

Estudo e comparação de taxa de falha pelas versões da norma MIL HDBK 217

PORTO, R. C. F.¹, SOUZA, M. L. O.²

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil
Aluno de Mestrado do curso de Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais - CSE.

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil

rocafe@yaho.com.br

Resumo. *Confiabilidade hoje é um dos requisitos graves de sistemas eletrônicos. O número de falhas do sistema, custos de reparação, garantia, entre outras variáveis são estimados pela confiabilidade. Os processos de análise e melhoria da confiabilidade de sistemas vêm sendo melhorados progressivamente com base nos resultados encontrados em sistemas já avaliados e em suas modificações. Isto resulta em processos de padronização através de normas que estabelecem condições e propriedades que ajudam a avaliar e a mensurar a confiabilidade dos componentes, equipamentos, subsistemas e sistemas. Esse trabalho mostra uma comparação e análise da taxa de falha de componentes eletrônicos entre duas versões (F e N2) da norma HDBK-217.*

Palavras-chave: Taxa de Falha; Confiabilidade; MIL HDBK 217; Conector; Resistor.

1. Introdução

A norma MIL HDBK 217 faz parte do processo de padronização e melhoria da confiabilidade. É a norma padrão utilizada pelo INPE e por outras organizações para a previsão da Confiabilidade de componentes eletrônicos; uma das mais conhecidas nas indústrias militar e comercial. Publicada inicialmente em 1965 e, desde então, vem merecendo novas versões (A, B, C, D, E, F, F Notice 1, F Notice 2) que garantem progressivas melhoras da Série MIL-HDBK-217, embora ainda contemple uma base de dados que não acompanha a evolução tecnológica é a mais utilizada. As versões mais empregadas são: a MIL-HDBK-217F, lançada em 1991 e suas revisões “F Notice 1”, lançada em 1992, e “F Notice 2”, lançada em 1995. [4][5][6][7][8]

Com as atualizações das versões da norma, as instituições se veem na necessidade de utilizar a versão mais atual e acompanhar tal evolução. Em [9] identificaram a necessidade de avaliar as taxas de falhas de componentes pelas versões da MIL HDBK 217 durante a elaboração das Análises de Confiabilidade dos subsistemas e equipamentos do satélite CBERS 3, percebendo discrepâncias consideráveis nas taxas de falhas calculadas por versões diferentes, podendo causar grandes impactos na confiabilidade final do sistema.

Este trabalho objetiva apresentar um estudo de caso, analisando a taxa de falhas de um Conector do tipo *Rack and Panel* e um Resistor do Tipo *Network* pelas versões mais

atuais. Componentes estes considerados onipresentes em satélites. Procurando levantar as diferenças entre as versões e os possíveis impactos.

2. Metodologia

Para o cálculo numérico da taxa de falha dos dois componentes utilizados foi utilizado como referência MIL HDBK 217 F e FNotice 2, já que a FNotice 1 mantém as mesmas considerações da versão F. Foi utilizado datasheets de fabricantes [1] e [2] que atendessem as normas de especificações comuns entre as versões analisadas.

Além da norma [5], [6] e [7] foi utilizado para os cálculos da taxa de falha a norma ECSS-Q-ST-30-11C [3], que aborda a garantia do produto espacial e especifica os requisitos de “derating” aplicáveis à eletrônica, elétrica e componentes eletromecânicos. Essa é uma prática do inpe de longa data aplicadas a componentes usados em naves espaciais.

Em conectores foi considerado o uso de savers e todos os pinos foram considerados como ativos, ou seja, não são analisados neste trabalho as formas de redundância em conectores.

3. Resultados e Discussão

Para conectores “*Rack and Panel*” a versão F e N1 consideram o número de pinos ativos do conector, ou seja, quanto maior o número de pinos ativos maior é a taxa de falha. Com o levantamento das mudanças entre as versões da família F, se observa que a versão N2 deixou de fazer essa consideração. Isso resultou em um nivelamento das taxas de falha entre a versão F e a versão N2 para esse tipo de conector. Nesse caso o nível teto ocorre para um número de pinos ativos igual a 90 pinos. A análise foi realizada para quatro categorias de ambiente. Isso pode ser prejudicial, pois ao calcular a taxa de falha de um conector nas mesmas condições aqui adotadas com 10 ou 200 pinos ativos usando a versão N2 terá a mesma taxa de falha de um conector com 90 pinos ativos. Importante salientar que esse nível teto pode variar de acordo com os materiais comuns de inserção, pois este exerce grande influência sobre a taxa de falha base do conector na versão F. Ver figura 1.

A equação utilizada para o cálculo da taxa de falha de conectores passa por algumas alterações entre F e N2 que são declaradas na Tabela 1. É possível destacar que existem fatores comuns, mas alguns são calculados de maneiras diferentes ou sopesam parâmetros diferentes.

Tabela 1 - Diferença e semelhança entre versões no cálculo da taxa de falha.

	Versão F	Versão N2
Equação	$\Lambda_p = \lambda_b \pi_K \pi_E \pi_P$	$\Lambda_p = \lambda_b \pi_K \pi_E \pi_T \pi_Q$
λ_b -	Valor calculado em função dos materiais comuns de inserção que dependem do range de temperatura.	Valor tabelado de acordo com a especificação, que é separada pelo tipo de conector.
π_K	Esse fator depende do número de ciclos conectar/desconectar por mil horas de operação.	
π_E	Fator ambiental, para várias categorias de ambiente. Considera MIL-SPEC e Lower Quality.	Considera apenas MIL-SPEC
π_P	Valor em função do número de contato.	*****
π_T	*****	Valor em função da temperatura de operação.
π_Q	*****	Valor tabelado para duas categorias MIL-SPEC e Lower.

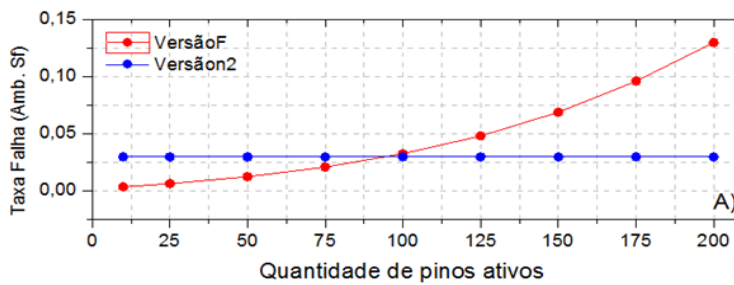


Figura 1 - Comparação das taxas de falhas de conectores "Rack and Panel".

Analisando as taxas de falhas do Resistor Network de Filme pela versão F, observa-se que o λ_b é fixo em 0,00006, e se considera para a correção da taxa o fator temperatura (π_T), o fator qualidade (π_Q), o fator ambiental (π_E) e o fator número de resistores em uso (π_{NR}). O π_T é em função da temperatura do case (temperatura do encapsulamento), mas caso essa temperatura não for conhecida, a norma apresenta uma função para encontrá-la que depende da temperatura ambiente e do estresse de potência. O fator π_Q depende da qualidade adotada e em F só existe a opção de qualidade MIL SPEC, (que consideramos para os cálculos), ou Baixa qualidade. O fator π_E é tabelado de acordo com o ambiente e o fator π_{NR} considera o número de resistores de filme em uso, não avalia o tipo de ligação entre eles, apenas a quantidade.

A versão N2 possui λ_b tabelado em 0,0019 e considera para a correção o fator temperatura (π_T), fator potência (π_P), fator ambiental (π_E) e fator qualidade (π_Q). O fator π_T é em função da temperatura do case, caso essa temperatura não seja conhecida a versão não apresenta alternativas, apenas diz que a temperatura do case pode ser aproximada para a temperatura do ambiente quando a potência de dissipação for baixa. O fator π_P é em função da potência dissipada, o fator π_E é tabelado conforme a severidade de ambiente, o fator π_Q é de acordo com a qualidade do componente, foi avaliado utilizando a melhor qualidade (S).

Ao analisar as taxas de falhas utilizando a MIL HDBK 217, muito da análise fica a critério da interpretação do analista. Ao analisar o resistor network pela versão N2 é perceptível que ele não utiliza a quantidade de resistores em uso, mas utiliza a potência dissipada para corrigir em π_P . Ao alimentar a função que compõe esse fator, foi utilizado a potência dissipada do pacote. Essa é uma maneira de utilizar o número de resistores em uso implicitamente. Dessa forma é possível afirmar que tanto F quanto N2 utilizam o número de resistores que estão em uso.

O fabricante Vishay mostra três esquemas de ligações para esse resistor. Para os cálculos foi escolhido um dos esquemas, porém a versão F considera apenas a quantidade de resistores em uso e a versão N2 a potência dissipada que acarreta a quantidade de resistores. Mas, nenhuma das versões considera o tipo de ligação entre esses resistores.

Foi calculado a taxa de falha para dois perfis (A e C) apresentados no datasheet, o que difere o perfil A do C são as dimensões e as potências. Mas, é notável que a versão F não considera a potência dos resistores, ou seja, as taxas de falhas do perfil A são idênticas as do Perfil C. Como pode ser visualizado pela Figura 2, em vermelho são as

taxas de falha calculadas pela versão F e em preto pela N2, abordando os quatro ambientes.

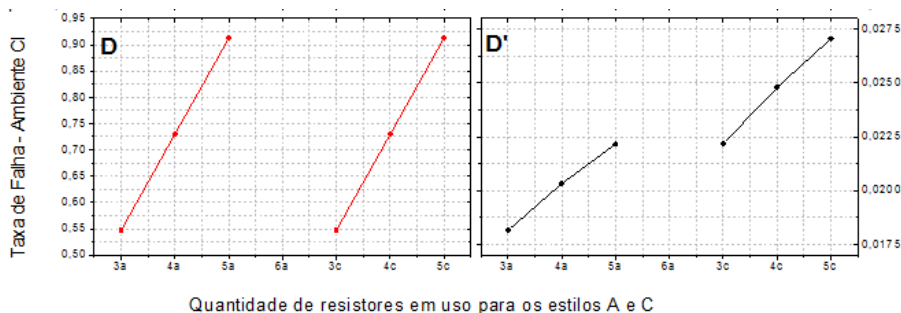


Figura 2 - Comparação das taxas de falhas de resistores fixos network de filme, versão F com N2.

A versão F possui valores superiores às taxas calculadas pela N2 em todos os ambientes analisados. O fator qualidade exerce uma grande colaboração para essa discrepância, pois a qualidade utilizada em F é a “MIL SPEC” com valor 1 e em N2 a qualidade utilizada é a “S” com valor 0,03. Não é possível utilizar o mesmo nível de qualidade nas duas versões, mas é possível que tenham valores idênticos, por exemplo, se a qualidade em N2 fosse “M”, o valor de π_Q nas duas versões seriam de uma unidade.

Ao avaliar as taxas de falhas nas condições em que π_Q possui valores equivalentes nota-se que em ambiente S_F a versão F teria taxas maiores que N2, porém com uma disparidade menor, salientando que nesse ambiente o fator π_E tem valor comum para as versões. A versão N2 tem taxas superiores que F em ambiente A_{IC} , mas o fator ambiental de N2 é 4,5 vezes maior que o da versão F. No ambiente G_F a versão N2 continuaria com valores inferiores a F, mesmo com fator ambiental sendo o dobro do valor de F. Já em ambiente C_L , é possível visualizar pela Figura xx que o fator qualidade era dominante na discrepância, pois ao considera-lo igual não existe um padrão definido de qual versão possui as maiores ou menores taxas.

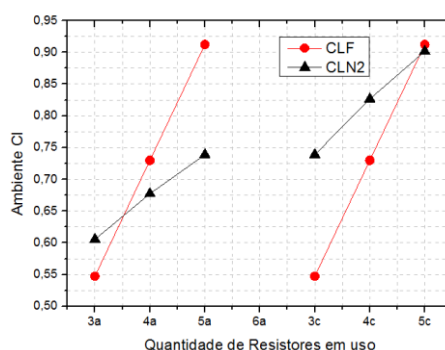


Figura 3 - Taxas de falhas de resistor network de filme, para Ambiente C_L considerando iguais os valores do fator qualidade

4. Conclusão e Recomendações

Para conectores, a quantidade de pinos ativos é uma variável importante a se considerar, no entanto tal consideração não é relevante para a versão N2. O que resulta em um nivelamento das taxas de falha entre as versões. Por N2 é indiferente se o número de

pinos ativos é baixo ou alto, a taxa de falha será sempre nivelada para o nível teto. O que sugere uma análise mais detalhada para verificar a possibilidade de voltar a utilizar a versão anterior para os cálculos da taxa de falha.

Quanto ao resistor analisado fica claro a deficiência das versões em não considerar o tipo de ligação dos resistores na rede, no entanto a versão N2 considera um número maior de fatores relevantes para a taxa de falha, como por exemplo, a potência que não é considerada em F. O fator ambiente e qualidade são fatores dominantes no cálculo e muitas vezes são as suas mudanças que causam o maior impacto.

A MIL HDBK 217 é o reflexo da experiência adquirida por organizações de grande porte e apresenta orientações e recomendações, mas muito da análise fica a critério da interpretação do analista.

Referências

- [1] Datasheet MIL-C-28748/7/8, Rack and Panel Conectors, RADIAL, MM E B SERIES, 2011. Disponível em: <http://www.radiall.com/radiall/resource/filecenter/document/02m-00004f-004/catalogue-mm-e-mb-2011.pdf> de 2011 > Acesso em: 20 de fevereiro de 2014.
- [2] Datasheet: Resistor Network Vishay, 2013.
<http://www.ttiinc.com/object/vishay_military_resistor_network_mil83401> acesso 2 de junho de 2014
- [3] ECSS-Q-ST-30-11C (Rev1) – Space Product Assurance – Derating – EEE componentes, ESA-ESTEC Requirements & Standards Division Noordwijk, The Netherlands, 2011
- [4] MCLEISH, J. G. Enhancing MIL-HDBK-217 Reliability Predictions with Physics of Failure, Maryland, USA, 2010.
- [5] MIL-HDBK-217F (Notice 1), Military Handbook, Reliability Prediction of Electronic Equipment, Department of Defense, Washington DC, 10 de Julho de 1992.
- [6] MIL-HDBK-217F (Notice 2), Military Handbook, Reliability Prediction of Electronic Equipment, Department of Defense, Washington DC, 28 February 1995.
- [7] MIL-HDBK-217F, Military Handbook, Reliability Prediction of Electronic Equipment, Department of Defense, Washington DC, 2 de Dezembro de 1991.
- [8] PECHT, M. Why the traditional reliability prediction models do not work – is there an alternative? January 1996 Disponível em: <http://www.electronics-cooling.com/1996/01/why-the-traditional-reliability-prediction-models-do-not-work-is-there-an-alternative/> acesso em junho de 2013.
- [9] RABELLO, A. P. S. S., SOUZA, M. L. O. Relatório de Comparação entre os Métodos de Cálculo para Obtenção da Taxa de Falhas dos Conectores “Retangular” e “Rack and Panel” – China Brazil Earth Resource Satellite CBERS 3 &4, INPE, S.J.Campos, SP, dezembro de 2011.