



PCI/MCTIC/INPE
RELATÓRIO TÉCNICO DE ATIVIDADES

[Referente ao período: 01/12/2015 a 31/12/2018]

Número do Processo Institucional: [454779/2015-1]

Número do Processo Individual: [313287/2015-5]

Bolsista: [Gabrielle Aline Felipe]

Supervisor: [Heyder Hey]

Área: [LIT - Laboratório de Integração e Testes]

Vigência original da bolsa: [01/12/2015 a 31/12/2018]

Modalidade da bolsa: [PCI-DE]



RELATÓRIO TÉCNICO

Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais

1) Histórico

O Laboratório de Integração e Testes (LIT) instalado no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foi construído em 1987 na cidade de São José dos Campos com o intuito de realizar o melhor e com a melhor tecnologia para o setor espacial a fim de colaborar com o programa espacial brasileiro, possui a capacidade de realizar a sequência completa de montagem, integração e teste do satélite.

O laboratório possui um grande reconhecimento também, no setor industrial, devido ao seu grau de confiabilidade na qualificação de produtos.

Abrange uma área de 20.000m² que contém salas de controle, escritórios, áreas limpas e laboratórios, todos com excelentes ferramentas de trabalho e com os mais modernos, sofisticados meios tecnológicos. Dentre estes laboratórios há o laboratório de controle de vibração e controle térmico.

No primeiro é realizado testes de vibração de alta intensidade em sistemas espaciais e aeronáuticos e testes de comportamento estrutural de dispositivos, componentes, equipamentos e sistemas completos, através da simulação dos esforços mecânicos e dinâmicos. Os principais meios de testes são: Câmara Acústica Reverberante, Vibrador 3kN – UD, Vibrador 13 kN – LDS, Vibrador 80 kN – LDS e Vibrador 160 kN – LDS.

No segundo laboratório são realizados testes de simulação das condições de voo de satélites e de outros subsistemas espaciais em condições de alto-vácuo, cargas térmicas internas e externas e, conseqüente distribuição de temperatura da vida orbital de satélites. Os principais meios de testes são: Câmara de simulação 6m x 8m (vácuo-térmica), Câmara vácuo-térmica 3m x 3m, Câmara vácuo-térmica 1m x 1m, Câmaras vácuo-térmica 250 litros (2 unidades), Câmara climática e Câmara de choque térmico.

Um dos testes realizados pelo laboratório vácuo-térmico é o de balanço térmico, onde é verificado o desempenho do projeto térmico do satélite



impulsionando-o condições de voo. Este tem como objetivo, confirmar experimentalmente as propriedades térmicas do satélite. Para prestar suporte ao laboratório vácuo térmico, o LIT conta com o laboratório de aquisição de dados térmicos que fornece recursos para a aquisição de dados dos testes realizados. Para isto, conta com um sistema com capacidade para a aquisição de até 2000 canais que se destinam a diversos tipos de medidas, tais como: tensão AC/DC, corrente, potência, RTD, termopar, pressão, entre outras.

2) Resumo do Projeto

O projeto Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais visa desenvolver *setup* e programas de testes, auxílio na manutenção e verificação dos equipamentos de uso dedicado, desenvolvimento de documentação e a elaboração de relatórios e participação em análises de resultados de todos os modelos de equipamentos dos seguintes programas espaciais: CBERS 4A e Amazônia-1.

Na realização das atividades preparatórias da aquisição de dados são verificadas as conexões, identificados os canais e definidos parâmetros de configuração para o *software* de aquisição.

Outra atividade foi a participação na execução dos testes dos subsistemas de cada satélite bem como nos testes de seus modelos de qualificação e de voo.

As ações descritas auxiliarão a definir, redigir e documentar procedimentos técnicos, e também a identificar a necessidade de compra de materiais, equipamentos, serviços e treinamentos internos e externos ao LIT.



3) Objetivo

O relatório tem por objetivo apresentar as atividades desenvolvidas no laboratório de aquisição de dados no âmbito do projeto PCI no período de 01 de Dezembro de 2015 à 31 de Dezembro de 2018.

O laboratório de aquisição de dados teve participação efetiva nos programas espaciais, visto que tem a responsabilidade direta na montagem, integração e teste de satélites, seus subsistemas, equipamentos e componentes disponibilizando meios para diversos tipos de análises e processamentos de dados.

O sistema moderno de aquisição permite a automatização de procedimentos rotineiros, transferências de arquivos, interação de sistemas por comandos, processamento de dados e produção de relatórios.

4) Atividades Desenvolvidas durante o período da bolsa

Durante o plano de trabalho proposto o bolsista se empenhou em realizar as atividades enumeradas abaixo, ressaltando que todas estas atividades foram realizadas também para o ensaio dos programas espaciais: CBERS 4A e Amazônia-1.

4.1) Laboratório de Aquisição de Dados Térmicos

Para prestar suporte ao laboratório vácuo térmico, o LIT conta com o laboratório de aquisição de dados térmicos que fornece recursos para a aquisição de dados dos testes realizados. Para isto, conta com um sistema com capacidade para a aquisição de até 2000 canais que se destinam a diversos tipos de medidas, tais como: tensão AC/DC, corrente, potência, RTD, termopar, pressão, entre outras.

4.1.1 Desenvolvimento dos *Setups* dos Canais Físicos

O sistema de aquisição de dados é composto pelo *Data Acquisition* denominado *scanner*. Este tem a capacidade de armazenar oito módulos, e cada módulo possui a capacidade de armazenar um *slot* e cada *slot* suporta trinta e seis canais, e possuem mais quatro canais destinados à corrente.



Figura 1 – *Data Acquisition (Scanner)*.

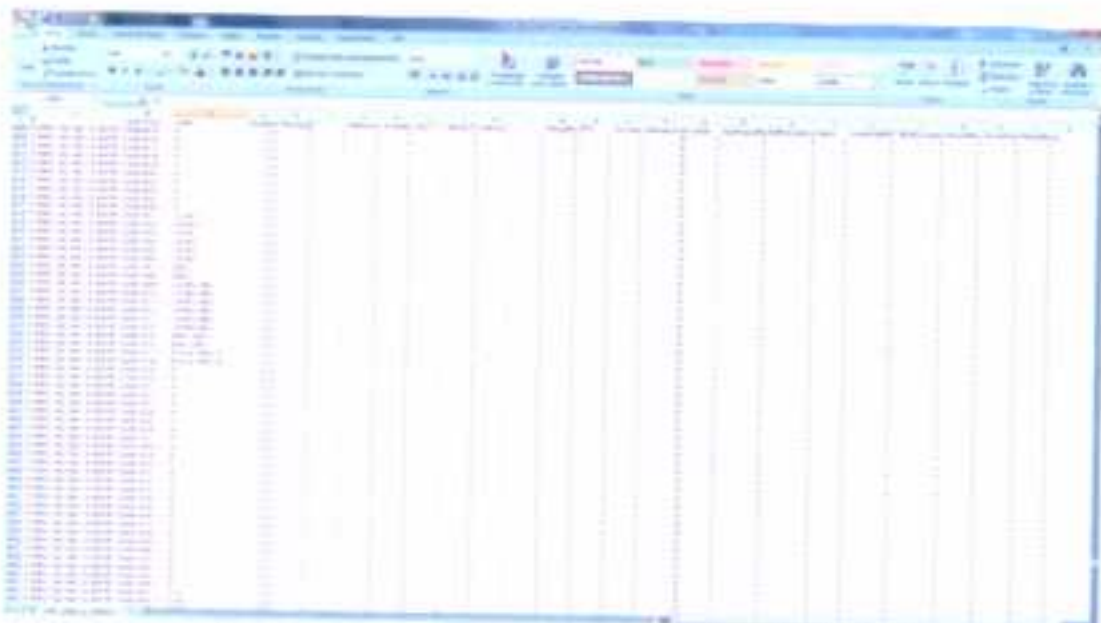
O *scanner* permite a aquisição de algumas variáveis como corrente, tensão, sensores de temperatura, pressão dentre outros, e para cada variável há uma configuração diferente de *setup*. Além disso, o *scanner* precisa obedecer alguns requisitos como estar calibrado, esta calibração é feita a cada dois anos e também possuir incerteza de medição menor que 0,5.

Antes de iniciar a aquisição de dados de um ensaio é necessário certificar o número de *slots* que serão utilizados para a aquisição de dados. Além da quantidade de *slots* é necessário também definir outros itens como: canais físicos a serem configurados, *labels* para os canais, leitura a ser medida (pressão, termopar, termistor, tensão ou corrente) e o intervalo de *scan*, esta informação é fornecida pela equipe do laboratório de controle térmico



Figura 2 – Slot (esquerda) – Módulo (direita).

Para configurar o *setup* dos canais físicos utiliza-se planilha eletrônica no Excel que contém vinte e seis colunas, cada coluna corresponde a um parâmetro de configuração que é configurado pelo operador conforme as solicitações do laboratório de controle térmico. Após o preenchimento total desta planilha a mesma é salva em duas extensões distintas: *.txt separado por tabulações* e *.xlsx*, uma vez que, o *software Data AQS* só reconhece arquivos no primeiro formato.



The image shows a spreadsheet application window with a grid of data. The columns are labeled with various parameters and values, likely representing the configuration for physical channels in the Data AQS software. The data is organized in a structured manner, with multiple columns and rows of numerical and text entries.

Figura 3 – Planilha de *Setup* para canais Físicos (*Data AQS*).

Ao término da configuração do *setup*, inicia-se o processo de criação do banco de dados através do *software Data AQS*, com este é possível além de criar um banco de dados, coletar as medidas obtidas pelos scanners a um intervalo pré-determinado, armazenar as medidas coletadas no banco de dados gerado e configurar os scanners para as medidas de sensores diversos.

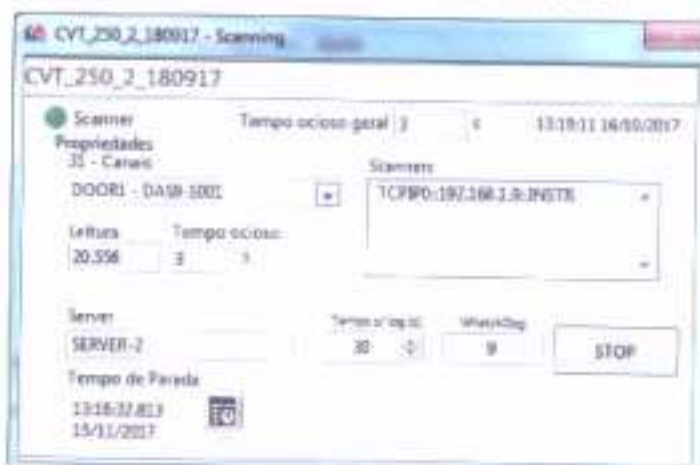


Figura 4 – *Data AQS*.

4.2.2 Desenvolvimento dos *setups* dos pseudo canais

Os pseudocanais são canais constituídos por fórmulas e alarmes que utilizam a leitura dos canais físicos. Assim como os canais físicos, os pseudocanais também possuem um arquivo de configuração de *setup* e este arquivo também é salvo em duas extensões *.xlsx* e *.txt separado por tabulações*. Ambos arquivos contêm as fórmulas que calculam os pseudocanais.



Figura 5 – Planilha de *Setup* para canais Físicos (*Data Calc*).

Após configurar o *setup* com as fórmulas, o arquivo cuja extensão é *.txt separado por tabulações* é inserido no *software Gerador de Fórmulas*, responsável por converter o arquivo que contém as fórmulas em uma extensão *.mat*, única versão reconhecida pelo *software Data Calc*.



Figura 6 – Software Gerador de Fórmulas

Após a conversão do arquivo em *.mat*, este é inserido no software *Data Calc*

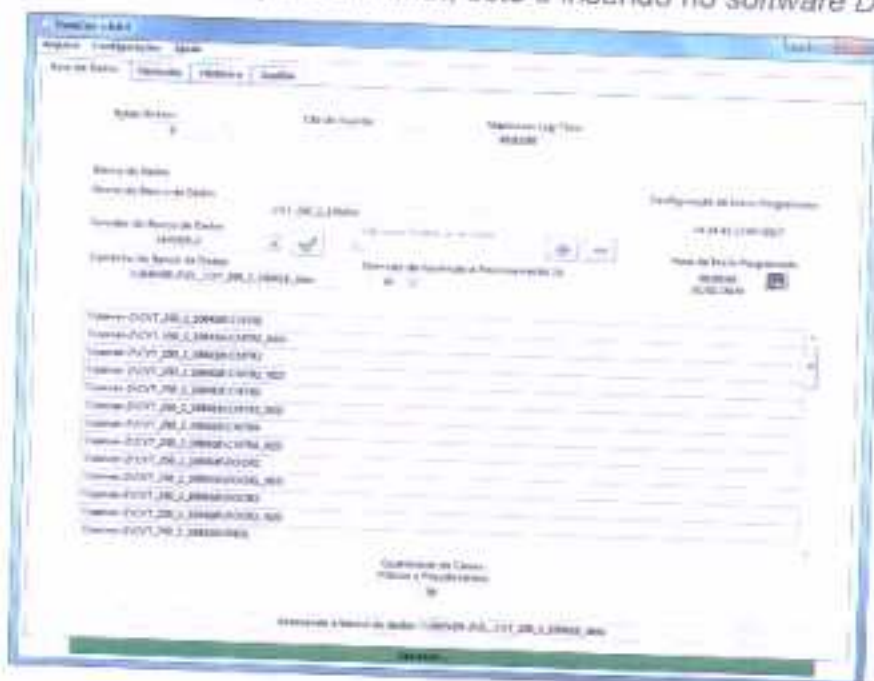


Figura 7 – Software Data Calc

Ao finalizar os procedimentos acima, inicia-se a aquisição de dados.

4.2.3 Processamento dos dados

Para auxiliar a visualização dos dados em tempo real, utiliza-se o *software Measurement & Automation Explorer*, conhecido também como MAX, para configurar telas gráficas. Este capta os dados armazenados nos bancos de dados, e gera curvas em tempo real referentes as medidas que estão sendo aquisitadas.

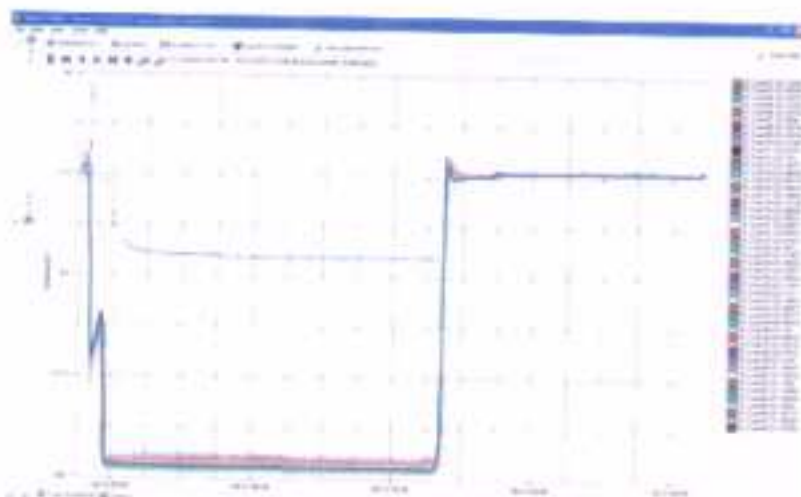


Figura 8 – Telas Gráficas (*Measurement & Automation Explorer – MAX*)

4.2.3.1 Data Alarms

O *Data Alarms* é um *software* que permite visualizar os canais de um banco de dados de um ensaio existente. Geralmente é solicitado durante um ensaio pela equipe do laboratório de controle térmico.

Antes de iniciar o *software* é preciso realizar algumas configurações no arquivo de configuração, este arquivo está disponibilizado nos computadores na sala de controle térmico. O primeiro passo, é localizar a pasta ALARMES, dentro dela estão os últimos arquivos de configuração referente aos alarmes. Ao abrir a pasta, selecione o último arquivo para poder editar os novos alarmes. O arquivo está no formato *.xls*.

O arquivo é composto por 7 colunas, referentes ao:

- Canal: o nome do canal deve ser igual ao nome do canal existente no banco de dados;
- *OUT* máx.: limite extremamente alto e fora das condições de trabalho, é representado pela cor **PRETA**;
- HIHI: limite muito alto, representado pela cor **VERMELHA**;
- HI: limite alto, representado pela cor **AMARELA**;
- LO: limite baixo, representado pela cor **AMARELA**;
- LOLO: limite muito baixo, representado pela cor **VERMELHA**;
- *OUT* min: limite extremamente baixo e fora das condições de trabalho, representado pela cor **PRETA**;

Os critérios para definir os limites de cada coluna serão fornecidos pela equipe de controle térmico. Ao total, são 301 linhas, estas correspondentes aos canais que se deseja visualizar e não há necessidade de preencher todas.

Os canais que estiverem entre os critérios HI e LO serão indicados na cor **CINZA**.

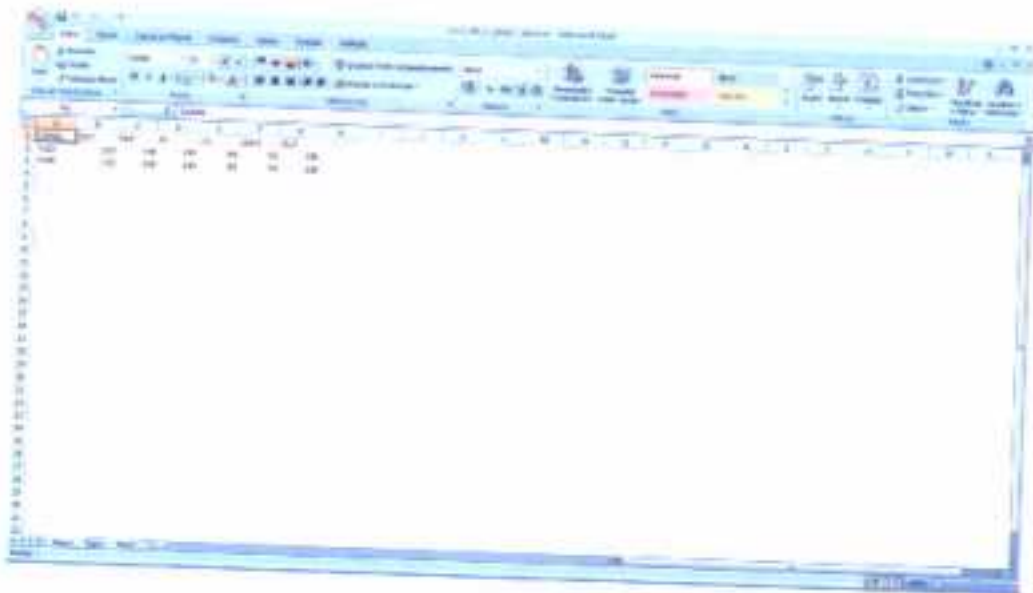


Figura 9 – Planilha de Setup (Data Alarm)

Após finalizar esta etapa, o próximo passo é abrir o *software Data Alarms*. Ao abrir o *software* para que o mesmo realize uma conexão com o banco de dados. Ao término desta conexão, inicia-se o processo de averiguação dos alarmes, ou seja, os canais que estiverem alarmados serão identificados na tela do *software Data Alarm*.

Pa	0000_P_Ps	0000_P_Ps	0000_P_Ps	0000_P_Ps	0000_P_Ps	0000_P_Ps
	1.04	25.0	3.73	5.85		
00	TC002_cas	TC002_cas	TC002_cas	TC002_cas	TC002_cas	TC002_cas
	-0.20	-0.33	-0.11	-0.63	-0.05	
00	TC040_cas	TC040_cas	TC040_cas	TC040_cas	TC040_cas	TC040_cas
	-0.20	-0.33	-0.30	-0.39	-0.05	
00	TC070_cas	TC070_cas	TC070_cas	TC070_cas	TC070_cas	TC070_cas
	-0.30	-0.40	-0.05	-0.79	-0.30	
00	TC100_cas	TC100_cas	TC100_cas	TC100_cas	TC100_cas	TC100_cas
	-0.92	-1.61	-0.21	-1.22	-0.40	
00	TC205_cas	TC205_cas	TC205_cas	TC205_cas	TC205_cas	TC205_cas
	0.57	1.71	-0.23	1.20	0.30	
00	TC230_cas	TC230_cas	TC230_cas	TC230_cas	TC230_cas	TC230_cas
	-1.36		-0.30	-0.30	-0.26	
Tr	F00000_Tr	F00000_Tr	F00000_Tr	F00000_Tr	F00000_Tr	F00000_Tr
	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	
SE	WFI_m_H6	WFI_m_H6	WFI_m_H6	WFI_m_H6	WFI_m_H6	WFI_m_H6
	-0.17	-0.51		0.15		

Figura 10 – Canais Alarmados

4.2.4 Pós-Processamento dos dados

Ao término de todo ensaio vácuo térmico os dados são exportados no formato texto (.txt) para que sejam gerados os gráficos que demonstram todo o desempenho do ensaio durante determinado período. Estes gráficos são executados no Excel e solicitados pela equipe do laboratório de controle térmico ao final de todo término de ensaio vácuo térmico.

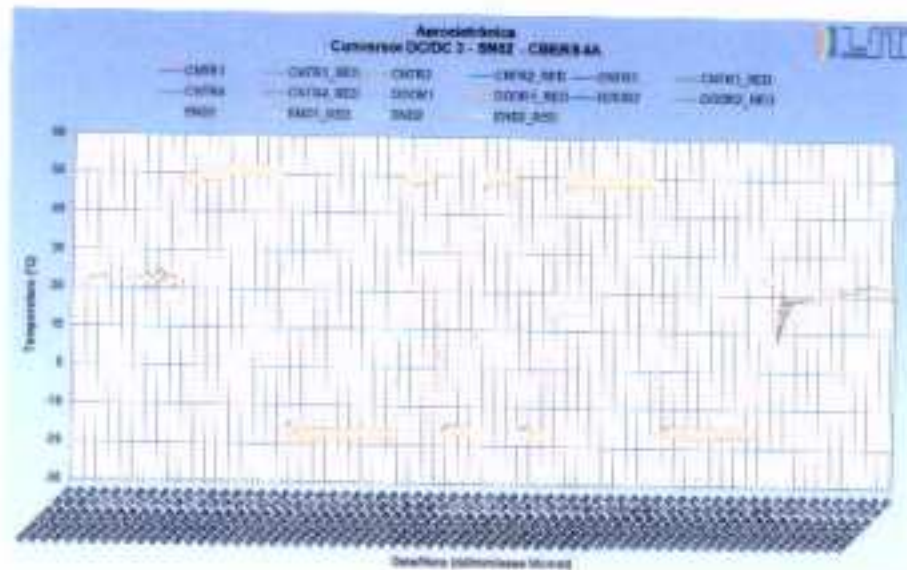


Figura 11 – Curvas pós processamento

4.1) Laboratório de Aquisição de Dados de Vibração;

Para prestar suporte ao laboratório de controle de vibração, o LIT conta com o laboratório de aquisição de dados de vibração que fornece recursos para a aquisição de dados dos testes realizados. Para isto possui um ambiente de desenvolvimento para ferramentas de análise de sinais, processamento digital de imagens e aquisição de dados com capacidade para a aquisição de 324 canais a uma taxa de 51.2k Hz.

4.1.1 Preparação de *hardware* (verificar conexões, identificar canais e cabos, preparar cabos e verificação dos sistemas dedicados) para cada modelo de satélite e subsistemas nos ensaios e teste de vibração e acústica;

Para manter a integridade do laboratório de aquisição de dados houve a necessidade de fazer verificações dos sistemas dedicados, estas verificações foram feitas para certificar a funcionalidade dos equipamentos e se os mesmos estavam aptos para utilização, elas também fazem parte do processo de ensaios dos satélites CBERS 4A e Amazônia-1 e seus subsistemas. Neste caso foi feita a verificação do condicionador de sinais, que condiciona os sinais de carga. Foi realizada em duas etapas: verificação de ganho e verificação de resposta de frequência.

A verificação do condicionador de sinais foi realizada a partir do *hall* de testes.

4.1.1.1 Verificação CAAT

O CAAT é um atenuador de sinais e este é utilizado na verificação do Jaguar gerando uma atenuação no sinal emitido pelo gerador do próprio Jaguar.

A verificação é feita a partir de um gerador de funções, um multímetro e o CAAT. A seguir uma ilustração referente as conexões necessárias para realizar a verificação do CAAT.

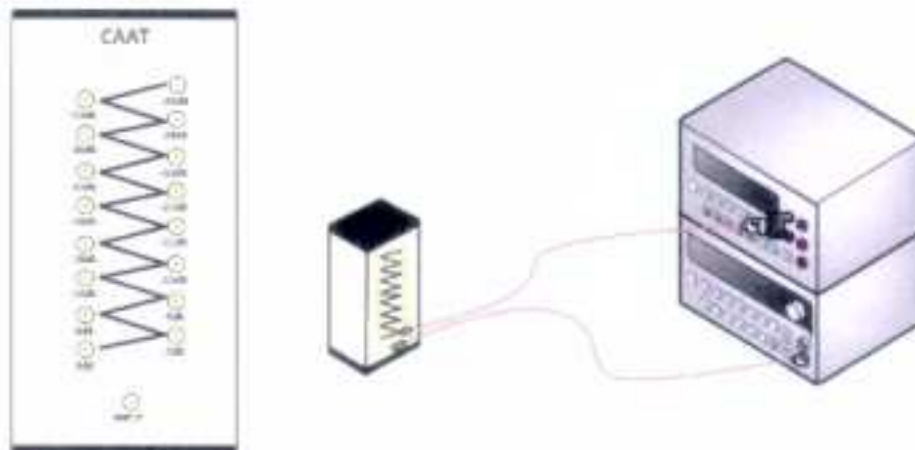


Figura 12 – Conexão CAAT.

A verificação é feita através do software Verificação CAAT, este armazena os dados após a verificação e exibe estes em uma tabela a qual possibilita a geração de um relatório de verificação. A periodicidade da verificação é anual.

4.1.1.2 Verificação Jaguar

O equipamento Jaguar é responsável pelo controle do sistema de vibração eletrodinâmico. A verificação do Jaguar é feita a partir da sua ACP, unidade controladora instalada na *Workstation SUN Microsystem*. Nesta verificação faz uso dos seguintes equipamentos: ACP, multímetro e o CAAT. Para dar início a verificação, não pode haver nenhuma conexão entre o sistema e os canais do condicionador de sinais.

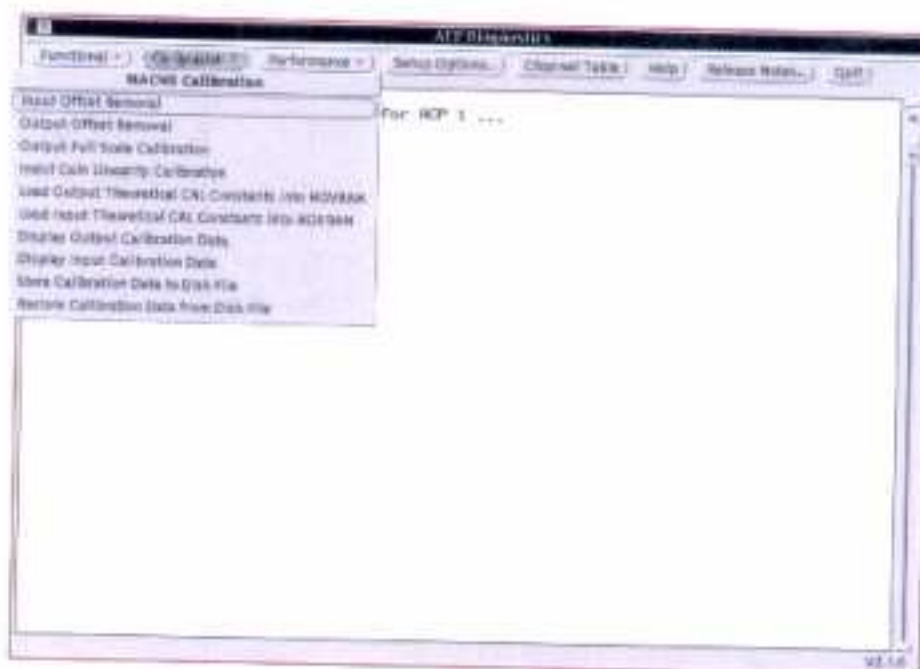


Figura 13 –Aba Calibration

O processo de verificação é dividido em quatro procedimentos: o primeiro, *Input Offset Removal* e o segundo, *Output Offset Removal*, não precisam da conexão entre os equipamentos, pois neste caso é feita a auto calibração. O terceiro procedimento, *Output Full Scale Calibration*, necessita da conexão do multímetro no driver da ACP para que seja possível visualizar as leituras de tensão. E por fim, o quarto procedimento que é o *Input Gain Linearity Calibration*, neste adiciona uma segunda conexão, o *Input* do CAAT, este é conectado através de um T ao multímetro e assim são conectados ao driver da ACP, o canal 0 dB do CAAT é conectado ao canal 1 da ACP. Ao término das quatro calibrações o software imprime os resultados obtidos através das teclas *Copy* e *Paste* e estes são anexados ao relatório.

4.1.1.3 Verificação de resposta de frequência

A resposta de frequência verifica se o amplificador está respondendo dentro da faixa de frequência de utilização do sistema, para este tipo de verificação são pré-estabelecidos parâmetros no gerador de funções e a partir destes será feita uma análise de comparação com os valores reais dentro de uma faixa de frequência determinada em comum acordo pelo laboratório de aquisição de dados e pelo laboratório de controle de vibração. Para esta verificação faz-se uso dos seguintes equipamentos: da maleta de conexões com 32 capacitores, do painel de interconexões, um gerador e um multímetro.

O *software* de programação utilizado nesta verificação é o Amplificador de Carga LIT 1.2 e nele serão definidos alguns parâmetros como sensibilidade, fundo de escala e os canais que serão verificados.



Figura 14 – *Software* de programação do condicionador de sinais LIT.

Inicia a verificação de resposta de frequência definindo os parâmetros no *software* Amplificador de Carga LIT 1.2, e também no gerador funções.



Figura 15 – Edição dos canais do condicionador de sinais LIT.

Feita estas configurações, a próxima etapa é adquirir os dados e para isso utilizaremos o sistema da *Bruel & Kjaer*, responsável também pelo processamento dos dados. O sistema é composto por quatro *softwares*, cada um responsável por uma etapa da aquisição; *Pulse Front-end Setup* tem como função selecionar os módulos que serão utilizados no teste. O *DAQ-H* é o *software link*, através dele é possível fazer conexão com outros *softwares*, há também o *Pulse LabShop* que executa a aquisição de dados e o *Pulse Reflex*, responsável pelo processamento dos dados.

O primeiro passo da aquisição de dados é selecionar a quantidade de módulos que será utilizada para esta verificação.



Figura 16 – Seleção de todos os conjuntos de canais do sistema de aquisição de dados.

O passo seguinte é gerar o arquivo em formato *Excel* com os parâmetros referentes ao espécime a ser analisado, de acordo com o modelo disponível pelo *software*, em seguida, abrir o *software DAQ-H* e inserir este arquivo e clicar em *Configure Pulse*. Neste momento, o *DAQ-H* irá se conectar com o *Pulse Labshop*, executando a aquisição de dados.



Figura 17 – Configuração dos canais.

Abaixo a imagem de um teste em progresso.

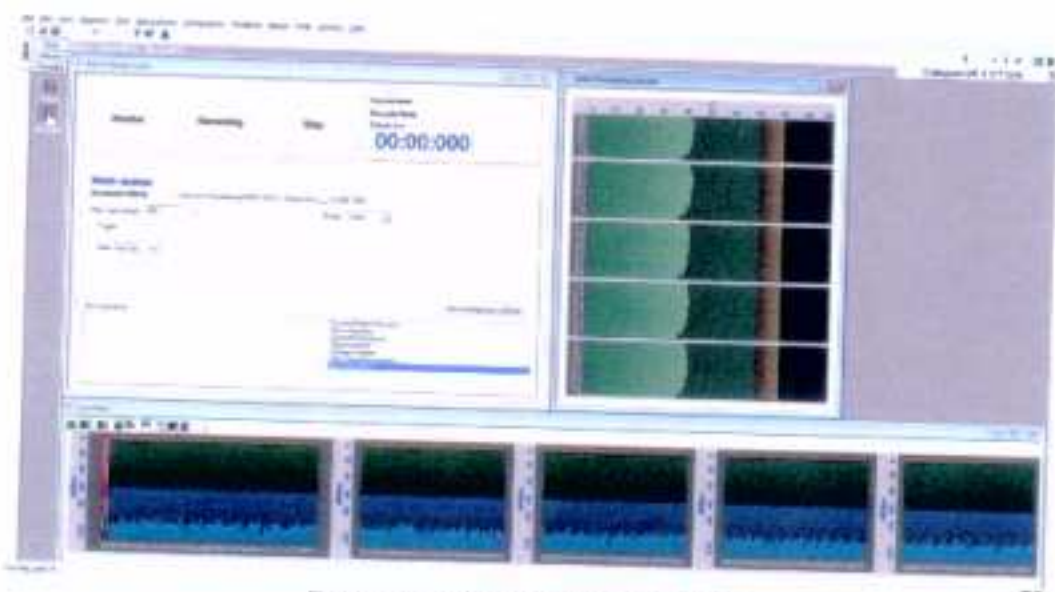


Figura 18 – Software Pulse Labshop.

Ao término do programa, deve-se fechar o *Pulse Labshop* e abrir o *DAQ-H* novamente, e utilizar a aba *Analysis* para setar os parâmetros de processamento e iniciá-lo em sequência.



Figura 19 – Pulse Reflex – Arquivos Processados.

As curvas serão geradas e anexadas ao relatório.

Por fim é gerado um relatório, neste contém informações técnicas do sistema como; nome do equipamento, fabricante, modelo, número de série, patrimônio, data prevista, data realizada, responsáveis pela verificação e avaliação, ponto verificado e critério de aceitação além dos dados da verificação, este é entregue à equipe de controle de vibração.

		FICHA DE VERIFICAÇÃO	
<input checked="" type="checkbox"/> Intermediária	<input type="checkbox"/> Funcional	<input type="checkbox"/> Extraordinária	
EQUIPAMENTO:	Condicionador de ondas LIT		
FABRICANTE:	LIT		
MODELO:	AC2001 - 16000-02		
Nº. SÉRIE:	N/A		
PATRIMÔNIO:	N/A		
DATA PREVISTA:	30/06/2017		
DATA REALIZADA:	30/06/2017		
RESPONSÁVEL PELA VERIFICAÇÃO:	Gabrielle Silva Felipe / Gabriel de Sousa Santos		
RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO:	Hosney Antônio Furgatto de Souza		
PONTO VERIFICADO:	Ganho Resposta de frequência		
CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO:	Erro aceitável de ± 0%		
OBS.:	Cena 01 Canal 02 - Pressão 014 apresenta erro de sinalização		

Gabrielle Silva Felipe	Gabriel de Sousa Santos
------------------------	-------------------------

AVALIAÇÃO DO RESPONSÁVEL: <input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Não OK
OBS.:	

INPE/INPE/INPE - 16000-02

Figura 20 – Ficha de Verificação.

4.1.2 Verificação dos parâmetros de configuração para cada modelo de satélite nos ensaios de vibração e acústica;

Para a realização dos ensaios vibro acústicos, necessita-se definir os parâmetros referentes ao espécime a ser analisado. Estes parâmetros são definidos e discutidos em uma reunião entre o laboratório de controle de vibração, laboratório de aquisição de dados e o solicitante do ensaio. Os parâmetros referentes à quantidade de canais utilizados no ensaio, especificação de acelerômetros, entre outros, são fornecidos pelo laboratório de controle de vibração e difere de um ensaio para o outro. A partir desta reunião são montadas tabelas com os parâmetros do teste. Abaixo o modelo desta tabela:

Artes. Nº	Cabo #	AGS Channel	BAR Config.	Res + CH (S)	CH (S) x 2000 (S)
00LA	-	1	-	01	00LA
10-A200	20003	2	10.04	04	04
10-A200	20011	2	10.01	05	05
AC201 (-)	110-000-0	0	1 - 00.00 0000	-	-
AC201 (+)	110-000-1	0	2 - 00.00 0000	-	-
AC201 (-)	110-000-2	0	3 - 00.00 0000	02	01
AC100 (-)	110-001-0	1	4 - 00.00 0000	-	-
AC100 (+)	110-001-1	0	5 - 00.00 0000	-	-
AC200 (-)	110-001-2	0	6 - 00.00 0000	03	03
3-A201	110-000-0	10	-	-	-
4-A201	110-000-0	11	-	-	-
5-A201	110-000-2	12	-	-	-
6-A201	110-000-0	13	-	-	-
7-A201	110-000-0	14	-	-	-
8-A201	110-000-2	15	-	-	-
9-A201	110-011-2	16	-	-	-
10-A201	110-000-0	17	-	-	-
11-A201	110-011-0	18	-	-	-
12-A201	110-010-2	19	-	-	-
13-A201	110-010-0	20	-	-	-
14-A201	110-010-0	21	-	-	-

Figura 21 – Tabela de configuração dos parâmetros.



OBS: Os dados enviados pela equipe do laboratório de controle de ensaios de vibração para acelerômetro encontram-se em mV/g, porém o *software* identifica os dados em V/m/s², sendo necessário dividir o valor por 9,81 (valor de g absoluto adotado pelo laboratório) e por 1000. Para os demais sensores utilizados deve-se apenas dividir por 1000.

Para garantir uma aquisição de dados com uma medição eficaz e exata realiza-se o seguinte cálculo:

$$2,56 \times \text{a maior frequência do ensaio}$$

Ainda com este intuito, o laboratório de aquisição de dados, faz se necessário, a duplicação de sinal, este fica disponível tanto para o laboratório de controle de vibração, quanto para o laboratório de aquisição de dados. Esta duplicação é realizada através de um T.

4.1.3 Participar da execução dos testes e ensaios de cada modelo de satélite e subsistemas;

Após definir todas as especificações do ensaio e obter todas as informações necessárias para a preparação do ensaio: a quantidade de canais transdutores (acelerômetros, *Strain Gage* e, em casos de ensaios acústicos, microfones), a identificação de cada um dos canais, os parâmetros de configuração para os condicionadores de sinais conforme o tipo do transdutor (recebíamos diferentes parâmetros conforme o tipo utilizado), a relação da conexão dos canais no sistema de aquisição de dados; a relação de canais que serão obtidos simultaneamente no laboratório de controle de vibração, a identificação, tipo e a data do ensaio e os parâmetros para o sistema de aquisição de dados.

O passo seguinte foi preparar e programar o *Strain Gage*, este que tem como função verificar a deformação do espécime e foi unido diretamente ao espécime em teste. A tensão gerada pelo espécime em teste foi transferida diretamente ao *Strain Gage*, que respondeu como uma mudança linear na resistência elétrica. A preparação do *Strain Gage* consistiu na conexão de alguns cabos e da conexão via TCP/IP. A programação do *Strain Gage* foi feita através do *software* Amplificador de *Strain Gage*, neste configurou todos os parâmetros do *Strain Gage* e preparou para fazer o auto zero, esse recurso serviu para ajustar o ponto de referência inicial para o condicionador de sinal.

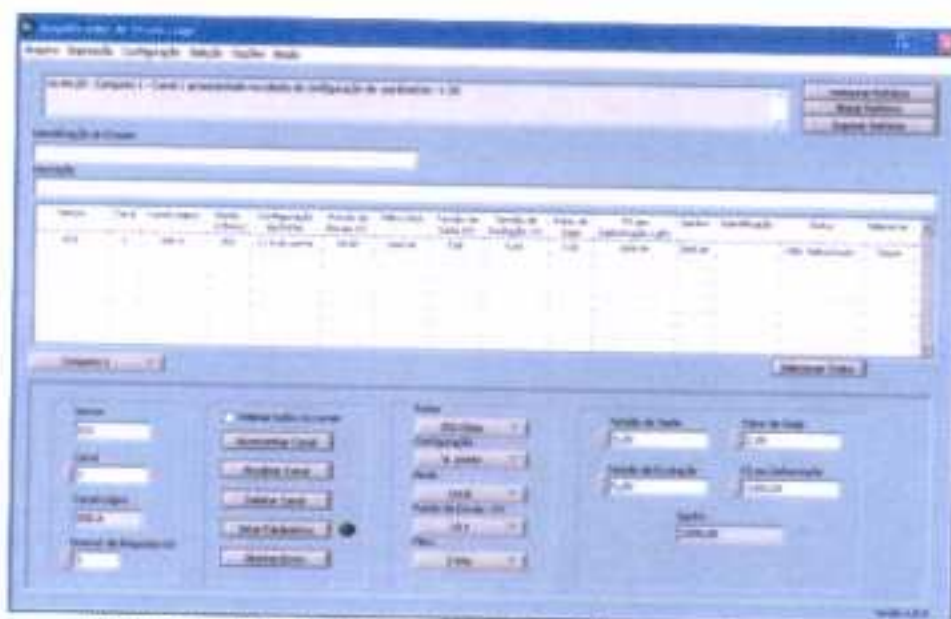


Figura 22 – Tela de programação do Amplificador de *Strain Gage*.

Feito isso, iniciou a preparação da aquisição de dados, a começar pela configuração do arquivo em *Excel*. Neste arquivo, foram inseridos os parâmetros definidos na reunião, e principalmente, o tipo de processamento, podendo ser *Random*, *Swept Sine*, *Acústico* ou *Transiente*.

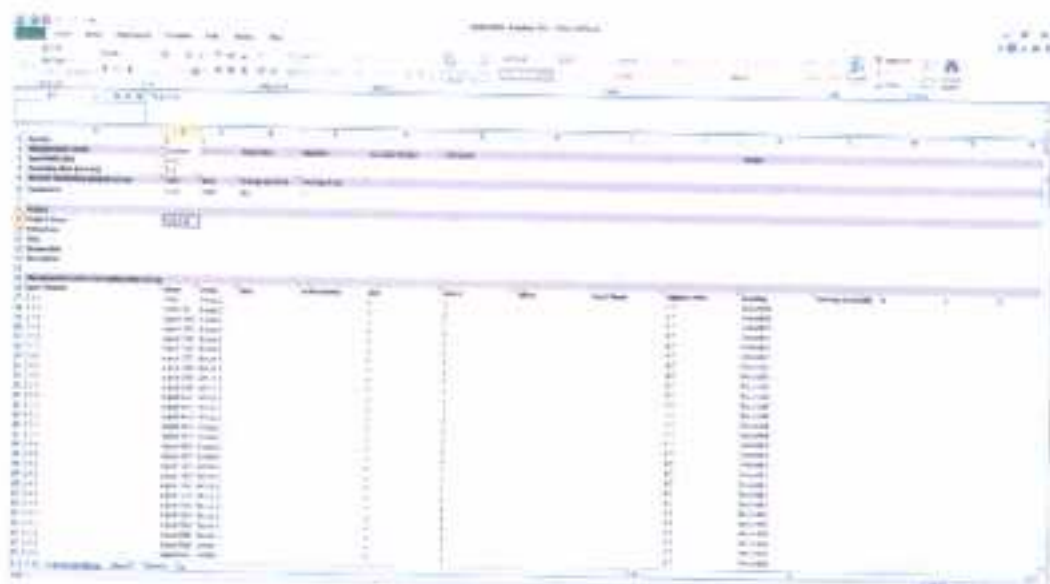


Figura 23 – Arquivo *Excel*.

Após configurar este arquivo, o mesmo foi inserido no software *DAQ-H*, conforme o tópico 4.1. Antes de iniciar a aquisição, foi preciso dar o auto zero no *Strain Gage*, feito isso, iniciou a aquisição de dados. A aquisição de dados durou em média dois minutos. Como foi dito anteriormente, o software de aquisição de

dados tem a capacidade de executar quatro tipos de processamentos, a diferença entre eles é a forma de como os dados são entregues ao final do processamento.

Ao término da aquisição de dados, iniciou o processamento dos dados, para isso utilizou a guia *Post Processing* do software *DAQ-H* para selecionar o ensaio que foi processado.

OBS: Cada tipo de ensaio requer uma análise diferente, porém em todos os casos é necessário escolher os parâmetros de processamento através da seleção de grupos.



Figura 24 – DAQ-H – Processamento de dados.

Durante o período da bolsa, ocorreram dois testes de extrema importância, o satélite Amazônia-1 e o painel solar do satélite CBERS-4A. No primeiro, o tipo de processamento utilizado foi o *Swept Sine*, cujo procedimento é o mesmo ao tópico 4.1.2.

Para o processamento *Random*, o procedimento de selecionar o processamento na guia *Post Processing* no software *DAQ-H* se mantém.



Figura 25 – DAQ-H – Processamento de dados Random.

Feito isso, posicionou o ponteiro do mouse na parte inferior da tela marcada em vermelho e clicou com o botão direito. Nessa parte, pode-se adicionar e/ou remover a forma de análise e também selecionar/alterar os parâmetros de processamento.

Ao selecionar a opção *Properties*, apareceu uma tela para que fosse feita a seleção dos parâmetros de processamento.

Com todos os parâmetros acertados, a configuração foi salva, para isto utilizou a opção *Save Analyzer Setup*.



Figura 26– Parâmetros de processamento – Salvar/ Ler *setup* de análise.

Depois que tudo estava definido clicou em *Analyzer*.



Figura 27 – Parâmetros de processamento- *Analyzer*.

Deste modo o software *DAQ-H* conectou-se ao *Pulse Reflex*, e deu início ao processamento dos dados.

O *Pulse Reflex* permite selecionar apenas a parte com dados de cada ensaio. Utilizando o *time editor* seleciona quais canais foram utilizados no processamento, clicando sobre o tipo de sinal aplicado (*Acceleration*, *Voltage*,

Pascal; entre outros) ou sobre o canal a ser selecionado. O período do ensaio que foi analisado.



Figura 28 – Pulse Reflex – Seleção de tempo por conjunto de canais.

Para visualizar um ensaio *Random* e *Swept Sine*, clicou no ensaio e em *Data Viewer*. Mais de um ensaio pode ser visualizado, porém quanto mais ensaios, maior o tempo para carregar as informações.

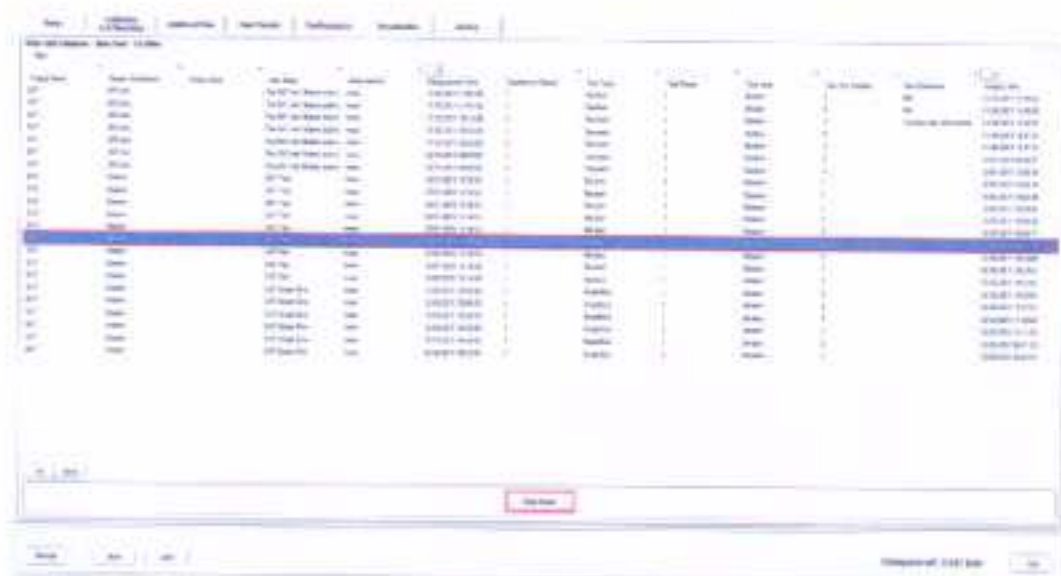


Figura 29– Visualização *Random*

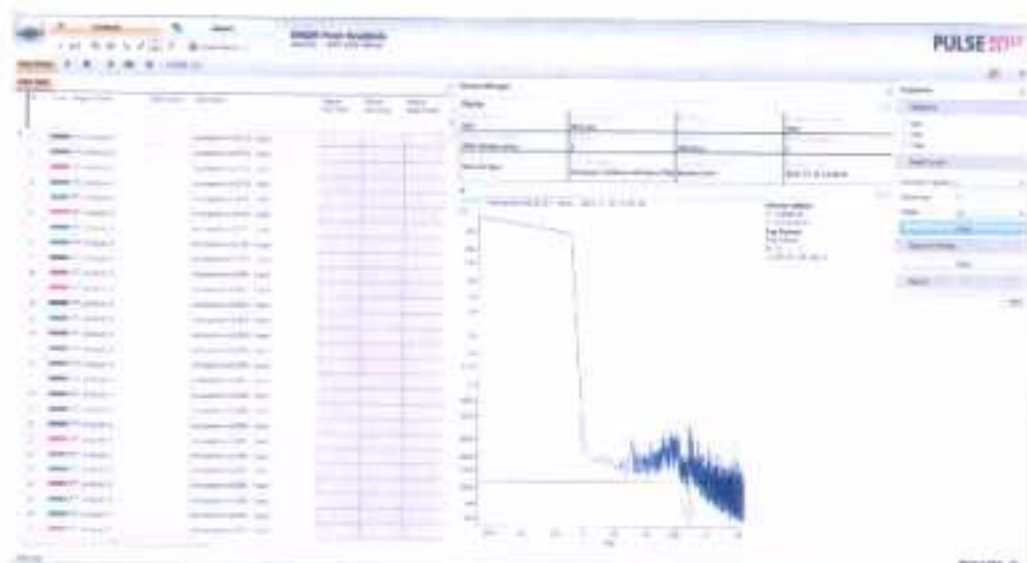


Figura 30 – Apresentação ao cliente (*Random*).



Figura 31 – Visualização Swept Sine.



Figura 32 – Apresentação ao cliente (*Swept Sine*).

Para o ensaio Acústico foi necessário fazer o teste dos microfones para verificar a sensibilidade destes eles ficaram no interior da câmara reverberante. Os dados foram obtidos através de valores reais, enviados pelo laboratório de controle de vibração para um multímetro no laboratório de aquisição de dados, com o auxílio de uma tabela preexistente no *Excel* foram feitos os cálculos de conversão de unidades de decibéis (dB) para Pascal (Pa), unidade reconhecida pelo *software*.

Teste Acústico

Entre com valores nos campos em verde
 05. Freqüência do ensaio (Hz)
 06. Valor real em função da pressão (Pa)

Pa	dB	Pa	dB
1 Pa	120,79	1 Pa	120,79
10 Pa	139,79	10 Pa	139,79
100 Pa	158,79	100 Pa	158,79

Pa	dB	Pa	dB
1 Pa	120,79	1 Pa	120,79
10 Pa	139,79	10 Pa	139,79
100 Pa	158,79	100 Pa	158,79

Pa	dB	Pa	dB
1 Pa	120,79	1 Pa	120,79
10 Pa	139,79	10 Pa	139,79
100 Pa	158,79	100 Pa	158,79

Pa	dB	Pa	dB
1 Pa	120,79	1 Pa	120,79
10 Pa	139,79	10 Pa	139,79
100 Pa	158,79	100 Pa	158,79

Figura 33 – Teste Acústico – Tabela de Valores.

Após o teste dos microfones, foi feito um pré-teste acústico para verificar o funcionamento da câmara.

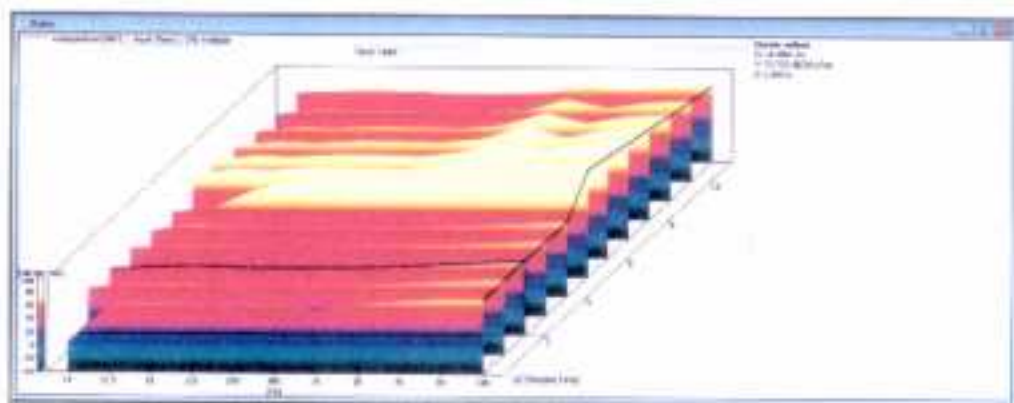


Figura 34 – Gráfico Waterfall

Para o painel solar do satélite CBERS-4A, foi feito um ensaio Acústico, este permitiu visualizar toda a pressão acústica durante o ensaio e sempre é feito no final de cada ensaio, foram feitos quatro ensaios, assinatura, intermediário, qualificação e uma segunda assinatura, (para verificar se houve alteração em

relação à primeira assinatura). Todos estes procedimentos foram processados em *Random*, conforme explicações anteriores.

4.1.4 Verificação dos dados do ensaio (Verificando a integridade das informações, local de armazenamento e o formato de utilização dos dados (imagens, ASCII, UFF));

Após o processamento dos dados, foi necessário verificar se havia lacunas nos gráficos apresentados pelo *software Pulse Reflex*. Nos pós-processamentos dos CBERS 4A e do AMAZÔNIA-1 não houve lacunas, porém durante o processamento de uma das verificações dos sistemas dedicados teve lacunas e foi necessário refazer todo o processamento, uma vez que o *software* não exporta os dados quando há lacunas entre eles.

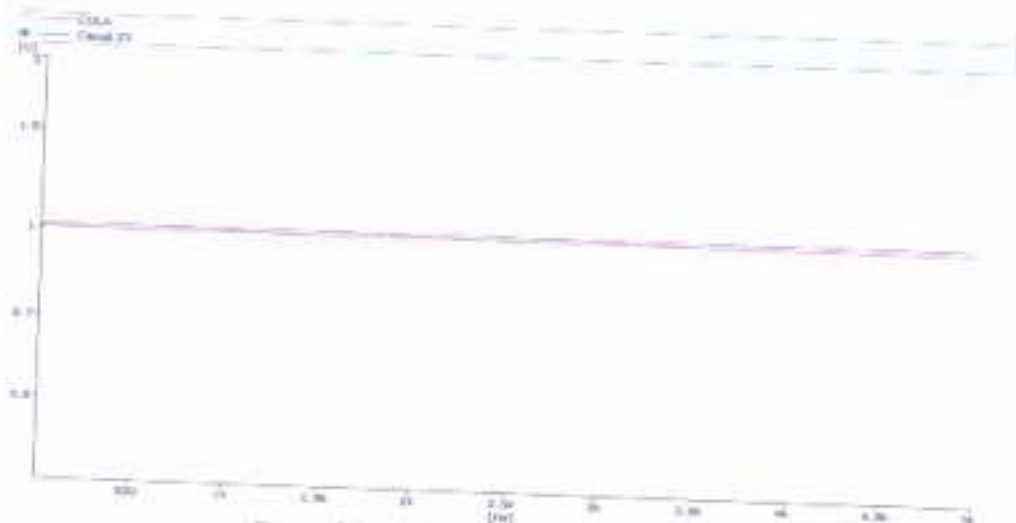


Figura 35 – Processamento com lacunas

O armazenamento dos dados foi feito nos servidores do laboratório de aquisição de dados, e todos possuem cópias e *backups* nos redundantes.

O formato da entrega dos dados varia de acordo com a preferência do cliente, podendo ser em ASCII, imagens ou UFF.

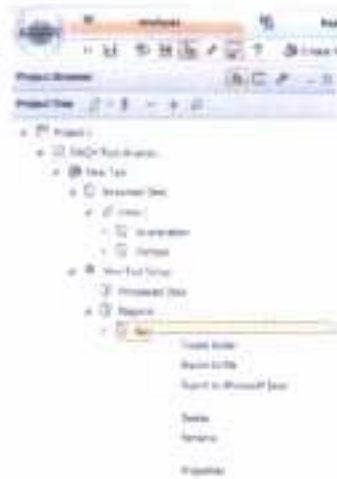


Figura 36 – Exemplo de geração de arquivo em ASCII.

4.5) Documentação dos procedimentos técnicos;

Além dos ensaios vibro acústicos, o LIT realiza também ensaios vácuo-térmicos que são gerenciados pelo laboratório de controle térmico. Dentre estes ensaios está o Teste de Balanço Térmico (TBT), eventualmente para este tipo de ensaio emprega o uso de fontes de alimentação com o objetivo de aplicar cargas térmicas aos espécimes em teste. Foi desenvolvido um *software* dedicado ao controle de fontes de alimentação que atenda alguns requisitos, como por exemplo, a elaboração do *software Recipe Editor*, que foi desenvolvido por um dos responsáveis pelo laboratório de aquisição de dados. É um *software* independente, de preparação de receitas, ele cria novos arquivos auxiliando a elaboração de cada nova receita, possibilita a edição de arquivos preexistentes, excluindo receitas ou alterando, incluindo ou excluindo eventos de uma receita.

Com o intuito de auxiliar e facilitar o uso do *software* para o laboratório de controle térmico foi elaborado pelo bolsista juntamente com o apoio do criador do *software*, um manual para o *Recipe Editor*. O manual contém informações técnicas, passo a passo, desde instalação do *software* até a utilização do mesmo através de figuras e textos explicativos. O manual encontra-se no setor de documentação do LIT cujo documento é (LIT27-LIT27-MM-002).

Para manter a organização dos ensaios térmicos, o bolsista desenvolveu planilhas eletrônicas que contabilizam a quantidade de ensaios térmicos ocorridos durante todo o ano.

Desenvolveu-se também diagramas gráficos para auxiliar no controle de IP (*Internet Protocol*) dos computadores disponíveis no laboratório.

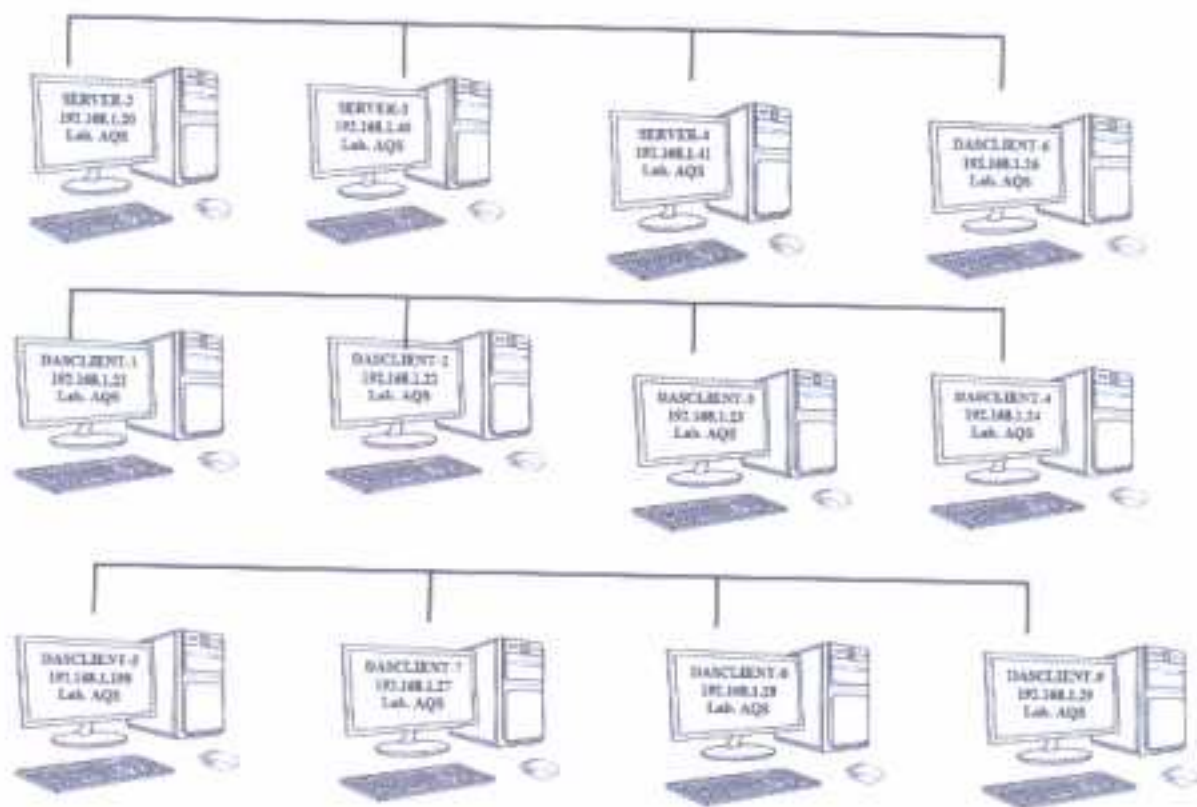


Figura 37 – Diagrama de computadores do laboratório de aquisição de dados térmicos

Ainda com o propósito de manter a organização do laboratório criou-se um *log book* digital, este é constituído por uma planilha eletrônica que contém especificações do ensaio, como; nome do ensaio, período, responsável, especificação de setup, servidor, modelo da câmara utilizada no ensaio, nome do cliente e quantidade de ensaios realizados durante o ano. Ele é preenchido no decorrer e ao término do ensaio.



Figura 38 – Log Book Digital

Criou-se também uma segunda planilha eletrônica para controle dos *scanners*, nela contém informações como localização do mesmo, data de calibração, utilidade e especificações da calibração.

ID	Localidade	Modelo				Data de Calibração	Validade	Especificações	Status
		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4				
00001	SA	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	2023-01-01	12 meses	1000x1000	Em Uso
00002	SA	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	2023-01-01	12 meses	1000x1000	Em Uso
00003	SA	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	2023-01-01	12 meses	1000x1000	Em Uso
00004	SA	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	2023-01-01	12 meses	1000x1000	Em Uso
00005	SA	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	2023-01-01	12 meses	1000x1000	Em Uso
00006	SA	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	2023-01-01	12 meses	1000x1000	Em Uso
00007	SA	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	2023-01-01	12 meses	1000x1000	Em Uso
00008	SA	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	2023-01-01	12 meses	1000x1000	Em Uso
00009	SA	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	2023-01-01	12 meses	1000x1000	Em Uso
00010	SA	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	2023-01-01	12 meses	1000x1000	Em Uso

Figura 39 – Planilha para controle dos *scanners*.

As linhas destacadas de amarelo significam que o scanner está sendo utilizado no ensaio.

5) Resultados Obtidos em função do Plano de Trabalho proposto

Como dito anteriormente o Laboratório de Integração e Testes possui uma câmara de simulação espacial, dedicada a testes vácuo-térmicos de satélites e seus subsistemas de grande porte. Esta possui uma capacidade de seis metros de largura, oito metros de profundidade e sete metros e meio de altura, também conhecida como câmara 6m x 8m. Possui um sistema de alto vácuo composto por bombas turbomoleculares, cujo princípio de funcionamento é o de uma turbina e as criogênicas que são responsáveis pelo congelamento dos gases, transformando-os do estado gasosos para o estado sólido. Elas atuam durante o fluxo das moléculas, sendo capturadas por condensação.

Desta forma, desenvolveu-se diagramas sinóticos responsáveis pelo controle das bombas criogênicas para isso realizou-se o mapeamento de todas as variáveis para alarmes e válvulas, salvo que este mapeamento poderá ser utilizado para projetos futuros da câmara e do PLC. A seguir o diagrama sinótico completo, contendo as bombas turbomoleculares e as três bombas criogênicas presentes na câmara 6m x 8m.

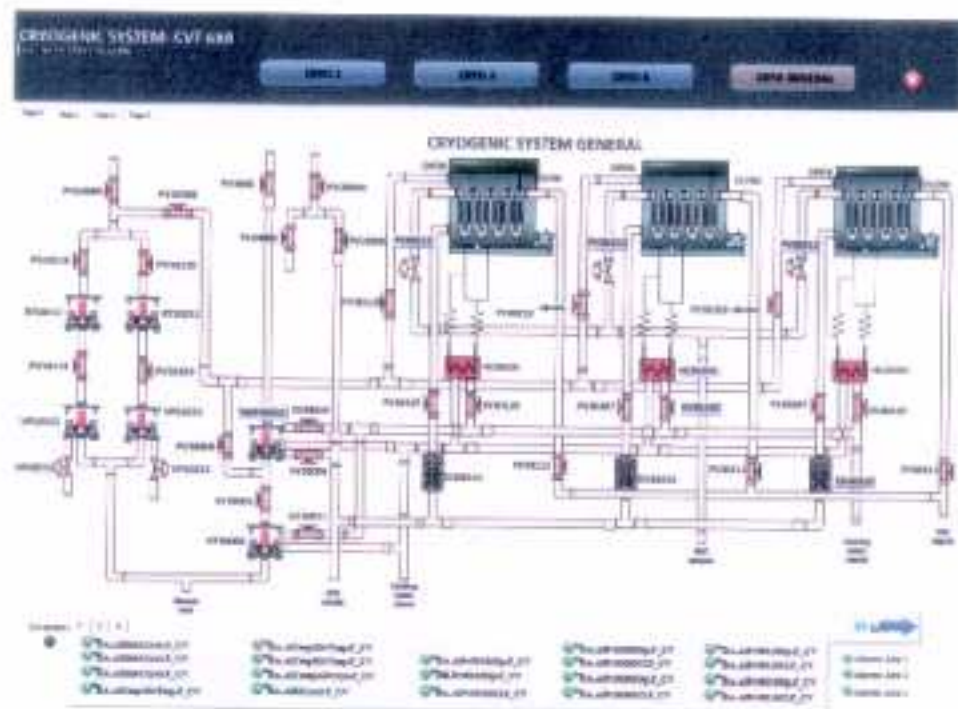


Figura 40 – Sistema Completo das bombas criogênicas

As imagens seguintes retratam em particular cada uma das criogênicas.

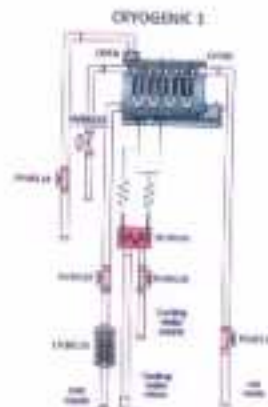


Figura 41 – Criogênica 1

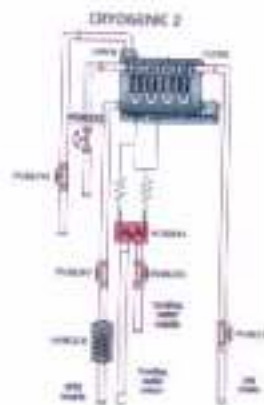


Figura 42 – Criogênica 2

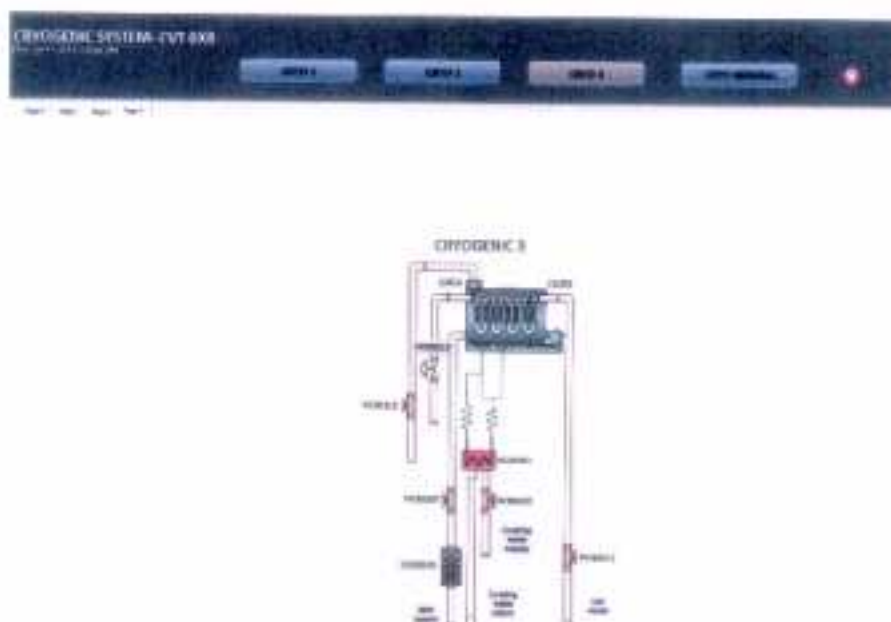


Figura 43 – Criogênica 3

E por fim, as planilhas que constam os endereços utilizados para fazer o mapeamento das válvulas e alarmes

Endereço	Representação Diagrama Símbolo	Definição
gpg:/scada/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo Xc3_ End	HC 30101	Compressor de Hélio
gpg:/scada/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo Xc4_ End_ G2	HC 30201	Compressor de Hélio
gpg:/scada/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo Xc4_ End_ G3	HC 30301	Compressor de Hélio
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo FLOSTRIMBVP	VP 10004	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo FLOSTRITFP	TMP 30002	Reserva telefônica/alar
gpg:/SCADA/ System Control 2/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo FLOWTRIMBVP	PV 10001	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 2/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo KVp1	VP 10115	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 2/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo PV10114	PV 10114	Válvula
gpg:/scada/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo FgPVVAc/CM/Valve	PV10118	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 2/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo KVp2	PV10219	Válvula
gpg:/scada/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo FgPVVAc/CA/Valve	PV10218	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 2/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo FgPVVAc/MA/Valve	PV10009	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo ADM4P01	RT10112	Bomba
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo ADM4P02	RT10212	Bomba
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo ADM4P03	VP10219	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo MDPv10110	PV 30110	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo MDPv10210	PV30210	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo MDPv10310	PV30310	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo MDPv10112	PV30112	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo MDPv10212	PV30212	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo MDPv10312	PV30312	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo P10107	PV10107	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo P10207	PV10207	Válvula
gpg:/SCADA/ System Control 1/ System Control/ LOGIX5561/ Outdo P10307	PV10307	Válvula

Figura 44 – Endereçamento Parcial das válvulas e compressores

Endereçamento dos alarmes

SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AImcbCryo1
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AImcbCryo2
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AImcbCryo3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AICrgp1OvTemp
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AICrgp2OvTemp
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AICrgp3OvTemp
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AICompAICryo
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIBCryo1
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30103Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30103Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30103C3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30203Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30203C3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30103Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30110Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30110C3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30210Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30210C3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30310Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30310C3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30107Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30107C3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30307Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30307C3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AICryo2VacPtb
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30307Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30307C3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AICryo1VacPtb
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdIncrStgCry15pr
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AICryo1VacPtb
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdIncrStgCry1
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdSecStgCry1
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdFastStgCry2
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdSecStgCry2
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdSecStgCry25pr
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdFastStgCry3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdSecStgCry3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30110Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30107Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30107C3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30207Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30207C3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30307Op
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AICryo2VacPtb
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AIPv30307C3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AICryo1VacPtb
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AICryo2VacPtb
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdFastStgCry2
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdFastStgCry1
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdSecStgCry15pr
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdSecStgCry2
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdSecStgCry25pr
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdFastStgCry3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online ABRdSecStgCry3
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AImcbRPG1
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AImcbRPG2
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AICbfVP1
SCADA1\System Control 1\System Control LOGIX5561 Online AImcbVPO2

Figura 45 – Endereçamento dos Alarmes

6) Conclusões Gerais

No decorrer do período da bolsa, houve a participação nas atividades de preparação, execução e entrega de dados dos ensaios de vibração e acústica de satélites e seus subsistemas que foram concluídas com sucesso.

As verificações dos sistemas dedicados também foram concluídas com sucesso e dentro do prazo estimado. Houve esforços para trazer melhorias ao laboratório, como o novo formato do relatório, tornando-o algo mais completo e eficaz.

São José dos Campos-SP, 17 de Janeiro de 2018



Bolsista: [Gabrielle Aline Felipe]



Heyder Hey

tecnologista Senior III

Supervisor(a) [Heyder Hey]



Coordenador(a) PCI da área: [Ricardo Sutério]