


UM SISTEMA PARA AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS
BATIMÉTRICOS E SUA APLICAÇÃO NO ACOMPANHAMENTO DE
OBRAS DE DRAGAGEM

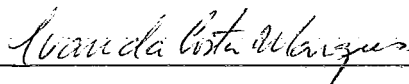
Antonio Geraldo Neves da Cunha

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE
PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE
JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (M.Sc.)

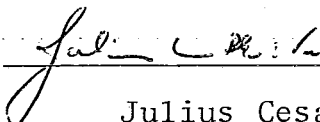
Aprovada por:



Eber Assis Schmitz
(Presidente)



Ivã da Costa Marques



Julius Cesar Barreto Leite



Guilherme Chagas Rodrigues

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

DEZEMBRO DE 1983

CUNHA, Antonio Geraldo Neves da

Um Sistema para Aquisição e Processamento de Dados Batimétricos e Sua Aplicação no Acompanhamento de Obras de Dragagem . Rio de Janeiro , 1983.

X, 139 pág. 29.7cm (COPPE-UFRJ, M.Sc., Engenharia de Sistemas e Computação, 1979).

Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro

1. Computadores I. COPPE/UFRJ

DEDICATÓRIA

À Lúcia, Vanessa, Rodrigo e Elisa.
Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

PEDRO PEREIRA BRANDO e TARCISIO NEVES DA CUNHA que abriram os espaços e colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.

GUILHERME CHAGAS RODRIGUES pela sua assistência durante a elaboração desta tese.

SALVIO AUGUSTO DE OLIVEIRA MARTINS pelo apoio à implantação deste trabalho na CBD.

BRAZ RIBEIRO DOS SANTOS pela colaboração prestada nos testes de campo do sistema.

À Diretoria da CBD, em especial a MARCO ANTONIO DE PAIVA, que sustenta o desenvolvimento de métodos mais dinâmicos no setor de dragagem, desde 1976.

SUMARIO

O BAT é um sistema para aquisição de dados batimétricos que implementa uma metodologia seccional para a determinação do Modelo Digital do Terreno Submerso.

A capacidade de processamento aritmético implantada no sistema permite sua aplicação nos cálculos de acompanhamento de obras de dragagem, tornando-se ferramenta fundamental para a automação do controle desses serviços.

O BAT vem a preencher uma lacuna existente na oferta de equipamentos deste gênero, dando soluções inovadoras no tocante à operacionalidade e ao custo de operação.

SUMMARY

The BAT is a system performed to bathymetric data acquisition which increases a seccional methodology in order do determine the Underwater Digital Terrain Model.

The arithmetic processing capacity of the aforesaid system allows it to be applied in the dredging works calculations, becoming an indispensable tool for the automation of the mentioned works control.

The BAT is the first within this kind of equipment in Brazil, and furnish engineers with inovative solutions concerning to operative works and operational cost.

Í N D I C E

	Pág.
CAPÍTULO I: <u>INTRODUÇÃO</u>	
1.1 - APRESENTAÇÃO	01
1.2 - CONCEITUAÇÃO DO PROBLEMA	
1.2.1 - RAÍZES	01
1.2.2 - CICLO DE ACOMPANHAMENTO DE UMA DRAGAGEM ..	02
1.2.3 - ESTÁGIO ANTERIOR NA CBD: AUTOMAÇÃO NOS RE SULTADOS FINAIS	03
1.2.4 - AUTOMATIZAÇÃO DA BATIMETRIA	05
1.3 - O SISTEMA DE BATIMETRIA AUTOMÁTICA (BAT)	
1.3.1 - PROJETO	10
1.3.2 - EVOLUÇÃO	12
1.3.3 - VIABILIDADE	13
1.3.4 - ESTÁGIO IMPLANTADO	14
 CAPÍTULO II : <u>DEFINIÇÃO DO SISTEMA</u>	
2.1 - PROPÓSITO E USO DO SISTEMA	16
2.2 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA	17
2.2.1 - PROCESSADOR	18
2.2.2 - FONTE DE ALIMENTAÇÃO	21
2.2.3 - TECLADO	22
2.2.4 - VISOR	22

	Pág.
2.3 - FUNCIONAMENTO DO SISTEMA	22
2.3.1 - PREPARO DA SONDA GEM	23
2.3.2 - EXECUÇÃO DA SONDA GEM	24
2.3.3 - PROCESSAMENTO PRELIMINAR	25
2.3.4 - PROCESSAMENTO FINAL	26
2.4 - OPERAÇÃO DO SISTEMA	
2.4.1 - PROCEDIMENTOS INICIAIS	27
2.4.2 - OPÇÕES GERAIS	31
2.4.3 - OPÇÕES DE DEPURAÇÃO	40
 CAPÍTULO III: <u>DETALHAMENTO DA PROGRAMAÇÃO</u>	
3.1 - ESTRUTURA DA PROGRAMAÇÃO	42
3.2 - PROGRAMAÇÃO BÁSICA	43
3.2.1 - SUBROTINAS DE GERÊNCIA DO VETOR DE INTER RUPÇÕES	43
3.2.2 - SUBROTINAS DE GERÊNCIA DOS CANAIS DE D.M.A..	45
3.2.3 - SUBROTINAS DE E/S	46
3.2.4 - SUBROTINAS AUXILIARES	49
3.2.5 - PROGRAMA DE INICIALIZAÇÃO DO SISTEMA	50
3.3 - PROGRAMAÇÃO ARITIMÉTICA	51
3.3.1 - ROTINAS BÁSICAS	51
3.3.2 - ROTINAS FUNCIONAIS	51
3.3.3 - ROTINAS DE GERÊNCIA DAS LISTAS DE PARÂMETROS	52
3.4 - PROGRAMAÇÃO DE APLICAÇÃO	54
3.4.1 - ROTINAS PARA POSICIONAMENTO E EXIBIÇÃO DA OBRA	54

3.4.2 - PROGRAMAS PARA GERAÇÃO DE GEOMETRIA/POSICIONAMENTO.....	55
3.4.3 - PROGRAMA PARA BATIMETRIA AUTOMÁTICA	56
3.4.4 - PROGRAMA DE VALIDAÇÃO DO ECO	58
3.4.5 - PROGRAMA DE CÁLCULOS GERAIS	58
3.4.6 - PROGRAMA DE PLOTAGEM	58
3.4.7 - PROGRAMA DE GERAÇÃO DE FITA	58
3.4.8 - PROGRAMA ALVO	58
3.5 - PROGRAMAÇÃO DE MANUTENÇÃO	59

CAPÍTULO IV : IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

4.1 - IMPLEMENTAÇÃO DO HARDWARE	
4.1.1 - PROCESSADOR DO BAT	60
4.1.2 - ECOBATÍMETRO	62
4.1.3 - TERMINAL GRÁFICO/ALFANUMÉRICO	79
4.1.4 - PLOTADORES	87
4.1.5 - TECLADO	92
4.1.6 - DISCO	95
4.1.7 - MRS	98
4.2 - IMPLEMENTAÇÃO DO SOFTWARE	
4.2.1 - RECURSOS DE DESENVOLVIMENTO	102
4.2.2 - PROGRAMAÇÃO EM EPROM	102
4.2.3 - PROGRAMAÇÃO EM RAM	103
4.2.4 - ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO	107
4.3 - PROCESSAMENTO ARITMÉTICO	109
4.3.1 - DESCRIÇÃO DA UPA9511	109
4.3.2 - INTERLIGAÇÃO AO PROCESSADOR BAT	110

	Pág.
4.3.3 - FUNÇÕES ARITMÉTICAS BAT	112
4.4 - IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA	
4.4.1 - ORGANIZAÇÃO DOS ARQUIVOS EM DISCO	115
4.4.2 - ALOCAÇÃO DE ESPAÇO NOS DISCOS	118
4.4.3 - FORMAÇÃO DO ARQUIVO 'REFS'. CÁLCULO DE LAZEIRAS	120
4.4.4 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO	121
4.4.5 - POSICIONAMENTO BAT	127
4.4.6 - EXIBIÇÃO DO REGISTRO DE ECOBATÍMETRO	132
 CAPÍTULO V : <u>CONCLUSÃO</u>	
5.1 - O SISTEMA IMPLANTADO	134
5.2 - EVOLUÇÃO DO SISTEMA	135
5.2.1 - APERFEIÇOAMENTO NA FASE DE CAMPO	135
5.2.2 - EXPANSÕES PREVISTAS	136
5.2.3 - SUBSTITUIÇÃO DO COMPUTADOR CENTRAL.....	138
5.2.4 - OUTRAS APLICAÇÕES	138
5.3 - ANÁLISE FINAL	139
 BIBLIOGRAFIA	 139

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 - APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido visando a otimização do controle e supervisão das obras de dragagem executadas pela COMPANHIA BRASILEIRA DE DRAGAGEM (CBD).

A proposição inicial prendia-se ao projeto de um sistema (equipamento de campo) automático de captura de dados batimétricos, objetivando a rapidez e confiabilidade na obtenção de arquivos para a integração a um sistema de processamento já existente. A evolução decorrida a partir desta concepção foi em parte imposta pelos condicionantes da metodologia empregada numa sondagem e parte surgida naturalmente na ocupação de lacunas existentes no ciclo de acompanhamento de uma dragagem.

O estágio final alcançado vem a ser um equipamento, independente, de coleta e processamento de dados batimétricos, com uma programação aplicada ao acompanhamento de uma obra de dragagem.

1.2 - CONCEITUAÇÃO DO PROBLEMA

1.2.1 - Raizes

A execução de uma dragagem é empreendimento oneroso devido ao alto custo envolvido com equipamentos. Estes são de porte, complexidade e especialização proporcionais à aplicação específica. Trabalham, em geral, sob condições de contorno rigorosas e meio ambiente agressivo, estando sujeitos, com isto, à manutenção periódica (reparos) e depreciação a prazos relativamente curtos. A rapidez e precisão tornam-se, então, fatores decisivos para a otimização dos custos de tais empreendimentos. Esses fatores são maximizados quando da automação de três itens básicos numa

dragagem:

- Posicionamento do equipamento (draga)
- Acompanhamento da dragagem
- Controle da operação do equipamento

destes, o primeiro foi automatizado através de um sistema desenvolvido e implantado na CBD em 1978 (ver ref. [1]). O segundo é o objetivo do presente trabalho, cuja meta inicial era apenas o sistema de aquisição de dados batimétricos.

1.2.2 - Ciclo de acompanhamento de uma dragagem

O acompanhamento de uma dragagem processa-se num ciclo cuja frequência é determinada pelas características da obra. Consta de quatro eventos, como pode ser visto no diagrama da figura I.1. Numa metodologia convencional, a tais eventos são atribuídas as seguintes tarefas:

Preparo - É a etapa de planejamento da batimetria de acompanhamento. A área a ser sondada é definida e analisada. Determinam-se os equipamentos a serem utilizados de acordo com o método de trabalho e a precisão requerida (escala). Define-se, então, o seccionamento da área, e são preparados mapas de apoio à sondagem, para auxílio ao posicionamento.

Levantamento - É a etapa de execução da sondagem, onde são gerados os documentos (cadernetas de bordo, de terra e de maré) que servem de base para a confecção de uma planta batimétrica. A sincronização entre o posicionamento e o registro das profundidades é feita através de comando verbal.

Resultados Preliminares - Nesta etapa são analisados os resultados do levantamento batimétrico. O registro do ecobatímetro é interpretado e subdividido. A caderneta de bordo é atualizada com as profundidades lidas do registro, descontada a maré. Confecciona-se uma planta batimétrica sem acabamento (Planta de Bordo).

Resultados Finais - Esta etapa produz a documentação oficial para o acompanhamento da dragagem. A planta batimétrica final

(Planta Original) é confeccionada a partir da **Planta de Bordo** e das cadernetas geradas em campo. Levantam-se os dados de profundidade de cada seção de projeto, lidos na **Planta Original**, para o desenho dos perfís e o cálculo das áreas (por meio de planímetros) e volumes dragados e a dragar. Os resultados são analisados em relação aos anteriores (volumetria comparativa) para determinação das diretrizes de execução da dragagem.

A dinamização deste ciclo é conseguida através de sua automação. Uma automatização total, paralela, de seus eventos componentes, conduziria a uma solução cuja implantação seria impraticável, pois a assimilação do novo método pela estrutura existente condenaria o sistema ao insucesso. A análise para uma automação modular, a mais indicada no caso, conduz à sequência de automatização mostrada na **figura I.1**.

O primeiro módulo a automatizar exige apenas equipamento e pessoal especializado em processamento de dados convencional. Um sistema de plotagem (software básico e plotador de média resolução) é necessário para a edição de plantas e perfís.

O segundo módulo exige um equipamento de campo projetado especialmente para um levantamento batimétrico. Tais equipamentos possuem métodos operacionais bem definidos, exigindo treinamento, adaptação e, talvez, mudança de pessoal. A integração com o primeiro módulo é fator decisivo para a escolha do equipamento de campo.

A automatização do terceiro módulo pede a utilização de um sistema gráfico interativo, com uma gerência eficiente de banco de dados.

1.2.3 - Estágio anterior na CBD: Automação nos resultados finis

A CBD, desde sua criação, seguia a metodologia clássica para o acompanhamento de uma dragagem, como apresentado no item 1.2.2. A aquisição, em 1974, de um sistema IBM S/3 mod. 10, e um sistema de plotagem, possibilitou a automação na apresentação dos

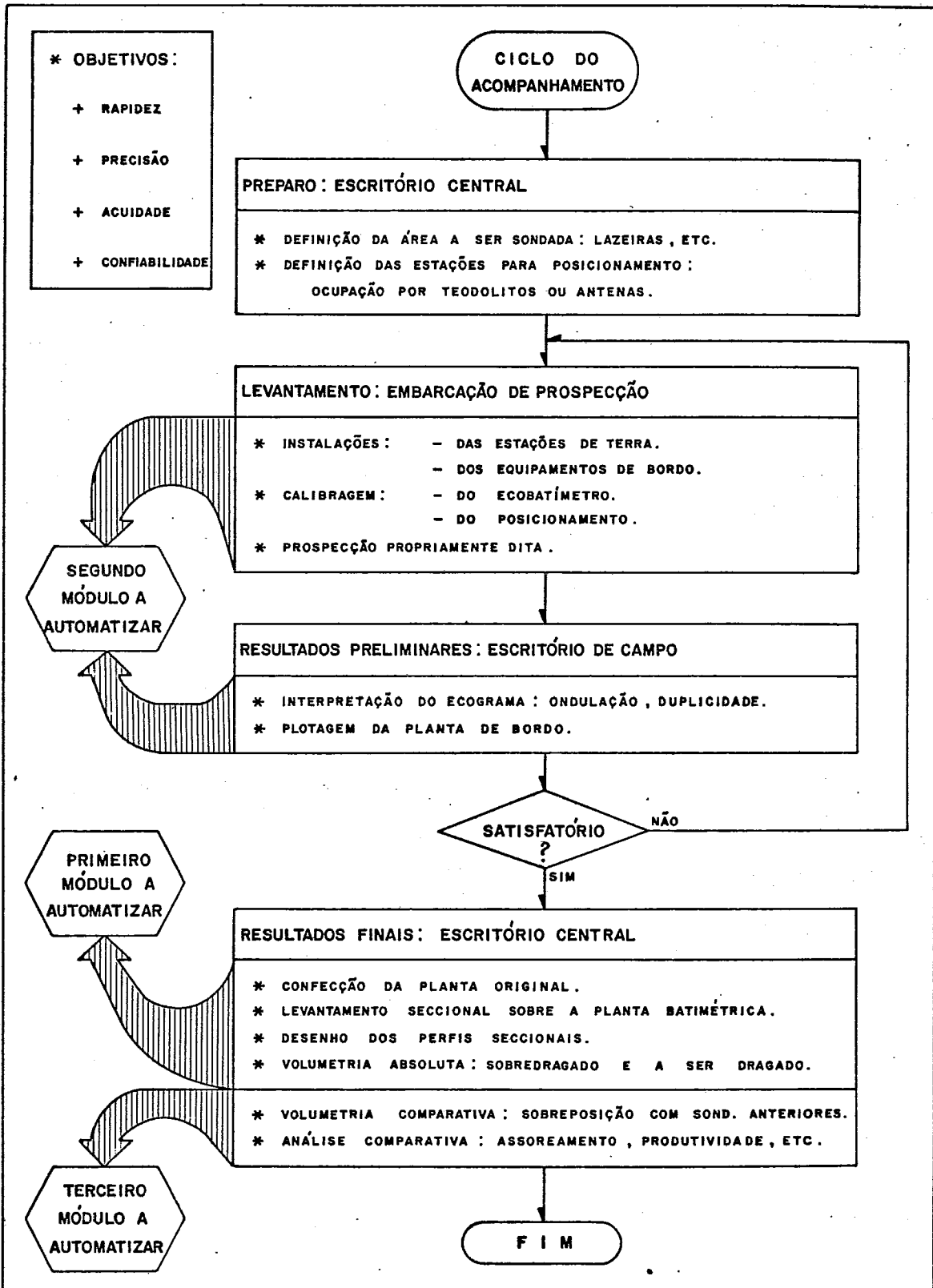


FIGURA I.1

resultados finais das sondagens (cálculos e plotagem de plantas e perfis). Neste processo, as cadernetas de campo (de TERRA e BORDO) têm seus dados perfurados em cartões para a implantação dos arquivos de base para cálculos e plotagens, como descrito no diagrama da **figura I.2.**

Como pode ser visto no diagrama, os resultados assim obtidos são submetidos a uma análise crítica, os arquivos são corrigidos e submetidos novamente aos programas. Essa interação segue até a aceitação final dos resultados. A dinamização preconizada fica, assim, ameaçada pelo número excessivo de interações realizadas num sistema "BATCH", degradando, por vezes, o tempo de resposta ao nível de um processamento manual.

O esforço que se seguiu foi no sentido do fechamento do ciclo de automatização, através do estudo de um projeto de coleta de dados batimétricos e sua transferência para o computador central, sem intervenção manual no processo.

1.2.4 - Automação da Batimetria

Definições

Batimetria é a denominação geral que se dá à determinação dos relevos submersos dos leitos de rios, lagos e mares, e às cartas, também chamadas de PLANTAS BATIMÉTRICAS, que traduzem esta informação. Tais plantas dão apoio a atividades como hidrografia, mapeamento náutico, dragagem, manutenção de portos, geofísica, prospecção petrolífera e outras.

A tarefa básica para a determinação do solo submerso é chamada de levantamento, ou prospecção batimétrica ou, simplesmente, sondagem. Consiste na medição metódica das profundidades da região em estudo, estabelecendo a posição, no sistema de coordenadas de referência, de cada profundidade obtida. Assim, obtem-se um Modelo Digital do Terreno (MDT), do qual são extraídos mapas e perfis, e aplicados procedimentos de comparação quantitativa com estudos anteriores da mesma área.

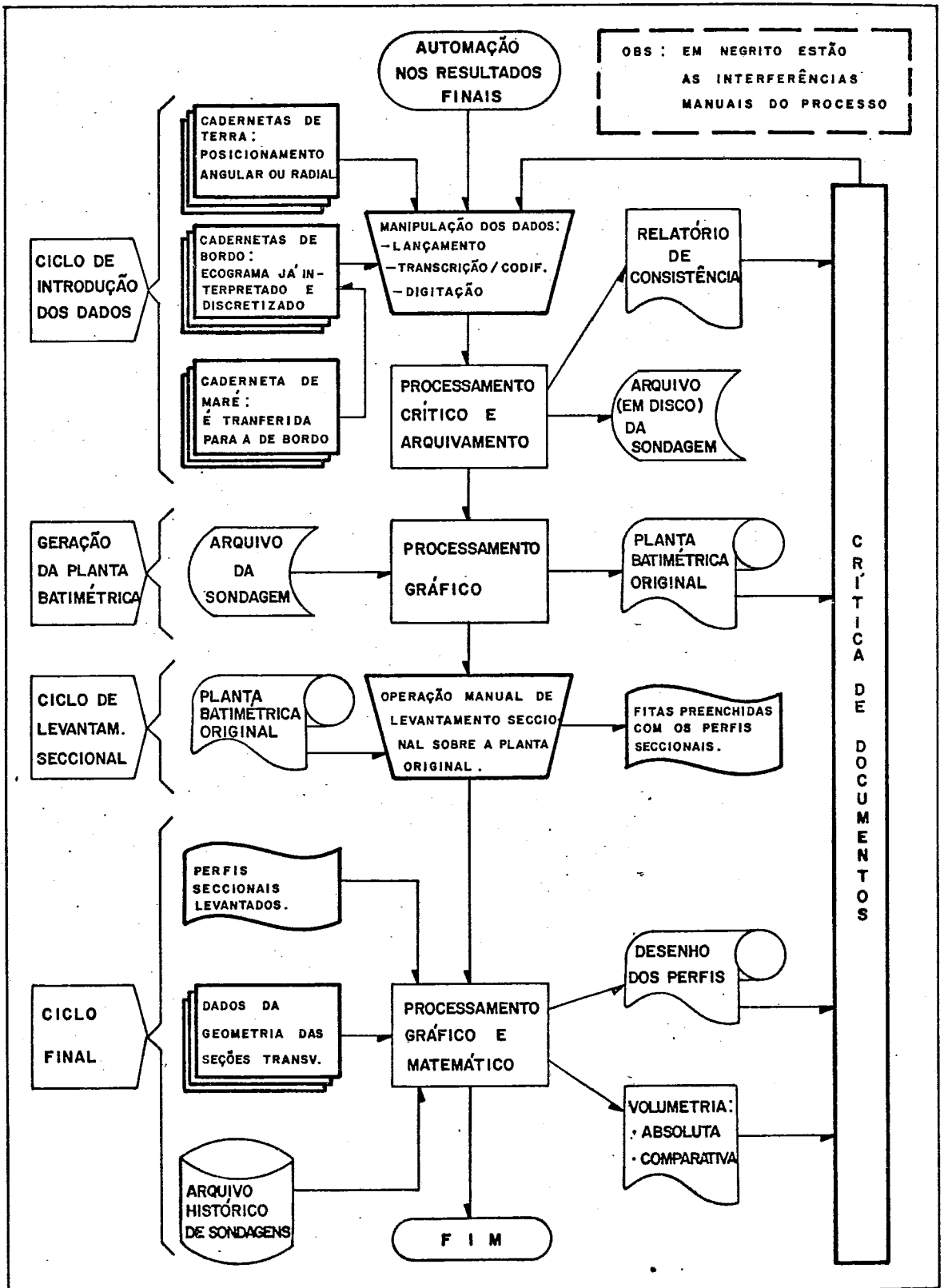


FIGURA I.2

A sondagem é realizada por meio de um Sistema de Posicionamento e de um equipamento para medição de profundidades, cuja operação sincronizada produz os pares POSIÇÃO-PROFUNDIDADE que irão compor o MDT. A precisão deste impõe a metodologia para aquisição das profundidades, sendo um processo intrinsecamente ligado à finalidade a que se propõe o levantamento.

A batimetria dita "de acompanhamento" é a realizada periodicamente, com a frequência determinada pelas peculiaridades do serviço. No caso específico de dragagem, as normas para supervisão e controle desta atividade são pautadas no chamado 'Modelo Seccional'. Neste modelo, a região a ser dragada é estudada definindo-se analiticamente e/ou graficamente um "eixo" principal. Perpendiculares a esse eixo, são definidas seções de corte espaçadas de acordo com a precisão desejada para o modelo. Cada seção é numerada, permanecendo esta identificação invariante no decorrer dos trabalhos (geralmente, uma vez definido, o seccionamento é oficializado e não mais alterado). O sentido crescente da numeração das seções divide a região em dois lados, o direito e o esquerdo. A interseção entre as linhas do seccionamento e o perfil da área a dragar determinam os pontos chamados de "soleiras" (direita e esquerda). Os pontos de soleira marcam o início da subida dos "taludes" que vem a ser a inclinação do solo após a dragagem. O ângulo dos taludes é definido em estudos à parte sobre a dinâmica do solo em questão. Para fins de controle da inclinação dos taludes, a medição de acompanhamento define uma envoltoria do perfil a dragar, denominada de lazeira.

Nem sempre o seccionamento pode ser feito de maneira uniforme para uma região, devido aos seus condicionantes situacionais. Neste caso, subdivide-se a região em áreas nas quais o seccionamento pode ser uniforme. Um exemplo típico é o encontrado nas obras portuárias, onde se tem bem caracterizadas duas regiões: o CANAL, que vem a ser o caminho navegável de acesso ao Porto, e a BACIA DE EVOLUÇÃO, situada junto ao cais, que proporciona condições de manobra para as embarcações. A figura I.2.A mostra um seccionamento típico, também chamado de "Geo

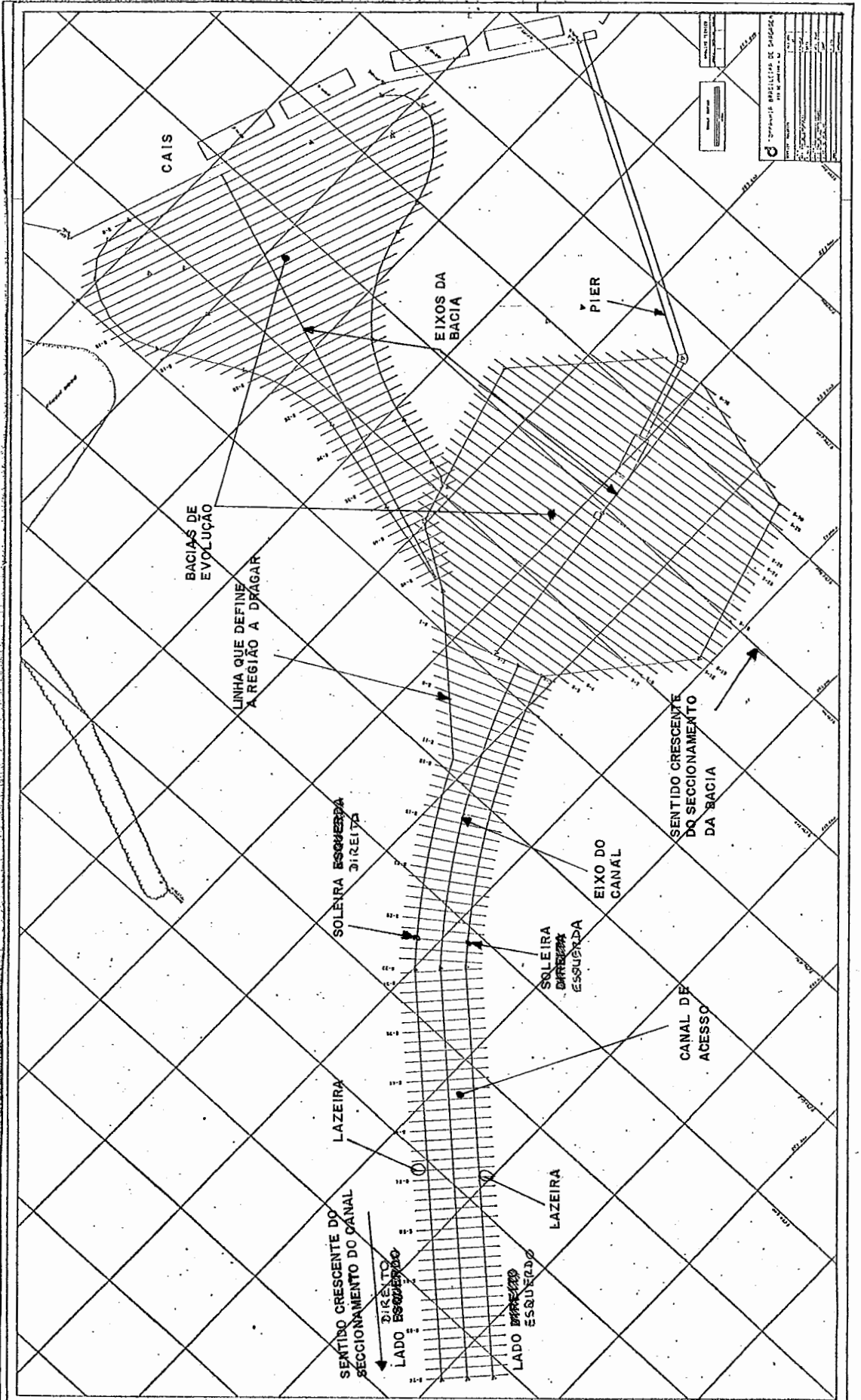


FIGURA I. 2. a

metria da Obra".

Dado o seccionamento, a profundidade de dragagem fecha a determinação do chamado "projeto da seção". Este projeto vem a ser o perfil ideal da dragagem para a seção. Devido às imprecisões inerentes ao processo, um "projeto com tolerância" é definido. A figura I.2.B mostra o projeto de uma seção. A figura I.2.C apresenta um perfil real de seção contra um projeto, e define as diversas áreas formadas pelas interseções destas linhas.

A dragagem fora da tolerância do projeto (sobredragagem) não é remunerada. Com a automatização da medição, o serviço pode ser controlado com maior frequência e precisão, minimizando os prejuízos decorrentes da sobredragagem.

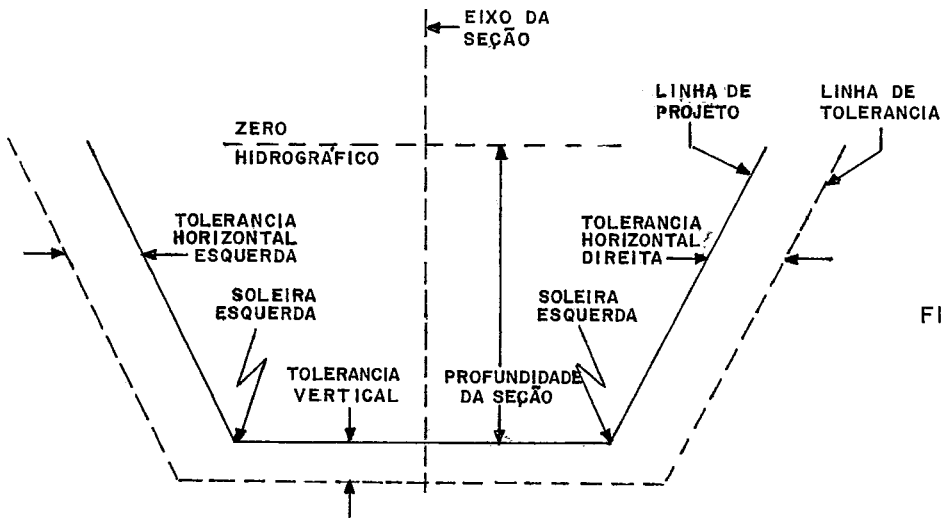


FIGURA I.2.b

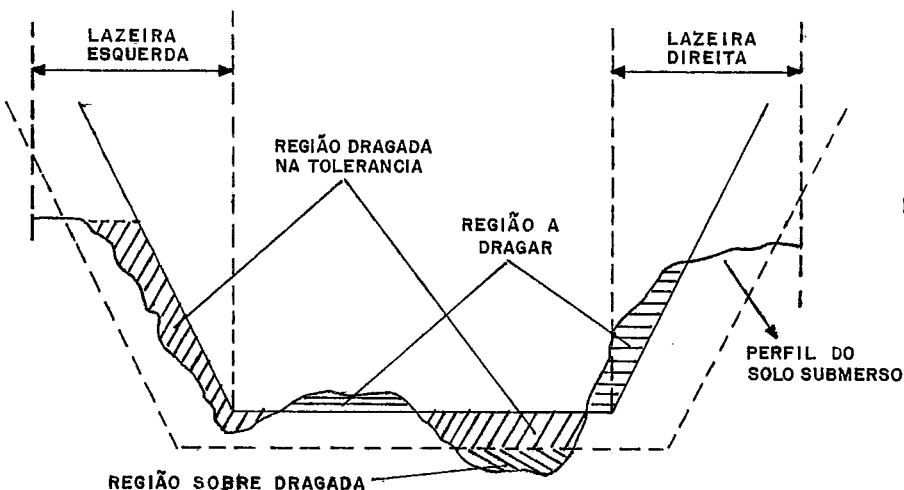


FIGURA I.2.c

Método automatizado para batimetria

O método automatizado possui as mesmas fases que o convencional, diferindo no modo de execução destas. Basicamente, consiste na realização da etapa de levantamento (descrita em 1.2.2) com um equipamento de aquisição de profundidades e posição da embarcação. Tais equipamentos são projetados para a implantação de uma metodologia bem definida de sondagem, permitindo poucas variações de adaptação devido à hermeticidade de sua programação.

A automatização da batimetria visando uma integração ao ciclo de acompanhamento de uma dragagem possui três itens a analisar:

- Metodologia de Sondagem : estabelece normas e procedimentos para projeto e execução de sondagens automatizadas, tendo como base a metodologia de sondagem tradicional.
- Equipamento de coleta de dados : escolha ou desenvolvimento de equipamento de aquisição de dados batimétricos, com controle de posicionamento.
- Integração dos dados ao sistema central de processamento : estabelece o procedimento de transferência de dados coletados em campo com o computador central.

1.3 - O SISTEMA DE BATIMETRIA AUTOMÁTICA (BAT)

1.3.1 - Projeto

O sistema BAT foi idealizado , inicialmente, como um equipamento exclusivo para aquisição de dados batimétricos e de posicionamento nas sondagens da CBD. As seguintes características

foram impostas ao sistema:

- Facilidade de operação pelo pessoal de campo.
- Compatibilização com o método seccional empregado.
- Utilização dos recursos (equipamentos) existentes.
- Custo operacional baixo.

Facilidade de operação

Analisando-se os equipamentos de prospecção automatizada existentes (não existem nacionais, apenas estrangeiros), nota-se que possuem operação de razoável complexidade. Pressupõem, estes, um nível superior do operador, tanto no que concerne à operação (grande volume de entrada de dados para início de operação) como na tomada de decisões (programabilidade da execução do levantamento).

Com a finalidade de se conseguir uma operação fácil em campo, transferiu-se a definição completa da obra para o escritório central. Com isto, o operador, ao ligar o sistema no campo, daria início imediato à sondagem.

Compatibilização com o método seccional

Como as obras de dragagem são definidas para um modelo seccional e estas seriam definidas (analiticamente) a priori no escritório central, a compatibilização com o método tradicional de correu naturalmente. Aqui, outra inovação foi introduzida em relação aos sistemas existentes. Estes utilizam-se de arquivos seqüenciais (fita K-7 ou cartuchos) para o armazenamento dos dados. Esta seria uma opção natural, pois a filosofia de captura dos dados no modelo seccional é intrinsecamente seqüencial. No entanto, uma filosofia de acesso aleatório às seções permite um maior desempenho na execução da sondagem. Além disso, a indústria nacional começou a se firmar na produção de unidades de disco flexível, nada produzindo em K-7 ou cartuchos digitais.

Utilização dos recursos existentes

Tomando-se por base o que de melhor existe em equipamentos para batimetria (MOTOROLA e DECCA) necessitar-se-ia de investimentos pesados na aquisição de plotadores e, principalmente, ecobatímetros digitais (= \$40000) ou analisadores de profundidade (..... = \$20000). Um reaparelhamento a esse nível seria impraticável. Projetou-se, então, uma interface para os ecobatímetros existentes na CBD, e os plotadores utilizados para o posicionamento foram substituídos por um terminal gráfico de média resolução.

Custo operacional

Os custos referentes à manutenção ficam reduzidos pela adoção da técnica de modularização do equipamento, com programas que auxiliem a identificação de falhas (auto-teste). Os custos com a equipe de sondagem são reduzidos proporcionalmente à redução do pessoal envolvido e do tempo de permanência no campo (rapidez de obtenção dos resultados preliminares). Os custos com a embarcação de prospecção são reduzidos na proporção do tempo de utilização.

1.3.2 - Evolução do projeto

No decorrer do desenvolvimento do projeto BAT, tal como definido acima (simples coleta) notou-se que:

- havia flexibilidade suficiente para variações da metodologia proposta inicialmente.
- eficiência na execução de cálculos em aritmética inteira e de ponto flutuante (4 bytes).
- ociosidade após o término da sondagem.
- o sistema de disco permitia uma grande variedade de programas.

Tendo-se isto em vista, as atribuições do sistema BAT cresceram, entrando no processamento das outras fases do ciclo de

automação do acompanhamento da dragagem: *cálculos, correções e confecção de plantas [plotagem]*. Quatro etapas de projeto ficaram então, estabelecidas.

1a. **ETAPA** : o sistema coleta os dados batimétricos e de posicionamento, possibilita uma análise e correção desses dados (compensação de marê), gera uma planta expedita para simples conferência e transfere os arquivos para o computador central, via canal serial.

2a. **ETAPA** : o sistema torna-se, pela implantação de programação específica, uma unidade local de processamento de dados batimétricos, voltada ao acompanhamento de dragagens. Isso evita o ciclo *entrada de dados / cálculos / correção / plotagem* efetuado pelo computador central, gerando resultados igualmente precisos para o supervisor da obra, no local da mesma. Com isso, um maior número de sondagens pode ser efetuado, com cálculos mais precisos, num mesmo período de tempo, aumentando a produtividade do equipamento de dragagem.

3a. **ETAPA** : no tocante à metodologia de sondagem, o sistema implementa um método substituto do seccional, menos restrito e mais confiável (preciso), que seria o aleatório.

4a. **ETAPA** : a evolução do sistema para uma unidade gráfica interativa, de tal modo que se possa gerar, em campo, resultados finais para apresentação ao cliente (ou fiscalização) e a manutenção de um histórico local da obra ou uma tele-consulta aos bancos de dados do computador central.

1.3.3 - VIABILIDADE

Técnica

- DE EXECUÇÃO : a viabilidade técnica para a execução do projeto **BAT** foi analisada em dois aspectos. *Primeiro*, no que concerne ao conhecimento do problema e suas variações: a *experiência* adquirida na implantação do sistema descrito

em 1.2.3 possibilitava a determinação de uma solução de metodologia plausível de ser implantada. Segundo, concernente ao desenvolvimento de um equipamento que executasse tal metodologia: *um projeto anterior, utilizando um microcomputador de campo (ver referência [1]) viabilizava, pelo menos, a confecção de um protótipo para a análise de desempenho.*

- DE IMPLANTAÇÃO : neste caso, a facilidade de operação do equipamento e o envolvimento gradual do pessoal de campo (*operadores e usuários do sistema*) com as noções do processo de automatização da sondagem, seriam os fatores determinantes para a aceitação do sistema e seus resultados. Isto porque os maiores problemas ocorrem nesta fase de implantação, exigindo adaptações sucessivas do/ao método até sua aceitação final. As dificuldades surgem como decorrência da insegurança experimentada pelo usuário ante a impossibilidade do manuseio dos dados, segundo seu critério, no ciclo de obtenção dos resultados.

Custo

Foram fatores decisivos para a viabilização do projeto no tocante a custos: *a compra de insumos no mercado nacional (devido à larga difusão dos microprocessadores, circuitos auxiliares e periféricos), utilização dos ecobatímetros já existentes na CBD e a substituição de plotadores (para a indicação de posição) por um terminal gráfico de baixo custo. O projeto foi orçado, em março de 1979, a Cr\$200.000,00 (custo de insumos para a confecção de um protótipo). Os gastos reais, extrapolados para março de 1983, foram de Cr\$4.000.000,00. Para comparação, um sistema que se propõe à mesma aplicação como o da MOTOROLA (MRDP) ou DECCA, é orçado a partir de \$35,000.00.*

1.3.4 - ESTÁGIO IMPLANTADO

O sistema BAT, no momento, tem implantadas as funções das etapas 1 e 2, descritas no item 1.3.3. O estágio atual fecha o ciclo de automatização previsto inicialmente, e ainda opera como uma estação independente de apoio à dragagem.

A metodologia automatizada alcançada para o acompanhamento de uma dragagem, com o BAT, está mostrada na figura I.3, abaixo.

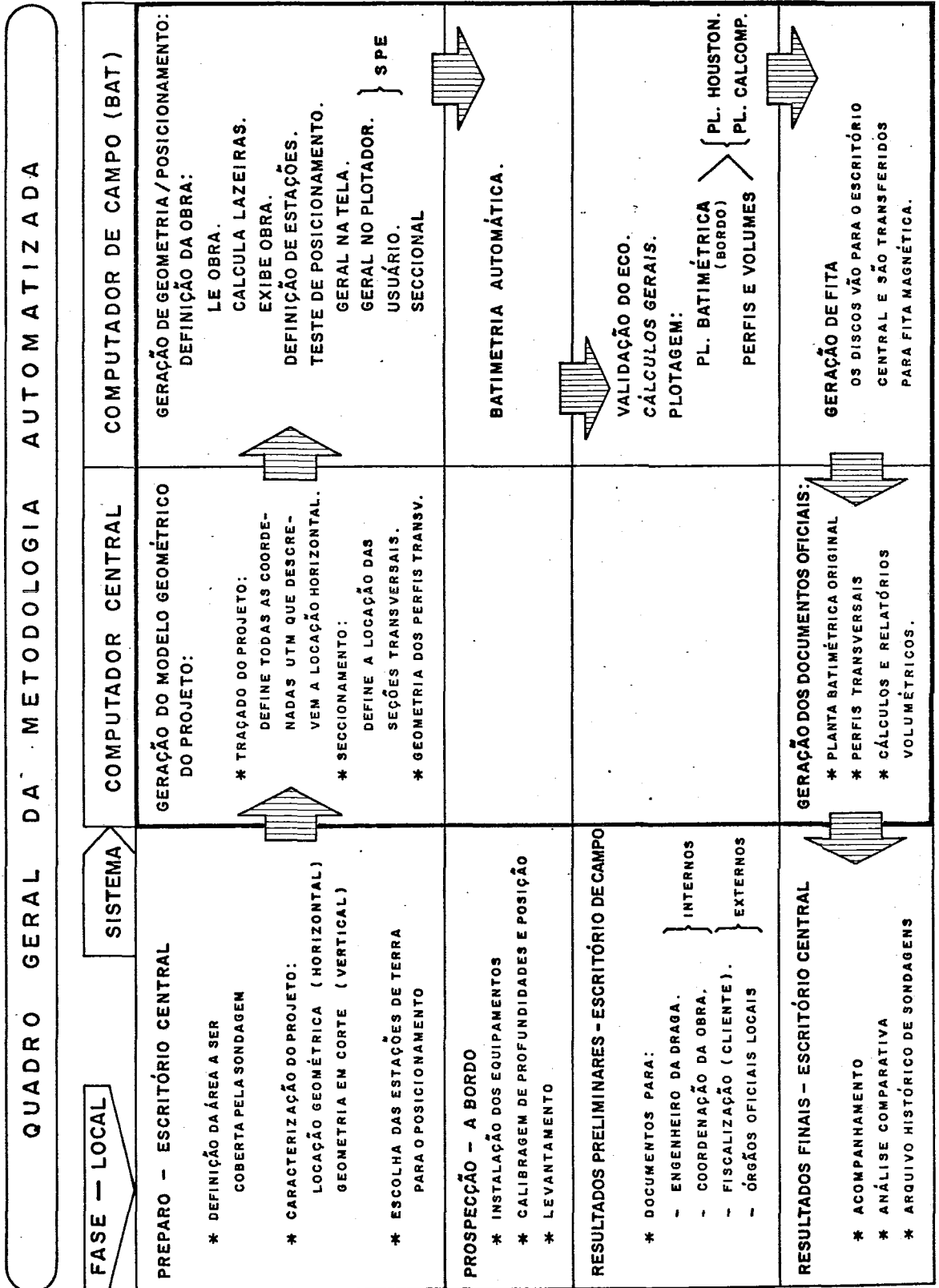


FIGURA I.3

CAPITULO II

DEFINIÇÃO DO SISTEMA

2.1 - PROPOSITO E USO DO SISTEMA

O BAT (figura II.1) é um sistema de coleta e processamento de dados batimétricos, ferramenta básica para a implantação de uma metodologia de sondagem automatizada. O sistema agiliza o acompanhamento das obras de dragagem através da automatização da medição e controle dos serviços.

A facilidade de operação é uma característica fundamental do BAT. O sistema possui uma estrutura de operação orientada para 'menu' que permite a escolha das tarefas disponíveis de tal modo que o usuário fica dispensado das memorizações dos procedimentos de operação. O sistema interage com o operador através de um terminal de vídeo alfanumérico-gráfico e de um teclado, com o qual toda a operação do sistema é controlada. A facilidade de de operação implica em: *curto tempo de treinamento das equipes; baixa margem de erro de operação; mínima perda de tempo na recuperação de erros.*

O BAT centraliza a equipe de sondagem na lancha de prospecção, eliminando instrumentos convencionais e respectivos apontadores de cadernetas, a exemplo de teodolitos. A atividade de aquisição é completamente automática, deixando para a equipe a tarefa mais nobre de controle dos instrumentos e condução geral do serviço.

Utilizado no acompanhamento de uma dragagem, as facilidades de posicionamento e a velocidade de aquisição de dados, reduzem substancialmente o tempo de levantamento e, conseqüentemente, a ocupação da área de dragagem. Além disso, o acesso aleatório por trechos da área a ser coberta possibilita, em muitos casos,

a prospecção sem interrupção de atividade de dragagem. Ameniza também, o problema de prospecção em portos de grande movimento, otimizando o percurso de acordo com as áreas de interdição temporária. Finalmente, as vantagens apresentadas favorecem a realização de sondagens mais frequentes a fim de acompanhar mais detalhadamente a evolução de uma obra, sobretudo, para detecção rápida de desvios da dragagem, minimizando as perdas por sobredragagem.

O BAT pode ser conectado aos mais diversos tipos de dispositivos empregados em automação de navegação e de batimetria. São dispositivos básicos para o funcionamento do sistema, o medidor de distâncias a radar e o ecobatímetro. Na CBD, os equipamentos utilizados foram, respectivamente, o MRS III - MOTOROLA e o 719B - RAYTHEON

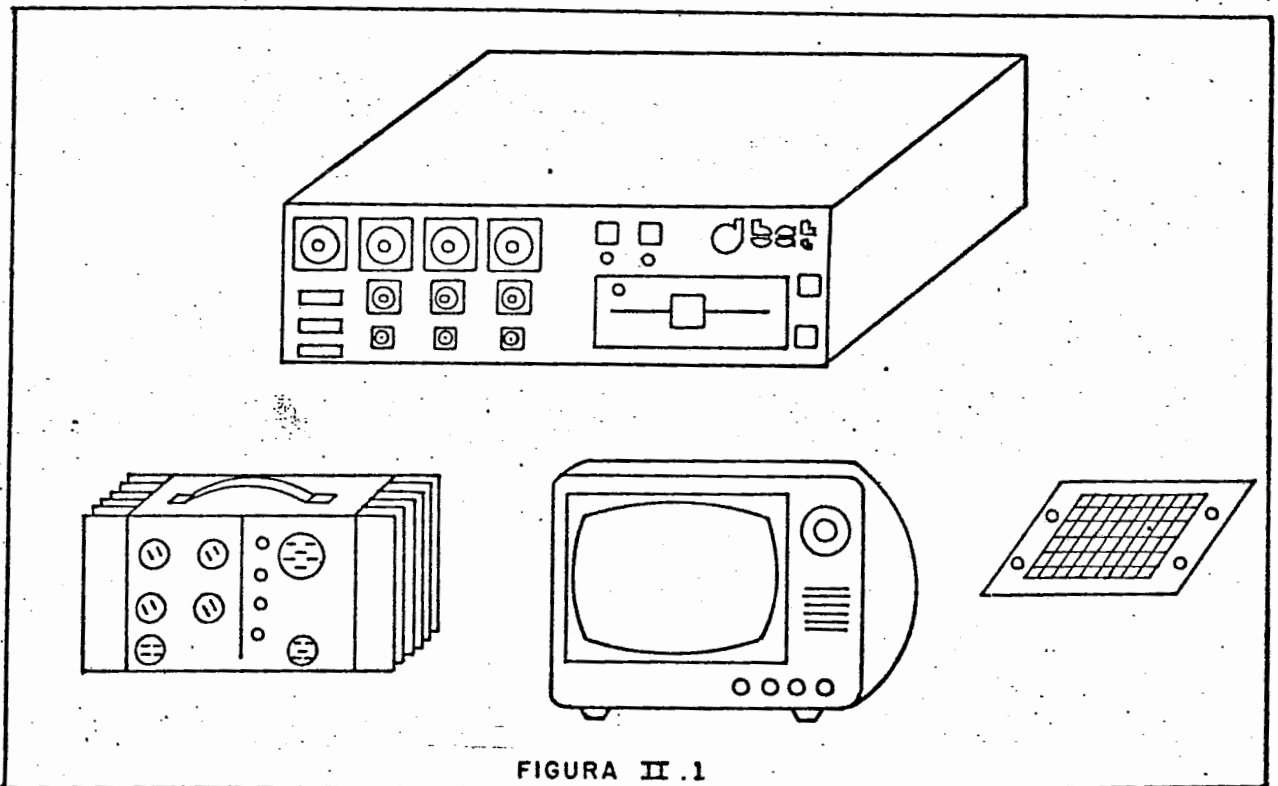


FIGURA II.1

2.2 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O BAT possui arquitetura baseada em micro-processador. A arquitetura do sistema foi concebida para a aplicação. Robustez e funcionalidade foram condicionantes básicos no desenvolvimento do hardware. O sistema é encapsulado de forma distribuída com facilidades para interconexão das partes. O BAT compreende os

seguintes dispositivos: *processador, fonte de alimentação, teclado e visor*. O sistema é esquematizado na figura nº II.2.

2.2.1 - Processador

Compreende o micro-computador e a unidade de disco flexível (UDF), acondicionados em gabinete de alumínio, totalmente fechado, para evitar a corrosão dos componentes. O processador se comunica com os demais dispositivos, através do painel frontal de seu gabinete, onde se encontram o quadro de conectores de interligação, as chaves e *leds* de controle, e a janela para inserção do disco flexível na UDF.

i) Micro-computador

Trata-se de uma arquitetura modular, implementada em bastidor de cartões capaz de suportar até 21 cartões de circuito impresso (*PCIMS*: 111,5 x 160,0 mm). Os cartões são interligados por um "*motherboard*" onde circula a via comum do micro-computador e todas as conexões internas. A estrutura modular do micro se traduz na distribuição funcional da arquitetura em diversos tipos de placas:

UPC : Micro-processador 8085 operando a 3MHZ
 Pré-decodificador de memória e E/S
 Relógio de tempo real
 Gerador de *baud-rate*

MEM : 16 Kb de memória em componentes de 2 Kb
 Seleção RAM/EPROM a nível de componentes
 Decodificação de endereços
 Até 4 placas por sistema

PLT/DEC :
 Decodificação de E/S
 Interface para *plotter* paralelo (HOUSTON, CALCOMP)

DMA/PIC/APU :

4 canais de acesso direto à memória
 8 entradas para interrupção vetorizada
 2 processadores aritméticos (inteiro e ponto flutuante, precisão 2,4 e 8 bytes).

VDG ALFA :

Controle de vídeo alfanumérico
 Usa 1 canal de DMA (opcional)
 1/2 Kb de memória local para varredura
 32 caracteres x 16 linhas (cor opcional).

VDG GRÁFICO :

Controle de vídeo-gráfico
 Usa 1 canal de DMA (opcional)
 6 Kb de memória local para varredura
 256 pontos horizontais x 192 pontos verticais (cor opcional).

IOSER : 2 interfaces seriais RS-232C ou elo de corrente de 20mA.

IOPAR : 6 portas paralelas de 8 bits (configuráveis entrada/saída)

A configuração básica do micro-computador é formada por 14 placas, a saber:

1 x UCP, 4 x MEN, 1 x DMA/PIC/APU, 1 x PLT/DEC, 1 x VDG ALFA, 1 x VDG GRÁFICO e cinco placas de E/S. Foram implementadas as seguintes interfaces:

- Posicionador MRS III - MOTOROLA
- Ecobatímetro 719 B - RAYTHEON
- Plotador paralelo (HOUSTON ou CALCOMP)
- Controlador de disco flexível BR 41
- Visor BAT
- Teclado BAT

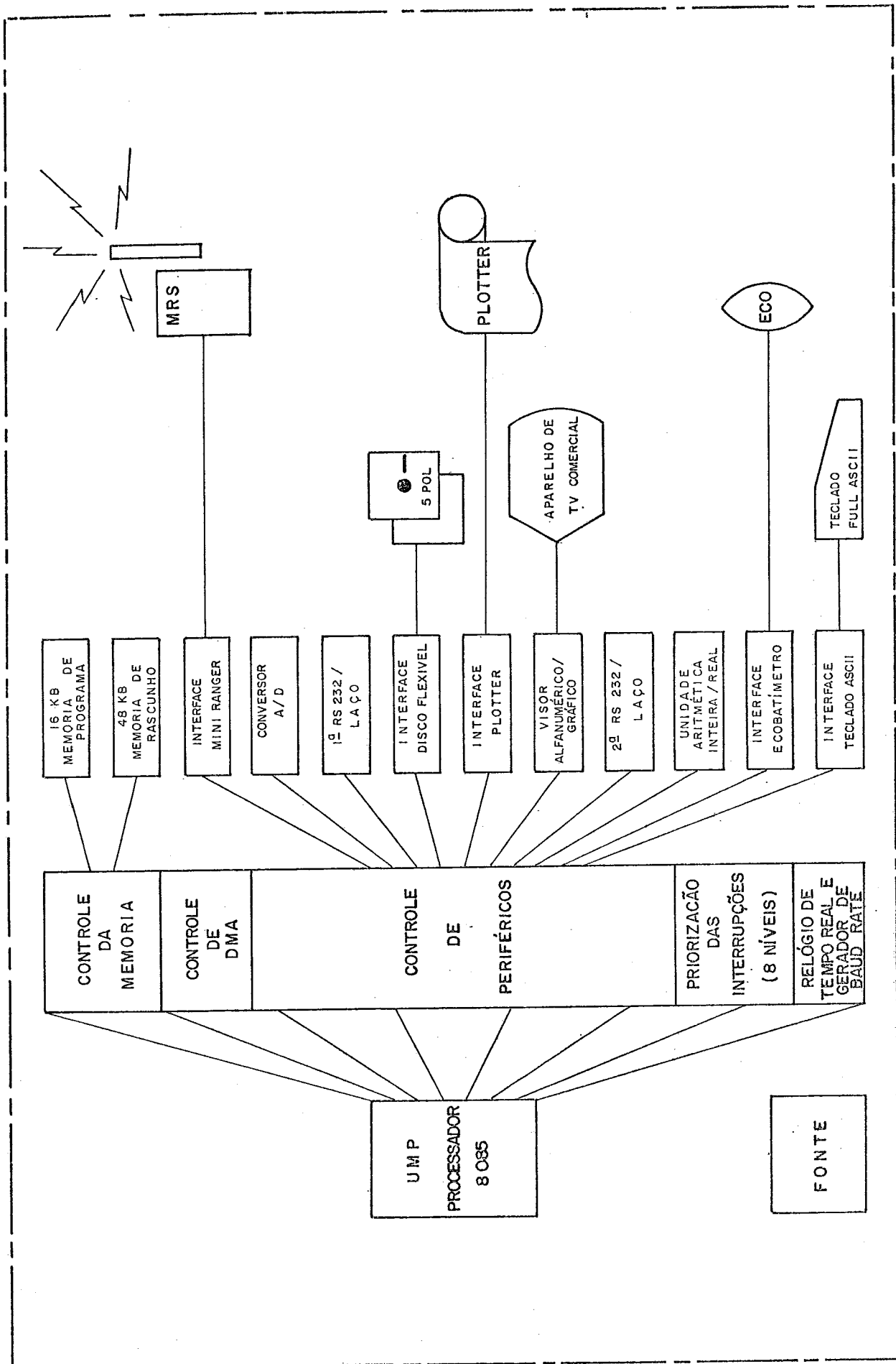


FIGURA II.2

ii) UDF - Unidade de Disco Flexível

É um subsistema independente, com capacidade de processamento próprio, adquirido em OEM à FLEXIDISK (fabricante nacional), para prover o processador BAT de facilidade de armazenamento de massa.

A UDF compreende um controlador de disco flexível (BR 41) e um acionador de disco flexível de 5.25" (BR 500). O controlador BR 41 gerencia o disco, permitindo o tratamento direto de arquivos pelo micro-computador. O acionador BR 500 é capaz de gravar e recuperar por disco flexível, até 64 Kb de dados formatados (compatível IBM).

2.2.2 - Fonte de Alimentação

É uma fonte de alimentação compacta, montada em gabinete de alumínio de 19 x 35 x 17 cm, com alça de sustentação na tampa superior para transporte. O painel frontal do gabinete contém conector de distribuição das tensões DC, banco de tomadas AC, LED's indicadores das tensões DC, botão liga/desliga e fusível.

A fonte BAT foi especialmente desenvolvida para o sistema. Trata-se de fonte robusta, portátil e de alta confiabilidade. A fonte distribui tensão para o sistema e demais periféricos de apoio, dispensando o uso de fontes complementares a bordo (baterias).

As principais características da fonte são: chaveamento (*switch*), tensões DC reguladas:

+5V(20A), +12V(10A), -12V(1,5A), -5V(1,5A)

todas a 5%, detector de sub/sobretensão, proteção CROW-BAR, banco de distribuição AC e entrada 110V \pm 20%.

2.2.3 - Teclado

Teclado do tipo destacável de perfil rígido e delgado, em

alumínio. É de membrana sensível a leve toque. Contém 40 teclas, 27 das quais, rotuladas com mnemônicos que orientam a operação do sistema.

O teclado foi especialmente desenvolvido para o BAT. A tecnologia de membranas sensíveis adotada, somada a inexistência de circuitos de decodificações e controle agregados, tornam o teclado robusto e de fácil manejo.

O teclado possui dois grupos de teclas: 12 de função e 15 de introdução de dados, havendo ainda teclas disponíveis para futuras implementações. As teclas de função permitem ao operador atuar com maior dinamismo sobre o sistema, facilitando bastante a operação.

2.2.4 - Visor

Consiste de um TV comercial internamente adaptado para apresentar as informações enviadas pelo processador **BAT**. As informações são apresentadas nas modalidades gráfica e alfanumérica, independentes ou superpostas. O formato alfanumérico permite até 16 linhas com 32 caracteres de informações. O formato gráfico possui resolução correspondente a 256 pontos horizontais e 192 pontos verticais.

Os circuitos de audio do **TV** são ainda aproveitados para o envio de informações audíveis, com sinais de diferentes frequencias. Três níveis de *bíp* foram implementados:

- *bíp* do teclado, indica acionamento de tecla
- *bíp* do sistema, adverte o operador
- *bíp* do ecobatímetro, "*top*" acionado.

2.3 - FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

A Metodologia Automatizada de Sondagem estabelece quatro etapas distintas de trabalho, a saber:

- preparo de sondagem

- execução da sondagem
- processamento preliminar do levantamento (no escritório de campo)
- processamento final do levantamento (no escritório central).

O BAT atua em todas elas. O funcionamento do sistema é melhor entendido pelo seu papel em cada uma.

2.3.1 - Preparo da sondagem

É a etapa de planejamento da sondagem. Os trabalhos se iniciam na divisão de sondagem (DS) com a definição do plano de seccionamento e escala da batimetria, considerando as necessidades do acompanhamento e da medição da obra. Na Divisão de Processamento de Dados e Sistemas (DPDS), o computador central é alimentado com esses dados, gerando analiticamente as coordenadas UTM dos pontos notáveis de cada seção do plano de seccionamento proposto. São pontos notáveis da seção: *eixo, soleira direita e soleira esquerda*. Após o cálculo, o computador emite uma planta de seccionamento e uma listagem de coordenadas para fins de conferência e documentação. Os pontos notáveis de cada seção, a inclinação dos taludes, as tolerâncias e as profundidades das soleiras, compõem o modelo geométrico da obra.

O processo descrito não é totalmente automático. A ocorrência de geometrias irregulares em certos projetos, obriga a intermediação de procedimentos não automáticos. Não obstante, o modelo geométrico é sempre gerado pelo computador, e uma vez conferido, está pronto para ser passado ao sistema BAT. A geração do modelo é feita uma só vez por obra. O modelo é armazenado em fita magnética.

O próximo passo é a transmissão do modelo para o BAT. A transmissão é feita via canal serial RS 232-C à velocidade de 9600 bauds. Estabelecido o protocolo entre os dois sistemas, o BAT grava no *díscete* o intervalo de seções do modelo, solicitado pelo operador. Cada minidisco pode armazenar até 50 seções, ou seja, 50 linhas de sondagem com comprimento máximo de 1250

metros cada, perfazendo um total superior a 60 Km de prospecção por disco.

Encerrada a gravação dos discos, são procedidos os preparos finais. O **BAT** é desconectado do computador central e posto para funcionar independentemente. São introduzidos em cada disco as lazeiras de sondagem (*offsets*) de cada seção e as coordenadas das estações de terra a serem utilizadas no posicionamento da embarcação. Em seguida os discos são testados e liberados para serem enviados ao campo. No campo, dependendo das condições de sondagem, as lazeiras podem ser alteradas, bem como novas estações de terra podem ser criadas.

2.3.2 - Execução da sondagem

Essa fase do trabalho se inicia após instalação do **BAT** à bordo da lancha de sondagem. O levantamento batimétrico está definido no conteúdo de cada disco que compõe o serviço. O **BAT** funciona em tempo-real durante a sondagem, executando duas tarefas essenciais ao levantamento: *a* posicionamento da embarcação e *a* composição do MDT. Como todas as referências necessárias à determinação das trajetórias da lancha já estão gravadas em disco, a operação de coleta de dados pode se iniciar com um mínimo de introdução de dados.

A determinação da posição da embarcação é feita através de triangulação: *mede-se a distância do móvel a duas estações fixas; em terra, de coordenadas conhecidas*. As distâncias são medidas pelo MRS, que as transfere digitalmente para o **BAT**. O sistema determina 2 a 3 posições sucessivas do móvel a cada segundo. A trajetória da lancha é apresentada no visor **BAT**, de duas maneiras: *a primeira*, mostrando toda a região a ser sondada abrangida pelo disco (50 seções); *a segunda*, comutada pelo operador, apresenta apenas a seção objetivo, permitindo um posicionamento mais preciso dentro dos limites da tolerância seccional. O sistema volta ao posicionamento de aproximação ("*stand-by*") após o término do levantamento da seção ou a qualquer momento sob comando do operador.

O sistema é liberado para aceitação de profundidade (gravação) após a calibragem da *interface* do ecobatímetro — determinação da velocidade do som na água, no local. Tal procedimento concluído dá ao operador controle sobre o processo de aquisição, determinando a seqüência das seções para a captura dos dados. Os dados de sondagem são gravados no minidisco a cada seção prospectada. Cada seção resulta num arquivo cujo cabeçalho contém: *a data e a hora (relógio interno do sistema) da aquisição*. O BAT permite também a marcação de eventos (TOP) no registrador do ecobatímetro durante a sondagem. Tais marcações são geralmente feitas nos pontos notáveis da seção, ou seja: *eixo, taludes e lazeiras*.

2.3.3 - Processamento preliminar do levantamento

Encerrada a coleta de dados o sistema é removido para o escritório de campo. São dois os objetivos da presente etapa: *revisão do serviço e obtenção dos resultados preliminares*.

A revisão do serviço compreende a validação do ecograma e a correção de maré. A primeira busca detectar eventuais falhas ou anomalias nos perfis gravados. É feita através de apresentação no vídeo de cada seção, a comando do operador. São apresentadas em escala adequada, a geometria da seção superposta ao perfil prospectado, permitindo ao usuário a comparação com o ecograma correspondente, a fim de isolar e corrigir os trechos sujeitos a interpretação, que fogem à filtragem numérica pré-estabelecida. A correção de maré é feita de forma similar, podendo alternativamente ser feita com a introdução direta do maregrama.

Os resultados preliminares compreendem a plotagem de uma planta batimétrica expedita - Planta de Bordo - e dos perfis das seções, e o cálculo do volume a dragar. Para a emissão da Planta de Bordo, o usuário especifica o plotador ora conectado, segue fornecendo a escala desejada e as informações de paginamento. Para obter os volumes, o sistema entra num procedimento de cálculo onde pede as tolerâncias horizontal e vertical da obra e, para cada seção, calcula com e sem as tolerâncias: 1) área a

ser dragada na seção; 2) volume a ser dragado na seção; 3) volume acumulado até a seção. A seguir os resultados são listados usando o plotador como impressora.

Dado como satisfatório o levantamento realizado, em função da revisão efetuada e dos resultados preliminares obtidos, os discos gerados ficam liberados para remessa ao escritório central onde sofrerão processamento final. Caso contrário a sondagem pode ser refeita para as seções ou partes de seções que assim o exigirem.

2.3.4 - Processamento final do levantamento

Os minidiscos enviados do campo são introduzidos no sistema BAT de apoio, que por sua vez já está conectado ao computador central. Inicia-se então o processo de transmissão da sondagem para o sistema central, que acolhe em fita magnética os dados oriundos dos diversos minidiscos lidos. A participação do BAT se encerra nesse ponto, porém a metodologia prossegue com o processamento final do levantamento. Esse processamento compreende: o cálculo comparativo de volumes entre sondagens sucessivas da obra, visando a medição dos serviços, a plotagem do perfil das seções transversais e a plotagem da planta batimétrica final (Planta Original).

2.4 - OPERAÇÃO DO SISTEMA

2.4.1 - Procedimentos iniciais

A) Instalação

Básica

Consiste na interligação dos quatro módulos componentes do sistema: *processador, fonte de alimentação, visor e teclado*. Nesta configuração, as seguintes funções podem ser executadas:

- Cálculo de lazeiras
- Exibição da obra
- Definição de estações de terra
- Validação do eco
- Cálculos gerais
- Monitor.

Para comunicação de dados

Consiste na interligação do sistema com o computador central, via canal serial, para transferência dos dados de definição de geometria das seções e dos arquivos gerados em campo. A figura II.3 mostra as características de tal instalação. Nesta configuração, executam-se as funções:

- Lê obra
- Geração de fita.

Para coleta de dados

São acoplados ao sistema, os periféricos destinados à realização da batimetria: *o medidor de distâncias e o ecobatímetro*. A figura II.4.a mostra tal configuração, onde executam-se:

- Batimetria automática
- Funções de apoio (ex: ALVO, para lançamento de boias).

CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO NO ESCRITÓRIO CENTRAL

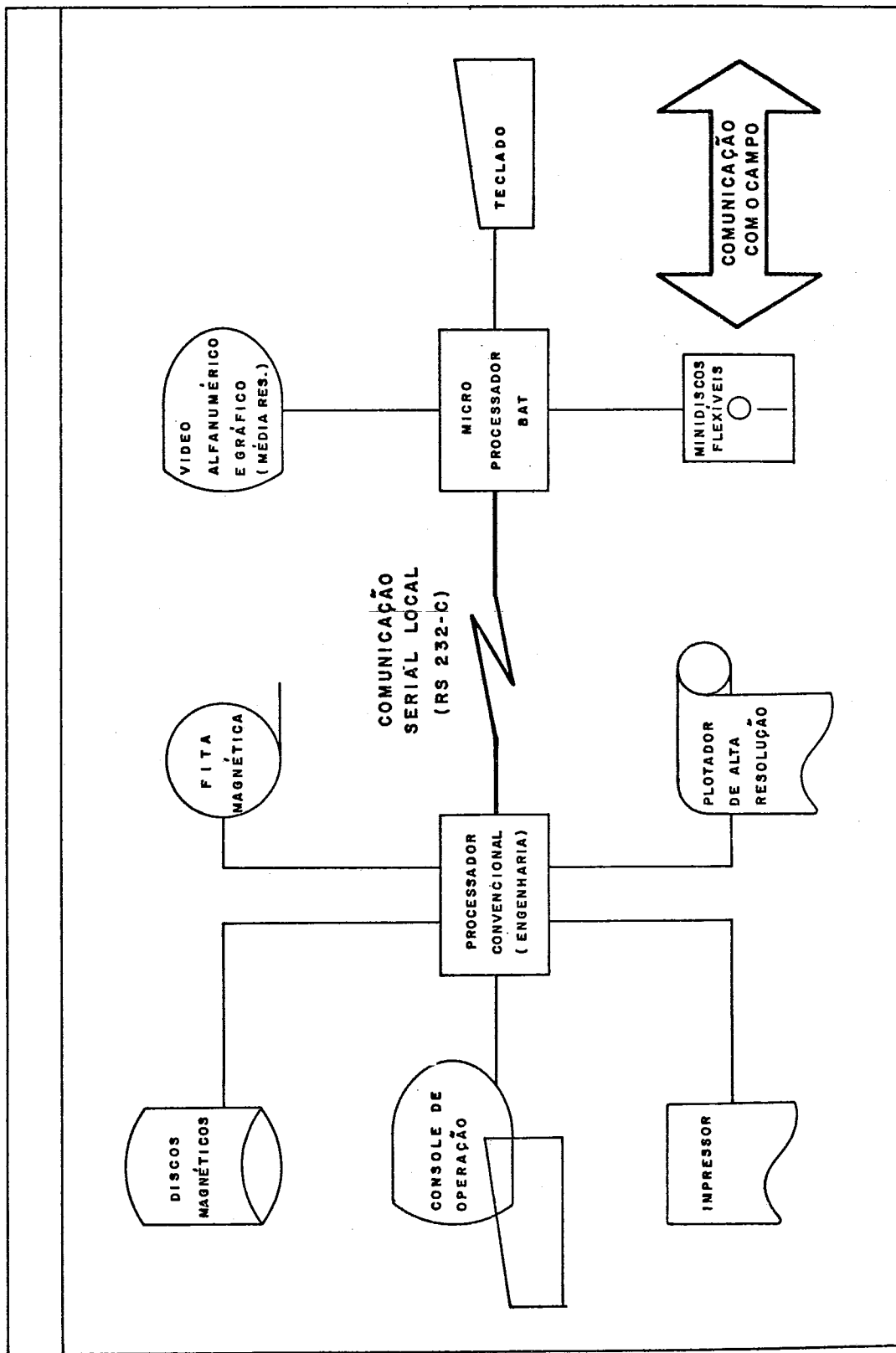
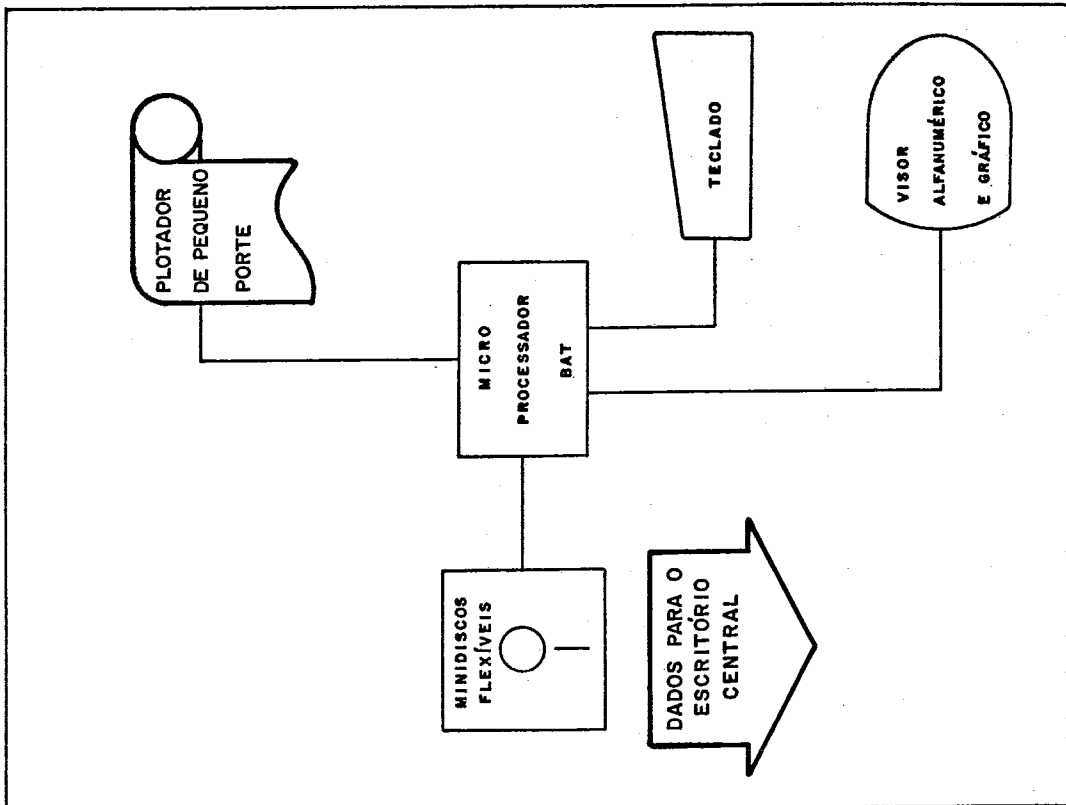


FIGURA I I. 3

CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO NO ESCRITÓRIO DE CAMPO



CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO NA EMBARCAÇÃO

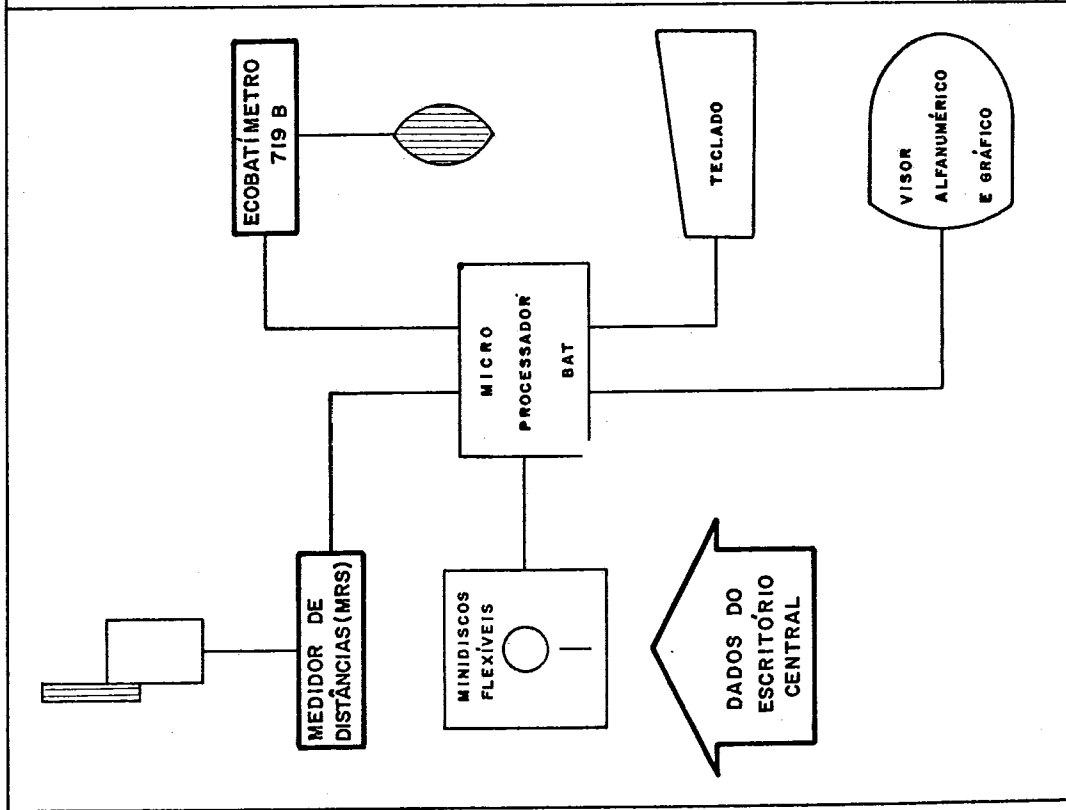


FIGURA II.4.a

FIGURA II.4.b

Para processamento preliminar

O sistema é configurado com um plotador para obtenção de resultados expeditos na análise preliminar dos dados levantados na sondagem. A figura II.4.b ilustra esta configuração, com a qual se processam:

- Planta batimétrica
- Perfis
- Resultados dos cálculos de acompanhamento.

B) Controles do Painel Frontal

Como pode ser visto na figura II.1, o BAT possui todas as suas conexões e controles no painel frontal. Os conectores são identificados com o nome dos periféricos respectivos. Chaves e botões também o são, com as respectivas funções.

CHAVE 'TST / NRM'

Seleciona operação do sistema em modo de TESTE ou NORMAL. A alteração do modo é feita em tempo de RESET.

BOTÃO 'INICIO'

Interrompe a execução de uma tarefa. O sistema apresenta as opções iniciais, quando em modo NORMAL, ou retorna ao MONITOR, quando em modo TESTE.

BOTÃO 'DISCO'

Executa um **RESET** nos formatadores de disco do sistema.

BOTÃO 'SISTEMA'

Executa a função de **RESET**, reinicializando o sistema e selecionando o modo de operação.

LED VERMELHO

Permanece aceso em modo TESTE. Em modo NORMAL fica aceso




cerca de um segundo, apagando-se em seguida tão logo o sistema execute o AUTO-TESTE. A permanência do LED aceso nessa modalidade indica mal-funcionamento do sistema.

LED VERDE


Acende em modo NORMAL, indicando que o sistema está pronto para a seqüência de inicialização.

C) Funções do teclado

CONTROLE DO MENU

- Tecla () - recua o cursor.
 Tecla () - avança o cursor.
 Tecla () - cursor vai para a primeira opção.
 Tecla (ENT) - Executa opção apontada.

DIGITAÇÃO DE DADOS

- Tecla () - apaga último caracter.
 Tecla (ENT) - valida digitação.

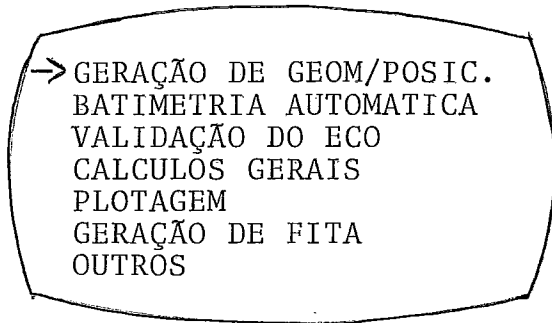
Na digitação de dados numéricos o sistema não aceita teclas alfanuméricas.

As funções indicadas nas teclas alfabéticas serão descritas nas tarefas que as validam.

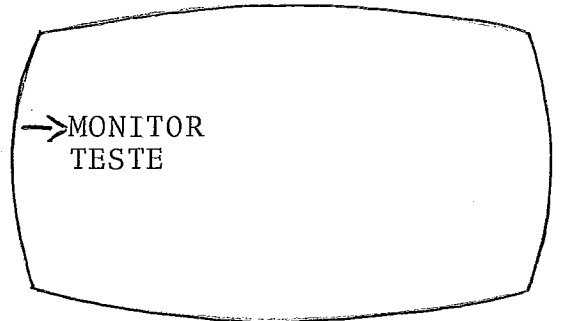
2.4.2 - OPÇÕES GERAIS

Para a execução das tarefas contidas nesta opção a chave TST/NRM deve estar na posição NRM (NORMAL). Ao ser ligado ou ao ser pressionado o botão 'SISTEMA', o BAT apresenta a mensagem inicial 'SISTEMA BAT ... ANO=?? MÊS=?? ...' e aguarda que o operador introduza um disco e digite os dados de inicialização do relógio de tempo-real. Os dados são consistidos e, se corretos, validados. Após a validação dos segundos, são lidos do disco, as rotinas de posicionamento e exibição de uma obra. Terminada a carga, as opções gerais são mostradas no visor (MENU PRINCIPAL), conforme ilustra a figura II.5, a seguir.

OPÇÃO NORMAL
MENU PRINCIPAL



OPÇÃO TESTE
MENU DE MANUTENÇÃO



Subdivisões :

GERAÇÃO DE GEOM / POSICIONAMENTO.
DEFINIÇÃO DA OBRA
 LE OBRA
 CALCULA LAZEIRAS
 EXIBE OBRA
DEFINIÇÃO DE ESTAÇÕES
TESTE DE POSICIONAMENTO
 GERAL NA TELA
 GERAL NO PLOTADOR
 USUÁRIO
 SECCIONAL
BATIMETRIA AUTOMÁTICA
VALIDAÇÃO DO ECO
CÁLCULOS GERAIS
PLOTAGEM
 PLANTA BATIMÉTRICA
 PERFIS
 RESULTADOS
GERAÇÃO DE FITA
OUTROS

Subdivisões :

MONITOR
TESTES
 MRS
 ECOBATÍMETRO
 PLOTADOR
 APU
 DISCO

A) Geração de geometria e posicionamento

Esta opção possui os programas que executam as tarefas atribuídas ao sistema na 1a. etapa (ver item 2.3.1) de seu funcionamento.

A.1) Definição da obra

Compõe-se dos programas de **implantação** e teste dos arquivos que definem a geometria da obra em questão.

A.1.1) Lê obra

Este programa controla a transferência dos arquivos de coordenadas dos pontos relevantes da geometria da obra. Para esta operação, a seguinte preparação deve ser feita, antes da seleção desta opção.

i) No SISCO MB-8000:

- posicionar a fita magnética contendo os arquivos da obra (MODELO GEOMÉTRICO).
- adequar os parâmetros de leitura para o formato dos dados gravados na fita (gerado pelo IBM S/3, em EBCDIC).

ii) No BAT:

- ligar o conector serial de comunicação com o SISCO
- inserir o disco que receberá os arquivos.

Feito isto, o operador pode executar a opção 'LÊ OBRA'. O sistema prossegue do seguinte modo:

- pede ao operador o intervalo de seções que deseja gravar no disco posicionado

DE ???
ATE ???

- executa o protocolo de comunicação com o MB-8000, enviando a 'PASS WORD', 'ID' e chamando o programa em MIIS que faz a leitura da fita e o envio dos arquivos de seções. Os dados transmitidos vão sendo exibidos no visor e acumulados na memória do BAT.
- terminada a transmissão, os dados recebidos são gravados, criando os arquivos de seções e de referências — 'NSEC' e 'REFS'. O sistema volta a apresentar o quadro de opções de GERAÇÃO DE GEOM / POSIC.

A.1.2) Cálculo de Lazeiras

O operador utiliza-se desta opção para definir a região de interesse da sondagem além do projeto da obra (*a lazeira é definida como a envoltória da geometria do projeto que apresenta interesse à sondagem*). A lazeira é dada por intervalo de seções podendo, assim, ser definida até uma lazeira para cada seção. Sequência de execução:

- i) o operador posiciona o disco contendo o trecho da obra, previamente gravado em (A.1.1), e seleciona a opção.
- ii) o sistema lê os arquivos NSEC e REFS, montando-os na memória.
- iii) pede ao operador o intervalo de seções (DE / ATE) para cálculo da lazeira.
- iv) pede as lazeiras em metros, para os lados direito e esquerdo das seções.
- v) aguarda:
 - tecla 'ENT', para finalização do procedimento, quando o arquivo REFS, contendo as novas lazeiras, é atualizado no disco.
 - outra tecla qualquer, o sistema volta ao item (iii).

A.1.3) Exibe obra

Esta opção segue como uma conferência visual dos arquivos im plantados em (A.1.1) e (A.1.2). O operador escolhe o intervalo de seções (DE / ATÉ) que deseja exibir na tela (e que deve es tar contido no disco previamente posicionado). São mostradas, então, as seções pedidas, que devem possuir a forma geométrica do trecho da obra em questão. Havendo erro, a opção (A.1.2) de ve ser repetida. Persistindo o erro, os arquivos NSEC e REFS devem ser regravados (ocorreu, provavelmente, um erro não detec tado na transmissão SISCO-BAT) pela opção (A.1.1).

A.2) Definição de estações

Este programa permite ao operador a gravação das coordenadas de até 10 estações de referência para o posicionamento de embarca ção de sondagem. O seguinte quadro é apresentado:

```
EST [?]
X (LESTE) = ??????
Y (NORTE) = ??????
ALTURA   =     ????
```

Ao digitar o número de estação (de 0 a 9) o programa testa se o arquivo respectivo já foi definido. Se foi, o seu conteúdo é lido e apresentado no formato acima. O operador pode, então:

- i) validar a estação (tecla 'ENT'), com o cursor voltando à posição EST [?].
- ii) definir um novo conjunto de coordenadas (qualquer outra tecla); terminada a digitação da altura, o novo arquivo é gravado e o cursor volta à posição EST [?].

Para sair do programa, pressiona-se o botão INICIO no painel frontal.

A.3) Testes de posicionamento

Esta opção permite uma verificação geral dos dados implantados para o posicionamento de embarcação. Sua utilização pressupõe o acoplamento do simulador do radar MRS. Subdivide-se nos dois tipos de posicionamento implementados: *GERAL NA TELA* (de aproximação) e *SECCIONAL*.

A.3.1) Geral na tela

O sistema pede:

- i) o intervalo de seções para simulação (*DE / ATÉ*).
- ii) a triangulação (número das estações de terra) utilizada para o cálculo da posição.

O conjunto de seções pedido é apresentado no visor. O medidor (*simulador*) de distâncias é ativado. Havendo leituras válidas, a posição calculada é mostrada no visor. Caso contrário, um 'BIP' é enviado.

A.3.2) Seccional

O sistema pede:

- i) a seção para simulação.
- ii) a triangulação utilizada para o cálculo de posição.

O projeto da seção é apresentado no visor à esquerda, e uma *vis*ta de topo (*uma reta*), com a marcação dos pontos de eixo, *solei*ras e *lazeiras*, à direita. O medidor de distâncias é ativado, e posições sucessivas são calculadas e exibidas, quando dentro de uma faixa de $\pm 24m$ para cada lado da seção. Caso contrário um 'BIP' é enviado.

B) Batimetria automática

Esta opção executa a sondagem automática (segunda etapa de

funcionamento, descrita em 2.3.2). O operador deve inserir o disco relativo ao trecho que deseja sondar. Selecionada a opção, o sistema pede:

- i) a triangulação a ser utilizada e a altura da antena de bordo, em metros (*dados para o posicionamento*).
- ii) o número de seção objetivo (*que será colocada em evidência no visor*) onde, geralmente, tem início a sondagem.

Feito isto, o sistema aguarda o comando de calibragem (tecla 'CAL') da interface com o ecobatímetro, sem a qual a aquisição dos dados não é habilitada para gravação. O processo de calibragem está descrito no capítulo de implementação (item 4.1.2) e consiste na determinação da velocidade do som na água, no local. O sistema aceita a calibragem se a velocidade do som determinada estiver dentro da faixa de tolerância de 5% em relação ao valor de 1460 m/s (*velocidade média na água*).

Calibrado, o sistema se habilita à aquisição das profundidades, fase em que ficam disponíveis ao operador os seguintes comandos (*identificados por mneemônicos nas teclas*):

- CAL** - executar o procedimento de calibragem; habilitada durante todo o processo de aquisição.
- S=?** - definir o número da seção objetivo; idem
- PROX** - incrementar seção objetivo de um; idem
- ANT** - decrementar seção objetivo de um; idem
- TOP** - riscar ecobatímetro (*FIX MARK remoto*); idem
- HAB** - habilitar aquisição de dados (*atualizar buffer de aquisição*); habilitada após a calibragem e a definição de seção.
- DES** - desabilitar aquisição de dados (*inibir atualização do buffer de aquisição*); idem
- GRV** - gravar dados adquiridos; habilitada após 'HAB' e executada se o *buffer* não estiver vazio.
- POS** - voltar ao posicionamento de aproximação; habilitada durante

toda a sondagem, menos durante a calibragem.

- inverter seção; habilitada durante o posicionamento sec cional.

C) Validação do eco

Esta opção permite uma análise dos perfis das seções sondadas e a correção da maré para estes perfis. A sequência de operação é a seguinte (*após a introdução do disco correspondente*):

- i) o sistema pede o intervalo de seções para análise e/ou cor reção (**DE / ATÉ**).
- ii) o projeto e o perfil da primeira seção do intervalo é apresentado, juntamente com a **data** e a **hora** em que foi gravada.
- iii) para simples análise, basta pressionar a tecla '**ENT**', e o sistema 'lê os dados' da próxima seção e os apresenta no formato acima descrito.
- iv) para correção de maré, o operador deve pressionar a tecla '**M+**' para acrescentar à maré (*maré negativa*) ou tecla '**M-**' para diminuí-la (*maré positiva*). O sinal escolhido é mos trado na tela e o sistema fica aguardando a introdução dos dados da maré, em centímetros.
- v) confirmado o último dígito de maré, o sistema apresenta o perfil corrigido e o grava no disco
- vi) os dados da próxima seção são lidos e apresentados, voltando-se ao item (ii); se foi a última seção do intervalo pedido, o sistema volta às apresentar as opções gerais.

D) Cálculos gerais

Nesta opção, são calculadas a área e o volume a ser dragado por seção e o volume acumulado até a seção, com e sem tolerância de projeto. As tolerâncias de projeto são introduzidas no início (**TOL HOR ESQ / TOL HOR DIR / TOL VERTICAL**, em *centímetros*).

Digitada a tolerância vertical, o sistema passa a fazer os cálculos e gravar os resultados por seção, sem intervenção do operador. O cálculo é feito para todas as seções existentes no disco, gerando um arquivo com os resultados.

E) Plotagem

Três opções de plotagem são oferecidas, após a informação sobre o tipo de plotador acoplado ao sistema.

E.1) Planta batimétrica

O operador fornece o intervalo de seções para plotagem (DE / ATE) e a escala desejada. O sistema verifica a validade do intervalo desejado e apresenta uma mensagem para dar início à plotagem ('POSICIONE A PENA NA ORIGEM'), a pressão na tela 'ENT' inicia a plotagem de uma 'PLANTA DE BORDO'.

E.2) Resultados

Nesta opção, o sistema utiliza o plotador como impressora para a obtenção de um relatório contendo os resultados do cálculo de áreas e volumes gerados em (D). O operador precisa posicionar a pena a cerca, de 5cm da margem superior do plotador e pressionar a tecla 'ENT'. O sistema passa a 'imprimir' os resultados do cálculo feito para todas as seções gravadas no disco.

E.3) Perfis

A operação é idêntica à do item (E.1), com o sistema plotando os perfis, corrigidos da maré, das seções do intervalo pedido.

F) Geração de fita

Esta opção envia os arquivos gravados em campo para o sistema MB 8000, via canal serial, gerando um arquivo em fita magnética, para processamento posterior. O operador fornece, disco a disco, o intervalo de seções a enviar. Todo protocolo e carga do

programa em MIIS, é realizado pelo sistema BAT.

G) Outros

Esta opção é reservada para a inserção de programas de apoio dentro do quadro de opções gerais. Destes, o principal é o programa ALVO, que auxilia o posicionamento de boias, pontos notáveis ou aferição da medição de distâncias.

ALVO

O sistema pede ao operador a triangulação (*estações de referência*) a ser utilizada para o posicionamento e as coordenadas do ponto 'ALVO'. O ponto é indicado por uma mira (—|—) no centro de tela, com uma escala inicial de 50 metros / pixel. Os seguintes comandos podem ser executados:

- mudança de escala: de 1 a 9 metros / pixel.
- limpa tela.
- mostra azimute (ângulo em relação ao NORTE) da lancha ao ponto ALVO.
- traça linha de curso em direção ao ALVO.

2.4.3 - Opções de depuração

São apresentadas ao ligar o sistema ou ao pressionar o botão 'SISTEMA', com a chave de modo em 'TST'. Existem duas opções básicas:

A) Monitor

É uma ferramenta para depuração de programas e testes de interfaces. Possui os seguintes comandos:

SXXXX(*cr*) - substitui na memória, no endereço hexadecimal XXXX.

DXXXX, YYYYY(*cr*) - mostra o conteúdo de memória de XXXX a YYYYY.

GXXXX(*cr*) - executa programa a partir da posição XXXX.

X(*cr*) - mostra o conteúdo dos registradores da CPU.

XA, XB, XC, XD, XE, XH, XL, XP, XSP - substituir o conteúdo dos registradores (conteúdo do usuário).

FXXX, YYY, ZZ - preenche a memória de XXXX a YYY com ZZ.

IXXX - insere *bytes* sequencialmente na memória, a partir do endereço XXXX.

L - lê 6K-*bytes* da porta serial (carga de programa via desenvolvimento GEPETO).

P - atualizar programa em disco.

B) Testes

Esta opção possui testes específicos para as principais *inter*faces do sistemas : MRS, ECOBATÍMETRO, PLOTADOR, APU e DISCO.

CAPITULO III

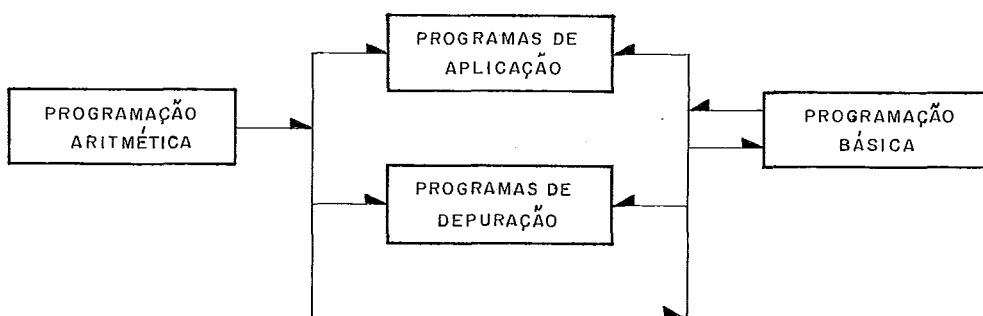
DETALHAMENTO DA PROGRAMAÇÃO

3.1 - ESTRUTURA DA PROGRAMAÇÃO

A estrutura lógica da programação do sistema BAT está dividida em quatro partes:

- PROGRAMAÇÃO BÁSICA
- PROGRAMAÇÃO ARITMÉTICA
- PROGRAMAÇÃO DE APLICAÇÃO
- PROGRAMAÇÃO DE DEPURAÇÃO.

Sua interligação está diagramada abaixo:



Fisicamente, a estrutura foi ditada pela capacidade e disposição de memória quando da implementação. A programação Básica, Aritmética e parte da de Depuração (Monitor) foi colocada em **EPROM**, e o restante armazenado em disco, e carregado para **RAM** quando solicitado. Uma EPROM de mapeamento, contendo endereços fixos para as rotinas básicas do sistema, promove uma interligação entre os diversos módulos físicos, permitindo que estes não sofram alterações (devido à relocação de endereços) quando da modificação de um deles (ver **CAPITULO IV**, item 4.2).

3.2 - PROGRAMAÇÃO BÁSICA

A programação BÁSICA é composta pelos programas e subrotinas que gerenciam os recursos do sistema, proporcionando o desejado a fastamento dos programas aplicativos da estrutura física (hard ware) do sistema. Sua divisão lógica é a que segue:

- Subrotinas de Gerencia do Vetor de Interrupções
- Subrotinas de Gerencia dos Canais de DMA
- Subrotinas de Entrada e Saída
- Subrotinas Auxiliares
- Programa de Inicialização do Sistema.

Estes módulos estão gravados em EPROM ocupando, aproximadamente, 12 K-bytes. Sua disposição na memória do sistema está descrita na tabela IV.2 (CAPITULO IV).

3.2.1 - Subrotinas de Gerencia do Vetor de Interrupções

O vetor de interrupções do sistema é controlado pelo integrado 8259A, da INTEL (Unidade Programável para controle de Interrupções - UPCI). Os detalhes sobre a programação do modo de operação da UPCI podem ser lidos na referencia [2]. O BAT gerencia os oito níveis possíveis de interrupções controlados pela UPCI, do seguinte modo:

- i) o vetor de interrupções está mapeado na memória a partir do endereço (em EPROM) 0000H (através de programação da 8259).
- ii) Para cada interrupção são alocados 4 bytes (através de programação da 8259).
- iii) A prioridade das interrupções não é alterada em ponto algum do sistema, permanecendo o 'default', com a prioridade sendo inversamente proporcional ao nível de interrupção (nível 0, prioridade máxima, nível 7, mínima).
- iv) O vetor em 0000H (EPROM) aponta para um segundo vetor, onde são chamadas as rotinas de atendimento às interrupções.

Estas chamadas são mapeadas em RAM, permitindo que o sistema de termine, em tempo real, qual rotina, dentre um conjunto, deverá tratar um dado nível de interrupção. Para isto, basta atualizar no vetor em RAM, o endereço de chamada da rotina desejada.

O esquema abaixo mostra toda a estrutura das rotinas de gerencia do vetor de interrupções.

EM EPROM

<u>Endereço (HEX)</u>	<u>Nome</u>	<u>Mnemônico</u>	<u>Comentário</u>
0000	INT 0	JMP NOP	Interrupção 0 nível de reset do sistema.
0004	INT 1	PUSH JMP	Interrupção 1 atenção de relógio de tempo real.
0008	INT 2	PUSH JMP	Interrupção 2 atenção de botão de INICIO no painel.
000C	INT 3	PUSH JMP	Interrupção 3 recuperação/reset de disco.
0010	INT 4	PUSH JMP	Interrupção 4 trata ecobatímetro.
0014	INT 5	PUSH JMP	Interrupção 5 trata MRS.
0018	INT 6	PUSH JMP	Interrupção 6 trata Plotador.
001C	INT 7	PUSH JMP	Interrupção 7 vago.
...			
	ROTINA 1	EI CALL JMP	Habilita nível 0. Chama rotina em RAM. Vai reabilitar demais níveis.
	ROTINA 2	EI CALL JMP	Habilita níveis 0 e 1. Chama rotina em RAM. Vai habilitar demais níveis.
	...		
	ROTINA 7	EI CALL JMP	Habilita níveis 0 a 6. Chama rotina em RAM. Vai habilitar nível 7.

<u>Endereço (HEX)</u>	<u>Nome</u>	<u>Mnemônico</u>	<u>Comentário</u>
	ROTFIM	DI MVI	A, 020
		POP EI RET	PSW
			Comando 'EOI' (fim de interrupção) para o 8259.

EM RAM

FBF0	ROTINT 1	DS	3	(3 bytes para endereço a rotina específica de tratamento à interrupção).
FBF3	ROTINT 2	DS	3	
FBF6	ROTINT 3	DS	3	
FC02	ROTINT 7	DS	3	

As rotinas de tratamento das interrupções só necessitam salvar os registradores que utilizam, não necessitando fazer qualquer gerenciamento da UPCI.

As entradas de interrupção que geram os 'restarts' diretamente no 8085 (RST5.5, RST6.5, RST7.5, e TRAP) não são utilizadas.

3.2.2 - Subrotinas de gerencia dos canais de DMA

O sistema possui quatro canais de DMA, controlados pelo integrado 8257, da INTEL (controlador de DMA-CDMA). Os detalhes sobre a programação do modo de operação deste controlador podem ser lidos na referência 2.

Cinco subrotinas compõem a estrutura de gerencia dos canais de DMA: GEREDMA, ALFREQ, ALFAT, GRAFREQ, GRAFAT.

A gerencia da atualização dos canais de DMA é feita pela subrotina GEREDMA, chamada a cada milissegundo, dentro da rotina de atendimento à interrupção do relógio de tempo-real. As subrotinas ALFREQ e GRAFREQ são chamadas sempre que se necessita de atualizações na tela alfanumérica e gráfica respectivamente. As rotinas ALFAT e GRAFREQ programam e liberam a execução dos ciclos de DMA para os canais 0 e 1, respectivamente, se estes es

tiverem livres de um comando anterior. Caso contrário, nada fazem, permanecendo a requisição para atualização válida para próxima interrupção.

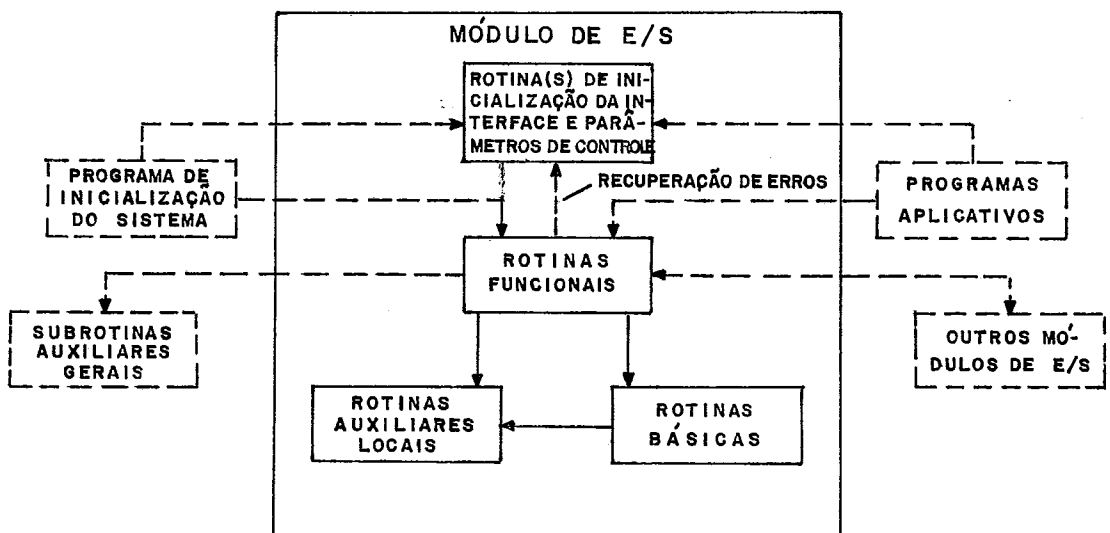
3.2.3 - Subrotinas de Entrada e Saída

Estão divididas em sete módulos, correspondentes aos periféricos do sistema: TERMINAL BAT, TECLADO, SERIAL, MRS, ECOBATÍMETRO, PLOTADOR E DISCO).

Cada um destes módulos subdivide-se na mesma estrutura básica:

- rotinas de inicialização da interface e parâmetros de controle.
- rotinas básicas de controle da interface e interação com a CPU.
- rotinas funcionais que permitem a utilização dos periféricos do sistema, em nível mais alto, pelos programas aplicativos.
- rotinas auxiliares locais utilizadas dentro do contexto do módulo.

O diagrama abaixo esquematiza a estrutura geral de um módulo de programação de E/S e sua interligação ao sistema:



A seguir, é dada uma descrição sucinta das principais rotinas de cada módulo de E/S.

Subrotinas para Terminal BAT

A programação do modo de operação e a sincronização dos sinais de vídeo das interfaces alfanumérica e gráfica estão a cargo da rotina de inicialização VDGINI.

As rotinas básicas estão associadas à gerência de DMA, como mostrado no item 3.2.2.

As rotinas funcionais para exibição alfanumérica implementam as funções de inicialização da memória de exibição, controle do cursor e exibição de caracteres e mensagens (ALFAPAG, ALFACUR, ALFIMP, ALFMENS, ...).

As rotinas funcionais para exibição gráfica implementam a inicialização da memória de exibição gráfica (GRAFAP), o acendimento/apagamento de um ponto especificado por suas coordenadas de tela (GRAFICO) e geração de linhas (GRAFPLT).

Subrotinas para Teclado

Implementam quatro funções básicas: inicialização da interface (TECINI) "debouncing" (TECDEB) e leitura de tecla com retenção (TECLE) e sem retenção (TECLA).

Subrotinas para Comunicação Serial

Inicializam (SERINI) e controlam a interface para os dois canais de comunicação serial do sistema. A recepção de um caracter é tratada pelas rotinas SER 1LE e SER 2LE. A transmissão, pelas rotinas SER 1IMP e SER 2IMP.

Subrotinas para o MRS

Controlam a interface com o sistema de radar MRS, para a medi

ção de distâncias, base da triangulação utilizada no posicionamento BAT.

A rotina MRSINI inicializa a interface, as variáveis de controle para aquisição das distâncias e o 'JUMP' (no vetor de interrupções) para a rotina de atendimento à interrupção de nível 5 (MRSLE).

A rotina MRSLE controla toda a aquisição das distâncias. Executa uma filtragem simples (exclusão por desvio da média) dos dados lidos. Exibe as distâncias lidas e envia mensagens relativas aos erros e falhas de transmissão detectados. Chama a rotina de posicionamento, quando o mesmo estiver liberado.

As rotinas MRSLIG/MRSDLG e MRSHAB/MRSDHB auxiliam no controle da operação do sistema MRS.

Subrotinas para o Ecobatímetro

Controlam a interface com o RAYTHEON 719B, cuja inicialização é feita pela rotina ECOINI.

A rotina ECOHAB inicializa, no vetor de interrupções, o endereço da rotina de atendimento à interrupção de nível 4 (ECO), habilitando-a. A rotina ECODES desabilita o nível 4.

A rotina ECO lê, calcula e exibe as profundidades coletadas do ecobatímetro. A exibição é feita digitalmente e/ou como registro contínuo (semelhante ao registrado no papel do ecobatímetro). Chama a rotina de filtragem e aquisição sempre que esta estiver liberada.

A subrotina ECOCAL define os parâmetros (calibragem) para determinação das profundidades em centímetros. Implementa o procedimento de calibragem descrito no item 4.1.2.

A rotina ECORISC produz uma marca no registro do ecobatímetro (FIX MARK), através do comando do circuito respectivo da inter

face.

Subrotinas para Disco

A rotina DISKINI inicializa a interface com o formatador BR-41 e o endereço da rotina de tratamento de erro(DISKEN) no vetor de interrupções, nível 3.

O protocolo para transmissão e recepção de caracteres é feito pelas rotinas DISKTX e DISKRX, respectivamente. Os comandos executáveis pelo formatador são gerenciados pela rotina DISKCMD.

Subrotinas para Plotador

Compõem-se das subrotinas que controlam os plotadores acopláveis ao sistema BAT (HOUSTON e CALCOMP). Foram estruturadas de modo a facilitar a inclusão de outros tipos de plotadores. As rotinas que são específicas ao controle de um plotador são referenciadas num vetor em RAM, inicializado pela rotina PLOTINI. Esta tem como parâmetro de entrada o tipo de plotador a controlar e, ao ser chamada, seleciona pena 1, levanta pena, define escala unitária e rotação nula.

As rotinas básicas são as de comando de um deslocamento unitário ('step') e de controle de pena (levantar/baixar), PLTTR e PALTA/PBAIXA, respectivamente. A seleção de pena (CALCOMP) fica a cargo da rotina (funcional) PENSEL.

A rotina PLOTLIN prepara os parâmetros para a chamada da rotina PLTCMD, de atendimento à interrupção de nível 6, e que implementa o algoritmo de geração de linhas descrito no item 4.1.4.

A rotina PLOCAR executa a plotagem de caracteres. Os caracteres são definidos numa matrix de 15 x 15 'steps'. Podem ser plotados 96 caracteres diferentes, em qualquer ângulo.

3.2.4 - Subrotinas Auxiliares

São compostas pelas rotinas que executam tarefas básicas do sistema e subrotinas de propósito geral utilizadas pelos diversos módulos do sistema, como apoio à programação.

Estão divididas em cinco grupos:

Gerência de Menu

Apresenta uma sequência de tarefas no terminal BAT (MENU). Gerencia a escolha da tarefa e dá início à sua execução.

Gerência do Relógio do Tempo Real

É a rotina de atendimento à interrupção de nível 1. É executada a cada milissegundo (resolução do relógio) a partir de sua habilitação pelo programa de inicialização do sistema. Inclui a chamada para a rotina de gerência de DMA (GEREDMA) e o controle da exibição da data/hora na tela do terminal BAT.

Entrada de Dados Via Teclado

Gerenciam a digitação dos dados para diversos formatos de entrada.

Leitura de Arquivos/Programas do Sistema

Gerenciam a carga e execução dos programas aplicativos e de teste do sistema. Quando arquivos de dados, carregam para o buffer indicado.

Subrotinas de Propósito Geral

Consistem de subrotinas gerais, utilizadas por vários módulos da programação: conversão binário/ASCII, preenchimento de memória, comparação entre registradores duplos, movimentação de conteúdos de memória, etc... A subrotina 'BIP', aqui incluído, comanda o envio de uma advertência sonora (BIP de Sistema).

3.2.5 - Programa de Inicialização do Sistema

Consiste na sequência de inicialização de variáveis, interfaces, apontadores, etc..., que controlam a operação básica do sistema. Decide sobre a execução do sistema em modo TESTE ou NORMAL, conforme posicionamento da chave TST/NRM do painel frontal. Se em modo TESTE, vai apresentar MENU de testes. Se NORMAL, apresenta o MENU dos programas aplicativos do sistema.

3.3 - PROGRAMAÇÃO ARITMÉTICA

A programação aritmética do sistema está baseada na unidade de processamento aritmético Am 9511(UPA). Compõe-se de um conjunto de rotinas básicas que gerenciam a execução dos comandos disponíveis da UPA, um conjunto de subrotinas funcionais e um conjunto de rotinas que gerenciam as listas de variáveis, estrutura utilizada pelas rotinas funcionais.

3.3.1 - Rotinas Básicas

As rotinas básicas da programação aritmética são atribuídas as seguintes tarefas:

- i) Manipulação da 'STACK' da UPA: carga de operandos e recuperação de resultados (LDD/LDS e STD/STS).
- ii) Execução dos comandos e leitura do estado (EXECUTA/EXEC 1).
- iii) Salvamento e recuperação do conteúdo da 'STACK' (utilizado nas rotinas de interrupção - SVSTAPU/RCSTAPU).

3.3.2 - Rotinas Funcionais

Consistem do conjunto de subrotinas aritméticas de apoio aos cálculos realizados pelo sistema:

- i) Subrotinas para conversão de números em BCD para binário, de 2 ou quatro bytes (DCBIN/DCBIND) e vice-versa (BINDEC).
- ii) Subrotinas para conversão de uma lista de parâmetros em

ponto-flutuante para inteiro e vice-versa (FLUTUA/FIXA).

- iii) Subrotinas para ordenação de uma lista de parâmetros: ORDENA, FMAX/DMAX/SMAX e FMIN/DMIN/SMIN.
- iv) Subrotinas de apoio aos cálculos de posicionamento, transformação de coordenadas e exibição gráfica do modelo geométrico da obra: REDUZ, DELTA, MDELTA, DIST, ANGULO, COMPARA, TRANSD, TRANSI, MEDIA e CATETO (os cálculos efetuados por estas rotinas são descritos no item 4.3).

3.3.3 - Rotinas de Gerencia das Listas de Parâmetros

Para funções que são definidas sobre um conjunto de variáveis, foi definida uma estrutura de gerência de parâmetros baseada em listas contendo os endereços das variáveis na memória.

Com isto, qualquer função, não importando em que representação é definida (inteiro ou ponto flutuante), pode utilizar a mesma estrutura de passagem de parâmetros.

Uma lista é definida como um buffer cujo primeiro byte contém o número de parâmetros componentes da lista, seguido de uma sequência de endereços que apontam para as variáveis (parâmetros) na memória.

LISTA: número de parâmetros (1 byte), endereço do parâmetro 1 (2 bytes), endereço do parâmetro 2 (2 bytes) ,...,endereço do parâmetro n (2 bytes).

Total de bytes alocados pela lista = $2n+1$, onde n é o número de parâmetros. A lista pode ser definida em qualquer local da memória.

Variáveis de controle das listas:

Estão em endereços fixos na memória, utilizadas para a passagem do endereço das listas para as rotinas que as gerenciam.

LISTE - apontador de uma lista de entrada.

LISTS - apontador de uma lista de saída.

A retirada de parâmetros de uma lista é efetuada pelas subrotinas PARENT (de entrada) e PARSAI (de saída). O número de parâ

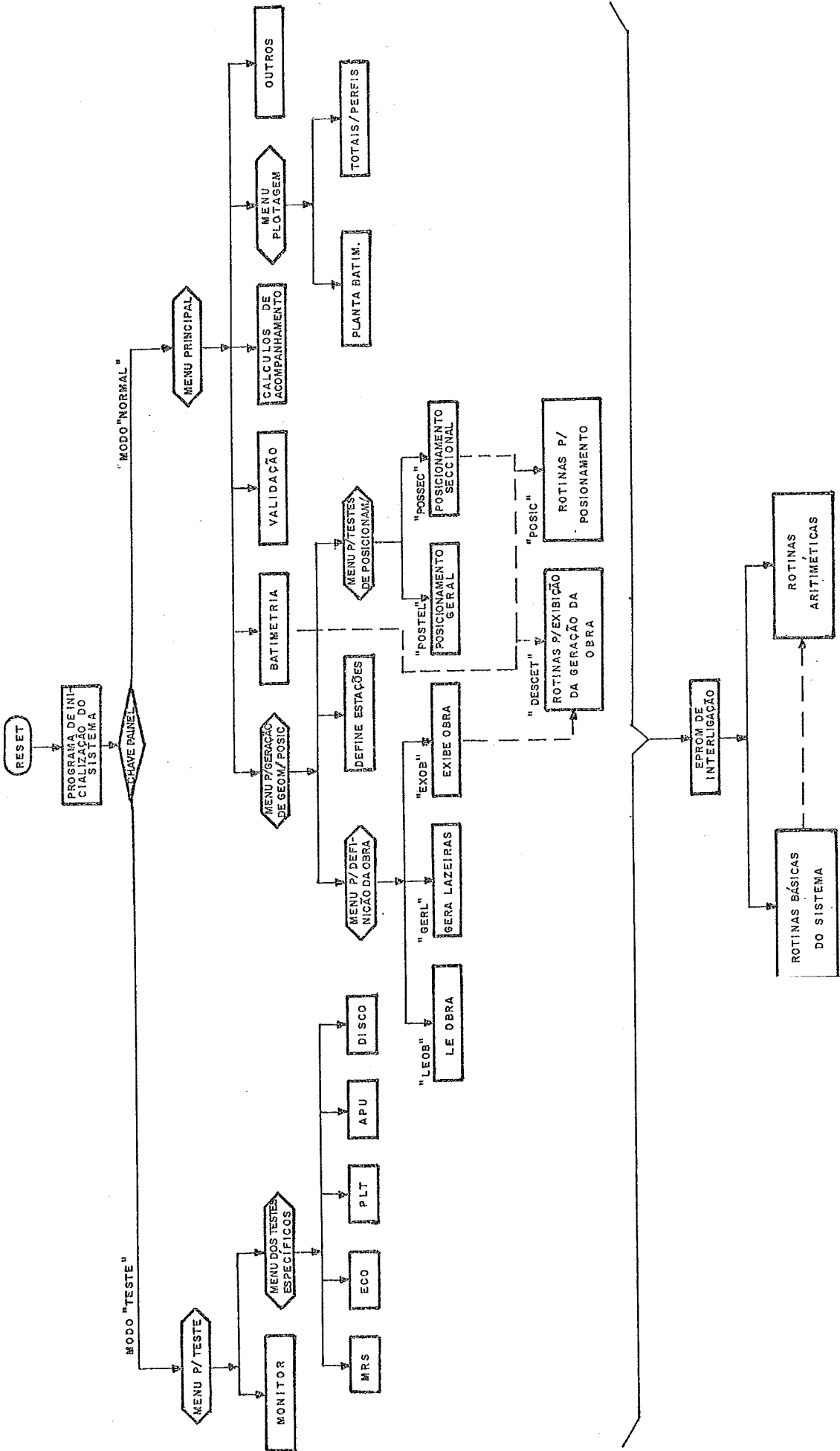


FIGURA III.1 - DIAGRAMA GERAL DA PROGRAMAÇÃO DO SISTEMA

metros de uma lista de entrada é obtido pela subrotina NUMPARE e, de saída, pela NUMPARS.

3.4 - PROGRAMAÇÃO DE APLICAÇÃO

A figura III.1 mostra o diagrama geral da programação do sistema, com a posição de cada módulo principal na estrutura de MENU. A todos os programas estão disponíveis as rotinas básicas e aritméticas do sistema, utilizadas através de uma EPROM de interligação que contém os endereços destas rotinas (ver item IV.2).

Os programas aplicativos consistem do conjunto de módulos associados à parte da opção NORMAL e dos dois módulos que contém as rotinas para o posicionamento da embarcação e para a exibição do modelo seccional da obra ("Geometria" da obra).

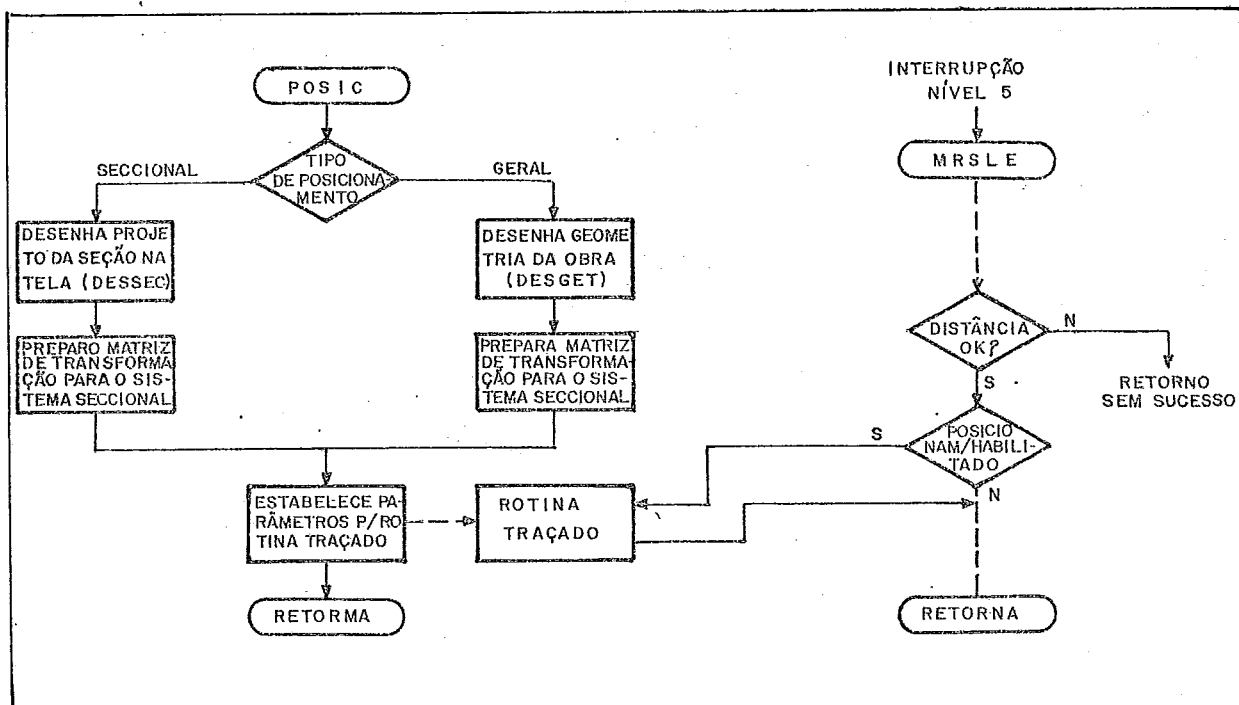
3.4.1 - Rotinas para Posicionamento e Exibição da Obra

Consistem de dois módulos ('POSIC' e 'DESGET', respectivamente), carregados do disco para memória logo após a introdução da DATA/HORA, na inicialização do sistema em modo NORMAL.

Módulo 'POSIC'

Executa o posicionamento BAT. Dependendo do conteúdo de seus parâmetros de entrada, inicializa a memória de exibição gráfica e as rotinas de posicionamento para o modo GERAL (de aproximação) ou SECCIONAL. A rotina que efetivamente mostra a posição da embarcação na tela (TRAÇADO) é inicializada de acordo com o tipo escolhido. Esta rotina é chamada dentro da rotina de atendimento à interrupção de nível 5 (MRSLE), sempre que um par de distâncias (dados de entrada para triangulação) consistido, for determinado e se o posicionamento estiver habilitado.

O diagrama a seguir mostra a estrutura descrita no parágrafo anterior:



O item 4.4.5 descreve, em detalhes, os cálculos utilizados neste módulo.

Módulo 'DESGET'

Exibe o modelo seccional (geometria) de uma obra no terminal BAT. As seções são representadas pelos seus pontos notáveis (eixo e soleiras), enquadradas no sistema de coordenadas da tela. O item 4.4.4-a detalha os cálculos realizados neste módulo.

3.4.2 - Programas para Geração de Geometria/Posicionamento

Executam as funções de implantação e verificação dos arquivos de dados do modelo seccional da obra:

Programa 'LEOB'

Executa a tarefa de leitura e gravação dos dados que definem a geometria de uma obra ("registros de referência" das seções). Os dados são lidos do canal serial 1, que faz a interligação entre o BAT e o computador MB 8000, e gravados no disco flexível

posicionado. Os arquivos de referencia, caso existam, são deletados e recriados com os novos valores lidos.

Programa 'GERL'

Gera as lazeiras de sondagem, esquerda e direita, definidas pelo operador, via teclado, para cada seção ou intervalo de seções contidas num disco. O arquivo referência é regravado com as coordenadas dos pontos de lazeira, calculados pelo programa. Os cálculos utilizados neste módulo são apresentados no item 4.4.3.ii.

Programa 'EXOB'

Inicializa os parâmetros para a execução do módulo 'DESGET'. É um programa para conferencia visual dos dados implantados por LEOB e GERL.

Programa DEST

Cria ou atualiza os arquivos de definição das estações de referência, que servem de base para a triangulação utilizada no posicionamento.

Programas para teste do Posicionamento

Testa o posicionamento BAT, verificando a consistência entre a geometria da obra e as estações de referencia criadas num disco. Os dois tipos de posicionamento utilizados em tempo real podem ser testados: o GERAL e o SECCIONAL. A escolha do teste é feita via MENU. O posicionamento GERAL pode ser definido para qualquer intervalo de seções contidas num disco. O SECCIONAL, para qualquer seção contida no disco.

3.4.3 - Programa de Batimetria Automática

Executa a aquisição de dados para o levantamento do MDT .O pro

grama está dividido em três partes:

Posicionamento de Aproximação

É o ciclo de espera pela coleta de dados. O programa entra neste ciclo após a leitura dos arquivos que definem as seções contidas no disco posicionado. Esses dados são utilizados no módulo 'POSIC', chamado com parâmetros para o posicionamento GERAL (de aproximação). Liberado o posicionamento, o programa fica aguardando os comandos que dão sequência à aquisição.

Comandos de Aquisição

Controlam a coleta e gravação dos dados. Os comandos de definição de seção, próxima seção e seção anterior, colocam o sistema no posicionamento seccional, aguardando o comando de habilitação da aquisição. Habilitada, os dados coletados vão sendo tratados e armazenados num buffer na memória, até que o comando de gravação seja acionado, ou um comando que interrompa a coleta para a seção posicionada. Após a gravação dos dados de uma seção, o programa retorna ao posicionamento de aproximação.

Rotinas de Tratamento e Aquisição dos dados

As profundidades lidas dos ecobatímetros são tratadas através de uma rotina de filtragem, cujo algoritmo está detalhado no item 4.1.2. Uma outra rotina gerencia a montagem dos dados filtrados no buffer de aquisição. A cada célula (2 bytes) do buffer corresponde um intervalo de 5m na seção. A montagem é controlada pelo valor do deslocamento da embarcação ao longo da seção, de tal modo que a profundidade colocada numa célula é uma média entre as profundidades adquiridas no entorno (-2m a +3m) do ponto de aquisição (múltiplo de 5m em relação ao ponto inicial da seção). Essas rotinas são chamadas pela rotina de atendimento à interrupção de nível 4 (leitura do ecobatímetro - ECO), quando a aquisição estiver habilitada (pelo comando respectivo) e a embarcação estiver dentro da faixa tolerável para a coleta.

3.4.4 - Programa de Validação do Eco

Executa a correção da maré para as seções sondadas. Exibe, seção a seção, o projeto e o perfil real coletado, justapostos, para uma análise do trabalho realizado. Possibilita ao operador a correção de profundidades expúrias, não retiradas pela filtração feita em tempo real, durante a aquisição.

3.4.5 - Programa de Calculos Gerais

Executa os cálculos de área da seção e volume até a seção a dragar, em relação ao projeto, com e sem tolerancias. O operador digita as tolerâncias do projeto. Os calculos são efetuados ininterruptamente para todas as seções existentes num disco.

3.4.6 - Programas de Plotagem

Exibem os resultados da aquisição feita e dos cálculos realizados anteriormente. Dá ao operador, via MENU, a escolha pela plotagem da PLANTA BATIMÉTRICA ou dos PERFIS/CALCULOS, na escala desejada.

3.4.7 - Programa de Geração de Fita

Transmite no MB 8000, via canal serial 1, os dados contidos nos arquivos gravados em campo, gerando uma fita para processamento posterior.

3.4.8 - Programa Alvo

Posiciona a embarcação em direção a um alvo, cujas coordenadas são digitadas pelo operador. O programa calcula os parâmetros para a matriz de transformação de coordenadas e executa o módulo POSIC, numa variante do posicionamento GERAL. Liberado o posicionamento, entra num ciclo de espera de comandos. Estes comandos (troca de escala - zoom; azimute - orientação pela bússola; e outros) auxiliam na condução da embarcação rumo ao alvo.

3.5 - PROGRAMAÇÃO DE MANUTENÇÃO

Os programas para manutenção do sistema estão divididos em dois módulos. O primeiro é composto por um programa MONITOR e suas rotinas auxiliares, utilizado na depuração do hardware e software do sistema. Implementa a estrutura do MONITOR SDK-80 da INTEL (ver referência 11), adequando a mesma ao vetor de interrupções, ao subsistema de disco e ao visor e teclado do sistema BAT. As funções de transferência de programas objeto do GEPETO para o BAT via canal serial, e a gravação destes em disco (comandos 'L' e 'P', respectivamente) foram incluídos para dar operacionalidade à implantação e manutenção da programação de aplicação (ver capítulo IV, ítem 4.2.3).

O outro módulo é composto por pequenos programas específicos para cada interface do sistema, a fim de facilitar a identificação e correção de falhas. Basicamente tais programas constam de ciclos de chamada para as rotinas básicas de tratamento de periféricos ("handlers").

O programa de teste para o sub-sistema de disco permite, ainda, que o operador teste os comandos executáveis pelo formatador BR-41, diretamente via teclado BAT, detectando eventuais falhas no formatador ou no driver. A unidade de processamento aritmético, possui teste específico, onde suas funções trigonométricas e transcendentes podem ser executadas e exibidas em forma de gráfico. A detecção de falhas é feita pela investigação visual das anomalias dos gráficos de tais funções.

CAPITULO IV

IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

4.1 - IMPLEMENTAÇÃO DO HARDWARE

4.1.1 - Processador do BAT

O processador do BAT é um microcomputador de 8-bits, com arquitetura projetada sobre o microprocessador INTEL-8085 e seus periféricos. O projeto visou a facilidade de manutenção e expansão do sistema. As 14 placas que integram o sistema básico estão distribuídas num 'rack' como mostrado na figura 4.1. As placas tem o tamanho padrão IMS de 111.5MM x 160MM, com conector de 70 pinos (35 de cada lado). Uma placa-mãe faz a interligação entre as placas, e dela sai a cablagem interna para os conectores do painel frontal.

Características do Sistema

i) Placa do processador:

- Velocidade: 3MHz, com um ciclo de instrução de 1.32 us.
- Relógio de tempo real: 1 ms de resolução; frequência de oscilação derivada do oscilador da UCP.
- Frequências de transmissão serial: 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800 e 9600 baud.
- Decodificador de endereços para memória e E/S: 1º nível de decodificação; 4 linhas de seleção de módulos de 16 K-bytes para memória; 4 linhas de módulos de 64 portas de E/S.
- Demultiplexadores de endereços e dados, e drivers.

ii) Placa de EPROM:

- Unidade de memória: 2 K-bytes; integrado INTEL 2716.
- Total da placa: 16 K-bytes (8x2716).

- Decodificador de endereços para 2K-bytes: 8 linhas.
- Endereço: de 0000 a $3FFF_{16}$.

iii) Placas de RAM:

- Unidade de memória: 2 K-bytes; integrado MK4802.
- Total da placa: 16 K-bytes (8xMK4802).
- Decodificador de endereços para 2K-bytes: 8 linhas.
- Total de placas por sistema: 3 (48K-bytes).
- Endereços: 4000_{16} a $7FFF_{16}$; 8000_{16} a $BFFF_{16}$; $C000_{16}$ a $FFFF_{16}$.

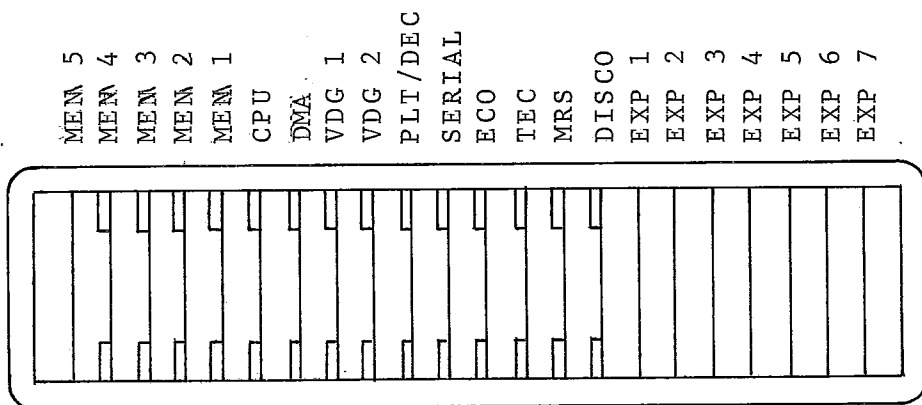
iv) Placa de DMA, interrupção vetorizada e UPA:

- DMA: 4 canais, com taxa de transferência de 800 K-bytes/s; integrado INTEL 8257.
- Interrupção vetorizada: 8 níveis; integrado INTEL 8259.
- Unidade de Processamento Aritmético: Operações com inteiro de 2 e 4 bytes; ponto flutuante de 4 e 8 bytes; integrados Am 9511 e Am 9512.

v) Placa serial:

- Dois canais seriais utilizando o integrado INTEL 8251 (USART).
- Seleção, na placa, para operação em RS-232C ou elo decorrente de 20 mA e velocidade de transmissão.
- Geração, na placa, da frequência de 110 baud.

As demais placas do sistema são concernentes às interfaces implementadas; suas características são descritas nos itens que seguem:



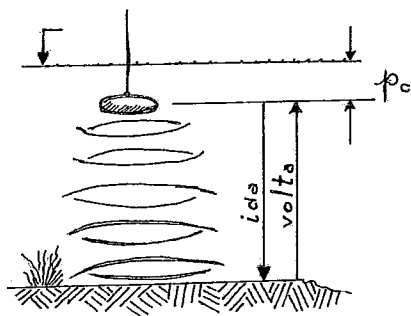
- Distribuição das placas no "Rack"

FIGURA. IV.1

4.1.2 - INTERFACE COM O ECOBATIMETRO 719B

i) Princípios da sondagem através de ecobatímetros

A sondagem de profundidade através de eco é um método de se medir a profundidade da água pelo cômputo do intervalo de tempo requerido para que uma onda sonora se desloque, a uma velocidade conhecida, desde um ponto até uma superfície refletora e seu retorno. Medindo-se o tempo entre a transmissão de um pulso sonoro e a recepção de seu eco, a distância percorrida por este pulso pode ser calculada multiplicando-se metade deste intervalo de tempo pela velocidade do som na água.



Sendo t , o tempo decorrido entre a transmissão do pulso e a recepção de seu eco, e V_s a velocidade do som na água, então.

$$2p = t * V_s \rightarrow p = \frac{t}{2} * V_s \quad \text{eq.4.1}$$

Como o transdutor deve ficar submerso totalmente na água, a uma profundidade p_c , então a profundidade total na lâmina d'água será:

$$p_t = p + p_c \quad \text{eq.4.2}$$

A velocidade do som na água varia dependendo de sua densidade e temperatura. Entre a água limpa a 0°C e a água mais quente, de alto teor salino, normalmente encontrada, há uma variação na velocidade do som de, aproximadamente, 1380 m/s a 1540 m/s. A velocidade cresce com a salinidade (aproximadamente 2/5 da variação total) e com a temperatura (3/5 da variação total). Fazendo-se uma média dos valores práticos acima para os limites extremos de variação da velocidade do som, temos uma velocidade média de 1460 m/s.

$$\bar{V}_s = \frac{1380 + 1540}{2} = 1460 \text{ m/s}$$

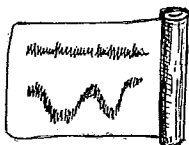
Verifica-se, então, que para diferentes condições de água, a precisão da sondagem varia de $\pm 5\%$ devido à variação de velocidade do som na água. Em condições normais, para uma mesma área, as variações para a velocidade do som são menores do que $\pm 0,5\%$.

ii) Ecobatímetro 719B

O **ecobatímetro 719B** é um equipamento de precisão, projetado para mostrar um registro gráfico contínuo de uma topologia submersa entre 0,6 e 120 metros. Foi desenhado para ser robusto e portátil, acondicionando em sua estrutura a cablagem e o transdutor.

a) princípio de funcionamento e operação

O **719B** possui dois módulos de circuito básico: um deles controla o envio e recepção dos pulsos sonoros de / para o transdutor, o outro controla os motores responsáveis pelo registro gráfico das profundidades.



A profundidade é registrada através da queima de um papel especial, sensível a corrente elétrica conduzida por um estilete móvel.

Os potenciômetros para os ajustes necessários da velocidade do som e compensação da profundidade do transdutor (calado) estão disponíveis ao operador no painel frontal.

São os seguintes os controles possíveis:

- velocidade do som: permite o ajuste do registro para a velocidade do som na água no local.
- maré e calado: Compensa a profundidade do transdutor; pode compensar também a maré.

- marcador de evento: quando acionado, risca o papel do registrador de alto a baixo.
- velocidade do papel: permite até 4 velocidades para o papel do registrador 1, 2, 3 e 4 polegadas por minuto.
- mudança de intervalos: comanda os quatro intervalos disponíveis (0 a 16,5; 15 a 31,5; 30 a 45,5 e 45 a 61,5 metros).
- controle de escala: determina a utilização da escala 1 (0 a 60 m) ou 2 (60 a 120 m).

Devido à largura útil do registrador e para manter a precisão do registro, o operador necessita mudar o intervalo de registro, de acordo com a faixa de profundidade em que está sondando.

b) características

São as seguintes as características do ecobatímetro 719B:

- alcance: de 0,6 a 61,5 m (na escala 1), até 123 m (na escala 2).
- taxa de sondagem: 12 por segundo na escala 1
6 por segundo na escala 2
- precisão: $\pm 0,5\%$ $\pm 2,5\text{cm}$ da profundidade indicada.
- frequência de operação do pulso sonoro: 208 KHz

iii) Princípio de funcionamento da interface BAT - 719B

O funcionamento da interface com o 719B está baseado nos princípios da sondagem através de eco, descrita acima. Assim sendo, a interface se adapta a qualquer equipamento de medição de profundidade que opere com estes mesmos princípios.

A figura IV.2 mostra o diagrama esquemático da interface. Seu funcionamento baseia-se na monitoração dos pulsos enviados e recebidos pelo transdutor do ecobatímetro. O início

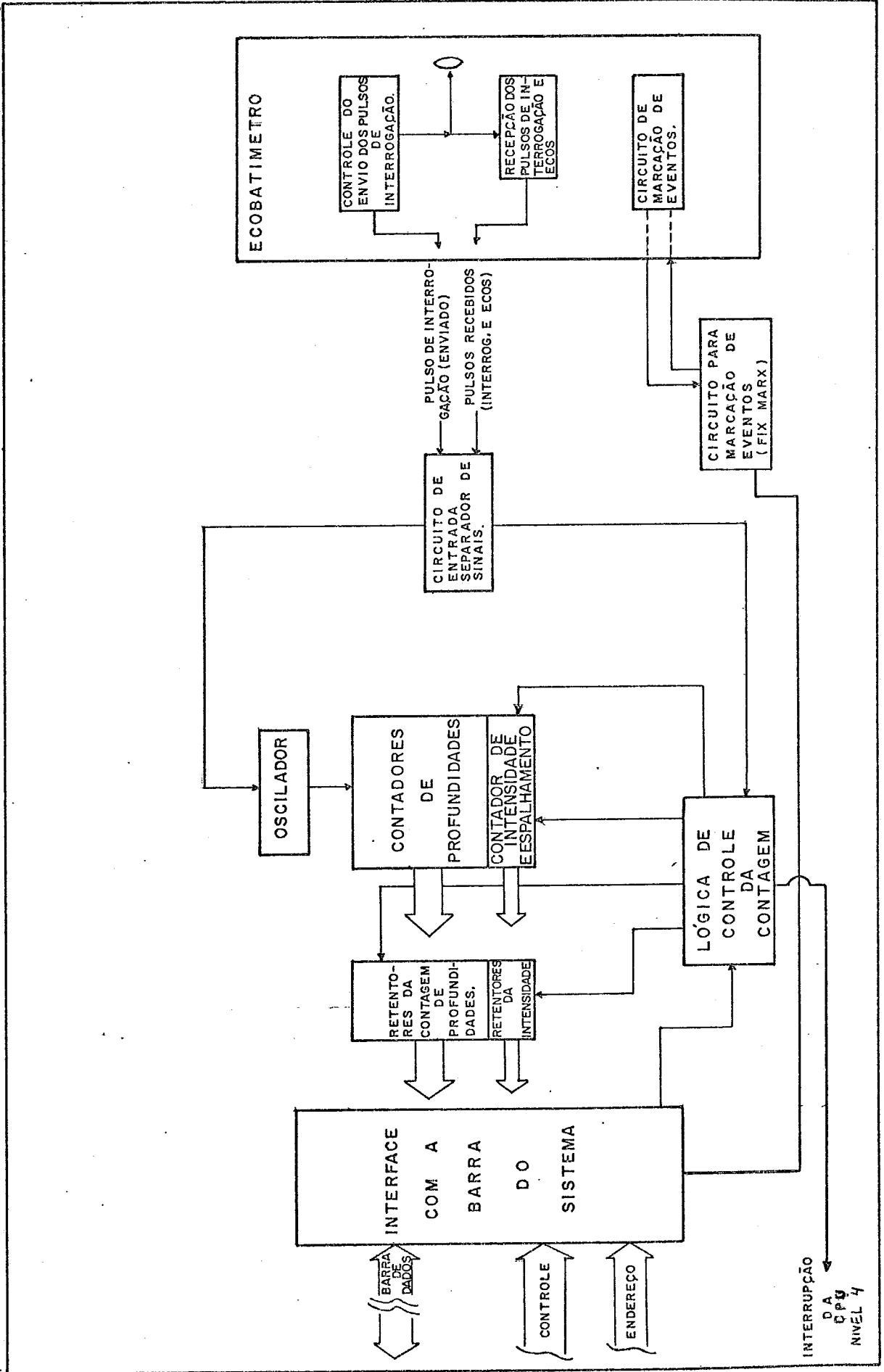
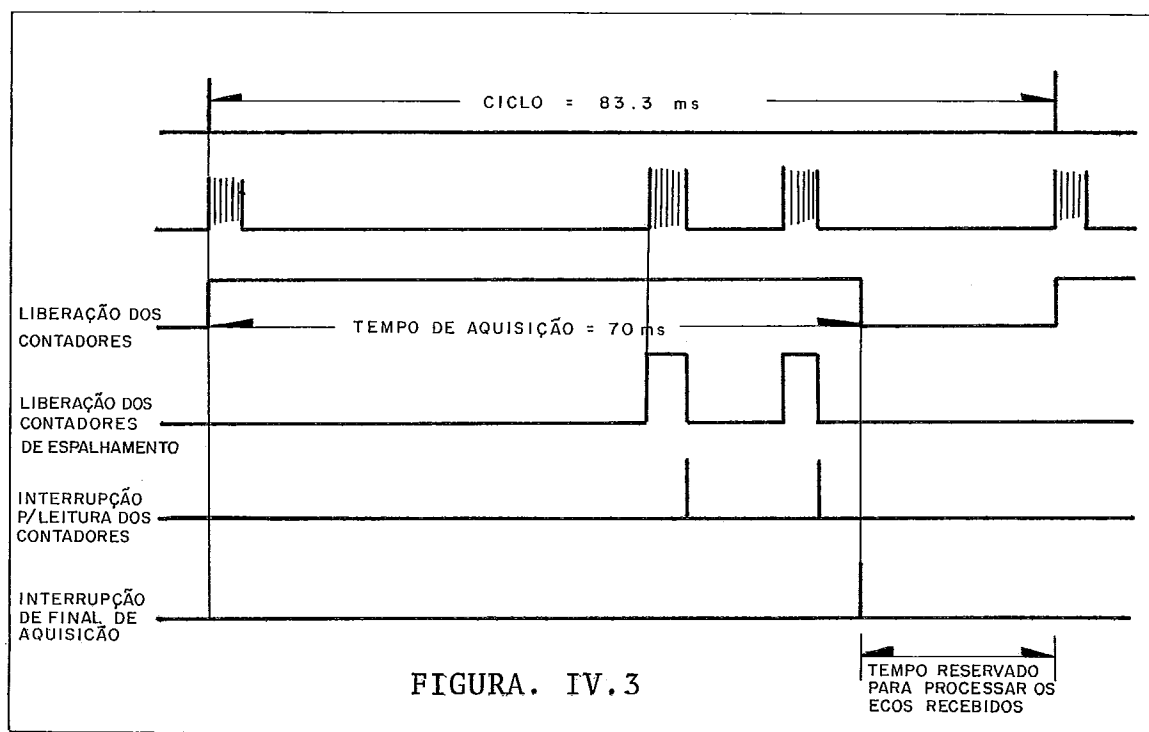


FIGURA. IV. 2

do ciclo de medição da profundidade é comandado pela recepção do pulso de interrogação.

Quando isto acontece, os contadores são zerados, o oscilador é habilitado e a contagem do tempo tem início. Ao ser detectado um pulso, na linha de ecos recebidos, indicando uma reflexão (eco), o valor dos contadores, neste momento, é retido e tem início a contagem da intensidade ou espalhamento do sinal recebido, que é proporcional à duração ou largura do eco. Terminado o pulso do eco, um sinal de interrupção é enviado para a CPU e a rotina de atendimento lê e guarda os valores dos contadores que foram retidos. A contagem não para em tempo algum do ciclo, podendo ser medidos tantos ecos quanto o permitido pelo tempo de atendimento da rotina de interrupção. O tempo de aquisição estabelecido é de 70 ms, dentro do ciclo total de 83 ms. Os 13 ms restantes são dedicados ao cálculo da profundidade em metros. A Fig. IV.3 mostra o diagrama de tempos deste ciclo.



i.v) Determinação da profundidade em cm

Os contadores determinam, na interface, o número de oscilações produzidas no intervalo de tempo entre o pulso de transmissão e seu eco. A base de tempo para contagem é, então,

o número de oscilações. Para se obter a profundidade em centímetros, a equação 4.1 deve ser traduzida para esta base de tempo. Considerando-se que o período de oscilação é de 40 us, teremos:

- i) uma oscilação em 40 us ou 25000 oscilações em 1s.
 ii) sendo a velocidade do som medida em cm/s então:

$$\begin{array}{l}
 V_S \text{ (cm)} \xrightarrow{\hspace{10em}} 1 \text{ seg.} \\
 V'_S \text{ (cm)} \xrightarrow{\hspace{10em}} 40 \text{ us}
 \end{array}
 \quad
 V'_S = \frac{40 * V_S}{10^6} \frac{\text{(cm)}}{\text{(osc)}}$$

A equação 4.1, fica, então:

$$p = \frac{n \text{ (osc)} * V'_S}{2} \quad p = \frac{n * 40 V_S \text{ (cm)}}{2 * 10^6}$$

se tomarmos a velocidade média $p/$ o som: 146.000 cm/seg , teremos:

$$p = \frac{n * 40 * 146.000}{2 * 10^6} \quad p = 2,92 n \text{ (cm)}$$

vemos, então, que a resolução da interface, dada para $n = 1$ (uma oscilação contada) é de 2,92 cm (= 3 cm). Este valor é mais do que satisfatório, tendo-se em vista que a resolução do registro do ecobatímetro 719B é de 10 cm.

As seguintes características podem ser extraídas do funcionamento desta interface:

- a) Os controles do painel frontal do ecobatímetro não atuam sobre a interface, a menos do controle de ganho do sinal recebido no transdutor.
- b) O controle de ganho do sinal do transdutor atua igualmente no registro do eco e na interface do BAT, retirando indicações de profundidades errôneas, tais como as produzidas pela detecção das bolhas de ar feitas pela Revolução da hélice da embarcação.

- c) A medição da profundidade é completamente independente do circuito do registro gráfico do ecobatímetro, não sofrendo as alterações que este experimenta devido à variação na velocidade de rotação dos motores do registrador.
- d) O processo de calibragem da velocidade do som na água no local, embora seja geralmente feito em paralelo, possui determinações independentes.
- e) A resolução da medição fica no entorno dos 3 cm, como visto acima.
- f) Os contadores utilizados tem um total de 12 bits, permitindo a contagem de até 2^{12} oscilações; com isto, a profundidade máxima que pode ser medida é de 4096×3 cm, ou 123 m. O limite prático é dado pelo tempo de aquisição, que, estabelecido em 70 ms, permite medições de até 85m, aproximadamente.
- g) Top automático: a interface permite, via programa, riscar o registro do ecobatímetro, marcando TOP'S sem a intervenção do operador, em pontos notáveis pre-definidos.

CALIBRAGEM

O processo para calibragem da interface, pode ser feito por dois modos distintos:

- a) ajustando-se o período do oscilador através de potenciômetro de precisão, até que este tenha um período proporcional à velocidade do som no local. Então, dada a profundidade de calibragem, P_c , e o número de oscilações contadas, n_c , desde a transmissão do pulso sonoro até a recepção do sinal refletido, para esta profundidade, teremos pela equação 4.1 :

$$P_c = \frac{n_c}{2} * V_s * a = \frac{n_c}{2} * (a * V_s) = \frac{n_c}{2} * V'_s$$

Como a variação da velocidade do som é pequena (no máximo 5%), vemos que o ajuste na frequência do oscilador é um fator

multiplicativo (a) que atua na velocidade do som, ajustando este valor para que se alcance a profundidade P_c . Assim, uma profundidade qualquer, p , que obteve uma contagem de n pulsos, terá seu valor dado por:

$$p = \frac{n}{2} * V'_S$$
, onde V'_S é a constante obtida na **calibragem**.

A desvantagem neste método de **calibragem** é a necessidade de se acessar a placa de interface para o ajuste, ou a colocação do ajuste no painel do equipamento, com as devidas proteções contra alterações involuntárias na posição do potenciômetro de ajuste.

- b) O segundo modo, e que foi implantado, não necessita de um ajuste através de potenciômetro. O procedimento de **calibragem** segue os mesmos passos que o anterior, diferindo apenas na de terminação da velocidade do som local. O oscilador é ajustado, no laboratório, para um período de 40 μ s (com um erro de \pm 5%). O sistema assume uma velocidade do som média de 1460 m/s. A **calibragem** da interface é feita por comparação com esta velocidade média, do seguinte modo:

- i) uma profundidade qualquer é dada por:

$$Pr = P_{calado} + p$$

$Pr \rightarrow$ Profundidade real

$P_{calado} \rightarrow$ Profundidade do transdutor = calado

- ii) a determinação de p é feita pela equação:

$$p = \frac{t}{2} * V_S = \frac{40}{2 * 10^6} * n * V_S$$

Para a profundidade de **calibragem** P_c , dada, contam-se n_c pulsos. Então,

$$V'_S = \frac{P_c}{n_c} * \frac{2 * 10^6}{40}$$
, e V'_S é a velocidade do som em cm/osc do local.

Para a velocidade média de 1460 m/s, temos $V_S = 2,92$ cm/osc

então a velocidade do som V_s' é comparada com a velocidade média de 2,92 cm/osc, e esta constante deve estar dentro da faixa dos 5 %, senão a calibragem não será aceita. Isto geralmente acontece quando se tem ecos múltiplos ou fenômenos térmicos que produzem reflexões indesejáveis. Qualquer outra profundidade é obtida, então da equação:

$$p = \frac{V_s' \cdot n}{2}$$

tendo sido V_s' determinado no processo de calibragem, e sendo n o valor do número de oscilações contadas para a profundidade p .

FILTRAGEM DE PROFUNDIDADES

Existem, infelizmente, efeitos que produzem reflexões das ondas sonoras, e que são captados pelo transdutor do ecobatímetro. Visualmente, no registro do eco, essas reflexões podem ser desprezadas e o fundo real que é contínuo no registro, pode ser facilmente determinado. Tal facilidade não se encontra quando a captura das profundidades é automática, necessitando-se uma **filtragem** para os dados obtidos durante a aquisição.

i) Fatores que influenciam na medição de uma profundidade.

Dividimos, aqui, os fatores que induzem a erros na medição de uma profundidade em 3 tipos, dependendo de sua origem:

- a) efeitos de material estranho (suspensões), gradientes térmicos, etc.. As melhores superfícies para a reflexão de ondas sonoras são as superfícies duras, tais como rocha e areia, entretanto, reflexões fortes também são obtidas de bolhas de ar, tais como as que se formam no rastro de uma embarcação. Reflexões mais fracas são originadas por pequenos peixes, suspensões de lama ou areia, gradientes de salinidade e temperatura, e micro-organismos. O controle de sensibilidade do

do ecobatímetro geralmente é suficiente para abolir tais reflexões, e obter reflexões apenas do fundo real.

b) **Registros duplos.** São reflexões fortes, não extinguiveis através do controle de sensibilidade. Tais registros são devidos a cardumes de peixes ou dupla reflexão no solo submerso. A dupla reflexão é fácil de ser identificada, pois é recebida num tempo aproximadamente duas vezes o tempo para a recepção da primeira reflexão. As demais reflexões tem de ser analisadas, acompanhando-se a evolução do perfil do fundo.

c) **Modulação do fundo devido à variação de ondas e maré.** O perfil real do fundo é adulterado pela modulação produzida pelo movimento das ondas experimentado na embarcação de prospecção. Este fenomeno induz aos erros mais graves, pois exige uma interpretação do registro das profundidades para a obtenção do fundo real. O único modo seguro de se anular este efeito é através da compensação do movimento ondulatório por meio de dispositivos capazes de quantificar estas variações. Quanto às marés, a sua influência pode ser controlada através de tabelas ou pelo registro simultâneo de sua variação, pois tal fenomeno é lento, podendo ser determinado e anulado com exatidão.

ii) **Filtragem de profundidade em tempo real.**

A fim de se eliminar ou, pelo menos, reduzir o máximo possível os efeitos acima mencionados, que produzem fundos falsos, o **BAT** realiza uma **filtragem numérica** em tempo real para as profundidades lidas através da interface com o eco batímetro 719B. Esta **filtragem** possui quatro itens:

a) **eliminação de ecos fracos.** É feita através da seleção de reflexões com intensidades superiores a uma mínima pre-estabelecida; esta intensidade ou espalhamento é medida na interface, como já foi descrito; os níveis de intensidade variam de 0 a 15 e, na prática,

- o valor determinado para eliminação foi o nível 1. Esta filtragem elimina reflexões indesejadas tais como as descritas no item i.a acima, e que não puderam ser suprimidas através do controle de sensibilidade.
- b) **reflexões próximas à superfície.** São eliminadas através da supressão das profundidades detectadas até, aproximadamente, 1 metro do transdutor; isto elimina ecos devido às bolhas de ar formadas pelo deslocamento da embarcação ou gradientes térmicos e de salinidade próximos à superfície.
- c) **eliminação de ecos duplos.** Esta filtragem é realizada por meio de um algoritmo de detecção de variações bruscas no perfil que está sendo registrado. O algoritmo é assim definido:

sejam:

- c.i) $p(0)$ e $p(1)$ as duas primeiras profundidades adquiridas nos dois primeiros ciclos de medição após a liberação da filtragem.
- c.ii) "FUGAS" - contador de variações maiores do que a máxima permitida entre uma profundidade e a anterior; inicialmente igual a zero.
- c.iii) "VARMAX" - variação máxima permitida entre duas profundidades de dois ciclos consecutivos.
- c.iv) $p(n)$ - profundidade filtrada do n -ésimo ciclo.
- c.v) $p_i \mid 1 < i < 3 \rightarrow$ profundidades múltiplas (ecos duplos) em um ciclo, maximizadas em 3, devido a restrições de tempo de execução para o algoritmo.

então, para $n = 2, 3, \dots, n \in \mathbb{N}$

c.vi) seja $K | p_k = \min \{p_i - p(n-1)\}$, então: $p(n) =$

$$\begin{cases} p_k, & \text{se } (|p_k - p(n-1)| \leq \text{VARMAX}) \vee (\text{FUGAS} > 10) \\ \{2p(n-1) - (p(n-2))\}, & \text{se } (|p_k - p(n-1)| > \text{VARMAX}) \wedge \\ & \text{e } \text{FUGAS} = \text{FUGAS} + 1 \quad (\text{FUGAS} < 10) \end{cases}$$

a segunda equação é uma extrapolação de primeira ordem (linear), para profundidades cuja variação está fora da normal permitida.

c.vii) supondo-se que

- a velocidade máxima da embarcação é de 6 nós (10 Km/h).
- sejam realizados 12 ciclos de profundidade em 1 segundo (taxa de aquisição do 719B).
- $\text{VARMAX} = 3\text{m}$.

então:

- 1 ciclo é realizado a cada 83,3ms.
- Em 83,3 ms, a lancha de prospecção percorre 23cm.
- a inclinação máxima permitida será de 23cm: 3 m ou 1:13.

Os valores acima (item c.vii) são os ora implantados para filtragem. Isto significa que variações de profundidade que indiquem inclinações superiores a 1:13 são desprezadas, a menos que se confirmem depois de 10 medições consecutivas. Neste caso, o erro de posição cometido, para a velocidade da embarcação de 10 Km/h, será de 2,3m, que se aproxima da precisão do próprio sistema de posicionamento utilizado que é de 2m. Este algoritmo de filtragem tem se mostrado razoavelmente eficiente na eliminação dos registros duplos (item i.b).

d) eliminação do efeito de modulação do fundo produzido

pelas ondas. Decorre do processo de determinação da profundidade no entorno do ponto de aquisição. O BAT, no estágio atual, determina uma profundidade a cada 5 metros. No período de tempo equivalente a 5 m, à velocidade de 10 Km/h, são captadas cerca de 22 profundidades. O valor da profundidade que será atribuído ao ponto de aquisição é calculado através de uma média ponderada, com pesos maiores para as profundidades mais próximas do ponto. Isto conduz, então, a uma anulação do efeito de ondas cujo comprimento se situe no entorno de 5 m, sendo que esta capacidade de anulação diminui de acordo com o afastamento do comprimento da onda em relação aos 5 metros. Embora a eliminação do efeito das ondas não seja garantido por este processo, a prática tem mostrado ser ele de razoável eficiência, tendo em vista que o mesmo não foi projetado para tal eliminação.

iii) **Estudo da eliminação das modulações produzidas pelas ondas:**

A ondulação experimentada pela embarcação de prospecção produz uma modulação no registro das profundidades, que conduz a uma determinação irreal do perfil de uma linha de sondagem. Dois métodos podem ser utilizados para a eliminação efetiva destas modulações, em tempo-real e em tempo de pós-processamento.

a) **Filtragem numérica.** Consiste num algoritmo que implemente uma função de transferência de um conjunto de profundidades medidas com a modulação das ondas para um conjunto de profundidades sem modulação ("filtradas"). Essa função de transferência ou filtro, tem as seguintes vantagens, além do baixo custo de implantação (apenas software): pode ser adaptativa, com seus parâmetros sendo alterados de acordo com as condições locais, de tal forma a se obter uma otimização da filtragem (ou seja função de transferência ótima); além da eliminação do efeito das ondas, um

subproduto desta filtragem pode ser a eliminação das profundidades erradas originadas pelos demais efeitos (através de filtros preditivos, por exemplo, podem ser eliminadas profundidades duplas). As desvantagens são: uma filtragem numérica deste tipo, em tempo-real, certamente degradará o tempo de resposta do sistema, de maneira indesejável; implementada em tempo de pós-processamento a única desvantagem de tal filtragem é a complexidade da função de transferência no tratamento de perfis cuja frequência de variação se aproxima da frequência de corte do filtro.

- b) **Medição do movimento ondulatório.** Consiste na obtenção das medidas de frequência e/ou amplitude das ondas, em tempo-real, e uma compensação posterior ou em tempo-real das profundidades adquiridas ou em aquisição, respectivamente. A medição através de um processo relativo (medição em relação a um ponto fixo) só é possível num número muito reduzido de casos. A medição absoluta é a utilizada neste caso. É feita através da determinação da aceleração vertical produzida no transdutor do ecobatímetro pelo movimento das ondas. Daí decorre, por meio de dupla integração, o deslocamento vertical instantâneo sofrido pelo transdutor, ou seja, o valor instantâneo da amplitude de onda que deve ser compensado na profundidade instantânea medida. O dispositivo utilizado para tal medição é um transdutor de aceleração ou acelerômetro de massa. Como a resposta deste dispositivo para variações de aceleração é rápida, o processo de compensação de ondas pode ser realizado em tempo-real, sem degradação do tempo de resposta do sistema. A vantagem, neste caso, é a compensação real e imediata da flutuação, sendo que o ecobatímetro, ao ser ligado diretamente ao compensador já produz um registro compensado. A desvantagem desta compensação em tempo-real é a dificuldade de aferição do acelerômetro, quanto à determinação das constantes de integração, ao

tempo de resposta (responsável pela defasagem entre a amplitude da onda e a profundidade instantânea) e estabilização do transdutor de aceleração (responsável pelos erros na medição do valor da amplitude da onda).

Em tempo de pós-processamento, as informações sobre a variação da amplitude das ondas, obtidas do acelerômetro, podem ser tratadas para que se obtenha os valores das frequências das ondas e, por um processo interativo visual, eliminar a defasagem entre o perfil e a ondulação medidas, e determinar a amplitude exata das ondas. Este procedimento permite a correção do efeito das ondas de uma maneira exata. As dificuldades aqui, são devidas à complexidade das rotinas do processo interativo e à disponibilidade dos dispositivos de interação gráfica.

iv) **Funcionamento do compensador de ondas acoplado ao ecobatímetro 719B e ao BAT.**

O diagrama da figura IV.4 mostra o acoplamento do compensador de ondas utilizado no sistema BAT. A ligação foi feita para eliminação das ondas em tempo-real. O compensador atua diretamente no controle dos pulsos de transmissão, decidindo por um atraso ou adiantamento do mesmo, proporcional ao deslocamento vertical experimentado. A margem de compensação é de aproximadamente $\pm 3,50$ metros (amplitude necessária de compensação), definida pelo retardo de 5,5ms produzido pelo compensador no pulso de interrogação. O BAT, deve ser informado da ligação do compensador a fim de anular este retardo, pois os contadores da interface começam a atuar quando do recebimento do pulso de interrogação, enviado pelo cartão de controle do ecobatímetro que, posteriormente, sofre o retardo de 5,5 ms. Este esquema, embora eficiente produz várias vezes resultados indesejáveis devido à dificuldade de ajuste dos parâmetros do compensador. Esta

mesma ligação permite que o BAT armazene as informações do deslocamento vertical, através da medição do intervalo de tempo proporcional a este deslocamento. Assim, a compensação posterior como descrita no item iii, poderá ser feita, com os próprios recursos interativos do BAT, ficando na dependência da programação dos algoritmos de interação.

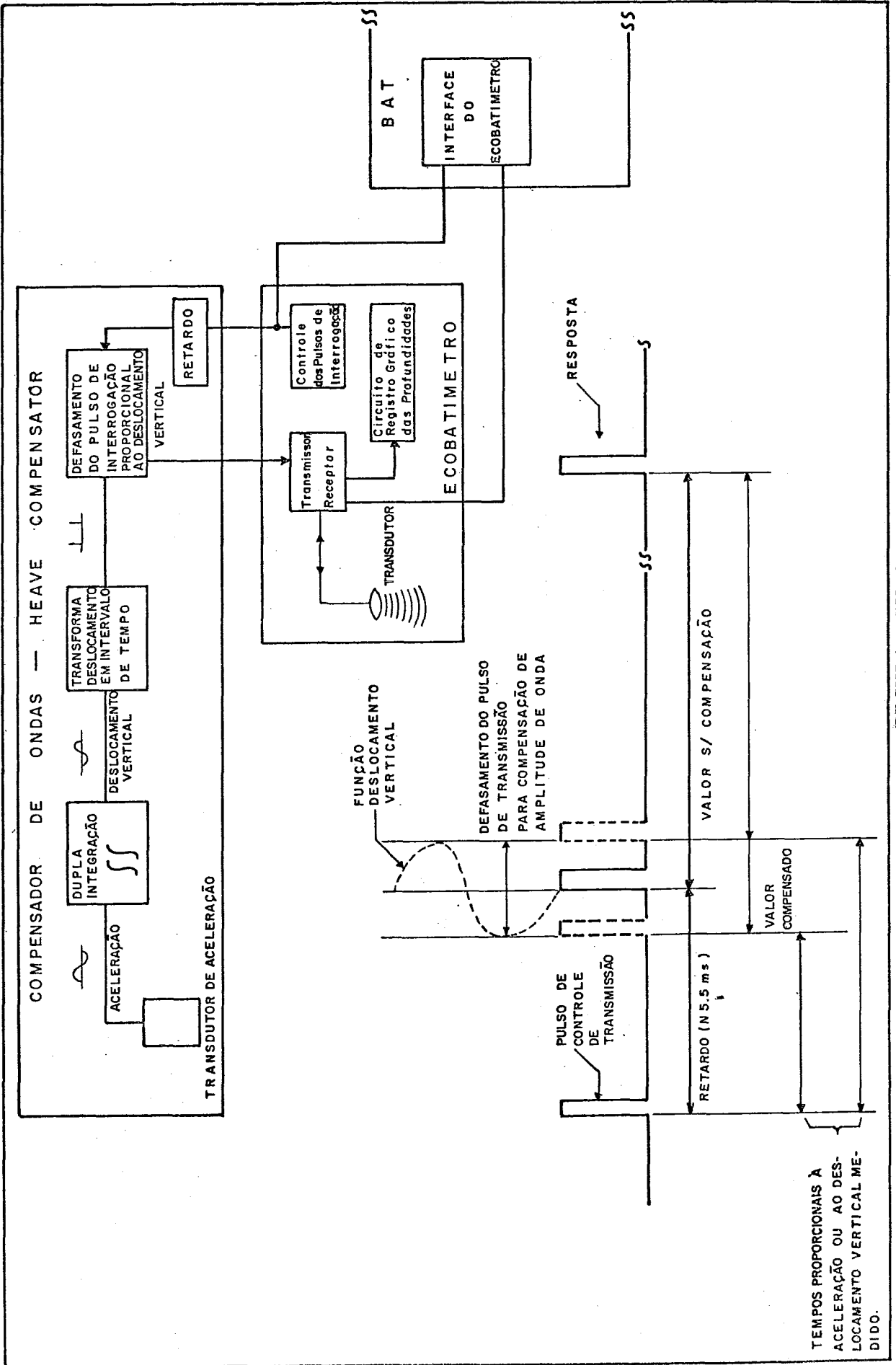


FIGURA. IV.4

4.1.3 - Terminal Gráfico/Alfanumérico

A interface com um aparelho de TV comercial, para torná-lo um terminal gráfico e alfanumérico, foi implementada tendo em vista algumas diretrizes básicas do projeto **BAT**:

- a) **Custo do terminal.** O terminal BAT possui dupla finalidade: substituir um plotador na tarefa de indicação de trajetória da embarcação de sondagem e dotar o sistema com um dispositivo de exibição de mensagens para interação com o operador. A substituição do plotador é essencial, pois este possui um custo relativamente alto (produto importado), condicionando a utilização do sistema à sua aquisição. Tal como foi projetada, a interface proporciona uma capacidade gráfica e alfanumérica que atende perfeitamente aos propósitos do sistema, sendo que seu custo atual é cerca de 16 vezes menor do que o plotador.
- b) **Custo operacional.** Considerando-se o ambiente agressivo a que são submetidos os equipamentos na fase de campo, a manutenção de equipamentos mecânicos de precisão como os plotadores torna-se dispendiosa. Além disso, o tempo de reparo é maior devido aos ajustes mecânicos, que não são necessários no terminal. Deve-se levar em conta, também, que com a utilização do terminal gráfico, não há gastos com papel e penas para plotagem.
- c) **Facilidade de operação.** As dificuldades decorrentes da alocação de espaço na embarcação de sondagem são atenuadas com a utilização do terminal, devido ao volume que ocupa (TV de 12 polegadas) e não necessitar, como o plotador, de posição bem definida para trabalho. A visualização da geometria da obra e o acompanhamento da trajetória, em tempo real, tornam-se mais cómodos devido à capacidade de rotação, translação e mudanças de escala fornecida pelo terminal. A apresentação simultânea na tela das variações envolvidas na aquisição (posicionamento e profundidade) permite a detecção e recuperação imediata de falhas que possam ocorrer. Na fase

de pós-processamento, a exibição visual gráfica dos perfis das seções levantadas proporcionam segurança e confiabilidade na prospecção realizada.

Finalmente o terminal suprime a necessidade da confecção de plantas para o acompanhamento da trajetória da embarcação, utilizadas pelos plotadores.

- d) **Tempo de resposta.** O tempo gasto para a plotagem de uma posição é variável, dependendo do deslocamento envolvido, e sempre bem superior ao tempo dispendido para exibição de uma posição na tela do terminal, aumentando o tempo útil do processador. Isso implica numa maior taxa de posições calculadas, logo, um posicionamento mais preciso e uma detecção rápida de desvios da trajetória pré-estabelecida.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO DA INTERFACE

As interfaces gráfica e alfanumérica do terminal **BAT** estão baseadas na utilização de um integrado gerador de sinal de vídeo composto, de baixo custo, o S68047 (VDG), produzido pela **AMERICAN MICROSYSTEMS, INC.** As interfaces são independentes, cada qual possuindo o seu próprio gerador de vídeo e os circuitos de controle e interligação ao sistema. A figura IV.5 mostra o diagrama desta interligação.

A atualização da memória de exibição é feita via **DMA**. O sistema aloca 6 K-bytes de memória principal como área de trabalho para a interface gráfica e 1/2 K-byte para a alfanumérica. Esta área de trabalho é, na realidade, uma cópia exata da memória de exibição de cada interface. A requisição para a atualização da memória de exibição, monitorada a cada mili-segundo na rotina de atendimento à interrupção do relógio de tempo-real, determina a liberação dos canais de **DMA**.

Neste esquema a **CPU** opera diretamente na memória principal, na região de trabalho alocada para as interfaces, não necessitando monitorar o processo de atualização das memórias de exibição, feito automaticamente pelos canais de **DMA**, e os circuitos de

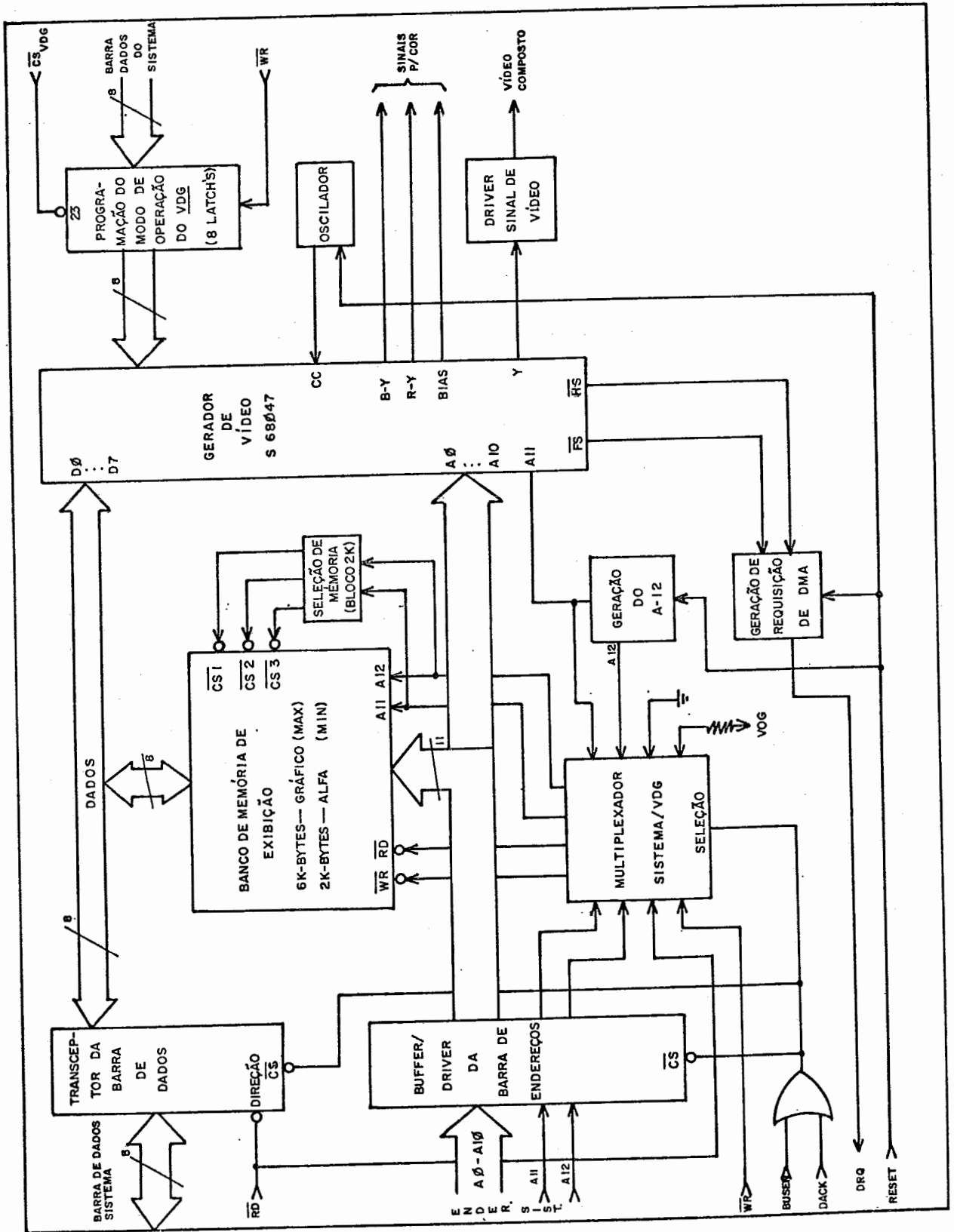


FIGURA IV, 5 - DIAGRAMA DA INTERFACE GRÁFICA/ALFAN

controle nas interfaces. Num ciclo de **DMA** é feita a transferência de um byte de memória principal para a memória de exibição. O tempo de atualização de um ponto é, então, de 4 ciclos de **CPU**, o que equivale ao menor tempo de execução de uma instrução do 8085.

Quando o sistema é ligado, o pulso de reset inicializa os circuitos de controle da interface, como pode ser visto na figura IV,5. O programa de inicialização do sistema, executa a sequência de reset dos **VDG's**, simultaneamente, a fim de sincronizar os sinais de vídeo gerados em cada interface. Esta sincronização é garantida pela utilização de um só oscilador que comanda os tempos de operação dos **VDG's**. O programa de inicialização define, ainda, o modo de operação de cada interface.

As interfaces tem um funcionamento completamente independente, dessíncrono, em relação ao sistema. A interligação com o sistema é realizada na sequência de inicialização através do retentor (**LATCH**) do modo de operação e nas atualizações da memória de exibição, via controle dos canais de **DMA** e os "drives" bidirecionais para a barra de dados, endereços e controle do sistema.

As atualizações de **DMA** são realizadas durante o tempo dos retraços horizontal e vertical, evitando interferências na imagem exibida na tela. Durante estes retraços, o circuito de controle da interface fica requerendo atualização da memória de exibição. Havendo atualização a ser feita, ou seja, estando os canais de **DMA** liberados, serão realizados tantos ciclos de **DMA** quantos comportarem no tempo de retraço. A figura IV,6 apresenta um diagrama de tempos para estas atualizações. Decorrem, daí, os seguintes cálculos de velocidade de atualização de tela e tempo máximo roubado de "CPU" para atualização: considerando-se que:

- i) um ciclo de **DMA** = 4 ciclos de CPU = $4 \times 330\text{ns} = 1,32\ \mu\text{s}$
- ii) a varredura vertical é de 60 campos / segundo.
- iii) a varredura horizontal é de 242 linhas visíveis por campo.
- iv) a duração do retraço vertical é de 2 ms.
- v) a duração do retraço horizontal é de $10,8\ \mu\text{s}$.

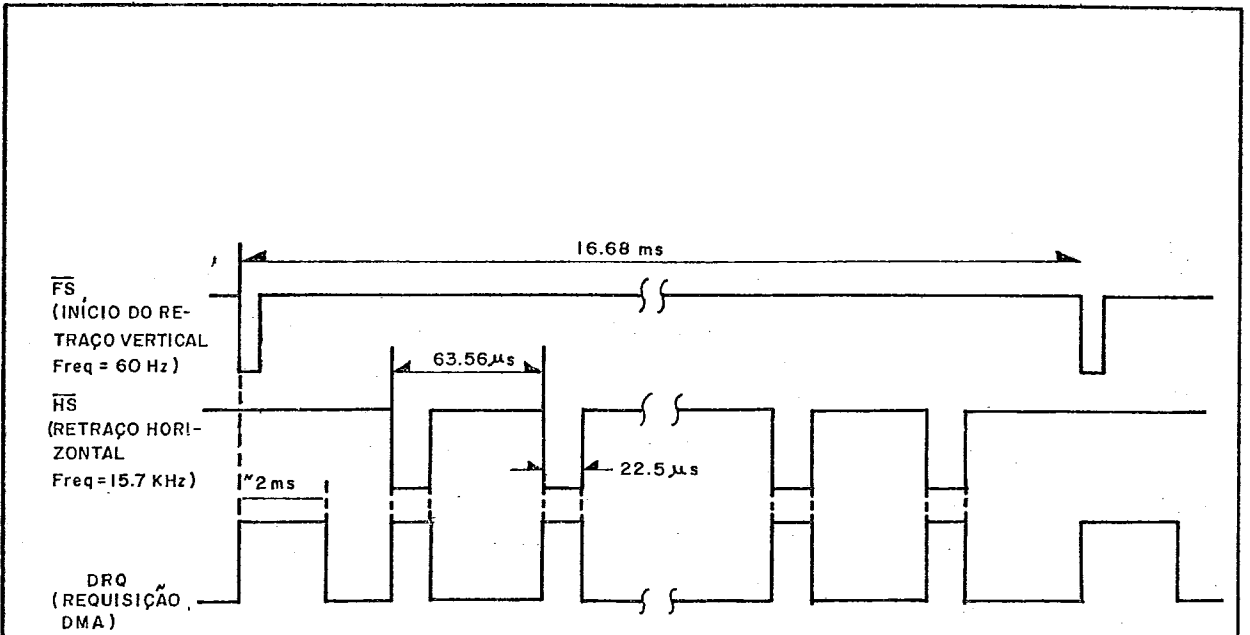


FIGURA IV.6 DIAGRAMA DE TEMPOS PARA ATUALIZAÇÃO DE DMA

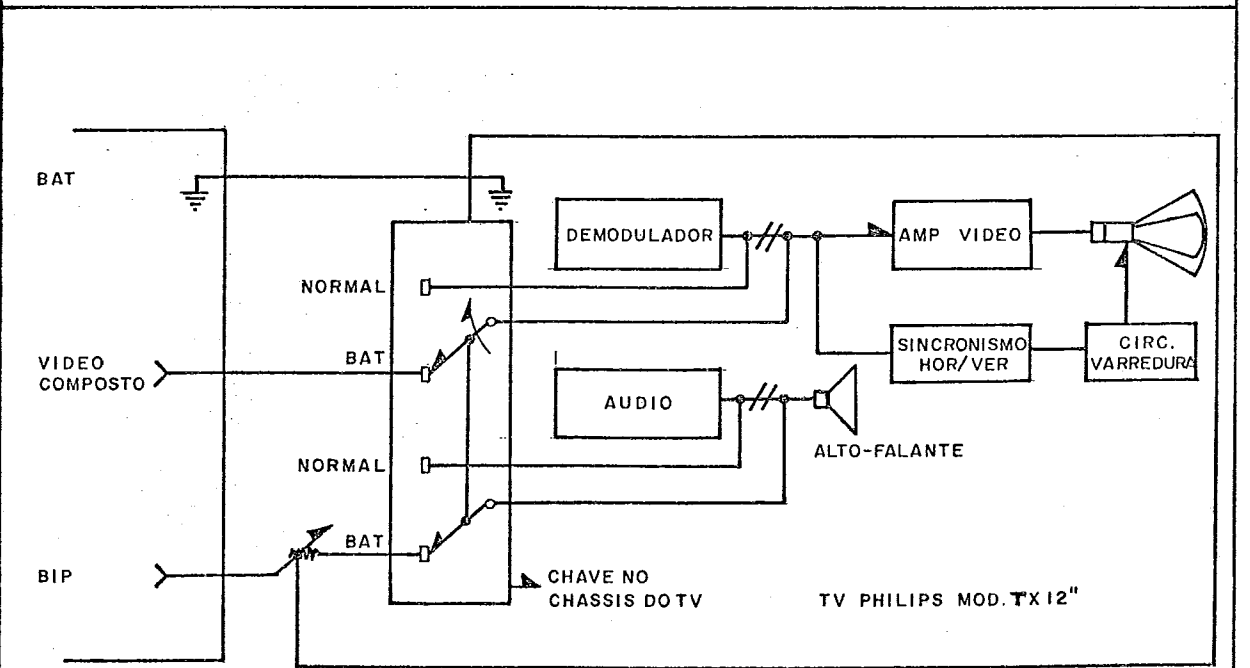


FIGURA IV.7

então:

- i) o número de ciclos de DMA por retraço vertical será igual a

$$\frac{2000 \text{ us}}{1,32 \text{ us}} = 1515 \text{ ciclos}$$

- ii) o número de ciclos de DMA para o retraço horizontal será igual a

$$\frac{10,8 \text{ us}}{1,32 \text{ us}} = 8 \text{ ciclos}$$

- iii) o número de ciclos de DMA, ou seja, o número máximo de bytes que pode ser atualizado em um segundo, será:

$$\text{bytes/seg.} = (1515 + 8 \times 242) \times 60 = 3451 \times 60 = 207060 \approx 200 \text{ K-bytes/seg}$$

Este valor corresponde à atualização de 33 telas gráficas e 400 alfanuméricas em um segundo.

- iv) o tempo máximo perdido pela CPU devido às atualizações de DMA, das duas interfaces será de:

$$\text{tempo máximo perdido} = 207060 \times 1,32 \text{ ns} \times 2 = 269,2 \text{ ms} \times 2 = 538,4 \text{ ms}$$

Este é um tempo teórico, obtido apenas através de programas específicos de teste de desempenho. Na prática, o cálculo, por exemplo, das 6144 posições da tela gráfica demandaria um tempo muito superior ao da taxa máxima de atualização da tela.

A interface possui ainda um circuito para a geração de um sinal sonoro ("BIP"), de tempo de duração e frequência ajustáveis, utilizado pelo sistema para advertências ao operador. A saída do circuito é ligada diretamente ao alto-falante da TV, com um potenciômetro externo, independente, para regulagem do volume do BIP.

A TV comercial utilizada é a PHILIPS MOD TX de 12 polegadas. O sinal de vídeo composto e do "BIP" produzidos nas interfaces do BAT, são levados a uma chave juntamente com os sinais similares de vídeo e som gerados internamente na TV. A chave e o potenciômetro de volume são adaptados à estrutura externa do aparelho de televisão. Como não há alteração nos circuitos de TV a

mesma opera, via chaveamento, nos modos "NORMAL" ou "BAT". O diagrama destas ligações pode ser visto na figura IV.6

ENDEREÇAMENTO DOS PONTOS NA MEMÓRIA DE EXIBIÇÃO

A tela alfanumérica possui capacidade de 16 linhas com 32 caracteres. A interface utiliza a geração de caracteres interna do integrado S68047, que possui uma ROM para a decodificação de 64 caracteres em ASCII para uma matriz de 5x7 pontos (existe a opção para a utilização de uma matriz externa de até 8x12 pontos). Apenas caracteres maiúsculos são decodificados. O "bit" mais significativo, ignorado na decodificação, é utilizado para apresentar o caracter com o sinal de vídeo invertido.

A memória de exibição alfanumérica consta dos caracteres em código ASCII. A alocação é feita sequencialmente, sendo que ao endereço de mais baixa ordem corresponde o caracter superior esquerdo na tela. O endereço de um caracter qualquer na memória de exibição, pode ser então, calculado do seguinte modo:

- i) dado o caracter da linha i e coluna j .
- ii) sendo ENDI, o endereço inicial de alocação na memória, então, o endereço deste caracter será:

$$\text{END} = \text{ENDI} + 32 i + j, \text{ onde } i \in [0, 15], j \in [0, 31].$$

A tela gráfica possui capacidade para apresentação de 256 elementos horizontais e 192 verticais, utilizando para tal, uma memória de exibição com 6144 bytes (6K-bytes). Cada "bit" especifica um elemento da tela ("bit-mapped"). Como cada linha possui 256 pontos, então uma linha fica determinada por 32 bytes. O BAT trabalha visualizando a tela gráfica de dois modos distintos:

a) Modo direto

O elemento da tela é definido pela coluna e linha a que pertence. A determinação do endereço deste ponto na memória é

feita do seguinte modo:

- i) seja ENDI o endereço inicial da memória de exibição.
- ii) o ponto está situado na coluna "j" da linha "i".

Então, o endereço deste elemento na memória (END) será:

$$\text{END} = \text{ENDI} + i * 32 + j/8$$

onde $i \in [0, 191]$ e $j \in [0, 255]$.

A posição do "bit" correspondente a tal elemento no byte de memória é dada por:

- i) seja o byte identificado pelos "bits" b_k , $k \in [0, 7]$, referente a um endereço de memória, tal que o "bit" menos significativo seja b_0 e o mais , b_7 .
- ii) o elemento está situado na coluna j.

Então, o "bit" que identifica o ponto será b_k , onde

$$k = \text{MOD} [j / 8] \text{ e } \text{MOD} \equiv \text{resto da divisão inteira.}$$

b) Modo Cartesiano ou Vetorial

O elemento da tela é definido através de coordenadas cartesianas, tendo como origem o ponto central da tela. Ver figura IV.7 . O endereço do ponto P (IX, IY) é dado por:

$$\text{END} = \text{ENDI} + (95 - \text{IY}) * 32 + (\text{IX} + 128)/8$$

onde $\text{IX} \in [-128, 127]$ e $\text{IY} \in [-96, 95]$.

O "bit" a "acender" ou "apagar" na tela, correspondente ao byte cujo endereço foi calculado acima será b_k , onde:

$$k = \text{MOD} [(\text{IX} + 128)/8]$$

4.1.4 - Plotadores

O BAT controla diretamente os seguintes plotadores: **HOUSTON** 6650, DP-1, DP-11 e CALCOMP 936. A necessidade de se controlar estes quatro tipos de plotadores (existentes na CBD), conduziu ao projeto de um subsistema genérico para tais dispositivos. Este subsistema constitui-se de:

- i) Programação básica: geração de linhas e caracteres.
- ii) Programação de controle de E/S: comandos para *interface* com os plotadores de entrada paralela simples.
- iii) *Interface* para plotadores de entrada paralela simples.

As rotinas referentes aos dois primeiros itens foram descritas no CAP.III. A programação básica é geral para qualquer plotador, modificando-se apenas a programação de controle. Com isto, o subsistema de plotagem do BAT controla a maioria dos plotadores existentes de entrada paralela simples ou serial (RS-232C ou LOOP de corrente). Plotadores com outros tipos de comunicação, como IEE-488, necessitariam uma *interface* específica, sem modificação na programação básica ou na estrutura da programação de controle.

No estágio atual, o BAT tem controlado os quatro plotadores acima mencionados. Estes plotadores utilizam entrada paralela simples. A identificação para o sistema do tipo de plotador a ele acoplado é dada pelo operador, no início dos programas de plotagem. A *interface* possui ligações que devem ser feitas ("*jumpers*") para o plotador em questão.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO DA INTERFACE PARALELA

A figura IV.8 mostra o diagrama da *interface* paralela que comanda os plotadores utilizados, até o momento, pelo BAT.

Todo desenho efetuado baseia-se no envio de uma seqüência de deslocamentos, calculados por um algoritmo gerador de linhas. Um deslocamento é executado por uma seqüência de *steps* combinados. Cada combinação de *steps* é enviada ao plotador através da *interface*, onde um sinal de interrupção é gerado após o tempo de

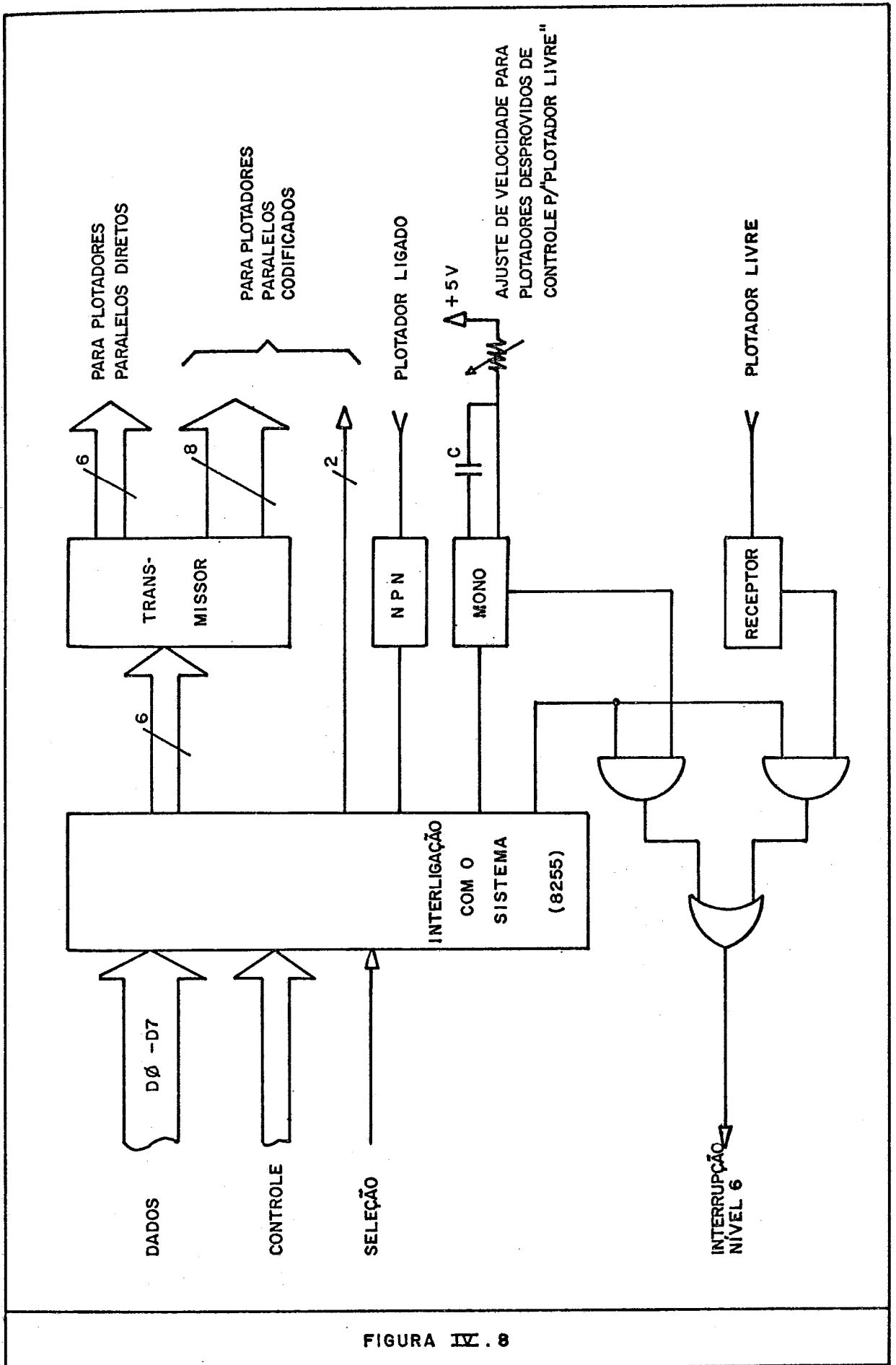


FIGURA IV. 8

espera necessário à execução do comando. Este tempo, determinado pela velocidade do plotador, é ajustado na *interface*, ou comandado pelo próprio plotador, através da linha 'PLOTADOR LIVRE'. O tipo de operação é gerenciado pelas rotinas de E/S, que recebem do usuário, via sistema, a informação sobre o tipo de plotador ligado.

As linhas utilizadas nesta *interface* são as seguintes:

- i) Plotadores com ligação paralela direta. Neste caso, um *step* ou *comando de pena* é executado através de um pulso em uma das seguintes linhas:

X+ → direção positiva de X
 X- → " negativa de X
 Y+ → " positiva de Y
 Y- → " negativa de Y
 PUP → levantar pena
 PDN → baixar pena

PLTRY2 → indica que o plotador está ligado (nível lógico = 1).

- ii) Plotadores com ligação paralela codificada. Neste caso, uma combinação de *steps* ou *comando de pena* é executado colocando-se na porta de saída o código respectivo e pulsando, via *software*, a linha de '*strobe*'. São as seguintes linhas controladas:

XC0, XC0/	} determinam o código da combinação de <i>steps</i> a ser executada.
XC1, XC1/	
XC2, XC2/	
XC3, XC3/	
XC5, XC5/	linha de ' <i>strobe</i> '
XPR, XPR/	linha de plotador livre: permanece em nível lógico zero durante a execução de um comando.
PLTRY1	semelhante ao PLTRY2.

ALGORITMOS UTILIZADOS

Dois algoritmos servem de base para o subsistema de plotagem.

a) Aproximação de linhas

O objetivo deste *algoritmo* é a movimentação da pena de um ponto a outro da maneira mais rápida e próxima de uma linha possível. A técnica para a aproximação está baseada num *algoritmo incremental* para oito *vetores*. A estrutura de comando para um plotador permite que ele se mova numa das oito direções, de acordo com cada incremento. Qualquer linha pode ser plotada exatamente, se esta for paralela a uma das direções básicas (ver *figura IV.9*). Para qualquer outro ângulo, uma linha deve ser aproximada pela combinação de uma série de dois *vetores incrementais*, movimentando-se para cada lado da "linha real". Nesta estrutura, esses dois *vetores* são:

- ou um *vetor* nas direções $\pm X$ e $\pm Y$ (direções principais) ou
- um *vetor diagonal*.

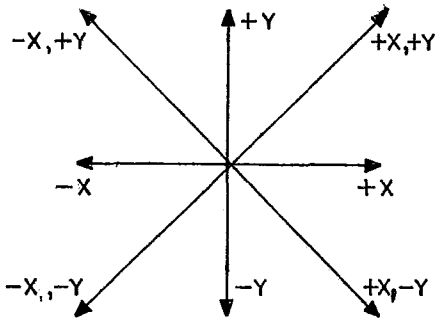


FIG. IV.9

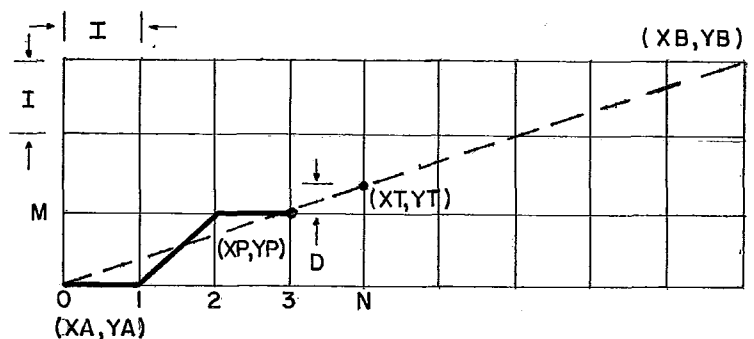


FIG. IV.10

O problema básico resolvido pelo *algoritmo* resume-se na determinação da combinação de movimentos principais e diagonais que mais se aproxima da reta. Isto é determinado a cada passo da aproximação ao se decidir que movimento, diagonal ou principal, deixará a pena mais próxima da reta. Partindo-se do exemplo mostrado na *figura IV.10*, nota-se que a pena realizou três movimentos e está no ponto (XP, YP) . O próximo movimento será decidido do seguinte modo:

Sejam:

- YT_n o valor de Y da reta real para o incremento N .
- YP a posição Y da pena no incremento $N-1$.
- $D = YT_n - YP$

então:

- se $\vartheta \leq I/2$, o movimento será na direção principal.
- se $\vartheta > I/2$, o movimento será na diagonal.

Qualquer reta partindo de um ponto **A** para um ponto **B**, tomando-se **A** como origem, situar-se-á em um dos 8 octantes formados pelos 8-vetores básicos. Então, determinado o octante que contém a reta, esta será aproximada unicamente pelos dois vetores básicos que definem este octante (um principal e um diagonal).

b) Geração de caracteres

O objetivo deste algoritmo é o seguinte: dado um caracter em código ASCII, plotá-lo em escala e com a rotação pedida. Para isto, duas tabelas são utilizadas: *uma tabela de endereços e uma tabela de deslocamentos*.

A tabela de endereços contém 96 entradas (*correspondentes aos 96 caracteres plotáveis*) cada qual com 2 bytes contendo o endereço do conjunto de deslocamentos referentes ao caracter na tabela de deslocamentos e o número de deslocamentos.

Todo caracter é definido numa matriz de 15 x 15 incrementos ('steps'). A seqüência de deslocamentos que definem um caracter assume a pena na origem da matriz. Então, a distância à origem de um ponto qualquer da matriz (NX,NY) é (XM,YM), onde:

$$XM = NX * IXAX - NY * IYAY$$

$$YM = NX * IYAY + NY * IXAX$$

e IXAX, IYAY são parâmetros que definem a escala e a rotação para o caracter, dados por:

$$IXAX = \cos (ANG) * ALTURA/15$$

$$IYAY = \sin (ANG) * ALTURA/15$$

4.1.5 - Teclado

O BAT utiliza um teclado de membrana, com 40 contatos. Sua forma e a definição das teclas podem ser vistas na figura IV.11. Este tipo de **teclado** é de baixíssimo custo. Seu formato é próprio a um vedamento completo, portanto, adequando-se muito bem a um equipamento de mar. Nenhum circuito foi acoplado ao módulo do teclado, tornando-o livre de qualquer manutenção.

A identificação de uma tecla pressionada é feita, basicamente, por programa. A opção pelo tratamento de leitura através de espera ("*Pooling*"), foi definida tendo em vista facilitar a implementação da interface. Além disso, os testes com o protótipo, que utiliza um teclado com filosofia de interrupção é "*debouncing*" na interface, mostram que os benefícios advindos deste tipo de tratamento não pagam a complexidade da interface. Na realidade, o tempo despendido pela CPU na identificação e espera de estabilização (*debouncing*) de uma tecla (modo "*pooling*") não interfere na taxa de aquisição de dados em tempo real, que seria o período mais crítico do sistema. Isto porque as interfaces que capturam os dados em tempo real, funcionam por interrupção, sendo atendidos a qualquer momento, dentro da rotina de leitura da tecla.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO DA INTERFACE

O circuito de interface é trivial, pois todo trabalho de identificação é "*debouncing*" é realizado por programa. A figura IV.12 apresenta o diagrama esquemático desta interface.

A matriz do teclado é composta de 5 linhas e 8 colunas. A leitura de uma tecla é feita energizando-se as linhas com um nível lógico verdadeiro (+ 5V), até que este nível seja sentido numa das colunas. O sistema aguarda, então, um tempo de 20 ms para estabilização do contato. O sinal é retirado das linhas e recolocado seletivamente, até que seja identificada a linha cuja tecla foi pressionada. Um "*bíp*" é produzido para indicar ao operador a aceitação da tecla. As linhas são novamente energizadas

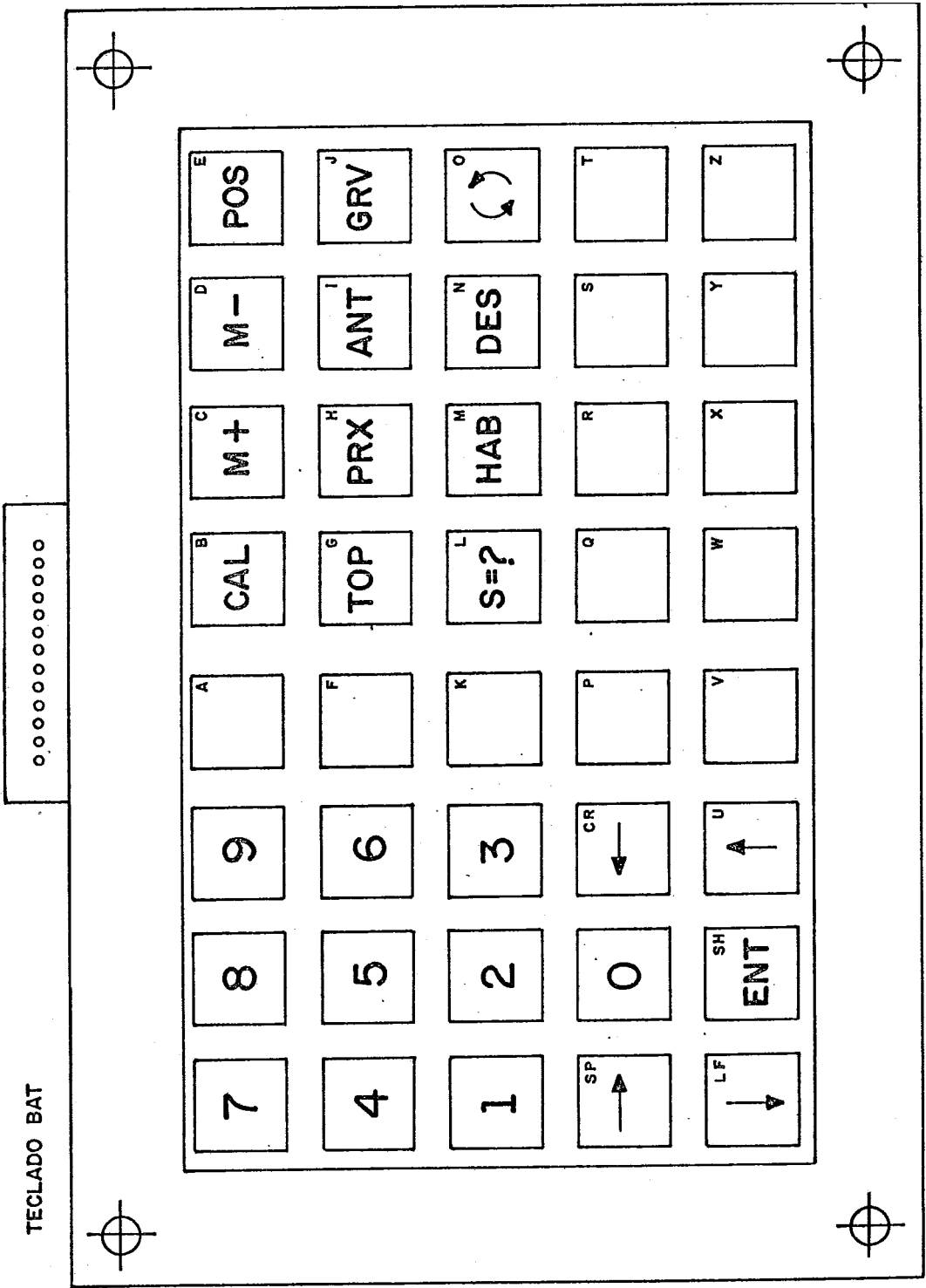


FIGURA. IV.11

simultaneamente, e o sistema fica aguardando a liberação da tecla. Havendo pressão em mais de uma tecla, aquela de menor valor de linha e coluna será a identificada.

A introdução de um sinal sonoro (*bíp*) quando da pressão de uma tecla tornou-se necessário por motivos operacionais. Devido ao reduzido curso da membrana, 0,5 mm, o usuário geralmente fica indeciso quanto a aceitação ou não da operação feita.

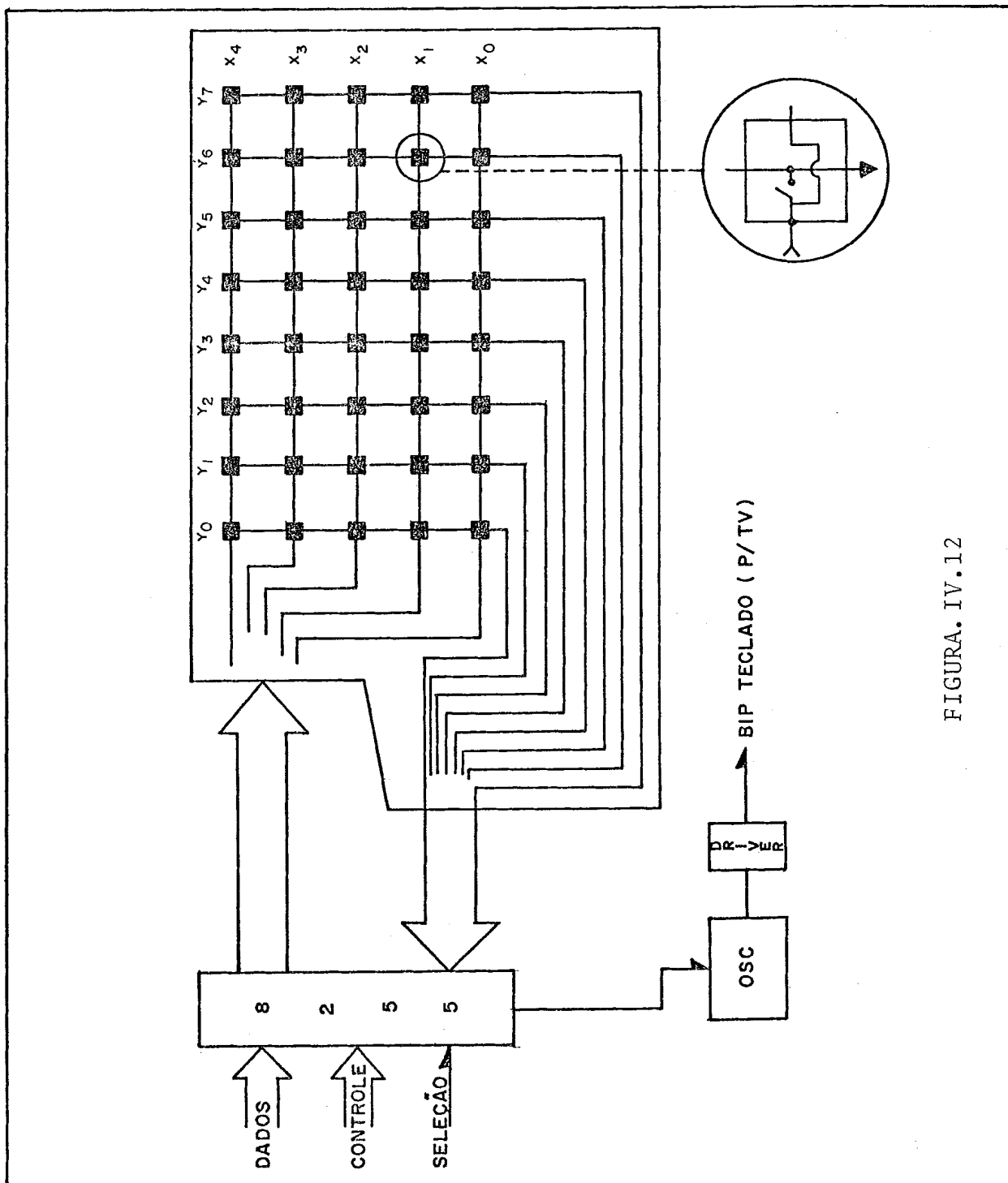


FIGURA. IV.12

4.1.6 - Disco Flexível

O meio de armazenamento de massa do BAT é o minidisco flexível de 5 1/4 polegada. Sua gravação e reprodução é realizada através do formatador BR-41 que controla o acionador BR-500, ambos produzidos pela FLEXIDISK.

Os sistemas similares de aquisição de dados utilizados em embarcações geralmente possuem como meio de armazenamento, fitas magnéticas do tipo K-7, com gravação digitalizada. Esse meio foi preterido ao disco, por dois motivos principais:

i) Acesso direto. Embora a metodologia de coleta de dados seja, intrinsecamente, um processo seqüencial, o seu tratamento por exemplo, no modelo seccional de levantamento, torna-se muito mais versátil quando se utilizam arquivos de acesso direto. Isto visa, basicamente, facilitar o procedimento interativo que toma lugar na fase de pós-processamento, quando são executadas rotinas de análise, correção e recuperação dos dados gravados.

ii) Nacionalização. Em tempo de definição do meio de armazenamento, a unidade de disco flexível já estava sendo produzida em fábricas nacionais, o que proporcionava maiores facilidades para aquisição e manutenção do produto.

A capacidade de armazenamento de um disco flexível de 5 1/4", gravado pelo BR-41/BR-500 é de 64 K-bytes formatados. A baixa densidade de gravação aqui utilizada, evita os problemas procedentes do posicionamento de trilhas, que podem ocorrer em densidades maiores, devido à diferença entre os ambientes de gravação e recuperação dos dados. Por exemplo, a preparação dos discos é feita em ambiente de CPD, com umidade e temperatura controlados; a coleta dos dados é realizada numa embarcação, com temperatura e umidade as mais variadas.

COMANDOS DO FORMATADOR BR-41

O sistema operacional do formatador BR-41 possui uma estrutura orientada para a manipulação de arquivos. Seus comandos especificam operações sobre arquivos em vez de trilhas ou setores. Com

isso, a coordenação das informações gravadas no disco (como a procura da trilha, a verificação, a formação, a gravação, a reprodução, etc. ...) são realizadas automaticamente pelo BR-41, sem intervenção, no caso, do BAT. O BR-41 mantém uma referência de toda a informação armazenada no disco, que inclui a alocação de espaço, continuidade entre registros, utilização de setores e a inclusão ou exclusão dos nomes dos arquivos dessa referência. O BAT fica, assim, desobrigado de funções que demandariam tempo e memória, fatores críticos em tempo de coleta de dados. Em compensação, a recuperação de discos com erros de gravação ou outros é, praticamente, impossível.

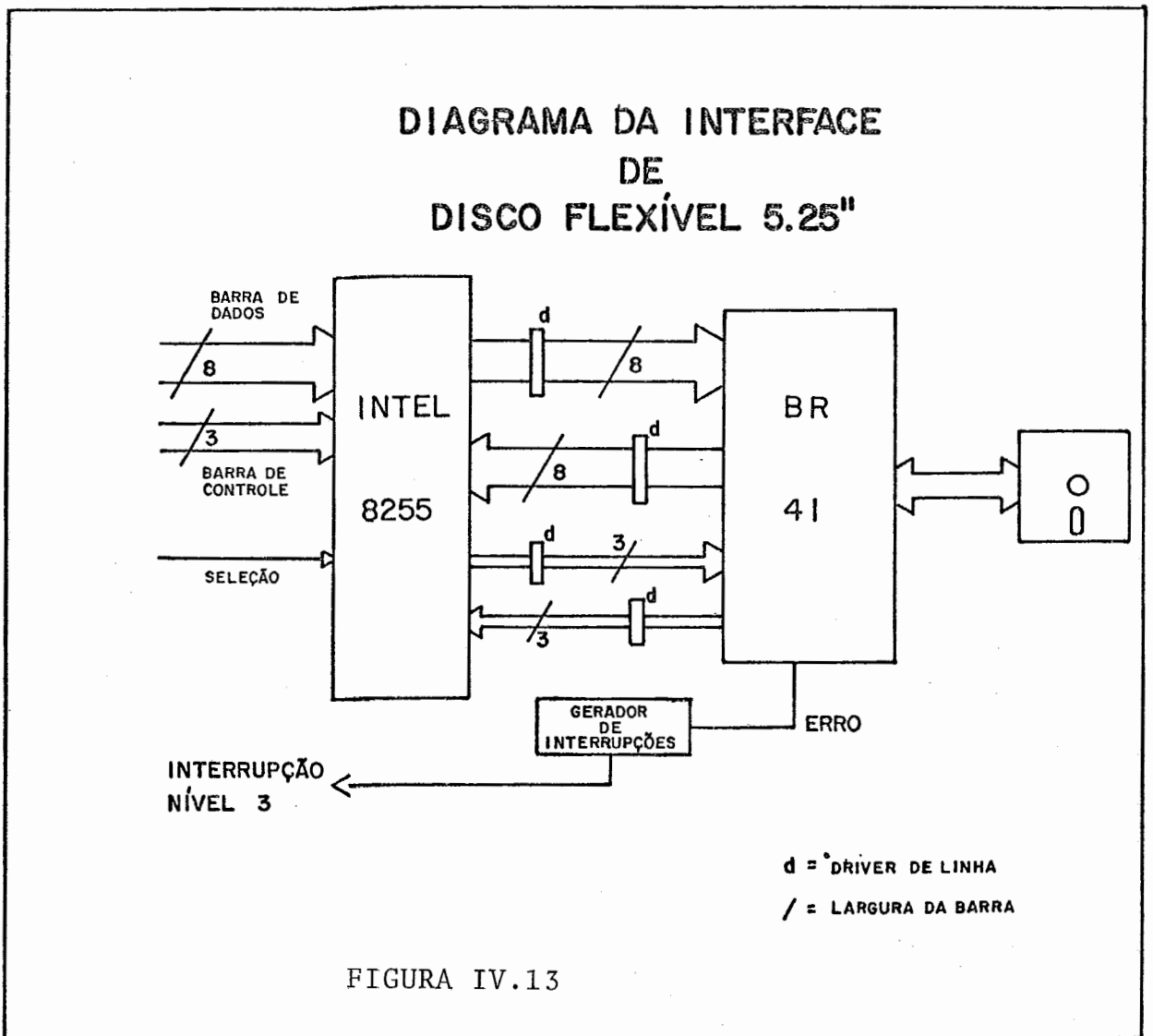
Os comandos do BR-41 consistem de palavras formadas por caracteres ASCII. O nome do arquivo é precedido pelo caracter # seguido de um número de 0 a 7, que indica o endereço do acionador (o BR-41 controla até 8 acionadores). Um espaço separa o comando e o nome do arquivo que deve conter, no máximo, 20 caracteres. A linha de comando é determinada por um "CR-LF". São os seguintes os comandos do BR-41:

- "INIT - nome do disco" - inicializa um disco; toda a informação anterior é perdida. O nome do disco pode ter, no máximo, 20 caracteres.
- "RENAME - nome do disco" - troca o nome de um disco.
- "CREATE - nome do arquivo" - cria um arquivo (adiciona seu nome ao diretório); se já houver outro arquivo com esse nome, envia uma mensagem de erro, e não executa a criação.
- "DELETE - nome de arquivo" - apaga arquivo do disco; se o arquivo não existir, envia mensagem de erro.
- "NAME - nome antigo/nome novo" - troca o nome de um arquivo.
- "DIR - nome do acionador" - envia o conteúdo do diretório.
- "ADDTO - nome do arquivo" - adiciona dados a um arquivo.
- "LIST - nome do arquivo" - envia o conteúdo de um arquivo.
- "APPEND - arquivo fonte TO arquivo destino" - acrescenta ao arquivo destino o conteúdo do arquivo fonte.

As mensagens de erro são tratadas pelo BAT, de um modo transparente ao usuário e, quando não recuperáveis, um padrão de procedimentos é adotado de acordo com o programa sendo executado.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO DA INTERFACE

O BAT utiliza a comunicação paralela com o formatador (outra opção é a serial, RS-232 ou *loop de corrente*). Ela demanda um menor tempo de comunicação. A interface é trivial. Seu esquema está mostrado na figura IV.13. As linhas de dados de entrada e saída são independentes, e o protocolo é realizado pelo *software*, através das linhas de controle. Todo erro detectado pelo formatador é indicado por um nível lógico verdadeiro na linha de erro que permanece até o término do envio da mensagem respectiva.



4.1.7 - Radar MRS

O MRS (Mini Range System) é um sistema fabricado pela MOTOROLA, para medição de distâncias a pontos fixos conhecidos. Seu princípio de funcionamento baseia-se no radar de pulsos. Basicamente, o sistema emite um sinal, codificado através de uma antena, denominada R/T (receptora/transmissora omnidirecional), e recebe uma resposta de um ponto fixo, onde está colocado um repetidor de radar (*transponder*). O tempo decorrido entre a emissão e a recepção deste sinal codificado é utilizado para o cálculo da distância entre a R/T e o *transponder*. Um posicionamento circular é conseguido, então, pela medição das distâncias a mais de um *transponder*.

O BAT pode ser acoplado às duas versões deste sistema, o MRS I e o MRS III. Uma descrição mais detalhada do MRS I, pode ser encontrada na referência [1], que trata de um sistema de posicionamento para dragas autotransportadoras ao qual é acoplado. Este acoplamento é o mesmo utilizado no BAT, com expansão para o controle do MRS III. Este, difere do primeiro quanto à maior operacionalidade, variedade de opções e precisão (2 metros contra 3 metros do anterior). O protocolo de comunicação é o mesmo para ambos, diferindo, apenas, no maior número de linhas de entrada e controle, disponíveis no MRS III. A diferença essencial entre os dois sistemas, do ponto de vista do computador ao qual é acoplado (no caso o BAT) é a capacidade de controlar completamente a operação do MRS III. O MRS I possui um padrão único de funcionamento, quando em modo externo.

As referências [8] e [9] (manuais de operação) fornecem a descrição completa destes sistemas.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO DA INTERFACE

A comunicação com o console MRS é paralela, com os dados codificados em BCD. Estes são validados para leitura pelo sinal 'BCD FLAG' fornecido pelo console. A interface com a barra do sistema é feita via adaptadores de 3 canais (portas de 8 bits) INTEL 8255. O diagrama é mostrado na figura IV.14.

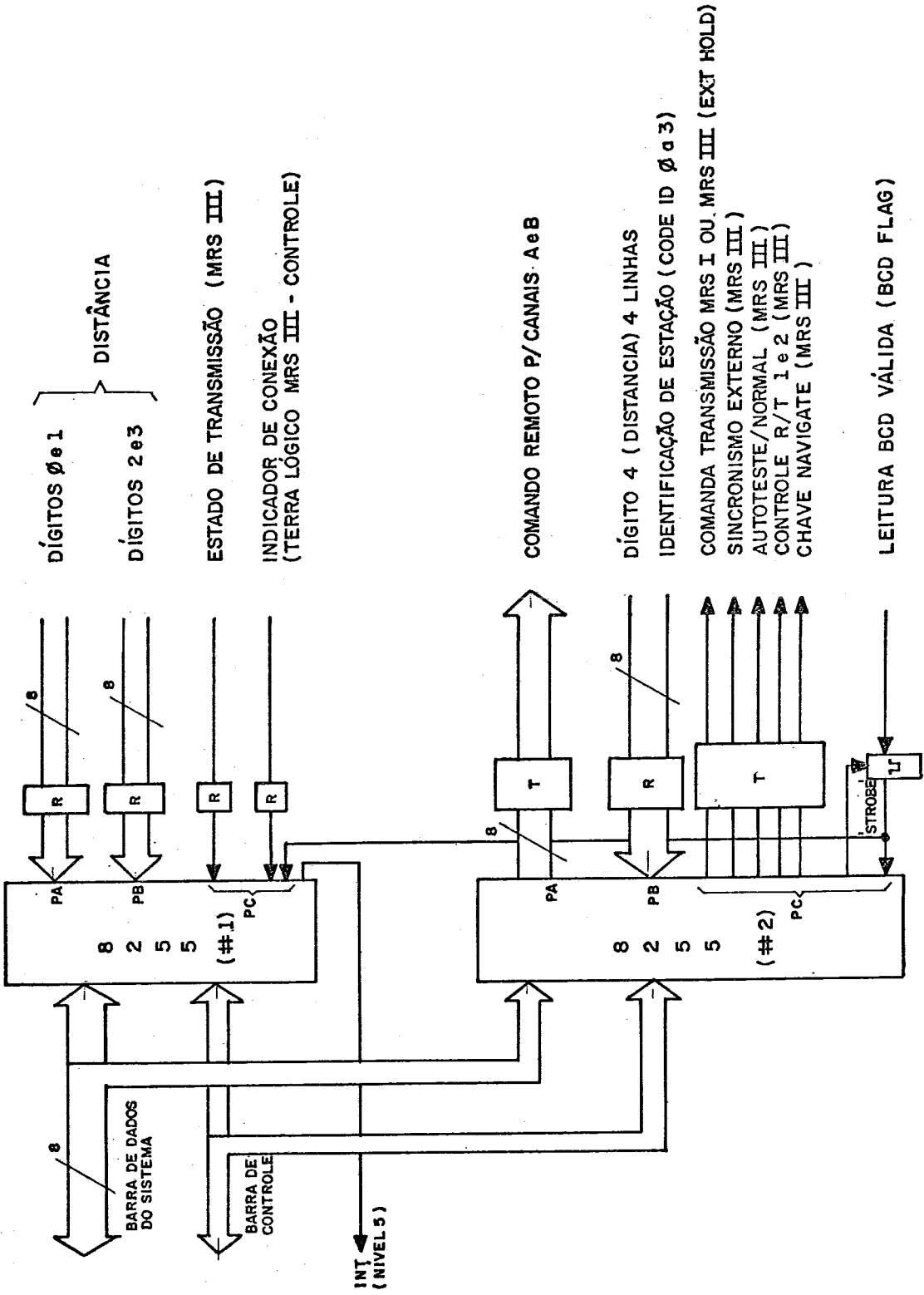


FIGURA IV.14 - DIAGRAMA DA INTERFACE C/ MRS I E MRS III.

Linhas de dados

Cada porta de 8-*bits* recebe dois dígitos em BCD (4 linhas por número):

i) Distância (entrada):

dígito menos significativo	: 1×10^0 , 2×10^0 , 4×10^0 e 8×10^0 (m)
2º dígito	: 1×10^1 , 2×10^1 , 4×10^1 e 8×10^1
3º "	: 1×10^2 , 2×10^2 , 4×10^2 e 8×10^2
4º "	: 1×10^3 , 2×10^3 , 4×10^3 e 8×10^3 (Km)
dígito mais significativo	: 1×10^4 , 2×10^4 , 4×10^4 e 8×10^4

com isto, a distância máxima permitida para leitura é de 99999 metros (100Km).

ii) Comando remoto para os canais A e B (saída)

Estas linhas permitem comutar remotamente as estações para medição de distâncias pelos canais A e B do MRS III. Uma porta de 8 *bits* controla estas linhas:

- comando remoto canal A : A-1, A-2, A-3 e A-4.
- " " " B : B-1, B-2, B-3 e B-4.

iii) Código da estação que está fornecendo a leitura de distância (entrada).

Compartilha uma porta de 8 *bits* com o dígito mais significativo da distância. São 4 linhas: CHANID-A (MRS I e MRS III); CODEID-1, CODEID-2 e CODEID-4 (MRS III).

Linhas de controle

- i) Interface com MRS I : neste caso, apenas o conector MRS-DADOS é utilizado. O BAT sente a ausência da conexão MRS-CONTROLE no *bit* 6 da porta C da 8255#1. Os seguintes sinais não são controlados ou lidos : 8×10^4 , CODEID-1, CODEID-2, CODEID-4; e os demais relativos ao conector de controle.

ii) Controles para MRS I e MRS III:

- comando para transmissão (*XMIT CMD* no MRS I ou *EXT HOLD* no MRS III): habilitam a seqüência de medição de distâncias e a passagem do sinal de *BCD FLAG* (MRS III) ou *READ FLAG* (MRS I).
- indicação de leitura *BCD* válida (*BCD FLAG / READ FLAG*): o console envia este sinal para avisar ao processador que as linhas *BCD* estão válidas.
- a linha *CHANID-B* do MRS I não é ligada ao sistema *BAT*; a identificação do canal B é feita pela ausência do sinal lógico verdadeiro em *CHANID-A*, como no MRS III.

iii) Interface com o MRS III:

SAÍDA :

- sincronismo externo (*EXT SYNC*): inicia uma seqüência de leituras para a determinação de uma distância.
- habilitação do cartão de auto-teste (*BITE/NORM*): habilita a operação do circuito de teste do console, desabilitando a(s) *R/T(s)*.
- desativa *R/T(s)* (*R/T 1 e 2 OFF*).
- comanda console para operação em '*NAVIGATE*' (uma leitura a cada 5,7ms, automaticamente).

ENTRADA :

- estado de transmissão: indica que o console está transmitindo normalmente sinais de interrogação para as estações de referência.
- terra lógico : indica que o conector '*MRS-CONTROLE*' está conectado.

4.2 - IMPLEMENTAÇÃO DO SOFTWARE

4.2.1 - Recursos para o desenvolvimento

Para implementação do software do sistema **BAT**, foram utilizados os seguintes recursos:

- Sistema **SDC-G80/85**, da GEPETO, com a seguinte configuração:
 - CPU 8080
 - Memória RAM de 16 Kb
 - Sistema operacional baseado em cassete.
 - Terminal de vídeo alfanumérico 24x80
- Teletipo
- **TTY-40** impressora serial c/ 300 lpm, compartilhado com o sistema central.

O **SDC** possui um editor de textos que produz arquivos fonte em K-7. Um montador assembler, de dois passos, produz um arquivo objeto na memória do sistema, e lista o programa fonte já montado, indicando os erros encontrados. Não há limite de tamanho para o programa fonte. Os limites práticos são ditados pela operacionalidade no manuseio das fitas K-7 que contem os arquivos de programa. A leitura e a gravação da fita são gerenciadas por rotinas que utilizam áreas de trabalho de 1 K-byte de RAM cada. A velocidade de transferência da interface K-7 é, de 4800 bps. Devido a esta relativamente alta taxa de gravação (pois trata-se de unidades K-7 comuns adaptadas), as fitas devem ser cuidadosamente selecionadas, preparadas (retiram-se as partes iniciais de cada fita, pois não há indicação de início) e testadas. Existe uma rotina para recuperação de erros de leitura, que ocorrem com relativa frequência. Quando o sistema de gravação e leitura está bem ajustado, a produção é razoavelmente boa. No entanto, a ocorrência de falhas compromete, por vezes, o trabalho de horas.

O diagrama deste sistema de desenvolvimento utilizado está mostrado na figura IV.15.

4.2.2 - PROGRAMAÇÃO EM EPROM

A programação básica, aritmética e o monitor consiste de aproxim

madamente, 16 K-bytes de código objeto, implementados em EPROM. Suas rotinas componentes estão agrupadas em 9 módulos fonte, com a finalidade de facilitar sua manipulação e depuração.

O *assembler* utilizado para o desenvolvimento do *software*, não produz objeto relocável. A fim de promover a interligação dos diferentes módulos, sem que fosse necessária a compilação de todos, quando da alteração de um deles, o seguinte esquema foi adotado.

i) Cada módulo, ao final, monta um mapa das rotinas que o compõem, em endereços fixos.

ii) Este mapeamento está reunido em 1 K-byte de EPROM, denominada EPROM DE INTERLIGAÇÃO.

iii) Todos os programas e rotinas que referenciam rotinas externas ao seu módulo, o fazem através da EPROM DE INTERLIGAÇÃO.

A tabela (IV.2) apresenta a alocação dos módulos na memória do sistema. A tabela (IV.1) mostra o mapa de memória da EPROM DE INTERLIGAÇÃO, contendo os endereços fixos para as rotinas utilizadas inter-módulos.

A programação básica e funcional utiliza 8 K-bytes de memória RAM, dos quais 6,5 K-bytes são alocados para atualização da memória de exibição das interfaces gráfica e alfanumérica. A figura IV.16 mostra o mapa completo da RAM do sistema, e a tabela IV.1 , a memória reservada para cada módulo de rotinas.

4.2.3 - PROGRAMAÇÃO EM RAM

Os programas aplicativos e de testes ficam residentes em discos, 17 programas agrupados em 15 módulos fonte, ocupando cerca de 16 K-bytes do disco (programa objeto).

A sequência de operações para a gravação de um programa é a seguinte:

i) O programa é montado, via *assembler*, na memória do

SDC (desenvolvimental GEPETO), entre os endereços C000H e D7FFH (6 K-bytes).

ii) O BAT é ligado ao SDC, através de linha serial, RS-232C, 9600 bauds.

iii) São transmitidos 6 K-bytes da memória do SDC para o BAT (de C000H a DFFFH para 4000H a 57FEH). Para a execução desta tarefa, o BAT deve estar no modo *MONITOR*, e o comando para a transferência é "L". No SDC, foi gravado um programa na *EPROM* do sistema para a execução desta transferência, em 0C29H.

iv) Através do comando 'P', do *MONITOR BAT*, os seguintes parâmetros são dados ao sistema, pelo operador:

ENDEREÇO DE CARGA = endereço a partir do qual será montado o programa, quando lido do disco.

ENDEREÇO DE EXECUÇÃO = endereço de execução do programa.

ENDEREÇO INICIAL = endereço inicial do programa (área de trabalho em que se encontra o programa).

ENDEREÇO ATUAL = endereço da última instrução do programa.

Ainda neste comando, são apresentados ao operador, em sequência, os nomes permitidos pelo sistema para os programas. A aceitação de um nome, dá início à gravação em disco do programa. Se já houver um programa gravado com o mesmo nome, este será automaticamente deletado e o novo, gravado.

Os programas são carregados do disco pelas rotinas de gerência de menu, quando uma opção requerida corresponder a um programa gravado em disco.

Os nomes dos programas do sistema estão gravados na *EPROM DE INTERLIGAÇÃO* (ver tabelas IV.1 e IV.3). A locação na *RAM* pode ser vista na fig. IV.16 e, em maiores detalhes, na tabela IV.4.

TABELA - IV.1
 MAPA DA EPROM DE INTERLIGAÇÃO
 (Obs: Endereços em hexa decimal)

ROTINA	ENDEREÇO	ROTINA	ENDEREÇO	ROTINA	ENDEREÇO
TECINI	3C70	CMD	3CDB	NOME PROG.	3E3D
TECLE	3C73	CARPROG	3CDE	ENDER	3E40
TECLA	3C76	CARREGA	3CE1	LENSEC	3E43
ALFREC	3C12	MRS LIG	3D14	ENCHE	3E46
ALFAT	3C15	MRS DLG	3D17	MOVEMEM	3E49
GRAFREC	3C18	MRS HAB	3D1A	CMPHLDE	3E4C
GRAFAT	3C1B	MRS DHB	3D1D	ROTINA 1	3E4F
ALFIMP	3C1E	MRS LE	3D20	ROTINA 2	3E52
ALFACUR	3C21	MRS MENS	3D23	ROTINA 3	3E55
ALFCRLF	3C24	MRS INI	3D26	ROTINA 4	3E58
ALFICUR	3C27	MRS GRAY	3D29	ROTINA 5	3E5B
ALFAPAG	3C2A	PLOCAR	3D35	ROTINA 6	3E5E
ALFMENS	3C2D	PLTGRAF	3D38	ROTINA 7	3E61
ALFAPAC	3C30	PLOTINI	3D3B	RTREAL	3E64
ALFLIMP	3C33	LDD	3D83	MONITOR	3E67
ALFCR	3C36	LDS	3D86	ERROINT	3E76
ALFLF	3C39	STD	3D89	CMDE	3E79
GRAFLPT	3C3C	STS	3D8C	MOVED	3E7C
GRAFDPT	3C3F	EXECUTA	3D8F	ZERA	3E7F
GRAFICO	3C42	EXEC1	3D92	CMPBCDE	3E82
GRAFPLT	3C45	DINTAPU	3D95	DEATE	3E85
GRAFINI	3C48	HINTAPU	3D98	LENUM	3E88
GRAFAP	3C4B	SYSTAPU	3D9B	DEFTRI	3E8B
VDGINI	3C4E	RCSTAPU	3D9E	LESTAC	3E8E
GEREDNA	3C5A	DCBIN	3DA1	BIP	3E91
TERLE	3C63	BINDEC	3DA4	PLOCTV	3E94
TERIMP	3C66	DCBIND	3DA7	PLOC	3E97
TERMENS	3C69	ORDENA	3DAA	DATHORA	3E9A
TERCRLF	3C6C	REDUZ	3DAD	MBINIC	3E9D
SERILE	3C6F	DELTA	3DB0	MBCALL	3EA0
SER1IMP	3C72	MDELTA	3DB3	MBCHAU	3EA3
SER2LE	3C75	DIST	3DB6	SISMENS	3EA6
SER2IMP	3C78	ANGULO	3DB9	OPTAR	3ED6
SERINI	3C7B	COMPARA	3DBC	INICIO	3ED9
ECO	3C87	TRANSD	3DBF	MONI 0	3EDC
ECORISC	3C8A	TRANSI	3DC2	MONI 1	3EDF
ECOGRAY	3C8D	PARENT	3DC5	GERGP	3EEE
ECOCAL	3C90	PARSAI	3DC8	SONDA	3EF1
ECOHAB	3C93	FLUTUA	3DCB	REVIS	3EF4
ECODES	3C96	FIXA	3DCE	CALGE	3EF7
ECOIMAG	3C99	NUMPARE	3DD1	PLTGM	3EFA
ECODIG	3C9C	NUMPARS	3DD4	GFITA	3EFD
ECOINI	3C9F	FMAX	3DD7	TESTE	3F00
DISKRX	3CA8	DMAX	3DDA	ALTER	3F03
DISKTX	3CAE	SMAX	3DDD		
DISKFTX	3CAE	FMIN	3DE0		
DISKFRX	3CB1	DMIN	3DE3		
DISKPTX	3CB4	SMIN	3DE6		
DISKUD	3CB7	MEDIA	3DE9		
DISKAD	3CBA	CATETO	3DEC		
DISKENY	3CBD	OPCOES	3E1F		
DISKNOM	3CC0	EXIBETP	3E22		
DISKAPP	3CC3	HABRTEL	3E25		
DISKFIM	3CC6	DESRTTEL	3E28		
DISKINI	3CC9	DATELA	3E2B		
DISKER	3CCC	LEBYHEX	3E2E		
DISKHAB	3CCF	LENDER	3E31		
DISKDES	3CD2	CONVASC	3E34		
MONTNOM	3CD5	EXEPROG	3E37		
PROGRAV	3CD8	MONTEND	3E3A		

TABELA IV.2			
ALOCÇÃO DE MEMORIA DAS ROTINAS BASICAS			
MÓDULO	ALOCÇÃO NA MEN(EPRON)	ALOCÇÃO NA EPROM DE INTERLIGAÇÃO	ÁREA RAM DE TRABALHO
Programa de Inicialização	0000 à 0300	3ED6 à 3EDD	-
Monitor	0300 à 07FF	-	FFF0 à FFFF
Rotinas Auxiliares	0800 à 0FFF	3E1F à 3ED5	FDDF à FCFF
Rotinas Aritméticas	1000 à 17FF	3D83 à 3E1E	FB8E à FBDE
Teclado	1800 à 1FFF	3C00 à 3C11	FA68 à FA6A
DMA		3C5A à 3C62	FA79 à FA93
Video-Bat		3C12 à 3C59	FA94 à FAC2
Serial		3C63 à 3C86	FA6B à FA70
Disco	2000 à 23FF	3CA8 à 3D13	FAC3 à FAE9
Ecobatímetro	2400 à 27FF	3C87 à 3CA9	FA00 à FA67
Plotador	2800 à 2BFF (Carat.)	3D35 à 3D82	FB21 à FB8D
	2C00 à 2FFF (Rotina)		
MRS	3800 à 3BFF	3D14 à 3D34	FAEA à FB20

Obs: Endereços em Hexadecimal.

TABELA IV.3					
NOMES DOS PROGRAMAS EM DISCO E SUA ALOÇÃO NA EPROM DE INTERLIGAÇÃO					
NOME DO PROGRAMA	ENDEREÇO	NOME DO PROGRAMA	ENDEREÇO	NOME DO PROGRAMA	ENDEREÇO
PTES	RF40	TPLT1	3P65	PTPOS	3F8F
PGER	3F45	TMRS1	3F68	PDESG	3FA1
PSON	3F4A	TMQNI1	3F71	POSIC	3FA6
PREV	3F4F	PDEST	3F77	PLOT	3FAB
PCAL	3F54	PLEOB	3F7D	PFIT	3FB0
TDSK1	3F59	PGERL	3F83	POUT	3FB5
TECO1	3F5F	PEXOB	3F89		

TABELA IV.4	
ALOCÇÃO RAM DOS PROGRAMAS EM DISCO E BUFFER'S	
PROGRAMA / BUFFER	ENDEREÇO
POSIC (Posicionamento)	4000 à 48FF
DESGE (Exibe Geometria)	4900 à 4FFF
RAM GERAL P/POSIC/DESGE	5000 à 5FFF
MENU APLICATIVOS/Testes Posicionamento	6000 à 63FF
PROGRAMAS APLICATIVOS	6400 à BFFF
BUFFER DE SEÇÕES	C000 à C001 (APONTADOR)
	C002 à C259 (BUFFER)
BUFFER DE REFERÊNCIA	C25A à C25B (APONTADOR)
	C25C à D83B (BUFFER)
BUFFER DE EXIBIÇÃO DE GEOMETRIA	D83C à D83D (APONTADOR)
	D83E à D85D (BUFFER)

TABELA IV.5					
MAPA DE INTERLIGAÇÃO (JUMP'S) PARA AS ROTINAS DE POSICIONAMENTO E EXIBIÇÃO DE GEOMETRIA					
ROTINA	ENDEREÇO	ROTINA	ENDEREÇO	ROTINA	ENDEREÇO
TRAÇADO	4000	POSUSU	4012	DESGE	4900
POSSEC	4003	ETAPA0	4015	LEREFS	4903
POSTEL	4006	ETAPA0T	4018	LENDREF	4906
ETAPA0S	4009	ETP2T51	401B		
DESSBC	400C				
POSSIS	400F				

As rotinas de *POSICIONAMENTO* e *EXIBIÇÃO DE GEOMETRIA*, são comuns a vários aplicativos. Por este motivo, são carregados na fase de inicialização do sistema, tendo seus endereços preservados quando em modo "NORMAL". Suas subrotinas possuem um mapa de interligação alocado no início da memória disponível para cada módulo. Este mapa está mostrado na tabela IV.5. Os programas aplicativos que utilizam as rotinas destes dois módulos, o fazem através do mapa de interligação (a fim de evitar recompilações desnecessárias).

4.2.4 - ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO

Os recursos utilizados para o desenvolvimento e implantação do *software* do sistema BAT foram sensivelmente escassos. Tais recursos visavam o atendimento do desenvolvimento de um sistema mais modesto, de simples aquisição de dados. Como isto não preencheria todas as lacunas do processo, prejudicando consideravelmente a automatização, as atribuições do BAT cresceram, multiplicando-se o número de programas necessários. Como os recursos permaneceram os mesmos, a tarefa de implementação tornou-se custosa em tempo. Um monitor teve que ser implantado no sistema para a realização de depurações em tempo-real. Um pequeno sistema operacional teve que ser criado para gerenciar a manipulação de programas e arquivos em disco. A vantagem que se conseguiu deste esquema, foi a obtenção de um sistema com facilidade para teste e atualização de programas.

O número de fitas K-7 gravadas com os programas BAT, no atual estágio é cerca de 50, das quais 27 são relativas a programas do protótipo.

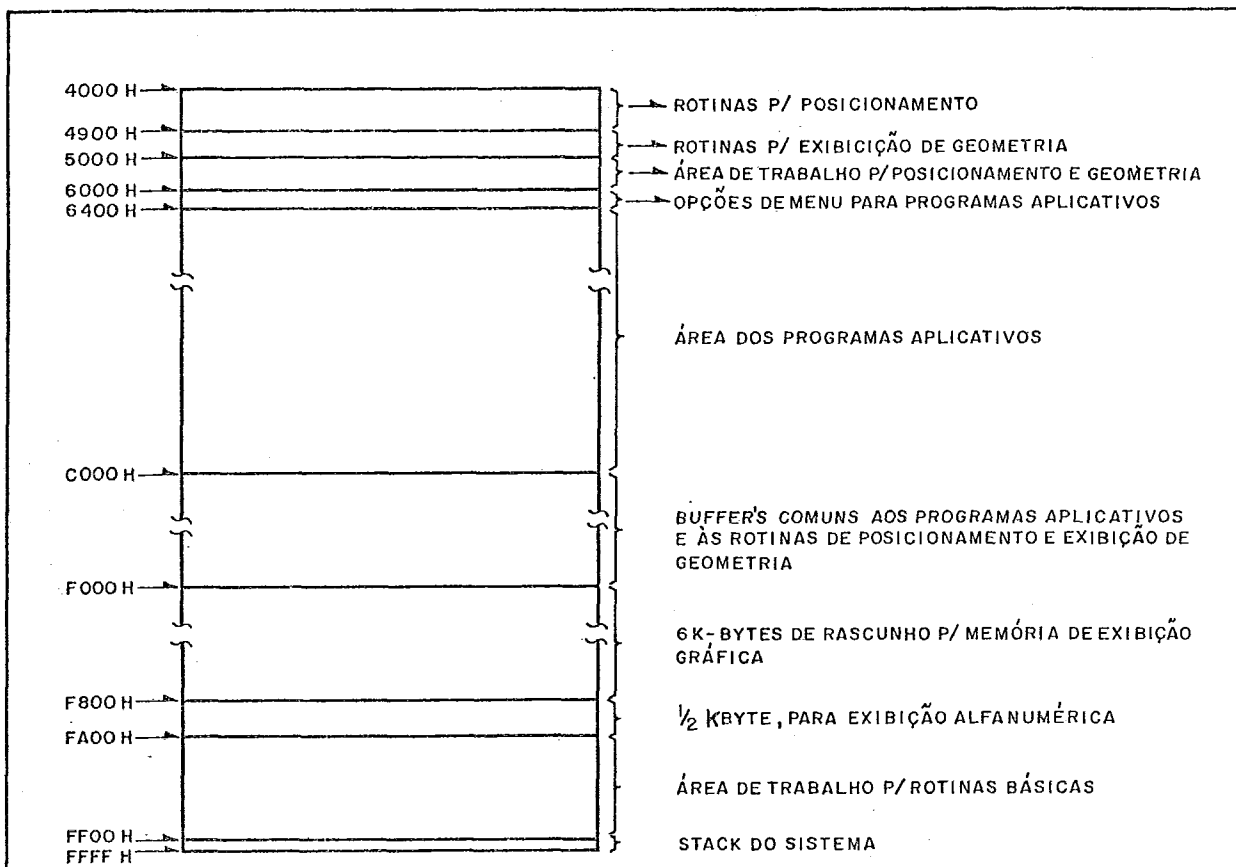


FIGURA IV-16-ALOCÇÃO RAM (48 K) DO SISTEMA.

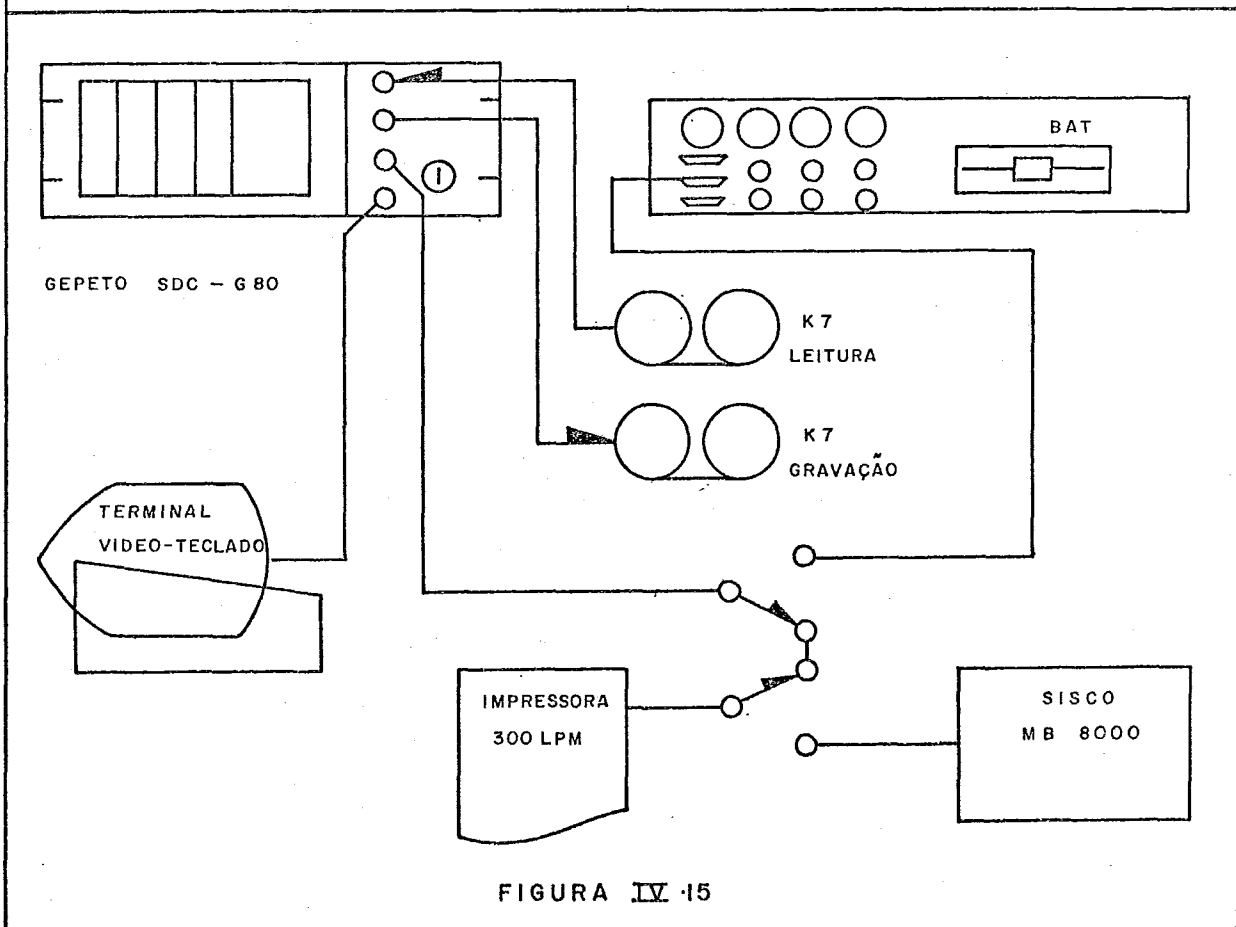


FIGURA IV-15

4.3 - PROCESSAMENTO ARITMÉTICO:

A resposta do sistema na fase de aquisição de dados foi o fator determinante para a definição da ARITMÉTICA BAT. Em tempo-real, são executadas funções de razoável complexidade para determinação da posição da embarcação e filtragens numéricas (de distâncias e profundidades). A utilização de uma Unidade de Processamento Aritmético (UPA) além de minimizar o tempo de resposta do sistema, diminuiu o esforço de programação e depuração (*implícando ainda na redução do espaço de memória alocada para cálculos*). Como sub-produto, o poder de processamento adquirido pelo sistema com a incorporação da UPA possibilitou, em tempo de pós-aquisição, a realização de operações anteriormente atribuídas ao computador que centralizava a obtenção de resultados (*cálculos e plotagem no ciclo automatizado de acompanhamento de dragagem*).

4.3.1 - Descrição da UPA 9511 (referência [10])

É uma unidade de processamento aritmético que fornece alto desempenho para operações inteiras e em ponto flutuante, e funções trigonométricas e matemáticas. Todas as transferências de dados, comandos e estado são realizadas através de uma barra bidirecional de 8-bits, ligada diretamente à barra de dados do sistema.

Operações:

São realizadas para 16 bits e 32 bits inteiro, e 32 bits ponto flutuante as operações básicas de adição, subtração, multiplicação e divisão. Para inteiro, a multiplicação é subdividida em dois comandos, um para obtenção da parte alta do resultado e outro para parte baixa. Outras funções em ponto flutuante: raiz quadrada, seno, coseno, tangente, arco-coseno, arco-seno, arco-tangente, logaritmo (base 10), logaritmo (neperiano), exponencial (e^x) e potência (y^x). Manipulação de dados: conversões inteiro-ponto flutuante e inversa, troca de sinal, carga da constante ' π ' e manipulação com a stack da UPA. A stack possui 16 bytes para tratamento com os operandos. Ao final da execução de

cada comando, o registro de estado é atualizado, contendo os seguintes indicadores:

- OCUPADO** - indica que a UPA está executando um comando.
- SINAL** - indica o sinal do valor no topo da *stack*.
- ZERO** - indica que o valor no topo da *stack* é zero.
- ERRO** - quatro *bits*, indicando:
- 0000 - não houve erro.
 - 1000 - divisão por zero.
 - 0100 - raiz quadrada ou *log* de número negativo.
 - 1100 - argumento de *arc-seno*, *arc-coseno* ou e^x muito grande.
 - XX10 - *overflow*.
 - XX01 - *underflow*.
- CARRY** - operação anterior resultou num 'CARRY' ou 'BORROW' do *bit* mais significativo.

A palavra de estado, pode ser lida a qualquer momento. A validade dos indicadores para a última operação é indicada quando 'BUSY = 0'.

4.3.2 - Interligação ao processador BAT

A figura IV.17 mostra o esquema de ligação da UPA Am9511 ao sistema. A placa possui capacidade para interligação de duas UPA's Am9511 ou duas Am9512 ou uma de cada. A Am9512 é uma UPA para processamento das operações básicas em ponto flutuante de 32 e 64 bits. Seu funcionamento (transação de dados) é idêntico ao da Am9511.

Dois modos de transferência de dados podem ser utilizados. O modo periférico, quando cada *byte* de dados é colocado ou retirado da *stack* da UPA através de uma operação 'OUT' ou 'IN', respectivamente. No modo DMA, esta transferência é feita automaticamente, via canal 2 do controlador de DMA (INTEL 8257). O BAT utiliza, como padrão, o modo periférico.

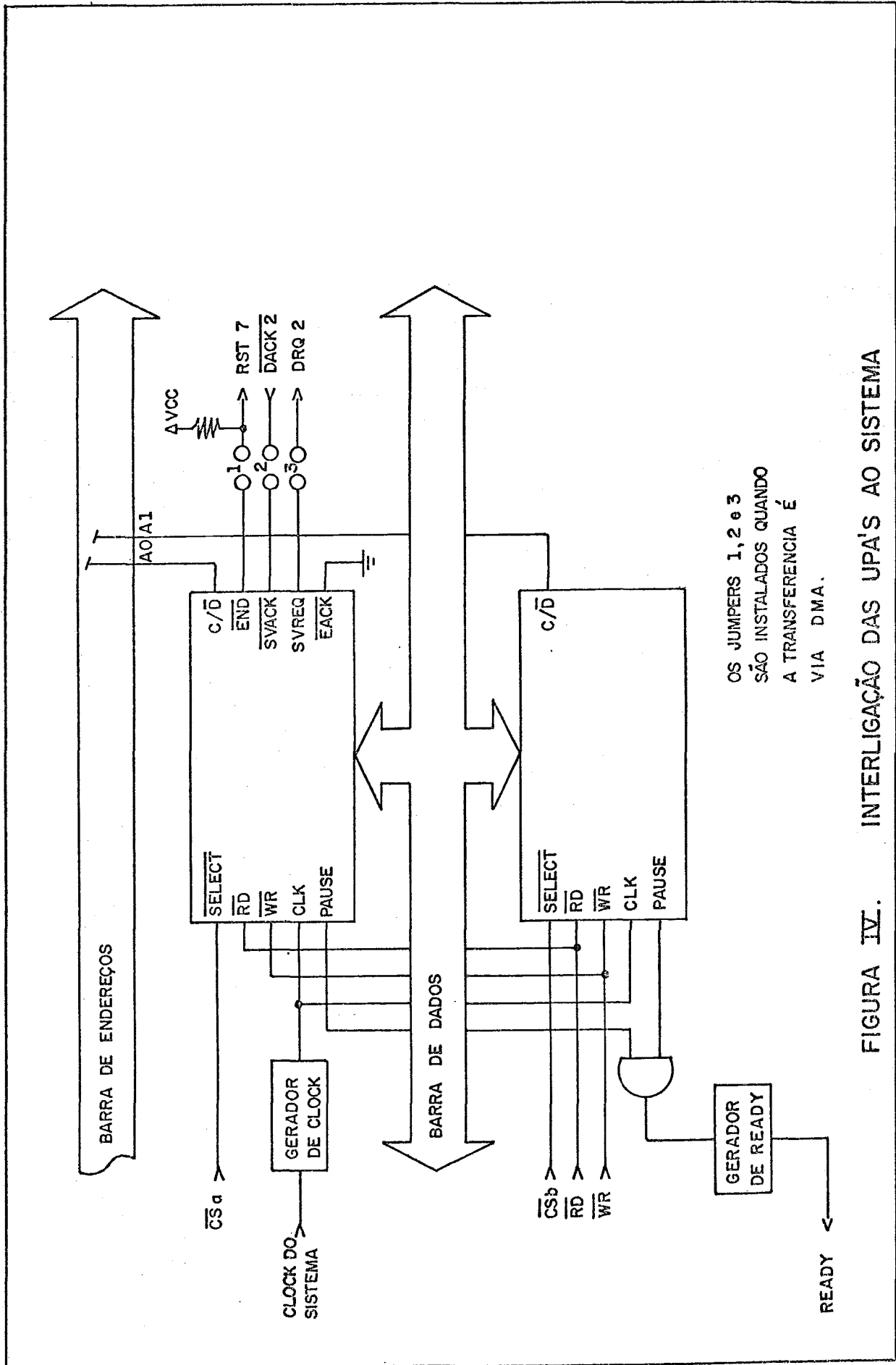


FIGURA IV. INTERLIGAÇÃO DAS UPAS AO SISTEMA

4.3.3 - Funções aritméticas BAT

São funções calculadas em ponto flutuante, utilizadas nas formulas de posicionamento e transformação de coordenadas para exibição gráfica. Sendo A, B, C e D números reais, então:

i) DELTA(L)

$$\text{DELTA} = A - B, \quad \text{DELTAL} = A - (-B) = A+B$$

ii) CATETO

$$\text{CAT} = \sqrt{A^2 - B^2} = \sqrt{(A-B)(A+B)} = \sqrt{\text{DELTA} * \text{DELTAL}}$$

iii) DISTÂNCIA

$$\text{DIS} = E * \sqrt{\left(\frac{\text{DELTA1}}{E}\right)^2 + \left(\frac{\text{DELTA2}}{E}\right)^2}$$

onde $E = \max (|A|, |B|, |C|, |D|)$

e $\text{DELTA1} = A-B, \quad \text{DELTA2} = C-D$

iv) ANGULO

$$\text{ANG} = \text{arctg} \left(\frac{A - B}{C - D} \right) + K\pi, \quad \text{se } |C-D| > \xi$$

$$\text{ANG} = \pi + \frac{K\pi}{2}, \quad \text{se } |C-D| < \xi$$

onde

$$K = 0, \quad \text{se } C - D > 0$$

$$K = 1, \quad \text{se } A - B < 0$$

$$K = -1, \quad \text{se } A - B > 0$$

v) TRANSFORMAÇÃO DIRETA DE COORDENADAS

Dados o seno e o coseno do ângulo de rotação, a função calcula a matriz:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{COS} & \text{SEN} \\ -\text{SEN} & \text{COS} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A - C \\ B - D \end{bmatrix}$$

onde (A,B) são as coordenadas do ponto no sistema origem

(C,D) as coordenadas da origem (*no sistema original*) do sistema destino.

vi) TRANSFORMAÇÃO INVERSA DE COORDENADAS

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{COS} & -\text{SEN} \\ \text{SEN} & \text{COS} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C \\ D \end{bmatrix}$$

onde as variáveis tem a mesma definição que em (v).

vii) REDUÇÃO DE COORDENADAS

Sejam:

a) os pontos P_1, P_2, \dots, P_n definidos num plano cartesiano pelos respectivos pares ordenados $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)$, onde X_i e $Y_i, i \in [1, n]$ são inteiros representados em 4 bytes.

b) $X_m = \min (X_i)$ e $Y_m = \min (Y_i), i \in [1, n]$
então, a redução de coordenadas fica definida como segue:

- (X_m, Y_m) é a origem do sistema reduzido.
- a transformação das coordenadas dos pontos P_1, P_2, \dots, P_n do sistema original para o reduzido é uma translação pura, com as novas coordenadas dadas por:

$$(X'_i, Y'_i) = (X_i - X_m, Y_i - Y_m), \quad i \in [1, n]$$

O arranjo nas formulas em (ii) e (iii) visa a manutenção da precisão nos cálculos de posicionamento e exibição gráfica. Os parâmetros para tais cálculos são as coordenadas dos pontos de referencia e dos pontos notáveis de um projeto. Estas coordenadas são representadas em inteiros de 4 bytes e, para a resolução requerida no posicionamento, dadas em metros. Desde que o alcance máximo do sistema de medição de distâncias é de 100 Km

(10^5 metros), os resultados dos cálculos serão representados, no máximo, em 5 dígitos decimais e, logicamente, as distâncias envolvidas na representação de um projeto também o serão. Então, ao ser executada a redução, em (vii), das coordenadas fornecidas para os cálculos, estas não perdem nenhum dígito significativo quando transformadas para ponto flutuante de 4 bytes. Nesta representação, a *mantissa* possui 7 significativos ($24 \times \log 2$). A precaução tomada nos cálculos foi a de evitar as multiplicações cujos resultados extrapolassem a representatividade adotada (7 dígitos significativos).

A função ANGULO dada em (iii) determina, basicamente, a inclinação de uma reta por dois pontos de coordenadas (A,C) e (B,D). Esta determinação parte da definição do domínio e contra-domínio da função arco-tangente da UPA.

4.4 - IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA

4.4.1 - ORGANIZAÇÃO DOS ARQUIVOS EM DISCO

O disco BAT contém 7 (sete) tipos de arquivos. Cada tipo é identificado pela letra inicial do nome do arquivo: P, N, R, S, E e T (a letra T identifica 2 tipos).

PROGRAMAS - 'PNNNN'

Consiste dos arquivos contendo o módulo objeto dos programas aplicativos.

NNNN → 3 ou 4 caracteres ASCII que identificam o nome do programa.

Formato do arquivo:

- endereço de carga : 2 bytes - endereço a partir do qual será carregado o programa.
- endereço de execução : 2 bytes - endereço para início de execução do programa.
- programa objeto em hexadecimal (sem restrição ao número de bytes).

CONTROLE DE SEÇÕES - 'N S E C'

Consiste de um único arquivo, contendo um diretório das seções existentes no disco.

O arquivo compõem-se de 1 a 50 registros de 4 bytes cada com o seguinte formato:

- número da seção : em hexadecimal, 2 bytes
- endereço da seção no *buffer* de referência : 2 bytes

A marca de final de arquivo é indicada por $FFFF_{16}$.

REFERÊNCIAS DA SEÇÃO - 'REFS'

Consiste de um único arquivo, contendo todas as referências de todas as seções integrantes do disco e definidas em 'NSEC'. Este arquivo é montado diretamente na memória, compondo um *buffer* cujo acesso é feito através do conteúdo de 'NSEC'.

O arquivo compõem-se de 1 a 50 registros de 46 bytes cada, com o seguinte formato:

- XE : coordenada X-UTM, em centímetros, do eixo da seção; 4 bytes, inteiro.
- YE : Idem, Y-UTM.
- SD : distância, em centímetros do eixo à soleira direita da seção; 4 bytes inteiro.
- SE : idem, soleira esquerda.
- SENA : seno do ângulo que a seção faz com o eixo X-UTM; 4 bytes, ponto flutuante.
- COSA : idem, cosseno do ângulo.
- NTD, DTD : define a inclinação do talude direito, pela relação NTD/DTD; NTD e DTD são inteiros, 1 byte.
- NTE, DTE : idem, para talude esquerdo.
- PROF : profundidade da seção em centímetros; 2 bytes, inteiro.
- XI : Coordenada X-UTM do início da seção; 4 bytes, inteiro.
- YI : idem, coordenada Y-UTM.
- XF : idem, X-UTM do final da seção.
- YF : idem, Y-UTM do final da seção.

REFERÊNCIAS DA ESTAÇÃO DE TERRA - 'ESTX'

Consistem dos arquivos contendo as coordenadas e altura das estações fixas de referência para o posicionamento circular. O número de arquivos permitidos é de 10 ('EST0 a EST9'), com 12 bytes

cada.

Formato do arquivo:

- X UTM : coordenada X-UTM da estação, em centímetros; 4 bytes, inteiro.
- Y UTM : idem, Y-UTM.
- ALTURA : altura da estação, em centímetros, em relação ao zero local; 4 bytes, inteiro.

ARQUIVOS DE PROFUNDIDADES COLETADAS - 'SXXX'

São os arquivos gravados em campo, durante a fase de aquisição dos dados. As seções são identificadas por números de 000 a 998, e os arquivos respectivos de S000 a S998 . Um disco pode conter, no máximo, 50 arquivos deste tipo. Este controle é feito automaticamente, pelo acesso ao arquivo 'NSEC'. Todos estes arquivos possuem tamanho fixo de 524 bytes.

Formato do arquivo:

- DATA : ano, mês, dia; 3 bytes.
- HORÁRIO : hora, minuto e segundo em que foi prospectada a seção; 3 bytes.
- SER : distância da última/primeira profundidade adquirida à soleira esquerda da seção; 4 bytes, inteiro.
- MARÉ : valor de maré; 2 bytes, inteiro.
- PROF₁, ..., PROF₂₅₆ : profundidades na seção, a cada 5 metros; 2 bytes por profundidade, num total de 512 bytes; inteiro.

DADOS DE TOLERÂNCIA PARA O CÁLCULO DE ÁREAS E VOLUMES - 'TOL'

Consiste de um único arquivo com 12 bytes, contendo as tolerâncias de projeto para o cálculo de áreas e volumes.

Formato do arquivo:

- TOLERÂNCIA HORIZONTAL ESQUERDA : em centímetros, 4 bytes, inteiro.
- TOLERÂNCIA HORIZONTAL DIREITA : Idem, idem.
- TOLERANCIA VERTICAL : Idem, idem.

ARQUIVOS DE TOTAIS - 'TXXX'

São os arquivos correspondentes aos resultados dos cálculos de áreas e volumes, por seção. Possuem 24 bytes cada, no seguinte formato:

- AP : área no projeto, em dm^2 ; 4 bytes, inteiro.
- VP : volume no projeto, em dm^3 ; 4 bytes, inteiro.
- VAP : volume acumulado até a seção, no projeto; 4 bytes, inteiro.
- AT : idem, para o projeto tolerado.
- VT : idem, para o projeto tolerado.
- VAT : idem, para o projeto tolerado.

4.4.2 - ALOCAÇÃO DE ESPAÇO NOS DISCOS

A fim de acelerar a implantação da metodologia expedita (seccional), determinadas inflexibilidades foram impostas ao sistema operacional de disco, visando uma maior facilidade para seu controle.

Um disco BAT possui duas áreas básicas: uma de programa e outra de dados. A área de programa é igual para todos os discos, inicializada, sempre, a partir de um disco 'MESTRE', contendo os programas atualizados. Esta área ocupa, aproximadamente, 16 K-bytes do disco, com os arquivos iniciados com a letra P.

A área de dados contém os arquivos referentes à obra em questão. Toda seção aloca para si, embora não utilize necessariamente,

512 bytes correspondentes a 1280m de linha de prospecção, com uma profundidade a cada 5m. Com esses dados, e os fornecidos no item 4.4.1, podemos calcular o número máximo de seções por disco; sendo n , o número de seções por disco, teremos:

i) Total do disco = 64 K-bytes

ii) Total de programas = 16 K-bytes

iii) Total de arquivos de dados:

NSEC : $4 * (n+1)$ bytes (número de bytes por registro de NSEC= 4).

RXXX : $46 * (n+1)$ bytes.

ESTX : $12 * 10 = 120$ bytes (número máximo para 10 estações).

SXXX : $(6+4+2+512) * (n)$ bytes.

TOL : 12 bytes.

TXXX : $24 * n$ bytes.

Então, o número máximo de seções será dado por:

$$16 \text{ K-b} + 46 (n+1) + 4 (n+1) + 120 + 524n + 12 + 24n = 64 \text{ K-bytes}$$

$$\text{ou } n \cong \frac{48000}{600} \rightarrow n \cong 80 \text{ seções}$$

Como um passo imediato de implementação, requereria mais um byte para cada profundidade adquirida, o total de SXXX seria acrescido de 256 bytes, e o valor final de n seria:

$$n \cong \frac{48000}{800} \rightarrow n \cong 60 \text{ seções}$$

Este último valor foi levado em conta para estabelecer um limite de 50 seções por disco, deixando uma área livre de 8 K-bytes como reserva técnica.

4.4.3 - FORMAÇÃO DO ARQUIVO - 'REFS'

O arquivo 'REFS', tal como descrito em 4.4.1, contém a definição geométrica das seções de um disco, sendo a base para o posicionamento da embarcação de prospecção. É formado em duas etapas:

i) Implantação do arquivo.

Realizada pelo programa que recebe os dados relativos às seções, enviadas pelo computador central. Estes dados são os seguintes:

$(X_{\epsilon}, Y_{\epsilon}), (X_{s\epsilon}, Y_{s\epsilon}), (X_{sd}, Y_{sd})$: coordenadas UTM reduzidas, em cm, do eixo e soleiras esquerda e direita da seção, respectivamente.

TD, TE, PR : taludes direito e esquerdo (relação $n:m$) e profundidade da seção em cm.

Este *buffer* de recepção é tratado e um registro de referência para esta seção é criado, contendo as variáveis descritas em 4.4.1.

As variáveis calculadas nesta etapa são as seguintes:

$$SD = \frac{1}{E} * \sqrt{\left(\frac{X_{sd} - X_{\epsilon}}{E}\right)^2 + \left(\frac{Y_{sd} - Y_{\epsilon}}{E}\right)^2}, \quad E = \max(X_{sd}, Y_{sd}, X_{\epsilon}, Y_{\epsilon})$$

$$SE = \frac{1}{E} * \sqrt{\left(\frac{X_{s\epsilon} - X_{\epsilon}}{E}\right)^2 + \left(\frac{Y_{s\epsilon} - Y_{\epsilon}}{E}\right)^2}, \quad E = \max(X_{s\epsilon}, Y_{s\epsilon}, X_{\epsilon}, Y_{\epsilon})$$

Este arranjo nas formulas de distância, mantém a precisão no cálculo, feito em ponto flutuante, 4 bytes.

As variáveis $SENA$ e $COSA$, são o seno e cosseno do ângulo (α) que a seção faz com o eixo X -UTM, calculado como:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{Y_{sd} - Y_{s\epsilon}}{X_{sd} - X_{s\epsilon}}\right) + K\pi, \quad \text{se } |X_{sd} - X_{s\epsilon}| > \delta$$

$$\alpha = \pi + \frac{K\pi}{2}, \text{ se } |X_{sd} - X_{s\varepsilon}| < \delta$$

$$\begin{aligned} K = 0, & \text{ se } X_{sd} - X_{s\varepsilon} > 0 \\ K = 1, & \text{ se } Y_{sd} - Y_{s\varepsilon} < 0 \\ K = -1, & \text{ se } Y_{sd} - Y_{s\varepsilon} > 0 \end{aligned} \quad - \text{ Onde } \delta = \text{ dobro do erro de representação em ponto flutuante a 4 bytes.}$$

ii) Cálculo de lazeiras.

Nesta etapa são calculadas as coordenadas dos pontos de início e fim de seção. Estes pontos são definidos no prolongamento da seção, além das soleiras, de acordo com as lazeiras de sondagem dadas pelo operador. Esta definição gráfica pode ser vista na figura IV.18.

Determinação das coordenadas 'UTM' dos pontos inicial e final de cada seção, dados SD e SE :

$$\begin{bmatrix} X_I \\ Y_I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & -\text{sen}(\alpha) \\ \text{sen}(\alpha) & \cos(\alpha) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -SE \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_E \\ Y_E \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_F \\ Y_F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & -\text{sen}(\alpha) \\ \text{sen}(\alpha) & \cos(\alpha) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} SD \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_E \\ Y_E \end{bmatrix}$$

onde $\cos(\alpha) = \text{COSA}$ e $\text{sen}(\alpha) = \text{SENA}$, calculados em(i).

4.4.4 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE UM PROJETO

No sistema BAT, a representação gráfica de um projeto é definida pelo conjunto dos pontos notáveis de suas seções. Por projeto, entendeu-se a determinação geométrica de uma obra, modelada seccionalmente. Os pontos notáveis de uma seção são o eixo, soleiras direita e esquerda. Embora esses pontos sejam normalmente usados na definição de canais, qualquer geometria pode ser representada por eles. A metodologia seccional utilizada, parte deste pressuposto.

Dois modos de apresentação são permitidos: o *geral* e o *individual (seccional)*.

a) Modo Geral

Consiste na apresentação do trecho do projeto limitado pelo intervalo de seções existentes num disco e pela envoltória passando pelos pontos inicial e final das seções.

São realizadas duas transformações para o enquadramento, na tela, do conjunto de seções (janela), como pode ser visto no diagrama da figura IV.19.

i) Transformação do sistema *UTM* (ou local) para o *EIXO-JANELA* (E-J). O E-J é um sistema intermediário de apoio ao cálculo do sistema *TELA*. Sejam $N_i, N_{i+1}, \dots, N_{f-1}, N_f$ as seções cujos registros de referência estão implantados no disco. O sistema E-J fica definido pelos pontos no eixo das seções N_i e N_f , de coordenadas *UTM* : $(XE, YE)_{ni}$ e $(XE, YE)_{nf}$. As coordenadas E-J dos pontos inicial e final de cada seção serão dadas por:

$$\begin{bmatrix} XI, F_n \\ YI, F_n \end{bmatrix}_{E-J} = \begin{bmatrix} \cos\beta & \text{sen}\beta \\ -\text{sen}\beta & \cos\beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} XI, F_n - XE_{ni} \\ YI, F_n - YE_{ni} \end{bmatrix}_{UTM}$$

$$\text{onde } \beta = \arctg \left(\frac{YE_{nf} - YE_{ni}}{XE_{nf} - XE_{ni}} \right) = K\pi, \text{ se } |XE_{nf} - XE_{ni}| > \epsilon$$

$$\beta = \pi + \frac{K\pi}{2}, \text{ se } |XE_{nf} - XE_{ni}| \leq \epsilon$$

$$\begin{aligned} e \quad K &= 0, \text{ se } XE_{nf} - XE_{ni} \geq 0 \\ K &= 1, \text{ se } YE_{nf} - YE_{ni} < 0 \\ K &= 1, \text{ se } YE_{nf} - YE_{ni} \geq 0 \end{aligned}$$

OBS.: Esta definição de β decorre dos limites de definição da função *arctg* utilizada (ver 4.3).

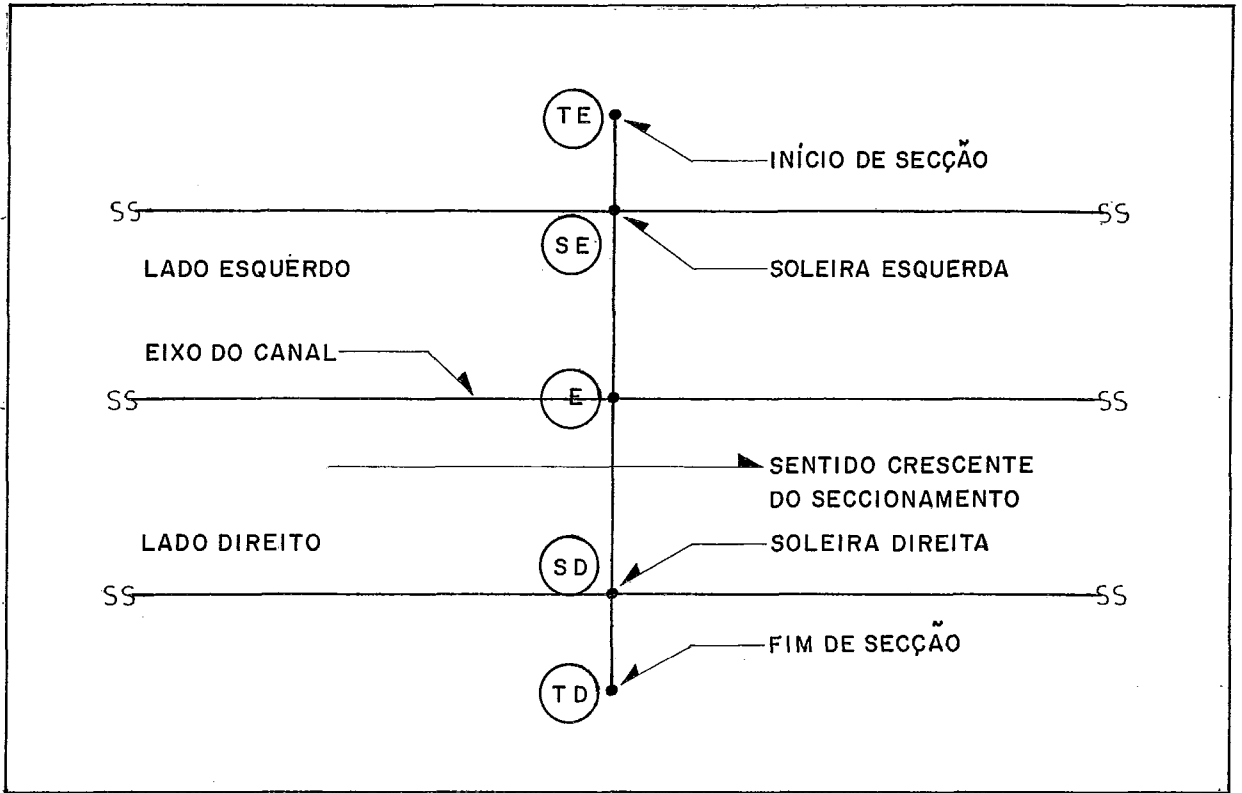
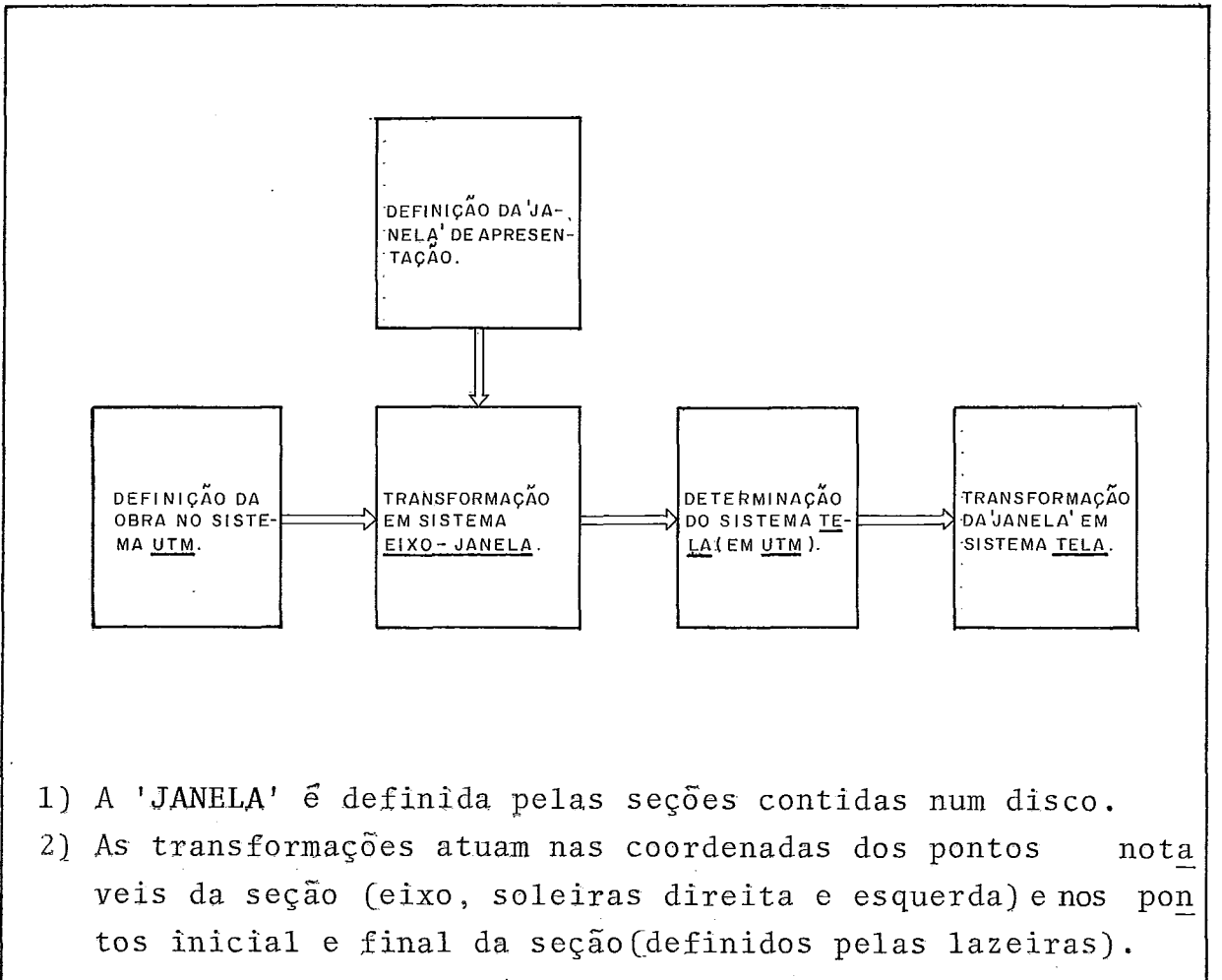


FIGURA IV.18



- 1) A 'JANELA' é definida pelas seções contidas num disco.
- 2) As transformações atuam nas coordenadas dos pontos notáveis da seção (eixo, soleiras direita e esquerda) e nos pontos inicial e final da seção (definidos pelas lazeiras).

FIGURA IV.19

A envoltória desta geometria é determinada pelas coordenadas mínimas e máximas dos pontos que, no sistema E-J ficam assim definidas:

$$X_m = \min (X_{I, F_{n_i}}, X_{I, F_{n_{i+1}}}, \dots, X_{I, F_{n_f}})_{E-J}$$

$$X_n = \max (X_{I, F_{n_i}}, X_{I, F_{n_{i+1}}}, \dots, X_{I, F_{n_f}})_{E-J}$$

$$Y_m = \min (Y_{I, F_{n_i}}, Y_{I, F_{n_{i+1}}}, \dots, Y_{I, F_{n_f}})_{E-J}$$

$$Y_n = \max (Y_{I, F_{n_i}}, Y_{I, F_{n_{i+1}}}, \dots, Y_{I, F_{n_f}})_{E-J}$$

Os pontos que definirão o sistema **TELA**, em coordenadas *UTM* (ou locais) serão:

$$\begin{bmatrix} X_{IT} \\ Y_{IT} \end{bmatrix}_{UTM} = \begin{bmatrix} \cos\beta & -\text{sen}\beta \\ \text{sen}\beta & \cos\beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_m \\ \frac{Y_n + Y_m}{2} \end{bmatrix}_{E-J} + \begin{bmatrix} X_{E_{n_i}} \\ Y_{E_{n_i}} \end{bmatrix}_{UTM}$$

$$\begin{bmatrix} X_{FT} \\ Y_{FT} \end{bmatrix}_{UTM} = \begin{bmatrix} \cos\beta & -\text{sen}\beta \\ \text{sen}\beta & \cos\beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_n \\ \frac{Y_n + Y_m}{2} \end{bmatrix}_{E-J} + \begin{bmatrix} X_{E_{n_i}} \\ Y_{E_{n_i}} \end{bmatrix}_{UTM}$$

ii) Transformação do sistema *UTM* (ou local) para o sistema **TELA**.

A determinação das coordenadas dos pontos de eixo, soleiras esquerda e direita no sistema **TELA** será dada por:

$$\begin{bmatrix} X_{SD, SE, E} \\ Y_{SD, SE, E} \end{bmatrix}_{TELA} = \begin{bmatrix} \cos\gamma & \text{sen}\gamma \\ -\text{sen}\gamma & \cos\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{SD, SE, E} - X_{T\emptyset} \\ Y_{SD, SE, E} - Y_{T\emptyset} \end{bmatrix}_{UTM}$$

onde, $X_{T\emptyset} = \frac{X_{FT} - X_{IT}}{2}$ e $Y_{T\emptyset} = \frac{Y_{FT} - Y_{IT}}{2}$ são as coordenadas do centro do sistema **TELA**, em *UTM*.

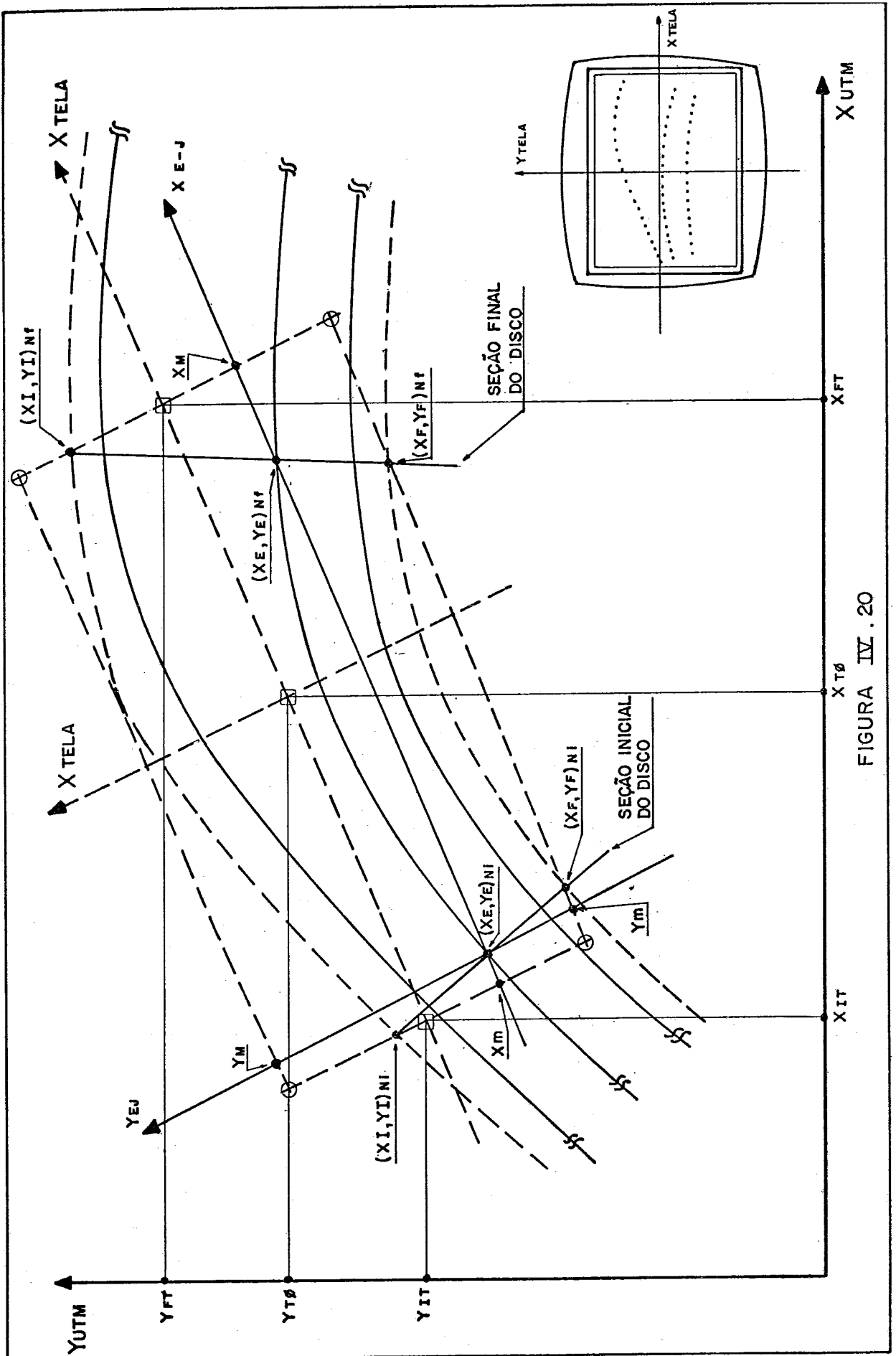


FIGURA IV.20

$$\gamma = \arctg \left(\frac{YFT - YIT}{XFT - XIT} \right) + K \pi, \text{ se } |XFT - XIT| > \epsilon$$

$$\gamma = \pi + \frac{K\pi}{2}, \text{ se } |XFT - XIT| \leq \epsilon$$

$$K = 0, \text{ se } XFT - XIT > 0$$

$$K = 1, \text{ se } YFT - YIT < 0$$

$$K = 1, \text{ se } YFT - YIT > 0$$

O fator de escala para a apresentação na tela, que define a quantidade de metros por pixel, será dado por:

$$\text{ESCALA} = \max \left(\frac{XFT_{\text{TELA}} - XIT_{\text{TELA}}}{240}, \frac{YFT_{\text{TELA}} - YIT_{\text{TELA}}}{170} \right)$$

onde as constantes do denominador correspondem ao número de pixels horizontais e verticais que definem o quadro de apresentação da geometria. No máximo, esse quadro seria de 256x192 pontos (resolução do gráfico). A margem deixada é proposital, para fins de melhor visualização durante o posicionamento, que se utiliza deste quadro. A figura IV.20 mostra graficamente os sistemas envolvidos na transformação.

b) Modo individual ou seccional

Consiste na apresentação individual do projeto de uma seção. No lado esquerdo da tela é desenhado, em escala variável, definida pelo sistema, o projeto da seção. No direito, a seção é vista de topo (uma reta), com marcação nos seus pontos notáveis. Esta representação pode ser vista na figura IV.21.

i) Distância, em número de pontos (pixels) das soleiras e eixo ao ponto de início da seção (LAZEIRA ESQ/DIR).

$$E' = \frac{\|I-E\|}{ESC}; \quad SE' = \frac{\|I-E\| - SE}{ESC}; \quad SD' = \frac{\|I-E\| + SD}{ESC}$$

onde $\|I-E\| \equiv$ distância do ponto I ao ponto E ; SD e SE valores das soleiras *direita* e *esquerda*, em metros, obtidos no arquivo REFS.

$$ESC = \frac{\|F-I\|}{84 - (-48)} \quad \frac{\|F-I\|}{132} \equiv \text{número de metros/pixel.}$$

ii) Coordenadas no sistema TELA dos pontos $P1$, $P2$, $P3$, $P4$ (ver figura IV.21).

$$P1 : \begin{cases} X = -LPROF - SE'/TE \\ Y = -48 \end{cases} \quad \left(\text{para } LPROF < 128 - SE'/TE \right)$$

$$P1' : \begin{cases} X = -128 \\ Y = SE' - 48 + (LPROF - 128) * TE \end{cases} \quad \left(\text{para } LPROF > 128 - SE'/TE \right)$$

$$P2 : \begin{cases} X = -LPROF \\ Y = -48 + SE' \end{cases}$$

$$P3 : \begin{cases} X = -LPROF \\ Y = SD' - 48 \end{cases}$$

$$P4 : \begin{cases} X = -LPROF - (132 - SD') / TD \\ Y = 84 \end{cases} \quad \left(\text{para } LPROF < 128 - (132 - SD')/TD \right)$$

$$P4' : \begin{cases} X = -128 \\ Y = SD' - 48 + (LPROF - 128) * TD \end{cases} \quad \left(\text{para } LPROF > 128 - (132 - SD')/TD \right)$$

onde os pontos acima foram retirados das equações de reta:

$$Y = SE' - 48 + (LPROF + X) * TE, \text{ para os pontos } P1, P1' \text{ e } P2$$

$$Y = SD' - 48 + (LPROF + X) * TD, \text{ para os pontos } P4, P4' \text{ e } P3$$

e $LPROF$, SD' e SE' são valores absolutos (número de pixels);

$$TE = \frac{NTE}{DTE} \quad \text{e} \quad TD = \frac{NTD}{DTE}, \text{ obtidos do arquivo REFS'.$$

4.4.5 - POSICIONAMENTO BAT

O posicionamento BAT consiste na determinação da posição da

embarcação de prospecção (*sondagem batimétrica*) num sistema de exibição dado. A determinação da posição é feita através de triangulação, com base nas medições do radar MRS. Esta teoria pode ser vista em detalhes na referência [1]. O sistema de exibição é definido, em tempo real, pela representação gráfica do projeto: MODO GERAL, posicionamento de APROXIMAÇÃO ou GERAL; MODO INDIVIDUAL, posicionamento SECCIONAL.

POSICIONAMENTO DE APROXIMAÇÃO

Este modo de posicionamento é realizado dentro da área de representação do projeto no MODO GERAL, tal como descrito no item a) de 4.4.4. A trajetória da embarcação é rastreada na tela, à medida em que novas posições vão sendo calculadas. Uma advertência sonora (BIP), indica a saída da embarcação da área disponível para exibição.

POSICIONAMENTO SECCIONAL

É realizado dentro da área definida, na tela, à direita da reta $X = 80$ (figura 4.4.4 b). O sistema SECCIONAL, fica determinado pelos pontos inicial e final da seção. Estes pontos são fixos na tela, correspondendo às coordenadas (104, 48) e (104, 84). O eixo X positivo deste sistema é orientado do ponto inicial para o final. A figura IV.21 mostra as duas maneiras de representação deste sistema na tela.

Isto permite que o operador escolha a melhor representação da seção na tela, de acordo com o sentido de deslocamento da sua embarcação.

A escala do eixo X -seção, é variável, dependendo do comprimento da seção. É dada por:

$$\text{ESCALA} - X = (\text{COMPRIMENTO DA SEÇÃO}) / 132 \equiv \text{metros/pixel}$$

A escala do eixo Y -seção é fixa e igual a 1 metro/pixel. A área de exibição fica, então, de ± 24 metros em Y . Isto significa que

o rastreamento da embarcação fica limitado a um afastamento de 24 metros para cada lado da seção. Um 'BIP' adverte o operador quando a posição calculada está fora destes limites (e, portanto, não pode ser exibida).

As rotinas de posicionamento monitoram, também, uma outra região mais interna de 24 metros, denominada de 'corredor de aquisição'. Este corredor delimita o campo de aquisição de profundidades. Fora deste campo, as profundidades lidas são desprezadas. A indicação de pertinência a este campo é feita pelo traçado (*linha cheia*) da trajetória da embarcação. No caso de não pertinência, apenas a posição instantânea é exibida, juntamente com um 'BIP' de advertência.

FORMULAS UTILIZADAS PARA O POSICIONAMENTO

Duas etapas de cálculo definem a posição da embarcação no sistema de exibição. A primeira, calcula as coordenadas da mesma no sistema LINHA-BASE. A segunda, faz a transformação dessas coordenadas para o sistema de exibição. Uma etapa inicial calcula as constantes necessárias às etapas posteriores, realizada uma única vez, fora do ciclo de cálculo de uma posição.

i) Dados

(X_A, Y_A) = coordenadas UTM (ou LOCAL) da estação de terra A, em metros.

Z_A = altura da estação de terra A, em metros.

$(X_B, Y_B), Z_B$ = idem, para a estação B.

Os dados acima são lidos dos arquivos 'ESTX'.

$(X_{Q_1}, Y_{Q_1}), (X_{Q_2}, Y_{Q_2})$ = coordenadas dos pontos que definem o sistema de exibição, em metros, no sistema UTM. No posicionamento de APROXIMAÇÃO, estas coordenadas correspondem a (X_{IT}, Y_{IT}) e (X_{FT}, Y_{FT}) , calculados como indicado no item 4.4.4. No posicionamento SECCIONAL, correspondem às coordenadas dos pontos

inicial e final de seção, obtidos no arquivo 'REFS'.

RA = distância à estação A, medida pelo MRS, em metros.

RB = idem, para a estação B.

ii) Etapa Ø

Cálculo das constantes de compensação das alturas das estações de terra e de bordo

$$AKA = |ZA - ALT|$$

$$AKB = |ZB - ALT|$$

Distância entre as estações de terra \equiv LINHA DE BASE.

$$BASE = C * \sqrt{\left(\frac{XB - XA}{C}\right)^2 + \left(\frac{YB - YA}{C}\right)^2}, \quad C = \text{MAX}(XA, XB, YA, YB)$$

Cálculo das constantes para transformação do sistema LINHA-BASE para o sistema de exibição.

$$SENT = \text{SEN}(T) ; \text{COST} = \text{COS}(T) ; T = \text{arctg} \left(\frac{YB - YA}{XB - XA} \right)$$

T \equiv ângulo que o eixo X do sistema LINHA-BASE faz com o eixo X do sistema UTM.

$$\begin{bmatrix} XQ'_i \\ XQ'_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{COST} & \text{SENT} \\ -\text{SENT} & \text{COST} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} XQ_i & -XA \\ YQ_i & -YA \end{bmatrix} \quad i = 1, 2$$

$(XQ'_i, YQ'_i) \rightarrow$ coordenadas de (XQ_i, YQ_i) no sistema LINHA-BASE

$$\text{COSV} = \text{COS}(V) ; \text{SENV} = \text{SEN}(V) ; V = \text{arctg} \left(\frac{YQ_i - YQ_i}{XQ_i - XQ_i} \right)$$

V \equiv ângulo que o eixo X do sistema de exibição faz com o eixo X do sistema LINHA-BASE.

iii) Etapa 1

Cálculo de posição no sistema LINHA-BASE.

$$RAH = \sqrt{|RA - AKA|} * \sqrt{RA + AKA}$$

$$RBH = \sqrt{|RB - AKB|} * \sqrt{RB + AKB}$$

$$XP = \frac{BASE}{2} + \frac{(RAH + RBH)}{2} * \frac{(RAH - RBH)}{BASE}$$

$$YP = \sqrt{|RAH - XP|} * \sqrt{RAH + XP}$$

A equação para XP pode ser obtida a partir da aplicação da lei dos cossenos ou da determinação da interseção de círculos.

iv) Etapa 2

Cálculo das coordenadas da posição no sistema de exibição.

$$\begin{bmatrix} Xq \\ Yq \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} COSV & SENV \\ -SENV & COSV \end{bmatrix} \begin{bmatrix} XP & -XQ'_1 \\ YP & -YQ'_1 \end{bmatrix}$$

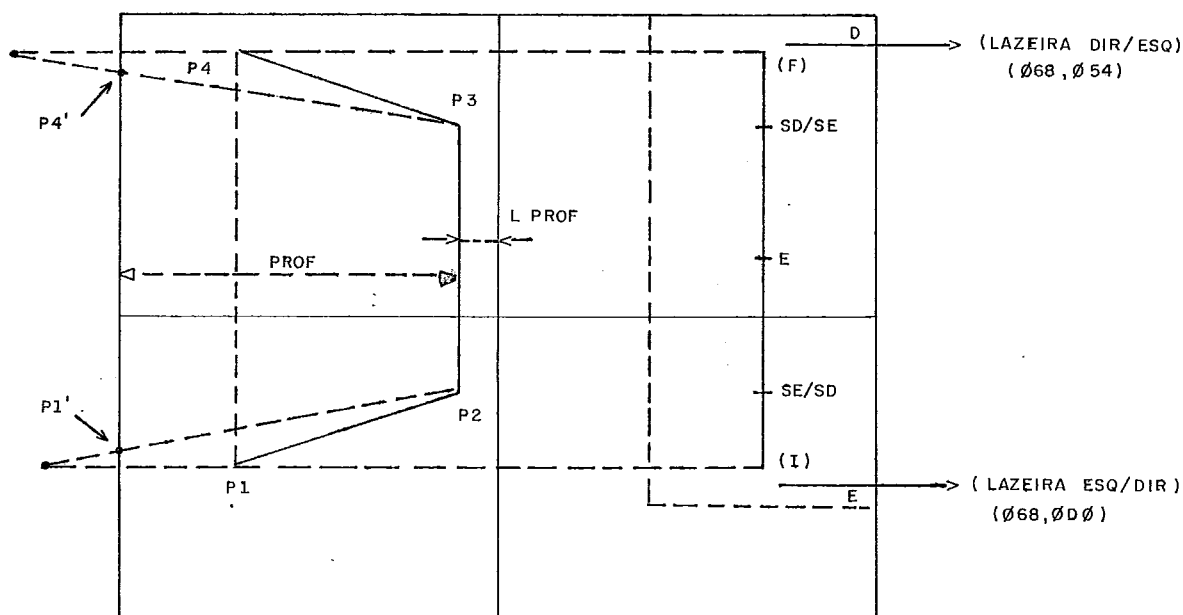


FIGURA IV.21

4.4.6 - Exibição do registro do ECOBATIMETRO

A visualização do relevo submerso durante uma sondagem é uma ferramenta que eleva o grau de confiabilidade do processo de aquisição.

O BAT exibe graficamente em seu visor, registro semelhante ao impresso no papel do ecobatímetro, com as seguintes vantagens:

- o operador visualiza o relevo de toda uma seção na tela, o que nem sempre é, possível no ecobatímetro.
- esta informação é apresentada juntamente com as demais informações envolvidas no processo: *distâncias captadas por posicionamento da embarcação e valor instantâneo (digital) da profundidade.*
- o registro é síncrono com o posicionamento da embarcação, e o projeto da seção (sua definição geométrica), também exibido, possibilita que o operador detecte quaisquer anomalias no sistema de posicionamento.

Para a exibição do registro na tela, esta é subdividida em 4 áreas, mostradas na figura IV.22. O registro não ultrapassa a área de exibição apresentando profundidades até 31 metros, evitando uma superposição indesejável com o posicionamento. A escala de exibição é de 16 cm / pixel.

A escala de referência ($< 0 < 10 < 20 < 30$), exibida no modo alfanumérico para facilitar a programação, é apenas uma orientação visual para o operador. A precisão desta em relação à escala de exibição não é fator essencial, desde que o valor da profundidade é, também, exibido digitalmente, com precisão de décimos de centímetros e resolução de centímetros.

A espessura do registro apresentado é proporcional à intensidade (ou espalhamento) do eco captado, sendo semelhante, portanto, à espessura do registro impresso no papel do ecobatímetro.

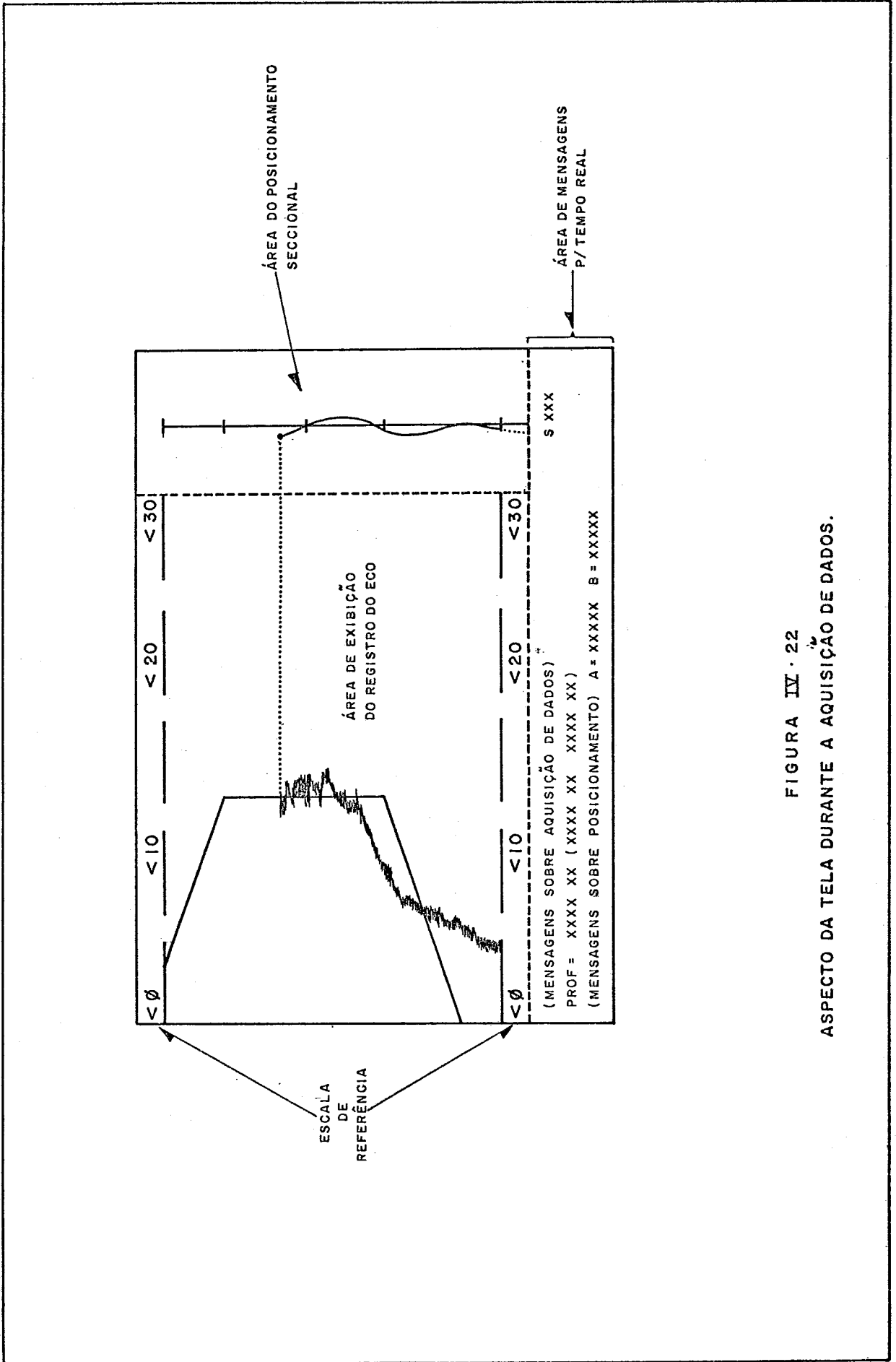


FIGURA IV · 22

ASPECTO DA TELA DURANTE A AQUISIÇÃO DE DADOS.

CAPITULO V

CONCLUSÃO

5.1 - O SISTEMA IMPLANTADO

O protótipo do sistema atualmente implantado entrou em operação em FEVEREIRO de 1981. A aprovação do protótipo conduziu à elaboração de um projeto de industrialização, onde foram reavaliados os conceitos e sanadas deficiências do projeto original. A documentação apresentada nos capítulos anteriores corresponde ao projeto industrial. A CBD possui, hoje, sete unidades industrializadas. A primeira destas entrou em operação em OUTUBRO de 1982.

Numa dessas unidades foi implantado o sistema operacional CP/M, em disco fixo (Whinchester com capacidade de cinco megabytes). Esta unidade, chamada "de desenvolvimento", está alocada para a manutenção dos demais sistemas e para o desenvolvimento de outras aplicações. Programas aplicativos serão desenvolvidos em linguagem de alto nível (FORTRAN ou BASIC)

Já foram obtidos resultados oficiais com o BAT em sondagens nas seguintes obras:

- Bacias de decantação e evolução do Porto de Sepetiba
ITAGUAI - RJ
- Canal de acesso e Bacia de evolução do Porto da Nuclep.
ITAGUAI - RJ. Nesta obra, até o balisamento (lançamento de boias), foi feito pelo BAT.
- Sondagem de estudo para expansão do Estaleiro da Renave.
NITERÓI - RJ
- Posicionamento para sondagem geofísica do Porto de Natal.
NATAL - RN.
- Duas Sondagens do canal da Galheta.
PARANAGUÁ - PR.
- Sondagem do Canal de acesso e Bacia de Evolução do Porto de Muricupe.
FORTALEZA - CE
- Duas Sondagens do Porto de Praia Mole
VITÓRIA - ES

- Sondagem de Área de Despejo situada em frente às Ilhas do Pai e da Mãe.
NITERÓI - RJ
- Sondagem do Canal de Acesso ao Porto de Itajaí.
ITAJAI - SC.

5.2 - EVOLUÇÃO DO SISTEMA

5.2.1 - Aperfeiçoamentos na Fase de Campo

No estágio atual, o sistema é deficiente em dois pontos: em tempo real, durante a fase de aquisição, quando torna-se necessária uma filtragem mais acurada para o posicionamento da embarcação e, na validação das seções sondadas, um programa que permita a correção destas, quando da detecção de anomalias nos perfis gravados.

Triangulações Redundantes e Filtragem Preditiva

O posicionamento executado pelo BAT baseia-se na triangulação simples, ou seja, na medida das distâncias a duas estações fixas de coordenadas conhecidas. Os aparelhos que medem tais distâncias baseiam-se no princípio do radar de pulsos, sofrendo as interferências naturais registradas na propagação de ondas eletromagnéticas. Tais distúrbios provocam medições erradas. A filtragem de tais medições utilizada atualmente pelo BAT, consta da simples exclusão, pelo desvio da média de uma sequência de medidas. Em condições favoráveis à interferência frequente, tal filtro não atua satisfatoriamente, produzindo posições falsas para as profundidades adquiridas.

Considerando que a taxa de duas posições calculadas por segundo é muito boa e que o atual algoritmo de posicionamento possui uma taxa de três posições/segundo, um refinamento deste algoritmo pode ser feito sem que haja uma degeneração inaceitável do tempo de resposta do cálculo de uma posição, com o bonus de um posicionamento praticamente livre de interferências.

Este refinamento inclui a determinação de triangulações redundantes, ou seja, a utilização de mais de duas estações fixas de referência, e uma filtragem preditiva implementando uma extrapolação de segunda ordem ou para as medidas de distância ou para a posição calculada ou ambas.

A interface do sistema BAT com medidor de distâncias MRS III, está configurada para comandar a leitura, em qualquer sequência, das

estações fixas (transponders) disponíveis. A escolha de uma triangulação é apenas decisão do algoritmo. Com isto, a implementação da redundância nas triangulações é imediata.

Com três estações, a triangulação duas a duas obtém três pares de coordenadas para a posição, definindo um triângulo de incerteza. Se as medidas de distância às três estações for confiável, o valor mais provável da embarcação será o baricentro deste triângulo.

A obtenção de valores confiáveis para as distâncias fica a cargo da filtragem com extrapolação de segunda ordem, ou seja, a aceleração da embarcação em direção à estação é o parâmetro base para a análise e correção (filtragem preditiva) dos erros nas medidas devido às interferências.

A cada medida de distância, para cada estação, a aceleração é calculada e comparada com a aceleração máxima possível para a embarcação. Se maior, a aceleração anterior é levada em conta para extrapolar o valor da medida atual.

Correção dos Perfis Gravados

Os perfis das seções gravadas na fase de aquisição, possuem algumas anomalias decorrentes da falha do algoritmo de filtragem de profundidades (item 4.1.2) ou lacunas ocasionadas por possíveis falhas na operação. Em ambos os casos, o sistema hoje se resente de um programa que dê ao operador a alternativa de recompor tais perfis, baseado na interpretação do registro do ecobatímetro. Com isto, a proposição inicial do sistema de obter um arquivo "zero-erro" em campo, permanece.

5.2.2 - Expansões Previstas

Correção de Maré em Tempo Real

Esta é a primeira expansão prevista para o atual estágio. Consiste no acoplamento ao sistema de um aparelho de medição de maré à distância. Tal dispositivo está em testes finais e possibilitará a eliminação da correção posterior da maré, executando-a em tempo real.

Maior Capacidade de Armazenamento de Massa 'ON-LINE'

Foi previsto no projeto industrial a colocação de uma unidade do tipo WHINCHESTER de 5.25" com capacidade para cinco megabytes. Isto vem a ser o primeiro passo para utilização efetiva das unidades BAT como um sistema autônomo de batimetria executando toda a fase de processamento de pós-aquisição.

Medidor de Distâncias Embutido

Analisando-se o sistema BAT no concernente à sua utilização em outras aplicações afins, nota-se que o fator de restrição é a utilização do sistema de medição de distâncias. Tal sistema não possui similar nacional, devendo ser adquirido fora. Por exemplo, o MRS III (utilizado na CBD) com a configuração mínima de um "CONSOLE" e três "ANTENAS", custa \$50000.

O BAT, no prazo de um ano, deverá incorporar as funções executadas pelo CONSOLE reduzindo a importação às ANTENAS (\$30.000), como primeiro passo de nacionalização do sistema total.

Acoplamento Direto do Transdutor do Ecobatímetro

O registro em papel feito pelos ecobatímetros é em algumas aplicações, irrelevante. Tais aparelhos são, também, importados. O controle direto pelo sistema BAT do transdutor (ondas sonoras, / impulsos elétricos) do ecobatímetro é uma expansão prevista para o sistema, criando um núcleo para a nacionalização destes equipamentos.

Processamento de Vídeo/Teclado a cargo de uma segunda CPU

Numa evolução do projeto atual, incluindo as expansões descritas acima, o tempo de resposta do sistema pode degradar se todo o processamento ficar a cargo de uma única CPU.

Analisando-se a arquitetura do sistema, a solução mais eficiente seria a utilização de uma segunda CPU para o controle das funções do terminal BAT (vídeo e teclado).

5.2.3 - Substituição do Computador Central

A capacidade de processamento do sistema de desenvolvimento (item 5.1) sob a CP/M tem mostrado eficiência suficiente para assumir as funções de pré e pós-processamento das sondagens - BAT.

A idéia é a substituição do sistema IBM S/3 MOD 10 (computador central) por uma ou duas unidades BAT de configuração idêntica à de desenvolvimento.

Estão sendo feitas as análises preliminares para a transposição dos primeiros programas (em FORTRAN).

5.2.4 - Outras Aplicações

A programabilidade do sistema BAT aliada às suas interfaces especiais conduz a utilização do mesmo em outras aplicações afins.

Destas, a automação de uma dragagem, através do controle direto dos mecanismos de uma draga, seria a aplicação mais nobre. A redução dos custos envolvidos na dragagem através de tal equipamento é substancial. Como sub-produto, consegue-se o posicionamento preciso da draga (auto-transportadora ou estacionária) dentro do projeto da obra.

Uma outra aplicação de grande valia para a prospecção 'OFF-SHORE' é o posicionamento e o controle da aquisição de dados para sondagens geofísicas.

5.3 - ANALISE FINAL

A experiência adquirida com o sistema BAT confirma a capacitação técnica nacional para a solução de problemas existentes nas áreas de automação e otimização de nossas empresas.

O BAT é uma solução não ortodoxa que atendeu aos objetivos de automação da Cia. Brasileira de Dragagem e que, na realidade, atende aos problemas desta natureza encontrados em empresas afins.

No entanto, existe a consciencia de que o sistema BAT não vem a ser a solução ótima para tais casos, e que muito esforço ainda deve ser despendido para torná-lo apto às aplicações mais complexas previstas na sua utilização futura.

B I B L I O G R A F I A

1. BRANDO, PEDRO PEREIRA - Um Sistema de Posicionamento Eletrônico para Dragagem, Baseado em Microprocessador. Tese Ms.C. COPPE - UFRJ, 1978.
2. INTEL COMPONENT DATA CATALOG, 1978.
3. DE - 719B, FATHORMETER PRECISION SURVEY DEPTH RECORDER. Operator's Manual, agosto 1978.
4. S68047, VIDEO DISPLAY GENERATOR. American Microsystems Inc., agosto 1978.
5. CALCOMP SOFTWARE REFERENCE MANUAL, outubro 1976.
6. CONTROLADOR FORMATADOR MODELO BR-41, Especificações de Engenharia. FLEXIDISC, janeiro 1979.
7. ACIONADOR DE MINIDISCOS FLEXIVEIS MODELO BR-500, Manual de Operação e de Manutenção, janeiro 1979.
8. MINI-RANGER SYSTEM, Maintenance Manual. MOTOROLA Inc, outubro 1972.
9. MINI-RANGER III SYSTEM, Maintenance Manual e Operation and Installation Manual. MOTOROLA Inc, Janeiro 1980.
10. Am 9511, ARITHMETIC PROCESSOR. American Devices Inc, 1979.
11. INTEL MCS-80, SYSTEM DESIGN KIT, User's Guide. Capítulo 5. 1976.