

บทที่ 6

การปรับปรุง

6.1 บทนำ

เมื่อได้วิเคราะห์ถึงแหล่งที่มาของปัญหา ขั้นตอนต่อไปคือการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหานั้น ๆ ในการปรับปรุงจำเป็นต้องอาศัยการพิสูจน์หรือทดสอบสมมุติฐานทางสถิติเพื่อเป็นการยืนยันว่าการปรับปรุงแก้ไขสามารถปรับปรุงและลดความเสี่ยง

6.2 การปรับปรุงในกระบวนการผลิต

จากการวิเคราะห์ดังได้กล่าวมาแล้วข้างในบทที่ 6 เมื่อทำการวิเคราะห์การเกิดปัญหาของข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์ ปัจจัยที่มีผลอันดับต้น ๆ คือ การต่อกราวด์ เมื่อทำการวิเคราะห์ โดยการตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องก่อนและหลังขั้นตอนการทำงานเพิ่มเติมจากข้อมูลในบทที่แล้ว พบว่า ณ ขั้นตอนการทำงานเชื่อมตะกั่ว (Auto Shunting) มีการเกิดปัญหาข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6.1 แสดงสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการผลิต

ESD Related Result					
3-8 ม.ค.	800	0%	0.38% (3/800)	0%	0%
10-15 ม.ค.	4000	0%	0.13% (5/4000)	0%	0%
17-22 ม.ค.	1200	0%	0.67% (8/12000)	0%	0%

ดังข้อมูลข้อบกพร่องที่พบ สามารถวิเคราะห์ต่อไปได้ว่า ขั้นตอนการเชื่อมตะกั่วสามารถทำให้เกิดข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์ และจากการวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผล ประกอบกับการวิเคราะห์ FMEA ปัจจัยสำคัญที่ต้องทำการวิเคราะห์อันดับแรกคือ การต่อกราวด์ของเครื่อง Auto shunting

เนื่องจากมีค่าความเสี่ยงสูงที่สุด (Risk Priority Number) ดังนั้นจึงได้มีการทดลองเพื่อพิสูจน์ตามข้อสันนิษฐาน

6.2.1. วิธีการต่อกราวด์ของเครื่องเชื่อมตะกั่ว

ปัญหา

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าสถานีของการเชื่อมตะกั่วก่อให้เกิดปัญหาข้อบกพร่องของกระแสไฟฟ้าสถิตย์ เมื่อทำการวิเคราะห์การเกิดกระแสไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอขณะเครื่องปฏิบัติงาน พบว่าปริมาณกระแสไฟฟ้ามีค่าเกินกว่ากำหนดดังกล่าวมาในบทที่แล้ว วิธีการปัญหาการเกิดกระแสไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอจะต้องทำการวิเคราะห์และศึกษาระบบการต่อกราวด์ปัจจุบันของเครื่องเชื่อมตะกั่วว่ามีประสิทธิภาพเพียงพอหรือไม่

วัตถุประสงค์

เพื่อทำการทดสอบค่ากระแสไฟฟ้าสะสม ณ ขั้นตอนการเชื่อมตะกั่ว เนื่องจากกระแสไฟฟ้าสะสมจะเป็นปัจจัยที่สำคัญในการระบุว่ากราวด์มีประสิทธิภาพหรือไม่

ขั้นตอนการทดลอง

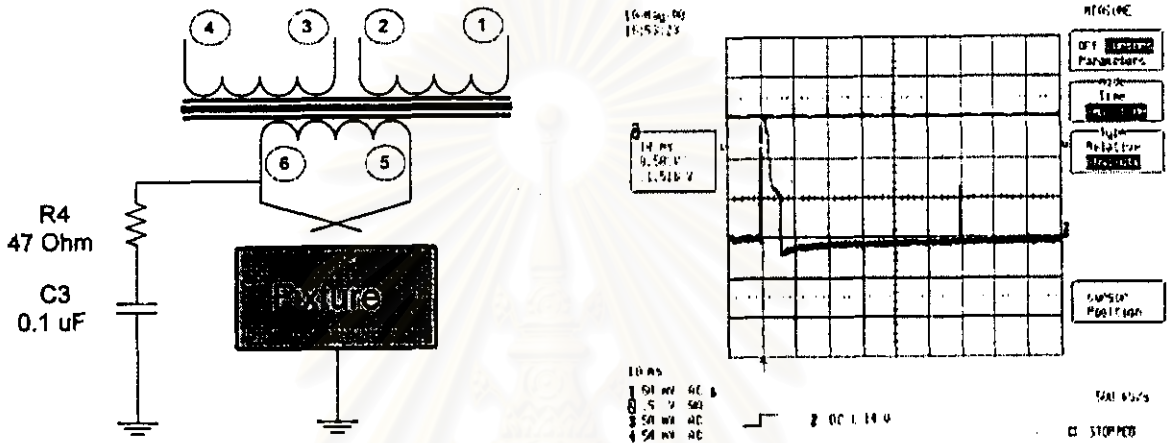
เครื่องมือในการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าสะสมมีชื่อเรียกว่า ออสซิลโลสโคป ซึ่งลักษณะการใช้งานจะมีขึ้นส่วนในการวัดค่ากระแสไม่สม่ำเสมอและแสดงผลเป็นกราฟและสามารถอ่านค่าวัดได้ จากผลลัพธ์ของกราฟที่ได้จากเครื่องออสซิลโลสโคป พบว่าขณะที่เครื่องทำงาน สามารถก่อกำเนิดกระแสไฟฟ้าสูงถึง 1600 mV ที่ได้แสดงดังตารางที่ 6.2 นั้นหมายความว่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ไม่ได้เกิดอย่างต่อเนื่องแต่เมื่อเกิดขึ้นสามารถและทำลายชิ้นงานได้

ตารางที่ 6.2 แสดงค่ากระแสไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอของเครื่อง Auto Shunting

สายการวัด	เครื่องจักร	Spike Voltage (mV.)	
		ไม่ทำงาน	ขณะทำงาน
2103	GKM347 - A13	52	324
2103	GKM347 - A14	76	480
2103	GKM347 - A15	64	1210
2106	MW00 - 230	32	348
2106	MW00 - 460	96	340
2106	GKM347 - A12	38	316
2206	MW00 - 331	60	412
2206	MW00 - 329	36	204
2206	MW00 - 481	36	308
2302	MW00 - 588	36	328
2302	MW00 - 425	52	304
2302	MW00 - 672	48	364
2305	MW00 - 328	72	436
2305	MW00 - 181	56	324
2305	MW00 - 682	32	392
1102	3L1	56	312
1102	2R1	48	248
1102	3R1	64	440
1105	3L1	48	316
1105	2L1	52	304
1105	3R1	64	200

สาเหตุของปัญหา

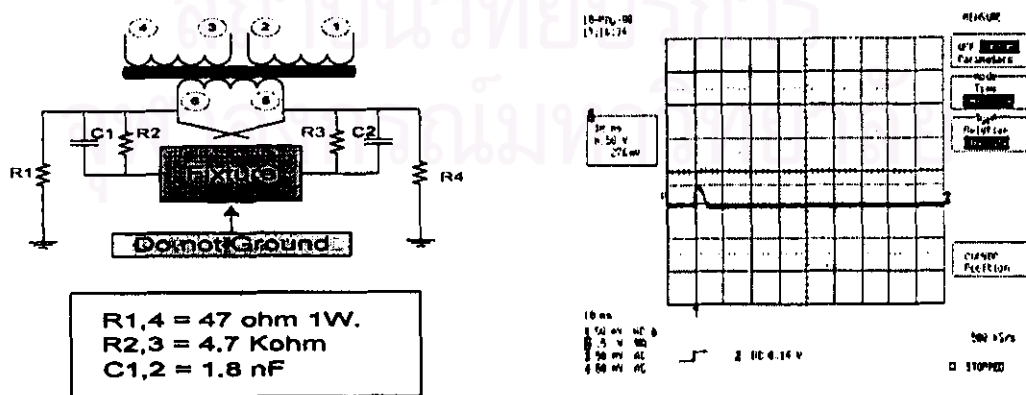
จากการวิเคราะห์ระบบการต่อกราวด์ปัจจุบันพบว่า เครื่อง Auto Shunting จะทำงานโดยการส่งผ่านกระแสไฟฟ้าเพื่อทำให้แท่งเหล็กซึ่งมีขดลวดเป็นส่วนประกอบทำให้เกิดความร้อน แท่งเหล็กนี้จะเป็นส่วนที่สัมผัสชิ้นงานและเชื่อมตะกั่วที่หลอมละลาย จากข้อมูลพบว่ามีกระแสไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอที่วัดได้เกิดขึ้นในขณะที่เครื่องสัมผัสกับชิ้นงานและมีโอกาสการทำลายความสามารถในการอ่านสูง เมื่อทำการวิเคราะห์ระบบการต่อกราวด์ปัจจุบัน มีลักษณะดังต่อไปนี้



รูปที่ 6.1 แสดงระบบการต่อกราวด์เครื่องเชื่อมตะกั่วก่อนการเปลี่ยนแปลง

จากรูปจะพบว่าฟีกเจอร์ที่ใส่ชิ้นงานมีการต่อลงกราวด์ และแท่งเหล็กมีการต่อเข้ากับค่าความต้านทานซึ่งมีค่าเท่ากับ 47 Ohms โดยปกติกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเข้าสู่แท่งเหล็กขดลวดและเปลี่ยนเป็นความร้อน เมื่อมีกระแสไฟตกค้างกระแสจะไหลลงสู่ฟีกเจอร์ซึ่งมีชิ้นงานอยู่ เนื่องจากมีความเป็นกลางเพราะต่อเข้ากับกราวด์ แต่จะไม่ไหลลงอีกหนึ่งเส้นทางเนื่องมีค่าความต้านทานต่ออยู่

จากการวิเคราะห์ระบบการต่อกราวด์ดังกล่าว วิศวกรไฟฟ้าได้ทำการออกแบบวงจรการต่อกราวด์ใหม่เพื่อป้องกันการไหลของกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ตัวงาน ดังภาพต่อไปนี้



รูปที่ 6.2 แสดงการระบบต่อกราวด์หลังการเปลี่ยนแปลง

จะพบว่าระบบการต่อกราวด์ใหม่ จะมีค่าความต้านทานต่อเข้ากับพีกเจอร์แบบขนาน ซึ่งค่าความต้านทานมีค่าสูงถึง 4.7 Kohm และมีค่าความต้านทานประมาณ 47 ohm ต่อขนานก่อนที่จะต่อทางเดินไฟลงสู่พื้นดิน การต่อกราวด์ระบบใหม่เพื่อป้องกันการกระแสไฟฟ้าทำลายชิ้นงาน

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่ากระแสไฟฟ้าสะสมของการต่อกราวด์ระบบใหม่พบว่า ค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้ด้วยเครื่องออสซิลโลสโคปมีค่าไม่เกินกว่า 200 mV ภายในระยะเวลาจำนวนครั้งของการทดสอบ 50 ครั้ง

การเลือกใช้ทดสอบความมีนัยสำคัญของพารามิเตอร์

เพื่อเป็นการตัดสินใจว่าการต่อกราวด์ระบบใหม่มีประสิทธิภาพและสามารถช่วยลดข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์ จึงได้นำวิธีการทางสถิติเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้างต้นได้เลือกการทดสอบความมีนัยสำคัญของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง กรณีประชากรสองชุด เพื่อทดสอบถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการต่อกราวด์แบบใหม่และเก่า

การคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

Power and Sample size

Test for Two Proportions

Testing mean 1 = mean 2 (versus not =)

Calculating power of proportion 1 = 0.02 and proportion 2 = 0.005

Alpha = 0.05 Sigma = 0.015

Sample Size	Target Power	Actual Power
914	0.9500	0.9501

หลังจากคำนวณจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองในแต่ละกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวน 914 ชิ้นงาน เมื่อได้จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการต่อกราวด์แบบใหม่และเก่า จึงทำการตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : p_1 = p_2$$

$$H_1 : p_1 \neq p_2$$

เมื่อ p_1 = สัดส่วนของเสียการต่อกราวด์แบบใหม่

p_2 = สัดส่วนของเสียการต่อกราวด์แบบเก่า

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

Test and Confidence Interval for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	1019	1026	0.993177
2	1126	1114	0.984266

Estimate for $p(1) - p(2)$: 0.00891165

95% CI for $p(1) - p(2)$: (0.000115438, 0.0177079)

Test for $p(1) - p(2) = 0$ (vs not = 0): $Z = 1.99$ P-Value = 0.047

สรุปผลการทดลอง

P_{Value} ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่า P_{critical} ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปว่าสัดส่วนของเสียของการต่อกราวด์ที่เครื่อง Auto Shunt แบบเก่าและแบบใหม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่สัดส่วนของเสียของการต่อกราวด์แบบใหม่มีค่าน้อยกว่า

6.2.2. วิธีการเชื่อมตะกั่ว

ปัญหา

เมื่อทำการวิเคราะห์วิธีการและขั้นตอนการทำงานของเครื่องเชื่อมตะกั่วพบว่าวิธีการทำงานของเครื่องจักรมีการสัมผัสโดยตรงกับเส้นไฟขณะที่ทำการเชื่อมตะกั่ว จากข้อเท็จจริงที่ว่าโอกาสในการเกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์และทำลายชิ้นงานได้สูงจะเกิดในกรณีที่มีการสัมผัสบริเวณเส้นไฟโดยตรง และก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าสะสมและทำลายหัวอ่านโดยผ่านทางเดินของสายไฟนั่นเอง

วิธีการทดลอง

เมื่อเครื่องเชื่อมตะกั่วทำงาน ขณะที่เครื่องทำการเชื่อมจะมีการสัมผัสโดยตรงตลอดเส้นแนวของการเชื่อมตะกั่วบนแต่ละเส้นไฟ การสัมผัสกันของอุปกรณ์และเส้นไฟจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์เกิดขึ้น และสามารถทำลายชิ้นงานได้ การทดลองได้ทำการปรับระดับของในส่วนของเครื่องจักรที่สัมผัสกับเส้นไฟ และทำการเปรียบเทียบค่าความต้านทานระหว่างการเชื่อมตะกั่วแบบสัมผัสและไม่สัมผัส

การควบคุมในการทดลอง

เนื่องจากการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานต้องทำการเก็บข้อมูลภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน แล้วทำการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์คือการเชื่อมแบบสัมผัสและไม่สัมผัส แต่เนื่องจากชิ้นงานแต่ละชิ้นงานมีค่าความต้านทานไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อไม่ให้ผลการทดลองผิดไป จึงต้องทำการกำหนดค่าความต้านทานของชิ้นงานแต่ละตัวที่ทำการทดลองต้องมีค่าอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ยที่กำหนดและชิ้นงานแต่ละตัวต้องมีค่าความต้านทานไม่มากกว่าความต้านทานกำหนด 2 โอห์ม

การเลือกใช้ทดสอบความมีนัยสำคัญของพารามิเตอร์

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้างต้นได้เลือกการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มปกติ จำนวน 2 ชุด กรณีไม่ทราบค่าที่แน่นอนของ σ_x^2 และ σ_y^2 และไม่ทราบว่าแตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานการทดลอง

$H_0: \mu_x = \mu_y$; $X =$ ค่าความต้านทานที่วัดได้จากการสัมผัสโดยตรงกับเส้นไฟขณะทำการเชื่อม
 $Y =$ ค่าความต้านทานที่วัดได้จากไม่สัมผัสโดยตรงกับเส้นไฟขณะทำการเชื่อม

$H_a: \mu_x \neq \mu_y$

คำนวณหาตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

Power and Sample Size

2-Sample t Test

Testing mean 1 = mean 2 (versus not =)
 Calculating power for mean 1 = mean 2 + 2
 Alpha = 0.05 Sigma = 1

Sample
 Size Power
 16 0.9998

พบว่าตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองอย่างน้อยต้องมีค่าเท่ากับ 16 ตัว

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

Two Sample T-Test and Confidence Interval

Two sample T for MR RESISTANCE

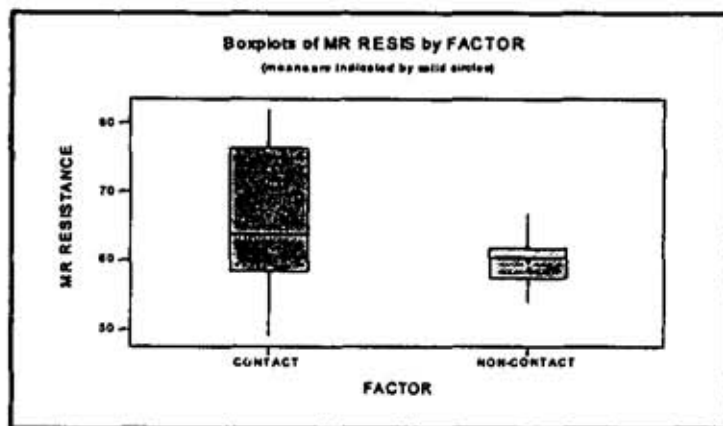
FACTOR	N	Mean	StDev	SE Mean
CONTACT	17	66.40	9.75	2.4
NON-CONTAC	17	59.81	2.98	0.72

95% CI for mu (CONTACT) - mu (NON-CONTAC): (1.4, 11.79)

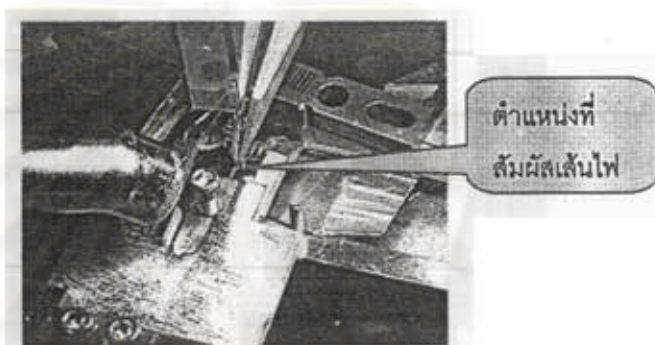
T-Test mu (CONTACT) = mu (NON-CONTAC) (vs not =): T = 2.66
 P = 0.016 DF = 18

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการทดลองได้ว่าค่า P ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.016 ซึ่งมีความน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานที่วัดได้จากการสัมผัสโดยตรงกับเส้นไฟขณะทำการเชื่อมมีค่ามากกว่าค่าความต้านทานที่วัดได้จากการสัมผัสโดยตรงกับเส้นไฟขณะทำการเชื่อม



รูปที่ 6.3 Box plot แสดงค่าเฉลี่ยแบบเปรียบเทียบของวิธีการเชื่อมตะกั่วแบบสัมผัสเส้นไฟและไม่สัมผัสเส้นไฟ

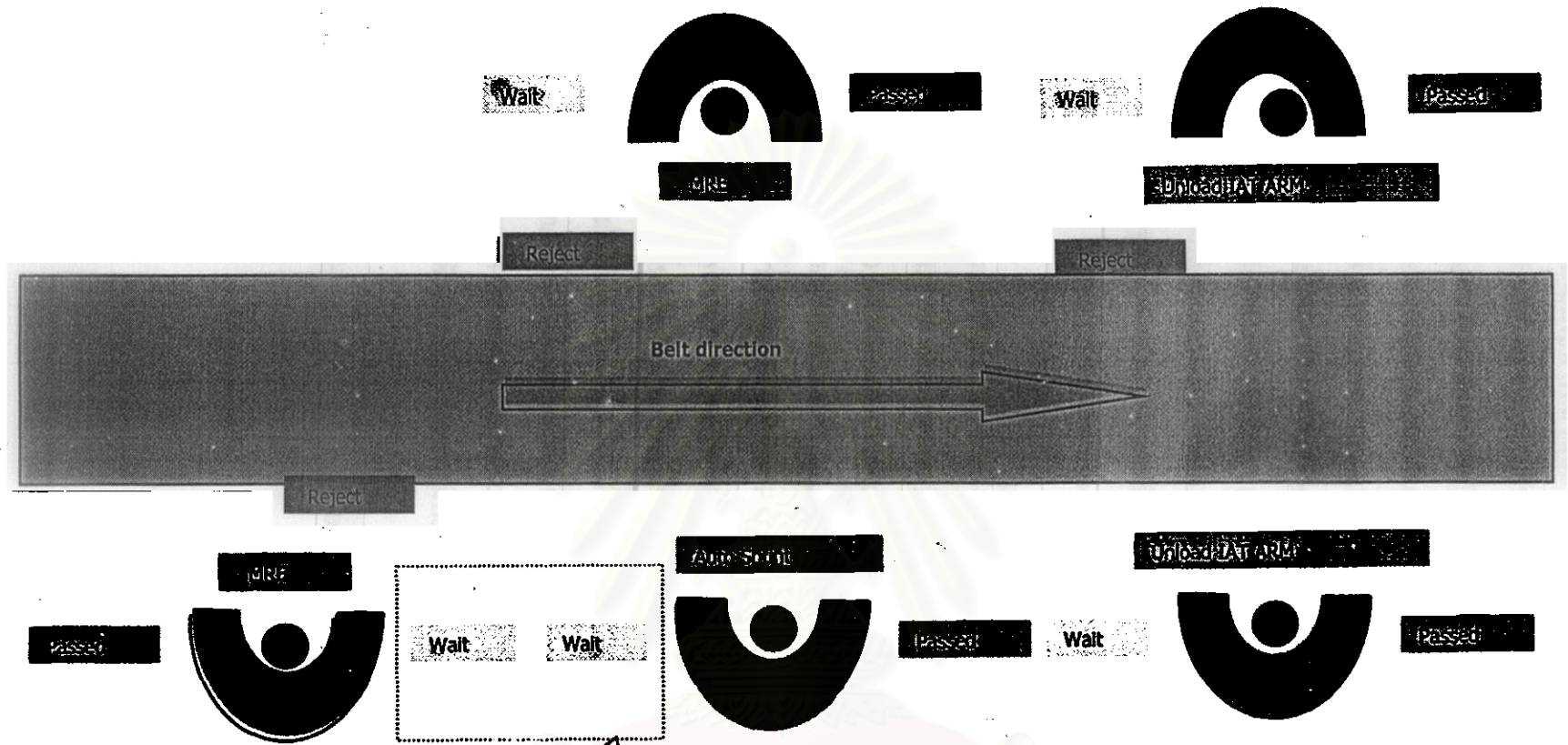


รูปที่ 6.4 วิธีการเชื่อมตะกั่วแบบสัมผัสเส้นไฟ

6.2.3 จำนวนของเสียปะปนเข้าสู่กระบวนการผลิต

การปรับปรุงจำนวนของเสียปะปนเข้าสู่กระบวนการผลิตดังกล่าวในบทที่ 4 ส่วนของการวิเคราะห์ระบบการไหลของกระบวนการผลิตพบว่า การวางผังกระบวนการผลิตและขั้นตอนการทำงานมีส่วนทำให้เกิดสิ่งบกพร่องปะปนเข้าสู่กระบวนการผลิต จากการวิเคราะห์สื่อกลับของข้อมูล พบว่างานเหล่านั้นไม่ผ่านข้อกำหนดของการตรวจวัดที่ขั้นตอนการตรวจวัดค่าความต้านทาน (MRE Tester) ดังนั้นจึงทำการเปลี่ยนแปลงการวางผังกระบวนการผลิตและขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนแปลงการวางผังกระบวนการผลิต



โอกาสในการเกิดงานไม่ผ่านข้อกำหนดปะปนเข้าสู่สายการผลิต

0.7 % (200/28800) incomplete shunt
 • 3 times max. for re-shunting

- ได้ HCGA ที่ไม่ผ่านข้อกำหนดไว้ที่ลานระวาง เมื่อทำการตรวจสอบอีกครั้
- เมื่อกองที่อยู่สายการผลิตเข้าไปหยิบมาออกไปจากเหมืองมาอยู่ใกล้กับ

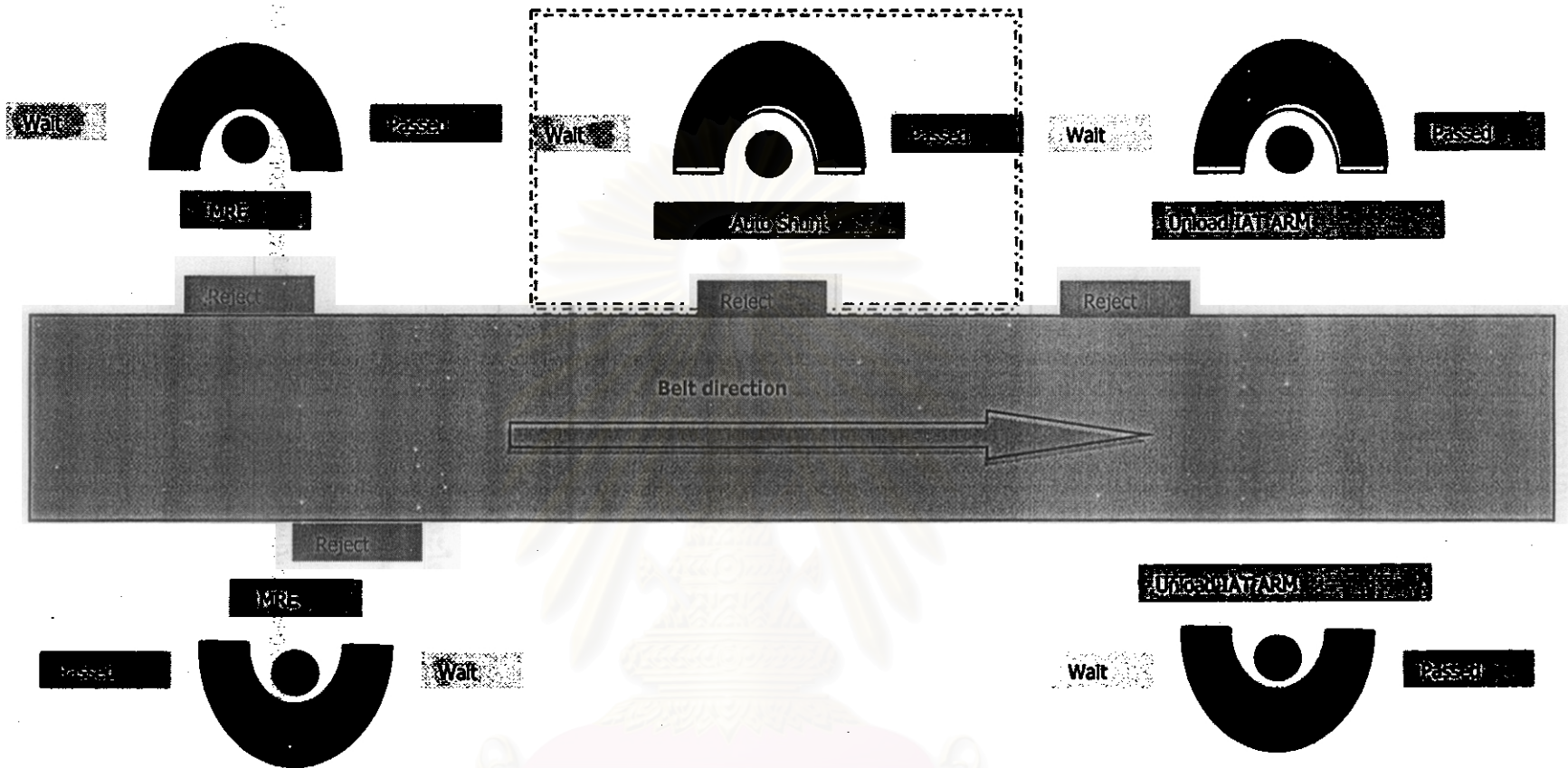
ศูนย์บริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 6.5 การวางผังการผลิตก่อนทำการเปลี่ยนแปลง

การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการผลิตโดยละเอียดสามารถทำให้สามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ โดยปัญหาเหล่านั้นอาจจะเป็นสิ่งที่แอบซ่อนโดยที่ไม่ได้นำมาแก้ไขเพราะอาจจะเป็นสิ่งที่ปฏิบัติกันอย่างต่อเนื่องและมองข้ามปัญหาเหล่านั้นไป

จากข้อมูลในอดีตของงานที่ไม่ผ่านข้อกั หนดพบว่าเมื่อตรวจสอบหาค่าของความต้านทานของวัตถุดิบพบว่าชิ้นงานเหล่านั้นไม่ผ่านข้อกั หนดทางไฟฟ้าในส่วนการทดสอบค่าทางไฟฟ้าเบื้องต้นที่สายการผลิต การวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของ HGA เมื่อทำการวิเคราะห์โดยใช้หลักการของการวิเคราะห์การไหลของกระบวนการผลิตโดยละเอียด พบว่าสาเหตุความเป็นไปได้ของการเกิดงานไม่ผ่านตามข้อกำหนดปะปนเข้ามาในสายการผลิตคือ การออกแบบการวางผังสายการผลิตไม่ถูกต้อง ดังแสดงในภาพตำแหน่งของภาชนะที่ใส่ในเพื่อรอการตรวจสอบค่าความต้านทานทางไฟฟ้าวางอยู่ทางด้านขวามือ ซึ่งวางอยู่ใกล้กับภาชนะที่รอเพื่อจะผ่านสายการผลิตต่อไป ความเป็นไปได้พนักงานใส่งานเพื่อที่จะทำการตรวจสอบอีกครั้ง (Retest) ไว้ที่ภาชนะรอ ซึ่งใกล้กับตำแหน่งรอของสายการผลิตถัดไป งานที่ไม่ผ่านข้อกำหนดจึงปะปนเข้ามาสายการผลิต

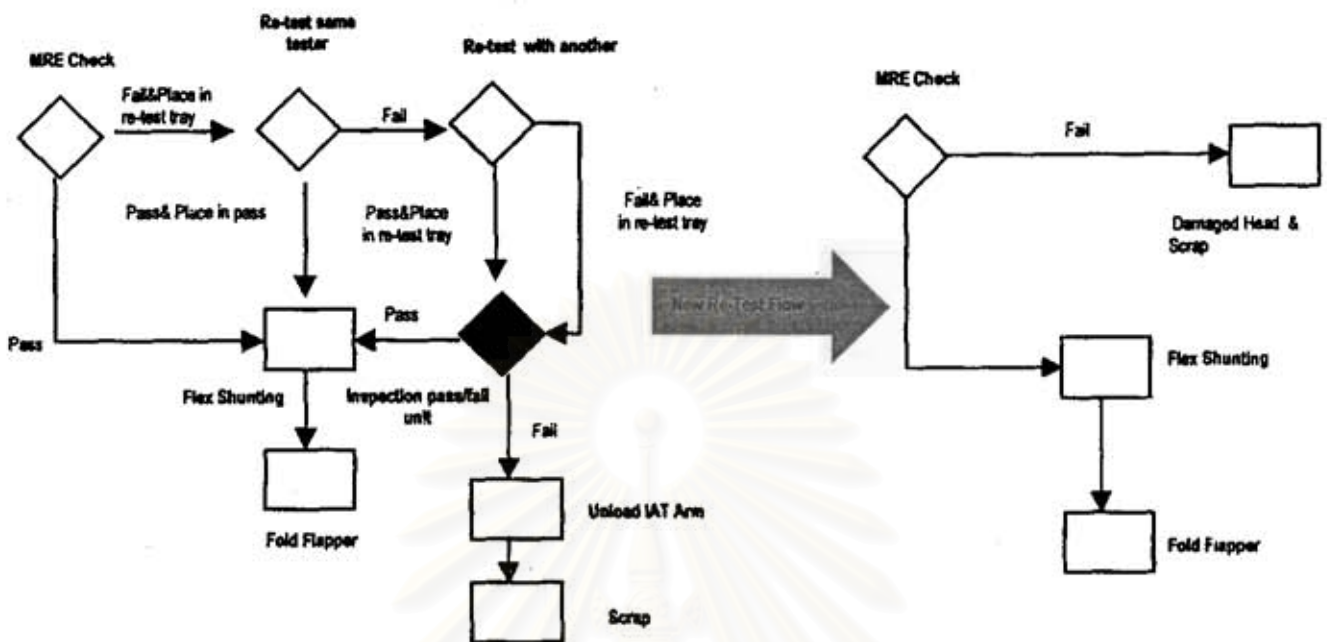
เพื่อป้องกันการผิดพลาดของงานที่ไม่ผ่านข้อกั หนดการปรับเปลี่ยนผังของสายการผลิตได้ทำ การเปลี่ยนแปลงโดยภาชนะรอตรวจสอบยังคงอยู่ทางด้านขวามือเพื่อความถนัดของพนักงานในการจับชิ้นงานใส่เครื่องวัดค่าความต้านทาน แต่ตำแหน่งของเครื่อง Auto Shunt จะถูกย้ายไปฝั่งตรงกันข้ามและวางต่อจากเครื่องวัดค่าความต้านทาน ดังนั้นตำแหน่งของภาชนะที่ผ่านข้อกำหนดของสายการผลิตเครื่องมือวัดค่าความต้านทานทางไฟฟ้าจะอยู่ทางด้านซ้ายมือซึ่งวางใกล้กับภาชนะรอของสายการผลิต Auto shunt ซึ่งถ้าเกิดการหยิบผิดพลาดก็จะมีแต่งงานที่ผ่านการยอมรับจากเครื่องวัดทางไฟฟ้าเท่านั้น การวางผังแบบนี้จะช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปะปนงานไม่ผ่านข้อกำหนดได้ การแก้ไขด้วยการปรับเปลี่ยนผังนี้ ถึงแม้จะเสียเวลาและกำลังงานในการเคลื่อนย้ายในเบื้องต้น แต่สามารถลดปัญหาระยะยาวเพราะถ้าคั านึงถึงแต่ภาชนะใส่งานที่ผ่านข้อกำหนดจะต้องอยู่ใกล้กับภาชนะรอของสายการผลิตต่อไป และทำการเปลี่ยนแปลงเฉพาะป้ายบอกตำแหน่งเท่านั้น กล่าวคือ เปลี่ยนตำแหน่งป้ายผ่านข้อกำหนดจากซ้ายไปขวา จะส่งผลให้พนักงานทำงานด้วยความลำบากและมีปัญหาทางด้านเคลื่อนย้ายชิ้นงานตามมา



รูปที่ 6.6 การวางผังการผลิตหลังการเปลี่ยนแปลง

สภามหาวิทยาลัยบูรพา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการปฏิบัติงาน



รูปที่ 6.7 การเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน

จากการวิเคราะห์ระบบการไหลของการตรวจวัดค่าความต้านทานของชิ้นงาน ณ ปัจจุบัน พบว่าชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบครั้งแรก สามารถที่จะตรวจวัดซ้ำได้เครื่องเดียวกันเพื่อให้มั่นใจว่างานชิ้นนั้นไม่ผ่านข้อกำหนดอย่างแท้จริง และยังป้องกันการความผิดพลาดเนื่องจากการใส่ชิ้นงานเข้าเครื่อง ถ้ากรณีที่วัดซ้ำที่เครื่องเดิมแล้วยังไม่ผ่านข้อกำหนด พนักงานจะแยกงานเพื่อที่จะส่งไปวัดเครื่องอื่น เมื่อตรวจวัดเครื่องอื่นถ้าผ่านข้อกำหนดก็จะทำสัญลักษณ์และใส่กลับภาชนะที่ทำการตรวจวัดซ้ำ และเช่นเดียวกันถ้ากรณีชิ้นงานไม่ผ่านข้อกำหนดก็จะทำสัญลักษณ์และใส่ในภาชนะที่ทำการตรวจวัดซ้ำ ขั้นตอนการตรวจวัดซ้ำหลายครั้งทำให้เกิดการปะปนงาน รวมทั้งความอาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดจากการทำสัญลักษณ์และการตรวจแยกชิ้นงานที่ไม่ผ่านข้อกำหนดออก

เมื่อได้ทำการปรับปรุงขั้นตอนการไหล โดยไม่ให้เกิดการตรวจวัดซ้ำเนื่องจากได้ทำการวิเคราะห์แล้วว่า ระบบมีความสามารถของกระบวนการวัดแบบข้อมูลนับอยู่ภายในเกณฑ์มาตรฐานและทำการหักส่วนของ HGA เพื่อให้แยกความแตกต่างอย่างชัดเจนทันทีเมื่อตรวจวัดเสร็จ

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงฝั่งกระบวนการผลิตและวิธีการของการตรวจวัด

การเลือกให้ทดสอบความมีนัยสำคัญของพารามิเตอร์

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้างต้นได้เลือกการทดสอบความมีนัยสำคัญของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่องกรณีประชากรสองชุด เพื่อทดสอบถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการวางแผนงานและวิธีการตรวจวัดแบบเก่าเปรียบเทียบกับแบบใหม่

การคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

2 Proportions Test for Escape units

Power and Sample Size

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 1 = 0.00001 and proportion 2 = 0.16

Alpha = 0.05 Difference = -0.15999

Sample Size	Target Power	Actual Power
69	0.8000	0.8032
87	0.9000	0.9030

หลังจากคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองในแต่ละกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวน 87 ชิ้นงาน เมื่อได้จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการต่อกราวด์แบบใหม่และเก่า จึงทำการตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : p_1 = p_2$$

$$H_1 : p_1 \neq p_2$$

เมื่อ p_1 = สัดส่วนของเสียของการวางแผนงานและวิธีการตรวจวัดแบบเก่า

p_2 = สัดส่วนของเสียของการวางแผนงานและวิธีการตรวจวัดแบบใหม่

ผลการทดลอง

	Inspection	Defective	% Escape
การวางแผนงานและวิธีการตรวจวัดแบบเก่า	90	12	13.33
การวางแผนงานและวิธีการตรวจวัดแบบใหม่	90	0	0

การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

Test and Confidence Interval for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	78	90	0.866667
2	90	90	1.000000

Estimate for p(1) - p(2): -0.133333

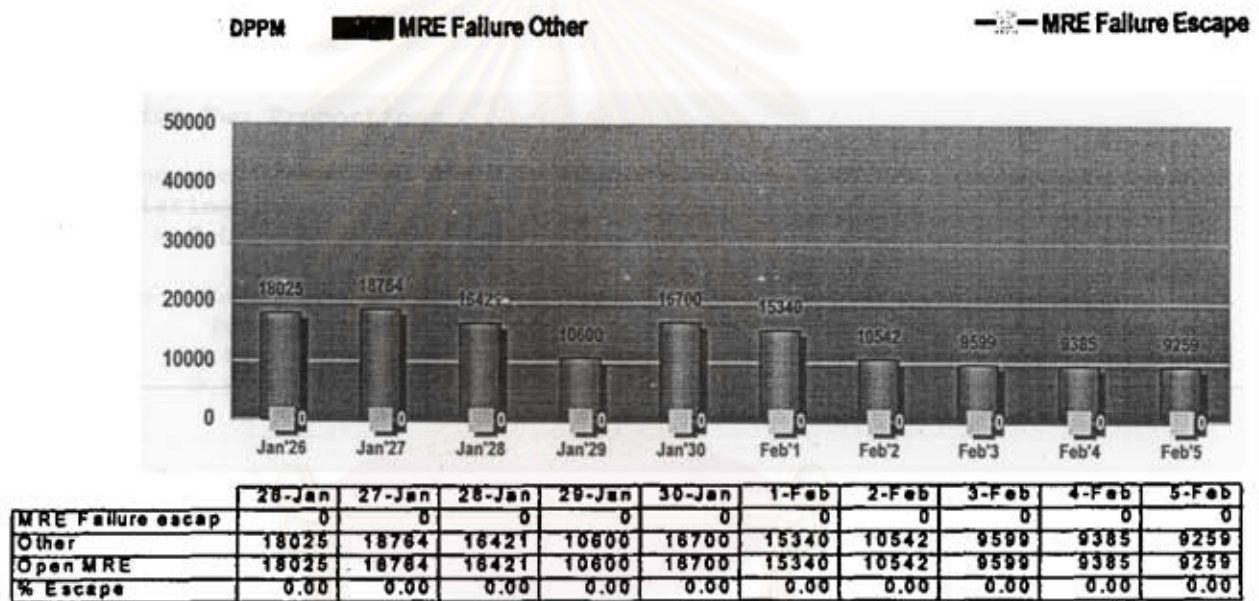
95% CI for p(1) - p(2): (-0.203563, -0.0631034)

Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = -3.72 P-Value = 0.000

สรุปผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นหลังจากมีการเปลี่ยนแปลงการวางผังงานและการแก้ไขกระบวนการตรวจวัดที่เครื่องวัดค่าความต้านทาน (MRE Tester) ค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้นสรุปว่าการวางผังงานและวิธีการตรวจวัดแบบเก่าและแบบใหม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และการวางผังงานและวิธีการตรวจวัดแบบใหม่สามารถช่วยลดการเกิดการปะปนของงานไม่ผ่านข้อกำหนดเข้าสู่กระบวนการ

นอกจากนี้เมื่อมีการแก้ไขจะต้องทำการเก็บข้อมูลว่าการแก้ไขปัญหาถูกต้องหรือไม่ สามารถลดข้อบกพร่องที่เกิดในกระบวนการผลิตหรือไม่ เมื่อเก็บข้อมูลหลังจากเปลี่ยนแปลงการวางผังและวิธีการตรวจวัดซ้ำ พบว่าจำนวนงานไม่ผ่านข้อกำหนดปะปนจำนวนลดลงอย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงต่อไปนี้



รูปที่ 6.8 แสดงกราฟข้อมูลของงานไม่ผ่านข้อกำหนดปะปนในกระบวนการผลิตหลังจากมีการแก้ไขปัญหา

6.2.4 วิธีการจับ FOS

ปัญหา

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในบทที่ 5 พบว่าการใช้มือและใช้อุปกรณ์ในการช่วยจับให้ค่าการสะสมของกระแสไฟฟ้าสถิตย์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นก็ยังวิเคราะห์ต่อไปอีกว่า ประเภทของ FOS แต่ละชนิดมีส่วนของการเกิดปัญหาการหลุดของ HGA บริเวณร่องจับยึดตรงบริเวณ Test pad ที่

แตกต่างกันเช่นกัน โดยที่ FOS ประเภท A มีสัดส่วนมากกว่า FOS ประเภท B ซึ่งบทนี้จะทำแก้ไขและปรับปรุง

การวิเคราะห์ทางสถิติของการใช้มือเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ช่วยจับ

การเลือกให้ทดสอบความมีนัยสำคัญของพารามิเตอร์

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้างต้นได้เลือกการทดสอบความมีนัยสำคัญของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่องกรณีประชากรสองชุด เพื่อทดสอบถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการของการใช้มือเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ช่วยจับ

การคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

Power and Sample Size

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 1 = 0.001 and proportion 2 = 0.039

Alpha = 0.05 Difference = -0.038

Sample Size	Target Power	Actual Power
341	0.8000	0.8000
431	0.9000	0.9008

หลังจากคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองในแต่ละกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวนอย่างน้อย 431 ชิ้นงาน เมื่อได้จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการต่อกรวดแบบใหม่และเก่า จึงทำการตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : p_1 = p_2$$

$$H_1 : p_1 \neq p_2$$

เมื่อ p_1 = สัดส่วนของเสียของเนื่องจากการใช้มือ

p_2 = สัดส่วนของเสียของเนื่องจากการใช้อุปกรณ์จับ

ผลการทดลอง

	Inspection	Rej.	DPPM
มือ	500	23	46000
อุปกรณ์จับ	500	10	20000

การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

Test and Confidence Interval for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	477	500	0.954000
2	490	500	0.980000

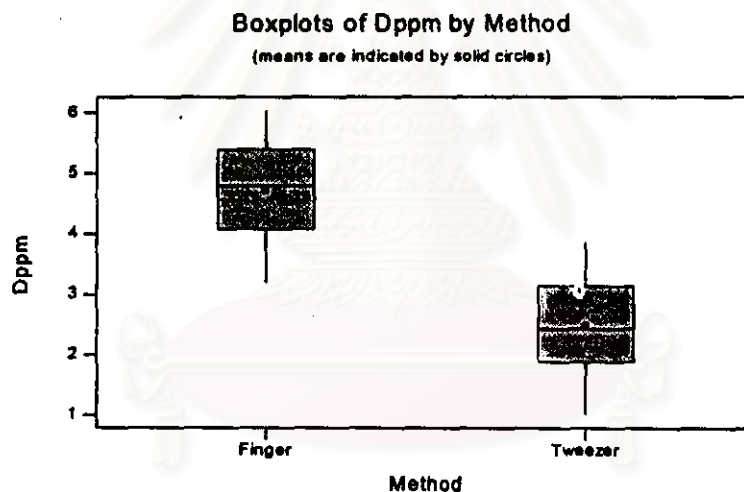
Estimate for $p(1) - p(2)$: -0.026

95% CI for $p(1) - p(2)$: (-0.0480849, -0.00391511)

Test for $p(1) - p(2) = 0$ (vs not = 0): $Z = -2.31$ P-Value = 0.021

สรุปผลการทดลองทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลของเสียที่เกิดจากการใช้มือและการใช้อุปกรณ์ในการจับพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้มือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอุปกรณ์ในการจับ เนื่องจากค่า P_{value} ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.021 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และของเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้มือมีปริมาณมากกว่าการใช้อุปกรณ์ในการจับ



รูปที่ 6.9 แสดง Box plot ของการใช้มือและอุปกรณ์ช่วยจับ

เมื่อทำการพิสูจน์ว่าอัตราของเสียจากการจับด้วยมือมีความเสี่ยงต่อการเกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์ แต่สาเหตุที่เป็นปัจจัยสำคัญในการจับ FOS คือ การหลุดของ FOS ซึ่งจะดำเนินการแก้ไขดังต่อไปนี้

6.2.4.1 การหลุดของ FOS จากฟีกเจอร์

ปัญหา

การปรับปรุงเพื่อหาสาเหตุและลดข้อบกพร่องของการหลุด FOS จากร่องของฟีกเจอร์ จากการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของบที่แล้ว พบว่าสัดส่วนการหลุดของ FOS_A มากกว่าประเภท FOS_B เมื่อได้ทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของ FOS_A แล้วมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางที่มากกว่าและส่งผลให้เกิดการหลุดของ FOS จากฟีกเจอร์มีปริมาณมากกว่าและมีความเสี่ยงสูงในการเกิดของเสียอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์ เพื่อทำการลดปัญหาการหลุดของ FOS ได้ทำการแก้ไขตรงบริเวณ Pin Flex ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งสวมให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่กว่าเดิม

การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของฟีกเจอร์

การเลือกให้ทดสอบความมีนัยสำคัญของพารามิเตอร์

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้างต้นได้เลือกการทดสอบความมีนัยสำคัญของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่องกรณีประชากรสองชุด เพื่อทดสอบถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการของการใช้ฟีกเจอร์แบบเดิมกับการใช้ฟีกเจอร์แบบใหม่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

การคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

Power and Sample Size

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 1 = 0.001 and proportion 2 = 0.48

Alpha = 0.05 Difference = -0.479

Sample Size	Target Power	Actual Power
15	0.8000	0.8263
18	0.9000	0.9020

หลังจากคำนวณจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองในแต่ละกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวนอย่างน้อย 18 ชิ้นงาน เมื่อได้จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการต่อกราวด์แบบใหม่และเก่า จึงทำการตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : p_1 = p_2$$

$$H_1 : p_1 \neq p_2$$

เมื่อ p_1 = สัดส่วนของเสียของเนื่องจากฟีกเจอร์แบบเดิม

p_2 = สัดส่วนของเสียของเนื่องจากฟีกเจอร์ที่เปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลาง

ผลการทดลอง

	Normal IAT Pin (.0318-.0338)	Modified IAT Pin (.0341-.0352)
Inspection	20	20
ปริมาณการหลุดหลวม	9	0
% การหลุดหลวม	45%	0%

การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ**Test and Confidence Interval for Two Proportions**

Sample	X	N	Sample p
Normal	11	20	0.550000
Modify	20	20	1.000000

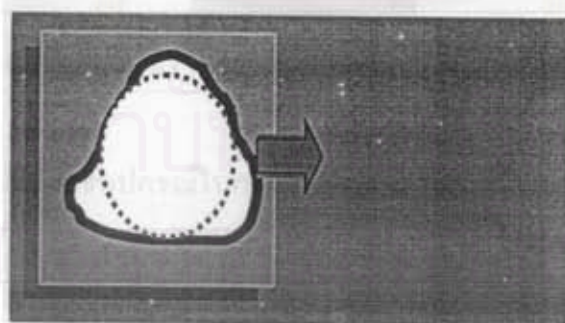
Estimate for $p(1) - p(2)$: -0.45

95% CI for $p(1) - p(2)$: (-0.668032, -0.231968)

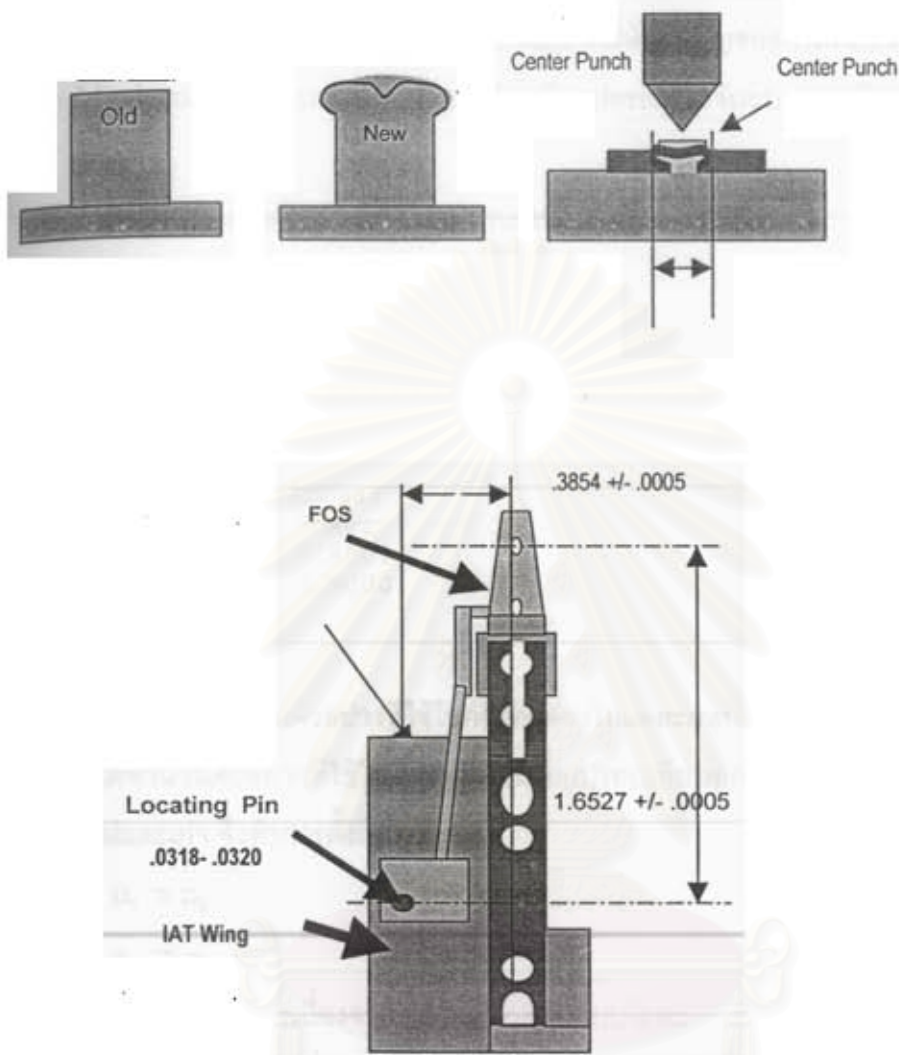
Test for $p(1) - p(2) = 0$ (vs not = 0): $Z = -4.05$ P-Value = 0.000

สรุปผลการทดลอง

ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติสามารถสรุปได้ว่าสัดส่วนของเสียของเนื่องจากพีกเจอร์แบบเดิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพีกเจอร์ที่เปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลาง เนื่องจากค่าของ P value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และสามารถสรุปได้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางพบว่าสัดส่วนการเกิดของเสียมีปริมาณลดลงของการหลุดของ FOS ออกจากพีกเจอร์และสามารถลดโอกาสในการเกิดการเกิดของเสียจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์เช่นเดียวกัน



รูปที่ 6.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางหลังของพีกเจอร์



รูปที่ 6.11 แสดง IAT Pin ก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลาง

6.2.5 การเลือกใช้อุปกรณ์ในการจับชิ้นงาน

ปัญหา

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในบทที่ 5 พบว่าสถานีบางสถานีจะต้องใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในการช่วยจับ และจากการศึกษาปริมาณกระแสไฟฟ้าสะสมที่เกิดขึ้นที่ชิ้นงาน ปริมาณที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือจับประเภทเซรามิกมีปริมาณน้อยกว่าประเภทโลหะ ดังนั้นเพื่อเป็นการยืนยันประสิทธิภาพของการใช้เครื่องมือจับประเภทโลหะ จึงได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นโดยที่แต่ละประเภท

การวิเคราะห์ทางสถิติของการใช้มือเปรียบเทียบกันอุปกรณ์ช่วยจับ

การเลือกใช้ทดสอบความมีนัยสำคัญของพหาวามิเตอร์

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้างต้นได้เลือกการทดสอบความมีนัยสำคัญของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่องกรณีประชากรสองชุด เพื่อทดสอบถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการของอุปกรณ์ช่วยจับแบบโลหะเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ช่วยจับแบบเซรามิก

การคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 1 = 0.031 and proportion 2 = 0.017

Alpha = 0.05 Difference = 0.014

Sample Size	Target Power	Actual Power
1490	0.8000	0.8002
2060	0.9000	0.9000

หลังจากคำนวณจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองในแต่ละกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวนอย่างน้อย 2060 ชิ้นงาน เมื่อได้จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการต่อกราวด์แบบใหม่และเก่า จึงทำการตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : p_1 = p_2$$

$$H_1 : p_1 \neq p_2$$

เมื่อ p_1 = สัดส่วนของเสียของเนื่องจากอุปกรณ์ช่วยจับแบบโลหะ

p_2 = สัดส่วนของเสียของเนื่องจากอุปกรณ์ช่วยจับแบบเซรามิก

ผลการทดลอง

	Inspection	Rej.	DPPM
แบบโลหะ	2500	42	16800
แบบเซรามิก	2500	25	10000

การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

Test and Confidence Interval for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
Metal	2458	2500	0.983200
Ceramic	2475	2500	0.990000

Estimate for $p(1) - p(2)$: -0.0068
 95% CI for $p(1) - p(2)$: (-0.0131713, -0.000428729)
 Test for $p(1) - p(2) = 0$ (vs not = 0): $Z = -2.09$ P-Value = 0.036

สรุปผลการทดลองทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลของเสียที่เกิดจากการใช้มือและการใช้อุปกรณ์ในการจับพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้มือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอุปกรณ์ในการจับ เนื่องจากค่า P_{value} ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.036 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และของเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้อุปกรณ์ช่วยจับแบบเซรามิกน้อยกว่าการใช้อุปกรณ์ในการจับแบบโลหะ

6.2.6 ประเภทของพัลลมสลายประจุไฟฟ้า

ปัญหา

การปรับปรุง จากการวิเคราะห์ Anova ในบทที่แล้ว พบมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานในกระบวนการผลิตส่วนต้น ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นตอนการประกอบ HGA, ขั้นตอนการจัด FOS และขั้นตอนการต่อเชื่อม FOS

จากการวิเคราะห์ลักษณะการทำงานของพนักงาน ณ ขั้นตอนการประกอบ HGA ขั้นตอนการจัด FOS และขั้นตอนการต่อเชื่อม FOS พบว่าขณะที่พนักงานปฏิบัติหน้าที่ภายใต้กล้องกำลังขยาย จะปิดกั้นทิศทางของพัลลมสลายประจุไฟฟ้า ซึ่งลักษณะของพัลลมสลายประจุเป็นประเภทแวนติดตั้งอยู่เหนือศีรษะของพนักงาน การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของทิศทางการเป่าของพัลลมสลายประจุไฟฟ้าจึงได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการใช้พัลลมสลายประจุไฟฟ้าประเภทแวนและแบบตั้งโต๊ะ

การวิเคราะห์ทางสถิติของการใช้มือเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ช่วยจับ

การเลือกใช้ทดสอบความมีนัยสำคัญของพารามิเตอร์

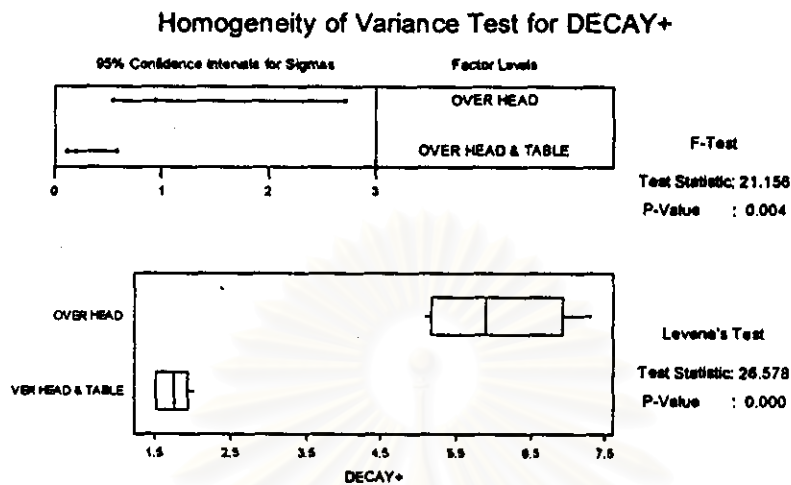
เพื่อศึกษาความแปรปรวนของประชากรสองชุด จึงทำการเลือกการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มปกติในกรณีประชากรสองชุดเพื่อทำการทดสอบถึงความแตกต่างของความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มประเภทระยะเวลาในการสลายประจุไฟฟ้าในพื้นที่การทำงาน ทั้งนี้ระยะเวลาในการสลายประจุไฟฟ้าที่ตกค้างจะหมายถึงประสิทธิภาพในการสลายประจุไฟฟ้าของพัลลมสลายประจุ ถ้าใช้เวลาสลายประจุไฟฟ้ามาก ประสิทธิภาพในการสลายประจุของพัลลมสลายประจุจะต่ำกว่ากรณีใช้เวลาสลายประจุไฟฟ้าน้อย ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์คือเวลาในการสลายประจุให้พื้นที่ทำงานเป็นกลาง และสามารถกำหนดสมมติฐานในการทดลองได้ดังต่อไปนี้

$$H_0: \sigma_x = \sigma_y$$

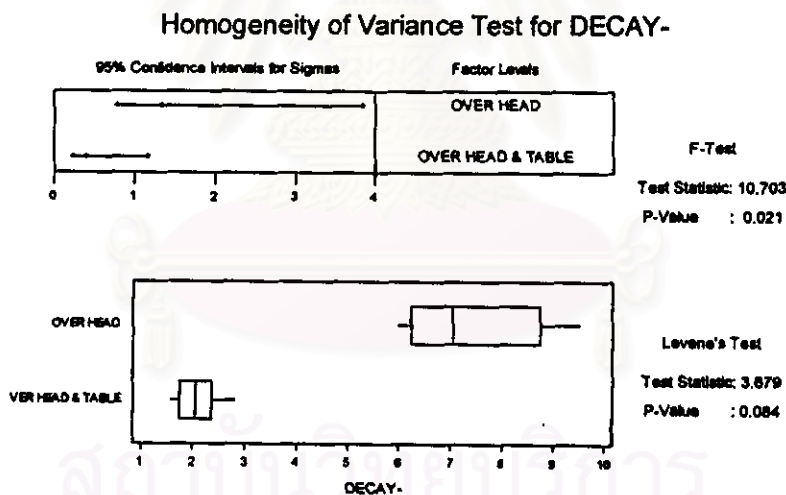
$$H_1: \sigma_x \neq \sigma_y$$

เมื่อ X คือ ตัวแปรสุ่มของระยะเวลาในการสลายประจุของพัดลมสลายประจุไฟฟ้าแบบเพดาน

Y คือ ตัวแปรสุ่มของระยะเวลาในการสลายประจุของพัดลมสลายประจุไฟฟ้าแบบตั้งโต๊ะ



รูปที่ 6.12 แสดงการวิเคราะห์ระยะเวลาในการสลายประจุของพัดลมสลายประจุไฟฟ้าแบบเพดานและตั้งโต๊ะ



รูปที่ 6.13 แสดงการวิเคราะห์ระยะเวลาในการสลายประจุของพัดลมสลายประจุไฟฟ้าแบบเพดานและตั้งโต๊ะ

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ค่า P_{Value} มีค่าเท่ากับ 0.004 สำหรับระยะเวลาในการสลายประจุไฟฟ้าบวก และ P_{Value} มีค่าเท่ากับ 0.084 สำหรับระยะเวลาในการสลายประจุไฟฟ้าลบ ดังนั้นระยะเวลาใน

การสลายประจุไฟฟ้าบวกและลบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 การสลายประจุไฟฟ้าที่แตกต่างกันระหว่างสองประเภท โดยที่ระยะเวลาในการสลายประจุของพัดลมแบบเพดานและตั้งโต๊ะจะมีระยะเวลาการสลายประจุน้อยกว่าแบบเพดาน

ดังนั้นจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของพัดลมสลายประจุไฟฟ้าแบบเพดานและตั้งโต๊ะจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบเพดานอย่างเดียวเนื่องจากระยะเวลาในการสลายประจุไฟฟ้าน้อยกว่า จึงได้ทำการเพิ่มเติมประเภทของพัดลมสลายประจุไฟฟ้าที่ขั้นตอนการประกอบ HGA และ ขั้นตอนการจัด FOS และเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียจากการใช้พัดลมสลายประจุไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

6.2.6.1. การวิเคราะห์สัดส่วนของเสียในการเลือกใช้ประเภทพัดลมสลายประจุไฟฟ้า การเลือกใช้ทดสอบความมีนัยสำคัญของพารามิเตอร์

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้างต้นได้เลือกการทดสอบความมีนัยสำคัญของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่องกรณีประชากรสองชุด เพื่อทดสอบถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการของการใช้พัดลมสลายประจุแบบเพดานและตั้งโต๊ะเปรียบเทียบกับเพดานการคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

Power and Sample Size

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 1 = 0.03 and proportion 2 = 0.039

Alpha = 0.05 Difference = -0.009

Sample Size	Target Power	Actual Power
7015	0.8000	0.8000
9287	0.9000	0.9000

สถาบันวิทยบริการ

หลังจากคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองในแต่ละกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวนอย่างน้อย 7015 ชิ้นงาน เมื่อได้จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการต่อกราวด์แบบใหม่และเก่า จึงทำการตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : p_1 = p_2$$

$$H_1 : p_1 \neq p_2$$

เมื่อ p_1 = สัดส่วนของเสียของเนื่องจากการใช้พัดลมแบบเพดาน

p_2 = สัดส่วนของเสียของเนื่องจากการใช้พัดลมแบบเพดานและตั้งโต๊ะ

ผลการทดลอง

	Inspection	Rej.	DPPM
แบบเพดาน	7100	284	40000
แบบเพดานและตั้งโต๊ะ	7250	225	31034

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ**Test and Confidence Interval for Two Proportions**

Sample	X	N	Sample p
1	6816	7100	0.960000
2	7025	7250	0.968966

Estimate for $p(1) - p(2)$: -0.00896552

95% CI for $p(1) - p(2)$: (-0.0150244, -0.00290665)

Test for $p(1) - p(2) = 0$ (vs not = 0): $Z = -2.90$ P-Value = 0.004

สรุปผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติสามารถสรุปได้ว่าการใช้พัดลมแบบเพดานและพัดลมแบบตั้งโต๊ะมีส่วนของข้อบกพร่องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้พัดลมแบบเพดานอย่างเดียว เนื่องจากค่า P value ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 0.004 ซึ่งมีความน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

6.3 สรุปผลการทดลอง

ตารางที่ 6.3 สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการผลิต

1	การต่อกราวด์	วิธีการต่อกราวด์ใหม่	อัตราข้อบกพร่อง ESD แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
3	งานไม่ผ่านข้อกำหนด	วิธีการตรวจวัดและ ผังงานใหม่	อัตราข้อบกพร่องจากงาน REJ ปะปนแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญ
4	สแกนเนอร์	ใช้วัสดุที่มีความปลอดภัย ESD	ระบุเป็นเครื่องมือที่ใช้ในสายการผลิต
5	วิธีการจับ / การหลุด ของ FOS	เพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของฟิกเจอร์	อัตราการหลุดของ FOS แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
6	เครื่องมือที่ใช้ในการจับ	อุปกรณ์ประเภทเซรามิก	ระบุเป็นเครื่องมือที่ใช้ในสายการผลิต
7	พัดลมสลายประจุไฟฟ้า	มี	อัตราข้อบกพร่อง ESD แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ