

1. Classificação <i>INPE-COM.7/PPR</i>	2. Período	4. Distribuição
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor) <i>LANDSAT LANDSAT-D THEMATIC MAPPER SPOT</i>		interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
5. Relatório nº <i>INPE-1682-PPR/049</i>	6. Data <i>Fevereiro, 1980</i>	7. Revisado por
8. Título e Sub-Título <i>PROPOSTA TÉCNICA-FINANCEIRA PARA O PROJETO LANDSAT-D</i>		9. Autorizado por <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor
10. Setor <i>DPR/DSR</i>	Código	11. Nº de cópias <i>07</i>
12. Autoria <i>Márcio N. Barbosa Sérgio de Paula Pereira José Luiz de Barros Aquirre Leopoldo Edgardo Messenger Parada René Antônio Novaes</i>		14. Nº de páginas <i>123</i>
13. Assinatura Responsável <i>[Assinatura]</i>	15. Preço	
16. Sumário/Notas <i>O presente relatório é uma proposta técnica-financeira para um projeto, denominado LANDSAT-D, que visa: implantar no país novos subsistemas capazes de efetuar a recepção, gravação e processamento de dados da nova geração de satélites da série LANDSAT-D e E. A proposta inclui informações sobre o novo sensor Thematic Mapper e as possíveis áreas de aplicação, a partir dos seus dados, assim como diagramas de bloco dos subsistemas propostos, estimativas de custo de implantação e operação de projeto, cronogramas e possibilidades de financiamento externo.</i>		
17. Observações <i>Esta proposta foi submetida à COBAE em Novembro de 1979.</i>		

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	v
<u>CAPÍTULO I - APRESENTAÇÃO</u>	1
1.1 - Introdução	1
1.2 - Histórico	5
1.3 - Situação Internacional/Envolvimento Brasileiro no Projeto .	8
<u>CAPÍTULO II - O SENSOR THEMATIC MAPPER - SUAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E FUTURAS APLICAÇÕES</u>	11
2.1 - A Missão LANDSAT-D - Informações Básicas	11
2.2 - A Performance do TM	13
<u>CAPÍTULO III - DIAGRAMAS DE BLOCO DOS SUBSISTEMAS DE RECEPÇÃO, GRAVAÇÃO E PROCESSAMENTO ELETRÔNICO PARA DADOS TM</u> ...	23
3.1 - Considerações sobre dados a serem gravados e processados, Produtos e Formatos para o Sensor TM	23
3.2 - Diagramas de Bloco	26
3.3 - Funções, Características Principais e Justificativas para os Novos Subsistemas	30
3.3.1 - Subsistema de Recepção	30
3.3.1.1 - Antena	30
3.3.1.2 - Conversores de Frequência e Receptor/Demodulador/Sincronizador - UQPSK	32
3.3.2 - Subsistema de Gravação de Dados	32
3.3.2.1 - Subsistema de Controle e Monitoramento	33

3.3.4 - Subsistema de Processamento Eletrônico de Imagens	35
3.3.4.1 - Computador	35
3.3.4.2 - Gravador/Reprodutor HDDT	36
3.3.4.3 - TM SYNC/Decomutador	36
3.3.4.4 - Demultiplex/Corretor Radiométrico/Lógica de Controle ..	37
3.3.4.5 - Quick-Look / Câmera 70 mm	37
3.3.4.6 - EBIR/EBIR Controller	38
3.3.4.7 - Periféricos de Computador (Em acréscimo ao "package") .	39
3.3.4.8 - Gerador de Sinal TM de Teste	40
<u>CAPÍTULO IV - CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO</u>	41
4.1 - Custos de Implantação	42
4.1.1 - Parte 1 - Recepção/Gravação	42
4.1.2 - Parte 2 - Processamento	44
4.2 - Custos de Operação	55
<u>CAPÍTULO V - CONDIÇÕES DE PAGAMENTO E POSSIBILIDADES DE FINANCIAMENTO EXTERNO</u>	57
5.1 - Pagamento Direto à SEP	57
5.2 - Pagamento Através de Financiamento	58
5.3 - Algumas Considerações	59
APÊNDICE A - DIAGRAMA DE BLOCO DO ATUAL SISTEMA BRASILEIRO PARA A RECEPÇÃO, GRAVAÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS LANDSAT.	
APÊNDICE B - INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE O TM (Preparado pela NASA/EUA).	
APÊNDICE C - ESTUDO COMPARATIVO BÁSICO ENTRE OS DADOS DOS SATÉLITES LANDSAT E SPOT (Preparado pela SEP/França).	
APÊNDICE D - ESTIMATIVA DE CUSTOS ADICIONAIS PARA MANIPULAÇÃO DE DADOS DO SPOT.	

LISTA DE FIGURAS

I.1 - Missão LANDSAT-D	2
I.2 - Mapa de Cobertura das Estações de Cuiabá e Mar Chiquita para os satélites LANDSAT 3, LANDSAT D e E, e SPOT (círculos mostrados para 5° de elevação sobre o horizonte)	4
I.3 - Estações Landsat Existentes e Planejadas	7
II.1 - O LANDSAT-D	12
II.2 - Resposta espectral típica do TM (banda 3)	17
III.1 - Subsistema Thematic Mapper - Geração de Produtos	25
III.2 - Estação de Recepção e Gravação de Dados de Cuiabá - Subsistema de Recepção (banda S e banda X)	27
III.3 - Estação de Recepção e Gravação de Dados de Cuiabá - Subsistema de Gravação (MSS e TM)	28
III.4 - Laboratório de Processamento Eletrônico/subsistema Thematic Mapper	29

CAPÍTULO I

APRESENTAÇÃO

1.1 - INTRODUÇÃO

O objetivo principal deste projeto é a *implantação no país de novos subsistemas*, junto ao atual sistema de recepção, gravação e processamento de dados da série de satélites LANDSAT, operados pela NASA (EUA), *capazes de efetuar a recepção, gravação e processamento de dados da nova geração de satélites LANDSAT* denominados D e E, a serem lançados a partir de 1981/1982 com vida média de 4 anos cada um.

O Programa de Produção de Imagens do CNPq/INPE, através de Memorando de Entendimento entre a COBAE e a NASA, opera o sistema LANDSAT no Brasil, atualmente tendo como objetivos receber, gravar, processar e distribuir dados dos satélites já lançados (Landsat 1, 2 e 3) à comunidade de usuários do país envolvida no levantamento e controle de recursos terrestres e monitoramento do meio ambiente.

Os tres primeiros satélites da série operaram/operam em banda S (2,2 GHz) com uma taxa de 15 M bits/segundo fornecendo imagens multispectrais (MSS) com resolução de 80 metros e pancromáticas RBV (são no LANDSAT 3) com resolução de 30 metros. Cerca de 900 elementos de informação por Km² são fornecidos pelo MSS nas suas quatro bandas espectrais.

Os primeiros dois satélites da série (D e E), vide Figura I.1, operarão em banda X (8,4 GHz) com uma taxa de 85 M bits/segundo para o principal sensor - o *Thematic Mapper*, possuindo ainda a bordo o mesmo MSS dos satélites anteriores. Cerca de 7000 elementos de informação por Km² serão fornecidos pelo Thematic Mapper (TM) nas suas sete bandas espectrais (seis bandas com resolução de 30 metros e uma, infra-vermelho termal, com resolução de 120 metros).

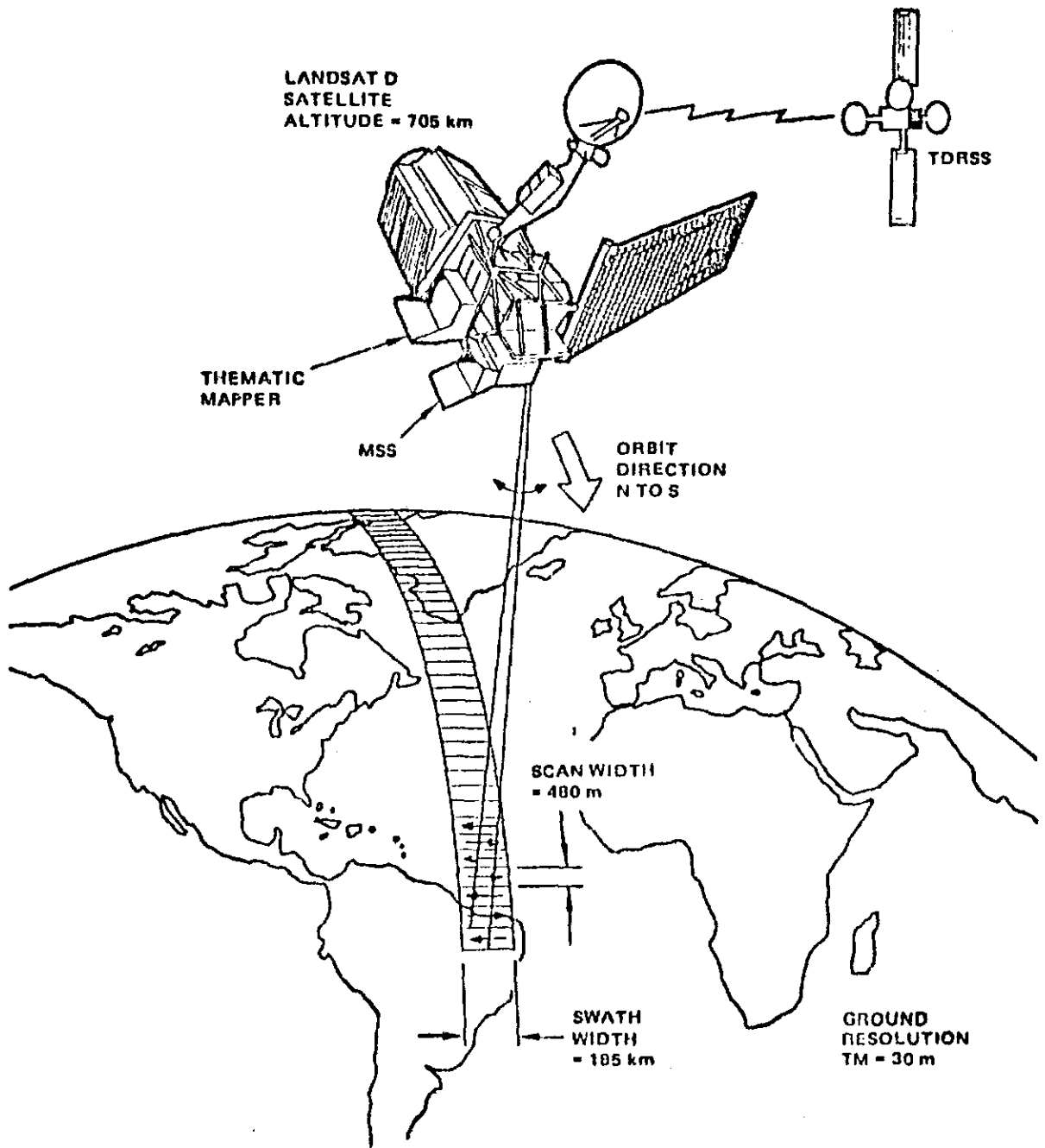


Fig. I.1 - Missão LANDSAT - D

Com isso torna-se necessário implantar, junto ao atual sistema, novos subsistemas compatíveis com as novas e substancialmente mais altas taxas de dados.

Esse projeto, então, visa basicamente a manipulação de dados do Thematic Mapper embora os subsistemas projetados para tal serviço sirvam, com pequenas adições, para a manipulação de dados da futura série de satélites franceses SPOT (o primeiro deverá ser lançado no início de 1984).

O sistema atualmente instalado no país não é capaz de receber, gravar ou processar dados do Thematic Mapper.

Além disso, a bordo dos próximos LANDSAT D e E não existirão gravadores de bordo, impossibilitando aos países não possuidores de estação de terra a obtenção de dados de seu próprio território. Por outro lado, os EUA poderão obter imagens de qualquer área sobre a Terra já que a bordo desses novos satélites haverá um sistema de transmissão em tempo real para o TDRSS (Tracking and Data Relay Satellite System). Esse sistema transmitirá os dados LANDSAT para a estação de White Sands, no New Mexico. Daí, os dados serão novamente transmitidos para o DOMSAT (Domestic Satellite) chegando então ao Centro de Processamento Central de Goddard (Goddard Space Flight Center - NASA).

Fato que deve ser também levado em conta é que a Argentina está prestes a instalar uma estação LANDSAT que estará, a partir de 1980/1981, pronta para receber dados de Thematic Mapper. Se observarmos a Figura I.2 (mapa de cobertura das estações de Cuiabá e Mar Chiquita - Argentina) veremos que grande parte do território brasileiro será coberto pela futura estação argentina. Em outras palavras, a partir de 1982 poderíamos continuar a possuir dados do país com 80 metros de resolução enquanto que os EUA e Argentina possuiriam dados do Brasil com 30 metros.

Fig. I.2 - Mapa de Cobertura das Estações de Cuiabá e Mar Chiquita para os satélites LANDSAT 3, LANDSAT D e E, e SPOT (círculos mostrados para 5° de elevação sobre o horizonte).

Segundo ainda informações da NASA, os próximos satélites LANDSAT, a serem lançados em 1985/1986, e de características operacionais, levarão a bordo o mesmo Thematic Mapper, além de outro sensor no lugar do atual MSS. Isso dará continuidade ao programa até pelo menos 1990 ou seja, por mais 10 anos a partir de hoje.

Os LANDSAT 2 e 3, atualmente em operação, deverão encerrar suas transmissões em 1980 e 1982, respectivamente.

Esta proposta apresenta, no Cap. II, informações básicas sobre o Thematic Mapper, além das possíveis áreas de aplicação que poderão ser desenvolvidas com a nova resolução de 30 metros. Maiores detalhes técnicos sobre o TM poderão ser vistos no Apêndice B. No Cap. III apresentam-se os diagramas de bloco dos subsistemas objeto desta proposta, além de suas funções, características principais e justificativas. No Cap. IV apresentam-se os custos necessários de implantação e operação com os respectivos cronogramas de atividades e no Cap. V as condições de pagamento e as possibilidades de financiamento externo. No Apêndice A, apresentam-se os diagramas de bloco do atual sistema, orientado para o processamento de sinais dos sensores MSS e RBV (em banda S) e finalmente nos Apêndices C e D um estudo comparativo básico entre os dados dos satélites LANDSAT e SPOT e uma estimativa de custos adicionais para a manipulação de dados do SPOT.

1.2 - HISTÓRICO

A decisão da NASA em iniciar o programa LANDSAT, em 1970, abriu novos horizontes para as pesquisas utilizando sensores remotos nas áreas de levantamento de recursos naturais e monitoramento do meio ambiente.

O Brasil, através dos esforços da COBAE e tendo como executor o CNPq/INPE, entrou neste programa em 1972, após decisão presidencial.

Em maio de 1973, já estava instalada e normalmente operando a Estação de Recepção e Gravação de Dados em Cuiabá, recebendo os sinais do antigo satélite LANDSAT-1. Em fins de 74, os laboratórios de processamento iniciaram as operações em Cachoeira Paulista (SP).

Para executar tal missão o país investiu desde 1972, somente em equipamentos, cerca de US\$ 6 milhões, sem contar os gastos com prédios e instalações especiais, além de longo treinamento de pessoal no país e no exterior. Estima-se que, desde 1972, já foram investidos cerca de US\$ 12 milhões neste Programa.

O Departamento de Produção de Imagens do INPE, que desenvolve as atividades do Programa de Produção de Imagens, conta hoje com cerca de 80 funcionários (~ 20% com nível superior). O crescimento, tanto de número de usuários como de produtos despachos, tem sido exponencial desde 73, sendo atingidas, no final de 78, as cifras de mais de 600 usuários cadastrados (cias. privadas, órgãos do governo, universidades, pesquisadores) e mais de 18.000 imagens distribuídas, número este que colocou o Brasil em 2º lugar em produção, entre os países operadores do Sistema LANDSAT (EUA, Brasil, Canadá, Itália, Suécia, Iran, e brevemente Argentina, Índia, Japão, Austrália, Chile e Zaire - Figura I.3). Para o final deste ano estima-se 800 usuários e cerca de 20.000 imagens distribuídas.

A base de dados LANDSAT do CNPq/INPE inclui hoje mais de 100.000 imagens processadas e estima-se que atualmente mais de 3.000 pesquisadores do país e da América do Sul trabalham com dados LANDSAT produzidos pelos sistema brasileiro.

O custo atual de manutenção e operação do Programa de Produção de Imagens é de aproximadamente US\$ 1 milhão/ano, não incluídos juros e amortização, sendo arrecadados US\$ 200 mil/ano com a venda direta de produtos. Grande parte deste custo de M & O é atualmente financiado pela FINEP com recursos do FNDCT.

O Programa de Produção de Imagens do CNPq/INPE foi considerado como prioritário para o país, dentro do II Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT).

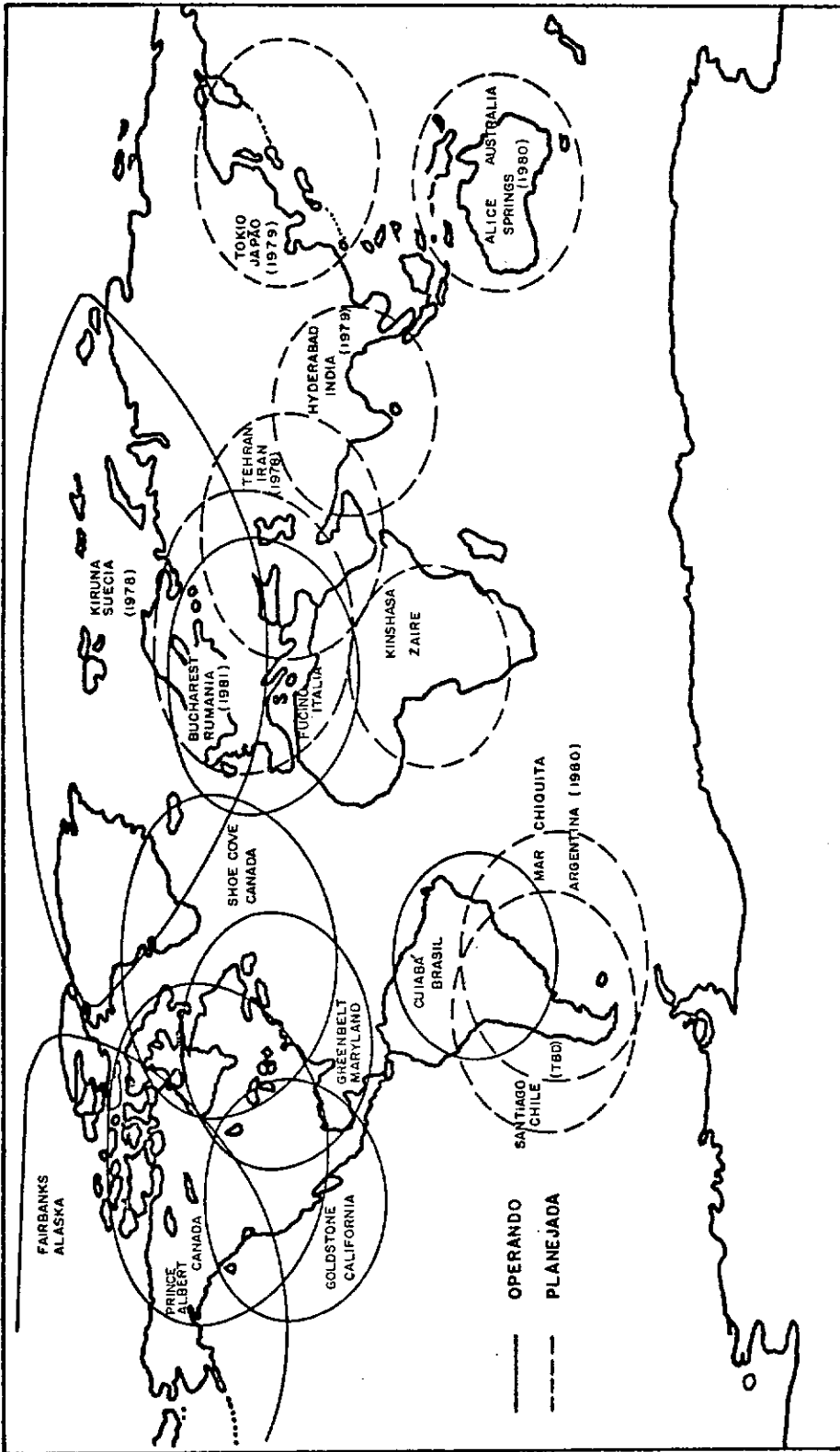


Fig. I.3 - Estações Landsat Existentes e Planejadas

1.3 - SITUAÇÃO INTERNACIONAL/ENVOLVIMENTO BRASILEIRO NO PROJETO

O Brasil foi o 3º país do mundo a implantar um sistema LANDSAT, logo após os EUA e o CANADÁ.

A experiência adquirida pelos técnicos do CNPq/INPE a través dos longos treinamentos no exterior, com os constantes contatos com pessoal da NASA e com o longo período de operação do sistema LANDSAT, hoje já pode ser transferida a outros países. Um exemplo disso foi a valiosa colaboração fornecida ao pessoal técnico responsável pelo sistema na Austrália, atualmente em fase de teste de aceitação.

O resultado dessa experiência é que a participação brasileira neste projeto, aqui proposto, poderá ser de um envolvimento muito mais intenso do que o ocorrido no passado, podendo ser traduzida pelos seguintes itens:

- projeto funcional do sistema a níveis de hardware e software;
- especificações de produtos;
- participação nas fases críticas de montagens tais como integração e teste;
- participação nas áreas críticas de software, incluindo a análise e sua efetiva implantação.

Poucos países do mundo estão hoje em nível de desenvolver tais atividades, na área de processamento de imagens, como o Brasil.

A transferência de tecnologia (principalmente na área de hardware) agora poderá ser realmente atingida trazendo do exterior para o país a experiência em fabricação de sofisticados equipamentos da área de recepção e processamento de imagens de satélites, certamente valiosa dentro do Programa Espacial Brasileiro (Missão Espacial Completa).

Dois fornecedores de equipamentos e sistemas nas áreas de recepção e processamento de imagens foram contatados para apresentação de propostas: A MDA (MacDonald, Detwiller & Assoc. - do Canadá) e a SEP (Societ  Européenne de Propulsion - da Frana).

A MDA participou como subcontratada da Bendix Corporation na instalao do atual sistema brasileiro e recentemente instalou (como contratante principal) as estao es da Suécia, Canadá (nova estao de Shoe Cove) e Austrália.

A SEP, apesar de ainda não ter desenvolvido nenhuma estao LANDSAT, ganhou recentemente a concorrência para desenvolver a Estao da Frana para receber, gravar, e processar dados dos LANDSAT e SPOT.

Ambas possuem nível técnico suficiente para garantir a qualidade e o desempenho dos subsistemas do nível aqui proposto.

Os preos mencionados no Cap. IV, são os fornecidos pela SEP que, numa primeira fase, apresentou a configurao de menor custo. Além disso, acreditamos que a participao brasileira poderá ser mais intensa com a cooperao francesa, já que é interesse da própria SEP essa participao, demonstrando, como já mencionado, a importância da experiência brasileira. Um Memorando de Entendimento entre o CNPq/INPE e a SEP poderá ser assinado, caso essa companhia seja escolhida, regulando e protegendo os servios executados por ambas as partes para que, num futuro próximo, tais servios possam ser comercializados, havendo um retorno do investimento.

Por outro lado, a cooperao com a MDA, por ter apresentado preos bastante semelhantes aos da SEP, ainda não foi desconsiderada. A soluo final são deverá ocorrer após a decisão sobre o projeto e será alvo de um documento específico.

O projeto tem uma durao estimada de 2 anos e 2 meses e precisará ter seu início em maio de 80 para que os subsistemas estejam

instalados e testados em julho de 82, aproximadamente 4 meses após o lançamento do LANDSAT D.

Caso a cooperação com a SEP seja a escolhida, um número bastante grande de viagens ao exterior precisará ser aprovado a fim de garantir a efetiva participação brasileira, assegurando o sucesso do projeto.

CAPÍTULO II

O SENSOR THEMATIC MAPPER

SUAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E FUTURAS APLICAÇÕES

2.1 - A MISSÃO LANDSAT-D - INFORMAÇÕES BÁSICAS

O LANDSAT-D (Figura II.1), o novo satélite experimental para recursos terrestres, está planejado para ser colocado em órbita em março de 82. Dois sensores estarão a bordo deste satélite (e seu reserva). O sensor principal será o *Thematic Mapper (TM)* possuindo como "back-up" o mesmo MSS que esteve a bordo dos LANDSAT 1, 2 e 3. O sensor de vidicon RBV não será mais utilizado nessa próxima geração de satélites.

O Mapeador Temático (TM) foi projetado para satisfazer especificações e exigências de desempenho muito mais rigorosa do que aquelas aplicadas anteriormente a instrumentos deste tipo. Assim, os materiais e estruturas nele utilizados, dispositivos eletrônicos, técnicas de controle, mecanismos de calibração, circuitos de processamento de dados, etc, representam uma nova e avançada geração de sensores de recursos terrestres, muitíssimo mais sofisticada do que a representada pelo seu antecessor MSS.

Em termos quantitativos, esta superior sofisticação do TM em relação ao MSS refletirá sob os seguintes aspectos: possuirá melhor resolução espacial, um maior número de bandas (canais) com respostas espectrais mais bem definidas, alta precisão e melhor resolução radiométricas, técnicas de calibração a bordo mais sofisticadas, e grande fidelidade geométrica.

O LANDSAT-D será colocado em uma órbita circular, síncrona com o sol, a 705 km de altitude, atingindo um ciclo de repetibilidade de 16 dias. Seu cruzamento com o Equador, no sentido norte-sul, se dará às 9:30 horas, local.

LANDSAT-D FLIGHT SEGMENT OBSERVATORY

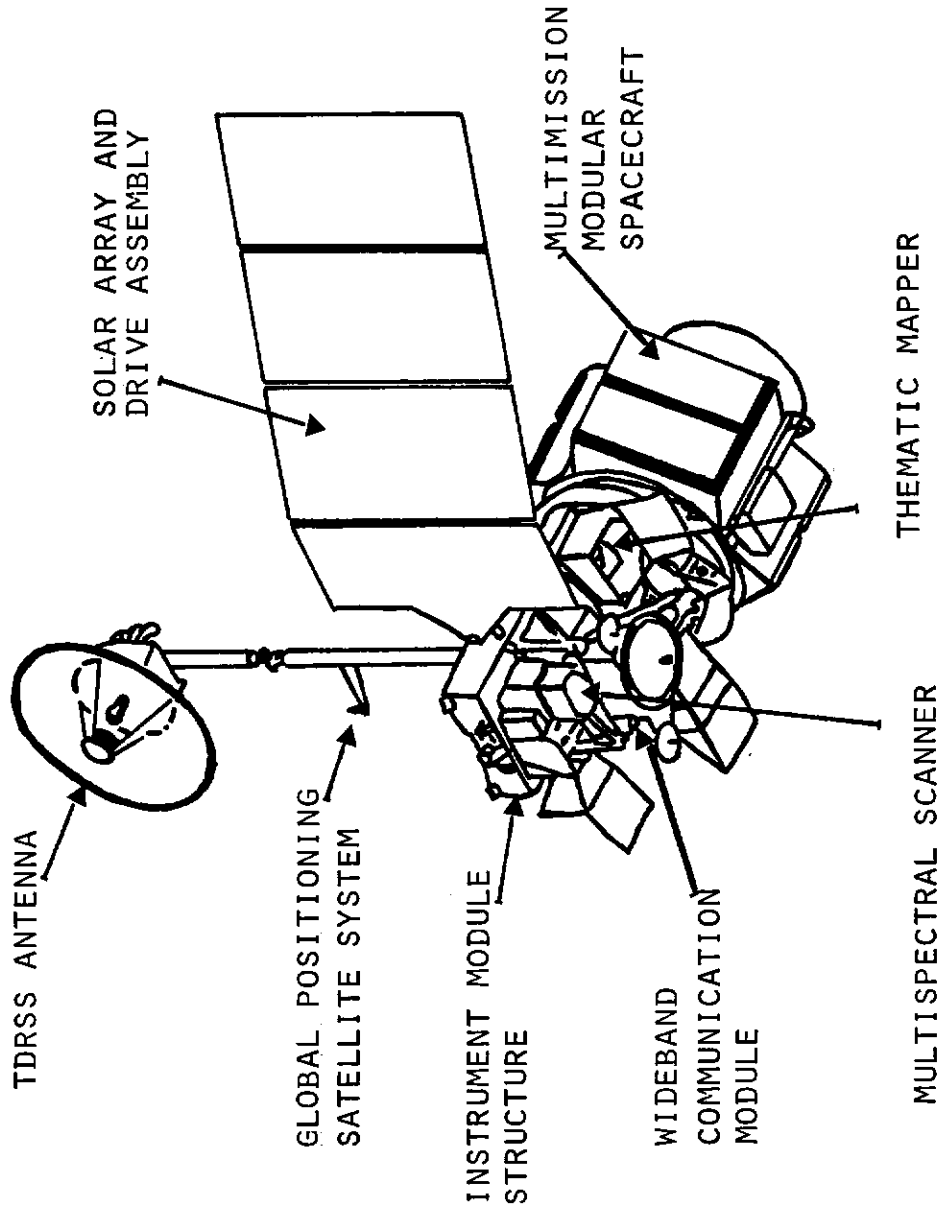


Fig. II.1 - 0 LANDSAT D

A altitude do LANDSAT é menor do que as dos três primeiros satélites da série a fim de permitir a sua recuperação e relançamento pelo Space Shuttle.

O satélite terá dois modos de transmissão de dados: uma transmissão direta para a estação da terra dentro de seu campo de observação e uma transmissão para o sistema TDRSS (Tracking and Data Relay Satellite System). *Não existirá gravador de bordo nesse satélite.*

2.2 - A PERFORMANCE DO TM

A performance do TM foi estabelecida principalmente com base na experiência adquirida na operação do MSS, no esforço do grupo técnico do projeto em definir necessidades dos usuários, e na criteriosa análise de compromisso dos padrões de desempenho exigidos versus factibilidade tecnológica.

O tamanho do menor elemento de informação (pixel) no TM é 30 x 30 metros comparado com o de 80 x 80 metros no MSS. Com essa pequena resolução, agora, a maioria dos pequenos campos agrícolas poderão ser precisamente caracterizados.

Suas sete bandas espectrais são:

BANDAS	INTERVALO ESPECTRAL
1	0,45 a 0,52 μm
2	0,52 a 0,60 μm
3	0,63 a 0,69 μm
4	0,76 a 0,90 μm
5	1,55 a 1,75 μm
6	10,4 a 12,5 μm (termal)
7	2,08 a 2,35 μm

Uma tabela comparativa entre os principais dados do LANDSAT-D (TM) e do LANDSAT 3 (MSS) é apresentada na Tabela II.1.

A enorme potencialidade desta nova geração de satélites, conforme análise levada a efeito por uma equipe de pesquisadores da NASA, pode ser estimada em função do quadro de aplicações abaixo:

BANDA	APLICAÇÕES PRINCIPAIS
1	. Mapeamento de águas costeiras; Diferenciação solo/vegetação.
2	. Detecção de radiação verde refletida pela vegetação saudável.
3	. Detecção de absorção de clorofila para dife renciação entre espécies de plantas.
4	. Pesquisas em biomassas; Delineação de corpos suspensos em água.
5	. Medição de conteúdo de umidade de vegetação.
6	. Medição do grau de "stress" das plantas pelo calor; Mapeamento térmico em geral.
7	. Mapeamento hidrotermal. Mapeamento Geolôgi co em geral.

TABELA II.1

TABELA COMPARATIVA ENTRE OS PRINCIPAIS DADOS DO LANDSAT-D E DO LANDSAT 3 (MSS)

	LANDSAT D		LANDSAT 3	
	MICROMETERS	RADIOMETRIC SENSITIVITY (NEAP)	MICROMETERS	RADIOMETRIC SENSITIVITY (NEAP)
SPECTRAL BAND 1	0.45-0.52	0.8%	0.5-0.6	.57%
SPECTRAL BAND 2	0.52-0.60	0.5%	0.6-0.7	.57%
SPECTRAL BAND 3	0.63-0.69	0.5%	0.7-0.8	.65%
SPECTRAL BAND 4	0.76-0.90	0.5%	0.8-1.1	.70%
SPECTRAL BAND 5	1.55-1.75	1.0%
SPECTRAL BAND 6	10.40-12.50	0.5K(NEAT)	10.40-12.50	1.5K(NEAT)
SPECTRAL BAND 7	2.08-2.35	2.3%
GROUND IFOV		30M(BANDS 1-5 AND 7)	79M(BANDS 1-4)	
		120M(BAND 6)	237M(BAND 5)	
DATA RATE		85 MB/S	15 MB/S	
QUANTIZATION LEVELS		256	64	
WEIGHT		242 KG	75 KG	
SIZE		1.0 x 1.0 x 1.8m	0.35 x 0.4 x 0.9m	
POWER		300 WATTS	42 WATTS	
ALTITUDE		705 KM	917 KM	

Observou-se, por exemplo, para o caso da banda 4 do MSS localizada na faixa espectral de 0,5 a 0,6 μm , ter sido possível o mapeamento de detalhes subaquáticos num alcance bem maior do que o antecipado. A banda 1 do Mapeador Temático que é coincidente com a máxima transmissividade da água (0,45 a 0,52 μm) irá assim mostrar uma capacidade de mapeamento de águas costeiras muito superior à atingida pelo MSS.

As bandas 2, 3 e 4 cobrem a região espectral que é a mais significativa para a caracterização da vegetação. O conteúdo de umidade da vegetação pode ser estimado a partir das leituras da banda 5 e as taxas de transpiração podem ser estimadas a partir do mapeamento termal da banda 6.

A banda 7 é orientada primariamente para aplicações geológicas incluindo a identificação de rochas alteradas hidrotermicamente.

Conforme se mencionou, as bandas do TM que são muito mais estreitas do que as do MSS, têm seus perfis especificados dentro de severas tolerâncias, caracterizando-se por uma abrupta declividade na resposta espectral e mínima sensibilidade para a radiação fora da faixa. (Figura II.2).

Oportuno será mencionar a enorme variedade de aplicações que advirão da existência no Mapeador Temático, de uma banda termal sensível à radiação infravermelha emitida pelo terreno, com resolução no solo de 120 m, ou seja, duas vezes melhor que a anterior, 240 m, atingida pelo MSS no LANDSAT 3. Assim, a capacidade de reconhecimento do solo, via infravermelho termal, até então somente efetivamente exercitada com sensores a bordo de aviões, será agora definitivamente extrapolada para o nível orbital.

Deve ser ainda colocado em evidência a enorme potencialidade do novo instrumento em termos de aplicações cartográficas, pois o Mapeador Temático possibilitará, em definitivo, a operacionalização do novo e revolucionário conceito que é o mapeamento automático da Terra,

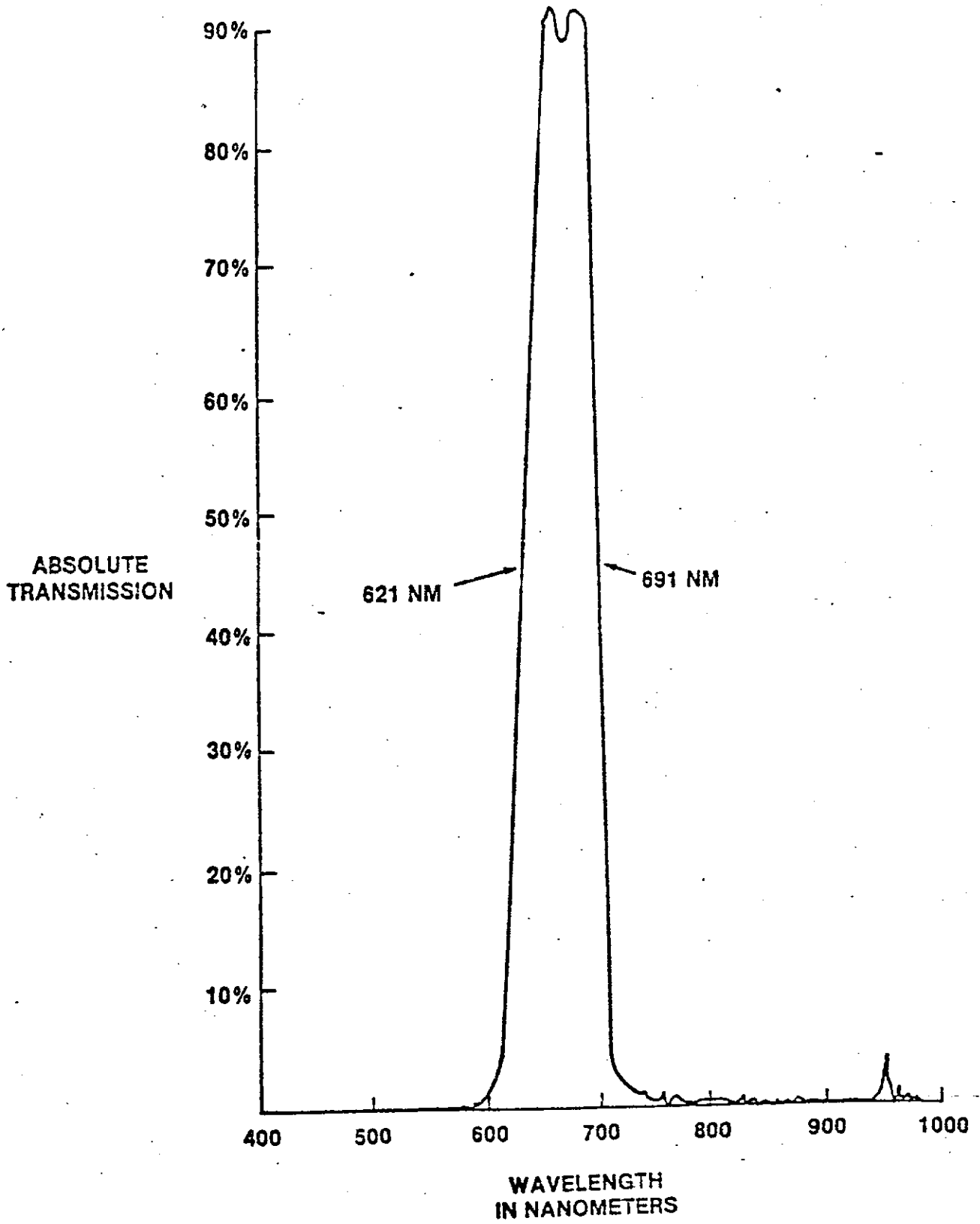


Fig. II.2 - Resposta espectral típica do TM (banda 3)

a nível orbital, resultado direto dos sofisticados equipamentos para calibração interna do satélite em órbita, bem como para seu preciso posicionamento. Assim, em termos de fidelidade geométrica, a Tabela II.2 abaixo ilustra o significativo avanço do TM relativo ao seu antecessor MSS.

TABELA II.2

PRECISÕES GEOMÉTRICAS EM MSS/TM

	PRECISÃO GEOMÉTRICA INTERNA (*)	PRECISÃO GEOMÉTRICA ABSOLUTA (*)
LANDSAT 1, 2, 3/MSS	≈ 100 metros	2.000 metros
LANDSAT D/TM	≤ 30 metros	200 metros

(*) Precisão Geométrica Interna - é a precisão dentro da qual é possível determinar a posição de um ponto na imagem, em relação a um outro ponto pré-escolhido da mesma imagem, no sistema de projeção adotado.

Precisão Geométrica Absoluta - é a precisão dentro da qual é possível relacionar um ponto na imagem com sua posição real no solo, em termos de coordenadas geográficas, dentro do sistema de projeção adotado.

Os produtos TM "precision", produzidos com a utilização de pontos de controle de terra, necessitarão um número muito menor destes pontos relativamente ao que era requerido para o MSS, e as precisões *interna e absoluta* para estes produtos poderão atingir 10 a 15 metros no solo. Isto se deve ao fato do satélite *LANDSAT D* ser *muito mais estável* em órbita que todos os seus antecessores. Esta grande estabilidade orbital e de atitude resultará em *mínimas distorções inter*nas nas imagens com a conseqüente melhoria substancial no valor final do "affine" (relação das escalas nas várias direções da imagem). Esta qualidade geométrica é de *fundamental importância nos processos de ma*peamento cartográfico utilizando-se imagem de satélite.

Com os dados MSS dos atuais satélites em operação já será possível, a curto prazo, a utilização de imagens orbitais para obtenção de uma base planimétrica na escala 1:250.000. Evidentemente, esforços consideráveis em processamento de dados são necessários.

Com os dados da futura série de satélites será possível, com um mínimo de tempo de processamento, a obtenção de bases planimétricas em escalas até de 1:50.000, revolucionando, portanto, o conceito de mapeamento automático da Terra.

No Brasil, vários trabalhos têm sido realizados, desde 1972 até o momento, utilizando dados dos LANDSAT através de interpretação visual e automática. Estes trabalhos foram voltados, principalmente, para mapeamento geológicos regionais em escalas de, no máximo, 1:250.000; pesquisa mineral de áreas particulares nas quais as anomalias geoquímicas mostraram uma associação muito íntima com a refletividade do solo exposto; mapas de uso da terra; estudos de estrutura urbana, de bacias hidrográficas e de áreas que estão sofrendo processo de erosão acelerada; estudos da dispersão de material em suspensão em regiões costeiras e lagunares, mapeamento de vegetação natural, artificial e solos, levantamento de áreas agrícolas e desmatadas.

O lançamento da próxima série de satélites permitirá, em muito, expandir o conhecimento dos recursos naturais do país.

A disponibilidade de dados do TM, com melhor resolução e maior número de canais do que o atual MSS, apresentará as seguintes vantagens para as diversas áreas de aplicação, em adição ao que já foi apresentado:

- Geologia

- . levantamentos na escala de 1:50.000 que permitirão a elaboração de mapas geotécnicos, hidrogeológicos, levantamentos geológicos com detalhes mais compatíveis com a prospecção mineral;

- . A resolução de 30 m x 30 m dará acesso a condicionamento metalogênicos mais restritos como pegmatitos (30 a 40 m) e filões mineralizados (cobre, zinco, estanho, tungstênio e minerais radioativos) com dimensões de 20 a 50 m.
- . Dados dos canais que operarão nas bandas do infravermelho próximo permitirão estudos sobre anomalias da vegetação associadas a concentrações minerais ou anomalias geoquímicas.
- . Dados do canal termal permitirão estudos sobre propriedades termais (emissividade e inércia termal) de rochas e concentrações minerais.

- Agricultura

- . a grande percentagem dos talhões das culturas brasileiras apresenta pequenas dimensões. A atual resolução do sistema LANDSAT é limitante para quase todas essas culturas no que se refere a inventários agrícolas com precisão aceitável, salvo alguns casos como a cana-de-açúcar. Soma-se a esse problema a grande semelhança entre as várias espécies de culturas e também entre áreas reflorestadas, associada a uma gama enorme de doenças e pragas bem como deficiências hídricas e minerais dessas plantas.

A melhor resolução e o maior número de canais do LANDSAT-D possibilitarão um maior desempenho no levantamento de áreas agrícolas para fins de previsão de safras e inventários florestais.

- Geografia

- . mapeamento detalhado de uso da terra na escala de 1:50.000;
- . estudos das características espectrais de diferentes alvos;
- . mapeamento detalhado de áreas sujeitas à erosão do solo na escala 1:50.000;

- . mapeamento do solo urbano na escala de 1:50.000 (interpretação automática);

A utilização de maior número de canais permitirá maior separabilidade espectral das classes de uso do solo urbano.

- . estudo da estrutura urbana e inferência demográfica através de zoneamento da densidade das construções;
- . dados do canal termal permitirão estudos do clima urbano pela identificação e localização de ilhas de calor que se instalam nos grandes centros;
- . mapeamento de dispersão de sedimentos em reservatório artificiais.

- Oceanografia

O LANDSAT-D proporcionará, através de seu canal termal, a possibilidade de estudos mais detalhados de fenômenos como a ressurgência e as frentes oceanográficas. Devido a maior resolução, esses fenômenos poderão ser estudados com detalhes maiores do que vêm sendo feito até o presente momento. Os canais do visível (azul e verde) permitirão um conhecimento maior da característica espectral da água, fornecendo subsídios à detecção de clorofila para estudos de produtividade primária, como também da dispersão de material em suspensão e poluição marinha.

CAPÍTULO III

DIAGRAMAS DE BLOCO DOS SUBSISTEMAS DE RECEPÇÃO, GRAVAÇÃO E PROCESSAMENTO ELETRÔNICO PARA DADOS TM

Para definição dos subsistemas estudou-se detalhadamente o volume de dados a ser recebido, gravado e processado, assim como os produtos que melhor poderão satisfazer as necessidades da comunidade de usuários do país.

Apresenta-se abaixo um resumo desse trabalho.

3.1 - CONSIDERAÇÕES SOBRE DADOS A SEREM GRAVADOS E PROCESSADOS, PRODUTOS E FORMATOS PARA O SENSOR TM

a) Volume de Dados

- número médio de cenas (185 x 185 km) por órbita \approx 20;
- número de órbitas dentro do "range" de aquisição de Cuiabá \approx 32;
- número médio de cenas por cobertura = 640;
- número de cenas a serem processadas em cada cobertura = $640 \times 0,73 = 467$, onde 0,73 é o fator devido a cobertura de nuvens.

Como o ciclo de cobertura do LANDSAT D é de 16 dias podemos supor um número de 900 a 1000 cenas por mês a serem processadas em filme. Estes números forneceriam uma capacidade exigida diária de 50 cenas/dia. Entretanto, o número de canais do TM forneceria um total de 350 imagens/dia, superior em 4 vezes ao número atual produzido com 2 turnos de operação, para imagens MSS. Assim, caso seja de interesse o processamento de todos os canais do TM, uma capacidade bastante grande, em termos de computador, interfaces e gravadores de filme, terá de ser instalada.

Para fins de definição de capacidades, estimou-se que dos 7 canais do TM somente 4 serão processados em bases operacionais. Os restantes 3 poderiam ser processados a pedido especial dos usuários.

O número de CCT's por mês foi estimado em 30 a 40, baseado nas solicitações atuais.

b) Produtos (Figura III.1 - Quadro de Geração de Produtos)

- Imagem "Quick-Look" de baixa resolução em filme 70 mm
- Imagem de alta resolução em filme 5" P & B e derivados, incluindo composições coloridas
- CCT'_S 800 ou 1600 BPI
- Imagem "enhanced", em filme 5" P & B e derivados, incluindo composições coloridas
- CCT'_S "enhanced" em 800 ou 1600 BPI
- Imagem a partir de CCT'_S classificadas

Obs.: O Software para permitir outros tipos de correções como "contrast stretch", "haze removal", remoção de "bit dropouts", registro entre cenas para análise temporal, e imagens de precisão a partir de pontos de controle de terra, poderá ser desenvolvido futuramente pelo INPE, usando basicamente os mesmos equipamentos apresentados no Diagrama de Blocos do Laboratório de Processamento Eletrônico-Subsistema Thematic Mapper. Estes produtos são ainda hoje considerados especiais pela comunidade de usuários.

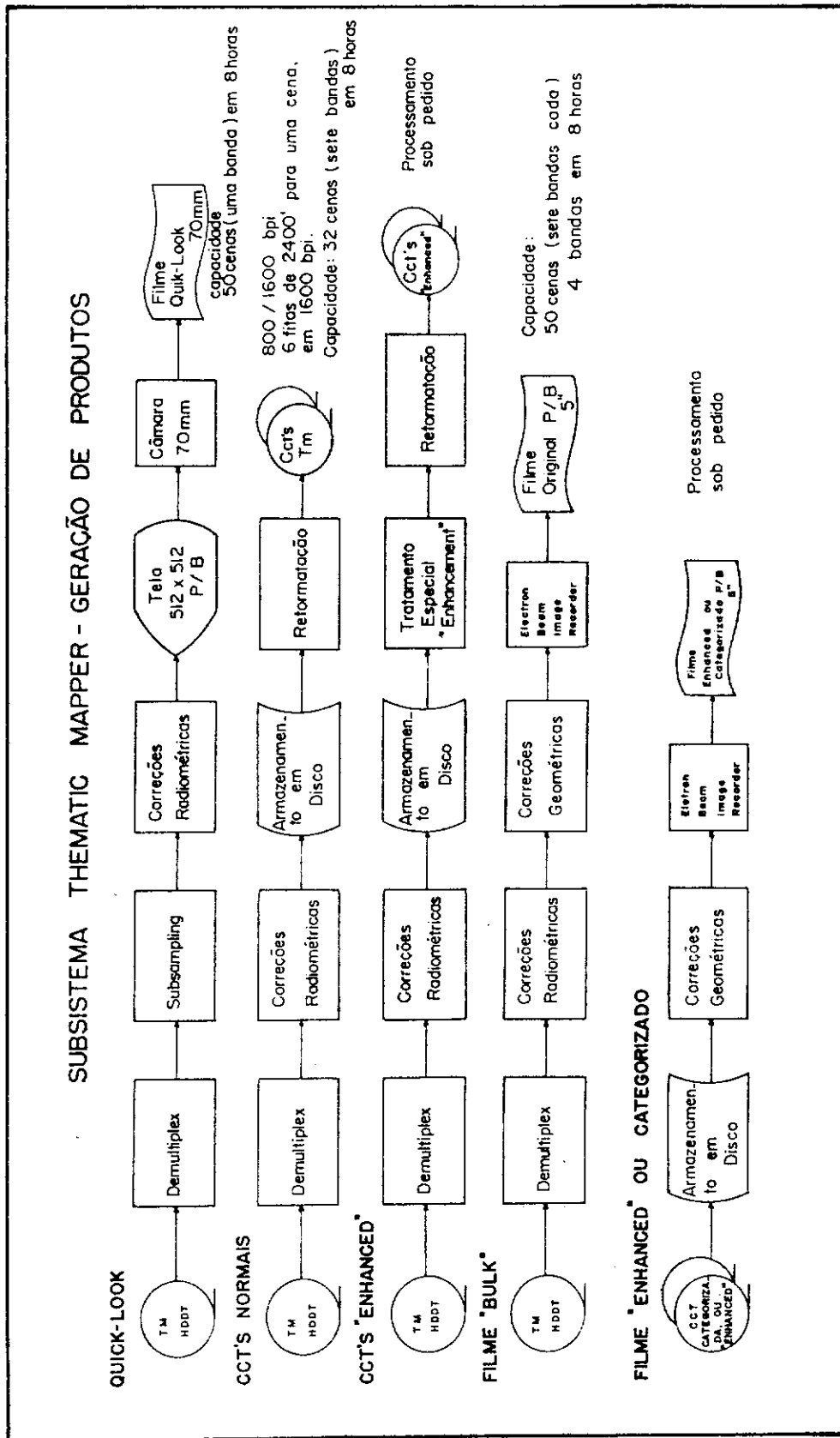


Fig. III.1 - Subsistema Thematic Mapper- Geração de Produtos

3.2 - DIAGRAMA DE BLOCO

A seguir, apresenta-se os diagramas de bloco dos subsistemas de Recepção, Gravação e Processamento Eletrônico, para dados do TM.

Deve ser frisado que os atuais subsistemas continuarão em operação nas suas configurações existentes até pelo menos 1982, envolvidos com os dados já gravados, ou a serem gravados, dos sensores MSS e RBV.

A partir do fim da vida dos satélites LANDSAT 2 e 3 antecipa-se o seguinte para os atuais subsistemas, caso o projeto aqui proposto seja aprovado:

- 1) O subsistema de recepção (antena, feed, paramétrico, receptores, etc.) passará a ser utilizado como "back-up" para eventual recepção de MSS (LANDSAT D) em banda S podendo também ser utilizado em outro projeto, por exemplo, o Programa Espacial Brasileiro.
- 2) O subsistema de gravação (com exceção para a linha RBV) continuará a ser utilizado para as gravações de dados MSS dos LANDSAT D e E.
- 3) O subsistema de processamento eletrônico continuará a processar órbitas MSS e RBV dos LANDSAT 1, 2 e 3, em filme ou CCT, quer seja para a substituição de filmes do arquivo do Banco de Imagens, devido a riscos e defeitos, quer na produção de produtos especiais para os usuários (diferente contraste, outros sistema de projeção, etc.).

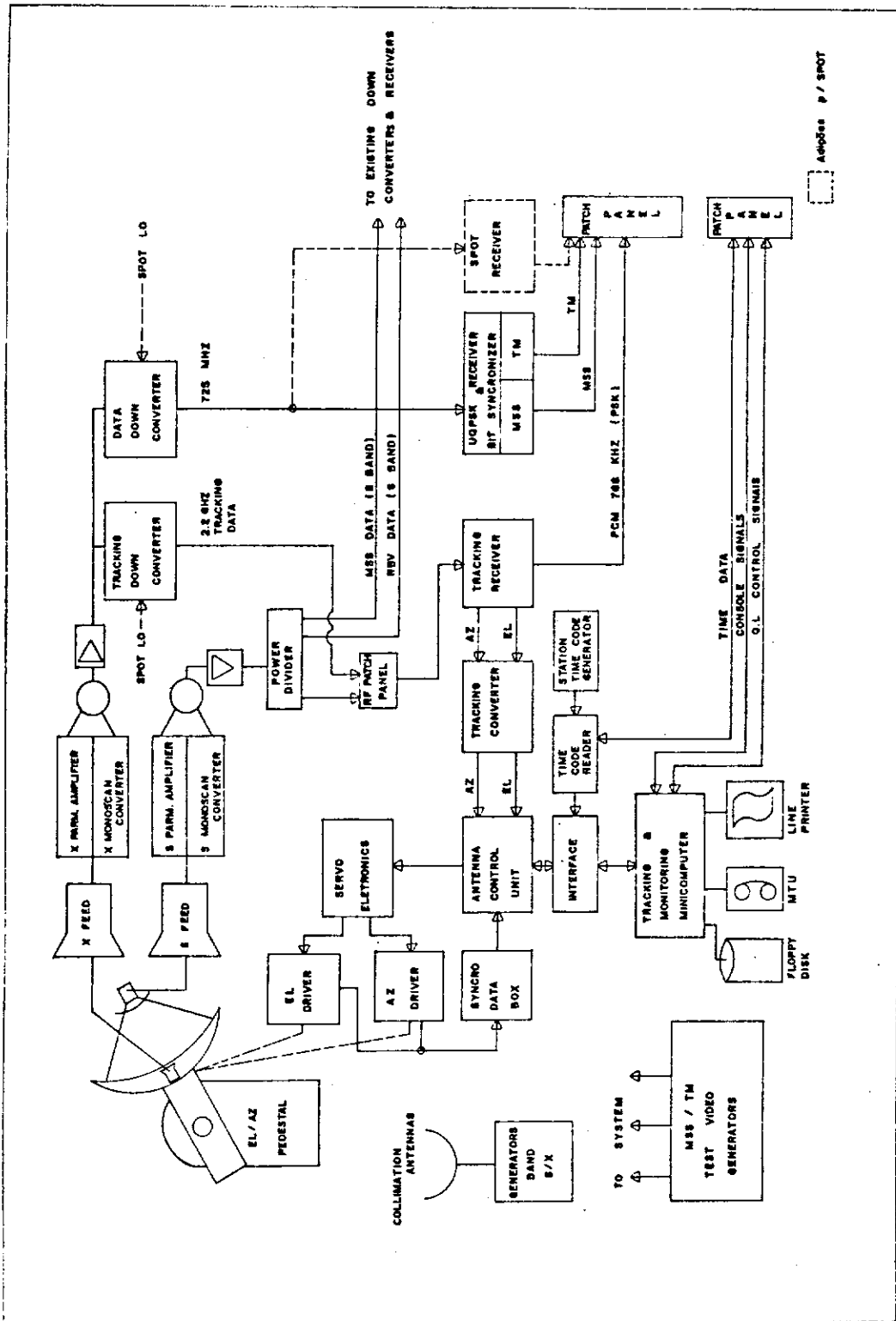


Fig. III.2 - Estação de Recepção e Gravação de Dados de Cuiabá Subsistema de Recepção (banda S e banda X).

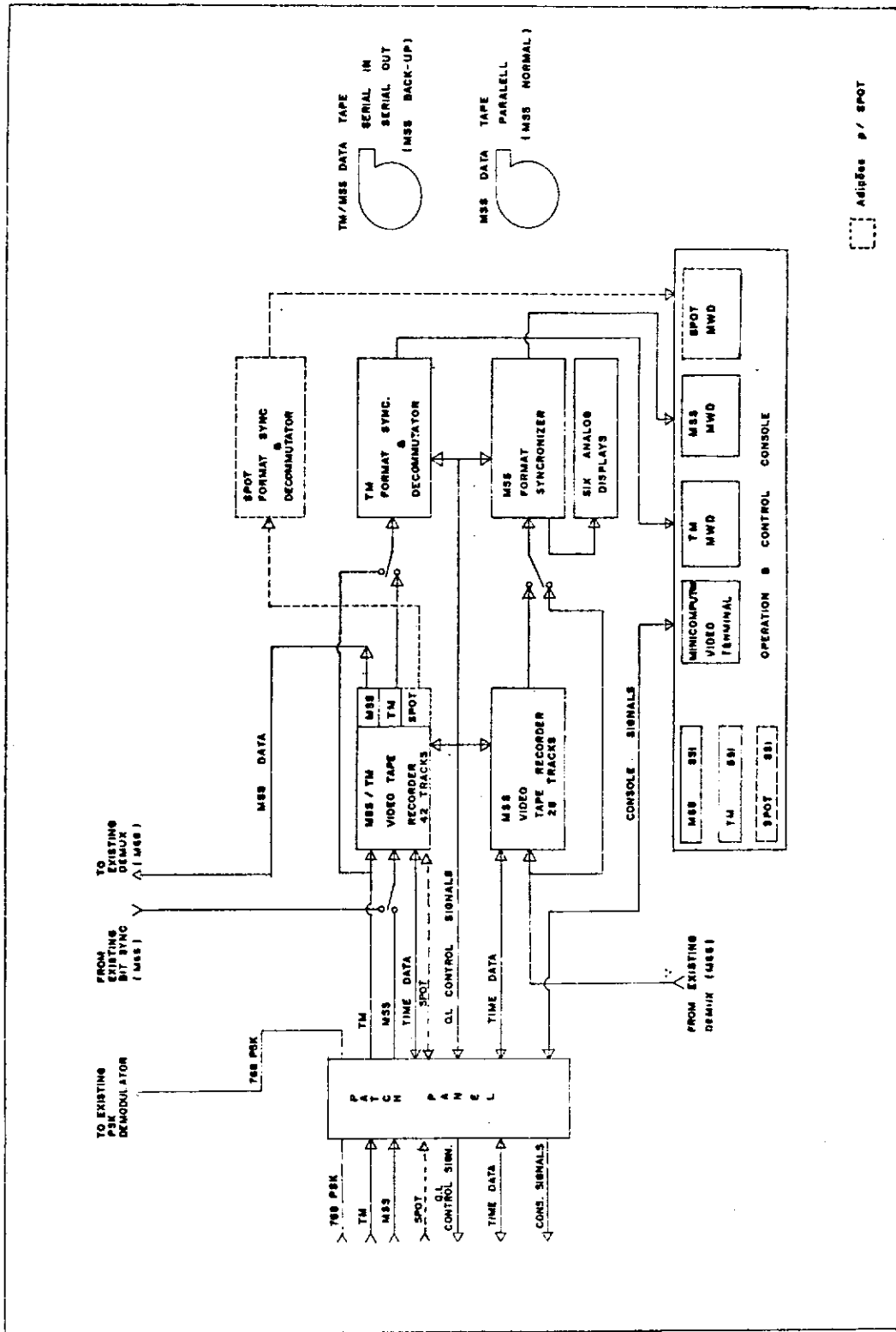


Fig. III.3 - Estação de Recepção e Gravação de Dados de Cuiabá Subsistema de Gravação (MSS e TM).

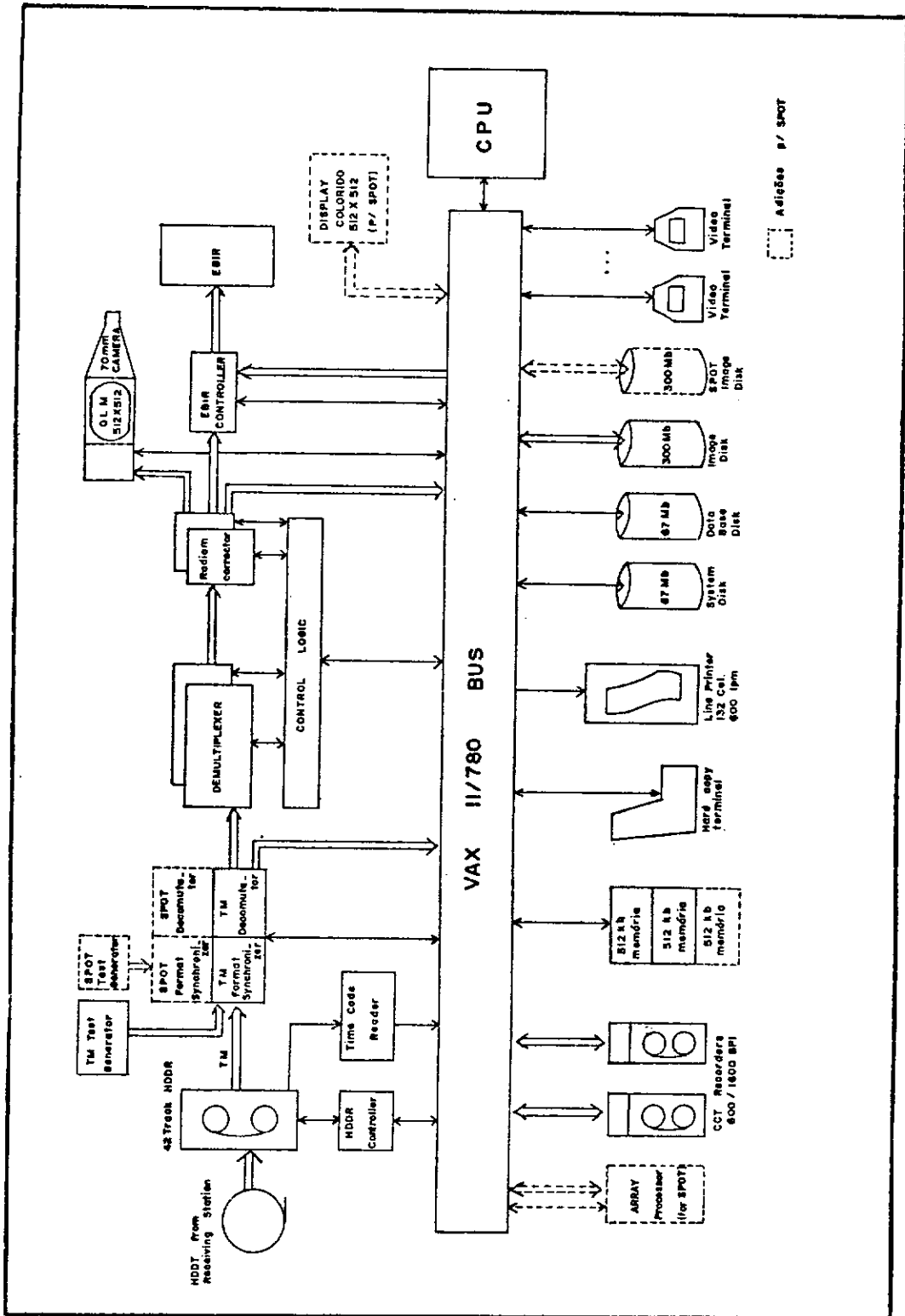


Fig. III.4 - Laboratório de Processamento Eletrônico/subsistema Thematic Mapper.

3.3 - FUNÇÕES, CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS E JUSTIFICATIVAS PARA OS NOVOS SUBSISTEMAS

3.3.1 - SUBSISTEMA DE RECEPÇÃO (veja Diagrama de Bloco/Subsistema Recepção).

3.3.1.1 - ANTENA

Este equipamento inclui: refletor parabólico (disco), sub-refletor, alimentadores, amplificadores de RF, receptor e conversor de rastreio, sistema de controle, e pedestal com os servo-mecanismos associados.

O refletor parabólico de 9 metros de diâmetro projetado para recepção em frequência dupla é capaz de rastrear e receber sinais tanto em banda S como em banda X, satisfazendo as exigências de ganho (sensibilidade) e velocidade de "tracking" relativas aos novos satélites LANDSAT D/E e SPOT.

Em termos de sensibilidade, ou seja, relação sinal/ruído para recepção dos sinais de RF, o novo refletor deverá permitir um fator (figura de mérito) G/T (ganho da antena, em decibéis, por temperatura de ruído, em ° Kelvin) superior a 21,5 dB/°K para banda S e superior a 31,0 dB/°K para Banda X, com a rugosidade da superfície dentro de uma tolerância de 0,020 poleg. (rms).

Em relação a capacidade de efetivamente auto-rastrear ("auto-track") o satélite em banda X, a antena deverá possuir um pedestal cujo servo-mecanismo seja capaz de uma velocidade azimutal de 22°/seg. de forma a ser possível o rastreio efetivo sobre o zênite. Paralelamente, este mesmo servo-mecanismo deverá satisfazer às exigências de aceleração requeridas para um rastreio automático dentro da estreita largura de feixe da antena para banda X ("beam width" = $\pm 0,130$), bem como aquelas requeridas para o rastreio no zênite.

A antena para recepção dual (bandas S e X) terá essencialmente dois sistemas alimentadores independentes montados sobre o mesmo refletor e o mesmo pedestal. O alimentador da banda S será montado sobre o foco da parábola e, para banda X, deverá existir um pequeno sub refletor hiperbólico dicrônico (seletivo em frequência), montado junto ao alimentador de banda S.

Para se garantir a perfeita aquisição de dados em banda X, sobre o zênite, o sub refletor terá a capacidade de se movimentar em um eixo transversal ao eixo de elevação, minimizando assim a velocidade azimutal necessária durante a parte mais crítica da passagem.

As considerações feitas acima mostram a incompatibilidade de da atual antena instalada em receber e rastrear em banda X.

A atual antena, por exemplo, possui G/T menor que 20 dB/°K, uma rugosidade da ordem de 0,080 polegada rms e um pedestal com velocidade máxima azimutal de 15°/seg., cujos servo-mecanismos foram especificados em função das acelerações compatíveis com o rastreamento em banda S, onde a largura de feixe da antena é notadamente maior que em banda X ou seja, 1,4° ($\pm 0,70^\circ$), resultando em acelerações substancialmente menores.

A inclusão da capacidade de recepção e rastreamento em banda S na nova antena justifica-se, principalmente, em termos da confiabilidade global do sistema, ou seja, possibilidade de "back-up" em MSS banda S para o caso de uma falha do atual sistema de recepção e rastreamento. Sabe-se que os satélites LANDSAT D e E possuirão um modo eventual de transmissão MSS em banda S, caso haja falha no modo de banda X.

A antena atual deverá continuar a ser utilizada em total operação para as recepções e gravações do LANDSAT 3 até 1982.

3.3.1.2 - CONVERSORES DE FREQUÊNCIA E RECEPTOR/DEMODULADOR/SINCRONIZADOR-UQPSK

Existem dois conversores de frequência para banda X: o primeiro deverá converter o enlace de descida de 8,4 GHz para 2,2 GHz para ser utilizado no sistema de rastreamento; o segundo permitirá a conversão de frequência para adaptação do enlace de descida de dados MSS/TM em 8,4 GHz ao receptor de dados do LANDSAT D. Devido ao fato da modulação da portadora original ser feita na modalidade UQPSK ("unbalanced quadrature phase shift keyed") requer-se que a demodulação e a sincronização em bits dos dados do Thematic Mapper e do MSS sejam conjuntas. Isso impede a utilização do atual receptor e sincronizador de bits do MSS.

3.3.2 - SUBSISTEMA DE GRAVAÇÃO DE DADOS (veja Diagrama de Bloco/Subsistema de Gravação)

Conforme apresentado anteriormente, os dados de MSS e TM serão demodulados e sincronizados conjuntamente no receptor de dados do LANDSAT D. Os dados do TM serão gravados em um gravador digital de alta densidade ("HDDR") de 42 trilhas, operando na configuração "serial - in serial-out". O formato e alocação de suas trilhas deverão ser os mesmos utilizados pelos sistemas similares operados pela NASA. Cada fita de 7200 pés deste gravador será capaz de gravar 1 órbita do satélite.

Os dados MSS, recebidos em banda X, demodulados e sincronizados pelo novo "MSS/TM bit synchronizer" serão introduzidos no sistema atual, via "MSS demultiplexer", para gravação em paralelo no gravador de 28 trilhas, formato Miller.

Os circuitos de controle e alocação de trilhas do gravador "serial-in-serial-out" permitirão, além disso, a gravação simultânea dos dados de TM e MSS em trilhas separadas. Isto capacitará o novo sistema para a gravação MSS, no caso de falha total do sistema de gravação MSS atualmente existente.

Tanto o gravador de 28 trilhas quanto o de 42 trilhas re
ceberão em uma de suas trilhas a informação de tempo padrão (GMT) em cô
digo série, especificação IRIG.

Este código de tempo permitirá a localização precisa das
áreas desejadas nas fitas gravadas, durante as operações de "play-back"
para análise de cobertura de nuvens, controle de qualidade, etc.

3.3.2.1 - SUBSISTEMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO (Veja Diagramas de Blo co/Subsistema de Recepção e Gravação).

Levando-se em conta ser de fundamental importância a qua
lidade intrínseca dos dados digitais gravados nas fitas mencionadas an
teriormente, o novo sistema disporá de um eficiente subsistema para con
trole de qualidade dos dados gravados.

Assim, os dados de TM reproduzidos pelo gravador de 42
trilhas, serão introduzidos em um formatador-sincronizador-decomutador
capaz de extrair de forma precisa os códigos de sincronismo de linha da
sequência-série inicial de bits, transformando-os em dados paralelos por
sensor, extrair os códigos de sincronismo de cada sensor, sincronizá-
los entre si, e finalmente enviá-los para um sistema de imagem móvel em
TV (MWD - "moving window display"). Paralelamente, os dados de cada sen
sor serão convertidos em sinal analógico tipo CRT de 5 polegadas.

Estes dispositivos, MWD e tela analógica CRT, permitirão
aos operadores da Estação um criterioso controle da qualidade dos dados
gravados tanto durante a própria passagem do satélite quanto em "play-
back", após a passagem. *A garantia de uma ótima qualidade de gravação
é pré-requisito primordial para uma produção estável nos subsistemas
de processamento de imagens, permitindo, nestes, a geração de produtos
de alta qualidade.*

Para permitir um efetivo controle e monitoramento de to
das as atividades relacionadas com a recepção e gravação de dados, o no

vo sistema incluirá um Sistema de Minicomputador, e um Console de Controle de Operações.

O minicomputador será utilizado principalmente para suportar e monitorar as operações de rastreamento na banda X. Suas principais funções estão listadas abaixo:

- a) Geração precisa dos ângulos de apontamento da nova antena a partir dos parâmetros orbitais recebidos a cada dois dias da NASA. A precisão de apontamento é crítica para a nova antena rastreando em banda X pois, como se mencionou, nesta banda a largura de feixe é muito estreita ($\pm 0,13^{\circ}$).
- b) Monitoramento do rastreamento do satélite em banda X, de forma a permitir, no caso de perda eventual de sinal, o rápido e preciso reposicionamento da antena alguns segundos adiante para possibilitar nova reaquisição do satélite.
- c) No caso de eventual recepção em banda S, será possível o rastreamento programado, necessário quando ocorrer uma falha nos sistemas de "auto-track". Os valores angulares de azimute e elevação serão calculados para a "órbita programada" também a partir dos parâmetros orbitais recebidos da NASA.
- d) Suporte das atividades de análise da cobertura de nuvens associada às órbitas gravadas. Nesta função o computador trabalha em sincronismo com a reprodução dos dados para a tela móvel em TV (MWD), paralisando automaticamente a imagem na tela em intervalos pré-determinados de forma a permitir ao operador associar a cada imagem um valor médio de cobertura de nuvens.

O console de controle de operações consiste de uma mesa de controle de operações que tem por finalidade principal a convergência dos vários sinais de "status" e controle provenientes dos equipamentos responsáveis pelo rastreamento, recepção, sincronização e gravação dos dados permitindo assim, a um "gerente de operações", uma eficiente supervisão das atividades relacionadas com a aquisição e gravação dos dados em tempo real.

O console de controle de operações abrigará também as telas do MWD para MSS e TM, o terminal do computador de monitoramento, e em especial os comandos essenciais para controle da antena. Terá também provisões para acomodar os sinais de "status" e controle provenientes dos equipamentos pertencentes ao sistema atualmente instalado.

3.3.4 - SUBSISTEMA DE PROCESSAMENTO ELETRÔNICO DE IMAGENS (Veja Diagrama de Blocos/Subsistema TM)

É o subsistema responsável pela conversão dos dados de vídeo, gravados em fitas magnéticas de alta densidade, em produtos fotográficos e digitais, utilizáveis pela comunidade de usuários, bem como pela aplicação de transformações nesses dados visando melhorar suas características de qualidade, interpretabilidade, etc. Além disso, deve manter, em forma atualizada e acessível para consultas por terminal e publicação de conteúdo, o cadastro da produção já efetuada (base de dados).

Um novo subsistema de processamento se faz necessário das as considerações sobre volume de dados apresentadas anteriormente e ao formato basicamente diferente desses dados. *O atual sistema de processamento continuará funcionando dedicado ao processamento dos dados MSS, inclusive aqueles adquiridos via banda X (veja página 26).*

3.3.4.1 - COMPUTADOR

Tem a finalidade de controlar e executar as operações matemáticas envolvidas nos processos de conversão, monitorando e atuando sobre os demais equipamentos, e executar as rotinas de suporte de base de dados.

É proposto o sistema VAX 11/780, da Digital Equipment Corporation, que é um sistema de pequeno porte mas grande poder computacional (palavra de 32 bits, taxa de transferência de "bus" de 13.3 M

bytes por segundo). Esse poder é necessário devido ao grande volume e alta taxa de dados do Thematic Mapper (231.2 M bytes por cena, 10.6 M bytes por segundo). Existe, ainda, o aspecto desejável da compatibilidade com o sistema PDP-11 (também da DEC) utilizado no atual sistema de processamento, o que permitirá divisão da carga de suporte (base de dados MSS, controle de pedidos de usuários, ordens de produção, controle contábil, etc.) e também com o sistema de "tracking" e monitoramento do novo sistema de Recepção/Gravação em Cuiabá (também da linha PDP-11).

Acompanham o sistema VAX, como um "package", um console de operação, uma unidade de disco de 67 M bytes, uma unidade de fita 800/1600 bpi-125 ips, 512 kb de memória e uma interface para até 8 terminais (adições necessárias são apresentadas no item 3.3.4.7).

3.3.4.2 - GRAVADOR/REPRODUTOR HDDT

Receberá as fitas gravadas em Cuiabá, entregando os dados TM ao subsistema, em formato "serial".

É um gravador idêntico ao proposto para Cuiabá, com 42 trilhas, sistema SISO, utilizado em 120 ips. É comandado pelo computador para procura de um determinado ponto da fita, início e parada de produção, reenrolamento da fita, etc...

3.3.4.3 - TM SYNC/DECOMUTADOR

Recebendo a saída dos dados do gravador em formato "serial", perfaz basicamente as seguintes funções:

- sincronismo com o formato dos dados;
- extração dos dados de telemetria para entrega ao computador;
- separação das bandas espectrais.

3.3.4.4 - DEMULTIPLEXER/CORRETOR RADIOMÉTRICO/LÓGICA DE CONTROLE

Recebe os dados de vídeo da saída do TM Sync/Decom, armazenando em memória bipolar de alta velocidade duas linhas consecutivas de vídeo, em sistema "double-buffering". Enquanto uma linha está sendo carregada, a outra está sendo enviada para fora (gravador de filme ou disco).

O corretor radiométrico consiste de tabelas tipo "Look-up Table", carregadas a partir do computador, que permitem atuar sobre o vídeo, corrigindo e equalizando a curva de resposta dos sensores do satélite, de maneira a obter na saída uma relação conhecida entre "brilho" de cada elemento de resolução e a respectiva radiância sensorizada.

A lógica de controle extrai o vídeo, sensor a sensor, das memórias bipolares, enviando-o através do corretor radiométrico para a saída. Pode ser programada para fazer sub-amostragem dos dados, quando utilizada na geração de Quick-Look.

3.3.4.5 - QUICK-LOOK / CÂMERA 70 mm

Recebe e apresenta numa tela plana, acoplada à câmera, o vídeo sub-amostrado (baixa resolução) de uma única banda, para ser fotografado e se constituir num produto de baixo custo que possa ser utilizado para seleção de cenas com boa qualidade e baixa cobertura de nuvens, para pedidos de produtos normais ou especiais.

Dispõe-se também uma tela comum ligada em paralelo com a tela plana, para permitir monitoramento do vídeo sendo fotografado.

O acionamento da câmera, geração de anotações na imagem e avanço do filme são controlados pelo computador.

3.3.4.6 - EBIR/EBIR CONTROLLER

São os equipamentos que vão finalmente transformar em imagem, sobre um filme, os dados de vídeo TM. A imagem é "desenhada", linha a linha, expondo-se a emulsão diretamente a um feixe eletrônico, com intensidade modulada de acordo com o vídeo.

O sistema de gravação por feixe eletrônico (Electron Beam Image Recorder) foi proposto em detrimento de outras soluções (gravadores a laser, gravadores óticos, etc) por vários motivos:

- Qualidade da imagem: comparável às melhores obtíveis com equipamentos disponíveis no mercado;
- Capacidade de produção: 10 a 100 vezes maior que gravadores óticos ou de CRT (Cathode Ray Tube) de características compatíveis quanto a qualidade; 2 a 3 vezes maior que gravadores a laser de exposição imagem por imagem; similar à de gravadores a laser de exposição contínua, em um rolo de filme (de alto custo).
- A tecnologia é familiar para a equipe técnica de operação e manutenção, que trabalha com um equipamento deste tipo desde 1973. Limitações conhecidas no atual equipamento foram corrigidas ou melhoradas no equipamento que agora se encontra disponível no mercado.
- Flexibilidade de operação: o EBIR é o único sistema de gravação de imagens que permite correções geométricas sem o uso de reamostragem, devido à possibilidade de se introduzir variações controladas na deflexão do feixe eletrônico. E é também o único dispositivo não orientado especificamente para varredura ("raster-scan"), o que permite que seja usado em outras aplicações como produção de matrizes fotográficas para mapas, gráficos, microfímes, etc.

- Operacionalidade: trabalha com filme contínuo (em rolo) e não necessita funcionar em câmara escura, características encontradas geralmente apenas nos gravadores a laser de alto custo.

É proposto um EBIR com filme de 5" de largura, que é mais adequado que o de 70 mm, devido ao número elevado (6000) de elementos de resolução por linha do TM.

O EBIR Controller congrega as funções de gerador de varredura, gerador de caracteres de anotação e controlador para correções geométricas, além de converter de digital para analógica a informação de vídeo recebida.

3.3.4.7 - PERIFÉRICOS DO COMPUTADOR (EM ACRÉSCIMO AO "PACKAGE")

- Uma segunda unidade de fita, para permitir maior produtividade de fitas CCT, além de possibilidade de cópia, atualização ou conversão de densidade entre fitas;
- Uma segunda unidade de disco de 67 M bytes, destinada aos arquivos da base de dados de produção e sistemas de apoio: arquivo cadastro de imagens, arquivo de pedidos, contabilidade, cadastro de usuários, etc.;
- Uma impressora de 132 colunas, 600 lpm, para emissão de relatórios de produção, listagens de arquivos, catálogos de imagens, etc., além de apoiar o desenvolvimento de "software";
- Um módulo de 512 K bytes de memória, face à necessidade de utilização de grandes áreas de dados na memória, além da área ocupada pelo sistema operacional, e para permitir uso eficiente do sistema em multiprogramação;
- Uma unidade de disco de 300 M bytes, com a finalidade de guardar uma cena TM completa (231.2 M bytes) para tratamento pelo computador em operações que não podem ser efetuadas em "real-time": reformatação para gravação em CCT, tratamentos estatísticos, "enhancement" etc.

3.3.4.8 - GERADOR DE SINAL TM DE TESTE

Tem a função de prover uma fonte de dados formato TM em vários padrões definidos, com o objetivo de testar e avaliar o desempenho global do subsistema de processamento, além de auxiliar no diagnóstico de eventuais falhas.

CAPÍTULO IV

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO

4.1 - CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

4.1.1 - PARTE 1 - RECEPÇÃO/GRAVAÇÃO

<u>Equipamentos</u>	US\$ (1000 US\$)	Cr\$ (1000, Cr\$)
1. Antena parabólica 9 m de diâmetro, incluindo disco, pedestal (22°/s), servo, feed para as bandas S e X, amplificadores para as bandas S e X, down converter para bandas S e X, tracking receiver e tracking down converter ou seja: capacidade para rastreamento e recepção nas bandas S e X	864	
2. Receptor, Demodulador e Bit sync para TM e MSS (UQPSK)	139	
3. Antena de Colimação e Gerador para banda X	21	
4. Console de Controle de Operações		
• Integração de MWD (MSS)		
• SSI para todos os equipamentos		
• Telefone		
• Terminal video (VT 100) - não incluído no preço deste item 4	41	

	US\$ (1000 US\$)	Cr\$ (1000, Cr\$)
5. Computador para auxílio de Tracking e Monitoramento		
• PDP 11/04 - CPU 32 K words		
• Dual Floppy disk (1 MB)		
• 1 impressora LA 120		
• 1 caixa de extensão com interfaces		
• 1 MTU 800 BPI		
• terminal de video VT 100	25	
6. Equipamentos de teste para banda X (gerador, simulador de padrões, etc)	125	
• <u>Material de Consumo</u>		
1. Spare Parts para Antena (unidade)		
• feeds em bandas S e X		
• amplificadores em bandas S e X		
• down converter em S e X		
• monoscan converter em S e X		
• tracking receiver		
• tracking down converter	112	
2. Spare Parts para Recepção (board)		
• receiver/demodul/bit sync		
• interfaces do console de controle		
• console de controle prop. dito (componente)		
• gerador da antena de colimação		

	US\$ (1000 US\$)	Cr\$ (1000, Cr\$)
3. Spare Parts para Equipamentos de Teste	29	
<u>• Serviços de Terceiros</u>		
- Passagens Aéreas		
• 4 idas e voltas para Cuiabá		32
• idas e voltas para exterior (1 engenheiro para integração software no computador, 1 engenheiro para treinamento na antena, 1 engenheiro para treinamento no receptor, demodulador e bit sync, 1 engenheiro para integração/aceitação).		300
- Fretes		
• Antenas e Spares dos EUA para Brasil computador dos EUA para Brasil, console (da França p/ EUA e de lá para Brasil)		800
- Serviços de instalação - 4 técnicos estrangeiros, 1 mês em Cuiabá		860
- Instalação de computador e periféricos em Cuiabá (e parte nacional)		650
- Documentação, garantia, integração, treinamento.	185	
<u>• Diárias</u>		
4 engenheiros x 30 dias em Cuiabá		288

	US\$ (1000 US\$)	Cr\$ (1000, Cr\$)
4 engenheiros x 30 dias no exterior		
1 engenheiro x 60 dias no exterior (60 US\$/dia)		432
• <u>Obras</u>		
Obras para construção de um novo pedestal (base) para antena		2000

RESUMO/PARTE 1

Parte em Dólares Americanos	=	US \$ 1 541 000.00
Parte em Cruzeiros	=	Cr \$ 5 362 000,00
TOTAL EM CRUZEIROS	=	Cr \$ 67 002 000,00
(1 US \$ = 40 Cr\$)		

4.1.2 - PARTE 2 - PROCESSAMENTO

• <u>Equipamentos</u>	US (1000 US\$)	Cr (1000, Cr\$)
1) <u>Estação de Recepção e Gravação</u>		
1.1) Gravador de 42 trilhas "Serial-in-Serial-out"		
1.2) Format Synchronizer/Decomutador para dados TM)		
1.3) Circuitos e/ou chaves necessárias para adaptar gravador, bit sincronizers, tracking receivers, etc... ao sistema já existente		

	US\$ (1000 US\$)	Cr\$ (1000, Cr\$)
1.4) CRT analog display para monitoramento de um sensor do TM.		
1.5) B & W MWD para dados do TM		
1.6) Implementação do SSI no Console de Operação e Controle	327	
1.7) Station Time Code	10	
2) <u>Playback</u>		
2.1) Gravador de 42 trilhas -"Serial-In-Serial-Out"		
2.2) Time Code Reader		
2.3) Format synchronizer/Decomutador		
2.4) Demultiplexer (memories, logic, radiometric corrector)	502	
3) <u>Visualização</u>		
3.1) B & W MWD para dados TM, incluindo câmera para produção de imagens Quick-Look		
3.2) Electron Beam Image Recorder e Controller incluindo raster scan translator, on line data processing option, internal calibration option, anotation unit, geometry accuracy of 0,01%.	705	

	US\$ (1000 US\$)	Cr\$ (1000, Cr\$)
4) <u>Computador</u>		
4.1) VAX 11/780		
4.2) 512 k byte memory		
4.3) Disco 67 M bytes (sistema)		
4.4) 1 unidade de fita 125 IPS - 800/ 1600 bpi c/controller		
4.5) Interfaces e buses		
4.6) Impressora rápida (600 lpm) LP 11 - YA		
4.7) 1 Disco 300 M bytes		
4.8) 1 DECwriter LA - 120	395	
5) <u>Adições ao computador</u>		
5.1) 1 unidade de fita 125 IPS - 800/ 1600 BP c/ controller	20	
5.2) 1 Disco 67 M bytes (p/ base de dados)	19	
5.3) 512 K byte memory	14	
5.4) 3 terminais para computador "SCOPUS"		450
5.5) Interfaces		
5.6) Buses		
5.7) Bateria e Floating Point Accelerator	12	

	US\$ (1000 US\$)	Cr\$ (1000, Cr\$)
6) <u>Expansão do Laboratório Fotográfico</u>		
1 ampliador de precisão a cores + 1 monocomparador + Sistema de Perfuração/Registro para composições coloridas	90	
• <u>Material de Consumo</u>		
1) <u>Spare Parts para recepção:</u>		
1.1) 4 channels (board level e component level) para gravador de 42 trilhas		
1.2) Format synchronizer/decomutador (board level)		
1.3) Spares for MWD memory para TM (1 memory board)		
1.4) Modificações SSI - (component level)		
1.5) TM test pattern generator (unit)		
2) <u>Spare Parts para Playback</u>		
2.1) 4 channels (board level e component level)		
2.2) Format synchronizer/decomutador (board level e component level)		
2.3) Demultiplexer (memory board level e component level)		

	US\$ (1000 US\$)	Cr\$ (1000, Cr\$)
3) <u>Spare para visualização</u>		
3.1) MWD (memory board level e component level)		
3.2) TM Test. pattern generator (component level)		
3.3) Electron Beam Image Recorder (10% do preço total do equipamento)	179	
• <u>Serviços de Terceiros</u>		
1) <u>Passagens Aéreas</u>		
a) <u>Viagens de Treinamento nas fábricas</u>		
a.1) 2 idas e voltas para exterior (gravador 42 tracks)		120
a.2) 1 ida e volta para exterior (format sync + MWD (TM) da área de recepção)		60
a.3) 2 idas e voltas para exterior (format sync + MWD (TM) da área de processamento + QLM + Demultiplexer/control logic)		120
a.4) 2 idas e voltas para exterior (EBIR + controller - hardware e software)		120

	US\$ (1000 US\$)	Cr\$ (1000, Cr\$)
b) <u>Viagens de Coordenação</u>		
b.1) 1 ida e volta para exterior (pré-estudo)		60
b.2) 1 ida e volta para exterior (andamento)		60
b.3) 1 ida e volta para exterior (início aceitação)		60
b.4) 1 ida e volta para exterior (término aceitação)		60
c) <u>Viagens de desenvolvimento de trabalho</u>		
c.1) 3 idas e voltas para exterior (pré - estudo)		180
c.2) 3 idas e voltas para exterior (de desenvolvimento prop. dito)		180
c.3) 3 idas e voltas para exterior (implantação do software)		180
d) <u>Viagens de Integração / Teste de Aceitação</u>		
d.1) 4 idas e voltas para exterior		240
2) Viagens/Serviços Grupo Estrangeiro no Brasil.		4360
3) Frete (da Estação do Exterior para o Brasil.		2000

	US\$ (1000 US\$)	Cr\$ (1000 Cr\$)
4) Documentação, Garantia, Integração, Treinamento	775	
5) Software Prê-Estudo	240	
6) Software de Produção de Imagens (filmes e CCT's)	961	
• <u>Diárias</u>		
a) <u>Viagens de Treinamento nas fábricas</u>		
a.1) 2 homens x 1 mês		144
a.2) 1 homem x 1 mês		72
a.3) 1 homem x 2 meses		144
1 homem x 3 meses		216
a.4) 2 homens x 1 mês		144
b) <u>Viagens de Coordenação</u>		
b.1) 1 homem x 4 meses		288
b.2) 1 homem x 1 mês		72
b.3) 1 homem x 2 meses		144
b.4) 1 homem x 2 meses		144
c) <u>Viagens de Desenvolvimento de Software</u>		
c.1) 3 homens x 4 meses		864

	US\$ (1000 US\$)	Cr\$ (1000, Cr\$)
c.2) 3 homens x 13 meses		2808
c.3) 2 homens x 6 meses		864
1 homem x 4 meses		288
d) <u>Viagens de Integração/Testes de Aceitação</u>		
d.1) 2 homens x 6 meses		864
1 homem x 2 meses		144
1 homem x 4 meses		288
e) <u>Viagens para Cuiabá</u>		
2 homens x 30 dias		144
• <u>Obras</u>		
Obras diversas no Laboratório de Processamento Eletrônico, tais como modificação no ar condicionado, construção da nova sala para analistas, piso falso, extensão de ar comprimido, etc.		1000,00

RESUMO/PARTE 2

Parte em Dólares Americanos	=	US\$	4 249 000.00
Parte em Cruzeiros	=	Cr\$	16.882.000,00
TOTAL EM CRUZEIROS	=	Cr\$	186.842.000,00
(1 US\$ = 40 Cr\$)			

QUADRO DEMONSTRATIVO DE CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

CAT. ECONOM. DESCRIÇÃO	EQUIPAMENTOS		MAT. CONSUMO		SERVIÇOS		DIÁRIAS CR\$	OBRAS CR\$	TOTAL CR\$
	US\$	CR\$	US\$	CR\$	US\$	CR\$			
PARTE 1 (1) RECEPÇÃO GRAVAÇÃO	1 215,0	-	141,0	-	185,0	2 642,0	720,0	2000,0	
SUB-TOTAL (2) CR\$	48 600,0		5 640,0		10 042,0		720,0	2000,0	67 002,0
PARTE (3) FINANCIÁVEL	1 215,0	-	141,0	-	185,0	-	-	-	61 640,0 (US\$ 1 541,0)
PARTE (4) PAGAM. DIRETO CR\$	-	-	-	-	185,0	2 642,0	720,0	2000,0	5 362,0
PARTE 2 (5) PROCESSAMENTO	2 094,0	450,0	179,0	-	1 967,0	7 800,0	7 632,0	1000,0	
SUB-TOTAL (6) CR\$	84 210,0		7 160,0		86 840,0		7 632,0	1000,0	186 842,0
PARTE (7) FINANCIÁVEL	2 094,0	-	179,0	-	1 967,0	-	-	-	169 960,0 (US\$ 4 249,0)
PARTE (8) PAGAM. DIRETO CR\$	-	450,0	-	-	-	7 800,0	7 632,0	1000,0	16 882,0
TOTAL (1+5) PARTES 1 e 2	3 309,0	450,0	320,0	-	2 161,0	10 442,0	8 352,0	3000,0	253 644,0
PARTE (3+7) FINANCIÁVEL	3 309,0	-	320,0	-	2 161,0	-	-	-	231 600,0 (US\$ 5 790,0)
PARTE (4+8) PAGAM. DIRETO CR\$	-	450,0	-	-	-	10 442,0	8 352,0	3000,0	22 244,0

(91,2%)

(8,8%)

4.2 - CUSTOS DE OPERAÇÃO (a preços de 80)

Abaixo apresentam-se os custos de operação deste projeto, que deverão ser adicionados aos atuais custos de operação do Programa de Produção de Imagens.

(Cr\$ 1.000,00)

CAT. ECONÔMICA \ ANOS	ANOS					
	1980	1981	1982	1983	1984	1985
1. Pessoal	2086,0	4136,0	9606,0	10663,0	11729,0	12902,0
2. Contribuições	392,0	778,0	1086,0	2005,0	2205,0	2427,0
3. Material de Consumo	-	-	4250,0	8500,0	8500,0	8500,0
4. Serviços de Terceiros	-	-	1000,0	2000,0	2000,0	2000,0
5. Material Permanente	-	-	150,0	300,0	300,0	300,0
TOTAL	2487,0	4914,0	16812,0	23468,0	247374,0	26129,0

Pessoal (contratações):

- 1980 - (a partir de abril)
 - 1 analista de computador, 2 programadores, 1 analista de suporte de sistemas.
- 1981 - (a partir de julho)
 - 2 técnicos eletrônicos, 1 engenheiro eletrônico.
- 1982 - (a partir de janeiro)
 - 4 operadores de computadores, 3 operadores fotográficos, 1 engenheiro eletrônico, 1 técnico eletrônico, 1 secretária.

Material de Consumo:

- Filmes P & B e coloridos, químicos, papéis fotográficos, fitas magnéticas.

Serviços de Terceiros:

- Contrato de manutenção do novo computador, passagens aéreas para Cuiabá, reparos eventuais.

Material Permanente:

- Ferramentas, estantes para fitas, móveis.

CAPÍTULO V

CONDIÇÕES DE PAGAMENTO E POSSIBILIDADES DE FINANCIAMENTO EXTERNO

As condições aqui apresentadas são as fornecidas pela SEP, em sua proposta preliminar. As condições da MDA no momento ainda não foram recebidas.

Duas opções são apresentadas a seguir:

- 1 - Pagamento direto à SEP, sem financiamento;
- 2 - Pagamento através de financiamento.

As cartas garantia de financiamento encontram-se no final deste item.

O valor total em moeda estrangeira para qualquer das duas formas de pagamento é de US\$ 5 790 000.00 (na realidade parte do pagamento deve ser feito em francos frances, parte em dólares americanos).

Dos restantes Cr\$ 22.244.000,00 (referentes às despesas no país de serviços, viagens, diárias e obras) cerca de Cr\$ 8.000.000,00 deveriam ser alocados a partir de abril/80, ficando os outros Cr\$ 14.244.000,00 distribuídos ao longo de 1980 (valores mencionados a preços de 1980).

5.1 - PAGAMENTO DIRETO À SEP

- 25% na assinatura de contrato (março/abril de 1980)
US\$ 1 447 500.00
 - 65% após pré-teste de aceitação na França (início de 1982)
US\$ 3 763 500.00
 - 10% 30 dias após início de operação (ago/1982)
US\$ 579 000.00
- TOTAL US\$ 5 790 000.00

5.2 - PAGAMENTO ATRAVÉS DE FINANCIAMENTO (oferecido pelo Credit Lyonnais - França)

a) Parte em francos franceses

- Máximo de 20 milhões FF (~US\$ 4 762 000.00).
- Financiáveis em 8 anos (16 parcelas iguais e consecutivas a iniciar 6 meses após aceitação no Brasil, ou seja, dezembro/janeiro 1983).
- Taxa de 7,5 % ao ano sobre o saldo devedor + 0,8% ao ano de comissões e prêmio + 0,3% de comissão de administração.

b) Parte em euro-dólares

- Máximo de US\$ 2.500.000.00.
- Financiáveis em 12 anos.
- Taxa de LIBOR a 6 meses + 5/8% ao ano nos 4 primeiros anos e + 3/4% ao ano nos 8 anos restantes.

Obs.: Além disso, já recebemos outra proposta de financiamento do Banco de Paris e dos Países Baixos para um financiamento de 70% do valor do projeto sendo os restantes pagos diretamente à SEP (5% na assinatura do contrato, 20% após aceitação na França e 5% após aceitação no Brasil).

O prazo de financiamento também é de 8 anos em 16 parcelas a cada 6 meses. A taxa é de 7,5% ao ano mais comissões.

Acreditamos, porém, que as condições do Credit Lyonnais são mais interessantes já que proporcionam financiamentos para todo o montante do projeto em moeda estrangeira.

5.3 - ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Como deve ser do conhecimento geral, o país financiou em 1972 a instalação do sistema brasileiro para dados LANDSAT junto a bancos americanos (Export/Import Bank e Manufacture Hanover Trust Company) num montante de US\$ 5 500 000.00.

Os pagamentos de juros e amortização desse financiamento encerram-se em 1980, hoje com um valor anual de aproximadamente US\$ 830 000.00.

Acreditamos portanto que, caso o projeto venha a ser aprovado e a decisão de financiamento externo adotada, não teríamos um acréscimo nas despesas hoje existentes de Manutenção e Operação do Programa de Produção de Imagens, devido ao novo financiamento. Simplesmente, continuaríamos com o item despesas de juros e amortização associado ao custo de M & O.

AMBASSADE DE FRANCE
AU BRÉSIL

Le Conseiller Commercial

TÉLÉGRAMMES COMATTA BRASÍLIA
TÉLEX: (061) 1720
ADRESSER LA CORRESPONDANCE
CAIXA POSTAL 07-0499

223-0930
TÉLÉPHONE: 223-0390
223-0490
LIGNE DIRECTE: 225-0722

Prière de mentionner dans
votre réponse notre
référence

Nº.

1570

BRASÍLIA, 18 de outubro de 1979
AVENIDA DAS NAÇÕES - LOTE 04

AD
INSTITUTO DE PESQUISAS ESPECIAIS
INPE
Avenida dos Astronautas, 1758
Caixa Postal 515
12 200 SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
SÃO PAULO/SP

Em atenção aos Sres:
Doutores Nelson de Jesus PARADA
Marcio BARBOSA.

Prezados Senhores,

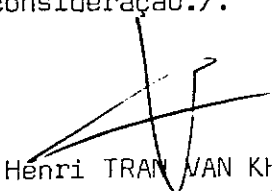
No contexto do protocolo do acordo ora em negociação
entre o SEP e o INPE relativo aos projetos:

- instalação de uma estação de recepção do satélite LANDSAT D, com a participação do INPE;
- extensão dessa mesma estação à recepção do satélite francês SPOT;
- desenvolvimento, em comum, SEP/INPE de um centro de tratamento automático das bandas magnéticas LANDSAT D, tendo em vista uma comercialização, no Brasil e na América do Sul,

permito-me lembrar a V.Sas. que o Governo Francês está disposto a conceder um financiamento privado, garantido, sobre as prestações francesas referentes a estes diferentes projetos.

Valho-me, ainda, da oportunidade, para lhes informar que me coloco à vossa inteira disposição, para discutirmos as condições, as mais apropriadas e que venham de encontro às necessidades e interesses deste Instituto.

Aproveito a oportunidade para apresentar a V.Sas. meus protestos da mais alta estima e distinta consideração./.


Henri TRAN VAN KHA
Conselheiro Comercial

1031.17004
112150411111 ER
212129511111 ER

'79 OCT 31 PM 5:07

INSTITUTO DE PESQUISA ESPACIAIS-INPE
AV. DOS ASTRONAUTAS, 1758
C.P. 511
SAO JOSE DOS CAMPOS -SP

ATT. DCS EXMCS. SRS. NELSON PERADO
MARCIO BARBOSA

NO. 499/RIC/79/L

PREZADOS SENHORES,

VIMOS PELA PRESENTE CONFIRMAR QUE, CASO V.SAS.. VENHAM A ACEITAR A RECENTE OFERTA DE NOSSA CLIENTE, A SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION, O NOSSO ESTABELECIMENTO ESTARIA MUITO DESEJOSO E HONRADO EM OFERECER A VOSSO INSTITUTO AS LINHAS DE FINANCIAMENTO ABAIXO MENCIONADAS PARA COBRIR O CUSTO DA OPERACAO.

A/ CREDITO COMPRADOR EM FF 20 MILHOES

- OBJETO: FINANCIAMENTO DE 85./ . DAS PRESTACOES FRANCESAS
- PRAZO : 9 ANOS
- REEMBOLSO: EM 16 SEMESTRALIDADES IGUAIS E CONSECUTIVAS
VENCENDO-SE A PRIMEIRA 6 MESES APOS A DATA DE
ACEITACAO DOS TESTES NO BRASIL
- TAXA: 7,5./ . A.A. SOBRE O SALDO DEVEDOR
- PREMIO DE SEGURO COFACE: 0,5./ . A.A. POR ACRESCIMO DOS JUROS
- COMISSAO DE ADMINISTRACAO : 0.3./ . "FLAT" SOBRE O MONTANTE
DO FINANCIAMENTO
- COMISSAO DE COMPROMISSO : 0.3./ . A.A. SOBRE O SALDO NAO
UTILIZADO DO FINANCIAMENTO.

B/ CREDITO EM EURO-DOLARES

PARA COBRIR A PARTE NAO FINANCIADA EM FF OU SEJA OS ADIANTAMENTOS E FORNECIMENTOS DE ORIGEM NAO FRANCESAS (US). UM CREDITO FINANCEIRO DE US\$. 2.5 MILHOES PELA PRAZO DE DOZE ANOS A TALA DE LIBOR A 6 MESES + 5/8./ . A.A. DURANTE OS QUATRO PRIMEIROS ANOS E + 3/4.A. DURANTE OS RESTANTES 8 ANOS.

OS DESEMBOLSOS DOS CREDITOS SE FARIAM APOS REGISTRO DESTES FINANCIAMENTOS NO BANCO CENTRAL DO BRASIL E OBTENCAO DE UMA GARANTIA FEDERAL STP

A PRESENTE CARTA REPRESENTA UMA PROPOSTA FIRME PODENDO OS MONTANTES MENCIONADOS SEREM UTILIZADOS DE ACORDO COM O CONTRATO COMERCIAL.

FICAMOS AO AGUARDAR DE VOSSO PRONUNCIAMENTO E AO VOSSO INTEIRO DISPOR, PARA VISITAR VOSSO PREZADO INSTITUTO AFIM DE PRESTAR-LHES QUAISQUER ESCLARECIMENTOS NECESSARIOS.

APROVEITAMOS O ENSEJO PARA APRESENTAR A V.SAS.. NOSSOS PROTESTOS DA MAIS ELEVADA ESTIMA E CONSIDERACAO.

P. DE CANARET
ADJUNTO DO REPRESENTANTE GERAL
CREDIT LYONNAIS RIO

EMS/

COL BR. TLX NR.451/RIC/79/1

JEAN-PIERRE SIMONNOT

*Délégué au Brésil
de la Banque de Paris et des Pays-Bas*

*Escritorio Principal
Rua 7 de Setembro 55.806
Rio de Janeiro
222.14.47 - 242.10.31
222.61.12*

*Rua Joao Adolfo 118.704
Sao Paulo
37.41.58*

Rio de Janeiro, October 22th, 1979.

I.N.P.E.

C/O CASA MAYRINK VEIGA S.A.

At. Sr. Epaminondas Pedrosa de Oliveira

Rua Mayrink Veiga, 17

Nesta

Dear Sirs,

We are pleased to refer to the proposal made by the french company Sociêté Européenne de Propulsion to I.N.P.E. for the supply of a satellite reception station for an estimated amount in FF. equivalent to 8 million dollars.

Upon the condition that the french authorities approve the export credit scheme hereinunder detailed, we are glad to set forth our willingness to provide for the financing of this project through a buyer credit granted to your company which will have the main following characteristics:

1. EXTENSION OF THE CREDIT

The credit would cover 85% of equipment and services originating from France. This credit could also include a certain percentage of foreign equipement and services from other countries than France and incorporated in the french contract within the limit agreed upon by the french authorities. 15% will be paid as down-payments.

2. DRAWING ON THE CREDIT

The credit could be drawn in accordance with the scheme of payment freely discussed between the french company and your company.

3. DURATION OF THE CREDIT

The credit will be repaid in 10 or 14 equal and consecutive half yearly instalments, the first one falling due 6 months after completion.

4. INTEREST

The rate of interest would be the one in force at the date of the signing of the contract. This rate is at present between 7.25% and 7.50% P.A.

Payable half-yearly and in arrears. The interest is computed during the drawing period of the amount of the drawings on the credit, and during the reimbursement period of the credit on the outstanding balance of the credit.

5. CREDIT INSURANCE PREMIUMS (Coface Premiums)

The Coface premiums should normally be paid cash by your company.

However, we are ready to provide for their financing at the same conditions as for the credit by adding them up to the credit.

6. BANKING FEES

The commitment fee will be 0.50% P.A. (zero point fifty percent) computed on the amount of the undrawn credit and is payable quarterly in advance from the signing of the credit agreement until the last drawing of the credit.

The management fee will amount to 0.50% (zero point fifty percent) flat on the amount of the credit in principal and is payable at the signing of the credit agreement.

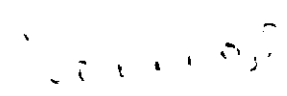
7. GUARANTEE

All financial commitments of I.N.P.E. should benefit by a guarantee of the Republic of Brazil.

The present proposal is valid for a period of three months as from the date of the present offer.

We remain at your entire disposal for any further information you might need, and we are, dear sirs, yours faithfully.

BANQUE DE PARIS ET DES PAYS-BAS


P.P. Júlio Pereira Ramos

1030.1639

✦

122160INPE BR
2121053MAVE BR
2121053MAVE BR
RIO DE JANEIRO 30-10-1979
TELEX N 79/835
TO INPE
ATT DR MARCIO BARBOSA

TEMOS O PRAZER DE RETRANSMITIR TELEX RECEBIDO NOSSA REPRESENTADA
EXCLUSIVA S E P DE PARIS

2121053MAVE BR
S E P PUTAU
LE 30.10

NR 2161/79 RL
FM : SEP/A. HOMBREUX
TO : C M V

ATTN INPE/CACHOEIRA PAULISTA DR MARCIO BARBOSA

SUB COMPLEMENT I TO OUR PROPOSAL DATED OCTOBER 15TH

PRELIMINARY PAYMENT SCHEDULE :

1. DOWN PAYMENTS (DIRECTLY PAID BY INPE TO SEP)

5 PER CENT ON ON ORDER
10 PER CENT ON EXPEDITION OF EQUIPMENTS TO CUIABA
10 PER CENT ON EXPEDITION OF EQUIPMENTS TO CACHOEIRA PAULISTA
5 PER CENT ON ACCEPTANCE TESTS IN CACHOEIRA PAULISTA

2. LOAN REPAYMENTS ON PROGRESSIVE DRAWINGS : 70 PER CENT

FIRST PAYMENTS FALLING SIX MONTHS AFTER ACCEPTANCE TESTS IN
BRAZIL BY 10 TO 16 EQUAL AND CONSECUTIVE HALF YEARLY INSTALMENTS.

NOTICES

-
1. THESE SUGGESTED CONDITIONS, STILL TO BE DISCUSSED WITH INPE,
ARE SUBJECTED TO FRENCH EXPORT CREDIT OFFICIALS APPROVALS.
 2. AN AFFECTATION TO THE BRAZIL/FRANCE FUTURE FINANCIAL AGREEMENT
FOR SPACE PROGRAM WILL BE REQUIRED.
 3. PERCENTAGES CORRESPOND TO GLOBAL AMOUNT OF THE PROPOSAL IN
REFERENCE.

KINDEST REGARDS

R. MORIN

ATENCIOSAMENTE

MAYRINK/

=

APÊNDICE A

DIAGRAMA DE BLOCO DO ATUAL SISTEMA BRASILEIRO PARA A RECEPÇÃO,
GRAVAÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS LANDSAT

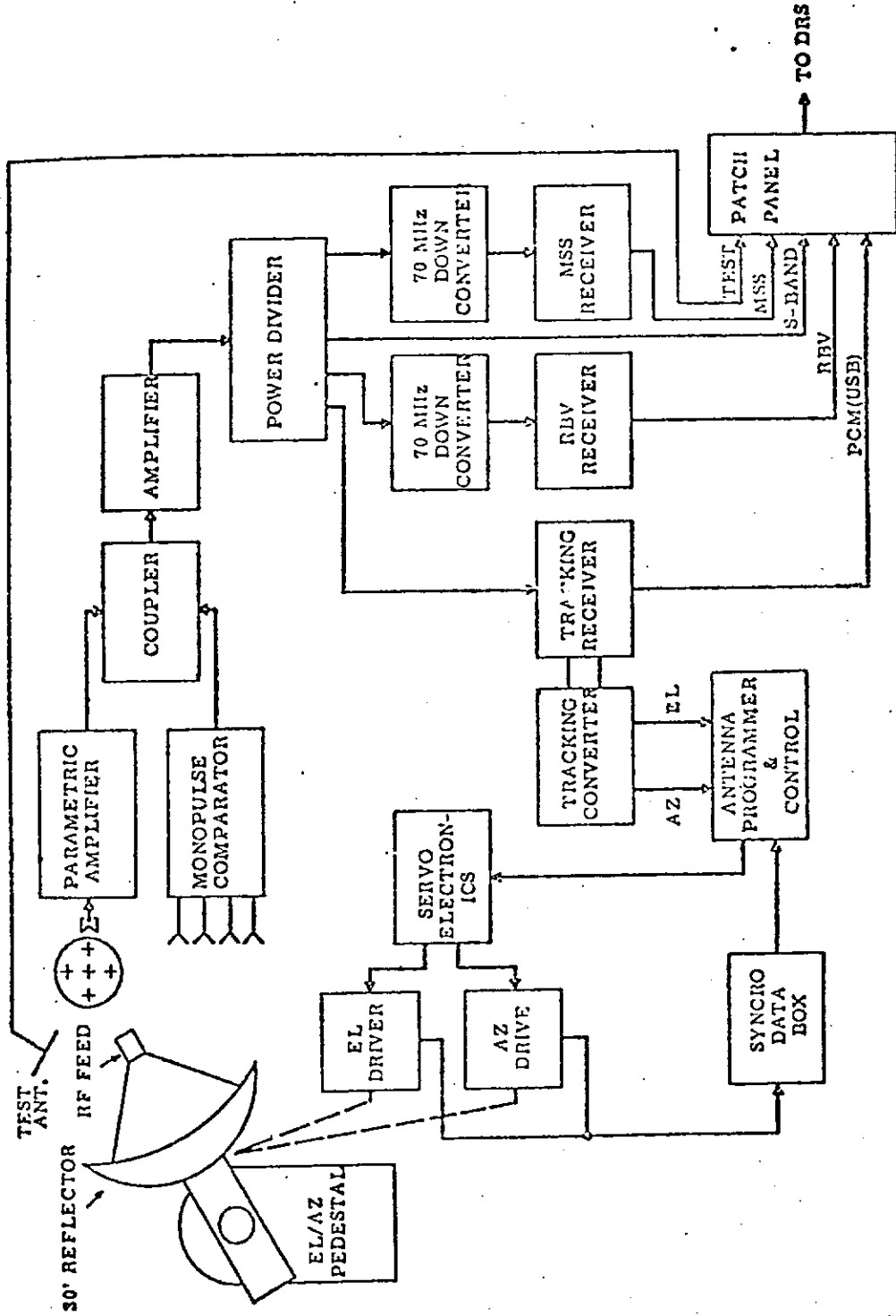


Fig. A.1 - INPE Telemetry & Receiving Sub-system (TRS) - Block Diagram

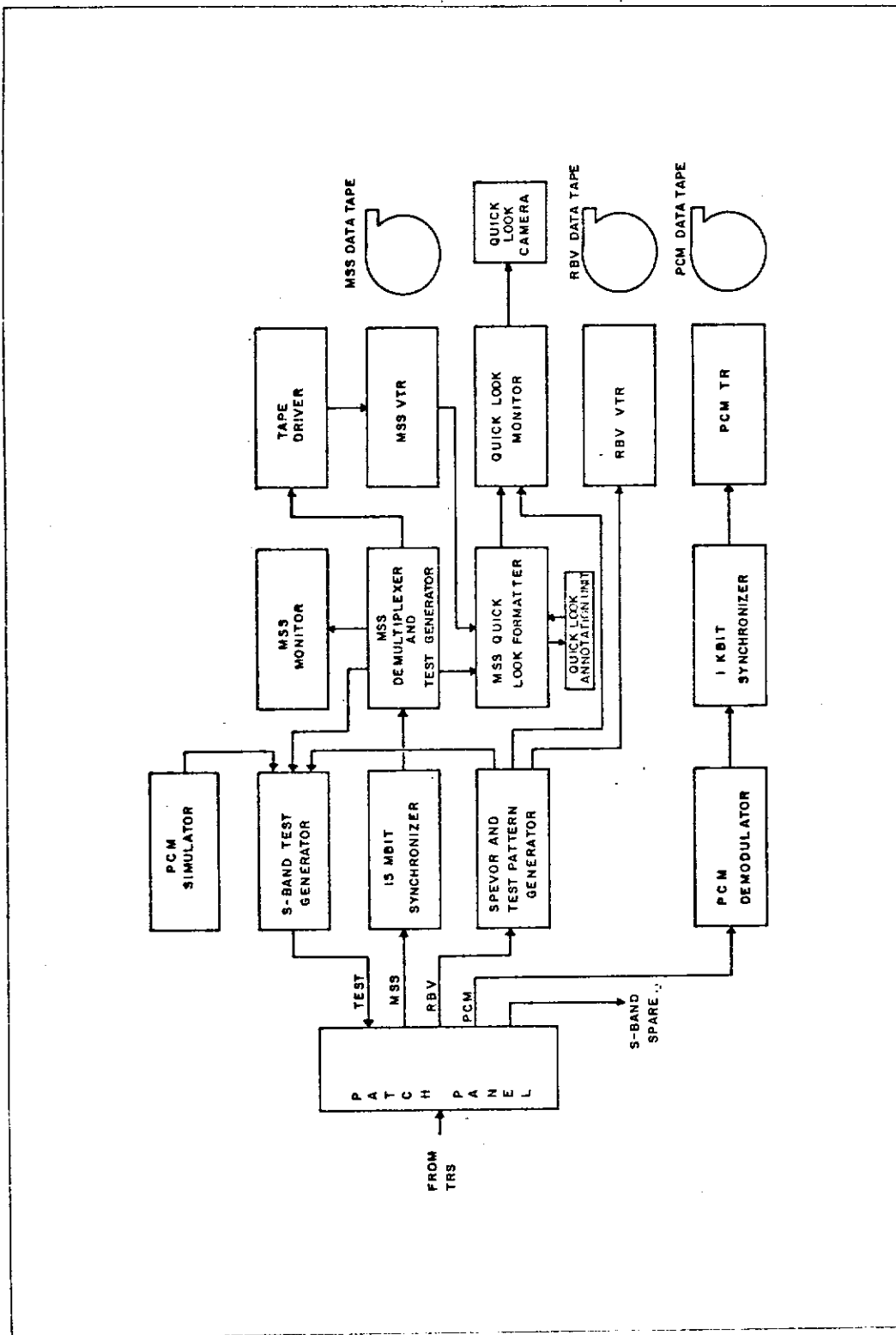


Fig. A.2 - INPE Data Recording Sub-System (DSR) - Block Diagram

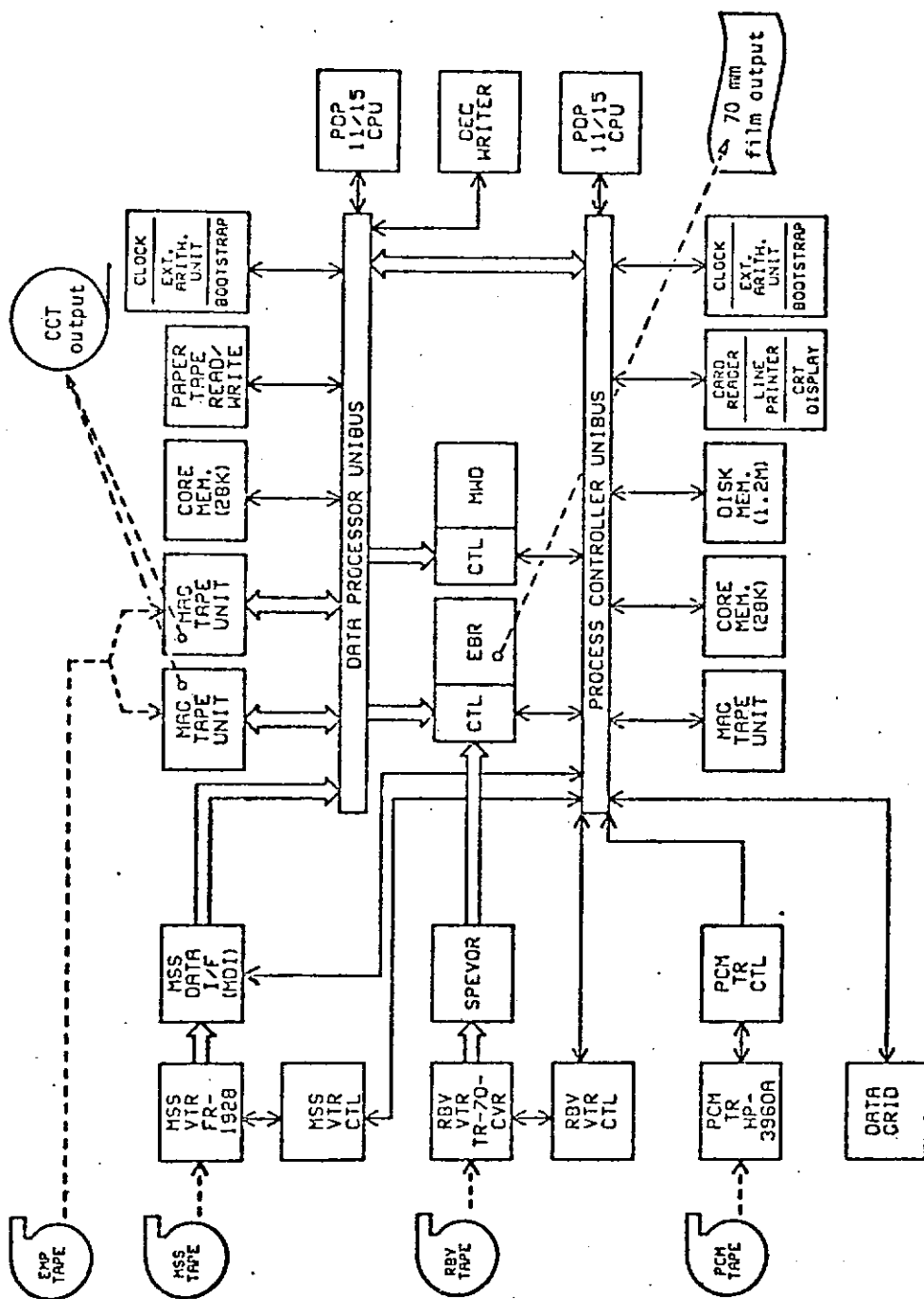


Fig. A.3 - INPE Electronic Processing Sub-system (EPS) - Block Diagram

APÊNDICE B

INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE O TM

(Preparado pela NASA/EUA)

BACKGROUND AND GENERAL REQUIREMENTS

LANDSAT-D MISSION

Landsat-D, a new experimental earth resources satellite, is scheduled for launch in the third quarter of 1981. Two earth resources scanners will be carried aboard this satellite. The back-up instrument will be an MSS similar to those which have flown onboard Landsats A, B, and C. The principal instrument will be the Thematic Mapper (TM), an object space scanner which bears a qualitative resemblance to the MSS. In quantitative terms however, the TM will be a far more sophisticated instrument than its predecessor. It will have finer spatial resolution, more bands with narrower and better defined spectral responses, higher radiometric accuracy and resolution, more sophisticated inflight calibration techniques, and greater geometric fidelity. Because of these significant improvements in performance, it will represent the "second generation" in spaceborne earth resources sensors. The TM earth-viewing geometry is illustrated in Figure 1.

The Landsat-D spacecraft will be assembled around a Multimission Modular Spacecraft (MMS) bus. This standardized bus will have pointing accuracy and stability characteristics which are superior to those presently available and will minimize the needs for development of mission-unique spacecraft support systems. Landsat-D will be launched into a sun-synchronous circular orbit of 705 km altitude from which it will achieve a repeat cycle of sixteen days. Its nominal north-to-south equatorial crossing time will be 9:30 A.M.

Landsat-D's altitude is lower than that of the first three Landsats to permit its future retrieval and refurbishment by the Shuttle Orbiter. The Landsat-D mission will occur during the period of transition between the era of expendable satellites and launch vehicles and the era of spacecraft which are launched by the Shuttle and which can either be retrieved or be refurbished in space. The Landsat-D satellite and its sensors must be compatible with both modes of

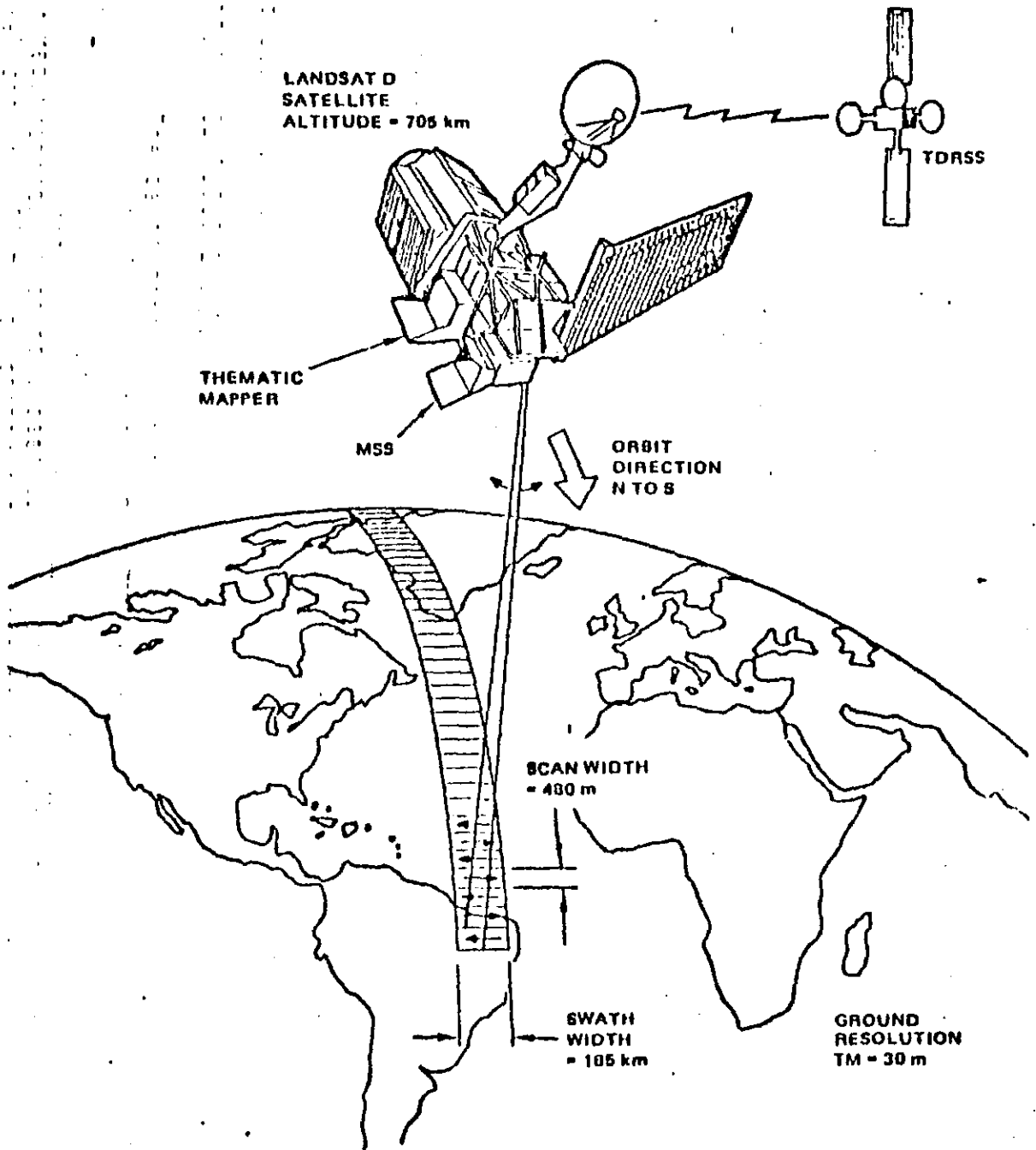


Fig. 1 - LANDSAT-D Mission

operation. This spacecraft will also have two modes of data transmission; it will provide a direct downlink to the ground and will also relay data to a central data processing facility via the Tracking and Data Relay Satellite System (TDRSS).

TM PERFORMANCE REQUIREMENTS

The performance parameters for the Thematic Mapper have evolved from experience gained in the operation of the MSS, from technical working group efforts to define user requirements, and from tradeoff analyses of performance goals in terms of technological feasibility. Table 1 represents the major Thematic Mapper requirements which have been established as a result of this effort. The TM pixel size is $(30 \text{ m})^2$ as compared to $(80 \text{ m})^2$ for the MSS. At this ground resolution, most small agricultural fields may be accurately characterized.

The seven spectral bands which are specified in Table 2 have been selected for the Thematic Mapper. Their passbands and radiometric resolutions have been defined to satisfy user requirements which represent the current state of the art in remote sensing. For example, the short wavelength band of the MSS, whose spectral passband is $0.5\text{-}0.6 \mu\text{m}$, has been able to map underwater features to a far greater extent than was anticipated. Band 1 of the Thematic Mapper coincides with the maximum transmissivity of water and should therefore demonstrate coastal water mapping capabilities superior to those of the MSS. It also has beneficial features for the differentiation of coniferous and deciduous vegetation. Bands 2-4 cover the spectral region which is most significant for the characterization of vegetation. Vegetation moisture may be estimated from Band 5 readings, and plant transpiration rates may be estimated from the thermal mappings in Band 6. Band 7 is primarily motivated by geological applications, including the identification of hydrothermally altered rocks. The band profiles which are narrower than those of the MSS, are

TABLE 1

MAJOR TM PERFORMANCE REQUIREMENTS

Square-wave Response (Bands 1-5, 7) (Band 6)	.35 at 30 m 35 at 120 m
Band-to-Band Registration	< 6m
Scan Profile Repeatability	< 6m
Along-Track Overlap/Underlap	< 6m
Swath Width	< 185 km
Radiometric Resolution (Bands 1-5, 7) (Band 6)	0.5 - 2.4% NE _p (Noise-equivalent reflectance) 0.5 K NETD (Noise-equivalent temperature difference)
Absolute Radiometric Accuracy	10%
Band-to-Band Radiometric Precision	2%
Channel-to-Channel Radiometric Precision	< $\frac{\text{RMS Noise}}{4}$
Spectral Coverage	0.45 μm - 12.5 μm
Signal Quantization Levels	256
Data Rate	84.9 Mbps
Weight	< 243 kg
Power	< 300 watts
Envelope	. 6m. x 1.1m. x 2.0m.

TABLE 2
TM SPECTRAL PASSBANDS

BAND	SPECTRAL RANGE	RADIOMETRIC RESOLUTION	PRINCIPAL APPLICATIONS
1	0.45-0.52 μm	0.8% NE ρ	<ul style="list-style-type: none"> ● Coastal water mapping ● Soil/Vegetation differentiation ● Deciduous/Coniferous differentiation
2	0.52-0.60 μm	0.5% NE ρ	<ul style="list-style-type: none"> ● Green reflectance by healthy vegetation
3	0.63-0.69 μm	0.5% NE ρ	<ul style="list-style-type: none"> ● Chlorophyll absorption for plant species differentiation
4	0.76-0.90 μm	0.5% NE ρ	<ul style="list-style-type: none"> ● Biomass surveys ● Water body delineation
5	1.55-1.75 μm	1.0% NE ρ	<ul style="list-style-type: none"> ● Vegetation moisture measurement ● Snow/Cloud differentiation
6	10.4-12.5 μm	0.5 KNETD	<ul style="list-style-type: none"> ● Plant heat stress measurement ● Other thermal mapping
7	2.08-2.35 μm	2.4% NE ρ	<ul style="list-style-type: none"> ● Hydrothermal mapping

specified with stringent tolerances, including steep slopes in spectral response and minimal out-of-band sensitivity. The measured spectral response of the Band filters is shown in Figure 2. All of the other filters exhibit similar qualities.

TM SUBSYSTEM DEVELOPMENT

A complete systems analysis was conducted in order to translate the above TM requirements into a sensor design with quantitative performance parameters. The remainder of this paper will address some of the more interesting and challenging aspects of this development program.

BASIC OPTICAL CONFIGURATION

The basic optical design is driven by the need for a compact, lightweight optical system capable of satisfying the simultaneous requirements for broad spectral coverage, high spectral and radiometric resolution, and high image quality over a 185 km-wide ground track. The principal feature of the design is the use of an object space scan mirror which simplifies the performance requirements for the rest of the optical system by requiring the telescope to operate only at very small field angles. Further, the same zone of each element is used at all scan angles. The scan mirror moves synchronously with a Scan Line Corrector (SLC) to provide bidirectional scanning.

A telescope of the Ritchey-Chretien configuration is used as the primary energy collector. 40.6-centimeter diameter optics are employed based on analysis of signal-to-noise requirements, and an f/6 design is adopted to provide a reasonable image size at the focal plane. Uncooled silicon photodiode detectors are positioned at the focus of the telescope, while energy for long wavelength detectors is relayed to a focal plane in the radiative cooler.

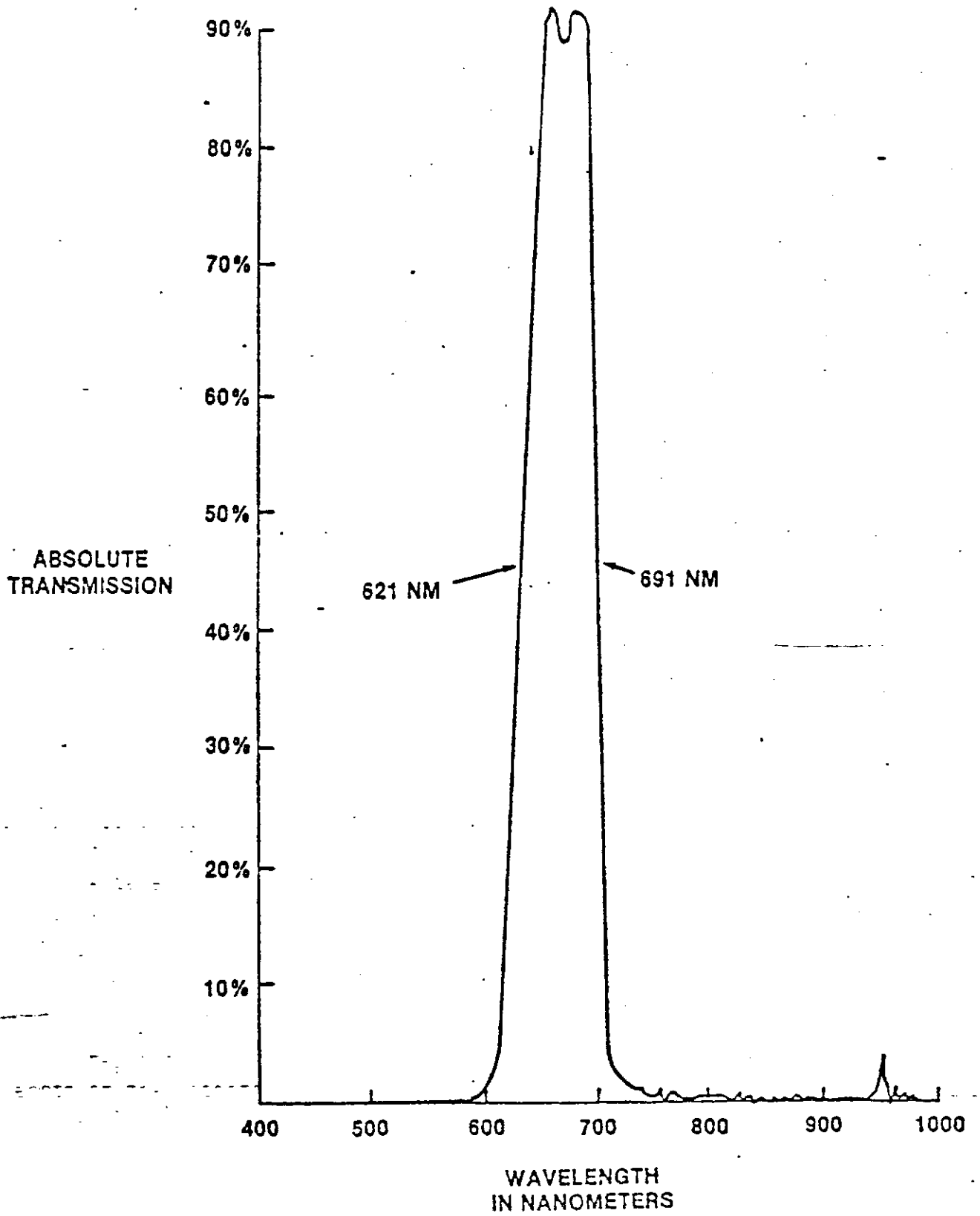


Fig. 2: - Band 3 Filter Spectral Response

The SLC is used to shift the optical line of sight by approximately the length of the detector array at the end of each scan. The SLC employs two small mirrors, parallel to each other, but rotating on a common axis to displace the optical axis. This assembly is highly insensitive to alignment errors. Image displacement errors due to the scan geometry are less than $0.1 \mu\text{rad}$ over the small angle of travel.

Relay optics of reflective design are used to transfer energy to the cooled focal plane. The folded configuration is adopted as a convenient way to obtain an optical axis parallel to the axis of the radiative cooler. The image of the relay is excellent over the required field. The object space scanning concept frees the infrared detectors from scan modulation of internal element radiances. The basic optical configuration is illustrated in Figure 3.

The spectral bands are defined by bandpass filters. The filters are positioned close to the detector elements to reduce the effects of optical crosstalk. In the cooled spectral bands (Bands 5, 6, and 7), it is important to keep the filters cool to reduce the background radiation from the filter.

The internal calibrator uses a tungsten lamp source for Bands 1 through 5 and 7. A small blackbody radiator is used to calibrate Band 6. Energy for calibration is introduced at the end of each scan line by the action of a moving shutter. Radiance changes are imposed to establish the gain and zero offset for each detector channel.

TM SCANNING SUBSYSTEMS

The scanning subsystems for the TM consist of the Scan Mirror Assembly (SMA) and the Scan Line Corrector (SLC). The motion of the scan mirror causes the telescope field of view to scan the 185 km ground swath bidirectionally, while motion of the SLC provides the required along-track scan contiguity.

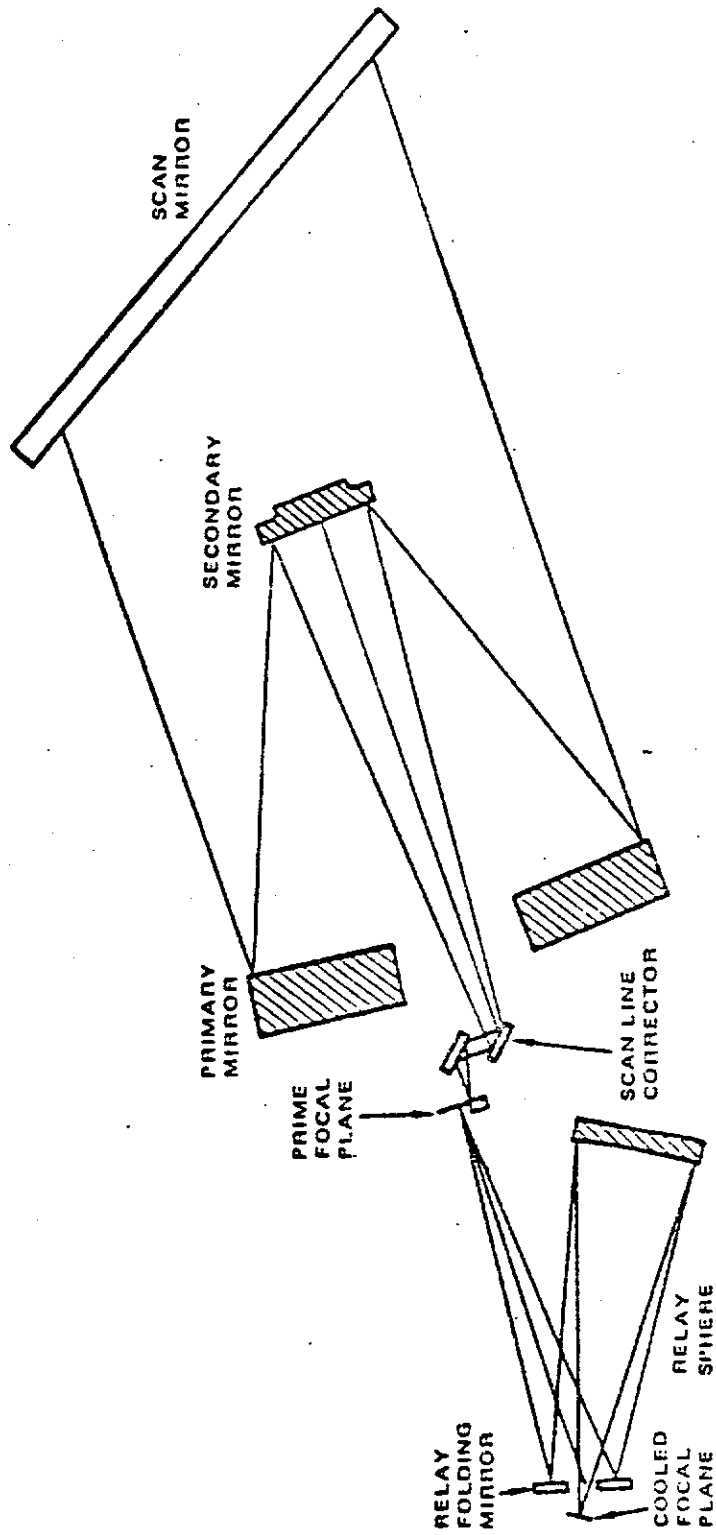


Fig. 3 - Optical System Elements

The critical scan mirror assembly (SMA) requirements comprise three groups: 1) operation requirements, 2) those pertaining to geometric accuracy, and 3) optical requirements. The operational group has importance in matching the distance between sets of 16 lines scanned with the nominal orbit parameters (effective nadir rate) so that consecutive sweeps are contiguous. The tolerances have also been selected to assure synchronization with the other parts of the TM, such as Scan Line Corrector, dc restore, and calibration. The precision required for this group is much less severe than for the geometric group.

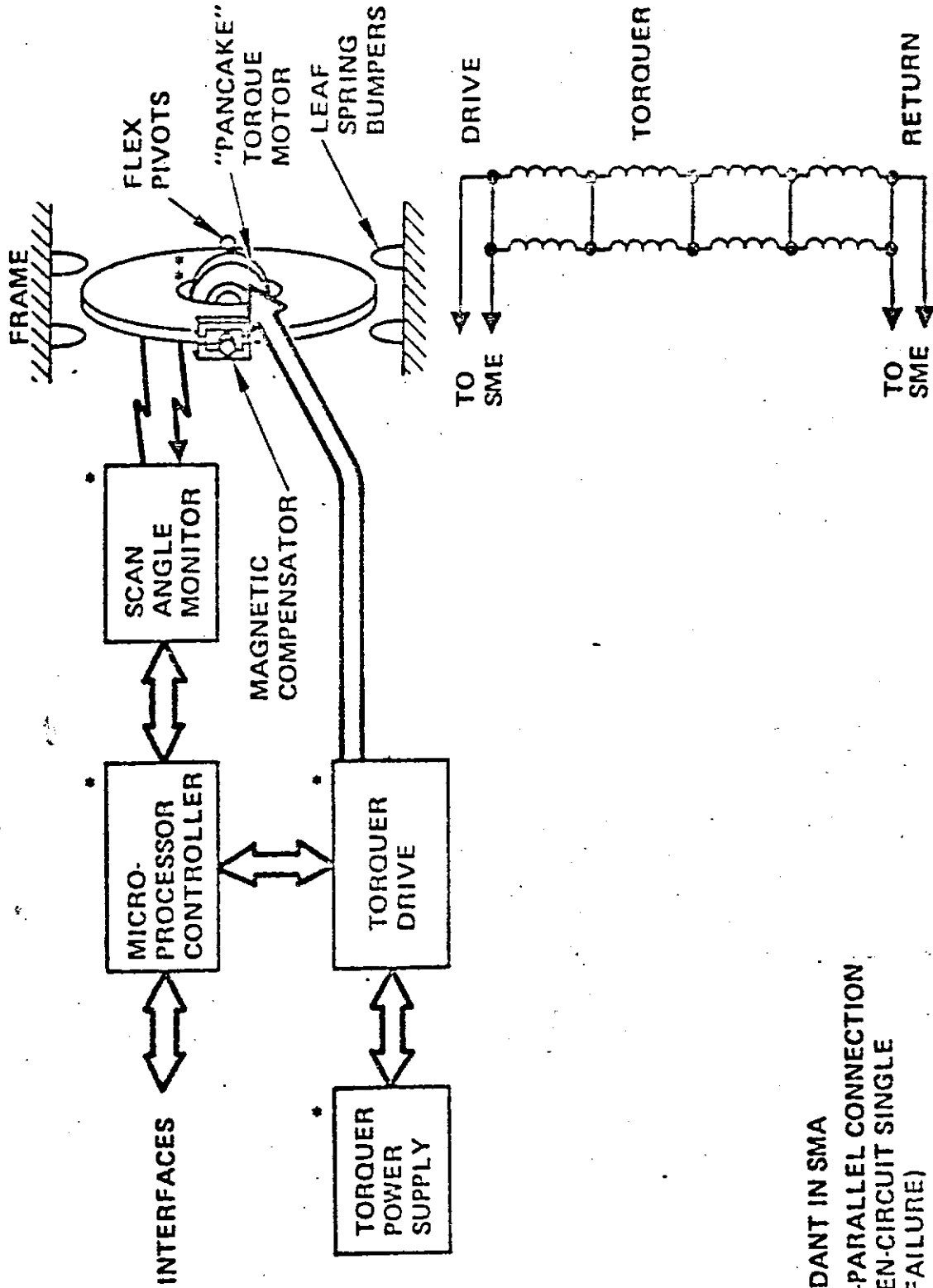
The geometric requirements bear upon mapping accuracy, radiometric accuracy, the ability to register spectral bands, and the modulation transfer function. The influences vary according to the random or systematic nature of the inaccuracy.

Requirements for a stable along-scan profile and continuous cross-scan accuracy have received major attention in the scan mechanism design.

The optical group has been specified to support radiometric performance and modulation transfer function. Reflectivity influences signal-to-noise ratio, while both static and dynamic flatness affect MTF. Polarization and scattering influence radiometric accuracy.

The items demonstrated by test were tested early in order to prove the most stringent requirements or those that are difficult to show analytically. All the parameters will be measured in the course of assembly and integration.

The schematic representation of the SMA is given in Figure 4. The scan mirror is mounted on flex pivots to eliminate bearing wear and lubrication problems. To linearize the scan, it is necessary to minimize forces on the mirror during the active portion of



- REDUNDANT IN SMA
- SERIES-PARALLEL CONNECTION (NO OPEN-CIRCUIT SINGLE POINT FAILURE)

Fig. 4 - Functional Components of Scan Mirror Assembly

the scan. Magnetic compensators are used to cancel the flex pivot restoring torque, reducing it by three orders of magnitude relative to its uncompensated value. A preloaded leaf spring mechanism, illustrated in Figure 5, is used to reverse the angular momentum during the turnaround. The bumper mass is minimized to minimize the energy dissipation upon impact and the bumper surface rolls on the striker plates to minimize sliding friction.

A pancake torque motor is used to apply torque to the mirror during the turnaround portion of its motion as shown in Figure 6. The duration of the half-scan period is measured by the scan angle monitor, an electro-optical device which produces reference signals at the beginning, mid-point, and end of the active scan angle. These signals are used as inputs by a micro-processor which controls the pancake torquer's operation and thereby provides active control of the scan duration. The entire digital control system has been designed and tested and has demonstrated a scan line length repeatability of one part in 10^5 : significantly better than specified.

The pancake torquer and the magnetic compensator both introduce eddy current effects which retard the mirror rotation, resulting in residual nonlinearities. The possibility of using the pancake torquer to compensate for the above eddy-current effects is now being investigated.

The moment of inertia of the scan mirror must be kept to an absolute minimum while its structural rigidity is maximized. The mirror is therefore being fabricated with a light weight beryllium eggcrate structure. Due to the critical role of the scan mirror, two alternative design efforts are being pursued in parallel. In one approach, two solid slabs of beryllium, each half as thick as the final mirror thickness have been hollowed out on one face with a series of weight-reducing holes. The holes in the respective faces of the two slabs were aligned and the slabs were blazed together. This machined light-weighted configuration is shown in Figure 7. The alternative lightweight

CONTROLLED BY BUMPER ASSEMBLY

- SPRING CONSTANT
- BUMPER POSITION

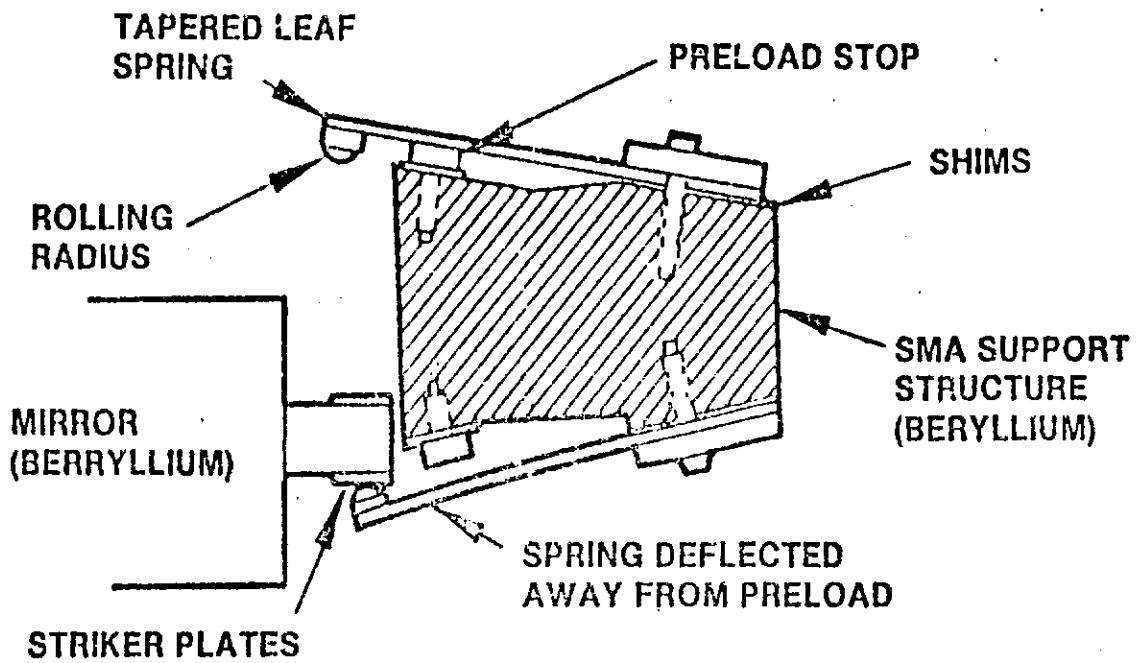


Fig. 5 . - Bumber Assembly

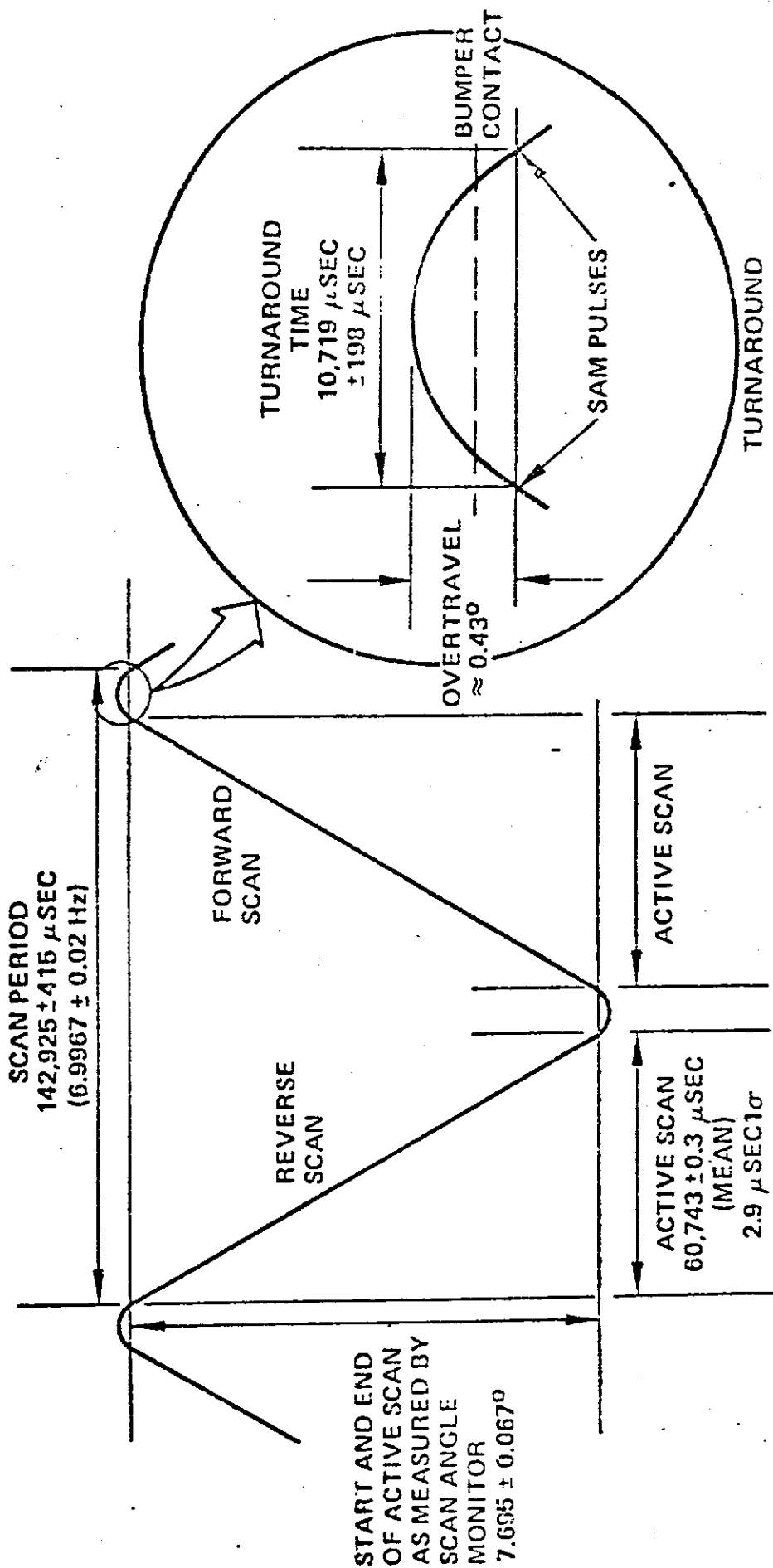


Fig. 6 - Scan Mirror Assembly Operational Requirements

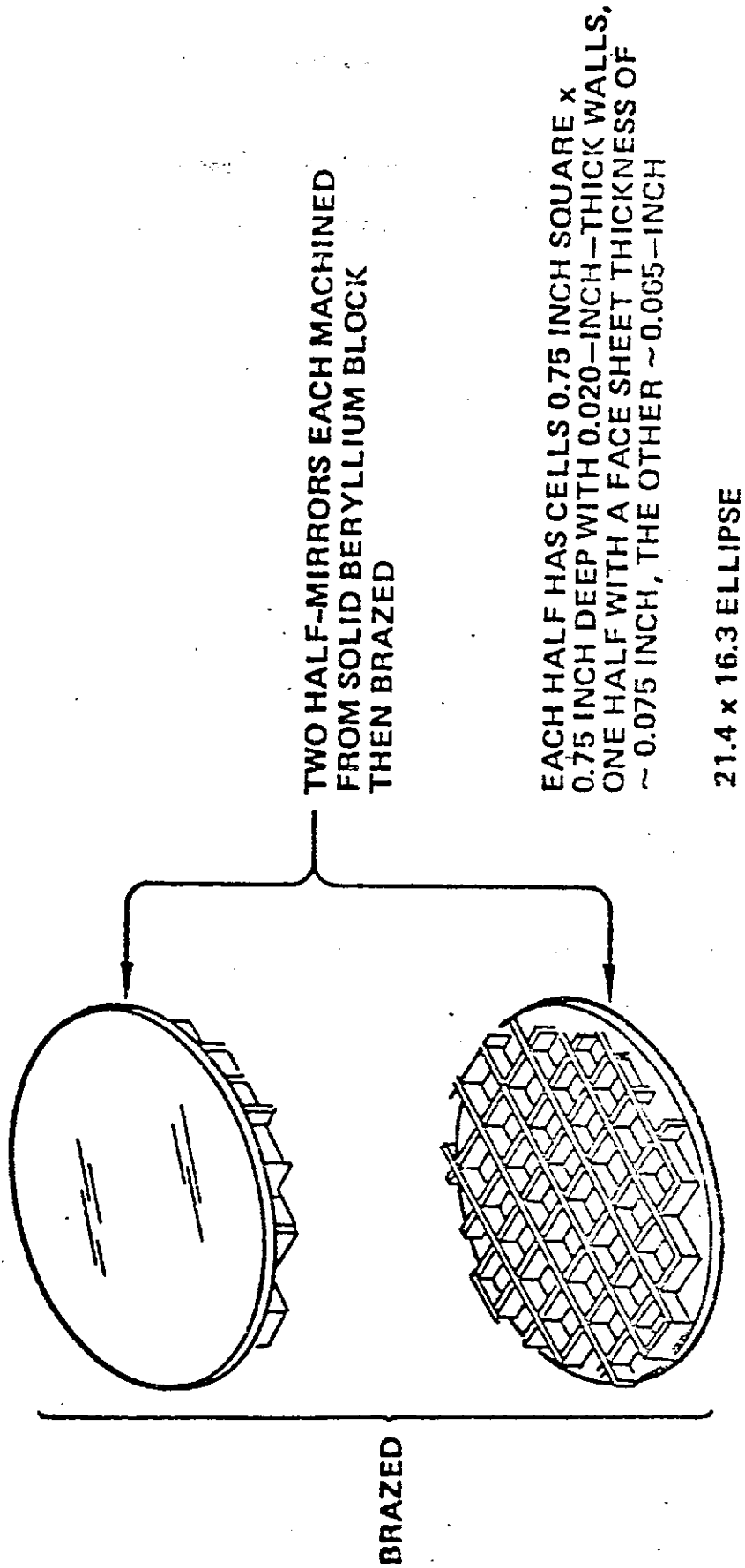


Fig. 7 - SM - Machined Eggcrate Approach

configuration consists of an eggcrate grid to which two sheets of beryllium are attached to form the front and backs, as shown in Figure 8.

Full-sized mirrors (40.6 cm x 58.4 cm ellipses) of both configurations have been constructed and are now being polished. Each mirror weighs approximately two and one half kilograms.

The SLC (Figure 9) is the second component of the scanning subsystem; it aligns the traces of the scan mirror to produce parallel, nonoverlapped scans. Because of the forward motion of the spacecraft during each scan, the successive traces form angles with each other, and alternately overlap and underlap the preceding and following scan lines (See Figure 10). The SLC rotates perpendicular to the scan mirror at a rate which cancels out the orbital rate. This produces effectively parallel scan lines with ideally no overlap or underlap.

Figure 9 shows the SLC configuration developed during the breadboard program. The two beryllium mirrors are bonded to the beryllium box structure.

One end of the box structure is attached to a motor coil housing, and the rotor of a tachometer is clamped to the opposite end. The resultant assembly is supported by a pair of flex pivots, completing the galvo-like mechanism. The mirror assembly is driven by a moving coil dc torque motor with velocity feedback provided by the tachometer.

TELESCOPE ASSEMBLY

In order to maintain proper focus and alignment (both short term and long term) the telescope design requires techniques which will maintain the relative position of the primary and secondary mirrors to less than two micrometers. The choice was made to use a

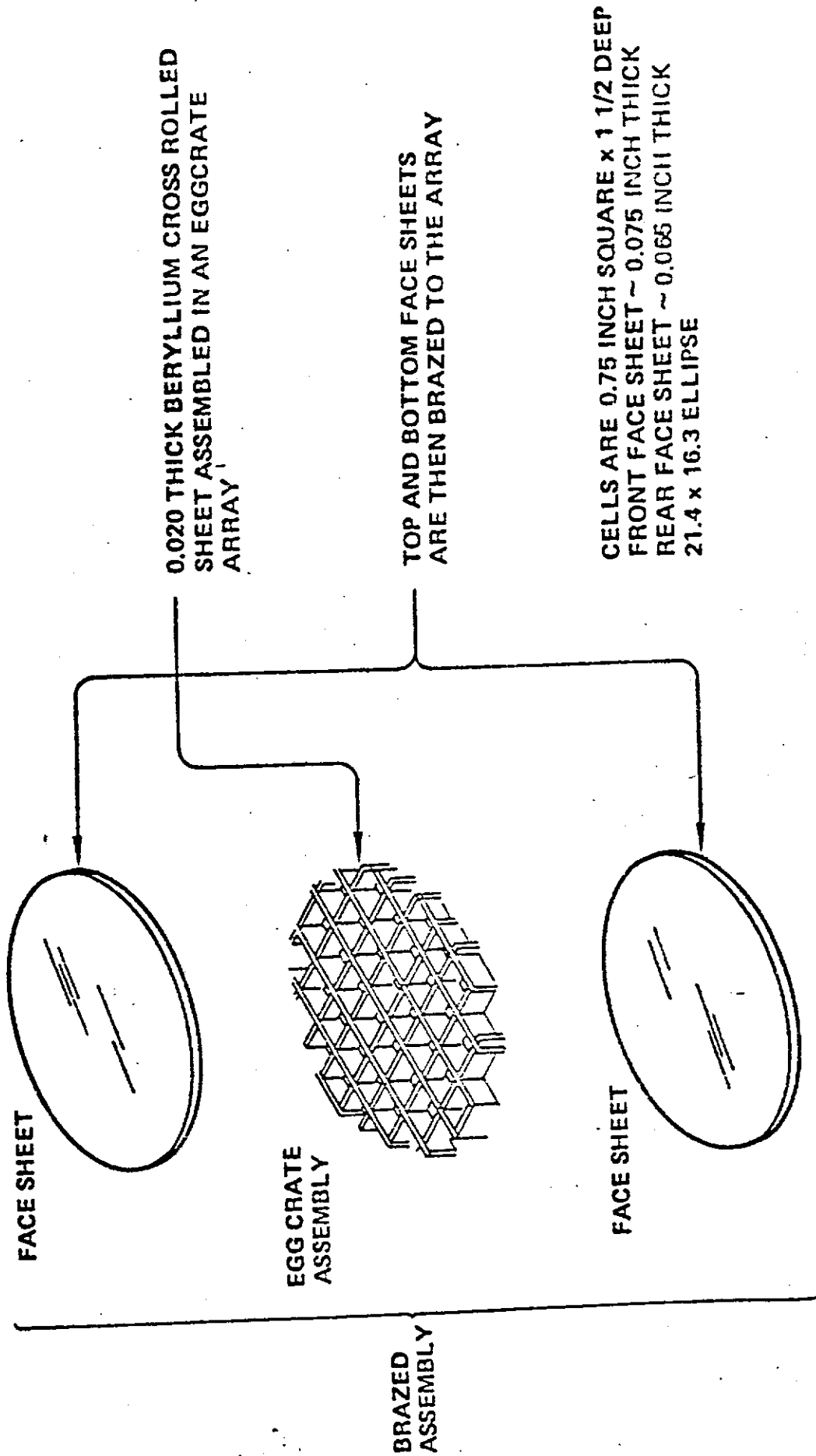


Fig. 8 - Brazed Eggcrate Approach

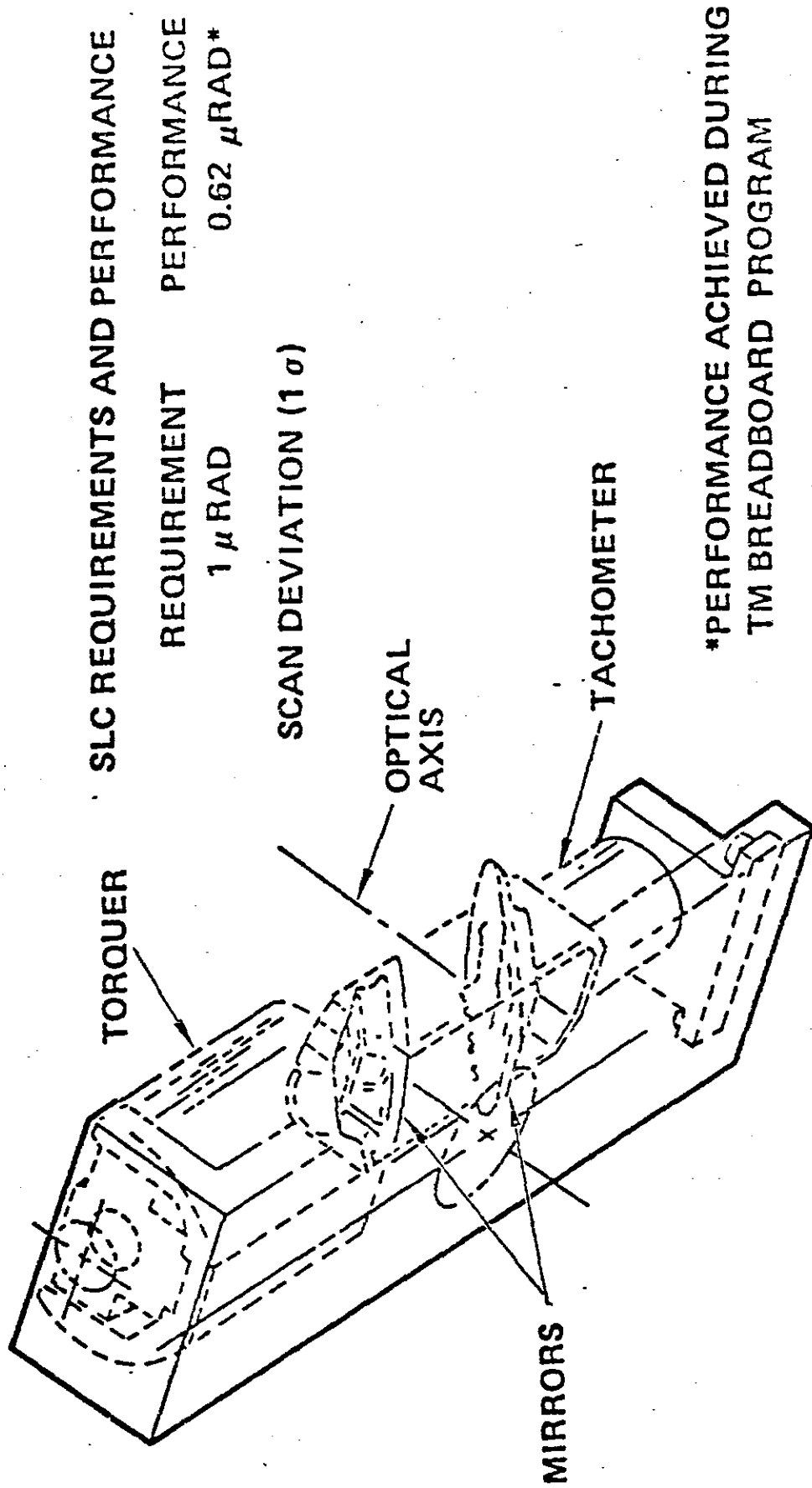
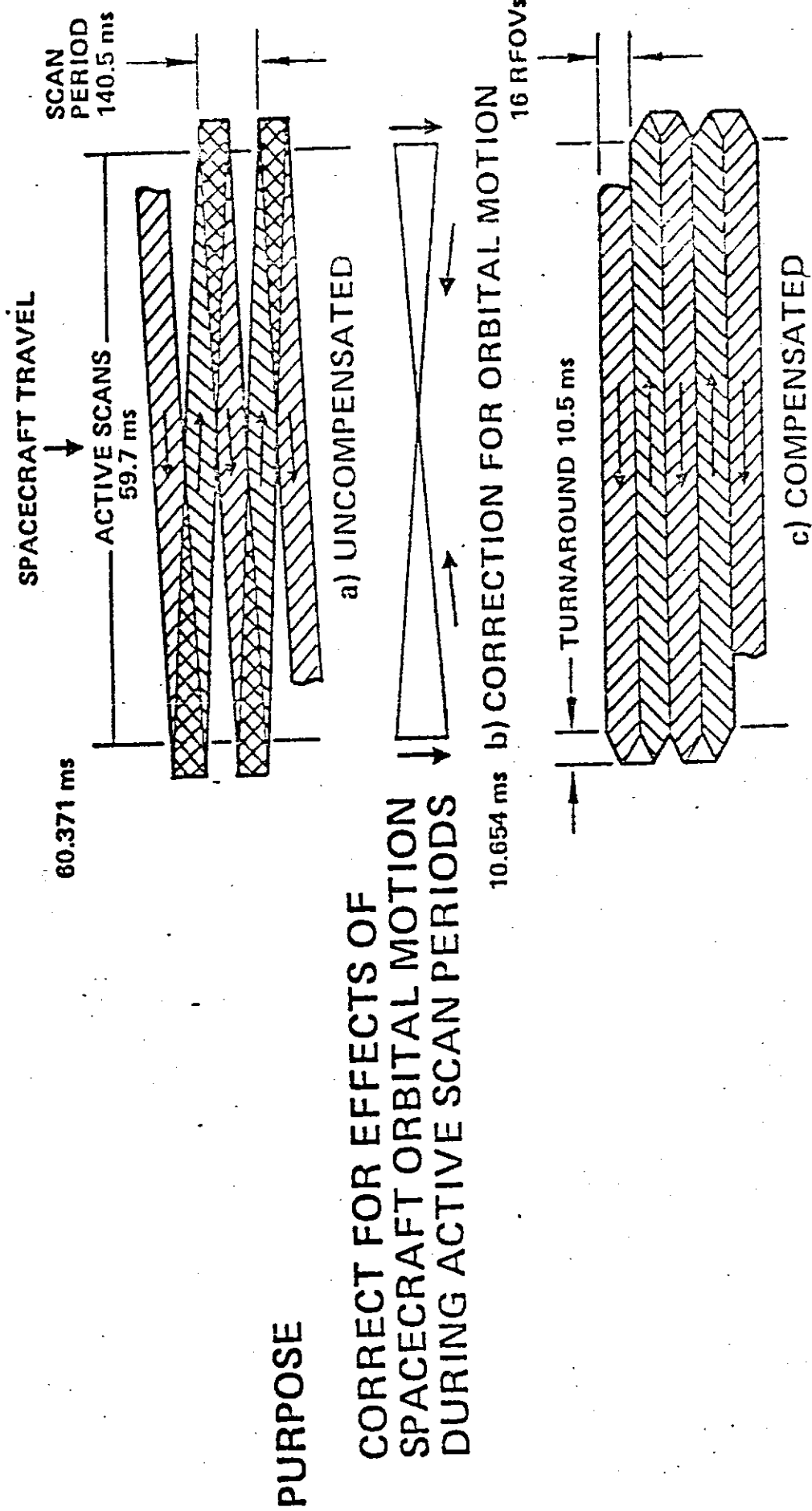


Fig. 9 - Scan Line Correction Layout



PURPOSE

**CORRECT FOR EFFECTS OF
SPACECRAFT ORBITAL MOTION
DURING ACTIVE SCAN PERIODS**

SCANNER GROUND PATTERNS

Fig. 10 - Compensation for Spacecraft Motion by the Scan Line Corrector

passive system which relies on the extremely low coefficients of thermal expansion of the mirrors and metering structure to stabilize the primary/secondary mirror intervertex distance.

The basic telescope structure is illustrated in Figure 11. It consists of three major subsystems: the primary and secondary mirror assemblies and the telescope housing. The primary mirror is rigidly attached to the housing and the secondary is adjusted to produce the proper mirror positioning.

A graphite epoxy composite cylinder is the main structure of the telescope housing. The graphite epoxy was chosen because of its extremely low coefficient of thermal expansion and its high rigidity to weight ratio. It is a hygroscopic material, however, and its contact with humid air must therefore be minimized. It has been fabricated in a humidity-controlled environment, and precautions will be implanted throughout the assembly, testing storage, shipping, and space-craft integration phase of the TM program to minimize the absorption of water vapor by the graphite epoxy structure.

A three-legged "spider" support for the secondary mirror is attached at one end of the telescope housing. The aft optics bulkhead is attached behind the primary mirror. An invar ring mounted on this end of the tube provides the interface between the telescope metering structure and the radiation cooler.

Internal light baffles are bonded to the inside wall of the cylinder and function to stiffen its cross section as well as to intercept unwanted light.

Both primary and secondary mirrors are fabricated from ULE, an optical glass whose coefficient of thermal expansion is virtually zero. The primary mirror, illustrated in Figure 12, is of lightweight configuration. An eggcrate core, a faceplate, and a backplate are fused together to form the mirror. Three "ears" which

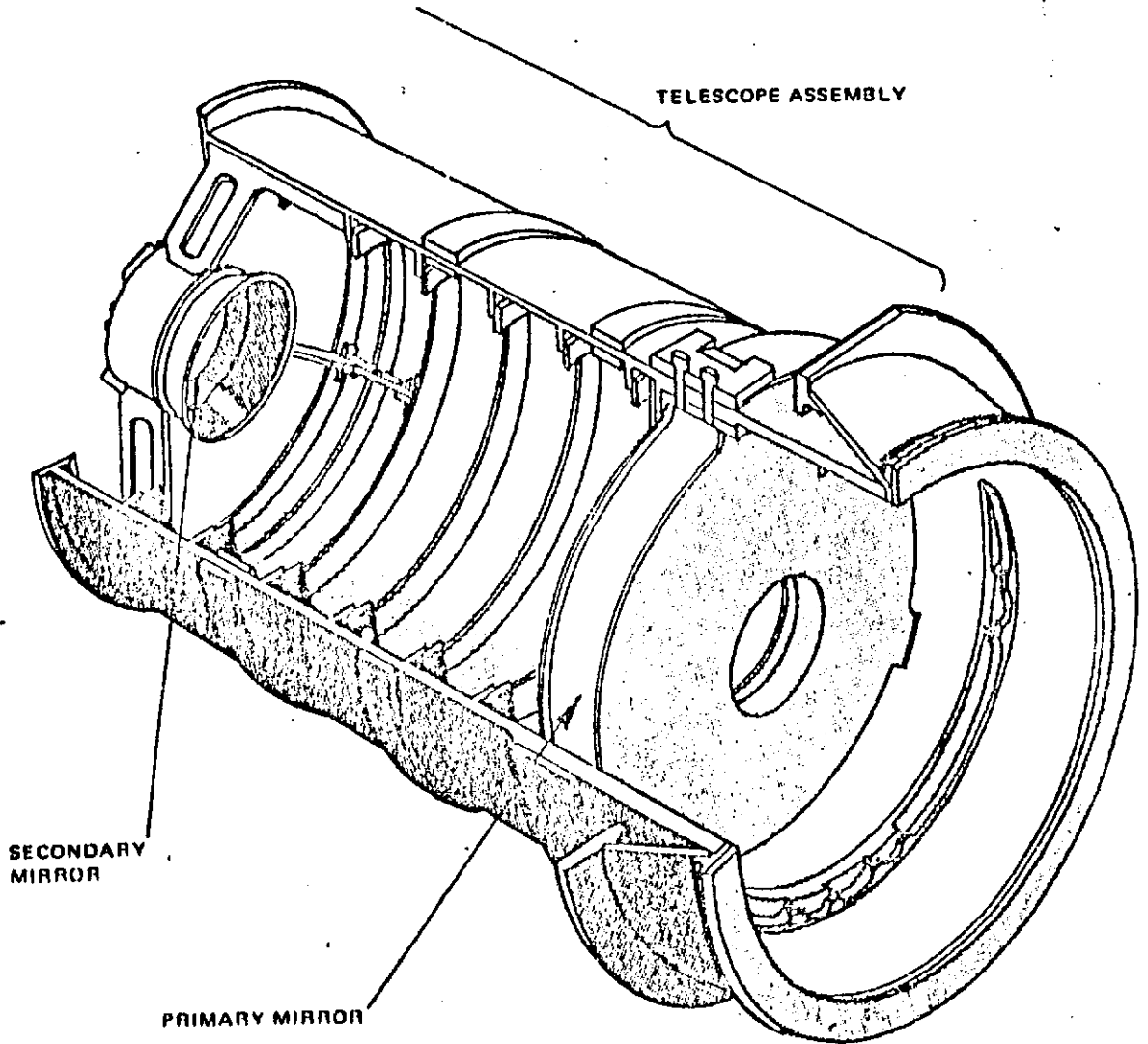


Fig. 11 - Basic Telescope Structure

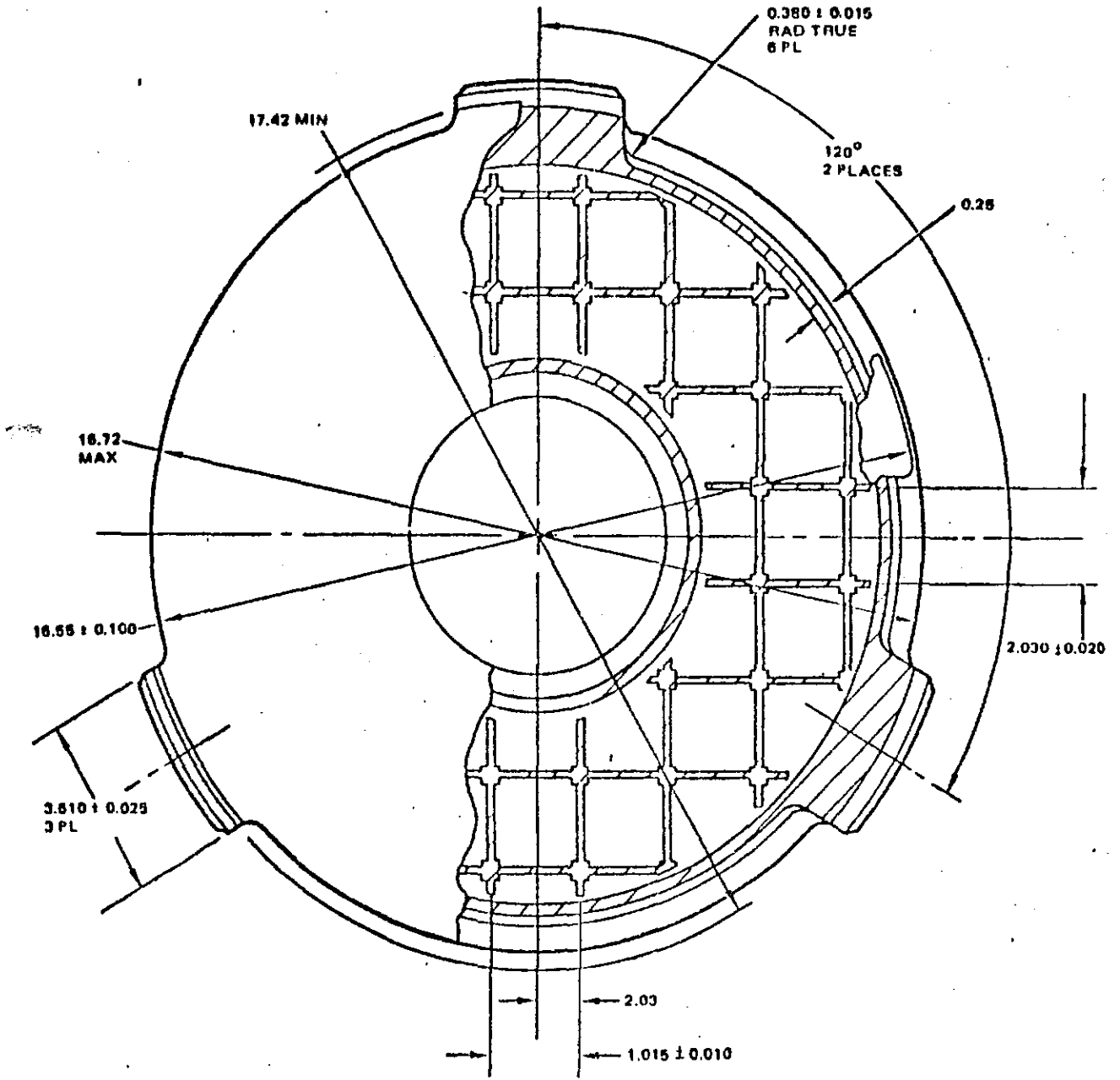


Fig. 12 - Primary Mirror Blank Design

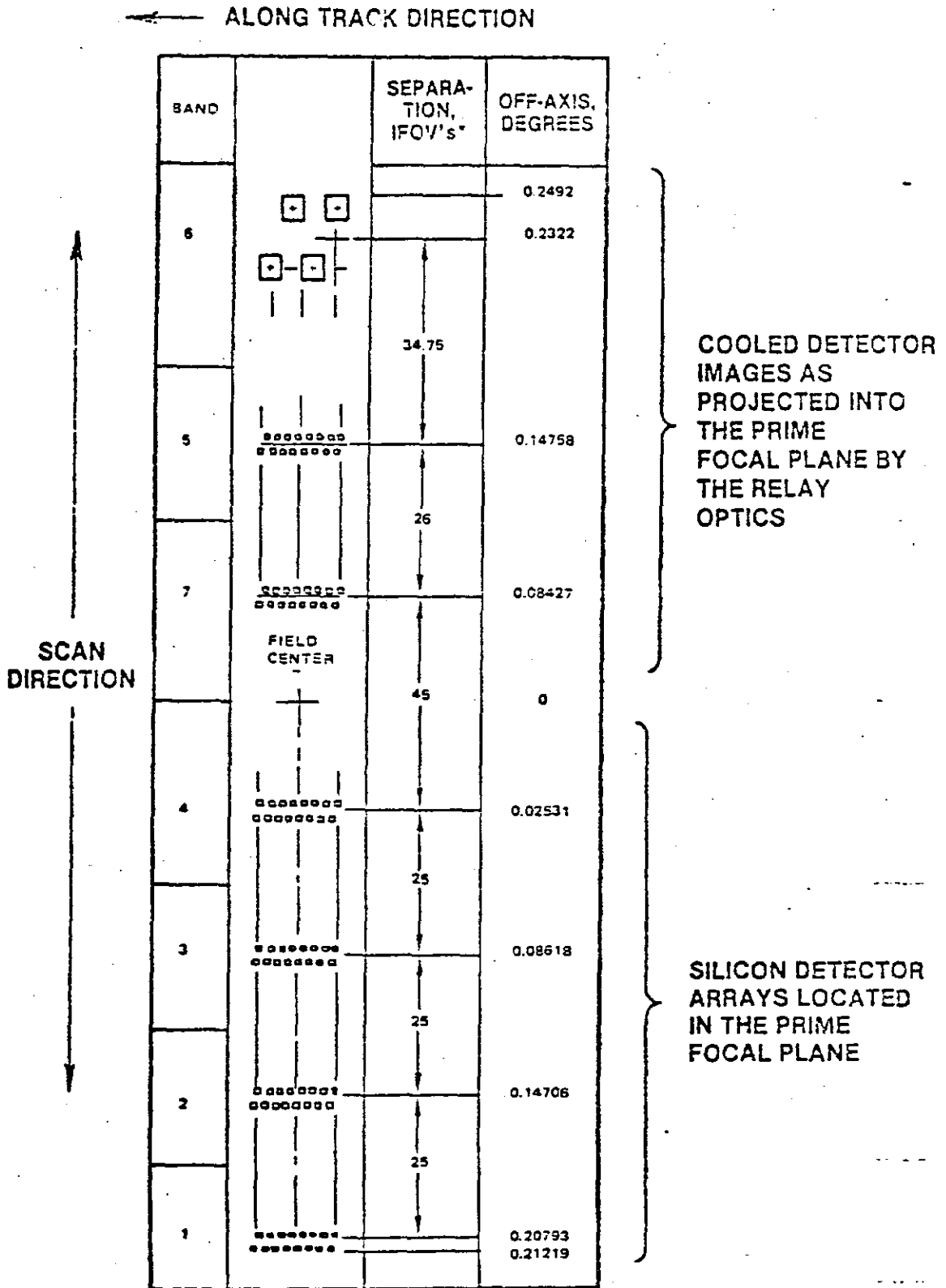
protude radially from the mirror structure are the attachment points to the telescope housing.

These assemblies have been fabricated for the engineering model of the TM and have undergone structural testing. We are now in the process of characterizing the graphite epoxy's behavior in a controlled humidity environment.

DETECTOR ARRAY CONFIGURATION AND SAMPLING TECHNIQUE

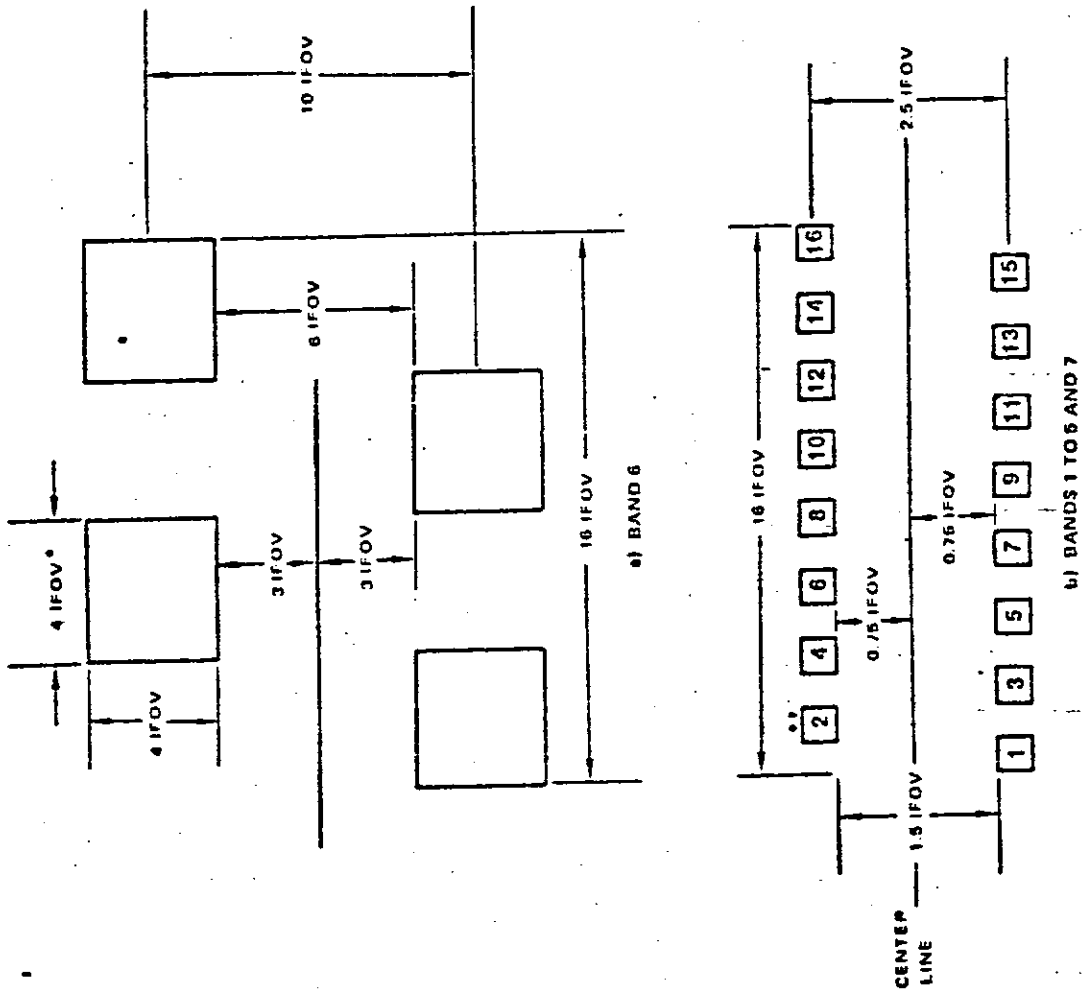
Each band, with the exception of Band 6, has a pixel dimension of $(30 \text{ m})^2$ on the ground. Silicon detectors for Bands 1-4 are located in the prime focal plane and have dimensions of $(.1035 \text{ mm})^2$, corresponding to an instantaneous field of view (IFOV) of 42.5μ radians. In the cooled focal plane, indium antimonide detectors for Bands 5 and 7 have dimensions of $(.0533 \text{ mm})^2$ corresponding to an IFOV of 43.75μ radians. This slightly oversized angular dimension is specified because the linear dimension of the indium antimonide detectors is half as great as that of the silicon detectors and the fabrication tolerance, in angular dimension, is greater. Band 6 has a pixel dimension of approximately $(120 \text{ m})^2$ on the ground, corresponding to an IFOV of 170μ radians. The Band 6 detectors are 0.207 mm squares of mercury cadmium telluride operated in the photoconductive mode. Four detector channels are required for Band 6 and sixteen detector channels are required for each of the other spectral bands.

There are 100 detector channels in the Thematic Mapper. Figure 13 represents the detector array as projected at the prime focal plane. The Band 1-4 detectors are actually located at this plane; the cooled focal plane is inverted and magnified by two by the relay mirrors. The image is scanned vertically across the detector plane as illustrated. Each swath is 16 pixels wide and 6320 pixels long. The dwell time per pixel is $9.611 \mu\text{sec}$ for all bands except Band 6 for which it is four times longer. Figure 14 shows the detector array geometries. The detectors of Band 1-5 and 7 are configured in 16



*HIGH RESOLUTION IFOV's. (BAND 6 IFOV's ARE 4 TIMES GREATER).

Fig. 13 - Detector Projection at Prime Focal Plane



• TYPICAL FOR ALL INDICATED SPACINGS, HIGH RESOLUTION IFOV'S (BAND 6 IFOV'S ARE 4 TIMES GREATER).
• TYPICAL CHANNEL NUMBER, AS INDICATED

Fig. 14 - Detailed Optical Layouts

16 element arrays of identical geometric layout. Each array is displaced from the others by an integral number of IFOV's in the scan direction. To obtain continuous coverage in the along-track direction, the detectors of each band are staggered into two rows. These rows are displaced from each other by one IFOV in the along-track direction and by two and one half IFOV's in the scan direction. The four detectors of Band 6 are also staggered and separated by two and one half Band 6 pixels (10 IFOV's) in the scan direction.

The multiplexer samples all odd detector channels, then all even detector channels, then all odd channels, etc. with sampling intervals occurring each time the scan has traversed one-half IFOV (every 4.806 μ sec). This technique, with stringent tolerances on detector plane geometry and sampling time budget, makes it possible to measure a given pixel sequentially in the six high resolution bands and properly co-register the IFOV's. The detector layout and sampling scheme is further designed to co-register each Band 6 pixel with 4 x 4 blocks of pixels from the other six spectral bands.

The design of the detector plane configuration is driven by fabrication and assembly constraints and also by the need to minimize channel-to-channel crosstalk. These detector arrays have all been fabricated and tested and were found to meet or exceed the specification requirements.

INCHWORM FOCUS/ALIGNMENT DRIVE

The on-orbit co-alignment of the cooled and uncooled focal planes is also necessary for proper co-registration of channels. It is possible that the relay optics will require repositioning after launch and cooldown in order to meet the specification of 0.3 IFOV for a alignment of the two detector planes. The spherical relay mirror, which is the last element in the optical train, is attached to movable shafts at three equally-spaced points on its periphery. The mirror can

be tilted to change alignment by moving the shafts differentially; it can be translated to change the focus by displacing all three shafts the same distance in the same direction.

Each of these shafts is driven by a piezoceramic device known as an inchworm. An inchworm is composed of segments which can be made to change dimension, clamping or releasing the rod, stretching or contracting, depending upon the orientation of the materials and the presence or absence of a high voltage control signal.

The sequence of movements in Figure 15 would translate the shaft to the left by $1.2 \mu\text{m}$, displacing the image by 0.1 IFOV on the cooled detector plane.

The piezoceramic driven shafts eliminate the need for the motors, motor-driven parts, and lubrication which would otherwise be required. They do require high voltage however, and the support circuitry must be designed so that it will not be damaged by the reverse effect, i.e. the production of high voltages across the inchworms due to changes in dimensions produced by acceleration or vibration.

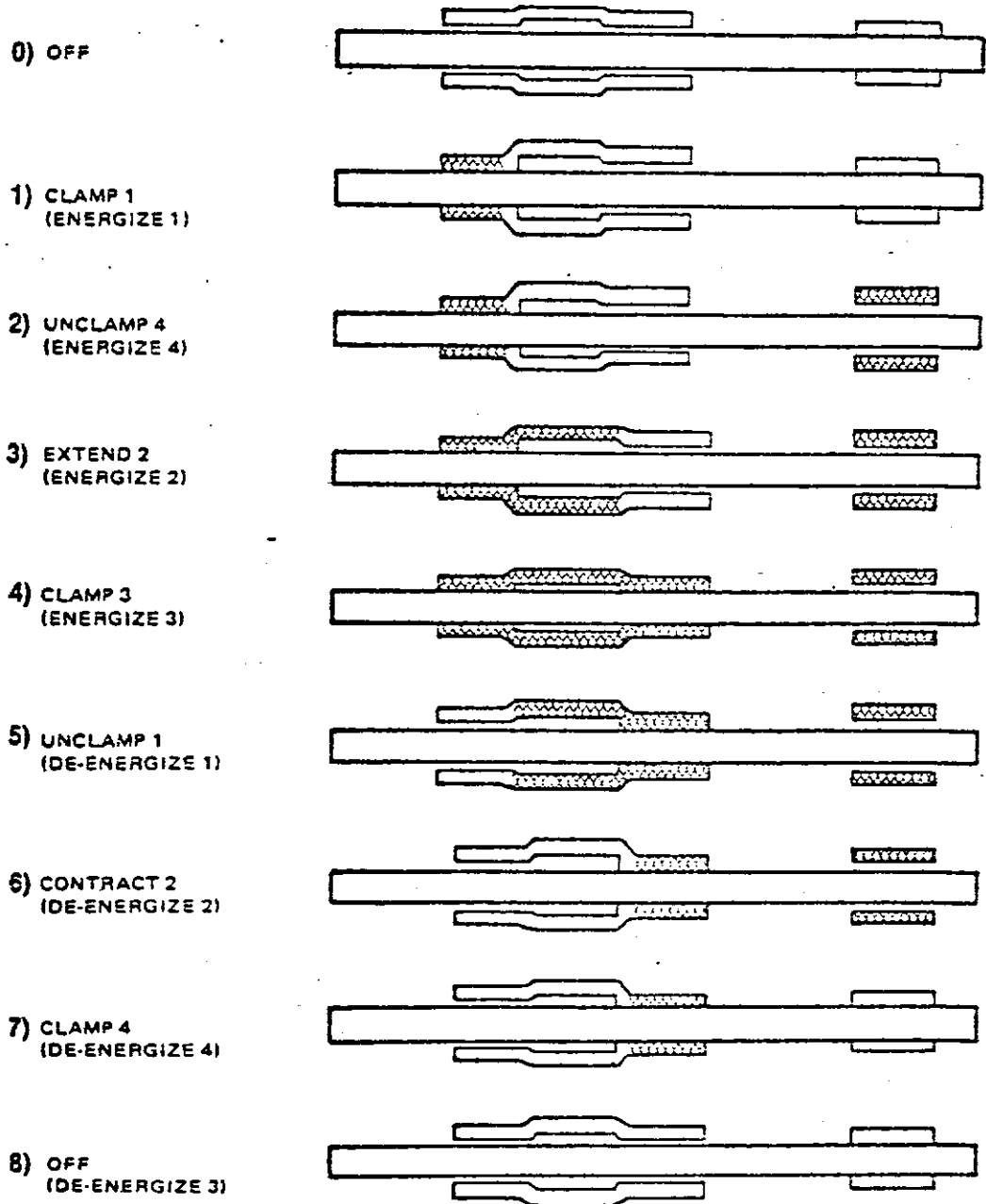
RADIATIVE COOLER

The TM uses a 2-stage passive radiative cooler to refrigerate the focal plane arrays for Bands 5 through 7. In particular, the Band 6 HgCdTe detector array requires a temperature of 95 k for proper operation. The TM cooler design is based on the proven VISSR design with modifications to increase the cooling power.

In order to achieve the required low temperature, the cooler design requires a 2-stage approach. An intermediate stage is provided in tandem with the cold stage to reduce the heat losses from the cold stage. The design of the cooler is shown in Figure 16. The principal parts of the cooler are a radiative shield which causes the

SEQUENCE OF OPERATIONS

INCHWORM SEGMENTS



ROD IS TRANSLATED
1.2 μ m TO THE LEFT

 = ENERGIZED SEGMENTS

Fig. 15 - Inchworm Adjustment Sequence

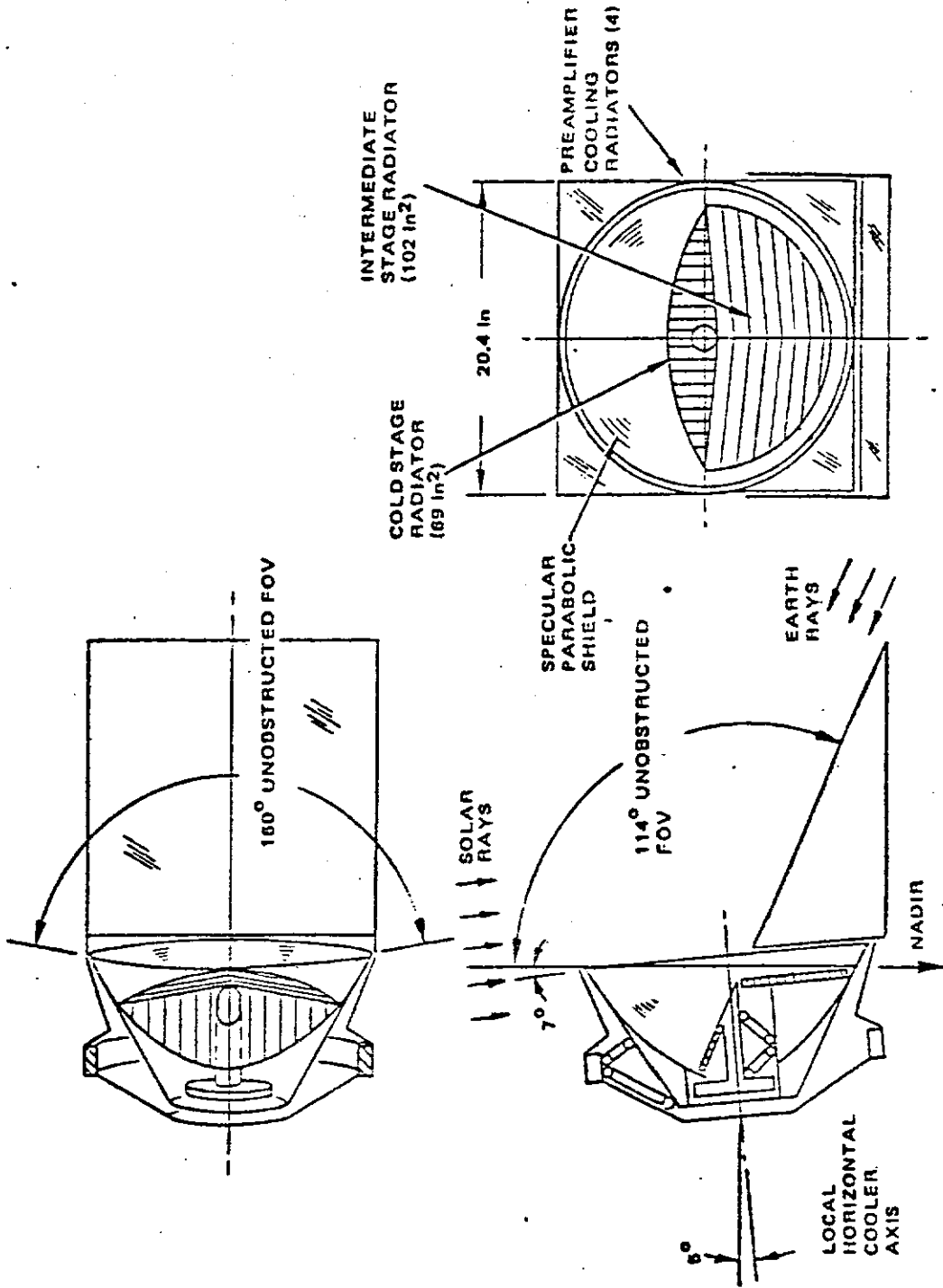


Fig. 16 - Radiative Cooler Schematic

cold patch to view outer space in the direction away from the sun and earth, a highly reflective door which prevents radiant energy from the earth hitting the cold stage, and honeycomb radiation panels for high emissivity. The cooler has been designed so that the detector focal plane can be cooled by external bench test equipment. This feature allows the TM cooled detector channels to be readily tested in the laboratory without a complicated space background simulation.

An adequate number of vent paths has been provided to reduce the possibility of cooler contamination. Worst case thermal analyses have shown that this design can cool the 36 detectors mounted in the cold patch to 84 k, providing an 11 degree margin from the expected operating temperature of 95 k. The operating temperature is controlled to better than 0.1 k via proportional heaters. This tight thermal control stabilizes the detector responsivity, thus improving the system calibration.

ONBOARD CALIBRATION

The TM must satisfy exacting requirements for absolute radiometric accuracy, band-to-band and channel-to-channel precision, and signal drift compensation. A sophisticated onboard calibration system is being constructed to satisfy these requirements. The system will perform a two-reference calibration of each detector channel every half scan. The outputs of channels which measure reflected radiation (all except Band 6) will be D.C. restored in response to a dark shutter and calibrated in response to a known level of light. The light level will be changed every 40 scan lines to permit long term analysis of detector linearity. The Band 6 output will be D.C. restored with respect to the shutter temperature and calibrated against a temperature - controlled backbody.

The two inputs are presented to each detector by a calibration shutter which oscillates like a metronome in synchronization with the scan mirror motion. The shutter blocks the scene radiation

twice per cycle (during the turnaround periods of the scan mirror) and sequentially provides D.C. restore level and a calibration input to each detector. This mechanism is illustrated in Figure 17.

The calibration signals for the reflected radiation channels originate from three tungsten-filament lightbulbs as shown in Figure 18. Colored filters and fiber optic bundles of various sizes are used to produce the proper intensity for each spectral band. The radiant intensity of each lightbulb is controlled by a separate narrow-band silicon photometer and an aperture mask to produce relative radiometric intensities of 2:3:4 for the three bulbs.

This multi-bulb source permits the calibration input level to be varied in known discrete steps for all channels by turning the lamps on and off in sequence. Lamp characteristics may be cross-calibrated by observing the channel outputs as they are turned on and off. The lamp calibration level is changed after every 40 scan lines by turning one lamp on or off. The relative lamp intensities and radiance level sequence are shown in Table 3. A temperature-controlled blackbody source is imaged onto the Band 6 array by a concave mirror attached to the shutter. A second reference is provided by the shutter, whose temperature is measured by a thermistor.

A sun calibration is implemented once per orbit, shortly after the spacecraft passes from local night into local day. This calibration is performed to test for long term changes in the tungsten lamp internal calibrator. It has the additional advantage of using a light path which includes reflections from the five fore-optic mirrors: the scan mirror, primary, secondary, and two scan line corrector mirrors. Degradations of these optical surfaces can not be detected by the internal calibrator, but may be compensated by use of data from the solar calibration measurement.

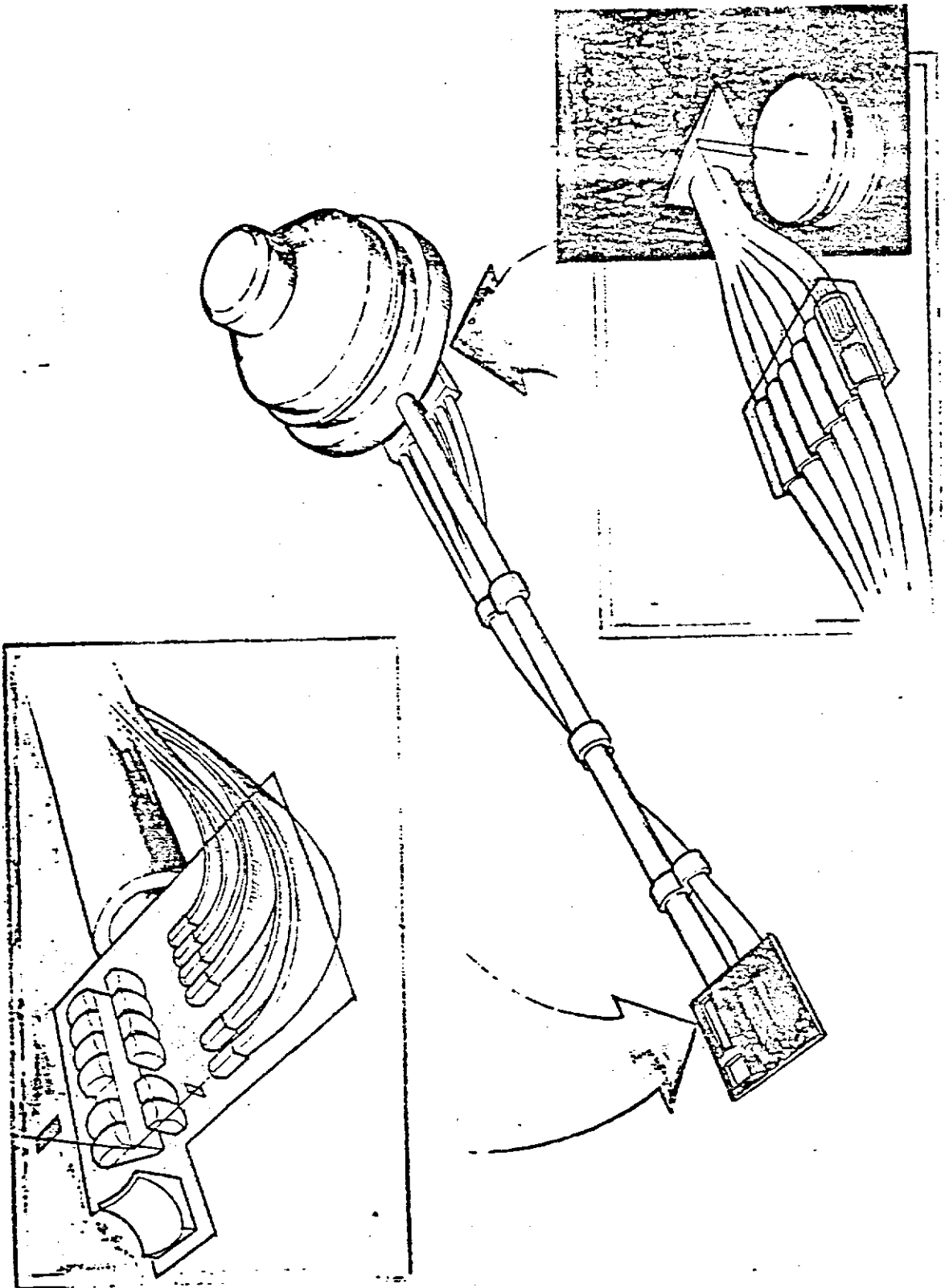


Fig. 17 - Internal Calibrator Flag Rotation

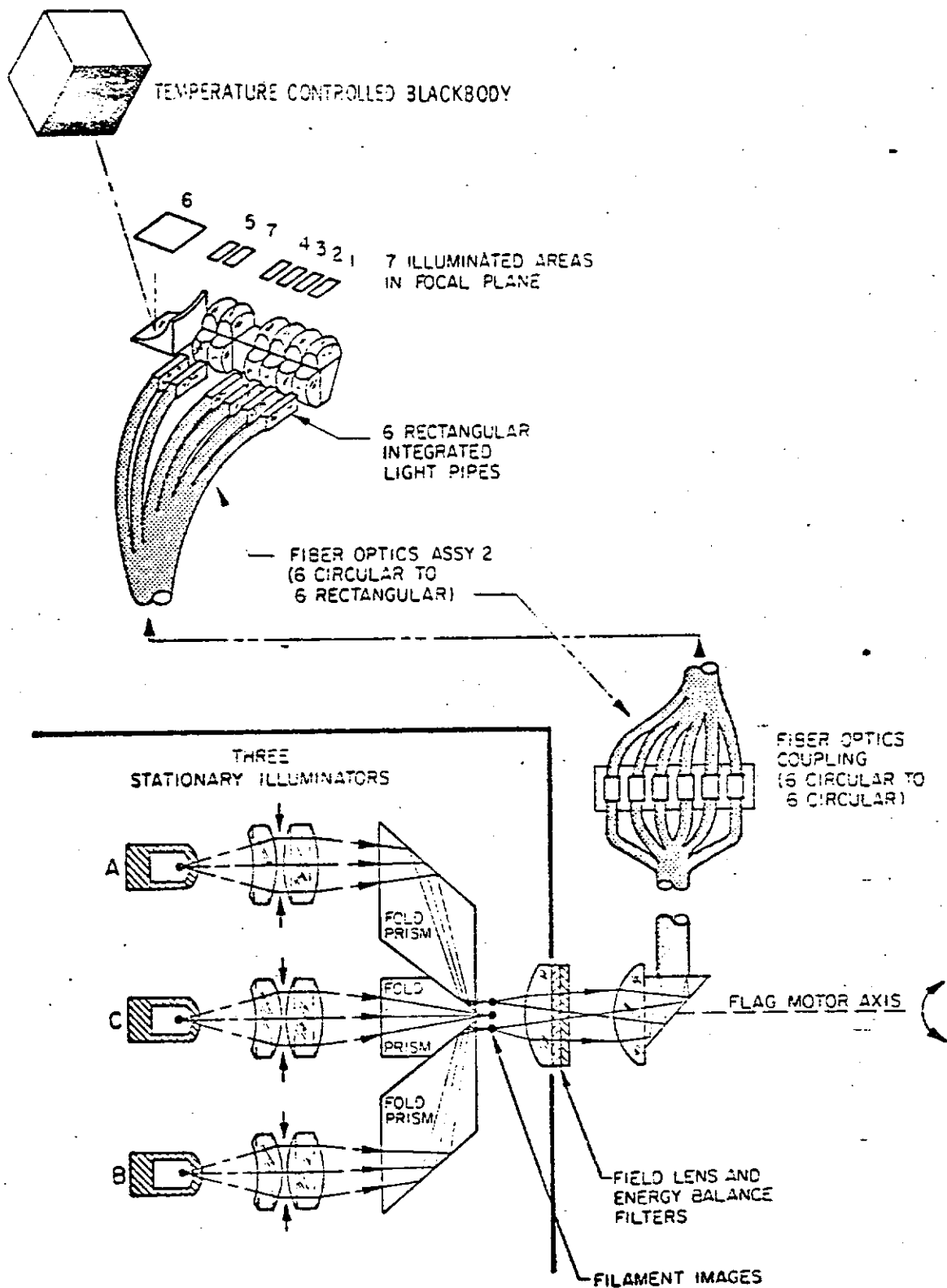


Fig. 18 - Internal Calibration Scheme

TABLE 3

CALIBRATION LAMP INTENSITY

Relative Intensities
Lamp A: 2
Lamp B: 3
Lamp C: 4

LAMP COMMAND SEQUENCE		
Command	Lamps On	Relative Intensity
All lamps off/ Lamp C off	None	0
Lamp A on	A	2
Lamp B on	A + B	5
Lamp A off	B	3
Lamp C on	B + C	7
Lamp A on	A + B + C	9
Lamp B off	A + C	6
Lamp A off	C	4

MULTIPLEXER

The primary task of the Multiplexer is the encoding and formatting of the signals from the 100 detector channels. The detector signals are amplified and filtered in the radiometer electronics and then provided to the Multiplexer. The Multiplexer performs a D.C. restoration function to compensate for offset in the detectors and preamplifiers, samples the signals, and converts these samples into eight-bit digital words. These digital words are then formatted with synchronization words and spacecraft telemetry data. This results in a composite 84.9 megabit per second data stream which is provided to the spacecraft communications subsystem for transmission to earth. A simplified block diagram of the Multiplexer is shown in Figure 19. All detectors signals are sampled at a rate determined by the field of view requirements of the instrument and the mirror scan rate. Each reflected radiation detector is sampled once every 9.61 microseconds, while the four Band 6 detectors are sampled at one fourth this rate.

In addition to encoding and formatting of detector information, the Multiplexer provides a time reference and signals for timing and coordinating the operation of the Thematic Mapper instrument. For example, the multiplexer provides a 10.61 megahertz clock signal to the Scan Mirror Assembly to be used as a time reference for controlling the highly precise scan mirror motion, and a 208.1 kilohertz clock to the Thematic Mapper power supply. The power supply DC-to-DC converter synchronizes itself to this clock which in turn is synchronous with the Multiplexer's sample rate. This precaution reduces the likelihood of power supply noise appearing as coherent patterns in the final image products.

The 84.9 MHz output data from the Thematic Mapper represents a substantial increase in raw data rate over that generated by other multispectral imagers. For example, the TM data rate is nearly six times that of the MSS. This high data rate has substantial

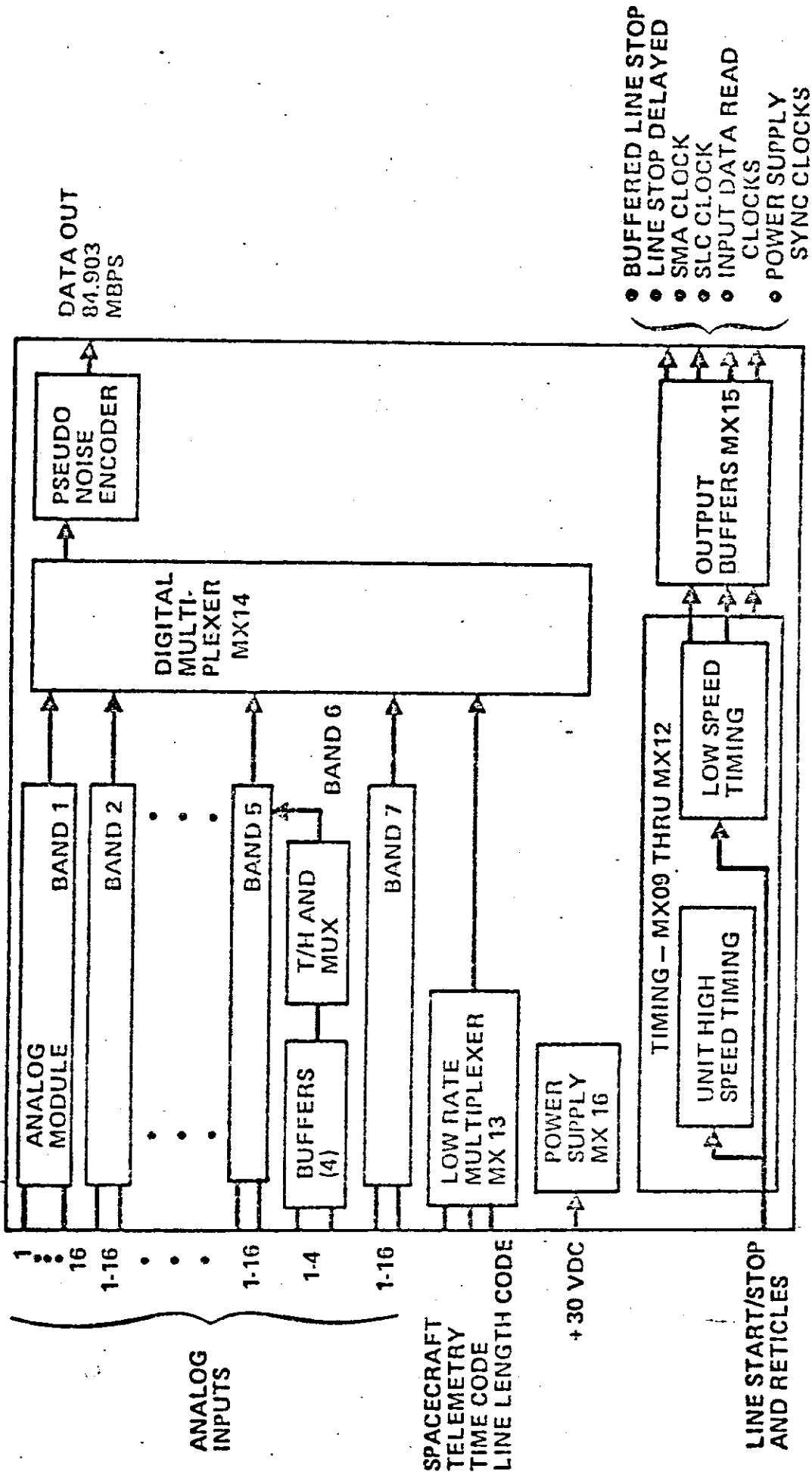


Fig. 19 - TM Multiplexer

implications for the selection of electronic components and the layout of the circuitry. Emitter coupled logic is being used to perform all high-speed functions.

The Multiplexer design is highly modular and hybridized. Rather than utilizing a single analog to digital converter capable of converting all 100 channels, the Multiplexer provides dedicated buffering, multiplexing, and analog to digital conversion circuitry for each full band. This circuitry will be packaged on a single module which will be replicated in the unit six times, one for each of the six full rate bands. The low rate Band 6 inputs are converted by the Band 5 A/D converter. Most of the circuitry which is replicated for each band or each detector is packaged in hybrid microcircuits. These hybrids are of three types: an analog input buffer with DC restoration, an analog multiplexer and track/hold function, and an analog to digital converter. The nonreplicated portions of the Multiplexer, i.e., the timing and formatting and digital buffering functions, are built of standard flat pack integrated circuits on multi-layer printed circuit boards. The timing and output formatting circuitry is common for all bands.

All timing functions, as well as a single high rate band, have been breadboarded and tested. All three hybrid types have been packaged and successfully tested. All electronic tests have been successful to data.

BENCH TEST AND CALIBRATION EQUIPMENT

The bench test and calibration equipment (BTCE) is a system of equipment which provides for complete performance testing of the Thematic Mapper instrument and for buildup and integration of the radiometer. Data archiving, recovery, and correlation are enhanced by incorporation of timing reference and recording devices.

The system contains the necessary equipment to support the following functions:

- Simulate the interface between the Thematic Mapper and the host spacecraft (Landsat-D).
- Provide the optical stimuli for performance testing and calibration.
- Process the high rate data stream during performance testing or recorded data playback.
- Isolate the Thematic Mapper and stimuli from disturbing vibrational environments.
- Monitor, control, and record test configurations and operational conditions.
- Provide cooling of the cold focal plane for laboratory ambient tests.
- Provide radiative heat sinks for thermal tests.
- Simulate TM interfaces and signals for self-test.
- Provide special tools and fixtures for alignment and handling.

The high data rate of the Thematic Mapper (84.9 Mbps) dictates that a high speed computer be used to access and process the test data. Inclusion of such a computer allows its use for other operations in the test system. The test philosophy established for the Thematic Mapper employs judicious use of computer control in all aspects of testing, supplemented by the ability to revert to manual control of most equipment in the event of computer failure.

The high performance of the TM imposes particularly severe requirements on the design of the optical stimuli sources. Not only their optical performance needs to be better than that of the TM, but their stability and repeatability must be such so as not to introduce significant errors which can obscure the test results. This aspects of the test equipment design is being addressed with great care

and it is anticipated that when the hardware is implemented the results will be satisfactory.

QUALITY CONTROL

Quality control has been an integral part of the TM program. Stringent standards have been applied in the selection of materials and components, the design of subsystems, and the control of the fabrication environment. A detailed test plan is being implemented with emphasis upon computer control of the stimuli and computer evaluation of the resulting test data.

Test and analyses which have been conducted thusfar have confirmed, in general, the ability of TM subsystems to meet or exceed their performance specifications. Some minor deviations have been observed in test of the scan mirror dynamics. Efforts are now underway to improve the linearity of the active scan motion and to minimize the vibrations produced by the mirror impacts upon the bumpers. The coupling of these vibrations to the telescope structure is also being investigated in order to minimize the optical degradations due to jitter in the primary/secondary mirror positioning.

The TM development and fabrication are proceeding on schedule with delivery of the engineering model expected the first quarter of calendar year 1980. The reliability and quality assurance procedures which are now being implemented will maximize the Thematic Mapper's chances for a long, high performance operating life.

APÊNDICE C

ESTUDO COMPARATIVO BÁSICO ENTRE OS DADOS DOS
SATÉLITES LANDSAT E SPOT

(Preparado pela SEP/França)

SPOT

LANDSAT - D

TYPE OF ORBIT Heliosynchronous crossing equator at 10:30 am local time Heliosynchronous crossing equator at 9:30 am local time

ORBIT INCLINATION 98,7° 98,2°

DISTANCE TO EARTH 832 km 715 km

PERIOD OF ROTATION 101,3 mn 98,6 mn

ORBIT REPEAT PERIOD 26 days 16 days

BOTH SATELLITES SCAN AND SWATHE THE EARTH - EXCEPT POLAR AREAS - WITH A MINIMUM OVERLAP OF 7,4% FOR SPOT AND 7,6% FOR LANDSAT - D

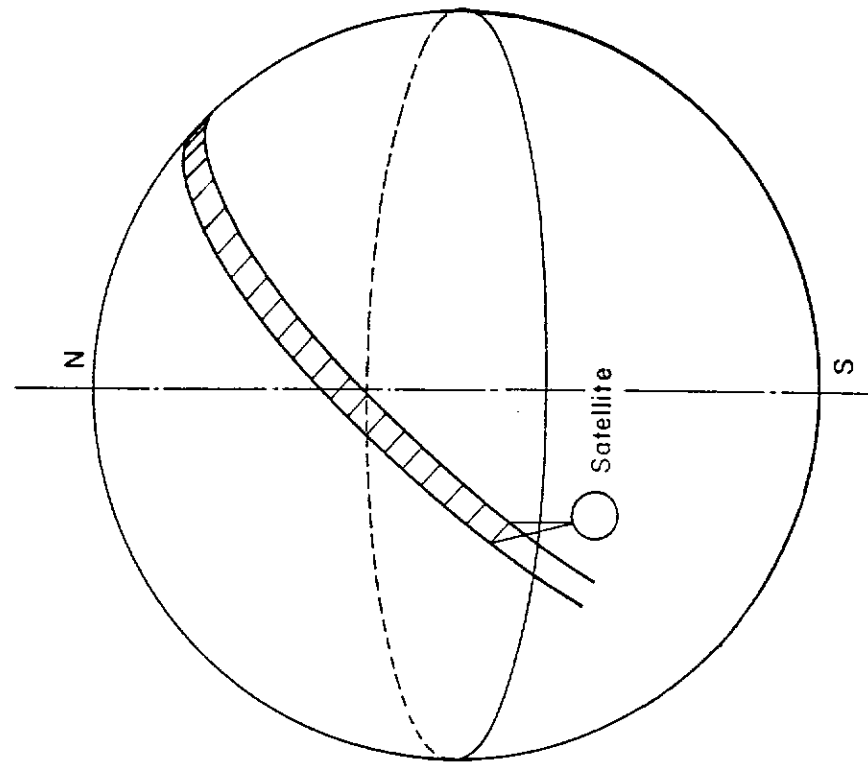


Fig. C.1 - Presentation of Orbit Characteristics of Both Satellites

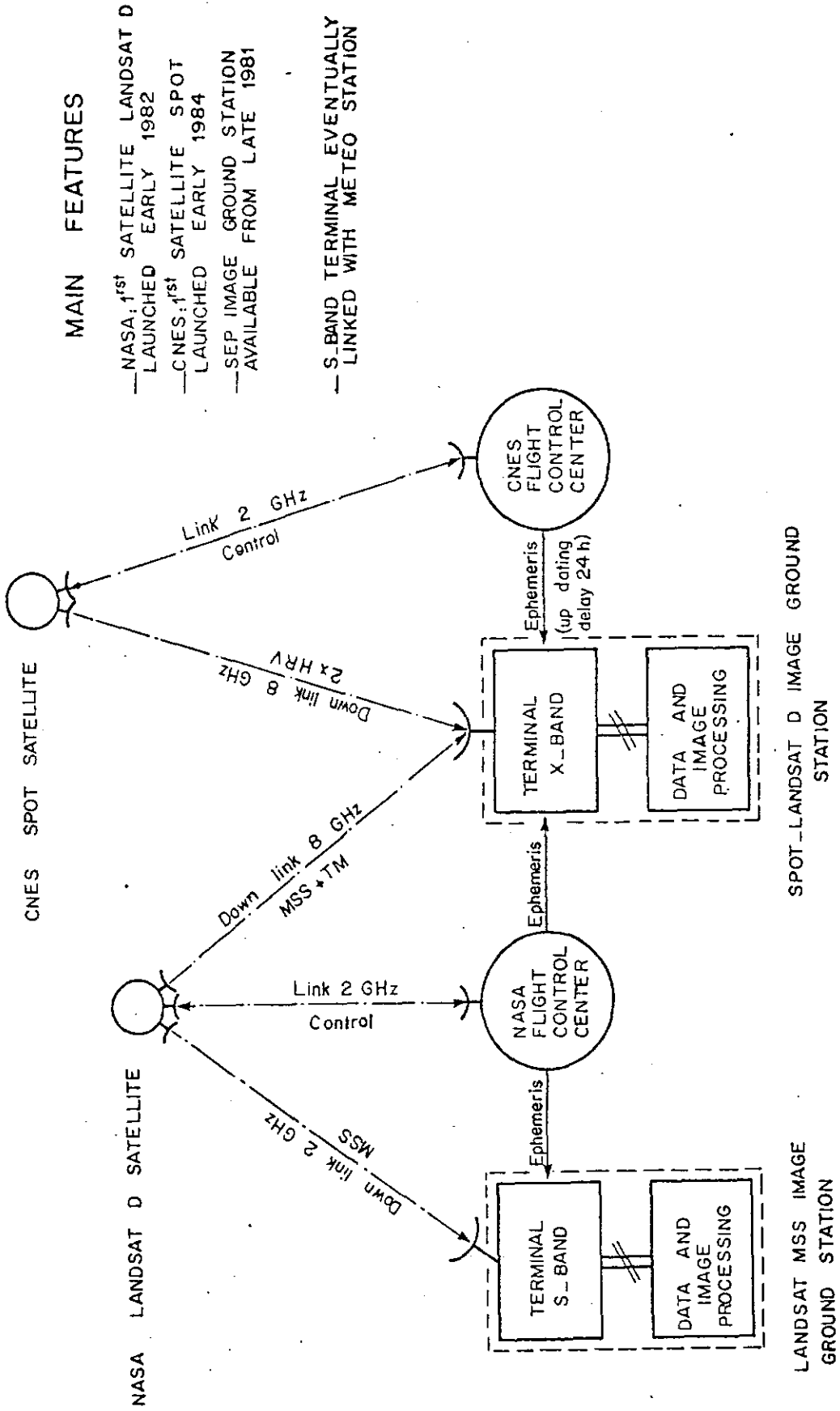
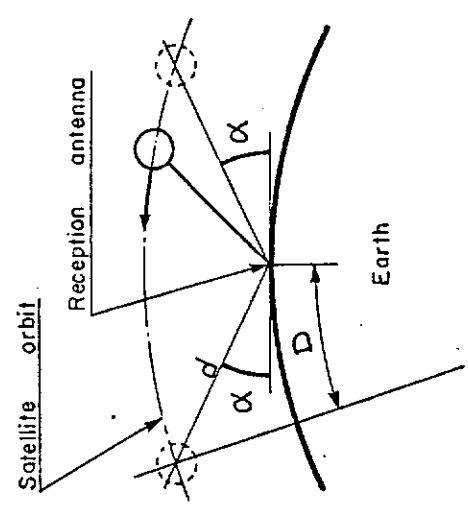


Fig. C.2 - Spot and LANDSAT D Systems

SPOT LANDSAT D

Elevation angle (α)	5° (lowest)	5° (lowest)
Acquisition range (d)	2850 km	2580 km
Range on earth (D) (half diameter of covered area)	2570 km	2370 km
Acquisition per day (they occur in the morning)	3 maximum (with a 101mn spacing time)	3 average (with a 99mn spacing time)
Maximal duration of an RF signal acquisition (passage time)	780 s	700 s
Trace spacing at equator	108 km	172 km
Scan angle per instrument Minimum overlap	4,2° (60 km) -7,4 %	14,9° (185 km) 7,6 %
Zenith coverage	yes	yes



.FOR SPOT AND LANDSAT D , FREQUENCIES ARE BOTH IN THE X-BAND (8to8,4 GHz)
 .AN ALTERNATE BAND_S (2 to 2,4 GHz) DOWNLINK IS PROVIDED FOR LANDSAT . MSS

Fig. C.3 - Coverage and Tracking Features

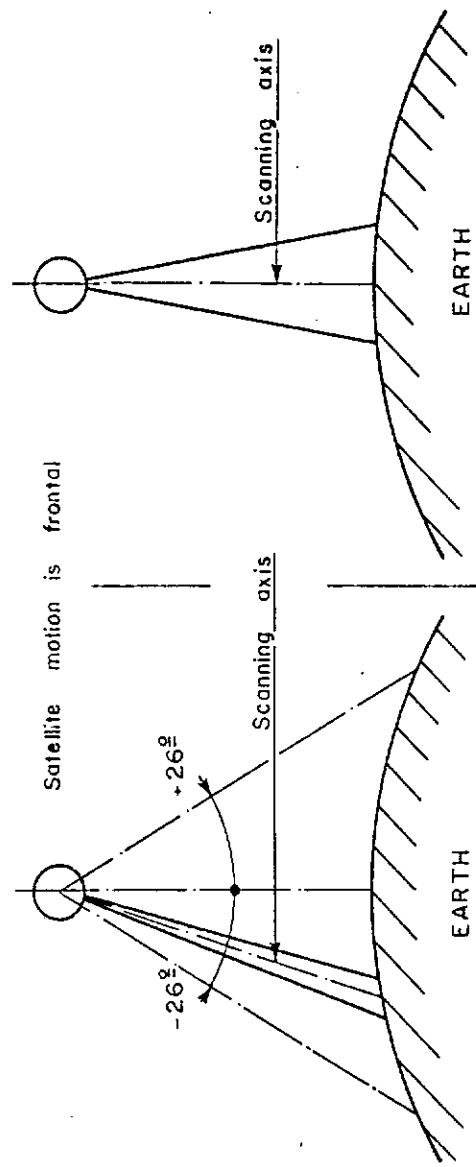
SPOT

LANDSAT D

OPTICAL INSTRUMENTS ON PRESENT MISSION SATELLITES	TWO PUSHBROOM CAMERAS	TWO MIRROR - SCANNERS
TYPE	Two high resolution visible light cameras HRV1 and HRV 2	Thematic mapper TM conventional multispectral scanner MSS
OPERATING MODES PER INSTRUMENT	Panchromatic or multispectral	One per instrument
SPECTRAL BAND μm	PAN 0,50 - 0,90 XS 0,50-0,59 0,61 - 0,69 0,79-0,90	TM ① 0,45 - 0,52 ② 0,52 - 0,60 ③ 0,63 - 0,69 ④ 0,76 - 0,90 ⑤ 1,55 - 1,75 ⑥ 10,40 - 12,5 ⑦ 2,08 - 2,35 MSS ① 0,50 - 0,60 ② 0,60 - 0,70 ③ 0,70 - 0,80 ④ 0,80 - 1,10
RESOLUTION	10 meters	30 meters for band 6 (120m) 80 meters
POINTING ANGLE	$\pm 26^\circ$ from vertical	No pointing possibility
SCANNING WIDTH ON EARTH	60 km (when vertical)	185 km 185 km
PRECISION	8 bits (compressed)	8 bits 6 bits
DATA TRANSMISSION FREQUENCY	24 Mbits/s	84 Mbits/s 15,06 Mbits/s

Fig. C.4 - General Image Data Characteristics

SPOT LANDSAT D



PRESENTATION OF ONE INSTRUMENT SCAN ANGLE

GENERAL Two optical instruments, each scanning the earth in a vertical plane below satellite

TILTING OF SCAN AXES OF INSTRUMENTS	Roll-plane tilting of scan-axes at angles up to 26° from vertical - Each axis is programmable from earth control station	Both axes remain vertical
ORBIT REPEAT CYCLE	26 days	16 days
AVERAGE FREQUENCY OF COVERAGE	less than 3 days	Exactly 16 days
POSSIBILITY OF COVERAGE OF A 16° LATITUDE AREA	D, D+5, D+6, D+10, D+11, D+15, D+16, D+20, D+21, (D+26)	D, (D+16)

POSSIBILITY OF STEREOSCOPY AND TERRAIN MODELLING

Fig. C.5 - Scan Features

APÊNDICE D

ESTIMATIVA DE CUSTOS ADICIONAIS PARA
MANIPULAÇÃO DE DADOS DO SPOT

● Equipamentos

1. Estação de Recepção e Gravação

- 1.1 - SPOT Receiver.
- 1.2 - SPOT Bit Sync.
- 1.3 - MW Display B & W para SPOT.
- 1.4 - SPOT Test Generator
- 1.5 - SPOT Format Sync MWD.

2. Laboratório de Processamento Eletrônico

- 2.1 - SPOT Test Generator.
- 2.2 - SPOT Format Sync.
- 2.3 - Array Processor.
- 2.4 - Memória Adicional 512 KB.
- 2.5 - 1 disco 300 MB.
- 2.6 - 1 MW Display color.

US\$ 600 000.00

● Material de Consumo

- Spare Parts para recepção e processamento (board level) não incluindo spares para computador US\$ 100 000.00

● Serviços de Terceiros

- Software US\$ 600.000.00
- Outros serviços, tais como instalação, garantia, documentação e treinamento..... US\$ 200 000.00
- 12 passagens aéreas p/ treinamento no exterior Cr\$ 700.000,00
- Fretes Cr\$ 300.000,00

● Diárias

- 6 homens x 6 meses - (US\$ 60/d) Cr\$ 2.500 000,00
- 6 homens x 1 mês - (US\$ 60/d) Cr\$ 500 000,00

RESUMO:

Parte em Dólares Americanos = US\$ 1 500 000.00

Parte em Cruzeiros = Cr\$ 4 000 000,00

Total em Cruzeiros = Cr\$ 64 000 000,00

(1 US\$ = 40 Cr\$)

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

PROJETO LANDSAT D

PARTE 3: RECEPÇÃO/GRAVAÇÃO/PROCESSAMENTO PARA DADOS DO SPOT

Nº	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	RESPONSÁVEL	1982												1983												1984												
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	Fabricação de equipamentos - área de recepção																																						
1.A	SPOT Receiver																																						
1.B	SPOT Bit Sync																																						
1.C	MW Display p/ SPOT																																						
1.D	SPOT Test Generator																																						
1.E	SPOT Form Sync																																						
2	Fabricação de equipamentos - área de processamento																																						
2.A	SPOT test Generator																																						
2.B	SPOT Format Sync																																						
2.C	512 KB Memória																																						
2.D	1 disco 300 MB																																						
2.E	1 array processor																																						
2.F	1 MDW color																																						
3	Desenvolvimento Software																																						
3.A	Pré-Estudo																																						
3.B	Desenvolvimento																																						
3.C	Integração																																						
4	Integração e Pré-Aceitação - no Exterior																																						
5	Instalação/Aceitação - Teste Final																																						