

## Lista de Exercícios 3 - Confiabilidade e Manutenção

Os dados referentes ao teste de vida acelerado descrito neste exercício, fazem parte dos resultados de um experimento mais amplo, realizado com o objetivo de determinar os efeitos de temperatura, umidade relativa e campo elétrico, na confiabilidade de circuitos impressos (Klinger, 1991). O objetivo do experimento foi estudar o efeito dos estresses na distribuição do tempo de falha e predizer a confiabilidade sob condições normais de operação.

O experimento foi planejado com o intuito de estudar um modo de falha específico: a formação de filetes condutivos entre as ilhas. Foram construídas "placas piloto" especialmente para o teste. Estas placas consistiam de uma matriz  $8 \times 18 = 144$  ilhas, cujo espaçamento entre elas simulava o espaçamento real que ocorre entre ilhas numa placa de circuito impresso. As colunas da matriz  $8 \times 18$  possuíam cargas alternadas (+) e (-) (vide esquema 1 em anexo).

No teste acelerado, a **falha** era considerada como ocorrida, quando a resistência entre as colunas carregada positiva e negativamente na placa, sofria uma queda a um nível tal, capaz de provocar um curto circuito.

Cada placa piloto continha 144 locais nos quais os filetes poderiam se formar ao longo do tempo. PARA AQUELAS PLACAS QUE FALHARAM, OBSERVOU-SE O TEMPO (em horas) ATÉ A OCORRÊNCIA DO PRIMEIRO CURTO CIRCUITO.

Os dados que serão analizados referem-se à parte do experimento na qual o estresse de aceleração foi a UMIDADE RELATIVA. Temperatura e campo elétrico foram mantidos constantes.

Os níveis de umidade utilizados foram 40%, 65% e 85%, sendo que 100 placas foram submetidas a teste no primeiro nível de umidade, 60 no segundo e 40 no terceiro nível de estresse. O teste teve a duração de 2160 horas (3 meses), e nesse período foram observadas 43 falhas no nível mais baixo de estresse, 38 no nível intermediário e 39 falhas no nível alto.

Deseja-se caracterizar a confiabilidade das placas, na condição de operação de 20% de umidade.

1. Identifique e discuta as características do teste de vida acelerado descrito acima.
2. Faça uma análise preliminar para os dados de teste utilizando estimativas de Kaplan-Meier. Comente estes resultados.
3. Klinger(1991) utiliza uma relação estresse resposta envolvendo umidade, que é dada por:

$$\log(t_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 x_i.$$

$$\text{em que } x_i = \log\left(\frac{umid/100}{1-(umid/100)}\right).$$

Identifique uma distribuição adequada para analisar estes dados.

4. Com base neste modelo, estime as seguintes figuras de mérito nas CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO (20% DE UMIDADE):

- MTTF
- tempo mediano de vida
- $B_{10}$
- caso se deseje estipular um período de garantia de 1 ano, qual será a fração esperada de falhas neste período?

#### REFERÊNCIAS

Klinger, D.J. (1991), "Humidity Acceleration Factor for Plastic Packaged Electronic Devices". *Quality and Reliability Engineering International*, 7, 365-370.