รายการอ้างอิง

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2540.

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2546.

กิรติ ตรีสุวรรณ. การศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตสำหรับการผลิตคลัตช์รถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

จิรวรรณ คล้อยภยันต์. การวางแผนการผลิตภายในโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยใช้เทคนิคเพอร์ตลีอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

เจริญ เจตวิจิตร. การศึกษาการทำงานและการเพิ่มผลผลิต สำหรับระบบการผลิตชิ้นงานโลหะแผ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

เฉลิมชัย ชื่นเจริญ. Productivity improvements of Thai banknote printing. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

ทวี เทศเจริญ. กรรมวิธีการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536.

ทรงพล พิเชษฐ์วัฒนา. การประยุกต์การออกแบบการทดลองในการปรับปรุงคุณภาพของแรงดึงหัวอ่านเขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ทศพล เกียรติเจริญผล. การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการเคลือบแลกเกอร์บนแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกโดยวิธีการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย, 2538.

ประเสริฐ ธัญจรูญ. ระบบทันเวลาพอดีในสายการประกอบหลังคาไฟเบอร์รถกระบะ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ปารเมศ ชุติมา. การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. ธรรมชาติของคลื่นเสียง. Available From: http://www.rmutphysics.com.

ศันสนีย์ สุภาภา. ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร. กรุงเทพมหานคร: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2539.ชนะ กสิภาร์. ความแข็งแรงของวัสดุ. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2528.

สุรพล สุรบรรเจิดพร. การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการเชื่อมดีบุก-ตะกั่วบนแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยเครื่องอัตโนมัติโดยวิธีการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุรสา มหากันธา. ศึกษาการเพิ่มประสิทธิผลโดยการลดเวลาสูญเสียในสายการผลิตชิ้นส่วนปั๊มน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

Douglas C.Montgomery. Degign and Analysis of Experiment. 4th ed. USA : John Wiley & Sons, 1997.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้เครื่องเชื่อมอัลตร้าโซนิค

1. ขอบเขต (Scope)

Ultrasonic Fabric Sealing Machine	Model: FS-180
Power Supply:	BRANSON 940 BCA
Ultrasonic Fabric Sealing Machine	Model: FS-180
Power Supply:	BRANSON 2000/BDC

2. เอกสารแนบ (Appendices) :

ไม่มี

3. คำนำ (Introduction) :

คู่มือการปฏิบัติงานกับเครื่อง Ultrasonic Fabric Sealing Model: FS-180 ใช้สำหรับพนักงานในการปฏิบัติงานกับเครื่องรวมถึงการบำรุงรักษาเครื่อง เพื่อให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่พร้อมสำหรับการทำงาน ที่ปลอดภัย

เครื่อง Ultrasonic Fabric Sealing (FS-180) เป็นเครื่องจักรที่ใช้ Wheel ในการ เชื่อมวัสดุบางๆที่ทำมาจาก พวก Thermoplastic และ ฟิล์ม เช่น Nylon, Polyester, Poly propylene, Polyethylene

4. คำจำกัดความ (Specific definitions):

4.1 <u>เครื่อง Ultrasonic Fabric Sealing</u>

เครื่อง Ultrasonic Fabric Sealing เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการเชื่อมวัสดุบางๆที่ทำมาจากพวกThermoplastic และ ฟิล์ม เช่น Nylon, Polyester, Poly propylene, Polyethylene โดยใช้ล้อกดลงบนขอบของชิ้นงานให้เชื่อมติดกัน

4.2 <u>พนักงาน</u>

พนักงาน หมายถึงพนักที่ได้รับมอบหมายจากหัวหน้างานให้ปฏิบัติงานกับเครื่องโดยผ่านการอบรมการใช้เครื่องจากฝ่ายซ่อมบำรุงเรียบร้อยแล้ว

5. เอกสารอ้างอิง (Reference Documents) :

ไม่มี

6. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Procedures) :

6.1 <u>ก่อนการปฏิบัติงานกับเครื่อง</u>

6.1.1 ตรวจเช็คระบบ Connecting Air pressure ระบบ Electrical

6.1.2 ตรวจเช็คระดับ Parallel ระหว่างหัว Horn กับระดับ Table เพื่อไม่ให้ Wheel เสียดสีกับขอบโต๊ะ

6.1.3 ตรวจเช็คหน้าสัมผัสของหัว Horn ต้องอยู่ในระนาบเดียวกันกับล้อ และพื้นหน้า Horn ไม่เป็นร่องลึกเกินไป

6.1.4 ตรวจเช็คระดับแรงดันลม, Speed และ Amplitude ให้เหมาะสมกับวัสดุที่ใช้

6.1.5 ตรวจเช็คชุด Power Supply ต้องไม่มีสายไฟหลุด หลวมหรือ Trip

6.1.6 ตรวจเช็ค Foot Switch ก่อนการปฏิบัติงาน

6.1.8 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ทำงาน

6.1.8 ควรมีการ Test เครื่องก่อนการปฏิบัติงานจริง

6.2 <u>การปฏิบัติงาน</u>

6.2.1 เปิดสวิทซ์ด้านหลังเครื่อง Amplitude control

6.2.2 ปรับค่าตามที Validation กำหนด (ดูรูปที่ 1และ รูปที่ 3 ประกอบ)

6.2.3 เปิดสวิทซ์ที่ 5 (ดันขึ้น) ดูรูปที่ 3 ประกอบ

6.2.4 ตรวจสอบแรงดันลม/ปรับตามที่ Validation กำหนด

6.2.4.1 วิธีการปรับแรงดันลม

6.2.4.1.1 นำผ้าที่ใช้ทดลองรองระหว่างล้อกับหน้าสัมผัสของหัว Horn

6.2.4.1.2 เหยียบ Foot switch ค้างไว้ (ดูรูปที่ 4)

6.2.4.1.3 ปรับระดับแรงดันลมโดยดูระดับที่หน้าจอตัว Digital (ดูรูปที่ 7) ตามกำหนดแล้วปล่อย Foot switch

6.2.5 ตรวจสอบความเร็ว/ปรับตามที่ Validation กำหนด

6.2.6 นำวัสดุที่ใช้ทดลอง ทำการทดลองก่อนเพื่อดูลักษณะของรอยซีลว่าสมบูรณ์หรือไม่

หมายเหตุ

1. ไม่ควรปฏิบัติงานโดยที่ Wheel สัมผัสกับ Horn ในช่วงเวลาที่นานเกินไป เพราะจะทำให้ Hornและ Wheel เสียหายได้

2. หากมีการเปลี่ยน Wheel ต้องมีการตรวจเช็คแรงดันลม และตรวจเช็คหรือติดตั้งหัว Horn ใหม่ทุกครั้ง

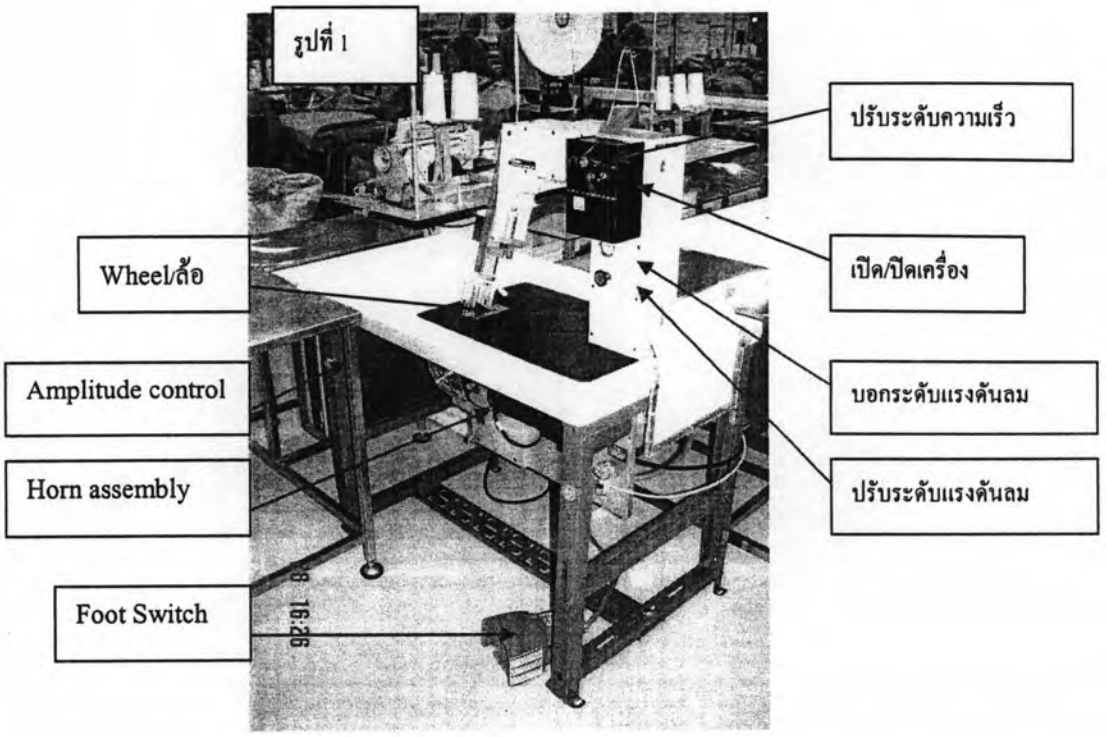
3. ทำความสะอาดและปิดเครื่องทุกครั้งหลังเลิกปฏิบัติงานกับเครื่อง

4. ปิดเครื่องเมื่อเครื่องมีปัญหาและติดต่อช่างหรือผู้รับผิดชอบ เพื่อทำซ่อมหรือแก้ไข

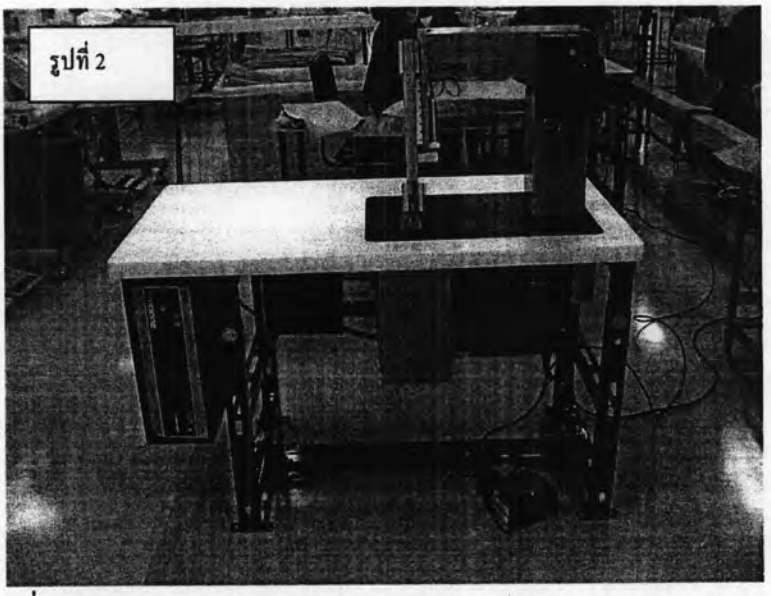
5. ห้ามทำการปรับดัดแปลงหรือแก้ไขเอง นอกจากช่างหรือผู้รับผิดชอบ

6.3 การแก้ไขเมื่อเครื่องมีปัญหา

อาการ	สาเหตุ	การแก้ไข
ความเร็วในการเย็บช้า, การหลอมละลายลดลง	1. แรงดันลมของ Anvil ไม่เพียงพอ 2. Amplitude ต่ำ	1. เพิ่มปริมาณแรงดันลม 2. เปลี่ยน Booster
รอยเย็บ(เชื่อม)ไม่เต็ม	1. แรงดันลมของ Anvil ไม่เพียงพอ 2. Amplitude ต่ำ	1. เพิ่มปริมาณแรงดันลม 2. เปลี่ยน Booster
รอยเชื่อมไม่ติดต่อ หรือกระโดด	1. ตะเข็บหรือพิมพ์ลายของ Anvil เสียหรือสึก	ตรวจเช็คความผิดปกติรอบและตรวจเช็ค Anvil
เนื้อผ้าไม่ดี ตะเข็บ Anvil ไม่สมบูรณ์สกปรก	1. วัสดุ(ผ้า)มี Tension มากเกินไป 2. กำลังแรงดึง(ลาก)ของตะเข็ม Anvilไม่พอ	1. ลด Tension ของวัสดุ(ผ้า) 2. ติดตั้งล้อหรือตัวช่วยลากหรือตัวป้อนชิ้นงาน เมื่อจำเป็น
ชิ้นงานถูกดึงไปข้าง Horn มากเกินไป	1. แรงดันลม Anvil มากเกินไป 2. เพิ่มแรง Feed มากเกินไป	1. ลดแรงดัน 2. ติดตั้ง Feeder ช่วย เมื่อจำเป็น
รอยเชื่อมบางส่วนมีความผิดพลาดหรือมีช่องโหว่	หัว Horn สึก	เปลี่ยนตำแหน่งหน้าสัมผัสหัว Horn ใหม่ ทำความสะอาดหัว Horn ด้วยกระดาษทราย # 400
มีเศษผ้าติดในร่องของ Anvil	1. ตัวขอบร่องของ Anvil คม 2. ร่องของ Anvil ใหญ่เกินไป	1. ทำความสะอาดหรือลมคม 2. เปลี่ยน Anvil

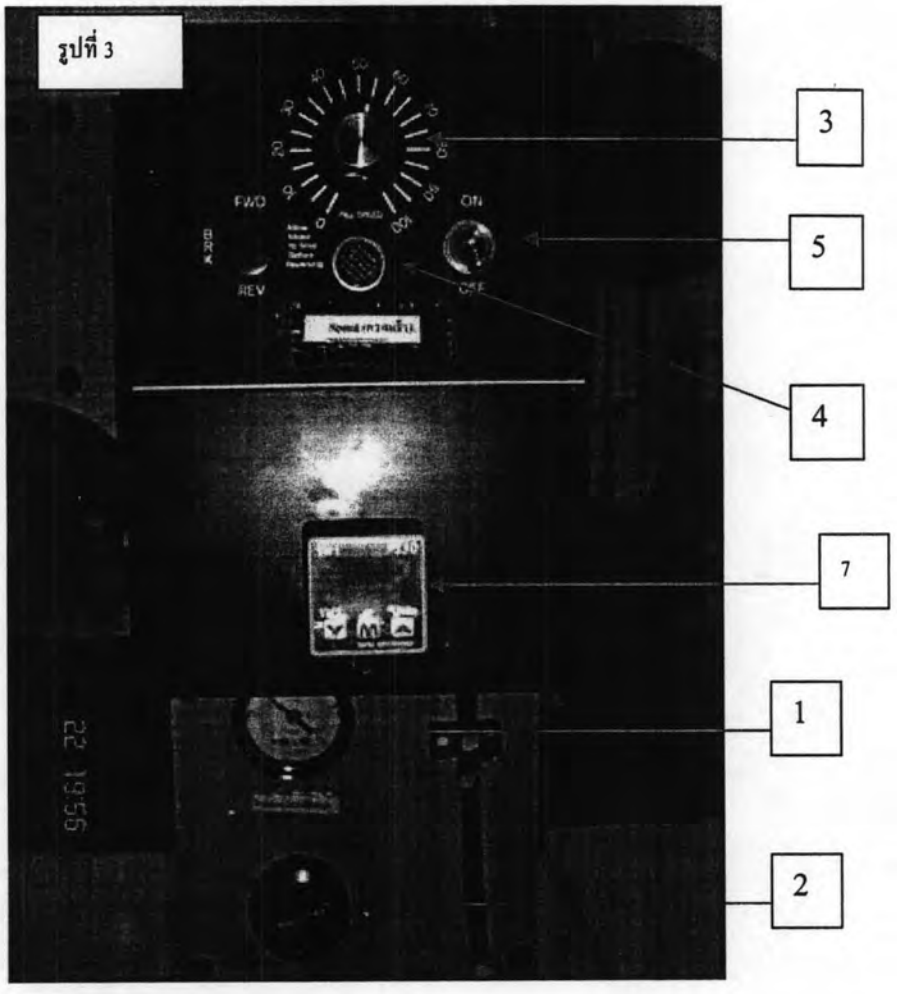


รูปแสดงเครื่อง Ultrasonic Fabric Sealing, Model: FS-180, Power Supply: Branson 940 BCA



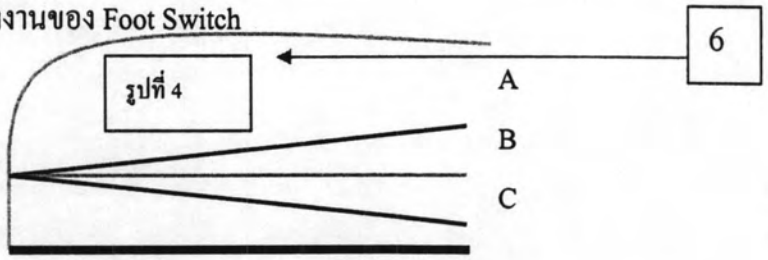
รูปแสดงเครื่อง Ultrasonic Fabric Sealing, Model: FS-180, Power Supply: Branson 2000/ BDC

รูปแสดงชุดควบคุมการทำงานของUltrasonic Fabric Sealing Model: FS-180



Item	Name /ชื่อ	Function Description / หน้าที่การทำงาน
1	Pressure Gauge	เป็นตัวชี้ค่าแสดงระดับแรงกดของ Anvil
2	Anvil Pressure Adjustment Knob	เป็นตัวปรับเพื่อลดหรือเพิ่มแรงกด Anvil ลงบนผ้า
3	Feed Speed Adjustment Knob	เป็นตัวปรับความเร็วสำหรับการหมุนของ Anvil
4	Power ON Indicator Light	เป็นแสงไฟที่บอกถึงสภาวะเครื่องจักรพร้อมทำงาน
5	Power ON – OFF Switch	เป็น Switch เปิด / ปิดเครื่องจักร
6	Foot Switch	เป็นตัวช่วยควบคุมการทำงาน
7	Digital temperature control	เป็นตัวควบคุมระดับแรงดันลมใช้งาน

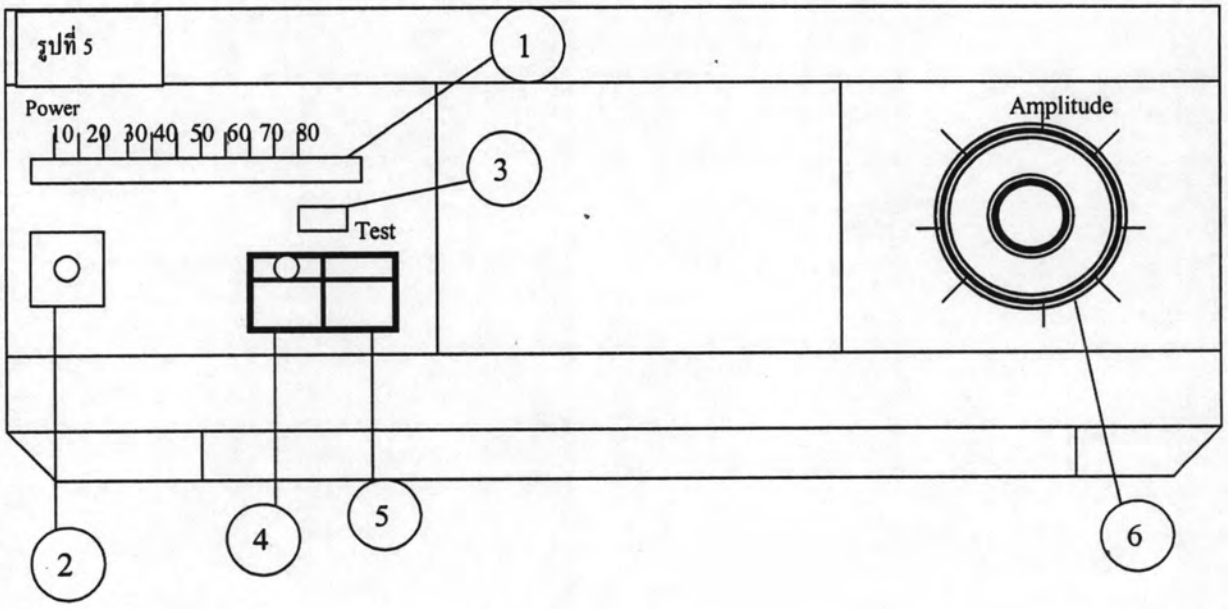
รูปแสดงหน้าที่การทำงานของ Foot Switch



จากรูปที่1 จากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B: เป็นการยก Anvil และเปิดระบบ cooling air

จากตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง C: เป็นการปฏิบัติงานกับเครื่องและควบคุมความเร็วจาก ความเร็วต่ำสุดไปถึงความเร็วสูงสุด

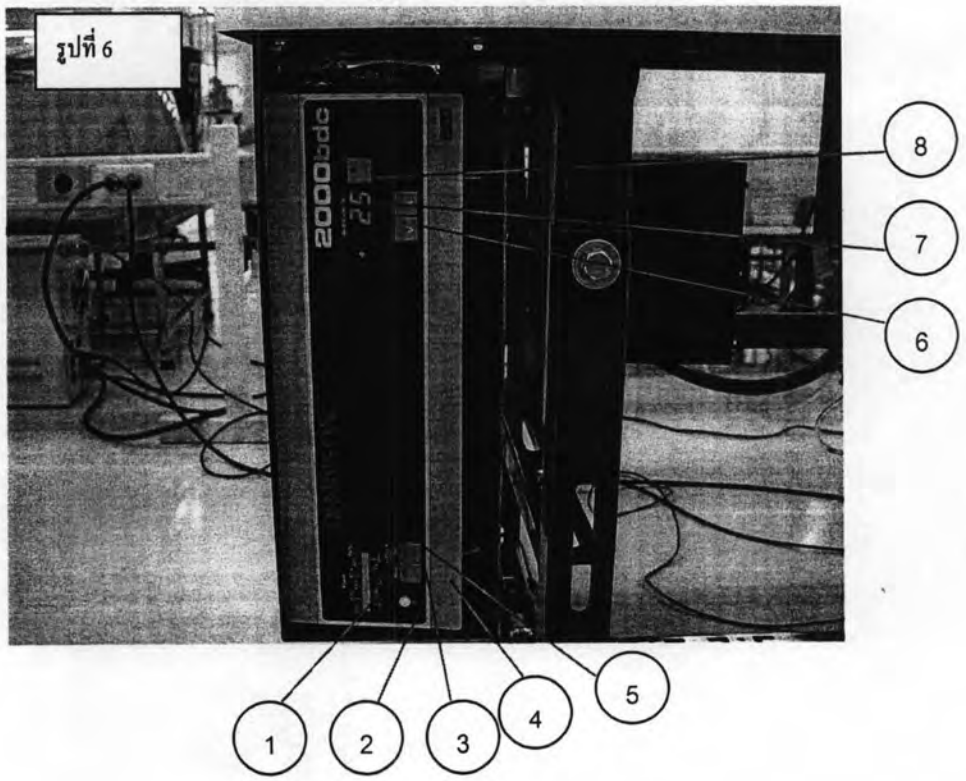
รูปส่วนประกอบด้านหน้าของชุด Power Supply Branson 940 BCA



หน้าที่การทำงานของชุดควบคุม Power Supply: Branson 940 BCA

Item	Name	Description
1	Power Display	เป็นตัวชี้ให้เห็นถึงระดับความสัมพันธ์ของ Ultrasonic ที่ส่งไปยัง Converter
2	Power Indicator	LEDเป็นสัญญาณที่บอกถึงสภาวะของเครื่องพร้อมทำงาน (Power ON)
3	Auto Tuning	เป็นเครื่องวัดระดับไฟฟ้าแบบ Auto
4	Reset Switch	ใช้ Reset กรณี ระบบ Overload
5	Test Switch	เป็นตัวที่ใช้ทดสอบความพร้อมการทำงานของเครื่อง
6	Amplitude Control	เป็นตัวปรับตั้งค่าควบคุมแอมปลิจูดของกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดคลื่นอุลตร้าโซนิค

รูปแสดงส่วนประกอบด้านหน้าของชุด Power Supply : Branson 2000/ BDC



หน้าที่การทำงานของชุดควบคุม

Item	Name	Description
1	Power Bar graph	During a weld cycle, shows the true percentage of ultrasonic power in use. After weld cycle, shows peak power used during weld. เป็นตัวแสดงเปอร์เซ็นกำลังที่ใช้ของเครื่องในระหว่างที่เชื่อม และกำลังสูงสุดในขณะที่เชื่อมเสร็จ
2	Power LED	Lights when the Power Supply is connected to main power and the Power switch is On เป็นสัญญาณที่บอกถึงสภาวะของเครื่องพร้อมทำงาน
3	Alarm LED	Indicates alarm active. เป็นสัญญาณที่บอกถึงสภาวะของเครื่องผิดปกติ
4	Reset switch	Resets alarms (in Externally Programmed/Latching mode) Centers operating frequency (when Centering is enabled) เป็นตัว Reset ระบบโปรแกรมของเครื่องเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามปกติ
5	Test switch	For testing the weld system: activates ultrasonic power, initially in low level Seek mode, then ramps to set/operating amplitude, then stores operating frequency. เป็นตัวที่ใช้สำหรับทดสอบระบบการเชื่อม, กำลังของเครื่อง, seek mode, operating amplitude
6	Amplitude control	Use to adjust amplitude control function
7	Display	Indicates status of amplitude control function
8	Set	Control access to set amplitude and controls display status of amplitude control.

6.4 การบำรุงรักษาเครื่อง Ultrasonic Fabric Sealing

รายการตรวจเช็ค/Tasks	Weekly	Monthly	Quarterly	Semi Annually	Annually	มาตรฐาน
Safety guard		✓				ติดตั้งแน่นหนาไม่หลุดหลวม
Belt		✓				ปกติ ไม่มีรอยฉีกขาด
Foot Switch		✓				ทำงานปกติ
Hose air		✓				ไม่มีรอยรั่ว
Horn		✓		✓		ทำความสะอาด/เจียระไน/(กระดาษทราย # 400) ผิวหน้าให้เรียบ/ไม่มีรอยติดตั้งแน่นหนา
รายการตรวจเช็ค/Tasks	**Weekly**	**Monthly**	**Quarterly**	**Semi Annually**	**Annually**	**มาตรฐาน**
Converter		✓		✓		สะอาด/ทำงานปกติ ติดตั้งแน่นหนา
Booster		✓		✓		ทำงานปกติ ติดตั้งแน่นหนา
Power supply		✓		✓		ไม่มีเศษฝุ่น/ทำงานปกติ/สายไฟติดตั้งแน่นหนาไม่หลุดหลวม
Digital temperature control		✓				ทำงานปกติ
Motor drive				✓		แปรงถ่านสภาพปกติ/ทำงานปกติ
Cutting Wheel(Anvil)				✓		ปกติไม่มีเศษติดค้างในร่องระนาบเดียวกับหน้าHorn
Solenoid valve				✓		ทำงานปกติ
Release valve ต่างๆ				✓		ทำงานปกติ

หมายเหตุ ถ้าหากเครื่องจักรมีปัญหาหรือต้องการแก้ไข ปรับเปลี่ยนหรือ ติดตั้งใหม่ ให้ติดต่อหัวหน้าช่าง ช่างประจำกะหรือผู้รับผิดชอบทราบก่อน สำหรับรายละเอียดอื่นเพื่อประกอบการซ่อมดูในคู่มือเครื่องจักรเพิ่มเติม (Workshop)

7. การบันทึกและการเก็บเอกสาร :

เก็บไว้ในระบบ Document 5 ปี

8. Revision Status :

See attached RTM-033

ภาคผนวก ข

คู่มือการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม

1. Reference Method (**วิธีการทดสอบอ้างอิง**):

In-house test method

2. Purpose (**จุดประสงค์ของการทดสอบ**) :

เพื่อหาแรงสูงสุดที่ทำให้รอยต่อที่มีการทำให้ติดกันด้วยกาวหรือด้วยการเชื่อมด้วยวิธีการอื่นๆ แยกออก จากกัน

3. Field of Application (**ขอบเขตที่ใช้การทดสอบนี้**):

ใช้ครอบคลุมการตรวจสอบในโรงงาน ใช้ในการทดสอบวัสดุทุกชนิดที่มีการเชื่อมต่อกันด้วยกาวหรือด้วยความร้อน (Welding) หรือ ด้วยการเชื่อมด้วย Ultrasonic machine ระหว่างพลาสติกกับพลาสติก, พลาสติกกับกระดาษ, พลาสติกกับ non-woven ฯลฯ

4. Principle (**หลักเกณฑ์การทดสอบ**):

รอยต่อที่มีความกว้างของชิ้นทดสอบเป็นลักษณะเฉพาะ ยึดชิ้นทดสอบด้วยเครื่อง TENSILE และดึงแยกออกจากกันทำมุม 90 องศา ค่า Maximum force ที่ใช้ดึงรอยต่อบันทึกในหน่วยเป็น N

5. Preparation of Test Pieces (**วิธีเตรียมการทดสอบ**):

- ขนาดของตัวอย่างที่ใช้ อย่างน้อย 100 ซม. x 100 ซม.
- จำนวนตัวอย่าง เป็นไปตามแผนการสุ่มตัวอย่าง
- การเตรียมชิ้นทดสอบ ตัดชิ้นทดสอบขนาด ขนาด 50+/- 0.5 มม. x 100 +/-1 มม. (ภาพประกอบ 1) โดยรอยเชื่อมต่อจะต้องอยู่บริเวณกึ่งกลางของด้านยาวของชิ้นทดสอบ
- สภาวะที่ทดสอบ ทดสอบที่อุณหภูมิห้อง

6. Equipment (**อุปกรณ์การทดสอบ**):

- Template ขนาด 50+/- 0.5 มม. x 100+/-1 มม.
- มีดคัตเตอร์

- เครื่องทดสอบ INSTRON 4464

7. Procedure (**ขั้นตอนการทดสอบ**) :

<u>การกำหนดค่า Parameter ต่างๆ ของเครื่องทดสอบ INSTRON</u>

Gauge length	50	mm.
Cross head speed	300	mm/min

<u>การทดสอบ</u>

- ยึดชิ้นทดสอบด้วย Clampตัวบนและตัวล่างตามลำดับโดยชิ้นทดสอบจะต้องไม่ตึงหรือหย่อนเกินไป รอยเชื่อมต่อจะต้องอยู่กึ่งกลางระหว่าง Clamp ตัวบนและตัวล่าง (ภาพประกอบ 2)

- Start เครื่องทดสอบ INSTRON จนกระทั่งรอยเชื่อมต่อของชิ้นทดสอบฉีกขาด หากเกิดการฉีกขาดบริเวณอื่นให้ทำ การ ทดสอบใหม่

8. Calculations (**วิธีการคำนวณ**):

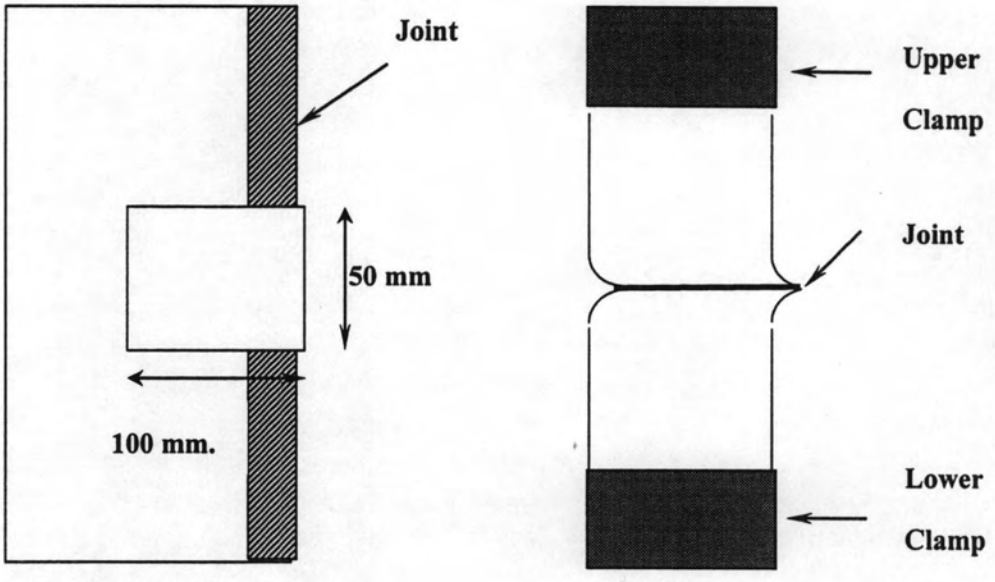
ไม่มี

9. Reporting (**การรายงาน**):

- วิธีการตรวจสอบ
- ชื่อวัตถุดิบ และชื่อผู้ผลิตหรือผู้ขายวัตถุดิบ
- ผลสรุปของการตรวจสอบ
- จำนวนตัวอย่าง
- ค่าแรงสูงสุด และ ค่าเฉลี่ย ในหน่วย N/50 mm

ภาพประกอบ

ภาพประกอบ 1 ภาพประกอบ 2



10. Revision Status:

See attached RLTM-015

ภาคผนวก ค

คู่มือการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม

1. Reference Method (**วิธีการทดสอบอ้างอิง**):

   SS-EN 20 811-92

   IIST 80.6(01) (=AATCC 127)

2. Purpose (**จุดประสงค์ของการทดสอบ**) :

   ใช้แรงดันน้ำหาความต้านทานการซึมผ่านด้วยน้ำของวัตถุดิบ

3. Field of Application (**ขอบเขตที่ใช้การทดสอบนี้**):

   ใช้ในการทดสอบวัตถุดิบที่เป็น Non – woven และ Fabric

4. Principle (**หลักเกณฑ์การทดสอบ**):

   นำชิ้นทดสอบไปให้แรงดันที่เพิ่มขึ้นคงที่ด้วยน้ำบนด้านหนึ่งจนกระทั่งปรากฏน้ำ 3 จุด ความดัน

   ณ จุดที่น้ำซึมผ่านชิ้นทดสอบ ณ จุดที่ 3 ค่าจะถูกบันทึก

5. Preparation of Test Pieces (**วิธีเตรียมการทดสอบ**):

   - ขนาดของตัวอย่างที่ใช้ ตัดตัวอย่างอย่างน้อย 1 เมตรตามความกว้างของม้วนผ้า
   - จำนวนตัวอย่าง จำนวน 5 ตัวอย่าง/ชิ้นขนาดตัวอย่าง
   - การเตรียมชิ้นทดสอบ ตัดชิ้นทดสอบขนาดไม่น้อยกว่าพื้นที่ ที่ใช้ทดสอบของเครื่องหรือตัดขนาด 15 X 15 ซม. ตัวอย่างควรจะปราศจากรอยจีบหรือรอยยับ และควรที่จะหลีกเลี่ยงการสัมผัสส่วนกลางของชิ้นงาน
   - สภาวะที่ทดสอบ ทดสอบที่อุณหภูมิห้อง

6. Equipment (**อุปกรณ์การทดสอบ**):

- Template ขนาด 15 x 15 ซม.
- มีดคัตเตอร์
- เครื่องทดสอบ Hydrostatic Head Tester FX3000
- Net screen (ใช้เมื่อวัตถุมีความต้องการในการทดสอบ)
- น้ำกลั่น

7. Procedure (**ขั้นตอนการทดสอบ**):

<u>การกำหนดค่า Parameter ต่างๆ ของเครื่องทดสอบ</u>

-ปรับค่า Increasing of water pressure

10 +/- 0.5 cm H_2O/min ในกรณีที่เป็น SS-EN 20 811-92

60 +/- 0.5 cm H_2O/min ในกรณีที่เป็น AATCC 127

<u>การทดสอบ</u>

1. ใช้น้ำกลั่นในการทดสอบ ก่อนทดสอบแต่ละครั้งผิวน้ำควรจะสะอาดโดยการเติมน้ำกลั่นจนล้น
2. ทำความสะอาดน้ำที่เกาะบริเวณที่ยึดพื้นผิวทดสอบ
3. ระดับน้ำควรจะมากกว่าขอบ เช็ดเอาน้ำออกจากผิวที่ยึดจับวัตถุดิบ
4. ยึดจับชิ้นทดสอบโดยการเอาที่ทดสอบลง
5. เริ่มทำการทดสอบทันที
6. บันทึกค่าที่ได้ในหน่วย mm H_2O เมื่อสังเกตเห็นว่าหยดน้ำหยดแรกและหยดที่สามทะลุขึ้นมาบนผิว

ของชิ้นทดสอบ

ความละเอียดของค่าความดันที่บันทึกได้ควรจะเป็นดังนี้

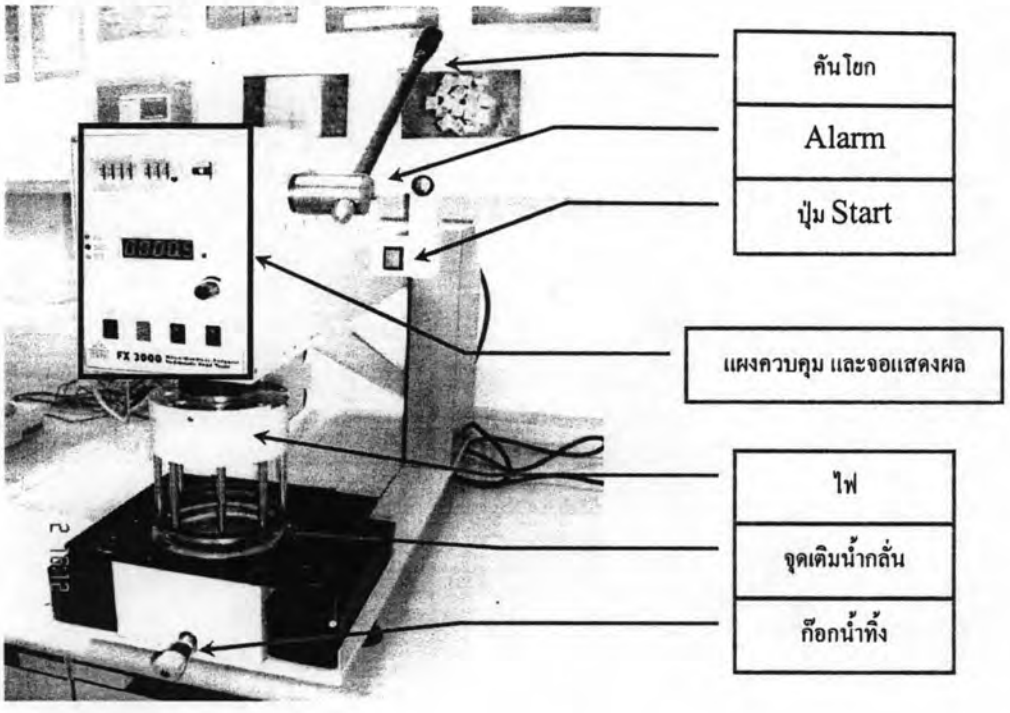
- จนกระทั่ง 1 m H_2O: 5 mm
- มากกว่า 1 m H_2Oและสูงกว่า 2 m H_2O :10 mm

ไม่ต้องทำการบันทึกค่าเช่น หยดน้ำที่เล็กมากซึ่งไม่เพิ่มขนาดหลังจากปรากฏ

ไม่นับหยดน้ำที่ซึมออกมาภายหลัง ณ ตำแหน่งจุดเดิมหรือซึมออกมาจากขอบบริเวณยึดจับ

<u>วิธีการใช้งาน</u>

1.**การใช้เครื่อง** Hydrostatic Head FX3000



A.

ขั้นตอนการเตรียมเครื่อง

1.ทำการเปิดเครื่องโดยการกดปุ่มสีเขียวที่ด้านขวาของเครื่อง (ควรเปิดเครื่องทิ้งไว้ก่อนใช้งาน 15 – 20 นาที)

2.เติมน้ำกลั่นที่จุดเติมน้ำให้เต็ม และตรวจสอบโดยใช้แท่งเหล็กปาดไปบนน้ำให้เสมอขอบ

3.ตั้งค่าการทดสอบตาม Test method ที่มีการขอให้ทำการทดสอบโดยตั้งค่าที่จอควบคุม

การใช้งานปุ่มต่างๆ (ดูได้จากรูป B)

1. ปุ่ม Start และ Pause ใช้ในการเริ่มทดสอบ และการหยุดการทดสอบ
2. ปุ่ม Reset ใช้ในการเคลียร์เครื่องเพื่อให้พร้อมในการทำการทดสอบ
3. ปุ่ม Alarm Reset ใช้ในการหยุดสัญญาณเตือนที่ดังขึ้นเมื่อมีสิ่งผิดปกติ หรือค่าแรงดันสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้
4. ปุ่ม Automatic ใช้ในการตั้งค่าควบคุมแรงดันเมื่อมีค่าความดันเท่ากับค่าที่ตั้งไว้เครื่องจะหยุดอัตโนมัติ
5. ปุ่ม Helligkeit Light intensity ใช้ในการปรับแสงสว่าง

6. ปุ่ม Gradient Pressure ใช้ในการตั้งค่าอัตราการเพิ่มของแรงดันน้ำต่อหนึ่งนาที ตาม Test Method มีค่าการทดสอบเป็น mbar
(ตัวหนังสือสีเขียว)

7. ปุ่ม Alarm Pressure ใช้ในการตั้งค่าสัญญาณเตือน ในการทดสอบแรงดันน้ำ (ตัวหนังสือสีเขียว) และใช้ในการตั้งค่า Pressure เพื่อทดสอบแรงดันมีค่าการทดสอบเป็น min (ตัวหนังสือสีแดง)

8. ปุ่ม Alarm Time ใช้ในการตั้งค่าสัญญาณเตือน ในการทดสอบแรงดันน้ำ (ตัวหนังสือสีแดง)

9. สัญญาณไฟที่ใช้ในเครื่อง

9.1. ไฟแสดงสถานะที่1 แสดงสถานการณ์ทดสอบแบ่งเป็น 2 สี ได้แก่

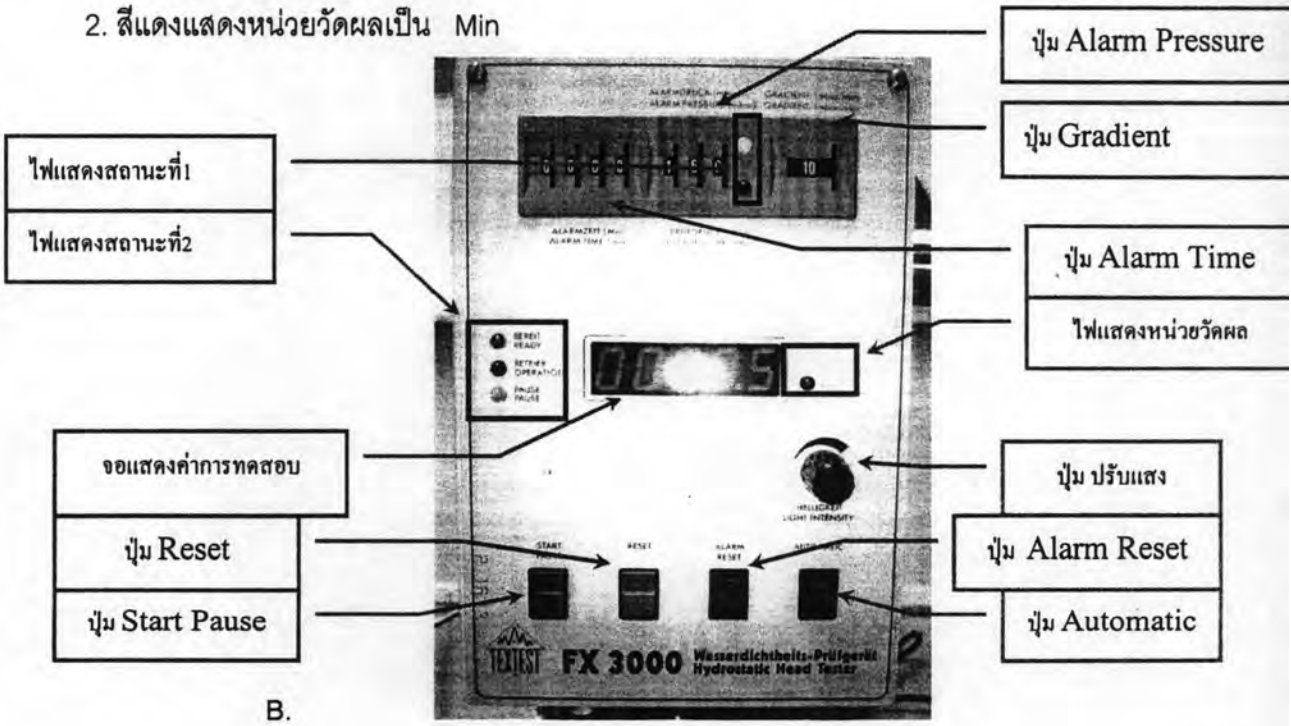
1. สีเขียวแสดงการทดสอบ แบบ Gradient Pressure
2. สีแดงแสดงการทดสอบ แบบ Pressure

9.2. ไฟแสดงสถานะที่2 แสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่อง แบ่งเป็น 3 สี ได้แก่

1. สีเขียวแสดงว่าเครื่องพร้อมที่จะทำการทดสอบ
2. สีแดงแสดงว่ากำลังทำการทดสอบ
3. สีเหลืองแสดงว่าเครื่องหยุดทำงาน

9.3. ไฟแสดงหน่วยวัดผล แสดงหน่วยการทดสอบแบ่งเป็น 2 สี ได้แก่

1. สีเขียวแสดงหน่วยวัดผลเป็น mbar
2. สีแดงแสดงหน่วยวัดผลเป็น Min



B.

วิธีการตั้งค่าที่จอควบคุม และแสดงผล

1.การตั้งค่าแรงดันการทดสอบ ให้หมุนที่ปุ่ม Gradient Pressure เพื่อทำการตั้งค่าแรงดันของการทดสอบตามเอกสารขอทดสอบ

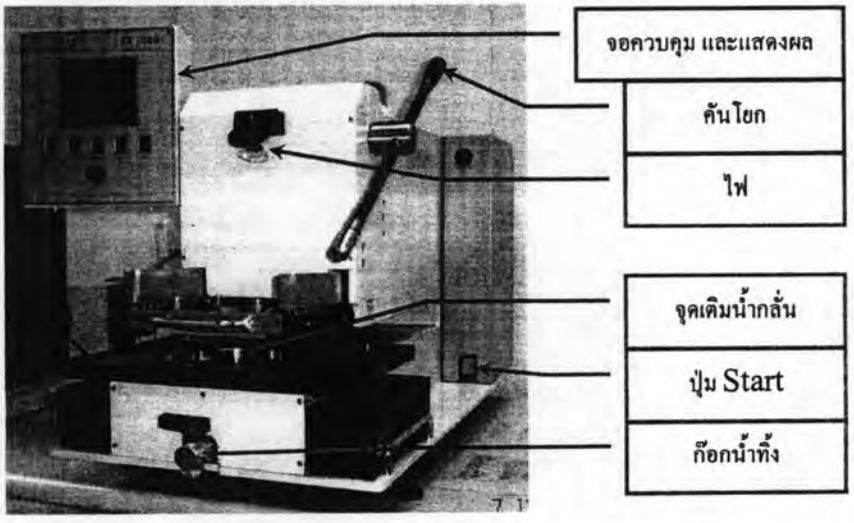
2.การตั้งค่าสัญญาณเตือน ทุกครั้งที่มีการทดสอบควรทำการตั้งค่าสัญญาณเตือนตามความเหมาะสมของชิ้นงาน หรือถ้าไม่ต้องการให้สัญญาณเตือนควรตั้งค่า Alarm ไว้ที่ 999 ทุกครั้งที่มีการทดสอบ เพราะถ้าตั้งค่าไว้ที่ 000 สัญญาณจะเตือนทุกครั้ง

วิธีการทดสอบ

1. ให้นำตัวอย่างผ้าที่ทำการตัดแล้วขนาดเล็กที่สุด 15 X 15 cm วางลงบนน้ำที่เทไว้ให้ด้านที่ต้องการทดสอบสัมผัสกับน้ำ
2. กดคันโยกเพื่อให้วงแหวนด้านบนกดทับที่ตัวอย่างผ้าแล้วดันคันโยกให้เข้าตำแหน่ง
3. ทำการกดปุ่ม Reset เพื่อให้ค่าการทดสอบเป็นศูนย์ก่อนเริ่มการทดสอบทุกครั้ง
4. กดปุ่ม Start / Pause เพื่อทำการเริ่มทดสอบ
5. เมื่อตัวเลขที่หน้าจอเริ่มเดินให้สังเกตที่ตัวอย่างผ้าด้านบนของวงแหวนถ้ามีหยดน้ำเกิดขึ้นให้ทำการบันทึกผลโดยการกดที่ปุ่ม Start / Pause เพื่อหยุดเครื่องและบันทึกผลในจุดที่ 1 เมื่อต้องการทราบค่าจุดที่ 2 ให้กดปุ่ม Start Pause อีกครั้งเพื่อเริ่มการทำงาน (ทำตามขั้นตอนนี้จนครบทั้ง 3 จุด) และถ้าเกิดค่าที่ได้ที่หน้าจอเดินถึงค่าที่ตั้งไว้ในส่วนสัญญาณเตือนจะทำให้ Alarm ดังให้ทำการกดปุ่ม Alarm Reset จะทำให้สัญญาณหยุดการเตือน

2.) **เครื่องมือทดสอบ** TexTest **รุ่น** FX3000-III

A.



ขั้นตอนการเตรียมเครื่อง

1.ทำการเปิดเครื่องโดยการกดปุ่มสีเขียวที่ด้านขวาของเครื่อง (ควรเปิดเครื่องทิ้งไว้ก่อนใช้งาน 15 – 20 นาที)

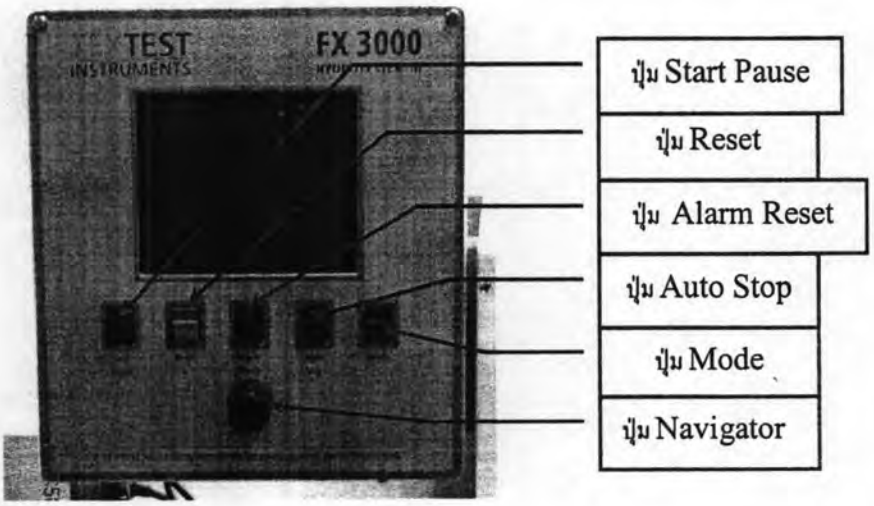
2.เติมน้ำกลั่นที่จุดเติมน้ำให้เต็ม และตรวจสอบโดยใช้แท่งเหล็กปาดไปบนน้ำให้เสมอขอบ

3.ตั้งค่าการทดสอบตาม Test method ที่มีการขอให้ทำการทดสอบโดยตั้งค่าที่จอควบคุม

การใช้งานปุ่มต่างๆ (ดูได้จากรูป B)

1. ปุ่ม Start และ Pause ใช้ในการเริ่มทดสอบ และการหยุดการทดสอบ
2. ปุ่ม Reset ใช้ในการเคลียร์เครื่องเพื่อให้พร้อมในการทำการทดสอบ
3. ปุ่ม Alarm Reset ใช้ในการหยุดสัญญาณเตือนที่ดังขึ้นเมื่อมีสิ่งผิดปกติ หรือค่าแรงดันสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้
4. ปุ่ม Auto Stop ใช้ในการตั้งค่าควบคุมแรงดันเมื่อมีค่าความดันเท่ากับค่าที่ตั้งไว้เครื่องจะหยุดอัตโนมัติ
5. ปุ่ม Mode ใช้ในการตั้งค่าหน่วยที่ใช้ 1. mbar 2.cmwc 3.mmwc และตั้งค่าภาษาที่ใช้
6. ปุ่ม Navigator ใช้ในการตั้งค่าแรงดันน้ำ และตั้งค่าสัญญาณเตือน

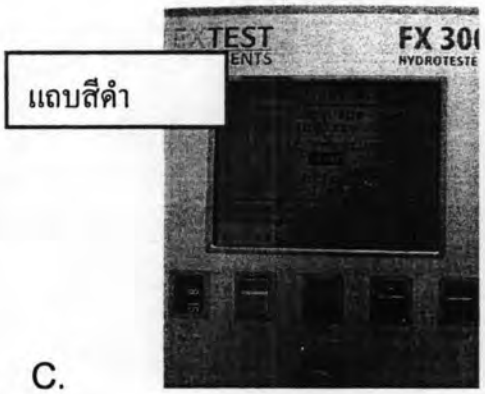
B.



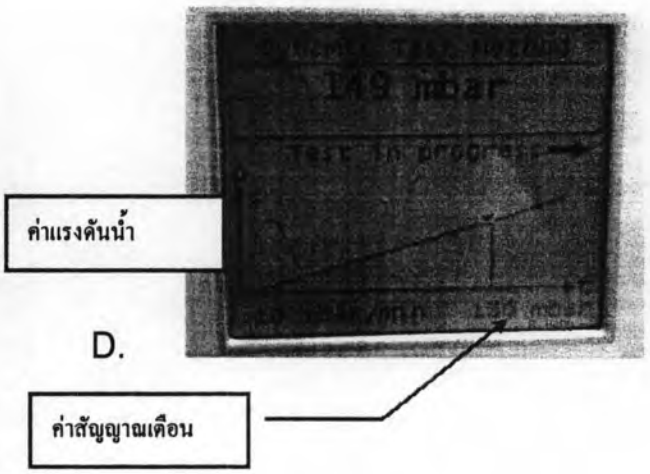
วิธีการตั้งค่าที่จอควบคุม และแสดงผล

1.การตั้งค่าหน่วยการทดสอบ ให้กดที่ปุ่ม Mode ค้างไว้จนขึ้นหน้าจอ ดังรูป C จึงทำการตั้งค่าหน่วยของการทดสอบตามเอกสารขอทดสอบโดยการหมุนที่ปุ่ม Navigator จะเกิดสี่เหลี่ยมเล็กขึ้นที่จอให้หมุนไปที่ค่าที่ต้องการแล้วกดที่ปุ่ม หนึ่งครั้งจะเกิดแถบสีดำขึ้นที่ตำแหน่งหมุนที่ปุ่มให้ได้ค่าที่ต้องการแล้วทำการกดอีกหนึ่งครั้งจะทำให้แถบสีหายไป กดปุ่ม Mode เพื่อกลับหน้าจอหลัก

2. การตั้งค่าแรงดันน้ำหมุนที่ปุ่ม Navigator จะเกิดสี่เหลี่ยมเล็กขึ้นที่จอให้หมุนไปที่ค่าที่ต้องการแล้วกดที่ปุ่ม หนึ่งครั้งจะเกิดแถบสีดำขึ้นที่ตำแหน่งหมุนที่ปุ่มให้ได้ค่าที่ต้องการแล้วทำการกดอีกหนึ่งครั้งจะทำให้แถบสีหายไป



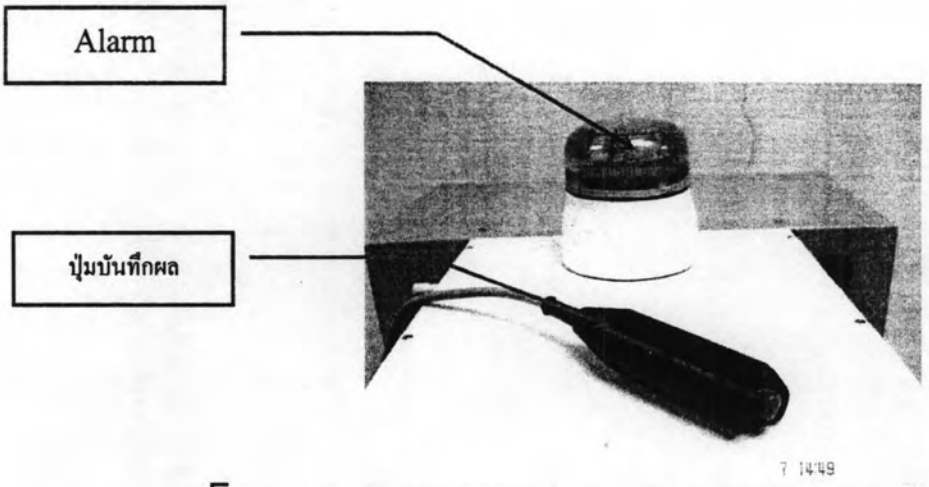
C.



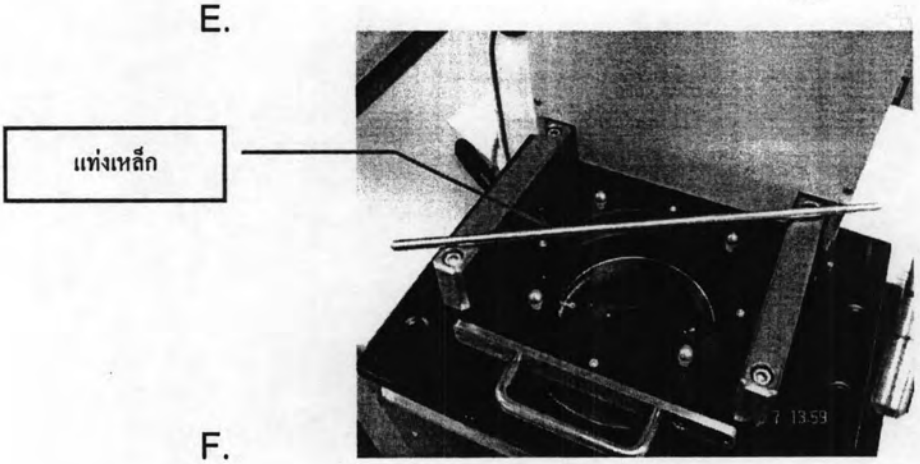
D.

วิธีการทดสอบ

1. ให้นำตัวอย่างผ้าที่ทำการตัดแล้วขนาดเล็กที่สุด 15 X 15 cm วางลงบนน้ำที่เทไว้ให้ด้านที่ต้องการทดสอบสัมผัสกับน้ำ
2. กดคันโยกเพื่อให้วงแหวนด้านบนกดทับที่ตัวอย่างผ้าแล้วดันคันโยกให้เข้าตำแหน่ง
3. ทำการกดปุ่ม Reset เพื่อให้ค่าการทดสอบเป็นศูนย์ก่อนเริ่มการทดสอบทุกครั้ง
4. กดปุ่ม Start / Pause เพื่อทำการเริ่มทดสอบ
5. เมื่อตัวเลขที่หน้าจอเริ่มเดินให้สังเกตที่ตัวอย่างผ้าด้านบนของวงแหวนถ้ามีหยดน้ำเกิดขึ้นให้ทำการบันทึกผลโดยการกดที่ปุ่มบันทึกผลทุกครั้งที่หยดน้ำขึ้น 1 หยดให้กด 1 ครั้ง จนครบ 3 ครั้งเครื่องจะหยุดการทำงานอัตโนมัติ และถ้าเกิดค่าที่ได้ที่หน้าจอเดินถึงค่าที่ตั้งไว้ในส่วนสัญญาณเตือนจะทำให้ Alarm ดังให้ทำการกดปุ่ม Alarm Reset จะทำให้สัญญาณหยุดการเตือน



E.

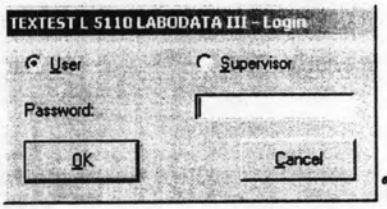


F.

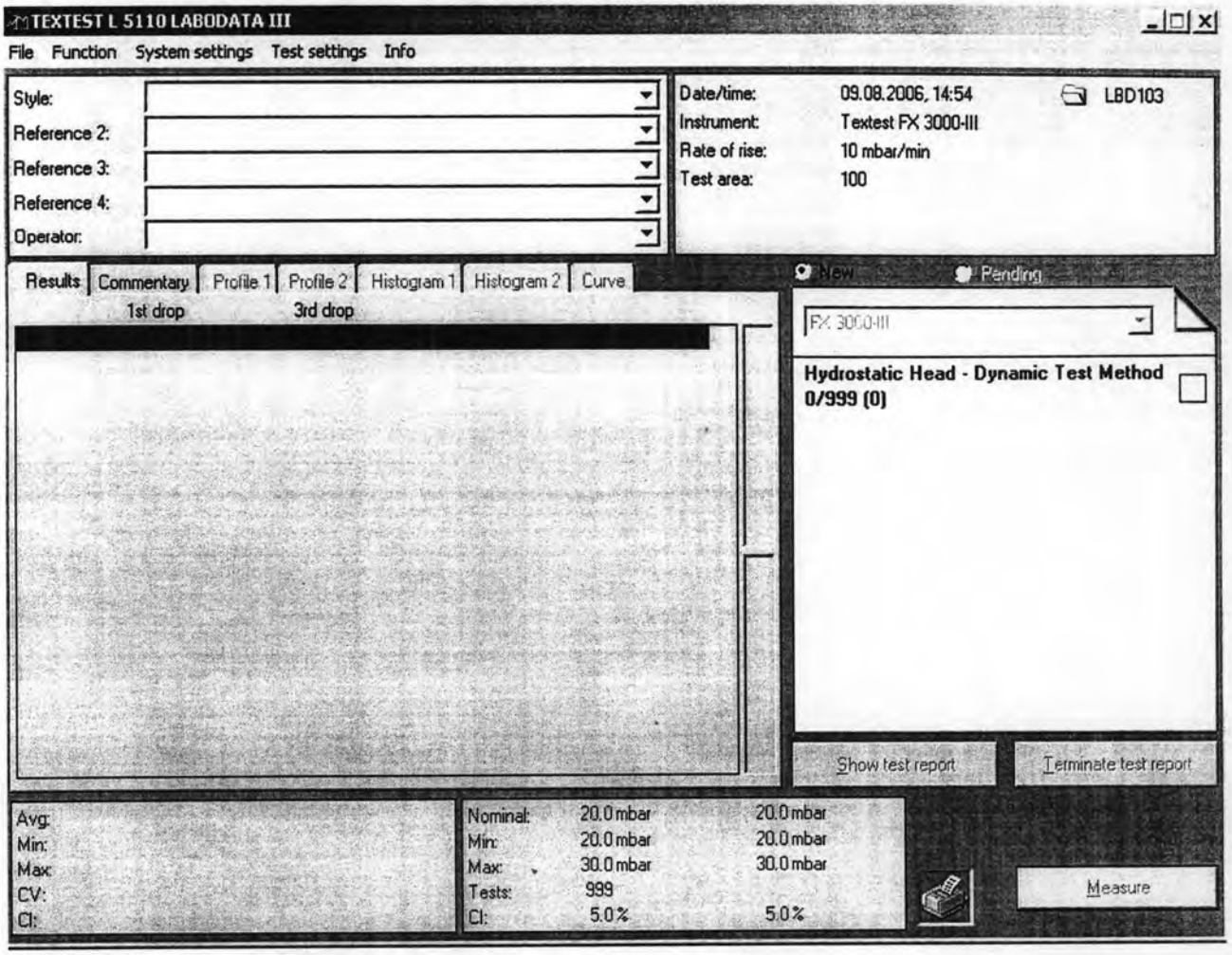
3. **การใช้โปรแกรม** Software Hydrostatic Head

ขั้นตอนการทำงาน

1 . เปิดโปรแกรมที่หน้าจอ หรือเปิด Drive C:\Program Files\TEXTEST L 5110 LABODATA III

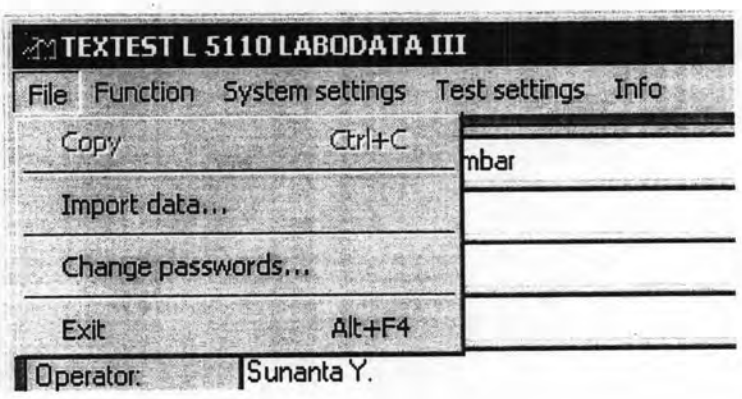
Click ที่ Labodata.exe หน้าจอจะขึ้น 

ให้ทำการใส่รหัสผ่านแล้วหน้าจอจะขึ้นดังรูป



หน้าที่การทำงานของส่วนต่างๆ

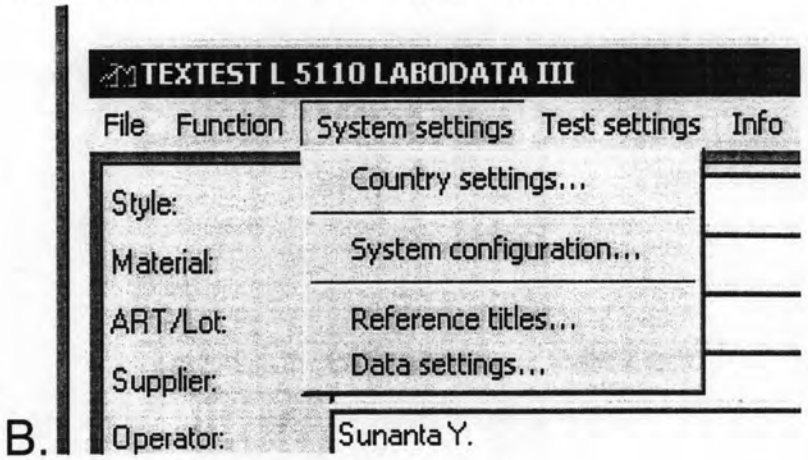
A.



1.ส่วนของ File มีหน้าที่

1.1.ใช้ในการดึงข้อมูลในส่วนอื่นมาทำงาน (Import data...)

1.2.ใช้ในการเปลี่ยนรหัสเข้า (Change passwords...)



B.

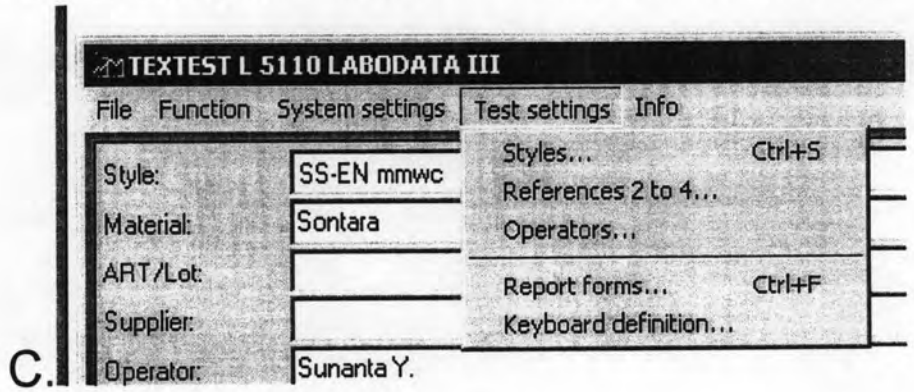
2.ส่วนของ System settings มีหน้าที่

2.1.(Country settings...) ใช้ในการเลือกภาษาที่ใช้

2.2.(System configuration...) ใช้ในการเชื่อมต่อกับเครื่องทดสอบ

2.3.(Reference titles...) ใช้ในการตั้งหัวข้อในการทดสอบที่จะบันทึกในรายงานตัวอย่างเช่น Lot GRN ฯลฯ

2.4.(Data settings...) ใช้ในการบ่งสถานการณ์เชื่อมต่อของ Computer ขณะใช้งาน



C.

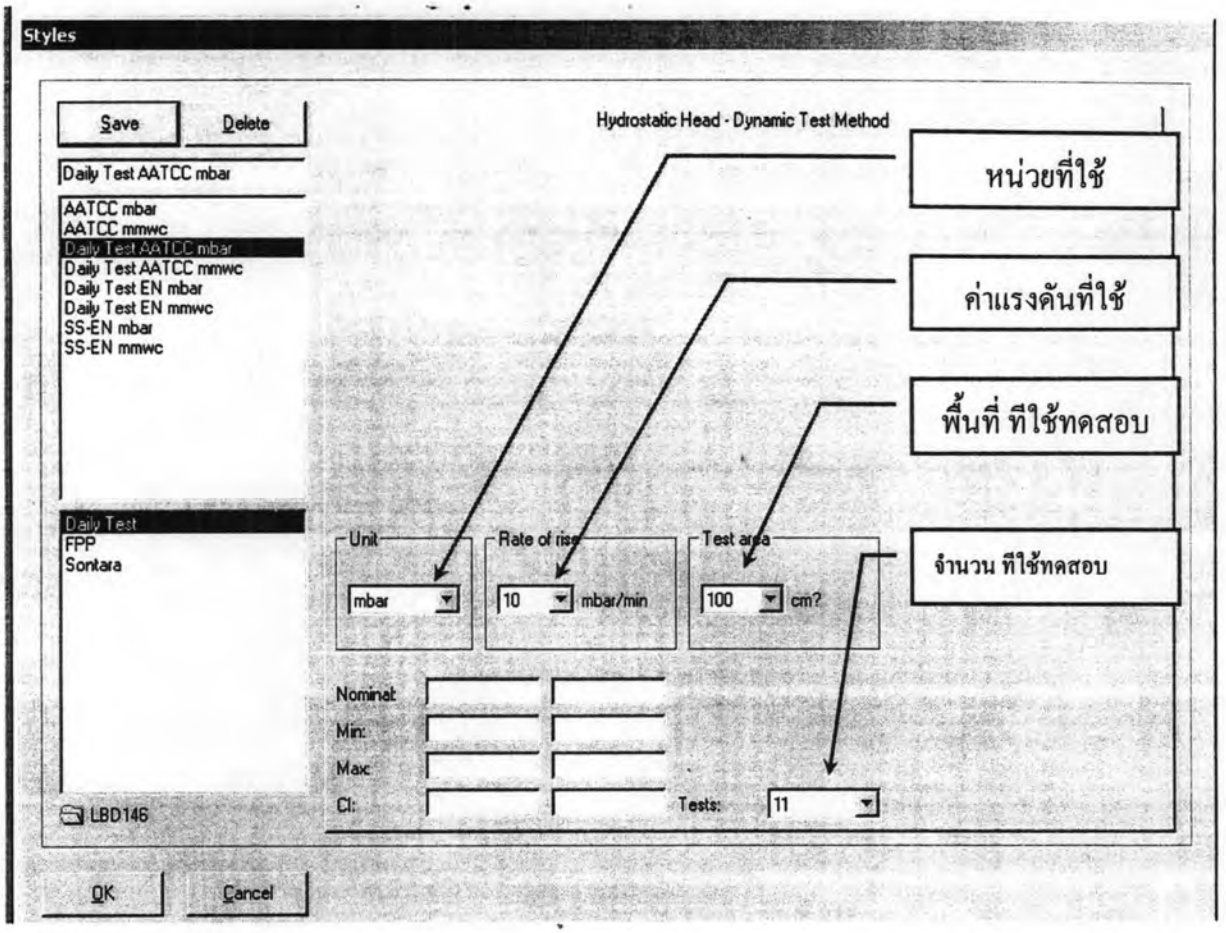
3.ส่วนของ Test settings มีหน้าที่

3.1. (Styles...) ใช้ในการกำหนดค่าการตรวจสอบต่างๆ ประกอบด้วย

3.2.(References 2 to 4 ...) ใช้ในการเก็บข้อมูลหลังจากตั้งหัวเรื่อง (ข้อ2.3)

3.3.(Operators ...) ใช้ในการเก็บข้อมูลชื่อของผู้ทำการทดสอบ

3.4.(Report forms ...) ใช้ในการตั้งค่ารูปแบบการทดสอบ



ทำการตั้งค่าต่างๆ ก่อนใช้งานโดย

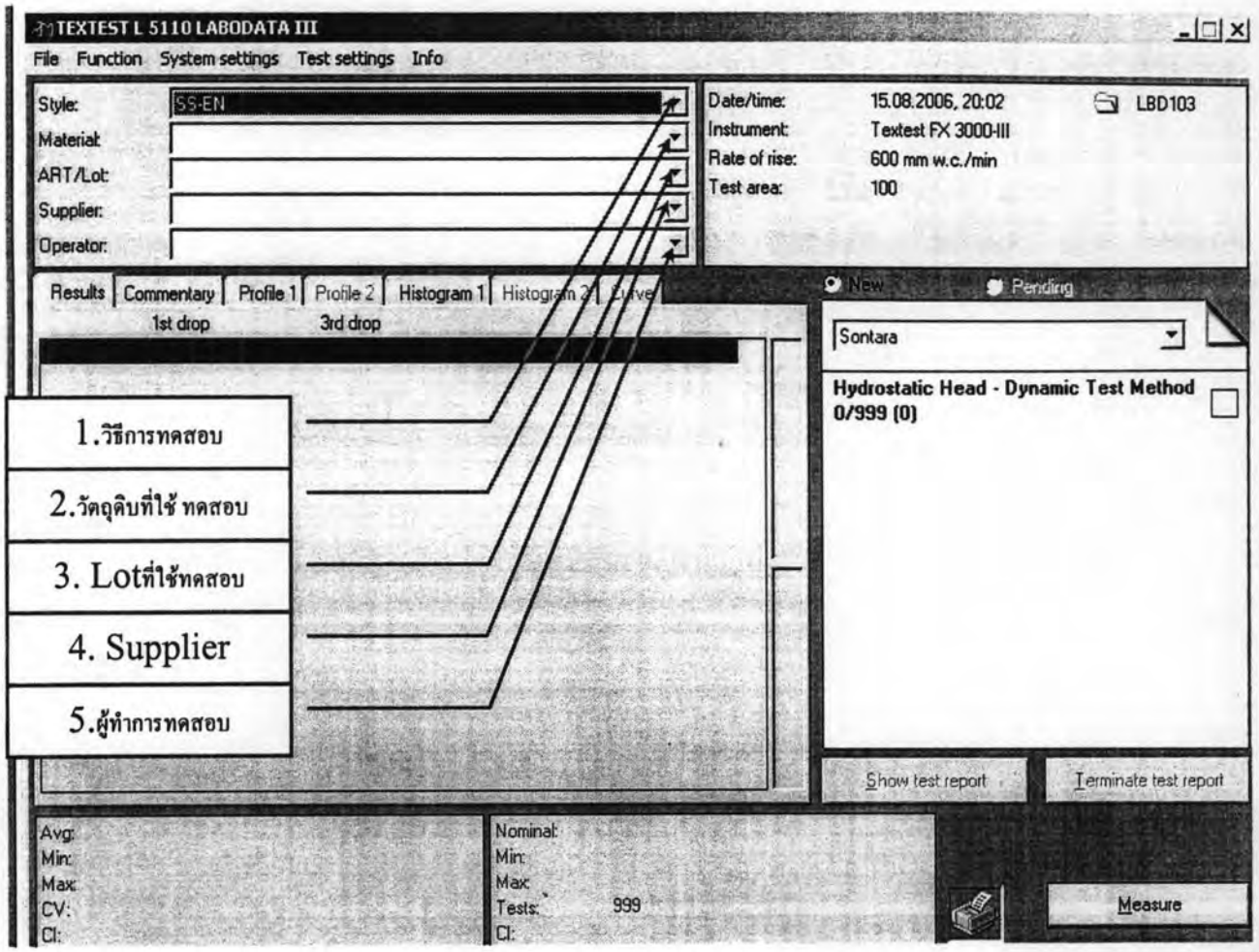
1.เลือกรูปแบบที่จะใช้ทดสอบ (ข้อที่ 1 .Style) (ในกรณีที่มีการทดสอบที่มีค่าต่างไปให้ทำการแก้ไขโดยใช้วิธีการในข้อที่ 3.1)

2.เลือกวัตถุดิบที่จะใช้ทดสอบ (ข้อที่ 2 .Material) (ในกรณีที่มีการทดสอบวัตถุดิบต่างไปให้ทำการแก้ไขที่ช่อง Material)

3.บันทึกข้อมูลที่จะใช้ทดสอบ (ข้อที่ 3 .Art./Lot)

4.บันทึกชื่อ Supplier ที่จะใช้ทดสอบ (ข้อที่ 4 .Supplier)

5.บันทึกชื่อผู้ที่จะทำการทดสอบ (ข้อที่ 5 .Operator)



วิธีการบันทึกค่า และออกรายงานการตรวจสอบ

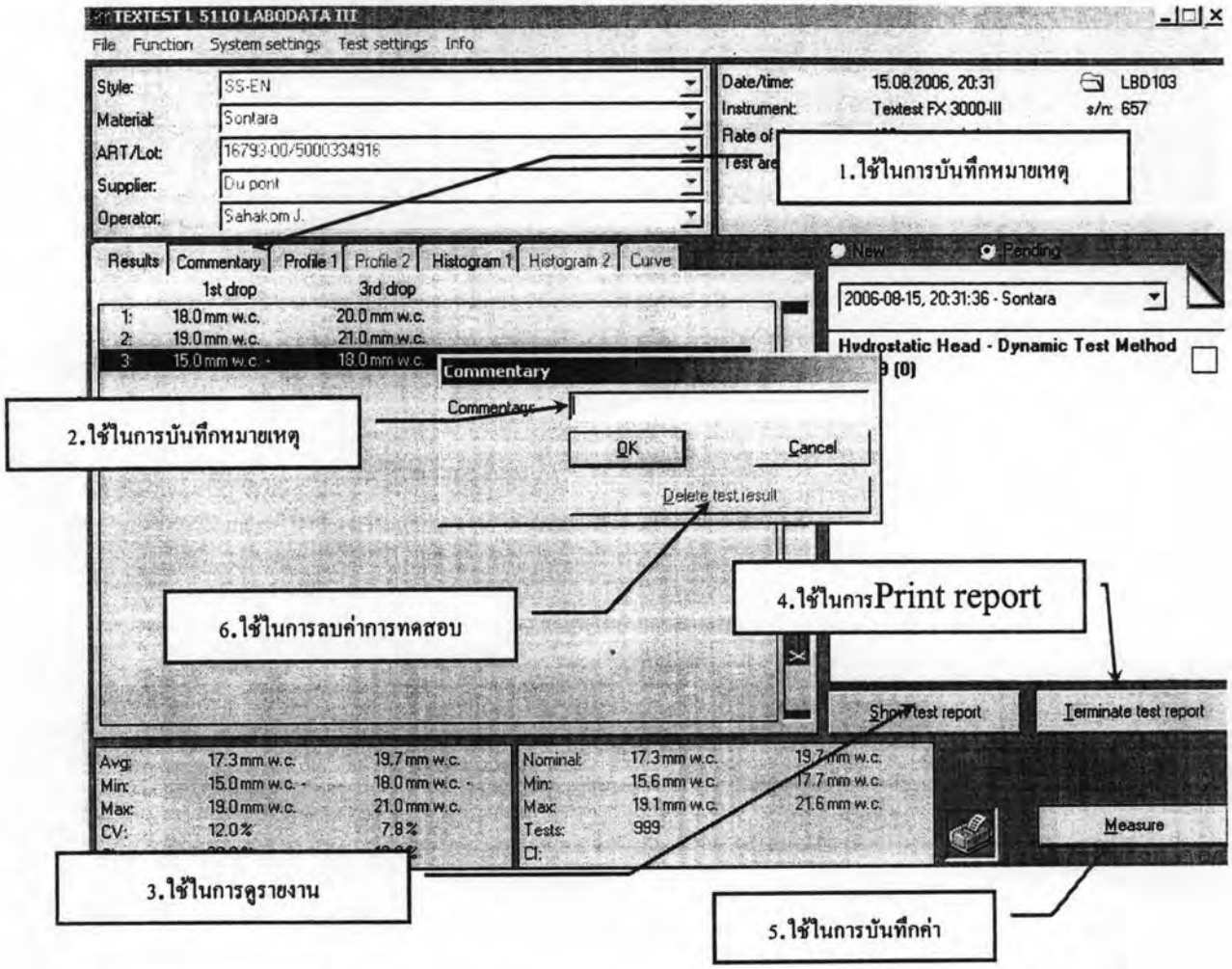
1.เมื่อเริ่มทำการทดสอบตามคู่มือการใช้เครื่อง Hydrostatic Head เครื่องเริ่มทำงานผู้ทดสอบกดปุ่มบันทึกค่าครบทั้ง 3 ค่าแล้วให้กดที่ปุ่มที่หมายเลข 5 (Measure) เครื่องจะทำการบันทึกค่า

2.ค่าการทดสอบจะขึ้นที่จอในค่า 1st drop กับ 3rd drop ถ้าต้องการทำการ remark ค่าแต่ละการทดสอบให้ทำการ กดที่ค่าที่ขึ้น จะมีช่องขึ้นดังรูปที่หมายเลข 2 และ ถ้าต้องการลบค่าที่ทดสอบให้กดที่หมายเลข 6 (Delete test result) แต่ถ้าต้องการ remark ค่าโดยรวมให้ทำการกดที่ หมายเลข1. (Commentary)

3.เมื่อทำการทดสอบจบแล้วหรือต้องการดูรายงานการตรวจสอบ ให้กดที่หมายเลข 3 เครื่องจะทำการแสดงรายงานการตรวจสอบ

4.ถ้าต้องการทำการลบ หรือ Print รายงานการตรวจสอบให้ทำการกดที่หมายเลข 4 เครื่องจะทำการ Print รายงาน และลบผลการทดสอบครั้งนั้นออกไป (ถ้าต้องการเก็บข้อมูลการตรวจสอบไว้ควรตั้งค่าโปรแกรมเครื่อง Printer ไว้ที่ eDoc Printer PDF Pro เพื่อทำการเก็บผลการทดสอบ)

5.ตัวอย่างรายงาน Test HH



8. Calculations (**วิธีการคำนวณ**):

คำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลที่บันทึกได้ในจุดที่สาม

9. Reporting (**การรายงาน**):

- วิธีการตรวจสอบ
- ชื่อวัตถุดิบและชื่องานชิ้นตัวอย่างทดสอบ
- จำนวนของชิ้นตัวอย่างทดสอบ
- ผลสรุปของการตรวจสอบ

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการทดสอบที่ได้ ในหน่วย mm
- ระบุด้านของชิ้นทดสอบที่ทำการทดสอบ
- หมายเหตุถ้ามีการใช้ Net screen
- แบบฟอร์มการรายงานผล ดูจาก เอกสารแนบ QA-911

10. **Revision Status:**

See attached RLTM-032

ภาคผนวก ง

ผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม ณ สภาวะปัจจุบัน

Lot การผลิตที่ 1

No.	Seal strength	Minimum target	No.	Seal strength	Minimum target
1	52.2	20	19	50.7	20
2	54.8	20	20	52.2	20
3	50.9	20	21	51	20
4	48.8	20	22	48.9	20
5	54.5	20	23	47	20
6	51.1	20	24	50.5	20
7	51.2	20	25	47.1	20
8	51.2	20	26	50.2	20
9	51.6	20	27	54.3	20
10	50.4	20	28	53	20
11	52.6	20	29	51.7	20
12	50.8	20	30	52.3	20
13	49.3	20	31	51.9	20
14	51.1	20	32	51.3	20
15	51.3	20	33	49.6	20
16	50.8	20	34	54.3	20
17	52.1	20	35	52.4	20
18	51.4	20	36	51.7	20

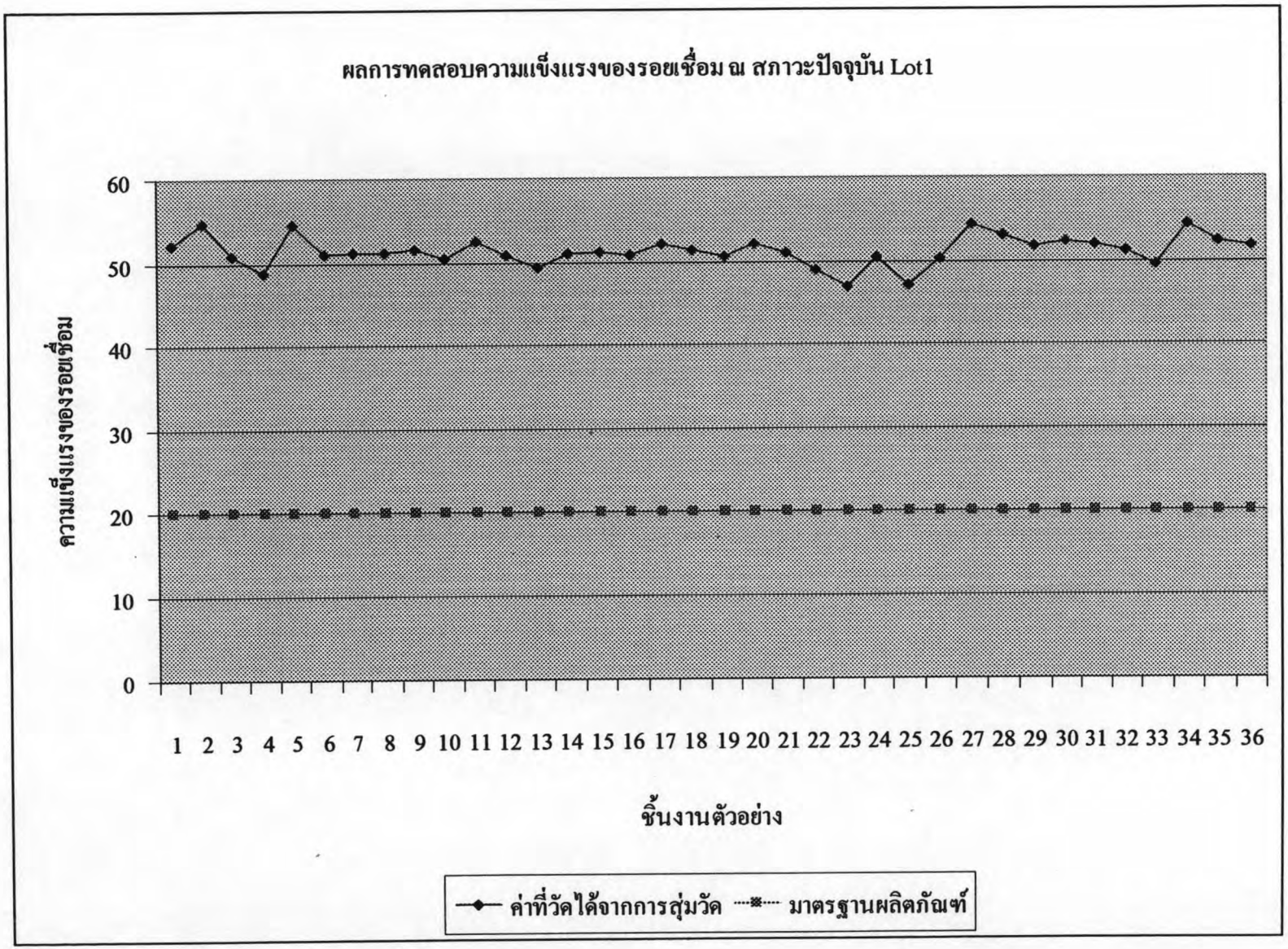
Average = 51.28 นิวตัน

Max = 54.80 นิวตัน

Min = 47 นิวตัน

SD = 1.77

Cpk = 1.64


ผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม ณ สภาวะปัจจุบัน Lot1
ความแข็งแรงของรอยเชื่อม
60
50
40
30
20
10
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
ชิ้นงานตัวอย่าง
ค่าที่วัดได้จากการสุ่มวัด
มาตรฐานผลิตภัณฑ์

Lot การผลิตที่ 2

No.	Seal strength	Minimum target	No.	Seal strength	Minimum target
1	53.5	20	19	49.9	20
2	53.9	20	20	51.4	20
3	52.9	20	21	52.2	20
4	51.7	20	22	49.6	20
5	49	20	23	50.1	20
6	51.1	20	24	50.7	20
7	49.2	20	25	48.1	20
8	49.8	20	26	46.9	20
9	50.9	20	27	49.9	20
10	47.4	20	28	50.1	20
11	52.7	20	29	49.7	20
12	47.9	20	30	52.5	20
13	49.6	20	31	49.1	20
14	48	20	32	48.8	20
15	52.2	20	33	49.6	20
16	50.1	20	34	52.6	20
17	52.7	20	35	50.5	20
18	50.9	20	36	50.4	20

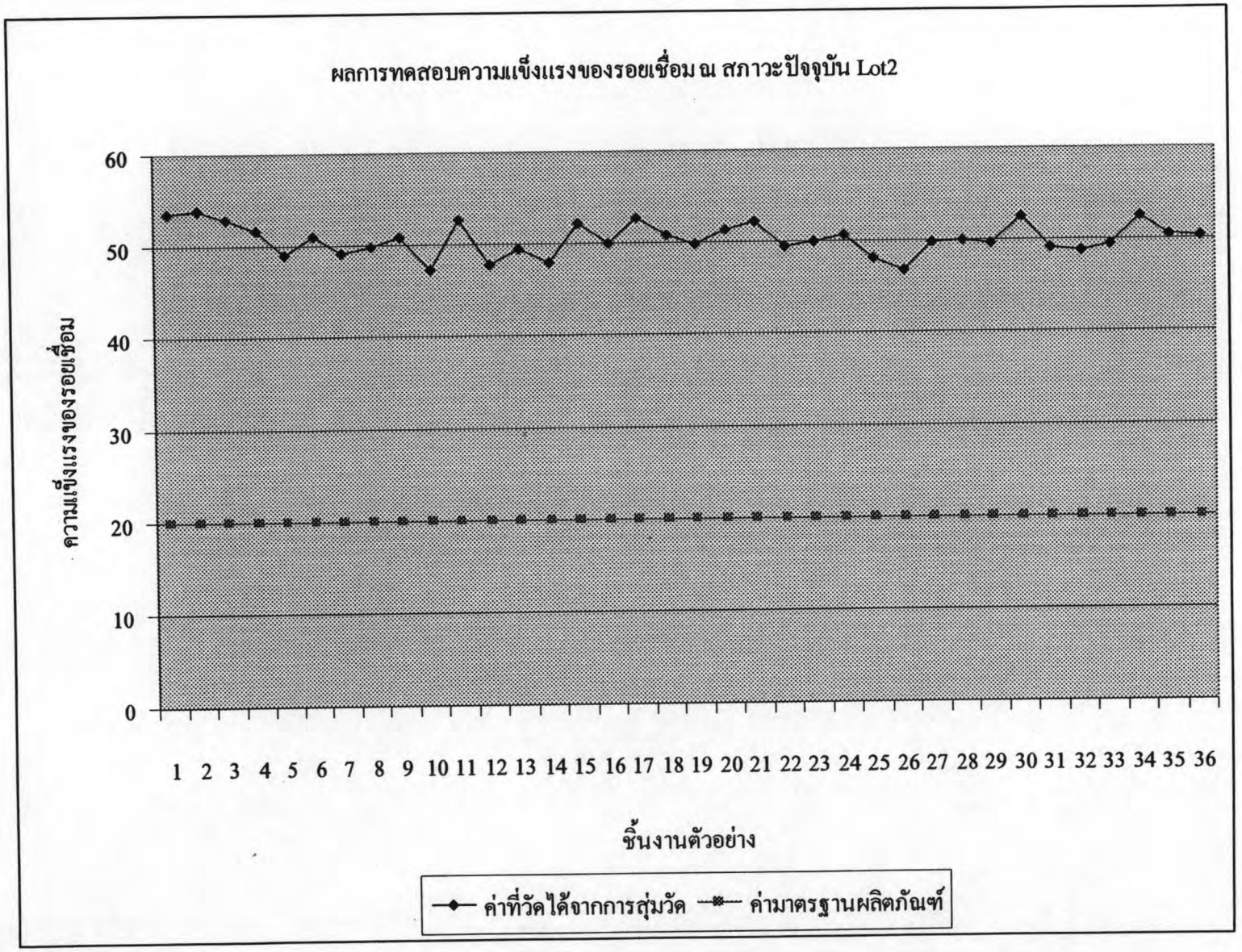
Average = 50.43 นิวตัน

Max = 53.90 นิวตัน

Min = 49.90 นิวตัน

SD = 1.76

Cpk = 1.82


ผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม ณ สภาวะปัจจุบัน Lot2
ความแข็งแรงของรอยเชื่อม
60
50
40
30
20
10
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
ชิ้นงานตัวอย่าง
ค่าที่วัดได้จากการสุ่มวัด
ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์

Lot การผลิตที่ 3

No.	Seal strength	Minimum target	No.	Seal strength	Minimum target
1	45.7	20	19	40.4	20
2	48.3	20	20	49.5	20
3	46.8	20	21	49	20
4	46	20	22	45.6	20
5	48.6	20	23	47.2	20
6	48.8	20	24	48.7	20
7	44.3	20	25	46.6	20
8	43.7	20	26	48.8	20
9	51	20	27	44.7	20
10	46.4	20	28	43.5	20
11	50.9	20	29	41.4	20
12	46.5	20	30	46.9	20
13	46	20	31	44.2	20
14	47.7	20	32	47	20
15	47.6	20	33	45.5	20
16	52.4	20	34	49.1	20
17	51.9	20	35	46.5	20
18	46.5	20	36	44.4	20

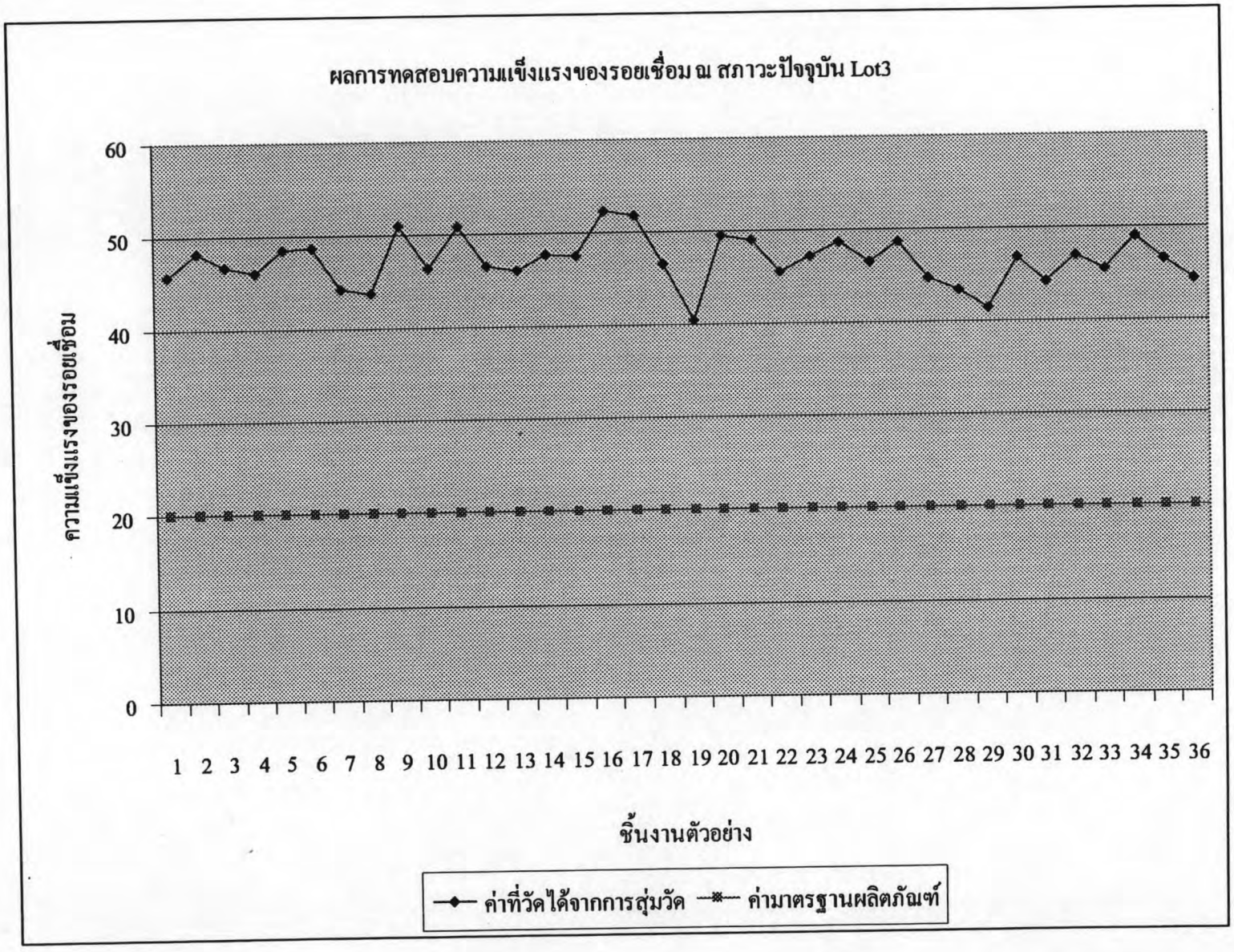
Average = 46.89 นิวตัน

Max = 52.4 นิวตัน

Min = 40.40 นิวตัน

SD = 2.66

Cpk = 1.64


ผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม ณ สภาวะปัจจุบัน Lot3
ความแข็งแรงของรอยเชื่อม
60
50
40
30
20
10
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
ชิ้นงานตัวอย่าง
ค่าที่วัดได้จากการสุ่มวัด
ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก จ

ผลการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม ณ สภาวะปัจจุบัน

Lot การผลิตที่ 1

No.	Third drop(cmH_2O)	Minimum target	No.	Third drop(cmH_2O)	Minimum target
1	127.90	100	11	155.15	100
2	163.01	100	12	145.96	100
3	151.07	100	13	147.70	100
4	156.48	100	14	146.98	100
5	108.91	100	15	126.57	100
6	158.93	100	16	95.44	100
7	189.14	100	17	154.84	100
8	165.05	100	18	144.64	100
9	153.41	100	19	154.84	100
10	177.30	100	20	148.72	100

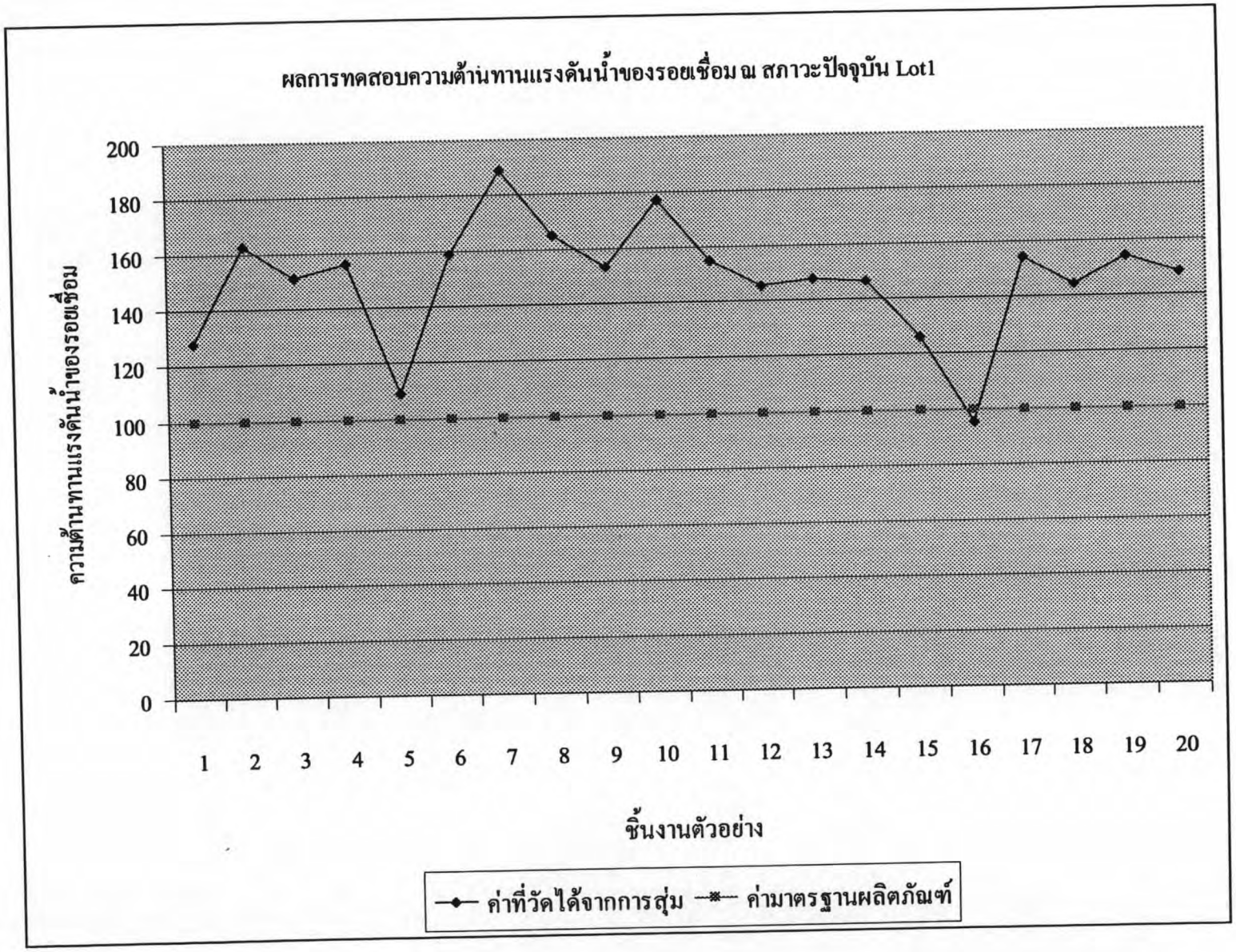
Average = 148.6 $cm.H_2O$

Max = 189.14 $cm.H_2O$

Min = 96.44 $cm.H_2O$

SD = 21.28

Cpk = -1.39


ผลการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม ณ สภาวะปัจจุบัน Lot1
ความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
ชิ้นงานตัวอย่าง
ค่าที่วัดได้จากการสุ่ม
ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์

Lot การผลิตที่ 2

No.	Third drop(cmH_2O)	Minimum target	No.	Third drop(cmH_2O)	Minimum target
1	122.79	100	11	103.91	100
2	145.66	100	12	135.45	100
3	148.31	100	13	131.67	100
4	139.84	100	14	126.06	100
5	110.54	100	15	141.88	100
6	137.80	100	16	126.57	100
7	150.05	100	17	122.49	100
8	123.51	100	18	131.98	100
9	145.96	100	19	165.36	100
10	161.27	100	20	154.13	100

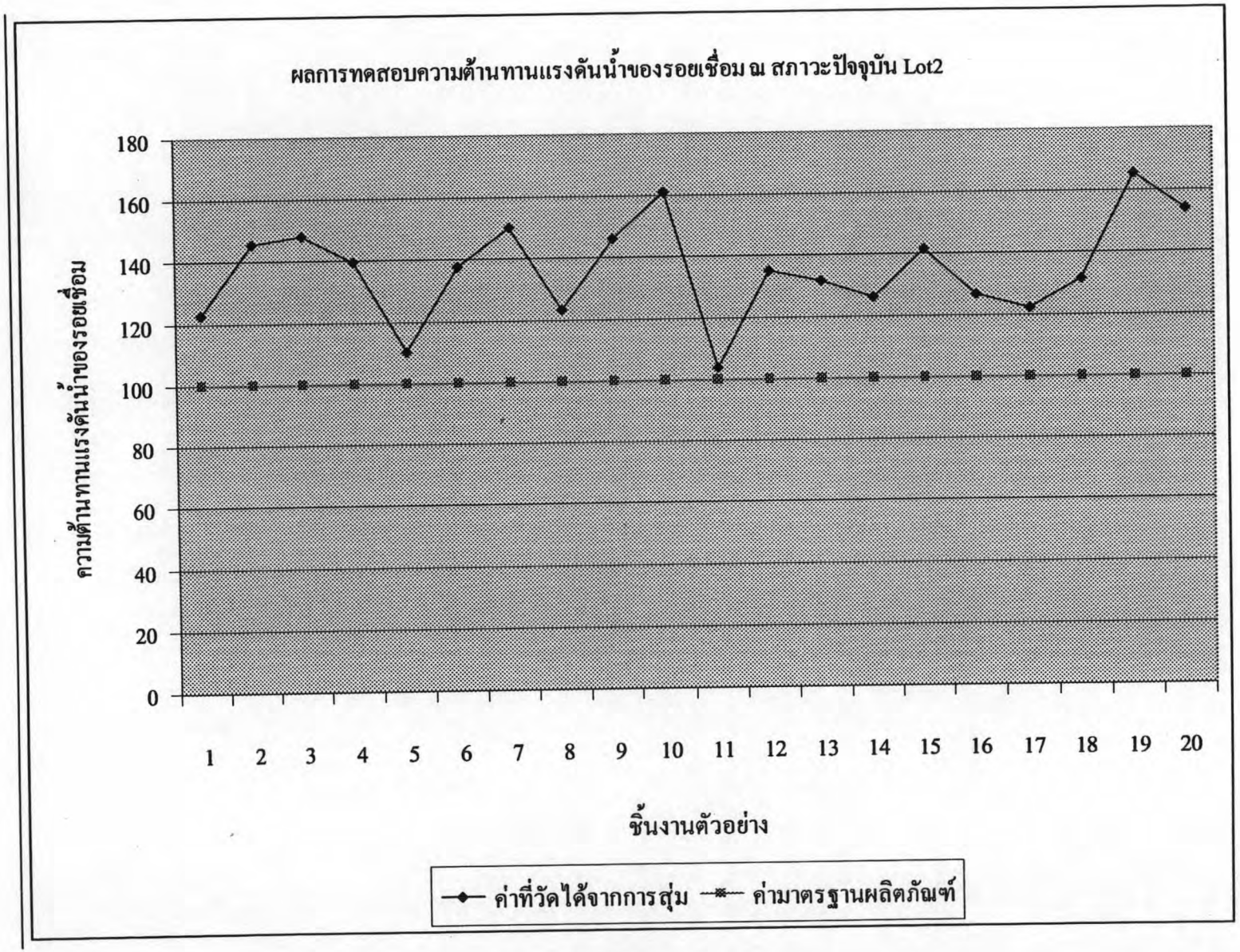
Average = 136.26 $cm.H_2O$

Max = 165.36 $cm.H_2O$

Min = 103.91 $cm.H_2O$

SD = 15.95

Cpk = -1.59


ผลการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม ณ สภาวะปัจจุบัน Lot2
ความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
ชิ้นงานตัวอย่าง
ค่าที่วัดได้จากการสุ่ม
ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์

Lot การผลิตที่ 3

No.	Third drop(cmH_2O)	Minimum target	No.	Third drop(cmH_2O)	Minimum target
1	153.41	100	11	152.09	100
2	212.62	100	12	172.50	100
3	142.90	100	13	177.91	100
4	173.22	100	14	163.01	100
5	111.26	100	15	157.91	100
6	165.36	100	16	190.57	100
7	152.80	100	17	192.20	100
8	160.56	100	18	187.81	100
9	114.12	100	19	147.70	100
10	144.94	100	20	164.64	100

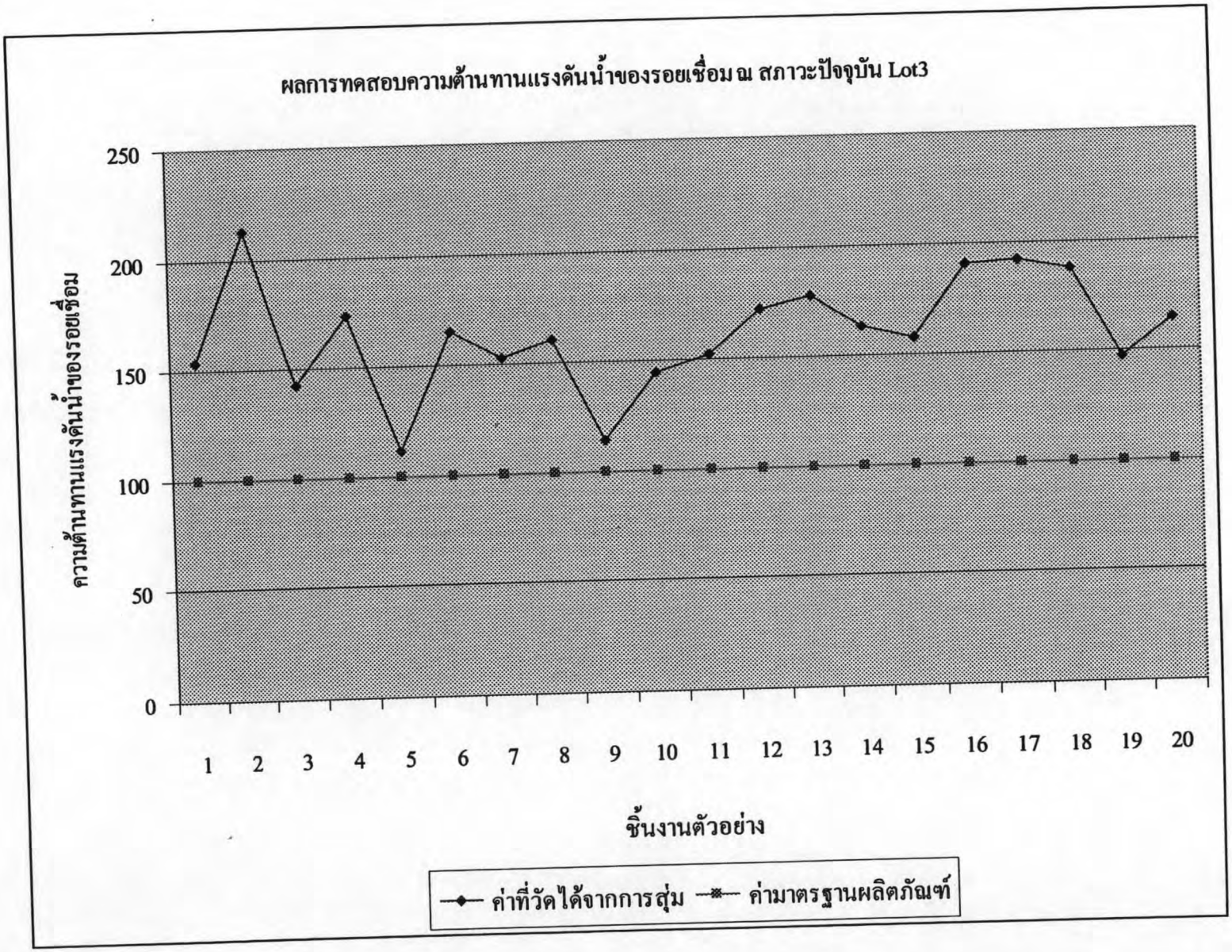
Average = 161.88 $cm.H_2O$

Max = 212.62 $cm.H_2O$

Min = 111.26 $cm.H_2O$

SD = 24.57

Cpk = -1.38


ผลการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม ณ สภาวะปัจจุบัน Lot3
ความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม
250
200
150
100
50
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
ชิ้นงานตัวอย่าง
ค่าที่วัดได้จากการสุ่ม
ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ฉ

ผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อมหลังการปรับปรุง

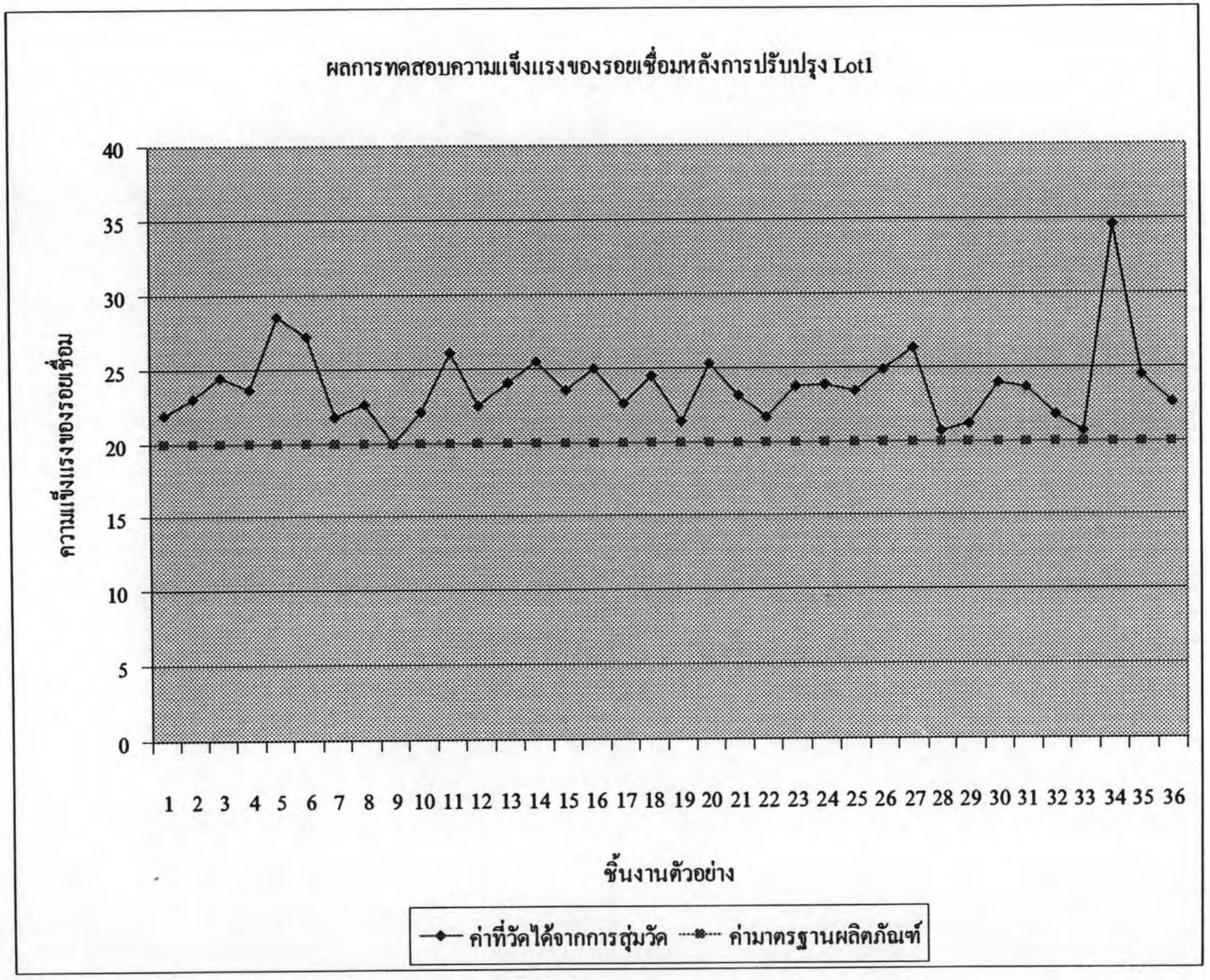
Lot การผลิตที่ 1

No.	Seal strength	Minimum target	No.	Seal strength	Minimum target
1	21.9	20	19	21.4	20
2	23	20	20	25.3	20
3	24.4	20	21	23.1	20
4	23.6	20	22	21.7	20
5	28.5	20	23	23.7	20
6	27.2	20	24	23.8	20
7	21.8	20	25	23.4	20
8	22.6	20	26	24.9	20
9	19.9	20	27	26.3	20
10	22.1	20	28	20.7	20
11	26.1	20	29	21.2	20
12	22.5	20	30	23.9	20
13	24	20	31	23.6	20
14	25.5	20	32	21.8	20
15	23.5	20	33	20.7	20
16	25	20	34	34.6	20
17	22.6	20	35	24.4	20
18	24.5	20	36	22.6	20

Average = 24.02 นิวตัน

Max = 34.6 นิวตัน

Min = 19.9 นิวตัน


ผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อมหลังการปรับปรุง Lot1
ความแข็งแรงของรอยเชื่อม
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
ชิ้นงานตัวอย่าง
ค่าที่วัดได้จากการสุ่มวัด
ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์

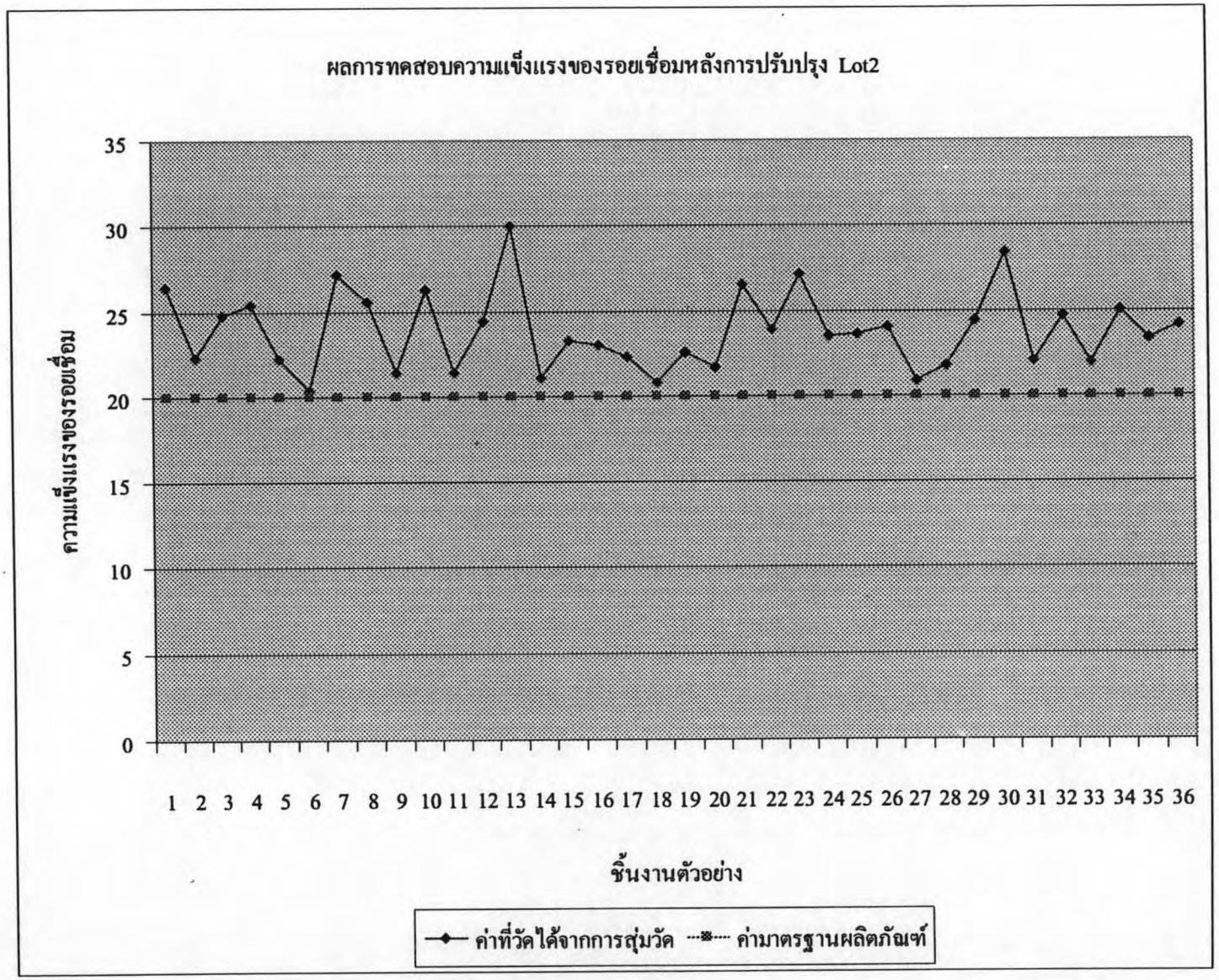
Lot การผลิตที่ 2

No.	Seal strength	Minimum target	No.	Seal strength	Minimum target
1	26.5	20	19	22.6	20
2	22.3	20	20	21.7	20
3	24.8	20	21	26.6	20
4	25.4	20	22	23.9	20
5	22.2	20	23	27.2	20
6	20.4	20	24	23.6	20
7	27.2	20	25	23.7	20
8	25.6	20	26	24.1	20
9	21.4	20	27	20.9	20
10	26.3	20	28	21.8	20
11	21.4	20	29	24.5	20
12	24.5	20	30	28.4	20
13	30	20	31	22.1	20
14	21.1	20	32	24.7	20
15	23.3	20	33	22	20
16	23	20	34	25.1	20
17	22.3	20	35	23.4	20
18	20.8	20	36	24.2	20

Average = 23.86 นิวตัน

Max = 30.00 นิวตัน

Min = 20.4 นิวตัน


ผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อมหลังการปรับปรุง Lot2
ความแข็งแรงของรอยเชื่อม
35
30
25
20
15
10
5
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
ชิ้นงานตัวอย่าง
ค่าที่วัดได้จากการสุ่มวัด
ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์

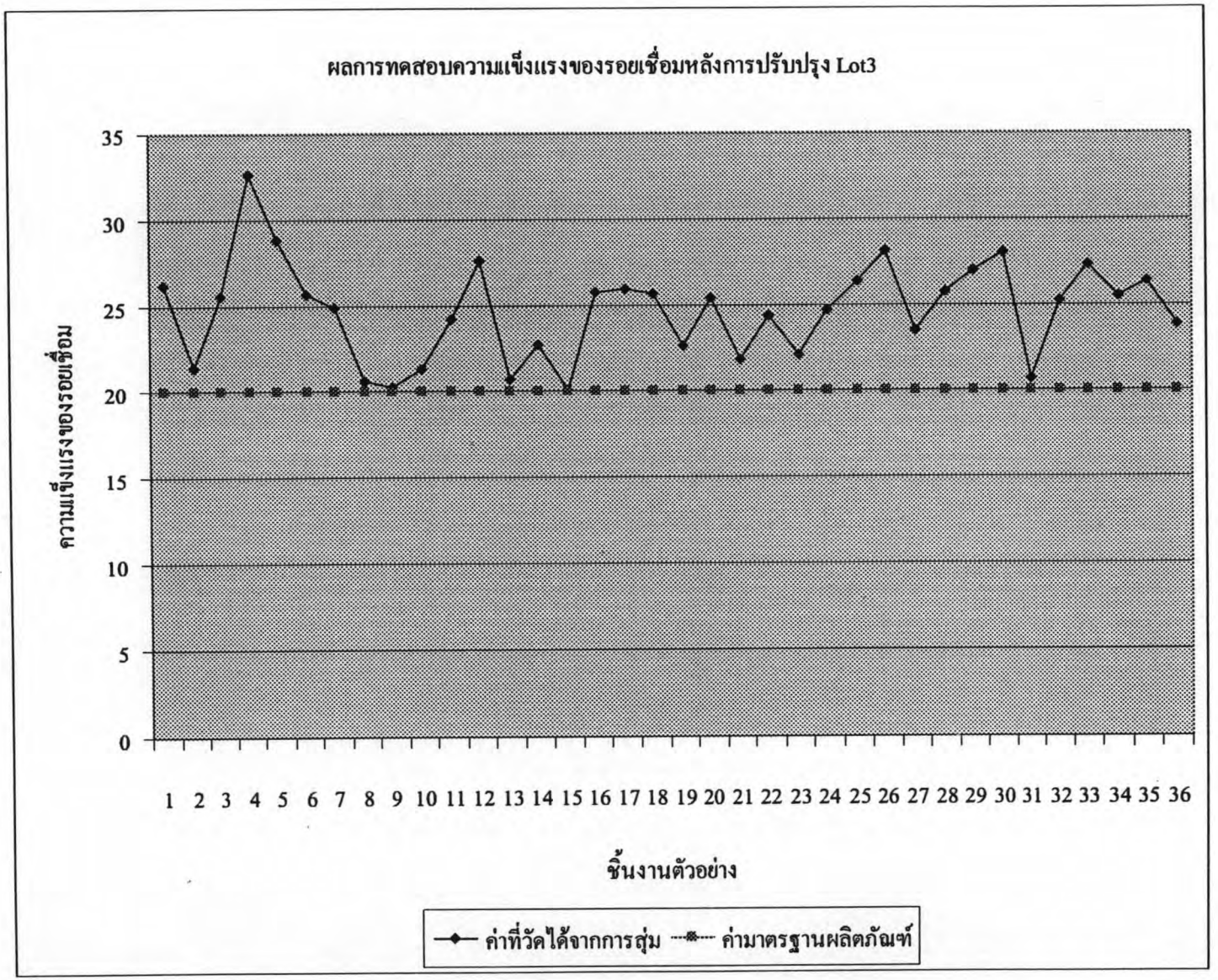
Lot การผลิตที่ 3

No.	Seal strength	Minimum target	No.	Seal strength	Minimum target
1	26.2	20	19	22.6	20
2	21.4	20	20	25.4	20
3	25.6	20	21	21.8	20
4	32.6	20	22	24.4	20
5	28.9	20	23	22.1	20
6	25.7	20	24	24.7	20
7	24.9	20	25	26.4	20
8	20.6	20	26	28.2	20
9	20.3	20	27	23.5	20
10	21.3	20	28	25.8	20
11	24.2	20	29	27	20
12	27.6	20	30	28.1	20
13	20.7	20	31	20.7	20
14	22.7	20	32	25.3	20
15	20.1	20	33	27.4	20
16	25.8	20	34	25.5	20
17	26	20	35	26.4	20
18	25.7	20	36	23.9	20

Average = 24.71 นิวตัน

Max = 32.6 นิวตัน

Min = 20.1 นิวตัน


ผลการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อมหลังการปรับปรุง Lot3
ความแข็งแรงของรอยเชื่อม
35
30
25
20
15
10
5
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
ชิ้นงานตัวอย่าง
ค่าที่วัดได้จากการสุ่ม
ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ช

ผลการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อมหลังการปรับปรุง

Lot การผลิตที่ 1

No.	Third drop(cmH_2O)	Minimum target	No.	Third drop(cmH_2O)	Minimum target
1	110.03	100	11	149.74	100
2	134.74	100	12	133.41	100
3	146.27	100	13	109.22	100
4	146.98	100	14	111.56	100
5	152.09	100	15	145.66	100
6	161.27	100	16	188.83	100
7	101.05	100	17	146.27	100
8	173.52	100	18	189.14	100
9	151.78	100	19	150.76	100
10	130.65	100	20	181.69	100

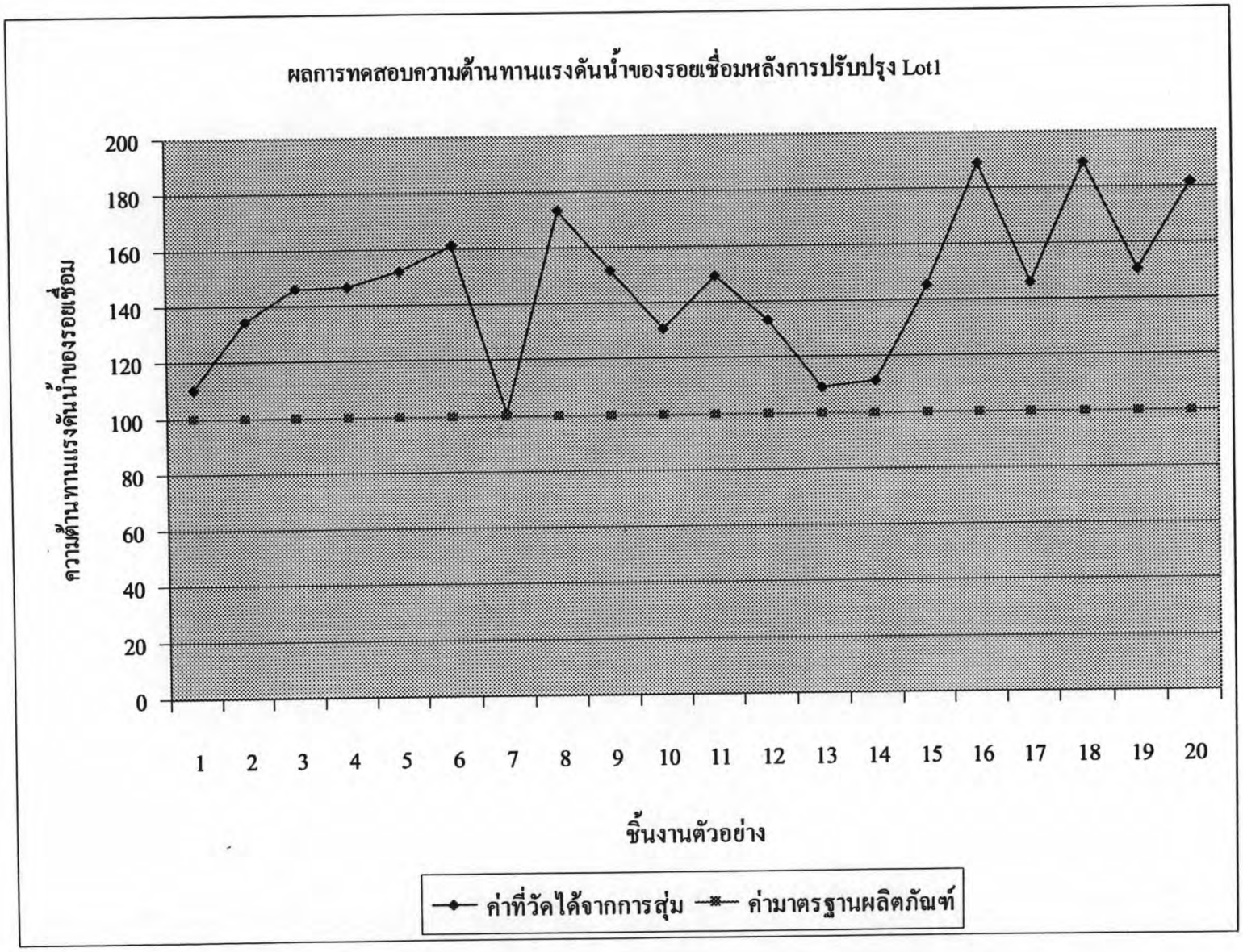
Average = 145.73 $cm.H_2O$

Max = 189.14 $cm.H_2O$

Min = 101.05 $cm.H_2O$

SD = 25.59

Cpk = -1.12


ผลการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อมหลังการปรับปรุง Lot1
ความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
ชิ้นงานตัวอย่าง
ค่าที่วัดได้จากการสุ่ม
ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์

Lot การผลิตที่ 2

No.	Third drop(cmH_2O)	Minimum target	No.	Third drop(cmH_2O)	Minimum target
1	142.90	100	11	116.67	100
2	155.46	100	12	150.76	100
3	136.78	100	13	145.96	100
4	149.03	100	14	138.51	100
5	144.64	100	15	140.55	100
6	152.80	100	16	111.26	100
7	127.90	100	17	111.26	100
8	149.03	100	18	160.25	100
9	159.95	100	19	137.49	100
10	145.25	100	20	142.19	100

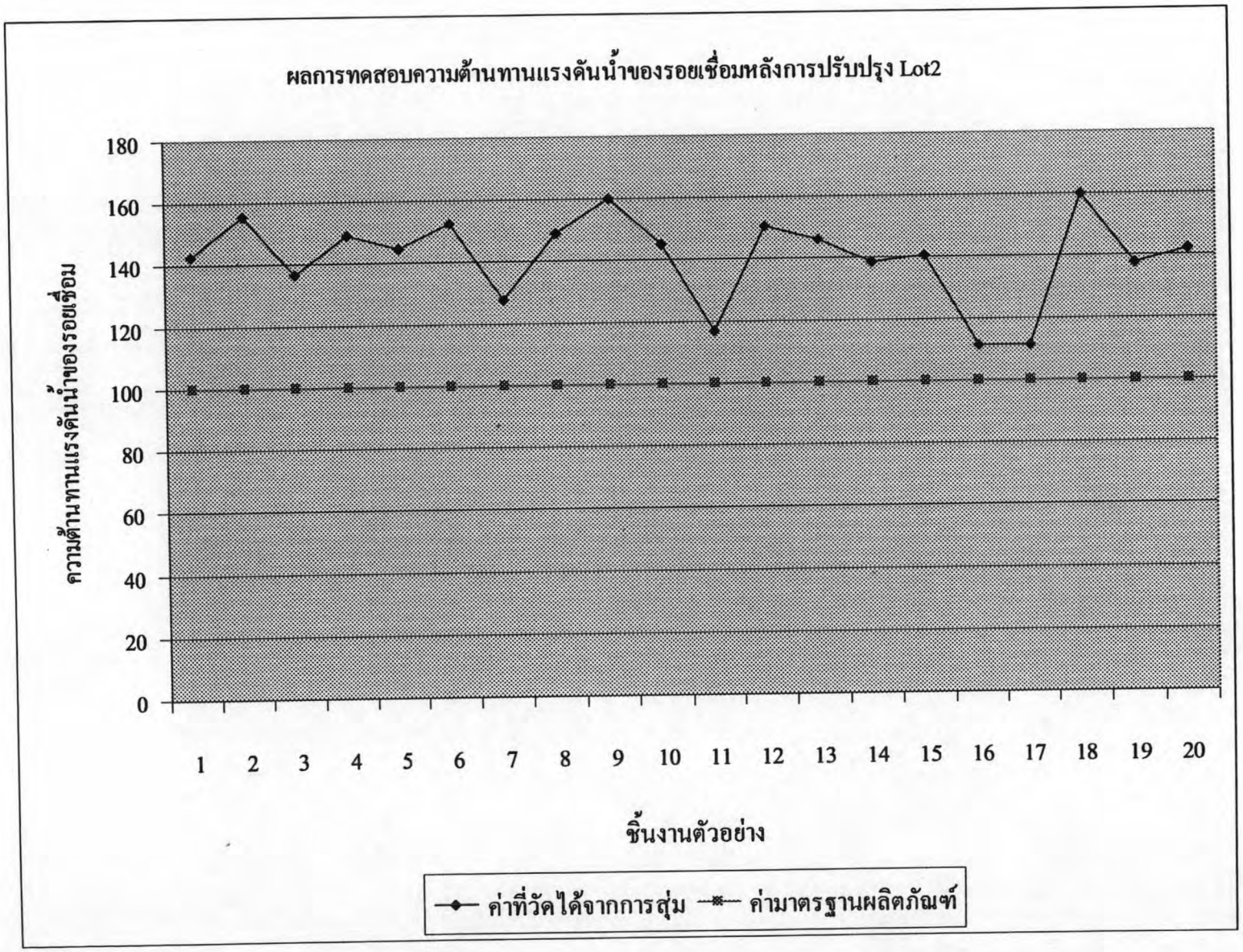
Average = 140.93 $cm.H_2O$

Max = 160.25 $cm.H_2O$

Min = 111.26 $cm.H_2O$

SD = 14.39

Cpk = -1.88


ผลการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อมหลังการปรับปรุง Lot2
ความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
ชิ้นงานตัวอย่าง
ค่าที่วัดได้จากการสุ่ม
ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์

Lot การผลิตที่ 3

No.	Third drop(cmH_2O)	Minimum target	No.	Third drop(cmH_2O)	Minimum target
1	131.98	100	11	160.56	100
2	163.01	100	12	162.29	100
3	184.04	100	13	156.17	100
4	125.04	100	14	137.08	100
5	167.70	100	15	122.79	100
6	159.95	100	16	132.49	100
7	174.85	100	17	140.86	100
8	144.23	100	18	144.64	100
9	157.50	100	19	132.69	100
10	180.97	100	20	155.86	100

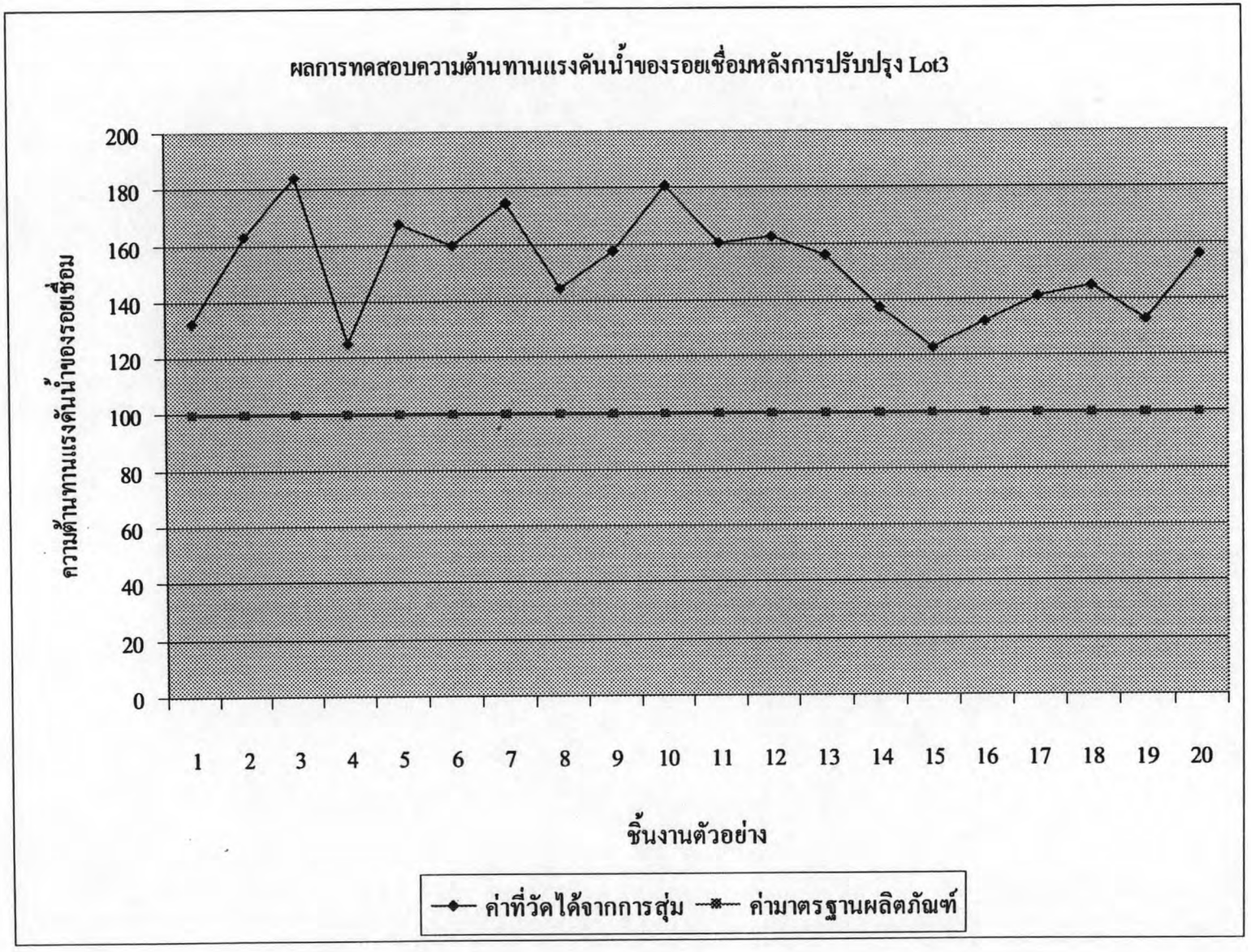
Average = 151.74 $cm.H_2O$

Max = 184.04 $cm.H_2O$

Min = 122.79 $cm.H_2O$

SD = 18.14

Cpk = -1.69


ผลการทดสอบความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อมหลังการปรับปรุง Lot3
ความต้านทานแรงดันน้ำของรอยเชื่อม
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
ชิ้นงานตัวอย่าง
ค่าที่วัดได้จากการสุ่ม
ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ช

Introduction to the 2000b/bdc

Chapter 2: Introduction to the 2000b/bdc

2.1 Models Covered - - - - - 2-2
2.2 Overview - - - - - 2-3
2.3 Relation to other 2000 Series Models - - - - - 2-3
2.4 Compatibility with other Branson products - - - - - 2-4
2.5 Features - - - - - 2-4
2.5.1 The Welding System - - - - - 2-4
2.5.2 The Power Supply - - - - - 2-4
2.5.3 The Actuator - - - - - 2-4
2.5.4 Converter/Booster/Horn Assembly - - - - - 2-5
2.6 Controls - - - - - 2-6
2.6.1 2000b/bdc Front Panel - - - - - 2-6
2.6.2 2000b/bdc Back Panel - - - - - 2-8
2.7 Welding Systems - - - - - 2-9
2.7.1 Principle of Operation - - - - - 2-9
2.7.2 Weld System Applications - - - - - 2-10
2.8 Glossary - - - - - 2-10

This manual provides detailed instructions for installation, setup, operation, and maintenance of 2000 Series Basic Power Supplies. For detailed information on operation and maintenance of other components connected to the Power Supply, refer to appropriate Actuator instruction manual.

2.1 Models Covered

Table 2 .1 contains a list of models covered in this manual.

Table 2 .1 Models Covered in this Manual

Model	Freq	Power	VAC	EDP
2000b	20 kHz	1100w	100 to120	101-132-653
2000bdc				101-132-661
2000b	20 kHz	1100w	200 to 240	101-132-654
2000bdc				101-132-662
2000b	20 kHz	2200w	200 to 240	101-132-655
2000bdc				101-132-663
2000b	20 kHz	3300w	200 to 240	101-132-656
2000bdc				101-132-664
2000b	30 kHz	1500w	100 to 120	101-132-722
2000bdc				101-132-721
2000b	30 kHz	1500w	200 to 240	101-132-661
2000bdc				101-132-680
2000b	40 kHz	400w	100 to 120	101-132-657
2000bdc				101-132-665
2000b	40 kHz	400w	200 to 240	101-132-658
2000bdc				101-132-666
2000b	40 kHz	800w	100 to 120	101-132-659
2000bdc				101-132-667
2000b	40 kHz	800w	200 to 240	101-132-660
2000bdc				101-132-668

2.2 Overview

The 2000b/bdc Advanced Power Supplies consists of six power levels and three operating frequencies. The Power Supply generates ultrasonic electrical energy to an ultrasonic converter. The 2000bdc provides front panel electronic amplitude control. The 2000b functions like the 2000bdc except the 2000b does not have the front panel amplitude control.

The Power Supply provides the following Advanced Functions:

- **AutoTune with Memory (AT/M)** — Allows the Power Supply to track and store the horn frequency of the last weld.
- **Auto Seek** — Tracks and starts the horn on the correct frequency. It does this by running the horn at a low-level amplitude (5%) to find and lock on to the horn operating frequency.
- **Electronic Amplitude Control** — For the 2000b, you can adjust the amplitude from 100% down to 10% by applying a voltage and adjusting the amplitude proportionately. For the 2000bdc, the front panel amplitude control also allows an adjustment from 100% down to 10%.
- **High Cycle Rate** — Welds 200 parts per minute or more.
- **Line Regulation** — Maintains converter amplitude by regulating for variances in the line voltages
- **Load Regulation** — Maintains converter amplitude over the full range of rated power.
- **Improved Measurement Function** — Measures converter voltage and current and provides true output power at all amplitude levels. The true output power (a) displays in the front panel Power Bargraph; and (b) goes to connector J2 on the back panel for external controls.
- **System Protection Monitor** — Protects the Power Supply by providing five levels of protection.
    1 Voltage
    2 Current
    3 Phase
    4 Temperature
    5 Power
- **Select Start** — Provides four starting ranges. Select Start allows the Power Supply to ramp up amplitude at different rates to accommodate different horn and load requirements.
- **Frequency Offset** — Provides for applying an external frequency offset to the operating frequency.

Chapter 4: contains instructions for installing and setting up Advanced Functions.

2.3 Relation to other 2000 Series Models

The 2000b/bdc replaces the 900 Series B, BC, and BCA, complementing the 2000 Series (t, ea, d, and f) Power Supplies.

2.4 Compatibility with other Branson products

Table 2.2 Power Supply Compatibility with Branson Converters

2000b/bdc Model	Converter
20 kHz/1100 W 20 kHz/2200 W 20 kHz/3300 W	CR20 CJ20
30 kHz/1500 W	CR30 CH30 CJ30
40 kHz/400 W 40 kHz/800 W	4TR 4TJ 4TP 4TH

2.5 Features

2.5.1 The Welding System

The welding system consists of a Power Supply and a converter-booster-horn stack. The system can perform ultrasonic welding, inserting, staking, spot welding, swaging, degating, and continuous ultrasonic operations. It is designed for automated, semi-automated and/or manual production operations.

2.5.2 The Power Supply

The Power Supply consists of an ultrasonic Power Supply module and a system controller. The ultrasonic Power Supply module converts conventional 50/60 Hz line current to 20 kHz, 30kHz or 40 kHz electrical energy. The system controller controls the welding system.

2.5.3 The Actuator

The 2000b/bdc does not provide actuator control functions, and does not interface with actuator signals.

2.5.4 Converter/Booster/Horn Assembly

The Converter

The converter is mounted in the actuator as part of the ultrasonic stack. The ultrasonic electrical energy from the power supply is applied to the converter (sometimes called the transducer). This transforms the high frequency electrical oscillations into mechanical vibrations at the same frequency as the electrical oscillations. The heart of the converter is piezoelectric ceramic elements. When subjected to an alternating voltage, these elements alternately expand and contract, resulting in better than 90% conversion of electrical to mechanical energy.

The Booster

Success in ultrasonic assembly depends on the right amplitude of movement at the horn face. Amplitude is a function of horn shape, which is largely determined by the size and form of the parts to be assembled. The booster can be used as a mechanical transformer to increase or decrease the amplitude of vibrations applied to the parts through the horn.

The booster is a resonant half-wave section of aluminum or titanium. It is mounted between the converter and the horn, as part of the ultrasonic stack. It also provides a clamping point for rigid stack mounting.

Boosters are designed to resonate at the same frequency as the converter with which they are used. Boosters are usually mounted at a nodal (minimum vibration) point of axial motion. This minimizes the loss of energy and prevents vibration from being transmitted into the actuator.

The Horn

The horn is selected or designed for a specific application. Each horn is tuned typically as a half-wave section that applies the necessary force and vibration uniformly to the parts to be assembled. It transfers ultrasonic vibrations from the converter to the workpiece. The horn is mounted to the booster as part of the ultrasonic stack.

Depending on their profile, horns are referred to as stepped, conical, exponential, bar, or catenoidal. The shape of the horn determines the amplitude at the face of the horn. Depending on the application, horns can be made from titanium alloys, aluminum, or steel. Titanium alloys are the best materials for horn fabrication due to their high level of strength and low loss. Aluminum horns are usually chrome- or nickel-plated or hard-coated to reduce wear. Steel horns are for low amplitude requiring hardness, such as ultrasonic insertion applications.

2.6 Controls

This section contains illustrations and tables that identify and list the functions of the 2000b/bdc controls.

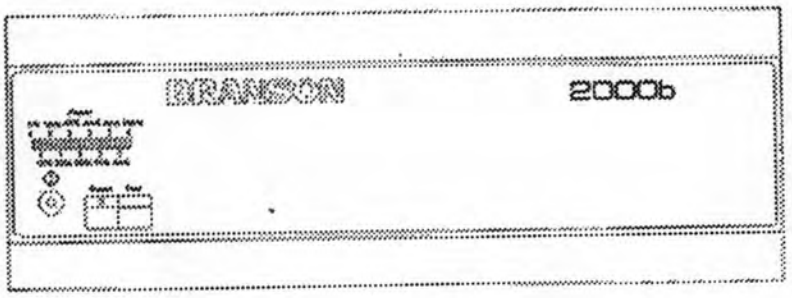
The 2000b/bdc Power supply contain controls on two panels:

- The Front Panel containing keys, indicators, and displays (*Figure 2.1* and *Table 2.3*).
- The Back Panel containing a power switch and connectors (*Figure 2.2* and *Table 2.4*).

2.6.1 2000b/bdc Front Panel

Figure 2.1 Front Panels

A. 2000b



B. 2000bdc

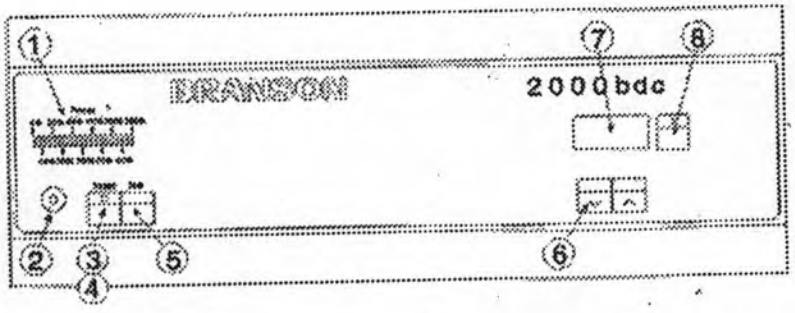


Table 2 .3 Controls on the Front Panel of the 2000b/bdc Power Supply

Item	Name	Function
1	Power Bargraph	During a weld cycle, shows the true percentage of ultrasonic power in use. After weld cycle, shows peak power used during weld.
2	Power LED	Lights when the Power Supply is connected to main power and the POWER switch is On.
3	Alarm LED	Indicates alarm active.
4	Reset Switch	Resets alarms (in Externally Programmed/Latching mode). Centers operating frequency (when Centering is enabled.
5	Test Switch	For testing the weld system: activates ultrasonic power, initially in low level Seek mode, then ramps to set/operating amplitude, then stores operating frequency.
6	Amplitude Control *	Use to adjust amplitude of ultrasonic vibrations.
7	Display *	Indicates status of amplitude control function.
8	Set *	Controls access to setting amplitude and controls display status of amplitude control.

* Model 2000bdc only

2.6.2 2000b/bdc Back Panel

Figure 2.2 2000b/bdc Back Panel

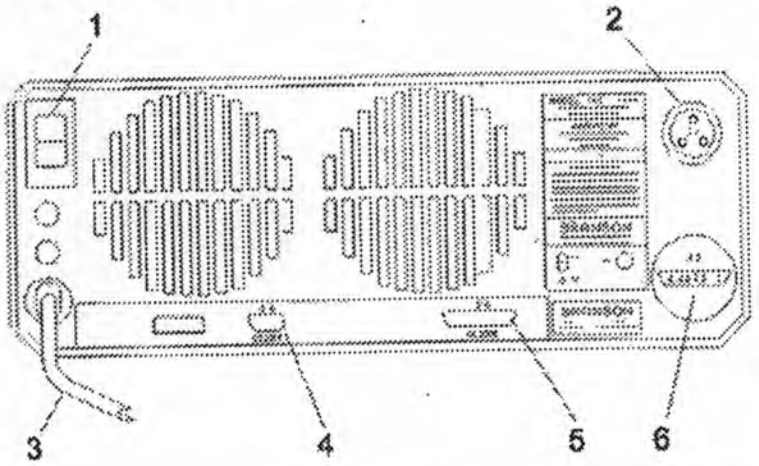


Table 2.4 Controls on the Back Panel of the 2000b/bdc Power Supply

Item	Name	Function
1	Power Switch	Turns AC main power On or Off.
2	RF connector (J1)	3-pin socket for RF cable, which provides ultrasonic electrical energy to the converter.
3	Line cord	Connects Power Supply to main AC power source.
4	Start cable connector (J6)	Allows ultrasonics to be turned on externally.
5	Alarm cable connector (J3)	Connector provides input/output signals for a custom +24VDC interface.
6	Advanced Function connector (J2)	Provides access to Advanced Functions (such as External Seek, Amplitude Control, and Frequency Offset).

2.7 Welding Systems

2.7.1 Principle of Operation

Thermoplastic parts are welded ultrasonically by applying high frequency vibrations to the parts being assembled. The vibrations, through surface and intermolecular friction, produce a sharp rise in temperature at the welding interface.

When the temperature is high enough to melt the plastic, there is a flow of material between the parts. When the vibrations stop, the material solidifies under pressure and a weld results.

Most plastics welders operate at a frequency above the range of human hearing (18 kHz) and are thus called ultrasonic.

Advanced Function inputs and outputs are available on the Power Supply by way of a connector on the back panel. *Table 2 .5* contains a list and descriptions of Advanced Functions activated and monitored with external controls.

Table 2 .5 Advanced Functions for the 2000b/bdc Power Supply

Input	Function
External Seek	• Ensures operation at resonance • Minimizes tuning errors • Operates the stack at low amplitude (approx. 5%), then provides a means of sensing and storing the resonant operating frequency value.
Amplitude Control	Allows adjusting the amplitude from 100% down to 10% using one of these methods: • Applying a voltage and adjusting the amplitude proportionately • Adjusting the front panel amplitude control (2000bdc only).
Frequency Offset	Lets you apply an external frequency offset to the operating frequency. The offset results in a frequency shift to the operating frequency.

Outputs provided by Advanced Functions include:

- Signal proportional to power
- Signal proportional to relative frequency in memory
- Sonics on/off
- Indication of memory update
- Indication of seek in progress
- Indication of memory reset
- Indication of a signal proportional to amplitude

2.7.2 Weld System Applications

2000b/bdc weld systems can be used for the following applications:

- Ultrasonic welding
- Cutting and sealing thermoplastic fabric and film
- Staking, spot welding, swaging, and degating thermoplastic parts
- Other ultrasonic processing applications

2000b/bdc weld systems typically consist of a Power Supply operated with a fixed Converter-Booster-Horn Stack.

2.8 Glossary

Actuator: The unit which houses the converter/booster/horn stack assembly in a rigid mounting, allowing the stack to move up and down, either mechanically or pneumatically, applying force to the part at a user-adjustable force and velocity.

Alarm: Audible and visual indication of error or information message.

Autoscnics Mode: In this mode, ultrasonic power is activated automatically approximately 1 second after turning the Power Supply on.

Booster: A one-half-wavelength-long resonant metal section mounted between the converter and horn, sometimes having a change in cross-sectional area between the input and output surfaces. The booster mechanically alters the amplitude of vibrations received from the converter, and imparts the new amplitude to the horn.

Clamping Force: The pounds or kilograms exerted by the horn onto the workpiece.

Converter: An electromechanical transducer which converts electrical energy to mechanical energy.

Degating: Removing a molded part from its runner system.

Energy Director: A triangular-shaped projection of plastic material which concentrates the ultrasonic energy at the joint interface of a plastic part.

Fixture: A device for holding a part in position for assembly.

Flash: Material displaced from the joint area.

Force: Actual force applied to the workpiece during the ultrasonic process.

Forming: Reshaping a section of thermoplastic.

Frequency: The number of complete oscillations per second, expressed in Hertz (Hz) or kilohertz (1kHz = 1000Hz), produced by the converter/booster/horn; usually 20kHz or 40kHz for plastics welding.

Gain: The ratio of output to input amplitude of a horn or booster.

Horn: A bar or metal section, usually one half-wavelength-long which transfers vibratory energy to the workpiece.

Horn Amplitude: The peak-to-peak displacement of a horn at its work face.

Insertion: The process of imbedding a metal component in plastic.

Interface: 1. The contact surface of two mating parts. 2. The connection between two pieces of equipment.

Joint: The weld surfaces.

LED: Light Emitting Diode, typically serves as an indicator.

Loading meter: A meter which shows the power drawn from the Power Supply.

Mode: One of several methods of welding.

- *Continuous Sonics Mode*, in which ultrasonic energy from a fixed horn alters the character of a material moving relative to that fixed horn.

Nest: Same as Fixture.

Parameter: A unique factor or element which affects the welding operation in a particular mode.

Power Supply: The electronic instrument in an ultrasonic assembly system which changes conventional 50/60 Hz electrical power into high frequency electrical power at 20, 30 or 40kHz. Branson's 2000 Power Supply has a built-in Programmer, a System Protection Monitor, displays, and controls.

Programmer: The electronic module controlling a unit's sequence of operation.

Scaling factor: A number which multiplies with a bargraph indication to yield the percent of rated power. For example, when you use low power, a scaling factor greater than 1 lets you see smaller changes more easily.

Staking: The process of melting and reforming a plastic stud to mechanically lock a dissimilar material in place.

Swaging: The process of capturing another component of an assembly by melting and reforming a ridge of plastic.

Thermoplastic: A polymer which undergoes a reversible change of state when subjected to heat.

Thermoset: A polymer which undergoes an irreversible change when subjected to heat.

Ultrasonic power: Presence of ultrasonic power at the horn face.

Ultrasonic Welding: The use of ultrasonic vibrations to generate heat and subsequently melt the mating surfaces of two thermoplastic parts. When ultrasonic vibrations stop, the molten material resolidifies, and a weld occurs.

Weld system: A combination of components required to perform an ultrasonic operation. Usually consists of a Power Supply and converter, booster and horn, with either an actuator or a handgun, or in a fixed, mounted location.

Chapter 5: Technical Specifications

5.1 Technical Specifications 5-2
5.1.1 Environmental Specifications 5-2
5.1.2 Electrical Specifications 5-2
5.1.2.1 Input Current and Fuse Requirements 5-2
5.2 Physical Description 5-4
5.2.1 Block Diagram 5-4
5.2.2 Circuit Descriptions 5-5
5.2.2.1 Line Board 5-5
5.2.2.2 Line Transformer 5-5
5.2.2.3 System Control Board 5-5
5.2.2.4 Ultrasonic Power Supply Main Circuits 5-5
5.2.2.5 Amplitude Control Board 5-7
5.2.2.6 Fuse Block 5-8
5.2.3 Converters and Boosters 5-9
5.3 Component Functional Description 5-17

This chapter contains the following items:

- Block Diagram (Figure 5.1) – a simplified Power Supply diagram that identifies:
  (a) current flow
  (b) modules
  (c) inputs and outputs.
- Circuit Descriptions – descriptions of the Power Supply module circuits shown in the System Block Diagram.

5.1 Technical Specifications

5.1.1 Environmental Specifications

Table 5.1 Environmental Specifications

Environment	Temperature
Ambient Operating Temperature	+41°F to +122°F (+5°C to +50°C)
Storage/Shipping Temperature	-13°F to +158°F (-25°C to +70°C)
Humidity	30% to 95%, non-condensing

5.1.2 Electrical Specifications

The electrical input operating voltages for 20, 30 and 40 kHz models are listed in Table 5.2: Electrical Input Operating Voltages, below.

Table 5.2 Electrical Input Operating Voltages

Power Supply Rating	Nominal Input Operating Voltage, +/-10%
40 kHz / 400 W	100-120, 200- 240 V, 50/60 Hz, Single Phase
40 kHz / 800 W	100-120, 200- 240 V, 50/60 Hz, Single Phase
30 kHz/1500 W	100-120, 200- 240 V, 50/60 Hz, Single Phase
20 kHz / 1100 W	100-120, 200- 240 V, 50/60 Hz, Single Phase
20 kHz / 2200 W	200- 240 V, 50/60 Hz, Single Phase
20 kHz / 3300 W	200- 240 V, 50/60 Hz, Single Phase

5.1.2.1 Input Current and Fuse Requirements

The input power ratings for 20, 30 and 40 kHz models are listed in Table 5.3: Input Power Ratings, below.

Table 5.3 Input Power Ratings

For 20 kHz models	1100 W 200V - 240V	7 Amp Max. @ 200V / 20 Amp fuse
	1100 W 100V - 120V	14 Amp Max. @ 100V / 20 Amp fuse
	2200 W 200V - 240V	17 Amp Max. @ 200V / 20 Amp fuse
	3300 W 200V - 240V	20 Amp Max. @ 200V / 20 Amp fuse
For 30 kHz models	1500 W 100V - 120V	20 Amp Max. @ 100V / 20 Amp fuse
	1500 W 200V - 240V	10 Amp Max. @ 200V / 20 Amp fuse

Table 5.3 Input Power Ratings (Continued)

For 40 kHz models	400 W 200V - 240V	3 Amp Max. @ 200V / 20 Amp fuse
	400 W 100V - 120V	6 Amp Max. @ 100V / 20 Amp fuse
	800 W 200V - 240V	6 Amp Max. @ 200V / 20 Amp fuse
	800 W 100V - 120V	12 Amp Max. @ 100V / 20 Amp fuse

17V fuse on the Line Board is rated at 3 Amps.
7V and 23V fuses on the Fuse Block are rated at 2 Amps.
230V fuse on the Fuse Block is rated at 1 Amp.

Table 5.4 Continuous Duty Maximum Power (See Caution below)

Configuration	Continuous Duty Maximum Power
20 kHz/1100 W	800 W
20 kHz/2200 W	1600 W
20 kHz/3300 W	2000 W
30 kHz/1300 W	800 W
40 kHz/400 W	300 W
40 kHz/600 W	400 W

Cycle Rate – up to 200 cpm. Cycle rate including off time is application and stack dependent.

CAUTION

High duty cycles require additional cooling for the converter. See Chapter 4: 4.7: Converter Cooling.

CAUTION

System average power must be limited to the specified continuous maximum. Higher peak power, up to the maximum acceptable power limit, with an on time of up to 10 seconds may be obtained if appropriate off time ensures the average Continuous Duty Maximum Power is not exceeded.

5.2 Physical Description

This section describes the Standard and miscellaneous items for use with the 2000b/bdc Power Supply. Table 5.5 provides the physical dimensions of the 2000b/bdc Power Supply.

NOTE

Dimensions are nominal.

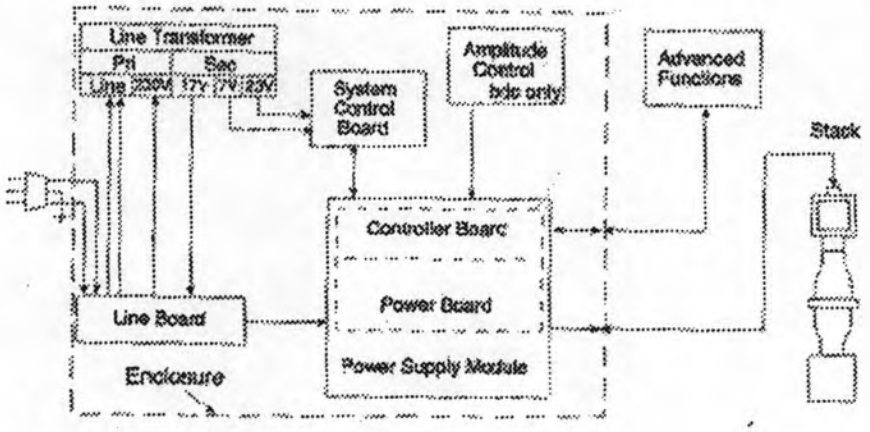
Table 5.5 Dimensions of 2000b/bdc Power Supply

Height:	6-1/4 in (159 mm)
Width:	16-5/8 in (422 mm)
Depth:	19-3/8 in (492 mm) plus 3 in (76 mm) cable clearance
Weight:	Approximately, 30 lbs (13.6 kg)

5.2.1 Block Diagram

The block diagram for the 2000b/bdc Power Supply is shown in Figure 5.1.

Figure 5.1 System Block Diagram for 2000b/bdc



5.2.2 Circuit Descriptions

2000b/bdc Power Supplies contain the following modules:

- Line Board
- Line transformer
- System Control Board
- Ultrasonic Power Supply Module
- Amplitude Control Board (bdc only)
- Fuse Block

5.2.2.1 Line Board

The Line Board performs the dual function of providing RFI filtering for the line voltage input to the power supply, and controlling the electrical current surge to the ultrasonic Power Supply Module at power up until the inrush current limiter relay engages. The filtering also blocks ultrasonic signals from entering the AC main line.

5.2.2.2 Line Transformer

- The Line Transformer steps down the AC line voltage into two voltages, 23VAC for the 24VDC power supply, and 7VAC for the 5VDC power supply on the System Control Board. It also supplies 115VAC to the fan(s).

5.2.2.3 System Control Board

The System Control Board controls the functions of the Power Supply, including:

- Responding to Start and Stop signals;
- Activating and monitoring ultrasonics;
- Responding to Overload and Reset signals;
- Generating alarms; and
- Providing and displaying the true ultrasonic output power.

5.2.2.4 Ultrasonic Power Supply Main Circuits

The Ultrasonic Power Supply Module generates ultrasonic energy at the resonant frequency of your Converter-Booster-Horn Stack. The Ultrasonic Power Supply Module contains five main circuits.

- **320VDC Power Supply** – converts AC line voltage to 320VDC for the output power device.
- **Output circuit** – matches the impedance of the output power device to the Converter-Booster-Horn Stack; and provides feedback to the Control circuit.
- **Control Circuits** – do the following:
  - Provide drive signal to output power device.
  - Determine true percentage of ultrasonic power used over a range of amplitudes.
  - Allows control of the resonant frequency.
  - Control starting amplitude (Start).

- **SPM and AutoTune with Memory (AT/M) circuits** – do the following:
  - System protective circuitry to provide overload protection for the Power Supply Module.
  - provide overload protection for the Power Supply Module.
  - stores operating frequency of last weld (frequency memory) and use the stored frequency as a starting point for the next weld.
  - check and updates frequency memory on startup.
  - provide switch-selective starting ranges.

Table 5.6 describes each of the 2000b/bdc Power Supply main circuits.

Table 5.6 Main Circuits of the 2000b/bdc Power Supply

Circuit/Signal	Function
Start and Stop	Respond to the Start switch.
5VDC and 24VDC Power Supplies	Convert AC voltages from the Line Transformer into DC voltages required for operating the module. • 5VDC Power Supply — rectifies and filters 7VAC to 5VDC, which powers the Programmer Module. • 24VDC Power Circuit — rectifies and filters 29VAC to 24VDC, which supplies the logic and control circuits, and the start switch.
Logic and Control Circuits	• Transmit the Run, Test, and Reset output signals to the SPM and AT/M circuitry. • Process the Overload input from the SPM and AT/M circuitry. • Process the External Reset input.
Alarms	Process the External Reset, General Alarm, and Weld On output.
Power Bargraph	Displays the percentage of the ultrasonic output power.

Ultrasonic Power Supply Advanced Functions

The following table contains descriptions of the Advanced Functions available from the Ultrasonic Power Supply Module:

Table 5.7 Advanced Functions

Advanced Function	Provides...
Electronic Amplitude Control	Capability for varying amplitude (10%-100%) using external control or keeping the amplitude set at 100%.
Seek	Options for controlling, monitoring, and storing the operating frequency.

Table 5.7 Advanced Functions

Select Start	Controlled starting with switch-selective ramp times.

Chapter 4: Installation and Setup, contains more detailed information on using Advanced Functions.

5.2.2.5 Amplitude Control Board

The Amplitude Control Board (2000bdc only) controls and displays the set amplitude. There are three operational modes of amplitude control. The modes are Front Panel Control with amplitude lock feature, External Amplitude Control via the Advanced Features connector, and fixed (10 to 100%) Amplitude. The modes are set via the dip switches on the amplitude control board. The following tables indicate switch settings and their respective operational sequences.

*Table 5.8 Amplitude Control Board Switch Settings***

Mode of Operation	SW1-1	SW1-2	SW2-1	SW2-2	SW3-1	SW3-2
Front Panel Control	ON	OFF*	OFF	OFF	OFF	OFF
External Control	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
Fixed Amplitude, 10 to 100%	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON

* Set SW 1-2 to OFF to enable amplitude lock.

** All DIP switch settings must be enabled before powering up the unit to function properly. If amplitude lock is to be enabled, the amplitude must be set to the desired value and then, SW3-2 set to ON. The unit must be shut OFF and turned ON to enable feature.

Table 5.9 Amplitude Control Board Switch Sequences

Operation Sequence (unit power on)		Display	
		Set	Amplitude
Front Panel Control	1.Configure mode per Table 5.8 and press SET switch.	Blinking	Current value
	2.Set desired amplitude using up and down buttons.	Blinking	Displays new set value
	3.Press SET switch. Up and down buttons cannot change amplitude.	Steady	Displays new set value, cannot be changed unless SET switch is pressed again and blinking.
External Control	1.Configure mode per Table 5.8.	N/A	Displays two dashes

Table 5.9 Amplitude Control Board Switch Sequences

Fixed Amplitude 10 to 100%	1.Configure Amplitude Control Board switches to Front Panel Control Mode.	Blinking	Current value
	2.Adjust to desired amplitude as in Front Panel Control Operation Sequence (above). Press SET.	Steady	New value
	3.Set switch SW1-2 to CLOSED.	Steady	New value, not alterable by using up/down buttons

5.2.2.6 Fuse Block

The Fuse Block is a separate board that holds the following three fuses. Refer to Figure 7.7 for location.

Designation	Current	Usage
F4	1A	230 Volt Transformer primary
F5	2A	7 Volt Transformer secondary
F6	2A	23 Transformer secondary

NOTE

All specifications are subject to change without notice.

5.2.3 Converters and Boosters

A variety of converters and boosters are available for use with the 2000b/bdc Power Supply, as illustrated on the pages that follow.

Figure 5.2 20kHz CR20 Converter Dimensions

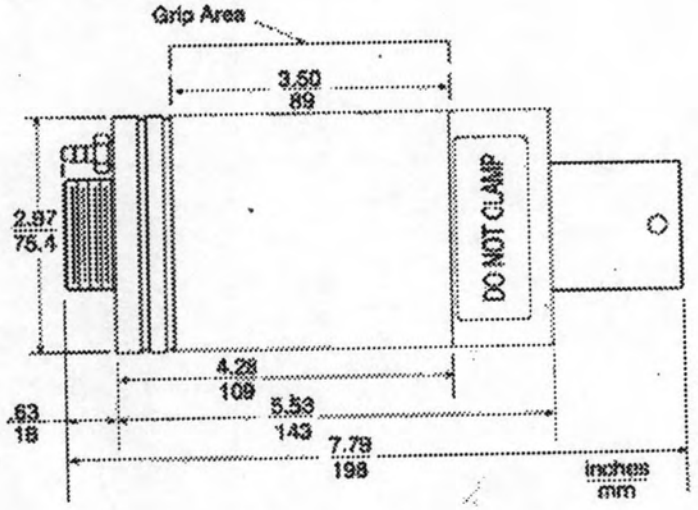


Figure 5.3 20kHz Booster Dimensions

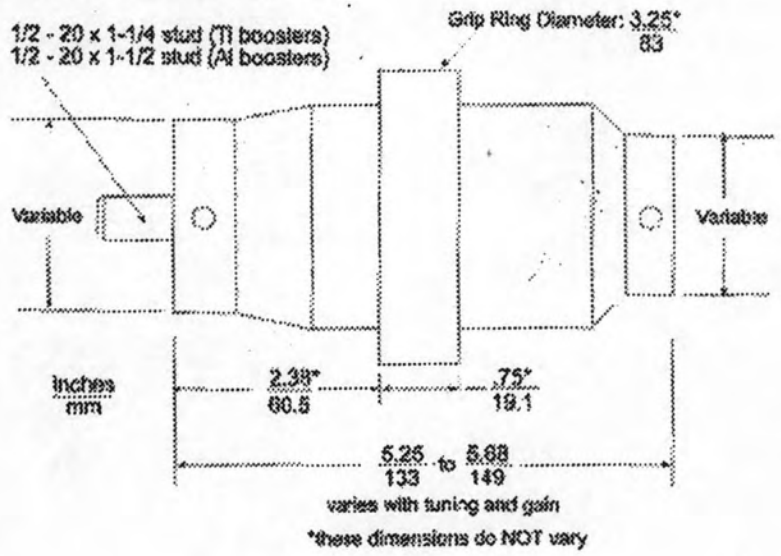


Figure 5.4 20 kHz Converter/Booster/Horn, Typical Dimensions

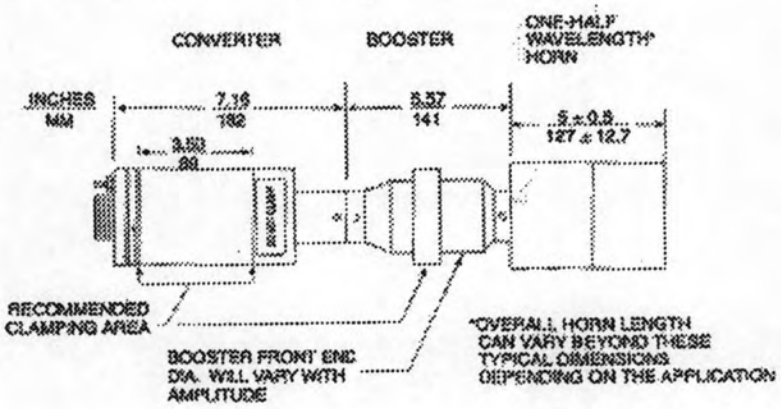


Figure 5.5 30 kHz Converter Dimensions

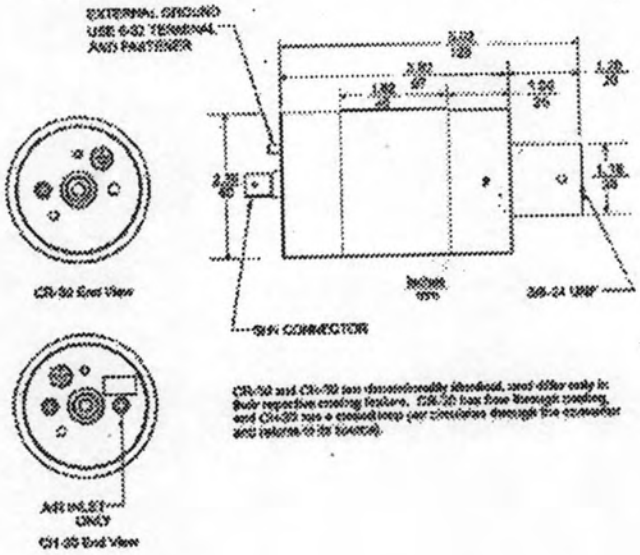


Figure 5.6 30kHz Booster Dimensions

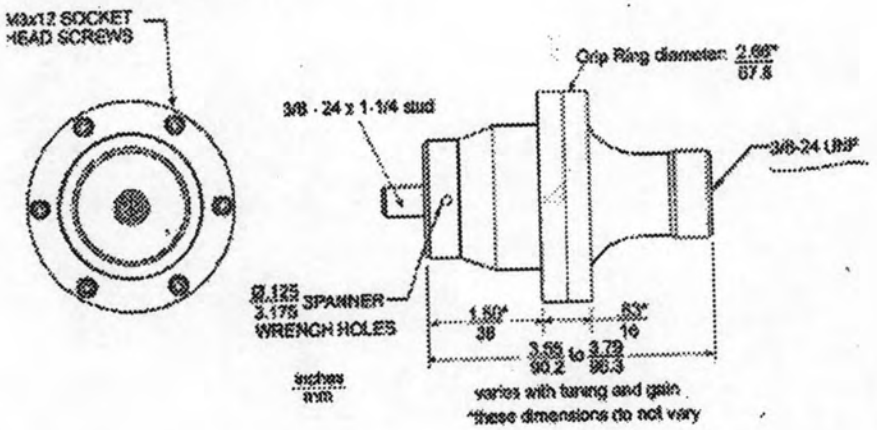


Figure 5.7 30KHz Converter/Booster/Horn, Typical Dimensions

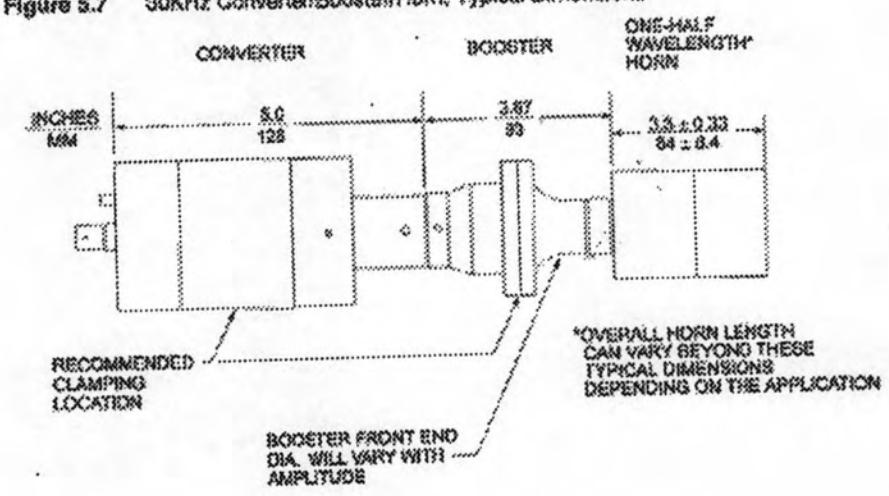


Figure 5.8 40kHz, 4TR and 4TJ Converter Dimensions

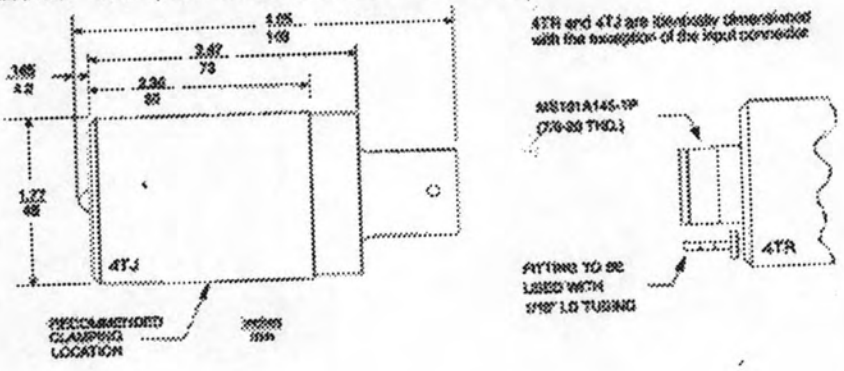


Figure 5.9 40 kHz, 4TH Converter Dimensions

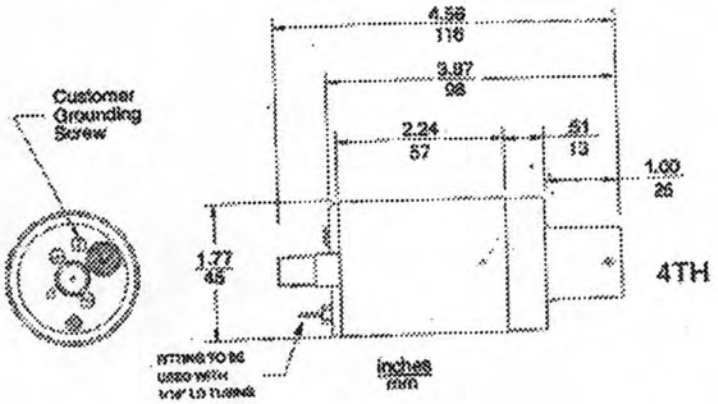


Figure 5.10 40kHz, 4TP Converter Dimensions

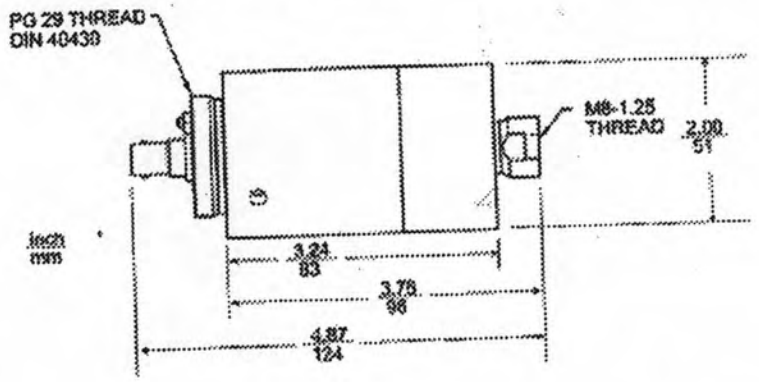


Figure 5.11 40kHz Booster Dimensions

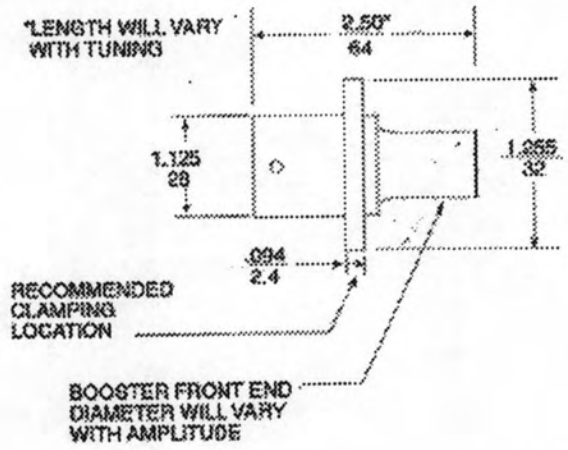
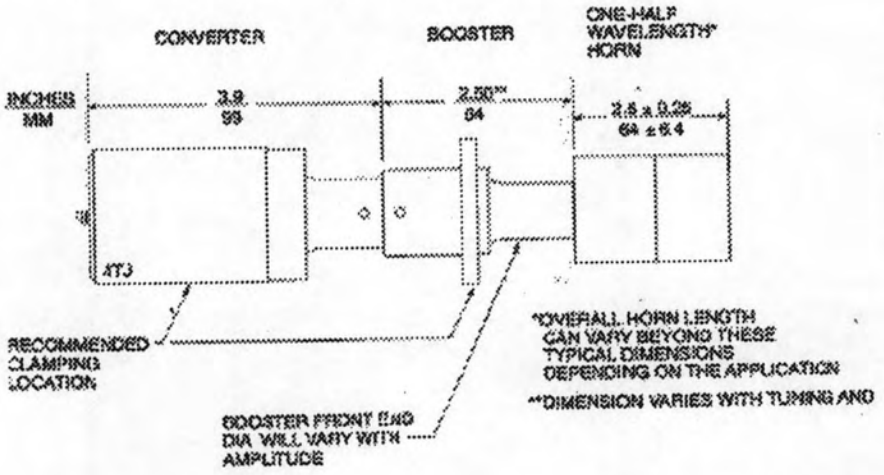


Figure 5.12 40kHz Converter/Booster/Horn, Typical Dimensions



Cables

Table 5.10 Cables Used with the 2000b/bdc Power Supply

Type of Cable	Where used	Description	Part No.
Advanced Function, J954	2000 Power Supplies — refer to Section 4.4.2 for details.	25 ft.	101-240-126
Alarm, J971	Options	8 ft. 15 ft. 25 ft. 50 ft.	101-240-021 101-240-016 101-240-011 101-240-164
RF, J931, 931C	CR20/AO Actuators	8 ft. 15 ft. 25 ft. 50 ft.	101-240-176 101-240-177 101-240-178 101-240-199
RF, J934	4TR converter	8 ft. 15 ft.	101-240-034 101-240-035
RF, J934C	CR30, CH30 4TH, 4TP converter	8 ft. 15 ft. 20 ft.	101-240-179 101-240-180 101-240-182
Start, J913	3-wire; does not require PLA waiver	25 ft.	101-240-072

Converters

Table 5.11 Converters used with the 2000b/bdc Power Supply

Where used	Model	Connector	Part Number
20 kHz/1100 W 20 kHz/2200 W 20 kHz/3300 W	CJ20 CR20	Acorn contact 3-pin MS connector	101-135-032 101-135-050
30 kHz/1500 W	CJ30 CR30 CH30	Acorn contact SHV connectors SHV connector	159-135-062 159-135-061 159-135-071
40 kHz/400 W , 40 kHz/800 W	4TJ 4TH 4TP 4TR (non-CE)	Acorn contact SHV connector SHV connector 3-pin MS connector	101-135-041 101-135-067 101-135-066 101-135-042

Miscellaneous

Table 5.12 Other Items used with the 2000b/bdc Power Supply

Product	Description	Part No.
Silicone grease	For use with 40 kHz systems	101-053-002

Table 5.12 Other items used with the 2000b/bdc Power Supply

Mylar® Washers (for 20 kHz systems)	Kit, 10 each (1/2 in. or 3/8 in.) Kit, 150 each (1/2 in.) Kit, 150 each (3/8 in.)	100-063-357 100-063-471 100-063-472
Mylar Washers (for 30 kHz systems)	Kit, 150 each (3/8 in.)	100-063-632
Tool Kit (for 30 kHz systems)		100-063-636
Spanner wrench	20 kHz 30 kHz 40 kHz	201-118-019 201-118-024 201-118-024
Studs	1/2-20 x 1-1/4 (titanium horns) 1/2-20 x 1-1/2 (aluminum horns, 20 kHz boosters) 3/8-24 x 1 (titanium horns and boosters) M-8 x 1.25 (40 kHz horns and boosters)	100-099-370 100-099-123 200-199-167 100-099-790

5.3 Component Functional Description

Ultrasonic Stack

Converter

The converter is mounted in the actuator as part of the ultrasonic stack. The ultrasonic electrical energy from the power supply is applied to the converter (sometimes called the transducer). This transforms the high frequency electrical oscillations into mechanical vibrations at the same frequency as the electrical oscillations. The heart of the converter are piezoelectric ceramic elements. When subjected to an alternating voltage, these elements alternately expand and contract, resulting in better than 90% conversion of electrical to mechanical energy.

Booster

It is important to be able to modify the horn face amplitude for successful ultrasonic assembly. The booster provides a means to modify the amplitude. It is designed to couple different ratios of ultrasonic energy to the horn, which will in turn increase or decrease the amplitude at the face of the horn. This is accomplished by varying the ratios of the masses of the input and output half sections of the booster.

The booster is a resonant half-wave section of aluminum or titanium. It is mounted between the converter and the horn, as part of the ultrasonic stack. It also provides a clamping point for rigid stack mounting.

Horn

The horn is selected or designed for a specific application. Each horn is tuned typically as a half-wave section that applies the necessary force and vibration uniformly to the parts to be assembled. It transfers ultrasonic vibrations from the converter to the workpiece. The horn is mounted to the booster as part of the ultrasonic stack.

Depending on their profile, horns are referred to as stepped, conical, exponential, bar, or catenoidal. The shape of the horn determines the amplitude at the face of the horn. Depending on the application, horns can be made from titanium alloys, aluminum, or steel. Titanium alloys are the best materials for horn fabrication due to their high level of strength and low loss. Aluminum horns are usually chrome- or nickel-plated or hard-coated to reduce wear. Steel horns are for low amplitude requiring hardness, such as ultrasonic insertion applications.

Solid Mount Boosters

The solid mount booster is a one-half wave-length resonant section made exclusively of titanium. It is mounted between the converter and the horn, modifying the amplitude of vibration applied to the horn and providing a clamping point.

The solid mount booster is superior to prior versions in that deflection is minimized. This is the result of a redesigned clamp-ring which employs a metal-to-metal press fit rather than an O-ring assembly.

The advantage this booster offers is its improved rigidity. For continuous applications, this means more energy delivered to the product, while in plunge applications, improved alignment is possible.

The solid mount provides improved positional alignment and will benefit continuous applications where high force, high side load, or high cycle rates are necessary.

In plunge welding applications, overall deflection is reduced by an average of 0.0025 in. (0.064 mm) over a wide variety of materials, joint designs, and operating conditions. The results of this testing in combination with information drawn from field testing indicate that the solid mount will benefit plunge applications where precision alignment is necessary (such as staking, swaging, or insertion) or where concentricity/parallelism is critical.

Power Supply

The 2000b/bdc Power Supply converts conventional 50/60 Hz line current to high frequency electrical energy. It also contains all the electronic controls and can be located remotely from the Actuator/stack. This allows the operator to adjust or reprogram the welding cycle remotely from the Actuator/stack and related welding, tooling, and parts-handling systems.

The 2000b/bdc Power Supply also contains a DC power supply for electrical power to operate the electrical components and control circuits in the power supply.

ภาคผนวก ฉ

แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว มัลลิกา พงศ์สิทธิศักดิ์ เกิดเมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2519 จังหวัดมหาสารคาม เป็นบุตรของนายสุทัศน์ พงศ์สิทธิศักดิ์ และนางมารศรี พงศ์สิทธิศักดิ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และได้เข้าศึกษาในระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2546