

เอกสารอ้างอิง

1. Weibull, W., A Statistical Distribution Function of Wide a Applicability, Journal of Applied Mechanics, V. 2, No. 51
2. Barlow, R. and Hunter, L., Optimum Preventive Maintenance Policis, Operation Research, V. 8, No. 1.
3. Park, K.S., Gamma Approximation for Preventive Maintenance Scheduling, AIIE Transaction, V. 7, No. 4.
4. AMCP-706-196, Engineering Design Hand book, Development guide for Reliability : part 2-6, Design for Reliability.
5. Malik, M.A.K., Reliable Preventive Maintenance Scheduling, AIIE Transaction, V. 7, No. 4.
6. Henley, E.J. and Kumamoto, Reliability Engineering and Risk Assessment, Prentice-Hall, Inc., Englewood cliffs, N.J., 2981.
7. Maze, A.M., Bus Maintenance Planning with Computer Simulation, Journal of Transportation Engineer, V. 109, No. 3.
8. Goh Yeow Tin, Development of a computer-based general Maintenance scheduling Model, Master's thesis, AIT.
9. Bompas-Smith, J.H., Mechanical Survival, Megraw-hill book company (UK) limited, London England, 1973.
10. Joseph D. Patton, Jr., Preventive Maintenance, Instrument Society of America, 1983
11. Kapur, K.C. and Lamberson, L.R., Reliability in Engineering Design, John Wiley & Sons, Newyork, 1977.
12. Jardine, A.K.S., Operation Research in Maintenance, Manchester University press, Barnes & Noble Inc, 1970
13. Miller, K. and Freund, J.E., Probability and Statistics for Engineering, Prentice-Hall, Inc., Englewood cliffs, N.J., 1965

14. Stuart Wood, J.R., Heavy Construction Equipment and Methods, Prentice-Hall, Inc., Englewood cliffs, N.J., 1977.
15. Smith, C.O., Introduction to Reliability in Design, Megraw-Hill book company, Newyork, 1976.
16. Smith, C.S., Quality and Reliability an Integrated Approach, Pitman Publishing, 1969.
17. Smith, D.J. and Habb, A.H., Maintainability Engineering, Pitman Press, Bath, 1973.
18. Halpern, S., The Assurance Sciences, an Introduction to Quality Control and Reliability, pp. 84-85, Prentice-Hall, N.J., 1978
19. โยเฮอิ ฮิโ. เทคนิคการลดต้นทุนการผลิต แปลโดย ดร. ปรีทรรคณ์ พันธ์ุบรรยงค์ กรุงเทพมหานคร : สยามคอมลิ่งเสิร์มเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2527
20. เฮอิชิ นะคะชิมะ. คู่มือพีเอ็ม แปลโดย ดร. ปรีทรรคณ์ พันธ์ุบรรยงค์ กรุงเทพมหานคร : คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528

ศูนย์วิทยพัทพวากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมวด ก.

ทฤษฎีและสมมุติฐานที่นำมาใช้ในการวิจัย

เมื่อกำหนดให้ว่า ถ้าเครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์ใด ๆ อยู่ในสภาวะปฏิบัติงานได้ให้เป็นสภาวะปกติ และถ้าอยู่ในสภาวะที่ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ให้เป็นสภาวะขัดข้อง

สมมุติฐานว่า เครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์ใด ๆ สามารถอยู่ในสภาวะปกติหรือสภาวะขัดข้องได้ที่เวลาใด ๆ และการเปลี่ยนสภาวะของเครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา เมื่อเริ่มต้นเครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์เป็นของใหม่หรือได้รับการซ่อมแซมแล้วอยู่ในสภาวะปกติที่เวลา  $t = 0$  เมื่อเวลาผ่านไป  $t$  เครื่องจักรกลเกิดการขัดข้องเข้าสู่สภาวะขัดข้อง และถ้าได้รับการซ่อมแซมแล้วจึงเข้าสู่สภาวะปกติ แต่ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่ไม่สามารถทำการซ่อมแซมได้ (non-repairable) ก็จะอยู่ในสภาวะขัดข้องต่อเนื่องตลอดไป ดังรูปที่ ก. 1

1 ขบวนการเปลี่ยนแปลงสภาวะซ่อมแซมไปสู่สภาวะขัดข้อง (Repair-to-Failure)

สมมุติฐานให้การขัดข้องเป็นตัวแปรสุ่ม เนื่องจากเราไม่สามารถคาดคะเนได้ว่าเครื่องจักรกลเครื่องหนึ่งจะเกิดการขัดข้องที่เวลาอันแน่นอนใด แต่จะพิจารณาให้เป็นเพียงตัวอย่าง (Sample) จากกลุ่มเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ (population) การขัดข้องของเครื่องจักรกลจึงเป็นคุณสมบัติสุ่มโศกาสติก (stochastic) ของกลุ่มเครื่องจักรกลทั้งหมด ข้อมูลและผลลัพธ์มีความเบี่ยงเบนและขึ้นอยู่กัเวลา

พิจารณาที่ตัวอย่างหนึ่ง สมมุติข้อมูล ประวัติการขัดข้องที่เกิดขึ้นตามเวลาต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล 300 คัน ดังแสดงในตารางที่ ก. 1 ให้  $L(t)$  เป็นจำนวนเครื่องจักรกลที่ยังไม่เกิดการขัดข้องที่เวลา  $t$

กำหนดให้  $R(t)$  = โอกาสที่เครื่องจักรกลจะไม่เกิดการขัดข้องในช่วงเวลา  $(0, t)$  เมื่อเวลา  $t = 0$  เครื่องจักรกลทุกคันอยู่ในสภาวะปกติ

$F(t)$  = โอกาสที่เครื่องจักรกลจะเกิดการขัดข้องในช่วงเวลา  $(0, t)$  เมื่อเวลา  $t = 0$  เครื่องจักรกลทุกคันอยู่ในสภาวะปกติ

$N$  = จำนวนของเครื่องจักรกลทั้งหมดที่ทดสอบ

เราสามารถแสดงเส้นโค้งการกระจายของ  $R(t)$  และ  $F(t)$  ได้ เมื่อ  $R(t) = L(t)/N$  และ  $F(t) = 1 - R(t)$  ดังรูป ก. 2

สภาวะปกติ  
ต่อเนื่อง



สภาวะช็อก  
ต่อเนื่อง  
ไม่สามารถทำการ  
ซ่อมแซมได้

รูปที่ ก. 1 แสดงการเปลี่ยนสภาวะการช็อก - ซ่อมแซม

ตารางที่ ก.1 แสดงจำนวนเครื่องจักรกลที่ยังไม่เกิดการขัดข้องที่เวลา t

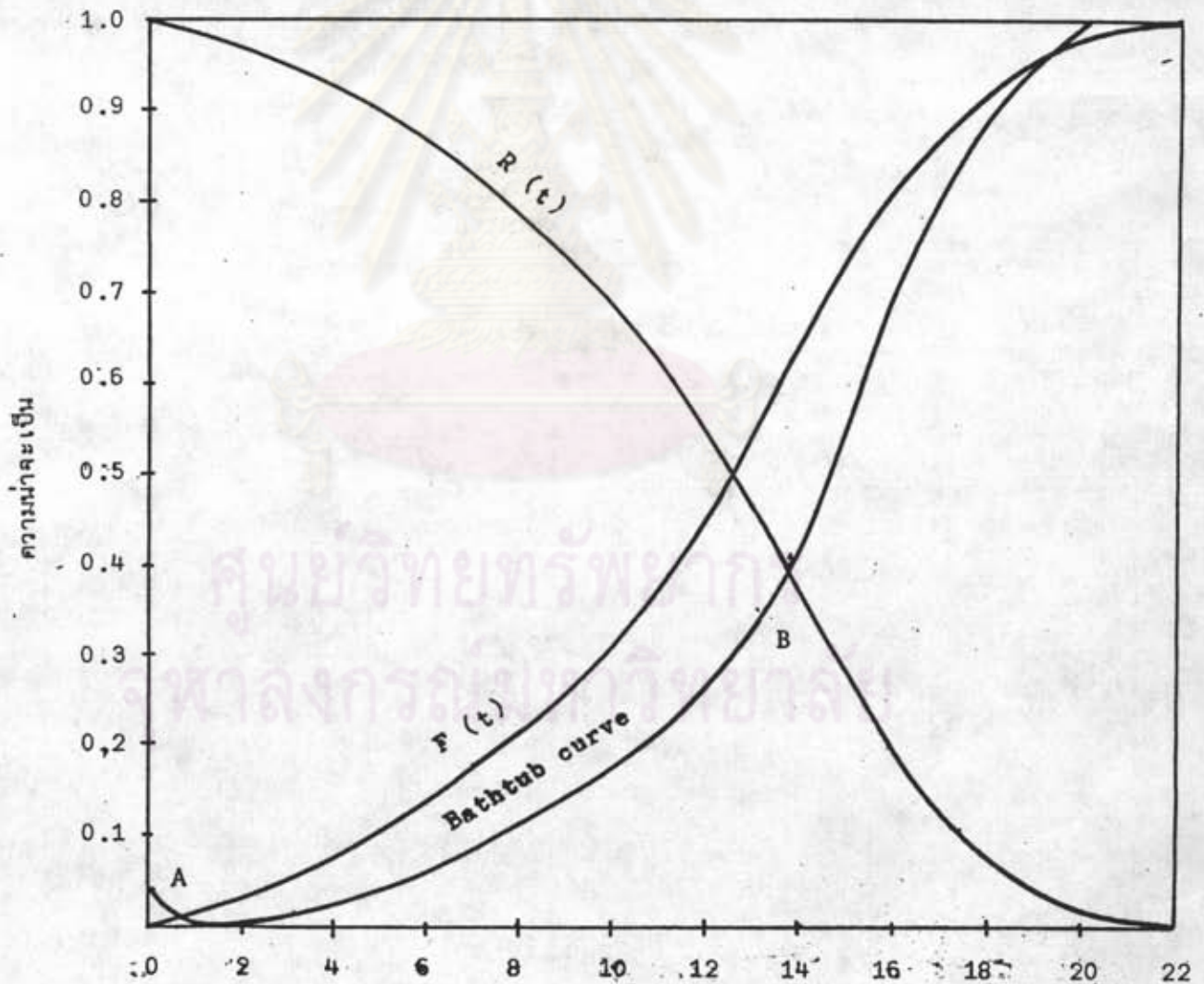
| เวลา t | L(t) | เวลา t | L(t) |
|--------|------|--------|------|
| 0      | 300  | 9      | 219  |
| 1      | 285  | 10     | 198  |
| 2      | 283  | 12     | 163  |
| 3      | 280  | 14     | 122  |
| 4      | 272  | 16     | 72   |
| 5      | 261  | 18     | 27   |
| 6      | 254  | 20     | 3    |
| 7      | 244  | 22     | 0    |
| 8      | 234  |        |      |

ตารางที่ ก.2 แสดง R(t) และ F(t)

| t | L(t) | R(t)  | F(t)  | t  | L(t) | R(t)  | F(t)  |
|---|------|-------|-------|----|------|-------|-------|
| 0 | 300  | 1     | 0     | 9  | 219  | 0.730 | 0.270 |
| 1 | 285  | 0.950 | 0.050 | 10 | 198  | 0.660 | 0.340 |
| 2 | 283  | 0.943 | 0.057 | 12 | 163  | 0.543 | 0.457 |
| 3 | 280  | 0.933 | 0.067 | 14 | 122  | 0.407 | 0.593 |
| 4 | 272  | 0.907 | 0.093 | 16 | 72   | 0.240 | 0.760 |
| 5 | 261  | 0.870 | 0.130 | 18 | 27   | 0.090 | 0.910 |
| 6 | 254  | 0.847 | 0.153 | 20 | 3    | 0.010 | 0.990 |
| 7 | 244  | 0.813 | 0.187 | 22 | 0    | 0     | 1     |
| 8 | 234  | 0.780 | 0.220 |    |      |       |       |

จากตารางที่ ก.2 ความแตกต่างระหว่าง  $F(t_2) - F(t_1)$ ,  $t_2 > t_1$  เป็นสัดส่วนของ  
 ประชากรที่คาดว่าจะจะมีโอกาสเกิดการขัดข้องระหว่างเวลา  $t_1$  ถึง  $t_2$  เมื่อทราบจำนวนการ  
 ขัดข้องที่แต่ละเวลา  $t$  สร้างฮิสโตแกรมดังรูป ก.3 ความสูงของแต่ละขั้นในฮิสโตแกรมแสดงจำนวน  
 ของการขัดข้องของแต่ละกลุ่มเวลา ซึ่งแสดงสัดส่วนของ  $F(t+\Delta) - F(t)$ ,  $\Delta$  เป็นความกว้างของ  
 กลุ่มเวลา

รูป ก.2 แสดงโค้ง  $R(t)$  และ  $F(t)$



กำหนดให้  $f(t)$  = โอกาสที่เครื่องจักรกลจะเกิดการขัดข้องขึ้นเป็นครั้งแรกในระหว่างกลุ่มเวลา  
หนึ่ง  $(t, t+dt)$

$$\therefore f(t)dt = F(t+dt) - F(t) \quad (1)$$

ความน่าจะเป็นของการขัดข้องระหว่างกลุ่มเวลาใด ๆ 2 เวลา  $t_1$  และ  $t_2$  คือพื้นที่ใต้เส้นโค้ง  
สามารถหาได้โดยการอินทิเกรตเส้นโค้งระหว่างเวลา

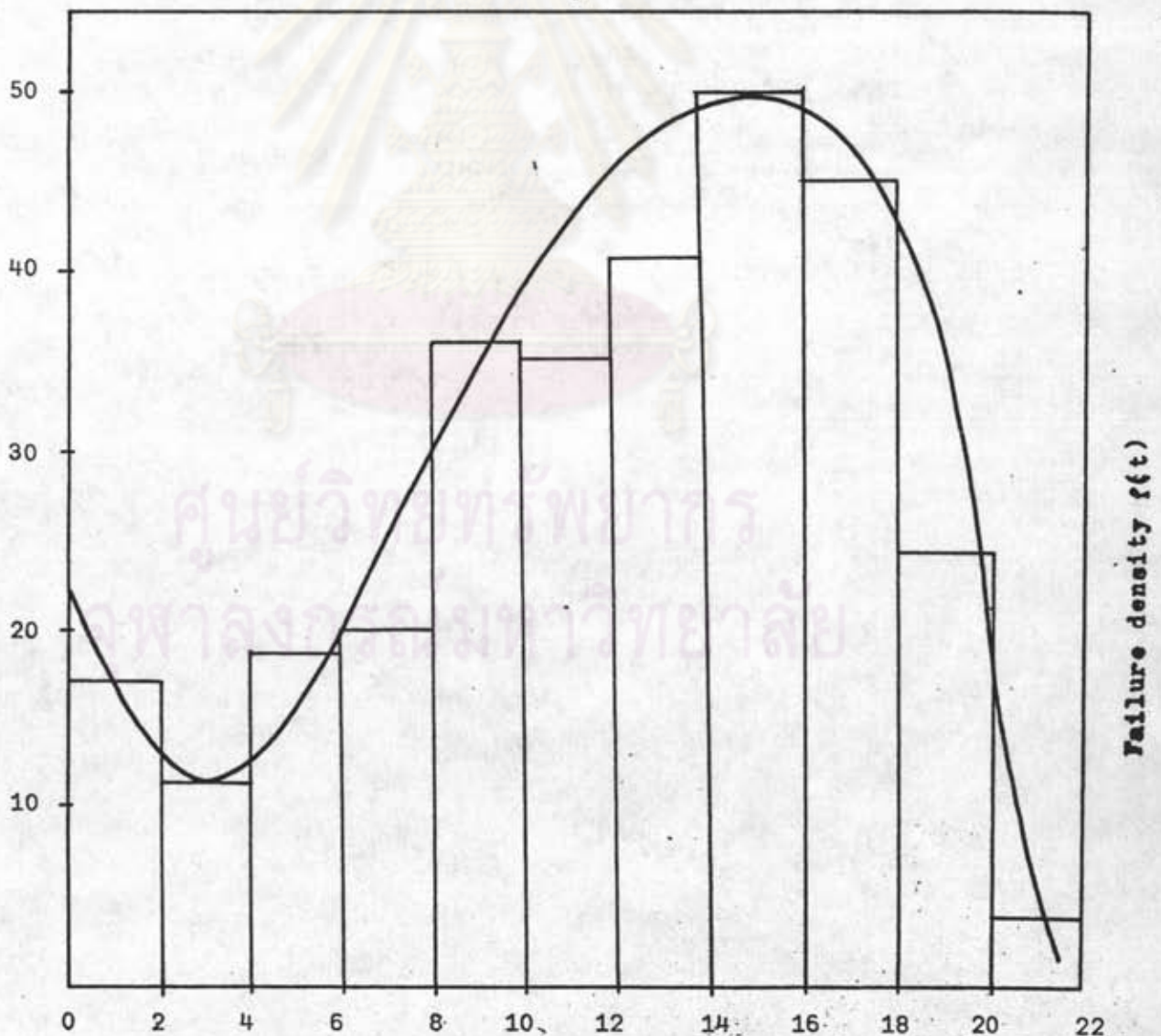
$$F(t_2) - F(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} f(t)dt \quad (2)$$

จากสมการ (1)

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} \quad (3)$$

หรือโดยวิธีระบบจำนวน

รูปที่ ก.3 แสดงจำนวนการขัดข้องและความน่าจะเป็นการขัดข้อง





$$f(t) \cong \frac{F(t+\Delta) - F(t)}{\Delta} \quad (4)$$

พิจารณาที่กลุ่มประชากรใหม่จำนวนเครื่องจักรกลที่ยังไม่เกิดการขัดข้องกลุ่มหนึ่งเป็นเวลา  $t$  กำหนดให้  $r(t)$  เป็นความน่าจะเป็นของการเกิดการขัดข้องต่อหน่วยเวลาที่เวลา  $t$  สำหรับกลุ่มหนึ่งของประชากรทั้งหมด

ดังนั้น  $r(t) \cdot \Delta$  ประมาณได้จากจำนวนที่เกิดการขัดข้องระหว่างช่วงเวลา  $(t, t+\Delta)$  หารด้วยจำนวนกลุ่มที่ไม่ขัดข้องที่เวลา  $t$

$$r(t) \cdot \Delta = \frac{f(t)}{R(t)} \quad \text{หรือ} \quad r(t) = \frac{f(t)}{1-F(t)}$$

เช่นที่เวลา  $t_4$ ,  $F(t_4) = 0.093$  และ  $1-F(t_4) = R(t_4) = 0.907$

$$f(t_4) \text{ จากสมการ (4)} = \frac{272-261}{300} = 0.037$$

จากรูปที่ ก.1 เส้น Bathtub Curve แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขัดข้อง  $r(t)$  และ  $t$  ช่วง 0-A เป็นช่วงของ early failures, A-B เป็นช่วง Random failure และ B-C เป็นช่วง Wearout failure ค่า  $r(t)$  และ  $f(t)$  ได้จากการคำนวณในตารางที่ ก.3 ตารางที่ ก.3 แสดงค่า  $f(t)$  และ  $r(t)$  ที่เวลา  $t$

| $t$ | $L(t)$ | จำนวนที่ขัดข้อง | $f(t)$ | $r(t)$ |
|-----|--------|-----------------|--------|--------|
| 0   | 300    | 15              | 0.043  | 0.043  |
| 1   | 285    | 2               | 0.007  | 0.007  |
| 2   | 283    | 3               | 0.010  | 0.011  |
| 3   | 280    | 8               | 0.027  | 0.029  |
| 4   | 272    | 11              | 0.037  | 0.041  |
| 5   | 261    | 7               | 0.023  | 0.026  |
| 6   | 254    | 10              | 0.033  | 0.039  |
| 7   | 244    | 10              | 0.033  | 0.041  |
| 8   | 234    | 15              | 0.043  | 0.055  |
| 9   | 219    | 21              | 0.070  | 0.090  |
| 10  | 198    | 35              | 0.117  | 0.177  |

(ต่อ)

| t  | L(t) | จำนวนที่ขัดข้อง | f(t)  | r(t)  |
|----|------|-----------------|-------|-------|
| 12 | 163  | 41              | 0.137 | 0.252 |
| 14 | 122  | 50              | 0.167 | 0.410 |
| 16 | 72   | 45              | 0.150 | 0.625 |
| 18 | 27   | 24              | 0.080 | 0.889 |
| 20 | 3    | 3               | 0.010 | 1     |
| 22 | 0    | 0               | -     | -     |

## 2 พารามิเตอร์ความน่าจะเป็นของขบวนการซ่อมแซมสู่การขัดข้อง (Repair-to-Failure)

เมื่อเริ่มต้นที่สภาวะปกติที่  $t=0$  เครื่องจักรกลอยู่ในสภาวะใหม่ใช้งานได้หรือได้รับการซ่อมแซมจนอยู่ในสภาวะใหม่

จากโค้ง  $R(t)$  และ  $t$  เป็นการกระจายการใช้งานได้ (survival distribution) การกระจายมีลักษณะโค้งเรียบลงตามเวลา  $t$  จากคุณสมบัตินี้เราได้ว่า

$$\lim_{t \rightarrow 0} R(t) = 1 \quad (5)$$

$$\lim_{t \rightarrow \alpha} R(t) = 0 \quad (6)$$

ที่มองเดียวกันกับ  $F(t)$

$$\lim_{t \rightarrow 0} F(t) = 0 \quad (7)$$

$$\lim_{t \rightarrow \alpha} F(t) = 1 \quad (8)$$

$$\text{ดังนั้น } R(t) + F(t) = 1 \quad (9)$$

$f(t)$  เป็นการกระจายความน่าจะเป็นของ  $F(t)$

$$\text{จากสมการ (1) และ (3) } f(t) = \frac{dF(t)}{dt} \quad (10)$$

หรือ

$$f(t)dt = F(t+dt) - F(t) \quad (11)$$

ดังนั้น  $f(t)$  เป็นความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรกลจะเกิดการขัดข้องครั้งแรกในระหว่าง

ช่วงเวลา  $(t, t+dt)$  เมื่อเริ่มต้นที่สภาวะปกติที่  $t = 0$

$F(t)$  ได้จากการอินทิเกรต

$$F(t) = \int_0^t f(u) du \quad (12)$$

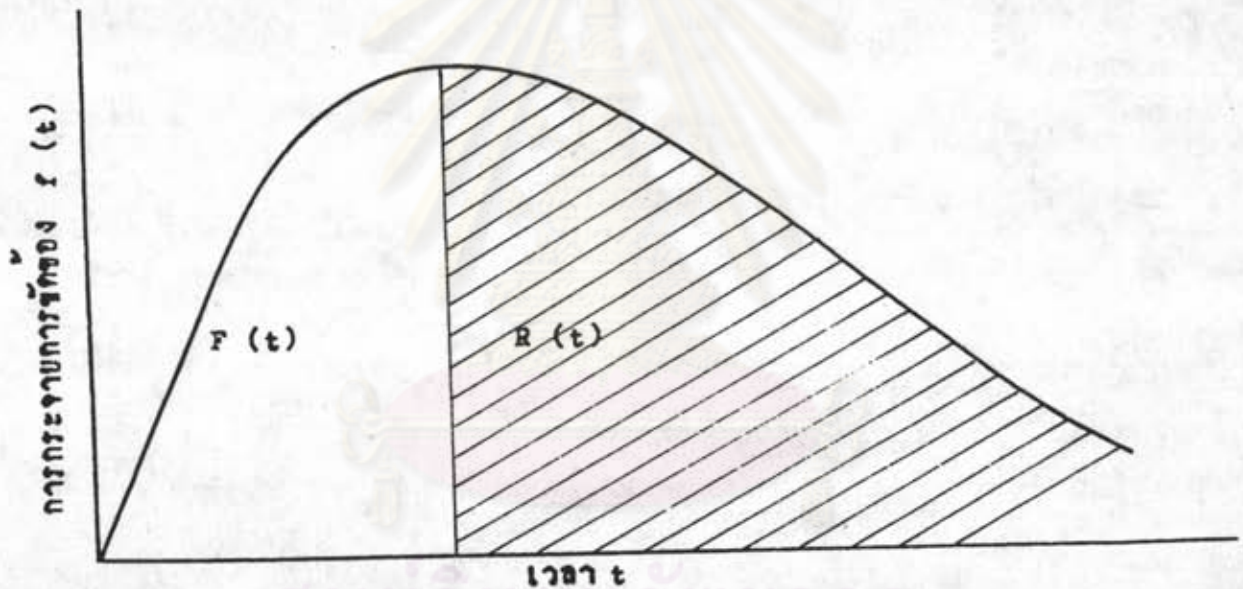
ทำนองเดียวกันความแตกต่างระหว่าง  $F(t_2), F(t_1)$

$$F(t_2) - F(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} f(u) du \quad (13)$$

และ  $R(t) = \int_t^\alpha f(u) du \quad (14)$

แสดงความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของ  $R(t)$  และ  $F(t)$



TTF (time to failure) เป็นเวลาที่เครื่องจักรกลใช้งานก่อนจะเกิดการขัดข้อง

TTF เป็นตัวแปรสุ่ม เมื่อเราไม่สามารถทำการคาดคะเนได้แน่นอนว่า เครื่องจักรกลจะเกิดการขัดข้องครั้งแรกที่เวลาใด

MTTF เป็นค่าเฉลี่ยของ TTF

$$MTTF = \int_0^\alpha t f(t) dt \quad (15)$$

เมื่อ  $f(t) dt$  เป็นความน่าจะเป็นของ TTF ที่เวลา  $t$  ดังนั้นสมการ (15) จึงเป็นค่าเฉลี่ยของ TTF ทั้งหมด

### 3 พารามิเตอร์ความน่าจะเป็นของขบวนการชดช้อย์สู่การซ่อมแซม (failure-to-Repair)

กำหนดเกี่ยวกับขบวนการซ่อมแซมสู่การชดช้อย์ (RTF) แต่เปลี่ยนสถานะเริ่มต้นที่  $t=0$  ให้เป็นสถานะชดช้อย์

กำหนดให้  $G(t)$  = ความน่าจะเป็นที่จะทำการซ่อมแซมเสร็จก่อนเวลา  $t$

เส้นโค้ง  $G(t)$  และ  $t$  เป็นการกระจายการซ่อมแซมและมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับ  $F(t)$

$$\lim_{t \rightarrow 0} G(t) = 0 \quad (16)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} G(t) = 1 \quad (17)$$

$g(t)$  = การกระจายความน่าจะเป็นของ  $G(t)$  จากการอนุพันธ์ครั้งที่หนึ่ง

$$g(t) = \frac{dG(t)}{dt} \quad (18)$$

หรือ  $g(t)dt = G(t+dt) - G(t)$  (19)

$g(t)$  จึงเป็นความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรกลจะได้รับ การซ่อมแซมครั้งแรกเสร็จระหว่างช่วง เวลา  $(t, t+dt)$  โดยเริ่มต้นที่สถานะชดช้อย์ที่  $t=0$

จากการอินทิเกรต  $G(t)$

$$G(t) = \int_0^t g(u) du \quad (20)$$

$$G(t_2) - G(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} g(u) du \quad (21)$$

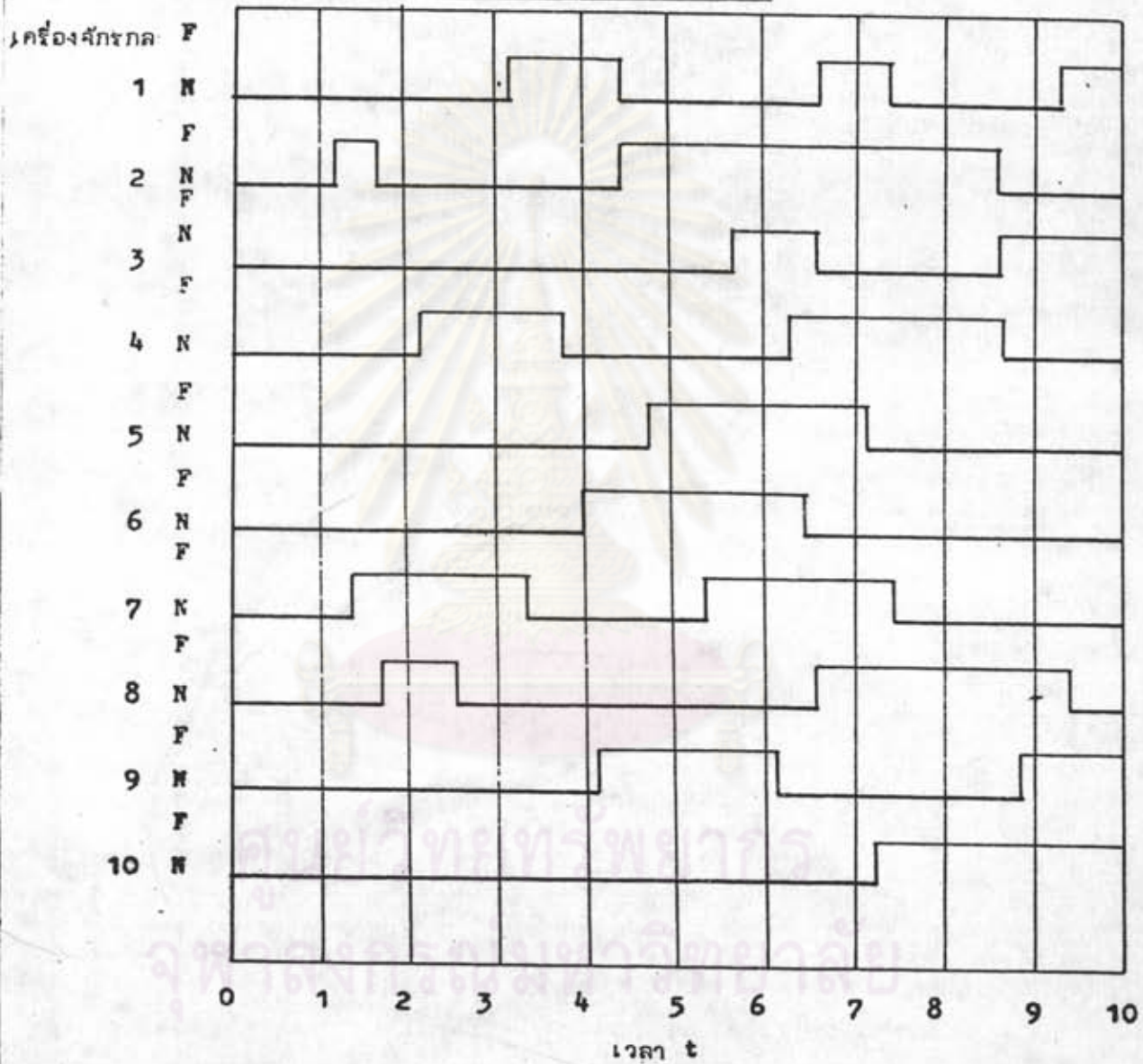
TTR = เป็นเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมแต่ละครั้งและเป็นตัวแปรสุ่ม

$$\therefore MTTR = \int_0^{\infty} t \cdot g(t) dt \quad (22)$$

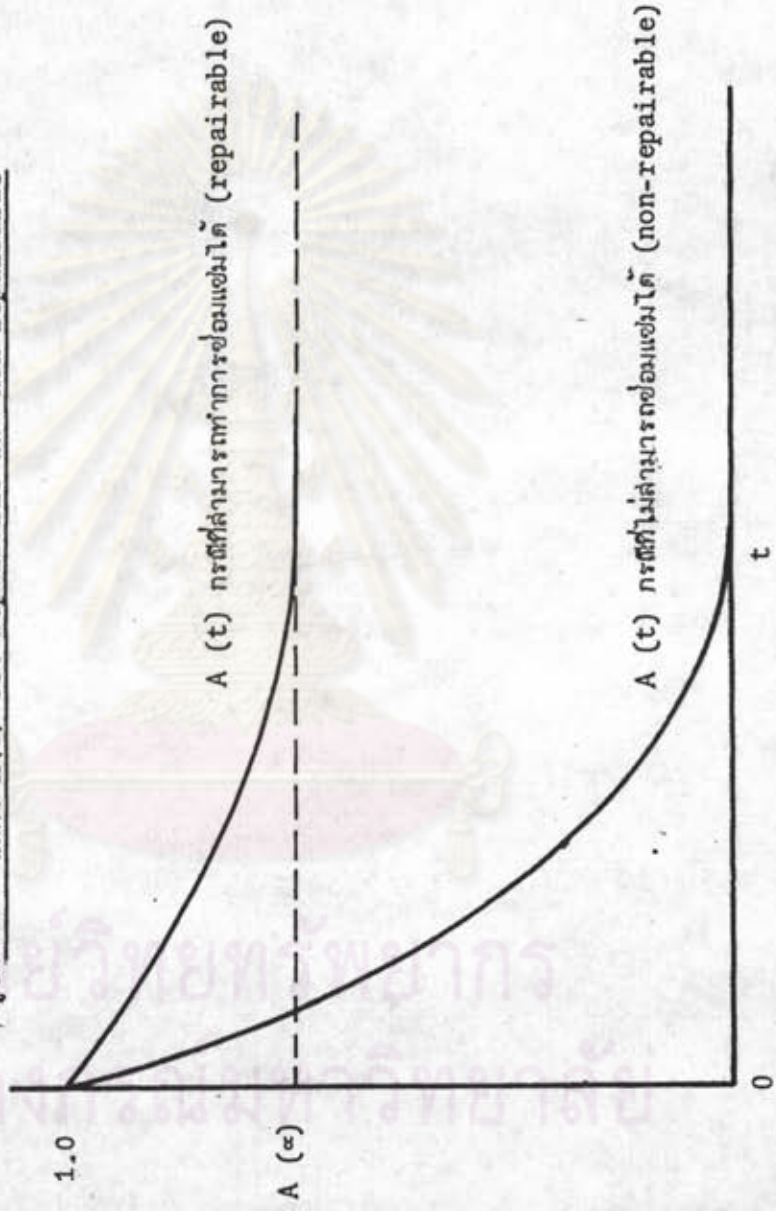
### 4 พารามิเตอร์ความน่าจะเป็นของขบวนการทั้งหมด

สมมุติฐานว่า เครื่องจักรกลเริ่มต้นที่สถานะปกติที่  $t=0$  จำนวนของการชดช้อย์และการซ่อมแซมอาจเกิดขึ้นที่เวลา  $t > 0$  รูปที่ 5 แสดงว่าที่เวลา  $t$  สำหรับขบวนการทั้งหมดเริ่มจากเวลา  $t$  ของขบวนการซ่อมแซมสู่การชดช้อย์ (TRF) เนื่องจากเวลาต่อมาได้วัดจากการซ่อมแซมครั้งสุดท้ายก่อนเวลา  $t$  ของขบวนการทั้งหมด

รูปที่ ก.5 แสดงประวัติสถานะของเครื่องจักรกล



รูปที่ ก. 6 แสดง  $A(t)$  ของ repairable และ non-repairable



กำหนดให้  $A(t) =$  ความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรกลจะอยู่ในสภาวะปกติที่เวลา  $t$  โดยการเริ่มต้นเครื่องจักรกลอยู่ในสภาวะปกติที่  $t=0$

$A(t)$  และ  $R(t)$  โดยทั่ว ๆ ไปแตกต่างกัน เนื่องจากว่า  $R(t)$  เครื่องจักรกลต้องอยู่ในสภาวะปกติตลอดช่วงเวลา  $(0, t)$  แต่  $A(t)$  จากช่วงเวลา  $(0, t)$  เครื่องจักรกลอาจจะผ่านสภาวะขัดข้องมาแล้วก็ได้ แต่ที่เวลา  $t$  ต้องอยู่ในสภาวะปกติ

ดังนั้น  $A(t) > R(t)$  สำหรับกรณีซ่อมแซมไม่ได้ (23)

$A(t) = R(t)$  สำหรับกรณีซ่อมแซมไม่ได้ (24)

จากรูปที่ 6 แสดง  $A(t)$  ของอุปกรณ์ที่ไม่สามารถทำการซ่อมแซมได้จะลดลงเมื่อ  $t$  เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกัน  $A(t)$  ของอุปกรณ์ที่สามารถซ่อมแซมได้จะไม่ลดลงสู่ศูนย์

$Q(t)$  เป็นความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรกลจะอยู่ในสภาวะขัดข้องที่เวลา  $t$  โดยการเริ่มต้นเครื่องจักรกลอยู่ในสภาวะปกติที่  $t=0$

$$A(t) + Q(t) = 1 \quad (25)$$

จากสมการ (9), (23) และ (25)  $Q(t) < F(t)$  (26)

และกรณีซ่อมแซมไม่ได้  $Q(t) = F(t)$  (27)

$Q(t)$  ของอุปกรณ์ที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้จะเข้าใกล้ 1 เมื่อ  $t$  เพิ่มขึ้น แต่  $Q(t)$  ของอุปกรณ์ที่สามารถทำการซ่อมแซมได้จะน้อยกว่า 1 เมื่อ  $t$  เพิ่มขึ้น

$\lambda(t)$  เป็นความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์จะขัดข้องต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่เวลา  $t$  กำหนดให้เริ่มต้นที่สภาวะปกติที่  $t=0$  และที่เวลา  $t$  เป็นสภาวะปกติ

$\lambda(t)dt$  คือของช่วงเวลา  $(t, t+dt)$  ค่า  $\lambda(t)$  แตกต่างจาก  $r(t)$  เช่นเดียวกับ  $R(t)$  และ  $A(t)$

โดยทั่ว ๆ ไป  $\lambda(t) \neq r(t)$

แต่  $\lambda(t) = r(t)$  กรณีที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้ (28)

ถ้า  $r(t)$  คงที่,  $\lambda(t) = r$  (29)

พิสูจน์สมการ (29) ดังนี้

การขัดข้องเกิดขึ้นในขบวนการ RTF ให้  $S$  เป็นเวลาที่ใช้งานได้ของเครื่องจักรกลซึ่งเป็นสภาวะปกติที่เวลา  $t$  สมมติว่า เครื่องจักรกลได้อยู่ในสภาวะปกติเมื่อเวลา  $t-s$  และเป็นสภาวะ

ปกติที่เวลา  $t$  จาก Bridge Rule  $\Pr(A/C) = \sum_{i=1}^m \Pr(B_i/C) \Pr(A/B_i, C)$  ดังนั้น

$$\Pr(A/C) = \int \Pr(A/s, C) P(s/C) ds \quad (29.1)$$

เมื่อ  $P(s/C)$  เป็นความน่าจะเป็นอย่างมีเงื่อนไขของ  $B$ , เมื่อกำหนดเหตุการณ์  $C$  เกิดขึ้น ในเทอม  $P(s/C)ds$  เป็นความน่าจะเป็นของ Bridge  $(s, s+ds)$  และเทอม  $Pr(A/s, C)$  เป็นความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์  $A$  เมื่อเราได้ทำการผ่าน Bridge ทั้งหมด การอินทิเกรตสมการ (29.1) เป็นการแสดง  $Pr(A/C)$  โดยผลรวมของ Bridge ทั้งหมดที่เป็นไปได้ กำหนดเหตุการณ์และพารามิเตอร์  $s$  ดังนี้

$A$  : การขัดข้องระหว่างช่วงเวลา  $(t, t+dt)$

$s$  : เครื่องจักรกลที่อยู่ในสภาวะปกติมีอายุการใช้งาน  $s$  ที่เวลา  $t$

$C$  : เครื่องจักรกลเริ่มต้นที่สภาวะปกติที่  $t=0$  และอยู่ในสภาวะปกติที่เวลา  $t$  ด้วย

เมื่อลักษณะการขัดข้องของเครื่องจักรกลที่เวลา  $t$  สัมพันธ์ว่าขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานมา  $s$  ที่เวลา  $t$  เราจะได้

$$Pr(A/s, C) = Pr(A/s) = r(s)dt \quad (29.2)$$

ต่อมาจากค่าจำกัดความของ  $\lambda(t)$  เราจะได้

$$Pr(A/C) = \lambda(t)dt \quad (29.3)$$

แทนค่าสมการ (29.2) และ (29.3) ในสมการ (29.1)

$$\lambda(t)dt = dt \cdot \int r(s)P(s/C)ds \quad (29.4)$$

เมื่ออัตราขัดข้องคงที่  $r$

$$\lambda(t)dt = dt \cdot r \cdot \int P(s/C)ds = dt \cdot r \cdot 1 \quad (29.5)$$

$$\therefore \lambda(t) = r \quad \text{ตามสมการ (29)}$$

$w(t)$  เป็นความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรกลจะขัดข้องต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่เวลา  $t$  กำหนดเริ่มต้นที่ สภาวะปกติที่  $t=0$

และ  $w(t)dt$  เป็นความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรกลจะเกิดขัดข้องในระหว่างช่วงเวลา  $(t, t+dt)$  สำหรับกรณีที่ไม่สามารถทำการซ่อมแซมได้  $w(t) = f(t)$ . ทั้ง  $\lambda(t)$  และ  $w(t)$  ต่างก็อ้างถึงการขัดข้องต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่เวลา  $t$  แต่อย่างไรก็ตามจะมีประชากรแตกต่างกัน  $\lambda(t)$  สัมมุติฐานที่กลุ่มของเครื่องจักรกลเริ่มต้นสภาวะปกติที่  $t=0$  และอยู่ในสภาวะปกติที่เวลา  $t$  ขณะที่  $w(t)$  ไม่ได้บ่งบอกว่าอยู่ในสภาวะปกติที่เวลา  $t$



$W(t, t+dt)$  เป็นจำนวนเครื่องจักรกลที่คาดคะเนว่าจะเกิดขัดข้อง (ENF) ในระหว่างช่วงเวลา  $(t, t+dt)$  กำหนดให้สถานะเริ่มต้นปกติที่  $t=0$  จากค่าจำกัดความของค่าคาดคะเน

$$W(t, t+dt) = \sum_{i=1}^{\alpha} i \cdot \text{Pr}\{i \text{ ขัดข้องระหว่างช่วงเวลา } (t, t+dt)/C\} \quad (30)$$

เมื่อ  $C$  เป็นเครื่องจักรกลที่เริ่มต้นที่สถานะปกติที่  $t=0$  และมีการขัดข้องหนึ่งเกิดขึ้นระหว่างช่วงเวลา  $(t, t+dt)$

$$W(t, t+dt) = \text{Pr}\{\text{เกิดการขัดข้องหนึ่งระหว่างช่วงเวลา } (t, t+dt)/C\} \text{ หรือเท่ากับ } W(t, t+dt) = w(t)dt \quad (31)$$

การคาดคะเนจำนวนเครื่องจักรกลที่เกิดการขัดข้องจำนวนได้จากการอินทิเกรต  $w(t)$

$$W(t_1, t_2) = \text{ENF} \text{ ที่ช่วงเวลาหนึ่ง}$$

การคาดคะเนจำนวนเครื่องจักรกลของการขัดข้องระหว่างช่วงเวลา  $(t_1, t_2)$  กำหนดให้เริ่มต้นที่สถานะปกติที่  $t=0$

$$W(t_1, t_2) \text{ โดยการอินทิเกรตของ } W(t, t+dt) \text{ ตลอดช่วงเวลา } (t_1, t_2) \\ W(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} w(t)dt \quad (32)$$

สำหรับอุปกรณ์ที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้  $W(0, t) = F(t)$  และเข้าใกล้ 1 เมื่อ  $t$  มากขึ้น

$W(0, t)$  ของเครื่องจักรกลที่สามารถซ่อมแซมได้จะเข้าใกล้  $\alpha$  เมื่อ  $t$  เพิ่มขึ้น

$\mu(t)$  เป็นความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรกลจะได้รับการซ่อมแซมแล้วต่อหนึ่งหน่วย หนึ่งหน่วยเวลาที่เวลา  $t$  กำหนดเริ่มต้นที่สถานะปกติที่  $t=0$  และยังคงอยู่ในสถานะขัดข้องที่เวลา  $t$   $\mu(t)$  แตกต่างกับ  $m(t)$  ที่มองเดียวกันกับที่  $\lambda(t)$ . แตกต่างกับ  $r(t)$

แต่ในกรณีที่อุปกรณ์ไม่สามารถซ่อมแซมได้

$$\mu(t) = m(t) = 0 \quad (33)$$

$$\text{และ } \mu(t) = m \text{ เมื่ออัตราการซ่อมคงที่} \quad (34)$$

$v(t)$  เป็นความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรกลจะได้รับการซ่อมแซมแล้วต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่เวลา  $t$  กำหนดเริ่มต้นที่สถานะปกติที่  $t=0$

$v(t)$  และ  $\mu(t)$  มีประชากรแตกต่างกัน

$V(t, t+dt)$  เป็นจำนวนเครื่องจักรกลที่คาดคะเนว่าจะซ่อมแซมในระหว่างช่วงเวลา  $(t, t+dt)$  กำหนดให้เริ่มต้นที่สถานะปกติที่  $t=0$

$$\text{เช่นเดียวกับสมการ (31) } V(t, t+dt) = v(t)dt \quad (35)$$

$V(t_1, t_2)$  เป็นจำนวนเครื่องจักรกลที่คาดคะเนว่าจะทำการซ่อมแซมในช่วงเวลาหนึ่ง และกำหนดเริ่มต้นที่สถานะปกติที่  $t=0$

$$V(t_1, t_2) = \int_{t_2}^{t_1} v(t)dt \quad (36)$$

สำหรับกรณีที่ไม่สามารถทำการซ่อมแซมได้  $V(0, t) = 0$  และกรณีที่ซ่อมแซมได้  $V(0, t)$  จะเข้าใกล้  $\alpha$  เมื่อ  $t$  เพิ่มขึ้น

MTBF เป็นเวลาที่คาดคะเนระหว่างการขัดข้องที่ต่อเนื่องกันชุดหนึ่ง

$$MTBF = MTTR + MTTF \quad (37)$$

MTBR เป็นเวลาที่คาดคะเนระหว่างการซ่อมแซมเสร็จที่ต่อเนื่องกันชุดหนึ่ง

$$MTBR = MTTR + MTTF \quad (38)$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \dots \quad MTBF = MTBR \quad (39)$$

ตัวอย่าง พิจารณาในรูปที่ ก.5 ซึ่งแสดงประวัติสถานะของเครื่องจักรกลชุดหนึ่งจำนวน 10 คัน ในเวลา 10 หน่วยเวลา

ตารางที่ ก.4 แสดงการคำนวณค่า TTF, TTR, MTTF และ MTTR

| เครื่องจักรกล | TTF         | จำนวนครั้ง TTF | TTR      | จำนวนครั้ง TTR |
|---------------|-------------|----------------|----------|----------------|
| 1             | 3.1+2.1+2.1 | 3              | 1.4+0.8  | 2              |
| 2             | 1.05+2.8    | 2              | 0.65+4.0 | 2              |
| 3             | 5.8+2.0     | 2              | 1.0      | 1              |
| 4             | 2.1+2.6     | 2              | 1.7+2.2  | 2              |
| 5             | 4.8         | 1              | 3.5      | 1              |
| 6             | 3           | 1              | 3.5      | 1              |
| 7             | 1.4+1.9     | 2              | 2.1+2.2  | 2              |
| 8             | 2.85+2.75   | 2              | 0.8+2.8  | 2              |
| 9             | 4.1+2.75    | 2              | 2.1      | 1              |
| 10            | 7.35        | 1              | -        | -              |
| รวม           | 54.85       | 18             | 28.75    | 14             |

ตารางที่ ก.5 แสดงค่าพารามิเตอร์ของขบวนการ RTF

| t | L(t) | R(t)  | F(t)  | f(t)  | r(t)  |
|---|------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 18   | 1     | 0     | 0     | 0     |
| 1 | 18   | 1     | 0     | 0.167 | 0.167 |
| 2 | 15   | 0.830 | 0.167 | 0.556 | 0.667 |
| 3 | 5    | 0.278 | 0.722 | 0.056 | 0.200 |
| 4 | 4    | 0.222 | 0.778 | 0.111 | 0.500 |
| 5 | 2    | 0.111 | 0.889 | 0.056 | 0.501 |
| 6 | 1    | 0.056 | 0.944 | 0.0   | 0     |
| 7 | 1    | 0.056 | 0.944 | 0.056 | 1.00  |
| 8 | 0    | 0     | 1     | 0     | -     |
| 9 | 0    | 0     | 1     | 0     | -     |

ดังนั้นที่เวลา t=5

$$R(5) = 0.111, F(5) = 0.889, f(5) = 0.056, r(5) = 0.501$$

และจากรูปที่ 4  $A(5) = 6/10 = 0.6, Q(5) = 0.4, w(5) = 0.2$

$$W(0,5) = \frac{(2+2+2+3)}{10} = 0.9, \lambda(5) = 2/6 = 1/3$$

หรือที่เวลา t=9

$$A(9) = 6/10 = 0.6, Q(9) = 0.4, w(9) = 0.1$$

$$W(0,9) = W(0,5) + \frac{(2+3+1+2)}{10} = 1.7, \lambda(9) = 1/6$$

5 ความสัมพันธ์ของขบวนการ RTF

จะทำการพิสูจน์สมการต่อไปนี้

$$r(t) = \frac{f(t)}{1-F(t)} \quad (40)$$

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\int_0^t r(\mu) d\mu\right] \quad (41)$$

$$R(t) = \exp\left[-\int_0^t r(\mu) d\mu\right] \quad (42)$$

$$F(t) = r(t) \exp\left[-\int_0^t r(\mu) d\mu\right] \quad (43)$$

จากทฤษฎีความน่าจะเป็น ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข

$$\Pr\{A/C, w\} = \frac{\Pr\{A, C/w\}}{\Pr\{C/w\}} \quad (44)$$

สำหรับ  $r(t)dt$

กำหนดให้  $A =$  เครื่องจักรกลขัดข้องระหว่างช่วงเวลา  $(t, t+dt)$

$C =$  เครื่องจักรกลอยู่ในสภาวะปกติที่เวลา  $t$

$w =$  เครื่องจักรกลได้รับการซ่อมแซมแล้วที่เวลา  $t=0$

ความน่าจะเป็น  $\Pr\{C/w\}$  คือค่า  $R(t) = 1-F(t)$  และ  $\Pr\{A, C/w\}$  ดังนั้นจากสมการที่ (44) สำหรับ  $r(t)dt$

$$r(t)dt = \frac{f(t)dt}{1-F(t)} \quad (45)$$

ได้เท่ากับสมการที่ (40) และสังเกตว่า  $f(t) = dF/dt$

$$r(t) = \frac{dF/dt}{1-F(t)} \quad (46)$$

เขียนสมการ (46) ใหม่

$$r(t) = \frac{-d}{dt} \log(1-F(t)) \quad (47)$$

อินทิเกรตสมการ (47) ทั้งสองข้าง

$$\int_0^t r(\mu) d\mu = \log[1-F(0)] - \log[1-F(t)] \quad (48)$$

แทนค่า  $F(0) = 0$  ในสมการ (48) เราจะได้

$$\int_0^t r(\mu) d\mu = -\log[1-F(t)] \quad (49)$$

ได้เป็นสมการ (41) และสมการ (42), (43) ที่เหลือหาได้จากสมการ (9) และ (10) ตามลำดับ

## 6 ความสัมพันธ์ของขบวนการ FTR

ที่มองเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของขบวนการ RTF เราได้ค่าพารามิเตอร์ดังนี้

$$m(t) = \frac{g(t)}{1-G(t)} \quad (50)$$

$$G(t) = 1 - \exp\left[-\int_0^t m(\mu) d\mu\right] \quad (51)$$

$$g(t) = m(t) \exp\left[-\int_0^t m(\mu) d\mu\right] \quad (52)$$

### 7 ความสัมพันธ์ของขบวนการทั้งหมด

ความสัมพันธ์ของ  $w(t)$  และ  $v(t)$  จากรูปที่ ก. 7

เครื่องจักรกลเกิดขัดข้องในระหว่างช่วงเวลา  $(t, t+dt)$  แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ

ลักษณะที่ 1 เครื่องจักรกลที่ได้รับการซ่อมแซมระหว่างช่วงเวลา  $(\mu, \mu+d\mu)$  แล้วอยู่ในสภาวะปกติมาจนถึงเวลา  $t$  เพื่อกำหนดสภาวะเริ่มต้นที่สภาวะปกติ  $t=0$

ลักษณะที่ 2 เครื่องจักรกลอยู่ในสภาวะปกติมาจนถึงเวลา  $t$  และเกิดการขัดข้องที่ช่วงเวลา  $(t, t+dt)$  เมื่อเริ่มต้นที่สภาวะปกติที่  $t=0$

ความน่าจะเป็นของลักษณะที่ 1 คือ  $v(\mu) d\mu \cdot f(t-\mu) dt$  {จาก chain rule  $\Pr(A_1, A_2, \dots, A_n) = \Pr(a_1) \Pr(A_2/A_1) \dots \Pr(A_n/A_1, A_2, \dots, A_{n-1})$ }

$v(\mu) d\mu$  เป็นความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรกลจะได้รับการซ่อมแซมในช่วงเวลา  $(\mu, \mu+d\mu)$  เมื่อสภาวะเริ่มต้นเป็นสภาวะปกติที่  $t=0$

และ  $f(t-\mu) dt$  เป็นความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรกลอยู่ในสภาวะปกติมาจนถึงเวลา  $t$  และมีการขัดข้องที่ช่วงเวลา  $(t, t+dt)$  เมื่อสภาวะเริ่มต้นเป็นสภาวะปกติที่  $t=0$

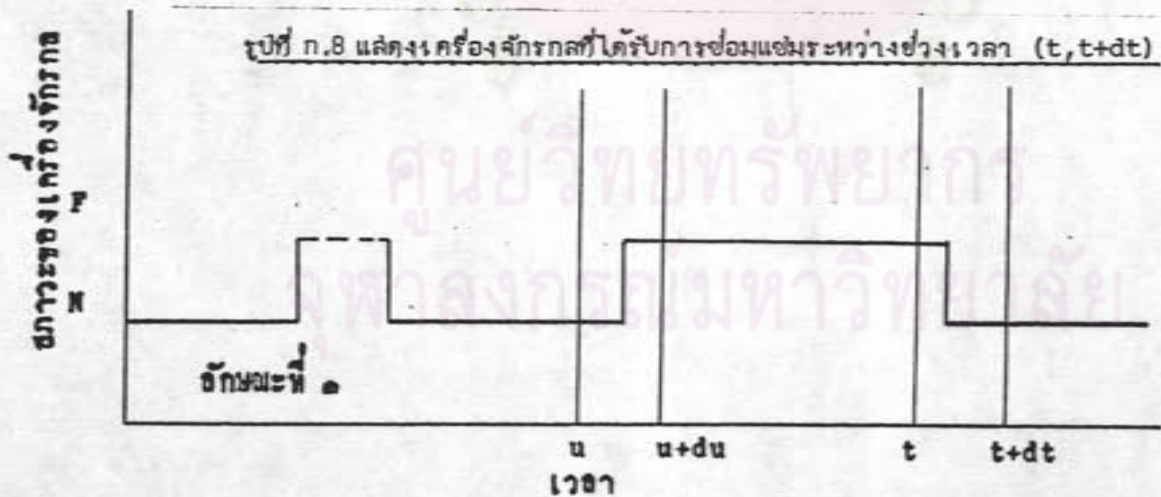
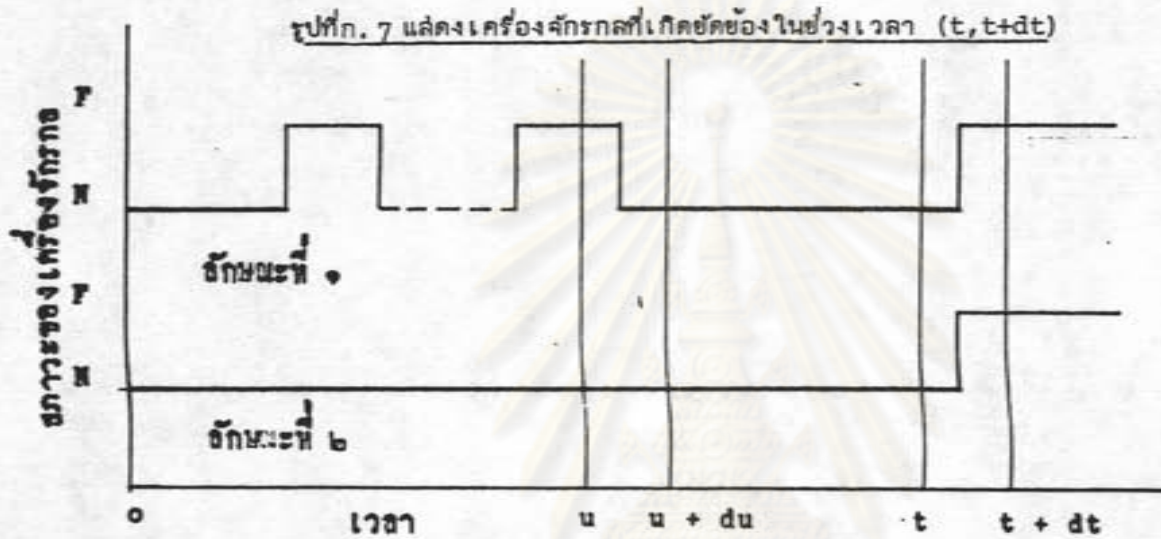
สังเกตได้ว่า เราได้เพิ่มเงื่อนไขแก่ค่าจำกัดความของ  $f(t-\mu) dt$  เพราะว่าลักษณะการเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรกลขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ใช้งานได้  $t-\mu$  ที่เวลา  $t$  เท่านั้น และไม่ขึ้นอยู่กับประวัติของสภาวะก่อน  $\mu$

ความน่าจะเป็นของลักษณะที่ 2  $w(t) dt$  เป็นความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรกลจะเกิดการขัดข้องในช่วงเวลา  $(t, t+dt)$  เมื่อเริ่มต้นที่สภาวะปกติที่

$$\text{จากลักษณะ 1 และ 2 } w(t) dt = f(t) dt + dt \int_0^t f(t-\mu) v(\mu) d\mu \quad (53)$$

$$\text{หรือเท่ากับ } w(t) = f(t) + \int_0^t f(t-\mu) v(\mu) d\mu \quad (54)$$

แต่ยังมีอีกลักษณะหนึ่งดังรูปที่ ก.8 เมื่อเครื่องจักรกลเกิดการขัดข้องระหว่างช่วงเวลา  $(\mu, \mu+d\mu)$  และยังคงอยู่ในสภาวะขัดข้องมาจนถึงเวลา  $t$  แล้วได้รับการซ่อมแซมเสร็จในช่วงเวลา  $(t, t+dt)$  กำหนดเริ่มต้นที่สภาวะปกติที่  $t=0$



ความน่าจะเป็นของลักษณะที่ 3 นี้ คือ  $w(u)du \cdot g(t-u)dt$  เราจะได้

$$v(t)dt = dt \int_0^t g(t-u) w(u) du \quad (55)$$

หรือ

$$v(t) = \int_0^t g(t-u) w(u) du \quad (56)$$

ความสัมพันธ์ของ  $Q(t)$  สัมมูลให้  $x(t)$  เป็นตัวแปรบ่งสภาวะ

เมื่อ  $x(t) = 1$  ถ้าเครื่องจักรกลอยู่ในสภาวะชดช้อย (57)

$x(t) = 0$  ถ้าเครื่องจักรกลอยู่ในสภาวะปกติ

$$\text{ดังนั้น } x_{0,1}(t) \text{ และ } x_{1,0}(t) \quad (58)$$

ตัวอย่างเช่น ถ้าเครื่องจักรกลในระหว่างการทดสอบ เกิดมีการชดช้อย 3 ครั้ง และซ่อมแซม  
ไปแล้ว 2 ครั้ง ที่เวลา  $t$  ดังนั้นจะได้ว่า

$$x(t) = 3-2 = 1 \text{ เครื่องจักรกลอยู่ในสภาวะชดช้อย}$$

จากสมมติฐานการคาดคะเนของสมการที่ (45) เพื่อหาค่า  $Q(t)$

สมมติ  $E(\cdot)$  เป็นค่าคาดคะเน

$$\text{โดยทั่ว ๆ ไป } E(x(t)) = E(x_{0,1}(t)) - E(x_{1,0}(t)) \quad (58.1)$$

ค่าคาดคะเน  $E(x(t))$  ของ  $x(t)$  คือ

$$\begin{aligned} E(x(t)) &= 1 \cdot \text{Pr}(x(t)=1) + 0 \cdot \text{Pr}(x(t)=0) \\ &= \text{Pr}(x(t)=1) \end{aligned} \quad (58.2)$$

$$\text{จะได้ } E(x(t)) = Q(t) \quad (58.3)$$

เมื่อ  $x_{0,1}(t)$  เป็นจำนวนการชดช้อยจนถึงเวลา  $t$ ,  $E(x_{0,1}(t))$  เป็นจำนวน  
คาดคะเนของการชดช้อยถึงเวลานั้น หรือเวลา  $t$

$$E(x_{0,1}(t)) = W(0,t) \quad (58.4)$$

ทำนองเดียวกัน

$$E(x_{1,0}(t)) = V(0,t) \quad (58.5)$$

ดังนั้นจากสมการ (58.1), (58.3), (58.4) และ (58.5) เราจะได้

$$Q(t) = W(0,t) - V(0,t) \quad (59)$$

$Q(t)$  ให้ความแตกต่างระหว่างจำนวนการชดช้อยคาดคะเน  $W(0,t)$  และจำนวน  
การซ่อมแซมคาดคะเน  $V(0,t)$  จากเวลา  $t = 0$  จนถึง  $t$  จำนวนคาดคะเนเราได้จาก

ค่า  $w(u)$  และ  $v(u)$  จากสมการ (32) และ (36) ซึ่งเขียนสมการ (59) ใหม่ได้เป็น

$$Q(t) = \int_0^t w(u) - v(u) du \quad (60)$$

ความสัมพันธ์ของ  $v(t)$

จากกฎลูกโซ่ การเกิดเหตุการณ์ร่วมกันของเหตุการณ์ A และ C เท่ากับเป็นการเกิดเหตุการณ์ A เมื่อเกิดเหตุการณ์ C

$$\Pr(A|c|w) = \Pr(A|c,w) \Pr(c|w) \quad (61)$$

เมื่อกำหนดให้  $c$  = เครื่องจักรกลอยู่ในสภาวะปกติที่เวลา  $t$

$A$  = เครื่องจักรกลเกิดการขัดข้องในช่วงเวลา  $(t, t+dt)$

$w$  = เครื่องจักรกลเริ่มต้นที่สภาวะปกติที่  $t = 0$

เมื่อมีการขัดข้องหนึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลา  $(t+dt)$  และเหตุการณ์ A เป็นภัยของเหตุการณ์ c ดังนั้นการเกิดเหตุการณ์ร่วมกันระหว่าง A และ c เพื่อลดเหตุการณ์ A สมการ (61) จึงเป็น

$$\Pr(A|w) = \Pr(A|c,w) \Pr(c|w) \quad (62)$$

ตามคำจำกัดความของ  $A(t)$ ,  $v(t)$  และ  $w(t)$  จะได้

$$\Pr(A|w) = w(t)dt \quad (63)$$

$$\Pr(A|c,w) = v(t)dt \quad (64)$$

$$\Pr(c|w) = A(t)dt \quad (65)$$

$$\text{และจากสมการ (62)} \quad w(t) = v(t) A(t) \quad (66)$$

$$\text{หรือ } w(t) = v(t) 1-Q(t) \quad (67)$$

$$\text{และ } v(t) = \frac{w(t)}{1-Q(t)} \quad (68)$$

ความสัมพันธ์ของ  $u(t)$  เช่นเดียวกับกรณีของ  $v(t)$

$$u(t) = \frac{v(t)}{Q(t)} \quad (69)$$

$$v(t) = u(t)Q(t) \quad (70)$$

$u(t)$  สามารถคำนวณได้จากสมการ (69) เมื่อทราบค่า  $v(t)$  และ  $Q(t)$  และค่า  $v(t)$  และ  $Q(t)$  ก็สามารถคำนวณได้จากสมการ (56) และ (59) ตามลำดับ



เมื่อเครื่องจักรกลมีอัตราการซ่อมแซมคงที่  $m(t) = m$  ค่า  $u(t)$  จะเท่ากับ  $m$  และทราบค่าได้ ในกรณีนี้ใช้สมการ (70) คำนวณหาค่า  $v(t)$

ถ้าเครื่องจักรกลมีอัตราการซ่อมแซมไม่คงที่  $v(t)$  จะไม่เท่ากับ  $x(t)$  ทั้งหมดเดียวกัน เมื่ออัตราการซ่อมแซมไม่คงที่  $u(t)$  ก็จะไม่เท่ากับ  $m(t)$

$$w(t) \neq x(t) 1-Q(t) \quad (71)$$

$$v(t) \neq m(t)Q(t) \quad (72)$$

### 8 การวิเคราะห์รูปแบบอัตราการขัดข้องและการซ่อมแซมที่คงที่

ในขบวนการ RTF จากสมการที่ (29) ที่แสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง  $x(t)$  และ  $v(t)$  เมื่อ  $x$  คงที่

สมมติฐานให้  $x$  และ  $v$  เป็นค่าคงที่

แทนค่า  $v$  ในสมการ (41), (42) และ (43) จะได้

$$F(t) = 1 - e^{-vt} \quad (73)$$

$$R(t) = e^{-vt} \quad (74)$$

$$f(t) = ve^{-vt} \quad (75)$$

การกระจายของสมการ (73) เราเรียกว่าการกระจายเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential distribution)

และ MTTF จากสมการ (15)

$$MTTF = \int_0^{\infty} t ve^{-vt} dt = \frac{1}{v} \quad (76)$$

MTTF สามารถคำนวณได้จากตัวกลางเลขคณิต (Arithmetical Mean) ของข้อมูลเวลาที่เกิดการขัดข้องจากรูปที่ ก.9 เป็นการพล็อตค่า  $F(t)$  และ  $t$  ค่าของ  $F(t)$  ที่เวลา  $t$  เท่ากับ MTTF คือ  $(1 - e^{-1}) = 0.63$  เมื่อทราบค่าการกระจายการขัดข้อง เราก็สามารถหาค่า MTTF ได้โดยกำหนดเวลา  $t$

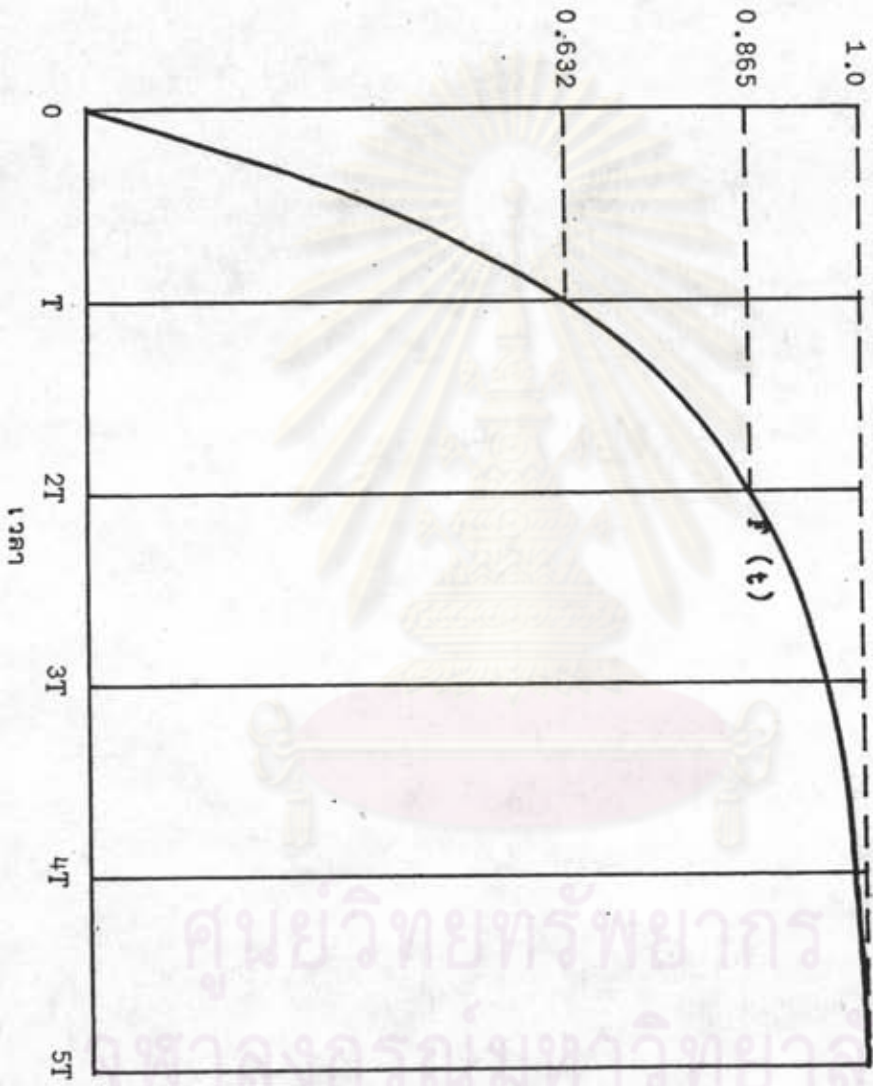
$$F(t) = 0.63 \quad (77)$$

สำหรับขบวนการ FTR การวิเคราะห์ค่า  $u$  จากสมการ (51) และ (52) แทน

ค่า  $u$  จะได้  $G(t) = 1 - e^{-ut} \quad (78)$

$$g(t) = ue^{-ut} \quad (79)$$

การกระจายการชดช้องด้วยอัตรา  
การชดช้องคงที่



รูปที่ ก. 9 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ชดช้อง  
T

การกระจายของลุ่มการ (78) เป็นการกระจายการซ่อมแซมเอ็กซ์โปเนนเชียล และค่า

$$MTTR = \int_0^{\infty} t u e^{-ut} dt = \frac{1}{u} \quad (80)$$

เช่นเดียวกันในขบวนการ RTF และลุ่มการ (77) เราจะได้

$$G(t) = 0.63 \quad (81)$$

ข้อลุ่มมติฐานของอัตราการซ่อมแซมคงที่ สามารถทำการตรวจสอบได้โดยการพล็อตกราฟ

### 9 การวิเคราะห์ขบวนการทั้งหมดโดย Laplace Transformation

เมื่อลุ่มมติฐาน อัตราการขัดข้องและอัตราการซ่อมแซมคงที่แล้ว การวิเคราะห์ของขบวนการทั้งหมดจะเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยการ Laplace Transforms

Laplace transformation  $L h(t)$  ของ  $h(t)$  ที่เวลา  $t$  เป็นฟังก์ชันของตัวแปรตัวหนึ่ง  $s$  และกำหนดได้โดย

$$L h(t) = \int_0^{\infty} e^{-st} h(t) dt \quad (82)$$

การแปลงรูปของ  $e^{-at}$  คือ

$$L e^{-at} = \int_0^{\infty} e^{-st} e^{-at} dt = \frac{1}{s+a} \quad (83)$$

ส่วนกลับของ Laplace transformation  $L^{-1} H(s)$  เป็นฟังก์ชันของ  $t$  ที่ Laplace transformation  $H(s)$  ดังนั้น การแปลงรูปกลับของ  $\frac{1}{s+a}$  จะกลายเป็น  $e^{-at}$

$$L^{-1} \frac{1}{s+a} = e^{-at} \quad (84)$$

ลักษณะหนึ่งของ Laplace transform

$$L \int_0^t h_1(t-u)h_2(u)du = L h_1(t) \cdot h_2(t)$$

อีกประการหนึ่งการแปลงรูปของ convolution แล่งโดยผลของ Laplace transform  $L h_1(t)$  และ  $L h_2(t)$  การอินทิกรัล, convolution ปฏิบัติได้โดยให้เป็นผลของ algebraic ในลุ่มสับ Laplace transform ดังนั้นจากลุ่มการ (54) และ (56) จะเป็น

$$L w(t) = L (t) + L f(t) \cdot L v(t) \quad (85)$$

$$L v(t) = L g(t) L w(t)$$

อัตราการชดช้องคงที่  $v$  และอัตราการซ่อมแซมคงที่  $u$

$$L f(t) = L v e^{-vt} = v \cdot L e^{-vt} = \frac{v}{s+v} \quad (86)$$

$$L g(t) = \frac{u}{s+u} \quad (87)$$

สมการ (85) จะกลายเป็น

$$\begin{aligned} L w(t) &= \frac{v}{s+v} \cdot \frac{v}{s+v} L v(t) \\ L v(t) &= \frac{u}{s+u} L w(t) \end{aligned} \quad (88)$$

สมการ (88) เป็นสมการที่แยกตัวแปรของ  $L w(t)$  และ  $L v(t)$  และสมการ  
แก้สมการ

$$L w(t) = \frac{vu}{v+u} \frac{1}{s} + \frac{v^2}{v+u} \frac{1}{s+v+u} \quad (89)$$

$$L v(t) = \frac{vu}{v+u} \frac{1}{s} - \frac{vu}{v+u} \frac{1}{s+v+u} \quad (90)$$

ใช้ส่วนกลับของ Laplace transform ในสมการ (89) และ (90)

$$w(t) = \frac{vu}{v+u} L^{-1} \frac{1}{s} + \frac{v^2}{v+u} L^{-1} \frac{1}{s+v+u} \quad (91)$$

$$v(t) = \frac{vu}{v+u} L^{-1} \frac{1}{s} - \frac{vu}{v+u} L^{-1} \frac{1}{s+v+u} \quad (92)$$

จากสมการ (84)

$$w(t) = \frac{vu}{v+u} + \frac{v^2}{v+u} e^{-(v+u)t} \quad (93)$$

$$v(t) = \frac{vu}{v+u} - \frac{vu}{v+u} e^{-(v+u)t} \quad (94)$$

คำนวณค่าคาดหวังและการซ่อมแซม  $W(0,t)$  และ  $V(0,t)$  โดย  
การอินทิเกรตของสมการ (32) และ (36) ด้วย  $t_1 = 0$  และ  $t_2 = t$

$$W(0,t) = \frac{vu}{v+u} t + \frac{v^2}{(v+u)^2} (1 - e^{-(v+u)t}) \quad (95)$$

$$V(0,t) = \frac{vu}{v+u} t - \frac{vu}{(v+u)^2} (1 - e^{-(v+u)t}) \quad (96)$$

$Q(t)$  จากสมการ (59)

$$Q(t) = W(0,t) - V(0,t) = \frac{v}{v+u} (1 - e^{-(v+u)t}) \quad (97)$$

และ  $A(t)$  จากสมการ (25)

$$A(t) = 1 - Q(t) = \frac{u}{v+u} + \frac{v}{v+u} e^{-(v+u)t} \quad (98)$$

สำหรับค่า  $A(\infty)$  และ  $Q(\infty)$

$$Q(\infty) = \frac{v}{v+u} = \frac{1/u}{1/v+1/u} \quad (99)$$

$$A(\infty) = \frac{u}{v+u} = \frac{1/v}{1/v+1/u} \quad (100)$$

สมการลภาวะคงตัวของ  $Q(\infty)$  และ  $A(\infty)$  ยังแสดงได้เป็น

$$Q(\infty) = \frac{MTTR}{MTTF+MTTR} \quad (101)$$

$$A(\infty) = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} \quad (102)$$

$$\text{และ } \frac{Q(t)}{Q(\infty)} = 1 - e^{-(v+u)t} \quad (103)$$

ดังนั้น 63.2% และ 86.5% ของ  $Q(\infty)$  ที่เวลา  $T$  และ  $2T$  เมื่อ

$$T = \frac{1}{v+u} = \frac{MTTF \cdot MTTR}{MTTF+MTTR} \quad (104)$$

$$\text{หรือ } = MTTR \text{ ถ้า } MTTR \ll MTTF \quad (105)$$

พิจารณาตัวอย่างหนึ่งจากรูปที่ 5 ซึ่งแสดงประวัติลภาวะของเครื่องจักรกล 10 คัน ที่เวลา 10 หน่วยและจากตารางที่ 4 เราได้ค่า  $MTTF = 3.05$  และ  $MTTR = 2.05$

จากสมการ (76) และ (80)

$$v = 1/MTTF = 0.328$$

$$u = 1/MTTR = 0.488$$

$$Q(t) = \frac{0.328}{0.328+0.488} (1 - e^{-(0.328+0.488)t}) = 0.402(1 - e^{-0.816t})$$

$$W(t) = \frac{0.328 \times 0.488}{0.328+0.488} + \frac{0.328^2}{0.328+0.488} e^{-(0.328+0.488)t}$$

$$\text{ที่ } t = 5 \quad Q(5) = 0.395, \quad w(5) = 0.198$$

$$\text{ที่ } t = \infty \text{ (Stationary)} \quad Q(\infty) = 0.402, \quad w(\infty) = 0.196$$

#### 10 การแจกแจงการชดช้องและซ่อมแซมโดยอาศัยการแจกแจงทางสถิติ

นอกจากการแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล ยังมีการแจกแจงอื่นที่สำคัญ เช่น การแจกแจงปกติ, การแจกแจงล็อกนอร์มัล (log-normal distribution), การแจกแจงแกมม่า, การแจกแจงเวบูล, การแจกแจงปัวซอง แต่ละชนิดก็ให้ความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการแจกแจงการชดช้อง และการซ่อมแซมแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ AMCP ได้แนะนำการแจกแจงทางสถิติไปใช้สำหรับการแจกแจงการชดช้องและซ่อมแซม สรุปได้ดังนี้

- การแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล เหมาะสำหรับระบบที่มีการซ่อมแซมได้, ระบบมีการชดช้องเป็นครั้งคราว, ไม่สามารถคาดคะเนสภาพแวดล้อมการทำงานของระบบได้, เมื่อข้อมูลไม่พอเพียงที่จะแสดงรูปแบบการกระจายได้ และมีรูปแบบอัตราการชดช้องคงที่

- การแจกแจงเวบูล (Weibull distribution) เหมาะสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โทรคมนาคม และอุปกรณ์เครื่องจักรกล, การเสื่อมสภาพของอุปกรณ์, ความล้มและอุปกรณ์ต่อต้านแรงเสียดทาน มีรูปแบบอัตราการชดช้องที่ค้ำทางเดียว (monotonic) ที่ค้ำทางขึ้นอยู่กับเซพพารามิเตอร์ (shape parameter) สามารถเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้เสมอ ถ้าเพิ่มขึ้นก็จะเพิ่มอย่างไม่มีขอบเขต ถ้าลดลงก็จะลดลงถึงศูนย์ และยังใช้กับระบบที่มีการชดช้องคงที่ได้

- การแจกแจงล็อกนอร์มัล (log-normal distribution) เหมาะสำหรับหาเวลาการซ่อมแซม, อายุการใช้งานของสารกึ่งตัวนำ, อุปกรณ์ต่อต้านแรงเสียดทาน และมีรูปแบบอัตราการชดช้อง เพิ่มขึ้นจนถึงขีดสูงสุด แล้วลดลงต่ำถึงศูนย์ เมื่อ  $t = \infty$

- การแจกแจงปกติ เหมาะสำหรับหาอายุการใช้งานเมื่อกำหนดการเสื่อมสภาพทางฟลักซ์ เมื่อข้อมูลไม่พอเพียงเช่นเดียวกับการแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่มีรูปแบบอัตราการชดช้องเพิ่มขึ้นและไม่มีขอบเขต

เมื่อมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะสร้างฮิสโตแกรมได้สมบูรณ์ จึงต้องอาศัยการแจกแจงทางสถิติ และประเมินค่าพารามิเตอร์ จากข้อมูล

โดยทั่ว ๆ ไปการหาค่าพารามิเตอร์ โดยอาศัยการทดลองข้อมูลนั้น มีได้ 3 กรณี ดังนี้

- 1) อุปกรณ์ทั้งหมดที่ทดสอบเกิดการขัดข้อง และไม่มีอุปกรณ์รายการใดของการทดสอบนี้ ถูกยกเลิกก่อนจะเกิดการขัดข้อง (All sample fail)
- 2) อุปกรณ์บางรายการของการทดสอบ ถูกยกเลิกก่อนที่จะมีการขัดข้อง (Incomplete failure data)
- 3) อุปกรณ์เพียงส่วนน้อยเท่านั้นของการทดสอบ ที่มีการขัดข้อง (Early failure data)

กรณีที่ 1 สามารถทำการตรวจสอบได้ว่ามีอัตราการขัดข้องคงที่  $v$  หรือไม่

$$\text{โดยตรวจสอบได้จาก } R(t) = e^{-vt}$$

$$\text{หรือ } \log \frac{1}{R(t)} = vt$$

ทำการพล็อตค่าล็อก (log) ของ  $1/R(t)$  และ  $t$  เราจะได้เส้นตรงที่มีความชัน (slope)  $v$  หรืออาจจะใช้การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear regression) โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Method of least squares) มาประมาณค่า  $v$  แล้วเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของ  $r(t)$

กรณีที่ 2 เมื่อมีข้อมูลการขัดข้องไม่สมบูรณ์ ในการทดสอบบางครั้งอุปกรณ์ถูกถอดออกจากการใช้งาน จะด้วยเหตุผลใดก็ตาม ก่อนที่จะเกิดการขัดข้อง ซึ่งผลของจำนวนอุปกรณ์ที่เกิดการขัดข้อง และพารามิเตอร์อื่นต้องถูกแก้ไข

กรณีที่ 3 เมื่ออุปกรณ์ 100 รายการได้ถูกทดสอบการขัดข้อง แต่เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ เนื่องจากว่ามีเวลาจำกัดหรือเหตุผลอื่น การขัดข้องจึงเกิดขึ้นไม่ครบ 100 รายการ แต่สำหรับสภาวะการเช่นนี้การแจกแจงการขัดข้อง ยังคงประมาณได้จากข้อมูลที่มียู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก.6 พหุคูณความน่าจะเป็นของขบวนการ RTE

|                     |                         |   |   |
|---------------------|-------------------------|---|---|
| Failure Rate $r(t)$ | General $r(t)$          | (1) $R(t) + F(t) = 1$<br>(2) $R(0) = 1, R(\infty) = 0$<br>(3) $F(0) = 0, F(\infty) = 1$<br>(4) $f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$<br>(5) $f(t) dt = F(t + dt) - F(t)$<br>(6) $F(t) = \int_0^t f(u) du$ | (7) $R(t) = \int_t^\infty F(u) du$<br>(8) $MTTF = \int_0^\infty t f(t) dt$<br>(9) $r(t) = \frac{f(t)}{[1 - F(t)]}$<br>(10) $R(t) = \exp\left[-\int_0^t r(u) du\right]$<br>(11) $F(t) = 1 - \exp\left[-\int_0^t r(u) du\right]$<br>(12) $f(t) = r(t) \exp\left[-\int_0^t r(u) du\right]$ |
|                     | Const. $r(t) = \lambda$ | (13) $R(t) = e^{-\lambda t}$<br>(15) $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$  | (14) $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$<br>(16) $MTTF = \frac{1}{\lambda}$   |

ตาราง ก.7 พหุคูณความน่าจะเป็นของขบวนการ FTR

|                    |                     |  |  |
|--------------------|---------------------|--|--|
| Repair Rate $m(t)$ | General $m(t)$      | (1) $G(t) = g(t) = m(t) = 0$<br>for non-repairable<br>component<br>(2) $G(0) = 0, G(\infty) = 1$<br>(3) $g(t) = \frac{dG(t)}{dt}$<br>(4) $g(t) dt = G(t + dt) - G(t)$<br>(5) $G(t) = \int_0^t g(u) du$ | (6) $G(t_2) - G(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} g(u) du$<br>(7) $MTTR = \int_0^\infty t g(t) dt$<br>(8) $m(t) = \frac{g(t)}{1 - G(t)}$<br>(9) $G(t) = 1 - \exp\left[-\int_0^t m(u) du\right]$<br>(10) $g(t) = m(t) \exp\left[-\int_0^t m(u) du\right]$ |
|                    | Const. $m(t) = \mu$ | (11) $G(t) = 1 - e^{-\mu t}$<br>(13) $MTTR = \frac{1}{\mu}$  | (12) $g(t) = \mu e^{-\mu t}$   |



ตาราง ก.8 ตารางเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของขบวนการทั้งหมด

|                       | Repairable  | Non-repairable  |
|-----------------------|---|---|
| Fundamental Relations | (1) $A(t) + Q(t) = 1$<br>(2) $A(t) > R(t)$<br>(3) $Q(t) < F(t)$<br>(4) $w(t) = f(t) + \int_0^t f(t-u)v(u)du$<br>(5) $v(t) = \int_0^t g(t-u)w(u)du$<br>(6) $W(t, t+dt) = w(t)dt$<br>(7) $V(t, t+dt) = v(t)dt$<br>(8) $W(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} w(u)du$<br>(9) $V(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} v(u)du$<br>(10) $Q(t) = W(0, t) - V(0, t)$<br>(11) $\lambda(t) = \frac{w(t)}{1-Q(t)}$<br>(12) $\mu(t) = \frac{v(t)}{Q(t)}$ | $A(t) + Q(t) = 1$<br>$A(t) = R(t)$<br>$Q(t) = F(t)$<br>$w(t) = f(t)$<br>$v(t) = 0$<br>$W(t, t+dt) = w(t)dt$<br>$V(t, t+dt) = 0$<br>$W(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} w(u)du$<br>$= F(t_2) - F(t_1)$<br>$V(t_1, t_2) = 0$<br>$Q(t) = W(0, t) = F(t)$<br>$\lambda(t) = \frac{w(t)}{1-Q(t)}$<br>$\mu(t) = 0$ |
| Stationary Values     | (13) $MTBF = MTBR = MTTF + MTTR$<br>(14) $0 < A(\infty) < 1, 0 < Q(\infty) < 1$<br>(15) $0 < w(\infty) < \infty, 0 < v(\infty) < \infty$<br>(16) $w(\infty) = v(\infty)$<br>(17) $W(0, \infty) = \infty, V(0, \infty) = \infty$   | $MTBF = MTBR = \infty$<br>$A(\infty) = 0, Q(\infty) = 1$<br>$w(\infty) = 0, v(\infty) = 0$<br>$w(\infty) \neq v(\infty) = 0$<br>$W(0, \infty) = 1, V(0, \infty) = 0$  |
| Remark                | (18) $w(t) \neq \lambda(t), v(t) \neq \mu(t)$<br>(19) $\lambda(t) \neq r(t), \mu(t) \neq m(t)$<br>(20) $w(t) \neq f(t), v(t) \neq g(t)$   | $w(t) \neq \lambda(t), v(t) = \mu(t) = 0$<br>$\lambda(t) = r(t), \mu(t) = m(t) = 0$<br>$w(t) = f(t), v(t) = g(t) = 0$   |

## 11 พหุคูณเตอรัลลิต

สำหรับตัวแปรสุ่ม  $X$ , การแจกแจง  $F(x)$  กำหนดได้โดย

$$F(x) = \text{ความน่าจะเป็นของ } X \text{ ที่มีค่าน้อยกว่า } x$$

ถ้า  $X$  เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง การแจกแจงความน่าจะเป็นกำหนดได้จากอนุพันธ์ครั้งแรกของ  $F(x)$

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

$f(x)dx$  คือความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่มีค่าอยู่ระหว่าง  $(x, x+dx)$  สำหรับตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง ความน่าจะเป็น  $\Pr(X = x_i)$

$$\Pr(x_i) = F(x_{i+1}) - F(x_i)$$

$$\text{และ } x_1 < x_2 < x_3 \dots$$

ค่าเฉลี่ย (Mean) บางครั้งเราเรียกว่าค่าคาดคะเน (expected value)  $E(X)$  เป็นค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมดที่ใช้ในการแจกแจง ในทางคณิตศาสตร์กำหนดได้เป็น  $\int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$  ถ้า  $X$  เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่องที่มีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น  $f(x)$  และเท่ากับ  $\sum_i x_i \Pr(x_i)$  ถ้า  $x$  เป็นตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่องที่มีฟังก์ชันความน่าจะเป็น  $\Pr(x_i)$

มีถฐาน (Median) เป็นจุดกึ่งกลางของการแจกแจง สำหรับตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง  $f(x)$  ที่มีจุดกึ่งกลาง  $x$

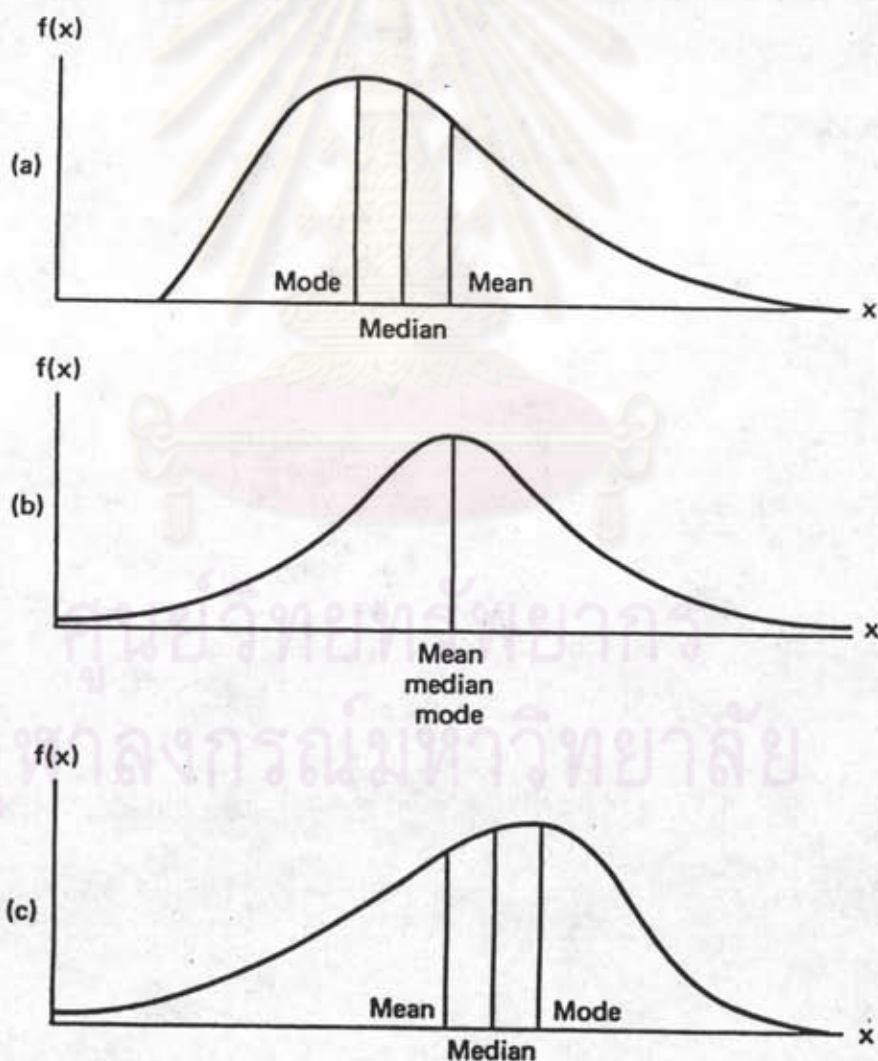
$$\int_{-\infty}^x f(x) dx = 0.5$$

และสำหรับตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง

$$\sum_{i=1}^x P(x_i) = 0.5$$

ฐานนิยม (Mode) สำหรับตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง เป็นค่าที่เป็นค่าสูงสุด (Maximum) ของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น และสำหรับตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง จะเป็นค่าของตัวแปรสุ่มที่มีความน่าจะเป็นสูงที่สุด

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย, มัชยฐานและฐานนิยมแสดงดังรูปกราฟ 3 รูปที่มีฟังก์ชันการแจกแจงต่าง ๆ กัน



รูปที่ ก. 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย, มัชยฐานและฐานนิยมที่ฟังก์ชันการแจกแจงต่างกัน

ความแปรปรวน (Variance) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) จากโมเมนต์ (Moment) อันดับต่าง ๆ ของตัวแปรสุ่ม โมเมนต์อันดับที่  $k$  รอบจุดกำเนิดของตัวแปรสุ่ม  $X$  แทนด้วย  $\mu'_k$  มีค่าดังนี้

$$\mu'_k = E(X^k)$$

$$\mu'_k = \sum_X x^k f(x) \quad \text{เมื่อ } X \text{ เป็นตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง}$$

$$\text{และ } \mu'_k = \int_{-\infty}^{\infty} x^k f(x) dx \quad \text{เมื่อ } X \text{ เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง}$$

เมื่อ  $E(X)$  เป็นค่าเฉลี่ยของ

สำหรับโมเมนต์ที่ 1 รอบจุดกำเนิดของ  $X$  เขียนแทนด้วย  $u$

$$\text{ดังนั้น } u = \mu'_1 = E(X)$$

$$\text{ถ้า } u(X) = (X-u)^k$$

$$\text{จะได้ว่า } E[u(X)] = E[(X-u)^k]$$

$$E[(X-u)^k] = \sum_X (x-u)^k f(x) \quad \text{เมื่อ } X \text{ เป็นตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง}$$

$$\text{และ } E[(X-u)^k] = \int_{-\infty}^{\infty} (x-u)^k f(x) dx \quad \text{เมื่อ } X \text{ เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง}$$

เรียก  $E[(x-u)^k]$  ว่าโมเมนต์อันดับที่  $k$  รอบค่าเฉลี่ย แทนด้วย  $\mu_k$

เมื่อ  $k = 2$ ,  $\mu_2$  คือโมเมนต์อันดับที่สองรอบค่าเฉลี่ย เรียก  $\mu_2$  อีก

อย่างหนึ่งว่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม  $X$  และใช้สัญลักษณ์ว่า  $\sigma^2$

$$\sigma^2 = \mu_2 = E(X-u)^2$$

กรณีที่สองของความแปรปรวนที่มีค่าเป็นบวกเรียกว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และใช้สัญลักษณ์ว่า  $\sigma$

ในการศึกษาเกี่ยวกับการแจกแจงการชำรุด (Failure Distribution) รูปร่างของเส้นโค้งการชำรุด (Failure curve) จากการสมมุติฐานพาราเมเตอร์ เช่น อัตราการชำรุดหรือเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดการชำรุด เพื่อหาค่าจริง (Actual values) ที่เกี่ยวข้องกับ

เส้นโค้งที่สมมุติฐาน การแจกแจงทางสถิติที่จะนำมาใช้ในการแจกแจงการขัดข้อง เช่น การแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล, การแจกแจงปกติ, การแจกแจงล็อก-นอร์มัล (lognormal) การแจกแจงแกมมา, การแจกแจงมีวซง และการแจกแจงเวบูล (Weibull)

## 12 การแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Distribution)

นิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขึ้นอยู่กับเวลา (time dependent data) และอัตราการขัดข้องคงที่ มีค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญดังนี้

$$\text{pdf. } f(t) = \lambda \exp(-\lambda t)$$

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$$

$$r(t) = \lambda$$

$$\text{และ MTF} = 1/\lambda$$

ค่าจำกัดความ ตัวแปร  $X$  จะเป็นการแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล ถ้ามีฟังก์ชันการแจกแจง

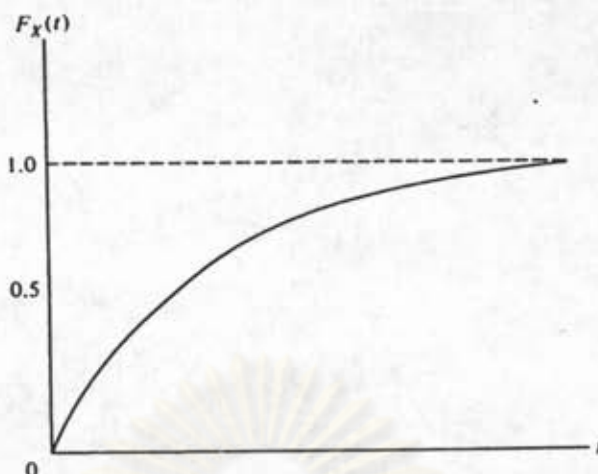
$$f_X(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad > 0, \quad t > 0$$

$$= 0 \quad \text{อิกนัยหนึ่ง}$$

มีฟังก์ชันการแจกแจง pdf. และ pmf. ดังรูปที่ ก.11 และ ก.12



รูปที่ ก.11 . Density function of the exponential distribution.



รูปที่ ก. 12 Cumulative distribution function of the exponential distribution.

จากลักษณะของการแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล

$$P\{X > r+s \mid X > r\} = P\{X > s\}$$

เมื่อ  $r$  และ  $s$  เป็นจำนวนบวก (Positive numbers)

$$\text{พิสูจน์ } P\{X > r+s \mid X > r\} = \frac{P\{X > r+s \cap X > r\}}{P\{X > r\}}$$

$$= \frac{P\{X > r+s\}}{P\{X > r\}}$$

$$= \frac{\int_{r+s}^{\infty} \lambda e^{-\lambda t} dt}{\int_r^{\infty} \lambda e^{-\lambda t} dt}$$

$$= \frac{e^{-\lambda(r+s)}}{e^{-\lambda r}} = e^{-\lambda s} = P\{X > s\}$$

หมายความว่า  $P\{X > s\}$  และ  $r$  เป็นอิสระต่อกัน อีกประการหนึ่งถ้าอุปกรณ์หนึ่งของเครื่องจักรกลไม่เกิดการขัดข้องระหว่างเวลา  $r$  ความน่าจะเป็นอย่างมีเงื่อนไขของการทำงานได้ในช่วงเวลา  $r+s$  จะเป็นอิสระกับช่วงเวลา  $r$  และเท่ากับความน่าจะเป็นของการทำงานได้ในช่วงเวลา  $s$

ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคือ  $E(X) = 1/\lambda$  และ  $\sigma^2 = 1/\lambda^2$  ตามลำดับ

### 13 การแจกแจงปกติ (Normal Distribution or Gaussian Distribution)

สำหรับการแจกแจงการชดช้องที่มีอัตราการชดช้องเพิ่มขึ้น มีค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ ดังนี้

$$\text{Pdf. } f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{t-u}{\sigma} \right)^2 \right]$$

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t \exp \left[ -(t-u)^2 / 2\sigma^2 \right] dt$$

$$r(t) = \frac{f(t)}{1-F(t)}$$

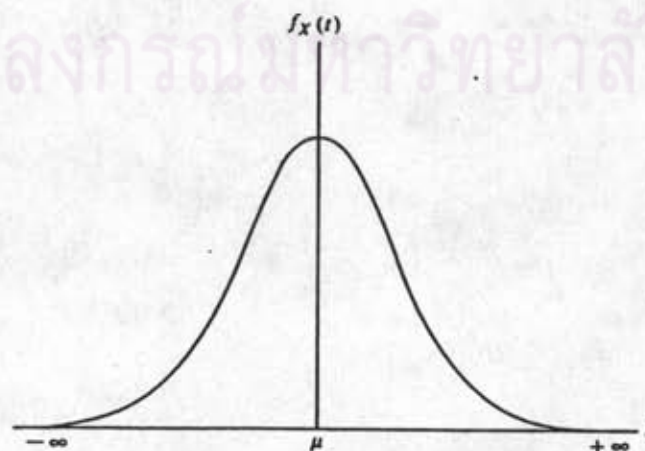
และ MTF = u

ค่าจำกัดความ ตัวแปรสุ่ม X จะเป็นการแจกแจงปกติถ้ามีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น

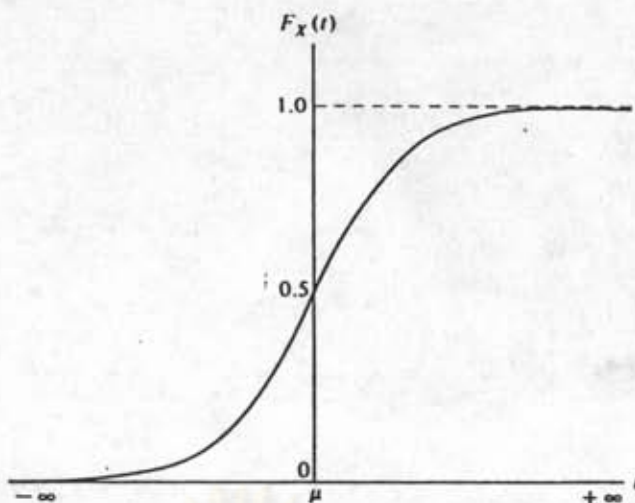
$$f_X(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{t-u}{\sigma} \right)^2 \right] \quad -\infty < t < \infty$$

$\sigma > 0$  และ  $-\infty < u < \infty$

$\sigma$  และ  $u$  เป็นพารามิเตอร์คงที่มีลักษณะโค้งของ pdf และ pmf ดังรูปที่ ก. 13 และ ก. 14



รูปที่ ก. 13 Density function of the normal distribution.



รูปที่ ก. 14 Cumulative distribution function of the normal distribution.

ถ้าตัวแปรสุ่ม  $X$  เป็นการแจกแจงปกติ ดังนั้นจะมีค่าเฉลี่ย (Mean),  $E(X) = u$  และความแปรปรวน  $\sigma^2$

พิสูจน์

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} t f_X(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{t}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{t-u}{\sigma}\right)^2\right] dt$$

ให้  $y = t-u$  ดังนั้น

$$\begin{aligned} E(X) &= \int_{-\infty}^{\infty} \frac{(u+y)}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma}\right)^2\right] dy \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \frac{y}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma}\right)^2\right] dy + u \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{t-u}{\sigma}\right)^2\right] dt \\ &= 0 + u = u \end{aligned}$$

ความแปรปรวน

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \int_{-\infty}^{\infty} (t-u)^2 f_X(t) dt \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \frac{y^2}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma}\right)^2\right] dy \\ &= \frac{2}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} y^2 \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma}\right)^2\right] dy = \frac{2\sigma^2}{\sqrt{\pi}} \Gamma\left(\frac{3}{2}\right) = \sigma^2 \end{aligned}$$



เมื่อ  $\Gamma$  เป็นฟังก์ชันแกมมา

ถ้าต้องการหาค่า  $P\{X < a\}$  เมื่อ  $X$  เป็นตัวแปรสุ่มปกติที่มีค่าเฉลี่ย =  $\mu$  และความแปรปรวน =  $\sigma^2$  ดังนั้น

$$P\{X < a\} = \int_{-\infty}^a f_X(t) dt = \int_{-\infty}^a \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2\right] dt$$

#### 14 การแจกแจงล็อก-นอร์มัล (log-normal Distribution)

สำหรับการแจกแจงการขัดข้องที่มี 2 ทิศทาง เพิ่มขึ้นหรือลดลง ขึ้นอยู่กับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีพารามิเตอร์ที่สำคัญดังนี้

$$\text{Pdf. } f(t) = \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}(\log t - \mu)^2 / \sigma^2\right]$$

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t \frac{1}{t} \exp\left[-\frac{1}{2}(\log t - \mu)^2 / \sigma^2\right] dt$$

$$r(t) = \frac{f(t)}{1-F(t)}$$

$$\text{และ } \text{MTTF} = \exp\left[\left(\mu + \frac{1}{2}\sigma^2\right)\right]$$

ค่าจำกัดความ ตัวแปรสุ่ม  $X$  เป็นการแจกแจงล็อก-นอร์มัล ถ้าล็อกการริทึม ( $\ln X$ ) มีการแจกแจงปกติมีค่าพารามิเตอร์  $\sigma$  และ  $\mu$

สมมติว่า ตัวแปร  $Y$  เป็นการแจกแจงปกติที่มีค่าพารามิเตอร์  $\sigma$  และ  $\mu$  ถ้ามีตัวแปรสุ่มใหม่อีกตัวหนึ่ง  $X = e^Y$  ดังนั้นฟังก์ชันการแจกแจงของ  $X$  คือ

$$\begin{aligned} F_X(t) &= P\{X < t\} = P\{e^Y < t\} = P\{Y < \ln t\} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{(\ln t - \mu)/\sigma} e^{-z^2/2} dz \end{aligned}$$

ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น (Pdf.) ของ  $X$  คือ

$$f_X(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} t^{-1} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} (\ln t - u)^2\right] \quad t > 0, \sigma > 0$$

และ  $= 0$  อีกนัยหนึ่ง

ซึ่งเป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงล็อก-นอร์มัล

ค่าโมเมนต์ลำดับที่  $k$  ของ  $X$  คือ

$$E(X^k) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} t^{k-1} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} (\ln t - u)^2\right] dt$$

กำหนดให้  $\ln t = z$  สมการจะเปลี่ยนเป็น

$$\begin{aligned} E(X^k) &= \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{zk} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} (z-u)^2\right] dz \\ &= \frac{\exp\left[ku + \frac{k^2\sigma^2}{2}\right]}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-u}{\sigma} - k\sigma\right)^2\right] dz \\ &= \exp\left(ku + \frac{k^2\sigma^2}{2}\right) \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ย (mean) และความแปรปรวนของการแจกแจงล็อก-นอร์มัล คือ

$$E(X) = e^{u + (\sigma^2/2)}$$

$$\text{Var}(X) = e^{2u + \sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1)$$

### 15 การแจกแจงแกมมา (Gamma Distribution)

สมมติ  $X_1, X_2, \dots, X_k$  เป็นอิสระและเป็นตัวแปรสุ่มของการแจกแจงและสมมติต่อมว่าตัวแปรเหล่านี้มีการกระจายแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลมีค่าพารามิเตอร์  $\lambda$  ผลรวมของค่าตัวแปรสุ่มเหล่านี้จะเป็นค่าเฉลี่ย (Mean)

$$E(X) = E\left(\sum_{i=1}^k X_i\right) = \sum_{i=1}^k E(X_i) = \frac{k}{\lambda}$$

$$\text{Var}(X) = \text{Var}\left(\sum_{i=1}^k X_i\right) = \sum_{i=1}^k \text{Var}(X_i) = \frac{k}{\lambda^2}$$

ค่า Pdf ของ  $X$  สามารถทำการหาได้หลายวิธี ในที่นี่จะใช้วิธี convolution

ค่า Pdf ของ  $(X_1 + X_2)$  กำหนดได้โดย

$$\begin{aligned} f_{X_1+X_2}(t) &= \int_0^t \lambda e^{-\lambda(t-t_1)} \lambda e^{-\lambda t_1} dt_1 \\ &= \lambda^2 e^{-\lambda t} \int_0^t dt_1 \\ &= \lambda^2 e^{-\lambda t} t, \quad t > 0 \end{aligned}$$

ทำนองเดียวกัน

$$\begin{aligned} f_{X_1+X_2+X_3}(t) &= \int_0^t \lambda^2 e^{-\lambda(t-t_1)} (t-t_1) \lambda e^{-\lambda t_1} dt_1 \\ &= \lambda^3 e^{-\lambda t} \int_0^t (t-t_1) dt_1 \\ &= \frac{\lambda^3 e^{-\lambda t} t^2}{2!}, \quad t > 0 \end{aligned}$$

สรุปได้ว่า ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของ  $X$  คือ

$$f_X(t) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda t} t^{k-1}}{\Gamma(k)}, \quad t > 0 \quad \lambda, k > 0$$

และ  $= 0$  อีกนัยหนึ่ง

ค่า  $\Gamma(k)$  เป็นค่าฟังก์ชันแกมมา มีค่าเท่ากับ  $\int_0^\infty t^{k-1} e^{-t} dt$

$$\Gamma(k) = (k-1) \Gamma(k-1)$$

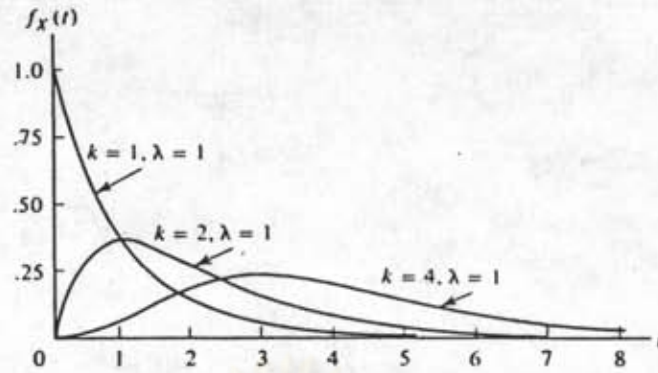
สำหรับค่า  $k$  ใด ๆ มีค่ามากกว่า 0 ดังนั้น  $\Gamma(k) = (k-1)!$  เมื่อ  $k$  เป็นค่าจำนวนเต็มบวก สมการการแจกแจงความน่าจะเป็นจะกลายเป็น

$$f_X(t) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda t} t^{k-1}}{(k-1)!}, \quad t > 0 \quad \lambda > 0 \quad k = 1, 2, \dots$$

และ  $= 0$  อีกนัยหนึ่ง

ซึ่งเป็นที่เรียกกันว่าการแจกแจง Erlang

จากค่าจำกัดความเมื่อตัวแปรสุ่ม  $X$  เป็นการแจกแจงแกมมา ถ้ามีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นดังสมการที่กล่าวมา จากรูป แสดงการกระจายแกมมาเมื่อพารามิเตอร์ต่าง ๆ กัน เราจะเห็นว่า การกระจายเหล่านี้มีจุดยอดการกระจายเอียงไปทางซ้าย (Positively skewed) เมื่อค่า  $k = 1$  การกระจายแกมมาจะมีลักษณะคล้ายกับการกระจายเอ็กซ์โปเนนเชียล



รูปที่ ก.15 Graphs of the gamma probability density functions.

#### 16 การแจกแจงเวบูล (Weibull Distribution)

ในปี พ.ศ. 2494 ศาสตราจารย์ เวบูล ได้เป็นผู้กำเนิดฟังก์ชันการแจกแจงทางสถิติใหม่ จากการทดลองความล้าของวัสดุ และจากการทดลองสิ่งเกิดอายุการใช้งานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ขึ้นเป็นฟังก์ชันการแจกแจงเวบูล ซึ่งประกอบด้วยพารามิเตอร์ 3 ตัว และเป็น การแจกแจงที่เหมาะสมกับการแจกแจงการรั่วซึมที่ได้จากการทดลองทุกรูปแบบ โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ได้ทั้ง 3 ตัว จึงทำให้การแจกแจงนี้มีความใกล้เคียงกับตัวแปรสุ่มที่ทำการทดลอง มีค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญดังนี้

$$\text{Pdf. } f(t) = \frac{\beta(t-\gamma)^{\beta-1}}{\sigma^{\beta}} \exp \left[ -\left(\frac{t-\gamma}{\sigma}\right)^{\beta} \right]$$

$$F(t) = 1 - \exp \left[ -\left(\frac{t-\gamma}{\sigma}\right)^{\beta} \right]$$

$$r(t) = \frac{\beta(t-\gamma)^{\beta-1}}{\sigma^{\beta}}$$

$$\text{และ } \text{MTTF} = \gamma + \sigma \Gamma \left( \frac{1+\beta}{\beta} \right)$$

ค่าจำกัดความ ตัวแปรสุ่ม  $X$  เป็นการแจกแจงเวบูลต์ที่มีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นดังนี้

$$f_X(t) = \frac{\beta(t-\gamma)^{\beta-1}}{\sigma^\beta} \exp \left[ - \left( \frac{t-\gamma}{\sigma} \right)^\beta \right] \quad t > \gamma : \beta, \sigma > 0$$

$$= 0 \quad \text{อีกนัยหนึ่ง}$$

มีพารามิเตอร์ของการแจกแจง 3 ตัวคือ

$\beta$  = เชพพารามิเตอร์ (Shape parameter)

$\sigma$  = สเกลพารามิเตอร์ (true scale or characteristic life parameter)

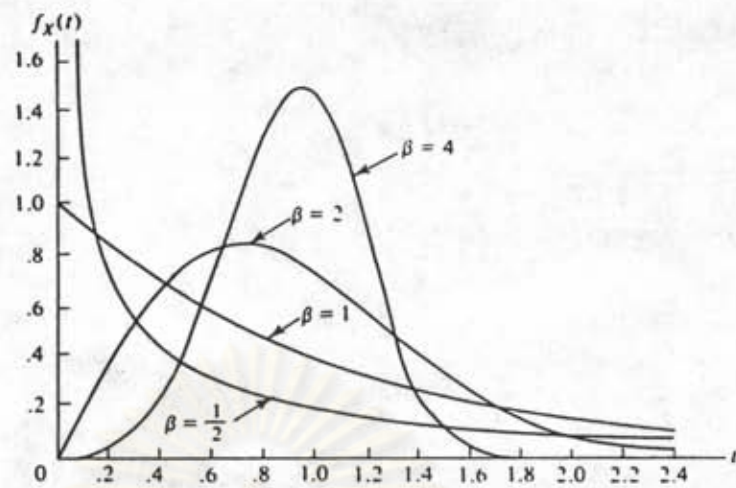
$\gamma$  = โลเกชันพารามิเตอร์ (Location or threshold parameter)

โดยทั่วไป โลเกชันพารามิเตอร์ (location parameter) จะเท่ากับศูนย์ ด้วยเหตุผลที่ว่า การชดช้อยอาจจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้เมื่อการเริ่มต้นทดลอง ดังนั้นสมการจะเหลือเพียง

$$f_X(t) = \frac{\beta t^{\beta-1}}{\sigma^\beta} \exp \left[ - \left( \frac{t}{\sigma} \right)^\beta \right] \quad t, \sigma, \beta > 0$$

และ  $= 0$  อีกนัยหนึ่ง

ซึ่งเป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น (Pdf.) ของพารามิเตอร์การแจกแจง 2 ตัวของการแจกแจงเวบูลต์ จากรูป แสดงฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นเมื่อกำหนดให้  $\sigma = 1$  และ  $\beta = 1/2, 1, 2$  และ 4



รูปที่ ก. 16 Graphs of the Weibull probability density functions  
( $\eta = 1$ ).

จากรูป การกระจายมีลักษณะแบบยอดสูงสุดเอียงไปทางซ้าย (positively skewed) และไม่สมมาตร (Asymptotic) ทั้งสองแกน เมื่อ  $\beta < 1$  จะมีรูปร่างเป็นรูประฆังคว่ำ (bell-shape) แต่ครั้งเดียว เมื่อ  $\beta > 1$  ยอดสูงสุดเอียงไปทางซ้าย และเมื่อ  $\beta$  เพิ่มขึ้นการแจกแจงนี้ เริ่มเข้าใกล้กับการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) ที่  $\beta = 4$  สำหรับ  $\beta = 1$  การแจกแจงนี้จะมีลักษณะการกระจายแบบ เอ็กซ์โป เน็น เชียล

ค่าเฉลี่ย (Mean) และความแปรปรวน (Variance) เมื่อ  $k$  เป็นโมเมนต์รอบจุดกำเนิด

$$E(X^k) = \int_0^{\infty} \frac{t^k}{\sigma} \frac{1}{\sigma} \left(\frac{t}{\sigma}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\sigma}\right)^{\beta}\right] dt$$

สมมติให้  $(t/\sigma)^{\beta} = u$

$$E(X^k) = \int_0^{\infty} \sigma^k u^{k/\beta} e^{-u} du$$

$$= \sigma^k \Gamma\left(\frac{k}{\beta} + 1\right)$$

หึ่งนั้นค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคือ

$$E(X) = \sigma \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right)$$

$$\begin{aligned} \text{Var}(X) &= \sigma^2 \Gamma\left(\frac{2}{\beta} + 1\right) - \sigma^2 \left[ \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right) \right]^2 \\ &= \sigma^2 \left\{ \left(\frac{2}{\beta} + 1\right) - \left[ \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right) \right]^2 \right\} \end{aligned}$$

### 17 การแจกแจงปัวซอง (Poisson Distribution)

สำหรับการประมาณฟังก์ชันการกระจายแบบทวินาม (Binomial) ของตัวอย่างขนาดใหญ่ การแจกแจงปัวซองเป็นรูปแบบหลายสถานะ (multi-state), ฟังก์ชันไม่ต่อเนื่อง และใช้ในการคำนวณหาความน่าจะเป็นจำนวนที่แน่นอนจำนวนหนึ่งของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบที่มีขนาดใหญ่ มีค่าพารามิเตอร์การแจกแจงการซ้ำของหึ่งนี้

$$\text{Pdf. } f(t) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^n}{n!}$$

$$F(t) = \sum_{j=0}^n \frac{(\lambda t)^j}{j!} \exp(-\lambda t), \quad n = \text{จำนวนที่ซ้ำของ}$$

และ  $\text{MTTF} = \lambda t$

ค่าจำกัดความ ตัวแปรสุ่ม  $X$  เป็นการแจกแจงปัวซองถ้ามีฟังก์ชันการแจกแจง ดังนี้

$$P_X(k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} \quad \lambda > 0, k = 0, 1, \dots$$



เมื่อ  $P_X(k)$  เป็นฟังก์ชันความน่าจะเป็นดังนี้

$$\sum_{k=0}^{\infty} P_X(k) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} = e^{-\lambda} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\lambda^k}{k!} = e^{-\lambda} e^{\lambda} = 1$$

การแจกแจงมีวของเป็นการแจกแจงลิมิต (Limiting distribution) ของทวินาม

พิสูจน์ จากฟังก์ชันความน่าจะเป็นของการแจกแจงทวินาม  $P_X(k) = \binom{n}{k} p^k q^{n-k}$

ให้  $p = \lambda/n$  จะได้

$$P_X(k) = \binom{n}{k} \left(\frac{\lambda}{n}\right)^k \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^{n-k} \quad k = 0, 1, 2, \dots, \lambda > 0$$

$$= \frac{\lambda^k}{k!} \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^n \frac{1 \{1 - (1/n)\} \dots \{1 - (k-1)/n\}}{\{1 - (\lambda/n)\}^k} = 1$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^n = e^{-\lambda} \quad \text{และ} \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1 \{1 - (1/n)\} \dots \{1 - (k-1)/n\}}{\{1 - (\lambda/n)\}^k} = 1$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \lim_{n \rightarrow \infty} P_X(k) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!}$$

หมายความว่า เมื่อความน่าจะเป็นประสบความสำเร็จในการทดลองแบบเบอร์นูลลี  $p$  จะเข้าใกล้ศูนย์ และจำนวนของการทดลอง  $n$  จะเข้าสู่อินฟินิตี้ เพื่อที่  $\lambda = np$  จะไม่เปลี่ยนแปลง และการแจกแจงทวินามจะใกล้เคียงกับการแจกแจงมีวของคัวหารามิเตอร์  $\lambda$

ถ้า  $X$  เป็นตัวแปรมีวของที่มีหารามิเตอร์  $\lambda$  ดังนั้น  $E(X) = \text{Var}(X) = \lambda$

พิสูจน์

จากฟังก์ชันการกำเนิดโมเมนต์

$$\begin{aligned}\psi_X(\theta) &= \sum_{k=0}^{\infty} e^{\theta k} p_X(k) = \sum_{k=0}^{\infty} e^{\theta k} \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} = e^{-\lambda} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(\lambda e^{\theta})^k}{k!} = e^{-\lambda} e^{\lambda e^{\theta}} \\ &= e^{\lambda(e^{\theta}-1)}\end{aligned}$$

ความแปรปรวน  $\psi'_X(\theta) = e^{\lambda(e^{\theta}-1)} \lambda e^{\theta}$

$$\psi''_X(\theta) = e^{\lambda(e^{\theta}-1)} \lambda^2 e^{2\theta} + \lambda e^{\theta} e^{\lambda(e^{\theta}-1)}$$

เมื่อ  $E(X) = \psi'_X(0) = \lambda$        $E(X^2) = \psi''_X(0) = \lambda^2 + \lambda$

ดังนั้น  $\text{Var}(X) = E(X^2) - \{E(X)\}^2 = \lambda^2 + \lambda - \lambda^2 = \lambda$

### 18 การแจกแจงไคสแควร์ (Chi-Square Distribution)

เป็นการแจกแจงที่ใช้มากในการทดสอบสมมติฐาน (hypothesis testing)

คำจำกัดความ การแจกแจงไคสแควร์ เป็นผลรวมของสแควร์ของตัวแปรปกติมาตรฐานอิสระ  $n$  ที่มีค่าเฉลี่ย (mean)  $\mu_i$  และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)  $\sigma_i$  ดังนั้น

$$X_i = \frac{X_i - \mu_i}{\sigma_i}$$

ไคสแควร์  $X^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 = \sum_{i=1}^n \left( \frac{X_i - \mu_i}{\sigma_i} \right)^2$

จากประชากรซึ่งมีค่าเฉลี่ยหรือมีขนิมเลขคณิต (Mean)  $\mu$  และความแปรปรวน (Variance)  $\sigma^2$  สุ่มตัวอย่างขนาด  $n$  ได้ความแปรปรวนของตัวอย่าง  $s^2$

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^n (X_i - u)^2 &= \sum_{i=1}^n \{(X_i - X) + (X - u)\}^2 \\
&= \sum_{i=1}^n (X_i - X)^2 + \sum_{i=1}^n (X - u)^2 + 2(X - u) \sum_{i=1}^n (X_i - X) \\
&= \sum_{i=1}^n (X_i - X)^2 + n(X - u)^2; \left\{ \because \sum_{i=1}^n (X_i - X) = 0 \right\}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - u)^2}{\sigma^2} &= \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{\sigma^2} + \frac{n(X - u)^2}{\sigma^2} \\
&= \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2} + \frac{(X - u)^2}{\sigma^2/n}
\end{aligned}$$

$$\therefore \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - u)^2}{\sigma^2} - \frac{(X - u)^2}{\sigma^2/n}$$

จะเห็นว่า  $\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - u)^2}{\sigma^2}$  เป็นตัวแปรสุ่มซึ่งมีการแจกแจงโคสแควร์ ชั้นแห่งความ

เป็นอิสระ  $n$  และ  $\frac{(X - u)^2}{\sigma^2/n}$  เป็นตัวแปรสุ่มโคสแควร์ที่มีชั้นแห่งความ เป็นอิสระ เท่ากับ 1

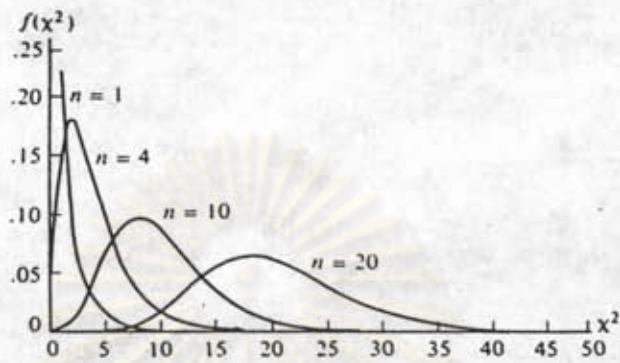
$$\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - u)^2}{\sigma^2} \quad \text{และ} \quad \frac{(X - u)^2}{\sigma^2/n} \quad \text{เป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน, ดังนั้น} \quad \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2}$$

เป็นตัวแปรสุ่มโคสแควร์ ที่มีชั้นแห่งความ เป็นอิสระ เท่ากับ  $n-1$

และถ้า  $S^2$  เป็นความแปรปรวนของตัวอย่างชนิดสุ่มขนาด  $n$  จากประชากรที่มีความแปรปรวน  $\sigma^2$  จะได้ตัวแปรสุ่ม  $\chi^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2}$  มีการแจกแจงโคสแควร์ที่มีชั้นแห่งความ เป็น

อิสระ  $v = n-1$

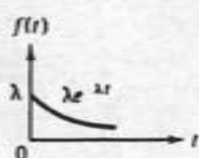
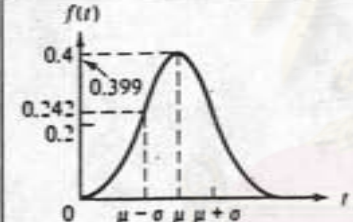
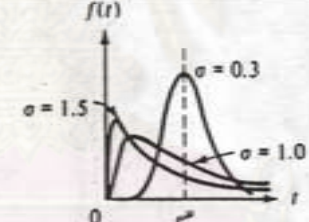
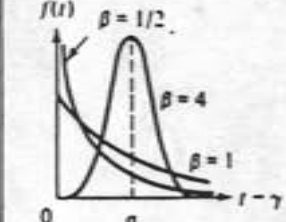
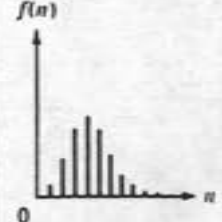
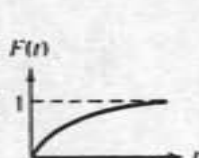
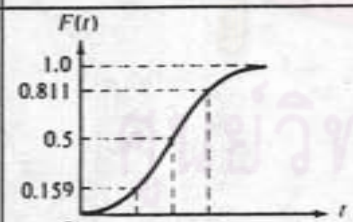
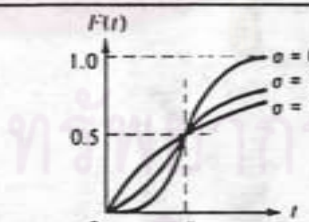
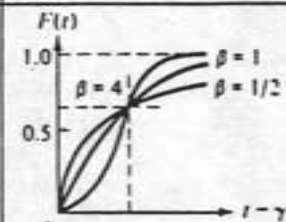
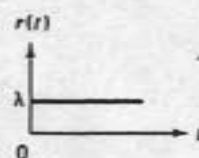
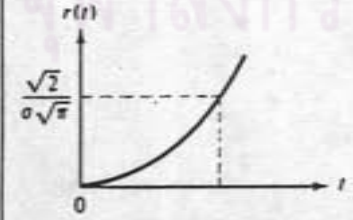
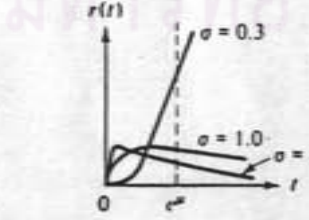
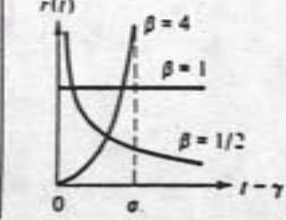
จากรูปที่ ก. 17 แสดงกราฟการกระจายโคสแควร์ที่มีขึ้นแห่งความ เป็นอิสระต่าง ๆ กัน



รูปที่ 17 Graphs of probability density functions of the  $\chi^2$  distribution.

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก.9 สรุปรูปแบบการแจกแจงทางสถิติที่สำคัญสำหรับการแจกแจงการขี้นของ

| Distributions Parameter $\downarrow$ | Exponential   | Normal   | -Log-Normal  | Weibull   | Poisson   |
|--------------------------------------|---|--|--|---|---|
| $\rho df, f(t)$                      | $\lambda \exp(-\lambda t)$  | $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2\right]$ | $\frac{1}{\sigma t\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}(\log t - \mu)^2/\sigma^2\right]$                       | $\frac{\beta(t-\gamma)^{\beta-1}}{\sigma^\beta} \exp\left[-\left(\frac{t-\gamma}{\sigma}\right)^\beta\right]$ | $\frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^n}{n!}$   |
| Unreliability, $F(t)$                | $1 - e^{-\lambda t}$  | $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t \exp\left[-(t-\mu)^2/2\sigma^2\right] dt$                | $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t \frac{1}{t} \exp\left[-\frac{1}{2}(\log t - \mu)^2/\sigma^2\right] dt$ | $1 - \exp\left[-\left(\frac{t-\gamma}{\sigma}\right)^\beta\right]$  | $\sum_{i=0}^n \frac{(\lambda t)^i}{i!} \exp^{-\lambda t}$<br>( $n$ = no. of failures) |
| Failure rate, $r(t)$                 | $\lambda$   | $\frac{f(t)}{1-F(t)}$  | $\frac{f(t)}{1-F(t)}$  | $\frac{\beta(t-\gamma)^{\beta-1}}{\sigma^\beta}$  | -   |
| Mean time to failure                 | $1/\lambda$   | $\mu$  | $\exp\left[\left(\mu + \frac{1}{2}\sigma^2\right)\right]$  | $\gamma + \sigma\Gamma\left(\frac{1+\beta}{\beta}\right)$   | $\lambda t$   |
| $f(t)$                               |    |              |                           |                            |    |
| $F(t)$                               |  |            |                         |                          |   |
| $r(t)$                               |  |            |                         |                          |   |

โปรแกรม

```

C          B515574 MF.ANLCNCESE ECCNYAKIAT1
C
C          MAIN PROGRAM
ISN      1      REAL M1TF,M1TF
ISN      2      DIMENSION TTF(500),TTF(500),NFREC(50),FFCB(50),T(50),F(50),LIV(30)
ISN      3      DIMENSION FEL(30),FAT(20),CEL(20),FC(20),FATE(20),XX(20)
ISN      4      CHARACTER TITLE*EC
ISN      5      1 READ(5,10,END=2000) TITLE
ISN      6      10 FORMAT(AE0)
ISN      7      CO 2 1=1,5CC
ISN      8      TTF(1)=C.C
ISN      9      TTR(1)=C.O
ISN     10      2 CONTINUE
ISN     11      READ(5,20) KOCE,M1TF,M1TF,IXA,IXB
ISN     12      20 FORMAT(511C)
ISN     13      READ(5,30) (TTF(I),I=1,M1TF)
ISN     14      30 FORMAT(EF1C.C)
ISN     15      IF(IXA.EC.1) GC TC 559
ISN     16      IF(IXB.EC.1) COTC 3
ISN     17      READ(5,20) (TTF(I),I=1,M1TF)
ISN     18      3 WRITE(6,40)
ISN     19      40 FORMAT(1F1)
ISN     20      WRITE(6,15) TITLE
ISN     21      15 FORMAT(/5X,AEC)
ISN     22      WRITE(6,50)
ISN     23      50 FORMAT(/14X,'NO.',4X,'TTF.',5X,'NC.',4X,'TTF.',
,5X,'NO.',4X,'TTR.',5X,'NC.',4X,'TTR.',/)
C
ISN     24      CALL SCF1(M1TF,TTF)
ISN     25      WRITE(6,60) (I,TTF(I),I=1,M1TF)
ISN     26      60 FORMAT(1CX,I6,F10.2,I6,F10.2,I6,F10.2,I6,F10.2)
ISN     27      WRITE(6,EC) M1TF
ISN     28      80 FORMAT(/5X,'TOTAL NUMBER OF FAILURE RECORDS',5X,I5,/)
ISN     29      IF(IXB.EC.1) GC TC 4
ISN     30      WRITE(6,70)
ISN     31      70 FORMAT(/14X,'NO.',4X,'TTF.',5X,'NC.',4X,'TTF.',
,5X,'NO.',4X,'TTR.',5X,'NC.',4X,'TTR.',/)
ISN     32      CALL SCF1(M1TF,TTF)
ISN     33      WRITE(6,60) (I,TTR(I),I=1,M1TF)
ISN     34      WRITE(6,50) M1TF
ISN     35      90 FORMAT(/5X,'TOTAL NUMBER OF REPAIR RECORDS',5X,I5,/)
ISN     36      4 CALL HIST(M1TF,TTF,INT,NFREC,CLASS)
ISN     37      IF (KOCE.EC.1) GC TC 501
ISN     38      230 FORMAT(/5X,'***** THE EMPIRICAL DISTRIBUTION *****')
ISN     39      WRITE(6,230)
ISN     40      WRITE(6,110)
ISN     41      WRITE(6,100) INT
ISN     42      110 FORMAT(/5X,'***** TIME TO FAILURE (TTF.) *****',/)
ISN     43      100 FORMAT(5X,'THE OPTIMAL NUMBER OF INTERVALS (CHSEN IS = ',I3,/)
ISN     44      WRITE(6,120)
ISN     45      120 FORMAT(/5X,'FAILURE OF FREQUENCY DISTRIBUTION',/)
ISN     46      901 CONTINUE
ISN     47      CO 31 KK=1,INT
ISN     48      IF (KOCE.EC.1) GC TC 502
ISN     49      WRITE (6,*) NFREC(KK)
ISN     50      902 CONTINUE
ISN     51      LPP=FLCAT(NFREC(KK))
ISN     52      XOW=FLCAT(M1TF)
ISN     53      PROB(KK)=LPP/XOW
ISN     54      31 CONTINUE
C
ISN     55      T(1) = TTF(1)
ISN     56      F(1)=PRCE(1)
ISN     57      NT=INT-1
ISN     58      IF (KOCE.EC.1) GC TC 503
ISN     59      WRITE(6,130)
ISN     60      130 FORMAT(/5X,'FAILURE OF CLASS INTERVAL',/)
ISN     61      WRITE(6,140) T(1)
ISN     62      140 FORMAT(/5X,F10.2)
ISN     63      903 CONTINUE
ISN     64      CO 41 LL=1,NT
ISN     65      L2=LL+1

```

```

ISN      66      FIL2)=F(ILL)+FFOB(L2)
ISN      67      T(L2)=T(LL)+CLASS
ISN      68      IF (KODE.EC.1) GC TC 41
ISN      69      WRITE(6,14C) T(L2)
ISN      70      41 CONTINUE
ISN      71      T(IN1+1)=T(IN1)+CLASS
ISN      72      IF (KODE.EC.1) GC TC 451
ISN      73      WRITE(6,14C) T(IN1+1)
ISN      74      WRITE(6,15C)
ISN      75      150 FORMAT(//6X,'PDF.',13X,'CDF.',10X,'CLASS IN1.',//)
ISN      76      CO 51 NC=1,IN1
ISN      77      WRITE(6,*) FFCB(NC),F(ANC),T(AC+1)
ISN      78      51 CONTINUE
ISN      79      451 CONTINUE
ISN      80      X1TF=0.C
ISN      81      CO 151 I1=1,NTTF
ISN      82      X1TF=X1TF+TTF(I1)
ISN      83      151 CONTINUE
ISN      84      M1TF=X1TF/NTTF
C          TEST GOODNESS OF FIT *****
C          BY CHI-SQUARE DISTRIBUTION ***
ISN      85      XLU=1/M1TF
ISN      86      CHIX2=C.C
ISN      87      WRITE(6,310)
ISN      88      310 FORMAT(//5X,'***** THE GOODNESS OF FIT TEST *****',//)
C          FOR EXPONENTIAL DISTRIBUTION.
ISN      89      WRITE(6,320)
ISN      90      320 FORMAT(//5X,'**FOR EXPONENTIAL DISTRIBUTION**',//)
ISN      91      WRITE(6,38C) XLU
ISN      92      380 FORMAT(//5X,'VALUE OF XLU/CA IS=',F13.7)
ISN      93      IF (KODE.EC.1) GC TC 5C4
ISN      94      WRITE(6,33C)
ISN      95      330 FORMAT(//5X,'CBSEKVEC',10X,'EXPECTED',//)
ISN      96      904 CONTINUE
ISN      97      CO 181 MM=1,INT
ISN      98      T1=T(MM)
ISN      99      T2=T(MM+1)
ISN      100     DELTA=1.C
ISN      101     CALL INTEXF (T1,T2,DELTA,XLL,PCFF)
ISN      102     IF (KODE.EC.1) GC TC 5C5
ISN      103     WRITE(6,*) PRCB(MM),PCFF
ISN      104     905 CONTINUE
ISN      105     CHIX2=CHIX2+(((PCFB(MM)-PCFF)**2)/PCFF)*NTTF
ISN      106     181 CONTINUE
ISN      107     XX(I)=CHIX2
ISN      108     IF (KODE.EC.1) GC TC 5C6
ISN      109     WRITE(6,24C) CHIX2
ISN      110     340 FORMAT(//5X,'THE CHI SQUARE VALUE OBTAINED IS=',F7.3,//)
ISN      111     506 CONTINUE
ISN      112     NFREE=INT-2
ISN      113     CALL KAISC(NFREE,TAELE)
ISN      114     IF(CHIX2.GT.TAELE) GC TC 151
ISN      115     WRITE(6,25C) CHIX2,TAELE
ISN      116     350 FORMAT(///,1X,'THE DERIVED CHI SQUARE VALUE IS ',F7.3,/,12X,
*THE TAELE VALUE IS ',F7.3,/,5X,'GOODNESS OF FIT TEST IS SUCCESS
*FUL, PARAMETERS ACCEPTABLE')
ISN      117     GO TC 2C1
ISN      118     191 WRITE(6,36C) CHIX2,TAELE
ISN      119     360 FORMAT(///,1X,'THE DERIVED CHI-SQUARE VALUE IS ',F7.3,/,12X,
*THE TAELE VALUE IS ',F7.3,/,5X,'GOODNESS OF FIT TEST IS NOT SUCCESSFUL')
C          FOR NORMAL DISTRIBUTION.
ISN      120     201 WRITE(6,27C)
ISN      121     370 FORMAT(//5X,'**FOR NORMAL DISTRIBUTION**',//)
ISN      122     VAA=VAR(TTF,NTTF)
ISN      123     XBAR=AVF(TTF,NTTF)
ISN      124     SIGMA=SQRT(VAA)
ISN      125     WRITE(6,78C) XBAR,SIGMA
ISN      126     780 FORMAT(//5X,'VALUE OF MEAN IS=',F13.7,5X,'STD.',F13.7)
ISN      127     CHIX2=C.C
ISN      128     IF (KODE.EC.1) GC TC 5C7
ISN      129     WRITE(6,33C)
ISN      130     907 CONTINUE
ISN      131     CO 251 MM=1,INT
ISN      132     T1=T(MM)
ISN      133     T2=T(MM+1)
ISN      134     DELTA=1.C

```

```

135 CALL INTNOR(T1,T2,DELTA,XBAR,SIGMA,FCFF)
136 IF (KODE.EC.1) GC TC 5CB
137 WRITE(6,4) PFCB(MM),FCFF
138 908 CONTINUE
139 CHIX2=CHIX2+(((PFCB(MM)-FCFF)**2)/FCFF)*NTTF
140 251 CONTINUE
141 XX(2)=CHIX2
142 IF (KODE.EC.1) GC TC 5C9
143 WRITE(6,34C) CHIX2
144 909 CONTINUE
145 NFREE=INT-3
146 CALL KAISC(NFREE,TAELE)
147 IF(CHIX2.GT.TABLE) GC TC 261
148 WRITE(6,35C) CHIX2,TALE
149 GO TC 271
150 261 WRITE(6,36C) CHIX2,TALE
151 271 SIGNCM=SIGMA
152 BARNCM=>BAF
C FOR LOG-NORMAL DISTRIBUTION
153 WRITE(6,39C)
154 390 FORMAT(/,5X,'*FOR LOG-NORMAL DISTRIBUTION*',/)
155 VAA=VAFLOG(TTF,NTTF)
156 >BAR=AVFLOG(TTF,NTTF)
157 SIGMA=SCRT(VAA)
158 WRITE(6,78C) >BAF,SIGMA
159 CHIX2=C.C
160 IF (KODE.EC.1) GC TC 510
161 WRITE(6,33C)
162 910 CONTINUE
163 DO 281 MM=1,INT
164 T1=T(MM)
165 T2=T(MM+1)
166 DELTA=1.C
167 CALL INTLCN(T1,T2,DELTA,XBAR,SIGMA,FCFF)
168 IF (KODE.EC.1) GC TC 511
169 WRITE(6,4) PFCB(MM),FCFF
170 911 CONTINUE
171 CHIX2=CHIX2+(((PFCB(MM)-FCFF)**2)/FCFF)*NTTF
172 281 CONTINUE
173 XX(3)=CHIX2
174 IF (KODE.EC.1) GC TC 512
175 WRITE(6,34C) CHIX2
176 912 CONTINUE
177 NFREE=INT-3
178 CALL KAISQ(NFREE,TAELE)
179 IF(CHIX2.GT.TABLE) GC TC 291
180 WRITE(6,35C) CHIX2,TALE
181 GO TC 301
182 291 WRITE(6,36C) CHIX2,TALE
183 301 SIGLCN=SIGMA
184 BARLCN=>BAF
C FOR WEIBULL DISTRIBUTION
185 WRITE(6,51C)
186 CALL PAF(1,F,BETA,TETA,INT)
187 510 FORMAT(/,5X,'*FOR WEIBULL DISTRIBUTION*',/)
188 WRITE(6,52C)EETA,TETA
189 520 FORMAT(/,5X,'VALLES CF BETA IS=',F13.7,5X,'TETA IS=',F13.7)
190 CHIX2=C.C
191 IF (KODE.EC.1) GC TC 513
192 WRITE(6,33C)
193 913 CONTINUE
194 CO 221 MM=1,INT
195 T1=T(MM)
196 T2=T(MM+1)
197 DELTA=1.C
198 CALL INTGRA(T1,T2,EXPECT,BETA,TETA,DELTA)
199 IF (KODE.EC.1) GC TC 514
200 WRITE(6,4)PFCB(MM),EXPECT
201 914 CONTINUE
202 CHIX2=CHIX2+(((PFCB(MM)-EXPECT)**2)/EXPECT)*NTTF
203 221 CONTINUE
204 XX(4)=CHIX2
205 IF (KODE.EC.1) GC TC 515
206 WRITE(6,34C) CHIX2
207 915 CONTINUE
208 NFREE=INT-2

```



```

ISN      231      NTFI=LIV(11)
ISN      232      61 CONTINUE
ISN      233      WRITE(6,16C)
ISN      234      160 FORMAT(//5>,'MORTALITY DATA',/)
ISN      235      WRITE(6,81C)
ISN      236      810 FORMAT(/5X,'TIME',17X,'LIV',6X,'REL',13X,'FAI',
,13X,'DEL',14>,'FD',15>,'FATE',/)
ISN      237      CO 71 JJ=1,IN1
ISN      238      DEL(JJ)=LIV(JJ)-LIV(JJ+1)
ISN      239      FD(JJ)=CEL(JJ)/NTF
ISN      240      RATE(JJ)=FC(JJ)/FEL(JJ)/CLASS
ISN      241      71 CONTINUE
ISN      242      CO 81 I=1,IN1+1
ISN      243      WRITE(6,*) T(I),LIV(I),FEL(I),FAI(I),CEL(I),FC(I),FATE(I)
ISN      244      81 CONTINUE
ISN      245      IF(I>8.EC.1) GO TO 5

C
ISN      246      CALL HIST(NTFI,TTR,IN1,NFREC,CLASS)
ISN      247      WRITE(6,17C)
ISN      248      170 FORMAT(///5X,'***** TIME TO REPAIR (TRF.) *****',/)
ISN      249      IF (KCE.EC.1) GO TO 516
ISN      250      WRITE(6,18C) INT
ISN      251      WRITE(6,18C)
ISN      252      180 FORMAT(//5>,'REPAIR CF FREQUENCY DISTRIBUTION',/)
ISN      253      516 CONTINUE
ISN      254      CO 91 KK=1,INT
ISN      255      IF (KCE.EC.1) GO TO 517
ISN      256      WRITE(6,*) NFREQ(KK)
ISN      257      917 CONTINUE
ISN      258      LPP=FLC/1(NFREQ(KK))
ISN      259      XOW=FLC/1(NTFI)
ISN      260      FRUB(KK)=LPP/XOW
ISN      261      91 CONTINUE

C
ISN      262      T(1)= TRF(1)
ISN      263      F(1)=PF(1)
ISN      264      NT=INT-1
ISN      265      IF (KCE.EC.1) GO TO 518
ISN      266      190 FORMAT(//5X,'REPAIR CF CLASS INTERVALS',/)
ISN      267      WRITE(6,19C)
ISN      268      WRITE(6,14C) T(1)
ISN      269      918 CONTINUE
ISN      270      CO 1C1 LL=1,NT
ISN      271      L2=LL+1
ISN      272      F(L2)=F(LL)+PROB(L2)
ISN      273      T(L2)=T(LL)+CLASS
ISN      274      IF (KCE.EC.1) GO TO 1C1
ISN      275      WRITE(6,14C) T(L2)
ISN      276      101 CONTINUE
ISN      277      T(IN1+1)=T(IN1)+CLASS
ISN      278      IF (KCE.EC.1) GO TO 411
ISN      279      WRITE(6,14C) T(IN1+1)
ISN      280      WRITE(6,15C)
ISN      281      CO 111 NC=1,INT
ISN      282      WRITE(6,*) PFCB(NC),F(NC),T(NC+1)
ISN      283      111 CONTINUE
ISN      209      CALL KASQ(NFREE,TABLE)
ISN      210      IF(CHI>2.G1.TABLE) GO TO 231
ISN      211      WRITE(6,25C) CHI>2,7AELE
ISN      212      GO TO 241
ISN      213      231 WRITE(6,26C) CHI>2,7AELE
ISN      214      241 CONTINUE

C
ISN      215      THE EMPIRICAL DISTRIBUTION.
ISN      216      CO 7C1 I=1,20
ISN      217      LIV(I)=C
ISN      218      FEL(I)=C.O
ISN      219      FAI(I)=C.C
ISN      220      CEL(I)=C.O
ISN      221      FD(I)=C.O
ISN      222      FATE(I)=C.C
ISN      223      701 CONTINUE
ISN      224      LIV(I)=NTFI
ISN      225      REL(I)=1.O
ISN      226      NTFI=NTFI
ISN      227      DO 61 I1=2,IN1+1
ISN      228      IK=I1-1
ISN      229      LIV(I1)=NTFI-NFREC(IK)
ISN      230      FEL(I1)=FLC/1(LIV(I1))/FLC/1(NTFI)
ISN      231      FAI(I1)=1.C-FEL(I1)

```

```

ISN      284      411 CONTINUE
ISN      285          XTTR=0.C
ISN      286          CO 141 I=1,NTTR
ISN      287          XTTR=XITR+ITR(I)
ISN      288
ISN      289      161 CONTINUE
ISN      290          MTR=XITR/MTF
ISN      291
ISN      292      C
ISN      293          GO 311 I=1,3C
ISN      294          LIV(I)=C
ISN      295          FAI(I)=C.O
ISN      296          CEL(I)=C.O
ISN      297          FD(I)=C.C
ISN      298          FATE(I)=C.C
ISN      299      311 CONTINUE
ISN      300          LIV(I)=MTF
ISN      301          MTR=MTF
ISN      302          CO 121 I=2,INT+1
ISN      303          IK=I-1
ISN      304          LIV(I)=MTR-I-MFFEC(IK)
ISN      305          FAI(I)=FLCAT(LIV(I))/FLCAT(MTR)
ISN      306          MTR=LIV(I)
ISN      307      121 CONTINUE
ISN      308          WRITE(6,20C)
ISN      309          FORMAT(//5>,'REPAIR DATA',/)
ISN      310          WRITE(6,82C)
ISN      311          820 FORMAT( /5>,'TIME',17>,'LIV',6X,'REPA',13X,'CEL',
ISN      312          ,14X,'FC',15X,'FATE',/)
ISN      313          CO 131 JJ=1,INT
ISN      314          DEL(JJ)=LIV(JJ)-LIV(JJ+1)
ISN      315          FD(JJ)=CEL(JJ)/MTR
ISN      316          RATE(JJ)=FC(JJ)/(1-F/I(JJ))/CLASS
ISN      317      131 CONTINUE
ISN      318      C
ISN      319          CO 141 I=1,INT+1
ISN      320          WRITE(6,*) T(I),LIV(I),FAI(I),CEL(I),FC(I),FATE(I)
ISN      321      141 CONTINUE
ISN      322      C
ISN      323          WRITE(6,24C) MTF,MTR
ISN      324          240 FORMAT(///5>,'MTF=',F10.3,'MTR=',F10.3,//5X,
ISN      325          ,** END OF THE EMPIRICAL DISTRIBUTION **,/)
ISN      326          CALL EXPDIT(KCDE,MTF,MTR,ITF,ITF,MTF)
ISN      327          GO TO 251
ISN      328          5 WRITE(6,25C) MTF
ISN      329          250 FORMAT(///5>,'MTF=',F10.3,//5X,*,*END OF THE EMPIRICAL DISTRIBUTION**,
ISN      330          ON**,/)
ISN      331          CALL PAFANF(KCDE,MTF)
ISN      332          CALL PAFANF(KGCE,EARNCM,SIGNCM)
ISN      333          CALL PAFALN(KCDE,EARLCA,SIGLCA)
ISN      334          CALL PAFANE(KCDE,BETA,TETA)
ISN      335      891 CONTINUE
ISN      336          GO TO 1
ISN      337      999 CONTINUE
ISN      338          CALL WEIBUL(TITLE,KCDE,MTF,ITF)
ISN      339          GO TO 1
ISN      340      2000 STOP
ISN      341          END
ISN      342
ISN      343      1
ISN      344      C
ISN      345      C
ISN      346      C
ISN      347          SUBROUTINE EXPDIT(KCDE,MTF,MTR,ITF,ITF,MTF)
ISN      348          THIS SUBROUTINE IS USED FOR FINDING THE FAILURE REPAIR PARAMETERS
ISN      349          BY EXPONENTIAL DISTRIBUTION.
ISN      350          FOR REPAIRABLE COMPONENTS
ISN      351          REAL MTR,MTR
ISN      352          DIMENSION VALLE(100),XX(20)
ISN      353          DIMENSION ITF(500)
ISN      354          RELI(I,X)=EXP(-X*I)
ISN      355          FAIL(I,X)=1-EXP(-X*I)
ISN      356          PDFF(I,X)=X*EXP(-X*I)
ISN      357          REPA(I,Y)=1-EXP(-Y*I)
ISN      358          PDFR(I,Y)=Y*EXP(-Y*I)
ISN      359          UNAV(X,Y,I)=X/(X+Y)*(1-EXP(-(X+Y)*I))
ISN      360          AVAI(X,Y,I)=(Y/(X+Y))+X/(X+Y)*EXP(-(X+Y)*I)
ISN      361          UNFI(X,Y,I)=((X*Y)/(X+Y))+X**2/(X+Y)*EXP(-(X+Y)*I)
ISN      362          LNRI(X,Y,I)=(X*Y)/(X+Y)*(1-EXP(-(X+Y)*I))
ISN      363          ENF(X,Y,I)=((X*Y)/(X+Y)*I)+(X**2/((X+Y)**2))*(1-EXP(-(X+Y)*I))
ISN      364          ENR(X,Y,I)=((X*Y)/(X+Y)*I)-((X*Y)/(X+Y)**2)*(1-EXP(-(X+Y)*I))
ISN      365      C
ISN      366          16 WRITE(6,25C)
ISN      367          17 250 FORMAT(///5>,'***** ASSUMPTION BY',
ISN      368          , ' EXPONENTIAL DISTRIBUTION *****',/)

```

```

C
ISN 18 XLUMCA=1/M1TF
ISN 19 YMU=1/M1TR
ISN 20 WRITE(6,21C) M1TF,>M1TR,XLLMCA,YMU
ISN 21 210 FORMAT(///5X,'M1TF=',F10.2,',',M1TR=',F10.3,',XLLMCA=',
, E10.2,', YML=',E10.2,/)
ISN 22 WRITE(6,80C)
ISN 23 800 FJRMAT(/3X,'TIME',4X,'RELI',6X,'FAIL',6X,'PCFF',6X,'FEFA',
,6X,'PCFR',6X,'UNAF',6X,'AVAI',6X,'LNFI',6X,'ENR',
,7X,'ENF',/)

C
ISN 24 CO 171 I=1,50
ISN 25 XX(1)=RELI(I,XLUMCA)
ISN 26 XX(2)=FAIL(I,XLUMCA)
ISN 27 XX(3)=PCFF(I,XLUMCA)
ISN 28 XX(4)=FEFA(I,YMU)
ISN 29 XX(5)=PCFR(I,YMU)
ISN 30 XX(6)=LNAV(XLLMCA,YPL,I)
ISN 31 XX(7)=AVAI(XLLMCA,YPL,I)
ISN 32 XX(8)=LNFI(XLLMCA,YPL,I)
ISN 33 XX(9)=LNFI(XLLMCA,YPL,I)
ISN 34 XX(10)=ENF(XLLMCA,YPL,I)
ISN 35 XX(11)=ENR(XLLMCA,YPL,I)
ISN 36 WRITE(6,22C) I,(XX(J),J=1,11)
ISN 37 220 FORMAT(2X,15,11E10.2)
ISN 38 171 CONTINUE
ISN 39 IF(T1F(M1TF).LE.50.C) GO TO 159
ISN 40 CO 181 I=50,50C,50
ISN 41 XX(1)=RELI(I,XLUMCA)
ISN 42 XX(2)=FAIL(I,XLUMCA)
ISN 43 XX(3)=PCFF(I,XLUMCA)
ISN 44 XX(4)=FEFA(I,YMU)
ISN 45 XX(5)=PCFR(I,YMU)
ISN 46 XX(6)=LNAV(XLLMCA,YPL,I)
ISN 47 XX(7)=AVAI(XLLMCA,YPL,I)
ISN 48 XX(8)=LNFI(XLLMCA,YPL,I)
ISN 49 XX(9)=LNFI(XLLMCA,YPL,I)
ISN 50 XX(10)=ENF(XLLMCA,YPL,I)
ISN 51 XX(11)=ENR(XLLMCA,YPL,I)
ISN 52 WRITE(6,22C) I,(XX(J),J=1,11)
ISN 53 181 CONTINUE
ISN 54 199 CONTINUE
ISN 55 IF(KCDE.EQ.1) RETURN
ISN 56 CO 151 I=1,10C
ISN 57 II=5C*1
ISN 58 191 VALUE(I)=RELI(II,XLLMCA)
ISN 59 IK=1
ISN 60 CALL PLCT(KCDE,VALUE,IK)
ISN 61 CO 201 I=1,10C
ISN 62 II=5C*1
ISN 63 201 VALUE(I)=FAIL(II,XLLMCA)
ISN 64 IK=2
ISN 65 CALL PLCT(KCDE,VALUE,IK)
ISN 66 CO 211 I=1,10C
ISN 67 II=5C*1
ISN 68 T1=11
ISN 69 T2=II+5C.
ISN 70 CT=1.
ISN 71 CALL INTXPF(T1,T2,CT,XLLMCA,PCF)
ISN 72 211 VALUE(I)=PCF*10
ISN 73 IK=3
ISN 74 CALL PLCT(KCDE,VALUE,IK)
ISN 75 CO 221 I=1,10C
ISN 76 II=5C*1
ISN 77 221 VALUE(I)=FEFA(II,YML)
ISN 78 IK=4
ISN 79 CALL PLCT(KCDE,VALUE,IK)
ISN 80 CO 231 I=1,10C
ISN 81 II=5C*1
ISN 82 T1=11
ISN 83 T2=II+5C.
ISN 84 CT=1.
ISN 85 CALL INTXPF(T1,T2,CT,XLLMCA,PCF)
ISN 86 231 VALUE(I)=PCF*10
ISN 87 IK=5
ISN 88 CALL PLCT(KCDE,VALUE,IK)
ISN 89 CO 241 I=1,10C
ISN 90 II=5C*1
ISN 91

```

```

ISN      92      241 VALUE(I)=LNAN(XLLMCA,YPL,I1)
ISN      93          IK=6
ISN      94          CALL PLCT(KCCE,VALLE,IK)
ISN      95          CO 251 I=1,100
ISN      96          II=50*1
ISN      97      251 VALUE(I)=AVAI(XLLMCA,YPL,I1)
ISN      98          IK=7
ISN      99          CALL PLCT(KCCE,VALUE,IK)
ISN     100          CO 261 I=1,100
ISN     101          II=50*1
ISN     102      261 VALUE(I)=LNFI(XLLMCA,YPL,I1)*1000
ISN     103          IK=8
ISN     104          CALL PLCT(KCCE,VALUE,IK)
ISN     105          CO 271 I=1,100
ISN     106          II=50*1
ISN     107      271 VALUE(I)=LNRI(XLLMCA,YPL,I1)*1000
ISN     108          IK=9
ISN     109          CALL PLCT(KCCE,VALLE,IK)
ISN     110          CO 281 I=1,100
ISN     111          II=50*1
ISN     112      281 VALUE(I)=ENF(XLLMCA,YPL,I1)
ISN     113          IK=10
ISN     114          CALL PLCT(KCCE,VALLE,IK)
ISN     115          CO 291 I=1,100
ISN     116          II=50*1
ISN     117      291 VALLE(I)=ENR(XLLMCA,YPL,I1)
ISN     118          IK=11
ISN     119          CALL PLCT(KCCE,VALLE,IK)
ISN     120          FETUFN
ISN     121          END

ISN      1
C      SUBROUTINE WEIBUL(TITLE,KCCE,NLM,TTF)
C      THIS SUBROUTINE IS USED FOR FINDING THE FAILURE PARAMETERS
C      BY WEIBULL DISTRIBUTION
C      FOR NON-REPAIRABLE COMPONENTS
ISN      2      REAL MTTF
ISN      3      DIMENSION TTF(1000),NFREC(30),FFCB(30),T(90),F(30)
ISN      4      DIMENSION VA(100),PCF(100),FAI(100),FEL(100),FAFA(100),TCF(100)
ISN      5      CHARACTER TITLE*80
ISN      6      FCC(I,EE,TE)=(1.-EXP(-I/TE)**EE)
ISN      7      FRC(I,RE,TE)=(100*1**((RE-1)/(TE**RE)))
ISN      8      NI=5
ISN      9      NO=6
ISN     10      5 K=NUM-1
ISN     11      READ(NI,11) NUMB
ISN     12      11 FORMAT(15)
ISN     13      CO 22 I=1,K
ISN     14      J=1+1
ISN     15      CO22 M=J,NLM
ISN     16      IF(TTF(I).LE.TTF(M)) GO TO 22
ISN     17      SAVE=TTF(M)
ISN     18      TTF(M)=TTF(I)
ISN     19      TTF(I)=SAVE
ISN     20      22 CONTINUE
C
C
ISN     21      SMALL=TTF(1)
ISN     22      BIG=TTF(NUM)
ISN     23      WRITE(6,30) TITLE
ISN     24      30 FORMAT(1+1,///5X,ABC,/)
ISN     25      WRITE (NC,4C) NUM
ISN     26      40 FORMAT(//,5X,'TOTAL NUMBER OF FAILURE RECORDS',5X,15,/)
ISN     27      WRITE (NC,5C)
ISN     28      50 FORMAT(//,5X,'FAILURE NO.',5X,'TIME TO FAILURE',/)
ISN     29      CO 32 I=1,NLM
ISN     30      WRITE(NC,6C) I,TTF(I)
ISN     31      60 FORMAT(/4X,'COMPONENT',I3,3),F10.2)
ISN     32      33 CONTINUE
ISN     33      RANGE=EIG-SMALL
C      SET UP FREQUENCY OF FAILURE
C
ISN     34      CO 44 M=1,20
ISN     35      INT=25-M
ISN     36      CO 66 I=M,INT
ISN     37      NFREC(I)=C
ISN     38      66 CONTINUE

```

```

ISN      39      CLASS=F/NGE/INT
ISN      40      CO 77 K=1,NLP
ISN      41      IF(17F(K).EQ.EIG) NFREQ(INT)=NFREQ(INT)+1
ISN      43      IF(17F(K).EQ.EIG) GC 7C 77

C--
ISN      44      NGROLP=((17F(K)-SMALL)/CLASS)+1
ISN      45      NFREC(NGFOLF)=NFREC(NGFOLF)+1
ISN      46      77 CONTINUE
ISN      47      CO 55 NC=1,INT
ISN      48      IF(NFREC(NG).LT.1) GC 7C 44
ISN      49      55 CONTINUE
ISN      50      GO 7C 15
ISN      51      44 CONTINUE
ISN      52      15 IF(KCODE.EQ.1) GO 7C 5C1
ISN      53      WRITE(AC,7C) INT
ISN      54      70 FORMAT(1X,'THE OPTIMAL NUMBER OF INTERVALS (PCSEN IS = ',13,')')
ISN      55      WRITE(AC,8C)
ISN      56      80 FORMAT(//,1X,'BREAKDOWN OF FREQUENCY DISTRIBUTION',/)
ISN      57      901 CONTINUE
ISN      58      CO 8E KK=1,INT

C
ISN      59      IF(KCODE.EQ.1) GO 7C 5C2
ISN      60      WRITE(AC,*)NFREQ(KK)
ISN      61      902 CONTINUE
ISN      62      UPP=FLC/1(NFREQ(KK))
ISN      63      XOW=FLC/1(NUM)
ISN      64      PROB(KK)=UPP/XOW
ISN      65      88 CONTINUE

C
ISN      66      T(1)=SMALL
ISN      67      F(1)=PFCE(1)
ISN      68      NT = INT-1
ISN      69      IF(KCODE.EQ.1) GO 7C 5C3
ISN      70      WRITE(AC,9C)
ISN      71      90 FORMAT(//,1X,'BREAKDOWN OF CLASS INTERVAL',/)
ISN      72      WRITE(AC,*) T(1)
ISN      73      903 CONTINUE
ISN      74      CO 95 LL=1,NT
ISN      75      L2=LL+1
ISN      76      F(L2)=F(LL)+PFOB(L2)
ISN      77      T(L2)=T(LL)+CLASS
ISN      78      IF(KCODE.EQ.1) GO 7C 55
ISN      79      WRITE(AC,*)T(L2)
ISN      80      99 CONTINUE
ISN      81      T(INT+1)=T(INT)+CLASS
ISN      82      IF(KCODE.EQ.1) GO 7C 5C4
ISN      83      WRITE(AC,*) T(INT+1)
ISN      84      904 CONTINUE
ISN      85      WRITE(AC,10C)
ISN      86      100 FORMAT(//,2X,'PDF',14X,'CCF',5X,'CLASS INT',/)
ISN      87      CO 111 NC=1,INT
ISN      88      WRITE(AC,*)PFCB(AC),F(AC),T(AC+1)
ISN      89      111 CONTINUE
ISN      90      CALL PAFAT(F,BETA,TETA,INT)
ISN      91      WRITE(AC,12C) BETA,TETA
ISN      92      120 FORMAT(5X,'VALUES OF BETA =',F13.7,5X,'TETA =',F12.7)
ISN      93      CHIX2=C.C
ISN      94      WRITE(AC,130)
ISN      95      130 FORMAT(//,5X,'OBSERVED',10X,'EXPECTED',/)
ISN      96      CO 122 MM=1,INT
ISN      97      T1=T(MM)
ISN      98      T2=T(MM+1)
ISN      99      DELTA=1.0
ISN      100     CALL INTGRA(T1,T2,E>FECT,BETA,TETA,DELTA)
ISN      101     CBSEF=PFCB(MM)
ISN      102     WRITE(AC,*)CBSEF,E>FECT
ISN      103     CHIX2=CHIX2+(((CBSEF-E>FECT)**2)/E>FECT)*NLP
ISN      104     122 CONTINUE
ISN      105     WRITE(AC,14C) CHIX2
ISN      106     140 FORMAT(//,1X,'THE CHI-SQUARE VALUE OBTAINED IS',F7.3,/)
ISN      107     NFREE=INT-2
ISN      108     CALL K1SC(NFREC,TABLE)
ISN      109     IF(CHIX2.GT.TABLE) GC 7C300
ISN      110     WRITE(AC,150) CHIX2,TABLE
ISN      111     170 FORMAT(//,1X,'THE DERIVED CHI-SQUARE VALUE IS',F7.3,/,12X,
*THE TABLE VALUE IS',F7.3,/,5X,'GOODNESS OF FIT TEST IS ACN-SUC
*CESSFUL')
ISN      112     150 FORMAT(//,1X,'THE DERIVED CHI-SQUARE VALUE IS',F7.3,/,12X,
*THE TABLE VALUE IS',F7.3,/,5X,'GOODNESS OF FIT TEST IS SUCCESS
*FUL,PARAMETERS ACCEPTABLE')

```

```

C
ISN 113 IF(BETA.LE.1.C) WRITE(AC,160) BETA
ISN 115 GO TO 121

C
ISN 116 160 FORMAT(5X,'NO REPLACEMENT NECESSARY BECAUSE BETA .LE. 1.0, VALUE OF
* BETA IS=',F10.7)
ISN 117 300 WRITE (AC,17C) C*1X2,1ABLE
ISN 118 121 WRITE(AC,6)
ISN 119 6 FORMAT(/////5X,'*FAILURE PARAMETERS BY WEIBULL DISTRIBUTION',/)
ISN 120 WRITE(AC,7)
ISN 121 7 FORMAT(//5X,'PARAMETER: PCF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE R-
RATE, NUMBER OF FAILURE',//10X,'AND MEAN TIME TO FAILURE (MTTF)',/)
WRITE(AC,8)
ISN 122 8 FORMAT(//9X,'TIME',7X,'PDF.',7X,'RELIABILITY',6X,'UNRELIABILITY',
ISN 123 ,4X,'FAILURE RATE',3X,'NUMBER OF FAILURE',/)
CT=1.0
CO 9 I=100,1000,100
JI=1/100
T1=1
T2=1+100
CALL INTGRA(T1,T2,PCFF,BETA,TETA,CT)
PDF(JI)=PCFF
FAI(JI)=FCC(I,BETA,TETA)
REL(JI)=1-FAI(JI)
FARA(JI)=FFC(I,BETA,TETA)
TOP(JI)=FAI(JI)*NUME
WRITE(AC,*) I,PCFF,REL(JI),FAI(JI),FARA(JI),TOP(JI)
ISN 135 9 CONTINUE
ISN 136 MTTF=TETA*GAMMA((1+ETETA)/BETA)
ISN 137 WRITE(AC,10) MTTF
ISN 138 10 FORMAT(//5X,'*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS=',F13.7,/)
ISN 139 IF(KCODE.EC.1) RETURN
ISN 140 C
PDF. PLOTTING
CO 12 I=1,100
ISN 142 12 VA(I)=PCF(I)*10
ISN 143 IK=3
ISN 144 CALL PLCT(KCODE,VA,IK)
ISN 145 RELIABILITY PLOTTING.
CO 13 I=1,100
ISN 146 13 VA(I)=REL(I)
ISN 147 IK=1
ISN 148 CALL PLCT(KCODE,VA,IK)
ISN 149 C
UNRELIABILITY PLOTTING.
CO 14 I=1,100
ISN 150 14 VA(I)= FAI(I)
ISN 151 IK=2
ISN 152 CALL PLCT(KCODE,VA,IK)
ISN 153 C
FAILURE RATE PLOTTING.
CO 16 I=1,100
ISN 154 16 VA(I)=FARA(I)*100
ISN 155 IK=12
ISN 156 CALL PLCT(KCODE,VA,IK)
ISN 157 RETURN
ISN 158 END
ISN 159

ISN 1 SUBROUTINE FARAFC(KCODE,MTTF)
C THIS SUBROUTINE IS USED FOR FINDING THE FAILURE PARAMETERS
C BY EXPONENTIAL DISTRIBUTION.
C FOR REPAIRABLE COMPONENTS
REAL MTTF
DIMENSION VA(100),PCF(100)
NO=6
WRITE(AC,1C)
ISN 2 10 FORMAT(/////5X,'*FAILURE PARAMETERS BY EXPONENTIAL DISTRIBUTION',
ISN 3 ,/)
ISN 4 WRITE(AC,2C)
ISN 5 20 FORMAT(//5X,'PARAMETER: PDF., RELIABILITY , UNRELIABILITY',
ISN 6 , ' FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE',/)
ISN 7 WRITE(AC,3C)
ISN 8 30 FORMAT(//9X,'TIME',7X,'PDF.',7X,'RELIABILITY',
ISN 9 ,6X,'UNRELIABILITY',4X,'FAILURE RATE',/)
ISN 10 XU=1/MTTF
ISN 11 CT=1.0
ISN 12 CO 21 I=50,500,50
ISN 13 JI=1/50
ISN 14 T1=1
ISN 15 T2=1+50

```

```

ISN      17      CALL INTEXF (T1,T2,C1,XU,FCFF)
ISN      18      FDF(JI)=FCFF
ISN      19      F=1-EXP(-XL*J)
ISN      20      F=1-F
ISN      21      WRITE(NC,*11,FCFF,F,F,>X)
ISN      22      21 CONTINUE
ISN      23      WRITE(NC,4C) MTTF
ISN      24      40 FORMAT(//5X,'*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS=',F13.7,/)
ISN      25      IF (KODE.EC.1) RETUFN
ISN      27      C      FDF. PLOTTING
ISN      28      DO 31 I=1,100
ISN      29      31 VA(I)=FCF(I)*10
ISN      30      IK=3
ISN      31      CALL PLCT(KCCE,VA,I*)
ISN      32      C      RELIABILITY PLOTTING.
ISN      33      DO 41 I=1,100
ISN      34      41 VA(I)=EXP(-XL*I)
ISN      35      IK=1
ISN      36      CALL PLCT(KCCE,VA,IK)
ISN      37      C      UNRELIABILITY PLOTTING.
ISN      38      DO 51 I=1,100
ISN      39      51 VA(I)=1-EXP(-XU*I)
ISN      40      IK=2
ISN      41      CALL PLCT(KCCE,VA,IK)
ISN      42      C      FAILURE RATE PLOTTING.
ISN      43      DO 61 I=1,100
ISN      44      61 VA(I)=>L*100
ISN      45      IK=12
ISN      46      CALL PLCT(KCCE,VA,IK)
ISN      47      RETUFN
ISN      48      END

ISN      1      SUBROUTINE PAFANF(KCCE,>M,S1)
ISN      2      C      THIS SUBROUTINE IS USED FOR FINDING THE FAILURE PARAMETERS
ISN      3      C      BY NORMAL DISTRIBUTION.
ISN      4      C      FOR REPAIRABLE COMPONENTS
ISN      5      REAL MTTF
ISN      6      DIMENSION VA(100),F(100),F(100),FF(100),PCF(100)
ISN      7      NO=6
ISN      8      WRITE(NC,1C)
ISN      9      10 FORMAT(//5X,'* FAILURE PARAMETERS BY NORMAL DISTRIBUTION',/)
ISN      10     WRITE(NC,2C)
ISN      11     20 FORMAT(//5X,'PARAMETER: FCF., RELIABILITY, UNRELIABILITY,',
ISN      12     'FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE',/)
ISN      13     WRITE(NC,3C)
ISN      14     30 FORMAT(//9X,'TIME',7X,'FCF.',7X,'RELIABILITY',
ISN      15     'UNRELIABILITY',4X,'FAILURE RATE',/)
ISN      16     FF=0.0
ISN      17     CT=1.0
ISN      18     CO 21 I=50,5000,50
ISN      19     JI=1/50
ISN      20     T1=1
ISN      21     T2=1+50
ISN      22     CALL INTEXF(T1,T2,C1,XM,S1,FCFF)
ISN      23     FDF(JI)=FCFF
ISN      24     FF=FF+FCFF
ISN      25     F(JI)=FF
ISN      26     R(JI)=1-F(JI)
ISN      27     FR(JI)=FCFF/R(JI)
ISN      28     WRITE(NC,*1),Pdff,F(JI),F(JI),FR(JI)
ISN      29     21 CONTINUE
ISN      30     MTTF=XM
ISN      31     WRITE(NC,4C) MTTF
ISN      32     40 FORMAT(//5X,'*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS=',F13.7,/)
ISN      33     IF (KODE.EC.1) RETUFN
ISN      34     C      FDF. PLOTTING
ISN      35     DO 31 I=1,100
ISN      36     31 VA(I)=PCF(I)*10.
ISN      37     IK=3
ISN      38     CALL PLCT(KCCE,VA,I*)
ISN      39     C      RELIABILITY PLOTTING.
ISN      40     DO 41 I=1,100
ISN      41     41 VA(I)=F(I)
ISN      42     IK=1
ISN      43     CALL PLCT(KCCE,VA,IK)

```

```

C UNRELIABILITY PLOTTING.
ISN 38 CO 51 I=1,ICC
ISN 39 51 VA(I)=F(I)
ISN 40 IK=2
ISN 41 CALL PLCT(KCCE,VA,I)
C FAILURE RATE PLOTTING.
ISN 42 CO 61 I=1,ICC
ISN 43 61 VA(I)=FF(I)*IC
ISN 44 IK=12
ISN 45 CALL PLCT(KCCE,VA,I)
ISN 46 RETURN
ISN 47 END

ISN 1 SUBROUTINE PAFALN(KCCE,XP,S1)
C THIS SUBROUTINE IS USED FOR FINDING THE FAILURE PARAMETERS
C BY LOG-NORMAL DISTRIBUTION
C FOR REPAIRABLE COMPONENTS
ISN 2 REAL MTF
ISN 3 DIMENSION VA(100),F(100),R(100),FR(100),PCF(100)
ISN 4 NO=6
ISN 5 WRITE(NC,1C)
ISN 6 10 FORMAT(////5X,'*FAILURE PARAMETERS BY LOG-NORMAL DISTRIBUTION*',/
/)
ISN 7 WRITE(NC,2C)
ISN 8 20 FORMAT(//5X,'PARAMETER: PCF., RELIABILITY, UNRELIABILITY,',
,' FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE',/)
ISN 9 WRITE(NC,3C)
ISN 10 30 FORMAT(//9X,'TIME',7X,'PCF.',7X,'RELIABILITY',
,6X,'UNRELIABILITY',4X,'FAILURE RATE',/)
ISN 11 FF=0.0
ISN 12 CT=1.0
ISN 13 CO 21 I=50,5000,50
ISN 14 JI=I/50
ISN 15 T1=1
ISN 16 T2=I*50
ISN 17 CALL INTLCN(T1,T2,CT,XP,S1,FDF)
ISN 18 PDF(JI)=FDF
ISN 19 FF=FF+PCF
ISN 20 F(JI)=FF
ISN 21 R(JI)=1-F(JI)
ISN 22 FR(JI)=PCF/F(JI)
ISN 23 WRITE(NC,*) I,PDF,F(JI),F(JI),FR(JI)
ISN 24 21 CONTINUE
ISN 25 MTF=EXP(XP+.5*S1**2)
ISN 26 WRITE(NC,4C) MTF
ISN 27 40 FORMAT(//5X,'*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS',F12.7,/)
ISN 28 IF(KCODE.EC.1) RETURN
C PDF PLOTTING
ISN 30 CO 31 I=1,ICC
ISN 31 31 VA(I)=PCF(I)*10.
ISN 32 IK=3
ISN 33 CALL PLCT(KCCE,VA,I)
ISN 34 CO 41 I=1,100
ISN 35 41 VA(I)=F(I)
ISN 36 IK=1
ISN 37 CALL PLCT(KCCE,VA,I)
C UNRELIABILITY
C RELIABILITY PLOTTING.
ISN 38 CO 51 I=1,ICC
ISN 39 51 VA(I)=F(I)
ISN 40 IK=2
ISN 41 CALL PLCT(KCCE,VA,I)
C FAILURE RATE PLOTTING.
ISN 42 CO 61 I=1,100
ISN 43 61 VA(I)=FF(I)*IC
ISN 44 IK=12
ISN 45 CALL PLCT(KCCE,VA,I)
ISN 46 RETURN
ISN 47 END

ISN 1 SUBROUTINE PAFWB(KCCE,BE,TE)
C THIS SUBROUTINE IS USED FOR FINDING THE FAILURE PARAMETERS
C BY WEIBULL DISTRIBUTION
C FOR REPAIRABLE COMPONENTS
ISN 2 REAL MTF
ISN 3 DIMENSION VA(100),F(100),R(100),FR(100),PCF(100)
ISN 4 FC(1,BE,TE)=(1.-EXP(-(1/TE)**BE))
ISN 5 FRC(1,BE,TE)=((BE+1)**(BE-1))/(TE**BE)

```



```

ISN      6      NO=6
ISN      7      WRITE(AC,1C)
ISN      8      10 FORMAT(////5X,'* FAILURE PARAMETERS BY WEIBULL DISTRIBUTION',/)
ISN      9      WRITE(AC,2C)
ISN     10      20 FORMAT(//5X,'PARAMETER: PCF., RELIABILITY, UNRELIABILITY,',
      ' FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE',/)
ISN     11      WRITE(AC,3C)
ISN     12      30 FORMAT(//9X,'TIME',7X,'PCF.',7X,'RELIABILITY',
      ',6X,'UNRELIABILITY',4X,'FAILURE RATE',/)
ISN     13      FF=0.0
ISN     14      CT=1.0
ISN     15      CO 21 I=50,5CCO,50
ISN     16      JI=1/5C
ISN     17      T1=1
ISN     18      T2=1+5C
ISN     19      CALL INTGRA(T1,T2,PCFF,EE,TE,CT)
ISN     20      PDF(JI)=PCFF
ISN     21      F(JI)=FC(I,EE,TE)
ISN     22      FR(JI)=1-F(JI)
ISN     23      FR(JI)=FRC(I,EE,TE)
ISN     24      WRITE(AC,*) 1,PDF,F(JI),F(JI),FR(JI)
ISN     25      21 CONTINUE
ISN     26      MTF=TE*GAMMA((1+DE)/EE)
ISN     27      WRITE(AC,4C) MTF
ISN     28      40 FORMAT(//5X,'*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS=',F13.7,/)
ISN     29      IF(KCDE.EC.1) RETURN
ISN     31      C      PDF. PLOTTING
ISN     32      DO 31 I=1,100
ISN     33      31 VA(I)=PCF(I)*10.
ISN     34      IK=3
ISN     35      C      CALL PLCT(KCDE,VA,IK)
ISN     36      RELIABILITY PLOTTING.
ISN     37      CO 41 I=1,100
ISN     38      41 VA(I)=F(I)
ISN     39      IK=1
ISN     40      C      CALL PLCT(KCDE,VA,IK)
ISN     41      UNRELIABILITY PLOTTING.
ISN     42      CO 51 I=1,100
ISN     43      51 VA(I)=F(I)
ISN     44      IK=2
ISN     45      C      CALL PLCT(KCDE,VA,IK)
ISN     46      FAILURE RATE PLOTTING.
ISN     47      CO 61 I=1,100
ISN     48      61 VA(I)=FF(I)*1C
ISN     49      IK=12
ISN     50      CALL PLCT(KCDE,VA,IK)
ISN     51      RETURN
ISN     52      END

ISN      1      SUBROUTINE PLCT(KCDE,VALUES,IK)
ISN      2      C      THE PLOTTING PROGRAM
ISN      3      DIMENSION LINE(100)
ISN      4      INTEGER PCINTS(100)
ISN      5      REAL VALLES(100)
ISN      6      CHARACTER Y*1,PERICD*1,ASK*1,BLANK*1,*1
ISN      7      CHARACTER LINE*, LABEL*1
ISN      8      Y='Y'
ISN      9      PERICD='.'
ISN     10      ASK='*'
ISN     11      BLANK=' '
ISN     12      X='X'
ISN     13      CO 1 I=1,100
ISN     14      1 POINTS(I)=VALUES(I)*5C.C*0.5
ISN     15      C      CHECKING OF THE PLOTTING
ISN     16      IJK = C
ISN     17      KJI=50
ISN     18      CO 3 I= 1,100
ISN     19      IF(PCINTS(I).GE.1) GO TO 3
ISN     20      IJK=IJK+1
ISN     21      IF(IJK.GE.KJI) GO TO 2C
ISN     22      3 CONTINUE
ISN     23      GO TO 3C
ISN     24      20 RETURN
ISN     25      30 CONTINUE
ISN     26      WRITE(6,10C)
ISN     27      100 FORMAT(1H1)

```

```

C      PLOTTING THE CURVE, Y AXIS AND X AXIS LABELS
      GO TC (31,22,23,34,35,36,27,38,29,40,41,42),IK
ISN    26
ISN    27      31 WRITE(6,51)
ISN    26      GO TC EE
ISN    29      32 WRITE(6,52)
ISN    30      GO TC EE
ISN    31      33 WRITE(6,53)
ISN    32      GO TC EE
ISN    33      34 WRITE(6,54)
ISN    34      GO TC EE
ISN    35      35 WRITE(6,55)
ISN    36      GO TC EE
ISN    37      36 WRITE(6,56)
ISN    38      GO TC EE
ISN    39      37 WRITE(6,57)
ISN    40      GO TC EE
ISN    41      38 WRITE(6,58)
ISN    42      GO TC EE
ISN    43      39 WRITE(6,59)
ISN    44      GO TC EE
ISN    45      40 WRITE(6,60)
ISN    46      GO TC EE
ISN    47      41 WRITE(6,61)
ISN    48      GO TC EE
ISN    49      42 WRITE(6,62)
ISN    50      88 CONTINUE
ISN    51      CO 10 J=1,10
ISN    52      CO 10 K=1,5
ISN    53      I=51-(54*(J-1)+K)
ISN    54      CO 12 M=1,100
ISN    55      12 LINE(M)=BLANK
ISN    56      CO 13 N=1,100
ISN    57      13 IF(PCINT5(M).EQ.1) LINE(M)=ASK
ISN    59      IF(K.EC.1) GO TO 15
ISN    60      WRITE(6,1C1) LINE
ISN    61      101 FORMAT(15X,1H.,1C1)
ISN    62      GO TC 1C
ISN    63      15 LABEL=BLANK
ISN    64      IF(1.EC.25) LABEL=Y
ISN    66      YLABEL=FLCAT(1)/50
ISN    67      WRITE(6,1C2) LABEL,YLABEL,LINE
ISN    68      102 FORMAT(1CX,A4,F4.2,2H.,1C1)
ISN    69      10 CONTINUE
ISN    70      CO 14 I=1,100
ISN    71      14 LINE(I)=PEFICC
ISN    72      WRITE(6,103) LINE,(1,1+1,9),X
ISN    73      103 FORMAT(15X,5H 0.,1C1//19X,'0',5(EX,12),
      ,9X,'10'//65X,A1)
ISN    74      51 FORMAT(5CX,'***** RELIABILITY *****',/)
ISN    75      52 FORMAT(5CX,'***** UNRELIABILITY *****',/)
ISN    76      53 FORMAT(5CX,'***** FAILURE DENSITY *****',/)
ISN    77      54 FORMAT(5CX,'***** REPAIR COST *****',/)
ISN    78      55 FORMAT(5CX,'***** REPAIR DENSITY *****',/)
ISN    79      56 FORMAT(5CX,'***** UNAVAILABILITY *****',/)
ISN    80      57 FORMAT(5CX,'***** AVAILABILITY *****',/)
ISN    91      58 FORMAT(5CX,'***** UNCONDITIONAL FAILURE INTENSITY *****',/)
ISN    82      59 FORMAT(5CX,'***** UNCONDITIONAL REPAIR INTENSITY *****',/)
ISN    83      60 FORMAT(5CX,'***** EXPECTED NUMBER OF FAILURE *****',/)
ISN    84      61 FORMAT(5CX,'***** EXPECTED NUMBER OF REPAIR *****',/)
ISN    85      62 FORMAT(5CX,'***** FAILURE RATE *****',/)
ISN    86      RETURN
ISN    87      END

```



```

ISN      1      C      SUBROUTINE INTXFF(PCINT1,PCINT2,DELTA,>LL,EXPECT)
C
THIS SUBROUTINE IS LSEC FOR FINDING THE PCF. BY INTEGRATION
FOR EXPONENTIAL DISTRIBUTION
ISN      2      FT(XLL,TE)=(XLL*(XF(TE)))
ISN      3      EXPECT=C.0
ISN      4      X1=PCINT1
ISN      5      X2=PCINT1+DELTA
ISN      6      TE1=-(X1*XLL)
ISN      7      PDF1=F1(XLL,TE1)
ISN      8      10 TE2=-(X2*XLL)
ISN      9      PDF2=F1(XLL,TE2)
ISN     10      EXPECT=EXPECT+((DELTA/2.)*(PDF1+PDF2))
ISN     11      PDF1=PDF2
ISN     12      X2=X2+DELTA
ISN     13      IF(X2.GT.PCINT2) GC TC 20
ISN     14      GO TC 1C
ISN     15      20 RETURN
ISN     16      END

ISN      1      C      SUBROUTINE INTNGF(PCINT1,PCINT2,DELTA,>M,SI,EXPECT)
C
THIS SUBROUTINE IS LSEC FOR FINDING THE PCF. BY INTEGRATION
FOR NORMAL DISTRIBUTION
ISN      2      FT(TE1,TE2)=(TE1*EXP(-.5*(TE2)**2))
ISN      3      EXPECT=C.0
ISN      4      X1=PCINT1
ISN      5      X2=PCINT1+DELTA
ISN      6      TE3=1/(SI*SQRT(2*3.14155))
ISN      7      TE4=(X1-M)/SI
ISN      8      PDF1=F1(TE2,TE4)
ISN      9      10 TE5=(X2-M)/SI
ISN     10      PDF2=F1(TE2,TE5)
ISN     11      EXPECT=EXPECT+((DELTA/2.)*(PDF1+PDF2))
ISN     12      PDF1=PDF2
ISN     13      X2=X2+DELTA
ISN     14      IF(X2.GT.PCINT2) GC TC 20
ISN     15      GO TC 1C
ISN     16      20 RETURN
ISN     17      END

ISN      1      C      SUBROUTINE INTLON(PCINT1,PCINT2,DELTA,>M,SI,EXPECT)
C
THIS SUBROUTINE IS LSEC FOR FINDING THE PCF. BY INTEGRATION
FOR LOG-NORMAL DISTRIBUTION.
ISN      2      FT(SI,TE1,TE2)=(TE1*EXP(.5+TE2/(SI**2)))
ISN      3      EXPECT=C.0
ISN      4      X1=PCINT1
ISN      5      X2=PCINT1+DELTA
ISN      6      TE3=1/(SI*X1*SQRT(2*3.14155))
ISN      7      TE4=(ALOG(X1)-M)**2
ISN      8      PDF1=F1(SI,TE3,TE4)
ISN      9      10 TE5=1/(SI*X2*SQRT(2*3.14155))
ISN     10      TE6=(ALOG(X2)-M)**2
ISN     11      PDF2=F1(SI,TE5,TE6)
ISN     12      EXPECT=EXPECT+((DELTA/2.)*(PDF1+PDF2))
ISN     13      PDF1=PDF2
ISN     14      X2=X2+DELTA
ISN     15      IF(X2.GT.PCINT2) GC TC 20
ISN     16      GO TC 1C
ISN     17      20 RETURN
ISN     18      END

ISN      1      C      SUBROUTINE INTGRA(PCINT1,PCINT2,EXPECT,BETA,TE1A,DELTA)
C
THIS SUBROUTINE IS LSEC FOR FINDING THE PCF. BY INTEGRATION
FOR WEIBULL DISTRIBUTION.
ISN      2      FT(BETA,TE1A,CT,TE1A)=(BETA*CT**(BETA-1.))*(TE1A**(BETA))*EXP(-TE1A
XRM**BETA)
ISN      3      EXPECT=C.0
ISN      4      X1=PCINT1
ISN      5      X2=PCINT1+DELTA
ISN      6      TE1=X1/TE1A
ISN      7      PDF1=F1(BETA,TE1A,X1,TE1)
ISN      8      16 TE2=X2/TE1A
ISN      9      PDF2=F1(BETA,TE1A,X2,TE2)
ISN     10      EXPECT=EXPECT+((DELTA/2.)*(PDF1+PDF2))
ISN     11      PDF1=PDF2
ISN     12      X2=X2+DELTA
ISN     13      IF(X2.GT.PCINT2) GC TC 17
ISN     14      GO TC 1C
ISN     15      17 RETURN
ISN     16      END

```

```

ISN      1      SUBROUTINE SCF1(N,T)
ISN      2      DIMENSION T(5CC)
ISN      3      K=N-1
ISN      4      DO 22 I=1,K
ISN      5      J=I+1
ISN      6      DO 22 M=J,N
ISN      7      IF(T(I).LE.T(M)) GC TC 22
ISN      8      SAVE=T(I)
ISN      9      T(M)=T(I)
ISN     10      T(I)=SAVE
ISN     11      22 CONTINUE
ISN     12      RETURN
ISN     13      END

ISN      1      SUBROUTINE HIST(N,T,INT,NFREC,CLASS)
ISN      2      DIMENSION T(5CO),NFREC(5O)
ISN      3      SMALL=T(1)
ISN      4      BIG=T(N)
ISN      5      RANGE=BIG-SMALL
ISN      6      C SET UP FREQUENCY OF FAILURE OF REPAIR
ISN      7      DO 44 M=1,2C
ISN      8      INT=25-M
ISN      9      DO 66 IP=1,5C
ISN     10      NFREC(IP)=C
ISN     11      66 CONTINUE
ISN     12      CLASS=RANGE/INT
ISN     13      DO 77 K=1,N
ISN     14      IF(T(K).EQ.BIG) NFREC(INT)=NFREC(INT)+1
ISN     15      IF(T(K).EQ.BIG) GC TC 77
ISN     16      NGROUP=(T(K)-SMALL)/CLASS+1
ISN     17      NFREC(NGROUP)=NFREC(NGROUP)+1
ISN     18      77 CONTINUE
ISN     19      DO 55 NG=1,INT
ISN     20      IF(NFREC(NG).LT.1) GC TC 44
ISN     21      55 CONTINUE
ISN     22      GO TC 15
ISN     23      44 CONTINUE
ISN     24      15 RETURN
ISN     25      END

ISN      1      SUBROUTINE PARA(T,F,ETA,TTA,N)
ISN      2      C SUBROUTINE FOR PARAMETERS OF WEIBULL DISTRIBUTION
ISN      3      C T= INDICATES EACH CLASS INTERVAL
ISN      4      C F= CUMULATIVE FREQUENCY AT EACH INTERVAL
ISN      5      C BTA,TTA = WEIBULL PARAMETERS (CLT PLT)
ISN      6      C Y= LCG LCG 1/(1-F(T))
ISN      7      C N= ACTUAL NUMBER OF INTERVAL
ISN      8      C PROCEED TO COMPLETE Y
ISN      9      C DIMENSION T(1),Y(60CO),F(1)
ISN     10      DO 5C I=1,N
ISN     11      IF(F(I).GE.1.) GC TC 77
ISN     12      TERM=1./(1.0-F(I))
ISN     13      FACT=ALCG(TERM)
ISN     14      Y(I)=ALCG(FACT)
ISN     15      50 CONTINUE
ISN     16      C
ISN     17      C DETAIL CALCULATION TO DETERMINE PARAMETERS
ISN     18      C YIT= FFDLCT OF Y(I) AND LN(T(I))
ISN     19      C YIT=0.C
ISN     20      C YI=0.0
ISN     21      C TI=0.0
ISN     22      C T12=C.C
ISN     23      C DO20 I=1,N
ISN     24      C YIT=YIT+Y(I)*ALCG(T(I+1))
ISN     25      C YI=YI+Y(I)
ISN     26      C TI=TI+ALCG(T(I+1))
ISN     27      C T12=T12+(ALCG(T(I+1)))**2
ISN     28      20 CONTINUE
ISN     29      C LPPER=(N*YIT)-(YI*TI)
ISN     30      C XLOWER=(N*T12)-(TI*YI)
ISN     31      C BTA=LPPER/XLOWER
ISN     32      C XNTETA=((BTA*TI)-YI)/(N*BTA)
ISN     33      C TTA=EXP(XNTETA)
ISN     34      C RETURN
ISN     35      C 77 WRITE(6,1C1) F(I)
ISN     36      C 101 FORMAT(5X,'VALUE OF CCF IS=',F13.8)
ISN     37      C RETURN
ISN     38      C END

```

```

ISN      1      SUBROUTINE KAISO(NFFEE,IAELE)
ISN      2      REAL KAI(30)
ISN      3      KAI(1)=3.841
ISN      4      KAI(2)=5.991
ISN      5      KAI(3)=7.815
ISN      6      KAI(4)=9.466
ISN      7      KAI(5)=11.070
ISN      8      KAI(6)=12.552
ISN      9      KAI(7)=14.067
ISN     10      KAI(8)=15.507
ISN     11      KAI(9)=16.919
ISN     12      KAI(10)=18.307
ISN     13      KAI(11)=19.675
ISN     14      KAI(12)=21.026
ISN     15      KAI(13)=22.362
ISN     16      KAI(14)=23.685
ISN     17      KAI(15)=24.996
ISN     18      KAI(16)=26.296
ISN     19      KAI(17)=27.587
ISN     20      KAI(18)=28.869
ISN     21      KAI(19)=30.144
ISN     22      KAI(20)=31.410
ISN     23      KAI(21)=32.671
ISN     24      KAI(22)=33.924
ISN     25      KAI(23)=35.172
ISN     26      KAI(24)=36.415
ISN     27      KAI(25)=37.652
ISN     28      KAI(26)=38.885
ISN     29      KAI(27)=40.113
ISN     30      KAI(28)=41.337
ISN     31      KAI(29)=42.557
ISN     32      KAI(30)=43.773
ISN     33      TABLE=KAI(NFFEE)
ISN     34      RETURN
ISN     35      END

```

```

ISN      1      FUNCTION VAR(Y,N)
ISN      2      DIMENSION Y(50)
ISN      3      SUM=C.C
ISN      4      YBAR=AVF(Y,N)
ISN      5      DO 9 I=1,N
ISN      6      9 SUM=SUM+(Y(I)-YBAR)**2
ISN      7      VAR=SUM/FLCAT(N-1)
ISN      8      RETURN
ISN      9      END

```

```

ISN      1      FUNCTION AVR(Z,M)
ISN      2      DIMENSION Z(50)
ISN      3      SUM=C.C
ISN      4      DO 6 I=1,M
ISN      5      6 SUM=SUM+Z(I)
ISN      6      AVR=SUM/FLCAT(M)
ISN      7      RETURN
ISN      8      END

```

```

ISN      1      FUNCTION VARLCG(Y,N)
ISN      2      DIMENSION Y(50)
ISN      3      SUM=C.C
ISN      4      YBAR=AVFLCG(Y,N)
ISN      5      DO 9 I=1,N
ISN      6      9 SUM=SUM+(ALOG(Y(I))-YBAR)**2
ISN      7      VARLCG=SUM/FLCAT(N-1)
ISN      8      RETURN
ISN      9      END

```

```

ISN      1      FUNCTION AVFLCG(Z,M)
ISN      2      DIMENSION Z(50)
ISN      3      SUM=C.C
ISN      4      DO 6 I=1,M
ISN      5      6 SUM=SUM+ALOG(Z(I))
ISN      6      AVRLCG=SUM/FLCAT(M)
ISN      7      RETURN
ISN      8      END

```

ผลการวิเคราะห์หัยมูล

\* 3X33-1 D 1/2 CU.YC. : DL 3A EXCAVATORS \*

\* FAILURE PARAMETERS BY EXPONENTIAL DISTRIBUTION \*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY , UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 153) | C.116026550E-01 | C.475796111     | C.5220238E0   | C.4E555E044E 01 |
| 155) | C.113223661E-01 | C.466193411     | C.5318065E0   | C.4E555E044E 01 |
| 157) | C.110492797E-01 | C.456871271     | C.54317872E   | C.4E555E044E 01 |
| 159) | C.1C7310544E-01 | C.445822454     | C.55417704E   | C.4E555E044E 01 |
| 173) | C.1C5201799E-01 | C.435041785     | C.564559214   | C.4E555E044E 01 |
| 175) | C.102659687E-01 | C.424521327     | C.57547861E   | C.4E555E044E 01 |
| 183) | C.1C0177153E-01 | C.414255321     | C.58574467E   | C.4E555E044E 01 |
| 185) | C.977545604E-02 | C.40423750E     | C.595762451   | C.4E555E044E 01 |
| 193) | C.953905284E-02 | C.39446158E     | C.60552801C   | C.4E555E044E 01 |
| 195) | C.930837541E-02 | C.38452286E     | C.615C77127   | C.4E555E044E 01 |
| 203) | C.9C9327847E-02 | C.37561446E     | C.62438553E   | C.4E555E044E 01 |
| 205) | C.886362791E-02 | C.36653115E     | C.634688E06   | C.4E555E044E 01 |
| 213) | C.864927470E-02 | C.35766750E     | C.642322454   | C.4E555E044E 01 |
| 215) | C.844C12573E-02 | C.34901815E     | C.65094184E   | C.4E555E044E 01 |
| 223) | C.8236C1335E-02 | C.34057756C     | C.65942704C   | C.4E555E044E 01 |
| 225) | C.8C3684070E-02 | C.332342207     | C.66765775E   | C.4E555E044E 01 |
| 233) | C.784248858E-02 | C.32430525E     | C.675694704   | C.4E555E044E 01 |
| 235) | C.765293033E-02 | C.31646265E     | C.683537304   | C.4E555E044E 01 |
| 243) | C.746776938E-02 | C.30880581E     | C.6911501E3   | C.4E555E044E 01 |
| 245) | C.728718936E-02 | C.30134195C     | C.69865804E   | C.4E555E044E 01 |
| 253) | C.711096078E-02 | C.29405468E     | C.70554571E   | C.4E555E044E 01 |
| 255) | C.693859020E-02 | C.286543674     | C.71305622E   | C.4E555E044E 01 |
| 263) | C.677119568E-02 | C.28000462C     | C.71995537E   | C.4E555E044E 01 |
| 265) | C.660745C54E-02 | C.273233354     | C.72676664E   | C.4E555E044E 01 |
| 273) | C.644766911E-02 | C.266625821     | C.73237417E   | C.4E555E044E 01 |
| 275) | C.629174336E-02 | C.26176146E     | C.739821851   | C.4E555E044E 01 |
| 283) | C.613958761E-02 | C.25388634E     | C.74611365E   | C.4E555E044E 01 |
| 285) | C.599112361E-02 | C.24774664E     | C.75225335E   | C.4E555E044E 01 |
| 293) | C.584623962E-02 | C.24175548E     | C.758244514   | C.4E555E044E 01 |
| 295) | C.570487231E-02 | C.23590522E     | C.76409077E   | C.4E555E044E 01 |
| 303) | C.556691363E-02 | C.23020452E     | C.769755477   | C.4E555E044E 01 |
| 305) | C.543229281E-02 | C.22463756E     | C.77526243E   | C.4E555E044E 01 |
| 313) | C.530092C45E-02 | C.21920520C     | C.78079475E   | C.4E555E044E 01 |
| 315) | C.517272549E-02 | C.212504261     | C.78600957E   | C.4E555E044E 01 |
| 323) | C.504764169E-02 | C.20C73147E     | C.791268527   | C.4E555E044E 01 |
| 325) | C.492557883E-02 | C.20C36837E     | C.79631620E   | C.4E555E044E 01 |
| 333) | C.480646640E-02 | C.19E75E1E4     | C.801241E1E   | C.4E555E044E 01 |
| 335) | C.469023361E-02 | C.19295166E     | C.80600483E   | C.4E555E044E 01 |
| 343) | C.457680570E-02 | C.18526137E     | C.81073862E   | C.4E555E044E 01 |
| 345) | C.446613505E-02 | C.184684574     | C.81531542E   | C.4E555E044E 01 |
| 353) | C.43581388E-02  | C.180C21839E    | C.8197816C1   | C.4E555E044E 01 |
| 355) | C.425275C42E-02 | C.17586C22E     | C.82413977E   | C.4E555E044E 01 |
| 363) | C.414990633E-02 | C.171607454     | C.82835250E   | C.4E555E044E 01 |
| 365) | C.404955C74E-02 | C.167457521     | C.83254247E   | C.4E555E044E 01 |
| 373) | C.395162403E-02 | C.163407981     | C.83655201E   | C.4E555E044E 01 |
| 375) | C.385606451E-02 | C.159456451     | C.840C5435E   | C.4E555E044E 01 |
| 383) | C.376281538E-02 | C.15560042E     | C.844299571   | C.4E555E044E 01 |
| 385) | C.367182C04E-02 | C.151837587     | C.84816241E   | C.4E555E044E 01 |
| 393) | C.358302611E-02 | C.14816570E     | C.851E34257   | C.4E555E044E 01 |
| 395) | C.349638C05E-02 | C.14458268E     | C.855417311   | C.4E555E044E 01 |
| 403) | C.341182760E-02 | C.1410862E0     | C.85913715E   | C.4E555E044E 01 |
| 405) | C.332932057E-02 | C.13767445C     | C.86222554E   | C.4E555E044E 01 |
| 413) | C.324880890E-02 | C.134345114     | C.86565488E   | C.4E555E044E 01 |
| 415) | C.317024486E-02 | C.13109630E     | C.86890365E   | C.4E555E044E 01 |
| 423) | C.309357555E-02 | C.12752C051     | C.87207394E   | C.4E555E044E 01 |
| 425) | C.301876710E-02 | C.124832451     | C.87516754E   | C.4E555E044E 01 |
| 433) | C.294576562E-02 | C.121813654     | C.87818634E   | C.4E555E044E 01 |
| 435) | C.287453015E-02 | C.118867674     | C.88113212E   | C.4E555E044E 01 |
| 443) | C.280501553E-02 | C.11599332C     | C.88400667E   | C.4E555E044E 01 |
| 445) | C.273718335E-02 | C.11318837E     | C.88681167E   | C.4E555E044E 01 |
| 453) | C.267099170E-02 | C.110451221     | C.88954877E   | C.4E555E044E 01 |
| 455) | C.260639912E-02 | C.10778C21E     | C.8922157E1   | C.4E555E044E 01 |
| 463) | C.254337023E-02 | C.10517382E     | C.89482617E   | C.4E555E044E 01 |
| 465) | C.248186430E-02 | C.10263C43E     | C.89736556E   | C.4E555E044E 01 |
| 473) | C.242184684E-02 | C.10014E55E     | C.899851441   | C.4E555E044E 01 |
| 475) | C.236327522E-02 | C.97726702E-01  | C.902273297   | C.4E555E044E 01 |
| 483) | C.230613043E-02 | C.9526337E5E-01 | C.904636621   | C.4E555E044E 01 |
| 485) | C.225036102E-02 | C.93057274E-01  | C.90694772E   | C.4E555E044E 01 |
| 493) | C.219594128E-02 | C.908065014E-01 | C.90919705E   | C.4E555E044E 01 |
| 495) | C.214283797E-02 | C.886105471E-01 | C.9113E905E   | C.4E555E044E 01 |
| 503) | C.209101E71E-02 | C.864681005E-01 | C.91353185E   | C.4E555E044E 01 |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 2042.5000000

## \* FAILURE PARAMETERS BY NORMAL DISTRIBUTION \*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 1400 | C.187320858E-01 | 0.879052341     | C.120547655   | C.213054055E 01 |
| 1450 | C.210241749E-01 | 0.858026173     | C.141571826   | C.245026957E 01 |
| 1500 | C.233680084E-01 | C.83466C172     | C.165335627   | C.275970718E 01 |
| 1550 | C.257213078E-01 | 0.806938920     | C.191061075   | C.317563510E 01 |
| 1600 | C.280371792E-01 | C.780901785     | C.219098210   | C.359035518E 01 |
| 1650 | C.302653014E-01 | 0.750636516     | C.245363462   | C.403155135E 01 |
| 1700 | C.323537737E-01 | 0.718282755     | C.281717240   | C.450422263E 01 |
| 1750 | C.342510789E-01 | 0.684031724     | C.315568275   | C.500722532E 01 |
| 1800 | C.359081253E-01 | C.646123621     | C.351676376   | C.554032027E 01 |
| 1850 | C.372804142E-01 | 0.610843241     | C.389156755   | C.610310658E 01 |
| 1900 | C.383299440E-01 | 0.572913341     | C.427486656   | C.665502615E 01 |
| 1950 | C.390269756E-01 | 0.532486366     | C.466513633   | C.731545686E 01 |
| 2000 | C.393514744E-01 | 0.494134503     | C.505865057   | C.796370506E 01 |
| 2050 | C.392940156E-01 | 0.454840896     | C.545155101   | C.862906741E 01 |
| 2100 | C.388562716E-01 | 0.415984630     | C.584015365   | C.934075285E 01 |
| 2150 | C.380509197E-01 | C.377933740     | C.622066255   | C.10061424      |
| 2200 | C.369010306E-01 | C.341032743     | C.658967256   | C.10820376E     |
| 2250 | C.354390032E-01 | 0.30559378E     | C.694406211   | C.115567631     |
| 2300 | C.337049514E-01 | 0.271888852     | C.728111147   | C.123565855     |
| 2350 | C.317449830E-01 | 0.240143895     | 0.759856104   | C.132191475     |
| 2400 | C.296091623E-01 | 0.210534751     | C.785465246   | C.140637874     |
| 2450 | C.273492932E-01 | 0.182185456     | C.816814541   | C.149258365     |
| 2500 | C.250170230E-01 | 0.156168435     | C.841831564   | C.158166545     |
| 2550 | C.226618386E-01 | 0.135506625     | C.864493370   | C.16727281E     |
| 2600 | C.203293487E-01 | 0.115177333     | C.884822666   | C.176504731     |
| 2650 | C.180601365E-01 | 0.971172452E-01 | C.902882754   | C.185962140     |
| 2700 | C.158886760E-01 | 0.812286136E-01 | C.918771386   | C.195604323     |
| 2750 | C.138427550E-01 | 0.673858523E-01 | C.932614147   | C.205425758     |
| 2800 | C.119434520E-01 | 0.554424524E-01 | C.944557547   | 0.215420663     |
| 2850 | C.102048106E-01 | 0.452376604E-01 | C.954762335   | C.225582162     |
| 2900 | C.863473862E-02 | 0.366025735E-01 | C.963397026   | C.235902607     |
| 2950 | C.723541155E-02 | 0.293675661E-01 | C.970632433   | C.246374185     |
| 3000 | C.600408017E-02 | 0.233635306E-01 | C.976636465   | C.256985127     |
| 3050 | C.493400543E-02 | 0.184295773E-01 | C.981570422   | C.267722070     |
| 3100 | C.401534512E-02 | 0.144142508E-01 | C.985585749   | C.278567671     |
| 3150 | 0.323604629E-02 | C.111782559E-01 | C.988821744   | C.285494752     |
| 3200 | C.258270767E-02 | 0.855558562E-02 | C.991404414   | C.290465040     |
| 3250 | 0.204129121E-02 | 0.655430555E-02 | C.993445654   | C.311442732     |
| 3300 | C.159773416E-02 | 0.455660305E-02 | C.995043356   | C.322344541     |
| 3350 | C.123843364E-02 | 0.371819734E-02 | C.996281802   | C.333073616     |
| 3400 | C.950627960E-03 | 0.276762247E-02 | C.997232377   | C.342461775     |
| 3450 | C.722633209E-03 | 0.204503533E-02 | C.997554564   | C.353355756     |
| 3500 | C.543993664E-03 | 0.150106337E-02 | C.998458916   | C.362400651     |
| 3550 | C.405545812E-03 | 0.105559297E-02 | C.998504407   | C.370160956     |
| 3600 | C.299402578E-03 | 0.756198844E-03 | C.999203801   | C.376040399     |
| 3650 | C.218898494E-03 | 0.577330585E-03 | C.999422665   | C.379156231     |
| 3700 | C.158488139E-03 | 0.418901443E-03 | C.999581058   | C.378342270     |
| 3750 | C.113637055E-03 | 0.305294950E-03 | C.999694705   | C.372220456     |
| 3800 | C.806886819E-04 | 0.224645906E-03 | C.999775350   | C.355175205     |
| 3850 | C.567379902E-04 | 0.167965885E-03 | C.999832034   | C.337754661     |
| 3900 | 0.395098322E-04 | 0.128507614E-03 | C.999871452   | C.307451248     |
| 3950 | 0.272461911E-04 | 0.101268251E-03 | C.999958731   | C.265045525     |
| 4000 | C.186070246E-04 | C.826716423E-04 | C.9999917328  | C.225071370     |
| 4050 | C.125840069E-04 | 0.700950622E-04 | C.999999904   | C.175527695     |
| 4100 | 0.842806912E-05 | 0.616908073E-04 | C.999993805   | C.126617856     |
| 4150 | C.558992269E-05 | 0.561475753E-04 | C.999943852   | C.955576361E 01 |
| 4200 | C.367158190E-05 | 0.525116920E-04 | C.999947488   | C.655152881E 01 |
| 4250 | C.238819120E-05 | 0.501275062E-04 | C.999949872   | C.476423278E 01 |
| 4300 | C.153835026E-05 | 0.486373901E-04 | C.999951362   | C.316285626E 01 |
| 4350 | C.981324774E-06 | 0.476837158E-04 | C.999952316   | C.205756707E 01 |
| 4400 | 0.619923014E-06 | 0.470876653E-04 | C.999952912   | C.131652914E 01 |
| 4450 | C.387821216E-06 | 0.467300415E-04 | C.999953270   | C.825916310E 02 |
| 4500 | C.240267411E-06 | 0.464916225E-04 | C.999953506   | C.516756857E 02 |
| 4550 | C.147409821E-06 | 0.463724136E-04 | C.999953627   | C.317882566E 02 |
| 4600 | 0.895630023E-07 | 0.463128085E-04 | C.999953687   | C.153387107E 02 |
| 4650 | C.538893019E-07 | 0.463128085E-04 | C.999953687   | C.116353372E 02 |
| 4700 | 0.321101971E-07 | 0.463128085E-04 | C.999953687   | C.653332865E 03 |
| 4750 | C.189475386E-07 | 0.463128085E-04 | C.999953687   | C.409120653E 03 |
| 4800 | C.110721245E-07 | 0.463128085E-04 | C.999953687   | C.235072614E 03 |
| 4850 | C.640737241E-08 | 0.463128085E-04 | C.999953687   | C.178345885E 03 |
| 4900 | C.367199293E-08 | 0.463128085E-04 | C.999953687   | C.752867645E 04 |
| 4950 | C.208395700E-08 | 0.463128085E-04 | C.999953687   | C.445974177E 04 |
| 5000 | 0.117123755E-08 | 0.463128085E-04 | C.999953687   | C.252957007E 04 |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 2042.500000

## \*FAILURE PARAMETERS BY LCC-NORMAL DISTRIBUTION\*

PARAMETER: PCF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PCF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 1400 | C.245420597E-01 | 0.879492755     | C.12050724C   | C.279C47861E 01 |
| 1450 | C.276174955E-01 | 0.651875305     | C.148124654   | C.324196443E 01 |
| 1500 | C.304628834E-01 | 0.821412444     | C.178587555   | C.370899764E 01 |
| 1550 | C.325952277E-01 | 0.786417220     | C.211582775   | C.418499555E 01 |
| 1600 | C.351494774E-01 | 0.753267765     | C.246732225   | C.466626564E 01 |
| 1650 | C.368800871E-01 | 0.716387685     | C.283612210   | C.514606748E 01 |
| 1700 | C.381614491E-01 | 0.678224252     | C.321773707   | C.562665425E 01 |
| 1750 | C.389865040E-01 | 0.639235766     | C.360760211   | C.609666546E 01 |
| 1800 | C.393647663E-01 | 0.599875032     | C.400124967   | C.656215548E 01 |
| 1850 | C.393196269E-01 | 0.560555456     | C.439444541   | C.701439976E 01 |
| 1900 | C.388851873E-01 | 0.521670261     | C.478225718   | C.745357210E 01 |
| 1950 | C.381034053E-01 | 0.483566880     | C.516433115   | C.787969059E 01 |
| 2000 | C.370211050E-01 | 0.446545775     | 0.553454220   | C.829054713E 01 |
| 2050 | C.356874018E-01 | 0.410858352     | C.585141607   | C.868605375E 01 |
| 2100 | C.341515876E-01 | 0.376706836     | C.623293161   | C.906582474E-01 |
| 2150 | C.324613116E-01 | 0.344245552     | C.655754447   | C.942969322E 01 |
| 2200 | C.306612700E-01 | 0.312584327     | C.686415672   | C.977767705E 01 |
| 2250 | C.287922248E-01 | 0.284792125     | C.715207874   | C.101099907E 01 |
| 2300 | C.268904492E-01 | 0.257901726     | C.742098271   | C.104266222E 01 |
| 2350 | C.249874219E-01 | 0.232914326     | C.767085671   | C.107281565E 01 |
| 2400 | C.231097415E-01 | 0.209804554     | C.790195405   | C.110148847E 01 |
| 2450 | C.212793275E-01 | 0.188525315     | 0.811474680   | C.112872481E 01 |
| 2500 | 0.195135772E-01 | 0.169011771     | C.830588228   | C.115456675E 01 |
| 2550 | C.178259275E-01 | 0.151185870     | C.848814125   | C.117907345E 01 |
| 2600 | C.162260048E-01 | 0.134959876     | 0.865040123   | C.120226350E 01 |
| 2650 | 0.147203393E-01 | 0.120235555     | 0.879760444   | C.122425075E 01 |
| 2700 | 0.133126936E-01 | 0.106926918     | C.893073082   | C.124502718E 01 |
| 2750 | C.120044723E-01 | 0.945224829E-01 | C.905077517   | C.126466035E 01 |
| 2800 | C.107952207E-01 | 0.841273065E-01 | C.915872653   | C.128230076E 01 |
| 2850 | C.968296453E-02 | 0.744443525E-01 | C.925555646   | C.130069752E 01 |
| 2900 | C.866449251E-02 | 0.657798647E-01 | C.934220135   | C.131715470E 01 |
| 2950 | C.773576274E-02 | 0.580441355E-01 | C.941555864   | C.133273783E 01 |
| 3000 | C.689209252E-02 | 0.511520505E-01 | 0.948847545   | C.134731312E 01 |
| 3050 | C.612836703E-02 | 0.450237353E-01 | 0.954976260   | C.136114120E 01 |
| 3100 | 0.543923676E-02 | 0.395845174E-01 | C.960415482   | C.137408127E 01 |
| 3150 | C.481928139E-02 | 0.347652435E-01 | C.969234756   | C.138623535E 01 |
| 3200 | C.426310673E-02 | 0.305021405E-01 | 0.965497859   | C.139764130E 01 |
| 3250 | C.376541703E-02 | 0.267367362E-01 | C.973263263   | C.140833075E 01 |
| 3300 | 0.332112028E-02 | 0.234156251E-01 | C.976584374   | C.141833484E 01 |
| 3350 | C.292537268E-02 | 0.204902887E-01 | 0.975059711   | C.142766681E 01 |
| 3400 | C.257359608E-02 | 0.175167365E-01 | C.982083261   | C.143641548E 01 |
| 3450 | C.226150127E-02 | 0.156552791E-01 | 0.984344720   | C.144456088E 01 |
| 3500 | C.198510242E-02 | 0.136702060E-01 | C.986329793   | C.145213782E 01 |
| 3550 | C.174072850E-02 | 0.115295120E-01 | C.988070488   | C.145917773E 01 |
| 3600 | C.152499764E-02 | 0.104045271E-01 | C.989595472   | C.146570563E 01 |
| 3650 | 0.133482739E-02 | 0.906974077E-02 | 0.990930259   | C.147172702E 01 |
| 3700 | C.116741471E-02 | 0.790236380E-02 | C.992097616   | C.147729356E 01 |
| 3750 | C.102022080E-02 | 0.688219070E-02 | C.993117809   | C.148240685E 01 |
| 3800 | C.890952302E-03 | 0.599128007E-02 | 0.994008719   | C.148708164E 01 |
| 3850 | 0.777551438E-03 | 0.521373747E-02 | 0.994786262   | C.149135112E 01 |
| 3900 | C.678170006E-03 | 0.453561544E-02 | C.995464384   | C.149521052E 01 |
| 3950 | C.591154908E-03 | 0.394451618E-02 | 0.996055483   | C.149867475E 01 |
| 4000 | C.515035120E-03 | 0.342953205E-02 | C.996570467   | C.150176465E 01 |
| 4050 | C.448500504E-03 | 0.298106670E-02 | C.997089323   | C.150445633E 01 |
| 4100 | C.390387605E-03 | 0.259071588E-02 | C.997409284   | C.150687059E 01 |
| 4150 | C.339664751E-03 | 0.225108661E-02 | C.997748511   | C.150888509E 01 |
| 4200 | C.295423204E-03 | 0.195568800E-02 | C.998044312   | C.151058435E 01 |
| 4250 | C.256855972E-03 | 0.169885155E-02 | C.998301148   | 0.151193857E 01 |
| 4300 | C.223254217E-03 | 0.147563215E-02 | C.998524367   | 0.151259393E 01 |
| 4350 | C.193993299E-03 | 0.128167870E-02 | C.998718321   | C.151358723E 01 |
| 4400 | C.168524813E-03 | 0.111317634E-02 | C.998886823   | C.151390910E 01 |
| 4450 | C.146366554E-03 | 0.966846542E-03 | C.999033153   | C.151385426E 01 |
| 4500 | 0.127096063E-03 | 0.835765840E-03 | C.999160230   | C.151346266E 01 |
| 4550 | C.110342953E-03 | 0.725441642E-03 | C.999270558   | 0.151270389E 01 |
| 4600 | C.957832817E-04 | 0.633716583E-03 | C.999366263   | C.151145279E 01 |
| 4650 | 0.831335928E-04 | 0.550627700E-03 | C.999449372   | C.150975636E 01 |
| 4700 | C.721462274E-04 | 0.478506088E-03 | C.999521493   | C.150772882E 01 |
| 4750 | C.626050896E-04 | 0.415921211E-03 | C.999584078   | C.150521457E 01 |
| 4800 | C.543215428E-04 | 0.361621375E-03 | C.999638376   | C.150216575E 01 |
| 4850 | C.471313105E-04 | 0.314533710E-03 | C.999685466   | C.149845004E 01 |
| 4900 | C.408911437E-04 | 0.273644524E-03 | C.999726355   | C.149421347E 01 |
| 4950 | C.354761723E-04 | 0.238180160E-03 | 0.999761815   | C.148946762E 01 |
| 5000 | C.307778827E-04 | 0.207424163E-03 | 0.999792575   | C.148381352E 01 |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 2048.5602100



\* FAILURE PARAMETERS BY WEIBULL DISTRIBUTION\*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY , UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE     |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1400 | C.174465104E-01 | 0.91185C65C     | C.8E1493051E C1 | C.357C3E8C7E 03  |
| 1450 | C.198957175E-01 | 0.894404252     | C.1055957C7     | C.41E6E634E 03   |
| 1500 | C.224979E55E-01 | C.87450E555     | C.125491440     | C.4E423E611E 03  |
| 1550 | C.252246744E-01 | 0.85201C6C7     | C.147589352     | C.55965E750E 03  |
| 1600 | C.280378721E-01 | 0.8267858E2     | C.173214137     | C.643952E81E 03  |
| 1650 | C.308895E18E-01 | C.79E748195     | C.2012518C4     | C.737659912E 03  |
| 1700 | C.337218C46E-01 | C.76785E445     | C.222141554     | C.841E7C436E 03  |
| 1750 | C.364671871E-01 | C.73413676C     | C.265863235     | C.956E277E4C 03  |
| 1800 | C.390498414E-01 | C.6976658E3     | C.3C233C12E     | C.1C832E42E 07   |
| 1850 | C.413874946E-01 | C.65862C055     | C.34137994C     | C.122275599E 02  |
| 1900 | C.433948263E-01 | C.617232735     | C.38276726C     | C.13756C023E 02  |
| 1950 | C.449865544E-01 | C.57283E114     | C.4261618E5     | C.1542E3433E 02  |
| 2000 | C.460824631E-01 | 0.52885162E     | C.471148371     | C.17253E822E 02  |
| 2050 | C.466128523E-01 | 0.48276925C     | 0.517230745     | C.192415346E 02  |
| 2100 | 0.465235E59E-01 | 0.43615657C     | C.562E43425     | C.214C2E055E 02  |
| 2150 | C.457819849E-01 | 0.389633115     | C.61C36688C     | C.237472145E 02  |
| 2200 | C.443811C06E-01 | 0.342852341     | C.65E147658     | C.2E2845615E 02  |
| 2250 | C.423432178E-01 | 0.29547C6C3     | C.7CC52535E     | C.25C27E438E 02  |
| 2300 | C.397216193E-01 | 0.257126775     | C.742871224     | C.315E7C794E 02  |
| 2350 | C.365994088E-01 | 0.21740663C     | C.782593369     | C.351742E15E 02  |
| 2400 | C.330858501E-01 | C.1E80E1E6      | C.815191813     | C.38E02C215E 02  |
| 2450 | C.293103270E-01 | 0.14772186E     | C.852278113     | C.422E23425E 02  |
| 2500 | C.254136547E-01 | 0.11E41225E     | C.881587742     | C.4E22E7664E 02  |
| 2550 | 0.215381644E-01 | C.525982662E C1 | C.907C01733     | C.504541765E 02  |
| 2600 | C.178174153E-01 | 0.7145977C2E C1 | C.928540225     | C.54572E188E 02  |
| 2650 | C.143661126E-01 | 0.536429882E C1 | 0.94E357011     | C.59797E873E 02  |
| 2700 | C.112726576E-01 | C.352766554E C1 | C.96C72334C     | C.64543E053E 02  |
| 2750 | 0.859415531E-02 | C.2E6C042E6E C1 | C.971595711     | C.7C427C228E 02  |
| 2800 | C.635536760E-02 | C.154095545E C1 | C.98C590045     | C.7E26C2E6E 07   |
| 2850 | C.455058738E-02 | C.13C5445CCE C1 | C.9E6E9455C5    | C.8246C7536E 02  |
| 2900 | 0.314906751E-02 | C.85C4033CE C2  | C.9914959E6     | C.85C45763CE 02  |
| 2950 | C.21C204208E-02 | 0.53548812EE C2 | C.994645118     | C.9E025C8C4E 02  |
| 3000 | C.135074136E-02 | 0.32529234EE C2 | C.996747C7E     | C.10342E959E 01  |
| 3050 | C.833795173E-03 | 0.1902222E3E C2 | C.99E657777     | C.1112E1454E 01  |
| 3100 | C.453347412E-03 | 0.1C6841325E C2 | C.99893158E     | C.115546614E 01  |
| 3150 | C.279166037E-03 | 0.575065612E C3 | C.999424934     | C.128259817E 01  |
| 3200 | C.179114826E-03 | 0.29587745CE C3 | C.9997C4122     | C.137542747E 01  |
| 3250 | C.774392247E-04 | 0.145196914E C3 | 0.9998548C3     | C.14725186EE 01  |
| 3300 | C.377717C78E-04 | 0.677704811E C4 | C.999932225     | C.15756E033E 01  |
| 3350 | C.174429733E-04 | 0.2958113E3E C4 | C.99997C01E     | C.1683E7256E 01  |
| 3400 | C.760541479E-05 | 0.125165754E C4 | C.999987483     | C.17977319EE 01  |
| 3450 | C.312197789E-05 | 0.49471E551E C5 | C.999995052     | C.191747546E 01  |
| 3500 | C.120298136E-05 | 0.178812934E C5 | C.999998211     | C.2C4325192E 01  |
| 3550 | C.433788443E-06 | C.55E04E447E C6 | C.9999994C4     | 0.21754C524E 01  |
| 3600 | C.145916942E-06 | 0.178812934E C6 | C.999999821     | C.2314C10E3E 01  |
| 3650 | C.456378E86E-07 | 0.55E04E447E C7 | 0.99999954C     | C.24553E375E 01  |
| 3700 | C.132267388E-07 | 0.CCC0000CE+CC  | 1.CCC0000C      | C.2E116E5634E 01 |
| 3750 | C.353976181E-08 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.277115945E 01  |
| 3800 | C.871590577E-09 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.293815E2CE 01  |
| 3850 | C.196720C98E-09 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.311275781E 01  |
| 3900 | C.405417366E-10 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.3295353C5E 01  |
| 3950 | C.759896052E-11 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.34E411399E 01  |
| 4000 | C.129008002E-11 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.3E8527546E 01  |
| 4050 | C.197541C39E-12 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.3E93C796CE 01  |
| 4100 | C.271632353E-13 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.41C99C454E 01  |
| 4150 | C.333919170E-14 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.43355888E 01   |
| 4200 | C.365282111E-15 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.457144714E 01  |
| 4250 | C.353902409E-16 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.48167E284E 01  |
| 4300 | C.302186E14E-17 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.507211163E 01  |
| 4350 | C.22E266584E-18 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.5337879C6E 01  |
| 4400 | C.147795365E-19 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.5E142304CE 01  |
| 4450 | C.837699C94E-21 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.5901556C5E 01  |
| 4500 | C.409750383E-22 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.62CCE371E 01   |
| 4550 | C.171994475E-23 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.651C13255E 01  |
| 4600 | C.615964288E-25 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.683214664E 01  |
| 4650 | C.187096737E-26 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.716E25452E 01  |
| 4700 | C.479063036E-28 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.7512521C5E 01  |
| 4750 | C.102753628E-29 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | 0.78723567CE 01  |
| 4800 | C.183444357E-31 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.8245C3858E 01  |
| 4850 | C.270788164E-33 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.8E3124132E 01  |
| 4900 | C.328274E77E-35 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.9C3112292E 01  |
| 4950 | 0.324562640E-37 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.944532544E 01  |
| 5000 | C.259844E76E-35 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC0000C      | C.9874C4584E 01  |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS\* 2CC4.5426300

\*GROUP-2 : 1/2 CL.YD. : FB-CM EXCAVATORS \*

\*FAILURE PARAMETERS BY EXPONENTIAL DISTRIBUTION\*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY | UNRELIABILITY | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|
| 1500 | C.111185C14E-01 | 0.528262615 | C.4717373E4   | C.42544119CE 03 |
| 1550 | C.1C8844786E-01 | 0.517144024 | C.482655975   | C.42544119CE 03 |
| 1600 | C.106553845E-01 | 0.5062595C1 | C.493740465   | C.42544119CE 03 |
| 1650 | C.104311257E-01 | 0.495604097 | C.5043959C2   | C.42544119CE 03 |
| 1700 | C.102115646E-01 | 0.485172867 | C.514627132   | C.42544119CE 03 |
| 1750 | C.955663770E-02 | 0.4745612E0 | C.525038719   | C.42544119CE 03 |
| 1800 | C.978624C75E-02 | 0.46496456E | C.535025431   | C.42544119CE 03 |
| 1850 | C.958025828E-02 | 0.45517826C | C.544821735   | C.42544119CE 03 |
| 1900 | C.937862694E-02 | 0.44559794E | C.5544C2C53   | C.42544119CE 03 |
| 1950 | C.918123498E-02 | 0.436219275 | C.563780725   | C.42544119CE 03 |
| 2000 | C.898798182E-02 | 0.427037954 | C.572962045   | C.42544119CE 03 |
| 2050 | C.879882276E-02 | 0.418C49921 | C.58195006E   | C.42544119CE 03 |
| 2100 | C.861360877E-02 | 0.409251034 | C.590748965   | C.42544119CE 03 |
| 2150 | C.843232497E-02 | 0.40063738E | C.599362611   | C.42544119CE 03 |
| 2200 | C.825484842E-02 | 0.392204955 | C.6077550CC   | C.42544119CE 03 |
| 2250 | C.808110088E-02 | 0.38395C114 | C.616C498E5   | C.42544119CE 03 |
| 2300 | C.791103392E-02 | 0.37586697E | C.624131C23   | C.42544119CE 03 |
| 2350 | C.774450572E-02 | 0.36795785C | C.632C4211C   | C.42544119CE 03 |
| 2400 | C.758151337E-02 | 0.360213577 | C.639786422   | C.42544119CE 03 |
| 2450 | C.742194056E-02 | 0.3526318C7 | C.647368152   | C.42544119CE 03 |
| 2500 | C.726572424E-02 | 0.34520595E | C.654790C43   | C.42544119CE 03 |
| 2550 | C.711280480E-02 | 0.33794432E | C.662C55671   | C.42544119CE 03 |
| 2600 | C.696309283E-02 | 0.3308312E5 | C.669168710   | C.42544119CE 03 |
| 2650 | C.681653618E-02 | 0.32386E215 | C.6761317E4   | C.42544119CE 03 |
| 2700 | C.667307153E-02 | 0.31705147C | C.682948529   | C.42544119CE 03 |
| 2750 | C.653261691E-02 | 0.31037E432 | C.689621567   | C.42544119CE 03 |
| 2800 | C.639512762E-02 | 0.3038458E2 | C.696154117   | C.42544119CE 03 |
| 2850 | C.626052516E-02 | 0.29745C542 | C.702549457   | C.42544119CE 03 |
| 2900 | C.612875446E-02 | 0.29119C087 | C.7088C9512   | C.42544119CE 03 |
| 2950 | C.599976629E-02 | 0.285061415 | C.7149385E1   | C.42544119CE 03 |
| 3000 | C.587348640E-02 | 0.27906143E | C.7209385E3   | C.42544119CE-03 |
| 3050 | C.574985519E-02 | 0.273187995 | C.7268120C5   | C.42544119CE 03 |
| 3100 | C.562884286E-02 | 0.267437934 | C.732562C65   | C.42544119CE 03 |
| 3150 | C.551036745E-02 | 0.26180917C | C.738190829   | C.42544119CE-03 |
| 3200 | C.539439171E-02 | 0.25629684C | C.743701160   | C.42544119CE-03 |
| 3250 | C.528084486E-02 | 0.2509042E2 | C.7495C55737  | C.42544119CE 03 |
| 3300 | C.516970455E-02 | 0.245623465 | C.75437653C   | C.42544119CE 03 |
| 3350 | C.506090372E-02 | 0.240453835 | C.75954616C   | C.42544119CE 03 |
| 3400 | C.495438277E-02 | 0.235392745 | C.7646C725C   | C.42544119CE-03 |
| 3450 | C.485011190E-02 | 0.23043E411 | C.76956158E   | C.42544119CE 03 |
| 3500 | C.474802777E-02 | 0.22558E381 | C.774411618   | C.42544119CE 03 |
| 3550 | C.464809313E-02 | 0.22084C215 | C.7791557E4   | C.42544119CE 03 |
| 3600 | C.455026328E-02 | 0.216192185 | C.7838607814  | C.42544119CE-03 |
| 3650 | C.445448607E-02 | 0.21164172E | C.788358271   | C.42544119CE-03 |
| 3700 | C.436074286E-02 | 0.207187255 | C.7928127C5   | C.42544119CE 03 |
| 3750 | C.426895916E-02 | 0.202826615 | C.7971733E0   | C.42544119CE 03 |
| 3800 | C.417910888E-02 | 0.198557555 | C.801442444   | C.42544119CE 03 |
| 3850 | C.409115478E-02 | 0.19437E455 | C.805621504   | C.42544119CE 03 |
| 3900 | C.400504469E-02 | 0.190287411 | C.8097125E6   | C.42544119CE 03 |
| 3950 | C.392075255E-02 | 0.186282217 | C.8137177E2   | C.42544119CE-03 |
| 4000 | C.383823062E-02 | 0.182361543 | C.81763845E   | C.42544119CE 03 |
| 4050 | C.375744584E-02 | 0.1785221E2 | C.821476817   | C.42544119CE-03 |
| 4100 | C.367836142E-02 | 0.174765825 | C.825234174   | C.42544119CE 03 |
| 4150 | C.360094034E-02 | 0.1710875C3 | C.82891245E   | C.42544119CE 03 |
| 4200 | C.352515094E-02 | 0.167486425 | C.83221357C   | C.42544119CE 03 |
| 4250 | C.345095479E-02 | 0.16396135C | C.836C38645   | C.42544119CE 03 |
| 4300 | C.337832118E-02 | 0.16051042C | C.8394E9575   | C.42544119CE 03 |
| 4350 | C.330721610E-02 | 0.157132025 | C.84286797C   | C.42544119CE-03 |
| 4400 | C.323760765E-02 | 0.1538248E5 | C.846175134   | C.42544119CE 03 |
| 4450 | C.316946394E-02 | 0.150587141 | C.849412858   | C.42544119CE 03 |
| 4500 | C.310275610E-02 | 0.147417724 | C.8525E2275   | C.42544119CE-03 |
| 4550 | C.303745C83E-02 | 0.144315004 | C.855684955   | C.42544119CE 03 |
| 4600 | C.297351596E-02 | 0.141277452 | C.8587225CE   | C.42544119CE 03 |
| 4650 | C.291093438E-02 | 0.138303995 | C.8616960C4   | C.42544119CE 03 |
| 4700 | C.284966779E-02 | 0.13539314E | C.8646C6857   | C.42544119CE 03 |
| 4750 | C.278968E76E-02 | 0.1325433E5 | C.867456615   | C.42544119CE 03 |
| 4800 | C.273097283E-02 | 0.1297537CE | C.870246251   | C.42544119CE 03 |
| 4850 | C.267349346E-02 | 0.1270228C2 | C.872977197   | C.42544119CE 03 |
| 4900 | C.261722249E-02 | 0.12434523E | C.8756507E3   | C.42544119CE 03 |
| 4950 | C.256213662E-02 | 0.12173199E | C.878268C3    | C.42544119CE 03 |
| 5000 | C.250821025E-02 | 0.119165831 | C.88083016E   | C.42544119CE 03 |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 235C.50CCCCC0

## \* FAILURE PARAMETERS BY NORMAL DISTRIBUTION

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE     |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1400 | C.118435435E-01 | 0.502542664     | C.57456336CE C1 | C.131224021E 01  |
| 1450 | C.129958875E-01 | 0.889547824     | C.110452175     | C.146055417E 01  |
| 1500 | C.141870155E-01 | 0.875360846     | C.124639153     | C.162070468E 01  |
| 1550 | C.154076814E-01 | 0.859593165     | C.140046834     | C.179168842E 01  |
| 1600 | C.166473202E-01 | 0.843305885     | C.156694114     | C.197405442E 01  |
| 1650 | C.178941660E-01 | 0.825411737     | C.174588263     | C.216790956E 01  |
| 1700 | C.191355496E-01 | 0.806276202     | C.193723757     | C.237332433E 01  |
| 1750 | C.203578211E-01 | 0.785918414     | C.214081585     | C.259032212E 01  |
| 1800 | C.215467647E-01 | 0.764371633     | C.235628366     | C.281886842E 01  |
| 1850 | C.226879268E-01 | 0.741683721     | C.258316278     | C.305897593E 01  |
| 1900 | C.237666368E-01 | 0.717917084     | C.282082915     | C.331045855E 01  |
| 1950 | C.247686281E-01 | 0.692146453     | C.306851506     | C.357335066E 01  |
| 2000 | C.256801359E-01 | 0.667466365     | C.332531621     | C.384735335E 01  |
| 2050 | C.264882706E-01 | 0.640980124     | C.359019875     | C.413246341E 01  |
| 2100 | C.271813459E-01 | 0.613798757     | C.386201202     | C.442636035E 01  |
| 2150 | C.277491100E-01 | 0.586049735     | C.413550264     | C.473494082E 01  |
| 2200 | C.281830802E-01 | 0.557866652     | C.442133307     | C.505193807E 01  |
| 2250 | C.284766517E-01 | 0.525390056     | C.470609903     | C.537514258E 01  |
| 2300 | C.286253131E-01 | 0.500764767     | C.495235212     | C.571623101E 01  |
| 2350 | C.286267921E-01 | 0.472138047     | C.527861952     | C.606322474E 01  |
| 2400 | C.284810550E-01 | 0.443657040     | C.556342955     | C.641560501E 01  |
| 2450 | C.281903445E-01 | 0.415466725     | C.584533274     | C.678521950E 01  |
| 2500 | C.277591273E-01 | 0.387707650     | C.612292349     | C.715980525E 01  |
| 2550 | C.271939598E-01 | 0.360513746     | C.639486253     | C.754311084E 01  |
| 2600 | C.265032947E-01 | 0.334010481     | C.665589516     | C.793486833E 01  |
| 2650 | C.256973542E-01 | 0.308313131     | C.691666666     | C.833462146E 01  |
| 2700 | C.247877836E-01 | 0.283525347     | C.716474652     | C.874270200E 01  |
| 2750 | C.237874724E-01 | 0.255737908     | C.740262051     | C.915825962E 01  |
| 2800 | C.227101594E-01 | 0.237027764     | C.762972225     | C.958122015E 01  |
| 2850 | C.215701200E-01 | 0.215457677     | C.784542322     | C.100112974E 01  |
| 2900 | C.203819759E-01 | 0.195075750     | C.804524245     | C.104462352E 01  |
| 2950 | C.191602334E-01 | 0.175915539     | C.824084460     | C.108917176E 01  |
| 3000 | C.179191269E-01 | 0.157996416     | C.842003583     | C.113414764E 01  |
| 3050 | C.166722163E-01 | 0.141324222     | C.856675777     | C.117971360E 01  |
| 3100 | C.154323168E-01 | 0.125891923     | C.874108076     | C.122583806E 01  |
| 3150 | C.142111741E-01 | 0.111688055     | C.886319154     | C.127246108E 01  |
| 3200 | C.130193568E-01 | 0.986614823E-C1 | C.901338517     | C.131955855E 01  |
| 3250 | C.118661597E-01 | 0.867953300E-C1 | C.913204670     | C.136714220E 01  |
| 3300 | C.107595026E-01 | C.760358572E-C1 | C.923964142     | C.141505595E 01  |
| 3350 | C.970587506E-02 | 0.663300156E-C1 | C.933669564     | C.146327018E 01  |
| 3400 | C.871041789E-02 | 0.576196312E-C1 | C.942380368     | C.151170965E 01  |
| 3450 | C.77684897E-02  | 0.494428344E-C1 | C.950157165     | C.156027376E 01  |
| 3500 | C.690763071E-02 | 0.425352521E-C1 | C.957064747     | C.160884757E 01  |
| 3550 | C.610402971E-02 | 0.368312597E-C1 | C.963168740     | C.165729582E 01  |
| 3600 | C.536617636E-02 | 0.314651131E-C1 | C.968534866     | C.170542670E 01  |
| 3650 | C.469325482E-02 | 0.267719030E-C1 | C.973228057     | C.175305187E 01  |
| 3700 | C.408362597E-02 | 0.226883292E-C1 | C.977311670     | C.179987907E 01  |
| 3750 | C.353489979E-02 | 0.191534757E-C1 | C.980646524     | C.184556543E 01  |
| 3800 | C.304417172E-02 | 0.161093473E-C1 | C.983690052     | C.188965254E 01  |
| 3850 | C.260808691E-02 | 0.135012865E-C1 | C.986498713     | C.193173170E 01  |
| 3900 | C.222298386E-02 | 0.112783312E-C1 | C.988721668     | C.197102185E 01  |
| 3950 | C.188499898E-02 | 0.93933343E-C2  | C.990606665     | C.200674057E 01  |
| 4000 | C.159018393E-02 | 0.780320167E-C2 | C.992196758     | C.203786075E 01  |
| 4050 | C.133457826E-02 | C.646865367E-C2 | C.993531346     | C.206314683E 01  |
| 4100 | C.111430045E-02 | 0.535440444E-C2 | C.994645555     | C.208109080E 01  |
| 4150 | C.925595872E-03 | 0.442886352E-C2 | C.995571136     | C.208991706E 01  |
| 4200 | C.764894066E-03 | 0.366401672E-C2 | C.996335583     | C.209756254E 01  |
| 4250 | C.628843437E-03 | 0.303516772E-C2 | C.996564612     | C.210484314E 01  |
| 4300 | C.514332903E-03 | 0.252085924E-C2 | C.997479140     | C.211170752E 01  |
| 4350 | C.418512616E-03 | 0.210237503E-C2 | C.997897625     | C.211826575E 01  |
| 4400 | C.338791636E-03 | 0.176364182E-C2 | C.998226356     | C.212450723E 01  |
| 4450 | C.272846780E-03 | 0.145083137E-C2 | C.998509166     | C.213041679E 01  |
| 4500 | C.216608271E-03 | 0.127226114E-C2 | C.998727738     | C.213592541E 01  |
| 4550 | C.174250541E-03 | 0.105803676E-C2 | C.998901563     | C.214110277E 01  |
| 4600 | C.138179093E-03 | 0.959873195E-C3 | C.999040128     | C.214595526E 01  |
| 4650 | C.105011321E-03 | 0.850915906E-C3 | C.999149084     | C.215030526E 01  |
| 4700 | C.855582475E-04 | 0.765383242E-C3 | C.999234616     | C.215424815E 01  |
| 4750 | C.668055872E-04 | 0.698626041E-C3 | C.999301374     | C.215782084E 01  |
| 4800 | C.518950109E-04 | 0.646770000E-C3 | C.999353220     | C.216107501E 01  |
| 4850 | C.401050056E-04 | 0.606715679E-C3 | C.999393264     | C.216400784E 01  |
| 4900 | C.308342132E-04 | 0.575900077E-C3 | C.999424099     | C.216674030E 01  |
| 4950 | C.235845000E-04 | 0.552356242E-C3 | C.999447643     | C.2169281300E 01 |
| 5000 | C.179467606E-04 | 0.534415245E-C3 | C.999465564     | C.217162503E 01  |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS\* 2350.500000

## \*FAILURE PARAMETERS BY LCC-NCPAL DISTRIBUTION\*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY      | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE     |
|------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 1400 | 0.133439227E-01 | C.93586C761      | C.6C12525CCE C1 | C.14157763CE J1  |
| 1450 | 0.155566297E-01 | C.924304127      | C.756958723E-C1 | C.1483C638CE J1  |
| 1500 | C.177948661E-01 | 0.9C650928C      | C.934907158E-01 | C.1563CC96EE 01  |
| 1550 | C.200052522E-01 | C.8E65C4054      | C.113455545     | C.225664526E 01  |
| 1600 | C.221363529E-01 | C.864367723      | C.135622276     | C.256C9E769E 01  |
| 1650 | C.241410024E-01 | 0.840226765      | C.159773230     | C.2F731528EE J1  |
| 1700 | C.259780213E-01 | C.81424E8CC      | C.185751159     | C.319042764E J1  |
| 1750 | C.276134945E-01 | 0.786635335      | C.21336466C     | C.35103295CE 01  |
| 1800 | C.29C213860E-01 | 0.757613956      | C.242386043     | C.3E3C6295EE 01  |
| 1850 | C.301837474E-01 | C.72743C224      | C.272569775     | C.414936654E 01  |
| 1900 | C.310905017E-01 | C.656339726      | C.3C3660273     | C.446484647F 01  |
| 1950 | 0.317389182E-01 | 0.664600849      | C.33535915C     | 0.477563505E 01  |
| 2000 | C.321327596E-01 | 0.6324661C4      | C.367531855     | C.5C8C52414E 01  |
| 2050 | C.322814397E-01 | C.6CC1867C5      | C.399813254     | C.537856593E 01  |
| 2100 | C.321989730E-01 | 0.56798774C      | C.432C12260     | C.566895525E 01  |
| 2150 | C.319029130E-01 | 0.53608463C      | C.463515165     | C.5951C938EE 01  |
| 2200 | C.314134731E-01 | 0.5C4671354      | C.4553286C5     | C.622453587E 01  |
| 2250 | C.3C7524353E-01 | 0.473918974      | C.526081025     | C.648856C9EE 01  |
| 2300 | 0.299425199E-01 | 0.443576461      | 0.556C23538     | C.674416422E 01  |
| 2350 | C.290065854E-01 | 0.414965921      | C.585C3CC7E     | C.6950C3934E 01  |
| 2400 | C.275669910E-01 | 0.387002944      | 0.612997055     | C.722655654C 01  |
| 2450 | 0.268452800E-01 | 0.36C15766E      | 0.639642331     | C.745375752E 01  |
| 2500 | 0.256616175E-01 | 0.33449608C      | C.6655C3915     | C.767171575E 01  |
| 2550 | C.244346568E-01 | 0.31C061355      | C.689538604     | 0.788C55830E 01  |
| 2600 | C.231815092E-01 | 0.286875897      | C.7131201C2     | C.8C8C55956E 01  |
| 2650 | 0.219172202E-01 | 0.264962732      | C.735C37267     | C.82718C743E 01  |
| 2700 | C.206551328E-01 | C.244307637      | C.755652362     | 0.845455527E 01  |
| 2750 | C.194068253E-01 | 0.22450C841      | C.775C95158     | C.8625C5383E 01  |
| 2800 | C.181820616E-01 | 0.2C67188C2      | C.753281157     | C.879554748E 01  |
| 2850 | C.165989777E-01 | 0.189725865      | C.81C27013C     | C.895425253E 01  |
| 2900 | C.158341825E-01 | 0.173895716      | C.8261C4263     | C.91C55572CE 01  |
| 2950 | C.147228576E-01 | 0.159172892      | 0.8408271C7     | C.92495977EE 01  |
| 3000 | 0.136589184E-01 | 0.145514C11      | C.8544855EE     | C.938664462E 01  |
| 3050 | 0.126451961E-01 | 0.132866826      | C.867131173     | C.9517C4978E 01  |
| 3100 | C.116834528E-01 | 0.121185421      | 0.878814578     | C.964096784E 01  |
| 3150 | C.107746794E-01 | 0.11C41C745      | C.88958925C     | C.975872278E 01  |
| 3200 | C.991903590E-02 | 0.1CC491762      | C.899508237     | C.9F7C45937E 01  |
| 3250 | 0.911616161E-02 | 0.913756485E-C1  | C.908624351     | 0.9975657175E 01 |
| 3300 | C.836512073E-02 | 0.83C105543E C1  | C.916589445     | C.1C0771725      |
| 3350 | C.766460225E-02 | 0.75345593CE C1  | C.924654007     | C.1C1725395      |
| 3400 | C.701292604E-02 | 0.683330893E-C1  | 0.931666910     | C.102626525      |
| 3450 | C.640821829E-02 | C.615246747E-C1  | C.938C75125     | C.103463736      |
| 3500 | C.584836304E-02 | 0.56C765266E C1  | C.943523473     | C.104292511      |
| 3550 | C.533116981E-02 | 0.507453368CE-C1 | 0.949254632     | C.1C5057235      |
| 3600 | 0.485433638E-02 | 0.45891C465E-C1  | C.9541C8953     | C.1C577558E      |
| 3650 | C.441553443E-02 | 0.414755344E C1  | C.958524465     | C.106461167      |
| 3700 | C.401245802E-02 | 0.374631285E-C1  | C.9625336871    | 0.107104182      |
| 3750 | C.364278513E-02 | 0.338203907E-C1  | C.9661796C5     | C.1C77C9705      |
| 3800 | C.330427475E-02 | 0.3C5161476E C1  | C.965483852     | C.1C8275526      |
| 3850 | 0.299475155E-02 | 0.275214314E-C1  | C.972478568     | C.108E15252      |
| 3900 | 0.271211727E-02 | 0.248C936C5E-C1  | C.975150635     | C.109318256      |
| 3950 | C.245435698E-02 | 0.22355C2CCE C1  | C.97764456C     | C.1C9789567      |
| 4000 | C.221956684E-02 | 0.2C1354622E-C1  | 0.979864537     | C.110231657      |
| 4050 | C.200593774E-02 | 0.1E1295275E-C1  | 0.981870472     | C.110644757      |
| 4100 | C.181176746E-02 | 0.163177847E C1  | C.983682215     | C.11103C221      |
| 4150 | C.163545343E-02 | 0.146823525E-C1  | C.985317647     | C.1113E904C      |
| 4200 | C.147550599E-02 | 0.132068951E-C1  | C.986753100     | C.11172235C      |
| 4250 | C.133053003E-02 | 0.118764C42E-C1  | C.988123555     | C.112C3134C      |
| 4300 | C.119923311E-02 | 0.1C6772184E-C1  | C.989322781     | C.11231696E      |
| 4350 | C.108041288E-02 | 0.955682464E-C2  | C.990403175     | C.11256C235      |
| 4400 | C.972962938E-03 | 0.8623858C2E-C2  | C.9912761C2     | C.112821698      |
| 4450 | C.875859987E-03 | 0.774806737E-C2  | 0.992251922     | C.113042354      |
| 4500 | C.788163160E-03 | 0.659991514E-C2  | C.993C40C64     | C.113243162      |
| 4550 | C.709007959E-03 | 0.625091791E-C2  | C.993745C62     | C.113424599      |
| 4600 | C.637604156E-03 | 0.561332702E-C2  | C.994286673     | C.113587558      |
| 4650 | 0.573225319E-03 | 0.5C401C912E-C2  | C.99495989C     | C.113732655      |
| 4700 | 0.515207648E-03 | 0.452494621E-C2  | C.995475C53     | C.113855355      |
| 4750 | C.462946249E-03 | 0.406205654E-C2  | C.995537543     | C.113966431      |
| 4800 | 0.415850710E-03 | C.364615492E-C2  | C.9963538C5     | C.114061534      |
| 4850 | C.373540213E-03 | 0.327271223E-C2  | C.9967272E1     | C.11413776E      |
| 4900 | C.335437245E-03 | 0.292731685E-C2  | C.997C62683     | C.11419650E      |
| 4950 | C.301167834E-03 | 0.262615422E-C2  | C.9973638C5     | C.114243388      |
| 5000 | C.270356191E-03 | 0.236586714E C2  | C.997634112     | C.114272594      |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS\* 2251.C5356C0

## \* FAILURE PARAMETERS BY WEIBULL DISTRIBUTION \*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.             | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE    |
|------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1400 | C.756359404E-02  | 0.553139305     | C.466606948E 01 | C.157355596E 03 |
| 1450 | C.893303379E-02  | C.545175707     | C.546242526E C1 | C.178535046E 03 |
| 1500 | C.956764749E-02  | 0.536242664     | C.637573555E C1 | C.201650080E 03 |
| 1550 | C.110653191E-01  | C.526274895     | C.737251043E-C1 | C.226445340E 03 |
| 1600 | C.122227221E-01  | C.515205651     | C.847503450E C1 | C.254245242E 03 |
| 1650 | C.134354308E-01  | 0.902986884     | C.970131155E C1 | C.283555825E 03 |
| 1700 | C.146976187E-01  | 0.885551341     | C.110448658     | C.316050183E 03 |
| 1750 | C.160021483E-01  | C.874853670     | C.125146325     | C.350763280E 03 |
| 1800 | C.173404775E-01  | 0.858851611     | C.141148388     | C.380110056E 03 |
| 1850 | C.187025964E-01  | 0.841511011     | C.158480588     | C.428242373E 03 |
| 1900 | C.200770050E-01  | 0.822608364     | C.177191615     | C.471282284E 03 |
| 1950 | C.214507552E-01  | 0.802731354     | C.197268605     | C.517365285E 03 |
| 2000 | C.228096731E-01  | 0.781280656     | C.218719303     | C.566612925E 03 |
| 2050 | C.241380855E-01  | 0.756470773     | C.241525226     | C.619146602E 03 |
| 2100 | C.254193767E-01  | 0.734332740     | C.265667255     | C.675121787E 03 |
| 2150 | C.266361683E-01  | 0.706913385     | C.291086614     | C.734451654E 03 |
| 2200 | C.277703516E-01  | 0.682277441     | C.317727555     | C.797870566E 03 |
| 2250 | C.288036242E-01  | 0.654506981     | C.345453018     | C.864544653E 03 |
| 2300 | C.297178477E-01  | 0.625703454     | C.374296546     | C.935570805E 03 |
| 2350 | C.304954573E-01  | 0.595985651     | C.404014345     | C.101113040E 02 |
| 2400 | C.311198607E-01  | 0.565490126     | C.434505873     | C.105054311E 02 |
| 2450 | C.315760262E-01  | 0.534370303     | C.465625656     | C.117436470E 02 |
| 2500 | C.318509712E-01  | 0.502794385     | C.497205615     | C.126273790E 02 |
| 2550 | C.319342203E-01  | 0.470943331     | C.529056666     | C.135575565E 02 |
| 2600 | C.318181999E-01  | 0.435005245     | C.560950750     | C.145373563E 02 |
| 2650 | C.314989872E-01  | 0.400719103E    | C.592608561     | C.155665841E 02 |
| 2700 | C.309760458E-01  | 0.375692188     | C.624307811     | C.166473351E 02 |
| 2750 | C.302531532E-01  | 0.344716191     | C.655283808     | C.177613950E 02 |
| 2800 | C.293378271E-01  | 0.314463853     | C.685536146     | C.189656347E 02 |
| 2850 | C.282420702E-01  | 0.285126686     | C.714673313     | C.202214667E 02 |
| 2900 | C.269814394E-01  | 0.256883915     | C.742116080     | C.215176236E 02 |
| 2950 | C.255754180E-01  | 0.225903280     | C.770056715     | C.228802417E 02 |
| 3000 | C.240464545E-01  | 0.204327166     | C.795672833     | C.243035471E 02 |
| 3050 | C.224196054E-01  | 0.180281281     | C.815718718     | C.257656005E 02 |
| 3100 | C.2027218453E-01 | 0.157861112     | C.842128866     | C.273416003E 02 |
| 3150 | C.189811438E-01  | 0.137135797     | C.862860202     | C.289577804E 02 |
| 3200 | C.172255337E-01  | 0.118158221     | C.881841778     | C.306425644E 02 |
| 3250 | C.154826007E-01  | 0.100933075     | C.899066525     | C.323975295E 02 |
| 3300 | C.137781426E-01  | 0.854495936E C1 | C.914550006     | C.342233036E 02 |
| 3350 | C.121357552E-01  | 0.716722607E-C1 | C.928327739     | C.361222026E 02 |
| 3400 | C.105759427E-01  | C.555362782E-C1 | C.940463721     | C.380562458E 02 |
| 3450 | C.911574065E-02  | 0.465606261E-C1 | C.951039373     | C.401466575E 02 |
| 3500 | C.776829198E-02  | 0.358449897E-C1 | C.960155010     | C.422762706E 02 |
| 3550 | C.654265657E-02  | 0.320764184E-C1 | C.967923581     | C.444853305E 02 |
| 3600 | C.544391572E-02  | 0.255335145E-C1 | C.974466085     | C.467770174E 02 |
| 3650 | C.447322800E-02  | 0.200898647E-C1 | C.979510135     | C.491521880E 02 |
| 3700 | C.362832541E-02  | 0.156167745E-C1 | C.984363225     | C.516133302E 02 |
| 3750 | C.290391543E-02  | 0.115883416E-C1 | C.988011656     | C.541621815E 02 |
| 3800 | C.229228497E-02  | 0.908446312E-C2 | C.990915536     | C.568013265E 02 |
| 3850 | C.178389484E-02  | 0.675216765E-C2 | C.993207812     | C.595305212E 02 |
| 3900 | C.136801577E-02  | 0.500833986E-C2 | C.994551660     | C.623545423E 02 |
| 3950 | C.103331566E-02  | 0.364025407E-C2 | C.996359705     | C.652732700E 02 |
| 4000 | C.768410041E-03  | C.260698795E-C2 | C.997393012     | C.682500473E 02 |
| 4050 | C.562289729E-03  | 0.182862447E-C2 | C.998161375     | C.714055174E 02 |
| 4100 | C.404690392E-03  | 0.127631425E-C2 | C.998723685     | C.746216115E 02 |
| 4150 | C.286329304E-03  | C.871596720E-C3 | C.999128401     | C.775420802E 02 |
| 4200 | C.199050788E-03  | 0.585256007E-C3 | C.999414742     | C.813675024E 02 |
| 4250 | C.135890557E-03  | 0.366238094E-C3 | C.999613761     | C.849002227E 02 |
| 4300 | C.910566304E-04  | 0.250335500E-C3 | C.999749660     | C.885425880E 02 |
| 4350 | C.598545011E-04  | 0.159263610E-C3 | C.999840736     | C.922962278E 02 |
| 4400 | C.385748135E-04  | 0.954205474E-C4 | C.999900575     | C.961634516E 02 |
| 4450 | C.243606045E-04  | 0.608562422E-C4 | C.999939143     | C.100145340E 01 |
| 4500 | C.150661526E-04  | C.364780426E-C4 | C.999963522     | C.104245953E 01 |
| 4550 | C.911982260E-05  | 0.214576721E-C4 | C.999978542     | C.108466483E 01 |
| 4600 | C.539987559E-05  | 0.123381614E-C4 | C.999987661     | C.112807974E 01 |
| 4650 | C.312558040E-05  | 0.691413875E-C5 | C.999993065     | C.117273065E-01 |
| 4700 | C.176750745E-05  | 0.381465726E-C5 | C.999996185     | C.121864713E 01 |
| 4750 | C.975893272E-06  | 0.202655752E-C5 | C.999997973     | C.126585923E 01 |
| 4800 | C.525740517E-06  | 0.107288360E-C5 | C.999998927     | C.131435841E 01 |
| 4850 | C.276178695E-06  | 0.536441803E-C6 | C.999999463     | C.136415534E 01 |
| 4900 | C.141373220E-06  | 0.236418575E-C6 | C.999999761     | C.141528195E 01 |
| 4950 | C.704717422E-07  | 0.115205285E-C6 | C.999999880     | C.146755213E 01 |
| 5000 | C.341848434E-07  | 0.596046447E-C7 | C.999999940     | C.152185294E 01 |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 2478.2600100

\* 3372-3: 3/4 CU.YD.: EL-CM,CL-TM EXCAVATORS\*

\*FAILURE PARAMETERS BY EXPONENTIAL DISTRIBUTION\*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY | UNRELIABILITY | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|
| 1550 | C.101906694E-01 | 0.573752555 | C.4262464C4   | C.358422752E 03 |
| 1600 | C.100096650E-01 | 0.56256287C | C.43643713C   | C.358422752E 03 |
| 1650 | 0.983187528E-02 | 0.553553164 | C.446446E36   | C.358422752E 03 |
| 1700 | C.965724885E-02 | 0.543721195 | C.456278EC1   | C.358422752E 03 |
| 1750 | C.948572531E-02 | 0.534063935 | C.465936C64   | C.358422752E 03 |
| 1800 | C.931724533E-02 | 0.52457E154 | C.475421E45   | C.358422752E 03 |
| 1850 | C.915176C48E-02 | 0.51526C815 | C.4847351E4   | C.358422752E 03 |
| 1900 | C.898920744E-02 | 0.506108995 | C.4938510C0   | C.358422752E 03 |
| 1950 | C.882954523E-02 | C.457115724 | C.50288C275   | C.358422752E 03 |
| 2000 | C.867270678E-02 | 0.48829C15C | C.5117C98C5   | C.358422752E 03 |
| 2050 | C.851867348E-02 | 0.47561741E | C.520382583   | C.358422752E 03 |
| 2100 | C.836735591E-02 | 0.471098661 | C.528501338   | C.358422752E 03 |
| 2150 | 0.821875780E-02 | 0.462731242 | C.537268757   | C.358422752E 03 |
| 2200 | C.807277485E-02 | 0.454512417 | C.545487582   | C.358422752E 03 |
| 2250 | C.792938843E-02 | 0.446435623 | C.553560376   | C.358422752E 03 |
| 2300 | C.778854638E-02 | 0.43851C175 | C.56148582C   | C.358422752E 03 |
| 2350 | C.765021517E-02 | 0.430721581 | C.569278415   | C.358422752E 03 |
| 2400 | C.751433521E-02 | 0.423071265 | C.576928734   | C.358422752E 03 |
| 2450 | C.738087296E-02 | 0.4155569C7 | C.584443C52   | C.358422752E 03 |
| 2500 | C.724977627E-02 | C.40E176C04 | 0.591823955   | C.358422752E 03 |
| 2550 | C.712101161E-02 | C.40C926172 | C.599073827   | C.358422752E 03 |
| 2600 | 0.695453055E-02 | 0.3938050E6 | C.606154913   | C.358422752E 03 |
| 2650 | C.687029212E-02 | 0.386810541 | C.61318545E   | C.358422752E 03 |
| 2700 | C.674827024E-02 | 0.37994C211 | C.62005978E   | C.358422752E 03 |
| 2750 | 0.662840530E-02 | C.373191895 | C.626EC81C6   | C.358422752E 03 |
| 2800 | 0.651067495E-02 | 0.366563677 | C.633436322   | C.358422752E 03 |
| 2850 | C.639503449E-02 | 0.360052882 | C.639547116   | C.358422752E 03 |
| 2900 | C.628146501E-02 | 0.353657662 | C.646542337   | C.358422752E 03 |
| 2950 | C.616988512E-02 | 0.347376406 | C.652623553   | C.358422752E 03 |
| 3000 | C.606030225E-02 | 0.341206371 | C.658793628   | C.358422752E 03 |
| 3050 | C.595266372E-02 | 0.33514555C | C.664854C45   | C.358422752E 03 |
| 3100 | 0.584693253E-02 | 0.329193472 | C.670E0E527   | C.358422752E 03 |
| 3150 | 0.574307516E-02 | 0.323346376 | C.676653622   | C.358422752E 03 |
| 3200 | 0.564108C43E-02 | 0.31760317C | C.682356E25   | C.358422752E 03 |
| 3250 | C.554088503E-02 | 0.311962246 | C.688C37753   | C.358422752E 03 |
| 3300 | C.544247C31E-02 | 0.30642122C | C.693578775   | C.358422752E 03 |
| 3350 | C.534580647E-02 | C.30C5786C1 | C.699C21355   | C.358422752E 03 |
| 3400 | C.525084893E-02 | 0.29563295E | C.704367C41   | C.358422752E 03 |
| 3450 | C.515759736E-02 | 0.290382027 | C.709617572   | C.358422752E 03 |
| 3500 | C.506598502E-02 | 0.28522431E | C.7147756E1   | C.358422752E 03 |
| 3550 | 0.497600436E-02 | 0.28015846C | C.719841535   | C.358422752E 03 |
| 3600 | C.488762185E-02 | 0.275182366 | C.724817633   | C.358422752E 03 |
| 3650 | C.480081513E-02 | 0.2702946C6 | C.7297C5253   | C.358422752E 03 |
| 3700 | C.471553551E-02 | 0.265493925 | C.734506C7C   | C.358422752E 03 |
| 3750 | C.463179498E-02 | 0.260778307 | 0.739221692   | C.358422752E 03 |
| 3800 | C.454952567E-02 | 0.256146371 | C.743E5362E   | C.358422752E 03 |
| 3850 | C.446872040E-02 | 0.251596987 | C.748403012   | C.358422752E 03 |
| 3900 | C.438935309E-02 | 0.24712818E | 0.752871811   | C.358422752E 03 |
| 3950 | 0.431139394E-02 | 0.24273E723 | C.757261276   | C.358422752E 03 |
| 4000 | 0.423481687E-02 | 0.23842746C | C.761572535   | C.358422752E 03 |
| 4050 | C.415960326E-02 | 0.23419255C | 0.765807449   | C.358422752E 03 |
| 4100 | 0.408571558E-02 | C.23003292C | C.769567C75   | C.358422752E 03 |
| 4150 | 0.401315093E-02 | 0.225947082 | 0.774052918   | C.358422752E 03 |
| 4200 | C.394187495E-02 | 0.22193408C | C.778065915   | C.358422752E 03 |
| 4250 | C.387186347E-02 | 0.217992126 | C.7820C7873   | C.358422752E 03 |
| 4300 | C.380309345E-02 | 0.21412C2C5 | C.78587975C   | C.358422752E 03 |
| 4350 | C.373554462E-02 | 0.210317254 | 0.789682745   | C.358422752E 03 |
| 4400 | C.366919604E-02 | C.206581552 | C.793418407   | C.358422752E 03 |
| 4450 | C.360402558E-02 | 0.20291233C | C.797C87665   | C.358422752E 03 |
| 4500 | C.354001205E-02 | 0.199308455 | 0.800691545   | C.358422752E 03 |
| 4550 | 0.347713567E-02 | 0.195768356 | 0.804231643   | C.358422752E 03 |
| 4600 | 0.341537664E-02 | 0.19229114C | C.8077C8855   | C.358422752E 03 |
| 4650 | C.335471471E-02 | 0.188875913 | 0.81112408E   | C.358422752E 03 |
| 4700 | 0.32951379E-02  | 0.185521125 | C.814478874   | C.358422752E 03 |
| 4750 | 0.323660369E-02 | 0.182225942 | C.817774C51   | C.358422752E 03 |
| 4800 | 0.317911640E-02 | 0.17898547C | C.821C10530   | C.358422752E 03 |
| 4850 | 0.312265C08E-02 | 0.17581C277 | C.824189722   | C.358422752E 03 |
| 4900 | C.306718726E-02 | 0.17268753C | C.827312465   | C.358422752E 03 |
| 4950 | C.301270578E-02 | 0.169620454 | 0.830379545   | C.358422752E 03 |
| 5000 | C.295919E55E-02 | C.166607677 | C.833352322   | C.358422752E 03 |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS\* 2750.CCC000

\* FAILURE PARAMETERS BY NORMAL DISTRIBUTION \*

PARAMETER: PCF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1400 | C.155488634E-02 | 0.9932426E1     | C.675734505E-02 | C.156546453F 02 |
| 1450 | C.195202506E-02 | 0.99129062E     | C.670537105E-02 | C.156517937E 02 |
| 1500 | C.242989440E-02 | 0.98886078E     | C.111392624E-01 | C.245726620E 02 |
| 1550 | C.295917553E-02 | C.985861555     | C.141384415E-01 | C.304219103E 02 |
| 1600 | C.367055204E-02 | 0.98219102E     | C.178029524E-01 | C.373710598E 02 |
| 1650 | C.445423275E-02 | 0.977736830     | C.222632251E-01 | C.455565378E 02 |
| 1700 | C.535956397E-02 | 0.972377240     | C.276227891E-01 | C.5511E1286E 02 |
| 1750 | C.639439001E-02 | C.96582854      | C.340171751E-01 | C.661956516E 02 |
| 1800 | C.756456330E-02 | C.958418305     | C.415817424E-01 | C.789275302E 02 |
| 1850 | C.887324661E-02 | 0.949545025     | C.504549890E-01 | C.934473425E 02 |
| 1900 | C.103203505E-01 | 0.935224660     | C.607752356E-01 | C.1098E1572E 01 |
| 1950 | C.119020305E-01 | 0.927322685     | C.726773142E-01 | C.12634E283E 01 |
| 2000 | C.136100510E-01 | 0.913712620     | C.862873752E-01 | C.148553720E 01 |
| 2050 | C.154317654E-01 | 0.898280855     | C.101719141     | C.171752205E 01 |
| 2100 | C.173493623E-01 | 0.880931496     | 0.119068503     | C.196543357E 01 |
| 2150 | C.193403884E-01 | C.861591160     | C.138408835     | C.224472517E 01 |
| 2200 | 0.213777199E-01 | C.840213471     | C.155786522     | C.254432000E 01 |
| 2250 | C.234299339E-01 | 0.816783547     | C.183216452     | C.286856070E 01 |
| 2300 | C.254621096E-01 | 0.791321456     | C.208678543     | C.321766920E 01 |
| 2350 | 0.274367220E-01 | C.763884782     | C.236115217     | C.355173528E 01 |
| 2400 | C.293145887E-01 | 0.734570205     | C.265429754     | C.399071276E 01 |
| 2450 | C.310562588E-01 | 0.703513975     | C.296486020     | C.441444777E 01 |
| 2500 | 0.326233394E-01 | C.670890688     | C.325109311     | C.486265071E 01 |
| 2550 | C.339798778E-01 | C.636910855     | C.363089144     | C.533510707E 01 |
| 2600 | C.350936576E-01 | 0.601817250     | C.398182745     | C.583128109E 01 |
| 2650 | C.359376668E-01 | 0.565875582     | C.434120416     | C.635076165E 01 |
| 2700 | C.364909358E-01 | C.529388666     | C.470611333     | C.685303278E 01 |
| 2750 | C.367395468E-01 | 0.492645136     | C.507350862     | C.745754241E 01 |
| 2800 | C.366772413E-01 | 0.455971856     | C.544028103     | C.804374814E 01 |
| 2850 | C.363055504E-01 | 0.415666345     | C.580333650     | C.865104754E 01 |
| 2900 | 0.356339365E-01 | C.38403242E     | C.615967571     | C.927866195E 01 |
| 2950 | C.346791371E-01 | C.349353313     | C.650646666     | C.992666482E 01 |
| 3000 | C.334646813E-01 | 0.315888643     | 0.684111356     | C.10593E19E     |
| 3050 | 0.320158349E-01 | C.283862845     | 0.716131150     | C.112757975     |
| 3100 | C.303784422E-01 | 0.253490446     | C.746509552     | C.115840562     |
| 3150 | C.285775847E-01 | 0.224912881     | C.775087118     | C.127060651     |
| 3200 | C.266562737E-01 | 0.19256611      | C.801743388     | C.134452356     |
| 3250 | C.246540047E-01 | 0.172602640     | C.826357355     | C.142012967     |
| 3300 | C.226094238E-01 | 0.15099322E     | 0.849006772     | C.149737954     |
| 3350 | C.205591432E-01 | C.130434095     | C.889565504     | C.157620906     |
| 3400 | 0.185368061E-01 | 0.111897265     | C.888102710     | C.165655070     |
| 3450 | C.165721513E-01 | 0.953251715E-01 | C.90467482E     | C.173846629     |
| 3500 | C.146904736E-01 | 0.806347131E-01 | C.919365286     | C.182185471     |
| 3550 | C.129124075E-01 | 0.677222205E-01 | C.932277675     | C.190666514     |
| 3600 | 0.112536251E-01 | 0.564687252E-01 | C.943521274     | C.199289500     |
| 3650 | C.972505658E-02 | 0.467436905E-01 | C.953256309     | 0.20805066E     |
| 3700 | C.833307579E-02 | 0.384106634E-01 | C.96158923E     | C.216546855     |
| 3750 | C.707997381E-02 | 0.313307046E-01 | C.968669255     | C.225975513     |
| 3800 | C.596449151E-02 | 0.253662467E-01 | C.974633753     | C.235134955     |
| 3850 | C.498228520E-02 | 0.202840134E-01 | C.979615566     | C.244421184     |
| 3900 | C.412666425E-02 | 0.162574052E-01 | 0.983742554     | C.25383287E     |
| 3950 | C.338908238E-02 | 0.128683447E-01 | C.987131655     | 0.263365805     |
| 4000 | C.275980751E-02 | 0.101085901E-01 | C.985691405     | C.273016035     |
| 4050 | C.222838018E-02 | 0.788021087E-02 | C.992119789     | C.2827E1775     |
| 4100 | C.178407644E-02 | 0.605618425E-02 | 0.993503815     | C.292654573     |
| 4150 | C.141628E54E-02 | C.46759182EE-02 | C.995320081     | C.302631020     |
| 4200 | C.111481803E-02 | 0.356513261E-02 | C.996434867     | C.312700271     |
| 4250 | C.870101386E-03 | 0.269508361E-02 | C.997304516     | C.322847604     |
| 4300 | C.673363450E-03 | 0.202172994E-02 | C.997578270     | C.33062954E     |
| 4350 | C.516705913E-03 | 0.150507686E-02 | C.998494923     | C.343306627     |
| 4400 | C.393143622E-03 | 0.111196425E-02 | C.998888015     | C.353551387     |
| 4450 | C.296602258E-03 | 0.815391540E-03 | C.999184608     | C.363754391     |
| 4500 | C.221876573E-03 | 0.593543052E-03 | C.999406456     | C.373817145     |
| 4550 | C.164573866E-03 | 0.42897462EE-03 | C.999571025     | C.383644700     |
| 4600 | C.121038683E-03 | 0.307977195E-03 | C.999692022     | C.39301180E     |
| 4650 | C.882676249E-04 | 0.219762325E-03 | C.999780237     | C.401650365     |
| 4700 | C.638252386E-04 | 0.155985355E-03 | C.999844014     | C.409174501     |
| 4750 | C.457611458E-04 | 0.110268552E-03 | C.999889731     | C.414957041     |
| 4800 | C.325323781E-04 | 0.777840614E-04 | C.999922215     | C.418235593     |
| 4850 | C.229323523E-04 | C.54895877EE-04 | C.999945104     | C.417743384     |
| 4900 | C.160287017E-04 | 0.385218330E-04 | C.99996107E     | C.411817725     |
| 4950 | C.111086319E-04 | 0.278353691E-04 | C.999972164     | C.3990E3316     |
| 5000 | C.763370371E-05 | 0.202059745E-04 | C.999979754     | C.377754325     |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 2790.000000

\*FAILURE PARAMETERS BY LOG-NORMAL DISTRIBUTION\*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1400 | C.371957197E-03 | C.9551858CC     | C.814257888E-C3 | C.37226C11CE J3 |
| 1450 | C.615101074E-03 | C.95857C68C     | C.142535656E-C2 | C.615581407E J3 |
| 1500 | C.973050482E-C3 | C.957597634     | C.240247944E-C2 | C.97353645CE J3 |
| 1550 | C.147759192E-02 | C.95611561E     | C.388C40137E-C2 | C.148374936F J2 |
| 1600 | C.216270284E-02 | C.95395692E     | C.6C431C255E-C2 | C.217585145E J2 |
| 1650 | C.3C5772409E-02 | C.95C89920E     | C.91CC82459E-C7 | C.3C858C715E J2 |
| 1700 | C.418827682E-02 | C.95871C9CC     | C.132851014E-C1 | C.47446E144E J2 |
| 1750 | C.557124242E-02 | C.95113565E     | C.1886C343EE-C1 | C.5E7E337CE J2  |
| 1800 | C.721264258E-02 | C.973927021     | C.26C729864E-C1 | C.740573182E J2 |
| 1850 | C.910576060E-02 | C.95482127E     | C.3517E747CE-C1 | C.94276592E J2  |
| 1900 | C.112303793E-01 | C.95359C92E     | C.464C91263E-C1 | C.117769353E J1 |
| 1950 | C.135530345E-01 | C.94C03784E     | C.5996216C6E-C1 | C.144175402E J1 |
| 2000 | C.160283111E-01 | C.952400561     | C.7595C4384E-C1 | C.173464752E J1 |
| 2050 | C.186009965E-01 | C.9C540862C     | C.945913751E-C1 | C.2C5443C51E J1 |
| 2100 | C.212091319E-01 | C.8841995CC     | C.1158C045E     | C.235868164E J1 |
| 2150 | C.237872C79E-01 | C.86C41225E     | C.1355877CC     | C.27646282E J1  |
| 2200 | C.262696817E-01 | C.83414262E     | C.165E57374     | C.31493C3C4E J1 |
| 2250 | C.285940170E-01 | C.8C55486CE     | C.194451351     | C.354563243E J1 |
| 2300 | C.3C7038500E-01 | C.77484476E     | C.225155234     | C.35625E04EE J1 |
| 2350 | C.325510874E-01 | C.74229271E     | C.2577C6284     | C.42852C312E J1 |
| 2400 | C.340976305E-01 | C.7C819610E     | C.2918C385E     | C.4E1471568E-01 |
| 2450 | C.353163816E-01 | C.67287975E     | C.327120244     | C.52485425CE J1 |
| 2500 | C.361914448E-01 | C.626688351     | C.36321164E     | C.566432621E J1 |
| 2550 | C.367179438E-01 | C.59597C45E     | C.400C2954C     | C.611555831E-01 |
| 2600 | C.369011238E-01 | C.56306534E     | C.43653065E     | C.655356645E J1 |
| 2650 | C.367552228E-01 | C.52631413E     | C.473E8586C     | C.658351264E J1 |
| 2700 | C.363020338E-01 | C.49C01210E     | C.50958785C     | C.74C835242E-01 |
| 2750 | C.355692580E-01 | C.45444285E     | C.545557141     | C.7E27CC181E J1 |
| 2800 | C.345889776E-01 | C.41585352E     | C.58C146C74     | C.823833346E J1 |
| 2850 | C.333959497E-01 | C.38645797E     | C.61354202C     | C.864154656E-01 |
| 2900 | C.320263393E-01 | C.35443168E     | C.645568311     | C.9C3556878E J1 |
| 2950 | C.305162891E-01 | C.32391542E     | C.676C6457E     | C.9421C6246E J1 |
| 3000 | C.289008468E-01 | C.29501461E     | C.70458538C     | C.979641C75E J1 |
| 3050 | C.272132307E-01 | C.267801404     | C.73215855E     | C.1C1617157     |
| 3100 | C.254839360E-01 | C.242317457     | C.757E825C2     | C.1C51675CE     |
| 3150 | C.237405374E-01 | C.21E57967      | C.781423032     | C.1C8614027     |
| 3200 | C.220071487E-01 | C.19656586C     | C.8C343C14C     | C.111955821     |
| 3250 | C.203045643E-01 | C.17626525E     | C.8231347CC     | C.115192188     |
| 3300 | C.186500288E-01 | C.157615304     | C.84228465E     | C.118326246     |
| 3350 | C.170575454E-01 | C.14C55776E     | C.859442234     | C.12135607C     |
| 3400 | C.155379436E-01 | C.12501584E     | C.87458C151     | C.12428375C     |
| 3450 | C.140992328E-01 | C.110920667     | C.889C79322     | C.12711C95E     |
| 3500 | C.127468332E-01 | C.981738567E-C1 | C.901826143     | C.12983536C     |
| 3550 | C.114839077E-01 | C.86689545CE-C1 | C.913210C51     | C.132471025     |
| 3600 | C.103116519E-01 | C.763783454E-C1 | C.922621654     | C.1350C75CC     |
| 3650 | C.922970846E-02 | C.671486854E-C1 | C.932E51314     | C.137451767     |
| 3700 | C.823627784E-02 | C.58512456CE-C1 | C.941C67544     | C.1358C5316     |
| 3750 | C.732858106E-02 | C.515836861E-C1 | C.949416113     | C.142C71127     |
| 3800 | C.650297850E-02 | C.45C80955EE-C1 | C.95451904C     | C.1442511CE     |
| 3850 | C.575523823E-02 | C.352257737E-C1 | C.96C67422E     | C.146347701     |
| 3900 | C.508072972E-02 | C.34245C73EE-C1 | C.96575492E     | C.148363765     |
| 3950 | C.447455421E-02 | C.297705531E-01 | C.97022944E     | C.1502C1337     |
| 4000 | C.393170863E-02 | C.25E38E515E-C1 | C.97416114E     | C.152162611     |
| 4050 | C.344719435E-02 | C.223916765E-01 | C.977608323     | C.153949757     |
| 4100 | C.301610329E-02 | C.193756222E-01 | C.980624377     | C.155664801     |
| 4150 | C.263368128E-02 | C.16741591CE-C1 | C.9832580C5     | C.1573C588E     |
| 4200 | C.229539396E-02 | C.144466161E-C1 | C.985553383     | C.1588E7982     |
| 4250 | C.199693627E-02 | C.124496817E-C1 | C.98755031E     | C.16040C56E     |
| 4300 | C.173428375E-02 | C.10715425CE-C1 | C.98528457E     | C.16184526C     |
| 4350 | C.150369200E-02 | C.921177864E-C2 | C.99C788221     | C.162235783     |
| 4400 | C.130170676E-02 | C.79100728CE-C2 | C.992C89927     | C.16456317E     |
| 4450 | C.112515781E-02 | C.67E491552E-C2 | C.993215CE4     | C.165832221     |
| 4500 | C.971155706E-03 | C.581377744E-C2 | C.994186222     | C.167C428C5     |
| 4550 | C.837081344E-03 | C.457674942E-C2 | C.995C23250     | C.16819E406     |
| 4600 | C.720574C54E-03 | C.42561E88EE-C2 | C.995743811     | C.1693CC258     |
| 4650 | C.619506696E-03 | C.363671775E-C2 | C.9963632E2     | C.17034775C     |
| 4700 | C.531979138E-03 | C.310474634E-C2 | C.996895253     | C.1713428C3     |
| 4750 | C.456296838E-03 | C.264847278E-C2 | C.997351527     | C.1722E674E     |
| 4800 | C.390957575E-03 | C.225752552E-C2 | C.997742474     | C.17317662E     |
| 4850 | C.334626529E-03 | C.192290544E-C2 | C.998C77094     | C.1740213C3     |
| 4900 | C.286129536E-03 | C.163680315E-C2 | C.998E6315E     | C.1748C5532     |
| 4950 | C.244430033E-03 | C.13524241CE-C2 | C.99860757E     | C.175542771     |
| 5000 | C.208619269E-03 | C.11838C785E-C2 | C.998816192     | C.176227271     |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 2792.28931C0



\* FAILURE PARAMETERS BY VEHICLE DISTRIBUTION

PARAMETER: PCF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PCF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1400 | C.159187475E-02 | 0.553536836     | C.606316328E-02 | C.285550680E 04 |
| 1450 | C.193181820E-02 | 0.552344515     | C.765508413E 02 | C.353255909E 04 |
| 1500 | C.232827523E-02 | 0.590413065     | C.958693027E 02 | C.426124476E 04 |
| 1550 | C.278783892E-02 | 0.928084792     | C.119152069E-01 | C.515525211E 04 |
| 1600 | C.331743806E-02 | 0.585296964     | C.147030353E 01 | C.617146288E 04 |
| 1650 | C.392421335E-02 | 0.581975485     | C.180205106E 01 | C.734716013E 04 |
| 1700 | C.461545959E-02 | 0.978055238     | C.219447612E-01 | C.870130315E 04 |
| 1750 | 0.539850816E-02 | 0.573435752     | C.265602465E 01 | C.102545145E 03 |
| 1800 | 0.628049671E-02 | 0.568041181     | C.315588164E 01 | C.120254236E 03 |
| 1850 | C.726823508E-02 | 0.561760640     | C.382393598E-01 | C.140456544E 03 |
| 1900 | C.836791470E-02 | 0.554492270     | C.455077290E-01 | C.163417265E 03 |
| 1950 | C.958476960E-02 | 0.546124255     | C.538757443E-01 | C.189330156E 03 |
| 2000 | C.109228119E-01 | 0.526539411     | C.634605884E-01 | C.218527185E 03 |
| 2050 | C.123843774E-01 | 0.525616443     | C.743835568E-01 | C.251354184E 03 |
| 2100 | C.139696560E-01 | 0.912231845     | C.867681503E-01 | C.288130715E 03 |
| 2150 | C.156762413E-01 | 0.899262130     | C.100737869     | C.325226486E 03 |
| 2200 | C.174985490E-01 | 0.883585651     | C.116414308     | C.375037314E 03 |
| 2250 | C.194273181E-01 | 0.866087075     | C.123512521     | C.425566223E 03 |
| 2300 | C.214489661E-01 | 0.846655481     | C.153340518     | C.482462113E 03 |
| 2350 | C.235452801E-01 | 0.825210275     | C.174789726     | C.544595290E 03 |
| 2400 | C.256927721E-01 | 0.801664888     | C.1583235111    | C.614044489E 03 |
| 2450 | 0.278623849E-01 | 0.775971885     | C.224028110     | C.690146582E 03 |
| 2500 | C.300194323E-01 | 0.746105281     | C.251850718     | C.773848034E 03 |
| 2550 | C.321236960E-01 | 0.718089461     | C.281510538     | C.865743262E 03 |
| 2600 | C.341298468E-01 | 0.685965597     | C.314034402     | C.966440420E 03 |
| 2650 | C.359880588E-01 | 0.651835620     | C.348164375     | C.107656072E 02 |
| 2700 | C.376451946E-01 | 0.615847170     | C.384152825     | C.115687826E 02 |
| 2750 | C.390467867E-01 | 0.578201651     | C.421798348     | C.122807105E 02 |
| 2800 | C.401386693E-01 | 0.535154708     | C.460845291     | C.147077066E 02 |
| 2850 | C.408697016E-01 | 0.495015688     | C.500584211     | C.162559415E 02 |
| 2900 | C.411946103E-01 | 0.458145558     | C.541854441     | C.179434358E 02 |
| 2950 | C.410771034E-01 | 0.416950642     | C.583049356     | C.197684322E 02 |
| 3000 | C.404929779E-01 | 0.375873208     | C.624126752     | C.217425485E 02 |
| 3050 | C.394323952E-01 | 0.335381865     | C.664618134     | C.238784309E 02 |
| 3100 | C.375033722E-01 | 0.295948088     | C.704051911     | C.261833425E 02 |
| 3150 | 0.359320268E-01 | 0.258045315     | C.741554684     | C.286627418E 02 |
| 3200 | C.335639379E-01 | 0.222111702     | C.777888298     | C.313440384E 02 |
| 3250 | C.308625474E-01 | 0.188548564     | C.811451425     | C.342220068E 02 |
| 3300 | C.279070287E-01 | 0.157686412     | C.842313567     | C.373146659E 02 |
| 3350 | C.247882306E-01 | 0.129778206     | C.870221793     | C.406234176E 02 |
| 3400 | C.216036215E-01 | 0.104990303     | C.895009696     | C.441520757E 02 |
| 3450 | C.184512399E-01 | 0.833858251E-01 | C.916614174     | C.480025732E 02 |
| 3500 | C.154235176E-01 | 0.645350285E-01 | C.935064971     | C.520810092E 02 |
| 3550 | C.126010254E-01 | 0.495117306E-01 | C.950488269     | C.564357871E 02 |
| 3600 | C.100477635E-01 | 0.365101166E-01 | C.963089883     | C.610949059E 02 |
| 3650 | C.780752301E-02 | 0.268625617E-01 | C.972137438     | C.660613551E 02 |
| 3700 | C.590264052E-02 | 0.190551281E-01 | C.980944871     | C.713563710E 02 |
| 3750 | 0.433449074E-02 | 0.131521821E-01 | C.986647817     | C.765556645E 02 |
| 3800 | C.308616389E-02 | 0.881779193E-02 | C.991182208     | C.829961523E 02 |
| 3850 | C.212657870E-02 | 0.573152303E-02 | 0.994268477     | 0.853780961E-02 |
| 3900 | C.141540402E-02 | 0.360494852E-02 | C.996395051     | C.961568575E 02 |
| 3950 | C.908087939E-03 | 0.218957662E-02 | C.997810422     | C.103355050E 01 |
| 4000 | C.560394255E-03 | 0.128144025E-02 | C.998718555     | C.110990442E 01 |
| 4050 | C.331896124E-03 | 0.721096952E-03 | C.999278903     | C.119086243E 01 |
| 4100 | 0.188206875E-03 | 0.385158725E-03 | C.999610841     | C.127659626E 01 |
| 4150 | C.101934871E-03 | 0.200986862E-03 | C.999799013     | C.126735290E 01 |
| 4200 | C.525952491E-04 | 0.990625156E-04 | C.999900937     | 0.146327896E 01 |
| 4250 | C.257836218E-04 | 0.464320182E-04 | C.999953568     | C.156488120E 01 |
| 4300 | C.119757432E-04 | 0.206828117E-04 | C.999979317     | C.167005729E 01 |
| 4350 | C.525465020E-05 | 0.870227813E-05 | 0.999991297     | C.178525731E 01 |
| 4400 | C.217142314E-05 | 0.345706935E-05 | C.999996542     | C.190472571E-01 |
| 4450 | C.842426629E-06 | 0.125169754E-05 | C.999998748     | C.203067772E-01 |
| 4500 | C.305812534E-06 | 0.417232513E-06 | C.999999582     | C.216342583E 01 |
| 4550 | C.103519653E-06 | 0.115205285E-06 | C.999999880     | C.220320058E-01 |
| 4600 | C.325595372E-07 | 0.000000000E+00 | 1.000000000     | 0.245036184E 01 |
| 4650 | C.947962774E-08 | 0.000000000E+00 | 1.000000000     | C.260512424E 01 |
| 4700 | C.254496868E-08 | 0.000000000E+00 | 1.000000000     | C.276790854E-01 |
| 4750 | C.627470297E-09 | 0.000000000E+00 | 1.000000000     | 0.293857017E-01 |
| 4800 | 0.141483103E-09 | 0.000000000E+00 | 1.000000000     | C.311860255E 01 |
| 4850 | C.290481666E-10 | 0.000000000E+00 | 1.000000000     | C.330724827E 01 |
| 4900 | C.540600463E-11 | 0.000000000E+00 | 1.000000000     | C.350516215E 01 |
| 4950 | C.907693245E-12 | 0.000000000E+00 | 1.000000000     | C.371265560E 01 |
| 5000 | C.136830922E-12 | 0.000000000E+00 | 1.000000000     | C.393027067E 01 |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 2808.256840

\* GROJP-4: 3/4 CL.YC.: FE-CM,FB-WM,FB-TM EXCAVATORS\*

\*FAILURE PARAMETERS BY EXPONENTIAL DISTRIBUTION\*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY  | UNRELIABILITY | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|
| 1500 | C.109475180E-01 | 0.54247111C  | C.4575288E9   | C.4C7746993E 03 |
| 1550 | C.107265785E-01 | 0.521523525  | C.468476474   | C.4C7746993E 03 |
| 1600 | C.105100981E-01 | 0.520796855  | C.479203105   | C.4C7746993E 03 |
| 1650 | C.102980062E-01 | 0.51028674E  | C.4E5713251   | C.4C7746993E 03 |
| 1700 | C.100901871E-01 | 0.495988675  | C.50CC011324  | C.4C7746993E 03 |
| 1750 | C.988655164E-02 | 0.465898443  | C.510101556   | C.4C7746993E 03 |
| 1800 | C.968703255E-02 | 0.48C01182C  | C.515588175   | C.4C7746993E 03 |
| 1850 | C.949153676E-02 | 0.47C324754  | C.529675245   | C.4C7746993E 03 |
| 1900 | C.929998606E-02 | 0.46C833132  | C.539166867   | C.4C7746993E 03 |
| 1950 | C.911229476E-02 | 0.451533075  | C.54646652C   | C.4C7746993E 03 |
| 2000 | C.892841070E-02 | 0.442420721  | C.55757927E   | C.4C7746993E 03 |
| 2050 | C.874823331E-02 | C.433492302  | C.5665C7657   | C.4C7746993E 03 |
| 2100 | C.857167318E-02 | 0.42474401C  | C.57525595C   | C.4C7746993E 03 |
| 2150 | C.839869305E-02 | 0.416172266  | C.582827734   | C.4C7746993E 03 |
| 2200 | C.822919234E-02 | 0.407773554  | C.592226445   | C.4C7746993E 03 |
| 2250 | C.806312263E-02 | 0.39554425E  | C.60CC4557C1  | C.4C7746993E 03 |
| 2300 | C.790040195E-02 | 0.391481101  | C.60C8518898  | C.4C7746993E 03 |
| 2350 | C.774097070E-02 | 0.383580625  | C.616419374   | C.4C7746993E 03 |
| 2400 | C.758473547E-02 | 0.37583565C  | C.624160345   | C.4C7746993E 03 |
| 2450 | C.743167847E-02 | 0.36825484C  | C.631745155   | C.4C7746993E 03 |
| 2500 | C.728170573E-02 | 0.36C823214  | C.6391767E5   | C.4C7746993E 03 |
| 2550 | C.713475793E-02 | 0.353541672  | C.646458327   | C.4C7746993E 03 |
| 2600 | C.699076429E-02 | C.346406757  | C.653593242   | C.4C7746993E 03 |
| 2650 | C.684968754E-02 | 0.33541584E  | C.66C584151   | C.4C7746993E 03 |
| 2700 | C.671145319E-02 | 0.322566022  | C.667433977   | C.4C7746993E 03 |
| 2750 | C.657600536E-02 | 0.32585471E  | C.674145281   | C.4C7746993E 03 |
| 2800 | C.644328817E-02 | 0.31527E557  | C.680721402   | C.4C7746993E 03 |
| 2850 | C.631326809E-02 | 0.31283515E  | C.6E7164843   | C.4C7746993E 03 |
| 2900 | C.618585944E-02 | 0.306522071  | C.693477928   | C.4C7746993E 03 |
| 2950 | C.606102496E-02 | 0.30C336062  | C.695663937   | C.4C7746993E 03 |
| 3000 | C.593870133E-02 | 0.29427492E  | C.70C5725072  | C.4C7746993E 03 |
| 3050 | C.581885501E-02 | 0.28E336356  | C.7116636C3   | C.4C7746993E 03 |
| 3100 | C.570143014E-02 | 0.28251737E  | C.717482626   | C.4C7746993E 03 |
| 3150 | C.558637082E-02 | 0.276815831  | C.7231E416E   | C.4C7746993E 03 |
| 3200 | C.547362864E-02 | 0.271225624  | C.728770375   | C.4C7746993E 03 |
| 3250 | C.536317005E-02 | 0.265755851  | C.7342441C8   | C.4C7746993E 03 |
| 3300 | C.525493919E-02 | 0.26C39260E  | C.7356C7353   | C.4C7746993E 03 |
| 3350 | C.514888763E-02 | 0.2551378C1  | C.744862158   | C.4C7746993E 03 |
| 3400 | C.504498528E-02 | 0.245586754  | C.75CC11205   | C.4C7746993E 03 |
| 3450 | C.494316965E-02 | 0.24494273E  | C.755C56262   | C.4C7746993E 03 |
| 3500 | C.484341755E-02 | 0.24C000665  | C.759999334   | C.4C7746993E 03 |
| 3550 | C.474566966E-02 | 0.235157191  | C.764842808   | C.4C7746993E 03 |
| 3600 | C.464989617E-02 | 0.23C41141C  | C.7695885E5   | C.4C7746993E 03 |
| 3650 | C.455606356E-02 | 0.225761412  | C.7742285E6   | C.4C7746993E 03 |
| 3700 | C.446411222E-02 | 0.221205472  | C.778754527   | C.4C7746993E 03 |
| 3750 | C.437403097E-02 | 0.216741323  | C.78225861E   | C.4C7746993E 03 |
| 3800 | C.428575277E-02 | 0.212367177  | C.787632822   | C.4C7746993E 03 |
| 3850 | C.419927C15E-02 | 0.20C8081543 | C.791918456   | C.4C7746993E 03 |
| 3900 | C.411451580E-02 | 0.202882217  | C.7961177E2   | C.4C7746993E 03 |
| 3950 | C.403149053E-02 | 0.199767645  | C.80C23235C   | C.4C7746993E 03 |
| 4000 | C.395013C19E-02 | 0.195736225  | C.80426377C   | C.4C7746993E 03 |
| 4050 | C.387041596E-02 | C.19178605C  | C.80E213945   | C.4C7746993E 03 |
| 4100 | C.379230710E-02 | 0.187915563  | C.81208443E   | C.4C7746993E 03 |
| 4150 | C.371577404E-02 | 0.184123396  | C.8158766C3   | C.4C7746993E 03 |
| 4200 | C.364078744E-02 | 0.180407524  | C.81955247E   | C.4C7746993E 03 |
| 4250 | C.356731261E-02 | 0.176766653  | C.82323330E   | C.4C7746993E 03 |
| 4300 | C.349532091E-02 | 0.173195474  | C.826800525   | C.4C7746993E 03 |
| 4350 | C.342478184E-02 | 0.169704135  | C.83C295860   | C.4C7746993E 03 |
| 4400 | C.335566513E-02 | 0.166279256  | C.833720743   | C.4C7746993E 03 |
| 4450 | C.328794564E-02 | 0.162923574  | C.837C76425   | C.4C7746993E 03 |
| 4500 | C.322159077E-02 | 0.159635722  | C.840264277   | C.4C7746993E 03 |
| 4550 | C.315657700E-02 | 0.156414051  | C.84358590E   | C.4C7746993E 03 |
| 4600 | C.309287384E-02 | 0.153257425  | C.84674257C   | C.4C7746993E 03 |
| 4650 | C.303045706E-02 | 0.15C164663  | C.849E3533E   | C.4C7746993E 03 |
| 4700 | C.296929E97E-02 | 0.147134184  | C.852865815   | C.4C7746993E 03 |
| 4750 | C.290937582E-02 | 0.1441648CC  | C.855835155   | C.4C7746993E 03 |
| 4800 | C.285066245E-02 | 0.141255497  | C.8587445C2   | C.4C7746993E 03 |
| 4850 | C.279313302E-02 | 0.13840484E  | C.861955153   | C.4C7746993E 03 |
| 4900 | C.273676402E-02 | 0.135611653  | C.864388346   | C.4C7746993E 03 |
| 4950 | C.268153380E-02 | 0.13287496E  | C.867125034   | C.4C7746993E 03 |
| 5000 | C.262741860E-02 | 0.13C193352  | C.869E06647   | C.4C7746993E 03 |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 2452.5000000

## \* FAILURE PARAMETERS BY NORMAL DISTRIBUTION \*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY      | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE     |
|------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 1400 | C.765734538E-02 | 0.95286411C      | C.47135923CE-C1 | C.6C361325CE 02  |
| 1450 | C.880372896E-02 | C.544C6C36E      | C.55939652CE-C1 | C.93253E50CE 02  |
| 1500 | C.100515782E-01 | 0.53400E777      | C.65951222FE-C1 | C.1C7617564E 01  |
| 1550 | C.113967210E-01 | 0.922612071      | C.773E79295E-C1 | C.123526677E 01  |
| 1600 | C.128322616E-01 | 0.5C577584E      | C.502201533E-C1 | C.141047984E 01  |
| 1650 | C.143484324E-01 | 0.855431455      | C.1C4568541     | C.16C24C415E 01  |
| 1700 | C.159325115E-01 | 0.87549895E      | C.12C501041     | C.181154385E 01  |
| 1750 | C.175688155E-01 | C.8E153C151      | C.138C65ECE     | C.2C3831046E 01  |
| 1800 | C.192388184E-01 | 0.842691421      | C.1573C857E     | C.22E3C2C31E-01  |
| 1850 | C.2C9214650E-01 | 0.82177C012      | C.17E2299E7     | C.25455C25CE 01  |
| 1900 | C.225935354E-01 | C.79517E514      | C.2CC8234E5     | C.2E271C154E 01  |
| 1950 | C.242300517E-01 | 0.77494651C      | C.225C534E5     | C.312667377E 01  |
| 2000 | C.258049331E-01 | 0.745141633      | C.250E5836E     | C.344455973E 01  |
| 2050 | C.272915596E-01 | C.72185C037      | C.27E1456E2     | C.378C7E52CE 01  |
| 2100 | C.286637842E-01 | 0.65218E282      | C.306E1371C     | C.4135C7632E 01  |
| 2150 | C.298962C71E-01 | 0.663290082      | C.33670951E     | C.450725965E 01  |
| 2200 | C.309654101E-01 | C.63232465E      | C.3E7E753C4     | C.4E57C74C2E 01  |
| 2250 | C.318504273E-01 | 0.60C47425E      | C.3595257C2     | C.530421137E-01  |
| 2300 | C.325336C83E-01 | 0.567940712      | C.432C5928E     | C.572834573E 01  |
| 2350 | C.33C010C19E-01 | 0.5349357E5      | C.465C60234     | C.61E51C6CE 01   |
| 2400 | C.332430C42E-01 | 0.5C16967E5      | C.498303234     | C.6E2611126E 01  |
| 2450 | C.332545749E-01 | 0.4E84422C1      | C.531557758     | C.7098566E3E 01  |
| 2500 | C.330354645E-C1 | 0.42540E744      | C.5E4553255     | C.75E726C0CE 01  |
| 2550 | C.325902476E-01 | 0.40281E534      | C.5571834E6     | C.8C5C59143E 01  |
| 2600 | C.319280885E-01 | 0.37C88E471      | 0.62911152E     | C.8E6C55375E 01  |
| 2650 | C.310625173E-01 | 0.335E255E7      | C.66C174012     | C.914C71202E 01  |
| 2700 | C.300108417E-01 | 0.3C58151E6      | C.65C184E51     | C.9E8E6E056E 01  |
| 2750 | C.287937186E-01 | 0.281021475      | C.718978524     | C.1C24E8C861     |
| 2800 | C.274344012E-01 | 0.25258712E      | C.746412E73     | C.1C81E8E291     |
| 2850 | C.259580053E-01 | C.22762512E      | C.772370E74     | C.114C3E381      |
| 2900 | C.243907533E-01 | 0.203238427      | C.7567E1572     | C.12001C495      |
| 2950 | C.227592140E-01 | C.18C47522E      | C.819520771     | C.1261C4295      |
| 3000 | C.210895501E-01 | 0.155385734      | C.84C610265     | C.132314324      |
| 3050 | C.194068774E-01 | 0.135982875      | C.860C17120     | C.138E374E3      |
| 3100 | C.177346281E-01 | 0.12224E252      | C.8777517C8     | C.14507C552      |
| 3150 | C.160940736E-01 | 0.10E1542E2      | C.853E45737     | C.15161C195      |
| 3200 | C.145040229E-01 | 0.916502475E-C1  | C.908349752     | C.15E254C27      |
| 3250 | C.129804350E-01 | 0.7E669E46CE-C1  | C.921330153     | C.16495E825      |
| 3300 | C.115363523E-01 | 0.67133545E-C1   | C.932E6E454     | C.1718418CC      |
| 3350 | C.101818032E-01 | 0.565517612E-C1  | 0.943048238     | C.178775423      |
| 3400 | C.892399624E-02 | C.4E827E134E-C1  | C.95157218E     | C.1E58CE857      |
| 3450 | C.776733458E-02 | 0.4C2604937E-C1  | C.9557295C6     | C.1E252E6943     |
| 3500 | C.671372562E-02 | 0.33546E053E-C1  | C.966453154     | C.2C013C045      |
| 3550 | C.576280057E-02 | 0.27784C45E-C1   | C.97221555C     | C.2C7413571      |
| 3600 | C.491225346E-02 | 0.22E71E515E-C1  | C.97712814E     | C.21477282C      |
| 3650 | C.415821746E-02 | 0.1E713E53CE-C1  | C.98128E34E     | C.2222C23C1      |
| 3700 | C.349551555E-02 | 0.1521813E6E-C1  | C.9E47E1E61     | C.225654008      |
| 3750 | C.291805062E-02 | 0.123001337E-C1  | C.9E7E598E6     | C.232327274      |
| 3800 | C.241909222E-02 | 0.9E8107915E-C2  | C.990118920     | C.244E2C594      |
| 3850 | C.199154322E-02 | 0.7E55E8E8CE-C2  | C.992110431     | C.252427339      |
| 3900 | C.162819167E-02 | 0.62614C832E-C2  | C.993738551     | C.26C035991      |
| 3950 | C.132190249E-02 | 0.493955612E-02  | 0.955C60443     | C.2E7E1561E      |
| 4000 | C.106578E55E-02 | 0.3E73825C7E-C2  | C.956126174     | C.275125622      |
| 4050 | C.853338046E-03 | 0.3C2C52497E-C2  | C.956979475     | C.2E2513141      |
| 4100 | C.678498297E-03 | 0.23420453CE-C2  | C.957E57554     | C.2857C33C5      |
| 4150 | C.535741215E-03 | 0.18C63187CE-C2  | C.9581536E1     | C.29E552831      |
| 4200 | C.420087017E-03 | 0.13E62E462E-C2  | 0.998613715     | C.3C3C3C7E8      |
| 4250 | C.327116577E-03 | 0.1C5917453E-C2  | C.998540825     | C.308841045      |
| 4300 | C.252955826E-03 | 0.8C6E272025E-C3 | C.955193728     | C.313735067      |
| 4350 | C.194251115E-03 | 0.61208C097E-C3  | C.9553E7915     | C.3173E2185      |
| 4400 | C.148135819E-03 | 0.4E3962554E-C3  | 0.999536037     | C.3192E3562      |
| 4450 | C.112185007E-03 | 0.35178E613E-C3  | C.955648213     | C.3185C0704      |
| 4500 | C.843698071E-04 | 0.2E744E6041E-C3 | C.955732554     | C.3154E4735      |
| 4550 | C.630112335E-04 | 0.204443931E-C3  | C.99979555E     | C.30E2C7869      |
| 4600 | C.467333C11E-04 | 0.15771385CE-C3  | C.955E4228E     | C.25E316921      |
| 4650 | C.344202562E-04 | 0.123322C1CE-C3  | C.955E76E7E     | C.2751CE762      |
| 4700 | C.251755554E-04 | 0.9E1688455E-C4  | 0.959501831     | C.256451547      |
| 4750 | C.182861840E-04 | 0.75529E2E6E-C4  | C.959520C7C     | C.22E777945      |
| 4800 | C.131900451E-04 | 0.667572021E-C4  | C.959533242     | C.1975E23C4      |
| 4850 | C.944815929E-05 | 0.5723966E2E-C4  | C.999942660     | C.1E477E252      |
| 4900 | C.672085207E-05 | C.5C6E354ECE-C4  | C.95954933E     | C.132655501      |
| 4950 | C.474765875E-05 | 0.459551811E-C4  | C.959554C44     | C.1C331C5E5      |
| 5000 | C.333052558E-05 | 0.42E769256E-C4  | C.959557323     | C.7E6C4C48C6E 01 |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 2452.5CCCCC

## \*FAILURE PARAMETERS BY LOG-NORMAL DISTRIBUTION\*

PARAMETER: PCF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1400 | C.597548112E-02 | C.98037093E     | C.156250798E-C1 | C.609512254E 02 |
| 1450 | C.775061920E-02 | C.97262030E     | C.27375655CE-C1 | C.75688C20CE 02 |
| 1500 | C.977498665E-02 | 0.962845325     | C.371546857E-C1 | C.1C1521872E 01 |
| 1550 | C.120160505E-01 | 0.950829267     | C.491707362E-C1 | C.126374401E 01 |
| 1600 | C.144280628E-01 | C.92640118E     | C.635588116E-C1 | C.15406C13CE 01 |
| 1650 | C.165547721E-01 | 0.91544646E     | 0.805535316E-C1 | C.1E44C1544E 01 |
| 1700 | C.195326842E-01 | C.855913787     | C.1CCCE6212     | C.21705C612E 01 |
| 1750 | C.220949612E-01 | 0.877818882     | C.122181117     | C.25170C927E 01 |
| 1800 | C.245751105E-01 | 0.853243827     | C.146756172     | C.2880C1577E 01 |
| 1850 | C.269102664E-01 | 0.826333562     | C.172666417     | C.32565E842E 01 |
| 1900 | C.290443487E-01 | 0.757289252     | C.202710747     | C.36426E725E 01 |
| 1950 | C.309299342E-01 | 0.766359325     | C.233640670     | C.403555715E 01 |
| 2000 | C.325300097E-01 | 0.723825315     | C.26617066C     | C.443251217E 01 |
| 2050 | C.338184721E-01 | C.70C010895     | C.299989104     | C.4E311349CE 01 |
| 2100 | C.347803346E-01 | 0.665230572     | C.334769427     | C.522621266E 01 |
| 2150 | C.354111455E-01 | C.625815452     | C.370180547     | G.562247751E 01 |
| 2200 | C.357159823E-01 | 0.554103515     | C.405E56484     | C.6C1174384E 01 |
| 2250 | C.357082672E-01 | 0.558395266     | C.441604733     | C.639475756E 01 |
| 2300 | C.354082584E-01 | C.52258700E     | C.477C12951     | C.67703E431E 01 |
| 2350 | C.348415002E-01 | 0.46E145520     | C.511854465     | C.712751912E 01 |
| 2400 | C.340372771E-01 | 0.454108297     | C.545851702     | C.749540925E 01 |
| 2450 | C.330273136E-01 | C.42108100E     | C.578518953     | C.7E4345265E 01 |
| 2500 | 0.318442657E-01 | 0.38523674E     | C.610763251     | C.81E12C241E 01 |
| 2550 | 0.305207967E-01 | 0.358715951     | C.641284048     | G.850E34250E 01 |
| 2600 | C.290885753E-01 | 0.325627354     | C.670372605     | C.8E246E223E 01 |
| 2650 | C.275774598E-01 | 0.302049934     | C.657550065     | C.913005643E 01 |
| 2700 | C.260151363E-01 | 0.276034832     | C.723965168     | C.942457914E 01 |
| 2750 | C.244265981E-01 | 0.25160E252     | C.748351747     | C.970E1E400E 01 |
| 2800 | C.228339806E-01 | 0.22E77430E     | C.77122565C     | C.95810C638E 01 |
| 2850 | C.212564915E-01 | 0.2007517862    | C.752482137     | C.1C2432072     |
| 2900 | C.197103433E-01 | 0.187807560     | C.812152440     | C.1C4545653     |
| 2950 | C.182089656E-01 | 0.16559E635     | C.830401361     | C.1C7365012     |
| 3000 | C.167631134E-01 | 0.152835547     | C.847164452     | C.1C9680712     |
| 3050 | 0.153810419E-01 | 0.137454505     | C.862545450     | C.111895137     |
| 3100 | C.140688121E-01 | 0.123385727     | C.876614272     | C.114C22970     |
| 3150 | C.128305144E-01 | 0.110555231     | 0.889444768     | C.116C55150     |
| 3200 | C.116684995E-01 | 0.9E8867876E-C1 | C.901113212     | C.11795E540     |
| 3250 | 0.105836503E-01 | 0.8E3031487E-C1 | C.911656651     | C.115855821     |
| 3300 | C.95756509E-02  | 0.7E7275433E-C1 | C.921272456     | G.121630151     |
| 3350 | C.864311307E-02 | 0.700844526E-C1 | C.929515547     | G.123324215     |
| 3400 | 0.778390467E-02 | 0.623005626E-C1 | C.937659437     | C.124541110     |
| 3450 | C.699520856E-02 | 0.553053617E-C1 | C.944694638     | C.126463321     |
| 3500 | 0.627376511E-02 | C.45C316152E-C1 | C.950568384     | C.127552410     |
| 3550 | 0.561600551E-02 | 0.434156656E-C1 | C.956584334     | C.129354258     |
| 3600 | C.501812622E-02 | 0.382975505E-C1 | C.961602445     | C.1306E6667     |
| 3650 | 0.447622686E-02 | 0.335213605E-C1 | C.966078635     | C.13155E901     |
| 3700 | 0.398637354E-02 | 0.295350023E-C1 | C.970064957     | C.133167624     |
| 3750 | C.354467053E-02 | 0.263903737E-C1 | C.973609626     | 0.134316742     |
| 3800 | 0.314731593E-02 | 0.23243065E-C1  | C.976756530     | C.13540E755     |
| 3850 | C.279065081E-02 | 0.204524397E-C1 | 0.979547560     | C.136445820     |
| 3900 | 0.247117271E-02 | 0.179812908E-C1 | 0.982018709     | C.137430151     |
| 3950 | 0.218555633E-02 | C.157957672E-C1 | C.984204232     | C.1383E3361     |
| 4000 | C.193068571E-02 | 0.136651132E-C1 | C.986134886     | C.139247715     |
| 4050 | 0.170364324E-02 | 0.121614933E-C1 | 0.987838506     | C.1400E4981     |
| 4100 | C.150172063E-02 | C.10659E13EE-C1 | C.989340186     | C.140E76770     |
| 4150 | 0.132241100E-02 | 0.933742523E-C2 | C.990662574     | C.141624746     |
| 4200 | C.116341607E-02 | 0.817406177E-C2 | C.991825938     | 0.142330165     |
| 4250 | C.102262524E-02 | 0.71514844E-C2  | C.992848515     | C.142954821     |
| 4300 | C.898115104E-03 | 0.62534213CE-C2 | C.993746578     | C.143615775     |
| 4350 | C.788136851E-03 | 0.546532865E-C2 | C.994534671     | C.144206643     |
| 4400 | C.691105146E-03 | 0.477427244E-C2 | C.995225727     | C.144756078     |
| 4450 | C.605588546E-03 | 0.416868925E-C2 | C.995E31310     | C.145270705     |
| 4500 | C.530299032E-03 | 0.362844633E-C2 | C.996361553     | 0.14574E734     |
| 4550 | C.464074313E-03 | C.317442417E-C2 | C.996825575     | 0.146151597     |
| 4600 | C.405878294E-03 | 0.276857614E-C2 | C.997231423     | C.146601756     |
| 4650 | C.354782445E-03 | 0.241380925E-C2 | C.997586190     | C.146580285     |
| 4700 | C.309954630E-03 | C.210386514E-C2 | C.997896134     | C.147326231     |
| 4750 | C.270656077E-03 | 0.183326005E-C2 | C.998166735     | C.147636673     |
| 4800 | C.236230174E-03 | 0.159704685E-C2 | C.998402953     | 0.147916853     |
| 4850 | C.206092590E-03 | 0.135099355E-C2 | C.998609006     | C.148162126     |
| 4900 | 0.179726077E-03 | 0.121128555E-C2 | C.998788714     | C.148376286     |
| 4950 | C.156672525E-03 | 0.105464455E-C2 | 0.998945355     | C.148554801     |
| 5000 | C.136527014E-03 | 0.91E14594EE-C2 | C.999081850     | C.148657912     |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS\* 2453.0654300

## \* FAILURE PARAMETERS BY WEIBULL DISTRIBUTION \*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1400 | C.506948679E-02 | 0.975558102     | C.244418978E C1 | C.962422801E 04 |
| 1450 | C.587575882E-02 | 0.970486607     | C.255113921E C1 | C.112467876E 03 |
| 1500 | C.676936293E-02 | 0.964612841     | C.353871583E C1 | C.130783242E 03 |
| 1550 | C.775376707E-02 | 0.957843422     | C.421565771E C1 | C.151302025E 03 |
| 1600 | C.883149355E-02 | 0.95085633      | C.499103665E C1 | C.174235250E 03 |
| 1650 | C.100039839E-01 | 0.941258192     | C.587416075E C1 | C.199773930E 03 |
| 1700 | C.112713687E-01 | 0.931254206     | C.687457919E-01 | C.228121134E 03 |
| 1750 | C.126321055E-01 | 0.919582750     | C.800172050E C1 | C.259450916E 03 |
| 1800 | C.140829347E-01 | 0.907350655     | C.926453400E C1 | C.294105107E 03 |
| 1850 | C.156182721E-01 | 0.893267750     | C.106732249     | C.322158105E 03 |
| 1900 | C.172302238E-01 | 0.877645466     | C.122350513     | C.374007737E 03 |
| 1950 | C.189083628E-01 | 0.860415272     | C.135560726     | C.419777352E 03 |
| 2000 | C.206392370E-01 | 0.841510891     | C.158489100E    | C.469784252E 03 |
| 2050 | C.224063518E-01 | 0.820871710     | C.179128285     | C.524281989E 03 |
| 2100 | C.241903625E-01 | 0.798665251     | C.201534746     | C.582550659E 03 |
| 2150 | C.259684957E-01 | 0.774274945     | C.225725054     | C.647856202E 03 |
| 2200 | C.277151241E-01 | 0.748306572     | C.251653427     | C.717604300E 03 |
| 2250 | C.294018462E-01 | 0.720591545     | C.279408454     | C.792555753E 03 |
| 2300 | C.309980399E-01 | 0.691185646     | C.308810353     | C.874370336E 03 |
| 2350 | C.324710011E-01 | 0.660191714     | C.339808285     | C.962082529E 03 |
| 2400 | C.337871834E-01 | 0.627720773     | C.372279226     | C.105646415E 02 |
| 2450 | C.349129885E-01 | 0.593933761     | C.406066238     | C.115785817E 02 |
| 2500 | C.358155779E-01 | 0.559020757     | C.440979242     | C.126664270E 02 |
| 2550 | C.364645086E-01 | 0.523205280     | C.476754715     | C.136315772E 02 |
| 2600 | C.368327722E-01 | 0.486740766     | C.512259232     | C.150785856E 02 |
| 2650 | C.368983373E-01 | 0.44908196      | C.550091803     | C.164110935E 02 |
| 2700 | C.366453155E-01 | 0.412005882     | C.586590118     | C.178331136E 02 |
| 2750 | C.360656008E-01 | 0.376364586     | C.622635411     | C.193485128E 02 |
| 2800 | C.351592898E-01 | 0.340300381     | C.65969618      | C.209615524E 02 |
| 2850 | C.339358672E-01 | 0.305140131     | C.694859862     | C.226738100E 02 |
| 2900 | C.324145518E-01 | 0.271205067     | C.728794932     | C.245002703E 02 |
| 2950 | C.306239835E-01 | 0.238791346     | C.761208653     | C.264345761E 02 |
| 3000 | C.286015542E-01 | 0.200166480     | C.791833515     | C.284846355E 02 |
| 3050 | C.263925753E-01 | 0.17565787      | C.820434212     | C.306562264E 02 |
| 3100 | C.240480574E-01 | 0.153172433     | C.846827566     | C.329541391E 02 |
| 3150 | C.216230712E-01 | 0.125124879     | C.870875120     | C.353832286E 02 |
| 3200 | C.191740170E-01 | 0.107501387     | C.892498612     | C.379450782E 02 |
| 3250 | C.167561769E-01 | 0.882277654E-01 | 0.911672234     | C.406562909E 02 |
| 3300 | C.144211277E-01 | C.715720653E-01 | C.928427924     | C.435114651E 02 |
| 3350 | C.122142918E-01 | 0.571506022E-01 | C.942849357     | C.465188920E 02 |
| 3400 | C.101730674E-01 | 0.445365973E-01 | C.955063402     | C.496856123E 02 |
| 3450 | C.832542404E-02 | 0.347632169E-01 | C.965236783     | C.530168786E 02 |
| 3500 | C.668920576E-02 | 0.264375978E-01 | C.973562002     | C.565180927E 02 |
| 3550 | C.527215004E-02 | 0.197485261E-01 | C.980251073     | C.601962208E 02 |
| 3600 | C.407250598E-02 | 0.144765973E-01 | C.985523402     | C.640570744E 02 |
| 3650 | C.308032380E-02 | 0.104041695E-01 | C.989959820     | C.681072846E 02 |
| 3700 | C.227918848E-02 | C.732380151E-02 | C.992676156     | C.723535292E 02 |
| 3750 | C.164810568E-02 | 0.504463911E-02 | C.994955300     | C.766020376E 02 |
| 3800 | C.116351037E-02 | 0.339651107E-02 | 0.996603488     | C.814602856E 02 |
| 3850 | C.801084563E-03 | 0.222308801E-02 | C.997766912     | C.863337516E 02 |
| 3900 | C.537325628E-03 | 0.142200159E-02 | C.998567958     | C.914250547E 02 |
| 3950 | C.350719085E-03 | 0.894665718E-03 | C.999105334     | C.967556610E 02 |
| 4000 | 0.222507398E-03 | 0.542951988E-03 | C.999456048     | C.102320723E 01 |
| 4050 | C.137045775E-03 | 0.321447849E-03 | C.999678552     | C.108128339E 01 |
| 4100 | C.818447151E-04 | 0.184357166E-03 | C.999815642     | C.114190578E 01 |
| 4150 | C.473332038E-04 | 0.102515969E-03 | C.999857480     | C.120511800E 01 |
| 4200 | C.264741575E-04 | 0.551935010E-04 | C.999944800     | C.127059491E 01 |
| 4250 | C.143013494E-04 | 0.287294387E-04 | C.999971270     | C.133665462E 01 |
| 4300 | C.745107627E-05 | C.144243240E-04 | C.999985575     | C.141114071E 01 |
| 4350 | C.373877810E-05 | 0.697374342E-05 | C.999993026     | C.146555822E 01 |
| 4400 | C.180413098E-05 | 0.321865081E-05 | C.999996781     | C.156256864E 01 |
| 4450 | 0.835950345E-06 | C.142051147E-05 | C.999998565     | C.164345987E 01 |
| 4500 | C.371351404E-06 | 0.590046447E-06 | C.999999400     | C.172714702E 01 |
| 4550 | C.157901922E-06 | 0.238418579E-06 | C.999999761     | C.181409902E 01 |
| 4600 | C.641618553E-07 | 0.590046447E-07 | C.999999940     | C.190441198E 01 |
| 4650 | 0.248722535E-07 | 0.000000000E+00 | 1.00000000      | C.199815183E 01 |
| 4700 | C.918227272E-08 | 0.000000000E+00 | 1.00000000      | C.209545269E 01 |
| 4750 | 0.322263327E-08 | 0.000000000E+00 | 1.00000000      | C.219634957E 01 |
| 4800 | C.107324747E-08 | 0.000000000E+00 | 1.00000000      | C.230101754E 01 |
| 4850 | C.338534577E-09 | 0.000000000E+00 | 1.00000000      | C.240545565E 01 |
| 4900 | C.100946820E-09 | 0.000000000E+00 | 1.00000000      | C.252185724E 01 |
| 4950 | C.283990192E-10 | 0.000000000E+00 | 1.00000000      | C.263829058E 01 |
| 5000 | C.752257717E-11 | 0.000000000E+00 | 1.00000000      | C.275879502E 01 |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 2548.1247600

\* GROUP-5 : 1 1/2 CL.YE. : CL-CM EXCAVATORS \*

\*FAILURE PARAMETERS BY EXPONENTIAL DISTRIBUTION\*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY | UNRELIABILITY | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|
| 1500 | C.914845243E-02 | 0.656310856 | C.343685143   | C.28C74715CE 03 |
| 1550 | C.902092829E-02 | 0.64716231E | C.352E376E1   | C.28C74715CE 03 |
| 1600 | 0.889518111E-02 | C.638141334 | C.361858665   | C.28C74715CE 03 |
| 1650 | C.877119600E-02 | 0.625246115 | C.37C753884   | C.28C74715CE 03 |
| 1700 | C.864890962E-02 | 0.62C474875 | C.375525125   | C.28C74715CE 03 |
| 1750 | C.852836668E-02 | 0.611825883 | C.38817411E   | C.28C74715CE 03 |
| 1800 | C.84C948E94E-02 | C.6C3297472 | C.396702528   | C.28C74715CE 03 |
| 1850 | C.825226151E-02 | 0.554887912 | C.4C5112CE7   | C.28C74715CE 03 |
| 1900 | C.817667692E-02 | 0.586595594 | C.4134C44C5   | C.28C74715CE 03 |
| 1950 | C.8C6269794E-02 | 0.57841885C | C.421581145   | C.28C74715CE 03 |
| 2000 | 0.795030966E-02 | 0.57C35613C | C.425643865   | C.28C74715CE 03 |
| 2050 | C.783948600E-02 | 0.562405765 | C.437554234   | C.28C74715CE 03 |
| 2100 | C.773021206E-02 | 0.554566204 | C.445433755   | C.28C74715CE 03 |
| 2150 | C.762246176E-02 | C.546835955 | C.452164C41   | C.28C74715CE 03 |
| 2200 | C.751620158E-02 | 0.535213476 | C.46C786521   | C.28C74715CE 03 |
| 2250 | C.741143897E-02 | 0.531697213 | C.468302786   | C.28C74715CE 03 |
| 2300 | C.730811804E-02 | C.524285674 | C.475714325   | C.28C74715CE 03 |
| 2350 | C.720626115E-02 | 0.516977548 | C.483022451   | C.28C74715CE 03 |
| 2400 | C.710580498E-02 | 0.505771227 | C.490228772   | C.28C74715CE 03 |
| 2450 | C.700675323E-02 | C.5C26654CC | C.497334555   | C.28C74715CE 03 |
| 2500 | C.69C908730E-02 | C.495658576 | 0.504341422   | C.28C74715CE 03 |
| 2550 | 0.681278109E-02 | C.48E749444 | C.511250555   | C.28C74715CE 03 |
| 2600 | C.671781227E-02 | 0.481934632 | C.518C6336E   | C.28C74715CE 03 |
| 2650 | C.662417337E-02 | 0.47521E772 | 0.524781227   | C.28C74715CE 03 |
| 2700 | 0.653183E32E-02 | 0.466594551 | C.5314C5448   | C.28C74715CE 03 |
| 2750 | 0.644078478E-02 | 0.462062656 | C.537537343   | C.28C74715CE 03 |
| 2800 | C.635100528E-02 | 0.45562183E | C.544378161   | C.28C74715CE 03 |
| 2850 | C.626247748E-02 | 0.44527C7E4 | C.55C729215   | C.28C74715CE 03 |
| 2900 | 0.617518276E-02 | 0.443008244 | C.55655175E   | C.28C74715CE 03 |
| 2950 | C.608910247E-02 | 0.436833083 | 0.56316651E   | C.28C74715CE 03 |
| 3000 | C.60C421056E-02 | C.43C743932 | C.565256C67   | C.28C74715CE 03 |
| 3050 | C.592053681E-02 | 0.42473565E | C.57526C341   | C.28C74715CE 03 |
| 3100 | C.5838C1046E-02 | 0.418815065 | C.58118C93C   | C.28C74715CE 03 |
| 3150 | C.575662776E-02 | 0.412981033 | C.587C18966   | C.28C74715CE 03 |
| 3200 | 0.567638129E-02 | 0.407224357 | C.592775642   | C.28C74715CE 03 |
| 3250 | 0.559726357E-02 | 0.40154796E | C.598452C21   | C.28C74715CE 03 |
| 3300 | C.551924482E-02 | 0.39595C675 | C.604C49325   | C.28C74715CE 03 |
| 3350 | C.544230267E-02 | 0.39C431404 | C.6C5568555   | C.28C74715CE 03 |
| 3400 | C.536644086E-02 | 0.384985023 | C.615C1097E   | C.28C74715CE 03 |
| 3450 | C.529164075E-02 | 0.37562257E | C.620377421   | C.28C74715CE 03 |
| 3500 | C.521788001E-02 | 0.37433C87E | C.625665121   | C.28C74715CE 03 |
| 3550 | 0.514515116E-02 | 0.36511296E | C.630887031   | C.28C74715CE 03 |
| 3600 | 0.507342815E-02 | 0.363967835 | C.636032164   | C.28C74715CE 03 |
| 3650 | C.500270251E-02 | 0.35E894467 | C.6411C5532   | C.28C74715CE 03 |
| 3700 | 0.493297725E-02 | 0.353891845 | C.64610815C   | C.28C74715CE 03 |
| 3750 | C.486421585E-02 | 0.348958905 | C.65104109C   | C.28C74715CE 03 |
| 3800 | 0.479641184E-02 | C.344094395 | C.6555C56C4   | C.28C74715CE 03 |
| 3850 | C.472955033E-02 | 0.339298065 | C.660701930   | C.28C74715CE 03 |
| 3900 | 0.466361641E-02 | 0.33456856C | 0.665431435   | C.28C74715CE 03 |
| 3950 | 0.459862127E-02 | C.325904973 | C.670C55C2E   | C.28C74715CE 03 |
| 4000 | 0.453452020E-02 | 0.325306117 | C.674693882   | C.28C74715CE 03 |
| 4050 | C.447131320E-02 | 0.320771634 | 0.679228365   | C.28C74715CE 03 |
| 4100 | C.440858910E-02 | 0.31630C352 | C.6E3E556C7   | C.28C74715CE 03 |
| 4150 | C.434753298E-02 | 0.311891436 | C.6881085E3   | C.28C74715CE 03 |
| 4200 | C.428652596E-02 | 0.3C7543655 | C.692456305   | C.28C74715CE 03 |
| 4250 | 0.422717630E-02 | 0.3C325E8C5 | C.69674315C   | C.28C74715CE 03 |
| 4300 | C.416824966E-02 | 0.2950297C7 | C.7CC57C252   | C.28C74715CE 03 |
| 4350 | C.411014631E-02 | 0.294861495 | C.7C51385C4   | C.28C74715CE 03 |
| 4400 | C.405285880E-02 | 0.29C751357 | C.7C52486C2   | C.28C74715CE 03 |
| 4450 | 0.399636477E-02 | 0.2866982E1 | C.7132C171E   | C.28C74715CE 03 |
| 4500 | C.394066050E-02 | 0.28270202E | C.717297571   | C.28C74715CE 03 |
| 4550 | C.388573040E-02 | 0.27876138E | C.721238612   | C.28C74715CE 03 |
| 4600 | 0.383156584E-02 | 0.2748757CC | 0.725124295   | C.28C74715CE 03 |
| 4650 | C.377815729E-02 | 0.27104395E | C.728556C43   | C.28C74715CE 03 |
| 4700 | C.372549239E-02 | 0.26726585E | C.732734143   | C.28C74715CE 03 |
| 4750 | C.367356C91E-02 | 0.263540387 | 0.736459612   | C.28C74715CE 03 |
| 4800 | C.362235424E-02 | 0.255866893 | C.74013310E   | C.28C74715CE 03 |
| 4850 | C.357186258E-02 | 0.2562443E1 | C.742755638   | C.28C74715CE 03 |
| 4900 | C.352207268E-02 | 0.252672553 | C.74732744E   | C.28C74715CE 03 |
| 4950 | C.347297708E-02 | 0.249150514 | C.7508494E5   | C.28C74715CE 03 |
| 5000 | 0.342456484E-02 | C.24567759C | C.7543224C5   | C.28C74715CE 03 |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS\* 3561.92285C0

## \* FAILURE PARAMETERS BY NORMAL DISTRIBUTION \*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 140J | C.223679671E-04 | 0.999927163     | C.728895684E-04 | C.223695824E 04 |
| 145J | C.314669014E-04 | 0.999895651     | C.104356465E 03 | C.314701756E 04 |
| 150J | C.439108989E-04 | 0.999851762     | C.148267366E 03 | C.439174026E 04 |
| 155J | C.6C7830006E-04 | 0.999790966     | C.209050365E-03 | C.607957044E 04 |
| 160J | C.834606180E-04 | C.999707520     | C.292510958E-03 | C.834650216E 04 |
| 165J | C.113676840E-03 | 0.999592854     | C.406187726E 03 | C.113723028E 03 |
| 170J | C.153586632E-03 | C.999440252     | C.559774227E-03 | C.153672646E 03 |
| 175J | C.2C5837772E-03 | 0.999234437     | C.765611883E-03 | C.205995471E 03 |
| 180J | C.273644458E-03 | 0.998960753     | C.103925634E 02 | C.273929577E 03 |
| 185J | C.360859790E-03 | 0.998595866     | C.140011613E-02 | C.361365731E 03 |
| 190J | C.472043640E-03 | C.998127877     | C.187215977E 02 | C.472926863E 03 |
| 195J | C.612514559E-03 | C.997515380     | C.248467433E-02 | C.614040065E 03 |
| 200J | C.788391334E-03 | C.996726985     | C.327206566E-02 | C.789580178E 03 |
| 205J | C.1C0660277E-02 | C.995572038E    | C.427966564E 02 | C.101052900E 02 |
| 210J | C.127486628E-02 | C.994445502     | C.555453077E-02 | C.128158654E 02 |
| 215J | C.160162965E-02 | 0.992843866     | C.715615972E-02 | C.161317363E 02 |
| 220J | C.199595303E-02 | C.990847945     | C.915211066E 02 | C.201438875E 02 |
| 225J | C.246733962E-02 | 0.988308551     | C.116194486E-01 | C.249624566E 02 |
| 230J | C.302550778E-02 | 0.985355079     | C.146449543E-01 | C.307047460E 02 |
| 235J | C.368009042E-02 | C.981674965     | C.183250419E-01 | C.374678666E 02 |
| 240J | C.444025546E-02 | C.977234721     | C.227652974E-01 | C.454265187E 02 |
| 245J | C.531432777E-02 | 0.971920430     | C.280796252E-01 | C.546786189E 02 |
| 250J | C.630928548E-02 | 0.965611100     | C.343889147E-01 | C.653358409E 02 |
| 255J | C.743025168E-02 | C.961808844     | C.418191663E-01 | C.775453820E 02 |
| 260J | C.867993757E-02 | 0.949500918     | C.504991039E-01 | C.914157554E 02 |
| 265J | C.100582204E-01 | C.935442654     | C.605573244E-01 | C.107065811E 01 |
| 270J | C.115615464E-01 | 0.927881161     | C.721188187E-01 | C.124601572E 01 |
| 275J | C.131826177E-01 | C.914698600     | C.853013992E-01 | C.144115784E 01 |
| 280J | C.149100050E-01 | C.895788616     | C.100211381     | C.165705606E 01 |
| 285J | C.167280398E-01 | 0.882060634     | C.116939365     | C.189432501E 01 |
| 290J | C.186167061E-01 | 0.864443957     | C.135556042     | C.215260447E 01 |
| 295J | C.205518640E-01 | C.842892057     | C.156107902     | C.243526606E 01 |
| 300J | C.225055851E-01 | C.821386516     | C.178613462     | C.272995026E 01 |
| 305J | C.244466923E-01 | C.796935845     | C.203060150     | C.306757055E 01 |
| 310J | C.263415128E-01 | C.770598352     | C.229401648     | C.341831930E 01 |
| 315J | C.281547717E-01 | 0.742443621     | C.257556378     | C.375217639E 01 |
| 320J | C.298506505E-01 | 0.712593015     | C.287406581     | C.418501778E-01 |
| 325J | C.313940048E-01 | 0.681195014     | C.318800585     | C.460862855E 01 |
| 330J | C.327514149E-01 | 0.648447632     | C.351552367     | C.505074150E 01 |
| 335J | C.338925235E-01 | 0.614555120     | C.385444879     | C.551496895E 01 |
| 340J | C.347911380E-01 | C.575764008     | C.420235991     | C.600091368E 01 |
| 345J | C.354261621E-01 | 0.544337866     | C.455662131     | C.650811791E 01 |
| 350J | C.357824601E-01 | 0.508555412     | C.491444587     | C.703605585E-01 |
| 355J | C.358514748E-01 | C.472703993     | C.527256006     | C.758433342E 01 |
| 360J | C.356315448E-01 | 0.437072455     | C.562527544     | C.815231800E 01 |
| 365J | C.351279415E-01 | 0.401944518     | C.598055481     | C.873945527E-01 |
| 370J | C.343527607E-01 | 0.367591798     | C.632408201     | C.924535265E 01 |
| 375J | C.333243198E-01 | 0.334267497     | C.665732502     | C.996935367E 01 |
| 380J | C.320664542E-01 | 0.302201032     | C.697758967     | C.106109798     |
| 385J | C.306078419E-01 | 0.271593213     | C.728406786     | C.112657362     |
| 390J | C.289803966E-01 | 0.242612838     | C.757387161     | C.119451165     |
| 395J | C.272186435E-01 | 0.215394198     | C.784605801     | C.126366615     |
| 400J | C.253582745E-01 | C.190035935     | C.809964060     | C.133435362     |
| 405J | C.234349146E-01 | 0.166601061     | C.833258536     | C.140664815     |
| 410J | C.214831680E-01 | 0.145117938     | C.854882061     | C.148029341     |
| 415J | C.195354372E-01 | 0.125582516     | C.874417483     | C.155558526     |
| 420J | C.176213569E-01 | 0.107961177     | C.892038822     | C.163219332     |
| 425J | C.157668739E-01 | 0.921943187E-01 | C.907805661     | C.171017825     |
| 430J | C.139940381E-01 | 0.782002806E-01 | C.921799719     | C.178951203     |
| 435J | C.123205706E-01 | 0.658797621E-01 | C.934120237     | C.187016010     |
| 440J | C.107599310E-01 | 0.551198720E-01 | C.944880127     | C.195209622     |
| 445J | C.932135433E-02 | 0.457985401E-01 | C.954201459     | C.203529477     |
| 450J | C.801012292E-02 | 0.377884507E-01 | C.962211545     | C.211972773     |
| 455J | C.682793930E-02 | 0.309605598E-01 | C.969399440     | C.220536645     |
| 460J | C.577339157E-02 | 0.251871943E-01 | C.974812805     | C.229219317     |
| 465J | C.464244152E-02 | 0.203447938E-01 | C.979655206     | C.238016651     |
| 470J | C.402892008E-02 | 0.163156774E-01 | C.983684122     | C.246932447     |
| 475J | C.332508259E-02 | 0.129908323E-01 | C.987009167     | C.255956053     |
| 480J | C.272211618E-02 | 0.102687478E-01 | C.989731252     | C.265087425     |
| 485J | C.221055629E-02 | 0.805824995E-02 | 0.991941750     | C.274322052     |
| 490J | C.178068620E-02 | 0.627762075E-02 | C.993722379     | C.283656179     |
| 495J | C.142286415E-02 | 0.485475821E-02 | C.995145201     | C.293064085     |
| 500J | C.112779554E-02 | 0.372701883E-02 | C.996272961     | C.302959847     |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 3561.522E500

## \*FAILURE PARAMETERS BY LCC-NCPAL DISTRICTION\*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE     |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1400 | C.150940707E-06 | 0.999995821     | C.230393823E-C6 | C.19C54C7C7E 06  |
| 1450 | C.390754110E-06 | 0.999995404     | C.621147433E-06 | C.39C754337E 06  |
| 1500 | C.945257625E-06 | 0.99999645C     | C.15664C544E-C5 | C.945257625E 06  |
| 1550 | C.214841929E-05 | 0.999996304     | C.371482474E-C5 | C.214842657E 05  |
| 1600 | C.461040C53E-05 | 0.999991715     | 0.832522528E-C5 | C.461043782E 05  |
| 1650 | C.938239736E-05 | 0.999982257     | C.177C76144E-C4 | C.938239736E 05  |
| 1700 | C.181786308E-04 | 0.99996411E     | C.358862453E-C4 | C.181786271E 04  |
| 1750 | C.336537C50E-04 | 0.999930501     | C.6553995C3E-C4 | C.336537C33E 04  |
| 1800 | 0.597222570E-C4 | 0.999987C777    | C.129262247E-C3 | C.597222570E 04  |
| 1850 | C.101893791E-03 | 0.9999768852    | C.231156038E-C3 | C.101517336E 03  |
| 1900 | 0.167581369E-03 | 0.9999601304    | C.358737378E-C3 | C.167648206E 03  |
| 1950 | 0.266337534E-03 | 0.9999334931    | C.665C74912E-C3 | C.266514718E 03  |
| 2000 | C.409952132E-03 | 0.99992503C     | C.1C75027C4E-C2 | C.41C353113E 03  |
| 2050 | C.612378586E-03 | 0.99998312652   | C.168740563E-02 | 0.612412518E 03  |
| 2100 | 0.889416318E-03 | 0.99997423231   | C.257682154E-C2 | C.891712891E 03  |
| 2150 | C.125816720E-02 | 0.99996165037   | C.3E2498515E-C2 | C.1263C1C78E 02  |
| 2200 | 0.173624209E-C2 | 0.9999428813    | C.557123124E-C2 | 0.174596505E 02  |
| 2250 | 0.234075565E-02 | 0.99992086019   | C.751198387E-02 | 0.235442332E 02  |
| 2300 | C.308721C70E-02 | 0.9899000856    | C.1C9591915E-C1 | C.312154484E 02  |
| 2350 | C.358828461E-02 | 0.985012531     | C.149874761E-C1 | C.4C4856587E 02  |
| 2400 | 0.505264648E-C2 | C.5755559C5     | C.2004C1246E-C1 | C.515557313E 02  |
| 2450 | 0.628402084E-02 | 0.9736759C6     | C.263241455E-C1 | C.64535127C 02   |
| 2500 | C.768028572E-02 | 0.965995609     | C.340C44312E-C1 | C.795064121E 02  |
| 2550 | C.923305004E-02 | C.956762552     | C.422374812E-C1 | C.965C3C118E 02  |
| 2600 | 0.109274387E-01 | 0.945835112     | C.5416492CCE-C1 | C.115532167E 01  |
| 2650 | C.127424448E-01 | 0.933092652     | C.669C73462E-01 | C.136561393E 01  |
| 2700 | C.146513469E-01 | C.918441255     | C.815586447E-C1 | C.159524008E 01  |
| 2750 | C.166227109E-C1 | 0.901818692     | C.981813072E-C1 | C.1643243C9E 01  |
| 2800 | C.186215750E-01 | 0.88219712E     | 0.116802871     | C.210842788E 01  |
| 2850 | C.206106565E-01 | C.62256645E     | C.1374135C1     | C.23894C157E 01  |
| 2900 | C.225519463E-01 | 0.940034604     | C.159565355     | C.268464461E 01  |
| 2950 | C.244079642E-01 | 0.81562668C     | C.184273315     | C.259254C75E 01  |
| 3000 | 0.261432789E-C1 | 0.78548342E     | C.210516572     | C.3311441C9E 01  |
| 3050 | C.277256444E-01 | 0.761757751     | C.2382422C5     | C.363565281E 01  |
| 3100 | C.291269831E-01 | 0.73263084E     | 0.267369151     | C.397566566E 01  |
| 3150 | C.303243063E-01 | 0.70230656E     | C.257693431     | C.431781597E 01  |
| 3200 | C.313000C45E-01 | 0.671006615     | C.32E59338C     | C.466463416E 01  |
| 3250 | C.320423655E-01 | 0.638964295     | C.361C357C4     | C.501473471E 01  |
| 3300 | C.325454622E-01 | 0.60641884E     | C.393581152     | 0.536662866E 01  |
| 3350 | C.328088551E-01 | 0.573610007     | C.426389592     | C.571571423E 01  |
| 3400 | C.328374281E-01 | C.54C77261E     | C.459227383     | C.6C72317C6E 01  |
| 3450 | 0.326406732E-01 | 0.5CE13198C     | C.451868015     | C.642365813E 01  |
| 3500 | C.322320545E-01 | 0.475895934     | C.5241C0C65     | C.677286582E 01  |
| 3550 | C.316284820E-01 | 0.444271504     | 0.555728455     | C.711917281E 01  |
| 3600 | 0.308491513E-01 | 0.4134224C5     | 0.586577594     | C.746185355E 01  |
| 3650 | 0.299152620E-01 | 0.383507192     | C.6164928C7     | C.78C044198E 01  |
| 3700 | C.288489572E-01 | 0.35465E24E     | C.645341754     | C.813429355E 01  |
| 3750 | C.276728682E-01 | 0.32698541E     | C.6730145E1     | C.8463C2509E 01  |
| 3800 | 0.264093513E-01 | 0.30C576031     | C.69542396E     | C.878625512E 01  |
| 3850 | 0.250802822E-01 | 0.275495767     | C.724504232     | C.910326E561E 01 |
| 3900 | C.237061679E-01 | 0.251785625     | C.74821037C     | C.9415C6624E 01  |
| 3950 | 0.223062150E-01 | 0.229483425     | C.77C516574     | C.97201E241E 01  |
| 4000 | C.208979323E-01 | 0.2C858550C     | C.791414455     | C.1C01EE751      |
| 4050 | C.194970108E-01 | 0.1E508E523     | C.81C911476     | C.10311C492      |
| 4100 | 0.181171521E-01 | 0.17C971393     | C.829C286C6     | C.1C596E971      |
| 4150 | C.167701132E-01 | 0.154201328     | 0.845798671     | C.1C8754634      |
| 4200 | 0.154657587E-01 | 0.13E735552     | 0.861264407     | C.11147C481      |
| 4250 | C.142120346E-01 | 0.12452356C     | C.875476415     | C.114131271      |
| 4300 | C.130151771E-01 | 0.111508425     | C.888491570     | C.11671518E      |
| 4350 | C.118798C17E-C1 | C.956286273E-C1 | C.90C371372     | C.11524C820      |
| 4400 | C.108090676E-01 | 0.888195632E-C1 | C.91118C436     | C.121656889      |
| 4450 | C.980472564E-02 | 0.79C14E377E-C1 | C.920585162     | 0.1240E7095      |
| 4500 | C.886754691E-02 | 0.7C1473355E-C1 | C.925852664     | C.126412166      |
| 4550 | C.799720361E-02 | 0.6215018C3E-C1 | C.937E49815     | C.12867546C      |
| 4600 | C.719259306E-02 | 0.545576282E-C1 | 0.945C42371     | C.130675229      |
| 4650 | C.645191222E-02 | 0.485057234E-C1 | C.951494276     | C.133013367      |
| 4700 | C.577282160E-02 | 0.42732554CE-C1 | C.957267C4E     | C.1350C9589      |
| 4750 | C.515259C57E-02 | 0.375803705E-C1 | 0.962415625     | C.1371C6504      |
| 4800 | C.458815693E-02 | C.325922437E-C1 | C.967C0775E     | C.139C677C9      |
| 4850 | 0.407628715E-02 | 0.2E916C012E-C1 | C.971C8395E     | C.14C96E932      |
| 4900 | C.361359235E-02 | 0.2530241C1E-C1 | C.9746975E9     | C.142E1E12E      |
| 4950 | C.319664599E-02 | 0.22105E13CE-C1 | C.977E941E7     | C.1446C693C      |
| 5000 | C.282205059E-02 | 0.152837715E-C1 | C.9EC71622E     | C.14634329C      |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS\* 3567.C3882C0



## \* FAILURE PARAMETERS BY WEIBULL DISTRIBUTION \*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE AND MEAN TIME TO FAILURE

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE    |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1430 | 0.166547397E-03 | 0.999476194     | 0.522805618E C3 | C.294525485E 05 |
| 1450 | C.211006030E-03 | C.995309659     | C.690340955E-C3 | C.37462323CE 05 |
| 1530 | C.265218550E-03 | C.995096658     | C.901241438E C3 | C.472134605E 05 |
| 1550 | C.330889364E-03 | 0.998833477     | C.116652250E-C2 | C.592674496E 05 |
| 1600 | C.409945845E-03 | C.998502552     | C.149744745E-02 | C.727134067E 05 |
| 1650 | 0.504557509E-03 | C.998092551     | C.190740822E C2 | C.910665223E 05 |
| 1730 | C.617152312E-03 | 0.997588038     | C.241196155E-C2 | 0.111759126E 04 |
| 1750 | C.750441337E-03 | 0.996970892     | C.302910804E C2 | C.136424728E 04 |
| 1800 | C.907426001E-03 | 0.996220469     | C.377953052E C2 | C.165571545E 04 |
| 1850 | C.109142600E-02 | C.995312988     | C.466701124E-02 | C.195662861E 04 |
| 1900 | C.130607350E-02 | C.994221566     | C.577843189E C2 | C.240050285E 04 |
| 1950 | C.155535270E-02 | 0.992915451     | C.708454847E C2 | C.286592126E 04 |
| 2000 | C.184356556E-02 | 0.991360127     | C.863987207E-C2 | C.341472041E 04 |
| 2050 | C.217537488E-02 | C.990516556     | C.104834437E 01 | C.404555559E 04 |
| 2100 | 0.255575170E-02 | 0.987341165     | C.126588344E C1 | C.477444153E 04 |
| 2150 | C.298999249E-02 | 0.984785378     | C.152146220E-C1 | C.561225315E 04 |
| 2200 | C.348366797E-02 | C.981795370     | C.182046254E-C1 | C.657251075E 04 |
| 2250 | C.404257699E-02 | 0.978311657     | C.216882420E C1 | C.766587359E 04 |
| 2300 | C.467266887E-02 | 0.974265052     | 0.257209075E-C1 | C.892004463E 04 |
| 2350 | C.538003817E-02 | 0.969596326     | C.304036736E-01 | C.103403275E 03 |
| 2400 | C.617068260E-02 | 0.964216251     | C.357837081E C1 | C.115456820E 03 |
| 2450 | C.705046579E-02 | C.958045542     | 0.419544577E-C1 | C.137682756E 03 |
| 2500 | C.802489742E-02 | C.950949080     | C.490050911E C1 | C.158181956E 03 |
| 2550 | C.909891724E-02 | 0.942965977     | C.570300221E C1 | C.181234834E 03 |
| 2600 | C.102766938E-01 | 0.932870971     | 0.661290288E-C1 | C.207055888E 03 |
| 2650 | C.115612596E-01 | C.923594117     | 0.764058828E C1 | C.236057661E 03 |
| 2700 | 0.129542127E-01 | 0.912032723     | C.879672765E C1 | C.268404139E 03 |
| 2750 | C.144553333E-01 | 0.899078365     | C.100921630C    | C.304466811E-03 |
| 2800 | C.160622112E-01 | C.884622521     | C.115277068     | C.344550516E 03 |
| 2850 | 0.177697092E-01 | C.868560552     | C.131425447     | C.389145687E-03 |
| 2900 | C.195694205E-01 | C.850790560     | C.149209439     | C.438537446E 03 |
| 2950 | C.214494504E-01 | C.821221044     | C.168778955     | C.493185087E 03 |
| 3000 | 0.233938396E-01 | 0.805771416     | C.190228561     | C.553551826E 03 |
| 3050 | C.253818370E-01 | 0.786377310     | C.213622689     | C.620115273E 03 |
| 3100 | C.273882523E-01 | 0.760595090     | C.239000491C    | C.693420413E 03 |
| 3150 | C.293826833E-01 | 0.733606815     | C.266353164     | C.773951458E 03 |
| 3200 | C.313296988E-01 | 0.704223871     | C.295776128     | C.862435903E 03 |
| 3250 | C.331894010E-01 | 0.672894001     | C.327105595     | C.955375174E-03 |
| 3300 | 0.349173806E-01 | 0.635704287     | C.360255712     | C.106547027E 02 |
| 3350 | C.364662483E-01 | 0.604786574     | C.395213425     | C.118143926E 02 |
| 3400 | C.377865582E-01 | 0.568320214     | C.431679785     | C.130001391E 02 |
| 3450 | C.388285219E-01 | 0.520533372     | C.465466626     | C.144602847E 02 |
| 3500 | C.395443178E-01 | 0.491704464     | C.508295536     | C.159626640E 02 |
| 3550 | C.398906096E-01 | 0.452159881     | C.547840118     | 0.175966764E 02 |
| 3600 | 0.398310795E-01 | 0.412268817     | C.587731182     | C.193713302E 02 |
| 3650 | C.393394343E-01 | 0.372437536     | C.627562463     | C.212970236E-02 |
| 3700 | C.384018681E-01 | 0.332100557     | C.666899442     | C.233837775E 02 |
| 3750 | C.370201543E-01 | 0.294697046     | C.705302553     | C.256426560E 02 |
| 3800 | C.352129414E-01 | 0.257677912     | C.742322067     | C.280855363E-02 |
| 3850 | C.330165587E-01 | 0.222463425     | 0.777536571     | C.307247368E 02 |
| 3900 | C.304851606E-01 | C.185447760     | C.810552235     | C.335725704E 02 |
| 3950 | C.276888497E-01 | 0.158961176     | C.841038823     | C.364438622E-02 |
| 4000 | C.247103013E-01 | 0.131273090     | 0.868726909     | 0.399510934E 02 |
| 4050 | 0.216410607E-01 | 0.1006561720    | C.893438275     | C.435105805E 02 |
| 4100 | 0.185753926E-01 | 0.845213004E-C1 | C.915078699     | C.473375245E 02 |
| 4150 | C.156046748E-01 | 0.663451552E-C1 | C.933654844     | 0.514487177E 02 |
| 4200 | C.128111280E-01 | C.507409512E-C1 | C.949259042     | C.558607280E 02 |
| 4250 | C.102626346E-01 | 0.379293561E-01 | 0.962070643     | C.605927780E 02 |
| 4300 | C.800843536E-02 | 0.276670455E-C1 | C.972332954     | C.656625255E 02 |
| 4350 | C.607707251E-02 | C.196586847E-C1 | C.980341315     | C.710902735E 02 |
| 4400 | C.447601825E-02 | 0.135813951E C1 | C.986418604     | C.768974050E 02 |
| 4450 | C.319362245E-02 | 0.910544395E-C2 | C.990894556     | C.821053033E 02 |
| 4500 | C.220276504E-C2 | C.551170787E-C2 | C.994088252     | C.857363573E 02 |
| 4550 | 0.146553129E-02 | 0.370901823E C2 | C.996290981     | C.868137010E-02 |
| 4600 | C.938331941E-03 | 0.224339962E-C2 | C.997756600     | C.104363150E 01 |
| 4650 | C.576760619E-03 | C.120510333E C2 | C.998654856     | C.112410411E 01 |
| 4700 | C.339464284E-03 | 0.726309154E C3 | 0.999271690     | C.120580252E-01 |
| 4750 | C.190798775E-03 | 0.388860702E-C3 | C.999611139     | C.130104236E 01 |
| 4800 | C.102117584E-03 | 0.158066234E-C3 | C.999801933     | C.135805511E 01 |
| 4850 | C.518976331E-04 | 0.956634780E C4 | 0.999904036     | C.150124207E 01 |
| 4900 | C.249518634E-04 | 0.440478324E-C4 | C.999955952     | 0.161008805E 01 |
| 4950 | C.113181622E-04 | 0.151330909E-C4 | C.999980866     | C.172723802E 01 |
| 5000 | C.482580253E-05 | 0.700820846E C5 | C.999992151     | C.185070633E 01 |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS\* 3440.C336900

\*\*\* PART NO 216WC; SINGLE FCW RACIAL; BALL BEARING ; K 2C5 \*\*\*

\*FAILURE PARAMETERS BY WEIBULL DISTRIBUTION\*

PARAMETER] PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE, NUMBER OF FAILURE

AND MEAN TIME TO FAILURE (MTTF)

| TIME  | PDF.            | RELIABILITY      | UNRELIABILITY    | FAILURE RATE     | NUMBER OF FAILURE |
|-------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 3000  | C.225030818E-02 | 0.55534664C      | C.65135555E C3   | C.15525C367E 05  | 0.911903381E 01   |
| 3100  | C.298189232E-02 | 0.555115635      | C.8803606C3E- C3 | C.2611E1135E 05  | 0.123250484       |
| 3200  | C.385014573E-02 | 0.555821437      | C.117856264E- C2 | C.33876EC4CE 05  | 0.164598169       |
| 3300  | C.493235420E-03 | 0.558436451      | C.1563545C4E C2  | C.4355C3712E 05  | 0.218896865       |
| 3400  | C.627211C62E-03 | 0.557943222      | C.205677747E-02  | C.5566E1751E 05  | 0.287948846       |
| 3500  | C.791991362E-03 | 0.557316CC2      | C.268399715E- C2 | C.705512953E 05  | 0.375759601       |
| 3600  | C.993410591E-03 | 0.556523576      | C.3476C2267E C2  | C.8E5164C35E 05  | 0.486643314       |
| 3700  | C.123814260E-02 | 0.555530545      | 0.446945428E- C2 | C.1112522CC 04   | 0.625723600       |
| 3800  | C.153378746E-02 | 0.55429243E      | C.57C756157E C2  | C.13847C655E 04  | 0.799058675       |
| 3900  | C.188894243E-02 | 0.552756631      | C.724136825E C2  | C.1713C5657E 04  | 1.01379108        |
| 4000  | C.231324066E-02 | 0.55C869641      | C.913035865E- C2 | C.210798025E 04  | 1.27824974        |
| 4100  | C.281741214E-02 | 0.58E556444      | C.114435553E C1  | C.25EC62500E 04  | 1.60209751        |
| 4200  | C.341325528E-02 | 0.5E5736952      | C.142610C73E C1  | C.3142E5542E 04  | 1.99654102        |
| 4300  | C.411364436E-02 | 0.5E2325732      | C.176742677E- C1 | C.38122E852E 04  | 2.47439670        |
| 4400  | C.493242591E-02 | 0.57821211E      | C.217E78818E- C1 | C.460242881E 04  | 3.05030345        |
| 4500  | C.588427484E-02 | 0.573275655      | C.2672C345CE C1  | C.5532E157CE 04  | 3.74084758        |
| 4600  | C.698445364E-02 | 0.567395365      | 0.326046347E- 01 | C.6E2442926E 04  | 4.56464862        |
| 4700  | C.824844092E-02 | C.56C41C833      | C.395851666E 01  | C.750C7601CE 04  | 5.54248333        |
| 4800  | C.969143956E-02 | 0.5521622E5      | C.47E377342E C1  | C.938E11281E 04  | 6.69728279        |
| 4900  | C.113276690E-01 | 0.94247C725      | C.575292706E- C1 | C.11115882CE 03  | 8.05409717        |
| 5000  | C.131695233E-01 | 0.53114252E      | C.68857C737E-01  | C.131167C64E 03  | 9.63958985        |
| 5100  | C.152264386E-01 | 0.517573355      | C.82C2660CE C1   | C.1542E58C1E 03  | 11.4837236        |
| 5200  | C.175036601E-01 | 0.90274685E      | C.972531437E- C1 | C.18C875067E 03  | 13.6154394        |
| 5300  | C.2C0003720E-01 | 0.885243C5E      | C.114756541      | C.21142241EE 03  | 16.0659631        |
| 5400  | C.227082334E-01 | 0.6E52424E1      | C.12475751E      | C.2464C5555E 03  | 18.8660430        |
| 5500  | C.256089046E-01 | 0.8425341E4      | 0.157465E15      | 0.2E63E1226E 03  | 22.0452117        |
| 5600  | C.286722891E-01 | 0.8169252E7      | C.1E3074712      | 0.331934541E 03  | 25.6304473        |
| 5700  | C.318542644E-01 | 0.78825283C      | C.211747165      | C.383737031E 03  | 29.6445922        |
| 5800  | C.350946C39E-01 | 0.756398379      | C.24360162C      | C.442501623E 03  | 34.1042175        |
| 5900  | C.383161641E-01 | C.721303761      | C.278656235      | C.5C5021105E 03  | 39.0174713        |
| 6000  | C.414240546E-01 | 0.6E2987511      | C.317C124EE      | C.584174646E 03  | 44.3817443        |
| 6100  | C.443067029E-01 | 0.641563475      | 0.358436524      | C.6E8881461E-03  | 50.1811065        |
| 6200  | C.468386570E-01 | C.597256541      | C.402743458      | 0.7E42C1162E 03  | 56.3840789        |
| 6300  | C.488854199E-01 | 0.55C41784C      | C.445582155      | C.871241751E 03  | 62.9414978        |
| 6400  | C.503108548E-01 | 0.501532316      | C.458467683      | C.95121E162E 03  | 69.7854614        |
| 6500  | C.509871281E-01 | 0.451221346      | C.548778653      | C.112544767E 02  | 76.8290100        |
| 6600  | C.508067794E-01 | 0.40C234341      | C.55576565E      | C.1275445C6E 02  | 83.9671783        |
| 6700  | C.496962964E-01 | 0.345428474      | C.650571525      | C.1442E7361E-02  | 91.0800318        |
| 6800  | C.476288087E-01 | 0.259732625      | C.70C267374      | C.162883731E 02  | 98.0374298        |
| 6900  | C.446358770E-01 | 0.252104044      | C.74765555E      | C.1E3575861E 02  | 104.705429        |
| 7000  | C.408138521E-01 | C.207468505      | 0.752531490      | C.20E54E275E 02  | 110.954406        |
| 7100  | C.363235883E-01 | 0.1E66548E4      | C.833345115      | 0.231955415E 02  | 116.668304        |
| 7200  | C.313818603E-01 | 0.130331357      | C.8E56686C2      | C.2C01E6E057E 02 | 121.753601        |
| 7300  | C.262433849E-01 | 0.5E9496111E- 01 | 0.9C105038E      | C.251254355E 02  | 126.147049        |
| 7400  | C.211760625E-01 | 0.727062225E- C1 | C.927293777      | C.325E42572E 02  | 129.821121        |
| 7500  | C.164310373E-01 | 0.515301E23E C1  | C.54E469E17      | C.3E3456714E 02  | 132.785766        |
| 7600  | C.122140459E-01 | 0.35099C851E- C1 | 0.964500910      | C.405157357E 02  | 135.086120        |
| 7700  | C.866310671E-02 | 0.22E849052E- C1 | C.577115C54      | C.450555056E 02  | 136.796112        |
| 7800  | C.583714619E-02 | 0.1422166E2E C1  | C.5E5778321      | C.5C124228CE 02  | 138.008956        |
| 7900  | C.371864647E-02 | 0.83E446617E- C2 | C.991615533      | C.5563E4772E 02  | 138.826171        |
| 8000  | C.22836225E-02  | 0.4E6561317E- C2 | C.9553343E6      | C.6167E3276E 02  | 139.3468J1        |
| 8100  | C.124910799E-02 | 0.242725353E C2  | C.5575E27CE      | C.6E28E284EE 02  | 139.658767        |
| 8200  | C.651072710E-03 | 0.118821855E- C2 | 0.9588117E1      | C.755076482E-02  | 139.833648        |
| 8300  | C.313531141E-02 | 0.537157C5EE- C3 | C.959462847      | C.8335C8056E 02  | 139.924789        |
| 8400  | C.138527917E-03 | 0.223636627E C3  | C.5557763E3      | C.919874757E 02  | 139.9E8689        |
| 8500  | C.557380590E-04 | 0.8505582ECE- C4 | C.955514944      | C.101354271E 01  | 139.988082        |
| 8600  | C.202606E97E-04 | 0.253254852E- C4 | C.955570674      | C.11154539EE 01  | 139.995880        |
| 8700  | C.659641773E-05 | 0.5C599C6CCE C5  | C.95599094C      | C.122E2E45EE 01  | 139.998718        |
| 8800  | C.190589253E-05 | 0.2503395CCE- C5 | C.95599745E      | C.1346E44475E 01 | 139.999649        |
| 8900  | C.483896542E-06 | 0.59604E447E- C6 | C.9555994C4      | C.1477E26349E 01 | 139.999908        |
| 9000  | C.106820891E-06 | 0.119205285E- C6 | C.555595E6C      | C.1E18E7072E 01  | 139.999969        |
| 9100  | C.202727612E-07 | 0.CCC00000CE+CC  | 1.00C0000C       | C.17722E662E 01  | 140.000000        |
| 9200  | C.326785443E-08 | 0.00C00000CE+CC  | 1.CCCC000C       | C.193827375E 01  | 140.000000        |
| 9300  | C.441657377E-09 | 0.00C00000CE+CC  | 1.CCCCC00C       | C.211775326E 01  | 140.000000        |
| 9400  | C.493632634E-10 | 0.00C00000CE+CC  | 1.C000000C       | C.231171846E 01  | 140.000000        |
| 9500  | C.449582732E-11 | 0.CCC00000CE+CC  | 1.00C0000C       | C.2521C894EE 01  | 140.000000        |
| 9600  | C.328458777E-12 | 0.00000000CE+CC  | 1.CCCC000C       | C.274651022E 01  | 140.000000        |
| 9700  | C.189291975E-13 | 0.CCC00000CE+CC  | 1.CCC0000C       | C.259C3E7EE 01   | 140.000000        |
| 9800  | C.845277C48E-15 | 0.00000000CE+CC  | 1.C000000C       | C.375244252E 01  | 140.000000        |
| 9900  | C.286943131E-16 | 0.CCC00000CE+CC  | 1.CCCC000C       | C.353453755E 01  | 140.000000        |
| 10000 | C.725633180E-18 | 0.00C00000CE+CC  | 1.CCCCC00C       | C.3E37E7225E 01  | 140.000000        |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 6216.15234C0

\*\*\* PART NO GR-56 ; NEEDLE BEARING ; X-205 \*\*\*

\*FAILURE PARAMETERS BY WEIBULL DISTRIBUTION\*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE, NUMBER OF FAILURE AND MEAN TIME TO FAILURE (MTTF)

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE    | NUMBER OF FAILURE |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| 3000 | C.190732665E-03 | 0.955507427     | C.4925727E4 C3  | C.163575584E 05 | 0.689601893E-01   |
| 3100 | C.254751881E-03 | C.595316652     | C.683307647E-03 | C.22015E1CEE 05 | 0.956630706E-01   |
| 3200 | C.337169505E-03 | C.555061542     | C.538057859E C3 | C.2528260C7E 05 | 0.131328105       |
| 3300 | C.442438526E-03 | 0.55872475E     | C.127524127E C2 | C.3E6C77044E 05 | 0.178533792       |
| 3400 | C.575880752E-03 | 0.558282312     | 0.171768665E-C2 | C.5C4847230E 05 | 0.240476131       |
| 3500 | 0.743830576E-03 | C.557706412     | C.229358673E-C2 | C.65502E27CE 05 | C.321102142       |
| 3600 | C.953763024E-03 | C.55696260E     | C.3C37393C5E C2 | C.8426E1537E 05 | C.425235033       |
| 3700 | C.121444580E-02 | 0.59600881E     | C.359118661E-C2 | C.1C7516E21E 04 | 0.558766126       |
| 3800 | C.153609109E-02 | C.55479436E     | C.520563125E C2 | C.13713242CE 04 | 0.728788375       |
| 3900 | C.193048873E-02 | 0.553258257     | 0.674170255E-02 | C.17317E2E6E 04 | 0.743838357       |
| 4000 | C.241116364E-02 | 0.55132776E     | C.8E7223734E C2 | C.217405975E 04 | 1.21411323        |
| 4100 | C.259346121E-02 | C.58E91E6E3E    | C.11C833644E C1 | C.27141C35CE 04 | 1.55167102        |
| 4200 | C.365462506E-02 | 0.985923171     | C.140768289E C1 | C.337012771E 04 | 1.97075557        |
| 4300 | C.453378260E-02 | C.5E222E517     | C.177714824E C1 | C.416352432E 04 | 2.48800754        |
| 4400 | C.553188473E-02 | 0.57769474E     | C.223C525C1E C1 | 0.511873367E 04 | 3.12273502        |
| 4500 | C.671150507E-02 | 0.97216278E     | 0.278372168E-C1 | C.626255154E 04 | 3.89721012        |
| 4600 | C.809628E89E-02 | C.5E545124C     | C.345487554E C1 | C.7E3142325E 04 | 4.82682632        |
| 4700 | C.971045345E-02 | 0.5573545C2     | C.42E45C5E7E C1 | C.525EC5145E 04 | 5.97031307        |
| 4800 | C.115777850E-01 | 0.94764435E     | C.52255647CE-C1 | C.11185E04CE 03 | 7.22975011        |
| 4900 | C.137202143E-01 | C.92E06E5CE     | C.635334517E C1 | C.134624264E 03 | 8.95068936        |
| 5000 | 0.161561518E-01 | C.922346174     | C.77E52E252E C1 | C.1E1417C17E 03 | 10.8715353        |
| 5100 | C.188980C65E-01 | C.5C618591E     | C.938100814E-C1 | C.15284E28EE 03 | 13.1334114        |
| 5200 | C.219494216E-01 | 0.8E729184E     | C.1127C8151     | C.2296C5444E 03 | 15.7791404        |
| 5300 | 0.253016576E-01 | 0.86534231E     | C.124E576E1     | C.27245535CF 03 | 18.8520660        |
| 5400 | 0.289296656E-01 | 0.84C040564     | C.15995943E     | C.3222E2314E 03 | 22.3943176        |
| 5500 | C.327876620E-01 | C.81111C912     | C.18888908E     | C.3800427C7E 03 | 26.4444580        |
| 5600 | 0.368049219E-01 | 0.77832311E     | C.221E7688E     | C.446823E58E 03 | 31.0347595        |
| 5700 | C.448817045E-01 | 0.74151813E     | 0.25E4818E0     | C.523834722E 03 | 36.1874542        |
| 5800 | C.488868572E-01 | C.7CC63E44E     | C.259363553     | C.612424519E 03 | 41.9108886        |
| 5900 | 0.486575551E-01 | 0.65574561E     | C.3442503E1     | C.714CE7E26E 03 | 48.1950531        |
| 6000 | C.520020760E-01 | 0.6C709202E     | C.3925C7977     | C.830494565E-03 | 55.0071106        |
| 6100 | C.547076538E-01 | 0.55508585E     | C.4445101CE     | C.9E344478E 03  | 62.2874145        |
| 6200 | 0.565539561E-01 | C.50C382244     | C.45561775E     | C.111455EC1E 02 | 69.9464721        |
| 6300 | 0.573317222E-01 | 0.443828284     | 0.55E117175     | 0.128737E4E-02  | 77.8640289        |
| 6400 | C.568683743E-01 | 0.3E49E6E0E     | C.61350375E     | C.1483C2712E 02 | 85.89C4724        |
| 6500 | 0.550547726E-01 | 0.32563013E     | C.67C3E58E3     | C.17C4E6888E 02 | 93.8517761        |
| 6600 | 0.518732406E-01 | 0.27457600E     | 0.725423951     | C.155533C6CE-02 | 101.559356        |
| 6700 | 0.474192425E-01 | 0.22270351E     | 0.7772964E3     | 0.223817466E 02 | 108.821502        |
| 6800 | C.419096127E-01 | 0.1752845E4     | C.624715435     | C.255681714E 02 | 115.460159        |
| 6900 | C.356727056E-01 | 0.1333729C2     | C.666E27057     | C.25151E888E-02 | 121.327789        |
| 7000 | C.251176214E-01 | 0.97700715CE-C1 | C.5C22992E4     | C.321741222E 02 | 126.321899        |
| 7100 | 0.226836279E-01 | 0.6E583548CE-C1 | C.531416451     | C.37683C525E 02 | 130.398300        |
| 7200 | C.167775340E-01 | 0.45900166CE-C1 | C.954C99824     | C.427285581E 02 | 133.573474        |
| 7300 | C.117136314E-01 | 0.251227659E C1 | C.57CE7723C     | C.4E36E1145E 02 | 135.922805        |
| 7400 | C.767086073E-02 | 0.17409C8E2E C1 | C.5E2550913     | C.54E54E143E 02 | 137.562713        |
| 7500 | C.467903167E-02 | 0.97382068EE-C2 | 0.950261753     | C.616555145E 02 | 138.636642        |
| 7600 | 0.263815326E-02 | 0.5C59182E4E-C2 | C.994540817     | C.694516673E 02 | 139.251702        |
| 7700 | 0.136342388E-02 | 0.2420842E4E C2 | C.557579157     | C.7E1CE6E57E 02 | 139.661071        |
| 7800 | C.639987411E-03 | 0.1C57446CCE-C2 | C.958542554     | C.877CE7E15E 02 | 139.851944        |
| 7900 | C.270134536E-03 | 0.41747C532E C3 | C.995E82529     | C.9E34C5211E 02 | 139.941543        |
| 8000 | C.101416982E-03 | 0.1473426E1E C3 | C.555E52657     | C.1101CE032E 01 | 139.979370        |
| 8100 | C.334656506E-04 | 0.459551811E-C4 | 0.999554044     | C.1231CE29CE 01 | 139.953560        |
| 8200 | 0.958171767E-05 | C.1245737C7E-C4 | C.95987542      | C.137456652E 01 | 139.958245        |
| 8300 | 0.234707749E-05 | 0.25206275E-C5  | C.55597C75      | C.153271555E 01 | 139.999588        |
| 8400 | C.484446616E-06 | 0.5264418C3E-C6 | C.999599463     | C.170681774E 01 | 139.959923        |
| 8500 | C.828728161E-07 | C.55E04E447E-C7 | C.95959954C     | C.1E5831927E 01 | 139.999984        |
| 8600 | 0.115413E47E-07 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC      | C.21C8E3612E 01 | 140.000000        |
| 8700 | 0.128336E52E-0E | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC      | 0.23943085E 01  | 140.000000        |
| 8800 | C.111574777E-09 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC      | C.25924C083E 01 | 140.000000        |
| 8900 | 0.741373715E-11 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC      | C.286935442E 01 | 140.000000        |
| 9000 | C.367356264E-12 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC000CC      | 0.31724C05E-01  | 140.000000        |
| 9100 | C.132176509E-13 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC      | C.350345952E 01 | 140.000000        |
| 9200 | 0.335566713E-15 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC      | C.38645E484E 01 | 140.000000        |
| 9300 | C.582744109E-17 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC000CC      | C.4255172C8E 01 | 140.000000        |
| 9400 | C.669305554E-15 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC000CC      | C.4E8875044E 01 | 140.000000        |
| 9500 | 0.490315347E-21 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC      | C.515635111E 01 | 140.000000        |
| 9600 | C.220297296E-23 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC      | C.5E65CE993E 01 | 140.000000        |
| 9700 | C.581924509E-26 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC      | C.6217E3C43E 01 | 140.000000        |
| 9800 | C.863540644E-25 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC      | C.6E175E45E 01  | 140.000000        |
| 9900 | 0.685349353E-32 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC      | C.746514744E 01 | 140.000000        |
| 1000 | C.276092544E-35 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC      | C.81748502EE 01 | 140.000000        |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 6115.1875C00

\*\*\* PART NO 124 WD : SINGLE FCW FACIAL: BALL BEARING J M 3CS \*\*\*

\*FAILURE PARAMETERS BY WEIBULL DISTRIBUTION\*

PARAMETER: PCF, RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE, NUMBER OF FAILURE AND MEAN TIME TO FAILURE (MTTF)

| TIME | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY    | FAILURE RATE     | NUMBER OF FAILURE |
|------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
| 30J  | C.150237814E-02 | 0.99507375E     | C.45262046EE C2  | C.124C11943E J4  | 0.689668655       |
| 31J  | C.188814825E-02 | 0.9935714CC     | C.642E59935E C2  | C.16536E14CF J4  | C.700003910       |
| 32J  | C.235495134E-02 | C.991683244     | C.831675525E C2  | C.212467712F J4  | 1.15434574        |
| 33J  | C.291596201E-02 | C.98932626E     | C.10671734EE C1  | C.2446E2742E J4  | 1.49904234        |
| 34J  | C.358522297E-02 | 0.98641234E     | C.125E76536E C1  | C.377573577F J4  | 1.90227127        |
| 35J  | C.437856465E-02 | 0.982827127     | C.17172873CE C1  | C.4C2C5E936E J4  | 2.40420150        |
| 36J  | C.531247639E-02 | 0.97844651C     | C.215514E56E C1  | C.4525E4521E J4  | 3.01720909        |
| 37J  | C.640432909E-02 | 0.97313594E     | 0.268640518E C1  | C.555162895E J4  | 3.76056725        |
| 38J  | C.767179578E-02 | 0.96673154E     | C.332664516E C1  | C.72485571CE J4  | 4.65758323        |
| 39J  | C.913248583E-02 | 0.95505955E     | C.4C94C4C25E C1  | C.87258E275E J4  | 5.73165607        |
| 40J  | C.108028948E-01 | 0.94592697E     | C.50C730276E C1  | C.1C4551523E J4  | 7.01022338        |
| 41J  | C.126976445E-01 | 0.93512392E     | 0.60C8760714E C1 | C.12471C51CE J4  | 8.52264976        |
| 42J  | C.148281664E-01 | 0.92442611E     | C.735738873E C1  | C.148125056E J4  | 10.3003435        |
| 43J  | C.172011C70E-01 | 0.91159772E     | C.884C22712E C1  | C.175222577E J4  | 12.3763179        |
| 44J  | C.198164284E-01 | 0.894396424     | C.105603575      | C.2C64955CE J4   | 14.7845001        |
| 45J  | C.226654E20E-01 | 0.874575727     | C.125420272      | C.242441412C J4  | 17.5588378        |
| 46J  | C.257285200E-01 | 0.851914107     | C.14C858592      | C.28364174CE J4  | 20.7320098        |
| 47J  | C.289722383E-01 | 0.826185345     | 0.173614654      | C.33C726383E J4  | 24.3340454        |
| 48J  | C.323475971E-01 | 0.797212835     | C.2C278716C      | C.3E4375518E J4  | 28.3901977        |
| 49J  | C.357876345E-01 | 0.764864802     | 0.235135157      | C.445353565E J4  | 32.9189147        |
| 50J  | C.392060E38E-01 | 0.725076561     | C.27C523C1E      | C.51447167CE J4  | 37.9292144        |
| 51J  | C.424972996E-01 | 0.68587C834     | C.31C129165      | C.552614C5EE J4  | 43.4180755        |
| 52J  | 0.455376543E-01 | 0.64737302C     | 0.352626579      | 0.6P076274CE J4  | 49.3677573        |
| 53J  | 0.481887C87E-01 | 0.601835131     | C.35816486E      | C.779551685E J4  | 55.7430725        |
| 54J  | C.503036230E-01 | 0.553646147     | C.446353852      | C.891321117F J4  | 62.4895324        |
| 55J  | C.517357476E-01 | 0.503342211     | 0.496655778E     | C.1C1611653E J4  | 69.5320892        |
| 56J  | 0.523502714E-01 | 0.451606154     | C.548293845      | C.115563534E J4  | 76.7751312        |
| 57J  | 0.520379319E-01 | 0.399255514     | C.60C744485      | C.131124525E J4  | 84.1042175        |
| 58J  | C.507295131E-01 | 0.347217736     | 0.652782261      | C.148474797E J4  | 91.3895111        |
| 59J  | 0.484101027E-01 | 0.29648E225     | C.7C3511774      | C.167751824E J4  | 98.49163J1        |
| 60J  | 0.451295599E-01 | 0.2460784C5     | C.751921554      | C.18914445CE J4  | 105.269012        |
| 61J  | C.410082675E-01 | 0.2C2945106     | C.757050893      | 0.212835385E J4  | 111.587112        |
| 62J  | C.362335555E-01 | 0.16154C951     | C.838C590C8      | C.239C46313E J4  | 117.328247        |
| 63J  | C.310477390E-01 | 0.12570726E     | 0.874292731      | C.26798C825E J4  | 122.400970        |
| 64J  | 0.257263779E-01 | 0.946595668E-01 | 0.905340433      | C.295977114E J4  | 126.747650        |
| 65J  | 0.205493122E-01 | C.6E531E18CE C1 | C.931C68182      | C.33458E578E J4  | 130.349533        |
| 66J  | 0.157693736E-01 | 0.46382639EE C1 | C.95161736C      | C.3735735CE J4   | 133.226425        |
| 67J  | C.115833953E-01 | 0.32613337CE C1 | 0.967286663      | C.415525305E J4  | 135.434127        |
| 68J  | 0.811227C38E-02 | C.21C298255E C1 | C.97857C17C      | C.462337210E J4  | 137.055816        |
| 69J  | 0.539353489E-02 | 0.125175782E C1 | C.987C82421      | C.513137131E J4  | 138.191528        |
| 70J  | 0.338868377E-02 | 0.752395391E-02 | C.952476046      | C.568667426E J4  | 138.94664C        |
| 71J  | C.200193561E-02 | 0.413531065E C2 | C.955E64E85      | C.6292E4605E J4  | 139.421051        |
| 72J  | C.110615789E-02 | 0.213336944E C2 | C.557866630      | C.6553E6156E J4  | 139.701324        |
| 73J  | C.568386865E-03 | 0.102716684E C2 | C.998972833      | 0.767365470E J4  | 139.856185        |
| 74J  | 0.269942218E-03 | 0.45E77695CE C3 | C.959541223      | C.845658775E J4  | 139.935760        |
| 75J  | 0.117714415E-03 | 0.188827514E C3 | C.555E11172      | C.93C732116E J4  | 139.973556        |
| 76J  | C.468018261E-04 | 0.711083412E C4 | C.959528891      | 0.1C23C6753E-01  | 139.990036        |
| 77J  | 0.168387196E-04 | 0.24318695CE C4 | C.959575681      | 0.112315677E J4  | 139.996582        |
| 78J  | C.543839178E-05 | 0.74505E055E C5 | C.555552545      | C.123157165E J4  | 139.998947        |
| 79J  | 0.156322221E-05 | 0.202655792E-05 | C.999597973      | C.134866652E J4  | 139.999710        |
| 80J  | 0.396279290E-06 | 0.47683715EE C6 | C.959599523      | C.147561878E J4  | 139.999923        |
| 81J  | 0.877332126E-07 | 0.556046447E C7 | C.55555994C      | C.161251016E J4  | 139.999984        |
| 82J  | C.167891904E-07 | 0.00000000CE+CC | 1.CCC0000C       | C.176016576E J4  | 140.000000        |
| 83J  | 0.274660694E-08 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC       | C.191932055E J4  | 140.000000        |
| 84J  | 0.379638098E-09 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC000CC       | C.2C5C6E555CE-01 | 140.000000        |
| 85J  | 0.437883895E-10 | 0.00000000CE+CC | 1.CCC00000       | 0.2275C4464E-01  | 140.000000        |
| 86J  | 0.415924C66E-11 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC00000       | C.247323326E J4  | 140.000000        |
| 87J  | C.320802195E-12 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC00000       | C.2E86C6171E J4  | 140.000000        |
| 88J  | C.197953666E-13 | 0.00000000CE+CC | 1.CCC00000       | 0.251445166E J4  | 140.000000        |
| 89J  | 0.961903743E-15 | C.CCC0000CCE+CC | 1.CCC00000       | C.31594C64CE J4  | 140.000000        |
| 90J  | C.361975162E-16 | 0.00000000CE+CC | 1.CCC00000       | C.3421E1921E J4  | 140.000000        |
| 91J  | C.1C3629848E-17 | 0.00000000CE+CC | 1.CCC00000       | C.370274931E J4  | 140.000000        |
| 92J  | 0.221507562E-15 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC00000       | C.400322212E J4  | 140.000000        |
| 93J  | 0.346506887E-21 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC00000       | C.432455525E J4  | 140.000000        |
| 94J  | C.388436293E-23 | 0.00000000CE+CC | 1.CCC00000       | C.466787475E J4  | 140.000000        |
| 95J  | 0.305130473E-25 | C.CCC0000CCE+CC | 1.CCC00000       | C.5C342556CE J4  | 140.000000        |
| 96J  | 0.164044995E-27 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC00000       | C.5425CE512E J4  | 140.000000        |
| 97J  | C.588693213E-30 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC00000       | C.58417587CF J4  | 140.000000        |
| 98J  | 0.137350398E-32 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC00000       | C.628572136E J4  | 140.000000        |
| 99J  | 0.202615537E-35 | 0.CCC00000CE+CC | 1.CCC00000       | C.675832625E J4  | 140.000000        |
| 100J | C.183519476E-38 | 0.CCC0000CCE+CC | 1.CCC00000       | C.72612574CE J4  | 140.000000        |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 5425.12280

\*\*\* PART NO 130 WJ SINGLE FCW KACIAL:BALL BEARING : K 605 \*\*\*

\*FAILURE PARAMETERS BY WEIBULL DISTRIBUTION\*

PARAMETER: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE, NUMBER OF FAILURE AND MEAN TIME TO FAILURE (MTTF)

| TIME  | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE     | NUMBER OF FAILURE |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|
| 3200  | C.507624819E-03 | 0.998188197     | C.181180236E-02 | C.455815734E 05  | 0.239157915       |
| 3100  | C.626455592E-03 | 0.997680544     | C.231545514E-02 | C.564844685E 05  | C.306168079       |
| 3200  | C.767930410E-03 | 0.997054100     | C.294589556E 02 | C.695205471E 05  | 0.388858795       |
| 3300  | C.935402233E-03 | 0.996286153     | C.37138462CE-02 | C.950195735E 05  | 0.450227699       |
| 3400  | C.113257230E-02 | 0.995535071E    | C.46452815CE 02 | C.103351685E 04  | 0.613705158       |
| 3500  | C.136349746E-02 | 0.994218170     | C.578182925E-02 | C.12452871CE 04  | C.763201475       |
| 3600  | C.163260032E-02 | 0.992854654     | C.714534521E-02 | C.150203823E 04  | 0.943185567       |
| 3700  | C.194467324E-02 | 0.991222024     | C.877197603E-02 | C.175685303E 04  | 1.15889236        |
| 3800  | C.230486877E-02 | 0.9895277303    | C.107226967E-01 | C.213525555E 04  | 1.41539573        |
| 3900  | C.271867425E-02 | 0.9886972451    | C.130275487E-01 | C.253540056E 04  | 1.71963596        |
| 4000  | C.315150672E-02 | 0.984253764     | C.15746235EE 01 | C.299203820E 04  | 2.07850265        |
| 4100  | C.373064377E-02 | 0.981061816     | C.189381827E-01 | C.351645867E 04  | 2.49983978        |
| 4200  | C.434115529E-02 | 0.977331101     | C.226688981E-01 | C.411674405E 04  | 2.99229431        |
| 4300  | C.502988323E-02 | 0.972989916     | C.270100832E-01 | C.480166450E 04  | 3.56533050        |
| 4400  | C.580325722E-02 | 0.967959940     | C.320400055E-01 | C.558832265E 04  | 4.22928714        |
| 4500  | C.666755810E-02 | 0.962156593     | C.378434062E-01 | C.646440457E 04  | 4.97532870        |
| 4600  | C.762880593E-02 | 0.955486975     | C.445110201E-01 | C.746250865E 04  | 5.87545374        |
| 4700  | C.869246199E-02 | 0.947860062     | C.521399378E-01 | C.855116658E 04  | 6.89247108        |
| 4800  | C.986320525E-02 | 0.935167380     | C.608326196E-01 | C.965955632E 04  | 8.02950531        |
| 4900  | C.111446641E-01 | 0.925304063     | C.706559366E-01 | C.112830632E 03  | 9.33186340        |
| 5000  | C.125390663E-01 | 0.918159246     | C.818407535E-01 | C.12877130CE 03  | 10.8029794        |
| 5100  | C.140466988E-01 | 0.905620038     | C.943799614E-01 | C.146576203E 03  | 12.4581546        |
| 5200  | C.156657211E-01 | C.891573071     | C.10842652E     | C.166427445E 03  | 14.3123540        |
| 5300  | C.173914507E-01 | 0.875907123     | C.12409287E     | C.188506397E 03  | 16.3802490        |
| 5400  | C.192159824E-01 | 0.858515441     | C.141484558     | C.213015913E 03  | 18.6759491        |
| 5500  | C.211277664E-01 | C.835295202     | C.16070079E     | C.240185283E 03  | 21.2124939        |
| 5600  | C.231108591E-01 | 0.818171143     | C.181828856     | C.270224874E 03  | 24.0014038        |
| 5700  | C.251447744E-01 | 0.795060038     | C.204539561     | C.303291134E 03  | 27.0520629        |
| 5800  | C.272039435E-01 | C.765914865     | C.230065124     | C.329942751E 03  | 30.3712310        |
| 5900  | C.292576067E-01 | 0.742710530     | C.257289469     | C.380154659E 03  | 33.9622039        |
| 6000  | C.312697365E-01 | 0.713452875     | C.286547124     | C.424232683E 03  | 37.8242187        |
| 6100  | C.331992730E-01 | 0.682182786     | C.317817211     | C.472778221E 03  | 41.9518585        |
| 6200  | C.350007675E-01 | 0.648983240     | 0.351016759     | C.525831244E 03  | 46.3341980        |
| 6300  | C.366251878E-01 | 0.613982200     | C.386017759     | C.583828904E 03  | 50.9543457        |
| 6400  | C.380212590E-01 | 0.577356457     | C.422643542     | C.647188164E 03  | 55.7889404        |
| 6500  | C.391372554E-01 | 0.535335012     | 0.460664967     | C.716262962E 03  | 60.8077697        |
| 6600  | C.399233363E-01 | 0.500197351     | 0.499802649     | C.791476806E 03  | 65.9739379        |
| 6700  | C.403337813E-01 | 0.460273683     | C.535726316     | C.873282886E 03  | 71.2438659        |
| 6800  | C.403301939E-01 | 0.415939577     | C.580060422     | C.962132355E 03  | 76.5679626        |
| 6900  | C.398844853E-01 | C.37560898E     | C.620391011     | C.105852565E 02  | 81.8716015        |
| 7000  | C.389812812E-01 | 0.335725434     | C.660274565     | C.116298184E 02  | 87.1562347        |
| 7100  | C.376209542E-01 | 0.300743042     | C.699256956     | C.1276005861E 02 | 92.3019104        |
| 7200  | C.358216390E-01 | 0.263123512     | C.736876467     | C.139829330E 02  | 97.2676849        |
| 7300  | C.336197502E-01 | 0.227300703     | C.772659256     | C.153025803E 02  | 101.996292        |
| 7400  | C.310699716E-01 | 0.193682192     | C.806317806     | C.167272170E 02  | 106.433944        |
| 7500  | C.282436311E-01 | 0.162611067     | C.837388932     | C.182622554E 02  | 110.535324        |
| 7600  | C.252253040E-01 | 0.124366512     | C.865633467     | C.199147337E 02  | 114.263610        |
| 7700  | C.221087373E-01 | 0.109142065     | C.890857935     | C.216525666E 02  | 117.593246        |
| 7800  | C.189906843E-01 | 0.870324965E-01 | C.912567503     | C.236028363E 02  | 120.511703        |
| 7900  | C.159650892E-01 | 0.680412054E-01 | C.93158794      | C.256534852E 02  | 123.018554        |
| 8000  | C.131167173E-01 | 0.520766973E-01 | C.947923302     | C.278533948E 02  | 125.125869        |
| 8100  | C.105155482E-01 | C.385959031E-01 | C.961040456     | C.302110655E 02  | 126.857345        |
| 8200  | C.821261853E-02 | 0.284442305E-01 | C.971555769     | C.327353105E 02  | 128.245361        |
| 8300  | C.623774156E-02 | 0.202312465E-01 | C.979768753     | C.354362513E 02  | 129.329467        |
| 8400  | C.459913164E-02 | 0.135932036E-01 | C.986006756     | C.383240124E 02  | 130.152893        |
| 8500  | C.328539428E-02 | 0.935428806E-02 | C.990605711     | C.414084270E 02  | 130.759948        |
| 8600  | C.226920750E-02 | 0.610876083E-02 | C.993691239     | C.447001680E 02  | 131.193634        |
| 8700  | C.151219009E-02 | 0.383945275E-02 | C.996160507     | C.482108444E 02  | 131.493179        |
| 8800  | C.970064895E-03 | 0.232732296E-02 | C.997672677     | C.519526612E 02  | 131.692775        |
| 8900  | C.597613863E-03 | 0.135725736E-02 | C.99842742      | C.559382630E 02  | 131.820831        |
| 9000  | C.352678122E-03 | C.755661157E-03 | C.999240338     | C.601790845E 02  | 131.899719        |
| 9100  | C.198851368E-03 | 0.406920905E-03 | C.999553079     | C.646895640E 02  | 131.946273        |
| 9200  | C.106821302E-03 | 0.208079814E-03 | C.999791920     | C.694827362E 02  | 131.972518        |
| 9300  | C.545135990E-04 | 0.101268291E-03 | C.999898731     | C.745736807E 02  | 131.986618        |
| 9400  | C.263474648E-04 | 0.467300415E-04 | C.999953270     | C.795778103E 02  | 131.993820        |
| 9500  | C.120219156E-04 | 0.203847885E-04 | C.999979615     | C.857094302E 02  | 131.997299        |
| 9600  | C.516098134E-05 | 0.840425491E-05 | C.999991595     | C.917845964E 02  | 131.998836        |
| 9700  | C.207724042E-05 | 0.321865081E-05 | C.999996781     | C.982214137E 02  | 131.999572        |
| 9800  | C.780974403E-06 | 0.113248825E-05 | C.999998867     | C.105037465E 01  | 131.999877        |
| 9900  | C.273205955E-06 | 0.357627866E-06 | C.999999642     | C.112247690E 01  | 131.999939        |
| 10000 | C.885709141E-07 | 0.119209285E-06 | C.999999800     | C.115874175E 01  | 131.999969        |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 6506.546870

\*\*\* PART NO NSK 63132; SINGLE ROW FACIAL BALL BEARING; X CCS \*\*\*

\*FAILURE PARAMETERS BY WEIBULL DISTRIBUTION\*

PARAMETERS: PDF., RELIABILITY, UNRELIABILITY, FAILURE RATE, NUMBER OF FAILURE  
AND MEAN TIME TO FAILURE (MTTF)

| TIME  | PDF.            | RELIABILITY     | UNRELIABILITY   | FAILURE RATE     | NUMBER OF FAILURE |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|
| 3000  | C.789334931E-02 | C.554631205     | C.453667900E C1 | C.776962342E 04  | 5.93867708        |
| 3100  | C.891235098E-02 | C.946732815     | C.532671809E-01 | C.8P6475433E 04  | 7.03126716        |
| 3200  | C.10037865E-01  | C.937820375     | C.621756250E C1 | C.1000716351E 03 | 8.20771026        |
| 3300  | C.111713595E-01 | C.927816625     | C.721833705E C1 | C.113578661E 03  | 9.52820471        |
| 3400  | C.124125741E-01 | C.916645165     | C.833548307E-C1 | C.128513500E 03  | 11.028371         |
| 3500  | C.137233696E-01 | C.904232561     | C.957674364E-C1 | C.144357287E 03  | 12.6413011        |
| 3600  | C.150980837E-01 | C.89505012E     | C.105450871     | C.161714837E 03  | 14.4527950        |
| 3700  | C.165292918E-01 | C.875410914     | C.1245690E5     | C.180546383E 03  | 16.4457550        |
| 3800  | C.18076696E-01  | C.858891712     | C.14111828E     | C.200970087E 03  | 18.6276092        |
| 3900  | C.195219107E-01 | C.84087395E     | C.15512604E     | C.223101552E 03  | 21.0046234        |
| 4000  | C.210585817E-01 | C.821352005     | C.176647955E    | C.247007468E 03  | 23.5315277        |
| 4100  | C.226022536E-01 | C.800293505     | C.195700645E    | C.272787176E 03  | 26.3612518        |
| 4200  | C.241354778E-01 | C.777691006     | C.222308953E    | C.300556630E 03  | 29.3447723        |
| 4300  | C.256388336E-01 | C.752555536     | C.246444462E    | C.330352224E 03  | 32.5306549        |
| 4400  | C.270911753E-01 | C.727516717     | C.27200832E2    | C.362345017E 03  | 35.9149932        |
| 4500  | C.284700915E-01 | C.700825572     | C.29517442E     | C.395666275E 03  | 39.4910125        |
| 4600  | C.297519415E-01 | C.672355532     | C.327644467E    | C.433246837E 03  | 43.2490692        |
| 4700  | C.309125222E-01 | C.642603635     | C.357396364E    | C.472370768E 03  | 47.1763153        |
| 4800  | C.319278314E-01 | C.611691117     | C.3883088E2     | C.514053322E 03  | 51.2567596        |
| 4900  | C.327741876E-01 | C.575763412     | C.42023658E2    | C.558528582E 03  | 55.4712219        |
| 5000  | C.334295779E-01 | C.54658508E     | C.453010516E    | C.605786517E 03  | 59.797495         |
| 5100  | C.338739231E-01 | C.513559695E    | C.486440300E    | C.655962177E 03  | 64.2101135        |
| 5200  | C.340901389E-01 | C.47568578E     | C.520314216E    | C.709242420E 03  | 68.6814727        |
| 5300  | C.340650454E-01 | C.445595622E    | C.554404377E    | C.765652908E 03  | 73.1813659        |
| 5400  | C.337898060E-01 | C.411530672E    | C.588469326E    | C.825451454E 03  | 77.5719480        |
| 5500  | C.332607552E-01 | C.377740860E    | C.622259140E    | C.888652866E 03  | 82.1381988        |
| 5600  | C.324798338E-01 | C.344481527E    | C.655518472E    | C.955410068E 03  | 86.5284271        |
| 5700  | C.314550027E-01 | C.312000930E    | C.687959065E    | C.102566532E 02  | 90.8158721        |
| 5800  | C.302005261E-01 | C.280546963E    | C.719453036E    | C.110017345E 02  | 94.9677887        |
| 5900  | C.287363752E-01 | C.250345466E    | C.749654531E    | C.117844203E 02  | 98.9543914        |
| 6000  | C.270883776E-01 | C.221605830E    | C.778390165E    | C.126081635E 02  | 102.747497        |
| 6100  | C.252870284E-01 | C.194520890E    | C.805479105E    | C.134744634E 02  | 106.323242        |
| 6200  | C.233669094E-01 | C.165234454E    | C.830765545E    | C.143847005E 02  | 109.661041        |
| 6300  | C.213654898E-01 | C.145656950E    | C.854132009E    | C.153404939E 02  | 112.745544        |
| 6400  | C.193214975E-01 | C.124502062E    | C.875497937E    | C.163430837E 02  | 115.565715        |
| 6500  | C.172739513E-01 | C.105175905E    | C.894820054E    | C.173542065E 02  | 118.116241        |
| 6600  | C.152601786E-01 | C.875064202E C1 | C.912053575E    | C.184554190E 02  | 120.396347        |
| 6700  | C.133147835E-01 | C.726457834E-C1 | C.927354216E    | C.196465588E 02  | 122.410751        |
| 6800  | C.114682391E-01 | C.592314764E C1 | C.940668523E    | C.208537512E 02  | 124.168243        |
| 6900  | C.974588468E-02 | C.478626873E C1 | C.952137112E    | C.221145199E 02  | 125.682098        |
| 7000  | C.816722586E-02 | C.381171107E-C1 | C.961882889E    | C.234214776E 02  | 126.968536        |
| 7100  | C.674551725E-02 | C.295457244E-C1 | C.970050275E    | C.248064217E 02  | 128.046630        |
| 7200  | C.548777729E-02 | C.232043266E C1 | C.976755673E    | C.262412075E 02  | 128.937027        |
| 7300  | C.439502298E-02 | C.177164673E-C1 | C.982280332E    | C.277373566E-02  | 129.661422        |
| 7400  | C.346293253E-02 | C.133215185E C1 | C.986678461E    | C.292965751E 02  | 130.241546        |
| 7500  | C.268269167E-02 | C.985848902E-C2 | C.990141511E    | C.309215928E 02  | 130.698665        |
| 7600  | C.204203347E-02 | C.717592235E-C2 | C.992824077E    | C.326125002E 02  | 131.352764        |
| 7700  | C.152627565E-02 | C.512392686E-C2 | C.994666073E    | C.343725807E 02  | 131.322311        |
| 7800  | C.111939408E-02 | C.360763073E-C2 | C.996292369E    | C.362026880E 02  | 131.523788        |
| 7900  | C.805024988E-03 | C.248825550E-C2 | C.997511744E    | C.381050817E 02  | 131.671539        |
| 8000  | C.567282084E-03 | C.166317554E-C2 | C.998216824E    | C.400814786E 02  | 131.777816        |
| 8100  | C.391409732E-03 | C.111591815E-C2 | C.998884061E    | C.421340763E 02  | 131.852691        |
| 8200  | C.264226459E-03 | C.724494457E-C3 | C.999275505E    | C.442647561E 02  | 131.904357        |
| 8300  | C.174378597E-03 | C.460267067E-C3 | C.999539732E    | C.464754924E 02  | 131.939239        |
| 8400  | C.112417503E-03 | C.285923481E-C3 | C.999714076E    | C.487676262E 02  | 131.962249        |
| 8500  | C.707362341E-04 | C.173509120E-C3 | C.999826490E    | C.511435144E 02  | 131.977096        |
| 8600  | C.434066023E-04 | C.102756407E-C3 | C.999897241E    | C.536065176E 02  | 131.986434        |
| 8700  | C.259536755E-04 | C.593662262E-C4 | C.999940623E    | C.561568886E 02  | 131.992157        |
| 8800  | C.151075846E-04 | C.332736010E-C4 | C.999966621E    | C.587571500E 02  | 131.995590        |
| 8900  | C.855343114E-05 | C.182986255E-C4 | C.999981701E    | C.615256140E 02  | 131.997573        |
| 9000  | C.470585564E-05 | C.971555705E-C5 | C.999990284E    | C.643566595E 02  | 131.998703        |
| 9100  | C.251349047E-05 | C.500676016E-C5 | C.999994993E    | C.672757466E 02  | 131.999328        |
| 9200  | C.130209173E-05 | C.250393500E-C5 | C.999997456E    | C.703022001E 02  | 131.999664        |
| 9300  | C.653584606E-06 | C.115205285E-C5 | C.999998807E    | C.734246012E 02  | 131.999932        |
| 9400  | C.317547574E-06 | C.536441803E-C6 | C.999999463E    | C.766506653E 02  | 131.999923        |
| 9500  | C.149182824E-06 | C.236416575E-C6 | C.999999761E    | C.799820572E 02  | 131.999954        |
| 9600  | C.676986360E-07 | C.55046447E-C7  | C.999999940E    | C.834211334E 02  | 131.999984        |
| 9700  | C.256424325E-07 | C.00000000E+00  | 1.00000000      | C.869700500E 02  | 132.000000        |
| 9800  | C.125095800E-07 | C.00000000E+00  | 1.00000000      | C.906315445E 02  | 132.000000        |
| 9900  | C.508253705E-08 | C.00000000E+00  | 1.00000000      | C.944074243E 02  | 132.000000        |
| 10000 | C.198579175E-08 | C.00000000E+00  | 1.00000000      | C.983000919E 02  | 132.000000        |

\*THE VALUE OF MEAN TIME TO FAILURE IS= 5078.1562500



ผนวก ง.

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ใช้เก็บข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระทรวง  
Agriculture Department

กองเกษตรและสหกรณ์  
of Agriculture and Co-operatives



ใบโอนสิ่งของ  
PROPERTY TRANSFER

ช.ป.210  
(ม.ธ.2522)  
ต้นฉบับ

เล่มที่ \_\_\_\_\_ เลขที่ \_\_\_\_\_  
Vol. No.

วันที่ \_\_\_\_\_  
Date

รหัสโครงการ     
Project Code No.  
เลขรหัส      
Code No.

มอบสิ่งของตามรายการข้างล่างนี้ ซึ่งได้ส่งจาก \_\_\_\_\_ ใบที่ \_\_\_\_\_  
to receive the under-mentioned property, sent from \_\_\_\_\_  
โดยมา \_\_\_\_\_ สำหรับงาน \_\_\_\_\_  
For Work

| Code<br><input type="checkbox"/> | สิ่งของ - Goods or Property<br>รายละเอียด - Description | จำนวน<br>Quantity | หน่วย<br>Unit | ราคา - Price         |              | ประมาณการที่<br>Allocation No. | หมายเหตุ - Remarks |
|----------------------------------|---|-------------------|---------------|----------------------|--------------|--------------------------------|--------------------|
|                                  |   |                   |               | ต่อหน่วย<br>Per Unit | รวม<br>Total |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |
|                                  |   |                   |               |                      |              |                                |                    |

หมายเหตุ : โปรดลงนามรับและส่งต้นฉบับ  
มอบสิ่งของนี้กลับคืนโดยเร็ว.  
Note : Please sign and return the original  
Property Transfer as soon as possible.

(ลายมือชื่อ)  
(Signature)  
(ชื่อตัวบรรจง)  
(Please Print)  
วันที่  
Date

ผู้จ่ายของ  
Issuing Officer

(ลายมือชื่อ)  
(Signature)  
(ชื่อตัวบรรจง)  
(Please Print)

วันที่  
Date

ผู้รับของ  
Receiving Officer

ช.ป.210







กรมชลประทาน  
 Royal Irrigation Department  
 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์  
 Ministry of Agriculture & Co-operatives



ใบเบิก - จ่ายจากคลังพัสดุ  
 WAREHOUSE REQUISITION-ISSUE

ช.บ. 230  
 (พ.ย. 2524)  
 (C.S. 20-ค.ศ. 2510)  
 ต้นขวิดัดเล่ม

สำหรับ .....  
 For .....  
 งาน .....  
 Work .....  
 เลขรหัส .....  
 Code No

เลขที่ ..... เลขที่ .....  
 Vol No

วันที่ .....  
 Date

หน่วยราชการ .....  
 Office

| สิ่งของ - Goods or Property |                          | จำนวน<br>Quantity | หน่วย<br>Unit | ราคา<br>Price        |              | หมายเหตุ<br>Remarks |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|----------------------|--------------|---------------------|
| รหัส<br>Code                | รายละเอียด - Description |                   |               | ต่อหน่วย<br>Per Unit | รวม<br>Total |                     |
| □□ □□                       |                          |                   |               |                      |              |                     |
|                             |                          |                   |               |                      |              |                     |
|                             |                          |                   |               |                      |              |                     |
|                             |                          |                   |               |                      |              |                     |

ผ่าน ..... จัดได้

ผู้เบิก  
 Requisitioner

อนุมัติโดย  
 Approved By

ผู้รับ  
 Receiving Officer

ผู้จ่าย  
 Issuing Officer

ช.บ. 230



## สรุปผลงานและค่าใช้จ่าย ประจำเดือน

เสนอ หรือ ผ่าน \_\_\_\_\_

รถบรรทุก หมายเลข \_\_\_\_\_ ขนาด \_\_\_\_\_ ลบ. หลา ยี่ห้อ/ชนิด \_\_\_\_\_

ทำการ \_\_\_\_\_

โครงการ \_\_\_\_\_ งาน/ผลงาน \_\_\_\_\_

| ปริมาณครุฑ             |            | ม <sup>3</sup> | ค่าใช้จ่าย  | ชนิด                       | จำนวน | เงิน/บาท |
|------------------------|------------|----------------|-------------|----------------------------|-------|----------|
| รูปด้านตัด/เมตร        |            |                | เชื้อเพลิง  | น้ำมันดีเซล                |       |          |
| จาก กม. ถึง กม.        | ยาว        | ปาก            |             | น้ำมันเบนซิน               |       |          |
|                        |            | ตัน            | ล้ออื่น     | น้ำมันเครื่อง              |       |          |
|                        |            | ลิตร           |             | น้ำมันเกียร์               |       |          |
| เวลาปฏิบัติการ/ชั่วโมง |            |                |             | น้ำมันไฮดรอลิก, ทอร์ค      |       |          |
| ทำการจริง              | เสียเวลา   | เวลาทั้งหมด    |             | น้ำมันจากรถ                |       |          |
| เวลาทำการ/วัน          |            |                | อะไหล่      | ตัวรถ                      |       |          |
| 1 กะ                   | 2 กะ       | 3 กะ           |             | เครื่องยนต์                |       |          |
| การเสียเวลา/ชั่วโมง    |            |                | ของใช้      | ลวดเกลียวเหล็ก             |       |          |
| ซ่อมเครื่องยนต์        | แก้ไขตัวรถ | เหตุอื่น       |             | เบ็ดเตล็ด                  |       |          |
| มีพนักงานทั้งหมด/คน    |            |                | ค่าจ้าง     | ประจำ, เทศ, พสร, ขข:       |       |          |
|                        |            |                |             | ชั่วคราว, พชค              |       |          |
|                        |            |                |             | ค่าอาหาร, ล่วงเวลา         |       |          |
|                        |            |                |             | ค่าเบี่ยงเบน, ที่พัก, ทานะ |       |          |
|                        |            |                | รวมทั้งสิ้น |                            |       |          |

หมายเหตุ \_\_\_\_\_

ลงชื่อ \_\_\_\_\_

( \_\_\_\_\_ )

ตำแหน่ง \_\_\_\_\_





บัญชีแสดงผลงานเขตดินและค่าใช้จ่ายของารกชุด

รหัสชุดหมายเลข \_\_\_\_\_

| เดือน      | ชื่องาน/ชื่อคลองและหมวดเลขแบบ | อ่าว<br>ก.ข. | จำนวน<br>คัน<br>ม. | ชั่วโมงทำการ |       |       | จำนวนตะกอน |     |     | รายการเสียเวลา |     |     |      |     | ค่าใช้จ่ายค่าจ้าง |     |      |     |      |     |      |     |      |     |  |  |
|------------|-------------------------------|--------------|--------------------|--------------|-------|-------|------------|-----|-----|----------------|-----|-----|------|-----|-------------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|--|--|
|            |                               |              |                    | ตั้ง         | เลิก  | พัก   | ๑          | ๒   | ๓   | อัตร           | แกล | แกล | ปรับ | รอ  | มือ               |     | มือ  |     | มือ  |     | มือ  |     |      |     |  |  |
|            |                               |              |                    | ชม.ม.        | ชม.ม. | ชม.ม. | วัน        | วัน | วัน | ตาราง<br>เมตร  | ไร่ | ไร่ | ไร่  | ไร่ | อัตร              | บาท | อัตร | บาท | อัตร | บาท | อัตร | บาท | อัตร | บาท |  |  |
| ตุลาคม     |                               |              |                    |              |       |       |            |     |     |                |     |     |      |     |                   |     |      |     |      |     |      |     |      |     |  |  |
| พฤศจิกายน  |                               |              |                    |              |       |       |            |     |     |                |     |     |      |     |                   |     |      |     |      |     |      |     |      |     |  |  |
| ธันวาคม    |                               |              |                    |              |       |       |            |     |     |                |     |     |      |     |                   |     |      |     |      |     |      |     |      |     |  |  |
| มกราคม     |                               |              |                    |              |       |       |            |     |     |                |     |     |      |     |                   |     |      |     |      |     |      |     |      |     |  |  |
| กุมภาพันธ์ |                               |              |                    |              |       |       |            |     |     |                |     |     |      |     |                   |     |      |     |      |     |      |     |      |     |  |  |
| มีนาคม     |                               |              |                    |              |       |       |            |     |     |                |     |     |      |     |                   |     |      |     |      |     |      |     |      |     |  |  |
| เมษายน     |                               |              |                    |              |       |       |            |     |     |                |     |     |      |     |                   |     |      |     |      |     |      |     |      |     |  |  |
| พฤษภาคม    |                               |              |                    |              |       |       |            |     |     |                |     |     |      |     |                   |     |      |     |      |     |      |     |      |     |  |  |
| มิถุนายน   |                               |              |                    |              |       |       |            |     |     |                |     |     |      |     |                   |     |      |     |      |     |      |     |      |     |  |  |
| กรกฎาคม    |                               |              |                    |              |       |       |            |     |     |                |     |     |      |     |                   |     |      |     |      |     |      |     |      |     |  |  |
| สิงหาคม    |                               |              |                    |              |       |       |            |     |     |                |     |     |      |     |                   |     |      |     |      |     |      |     |      |     |  |  |

ก.ด.5-04

ใบสั่งซ่อมทรัพย์สินของ

ที่ \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

วันที่ \_\_\_\_\_ เดือน \_\_\_\_\_ พ.ศ. \_\_\_\_\_

เสนอ หัวหน้าหน่วยซ่อมบำรุงรักษาสนามที่

เพื่อได้ไปรื้อถอนสิ่งก่อสร้างหน่วยงานซ่อม \_\_\_\_\_

ได้จัดซ่อมทรัพย์สินของตามรายการ

ข้างล่างนี้ ให้ครบถ้วน \_\_\_\_\_

รายการซ่อม

| ลำดับ | จำนวน | รายการ | หมายเหตุ |
|-------|-------|--------|----------|
|       |       |        |          |

ผู้สั่งซ่อม

ผู้ตรวจ

ดำเนินการได้

( \_\_\_\_\_ )

( \_\_\_\_\_ )

( \_\_\_\_\_ )

ช่างเครื่องจักรกลรุ่นหนึ่ง \*ถวด \_\_\_\_\_

ทราบ และดำเนินการไปแล้ว

\_\_\_\_\_

( \_\_\_\_\_ )



## ประวัติผู้เขียน

นาย อนุพงษ์ บุญเกียรติ สำเร็จการศึกษาชั้นปริญญาตรี จาก ภาควิชา เทคโนโลยี  
การผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตพระนครเหนือ  
เมื่อปีการศึกษา 2523 ปัจจุบันรับราชการประจำฝ่ายวิศวกรรม กองเครื่องจักรกลงานดิน  
กรมชลประทาน



ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย