



PCI/MCTIC/INPE
RELATÓRIO TÉCNICO DE ATIVIDADES
<v9>

[Referente ao período: 01/03/2016 a 31/03/2018]

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

Número do Processo Individual: [300084/2016-1]

Bolsista: [Clayton Rodrigo do Prado]

Supervisor: [Marco Antonio Stobrino]

Área: [LIT - Laboratório de Integração e Testes]

Vigência original da bolsa: [01/03/2016 a 28/02/2019]

Modalidade da bolsa: [PCI-DE]



RELATÓRIO TÉCNICO

Modelamento e Simulação dos testes nos Ensaios de EMI/EMC/Ant. e Telecom

1) Histórico

1.1. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

O INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais viabiliza e executa estudos nas áreas de desenvolvimento tecnológico, pesquisas científicas, e capacitação de recursos humanos, nos campos da Ciência Espacial e da Atmosfera, das Aplicações Espaciais, da Meteorologia e da Engenharia e Tecnologia Espacial, conforme as políticas e diretrizes definidas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

O atual desenvolvimento do INPE tem como objetivo utilizar todos os recursos para a melhoria contínua na qualidade de vida de sua população.

1.1.1. Missão

Produzir ciência e tecnologia na área espacial e do ambiente terrestre e oferecer produtos e serviços singulares em benefício do Brasil.

1.1.2. Visão

Ser referência nacional e internacional nas áreas espacial e ambiente terrestre pela geração de conhecimento e pelo atendimento e antecipação das demandas de desenvolvimento e de qualidade de vida da sociedade brasileira.

1.1.3. Valores

Com base em princípios de ética, transparência e integridade, o INPE defende, preserva e promove um conjunto de valores que orientam continuamente suas estratégias e ações:

- Excelência: eficácia, eficiência, efetividade, qualidade e pioneirismo na execução de suas atividades.

- Pluralidade: respeito à diversidade de idéias e opiniões e estímulo à criatividade em harmonia com a missão institucional.



- Cooperação: valorização das alianças institucionais para compartilhar competências, definir e atingir objetivos comuns.
- Valorização das pessoas: reconhecimento de que o desempenho do Instituto depende do desenvolvimento, da valorização, do bem-estar e da realização profissional do seu capital humano.
- Comprometimento: compromisso dos profissionais com o atendimento dos objetivos institucionais e com a realização de propósitos comuns e duradouros.
- Comunicação: interação permanente com a sociedade para atendimento de suas necessidades e divulgação dos resultados do Instituto, facilitando o acesso à informação, produtos e serviços gerados.
- Responsabilidade socioambiental: atuação balizada pela ética, pela transparência e pelo respeito à sociedade, ao ambiente, à diversidade e ao desenvolvimento sustentável.

1.2. Laboratório de Integração e Testes - LIT

O LIT - Laboratório de Integração e Testes, situado no INPE em São José dos Campos – SP, foi especialmente projetado e construído para atender as necessidades do Programa Espacial Brasileiro e representa, atualmente, um dos instrumentos mais sofisticados e poderosos na qualificação de produtos industriais que exijam alto grau de confiabilidade.

LIT desenvolve e/ou participa de um conjunto de complexos programas espaciais, assumindo a responsabilidade direta ou indireta, de realizar a etapa de Montagem, Integração e Testes dos sistemas em desenvolvimento.

O LIT está capacitado para realizar ensaios dinâmicos (vibração, acústica, separação e abertura de apêndices) e ensaios térmicos em vácuo e ciclagem térmica. Também realiza testes de compatibilidade e interferência eletromagnéticas, verifica o desempenho de antenas, faz o alinhamento mecânico, ensaios de vazamento em sistemas de propulsão de satélites e a determinação das propriedades de massa de equipamentos espaciais, medidas de contaminação para garantir o grau de limpeza de suas áreas limpas e câmaras vácuo-térmicas.



Nos programas espaciais da instituição a Área de Interferência Eletromagnética e Compatibilidade Eletromagnética (EMI/EMC) tem como objetivo realizar ensaios de EMI/EMC que visam medir o nível de interferência produzido por um equipamento verificando seu comportamento quando submetido a certos níveis de campo, pré-determinados por normas, tentando-se simular as condições críticas do ambiente para se assegurar que o equipamento está apto a operar em um determinado ambiente, verificando se equipamentos emitem ou são suscetíveis a perturbações eletromagnéticas estão aptos a operar num determinado ambiente, com outros equipamentos ao seu redor e sob fatores ambientais presentes neste meio.

2) Resumo do Projeto

Atualmente no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE estão em andamento os satélites CBERS 4-A e Amazônia 1 e os testes previstos serão realizados no LIT.

O bolsista participou no modelamento e simulação dos testes e nas verificações funcionais dos instrumentos utilizados nos ensaios de EMI/EMC, Antenas e nos testes de Telecomunicações.

Durante o período da bolsa, o bolsista auxiliou a equipe na execução de ensaios de Compatibilidade Eletromagnética (EMI/EMC) na montagem e validação dos setups de teste, na configuração dos equipamentos e também na execução dos ensaios. Também participou na elaboração/revisão de procedimentos técnicos contribuindo com o aprimoramento da realização dos ensaios de compatibilidade eletromagnética.

3) Objetivo

O objetivo desse relatório é descrever as atividades desenvolvidas pelo bolsista durante a vigência da bolsa, no período de 01 de março de 2016 a 31 de março de 2018.

As atividades foram desenvolvidas no Laboratório de Integração e Testes – LIT, que se encontra no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE,



especificamente na área de Interferência e Compatibilidade Eletromagnética (EMI/EMC).

4) Atividades Desenvolvidas durante o período da bolsa

As atividades propostas para o bolsista foram divididas nas seguintes etapas:

1 – Estudo dos procedimentos técnicos para realização de ensaios de EMI/EMC;

2 - Auxílio na execução de ensaios de Compatibilidade Eletromagnética (EMI/EMC) nos satélites e seus subsistemas, auxiliando na elaboração e configuração dos ensaios, monitoração e verificação funcional do desempenho dos sistemas ensaiados;

3 - Participação no modelamento e simulação dos testes e nas verificações funcionais dos instrumentos utilizados nos ensaios de EMI/EMC, Antenas e nos testes de Telecomunicações.

A seguir estão descritas as atividades desenvolvidas pelo bolsista durante o período da bolsa:

Etapa 1 – O bolsista realizou o estudo dos procedimentos técnicos para a realização de ensaios de EMI/EMC.

A seguir estão relacionados alguns procedimentos analisados:

- LIT03-LIT03-TP-101 - Procedimento de Teste de Imunidade Conduzida IEC 61000-4-6.

O ensaio de Imunidade Conduzida tem o objetivo de verificar a capacidade do EST de suportar sinais de RF acoplados dentro do satélite e que possam vir a perturbar o funcionamento do EST. Para este fim o teste consiste em fazer com que uma probe de corrente induza um sinal de rádio frequência sobre o EST varrendo-se uma faixa ampla de frequências, enquanto observa-se qualquer anomalia no funcionamento, ou seja, a sua sensibilidade a estes sinais. O campo é induzido nos cabos de alimentação e também nos cabos que irão interconectá-lo com os outros subsistemas dentro do satélite, de sinais, de telecomando, etc.

O objetivo do documento LIT03-LIT03-TP-101 consiste em descrever o procedimento utilizado para realização do ensaio de imunidade conduzida, realizado no Laboratório de EMI/EMC e Telecomunicações do LIT.

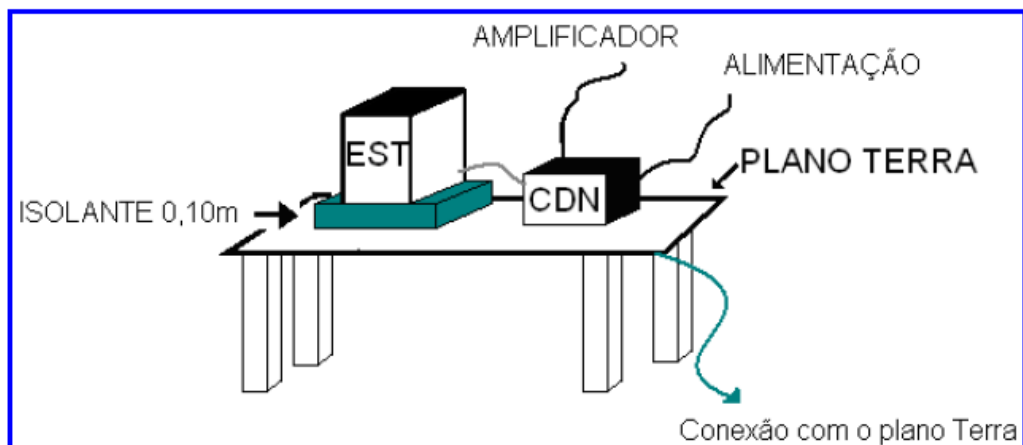


Figura 1 - Configuração de setup de ensaio de imunidade conduzida para equipamentos de pequeno porte

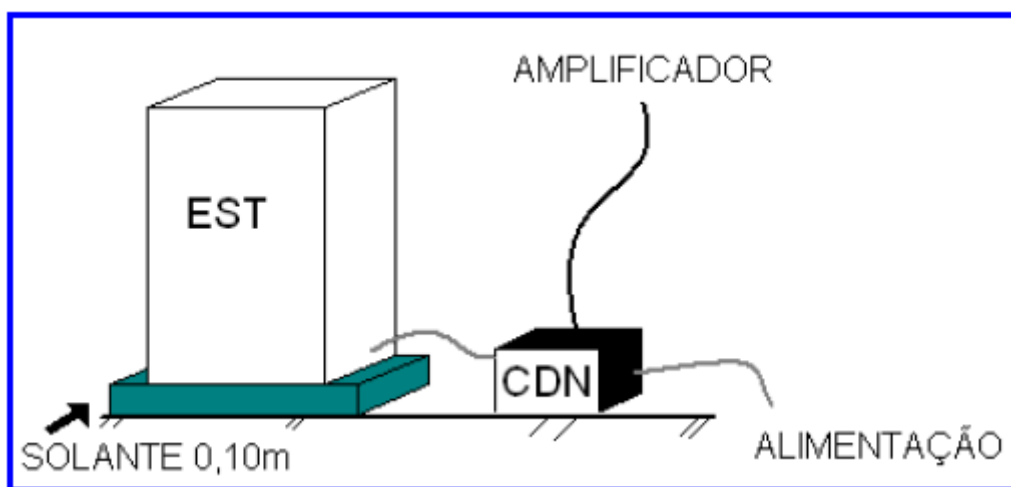


Figura 2 - Configuração de setup de ensaio de imunidade conduzida para equipamentos de grande porte na parte inferior

- LIT03-LIT03-TP-103 – Procedimento de teste de imunidade a variações de interrupções de tensão IEC 61000-4-11.

Este procedimento de ensaio define os métodos de teste de imunidade e a gama de níveis de teste para equipamentos elétricos e eletrônicos conectados a redes de alimentação de baixa tensão para Dips de tensão, breves interrupções e variações de tensão.

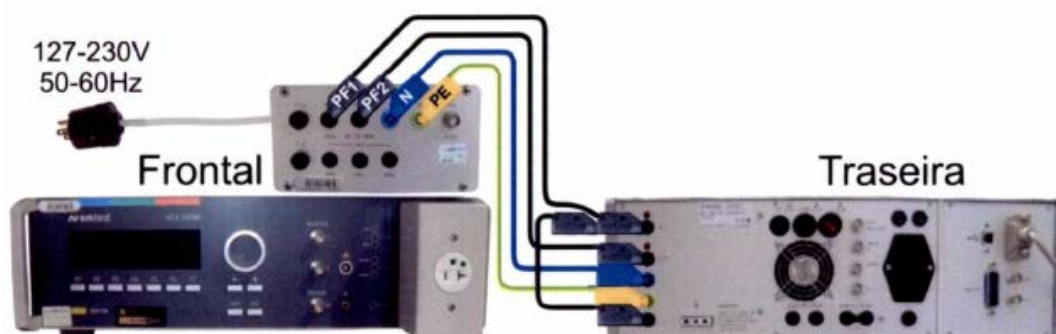


Figura 3 - Configuração do conjunto de teste UCS500N5 e V4780S2

Etapa 2 – Devido ao atraso no cronograma do programa CBERS 4A e Amazônia 1 não foi possível o acompanhamento das atividades relacionadas aos satélites, porém não houve comprometimento ao plano de trabalho, pois, as atividades foram realizadas em outros equipamentos, um exemplo foi o ensaio realizado em um Subsistema Bateria Modulador AD40.

Etapa 3 - O modelamento e simulação de testes consistem na configuração dos equipamentos e também na preparação dos setups para ensaios de Compatibilidade e Incompatibilidade Eletromagnética (EMI/EMC) executados no laboratório. Os equipamentos enviados ao laboratório para a realização de ensaios foram de diversos seguimentos (Antenas, telecomunicações, segurança, dispositivos periódicos). Os equipamentos recebidos foram analisados de modo a entender o seu funcionamento e forma de trabalho, desta forma temos todas as informações para a execução dos ensaios. Tendo todos os dados é feito o *preview* do ensaio, onde podemos monitorar o comportamento do equipamento no momento do teste. Após obter o resultado do *preview* e se certificar que o equipamento está apto para os testes a amostra é encaminhada para os ensaios.



Durante execução dos ensaios auxiliamos no monitoramento e na análise dos resultados.

Além do auxílio na configuração dos equipamentos foram verificados os instrumentos utilizados nos ensaios.

Equipamentos verificados:

- Universal Radio Communication Tester (FSV 30) – Série: 101701
- Gerador de Sinais Vetoriais (SMBV 100A) – Serie 258433
- Gerador de Sinais Vetoriais (SMBV 100A) – Serie 258432
- Universal Radio Communication Tester (CMU200) – Série: 837024/67
- Radio Communication Analyser (MT8815B) – Série: 6200695623

5) Resultados Obtidos em função do Plano de Trabalho proposto

O principal resultado obtido em função do plano de trabalho foi o maior dinamismo na realização dos ensaios de EMI/EMC. Isto ocorreu devido às revisões dos procedimentos de ensaios descritos a seguir e a agilidade do processo na configuração dos equipamentos.

Procedimentos Revisados:

- LIT03-LIT03-TP-103 – Procedimento de teste de imunidade a variações de interrupções de tensão IEC 61000-4-1;
- LIT03-LIT03-TP-098 – Procedimento de Teste de Imunidade a Descarga Eletrostática IEC 61000-4-2.

Além dessas revisões, participou da Validação do Software de Ensaio STF como executor de ensaios.

O bolsista participou das atividades de configuração de equipamentos enviados ao laboratório para realização de ensaios. Para tanto se fez necessária a interpretação da forma de trabalho do equipamento analisando as especificações e estudando os manuais dos produtos configurados e ensaiados.

A seguir apresenta-se um modelo de verificação realizada pelo bolsista:

Dados da Verificação

MEDIÇÃO DE NÍVEL DE POTÊNCIA - RESPOSTA EM FREQUÊNCIA (0 dBm) - CONECTOR TIPO 2.92 mm								
Frequência		Valor Convencional		Valor Medido		Delta	Especificação	Situação do Equipamento
10.00	MHz	0.00	dBm	0.27	dBm	0.27	0.30	OK
100.00	MHz	0.00	dBm	0.28	dBm	0.28	0.30	OK
1.00	GHz	0.00	dBm	0.23	dBm	0.23	0.30	OK
10.00	GHz	0.00	dBm	0.20	dBm	0.20	1.50	OK
20.00	GHz	0.00	dBm	-0.79	dBm	0.79	2.00	OK
26.50	GHz	0.00	dBm	0.15	dBm	0.15	2.00	OK

Obs: Segundo o datasheet, considerar uma especificação de:
 9 kHz ≤ f < 10 MHz = 0.50 dB;
 10 MHz ≤ f < 3.6 GHz = 0.30 dB;
 3.6 GHz ≤ f < 7 GHz = 0.50 dB;
 7 GHz ≤ f < 13.6 GHz = 1.50 dB
 13.6 GHz ≤ f < 30 GHz = 2.00 dB;
 30 GHz ≤ f ≤ 40 GHz = 2.50 dB.

MEDIÇÃO DE NÍVEL DE POTÊNCIA - LINEARIDADE (1 GHz) - CONECTOR TIPO 2.92 mm								
Frequência		Valor Convencional		Valor Medido		Delta	Especificação	Situação do Equipamento
1.00	GHz	-20.00	dBm	-19.75	dBm	0.25	0.30	OK
1.00	GHz	-10.00	dBm	-9.81	dBm	0.19	0.30	OK
1.00	GHz	0.00	dBm	0.22	dBm	0.22	0.30	OK
1.00	GHz	10.00	dBm	10.25	dBm	0.25	0.30	OK
1.00	GHz	19.00	dBm	19.24	dBm	0.24	0.30	OK

Obs: Segundo o datasheet, considerar uma especificação de:
 9 kHz ≤ f < 10 MHz = 0.50 dB;
 10 MHz ≤ f < 3.6 GHz = 0.30 dB;
 3.6 GHz ≤ f < 7 GHz = 0.50 dB;
 7 GHz ≤ f < 13.6 GHz = 1.50 dB
 13.6 GHz ≤ f < 30 GHz = 2.00 dB;
 30 GHz ≤ f ≤ 40 GHz = 2.50 dB.

Figura 4 – Exemplo do padrão escolhido para as verificações de equipamentos de EMI/EMC. Verificação efetuada 19/01/2017 - Equipamento FSV30 - Universal Radio Communication Tester.



Figura 5 – Universal Radio Communication Tester – FSV30



Durante a vigência da bolsa não foram realizados os ensaios nos satélites e em seus subsistemas, conforme previsto no plano de trabalho por motivo de atraso no cronograma do CBERS 4A e Amazônia 1. Todavia não houve comprometimento ao plano de trabalho, pois, as atividades foram realizadas em outros equipamentos.

7) Conclusões Gerais

Conclui-se que durante o período vigente da bolsa as atividades previstas no cronograma de execução do projeto de solicitação de bolsa foram devidamente concluídas. Essas atividades contribuíram para maior dinamismo na realização dos ensaios de EMI/EMC.

São José dos Campos-SP, 31 de Março de 2018.


Bolsista: [Clayton Rodrigo do Prado]


Supervisor(a): [Marco Antônio Strobino]
Ricardo Sutério
Coordenador do PCI/LIT

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