

CONTROLE “ESD” NO PROCESSO PRODUTIVO NA INDÚSTRIA AERONÁUTICA

**Helio M. Anzai¹, Carlos Henrique S. Oliveira², Álvaro da S. Machado³,
Fernando Luis Guarnieri⁴**

^{1,2}UNIVAP/FEAU – Eng. Elétrica, Av. Shishima Hifumi,2911 – Bairro Urbanova – CEP12244-000 – São José dos Campos – SP, helio150@hotmail.com¹, krlao_h@yahoo.com.br²

³EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica, Av. Brig. Faria Lima,2170 - São José dos Campos – SP - Brasil, alvaro.machado@embraer.com.br

⁴UNIVAP/FEAU – Eng. Elétrica, Av. Shishima Hifumi,2911 – Bairro Urbanova – CEP12244-000 – São José dos Campos – SP, guarnieri@univap.br

Resumo - Devido ao grande avanço tecnológico, a maioria das indústrias utiliza dentro do seu processo produtivo alguns componentes eletrônicos muito sensíveis, isso tudo para tornar seu produto final com maior confiabilidade, eficiência, modernidade e possibilitar competir no mercado. Com isso este trabalho busca evidenciar a importância e a necessidade de se aprimorar a qualidade no conceito de controle de eletricidade estática na montagem de componentes eletrônicos (placas de circuitos impressos e módulos eletrônicos) durante o processo produtivo na indústria aeronáutica. Foi demonstrada a relação custo benefício em se manter um programa de controle de ESD. Jamais deverá ser esquecido o fator primordial desse processo, que é o fator humano, pois nada resolverá se todos os conhecimentos necessários para garantir a qualidade não forem aplicados na prática.

Palavras-chave: ESD, Eletricidade estática, Gaiola de Faraday.

Área do Conhecimento: Engenharias

Introdução

A eletrostática é a parte da física que estuda os comportamentos das cargas elétricas em repouso. Sendo a eletricidade estática uma carga elétrica em repouso, ela é gerada por um desbalanceamento de elétrons localizados sob uma superfície ou no ar do ambiente. O desbalanceamento de elétrons (gerados pela falta ou excesso de elétrons) gera assim um campo elétrico que é capaz de influenciar outros objetos que se encontram a uma determinada distância. O nível de carga é afetado pelo tipo de material, velocidade de contato e separação dos corpos, umidade e diversos outros fatores (ELETRÔNICA, REVISTA SABER, 2004).

O carregamento Triboelétrico ocorre quando dois materiais são separados após entrarem em contato um com o outro, ou por meio de fricção entre eles. Assim, o carregamento ocorre durante a transferência dos elétrons de um material ao outro, podendo acontecer entre quaisquer materiais tais como sólidos, líquidos e partículas de ar. Sempre que um objeto é carregado eletrostaticamente, um campo elétrico associado a esta carga é criado em torno dele. Uma vez que um dispositivo sensível (ESD) não aterrado entra neste campo elétrico, uma carga é induzida no dispositivo, causando uma transferência súbita das cargas entre os dois corpos. Esta transferência de cargas resulta em falhas catastróficas que reduzem a vida útil, prejudicam o funcionamento ou destroem o dispositivo

permanentemente. A descarga eletrostática pode alterar, degradar ou destruir as características elétricas dos componentes eletrônicos (PLAST PACK PRODUTOS ANTI-ESTÁTICOS LTDA-EPP).

Para projetar e implementar um controle de ESD é importante saber a sensibilidade dos componentes que deverá ser protegido. Existem classificações para estes componentes onde se devem incluir os seguintes testes para caracterizar adequadamente a sensibilidade desses componentes quando forem manuseados em variados locais: “Modelo do Corpo Humano” (“HBM”) – Norma: IEC 61340-3-1; “Modelo de Dispositivo Carregado” (“CDM”); “Modelo Máquina” (“MM”) – Norma: IEC 61340-3-2 (ESD ASSOCIATION, ELECTROSTATIC).

O Aterramento é uma conexão feita diretamente da carcaça de um equipamento a um terra, fazendo com que o fluxo de eletricidade estática seja direcionado a terra e não ao componente. O campo elétrico é gerado por um objeto eletricamente carregado que exercerá força sobre outro objeto carregado eletricamente, assim como o campo eletrostático é o gradiente de tensão entre superfícies eletrostaticamente carregadas. Entende-se que a carga elétrica é o acúmulo de íons, medido em Coulomb, e pode ser calculado como o produto da capacitância pela tensão, isto é “ $Q = C \times V$ ”, onde: Q = carga, C = capacitância e V = tensão. A carga eletrostática é a carga elétrica, positiva ou negativa, presente na superfície do material. A descarga eletrostática é a

transferência de carga eletrostática entre objetos de diferentes potenciais causados por contato direto ou por campo eletrostático induzido (NUSSBAUM, 1973).

Outro ponto importante é a Gaiola de Faraday que é basicamente uma gaiola feita de um material condutor (ferromagnético), que sua estrutura física impede a entrada de campos eletrostáticos bem como os campos eletromagnéticos cujos comprimentos de onda sejam superiores ao tamanho da malha, com isso, através deste conceito criou-se diversos dispositivos de proteção contra ESD (DANIELI; COMEDI, 2004). Os fabricantes têm destinado atenção considerável às normas e ao desenvolvimento de procedimentos especiais para a manipulação de componentes eletrônicos, pois devido a sua grande sensibilidade podem ocorrer falhas que serão somente detectados durante um voo da aeronave, expondo vidas humanas e riscos incalculáveis.

Com o avanço da tecnologia, inúmeros componentes eletrônicos existentes possuem como característica um baixo tempo de resposta e consome menos energia, com isto qualquer pequena diferença de potencial entre os contatos podem ser suficiente para o circuito obter uma interpretação errônea do sinal ou sendo até mesmo danificado pelo alto potencial de carga elétrica sofrido no local.

Este trabalho propõe desenvolver um estudo e um programa para o controle de ESD no Processo Produtivo da Indústria Aeronáutica, partindo do princípio da eletricidade estática.

Material e Métodos

Através de referências bibliográficas foi efetuado um estudo a fim de interpretar o que é a eletricidade estática, como a eletricidade estática se comporta em um material, os danos causados em circuitos e componentes eletrônicos. Como a eletricidade estática está presente em todo lugar ao nosso redor, iniciou-se a criação de um programa para o controle da eletricidade estática.

Visando obter um controle eficaz a fim de evitar danos em componentes eletrônicos na área produtiva da indústria aeronáutica, efetuou-se um estudo juntamente com um engenheiro da indústria "A" para conhecer e entender os principais problemas encontrados no processo de armazenagem, manuseamento e instalação de componentes eletrônicos.

Considerando que os fabricantes forneceram seus componentes eletrônicos testados e aprovados em 100% nas suas funcionalidades, mantendo seus padrões de qualidade. Com isso, foi realizado um estudo e análise numa determinada indústria "A" mensalmente, pois após receberem estes componentes eletrônicos e

iniciarem o processo produtivo verificou-se a relação da quantidade e de valores de rejeições em testes. Primeiramente foi considerado que os componentes eletrônicos que obtiveram ocorrências de falhas intermitentes e não operacionais foram considerados causados devido à ESD.

Também foi realizado um estudo de custos sobre os níveis de detecção de falhas, isto é, determinando em quais situações as falhas podem ocorrer e serem detectadas, apresentando seus valores financeiros.

Realizando-se pesquisas, localizaram-se algumas empresas especializadas em materiais para controlar a ESD, através de armazenamento e proteção individual utilizado no processo produtivo.

Através destes dados citados, pode-se em contrapartida apresentar o custo investido na implantação e utilização do programa de controle à ESD.

Resultados

Os resultados obtidos através da análise de documentos emitidos pela indústria "A" de rejeições durante seu processo produtivo, apresentam a quantidade de componentes eletrônicos rejeitados mensalmente, conforme Gráfico 1.

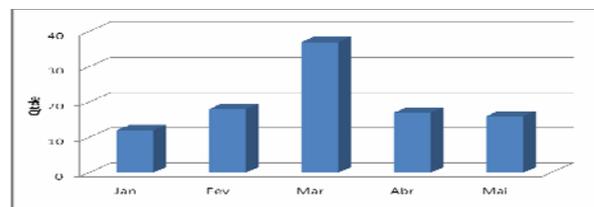


Gráfico 1 – Quantidade de componentes eletrônicos rejeitados mensalmente durante o processo produtivo.

Através desta análise quantitativa, também foi realizado uma análise financeira, apresentando uma somatória de custos mensalmente gerados pelas rejeições, conforme Gráfico 2.

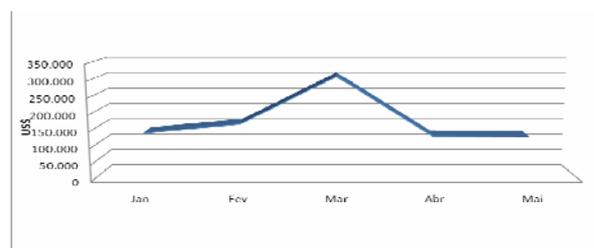


Gráfico 2 – Valores em US\$ de custos financeiros de componentes eletrônicos rejeitados mensalmente durante o processo produtivo.

Com os dados obtidos pelos níveis de detecção de falhas, geraram-se os custos financeiros conforme a Tabela 1 e o Gráfico 3.

Níveis de detecção de falhas	Conteúdo das falhas	US\$
1	Durante o processo de fabricação dos componentes	8.500,00
2	Durante testes operacionais na linha de montagem	10.000,00
3	Durante testes operacionais em voo	30.000,00
4	Durante operação no cliente em voo- com solução do problema	70.000,00
5	Durante operação no cliente em voo- sem solução do problema	---

Fonte: Pesquisa pela internet e empresas aeronáuticas

Tabela 1 – Níveis de detecção de falhas e seus conteúdos x custos em US\$

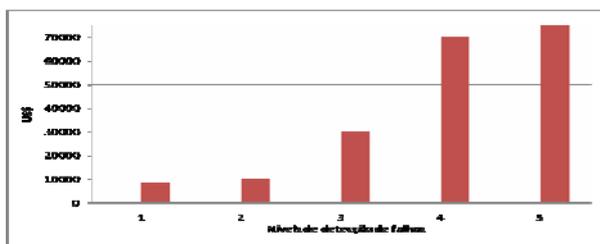


Gráfico 3 – Níveis de detecção de falhas x custos em US\$

Após consultas em fornecedores de materiais para controle de ESD, foi considerado que o custo para esse fim seria em torno de US\$ 600,00 por operador, incluindo seu treinamento e qualificação.

Todos os componentes eletrônicos sensíveis à ESD, devem estar identificados conforme a Figura 1 e 2.



Figura 1 – Símbolos de advertência a ESD padronizados



Figura 2 – Símbolo e inscrição de advertência para itens sensíveis à ESD

Discussão

Definindo o que é a eletricidade estática, como ela está disposta no ambiente em que vivemos, de que forma ela é gerada, sua forma de condução e o conceito da “Gaiola de Faraday”, foram identificados os principais problemas causados

pela ESD, encontrados no processo de manuseio, armazenamento e instalação de componentes eletrônicos, com isso o desenvolvimento de um programa de Controle de ESD.

De acordo com o Gráfico 1, foi verificado que a quantidade de componentes eletrônicos rejeitados por problemas de ESD é realmente considerável, principalmente quando se confronta com o Gráfico 2, que apresenta seus valores financeiros de custos para a indústria “A”.

O impacto da ESD não é só a falha que se vê durante o processo de fabricação, mas sim muito pior que isto, pois é a degradação parcial dos componentes que podem vir a falhar ainda durante a garantia, que custa muito mais financeiramente e que deve ser feito para a satisfação total do cliente.

Conforme visto anteriormente essa degradação gera um custo financeiro, veja Tabela 1 e Gráfico 3, pois dependendo do nível em que essas falhas são detectadas elas geram um determinado custo, mas a pior delas é no nível 5, ver Tabela 1, pois é impossível poder se calcular quando há uma falha durante operação de uma aeronave no cliente sem solução do problema, acarretando a perda da aeronave em voo e principalmente a perda das vidas humanas, que são incalculáveis.

Através do estudo e análise com o engenheiro da indústria “A”, detectou-se os principais problemas por ESD, com isso foi aplicado a utilização de materiais de controle à ESD, como: pulseiras, calcanheiras, embalagens, caixas, ionizadores, pisos e bancadas anti-estáticas. Com as consultas realizadas, foi possível determinar os valores de aplicação em investimento nesse controle de ESD, o que resulta num valor muito inferior do que o custo financeiro desperdiçado mensalmente na indústria “A”.

Conclusão

Para um efetivo programa de controle de ESD, o programa deve ser de fácil entendimento e seguido rigorosamente nos setores de manufatura, transporte, estoque e administrativo onde estes devem estar envolvidos para ajudar a melhorar a qualidade e os lucros financeiros na indústria. Evitar custos é o maior quesito para implementar-se um programa de controle de ESD.

Mas o principal elemento de controle de ESD é o operador dos componentes eletrônicos, pois não adiantaria em nada todo esse investimento se o elemento principal não estiver treinado e qualificado para este processo.

Assim como a tecnologia dos componentes está avançando, os equipamentos de proteção contra a ESD também vem acompanhando este avanço, garantindo sempre a qualidade e confiabilidade dos seus produtos no mercado mundial.

Referências

- 3M. Disponível em: http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/electronics/home/ProductsandServices/Products/StaticControlSolutions/?WT.mc_id=www.3m.com/ehpd. Acessado em 10/06/2007
- Centrin. Disponível em: <http://www.centrin.com.br/>. Acessado em 20/05/2007
- Danieli, C. L.; Comedi, D. Projeto de Instrumentação para ensino – F 809,2004, Instituto de Física Gleb Wataghin – UNICAMP
- Embraer, Norma, NE80-065 – Controle de Proteção contra Descargas Eletrostáticas (ESD), Manuseio e Manutenção de dispositivos e Equipamentos Elétricos ou Eletrônicos, 2001.
- ELETRÔNICA, Revista Saber, ESD - Descargas eletrostáticas, ed.,n377.jun.2004.
- ELETRÔNICA, Revista Saber, ESD - Descargas eletrostáticas, ed.,n401.jun.2006.
- ELETRÔNICA, Revista Saber, ESD - Descargas eletrostáticas, ed.,n349.fev.2002.
- ESD Association, Electrostatic Discharge (ESD) Technology Roadmap, March 4, 2005. Disponível em: <http://www.esda.org/>. Acessado em 14/03/2007
- ESD Control and Return on Investment. Disponível em: <http://www.statictechnology.com/ROI.ivnu>. Acessado em 14/03/2007
- Estatec Brasil, Disponível em: <http://www.estatecbrasil.com.br/>. Acessado em 20/05/2007
- Fresh Aire. Disponível em: <http://www.freshaire.com.br/>. Acessado em 20/05/2007
- MIL-STD-2073 – “Standard Practice for Military Packaging”.
- MIL-STD-1686 – “Electrostatic Discharge Control Program for Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment (Excluding Electrically Initiated Explosive Devices)”.
- MIL-HDBK-263 – “Electrostatic Discharge Control Handbook for Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment (Excluding Electrically Initiated Explosive Devices)”.
- MIL-STD-773 – “Electrostatic Discharge Protective Packaging”.
- MIL-STD-129 – “Marking for shipment and storage ESD Standard list”.
- MIL-D-3463 – “Desiccants, Activated, Bagged, Packing use and Static Dehumidification”.
- NUSSBAUM, Allen. Comportamento eletrônico e magnético dos materiais. Ed. Edgard Blucher Ltda,1973.
- Plast Pack Produtos Anti-estáticos Ltda-EPP. Disponível em: <http://www.plastipack.com.br/order.html>. Acessado em 20/03/2007.
- Sobre Tensão. Disponível em: <http://www.stcom.com.br/stcom/listaae.asp>. Acessado em 10/06/2007