สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วิธีการคาดคะเนอายุการให้บริการและออกแบบการทดลองที่เชื่อถือได้

A METHODOLOGY FOR PREDICTING SEVICE LIFE AND DESIGN OF RELIABILITY EXPERIMENTS

นายปิยวัฒน์ ชำนาญกิจ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 83183
วัน,เดือน,ปี - 6 ส.ค. 2551

b 11962100
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A METHODOLOGY FOR PREDICTING SERVICE LIFE AND DESIGN OF RELIABILITY EXPERIMENTS

PIYAWAT CHAMNANKIJ

A THESIS SUBMITED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	**วิธีคาดคะเนอายุการให้บริการและออกแบบการทดลองที่เชื่อถือได้** A METHODOLOGY FOR PREDICTING SERVICE LIFE AND DESIGN OF RELIABILITY EXPERIMENTS
นักศึกษาผู้จัดทำ	**นายปิยวัฒน์ ชำนาญกิจ** **รหัสนักศึกษา** 46012112
ปริญญา	**วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**
สาขาวิชา	**วิศวกรรมการวัดคุม**
ปีการศึกษา	2550

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.สาธิต อินทจักร์	

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ.ประภาษ อุดคกิมาพันธุ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	วิธีการคาดคะเนอายุการให้บริการและออกแบบการทดลองที่เชื่อถือได้ A METHODOLOGY FOR PREDICTING SERVICE LIFE AND DESIGN RELIABILITY OF EXPERIMENTS
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายปิยวัฒน์ ชำนาญกิจ รหัสนักศึกษา 46012112
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.สาธิต อินทจักร์
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการทำนายค่าความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจที่มีอยู่เพียงน้อยนิด โดยจะทำให้จำนวนครั้งและระยะของการทดลองเป็นไปอย่างจำกัดหรือไม่อาจทราบค่าพารามิเตอร์ได้ ดังนั้นจึงใช้วิธีการคำนวณจากค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลองเพื่อที่จะนำมาออกแบบการทดลองที่เชื่อถือได้ โดยวิธีที่นำใช้ในการนำเสนอจะช่วยในการออกแบบการทดลอง (*Design Of Experiments;DOE*) พร้อมกับประมาณค่าขอบเขตความน่าเชื่อถือของพารามิเตอร์ที่สนใจตามระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด DOE ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นจะสอดคล้องกับขอบเขตที่เข้มงวดของพารามิเตอร์ โดยจะให้การทดลองมีความถ่วงดุลกันระหว่างต้นทุนกับประโยชน์ที่ได้รับจากการทำ DOE ALT (Accelerated Life Testing) ที่ใช้ในการคาดคะเนอายุการให้บริการของผลิตภัณฑ์เนื่องจากอายุการให้บริการของผลิตภัณฑ์ยืนยาวกว่าการทดสอบผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ALT ที่ใช้ภายใต้เงื่อนไขที่ถูกออกแบบเพื่อเร่งการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Methodology for Predicting Service Life and Design Reliability of Experiments	
Author	Mr.Piyawat	Chamnankij
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Sathit	Intajag
Year	2007	

ABSTRACT

This thesis proposes a methodology for reliability prediction of new products where field data are sparse, and the allowed number and length of experiments are limited. The methodology relies on estimating a set where the unknown parameters are most likely to be found, calculation of an upper bound for the reliability metric of interest conditioned that the parameters reside in the estimated set, and tightening the bounds design of experiments , a methodology is developed here which allows joint design of experiments, and estimation of bounds on reliability parameters of interest at desired confidence levels. Design of experiments is formulated as the problem of interest, allowing explicit tradeoffs between the cost and benefit of additional experimentations. Accelerated life testing (ALT) has been recognized as a methodology that can usefully predict service life. Because the service life of a product is much longer than the product testing and qualification cycle, ALT proposes testing under conditions that are designed to accelerate failures.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยคำแนะนำและปรึกษาจาก รศ.ดร.สาธิต อินทจักร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ กระผมต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา2549และคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่กระผม

ขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ อา น้อง ของกระผมที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกเรื่องทำให้กระผมสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณครูบาอาจารย์และเพื่อนจากโรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี โรงเรียนทวีธาภิเศก ทุกท่านที่ให้คำแนะนำสั่งสอนและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆมาด้วยดี

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญรูป.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1

1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....1

1.4 ทฤษฎีและแนวคิดที่ได้จากการทดลอง.....1

1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....2

บทที่ 2 พื้นฐานทางคณิตศาสตร์วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ.....3

2.1 รูปแบบการกระจายทางสถิติ.....3

2.2 อัตราเกิดข้อบกพร่อง.....3

2.3 อายุเฉลี่ย.....4

2.4 การวิเคราะห์การเสียแบบ Normal.....4

2.5 การวิเคราะห์การเสียแบบ Lognormal.....5

2.6 การวิเคราะห์การเสียแบบ Exponential.....5

2.7 การวิเคราะห์การเสียแบบ Gamma.....6

2.8 การวิเคราะห์การเสียแบบ Weibull.....6

2.9 การประมาณค่าน่าจะเป็นมากสุด.....9

บทที่ 3 ทฤษฎีทางวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ.....11

3.1 วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ.....11

3.2 ความน่าเชื่อถือของระบบ.....11

3.3 เส้นโค้งแสดงอายุการใช้งาน.....13

3.4 อัตราเร่งอายุการใช้งาน.....14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การออกแบบการทดลอง.....18

4.1 การหาความน่าเชื่อถือของการทดลอง.....18

4.2 กระบวนการในการทดลอง.....18

4.3 การทดสอบเร่งอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์.....24

4.4 การทดสอบสมมติฐานของการทดลอง.....27

บทที่ 5 ผลสรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ.....29

บรรณานุกรม.....30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 แสดงเวลาที่อุปกรณ์หมดอายุการใช้งาน....19
4.2 แสดงตำแหน่งที่มีค่า pdf สูงสุดของการใช้งานปกติ....20
4.3 แสดงถึงค่า cdf แบบไวล์บูลของอุปกรณ์ที่ทดสอบ....22
4.4 แสดง reliability ที่ได้จากการทดลอง....23
4.5 แสดงอุปกรณ์หลังถูกทดสอบการเร่งอายุใช้งาน....24
4.6 แสดงตำแหน่งที่มีค่า pdf สูงสุดของการทดสอบเร่งอายุการใช้งาน....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 **ฟังก์ชันของความหนาแน่นน่าจะเป็นไวล์บูล**.....8

2.2 **การกระจายอายุแบบไวล์บูล**.....9

3.1 **ระบบอนุกรม**.....11

3.2 **ระบบขนาน**.....12

3.3 ระบบผสม.....13

3.4 รูปแสดงช่วงอายุการใช้งาน.....13

4.1 **กราฟที่ได้จากการใช้งานปกติ**.....21

4.2 กราฟแสดงค่า pdf.....21

4.3 กราฟ cdf.....23

4.4 กราฟแสดงให้เห็นถึง reliability ที่ได้จากการใช้งานปกติ.....24

4.5 กราฟที่ได้จากการเร่งอายุการใช้งาน.....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผู้ผลิตต่างมีความต้องการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ให้ทันตามระยะเวลาที่กำหนด เนื่องจากตลาดต้องการสินค้าที่มีคุณภาพสูงและมีความเชื่อถือได้ที่สำคัญกว่านั้นหากมีเทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงก็จะทำให้สินค้าที่ผลิตออกมามีความน่าเชื่อถือ วิธีการคาดคะเนอายุการให้บริการนั้น จะช่วยให้ผู้ผลิตมีความรู้ข้อมูลสารสนเทศในการตัดสินใจเพิ่มขึ้นและสามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่น ๆได้ ผลจากการออกแบบและการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงจะส่งผลต่อการรับประกันอายุการใช้งานของสินค้าได้ดีขึ้นอีกด้วย นอกจากนั้นการที่ผลิตภัณฑ์จะมีประสิทธิภาพการใช้งานที่ดีจึงมีความจำเป็นต้องมีความน่าเชื่อถือสูง

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ มุ่งศึกษาความน่าเชื่อถือของสินค้าและบริการ เพื่อคาดคะเนอายุการใช้งานของสินค้าและการให้บริการ และนำค่าความน่าเชื่อถือที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขสินค้าและการบริการต่อไป

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ถ้าสินค้าและการให้บริการที่ผลิตออกมาให้ผู้บริโภค มีคุณภาพและมาตรฐานแตกต่างกันตามโรงงานผู้ผลิต หากเรานำทฤษฎีทางวิศวกรรมความน่าเชื่อถือมาประยุกต์กับผลิตภัณฑ์และการบริการ จะทำให้ผู้ผลิตสามารถผลิตสินค้าออกมาได้มีคุณภาพมากขึ้นและเกิดความเสียหายลดลง ผู้บริโภคยังจะได้สินค้าและการบริการที่ดีตามมา

1.4 ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการทดลอง

ทฤษฎีทางด้านวิศวกรรมความน่าเชื่อถือและทฤษฎีทางสถิติ ได้ถูกนำมาประยุกต์เข้ากับการทดลองครั้งนี้ เพื่อออกแบบการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือได้และเพื่อให้ทราบความน่าเชื่อถือที่ได้จากการทดลองว่าสินค้าและการให้บริการที่ได้ทำการทดลองนั้น มีค่าความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาของวิธีการทดลอง วัตถุประสงค์ สมมติฐาน ทฤษฎีที่ใช้ในการทดลองและขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2 จะได้กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ อัตราของการเกิดข้อบกพร่อง อายุเฉลี่ย การวิเคราะห์การเสียแบบNormal การวิเคราะห์การเสียแบบ Lognormal การวิเคราะห์การเสียแบบExponential การวิเคราะห์การเสียแบบWeibull การวิเคราะห์การเสียแบบGamma การประมาณค่าความน่าจะเป็นมากที่สุด

บทที่ 3 กล่าวถึงทฤษฎีขั้นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ ความน่าเชื่อถือของระบบ ระบบอนุกรม ระบบขนาน ระบบผสม เส้นโค้งแสดงอายุการใช้งาน ความน่าจะเป็นสูงสุด

บทที่ 4 กล่าวถึงการออกแบบการทดลองที่เชื่อถือได้ การหาค่าความน่าเชื่อถือในการทดลอง กระบวนการทดลอง การทดสอบเร่งอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ การตั้งสมมติฐานของการทดลอง

บทที่ 5 กล่าวถึงผลของการทดลองและข้อเสนอแนะที่ได้จากการทดลองหาความน่าเชื่อถือ ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
พื้นฐานทางคณิตศาสตร์วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ

วิธีการหาค่าความน่าเชื่อถือด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ เป็นการหาค่าความน่าเชื่อถือโดยทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติ ในการทำงานเพื่อหาค่าความน่าเชื่อถือในทางวิศวกรรมในยุคสมัยใหม่นั้นมีความจำเป็นอย่างมากที่จะนำไปปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยทฤษฎีพื้นฐานที่ต้องทราบนั้นคือทฤษฎีทางสถิติ เพื่อนำมาหาค่าความน่าเชื่อถือของสินค้าและบริการต่อไป

2.1 รูปแบบการกระจายทางสถิติ

ชนิดของการกระจายความน่าจะเป็นที่ใช้ได้กับความน่าเชื่อถือนั้น มีอยู่ด้วยกันหลายแบบซึ่งการกระจายสถิติชนิดต่าง ๆ เหล่านี้เป็นการกระจายแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง โดยจะยกตัวอย่างกระจายทางสถิติมา 5 ชนิดคือ

การกระจายแบบ Normal distribution

การกระจายแบบ Lognormal distribution

การกระจายแบบ Exponential distribution

การกระจายแบบ Weibull distribution

การกระจายแบบ Poisson distribution

ซึ่งการกระจายความถี่เหล่านี้จะเป็นฟังก์ชันในรูปของเวลา

2.2 อัตราเกิดข้อบกพร่อง (Failure Rate)

อัตราการเกิดข้อบกพร่องสามารถประมาณได้จากข้อมูลการทดสอบ โดยใช้สมการในการคำนวณหา ในการคำนวณอัตราการเกิดข้อบกพร่องนี้จะมีการคำนวณที่แตกต่างกันแล้วแต่กรณีโดยที่อัตราการเสียของผลิตภัณฑ์ สามารถหาได้จาก

อัตราการเสีย = จำนวนชิ้นที่เสียหรือไม่ทำงาน /ผลรวมของเวลาการทดสอบแต่ละชิ้นรวมกัน [2]

$$\lambda = \frac{n}{t} \tag{2.1}$$

โดยที่ λ = อัตราการเสีย

n = จำนวนชิ้นที่เสียหรือไม่ทำงาน

t = เวลาทดสอบความเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 อายุเฉลี่ย (Mean Life)

สำหรับการกระจายExponential โดยที่การกระจายWeibullนั้นเมื่อค่าความชันของกราฟเท่ากับ 1 แล้ว อัตราการเกิดข้อบกพร่องจะคงที่และเมื่อเป็นเช่นนี้จะเกิดความสัมพันธ์ระหว่างอายุเฉลี่ยกับอัตราการเกิดข้อบกพร่อง ทำให้ได้สมการที่ใช้ในการหาอายุเฉลี่ยสำหรับอัตราการเกิดข้อบกพร่อง [2]

Mean Time Between Failure(MTBF) หมายถึงอายุการใช้งานโดยเฉลี่ยของอุปกรณ์มีสมการคำนวณได้จาก

$$MTBF = UT/F \quad (2.2)$$

$$X = 1/MTBF \quad (2.3)$$

$$\lambda = F/UT \quad (2.4)$$

โดยที่ U = จำนวนอุปกรณ์ที่นำมาใช้ทดสอบ

T = เวลาในการทดสอบ (ชั่วโมง)

F = จำนวนอุปกรณ์ที่เสียในระหว่างทดสอบ

λ = อัตราการเสีย

2.4 การวิเคราะห์การเสียแบบปกติ Normal

กรณีผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงก่อนหมดอายุการใช้งาน สามารถใช้ได้ทั้งการแจกแจงแบบnormal และแบบ weibull

สูตรสำหรับการวิเคราะห์การเสียแบบปกติคือ

$$R_t = 1 - P_t \quad (2.5)$$

เมื่อ R_t คือ ค่าความน่าเชื่อถือ ณ เวลา t

คือ P_t ความน่าจะเป็นของการเสียหรือพื้นที่ใต้โค้งปกติที่เวลา t

จากสมการความน่าเชื่อถือ ของเส้นโค้งของการแจกแจงปกติในสมการจะมีการอินทิเกรต โดยการอินทิเกรตนั้นก็คือ พื้นที่ใต้โค้งที่เวลา t ได้สมการใหม่เป็น

$$R(t) = 1.0 - P(t) \quad (2.6)$$

เมื่อ R(t) = ความน่าเชื่อถือที่เวลา t

P(t) = ความน่าจะเป็นของข้อบกพร่อง(พ.ท.ใต้โค้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเมื่อเราพิจารณาเป็นการแจกแจงปกติแล้วเราก็จะสามารถหาพื้นที่ใต้โค้งได้โดยการเปิดตาราง นิยมใช้ใน Wear-out phase

โดยการกระจายแบบปกติ มีค่า pdf ดังสมการต่อไปนี้

$$f(x)=\frac{1}{\sigma(2\pi)^{\frac{1}{2}}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \qquad (2.7)$$

โดยที่ x =ค่าตัวแปร

μ = ค่าเฉลี่ย

σ =ความแปรปรวน

2.5 การวิเคราะห์การเสียแบบ Lognormal

การกระจายแบบ lognormal นั้นมีเป็นการกระจายที่มีประโยชน์หลายอย่าง เช่น การวิเคราะห์ในช่วงก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะเสีย

Lognormal distribution มีค่า p.d.f. ดังสมการ

$$f(x)=\frac{1}{\sigma x(2\pi)^{\frac{1}{2}}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \qquad (2.8)$$

โดยที่ x =ค่าตัวแปร

μ = ค่าเฉลี่ย

σ =ความแปรปรวน

2.6 การวิเคราะห์การเสียแบบ Exponential

exponential มีความสัมพันธ์กับการแจกแจง poisson นั่นคือ ตัวแปรสุ่ม poisson อธิบายถึงจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจในช่วงเวลาหรือบนพื้นที่หนึ่งๆ แต่ตัวแปรสุ่ม exponential อธิบายถึงระยะเวลาการรอคอยจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ เช่น ระยะเวลาการรอคอยจนกระทั่งหลอดไฟเสียซึ่งคืออายุการใช้งานของหลอดไฟนั่นเอง ตัวแปรสุ่มexponential มีค่า p.d.f. ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน ดังนี้

Exponential distribution มีค่า p.d.f. ดังสมการ

$$f(x)=\lambda e^{-\lambda t} \quad \text{เมื่อ} \quad \lambda \geq 0, t \geq 0 \qquad (2.9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ λ = อัตราการเสื่อม

t = เวลา

มีค่าเฉลี่ยดังสมการ

$$\mu = \frac{1}{\lambda} \tag{2.10}$$

มีค่าความแปรปรวนดังสมการ

$$\sigma^2 = \frac{1}{\lambda^2} \tag{2.11}$$

การกระจายแบบexponential เหมาะสำหรับใช้จำลองอายุการใช้งานของอุปกรณ์หรือระบบโดยทั่วไป λ หมายถึง อัตราการเสื่อมของอุปกรณ์หรือระบบ ดังนั้น $\frac{1}{\lambda}$ ก็คือระยะเวลาโดยเฉลี่ยจนกระทั่งอุปกรณ์หรือระบบเสื่อมสภาพ (Mean time to Failure, MTTF)

2.7 การวิเคราะห์การเสียแบบ Gamma Distribution

มีความยืดหยุ่นสูง ใช้กับตัวแปรสุ่มที่เป็น non-negative สามารถเลื่อน (shift) ออกไปจากค่า 0 โดยการบวกด้วยค่าคงที่ เช่น เวลาให้บริการ เวลาซ่อมเครื่องจักร เป็นต้น โดย Gamma Distribution มีค่า pdf ดังสมการ

$$f(x) = \frac{\lambda}{\Gamma(a)}(\lambda x)^{a-1}\exp(-\lambda x) \quad \text{เมื่อ} \quad x \geq 0 \tag{2.12}$$

โดยที่ Γ คือ แกมม่าฟังก์ชัน

λ คือ อัตราเสื่อม

2.8 การวิเคราะห์การเสียแบบ Weibull Distribution

สำหรับการออกแบบและซ่อมบำรุงทางวิศวกรรมเป็นสิ่งจำเป็น ในการประเมินความน่าจะเป็น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ที่เกิดความเสียหายขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง โดยมีการประเมินเปอร์เซนต์ของความเสียหายหรือการกระจายในช่วงที่เสียหาย ในการออกแบบความน่าเชื่อถือจะได้รับการทดสอบรูปแบบที่ใช้ในการทดลองปรับการออกแบบเพื่อพัฒนาความน่าเชื่อถือ โดยที่การวิเคราะห์ทางความน่าเชื่อถือจะเป็นตัวกำหนดในการซ่อมบำรุงหรือการนำไปใช้เพื่อใช้ตัดสินใจในการซ่อมแซม ประเมินความปลอดภัย การรับประกันอายุการใช้งานและอื่น ๆ การวิเคราะห์การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียแบบ Weibull นี้ส่วนมากมักจะใช้การรวมแบบหรือระบบของอายุการใช้งาน ซึ่งมันจะเป็นการกระจายที่ต่อเนื่องกันกับ 3 พารามิเตอร์ ซึ่งสามารถปรับค่าอายุการใช้งานในหลายๆระบบและการกระจายแบบWelbullนี้ จะเป็นการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือโดยทั่วไป

เวลาในการเสื่อมของการกระจายนั้นจะขึ้นอยู่กับความหน่าแน่นของ t ในแบบการกระจายของ Weibull โดยมีค่า pdf ดังสมการนี้ [5]

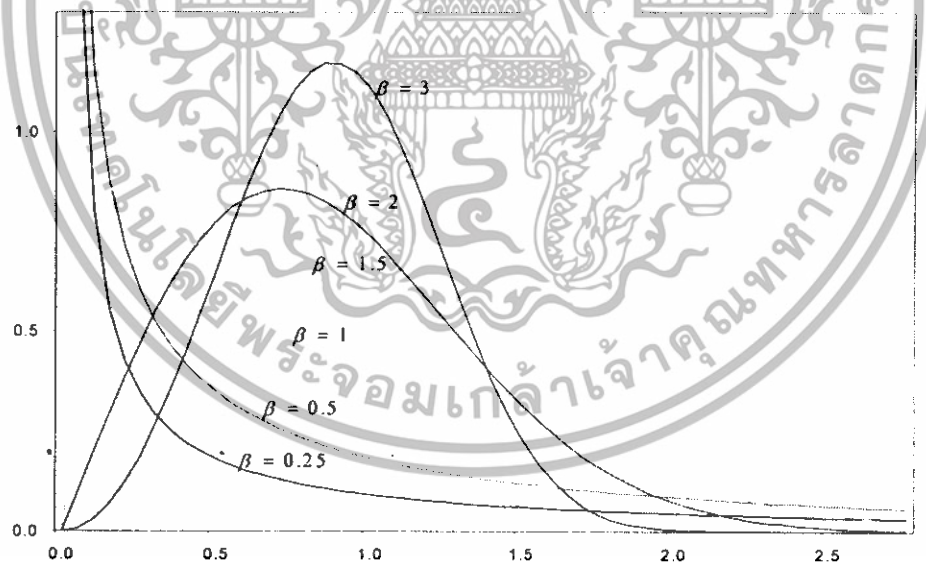
$$f(t)=\begin{cases}\dfrac{\beta}{\eta}\left(\dfrac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-(\frac{t-\gamma}{\eta})^{\beta}} & \text{for } t \geq \gamma \\ 0 & \text{for } t < \gamma\end{cases} \qquad (2.13)$$

ฟังก์ชันของความหนาแน่นนี้ขึ้นอยู่กับ 3 พารามิเตอร์

η เป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับการวัด หรือ การแบ่งเป็นสเกล

γ เป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับในส่วนของสถานที่

β เป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับรูปร่างหรือความชันของกราฟ



รูปที่ 2.1 แสดงถึงฟังก์ชันของความหนาแน่นความน่าจะเป็นแบบ weibull

จากรูปที่ 2.1 การกระจาย Weibull , $\beta < 1$, $\beta = 1$, และ $\beta > 1$ จะทำให้เกิดอัตราสูญเสียของเส้นโค้งตามความสัมพันธ์ในรูปβ < 1 ค่าความน่าจะเป็นของความหนาแน่นและอัตราการสูญเสีย จะมีค่าถึงค่าอนันต์ คือ $t \rightarrow 0$ และจะลดลงอย่างรวดเร็วในเวลาที่เพิ่มขึ้น และการกระจายแบบนี้เป็นการวัดอัตราสูงสุด ของอัตราการเกิดใหม่ หรือ burn-in failure ถ้าβ = 1 (เมื่อ $\gamma = 0$) จะกลายเป็นการกระจายแบบ Exponential $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ จะเป็นการคำนวณการลดลงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่นและอัตราการสูญเสียของค่าคงที่ ในกรณีของเอกซ์โปเนนเชียลความน่าจะเป็นจะสูญเสียมากขึ้นในอนาคตซึ่งจะเป็นตัวแปรอิสระของอายุในอดีต ซึ่งเป็นการวัดที่ยังไม่สูญเสียและเนื่องจากคุณสมบัติที่มีความจำน้อย จะทำให้การกระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียลมักจะนำมาใช้เป็นตัวอย่างหลายๆอย่าง ถ้า$\beta>1$ เส้นโค้งจะมีการเพิ่มขึ้นมากกว่าลดลงและนี่จะเป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์กับช่วงอัตราที่เกิดใหม่แต่จะมีการสูญเสียที่เพิ่มขึ้นหลังจากช่วงเวลาที่เหมาะสมซึ่งเราจะเรียกช่วงนั้นว่า useful lifetime

ฟังก์ชันการกระจายสะสม(Cummulative Density Function, C.D.F.)

$$F_T(t)=P[T\le t]=\int_{\gamma}^{t} f(t)dt=\begin{cases}1-e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}} & t\ge\gamma\\ 0 & t<\gamma\end{cases} \qquad (2.14)$$

เป็นการกระจาย cdf แบบWeibull เราจะเห็นได้ว่าฟังก์ชันการกระจายเท่ากับ 0 และจากนั้นจะเพิ่มเป็น 1 ซึ่ง t จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนเป็นค่าอนันต์ และในทางตรงข้ามจะจัดการกับเหตุการณ์ทางสูญเสียโดยค่าความน่าจะเป็นจะเท่ากับ 1สำหรับการกระจายแบบ Welbull นี้จะไม่สามารถแทนค่าลิมิตของการอินทิเกรตที่เป็น 0 เนื่องจากกรณีที่ γ น้อยกว่า 0 จะนำไปสู่ฟังก์ชันการกระจายซึ่งจะไม่เท่ากับ1 และ t จะเข้าใกล้ค่าอนันต์ สำหรับการวิเคราะห์ค่าความเชื่อถือ เราจะสนใจในส่วนของความน่าจะเป็นที่มีความสัมพันธ์กันอย่าง น้อยที่สุดจนกระทั่งถึงเวลา T ซึ่งจะเรียกว่าฟังก์ชันความน่าเชื่อถือ [5]

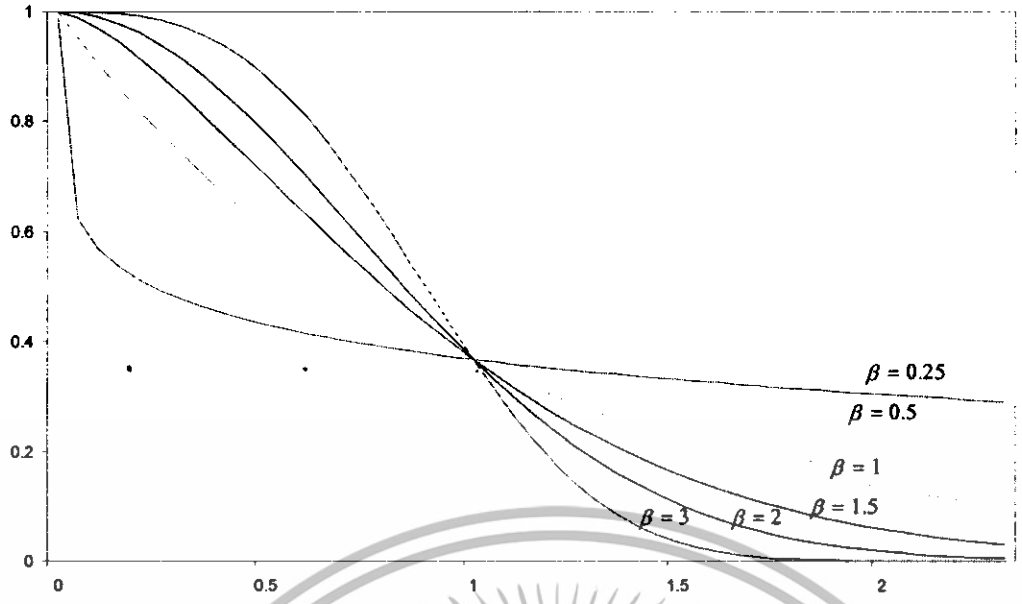
$$R(t)\equiv P[T>t]$$

ความแตกต่างของ Weibull และ Exponential

Exponential $$R(t)=P[T>t]=e^{-\lambda t} \qquad (2.15)$$

Weibull $$R(t)=P[T>t]=e^{-(\frac{t-\gamma}{\eta})^{\beta}} \qquad (2.16)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงถึงการกระจายอายุแบบ weibull

ซึ่งในรูป 2.2 แสดงค่าความน่าเชื่อถือของการกระจายแบบ Weibull และ เวลา ซึ่งเมื่อค่า $\beta < 1$ แล้วค่าความน่าเชื่อถือจะลดลงอย่างรวดเร็ว และในขณะที่มากกว่า 1 นั้นจะยังคงเพิ่มค่าความน่าเชื่อถืออยู่แต่มีการลดลงอย่างรวดเร็ว

ค่าพารามิเตอร์ของการกระจายแบบ Weibull นี้สามารถประมาณการใช้ตัวอย่างการสูญเสียเวลา โดยจะสุ่มตัวอย่างที่ถูกทดสอบจนกระทั่งหมด และ บันทึกเอาไว้ สำหรับใช้การคำนวณของ Weibull จะใช้จากฟังก์ชัน

$$F_T(t) = 1 - e^{-(\frac{t-\gamma}{\eta})^{\beta}} \tag{2.17}$$

2.9 การประมาณค่าน่าจะเป็นมากสุด (Maximum likelihood Estimator Method)

มีหลายวิธีที่สามารถประมาณค่าตัวแปรการกระจายได้ ในปี ค.ศ. 1921 เซอร์ อาร์ เอ ฟิชเชอร์ เสนอวิธีการหาตัวประมาณค่าอีกวิธีหนึ่งคือวิธีการภาวะน่าจะเป็นสูงสุด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะให้ตัวประมาณค่าที่ดีกว่าตัวประมาณค่าที่หาจากวิธีการโมเมนต์(ถ้าตัวประมาณค่าที่ได้ต่างกัน)โดยวิธีการนี้เราจะพิจารณาว่าสำหรับตัวอย่างสุ่มขนาด n ที่กำหนดให้โดยที่ค่าของฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Function) มีค่าสูงสุดเมื่อพารามิเตอร์มีค่าเท่าใดในรูปของฟังก์ชันของตัวอย่างสุ่ม โดยฟังก์ชันดังกล่าวนี้ใช้เป็นตัวประมาณค่าที่เรียกว่าตัวประมาณค่าภาวะน่าจะเป็นสูงสุด โดยอาศัยหลักการสุ่มตัวแปร X ซึ่งอยู่ในความน่าจะเป็นโดยสุ่มความหนาแน่นในช่วงความน่าจะเป็นของฟังก์ชัน $f(X;\eta)$ ซึ่ง η คือตัวแปรที่ถูกประมาณค่า (เหมือนกับค่าmean หรือค่า SD ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจายแบบปกติ และค่า mean ในการกระจายแบบexponential) นำค่าตัวอย่างจากการทดสอบมาหาค่าประมาณค่าความควรจะเป็นมากสุดได้ดังสมการนี้ [10]

$$L(x_1,x_2,..x_n;\eta,\beta) = f(x_1;\eta_1,\beta_1),f(x_2;\eta_2,\beta_2),....f(x_n;\eta_n,\beta_n)$$

$$L(x_1,x_2,..x_n;\eta,\beta) = \prod_{i=1}^{n}\left[f(x_n;\eta_n,\beta_n)\right]$$

$$\mathrm{Ln}\,L(x_1,x_2,..x_n;\eta,\beta) = \mathrm{Ln}\prod_{i=1}^{n}\left[f(x_n;\eta_n,\beta_n)\right]$$

$$\frac{\partial}{\partial(\eta,\beta)}\mathrm{Ln}\,L(x_1,x_2,..x_n;\eta,\beta) = \mathrm{Ln}\prod_{i=1}^{n}\left[f(x_n;\eta_n,\beta_n)\right]$$

โดยในปริญญานิพนธ์นี้วิธีความน่าจะเป็นสูงสุดจะใช้เลือกค่า pdf ที่มีความน่าจะเป็นสูงสุดมา ทั้งนี้เพื่อนำค่าตัวแปรที่ได้ไปหาความน่าเชื่อถือและคาดคะเนอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีทางวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ

3.1 วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ (Reliability Engineering)

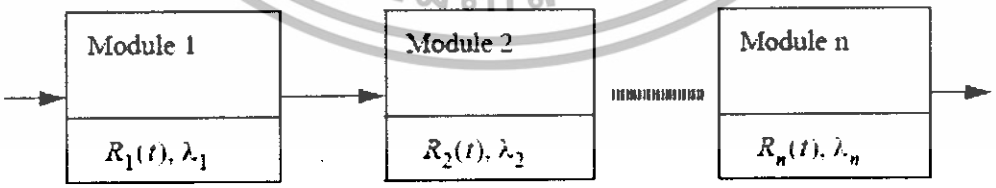
วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ผลิตภัณฑ์นั้นจะทำงาน หรือใช้งานได้เป็นที่พอใจของผู้บริโภคภายในช่วงเวลาที่กำหนด ภายใต้สภาวะการทำงานและสิ่งแวดล้อมนั้นๆ ซึ่งหมายถึง ประสิทธิภาพตลอดการใช้งานที่มีคุณภาพ โดยที่อีกนัยหนึ่งคือ ความสามารถของผลผลิตตลอดอายุการใช้งานที่ได้ปฏิบัติงานบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด การเน้นความสำคัญของความน่าเชื่อถือ ความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์สามารถเกิดจากการเพิ่มความสำคัญของผลิตภัณฑ์คือปัจจุบันสินค้าแต่ละชนิดย่อมมีความซับซ้อนในตัวมันเองมากขึ้น

3.2 ความน่าเชื่อถือของระบบ

เมื่อความซับซ้อนหรือส่วนประกอบต่างๆของผลิตภัณฑ์มีมากขึ้น จึงเป็นสาเหตุให้โอกาสที่องค์ประกอบต่างๆจะไม่ทำงานย่อมเพิ่มสูงขึ้นด้วย โดยความน่าเชื่อถือของระบบทั้งหมดเป็นผลมาจากกรรมวิธีการจัดการกับส่วนประกอบต่างๆของตัวผลิตภัณฑ์ และองค์ประกอบดังกล่าวสามารถจัดเรียงแบบอนุกรม แบบขนาน หรือต่อแบบรวมก็ได้ [6]

ระบบอนุกรม (Series)

ระบบที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่ทำให้การทำงานของระบบอนุกรม ระบบจะทำได้ก็ต่อเมื่อทุกชิ้นส่วนต้องทำงานได้ถ้ามีชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งเสียจะทำให้ระบบเสียหมด ดังตัวอย่างเช่น เครื่องรับโทรทัศน์ มีส่วนรับเสียง ส่วนขยายเสียง ส่วนกำลัง จะต้องทำงานได้ทั้งหมดถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งเสียจนใช้งานไม่ได้เครื่องรับโทรทัศน์ก็ใช้งานไม่ได้



รูปที่ 3.1 ระบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งระบบอนุกรมสามารถคำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือดังนี้

$$R_s = (R_1)(R_2)(R_3)$$

เมื่อ R_s คือความน่าเชื่อถือของระบบอนุกรม (Series Reliability)

ระบบขนาน (Parallel)

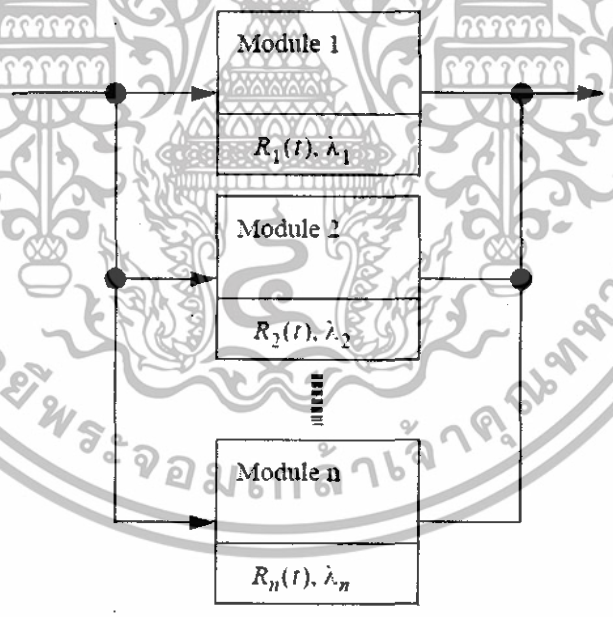
การต่อชิ้นส่วนแต่ละส่วนของผลิตภัณฑ์แบบขนาน เป็นการเพิ่มค่าความน่าเชื่อถือให้สูงขึ้นกว่าความน่าเชื่อถือแต่ละตัว เพราะการต่อแบบขนานนี้ ถ้ามีชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งเสียระบบก็ยังคงทำงานต่อไปได้โดยใช้ชิ้นอื่นที่ขนานอยู่ทำหน้าที่ต่อไปจนกว่าทุกชิ้นที่ต่อขนานกันจะเสีย ทำให้ระบบจึงจะไม่ทำงาน

$$Rp = 1 - (1 - R1)(1 - R2)(1 - R3).....(1 - R_n)$$

ถ้าชิ้นส่วนประกอบทุกชิ้นมีค่าความน่าเชื่อถือเท่ากัน คือ

$$R1 = R2 = R3 = ... = R_n$$

จะได้ $R = 1 - \prod_{i=1}^{n}(1 - R_i)$



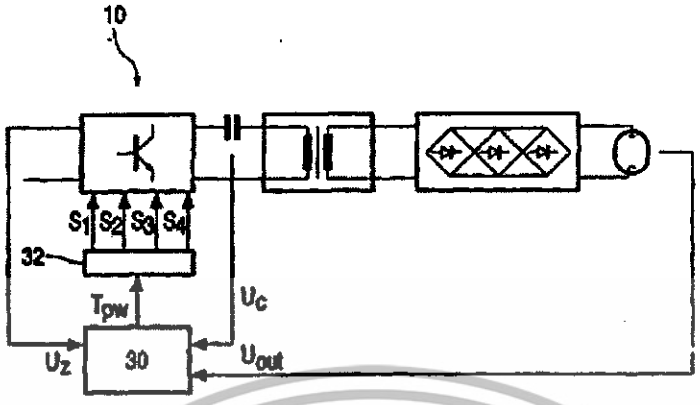
รูปที่ 3.2 ระบบขนาน

ระบบผสม (Serie-Parallel)

ในระบบที่แท้จริงนั้น อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกันเป็นระบบอาจจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกันแบบขนานและต่อกันแบบอนุกรมรวมกันเป็นระบบ ซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่าระบบที่มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อเชื่อมของอุปกรณ์เฉพาะแบบอนุกรมและขนาน โดยที่สามารถหาความน่าเชื่อถือของระบบได้หลายวิธีการ เช่น การลดรูปของระบบจนกระทั่งเหลือรูปวงจรแบบเดียว



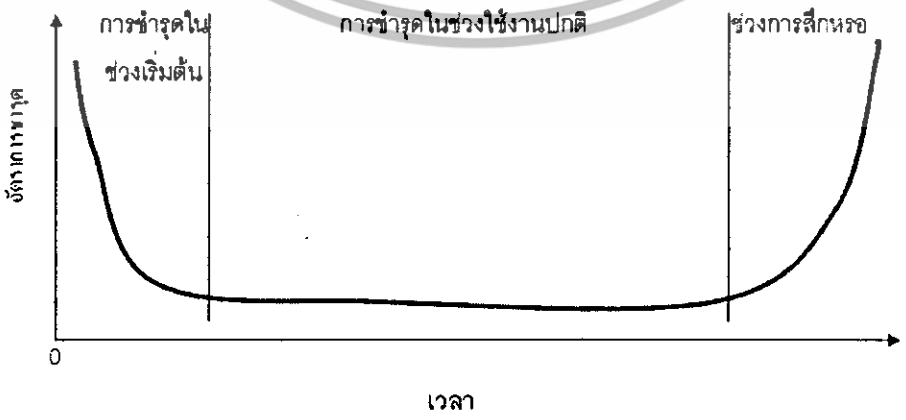
รูปที่ 3.3 ระบบผสม

บทสรุปของระบบความน่าเชื่อถือ

สิ่งสำคัญที่สุดของความน่าเชื่อถือของระบบที่จะได้มาคือ การออกแบบ ซึ่งวิศวกรผู้ออกแบบระบบจะต้องทราบถึงการทำงานของระบบนั้น โดยดูว่าควรจะมีส่วนประกอบต่อกันอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด และพิจารณาว่าการต่อแบบอนุกรมควรใช้กี่ชิ้นส่วนจึงจะเหมาะสมเพราะถ้าจำนวนชิ้นส่วนประกอบมีมากขึ้น จะมีผลให้การต่อแบบอนุกรมโดยที่ทำให้ค่าความน่าเชื่อถือลดลงมากยิ่งขึ้น หรือวิศวกรผู้ออกแบบอาจจะต้องออกแบบใหม่โดยพยายามให้มีชิ้นส่วนประกอบที่ซ้ำซ้อนกัน (ต่อแบบขนาน) เพื่อช่วยให้ความน่าเชื่อถือของระบบสูงขึ้น แต่จะต้องคำนึงถึงต้นทุนที่เพิ่มขึ้นด้วย

3.3 เส้นโค้งแสดงอายุการใช้งาน (Bathtub Curve)

ในการหาค่าความน่าเชื่อถือ สิ่งที่เราศึกษากันคือ การเสีย (Failure) ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งในการเสียจากกราฟแบ่งออกได้ 3 ช่วง [7]



รูปที่ 3.4 รูปแสดงช่วงอายุการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Debugging phase หรือ Early Failure phase จะเกิดในช่วงแรกของการทำงานของผลิตภัณฑ์ มีช่วงระยะเวลาสั้นและอัตราการเสียลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยการแจกแจงแบบไวบูลที่มีค่าความชันน้อยกว่า 1

Chance Failure phase เป็นช่วงที่อัตราการเสียคงที่และเป็นเส้นอยู่ในแนวระดับ สามารถอธิบายโดยการแจกแจงแบบ exponential และการแจกแจงแบบไวล์บูล ที่มีค่าความชันเท่ากับ 1

Wear-out phase เป็นช่วงที่กราฟ ค่าอัตราการเสียเพิ่มขึ้น นิยมใช้การแจกแจงแบบปกติในการอธิบาย หรือใช้การแจกแจงแบบไวบูล ที่มีค่าความชันมากกว่า 1

3.4 อัตราเร่งอายุการใช้งาน(Accelerated Life Testing ; ALT)

วิธี ALT เป็นวิธีที่ใช้ในการคาดคะเนอายุการให้บริการของผลิตภัณฑ์ วิธีALTจะช่วยหาอายุการใช้งานได้ดี โดยวิธี ALT จะวิเคราะห์การเสียจากการทดสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะวิเคราะห์จากค่าอัตราเสื่อมของผลิตภัณฑ์ โดยALTนั้นจะมีประโยชน์โดยที่ผู้ทดลองไม่จำเป็นต้องรอให้ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการให้บริการยืนยาวนั้นหมดอายุการใช้งาน ตัวอย่างเช่น การเสื่อมอายุของวัสดุทางวิศวกรรมและการเสียของอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ เป็นต้น โดยรูปแบบของ ALT สามารถประยุกต์มาจากผลการทดสอบที่ผลต่างของระดับในการทดสอบ โดยสามารถแบ่งรูปแบบการจำลองของ ALT ได้อยู่หลายรูปแบบดังนี้ [3]

Arrhenius Accelation Model

รูปแบบการจำลองนี้ ใช้อธิบายกับฟังก์ชันการเสียที่มีอุณหภูมิและสารเคมีมาเกี่ยวข้อง ได้แก่ semiconductor หลอดไฟ แบตเตอร์รี่ พลาสติก เป็นต้น Arrhenius Accelation Model มีรูปแบบสมการดังนี้

$$Life = A_0 e^{\frac{E_A}{kT}} \qquad (3.1)$$

เมื่อ Life = อายุการใช้งาน

A_0 = สเกลแฟกเตอร์ที่ได้จากการทดลอง

E_A = พลังงานที่กระทำในระบบ

k = ค่าคงที่ของ โบลซ์มาน

T = อุณหภูมิ(เคลวิน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Inverse Power Law

รูปแบบการจำลองนี้จะใช้อธิบายฟังก์ชันที่เกิดจากเสียจากการเสียหายของอุปกรณ์ได้ โดยมีรูปแบบสมการดังนี้

$$\frac{Life_n}{Life_a} = \left[\frac{Life_a}{Life_n}\right]^N \tag{3.2}$$

เมื่อ N = Acceleration Factor

$Life_n$ = อายุการใช้งานปกติ

$Life_a$ = อายุการใช้งานที่เกิดจากการเร่ง

Miner's Rule

รูปแบบการจำลองนี้จะอธิบายฟังก์ชันการเสียหายของอุปกรณ์ที่มีความยืดหยุ่น เช่นวัสดุที่มีการแตกตัวเนื่องจากโครงสร้างของวัสดุ มีรูปแบบสมการดังนี้

$$CD = \sum_{i=1}^{k} \frac{C_{Si}}{N_i} \leq 1 \tag{3.3}$$

เมื่อ CD = การเสียหาย

C_{Si} = จำนวนวัฏจักรการเสียประยุกต์

N_i = จำนวนวัฏจักรการเสียที่ถูกเร่งอายุการใช้งาน

k = จำนวนของโหลดที่ถูกประยุกต์

Coffin-Manson

รูปแบบการจำลองแบบ Coffin-Manson จะอธิบายอายุของการเสียที่เกิดจากการแตก ซึ่งการแตกของวัสดุนั้นเกิดจากวัฏจักรของอุณหภูมิใช้งาน มีรูปแบบสมการดังนี้

$$Life = \frac{A}{(\Delta T)^B} \tag{3.4}$$

เมื่อ $Life$ = วัฏจักรการเสีย

A = สเกลแฟกเตอร์ที่ได้จากการทดลอง

ΔT = การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Peck's

แบบจำลองของ Peck's จะอธิบายฟังก์ชันอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีการเสียซึ่งเกิดจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ได้แก่ เรซิ่นสังเคราะห์ เป็นต้น มีรูปแบบสมการดังนี้

$$\tau = A_0 (RH)^{-2.7} \exp\left[\frac{0.79}{kT}\right] \tag{3.5}$$

เมื่อ τ = อายุการใช้งาน

A_0 = สเกลแฟกเตอร์ที่ได้จากการทดลอง

RH = ค่าความชื้นสัมพัทธ์

K = ค่าคงที่ของ โบลซ์มาน

T = อุณหภูมิ (เคลวิน)

Peck's Power Law

แบบจำลอง Peck's Power Law จะใช้เพื่ออธิบายระยะเวลาการของฟังก์ชันในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์ ระหว่าง แรงดันไฟฟ้า อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ได้แก่วัสดุที่มีการถูกกัดกร่อน มีรูปแบบสมการดังนี้

$$TF = A_0 * RH^{-N} * f(V) * \exp^{(E_a/KT)} \tag{3.6}$$

เมื่อ TF = อัตราการเสีย

A_0 = สเกลแฟกเตอร์ที่ได้จากการทดลอง

RH = ความชื้นสัมพัทธ์

$f(V)$ = ค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่าจากการประยุกต์แรงดันไฟฟ้า

K = ค่าคงที่ของ โบลซ์มาน

T = อุณหภูมิ (เคลวิน)

Black/Kenney

แบบจำลองชนิดนี้ใช้อธิบายฟังก์ชันอายุการใช้งานของ อุณหภูมิ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ได้แก่อุปกรณ์จำพวก คาปาซิเตอร์ เป็นต้น มีรูปแบบสมการดังนี้

$$\tau = \frac{A}{T} \exp\left[\frac{B}{kT}\right] \tag{3.7}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ τ = อัตราการเสีย

A = สเกลแฟกเตอร์ที่ได้จากการทดลอง

B = สเกลแฟกเตอร์ที่ได้จากการทดลอง

K = ค่าคงที่ของ โบลซ์มาน

T = อุณหภูมิ (เคลวิน)

Eyring

แบบจำลองชนิดนี้ใช้เพื่ออธิบายการเสียของอุปกรณ์ที่เกิดจาก กระแสไฟฟ้า สนามไฟฟ้าและอุณหภูมิมีรูปแบบสมการดังนี้

$$TF = B(I_{sub})^{-N} \exp\left(\frac{E_a}{kT}\right) \tag{3.8}$$

เมื่อ TF = อัตราการเสีย

B = สเกลแฟกเตอร์ที่ได้จากการทดลอง

I_{sub} = กระแสไฟฟ้าที่กระทำสูงสุด

K = ค่าคงที่ของ โบลซ์มาน

T = อุณหภูมิ (เคลวิน)

Thermo-mechanical Stress

แบบจำลองชนิดนี้อธิบายถึงการเสียที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลัก มีรูปแบบสมการดังนี้

$$TF = B_0(T_0 - T)^{-N} \exp\left(\frac{E_a}{kT}\right) \tag{3.9}$$

เมื่อ TF = อัตราการเสีย

B = สเกลแฟกเตอร์ที่ได้จากการทดลอง

T_0 = ค่ากระทำจากอุณหภูมิ

K = ค่าคงที่ของ โบลซ์มาน

T = อุณหภูมิ (เคลวิน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

83183

บทที่ 4

การออกแบบการทดลอง

ซึ่งในส่วนของการออกแบบการทดลองนั้นในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึงการคาดคะเนอายุการใช้งานของถ่านไฟฉายแบบอัลคาไลน์ 1.5 V ว่ามีความน่าเชื่อถือการใช้งานตามที่โฆษณามากน้อยแค่ไหน สาเหตุที่ใช้ถ่านอัลคาไลน์เป็นตัวอย่างในการทดลองเนื่องจากส่วนใหญ่บรรดาผู้ผลิตต่างโฆษณาสินค้าของตนว่า มีคุณภาพที่ดี มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ซึ่งวิธีในการประเมินค่านั้น จะมี 2 วิธี หลักๆ คือ การประเมินค่าเชิงคุณภาพ (Qualitative) และการประเมินค่าเชิงปริมาณ (Quatitative) การประเมินค่าเชิงคุณภาพนั้นเป็นค่าที่ได้มาจากการวัด โดยใช้ความรู้สึก หรือ จิตวิจัย (Subjective) เพื่อเปรียบเทียบเชิงพรรณนาระหว่างสิ่งหนึ่งกับอีกสิ่งหนึ่ง เช่น การประเมินความผิดปกติหรือบกพร่องของอุปกรณ์จากความรู้สึกของผู้ใช้งานแต่ละคน ในส่วนของการประเมินค่าเชิงปริมาณเป็นเทคนิควิธีการที่ได้จากการทดลอง ในโครงงานนี้จะประเมินค่าได้นั้นมีการพิจารณาลักษณะประจำหลายอย่างด้วยกัน เช่น อัตราการล้มเหลว ค่าเฉลี่ยเวลาที่จะล้มเหลว ค่าเฉลี่ยระหว่างเวลาที่จะล้มเหลว เป็นต้น

4.1 การหาความน่าเชื่อถือของการทดลอง

เนื่องจากการทดลองในปริญญานิพนธ์นี้ ได้ทำการยกตัวอย่างการทดลองมา 1 การทดลอง คือการหาความน่าเชื่อถือของถ่านไฟฉายแบบอัลคาไลน์ สาเหตุหลักที่ได้ยกตัวอย่างการหาค่าความน่าเชื่อถือของถ่านอัลคาไลน์มานั้น เนื่องจากปัจจุบันอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดพกพาส่วนใหญ่มักจะใช้พลังงานจากถ่านไฟฉายอัลคาไลน์มาเป็นพลังงาน ดังนั้นความน่าเชื่อถือของถ่านไฟฉายจากผู้ผลิตต่างๆ จึงมีความจำเป็นอย่างมาก ยิ่งมีค่าความน่าเชื่อถือที่สูงก็ย่อมมีความสามารถในการใช้งานได้ยืนยาวมีประสิทธิภาพต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดพกพาเป็นอย่างมาก และในการทดลองนี้จะเป็นตัววัดค่าความน่าเชื่อถือของถ่านไฟฉายอัลคาไลน์ได้ในระดับหนึ่ง

4.2 กระบวนการในการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ผู้ทดลองได้ทำการทดสอบ ถ่านไฟฉายชนิดอัลคาไลน์ 1.5 V ขนาด AAA โดยถ่านไฟฉายที่ได้นำมาทดสอบนั้นมาจากผู้ผลิตเดียวกัน โดยทำการทดสอบเป็นจำนวน 20 ก้อน ซึ่งอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดพกพา ที่ใช้มาเป็นโหลดสำหรับการทดสอบครั้งนี้คือ เครื่องเล่น mp3 ขนาดพกพา ขนาดความจุ 512 MB โดยทำการทดสอบโดยการเปิดการทำงานของเครื่องเล่น mp3 โดยใช้งานตามปกติอย่างต่อเนื่อง เพื่อหาค่าอัตราการเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้ถ่านไฟฉายชนิดอัลคาไลน์มาเป็นพลังงาน โดยจะหยุดการทดสอบ 1 ครั้งต่อเมื่อเครื่องเล่น mp3 ไม่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังเพลงต่อได้เนื่องจากพลังงานจากถ่านไฟฉายอัลคาไลน์ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยจะทดสอบแบบนี้ไปเรื่อยๆจนถ่านไฟฉายอัลคาไลน์ที่ได้ถูกเตรียมมาใช้ในการทดลอง จำนวน20 ก้อนนั้นหมดลง ซึ่งผลการทดสอบนั้นอยู่ใน ตารางที่ 4.1 เพื่อนำผลการทดสอบที่ได้นั้นมาคำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือ โดยใช้กระบวนการทางสถิติมาเป็นตัวช่วยวิเคราะห์

ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาอุปกรณ์หมดอายุการใช้งาน

อุปกรณ์ที่ทดสอบ (ชิ้น)	เวลาที่เสีย(ชั่วโมง)
1	8.12
2	8.06
3	8.31
4	7.76
5	7.72
6	8.20
7	8.36
8	8.21
9	8.02
10	7.81
11	8.19
12	8.27
13	8.29
14	7.96
15	7.78
16	8.15
17	8.08
18	7.74
19	8.46
20	8.23

จากข้อมูลทางสถิติที่ได้มาเราสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาหาค่าตัวแปรในสมการการกระจายแบบไวบูล ซึ่งมีสมการที่ (2.17) เมื่อ $\gamma = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ η เป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับการวัด หรือ การแบ่งเป็นสเกล

β เป็นพารามิเตอร์ของรูปร่างหรือความชัน

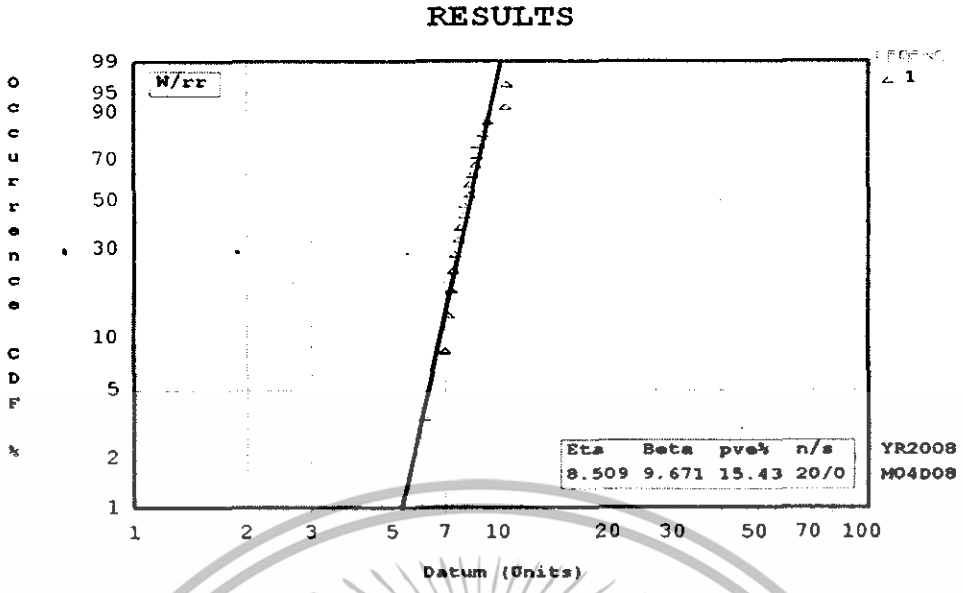
สำหรับตัวแปร η และ β เป็นค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับสเกลของการวัดซึ่งในที่นี้ เราจะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยเวลาที่ล้มเหลวโดยใช้วิธีในการประมาณค่าควรจะเป็นมากที่สุดมาพิจารณาว่า ควรเลือกใช้ค่าตัวแปร η และ β เท่าใด ซึ่งค่า η ในการทดลองนี้จะพิจารณาจากค่าอายุการใช้งาน ของอุปกรณ์ที่ได้ทำการทดลอง โดยใช้วิธีประมาณค่าความควรจะเป็นมากสุด ซึ่งค่า η และ β ในการทดลองนี้จะพิจารณาจากค่า pdf ของ η และ β โดยเลือกค่าของ η และ β ที่ peak ที่สุดมาใช้ในการหาความน่าเชื่อถือซึ่งค่า pdf หาได้จาก สมการที่ (2.13) เมื่อ $t > 0$

ตารางที่ 4.2 แสดงตำแหน่งที่มีค่า pdf สูงสุดของการทดสอบใช้งานตามปกติ

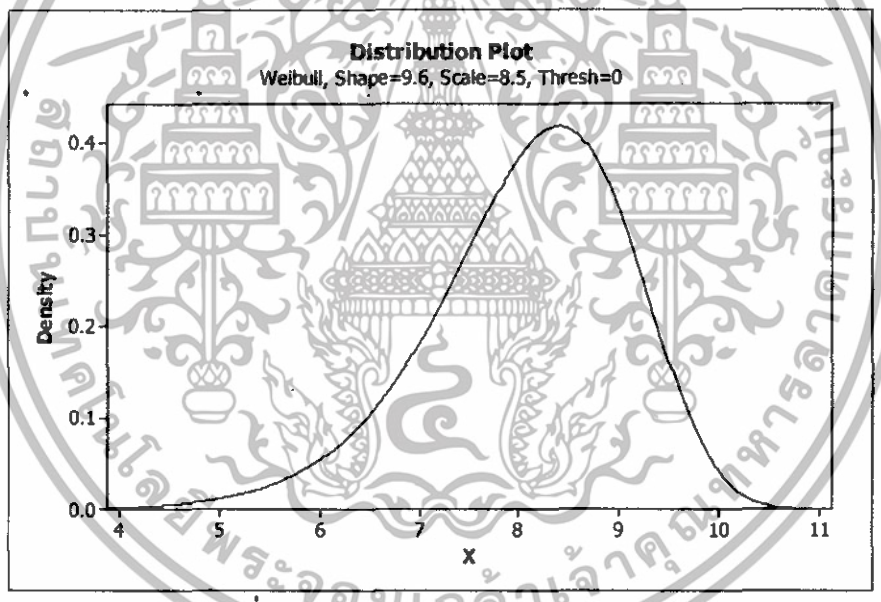
β	η	$[f(x_n;\eta_n,\beta_n)]$
0.1	0.1	4.054×10^{-3}
0.2	0.1	5.405×10^{-3}
0.3	0.1	3.365×10^{-3}
0.4	0.1	8.982×10^{-4}
0.5	0.1	7.282×10^{-5}
0.6	0.1	2.129×10^{-6}
0.7	0.1	8.729×10^{-10}
0.8	0.1	1.131×10^{-14}
9.6	8.5	เป็นตำแหน่งที่มีค่า p.d.f. สูงที่สุด คือ $\beta = 9.6$ $\eta = 8.5$

เมื่อนำค่า β และ η ที่ได้มาจากวิธีการประมาณค่าความน่าจะเป็นสูงสุดจะได้กราฟดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กราฟที่ได้จากการคำนวณเพื่อหาค่า β และ η



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่า pdf แบบ weibull

ค่าที่ได้จากการทดลองนั้นจะถูกนำมาคำนวณโดยใช้วิธีทางสถิติ โดยใช้วิธีการกระจายแบบไวล์บูล เราจะสามารถหาค่าทางสถิติ โดยจะพิจารณาหาค่า cdf ซึ่งค่า cdf สามารถหาได้จากสมการที่ (2.14)

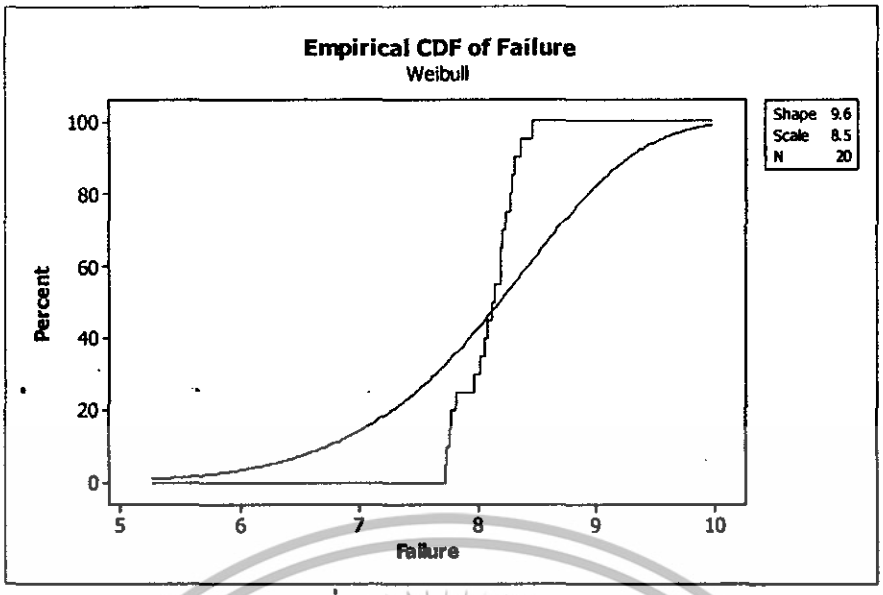
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยพิจารณาหาค่า cdf แบบ weibull ได้ดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงถึงค่า cdf แบบ weibull ของอุปกรณ์ที่ทดสอบ

อุปกรณ์ที่ทดสอบ(ชิ้น)	เวลาที่เสีย(ชั่วโมง)	cdf
1	7.72	0.03
2	7.74	0.08
3	7.76	0.13
4	7.78	0.18
5	7.81	0.23
6	7.96	0.27
7	8.02	0.32
8	8.06	0.37
9	8.08	0.42
10	8.12	0.47
11	8.15	0.52
12	8.19	0.57
13	8.20	0.62
14	8.21	0.67
15	8.23	0.72
16	8.27	0.76
17	8.29	0.81
18	8.31	0.86
19	8.36	0.91
20	8.46	0.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงค่า cdf แบบ weibull

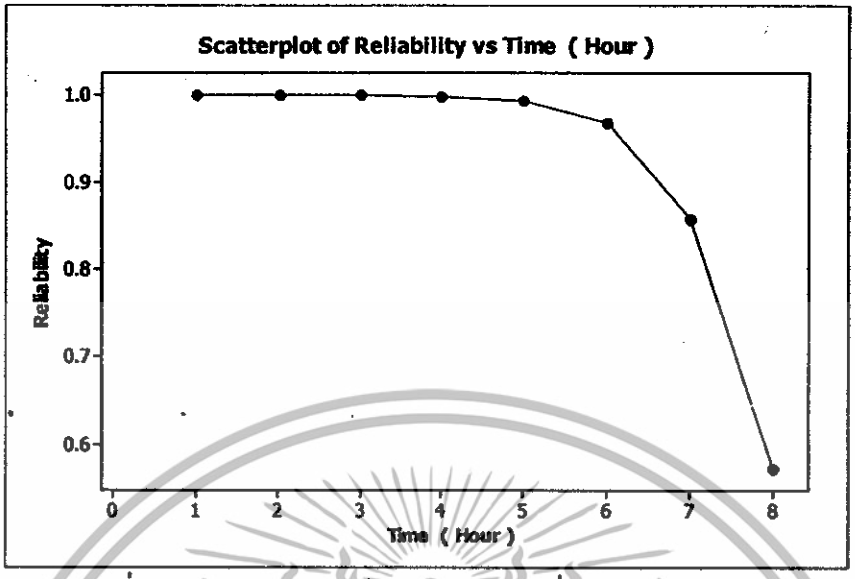
เมื่อนำค่าที่ได้จากการทดลองมาคำนวณหาค่าตัวแปร แล้วนำค่ามาแทนในสมการไวล์บูลเพื่อนำไปหาค่าความน่าเชื่อถือดังสมการที่ (2.16)

ค่าความน่าเชื่อถือของการทดลองนั้นเป็นการคำนวณในทุกๆ 1 ชั่วโมงของการทดสอบเพื่อหาความน่าเชื่อถืออุปกรณ์ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงถึง reliability ที่ได้จากการทดลอง

Time (Hour)	Reliability
1	0.9999
2	0.9999
3	0.9999
4	0.9992
5	0.9938
6	0.9683
7	0.8563
8	0.5719

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงให้เห็นค่า reliability ที่ได้จากการทดลอง

4.3 การทดสอบเร่งอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์

จากการทดลองหาค่าความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ หรือ ALT (Accelerated Life Testing) จะพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบก็คือถ่านไฟฉายชนิดอัลคาไลน์จะมีอายุการใช้งานที่ยืนยาวเพียงใดโดยวิธี ALT จะทำการเร่งอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์จากที่ได้ทดลองใช้กำลังไฟฟ้า 0.2 w มาใช้กำลังไฟฟ้า 0.5w แทน เพื่อทดสอบหาอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์หลังจากถูกเร่งการใช้งาน อุปกรณ์ที่ทำการทดลองครั้งนี้ใช้ถ่านไฟฉายแบบอัลคาไลน์ ขนาด AAA จำนวนทั้งสิ้น 20 ก้อน ผลจากการทดสอบที่ระดับกำลังไฟฟ้า 0.5 w จนหมดอายุการใช้งาน โดยแสดงในตารางที่ 4.5

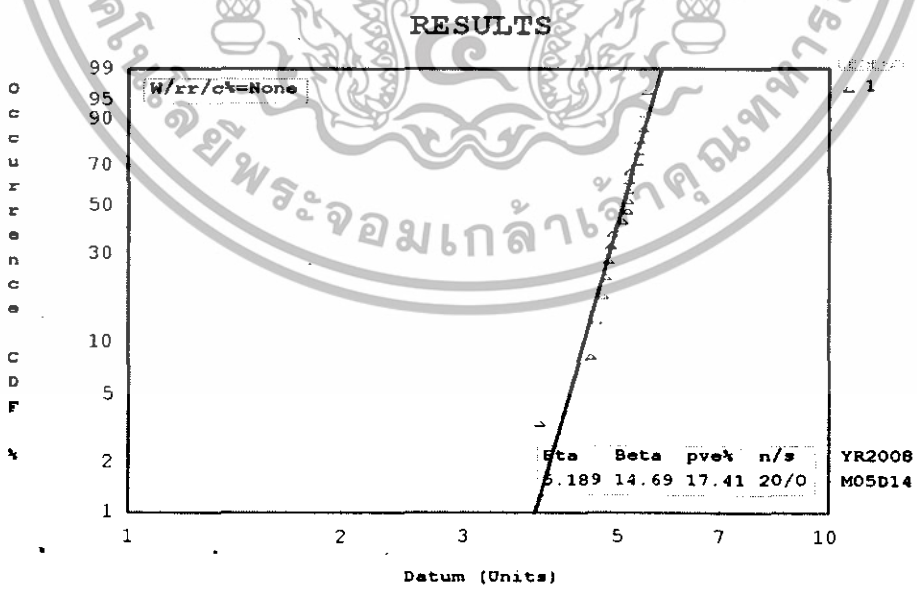
ตารางที่ 4.5 แสดงอุปกรณ์หลังจากการถูกเร่งอายุการใช้งาน

อุปกรณ์ที่ทดสอบ (ชิ้น)	เวลาที่เสีย(ชั่วโมง)
1	4.81
2	4.86
3	4.92
4	4.93
5	4.98
6	5.01
7	5.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	5.05
9	5.06
10	5.06
11	5.08
12	5.09
13	5.12
14	5.13
15	5.15
16	5.17
17	5.21
18	5.22
19	5.24
20	5.27

จากการเร่งอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบด้วยวิธี ALT พบว่าผลิตภัณฑ์เสื่อมการใช้งานเร็วกว่าการใช้งานปกติ โดยหลังจากทำการทดลองเร่งอายุการใช้งานแล้วจะเป็นการหาค่าพารามิเตอร์ η และ β แบบไวล์บูลเพื่อนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเร่งอายุการใช้งาน ไปคำนวณหาอายุการใช้งานเฉลี่ยหลังของอัตราเร่งอายุการใช้งาน ค่าพารามิเตอร์ η และ β ที่ได้จากการทดลองจะแสดงให้เห็นในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กราฟที่ได้จากการเร่งอายุการใช้งานด้วยวิธี ALT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลการทดลองเร่งอายุการใช้งานด้วยวิธี ALT ดังตารางที่ 4.5 เราจะทำการหาค่าพารามิเตอร์ β และ η จากสมการการกระจายแบบไวล์บูล ซึ่งมีสมการที่ (2.17) เมื่อ $\gamma = 0$ โดยการที่จะพิจารณาค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการกระจายแบบไวล์บูลนั้นจะใช้วิธีในการหาค่าประมาณค่าน่าจะเป็นมากที่สุดตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 จากการทดลองนี้จะพิจารณาหาค่า pdf ของ β และ η ที่มีค่า pdf ที่ peak ที่สุดมาใช้ในการพิจารณา โดยค่า pdf หาได้จากสมการที่ (2.13) เมื่อ $t > 0$ โดยตำแหน่งของค่าพารามิเตอร์ β และ η ที่มีค่า pdf สูงสุดคือ $\beta = 14.6$ และ $\eta = 6.1$

ตารางที่ 4.6 ตำแหน่งที่มีค่า pdf สูงสุดของการทดสอบด้วยวิธี ALT

β	η	$[f(x_n;\eta_n,\beta_n)]$
0.1	0.1	4.054×10^{-3}
0.2	0.1	5.405×10^{-3}
0.3	0.1	3.365×10^{-3}
0.4	0.1	8.982×10^{-4}
0.5	0.1	7.282×10^{-5}
0.6	0.1	2.129×10^{-6}
0.7	0.1	8.729×10^{-10}
0.8	0.1	1.131×10^{-14}
9.6	8.5	เป็นตำแหน่งที่มีค่า pdf. สูงที่สุด คือ $\beta = 14.6$ $\eta = 6.1$

จากการทดลองใช้งานปกติและการทดลองเร่งอายุการใช้งาน จะพบว่าเราสามารถหาค่าเฉลี่ยประมาณค่าของอายุการใช้งานปกติ จะมีวิธีดังสมการ

$$Life_{New} = (AF)(Life_{Normal}) \tag{4.1}$$

โดยที่ $Life_{New}$ = อายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณค่าของการงานปกติ

AF = Accelaration Factor

$Life_{Normal}$ = อายุการใช้งานเฉลี่ยที่ได้จากการใช้งานปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$Life_{Normal}$ หรือ อายุการใช้งานเฉลี่ยที่ได้จากการใช้งานปกติจะสามารถหาได้จากผลการทดลองของการใช้งานปกติที่ได้แสดงในตารางที่ 4.1 จะหาค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^{20} X_i$$

$$\bar{X} = 8.08$$

$Life_{Normal}$ ที่ได้จากการทดลองจะมีค่า 8.08 ชั่วโมง

ในการหาค่า AF หรือ Accelaration Factor จะหาได้ดังสมการ

$$AF = \frac{\eta_{Normal}}{\eta_{ALT}} \qquad (4.2)$$

โดยที่ค่าพารามิเตอร์ η_{Normal} คือค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลองใช้งานปกติโดยพิจารณาดังตารางที่ 4.2 มีค่ามีค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 8.5 และ ค่าพารามิเตอร์ η_{ALT} คือค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลองเร่งอายุการใช้งานโดยพิจารณาดังตารางที่ 4.6 มีค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 6.1 ดังนั้น

$$AF = \frac{8.5}{6.1}$$

$$AF = 1.39$$

จะพิจารณาได้ว่าอายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณค่าที่เกิดขึ้นใหม่จะหาได้จากสมการที่ 4.1 จะคำนวณหาอายุการใช้งานเฉลี่ยได้ดังนี้

$$Life_{New} = (8.08)(1.39)$$

$$Life_{New} = 11.26 \text{ ชั่วโมง}$$

4.4 การทดสอบสมมติฐานของการทดลอง

การตั้งสมมติฐานและการทดสอบเพื่อความถูกต้อง เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ผลการทดสอบสมมติฐานไม่จำเป็นต้องถูกต้องเสมอไป บางครั้งสมมติฐานที่ถูกต้องอาจถูกปฏิเสธ (ความผิดพลาดประเภทที่ 1 หรือ Type I Error) หรือบางครั้งสมมติฐานที่ไม่ถูกต้องอาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่โดนปฏิเสธ (ความผิดพลาดประเภทที่2 หรือ Type II Error) ความไม่ถูกต้องเหล่านี้เป็นผลจากค่าความแปรปรวนนั่นเอง จึงมีการนำความรู้ทางสถิติมาผสมผสานเข้ากับหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยในการทดสอบสมมติฐานในการทดลองนี้เราสามารถตั้งสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการใช้งานได้ดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

จากการทดสอบสมมติฐานเพื่อพิสูจน์ค่าเฉลี่ยของอายุการใช้งานปกติมีค่าเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ α โดยการทดสอบครั้งนี้จะกำหนดค่า $\alpha = 0.05$ จะคำนวณหาค่า t_0 และ ν ได้จาก [11] หน้า 110 และตาราง ผ-5 ดังนั้นจะพบว่าการตั้งสมมติฐานของการทดลองเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจะถูกปฏิเสธสมมติฐาน

ดังนั้นการที่สมมติฐานถูกปฏิเสธอาจสรุปได้ว่า ในการทดลองหาค่าอายุการใช้งานมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้ค่าเฉลี่ยอายุการใช้งานแตกต่างกัน คือ ผู้ทดลองไม่สามารถทราบค่าองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตได้ ทำให้การทดลองหาค่าเฉลี่ยประมาณค่าอายุการใช้งานปกติการจากการทดลองทั้ง 2 ครั้งถูกปฏิเสธจากการตั้งสมมติฐานของการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลสรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองที่ได้ พบว่าค่าความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ที่ได้ทดสอบนั้นจะมีค่าลดน้อยลงตามระยะเวลาการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งค่าความเชื่อถือที่ได้จากการทดลองจะสามารถนำไปปรับปรุงคุณภาพของสินค้าและการบริการได้ แต่ทั้งนี้การหาความน่าเชื่อถือที่ดีจำเป็นต้องรู้คุณสมบัติเฉพาะของอุปกรณ์ที่ได้ทำการทดสอบ แต่ด้วยผู้ทดลองไม่สามารถทราบค่าดังกล่าวเพราะผู้ผลิตไม่ได้เปิดเผยข้อมูล ซึ่งการคำนวณที่นำมาใช้นั้นเป็นการวิธีการทางสถิติเข้ามาช่วยและใช้ทฤษฎีทางด้านวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ ได้ถูกนำมาประยุกต์ในการศึกษาก่อนทำการทดลอง ซึ่งกล่าวถึงวิธีการเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับอุปกรณ์ โดยถ้านำวิธีคิดที่ใช้ในปริญญานิพนธ์นี้ มาประยุกต์ใช้ในกับการคาดคะเนอายุของการใช้งานและถูกนำไปแก้ไขการทดลองปรับปรุงส่วนที่บกพร่องของอุปกรณ์ให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นได้

จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ที่ทดสอบจะมีค่าความเชื่อถือในระดับที่สูงในช่วงชั่วโมงที่ 1-5 แต่หลังจากนั้นค่าความเชื่อถือในช่วงตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 จนถึงสิ้นอายุการใช้งานจะมีค่าที่ลดต่ำอย่างรวดเร็วซึ่งจะเห็นได้ชัดเจน โดยที่ผู้ผลิตจะสามารถนำค่าความน่าเชื่อถือนี้ไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ของตนให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

โดยในการทดลองเร่งอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ เพื่อคาดคะเนอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้น ผลปรากฏว่าค่าที่ทำนายออกมามีค่าแตกต่างกับเวลาใช้งานจริงโดยประมาณ โดยสรุป จะเห็นว่าการทดลองเร่งอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์จะช่วยให้ผู้ทดลองไม่ต้องรอจนผลิตภัณฑ์หมดอายุการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ตฤณ แสงสุวรรณ , การหาค่าความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเบื้องต้น , สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2546

2. W. Nelson , "Weibull Analysis of Reliability Data with Few or No Failures," Journal of Quality Technology 17, 3,pp. 140-146, 1985

3. J.F. Lawless . Statistical Models and Methods for Lifetime Data, John Wiley & Sons,1982

4. S.S.Rao , Reliability-Base Design , McGraw-Hill,Inc , 1992

5. Pattick D.T. O'Connor . Practical Reliability Engineering , John Wiley & Sons,Ltd,2002

6. Shu-Ho Dai , Ming-O Wang, Reliability Analysis in Engineer Application, Van Nostrand Reinhold ,New York, 1992

7. E.E.Kewis, Introduction to Reliability Engineering, John Wiley &Sons, Inc,1996

8. P.D.T. O'Connor, The Practice of Engineering Management , John Wiley &Sons, Inc,1994

9. เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล , การควบคุมคุณภาพ , ประกอบเมไตร, 2541

10. W.Q. Meeker and L.A. Escobar , Statistical Methods for Reliability Data, New York: John Wiley & Sons,INC,1991

11 ฤดี มาสุจันท์, การควบคุมคุณภาพ , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้