บทที่ 5
การลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

5.1 วัตถุประสงค์

1. สามารถแยกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI และปัจจัยที่ไม่มีอิทธิพลต่อความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ออกจากกันได้

2. ทำการปรับปรุงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

5.2 บทนำ

การวิเคราะห์ปัญหาโดยการตัดสินใจซึ่งปราศจากข้อมูลทางสถิติอ้างอิง จะทำให้เกิดความผิดพลาดในกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหานี้จึงมีความสำคัญอย่างมากที่ต้องอาศัยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะประกอบไปด้วยขั้นตอนที่สำคัญคือ การตั้งสมมติฐาน และการทดสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์เพื่อค้นให้พบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยนำผังแสดงเหตุและผล การวิเคราะห์ FMEA โดยเลือกสาเหตุจากการเรียงลำดับจากสาเหตุที่มีความเป็นไปได้สูงกว่าหรือมีความร้ายแรงมากกว่า เพื่อทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาก่อนตามลำดับไป แต่ทั้งนี้เหตุที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดอาจจะไม่จำเป็นต้องเป็นสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาก็ได้ โดยทั่วไปการวิเคราะห์โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะลดโอกาสข้อผิดพลาดได้ การตัดสินใจที่อาศัยหลักการของสถิติวิศวกรรมหรือหลักการอนุมานทางสถิติ โดยการดำเนินการทดลองเพื่อหาข้อมูลสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นการยืนยันว่าสาเหตุที่สงสัยนั้นคือสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือความบกพร่องด้านคุณภาพ นอกจากนี้เมื่อมีการยืนยันว่าสาเหตุเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ก็ยังสามารถสรุปได้ต่อไปว่าสาเหตุดังกล่าวมีผลกระทบต่อปัญหามากน้อยเพียงใด

การแก้ปัญหาด้วยการลองผิดลองถูกโดยไม่ได้ทำการทดลองหรือทดสอบด้วยวิธีการเก็บข้อมูลและพิสูจน์ข้อมูลอย่างถูกต้อง เป็นวิธีการที่ไม่ได้ทำการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง ปัญหาเหล่านี้อาจดีขึ้นในชั่วขณะแต่ก็อาจจะกลับเกิดขึ้นอีกในภายหลัง นั่นก็หมายความว่าปัญหาไม่ได้ทีการแก้ไขอย่างแท้จริง

โดยปัจจัยที่เลือกมาทำการทดสอบสมมติฐานว่ามีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักร TCI จะได้มาจากการทำ FMEA ซึ่งจะเลือกปัจจัยที่มีค่า RPN สูงสุดอันดับแรก ๆ จากบทที่ 4 มาทำการทดสอบสมมติฐานในขั้นถัดไป เพื่อที่จะแยกปัจจัยที่มีอิทธิพลและไม่มีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรออกจากกัน โดยทำการทดลองเปลี่ยนปัจจัยที่จะทำการทดสอบสมมติฐาน แล้วออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบว่า ความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรระหว่างก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

เนื่องจากรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักร TCI ไม่ได้เป็นการกระจายแบบปกติ จึงต้องใช้การทดสอบแบบ Levene's Test ด้วยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% ซึ่งถ้าค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่า 0.05 จะสามารถสรุปได้ว่าปฏิเสธสมมติฐาน H0 และสรุปว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรเนื่องมาจากปัจจัยที่ได้ทำการทดลอง แต่ถ้าค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่า 0.05 จะสามารถสรุปได้ว่ายอมรับสมมติฐาน H0 และสรุปว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรเนื่องมาจากปัจจัยที่ได้ทำการทดลอง

เมื่อทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรที่ได้ทำการเลือกมาปรับปรุงแล้ว ขั้นต่อไปคือการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหานั้น ๆ ในการที่จะปรับปรุงจำเป็นต้องอาศัยการพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐานทางสถิติ เพื่อเป็นการยืนยันว่าการปรับปรุงแก้ไขสามารถลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นกับรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรได้จริงหรือไม่

ซึ่งการปรับปรุงเพื่อลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ก็ต้องอาศัยการปรับปรุงกระบวนการทำงานของเครื่องจักร การออกแบบอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อช่วยลดข้อผิดพลาดการทำงานของเครื่องจักร การซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอุปกรณ์ของเครื่องจักรอย่างเหมาะสม การเปลี่ยนอุปกรณ์ในเครื่องจักรบางตัวที่มีความสามารถมากขึ้นเพื่อลดข้อผิดพลาดในการทำงาน การหาตั้งระยะเครื่องจักรที่เหมาะสมเป็นต้น

โดยจะทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรทั้งก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง โดยพยายามควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ให้เหมือนกัน แล้วทำการวิเคราะห์ว่ารอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรหลังการปรับปรุงมีความแปรปรวนลดลงหรือไม่ โดยการใช้การ

ทดสอบแบบ Levene's Test ด้วยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% ซึ่งจะสามารถสรุปได้ว่าหลังการปรับปรุงความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรลดลงหรือไม่

เมื่อสามารถระบุปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา ขั้นต่อไปคือการนำแนวทางนั้นไปปฏิบัติตาม โดยต้องคำนึงถึงว่าไม่มีผลข้างเคียงใด ๆ นอกจากนั้น การแก้ปัญหา จะต้องเน้นกิจกรรมเพื่อการแก้ไข และเน้นการป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำขึ้นมา ซึ่งสาเหตุของปัญหาได้ระบุและนำเสนอหลักการแก้ไขด้วยการพิสูจน์ด้วยหลักทางสถิติในบทที่แล้ว ในส่วนนี้จะนำเสนอหลักการเฝ้าติดตามเพื่อแก้ปัญหาอย่างทันท่วงที

โดยการควบคุมกระบวนการที่ได้ออกแบบและถูกนำไปใช้ เพื่อป้องกันและเฝ้าติดตามความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรที่ได้ทำการปรับปรุงไปแล้วคือ การนำสิ่งที่ได้ปรับปรุงไปเป็นส่วนหนึ่งของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และการแสดงผลของรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรแบบ Real Time Monitoring System เพื่อที่จะให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือผู้ปฏิบัติงาน สามารถรู้ถึงความแปรปรวนที่เกิดขึ้นและป้องกันได้ทันที

5.3 การทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานเป็นการทดสอบคำตอบที่ผู้ทดสอบ ผู้วิจัยคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าอย่างมีเหตุผล ข้อมูลที่ถูกสุ่มมาจากประชากร จะถูกใช้เพื่ออ้างอิงค่าพารามิเตอร์ของประชากร ดังนั้น เมื่อมีการทดสอบสมมติฐาน จะเป็นการทดสอบว่าค่าพารามิเตอร์มีค่าเป็นอย่างที่ได้คาดการณ์ไว้หรือไม่ การทดสอบสมติฐานในงานวิจัยนี้มุ้งเน้นเพื่อทดสอบว่าปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรในสายประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

โดยอิทธิพลที่เลือกมาทำการทดสอบสมมติฐานว่ามีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI จะได้มาจากการทำ FMEA ของบทที่ 4 ซึ่งจะเลือกปัจจัยที่มีค่า RPN สูงสุด 5 อันดับแรกมาทำการทดสอบสมมติฐานในขั้นถัดไป เพื่อที่จะแยกปัจจัยที่มีอิทธิพลและไม่มีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรในสายประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟออกจากกัน

จากการวิเคราะห์ FMEA ของเครื่องจักร TCI ในบทที่ 4 ทำให้สามารถสรุปว่าปัจจัยที่อาจจะมีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักร TCI 5 อันดับแรกคือ

1. อิทธิพลเนื่องมาจากตะกร้าใส่ฝาปิด

2. อิทธิพลเนื่องมาจากความชำนาญของพนักงานควบคุมเครื่องจักร

3. อิทธิพลเนื่องมาจากการสั่นสะเทือน

4. อิทธิพลเนื่องมาจากวัสดุที่จับยึดฝาปิด

5. อิทธิพลเนื่องมาจากการตั้งค่าของแขนกลตัวที่ 1

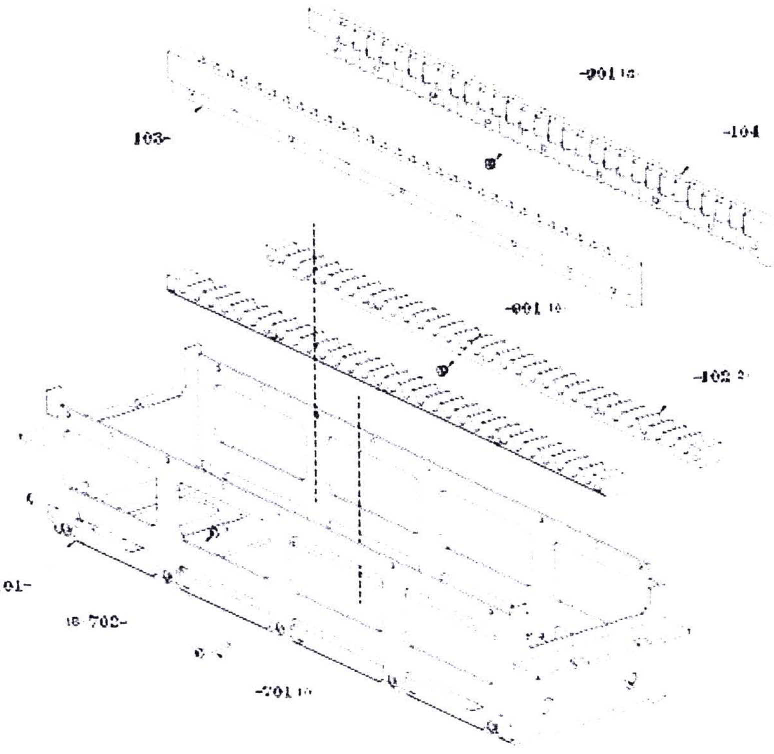
ซึ่งจะทำการตั้งสมติฐานและทดสอบสมมติฐานเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผมต่อความ
ไรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรต่อไป

3.1 วิเคราะห์อิทธิพลเนื่องมาจากตะกร้าใส่ฝาปิด

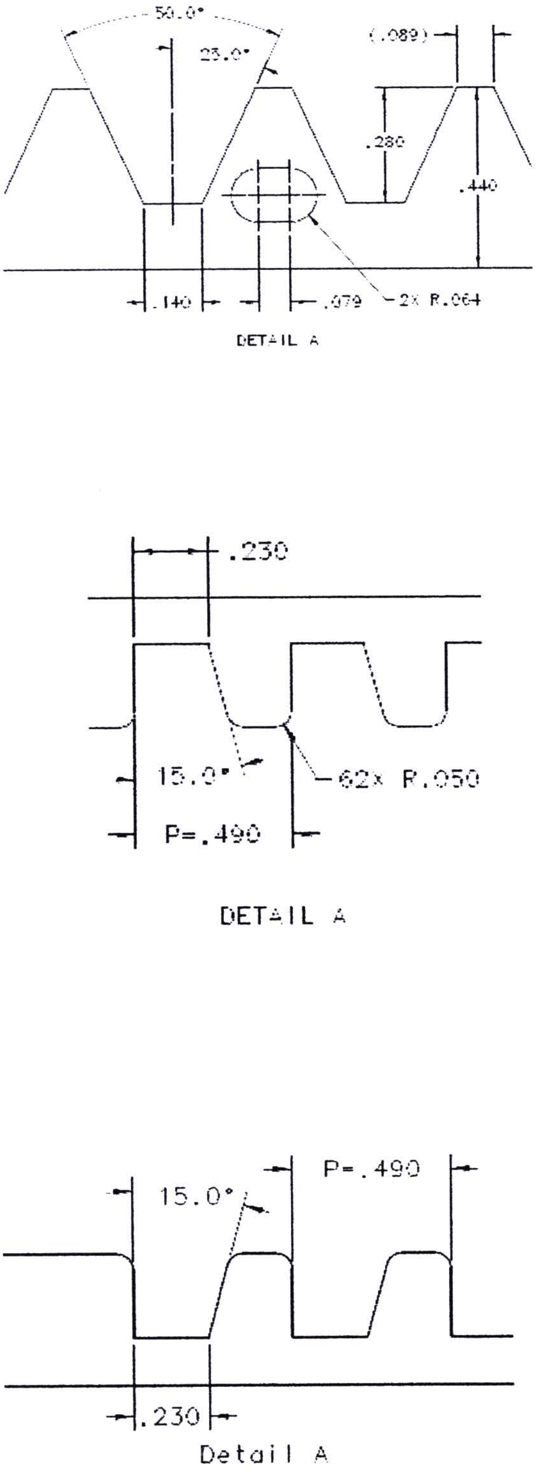
ญหา

ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจะต้องวางอยู่บนตะกร้าเพื่อนำเข้าไปล้างทำความสะอาด
นที่จะถูกส่งเข้าเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยเครื่องล้างทำความสะอาดจะต้องล้าง
ยน้ำสะอาด เป่าด้วยลม และทำการอบให้ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแห้ง โดยจะต้องผ่านอุณหภูมิที่
กต่างกัน ซึ่งตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจะทำจากโครงที่เป็นสเตนเลสและประกอบกับซี่
าสติก ดังแสดงในรูปที่ 5.1

การที่ซี่พลาสติกผ่านความร้อนวันหนึ่งหลายรอบและการทีพนักงานวางฝาปิดใน
พลาสติก ทำให้มีโอกาสสึกหรอและเสียรูปได้ การที่ซี่พลาสติกเสียรูปโดยขนาดไม่ได้ตาม
ตรฐานที่ได้ทำการออกแบบไว้ดังแสดงในรูปที่ 5.2 เมื่อวางฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟลงในตะกร้าก็
ะทำให้ความเอียง ความสูงต่ำ ไม่ได้ขนาดตามที่ได้ตั้งค่าของเครื่องจักรไว้ ก็จะส่งผลต่อการหยิบ
ชิ้นงานที่เกิดการผิดพลาด ซึ่งจะทำให้รอบเวลาการผลิตรอบนั้นมากกว่าค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้



รูปที่ 5.1 แสดงตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟและส่วนประกอบ



รูปที่ 5.2 แสดงขนาดของซี่พลาสติกทั้งสามชนิดที่รองรับฝาปิด

<u>การตั้งสมมติฐาน</u>

H_0: $\sigma_1 = \sigma_2$; ขนาดของซี่พลาสติกของตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

H_1: $\sigma_1 \neq \sigma_2$; ขนาดของซี่พลาสติกของตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

<u>การคำนวณสิ่งตัวอย่าง</u>

เมื่อทำการทดลองด้วยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 550 ตัวอย่าง แล้วนำมาคำนวณหาค่ากลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดที่ยอมรับได้ ด้วยความผิดพลาดแบบที่ 1 (Alpha Error) เท่ากับ 0.05 และความผิดพลาดแบบที่ 2 (Beta Error) เท่ากับ 0.05 แล้วพบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 550 ที่ใช้ในการทดลองเพียงพอแล้ว

Power and Sample size

Sample size for comparing two sample standard deviations

Alpha = 0.05

Beta = 0.05

Critical ratio = 2.0595

Sample size = 26

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ทำการคัดเลือกตะกร้าใส่ชิ้นงานที่มีขนาดได้ตามมาตรฐาน และตะกร้าใส่ชิ้นงานที่มีขนาดไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดซึ่งมีบางช่องของซี่พลาสติกขนาดกว้างเกินไป หรือมีการเสียรูป ดังตารางที่ 5.1

2. นำชิ้นงานฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจากผู้ผลิตเดียวกัน รอบจัดส่งเดียวกัน มาใส่ในตะกร้าทั้งสอง

3. ทำการทดลองที่เครื่อง TCI โดยใช้พนักงานควบคุมเครื่องคนเดียวกันและเวลาในการทดลองทั้งสองกลุ่มต่อเนื่องกัน

4. ใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่อยู่บนตะกร้าที่ได้มาตรฐานเข้าเครื่อง TCI จนครบตามจำนวนขนาดสิ่งตัวอย่างที่คำนวณไว้

5. ใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่อยู่บนตะกร้าที่ไม่ได้มาตรฐานเข้าเครื่อง TCI จนครบตามจำนวนขนาดสิ่งตัวอย่างที่คำนวณไว้

6. นำข้อมูลรอบเวลาการผลิตของทั้งสองกลุ่มมาทำการวิเคราะห์

ตารางที่ 5.1 แสดงระยะของซี่พลาสติกของตะกร้าดีกับตะกร้าเสียที่ใช้ในการทดลอง

		ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3			ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3
ตะกร้า ดี	ช่องที่ 1	0.17	0.24	0.22	ตะกร้า เสีย	ช่องที่ 1	0.17	0.27	0.28
	ช่องที่ 2	0.15	0.25	0.23		ช่องที่ 2	0.22	0.31	0.28
	ช่องที่ 3	0.19	0.24	0.23		ช่องที่ 3	0.20	0.30	0.34
	ช่องที่ 4	0.14	0.22	0.24		ช่องที่ 4	0.17	0.25	0.32
	ช่องที่ 5	0.15	0.27	0.24		ช่องที่ 5	0.16	0.26	0.33
	ช่องที่ 6	0.16	0.23	0.25		ช่องที่ 6	0.23	0.27	0.35
	ช่องที่ 7	0.18	0.23	0.23		ช่องที่ 7	0.22	0.32	0.34
	ช่องที่ 8	0.14	0.26	0.25		ช่องที่ 8	0.25	0.31	0.32
	ช่องที่ 9	0.15	0.25	0.25		ช่องที่ 9	0.16	0.30	0.33
	ช่องที่ 10	0.15	0.25	0.26		ช่องที่ 10	0.20	0.28	0.26
	ช่องที่ 11	0.13	0.25	0.23		ช่องที่ 11	0.21	0.28	0.28
	ช่องที่ 12	0.14	0.23	0.26		ช่องที่ 12	0.22	0.26	0.29
	ช่องที่ 13	0.13	0.22	0.23		ช่องที่ 13	0.18	0.24	0.25
	ช่องที่ 14	0.16	0.24	0.26		ช่องที่ 14	0.15	0.25	0.26
	ช่องที่ 15	0.14	0.27	0.26		ช่องที่ 15	0.16	0.24	0.27
	ช่องที่ 16	0.15	0.28	0.25		ช่องที่ 16	0.14	0.26	0.29
	ช่องที่ 17	0.14	0.24	0.25		ช่องที่ 17	0.14	0.29	0.31
	ช่องที่ 18	0.16	0.25	0.27		ช่องที่ 18	0.17	0.32	0.32
	ช่องที่ 19	0.14	0.23	0.24		ช่องที่ 19	0.18	0.31	0.33
	ช่องที่ 20	0.13	0.22	0.24		ช่องที่ 20	0.19	0.33	0.27
	ช่องที่ 21	0.17	0.24	0.26		ช่องที่ 21	0.20	0.30	0.26
	ช่องที่ 22	0.16	0.24	0.24		ช่องที่ 22	0.18	0.28	0.32
	ช่องที่ 23	0.14	0.24	0.23		ช่องที่ 23	0.19	0.26	0.33
	ช่องที่ 24	0.15	0.26	0.22		ช่องที่ 24	0.21	0.29	0.32
	ช่องที่ 25	0.15	0.27	0.22		ช่องที่ 25	0.22	0.28	0.27
	ช่องที่ 26	0.18	0.26	0.23		ช่องที่ 26	0.14	0.28	0.28
	ช่องที่ 27	0.14	0.25	0.23		ช่องที่ 27	0.16	0.29	0.29
	ช่องที่ 28	0.16	0.24	0.23		ช่องที่ 28	0.21	0.31	0.31
	ช่องที่ 29	0.14	0.25	0.24		ช่องที่ 29	0.16	0.32	0.3
	ช่องที่ 30	0.14	0.25	0.24		ช่องที่ 30	0.17	0.30	0.31
	ค่าเฉลี่ย	0.15	0.25	0.24		ค่าเฉลี่ย	0.19	0.29	0.30
	ระยะ มาตราฐาน	0.14	0.23	0.23		ระยะ มาตราฐาน	0.14	0.23	0.23

<u>ผลการทดลองทางสถิติ</u>

Test for Equal Variances: Cycletime versus Group

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

Group	N	Lower	StDev	Upper
A	550	1.72719	1.84425	1.97767
B	550	0.83865	0.89549	0.96028

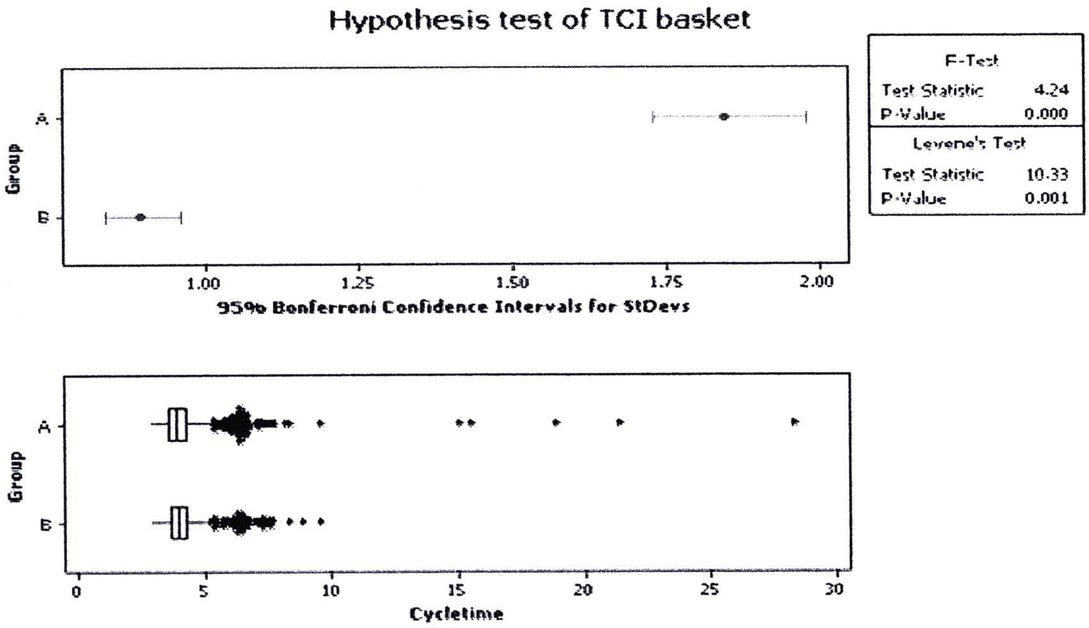
F-Test (Normal Distribution)

Test statistic = 4.24, p-value = 0.000

Levene's Test (Any Continuous Distribution)

Test statistic = 10.33, p-value = 0.001

Hypothesis test of TCI basket



<u>สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ</u>

เนื่องจากรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ไม่ได้เป็นการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) จึงต้องใช้การทดสอบแบบ Levene's Test ซึ่งค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.001 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟระหว่างการใช้ตระกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ที่ได้มาตรฐานกับไม่ได้มาตรฐานในการผลิต

5.3.2 วิเคราะห์อิทธิพลเนื่องมาจากความชำนาญของพนักงานควบคุมเครื่องจักร

<u>ปัญหา</u>

พนักงานควบคุมเครื่อง TCI จะมีอยู่ 1 คนซึ่งจะทำหน้าที่ในการใส่ตะกร้าที่บรรจุฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเข้าเครื่องจักร เก็บตะกร้าเปล่าออกจากเครื่องจักร และแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องจักรเมื่อมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ความชำนาญของพนักงานแต่ละคนที่ทำการควบคุมเครื่องจักรก็อาจจะมีผลต่อรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักร เช่น เมื่อเกิดข้อผิดพลาดโดยเครื่องหยิบชิ้นงานแล้วหล่นพนักงานจะต้องทำการหยิบชิ้นงานออกแล้วทำตามขั้นตอนของโปรแกรมของเครื่องเพื่อให้เครื่องสามารถทำงานต่อได้ ซึ่งความรวดเร็วและความชำนาญก็จะมีผลต่อรอบเวลาการผลิตนั้น ๆ

พนักงานควบคุมเครื่องจะมีประสบการทำงานที่เครื่อง TCI ที่แตกต่างกันตั้งแต่ประมาณ 2 เดือน จนถึง 3-4 ปีจนถึงในบางสายการผลิต อีกทั้งการอบรมถึงขั้นตอนการทำงานและการแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องจักรในกรณีต่าง ๆ ก็มีผลต่อความรวดเร็วในการแก้ปัญหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรด้วยเช่นกัน

<u>การตั้งสมมติฐาน</u>

H_0: $\sigma_1 = \sigma_2$; ความชำนาญของพนักงานควบคุมเครื่องจักรไม่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

H_1: $\sigma_1 \neq \sigma_2$; ความชำนาญของพนักงานควบคุมเครื่องจักรมีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

<u>การคำนวณสิ่งตัวอย่าง</u>

เมื่อทำการทดลองด้วยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 550 ตัวอย่าง แล้วนำมาคำนวณหาค่ากลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดที่ยอมรับได้ ด้วยความผิดพลาดแบบที่ 1 (Alpha Error) เท่ากับ 0.05 และความผิดพลาดแบบที่ 2 (Beta Error) เท่ากับ 0.05 แล้วพบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 550 ที่ใช้ในการทดลองเพียงพอแล้ว

Power and Sample size

Sample size for comparing two sample standard deviations

Alpha = 0.05

Beta = 0.05

Critical ratio = 1.22966

Sample size = 305

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ทำการคัดเลือกพนักงานสองคนที่ทำหน้าที่ควบคุมเครื่อง TCI โดยคนแรกมีประสบการณ์ควบคุมเครื่อง TCI มาแล้ว 3 ปี 2 เดือน กับอีกคนทำงานควบคุมเครื่อง TCI มาแล้ว 2 เดือน

2. นำชิ้นงานฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจากผู้ผลิตเดียวกัน รอบจัดส่งเดียวกัน มาใส่ในตะกร้าที่ได้ขนาดมาตรฐาน ตามจำนวนขนาดสิ่งตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้ โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม

3. กลุ่มแรกให้พนักงานทีทำงานควบคุมเครื่อง TCI มาแล้ว 3 ปี 2 เดือนทำการควบคุมเครื่องจักรระหว่างการทำงาน

4. กลุ่มสองให้พนักงานทีทำงานควบคุมเครื่อง TCI มาแล้ว 2 เดือนทำการควบคุมเครื่องจักรระหว่างการทำงาน

5. นำข้อมูลรอบเวลาการผลิตของทั้งสองกลุ่มมาทำการวิเคราะห์

<u>ผลการทดลองทางสถิติ</u>

Test for Equal Variances: Cycletime versus Group

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

Group	N	Lower	StDev	Upper
A	550	2.25665	2.40960	2.58391
B	550	2.19170	2.34024	2.50954

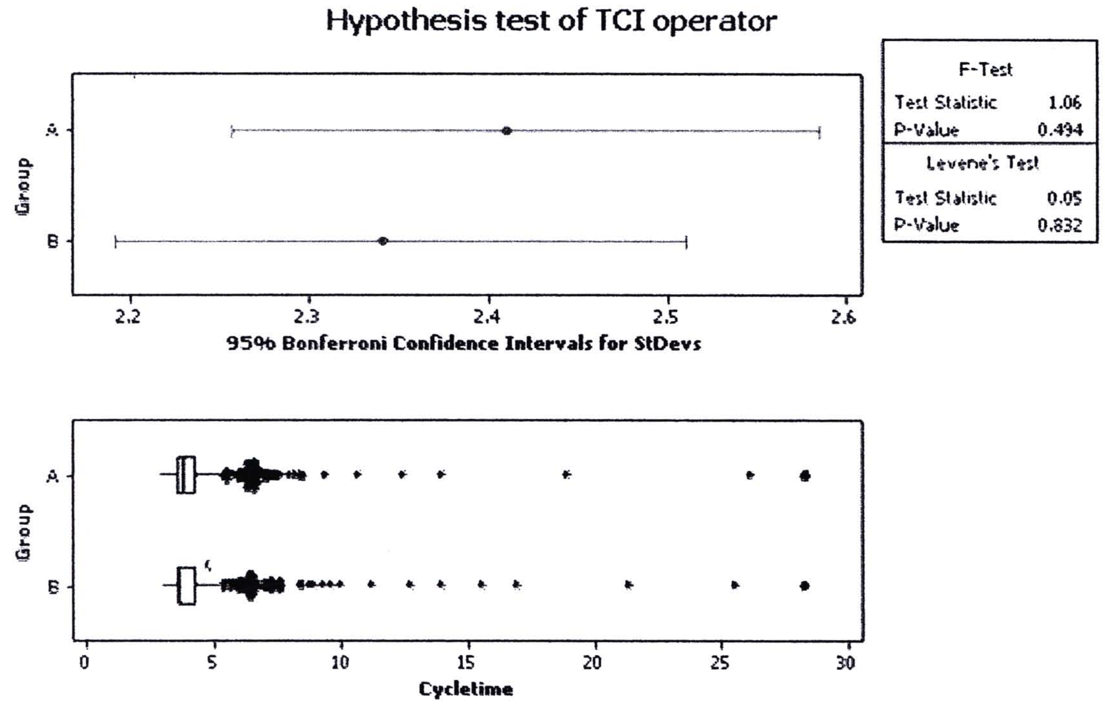
F-Test (Normal Distribution)

Test statistic = 1.06, p-value = 0.494

Levene's Test (Any Continuous Distribution)

Test statistic = 0.05, p-value = 0.832

Hypothesis test of TCI operator



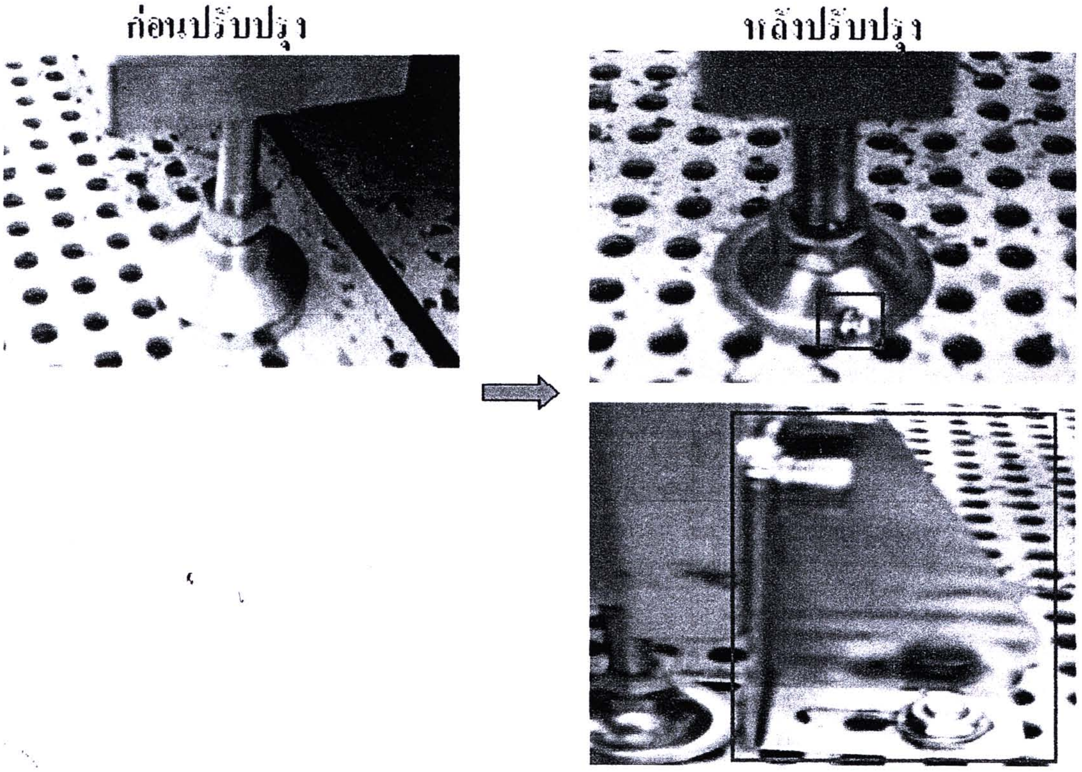
<u>สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ</u>

เนื่องจากรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ไม่ได้เป็นการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) จึงต้องใช้การทดสอบแบบ Levene's Test ซึ่งค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.832 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 และสรุปว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟระหว่างการใช้พนักงานที่ทำการควบคุมเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่มีประสบการณ์การทำงานที่แตกต่างกัน

5.3.3 วิเคราะห์อิทธิพลเนื่องมาจากการสั่นสะเทือน

<u>ปัญหา</u>

การประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจะต้องถูกกระทำในห้องสะอาด ซึ่งถูกออกแบบให้พื้นเป็นแบบโปร่งที่สามารถดูดฝุ่นลงไปใต้พื้นได้ ในหนึ่งห้องสะอาดจะมีเครื่องจักรอยู่จำนวนประมาณ 480 - 500 เครื่อง ซึ่งเมื่อทุกเครื่องทำงานพร้อมกันเกิดจะเกิดการสั่นสะเทือนเกิดขึ้น การสั่นสะเทือนก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่อาจจะมีผลต่อการทำงานและรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI โดยการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นอาจจะส่งผมต่อตำแหน่งการวางที่คลาดเคลื่อนหรือการหยิบจับที่ผิดพลาด โดยอุปกรณ์ที่ได้ทำการออกแบบเพื่อลดความสั่นสะเทือนแสดงในรูปที่ 5.3 ที่จะยึดฐานของเครื่องจักรกับพื้น



รูปที่ 5.3 อุปกรณ์ยึดเครื่องจักรเข้ากับพื้นเพื่อลดการสั่นสะเทือน

<u>การตั้งสมมติฐาน</u>

H_0: $\sigma_1 = \sigma_2$; การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรTCI ไม่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

H_1: $\sigma_1 \neq \sigma_2$; การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรTCI มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

<u>การคำนวณสิ่งตัวอย่าง</u>

เมื่อทำการทดลองด้วยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 550 ตัวอย่าง แล้วนำมาคำนวณหาค่ากลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดที่ยอมรับได้ ด้วยความผิดพลาดแบบที่ 1 (Alpha Error) เท่ากับ 0.05 และความผิดพลาดแบบที่ 2 (Beta Error) เท่ากับ 0.05 แล้วพบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 550 ที่ใช้ในการทดลองเพียงพอแล้ว

Power and Sample size

Sample size for comparing two sample standard deviations

Alpha = 0.05

Beta = 0.05

Critical ratio = 1.2221

Sample size = 325

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ทำการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ยึดฐานของเครื่องจักรเข้ากับพื้นของห้องสะอาด

2. ทำการวัดค่าความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรบริเวณฐานของเครื่องจักรโดยดูค่าที่สูงที่สุด

3. ถอดอุปกรณ์ยึดฐานของเครื่องจักรกับพื้นของห้องสะอาดออก

4. ทำการวัดค่าความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรบริเวณฐานของเครื่องจักรโดยดูค่าที่สูงที่สุด

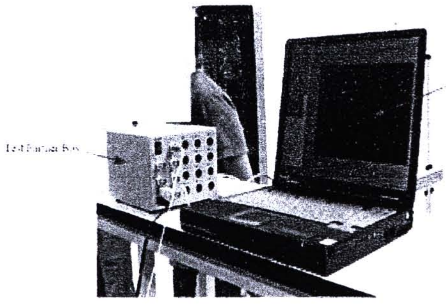
5. ทำการเปรียบเทียบสองจุดที่ได้ทำการวัดจากเครื่องมือดังรูปที่ 5.4 และผลการวัดดังแสดงในตารางที่ 5.2

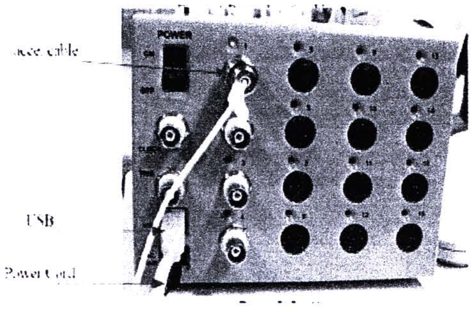
6. นำชิ้นงานฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจากผู้ผลิตเดียวกัน รอบจัดส่งเดียวกัน มาใส่ในตะกร้าที่ได้ขนาดมาตรฐาน ตามจำนวนขนาดสิ่งตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้ โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม

7. กลุ่มแรกทำการประกอบในขณะที่ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ยึดฐานของเครื่องจักรเข้ากับพื้นของห้องสะอาด

8. กลุ่มสองทำการประกอบในขณะที่ติดตั้งอุปกรณ์ยึดฐานของเครื่องจักรเข้ากับพื้นของห้องสะอาดออก

9. นำข้อมูลรอบเวลาการผลิตของทั้งสองกลุ่มมาทำการวิเคราะห์





รูปที่ 5.4 เครื่องมือวัดการสั่นสะเทือน

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบความสั่นสะเทือนของฐานเครื่อง TCI ก่อนและหลังปรับปรุง

	ก่อนการปรับปรุง		หลังการปรับปรุง	
	จุดใส่ตะกร้า	จุดวางฝาปิด	จุดใส่ตะกร้า	จุดวางฝาปิด
การสั่นสะเทือน (mm/s)	0.92	1.05	0.81	0.94

<u>ผลการทดลองทางสถิติ</u>

Test for Equal Variances: Cycletime versus Group

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

Group	N	Lower	StDev	Upper
A	550	3.31739	3.54222	3.79847
B	550	3.24561	3.46558	3.71629

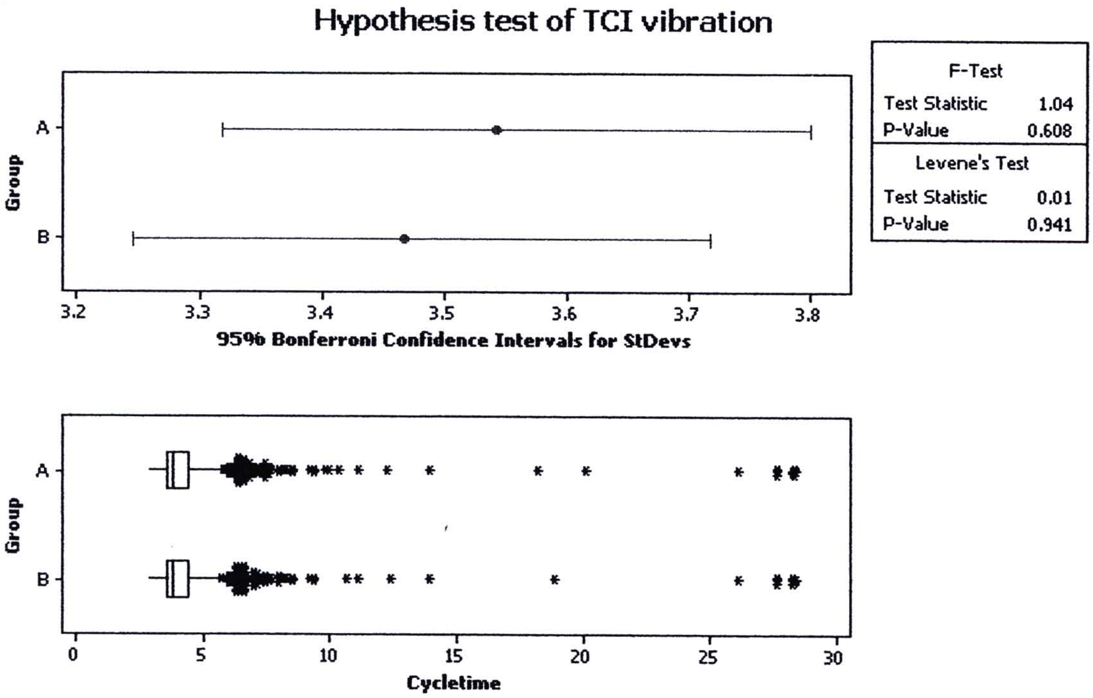
F-Test (Normal Distribution)

Test statistic = 1.04, p-value = 0.608

Levene's Test (Any Continuous Distribution)

Test statistic = 0.01, p-value = 0.941

Hypothesis test of TCI vibration



<u>สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ</u>

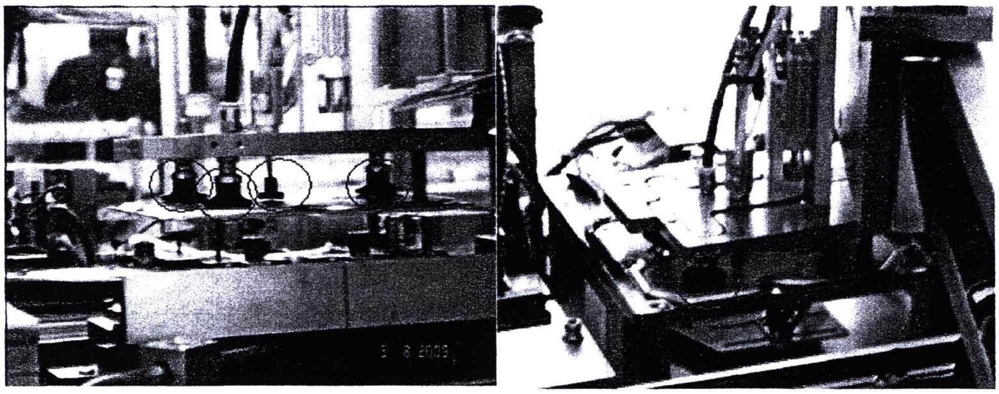
เนื่องจากรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ไม่ได้เป็นการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) จึงต้องใช้การทดสอบแบบ Levene's Test ซึ่งค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.941 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 และสรุปว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟระหว่างการทำงานของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ที่มีความสั่นสะเทือนที่แตกต่างกัน

5.3.4 วิเคราะห์อิทธิพลเนื่องมาจากวัสดุที่จับยึดฝาปิด

<u>ปัญหา</u>

ชิ้นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของเครื่อง TCI ที่ทำหน้าที่ในการหยิบจับและปล่อยฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟคือจุกยาง ดังรูปที่ 5.5 ซึ่งจะเป็นตัวสร้างสูญญากาศเมื่อต้องการหยิบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ และทำให้ระบบสูญญากาศหายไปเมื่อต้องการวางฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยเมื่อความดันของลมสูงขึ้นถึงค่าที่ตั้งไว้ก็หมายถึงแขนกลสามารถหยิบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟได้สำเร็จและสามารถทำงานในขั้นตอนถัดไปได้ อีกแง่หนึ่งเมื่อความดันของลมลดลงถึงค่าที่ตั้งไว้ก็หมายถึงแขนกลสามารถปล่อยฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟได้สำเร็จและสามารถทำงานในขั้นตอนถัดไปได้

สภาพของจุกยางและอายุการใช้งานก็อาจจะเป็นปัยจัยต่อรอบเวลาการผลิตที่มีความแปรปรวน เช่น จุกยางที่มีสภาพผิวไม่สม่ำเสมอ ก็อาจจะต้องใช้เวลานานในการเพิ่มความดันของลมให้สูงขึ้นถึงค่าที่ตั้งไว้ หรือจุกยางที่เสื่อมสภาพก็อาจจะทำให้หยิบแล้วหลุดระหว่างการเคลื่อนที่ ในปัจจุบันจุกยางจะถูกเปลี่ยนประมาณทุก ๆ สองอาทิตย์ ตามสภาพของจุกยางและขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของช่างเทคนิท ซึ่งบางกรณีสภาพของจุกยางอาจจะหมดสภาพการใช้งานก่อนกำหนดก็เป็นไปได้



รูปที่ 5.5 จุกยางที่เป็นชินส่วนในการจับและปล่อยฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

การตั้งสมมติฐาน

H_0: $\sigma_1 = \sigma_2$; อายุการใช้งานของจุกยางไม่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

H_1: $\sigma_1 \neq \sigma_2$; อายุการใช้งานของจุกยางมีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

การคำนวณสิ่งตัวอย่าง

เมื่อทำการทดลองด้วยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 550 ตัวอย่าง แล้วนำมาคำนวณหาค่ากลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดที่ยอมรับได้ ด้วยความผิดพลาดแบบที่ 1 (Alpha Error) เท่ากับ 0.05 และความผิดพลาดแบบที่ 2 (Beta Error) เท่ากับ 0.05 แล้วพบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 550 ที่ใช้ในการทดลองเพียงพอแล้ว

Power and Sample size

Sample size for comparing two sample standard deviations

Alpha = 0.05

Beta = 0.05

Critical ratio = 2.11837

Sample size = 25

วิธีการทดลอง

1. เตรียมจุกยางสองกลุ่มคือกลุ่มแรกเป็นจุกยางที่ผ่านการตรวจสภาพมาแล้วว่าพร้อมใช้งานมีอายุการใช้งาน 2 วัน ส่วนกลุ่มสองคือจุกยางที่ใช้งานมาแล้ว 14 วัน

2. นำชิ้นงานฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจากผู้ผลิตเดียวกัน รอบจัดส่งเดียวกัน มาใส่ในตะกร้าที่ได้ขนาดมาตรฐาน ตามจำนวนขนาดสิ่งตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้ โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม

3. กลุ่มแรกทำการประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟด้วยจุกยางใหม่จนครบตามจำนวณของสิ่งตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้

4. กลุ่มสองทำการประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟด้วยจุกยางเก่าจนครบตามจำนวณของสิ่งตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้

5. นำข้อมูลรอบเวลาการผลิตของทั้งสองกลุ่มมาทำการวิเคราะห์

<u>ผลการทดลองทางสถิติ</u>

Test for Equal Variances: Cycletime versus Group

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

Group	N	Lower	StDev	Upper
A	550	2.11346	2.25670	2.41996
B	550	0.99772	1.06534	1.14241

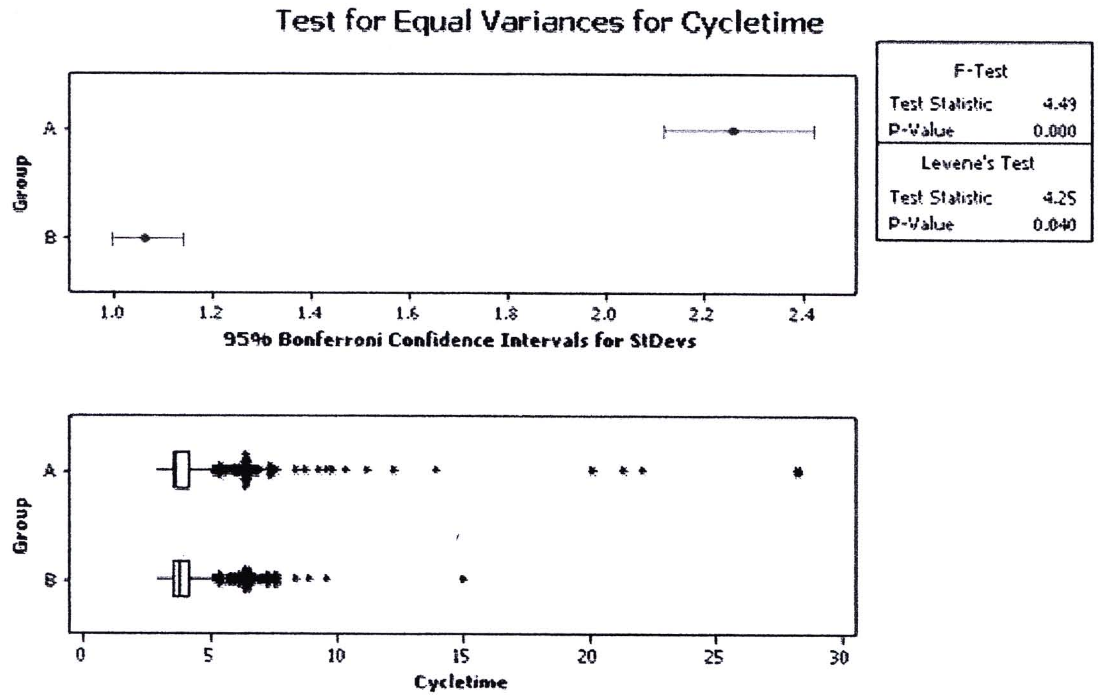
F-Test (Normal Distribution)

Test statistic = 4.49, p-value = 0.000

Levene's Test (Any Continuous Distribution)

Test statistic = 4.25, p-value = 0.040

Test for Equal Variances for Cycletime



สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

เนื่องจากรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ไม่ได้เป็นการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) จึงต้องใช้การทดสอบแบบ Levene's Test ซึ่งค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.040 ดังนั้นจึงบฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟระหว่างการทำงานของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ที่ใช้จุกยางที่มีอายุงานที่แตกต่างกัน

5.3.5 วิเคราะห์อิทธิพลเนื่องมาจากการตั้งค่าของแขนกลตัวที่ 1

ปัญหา

แขนกลตัวที่ 1 ทำหน้าที่ในการหยิบฝาปิดจากตะกร้าใส่ฝาปิดมาวางบนตำแหน่งปรับระยะ การปรับตั้งระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ระยะไม่เหมาะสมย่อมส่งผลต่อความผิดพลาดของการหยิบจับฝาปิด โดยระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลจะทำการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและควบคุมระยะการเคลื่อนที่โดนเอ็นโคดเดอร์ โดยระยะที่สามารถกำหนดให้แขนกลเคลื่อนที่ได้ด้วยความละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร ดังนั้นการตั้งค่าที่เหมาะสมก็จะสามารถลดความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรได้เช่นกัน

การตั้งสมมติฐาน

H_0: $\sigma_1 = \sigma_2$; การตั้งค่าระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลตัวที่1เพื่อหยิบฝาปิดไม่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

H_1: $\sigma_1 \neq \sigma_2$; การตั้งค่าระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลตัวที่1เพื่อหยิบฝาปิดมีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

การคำนวณสิ่งตัวอย่าง

เมื่อทำการทดลองด้วยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 550 ตัวอย่าง แล้วนำมาคำนวณหาค่ากลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดที่ยอมรับได้ ด้วยความผิดพลาดแบบที่ 1 (Alpha Error) เท่ากับ 0.05 และความผิดพลาดแบบที่ 2 (Beta Error) เท่ากับ 0.05 แล้วพบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 550 ที่ใช้ในการทดลองเพียงพอแล้ว

Power and Sample size

Sample size for comparing two sample standard deviations

Alpha = 0.05

Beta = 0.05

Critical ratio = 2.08832

Sample size = 26

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. กำหนดระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลตัวที่1 ที่เคลื่อนที่ไปหยิบฝาปิดที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไว้สองกลุ่มการตั้งค่าโดยกลุ่มแรกเป็นค่าที่ตั้งอยู่ปัจจุบันคือ 46.50 เซนติเมตร และกลุ่มที่สองเพิ่มขึ้นเป็น 46.60 เซนติเมตร

2. นำชิ้นงานฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจากผู้ผลิตเดียวกัน รอบจัดส่งเดียวกัน มาใส่ในตะกร้าที่ได้ขนาดมาตรฐาน ตามจำนวนขนาดสิ่งตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้ โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม

3. กลุ่มแรกทำการประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟด้วยการตั้งค่าแรกจนครบตามจำนวณของสิ่งตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้

4. กลุ่มสองทำการประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟด้วยการตั้งค่าสองจนครบตามจำนวณของสิ่งตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้

5. นำข้อมูลรอบเวลาการผลิตของทั้งสองกลุ่มมาทำการวิเคราะห์

<u>ผลการทดลองทางสถิติ</u>

Test for Equal Variances: Cycletime versus Group

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

Group	N	Lower	StDev	Upper
A	550	1.97968	2.11385	2.26677
B	550	0.94792	1.01217	1.08539

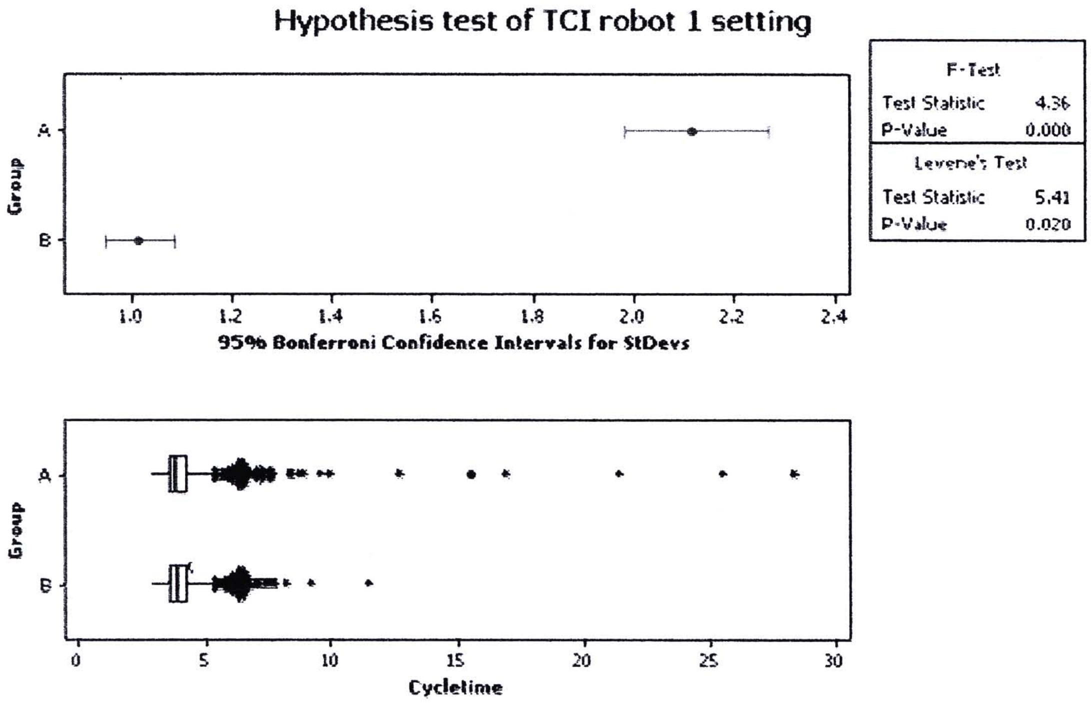
F-Test (Normal Distribution)

Test statistic = 4.36, p-value = 0.000

Levene's Test (Any Continuous Distribution)

Test statistic = 5.41, p-value = 0.020

Hypothesis test of TCI robot 1 setting



<u>สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ</u>

เนื่องจากรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ไม่ได้เป็นการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) จึงต้องใช้การทดสอบแบบ Levene's Test ซึ่งค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.020 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟระหว่างการทำงานของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ที่มีการตั้งค่าการเคลื่อนที่ของแขนกลตัวที่1 ที่แตกต่างกัน

5.3.6 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานของเครื่อง TCI

สามารถสรุปผลการทดสอบสมมติฐานว่าปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ได้ดังนี้

อิทธิพลที่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI มีด้วยกัน 3 ปัจจัยคือ

1. อิทธิพลเนื่องมาจากตะกร้าใส่ฝาปิด
2. อิทธิพลเนื่องมาจากวัสดุที่จับยึดฝาปิด
3. อิทธิพลเนื่องมาจากการตั้งค่าของแขนกลตัวที่ 1

อิทธิพลที่ไม่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI มีด้วยกัน 2 ปัจจัยคือ

1. อิทธิพลเนื่องมาจากความชำนาญของพนักงานควบคุมเครื่องจักร
2. อิทธิพลเนื่องมาจากการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร

5.4 การปรับปรุงกระบวนการของเครื่อง TCI

การปรับปรุงกระบวนการของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (TCI) จากผลการทดสอบสมมติฐานในหัวข้อ 5.3 อิทธิพลที่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมีด้วยกัน 3 ปัจจัยคือ

1. อิทธิพลเนื่องมาจากตะกร้าใส่ฝาปิด
2. อิทธิพลเนื่องมาจากวัสดุที่จับยึดฝาปิด
3. อิทธิพลเนื่องมาจากการตั้งค่าของแขนกลตัวที่ 1

ทีมงานที่ประกอบไปด้วยส่วนที่เกี่ยวข้องได้ทำการระดมความคิดเพื่อหาวิธีการปรับปรุงกระบวนการของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเพื่อที่จะลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องให้น้อยลง ซึ่งก็ได้การปรับปรุงในแต่ละอิทธิพลดังนี้

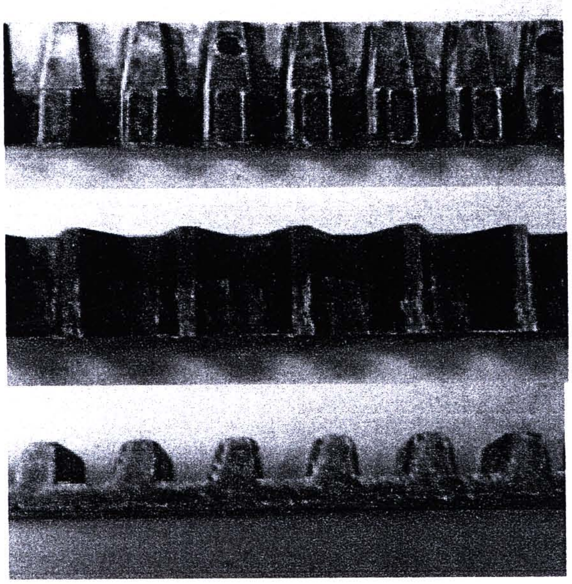
5.4.1 การลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตเนื่องมาจากอิทธิพลของตะกร้าใส่ฝาปิด

<u>ปัญหา</u>

จากการที่ได้สุ่มตะกร้าของฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมาทำการวัดพบว่า มากกว่า 50% ของตะกร้ามีขนาดไม่ได้ตามมาตรฐานที่ฝ่ายออกแบบได้กำหนดไว้ โดยสาเหตุมาจาก

1. การส่งตะกร้าใหม่ที่ได้รับจากผู้ผลิตเข้าสู่กระบวนการผลิตโดยไม่มีระบบการตรวจสอบ
2. ไม่มีระบบซ่อมบำรุงตะกร้าที่เหมาะสม โดยจะมีการส่งตะกร้ามาทำการแก้ไขเมื่อตะกร้าไม่สามารถใช้งานได้ ทำให้ตะกร้าที่ใช้อยู่ในกระบวนการผลิตมีขนาดไม่ได้มาตรฐานหรือใช้งานมานามก็ยังถูกใช้อยู่จนกว่าจะเกิดการเสียหาย
3. ขาดอุปกรณ์ในการที่จะตรวจวัดตะกร้าว่าได้ขนาดตามมาตรฐานหรือไม่ ซึ่งปัจจุบันถ้าต้องการวัดว่าตะกร้ามีขนาดอยู่ในข้อกำหนดหรือไม่ต้องทำการวัดโดยใช้เวอร์เนีย ซึ่งมีความยุ่งยากและใช้เวลานาน

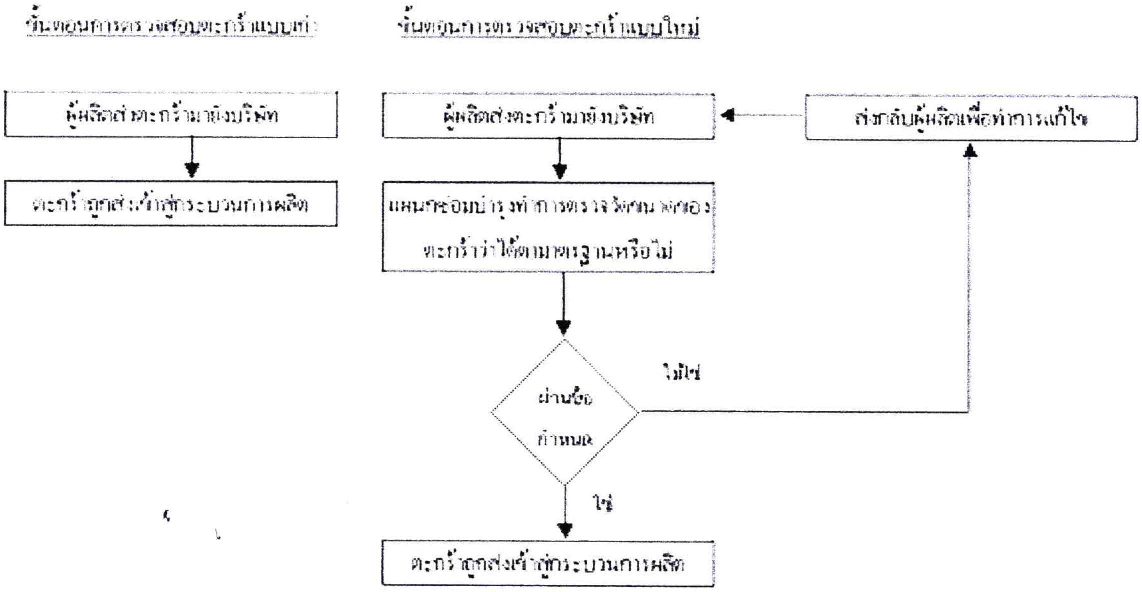
4. วัสดุที่ใช้ผลิตซี่พลาสติกทำจากวัสดุชื่อ Monocast ซึ่งมีสภาพสึกกร่อนภายหลังการใช้งานไประยะหนึ่งดังรูปที่ 5.6 ทำให้ระยะไม่ได้ตามมาตรฐาน ซึ่งส่งผลต่อความผิดพลาดในการทำงานของเครื่องจักร



รูปที่ 5.6 สภาพสึกกร่อนภายหลังการใช้งานของซี่พลาสติก

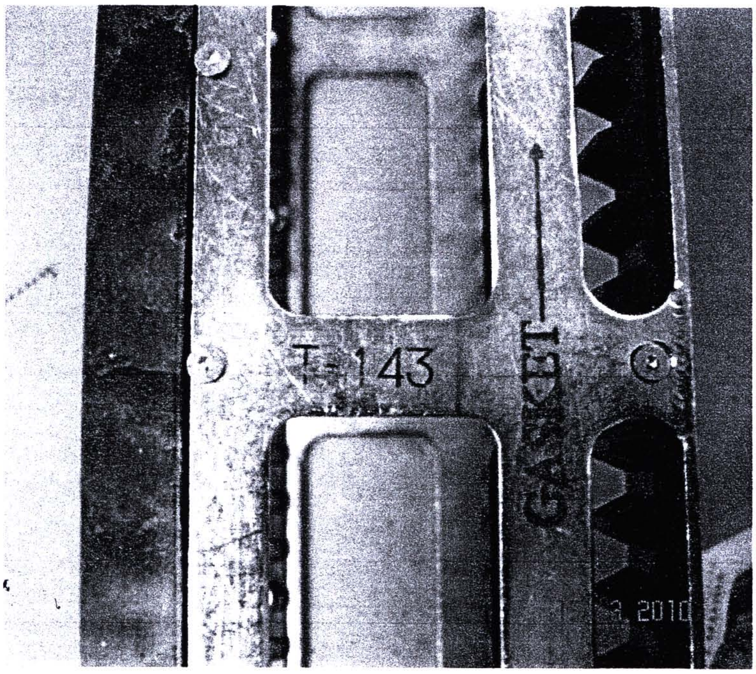
<u>วิธีการปรับปรุง</u>

1. ออกแบบระบบและจัดหากำลังคนที่ใช้ในการตรวจคุณภาพของตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ที่ได้รับมาจากผู้ผลิตก่อนส่งเข้าไปใช้ในกระบวนการผลิต โดยสามารถเขียนขั้นตอนของการตรวจสอบคุณภาพได้ดังรูปที่ 5.7

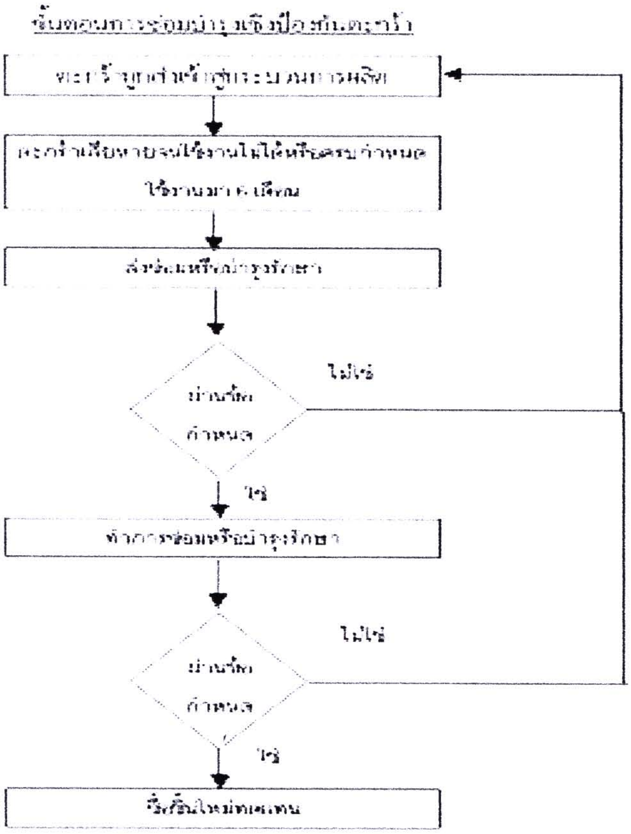


รูปที่ 5.7 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

2. สร้างระบบการซ่อมบำรุงตะกร้าใสฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เพื่อแก้ไขตะกร้าที่ไม่ได้มาตรฐานและไม่ถูกใช้งานในกระบวนการผลิต โดยสร้างระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ขึ้น ซึ่งปกติตะกร้าจะไม่มีการส่งซ่อมจนกว่าจะเกิดอาการเสียรูปจนฝ่ายผลิตใช้งานไม่ได้ ดังนั้นตะกร้าที่ยังพอใช้งานได้อยู่แต่ขนาดไม่ได้มาตรฐานแล้วก็ยังถูกใช้งานในสายการผลิตต่อไป ทำให้มีผมต่อความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักร ดังนั้นจึงได้สร้างระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของตะกร้าขึ้น โดยนำตะกร้าทุกชิ้นมาทำเลขประจำตัวดังรูปที่ 5.8 เพื่อที่จะสามารถบอกได้ว่าตะกร้าชิ้นนั้นต้องได้รับการตรวจสอบเมื่อใช้ไปนานเท่าใด โดยกำหนดว่าจะต้องได้รับการตรวจสอบทุก ๆ 6 เดือน โดยขั้นตอนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สามารถแสดงเป็นแผนภาพดังรูปที่ 5.9

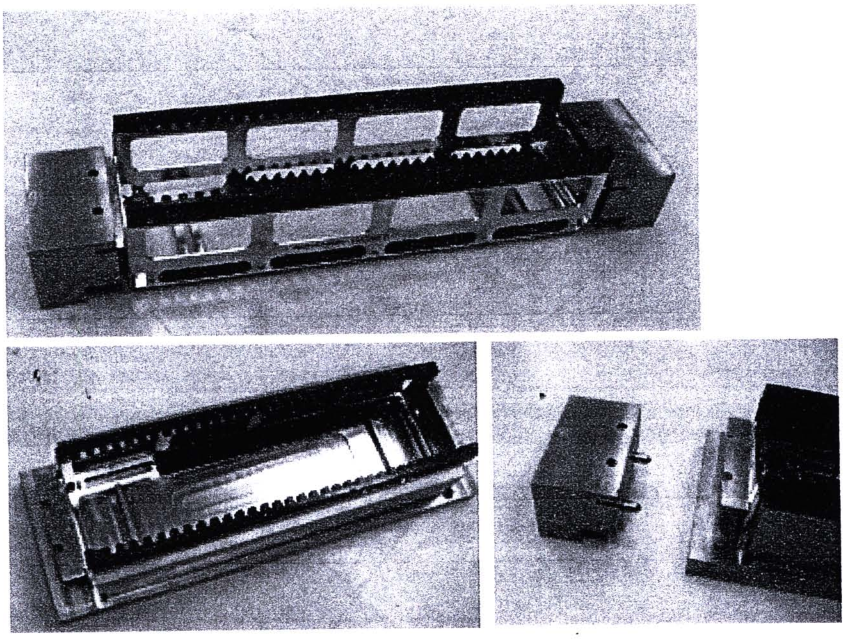


รูปที่ 5.8 การระบุเลขประจำตัวของตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ



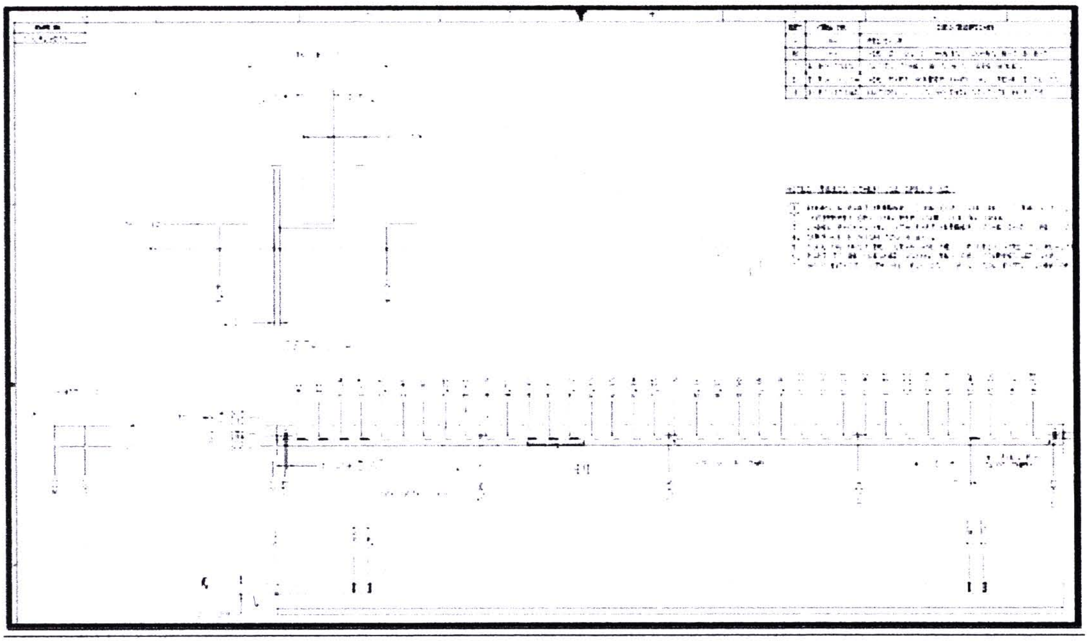
รูปที่ 5.9 แผนภาพแสดงขั้นตอนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

3. ออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ (Gage) ขนาดของตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการตรวจสอบชิ้นงานและป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น ซึ่งอุปกรณ์ที่ออกแบบมาใช้ในการตรวจสอบ แสดงในรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 อุปกรณ์ที่ออกแบบมาใช้ในการตรวจสอบขนาดของตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

4. เปลี่ยนวัสดุที่ทำซี่พลาสติกซึ่งทำจาก Monocast ทำให้ปัจจุบันมีการเสื่อมสภาพของซีพลาสติกเมื่อใช้ไปเวลานาน จากการที่ปรึกษากับแผนกออกแบบและแผนกทดสอบวัสดุ ทางคณะผู้ทำการปรับปรุงได้เลือกวัสดุ Noveon STAT Tech F1260 ซึ่งเป็นวัสดุที่ทนทานต่อความร้อนและการเสียดสีได้มากกว่า ซึ่งได้ทำการเปลี่ยนวัสดุในแบบเพื่อใช้ในการสั่งซื้อเป็นวัสดุใหม่ดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 การเปลี่ยนวัสดุจาก Monocast วัสดุเป็น Noveon STAT Tech F1260

5. เปลี่ยนวิธีการทำงานโดยจะเลือกตะกร้าที่มีคุณภาพผ่านข้อกำหนดไว้บริเวณหน้าเครื่องจักรจำนวน 8 ตะกร้าต่อเครื่อง TCI และเมื่อทำการล้างฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟซึ่งถูกใส่ในตะกร้าทั่วไป ก็จะทำการเปลี่ยนมาใส่ตะกร้าที่ถูกควบคุมที่อยู่หน้าเครื่อง TCI เพื่อทำการประกอบต่อไป ซึ่งตะกร้าที่อยู่หน้าเครื่องจะได้รับการตรวจสอบข้อบกพร่องและคุณภาพของพนักงานที่ทำงานหน้าเครื่องอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยลดตะกร้าที่ไม่ได้มาตรฐานผ่านเข้าไปยังเครื่องจักรได้

<u>การตั้งสมมติฐาน</u>

H_0: $\sigma_1 = \sigma_2$; การปรับปรุงตะกร้าใส่ฝาปิดไม่มีความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

H_1: $\sigma_1 \neq \sigma_2$; การปรับปรุงตะกร้าใส่ฝาปิดมีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

<u>การคำนวณสิ่งตัวอย่าง</u>

เมื่อทำการทดลองด้วยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 550 ตัวอย่าง แล้วนำมาคำนวณหาค่ากลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดที่ยอมรับได้ ด้วยความผิดพลาดแบบที่ 1 (Alpha Error) เท่ากับ 0.05 และความผิดพลาดแบบที่ 2 (Beta Error) เท่ากับ 0.05 แล้วพบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 550 ที่ใช้ในการทดลองเพียงพอแล้ว

Power and Sample size

Sample size for comparing two sample standard deviations

Alpha = 0.05

Beta = 0.05

Critical ratio = 2.0595

Sample size = 83

วิธีการทดลอง

1. นำตะกร้าเก่าที่ใช้ในในสายการผลิตมาระยะหนึ่งโดยเป็นวัสดุเก่า และอีกกลุ่มตะกร้าหนึ่งเป็นวัสดุใหม่ที่ทำการตรวจสอบขนาดให้ได้ตามมาตรฐานและผ่าเครื่องมือเกจ

2. นำชิ้นงานฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจากผู้ผลิตเดียวกัน รอบจัดส่งเดียวกัน มาใส่ในตะกร้าทั้งสอง

3. ทำการทดลองที่เครื่อง TCI โดยใช้พนักงานควบคุมเครื่องคนเดียวกันและเวลาในการทดลองทั้งสองกลุ่มต่อเนื่องกัน

4. ใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่อยู่บนตะกร้าที่ได้มาตรฐานเข้าเครื่อง TCI จนครบตามจำนวนขนาดสิ่งตัวอย่างที่คำนวณไว้

5. ใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่อยู่บนตะกร้าที่ไม่ได้มาตรฐานเข้าเครื่อง TCI จนครบตามจำนวนขนาดสิ่งตัวอย่างที่คำนวณไว้

6. นำข้อมูลรอบเวลาการผลิตของทั้งสองกลุ่มมาทำการวิเคราะห์

ผลการทดลองทางสถิติ

Test for Equal Variances: Cycletime versus Group

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

Group	N	Lower	StDev	Upper
A	550	1.17582	1.25551	1.34634
B	550	0.78853	0.84197	0.90288

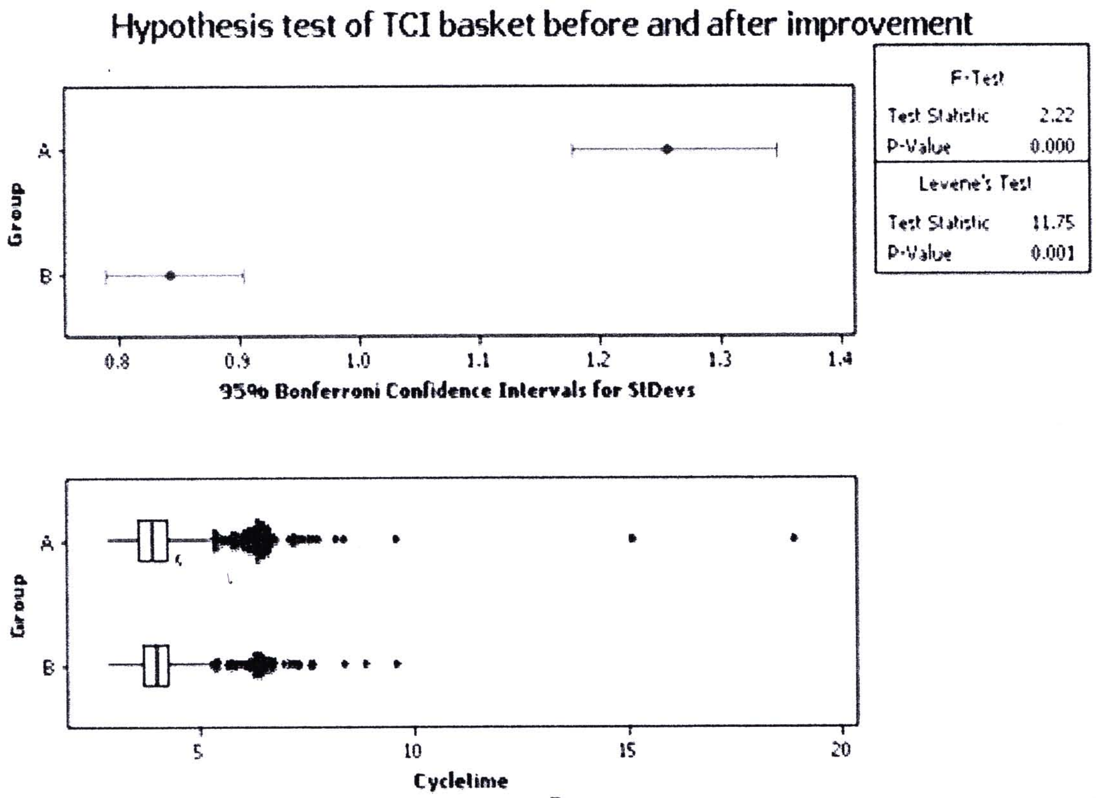
F-Test (Normal Distribution)

Test statistic = 2.22, p-value = 0.000

Levene's Test (Any Continuous Distribution)

Test statistic = 11.75, p-value = 0.001

Hypothesis test of TCI basket before and after improvement



<u>สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ</u>

เนื่องจากรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ไม่ได้เป็นการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) จึงต้องใช้การทดสอบแบบ Levene's Test ซึ่งค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.001 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟระหว่างก่อนการปรับปรุงคุณภาพตะกร้าใส่ฝาปิดและหลังการปรับปรุง

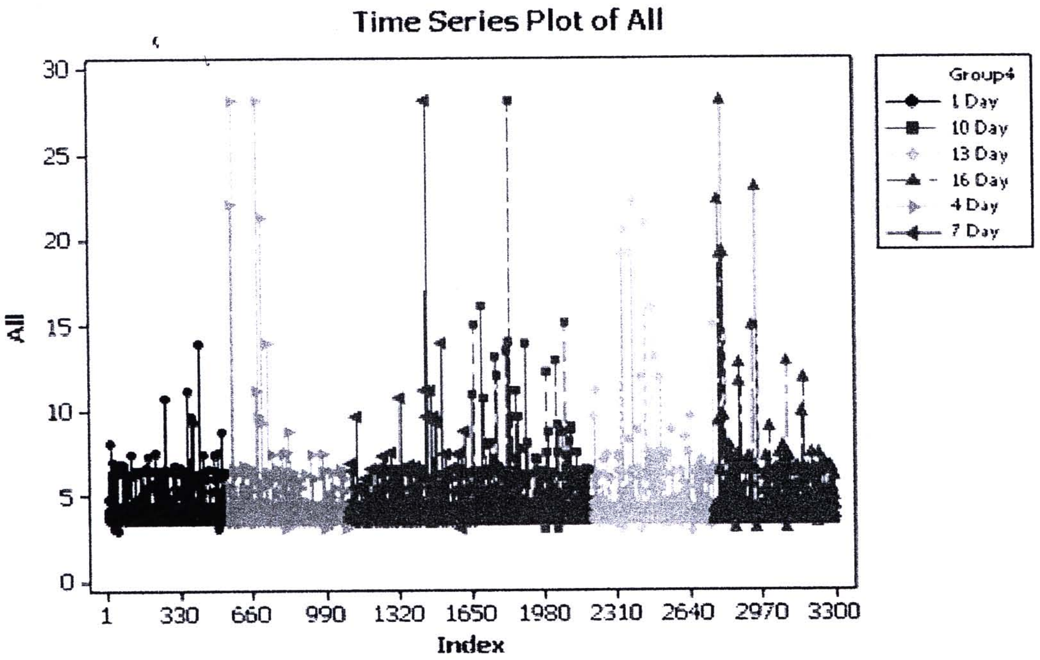
5.4.2 การลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตเนื่องมาจากอิทธิพลของวัสดุที่จับยึดฝาปิด

<u>ปัญหา</u>

วัสดุที่จับยึดฝาปิดเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญในการหยิบจับ สภาพของวัสดุที่จับยึดฝาปิดก็เป็นสาเหตุสำคัญต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิต โดยอายุการใช้งานของวัสดุจับยึดฝาปิดย่อมส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบหยิบจับฝาปิด โดยปัจจุบันพนักงานช่างประจำเครื่องจักรจะเป็นผู้ทำการเปลี่ยนที่จับยึดตามสภาพของวัสดุที่จับยึด ซึ่งไม่มีการศึกษาที่ชัดเจนว่าระยะเวลาเท่าไรที่เหมาะสมที่จะเปลี่ยนวัสดุที่จับยึด

วิธีการปรับปรุง

ทำการเก็บข้อมูลรอบเวลาการ ณ การทำงานของวัสดุที่จับยึดที่อายุต่างกันคือ 1 วัน 4 วัน 7 วัน 10 วัน 13 วัน และ 16วัน แล้วนำมาพล็อตด้วย Time series analysis เพื่อดูว่าแนวโน้มความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุวัสดุที่จับยึดฝาปิดเปลี่ยนแปลงไปที่เวลาต่าง ๆ โดยกราฟที่ได้จากการพล๊อตเป็นดังรูปที่ 5.12 ซึ่งสามารถประมาณการได้ว่าความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตเริ่มมากขึ้นเมื่ออายุการใช้งานมากกว่า 7 วัน จึงสามารถประมาณการได้ว่าประสิทธิภาพการทำงานของวัสดุจับยึดชิ้นงานน่าจะน้อยลงหลังจากวันที่ 7 และควรจะทำการเปลี่ยน



รูปที่ 5.12 แสดงกราฟ Time series analysis ของอายุที่จับยึดฝาปิดกับรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักร

การตั้งสมมติฐาน

H_0: $\sigma_1 = \sigma_2$; อายุการใช้งานของวัสดุจับยึดฝาปิดไม่มีความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

H_1: $\sigma_1 \neq \sigma_2$; อายุการใช้งานของวัสดุจับยึดฝาปิดมีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

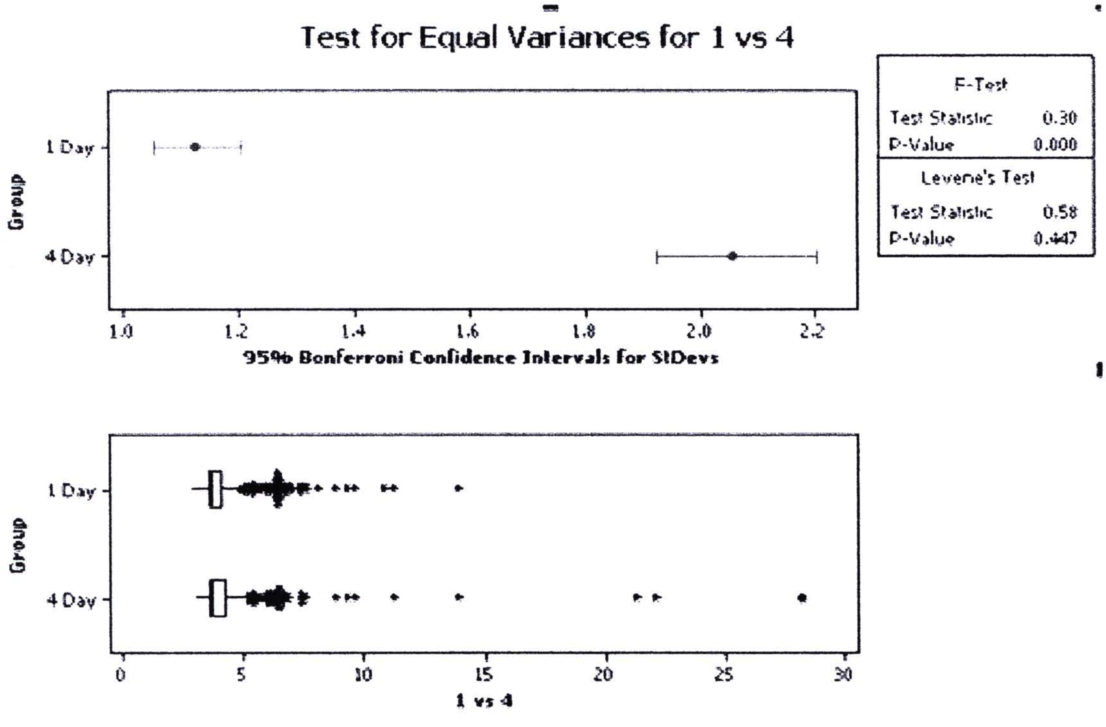
<u>การคำนวณสิ่งตัวอย่าง</u>

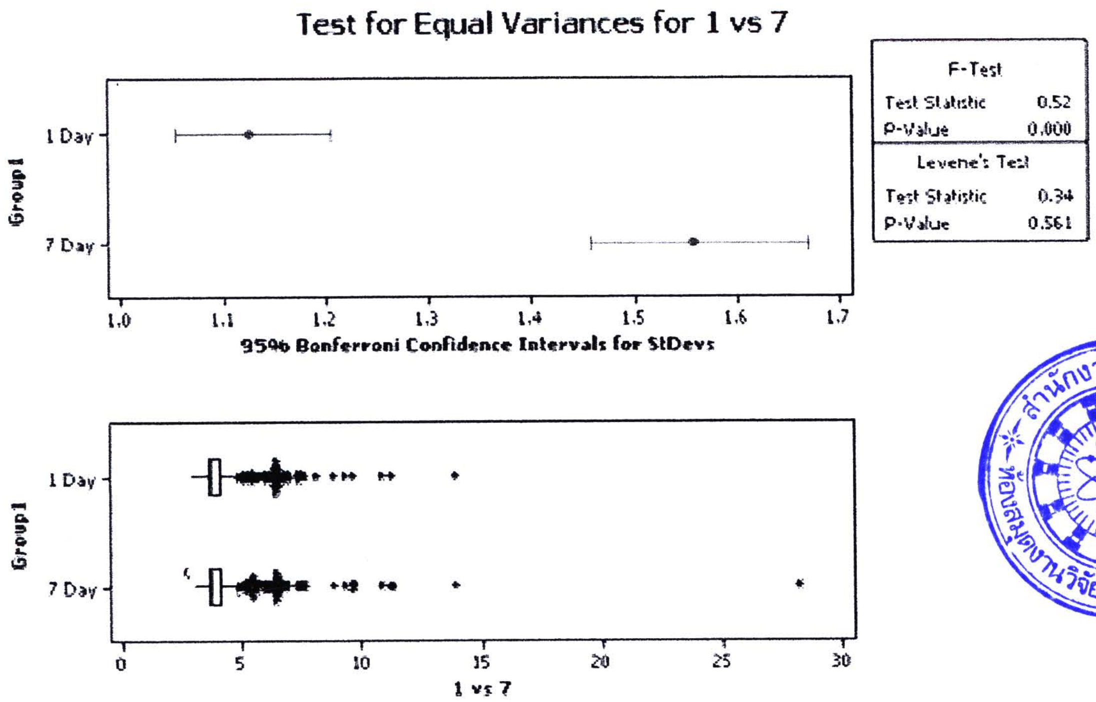
เมื่อทำการทดลองด้วยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 550 ตัวอย่าง แล้วนำมาคำนวณหาค่ากลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดที่ยอมรับได้ ด้วยความผิดพลาดแบบที่ 1 (Alpha Error) เท่ากับ 0.05 และความผิดพลาดแบบที่ 2 (Beta Error) เท่ากับ 0.05 แล้วพบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 550 ที่ใช้ในการทดลองเพียงพอแล้ว

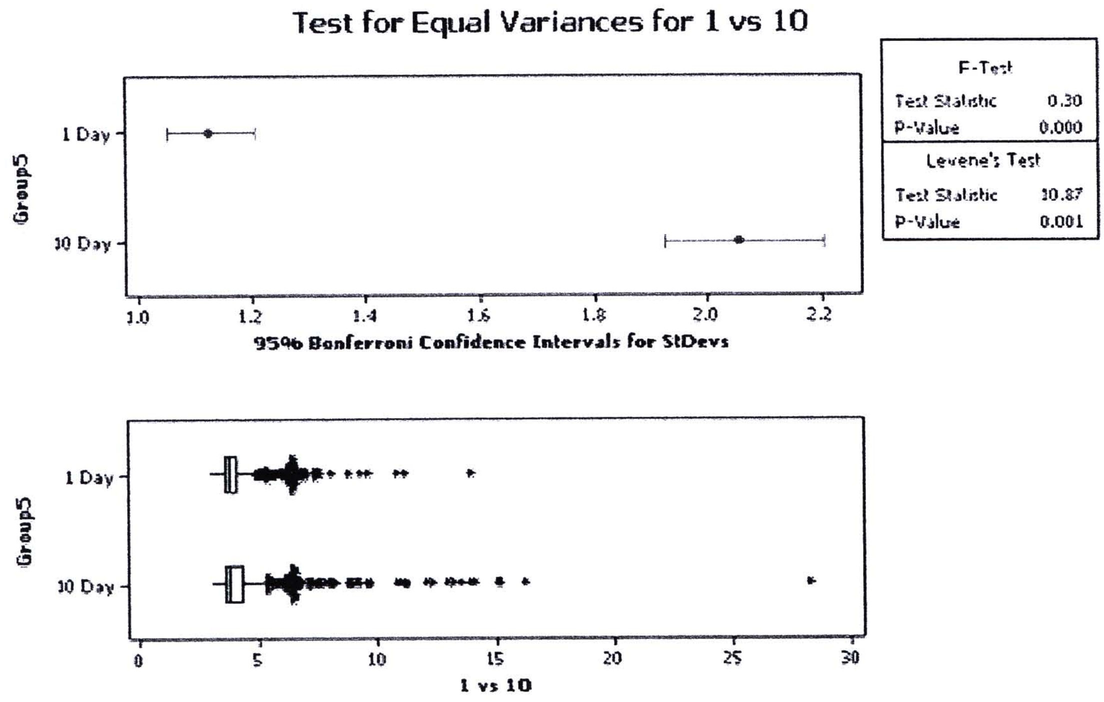
วิธีการทดลอง

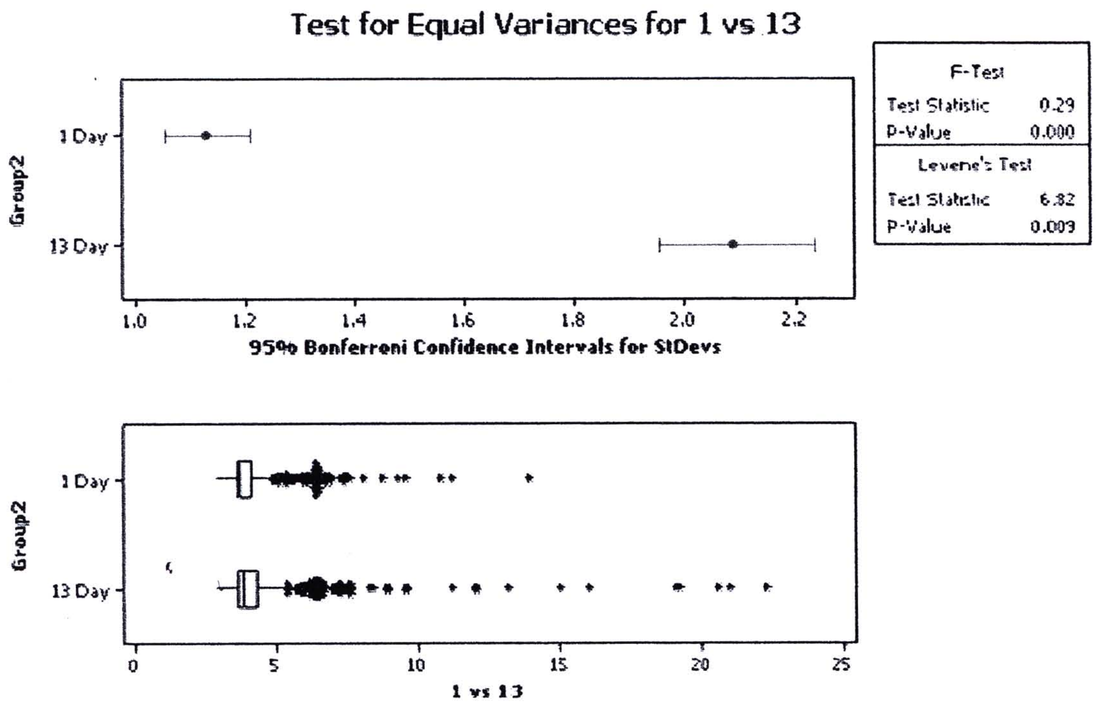
1. เตรียมฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจากผู้ผลิตเดียวกัน รอบจัดส่งเดียวกัน พนักงานคนเดียวกัน และตะกร้ากลุ่มเดียวกันไว้ เพื่อทำการผลิตงาน 550 ชิ้น จำนวน 6 กลุ่ม
2. ทำการทดลองที่เครื่อง TCI โดยให้วัสดุในการจับฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่อายุใช้งานต่างกันดังนี้ คือ 1 วัน 4 วัน 7 วัน 10 วัน 13 วัน และ 16วัน
3. นำข้อมูลรอบเวลาการผลิตของทั้งหกกลุ่มมาทำการวิเคราะห์

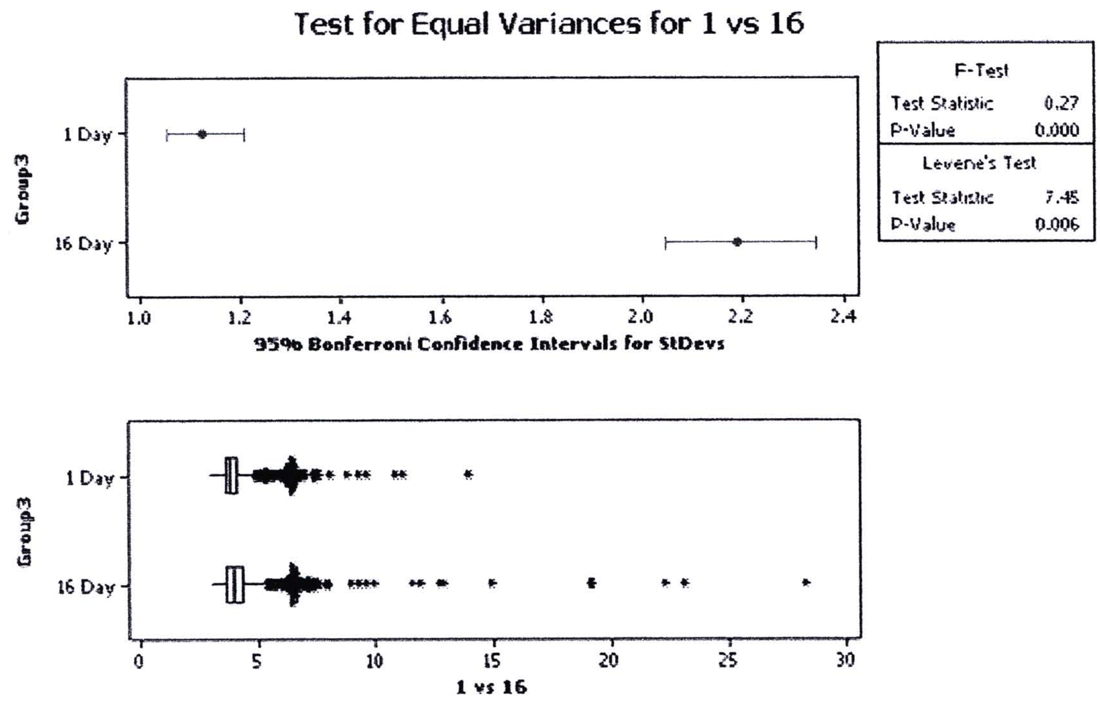
ผลการทดลองทางสถิติ




Test for Equal Variances for 1 vs 7
F-Test
Test Statistic 0.52
P-Value 0.000
Levene's Test
Test Statistic 0.34
P-Value 0.561
Group1
1 Day
7 Day
1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7
95% Bonferroni Confidence Intervals for StDevs
0 5 10 15 20 25 30
1 vs 7


Test for Equal Variances for 1 vs 10
F-Test
Test Statistic 0.30
P-Value 0.000
Levene's Test
Test Statistic 10.87
P-Value 0.001
Group5
1 Day
10 Day
1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0 2.2
95% Bonferroni Confidence Intervals for StDevs
0 5 10 15 20 25 30
1 vs 10





<u>สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ</u>

เนื่องจากรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ไม่ได้เป็นการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) จึงต้องใช้การทดสอบแบบ Levene's Test ซึ่งค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.447 และ 0.561 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 และสรุปว่าไม่มีความ

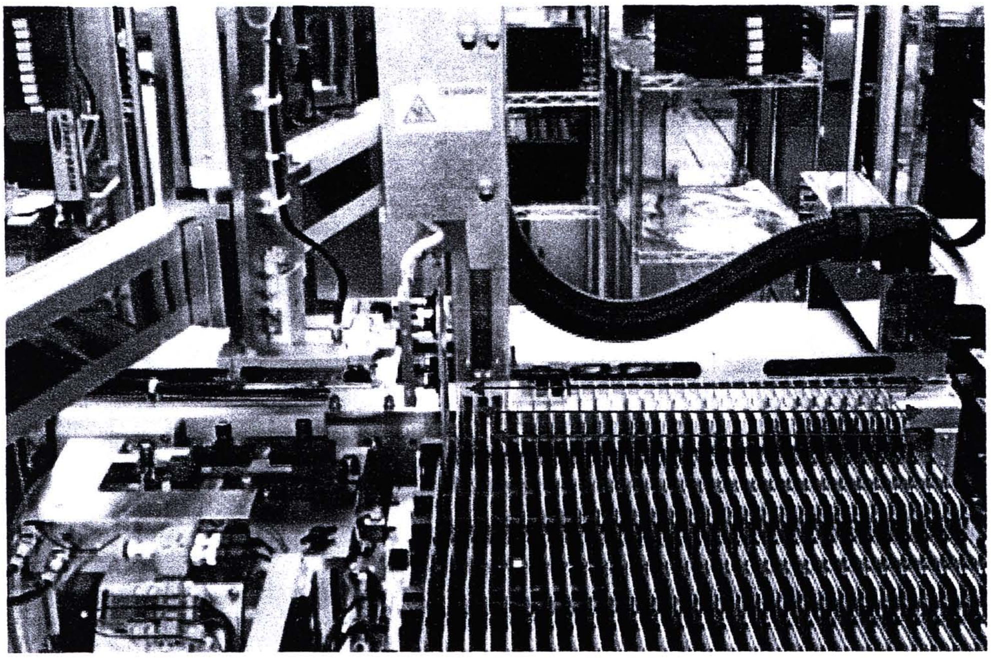
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟระหว่างอายุการใช้งานของที่จับยึดฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ 1 กับ 4 และ 7 วัน ในขณะที่ค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.001 0.009 และ 0.006 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟระหว่างอายุการใช้งานของที่จับยึดฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ 1 กับ 10 และ 14 และ17 วัน

ซึ่งจากการทดลองสรุปว่าควรทำการเปลี่ยนที่จับยึดฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ทุก ๆ 7 วันเพื่อลดผลกระทบต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

5.4.3 การลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตเนื่องจากอิทธิพลของการตั้งค่าของแขนกลตัวที่ 1

<u>ปัญหา</u>

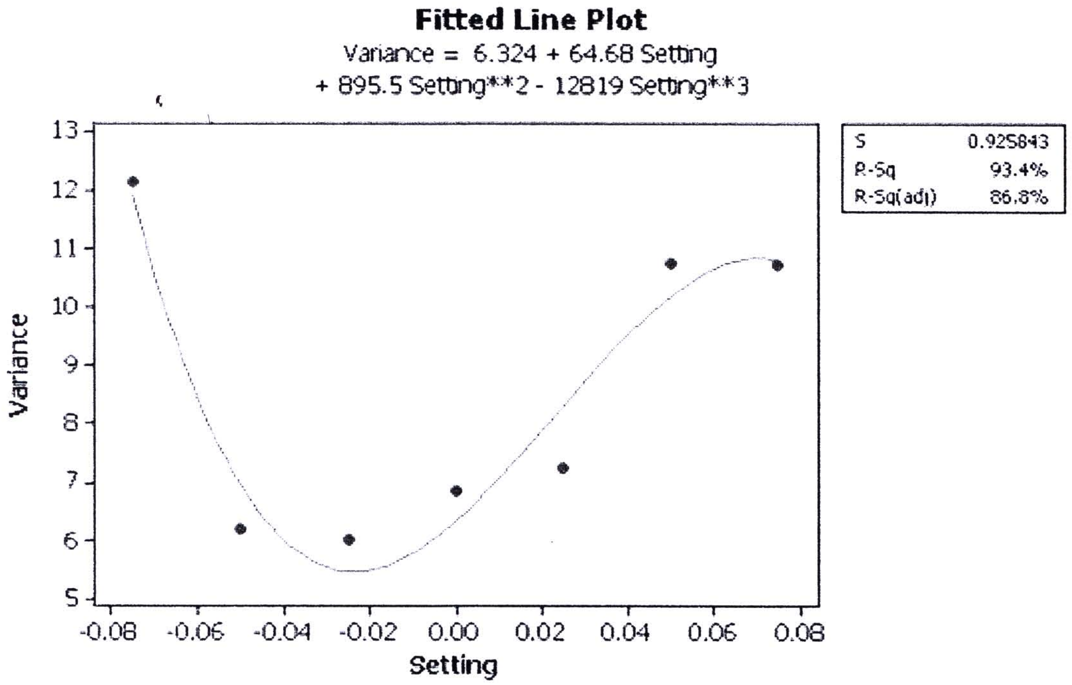
แขนกลตัวที่ 1 ทำหน้าที่ในการหยิบฝาปิดจากตะกร้าใส่ฝาปิดมาวางบนตำแหน่งปรับระยะ การปรับตั้งระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ระยะไม่เหมาะสมย่อมส่งผลต่อความผิดพลาดของการหยิบจับฝาปิด โดยระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลตามรูปที่ 5.13 จะทำการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและควบคุมระยะการเคลื่อนที่โดยเอ็นโคดเดอร์ โดยระยะที่สามารถกำหนดให้แขนกลเคลื่อนที่ได้ด้วยความละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร ดังนั้นการตั้งค่าที่เหมาะสมก็จะสามารถลดความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรได้เช่นกัน



รูปที่ 5.13 ระยะการเคลื่อนที่ของแขนกล

<u>วิธีการปรับปรุง</u>

ปัจจุบันแขนกลถูกตั้งค่ามาหยิบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ตำแหน่งแรกด้วยระยะ 46.500 เซนติเมตร โดยจะทดลองตั้งค่าระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ระยะต่าง ๆ คือ 46.575, 46.550, 46.525, 46.500, 46.475, 46.450 และ 46.425 เซนติเมตร แล้วทำการทดลองเพื่อหาความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตของการตั้งค่าดังกล่าวทั้ง 7 ค่า แล้วนำความสัมพันธ์ระหว่างระยะและความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิต โดยใช้วิธี Regression เพื่อหาระยะที่ดีที่สุดในการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 5.14



รูปที่ 5.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะการตั้งค่าแขนกลตัวที่1และความแปรปรวนรอบเวลาการผลิต

<u>การตั้งสมมติฐาน</u>

H_0: $\sigma_1 = \sigma_2$; ลดระยะการเคลื่อนที่ของแขนกล - 0.025 ซม ไม่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิต

H_1: $\sigma_1 \neq \sigma_2$; ลดระยะการเคลื่อนที่ของแขนกล - 0.025 ซม มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิต

<u>การคำนวณสิ่งตัวอย่าง</u>

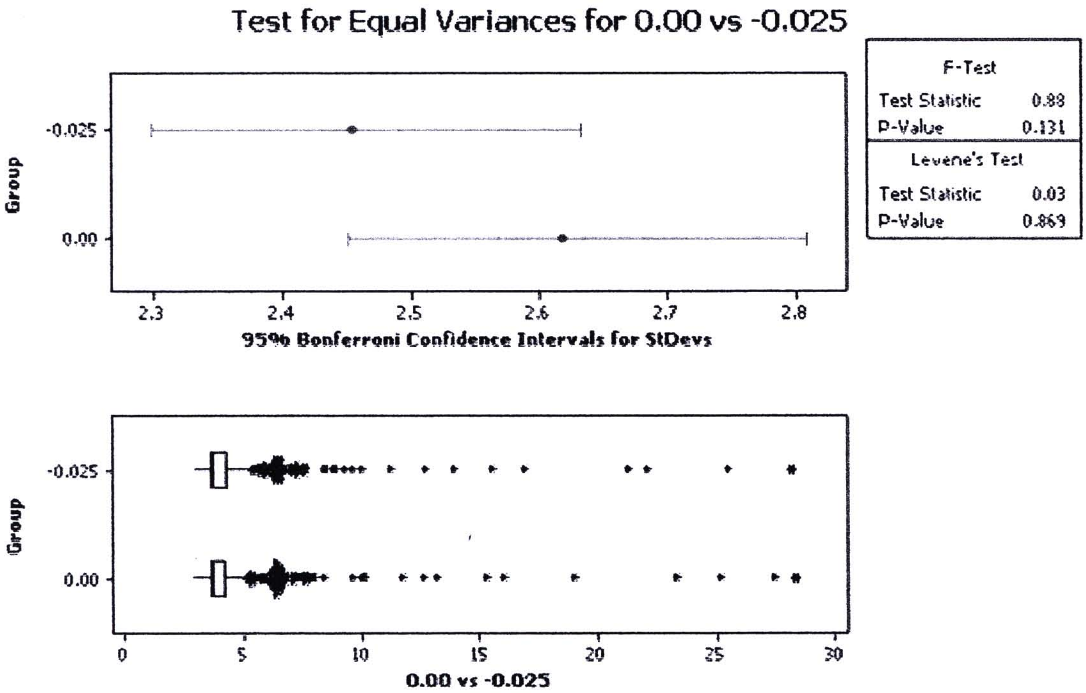
เมื่อทำการทดลองด้วยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 550 ตัวอย่าง แล้วนำมาคำนวณหาค่ากลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดที่ยอมรับได้ ด้วยความผิดพลาดแบบที่ 1 (Alpha Error) เท่ากับ 0.05 และความผิดพลาดแบบที่ 2 (Beta Error) เท่ากับ 0.05 แล้วพบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 550 ที่ใช้ในการทดลองเพียงพอแล้ว

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. เตรียมฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจากผู้ผลิตเดียวกัน รอบจัดส่งเดียวกัน พนักงานคนเดียวกัน และตะกร้ากลุ่มเดียวกันไว้ เพื่อทำการผลิตงาน 550 ชิ้น จำนวน 7 กลุ่ม
2. ทำการทดลองที่เครื่อง TCI โดยปรับระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ระยะต่าง ๆ คือ 46.575, 46.550, 46.525, 46.500, 46.475, 46.450 และ 46.425 เซนติเมตร
3. นำข้อมูลรอบเวลาการผลิตของทั้ง 7 กลุ่มมาทำการวิเคราะห์

ผลการทดลองทางสถิติ

จากรูปที่ 5.14 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะการตั้งค่าแขนกลตัวที่1และความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตจะเห็นว่า ที่ระยะการเคลื่อนที่ 46.475 เซนติเมตรเป็นระยะที่ดีที่สุด ที่ทำให้ความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตน้อยที่สุด โดยจะทำการทดสอบสมมติฐานก่อนและหลังการปรับปรุงดังนี้

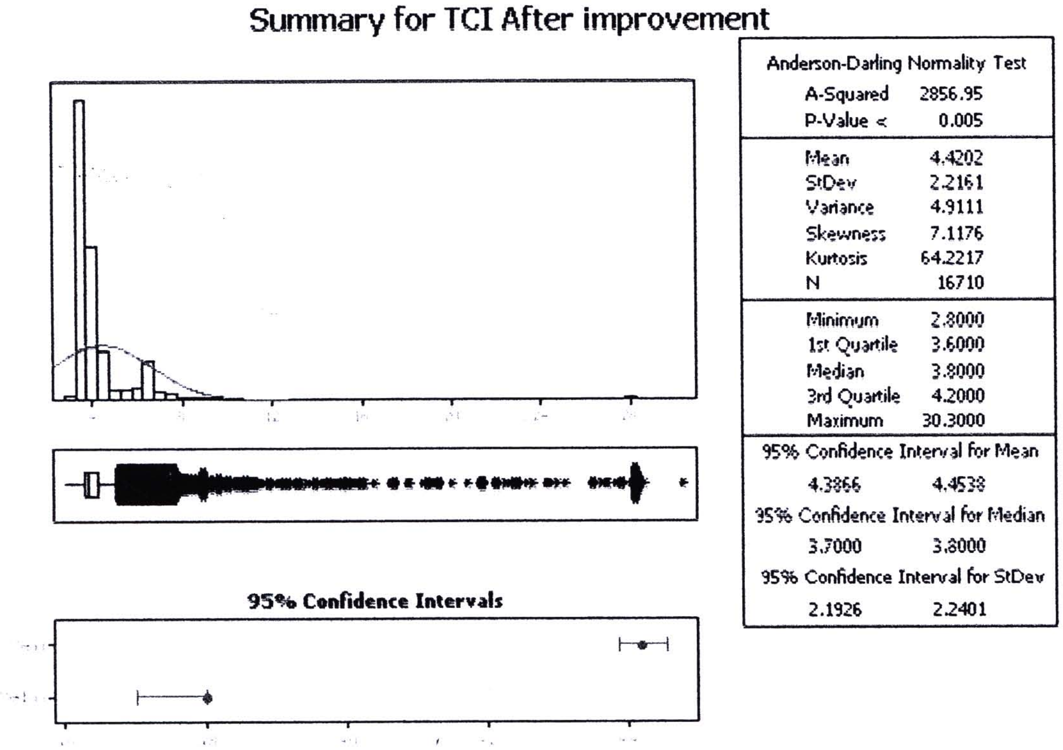


<u>สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ</u>

เนื่องจากรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ไม่ได้เป็นการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) จึงต้องใช้การทดสอบแบบ Levene's Test ซึ่งค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.869 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 และสรุปว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟระหว่างการลดระยะการเคลื่อนที่ของแขนกล - 0.025 ซม กับระยะปกติ ซึ่งระยะที่ดีที่สุดในการปรับตั้งระยะการเคลื่อนที่ 46.475 เซนติเมตร จึงระบุเป็นการปรับตั้งมาตรฐานขึ้น

5.4.4 สรุปการปรับปรุงกระบวนการของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

เมื่อปรับปรุงกระบวนการทั้ง 3 วิธีการแล้วทำการเก็บข้อมูลรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ พบว่าความแปรปรวนหลังการปรับปรุงลดลงมาที่ 4.9111 ซึ่งสามารถปรับปรุงได้ 26.64%



โดยสามารถสรุปค่าทางสถิติของข้อมูลรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง

ค่าทางสถิติ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ค่าเฉลี่ย	4.5514	4.4202
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.5875	2.2161
ความแปรปรวน	6.6952	4.9111
โอกาสที่รอบเวลาการผลิตมากกว่า 4.5 วินาที	23.50%	18.91%

5.5 บทสรุปการลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI

1. อิทธิพลที่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI มีด้วยกัน 3 ปัจจัยคือ อิทธิพลเนื่องมาจากตะกร้าใส่ฝาปิด อิทธิพลเนื่องมาจากวัสดุที่จับยึดฝาปิด และอิทธิพลเนื่องมาจากการตั้งค่าของแขนกลตัวที่ 1

2. เมื่อปรับปรุงกระบวนการทั้ง 3 วิธีการแล้วทำการเก็บข้อมูลรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ พบว่าความแปรปรวนหลังการปรับปรุงลดลงมาที่ 4.9111 ซึ่งสามารถปรับปรุงได้ 26.64%

3. สามารถสรุปเป็นแผนภาพการลำดับความสำคัญของกระบวนการแก้ไขปัญหา และกระบวนการการปรับปรุงกระบวนการได้ดังรูปที่ 5.15

1. เก็บข้อมูลรอบเวลาการผลิตของทุกเครื่องจักรในสายการประกอบ

⇩

2. ทดสอบว่าข้อมูลตัวอย่างที่เก็บมามีคุณสมบัติเป็นตัวแปรแบบสุ่ม (Random Sample) หรือไม่ โดยการคุณสมบัติที่ไม่ขึ้นอยู่ด้วยกันและที่มีการกระจายเหมือนกัน (IID)

⇩

3. ทดสอบว่าจำนวนข้อมูลสุ่มมาเป็นตัวอย่างเพียงพอที่ความน่าเชื่อถือ 95%หรือไม่

⇩

4. ทดสอบว่าแต่ละเครื่องมีข้อมูลรอบเวลาการผลิตเหมือนการกระจาย (Distribution) ตัวแบบใดมากที่สุด

⇩

5. นำข้อมูลมาหาค่าทางสถิติซึ่งขึ้นอยู่กับว่าข้อมูลรอบเวลาการผลิตของแต่ละเครื่องจักรเหมือนการกระจายแบบใดในข้อที่ 4

⇩

6. หาโอกาสที่รอบเวลาการผลิตของแต่ละเครื่องจักรว่ามากกว่า 4.5 วินาที ว่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์

⇩

รูปที่ 5.15 สรุปการลำดับความสำคัญของกระบวนการแก้ไขปัญหาและการปรับปรุงกระบวนการ

7. เปรียบเทียบว่าเครื่องจักรทั้งหมดเครื่องใดมีโอกาสที่รอบเวลาการผลิตมากกว่าค่าเป้าหมายมากที่สุด และเลือกมาทำการปรับปรุง

⇓

8. ศึกษารายละเอียดกระบวนการผลิตของเครื่องที่เลือกมาปรับปรุง เพื่อที่จะวิเคราะห์หาสาเหตุได้ครบถ้วนมากขึ้น

⇓

9. Brainstorm หาสาเหตุของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องที่จะปรับปรุงโดยใช้ Cause and Effect diagram

⇓

10. นำทุกสาเหตุที่ได้จากข้อ 9 มาทำFMEA เพื่อจัดลำดับความสำคัญสาเหตุของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิต

⇓

11. เลือกสาเหตุที่มีค่า RPN สูงสุดใน 60% แรก เพื่อจะทำการปรับปรุงสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนต่อไป

⇓

12. ออกแบบการทดลองและทดสอบสมมติฐานว่าสาเหตุใดมีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรจริง

⇓

รูปที่ 5.15 สรุปการลำดับความสำคัญของกระบวนการแก้ไขปัญหาและรการปรับปรุงกระบวนการ (ต่อ)

13. ทำการปรับปรุงสาเหตุที่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตที่ได้จากข้อ 12 เพื่อลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิต

⇩

14. ทดสอบสมมติฐานก่อนและหลังการปรับปรุงว่าความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตลดลงหลังการปรับปรุงหรือไม่

⇩

15. หาโอกาสที่รอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรที่ทำการปรับปรุงไปแล้วว่ามากกว่า 4.5 วินาทีกี่เปอร์เซ็นต์

⇩

16. กลับไปยังขั้นตอนที่ 7

รูปที่ 5.15 สรุปการลำดับความสำคัญของกระบวนการแก้ไขปัญหาและการปรับปรุงกระบวนการ (ต่อ)