

Simulador de sinais de plataformas de coleta de dados (PCD's) para testes de transponders do sistema brasileiro de coleta de dados (SBCD)

Filipe Emanuel Vieira Taveiros^{1,2}
Orientador: Manoel Jozeane Mafra de Carvalho²

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Caixa Postal 1524 - Campus Universitário Lagoa Nova | CEP 59072-970 | Natal/RN
filipe.taveiros@gmail.com

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Rua Carlos Serrano, 2073 - Lagoa Nova Natal - RN - Brasil - CEP 59076-740
filipetaveiros@crn2.inpe.br, manoel@crn.inpe.br

Abstract. This work consists in project, development and tests of a DAS (Data Acquisition System) signal simulator with the goal to test the transponder that will be embed on the ITASAT satellite. This transponder should comply with the Brazilian data collect system requirements. This software was developed in LabVIEW and is basically rooted as follows: The signals are acquired from a real DAS using the NI RF Signal Analyzer module, and recorded into the computer. After recorded, the software allow users to lag in time, attenuate, and sum all signals to create a new signal file based on the originals emitted by the DAS. With the new signal file, the PCD Simulator software will emit it using the NI RF Signal Generator, an arbitrary vector signal generator by National Instruments, into the input of the transponder to be tested. The main purpose is to test the response of the transponder to multiple signals at different power levels and noise, which are introduced at the same time or almost simultaneously. The correct response to multiple signals is of fundamental importance in the development of the transponder, since a misinterpretation of the input signal can result in erroneous measurements and compromises the environmental remote sensing, which is the main objective of the satellite project ITASAT.

Palavras-chave: telemetry, data collect system, simulation, telemetria, sistema de coleta de dados, simulação, labview, pxi

1. Introdução

Este projeto tem como objetivo desenvolver um simulador de PCDs – plataformas de coleta de dados – que atue na faixa de frequência do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados (SBCD) e atenda as especificações deste sistema para testar o transponder PCD do ITASAT durante sua fase de integração e testes o que engloba a realização dos testes para homologação do sistema.

O projeto ITASAT consiste no desenvolvimento de um microsatélite financiado pela AEB sob coordenação do INPE e do ITA e desenvolvido junto com as universidades, para fins de pesquisa e formação de pessoal na área espacial. O ITASAT se divide em diversos subsistemas, entre eles o subsistema transponder PCD.

Um transponder é um dispositivo que recebe informações via onda de rádio e as retransmite, em outra frequência. A função do Transponder PCD é receber sinais transmitidos por terminais automáticos de coleta de dados espalhados no território brasileiro (PCDs), modular esses sinais e retransmiti-los para estações terrestres.

O transponder PCD do ITASAT tem como principal finalidade atender aos requisitos do SBCD. Atualmente o SBCD é composto por mais de 600 plataformas de coleta de dados (PCDs) distribuídas em todo o território nacional, três satélites dotados de transponders para o sistema: o SCD1, SCD2 e o CBERS 2, duas estações para recepção dos dados, uma em Cuiabá e outra em Alcântara, e um centro de missão em Cachoeira Paulista. As PCDs são plataformas automáticas que transmitem via RF os dados coletados por sensores conectados a mesma. O objetivo deste simulador é reproduzir sinais reais de várias PCDs ao mesmo tempo, com diferentes níveis de potência, para testar o

comportamento do transponder, e este irá retransmitir o sinal emitido pelo simulador para as estações terrestres onde o sinal será processado para recuperação dos dados captados pelos sensores ligados nas PCDs.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Aquisição e gravação dos sinais

2.1.1 Estrutura do sinal

Os sinais gravados foram emitidos por uma PCD modelo 555BRN marca Handar, com oito sensores de dados ambientais acoplados. A estrutura da mensagem enviada pode ser vista na tabela 1 e a estrutura de canais de frequência pode ser vista na tabela 2, respectivamente.

Tabela 1 – Estrutura do sinal de uma PCD

TRANSMISSÃO COMPLETA T3				
PORTADORA PURA T1	PORTADURA MODULADA BPSK T2			
	Preâmbulo	Comprimento da mensagem	PTT ID No	Dados de Sensores
T1=160ms ±2.5ms	24 bits (FFFE2F)	4 bits	20 bits	Nx32bits N=Número de sensores

Tabela 2- Canais de transmissão de uma PCD

CANAIS DE FREQUÊNCIA DE TRANSMISSÃO (MHz)	
Ch0	401.645
Ch1	401.646
Ch2	401.647
Ch3	401.648
Ch4	401.649
Ch5 (Frequência Central)	401.650
Ch6	401.651
Ch7	401.652
Ch8	401.653
Ch9	401.654

Foram obtidas amostras de sinais em todos os canais de transmissão. A PCD transmite a cada 5 minutos, cada mensagem com duração de aproximadamente 920ms. Cada amostra de sinal foi separada no tempo, para aproveitar apenas uma única transmissão.

2.1.2 Nível de potência

Todos os sinais armazenados foram gravados com nível de potência em +7.5dBm. O PCD Simulator permite variar o nível de potência cada sinal individual até -12.5 dBm, e é capaz de atenuar até -100 dBm o sinal superposto gerado.

2.1.3 Armazenamento e identificação

Os sinais são gravados através do módulo *NI-PXI Signal Analyzer*, e armazenados na memória do computador através do software *RF Record and Playback* da *National Instruments*.

A forma de onda gravada é a representação em banda base do sinal gravado, também conhecido como envoltória complexa ou modulação I/Q. Os dados são armazenados em formato array inteiro sinalizado de 16 bits (I16), para proporcionar a mais rápida leitura/escrita ao disco rígido do computador.

O vetor de dados I/Q é intercalado no arquivo binário da seguinte forma:

$$I_0, Q_0, I_1, Q_1, I_2, Q_2 \dots I_n, Q_n$$

onde n é o número de amostras adquiridas.

Junto com o arquivo binário, é gerado um arquivo de extensão XML onde estão armazenadas as informações de aquisição de sinal, tais como:

- Taxa de I/Q [S/s];
- Frequência central [Hz];
- Nível de referência [dBm];
- Ganho para normalização do vetor inteiro 16-bit;

Que serão utilizadas para reproduzir o sinal posteriormente.

2.2 Ambiente do PCD simulator:

2.2.1 Tela principal

Na figura 2 está apresentada a tela principal do *PCD Simulator*. Vale salientar que todo o ambiente do software foi desenvolvido em língua inglesa porque, nas reuniões do projeto ITASAT, ficou definido o inglês como sendo a língua principal do projeto. Porém, já está definido para as próximas versões do software a opção de língua portuguesa.

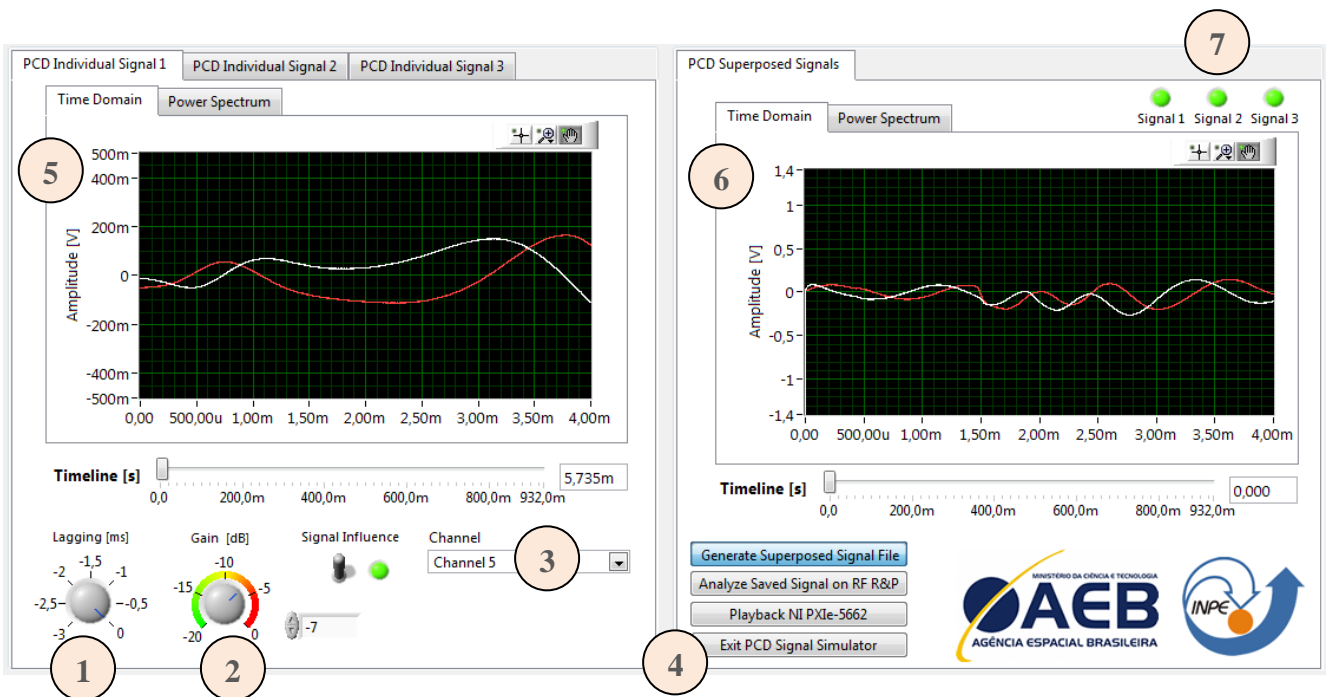


Figura 1- Painel frontal do PCD Simulator

1. **Controle de atraso no tempo:**
Todos os sinais, quando somados, serão transmitidos ao mesmo tempo. Com este controle, é possível atrasar um sinal em relação aos outros no tempo. Na primeira versão do *PCD Simulator* este controle está inativo, contudo ele está sendo trabalhado para a segunda versão do software.
2. **Controle de ganho:**
Com este controle é possível alterar o nível de potência de cada sinal individualmente. Como os sinais são gravados com níveis de potência em +7.5dBm, aplicando um ganho de -20dB é possível atenuar cada sinal individual até -12.5dBm.
3. **Seletor de canal:**
O *PCD Simulator* permite superpor até 3 sinais distintos por vez. Com este controle é possível escolher o canal de transmissão sinal individual de acordo com a tabela 2.
4. **Menu de opções:**
 - a) *Generate superposed signal file*: após escolhido a configuração para os sinais a serem somados, este botão irá gerar o arquivo binário do novo sinal superposto bem como o cabeçalho no formato XML com as informações.
 - b) *Analyze Saved Signal on RF R&P*: após gerado o arquivo do sinal superposto, é possível observar uma simulação deste sinal nos domínios do tempo e da frequência com o software *RF Record and Playback*
5. **Janela de sinal individual:**
Nesta janela há uma aba para cada sinal individual, e em cada aba há duas janelas: *Time Domain* e *Power Spectrum*, onde pode-se observar o sinal individual nos domínios do tempo e da frequência respectivamente.
6. **Janela de sinal superposto:**
Nesta janela há duas abas: *Time Domain* e *Power Spectrum*, onde pode-se observar o sinal superposto nos domínios do tempo e da frequência respectivamente
7. **Indicadores de influência:**
LEDs de referência que indicam quais sinais estão sendo somados.

2.3 Exemplo de criação de um sinal superposto de diversas PCD's

- 2.3.1 No painel principal do *PCD Simulator*, escolhemos 3 sinais de PCDs gravados, de diferentes canais e aplicamos diferentes níveis de potência para cada um: Vale lembrar que os sinais são gravados originalmente com +7.5dBm, como referenciado na documentação técnica do software, então se aplicarmos um ganho de -7dB o sinal ficará com $+7.5dBm - 7dB = +0.5dBm$.
- 2.3.2 Após definirmos os 3 sinais disponíveis com seus respectivos níveis de potência (vide tabela 3), clicamos em *Generate Superposed Signal File*, e salvamos o sinal que acabamos de criar.

Tabela 3 – Configuração de exemplo para um sinal superposto

Sinal	Ganho aplicado (dB)	Nível de Potência (dBm)
Channel 5	-7	+0.5
Channel 2	-12	-4.5
Channel 9	-20	-12.5

2.4 Análise do sinal superposto

2.4.1 Ao finalizarmos a geração do sinal, faremos uma simulação no tempo utilizando o software *RF Record and Playback*. Ao clicar em *Analyze Saved signal on RF R&P*, na figura 2 vemos o espectro de potência do sinal gerado:

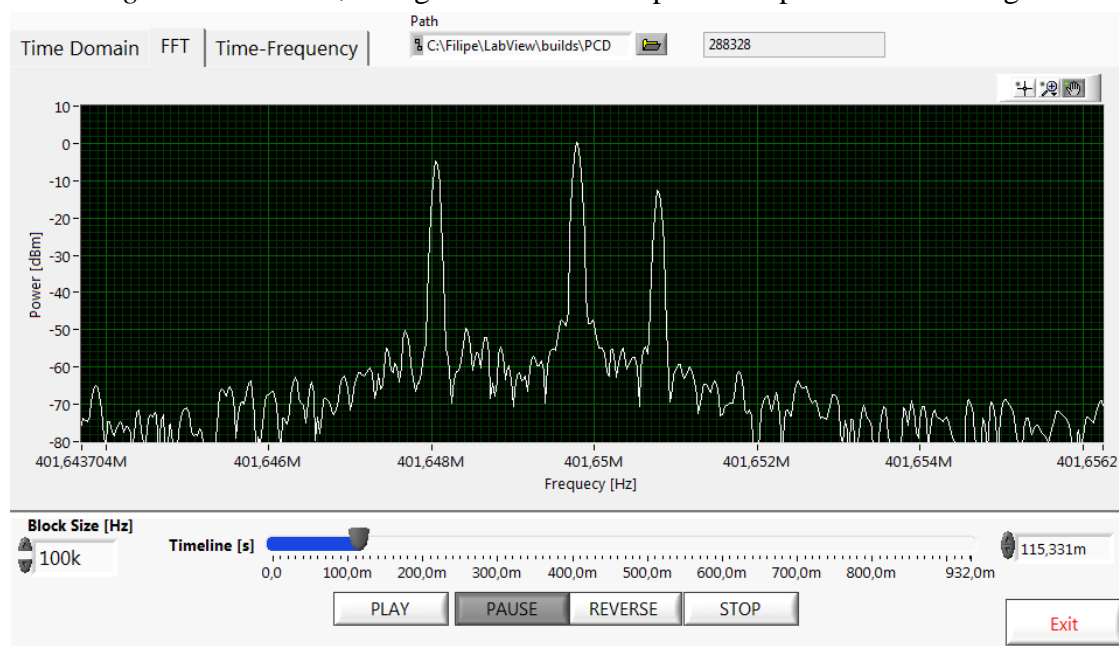


Figura 2 - Análise no domínio da frequência do sinal superposto

3. Resultados e discussão

3.1 Reprodução do sinal superposto

A reprodução do sinal superposto gerado pelo *PCD Simulator* dá-se através do módulo *National Instruments PXI Signal Generator*. Quando é pressionado o botão *Playback NI-PXIe5662*, é exibida uma janela onde é possível escolher o nível de potência para emissão do sinal, que varia de +10dBm até -100dBm, e também o arquivo de sinal a ser reproduzido.

4. Conclusão

Este software passou por diversos planos de testes e, analisando os resultados com um *Spectrum Analyzer*, concluímos que a reprodução ocorreu exatamente como na simulação com o *PCD Simulator*. Até a data de publicação deste artigo, o modelo de bancada do transponder PCD ITASAT ainda estava em fase final de desenvolvimento, por isso os sinais produzidos por este software ainda não foram testados no transponder efetivamente.

Contudo, com base nos testes vemos que o simulador atende as especificações de projeto iniciais, e, enquanto aguardamos a finalização do modelo de bancada do transponder, trabalhamos em uma nova versão do software com novos recursos de simulação para agregar confiabilidade e robustez nos testes de simulação de retransmissão do referido transponder em desenvolvimento.

4.1 Notas de versão

Para esta versão do *PCD Simulator*, foi disponibilizado apenas a superposição de três sinais de PCDs e a opção de atraso no tempo ainda não está concluída. A razão disto é que o software foi desenvolvido apenas para testar a resposta à multi-sinais do transponder do projeto ITASAT, que está sendo desenvolvido no INPE-CRN.

Para a segunda versão do *PCD Simulator*, novos recursos estão em desenvolvimento além do atraso no tempo, como aplicação do efeito Doppler e adição de ruídos.

Agradecimentos

Agradeço a Agência Espacial Brasileira, ao Instituto Tecnológico da Aeronáutica, e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais por financiar, coordenar e viabilizar este projeto e nos dar a oportunidade de trabalhar e nos especializar no setor espacial.

Agradeço também a todos os colegas do projeto ITASAT e do subsistema transponder PCD, que com tanto afinho têm se dedicado a este projeto, especialmente o nosso brilhante orientador e *manager* do CRN-INPE Manoel Jozeane Mafra de Carvalho.

Referências Bibliográficas

1. *National Instruments. Introduction to RF Record and Playback.*
2. *Centre National d'Etudes Spatiales, CNES. ARGOS PLATFORM TRANSMITTER TERMINALS: General Specifications and certification.* Versão2: Julho 1988. 32p.
3. *Rae, JCP. Detector de Sinais para os Satélites do Sistema Brasileiro de Coleta de dados usando Análise Espectral Digital.* Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos. 2005. 123p.
4. *Análise do Sistema de Coleta de Dados da MECB/SS,* Eduardo A. P. Tude, et al., INPE-3820-NTE/253, Março de 1986
5. *Marcos A. Chamon e Lúcio B. T. Cividanes, DCP Transponder Specification,* A-ETC-0095, 06/1990