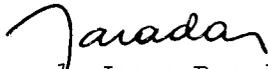


1. Publicação nº <i>INPE-3277-NTI/218</i>	2. Versão	3. Data <i>Set., 1984</i>	5. Distribuição <input checked="" type="checkbox"/> Interna <input type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DTL/DRC</i>	Programa <i>ETSS/ET</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>ESTAÇÃO TERRENA RASTREIO E CONTROLE SEGMENTO SOLO</i>			
7. C.D.U.: <i>629.7.086:629.783(81)</i>			
8. Título <i>ESTUDO PRELIMINAR SOBRE REQUISITOS DA ESTAÇÃO DE RASTREIO E CONTROLE DA MECB</i>		10. Páginas: <i>41</i>	
		11. Última página: <i>36</i>	
		12. Revisada por  <i>Pawel Rosenfeld</i>	
9. Autoria <i>Satoshi Koshima</i> 	13. Autorizada por  <i>Nelson de Jesus Parada Diretor Geral</i>		
Assinatura responsável			
14. Resumo/Notas <i>Neste trabalho são examinados os requisitos funcionais de uma Estação de Rastreo e Controle da MECB. A partir destes requisitos faz-se uma decomposição física da ERC e apresentam-se suas interfaces com outros subsistemas. Definem-se as linhas gerais para o projeto de uma ERC e apresentam-se suas características gerais. O trabalho é concluído com a ficha técnica de ERC.</i>			
15. Observações			

ABSTRACT

In this work the functional requirements of a MECB TT & C Station are looked over. Based on these requirements a physical breakdown of a TT & C Station is made and its interfaces with other subsystems are displayed. The project ground lines of a TT & C station as well as its general characteristics are outlined. A technical data sheet of the station concludes the work.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2. <u>LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS ESTAÇÕES DE RASTREIO E CONTROLE</u>	1
3. <u>REQUISITOS DE SISTEMA</u>	3
3.1 - Requisitos funcionais	3
3.1.1 - Apresentação geral	3
3.1.2 - Decomposição funcional	4
3.1.3 - Reagrupamento das funções da ERC em subsistemas constitu intes	10
3.1.4 - Codificação dos subsistemas	11
4. <u>DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DOS SUBSISTEMAS</u>	13
4.1 - Geral	13
4.2 - Decomposição física da ERC	13
4.3 - Decomposição física do subsistema de transmissão de dados .	13
4.4 - Decomposição física do subsistema de alta frequência	14
4.5 - Decomposição física do subsistema de telecomando	15
4.6 - Decomposição física do subsistema de telemetria de serviço.	16
4.7 - Decomposição física do subsistema de medida de distância ..	17
4.8 - Decomposição física do subsistema de medida de velocidade .	18
4.9 - Decomposição física do subsistema de tempo e frequência ...	18
4.10 - Decomposição física do subsistema de supervisão	19
4.11 - Decomposição física do subsistema de apoio e serviços	19
4.12 - Decomposição física do subsistema interfaces de supervisão e comunicação	20
5. <u>INTERFACES DA ESTAÇÃO DE RASTREIO E CONTROLE COM OUTROS SISTE MAS</u>	21
5.1 - Interface ERC/Satélite	21
5.2 - Interface da ERC com o centro de controle	21
5.3 - Interface da ERC com as estações dedicadas	21
5.4 - Interface da ERC com a maquete do satélite	22

	<u>Pág.</u>
6. <u>LINHAS GERAIS PARA O PROJETO DE UMA ESTAÇÃO DE RASTREIO E CONTROLE</u>	22
7. <u>CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ERC</u>	25
7.1 - Alimentação elétrica	25
7.2 - Montagem mecânica de equipamentos	26
7.3 - Condições ambientais	27
8. <u>FICHA TÉCNICA DA ESTAÇÃO DE RASTREIO E CONTROLE</u>	28
BIBLIOGRAFIA	33

1. INTRODUÇÃO

Para o suporte de missões previstas para a MECB (Missão Espacial Completa Brasileira) serão implantadas basicamente duas classes de estações terrenas:

- a) Estações de Rastreamento e Controle (ERC): destinam-se ao controle e localização do satélite, tema desse relatório.
- b) Estações dedicadas: destinam-se à recepção de sinais de carga útil de satélites, existindo nessa classe diversos tipos de estações, a saber:
 - recepção de sinais de plataforma de coleta de dados (MECB1);
 - recepção de imagens de sensoriamento remoto (MECB2);
 - recepção de imagens de meteorologia.

As estações de rastreamento e controle previstas para a MECB são do tipo multimissão, isto é, deverão dar suporte a qualquer tipo de missão durante a vida útil dessas estações, sem que haja necessidade de alterações substanciais de composição de equipamentos. Esta filosofia é adotada por todas as agências espaciais, visto que barateia o custo de suporte operacional e de instalação. O suporte diferenciado para satélites diferentes é assegurado pela capacidade da reconfiguração simples de parâmetros de equipamentos, que pode ser feita manualmente pelo operador da estação, ou automaticamente pela ação do Subsistema de Supervisão da ERC ou até mesmo sob solicitação do Centro de Controle do Satélite.

2. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS ESTAÇÕES DE RASTREIO E CONTROLE

As estações de rastreamento e controle são bastante dispensáveis, de modo que se procura operar com um número estritamente necessário de estações, que ainda assim permita apoiar as operações de lançamento e controle de satélites.

TABELA 1

ALTERNATIVAS PARA A LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES

	<u>SUGERIDA</u>	<u>ALTERNATIVA</u>
Estação principal	Cachoeira Paulista	São José dos Campos
Estação de lançamento	Alcântara	Natal
Estação redundante	Cuiabá	Natal

3. REQUISITOS DE SISTEMA

3.1 - REQUISITOS FUNCIONAIS

3.1.1 - APRESENTAÇÃO GERAL

Uma estação de rastreamento e controle tem suas funções principais e auxiliares. As principais são:

- 1) Rastreamento: rastrear o satélite durante sua passagem sobre a ERC.
- 2) Telecomando: emitir o sinal de telecomando para o satélite.
- 3) Telemetria: receber dados de telemetria de serviços do satélite.
- 4) Medida de distância: medir a distância entre ERC e satélite.
- 5) Medida de velocidade: medir a velocidade radial do satélite em relação a ERC.
- 6) Transmissão de dados: interligar a estação com um sistema de transmissão de dados.

As funções auxiliares de uma ERC são:

- 7) Supervisão: supervisionar a ERC, incluindo tarefas de monitoração e controle dos equipamentos.
- 8) Tempo e frequência: gerar o tempo universal e as frequências padrões.
- 9) Apoio e serviço: assegurar a operacionalidade da ERC.

3.1.2 - DECOMPOSIÇÃO FUNCIONAL

As funções delineadas na seção anterior podem ser decompostas do seguinte modo:

- 1) f_{RT} : rastreamento do satélite (apontar a antena sempre em direção ao satélite durante a passagem pela estação).
 - f_{RT1} : recebe mensagem do CCS, que contém os parâmetros orbitais.
 - f_{RT2} : gera os ângulos de apontamento a partir de parâmetros orbitais.
 - f_{RT3} : rastreia o satélite em modo programado.
 - f_{RT4} : faz uma busca do satélite dentro de um determinado quadrante de espaço.
 - f_{RT5} : adquire a portadora descendente do satélite.
 - f_{RT6} : amplifica o sinal de alta frequência recebido.
 - f_{RT7} : converte o sinal para FI.
 - f_{RT8} : sintoniza os circuitos de recepção para o sinal com portadora.
 - f_{RT9} : rastreia o satélite em modo automático.
 - f_{RT10} : registra os ângulos de rastreamento.
 - f_{RT11} : compõe e data a mensagem com os ângulos de rastreamento.

- f_{RT12} : envia essa mensagem ao CS.
- 2) f_{TC} : emissão de telecomando.
- f_{TC1} : recebe requisição do CCS para executar o TC.
- f_{TC2} : verifica se o TC é de execução imediata ou não.
- f_{TC3} : arquiva o TC caso seja de execução não-imediata.
- f_{TC4} : gera o TC no caso de falha de comunicação com o CCS.
- f_{TC5} : modula a subportadora.
- f_{TC6} : modula a portadora de FI.
- f_{TC7} : converte FI na portadora ascendente.
- f_{TC8} : amplifica o sinal da portadora ascendente.
- f_{TC9} : retira a amostra do sinal da portadora ascendente e a converte em FI.
- f_{TC10} : demodula a amostra.
- f_{TC11} : determina se há algum erro no TC comparando-o com a amostra demodulada.
- f_{TC12} : envia portadora não-modulada com varredura em frequência para o satélite, possibilitando aquisição pelo PLL do transponder deste.
- f_{TC13} : envia a portadora modulada em TC para o satélite.
- f_{TC14} : envia ao STD uma mensagem datada comunicando a emissão do TC, e se houve ou não erro na emissão.
- 3) f_{TMS} : recepção de dados de telemetria de serviço.
- f_{TMS1} : recebe requisição do STD para envio da mensagem de TMS.
- f_{TMS2} : recebe a portadora descendente do satélite.
- f_{TMS3} : amplifica o sinal de alta frequência recebido.
- f_{TMS4} : converte o sinal em FI.
- f_{TMS5} : sintoniza circuitos de recepção do sinal da portadora de telemetria.

- f_{TMS6} : demodula o sinal.
 - f_{TMS7} : registra esse sinal no gravador analógico.
 - f_{TMS8} : extrai o sinal de relógio e bits de informação.
 - f_{TMS9} : detecta e corrige eventuais erros.
 - f_{TMS10} : sincroniza os quadros.
 - f_{TMS11} : compõe e data a mensagem de TMS.
 - f_{TMS12} : envia a mensagem de TMS ao CCS.
- 4) f_{MD} : medição da distância entre estação a satélite.
- f_{MD1} : recebe requisição do CCS para executar medida de distância.
 - f_{MD2} : gera os tons de localização.
 - f_{MD3} : modula a subportadora com os tons.
 - f_{MD4} : modula a portadora de FI.
 - f_{MD5} : converte a portadora de FI em portadora ascendente.
 - f_{MD6} : amplifica o sinal da portadora ascendente.
 - f_{MD7} : envia este sinal ao satélite.
 - f_{MD8} : recebe a portadora descendente modulada com os tons de localização transpostos no satélite.
 - f_{MD9} : amplifica este sinal de alta frequência.
 - f_{MD10} : converte-o na portadora de FI.
 - f_{MD11} : sintoniza circuitos de recepção da portadora FI de tons.
 - f_{MD12} : demodula os tons.
 - f_{MD13} : compara a fase (ou atraso de grupo) dos tons enviados com os recebidos e determina a medida da distância.
 - f_{MD14} : compõe a mensagem datada da distância.
 - f_{MD15} : envia essa mensagem ao CCS.

- 5) f_{MV} : determinação da velocidade radial do satélite em relação a ERC.
- f_{MV1} : recebe requisição do CCS para executar medida de velocidade.
- f_{MV2} : gera portadora FI que servirá de referência.
- f_{MV3} : converte a portadora FI em portadora ascendente.
- f_{MV4} : amplifica o sinal da portadora ascendente.
- f_{MV5} : envia este sinal ao satélite.
- f_{MV6} : recebe a portadora descendente transladada em frequência pelo "transponder" do satélite.
- f_{MV7} : amplifica este sinal de alta frequência.
- f_{MV8} : converte-o na portadora de FI.
- f_{MV9} : sintoniza circuitos de recepção da portadora de FI.
- f_{MV10} : mede a frequência da portadora de FI.
- f_{MV11} : determina o desvio doppler da frequência da portadora descendente.
- f_{MV12} : compõe a mensagem datada da velocidade.
- f_{MV13} : envia essa mensagem ao CCS.
- 6) f_{TD} : transmissão de dados entre ERC e CCS (Centro de Controle Satélite).
- f_{TD1} : encaminha mensagem do CCS para a ERC, que contém parâmetros orbitais.
- f_{TD2} : encaminha mensagem datada que contém ângulos de rastreio da ERC ao CCS.
- f_{TD3} : encaminha a requisição do CCS para a ERC para executar o TC.
- f_{TD4} : encaminha da ERC ao CCS uma mensagem datada que comunica a emissão de TC e se houve ou não erro na emissão.
- f_{TD5} : encaminha requisição do CCS para a ERC para o envio da mensagem de TMS.

- f_{TD6} : encaminha a mensagem de TMS da ERC a CCS.
- f_{TD7} : encaminha a requisição do CCS para ERC para executar me dida de distância.
- f_{TD8} : encaminha a mensagem datada de medida de distância da ERC para CCS.
- f_{TD9} : encaminha a requisição do CCS para a ERC para executar me dida de velocidade.
- f_{TD10} : encaminha a mensagem datada de velocidade a CCS a partir da ERC.
- f_{TD11} : encaminha a requisição do CCS para a ERC para realização de tarefas relacionadas com supervisão.
- f_{TD12} : transfere os dados monitorados da estação a CCS.
- 7) f_{SV} : supervisão da estação de rastreo e controle.
- f_{SV1} : recebe requisição do CCS para realização de tarefas rela cionadas com supervisão.
- f_{SV2} : monitora os equipamentos.
- f_{SV3} : mantém o arquivo das atividades e das falhas dos equipa mentos.
- f_{SV4} : aciona o sistema de alarme caso haja falha de equipamentos.
- f_{SV5} : mantém o arquivo dos parâmetros dos equipamentos para re ceber um dado satélite.
- f_{SV6} : transfere os parâmetros do satélite para equipamentos.
- f_{SV7} : configura os equipamentos com estes parâmetros antes da passagem do satélite.
- f_{SV8} : desarma os equipamentos após a passagem do satélite.
- f_{SV9} : mantém o arquivo dos parâmetros para testes dos equipamentos.
- f_{SV10} : transfere os parâmetros de testes para equipamentos.
- f_{SV11} : configura os equipamentos com estes parâmetros para rea lização de testes.
- f_{SV12} : desarma os equipamentos após os testes.

- f_{SV13}: mantém o arquivo dos parâmetros para calibração dos equipamentos.
 - f_{SV14}: transfere os parâmetros para calibração dos equipamentos.
 - f_{SV15}: configura os equipamentos para a calibração.
 - f_{SV16}: desarma os equipamentos após a calibração.
 - f_{SV17}: avisa o sistema de TC para gerá-lo no caso de falha de comunicação da ERC com CCS.
 - f_{SV18}: apresenta os dados de TMS, RT, MD, MV, TC para a visualização.
 - f_{SV19}: apresenta os estados dos equipamentos para a visualização.
 - f_{SV20}: aciona o sistema de gravação de TMS durante cada passagem do satélite.
 - f_{SV21}: monitora dados ambientais.
 - f_{SV22}: mantém e atualiza dados do arquivo histórico da ERC.
 - f_{SV23}: transmite dados da ERC a STD.
- 8) f_{TF}: geração de tempo universal e frequência padrão.
- f_{TF1}: mantém os padrões de tempo e frequência.
 - f_{TF2}: sincroniza o tempo indicado pelo padrão com tempo universal.
 - f_{TF3}: distribui o tempo devidamente codificado a subsistemas da ERC.
 - f_{TF4}: distribui frequência padrão a subsistemas da ERC.
 - f_{TF5}: afere os padrões.
- 9) f_{AS}: atividades ligadas a apoio ou serviço.
- f_{AS1}: recebe e envia mensagens operacionais ou de emergência via telex ou canal de voz (ligação ERC a CCS).
 - f_{AS2}: mantém o sistema de ar condicionado.

f_{AS3} : mantêm o sistema de energia.

f_{AS4} : edificação e vias de acesso (engenharia civil).

f_{AS5} : assegura comunicação entre diferentes dependências de uma estação (comunicação interna).

f_{AS6} : proteção e segurança de operadores.

3.1.3 - REAGRUPAMENTO DAS FUNÇÕES DA ERC EM SUBSISTEMAS CONSTITUINTES

As funções apresentadas na Seção 3.1.2 são executadas pelos subsistemas a seguir:

1) Subsistema de Transmissão de Dados (TD)

- Executa todas as funções assinaladas por TD, ou seja, as f_{TDs} .

2) Subsistema de Alta Frequência (AF)

- Executa todas as funções assinaladas por RT, ou seja, as f_{RTs} .
- Executa além disso:

TC: f_{TC7} , f_{TC8} , f_{TC9} , f_{TC12} , f_{TC13} .

MD: f_{MD5} , f_{MD6} , f_{MD7} , f_{MD8} , f_{MD9} , f_{MD10} .

MV: f_{MV3} , f_{MV4} , f_{MV5} , f_{MV6} , f_{MV7} , f_{MV8} .

TMS: f_{TMS2} , f_{TMS3} , f_{TMS4} .

3) Subsistema de Telecomando (TC)

- Executa todas as funções assinaladas por TC, exceto f_{TC7} , f_{TC8} , f_{TC9} , f_{TC12} e f_{TC13} .

4) Subsistema de Telemetria de Serviço (TMS)

- Executa todas as funções assinaladas por TMS, exceto f_{TMS2} , f_{TMS3} e f_{TMS4} .

5) Subsistema de Medida de Distância (MD)

- Executa todas as funções assinaladas por MD, exceto f_{MD5} , f_{MD6} , f_{MD7} , f_{MD8} , f_{MD9} e f_{MD10} .

6) Subsistema de Medida de Velocidade (MV)

- Executa todas as funções assinaladas por MV, exceto f_{MV3} , f_{MV4} , f_{MV5} , f_{MV6} , f_{MV7} e f_{MV8} .

7) Subsistema de Tempo e Frequência (TF)

- Executa todas as funções assinaladas por TF, ou seja, as f_{TFs} .

8) Subsistema de Supervisão (SV)

- Executa todas as funções assinaladas por SV, ou seja, as f_{SVs} .

9) Subsistema de Instalações de Apoio e Serviços (AS)

- Garante todas as funções assinaladas por AS, ou seja, as f_{ASs} .

3.1.4 - CODIFICAÇÃO DOS SUBSISTEMAS

Apresenta-se a seguir a codificação dos subsistemas constituntes de uma ERC.

<u>Código proposto</u>	<u>Subsistemas</u>
5CJ0000	Transmissão de Dados
5CJ1000	Alta Frequência
5CJ4000	Telecomando
5CJ3000	Telemetria de Serviço
5CJ5000	Medição de Distância

<u>Código proposto</u>	<u>Subsistemas</u>
5CJ6000	Medição de Velocidade
5CJ7000	Tempo e Frequência
5CI1000	Supervisão
5CJ8000	Instalações de Apoio e Serviço

A Figura 1 apresenta um diagrama de blocos da ERC.

Nas páginas a seguir estão apresentadas as decomposições físicas de cada subsistema da ERC indicadas acima.

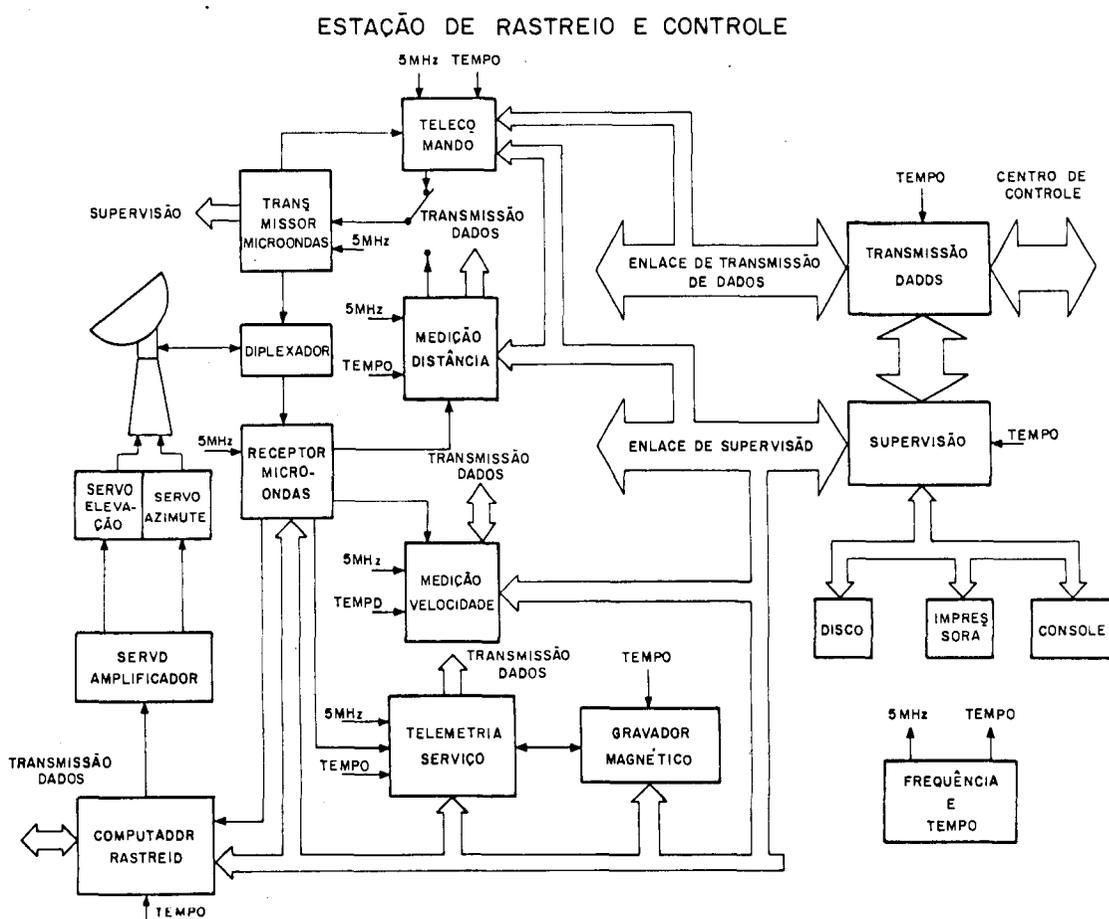


Fig. 1 - Diagrama de blocos de uma Estação de Rastreamento e Controle da MECB.

4. DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DOS SUBSISTEMAS

4.1 - GERAL

A seguir são apresentados os elementos da decomposição física da ERC, bem como de cada um dos seus subsistemas.

4.2 - DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DA ERC

Estação de Rastreamento e Controle

- Transmissão de Dados;
- Alta Frequência;
- Telecomando;
- Telemetria de Serviço;
- Medida de Distância;
- Medida de Velocidade;
- Tempo e Frequência;
- Supervisão;
- Instalações de Apoio e Serviço.

4.3 - DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DO SUBSISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS

Transmissão de Dados

- CPU (ASTRO S/3-C).
- Periféricos:
 - unidades de disco rígido;
 - unidades de disco flexível;
 - unidades de fita magnética;
 - impressora;
 - terminal de vídeo.

- Unidade de inserção de tempo.
- MCRs (multiprocessador de comunicação em rede):
 - supervisor;
 - portas externas;
 - portas internas.
- Computadores:
 - digitais;
 - analógicos.
- Modem's

Obs.: O subsistema de Transmissão de Dados denomina-se PAM (processador armazenador de mensagem).

4.4 - DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DO SUBSISTEMA DE ALTA FREQUÊNCIA

Alta Frequência

- Antena rastreadora:
 - alimentador e acoplador de modos;
 - refletor principal;
 - refletor secundário;
 - diplexador;
 - pedestal;
 - unidade controladora;
 - servos;
 - inserção de tempo;
 - IMC (interface monitoração e controle);
 - ISC (interface serial comunicação).
- Conjunto de guias de onda para recepção e transmissão.
- Amplificador de baixo ruído.
- Conversor de frequência descendente.
- Transmissor de potência.

- Conversor de frequência ascendente.
- Receptor de rastreamento.
- Equipamentos de teste:
 - antena de colimação;
 - transponder;
 - carga para medição de potência;
 - geradores de referência;
 - gerador doppler.
- MCM (módulo de controle e monitoração).

4.5 - DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DO SUBSISTEMA DE TELECOMANDO

Telecomando

- Controlador:
 - CPU;
 - memória RAM/EPR0M/RAM dinâmica;
 - interface T/C IEEE-488;
 - interface controladora IEEE-488;
 - interface inserção de tempo;
 - interface terminal de vídeo/teclado;
 - interface floppy disk.
- Periféricos.
- Codificador de telecomando.
- Unidade mod./demod.
- Sintetizador.
- Unidade de verificação.
- Temporizador.
- Comparador de horário.
- Interfaces.
- Teste e manutenção.
- MCM.

4.6 - DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DO SUBSISTEMA DE TELEMETRIA DE SERVIÇO

Telemetria de Serviços

- Receptor.
- Demodulador PM.
- Combinador de diversidade.
- Demodulador PSK.
- Sincronizador de bit.
- Decodificador de Viterbi.
- Sincronizador de quadro.
- Gravador magnético analógico.
- Equipamento de teste:
 - simulador PCM;
 - modulador PSK;
 - gerador de ruído;
 - codificador convolucional;
 - medidor de taxa de erro.
- Controlador dedicado:
 - CPU
 - memórias RAM/EPROM/RAM dinâmica;
 - interface T/L IEEE-488;
 - interface controladora IEEE-488;
 - interface inserção de tempo;
 - interface terminal de vídeo/teclado;
 - interface floppy disk.
- ISC (interface serial de comunicação).
- MCM (módulo de controle e monitoração).

4.7 - DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DO SUBSISTEMA DE MEDIDA DE DISTÂNCIA

Medida de Distância

- Sintetizador de frequências fixas.
- Unidade de processamento de distância:
 - gerador de tons;
 - aquisição de tons;
 - tratamento dos tons;
 - processamento digital.
- Unidade de FI:
 - modulador PM;
 - conversor de teste;
 - demodulador PM.
- Receptor coerente:
 - recuperação de portadora;
 - combinador de diversidade.
- Unidade de medida de tempo.
- Controlador dedicado:
 - CPU;
 - memórias RAM/EPROM/RAM dinâmica;
 - interface T/L IEEE-488;
 - interface controladora IEEE-488;
 - interface inserção de tempo;
 - interface terminal de vídeo/teclado;
 - interface floppy disk.
- ISC (interface serial de comunicação).
- MCM (módulo de controle e monitoração).

4.8 - DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DO SUBSISTEMA DE MEDIDA DE VELOCIDADE

Medida de Velocidade

- Sintetizador de frequências fixas.
- Receptor coerente:
 - recuperação de portadora;
 - combinador de diversidade.
- Unidade de tratamento Doppler.
- Contador Doppler.
- Controlador dedicado:
 - CPU;
 - memórias RAM/EPROM/RAM dinâmica;
 - interface T/L IEEE-488;
 - interface controladora IEEE-488;
 - interface inserção de tempo;
 - interface terminal de vídeo/teclado;
 - interface "floppy disk".
- ISC (interface serial de comunicação).
- MCM (módulo de controle e monitoração).

4.9 - DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DO SUBSISTEMA DE TEMPO E FREQUÊNCIA

Tempo e Frequência

- Padrões.
- Comutação.
- Sincronização de tempo.
- Distribuição de tempo:
 - gerador de código de tempo;
 - tradutor de código de tempo;
 - amplificador de distribuição de tempo.

- Distribuição de frequência:
 - amplificador de distribuição de frequência.
- Sistema de aferição.

4.10 - DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DO SUBSISTEMA DE SUPERVISÃO

Supervisão

- CPU.
- Processadores I/O.
- Periféricos.
- MCMs.
- Console operação:
 - terminal de vídeo;
 - painel mímico;
 - terminal gráfico colorido.
- Sensores ambientais.

4.11 - DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DO SUBSISTEMA DE APOIO E SERVIÇOS

Apoio e Serviço

- Obras civis:
 - edificação;
 - vias de acesso.
- Refrigeração.
- Subestação transformadora.
- Energia para emergência:
 - gerador diesel;
 - banco de baterias;
 - no-break.

- Comunicação externa:
 - telefone;
 - telex;
 - rádio.
- Comunicação interna.

4.12 - DECOMPOSIÇÃO FÍSICA DO SUBSISTEMA INTERFACES DE SUPERVISÃO E COMUNICAÇÃO

Interfaces de Supervisão e Comunicação

- MCM (módulo de controle e monitoração):
 - CPU;
 - memórias RAM/EPROM/RAM dinâmica;
 - controlador IEEE-488;
 - interface serial;
 - interface de aquisição de parâmetros analógicos;
 - interface de aquisição de parâmetros digitais;
 - interface de distribuição de parâmetros analógicos;
 - interface de distribuição de parâmetros digitais;
 - interface comutadora de potência;
 - temporização;
 - interface de transferência de mensagens;
 - testes e manutenção:
 - interface terminal de vídeo/teclado;
 - interface floppy-disk.
- ISC (interface serial de comunicação):
 - CPU;
 - memórias RAM/EPROM/RAM dinâmica;
 - interface HDLC;
 - interface de transferência de mensagens.

Obs.: Este subsistema faz parte do subsegmento Estação Terrena.

5. INTERFACES DA ESTAÇÃO DE RASTREIO E CONTROLE COM OUTROS SISTEMAS

A estação de rastreamento e controle possui interfaces com os seguintes sistemas:

- 1) Satélite (ligação solo-terra).
- 2) Centro de Controle do Satélite.
- 3) Estações dedicadas (Recepção de Imagem, PCD, Telecomunicações e outros).
- 4) Maquete do Satélite (somente para Cachoeira Paulista).

5.1 - INTERFACE ERC/SATÉLITE

Nesse caso a compatibilidade é garantida em função da harmonização de parâmetros de RF e modulação entre os dois sistemas.

5.2 - INTERFACE DA ERC COM O CENTRO DE CONTROLE

A interconexão é garantida por meio da rede de transmissão de dados (REDACE), com padronização de protocolos entre os subsistemas de Transmissão de Dados (PAM) instalados na estação e no centro de controle. A comunicação convencional para troca de mensagens operacionais é garantida por meio de ligações telefônicas e por telex.

5.3 - INTERFACE DA ERC COM AS ESTAÇÕES DEDICADAS

No caso da MECB1 a estação dedicada reduz-se a um subsistema de recepção de carga útil (PCD) relativamente simples, semelhante ao subsistema Telemetria de Serviços e, no caso, degradado a um simples subsistema da ERC.

Existem as seguintes interfaces:

- 1) Com subsistema de alta frequência: Conecta-se após LNA. Neste caso a interconexão reduz-se a apenas um cabo coaxial de 50Ω .
- 2) Transmissão de dados: O Subsistema de Recepção de Carga Útil é conectado à rede de transmissão de dados REDACE através do pré-processador e roteador de dados de carga útil, que no caso é um periférico do Subsistema de Transmissão de Dados (PAM).

5.4 - INTERFACE DA ERC COM A MAQUETE DO SATÉLITE

Está prevista a utilização das estações de Cachoeira Paulista e Alcântara para realização de testes de compatibilidade do satélite com a ERC. Para isso é necessário prever instalações adequadas para realização de testes. Esta instalação poderá também ser utilizada para abrigar maquete de satélites para realização de testes.

6. LINHAS GERAIS PARA O PROJETO DE UMA ESTAÇÃO DE RASTREIO E CONTROLE

- 1) A estação de rastreamento e controle da MECB deve ser projetada para atender a missões de órbita baixa, de forma a se tornar independente da missão.
- 2) A estação deve ser projetada de modo a ser compatível no futuro com novos padrões unificados que estão sendo desenvolvidos pelo CCSDS. Entretanto deve ser ressaltado que, por meio de uma reconfiguração simples (via programação ou troca de EPROM), deverá ser compatível com os atuais padrões da ESA e da NASA.
- 3) A estação deverá funcionar mesmo em caso de falha temporária do sistema de comunicação de dados com o centro de controle, caso ainda subsistam outros tipos de comunicação (telex, telefone). Isso implica a possibilidade de funcionamento, com operação local, dos seguintes subsistemas, que seria o modo degradado de operação de controle do satélite:

- a) Controlador(es) da(s) antena(s);
 - b) Subsistema de Localização do Satélite: determinação da distância e da velocidade radiais;
 - c) Subsistema de Telemetria de Serviço (TMS);
 - d) Subsistema de Telecomando (TC);
 - e) Subsistema de Supervisão da Estação;
 - f) Subsistema de Tempo e Frequência.
- 4) Tarefas funcionais de subsistemas (grupos funcionais) deverão ser claramente definidas, não sendo permitidos conflitos na execução ou dificuldades operacionais.
- 5) Separação nítida entre tarefas funcionais e tarefas de monitoração e controle é altamente recomendada na concepção dos subsistemas, pois traz as seguintes vantagens:
- a) menor sobrecarga dos subsistemas funcionais na execução de tarefas funcionais;
 - b) maior confiabilidade do sistema como um todo;
 - c) o desacoplamento das tarefas funcionais de atividades ligadas à supervisão automatizada torna o sistema de supervisão não-essencial.
- 6) As seguintes tarefas funcionais são consideradas essenciais (a falha poderia significar risco de vida do satélite no modo normal de operação, ou seja, com todo o suporte do centro de controle):
- a) Controlador da Antena;
 - b) Telemetria de Serviço (TMS);
 - c) Telecomando (TC);
 - d) Padrão de Tempo e Frequência;
 - e) Transmissão de Dados ao CCS.

- 7) A seguinte tarefa funcional é considerada não-essencial:
- Supervisão da Estação.
- 8) A redundância dos equipamentos é recomendada nos grupos funcionais ligados a tarefas funcionais citadas no item 6.
- 9) É dispensável a redundância dos grupos funcionais ligados à tarefa funcional descrita no item 7. Desejando facilidades operacionais ou de manutenção, pode-se prever redundância.
- 10) A redundância dos grupos funcionais dependerá da importância relativa das seguintes estações:
- | | | |
|----------------------------------|-------------|--------------|
| a) Estação de Cachoeira Paulista | Recomendada | (Principal) |
| b) Estação de Alcântara | Recomendada | (Lançamento) |
| c) Estação de Cuiabá | Dispensável | (Redundante) |
- 11) A equipe de operação da estação deverá ser responsável por todos os aspectos operacionais, não sendo necessária a existência de operadores especializados para cada função.
- 12) Apesar do alto grau de automação previsto, a ERC deve continuar realizando suas tarefas funcionais básicas, mesmo em caso de falha do Sistema de Supervisão. Isso será garantido pela atuação do operador, que realizará manualmente as funções essenciais de monitoração e configuração dos equipamentos. Desse modo os equipamentos da ERC devem ter em seu painel a chave AUTOMÁTICO/MANUAL, que garantirá ao operador o acesso manual.
- 13) A utilização remota da ERC só poderá ser feita por intermédio do CCS (Centro de Controle do Satélite).

- 14) Os equipamentos com redundância operam de tal forma que sempre apenas um deles é ativo, enquanto o outro fica desligado (modo normal), ou em "standby" (equipamentos que exigem certo tempo de estabilização).
- 15) A estação será do tipo inteligente, como é o caso das estações da ESA, e não seguirá a filosofia "throughput" da CNES/NASA. Entretanto isto será possível sob requisição da agência interessada em operar inteiramente no modo "throughput".

7. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ERC

7.1 - ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

- 1) AC: A alimentação dos equipamentos, exceto a da antena (que exige 220V trifásico), é 110V convencional (uma fase neutra e terra), com chave de opção para 220V.
 - 2) DC: Quanto à fonte de alimentação, há duas possibilidades em estudo:
 - a) equipamentos individuais (ao nível de bastidores) com fontes individuais;
 - b) equipamentos (bastidores) do gabinete ("rack") alimentados por fonte única.
- A primeira opção é atraente do ponto de vista de grande flexibilidade em termos de manutenção, testes e operação, e seria mais atrativa do ponto de vista comercial.
 - A segunda opção é atrativa sob o ponto de vista de economia.
 - As tensões DC preferenciais da estação são: $\pm 24V$, $\pm 12V$ e $+5V$.

- 3) Emergência: Quanto a falhas da rede elétrica, a estação terá garantia pela disponibilidade do sistema de suprir energia de emergência, sistema este que consiste em gerador a diesel, "no break" e banco de baterias. Está sendo estudado um esquema mais econômico, em que seria dispensado o uso do "no break".
- 4) Subestação Transformadora: Como o consumo de energia da ERC é considerável, será necessário instalar uma subestação transformadora. Seu dimensionamento, entretanto, depende de cálculo estimado de potência que deve atender à expansão futura da estação terrena, que poderá incluir estação de rastreamento e controle, estação PCD, estação de sensoriamento remoto e outras estações dedicadas.

7.2 - MONTAGEM MECÂNICA DE EQUIPAMENTOS

- 1) "Rack": Excetuando as antenas rastreadora e de colimação, todos os equipamentos que pertencem a subsistemas funcionais da ERC serão abrigados em gabinetes ("rack"), cuja altura é da ordem de 2m. Dessa forma a largura dos equipamentos deverá ser, dentro das possibilidades, 19". Em princípio será preferido o uso de gabinete ("rack") simples.
- 2) Bastidor: Dentro das possibilidades, o equipamento poderá estar na forma de bastidor, com puxadores frontais e altura sempre múltipla da unidade U_h (4,4 cm, padrão Taunus, IMS). A cor preferida do bastidor será azul (tinta de poliuretano ou epóxica a ser definida), com exceção do painel frontal e traseiro.
- Módulos: Dentro das possibilidades o equipamento consistirá em certo número de módulos que poderiam ser trocados com facilidade. Esses módulos teriam largura múltipla da unidade U_L (3,43 cm, padrão Taunus, IMS).

- Painel frontal: O painel frontal conterá todos os indicadores, chaves e teclados necessários para a operação manual. No painel frontal dos equipamentos deverão constar também todas as saídas ou entradas necessárias para a monitoração de funcionamento. A cor padrão do painel frontal dos equipamentos será cinza/bege claro, que será padronizada dentro das possibilidades através da definição da tinta a ser utilizada (poliuretana ou epóxica).
- Cartões de circuito: Dentro das possibilidades, esses cartões deverão obedecer ao padrão 250 × 111,5 mm. A profundidade alternativa seria 160 mm. Será recomendável que, dentro das possibilidades, exista maior grau de padronização em termos de cartão de circuitos, módulos e equipamentos, pois isso minimiza o custo geral da estação em termos de instalações, manutenção e operação.

3) "Patch Panel".

7.3 - CONDIÇÕES AMBIENTAIS

1) Equipamentos na sala de operação:

- Em funcionamento, com desempenho normal:
 - temperatura: $22^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
 - umidade: 40 a 70%.

2) Estoque de componentes, módulos e equipamentos:

- temperatura: - 10 a 55°C ;
- umidade: qualquer, com embalagem própria.

3) Antena rastreadora:

- temperatura: -10° a 50°C ;
- umidade: qualquer.

- salinidade: deve resistir à condição de beira mar;
- vento: operação plena: até 90 km/h;
desempenho reduzido: até 120 km/h;
sobrevivência: até 180 km/h.

8. FICHA TÉCNICA DA ESTAÇÃO DE RASTREIO E CONTROLE

Apresentam-se na Tabela 2 as especificações de parâmetros básicos fornecido ao CCSDS para o subpainel "RF and modulation".

TABELA 2

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS ESTAÇÕES

	LATITUDE S	LONGITUDE N	FUNÇÃO
Alcântara	2° 24'	44° 25'	Lançamento
Cachoeira Paulista	22° 41'	45° 00'	Principal
Cuiabá	15° 32'	56° 04'	Redundante

Obs.: A opção para Alcântara seria Natal.

A opção para Cachoeira Paulista seria São José dos Campos.

A opção para Cuiabá seria Natal.

1) Características da antena

- Tipo de montagem: elevação sobre azimute.
- Ângulo de elevação mínima: 0°.
- Limitação em azimute: < 720°.
- Precisão de apontamento: < 0,1°.
- Velocidade de rastreio: > 11°/s.
- Aceleração de rastreio: > 5°/s².

2) Características de transmissão

- Faixa de frequência: 2025-2110 MHz (em estudos a extensão desta faixa para 2025-2120 MHz).
- PIRE: a definir (em estudos 2 kW com variação de nível de 20 dB).
- Estabilidade da frequência da portadora: < 5 ppm.
- Faixa de varredura de aquisição: ± 10 kHz a ± 150 kHz.
- Taxa de varredura de aquisição: 10 kHz/s a 100 kHz/s.
- Passo de frequência para aquisição: a definir (1 kHz em estudos).

3) Telecomando

- Modulação da portadora: PM.
- Índice de modulação de portadora: 0,1 a 1,4 radianos (pico).
- Taxa de bits: $2000/2^m$ bps ($0 < m < 7$).
- Frequência da subportadora: 8 ou 16 kHz (onda senoidal).
- Relação subportadora/taxa de bit: 2^n ($2 < n < 10$).
- Estabilidade de frequência da subportadora: < 10 ppm.
- Tipo de modulação subportadora: PSK ($\pm 90^\circ$).

4) Características de Recepção

- Faixa de frequência: 2210 a 2290 MHz (em estudos a extensão desta faixa para 2200 a 2300 MHz).
- G/T (5° elevação): > 21 dB/k.
- Ajuda para aquisição: antena de aquisição ou desfocalização do sub-refletor.
- Polarização: recepção simultânea de polarização circular direita e esquerda.

- Deriva da estabilidade do Sistema Terrestre: a definir.
- "Jitter" da estabilidade do Sistema Terrestre: a definir.

8) Medida de Velocidade

- Resolução: < 1 cm/s.
- Deriva da estabilidade do Sistema Terrestre: a definir.
- "Jitter" da estabilidade do Sistema Terrestre: a definir.
- Máximo desvio doppler: ± 150 kHz.
- Frequência de polarização: a definir.
- Indicador de direção: prevista.

9) Tempo e Frequência

A especificação do subsistema de Tempo e Frequência está sendo estudada.

BIBLIOGRAFIA

1. PUBLICAÇÕES DO INPE

ANDRADE, C.M. de *Desenvolvimento de um equipamento para medida de distância de veículos espaciais*. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos, INPE, mar. 1983. (INPE-2670-TDL/121).

BERGAMINI, E.W. *Concepts for connectivity and interoperability of world space data networks: INPE Proposal to CCSDS/Panel 3*. São José dos Campos, INPE, maio 1983. (INPE-2722-PRE/307).

——— *Cross support concepts for the 1990's: INPE/Brazil*. São José dos Campos, INPE, nov. 1982. (INPE-2595-PRE/241).

——— *Review on packet telemetry and concepts on packet telecommand: INPE proposal to CCSDS/Panel 1*. São José dos Campos, INPE, jul. 1983. (INPE-2800-PRE/360).

——— *Tendências na comunicação de dados para redes de computadores em missões espaciais*. São José dos Campos, INPE, abr. 1984. (INPE-3068-PRE/485).

HASHIOKA, M.H. *Análise de uma interface de comunicação utilizando multimicroprocessamento*. São José dos Campos, INPE, jul. 1983. (INPE-2823-PRE/377).

——— *Modelo de interfaces de comunicação utilizando multimicroprocessamento*. São José dos Campos, INPE, maio 1983. (INPE-2733-RPE/432).

KOSHIMA, S.; BUENO, L.A.R.; CHRISPIN, R. *Interfaces de Sistema de Supervisão de Estação Terrena da MECB*. São José dos Campos, INPE, out. 1983. (INPE-2902-NTI/189).

MOURA, A.D. *PCD Systems and characteristics*. São José dos Campos, INPE, nov. 1983. (INPE-2948-PRE/431).

ROZENFELD, P. *Definição preliminar do Segmento Solo da MECB*. São José dos Campos, INPE, mar. 1984. (INPE-3036-NTE/215).

SCHNEIDER, E.M. *Análise de rádio enlaces de serviço Satélite/Estação Terrena*. São José dos Campos, INPE, maio 1984. (INPE-3097-NTE 217).

——— *Análise preliminar de sistemas de antena para estação de rastreamento e controle de satélite*. São José dos Campos, INPE, fev. 1984. (INPE-3017-RPI/089).

——— *Velocidade de aceleração dos eixos de azimute e elevação de um pedestal de antenas de rastreamento*. São José dos Campos, INPE, jun. 1984. (INPE-2762-NTI/178).

——— *Estação de controle e rastreamento de Satélite de Alcântara - MA*. São José dos Campos, INPE, jul. 1983. (INPE-2830-NTI/182).

——— *Descrição do Segmento Solo da CNES da ESA e da TELESAT*. São José dos Campos, INPE, dez. 1983. (INPE-2984-NTE/211).

——— *Sistema de Decomutação*. São José dos Campos, INPE, a ser publicado.

——— *Codificador de telecomando para Estação Terrena, Conceção de Sistema*. São José dos Campos, INPE. Versão 1, a ser publicado.

SPINOLA, M.M. *Plataforma Coleta de Dados: Processamento e disseminação dos dados*. São José dos Campos, INPE, nov. 1982. (INPE-2580-PRE/228).

2. PUBLICAÇÕES DE ENTIDADES EXTERNAS

BARROS, P.M.M. *Les systemes sol et bord de telemesure et telecommande des satellites: specifications et standards actuels au CNES et consequences des nouvelles recommandations du CCSDS*. [Toulouse], May, 1984, CNES. Rapport de stage.

CNES. *Le Tempo et la Datation des CNES*. [Toulouse], Mar. 1981.

——— *Reseau de station de controle 2 GHz, Modifications des specifications de la ST-2-10-CN*. [Toulouse], Sept. 1980.

ESA. *Invitation to tender for the Procurement of a Transmitter Subsystem for the Ground-Support of the EXOSAT Satellite. Technical Specifications.*

——— *Station data interchange document.* Darmstadt, ESOC OPS/GSED, Nov. 1980.

LCT. *Ranging Baseband Subsystem.*

NASA. *NASA Planetary Programa flight/ground data system standards.* June 1977.

——— *DSN Telecommunications Interface 9 Meters Antenna Submet.* Document 810-5, Sept. 1981. V. 2.

SCHNEIDER, J.K. *Guide for designing RF Ground Receiving System for TIROS-N. (NDSS Technical Report NESS 79).* Washington DC, NOAA, Dec. 1976.

SCHWARZ, W. *GSOC Tracking Stations for TTC.* Oberphaffnhofen, 1984. DFVLR for Panel 1 of CCSDS.

3. PROPOSTAS DE FABRICANTES

MBB. *S/X Band Antenna.* Proposal n^o 83-182/182, Sept. 1983.

NEC. *Preliminary proposal for Brazilian Scientific Satellite Program to Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, Brazil.* Tokyo, Aug. 1983.

SCIENTIFIC ATLANTA. *Multipurpose Satellite Receive and Transmit Station.* Proposal X62-4-127, 17 February 1984.