



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



“Gerenciamento e Rastreabilidade de Requisitos para CBERS ”

NIDays – Conferência Tecnológica sobre Projeto Gráfico de Sistemas
24 de Março de 2011

Mario C. P. Almeida e Dr. Marcelo L. O. Souza



SUMÁRIO DA APRESENTAÇÃO

- INTRODUÇÃO
- A ENGENHARIA DE REQUISITOS
- RASTREAMENTO E GERENCIAMENTO DE REQUISITOS
- AS DIFICULDADES COM O CBERS-3
- ESTUDO DE CASO
 - DESCRIÇÃO DO ESTUDO
 - ÁRVORE DE DOCUMENTAÇÃO
 - EXEMPLOS DE ERROS NOS REQUISITOS
 - EXEMPLOS DE TELAS DA FERRAMENTA DE AUTOMAÇÃO
- OBSERVAÇÕES
- CONCLUSÕES
- BIBLIOGRAFIA

INTRODUÇÃO

- A Engenharia de Sistemas Espaciais usa com rigor os métodos da Engenharia de Sistemas, pois projetos de satélites são muito caros, complexos e arriscados.
- O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foi introduzido em Engenharia de Sistemas Espaciais em meados dos anos 1980.
- O programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite), iniciado em 1988, é o maior, mais complexo e de mais longa duração, programa de desenvolvimento de satélites do INPE.
- O programa CBERS lançou com sucesso 3 satélites de grande porte (1800 kg e 1100 W), em 1999, 2003 e 2007.
- Motivos como poucos recursos financeiros e de pessoal, conservadorismo próprio da área espacial, falta de parceiros internacionais avançados, etc., fazem com que os métodos de Engenharia de Sistemas Espaciais atualmente praticados no desenvolvimento do satélite CBERS-3 sejam os mesmos da década de 1980
- Este trabalho é um exercício acadêmico no uso de uma ferramenta de automação de gerenciamento de requisitos aplicada a documentação do satélite CBERS-3.

A ENGENHARIA DE REQUISITOS

- A Engenharia de Requisitos surgiu da crise por que passavam os desenvolvimentos de software (“Crise do Software”) em meados dos anos 1960.
- Essa crise se manifestava pela dificuldade de cumprir prazos, custos e qualidade em desenvolvimentos de software de grande porte.
- As principais causas das dificuldades eram a pouca atenção dada aos requisitos de software e a falta de metodologias apropriadas ao seu desenvolvimento.
- A Engenharia de Requisitos e a Engenharia de Software emergiram dessa crise durante desenvolvimentos de enormes sistemas de defesa dos Estados Unidos.
- Engenharia de Requisitos é hoje importante em desenvolvimentos de software e sistemas, pois há:
 - desenvolvimentos de sistemas imensos,
 - desenvolvimentos compartilhados por empresas em diferentes partes do mundo,
 - desenvolvimentos sistemas para aplicações críticas,
 - exigências de metodologias e processos para certificações em certas indústrias,
 - grande competição por mercados,
 - curto intervalo entre lançamento de produtos,
 - etc.Que exigem grande atenção aos requisitos.

RASTREAMENTO E GERENCIAMENTO DE REQUISITOS

- Requisito é uma necessidade, uma característica, um atributo, uma capacidade, uma qualidade, etc., de um sistema.
- Rastrear requisitos é relacionar um requisito com os requisitos lhe dão origem (pais) e com requisitos que ele dá origem (filhos).
- Ferramenta é qualquer dispositivo, manual ou automático, que auxilie a realização de um trabalho.
- O rastreamento manual de grande número de requisitos é uma tarefa que consome tempo e pessoal especializado, e é muito sujeita a erros.
- Ferramentas de automação de rastreamento de requisitos são usadas desde os anos 1970 em desenvolvimentos de software.
- Ferramentas de automação de rastreamento de requisitos são semi-automáticas, i.e., informações corretas devem ser manualmente introduzidas nas ferramentas.
- As ferramentas atuais que fazem mais do que somente rastrear requisitos são chamadas de ferramentas de gerenciamento de requisitos.
- Ferramentas de gerenciamento de requisitos, além de rastrear requisitos, podem armazenar justificativas dos requisitos, diferentes versões do mesmo requisito, responsabilidade sobre o requisito, prioridade do requisito, etc., e podem evoluir até serem capazes de armazenar toda a memória corporativa da empresa.

NO SILVER BULLET

"The hardest single part of building a software system is deciding precisely what to build. No other part of the conceptual work is as difficult as establishing the detailed technical requirements, including all the interfaces to people, to machines, and to other software systems. No other part of the work so cripples the resulting system if done wrong. No other part is more difficult to rectify later"

No Silver Bullet
Frederick P. Brooks Jr. (1987)
Computer Scientist - Manager of IBM System/360 and OS/360

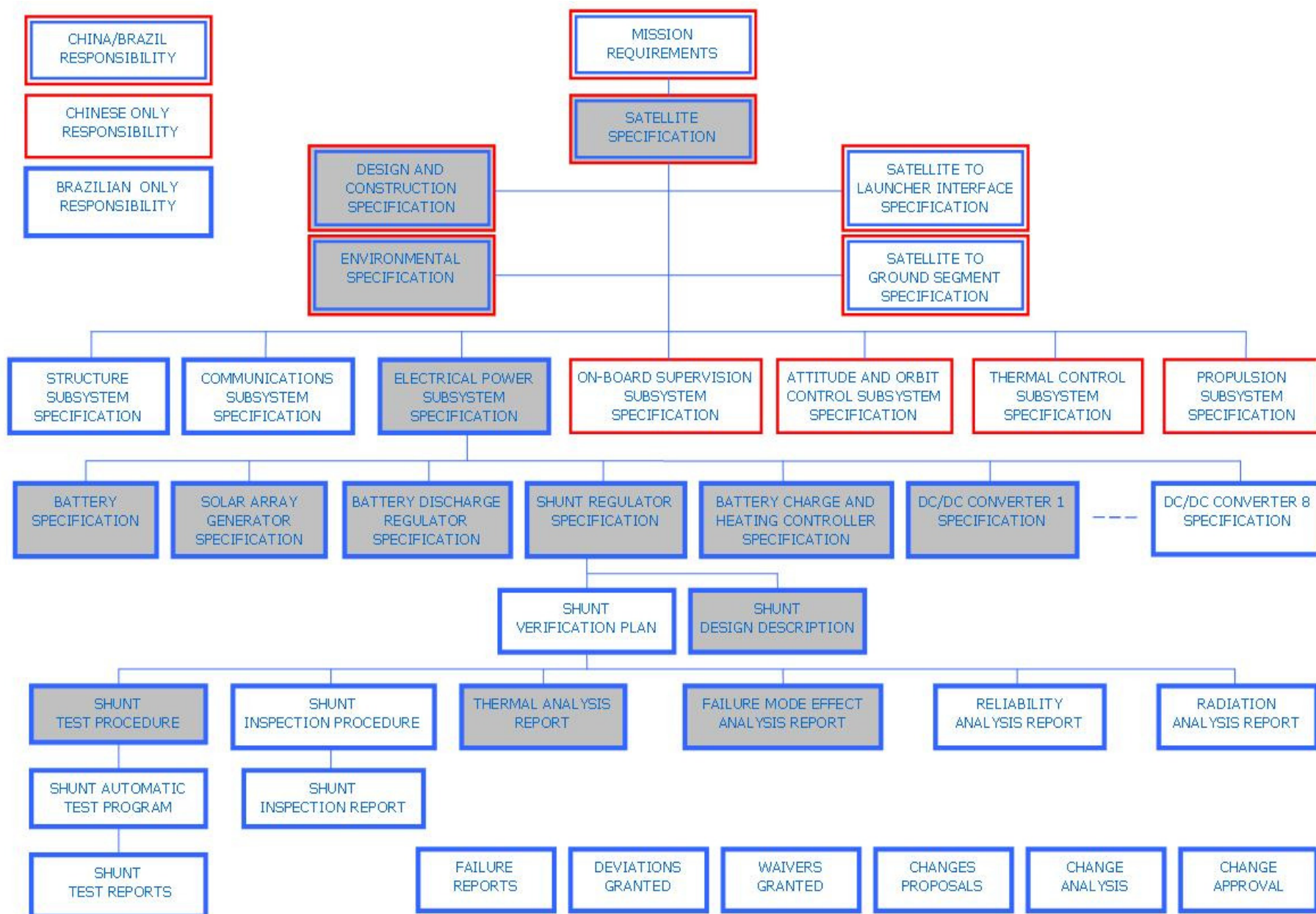
AS DIFICULDADES DO CBERS-3

- Em conformidade com as metodologias de Engenharia de Sistemas Espaciais, o desenvolvimento do satélite CBERS-3 é extremamente bem documentado.
- Somente o arquivo do lado brasileiro do projeto CBERS-3 é maior do que 10,7 GB, e contém mais do que 9571 documentos em 1007 pastas, o que torna muito difícil gerenciar as informações.
- As metodologias usadas no projeto CBERS-3 são da década de 1980, precedendo a atenção aos requisitos e o uso de ferramentas de automação de gerenciamento de requisitos em Engenharia de Sistemas Espaciais.
- A documentação é produzida em meio eletrônico digital, mas são armazenadas como se fossem impressas em papel, o que dificulta o gerenciamento das informações (localização, análises de impacto, gerenciamento de configuração, justificativas, verificações de projeto, etc.)
- **CBERS-3 é um excelente caso para estudo!**

DESCRIÇÃO DO ESTUDO

- O estudo está sendo feito “a posteriori” com documentos já existentes.
- Os documentos foram produzidos conforme as metodologias usuais do programa e tiveram que ser modificados e corrigidos antes de serem introduzidos na ferramenta de automação.
- Erros graves não puderam ser corrigidos e servem de exemplos de erros a serem evitados no futuro.
- O Subsistema de Energia Elétrica (EPS) do satélite CBERS-3 foi escolhido por ser um subsistema de responsabilidade do INPE, i.e., temos acesso a todos os documentos e competência técnica para interpretá-los.
- Também fui o gerente do subsistema EPS por 18 anos e o responsável pela primeira versão de muitos dos documentos analisados.
- A ferramenta de gerenciamento de requisitos, a Requirements Gateway, da National Instruments, é compatível com os formatos de arquivos de documentos (.txt, .doc, .pdf, excel, etc) e com o sistema de testes automáticos do EPS (em LabView).
- O estudo está em andamento; atualmente 14 documentos foram introduzidos na ferramenta.

ÁRVORE DE DOCUMENTOS (parcial)



EXEMPLOS DE ERROS EM REQUISITOS

■ Requisitos múltiplos, não identificados e uma única frase

RB-HDS-0023 - CBERS 3 & 4 Satellite Specification

Paragraph 3.5.3 - Electrical Power Supply Subsystem (EPSS)

The EPSS shall convert the sun light energy into electric energy using a Solar Array Generator (SAG), condition the electric energy and to store this energy in batteries.

■ Requisitos em nível incorreto da hierarquia

RB-HDS-0023 - CBERS 3 & 4 Satellite Specification

3.5.3 Electrical Power Supply Subsystem (EPSS)

d) SAG power output (EOL) > 2300 W

e) Main bus voltage range 28.0 V +/-0.6V

f) DC/DC converters efficiency > 73%

g) DC/DC voltage regulation +/-1%

h) Battery capacity > 90 Ah

i) Battery DOD < 20%

■ Requisito não aplicados ao subsistema

RBD-HDS-0004 - Power Supply Subsystem Specification

3.1.4.3.3 Battery Pack Thermal Gradient

The Thermal subsystem shall provide means so that when the whole Batteries (four packs) are installed on the satellite the maximum thermal gradient between packs shall be lower than 5°C.

■ Requisito sem condições de validade

RBD-HDS-0004 - Electrical Power Subsystem Specification

3.2.3 Battery Packs

i) Battery Thermal Gradient

The Battery Pack design shall be such that the maximum thermal gradient between cells of a pack shall be lower than 2 °C.

TELA CONFIGURAÇÃO DO PROJETO

Configuration

File Edit Help

Project editor

Project Types Snapshots Filters Reports Expressions Options

CBERS PROJECT

- SATELLITE SPECIFICATION Text
- EPSS SPECIFICATION Text
- SHUNT SPECIFICATION Text
- BDR SPECIFICATION Text
- BCHC SPECIFICATION Text
- SAG SPECIFICATION Text
- BAT PACK SPECIFICATION Text
- DCDC SPECIFICATION Text
- ENVIRONMENTAL SPECIFICATION Text
- DESIGN AND CONSTRUCTION SPECIFICATION Text
- DESIGN DESCRIPTION Word
- THERMAL ANALYSIS Word
- TEST PROCEDURE Word
- DESIGN AND CONSTRUCTION ANALYSIS Word

Diagram showing relationships between specifications and analyses:

```

graph TD
    DS[DESIGN AND CONSTRUCTION SPECIFICATION] --> EPSS[EPSS SPECIFICATION]
    DS --> SHUNT[SHUNT SPECIFICATION]
    DS --> DCDC[DCDC SPECIFICATION]
    DS --> BDR[BDR SPECIFICATION]
    DS --> SAG[SAG SPECIFICATION]
    DS --> BAT[BAT PACK SPECIFICATION]
    DS --> BCHC[BCHC SPECIFICATION]
    EPSS --> SATELLITE[SATELLITE SPECIFICATION]
    SHUNT --> SHUNT_ANALYSIS[THERMAL ANALYSIS]
    DCDC --> DCDC_ANALYSIS[THERMAL ANALYSIS]
    BDR --> BDR_ANALYSIS[THERMAL ANALYSIS]
    SAG --> SAG_ANALYSIS[THERMAL ANALYSIS]
    BAT --> BAT_ANALYSIS[THERMAL ANALYSIS]
    BCHC --> BCHC_ANALYSIS[THERMAL ANALYSIS]
    SHUNT --> SHUNT_DESCRIPTION[DESIGN DESCRIPTION]
    DCDC --> DCDC_DESCRIPTION[DESIGN DESCRIPTION]
    BDR --> BDR_DESCRIPTION[DESIGN DESCRIPTION]
    SAG --> SAG_DESCRIPTION[DESIGN DESCRIPTION]
    BAT --> BAT_DESCRIPTION[DESIGN DESCRIPTION]
    BCHC --> BCHC_DESCRIPTION[DESIGN DESCRIPTION]
    SHUNT --> SHUNT_TEST[TEST PROCEDURE]
    DCDC --> DCDC_TEST[TEST PROCEDURE]
    BDR --> BDR_TEST[TEST PROCEDURE]
    SAG --> SAG_TEST[TEST PROCEDURE]
    BAT --> BAT_TEST[TEST PROCEDURE]
    BCHC --> BCHC_TEST[TEST PROCEDURE]
    SHUNT --> SHUNT_ANALYSIS_AND_TEST[DESIGN AND CONSTRUCTION ANALYSIS]
    DCDC --> DCDC_ANALYSIS_AND_TEST[DESIGN AND CONSTRUCTION ANALYSIS]
    BDR --> BDR_ANALYSIS_AND_TEST[DESIGN AND CONSTRUCTION ANALYSIS]
    SAG --> SAG_ANALYSIS_AND_TEST[DESIGN AND CONSTRUCTION ANALYSIS]
    BAT --> BAT_ANALYSIS_AND_TEST[DESIGN AND CONSTRUCTION ANALYSIS]
    BCHC --> BCHC_ANALYSIS_AND_TEST[DESIGN AND CONSTRUCTION ANALYSIS]
    
```

Details | Modification Documents

Name	Type of Analysis	File or Directory	Ignor...	Inter...	Bloc...	Variable	Value	Access
SATELLITE SPECIFICATION	Text	CBERS DOCUMENTS IN TXT\SATELLITE SPECIFICATION.txt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
EPSS SPECIFICATION	Text	CBERS DOCUMENTS IN TXT\EPSS SPECIFICATION.txt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
SHUNT SPECIFICATION	Text	CBERS DOCUMENTS IN TXT\SHUNT SPECIFICATION.txt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
BDR SPECIFICATION	Text	CBERS DOCUMENTS IN TXT\BDR SPECIFICATION.txt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
BCHC SPECIFICATION	Text	CBERS DOCUMENTS IN TXT\BCHC SPECIFICATION.txt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
SAG SPECIFICATION	Text	CBERS DOCUMENTS IN TXT\SAG SPECIFICATION.txt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
BAT PACK SPECIFICATION	Text	CBERS DOCUMENTS IN TXT\BAT PACK SPECIFICATION.txt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
DCDC SPECIFICATION	Text	CBERS DOCUMENTS IN TXT\DCDC SPECIFICATION.txt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
ENVIRONMENTAL SPECIFICATION	Text	CBERS DOCUMENTS IN TXT\ENVIRONMENTAL SPECIFICATION.txt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
DESIGN AND CONSTRUCTION SPECIFICATION	Text	CBERS DOCUMENTS IN TXT\DESIGN AND CONSTRUCTION SPECIFICATION.txt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
DESIGN DESCRIPTION	Word	CBERS DOCUMENTS IN TXT\72099-20017_1 SHUNT DESCRIPTION.doc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	With images	<input type="checkbox"/>	
THERMAL ANALYSIS	Word	CBERS DOCUMENTS IN TXT\72099-90003_1 SHUNT THERMAL ANALYSIS.doc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	With images	<input type="checkbox"/>	
TEST PROCEDURE	Word	CBERS DOCUMENTS IN TXT\79259-20052__(2) SHUNT TEST PROCEDURE.doc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	With images	<input type="checkbox"/>	
DESIGN AND CONSTRUCTION ANALYSIS	Word	CBERS DOCUMENTS IN TXT\79259-20142_2 DESIGN AND CONSTRUCTION ANALYSIS.doc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	With images	<input type="checkbox"/>	

OK Cancel Apply

Windows Taskbar: Iniciar, Requirements Gatew..., Configuration, Microsoft PowerPoint ..., project configuration ..., 16:47

TELA GERENCIAMENTO

Requirements Gateway - CBERS PROJECT*

File Edit View Tools Reports Help

[no filter]

Management View Coverage Analysis View Impact Analysis View Graphical View Requirement Details

Back

SATELLITE SPECIFICATION Text 100%

EPSS SPECIFICATION Text 85%

SHUNT SPECIFICATION Text 43%

BDR SPECIFICATION Text

BCHC SPECIFICATION Text

SAG SPECIFICATION Text

BAT PACK SPECIFICATION Text

DCDC SPECIFICATION Text

ENVIRONMENTAL SPECIFICATION Text 0%

DESIGN AND CONSTRUCTION SPECIFICATION Text 75%

DESIGN DESCRIPTION Word

THERMAL ANALYSIS Word

TEST PROCEDURE Word

DESIGN AND CONSTRUCTION ANALYSIS Word

Project Summary

- 14 documents
- 611 requirements.
- 384 derived requirements.
- 61 uncovered requirements.
- 0 undefined requirements.

Rules Check

Rule check

Available Analysis Reports

- Library Reports
- Project Reports

Selection Info

Document 'EPSS SPECIFICATION Text' defines 162 requirements (23 uncovered requirements) and contains references to 13 requirements.
Document 'CBERS DOCUMENTS IN TXT/EPSS SPECIFICATION.txt' type is 'Text'.

EPSS SPECIFICATION Text

Estrutura de documentos

Resumo de coberturas
por documento

Resumo do projeto

Sumário de erros

TELA ANÁLISE DE COBERTURA

Requirements Gateway - CBERS PROJECT*

File Edit View Tools Reports Help

Management View Coverage Analysis View Impact Analysis View Graphical View Requirement Details

Upstream Coverage Information:

- SATELLITE SPECIFICATION Text 100%
 - SAT_EPS_REQ1 - PROVIDE ELECTRICAL POWER FUNCTION OF

Selection:

- Rule check
- SATELLITE SPECIFICATION Text
 - EPSS SPECIFICATION Text
 - EPS_EPS_REQ1 - SOLAR POWER GENERATION FUNCTION
 - EPS_EPS_REQ2 - BATTERY STORAGE FUNCTION
 - EPS_EPS_REQ3 - DISPOSE EXCESS POWER FUNCTION
 - EPS_EPS_REQ4 - MAIN BUS FUNCTION
 - EPS_EPS_REQ5 - SECONDARY BUSES FUNCTION
 - EPS_EPS_REQ6 - BATTERY VOLTAGE MANAGEMENT FUNCTION
 - EPS_EPS_REQ7 - BATTERY HEATING FUNCTION
 - EPS_EPS_REQ8 - POWER TO EED FUNCTION
 - EPS_EPS_REQ9 - TELEMETRIES FUNCTION
 - EPS_EPS_REQ10 - TELECOMMANDS FUNCTION
 - EPS_EPS_REQ11 - BUSES
 - EPS_EPS_REQ12 - SOLAR ARRAY GENERATOR
 - EPS_EPS_REQ13 - BATTERIES
 - EPS_EPS_REQ14 - SHUNT REGULATOR
 - EPS_EPS_REQ15 - BDR REGULATOR
 - EPS_EPS_REQ16 - BATTERY CHARGE AND HEATING CONTROLLER
 - EPS_EPS_REQ17 - DC/DC CONVERTERS
 - EPS_EPS_REQ18 - SOLAR PRIMARY POWER SOURCE
 - EPS_EPS_REQ19 - POWER CONDITIONING
 - EPS_EPS_REQ20 - MAIN BUS CONTROL
 - EPS_EPS_REQ21 - BATTERY FUNCTION
 - EPS_EPS_REQ22 - BDR OPERATION
 - EPS_EPS_REQ23 - BCHC OPERATION
 - EPS_EPS_REQ24 - EED POWER
 - EPS_EPS_REQ25 - DC/DC CONVERTERS OPERATION

Downstream Coverage Information:

- Combined coverage 85%
 - SHUNT SPECIFICATION Text 31%
 - EPS_SHUNT_REQ1 - PROVIDE POWER FUNCTION
 - EPS_SHUNT_REQ2 - SUNLIGHT OPERATING MODE
 - EPS_SHUNT_REQ3 - ECLIPSE OPERATING MODE
 - BDR SPECIFICATION Text 31%
 - EPS_BDR_REQ1 - PROVIDE POWER FUNCTION
 - SAG SPECIFICATION Text 12%
 - BCHC SPECIFICATION Text 14%
 - BAT PACK SPECIFICATION Text 19%
 - DCDC SPECIFICATION Text 17%

Texts and Reference Attributes | Attributes | Messages

Upstream

Text:

The Electrical Power Supply Subsystem shall provide the electrical power at the various required voltages during all phases of the mission for the design life of the Satellite

Reference Attributes:

Selection

Text:

d) To provide a regulated primary main bus taking power from the batteries and from the solar array generator

Downstream

Text:

The SHUNT shall provide power to the loads during sunlight period and eclipse periods.

Reference Attributes:

EPSS SPECIFICATION Text/EPSS_EPS_REQ4 - MAIN BUS FUNCTION

NAVEGAÇÃO ENTRE FERRAMENTA E DOCUMENTO

Requirements Gateway - CBERS PROJECT

File Edit View Tools Reports Help

Upstream Coverage Information:

Item	Type	Coverage
EPSS SPECIFICATION	Text	31%
ENVIRONMENTAL SPECIFICATION	Text	0%
DESIGN AND CONSTRUCTION SPECIFICATION	Text	75%

Selection:

- Rule check
- SATELLITE SPECIFICATION Text
- EPSS SPECIFICATION Text
- SHUNT SPECIFICATION Text
 - EPS_SHUNT_REQ1 - PROVIDE POWER FUNCTION
 - EPS_SHUNT_REQ2 - SUNLIGHT OPERATING MODE
 - EPS_SHUNT_REQ3 - ECLIPSE OPERATING MODE
 - EPS_SHUNT_REQ4 - SHUNT COMPOSITION
 - EPS_SHUNT_REQ5 - SHUNT ELECTRICAL INTERFACE WITH BDR
 - EPS_SHUNT_REQ6 - SHUNT/OBDH INTERFACE
 - EPS_SHUNT_REQ52 - SHUNT TELEMETRIES
 - EPS_SHUNT_REQ53 - MECHANICAL INTERFACE
 - EPS_SHUNT_REQ58 - SHUNT BAPTA INTERFACE
 - EPS_SHUNT_REQ57 - SHUNT SYSC INTERFACE
 - EPS_SHUNT_REQ7 - SEPARATION CONNECTOR
 - EPS_SHUNT_REQ8 - SAS INPUT POWER LINES AND EGSE INTERFACE
 - EPS_SHUNT_REQ9 - SHUNT OUTPUT VOLTAGE
 - EPS_SHUNT_REQ10 - SHUNT OUTPUT VOLTAGE REGULATION
 - EPS_SHUNT_REQ11 - DUMP CAPABILITY
 - EPS_SHUNT_REQ12 - SHUNT OUTPUT POWER**
 - EPS_SHUNT_REQ13 - SHUNT POWER DISSIPATION
 - EPS_SHUNT_REQ14 - SHUNT POWER CONSUMPTION
 - EPS_SHUNT_REQ15 - SHUNT FAULT TOLERANCE
 - EPS_SHUNT_REQ16 - MEA CON
 - EPS_SHUNT_REQ17 - OUTPUT
 - EPS_SHUNT_REQ18 - SHUNT S
 - EPS_SHUNT_REQ19 - FREQUEN
 - EPS_SHUNT_REQ20 - VOLTAGE

Downstream Coverage Information:

Item	Type	Coverage
Combined coverage		43%
DESIGN DESCRIPTION	Word	15%
THERMAL ANALYSIS	Word	1.5%
TEST PROCEDURE	Word	23%
8 PROCEDIMENTO DE TESTE		
8.3 Output Power (3.2.2 - RBDA-HDS-1002/01)		
DESIGN AND CONSTRUCTION ANALYSIS	Word	7.8%

SHUNT SPECIFICATION - Bloco de notas

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda

EPS_SHUNT_REQ11: DUMP CAPABILITY
 <<The SHUNT shall be capable of dumping a total current of 60 A from the SG2 and SAS.>>

[Covers: EPS_EPS_REQ3][Covers: EPS_EPS_REQ91]

3.2.4 - Output Power

EPS_SHUNT_REQ12: SHUNT OUTPUT POWER
 <<The SHUNT shall be able to deliver 1680 w to the Main Bus, when enough power is available at its inputs.>>

3.2.5 - Power Dissipation

EPS_SHUNT_REQ13: SHUNT POWER DISSIPATION
 <<The SHUNT power dissipation shall not exceed 60 w, when delivering the power of section 3.2.4 to the main bus.>>

[Covers: EPS_EPS_REQ92]

3.2.6 - Power Consumption

Texts and Reference Attributes | Attributes | Messages

Upstream

Text:

Reference Attributes:

Selection

Text:

The SHUNT shall be able to deliver enough power is available at its inputs.

SHUNT SPECIFICATION Text/EPSS_SHUNT_REQ12 - SHUNT OUTPUT POWER

24 de Março de 2011

Windows Taskbar: Iniciar, NI DAYS 2011, Microsoft PowerPoint..., Requirements Gatew..., SHUNT SPECIFICATI..., PT, 10:01

TELA ANÁLISE DE IMPACTO

Requirements Gateway - CBERS PROJECT

File Edit View Tools Reports Help

Management View | Coverage Analysis View | Impact Analysis View | Graphical View | Requirement Details

Upstream Impact Information:

- EPS_SHUNT_REQ1 - PROVIDE POWER FUNCTION
 - EPS_EPS_REQ4 - MAIN BUS FUNCTION
 - SAT_EPS_REQ1 - PROVIDE ELECTRICAL POWER FUNCTION

Título e ID do requisito superior

Selection:

- Rule check
 - SATELLITE SPECIFICATION Text
 - SAT_EPS_REQ1 - PROVIDE ELECTRICAL POWER FUNCTION OF EPS
 - SAT_EPS_REQ2 - PRIMARY POWER GENERATION FUNCTION
 - SAT_EPS_REQ12 - CONDITION THE ELECTRIC ENERGY FUNCTION
 - SAT_EPS_REQ13 - STORE ENERGY FUNCTION
 - SAT_EPS_REQ3 - SAG FUNCTION
 - SAT_EPS_REQ4 - BAT MAIN FUNCTION
 - SAT_EPS_REQ5 - BAT SECONDARY FUNCTION
 - SAT_EPS_REQ6 - SAG EOL POWER
 - SAT_EPS_REQ7 - MAIN BUS VOLTAGE RANGE
 - SAT_EPS_REQ8 - DC/DC CONVERTER EFFICIENCY
 - SAT_EPS_REQ9 - DC/DC CONVERTERS REGULATION
 - SAT_EPS_REQ10 - BAT CAPACITY
 - SAT_EPS_REQ11 - BAT DOD
 - EPSS SPECIFICATION Text
 - SHUNT SPECIFICATION Text
 - EPS_SHUNT_REQ1 - PROVIDE POWER FUNCTION
 - EPS_SHUNT_REQ2 - SUNLIGHT OPERATING MODE
 - EPS_SHUNT_REQ3 - ECLIPSE OPERATING MODE
 - EPS_SHUNT_REQ4 - SHUNT COMPOSITION
 - EPS_SHUNT_REQ5 - SHUNT ELECTRICAL INTERFACE WITH BDR
 - EPS_SHUNT_REQ6 - SHUNT/OBDH INTERFACE
 - EPS_SHUNT_REQ52 - SHUNT TELEMETRIES
 - EPS_SHUNT_REQ53 - MECHANICAL INTERFACE
 - EPS_SHUNT_REQ58 - SHUNT BAPTA INTERFACE
 - EPS_SHUNT_REQ57 - SHUNT SYSC INTERFACE
 - EPS_SHUNT_REQ7 - SEPARATION CONNECTOR

Título e ID do requisito selecionado

Downstream Impact Information:

- EPS_SHUNT_REQ1 - PROVIDE POWER FUNCTION
 - 3.1 Descrição Geral

Título e ID do requisito inferior

Texts and Reference Attributes | Attributes | Messages

Upstream

Text:

The Electrical Power Supply Subsystem shall provide the electrical power at the various required voltages during all phases of the mission for the design life of the Satellite

Texto do requisito superior

Reference Attributes:

Selection

Text:

The SHUNT shall provide power to the loads during sunlight period and eclipse periods.

Texto do requisito selecionado

Downstream

Text:

The SHUNT shall provide power to the loads during sunlight period and eclipse periods.

Texto do requisito inferior

Reference Attributes:

SHUNT SPECIFICATION Text/EPSS_SHUNT_REQ1 - PROVIDE POWER FUNCTION

Windows Taskbar: Iniciar, Microsoft PowerPoint..., Requirements Gateway..., PT, 15:52

TELA GRÁFICA

Requirements Gateway - CBERP PROJECT*

File Edit View Tools Reports Help

[no filter]

Management View Coverage Analysis View Impact Analysis View Graphical View Requirement Details

SATELLITE SPECIFICATION Text

- SAT_EPS_REQ1 - PROVIDE ELECTRICAL POWER FUNCTION OF EPS
- SAT_EPS_REQ2 - PRIMARY POWER GENERATION FUNCTION
- SAT_EPS_REQ12 - CONDITION THE ELECTRIC ENERGY FUNCTION
- SAT_EPS_REQ13 - STORE ENERGY FUNCTION
- SAT_EPS_REQ3 - SAG FUNCTION
- SAT_EPS_REQ4 - BAT MAIN FUNCTION
- SAT_EPS_REQ5 - BAT SECONDARY FUNCTION
- SAT_EPS_REQ6 - SAG EOL POWER
- SAT_EPS_REQ7 - MAIN BUS VOLTAGE RANGE
- SAT_EPS_REQ8 - DC/DC CONVERTER EFFICIENCY
- SAT_EPS_REQ9 - DC/DC CONVERTERS REGULATION
- SAT_EPS_REQ10 - BAT CAPACITY
- SAT_EPS_REQ11 - BAT DOD

EPSS SPECIFICATION Text

- EPS_EPS_REQ1 - SOLAR POWER GENERATION FUNCTION
- EPS_EPS_REQ2 - BATTERY STORAGE FUNCTION
- EPS_EPS_REQ3 - DISPOSE EXCESS POWER FUNCTION
- EPS_EPS_REQ4 - MAIN BUS FUNCTION
- EPS_EPS_REQ5 - SECONDARY BUSES FUNCTION
- EPS_EPS_REQ6 - BATTERY VOLTAGE MANAGEMENT FUNCTION
- EPS_EPS_REQ7 - BATTERY HEATING FUNCTION
- EPS_EPS_REQ8 - POWER TO EED FUNCTION
- EPS_EPS_REQ9 - TELEMETRIES FUNCTION
- EPS_EPS_REQ10 - TELECOMMANDS FUNCTION
- EPS_EPS_REQ11 - BUSES
- EPS_EPS_REQ12 - SOLAR ARRAY GENERATOR
- EPS_EPS_REQ13 - BATTERIES
- EPS_EPS_REQ14 - SHUNT REGULATOR
- EPS_EPS_REQ15 - BDR REGULATOR
- EPS_EPS_REQ16 - BATTERY CHARGE AND HEATING CONTROLL
- EPS_EPS_REQ17 - DC/DC CONVERTERS
- EPS_EPS_REQ18 - SOLAR PRIMARY POWER SOURCE
- EPS_EPS_REQ19 - POWER CONDITIONING
- EPS_EPS_REQ20 - MAIN BUS CONTROL
- EPS_EPS_REQ21 - BATTERY FUNCTION
- EPS_EPS_REQ22 - BDR OPERATION
- EPS_EPS_REQ23 - BCHC OPERATION
- EPS_EPS_REQ24 - EED POWER
- EPS_EPS_REQ25 - DC/DC CONVERTERS OPERATION
- EPS_EPS_REQ26 - SUNLIGHT SHUNT ONLY OPERATION
- EPS_EPS_REQ27 - SUNLIGHT SHUNT AND BDR OPERATION
- EPS_EPS_REQ28 - ECLIPSE OPERATION
- EPS_EPS_REQ29 - OBDDH SUBSYSTEM INTERFACES
- EPS_EPS_REQ30 - NUMBER OF ANALOG TELEMETRIES
- EPS_EPS_REQ31 - NUMBER OF BI-LEVEL TELEMETRIES
- EPS_EPS_REQ32 - NUMBER OF TELECOMMANDS
- EPS_EPS_REQ33 - STRUCTURE SUBSYSTEM INTERFACES
- EPS_EPS_REQ34 - SAG STOWING
- EPS_EPS_REQ35 - SEPARATION CONNECTOR INTERFACE
- EPS_EPS_REQ36 - BATTERY RELAY BYPASS CONNECTOR INTER

SHUNT SPECIFICATION Text

- EPS_SHUNT_REQ1 - PROVIDE POWER FUNCTION
- EPS_SHUNT_REQ2 - SUNLIGHT OPERATING MODE
- EPS_SHUNT_REQ3 - ECLIPSE OPERATING MODE
- EPS_SHUNT_REQ4 - SHUNT COMPOSITION
- EPS_SHUNT_REQ5 - SHUNT ELECTRICAL INTERFACE WITH BD
- EPS_SHUNT_REQ6 - SHUNTOBDDH INTERFACE
- EPS_SHUNT_REQ52 - SHUNT TELEMETRIES
- EPS_SHUNT_REQ53 - MECHANICAL INTERFACE
- EPS_SHUNT_REQ58 - SHUNT BAPTA INTERFACE
- EPS_SHUNT_REQ57 - SHUNT SYSC INTERFACE
- EPS_SHUNT_REQ7 - SEPARATION CONNECTOR
- EPS_SHUNT_REQ8 - SAS INPUT POWER LINES AND EGSE INT
- EPS_SHUNT_REQ9 - SHUNT OUTPUT VOLTAGE
- EPS_SHUNT_REQ10 - SHUNT OUTPUT VOLTAGE REGULATION
- EPS_SHUNT_REQ11 - DUMP CAPABILITY
- EPS_SHUNT_REQ12 - SHUNT OUTPUT POWER
- EPS_SHUNT_REQ13 - SHUNT POWER DISSIPATION
- EPS_SHUNT_REQ14 - SHUNT POWER CONSUMPTION
- EPS_SHUNT_REQ15 - SHUNT FAILURE MODES
- EPS_SHUNT_REQ16 - MEA CONTROL
- EPS_SHUNT_REQ17 - OUTPUT IMPEDANCE
- EPS_SHUNT_REQ18 - SHUNT SWITCHING FREQUENCY
- EPS_SHUNT_REQ19 - FREQUENCY SHIFT IN CASE OF FAILURE
- EPS_SHUNT_REQ20 - VOLTAGE RIPPLE AND SPIKES
- EPS_SHUNT_REQ21 - TRANSIENTS DUE TO CURRENT SURGE
- EPS_SHUNT_REQ22 - TRANSIENT RECOVERY TIME
- EPS_SHUNT_REQ23 - SHUNT CONTROL LOOP STABILITY
- EPS_SHUNT_REQ24 - CONTROL LOOP PHASE MARGIN
- EPS_SHUNT_REQ25 - MEA COMPENSATION
- EPS_SHUNT_REQ26 - SHORT CIRCUIT CAPABILITY
- EPS_SHUNT_REQ27 - MEA REDUNDANCY
- EPS_SHUNT_REQ28 - INDEPENDENCE OF MEA AMPLIFIER
- EPS_SHUNT_REQ29 - FAILURE TOLERANCE
- EPS_SHUNT_REQ30 - INDEPENDENT AMPLIFIERS
- EPS_SHUNT_REQ31 - FAILURE PROOF
- EPS_SHUNT_REQ32 - FAILURE MARGIN

Relações hierárquicas

Selection

Attributes:

Text:

d) To provide a regulated primary main bus taking power from the batteries and from the solar array generator

Texto do requisito selecionado

Messages:

Requirement 'EPS_EPS_REQ4 - MAIN BUS FUNCTION' is covered.

Mensagem sobre o requisito

Destaque de requisitos não-cobertos

EPSS SPECIFICATION Text/EPSS_EPS_REQ4 - MAIN BUS FUNCTION

16:08

OBSERVAÇÕES

- O Requirements Gateway,
 - força o autor a prestar atenção e a escrever requisitos corretamente,
 - automaticamente detecta erros,
 - navega rapidamente entre documentos e ferramenta,
 - integra, em um banco de dados, as informações que estaria espalhadas em arquivos,
 - mostra, em uma só tela, requisitos em 3 níveis hierárquicos diferentes,
 - registra atributos, prioridade e outras informações sobre os requisitos,
 - auxilia verificação do impactos de mudanças em outros níveis hierárquicos,
 - durante a fase de concepção assegura que requisitos estão sendo associados à solução,
 - durante a fase de verificação assegura que os requisitos estão sendo verificados,
 - evita “esquecer” requisitos,
 - destaca requisitos não-cobertos ou não-verificados,
 - dá visibilidade e permite um acompanhamento contínuo do status do desenvolvimento,
- A ferramenta ajudou a encontrar um sério e desconhecido erro na documentação do subsistema EPS.
- Foram identificados, até o momento, 611 requisitos para o subsistema EPS; estima-se que todo subsistema EPS tenha por volta de 1000 requisitos e todo o satélite mais de 20.000 requisitos.

CONCLUSÕES

- Ferramentas de automação de gerenciamento de requisitos não substituem boas práticas de Engenharia de Sistemas.
- Ferramentas de automação de gerenciamento de requisitos não são uma panaceia, mas são uma grande ajuda no desenvolvimento de grandes sistemas.
- Ferramentas de automação de gerenciamento de requisitos:
 - reduzem erros e fazem melhor uso da força de trabalho,
 - melhoram a qualidade dos requisitos,
 - melhoram a qualidade do produto final,
 - ajudam a atingir metas de custos e prazos.
- Ferramentas de automação de gerenciamento de requisitos deveriam ser usadas em qualquer novo projeto de desenvolvimento de satélites ou qualquer novo projeto com mais que algumas centenas de requisitos.

BIBLIOGRAFIA

- Naur, P., Randell, B., Software Engineering, Report on a conference sponsored by the NATO Science Committee, Garmisch, Germany, 7th to 11th October 1968.
- Boehm, B., McClean, R. K., Urfrig, D. B. "Some Experience with Automated Aids to the Design of Large-Scale Reliable Software", Proceedings of the International Conference on Reliable Software, Los Angeles, CA, 1975.
- Boehm, B., "Software Engineering," IEEE Transactions on Computers, Vol. C-25, N. 12, December 1976.
- Brooks, F., "No Silver Bullet: Essence and Accidents of Software Engineering", Computer, Vol. 20, No. 4 (April 1987) pp. 10-19.
- Fernandes, E, "Uma Estruturação Lógica para a Gestão de Projetos Espaciais," MSc Thesis, INPE, São José dos Campos, SP, 1987.
- Finkelstein, A., Emmerich, W., "The Future of Requirements Management Tool". In: Information Systems in Public Administration and Law, Austrian Computer Society, Viena, Austria, 2000.
- NI Requirements Gateway - Requirements Management Software. See <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/202624> accessed in 28/06/2010.

AGRADECIMENTOS

- À National Instruments do Brasil por fornecer o demo da ferramenta de gerenciamento de requisitos Requirements Gateway,
- À Aeroeletrônica, fabricante dos equipamentos do subsistema EPS, por dar acesso a seus documentos de projeto,
- Ao INPE por dar acesso a todo o arquivo de documentos do projeto do satélite CBERS-3.

“Our Age of Anxiety is, in great part, the result of trying to do today’s job with yesterday’s tools and yesterday’s concepts”

Herbert Marshall McLuhan
Media Scientist - Creator of the “Global Village” expression