การออกแบบแผนการตรวจสอบหลายขั้นตอนในโรงงานผลิตแผ่นวงจรพิมพ์

นายสุรินทร์ ศิริคำหอม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

[illegible]

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DESIGN OF MULTI-STAGE INSPECTION PLAN IN A PRINTED CIRCUIT BOARD FACTORY

Mr. Surin Sirikhumhom

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2009
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบแผนการตรวจสอบหลายขั้นตอนในโรงงานผลิตแผ่นวงจรพิมพ์
โดย	นายสุรินทร์ ศิริคำหอม
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุรินทร์ ศิริคำหอม : การออกแบบแผนการตรวจสอบหลายขั้นตอนในโรงงานผลิตแผ่นวงจรพิมพ์. (DESIGN OF MULTI-STAGE INSPECTION PLAN IN A PRINTED CIRCUIT BOARD FACTORY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ, 224 หน้า.

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบแผนการตรวจสอบหลายขั้นตอน เพื่อลดต้นทุนคุณภาพ ในโรงงานผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ เนื่องมาจากต้นทุนคุณภาพของโรงงานกรณีศึกษามีค่าสูง

โดยผู้วิจัยได้พัฒนาสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพ โดยตัวแบบต้นทุนคุณภาพจะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายด้านการตรวจสอบ ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิต และค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิต ซึ่งค่าใช้จ่ายเหล่านี้ขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ของแผนการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งได้แก่ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับในแต่ละขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ โดยแผนการตรวจสอบคุณภาพที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้คือ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวและแบบเชิงคู่ ซึ่งเป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย จากนั้นใช้สมการที่พัฒนาขึ้นในการหาค่าของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับในแต่ละกระบวนการตรวจสอบคุณภาพที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพต่อลอตลดลง โดยที่ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไม่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแผนการตรวจสอบคุณภาพปัจจุบัน (IPC-6012B)

ผลการเลือกค่าพารามิเตอร์ของแผนการตรวจสอบคุณภาพ โดยตัวแบบต้นทุนคุณภาพ พบว่า ค่าพารามิเตอร์จากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบเชิงเดี่ยวให้ต้นทุนคุณภาพต่ำกว่าแบบเชิงคู่ เนื่องจากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบเชิงเดี่ยวสามารถลดต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพได้สูงกว่าการเพิ่มขึ้นของต้นทุนในการตรวจสอบคุณภาพเมื่อเปรียบเทียบกับแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบเชิงคู่ และเมื่อเปรียบเทียบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบเชิงเดี่ยวและเชิงคู่กับแผนการตรวจสอบคุณภาพปัจจุบัน พบว่าสามารถลดต้นทุนคุณภาพต่อลอตลงได้ 4.42% และ 4.18% ตามลำดับ อีกทั้งยังทำให้ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยดีขึ้นอีกด้วย

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2552

4970816221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : ACCEPTANCE SAMPLING PLAN / COST OF QUALITY / COST MODEL / MULTI-STAGE INSPECTION

SURIN SIRIKHUMHOM : DESIGN OF MULTI-STAGE INSPECTION PLAN IN A PRINTED CIRCUIT BOARD FACTORY. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. NAPASSAVONG ROJANAROWAN, Ph.D., 224 pp.

The objective of this research is to design multi-stage inspection plans in a printed circuit board (PCB) factory for reducing total cost of quality because total cost of quality of a case study factory is substantial.

The author develops the cost model based on the concept of Cost of Quality (CoQ). The developed cost model consists of inspection cost, cost of lot rejection, and cost of lot acceptance. These costs depend on sampling parameters, which are sample size and acceptance number, in each of the inspection steps. The inspection plans considered in this research are based on the widely-used ANSI/ASQC Z1.4 standard single and double sampling plans. The developed cost model is then used to select the values of sample size and acceptance number at each inspection step in order to minimize the total cost of quality with the constraints that the average outgoing quality (AOQ) of finished product is not allowed to increase when compared with the previous sampling plans (IPC-6012B).

It is found that the selected parameter values of the single sampling plan based on the proposed cost-based model provide lower total cost of quality compared with the cost of the double sampling plan. Even though the single sampling plan introduces higher inspection cost than that of the double sampling plan, it has much lower failure cost. In addition, the cost-based single and double sampling plans provide 4.48% and 4.14% cost saving respectively when compared with the previous sampling plan. Moreover, the values of the average outgoing quality obtained from both proposed plans are better than that of the previous plan.

Department : Industrial Engineering Student's Signature .....

Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature .....

Academic Year : 2009

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ [illegible] อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณารับเป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และให้คำแนะนำ แนวคิดและข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ [illegible] [illegible] [illegible] สอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัยพร้อมทั้งจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง และเพื่อนทุกคนที่คอยช่วยสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยเสมอมา ตลอดจนขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในด้านต่างๆแก่ผู้วิจัยจนสามารถทำงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 14
1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 14
1.4 ข้อสมมติฐานที่ใช้ในงานวิจัย..... 15
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 15
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 15
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)..... 16
2.2 ต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality)..... 26
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 31
2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านต้นทุนคุณภาพ..... 31
2.3.2 งานวิจัยทางต้นทุนอันเกิดจากการตรวจสอบคุณภาพ..... 35
บทที่ 3 การประยุกต์ใช้ต้นทุนคุณภาพเข้ากับระบบการตรวจสอบคุณภาพการผลิตแบบหลายแผนวงจรพิมพ์
3.1 การประยุกต์ใช้ต้นทุนคุณภาพเข้ากับระบบการตรวจสอบคุณภาพการผลิตแบบหลายกระบวนการ (Multiple processes)..... 46
3.2 การเลือกใช้แผนการตรวจสอบคุณภาพการผลิตในระบบการผลิตแบบหลายกระบวนการ (Multiple processes)..... 54

3.3 การประยุกต์ใช้แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย ANSI/ASQC Z.14 ในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์.... 55
3.4 แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธี ANSI//ASQC Z1.4..... 56
4 การพัฒนาตัวแบบค่าใช้จ่ายตามแผนการ สุ่มตัวอย่าง ANSI/ASQC Z1.4
4.1 (Assumption) ที่ใช้ในการสร้างสมการคำนวณต้นทุน แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย ANSI/ASQC Z1.4..... 62
4.1.1 ข้อสมมุติที่ใช้ในการสร้างสมการคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง..... 62
4.1.2 ข้อสมมุติที่ใช้ในการออกแบบตัวแบบค่าใช้จ่ายตามแผนตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม ANSI/ASQC Z1.4..... 62
4.2 การสร้างตัวแบบต้นทุนคุณภาพ ด้วยความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพต่อประเภทของค่าใช้จ่าย และกระบวนการที่เกิดค่าใช้จ่าย แบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม ANSI/ASQC Z1.4.. 64
4.3 การสร้างสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพในการเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ ANSI/ASQC Z1.4 (Single Plan) 69
4.4 การสร้างสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพในการเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ (Double Plan) 83
4.5 วิธีการหาคำตอบของสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพ ในการเลือกขนาดตัวอย่าง แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ ANSI/ASQC Z1.4 99
5 การสำรวจและประเมินค่าของพารามิเตอร์ของสมการตัวแบบต้นทุน
5.1 การประเมินค่าของตัวแปรประเภทสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ในสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพ..... 100

หน้า

5.2 การประเมินตัวแปรประเภทค่าคงที่ของต้นทุนในสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพ..... 102

บทที่ 6 การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการหาขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ ANSI/ASQC Z1.4

6.1 ภาพรวมของโปรแกรมเลือกพารามิเตอร์ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ ANSI/ASQC Z1.4 109

6.2 ส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรมการหาขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่..... 111

บทที่ 7 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลของตัวแบบต้นทุนคุณภาพเพื่อเลือกขนาดตัวอย่าง และเลขยอมรับลอตการผลิต

7.1 ผลของตัวแบบต้นทุนคุณภาพเพื่อเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับลอต 124

7.2 สรุปผลของตัวแบบต้นทุนคุณภาพเพื่อเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ 134

บทที่ 8 การวิเคราะห์ค่าตัวแปรที่มีผลต่อแผนการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการยอมรับ ANSI/ASQC Z1.4

8.1 ตัวแปรประเภทสัดส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ..... 145

8.2 การศึกษาความไวของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อตัวแบบต้นทุนคุณภาพ ANSI/ASQC Z1.4 ต้นทุนคุณภาพต่อลอต..... 186

บทที่ 9 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

9.1 สรุปผลการวิจัย..... 192

9.2 ปัญหาและข้อจำกัดในการทำการวิจัย..... 196

9.3 ข้อเสนอแนะ..... 196

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง..... 197

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ตารางมาตรฐาน ANSI/ASQZ Z1.4 และตารางมาตรฐานทางคุณภาพ (อ้างอิงตามมาตรฐาน IPC-6012B)..... 200

ภาคผนวก ข. การจำแนกชนิดของความบกพร่องทางคุณภาพออกเป็น 2 ประเภท..... 205

ภาคผนวก ค. ข้อมูลผลการตรวจสอบคุณภาพเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบการวัด..... 218

ภาคผนวก ง. คู่มือโปรแกรม..... 211

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 224

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	[illegible]	18
2.2	อักษรรหัสสำหรับจำนวนตัวอย่าง	23
2.3	แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับลอตการผลิต [illegible]	25
2.4	ตารางแปลงค่า AQL	26
2.5	ส่วนประกอบของต้นทุนคุณภาพแต่ละชนิด	32
2.6	ตัวแบบต้นทุนคุณภาพที่นำไปใช้ในงานวิจัยต่างๆ	33
2.7	การนำตัวแบบต้นทุนคุณภาพไปใช้งานในภาคธุรกิจ	34
2.8	[illegible]	41
3.1	ผลกระทบต่อต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการตรวจสอบ [illegible]	49
3.2	แสดงผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ ขนาดตัวอย่าง [illegible]	56
4.1	[illegible]	61
4.2	ความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายแต่ละชนิดกับกระบวนการที่เกิดค่าใช้จ่ายนั้นๆ	66
5.1	สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตา ของรุ่น M1800A ย้อนหลัง 1 ปีตั้งแต่เดือน ม.[illegible]. 2552-[illegible].2552	104
5.2	สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติ ทางไฟฟ้าของรุ่น M1800A ย้อนหลัง 1 ปีตั้งแต่เดือน ม.[illegible]. 2552-[illegible].2552	104
5.3	สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาและ [illegible]สมบัติทางไฟฟ้าของรุ่น M1800A ย้อนหลัง 1 ปีตั้งแต่เดือน ม.[illegible]. 2552-[illegible].255	105
5.4	สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี คุณภาพ ย้อนหลัง 1 ปีตั้งแต่เดือน ม.[illegible]. 2552-[illegible].2552	105
5.5	สัดส่วนที่พนักงานตรวจสอบคุณภาพจะปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพและ สัดส่วนที่พนักงานตรวจสอบคุณภาพจะยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ที่กระบวนการ ตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า	106

[illegible] **หน้า**

5.6 สัดส่วนที่พนักงานตรวจสอบคุณภาพจะปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพและสัดส่วนที่พนักงานตรวจสอบคุณภาพจะยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ที่กระบวนการ [illegible]ณภาพด้วยสายตา.. 106

5.7 ค่าแรงของพนักงานในการตรวจสอบคุณภาพที่แต่ละกระบวนการ........................ 106

5.8 ต้นทุนคงที่ของกระบวนการต่างๆ.. 107

5.9 ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ.............................. 107

5.10 ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี [illegible]... 108

7.1 ต้นทุนและระดับคุณภาพเมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพด้วยแผนการตรวจสอบคุณภาพ [illegible] IPC-6012B.. 131

7.2 ต้นทุนและระดับคุณภาพเมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพด้วยแผนการตรวจสอบคุณภาพ [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible].. 132

7.3 ต้นทุนและระดับคุณภาพเมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพด้วยแผนการตรวจสอบคุณภาพ [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่.. 133

7.4 เปรียบเทียบผลของการเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ (n,c) [illegible] [illegible] IPC6012B [illegible] ANSI/ASQC Z1.4...................... 143

8.1 [illegible] IPC-6012B [illegible] เปลี่ยนแปลงค่า Pv_1 ระหว่าง 0.0060-0.0200 [illegible] (PTH)..... 149

8.2 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pv_1 ระหว่าง 0.0060-0.0200 [illegible] (PTH).. 149

8.3 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pv_1 ระหว่าง 0.0060-0.0200 [illegible] (PTH).. 149

8.4 [illegible] IPC-6012B [illegible] เปลี่ยนแปลงค่า Pv_2 ระหว่าง 0.0200-0.0900 [illegible] ร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)................................ 153

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

8.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ANSI/ASQC Z1.4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pv_2 ระหว่าง 0.0200-0.0900 ที่ระดับความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)..... 153

8.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pv_2 ระหว่าง 0.0200-0.0900 ที่ระดับความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)..... 153

8.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ IPC-6012B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปลี่ยนแปลงค่า Pv_3 ระหว่าง 0.0580-0.2330 ที่ระดับความหนาของแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) 157

8.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ANSI/ASQC Z1.4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pv_3 ระหว่าง 0.0580-0.2330 ที่ระดับความหนาของแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) 157

8.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pv_3 ระหว่าง 0.0580-0.2330 ที่ระดับความหนาของแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)..... 157

8.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ IPC-6012B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปลี่ยนแปลงค่า Pe_1 ระหว่าง 0.0150-0.0409 ที่ระดับความหนาของชั้นทองแดงผนังรูชุบทะลุ (PTH)..... 161

8.11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ANSI/ASQC Z1.4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pe_1 ระหว่าง 0.0150-0.4000 ที่ระดับความหนาของชั้นทองแดงผนังรูชุบทะลุ (PTH)..... 162

8.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pe_1 ระหว่าง 0.0150-0.0409 ที่ระดับความหนาของชั้นทองแดงผนังรูชุบทะลุ (PTH)..... 162

8.13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ IPC-6012B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปลี่ยนแปลงค่า Pe_2 ระหว่าง 0.0175-0.1435 ที่ระดับความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)..... 165

8.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ANSI/ASQC Z1.4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pe_2 ระหว่าง ระหว่าง 0.0300-0.1000 ที่ระดับความหนาของชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)..... 165

หน้า

8.15 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงค่า Pe_2 ระหว่าง ระหว่าง 0.0175-0.1435 [illegible] หนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)..... 165

8.16 [illegible] IPC-6012B [illegible] เปลี่ยนแปลงค่า Pe_3 ระหว่าง ระหว่าง 0.0023-0.0086 [illegible] แผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)..... 169

8.17 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pe_3 ระหว่าง ระหว่าง 0.0023-0.0086 [illegible] เคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)..... 169

8.18 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pe_3 ระหว่าง ระหว่าง 0.0023-0.0086 [illegible] เคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)..... 169

8.19 [illegible] IPC-6012B [illegible] เปลี่ยนแปลงค่า Pw_1 ระหว่าง ระหว่าง 0.0540-0.5020 [illegible] [illegible](PTH)..... 173

8.20 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_1 ระหว่าง ระหว่าง 0.0540-0.5020 [illegible] [illegible](PTH)..... 173

8.21 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงค่า Pw_1 ระหว่าง ระหว่าง 0.0540-0.5020 [illegible] [illegible](PTH)..... 173

8.22 [illegible] IPC6012-B [illegible] เปลี่ยนแปลงค่า Pw_2 ระหว่าง ระหว่าง 0.1820-0.6160 [illegible] หนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)..... 176

8.23 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_2 ระหว่าง ระหว่าง 0.1820-0.6160 [illegible] ชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)..... 176

[illegible] **หน้า**

8.24 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_2 ระหว่าง ระหว่าง 0.1820-0.6160 [illegible] ความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)................ 177

8.25 [illegible] IPC-6012B [illegible] เปลี่ยนแปลงค่า Pw_3 ระหว่าง ระหว่าง 0.6600-0.9260 [illegible] แผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)................ 179

8.26 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_3 ระหว่าง ระหว่[illegible] 0.6600-0.9260 [illegible] เคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)................ 179

8.27 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_3 ระหว่าง ระหว่าง 0.6600-0.9260 [illegible] แผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)................ 180

8.28 [illegible] IPC-6012B [illegible] เปลี่ยนแปลงค่า Pw_4 ระหว่าง ระหว่าง 0.0330-0.1660 [illegible] E-Test................ 182

8.29 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_4 ระหว่าง ระหว่าง 0.0330-0.1660 [illegible] E-Test................ 182

8.30 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_4 ระหว่าง ระหว่าง 0.0330-0.1660 [illegible] E-Test................ 183

8.31 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_5 ระหว่าง ระหว่าง 0.0850-0.1725 [illegible] Visual Inspection................ 185

8.32 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_5 ระหว่าง ระหว่าง 0.0850-0.1725 [illegible] Visual Inspection................ 185

8.33 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_5 ระหว่าง ระหว่าง 0.0850-0.1725 [illegible] Visual Inspection................ 186

□□□□□□□□

□□□□□ **หน้า**

1.1 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ (Inner Layer) ของแผ่นวงจรพิมพ์........................ 4

1.2 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ (Outer Layer) ของแผ่นวงจรพิมพ์....................... 5

1.3 ต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพภายในกระบวนการผลิต และต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายในและภายนอก ย้อนหลัง 6 □□□□ □.□.-□□□.□.□.2551.................... 6

1.4 ต้นทุนในการตรวจสอบคุณภาพ ย้อนหลัง 6 □□□□ □.□.-□□□.□.□.2551........................ 7

1.5 ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายนอก ย้อนหลัง 6 □□□□ □.□.-□□□.□.□.2551......... 8

1.6 ต้นทุนความบกพร่องภายใน ย้อนหลัง 6 □□□□ □.□.-□□□.□.□.2551.............................. 8

1.7 ค่าใช้จ่ายของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพแบ่งออกตามชนิดของข้อบกพร่อง ย้อนหลัง 6 □□□□ □.□.-□□□.□.□.2551... 9

1.8 ค่าใช้จ่ายของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ย้อนหลัง 6 □□□□ □.□.-□□□.□.□.2551 โดยแบ่งออกเป็นตามกระบวนการที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง............. 10

1.9 ต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพ (Appraisal Cost) □□□ ต้นทุนความบกพร่องทาง□□□□□□ (Internal Failure plus External Failure Cost) ย้อนหลัง 6 □□□□ □.□.-□□□.□.□.2551 12

1.10 เปรียบเทียบระหว่างต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพกับต้นทุนความบกพร่องทาง□□□□□□.. 13

1.11 เปรียบเทียบระหว่างต้นทุนในการตรวจสอบคุณภาพแบ่งตามชนิดของการตรวจสอบคุณภาพกับต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ..................................... 13

2.1 กระบวนการของการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับลอตการผลิต..... 19

2.2 □□□□□□□□□□□□□□□.. 22

2.3 แนวการคิดเรื่องต้นทุนคุณภาพในยุคแรก.. 29

2.4 แนวคิดเรื่องต้นทุนคุณภาพสมัยใหม่.. 29

2.5 การแบ่งประเภทของกลุ่มต้นทุน.. 31

2.6 ระบบการตรวจสอบคุณภาพของลูกค้าและโรงงานผู้ผลิต.................................... 37

2.7 ระบบห่วงโซ่ความสัมพันธ์ของลูกค้าและโรงงานผู้ผลิต ตามวิธีของ Markov (Markov’s Chain)... 37

2.8 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□.. 38

[illegible] หน้า

2.9 [illegible].. 39
2.10 [illegible].. 40
3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคุณภาพและระดับของผลิตภัณฑ์ที่ดี ………………….. 48
3.2 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพด้วยแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงเดี่[illegible]
ANSI/ASQC Z1.4…………………………………………………………………… 57
3.3 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพด้วยแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคู่ตามมาตรฐาน
ANSI/ASQC Z1.4…………………………………………………………………… 58
4.1 ความสัมพันธ์ของสัดส่วนที่บกพร่องทางคุณภาพ เมื่อผ่านการผลิตที่
[illegible]…………………………………………………………………… 80
4.2 ความสัมพันธ์ของสัดส่วนที่บกพร่องทางคุณภาพ หลังผ่านการผลิตที่
[illegible]…………………………………………………………………… 80
4.3 ความสัมพันธ์ของสัดส่วนที่บกพร่องทางคุณภาพ หลังผ่านการตรวจสอบคุณภาพ
แบบสุ่มเพื่อการยอมรับก่อนส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป………………………… 80
6.1 [illegible]…………………………………………………………………… 110
6.2 ผังงานการคำนวณต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน IPC-6012B…………………………… 119
6.3 ผังงานการคำนวณต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible]…….. 120
6.4 ผังงานการคำนวณต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ ………… 122
7.1 สัดส่วนของประเภทค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการตรวจสอบต้น[illegible]
IPC-6012B…………………………………………………………………… 126
7.2 สัดส่วนของประเภทค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการตรวจสอบต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน
ANSI/ASQC Z1.4 [illegible]…………………………………………………… 128
7.3 สัดส่วนของประเภทค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการตรวจสอบต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน
ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่…………………………………………………………… 130
8.1 สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยสายตา
ตั้งแต่เดือน ม.[illegible]. 2552-[illegible].[illegible].2552……………………………………… 146
8.2 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง
คุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยสายตา ที่กระบวนการชุบทองแดงในรู………… 148

		หน้า
8.3	ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยสายตา [illegible] ทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด	150
8.4	ผลของการพิจารณาข้อมูลสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยสายตาด้วย box plot ที่กระบวนการเคลือบผิวของแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี	152
8.5	ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยสายตา ที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)	156
8.6	สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ตั้งแต่เดือน ม.[illegible]. 2552-[illegible].2552	158
8.7	ผลของการพิจารณาข้อมูลสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าด้วย box plot [illegible]	159
8.8	ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวนการชุบ [illegible]	161
8.9	ผลของการพิจารณาข้อมูลสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าด้วย box plot [illegible] ทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด	164
8.10	ผลของการพิจารณาข้อมูลสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าด้วย box plot [illegible] แผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)	166
8.11	ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)	168
8.12	สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ตั้งแต่เดือน ม.[illegible]. 2552-[illegible].2552	170

[illegible] **หน้า**

8.13 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ [illegible] (PTH).. 172

8.14 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง[illegible] คุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ที่กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)................ 176

8.15 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M).. 179

8.16 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา.. 182

8.17 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ [illegible] คุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า.. 185

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ มักอยู่ในรูปของเครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์สื่อสาร รถยนต์ หรือแม้กระทั่งอุปกรณ์เครื่องมือแพทย์ ดังนั้นจึงมีผู้ผลิตจำนวนมากที่เข้ามาผลิตผลิตภัณฑ์คล้ายๆกัน โดยแข่งขันกันทางด้านราคา คุณภาพ และความรวดเร็วในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค โดยที่ผู้ผลิตหันมาให้ความสำคัญกับการบริหารต้นทุนการผลิตเพื่อให้เกิดผลกำไรที่มากขึ้นหรืออยู่รอดได้ในสภาพที่มีการแข่งขันสูง การตรวจสอบคุณภาพเข้ามามีบทบาทสำคัญในการทำให้มั่นใจยิ่งขึ้นว่าผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบนั้นเป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า แต่ทั้งนี้การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานก็ถือเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนเช่นกัน ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญในการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพอันเกิดการตรวจสอบคุณภาพนั้น เพื่อให้โรงงานผู้ผลิตมีศักยภาพในการแข่งขันสูงขึ้น

1. ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

บริษัทตัวอย่างเป็นบริษัทที่ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2543 มีพนักงานประมาณ 900 คน มีกำลังการผลิตประมาณ 24,000 ตารางเมตร/เดือน ประกอบธุรกิจผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board, PCB) สำหรับใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปและใช้ในรถยนต์

2. ประเภทของผลิตภัณฑ์ของบริษัทตัวอย่าง

ประเภทของแผ่นวงจรพิมพ์นั้นสามารถแบ่งออกได้หลายประเภท

1) แบ่งตามชั้นของลายเส้นลายวงจรในแผ่นวงจรพิมพ์

a. DS (Double sides) แผ่นวงจรพิมพ์ที่มีลายวงจรไฟฟ้า 2 ด้าน (จะมีลายวงจรไฟฟ้าเพียง 2 ด้านคือหน้าและหลัง)

b. ML (Multi Layer) แผ่นวงจรพิมพ์ที่มีลายวงจรไฟฟ้ามากกว่า 2 ด้าน (มีลายวงจรไฟฟ้าเป็นชั้นแทรกอยู่ภายในระหว่างด้านหน้าและหลังด้วย)

2) แบ่งตามลักษณะทางกายภาพของแผ่นวงจรพิมพ์

a. Rigid PCB (Rigid Printed Circuit Board) แผ่นพิมพ์วงจรที่มีลักษณะแข็งไม่สามารถโค้งหรืองอได้

b. Semi-flex (Semi Flexible) แผ่นพิมพ์วงจรที่สามารถโค้งงอได้บางส่วน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) แบ่งตามผิวสำเร็จของแผ่นวงจรพิมพ์ (Surface Finished) เพื่อเป็นสื่อในการส่งสัญญาณไฟฟ้า และป้องกันการเกิดสนิมบนทองแดงในบริเวณที่ต้องเชื่อมติดกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

a. Immersion Gold (Electroless Immersion Nickel Gold, EING) แผ่นวงจรพิมพ์ที่มีทองคำเป็นผิวเคลือบสำเร็จ

b. Immersion Silver แผ่นวงจรพิมพ์ที่มีเงินเคลือบเป็นผิวสำเร็จ

c. Immersion Tin แผ่นวงจรพิมพ์ที่มีดีบุกเคลือบเป็นผิวสำเร็จ

d. Organic Solderability Preservative (OSP) □ผ่นวงจรพิมพ์ที่มีสารอินทรีย์เป็นผิวสำเร็จ

e. Hot air Leveling (HAL) แผ่นวงจรพิมพ์ที่มีตะกั่วเป็นผิว □□□□

□. ส่วนประกอบของแผ่นวงจรพิมพ์

แผ่นวงจรพิมพ์ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักๆดังนี้คือ

1) แผ่น Epoxy glass เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเป็นฐานสำหรับยึดติดเส้นทางเดินแก่ตัวนำไฟฟ้า (□□□□□□□□□□□□□□) เพิ่มความแข็งแรงให้แก่แผ่นวงจรพิมพ์ เป็นฉนวนไฟฟ้ากั้นระหว่างลายวงจรทองแดงในแต่ละชั้น และเป็นตัวที่จับยึดให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ติดบนแผ่นวงจรพิมพ์

2) ลายเส้นทองแดง (□□□□) ทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบติดบนแผ่นวงจรพิมพ์

□. ขั้นตอนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์

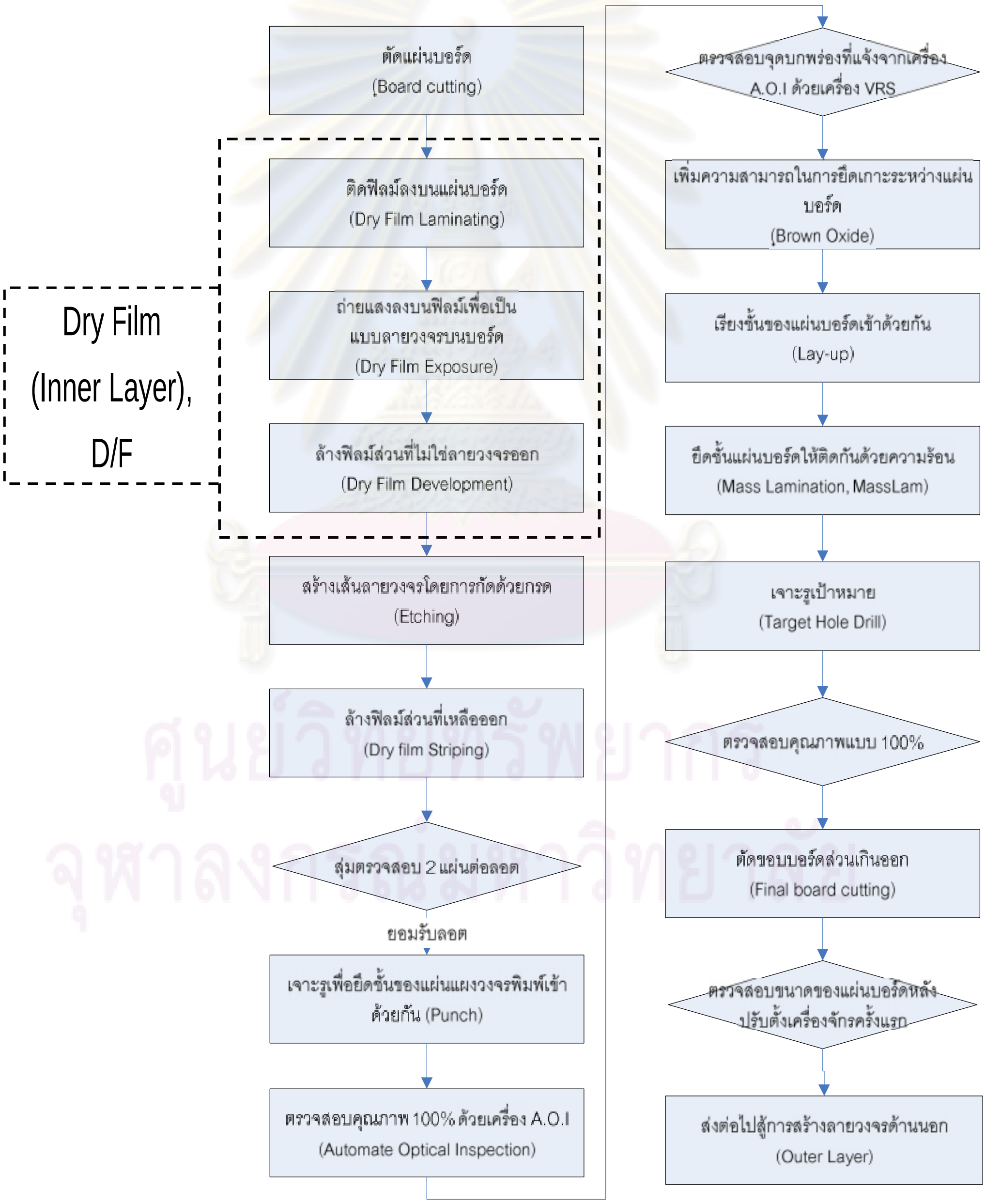
การผลิตแผ่นวงจรพิมพ์แบ่งตามชั้นของลายเส้นลายวงจรในแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีลายวงจรไฟฟ้า 2 □□(Double sides, DS) จะผ่านกระบวนการผลิตลายวงจร□□□□□□□□ (Outer Layer) ของแผ่นวงจรพิมพ์เท่านั้น ขณะที่แผ่นวงจรพิมพ์ที่มีลายวงจรไฟฟ้ามากกว่า 2 □□□□□ (Multi Layer, ML) (จะมีลายวงจรไฟฟ้าเป็นชั้นแทรกอยู่ภายในระหว่างด้านหน้าและหลังด้วย) จะต้องผ่านขั้นตอนการผลิตลายวงจรชั้นภายใน (Inner Layer) ของแผ่นวงจรพิมพ์ ก่อนจึงนำแผ่นบอร์ดที่ได้ไปผ่านกระบวนการผลิตลายวงจรชั้นภายนอก (Outer Layer) ของแผ่นวงจรพิมพ์

1) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ (Inner Layer) □□□□□□□□□□□□□ จะเริ่มต้นโดยการนำแผ่นบอร์ด (แผ่นลามิเนตที่มีทองแดง 2 □□□) มาตัดให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ (Board Cutting) จากนั้นจึงนำแผ่นบอร์ดดังกล่าวไปติดฟิล์ม (Dry Film Laminating) □□□□□ สร้างเป็นแบบในการสร้างลายวงจรไฟฟ้า โดยการสร้างแบบนั้นจะใช้การถ่ายแสงลงบนแผ่นฟิล์ม (Dry Film Exposure) เพื่อให้ฟิล์มส่วนที่เป็นเส้นลายวงจรแข็งตัวแล้วทำการล้างฟิล์มส่วนที่ไม่โดน

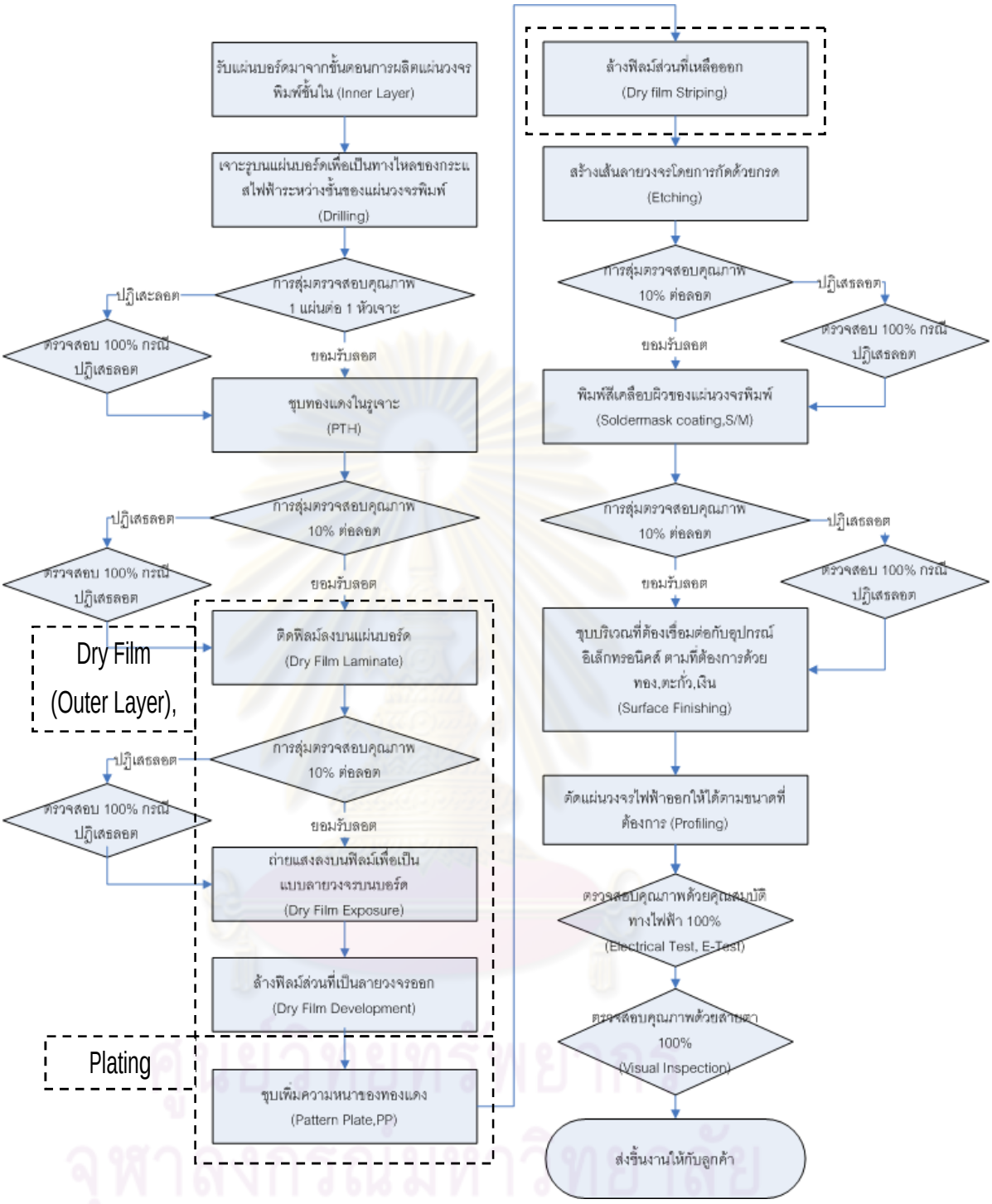
ถ่ายแสงออก(ส่วนที่ไม่เป็นลายวงจร) (Dry Film Develop) นำไปกัดทองแดงออกด้วยกรด (Etching) โดยกรดจะกัดทองแดงบริเวณพื้นที่ส่วนที่ไม่มีฟิล์มแข็งปกคลุมทำให้ได้เส้นลายวงจรชั้นภายในของแผ่นวงจรพิมพ์ จึงนำแผ่นบอร์ดดังกล่าวมาล้างฟิล์มฟิล์มส่วนที่เหลือออก (ฟิล์มแข็งที่โดนถ่ายแสง) (Dry Film Striping) จากนั้นนำแผ่นบอร์ดไปเจาะ (Punch) เพื่อเป็นจุดยึดแผ่นบอร์ดให้ตรงกันเมื่อนำไปเรียงชั้น แล้วนำแผ่นบอร์ดดังกล่าวไปทำการตรวจสอบคุณภาพแบบ 100% ด้วยเครื่อง A.O.I (Automate Optical Inspection) [illegible] VRS ซึ่งจะทำหน้าที่ในการชี้ตำแหน่งที่พบข้อบกพร่องของแผ่นบอร์ดเพื่อให้พนักงานหาทางแก้ไขข้อบกพร่องนั้นๆต่อไป เมื่อผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพแล้วแผ่นบอร์ดจะถูกนำไปเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะระหว่างชั้นด้วยการชุบน้ำยาเคมี (Brown Oxide) แล้วจึงนำแผ่นบอร์ดดังกล่าวมาเรียงกันเป็นชั้นของลายวงจรภายในโดยแทรกระหว่างชั้นของบอร์ดด้วยแผ่นลามิเนต จากนั้นจึงเรียงชั้นนอกสุดด้วยแผ่นลามิเนตและแผ่นทองแดงเพื่อสร้างลายวงจรภายนอกของแผ่นวงจรพิมพ์ (Lay-Up) แล้วจึงนำเอาแผ่นบอร์ดทั้งหมดมาทำการยึดให้ติดกันด้วยความร้อน (Mass Lamination, MassLam) หลอมละลายให้เชื่อมติดกันจากนั้นนำแผ่นบอร์ดที่มีลายวงจรอยู่ภายในไปเจาะรูเป้าหมายสำหรับยึดที่กระบวนการเจาะรู้บนแผ่นบอร์ดต่อไป (Target Hole Drill) และตัดขอบบอร์ดออกเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการอีกครั้ง (Final Board Cutting) แล้วจึงส่งแผ่นบอร์ดให้กับกระบวนการสร้างลายวงจรภายนอก ดังที่แสดงไว้ในรูป [illegible]1

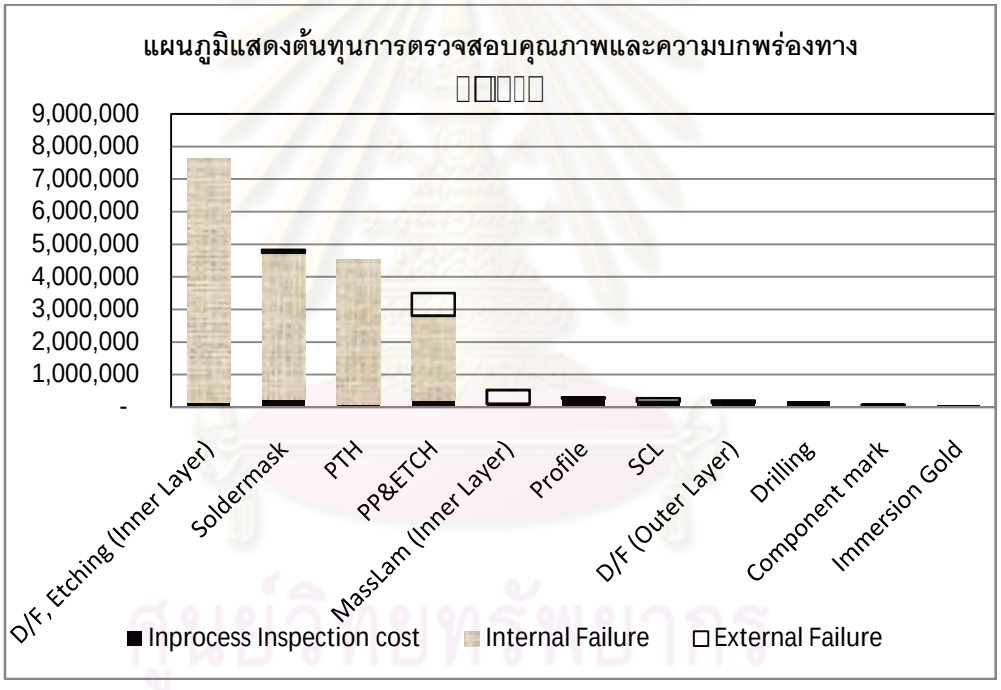
2) [illegible] (Outer Layer) นำแผ่นบอร์ดที่มี [illegible] (กรณีผลิตแผ่นลายวงจร 2 ชั้น ให้นำแผ่นบอร์ดมากจากกระบวนการตัดแผ่นบอร์ด (Board cut)) [illegible] (Drilling) บนแผ่นบอร์ดเพื่อเป็นทางไหลของกระแสไฟฟ้าระหว่างชั้นของแผ่นวงจรพิมพ์ แล้วนำแผ่นบอร์ดไปชุบทองแดงในรู (Plate Through Hole, PTH) จากนั้นจึงนำแผ่นบอร์ดดังกล่าวไปติดฟิล์ม (Dry Film Laminating) เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบในการสร้างลายวงจรไฟฟ้า โดยการสร้างแบบนั้นจะใช้การถ่ายแสงลงบนแผ่นฟิล์ม (Dry Film Exposure) เพื่อให้ฟิล์มส่วนที่ไม่เป็นเส้นลายวงจรแข็งตัวแล้วทำการล้างฟิล์มส่วนที่ไม่โดนถ่ายแสง [illegible](ส่วนที่เป็นลายวงจร) (Dry Film Develop) [illegible] (Pattern Plate, PP) ในส่วนที่เป็นเส้นลายวงจรและรูเจาะในกระบวนการนี้แผ่นบอร์ดส่วนที่เป็นเส้นลายวงจรจะถูกชุบด้วยดีบุกเพื่อป้องกันเส้นลายวงจรไม่ให้โดนกรดกัดเอาทองแดงออกที่กระบวนการถัดไป จากนั้นจึงนำแผ่นบอร์ดดังกล่าวมาล้างฟิล์มส่วนที่เหลือออก (ฟิล์มแข็งที่โดนถ่ายแสง) (Dry Film Striping) จากนั้นจึงแล้วจึงนำไปกัดทองแดงส่วนที่ไม่เป็นเส้นลายวงจรออกด้วยกรด (Etching) กรดจะกัดทองแดงบริเวณพื้นที่ส่วนที่มีดีบุกปกคลุม ทำให้ได้เส้นลายวงจรชั้นภายในของแผ่นวงจรพิมพ์แล้วจึงลางเอาดีบุกที่ชุบเพื่อปิดเส้นลายวงจรออกจะได้แผ่นบอร์ดที่มี

□□□□□□□□□□□□□□□ แล้วจึงนำแผ่นบอร์ดดังกล่าวไปทำการเคลือบผิวของแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (Soldermask Coating, S/M) เพื่อเป็นฉนวนและป้องกันไม่ให้เกิดคราบสนิมของทองแดง จากนั้นจึงนำแผ่นวงจรพิมพ์ที่ได้ไปชุบผิวสำเร็จ (Surface Finished) บริเวณพื้นที่ๆต้องติดกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆด้วย ทอง (Immersion Gold) □□□(Immersion Silver) □□□□(SCL) □□□ แล้วจึงนำมาตัดออกเป็นแผ่นวงจรพิมพ์ตามขนาดที่ลูกค้าต้องการ (Profiling) แล้วนำแผ่นวงจรพิมพ์ที่ได้ไปทำการตรวจสอบคุณภาพด้วยการตรวจสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Electronic Test, E-test) และการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection) แล้วจึงส่งแผ่นวงจรพิมพ์ดังกล่าวให้กับลูกค้าต่อไป □□□□□□□□□□□□□□□□1.2



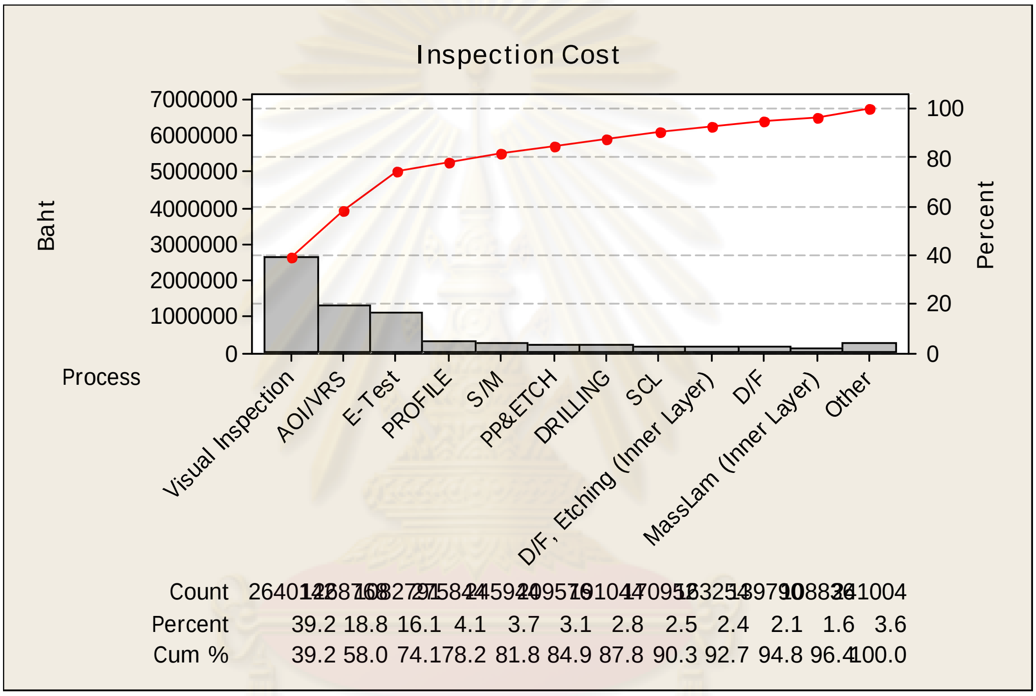
□□□ □1.1 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ (Inner Layer) ของแผ่นวงจรพิมพ์


รับแผ่นบอร์ดมาจากขั้นตอนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ชั้นใน (Inner Layer)
เจาะรูบนแผ่นบอร์ดเพื่อเป็นทางไหลของกระแสไฟฟ้าระหว่างชั้นของแผ่นวงจรพิมพ์ (Drilling)
การสุ่มตรวจสอบคุณภาพ 1 แผ่นต่อ 1 หัวเจาะ
ปฏิเสธลอต
ตรวจสอบ 100% กรณีปฏิเสธลอต
ยอมรับลอต
ชุบทองแดงในรูเจาะ (PTH)
การสุ่มตรวจสอบคุณภาพ 10% ต่อลอต
ปฏิเสธลอต
ตรวจสอบ 100% กรณีปฏิเสธลอต
ยอมรับลอต
Dry Film (Outer Layer),
ติดฟิลม์ลงบนแผ่นบอร์ด (Dry Film Laminate)
การสุ่มตรวจสอบคุณภาพ 10% ต่อลอต
ปฏิเสธลอต
ตรวจสอบ 100% กรณีปฏิเสธลอต
ยอมรับลอต
ถ่ายแสงลงบนฟิลม์เพื่อเป็นแบบลายวงจรบนบอร์ด (Dry Film Exposure)
ล้างฟิลม์ส่วนที่เป็นลายวงจรออก (Dry Film Development)
Plating
ชุบเพิ่มความหนาของทองแดง (Pattern Plate,PP)
ล้างฟิลม์ส่วนที่เหลือออก (Dry film Striping)
สร้างเส้นลายวงจรโดยการกัดด้วยกรด (Etching)
การสุ่มตรวจสอบคุณภาพ 10% ต่อลอต
ปฏิเสธลอต
ตรวจสอบ 100% กรณีปฏิเสธลอต
ยอมรับลอต
พิมพ์สีเคลือบผิวของแผ่นวงจรพิมพ์ (Soldermask coating,S/M)
การสุ่มตรวจสอบคุณภาพ 10% ต่อลอต
ปฏิเสธลอต
ตรวจสอบ 100% กรณีปฏิเสธลอต
ยอมรับลอต
ชุบบริเวณที่ต้องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ ตามที่ต้องการด้วยทอง,ตะกั่ว,เงิน (Surface Finishing)
ตัดแผ่นวงจรไฟฟ้าออกให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ (Profiling)
ตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า 100% (Electrical Test, E-Test)
ตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา 100% (Visual Inspection)
ส่งชิ้นงานให้กับลูกค้า



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

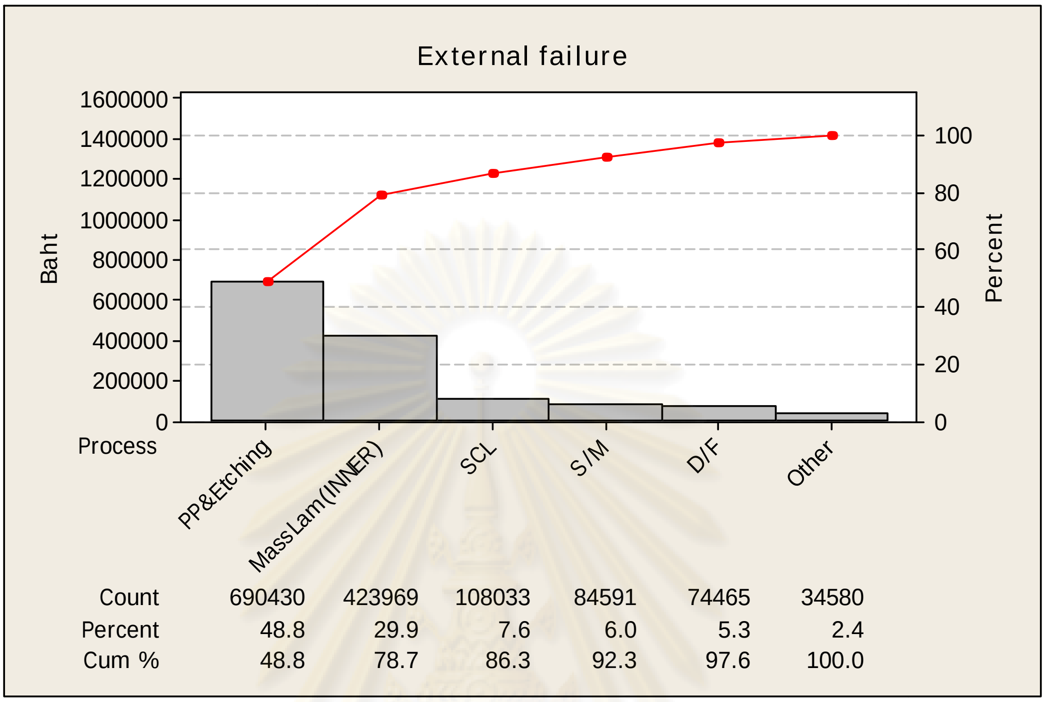
กระบวนการผลิตลายวงจรชั้นภายใน กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า และกระบวนการตรวจสอบด้วยสายตา แสดงในรูปที่ 1.1, 1.2 □□□ 1.3 ซึ่งต้นทุนของการ□□□□□□□□□□ 100% □□3 □□□□□□□□□1,268,768 □□□ 1,082,791 □□□ □□□ 2,640,142 □□□ □□□□□□□□□มคิดเป็นประมาณ 75% ของต้นทุนในการตรวจสอบคุณภาพทั้งหมด ดังที่แสดงใน□□□ □1.4 ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพตามนโยบายของโรงงานดังกล่าวนั้นเป็นการตรวจสอบคุณภาพที่มีความซ้ำซ้อนกันระหว่างการตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิต และการตรวจสอบ□□□□□□□□□ 100% □□□3 □□□□□□□□□□□□□□□ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น



□□□ □1.4 ต้นทุนในการตรวจสอบคุณภาพ ย้อนหลัง 6 □□□□ □.□.-□□□.□.2551 (หน่วย : □□□)

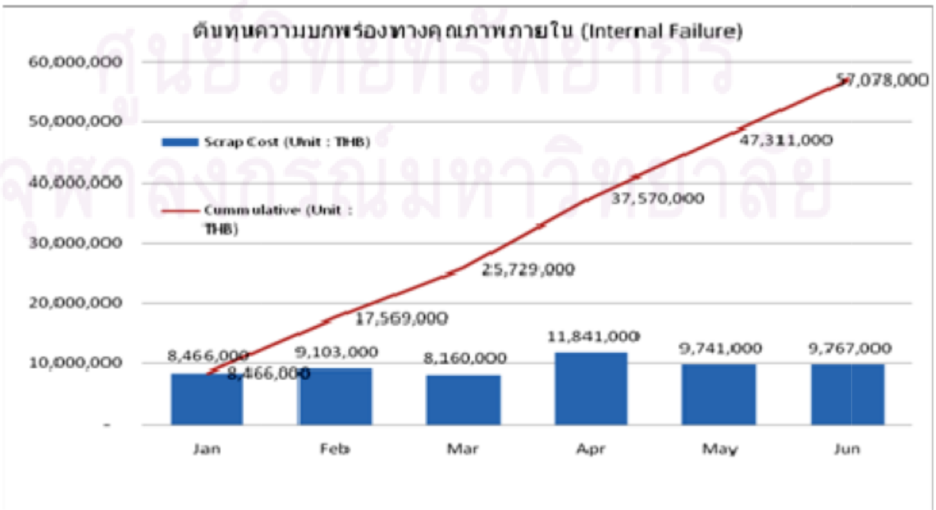
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 100% □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ คุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า และกระบวนการตรวจสอบด้วยสายตา ก่อนส่งผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าทำให้ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายนอก หรือในที่นี้คือค่าชดเชยเนื่องจากการร้องเรียนของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ (Claim) มีมูลค่าไม่สูงมากเมื่อเทียบเมื่อเทียบกับต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายใน แม้ว่าค่าใช้จ่ายต่อหน่วยที่ต้องชดเชยเนื่องจากการร้องเรียนของลูกค้านั้นมีความแตกต่างกับมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ สูงถึง 10 เท่าก็ตาม □□□ □□□□□□□□□1.3 และยังสามารถจำแนกค่าใช้จ่ายในการชดเชยให้กับลูกค้าออกเป็นตามกระบวนการผลิตอันเป็นสาเหตุของข้อบกพร่องดั□□□□□□□□□□□ □1.5 โดยมีค่าใช้จ่ายที่เกิดจากข้อบกพร่องมากที่สุด 3 ระดับอยู่ที่ กระบวนการ ชุบเพิ่มความหนาของทองแดง 689,745 □□□

กระบวนยึดติดชั้นของแผ่นวงจรพิมพ์ให้ติดกันด้วยความร้อน 423,969 □□□ □□□□□□□□□□□□□□ สำเร็จด้วยตะกั่ว (Surface Finished SCL) 108,033 □□□



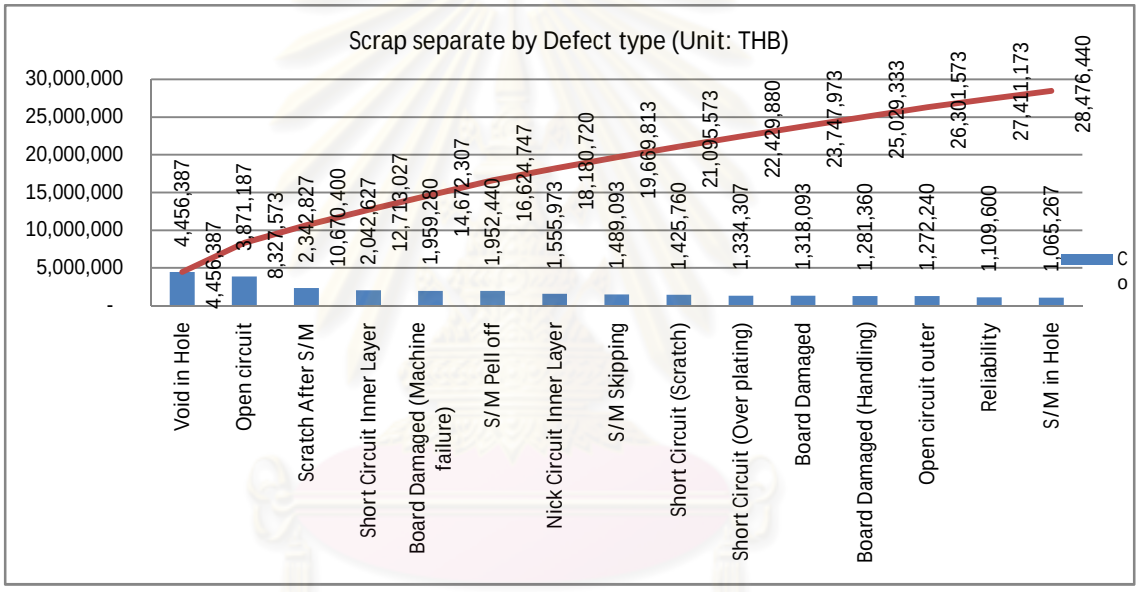
□□□ □5 ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายนอก ย้อนหลัง 6 □□□ □.□.-□□□.□.2551 (หน่วย : □□□)

□□□ ทำให้ค่าใช้จ่ายของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ซึ่งถือเป็นต้นทุนความบกพร่องภายใน รวมเป็นเงิน □□□□57 ล้านบาท ดังแสดงในรูปที่ 1.6



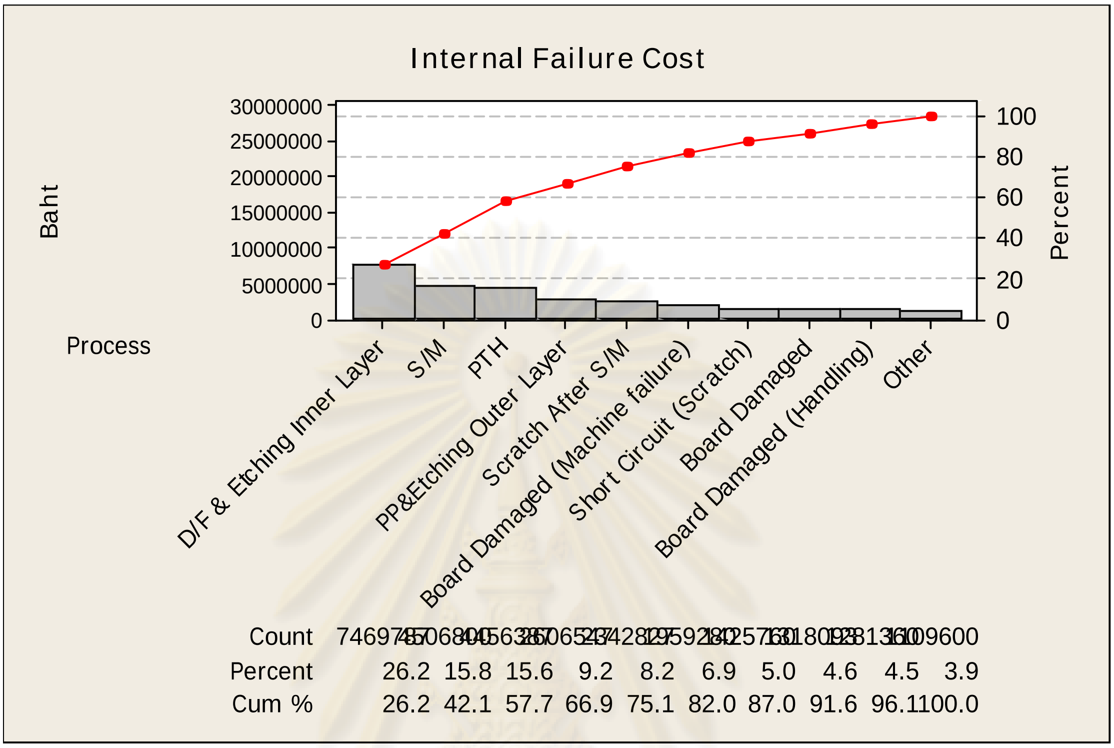
□□□ □6 ต้นทุนความบกพร่องภายใน ย้อนหลัง 6 □□□ □.□.-□□□.□.2551 (หน่วย : □□□)

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกิดขึ้นที่กระบวนการใดก็ได้เช่น บอร์ดเสียหายจากการขนย้าย (Board Damaged Handling) □□ □□□□□□□□□□ □1.8



□□□ □1.8 ค่าใช้จ่ายของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ย้อนหลัง 6 □□□□ □.□.-□.□. □.□.2551 โดยแบ่งออกเป็นตามกระบวนการที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง (หน่วย : □□□)

เมื่อต้นทุนในส่วนของค่าปรับในการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า ต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพภายในกระบวนการผลิต และต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ □□ □□ารณาร่วมกัน แสดงในรูปที่ 1.9 พบว่ามีกระบวนการที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายรวมสูงอยู่ 4 □□□□□□□□□□ □□□ □

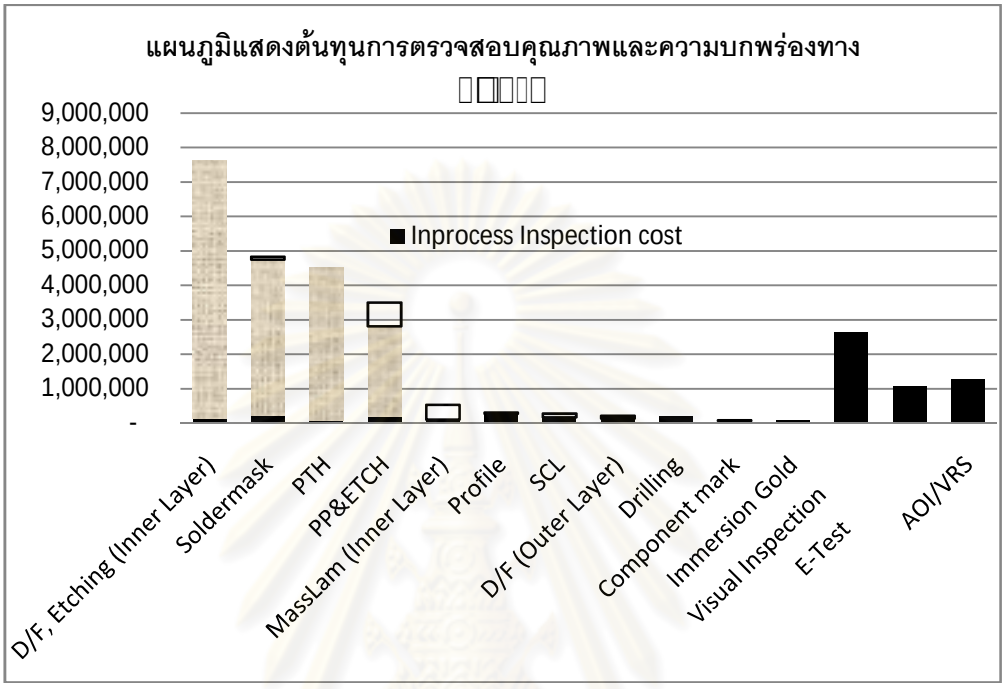
□. ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรภายในแผ่นวงจรพิมพ์ 8,165,845 □□□ □□□□□□□□ □1.1 การตรวจสอบคุณภาพภายในกระบวนการ นี้เป็นแบบการ □□□□□□□□□□□□□□□รับหรือปฏิเสธให้กระบวนการผลิตนี้ยังสามารถดำเนินการต่อไปได้หรือไม่ เท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงการตรวจสอบคุณภาพเพื่อยอมรับชิ้นงานที่กระบวนการนี้จะใช้วิธีการ □□□□□□□□□□□□□□□□□ 100% ด้วยเครื่องตรวจสอบเฉพาะ (A.O.I) และปัจจุบันแม้จะทำการ □□□□□□□□□□□ 100% แล้วก็ตาม ค่าใช้จ่ายของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพก็ยังอยู่ในอัตราที่สูง ดังนั้นการปรับปรุงแผนการตรวจสอบคุณภาพก็มิอาจทำให้ต้นทุนดังกล่าวลดลงได้มากนัก หากแต่ต้องพัฒนา ความสามารถของกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น (Process Improvement)

และความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่องทางคุณภาพ จึงจะเป็นการทำให้ต้นทุนที่กระบวนการนี้ลดลงได้

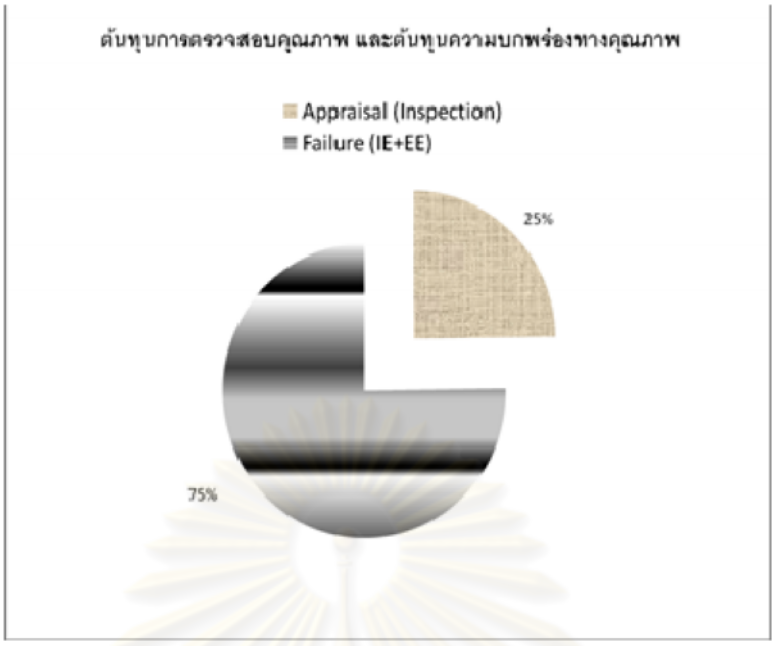
. ต้นทุนที่เกิดจากกระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี 4,837,334 □□□ แบ่งเป็นต้นทุนจากความบกพร่องทางคุณภาพภายใน 4,506,800 บาท ต้นทุนจากความบกพร่อง □□□□□□□□□□□□ 84,591 □□□ □□□□□□□□13, 1.5 □□□ 1.8 มีมูลค่าสูงกว่าต้นทุนการ □□□□□□□□□□□□ 245,944 □□□□□□□□□□14 ซึ่งสามารถเปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนคือ 5:93:2 (ต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพ : ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายใน : ต้นทุนความบกพร่อง □□□□□□□□□□□□) □□□□□□□1.7 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ โดยมีสาเหตุของข้อบกพร่องทางคุณภาพคือ การเคลือบสีผิวของแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสีไม่ทั่วทั้งแผ่น สีเคลือบผิวของแผ่นวงจรพิมพ์ไหลเข้าไปอยู่ในรู และ สีเคลือบผิวของแผ่นวงจรพิมพ์หลุดล่อนออก เป็นเงิน 1,952,442 □□□ 1,483,093 □□□ □□□ 1,065,266 □□□□□□□□□□ (□□□ เป็นเงินทั้งสิน 4,500,801 □□□) นั้นเป็นชิ้นงานที่มีข้อบกพร่องแบบสามารถปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้หากตรวจพบความบกพร่องดังกล่าวก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป อันแสดงให้เห็นว่าแนวทางการตรวจสอบคุณภาพที่ใช้ในการตรวจสอบภายในกระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี นั้นมีการอนุญาตหรือยอมรับให้มีของเสียจำนวนหนึ่งถูกปล่อยออกมาสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ทำให้ต้นทุนต้นทุนที่เกิดจากก□□ ปล่อยให้มีชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพผ่านเข้าสู่กระบวนการถัดไป 4,500,801 บาท ทำให้สามารถกล่าวได้ว่า การแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับลอตการผลิตที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี ของทางโรงงานยังไม่เหมาะสม

. ต้นทุนที่เกิดจากกระบวนการชุบทองแ□□□□□□□□ 4,540,545 บาท แบ่งเป็นต้นทุนจากความบกพร่องทางคุณภาพคุณภาพภายใน 4,506,800 □□□ □□□□□□□18 มีมูลค่าสูงกว่าต้นทุนในการตรวจสอบคุณภาพ 84,159 □□□ □□□□□□□14 ซึ่งสามารถเปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนคือ 2:98:0 (ต้นทุนในการตรวจสอบคุณภาพ: ต้นทุนความบกพร่อง□□□□□□□□□□□: ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายนอก)

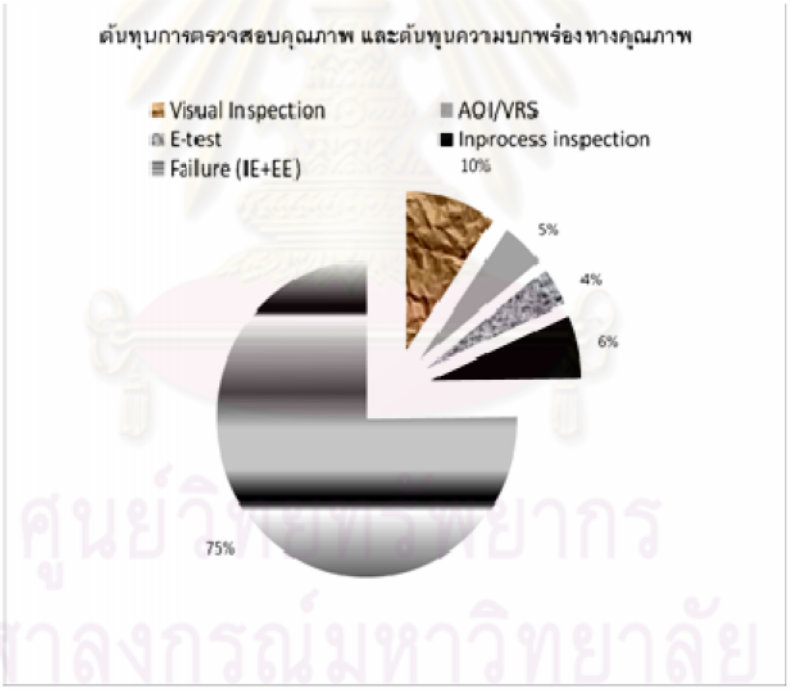
. ต้นทุนที่เกิดจาก□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ สร้างลายวงจรด้วยการกัดด้วยกรด 3,506,553 □□□ แบ่งเป็นต้นทุนจากความบกพร่องทาง □□□□□□□□□□ 2,606,547 บาท ต้นทุนจากความบกพร่องทางคุณภาพภายนอก 690,430 □□□ □□□□□□□□13, 1.5 □□□ 1.8 มูลค่าสูงกว่าต้นทุนในการตรวจสอบคุณภาพ 209,576 □□□ □□□□□□□□ 1.4 ซึ่งสามารถเปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนคือ 6:74:20 (ต้นทุนในการตรวจสอบคุณภาพ : ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายใน : ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายนอก) ดังนั้นผู้□□□□□□□ ได้กำหนดขอบเขตในการทำการวิจัยฉบับนี้ โดยการออกแบบการตรวจสอบคุณภาพที่กระบวนการ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบระหว่างต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพกับต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบระหว่างต้นทุนในการตรวจสอบคุณภาพแบ่งตามชนิดของการตรวจสอบคุณภาพกับต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ออกแบบแผนการตรวจสอบคุณภาพในโรงงานผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ เพื่อให้ต้นทุนคุณภาพ

1.3

ประกอบไปด้วย 7 ข้อดังนี้

1. พิจารณาออกแบบแผนการตรวจสอบคุณภาพโดยการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพอัน

2

. ANSI/ASQC Z1.4

1) (Single Sampling Plan)

2) แบบเชิงคู่ (Double Sampling Plan)

. 100%

2. พิจารณาองค์ประกอบของต้นทุนคุณภาพ 2 ส่วนได้แก่

. ต้นทุนการตรวจสอบและการวัดประเมินคุณภาพ

1) ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบชิ้นงาน

2) ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบชิ้นงานก่อนส่งชิ้นงานให้กับลูกค้า

. ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ (Failure Costs)

1) ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework)

2) ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่ไม่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ (Scrap)

3) ค่าใช้จ่ายเนื่องมาจากการตรวจสอบสาเหตุของความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลูกค้า

4) ค่าใช้จ่ายเนื่องจากการส่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า(Claim)

5) ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ

3. ออกแบบแผนการตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการดังต่อไปนี้

. (PTH)

.

และกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)

. กระบวนการตรวจสอบคุณภาพที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)

4. กระบวนการตรวจสอบคุณภาพทางไฟฟ้า จำเป็นจะต้องเป็นการตรวจสอบแบบ 100% เท่านั้นเนื่องจากเป็นข้อกำหนดของลูกค้า

5. [illegible]

6. เลือกทำการศึกษาเพื่อหาแผนการตรวจสอบคุณภาพของแผ่นวงจรพิมพ์รุ่น M1800A

7. ผลของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับของแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ได้ จะต้องไม่ทำให้ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality, AOQ) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีค่าสูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา

1.4 ข้อสมมติฐานที่ใช้ในงานวิจัย

ประกอบด้วย 3 ข้อดังนี้

1. ผลการตรวจสอบคุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับลอตการผลิตโดยวิธีการนับนั้นมีความเชื่อถือได้

2. [illegible]ที่ไหลเข้าสู่กระบวนการผลิตมีคุณสมบัติคงที่เหมือนกัน

3. ค่าใช้จ่ายเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Failure Cost) มีมูลค่าสูงกว่าค่าใช้จ่ายเนื่องจากการตรวจสอบและวัดประเมิน (Appraisal Cost)

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังนี้

1. ตัวแบบต้นทุนคุณภาพ ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพ

2. แผนการตรวจสอบคุณภาพ ที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพลดลง

3. โปรแกรมในการคำนวณต้นทุนคุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

[illegible]2 ข้อดังนี้

1. ต้นทุนคุณภาพต่อลอต[illegible]

2. สามารถนำแนวทางการศึกษาไปใช้กับการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์รุ่นอื่นๆหรือผลิตภัณฑ์อื่นที่มีลักษณะในการตรวจสอบใกล้เคียงกัน

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยได้นำมาทำการประยุกต์ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ ได้แก่ ทฤษฎีเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) ทฤษฎีเกี่ยวกับต้นทุนคุณภาพ งานวิจัยด้านต้นทุนคุณภาพ และงานวิจัยด้านต้นทุนคุณภาพอันเกิดจากการตรวจสอบผลิตภัณฑ์

2.1 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

ในการประกันคุณภาพที่ดีนั้น มีความจำเป็นต้องสร้างความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์และการผลิตด้วย คุณภาพในการออกแบบ (Quality of Design) และความถูกต้องในการผลิต (Quality of Conformance)

Taguchi (1986) ได้กำหนดถึงบทบาทของการควบคุมคุณภาพในขั้นตอนการออกแบบ (Off-line Quality Control) และการควบคุมคุณภาพในขั้นตอนการผลิต (On-line Quality control) ซึ่งจะพบว่าการควบคุมคุณภาพในขั้นตอนการออกแบบ จะสามารถทำได้ในช่วงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ (R&D) เท่านั้น ขณะที่คุณภาพของความถูกต้องในการผลิตผลิตภัณฑ์ สามารถดำเนินการได้ทั้งช่วงออกแบบและช่วงผลิตผลิตภัณฑ์

1. การควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิต (Process Quality Control; PQC) หมายถึงระบบตรวจสอบคุณภาพที่ให้ความสนใจกับการเฝ้าสังเกตการณ์ (Monitoring) กระบวนการผลิตโดยอาศัยการวิเคราะห์อาการของปัญหาทางด้านคุณภาพ

2. การควบคุมคุณภาพการยอมรับ (Acceptance Quality Control; AQC) หมายถึงระบบควบคุมคุณภาพในอันที่จะป้องกันลูกค้าจากการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง ตลอดจนกระตุ้นให้ผู้ผลิตใช้ระบบการควบคุมคุณภาพ ด้วยการเข้มงวดในการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือไม่ในสัดส่วนที่สัมพันธ์โดยตรงกับลักษณะการควบคุมคุณภาพ และเป็นสัดส่วนที่ต่ำกว่าของผู้ผลิต

Schilling (1984) ได้เสนอว่าในการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับนี้ มีความจำเป็นจะต้องเลือกวิธีการที่จะบรรลุจุดประสงค์ดังนี้

1. การป้องกันผู้บริโภคจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องมากเกินไป
2. การป้องกันผู้ผลิตจากการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ดีมากเกินไป

3. [illegible]ของผู้ผลิต

4. การนำเสนอข้อมูลป้อ[illegible]

5. แรงกระตุ้นทางด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านจิตวิทยา และด้านกุศโลบายต่อผู้ผลิต [illegible]

[illegible]แล้ว[illegible]จำแนกเป็น 4 [illegible] (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551) [illegible]

1. [illegible] 100% [illegible]ผลิตภัณฑ์ทุกหน่วย

2. การตรวจสอบเป็นครั้งคราว (Spot-check Inspection) [illegible] ตรวจสอบแบบเลือกตามใจชอบโดยมิได้วางอยู่บนเกณฑ์ด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การตรวจสอบ[illegible] (First-item Inspection) การตรวจสอบงานชิ้นสุดท้าย (End-item Inspection) [illegible] (Patrol Inspection) เป็นต้น

3. การให้คำรับรอง (Certification) [illegible] โดยการให้วิศวกรหรือสถาบันที่ลูกค้าให้การยอมรับเป็นผู้ออกใบประกาศนียบัตรรับรองคุณภาพให้

4. การตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ (Acceptance Sampling) หมายถึง การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample) [illegible] โดยวิธีการทางสถิติด้วยกฎของความน่าจะเป็น (Probability) [illegible] ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ตรวจสอบได้ในการอธิบายคุณลักษณะของชิ้นงานทั้งหมดที่ต้องการตัดสินใจ

[illegible]ข้อดีและข้อเสียของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับทั้ง 4 [illegible] ได้ด้วยตารางที่ 2.1

Juran and Gryna (1993) [illegible] Taylor (1994) ได้แนะนำว่าการเลือกวิธีการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับที่เหมาะสมนั้นจะต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดย[illegible]เท่ากัน (Break-even Quality) ซึ่งได้แสดงไว้ในรูปของสมการดังนี้

$$P_b = \frac{I}{A}$$

[illegible] P_b = ระดับคุณภาพที่ทำให้ให้วิธีการตรวจสอบคุณภาพให้ผลเหมือนกัน

I = ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบต่อหน่วย

A = ความเสียหายอันเนื่องจากมีผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพหลุดรอดจาก [illegible]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[illegible] 2.1 [illegible]

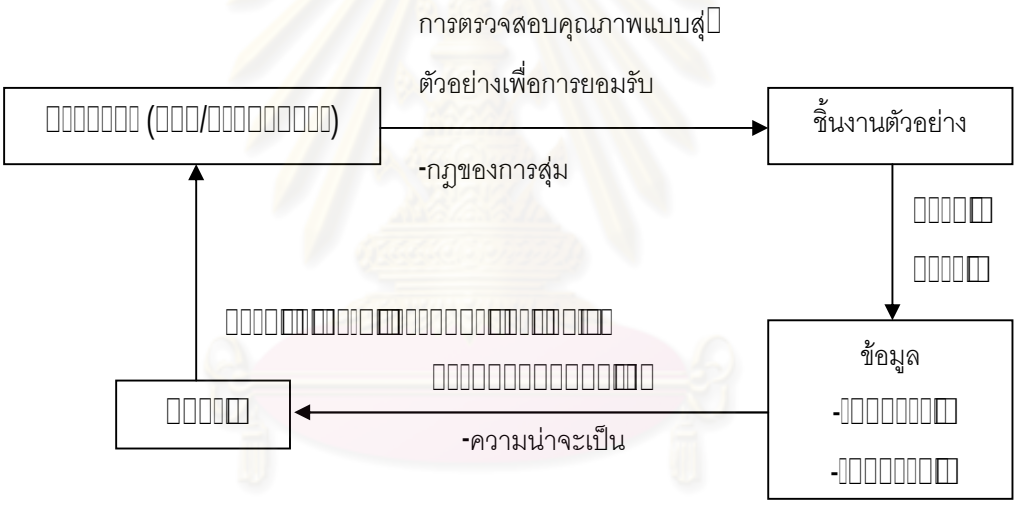
[illegible]	ข้อดี	ข้อเสีย
1) [illegible] 100%	-ในทางทฤษฎีแล้วเชื่อว่าจะเป็นวิธีที่ทำให้ได้ผลที่ปลอดผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง [illegible]	-[illegible]แล้วไม่สามารถประกันได้ว่าปลอดผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ เนื่องมาจากความล้าของพนักงาน และการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ -ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสู[illegible]
2)การตรวจสอบเป็น[illegible]	-ใช้ได้ดีกับกรณีที่ผลการตรวจมิได้มีผลทาง[illegible] -[illegible]	-ผลการตรวจสอบไม่สามารถใช้อ[illegible] คุณลักษณะซองชิ้นงานทั้งหมดที่ต้องการตัดสินใจได้
3)การให้คำรับรอง	-ไม่มีปัญหาในการจัดการ เนื่องจากเป็[illegible] ขึ้นอยู่กับความเชื่อถือที่ลูกค้ามีต่อตรา (Mark) หรือคำรับรองของสถาบันที่ออกให้	-มีความเสี่ยงต่อการทำธุรกิจ ทั้งนี้เพราะว่าคุณภาพในยี่ห้อจะมีผลอย่างมากต่อการตัดสินใจทำธุรกิจด้วยของลูกค้า
4)[illegible] คุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ	-เป็นวิธีการที่ค่อนข้างประหยัด -เป็นวิธีการที่ค่อนข้างจะใช้เวลาในการตรวจสอบน้อย -ให้ผลที่น่าเชื่อถือ [illegible]อธิบายผ่านกฎของความน่าจะเป็น -มีการทำลายผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการตรวจสอบ[illegible] -ให้ผู้ผลิตและผู้ซื้อสามารถเจรจาต่อรองราคากันได้ [illegible] -[illegible]	-[illegible] คุณลักษณะของชิ้นงานทั้งหมดที่ต้องการ[illegible] -มิได้ให้รายละเอียดทังหมดเกี่ยวกับคุณลักษณะของชิ้นงานทั้งหมดที่ต้องการ[illegible]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยหากทราบว่าระดับคุณภาพของลอต (P) มีค่ามากกว่า P_b แล้ว ค่าใช้จ่ายทั้งหมดจะ [illegible]ไม่มีการตรวจสอบหรือการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ แต่ถ้าหากระดับคุณภาพของลอตมีค่ามากกว่า P_b แล้วการตรวจสอบคุณภาพแบบ 100% จะให้ผลดีที่สุดในเชิงเศรษฐศาสตร์

การตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

[illegible]ของการสุ่มตัวอย่[illegible]ประยุกต์หลักการทางสถิติและความน่าจะเป็นในการเลือกผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง จากสิ่งที่ต้องการตัดสินใจ (ทางสถิติเรียกว่า [illegible]) [illegible](Statistical Inference) [illegible] [illegible] (Test of Hypothesis) เพื่อพิจารณาว่าคุณภาพของประชากรนั้นควรได้รับการ[illegible](Accept) หรือไม่ดังแสดงในรูปที่ 2.1โดยเทคนิคนี้ยอมให้มีความเสี่ยง (Allowance Risk) [illegible]ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพบางส่วนสามารถผ่านกระบวนการ[illegible]ได้



[illegible]2.1 กระบวนการของการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

การตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับสามารถแบ่งออกเป็น 2 [illegible] ใหญ่ๆ คือ การตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ (Acceptance Sampling for Attributes) [illegible]ชัดตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีวัด (Acceptance Sampling for Variables) การตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับสามารถประยุกต์เพื่อใช้ในการตรวจสอบวัตถุดิบ ส่วนประกอบ และชิ้นส่วนของเครื่องจักรก่อนเข้าสู่[illegible]ได้ ซึ่งเป็นการตรวจระหว่างกระบวนการผ[illegible]ก่อนส่งผ่านเข้าสู่กระบวนการขั้น[illegible] หรือตรวจสอบผลิตภัณฑ์[illegible]ซึ่งเป็นการตรวจระหว่างลูกค้ากับบริษัทผู้ผลิต ทั้งนี้สิ่งที่ต้อง[illegible]คือการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ[illegible]ไม่ใช่การควบคุมหรือการ[illegible]แต่เป็น[illegible]การตัดสินลอตของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่

ถูกนำมากองไว้เท่านั้น □□□□□□□□ของผลิตภัณฑ์□□□□□□□การออกแบบและการผลิตผลิตภัณฑ์ อีกทั้งธรรมชาติของการสุ่มตัวอย่างหรือกระบวนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ อาจเกิดการยอมรับบางลอตหรือเกิดการปฏิเสธบางลอต แม้ว่า□□□□□□□□□□□□พบว่ามีคุณภาพเหมือนกันก็ตาม กล่าวได้ว่าการสุ่มตัวอย่างเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบ□□□□□□□□ ให้ได้สิ่งที่มีคุณภาพต้องการ□□□□□□□□□□□□

□□□แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□ ANSI/ASQC Z 1.4 เป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ □□(Acceptable Quality Level; AQL) (Montgomery, 2005) □□□ ศุภชัย นาทะพันธ์ (2551) ได้อธิบายถึงความเป็นมา□□□ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ □□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z 1.4 ไว้ดังนี้ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ □□ นำมาใช้ในกองทัพบกของสหรัฐฯ เป็นครั้งแรกในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 เมื่อปี พ.□. 2485 □□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ได้พัฒนาแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(AQL) เป็นหลักการในการปฏิบัติ ซึ่งตารางดังกล่าวแบ่งออกเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□คุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับแบบเชิงคู่ ต่อมาในปี พ.□. 2488 ตารางแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับถูกพัฒนาโดยกลุ่มนักวิจัยสถิติมหาวิทยาลัยโคลัมเบียสำหรับใช้ในกองทัพเรือ ตารางแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ โดยทั่วไปจะมีส่วนคล้ายกับตารางที่ใช้ในกองทัพบก แต่มีส่วนแตกต่างตรงที่มีการเพิ่มแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับหลายเชิงมาร่วมด้วย จากนั้นในปี □.□.2490 กระทรวงกลาโหมของสหรัฐฯ ได้รวมแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับระหว่างกองทัพบก และกองทัพเรือเข้าเป็นมาตรฐานเดียวกันเรียกว่า □□□□□□□ JAN-STD-105 (Joint Army Navy Standard 105) ในปี พ.□. 2493 □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ JAN-STD-105 เป็นมาตรฐาน MIL-STD-105A (Military Standard 105A) หลังจากนั้นในปี พ.□. 2501 มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงรายละเอียดเป็น □□□□□□□ MIL-STD-105B (Military Standard 105B) และในปี พ.□. 2504 □□□□□□□□□□□ เปลี่ยนแปลงรายละเอียดเป็นมาตรฐาน MIL-STD-105C (Military Standard 105C) □□□□□□□□□ ปี พ.□.2506 มีการทบทวนโดยกลุ่มประเทศสหรัฐฯ อังกฤษ และแคนนาดา และปรับปรุงเป็น □□□□□□□ ABC-STD-105 □□□MIL-STD-105D (Military Standard 105D) ซึ่งมาตรฐานนี้ได้ปรับปรุงมาเป็นมาตรฐาน MIL-STD-105E (Military Standard 105E) ในปี พ.□.2532 □□□□□□□□□

ได้ปรับปรุงเป็นมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 (American National Standards Institute and American Society for Quality Control Z1.4) ในปีพ.ศ. 2536 วัตถุประสงค์ของการใช้มาตรฐานเพื่อใช้ในการเพิ่มความกดดันให้กับผู้ขาย เพื่อให้ส่งมอบสินค้าที่มีระดับคุณภาพเท่ากันหรือดีกว่าข้อตกลงที่ได้กำหนดไว้

1. ขอบเขตของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] ได้รับออกแบบเพื่อตรวจสอบ [illegible] ที่ต่อเนื่อง [illegible] ต่อไปนี้ (แต่ไม่ได้จำกัดแค่เท่าที่ระบุไว้เท่านั้น) (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

1. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (End Items)
2. วัตถุดิบและชิ้นส่วนสำหรับประกอบ (Raw Material and Components)
3. [illegible] (Operation or Service)
4. วัสดุในระหว่างที่ผลิต (Material in Process)
5. สินค้าในคงคลังที่รอการส่งมอบ (Supplies in Storage)
6. [illegible] (Maintenance Operations)
7. ข้อมูลหรือบันทึก (Data or Records)
8. วิธีการที่ใช้ในการบริหาร (Administrative Procedures)

2. ระบบของการตรวจสอบแบบสุ่มเพื่อการยอมรับตามมาตรฐานมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ประกอบด้วยแบบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ [illegible] (Sampling Scheme) [illegible] 16 [illegible] (Switching Rules) [illegible] 212 โดยที่แต่ละแบบแผนประกอบด้วยแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ [illegible] (AQL) การใช้ระบบการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ ทั้งผู้ผลิต (Producer) และผู้บริโภค (Customer) ต้องมีการตกลงกันที่จะเลือกใช้ระดับ [illegible] (AQL) นอกจากนั้นผู้ผลิตต้องยอมรับอนุกรม [illegible] การตรวจสอบลอตอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นผู้ผลิตต้องผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ระดับ [illegible] (AQL) [illegible] ดีกว่า เพื่อให้ผ่านแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามที่ [illegible] ไว้ แต่ถ้าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการตรวจสอบมีคุณภาพต่ำกว่าระดับ [illegible] (AQL) แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับจะปรับเปลี่ยนเป็นการตรวจสอบแบบเคร่งครัด (Tightened Inspection) (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

□□□ 2.2 □□□□□□□□□□□□

3. แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ หมายถึงแผนที่กำหนดจำนวนตัวอย่าง พร้อมทั้งกฎเกณฑ์ของการพิจารณาในรูปของตัวเลขแห่งการยอมรับ และตัวเลขแห่งการปฏิเสธ มาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 นี้ได้□บ่งแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับออกเป็น 3 □□□□□□□□□ (□□□□□□□□□ พันธ์, 2551)

□. แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย□□□□□□□□□□□□ (Single Sampling Plan) หมายถึงกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้จำนวนหน่วยของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการตรวจสอบเท่ากับจำนวนตัวอย่าง (Sample Size, n) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (x) □□□□□□น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าของตัวเลขแห่งการยอมรับ (Acceptance number, c) ที่ระบุไว้ในแผนการให้ยอมรับลอตนั้น แต่ถ้าหากมากกว่าหรือเท่ากับค่าของตัวเลขแห่งการปฏิเสธ (Rejection number, Re) □□□□ไว้ในแผนให้ปฏิเสธหรือไม่ยอมรับ□□□□□(Reject or Not Accept)

□. แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับเชิงคู่ (Double Sampling Plan) หมายถึงกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้จำนวนหน่วยของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการตรวจสอบเท่ากับจำนวนตัวอย่าง 2 □□□□□□□□□□ 1 (n_1) □□□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง□□□□□□□□ (x_1) □□จำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ได้ตรวจครั้งแรกนี้น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าตัวเลขแห่ง□□□□□□□□□□□□ 1 (c_1) ให้ยอมรับลอตนั้น แต่ถ้าหากมากกว่าหรือเท่ากับค่าปฏิเสธครั้งที่ 1 (Re_1) ให้ปฏิเสธครั้งที่ แล้วทำการสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 (n_2) □□□ใช้จำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการตรวจสอบเท่ากับครั้งแรก และให้นับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่ได้จากการ□□□□□□□□□ 2 □□□ (x_1+x_2) เข้าด้วยกัน หากจำนวนสะสมของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ□□

ขนาดของประชากร			อักษรรหัสสำหรับจำนวนตัวอย่าง						
			ระดับการตรวจแบบปกติ			ระดับการตรวจแบบเข้มงวด			
			I	II	III	S-1	S-2	S-3	S-4
2	ถึง	8	A	A	B	A	A	A	A
9	ถึง	15	A	B	C	A	A	A	A
16	ถึง	25	B	C	D	A	A	B	B
26	ถึง	50	C	D	E	A	B	B	C
51	ถึง	90	C	E	F	B	B	C	C
91	ถึง	150	D	F	G	B	B	C	D
151	ถึง	280	E	G	H	B	C	D	E
281	ถึง	500	F	H	J	B	C	D	E
501	ถึง	1200	G	J	K	C	C	E	F
1201	ถึง	3200	H	K	L	C	D	E	G
3201	ถึง	10000	J	L	M	C	D	F	G
10001	ถึง	35000	K	M	N	C	D	F	H
35001	ถึง	150000	L	N	P	D	E	G	J
150001	ถึง	500000	M	P	Q	D	E	G	J
500001	ขึ้นไป	มากกว่า	N	Q	R	D	E	H	K

□. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ม่อนคลาย (GI) เป็นระดับการตรวจสอบที่ใช้จำนวนตัวอย่างน้อยกว่าการตรวจสอบระดับทั่วไปประดับอื่น การตรวจสอบระดับนี้จะทำให้ความเสี่ยงของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น จึงควรใช้ในกรณีที่แม้ว่าความเสี่ยงเพิ่มมากขึ้นแต่ประโยชน์ที่ได้รับก็พอชดเชยกันหรือในกรณีที่มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากผู้ขายมีประวัติด้านคุณภาพที่ดีเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ

□. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(GII) เป็นระดับการตรวจสอบที่นิยมใช้กันมากที่สุด ในกรณีที่ไม่มีข้อสงสัยว่าสินค้าที่ได้รับการตรวจสอบมีคุณภาพต่ำกว่าค่า □□□□□□□□□□□□□□□□(AQL) แต่ไม่ควรใช้ในกรณีที่ต้องทำการตรวจสอบแบ□□□□□ □□□□□□□ ขนาดของลอตมีจำนวนน้อยหรือกรณีที่ค่าทดสอบสูงมาก โดยปกติแล้วหากมิได้มีการระบุระดับ□□□□□ข้อตกลงของคู่สัญญา จะใช้ระดับการตรวจสอบนี้

□. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□เคร่งครัด (GIII) เป็นระดับการตรวจสอบที่ต้องใช้จำนวนตัวอย่างมากกว่าระดับอื่นๆ ซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูงขึ้น แต่ให้ประโยชน์ในการลดความเสี่ยงของผู้บริโภค การตรวจสอบระดับนี้ควรใช้เมื่อมีหลักฐานแน่ชัดว่าสินค้าที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพด้อยกว่าค่า□□□□□□□□□□□□□□□□(AQL) หรือในกรณีที่ไม่□□ยรู้ประวัติด้านคุณภาพของผู้ขายมาก่อนเลย และเพื่อลดความน่าจะเป็นในการยอมรับสินค้าที่ด้อยคุณภาพ

□. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 4 □□□□S1, S2, S3 □□□ S4 □□□□□□□□ ดังกล่าวนี้จะใช้ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้จำนวนตัวอย่างน้อยกว่ากรณีการตรวจสอบทั่วๆไป □□□□ จำเป็นต้องใช้จำนวนตัวอย่างน้อยๆ และจะต้องยอมให้มีความเสี่ยงในการสุ่มตัวอย่าง□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ยอมให้มีความเสี่ยของผู้บริโภค□□□มากขึ้น ส่วนการเลือกใช้ระดับใดนั้น ขึ้นกับราคาสินค้า เวลา และค่าใช้จ่ายในการทดสอบ และความเสียหายในความเสี่ยงของผู้บริโภคเป็นสำคัญ จำนวนตัวอย่างของระดับ S1 จะน้อยที่สุดและเพิ่มขึ้นตามลำดับจนถึง S4 จะมีจำนวนตัวอย่าง□□□□□□□

5. ระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (Acceptable Quality Level, AQL) □□□□□□□□□□ ของคุณภาพที่ใช้เป็นจุดประสงค์ของการตรวจสอบแบบสุ่มตัวอย่าง□□□□□□□□□□□□□□□□□ให้เป็นค่าเฉลี่ยความบกพร่อง (Process Average) ที่ยอมให้เกิด□□ผลิตภัณฑ์เมื่อมีการตรวจสอบลอต□□□□□□อย่างต่อเนื่อง ในการหาค่า□□□□□□□□□□□□□□□□(AQL) □□กำหนดภายใต้ค่าความเสี่ยงที่ยอมให้เกิดจากการสุ่มตัวอย่างโดยค่า□□□□□□□□□□□□□□□□(AQL) □□หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพต่อ 100 หน่วยของผลิตภัณฑ์ (Percent Nonconforming) □□□□□□□□□□□ ทำให้มีโอกาสมากที่สุดในการยอมรับลอต (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table II - Single sampling plans for normal inspection (Master Table)

Sample Size Code Letter	Sample Size	Acceptable Quality Levels (Normal inspection)																			
		0.065		0.10		0.15		0.25		0.4		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10	
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1		
B	3																			0	1	↕			
C	5																	0	1	↑		↓		1	2
D	8															0	1	↕		↓		1	2	2	3
E	13													0	1	↕		1	2	1	2	2	3	3	4
F	20											0	1	↑		↕		↕		2	3	3	4	5	6
G	32									0	1	↑		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8
H	50							0	1	↕		↕		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11
J	80					0	1	↑		↑		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15
K	125			0	1	↓		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22
L	200	0	1	↕		↕		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22		
M	315	↑		↑		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22				
N	500	↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22						
P	800	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22								
Q	1250	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22										
R	2000	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22												

↓ : Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot size, carry out 100% inspection.

↑ : Use first sampling plan above arrow.

Ac : Acceptance number

Re : Rejection number

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$\sqrt[5]{10}$

$0.01 \times 1.58 \approx 0.016$

□□□□□□□2.4 □□□□□□□□□□ค่า□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(AQL)

ค่า AQL ที่ระบุซึ่งตกในช่วงต่อไปนี้	ค่า AQL ที่ให้ใช้
- □□□0.109	0.10
0.110 □□□0.164	0.15
0.165 □□□0.279	0.25
0.280 □□□0.439	0.40
0.440 □□□0.699	0.65
0.700 □□□1.090	1.00
1.100 □□□1.640	1.50
1.650 □□□2.790	2.50
2.800 □□□4.390	4.00
4.400 □□□6.990	6.50
7.000 □□□10.900	10.00

ในการตรวจสอบเกี่ยวผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพนั้นการกำหนดค่า□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(AQL) จะขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่ตรวจ โดยแนะนำให้ใช้ค่า□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(AQL) ไม่เกิน 0.01% □□□□□□ ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสำคัญ และ 2-4% สำหรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพย่อย และถ้ามีการตรวจสอบพร้อมกัน ให้กำหนดจำนวนตัวอย่างเท่ากับจำนวนตัวอย่างที่ใหญ่ที่สุดของแต่ละระดับความรุนแรงของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ

2.2 ต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality)

□□□□□ามคิดและความสำคัญของต้นทุนคุณภาพ คือการแข่งขันใน□□□□□□□□□□□□ และต้นทุนเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งคุณภาพและต้นทุน□□□เป็นสิ่งที่ทุกๆ องค์กรกำหนดไว้เป็นเป้าหมายที่สำคัญอันดับแรกๆ หากต้องการให้งานที่ส่งไปถึงลูกค้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่□□□□□□□ องค์กรจะต้องป้องกันให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพน้อยที่สุด และทำการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ก่อนส่ง ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายต่างๆ □□□ ค่าใช้จ่ายเหล่านี้ก็จะคิดเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนผลิตภัณฑ์ ดังนั้นหากมีค่าใช้จ่ายส่วนนี้มากเกินไปจะทำให้ต้นทุนของผลิตภัณฑ์สูงขึ้นโดยไม่เกิดประโยชน์เท่าที่ควร □□□หากน้อยเกินไปก็อาจเป็นเหตุให้ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญ□□□□□□□□□□ คุณภาพที่สมดุลกับต้นทุน (เสริมสุข แซ่ตั้ง, 2551)

1. ความหมายของคุณภาพและต้นทุนคุณภาพ นั้นมีความแตกต่างกันดังนี้

คุณภาพ หมายถึง การดำเนินงานให้เป็นไปตามมาตรฐาน ข้อกำหนด □□□ ข้อตกลงกับลูกค้า เพื่อการสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้า

ต้นทุนคุณภาพ หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวเนื่องกับกิจกรรมต่างๆที่ก่อให้เกิด □□□□□

2. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□เมื่อพิจารณาคำว่าคุณภาพ จะพบว่า □□□□□□□□□□□□□□ 4 □□□□(เสริมสุข แซ่ตั้ง, 2551) ได้แก่

□. มุ่งเน้นความเหมาะสมกับมาตรฐาน (Fitness to Standard)

□. มุ่งเน้นประโยชน์ใช้สอย (Fitness to Use)

□. มุ่งเน้นความเหมาะสมกับต้นทุน (Fitness to Cost)

□. มุ่งเน้นความต้องการที่แฝงเร้น (Fitness to Latent Requirement)

แนวคิดแรกเริ่มนั้นเป็นการการมุ่งเน้นความเหมาะสมกับมาตรฐาน โดยการเทียบเคียงคุณภาพให้ตรงตามมาตรฐานที่องค์กรกำหนดขึ้น แต่เมื่อความต้องการของลูกค้า □□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□ของคุณภาพก็มีการเปลี่ยนแปลงโดยต้องครอบคลุมความเหมาะสมต่อการใช้งานอีกด้วย โดยเมื่อองค์กรพยายามที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ □□□□□□□□□ต่อการใช้งานของลูกค้าที่เพิ่ม□□□□□นย่อมส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเริ่มสู□□□□□□ มุมมองเชิงคุณภาพจึงพัฒนาต่อโดยการมุ่งเน้นต้นทุนที่เหมาะสมและพัฒนาเรื่อยมาจนถึงการมุ่งเน้นการเข้าถึงความต้องการของลูกค้าที่แฝงเร้น

3. ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนกับคุณภาพ ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นกับกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณภาพมี ตั้งแต่ค่าใช้จ่□□□□□□□□□□□□□□□□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง ผลิตภัณฑ์ที่ต้องได้รับการปรับปรุงความบกพร่องทางคุณภาพ การตรวจสอบคุณภาพ การรับประกันสินค้า การเสียโอกาสในการขาย การเก็บสินค้าเพิ่มเติม การฝึกอบรม การออกแบบการผลิต ตลอดจนการ □□□□□□สั่งการผลิต ซึ่งเมื่อนำต้นทุนมาจำ□นกจะได้เป็นต้นทุน 2 □□□□□□ (เสริมสุข แซ่ตั้ง, 2551) □□

□. ต้นทุนคุณภาพทางตรง (Direct Quality Costs) เกิดจากค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น □□□การจัดการด้านคุณภาพเพื่อให้เกิดการดำเนินงานในการ□□□ผลิตภัณฑ์□□□□□□□□□□□ คุณภาพ โดยสามารถวัดผลออกมาเป็นตัวเงินในรูปของค่าใช้จ่ายเพื่อนำไปคำนวณหาต้นทุนในการบริหาร ซึ่งจำแนกเป็น 3 กลุ่มคือ

1) ต้นทุนการตรวจสอบและการวัดประเมินคุณภาพ (Appraisal Costs) เป็นต้นทุนที่เกิด□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ผลิตภัณฑ์ว่□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□หรือข้อกำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งต้นทุนส่วนใหญ่เกี่ยวข้□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างของต้นทุนเหล่านี้ได้แก่ [illegible] หรือผลิตภัณฑ์ [illegible] การบำรุงรักษาอุปกรณ์[illegible]

2) ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ (Failure Costs) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการหรือลูกค้าได้กำหนดไว้ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อยๆได้แก่

a. ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายใน เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นก่อนที่จะทำการส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จให้กับลูกค้า [illegible] ผลิตภัณฑ์[illegible] ไม่ได้[illegible]กำหนดไว้ เช่น ต้นทุนที่เกิดจากการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ค่าใช้จ่ายของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ การนำของที่ผ่าน[illegible] (Reinspection)

b. ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายนอก (External Failure Costs) เป็นต้น[illegible] ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปให้กับลูกค้าเรียบร้อยแล้ว ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ไม่ได้มาตรฐานหรือตามที่ลูกค้ากำหนดไว้ เช่น [illegible] ผลิตภัณฑ์ออกมาซ่อม [illegible] งานลูกค้า (Repair) ค่า[illegible] ผลิตภัณฑ์[illegible] เรียกร้องของลูกค้า (Claim) การขนย้ายและสอบสวนสินค้า[illegible] จากลูกค้า (Returns)

[illegible] ที่จะทำให้สินค้า[illegible] มาไม่เกิดความบกพร่องขึ้นเลยนั้น[illegible] เป็นไปได้น้อยมากและหากต้องลงทุน[illegible] ไม่ให้ความบกพร่องทางคุณ[illegible] เป็นต้องจ่ายค่าใช้จ่ายเพื่อป้องกันและตรวจสอบ[illegible] เป็นจำนวนมาก [illegible] ต้นทุนคุณภาพจะสูงขึ้นด้วยเหตุผล 2 [illegible]

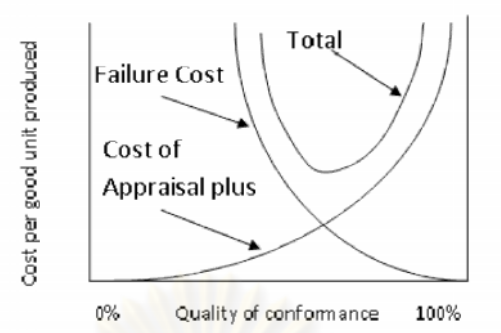
1) การปล่อยปะละเลย[illegible] คุณภาพ ทำให้ต้นทุนความบกพร่องทาง[illegible] ค่าสูง

2) การลงทุนด้านการป้องกันอย่างมหาศาลเพื่อทำให้[illegible] ผลิตภัณฑ์เป็นของ[illegible]

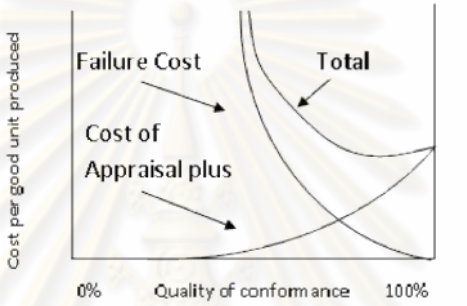
[illegible] 2.3 ([illegible], 2546) พบว่ามีระดับของคุณภาพที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุดโดยไม่จำเป็นต้องผลิตสินค้าให้ดีทั้งหมด

ในช่วงต่อมาเมื่อการ[illegible] ด้านเทคโนโลยี[illegible] ก้าวหน้ามากขึ้น [illegible] การใช้[illegible] คอมพิวเตอร์เข้ามาใช้เพื่อ[illegible] [illegible] ระบบการผลิตที่ป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานของคน ความผิดพลาดจึงลดลงอย่างมากและไม่สูงดังเช่นอดีต ทำให้ค่าใช่จ่าย[illegible] จึงถูกแทนที่ด้วยแนวคิดใหม่ [illegible] 2.4 ([illegible], 2546) แสดงให้

เห็นว่าต้นทุนคุณภาพที่ต่ำที่สุดเกิดจากการป้องกันและตรวจสอบไม่ให้เกิดความบกพร่องด้านคุณภาพหรือทำให้ได้ของ 100%



ภาพที่ 2.3 แนวการคิดเรื่องต้นทุนคุณภาพในยุคแรก



ภาพที่ 2.4 แนวคิดเรื่องต้นทุนคุณภาพสมัยใหม่

. ต้นทุนคุณภาพทางอ้อม (Indirect Quality Costs) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีคุณภาพ ซึ่งส่งผลต่อความรู้สึกและความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิตกับลูกค้า ต่อการประเมินความสูญเสียในรูปตัวเงิน ซึ่งจำแนกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) ต้นทุนเมื่อผู้บริโภคได้รับความเสียหาย (Customer-incurred Costs) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการที่ลูกค้าได้รับความเสียผลิตภัณฑ์บกพร่องคุณภาพนั้นตัวอย่างเช่น ลูกค้าได้รับผลิตภัณฑ์ แล้วมีปัญหากับผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ แต่ถึงแม้ว่าจะได้รับผลิตภัณฑ์ใหม่ทดแทนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพแล้ว แต่ความสูญเสียด้านจิตใจ ซึ่งมีผลต่อการที่ลูกค้าอาจจะไม่ซื้อผลิตภัณฑ์นั้นอีกในอนาคต หรือบอกผู้อื่นต่อไปเพื่อไม่ให้มาซื้อผลิตภัณฑ์

2) ต้นทุนเมื่อผู้บริโภคไม่พอใจ (Customer-dissatisfaction Costs) เป็นต้นทุนที่เกิดจากความไม่พอใจของลูกค้าเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้รับต่ำกว่าความคาดหวังส่งผลให้เกิดความไม่พอใจ เกิดความไม่มั่นใจในผลิตภัณฑ์และมีทางเลือกอาจจะไม่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความสูญเสียในโอกาสการทำรายได้ในอนาคต รวมถึงผลกำไร และส่วนแบ่ง

3) ต้นทุนการเสียชื่อเสียง (Loss of Reputation Costs) เป็นต้นทุนที่เกิดทำให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการไม่มีคุณภาพ ส่งผลให้เกิด

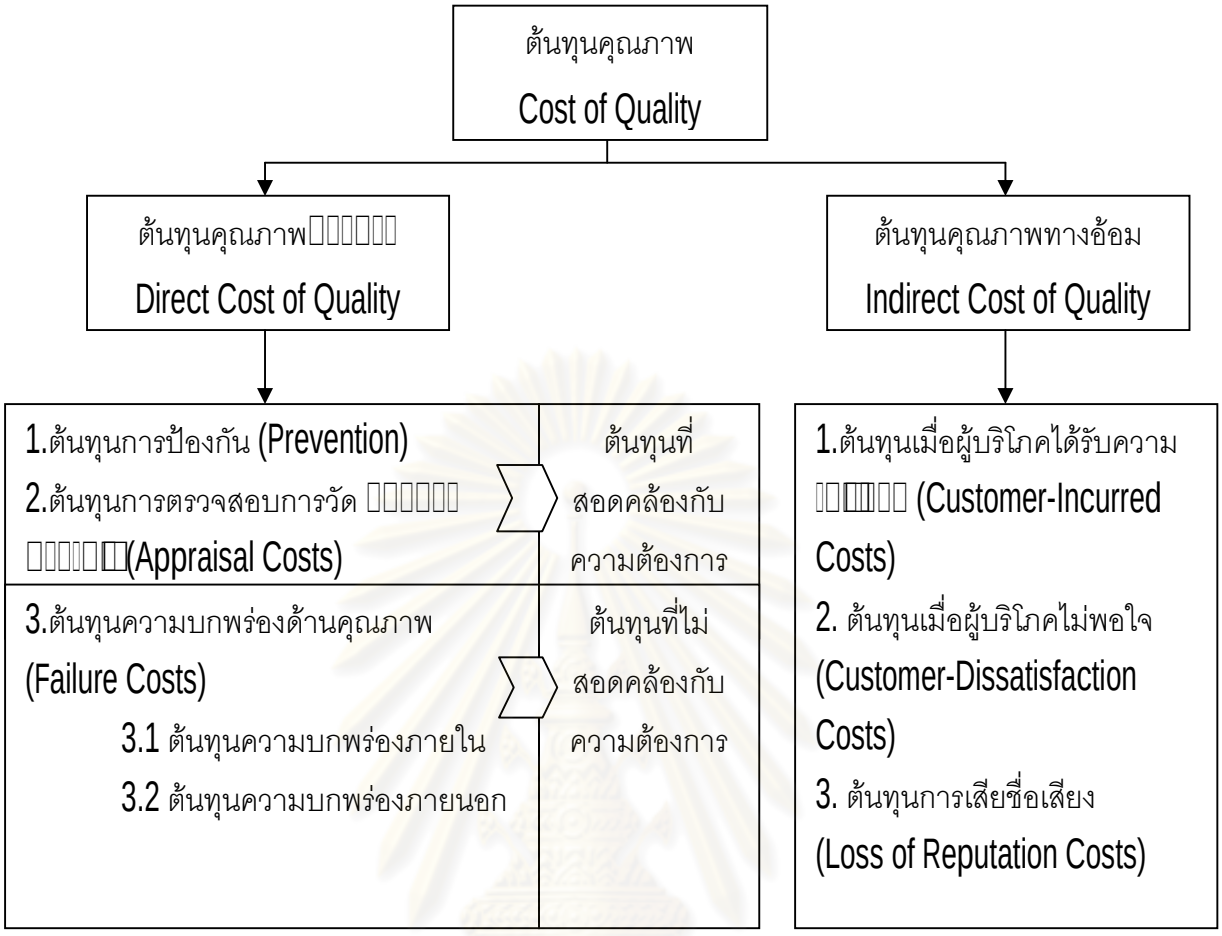
ภาพลักษณ์ที่ไม่ดีกับลูกค้าและสังคมและหากทวีความรุนแรงมากขึ้นอาจเกิดการต่อต้านจากสังคมและมีผลต่อธุรกิจ

จะเห็นได้ว่าต้นทุนทั้ง 3 กลุ่มนี้ เป็นต้นทุนที่ส่งผลร้ายแรงอย่างมาก แต่การต้นทุนนั้นทำได้ และโดยเฉพาะในโลกปัจจุบันที่ข้อมูลข่าวสารสามารถเข้าถึงได้รวดเร็ว ดังนั้นผู้ประกอบการต้องพิจารณาต้นทุนในส่วนนี้ด้วยความระมัดระวังเป็นอย่างมาก

จากที่กล่าวไว้ข้างต้นทั้งหมดถึงองค์ประกอบโดยรวมของต้นทุนต่างๆ ทั้งต้ ผลต่อธุรกิจ ต้นทุนคุณภาพทางตรงและต้นทุนคุณภาพทางอ้อม โดยต้นทุนคุณภาพทางอ้อมจะมีผลต่อการแข่งขันของธุรกิจเหล่า แต่ต้นทุนคุณภาพทางอ้อม ค่าเป็นตัวเงิน ต้นทุนคุณภาพทางตรงจะมีผลต่อต้นทุน โดยต้นทุนคุณภาพทางตรงจะประกอบไปด้วยต้นทุนคุณภาพทั้ง 3 ต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมิน และต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพ บางครั้งต้นทุนคุณภาพทางตรงอาจมีชื่อว่าตัวแบบต้ P-A-F ย่อมาจาก Prevention Costs, Appraisal Costs และ Failure Costs กลุ่มออกเป็น ต้นทุนที่ตรงกับความต้องการของลูกค้า (Cost of Conformance, COC) ต้นทุน ความบกพร่องทางคุณภาพ ว่าต้นทุนคุณภาพที่ไม่ตรงกับความต้องการ (Cost of Non-Conformance, CONC) โดยต้นทุนคุณภาพที่ตรงกับความต้องการของลูกค้า จะประกอบด้วยต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบและการวัดประเมิน ส่วนต้นทุนที่ไม่ตรงต่อความต้องการ คือ ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณ ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนความบกพรองภายใน และต้นทุนความบกพร่องภายนอก โดยทั่วไปต้นทุนคุณภาพทางอ้อมจะมีปริมาณกว่าต้นทุนคุณภาพทางต แต่เป็นต้นทุนกลุ่มที่ธุรกิจมักจะละเลยไม่ให้ความสำคัญ เพราะไม่สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน แบ่งกลุ่มต้นทุนทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์กัน 215 (2546)

4. ประโยชน์ของระบบต้นทุนคุณภาพ ก็เพื่อต้องการความสัมพันธ์ปัญหาด้านคุณภาพในกระบวนการผลิตกับค่าใช้จ่ายหรือต้นทุน เพื่อเป็นแรงกระตุ้นให้องค์กรพัฒนาให้ต้นทุน สร้างความพอใจแก่ลูกค้า เพิ่ม ลิต โดยต้นทุนคุณภาพจะก่อเกิดประโยชน์ในมุมมองต่างๆ (เสริมสุข แซ่ตั้ง, 2551) ได้แก่

1. ทำให้องค์กรพิจารณาปัญหาด้านคุณภาพได้ชัดเจน
2. ทำให้องค์กรสามารถพื้นที่ของปัญหาด้าน
3. ทำให้องค์กรมีตัวชี้วัดในการปรับปรุงคุณภาพและต้นทุนคุณภาพ
4. ทำให้องค์กรสามารถนำต้นทุนไปหาผลตอบแทนที่ได้รับ



2.5 การแบ่งประเภทของกลุ่มต้นทุน

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้องานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้จะประกอบไปด้วยงานวิจัยที่เกี่ยวของทางด้านต้นทุนคุณภาพ และงานวิจัยที่เกี่ยวของทางด้านต้นทุนคุณภาพอันเกิดจากการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ดังนี้

2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านต้นทุนคุณภาพ อาทิเช่น

ในปี ค.ศ.1940 แนวความคิดทางด้านต้นทุนคุณภาพถูกนำเสนออย่างเป็นทางการเป็น (Sandoval-Chavez and Beruvides,1998) จนกระทั้งปี ค.ศ.1951 Juran (1951) ได้จำแนกต้นทุนคุณภาพออกเป็น 2 ส่วนคือ ต้นทุนส่วนที่สามารถจับต้องได้ (Tangible) และต้นทุนส่วนที่ไม่สามารถจับต้องได้ (Intangible) ซึ่งยากในการจะระบุต้นทุนที่แท้จริงได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนในส่วนที่ไม่สามารถจับต้องได้ ต่อมาในปี ค.ศ.1956 Feigenbaum (1956) ได้นำเสนอแบบแผนในการประมาณต้นทุนคุณภาพด้วยตัวแบบ Prevention-Appraisal-Failure (P-A-F Model) เพื่อใช้ในการคำนวณหาต้นทุนคุณภาพซึ่งง่ายต่อการเข้าใจและคำนวณ จากนั้นในปี ค.ศ.

Categories	COQ elements
Prevention	Quality control and process control engineering Design and develop control equipment Quality planning by others Production equipment for quality – maintenance and calibration Test and inspection equipment – maintenance and calibration Supplier quality assurance Training Administration, audit, improvement
Appraisal	Laboratory acceptance testing Inspection and test In-process inspection (non-inspectors) Set-up for inspection and test Inspection and test materials Product quality audits Review of test and inspection data On-site performance testing Internal testing and release Evaluation of materials and spares Data processing, inspection and test reports
Internal failure	Scrap Rework and repair Troubleshooting, defect analysis Reinspect, retest Scrap and rework: fault of supplier Modification permits and concessions Downgrading
External failure	Complaints Product service: liability Products returned or recalled Returned material repair Warranty replacement Loss of customer goodwill[a] Loss of sales[a]

Note: [a] Intangible external failure costs (not included in BS 6143: Part 2)
Source: BS 6143: Part 2 (1990) (also given in Dale and Plunkett (1991, p. 71))

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table I: Generic CoQ models and cost categories

Generic model	*Cost/activity categories*	*Publications developing or dealing with the model*
P-A-F models	prevention + appraisal + failure	Feigenbaum 1956, Purgslove and Dale 1995, Merino 1988, Fruin 1986, Thompson and Nakamura 1987, Denzer 1978, Chang et al. 1996, Sorquist 1997b, Plunkett and Dale 1988, Tatikonda and Tatikonda 1996
Crosby's model	conformance + non-conformance	Suminsky 1994, Denton and Kowalski 1988
Opportunity or intangible cost models	prevention + appraisal + failure + opportunity	Sandoval-Chavez and Beruvides 1998, Modarres and Ansari 1987
	conformance + non-conformance + opportunity	Carr 1992, Malchi and McGurk 2001
	tangibles + intangibles	Juran et al. 1975
Process cost models	conformance + non-conformance	Ross 1977, Marsh 1989, Goulden and Rawlins 1995, Crossfield and Dale1990
ABC models	value-added + non-value-added	Cooper, 1988, Cooper and Kaplan 1988, Tsai 1998, Jorgenson and Enkerlin 1992

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Company (reference)	*Method, model*	*Gains*
P-A-F model		
UTC. Essex Group. *(Fruin, 1986)*	**CoQ = P+A+F** CoQ is calculated as a % of total manufacturing cost	• CoQ reduced from 23% to 17%.
AT&T Bell Lab. *(Thompson and Nakamura, 1987)*	**CoQ = P + A + F (I+E)**	
Hydro Coatings *(Purgslove and Dale, 1995)*	**CoQ = P + A + F (I+E)** CoQ is calculated as a % of annual sales turnover. CoQ is also expressed as a % of raw material usage.	• CoQ reduced from 4.1% to 2.5% in 4 years. • Investment in quality paid back in the first year.
electronic manufacturer *(Denzer, 1978)*	**CoQ = P + A + F (I+E)**	
Crosby's model		
Solid State Circuits *(Denton and Kowalski, 1988)*	**CoQ = COC + CONC** CoQ is expressed as a % of the revenue.	• CoQ reduced from 37% to 17%.
BDM International *(Slaughter et al.,1998)*	**CoQ = COC + CONC**	
Opportunity and alternative costs models		
Xerox *(Carr, 1992)*	**CoQ = COC + CONC + OC**	• CoQ reduced by $53 million in first year.
pharmaceutical company *(Malchi and McGurk, 2001)*	**CoQ = Operating Cost + CONC + Alternative Cost**	• 11% reduction in CoQ
Process model		
GEC Alsthom Engineering Systems *(Goulden and Rawlins, 1995)*	**CoQ = COC + CONC**	
ABC model		
Hewlett Packard *(Jorgenson and Enkerlin, 1992)*	**ABC** (activity-based costing) CoQ = Process Quality + Board Test + Repair + Bench Test + Defect analysis	

CoQ	cost of quality	COC	cost of conformance
P	prevention cost	CONC	cost of non-conformance
A	appraisal cost	OC	opportunity cost
F (I+E)	failure cost (internal and external failures)		

2.3.2 งานวิจัยทางต้นทุนอันเกิดจากการตรวจสอบคุณภาพ อาทิเช่น

Maxim, Cullen and Mardo (1975) ได้นำเอาวิธีการหาจำนวนผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ด้วยเส้นโค้ง OC มาประยุกต์ให้ใช้ร่วมกับ ตัวแบบต้นทุนเพื่อหาจำนวนการชักผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ที่เหมาะสมในการส่งชิ้นงานไปทดสอบคุณภาพแบบทำลายที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำสุด โดยประยุกต์ใช้ใช้ฟังก์ชั่นของความน่าจะเป็นในการคำนวณค่าใช้จ่ายตามตัวแบบต้นทุน

$$TC(p,S) = C_t \cdot \sum_i N_i \pi_i(p,S)$$

$$+ C_s \cdot \sum_k kP_k(p,S) + C_r \cdot \left(\sum_k M_k P_k(p,S) - \sum_i N_i \pi_i(p,S) \right)$$

$TC(p,S)$: ค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดจากจากส่งชิ้นงานไปทดสอบคุณภาพแบบทำลายที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำสุด

$P_k(p,S)$: ความน่าจะเป็นที่จะจบการตรวจสอบคุณภาพเมื่อทดสอบ

$\pi_i(p,S)$: ความน่าจะเป็นที่จะจบการตรวจสอบคุณภาพเมื่อทดสอบ

C_t : ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการทดสอบคุณภาพรวมถึงค่าใช้ชิ้นงานที่ถูก

C_s : ค่าใช้จ่ายในการส่งชิ้นงานไปทำการทดสอบ และค่าใช้จ่ายคงที่ในการ

C_r : ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการส่งชิ้นงานที่ไม่ถูกทดสอบคุณภาพกลับคืน

n_i : หมายเลขของชิ้นงานในแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อ

N_i : จำนวนชิ้นงานทั้งหมดของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่าง

a_i : เกณฑ์การยอมรับชิ้นงานของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ i

r_i : เกณฑ์การปฏิเสธชิ้นงานของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่าง

m_k : จำนวนของชิ้นงานในกลุ่มตัวอย่าง k

M_k : จำนวนสะสมของชิ้นงานตัวอย่างในกลุ่มตัวอย่าง k

36

OSANAIYE (1989) ได้นำเสนอการศึกษาผลกระทบของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน MIL-STD-105D ภายใต้ความผันแปรของคุณภาพของกระบวนการ โดยมีฟังก์ชั่นค่าใช้จ่ายของผลของการตรวจสอบคุณภาพดังนี้

$$C = \frac{nI + (N-n)p_{da}D + (N-n)p_{r}H + Np_{dr}R}{N(1-p_{da})}$$

C :ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในยอมรับชิ้นงานที่ได้คุณภาพ

I :ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่ม

D :ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการตรวจไม่พบชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ

H :ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการทดสอบคุณภาพแบบ 100% [**กรณีที่ถูกปฏิเสธลอ**]

R :ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในของโอกาสในการปฏิเสธชิ้นงาน

N :จำนวนของชิ้นงานต่อลอต

n :จำนวนของชิ้นงานในการสุ่มตรวจสอบ

p_r :ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอต

p_{da} :ความน่าจะเป็นในการตรวจสอบไม่พบชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ

p_{dr} :ความน่าจะเป็นในการตรวจสอบพบชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ

ซึ่งผลของการวิจัยที่ได้คือ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในยอมรับชิ้นงานที่ได้คุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับแบบหลายเชิงจะต่ำที่สุด ในกรณีที่ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่ม ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการตรวจไม่พบ□□□□□□□ได้คุณภาพ และ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในของโอกาสในการปฏิเสธชิ้นงาน มีค่าใช้จ่ายสูง

แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับเชิงคู่เป็น□□□□□□□□□□□□□□□ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่ม และ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการทดสอบคุณภ□□□□□ 100% กรณีที่ถูกปฏิเสธลอต มีค่าใช้จ่ายสูง

แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับเชิงคู่และเชิงเดี่ยวเป็นทางเลือกที่ดีในกรณีที่ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการตรวจไม่พบชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ และ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในของโอกาสในการปฏิเสธชิ้นงาน มีค่าใช้จ่ายสูง

Feiring, Sasfri, Tummala and Mak (1998) ได้นำเสนอการศึกษาผลกระทบของต้นทุนคุณภาพอันเกิดจากการผลิตสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพของโรงงาน ด้วยวิธีการวิเคราะห์ตามแบบห่วงโซ่ของมาร์คอฟแบบ 5-**สถานีของ**Markov (Five-State Markov chain) ค่าใช้จ่ายที่□□□□□□□□□ ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) ค่าใช้จ่ายใน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$TC = (C + D_1 w_{00}) \cdot G + F + A + P$$

TC :

C :

D_1 :

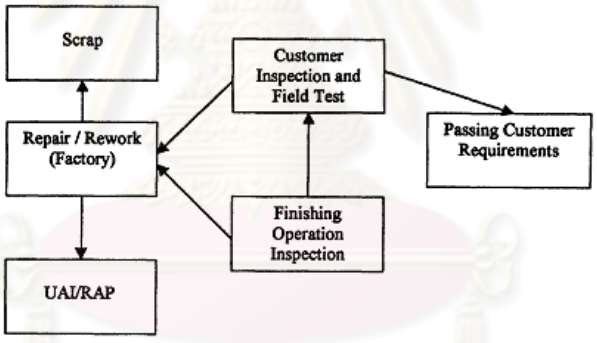
w_{00} : k i

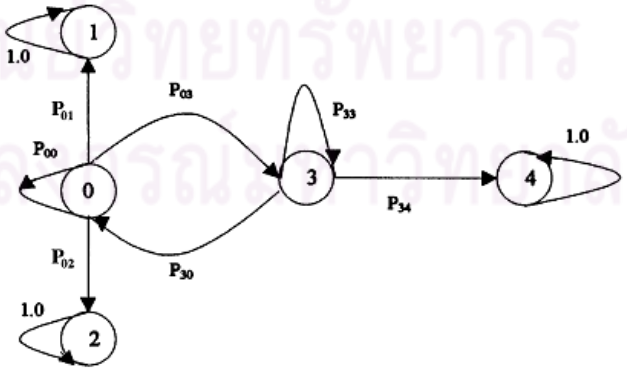
G :

F :

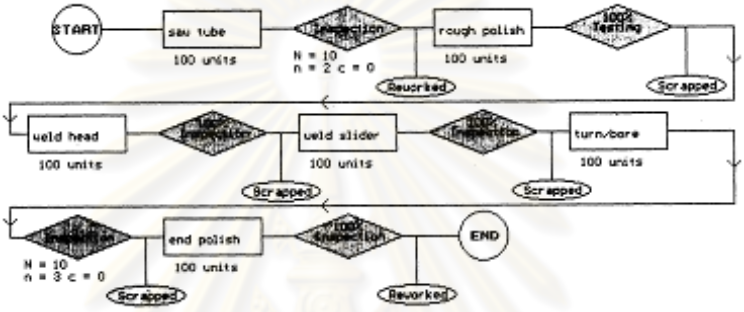
A :

P :

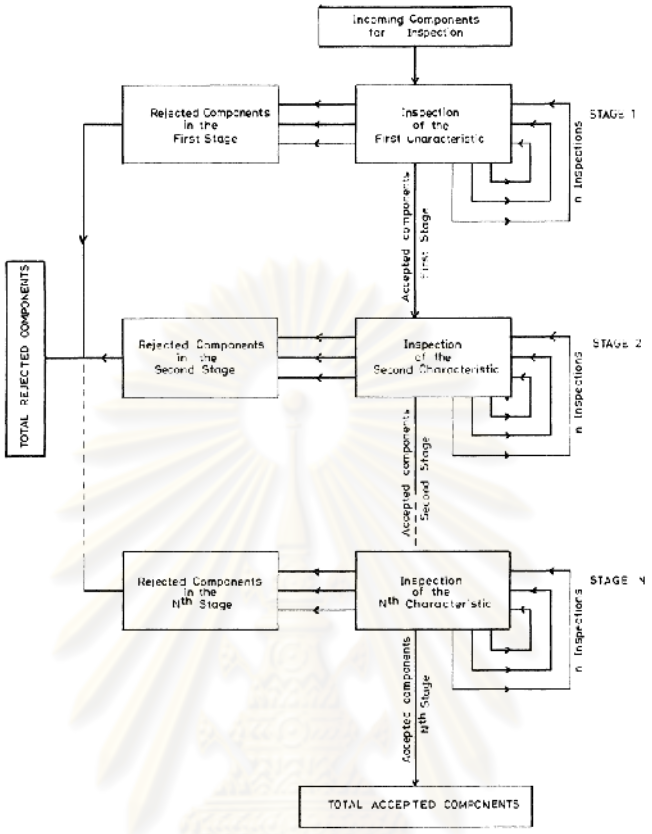




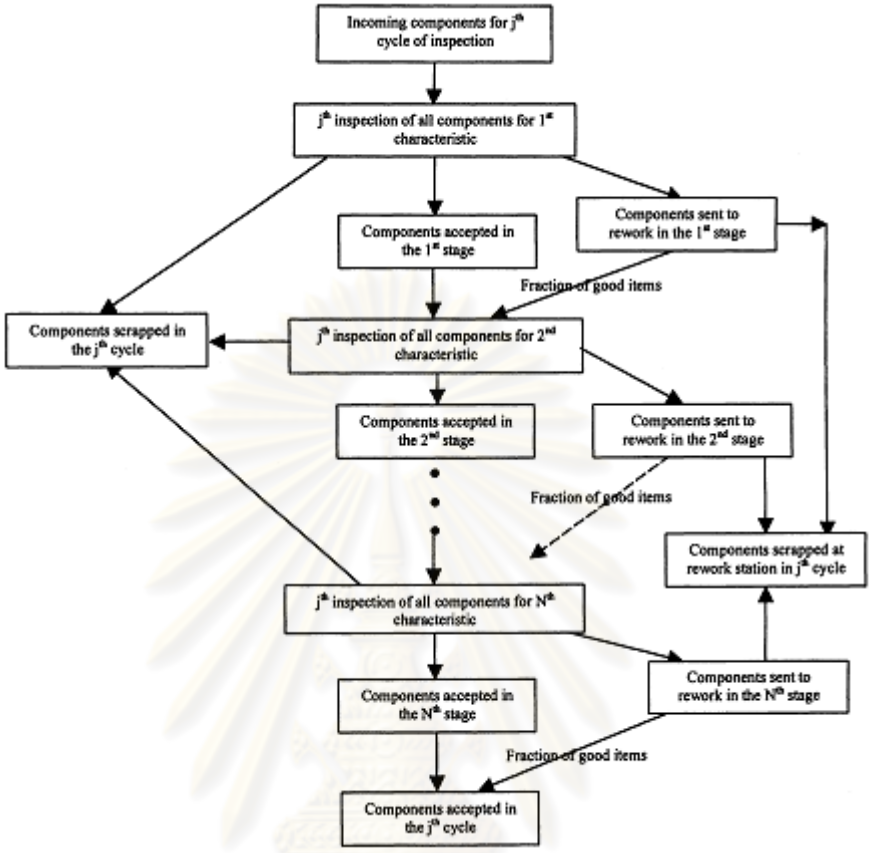
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[illegible] 2.8 [illegible]

[illegible]	ต้นทุนที่นำมาพิจารณา (Cost)	แผนการสุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้	[illegible]	[illegible]	[illegible]	ชื่อผู้ทำ [illegible]
การทดสอบขั้นสุดท้าย	1.ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและค่าใช้จ่ายเนื่องจากชิ้นงานถูกทำลายใน [illegible] 2.ค่าใช้จ่ายในการเลือกชิ้นงานและส่งไป [illegible] 3.ค่าใช้จ่ายอันในการส่งชิ้นงานที่ไม่ได้รับการทดสอบกลับโรงงานผู้ผลิต	Military Standard (AQL) Single, Double, Multiple and Sequence	ค่าใช้จ่ายรวมเนื่องจากการส่ง [illegible]	แทนค่าลงใน [illegible] (Model)		Maxim, L.D and Mardo ,J.G(1975)
การตรวจสอบขั้นสุดท้ายของ [illegible]	1.ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบชิ้นงานแบบสุ่ม (Sampling) 2.ค่าใช้จ่ายเนื่องจากไม่สามารถต [illegible] บกพร่องทาง [illegible] 3.ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบชิ้นงานแบบ 100% [illegible] 4.ค่าสูญเสียโอกาสอันเนื่องมาจากการ [illegible]	Military Standard 105D Single, Double, Multiple and Sequence	ค่าใช้จ่ายรวมต่อหน่วยในการ [illegible]	[illegible] สถานการณ์ [illegible] ต้นทุน (Simulation)		Osanaiye (1989)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

41

[illegible] 2.8 [illegible] (ต่อ)

[illegible]	ต้นทุนที่นำมาพิจารณา (Cost)	แผนการสุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้	[illegible]	[illegible]	[illegible]	ชื่อผู้ทำ [illegible]
[illegible] ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง [illegible] แตกต่างกัน โดยที่จะทำซ้ำ n รอบในแต่ละขั้นตอนการ [illegible] (Repeat (Multiple) Inspection)	1.ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ [illegible] 2.ค่าใช้จ่ายในการผลิตผ[illegible]ภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) 3.ค่าปรับกรณีส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า (Claim)	100% Inspection	ค่าใช้จ่ายรวมอัน [illegible]	แทนค่าลงใน [illegible] (Model)	[illegible] 100% [illegible] ผิดพลาดได้	Duffuaa and Khan (2002)
[illegible] หลายขั้นตอน ประกอบด้วย [illegible] แบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ [illegible] 100%	1.ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ [illegible] 2.ค่าใช้จ่ายในการผลิตผ[illegible]ภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) 3.ค่าใช้จ่ายในปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี [illegible](Rework)	Sampling Plan, 100% Inspection	ค่าใช้จ่าย ทางด้าน [illegible]	การสร้างสถานการณ์ [illegible] (Simulation)		Freeman (1995)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

42

[illegible] 2.8 [illegible] (ต่อ)

[illegible]	ต้นทุนที่นำมาพิจารณา (Cost)	แผนการสุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้	[illegible]	[illegible]	[illegible]	ชื่อผู้ทำ [illegible]
การตรวจสอบขั้นสุดท้ายของ [illegible] การตรวจสอบก่อนนำชิ้นงานไปใช้ของลูกค้า	1.ค่าใช้จ่ายในการ [illegible] 2.ค่าใช้จ่ายในปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี [illegible](Rework) 3.ค่าใช้จ่ายในการผลิต [illegible]ภัณฑ์ที่บกพร่องทาง [illegible] (Scrap) 4.ค่าใช้จ่ายเนื่องมาจาก [illegible] (UAI) 5.ค่าใช้จ่ายเนื่องมากจากหาสาเหตุความบกพร่อง [illegible] กลูกค้[illegible]	100% Inspection	ค่าใช้จ่ายรวม [illegible] ชิ้นงานที่ไม่มี [illegible]	แทนค่าลง [illegible] (Model)	กำหนดให้ [illegible] 100% [illegible] เชื่อถือได้	Feiring ,Sasfri and Mak (1998)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

43

[illegible] 2.8 [illegible] (ต่อ)

[illegible]	ต้นทุนที่นำมาพิจารณา (Cost)	แผนการสุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้	[illegible]	[illegible]	[illegible]	ชื่อผู้ทำ [illegible]
[illegible] ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง [illegible] แตกต่างกัน โดยที่จะทำซ้ำ n รอบในแต่ละขั้นตอนการ [illegible] (Repeat (Multiple) Inspection)	1.ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ [illegible] 2.ค่าใช้จ่ายในการผลิตผ[illegible]ภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) 3.ค่าปรับกรณีส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า (Claim) 4.ค่าใช้จ่ายในปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี [illegible](Rework)	100% Inspection	ค่าใช้จ่ายรวมอัน [illegible]	แทนค่าลง [illegible] (Model)	[illegible] 100% [illegible] ผิดพลาดได้	Duffuaa and Al-Najjar (1995)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

44

□□□□3

□□ แผ่นวงจรพิมพ์

□□□□□□คุมคุณภาพด้วยวิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งในกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปก่อนส่งมอบให้กับลูกค้านั้น เป็นวิธีการควบคุมคุณภาพที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป โดยที่โรงงานงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นั้นยังขาดการคำนึงถึงเรื่องของต้นทุน ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเอาหลักการของระบบต้นทุนคุณภาพ มาใช้วิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการตรวจสอบคุณภาพ กล่าวคือ เมื่อโรงงานมีกิจกรรมทางด้านคุณภาพย่อมต้องเกิดต้นทุน เช่น

1. ต้นทุนการป้องกันคุณภาพ เช่น เงินเดือนของวิศวกรฝ่ายคุณภาพ □□□□□□ ของวิศวกรฝ่าย□□□□□□□□□□ (Process Engineer) ค่าใช้จ่ายในการอบรมพนักงาน
2. ต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพ เช่น ค่าแรงพนักงานตรวจสอบคุณภาพ ค่าอุปกรณ์เครื่องมือในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องมือในการตรวจสอบ □□□□□
3. ต้นทุนจากการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ เช่น ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ไม่สามารถแก้ไขได้ ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์หาสาเหตุของผลิตภัณฑ์บกพร่อ□□□□□□□□□□ค่า□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า (Penalty) เป็นต้น

จะเห็นได้ว่ากิจกรรมต่างๆทางด้านคุณภาพนั้นล้วนแล้วแต่ทำให้เกิดต้นทุนทั้งสิ้น โดยเฉพาะต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพนั้นไม่เป็นต้นทุนซึ่งมีคุณค่า (Non value added) (□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□, 2546) ซึ่งหมายถึงต้นทุนที่ลูกค้าไม่ได้ต้องการ หรือไม่ได้เป็นต้นทุนส่วนที่เพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า ดังนั้นสามารถทำให้ต้นทุนคุณภาพนั้นยิ่งน้อยก็จะยิ่งเป็นการดีเพราะจะทำให้ต้นทุนรวมต่ำลงโรงงานสามารถแข่งขันด้านราคาในตลาดได้ หากแต่เ□□□□□□□□ ลดต้นทุนคุณภาพลงแล้วนั้น คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ควรลดลงตามต้นทุนที่ลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1 การประยุกต์ใช้ต้นทุนคุณภาพเข้ากับระบบการตรวจสอบคุณภาพการผลิตแบบหลาย (Multiple processes)

เนื่องจากโรงงานกรณีตัวอย่างเป็นโรงงานผลิตแผ่นลายวงจรพิมพ์ ซึ่งมีการผ[illegible] ยในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์นั้นได้มีองค์กรจัดทำมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับใน Association Connecting Electronic Industries (Institute of Printed Circuits, IPC) จากข้อ[illegible]ของมาตรฐานอุตสาหกรรมผู้ผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ ได้กำหนดให้ผู้ผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะส่งผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไป [illegible]ปัจจุบันของโรงงาน[illegible]เป็นการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา[illegible]สุ่มตัวอย่าง[illegible]ตัวอย่างอิง[illegible] IPC-6012B ที่กำหนดใช้ในการ[illegible]บกพร่องทางคุณภาพด้วยสายตา[illegible]ชุบทองแดงไม่[illegible](Void in plate hole) [illegible]เป็นการตรวจสอบคุณภาพที่เข้มงวดที่สุด (ใช้ขนาดตัวอย่างมากที่สุดขณะที่เลขยอมรับมีค่าเท่ากัน) [illegible]จากแผนการตรวจสอบคุณภาพปัจจุบันของโรงงาน[illegible] IPC-6012B ดังที่ได้แสดงไว้ใน[illegible] . จะเห็นได้ว่าการ[illegible]เลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ[illegible] (N_i) [illegible]ประเภทของผลิตภัณฑ์ (Product class) ที่นำแผ่นวงจรพิมพ์ไปใช้เป็นส่วนประกอบ[illegible]ถูกกำหนดโดยลูกค้า [illegible]จะแบ่งออกเป็น 3 [illegible]1, 2 [illegible] 3 [illegible]1) [illegible]เข้มงวด[illegible]3) [illegible]เข้มงวด[illegible]สุด และทั้งนี้เมื่อมีการผลิตจนเสร็จสิ้นเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จแล้วนั้น ก็ยังต้องมีการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า และการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา ซึ่งเป็นการตรวจสอบแบบ 100% ก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์ในกับลูกค้า ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการตรวจสอบคุณภาพใน[illegible]เป็นการตรวจสอบคุณภาพการผลิตแบบหลายกระบวนการ โดยเราสามารถสรุปข้อดีข้อเสียของการตรวจสอบคุณภาพในแต่ละส่วนได้ดังนี้

1. ระบบการการตรวจสอบคุณภาพแบบตรวจสอบก่อนจะทำการส่งมอบผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปนั้น มีขึ้นเพื่อช่วยให้สามารถตรวจจับความผิดปกติของ[illegible]ะบวนการนั้นๆ เพื่อแก้ไขกระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็ว และทั้งยังเป็นการป้องกันมิให้มีผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไป อันจะทำให้ต้นทุนจากการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเมื่อผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพผ่านเข้าไปสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปแล้วนั้น ก็ย่อมเป็นการเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตโดยสูญเปล่าที่จะทำการผลิตในกระบวนการขั้นต่อๆไป ซึ่งหากตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพดังกล่าวได้ก่อนที่ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นจะผ่านเข้าสู่กระบวนการถัดไป ทำให้[illegible]แยกผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นออกจากลอตการผลิต อาจจะทำการ

ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพดังกล่าวบางส่วนให้กลับเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้แล้วจึงส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป

2. ระบบการตรวจสอบคุณภาพแบบตรวจผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า มีขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูกส่งมอบให้กับลูกค้า ซึ่งอาจจะเสียค่าปรับให้กับลูกค้า หรือต้องสูญเสียภาพลักษณ์หรือความเชื่อมั่นของลูกค้าที่มีต่อบริษัท (lost of good view)

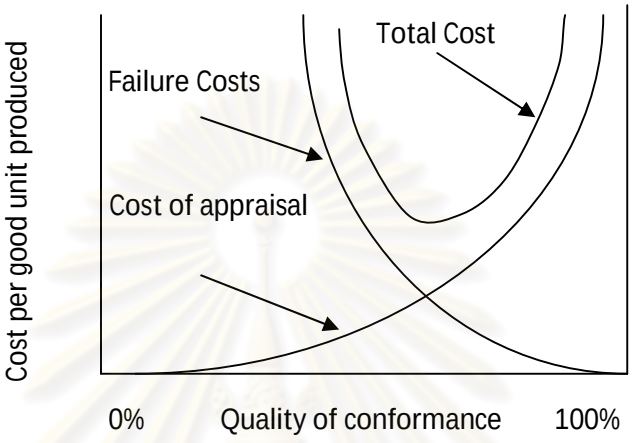
จากที่ได้กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าการตรวจสอบคุณภาพนั้นกระทบต่อต้นทุนบางชนิด แต่ทั้งนี้ระบบการตรวจสอบคุณภาพในปัจจุบันไม่มีการพิจารณาในเรื่องของต้นทุนทุนที่เกี่ยวข้อง โดยมองไปในเรื่องของการบริหารจัดการระดับคุณภาพและมาตรฐานเท่านั้น หากยังปราศจากแนวคิดเ[illegible]องต้นทุน โดยผลกระทบของต้นทุนต่อการตรวจสอบคุณภาพนั้น จะเป็นต้นทุนที่เรียกว่าต้นทุนคุณภาพ ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอต้นทุนคุณภาพ แบบต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบและการวัดประเมินคุณภาพ ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ (P-A-F Model) [illegible] ประกอบด้วยต้นทุนจาก 3 ส่วนได้แก่ต้นทุนการป้องกัน (Prevention Costs) [illegible]เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นได้ทั้งก่[illegible] [illegible] ระหว่างกระบวนการผลิตหรือการส่[illegible] โดยต้นทุนนี้เกิดขึ้นได้กับทุกกิจกรรมที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดสินค้าหรือบริการที่ไม่[illegible] เช่[illegible] การสร้[illegible] [illegible] การฝึกอบรมด้[illegible]

1.ต้นทุนการตรวจสอบและการวัดประเมินคุณภาพ (Appraisal Costs) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในการประเมินระดับคุณภาพของงานว่าคุณภาพของงานได้ตรงตาม มาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งต้นทุนส่[illegible]ญ่เกี่ยวข้[illegible]การทดสอบผลิตภัณฑ์[illegible] ตัวอย่างของต้นทุนเหล่านี้ได้แก่ [illegible] [illegible] การบำรุงรักษาอุปกรณ์ [illegible]

2.ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ (Failure Costs) เป็นต้นทุนที่เกิดจากผลิตสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการหรือลูกค้ากำหนดโดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อยๆ ได้แก่

[illegible]. ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายใน (Internal Failure Costs) เป็[illegible]ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการแก้ไขผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ผลิตไม่ได้มา[illegible]รฐานที่ได้ตั้งไว้ เช่[illegible] ต้[illegible] [illegible]แก้ไขผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กลับมาเป็นชิ้นงานดี (Rework) ต้นทุน[illegible] การผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) งานสูญเปล่[illegible] (Waste) การนำของที่ผ่[illegible](Reinspection) โดยต้นทุนเหล่านี้เกิดขึ้นก่[illegible] การส่งสินค้าให้แก่ลูกค้[illegible]

. ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายนอก (External Failure Costs) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในการแก้ไขผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ไม่ได้มาตรฐานหลังจากการส่งสินค้านั้น ๆ มือลูกค้าเรียบร้อยแล้ว เช่น สินค้าซ่อม ที่ทำงานลูกค้า (Repair) ค่าชดเชยเนื่องจากคำร้องเรียนของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ (Claim) การขนย้ายสินค้าที่ถูกปฏิเสธจากลูกค้า (Returns) เป็นต้น



ภาพที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคุณภาพและระดับของผลิตภัณฑ์ที่ดี

โดยต้นทุนทั้ง 2 แบบ นั้นมีความสัมพันธ์กันดังรูปที่ 3.1 คือ เมื่อต้นทุนการป้องกันและการประเมิน (Appraisal plus Prevention) อยู่ในระดับที่ต่ำจะทำให้ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพอยู่ในระดับที่สูง และในทางกลับกันเมื่อปรับระดับของต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบทางคุณภาพและการป้องกัน (Appraisal plus Prevention Cost) อยู่ในระดับที่สูงจะทำให้ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพอยู่ในระดับต่ำ แต่กรณีทั้งสองมิได้ทำให้เกิดต้นทุนคุณภาพรวม (Total Cost of Quality) ที่ต่ำลง เนื่องจากในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการตรวจสอบคุณภาพที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพรวมลดลง โดยมิได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการหรือนโยบายด้านการป้องกันทำให้ต้นทุนการป้องกันไม่มีการเปลี่ยนแปลง ผู้วิจัยจึงมิได้นำเอาต้นทุนการป้องกันมาร่วมพิจารณา โดยสนใจต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ ต้นทุนการตรวจสอบทางคุณภาพและต้นทุนการตรวจสอบ ซึ่งระดับของการตรวจสอบคุณภาพ จะส่งผลให้ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพมีการเปลี่ยนแปลง และการปรับระดับให้มีเปลี่ยนแปลงอย่างเหมาะสมแล้วย่อมทำให้เกิดต้นทุนคุณภาพรวมที่ลดลง ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1

[illegible]31 ผลกระทบต่อต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพ

[illegible]		[illegible]		
[illegible]	ต้นทุน	PTH	Pattern Plate(PP) &Etching	Soldermask Coating (S/M)
	ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี [illegible] (Rework)	[illegible] ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ [illegible]		
	ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง [illegible] (Scrap)			
[illegible](PTH)	ค่าใช้จ่ายในการสุ่มตรวจสอบคุณภาพ (Inspection Cost (Sampling))	[illegible]		
	ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ 100% [illegible]	[illegible] การตรวจสอบทำให้มีโอกาสใน [illegible]		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[illegible]3[illegible]1 ผลกระทบต่อต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพ (ต่อ)

[illegible]		[illegible]		
[illegible]	ต้นทุน	PTH	Pattern Plate(PP) &Etching	Soldermask Coating (S/M)
[illegible] [illegible] ด้วยกรด (Pattern Plate,PP)	ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี[illegible] (Rework)		[illegible]ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ[illegible]	
	ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง[illegible] (Scrap)			
	ค่าใช้จ่ายในการสุ่มตรวจสอบคุณภาพ (Inspection Cost (Sampling))	ลดลงเนื่องจากจำนวนต่อลอต[illegible] [illegible]ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูก[illegible]ที่กระบวนการก่อนหน้า	[illegible]	
	ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ 100% [illegible]		[illegible] การตรวจสอบทำให้มีโอกาสใน[illegible]	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

50

[illegible]31 ผลกระทบต่อต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพ (ต่อ)

[illegible]		[illegible]		
[illegible]	ต้นทุน	PTH	Pattern Plate(PP) &Etching	Soldermask Coating (S/M)
การเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี Soldermask Coating (S/M)	ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี[illegible] (Rework)			[illegible]ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ[illegible]
	ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง[illegible] (Scrap)			
	ค่าใช้จ่ายในการสุ่มตรวจสอบคุณภาพ (Inspection Cost (Sampling))	ลดลงเนื่องจากจำนวนต่อลอต [illegible]ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูก[illegible]ที่กระบวนการก่อนหน้า	ลดลงเนื่องจากจำนวนต่อลอตลดลงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง[illegible]กระบวนการก่อนหน้า	[illegible]
	ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ 100% [illegible]			[illegible]การตรวจสอบทำให้มีโอกาสใน[illegible]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

51

□□□□□□□3.1 ผลกระทบต่อต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพ (ต่อ)

□□□□□□□		□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□		
□□□□□□□□□	ต้นทุน	PTH	Pattern Plate(PP) &Etching	Soldermask Coating (S/M)
การตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณภามบัตรทางไฟฟ้า (E-Test)	ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี □□□□□ (Rework)		ลดลงเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูกตรวจพบมากขึ้นที่กระบวนการก่อนหน้า	
	ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง □□□□□□□□ (Scrap)	ลดลงเนื่องจากจำนวนต่อลอต □□□□ □□□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูก□□□□□ที่กระบวนการก่อนหน้า		
	ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ 100%			ลดลงเนื่องจากจำนวนต่อลอต □□□□ □□□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูก□□□□□ที่กระบวนการก่อนหน้า
การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection)	ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี □□□□□(Rework)	ลดลงเนื่องจากจำนวนต่อลอต □□□□ □□□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูก□□□□□ที่กระบวนการก่อนหน้า	ลดลงเนื่องจากจำนวนต่อลอต □□□□ □□□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูก□□□□□ที่กระบวนการก่อนหน้า	ลดลงเนื่องจากจำนวนต่อลอต □□□□ □□□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูก□□□□□ที่กระบวนการก่อนหน้า

□□□□□□□3.1 ผลกระทบต่อต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพ (ต่อ)

□□□□□□□□		□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□		
□□□□□□□□□□	ต้นทุน	PTH	Pattern Plate(PP) &Etching	Soldermask Coating (S/M)
การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection)	ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง □□□□□□□□ (Scrap)	ลดลงเนื่องจากจำนวนต่อลอต □□□□ □□□□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูก□□□ □□□□ที่กระบวนการก่อนหน้า	ลดลงเนื่องจากจำนวนต่อลอต □□□□ □□□□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูก□□□ □□□□ที่กระบวนการก่อนหน้า	ลดลงเนื่องจากจำนวนต่อลอต □□□□ □□□□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูก□□□ □□□□ที่กระบวนการก่อนหน้า
	ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ 100%			
ลูกค้า	ค่าใช้จ่ายในการชดเชยค่าเสียหายให้กับลูกค้า (Claim)	มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากจำนวนชิ้นงานเสียได้ถูกตรวจพบไปที่กระบวนการก่อนหน้าเมื่อผ่านกระบวนการตรวจสอบ □□□ 100% □□□□□□□□□□ พลาดของพนักงานทำให้ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ลูกค้าลดลง	มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากจำนวนชิ้นงานเสียได้ถูกตรวจพบไปที่กระบวนการก่อนหน้าเมื่อผ่านกระบวนการตรวจสอบ □□□ 100% □□□□□□□□□□ พลาดของพนักงานทำให้ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ลูกค้าลดลง	มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากจำนวนชิ้นงานเสียได้ถูกตรวจพบไปที่กระบวนการก่อนหน้าเมื่อผ่านกระบวนการตรวจสอบ □□□ 100% □□□□□□□□□□ พลาดของพนักงานทำให้ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ลูกค้าลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 การเลือกใช้แผนการตรวจสอบคุณภาพการผลิตในระบบการผลิตแบบหลาย □□□□□□□□□□ (Multiple processes)

จากที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.1 ปัจจุบันโรงงาน□□□□□□ได้ใช้แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่าง□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B □□□□□□□□□□□□□□ กรณีศึกษาเป็นโรงงานที่มีระบบการผลิตเป็นแบบลอตการผลิต (การผลิตเป็นรุ่น□□□จำนวนไม่□□□) แต่ทั้งนี้จากระบบตรวจสอบคุณภาพปัจจุบันที่โรงงานได้วางเอาไว้นั้น จา□□□□□16 □□□□□ ได้ว่าค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพและค่าใช้จ่ายจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้าคือ 57 ล้านบาท และ 5 ล้านบาทโดยเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพแล้วค่าใช้จ่ายจากความบกพร่องทางคุณภาพจะคิดเป็น 10 เท่า

โดยทั่วไปแล้วระบบการตรวจสอบคุณภาพนั้นมีหลายแบบ ดังนี้ คือ

1. การยอมรับคุณภาพแบบไม่ตรวจสอบ เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่มีประวัติดีมาก

2. การตรวจสอบแบบสุ่มตรวจสอบ คือการตรวจสอบโดยสุ่มจำนวนตามขนาดของตัวอย่าง เหมาะกับการทดสอบที่ต้องทำลาย ผู้ผลิตยอมให้มีความเสี่ยง หรือเมื่อไม่รู้ระดับคุณภาพของผู้ขาย

3. □□□□□□□□□□□□□□ 100% คือตรวจสอบทุกชิ้นของผลิตภัณฑ์ในลอตการผลิตนั้น เหมาะสมกับผู้ผลิตที่ต้องการความเชื่อมั่นสูง ใช้กับวัสดุราคาแพง วัตถุดิบไม่ได้มาตรฐานหรือความเชื่อมั่นต่อผู้ขายต่ำ

4. การตรวจสอบแบบเป็นครั้งคราว เหมาะสมกับ ผลิตภัณฑ์ที่มีประวัติดีมาก

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□มีการผลิตเป็นแบบลอตการผลิต และจากแผนการ□□□□□□□□□□□□□ปัจจุบันของโรงงานกรณีศึ□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B ทำให้ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไป ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้แผนการตรวจสอบคุณภาพ โดยเลือกปรับปรุงแผนการตรวจสอบโดยยังคงเงื่อนไขเดิมของโรงงานไว้คือต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จแบบ 100% ก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าเพื่อป้องกันไม่ให้มีผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูกส่งมอบให้กับลูกค้า และการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับก่อนส่งมอบเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป โดยผู้วิจัยจะมุ่งเน้นที่จะหาผลลัพธ์ของจำนวนสุ่มและเลขยอมรับในการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพลดลง โดยที่ระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การประยุกต์ใช้แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการ ANSI/ASQC Z.14 ในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์

ในปัจจุบันในโรงงานกรณีศึกษาแบบสุ่มตัวอย่างตามมาตรฐาน IPC-6012B ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.1 แล้วนั้น จะทำการพิจารณาเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ โดยพิจารณาตามขนาดของลอต (N_i) และประเภทของผลิตภัณฑ์ (Product class) ตามมาตรฐาน IPC-6012B ที่แสดงไว้ในภาคผนวก ก. ในการเลือกขนาดของตัวอย่างและเลขยอมรับ ซึ่งจะมีอยู่เพียงค่าเดียวต่อขนาดของลอตและประเภทของผลิตภัณฑ์ เช่น หากขนาดของลอตการผลิตมีค่า 250 หน่วย จะได้ขนาดของตัวอย่างและเลข [n,c = 13,0] สามารถกล่าวได้ว่าไม่มีทางเลือกอื่นในการการพิจารณาเลือกใช้ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับในการสุ่มค่าอื่นอันจะทำให้ได้ต้นทุนคุณภาพที่ลดลง ทำให้ผู้วิจัยต้องค้นหาวิธีการหรือมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับลอตผลิตภัณฑ์แบบอื่น ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้แผนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แบบสุ่มตัวอย่างเพื่อยอมรับลอตการผลิต ANSI/ASQC Z1.4 ระดับการตรวจสอบทั่วไป (GII) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบค่าต่ำกว่าระดับการตรวจสอบพิเศษ ค่าใช้จ่ายจากความบกพร่องทาง ทั้งยังไม่ทำให้ความเสี่ยงของผู้บริโภคสูงเกินไป และเป็นระดับการตรวจสอบที่เป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุด ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.1 ในการเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับได้จากขนาดของลอต (N_i) ระดับคุณภาพที่ยอมรับ (AQL) ตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ดังที่แสดงไว้ในภาคผนวก ง. จะเห็นได้ว่ามีทางเลือกเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีโอกาสที่จะทำให้ได้ทางเลือกที่จะทำให้ได้ต้นทุนคุณภาพที่ลดลง ทั้งนี้หากเราไม่เลือกมาตรฐานใดมาเป็นเกณฑ์ในการหาขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับแล้ว ก็จะทำให้เกิดทางเลือกที่เป็นไปได้จำนวนมากต่อกระบวน 1 ในกรณีศึกษานี้เป็นกรณีที่ระบบการตรวจสอบคุณภาพเป็นไปแบบหลายกระบวนการทำให้ทางเลือกที่เป็นไปได้นั้นยิ่งมีมากเพิ่มขึ้น จนอาจทำให้ต้องใช้เวลาในการคำนวณเป็นอย่างมากในการหาทางเลือกที่จะทำให้ได้ต้นทุนคุณภาพที่ลดลง อีกทั้งยังเป็นการง่ายต่อการประยุกต์ใช้โปรแกรมพื้นฐานอย่าง ไมโครซอฟ เอ็กเซล (Microsoft Excel) ในการช่วยคำนวณหาทางเลือกดังกล่าว โดยขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับมีความสัมพันธ์ต่อสมการของความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตคือ

$$P_a = \sum_{x=0}^{c} \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

โดย p = อัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ซึ่งจะส่งผลต่อสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพซึ่งจะอธิบายในบทต่อไป โดยแผนการตรวจสอบแบบสุ่มที่ผู้วิจัยได้เลือกนำมาใช้นั้นคือ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย ANSI/ASQC Z1.4 ชนิดปกติและเชิงคู่

[illegible] 3.2 แสดงผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ ขนาดตัวอย่าง หรือ [illegible]

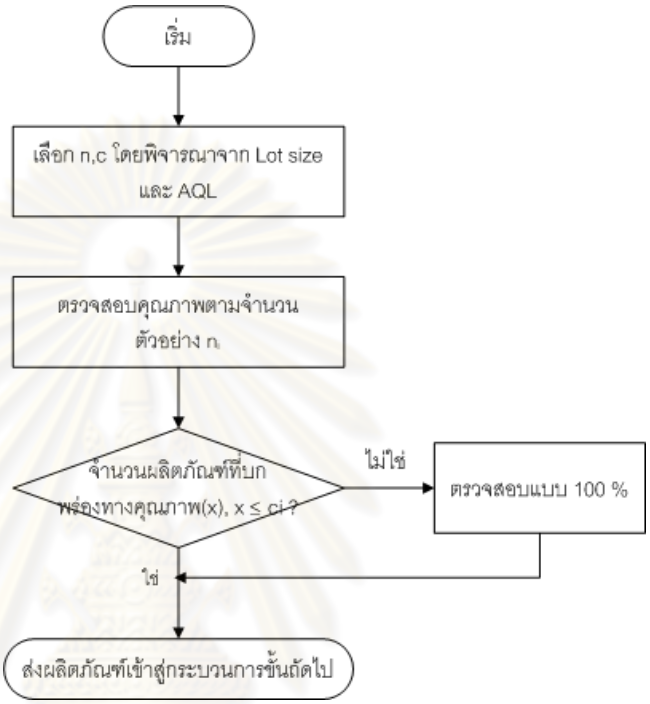
ชนิดของค่าใช้จ่าย	ผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปร n,c	
	เพิ่มขนาดตัวอย่าง n [illegible] c	[illegible] n [illegible] c
ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบแบบสุ่ม	[illegible] ตัวอย่าง	ลดลง เมื่อลดขนาดตัวอย่าง
ค่าใช้จ่ายเนื่องจากการยอมรับลอตการผลิตจากการตรวจแบบสุ่ม (ยอมให้สินค้าที่ไม่ได้คุณภาพสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไป)	ลดลง เมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่าง [illegible]	[illegible] ตัวอย่าง หรือเพิ่มเลขยอมรับ
ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบแบบ 100% [illegible]	ลดลง เมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่าง [illegible]	[illegible] ตัวอย่าง หรือเพิ่มเลขยอมรับ
ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี [illegible] (Rework)	ลดลง เมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่าง [illegible]	[illegible] ตัวอย่าง หรือเพิ่มเลขยอมรับ
ค่าใช้จ่ายของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง [illegible] (Scrap)	[illegible]าดตัวอย่าง [illegible]	[illegible] ตัวอย่าง หรือเพิ่มเลขยอมรับ

3.4 แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม [illegible] ANSI/ASQC Z1.4

แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุมตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 นั้นจะแบ่งออกเป็นหลายประเภท แต่ทั้งนี้ในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอแผนการ [illegible] 2 [illegible]

1. แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อยอมรับลอตการผลิตแบบ [illegible] (Single plan) นั้นจะเป็นตารางของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับขึ้นอยู่กับขน[illegible] (AQL) จากนั้นจะทำการสุ่มตรวจสอบตามขนาดตัวอย่างจากตาราง หากตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพมีค่าน้อยกว่าเลขยอมรับ ให้ยอมรับลอตการผลิตแล้วส่งเข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไป แต่หากตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องคุณภาพมีค่ามากกว่าเลขยอมรับ ให้นำผลิตภัณฑ์ที่เหลือทั้งหมดมาทำการตรวจสอบแบบ 100%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

n_1, c_1, n_2, c_2

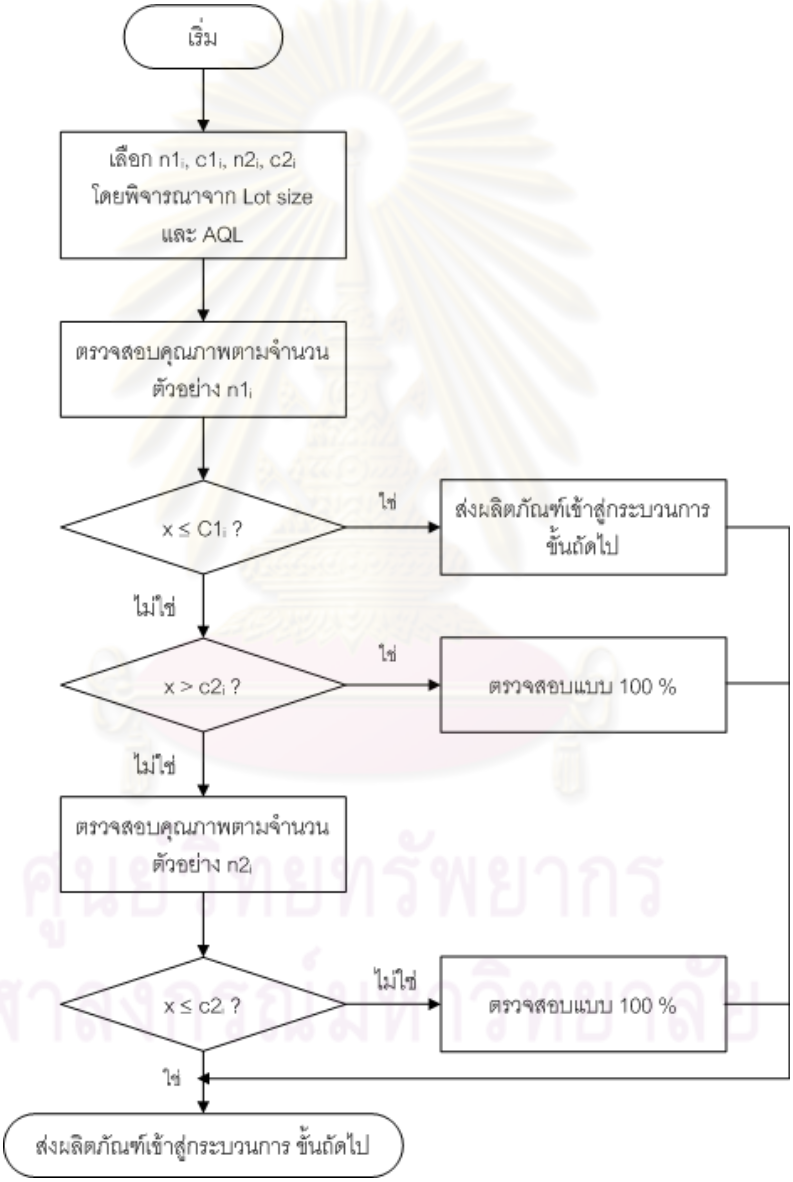
n_1 c_1

c_2

c_1 c_2 n_2

c_2

c_2



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[illegible]4

การพัฒนาตัวแบบค่าใช้จ่ายตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4

การศึกษาเรื่องต้นทุนคุณภาพและต้นทุนเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจ โดยวัตถุประสงค์ของการทำเรื่องต้นทุนคุณภาพนั้น ก็เพื่อต้องการสร้างความสัมพันธ์เรื่องปัญหาเชิงคุณภาพในกระบวนการผลิตกับค่าใช้จ่ายหรือต้นทุน โดยปกติต้นทุนคุณภาพ[illegible] P-A-F จะประกอบไปด้วยต้นทุน 3 [illegible] 1.ต้นทุนที่เกิดจากการป้องกัน (Preventive Costs) 2.ต้นทุนจากการ[illegible] (Appraisal Costs) 3.ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ (Failure Costs) โดยนำเอาแนวทางเรื่องต้นทุนคุณภาพมาใช้ เพื่อเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการ[illegible]ณภาพรวมถึงเพื่อนำมาปรับปรุงหรือลดต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายจากการตรวจสอบคุณภาพเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนทางคุณภาพ โดยทั่วไปแผนการตรวจสอบคุณภาพนั้นมีหลายวิธี เช่น[illegible]คุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตา[illegible] MIL-STD 105E [illegible]คุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 จึงได้มีการศึกษาเพื่อหาความเหมาะสมในการเลือกพารามิเตอร์ของแผนการสุ่มตัวอย่างแต่ละชนิด เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการบริหารงานคุณภาพจึงได้มีการนำเอาต้นทุนคุณภาพมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแผนการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในแต่ละแผน อันจะทำให้ต้นทุน[illegible]าพลดลง เช่น Chakraborty and Bapaye (1987) [illegible] (Inspection Error) ด้วยแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน MIL-STD 105D ต่อต้นทุนจากการตรวจสอบคุณภาพ และ[illegible]ผ่านออกเฉลี่ยสูงสุด (Average Outgoing Quality Limit, AOQL) [illegible] Maxim, Culleen and Mardo (1975) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับแผนการสุ่มและ[illegible]ตัวอย่าง[illegible]ที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพต่ำสุด จากงานวิจัยในอดีตดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 [illegible]ารณาจาก ต้นทุนจากการตรวจสอบและการวัดประเมินคุณภาพ เช่นค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ (Maxim, Culleen and Mardo, 1975; Chen and Chou, 2001; Duffuaa and Al-Najjar, 1995; Duffuaa and Khan, 2002; Feiring, Sasfri, Tummala and Mak, 1998; Haji and Haji, 2004; Freeman, 1995; Osanaiye ,1989; Andrew, 1994) ค่าใช้จ่ายจากวัสดุในการทดสอบ (Maxim, Culleen and Mardo, 1975) ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ เช่นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (ต้นทุน

ผลิตภัณฑ์) (Duffuaa and Khan, 2002; Osanaiye, 1989; Feiring, Sasfri, Tummala and Mak, 1998; Freeman, 1995; Duffuaa and Al-Najjar, 1995) ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ดี (Maxim, Culleen and Mardo,1975; Chen and Chou, 2001; Andrew, 1994; Duffuaa and Khan, 2002; Feiring, Sasfri, Tummala and Mak, 1998; Freeman, 1995;) ค่าใช้จ่ายจากการลดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Feiring, Sasfri, Tummala and Mak, 1998) ค่าปรับจากลูกค้า (Osanaiye, 1989; Duffuaa and Al-Najjar ,1995) ค่าใช้จ่ายในการทดแทนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพด้วยผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ (Haji and Haji, 2004; Feiring, Sasfri, Tummala and Mak, 1998) ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตนั้นกระบวนการที่นำมาพิจารณาในการเลือกแผนการสุ่มตัวอย่างนั้น จะเป็นการพิจารณาที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้ายก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า ซึ่งมีงานวิจัยบางฉบับเท่านั้น เช่น Freeman (1995) ที่ได้มีการพิจารณาการตรวจสอบคุณภาพระหว่างกระบวนการผลิตด้วย

จากการพิจารณางานวิจัยในอดีตแล้วเปรียบเทียบกับความเป็นจริงแล้วพบว่า อาจมีค่าใช้จ่ายบางชนิด และกระบวนการที่นำมาพิจารณานั้นไม่ครบถ้วน ทำให้ได้ค่าใช้จ่ายที่ไม่เป็นจริง รวมถึงไม่สามารถตอบสนองต่อการพิจารณาแผนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งกระบวนการผลิต รวมถึงไม่ชี้แจงถึงที่มาของรายละเอียดและวิธีการคำนวณของค่าใช้ในแต่ละประเภททำให้ไม่สะดวกในการนำตัวแบบค่าใช้จ่ายไปใช้งานจริง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเลือกขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมในการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยใช้ ANSI/ASQC Z1.4 โดยวิธีการหาผลกระทบของต้นทุนคุณภาพ ที่เกิดขึ้นจากขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ด้วยการสร้างตัวแบบต้นทุนคุณภาพให้อยู่ในรูปฟังก์ชั่นของขนาดตัวอย่าง เลขยอมรับ และต้นทุนคุณภาพ ซึ่งเมื่อใช้ขนาดตัวอย่างในการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการสุ่มตัวอย่าง จะสามารถให้ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องได้เพิ่มส่วนประกอบของค่าใช้จ่ายบางส่วนให้ใกล้เคียงความเป็นจริง และนำการตรวจสอบคุณภาพระหว่างกระบวนการมาร่วมพิจารณาเพื่อหาขนาดตัวอย่างในการสุ่มตัวอย่าง แต่ทั้งนี้งานวิจัยฉบับนี้ ไม่ได้นำค่าใช้จ่ายทางด้านการป้องกันมาร่วมพิจารณา เนื่องจาก ค่าใช้จ่ายดังกล่าวไม่มีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงไปของขนาดตัวอย่างในการสุ่มตรวจสอบคุณภาพ

Cost elelment (BS 6413)	Chen and Chou (2001)	Haji and Haji (2004)	Starbird (1994)	Duffuaa and Khan (2002)	Osanaiye (1989)	Maxim, Culleen and Mardo (1975)	Feiring, Sasfri and Mak (1998)	Freeman (1995)	Duffuaa and Al-Najjar (1995)	Cost model in this paper
Prevention Cost										
Quality control and process control engineering										
Design and develop control equipment										
production equipment for quality-maintenance and calibration										
Test and inspection-maintenance and calibration										
Supplier quality asurance										
Training										
Adminstration, aydits, improvements										
Appraisal Costs										
Laboratory acceptance testing										
Inspection and test by inspection	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Inspection and test by non-inspectors										
Setup for inspection and test										
Inspection and test materials						/				
Product quality audits										
Review of test and materials										
On-site performance testing										
Internal testing and release										
Evaluation of materials and spares										
Supplier monitoring										
Internal Failure Costs										
Scrap				/	/		/	/	/	/
Rework and repair	/	/	/	/			/	/		/
Replacement										
Trouble shooting, defect analysis										/
Reinspection, retest										
Scrap and rework (Fault of supplier)										
Modification permits and concessions										
Downgrading							/			
External Failure Costs										
Complaints				/	/				/	/
Product servic: liability										
Product returned or recalled		/					/			
Returned material repair										
Warranty replacement										

4.1 □□□□□□□□□□□□□□□□□□(Assumption) ที่ใช้ในการสร้างสมการคำนวณต้นทุนคุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4

ข้อสมมุติฐาน (Assumption) ที่ใช้ในการสร้างสมการคำนวณต้นทุนคุณภาพประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ □□□สร้างสมการคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง และการ□□□□□□□□□□□□□□□□ค่าใช้จ่ายตามแผนตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4

4.1.1ข้อสมมุติ□□□ที่ใช้ในการสร้างสมการคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง

ประกอบด้วย 4 ข้อดังนี้

1.เครื่องจักรเครื่องมือในการตรวจสอบคุณภาพที่มีอยู่ในปัจจุบันมีกำลังการ□□□□□□□□□□□□□

2.เครื่องจักรเครื่องมือในการตรวจสอบหาสาเหตุความบกพร่องที่มีอยู่ในปัจจุบัน□□□□□□□□□□□□□□□

3.พนักงานตรวจสอบคุณภาพและพนักงานตรวจสอบหาสาเหตุความบกพร่อง□□□□□□□□□□□□□□□

4.พนักงานในการตรวจสอบหาสาเหตุของความบกพร่องทางคุณภาพมีเพียงพอ

4.1.2 ข้อสมมุติ□□□ที่ใช้ในการออกแบบ□□□□□ตัวแบบค่าใช้จ่ายตามแผนตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4

ประกอบด้วย 10 ข้อดังนี้

1.เราสามารถแบ่ง□□□ของความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 □□□

□. สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วย□□□□□ (P_{v_i})

□. สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (P_{e_i})

2.ในผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้นมีชนิดของความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากกว่□ 1 □□□

□.หากสาเหตุของความบกพร่องทางคุณภาพทั้งหมดที่มีบนผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้น สามารถตรวจสอบด้วยสายตา ก็ให้ถือว่าผลิตภัณฑ์ชิ้นนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา (P_{v_i})

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

□.หากสาเหตุของความบกพร่องทางคุณภาพทั้งหมดที่มีบนผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้น สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ก็ให้ถือว่าผลิตภัณฑ์ชิ้นนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (P_{e_i})

□.หากสาเหตุของความบกพร่องทางคุณภาพที่มีบนผลิตภัณฑ์ 1 □□□ บางชนิดสามารถตรวจสอบสายตา และบางชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ก็ให้นิยามว่าผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□ (P_{ve_i}) ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (P_{v_i}) □□□□□□□□□□□□□ ตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (P_{e_i})

3.สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (P_{w_i}) โดยเปรียบเทียบจากสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

4.□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ และกระบวนการสร้างลายวงจรด้วยกรด (PP) และกระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ เพื่อตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (P_{v_i}) □□□□□□ กระบวนการนั้นๆ โดยไม่พิจารณาถึงความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วย □□□□□□□□□□□บวนการขั้นก่อนหน้า และไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพ□□□ สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (P_{e_i}) ได้ และเมื่อมีการตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพแล้ว การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพนั้นจะมีขึ้นเพื่อแก้ไขความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาเท่านั้น โดยภายหลังการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์แล้วความบกพร่องทางคุณภาพชนิดที่สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าจะยังคงไม่ได้รับการปรับปรุงและถูกส่งมอบเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป

5.กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับมีความเชื่อถือได้

6.ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-Test) □□□ 100% สามารถตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้จากทุกกระบวนการผลิต แต่จะไม่สามารถตรวจสอบความบกพร่อ□□□□□□□□□□□□□ สามารถตรวจสอบด้วยสายตา โดยมีสาเหตุของความบกพร่องทางคุณภาพบางชนิดที่สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ และภายหลังการปรับปรุงคุณภาพจากความบกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทางไฟฟ้าแล้ว ความบกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยสายตาจะยังไม่ได้รับการปรับปรุง โดยจะทำการส่งต่อผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการถัดไป

7.กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual) □□□ 100% □□□□□□ ตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้จากทุก □□□□□□□□□□□□ แต่จะไม่สามารถตรวจสอบความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า โดยมีสาเหตุของความบกพร่องทางคุณภาพบางชนิดที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ และภายหลังการปรับปรุงคุณภาพจากความบกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยสายตาแล้ว ความบกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า จะยังไม่ได้รับการปรับปรุง โดยจะทำการส่งต่อผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการถัดไป

8.□□□บวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา และคุณสมบัติทางไฟฟ้ามีความผิดพลาดจากพนักงานและเครื่องมือในการตรวจสอบคุณภาพคือ การปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่มี □□□□□ (Type I Error) และ การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Type II Error)

9.ผลิตภัณฑ์มีหน่วยเดียวกันตลอดกระบวนการผลิต

10.คำนวณต้นทุนคุณภาพโดยพิจารณาจากผลที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพต่อ 1 □□□□□□□□□

4.2 การสร้างตัวแบบต้นทุนคุณภาพ ด้วยความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพต่อประเภทของค่าใช้จ่าย และกระบวนการที่เกิดค่าใช้จ่าย ตามแผนตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4

ในการสร้างสมการตัวแบบต้นทุนภาพตามแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่□□□□□□□□□□□□□□□□ นับ เสรี ยูนิพันธ์, จรูญ มหิธาฟองกุล และ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย (2547) ได้นำเสนอวิธีการหาต้นทุนที่เกิดจากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับด้วยการแบ่งต้นทุนรวม ออกเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจาก 3 ประเภทคือ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ □□□□□ ค่าใช้จ่ายในการป□□□□□□ □□□ค่าใช้จ่ายใ□□□□□□□□□□□ ซึ่งจากระบบต้นทุน □□□□□□□□ P-A-F นั้นได้ทำการจำแนกต้นทุนคุณภาพออกเป็น 3 ประเภทเช่นกัน คือ ต้นทุนในการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมิน และ ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ (□□□□□□□□□□□□□□□□) □□□ □□□□□□4.1 การเปรียบเทียบงานวิจัยในอดีต จะเห็นได้ว่า□□□□□ British Standard ได้จัดทำมาตรฐาน BS 6143 ซึ่งกล่าวถึงการแบ่งค่าใช้จ่ายที่เป็นส่วนประกอบย่อยในต้นทุนคุณภาพออกเป็นตามประเภทของต้นทุนคุณภาพ 3 □□□□□ □□□□□□ P-A-F □□□ □□□□□□□□□ นี้ได้พิจารณาค่าใช้จ่าย 6 ประเภทโดยสามารถแบ่งออกเป็นประเภท ได้ดังนี้

ต้นทุนในการตรวจสอบ ตรวจวัดและการประเมินคุณภาพ (Appraisal Costs) [illegible] ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ ตรวจวัด ในกรณีศึกษานี้จะพิจารณาค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เพียง ส่วนเดียว คือค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ

ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพ (Failure Costs) ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากความบกพร่องด้านคุณภาพในกรณีศึกษานี้ จะพิจารณา 5 ส่วน คือ

1.ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี [illegible]

2.ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ

3.ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์บกพร่องทางคุณภาพที่ไม่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้

4.ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์หาสาเหตุของผลิตภัณฑ์บกพร่อ[illegible]

5.ค่าปรับอันเนื่องมาจากการส่งมอบ[illegible]ภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า (Penalty)

เพื่อให้สามารถนำมาคำนวณหาต้นทุนคุณภาพรวมได้ง่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้โดยเมื่อนำระบบต้นทุนคุณภาพมาปรับใช้กับ วิธีการหาต้นทุนที่ที่เกิดจากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ โดยเราแบ่งค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนทางคุณภาพออกเป็น 3 ประเภทตามวิธีการหาต้นทุนที่เกิดจากแผนการสุ่มตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับของ (เสรี ยูนิพันธ์, จรูญ มหิธาฟองกุล และ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, 2547) ซึ่งค่าใช้จ่ายในแต่ประเภทนั้นก็จะประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายที่เป็นส่วนประกอบย่อยที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ คือ

ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพจะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายที่เป็นส่วนประกอบย่อย คือ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ [illegible] และกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยไฟฟ้า และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา

ค่าใช้จ่ายในการป[illegible]เสธลอตจะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายที่เป็นส่วนประกอบย่อย คือ ค่าใช้จ่ายของ[illegible]ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อการตรวจสอบคุณภาพแล้วมีการปฏิเสธลอตของผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น [illegible] หนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด และกระบวนการเคลือบผิว

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	ค่าใช้จ่ายในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ ต่อหน่วย	ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ต่อหน่วย	ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ต่อหน่วย	ค่าใช้จ่ายในกระบวนการทำลายผลิตภัณฑ์บกพร่องทางคุณภาพ ต่อหน่วย	ค่าปรับอันเนื่องมาจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า ต่อหน่วย	ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์หาสาเหตุของผลิตภัณฑ์บกพร่องทางคุณภาพ ต่อหน่วย
ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ	×					
ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอดการผลิต		×	×	×		
ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอดการผลิต			×		×	×
□□□□□□□□□ ค่าใช้จ่าย / องค์ประกอบของค่าใช้จ่าย (□□□) / □□□□□□□□□□□□						
□□□□□□□□□□□□(PTH)	×	×	×	×		
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□	×	×	×	×		
เคลือบผิวของแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี	×	×	×	×		
ตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทาง	×	×	×	×		
ตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา	×	×	×	×		
ลูกค้า (Customer)			×		×	×

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ci_i)

$$ci_i = Si_i Ti_i \qquad (1)$$

$T_i =$ เวลามาตรฐานในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ (./) (Inspection time per unit at process i hr/unit)

$S_i =$ ค่าแรงของพนักงานตรวจสอบคุณภาพ (/.) (Inspector wage at process i baht/hr)

2. ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ (cr_i) ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ในกรณีศึกษานี้จะพิจารณาจากค่าแรงของพนักงานปรับปรุงคุณภาพ และวัสดุที่นำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพ ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก สมการดังนี้

$$cw_i = (Lidw_i + Midw_i) \qquad (2)$$

$Lidw_i =$ ค่าแรงทางอ้อมในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กลับมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Indirect labor cost of rework per unit at process i)

$Midw_i =$ ค่าวัตถุดิบทางอ้อมในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กลับมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Indirect material cost of rework per unit at process i)

3. ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (cs_i) ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ในกรณีศึกษานี้จะพิจารณาจากค่าแรงของพนักงานผลิต และวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิต และ โสหุ้ยการผลิต ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก สมการดังนี้

$$cs_i = (Ld_i + Md_i + Lid_i + Mid_i + Foh_i) \qquad (3)$$

$Ld_i =$ ค่าแรงทางตรงในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Direct labor cost per unit at process i)

$Lid_i =$ ค่าแรงทางอ้อมในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Indirect labor cost per unit at process i)

$Md_i =$ ค่าวัตถุดิบทางตรงในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการผลิต (Direct material cost per unit at process i)

$Mid_i =$ ค่าวัตถุดิบทางอ้อมในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการผลิต (Indirect material cost per unit at process i)

$Foh_i =$ โสหุ้ยการผลิตในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Factory over head cost per unit at process i)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์บกพร่อง (cd_i) คือค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องที่ไม่สามารถปรับปรุงได้ ค่าทำลายผลิตภัณฑ์ต่อหน่วย ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก สมการดังนี้

$$cd_i = Ds \tag{4}$$

Ds = ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์ต่อหน่วย (Cost of scrap destruction per production unit)

5. ค่าปรับอันเนื่องมาจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า (cc_i) คือค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้าต่อหน่วย ค่าปรับที่ลูกค้าทำการปรับเมื่อส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางให้กับลูกค้า

$$cc_i = cc_i$$

cc_i = ค่าปรับอันเนื่องมาจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางให้กับลูกค้า (Penalty cost per unit at process i)

6. ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์หาสาเหตุของผลิตภัณฑ์บกพร่อง (ct_i) คือค่าใช้จ่ายที่เมื่อลูกค้าพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพลูกค้าจะทำการส่งกลับมาเพื่อให้ตรวจหาสาเหตุของความบกพร่องนั้น ค่าจ้างพนักงานจสอบหาสาเหตุ ความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่อหน่วย

$$ct_i = \frac{Se \cdot Tt}{Mh} \tag{5}$$

Tt = หาสาเหตุความบกพร่องทางผลิตภัณฑ์ (hr./unit) (Investigation time per unit hr/unit)

Mh = ชั่วโมงทำงานของพนักงานตรวจสอบหาสาเหตุความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (hr./Month) (Man hours of Investigator hr/Month)

Se = ค่าจ้างของพนักงานตรวจสอบหาสาเหตุของความบกพร่องทางคุณภาพต่อเดือน (Inspector wage for defective investigation per month)

เมื่อได้สูตรการคำนวณหาค่าใช้จ่ายที่เป็นส่วนประกอบของ ต้นทุนทั้ง 3 วิธีการหาต้นทุนที่เกิดจากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับคือ ค่าใช้จ่ายในการ ค่าใช้จ่ายในการป ค่าใช้จ่าย แล้วจากนั้นจึงทำการสร้าง ตัวแบบต้นทุนคุณภาพให้อยู่ในรูปฟังก์ชั่นของ ขนาดตัวอย่าง เลขยอมรับ และค่าใช้จ่ายต่างๆ ตามแผนตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม ANSI/ASQC Z1.4

4.3 การสร้างสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมตามแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 กรณีแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว (Single Plan)

การสร้างสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพนั้นดังที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น จะต้องทำให้สมการตัวแบบต้นทุนอยู่ในฟังก์ชั่นของขนาดตัวอย่าง เลขยอมรับ และต้นทุนคุณภาพ ซึ่งจากหัวข้อที่ 4.2 ทำให้เราได้พารามิเตอร์ของต้นทุนคุณภาพ และความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพต่อวิธีการคำนวณต้นทุนที่เกิดจากแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ ดังนั้นในหัวข้อนี้จะแสดงวิธีการสร้างสมการตัวแบบต้นทุน ที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนทางคุณภาพที่เกิดขึ้นต่อหนึ่งลอตการผลิต ของแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับแบบเชิงเดี่ยว อันจะทำให้สามารถกำหนดขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับของแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับที่เหมาะสม ที่ทำให้ต้นทุนทางคุณภาพลดลงได้

1. ความหมายของตัวแปรที่นำมาใช้ในสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพ

$E(C)$ = ต้นทุนรวมต่อลอตการผลิต (Total cost of quality per lot)

$E(Ci_i)$ = ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพต่อลอตการผลิต ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Inspection cost per lot at process i)

$E(Cr_i)$ = ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตต่อลอตการผลิต ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Cost of lot rejection per lot at process i)

$E(Ca_i)$ = ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตต่อลอตการผลิต ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Cost of lot acceptance per lot at process i)

i = ดัชนีของกระบวนการผลิตที่ตรวจสอบคุณภาพ (Process index, $i = 1,.., m$)

m = จำนวนกระบวนการผลิตที่ตรวจสอบคุณภาพ (Number of processes)

N_i = ขนาดลอตที่เข้าสู่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Lot size entered into process i)

n_i = ขนาดตัวอย่างในการตรวจสอบคุณภาพ ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Sample size at process i)

c_i = เกณฑ์การยอมรับในการตรวจสอบคุณภาพ ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Acceptance number at process i)

x_i = ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ที่ตรวจพบที่ในการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับ ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Number of defective parts to detected by sampling at process i)

ATI_i = จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย [illegible] i (Average total inspection at process i)

P_{a_i} = ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Probability of lot acceptance at process i)

$P_{\bar{a}_i}$ = ความน่าจะเป็นในการ[illegible] i (Probability of lot rejection at process i)

P_{w_i} = ความน่าจะเป็นของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถ[illegible]ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่[illegible] i (Proportion of defectives that can be reworked at process i)

$P_{\bar{w}_i}$ = ความน่าจะเป็นของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่ไม่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Proportion of defectives that cannot be reworked at process i)

P_{v_i} = ความน่าจะเป็นของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Proportion of visual defectives at process i)

P_{e_i} = ความน่าจะเป็นของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่กร[illegible] i (Proportion of electrical defectives at process i)

P_{ve_i} = ความน่าจะเป็นของสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพ[illegible]2 [illegible] i (Proportion of defectives due to both electrical and visual properties at process i)

P_{vo_i} = ความน่าจะเป็นของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Proportion of visual defectives after passing inspection process i)

P_{eo_i} = ความน่าจะเป็นของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ ที่กระบวนการผลิต[illegible] i (Proportion of electrical defectives after passing inspection process i)

P_{veo_i} = ความน่าจะเป็นของสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพ[illegible]2 ชนิดที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Proportion of defectives due to both electrical and visual properties after passing inspection process i)

71

P_{eav} = ความน่าจะเป็นของความบกพร่องในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในกรณีปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ □□การตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Probability of error of false rejection at 100% visual inspection process)

P_{eae} = ความน่าจะเป็นของความบกพร่องในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในกรณีปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ □□□□□□□□□□□□□คุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Probability of error of false rejection at 100% electrical inspection process)

P_{ebv} = ความน่าจะเป็นของความบกพร่องในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในกรณียอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ในการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Probability of error of false acceptance at 100% visual inspection process)

P_{ebe} = ความน่าจะเป็นของความบกพร่องในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในกรณียอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ □□□□□ตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Probability of error of false acceptance at 100% electrical inspection process)

ci_i = ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพต่อหน่วยการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i □Inspection cost per unit at process i)

cw_i = ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพต่อหน่วยการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Rework cost per unit at process i)

cs_i =ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพต่อหน่วยการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Product cost per unit at process i)

cd_i = ค่าใช้จ่ายในขนส่งและทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพต่อหน่วยการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่กระบวนกา□□□□□□□□□□□(Cost of scrap destruction per unit at process i)

cc_i = ค่าปรับในการส่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า ที่**กระบวนการผลิตลำดับที่**(Penalty cost per unit at process i)

ct_i = ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบหาสาเหตุของความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่อหน่วย ที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i (Cost of defective investigation per unit at process i)

2. ตัวแบบต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality Model)

ตัวแบบค่าใช้จ่ายสำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม**มาตรฐาน**ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จะประกอบไปด้วยค่าใช้จ่าย 3 ส่วนคือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

□. ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ

□. ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธผลิตภัณฑ์หลังผ่านการตรวจสอบคุณภาพ

□. ค่าใช้จ่ายในการยอมรับผลิตภัณฑ์หลังผ่านการตรวจสอบคุณภาพ

โดยค่าใช้จ่ายรวมต่อลอตการผลิตสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$E(C) = \sum_{i=1}^{m} \left\{ E(Ci_i) + E(Cr_i) + E(Ca_i) \right\} \quad (6)$$

□□□ i = 1, □□□□□□□□□ PTH

i = 2, □□□□□□□□□ PP

i = 3, □□□□□□□□□ S/M

i = 4, กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าแบบ 100% (E-test)

i = 5, กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติด้วยสายตาแบบ 100% (visual inspection)

i = 6, กระบวนการตรวจสอบคุณภาพที่โรงงานลูกค้าแบบ 100%

สมการค่าใช้จ่ายแต่ละชนิดในแต่ละกระบวนการผลิตจะสามารถเขียนได้ดังนี้

$E(Ci_i)$ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ จากสมมุติฐานข้อที่ 4 หัวข้อ 4.1.2 □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□(PTH) □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ ทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรด้วยกรด (PP) และกระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ เกิดจากค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพต่อหน่วย และจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำการตรวจสอบคุณภาพ โดยจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำการตรวจสอบคุณภาพต่อลอตการผลิตสามารถคำนวณได้จากจำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (Average total inspection, ATI) (Montgomery, 2005) ซึ่งจะเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพ □□□ 2 กรณีคือ กรณีที่ยอมรับลอตการผลิตจะตรวจสอบคุณภาพตามจำนวนของขนาดตัวอย่าง □ละ กรณีที่ปฏิเสธลอตจะต้องทำการตรวจสอบคุณภาพแบบ 100% ส่วนในกรณีที่เป็นการตรวจสอบคุณภาพที่กระบวนการ ตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-test) □□□ กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection) ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบคุณภาพ □□□ 100% นั้นจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำการตรวจสอบคุณภาพก็คือ จำนวนของทั้งลอตการผลิตนั้นเอง โดยสามารถเขียนเป็นสมการคำนวณค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพได้ดังนี้

73

กรณีที่ $=1,2,3$

$$E(Ci_i)=ATI_i(ci_i) \tag{7}$$

$$ATI_i = n + P_{\bar{a}_i}\cdot(N-n) \tag{8}$$

กรณีที่ $=4,5$

$$E(Ci_i)=N_i(ci_i) \tag{9}$$

$E(Cr_i)$ ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิต จากสมมุติฐานข้อ 4 ในหัวข้อ 4.1.2 **ที่กระบวนการชุบทองแดงในรู**(TH) **กระบวนการชุบเพิ่มความหนาทองแดงและ**กระบวนการสร้างลายวงจรด้วยกรด (PP) และกระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) จะเป็นการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา ซึ่งจะเกิดจากค่าใช้จ่ายในกรณีที่เกิดการปฏิเสธลอตการผลิตทำให้ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพแบบ 100% ทำให้ตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา และผลิตภัณฑ์ที่บกพร่□□□□□□□□□□□□□2 **ชนิด(มี**ความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาอยู่ด้วย) ซึ่งผลิตภัณฑ์ส่วนที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ ก็จะเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงความบกพร่องของผลิตภัณฑ์ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถปรับปรุงได้นั้นก็จะคิดเป็นค่าใช้จ่ายของต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ และค่าใช้จ่ายในการนำผลิตภัณฑ์เหล่านั้นไปทำลาย โดยการปรับปรุงคุณภาพนั้นจะทำเพื่อแก้ไขความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนั้นๆ เพียงเท่านั้น หากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่ผ่านการปรับป□□คุณภาพ ยังมีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า หรือความบกพร่องทางคุณภาพชนิดที่สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ก็จะไม่ได้รับการแก้ไขและส่งผลิตภัณฑ์เหล่านั้นสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ในกรณีที่เป็นการ□□□□□□□□□□□□□□กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-test) **จาก**สมมุติฐานข้อ 6 **และ**3 ในหัวข้อ 4.1.2 เป็นการตรวจสอบคุณภาพแบบ 100 % **แบบมีความผิดพลาดจากการตรวจสอบคุณภาพ**(Type I and Type II error) **โดยจะทำการตรวจสอบคุณภาพ**เฉพาะความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าเท่านั้น ซึ่งหากตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพโดยการตรวจคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าก็จะทำการปรับปรุงคุณภาพ หรือทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้น ดังนั้นผลิตภัณฑ์□□บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาจะยังไม่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection) □□□สมมุติฐานข้อ 7 **และ**3 ในหัวข้อ 4.1.2 ซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณภาพแบบ 100 % **แบบมีความผิดพลาดจากการตรวจสอบคุณภาพ**(Type I and Type II error) เป็นการตรวจสอบคุณภาพด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

74

สายตา ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธจะเกิดจากการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ และความบกพร่องของผู้ตรวจสอบในการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพส่วนที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ ก็จะเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถปรับปรุงได้นั้นก็จะคิดค่าใช้จ่ายของต้นทุนการผลิตและค่าใช้จ่ายในการนำผลิตภัณฑ์เหล่านั้นไปทำลาย โดยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าจะไม่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพหรือทำลายที่กระบวนการนี้ โดยสามารถเขียนแสดงให้อยู่ในรูปสมการคำนวณค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตได้ **ดังนี้**

กรณีที่ $= 1,2,3$

$$\begin{aligned} E(Cr_i) = P_{\bar{a}_i} \cdot \left[(N_i - n_i) \cdot P_{v_i} \cdot P_{w_i} \cdot cw_i + (N_i - n_i) \cdot P_{v_i} \cdot P_{\bar{w}_i} \cdot (cs_i + cd_i) \right] \\ + \left[n_i \cdot P_{v_i} \cdot P_{w_i} \cdot cw_i + n_i \cdot P_{v_i} \cdot P_{\bar{w}_i} \cdot (cs_i + cd_i) \right] \end{aligned} \qquad (10)$$

กรณีที่ $= 4$

$$E(Cr_4) = N_4 \cdot \begin{bmatrix} P_{eo_3} \cdot (1 - P_{ebe_4}) \\ + P_{eae_4} \cdot (1 - P_{eo_3}) \end{bmatrix} \cdot \left[P_{w_4} \cdot cw_4 + P_{\bar{w}_4} \cdot \left(cs_4 + cd_4 \right) \right] \qquad (11)$$

กรณีที่ $= 5$

$$\begin{aligned} E(Cr_5) = N_5 \cdot \begin{bmatrix} P_{vo_4} \cdot (1 - P_{ebv_5}) \\ + P_{eav_5} \cdot (1 - P_{vo_4}) \end{bmatrix} \\ \cdot \left[P_{w_5} \cdot cw_5 + P_{\bar{w}_5} \cdot \left(cs_5 + cd_5 \right) \right] \end{aligned} \qquad (12)$$

$E(Ca_i)$ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตนั้นจะแตกต่างจาก ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เนื่องจากจะเกิดขึ้นที่กระบวนการของลูกค้า เนื่องจากว่าเมื่อเรายอมรับลอตการผลิตจะยังไม่มีค่าใช้จ่ายส่วนนี้เกิดขึ้นเพราะผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นจะยังไม่ถูกตรวจพบ และจะทำการส่งมอบผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป จนเมื่อถึงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-Test) □□□ 100% และการตรวจสอบคุณภาพด้วย**สายตาแบบ**100% จากสมมุติฐานข้อ 8 หัวข้อ 4.1.2 ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา ซึ่งเป็นการตรวจสอบ**คุณภาพแบบ** 100% มีความผิดพลาดของผู้ตรวจสอบคุณภาพคือยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นถูกส่งมอบให้กับลูกค้า โดยเมื่อลูกค้าตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้น ก็จะเกิดเป็นค่าใช้จ่□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

75

ผลิตซึ่งประกอบไปด้วย ค่าปรับ (Penalty) เนื่องจากการส่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสาเหตุของการบกพร่องทางคุณภาพ และค่าใช้จ่ายในการส่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพไปทำลาย โดยสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการคำนวณค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตได้ **ดังนี้**

$$E(Ca_6) = N_6 \cdot \left(P_{vo_5} + P_{eo_5} - P_{veo_5}\right) \cdot \left(cc_6 + ct_6 + cs_6 + cd_6\right) \tag{13}$$

(P_{a_i}) ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต ในการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับคือ

$$P_{a_i} = \sum_{x_i=0}^{c_i} \binom{n_i}{x_i} p_{v_i}^{\ x_i} (1 - p_{v_i})^{n_i - x_i} \tag{14}$$

$(P_{vo_i}, P_{eo_i}, P_{veo_i})$ ความน่าจะเป็นของสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพหลังผ่านการตรวจสอบคุณภาพที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i สามารถคำนวณได้ด้วยแนวความคิด□□□□□□□□□□ผ่านออกเฉลี่ย (average outgoing quality, AOQ) (Montgomery, 2005) **จาก**สมมุติฐานข้อ 1 **และ**2 ในหัวข้อ 4.1.2 ในแต่ละกระบวนการผลิตจะมีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ 3 ชนิดคือ สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตา (Pv_i) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณ□□□□□□□□□□ตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Pe_i) และมีสาเหตุของความบกพร่องทางคุณภาพมากกว่า 1 ชนิดในผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้นทำให้มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 **ชนิด**(Pve_i) **ดังที่แสดงในรูปที่** .1 โดยภายหลังการตรวจสอบคุณภาพสัดส่วนความบกพร่องทั้ง 3 **ชนิดจะ**ลดลงเนื่องจากจากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูกตรวจพบก็จะทำการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเสีย และจะเปลี่ยนเป็นสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการ**ตรวจสอบคุณภาพ**(Pvo_i) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) และสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 **ชนิด**($Pveo_i$) **ดังรูปที่** .3 ซึ่งสามารถคำนวณได้จากระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยหลั□□□□□□□□□□□□□□□□ (AOQ_i) จากสมมุติฐานข้อ 4 ในหัวข้อ 4.1.2

ก ที่กระบวนการแรก(i=1) **สำหรับในกรณีศึกษานี้คือกระบวนการชุบทองแดง**(PTH) เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยวิธีการนับหลังผ่านกระบวนการผลิตจึงไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้ ดังนั้นจึงเป็นการคัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาออกไปเท่านั้น ดังนั้นสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง □□□□□□□□□□□ถตรวจสอบได้ด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i) □□□□□□ คำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่เกิดขึ้นที่กระบวนการนี้ก่อนตรวจสอบคุณภาพ ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่ถูกตรวจพบและทำการปรับปรุงคุณภาพหรือทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้น สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่กระบวนการนี้ก่อนตรวจสอบคุณภาพ ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□ (มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน) ที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น เนื่องจากการปรับปรุงคุณภาพไม่สามารถแก้ไขความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้ และสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทาง □□□□□□□ 2 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ($Pveo_i$) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□ (□□วามบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ก่อนตรวจสอบคุณภาพลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□ □□□□□□□ ตรวจสอบด้วยสายตาถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น โดยหากสามารถทำการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาเหล่านั้นหมดไปเหลือเพียงชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าผลิตภัณฑ์ชิ้นดังกล่าวก็จะกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณส□□□□□ ไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) โดยจากสมมุติฐานข้อ 4 หัวข้อ 4.1.2 □□ กระบวนการตรวจสอบคุณภาพหลังผ่านกระบวนการผลิตขั้นถัดไป จะไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการก่อนหน้าได้

□. □□□□□□□□□□□ 2 □□□ 3 (i=2, 3) □□□□□□□□□□□□□□□□ กระบวนการชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรด้วยกรด (PP) □□□ กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับหลังผ่านกระบวนการผลิตจึงไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้ ดังนั้นจึงเป็นการ

คัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาออกไปเท่านั้น และมีหลักการในการคำนวณหาสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องเหมือนกันคือ จะมีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพอยู่ 6 [illegible] 3 [illegible] 3 ชนิดคือ สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพจากกระบวนการก่อนหน้าที่ถูกส่งมอบเข้าสู่กระบวนการนี้นั้นเอง ซึ่งก็คือ สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบ [illegible] (Pvo_{i-1}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_{i-1}) และสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่อง [illegible] 2 [illegible] ($Pveo_{i-1}$) โดยที่สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i) สามารถคำนวณได้จาก [illegible]ลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่เกิดขึ้นที่กระบวนการนี้ก่อน [illegible] (Pv_i) และจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Pvo_{i-1}) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาของกระบวนการนี้ที่ถูกตรวจพบและทำ [illegible]ทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้น แต่หากผลิตภัณฑ์ชิ้นใดก็ตามมีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาทั้งจากกระบวนการก่อนหน้าและกระบวนการนี้ การปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการนี้จะไม่สามารถแก้ไขความบกพร่องทางคุณภาพที่เกิดขึ้นจากกระบวนการก่อนหน้าได้ ดังนั้นจึงยังถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (Pvo_i) และจะถูกส่งมอบเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่กระบวนการนี้ก่อนตรวจสอบ [illegible] (Pe_i) และจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Peo_{i-1}) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง [illegible] 2 [illegible](มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตาและชนิดสามารถ [illegible]วจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน) ที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้น และสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทาง [illegible] 2 ชนิดที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ ($Pveo_i$) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภา [illegible] 2 [illegible] (Pve_i) ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง [illegible] 2 ชนิดที่ถูกส่งมอบมากจากกระบวนการผลิตขั้นก่อนหน้า ($Pveo_{i-1}$) ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Pvo_{i-1}) แล้วมาเกิดความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวนการนี้ (Pe_i) และผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบ

คุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Peo_{i-1}) แล้วมาเกิดความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้ (Pv_i) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□(Pve_i) และผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Peo_{i-1}) แล้วมาเกิดความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้ (Pv_i) ที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น โดยหากสามารถทำการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาเหล่านั้นหมดไปเหลือเพียงชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าผลิตภัณฑ์ชิ้นดังกล่าวก็จะกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) จากสมมุติฐานข้อ 4 หัวข้อ 4.1.2 ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพหลังผ่านกระบวนการผลิตขั้นถัดไป จะไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการก่อนหน้าได้

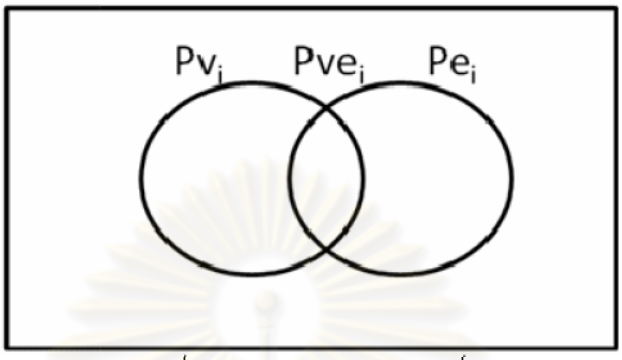
□. □□□□□□□□□□□□4 (i=4) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-test) จากสมมุติฐานข้อที่ 7 □□□ 8 ในหัวข้อ 4.1.2 เป็นการตร□□□□□□□ □□□□□□□ 100% ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า จึงไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้ ดังนั้นจึงเป็นการคัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าออกไปเท่านั้น ดังนั้นสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบ□□□□□□ (Pvo_i) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่ถูกส่งมอบมาจากระบวนการก่อนหน้า (Pvo_{i-1}) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง□□□□□□□□2 ชนิดที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า ($Pveo_{i-1}$) (มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน) ที่สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น เนื่องจากการปรับปรุงคุณภาพไม่สามารถ แก้ไขความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้ และจะถูกส่งมอบเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง□□□□□พชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Peo_{i-1}) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกตรวจพบและทำการปรับปรุงคุณภาพหรือทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้น สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ($Pveo_i$) □□□□□□□

คำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 [illegible] (มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้น [illegible]) ที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้[illegible] ($Pveo_{i-1}$) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง [illegible] 2 ชนิดที่สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น โดยหากสามารถทำการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าเหล่านั้น [illegible] สามารถตรวจสอบด้วยสายตาผลิตภัณฑ์ชิ้นดังกล่าวก็จะกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i)

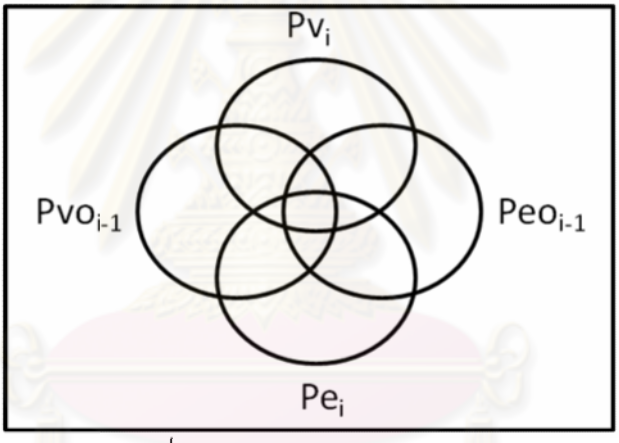
[illegible]. [illegible] 5 (i=5) สำหรับในกรณีศึกษานี้คือการตรวจสอบด้วย [illegible] (Visual Inspection) จากสมมุติฐานข้อที่ 7 [illegible] 8 ในหัวข้อ 4.1.2 เป็นการตรวจสอบ [illegible] 100% ด้วยสายตา จึงไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้ ดังนั้นจึงเป็นการคัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาออกไปเท่านั้น ดังนั้นสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i) [illegible] ได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่ถูกส่งมอบมาจา กระบวนการก่อนหน้า (Pvo_{i-1}) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่[illegible] ตรวจสอบด้วยสายตาที่ถูกตรวจพบและทำการปรับปรุงคุณภาพหรือทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้น สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทา[illegible] คุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Peo_{i-1}) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า ($Pveo_{i-1}$) (มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน) [illegible] ด้วยสายตาที่ถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น เนื่องจากการปรับปรุงคุณภาพไม่สามารถแก้ไขความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้ และจะถูกส่งมอบเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่อง [illegible] 2 [illegible] ($Pveo_i$) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 [illegible] (มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกั[illegible]) ที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า ($Pveo_{i-1}$) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 [illegible] สามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่ถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น โดยหาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

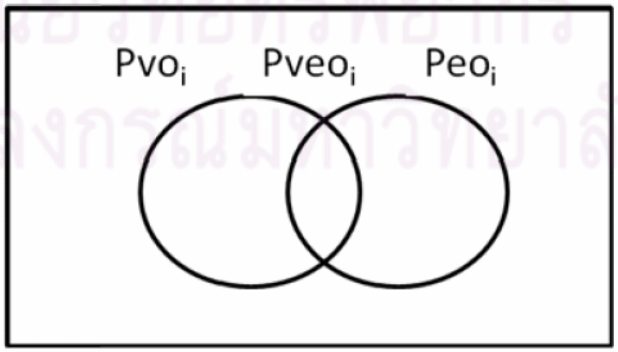
สามารถทำการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้
สายตาเหล่านั้นหมดไปเหลือเพียงชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าผลิตภัณฑ์ชิ้น
ดังกล่าวก็จะกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วย
คุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i)



ภาพที่ 41 ความสัมพันธ์ของสัดส่วนที่บกพร่องทางคุณภาพ เมื่อผ่านการผลิตที่กระบวนการแรก



ภาพที่ 42 ความสัมพันธ์ของสัดส่วนที่บกพร่องทางคุณภาพ หลังผ่านการผลิตที่กระบวนการที่สอง



ภาพที่ 43 ความสัมพันธ์ของสัดส่วนที่บกพร่องทางคุณภาพ หลังผ่านการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่ม
เพื่อการยอมรับก่อนส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยสามารถเขียนเป็นสมการคำนวณความน่าจะเป็นของสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพดังกล่าว ได้ดังนี้

□□□□ $i = 1$

$$P_{vo_1} = \frac{P_{a_1} \cdot \left(P_{v_1} \cdot N_1 - P_{v_1} \cdot n_1\right)}{N_2} \tag{15}$$

$$P_{eo_1} = \frac{\begin{array}{l} P_{a_1} \cdot \left(P_{e_1} \cdot N_1 - P_{ve_1} \cdot P_{\overline{w}_1} \cdot n_1\right) \\ + P_{\overline{a}_1} \cdot N_1 \cdot \left(P_{e_1} - P_{ve_1} \cdot P_{\overline{w}_1}\right) \end{array}}{N_2} \tag{16}$$

$$P_{veo_1} = \frac{P_{a_1} \cdot (P_{ve_1} \cdot N_1 - P_{ve_1} \cdot n_1)}{N_2} \tag{17}$$

□□□□ $i = 2,3$

$$P_{vo_i} = \frac{\begin{array}{l} P_{a_i} \cdot \left[(P_{vo_{i-1}} + P_{v_i}) \cdot N_i - P_{vo_{i-1}} \cdot P_{v_i} \cdot N_i - (P_{v_i} - (P_{v_i} \cdot P_{vo_{i-1}} \cdot P_{w_i})) \cdot n_i\right] \\ + P_{\overline{a}_i} \cdot N_i \cdot \left[P_{vo_{i-1}} - P_{vo_{i-1}} \cdot P_{v_i} \cdot P_{\overline{w}_i}\right] \end{array}}{N_{i+1}} \tag{18}$$

$$P_{eo_i} = \frac{\begin{array}{l} P_{a_i} \cdot \left[\begin{array}{l} \left((P_{eo_{i-1}} + P_{e_i} - (P_{eo_{i-1}} \cdot P_{e_i})) \cdot N_i\right) \\ - \left(((P_{v_i} \cdot P_{eo_{i-1}}) + P_{ve_i} - (P_{eo_{i-1}} \cdot P_{ve_i})) \cdot P_{\overline{w}_i} \cdot n_i\right) \end{array}\right] \\ + P_{\overline{a}_i} \cdot \left[\begin{array}{l} \left((P_{eo_{i-1}} + P_{e_i} - (P_{eo_{i-1}} \cdot P_{e_i})) \cdot N_i\right) \\ - \left(((P_{v_i} \cdot P_{eo_{i-1}}) + P_{ve_i} - (P_{eo_{i-1}} \cdot P_{ve_i})) \cdot P_{\overline{w}_i} \cdot N_i\right) \end{array}\right] \end{array}}{N_{i+1}} \tag{19}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$P_{veo_i} = \frac{\begin{bmatrix} P_{a_i} \cdot \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} (P_{veo_{i-1}} + P_{ve_i} - (P_{veo_{i-1}} \cdot P_{ve_i})) \\ +((P_{vo_{i-1}} - P_{veo_{i-1}}) \cdot (P_{e_i} - P_{ve_i})) \\ +((P_{eo_{i-1}} - P_{veo_{i-1}}) \cdot (P_{v_i} - P_{ve_i})) \end{pmatrix} \cdot N_i \\ -\left(P_{ve_i} + ((P_{v_i} - P_{ve_i}) \cdot (P_{eo_{i-1}} - P_{veo_{i-1}}))\right) \cdot n_i \end{bmatrix} \\ + P_{\bar{a}_i} \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} (P_{veo_{i-1}} + P_{ve_i} - (P_{veo_{i-1}} \cdot P_{ve_i})) \\ +((P_{vo_{i-1}} - P_{veo_{i-1}}) \cdot (P_{e_i} - P_{ve_i})) \\ +((P_{eo_{i-1}} - P_{veo_{i-1}}) \cdot (P_{v_i} - P_{ve_i})) \end{pmatrix} \cdot N_i \\ -\left(P_{ve_i} + ((P_{v_i} - P_{ve_i}) \cdot (P_{eo_{i-1}} - P_{veo_{i-1}}))\right) \cdot N_i \end{bmatrix} \end{bmatrix}}{N_{i+1}} \quad (20)$$

□□□□ $i = 4$

$$P_{vo_4} = \frac{P_{vo_3} \cdot N_4 - P_{veo_3} \cdot (1 - P_{ebe4}) \cdot P_{\bar{w}_4} \cdot N_4}{N_5} \quad (21)$$

$$P_{eo_4} = \frac{P_{eo_3} \cdot P_{ebe_4} \cdot N_4}{N_5} \quad (22)$$

$$P_{veo_4} = \frac{P_{veo_3} \cdot P_{ebe_4} \cdot N_4}{N_5} \quad (23)$$

□□□□ $i = 5$

$$P_{vo_5} = \frac{P_{vo_4} \cdot P_{ebv_5} \cdot N_5}{N_6} \quad (24)$$

$$P_{eo_5} = \frac{P_{eo_4} \cdot N_5 - P_{veo_4} \cdot (1 - P_{ebv_5}) \cdot P_{\bar{w}_5} \cdot N_5}{N_6} \quad (25)$$

$$P_{veo_5} = \frac{P_{veo_4} \cdot P_{ebv_5} \cdot N_5}{N_6} \quad (26)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(N_i) ขนาดของลอตการผลิตที่จะเข้าสู่กระบวนการผลิต ภายหลังจากผ่านการตรวจสอบคุณภาพ สามารถคำนวณได้จากขนาดของลอตการผลิตที่กระบวนการผลิตขั้นก่อนหน้าลบด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ที่ไม่สามารถปรับปรุงคุณภาพได้ภายหลังการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิต โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$i = 2,3,4$

$$N_i = P_{a_i} \cdot \left[N_{i-1} - (P_{v_{i-1}} \cdot P_{\bar{w}_{i-1}} \cdot n_{i-1})\right] + P_{\bar{a}_{i-1}} \cdot \left[N_{i-1} - (P_{v_{i-1}} \cdot P_{\bar{w}_{i-1}} \cdot N_{i-1})\right] \quad (27)$$

$i = 5$

$$N_5 = N_4 - P_{eo_3} \cdot (1 - P_{ebe_4}) \cdot P_{\bar{w}_4} \cdot N_4 \quad (28)$$

$i = 6$

$$N_6 = N_5 - P_{vo_4} \cdot (1 - P_{ebv_5}) \cdot P_{\bar{w}_5} \cdot N_5 \quad (29)$$

4.4 การสร้างสมการตัวแบบต้นทุนขนาดตัวอย่างตามแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ ANSI/ASQC Z1.4 แบบคู่ (Double Plan)

จากหัวข้อที่ 4.3 ทำให้เราได้สมการตัวแบบต้นทุนในฟังก์ชั่นของขนาดตัวอย่าง การยอมรับลอตการผลิตของผลิตภัณฑ์ ตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อ ดังนั้นในหัวข้อนี้จะแสดงวิธีการสร้างสมการตัวแบบต้นทุน ใช้คำนวณต้นทุนทางคุณภาพที่เกิดขึ้นต่อหนึ่งลอตการผลิต ตามแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อ ยอมรับโดยวิธีการนับแบบเชิงคู่ อันจะทำให้สามารถ ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับของแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับที่เหมาะสม อันจะทำให้ต้นทุนทาง ลดลงได้ ซึ่งข้อแตกต่างของการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับระหว่าง เชิงคู่ และเชิงเดี่ยวคือ แผนการสุ่มเชิงคู่จะต้องทำการกำหนดขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ 2 คือ n_1, c_1, n_2, c_2 ทำการตรวจสอบคุณภาพตามขนาดตัวอย่าง n_1 พบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพไม่เกินเลข c_1 ให้ยอมรับลอตการผลิต แต่หากพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเกินเลขยอมรับ c_2 ให้ปฏิเสธลอตการผลิตแล้วทำการตรวจสอบแบบ 100% แต่หาพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพอยู่ระหว่างเลขยอมรับ c_1 c_2 ให้ทำการสุ่มตัวอย่างเพิ่มตามขนาดตัวอย่าง n_2 เมื่อรวมผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพจากการสุ่มครั้งที่ 1 2 รวมกันไม่เกินเลขยอมรับ c_2

ให้ทำการยอมรับลอต แต่หากรวมกันแล้วพบว่าเกินเลขยอมรับ c_2 ให้ทำการปฏิเสธลอตการผลิต แล้วทำการตรวจสอบแบบ 100% ต่อไป โดยข้อดีของแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับแบบเชิงคู่ คือ จำนวนตัวอย่างที่ใช้จะน้อยกว่าแผนการชักตัวแบบเชิงเดี่ยว ถ้าผู้ [illegible] รสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1 ของแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับแบบเชิงคู่ กล่าวคือ ไม่ต้องตรวจสอบในครั้งที่ 2 ต่อไป ส่งผลให้ต้นทุนคุณภาพในส่วน ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพต่ำกว่า แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการ [illegible] ([illegible] าทะพันธ์, 2551)

1. ความหมายของตัวแปรที่นำมาใช้ในสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพในส่วนที่เพิ่มเติมจากแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับแบบเชิงเดี่ยว [illegible]

n_{1_i} = ขนาดตัวอย่างในการตรวจสอบคุณภาพ [illegible] 1 [illegible] (Sample size for first time at process i)

n_{2_i} = ขนาดตัวอย่างในการตรวจสอบคุณภาพ [illegible] 2 [illegible] (Sample size for second time at process i)

c_{1_i} = [illegible] 1 [illegible] (Acceptance number for first time at process i)

c_{2_i} = [illegible] 2 [illegible] (Acceptance number for second time at process i)

x_{1_i} = ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ที่ตรวจพบที่ในการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับครั้งที่ 1 [illegible] (Number of defective parts to detected by first time sampling at process i)

x_{2_i} = ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ที่ตรว[illegible] แบบสุ่มเพื่อการยอมรับครั้งที่ 2 [illegible] (Number of defective parts to detected by second time sampling at process i)

P_{a1_i} = ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต หลังผ่านการสุ่มตรวจสอบ [illegible] [illegible] (Probability of lot acceptance due to first time sampling process i)

P_{s1_i} = ความน่าจะเป็นที่ต้องทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบเพิ่มเป็นครั้งที่ 2 หลังผ่านการสุ่มตรวจสอบคุณภาพลอตการผลิตครั้งแรก [illegible] (Probability of second time sampling at process i)

85

P_{r1_i} = ความน่าจะเป็นในการ□□□□□□□□□□□หลังผ่านการสุ่มตรวจสอบคุณภาพลอตการผลิตครั้งแรกที่กระบวนการผลิตลำดับที่ (Probability of lot rejection due to first time sampling at process i)

P_{a2_i} = ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต หลังผ่านการสุ่มตรวจสอบคุณภาพลอตการผลิตครั้งที่สองที่กระบวนการผลิตลำดับที่ (Probability of lot acceptance due to second time sampling at process i)

P_{r2_i} = ความน่าจะเป็นในการ□□□□□□□□□□□หลังผ่านการสุ่มตรวจสอบคุณภาพลอตการผลิตครั้งที่สองที่กระบวนการผลิตลำดับที่ (Probability of lot rejection due to second time sampling at process i)

2. ตัวแบบต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality Model)

ตัวแบบค่าใช้จ่ายสำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ□□□การผลิตแบบเชิงคู่ **ตามมาตรฐาน**ANSI/ASQC Z1.4 จะประกอบไปด้วยค่าใช้จ่าย 3 ส่วน เหมือนกับแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับแบบเชิงเดี่ยว **คือ**

ก ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ

ข ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธผลิตภัณฑ์หลังผ่านการตรวจสอบคุณภาพ

ค ค่าใช้จ่ายในการยอมรับผลิตภัณฑ์หลังผ่านการตรวจสอบคุณภาพ

โดยค่าใช้จ่ายรวมต่อลอตการผลิตสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$E(C) = \sum_{i=1}^{m} \{E(Ci_i) + E(Cr_i) + E(Ca_i)\} \qquad (30)$$

เมื่อ i = 1, **กระบวนการ**PTH (Plate through hole)

i = 2, **กระบวนการ**PP (Patten Plate)

i = 3, **กระบวนการ**S/M (Solder mask)

i = 4, กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าแบบ100% (E-test)

i = 5, กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติด้วยสายตาแบบ100% (visual inspection)

i = 6, □□□□□□การตรวจสอบคุณภาพที่โรงงานลูกค้าแบบ 100%

สมการค่าใช้จ่ายแต่ละชนิดในแต่ละกระบวนการผลิตจะสามารถเขียนได้ดังนี้

$E(Ci_i)$ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ของแผนการสุ่มตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับเชิงคู่ นั้นจะมีแนวคิดเช่นเดียวกันกับแผนการสุ่มตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยว คือ เกิดจากค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพต่อหน่วย และจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำการตรวจสอบคุณภาพ โดยจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำการตรวจสอบคุณภาพต่อลอตการผลิต ในกรณีที่เป็นการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับ สามารถคำนวณได้จาก จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (Average total inspection, ATI) ส่วนในการตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการ ตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบคุณภาพแบบ 100% [illegible] ผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำการตรวจสอบคุณภาพก็คือ จำนวนของทั้งลอตการผลิตนั้นเอง

แต่ทั้งนี้วิธีการคำนวณจำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (Average total inspection, ATI) ของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับแบบเชิงคู่ จะแตกต่างจากแบบเชิงเดี่ยวคือ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับแบบเชิงคู่นั้นมีการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้งซึ่งเมื่อทำการสุ่มตัวตรวจสอบคุณภาพครั้งแรกจำนวน n_1 [illegible] ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพไม่เกินเลขยอมรับ c_1 ให้ทำการยอมรับลอตการผลิต แต่หากพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเกินเลขยอมรับ c_2 ให้ปฏิเสธลอตการผลิต แล้วทำการตรวจสอบ [illegible] 100% แต่หาพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพอยู่ระหว่างเลขยอมรับ c_1 [illegible] c_2 ให้ทำการสุ่มตัวอย่างเพิ่มตามขนาดตัวอย่าง n_2 โดยเมื่อรวมผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่พบจากการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มครั้งที่ 1 [illegible] 2 ไม่เกินเลขยอมรับ c_2 ให้ทำการยอมรับลอตการผลิต แต่หากรวมกันแล้วพบว่าเกินเลขยอมรับ c_2 ให้ทำการปฏิเสธลอตการผลิตแล้วทำการตรวจสอบ [illegible] 100% ต่อไป โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

[illegible] $i = 1,2,3$

$$E(Ci_i) = ATI_i(ci_i) \tag{31}$$

$$ATI_i = n_{1_i} + P_{s_i} \cdot (n_{2_i}) + P_{r1_i} \cdot (N_i - (n_{1_i})) + P_{r2_i} \cdot (N_i - (n_{1_i} + n_{2_i})) \tag{32}$$

[illegible] $i = 4,5$

$$E(Ci_i) = N_i(ci_i) \tag{33}$$

$E(Cr_i)$ ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิต จากสมมุติฐานข้อ 4 ในหัวข้อ 4.1.2 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) กระบวนการชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรด้วยกรด (PP) และกระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) จะเป็นการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา ซึ่งจะเกิดจากค่าใช้จ่ายในกรณีที่เกิดการปฏิเสธลอตการผลิตทำให้ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพแบบ 100% ทำให้ตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา และผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□(มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาอยู่ด้วย) ซึ่งผลิตภัณฑ์ส่วนที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ ก็จะเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงความบกพร่องของผลิตภัณฑ์ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถปรับปรุงได้นั้นก็จะคิดเป็นค่าใช้จ่ายของต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ และค่าใช้จ่ายในการนำผลิตภัณฑ์เหล่านั้นไปทำลาย โดยการปรับปรุงคุณภาพนั้นจะทำเพื่อแก้ไขความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนั้นๆ เพียงเท่านั้น หากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ ยังมีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า หรือความบกพร่องทางคุณภาพชนิดที่สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ก็จะไม่ได้รับการแก้ไขและส่งผลิตภัณฑ์เหล่านั้นสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ในกรณีที่เป็นการตรวจสอบคุณภ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ คุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-test) จากสมมุติฐานข้อ 6 □□□ 8 ในหัวข้อ 4.1.2 เป็นการ□□□□□□□□□□□□□□□□ 100 % □□□ (Type I and Type II error) โดยจะทำการตรวจสอบคุณภาพเฉพาะความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถ□□□□□□□□□□ณสมบัติทางไฟฟ้าเท่านั้น ซึ่งหากตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพโดยการตรวจคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าก็จะทำการปรับปรุงคุณภาพ หรือทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้น ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาจะยังไม่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection) จากสมมุติฐานข้อ 7 □□□ 8 ในหัวข้อ 4.1.2 □□□ เป็นการตรวจสอบคุณภาพแบบ 100 % □□ (Type I and Type II error) เป็นการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธจะเกิดจากการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ และความบกพร่องของผู้ตรวจสอบในการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพส่วนที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ ก็จะเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถปรับปรุงได้นั้นก็จะคิดค่าใช้จ่ายของต้นทุนการผลิตและค่าใช้จ่ายในการนำผลิตภัณฑ์เหล่านั้นไปทำลาย โดยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติ

ทางไฟฟ้าจะไม่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพหรือทำลายที่กระบวนการนี้ โดยสามารถเขียนแสดงให้อยู่ในรูปสมการคำนวณค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตได้ดังนี้

แต่ทั้งนี้แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับแบบเชิงคู่ จะแตกต่างจากแบบเชิงเดี่ยวคือ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับเชิงคู่ จะมีกิจกรรม [illegible] 4 [illegible] การยอมรับลอตการผลิตในการสุ่มตัวอย่างครั้งแรกเมื่อพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องน้อยกว่าหรือเท่ากับที่เลขยอมรับชุดแรก (c_{1i}) กำหนดไว้ การยอมรับลอต [illegible] เนื่องจากพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ [illegible] น้อยกว่าหรือเท่ากับที่เลขยอมรับชุดที่ 2 (c_{2i}) ได้กำหนดไว้ การปฏิเสธลอตจะเกิดขึ้น 2 กรณีคือ เมื่อการสุ่มตัวครั้งแรกอย่างพบผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพมากกว่าเลขยอมรับจากชุดที่ 2 หรือ กรณีที่สุ่มตัวอย่างเป็นครั้งที่ 2 [illegible] ผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพจากการสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1 [illegible] 2 รวมกันแล้วมากกว่า [illegible] โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

[illegible] $i = 1,2,3$

$$
\begin{aligned}
E(Cr_i) = P_{r1_i} \cdot & \begin{bmatrix} (N_i - n_{1_i}) \cdot P_{v_i} \cdot P_{w_i} \cdot cw_i \\ +(N_i - n_{1_i}) \cdot P_{v_i} \cdot P_{\overline{w}_i} \cdot (cs_i + cd_i) \end{bmatrix} \\
+ P_{a1_i} \cdot & \begin{bmatrix} n_{1_i} \cdot P_{v_i} \cdot P_{w_i} \cdot cw_i \\ +n_{1_i} \cdot P_{v_i} \cdot P_{\overline{w}_i} \cdot (cs_i + cd_i) \end{bmatrix} \\
+ P_{r2_i} \cdot & \begin{bmatrix} (N_i - (n_{1_i} + n_{2_i})) \cdot P_{v_i} \cdot P_{w_i} \cdot cw_i \\ +(N_i - (n_{1_i} + n_{2_i})) \cdot P_{v_i} \cdot P_{\overline{w}_i} \cdot (cs_i + cd_i) \end{bmatrix} \\
+ P_{a2_i} \cdot & \begin{bmatrix} (n_{1_i} + n_{2_i}) \cdot P_{v_i} \cdot P_{w_i} \cdot cw_i \\ +(n_{1_i} + n_{2_i}) \cdot P_{v_i} \cdot P_{\overline{w}_i} \cdot (cs_i + cd_i) \end{bmatrix}
\end{aligned}
\tag{34}
$$

[illegible] $i = 4$

$$
\begin{aligned}
E(Cr_4) = N_4 \cdot & \begin{bmatrix} P_{eo_3} \cdot (1 - P_{ebe_4}) \\ +P_{eae_4} \cdot (1 - P_{eo_3}) \end{bmatrix} \\
& \cdot \left[P_{w_4} \cdot cw_4 + P_{\overline{w}_4} \cdot (cs_4 + cd_4) \right]
\end{aligned}
\tag{35}
$$

[illegible] $i = 5$

$$
\begin{aligned}
E(Cr_5) = N_5 \cdot & \begin{bmatrix} P_{vo_4} \cdot (1 - P_{ebv_5}) \\ +P_{eav_5} \cdot (1 - P_{vo_4}) \end{bmatrix} \\
& \cdot \left[P_{w_5} \cdot cw_5 + P_{\overline{w}_5} \cdot (cs_5 + cd_5) \right]
\end{aligned}
\tag{36}
$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

89

$E(Ca_i)$ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตนั้นจะแตกต่างจากค่าใช้จ่ายอื่นๆ เนื่องจากจะเกิดขึ้นที่กระบวนการของลูกค้า เนื่องจากว่าเมื่อเรายอมรับลอตการผลิตจะยังไม่มีค่าใช้จ่ายส่วนนี้เกิดขึ้นเพราะผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นจะยังไม่ถูกตรวจพบ และจะทำการส่งมอบผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป จนเมื่อถึงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-Test) □□□ 100% **และการ ร จสอ** คุณภาพด้วยสายตาแบบ 100% จากสมมุติฐานข้อ 8 หัวข้อ 4.1.2 **ที่ก ะบวนการตร จ อบ** คุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา ซึ่งเป็นการ**ตรวจสอบคุณภาพแบบ**100% มีความผิดพลาดของผู้ตรวจสอบคุณภาพคือยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นถูกส่งมอบให้กับลูกค้า โดยเมื่อลูกค้าตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้น ก็จะเกิดเป็นค่าใช้จ่□□□□□□□ยอมรับลอตการผลิตซึ่งประกอบไปด้วย ค่าปรับ (Penalty) เนื่องจากการส่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสาเหตุของการบกพร่องทางคุณภาพ และค่าใช้จ่ายในการส่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพไปทำลาย โดยสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการคำนวณค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$E(Ca_6) = N_6 \cdot \left(P_{vo_5} + P_{eo_5} - P_{veo_5}\right) \cdot \left(cc_6 + ct_6 + cs_6 + cd_6\right) \tag{37}$$

$(P_{a_1}, P_{r_1}, P_{a_2}, P_{r_2})$ ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต ในการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับเชิงคู่จะแตกต่างกับเชิงเดี่ยว คือ แผนการตรวจสอบคุณภาพเชิงคู่นั้น มีการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้งซึ่งจะเกิดกรณีการยอมรับลอตก็ต่อเมื่อการสุ่มตัวครั้งแรกอย่างพบผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพน้อยกว่าเลขยอมรับจากชุดที่ 1 (c_{1i}) หรือหากมากกว่า**เลขยอม ับชุดที่** แต่ไม่เกินเลขยอมรับชุดที่ 2 ก็จะทำการสุ่มตัวอย่างเป็นครั้งที่ 2 **หากพ** ผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพจากการสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1 □□□ 2 รวมกันแล้วยังคงน้อยกว่าเลขยอมรับจากชุดที่ 2 (c_{2i}) และจะทำการปฏิเสธลอตก็ต่อเมื่อการสุ่มตัวครั้งแรกอย่างพบผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพมากกว่าเลขยอมรับจากชุดที่ 2 □□□ สุ่มตัวอย่างเป็นครั้ง**ที่** หากพบผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพจากการสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1 □□□ 2 □**วมกัน**แล้วมากกว่าเลขยอมรับจาก□□□ 2 โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

90

กรณีเมื่อ $x_{1_i} \le c_{1_i}$

$$P_{a_{1_i}} = \sum_{x_{1_i}=0}^{c_{1_i}} \binom{n_{1_i}}{x_{1_i}} p_{v_i}^{\;x_{1_i}} (1-p_{v_i})^{n_{1_i}-x_{1_i}} \tag{38}$$

กรณีเมื่อ $c_{1_i} < x_{1_i} \le c_{2_i}$

$$P_{s_{1_i}} = \sum_{x_{1_i}=c_{1_i}+1}^{c_{2_i}} \binom{n_{1_i}}{x_{1_i}} p_{v_i}^{\;x_{1_i}} (1-p_{v_i})^{n_{1_i}-x_{1_i}} \tag{39}$$

กรณีเมื่อ $x_{1_i} > c_{2_i}$

$$P_{r_{1_i}} = \sum_{x_{1_i}=c_{2_i}+1}^{n_{1_i}} \binom{n_{1_i}}{x_{1_i}} p_{v_i}^{\;x_{1_i}} (1-p_{v_i})^{n_{1_i}-x_{1_i}} \tag{40}$$

โดยมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$1 = P_{a_{1_i}} + P_{s_{1_i}} + P_{r_{1_i}} \tag{41}$$

กรณีเมื่อ $(x_{1_i} + x_{2_i}) \le c_{2_i}$

$$P_{a_{2_i}} = \sum_{x_{1_i}=c_{1_i}+1}^{c_{2_i}} \left[\binom{n_{1_i}}{x_{1_i}} p_{v_i}^{\;x_{1_i}} (1-p_{v_i})^{n_{1_i}-x_{1_i}} \cdot \sum_{x_{2_i}=0}^{c_{2_i}-x_{1_i}} \binom{n_{2_i}}{x_{2_i}} p_{v_i}^{\;x_{2_i}} (1-p_{v_i})^{n_{2_i}-x_{2_i}} \right] \tag{42}$$

กรณีเมื่อ $(x_{1_i} + x_{2_i}) > c_{2_i}$

$$P_{a_{2_i}} = \sum_{x_{1_i}=c_{1_i}+1}^{c_{2_i}} \left[\binom{n_{1_i}}{x_{1_i}} p_{v_i}^{\;x_{1_i}} (1-p_{v_i})^{n_{1_i}-x_{1_i}} \cdot \sum_{x_{2_i}=c_{2_i}-x_{1_i}+1}^{n_{2_i}} \binom{n_{2_i}}{x_{2_i}} p_{v_i}^{\;x_{2_i}} (1-p_{v_i})^{n_{2_i}-x_{2_i}} \right] \tag{43}$$

โดยมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$P_{s_{1_i}} = P_{a_{2_i}} + P_{r_{2_i}} \tag{44}$$

และ

$$1 = P_{a_{1_i}} + P_{r_{1_i}} + P_{a_{2_i}} + P_{r_{2_i}} \tag{45}$$

$(P_{vo_i}, P_{eo_i}, P_{veo_i})$ ความน่าจะเป็นของสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพหลังผ่านการตรวจสอบคุณภาพที่กระบวนการผลิตลำดับที่ i สามารถคำนวณได้ด้วยแนวความคิด [illegible] ผ่านออกเฉลี่ย (average outgoing quality, AOQ) (Montgomery, 2005) จาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมมุติฐานข้อ 1 □□□ 2 ในหัวข้อ 4.1.2 ในแต่ละกระบวนการผลิตจะมีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ 3 ชนิดคือ สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตา (Pv_i) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Pe_i) □□□□□□□□□□□□□□□ามบกพร่องทางคุณภาพมากกว่า 1 ชนิดในผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้นทำให้มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□(Pve_i) □□□□□□□□□□□□□4.1 โดยภายหลังการตรวจสอบคุณภาพสัดส่วนความบกพร่องทั้ง 3 □□□□□ ลดลงเนื่องจากจากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูกตรวจพบก็จะทำ□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ผลิตภัณฑ์ หรือทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเสีย และจะเปลี่ยนเป็นสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการ□□□□□□□□□□□□□□ (Pvo_i) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) และสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□($Pveo_i$) □□□□□□4.3 ซึ่งสามารถคำนวณได้จากระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยหลังการตรวจสอบคุณภาพ (AOQ_i) จากสมมุติฐานข้อ 4 ในหัวข้อ 4.1.2

□. □□□□□□□□□□□□□□ (i=1) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ (PTH) เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ โดยวิธีการนับหลังผ่านกระบวนการผลิตจึงไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้ ดังนั้นจึงเป็นการคัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาออกไปเท่านั้น ดังนั้นสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i) □□□□□□□ คำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่เกิดขึ้นที่กระบวนการนี้ก่อนตรวจสอบคุณภาพ ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่ถูกตรวจพบและทำการปรับปรุงคุณภาพหรือทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้น สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคุณสมบัติทาง□ฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่กระบวนการนี้ก่อนตรวจสอบคุณภาพ ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□(มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน) ที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น เนื่องจากการปรับปรุงคุณภาพไม่สามารถแก้ไขความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้ และสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทาง□□□□□□□□2 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ($Pveo_i$) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่

บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□(มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ก่อนตรวจสอบคุณภาพลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□ □□□□□□□ ตรวจสอบด้วยสายตาถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น โดยหากสามารถทำการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาเหล่านั้นหมดไปเหลือเพียงชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าผลิตภัณฑ์ชิ้นดังกล่าวก็จะกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) โดยจากสมมุติฐานข้อ 4 หัวข้อ 4.1.2 □□ กระบวนการตรวจสอบคุณภาพหลังผ่านกระบวนการผลิตขั้นถัดไป จะไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการก่อนหน้าได้

□. □□□□□□□□□□□2 □□□ 3 (i=2, 3) □□□□□□□□□□□□□□□□□□ กระบวนการชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรด้วยกรด (PP) □□□ กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับหลังผ่านกระบวนการผลิตจึงไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้ ดังนั้นจึงเป็นการคัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาออกไปเท่านั้น และมีหลักการในการคำนวณหาสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องเหมือนกันคือ จะมีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพอยู่ 6 □□□□□□□ 4.2 □□3 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□3 ชนิดคือ สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพจากกระบวนการก่อนหน้าที่ถูกส่งมอบเข้าสู่กระบวนการนี้นั้นเอง ซึ่งก็คือ สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบ □□□□□ (Pvo_{i-1}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_{i-1}) และสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่อง □□□□□□□□□□□2 □□□□($Pveo_{i-1}$) โดยที่สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่เกิดขึ้นที่กระบวนการนี้ก่อน □□□□□□□□□□□□□□ (Pv_i) และจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Pvo_{i-1}) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาของกระบวนการนี้ที่ถูกตรวจพบและทำการปรับปรุงคุณภาพหรือทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้น แต่หากผลิตภัณฑ์ชิ้นใดก็ตามมีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาทั้งจากกระบวนการก่อนหน้าและ□□□□□□□□□□นี้ การปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการนี้จะไม่สามารถแก้ไขความบกพร่องทาง

คุณภาพที่เกิดขึ้นจากกระบวนการก่อนหน้าได้ ดังนั้นจึงยังถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (Pvo_i) และจะถูกส่งมอบเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่กระบวนการนี้ก่อนตรวจสอบ□□□□□□ (Pe_i) และจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Peo_{i-1}) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง□□□□□□□□2 □□□□(มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตาและชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน) ที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้น และสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทาง□□□□□□□□2 ชนิดที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ ($Pveo_i$) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(Pve_i) ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง□□□□□□□□□□□□2 ชนิดที่ถูกส่งมอบมากจากกระบวนการผลิตขั้นก่อนหน้า ($Pveo_{i-1}$) ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Pvo_{i-1}) แล้วมาเกิดความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวนการนี้ (Pe_i) และผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Peo_{i-1}) แล้วมาเกิดความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้ (Pv_i) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□(Pve_i) และผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Peo_{i-1}) แล้วมาเกิดความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้ (Pv_i) ที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น□□□ฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาเหล่านั้นหมดไปเหลือเพียงชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าผลิตภัณฑ์ชิ้นดังกล่าวก็จะกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) □□□สมมุติฐานข้อ 4 หัวข้อ 4.1.2 ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพหลังผ่านกระบวนการผลิตขั้นถัดไป จะไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการก่อนหน้าได้

□. □□□□□□□□□□□□□4 (i=4) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-test) จากสมมุติฐานข้อที่ 7 □□□ 8 ในหัวข้อ 4.1.2 เป็นการตรวจสอบคุณภาพแบบ 100% ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าแบบมีความผิดพลาดจากการ□□□□□□□□□□□□□□ (Type I and Type II error) จึงไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้ ดังนั้นจึงเป็นการคัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าออกไปเท่านั้น ดังนั้นสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการก่อนหน้า (Pvo_{i-1}) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า ($Pveo_{i-1}$) (มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้น□□□□□□□) ที่สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น เนื่องจากการปรับปรุงคุณภาพไม่สามารถแก้ไขความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้ และจะถูกส่งมอบเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลัง□□□□□□□□□□□□□□□□ (Peo_i) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Peo_{i-1}) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกตรวจพบและทำการปรับปรุงคุณภาพหรือทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้น สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ($Pveo_i$) □□□□□□□□□□□□ได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□(มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน) ที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า ($Pveo_{i-1}$) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□□□มารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น โดยหากสามารถทำการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าเหล่านั้นหมดไปเหลือเพียงชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาผลิตภัณฑ์ชิ้นดังกล่าวก็จะกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i)

□. □□□□□□□□□□□□5 (i=5) สำหรับในกรณีศึกษานี้คือการตรวจสอบด้วย□□□□□ (Visual Inspection) จากสมมุติฐานข้อที่ 7 □□□ 8 ในหัวข้อ 4.1.2 เป็นการตรวจ□□□□□□□□□□□ 100% ด้วยสายตาแบบมีความผิดพลาดจากการตรวจสอบคุณภาพ (Type I and Type II error) จึงไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้ ดังนั้นจึงเป็นการคัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาออกไปเท่□□□ ดังนั้นสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i) สามารถคำนวณได้จาก

ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการก่อนหน้า (Pvo_{i-1}) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่ถูกตรวจพบและทำการปรับปรุงคุณภาพหรือทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้น สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า (Peo_{i-1}) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า ($Pveo_{i-1}$) (มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน) ที่ถูกตรวจสอบด้วยสายตาที่ถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น เนื่องจากการปรับปรุงคุณภาพไม่สามารถแก้ไขความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้ และจะถูกส่งมอบเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า ($Pveo_i$) สามารถคำนวณได้จากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิด(มีความบกพร่องทางคุณภาพชนิดตรวจสอบด้วยสายตา และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน) ที่ถูกส่งมอบมาจากกระบวนการขั้นก่อนหน้า ($Pveo_{i-1}$) ลบออกด้วยผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่ถูกตรวจพบและทำการทำลายผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเท่านั้น โดยหากสามารถทำการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาเหล่านั้นหมดไปเหลือเพียงชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าผลิตภัณฑ์ชิ้นดังกล่าวก็จะกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i)

แต่ทั้งนี้แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับแบบเชิงคู่ จะแตกต่างจากแบบเชิงเดี่ยวคือ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับเชิงคู่ จะมีกิจกรรมที่ 4 กรณีจากการตรวจสอบคุณภาพดังที่ซึ่งได้อธิบายไว้ในการหาค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตในการสุ่มตัวอย่างครั้งแรกเมื่อพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องน้อยกว่าหรือเท่ากับที่เลขยอมรับชุดแรก (c_{1i}) กำหนดไว้ การยอมรับลอตการผลิตในการสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 เนื่องจากพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพจากการสุ่มตัวอย่างครั้งแรกมากกว่าเลขยอมรับชุดที่ 1 น้อยกว่าหรือเท่ากับที่เลขยอมรับชุดที่ 2 (c_{2i}) ได้กำหนดไว้ กรณีคือ เมื่อการสุ่มตัวครั้งแรกอย่างพบผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพมากกว่าเลขยอมรับจากชุดที่ 2 หรือ กรณีที่สุ่มตัวอย่างเป็นครั้งที่ 2 หากพบผลิตภัณฑ์

ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพจากการสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1 และ 2 รวมกันแล้วมากกว่าเลขยอมรับ c_2 โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

กรณี $i=1$

$$P_{vo_1} = \frac{\begin{matrix} P_{a1_1} \cdot \left(P_{v_1} \cdot N_1 - P_{v_1} \cdot n_{1_1}\right) \\ + P_{a2_1} \cdot \left(P_{v_1} \cdot N_1 - P_{v_1} \cdot (n_{1_1} + n_{2_1})\right) \end{matrix}}{N_2} \tag{46}$$

$$P_{eo_1} = \frac{\begin{matrix} P_{a1_1} \cdot \left(P_{e_1} \cdot N_1 - P_{ve_1} \cdot P_{\overline{w}_1} \cdot n_{1_1}\right) \\ + P_{a2_1} \cdot \left(P_{e_1} \cdot N_1 - P_{ve_1} \cdot P_{\overline{w}_1} \cdot (n_{1_1} + n_{2_1})\right) \\ + \left(P_{r1_1} + P_{r2_i}\right) \cdot \left(P_{e_1} - P_{ve_1} \cdot P_{\overline{w}_1}\right) \cdot N_1 \end{matrix}}{N_2} \tag{47}$$

$$P_{veo_1} = \frac{\begin{matrix} P_{a1_1} \cdot (P_{ve_i} \cdot N_1 - P_{ve_1} \cdot n_{1_1}) \\ + P_{a2_i} \cdot (P_{ve_1} \cdot N_1 - P_{ve_1} \cdot (n_{1_1} + n_{2_1})) \end{matrix}}{N_2} \tag{48}$$

กรณี $i= 2,3$

$$P_{vo_i} = \frac{\begin{matrix} P_{a1_i} \cdot \begin{bmatrix} (P_{vo_{i-1}} + P_{v_i}) \cdot N_i \\ - P_{vo_{i-1}} \cdot P_{v_i} \cdot N_i \\ - (P_{v_i} - (P_{v_i} \cdot P_{vo_{i-1}} \cdot P_{w_i})) \cdot n_{1_i} \end{bmatrix} \\ + P_{a2_i} \cdot \begin{bmatrix} (P_{vo_{i-1}} + P_{v_i}) \cdot N_i \\ - P_{vo_{i-1}} \cdot P_{v_i} \cdot N_i \\ - (P_{v_i} - (P_{v_i} \cdot P_{vo_{i-1}} \cdot P_{w_i})) \cdot (n_{1_i} + n_{2_i}) \end{bmatrix} \\ + (P_{r1_i} + P_{r2_i}) \cdot N_i \cdot \left[P_{vo_{i-1}} - P_{vo_{i-1}} \cdot P_{v_i} \cdot P_{\overline{w}_i}\right] \end{matrix}}{N_{i+1}} \tag{49}$$

$$P_{eo_i} = \frac{\begin{matrix} P_{a1_i} \cdot \begin{bmatrix} \left((P_{eo_{i-1}} + P_{e_i} - (P_{eo_{i-1}} \cdot P_{e_i})) \cdot N_i\right) \\ - \left(((P_{v_i} \cdot P_{eo_{i-1}}) + P_{ve_i} - (P_{eo_{i-1}} \cdot P_{ve_i})) \cdot P_{\overline{w}_i} \cdot n_{1_i}\right) \end{bmatrix} \\ + P_{a2_i} \cdot \begin{bmatrix} \left((P_{eo_{i-1}} + P_{e_i} - (P_{eo_{i-1}} \cdot P_{e_i})) \cdot N_i\right) \\ - \left(((P_{v_i} \cdot P_{eo_{i-1}}) + P_{ve_i} - (P_{eo_{i-1}} \cdot P_{ve_i})) \cdot P_{\overline{w}_i} \cdot (n_{1_i} + n_{2_i})\right) \end{bmatrix} \\ + (P_{r1_i} + P_{r2_i}) \cdot \begin{bmatrix} \left((P_{eo_{i-1}} + P_{e_i} - (P_{eo_{i-1}} \cdot P_{e_i})) \cdot N_i\right) \\ - \left(((P_{v_i} \cdot P_{eo_{i-1}}) + P_{ve_i} - (P_{eo_{i-1}} \cdot P_{ve_i})) \cdot P_{\overline{w}_i} \cdot N_i\right) \end{bmatrix} \end{matrix}}{N_{i+1}} \tag{50}$$

$$P_{a1_i}\cdot\left[\begin{array}{l}\left(\begin{array}{l}(P_{veo_{i-1}}+P_{ve_i}-(P_{veo_{i-1}}\cdot P_{ve_i}))\\+((P_{vo_{i-1}}-P_{veo_i})\cdot(P_{e_i}-P_{ve_i}))\\+((P_{eo_{i-1}}-P_{veo_i})\cdot(P_{v_i}-P_{ve_i}))\end{array}\right)\cdot N_i\\-\left(P_{ve_i}+((P_{v_i}-P_{ve_i})\cdot(P_{eo_{i-1}}-P_{veo_{i-1}}))\right)\cdot n_i\end{array}\right]$$

$$+P_{a2_i}\cdot\left[\begin{array}{l}\left(\begin{array}{l}(P_{veo_{i-1}}+P_{ve_i}-(P_{veo_{i-1}}\cdot P_{ve_i}))\\+((P_{vo_{i-1}}-P_{veo_i})\cdot(P_{e_i}-P_{ve_i}))\\+((P_{eo_{i-1}}-P_{veo_i})\cdot(P_{v_i}-P_{ve_i}))\end{array}\right)\cdot N_i\\-\left(P_{ve_i}+((P_{v_i}-P_{ve_i})\cdot(P_{eo_{i-1}}-P_{veo_{i-1}}))\right)\cdot(n_{1_i}+n_{2_i})\end{array}\right]$$

$$+(P_{r1_i}+P_{r2_i})\cdot\left[\begin{array}{l}\left(\begin{array}{l}(P_{veo_{i-1}}+P_{ve_i}-(P_{veo_{i-1}}\cdot P_{ve_i}))\\+((P_{vo_{i-1}}-P_{veo_i})\cdot(P_{e_i}-P_{ve_i}))\\+((P_{eo_{i-1}}-P_{veo_i})\cdot(P_{v_i}-P_{ve_i}))\end{array}\right)\cdot N_i\\-\left(P_{ve_i}+((P_{v_i}-P_{ve_i})\cdot(P_{eo_{i-1}}-P_{veo_{i-1}}))\right)\cdot N_i\end{array}\right]$$

$$P_{veo_i}=\frac{}{N_{i+1}} \tag{51}$$

□□□□□ $i=4$

$$P_{vo_4}=\frac{P_{vo_3}\cdot N_4-P_{veo_3}\cdot(1-P_{ebe4})\cdot P_{\bar{w}_4}\cdot N_4}{N_5} \tag{52}$$

$$P_{eo_4}=\frac{P_{eo_3}\cdot P_{ebe_4}\cdot N_4}{N_5} \tag{53}$$

$$P_{veo_4}=\frac{P_{veo_3}\cdot P_{ebe_4}\cdot N_4}{N_5} \tag{54}$$

□□□□□ $i=5$

$$P_{vo_5}=\frac{P_{vo_4}\cdot P_{ebv_5}\cdot N_5}{N_6} \tag{55}$$

$$P_{eo_5}=\frac{P_{eo_4}\cdot N_5-P_{veo_4}\cdot(1-P_{ebv_5})\cdot P_{\bar{w}_5}\cdot N_5}{N_6} \tag{56}$$

$$P_{veo_5}=\frac{P_{veo_4}\cdot P_{ebv_5}\cdot N_5}{N_6} \tag{57}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(N_i) ขนาดของลอตการผลิตภายหลังจากผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ของแผนการสุ่มตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับเชิงคู่ นั้นจะมีแนวคิดเช่นเดียวกันกับแผนการสุ่มตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยว คือสามารถคำนวณได้จากการขนาดของลอตการผลิตที่กระบวนการผลิตขั้นก่อนหน้า ลบด้วยผลิตภัณฑ์ที่พบว่าบกพร่องทางคุณภาพและไม่สามารถปรับปรุงคุณภาพได้หลังการตรวจสอบคุณภาพที่กระบวนการผลิตขั้นก่อนหน้า

แต่ทั้งนี้แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับแบบเชิงคู่ จะแตกต่างจากแบบเชิงเดี่ยวคือ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มเพื่อการยอมรับ เชิงคู่ จะมีกิจกรรม □□□ 4 กรณีจากการตรวจสอบคุณภาพดังที่ซึ่งได้อธิบายไว้ในการหาค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตคือ การยอมรับลอตการผลิตในการสุ่มตัวอย่างครั้งแรกเมื่อพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องน้อยกว่าหรือเท่ากับที่เลขยอมรับชุดแรก (c_{1i}) กำหนดไว้ การยอมรับลอตการ□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 2 เนื่องจากพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพจากการ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 2 น้อยกว่าหรือเท่ากับที่เลขยอมรับชุดที่ 2 (c_{2i}) ได้กำหนดไว้ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 2 กรณีคือ เมื่อการสุ่มตัวครั้งแรกอย่างพบผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพมากกว่าเลขยอมรับจากชุดที่ 2 หรือ กรณีที่สุ่มตัวอย่างเป็นครั้งที่ 2 หากพบผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพจากการสุมตัวอย่างครั้งที่ 1 □□□ 2 รวมกันแล้วมากกว่าเลขยอมรับ □□□□□□□ 2 โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

□□□□□ $i = 2,3,4$

$$\begin{aligned} N_i = N_{i-1} & - P_{a1_{i-1}} \cdot \left[P_{v_{i-1}} \cdot P_{\overline{w}_i - 1} \cdot n_{1_{i-1}} \right] \\ & - P_{s1_{i-1}} \cdot \left[P_{v_{i-1}} \cdot P_{\overline{w}_i - 1} \cdot (n_{1_{i-1}} + n_{2_{i-1}}) \right] \\ & - P_{r1_{i-1}} \cdot \left[P_{v_{i-1}} \cdot P_{\overline{w}_{i-1}} \cdot (N_{i-1} - n_{1_{i-1}}) \right] \\ & - P_{r2_{i-1}} \cdot \left[P_{v_{i-1}} \cdot P_{\overline{w}_{i-1}} \cdot (N_{i-1} - (n_{1_{i-1}} + n_{2_{i-1}})) \right] \end{aligned} \tag{58}$$

□□□□□ $i = 5$

$$N_5 = N_4 - P_{eo_3} \cdot (1 - P_{ebe_4}) \cdot P_{\overline{w}_4} \cdot N_4 \tag{59}$$

□□□□□ $i = 6$

$$N_6 = N_5 - P_{vo_4} \cdot (1 - P_{ebv_5}) \cdot P_{\overline{w}_5} \cdot N_5 \tag{60}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 □□□□□□□□□□□□□□□□สมการตัวแบบต้นทุน□□□□□ □□□□□□□□□□ขนาดตัวอย่าง□□□ □□□□□□□□□ตามแผนตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการ □□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4

การหาคำตอบของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพลดลงนั้น ผู้วิจัยจะใช้วิธีการแทนที่ของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับที่เป็นไปได้ทั้งหมด □□□□□□□□□□□□□□ต้นทุน□□□□□ตามแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับทั้งแผนเชิงคู่และเชิงเดี่ยว □□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 โดยจะพิจารณาคำตอบจากขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพต่ำที่สุดจากทุกทางเลือก โดยหากมีทางเลือกใดที่ให้ต้นทุนทางคุณภาพเท่ากันแล้วให้พิจารณาจากระดับคุณภาพที่ส่งมอบให้กับลูกค้า ซึ่งจะสามารถพิจารณาได้จากค่าระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (AOQ_5) □□□□□□□□□□□□ คุณภาพผ่านออกเฉลี่ยต่ำกว่าแปลว่ามีผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพน้อยกว่า ดังนั้นจึงเลือก□างเลือกที่ให้ค่า AOQ_5 ต่ำที่สุด กล่าวคือ พิจารณาที่ต้นคุณภาพเป็นอันดับแรก และจะพิจารณาเลือกระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยเป็นอันดับที่สอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การสำรวจและประเมินค่าของพารามิเตอร์ของสมการตัวแบบต้นทุน

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและการประเมินค่าของตัวแปรที่ใช้แทนที่ลงในสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพในงานวิจัยนี้ เพื่อคำนวณหาต้นทุนคุณภาพ ตามที่ได้แสดงสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพไว้ในบทที่ 4 แล้วนั้น ซึ่งจากสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพนั้นจะประกอบด้วยตัวแปร 2 ประเภทคือ

1. ประเภทสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (Pv_i) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Pe_i) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ประเภท (Pve_i) และ สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Pw_i)

2. ตัวแปรประเภทค่าคงที่ของต้นทุนต่อหน่วย ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพต่อหน่วย (ci_i) ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่อหน่วย (cs_i) ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพต่อหน่วย (cd_i) ค่าปรับในกรณีส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้าต่อหน่วย (cc_i) และค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสาเหตุของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (ct_i)

ทั้งนี้การแทนค่าตัวแปรเพื่อคำนวณหาต้นทุนคุณภาพ เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถเลือก ขนาดตัวอย่าง และ เลขยอมรับ ที่เหมาะสมอันจะทำให้ต้นทุนคุณภาพลดลง

5.1 การประเมินค่าของตัวแปรประเภทสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ในสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพ

จากสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพในบทที่ 4 ทำให้ทราบว่ามีตัวแปรประเภทสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ต้องประเมินค่าเพื่อแทนค่าลงในสมการตัวแบบต้นทุน คือสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ เนื่องจากในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์นั้น จะมีหลายกระบวนการแต่ละกระบวนการก็จะมีประเภทของความบกพร่องทางคุณภาพแตกต่างกันไป แต่ทั้งนี้เราสามารถที่จะกำหนดชนิดของความบกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นออกเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทที่สามารถตรวจสอบความบกพร่องทางคุณภาพได้ด้วยสายตา และ ประเภทที่สามารถตรวจสอบความบกพร่องทางคุณภาพได้ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ดังที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 4

1. สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (P_{v_i}) สามารถหาได้จากสัดส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพแต่ละชนิด ซึ่ง

ตรวจสอบด้วยสายตาทั้งหมด รวมถึงความบกพร่องทางคุณภาพประเภทที่สามารถตรวจสอบด้วย
[illegible]ทางไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นกับรุ่น M1800A ย้อนหลัง 1 ปีดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.1 [illegible]
กระบวนการชุบทองแดงมีสัดส่วนคือ 0.98% [illegible]
กระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรดมีสัดส่วนคือ 1.53% [illegible]
แผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสีมีสัดส่ว[illegible]11.83%

2. สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (P_{e_i}) สามารถหาได้จากสัดส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพแต่ละ[illegible]สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าทั้งหมด รวมถึงความบกพร่องทางคุณภาพ[illegible]
สามารถตรวจสอบด้วยสายตาและคุณสมบัติทางไฟฟ้าเกิดขึ้นกับรุ่น M1800A ย้อนหลัง 1 ปีดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.2 ที่กระบวนการชุบทองแดงมีสัดส่วนคือ 2.61% [illegible]
ทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรดมีสัดส่วนคือ 7.02% [illegible]
ผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสีมีสัดส่วนคือ 0.47%

3. สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 [illegible] (P_{ve_i}) [illegible]
กรณีศึกษาไม่มีข้อมูลดังกล่าว โดยจากสมมุติฐานข้อที่ 2 ในหัวข้อ 4.1.2 ทำให้ทราบว่าสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดนั้นเป็นส่วนหนึ่งของทั้งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (Pv_i) และชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Pe_i) [illegible]
ทำให้ไม่สามารถมีค่าสูงกว่าได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการสมมุติตัวเลขของสัดส่วนของผลิตภัณฑ์[illegible]
บกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดขึ้นโดยให้[illegible]เท่ากับครึ่งหนึ่งของค่าที่น้อยที่สุดระหว่างสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (Pv_i) [illegible]
ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Pe_i) [illegible](PTH) มีค่าเท่ากั[illegible] 0.49% [illegible]
กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) มีค่า 0.77% [illegible]เคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีค่า 0.23%

4. สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่[illegible] (P_{w_i}) สามารถหาได้จากสัดส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพแต่ละประเภทที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ที่เกิดขึ้นกับรุ่น M1800A ในช่วงเวลา 1 ปี [illegible]
ของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพนั้นได้แสดงไว้ใน[illegible]5.4 คือ ที่กระบวนการชุบทองแดงมีค่าเท่ากับ 21.41% [illegible]
ทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรดมีค่าเท่ากับ 32.61% [illegible]
แผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสีมีค่าเท่ากับ 82.26% ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 7.13% และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตามีค่าเท่ากับ 11.12%

102

5. สัดส่วนที่พนักงานตรวจสอบคุณภาพจะปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ $(1-P_{ebe_i}, 1-P_{ebv_i})$ สามารถหาได้จากการทำการวิเคราะห์ระบบการวัด (Gage R&R) จากข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) โดยการประยุกต์ใช้ค่าที่ได้จากค่าความไม่ไบอัส (Bias) ของพนักงาน ซึ่งโดยปกติค่าความไม่ไบอัสของพนักงานนั้นคือการประเมินว่าพนักงานสามารถวิเคราะห์ชิ้นงานตัวอย่าง (Master) และสามารถบอกได้ว่าชิ้นงานตัวอย่างนั้นเป็นชิ้นงานที่มีคุณภาพ หรือ บกพร่องทางคุณภาพ ตามที่ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินไว้ก่อนแล้วได้ถูกต้องตรงกันเป็นสัดส่วนเท่าใด ดังนั้นสัดส่วน□□ พนักงานตรวจสอบคุณภาพจะปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ จะประเมินได้จากส่วนที่□□□งานประเมินให้ชิ้นงานตัวอย่างที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นชิ้นงานที่บกพร่องทางคุ□□□□ หรือก็คือค่าของประสิทธิผลความไม่ไบอัสในกรณีปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ดังแสดงไว้ในตารางที่ .5 และ 5.6 จะเห็นได้ว่าค่าของประสิทธิผลความไม่ไบอัสในกรณีปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่□กพร่องทางคุณภาพ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้ามีค่า 96.00% และที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตามีค่า 93.33% □□□□สัดส่วนที่พนักงานตรวจสอบคุณภาพจะปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้ามีค่า 4.00% และที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตามีค่า 6.67%

6. สัดส่วนที่พนักงานตรวจสอบคุณภาพจะยอมรับผลิตภัณฑ์□□□□□□□□ $(1-P_{eae_i}\ 1-P_{eav_i})$ สามารถหาได้จากการทำการวิเคราะห์ระบบการวัด (Gage R&R) เช่นเดียวกับสัดส่วนที่พนักงานตรวจสอบคุณภาพจะ□□□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่□□□□□□□□□□□ที่ได้กล่าวไว้แล้ว แต่สัดส่วนที่พนักงานตรวจสอบคุณภาพจะยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพจะประเมินได้จากส่วนที่พนักงานประเมินให้ชิ้นงานตัวอย่างที่มีคุณภาพเป็นชิ้นงานที่□□คุณภาพ หรือก็คือค่าของ□□□□□□□ ความไม่ไบอัสในกรณียอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.5 และ 5.6 จะเห็นได้ว่าค่าของประสิทธิผลความไม่ไบอัสในกรณีกรณียอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้ามีค่า 98.00% และที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตามีค่า 90.00% □□□□สัดส่วนที่พนักงานตรวจสอบคุณภาพจะยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้ามีค่า 2.00% และที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตามีค่า 10.00%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การประเมินตัวแปรประเภทค่าคงที่ของต้นทุนในสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพ

จากสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพในบทที่ 4 ทำให้ทราบว่ามีตัวแปรประเภทค่าคงที่ของต้นทุนประเภทต่างๆ ที่ต้องประเมินค่าเพื่อแทนค่าลงในสมการตัวแบบต้นทุน ดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ□□□□□□□□□□ ชุบทองแดงในรู .17 บาท หน่วย การชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด 4.17 □□□/หน่วย

การเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี 4.25 □□□/หน่วย การตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า 0.29 □□□/หน่วย □□□ การตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา 9.25 □□□/หน่วย ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.7

2. ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการ ชุบทองแดงในรู 86.32 □□□/หน่วย □□□ □□□□ความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด 129.31 □□□/หน่วย □□□ เคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี 223.68 □□□/หน่วย การตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า 225.64 □□□/หน่วย การตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา 235.82 □□□/หน่วย และที่ลูกค้า 238.33 □□□/หน่วย □□□□ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.8

3. ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□14.23 □□□/หน่วย □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ กระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด 20.66 □□□/หน่วย การเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี 42.44 □□□/หน่วย การตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า 47.49 □□□/หน่วย □□□ □□□ ตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา 33.21 □□□/หน่วย ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.10

4. ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพมีค่า 0.05 □□□/หน่วย □ละ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสาเหตุของของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพมีค่า 40.06 □□□/หน่วย ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.9

5. ค่าปรับในกรณีส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้ามีค่า 2,520 □□□/หน่วย ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

□□□□□□□□□□	สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (Pv_j)												
	□.□.	□.□.	□□□.	□□.□.	□.□.	□□□.	□.□.	□.□.	□.□.	□.□.	□.□.	□.□.	เฉลี่ยทั้งปี
□□□□□□□□□□□□□□□□	0.90%	0.68%	0.63%	0.87%	0.64%	1.34%	1.36%	1.18%	1.05%	0.66%	1.87%	1.43%	0.98%
การชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด	2.23%	2.30%	1.13%	1.56%	0.62%	0.25%	0.74%	1.14%	0.68%	2.42%	6.43%	1.50%	1.53%
การเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี	9.78%	11.21%	8.00%	10.70%	5.25%	20.48%	14.84%	16.06%	9.70%	22.68%	7.81%	12.66%	11.83%

□□□□□□□□□□	สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Pe_j)												
	□.□.	□.□.	□□□.	□□.□.	□.□.	□□□.	□.□.	□.□.	□.□.	□.□.	□.□.	□.□.	เฉลี่ยทั้งปี
□□□□□□□□□□□□□□□□	1.60%	3.34%	1.46%	2.45%	1.65%	3.55%	2.91%	2.39%	3.67%	3.05%	6.09%	2.81%	2.61%
การชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด	5.46%	14.17%	5.76%	7.09%	8.50%	1.76%	2.66%	7.09%	9.81%	11.68%	1.90%	8.26%	7.02%
การเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี	0.41%	0.56%	0.34%	0.35%	0.60%	0.43%	0.23%	0.47%	0.32%	0.44%	1.46%	0.78%	0.47%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

□□□□□□□□□□	สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ 2 □□□□□□ (Pve_i)												
	□.□.	□.□.	□□□.	□□.□.	□.□.	□□□.	□.□.	□.□.	□.□.	□.□.	□.□.	□.□.	เฉลี่ยทั้งปี
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□	0.45%	0.34%	0.32%	0.44%	0.32%	0.67%	0.68%	0.59%	0.53%	0.33%	0.94%	0.71%	0.49%
การชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด	1.12%	1.15%	0.56%	0.78%	0.31%	0.12%	0.37%	0.57%	0.34%	1.21%	0.95%	0.75%	0.77%
การเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี	0.21%	0.28%	0.17%	0.17%	0.30%	0.22%	0.11%	0.23%	0.16%	0.22%	0.73%	0.39%	0.23%

□□□□□□□□□□	สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ (Pw_i)												
	□.□.	□.□.	□□□.	□□.□.	□.□.	□□□.	□.□.	□.□.	□.□.	□.□.	□.□.	□.□.	เฉลี่ยทั้งปี
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□	5.42%	50.00%	35.10%	18.62%	30.39%	20.16%	21.89%	10.29%	18.95%	26.19%	29.37%	15.76%	21.41%
การชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด	18.29%	29.98%	36.56%	21.10%	19.24%	40.44%	61.86%	30.67%	61.11%	30.64%	29.05%	44.56%	32.61%
การเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี	86.16%	66.64%	80.19%	80.89%	83.67%	91.62%	83.58%	88.97%	81.16%	88.26%	70.35%	66.78%	82.26%
การตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า	10.04%	3.96%	7.84%	4.37%	5.45%	12.59%	16.50%	9.15%	6.92%	3.30%	4.50%	10.26%	7.13%
การตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา	11.85%	17.05%	12.86%	9.80%	8.51%	9.68%	10.71%	12.58%	12.65%	8.92%	9.02%	11.39%	11.12%

[illegible]	[illegible] (%)	ความไม่ [illegible] (%)	[illegible] ด้านรีพีททะ [illegible] (%)	[illegible] ความไม่ไบอัส (%)	[illegible] ไม่ไบอัสในกรณียอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง [illegible] (%)	[illegible] ไม่ไบอัสในกรณีปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ [illegible] (%)
[illegible] A	98.00%	96.00%	94.00%	94.00%	96.00%	98.00%
[illegible] B	96.00%	96.00%				

[illegible]	[illegible] (%)	ความไม่ [illegible] (%)	[illegible] ด้านรีพีททะ [illegible] (%)	[illegible] ความไม่ไบอัส (%)	[illegible] ไม่ไบอัสในกรณียอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง [illegible] (%)	[illegible] ไม่ไบอัสในกรณีปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ [illegible] (%)
[illegible] A	96.67%	96.67%	83.33%	83.33%	93.33%	90.00%
[illegible] B	90.00%	90.00%				
[illegible] C	100.00%	93.33%				

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[illegible]	ค่าแรงพนักงาน [illegible] ([illegible]/[illegible].)	เวลาที่ใช้ในการ [illegible] ([illegible]./[illegible])	คิดเป็น ([illegible]/หน่วย)
[illegible]	30.00	0.139	4.17
[illegible] กระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด	30.00	0.139	4.17
การเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี	30.00	0.142	4.25
การตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า	30.00	0.010	0.29
การตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา	30.00	0.308	9.25

[illegible]	[illegible] (บาท/[illegible])	[illegible] ทางอ้อม (บาท/[illegible])	ค่าแรง [illegible] (บาท/[illegible])	ค่าแรง ทางอ้อม (บาท/[illegible])	โสหุ้ยการ [illegible] (บาท/[illegible])	คิดเป็นต้นทุนผลิตภัณฑ์ ณ [illegible] (บาท/[illegible])	ค่าปรับ (บาท/[illegible])
[illegible]	78.55	4.32	1.15	0.45	1.85	86.32	-
[illegible] และกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด	30.09	6.74	3.45	0.72	1.99	129.31	-
การเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี	55.98	5.66	6.61	1.82	4.79	204.16	-
การตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า	15.78	2.17	2.04	0.29	1.20	225.64	-
การตรวจสอบคุณภาพด้วย [illegible]	0.31	0.20	9.26	0.20	0.21	235.82	-
ลูกค้า	1.76	0.13	0.45	0.10	0.75	238.33	2520

ชนิดของค่าใช้จ่าย	ส่วนประกอบของค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่าย (บาท/หน่วย)
ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์	- ค่าทำลายผลิตภัณฑ์ต่อหน่วย 0.05 บาท/หน่วย	ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์= 0.06 บาท/หน่วย
ค่าใช้จ่ายในการ [illegible] ของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง [illegible]	- [illegible] = 25,000 บ. -เวลาที่ใช้ในการหาสาเหตุของความบกพร่อง 0.417 ชม./[illegible] -วันทำงานต่อเดือน 26 วัน -ชั่วโมงทำงานต่อวัน 8 ชม.	ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสาเหตุของของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง [illegible] = 40.06 บาท/หน่วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[illegible]	[illegible] ทางอ้อม ([illegible]/[illegible])	ค่าแรงทางอ้อม ([illegible]/[illegible])	รวมเป็นค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ([illegible]/[illegible])
[illegible]	4.15	10.08	14.23
[illegible] สร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วย [illegible]	6.49	14.17	20.66
[illegible] แผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี	38.72	3.72	42.44
[illegible] ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า	42.41	5.08	47.49
[illegible] ด้วยสายตา	28.00	5.21	33.21
ลูกค้า	-	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[illegible]6

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการหาขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4

[illegible]4 ได้นำเสนอสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาต[illegible] ANSI/ASQC Z1.4 ทั้งแบบเชิงคู่และแบบเชิงเดี่ยว อีกทั้งยังได้นำเสนอการคำนวณต้นทุนคุณภาพที่ใช้ในสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพไว้ให้อีกด้วย แต่ทั้งนี้แม้ว่าวิธีการหาตัวขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับนั้นได้แสดงไว้อย่างชัดเจนแล้วก็ตาม เพียงแต่การนำไปใช้นั้นมีความยุ่งยากและซับซ้อนในการคำนวณเป็นอย่างมาก ทำให้อาจเกิดโอกาสที่ผู้นำไปใช้จะเกิดความสับสนในการคำนวณซึ่งทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ผิดเพี้ยนไป ดังนั้นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการคำนวณจึงเป็นทางเลือกที่ดีทั้งในแง่ของความถูกต้องแม่นยำ ความ[illegible] [illegible]วกในการใช้งาน

โดยในการพัฒนาโปรแกรมการหาขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 นั้นผู้วิจัยจะอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูปในชุดโปรแกรมไมโครซอฟท์ออฟฟิศ เวอร์ชั่น 2007 (Microsoft Office 2007) คือโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ๊กเซลล์ 2007 (Microsoft Excel 2007) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และเป็นที่รู้จักโดยทั่วไป

6.1 ภาพรวมของโปรแกรมเลือกพารามิเตอร์ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ [illegible]ตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ[illegible] ANSI/ASQC Z1.4

ในการออกแบบโปรแกรมการหาขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] นำเอาสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพที่ได้ทำการศึกษามาแล้วในบทที่ 4 มาดำเนินการสร้างเป็น[illegible]ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible]เพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบโปรแกรมจำเป็นต้องวางแผนโดยการกำหนดส่วนประกอบที่สำคัญและใช้ภาพรวม[illegible]6.1 จะประกอบด้วย 5 ส่วนดังนี้

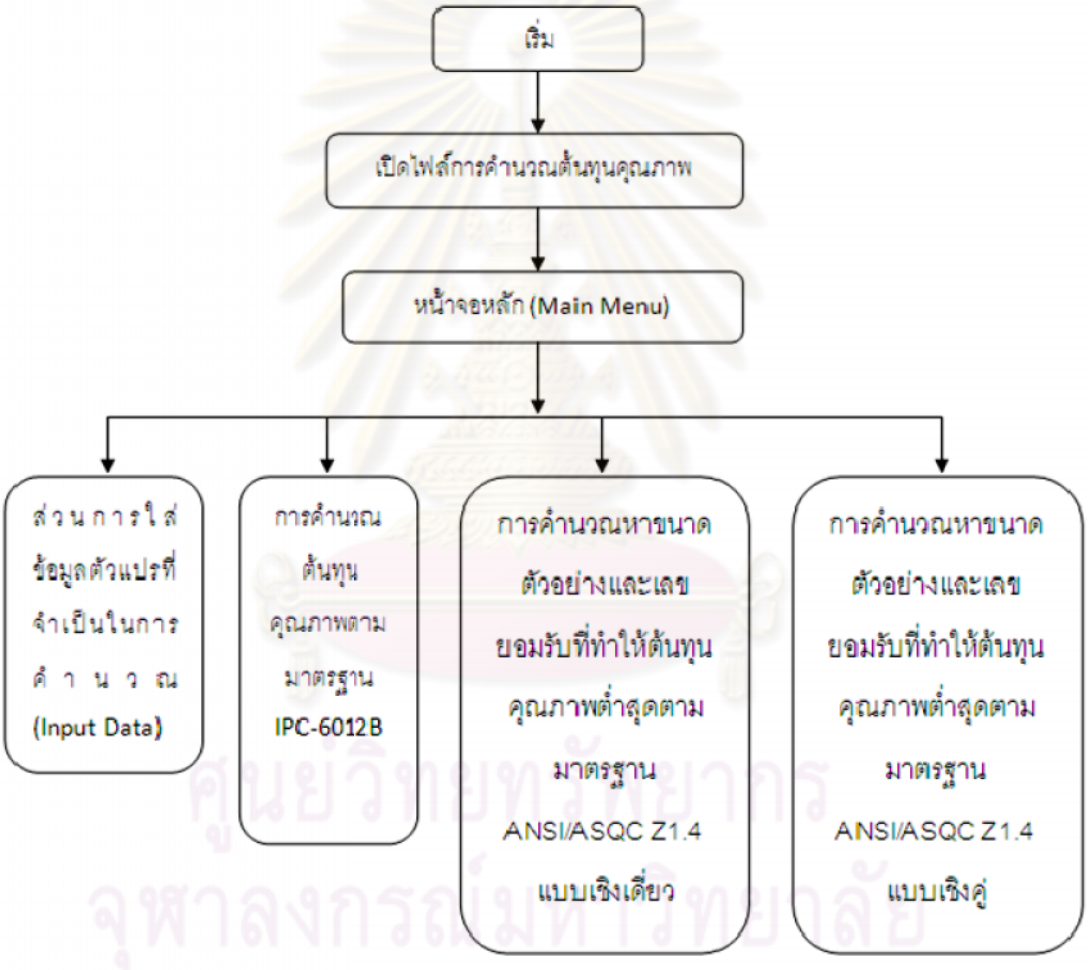
1. หน้าจอหลัก (Main Menu)
2. ส่วนการใส่ข้อมูลตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณ (Input Data)

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การคำนวณต้นทุนคุณภาพตามปัจจุบันของโรงงานแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B

4. การคำนวณต้นทุนคุณภาพแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว พร้อมหาขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุดโดยการปรับระดับคุณภาพในการยอมรับ (AQL)

5. การคำนวณต้นทุนคุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ พร้อมหาขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุดโดยการปรับระดับคุณภาพในการยอมรับ (AQL)



ภาพที่ 61

6.2. ส่วนประกอบต่าง ๆของโปรแกรมการหาขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□□□เชิงคู่

ในแต่ละส่วนของโปรแกรมหาขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□□□ ด้วย 4 ส่วนหลักดังนี้

1. หน้าจอหลัก (Main Menu) ส่วนหน้าจอหลักในการหาขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 ทั้งแบบเชิงคู่และแบบเชิงเดี่ยว จะประกอบไปด้วย 4 ส่วน ดังนี้

□. ส่วนการใส่ข้อมูลตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณ (Input Data)

ในส่วนนี้จะเป็นหน้าจอหลักในการทำการใส่ข้อมูล ประเภทสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในการคำนวณต้นทุนคุณภาพ และ ค่าคงที่ใช้ในการเลือกขนาดตัวอย่าง ที่ต้องนำไปใช้ในการคำนวณต้นทุนคุณภาพ และการหาขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□งคู่และแบบเชิงเดี่ยว

□. การคำนวณต้นทุนคุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพปัจจุบันที่ใช้ใน □□□□□□□□□□□□□แบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B

ในส่วนนี้จะเป็นหน้าจอหลักในการคำนวณผล และแสดงผลของขนาดตัวอย่าง เลขยอมรับ ความน่าจะเป็นใ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(Pa_i) จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดย □□□□□(ATI_i) ต้นทุนคุณภาพ และระดับคุณภาพ ประเภทต่างๆที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ □□□□□ จากการคำนวณตามตัวแบบต้นทุนคุณภาพ

□. การคำนวณต้นทุนคุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□

ในส่วนนี้จะเป็นหน้าจอหลักในการคำนวณ และแสดงผลของขนาดตัวอย่าง เลขยอมรับ ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI_i) ต้นทุนคุณภาพ และระดับคุณภาพ ประเภทต่างๆที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ ที่มีต้นทุนคุณภาพต่ำที่สุด ที่เกิดขึ้นจากการคำนวณตามตัวแบบต้นทุนคุณภาพ

□. การคำนวณต้นทุนคุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่

ในส่วนนี้จะเป็นหน้าจอหลักในการคำนวณ และแสดงผลของขนาดตัวอย่าง เลขยอมรับ ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย

(ATI_i) ต้นทุนคุณภาพ และระดับคุณภาพ ประเภทต่างๆที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ ที่มีต้นทุน [illegible] แบบต้นทุนคุณภาพ

2. ส่วนการใส่ข้อมูลตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณ (Input Data) ในส่วนนี้จะเป็นหน้าจอหลักในการทำการใส่ข้อมูลตัวแปรและค่าคงที่ ที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนคุณภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

[illegible].ประเภทสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ดังนี้

1) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (P_{v_i}) [illegible] (PTH) [illegible] ทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) และที่กระบวนการเคลือบผิววงจรด้วยสี (S/M)

2) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (P_{e_i}) [illegible] (PTH) [illegible] ความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) [illegible] วงจรด้วยสี (S/M)

3) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 [illegible] (P_{ve_i}) [illegible] (PTH) [illegible] สร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) และกระบวนการเคลือบผิววงจรด้วยสี (S/M)

4) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (P_{w_i}) [illegible] (PTH) [illegible] หนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) กระบวนการเคลือบผิววงจรด้วยสี (S/M) [illegible] จสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัตรทางไฟฟ้า (E-Test) [illegible] คุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection)

5) สัดส่วนของความบกพร่องในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ [illegible] ผลิตภัณฑ์ที่ [illegible] การตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา ($1-P_{eav_i}$) [illegible] [illegible] ภาพด้วยสายตา (Visual Inspection)

6) สัดส่วนของความบกพร่องในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ [illegible] ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ในการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา ($1-P_{ebv_i}$) [illegible] กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection)

7) สัดส่วนของความถูกต้องในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ [illegible] ผลิตภัณฑ์ที่ [illegible] คุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ($1-P_{eae_i}$) [illegible] กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-Test)

8) สัดส่วนของความถูกต้องในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ใ
ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า $(1-P_{ebe_i})$ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-Test)

. ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในการคำนวณต้นทุนคุณภาพ ดังนี้

1) ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพต่อหน่วย (ci_i)
(PTH) กระบวนการชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) กระบวนการเคลือบผิววงจรด้วยสี (S/M) กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัตรทางไฟฟ้า (E-Test) ภาพด้วยสายตา (Visual Inspection)

2) ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่อหน่วย (cw_i) (PTH) หนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) วงจรด้วยสี (S/M) กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัตรทางไฟฟ้า (E-Test) คุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection)

3) ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพต่อหน่วย (cs_i) (PTH) สร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) กระบวนการเคลือบผิววงจรด้วยสี (S/M) คุณภาพด้วยคุณสมบัตรทางไฟฟ้า (E-Test) และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection)

4) ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพต่อหน่วย (Cd_i) (PTH) กระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) กระบวนการเคลือบผิววงจรด้วยสี (S/M) ตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัตรทางไฟฟ้า (E-Test) และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection)

5) ค่าปรับในกรณีส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้าต่อหน่วย (cc_i) ที่กระบวนการลูกค้า (Customer)

6) ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสาเหตุของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง (ct_i) ที่กระบวนการลูกค้า (Customer)

. ค่าคงที่ใช้ในการเลือกขนาดตัวอย่าง ซึ่งจะใช้ในการเลือกขนาดตัวอย่าง IPC-6012B ANSI/ASQC Z1.4

1) ระดับของผลิตภัณฑ์ (Product Class)

2) (N_i)

3. การคำนวณต้นทุนตามตัวแบบต้นทุนคุณภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา□□□ □□□□□□□ IPC-6012B ในส่วนนี้จะเป็นหน้าจอหลักในการทำการคำนวณต้นทุนคุณภาพ ดังที่ได้แสดงผังงานไว้ในรูปที่ 6.2 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

□.การเลือกตัวอย่างและเลขยอมรับที่กระบวนการ โดยจะใช้ข้อมูลจากตารางแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธี□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B □□□□□□□□□ 3 ส่วนคือที่กระบวนการ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□หนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) กระบวนการเคลือบผิววงจรด้วยสี (S/M)

□.การคำนวณต้นทุนคุณภาพตามตัวแบบต้นทุนคุณภาพ □□□□□□□□□□□ แบ่งเป็น 3 ส่วนจากความแตกต่างของการคำนวณได้ดังนี้

1) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□หนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) กระบวนการเคลือบผิววงจรด้วยสี (S/M) โดยจะใช้ข้อมูลจาก □□□□□การเลือกตัวอย่างและเลขยอมรับ และต้นทุนจากส่วนการใส่ข้อมูลตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณ (Input Data) □□□ผลลัพธ์ของการคำนวณคือ และความน่าจะเป็นใน□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(Pa$_i$) จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI$_i$) ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ□□□□□ (E(Ci$_i$)) □□□ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิต (E(Cr$_i$)) และค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอต□□□□□□□(E(Ca$_i$)) จากนั้นคำนวณพารามิเตอร์ที่ต้องส่งไปคำนวณต่อที่กระบวนการขั้นถัดไป ได้แก่ สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตา ที่ผ่านออกหลังการ□□□□□□□□□□□□□ (P_{vo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (P_{eo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่อง□□□□□□□□□□□□2 ชนิดที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (P_{veo_i}) □□□□□□□□□□□(N$_i$) □□ส่งมอบสู่□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

2) ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัตรทางไฟฟ้า (E-Test) กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection) โดยจะใช้ข้อมูลต้นทุนจากส่วนการใส่ข้อมูลตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณ (Input Data) □□□ □□□□ลอตการผลิตจากการส่ง□ารามิเตอร์ของกระบวนการก่อนหน้า □□□ผลลัพธ์ของการคำนวณคือ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ□□□□□ (E(Ci$_i$)) □□□ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิต (E(Cr$_i$)) จากนั้นคำนวณพารามิเตอร์ที่ต้องส่งไปคำนวณต่อที่กระบวนการขั้นถัดไปได้แก่ สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตา ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (P_{vo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(P_{eo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดที่ผ่านออกหลังการ (P_{veo_i}) (N$_i$) ที่ส่งมอบสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป

3) ที่กระบวนการลูกค้า (Customer) โดยจะใช้ข้อมูล ต้นทุนจากส่วนการใส่ข้อมูลตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณ (Input Data) ผลลัพธ์ของการคำนวณคือ ค่าใช้จ่ายใน (E(Ca$_j$)) จากนั้นคำนวณพารามิเตอร์ที่ต้องส่งไปคำนวณ

. แสดงผลการคำนวณ เช่น ขนาดตัวอย่าง เลขยอมรับ ความน่าจะเป็นใน (Pa$_i$) จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI) ค่าใช้จ่ (E(Ci$_i$)) ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิต (E(Cr$_i$)) และค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอต (E(Ca$_i$)) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตา ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (P_{vo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ P_{eo_i} สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (P_{veo_i}) (N$_i$) ส่งมอบสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ

4. การคำนวณต้นทุนตามตัวแบบต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว ในส่วนนี้จะเป็นหน้าจอหลักในการทำการคำนวณต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ดังที่ได้แสดงผังงานไว้ 6.3

.การเลือกตัวอย่างและเลขยอมรับที่กระบวนการ โดยจะใช้ข้อมูลจากตารางแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 3 ส่วนคือที่กระบวนการ (PTH) ความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) ด้วยสี (S/M)

.การคำนวณต้นทุนคุณภาพตามตัวแบบต้นทุนคุณภาพ แบ่งเป็น 3 ส่วนจากความแตกต่างของการคำนวณได้ดังนี้

1) (PTH) หนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) กระบวนการเคลือบผิววงจรด้วยสี (S/M) โดยจะใช้ข้อมูลจาก การเลือกตัวอย่างและเลขยอมรับ และต้นทุนจากส่วนการใส่ข้อมูลตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณ (Input Data) ผลลัพธ์ของการคำนวณคือ และความน่าจะเป็นใน (Pa$_i$) จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI$_i$) ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ (E(Ci$_i$)) ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิต (E(Cr$_i$)) และค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอต (E(Ca$_i$)) จากนั้นคำนวณพารามิเตอร์ที่ต้องส่งไปคำนวณต่อที่กระบวนการขั้นถัดไป ได้แก่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตา ที่ผ่านออกหลังการ □□□□□□□□□□□□□ (P_{vo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (P_{eo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่อง □□□□□□□□□□□□2 ชนิดที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (P_{veo_i}) □□□□□□□□□□ (N$_i$) □ส่งมอบสู่ □□□□□□□□□□□□□□□□□

2) ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัตรทางไฟฟ้า (E-Test) กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection) โดยจะใช้ข้อมูลต้นทุนจากส่วนการใส่ข้อมูลตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณ (Input Data) □□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□รส่งพารามิเตอร์ของกระบวนการก่อนหน้า □□□ผลลัพธ์ของการคำนวณคือ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ □□□□□□ (E(Ci$_j$)) □□□ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิต (E(Cr$_j$)) จากนั้นคำนวณพารามิเตอร์ที่ต้องส่งไปคำนวณต่อที่กระบวนการขั้นถัดไปได้แก่ สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตา ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (P_{vo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบ □□□□□□ (P_{eo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดที่ผ่านออกหลังการ □□□□□□□□□□□□□ (P_{veo_i}) □□□□□□□□□□□ (N$_i$) ที่ส่งมอบสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป

3) ที่กระบวนการลูกค้า (Customer) โดยจะใช้ข้อมูล ต้นทุนจากส่วนการใส่ข้อมูลตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณ (Input Data) □□□ผลลัพธ์ของการคำนวณคือ ค่าใช้จ่ายใน □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ (E(Ca$_j$)) จากนั้นคำนวณพารามิเตอร์ที่ต้องส่งไปคำนวณ

□.การหาคำตอบของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับที่ทำให้คำตอบของต้นทุนคุณภาพต่ำสุด โดยการสั่งให้ทำการคำนวณทางเลือกของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ □□□□□□□□□□□ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 จากนั้นเปรียบเทียบผลของต้นทุนคุณภาพ โดยการเปรียบเทียค่าของต้นทุนในแต่ละแผน หากพบทางเลือกที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพต่ำให้บันทึกค่าไว้

□. แสดงผลการคำนวณที่ให้คำตอบที่ดีที่สุดตามที่ได้บันทึกไว้ เช่น ขนาดตัวอย่าง เลขยอมรับ ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa$_j$) จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดย □□□□□(ATI$_j$) ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ (E(Ci$_j$)) □□□ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิต (E(Cr$_j$)) และค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิต (E(Ca$_j$)) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตา ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (P_{vo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่ผ่านออกหลังการ □□□□□□□□□□□□□ (P_{eo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดที่ผ่านออกหลัง

□□□□□□□□□□□□□□□□ (P_{veo_i}) □□□□□□□□□□ (N$_i$) ที่ส่งมอบสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ

5. การคำนวณต้นทุนตามตัวแบบต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่

ในส่วนนี้จะเป็นหน้าจอหลักในการทำการคำนวณต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ ดังที่ได้แสดงผังงานไว้ในรูปที่ 6.4 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

□.การเลือกตัวอย่างและเลขยอมรับที่กระบวนการ โดยจะใช้ข้อมูลจากตาราง แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□3 ส่วนคือที่กระบวนการ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) □□□□□□□□□□□□□□ ความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) □□□□□□□□□□□□□□□□ ด้วยสี (S/M)

□.การคำนวณต้นทุนคุณภาพตามตัวแบบต้นทุนคุณภาพ □□□□□□□□□□ แบ่งเป็น 3 ส่วนจากความแตกต่างของการคำนวณได้ดังนี้

1) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) □□□□□□□□□□□□□□□□□ หนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) กระบวนการเคลือบผิววงจรด้วยสี (S/M) โดยจะใช้ข้อมูลจาก □□□□□การเลือกตัวอย่างและเลขยอมรับ และต้นทุนจากส่วนการใส่ข้อมูลตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณ (Input Data) □□□ผลลัพธ์ของการคำนวณคือ และความน่าจะเป็นใน□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(Pa) จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI) ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ□□□□□ (E(Ci$_i$)) □□□ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิต (E(Cr$_i$)) และค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอต□□□□□□(E(Ca$_i$)) จากนั้นคำนวณพารามิเตอร์ที่ต้องส่งไปคำนวณต่อที่กระบวนการขั้นถัดไป ได้แก่ สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตา ที่ผ่านออกหลังการ□□□□□□□□□□□□□ (P_{vo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (P_{eo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่อง□□□□□□□□□□□2 ชนิดที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (P_{veo_i}) □□□□□□□□□□ (Lot Size, Ni) □□ ส่งมอบสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป

2) ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัตรทางไฟฟ้า (E-Test) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□าพด้วยสายตา (Visual Inspection) โดยจะใช้ข้อมูลต้นทุนจากส่วนการใส่ข้อมูลตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณ (Input Data) □□□ □□□□ลอตการผลิตจากการส่งพารามิเตอร์ของกระบวนการก่อนหน้า □□□ผลลัพธ์ของการคำนวณคือ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ□□□□□ (E(Ci$_i$)) □□□ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธ□□□□□□□□□□(E(Cr$_i$)) จากนั้นคำนวณพารามิเตอร์ที่ต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

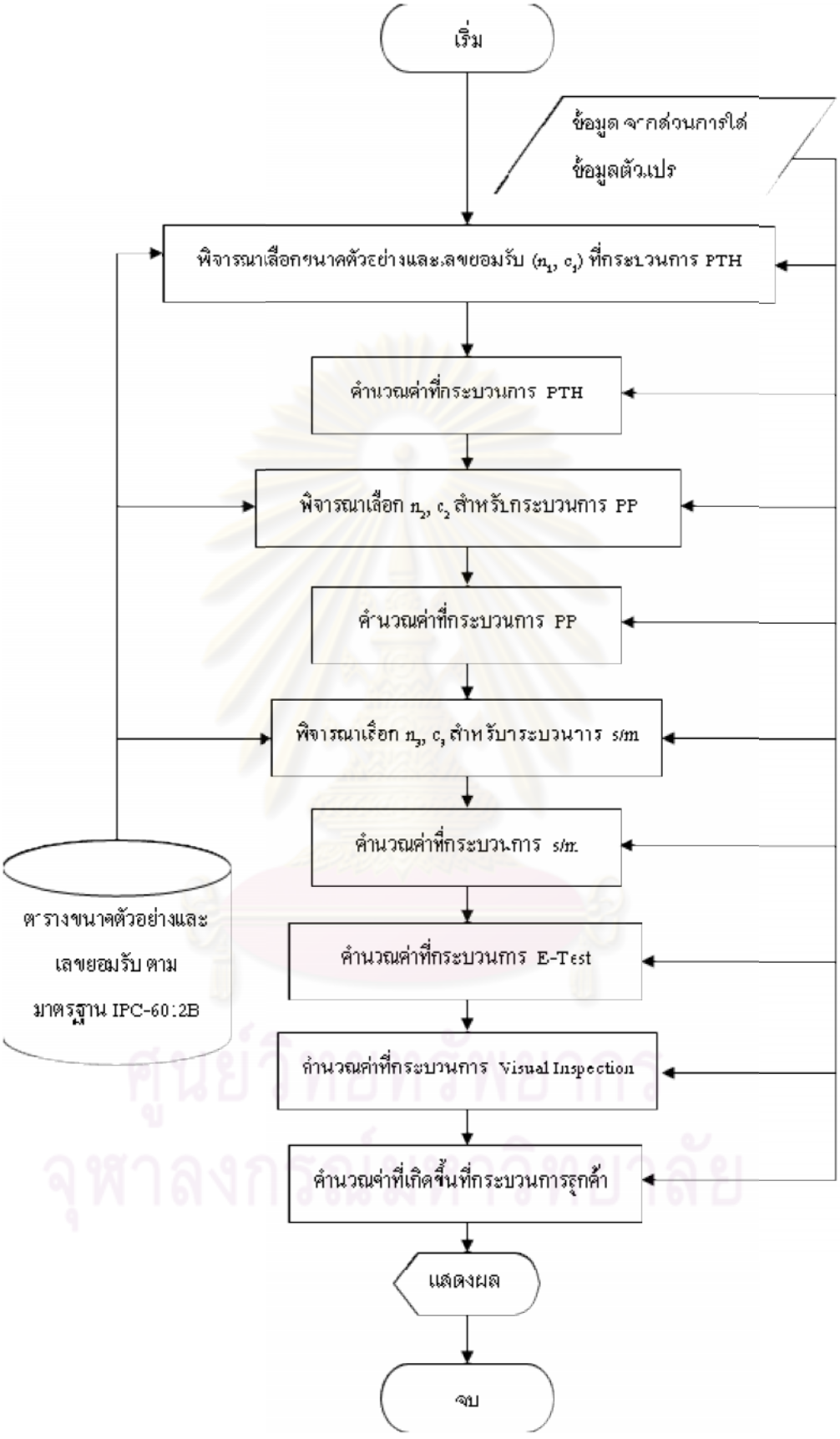
ส่งไปคำนวณต่อที่กระบวนการขั้นถัดไปได้แก่ สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตา ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (P_{vo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบ □□□□□ (P_{eo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดที่ผ่านออกหลังการ □□□□□□□□□□□□□□ (P_{veo_i}) □□□□□□□□□□□ (N_i) □□ส่งมอบสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป

3) ที่กระบวนการลูกค้า (Customer) โดยจะใช้ข้อมูล ต้นทุนจากส่วนการใส่ข้อมูลตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณ (Input Data) □□ผลลัพธ์ของการคำนวณคือ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอต ($E(Ca_i)$) จากนั้นคำนวณพารามิเตอร์ที่ต้องส่งไปคำนว□

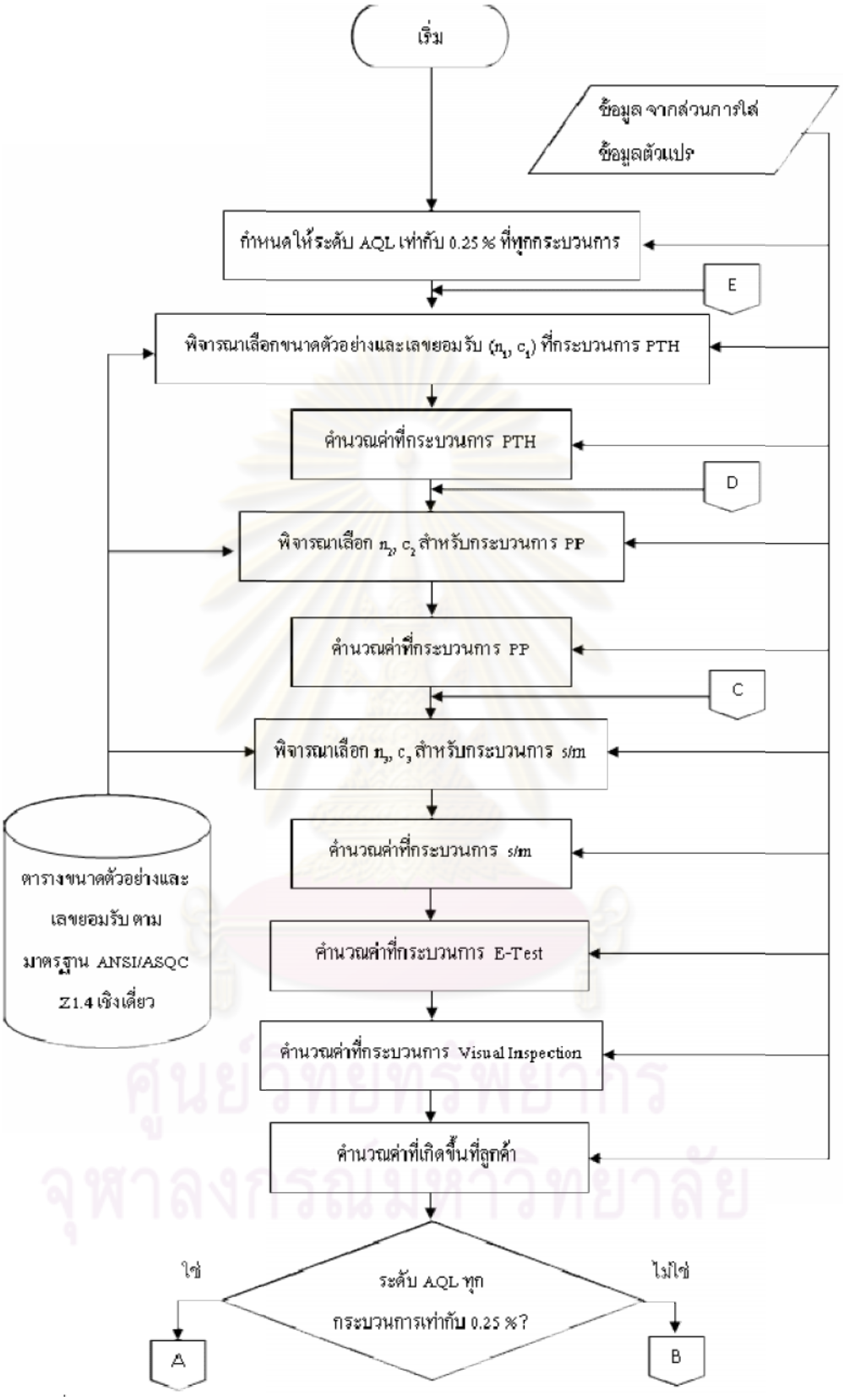
□.การหาคำตอบของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับที่ทำให้คำตอบของต้นทุนคุณภาพต่ำสุด โดยการสั่งให้ทำการคำนวณทางเลือกของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับทุกทางเลือกในแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 จากนั้นเปรียบเทียบผลของต้นทุนคุณภาพ โดยการเปรียบเทียค่าของต้นทุนในแต่ละแผน หากพบทางเลือกที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพต่ำให้บันทึกค่าไว้

□. แสดงผลการคำนวณที่ให้คำตอบที่ดีที่สุดตามที่ได้บันทึกไว้ เช่น ขนาดตัวอย่าง เลขยอมรับ ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดย □□□□□(ATI_i) ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ($E(Ci_i)$) □□□ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิต ($E(Cr_i)$) และค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิต ($E(Ca_i)$) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตา ที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุ□□□□ (P_{vo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ด้วยด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่ผ่านออกหลังการ □□□□□□□□□□□□□□ (P_{eo_i}) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 ชนิดที่ผ่านออกหลัง □□□□□□□□□□□□□□ (P_{veo_i}) □□□□□□□□□□□ (N_i) ที่ส่งมอบสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

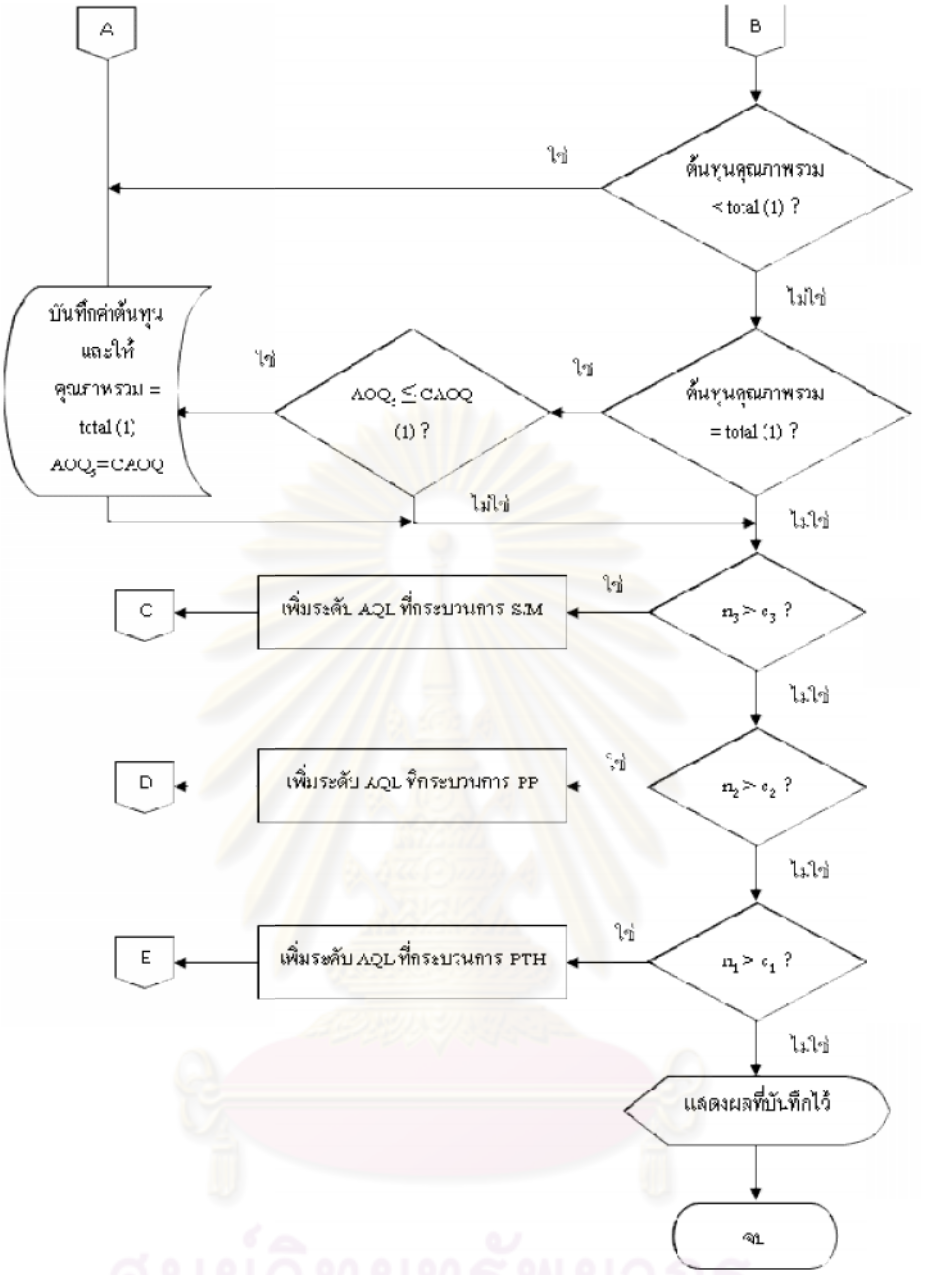


ภาพที่ 6.2 ผังงานการคำนวณต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน IPC-6012B



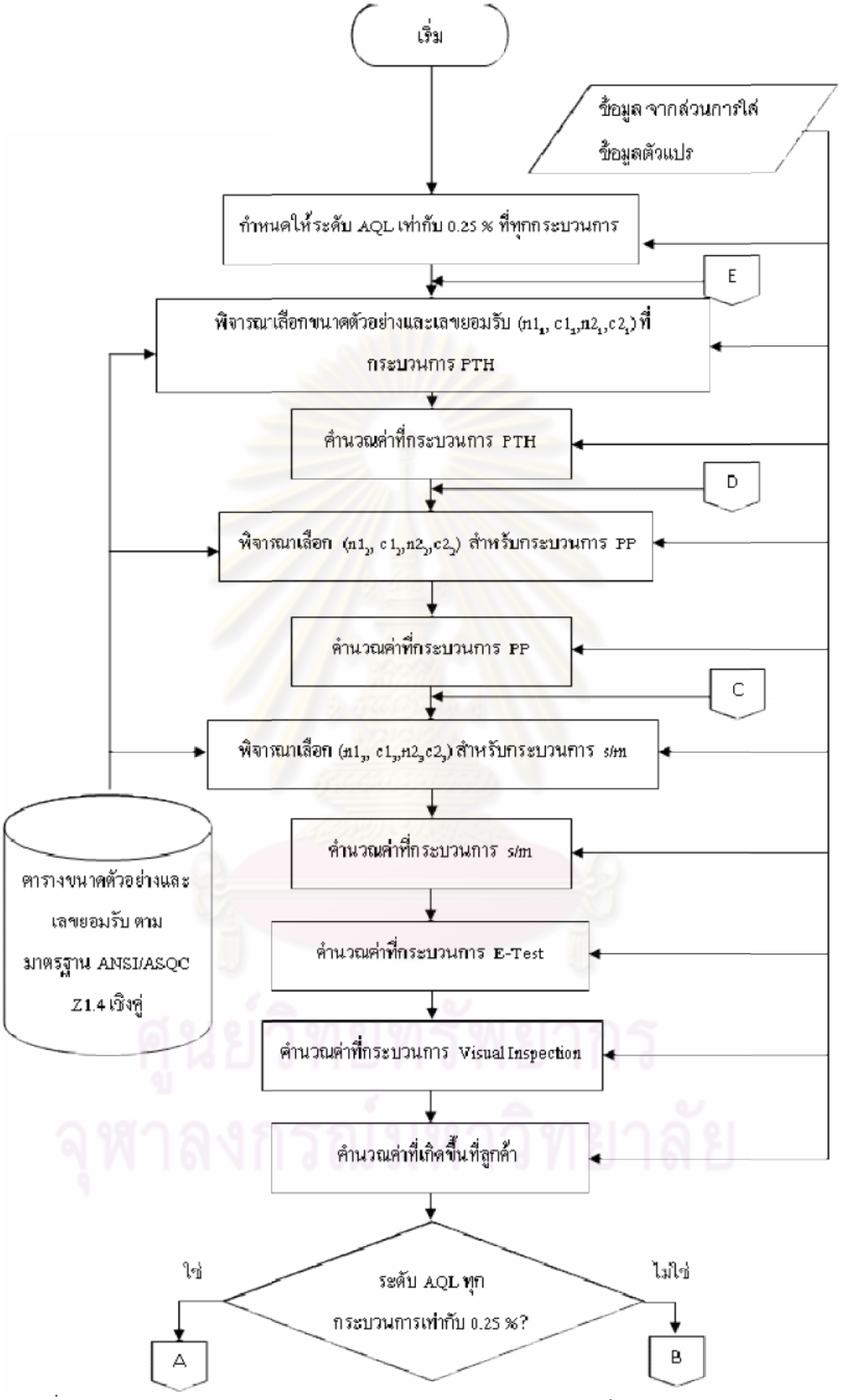
□□□ 6.3 ผังงานการคำนวณต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

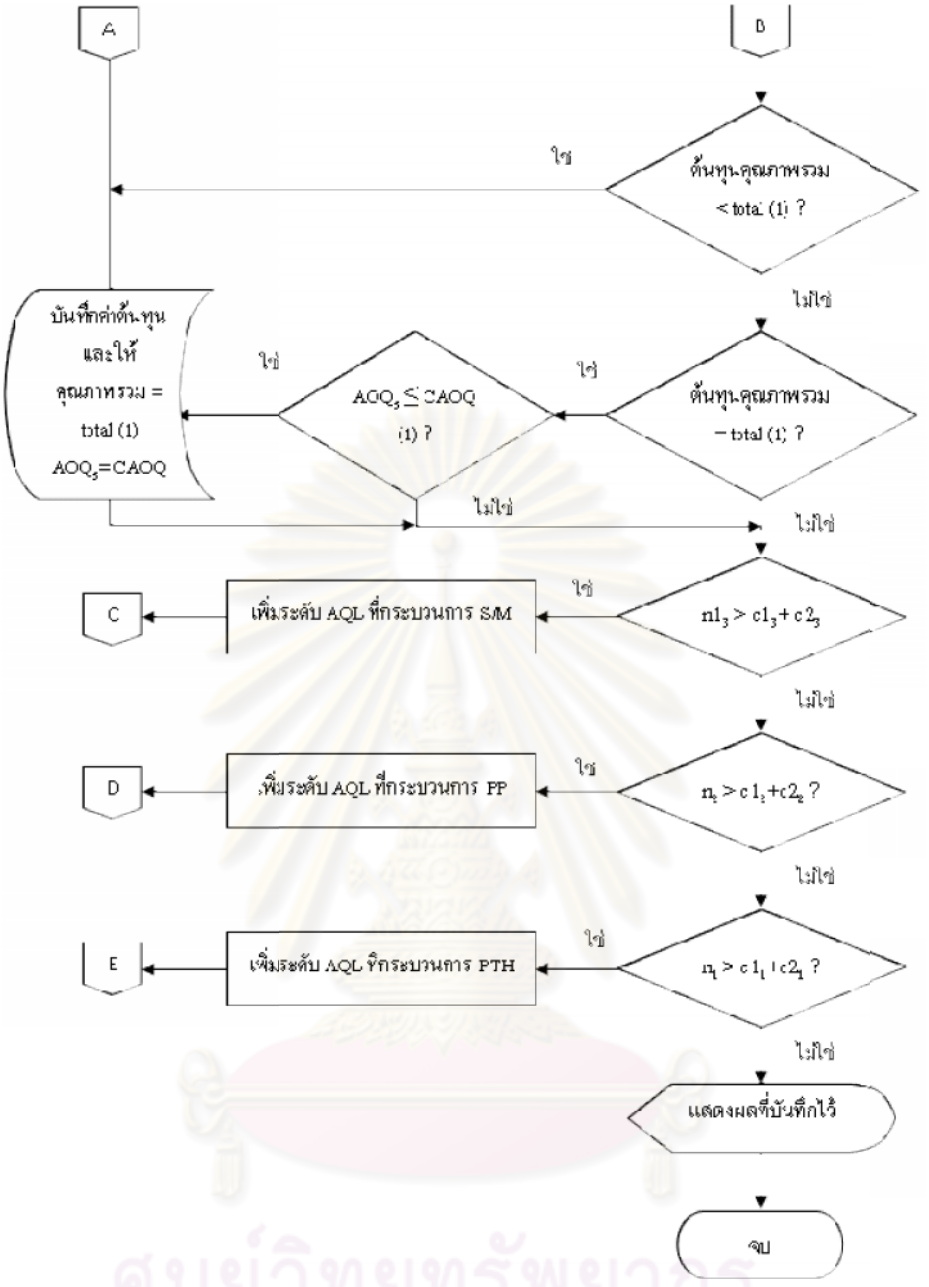


รูปที่ 6.13 ผังงานการคำนวณต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 (ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 6.14 ผังงานการคำนวณต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่



ภาพที่ 6.14 ผังงานการคำนวณต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ (ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลของตัวแบบต้นทุนคุณภาพเพื่อเลือกขนาดตัวอย่าง และเลขยอมรับลอตการผลิต

ในบทนี้จะเป็นการแสดงผลจากการเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับที่เหมาะสมของ [illegible] แผ่นพิมพ์ลายวงจร โดยพิจารณาจากต้นทุนทางคุณภาพที่เกี่ยวข้องที่เกิดขึ้นต่ำสุดโดยไม่ทำให้ระดับ [illegible]ซ์สำเร็จรูปที่ทำการส่งมอบให้กับลูกค้าลดลง ด้วยการประยุกต์ใช้ตัวแบบต้นทุนคุณภาพต่อหน่วยต่อลอตการผลิตตามแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ (ดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 3.3 [illegible]4) โดยทั้งนี้ยังได้ [illegible]นวณต้นทุนคุณภาพต่อลอตที่เกิดขึ้นจากการตรวจสอบคุณภาพปัจจุบันของโรงงาน [illegible]ซึ่งเป็นไป[illegible] IPC-6012B (ดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 3.1) และยังได้เปรียบเทียบต้นทุนคุณภาพต่อลอต ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย ของแต่ละแผนการตรวจสอบคุณภาพ

7.1 ผลของตัวแบบต้นทุนคุณภาพเพื่อเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับลอตการผลิต

การเลือกใช้ค่าขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ในแผนการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการยอมรับก่อนการส่งมอบผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไปในระบบการผลิตแบบหลายขั้นตอนนั้น ย่อมส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพที่กระบวนการนั้นๆได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) โดยในกรณีที่เลือกยอมรับลอตการผลิต ก็จะส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) เพิ่มขึ้นจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป โดยพารามิเตอร์ภายหลังจากการตรวจสอบคุณภาพที่ส่งผลต่อกระบวนการตรวจสอบคุณภาพขั้นถัดไปคือ ขนาดของลอตและสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง [illegible]รเลือกพารามิเตอร์ของแผนการตรวจสอบคุณภาพที่กระบวกการใดๆ ย่อมส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพและการเลือกพารามิเตอร์ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพขั้นอื่นๆด้วย โดยภายหลังจากการแทนค่าตัวแปรต่างๆ ลงในตัวแบบต้นทุนคุณภาพตาม [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ ด้วยข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษาทำให้ได้ผลของการเลือกพารามิเตอร์ของแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพในแต่ละแผนการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1. หลังจากผู้วิจัยได้ทดลองแทนค่าพารามิเตอร์ ของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ [n, c] □□□□□□□□□□□□แบบต้นทุนคุณภาพ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B ดังที่ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 7.1 พบว่า ที่กระบวนการชุบทองแดงในรู (PTH) เลือกใช้ ขนาดตัวอย่าง □□□□□□□□□□□□[16, 0] โดยส่งผลให้มี จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI_i) 65 ชิ้นทำให้มีค่าใช้จ่□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 270 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 45 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i)เท่ากับ 0.02959 □□□□□□□□□□□□□□ เพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) เลือกใช้ ขนาดตัวอย่างและ □□□□□□□□□[16, 0] โดยส่งผลให้มีจำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI_i) 88 ชิ้นทำให้มีค่าใช้จ่าย □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 369 บาทต่อลอต และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 127 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.10300 □□□□□□□□□□□□□□□□ ผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) เลือกใช้ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ [16, 0] โดยส่งผลให้มี □□□□□□ ผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI_i) 300 ชิ้นทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 1,274 □□□ ต่อลอต และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 2,522 บาทต่อลอต □□□□□□□□ □□ภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.12074 ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-test) เป็นการตรวจสอบแบบ 100% นั้นค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 97 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 8,021 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.03011 □□□□□□□□□□□□□□□□□ คุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection) เป็นการตรวจสอบแบบ 100% นั้นค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 2,836 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธ □□ตการผลิตเท่ากับ 7,975 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.00571 และที่กระบวนการลูกค้านั้นมีค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตอันเนื่องมาจากการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นก่อนหน้า และความผิดพลาดในการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพของผู้ตรวจสอบมีค่า 4,788 บาทต่อลอต รวมเป็นต้นทุนคุณภาพ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□28,324 บาทต่อลอต เป็นค่าตรวจสอบคุณภาพรวม 4,845 □□□ ต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 18,691 บาทต่อลอต และ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตเท่ากั□ 4,788 □□□ □□□□□□□□71 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตมีค่าสูงที่สุดคือ 66% รองลงมาคือค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 17% และ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตเท่ากับ 17% จากต้นทุนคุณภาพทั้งหมด

[illegible] สัดส่วนของประเภทค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการตรวจสอบต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน IPC-6012B

2. ทดลองแทนค่าพารามิเตอร์ ของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ [n, c] [illegible] ตัวแบบต้นทุนคุณภาพ ตามแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] เชิงเดี่ยวดังที่ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 7.2 พบว่า [illegible] (PTH) เลือกใช้ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ [50, 7] โดยส่งผลให้มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) เท่ากับ 0.99999997 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าสูงมาก หรือหมายความว่าเกือบยอมรับลอตการการผลิต เนื่องจากสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพแบบสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้มีค่า 0.0098 ซึ่งต่ำมาก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.1 [illegible] 100% ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง [illegible] (Scrap) มีค่าที่สูงกว่า ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) [illegible] จากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปในกรณีที่เลือก [illegible] ดังนั้นจึงปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นผ่านเข้าสู่ [illegible] ซึ่งส่งผลให้มีจำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI_i) 50 ชิ้น ค่าใช้จ่ายใน [illegible] 209 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 35 [illegible] ต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออ[illegible] (AOQ_i) เท่ากับ 0.02998 [illegible] ทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) เลือกใช้ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ [50, 7] โดยส่งผลให้มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) เท่ากับ 0.99999909 [illegible] เห็นได้ว่ามีค่าสูงมาก หรือหมายความว่าเกือบยอมรับลอตการการผลิต เนื่องจากสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพแบบสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้มีค่า 0.015 ดังแสดงไว้ใน [illegible] 5.1 [illegible] 100% ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี

□□□□□ (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) มีค่าที่สูงกว่าต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) เพิ่มขึ้นจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปในกรณีที่เลือกยอมรับลอตการผลิต ดังนั้นจึงปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นผ่านเข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไป □□ส่งผลให้มี□□□□□ ผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI_i) 50 ชิ้น ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 209 บาทต่อลอต และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 72 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.10490 ที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)เลือกใช้ขนาดตัวอย่าง □□□□□□□□□□□[50, 0] โดยส่งผลให้มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) เท่ากับ 0.00184490 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าต่ำมาก หรือหมายความว่าเกือบปฏิเสธลอตการการผลิต เนื่องจากสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพแบบสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้มีค่า 0.118 □□ แสดงไว้ในตารางที่ 5.1 □□□ 100% ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□ ค่าที่ต่ำกว่า ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) ที่เพิ่มขึ้นจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปในกรณีที่เลือกยอมรับลอตการ□□□ดังนั้นปฏิเสธลอตการผลิตเพื่อตรวจสอบคุณภาพไม่ให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นผ่านเข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไป ซึ่งส่งผลให้มีจำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI_i) 342 □□ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 1,455 บาทต่อลอต และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 2,880 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.10913 □□ □□□□□□□□□□□วจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-test) เป็นการตรวจสอบแบบ 100% นั้นค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 97 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 8,041 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.01658 ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection) เป็นการ□□□□□□□□□□□ 100% นั้นค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 2,822 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 7,201 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.00478 ส่วนที่กระบวนการลูกค้านั้นมีค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตอันเนื่องมาจากการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นก่อนหน้า และความผิดพลาดในการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพของผู้ตรวจสอบมีค่า 4,036 บาทต่อลอต รวมเป็นต้นทุ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□27,056 บาทต่อลอต เป็นค่าตรวจสอบคุณภาพรวม 4,791 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 18,229 บาทต่อลอต และ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตเท่ากับ 4,036 □□□ □□□□□□□□□12 จะเห็นได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ว่าค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตมีค่าสูงที่สุดคือ 67% รองลงมาคือค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ □□□□□ 18% และ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตเท่ากับ 15% จากต้นทุนคุณภาพทั้งหมด

□□□ 7.12 สัดส่วนของประเภทค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการตรวจสอบต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□

3. ทดลองแทนค่าพารามิเตอร์ ของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ [n,c] □□□□□□□□□ ตัวแบบต้นทุนคุณภาพ ตามแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ ดังที่ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 7.3 พบว่า ที่กระบวนการชุบทองแดงในรู (PTH) เลือกใช้ขนาดตัวอย่าง □□□□□□□□□□□[50, 1] โดยส่งผลให้มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) เท่ากับ 0.91353557 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าสูงมาก หรือหมายความว่าเกือบยอมรับลอตการการผลิต เนื่องจากสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพแบบสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้มีค่า 0.0098 □□□□□ □□□□□□วัในตารางที่ 5.1 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 100% ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) มีค่าที่สูงกว่า ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) เพิ่มขึ้นจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปในกรณีที่เลือกยอมรับลอต □□□□□□ ดังนั้นจึงปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นผ่านเข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไป ซึ่งส่งผลให้มีจำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI_i) 76 ชิ้น ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 317 □□□ต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 53 บาทต่อลอต □□□□□□□□ คุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i)เท่ากับ 0.02932 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ กระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) เลือกใช้ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ [50, 1] □□□ ส่งผลให้มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) เท่ากับ 0.82191815 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าสูงมาก หรือหมายความว่าเกือบยอมรับลอตการการผลิต เนื่องจากสัดส่วนความบกพร่องทาง

คุณภาพแบบสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้มีค่า 0.015 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.1 [illegible] 100% ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) มีค่าที่สูงกว่า ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) เพิ่มขึ้นจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปในกรณีที่เลือกย[illegible] ดังนั้นจึงปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นผ่านเข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไป [illegible]ส่งผลให้มีจำนวนผลิตภัณฑ์[illegible](ATI$_i$) 163 ชิ้น ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 429 บาทต่อลอต และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 148 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออก [illegible](AOQ$_i$) เท่ากับ 0.10233 ที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) เลือกใช้ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ [32, 0, 32, 1] โดยส่งผลให้มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa$_{1i}$) เท่ากับ 0.01779194 [illegible](Pa$_{2i}$) เท่ากับ 0.001359164 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าต่ำมาก หรือหมายความว่าเกือบปฏิเสธลอตการการผลิต เนื่องจากสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพแบบสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้มีค่า 0.118 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.1 [illegible] 100% [illegible]ให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) มีค่าที่ต่ำกว่า ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง[illegible] (Scrap) [illegible]จากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิต[illegible] ดังนั้นปฏิเสธลอตการผลิตเพื่อตรวจสอบคุณภาพไม่ให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นผ่านเข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไป ซึ่งส่งผลให้มี[illegible] ผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉ[illegible](ATI$_i$) 337 ชิ้น ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 1,432 บาทต่อลอต และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 2,551 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่าน [illegible](AOQ$_i$) เท่ากับ 0.10773 ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-test) เป็นการตรวจสอบแ[illegible] 100% นั้นค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 98 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 7,978 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ$_i$) เท่ากับ 0.01655 ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection) เป็นการตรวจสอบแบบ 100% นั้นค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 2,842 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 7,249 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ$_i$) เท่ากับ 0.00476 ส่วนที่กระบวนการลูกค้านั้นมีค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตอันเนื่องมาจากการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นก่อนหน้า และความผิดพลาดในการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง

คุณภาพของผู้ตรวจสอบมีค่า 4,049 บาทต่อลอต รวมเป็นต้นทุนคุณภาพจากการตรวจสอบคุณภาพ □□□27,145 บาทต่อลอต เป็นค่าตรวจสอบคุณภาพรวม 5,117 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 17,979 บาทต่อลอต และ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตเท่ากับ 4,049 □□□ □□□□□□□Z12 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตมีค่าสูงที่สุดคือ 66% □□□□□□□ คือค่าใช้จ่ายในการตร□□□□□□□□□ 19% และ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตเท่ากับ 15% จากต้นทุนคุณภาพทั้งหมด

□□□Z13 สัดส่วนของประเภทค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการตรวจสอบต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

□□□□□□□□□□	$E(Ci_i)$ (Baht/lot)	$E(Cr_i)$ (Baht/lot)	$E(Ca_i)$ (Baht/lot)	$E(C_i)$ (Baht/lot)	$n1_i$	$c1_i$	Pa_i	ATI_i	N_i	Pvo_i	Peo_i	$Pveo_i$	AOQ_i
□□□□□□□□□□□□□□□□	270	45	-	315	16	0	0.85417899	65	350	0.00806	0.02556	0.00403	0.02959
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ และกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด	369	127	-	496	16	0	0.78134369	88	347	0.01956	0.09363	0.01018	0.10300
การเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี	1,274	2,522	-	3,796	16	0	0.13338644	300	343	0.03471	0.09800	0.01197	0.12074
การตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า	97	8,021	-	8,118					336	0.02634	0.00430	0.00052	0.03011
การตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา	2,836	7,975	-	10,811					307	0.00180	0.00395	0.00004	0.00571
ลูกค้า	-	-	4,788	4,788					300				
□□□□□□□□□□□□□□	4,845	18,691	4,788	28,324									

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

□□□□□□□□□□	$E(Ci_i)$ (Baht/lot)	$E(Cr_i)$ (Baht/lot)	$E(Ca_i)$ (Baht/lot)	$E(C_i)$ (Baht/lot)	$n1_i$	$c1_i$	Pa_i	ATI_i	N_i	Pvo_i	Peo_i	$Pveo_i$	AOQ_i
□□□□□□□□□□□□□□□□	209	35	-	243	50	7	0.99999997	50	350	0.00848	0.02574	0.00424	0.02998
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ และกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด	209	72	-	280	50	7	0.99999909	50	347	0.02171	0.09449	0.01129	0.10490
การเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี	1,455	2,880	-	4,335	50	0	0.00184490	342	343	0.02196	0.09876	0.01159	0.10913
การตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า	97	8,041	-	8,138					335	0.01275	0.00433	0.00051	0.01658
การตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา	2,822	7,201	-	10,023					305	0.00086	0.00395	0.00003	0.00478
ลูกค้า	-	-	4,036	4,036					302				
□□□□□□□□□□□□	4,791	18,229	4,036	27,056									

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

□□□□□□□□□□	$E(Ci_i)$ (Baht/lot)	$E(Cr_i)$ (Baht/lot)	$E(Ca_i)$ (Baht/lot)	$E(C_i)$ (Baht/lot)	$n1_i$	$c1_i$	Pa_i	ATI_i	N_i	Pvo_i	Peo_i	$Pveo_i$	AOQ_i	$n2_i$	$c2_i$	$Pa2_i$	$Ps1_i$	$Pr1_i$
□□□□□□□□□□□□□□	317	53	-	369	50	1	0.91353557	76	350	0.00774	0.02545	0.00387	0.02932	-	-	-	-	-
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ และกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด	429	148	-	577	50	1	0.82191815	103	347	0.01862	0.09340	0.00970	0.10233	-	-	-	-	-
การเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี	1,432	2,551	-	3,983	32	0	0.01779194	337	343	0.02063	0.09720	0.01009	0.10773	32	1	0.001	0.076	0.906
การตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า	98	7,978	-	8,076					336	0.01273	0.00426	0.00044	0.01655					
การตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา	2,842	7,249	-	10,091					307	0.00086	0.00393	0.00003	0.00476					
ลูกค้า	-	-	4,049	4,049					304									
□□□□□□□□□□□□	5,117	17,979	4,049	27,145														

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2 สรุปผลของตัวแบบต้นทุนคุณภาพเพื่อเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับลอตการผลิต

หลังจากผู้วิจัยได้ทดลองแทนค่าพารามิเตอร์ ของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ลงในสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพพบว่า แผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] ให้ต้นทุนคุณภาพต่อลอตการผลิตที่ต่ำที่สุดคือ 27,056 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ มีต้นทุนทางคุณภาพต่อลอตการผลิต 27,145 [illegible] และอันดับสุดท้ายคือแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน IPC-6012B [illegible] 28,324 [illegible] ดังที่สรุปไว้ในตาราง 7.4 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวจะทำให้ต้นทุนคุณภาพต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตาม [illegible] IPC-6012B อยู่ 1,268 บาทต่อลอต และแผนการตรวจสอบคุณภาพตามคุณภาพตาม [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่จะทำให้ต้นทุนคุณภาพต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพ [illegible] IPC-6012B 1,179 บาทต่อลอต หรือคิดเป็น 4.48% [illegible] 4.16% ตามลำดับ แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (AOQ_5) [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่จะมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาดีที่สุด คือ 0.00476 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว จะมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาดีเป็นอันดับ 2 [illegible] 0.00478 [illegible] คุณภาพที่ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแย่ที่สุดคือ [illegible] IPC-6012B ซึ่งจะมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาคือ 0.00571

1. ทั้งนี้เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน IPC-6012B [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] 7.1 [illegible] 7.2 [illegible] IPC-6012B [illegible] เลือกค่าขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับได้เพียงค่าเดียวเป็นดังนี้ ที่กระบวนการชุบทองแดงในรู (PTH) กระบวนการชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) [illegible] กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) [illegible] [16, 0], [16, 0] [illegible] [16, 0] ทำให้มีต้นทุนคุณภาพเท่ากับ 28,324 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.00571 ส่วนทางเลือกของแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] พิจารณาต้นทุนคุณภาพโดยการปรับระดับคุณภาพในการยอมรับ (AQL) เป็นดังนี้ [illegible] (PTH) กระบวนการชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วย [illegible] (PP) และกระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) [illegible] [50, 7], [50, 7] [illegible] [50, 0] [illegible] ให้มีต้นทุนคุณภาพเท่ากับ 27,056 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ

0.00478 ซึ่งกล่าวได้ว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□ เป็นแผนที่ดีกว่าเนื่องจากมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าและทั้งยังให้ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่ต่ำกว่าอีกด้วย โดยเปรียบเทียบสาเหตุของทางเลือกที่แต่ละกระบวนการตรวจสอบคุณภาพอันทำให้เกิดต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าได้ดังนี้ ที่กระบวนการชุบทองแดงในรู (PTH) ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 7.1 นั้น มีสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพแบบสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้มีค่า 0.0098 □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 100% ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี□□□□□□ (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อ□□□□□□□□□□ (Scrap) มีค่าที่สูงกว่าต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) เพิ่มขึ้นจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปในกรณีที่เลือกยอมรับลอตการผลิต ดังนั้นจึงปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นผ่านเข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไป ทำให้ได้ระดับต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่า ดังจะเห็นได้จากแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□ มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_j) เท่ากับ 0.99999997 □□□□□□□□□ยอมรับลอตการผลิต ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 209 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 35 บาทต่อลอต และระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_j) มีค่า 0.02998 □□□ IPC-6012B มีค่าความน่าจะเป็นในการ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(Pa_j) เท่ากับ 0.85421413 ซึ่งต่ำกว่าของแผนการตรวจสอบคุณภาพตาม□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 270 □□□ต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 45 บาทต่อลอต และระดับคุณภาพผ่า□□□□□□□□□(AOQ_j) มีค่า 0.02959 จะเห็นได้ว่าที่กระบวนการนี้ แผนการตรวจสอบคุณภาพตาม□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าที่กระบวนการนี้ แต่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่แย่กว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน IPC-6012B □□□□□□□□□□□□□□□□วามหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 7.1 นั้น มีสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพแบบสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้มีค่า 0.015 □□ 100% ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการ□□□□□□□□□□□าพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี□□□□□□ (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) มีค่าที่สูงกว่าต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) เพิ่มขึ้นจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง□□□□□ภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปในกรณีที่เลือกยอมรับลอตการผลิต ดังนั้นจึงปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นผ่านเข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไป ทำให้ได้ระดับต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่า ดังจะเห็นได้จากแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□

[illegible] มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) เท่ากับ 0.99999909 [illegible] ยอมรับลอตการผลิต ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 209 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 72 บาทต่อลอต และระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) มีค่า 0.10490 [illegible] IPC-6012B มีค่าความน่าจะเป็นในการ [illegible] (Pa_i) เท่ากับ 0.78134369 ซึ่งต่ำกว่าของแผนการตรวจสอบคุณภาพตาม [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 369 [illegible] ต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 127 บาทต่อลอต และระดับคุณภาพผ่าน [illegible] (AOQ_i) มีค่า 0.10300 จะเห็นได้ว่าที่กระบวนการนี้ แผนการตรวจสอบคุณภาพตาม [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าที่กระบวนการนี้ แต่มีระดั[illegible] คุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่แย่กว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน IPC-6012B [illegible] เคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพแบบสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้มีค่า 0.118 ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 7.1 [illegible] 100% ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) มีค่าที่ต่ำกว่า ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง[illegible] (Scrap) เพิ่มขึ้นจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิต [illegible] แล้วทำการตรวจสอบคุณภาพแบบ 100% [illegible] ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ดังจะเห็นได้จากแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) เท่ากับ 0.00184490 ซึ่งต่ำมาก ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 1,455 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 2,880 บาทต่อลอต และระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) มีค่า 0.10913 [illegible] IPC-6012B มีค่าความน่าจะเป็นใน [illegible] (Pa_i) เท่ากับ 0.13338644 ซึ่งสูงกว่าของแผนการตรวจสอบคุณภาพตาม [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 1,274 [illegible] ต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 2,522 บาทต่อลอต และระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) มีค่า 0.12074 จะเห็นได้ว่าที่กระบวนการนี้ แผนการตรวจสอบคุณภาพตาม [illegible] IPC-6012B มีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าที่กระบวนการนี้ แต่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่แย่กว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] ตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-test) ซึ่งเป็นการตรวจสอบแบบ 100% [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว มีค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 97 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการ

ผลิตเท่ากับ 8,041 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.01658 □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B มีค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากั□ 97 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 8,021 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.03011 จะเห็นได้ว่า □□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวมีต้นทุนคุณภาพที่สูงกว่าที่กระบวนการนี้ แต่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่ดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพ □□□□□□□□□□ IPC-6012B ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection) เป็น □□□□□□□□□□□□□□ 100% □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□□ มีค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 2,822 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 7,201 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.00478 □□ IPC-6012B มีค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 2,836 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 7,975 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.00571 จะเห็นได้ว่าที่กระบวนการนี้ แผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าที่กระบวนการนี้ และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่ดีกว่า □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B ส่วนที่กระบวนการลูกค้านั้นมีค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตอันเนื่องมาจากการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นก่อนหน้า และความผิดพลาดในการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพของผู้ตรวจสอบ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวมีค่า 4,036 บาทต่อลอต □□ IPC-6012B มีค่า 4,788 บาทต่อลอต จะเห็นได้ว่าที่ □□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าที่กระบวนการนี้ เนื่องจากระดับคุณภาพที่ผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_3) □□□□□□□□□□□□ เคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสีนั้น จะเป็นกระบวนการขั้นสุดท้ายที่ใช้แผยการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อยอมรับลอตการผลิต ซึ่งแผนการตรวจสอบคุณภาพต□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว จะให้ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่มีค่าต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตาม □□□□□□□□ IPC-6012B □□□0.10913 □□□ 0.12074 ตามลำดับทำให้เมื่อผ่านกระบวนการตรวจสอบ □□□□□□□□□ 100% ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-test) □□□ กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection) แล้วทำให้ได้ระดับคุณภาพผ่านออก □□□□□(AOQ_5) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ส่งถึงมือลูกค้ามีค่าต่ำกว่าเช่นกันคือ 0.00571□□□ 0.00478 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้มีค่าปรับจากการส่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า และ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าใช้จ่ายจากการหาสาเหตุความบกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า ซึ่งรวมคิดเป็นค่าใช้จ่ายในกรณียอมรับลอตการผลิตมีมูลค่าต่ำกว่า

เมื่อคิดรวมเป็นต้นทุนคุณภาพจากการตรวจสอบคุณภาพทั้งสิ้น □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว มีต้นทุนคุณภาพ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□27,056 บาทต่อลอต เป็นค่าตรวจสอบคุณภาพรวม 4,791 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 18,229 บาทต่อลอต และ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตเท่ากับ 4,036 □□□ □□□ IPC-6012B มีต้นทุนคุณภาพจา□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□28,324 บาทต่อลอต เป็นค่าตรวจสอบคุณภาพรวม 4,845 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 18,691 บาทต่อลอต และ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตเท่ากับ 4,788 □□□ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า แบบเชิงเดี่ยวมีต้นทุนคุณภาพต่อลอตที่ต่ำกว่า และเมื่อพิจารณาที่ระดับคุณภาพที่ส่งมอบให้กับลูกค้าแล้ว แผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวจะมีระดับคุณภาพที่ดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน IPC-6012B □□□□ เห็นได้จากค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ผ่านออกเฉลี่ยที่ต่ำกว่าคือ 0.00478 □□□ 0.00571 ตามลำดับ เนื่องจากแผนการตรวจสอบคุณภาพ เชิงเดี่ยวนั้นมีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตที่ต่ำกว่าดังที่ได้อธิบายไว้แล้ว

2. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างแผนการตรวจสอบคุณภาพต□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่กับแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□7.2 □□□ 7.3 □□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ที่พิจารณาต้นทุนคุณภาพโดยการปรับระดับคุณภาพในการยอมรับ (AQL) เป็นดัง□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ กระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) และกระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) □□□[50, 1], [50, 1] □□□ [32, 0, 32, 1] ทำให้มีต้นทุนคุณภาพเท่ากับ 27,145 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่□□□□□□□□□□(AOQ$_i$) เท่ากับ 0.00476 ส่วนทางเลือกของแผนการตรวจสอบคุณภาพ□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวที่พิจารณาต้นทุนคุณภาพโดยการปรับระดับคุณภาพ□□□□□□□□□□□(AQL) เป็นดังนี้ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) และกระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) □□□[50, 7], [50, 7] □□□ [50, 0] ทำให้มีต้นทุนคุณภาพเท่ากับ 27,056 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ$_i$) เท่ากับ 0.00478 □□□ล่าวได้ว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตาม□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวเป็นแผนที่ดีกว่าในเรื่องของต้นทุนเนื่องจากมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่า แต่มีระดับคุณภาพที่แย่กว่าเนื่องจากมีสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่องผ่านออกที่สูงกว่า โดยเปรียบเทียบสาเหตุของทางเลือกที่แต่ละกระบวนการตรวจสอบคุณภาพอันทำให้เกิดต้นทุน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณภาพที่ต่ำกว่าได้ดังดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 7.1 (PTH) สัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพแบบสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้มีค่า 0.0098 100% ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) มีค่าที่สูงกว่าต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) เพิ่มขึ้นจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปในกรณีที่เลือกยอมรับลอตการผลิต ดังนั้นจึงปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นผ่านเข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไป ทำให้ได้ระดับต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่า ดังจะเห็นได้จากแผน ANSI/ASQC Z1.4 มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) เท่ากับ 0.99999997 ยอมรับลอตการผลิต ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 209 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 35 บาทต่อลอต และระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) มีค่า 0.02998 ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) เท่ากับ 0.91353557 ซึ่งต่ำกว่าของแผนการตรวจสอบ ANSI/ASQC Z1.4 ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ 317 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 53 บาทต่อลอต และระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) มีค่า 0.02932 จะเห็นได้ว่าที่กระบวนการนี้ แผนการตรวจสอบ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าที่กระบวนการนี้ แต่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่แย่กว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ กระบวนการชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) มีสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพแบบสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้มีค่า 0.015 100% ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) มีค่าที่สูงกว่า ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) เพิ่มขึ้นจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปในกรณีที่เลือกยอมรับลอตการผลิต ดังนั้นจึงปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นผ่านเข้าสู่กระบวนการขั้น ทำให้ได้ระดับต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่า ดังจะเห็นได้จากแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_i) เท่ากับ 0.99999909 ผลิต ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 209 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 72 บาทต่อลอต และระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) มีค่า 0.10490

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่มีค่าความน่าจะเป็นในการ□□□□□□□□□□□□□□□□□(Pa_i) เท่ากับ 0.82191815 ซึ่งต่ำกว่าของแผนการตรวจสอบคุณภาพตาม□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 429 □□□ ต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 148 บาทต่อลอต และระดับคุณภาพผ่าน□□□□□□□□(AOQ_i) มีค่า 0.10233 จะเห็นได้ว่าที่กระ□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าที่กระบวนการนี้ แต่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่แย่กว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□ คู่ ที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพแบบสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการนี้มีค่า 0.118 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 100% ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) มีค่าที่ต่ำกว่า ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) เพิ่มขึ้นจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปใน□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ แล้วทำการตรวจสอบคุณภาพแบบ 100% □□□คัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพทำให้ได้ระดับต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่า ดังจะเห็นได้จากแผนการตรวจสอบ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการ□□□□(Pa_i) เท่ากับ 0.00184490 ซึ่งต่ำมาก ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณ□□□ 1,455 □□□ ต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 2,880 บาทต่อลอต และระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) มีค่า 0.10913 □□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่มีค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต (Pa_{1i}) เท่ากับ 0.01779194 □□□(Pa_{2i}) เท่ากับ 0.001359164 ซึ่งรวมกันเป็นค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต 0.01915111 □□ มากกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ 1,432 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิ□□□□□□□□□□□□□ เท่ากับ 2,551 บาทต่อลอต และระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) มีค่า 0.10773 จะเห็นได้ว่าที่□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่มีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าและมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่ดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาต□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว เนื่องจากที่กระบวนการก่อนหน้านั้นแผนการตรวจสอบคุณภาพตาม□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่มีการตรวจสอบที่เข้มงวดกว่าแบบเชิงเดี่ยว ทำให้สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่ผ่านเข้ามามีน้อยกว่าดังนั้นการลดความเข้มงวดของการตร□□□□□ คุณภาพลงเล็กน้อยจะทำให้ได้ต้นทุนคุณภาพรวมที่ต่ำกว่า (ในกรณีแผนเชิงคู่) แต่หากลดระดับความเข้มงวดของการตรวจสอบลงมากไปก็จะให้เสียค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการส่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง

คุณภาพเข้าสู่กระบวนการขั้นถัดไปสูงขึ้นเช่นกัน ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณ[illegible]ไฟฟ้า (E-test) เป็นการตรวจสอบแบบ 100% [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว มีค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 97 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 8,041 บาทต่อลอต และมี[illegible]คุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.01658 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่มีค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 98 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 7,978 บาทต่อลอต [illegible]ภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.01655 จะเห็นได้ว่าที่กระบวนการนี้ แผนการ[illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวมีต้นทุนคุณภาพที่สูงกว่าที่กระบวนการนี้ ทั้งยังมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่แย่กว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection) เป็น[illegible] 100% [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] มีค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 2,822 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 7,201 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i) เท่ากับ 0.00478 [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] เชิงคู่มีค่าตรวจสอบคุณภาพมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งของลอตการผลิต ซึ่งจะเท่ากับ 2,842 [illegible] ต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 7,249 บาทต่อลอต และมีระดับคุณภาพผ่านออก[illegible] (AOQ_i) เท่ากับ 0.00476 จะเห็นได้ว่าที่กระบวนการนี้ แผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่ากว่าที่กระบวนการนี้ แต่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่แย่กว่าแผนก[illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ [illegible] ถึงแม้ว่าระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_4) [illegible] คุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (E-Test) [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่มีค่าน้อยกว่าแผนการต[illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] 0.001665 [illegible] 0.001658 ตามลำดับ แต่ด้วยจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspection) นั้นแผนเชิงเดี่ยวมีจำนวนน้อยกว่าคือ 305 ชิ้น ขณะที่แผนเชิงคู่นั้นมีจำนวนผลิตภัณฑ์ที่เข้ามาทำการตรวจสอบคุณภาพเท่ากับ 307 [illegible] ให้เกิดค่าใช้จ่ายจากจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่มีมากกว่า ส่วนที่กระบวนการลูกค้านั้นมีค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตอันเนื่องมาจากการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นก่อนหน้า และความผิดพลาดในการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพของผู้ตรวจสอบ แผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] ค่า 4,036 บาทต่อลอต [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่

มีค่า 4,049 บาทต่อลอต จะเห็นได้ว่าที่กระบวนการนี้ แผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่มีต้นทุนคุณภาพที่สูงกว่าที่กระบวนการนี้ เนื่องจากถึงแม้ว่าระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_5) หลังการตรวจสอบคุณภาพที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วย □□□□□ (Visual Inspection) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□ เชิงคู่มีค่าน้อยกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□□□ 0.00478 □□□ 0.00476 ตามลำดับ แต่ด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบให้กับลูกค้ามากว่าคือ 304 □□ □□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวจะมีผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบให้กับลูกค้าเท่ากับ 302 ชิ้น ทำให้จำนวนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพถูกส่งไปถึงมือลูกค้ามีมากกว่า จึงทำให้เกิดค่าใช้จ่ายจากจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่มากกว่า

เมื่อคิดรวมเป็นต้นทุนคุ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว มีต้นทุนคุณภาพจากการตรวจสอบคุณภาพ □□□□27,056 บาทต่อลอต เป็นค่าตรวจสอบคุณภาพรวม 4,791 บาทต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 18,229 บาทต่อลอต และ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตเท่ากับ 4,036 □□□ □□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่มีต้นทุนคุณภาพ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□27,145บาทต่อลอต เป็นค่าตรวจสอบคุณภาพรวม 5,117 □□□ ต่อลอต ค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอตการผลิตเท่ากับ 17,979 บาทต่อลอต และ ค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอตการผลิตเท่ากับ 4,049 □□□ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า แบบเชิงเดี่ยวมีต้นทุนคุณภาพต่อลอตที่ต่ำกว่า และเมื่อพิจารณาที่ระดับคุณภาพที่ส่งมอบให้กับลูกค้าแล้ว แผนการตรวจสอบคุณภาพตาม □□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวจะมีระดับคุณภาพที่แย่กว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพ □□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่□□0.00478 □□□ 0.00476□□□□□□□

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[illegible]	ค่าสังเกต	[illegible]		
		IPC-6012B	ANSI-Single plan	ANSI-Double plan
[illegible] (PTH)	(n1,c1)	16, 0	50, 7	50, 1
	(n2,c2)	-	-	0, 0
	ATI	65	50	76
	AOQ	0.02959	0.02998	0.02932
[illegible] กระบวนการสร้างลายวงจรด้วยกรด (PP)	(n1,c1)	16, 0	50, 7	50, 1
	(n2,c2)	-	-	0, 0
	ATI	88	50	103
	AOQ	0.10300	0.10490	0.10233
[illegible] แผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)	(n1,c1)	16, 0	50, 0	32, 0
	(n2,c2)	-	-	32, 1
	ATI	300	342	337
	AOQ	0.12074	0.10913	0.10773
การตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าE-Test	AOQ	0.03011	0.01658	0.01655
การตรวจสอบคุณภาพด้วย[illegible](Visual Inspect)	AOQ	0.00571	0.00478	0.00476
ต้นทุนคุณภาพรวม	$E(Ci_i)$	4,845	4,791	5,117
	$E(Cr_i)$	18,691	18,229	17,979
	$E(Ca_i)$	4,788	4,036	4,049
	$E(C_i)$	28,324	27,056	27,145

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[illegible] 8

การวิเคราะห์ค่าตัวแปรที่มีผลต่อแผนการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการยอมรับ ตาม [illegible] ANSI/ASQC Z1.4

การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของตัวแบบค่าใช้จ่ายเป็นการทดสอบความไวของตัวแบบต้นทุนคุณภาพที่มีต่อค่าตัวแปรที่นำมาใช้ในตัวแบบต้นทุนคุณภาพ ซึ่งทั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกทดสอบเฉพาะตัวเลขหรือข้อสมมติฐานที่มีค่าไม่แน่นอนและอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ หรือปัจจัยนั้นที่คาดว่าจะมีผลต่อตัวแบบค่าใช้จ่าย การทำการทดสอบความไวของตัวแบบต้นทุนคุณภาพสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนค่าของตัวเลขทดลองให้ต่างไปจากเดิมในระดับที่กำหนดหรือในระดับที่ต้องทำการทดสอบ จากนั้นพิจารณาผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ที่ได้จากตัวแบบค่าใช้จ่ายว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ซึ่งในกรณีศึกษานี้ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากตัวแบบต้นทุนคุณภาพ คือขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ และต้นทุนคุณภาพต่อลอต หากผลจากการวิเคราะห์ที่ได้ไม่แตกต่างหรือแตกต่างเพียงเล็กน้อย อาจกล่าวได้ว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย[illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible]ยใช้ตัวแบบต้นทุนคุณภาพมีความมั่นคง แต่หากผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างจากเดิมมาก จะสรุปว่าตัวแบบค่าใช้จ่ายนี้มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยนั้นๆ และผลการวิเคราะห์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยนั้นๆด้วย

จากสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพของแผนการตรวจสอบคุณภ[illegible] กรณีศึกษา เป็นสมการที่ขึ้นอยู่กับตัวแปร 2 [illegible]

1. สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ได้แก่ สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (P_{v_i}) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง[illegible]รถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (P_{e_i}) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 [illegible] (P_{ve_i}) [illegible] สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถ[illegible]ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (P_{w_i}) ซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากในแต่ละช่วงเวลาการผลิต และมีผลโดยตรงต่อค่าใช้จ่ายในตัวแบบต้นทุนคุณภาพ คือ หากมีผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นจำนวนมาก ก็จะทำให้ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพสูงขนาดตัวอย่างน้อยก็สามารถตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพได้ และสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่[illegible]ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ส่งผลต่อต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพเช่นกัน แต่ไม่ได้นำเอาสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 [illegible]มาร่วมพิจารณาเนื่องจากตัวแปรชนิดนี้เป็นตัวแปรตาม ที่จะแปรผันตามสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา และ ชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า

2. ตัวแปรประเภทค่าคงที่ของต้นทุนต่อหน่วย ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพต่อหน่วย ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่อหน่วย ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพต่อหน่วย ค่าปรับในกรณีส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้าต่อหน่วย และ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสาเหตุของของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ดังที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 5 □□□□□□□□□□□□□□□□ นี้จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อตัวแบบต้นทุนคุณภาพอันจะส่งผลต่อการเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ แต่ทั้งนี้จากข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษา พบว่าต้นทุนในส่วนนี้ของผลิตภัณฑ์รุ่น M1800A □□ นำมาศึกษาไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงหรือหากมีก็จะอยู่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ดังนั้นในการวิเคราะห์ค่าตัวแปรที่คาดว่าน่าจะมีผลต่อการเลือกแผนการสุ่มตัวอย่าง ตาม □□□□□□□ ANSI/ASQC Z 1.4 และต้นทุนคุณภาพต่อลอตการตรวจสอบ สำหรับตัวแปรประเภทสัดส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ได้แก่ สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (P_{v_i}) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (P_{e_i}) และสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่ □□□□□□□□□□□□ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่□□□□□□□ (P_{w_i}) ส่วนตัวแปรประเภทค่าคงที่ของต้นทุนต่อหน่วย □□□สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□(P_{ve_i}) นั้นผู้วิจัยจึงไม่ได้นำมาทำการทดสอบดังสาเหตุที่ได้กล่าวไว้แล้ว

8.1 ตัวแปรประเภทสัดส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ

ตัวแปรประเภทสัดส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง นั้นมี 3 □□□□□□

1.สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (P_{v_i})

2.สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (P_{e_i})

3.สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□(P_{ve_i})

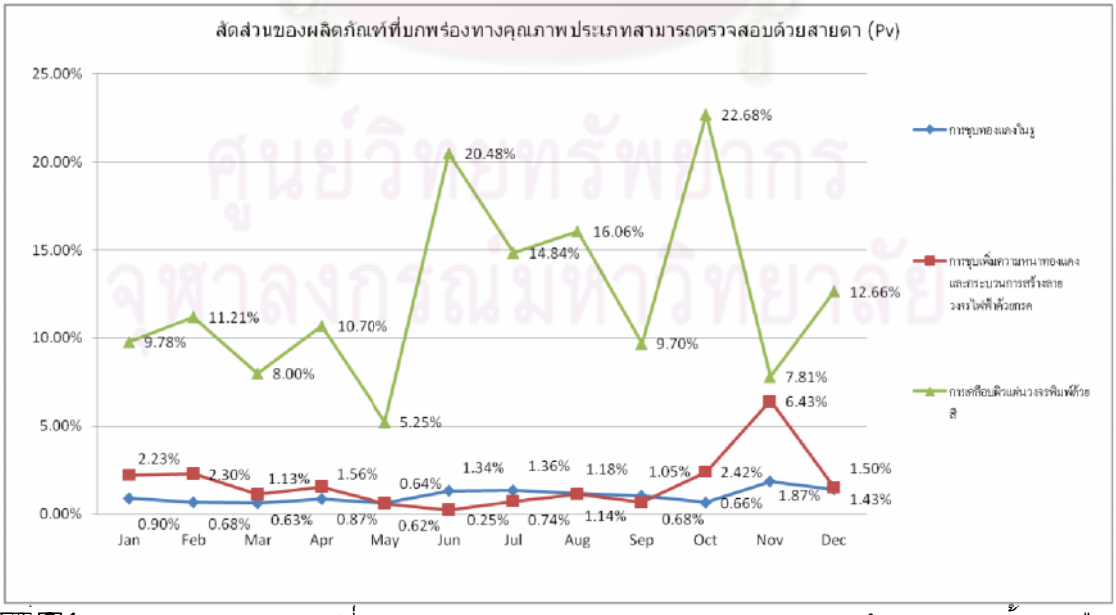
4.สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถ□□□□□□□□ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ □□□□□□□ (P_{w_i})

ซึ่งสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 □□□□(P_{ve_i}) นั้นไม่ได้นำมาร่วมพิจารณาทดสอบความไวของตัวแบบต้นทุนคุณภาพ เนื่องจากตัวแปรชนิดนี้เป็นตัวแปรตาม ที่จะแปรผันตามสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยส□□□□ □□□□□□□ □□□□□□ตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพดังกล่าวไม่สามารถมีค่ามากกว่า สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา

หรือสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ดังนั้นผู้วิจัยได้กำหนดให้สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพทั้ง 2 (PTH) กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) ที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของค่าที่ต่ำที่สุดระหว่าง สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วย หรือ ชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า เพราะชนิดของความบกพร่องทางคุณภาพที่นำมาจำแนกแบ่งเป็นประเภทของความบกพร่องตามคุณสมบัติของการตรวจสอบคุณภา นั้น เป็นเพียงส่วนหนึ่งของความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตา และที่สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า

1. ตัวแปรประเภทสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา

จากการศึกษาถึงผลของสัดส่วนเฉลี่ยของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่ ชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาเป็นเวลา 1 ปี จากรูปที่ 8.1 พบว่าในแต่ละเดือนสัดส่วนความบกพร่องของผลิตภัณฑ์จะมีการเปลี่ยนแปลง โดยที่กระบวนการชุบทองแดงในรู (PTH) มีจุดต่ำสุดอยู่ 0.163% และจุดสูงสุดอยู่ที่ 1.87% สร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) มีจุดต่ำสุดอยู่ที่ 0.25% และจุดสูงสุดอยู่ที่ 6.43% เคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีจุดต่ำสุดอยู่ที่ 5.25% และจุดสูงสุดอยู่ที่ 22.68% จึงได้นำแต่ละส่วนไปกำหนดช่วงการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบความไว

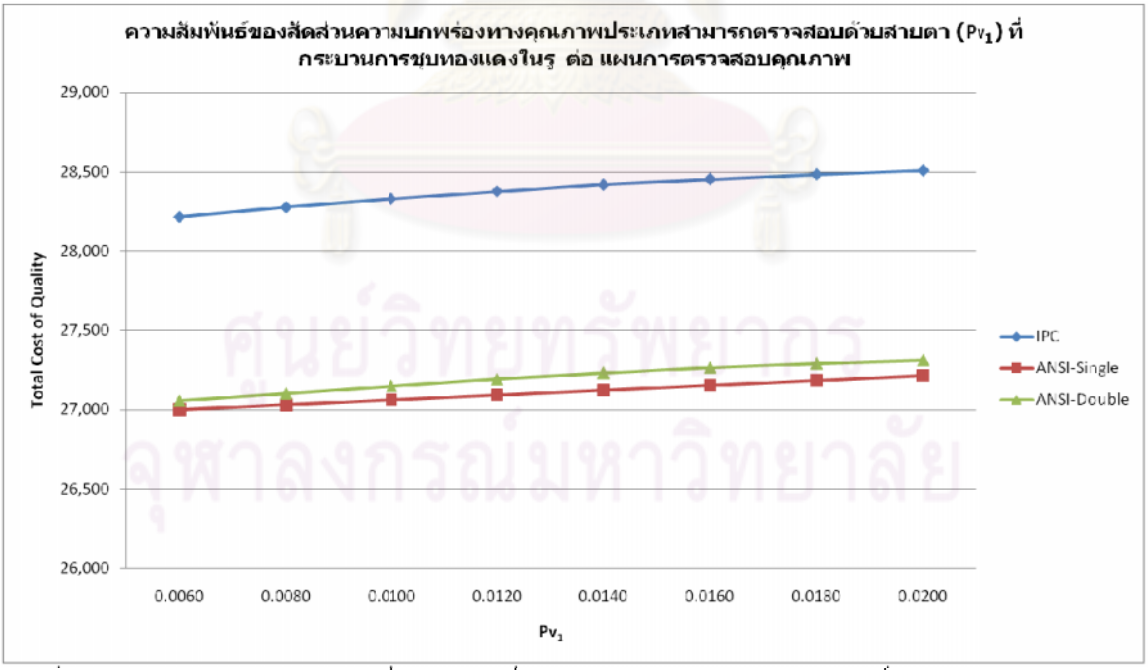


8.1 สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา ตั้งแต่เดือน . . 2552-. .2552

□. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา จุดต่ำสุดอยู่ที่ 0.63% และจุดสูงสุดอยู่ที่ 1.87% □□□□□□ ทำการศึกษาผลของสัดส่วนของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่มีต่อแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ในช่วงที่ครอบคลุ□ช่วงดังกล่าวคือ ช่วงของค่□ (P_{v_i}) มีค่า 0.6% □□□1.9% □□□ กำหนดให้ตัวแปรอื่นๆมีค่าคงที่ ซึ่งจากผลการศึกษา ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 8.2 คือเมื่อสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนคุณภาพต่อลอตตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B □□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวและเชิงคู่นั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อมีการปรับเปลี่ยนสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาให้สูงขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มี□□□□□□ (Rework) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□□□□□□□□□□□□ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B นั้นไม่มีแนวโน้มจะดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 สังเกตได้จากกราฟเป็นไปในทิศทางเดียวกันตลอดช่วงทดสอบ เนื่องจากเมื่อสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพมีค่าต่ำ การปฏิเสธลอตการผลิตเพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบ 100% ก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไป จะมีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) □□□ ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) มีมูลค่าสูงกว่า ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง□□□□□□ (Scrap) ที่กระบวนการลำดับถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 8.1,8.2 □□□ 8.3 แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B นั้น สามารถเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับได้เพียงค่าเดียวก็จะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ซึ่งสามารถปรับระดับของเลขยอมรับให้สูงขึ้นตามระดับของระดับคุณภาพในการ□□□□□□(AQL) อันจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าสูงกว่า จึงทำให้ค่าใช้จ่ายตามที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้นมีค่าต่ำกว่า ส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีต้นทุนคุณภาพที่สูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ ตลอดช่วงทดสอบเช่นกัน เนื่องจากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ □□□□

ระดับของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ที่ทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตอันจะทำให้ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□(PTH) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□□□□□□□□□□□□□ ถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปมีค่าต่ำกว่า แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่

ดังนั้นหากพิจารณาที่ต้นทุนคุณภาพเพียงอย่างเดียวแล้วแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□ เชิงเดี่ยว จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุด แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออก □□□□AOQ$_5$ □□□□□□□□□□8.1, 8.2 □□□ 8.3 พบว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยดีที่สุด รองลงมาเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่าง□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่าง□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B จะเป็นแผนที่แย่ที่สุด



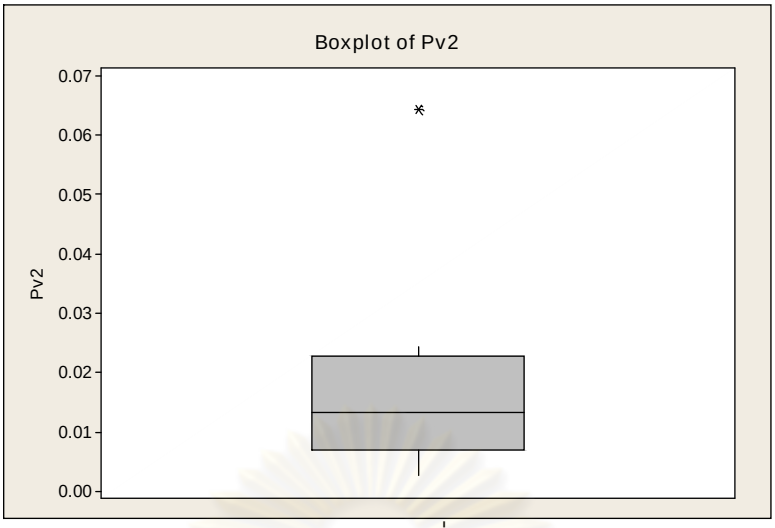
□□□□8.2 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง□□□□□□□□ ชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา ที่กระบวนการชุบทองแดงในรู

Pv_1	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0060	28,214	47	89	301	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0285	0.1020	0.1198	0.0286	0.0057
0.0080	28,275	56	89	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0291	0.1026	0.1203	0.0294	0.0057
0.0100	28,329	66	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1208	0.0302	0.0057
0.0120	28,377	75	88	299	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0301	0.1035	0.1212	0.0309	0.0057
0.0140	28,418	83	88	299	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0304	0.1038	0.1215	0.0315	0.0057
0.0160	28,454	92	88	298	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0307	0.1041	0.1217	0.0321	0.0057
0.0180	28,484	100	88	298	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0309	0.1042	0.1219	0.0327	0.0057
0.0200	28,509	108	88	297	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0311	0.1044	0.1220	0.0332	0.0058

Pv_1	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0060	26,998	50	50	343	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0285	0.1035	0.1077	0.0148	0.0047
0.0080	27,029	50	50	343	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0293	0.1042	0.1085	0.0157	0.0048
0.0100	27,059	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0301	0.1050	0.1092	0.0167	0.0048
0.0120	27,090	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0309	0.1057	0.1099	0.0176	0.0048
0.0140	27,120	50	50	341	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0317	0.1065	0.1107	0.0186	0.0048
0.0160	27,151	50	50	340	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0325	0.1072	0.1114	0.0195	0.0049
0.0180	27,182	50	50	340	50	50	50	10	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0333	0.1080	0.1122	0.0205	0.0049
0.0200	27,212	50	50	339	50	50	50	10	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0341	0.1088	0.1129	0.0214	0.0049

Pv_1	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0060	27,055	61	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0283	0.1014	0.1068	0.0151	0.0047
0.0080	27,103	68	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0289	0.1019	0.1073	0.0159	0.0047
0.0100	27,150	77	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0294	0.1024	0.1078	0.0166	0.0048
0.0120	27,193	86	103	336	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0297	0.1027	0.1081	0.0173	0.0048
0.0140	27,231	97	103	336	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0300	0.1029	0.1083	0.0179	0.0048
0.0160	27,264	107	103	335	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0301	0.1031	0.1084	0.0184	0.0048
0.0180	27,291	118	102	334	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0301	0.1031	0.1084	0.0188	0.0048
0.0200	27,310	129	102	334	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0300	0.1030	0.1083	0.0192	0.0048

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



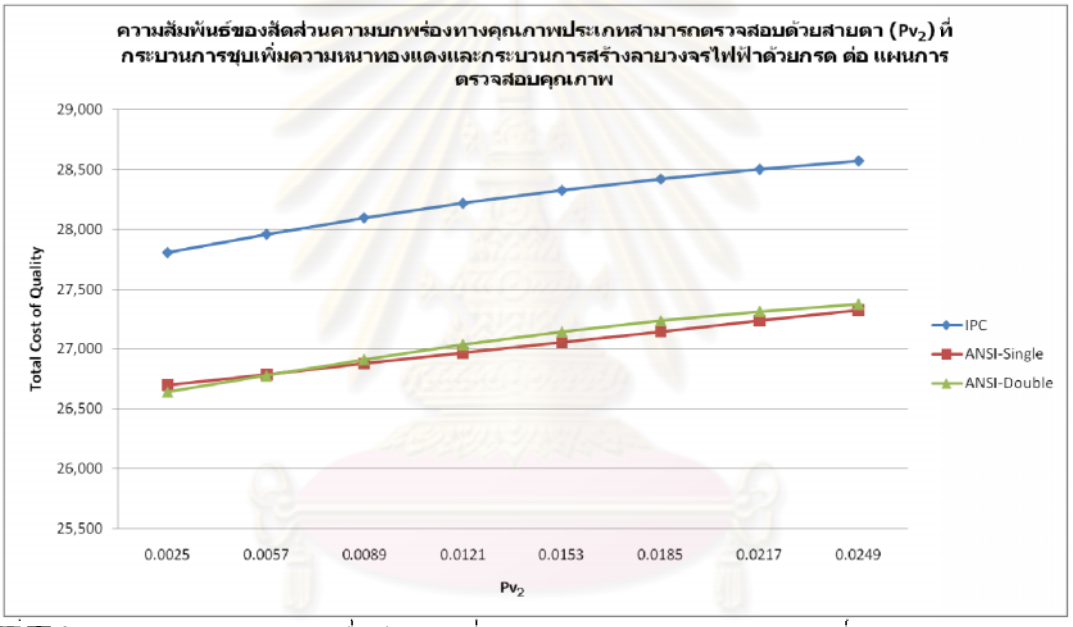
ภาพที่ 8.13 ผลของการพิจารณาข้อมูลสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาด้วย box plot ของกระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)

ดังนั้นจะทำการศึกษาผลของสัดส่วนของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่มีต่อแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ในช่วงที่ครอบคลุมช่วงดังกล่าวคือ ช่วงของค่า (P_{v_i}) มีค่า 0.25% ถึง 2.42% โดยกำหนดให้ตัวแปรอื่นๆมีค่าคงที่ ซึ่งจากผลการศึกษา ดังที่ได้แสดงในภาพที่ 8.14 เมื่อสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนคุณภาพต่อลอตตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยใช้มาตรฐาน IPC-6012B และ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวและเชิงคู่นั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อมีการปรับเปลี่ยนสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาให้สูงขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) เพิ่มสูงขึ้น โดยที่แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B นั้นไม่มีแนวโน้มจะดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 สังเกตได้จากกราฟเป็นไปในทิศทางเดียวกันตลอดช่วงทดสอบ เนื่องจากเมื่อสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพมีค่าต่ำ การปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ 100% ก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไปจะมีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) ของกระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)

มูลค่าสูงกว่า ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง[illegible] (Scrap) [illegible] ที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังจะเห็นได้จาก [illegible] 8.4, 8.5 [illegible] 8.6 แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B [illegible]ย่างและเลขยอมรับได้เพียงค่าเดียวก็จะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ตาม [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 ซึ่งสามารถปรับระดับของเลขยอมรับให้สูงขึ้นตามระดับของระดับ [illegible] (AQL) อันจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าสูงกว่า จึงทำให้ค่าใช้จ่ายตามที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้นมีค่าต่ำกว่า ส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวในช่วงต้นของการทดสอบ เนื่องจากสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตามีค่าต่ำมากคือ 0.25% [illegible] 100% จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบมีค่าสูงกว่าการส่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพจำนวนดังกล่าว เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังนั้นในกรณีนี้การยอมรับลอตการผลิตจึงเป็นทางเลือกที่ให้ต้นทุนคุณภาพได้ต่ำกว่า โดยที่แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐ[illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่จะมีขนาดตัวอย่างสำหรับการสุมตรวจสอบคุณภาพที่น้อยกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบเชิงเดี่ยว ทำให้ค่าใช้จ่ายของแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่มีต้นทุนที่ต่ำกว่า แต่เมื่อระดับความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา [illegible] 0.0060 ทั้งสองแผนการตรวจสอบคุณภาพจะมีค่าใช้จ่ายเท่ากัน และเมื่อระดับสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาเพิ่มขึ้น จนมีค่าสูงกว่า 0.0060 จนถึงจุดสินสุดช่วงทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) ที่กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)มีมูลค่าต่ำกว่า ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) [illegible] กระบวนการลำดับถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังนั้นจึงทำให้แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการ[illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวมีต้นทุนคุณภาพต่ำกว่า

ดังนั้นหากพิจารณาที่ต้นทุนคุณภาพเพียงอย่างเดี่ยวแล้วแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] คู่จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำที่สุดในกรณีที่สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง

□□ภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตามีค่าต่ำมาก (น้อยกว่า 0.0060) และหากสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตามีค่าสูงขึ้น (มากกว่า 0.0060□□□□□□□□□□ ช่วงทดสอบ) แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวจะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำที่สุด แต่หากมีแต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย AOQ_5 □□□□□□□□□□8.4, 8.5 □□□ 8.6 พบว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ □□ ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตาม□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B จะเป็นแผนที่แย่ที่สุด



□□□□8.4 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา ที่กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Pv_2	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0025	27,806	65	29	302	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.0989	0.1168	0.0250	0.0055
0.0057	27,959	65	45	302	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1003	0.1181	0.0265	0.0056
0.0089	28,096	65	60	301	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1014	0.1192	0.0278	0.0056
0.0121	28,217	65	75	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1023	0.1200	0.0290	0.0057
0.0153	28,324	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.0185	28,418	65	102	299	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1035	0.1212	0.0311	0.0057
0.0217	28,500	65	114	298	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1039	0.1216	0.0319	0.0057
0.0249	28,570	65	126	298	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1041	0.1218	0.0326	0.0057

Pv_2	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0025	26,697	50	50	346	50	50	50	7	5	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.0992	0.1035	0.0103	0.0045
0.0057	26,787	50	50	345	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1006	0.1049	0.0118	0.0046
0.0089	26,877	50	50	344	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1020	0.1063	0.0134	0.0047
0.0121	26,966	50	50	343	50	50	50	10	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1035	0.1077	0.0150	0.0047
0.0153	27,056	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.0185	27,146	50	50	341	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1063	0.1106	0.0182	0.0048
0.0217	27,236	50	50	341	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1078	0.1120	0.0198	0.0049
0.0249	27,325	50	50	340	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1093	0.1134	0.0214	0.0050

Pv_2	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0025	26,642	76	32	341	50	32	32	1	3	0	-	32	32	-	8	1	0.0293	0.0985	0.1040	0.0117	0.0046
0.0057	26,778	76	32	341	50	32	32	1	5	0	-	32	32	-	12	1	0.0293	0.0998	0.1053	0.0133	0.0047
0.0089	26,914	76	32	341	50	32	32	1	5	0	-	32	32	-	12	1	0.0293	0.1012	0.1066	0.0150	0.0047
0.0121	27,039	76	86	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1018	0.1072	0.0156	0.0047
0.0153	27,145	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.0185	27,238	76	120	336	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1026	0.1080	0.0173	0.0048
0.0217	27,315	76	138	335	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1025	0.1079	0.0178	0.0048
0.0249	27,377	76	155	334	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1022	0.1076	0.0182	0.0047

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(P_{v_i})

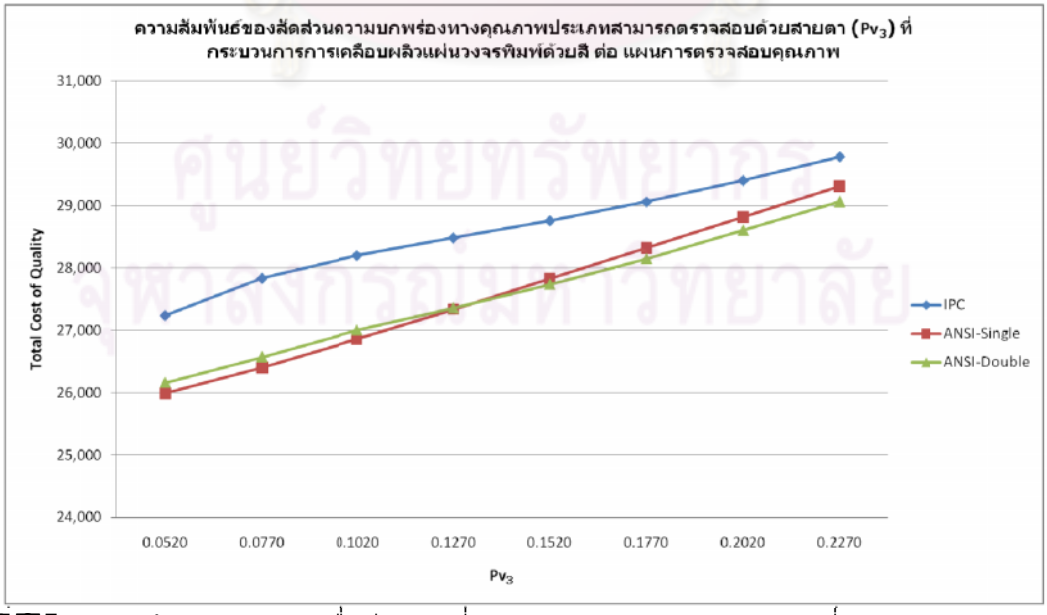
คุณภาพต่อลอตตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□ IPC-6012B□□□ ANSI/ASQC Z1.4 ทั้งเชิงเดี่ยวและเชิงคู่นั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อมีการปรับเปลี่ยนสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาให้สูงขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) เพิ่มสูงขึ้น โดยที่แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B นั้นมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตาม □□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 เนื่องจากเมื่อสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพมีค่าสูง การ □□ 100% ก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไป จะมีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) ที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีมูลค่าต่ำกว่า ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่□□□□□□□□□□ (Scrap) ที่กระบวนการลำดับถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 8.7,8.8 □□□ 8.9 □□□□□□ ตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B □□□□□□□□□□□□□□□□□□ ตัวอย่างและเลขยอมรับได้เพียงค่าเดียวก็จะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าสูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□ ปรับระดับของเลขยอมรับให้ต่ำลงโดยการลดระดับของระดับคุณภาพในการยอมรับ (AQL) □□□□□□□ ให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าต่ำลง จึงทำให้ค่าใช้จ่ายตามที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้นมีค่าต่ำกว่า ถึงแม้ว่าเมื่อพิจารณาที่กราฟแล้วจะพบว่าเส้นกราฟทั้ง 3 มีแนวโน้มที่ลู่เข้าหากัน แสดงว่ามีความเป็นไปได้ที่เส้นกราฟจะตัดกัน เมื่อมีค่าสัดส่วนความบกพร่องทางคุณ□□□□□□□□□□□□□□□□ ด้วยสายตาอยู่ในระดับที่สูงขึ้น แต่ทั้งนี้ที่ระดับความบกพร่องดังกล่าวจะมีค่าสูงเกินกว่าที่จะเกิดขึ้นจริงได้ ส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวจะมีระดับต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ในช่วงแรกของการทดสอบ และมีต้นทุนคุณภาพเท่ากันเมื่อสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตามีค่าประมาณ 0.13 ซึ่งเมื่อสัดส่วนความบกพร่องทางคุ□□□□□□□□□□□□ ช่วงทดสอบที่เหลือ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่จะมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าแผนเชิงเดี่ยว เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพจากกระบวนการชุบทองแดงในรู (PTH) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) ถูกส่งเข้ามาในกระบวนการเคลือบผิว

แผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) ซึ่งเมื่อผ่านการตรวจสอบคุณภาพที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) แล้วก็ไม่สามารถตรวจพบความบกพร่องทางคุณภาพดังกล่าวได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวผ่านเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพขั้นถัดไป ซึ่งจะทำให้ต้นทุนคุณภาพสูงขึ้น ดังนั้นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว ซึ่งเลือกยอมให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ (PTH) □□□ สร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) ถูกส่งเข้ามาที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) ได้มากกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ แล้วทำการตรวจสอบอย่างเข้มงวดที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) □□□ คัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพออกจากกระบวนการผลิต จึงทำให้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพที่ต่ำกว่า แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตา□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ ซึ่งมีการตรวจสอบคุณภาพที่เข้มงวดกว่าใน 2 □□□□□□□□□□□□ (เนื่องจากข้อจำกัดของทางเลือกที่มีของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับของแผนเชิงคู่) แต่จะตรวจสอบผ่อนปรนกว่าเล็กน้อยที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) จึงมีค่าใช้จ่□□□□□□□□ ตรวจสอบคุณภาพที่สูงกกว่า ทำให้ช่วงต้นของการทดสอบนั้น แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว มีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าเพราะการตรวจสอบคุณภาพดังกล่าวสามารถให้ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_5) ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (Visual Inspect) ได้มีค่าเท่ากับแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ ดังที่□□□□□□□□□□□□□□ 8.7,8.8 □□□ 8.9 และเมื่อเพิ่มสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาขึ้น แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการ□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวที่ใช้วิธีการตรวจสอบคุณภาพที่เข้มงวดที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) นั้นไม่สามารถคัดกรองความบกพร่องทางคุณภาพลงไปได้อีกแล้วเพราะทางเลือกเดิม ที่ใช้ขนาดตัวอย่างจำนวน 50ชิ้น และเลขยอมรับมีค่าเท่ากับ 0 □□ เป็นทางเลือกที่เข้มงวดที่สุดแล้วหาก ปรับเปลี่ยนระดับการตรวจสอบคุณภาพที่กระบวนการชุบ□□□□□□□□□□□ (PTH) และกระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) □□□□□□ให้สามารถทำให้ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยลดลงได้ แต่ค่าใช้จ่ายจากการตรวจสอบคุณภาพก็จะเพิ่มมากขึ้นกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ ซึ่งจากการปรับเพิ่มระดับสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตาม□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่นั้นมีความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตที่ลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(เข้มงวดมากขึ้น) เนื่องจากมีโอกาสในการพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพจากการสุ่มตัวอย่างที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพคงเดิมแต่สามารถคัดกรองผลิตภัณฑ์ที่กบพร่องทางคุณภาพได้ดีขึ้น (เสียค่าใช้จ่ายจากความกบพร่องทางคุณภาพเพิ่มขึ้น) จึงมีต้นทุนคุณภาพที่ดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□ เชิงเดี่ยว โดยสามารถสังเกตได้จากระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_5) □□□□□□□□□□□□□□□□□8.7,8.8 □□□ 8.9 ของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่จะมีค่าต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบเชิงเดี่ยว

ดังนั้นหากพิจารณาที่ต้นทุนคุณภาพเพียงอย่างเดียวแล้ว□□□□□□□□□□□□□□ คุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□ เชิงเดี่ยวจะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุดเมื่อสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพมีค่าต่ำกว่า 0.13 และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีกา□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุดเมื่อสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพมีค่าสูงกว่า 0.13 แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย AOQ_5 □□□□□□□□□□8.7, 8.8 □□□ 8.9 พบว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยดีที่สุด รองลงมาเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□□ และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยแย่ที่สุด



□□□ 8.5 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา ที่□□□บวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)

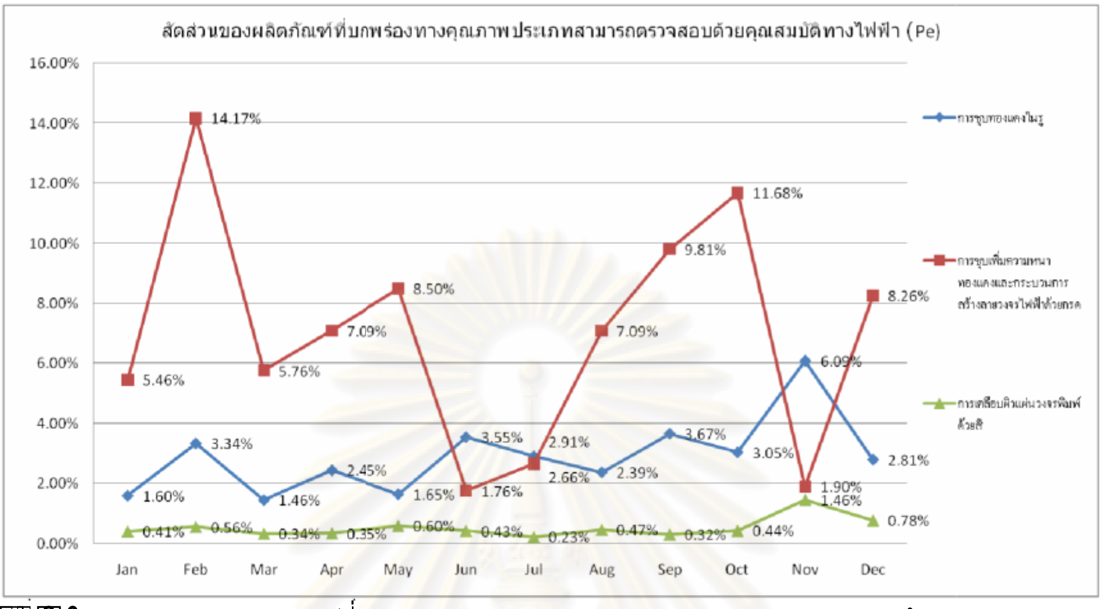
Pv_3	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0520	27,242	65	88	218	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1259	0.0358	0.0061
0.0770	27,838	65	88	262	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1249	0.0346	0.0060
0.1020	28,203	65	88	291	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1221	0.0316	0.0058
0.1270	28,485	65	88	310	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1188	0.0280	0.0056
0.1520	28,760	65	88	323	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1158	0.0247	0.0053
0.1770	29,062	65	88	331	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1133	0.0220	0.0051
0.2020	29,404	65	88	336	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1113	0.0198	0.0050
0.2270	29,785	65	88	339	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1099	0.0182	0.0049

Pv_3	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0520	25,992	50	50	328	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1111	0.0189	0.0049
0.0770	26,405	50	50	339	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1098	0.0174	0.0048
0.1020	26,860	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1092	0.0167	0.0048
0.1270	27,341	50	50	343	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0165	0.0048
0.1520	27,831	50	50	343	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1090	0.0164	0.0048
0.1770	28,325	50	50	343	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0163	0.0048
0.2020	28,820	50	50	343	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0162	0.0048
0.2270	29,316	50	50	343	50	50	50	10	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0162	0.0048

Pv_3	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0520	26,162	76	103	328	50	50	50	1	1	0	-	-	-	-	-	-	0.0293	0.1023	0.1086	0.0171	0.0048
0.0770	26,577	76	103	339	50	50	50	1	1	0	-	-	-	-	-	-	0.0293	0.1023	0.1072	0.0156	0.0047
0.1020	27,006	76	103	334	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1084	0.0173	0.0048
0.1270	27,362	76	103	339	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1070	0.0158	0.0047
0.1520	27,741	76	103	340	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	3	0.0293	0.1023	0.1069	0.0157	0.0047
0.1770	28,157	76	103	342	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	3	0.0293	0.1023	0.1061	0.0148	0.0046
0.2020	28,609	76	103	343	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	3	0.0293	0.1023	0.1058	0.0145	0.0046
0.2270	29,071	76	103	343	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	3	0.0293	0.1023	0.1056	0.0143	0.0046

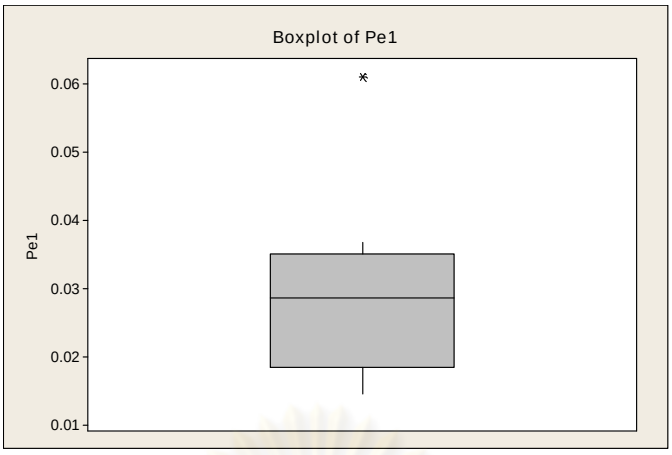
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และกระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้□□□(S/M) มีจุดต่ำสุดอยู่ที่ 0.23% และจุดสูงสุดอยู่ที่ 1.46% จึงได้นำแต่ละส่วนไปกำหนดช่วงการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบความไว ดังนี้



□□□ 8.6 สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ตั้งแต่เดือน ม.□. 2552-□.□.2552

□. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า โดยมีจุดต่ำสุดอยู่ที่ 1.46% □□□□□□□□ อยู่ที่ 6.09% ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นช่วงที่ค่อนข้างกว้างซึ่งอาจมีความผิดปกติของกระบวนก□□□□□□□□ ในช่วงเวลานั้นๆ ดังนั้นผู้วิจัยจะทำการกำหนดช่วงในการทดสอบความไวของแผนการตรวจสอบคุณภาพ โดยการกำจัดความผิดปกติดังกล่าวออกก่อนด้วยการใช้ box plot เข้ามาช่วยในการพิจารณา ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 8.7 ซึ่งได้ว่าช่วงปกติของสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุ□□□□□□□□□□ สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1.46% □□3.67%



(P_{e_i})

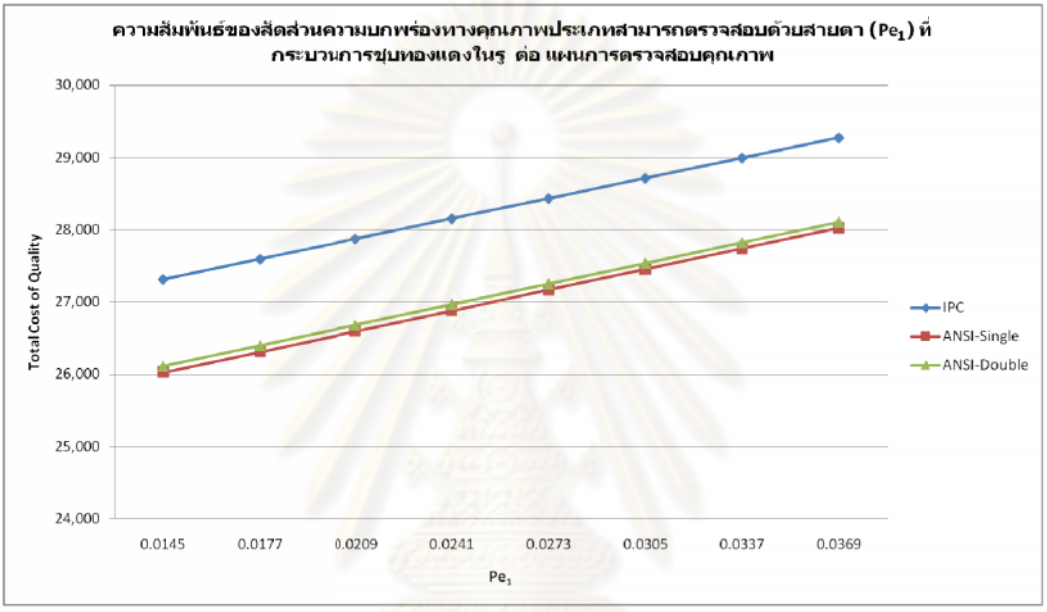
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(P_{ve_i})

แนวโน้มจะดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 สังเกตได้จากกราฟเป็นไปในทิศทางเดียวกันตลอดช่วงทดสอบ เนื่องจากเมื่อมีการปรับเปลี่ยนสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าให้สูงขึ้น นั้นไม่ส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา เพราะไม่สามารถตรวจสอบความบกพร่องประเภทตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้านั่นเอง เมื่อสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตามีค่าต่ำการปฏิเสธลอตการผลิตเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแบบ 100% ก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไป จะมีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง □□□□□ (Scrap) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) มีมูลค่าสูงกว่า ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง □□□□□□□□□ (Scrap) ที่กระบวนการลำดับถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 8.10,8.11 □□□ 8.12 □□□□□□ ตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B □□□□□□□□□□□□□□□□□□ ตัวอย่างและเลขยอมรับได้เพียงค่าเดียวก็จะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□ ปรับระดับของเลขยอมรับให้สูงขึ้นโดยการเพิ่มระดับของระดับคุณภาพในการยอมรับ (AQL) □□□□□□□ ให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าสูงขึ้นจึงทำให้ค่าใช้จ่ายตามที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้นมีค่าต่ำกว่า ส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีต้นทุนคุณภาพที่สูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□□ □□□□ ช่วงทดสอบเช่นกัน เนื่องจากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย □□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ จะมีระดับของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ที่ทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตอันจะทำให้ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) ที่กระบวนการลำดับถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปมีค่าต่ำกว่า แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่

ดังนั้นหากพิจารณาที่ต้นทุนคุณภาพเพียงอย่างเดี่ยวแล้วแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□

เชิงเดี่ยวจะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุด แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออก AOQ_5 จากตารางที่ 8.10, 8.11 และ 8.12 พบว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยดีที่สุด รองลงมาเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B ที่มีระดับคุณภาพที่แย่ที่สุด



ภาพที่ 8.8 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวนการชุบทองแดงในรู

ตารางที่ 8.10 ผลของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B ที่มีการเปลี่ยนแปลงค่า Pe_1 ระหว่าง 0.0145-0.0367 ที่กระบวนการชุบทองแดงในรู (PTH)

Pe_1	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0145	27,311	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0179	0.0921	0.1100	0.0296	0.0052
0.0177	27,591	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0212	0.0951	0.1130	0.0297	0.0053
0.0209	27,872	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0244	0.0981	0.1160	0.0299	0.0055
0.0241	28,152	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0276	0.1012	0.1189	0.0300	0.0056
0.0273	28,432	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0308	0.1042	0.1219	0.0302	0.0058
0.0305	28,713	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0341	0.1072	0.1248	0.0303	0.0059
0.0337	28,993	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0373	0.1102	0.1278	0.0305	0.0061
0.0369	29,273	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0405	0.1132	0.1308	0.0306	0.0062

Pe_1	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0145	26,024	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0183	0.0940	0.0983	0.0160	0.0043
0.0177	26,309	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0215	0.0970	0.1013	0.0162	0.0044
0.0209	26,595	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0248	0.1000	0.1043	0.0163	0.0045
0.0241	26,881	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0280	0.1031	0.1073	0.0165	0.0047
0.0273	27,167	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0312	0.1061	0.1103	0.0166	0.0048
0.0305	27,452	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0345	0.1091	0.1133	0.0168	0.0050
0.0337	27,738	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0377	0.1121	0.1163	0.0170	0.0051
0.0369	28,024	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0409	0.1151	0.1193	0.0171	0.0053

Pe_1	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0145	26,114	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0177	0.0914	0.0969	0.0160	0.0042
0.0177	26,399	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0209	0.0944	0.0999	0.0161	0.0044
0.0209	26,685	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0241	0.0975	0.1029	0.0163	0.0045
0.0241	26,970	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0273	0.1005	0.1059	0.0165	0.0047
0.0273	27,255	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0306	0.1035	0.1089	0.0166	0.0048
0.0305	27,541	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0338	0.1065	0.1119	0.0168	0.0050
0.0337	27,826	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0370	0.1095	0.1149	0.0169	0.0051
0.0369	28,111	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0403	0.1125	0.1179	0.0171	0.0053

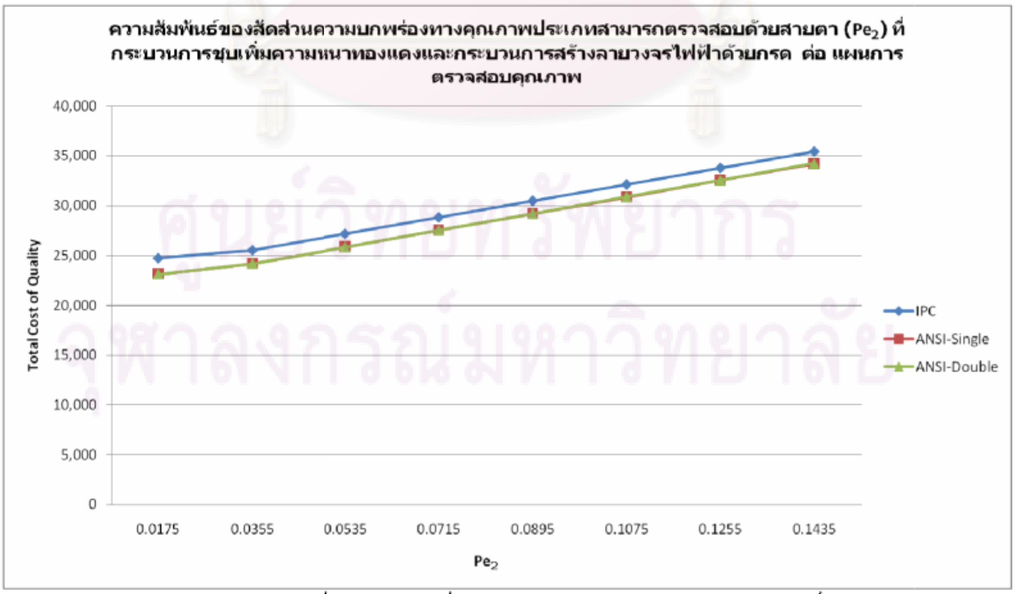
(P_{e_i})

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าให้สูงขึ้น ส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับในการตรวจสอบคุณภาพที่กระบวนการนี้เพียงเล็กน้อย จากการตรวจสอบเพื่อคัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าเพื่อไม่ให้ส่งไปที่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปนั้น ทำได้เพียงส่วนที่มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ทั้ง 2 □□□□(□□□□□ บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาและคุณสมบัติทางไฟฟ้า) (P_{ve_i}) ที่ไม่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ จากที่แสดงไว้ในตารางที่ 8.13, 8.14 □□□ 8.15 ทำให้ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มี□□□□□ (Rework) □□□ ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ และกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) และการส่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปเพิ่มสูงขึ้น □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ภาพแบบสุ่มตัวอย่าง □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B นั้นไม่มีแนวโน้มจะดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 สังเกตได้จากกราฟเป็นไปในทิศทางเดียวกันตลอดช่วงทดสอบ เนื่องจากเมื่อสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิด □□□□□□ ตรวจสอบด้วยสายตามีค่าต่ำ และสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทที่สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้ามีค่าสูงกว่า การปฏิเสธลอตการผลิตเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้วย □□□□□□□□□ 100% ก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไป จะมีค่าใช้จ่ายในการ □□□□□□□□□□ณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มี □□□□□□ (Rework) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) รวมถึงต้นทุนที่กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) □□ มูลค่าสูงกว่า ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□ ที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังจะเห็นได้จาก □□□□□□□□8.13, 8.14 □□□ 8.15 แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตาม □□□□□□□ IPC-6012B นั้น สามารถเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับได้เพียงค่าเดียวก็จะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ □□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 ซึ่งสามารถปรับระดับของเลขยอมรับให้สูงขึ้นโดยการเพิ่มระดับของ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(AQL) อันจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าสูงขึ้นจึงทำให้ค่าใช้จ่ายตามที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้นมีค่าต่ำกว่า ส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีต้นทุนคุณภาพที่สูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□□ ตลอดช่วงทดสอบเช่นกัน เนื่องจากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□

[illegible] จะมีระดับของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ที่ทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตอันจะทำให้ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) [illegible] ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปมีค่าต่ำกว่า [illegible]วจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่

ดังนั้นหากพิจารณาที่ต้นทุนคุณภาพเพียงอย่างเดี่ยวแล้วแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] คู่จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุด แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย AOQ_5 [illegible] 8.13, 8.14 [illegible] 8.15 พบว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อ [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวจะมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยดีที่สุดแต่ก็ใกล้เคียงกับ แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ ซึ่งเป็นแผนที่ดีเป็นอันดับรองลงมา และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B [illegible]ย่ที่สุด



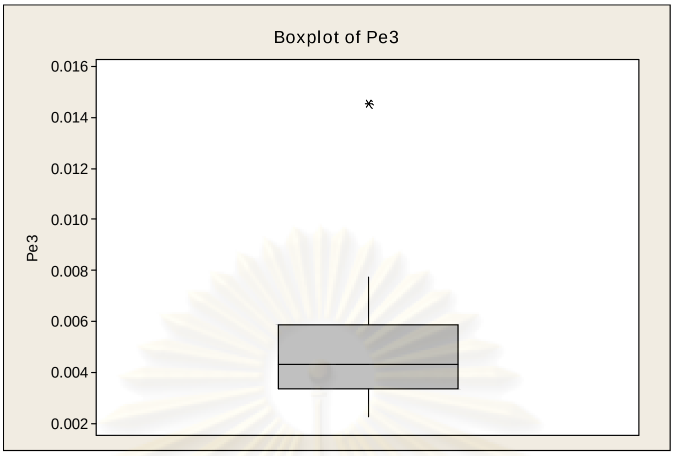
[illegible] 8.19 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่[illegible] กระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)

Pe_2	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0175	24,754	65	157	296	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.0585	0.0770	0.0358	0.0039
0.0355	25,539	65	157	296	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.0694	0.0876	0.0322	0.0041
0.0535	27,186	65	157	296	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.0873	0.1052	0.0332	0.0049
0.0715	28,832	65	157	296	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1052	0.1228	0.0342	0.0058
0.0895	30,479	65	157	296	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1231	0.1405	0.0353	0.0067
0.1075	32,126	65	157	296	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1410	0.1581	0.0364	0.0076
0.1255	33,773	65	157	296	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1589	0.1757	0.0375	0.0086
0.1435	35,420	65	157	296	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1768	0.1933	0.0387	0.0096

Pe_2	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0175	23,120	50	294	337	50	50	50	7	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.0464	0.0508	0.0106	0.0022
0.0355	24,184	50	294	337	50	50	50	7	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.0584	0.0628	0.0100	0.0026
0.0535	25,859	50	294	337	50	50	50	7	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.0764	0.0807	0.0109	0.0034
0.0715	27,534	50	294	337	50	50	50	7	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.0943	0.0986	0.0118	0.0043
0.0895	29,209	50	294	337	50	50	50	7	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1122	0.1165	0.0127	0.0052
0.1075	30,884	50	294	337	50	50	50	7	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1302	0.1344	0.0136	0.0061
0.1255	32,559	50	294	337	50	50	50	7	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1481	0.1523	0.0146	0.0070
0.1435	34,234	50	294	337	50	50	50	7	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1660	0.1702	0.0156	0.0080

Pe_2	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0175	23,131	76	294	332	50	50	32	1	0	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.0458	0.0517	0.0120	0.0023
0.0355	24,197	76	294	332	50	50	32	1	0	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.0578	0.0636	0.0114	0.0027
0.0535	25,874	76	294	332	50	50	32	1	0	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.0757	0.0814	0.0122	0.0035
0.0715	27,552	76	294	332	50	50	32	1	0	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.0937	0.0992	0.0131	0.0044
0.0895	29,230	76	294	332	50	50	32	1	0	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1116	0.1170	0.0140	0.0052
0.1075	30,908	76	294	332	50	50	32	1	0	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1296	0.1348	0.0150	0.0061
0.1255	32,585	76	294	332	50	50	32	1	0	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1475	0.1526	0.0160	0.0071
0.1435	34,263	76	294	332	50	50	32	1	0	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1655	0.1704	0.0170	0.0080

ของสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 0.23% □□ 0.86% □□□□□□□□□ 8.10



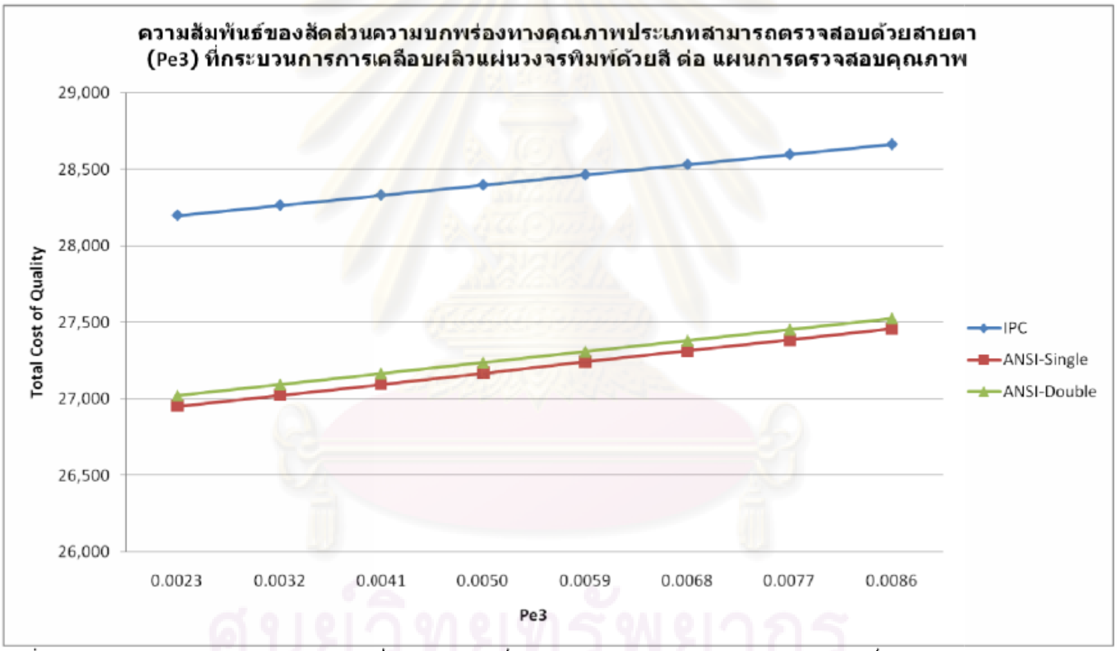
□□□ 8.10 ผลของการพิจารณาข้อมูลสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าด้วย box plot □□□□□□□□□□เคลือบผิวของแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)

ดังนั้นทำการศึกษาผลของสัดส่วนของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่มีต่อแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 ในช่วงที่ครอบคลุ□ช่วงดังกล่าวคือ ช่วงของค่า (P_{e_i}) มีค่า 0.23% □□ 0.86% โดยกำหนดให้ตัวแปรอื่นๆมีค่าคงที่ ซึ่งจากผลการศึกษา ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 8.11 คือเมื่อสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนคุณภาพต่อลอตตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B □□□ ANSI/ASQC Z1.4 ทั้งเชิงเดี่ยวและเชิงคู่นั้นจะ□□ เคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) เป็นการตรวจสอบความบกพร่องทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยสายตา ดังนั้นหากเมื่อมีการปรับเปลี่ยนสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าให้สูงขึ้น ส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับใน□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□เพียงเล็กน้อย จากการตรวจสอบเพื่อคัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าเพื่อไม่ให้ส่งไปที่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปนั้น ทำได้เพียงส่วนที่มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ทั้ง 2 □□□□ (□□ ความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาและคุณสมบัติทางไฟฟ้า) (P_{ve_i}) ที่ไม่

สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ จากที่แสดงไว้ในตารางที่ 8.16, 8.17 □□□ 8.18 □□ ให้ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) ทั้งที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) และการส่งผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปเพิ่มสูงขึ้น โดยที่แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B □□ม่มีแนวโน้มจะดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 สังเกตได้จากกราฟเป็นไปในทิศทางเดียวกันตลอดช่วงเนื่องจากเมื่อสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตา และสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง □□□□□□□□□เภทที่สามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้ามีค่าสูง การปฏิเสธลอตการผลิตเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแบบ 100% ก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไป จะมีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุ□□□□ (Rework) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□□□□ ต้นทุนที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีมูลค่าต่ำกว่า ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) ที่กระบวนการลำดับถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง □□□□□□ล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 8.16, 8.17 □□□ 8.18 แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B □□□□□□□□ เลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับได้เพียงค่าเดียวก็จะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□ สามารถปรับระดับของเลขยอมรับให้ลดลง โดยการลดระดับของระดับคุณภาพในการยอมรับ (AQL) อันจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าลดลงจึงทำให้ค่าใช้จ่ายตามที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้นมีค่าต่ำกว่า ส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ □□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีต้นทุนคุณภาพที่สูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□ ตลอดช่วงทดสอบเช่นกัน เนื่องจากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย □□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□ จะมีระดับของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ที่ทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตอันจะทำให้ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□□□□□□□□□□□□□□ แผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□□□□□□□ ลำดับถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้น

ถัดไปมีค่าต่ำกว่า แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่

ดังนั้นหากพิจารณาที่ต้นทุนคุณภาพเพียงอย่างเดี่ยวแล้วแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□ เชิงเดี่ยวจะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุด แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออก □□□□AOQ$_5$ □□□□□□□□□8.16, 8.17 □□□ 8.18 พบว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่าง □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยดีที่สุด รองลงมาเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□สอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B ที่มีระดับคุณภาพที่แย่ที่สุด



□□□ 8.11 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

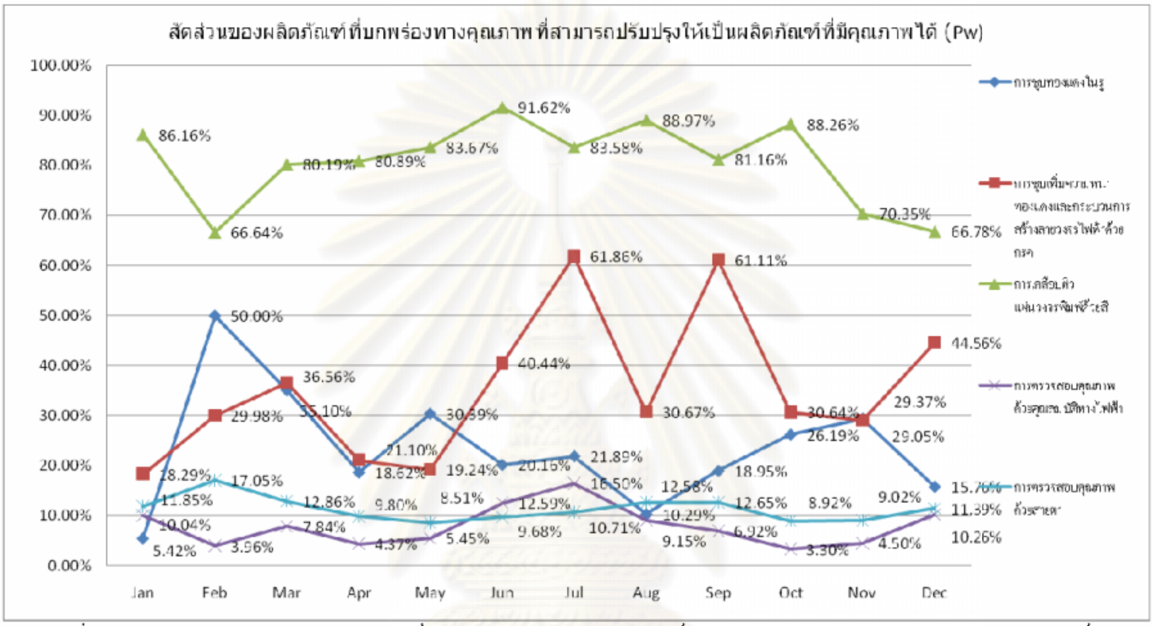
Pe_3	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0023	28,199	65	88	303	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1182	0.0294	0.0056
0.0032	28,266	65	88	303	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1189	0.0294	0.0056
0.0041	28,332	65	88	303	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1196	0.0294	0.0056
0.0050	28,399	65	88	303	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1204	0.0294	0.0057
0.0059	28,465	65	88	303	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1211	0.0294	0.0057
0.0068	28,532	65	88	303	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1218	0.0295	0.0057
0.0077	28,598	65	88	303	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1225	0.0295	0.0058
0.0086	28,665	65	88	303	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1232	0.0295	0.0058

Pe_3	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0023	26,953	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1071	0.0164	0.0047
0.0032	27,026	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1078	0.0165	0.0047
0.0041	27,098	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1086	0.0165	0.0047
0.0050	27,171	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1094	0.0165	0.0048
0.0059	27,243	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1101	0.0166	0.0048
0.0068	27,316	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1109	0.0166	0.0049
0.0077	27,388	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1116	0.0167	0.0049
0.0086	27,461	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1124	0.0167	0.0049

Pe_3	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0023	27,021	76	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1055	0.0162	0.0046
0.0032	27,093	76	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1062	0.0162	0.0047
0.0041	27,164	76	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1070	0.0162	0.0047
0.0050	27,236	76	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0163	0.0048
0.0059	27,308	76	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1085	0.0163	0.0048
0.0068	27,380	76	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1092	0.0164	0.0048
0.0077	27,452	76	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1100	0.0164	0.0049
0.0086	27,524	76	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1107	0.0164	0.0049

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรดมีจุดต่ำสุดอยู่ที่ 18.29% □□□□□ดสูงสุดอยู่ที่ 61.86% กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีจุดต่ำสุดอยู่ที่ 66.64% และจุดสูงสุดอยู่ที่ 91.62% กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตามีจุดต่ำสุดอยู่ที่ 3.30% และจุดสูงสุดอยู่ที่ 16.50% และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้ามีจุด□□สุดอยู่ที่ 8.51% และจุดสูงสุดอยู่ที่ 17.05% จึงได้นำแต่ละส่วนไปกำหนดช่วงการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบความไว ดังนี้



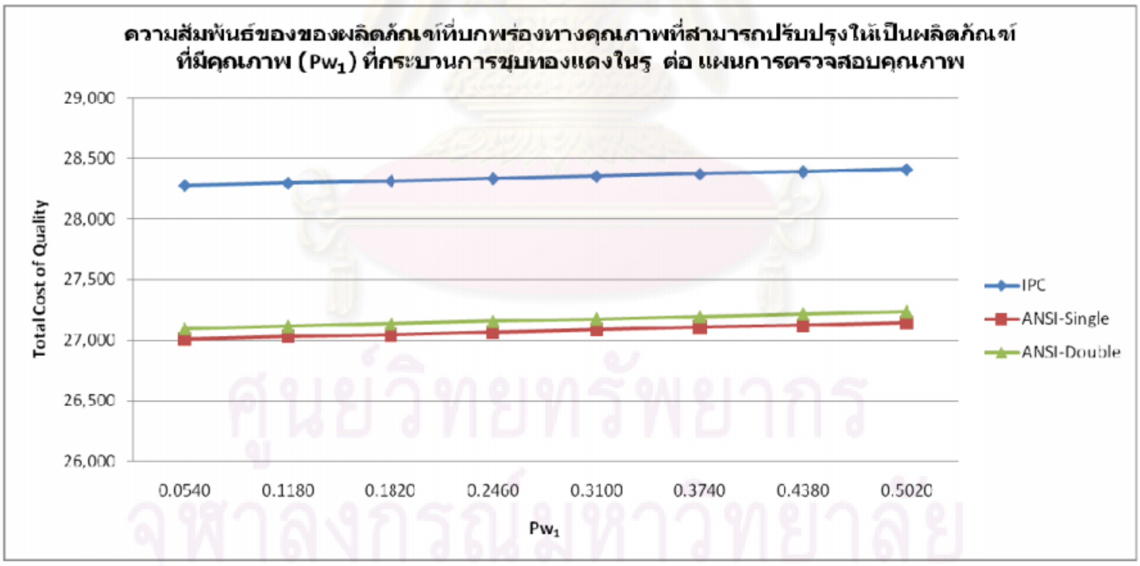
□□□ 8.12 สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถ□□□□□ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่□□ □□□□□ ตั้งแต่เดือน ม.□. 2552-□.□.2552

□. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) มีสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ โดยมีจุดต่ำสุดอยู่ที่ 5.42% □□□□□□□□ อยู่ที่ 50% ดังนั้นทำการศึกษาผลของสัดส่วนของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ที่มีต่อแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 ในช่วงที่ครอบคลุ□ช่วงดังกล่าวคือ ช่วงของค่า (P_{w_i}) มีค่า 5.40% □□50.00% โดยกำหนดให้ตัวแปรอื่นๆมีค่าคงที่ ซึ่งจากผลการศึกษา ดังที่ได้แสดง□□□□□ 8.13 คือเมื่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนคุณภาพต่อลอตตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่าง□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B□□□ ANSI/ASQC Z1.4 ทั้งเชิงเดี่ยวและเชิงคู่นั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้น เนื่องจากการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพแล้วหากสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้แล้วจึงส่งมอบเข้าสู่กระบวนการ

□□□□นถัดไปนั้น ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มี□□□□□□ (Rework) และเมื่อส่งผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปแล้วนั้น ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอาจกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพอีกครั้ง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) หรือ ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอาจเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ทั้ง 2 □□□□(มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาและคุณสมบัติทางไฟฟ้า) (P_{ve_i}) ภายหลังการปรับปรุงคุณภาพแล้ว ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังคงมีความบกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าอยู่ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และให้เสียค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□□□□□□□□□กว่าการกำจัดผลิตภัณฑ์ชิ้นดังกล่าวที่กระบวนการชุบทองแดงในรู (PTH) โดยที่แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B นั้นไม่มีแนวโน้มจะดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 สังเกตได้จากกราฟเป็นไปในทิศทางเดียวกันตลอดช่วงทดสอบ เนื่องจากที่กระบวนการชุบทองแดงในรู (PTH) เป็นการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาซึ่งมีสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้ค่าการปฏิเสธลอตการผลิตเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแบบ 100% ก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไป จะมีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) รวมถึงต้นทุนที่กระบวนการชุบทองแดงในรู (PTH) มีมูลค่าสูงกว่า ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังจะเห็นได้จาก□□□□□□□8.19, 8.20 □□□ 8.21 แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ IPC-6012B นั้น สามารถเลือกขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับได้เพียงค่าเดียวก็จะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพเชิงเดี่ยวและเชิงคู่□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 ซึ่งสามารถปรับระดับของเลขยอมรับให้สูงขึ้นโดยก□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(AQL) อันจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าสูงขึ้นจึงทำให้ค่าใช้จ่ายตามที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้นมีค่าต่ำกว่า ส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีต้นทุนคุณภาพที่สูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ ตลอดช่วงทดสอบ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ แบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ □□ มีระดับของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ที่ทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตอันจะ

ทำให้ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) □□ กระบวนการลำดับถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปมีค่าต่ำกว่า

ดังนั้นหากพิจารณาที่ต้นทุนคุณภาพเพียงอย่างเดี่ยวแล้วแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□ เชิงเดี่ยวจะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุด แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออก □□□□ AOQ_5 □□□□□□□□□ 8.19, 8.20 □□□ 8.21 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□รสุ่มตัวอย่างเพื่อ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยใกล้เคียงจนเกือบไม่แตกต่างกับแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ รองลงมาเป็นแผน□□□□□□□□□□□ คุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B จะเป็นแผนที่แย่ □□□



□□□ 8.13 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH)

Pw_1	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0540	28,277	65	88	299	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0295	0.1029	0.1206	0.0301	0.0057
0.1180	28,296	65	88	299	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0295	0.1029	0.1207	0.0301	0.0057
0.1820	28,315	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.2460	28,334	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1208	0.0301	0.0057
0.3100	28,353	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1031	0.1208	0.0301	0.0057
0.3740	28,372	65	89	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0297	0.1031	0.1208	0.0301	0.0057
0.4380	28,391	65	89	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0297	0.1031	0.1209	0.0301	0.0057
0.5020	28,410	65	89	301	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0298	0.1032	0.1209	0.0301	0.0057

Pw_1	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0540	27,008	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0299	0.1048	0.1091	0.0166	0.0048
0.1180	27,027	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0299	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.1820	27,047	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.2460	27,066	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.3100	27,085	50	50	343	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1092	0.0166	0.0048
0.3740	27,104	50	50	343	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1050	0.1092	0.0166	0.0048
0.4380	27,123	50	50	343	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0301	0.1050	0.1092	0.0166	0.0048
0.5020	27,143	50	50	343	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0301	0.1050	0.1092	0.0166	0.0048

Pw_1	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0540	27,094	76	103	336	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0292	0.1022	0.1076	0.0165	0.0048
0.1180	27,115	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.1820	27,135	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.2460	27,155	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1078	0.0165	0.0048
0.3100	27,175	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0294	0.1024	0.1078	0.0165	0.0048
0.3740	27,196	76	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0294	0.1024	0.1078	0.0165	0.0048
0.4380	27,216	76	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0295	0.1025	0.1079	0.0165	0.0048
0.5020	27,236	76	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0295	0.1025	0.1079	0.0165	0.0048

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

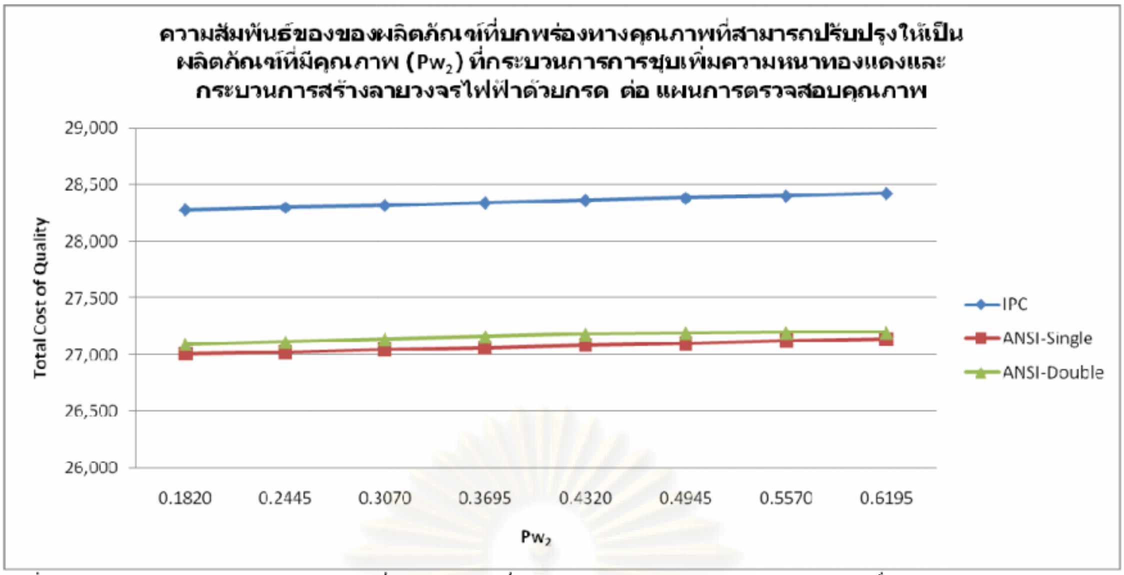
(P_{w_i})

ต้นทุนคุณภาพต่อลอตตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ IPC-6012B ANSI/ASQC Z1.4 ทั้งเชิงเดี่ยวและเชิงคู่นั้นจะเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้น เนื่องจากการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพแล้วหากสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้แล้วจึงส่งมอบเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปนั้น ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ (Rework) และเมื่อส่งผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปแล้วนั้น ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอาจกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพอีกครั้ง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) หรือ ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอาจเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้ทั้ง 2 (มีความบกพร่องทางคุณภาพที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาและคุณสมบัติทางไฟฟ้า) (P_{ve_i}) ภายหลังการปรับปรุงคุณภาพแล้ว ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังคงมีความบกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าอยู่ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และให้เสียค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ร่องทางคุณภาพ (Scrap) เพิ่มมากขึ้นกว่าการกำจัดผลิตภัณฑ์ชิ้นดังกล่าวที่กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) บคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B นั้นไม่มีแนวโน้มจะดีกว่าแผนการบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 สังเกตได้จากกราฟเป็นไปในทิศทางเดียวกันตลอดช่วงทดสอบ เนื่องจากที่กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) เป็นการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาซึ่งสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้ค่าการปฏิเสธลอตการผลิตเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแบบ 100% ก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไป จะมีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) รวมถึงต้นทุนที่กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) มีมูลค่าสูงกว่า ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง (Scrap) ไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 8.22, 8.23 8.24 ตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B ตัวอย่างและเลขยอมรับได้เพียงค่าเดียวก็จะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ปรับระดับของเลขยอมรับให้สูงขึ้นโดยการเพิ่มระดับของระดับคุณภาพในการยอมรับ (AQL) ให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าสูงขึ้นจึงทำให้ค่าใช้จ่ายตามที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น

มีค่าต่ำกว่าส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีต้นทุนคุณภาพที่สูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย ANSI/ASQC Z1.4 ในช่วงทดสอบเนื่องจากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ ANSI/ASQC Z1.4 จะมีระดับของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ที่ทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตอันจะทำให้ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) และกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) ที่กระบวนการลำดับถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปมีค่าต่ำกว่า

ดังนั้นหากพิจารณาที่ต้นทุนคุณภาพเพียงอย่างเดี่ยวแล้วแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่าง ANSI/ASQC Z1.4 เชิงเดี่ยวจะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุด แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออก AOQ_5 ในรูป 8.22, 8.23 และ 8.24 แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อ ANSI/ASQC Z1.4 เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยใกล้เคียงจนเกือบไม่แตกต่างกับแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ รองลงมาเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B จะเป็นแผนที่แย่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



□□□8.14 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ที่□□□ กระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)

□□□□□□8.22 ผลของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อก□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ IPC6012-B เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_2 ระหว่าง ระหว่าง 0.1820-0.6195 □□ กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)

Pw_2	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.1820	28,276	65	88	299	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1029	0.1207	0.0301	0.0057
0.2445	28,297	65	88	299	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.3070	28,318	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.3695	28,339	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1208	0.0301	0.0057
0.4320	28,360	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1208	0.0301	0.0057
0.4945	28,381	65	88	301	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1031	0.1208	0.0301	0.0057
0.5570	28,402	65	88	301	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1031	0.1208	0.0301	0.0057
0.6195	28,423	65	88	301	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1031	0.1208	0.0301	0.0057

□□□□□□8.23 ผลของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 เชิงเดี่ยว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_2 ระหว่าง ระหว่าง 0.1820-0.6195 ที่กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP)

Pw_2	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.1820	27,010	50	50	341	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1050	0.1092	0.0166	0.0048
0.2445	27,030	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1050	0.1092	0.0166	0.0048
0.3070	27,050	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.3695	27,070	50	50	343	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.4320	27,090	50	50	343	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1048	0.1091	0.0166	0.0048
0.4945	27,110	50	50	343	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1048	0.1090	0.0165	0.0048
0.5570	27,130	50	50	344	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1047	0.1090	0.0165	0.0048
0.6195	27,151	50	50	344	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1047	0.1089	0.0165	0.0048

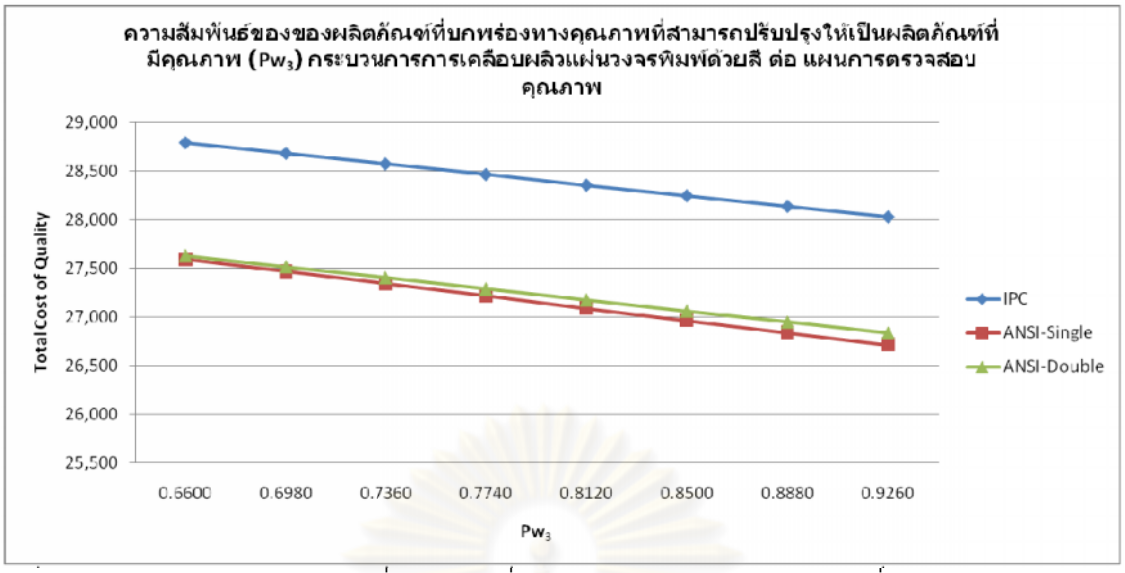
Pw_2	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.1820	27,094	76	103	336	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1022	0.1076	0.0166	0.0048
0.2445	27,116	76	103	336	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0166	0.0048
0.3070	27,138	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.3695	27,160	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1024	0.1078	0.0165	0.0048
0.4320	27,183	76	103	338	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1024	0.1078	0.0165	0.0048
0.4945	27,193	76	32	341	50	32	32	1	5	0	-	32	32	-	12	1	0.0293	0.1039	0.1093	0.0182	0.0048
0.5570	27,195	76	32	341	50	32	32	1	5	0	-	32	32	-	12	1	0.0293	0.1040	0.1093	0.0182	0.0048
0.6195	27,198	76	32	341	50	32	32	1	7	0	-	32	32	-	18	1	0.0293	0.1040	0.1094	0.0182	0.0048

(P_{w_i})

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีมูลค่าต่ำกว่า ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง (Scrap) กระบวนการลำดับถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 8.25, 8.26 และ 8.27 การตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B ตัวอย่างและเลขยอมรับได้เพียงค่าเดียวก็จะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าสูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ปรับระดับของเลขยอมรับให้ต่ำลงโดยการลดระดับของระดับคุณภาพในการยอมรับ (AQL) ให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าลดลงจึงทำให้ค่าใช้จ่ายตามที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้นมีค่าต่ำกว่า ส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีต้นทุนคุณภาพที่สูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการย ANSI/ASQC Z1.4 ช่วงทดสอบ เนื่องจากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ ANSI/ASQC Z1.4 จะมีระดับของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ที่ทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตอันจะทำให้ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปมีค่าต่ำกว่า

ดังนั้นหากพิจารณาที่ต้นทุนคุณภาพเพียงอย่างเดี่ยวแล้วแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 เชิงเดี่ยวจะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุด แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออก AOQ_5 ในตารางที่ 8.25, 8.26 และ 8.27 พบว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่าง ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยดีที่สุด รองลงมาเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย ANSI/ASQC Z1.4 ภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B จะเป็นแผนที่แย่ที่สุด



□□□ที่ 8.15 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้□□□□($/M)

□□□□□□□ 8.25 ผลของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม□□□□□□□ IPC-6012B เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_3 ระหว่าง ระหว่าง 0.6600-0.9260 □□ กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)

Pw_3	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.6600	28,790	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1210	0.0303	0.0057
0.6980	28,681	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1209	0.0302	0.0057
0.7360	28,572	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1209	0.0302	0.0057
0.7740	28,463	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1208	0.0302	0.0057
0.8120	28,355	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1208	0.0301	0.0057
0.8500	28,246	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.8880	28,137	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1206	0.0300	0.0057
0.9260	28,028	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1206	0.0300	0.0057

□□□□□□□ 8.26 ผลของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 เชิงเดี่ยว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_3 ระหว่าง ระหว่าง 0.6600-0.9260 ที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M)

Pw_3	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.6600	27,593	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1090	0.0164	0.0048
0.6980	27,468	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1090	0.0164	0.0048
0.7360	27,342	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1090	0.0165	0.0048
0.7740	27,217	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0165	0.0048
0.8120	27,091	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.8500	26,966	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1092	0.0166	0.0048
0.8880	26,841	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1092	0.0167	0.0048
0.9260	26,715	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1092	0.0167	0.0048

Pw_3	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.6600	27,631	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1071	0.0163	0.0047
0.6980	27,517	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1073	0.0164	0.0047
0.7360	27,404	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1074	0.0164	0.0047
0.7740	27,290	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1075	0.0165	0.0047
0.8120	27,177	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.8500	27,063	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1078	0.0166	0.0048
0.8880	26,950	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1080	0.0166	0.0048
0.9260	26,836	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1081	0.0167	0.0048

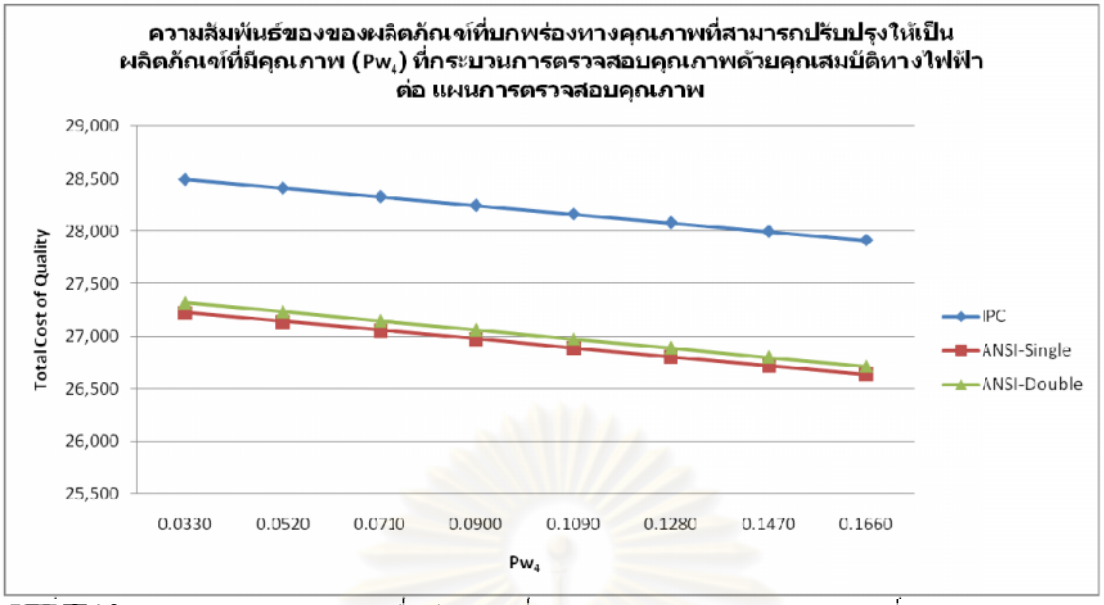
(P_{w_i})

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[illegible] (AQL) อันจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าลดลงหรื[illegible] ในแต่ละกระบวนการจึงทำให้ต้นทุนคุณภาพมีค่าต่ำกว่าส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีต้นทุนคุณภาพที่สูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม[illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] ตลอดช่วงทดสอบ เนื่องจากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] มีระดับของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ที่ทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตที่[illegible] (PTH) กระบวนการชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรด้วยกรด (PP) และกระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) ได้อย่างเหมาะสมกว่าส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible]คู่ อันจะทำให้ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) [illegible] และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) ที่กระบวนการลำดับถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปมีค่าต่ำกว่า

ดังนั้นหากพิจารณาที่ต้นทุนคุณภาพเพียงอย่างเดียวแล้วแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] เชิงเดี่ยวจะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุด แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออก [illegible] AOQ_5 [illegible] 8.28, 8.29 [illegible] 8.30 แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อ[illegible] ANSI/ASQC Z1.4 [illegible]เป็นแผนที่มี[illegible] ผ่านออกเฉลี่ยใกล้เคียงจนเกือบไม่แตกต่างกับแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ[illegible] ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ รองลงมาเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B จะเป็นแผนที่แย่[illegible]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



□□□ 8.16 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ที่□□□□□□□□□ตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา

□□□□□□ 8.28 ผลของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีกา□□□□□□ □□□□□□ IPC-6012B เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_4 ระหว่าง ระหว่าง 0.0330-0.1660 □□ □□□□□□□□□ (E-Test)

Pw_4	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0330	28,490	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0297	0.0057
0.0520	28,408	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0299	0.0057
0.0710	28,325	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.0900	28,243	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0303	0.0057
0.1090	28,161	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0305	0.0057
0.1280	28,078	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0306	0.0057
0.1470	27,996	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0308	0.0057
0.1660	27,913	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0310	0.0057

□□□□□□ 8.29 ผลของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 เชิงเดี่ยว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_4 ระหว่าง ระหว่าง 0.0330-0.1660 □□□□□□□□□ (E-Test)

Pw_4	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0330	27,225	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0162	0.0048
0.0520	27,141	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0164	0.0048
0.0710	27,057	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.0900	26,974	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0168	0.0048
0.1090	26,890	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0170	0.0048
0.1280	26,807	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0172	0.0048
0.1470	26,723	50	50	342	50	50	50	7	10	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0174	0.0048
0.1660	26,639	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0176	0.0048

Pw_4	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0330	27,318	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0162	0.0047
0.0520	27,232	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0164	0.0048
0.0710	27,146	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.0900	27,060	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0167	0.0048
0.1090	26,974	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0169	0.0048
0.1280	26,888	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0170	0.0048
0.1470	26,802	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0172	0.0048
0.1660	26,716	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0174	0.0048

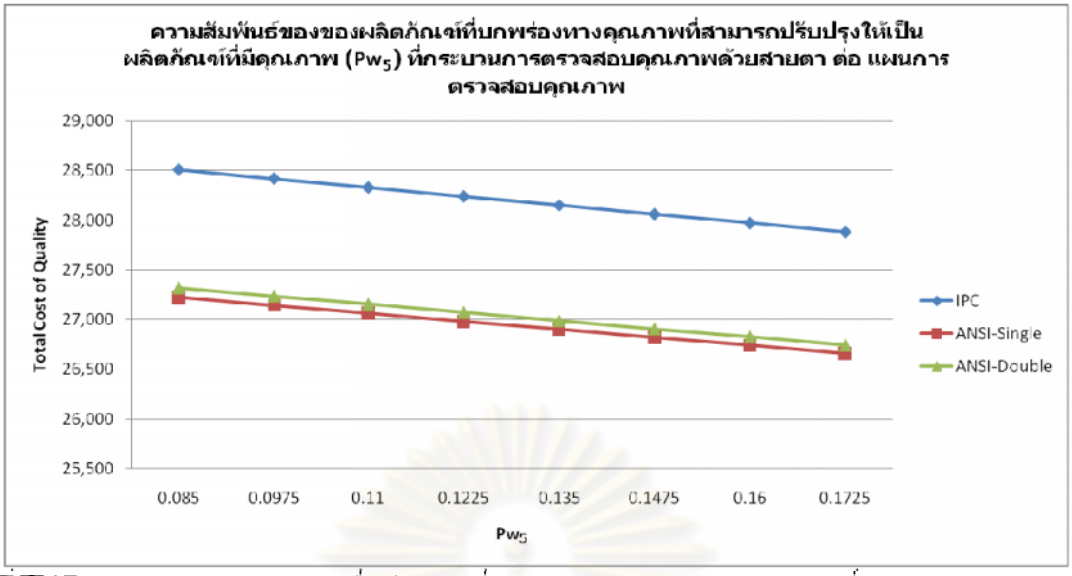
(P_{w_i})

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อันจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตมีค่าลดลงหรือเพิ่มขึ้นในแต่ละกระบวนการ จึงทำให้ต้นทุนคุณภาพมีค่าต่ำกว่า ส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีต้นทุนคุณภาพที่สูงกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามม ANSI/ASQC Z1.4 ตลอดช่วงทดสอบ เนื่องจากแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ที่ทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิตที่กระบวนกา (PTH) กระบวนการชุบเพิ่มความหนาทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรด้วยกรด (PP) และกระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) ได้อย่างเหมาะสมกว่าส่วนแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ อันจะทำให้ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Rework) ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทาง (Scrap) และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (Scrap) กระบวนการลำดับถัดไป ในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไปมีค่าต่ำกว่า

ดังนั้นหากพิจารณาที่ต้นทุนคุณภาพเพียงอย่างเดี่ยวแล้วแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 เชิงเดี่ยวจะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุด แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออก AOQ_5 8.31, 8.32 8.33 พบว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่าง ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ คุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 จะมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยเท่ากันซึ่งดีที่สุด รองลงมาเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B จะเป็นแผนที่แย่ที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 8.17 ผลของต้นทุนคุณภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า

ตารางที่ 8.31 ผลของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม ANSI/ASQC Z1.4 เชิงคู่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_5 ระหว่าง ระหว่าง 0.0850-0.1725 ด้วยการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection)

Pw_5	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0850	28,511	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.0975	28,422	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.1100	28,333	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.1225	28,243	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.1350	28,154	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.1475	28,064	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.1600	27,975	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057
0.1725	27,885	65	88	300	16	16	16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0.0296	0.1030	0.1207	0.0301	0.0057

ตารางที่ 8.32 ผลของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม ANSI/ASQC Z1.4 เชิงเดี่ยว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า Pw_5 ระหว่าง ระหว่าง 0.0850-0.1725 ด้วยการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection)

Pw_5	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0850	27,225	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.0975	27,144	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.1100	27,064	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.1225	26,983	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.1350	26,903	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.1475	26,823	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.1600	26,742	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048
0.1725	26,662	50	50	342	50	50	50	7	7	0	-	-	-	-	-	-	0.0300	0.1049	0.1091	0.0166	0.0048

Pw_5	TC	ATI_1	ATI_2	ATI_3	$n1_1$	$n1_2$	$n1_3$	$c1_1$	$c1_2$	$c1_3$	$n2_1$	$n2_2$	$n2_3$	$c2_1$	$c2_2$	$c2_3$	AOQ_1	AOQ_2	AOQ_3	AOQ_4	AOQ_5
0.0850	27,316	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.0975	27,234	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.1100	27,153	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.1225	27,071	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.1350	26,990	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.1475	26,908	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.1600	26,826	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048
0.1725	26,745	76	103	337	50	50	32	1	1	0	-	-	32	-	-	1	0.0293	0.1023	0.1077	0.0165	0.0048

(P_{v_i})

(P_{e_i})

(P_{w_i})

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าพารามิเตอร์ขนาดยอมรับ (n) □□□□□□□□□□□□(c) ของแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC ทั้งแบบเชิงคู่และเชิงเดี่ยว นั้นมีการเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ สามารถสรุปได้ว่า

□. สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วย □□□□□ (P_{v_i}) แบ่งออกเป็นที่ 3 □□□□□□□□□□□□

1) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการชุบทองแดงในรู (PTH) มีค่าเพิ่มมากเพิ่มขึ้น ต้นทุนคุณภาพก็จะเพิ่มสูงขึ้นโดยจากช่วงทดสอบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุด และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับ□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่จะเป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยต่ำที่สุด □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□สุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยแย่ที่สุด

2) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) □□่าเพิ่มมากขึ้น ต้นทุนคุณภาพก็จะเพิ่มสูงขึ้นโดยจากช่วงทดสอบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุด และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อก□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวและเชิงคู่จะเป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกใกล้เคียงกัน □□□□□□□□□□□□□□□□□□ คุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยแย่ที่สุด

3) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีค่าเพิ่มมากขึ้น ต้นทุน□□□□□□□□□□□□□□□□□โดยจากช่วงทดสอบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวจะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุดเมื่อสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพมีค่าต่ำกว่า 0.13 □□□□□□□□□□□□□□□□□□ คุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□ คู่จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทุนต่ำสุดเมื่อสัดส่วนความบกพร่องทางคุณภาพมีค่าสูงกว่า 0.13 แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย AOQ_5 □□□□□□□□□□8.7, 8.8 □□□ 8.9 พบว่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยดีที่สุด รองลงมาเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□ เชิงเดี่ยว และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยแย่ที่สุด

□. สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (P_{e_i}) แบ่งออกเป็นที่ 3 □□□□□□□□□□□□□

1) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวน□□□□□□□□□□□□□□□□(PTH) มีค่าเพิ่มมากขึ้น ต้นทุนคุณภาพก็จะเพิ่มสูงขึ้นโดยจากช่วงทดสอบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□ จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุด และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยใกล้เคียงกับ□□□□□□□□□□□□□□ คุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยแย่ที่สุด

2) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้ากระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) มีค่าเพิ่มมากขึ้น ต้นทุนคุณภาพก็จะเพิ่มสูงขึ้นโดยจากช่วงทดสอบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□ จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุด และ□□ ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยใกล้เคียงกับแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ □□□□ผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยแย่ที่สุด

3) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีค่าเพิ่มมากต้นทุนคุณภาพก็จะเพิ่มสูงขึ้นโดยจากช่วงทดสอบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□ จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุด และมีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยใกล้เคียงกับ□□□□□□□□□□□□□□ คุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยแย่ที่สุด

. และสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (P_{w_i}) แบ่งออกเป็นที่ 5

1) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวนการชุบทองแดงในรู (PTH) มีค่าเพิ่มมากต้นทุนคุณภาพก็จะเพิ่มสูงขึ้นโดยจากช่วงทดสอบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย ANSI/ASQC Z1.4 จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุด และเป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยใกล้เคียงจนเกือบไม่แตกต่างกับแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม IPC-6012B เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยแย่ที่สุด

2) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวนการชุบเพิ่มความหนาของทองแดงและกระบวนการสร้างลายวงจรไฟฟ้าด้วยกรด (PP) ต้นทุนคุณภาพก็จะเพิ่มสูงขึ้นโดยจากช่วงทดสอบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุด และเป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยใกล้เคียงจนเกือบไม่แตกต่างกับแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ แบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยแย่ที่สุด

3) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวนการเคลือบผิวแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยสี (S/M) มีค่าลดลงต้นทุนคุณภาพจะลดลง โดยจากช่วงทดสอบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการ ANSI/ASQC Z1.4 จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุดและแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่จะเป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกต่ำที่สุด และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยแย่ที่สุด

4) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถ วจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวนการ (E-Test) มีค่าเพิ่มมากขึ้น ต้นทุนการตรวจสอบ

คุณภาพจะลดลง โดยจากช่วงทดสอบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ ANSI/ASQC Z1.4 จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุด และเป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยใกล้เคียงจนเกือบไม่แตกต่างกับแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม IPC-6012B เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยแย่ที่สุด

5) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระบวนการ (Visual Inspection) มีค่าเพิ่มมากขึ้น ต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพจะลดลง โดยจากช่วงทดสอบแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบการสุ่มตัวอย่างเพื่อ ANSI/ASQC Z1.4 จะเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุด และเป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยใกล้เคียงจนเกือบไม่แตกต่างกับแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย IPC-6012B เป็นแผนที่มีระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยแย่ที่สุด

ทั้งนี้สรุปได้ว่าจากการทดลองความไวของตัวแบบต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ พบว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตาม ANSI/ASQC Z1.4 เชิงเดี่ยวและเชิงคู่ สามารถนำมาใช้แทนคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน IPC-6012B เมื่อค่าของสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตามีค่าสูง ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพและค่าปรับกรณีส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า เนื่องจากข้อดีของแผนการตรวจสอบทางคุณภาพของแผน ANSI/ASQC Z1.4 AQL อันจะส่งผลต่อค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต ซึ่งจะทำให้ต้นทุนคุณภาพต่อลอตมีค่าต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อ IPC-6012B ที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนขนาดตัวอย่างหรือเลขยอมรับได้ ANSI/ASQC Z1.4 คู่อาจมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 เดี่ยว ในกรณีที่สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพมีค่าต่ำมาก ทำให้ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพมีค่าสูงกว่าค่าใช้จ่ายในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป

ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□ นั้นจะมีการใช้ขนาดตัวอย่างที่ต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ ส่วนในกรณีที่ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพมีค่าสูงมาก และสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตามีค่าต่ำมากๆ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพในกรณีปฏิเสธลอตเพื่อทำ □□□□□□□□□□□□□□□□□ 100% มีค่าสูงกว่า ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพกรณีที่ยอมรับลอตการผลิตแล้วปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังนั้นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม □□□□□□□ IPC-6012B จะให้ต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่า เนื่องจากมีการใช้ขนาดตัวอย่างน้อยกว่า โดยมีแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□ คู่มีต้นทุนคุณภาพต่ำรองลงมาเนื่องจากใช้จำนวนขนาดตัวอย่างเป็นอันดับรองลงมา และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวเป็นแผนที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 9

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะเป็นการสรุปผลการศึกษาวิจัยการออกแบบแผนการตรวจสอบหลายขั้นตอนในโรงงานผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ โดยปัจจุบันมีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามข้อกำหนดซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน IPC-6012B (ดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 3.1) มีการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป และทำการตรวจสอบแบบ 100% อีกครั้งก่อนการส่งมอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปให้กับลูกค้า โดยที่โรงงานกรณีศึกษานั้นยังขาดการคำนึงถึงเรื่องของต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเอาหลักการของระบบต้นทุนคุณภาพ P-A-F อันเป็นแนวทางหนึ่งในการบริหารจัดการต้นทุน มาพัฒนาสร้างเป็นตัวแบบต้นทุนคุณภาพร่วมกับแผนการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ชนิดชิงคู่ (ดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 3.3 และบทที่ 4) ซึ่งเป็นแผนการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการยอมรับที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เพื่อใช้วิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ในการตรวจสอบคุณภาพอันทำให้เกิดต้นทุนคุณภาพที่ต่ำที่สุด

9.1 สรุปผลการศึกษา

โรงงานอุตสาหกรรมผลิตแผ่นวงจรพิมพ์มีกระบวนการผลิตแบบหลายขั้นตอน เนื่องด้วยข้อกำหนดของมาตรฐานอุตสาหกรรมผู้ผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ IPC-6012B ทำให้ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้เข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป และลูกค้ามีความต้องการให้มีการตรวจสอบ 100% ก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปให้กับลูกค้า เพื่อเป็นการประกันคุณภาพ แต่ยังมิได้มีการคำนึงถึงค่าใช้จ่ายอันเกิดจากการตรวจสอบคุณภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเอาระบบต้นทุนคุณภาพซึ่งเป็นระบบการจัดการต้นทุนที่มีประสิทธิภาพในการจัดการต้นทุนมาประยุกต์ใช้ โดยได้เลือกใช้ตัวแบบต้นทุนคุณภาพแบบ P-A-F ซึ่งประกอบไปด้วยต้นทุน 3 ประเภท 1.ต้นทุนที่เกิดจากการป้องกัน (Preventive Costs) 2.ต้นทุนจากการตรวจสอบประเมิน (Appraisal Costs) 3.ต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพ (Failure Costs) โดยเมื่อได้ศึกษาในโรงงานกรณีตัวอย่างตามระบบต้นทุนคุณภาพพบว่า ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากความบกพร่องทางคุณภาพมีมูลค่าสูงมาก ทั้งนี้เมื่อพิจารณาลงไปพบว่าสาเหตุของความบกพร่องทางคุณภาพนั้นสามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้หากมีการตรวจพบที่กระบวนการผลิตนั้นๆ แสดงว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ

[illegible] IPC-6012B ไม่สามารถคัดกรองผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพออกไปจากกระบวนการผลิตได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พิจารณานำเอาแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว มาใช้ในกรณีศึกษา [illegible] สุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 นั้นพิจารณาเลือกขนาดตัวอย่างและเลข [illegible]กขนาดของลอตการผลิตและระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (Acceptance Quality Level, AQL) ทำให้มีทางเลือกของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับมีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้น จากที่แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B [illegible]ดตัวอย่างและเลขยอมรับเพียงค่าเดียว โดยพิจารณาจากระดับของผลิตภัณฑ์ (Product Class) ซึ่งถูกกำหนดโดยลูกค้าและขนาดของลอตการผลิต และยังนำแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 [illegible] คู่มาร่วมพิจารณาด้วยเนื่องจากแผนเชิงคู่ใช้จำนวนตรวจสอบที่น้อยกว่าแผนเชิงเดี่ยวซึ่งอาจให้ต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าในบางกรณี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นส่วนประกอบของต้นทุนคุณภาพ ที่นำมาใช้ในตัวแบบต้นทุนคุณภาพจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาขนาดตัวอย่าง [illegible]ที่แสดงไว้ในตาราง 4.1 โดยค่าใช้จ่ายที่นำร่วมพิจารณาในงานวิจัยนี้คือ

1.ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี [illegible]

2.ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ

3.ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์บกพร่องทางคุณภาพที่ไม่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้

4.ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์หาสาเหตุของผลิตภัณฑ์บกพร่องทางคุณภาพ

5.ค่าปรับอันเนื่องมาจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า

6.ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ

จากนั้นทำการสร้างสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ทั้งแบบเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ ในระบบการตรวจสอบคุณภาพแบบหลายขั้นตอน โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการหาต้นทุนที่เกิดจากแผนการสุ่ม [illegible](เสรี ยูนิพันธ์, จรูญ มหิธาฟองกุล และ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, 2547) โดยแบ่งค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนทางคุณภาพออกเป็น 3 [illegible]ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายค่าใช้จ่ายในการปฏิเสธลอต และค่าใช้จ่ายในการยอมรับลอต โดยความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับกับสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพจะอยู่ในรูปของความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต ซึ่งจะปรากฏอยู่ในสมการค่าใช้จ่ายทั้ง 3 ส่วนในแต่ละ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ ดังที่ได้แสดงสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ไว้ในหัวข้อ 4.2 และ 4.3 ทั้งนี้ความสัมพันธ์ของประเภทของ ค่าใช้จ่ายที่เป็นส่วนประกอบย่อย และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพขั้นใดที่เกิดค่าใช้จ่ายแต่ละประเภท ดังที่กล่าวไว้แล้วนั้นสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.2 และเพื่อความสะดวกในการหาค่าใช้จ่ายในแต่ละประเภท ผู้จัดทำได้นำเสนอสูตรการคำนวณเพื่อหาค่าใช้จ่ายดังกล่าวดังแสดงไว้ในบทที่ 4.2 ส่วนการหาคำตอบของพารามิเตอร์ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับนั้น ผู้วิจัยใช้วิธีการแทนค่าพารามิเตอร์ของขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับของตัวแบบต้นทุนคุณภาพแล้วพิจารณาว่าทางเลือกใดให้ผลของต้นทุนคุณภาพที่ต่ำที่สุด ด้วยโปรแกรมคำนวณต้นทุนคุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตาม ANSI/ASQC Z1.4 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ดังที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 6

จากนี้สรุปได้ว่าจากการทดลองความไวของตัวแบบต้นทุนคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ พบว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตาม ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ สามารถนำมาใช้แทนการตรวจสอบคุณภาพ IPC-6012B เมื่อค่าของสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตามีค่าสูง ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมีค่าต่ำกว่า เมื่อเทียบกับต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพและค่าปรับกรณีส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้า เนื่องจากข้อดีของแผนการตรวจสอบทางคุณภาพของแผน ANSI/ASQC Z1.4 คือ AQL อันจะส่งผลต่อค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต ซึ่งจะทำให้ต้นทุนคุณภาพต่อลอตมีค่าต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B ที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนขนาดตัวอย่างหรือเลขยอมรับได้ โดยแผนการตรวจสอบคุณภาพ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่อาจมีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว ในกรณีที่สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพมีค่าต่ำมาก ทำให้ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพมีค่าสูงกว่าค่าใช้จ่ายในกรณีที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไป และสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพมีค่าสูงมาก ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ นั้นจะมีการใช้ขนาดตัวอย่างที่ต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว ส่วนในกรณีที่ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพมีค่าสูงมาก และสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตามีค่าต่ำมากๆ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ 100% มีค่าสูงกว่า ต้นทุนการผลิต

ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพกรณีที่ยอมรับลอตการผลิตแล้วปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังนั้นแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตาม IPC-6012B จะให้ต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่า เนื่องจากมีการใช้ขนาดตัวอย่างน้อยกว่า โดยมีแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตาม ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่มีต้นทุนคุณภาพต่ำรองลงมาเนื่องจากใช้จำนวนขนาดตัวอย่างเป็นอันดับรองลงมา และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดย ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยวเป็นแผนที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพสูงสุด

จากผลการทดลองโดยแทนค่าของตัวแปรต่างๆที่ได้จากโรงงานกรณีศึกษาลงในตัวแบบต้นทุนคุณภาพพบว่า แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตาม ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ แบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน IPC-6012B ให้ต้นทุนคุณภาพต่อลอต 27,056 , 27,145 28,324 แบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ จะทำให้ต้นทุนคุณภาพต่ำกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ IPC-6012B คิดเป็น 4.48% 4.16% จากยอดการผลิตของโมเดลรุ่นตัวอย่างทั้งหมดต่อปีก็จะสามารถประหยัดไปได้ 640,000 บาทต่อปี 592,000 บาทต่อปีตามลำดับ แต่หากพิจารณาที่ระดับคุณภาพผ่านออกตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา (AOQ_5) แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ มีค่า AOQ_5 เท่ากับ 0.00476 ตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 มีค่า AOQ_5 เท่ากับ 0.00478 และแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ IPC-6012B มีค่า AOQ_5 เท่ากับ 0.00571 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าแผนการตรวจสอบตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 โดยพิจารณาถึงต้นทุนคุณภาพจะให้คำตอบดีกว่าเพราะมีระดับต้นทุนต่ำกว่า และระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยที่ดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพปัจจุบันของ (IPC-6012B) ทั้งนี้แผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการ ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงเดี่ยว ดีกว่าแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับโดยวิธีการนับตามมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 แบบเชิงคู่ในเรื่องของต้นทุน เนื่องจากกรณีศึกษามีค่าใช้จ่ายในการวัดและประเมิน (Appraisal) ต่ำกว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดจากความบกพร่องทางคุณภาพ (Failure)

9.2 ปัญหาและข้อจำกัดในการทำการวิจัย

1.กระบวนการการผลิตมีความซับซ้อนและหลายขั้นตอนดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกกระบวนการที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายของความบกพร่องทางคุณภาพสูงสุด 3 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

2.ข้อมูลค่าใช้จ่ายบางชนิดไม่สามารถคำนวณได้จึงไม่ได้นำมาร่วมพิจารณา เช่นค่าใช้จ่ายในการเสียโอกาส ค่าใช้จ่ายในการสูญเสียภาพลักษณ์ ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในส่วนของความบกพร่องทางคุณภาพต่ำกว่าความเป็นจริง

3.ต้นทุนคุณภาพในส่วนของ ต้นทุนในการป้องกัน (Prevention Cost) ไม่ได้ถูกนำมาร่วมพิจารณาในสมการตัวแบบต้นทุนคุณภาพ แต่ทั้งนี้ ต้นทุนส่วนนี้ไม่มีความเปลี่ยนแปลงหา□□□□เปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของแผนการตรวจสอบคุณภาพ แต่หากนำมาร่วมพิจารณาก็จะทำให้ต้นทุนคุณภาพมีความสมบูรณ์มากขึ้น

4.ผู้วิจัยได้พิจารณาเฉพาะแผนการตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับตาม□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 เนื่องจากเป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่เนื่องจากแผนนี้ไม่ได้พิจารณาทุกทางเลือกของค่าขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ดังนั้นจะทำให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดภายในทางเลือกที่มีอยู่ในแผนนี้เท่านั้น

9.3 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาขั้นถัดไปอาจใช้ระบบการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) เข้ามาช่วยใน□□□□□ะห์และประเมินผลลัพธ์ เนื่องจากระบบการสร้างสถานการณ์จำลองจะสามารถประเมินผลในช่วงการผลิตที่ยาวนานมากขึ้นเช่นในระยะเวลา 1 ปี รวมถึงอาจนำแผนการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการยอมรับแบบอื่นๆมาร่วมพิจารณา ซึ่งอาจให้ต้นทุนคุณภาพที่ต่ำกว่าในบางสถานการณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

□□□□□□อ้างอิง

□□□□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□. มาตรฐานระบบการตรวจสอบ ด้วยการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ MIL-STD-105E.□□□□□□□□□□□□: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (□□□-ญี่ปุ่น), 2539.

□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□Cost of Quality ลดต้นทุนไม่ลดคุณภาพ. □□□□□□□□□□□□: □□□□□ □□□□□□□□□□□□□, 2546.

ไพฑูรย์ ฮ้อยิ่ง และ ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา. การคำนวณหาจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยสำหรับแผนการสุ่มตัวอย่าง ANSI/ASQC Z1.4, การประชุมวิชาการด้านการวิจัยการดำเนินงาน (2539): 104-111.

ศุภชัย นาทะพันธ์. □□□□□□□□□□□□ Quality Control. □□□□□□□□□□□□: □□□□□□□□□□□□□□□□□□□, 2551.

เสริมสุข แซ่ตั้ง. การออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่องประเภทที่ 1 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□ไฟฟ้า สำหรับหัวอ่าน HAS เพื่อให้ได้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุด. วิทยานิพนธ์ปริญญา□□□□□□□□. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

เสรี ยูนิพันธ์, จรูญ มหิธาฟองกุล และ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□. □□□□□□□□: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

□□□□□□□□□

Andrew, S. The effect of acceptance sampling and risk aversion on the quality delivered by suppliers. Journal of the Operational Research Society (1994): 309-320.

Chakraborty, S. and Bapaye, M.D.Effect of inspection error on MIL STD 105D sampling plans: some observations. International Journal of Quality & Reliability Management (1987): 60-70.

Chen, C. and Chou, C. An integrated approach for designing a sampling plan and fixing specifications. Economic Quality Control (2001): 43-48.

Cooper, R. and Kaplan, R.S. Measure costs right: Make the right decisions. Harvard Business Review (1988): 96-105.

Crosby, P.B. Quality is Free. New York: McGraw-Hill, 1979.

Duffuaa.S.O. and Al-Najjar, H.J. An Optimal Complete Inspection Plan for Critical Multicharacteristic Components. Journal of the Operational Research Society (1995): 930-942.

Duffuaa, S. O. and Khan, M. An optimal repeat inspection with several classifications. Journal of the Operational Research Society (2002): 1016-1026.

Feigenbaum, A.V. Total quality control. Harvard Business Review 34, 6 (1956): 93-101.

Feiring, B. R.; Sasfri,T. C. P.; Tummala, V. M. R. and Mak, R. W. Modeling the cost of poor quality in five-state part manufacturing operation : a case study. Journal of the Operational Research Society (1998):1249-1253.

Freeman, M. Estimating quality costs. Journal of the Operational Research Society (1995): 675-686.

Haji, A. and Haji, R. The optimal policy for sampling plan in continuous production in term of the clearance number. Computer & Industrial Engineering (2004): 141-147.

Juran, J.M. Quality Control Handbook, 1st edition. New York: McGraw-Hill, 1951.

Maxim, L. D.; Cullen, D. E. and Mardo, J. G. Optimal Acceptance Test Plans with Grouping. Technometrics 17, 3 (1975): 315-320

Montgomery, D.C. Introduction to Statistic Quality Control. 5th ed. New York USA: John Wiley &Sons, 2005.

Osanaiye, P.A. An Economic Choice of Sampling Inspection Plans under Varying Process Quality. Appl.Statist (1989): 301-308.

Ross, D.T. Structured analysis (SA): A language for communicating ideas. IEEE Transactions on Software Engineering 3, 1 (1977): 16-34.

Sandoval-Chavez, D.A.; Beruvides, M.G. Using opportunity costs to determine the cost of quality: A case study in a continuous-process industry. Engineering Economist 43, 2 (1998): 107-124.

Schiffauerova, A.; Thomson, V. A review of research on cost of quality models and best practices. International Journal of Quality & Reliability Management 23, 6 (2006): 647-669.

Schilling, E. Average Run Length and the OC Curve of Sampling Plans. Quality Engineering (2005): 399-404.

Tsai, WH. Quality cost measurement under activity-based costing. International Journal of Quality and Reliability Management 15, 6 (1998): 719-752 .

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ตารางแสดงขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับ ของแผนการสุ่มตัวอย่างแบบ ANSI ของมาตรฐานทางทหาร (อ้างอิงตามมาตรฐาน IPC-6012B)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Lot or batch size			Special inspection levels				General inspection levels		
			S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	to	8	A	A	A	A	A	A	B
9	to	15	A	A	A	A	A	B	C
16	to	25	A	A	B	B	B	C	D
26	to	50	A	B	B	C	C	D	E
51	to	90	B	B	C	C	C	E	F
91	to	150	B	B	C	D	D	F	G
151	to	280	B	C	D	E	E	G	H
281	to	500	B	C	D	E	F	H	J
501	to	1200	C	C	E	F	G	J	K
1201	to	3200	C	D	E	G	H	K	L
3201	to	10000	C	D	F	G	J	L	M
10001	to	35000	C	D	F	H	K	M	N
35001	to	150000	D	E	G	J	L	N	P
150001	to	500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001	and	over	D	E	H	K	N	Q	R

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

201

Acceptable Quality Levels (normal inspection)

Sample size code letter	Sample size	0.010 Ac Re	0.015 Ac Re	0.025 Ac Re	0.040 Ac Re	0.065 Ac Re	0.10 Ac Re	0.15 Ac Re	0.25 Ac Re	0.40 Ac Re	0.65 Ac Re	1.0 Ac Re	1.5 Ac Re	2.5 Ac Re	4.0 Ac Re	6.5 Ac Re	10 Ac Re	15 Ac Re	25 Ac Re	40 Ac Re	65 Ac Re	100 Ac Re	150 Ac Re	250 Ac Re	400 Ac Re	650 Ac Re	1000 Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑	↑
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
L	200	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
M	315	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
N	500	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
P	800	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Q	1250	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
R	2000	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals, or exceeds, lot or batch size, do 100 percent inspection.

↑ = Use first sampling plan above arrow.

Ac = Acceptance number.

Re = Rejection number.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

202

Acceptable Quality Levels (normal inspection)

Sample size code letter	Sample	Sample size	Cumulative sample size	0.010		0.015		0.025		0.040		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40	
				Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A				↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
B	First	2	2	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
	Second	2	4																		
C	First	3	3	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
	Second	3	6																		
D	First	5	5	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
	Second	5	10																		
E	First	8	8	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
	Second	8	16																		
F	First	13	13	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
	Second	13	26																		
G	First	20	20	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		*	
	Second	20	40																		
H	First	32	32	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		*		↑	
	Second	32	64																		
J	First	50	50	↓		↓		↓		↓		↓		↓		*		↑		↓	
	Second	50	100																		
K	First	80	80	↓		↓		↓		↓		↓		*		↑		↓		0	2
	Second	80	160																	1	2
L	First	125	125	↓		↓		↓		↓		*		↑		↓		0	2	0	3
	Second	125	250															1	2	3	4
M	First	200	200	↓		↓		↓		*		↑		↓		0	2	0	3	1	4
	Second	200	400													1	2	3	4	4	5
N	First	315	315	↓		↓		*		↑		↓		0	2	0	3	1	4	2	5
	Second	315	630											1	2	3	4	4	5	6	7
P	First	500	500	↓		*		↑		↓		0	2	0	3	1	4	2	5	3	7
	Second	500	1000									1	2	3	4	4	5	6	7	8	9
Q	First	800	800	*		↑		↓		0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9
	Second	800	1600							1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	12	13
R	First	1250	1250	↑		↑		0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11
	Second	1250	2500					1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	12	13	18	19

Sample size code letter	Sample	Sample size	Cumulative sample size	0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10		15	
				Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A				↓		↓		↓		↓		↓		*		↓		↓	
B	First	2	2	↓		↓		↓		↓		*		↑		↓		0	2
	Second	2	4															1	2
C	First	3	3	↓		↓		↓		*		↑		↓		0	2	0	3
	Second	3	6													1	2	3	4
D	First	5	5	↓		↓		*		↑		↓		0	2	0	3	1	4
	Second	5	10											1	2	3	4	4	5
E	First	8	8	↓		*		↑		↓		0	2	0	3	1	4	2	5
	Second	8	16									1	2	3	4	4	5	6	7
F	First	13	13	*		↑		↓		0	2	0	3	1	4	2	5	3	7
	Second	13	26							1	2	3	4	4	5	6	7	8	9
G	First	20	20	↑		↓		0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9
	Second	20	40					1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	12	13
H	First	32	32	↓		0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11
	Second	32	64			1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	12	13	18	19
J	First	50	50	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16
	Second	50	100	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	12	13	18	19	26	27
K	First	80	80	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	↑	
	Second	80	160	3	4	4	5	6	7	8	9	12	13	18	19	26	27		
L	First	125	125	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	↑		↑	
	Second	125	250	4	5	6	7	8	9	12	13	18	19	26	27				
M	First	200	200	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	↑		↑		↑	
	Second	200	400	6	7	8	9	12	13	18	19	26	27						
N	First	315	315	3	7	5	9	7	11	11	16	↑		↑		↑		↑	
	Second	315	630	8	9	12	13	18	19	26	27								
P	First	500	500	5	9	7	11	11	16	↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	500	1000	12	13	18	19	26	27										
Q	First	800	800	7	11	11	16	↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	800	1600	18	19	26	27												
R	First	1250	1250	11	16	↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	1250	2500	26	27														

Sample size code letter	Sample	Sample size	Cumulative sample size	25		40		65		100		150		250		400		650		1000	
				Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A				*		*		*		*		*		*		*		*		*	
B	First	2	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31
	Second	2	4	3	4	4	5	6	7	8	9	12	13	18	19	26	27	37	38	56	57
C	First	3	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	↑	
	Second	3	6	4	5	6	7	8	9	12	13	18	19	26	27	37	38	56	57		
D	First	5	5	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	↑		↑	
	Second	5	10	6	7	8	9	12	13	18	19	26	27	37	38	56	57				
E	First	8	8	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	↑		↑		↑	
	Second	8	16	8	9	12	13	18	19	26	27	37	38	56	57						
F	First	13	13	5	9	7	11	11	16	↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	13	26	12	13	18	19	26	27												
G	First	20	20	7	11	11	16	↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	20	40	18	19	26	27														
H	First	32	32	11	16	↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	32	64	26	27																
J	First	50	50	↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	50	100																		
K	First	80	80	↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	80	160																		
L	First	125	125	↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	125	250																		
M	First	200	200	↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	200	400																		
N	First	315	315	↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	315	630																		
P	First	500	500	↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	500	1000																		
Q	First	800	800	↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	800	1600																		
R	First	1250	1250	↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑		↑	
	Second	1250	2500																		

⇩ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
⇧ = Use first sampling plan above arrow.
Ac = Acceptance number
Re = Rejection number
* = Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use double sampling plan below, where available).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

203

ขนาดตัวอย่างและเลขยอมรับที่ใช้ในโรงงานกรณีศึกษา (อ้างอิง IPC-6012B)

N	Product Class					
	1		2		3	
	n	c	n	c	n	c
1-8	3	0	5	0	8	0
9-15	3	0	5	0	13	0
16-25	3	0	5	0	13	0
26-50	5	0	5	0	13	0
51-90	6	0	7	0	13	0
91-150	7	0	11	0	13	0
151-280	10	0	13	0	20	0
281-500	11	0	16	0	29	0
501-1,200	15	0	19	0	34	0
1,201-3,200	18	0	23	0	42	0
3,201-10,000	22	0	29	0	50	0
10,000-35,000	29	0	35	0	60	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

□□□□□□□ □.

การจำแนกชนิดของความบกพร่องทางคุณภาพออกเป็น 2 □□□□□□

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Process	Defect Type	Inspection by Visual	Inspection by E-Test	Can be rework at this process
PTH	surface roughness	X		X
PTH	burnt board	X		
PTH	Void in hole	X		
PTH	No PTH	X		
PTH	Block hole	X		
PTH	Nodule in hole	X		
PTH	Pit/Dent mark	X		X
PTH	Over deburring	X		
PTH	Copper peel off		X	
PTH	Copper partical	X		
PTH	Hole under size	X		
PTH	Hole over size	X		
PTH	Scracth	X		
PTH	Finger print marks	X		X
PTH	Gule residue	X		X
PTH	Surface Nodule	X		X
PP	surface roughness	X		X
PP	Pit/Dent mark	X		X
PP	Block Hole	X		X
PP	Dry Film Peel Off	X		
PP	Copper Peel Off	X		
PP	CU. On Non PTH	X		X
PP	Scratch (before S/M)		X	
PP	Under Etching	X		X
PP	Copper peel off	X		
PP	Void in Plate Hole		X	
PP	Hole under size	X		
PP	Hole over size	X		
PP	Pit/Dent mark	X		X
PP	Surface Nodule	X		
PP	Short Circuit		X	
PP	Open Circuit		X	
PP	Line width under req.	X		
PP	Line width over req.	X		
PP	Surface roughness	X		X
PP	SMT Pad under req.	X		
PP	SMT Pad over req.	X		
PP	Void on Circuit		X	
PP	Copper on non PTH	X		X
S/M	copper Exposed	X		X

Process	Defect Type	Inspection by Visual	Inspection by E-Test	Can be rework at this process
S/M	Solder mask skipping	X		X
S/M	Under develop	X		X
S/M	Over develop	X		X
S/M	Solder mask in hole	X		X
S/M	Solder mask on pad	X		X
S/M	Solder mask shift on pad	X		X
S/M	Oxidation	X		X
S/M	Foreign material under S/M	X		X
S/M	Solder mask on Gold finger	X		X
S/M	Air bubble under S/M	X		X
S/M	Scratch after S/M open circuit		X	
S/M	S/M no plug in hole	X		X
S/M	S/M too thin	X		X
S/M	S/M screen shift	X		X
S/M	Pad or Circuit Damage	X		
S/M	Worng Date Code	X		X
S/M	Brush In Hole	X		X
S/M	Wrong Ink	X		X
S/M	S/M Plug In Hole	X		X
S/M	S/M Peel Off	X		X
S/M	S/M Over Plug On Pad	X		X

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

□□□□□□□ □.

ข้อมูล□□การตรวจสอบคุณภาพเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบการวัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

□□□□□ □□□	□□□□□□□□ ชิ้นงานแท้จริง	□□□□□ A			□□□□□ B		
		1	2	3	1	2	3
1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
2	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
3	G	G	G	G	G	G	G
4	G	G	G	G	G	G	G
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	G	G	G	G	G	G	G
7	G	G	G	G	G	G	G
8	G	G	G	G	G	G	G
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	G	G	G	G	G	G	G
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
13	G	G	G	G	G	G	G
14	G	G	G	G	G	G	G
15	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
16	G	G	G	G	G	G	G
17	NG	G	NG	G	NG	NG	G
18	G	G	G	G	G	G	G
19	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
21	G	G	G	G	G	G	G
22	G	G	G	G	G	G	G
23	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
24	G	G	G	G	G	G	G
25	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
26	G	G	G	G	G	G	G
27	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
28	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
29	G	G	G	G	G	G	G
30	NG	G	G	G	NG	NG	NG
31	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
32	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
33	G	G	G	G	G	G	G
34	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
35	G	G	G	G	G	G	G
36	G	G	G	G	G	G	G
37	G	G	G	G	G	G	G
38	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
39	G	G	G	G	G	G	G
40	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
41	G	G	G	G	G	G	G
42	G	G	G	G	G	G	G
43	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
44	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
45	G	G	G	G	G	G	G
46	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
47	G	G	G	G	NG	NG	G
48	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
49	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
50	G	G	G	G	G	G	G

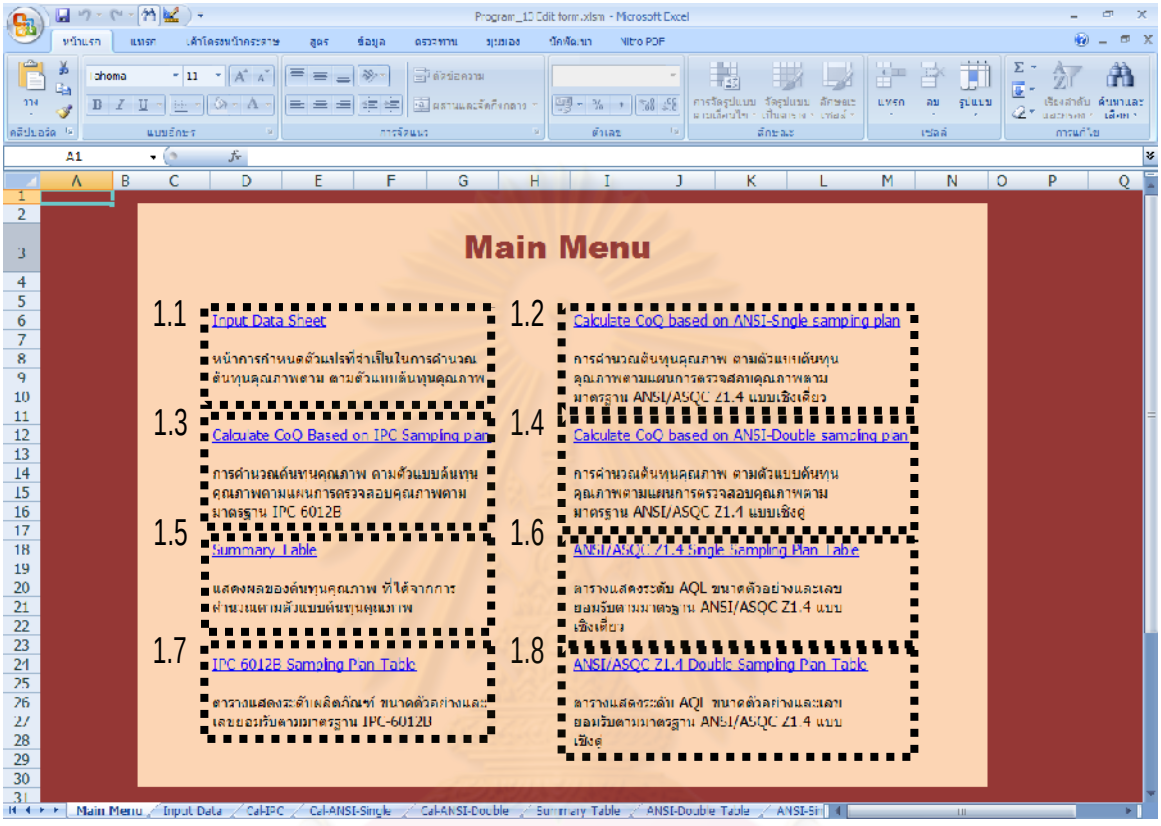
ลำดับที่	ชิ้นงานแท้จริง	A			B			C		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
2	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
3	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
4	G	G	G	G	G	G	G	NG	NG	NG
5	NG	NG	NG	G	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	G	G	G	G	G	G	NG	G	G	G
7	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
8	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
13	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
14	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
15	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
16	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
19	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
20	NG	G	G	G	NG	G	G	NG	NG	NG
21	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
22	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
23	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
24	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
25	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
26	G	G	G	G	G	G	NG	NG	NG	NG
27	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
28	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
29	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
30	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

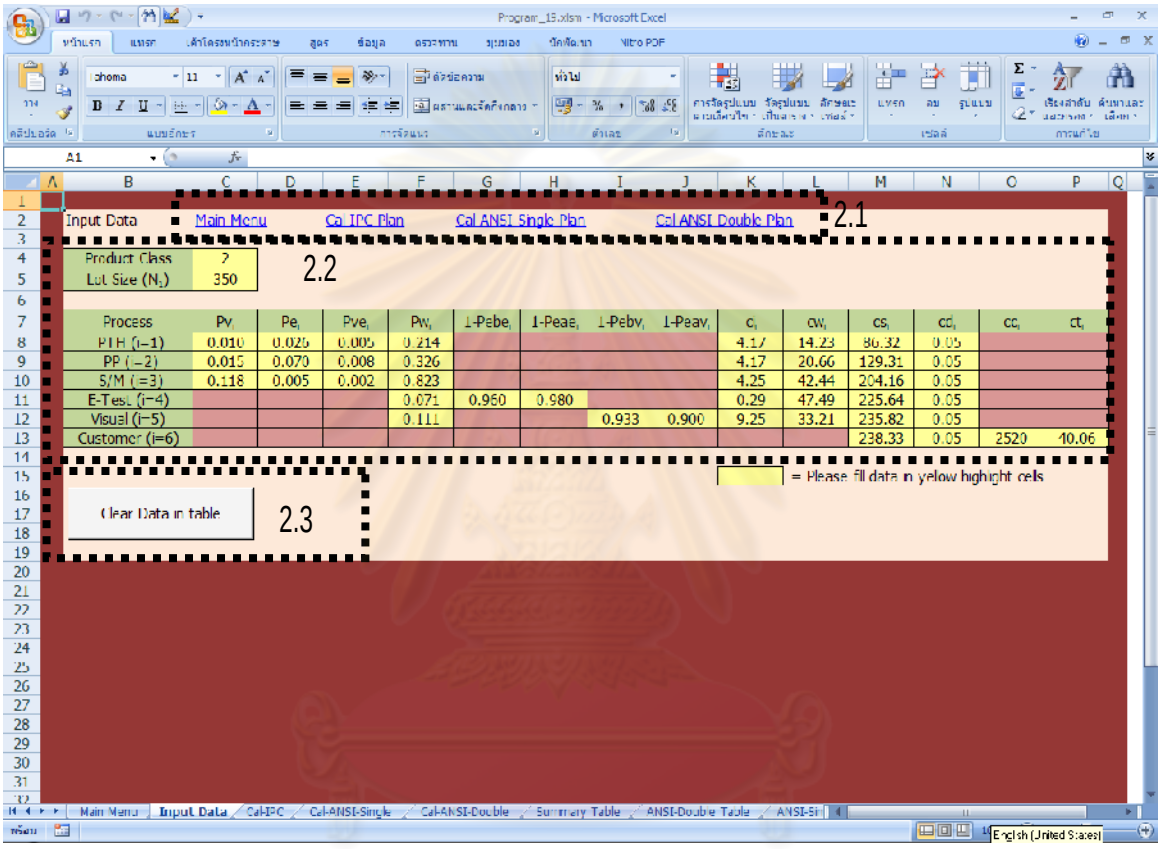
□□□□□□□ □.

คู่มือการใช้โปรแกรมการคำนวณต้นทุนคุณภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Pe_i)

- สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพประเภทสามารถตรวจสอบได้ทั้งด้วยสายตาและคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Pve_i)

- สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพที่สามารถปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ □□□□□□□ (Pw_i)

- ความน่าจะเป็นของความถูกต้องในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ □□□□□□ □□□□□ผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ □□การตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา ($1\text{-}Peav_i$)

- ความน่าจะเป็นของความถูกต้องในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในกรณีปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ ในการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา ($1\text{-}Pebv_i$)

- ความน่าจะเป็นของความถูกต้องในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในกรณียอมรับผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ □□□□□□□□□□□□คุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ($1\text{-}Peae_i$)

- ความน่าจะเป็นของความถูกต้องในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในกรณี □□□□ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ □□□□□ตรวจสอบคุณภาพด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ($1\text{-}Pebe_i$)

- ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพต่อหน่วย (ci_i)

- ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่อหน่วย (cw_i)

- ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพต่อหน่วย (cs_i)

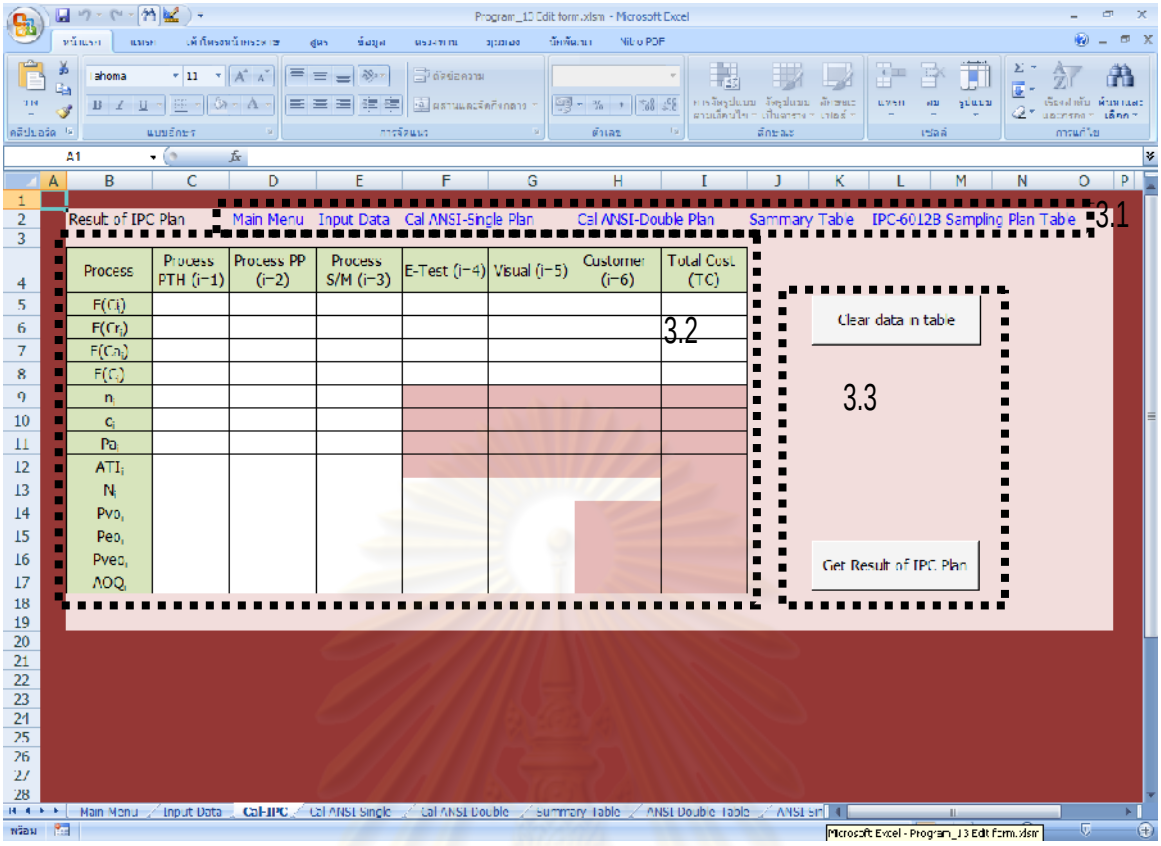
- ค่าใช้จ่ายในการทำลายผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพต่อหน่วย (cd_i)

- ค่าปรับในกรณีส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพให้กับลูกค้าต่อหน่วย (cc_i)

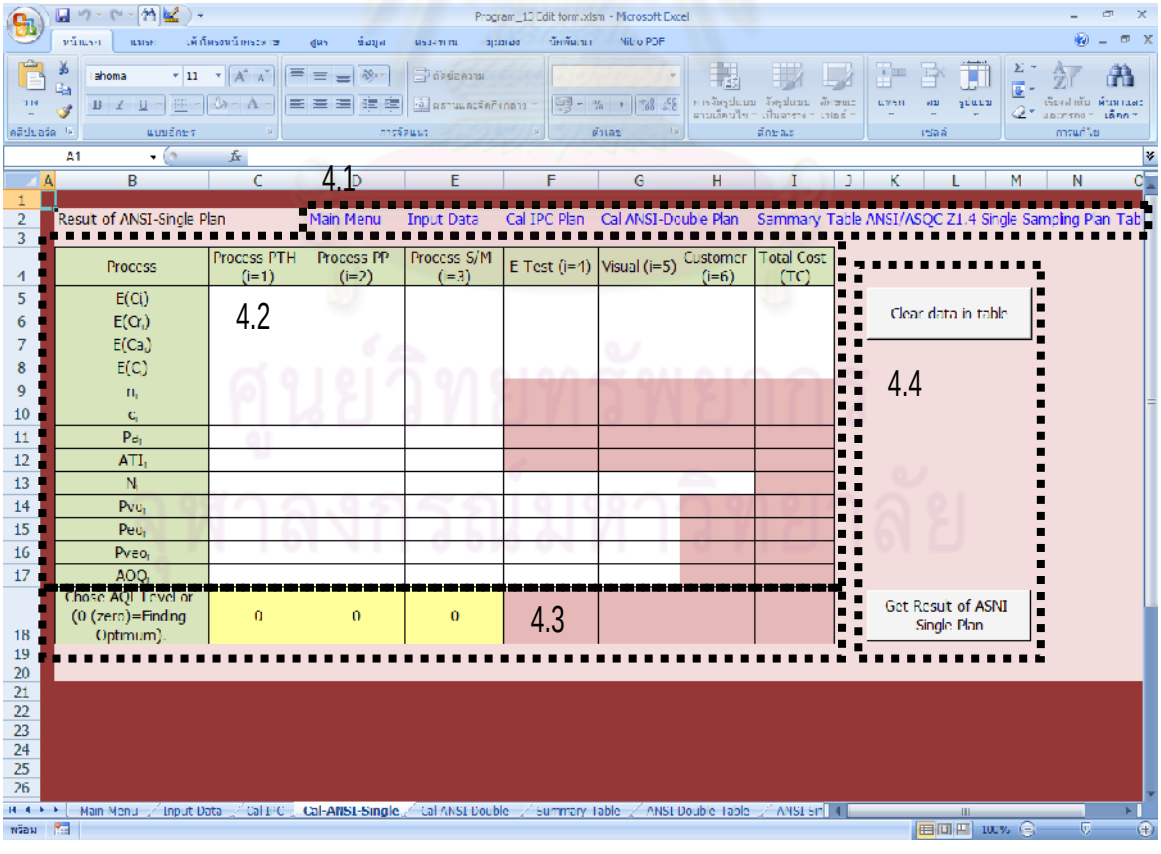
- ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสาเหตุของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพ (ct_i)

2.3 ปุ่มคำสั่งปฏิบัติการ ลบข้อมูลในตารางการกำหนดค่าทั้งหมด (Clear data in table) □□ เป็นการลบข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในตาราง

3.การคำนวณต้นทุนคุณภาพตามแผนการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน IPC-6012B (Calculate CoQ based on IPC sampling plan, Cal IPC Plan) ซึ่งจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักคือ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


Program_10 Edit form.xlsm - Microsoft Excel
4.1
Resut of ANSI-Single Plan
Main Menu
Input Data
Cal IPC Plan
Cal ANSI-Doube Plan
Summary Table ANSI/ASQC Z1.4 Single Sampling Pan Tab
Process
Process PTH (i=1)
Process PP (i=2)
Process S/M (=3)
E Test (i=1)
Visual (i=5)
Customer (i=6)
Total Cost (TC)
E(Ci)
E(Cr)
E(Ca)
E(C)
n
c
4.2
Pa
ATI
N
Pvu
Peu
Pveo
AOQ
Chose AQL Level or (0 (zero)=Finding Optimum)
0
0
0
4.3
Clear data in table
4.4
Get Resut of ASNI Single Plan
Main Menu
Input Data
Cal I PC
Cal-ANSI-Single
Cal ANSI Double
Summary Table
ANSI Double Table
ANSI Sin
พร้อม
100%

4.1 ส่วนของลิงค์ไปสู่ส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Main Menu, Cal IPC Plan, Cal ANSI-Double Plan, Summary Table [illegible] ANSI/ASQC Z1.4 Single Sampling Plan Table

4.2 [illegible]

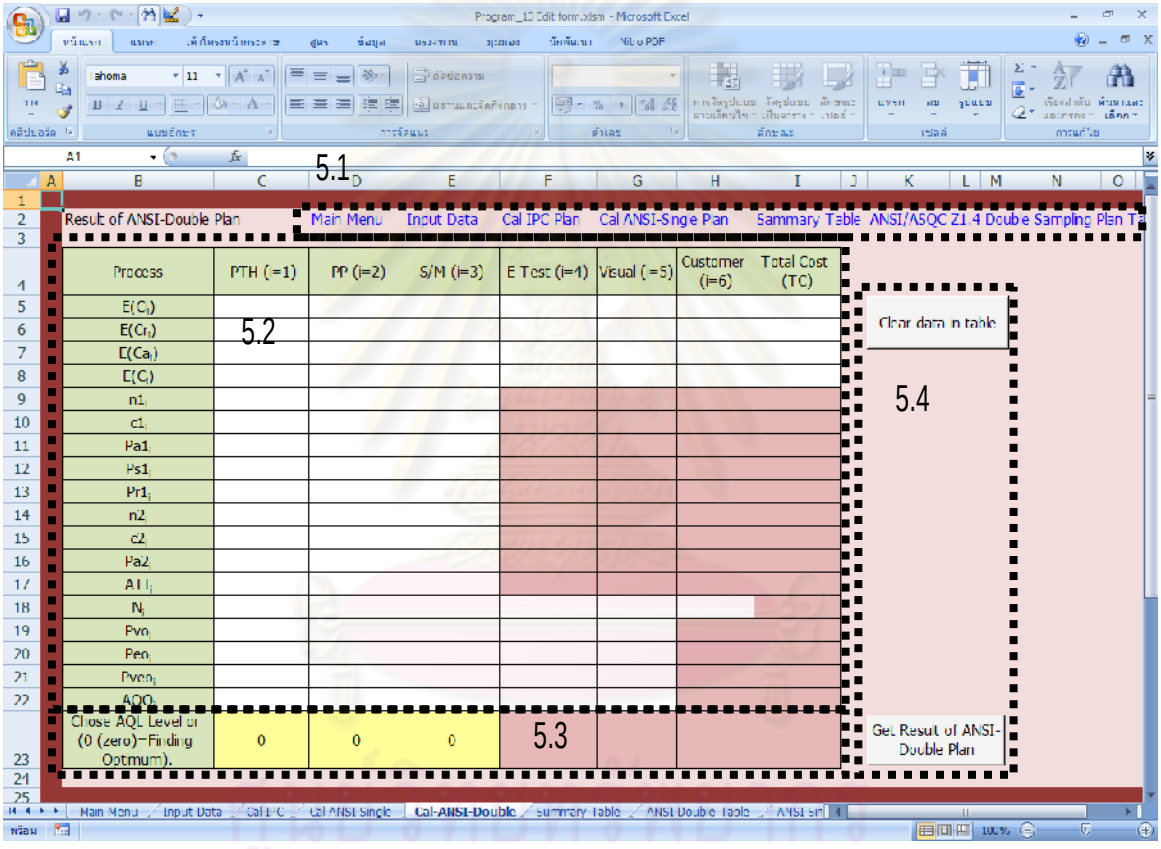
- ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการตรวจสอบคุณภาพ $E(Ci_i)$
- ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากปฏิเสธลอตการผลิต $E(Cr_i)$
- ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการยอมรับลอตการผลิต $E(Ca_i)$
- ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดในกระบวนการนั้นๆ $E(C_i)$
- ขนาดตัวอย่าง (n_i) [illegible]
- [illegible] (c_i) [illegible]
- ความน่าจะเป็นในการยอมรั[illegible] (Pa_i)
- จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI_i)
- [illegible] (N_i)
- สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i)
- สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วย[illegible] ทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i)
- สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ทั้งด้วยสายตาและคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i)
- ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i)

4.3 [illegible] AQL เพื่อใช้ในการคำนวณต้นทุนคุณภาพในแต่ละกระบวนการ โดยสามารถกำหนดได้จากส่วนพื้นที่เซลสีเหลือง โดยค่ามาตรฐานจะถูกกำหนดไว้เป็น 0 (ศูนย์) ซึ่งจะเป็นการหาค่า AQL ที่ทำให้ต้นทุนต่ำสุด และหากใส่ค่าระดับ AQL ที่ต้องการ เช่น 0.01 ลงในช่อง [illegible] (PTH) ก็จะเป็นการคำนวณต้นทุนคุณภาพโดยกำหนดใช้ขนาดตัวอย่าง [illegible] AQL = 0.01 ส่วนที่กระบวนการอื่นจะยังคงเป็นการเลือกระดับ AQL ที่ให้ต้นทุนคุณภาพต่ำสุด ทั้งนี้การกำหนดระดับ AQL สามารถทำได้ทุกกระบวนการที่เป็นการตรวจสอบ [illegible]

4.4 ปุ่มคำสั่งปฏิบัติการ ซึ่งจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน

- ลบข้อมูลในตารางการกำหนดค่าทั้งหมด (Clear data in table) จะเป็นการลบข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในตาราง

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ขนาดตัวอย่าง ($n1_i$) [illegible]

- [illegible] ($c1_i$) [illegible]

- ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตการผลิต ($Pa1_i$) [illegible]

- ความน่าจะเป็นในการตรวจสอบคุณภาพครั้งที่ 2 ($Ps1_i$) [illegible] คุณภาพครั้งแรกพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพมากกว่าเลขยอมรับในการตรวจสอบคุณภาพ [illegible] ($c1_i$) แต่ไม่มากกว่าเลขยอมรับในการตรวจสอบคุณภาพครั้งที่ 2 ($c2_i$)

- ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอตการผลิต ($Pr1_i$) [illegible] คุณภาพครั้งแรกพบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพมากกว่าเลขยอมรับในการตรวจสอบคุณภาพ [illegible] 2 ($c2_i$)

- ขนาดตัวอย่าง ($n2_i$) [illegible] 2

- [illegible] ($c2_i$) [illegible] 2

- ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต [illegible] ($Pa2_i$) [illegible] 2 พบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพรวมกันมากกว่าเลขยอมรับในการตรวจสอบ [illegible] 2 ($c2_i$)

- จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI_i)

- [illegible] (N_i)

- สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วยสายตาที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i)

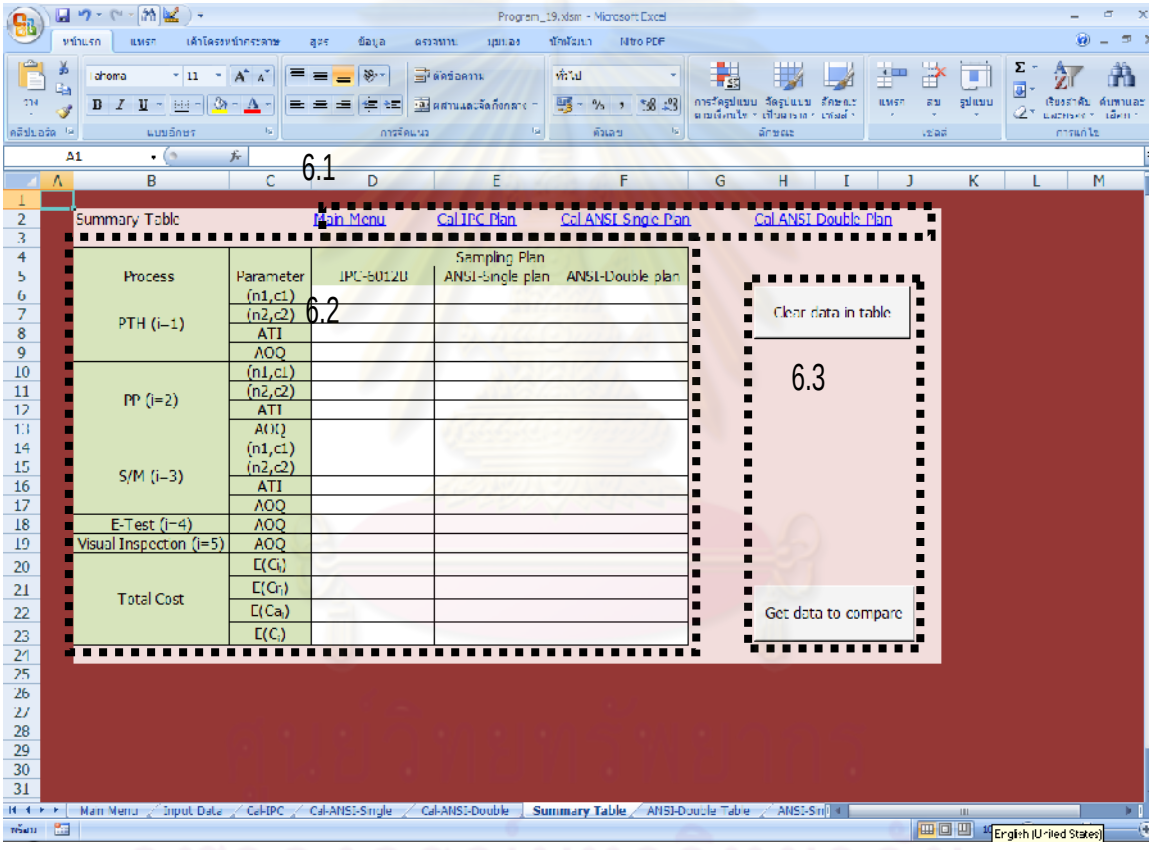
- สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบด้วย [illegible] ทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Peo_i)

- สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องทางคุณภาพชนิดสามารถตรวจสอบได้ทั้งด้วย [illegible] ตาและคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ผ่านออกหลังการตรวจสอบคุณภาพ (Pvo_i)

- ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i)

5.3 [illegible] AQL เพื่อใช้ในการคำนวณต้นทุนคุณภาพในแต่ละกระบวนการ โดยสามารถกำหนดได้จากส่วนพื้นที่เซลสีเหลือง โดยค่ามาตรฐานจะถูกกำหนดไว้เป็น 0 (ศูนย์) ซึ่งจะเป็นการหาค่า AQL ที่ทำให้ต้นทุนต่ำสุด และหากใส่ค่าระดับ AQL ที่ต้องการ เช่น 0.01 ลงในช่อง [illegible] (PTH) ก็จะเป็นการคำนวณต้นทุนคุณภาพโดยกำหนดใช้ขนาดตัวอย่าง [illegible] AQL = 0.01 ส่วนที่กระบวนการอื่นจะยังคงเป็นการเลือกระดั[illegible] AQL ที่ให้

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- □□□□□□□□□($c2_i$) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 2

- จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ATI_i)

- ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (AOQ_i)

- ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการตรวจสอบ□□□□□ $E(Ci_i)$

- ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากปฏิเสธลอตการผลิต $E(Cr_i)$

- ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการยอมรับลอตการผลิต $E(Ca_i)$

- ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดในกระบวนการนั้นๆ $E(C_i)$

6.3 ปุ่มคำสั่งปฏิบัติการ ซึ่งจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน

- ลบข้อมูลในตารางการกำหนดค่าทั้งหมด (Clear data in table) จะเป็นการลบข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในตาราง

- รับข้อมูลต้นทุนคุณภาพจากการคำนวณตามตัวแบบต้นทุนคุณภาพในแต่ละแผนการตรวจสอบคุณภาพตามที่ได้คำนวณไว้แล้วจาก หัวข้อ 4, 5 □□□ 6 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ได้แสดงไว้ในหัวข้อ 6.2

7. □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ANSI/ASQC Z1.4 □□□□□□□□□ (ANSI/ASQC Z1.4 Single sampling plan table) จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนดังนี้

7.1 ส่วนของลิงค์ไปสู่ส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Main Menu, Input Data □□□ Cal ANSI-Single Plan

7.2 □□□ดงข้อมูลของตารางตรวจสอบคุณภาพ

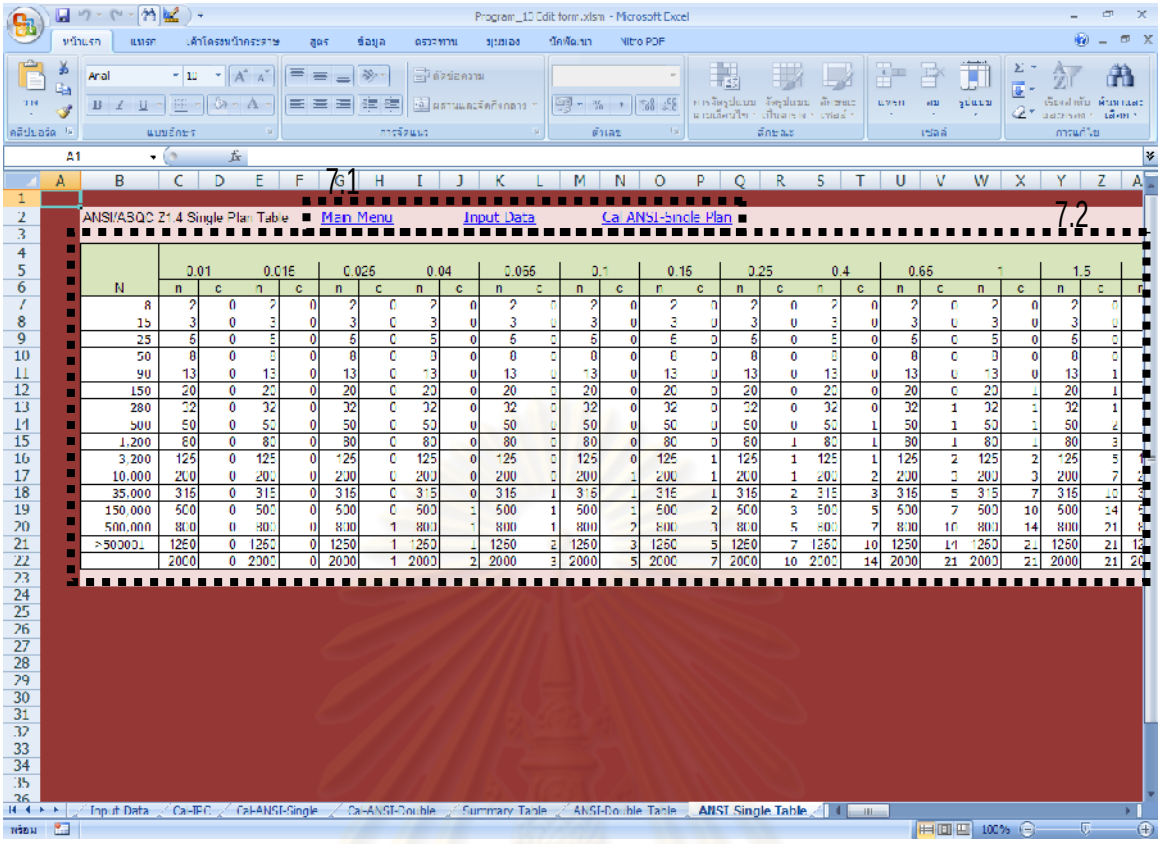
- □□□□□□□□□□□□□□□□□1ได้ (AQL)

- □□□□□□□□□□□□□□□□(N)

- ขนาดตัวอย่าง (n)

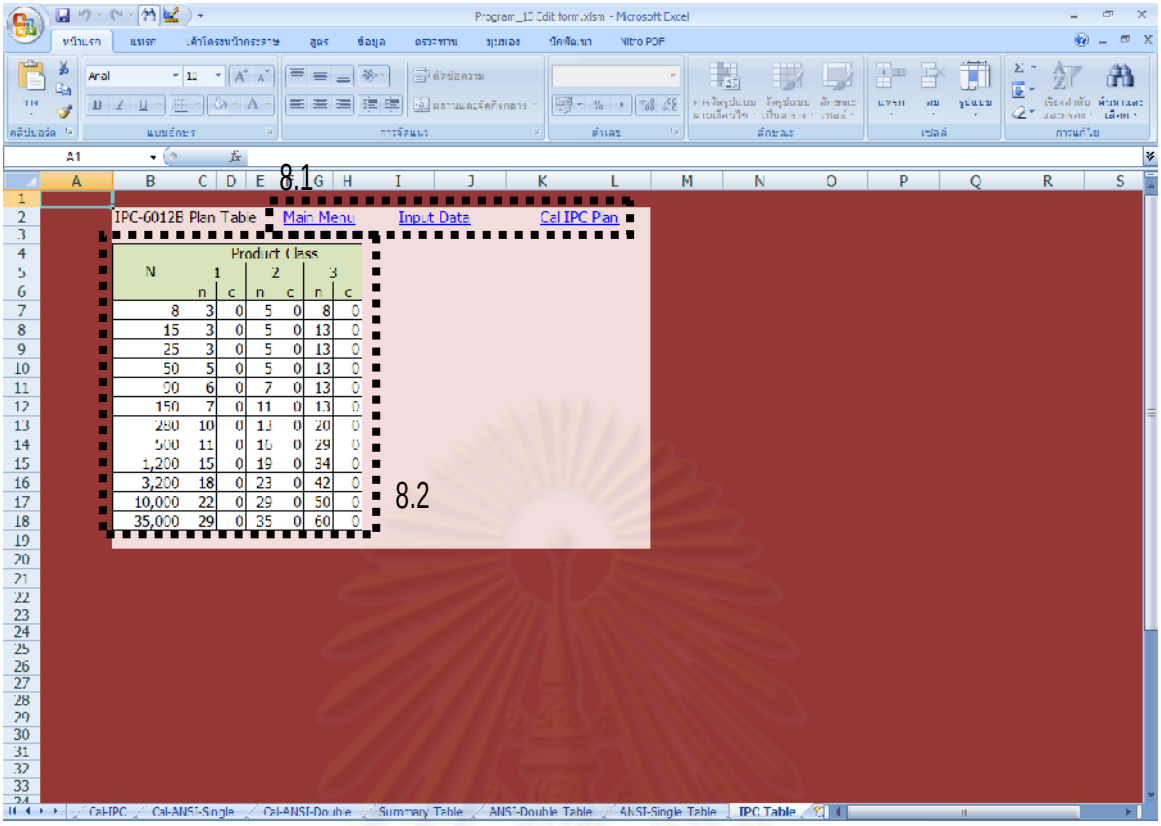
- □□□□□□□□□(c)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



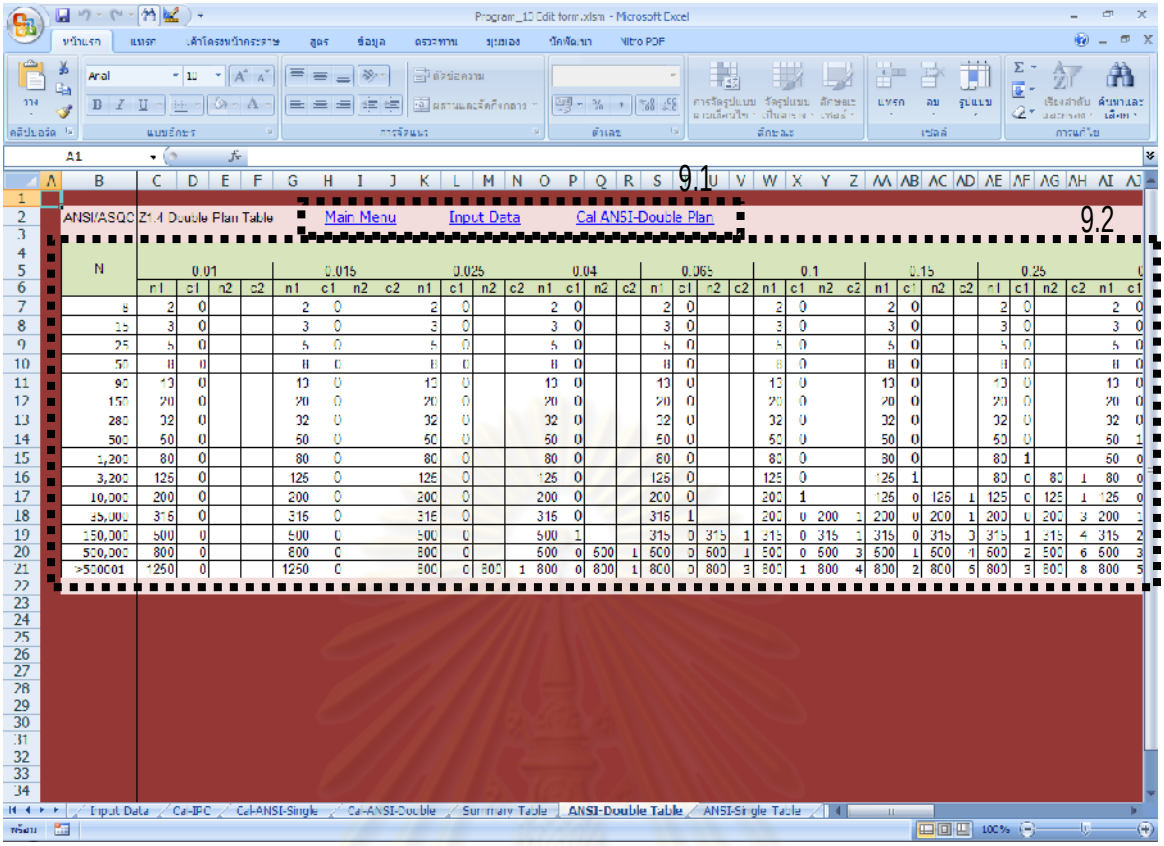
N	0.01		0.015		0.025		0.04		0.065		0.1		0.15		0.25		0.4		0.65		1		1.5	
	n	c	n	c	n	c	n	c	n	c	n	c	n	c	n	c	n	c	n	c	n	c	n	c
8	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0
15	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
25	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
50	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0
90	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	1
150	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	1	20	1
280	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	1	32	1	32	1	32	1
500	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	1	50	1	50	2	50	2
1,200	80	0	80	0	80	0	80	0	80	0	80	0	80	0	80	1	80	1	80	1	80	3	80	3
3,200	125	0	125	0	125	0	125	0	125	0	125	0	125	1	125	1	125	1	125	2	125	2	125	5
10,000	200	0	200	0	200	0	200	0	200	0	200	1	200	1	200	1	200	2	200	3	200	3	200	7
35,000	315	0	315	0	315	0	315	0	315	1	315	1	315	1	315	2	315	3	315	5	315	7	315	10
150,000	500	0	500	0	500	0	500	1	500	1	500	1	500	2	500	3	500	5	500	7	500	10	500	14
500,000	800	0	800	0	800	1	800	1	800	1	800	2	800	3	800	5	800	7	800	10	800	14	800	21
>500001	1250	0	1250	0	1250	1	1250	1	1250	2	1250	3	1250	5	1250	7	1250	10	1250	14	1250	21	1250	21
	2000	0	2000	0	2000	1	2000	2	2000	3	2000	5	2000	7	2000	10	2000	14	2000	21	2000	21	2000	21

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



N	1		2		3	
	n	c	n	c	n	c
8	3	0	5	0	8	0
15	3	0	5	0	13	0
25	3	0	5	0	13	0
50	5	0	5	0	13	0
90	6	0	7	0	13	0
150	7	0	11	0	13	0
280	10	0	11	0	20	0
500	11	0	16	0	29	0
1,200	15	0	19	0	34	0
3,200	18	0	23	0	42	0
10,000	22	0	29	0	50	0
35,000	29	0	35	0	60	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



N	0.01				0.015				0.025				0.04				0.065				0.1				0.15				0.25				0	
	n1	c1	n2	c2	n1	c1	n2	c2	n1	c1	n2	c2	n1	c1	n2	c2	n1	c1	n2	c2	n1	c1	n2	c2	n1	c1	n2	c2	n1	c1	n2	c2	n1	c1
8	2	0			2	0			2	0			2	0			2	0			2	0			2	0			2	0			2	0
15	3	0			3	0			3	0			3	0			3	0			3	0			3	0			3	0			3	0
25	5	0			5	0			5	0			5	0			5	0			5	0			5	0			5	0			5	0
50	8	0			8	0			8	0			8	0			8	0			8	0			8	0			8	0			8	0
90	13	0			13	0			13	0			13	0			13	0			13	0			13	0			13	0			13	0
150	20	0			20	0			20	0			20	0			20	0			20	0			20	0			20	0			20	0
280	32	0			32	0			32	0			32	0			32	0			32	0			32	0			32	0			32	0
500	50	0			50	0			50	0			50	0			50	0			50	0			50	0			50	0			50	1
1,200	80	0			80	0			80	0			80	0			80	0			80	0			80	0			80	1			50	0
3,200	125	0			125	0			125	0			125	0			125	0			125	1			80	0			80	1	80	0		
10,000	200	0			200	0			200	0			200	0			200	0			200	1			125	0	125	1	125	0	125	1	125	0
35,000	315	0			315	0			315	0			315	0			315	1			200	0	200	1	200	0	200	1	200	0	200	1	200	1
150,000	500	0			500	0			500	0			500	1			315	0	315	1	315	0	315	1	315	0	315	1	315	1	315	1	315	2
500,000	800	0			800	0			800	0			500	0	500	1	500	0	500	1	500	0	500	3	500	1	500	1	500	2	500	6	500	3
>500001	1250	0			1250	0			800	0	800	1	800	0	800	1	800	0	800	3	800	1	800	4	800	2	800	5	800	3	800	8	800	5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุรินทร์ ศิริคำหอม เกิดเมื่อวันที่ 31 [illegible] [illegible].[illegible].2523 [illegible] [illegible] ในปีการศึกษา 2546 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคการศึกษาปลายปีการศึกษา 2549

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย