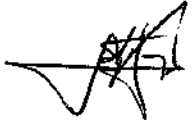

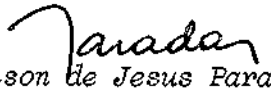


1. Publicação nº <i>INPE-3282-RPE/466</i>	2. Versão	3. Data <i>Set., 1984</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DTL/DRC</i>	Programa <i>ET/SOLO</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>ESTAÇÃO TERRENA AUTOMAÇÃO MICROPROCESSADORES</i>			
7. C.D.U.: <i>629.7.086:629.783(81)</i>			
8. Título <i>USO DE MICROPROCESSADORES NAS ESTAÇÕES DE RASTREIO E CONTROLE DE SATÉLITES DA MECB</i>		10. Páginas: <i>20</i>	
		11. Última página: <i>15</i>	
9. Autoria <i>Satoshi Koshima</i> 		12. Revisada por  <i>Pawel Rosenfeld</i>	
Assinatura responsável		13. Autorizada por  <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor Geral	
14. Resumo/Notas <i>Neste trabalho apresenta-se o uso de microprocessadores nos equipamentos de uma Estação de Rastreo e Controle da MECB para supervisão, bem como uma análise da padronização de microprocessadores, barramentos e placas sob o ponto de vista da manutenção de uma estação.</i>			
15. Observações			

ABSTRACT

In this work the application of the microprocessor in the equipments of a MECB TT&C Station for supervision is described, as well as an analysis of the standardization of the microprocessor, data buses and boards in regards of the maintenance of the Station.

•
•

1. INTRODUÇÃO

Devido ao grande impulso observado na tecnologia de VLSI (Very Large Scale Integration), os microprocessadores tornam-se bastante acessíveis, e, em decorrência deste fato, difundiu-se a adoção da filosofia distribuída de processamento, o que simplificou enormemente a execução de projetos complexos que envolvem diversos processamentos realizados simultaneamente. A utilização crescente de microprocessadores em projetos das estações de rastreamento e controle de satélite da MECB justifica-se nesse contexto.

As estações de rastreamento e controle projetadas antigamente dispunham de um computador de porte razoável, normalmente denominado computador da estação ("station computer"), onde se centralizava as tarefas de supervisão da estação e diversas outras tarefas funcionais que exigiam um grau razoável de cálculos matemáticos e processamentos em tempo real. Portanto, este computador realizava mistura de diversas tarefas funcionais, o que comprometia de alguma forma a confiabilidade deste sistema. Além disso, minicomputadores de controle de processo eram destinados às tarefas funcionais, os quais requeriam processamento dedicado em tempo real como ocorria com o processamento de dados de telemetria e telecomando.

Com o surgimento de microprocessadores, a estação alterou-se substancialmente, pois em lugar de uso de minicomputadores, difundiu-se o uso de microprocessadores dedicados, que normalmente estão integrados nos subsistemas funcionais, ou até mesmo nos equipamentos inteligentes. Isto, por sua vez, viabilizou arquiteturas de processamento distribuído com separação nítida de tarefas funcionais, o que aumentou a capacidade de processamento e a confiabilidade global da estação, além de ter simplificado bastante o projeto da estação pelo simples desacoplamento conseguido entre os diferentes processamentos relacionados às tarefas funcionais distintas.

Outra consequência dessa evolução foi a redução drástica de custos em termos de gastos com computadores centrais e dedicados. Em contrapartida, os equipamentos tornaram-se mais complexos, pois atualmente grande número de equipamentos das estações de rastreamento e controle comercializados possuem microprocessadores com "software" implantados em ROM, os quais melhoram substancialmente os desempenhos técnicos desses equipamentos. Além disso, os microprocessadores simplificaram as tarefas de interfaceamento de equipamentos pelas tendências marcadas de adoção universal de interfaces padronizadas do tipo serial como RS-232-C ou paralela como, por exemplo, IEEE-488.

Dessa forma, os microprocessadores facilitam a automação das operações das estações, pois tornam os equipamentos remotamente programáveis, a baixo custo, desde que os equipamentos inteligentes obedeam aos padrões estabelecidos para a interface serial ou paralela.

Obedecida essa condição, os equipamentos podem ser interligados a um controlador supervisor sem grandes dificuldades, pois o problema reduz-se à programação do controlador.

Em resumo os microprocessadores são introduzidos nos equipamentos das estações de rastreamento e controle da MECB, fundamentalmente, para:

- 1) substituir sistemas digitais de grande complexidade, baseados em componentes discretos, por razões de economia e também de compactação;
- 2) realizar processamento numérico;
- 3) processar digitalmente os sinais;
- 4) facilitar a tarefa de automação da estação;
- 5) interfacear as transferências de dados entre os equipamentos.

2. ESTAÇÕES TERRENAS DA MECB

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

- a) *Estações de rastreamento e controle (ERC)*: as quais se destinam ao controle e localização do satélite.
- b) *Estações dedicadas*: as quais manipulam sinais de carga útil do satélite, existindo nesta classe diversos tipos de estações a saber:
 - recepção de sinais da plataforma de coleta de dados (MECB1),
 - recepção de imagens de sensoriamento remoto (MECB2),
 - recepção de imagens de meteorologia.

2.1 - ESTAÇÕES DE RASTREIO E CONTROLE

As estações de rastreamento e controle (Figura 1) previstas para a MECB são do tipo multimissão, isto é, estas estações deverão suportar qualquer tipo de missão durante sua vida útil, sem que haja necessidade de introdução de novos equipamentos. Esta filosofia é adotada por todas as agências espaciais, uma vez que barateia o custo de suporte operacional, bem como as instalações. O suporte de equipamento diferenciado para satélites é assegurado pela capacidade de reconfiguração simples de parâmetros de equipamentos, que pode ser feita manualmente pelo operador da estação, ou automaticamente pela ação do sistema de supervisão da ERC ou, até mesmo, sob solicitação do Centro de Controle do Satélite.

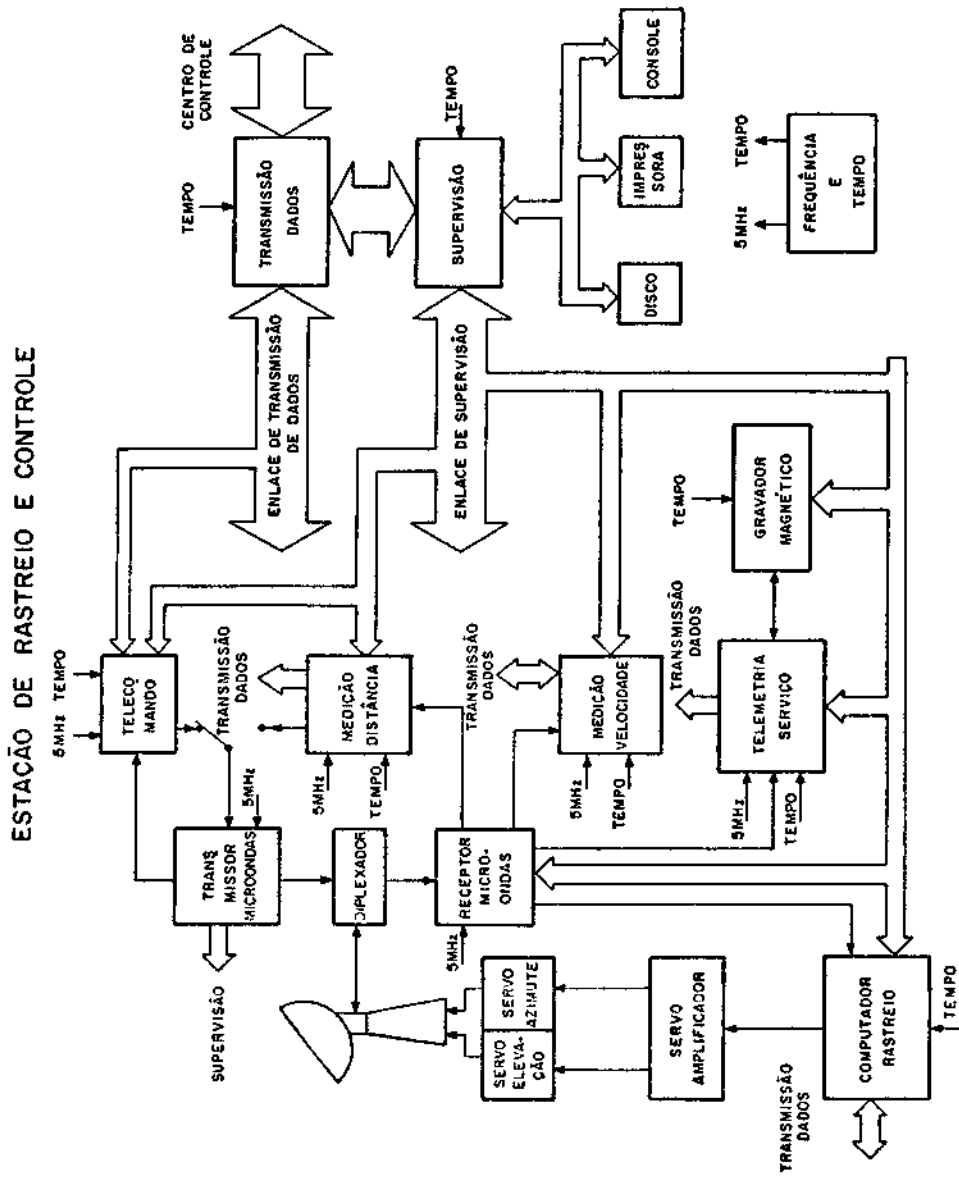


Fig. 1 - Diagrama de blocos de uma Estação de Rastreo e Controle da MECB.

Estão previstas três estações de rastreamento e controle:

- 1) *Alcântara*: junto à base de lançamento do satélite, por possibilitar testes de compatibilidade ERC/Satélite antes do lançamento. É de grande importância nas fases de lançamento e órbitas iniciais.
- 2) *Cachoeira Paulista*: a localização justifica-se pelo fato de que o INPE possui infra-estrutura considerável nessa cidade, com área suficiente para instalação de outras estações previstas para futuras atividades da MECB. Esta estação será a principal na fase da rotina.
- 3) *Cuiabá*: a localização também se justifica pela existência da boa infra-estrutura já montada pelo INPE. Outra localização está sendo estudada, sendo uma delas *Natal*, onde o INPE possui infra-estrutura montada.

A estação de rastreamento e controle desempenha funções principais e auxiliares; as principais são:

- 1) *Rastreamento*: rastreia e determina a posição angular do satélite durante sua passagem sobre a ERC.
- 2) *Telecomando*: emite sinal de telecomando para o satélite.
- 3) *Telemetria de serviço*: recebe dados de telemetria de serviço do satélite.
- 4) *Medição de distância*: mede a distância entre ERC e satélite.
- 5) *Medição de velocidade*: mede a velocidade radial do satélite em relação à ERC.
- 6) *Transmissão de dados*: interliga a ERC ao sistema de transmissão de dados, garantindo a comunicação de dados entre a ERC e Centro de Controle do Satélite.

As funções auxiliares de uma ERC são:

- 1) *Supervisão*: supervisão da ERC, que inclui tarefas de monitoração e configuração dos equipamentos.
- 2) *Tempo e Frequência*: geração de tempo universal e das frequências padrões.
- 3) *Apoio e Serviço*: atividades que asseguram a operacionalidade da ERC.

Essas funções acima mencionadas são executadas pelos subsistemas funcionais representados no diagrama de bloco da Figura 1, com exceção da função de *Apoio e Serviço* que não está representada.

2.2 - ESTAÇÕES DEDICADAS

Para a Missão Coleta de Dados (MECB1), a estação dedicada praticamente reduz-se a um simples subsistema de estação de rastreamento e controle, isto devido às dificuldades técnicas do transponder do satélite coleta de dados. Os sinais de plataforma de coleta de dados disseminados pelo Brasil não serão demodulados por satélite, o que inviabiliza a recepção de sinais retransmitidos pelo satélite através de uma estacioneta (pequena estação de baixo custo), visto que a perda de modulação será demasiadamente grande no transponder. Entretanto, a introdução de um receptor no transponder PCD é inviável tecnicamente no atual estágio de tecnologia nacional.

Nessas condições, a recepção de sinais do transponder PCD da MECB será centralizada nas estações de rastreamento e controle, e, com isto, será eliminada a necessidade de instalações de estações dedicadas para atender a MECB1. Isto será assegurado pela seleção da frequência de retransmissão do sinal de PCD na faixa convencional internacionalmente para telemetria de serviços de satélite (2200 a 2300 MHz).

Em missões futuras, quando os problemas tecnológicos da implementação do receptor de PCD no satélite for resolvido, poderão ser lançados satélites que viabilizarão as estacionetas, e, nesse caso, a frequência de retransmissão poderá ser alterada para a faixa de 1600 a 1700 MHz reservada a satélites meteorológicos.

Quanto à Missão Sensoriamente Remoto (MECB2), o INPE já conta com uma estação montada em Cuiabá, que recebe os sinais dos satélites dos sistemas LANDSAT e SPOT. Desta forma, caso o sinal enviado pelo satélite da MECB for compatível com um desses satélites, essa estação poderá ser utilizada também para recepção de imagens previstas para MECB2. Com a instalação de estações de controle e rastreamento em Cachoeira Paulista e Cuiabá, duas novas estações de recepção de imagens poderão ser utilizadas a custo reduzido.

Nessas cidades, poderão ser aproveitadas as antenas rastreadoras da ERC, caso a antena rastreadora tenha também capacidade de recepção na banda X (8000 a 8500 MHz).

3. APLICAÇÕES DE MICROPROCESSADORES EM PROJETO DA ESTAÇÃO DE CONTROLE E RASTREIO DA MECB

Basicamente os microprocessadores são utilizados para realização de três tarefas básicas:

- a) supervisão automatizada;
- b) processamento dedicado distribuído entre os equipamentos inteligentes da ERC;
- c) transmissão de dados.

3.1 - SISTEMA DE SUPERVISÃO

Um grau considerável de automação será requerido nas operações de uma ERC, isto por causa da necessidade de reconfigurações, testes e calibrações de equipamentos e subsistemas em tempo não maior que 20 minutos antes da passagem do satélite pela estação. Isto será garantido pelo sistema de supervisão, que é constituído de:

- computador de supervisão;
- console de operação;
- módulos de controle e monitoração.

3.1.1 - COMPUTADOR DE SUPERVISÃO

O computador de supervisão é formado por três CPUs, baseado no microprocessador 8085 (eventualmente poderá ser 8086), que executam tarefas funcionais distribuídas entre esses processadores.

Em casos de falha de um desses processadores, haverá condição do computador de supervisão trabalhar em modo degradado, pela reconfiguração das tarefas destinadas a cada processador. A esse computador estão associados os periféricos, no caso unidades de disco flexível, disco rígido, fita magnética e impressoras.

3.1.2 - CONSOLE DE OPERAÇÃO

O operador terá condições de interagir com o sistema de supervisão por meio de console de operação onde estão concentrados os terminais de vídeo, teclados, painéis mímicos (ou terminal gráfico).

3.1.3 - MÓDULOS DE CONTROLE E MONITORAÇÃO

O interfaceamento entre o computador de supervisão e os subsistemas funcionais da ERC é realizado pelos MCMs, que funcionam como processadores de I/O remotos em relação ao computador de supervisão.

Os módulos de controle e monitoração seguem uma arquitetura modular baseada num barramento padronizado, em cartões de aquisição de dados digitais e analógicos, de interfaces seriais do tipo HDLC e RS-232-C, de interface controladora IEEE-488 e de temporização.

A interligação entre os subsistemas funcionais e os MCMs é feita por meio do barramento IEEE-488. O MCM possui uma interface controladora IEEE-488, enquanto os subsistemas funcionais contêm unidades inteligentes (os controladores dedicados) que, por sua vez, dispõem de interface "talker/listener" IEEE-488.

A ligação entre cada MCM (prevista da ordem de 4 a 6 unidades para ERC) é realizada por meio de interface serial do tipo HDLC, com protocolo de transmissão de dados em fase de estudos.

3.2 - PROCESSAMENTOS DEDICADOS

A execução de tarefas funcionais de rastreamento, localização de satélite, telemetria de serviço e telecomando, devido à sua grande complexidade, exige unidades inteligentes (controladores dedicados) em cada subsistema funcional.

Essas unidades podem realizar testes de verificação, calibração interna e também processamento de sinais exigidos para o funcionamento do subsistema.

A arquitetura do controlador dedicado segue um conceito modular baseado no barramento padrão adotado para todos os equipamentos inteligentes da ERC. O controlador dedicado contém os seguintes cartões:

- CPU,
- memórias RAM/EPROM/RAM dinâmica,
- interface "talker/listener" IEEE-488,

- interface controladora IEEE-488,
- interface para inserção de tempo,
- interface para terminal de vídeo/teclado (para teste e manutenção),
- interface para disco flexível (para teste e manutenção).

Os controladores dedicados de um subsistema funcional diferem entre si somente em termos de placas utilizadas e em "software", que são específicos para cada subsistema.

A interface "talker/listener" IEEE-488 assegura a comunicação do controlador com o MCM que, por sua vez, interliga-se como computador de supervisão.

A interface controladora IEEE-488 pode ser necessária em alguns controladores dedicados para controlar instrumentos que possuem interface IEEE-488. Isto acontece quando o subsistema contém instrumentos de linha comercial como, por exemplo, contadores e sintetizadores com interface IEEE-488.

3.3 - TRANSMISSÃO DE DADOS

A transmissão de dados entre as estações e o Centro de controle do Satélite (CCS) é assegurada por meio de um subsistema de transmissão de dados (Processador Armazenador de Mensagem - PAM). Este subsistema é parte integrante da rede de transmissão de dados (REDACE), onde por meio de padronização de protocolos em diversos níveis é conseguida a interconectabilidade entre os diferentes computadores no centro de controle, nas estações, nos satélites e em outras instalações.

4. ORIENTAÇÃO GERAL ADOTADA PARA OS PROJETOS

As estações terrenas previstas para a MECB conterão número relativamente grande de equipamentos inteligentes e de microcomputadores. Desta forma, diretrizes são necessárias para simplificar o trabalho de desenvolvimento desses equipamentos, bem como para racionalizar o estoque de peças de reposição, além de simplificar a documentação e operação.

Basicamente são adotadas padronizações em três níveis:

- a) família de microprocessadores,
- b) barramentos de microprocessadores,
- c) placas de circuitos.

4.1 - FAMÍLIA DE MICROPROCESSADORES

Os microprocessadores utilizados nos equipamentos da ERC (MECB1 e MECB2), em desenvolvimento pelo INPE, deverão ser da família INTEL 8085 e 8086. Esta composição é feita visto que somente com essa medida torna-se viável a padronização em termos de placas de circuitos.

Para execução de tarefas funcionais previstas para os equipamentos da ERC, essa família de microprocessadores é apropriada, não sendo necessários microprocessadores mais potentes.

Essa padronização facilita também a elaboração de programas, pois há garantia de unicidade de linguagem, evitando desta forma as complicações que surgiriam caso fosse permitido o uso indiscriminado de microprocessadores existentes no mercado.

Em princípio está previsto que todos os equipamentos estarão baseados no microprocessador 8085, porém, caso haja necessidade de maior capacidade de processamento, pode-se alterar o microprocessador para 8086, sem que seja afetado o aspecto de compatibilidade do "hardware".

Para as estações dedicadas, provavelmente serão utilizados microprocessadores de maior capacidade como, por exemplo, o Motorola 68000.

4.2 - PADRONIZAÇÃO DE BARRAMENTOS

Dentro da ERC há duas classes de equipamentos baseados em microprocessadores:

- a) microcomputadores de supervisão e comunicação,
- b) equipamentos inteligentes.

As necessidades são bem distintas para essas classes, ou seja, a primeira necessita de capacidade relativamente grande de memórias, maior que centenas de "Kbytes", enquanto a segunda necessita de memória da ordem de 1 a 16K apenas.

A capacidade de memória configura a dimensão de placas de circuito e, dessa forma, no caso do computador de supervisão e comunicação, é adotado o tamanho (250 x 223 mm), enquanto para equipamentos inteligentes é adotada a dimensão (250 x 111,5 mm).

Dois barramentos padrões foram adotados; para equipamentos inteligentes das ERCs está sendo utilizado o barramento BPCD desenvolvido no INPE e um outro barramento também desenvolvido no INPE já foi adotado para os computadores de supervisão e comunicação.

4.3 - PLACAS DE CIRCUITO

Diversas placas de circuito baseadas nos barramentos padrões citados já foram desenvolvidas pelo INPE. Uma vez que se disponha de todas as classes de placas de circuito necessárias, o trabalho com o microprocessador direcionar-se-á naturalmente às tarefas de elaboração de "software".

5. CONCLUSÕES

O uso de microprocessadores facilitará bastante a tarefa de automação da ERC, visto que diminuirá o porte do computador central de supervisão, além de dispensar os minicomputadores dedicados a processamentos em tempo real.

Equipamentos inteligentes (com microprocessadores internos) simplificarão bastante os testes de verificação de funcionamento, além de reconfigurações, pois isto poderá ser feito apenas pela programação do controlador de supervisão.

Dessa forma os microprocessadores possibilitarão a construção de equipamentos de fácil manejo pelo operador, além de permitir opcionalmente o controle remoto global da ERC pelo computador de supervisão ou pelo centro de controle do satélite.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, C.M. *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).
- 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], CNES, Mai 1984. Rapport de stage.
- BERGAMINI, E.W. *Tendências na comunicação de dados para rede 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 multiprocessamento*. São José dos Campos, INPE, jul. 1983. (INPE-2823-PRE/377).
- *Modelo de interfaces de comunicação utilizando multiprocessamento*. São José dos Campos, INPE, maio 1983. (INPE-2733-RPE/432).
- KOSHIMA, S.; BUENO, L.A.R.; CHRISPIN, R. *Interfaces de Sistema de Supervisão da Estação Terrena da MECB*. São José dos Campos, INPE, out. 1983. (INPE-2902-NTI/189).
- MOURA, A.D. *FCD 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).
- SPINOLA, M.M. *Plataforma Coleta de Dados: processamento e disseminação de dados*. São José dos Campos, INPE, nov. 1982. (INPE-2580-PRE/228).