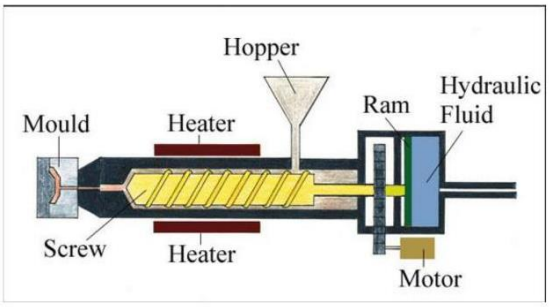
Experiment

Basic of Injection Molding Process

(พื้นฐานกระบวนการฉีดพลาสติก)



1. จุดมุ่งหมายการลงปฏิบัติการ

• เพื่อให้มีความรู้พื้นฐานการใช้งานเครื่องฉีดพลาสติก

• เพื่อให้เข้าใจวิธีการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในเครื่องฉีดพลาสติก

• เพื่อให้สามารถตรวจสอบผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรสำคัญต่างๆ ในกระบวนการฉีดพลาสติก

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

• เครื่องฉีดพลาสติก Arburg 320C500-250

• ชุดแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

• เวอร์เนียคาลิปเปอร์

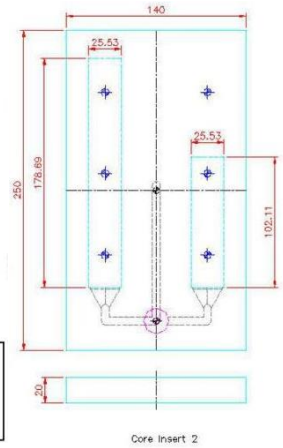
3. วัสดุทดลอง

• เม็ดพลาสติก PP (Polypropylene)

• เม็ดพลาสติก ABS (Acrylonitrile - butadine – styrene)

• เม็ดพลาสติก PC (Polycarbonate)

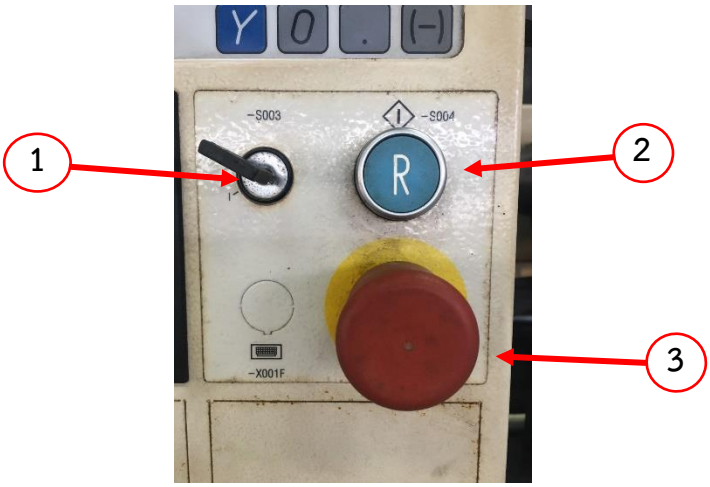
ชิ้นงาน 1 ขนาด 25.53X102.11X3.0 มม.
ชิ้นงาน 2 ขนาด 25.53X178.69X6.0 มม.



4. งานที่มอบหมาย

ส่วนประกอบหลักในการควบคุมเครื่องฉีดพลาสติก

1.สวิตช์ (Switch)

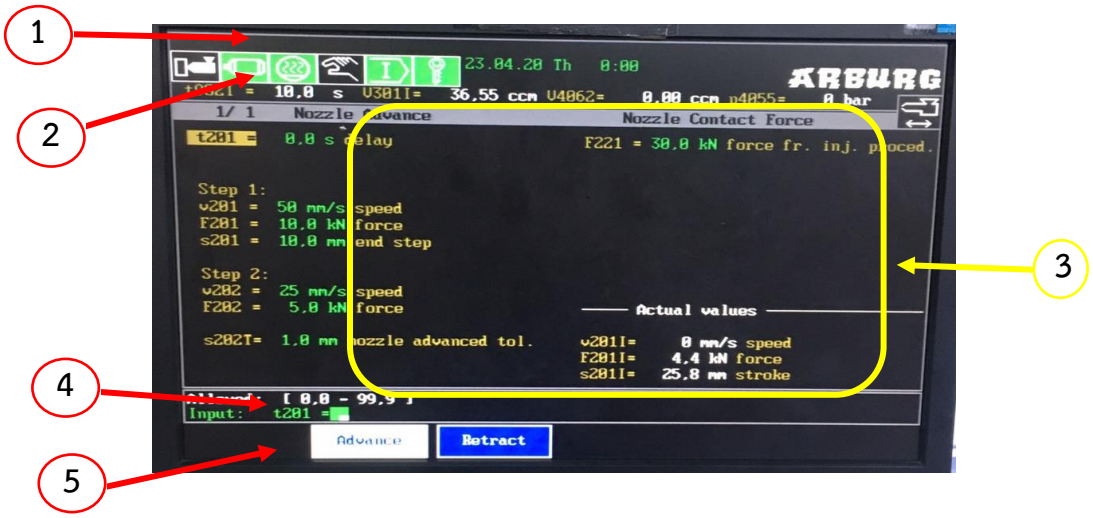


1 Authorization switch (key) ป้องกันการนำข้อมูลเข้าไปในระบบของเครื่องจักร

2 Controller start key กดเพื่อเริ่มการทำงานของระบบ

3 Emergency-off switch ใช้ตัดพลังงานของเครื่องจักรในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ

2.จอมอนิเตอร์ (Monitor)



1 alarm line แจ้งเตือนความผิดปกติของระบบในรูปแบบตัวอักษร

2 status display แสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักรแต่ละส่วน

3 display area แสดงข้อมูลต่างๆ ที่ถูกเรียกขึ้นมาโดยระบบหรือคำสั่งการทำงาน

4 input area แสดงค่าที่สามารถใช้งานได้และบอกค่าล่าสุดที่ผู้ใช้งานได้ใส่เข้าไป

5 function keys (assignment varies) แสดง function ที่สามารถเรียกใช้งานได้ โดยปุ่ม function key

3. The Selogica keypad

1 function keys ใช้เลือกฟังก์ชันตามตำแหน่งของปุ่ม (บริเวณขอบล่างของจอมอนิเตอร์)

2 symbol keys เรียกหน้าต่างการปรับค่าของเครื่องจักรแต่ละส่วน

3 cursor keys เลือกตำแหน่งในของข้อมูลในจอมอนิเตอร์ที่ต้องการใช้งาน รวมถึงกด “ยืนยัน” และ “ยกเลิก” การป้อนข้อมูล

4 data input keypad ใส่ข้อมูลในการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ สำหรับการทำงานของเครื่องจักร

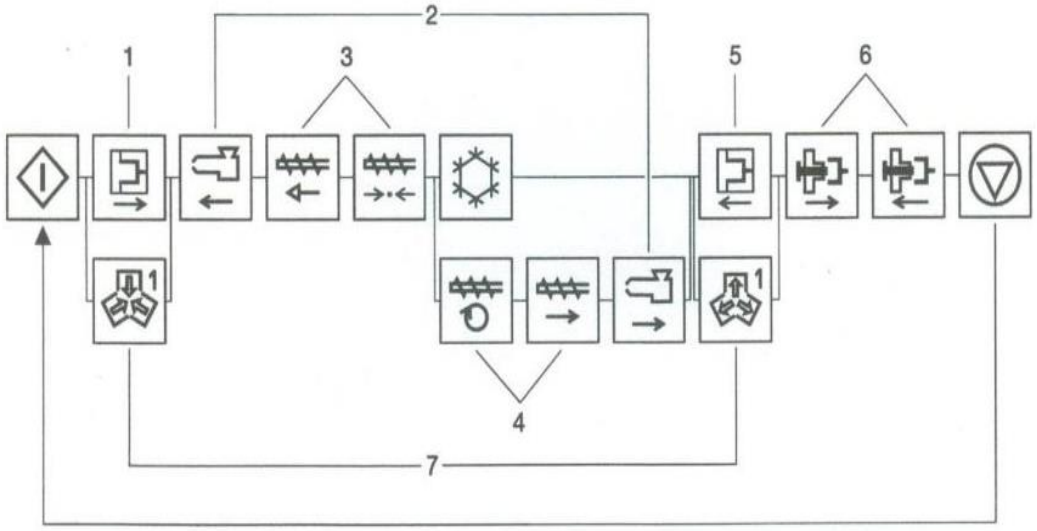
ขั้นตอนการเปิดใช้งานเครื่องฉีดพลาสติก Arburg 320C500-250

ลำดับ	องค์ประกอบ	ตำแหน่งที่อยู่
1.เปิดวงจรพลังงานไฟฟ้าหลักโดยสับสวิตซ์ไปที่สัญลักษณ์ “ON”		ผนังด้านหลังเครื่องฉีดพลาสติก
2.เปิดระบบน้ำหล่อเย็นเครื่องจักรโดยสับสวิตซ์ไปที่หลอดไฟสีเขียว		ผนังด้านหลังเครื่องฉีดพลาสติก
3.เปิด Main switch โดยหมุนไปที่สัญลักษณ์ “I”		Control cabinet
4.ใช้กุญแจและหมุน Authorization switch ไปที่สัญลักษณ์ “I”		ถัดลงมาข้างล่างจากคีย์บอร์ดของ SELOGICA controller
5.กดที่ Controller start key		ถัดจาก authorization switch และถัดลงมาข้างล่างจาก function selection keypad

สัญลักษณ์และความหมาย ตัวแปรในเครื่องฉีดพลาสติก Arburg 320C500-250 ที่ควรรู้จัก

d = เส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter, mm.) F = แรง (Force, kN) P = ความดัน (Pressure, bar (N/min)

Flow rate, ccm/s or 1/min.) s = ระยะห่าง (Stroke position, mm.) T = อุณหภูมิ (°C or F) t = เวลา (S) v = ความเร็ว (Speed, mm/s) V = ปริมาตร (Volume, ccm)



1 = การปิดแม่พิมพ์ (Mould closing)

2 = การฉีดพลาสติก (Injection)

3 = การฉีดรักษาความดัน (ฉีดย้ำ) (Injection and holding pressure)

4 = การหลอมพลาสติกเป็นน้ำพลาสติกเตรียมฉีด (Dosage, decompression)

5 = การเปิดแม่พิมพ์ (Mould opening)

6 = การกระทั่งชิ้นงานออก (Ejector)

8 = การกำหนดอุณหภูมิควบคุมในอุปกรณ์ (Temperature control and device)

สัปดาห์ที่ 1 จัดทำรายงานในหัวข้อที่กำหนดดังต่อไปนี้

- เลือกขนาดชิ้นงาน 1 หรือขนาดชิ้นงาน 2 อย่างใดอย่างหนึ่งสำหรับใช้ทดลอง

- เลือกชนิดเม็ดพลาสติกที่จะใช้ในการทดลองมา 1 ชนิดที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มก่อนหน้า เพื่อนำมาหลอมเหลวในเครื่องฉีดพลาสติก ตามค่าตัวแปรอุณหภูมิความร้อนเพื่อ หลอมเหลวดังกำหนดในตารางที่ 1ตามชนิดของเทอร์โมพลาสติกที่เลือกทดลอง

ตารางที่ 1

ชนิดเทอร์โมพลาสติก	อุณหภูมิ_1 บนเครื่องฉีด (Feed zone)	อุณหภูมิ_2 บนเครื่องฉีด (Compression zone)	อุณหภูมิ_3 บนเครื่องฉีด (Compression Zone)	อุณหภูมิ_4 บนเครื่องฉีด (Metering zone)	อุณหภูมิ_5 บนเครื่องฉีด (Nozzle zone)	ช่วงอุณหภูมิหลอมเหลว ($^{\circ}$C)
PP						220-290
PC						280-320
ABS						180-260

*ควรปรับค่าอุณหภูมิแต่ละช่วง เพิ่มขึ้น 5-10 °C

- เขียนขั้นตอนดำเนินการกำหนดค่าตัวแปรเริ่มต้นในการติดตั้งแม่พิมพ์จนกระทั่งจบ กระบวนการนั้นคือ ตั้งแต่เริ่มการหลอมเหลวเม็ดพลาสติกในชุดสกรู การตั้งระยะเปิดปิด แม่พิมพ์ การตั้งระยะการเคลื่อนที่ของหัวฉีด (Nozzle) ฉีดพลาสติกหลอมเหลวเข้าไปใน แม่พิมพ์จนกระทั่งแม่พิมพ์กระทั่งชิ้นงานออกจากกระบวน การทดลองบนเครื่องฉีด พลาสติก เพื่อค้นหาค่าของตัวแปรต่าง ๆ ที่ เหมาะสมในกระบวนการฉีดพลาสติก โดยแต่ละ ชนิดวัสดุมีช่วงค่าเบื้องต้นที่แนะนำบางส่วนในตารางที่ 2

ตารางที่ 2

ชนิดเทอร์โมพลาสติก	ช่วงอุณหภูมิในส่วนหลอมเหลวพลาสติก (°C)	ช่วงอุณหภูมิของแม่พิมพ์ (Mould temp.) (°C)	ความดันฉีด (Injection pressure) (Bar)	ความดันฉีดย้ำ (Holding pressure) (Bar)	ความดันป้องกันการถอยกลับของสกรู (Back pressure)(Bar)
PP	220-290	20-60	800-1400	600-1200	50-90
PC	280-320	30-60	900-1700	700-1500	60-100
ABS	200-280	60-90	700-1600	500-1400	40-80

จากตัวแปรต่อไปนี้ให้แสดงวิธีการกำหนดค่าตัวแปรที่เป็นค่ารหัสของเครื่องฉีดพลาสติกที่ได้จากการสุ่มและสังเกตผลที่เกิดขึ้นบนเครื่องฉีดพลาสติก แม่พิมพ์ และการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างชิ้นงานภายหลังกระทุ่งออกมาจนได้รับผลลัพธ์ที่พอใจคือชิ้นงานฉีด ได้เต็มและไม่เกิดความบกพร่องต่างๆ บนผิวชิ้นงานจากนั้นสรุปย่อขั้นตอนดำเนินการต่างๆ แต่ละกรณีเป็นรูปแบบแผนภูมิการไหลของขั้นตอน (Flow chart)

- แรงปิดแม่พิมพ์ (Clamping force)
- แรงเปิดแม่พิมพ์ (Opening force)
- ระยะเปิดแม่พิมพ์ (Opening stroke)
- ระยะปิดแม่พิมพ์ (Closing stroke)
- แรงกระทุ้งชิ้นงาน (Ejector force)
- ระยะกระทั่งชิ้นงาน (Ejector stroke)
- ค่าความเร็วฉีด (Injection speed)
- ค่าความดันฉีด (Injection pressure)
- ค่าเวลาที่ใช้ในการฉีด (Injection time)
- ค่าความดันในการฉีดย้ำ (Holding pressure)
- ค่าเวลาที่ใช้ในการฉีดย้ำ (Holding time)

- ค่าเวลาที่ใช้ในการหล่อเย็น (Cooling time)

- ค่าความดันป้องกันการถอยกลับของสกรู (Back pressure)

- ค่าเวลาที่ใช้ในกระบวนการฉีดทั้งหมด ตั้งแต่เริ่มต้นปิดแม่พิมพ์จนกระทั่งกระทั่งชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ (Cycle time)

สัปดาห์ที่ 2 จัดทำรายงานบันทึกและวิเคราะห์ผลจากการทดลองตามแผนการทดลองที่

กำหนดเพื่อวิเคราะห์หาแนวโน้มการเกิดจุดบกพร่อง (Defects) บนชิ้นงานที่

มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่าง ๆ

1. ทดลองฉีดพลาสติกจากตัวแปรตามแผนการทดลองในเฟสการฉีดที่กำหนดในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3

ตัวอย่างที่ (Sample No.)	อุณหภูมิหลอมเหลว (Melting temp.)	ความเร็วฉีด (Injection speed)	ความดันฉีดแรก (First Inj. pressure)	ขนาดชิ้นงานที่วัดได้			จุดบกพร่องต่างๆ ที่พบบนชิ้นงาน (Defects)
				แนวแกน X	แนวแกน Y	แนวแกน Z	
1	+	+	+	1 2			
2	+	+	-	1 2			
3	+	-	+	1 2			
4	+	-	-	1 2			
5	-	+	+	1 2			
6	-	+	-	1 2			
7	-	-	+	1 2			
8	-	-	-	1 2			

- เลือกชนิดพลาสติกและช่วงค่าที่สนใจจากแต่ละตัวแปรที่กำหนด เป็นค่าสูงและค่าต่ำลงใน ตารางที่ 2 ส่วนค่าตัวแปรอื่นๆ ให้ใช้ค่าเดิมของตัวแปรที่ทำให้ได้ขนาดชิ้นงานสมบูรณ์ ที่สุดจากการทดสอบในสัปดาห์ที่ 1

- ทดลองฉีดพลาสติกตามค่าตัวแปรที่กำหนดแล้ววัดค่าขนาดที่ได้ของชิ้นงานพลาสติกที่ถูก กระทั่งออกมา ภายหลังทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 10 นาที โดยทดลองแต่ละตัวอย่างทดลอง ด้วยตัวแปรเดิมซ้ำ 2 ครั้งเสมอ

- บันทึกจุดบกพร่องที่ปรากฏบนชิ้นงานภายหลังถูกกระทุ้งออกมา

- ทำการเขียนกราฟด้วย Software Excel เปรียบเทียบโดยจับคู่ระหว่างตัวแปรต่างๆ กับค่าขนาดเฉลี่ยในแนวแกน X แกน Y และแกน Z ที่วัดได้

- สรุปผลการทดลองที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยกราฟและข้อเท็จจริงที่ได้รับระหว่างการทดลอง

2. เลือกค่าตัวแปรทั้ง 3 ตัวที่ให้ผลดีที่สุดจากการทดลองในหัวข้อ 1 (เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานน้อยสุด) แล้วทดลองฉีดพลาสติกจากตัวแปรตามแผนการทดลองในเฟสการฉีดย้ำ (ฉีดรักษาความดัน) และหล่อเย็น ในตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4

ตัวอย่างที่ (Sample No.)	ความดันฉีดย้ำสูงสุด (Max. Holding pressure)	เวลาสำหรับรวมฉีดย้ำ (Total Holding Time)	เวลารวมที่ใช้หล่อเย็น (Total Cooling time)	ขนาดชิ้นงานที่วัดได้			เกิดการบิดตัว ถ้ามี เกิดในแกนใดบ้าง	จุดบกพร่องอื่นๆ ที่พบบนชิ้นงาน (Defects)
				แนวแกน X	แนวแกน Y	แนวแกน Z		
1	+	+	+	1 2				
2	+	+	-	1 2				
3	+	-	+	1 2				
4	+	-	-	1 2				
5	-	+	+	1 2				
6	-	+	-	1 2				
7	-	-	+	1 2				
8	-	-	-	1 2				

- ทดลองฉีดพลาสติกตามค่าตัวแปรที่กำหนดแล้ววัดค่าขนาดที่ได้ของชิ้นงาน พลาสติกที่ถูกกระทุ่งออกมา ภายหลังทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 30 นาที โดยทดลองแต่ละตัวอย่างทดลองด้วยตัวแปรเดิมซ้ำ 2 ครั้งเสมอ

- บันทึกจุดบกพร่องที่ปรากฏบนชิ้นงานภายหลังถูกกระทุ่งออกมา

- ทำการเขียนกราฟด้วย Software Excel เปรียบเทียบโดยจับคู่ระหว่างตัวแปรต่างๆกับค่าขนาดเฉลี่ยในแนวแกน X แกน Y และแกน Z ที่วัดได้

- สรุปผลการทดลองที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยกราฟและข้อเท็จจริงที่ได้รับระหว่างการทดลอง

3. สรุปแนวทางการเลือกใช้ตัวแปรที่เหมาะสมกับชนิดพลาสติกและขนาดชิ้นส่วนที่เลือก ในกระบวนการฉีดพลาสติกชนิดดังกล่าว เพื่อช่วยลดขนาดการหดตัวและบิดตัวของชิ้นงานและ จุดบกพร่องที่ปรากฏบนชิ้นงานจากการทดลอง

ตัวอย่างความหมายของตัวแปรหลักที่ใช้ควบคุมกระบวนการ

การตั้งค่า Mould Closing โดยกดปุ่ม

ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการตั้งค่าหน้าต่าง Mould Closing

- v103 ความเร็วของแม่พิมพ์ในช่วงเริ่มปิด
- F103 แรงที่ใช้ในการปิดในช่วงเริ่มปิด
- s103 ระยะจบช่วงที่ 1 ของการปิดแม่พิมพ์
- v104 ความเร็วของแม่พิมพ์ในช่วงที่ 2 ของการปิด
- F103 แรงที่ใช้ในการปิดในช่วงที่ 2 ของการปิด
- s103 ระยะจบช่วงที่ 2 ของการปิดแม่พิมพ์
- v105 ความเร็วของแม่พิมพ์ในช่วงแม่พิมพ์กำลังปิดสนิท
- F132 แรงที่ใช้ในการปิดแม่พิมพ์ช่วงที่แม่พิมพ์กำลังปิดสนิท
- s105 ระยะเริ่มช่วงการปิดแม่พิมพ์สนิท (โดยใช้Clamping)

การตั้งค่า Mould Opening โดยกดปุ่ม

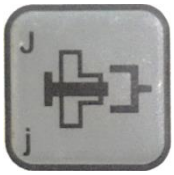
ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการตั้งค่าหน้าต่าง Mould Opening

- v503 ความเร็วของแม่พิมพ์ในช่วงเริ่มเปิด
- F503 แรงที่ใช้ในการเปิดในช่วงเริ่มเปิด
- s503 ระยะจบช่วงที่ 1 ของการเปิดแม่พิมพ์
- v504 ความเร็วของแม่พิมพ์ในช่วงที่ 2 ของการเปิด
- F504 แรงที่ใช้ในการเปิดในช่วงที่ 2 ของการเปิด
- s504 ระยะจบช่วงที่ 2 ของการเปิดแม่พิมพ์
- s504T ระยะเผื่อของการเปิดแม่พิมพ์

การตั้งค่าของ Ejector โดยกดปุ่ม

ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการตั้งค่าหน้าต่าง Ejector Advancement

- v603 ความเร็วของ Ejector ขณะเคลื่อนเข้าหาแม่พิมพ์
- F603 แรงของ Ejector ในช่วงของการเคลื่อนที่เข้า
- s603 ระยะของช่วงที่ Ejector เคลื่อนที่เข้า
- s603T ระยะเผื่อของช่วงที่ Ejector เคลื่อนที่เข้า

ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการตั้งค่าหน้าต่าง Ejector Retraction 

- v613 ความเร็วของ Ejector ขณะเคลื่อนออกจากแม่พิมพ์

- F613 แรงของ Ejector ในช่วงของการเคลื่อนที่ออก

- s613 ระยะของที่ Ejector เคลื่อนที่ออก

- s617T ระยะเผื่อของช่วงที่ Ejector เคลื่อนที่ออก ทาง + (ทางที่เข้าหาแม่พิมพ์)

- s617T ระยะเผื่อของช่วงที่ Ejector เคลื่อนที่ออก ทาง - (ทางที่ออกจากแม่พิมพ์)

การตั้งค่า Nuzzle โดยกดปุ่ม

ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการตั้งค่าหน้าต่าง Nuzzle Advance

- v201 ความเร็วการเคลื่อนที่เข้าหาแม่พิมพ์ของ Nuzzle ในช่วงที่ 1

- F201 แรงที่ใช้ในการเคลื่อนหัว Nuzzle เข้าหาแม่พิมพ์ในช่วงที่ 1

- s203 ระยะจบช่วงที่ 1 ของการเคลื่อน Nuzzle เข้าหาแม่พิมพ์

- v202 ความเร็วการเคลื่อนที่เข้าหาแม่พิมพ์ของ Nuzzle ในช่วงที่ 2

- F201 แรงที่ใช้ในการเคลื่อนหัว Nuzzle เข้าหาแม่พิมพ์ในช่วงที่ 2

- s202T ระยะเผื่อของ Nuzzle

- F221 แรงสำหรับใช้ในกระบวนการฉีด

ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการตั้งค่าหน้าต่าง Nuzzle Retraction

- v212 ความเร็วการเคลื่อนที่ ออกจากแม่พิมพ์ของ Nuzzle

- F212 แรงที่ใช้ในการเคลื่อนหัว Nuzzle ออกจากแม่พิมพ์

- s212 ระยะการเคลื่อนที่ออกของ Nuzzle

- s212T ระยะเผื่อของ Nuzzle

การตั้งค่า Injector โดยกดปุ่ม

ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการตั้งค่าหน้าต่าง Injector

- v403 ปริมาณในการฉีดแต่ละครั้ง

- Q304 ความเร็วของการฉีดในขั้นที่ 1

- p304 แรงที่ใช้ฉีดขั้นที่ 1

- V304 ระยะจบช่วงการฉีดขั้นที่ 1

- Q305 ความเร็วของการฉีดในขั้นที่ 2

- p305 แรงที่ใช้ฉีดในขั้นที่ 2

- V305 ระยะจบช่วงการฉีดขั้นที่ 2

การตั้งค่า Temperatures Cylinder โดยกดปุ่ม

ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการตั้งค่าหน้าต่าง Temperatures 1 Cylinder

- T890 อุณหภูมิใน feed zone

- T891 อุณภูมิในทรงกระบอก

- T801-T805 ระดับการไล่อุณหภูมิในกระบอกฉีดตั้งแต่ช่วงแรกจนถึงช่วงที่พร้อมฉีด

- T801T-T805T ค่าความคลาดเคลื่อนของการไล่อุณหภูมิในแต่ละช่วง

ขั้นตอนการเปิดใช้งานเครื่องฉีดพลาสติก Arburg 320C500-250

1.เปิดวงจรพลังงานไฟฟ้าหลัก และระบบน้ำหล่อเย็นเครื่องจักร (บริเวณผนังด้านหลังเครื่อง)

2.เปิด Main switch โดยหมุนไปที่สัญลักษณ์ “I”

3.ใช้กุญแจและหมุน Authorization switch ไปที่สัญลักษณ์ “I”

4.กดที่ Controller start key

ขั้นตอนการปิดเครื่องฉีดพลาสติก Arburg 320C500-250

1.ใช้กุญแจและหมุน Authorization switch ไปที่สัญลักษณ์ “0”

2.ปิด Main switch ที่ตู้ควบคุม (Control cabinet) โดยหมุนไปที่สัญลักษณ์ “0”

3.ปิดวงจรพลังงานไฟฟ้าหลัก และระบบน้ำลดอุณหภูมิเครื่องจักร

การตรวจสอบชิ้นงาน

- ขนาดชั้นงาน(กว้าง หนา สูง) ได้ตามที่ต้องการ

- ชิ้นงานไม่มีการบิดงอ หดตัว หรือเสียรูป

- ลักษณะของเนื้อชิ้นงานมีฟองอากาศภายในเพียงเล็กน้อยและไม่มีสิ่งแปลกปลอมอื่น