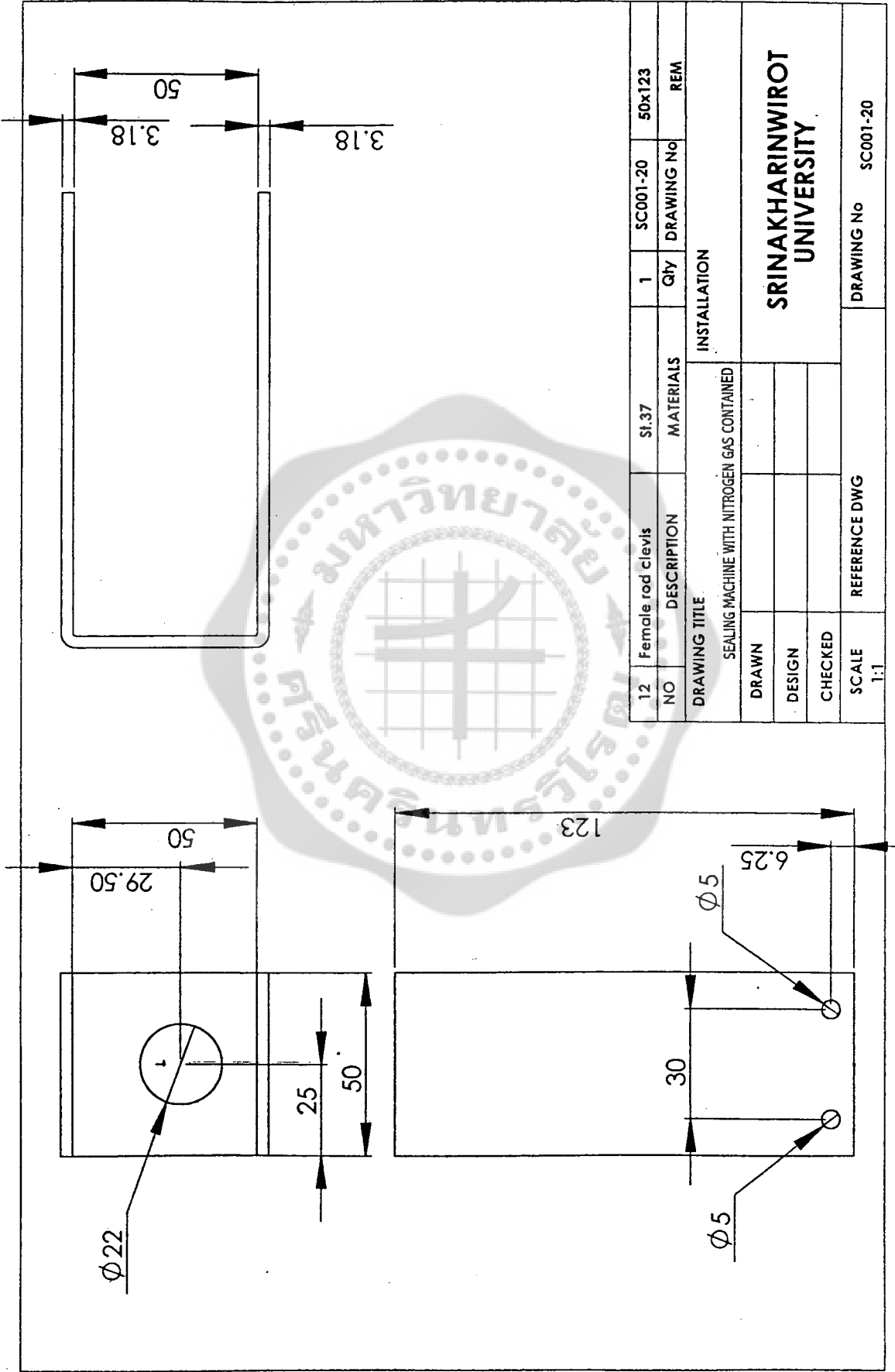


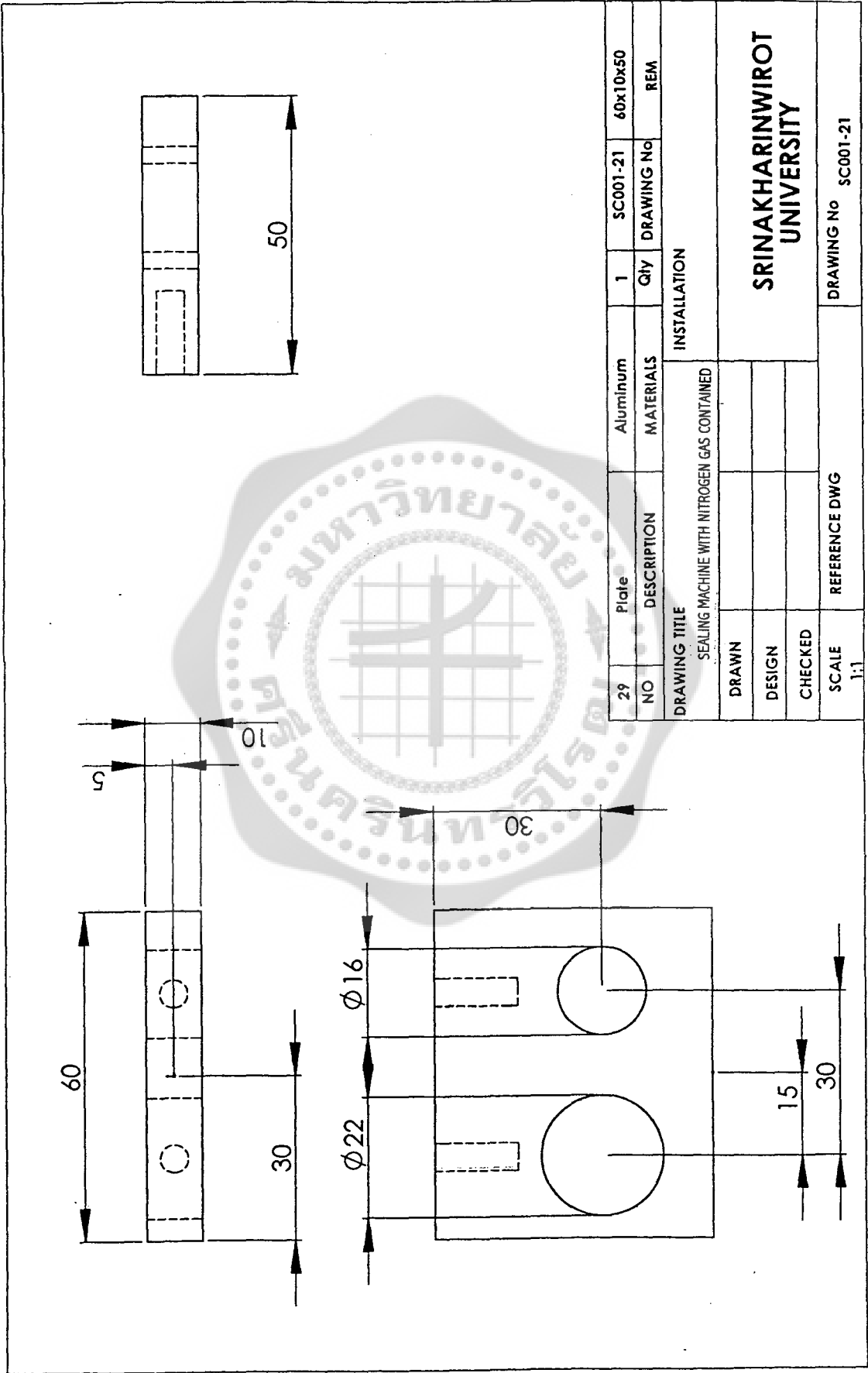
3	Sheet-metal Frame	Stainless St.	1	SC001-17	300x450x1
NO	DESCRIPTION	MATERIALS	Qty	DRAWING No	REM
DRAWING TITLE			INSTALLATION		
SEALING MACHINE WITH NITROGEN GAS CONTAINED					
DRAWN			SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY		
DESIGN					
CHECKED					
SCALE	REFERENCE DWG		DRAWING No		SC001-17
1:1					

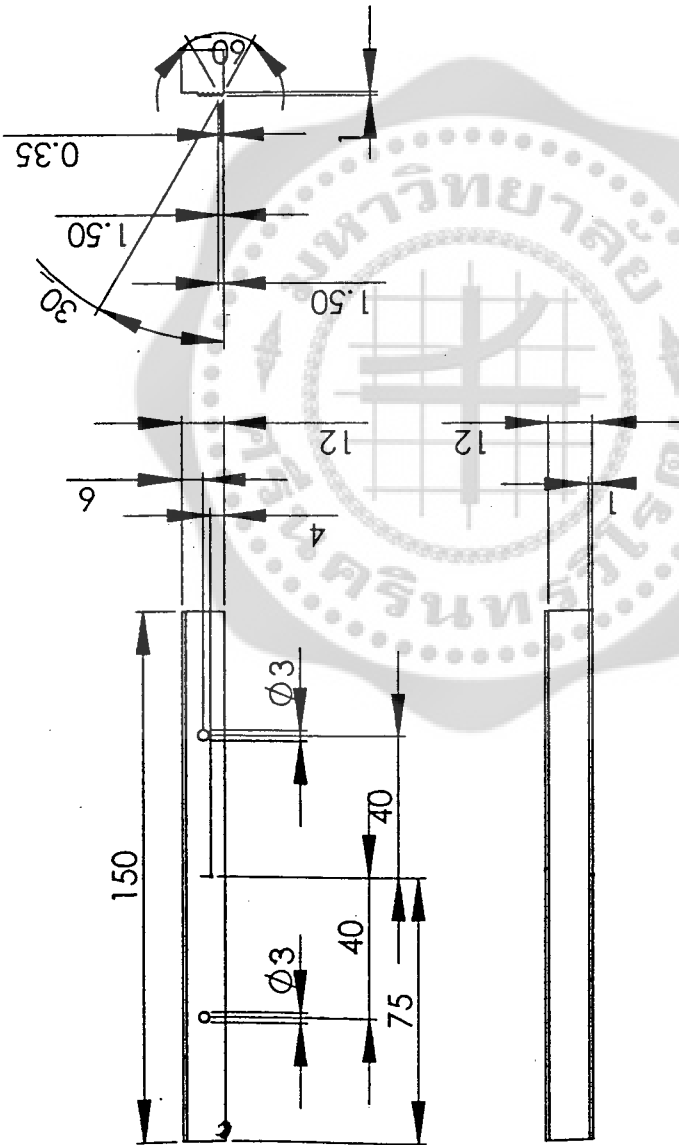
SRINAKHARINWIROT
UNIVERSITY











19	Bar heat	Brass	1	SC00-22	12x150x12
NO	DESCRIPTION	MATERIALS	Qty	DRAWING No	REM
DRAWING TITLE					
SEALING MACHINE WITH NITROGEN GAS CONTAINED					
INSTALLATION					
SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY					
DRAWING No SC00-22					
REFERENCE DWG					
SCALE	1:2				