

Instrumentação e Controle

Brevíssima Visão do Sistema

Geraldo Ribeiro

geraldo@lcp.inpe.br

Marcelo Renato

marcelo@lcp.inpe.br

Conteúdo

- Sistema de Medidas;
 - Plano de Medidas;
 - Sistema de Controle e Comando;
 - Sistema de Aquisição de Dados; e
 - Sistema de Tratamento de Dados.
- Recebimento do Propulsor;
- Instalação;
- Execução;

Parte I

Sistema de Medidas

Plano de Medidas

Definições

- Designação

temperatura da câmara de vácuo, pressão do tanque de combustível, empuxo do motor, ...

- Nome da Medida

TVC, PTF, FE, ...

- Tipo de Sensor

Tipo K, R250c, FN711, ...

- Unidades

celsius, bar, newton, ...

- Faixa de Medida

0 a 247 °C, 0 a 60 bar, ...

Plano de Medidas

TEST BENCH INPE-CACHOEIRA PAULISTA							Date: 15 dez. 2006	Motor de Nióbio - 4 rd Test									
Scopix Campaign: B200N-25							Version: 01										
Scopix Acquisition System: B200N-25																	
Measurement definition							SCOPIX					BCI		INTOUCH			
Designation	Measure Name	Sensor Type	Unit	Range	Cable Label	Address	Gain	Offset	Scanrate	GAIN	Full Range Sensor	[Monitoring limits] / Comments	Cable				
C1 - BCI 310-1 sn. 97060015	0					C1 0											
	1					C1 1											
	2					C1 2											
	3					C1 3											
	4					C1 4											
	5					C1 5											
	6					C1 6											
C2 (out)	0					C2 0											
	1					C2 1											
	2					C2 2											
	3					C2 3											
	4					C2 4											
	5					C2 5											
	6					C2 6											
C3 - BCI 382-1 sn. 97060062	0	Combustion Chamber Temperature 1	TCC1	T1	TYPE K	celsius	0 to 968	TK01	C3 0	250	0	100	250	40 mV			
	1	Combustion Chamber Temperature 2	TCC2	T2	TYPE K	celsius	0 to 968	TK02	C3 1	250	0	100	250	40 mV	< 900] Temperature #2	TK 02 R	
	2	Combustion Chamber Temperature 3	TCC3	T3	TYPE K	celsius	0 to 968	TK03	C3 2	250	0	100	250	40 mV			
	3	Combustion Chamber Temperature 4	TCC4	T4	TYPE K	celsius	0 to 968	TK04	C3 3	250	0	100	250	40 mV			
	4	Divergent Temperature 1	TD1	T5	TYPE K	celsius	0 to 968	TK05	C3 4	250	0	100	250	40 mV			
	5	Divergent Temperature 2	TD2	T6	TYPE K	celsius	0 to 968	TK06	C3 5	250	0	100	250	40 mV			
	6	Divergent Temperature 3	TD3	T7	TYPE K	celsius	0 to 968	TK07	C3 6	250	0	100	250	40 mV			
7	Divergent Temperature 4	TD4	T8	TYPE K	celsius	0 to 968	TK08	C3 7	250	0	100	250	40 mV				
C4 - BCI 382-2 sn. 98030093	0	Sensor Temperature	TS		TYPE K	celsius	0 to 247	TK09	C4 0	1000	0	100	1000	10 mV			
	1	Vacuum Chamber Temperature	TVC		TYPE K	celsius	0 to 247	TK10	C4 1	1000	0	100	1000	10 mV	< 150] Vac.Chamb.Temp.	TVC R	
	2	Oxidizer Inlet Temperature	TI0		TYPE K	celsius	0 to 247	TK11	C4 2	1000	0	100	1000	10 mV			
	3	Fuel Inlet Temperature	TIF		TYPE K	celsius	0 to 247	TK12	C4 3	1000	0	100	1000	10 mV			
	4	Oxidizer Line Temperature	TL0	TT0102		TYPE K	celsius	0 to 247	TT0102	C4 4	1000	0	100	1000	10 mV		
	5	Fuel Line Temperature	TLF	TT0202		TYPE K	celsius	0 to 247	TT0202	C4 5	1000	0	100	1000	10 mV		
	6	Oxidizer Tank Temperature	TT0	TT0101		TYPE K	celsius	0 to 247	TT0101	C4 6	1000	0	100	1000	10 mV	TT 0101 R	
7	Fuel Tank Temperature	TTF	TT0201		TYPE K	celsius	0 to 247	TT0201	C4 7	1000	0	100	1000	10 mV	TT 0201 R-TT0301R		
C5 - BCI 310-2 sn. 97060017	0	Oxidizer Line Pressure	PL0	PT0101	PDCR961 2	bar	0 to 25	PT0101	C5 0	0.1	0	1000	100	100 mV	PT 0101R		
	1	Fuel Line Pressure	PLF	PT0201	PDCR961 3	bar	0 to 25	PT0201	C5 1	0.1	0	1000	100	100 mV	PT 0201 R (jump PT 0301)		
	2	Oxidizer Flow Control Device Current	ID0		SHUNT	ampere	-2 to +2	IV1	C5 2	0.1	0	1000	100	100 mV			
	3	Fuel Flow Control Device Current	IDF		SHUNT	ampere	-2 to +2	IV2	C5 3	0.1	0	1000	100	100 mV			
	4	Oxidizer Inlet Pressure	PI0		P6A 197	bar	0 to 50	SG1	C5 4	0.8	0	1000	800	12.5 mV			
	5	Fuel Inlet Pressure	PIF		P6A 200	bar	0 to 50	SG2	C5 5	0.8	0	1000	800	12.5 mV			
	6	Engine Thrust	FE		FN711	newton	-350 to 350	SG4	C5 6	0.8	0	1000	800	12.5 mV			
7	Combustion Chamber Pressure 1	PC1		P6A 505	bar	0 to 100	SG3	C5 7	0.8	0	1000	800	12.5 mV	Thruster Pressure #1	PC1 R		
C6 - BCI 382-3 sn. 97060060	0	Vacuum Chamber Pressure 1	PCv1	PT4001	TPR250	mbar	0.0005 to 1000	PT4001A	C6 0	1	0	100	1	10 V	PT 4001 R		
	1	Vacuum Chamber Pressure 2	PCv2	PT4004	EMR262	mbar	0.05 to 100	PT4004A	C6 1	1	0	100	1	10 V	{< 8 mbar}	PT4004 R	
	2	Oxidizer Tank Pressure	PTO	PT1102	R250a	bar	0 to 60	VR1	C6 2	1	0	100	1	10 V			
	3	Fuel Tank Pressure	PTF	PT1202	R250b	bar	0 to 60	VR2	C6 3	1	0	100	1	10 V			
	4								C6 4								
	5								C6 5								
	6	Oxidizer Flow Control Device Voltage	V00			DIVIDER	volt	-35 to +35	UV1	C6 6	1	0	100	8	1.25 V		
7	Fuel Flow Control Device Voltage	VDF			DIVIDER	volt	-35 to +35	UV2	C6 7	1	0	100	8	1.25 V			
C7-BCI 306 sn. 9702001	0	Oxidizer Line Volumetric Flow 1	Q01	QT0101	KDG70013 2	cm ³ /s	16 to 160	QT0101	C7 0	-	-	1000	-	-			
	1	Oxidizer Line Volumetric Flow 2	Q02	QT0102	KDG70013 4	cm ³ /s	16 to 160	QT0102	C7 1	-	-	1000	-	-			
	2	Fuel Line Volumetric Flow 1	QF1	QT0201	KDG70013 5	cm ³ /s	16 to 160	QT0201	C7 2	-	-	1000	-	-			
	3	Fuel Line Volumetric Flow 2	QF2	QT0202	KDG70013 3	cm ³ /s	16 to 160	QT0202	C7 3	-	-	1000	-	-			
	4								C7 4	-	-	1000	-	-			
5								C7 5	-	-	1000	-	-				

Plano de Medidas Scopix

- Nome do Cabo;
- Endereço de Memória;
- Ganho do Sinal;
- Offset do Sinal; e
- Taxa de Amostragem;

Plano de Medidas BCI

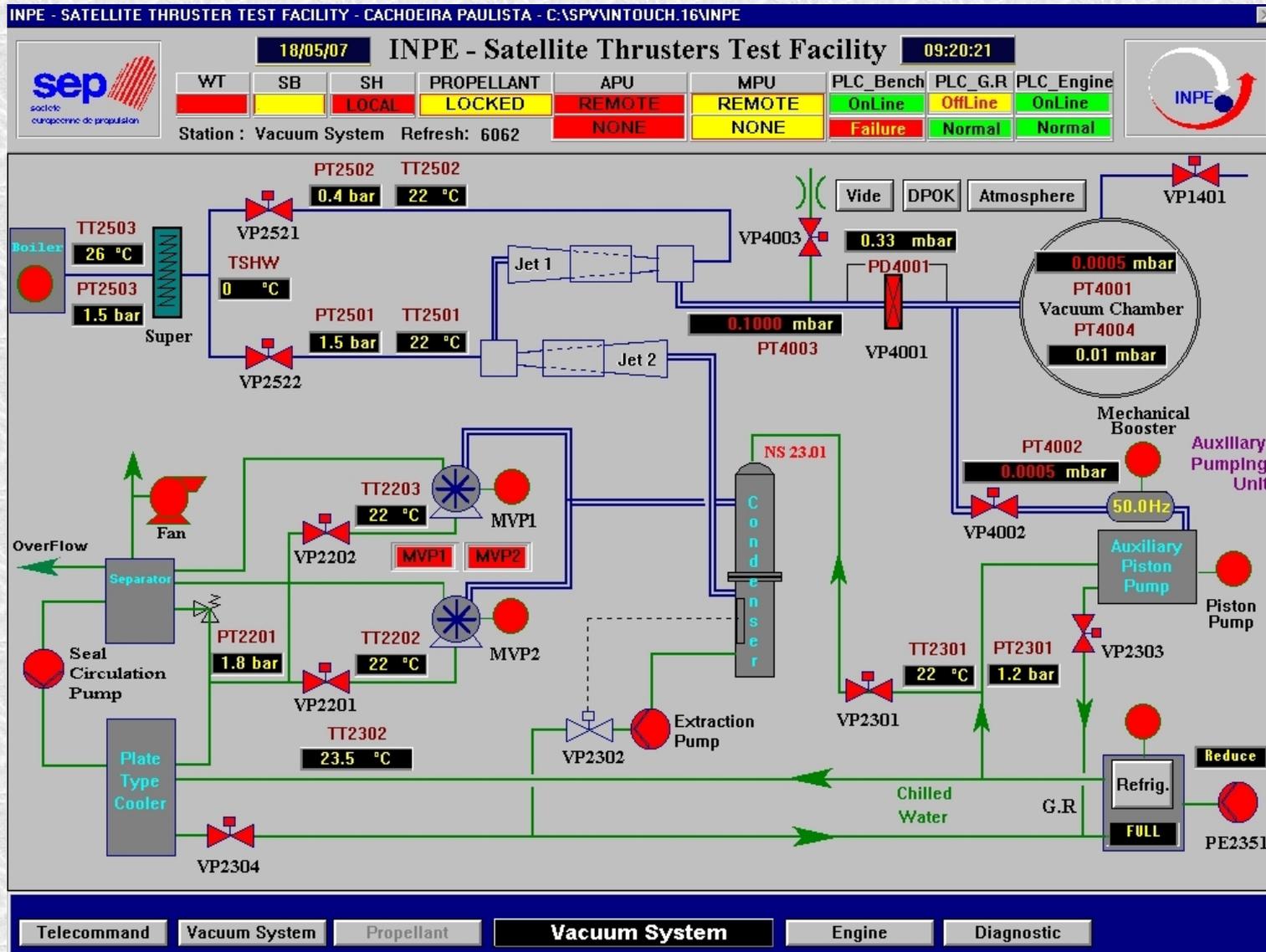
- Ganho do Sinal;
- Offset do Sinal;
- Faixa de Entrada;
- Pinagem; e
- Sinal Elétrico de Alimentação do Sensor;

Plano de Medidas INTOUCH

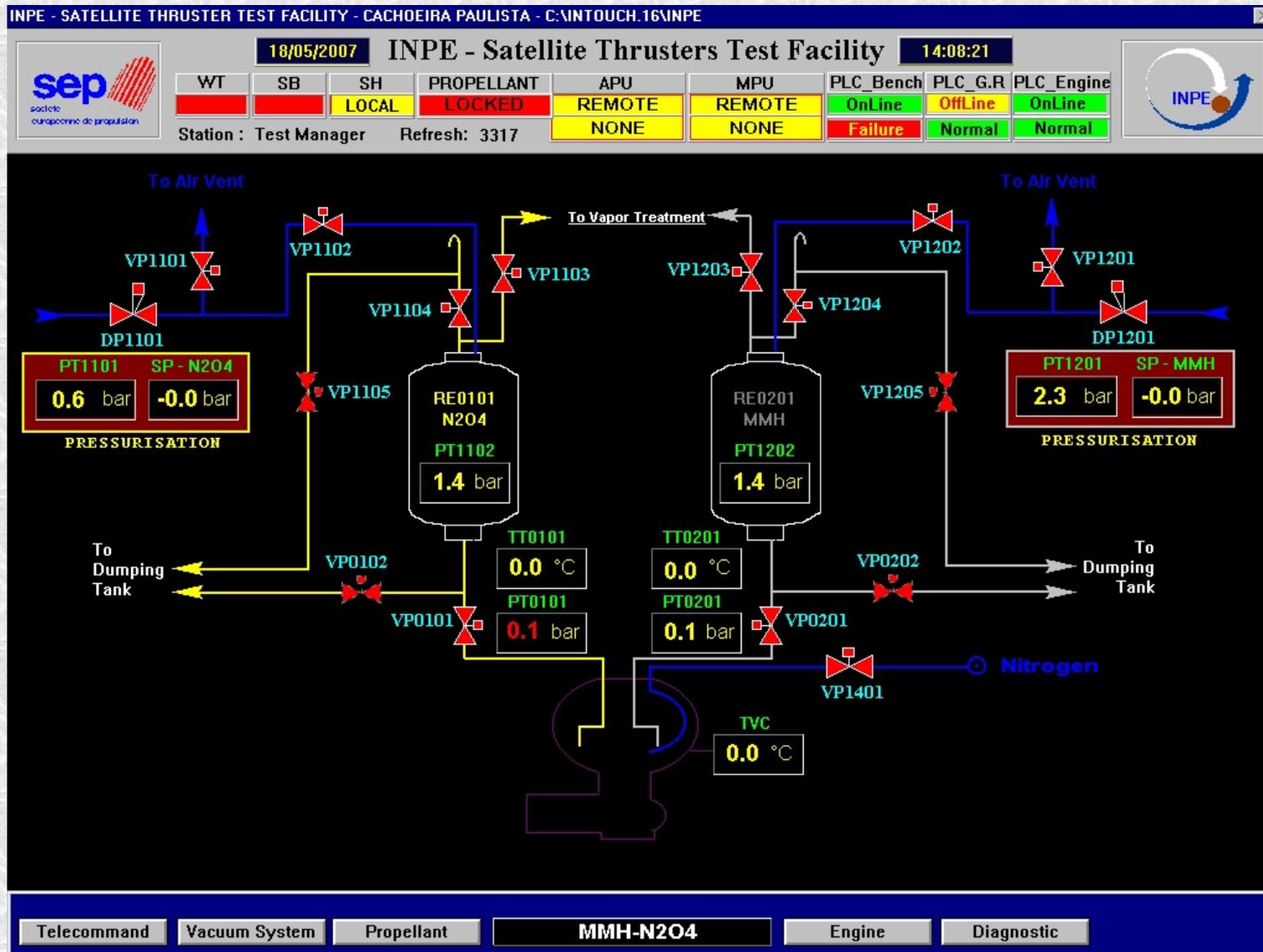
- Limite de Segurança para Temperatura;
- Limite de Segurança para Nível de Vácuo;
- Seqüências de Tiro; e
- Cópia das Principais Medidas;

Sistema de Controle e Comando

SISTEMA DE VÁCUO



Sistema de Controle e Comando TANQUES DE PROPELENTES



Sistema de Controle e Comando

MONITORAMENTO

INPE - SATELLITE THRUSTER TEST FACILITY - CACHOEIRA PAULISTA - C:\INTOUCH.16\INPE

18/05/2007 INPE - Satellite Thrusters Test Facility 09:14:46



WT	SB	SH	PROPELLANT	APU	MPU	PLC_Bench	PLC_G.R	PLC_Engine
		LOCAL	LOCKED	REMOTE	REMOTE	OnLine	OffLine	OnLine
Station : Test Manager			Refresh: 5568	NONE	NONE	Failure	Normal	Normal



THRUSTER PRESSURE # 1

0.0 bar

THRUSTER PRESSURE # 2

0.0 bar

TEMPERATURE # 1

0.0 °C

TEMPERATURE # 2

0.0 °C

VACUUM CHAMBER 200 N

0.01 mbar

VACUUM CHAMBER TEMPERATURE

0.0 °C

END FIRE

ACTUAL OR LAST
STEP : 1
Pulsed : 318

DATA STORAGE READY
DATA STORAGE ERROR

VME
CONDITIONNING

F VACUUM
SYSTEM

FIRE SEQUENCE
STOPPED 2

EMERGENCY STOP
FIRE SEQUENCE

REAL-TIME
MONITORING

PLC Actual Fire Sequence : LimpEV of \\STATION#1

Telecommand
Vacuum System
Propellant
Monitoring
Engine
Diagnostic

Sistema de Controle e Comando

Seqüência de Tiro

INPE - SATELLITE THRUSTER TEST FACILITY - CACHOEIRA PAULISTA - C:\SPV\INTOUCH.16\INPE

18/05/07 INPE - Satellite Thrusters Test Facility 14:28:59

sep sociedade brasileira de propulsão

WT	SB	SH	PROPELLANT	APU	MPU	PLC_Bench	PLC_G.R	PLC_Engine
Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Green
		LOCAL	LOCKED	REMOTE	REMOTE	OnLine	OffLine	OnLine
				NONE	NONE	Failure	Normal	Normal

Station : Vacuum System Refresh: 4582

INPE

Fire Sequence File Name: **Default**

STEP NUMBER 1

T ON

Time Base	-1	ms	END
Repetition	1		
Pulse ON Duration	0	ms	

T OFF

Time Base	5	ms
Repetition	1	
Pulse OFF Duration	5	ms

Number of pulses: **1**

Step Duration: **5 ms**

Error : 0

STEP COMMANDS

Select the STEP

Insert a STEP

Delete the STEP

Previous Next

FILE COMMANDS

New

Load From Disk

Save To Disk

Save As

Delete From Disk

DOWNLOAD RECIPE COMMAND

DownLoad To PLC Engine

Calculation

PLC Actual Fire Sequence

Date Modified : 2012/06 09:57:42

FileName : LimpEV of \STATION#1

Date Modified : #####:###:##

Thruster Pressure #1: **70.00 bar**

Thruster Pressure #2: **70.00 bar**

200N Vacuum Chamber Pressure: **110.00 mbar**

20N Vacuum Chamber Pressure: **1000.00 mbar**

Temperature #1: **1370 °C**

Temperature #2: **1370 °C**

Vacuum Chamber Temperature: **1370 °C**

Global Data Storage

Pre-trigger: **500** × 10 ms

Post-trigger: **500** × 10 ms

Telecommand Vacuum System Propellant **Fire Sequence Recipe** Engine Diagnostic

Sistema de Controle e Comando

ALARMES

INPE - SATELLITE THRUSTER TEST FACILITY - CACHOEIRA PAULISTA - C:\SPV\INTOUCH.16\INPE

18/05/07 INPE - Satellite Thrusters Test Facility 14:23:28


WT SB SH PROPELLANT APU MPU PLC_Bench PLC_G.R PLC_Engine

LOCKED REMOTE REMOTE OnLine OffLine OnLine

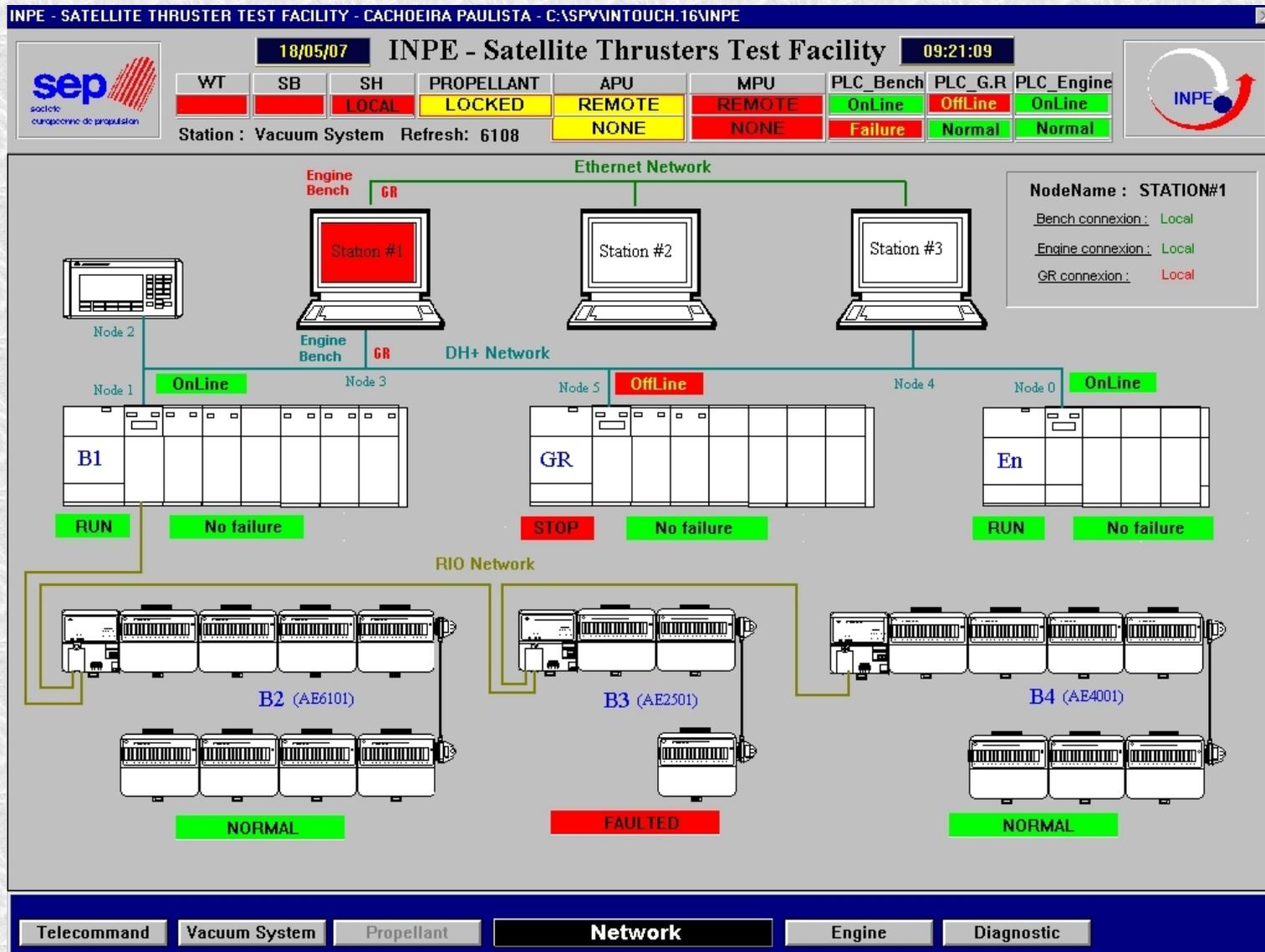
Station : Vacuum System Refresh: 4252 NONE NONE Failure Normal Normal

MMM DD YYYY HH:MM:SS	Comment	Name	GroupName	Value
May 18 2007 14:05:25	Nitrogen Pressure Failure	D_PSN	MPU	FAILURE
May 18 2007 14:05:25	Failure MVP1 Starter	D_ST_MVP1	MPU	FAILURE
May 18 2007 14:05:25	Failure MVP2 Starter	D_ST_MVP2	MPU	FAILURE
May 18 2007 14:05:25	Failure Booster Pump Drive	D_DRI_BP	APU	FAILURE
May 18 2007 14:05:25	Failure Emergency Stop Superheating	D_ESSH	SH	FAILURE
May 18 2007 14:05:25	Failure SuperHeating	D_SH	SH	FAILURE
May 18 2007 14:05:25	PT4002 Measure Failure P Vacuum Auxiliary Group	D_PT4002	APU	FAILURE
May 18 2007 14:05:25	PT4003 Measure Failure (P Vacuum Main Group)	D_PT4003	MPU	FAILURE
May 18 2007 14:05:25	Measure Failure Ambient Vacuum Chamber Pressure	D_PT4001	MPU	FAILURE
May 18 2007 14:05:25	PT0101 Measure Failure (P Pipe N2O4)	D_PT0101	Propellant_N2O4	FAILURE
May 18 2007 14:05:25	Failure Measure Hydrazin Tank Temperature	D_TT0301	Propellant_N2H4	FAILURE
May 18 2007 14:05:25	Failure Measure Temperature Superheated Steam	D_TSHW	SH	FAILURE
May 18 2007 14:05:25	Rack B3 Error	B3_Error	Control-Command	FAILURE
May 18 2007 14:09:16	Failure Measure Hydrazin Tank Temperature	D_TT0301	Propellant_N2H4	NORMAL
May 18 2007 14:09:21	Failure Measure Hydrazin Tank Temperature	D_TT0301	Propellant_N2H4	FAILURE

Group Filter: Vacuum System Fire Sequence All ALARMS Acknowledge All Alarms

Telecommand Vacuum System Propellant **Alarms History** Engine Diagnostic

Sistema de Controle e Comando NETWORKS



Sistema de Controle e Comando

SETTINGS

INPE - SATELLITE THRUSTER TEST FACILITY - CACHOEIRA PAULISTA - C:\INTOUCH.16\INPE

18/05/2007 INPE - Satellite Thrusters Test Facility 10:52:04


WT SB SH PROPELLANT APU MPU PLC_Bench PLC_G.R PLC_Engine

LOCKED REMOTE REMOTE OnLine OffLine OnLine

NONE NONE Failure Normal Normal

Station : Test Manager Refresh: 1540 

Test Sequence

Pressure Thresholds Settings (PT4001)

Vacuum Chamber MMH-N2O4	0.500	mbar
Vacuum Chamber Start MPU	0.050	mbar
Inflation Chamber	3.000	mbar
Vacuum Chamber N2H4	0.500	mbar

Fire Sequence

D.A.T.S Data Storage Settings

Pre-trigger	500	× 10 ms
Post-trigger	500	× 10 ms

Vacuum System

Pressure Thresholds Settings

Steam - PSS (PT2503)	6.5	bar
Cooling Water to APU - PSA (PT2301)	0.0	bar
Circulating Water - PSC (PT2201)	1.4	bar
Cooling Water to Spray - PSW (PT2301)	2.0	bar
Vacuum Pressure StartUp Booster Pump (PT4002)	120.0000	mbar

Measures Scales

	LOW RANGE	HIGH RANGE	
PT2201	0	16	bar
PT2301	0	16	bar
PT2501	0	16	bar
PT2502	0	16	bar
TT2301	0	60	°C
TT2302	0	60	°C
TT2501	0	250	°C
TT2502	0	250	°C
TT2202	0	60	°C
TT2203	0	60	°C

Temperature Thresholds Settings

Cooling Water (TT2302)	13.0	°C
------------------------	------	----

Telecommand Vacuum System Propellant **System** Engine Diagnostic

Sistema de Aquisição de Dados SCOPIX



O Sistema de Tratamento de Dados

- Transferência;
- Conversão CATPAG3;
- Conversão SI;
- Exportação em Formato Plano;
- Geração de Gráficos;
- Cálculos; e
- Correção de Offset.

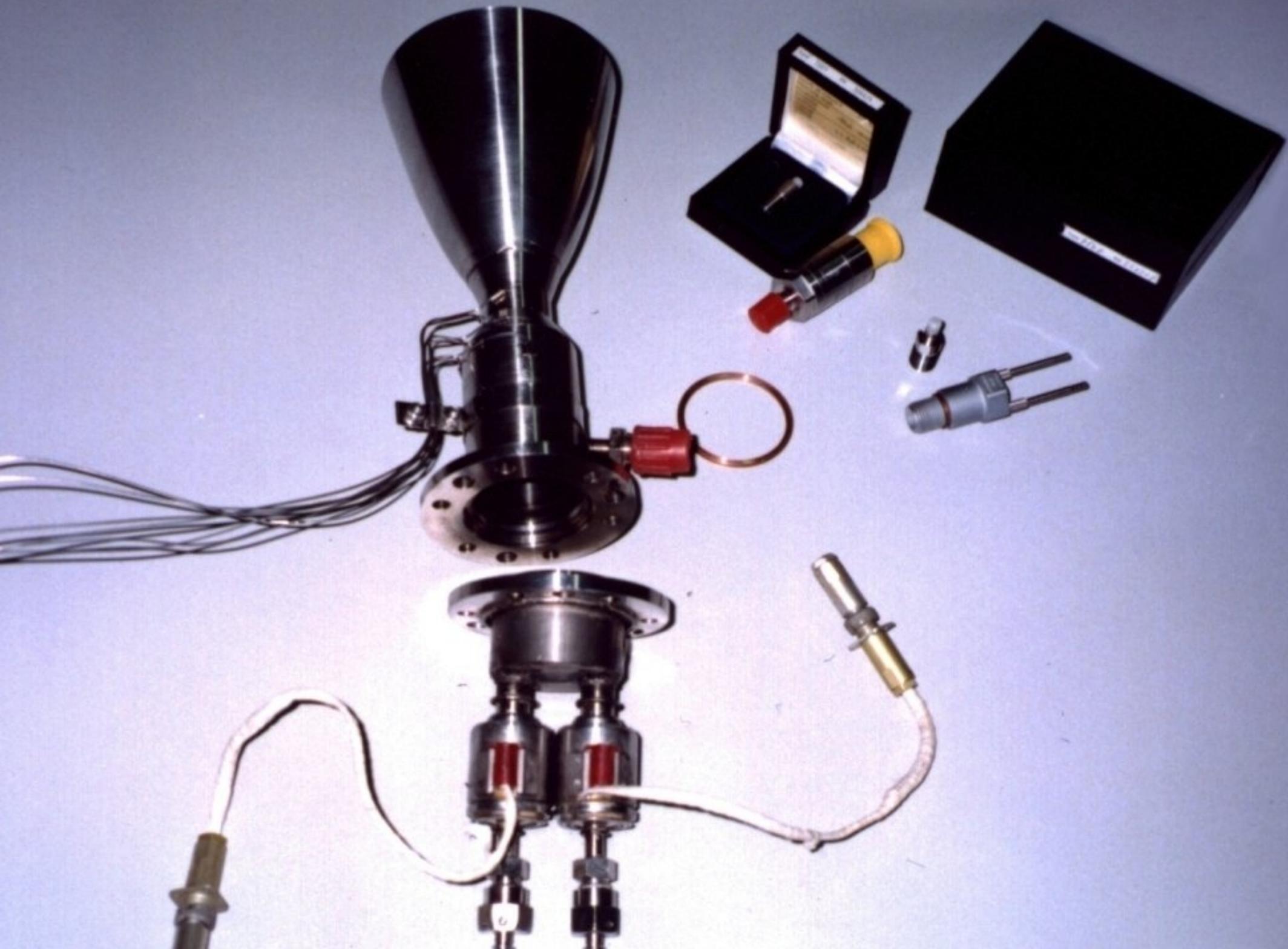
Parte II

Recebimento do

Propulsor

Recebimento do Propulsor

- Inspeção visual do motor;
- Verificação dos conectores elétricos;
- Verificação dos sensores; e
- Criação de lista de não conformidades.



Parte III

Instalação

Confecção dos Cabos dos Sensores

- Cabos com isolação elétrica em PVC e proteção de ruído com malha aterrada;
- Revestimento de lã de vidro contra altas temperaturas; e
- Conectores tipo LEMO do lado da aquisição e característico ao sensor do outro lado. Ex.: Baioneta, mini para termopar, etc...

Instalação de Sensores (Banco de Teste e Motor)

- Instalação e reposição de sensores de pressão, temperatura, empuxo e vazão no Banco de Testes;
- Adaptação do sensor para o Sistema de Aquisição – Curvas de calibração; e
- Instrumentação do motor – sensor de temperatura, pressão e empuxo.

Ajuste das Placas de Aquisição

- Seguem o plano de medidas;
- Os canais de medida são configurados de acordo com as características de cada sensor;
- BCI-306 - Flowmeters;
- BCI-382 – Termopares e Tensão; e
- BCI-310 – Tensão, Strain-gauges...

Limites de Segurança

- **Inserção dos Limites de Segurança**
 - Temperatura; e
 - Nível de Vácuo no Sistema de Controle;
- **Interrupção e desligamento do Sistema de Testes**

Automático: ao atingir-se o nível de um dos sinais pré-estabelecidos; ou

Manual: Comando no Posto do Grupo de Vácuo; ou

Manual: Comando no Posto do Diretor de Tiro;

Configuração da Seqüência de Tiro

- Implementação da seqüência de tiro pré-definida na solicitação do cliente;
- Possibilidade de alteração no momento do Teste.

Calibração da Balança de Empuxo

- Determinação da “Curva de Calibração” da balança de empuxo;
- Cálculo da Incerteza de medição para o sinal de empuxo, conforme descrito no PI-5.4-026.

Thrust cell calibration report

Bench: 20N
Campaign: M20N-25
Operator #1: Geraldo Ribeiro
Operator #2: Marcelo Renato
Date: 200611212

Slope: 0.8052503
Offset: -0.9913540
Correlation Coef: 0.9965586
Gravity: 9.806m/s²
Uncertainty: 1.5e-01 N

Obs.: Pré carga de 1.2390 mV

Computed data

Group	Tension	Weight	C. Weight	Delta
G00	1.239 mV	0.000 N	0.006 N	-0.006 N
G01	2.447 mV	0.997 N	0.979 N	0.017 N
G02	3.595 mV	1.939 N	1.904 N	0.035 N
G03	4.748 mV	2.874 N	2.832 N	0.042 N
G04	5.194 mV	3.239 N	3.191 N	0.048 N
G05	6.658 mV	3.609 N	4.370 N	-0.761 N
G06	6.116 mV	3.981 N	3.933 N	0.047 N
G07	6.580 mV	4.357 N	4.307 N	0.050 N
G08	7.050 mV	4.738 N	4.685 N	0.053 N
G09	7.526 mV	5.125 N	5.069 N	0.057 N
G10	8.099 mV	5.570 N	5.531 N	0.039 N
G11	8.569 mV	5.951 N	5.909 N	0.042 N
G12	9.094 mV	6.370 N	6.332 N	0.038 N
G13	9.094 mV	6.370 N	6.332 N	0.038 N
G14	8.582 mV	5.951 N	5.919 N	0.032 N
G15	8.112 mV	5.570 N	5.541 N	0.029 N
G16	7.556 mV	5.125 N	5.093 N	0.032 N
G17	7.092 mV	4.738 N	4.720 N	0.019 N
G18	6.604 mV	4.357 N	4.327 N	0.030 N
G19	6.140 mV	3.981 N	3.953 N	0.028 N
G20	5.682 mV	3.609 N	3.584 N	0.025 N
G21	5.231 mV	3.239 N	3.221 N	0.018 N
G22	4.773 mV	2.874 N	2.852 N	0.022 N
G23	3.619 mV	1.939 N	1.923 N	0.016 N
G24	2.460 mV	0.997 N	0.989 N	0.008 N
G25	1.227 mV	0.000 N	-0.003 N	0.003 N

Parte IV

Execução

STARTUP do Banco de Testes

- Armários e Rack's devem ser ligados em seqüência pré-definida;
- Estações #1, #2 e #3 do Sistema de Controle – SUPERVISION – também ligadas em seqüência e após os PLC's.

Limpeza do Disco Rígido do Sistema de Aquisição

- Devido à capacidade limitada dos discos rígidos do sistema de aquisição e por motivos de segurança são feitos backups em fitas magnéticas tipo DDS.

FIM