



PALAVRAS CHAVES / KEY WORDS

AUTORES / AUTHORS

CONDUTÂNCIA TÉRMICA
JUNÇÕES APARAFUSADAS
SATÉLITE

AUTORIZADA POR / AUTHORIZED BY

Mucio Roberto Dias
Diretor da ETE

AUTOR RESPONSÁVEL
RESPONSIBLE AUTHOR

Marcia B.H. Mantelli
Márcia B.H. Mantelli

DISTRIBUIÇÃO / DISTRIBUTION

INTERNA / INTERNAL
 EXTERNA / EXTERNAL
 RESTRITA / RESTRICTED

REVISADA POR / REVISED BY

Humberto P. Cardoso
Humberto P. Cardoso

CDU/UDC

629.7.021

DATA / DATE

Novembro 1990

TÍTULO / TITLE	<p>PUBLICAÇÃO Nº PUBLICACION NO</p> <p>INPE-5193-PRE/1661</p> <p>ANÁLISE COMPARATIVA DE PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS PARA DETERMINAÇÃO DA CONDUTÂNCIA DE JUNÇÕES APARAFUSADAS</p>
	<p>AUTORES / AUTHORSHIP</p> <p>Márcia Barbosa Henriques Mantelli</p>

ORIGEM
ORIGIN

DEM-6653

PROJETO
PROJECT

APLACT 201251

Nº DE PAG.
NO OF PAGES

6

ULTIMA PAG.
LAST PAGE

5

VERSÃO
VERSION

Nº DE MAPAS
NO OF MAPS

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES

Por ser um dado de suma importância no projeto térmico de satélites, as juntas aparafusadas do primeiro satélite brasileiro foram simuladas experimentalmente no INPE. Este trabalho apresenta os resultados obtidos para as duas últimas séries de testes, e uma análise comparativa dos procedimentos adotados, de onde surgem conclusões importantes a cerca do comportamento térmico destas junções e procedimentos de isolamento térmico que mantenham as perdas em níveis adequados.

OBSERVAÇÕES / REMARKS

Este trabalho irá ser submetido no ENCIT/90 em Itapema, Santa Catarina no período de 10 a 12 de Dezembro de 1990

ANÁLISE COMPARATIVA DE PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS PARA DETERMINAÇÃO DA CONDUTÂNCIA TÉRMICA DE JUNÇÕES APARAFUSADAS

Marcia Barbosa Henriques Mantelli

Instituto de Pesquisas Espaciais
Av. dos Astronautas, 1758 - Jardim da Granja
12201 - São José dos Campos, SP - Brasil

RESUMO

Por ser um dado de suma importância no projeto térmico de satélites, as juntas aparafusadas do primeiro satélite brasileiro foram simuladas experimentalmente no INPE. Este trabalho apresenta os resultados obtidos para as duas últimas séries de testes, e uma análise comparativa dos procedimentos adotados, de onde surgem conclusões importantes a cerca do seu comportamento térmico destas junções e procedimentos de isolamento térmico, que mantenham as perdas térmicas em níveis adequados.

INTRODUÇÃO

A condutância térmica de juntas aparafusadas é um dado de suma importância em diversos projetos mecânicos, dentre os quais, o projeto térmico de satélites. Seu valor teórico é difícil de ser obtido, já que este depende de uma série de fatores, muitas vezes desconhecidos, tais como: tipo de parafuso e torque de aperto, material e número de arruelas, acabamento final de superfícies em contato, propriedades físicas dos materiais, resistência térmica de contatos entre os diversos componentes da junção, etc. Um procedimento bastante comum, é a determinação experimental desta condutância. O grupo de controle térmico de satélites do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), tem adotado este procedimento; para isto as junções aparafusadas do primeiro satélite de coleta de dados da MECB foram simuladas no Laboratório de Controle Térmico de Satélites, e testadas em câmara vácuo-térmica de simulação espacial. Diversas séries de ensaios foram realizadas, sempre aprimorando os procedimentos, de forma a obter resultados cada vez mais confiáveis. Neste trabalho, as duas últimas séries são descritas criticamente, seus resultados apresentados e comparados, estabelecendo-se procedimentos experimentais adequados ao estudo da condutância térmica de junções aparafusadas.

SIMULAÇÃO EXPERIMENTAL

Descrição da Junção do Satélite. As juntas aparafusadas em estudo situam-se entre os painéis estruturais (tipo colméia) laterais e horizontais do primeiro satélite brasileiro. São encontrados dois tipos de junções: a primeira possui inserto fixo e parafuso f10; a segunda possui inserto móvel e parafuso f8. O material do parafuso é titânio, as chapas são de alumínio 2024 e os insertos são de aço inox. As arruelas tem duas funções específicas: satisfazer as condições estruturais (garantindo dimensões, torques de aperto, etc.) e satisfazer o projeto térmico do satélite. Com o objetivo de isolar termicamente os painéis entre si, utiliza-se arruelas fabricadas de epoxi e fibra de vidro (material usado na confecção de placas PCB). Estas são intercaladas com arruelas de aço inox para garantir as propriedades mecânicas da junção. A arruela que se encontra em contato com a cabeça do parafuso é de alumínio. Nota-se que o parafuso está fixando superfícies de alumínio pertencentes ao painel tipo colméia à uma superfície de aço inox, pertencente ao inserto.

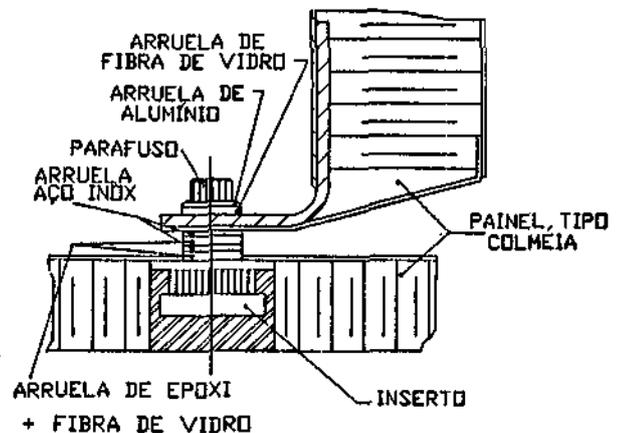


Figura 1. Junta aparafusada do satélite.

Montagem Experimental. Foram realizados estudos experimentais para os dois tipos de junções descritos na seção anterior. Para cada caso foram feitas dez montagens iguais, a fim de possibilitar um tratamento estatístico dos dados. A Figura 2 mostra um esquema dos aparatos experimentais construídos. Nas montagens experimentais adotadas, as superfícies de alumínio foram substituídas por aquecedores planos e circulares, e as superfícies dos insertos por resfriadores. Cada aquecedor consiste de um "sanduíche" formado por duas chapas de alumínio circulares, planas e finas (com espessuras de 1 e 1,5 mm e 80 mm de diâmetro), e por um fio rolado resistivo de Níquel-Cromo de resistividade de 30 Ohms por metro, enrolado em espiral plana, situado entre as chapas de alumínio. Para isolamento elétrico entre o fio resistivo e as chapas, foram colocados filmes de Polyester (Therphane, fabricado pela Rhodia do Brasil) de 25 microns de espessura. A resistência elétrica obtida em cada aquecedor varia entre 15,5 e 19,0 Ohms. As espessuras das chapas de alumínio do aquecedor foram escolhidas de forma que a sua soma fosse próxima à soma das chapas do painel estrutural.

O resfriador foi projetado e construído de forma a manter, dentro do possível, as características físicas e térmicas do inserto. Este foi feito de aço inox nas mesmas dimensões do inserto, possuindo uma base circular de 60 mm de diâmetro e 2mm de espessura para facilitar a perda de calor para o ambiente de teste. A

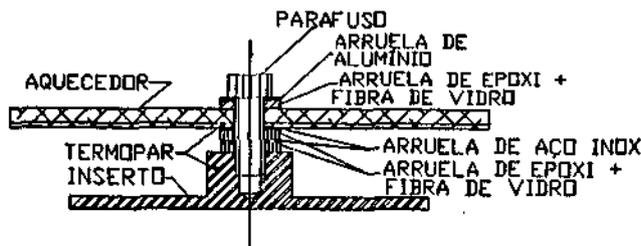


Figura 2. Aparato experimental.

altura total do resfriador é de 9,5 mm e o diâmetro de seu corpo principal é de 14,2 mm para a junção que possui inserto fixo e 17,4 mm para a junção com inserto móvel. Foram feitas roscas nos centros dos resfriadores de modo a alojar parafusos $\phi 10$ para os insertos fixos e $\phi 8$ para os insertos móveis.

Entre os aquecedores e resfriadores encontram-se duas arruelas de epóxi e fibra de vidro intercaladas por duas arruelas de aço inox nas dimensões de 1,6 e 0,4 mm de espessura respectivamente, e 10 mm de diâmetro, especialmente fabricadas para uso neste satélite. Uma arruela de alumínio e uma de fibra de vidro estão localizadas sob a cabeça do parafuso. Os diâmetros internos das arruelas dependem do parafuso da junção.

Como na época da realização do experimento não havia parafusos de titânio disponíveis, estes foram substituídos por parafusos de aço de alta liga, facilmente encontrados no mercado. Estes parafusos comprimem os elementos descritos acima, com torques iguais aos das junções reais.

Os vinte aparatos resultantes foram colocados lado a lado em quatro fileiras de cinco espécimens instalados em uma mesa de celoron (material isolante térmico). Para monitorar as temperaturas dos aquecedores, foram instalados, nas suas faces internas, termopares tipo T (cobre-constantan), bitola AWG 36, revestidos de teflon. A temperatura dos resfriadores foram monitoradas através de termopares semelhantes, instalados no centro dos cilindros principais para os insertos fixos e nas superfícies externas para os insertos móveis.

A resistência térmica da junta é obtida dividindo-se a diferença de temperatura entre o aquecedor e o inserto pelo fluxo de calor que atravessa a junção. Para forçar que o calor gerado flua pelas arruelas e parafuso, a face externa da chapa circular do resfriador e o cilindro principal do inserto foram pintadas de preto. Estas superfícies apresentam uma emissividade de 0,85 a 0,90, conforme medidas do laboratório ótico do INPE. Também foram instalados, na parte externa dos aquecedores, superisolantes multicamadas (MLI) formados por 8 folhas de polyester aluminizadas em ambas as faces, separadas entre si por redes de nylon.

Os testes foram realizados em câmara vácuo-térmica, pertencente ao laboratório de controle térmico de satélites. Esta câmara opera em alto vácuo (10-7 torr) e possui uma camisa refrigerada por nitrogênio líquido (LN2), atingindo temperaturas por volta de -190°C , simulando desta forma o ambiente espacial.

DESCRIÇÃO DAS DUAS SÉRIES DE TESTES

As duas séries de testes analisadas neste trabalho são muito semelhantes, já que ambas foram realizadas no mesmo aparato experimental descrito anteriormente. Após o tratamento dos dados da primeira série, observou-se que as perdas térmicas estavam extremamente elevadas, alcançando em alguns casos cerca de 50% da potência total fornecida, tornando os resultados finais bastante imprecisos (ver Tabelas 2 e 5). Para aumentar a confiabilidade dos dados, foi preciso minimizar estas

perdas. A segunda série corresponde à reedição da primeira, porém com a adoção de técnicas de isolamento térmico mais refinadas. Para isto as juntas foram desmontadas e, ao remontá-las, foi tomado o cuidado de se manter exatamente os mesmos componentes e a mesma ordem original destes em cada junta (como, por exemplo, as mesmas arruelas, na mesma ordem), de forma que fosse possível uma análise crítica e comparativa das séries de testes.

Diferenças Entre as Duas Séries de Testes.

Originalmente, a face do aquecedor voltada para o resfriador (ver Figura 2), foi revestida por uma fita de alumínio polido, de forma a manter a sua emissividade superficial baixa, resultando no isolamento térmico do aquecedor. Tal medida não se mostrou eficiente, e na segunda série foi inserido sobre esta superfície, superisolantes multicamadas compostos de 10 folhas de filmes de polyester aluminizados. Note-se que, desta forma, o aquecedor passou a ter ambas as faces isoladas por MLI. Este procedimento reduziu estas perdas térmicas entre o aquecedor e resfriador, e aquecedor e câmara térmica, em cerca de 50%. Porém, a maior fonte de perda de calor foi através dos fios de potência elétrica, revestidos por PVC, que possuem alta emissividade térmica. Para minimizar estas perdas, estes fios, assim como os fios de termopar, foram revestidos por filmes de polyester aluminizados, de forma a reduzir drasticamente as suas emissividades superficiais. Este procedimento provocou uma redução de cerca de 90% do calor transferido através de fios de potência e termopares, tornando as perdas por termopares desprezíveis. Por serem muito pequenas, as demais fontes de perda de calor não receberam, na segunda série, técnicas de isolamento especiais, uma vez que as adotadas para a primeira série se mostraram suficientes.

Note-se que, quando o aparato foi montado para a segunda série, alguns termopares defeituosos foram trocados. Também foram realizadas medidas em mais dois patamares diferentes de temperatura (na primeira série foram adotados três patamares, e na segunda, cinco).

A Tabela 1 apresenta um resumo das principais diferenças entre as duas séries analisadas.

Tabela 1. Diferenças Entre as Séries de Testes

	PRIMEIRA SÉRIE	SEGUNDA SÉRIE	RED. PERDA
No. NÍVEIS TEMPERATURA	FITA DE ALUMIN. POLIDO	FITA DE ALUMIN. + MLI 10 CAMADAS	50 %
FACE AQUEC. VOLTADA RESF.	PVC	PVC + FILME DE POLYESTER ALUM.	90 %
FIOS DE POT. ELÉTRICA	TEFLON	TEFLON + FILME DE POLYESTER ALUM.	90 %

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para as duas séries de testes para junções com inserto móvel, e a Tabela 3 para com insertos fixos. Estas tabelas relacionam as temperaturas do aquecedor e do resfriador com as perdas totais, com a potência total fornecida ao aquecedor, com a resistência térmica da junção (objetivo principal deste trabalho), e com as incertezas associadas: ao cálculo das perdas de potência elétrica, às medidas experimentais, e ao erro padrão apresentado pela variação das resistências térmicas das montagens iguais para cada caso. O erro padrão é equivalente à incerteza da média das resistências térmicas, sendo dado por [1]:

$$\text{erro padrão} = \frac{\text{desvio padrão}}{\text{raiz quadr. número aparatos iguais}}$$

Tabela 2. Resultados para Insertos Móveis

	TEMPERATURA		POTÊNCIA	PERDAS TOTAIS	RESIST.	INCERTEZAS		
	AQUEC.	RESF.	TOTAL DISSIP.		TÉRMICA	PERDAS	EXPERIM.	RESIST.
PRIM.	68.036	-11.702	1.947230	0.479975	54.521	0.123519	4.62565	3.0373
SÉRIE	14.065	-40.173	1.089811	0.249681	64.791	0.069998	5.46463	3.4566
	-13.179	-54.941	0.730549	0.166290	74.227	0.046824	6.17419	3.2786
SEG.	35.125	-33.754	1.465544	0.076810	49.709	0.028018	1.10542	3.8758
SÉRIE	10.444	-42.996	0.998672	0.049583	56.402	0.018549	1.21648	4.4556
	-1.705	-48.383	0.613601	0.042347	81.901	0.016601	2.51465	6.5456
	-29.168	-65.433	0.346546	0.026235	113.477	0.012231	4.51509	8.9343
	-61.907	-87.272	0.083864	0.014048	364.682	0.010398	54.56923	28.3706

Tabela 3. Resultados para Insertos Fixos

	TEMPERATURA		POTÊNCIA	PERDAS TOTAIS	RESIST.	INCERTEZAS		
	AQUEC.	RESF.	TOTAL DISSIP.		TÉRMICA	PERDAS	EXPERIM.	RESIST.
PRIM.	69.222	8.084	1.839201	0.513024	46.312	0.114841	4.08110	1.9777
SÉRIE	13.447	-25.102	1.028562	0.259940	50.211	0.062307	4.09765	1.7303
	-13.907	-42.474	0.689253	0.169030	55.044	0.042198	4.47708	2.3844
SEG.	32.277	-14.467	1.424113	0.077424	34.831	0.025614	0.90729	4.9978
SÉRIE	8.409	-27.594	0.970439	0.048580	39.141	0.016488	0.99769	5.2692
	-9.581	-37.915	0.596254	0.037584	54.138	0.013823	1.82015	7.1526
	-59.013	-53.708	0.336749	0.025863	77.157	0.010471	3.52077	11.6907
	-124.93	-79.778	0.081493	0.013638	250.479	0.007281	36.60355	42.8491

Em cada um dos níveis de temperatura, as medidas foram efetuadas após os espécimens atingirem regime permanente. Os aparatos foram mantidos em temperatura e dissipação constante por um sistema eletrônico de aquisição e controle de dados. Para permitir a verificação do estado de regime permanente, e para o cálculo preciso das incertezas experimentais assim como das incertezas das perdas, foram tomadas cerca de 150 medidas para cada temperatura. A potência dissipada foi determinada através da medida da resistência elétrica de cada aquecedor e da voltagem correspondente. A incerteza dos valores obtidos está associada à metade da menor divisão da escala utilizada nos instrumentos de medição. O procedimento adotado para a determinação destas incertezas está detalhado na Referência [2].

É importante notar que não foi possível coletar e/ou aproveitar todos os dados gerados por uma série de fatores tais como: rompimento de termopares, mal contato de cabos de extensão com o sistema de aquisição de dados, junções de termopares que se deslocaram das suas posições originais, etc. Desta forma as médias finais não foram calculadas com os dez espécimens testados.

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Através das Tabelas 1, 2, e 3, é possível observar o efeito, em todo o experimento, dos procedimentos de isolamento térmico, que diferenciam as duas séries de testes. Na Tabela 1 está mostrada a redução percentual das perdas térmicas particularizadas para cada uma das fontes que foram modificadas. As Tabelas 2 e 3

apresentam valores globais, onde se observa que, na segunda série, as perdas totais são sempre inferiores às primeiras. A Figura 3 apresenta graficamente as incertezas experimentais (barras verticais), associadas aos valores de resistência térmica em função da temperatura média entre aquecedor e resfriador, para os quatro casos estudados (dois tipos de insertos, e duas séries de testes). Note-se que, para a primeira série, as incertezas são praticamente constantes e quase não variam com a temperatura. Já para a segunda série, além das incertezas serem sistematicamente inferiores às da primeira série, elas variam sensivelmente com a temperatura, tornando-se desprezíveis para altas temperaturas. Note-se também que as incertezas equivalentes às temperaturas mais baixas na segunda série, inserto móvel e fixo, não foram plotadas porque, como suas resistências e incertezas são bastantes altas, a inclusão destes pontos tornariam o gráfico de difícil visualização.

Perdas Térmicas. Para o cálculo cuidadoso das perdas térmicas, algumas hipóteses foram adotadas, e estão descritas a seguir. O cálculo das perdas através dos termopares e fios de potência elétrica foi feito considerando-os aletas radiativas finitas ou infinitas dependendo deles atingirem ou não a temperatura ambiente. Para a determinação das perdas pelos MLIs, multiplicou-se a condutividade efetiva do MLI pela diferença entre as temperaturas das suas camadas internas e externas. O cálculo das perdas por radiação do aquecedor para o resfriador e ambiente foi feito numericamente, através de programa de diferenças finitas, desenvolvido no INPE.

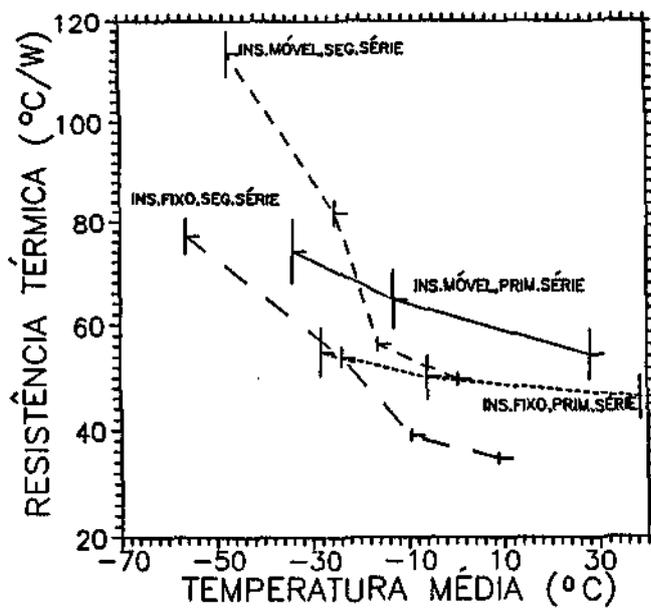


Figura 3. Incertezas experimentais.

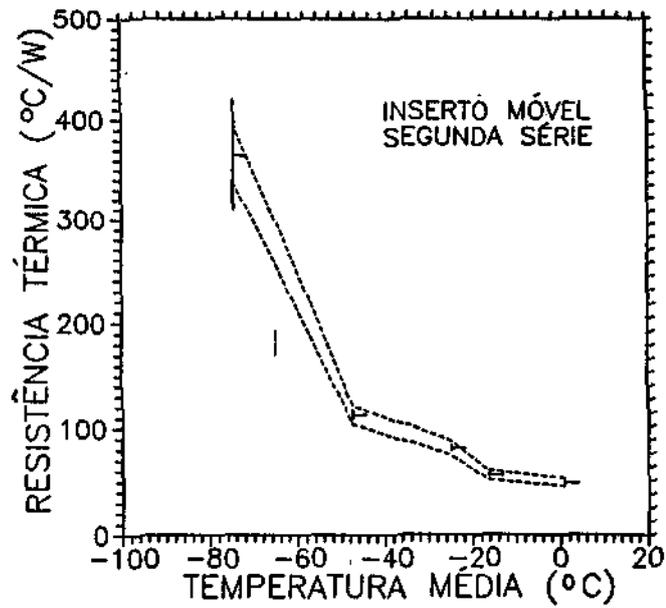


Figura 5. Erros experimentais e erros padrão para segunda série, inserto móvel.

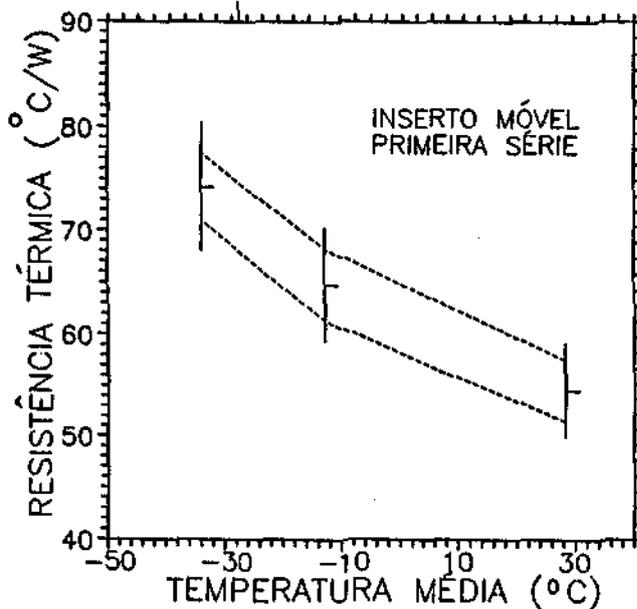


Figura 4. Erros experimentais e erros padrão para a primeira série, inserto móvel.

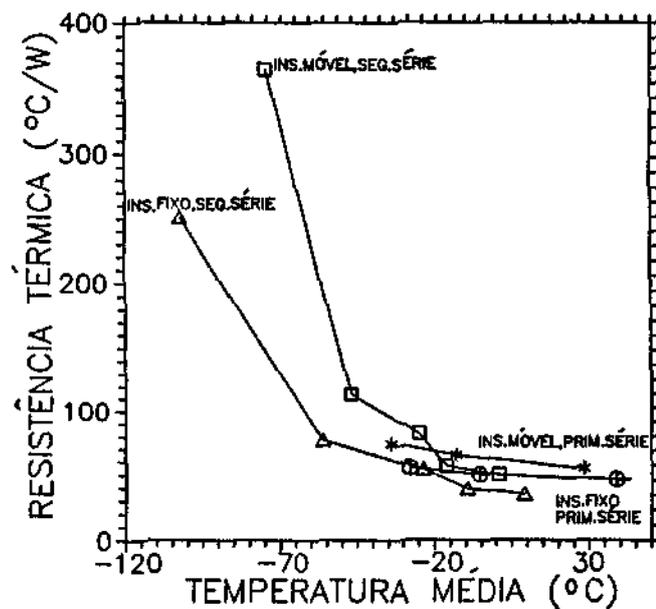


Figura 6. Compilação de todos os dados obtidos.

As Figuras 4 e 5 apresentam uma comparação entre a incerteza das medidas experimentais (barras verticais) e a incerteza baseada na dispersão (erro padrão) das resistências térmicas dentre os dez aparatos idênticos testados simultaneamente (curvas tracejadas), para a primeira e segunda série de testes, respectivamente. Na primeira série, as incertezas experimentais foram superiores ao erro padrão encontrado, mostrando que os dez aparatos testados simultaneamente não aumentaram a precisão dos resultados finais. Isto não ocorre na Figura 5, indicando que o procedimento adotado foi correto, excessão feita ao dado correspondente à baixa temperatura. Estas curvas (Figuras 4 e 5) são muito semelhantes às obtidas para o inserto fixo, que não serão apresentadas aqui.

A Figura 6 apresenta todos os dados obtidos, onde se verifica que a resistência térmica é altamente dependente da temperatura. A questão que surge é: porque existe tal dependência? Na realidade, à medida em que a temperatura cai, as propriedades térmicas dos materiais das junções se modificam, provocando: queda da condutividade térmica e contração diferencial. A contração diferencial dos materiais provoca sensível alívio na pressão de contato entre os componentes da junta, diminuindo a resistência de contatos (ver gráficos na Referência [3]). A diminuição da condutividade térmica, assim como o aumento da resistência térmica de contatos, provocam a variação da resistência térmica total com a temperatura. Este efeito justifica a variação da incerteza experimental com a temperatura, observados nas Figuras 3 e 5, da seguinte maneira: as trocas de calor por radiação,

principal mecanismo de perda de calor, quase não são afetadas pela variação de temperatura. Assim, aumentando a resistência térmica da junção, é de se esperar que mais calor flua através dos mecanismos de perdas, que permaneceram quase constantes. Como a grande fonte de incerteza experimental está na determinação das perdas térmicas, aumentando-se sua proporção em relação a dissipação total, a incerteza da resistência térmica da junção deve aumentar.

COMENTÁRIOS GERAIS

Da análise dos dados obtidos, algumas observações interessantes podem ser feitas:

- a resistência térmica é sempre maior para insertos móveis, como é possível observar nas Figuras 3 e 6. Isto se justifica pelo fato de que o inserto móvel tem componentes não rígidos, permitindo o movimento relativo de, por exemplo, parafusos em relação aos painéis estruturais. Desta forma há um maior número de superfícies em contato, aumentando a resistência,

- na Figura 6 observa-se que há uma diferença quase constante entre as resistências térmicas dos mesmos tipos de insertos da primeira e segunda séries de testes. Isto significa que quando as juntas foram montadas na primeira vez, ocorreram transformações plásticas nos materiais. Como na segunda montagem manteve-se a mesma ordem dos componentes das juntas, estes já estavam acomodados entre si, melhorando o seu contato físico, reduzindo a resistência térmica de contatos, e portanto a resistência térmica total. Desta forma não se recomenda a remontagem de partes estruturais do satélite, utilizando os mesmos componentes originais,

- com esta sensível variação da resistência térmica da junção com a temperatura, é possível utilizar junções aparafusadas como controle ativo de satélites,

- quando se desejar em experimentos distintos reproduzir as mesmas junções, deve-se sempre procurar usar arruelas não testadas, escolhidas aleatoriamente dentro de um universo grande de arruelas (Referência [1]).

- foi apenas verificado, neste experimento, o efeito da variação da resistência térmica com a temperatura. Para sua melhor compreensão serão necessários novos estudos experimentais concentrando as medidas na região do "cotovelo" observado nas Figuras 5 e 6.

CONCLUSÃO

O procedimento adotado na primeira série de testes é inconveniente por apresentar erros de medidas experimentais extremamente grandes, e por conter um número desnecessário de aparatos iguais, aumentando o custo do experimento, sem aumentar a precisão dos resultados finais. Já o procedimento adotado na segunda série mostrou ser satisfatório, apresentando resultados com precisão adequada às necessidades de projetos térmicos de satélites. Desta forma, para este tipo de experimento, deve-se adotar as técnicas aqui descritas de isolamento térmico.

REFERÊNCIAS

[1] Cox, D.R., "Planning of Experiments", John Wiley & Sons Inc., New York, 1958.

[2] Moffat, R.J., "Describing the Uncertainties in Experimental Results", Experimental Thermal and Heat Science, Vol. 1, pp. 3-17, 1988.

[3] Mantelli, M.B.H., "Comparação de Métodos para o Cálculo da Resistência Térmica de Contatos do Primeiro Satélite Brasileiro", Tese de Mestrado, Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil, 1985.



PROPOSTA PARA
PUBLICAÇÃO

- DISSERTAÇÃO
- TESE
- RELATÓRIO
- OUTROS

TÍTULO

Análise comparativa de procedimentos experimentais para determinação da condutância térmica de junções aparafusadas.

IDENTIFICAÇÃO

AUTOR(ES)

Márcia Barbosa Henriques Mantelli

ORIENTADOR

CO-ORIENTADOR

LIMITE

DEFESA

CURSO

ORGÃO

— / — / —

— / — / —

— / — / —

— / — / —

DIVULGAÇÃO

- EXTERNA INTERNA RESTRITA
- PRE

EVENTO/MEIO

- CONGRESSO REVISTA OUTROS

REV. TÉCNICA

NOME DO REVISOR

Humberto Pontes Cardoso

RECEBIDO

DEVOLVIDO

ASSINATURA

27/06/90

28/06/90

Humberto Pontes Cardoso

APROVADO

DATA

ASSINATURA

- SIM
- NÃO

02/07/90

Márcia Lopes de Oliveira e Souza

Coordenadora do Departamento de Mecânica

REV. LINGUAGEM

Nº

PRIOR.

RECEBIDO

NOME DO REVISOR

— / — / —

PÁG.

DEVOLVIDO

ASSINATURA

— / — / —

OS AUTORES DEVEM MENCIONAR NO VERSO INSTRUÇÕES ESPECÍFICAS, ANEXANDO NORMAS, SE HOUVER

RECEBIDO

DEVOLVIDO

NOME DA DATÍLOGRAFA

— / — / —

Nº DA PUBLICAÇÃO:

PÁG.:

CÓPIAS:

Nº DISCO:

LOCAL:

SIM

NÃO

02, 07, 90

[Assinatura]

AUTORIZO A PUBLICAÇÃO

OBSERVAÇÕES E NOTAS

Dispensado da revisão de linguagem