



CPgEE/CCT-UFPB

COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA


PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

JOSÉ BERNARDO DE MEDEIROS MAIA

TÍTULO: "Sistema de Aquisição de Dados Para uma Central de Despa
cho (Sistema CHESF)"

CONCEITO: APROVADO

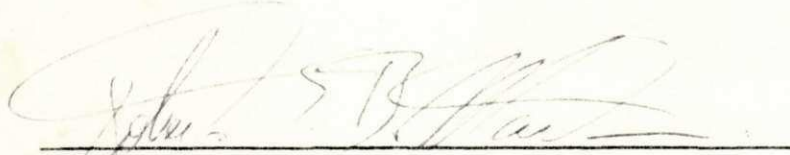
COMISSÃO EXAMINADORA



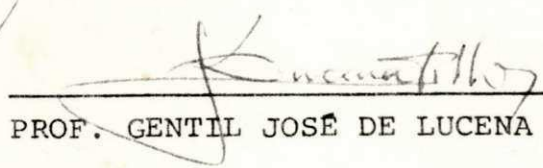
PROF. IVAN ROCHA NETO - Ph.D
- Presidente -



PROF. MISAEEL ELIAS DE MORAIS - M.Sc



PROF. JOBERTO SÉRGIO B. MARTINS - M.Sc



PROF. GENTIL JOSÉ DE LUCENA FILHO - Ph.D

Campina Grande, 16 de outubro de 1980.

SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS
PARA UMA CENTRAL DE DESPACHO
(SISTEMA CHESF)

P O R

JOSÉ BERNARDO DE MEDEIROS MAIA

TESE DE MESTRADO

Apresentada à Coordenação Setorial de Pós-graduação e Pesquisa da Pró-Reitoria para Assuntos do Interior da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Mestre em Ciências.

Campina Grande, outubro de 1980.



M217s Maia, José Bernardo de Medeiros.
 Sistema de aquisição de dados para uma central de despacho (Sistema Chesf) / José Bernardo de Medeiros Maia. - Campina Grande, 1980.
 154 f. : il.

 Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1980.
 "Orientação : Prof. Dr. Ivan Rocha Neto, Prof. M.Sc. Misael Elias de Moraes".
 Referências.

 1. Energia Elétrica - Sistemas - Métodos Computacionais. 2. Energia Elétrica - Sistemas - Geração e Distribuição. 3. Ciências - Dissertação. I. Neto, Ivan Rocha. II. Moraes, Misael Elias de. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). IV. Título

CDU 621.311(043)

AGRADECIMENTOS

A todos, que direta ou indiretamente, colaboraram na elaboração deste trabalho e, em especial aos professores Dr. Ivan Rocha Neto e M.Sc. Misael Elias de Moraes pela verdadeira orientação, incentivo e amizade.

RESUMO

A complexidade operacional dos sistemas de serviços em geral e em particular dos sistemas de geração e distribuição de energia elétrica, exige processamento de informações e controles bastante sofisticados.

Vários sistemas de controle supervisorio e aquisição de dados - "SCADA" ("*Supervisory Control and Data Acquisi*tion") se encontram em operação e/ou implantação nas companhias brasileiras de geração e distribuição de energia elétrica.

A Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) opera atualmente um sistema simples de telesupervisão e telemedição, usando a infraestrutura existente para transmisão de energia em alta tensão.

Um sistema de μ -computador para aquisição e processamento de informações na central de despacho da rede de telesupervisão da CHESF foi desenvolvido neste trabalho. Este atende as especificações recomendadas pela companhia, e obviamente é compatível com as demais partes em funcionamento do sistema. Os testes de operação e atendimento das condições especificadas são também descritas. Estas condições envolvem o sistema de controle de erros, requisitos para aceitação das mensagens e dados, formatos de relatórios, estrutura dos dados, requisitos operacionais etc.

ABSTRACT

The operational complexity of utility systems and in particular of electric power plants requires very sophisticated control and information processing.

Several Supervisory Control and Data Acquisition Systems (SCADA) are operating or being installed in the Brazilian electric utilities companies.

The Hydroelectric Company of São Francisco (CHESF) operates a simple supervisory and telemetering system, using the existing facilities for high voltage power transmission.

A μ -computer system for data acquisition and processing at the dispatch center of CHESF supervisory network was developed in the present work. The company conditions and the compatibility with the other operating parts of the system are observed. The tests of operation and completion of the recommended conditions are described. The specified conditions involve the error control system, the acceptance of data and messages constraints, report format, data structure, operational conditions etc.

ÍNDICE

	<u>PÁGINA</u>
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II - AUTOMAÇÃO E CONTROLE	6
2.1 - Topologia de Redes	6
2.1.1 - Multiplexação e Concentração	9
2.1.2 - Circuitos Multipontos	11
2.1.3 - A Utilização de Processadores para Interface ("Front - End - Processors")	11
2.2 - Controle de Tráfego	12
2.3 - Sistemas de Controle de Erros	15
2.4 - Meios e Formas de Transmissão	20
CAPÍTULO III - DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE SUPERVISÃO E TELEMETRIA DA CHESF	27
3.1 - O Sistema TIC (TELETTRA)	30
3.1.1 - Estrutura das Mensagens	32
3.1.2 - Modos de Funcionamento	35
3.1.3 - Métodos de Codificação	36
3.2 - Protocolo Interface TIC-100/TTY	41
3.2.1 - Interface TIC-100/TTY	41
3.2.2 - Alocação de Endereços e Canais	43
CAPÍTULO IV - SISTEMA PROPOSTO DE AQUISIÇÃO DE DADOS	44
4.1 - Introdução	44

	<u>PÁGINA</u>
4.2 - Implementação	48
4.2.1 - Unidades Básicas do Sistema	51
4.2.2 - Programação e Subrotinas	57
4.2.2.1- Descrição do "Software"	61
4.2.2.2- Mapa de Memória	101
4.3 - Teste do Sistema	112
 CAPÍTULO V - CONCLUSÃO	 115
 APÊNDICE I - Codificação dos Endereços (código 2/5)	 118
APÊNDICE II - Alocação de Endereços e Canais	120
APÊNDICE III - Fluxogramas das Sequências de Interrupção RESET, IRQ e NMI	124
APÊNDICE IV - Formatos de Relatórios	126
APÊNDICE V - Org. Interna, Configuração dos Pinos e Conj. de Instruções do MC 6800	133
APÊNDICE VI - Circuito Oscilador à Cristal, Circuito Os- cilador (f=1Hz) e Circuito de "RESET" Automático	139
APÊNDICE VII - Configuração dos Pinos das Memórias TMS 2708 e MC 6810, e Decodificadores 74LS154 e 74LS156	141
APÊNDICE VIII - Configuração dos Pinos e Arquitetura In- terna da ACIA	144
APÊNDICE IX - "Flag's" utilizados nos Programas	146
APÊNDICE X - Esquemático das Placas de Memória, CPU e E/S	148
 BIBLIOGRAFIA	 152

ÍNDICE DAS FIGURAS

<u>FIGURAS</u>	<u>PÁGINA</u>
Fig. 1.1 Telemetria e display de dados (sistema "SCADA" simples)	2
Fig. 2.1 Rede conectada completamente	7
Fig. 2.2 Rede em estrela	7
Fig. 2.3 Rede reticular	7
Fig. 2.4 Configuração em árvore	10
Fig. 2.5 Circuitos multipontos	10
Fig. 2.6 Processador externo (FEP) em uma rede em estrela	13
Fig. 2.7 Multiplexadores com terminais	13
Fig. 2.8 Decodificação por máxima semelhança	17
Fig. 2.9 Distância de HAMMING	17
Fig. 2.10 Bloco "CHECKSUM"	19
Fig. 2.11 Estrutura de conexão dos equipamentos de O.P. à linha de A.T.	23
Fig. 2.12 Formas de onda - Modulação FSK e PSK	25
Fig. 3.1 Configuração da rede de supervisão (CHESF)	28
Fig. 3.2 Diagrama de blocos geral do sistema	29
Fig. 3.3 Equipamentos da Estação Mestre e da Central de Despacho	31

<u>FIGURAS</u>	<u>PÁGINA</u>
Fig. 3.4 Estrutura das mensagens e dos canais (TIC-100)	33
Fig. 3.5 Conversor analógico/digital	37
Fig. 3.6 Formato da mensagem elementar (série)	42
Fig. 3.7 Formato da mensagem série (completa) da interface TIC-100/TTY	42
Fig. 3.8 Estrutura das mensagens que emanam da interface TIC-100/TTY	42
Fig. 4.1 Fluxograma para uma transferência assíncrona	47
Fig. 4.2 Diagrama de blocos do sistema	52
Fig. 4.3 Diagrama de blocos da UCP	52
Fig. 4.4 Diagrama de blocos da Unidade de Memória	55
Fig. 4.5 Diagrama de blocos do Módulo de Interface para os dispositivos de E/S	58
Fig. 4.6 "Software" do controlador	59
Fig. 4.7 Formato da mensagem elementar recebida pela ACIA do modem	59
Fig. 4.8 Gráfico de interrupções para atendimento a S.A.D.	63
Fig. 4.9 Mapa de memória	110
Fig. 4.10 Diagrama de blocos do μ -computador utilizado para testes do sistema	113
Fig. 4.11 Fluxograma do programa de teste do sistema	114

Aos meus avós *Elísio* e *Tecla*

Aos meus pais

À minha esposa e à minha filha
Juliana, pelo apoio, compreen
são e incentivo, dedico este
trabalho.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

621.3

Energia Elétrica

Atualmente, a complexidade operacional dos sistemas de serviços em geral e em particular dos sistemas de geração e distribuição de energia elétrica tem exigido processamento de informação e controle bastante sofisticados.

No Brasil, várias companhias de geração e distribuição de energia elétrica operam e/ou encontram-se implantando sistemas de controle supervisão e aquisição de dados - "SCADA" ("Supervisory Control and Data Acquisition"). Os sistemas "SCADA" tem as funções de coletar informações em pontos distribuídos por todo o sistema, efetuar telemedições e telesupervisão, apresentar de forma inteligente, no centro de controle, as informações coletadas, operar dispositivos a longas distâncias a partir dos centros de controle, etc. Um sistema "SCADA" simples é ilustrado na Fig. 1.1 (HAPP, 1976).

A Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) opera atualmente um sistema simples de telesupervisão e telemedição usando a infraestrutura existente para transmissão de energia em alta tensão. Um sistema integrado de tele

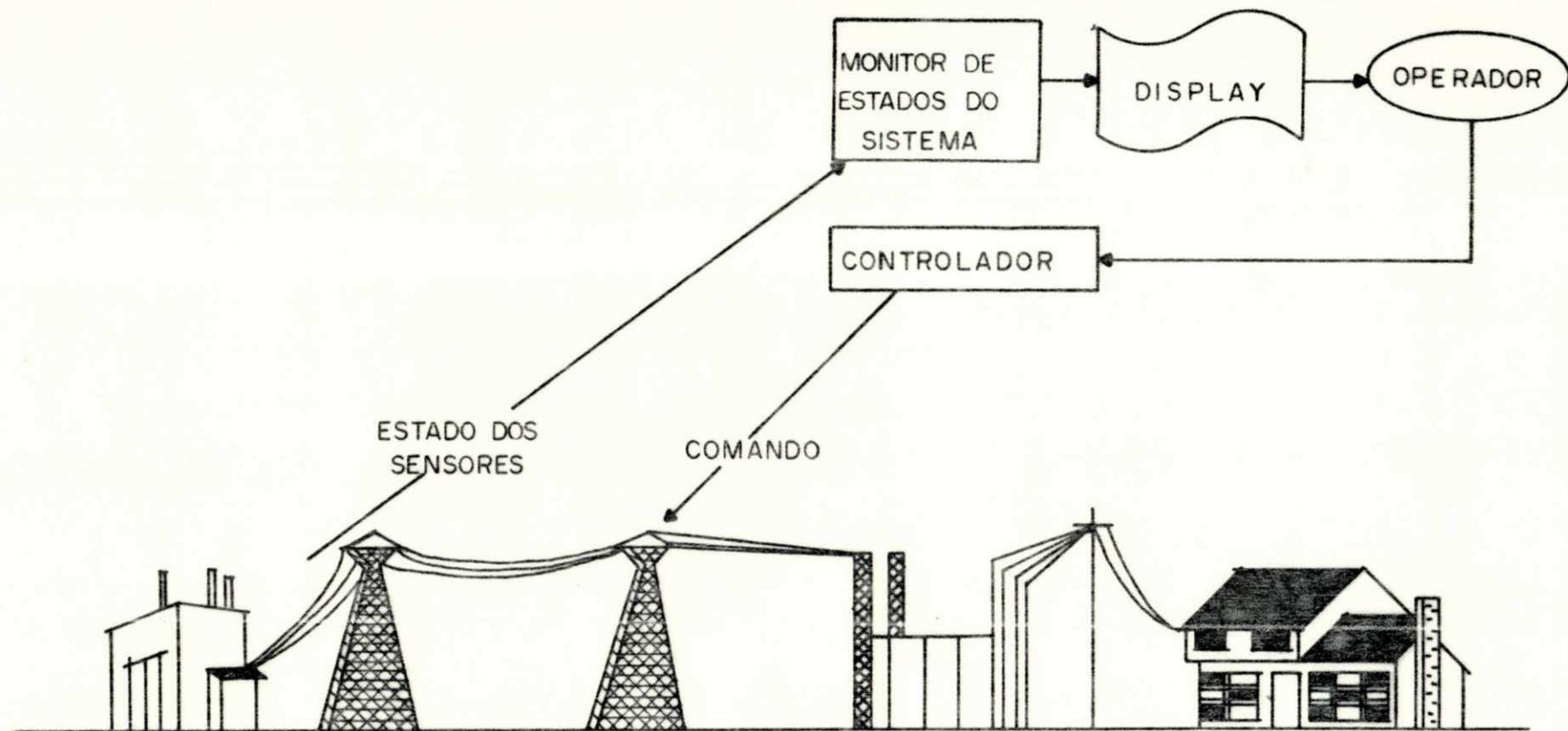


FIG. 1.1 - TELEMETRIA E DISPLAY DE DADOS (SISTEMA "SCADA" SIMPLES).

comunicações e controle supervisório via microondas e com a central controlada por computador deverá ser concluído antes de 1990.

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de μ -computador para aquisição e processamento de informações (numa central de despacho) na rede de telesupervisão da CHESF.

Os μ -computadores surgiram em 1970, graças ao desenvolvimento das técnicas de integração em larga escala (LSI). Seus blocos básicos são encontrados na forma de circuitos integrados (CI) fabricados com material semicondutor em diferentes tecnologias.

Os fatores que determinaram a escolha do μ -processador empregado no sistema desenvolvido neste trabalho foram: adequação para sistemas com interrupção, o custo e a popularidade do processador, facilidade de manutenção, a existência de documentação e apoio ao desenvolvimento do sistema.

A topologia do sistema, a capacidade dos canais de transmissão, o grau de utilização dos meios físicos de comunicções, os sistemas de controle de erros e de tráfego, a estruturação e a codificação das informações etc, são algumas das condições com as quais o sistema de aquisição tem que ser compatível.

A rede de telesupervisão do sistema é composta de uma estação mestra (centro) e um conjunto de estações remotas. Estas coletam informações sobre a geração de energia nas usinas térmicas e hidroelétricas do complexo, através de um sis

tema de telesupervisão TIC-100 (TELETTRA) e as transmitem para a central de despacho.

A interface homem-máquina compreenderá um terminal de vídeo (CRT) preto e branco com teclado e uma impressora de caracteres.

As funções básicas do μ -computador (controlador) são: aquisição de dados, conversão de código e controle do CRT e impressora.

Através de comandos recebidos do teclado alfanumérico do CRT, o μ -computador deverá gerar relatórios e transferir as informações para o CRT e/ou para a impressora. As imagens do CRT são mostradas a pedido do operador utilizando o teclado do mesmo como meio de entrada.

O sistema implementado atende às especificações estabelecidas pelos engenheiros da CHESF, responsáveis pelos estudos de despacho de carga. Trata-se portanto, de um trabalho de desenvolvimento de um sistema encomendado com condições pré-estabelecidas, impostas pelas especificações recomendadas e pela compatibilização com as demais partes do sistema que se encontram em operação.

A possível introdução de outros componentes no sistema, modificações nos relatórios e procedimentos operativos etc, são de necessidade subjetiva. Provavelmente o sistema especificado já excede as necessidades operacionais do momento. Entretanto, a flexibilidade dos sistemas com μ -processadores em geral e deste sistema de aquisição em particular, permitirá modificações futuras ditadas pelas mudanças das necessida

des operacionais,

A operação do sistema proposto e o atendimento de todas as condições especificadas foram verificadas e testadas pelo sistema de testes descrito no Capítulo IV.

1.2 - DESCRIÇÃO DOS CAPÍTULOS

Alguns conceitos gerais acêrca dos sistemas de controle de tráfego, meios de comunicações, topologia, mecanismos de controle de erros de transmissão etc, pertinentes ao estudo de redes de comunicações para computadores em geral e de sistemas centralizados de controle supervisório, são brevemente apresentados no Capítulo II. Estes mesmos conceitos são situados no sistema particular da CHESF (*Companhia Hidroelétrica do São Francisco*) que é também resumidamente descrito no Capítulo III.

O objeto deste trabalho de desenvolvimento em seus aspectos de implementação, programação e testes, é detalhadamente apresentado no Capítulo IV.

Finalmente, no Capítulo V são apresentados comentários e conclusões, além de sugestões para continuidade do trabalho,

CAPITULO II

AUTOMAÇÃO E CONTROLE

2.1 - TOPOLOGIA DE REDES

Em projetos de redes privadas deseja-se além da redução dos custos, uma maior eficiência na utilização de linhas individuais. Para satisfazer a estas considerações, cada linha deve, em princípio, transportar o maior volume de tráfego possível. Mas, levando-se em conta que falhas em linhas de tráfego elevado ocasionam sérios problemas para a rede como um todo, uma solução de compromisso entre eficiência e tolerância da rede a falhas deve ser encontrada.

O método mais simples para interligação de vários dispositivos é através de uma rede completamente conectada (Fig. 2.1), onde cada linha suporta apenas o tráfego entre dois dispositivos. Esta solução é impraticável em virtude do elevado número de linhas e canais de entrada e saída necesários.

Com a introdução de um processo de comutação, pode-se aumentar a eficiência da rede, fazendo com que as li

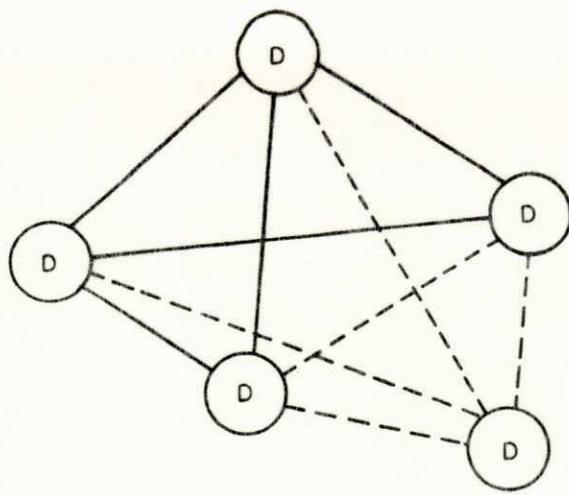


FIG. 2.1 - RÊDE CONECTADA COMPLETAMENTE

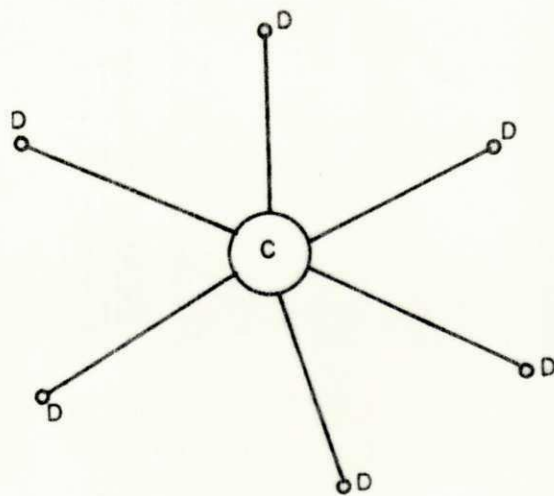


FIG. 2.2- RÊDE EM ESTRÊLA

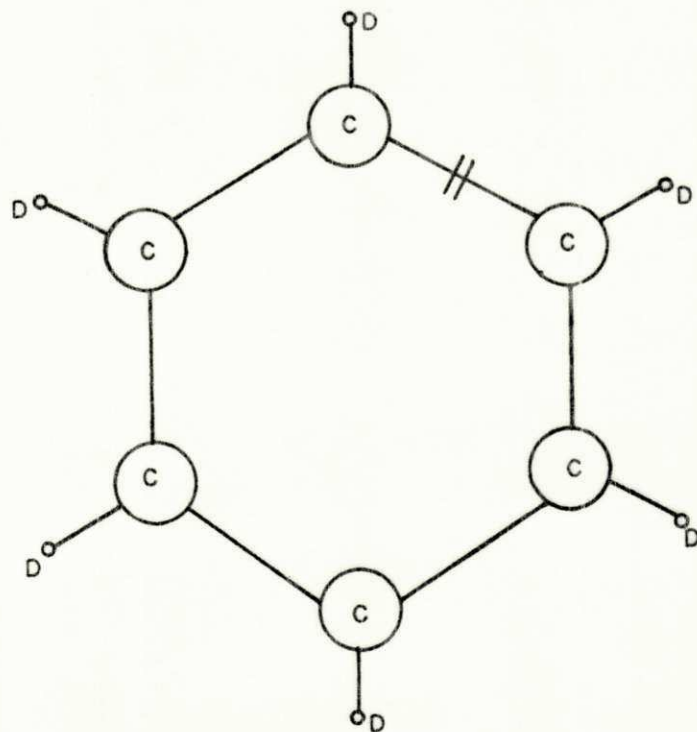


FIG. 2.3 - RÊDE RETICULAR

nhas suportem o tráfego gerado por mais que um par de dispositivos. Quando comutação é introduzida numa rede, o arranjo mais simples é o arranjo em estrêla. Em uma configuração em estrêla (Fig. 2.2) somente uma linha é necessária para cada dispositivo, e cada dispositivo necessita apenas um canal de entrada e saída, embora a central de comutação necessite um canal para cada dispositivo. A confiabilidade de uma rede em estrêla é criticamente dependente da central. Uma falha nesta suspende toda a atividade na rede, enquanto uma falha em uma linha individual afeta somente um dispositivo. Quando alta confiabilidade é requerida, utiliza-se uma central de reserva ("Back - up") que assumirá todas as funções, no caso de falha da primeira. (DAVIES & BARBER, 1973).

Em contraste com o caso de uma central única (rede em estrêla), uma rede reticular (Fig. 2.3) possui um comutador para cada dispositivo. Nesta configuração a utilização de linhas adicionais aumenta o número de rotas alternativas disponíveis. Para conectar um dado número de dispositivos em um único anel é necessário o mesmo número de linhas que para conectá-los na configuração estrêla. Apesar desta configuração utilizar um maior número de comutadores que a rede em estrêla, estes são mais simples e a confiabilidade é maior.

A escolha de uma configuração particular de rede envolve considerações de confiabilidade, distribuição geográfica dos terminais, custo, distribuição do tráfego etc, que também determinam a escolha dos tipos e métodos de comutação. (DAVIES & BARBER, 1973).

Em uma configuração em árvore, os terminais não

são conectados diretamente ao centro (computador). A Fig. 2.4 mostra este tipo de configuração onde três terminais são conectados ao centro, através de um comutador, por uma única linha. Pode-se notar uma semelhança topológica entre o sistema principal e o subsistema conectado a ele; ambos são, naturalmente, redes em estrêla. Com tais arranjos uma única linha entre o comutador e o computador suporta o tráfego agregado de todas as linhas tributárias. Este comutador pode ser um multiplexador ou um concentrador.

2.1.1 - Multiplexação e Concentração

Num sistema prático de terminais ligados a um computador é muito improvável que todos os terminais estejam ativos simultaneamente (ROCHA NETO, 1978). A atividade média de terminais dependerá geralmente do tipo de sistema, mas tipicamente entre 10 e 20% de terminais disponíveis deve ser considerado uma carga normal de trabalho para um centro de serviço (MARTIN, 1972).

Um multiplexador usa uma linha de alta velocidade de transmissão para ter uma equivalência de vários terminais. Assim, num multiplexador a capacidade da linha de saída deve ser pelo menos igual a soma das capacidades instantâneas de todas as linhas de entrada.

Quando a soma das capacidades instantâneas das linhas de entrada pode exceder a capacidade da linha de saída, tem-se um concentrador. O concentrador deve ter, para um dado grau de serviço (probabilidade de congestionamento), a capacidade de armazenar temporariamente o excesso de informação acumulado, quando o somatório das taxas de informação instantâ

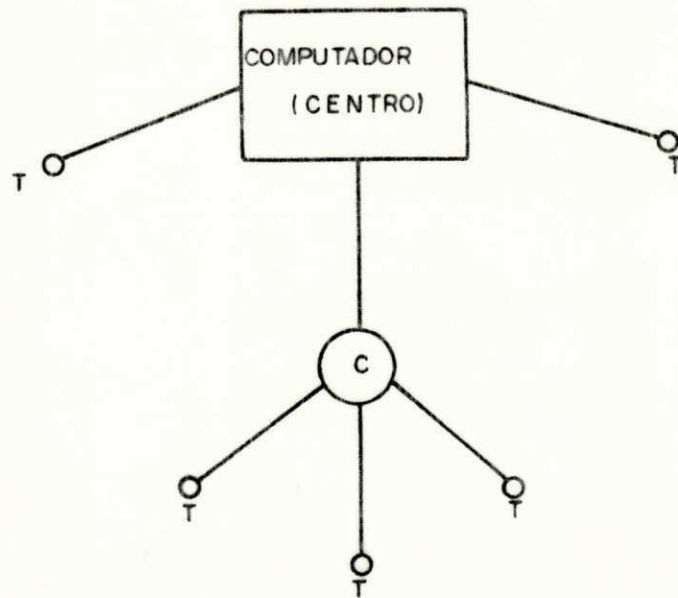


FIG.2.4 - CONFIGURAÇÃO EM ÁRVORE

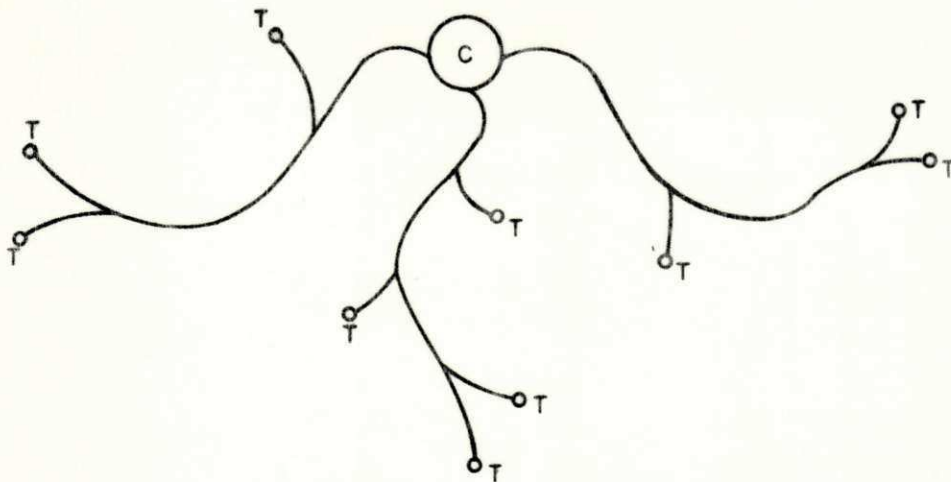


FIG.2.5 - CIRCUITOS MULTIPONTOS

neas de entrada exceder a taxa de saída. O excesso de informação acumulado é transferido para o computador, quando a taxa total de entrada novamente cair abaixo da capacidade da linha de saída (DAVIES & BARBER, 1973).

2.1.2 - Circuitos Multipontos

Um método de reduzir custos e aumentar a eficiência com que linhas são usadas, é conectá-las para formar um circuito multiponto. Este conecta ao sistema central um número de dispositivos separados geograficamente, através de um circuito único. Vários circuitos multipontos podem ser ligados a um computador central (Fig. 2.5). Uma vez que a comunicação dos terminais com o computador não pode ser feita simultaneamente, faz-se necessário definir uma estratégia e um conjunto de regras para regulamentar a utilização da linha, como também um mecanismo de identificação dos terminais. Várias técnicas podem ser usadas para permitir a identificação do terminal que originou uma mensagem. Existem dois esquemas básicos para controle de tráfego e uso da linha: consulta contínua ("Polling") e contenção ("Contention") (ver Seção 2.2) (ELIAS, 1980).

2.1.3 - A Utilização de Processadores para Interface ("Front - End - Processors")

Muitas das tarefas desempenhadas pelos circuitos de comunicações são relativamente simples, mas altamente repetitivas, podendo exigir considerável tempo do computador. Estas funções podem ser desempenhadas externamente por

um pequeno computador denominado FEP ("*Front - End - Processor*") (Fig.2.6). Com isto, além de liberar o computador principal para outras tarefas, uma maior flexibilidade na rede é alcançada, pois a mesma fica dividida em duas partes: processador principal e rede de comunicações.

2.2 - CONTROLE DE TRÁFEGO

Consulta contínua ("*Polling*") é uma técnica empregada para controlar a utilização de linhas, através de um protocolo pré-estabelecido, entre dispositivos que partilham uma mesma via de transmissão. Através desta os dispositivos são controlados, de modo que somente um deles envia informações ao longo da linha num dado instante, por uma troca de sinais de controle ou mensagens.

Quando a lista de consulta é determinada por um computador central, este envia uma mensagem de controle a cada terminal, na sequência estabelecida, solicitando destes uma mensagem. O terminal responde com informação, ou envia uma mensagem de controle, para comunicar que nada tem a transmitir. Apesar da flexibilidade do sistema de consulta centralizada, a alta proporção de troca de mensagens de controle reduz a taxa líquida de informação, tornando-o ineficiente.

Em redes que empregam multiplexadores (Fig.2.7), cada multiplexador remoto pode consultar os terminais a ele conectados, enquanto o computador se encarrega de consultá-los. Com isto uma maior eficiência é alcançada, pois além dos multiplexadores operarem em paralelo, existem menos mensagens de con

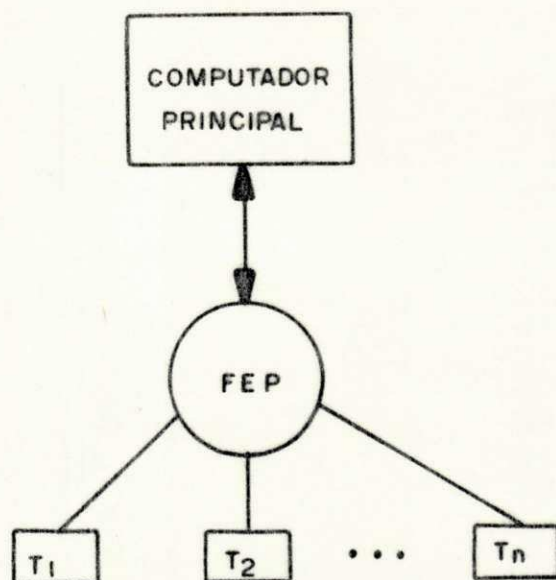


FIG.2.6 - PROCESSADOR EXTERNO (FEP) EM UMA RÊDE EM ESTRÊLA

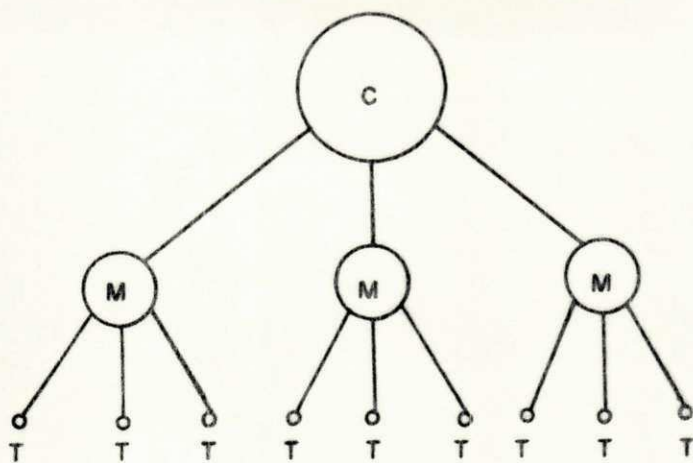


FIG.2.7 - MULTIPLEXADORES COM TERMINAIS

trole envolvendo o próprio computador. Este método é mais eficiente que o de controle centralizado, e menos flexível, uma vez que as tabelas de consulta somente podem ser modificadas alterando-se as tabelas nos multiplexadores.

Outra técnica de consulta, conhecida como "Hub-Polling", é bastante usada em circuitos multipontos. Nesta técnica o computador solicita uma mensagem ao primeiro terminal, que não tendo informações para transmitir transfere o comando para o segundo, e assim sucessivamente. Sempre que um terminal responde com uma mensagem de informação o computador resume a sequência de consulta. Esta forma de consulta é particularmente eficiente quando os terminais são tipicamente inativos e as linhas são muito longas. (DAVIES & BARBER, 1973).

O controle de tráfego por contenção ("Contention") é bastante empregado em redes tipo estrela, onde cada terminal ativo pode enviar um sinal para o computador central, indicando prontidão para transmitir uma mensagem. Este sinal seria habilitado a provocar uma interrupção do programa, com todos os terminais competindo em igualdade de condições para o atendimento pelo computador. O atraso no atendimento a um terminal pode ser bem menor do que com o método de consulta contínua, pois não existe necessidade da rede transportar sinais de controle a terminais inativos. Por outro lado, com este tipo de controle as mensagens transmitidas pelos terminais chegam ao computador de uma maneira aleatória, e por esta razão elas devem ter um endereço que define sua origem, o que provoca uma redução na eficiência da rede. A escolha entre o uso de consulta contínua ou contenção depende da configuração da rede, da atividade relativa dos terminais e da proporção de tempo que

os terminais individuais estão ativos (DAVIES & BARBER, 1973).

2.3 - SISTEMAS DE CONTROLE DE ERROS

Utiliza-se controle de erros para garantir que as informações aceitas pelo receptor correspondam, com uma dada confiabilidade, àquelas transmitidas pela fonte. Deve-se portanto prover um mecanismo para detecção e/ou correção de erros de transmissão produzidos, por exemplo, por ruído.

Basicamente, existem dois métodos de controle de erros: *Controle Direto* (FEC - "Forward Error Correction") e por *Realimentação* ("Feedback"). No primeiro, redundância suficiente é inserida no sinal transmitido de modo a permitir uma dada capacidade de detecção e/ou correção. No sistema de controle de erros por realimentação a redundância inserida é apenas suficiente para detecção, sendo a correção feita por retransmissão (PETERSON & WELDON, 1972).

A escolha de um sistema particular de controle de erros é função da simplicidade de implementação, do tipo predominante de ruído, de características do meio de transmissão utilizado, de critérios de desempenho etc.

Na família dos códigos bloco lineares, bastante empregada em ambos os sistemas de controle, os dígitos redundantes ("de paridade") são obtidos através de operações lineares nos dígitos de informação. As operações são determinadas pelas equações de paridade que definem o código. A esta família pertencem os códigos de paridade simples, os códigos de Ham

ming, os códigos BCH (*Bose - Chaudhuri - Hocquenghem*), os códigos de peso constante "m em n" etc., que são muito utilizados em sistemas de controle supervisório e telemetria. Em geral, esta família de códigos emprega a decodificação por *máxima semelhança*, isto é, a palavra de informação assumida na recepção é a palavra pertencente ao alfabeto do código, mais próxima da palavra recebida (Fig.2.8). O grau de proximidade é determinado por uma dada métrica, sendo a métrica de Hamming a mais comumente empregada.

A distância de Hamming entre duas palavras é igual ao número de dígitos em que estas diferem. A distância de Hamming d de um código particular é a menor distância entre quaisquer duas palavras do mesmo. Assim, em um código binário de comprimento igual a n dígitos, tem-se:

código (n, k)

n —> comprimento do código

k —> número de dígitos de informações

$c = n - k$ —> número de dígitos redundantes ou de paridade.

2^n —> número de palavras possíveis na recepção

2^k —> número de palavras válidas (pertencentes ao alfabeto do código)

D —> capacidade de detecção

C —> capacidade de correção

d —> distância de Hamming

η —> eficiência

Assim tem-se:

$$D = d - 1 \quad e \quad C = \left\lfloor \frac{d - 1}{2} \right\rfloor \quad (\text{ver Fig. 2.9}) \quad (\text{LIN, 1970}).$$

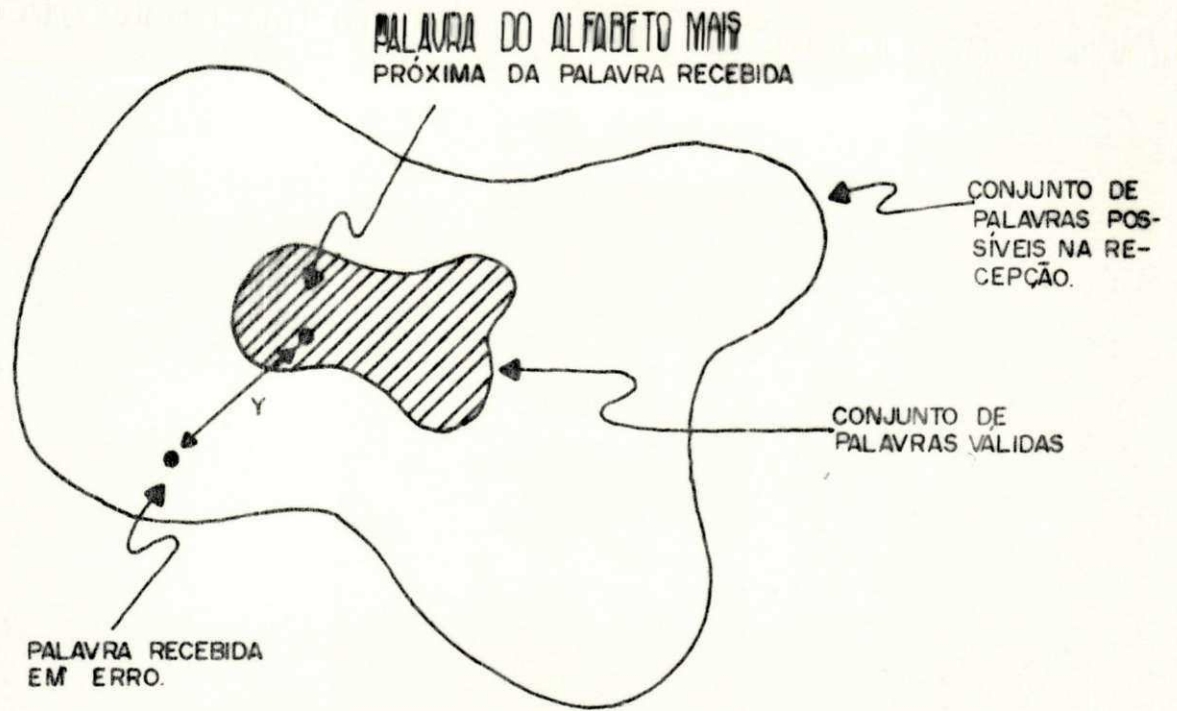
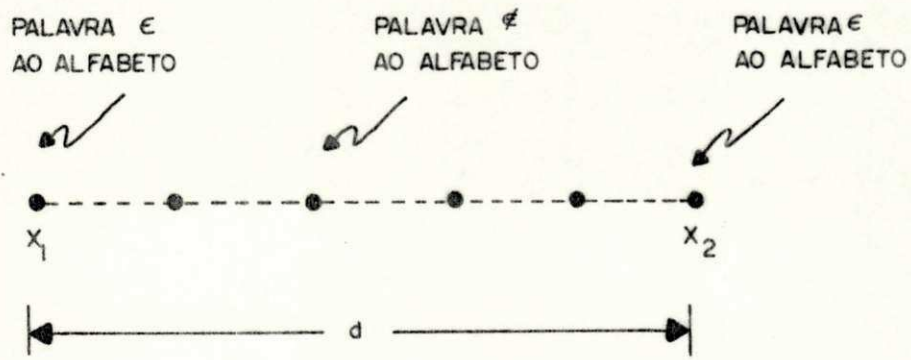


FIG. 28 - DECODIFICAÇÃO POR MÁXIMA SEMELHANÇA.



d = distância de HAMMING
 D = capacidade de detecção
 C = capacidade de correção

$$D = d - 1$$

$$C = \left\lceil \frac{d-1}{2} \right\rceil$$

onde $\lceil x \rceil$ é a parte inteira de x

FIG. 29 - DISTÂNCIA DE HAMMING

$$\eta = \frac{k}{n}$$

onde

$\lceil x \rceil \longrightarrow$ parte inteira de x

A capacidade de detecção e/ou correção de um código é proporcional a relação entre o número de palavras possíveis na recepção, e o número de palavras pertencentes ao código. Por exemplo, seja um código de peso constante m de comprimento n , onde o número de palavras do alfabeto é dado por:

$$C_n^m = \frac{n!}{m! (n-m)!} \quad (\text{ver Capítulo III})$$

Assim, para $m = 4$ e $n = 8$, existem 70 palavras válidas em 256 possíveis. Este código tem uma capacidade de detecção e/ou correção menor que a do código de Hamming (8,4) de mesmo comprimento que possui apenas 16 palavras no alfabeto.

Outra técnica para detecção de erros é a utilização de "checksum" em seguida a uma sucessão de transferências paralelas. Com esta técnica são revelados alguns dos erros não detectados com o emprego do dígito de paridade simples. O "checksum" pode ser a soma aritmética ou soma módulo dois do grupo de palavras precedentes, as quais podem conter um dígito de paridade, ou a paridade ao longo do bloco de dígitos correspondentes a cada palavra. Dependendo do tipo de erro introduzido (ver Fig. 2.10), poderá o mesmo ser detectado e localizado (casos a, c e e), apenas detectado (caso b) ou não detectado (caso d).

CHECK DE LINHA	BITS DE INFORMAÇÃO							
0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	1	← a
1	0	0	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	0	0	1	1	← b
1	0	0	0	0	1	0	0	
0	0	0	0	0	1	0	1	
0	0	0	0	0	1	1	0	
1	0	0	0	0	1	1	1	← c
1	0	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	0	1	0	0	1	
0	0	0	0	1	0	1	0	
1	0	0	0	1	0	1	1	
0	0	0	0	1	1	0	0	
1	0	0	0	1	1	0	1	← d
1	0	0	0	1	1	1	0	
0	0	0	0	1	1	1	1	
1	0	0	1	0	0	0	0	← e
1	0	1	0	0	0	0	0	
1	1	0	0	0	0	0	0	
1	1	1	1	0	0	0	0	
CHECK SOBRE CHECK	BITS DE CHECK DE COLUNA							
	PARIDADE PAR							

FIG. 2.10 - BLOCO "CHECKSUM"

2.4 - MEIOS E FORMAS DE TRANSMISSÃO

Nos sistemas de comunicações em geral, e em particular em sistemas de telemetria e controle supervisorio, considerações sobre capacidade de canal, custo de transmissão, confiabilidade, eficiência, disponibilidade etc, são determinantes na escolha dos meios e formas de transmissão de informação.

Em geral, em um meio de comunicação de dados existem três modos possíveis de operação; transmissão unidirecional ("*simplex*"), transmissão não-simultânea em ambas as direções ("*half-duplex*") e transmissão simultânea em ambas as direções ("*full-duplex*"). A escolha do modo de operação é basicamente determinada por um compromisso entre a economia e a taxa líquida de transmissão de dados - NDT ("*Net Data Throughput*").

Pode-se classificar os meios de transmissão em: linhas físicas, guias de ondas e sistemas de rádio.

As linhas físicas englobam as linhas bifilares (par de fios, cabos de pares, linhas abertas, linhas de alta tensão), cabos coaxiais, fibras óticas etc.

As ligações em alta capacidade são normalmente, feitas em cabos coaxiais ou via rádio. Em fase de desenvolvimento nos países industrializados, experiências têm sido realizadas com fibras óticas e guias de onda circulares. A escolha dentre esses sistemas depende de fatores econômicos, confiabilidade, condições geográficas etc. A Tabela 1 destaca a locação de frequências nos sistemas de rádio, indicando suas utilizações mais comuns (SILVA & BARRADAS, 1978).

FAIXA DE FREQUÊNCIA	DESIGNAÇÃO TÉCNICA	DESIGNAÇÃO LEIGA	EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO
300 Hz a 3000 Hz	E. L. F	Ondas Extremamente Longas	Comunicação para submarinos, para escavações de minas. etc.
3 KHz a 30 KHz	V. L. F	Ondas Muito Longas	
30 KHz a 300 KHz	L. F	Ondas Longas	Auxílio à navegação aérea, serviços marítimos, radiodifusão local.
300 KHz a 3000 KHz	M. F	Ondas Médias	
3 MHz a 30 MHz	H. F	Ondas Tropicais Ondas Curtas	Radiofusão local e distante, serviços marítimos (Estações Costeiras.)
30 MHz a 300 MHz	V. H. F	MICROONDAS	Transmissão de TV, sistemas comerciais e particulares de comunicação, serviços de segurança pública (polícia, bombeiros etc.).
300 MHz a 3000 MHz	U. H. F		
3 GHz a 30 GHz	S. H. F	MICROONDAS	Comunicação pública à longa distância: sistemas interurbanos e internacional em radiovisibilidade, tropodifusão e satélite.
30 GHz a 300 GHz	E. H. F		
<p>E. L. F - Extremely Low Frequency V. L. F - Very Low Frequency L. F. - Low Frequency M. F. - Medium Frequency H. F. - High Frequency V. H. F. - Very High Frequency U. H. F - Ultra High Frequency S. H. F - Super High Frequency E. H. F - Extremely High Frequency</p>			

TABELA I - CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMA RÁDIO

As linhas de alta tensão são extensivamente utilizadas para transmissão telefônica, telegrafia, telemetria etc. A transmissão desses sinais ocorre simultaneamente com a transmissão de energia elétrica. Obviamente, as linhas de alta tensão são bastante usadas para suprir as necessidades de telecomunicações internas das companhias de geração e distribuição de energia elétrica. Os sistemas de ondas portadoras (O.P.) em linhas de alta tensão (A.T.) possuem as seguintes características:

- baixa atenuação, permitindo enlace direto, sem repetição, entre os centros de interligação;
- a existência e a confiabilidade das linhas de transmissão de energia (altamente econômica para fins de comunicações, pois o sistema já se encontra instalado para fins de transmissão de energia);
- características de transmissão praticamente independentes da topografia, ao contrário dos sistemas via rádio;
- elevado ruído de linha, sobretudo devido ao efeito corona;
- sensibilidade às condições climáticas;
- banda disponível para transmissão de 25k - 500kHz.

O sistema de O.P. compõe-se fundamentalmente das seguintes partes: linha de transmissão de energia elétrica em alta tensão, equipamentos para o acoplamento à linha e para isolamento dos sinais de comunicação (A.F.) da transmissão de energia e dos transceptores terminais (Fig.2.11) (SILVA & BARRADAS, 1978).

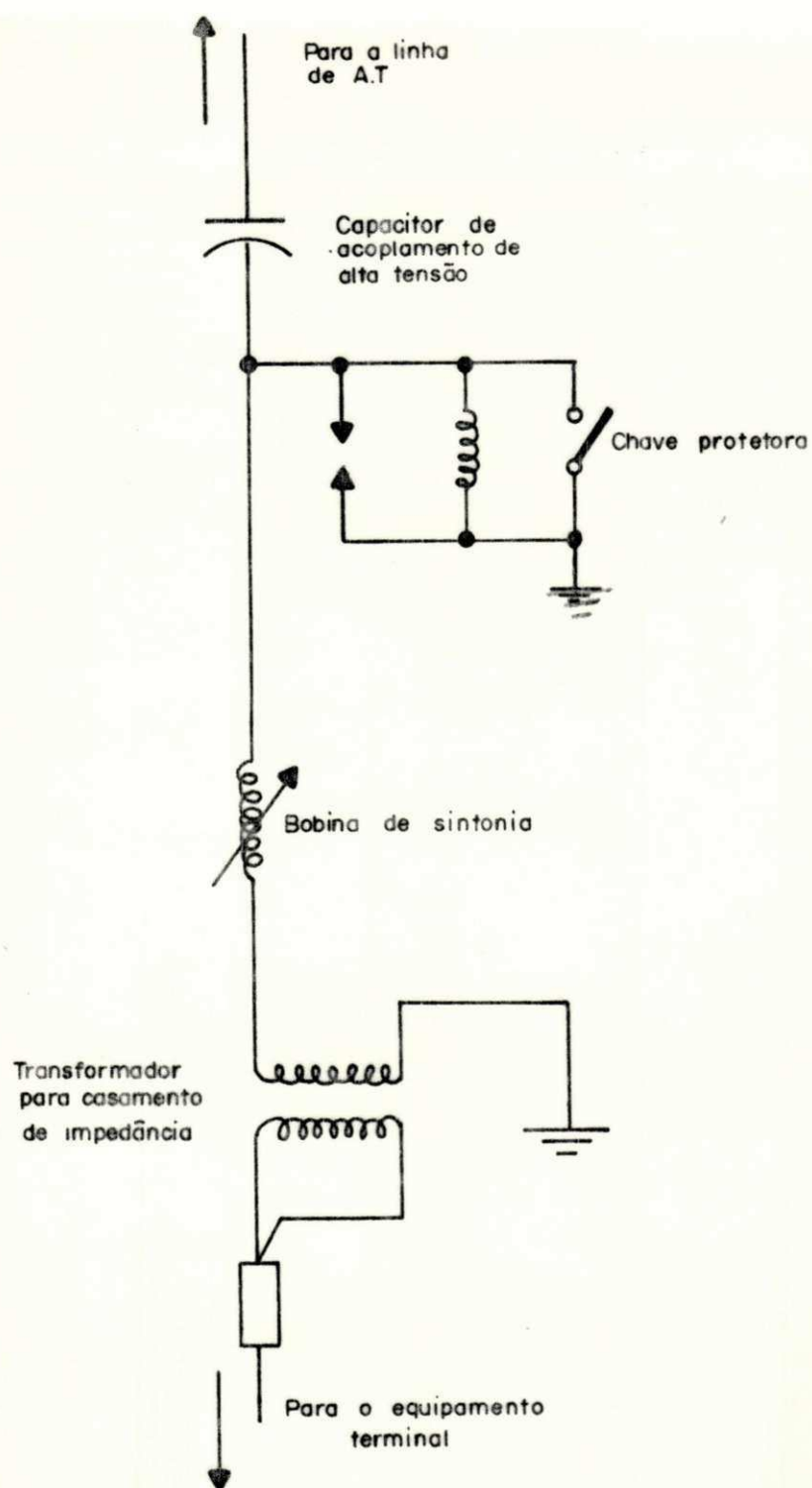


FIG.2.11 - ESTRUTURA DE CONECÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE O.P. À LINHA DE ALTA TENSÃO.

Em geral, os sinais gerados pelas fontes de informação não são adequados para transmissão direta nos meios de comunicação disponíveis. Então, para adaptá-los aos meios de transmissão faz-se necessário modificá-los, mas de uma forma reversível de modo a permitir a recuperação da informação. Esta operação de casamento do sinal de informação ao meio de transmissão, é denominada modulação. Dentre os vários processos de modulação digital, os mais utilizados para transmissão de dados em sistemas de controle supervisorio são: FSK ("Frequency - Shift - Keying") e PSK ("Phase - Shift - Keying"). Os fatores que determinam a escolha do método de modulação são: economia, simplicidade de implementação, desempenho com relação a probabilidade de erros etc.

Na modulação FSK a frequência de uma portadora é alterada de forma discreta, ou seja, comutada entre valores discretos, de acordo com o sinal modulante digital (Fig.2.12).

A modulação PSK consiste na alteração discreta da fase de uma portadora senoidal, de acordo com o sinal modulante digital (Fig.2.12). Podemos classificar as modulações PSK e FSK em relação ao número de níveis do sinal modulante digital, dando origem ao BPSK (ou BFSK) e ao MPSK (ou MFSK), conforme tenhamos um sinal modulante binário ou com m níveis (multinível), respectivamente (SILVA & BARRADAS, 1978).

Os processos utilizados para demodulação ou deteção podem ser: deteção coerente (síncrona) ou deteção não-coerente (deteção de envoltória). A deteção não-coerente é mais simples de implementar, sendo normalmente utilizada na demodulação FSK, enquanto que deteção coerente é geralmente em

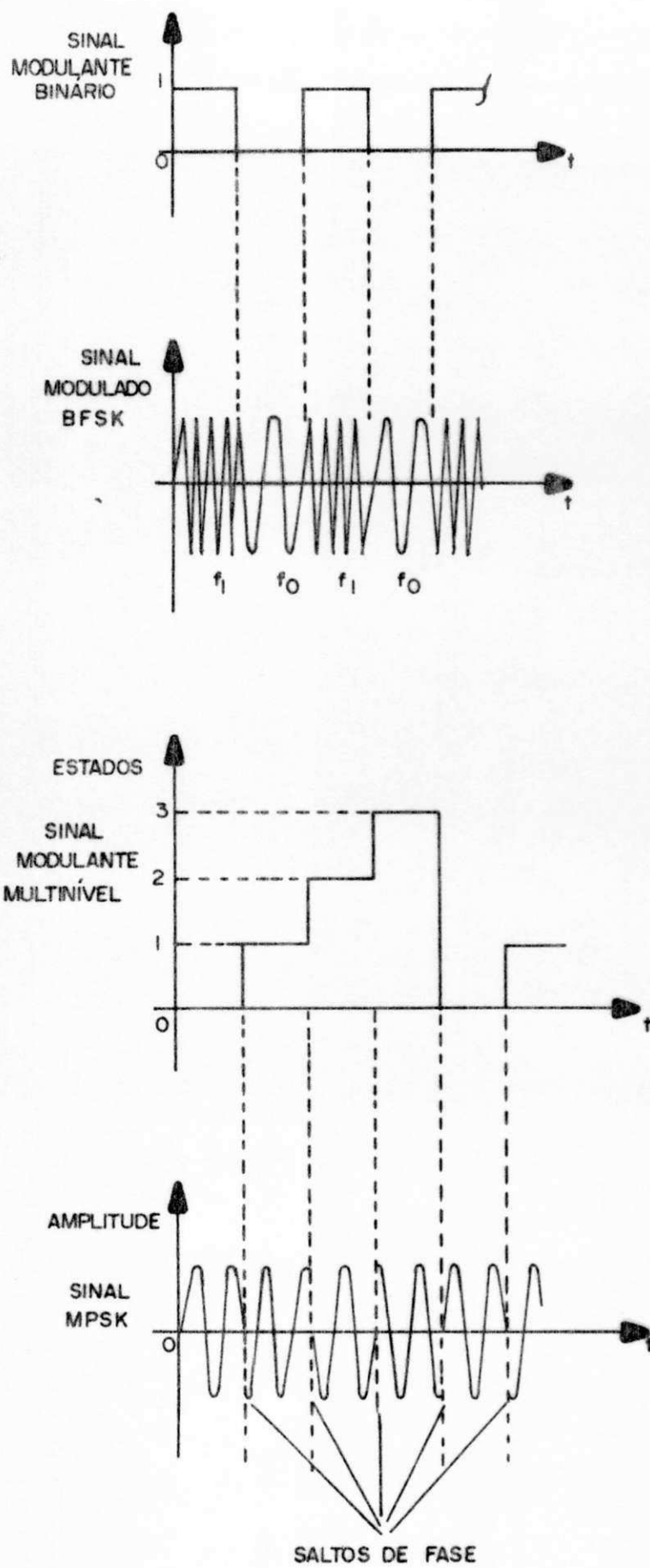


FIG.2.12 - FORMAS DE ONDA - MODULAÇÃO FSK E PSK.

pregada para demodulação PSK (CARLSON, 1975).

Em transmissões de dados via canal telefônico os *modems* FSK são normalmente utilizados até 1200 bps, enquanto os *modems* PSK até 9600 bps.

CAPITULO III

DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE SUPERVISÃO E TELEMETRIA DA CHESF

O objetivo do projeto (Capítulo IV) é o desenvolvimento de um sistema de aquisição e processamento de informações (na central de despacho) em uma rede de telesupervisão de um complexo particular (Fig. 3.1) de geração e transmissão de energia elétrica.

A topologia do sistema, a capacidade dos canais de transmissão, o grau de utilização dos meios físicos de comunicações, os sistemas de controle de erros e de tráfego, a estruturação e a codificação das informações etc, são algumas das condições com as quais o sistema de aquisição tem que ser compatível.

A rede de telesupervisão do sistema é composta de uma estação mestra (centro) e de um conjunto de estações remotas. Estas coletam informações, sobre a geração de energia nas usinas térmicas e hidroelétricas do complexo, através de um sistema de telesupervisão TIC-100 (TELETTRA) e as transmitem para a central de despacho. O sistema é mostrado em diagrama de blocos na Fig. 3.2.

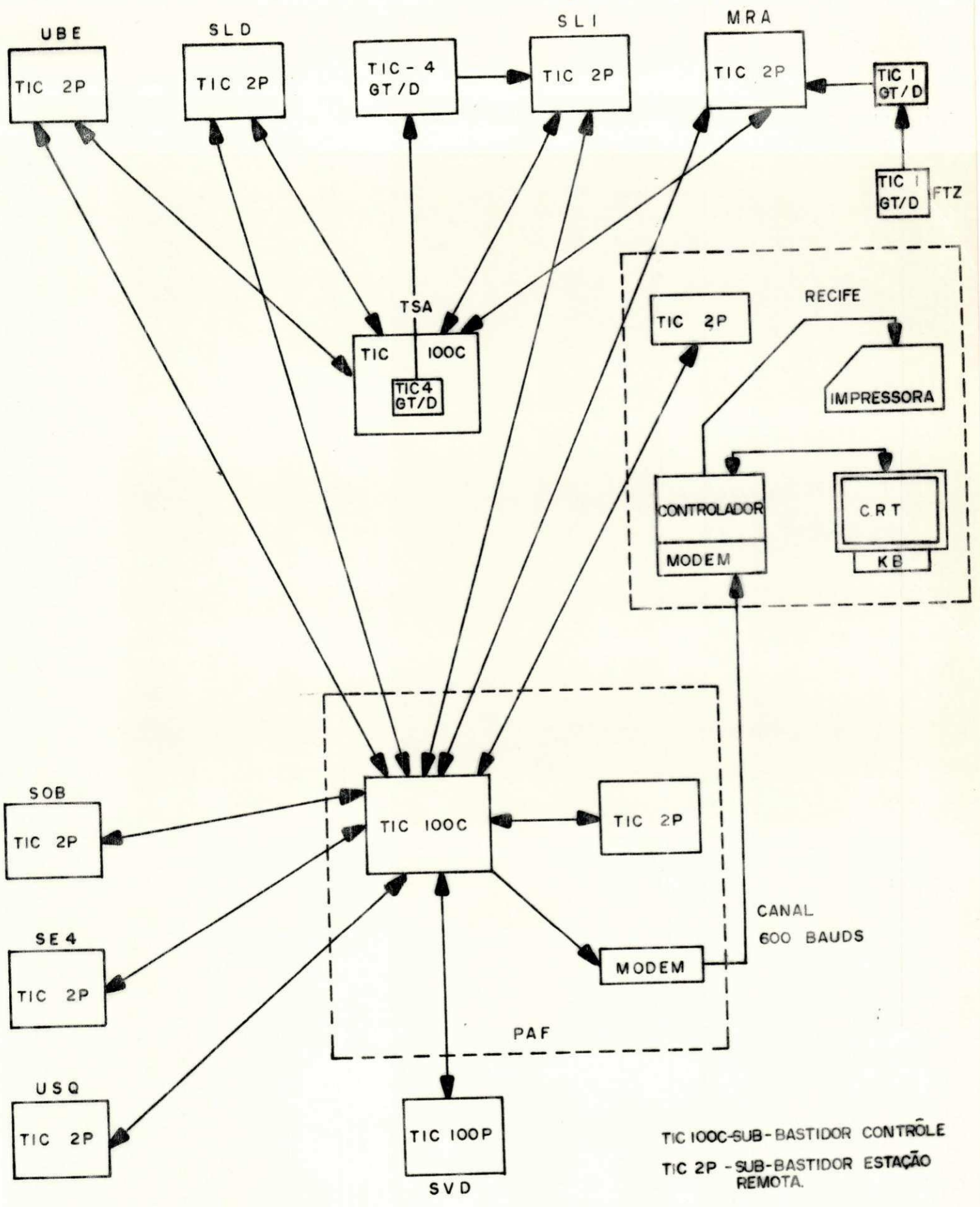


FIG.3.1 - CONFIGURAÇÃO DA RÊDE DE SUPERVISÃO (CHESF)

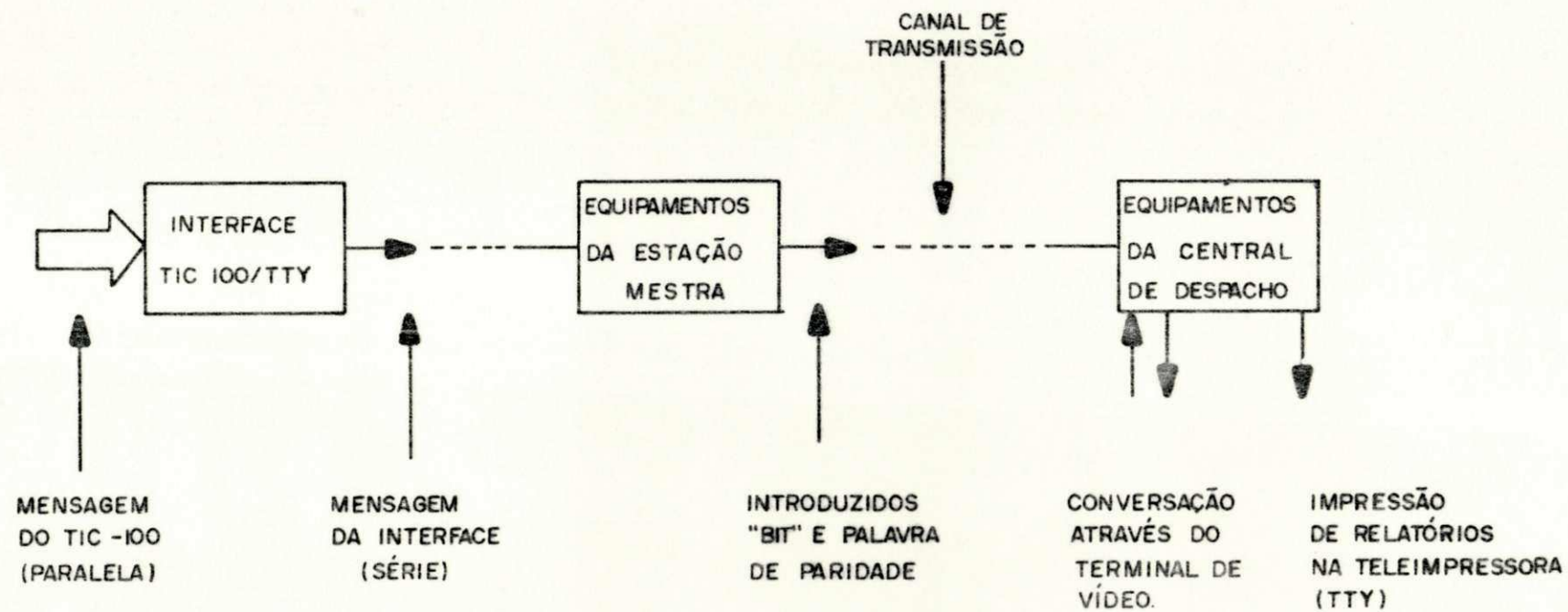


FIG.3.2 - DIAGRAMA DE BLOCOS GERAL DO SISTEMA

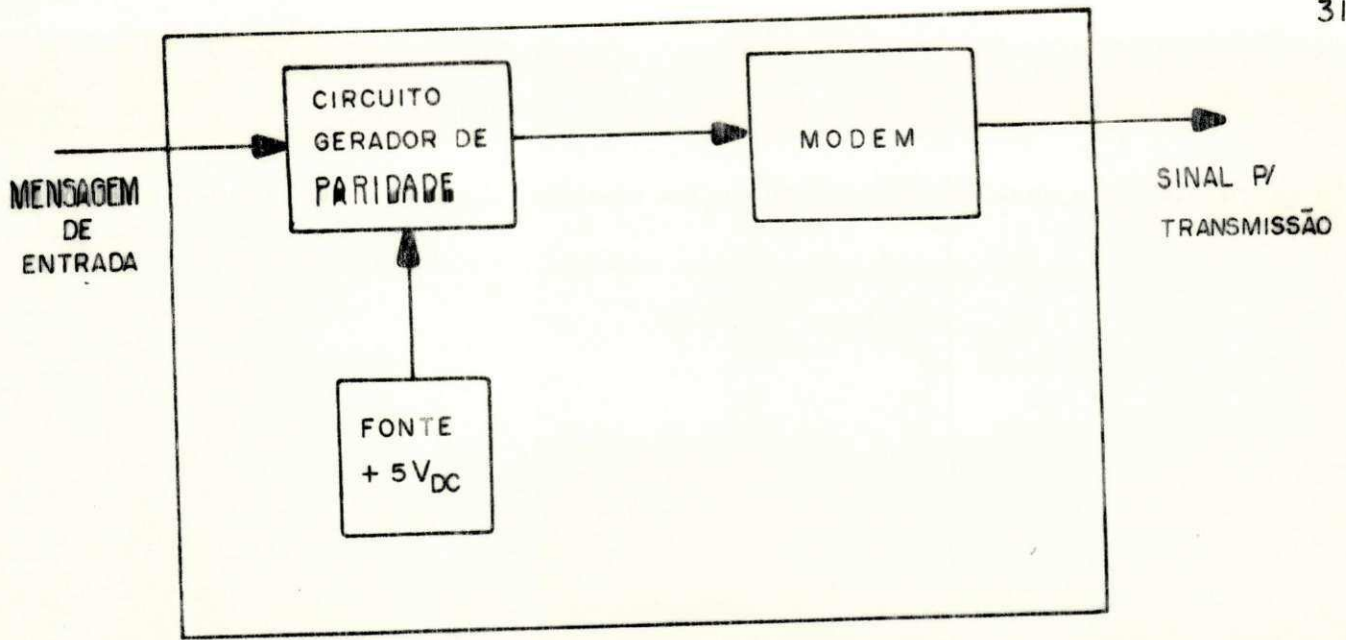
O equipamento da estação mestra consta de um modem e um circuito gerador de paridade (Fig. 3.3). A cada palavra da mensagem será adicionado um "bit" de paridade, e no final da mensagem uma palavra de paridade ("Checksum"). Esta palavra, enviada no final da transmissão de cada canal de endereço, será utilizada na detecção de erros de transmissão.

O equipamento da central de despacho constará de um controlador (microcomputador), um modem, um terminal de vídeo e uma impressora de caracteres (Fig. 3.3). As informações recebidas das estações remotas são moduladas em FSK ("Frequency Shift Keying") e transmitidas para a central de despacho através de um canal de voz em 600 Bauds. Após serem recebidas e demoduladas na central de despacho, as informações serão processadas e armazenadas pelo controlador. O operador poderá atuar no sistema através do terminal de vídeo, para solicitar impressão na TTY ou apresentação dos relatórios no vídeo.

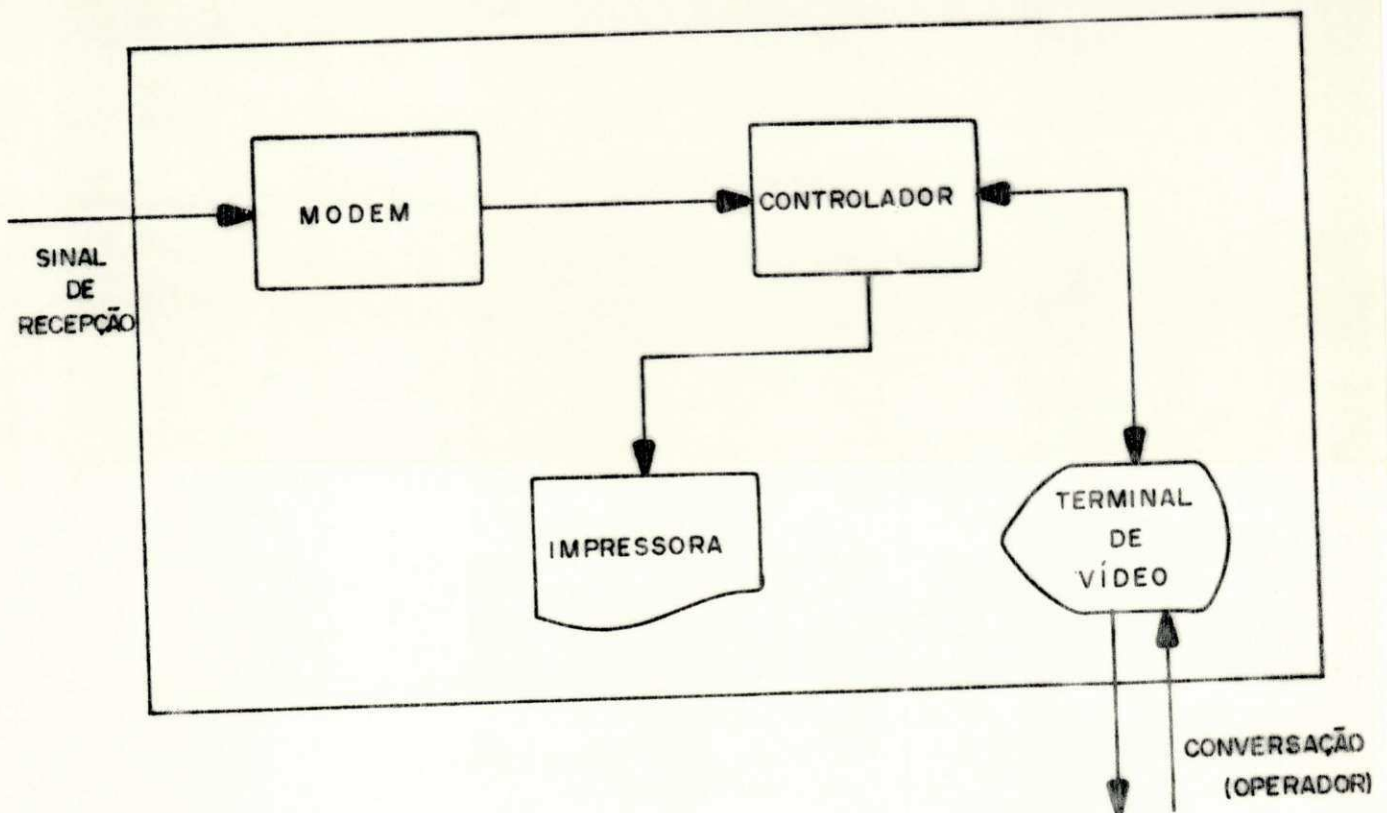
3.1 - O SISTEMA TIC (TELETTRA)

O sistema de telesupervisão TIC, localizado em uma estação remota, transmite dois tipos de informações: estados ("Telesinais") e medidas ("Telemedidas").

Por outro lado, quando localizado na estação mestra de supervisão, transmite para as estações remotas as ordens selecionadas e acionadas pelo operador: comandos e regulações. Estas informações são denominadas genericamente de Dados quando no sentido Remota-Central e de Comandos no sentido Central-Remota.



EQUIPAMENTOS DA ESTAÇÃO MESTRA DE SUPERVISÃO
(PAULO AFONSO)



EQUIPAMENTOS DA CENTRAL DE DESPACHO
(RECIFE)

FIG.3.3 - EQUIPAMENTOS DA ESTAÇÃO MESTRA E DA CENTRAL DE DESPACHO

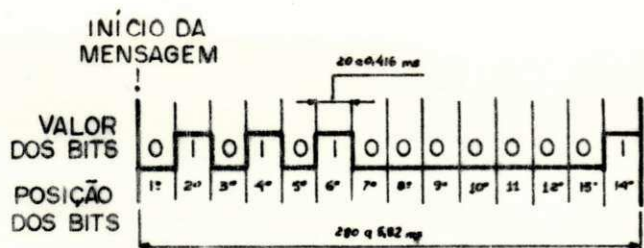
Os "Telesinais" (TS) informam sobre a posição de elementos ou dispositivos, que podem assumir dois ou mais estados (discretos). As "Telemedidas" (TM) informam sobre os valores assumidos de variáveis contínuas em relação ao tempo.

No sentido oposto, os comandos (TC) acionam circuitos e dispositivos que podem assumir apenas duas posições (on/off) e as regulações (TR) determinam posições que podem ser continuamente variadas. Obviamente, a confiabilidade dos Comandos é maior que a dos Dados.

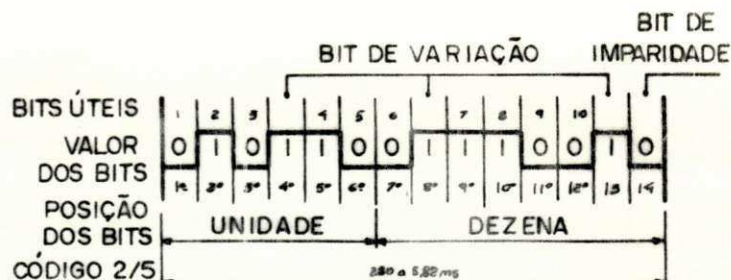
O sistema TIC pode operar nas seguintes velocidades de transmissão: 50, 100, 200, 600, 1200 e 2400 Bauds. A escolha da taxa de transmissão é função das necessidades operacionais e da capacidade do meio de comunicação utilizado.

3.1.1 - Estrutura das Mensagens

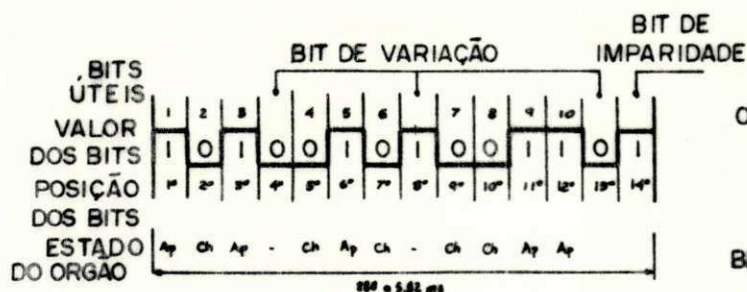
No sistema TIC, tanto o centro quanto as estações remotas transmitem mensagens cíclica e ininterruptamente em quadros de igual duração. Estas são estruturadas em quadros de 8 blocos (Canais) de comprimento $l = 14$ dígitos binários, como mostrado na Fig. 3.4. O primeiro canal é ocupado por um padrão de sincronismo. Este padrão é utilizado para assegurar coerência de frequência e fase entre as bases de tempo dos lados transmissor e receptor, como também para permitir a recuperação de sincronismo de canal e quadro. Cada bloco ou canal tem comprimento $l = 14$ dígitos binários divididos em três campos de comprimento 3, 1 e 10 que são respectivamente ocupados por informação de proteção, dígito de imparidade e texto, como mostrado na Fig. 3.4. O texto do canal 2 ou bloco de endereços



ESTRUTURA DO CANAL DE SINCRONISMO

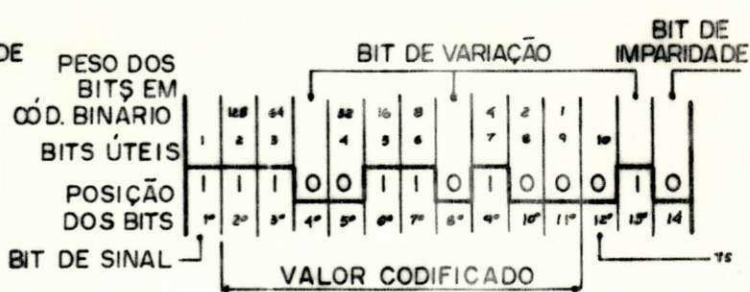


ESTRUTURA DO CANAL DE ENDEREÇOS

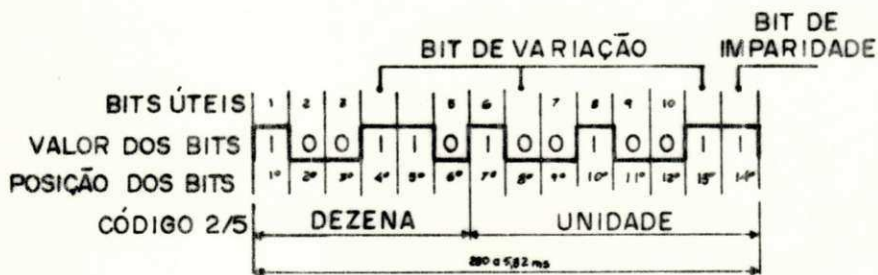


ESTRUTURA DE UM CANAL DE TS SIMPLES

A sequência exemplificada representa o estado do órgão em 2 posições: Aberto = Ap. / Fechado = Ch.



ESTRUTURA DE UM CANAL DE TELEMÉDIDA



ESTRUTURA DO CANAL DE TELECOMANDO

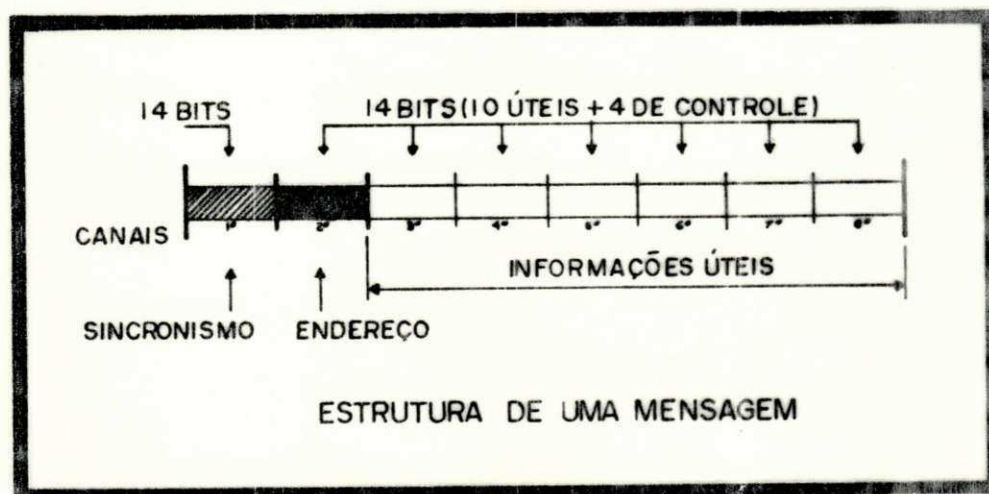


FIG.3.4 - ESTRUTURA DAS MENSAGENS E DOS CANAIS (TIC-100)

é dividido em dois campos de cinco dígitos que representam respectivamente as unidades e as dezenas do endereço sob a forma de um código 2/5. Considerando que os seis canais de informação estão protegidos por 4 dígitos localizados em posições pré-fixadas, a taxa líquida de informação máxima ("*Net Data Throughput*") é $\eta = 53\%$. De acordo com a disposição dos dígitos, os canais úteis podem ser classificados como:

- Canal de Telesinalização

Cada dígito representa o estado de um elemento com apenas duas posições estabelecidas. No caso de elementos que possam, também, assumir posições intermediárias (defeito ou erro) são necessários dois dígitos binários para indicação. No caso de elementos que possam assumir posições múltiplas, a configuração dos 10 dígitos representa, dentro de um código, o número decimal que identifica uma posição específica.

- Canal de Telemedida

Dos dígitos de informação do canal, o primeiro define o sinal da medida (+/-), 8 representam em código binário o valor medido e o último significa um TS eventual (por exemplo, para assinalar que a quantidade analógica excedeu o limite pré-fixado).

- Canal de Telecomando

Serve para transmitir o número decimal que identifica o elemento telecomandado. Tem a mesma estrutura que o

canal de endereço, mas com os campos de 5 dígitos que representam unidade e dezena invertidos.

3.1.2 - Modos de Funcionamento

O TIC funciona em dois modos, que são:

- com interrogação
- sem interrogação

No primeiro, a transmissão de informações é bi direcional, pois o centro interroga e as estações respondem. No segundo, o fluxo de informações proveniente de cada estação ocorre automática e continuamente, sem consulta do centro.

Na operação com consulta, com um único centro, este envia as mensagens de interrogação, de forma sequencial e cíclica, as quais são recebidas por todas as estações remotas. Estas contêm somente informações de sincronismo e endereço, en quanto que os seis canais restantes, estão normalmente desati vados. Somente a estação ou grupo de elementos identificada pelo endereço responde ao centro, com uma mensagem que contêm, sucessivamente, o canal de sincronismo, o código de endereço que identifica a mensagem propriamente dita e, finalmente, os 6 canais que comportam as informações. Enquanto recebe estas informações, o centro envia uma outra mensagem de interrogação a um segundo grupo de elementos que responde da mesma maneira que o grupo precedente. Este ciclo é repetido até que todos os endereços tenham sido explorados. O ciclo normal de exploração pode contêr até 100 endereços. Pode-se, entretanto, reduzir o ciclo exploratório, pela omissão dos endereços não uti

lizados, de acordo com a programação prévia.

3.1.3 - Métodos de Codificação (CHESF, 1979)

a) Codificação das Medidas

O codificador analógico-digital do equipamento TIC (ver Fig. 3.5) é composto essencialmente de um registrador, um comparador, uma porta "E" e um contador binário. No início da codificação o comparador de medida abre a porta "E" para o contador binário. Quando é atingido o valor da medida a ser codificada, o comparador fecha a porta "E" cessando a contagem dos pulsos. O conteúdo do contador, desta forma, é proporcional ao intervalo de tempo entre os dois pulsos fornecidos pelo comparador e proporcional, portanto, à medida que representa o valor analógico, estando a sua saída em código binário de 8 bits.

As medidas a serem codificadas são da seguinte natureza:

- Tensão de barramento
- Potência ativa
- Potência reativa

a.1) Tensão de barramento

A saída do conversor de tensão varia de "0" (zero) a 5mA quando a tensão de barramento varia de "0" (zero) a fundo de escala, guardando a seguinte relação entre estes valoo

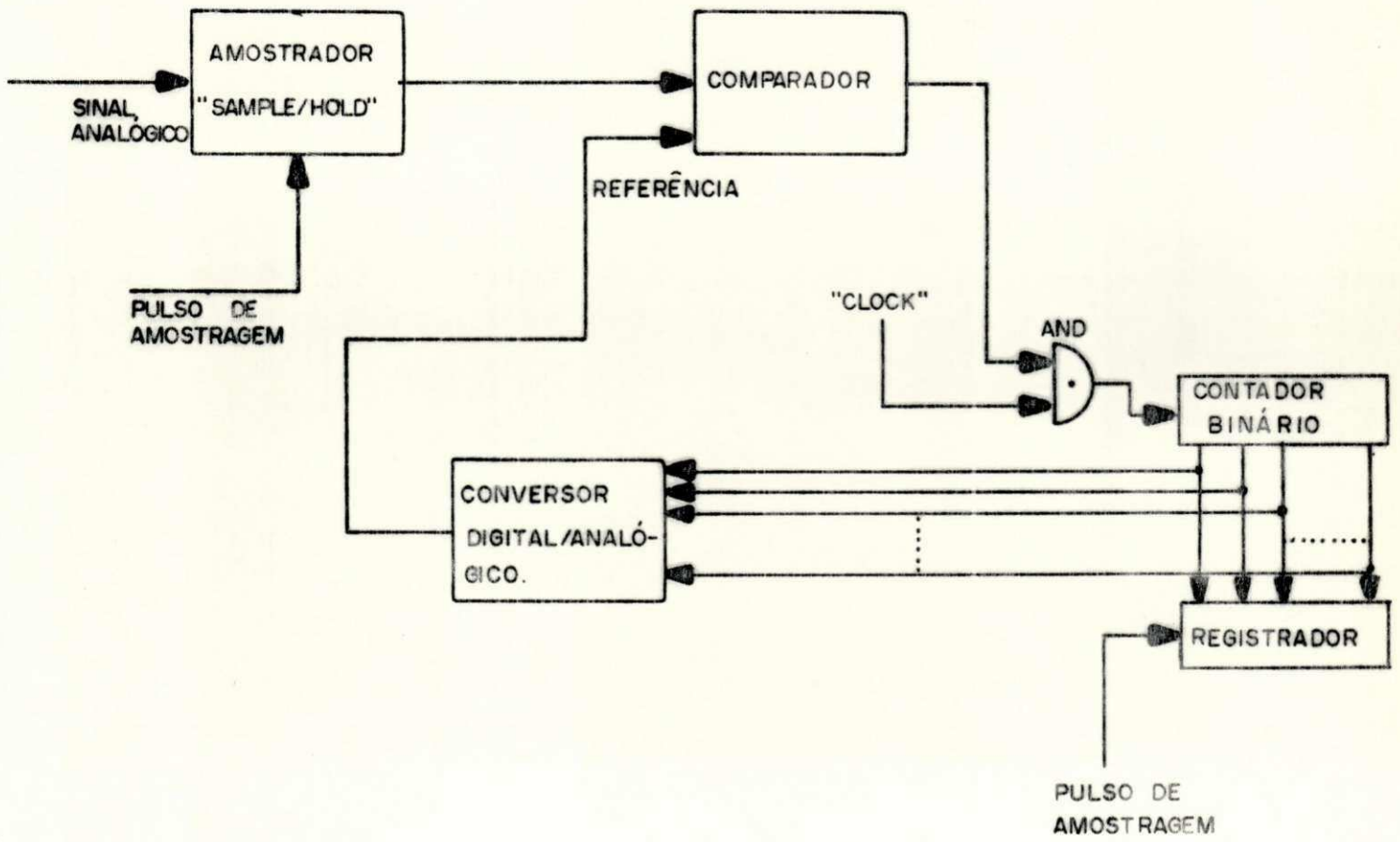


FIG.3.5 - CONVERSOR ANALÓGICO / DIGITAL

res e os valores do contador binário.

<u>TENSÃO DE BARRAMENTO(KV)</u>	<u>SAÍDA DO CONVERSOR(mA)</u>	<u>CONTADOR(bits)</u>
0	0	0000 0000(0)
.	.	.
.	.	.
.	.	.
FUNDO DE ESCALA	5	1111 1111(255)

Dada esta relação, podemos armar a equação geradora da tabela de conversão dos "bits" contados para a medida codificada.

255 (bits) —————→ FUNDO DE ESCALA

bits (contador) —————→ MEDIDA

$$\text{MEDIDA} = \frac{\text{FUNDO DE ESCALA}}{255} \times \text{bits (contador)}$$

a.2) Potência Ativa

Para análise da potência ativa tem-se dois casos:

- Usinas Térmicas e Hidroelétricas

A potência ativa é sempre fornecida e nunca recebida.

- Transformadores e Linhas de Chegada

A potência tanto pode estar sendo fornecida como sendo recebida.

No primeiro caso a equação geradora da tabela de conversão é a mesma da medida de tensão de barramento.

$$\text{MEDIDA} = \frac{\text{FUNDO DE ESCALA}}{255} \times \text{bits (contador)}$$

No segundo caso tem-se:

<u>TRAFO OU LC</u>	<u>SAÍDA DO CONVERSOR(mA)</u>	<u>CONTADOR(bits)</u>
+ FUNDO DE ESCALA	5	1 111 1111 (255)
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0-----	2,5-----	1 000 0000 (128)
.	.	0 111 1111 (127)
.	.	.
.	.	.
- FUNDO DE ESCALA	0	0 000 0000 (0)

O dígito mais significativo ("MSB") do contador binário serve para indicar se a medida é positiva ou negativa. Se "MSB" = 1, tem-se medida positiva e se "MSB" = 0, tem-se medida negativa. Seja a situação em que a medida é positiva ("MSB" = 1); os sete dígitos restantes corresponderão a medida, sendo a sua variação de "0" (000 0000) a 128 (111 1111) (erro por excesso). Então têm-se:

<u>TRAFO OU LC</u>	<u>CONVERSOR(mA)</u>	<u>CONT, BINÁRIO(bits)</u>
0	2,5	1 000 0000
.	.	.
.	.	.
.	.	.
+ FUNDO DE ESCALA	5,0	1 111 1111

A equação geradora da tabela de conversão é:

FUNDO DE ESCALA → 128 (bits)

MEDIDA → bits (contador)

$$\text{MEDIDA} = \frac{\text{FUNDO DE ESCALA}}{128} \times \text{bits (contador)}$$

Inversamente, seja a situação em que a medida é negativa ("MSB" = 0); os sete dígitos restantes variam de 128 (111 1111) (erro por excesso) a "0" (000 0000).

<u>TRAFO OU LC</u>	<u>CONVERSOR(mA)</u>	<u>CONT. BINÁRIO(bits)</u>
0	2,5	0 111 1111
.	.	.
.	.	.
.	.	.
- FUNDO DE ESCALA	0	0 000 0000

A equação da tabela é a mesma do caso anterior:

$$\text{MEDIDA} = \frac{\text{FUNDO DE ESCALA}}{128} \times \text{bits (contador)}$$

Como pode-se observar na tabela, o conteúdo do contador deve ser complementado para representar em binário o valor da medida.

a.3) Potência Reativa

Com a potência reativa o processo é o mesmo do *Zero Central* (caso da potência ativa de transformadores e linhas de chegada).

$$\text{MEDIDA} = \frac{\text{FUNDO DE ESCALA}}{128} \times \text{bits (contador)}$$

b) Codificação dos Endereços

A rede de telemetria do sistema funciona com um único "*Centro*" interrogando, de forma sequencial e cíclica, as estações remotas (Item 3.1.2). A transmissão do endereço faz com que a mensagem seja reconhecida somente pela estação (ou parte dela) caracterizada pelo número do endereço enviado. O

gerador de endereços consiste de dois contadores binários dos quais um é para a unidade e o outro para a dezena, formando o código de endereços. O código utilizado é o 2/5, ou seja, entre 5 dígitos dois deles estão no estado "1" (*Comprimento 5 e Peso Constante 2*). Na mensagem, a unidade é representada nos primeiros 5 dígitos enquanto as dezenas são os últimos 5 dígitos (Apêndice I).

3.2 - PROTOCOLO INTERFACE TIC-100 / TTY (CHESF, 1979)

3.2.1 - Interface TIC-100/TTY

A interface assíncrona série recebe 10 dígitos de dados na forma paralela, presentes no TIC-100 da estação mestra de supervisão, e os restitue na forma série. A mensagem série de saída possui um formato compatível com o código de tele-impressora (TTY). Dos oito dígitos do texto da mensagem elementar, os cinco primeiros são reservados para metade da sequência ("*string*") de dados recebida da chave de entrada, e os três dígitos seguintes são utilizados para informações de serviço e para fim de palavra ("*Stop*"), respectivamente (Fig.3.6). Como o número de dígitos por bloco de informação de uma mensagem do TIC-100 é igual a 10, duas mensagens elementares são necessárias para transferí-los. O formato da mensagem série que emana da interface é apresentado na Fig.3.7. Os "bits" de serviço A, B, C e D têm as seguintes funções:

A - Sempre "0"

Designa que a mensagem elementar que o contém é a primeira

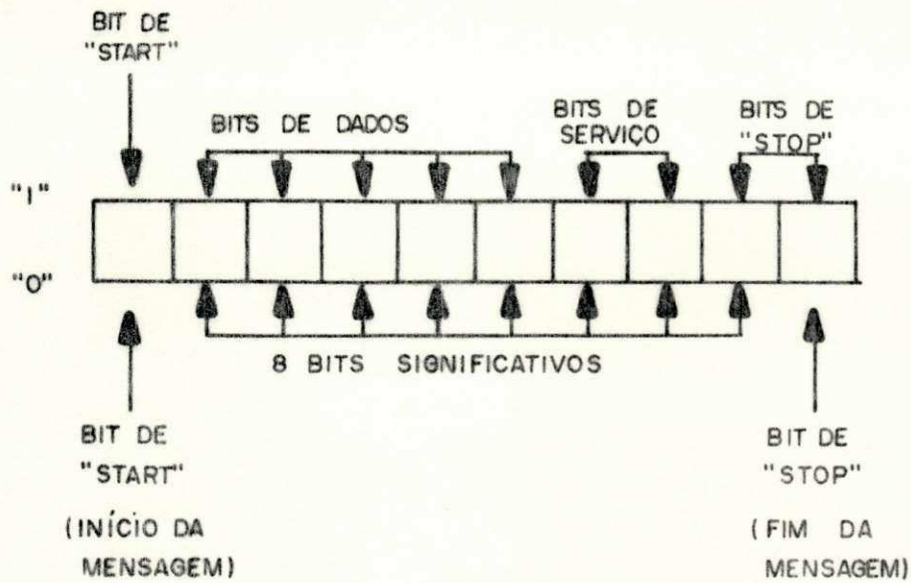


FIG.3.6 - FORMATO DA MENSAGEM ELEMENTAR (SÉRIE)

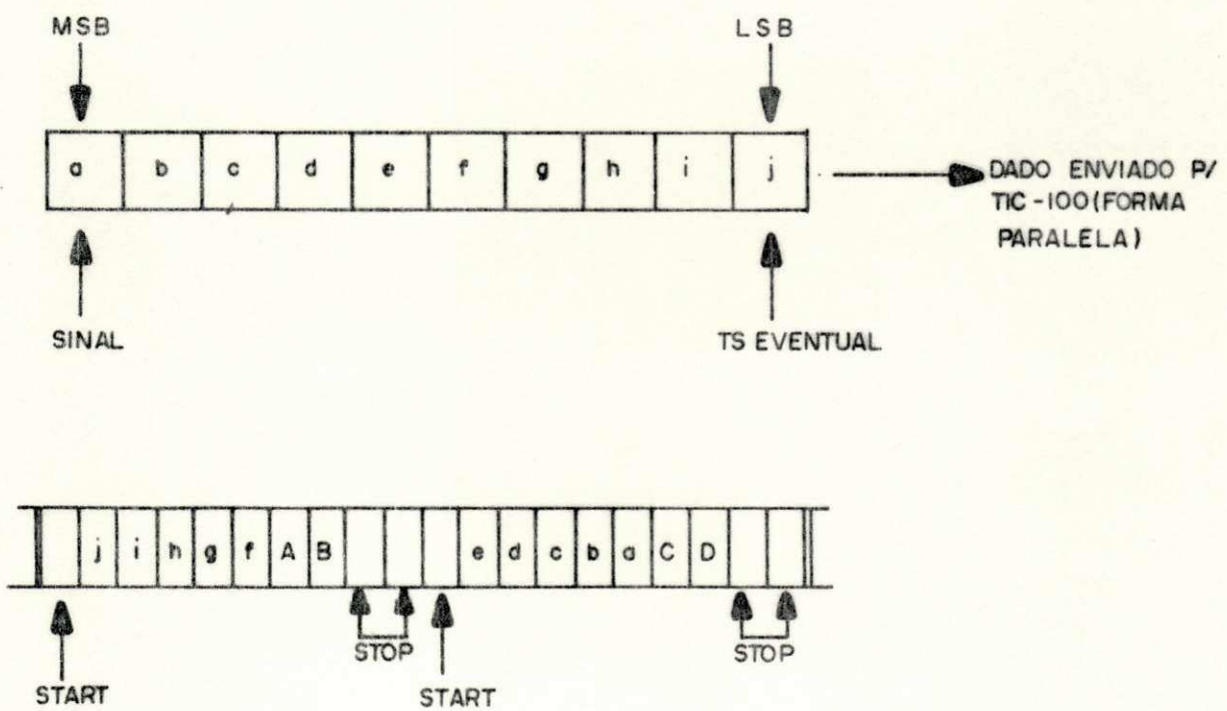


FIG.3.7 - FORMATO DA MENSAGEM SÉRIE (COMPLETA) DA INTERFACE TIC-100/TTY

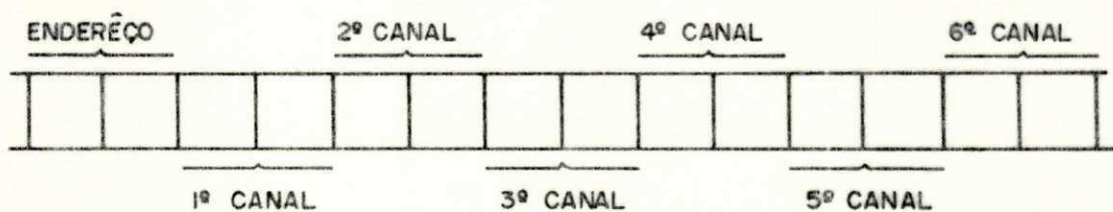


FIG.3.8 - ESTRUTURA DAS MENSAGENS QUE EMANAM DA INTERFACE TIC-100/TTY

das duas mensagens que constituem a mensagem completa.

B - Valor "0"

Designa que a mensagem que está sendo transferida corresponde a um endereço

- Valor "1"

Designa que a mensagem que está sendo transferida corresponde a um canal de dados.

C - Sempre "1"

Designa que a mensagem elementar que o contém é a segunda das duas mensagens que constituem a mensagem completa.

D - Valor "0"

Indica que o canal sendo transferido está relacionado com uma informação transmitida pelo TIC-100.

- Valor "1"

Indica que o canal sendo transferido está relacionado com uma informação recebida pelo TIC-100.

A estrutura das mensagens que emanam da interface é apresentada na Fig. 3.8.

3.2.2 - Alocação de Endereços e Canais

A locação de endereços e canais de dados que são enviados pela estação mestra e recebidos pelo controlador na central de despacho são mostrados no Apêndice II.

CAPÍTULO IV

SISTEMA PROPOSTO DE AQUISIÇÃO DE DADOS

A escolha dos blocos constituintes de um sistema de microcomputador se baseia, principalmente, na escolha do microprocessador, cujo fabricante oferece um conjunto de pastilhas que com ele são compatíveis. Os fatores que determinaram a escolha no sistema desenvolvido neste trabalho foram: adequação para sistemas com interrupção, o custo e a popularidade do processador, facilidade de manutenção, a existência de documentação e apoio ao desenvolvimento do sistema.

Os microcomputadores surgiram em 1970, graças ao desenvolvimento das técnicas de integração em larga escala (LSI). Seus blocos básicos são encontrados na forma de pastilhas de circuitos integrados (CI), fabricados com material semicondutor em diferentes tecnologias. Um microcomputador é composto basicamente por um microprocessador, uma unidade de memória e dispositivos de entrada e saída (E/S). O microprocessador consiste de uma unidade lógica e aritmética (ALU) e uma unidade de controle. A ALU realiza operações lógicas (OU-exclusivo, E, OU etc.) e aritméticas (soma, subtração, deslocamentos, etc.) sobre dados recebidos da memória ou dos dispositi

tivos de entrada. A unidade de controle, como o nome indica, controla o fluxo de dados e instruções dentro do computador; com as bases de tempo (sinais de "clock") decide quando e como realizar as operações seguindo a sequência de instruções do programa. Sua atuação sobre o sistema se faz através de comandos do tipo: "parar, inicializar, pedido de interrupção, etc".

A unidade de memória é usada para armazenar da dos e instruções. Os dispositivos de E/S fornecem os mecanismos para troca de dados com o meio exterior. A comunicação do processador com os demais blocos do sistema se faz através de três vias:

Via de Controle — conjunto de linhas paralelas que transmitem os sinais da unidade de controle para os demais blocos do sistema.

Via de Dados — linhas paralelas que permitem a troca de dados entre a memória e dispositivos de E/S.

Via de Endereços — linhas paralelas unidirecionais que saem do processador para a memória e dispositivos de E/S. O número de linhas da via de endereços determina a capacidade de endereçamento do processador.

A troca de dados que ocorre entre o microcomputador e os dispositivos periféricos pode ser feita de duas maneiras: transferência de dados programada e transferência por acesso direto a memória (*Direct Memory Access* - DMA). Na transferência de dados programada, a troca de dados é controlada pelo programa do microcomputador o qual transfere dados, um de cada vez, entre o computador e os dispositivos de E/S. Por ou

tro lado, na transferência DMA, a troca de dados é controlada pelos dispositivos periféricos permitindo a transferência de um grande bloco de dados.

A transferência de dados programada é empregada em todos os microcomputadores. Estas trocas são executadas sob controle de um programa, podendo ser uma transferência síncrona, assíncrona ou por interrupção de programa. Uma transferência síncrona é executada por periféricos cujos ciclos ("Timing") são conhecidos. Neste tipo de troca, os dispositivos de E/S devem estar prontos para comunicação e aceitar ou transmitir dados dentro do tempo de instrução especificado do processador.

Na transferência assíncrona, o computador testa o periférico antes de executar uma operação de E/S. Uma troca de dados assíncrona típica consiste dos seguintes eventos: testar ("check") o estado do dispositivo, ativar o dispositivo quando o mesmo estiver "pronto", transferir o dado (entrar ou sair), desativar o dispositivo. O fluxograma para esta transferência é mostrado na Fig. 4.1.

As transferências por interrupção de programa são trocas de dados que alteram a sequência normal do programa do computador, para permitir uma operação de E/S. Durante cada operação, o microprocessador testa automaticamente a existência de um sinal de interrupção. A execução de uma transferência por interrupção, usualmente ocorre na seguinte sequência:

- uma interrupção é solicitada por um periférico;

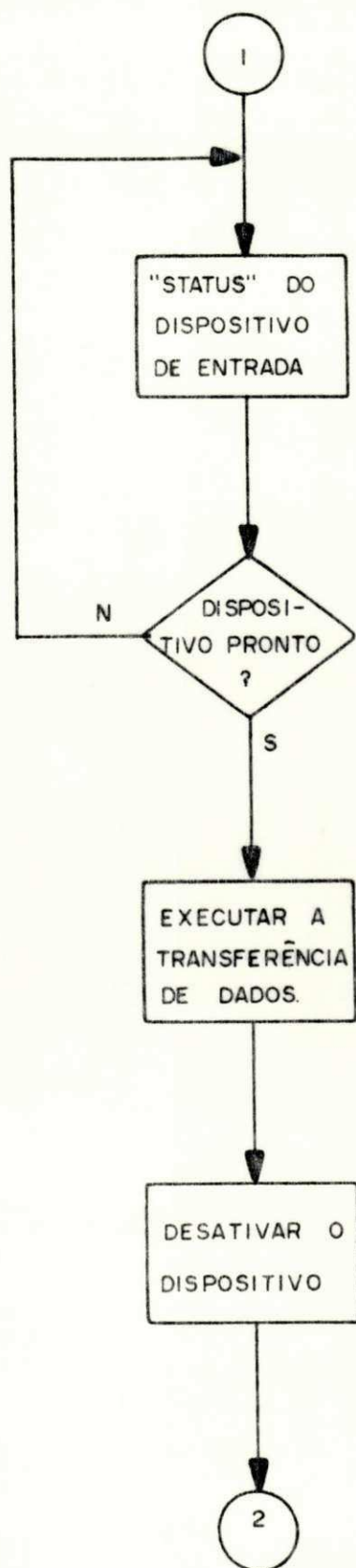


FIG.4.1 - FLUXOGRAMA P/ UMA TRANSFERÊNCIA ASSÍNCRONA.

- um reconhecimento da interrupção é procedido pelo processador, no final da instrução corrente;
- o apontador de programa ("*Program Counter*" -PC) é salvo e o programa salta para um endereço de memória que contém uma rotina para processar a interrupção;
- o conteúdo dos registradores internos do μp são salvos e a transferência de dados é executada sob controle do "*software*";
- a execução do programa retorna para o ponto do programa onde o mesmo foi interrompido (HILBURN & JULICH, 1976).

O MC 6800 é capaz de atender a dois tipos de interrupção: interrupção mascarável (\overline{TRQ}) e não mascarável (\overline{NMI}). A diferença entre os dois tipos de interrupções reside no fato de que, no primeiro caso, o atendimento à interrupção pode ser atrasado, dependendo do estado do indicador de interrupção (5ª posição no registrador de estados - "*Condition Code Register*" - CCR), enquanto que nas interrupções não mascaráveis o atendimento é imediato, incondicional. Os diagramas de fluxo ("*Flow Charts*") das sequências de atendimento ao \overline{TRQ} e \overline{NMI} são apresentados no apêndice III (MOTOROLA, 1975).

4.2 - IMPLEMENTAÇÃO

O objetivo do projeto é desenvolver um sistema capaz de realizar a aquisição e o processamento das mensagens transmitidas por uma estação mestra de supervisão. Esta estação mestra, juntamente com as estações remotas, constituem uma

rede de telesupervisão cuja finalidade é coletar informações sobre a geração de energia em usinas térmicas e hidroelétricas por ela supervisionada. A estação mestra recebe as informações das remotas através de um sistema de telesupervisão TIC-100 (ver Capítulo. III), e após serializá-las em formato compatível com o código de teleimpressora, transmite-as a uma Central de Despacho. A Central de Despacho em razão do volume de dados que irá receber, processar e mostrar, será equipada com um microcomputador (controlador).

A interface homem-máquina compreenderá um terminal de vídeo (CRT) preto e branco com teclado e uma impressora de caracteres.

As funções básicas do controlador são: aquisição de dados, conversão de código e controle do CRT e impressora. Nem todos os dados transmitidos para a estação mestra são de interesse para a Central de Despacho. O microcomputador deverá proceder à identificação das informações úteis, memorizá-las e atualizá-las ao longo do tempo. Estas informações são recebidas na forma binária (ver Capítulo III), devendo portanto ser convertidas para um código apropriado, de modo a se obter no CRT e impressora a informação decimal na unidade correspondente (KV, MW, MVAR). Os métodos de codificação de medidas e endereços do equipamento TIC, bem como as equações para conversão dos dados nas unidades acima mencionadas, são apresentadas no Capítulo III.

Através de comandos recebidos do teclado alfanumérico do CRT o microcomputador deverá gerar os relatórios pedididos e transferir as informações para o CRT e/ou para a impres

sora. As imagens do CRT são mostradas a pedido do operador utilizando o teclado do mesmo.

Os relatórios, em números de seis (ver Apêndice IV), possuem um campo para comentários, no qual o operador poderá realizar comentários livres, utilizando o teclado como meio de entrada. O Relatório de Ocorrências deve ser composto pelo operador através do teclado alfanumérico do CRT, e em seguida sua impressão na TTY será executada a pedido do mesmo. Além da impressão de relatórios por solicitação do operador, deve haver impressão periódica do Relatório de Geração. Esta deve ocorrer de hora em hora, e durante o período de ponta (17:30 hs às 19:30 hs) de cinco em cinco minutos.

Além das funções acima descritas, o operador poderá atuar no sistema para atualizar parâmetros utilizados pelo mesmo.

O sistema proposto foi implementado usando o microprocessador MC 6800, fabricado pela MOTOROLA, sendo composto pelas seguintes unidades:

- Unidade Central de Processamento (UCP);
- Unidade de Memória: memória apenas de leitura programável (EPROM) e memória de acesso aleatório ("Random Access Memory" - RAM);
- Interface de Entrada e Saida (E/S);
- Relógio em tempo real ("Real Time Clock" - RTC);
- Fonte de alimentação: ± 5 Vdc e ± 12 Vdc;

As unidades do controlador são conectadas através de um canal único ("Bus Common"), o que facilitará futuras expansões. A arquitetura do sistema é mostrada na Fig.4.2.

4.2.1 - Unidades Básicas do Sistema

- Unidade Central de Processamento

Este módulo é composto pelo microprocessador MC 6800, circuito de "Clock", circuito oscilador ($f = 1 \text{ Hz}$), circuito de "Reset" automático, interface das vias e controle. O diagrama de blocos da UCP é mostrado na Fig. 4.3.

O MC 6800 é um microprocessador com via de dados bidirecional de 8 bits, fabricado em tecnologia NMOS, com capacidade de endereçamento de 65 K bytes de memória. É compatível com TTL ("Transistor Transistor Logic") e requer alimentação única de + 5 Vdc. As principais características deste processador são:

- via de dados bi-direcional;
- via de endereços de 16 bits;
- 72 instruções e 6 modos de endereçamento;
- pilha ("Stack") de comprimento variável;
- utiliza interrupções mascaráveis e não mascaráveis;
- possui 6 registradores internos: dois acumuladores (ACCA e ACCB), registrador de indexação (X), contador de programa (PC), apontador de pilha (SP) e registrador de estados (CCR).

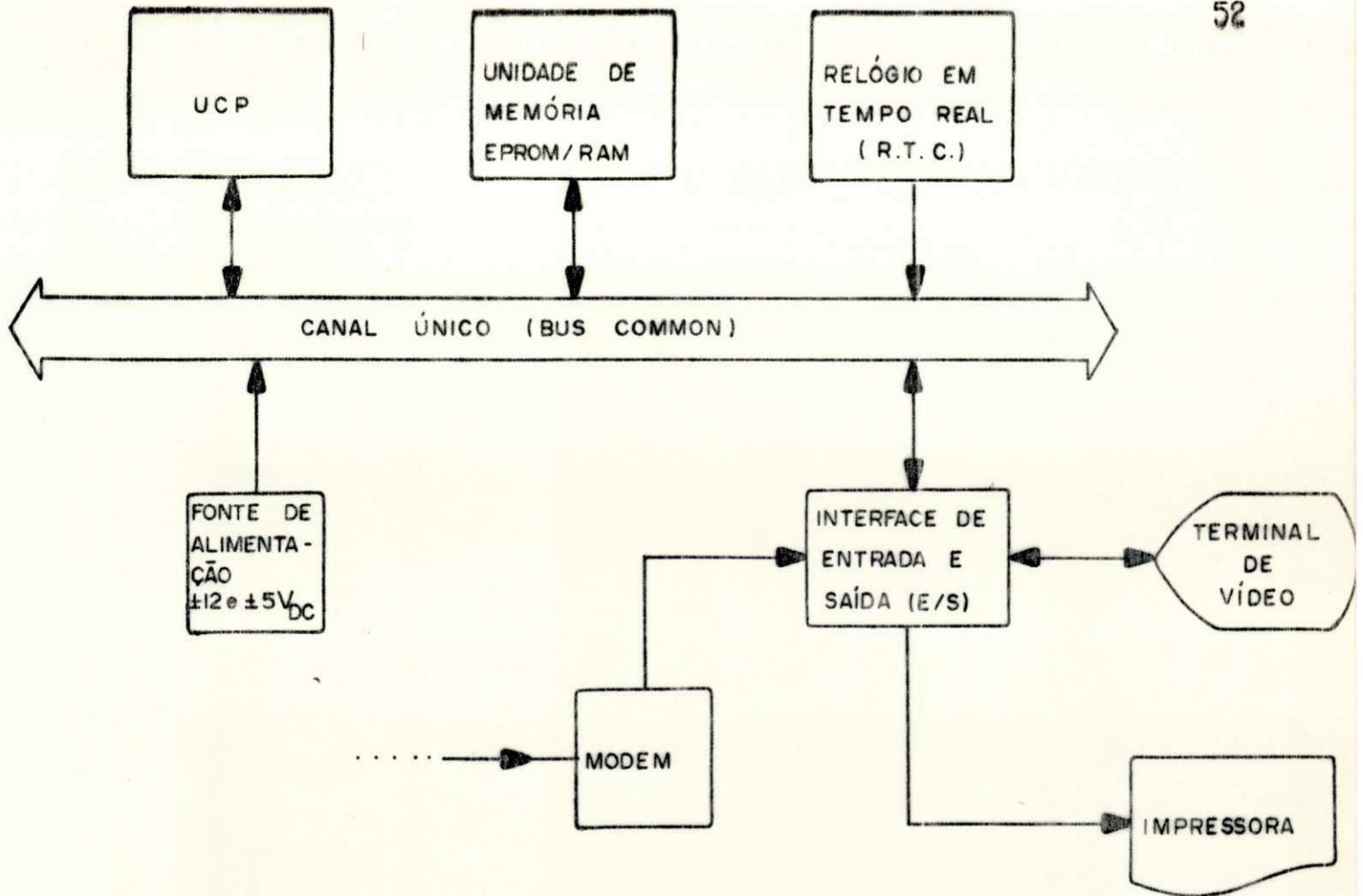


FIG.4.2- DIAGRAMA DE BLOCOS DO SISTEMA

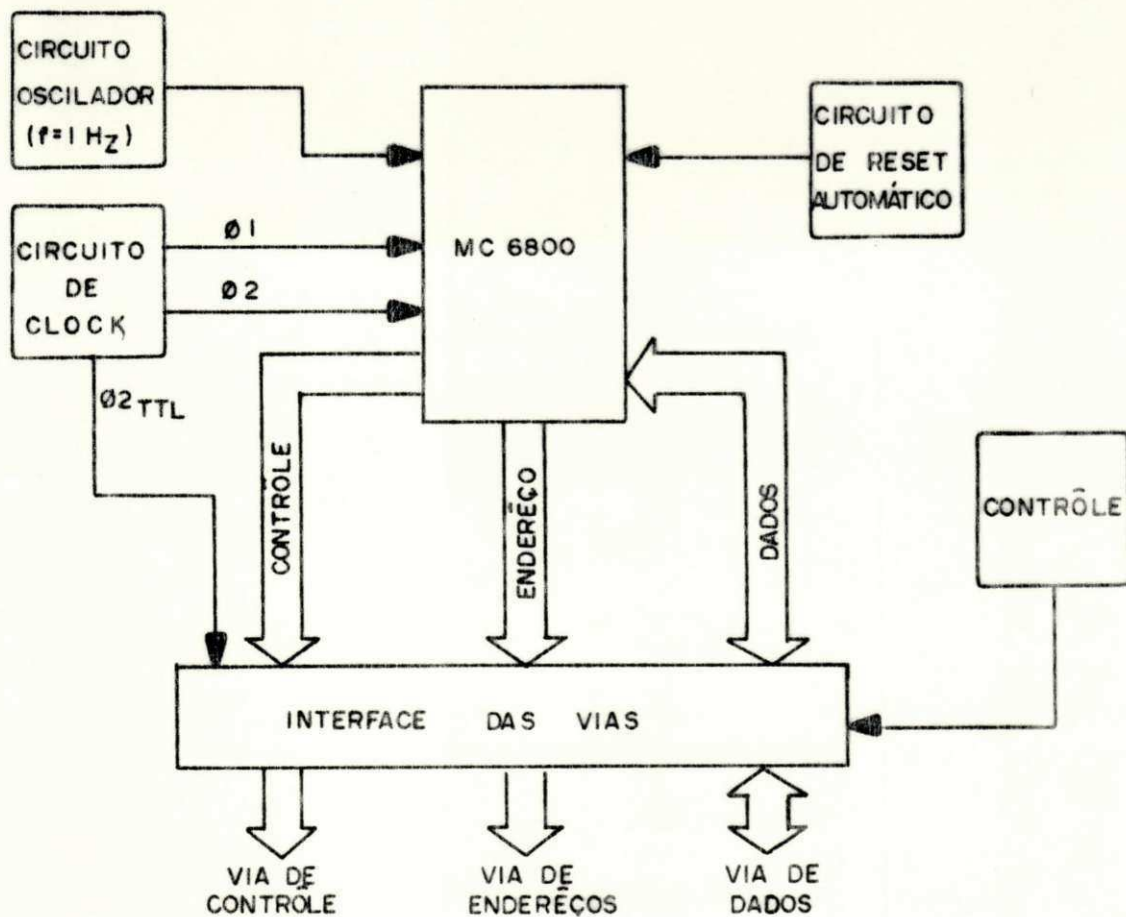


FIG.4.3 - DIAGRAMA DE BLOCOS DA UCP

Sua organização interna, configuração dos pinos e conjunto de instruções é apresentada no Apêndice V.

As bases de tempo ("*clocks*"), $\phi 1$ e $\phi 2$, são fornecidos pelo oscilador a cristal (ver Apêndice VI) $f = 1\text{MHz}$. Este circuito opera com alimentação única de $+ 5\text{Vdc}$, sendo compensado para variações de tensão e temperatura.

O circuito oscilador ($f = 1\text{Hz}$) (ver Apêndice VI) gera os sinais de interrupção para atendimento ao RTC ("*Real Time Clock*"). Este circuito atua na entrada $\overline{\text{NMI}}$ ("*Non-Maskable Interrupt*") do processador, gerando a cada segundo pedido de interrupção para atualização das informações de hora e data.

O circuito de "*Reset*" automático atua sobre a entrada $\overline{\text{RESET}}$ do processador, sendo responsável pela inicialização do sistema quando o mesmo for ativado, ou se houver falha na sua alimentação. Para que o sistema seja inicializado, a linha $\overline{\text{RESET}}$ deve ser mantida no estado lógico "*low*" por um mínimo de 8 ciclos de "*clock*", após a tensão de alimentação ter atingido a tensão mínima de operação ($4,75\text{Vdc}$). Este circuito é implementado utilizando-se um temporizador ("*Timer*") (ver Apêndice VI) que assegura o atraso mínimo necessário citado no parágrafo anterior.

A interface das vias é feita através de alimentadores ("*Drivers*") com capacidade de três estados ("*Three State*"), que proporcionarão uma maior capacidade de alimentação ("*fanout*") para o sistema. Os alimentadores das vias unidirecionais (via de endereços e de controle) permanecem habilitados durante todo o tempo, enquanto que os transceptores da via de dados, são

controlados pelos sinais $\phi 2$, VMA ("*Valid Memory Address*") e R/\bar{W} ("*Read/Write*"). $\phi 2$ e VMA são usados para habilitar os transceptores de dados somente durante a porção do ciclo para transferência de dados e somente em ciclos de referência a memória. A linha R/\bar{W} é usada para controlar a direção da transferência dos dados.

- Unidade de Memória

Este módulo é composto por um circuito decodificador de endereços, arranjos de memória RAM e EPROM, lógica de controle e interface das vias. A Fig.4.4 mostra o diagrama de blocos desta unidade.

A lógica de decodificação de endereços é implementada com portas lógicas (E, OU, Inversores etc.) e decodificadores (2 x 4 e 4 x 16) (ver apêndice VII). O arranjo de memória EPROM, utiliza pastilhas com capacidade para 1024 palavras de 8 bits, e o arranjo de memória RAM para 128 palavras de 8 bits. O mapa de memória é apresentado na Seção 4.2.2.2. e a configuração dos pinos dos CI's utilizados nesta unidade é mostrada no Apêndice VII.

A lógica de controle, implementada com portas lógicas básicas, fornece sinais de controle para os arranjos de memória e interface da via de dados (sinal D.O.E. - "*Data Output Enable*"). A interface das vias, como na UCP, é feita através de alimentadores ("*Drivers*") com lógica ternária ("*Three State*").

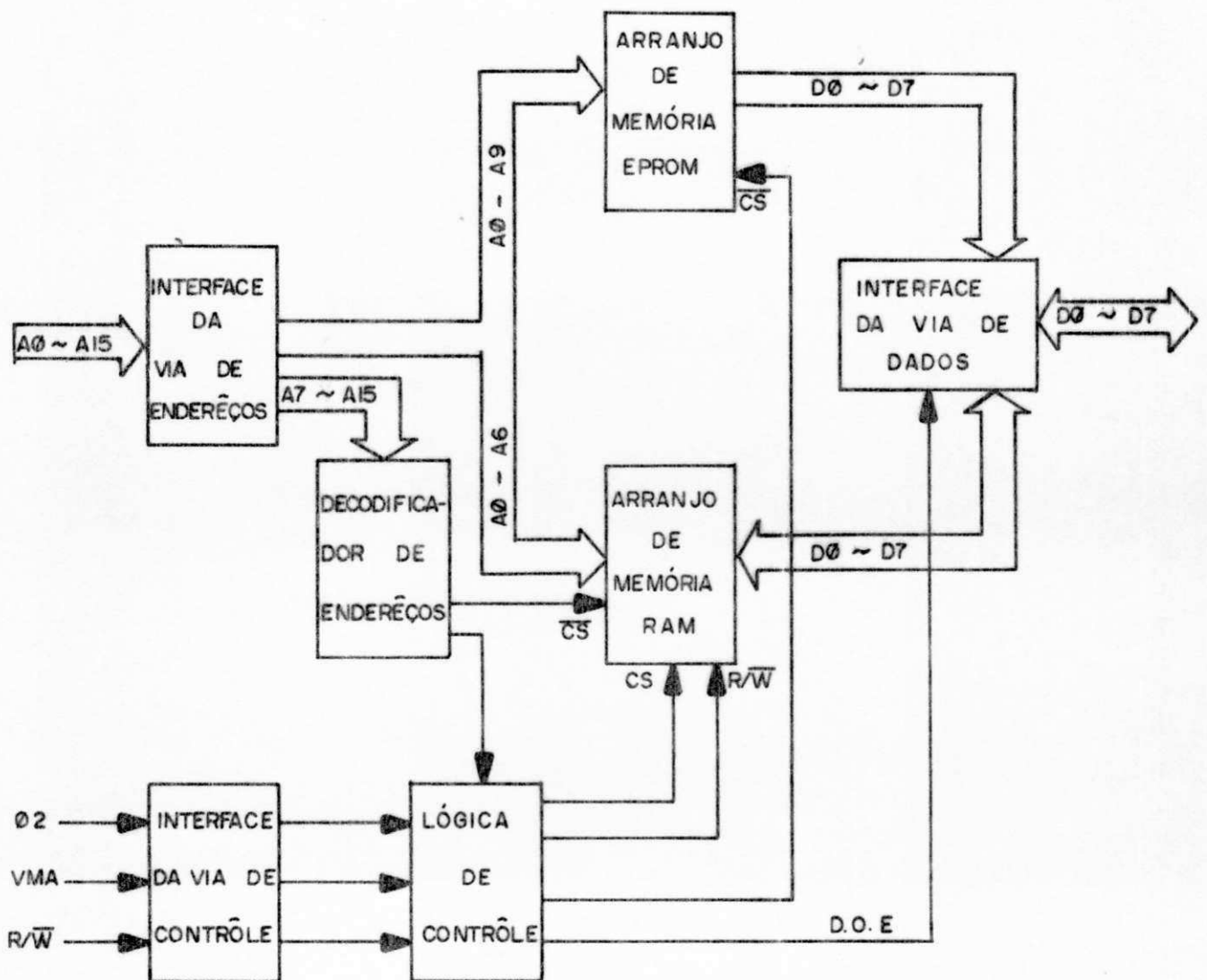


FIG.4.4 - DIAGRAMA DE BLOCOS DA UNIDADE DE MEMÓRIA

- Módulo de Interface para Entrada e Saída (E/S)

Os periféricos (CRT, Modem e Teleimpressora) são endereçados como simples locações de memória. Estes são eletricamente compatíveis, de acordo com a padronização da EIA ("Electronic Industry Association") RS-232C e de corrente de malha (20 mA), operando assincronamente e em série. A comunicação dos periféricos com o microcomputador (controlador) é feita através de três interfaces programáveis - ACIA's ("Asynchronous Communications Interface Adapter"). O fluxo de dados entre o processador e a ACIA se dá através de 8 linhas bi-direcionais que fazem a interface com a via de dados do processador. A direção do fluxo de dados é controlada pelo processador através da entrada R/ \bar{W} (Read/Write) da ACIA, e seu endereçamento feito através de três linhas seletoras de pastilhas ("Chip Select" - CS ϕ , CS1 e $\overline{CS2}$). Uma entrada adicional para endereçamento, seletora de registrador ("Register Select"-RS), é usada para selecionar registradores específicos dentro da ACIA. O processador pode ler ou escrever nos registradores internos, endereçando a ACIA através dessas 4 linhas de entrada. A ACIA é vista simplesmente como 2 locações de memória, sendo portanto tratada como alguma outra memória RAM. A base de tempo para a ACIA ($\phi 2$) é recebida através da entrada "Enable" (E). Os dados são transmitidos e recebidos (para / ou dos periféricos) através da saída "Tx Data" e entrada "Rx Data", respectivamente. Existem ainda os sinais de controle "Clear - To - Send" (\overline{CTS}), "Data Carrier Detect" (DCD) e "Request - To - Send" (\overline{RTS}) para interface com Modems. Duas entradas para "Clocks", Tx Clk e Rx Clk, são disponíveis para selecionar as taxas de transmissão e recepção de dados. Os pedidos de interrupção para

atendimento aos periféricos são enviados ao processador através da saída \overline{TRQ} da ACIA. A estrutura interna da ACIA está centralizada em torno de 4 registradores: Controle, "Status", Transmissão e Recepção de dados. A ACIA é programada para armazenar uma palavra de 8 bits no registrador de controle. Este registrador controla a função do receptor, transmissor, habilitação de interrupção e os sinais de controle para os *Modems*. Os estados ("Status") da ACIA e as condições de erro são monitoradas pela leitura do registrador de "Status". A ACIA tem também armazenadores de dados independentes para recepção e transmissão, para armazenar os dados e desempenhar a transformação série-paralelo. O diagrama de blocos do módulo de interface para os dispositivos de E/S é apresentado na Fig. 4.5 (MOTOROLA, 1975).

O gerador de taxas de transmissão fornece os sinais para as entradas Tx Clk e Rx Clk dos ACIA's, determinando assim as velocidades de transmissão e recepção dos dados. São possíveis 16 diferentes taxas de transmissão.

A interface das vias é feita através de alimentadores com saída ternária ("Three State"), como descrito para os módulos de memória e UCP.

4.2.2 - Programação e Subrotinas.

O "Software" do controlador foi desenvolvido na linguagem "Assembly" do microprocessador MC 6800, sendo composto basicamente por um monitor que controla a execução de outros cinco programas, conforme indicado na Fig. 4.6. O "Software"

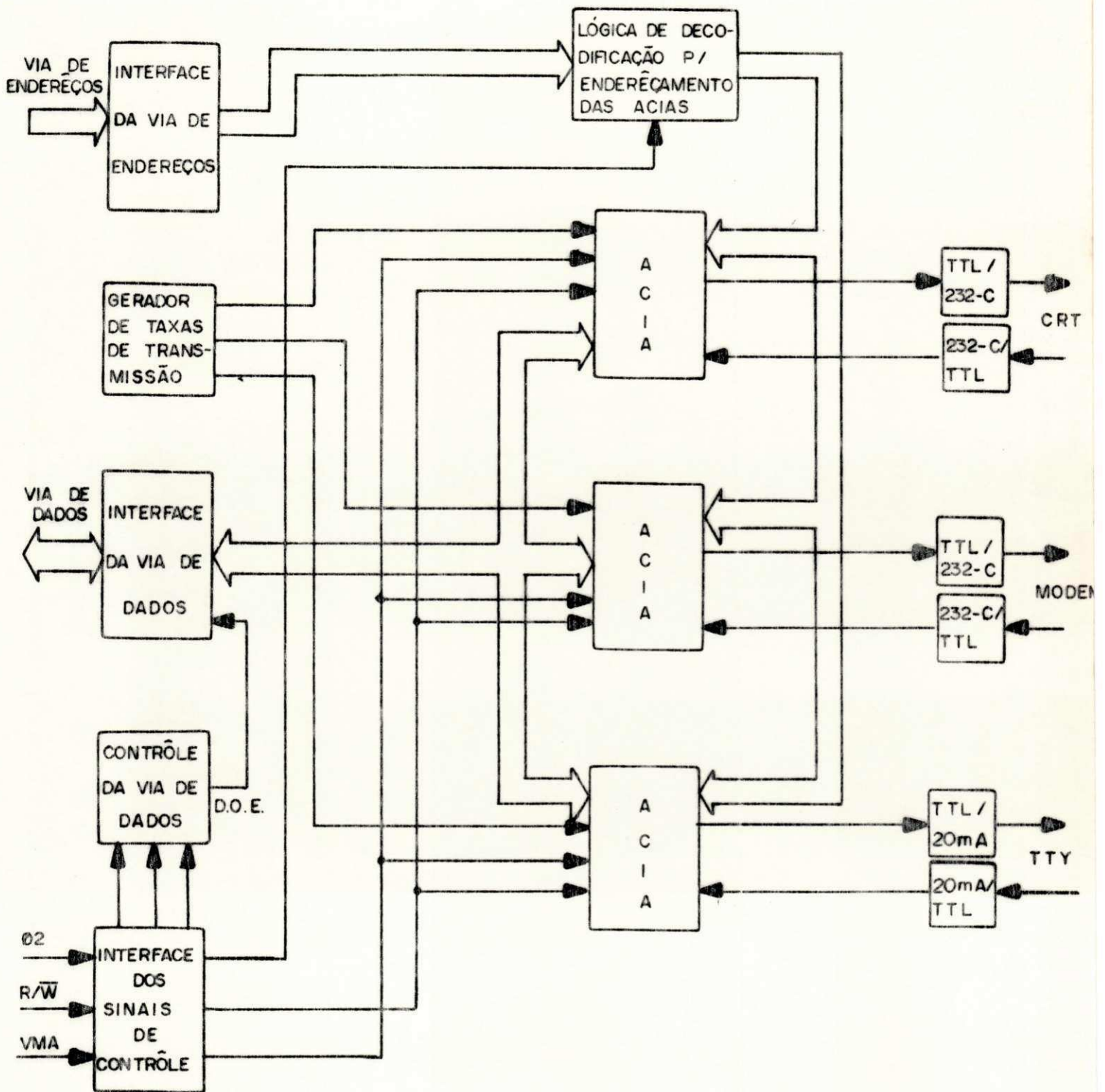


FIG.4.5 - DIAGRAMA DE BLOCOS DO MÓDULO DE INTERFACE P/ OS DISPOSITIVOS DE ENTRADA E SAÍDA (E/S).

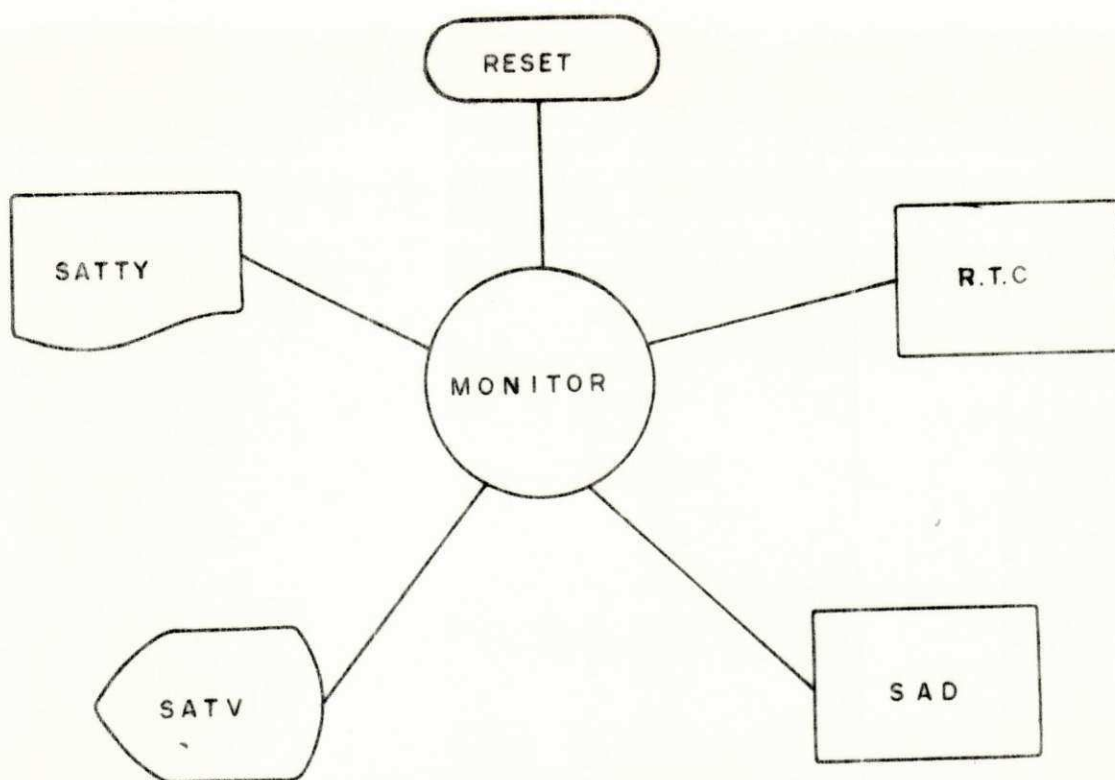


FIG.4.6- "SOFTWARE" DO CONTROLADOR

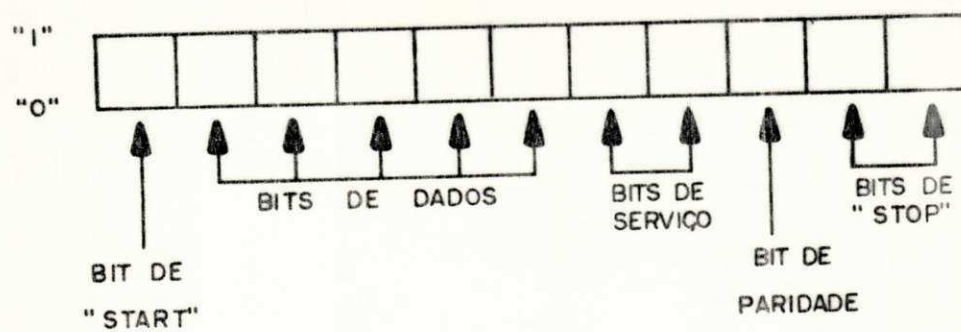


FIG.4.7 - FORMATO DA MENSAGEM ELEMENTAR RECEBIDA PELA ACIA DO MODEM.

ficará sob controle de três sinais de interrupção, $\overline{\text{RESET}}$, $\overline{\text{NMI}}$ e $\overline{\text{TRQ}}$, cujas sequências de interrupção são apresentadas no a pêndice III. O monitor fará a interpretação das interrupções, decidindo a ordem de execução dos programas. Os programas se rão atendidos por prioridade na seguinte ordem decrescente:

- 1 - Acerto de hora/data (R.T.C.) e Aquisição de Dados (SAD) (a tendidos pelo $\overline{\text{NMI}}$).
- 2 - Atendimento à Teleimpressora (SATTY) e Atendimento ao Ter minal de Vídeo (SATV) (atendidas pelo $\overline{\text{TRQ}}$).

O programa RESET (atendido pelo sinal $\overline{\text{RESET}}$) o corre quando o sistema for ligado, ou por comando do operador através de um "Push Button", dando inicialização ao sistema. O mesmo pode também ser acionado pelo circuito de "RESET" automá tico (Seção 4.2.1.).

Os programas realizam as seguintes funções: acer to de hora/data (R.T.C.), aquisição de dados (SAD), atendimento ao terminal de vídeo (SATV), atendimento a impressora (SATTY) e inicialização do sistema (RESET).

A conversação do operador com o sistema é feita através do terminal de vídeo, cujas funções são discutidas nes te capítulo. Este "Software" tem capacidade de alocar até 60 endereços e respectivos canais de mensagem do TIC-100 (ver Se ção 3.1), imprimindo relatórios em formatos pré-definidos (Apên dice IV).

4.2.2.1 - Descrição do "Software"

a) Subrotina de Aquisição de Dados - SAD

A subrotina SAD deverá proceder a recepção dos dados vindos da estação mestra de supervisão selecionando aqueles de interesse para a Central de Despacho, memorizá-los e atualizá-los ao longo do tempo. Estes dados são recebidos na forma binária, devendo portanto ser convertidos para um código apropriado, de modo a se obter no terminal de vídeo e na impressora a informação decimal na unidade correspondente (KV, MW, MVAR). O formato da mensagem recebida pela interface do modem (ACIA_{modem}) é mostrado na Fig. 4.7. Para proceder a recepção e memorização dos dados vindos da estação mestra, a SAD utiliza alguns mapas e tabelas, os quais são descritos nos parágrafos seguintes.

- Mapa de Aquisição de Dados

Este mapa reserva 15 bytes de memória para a armazenagem temporária dos dados recebidos, antes dos mesmos serem processados e transferidos para o Banco de Dados. Destes 15 bytes, doze são destinados a armazenagem dos dados, dois para armazenagem do endereço do canal e o último para a informação do byte de teste ("Checksum").

- Mapa de Endereços

Este mapa contém os endereços (do Banco de Dados) para onde serão transferidos os dados armazenados no Mapa de Aquisição, após serem processados. Este mapa reserva 12 by

tes de memória para cada canal de endereço, ou seja, dois bytes para cada canal de dados de um determinado endereço. Uma vez que o "Software" tem capacidade de alocar 60 endereços, são reservados 720 bytes de memória para o referido mapa. Os endereços para transferência dos dados podem variar desde $\phi\phi\phi\phi_{16}$ até $7FF_{16}$. A posição mais significativa ("MSB") de cada endereço no *Mapa de Endereços*, é que determina se o dado correspondente deve ou não ser selecionado para armazenamento:

- Posição "MSB" = 1 \implies dado não é armazenado
- Posição "MSB" = 0 \implies dado é armazenado

- Tabela de Fundos de Escala

A tabela de fundos de escala, da mesma forma que o *Mapa de Endereços*, reserva dois bytes para cada dado, perfazendo um total de 720 bytes de memória utilizados para este fim. Esta tabela tem por finalidade armazenar os fundos de escala necessários à conversão dos dados para as unidades das variáveis medidas (KV, MW, MVAR). Os fundos de escala são armazenados em formato hexadecimal, sendo a posição "MSB" utilizada para distinção entre medidas (dados) sempre positivas e medidas que poderão ser positivas ou negativas:

- Posição "MSB" = 0 \implies Tensão de barramento, pot. ativa (Usinas) - medidas sempre positivas.
- Posição "MSB" = 1 \implies Pot. ativa (trafo ou LC), pot. reativa - medidas positiva ou negativa.

Esta distinção se faz necessária para a determinação da equação para processamento do dado (*medida*):

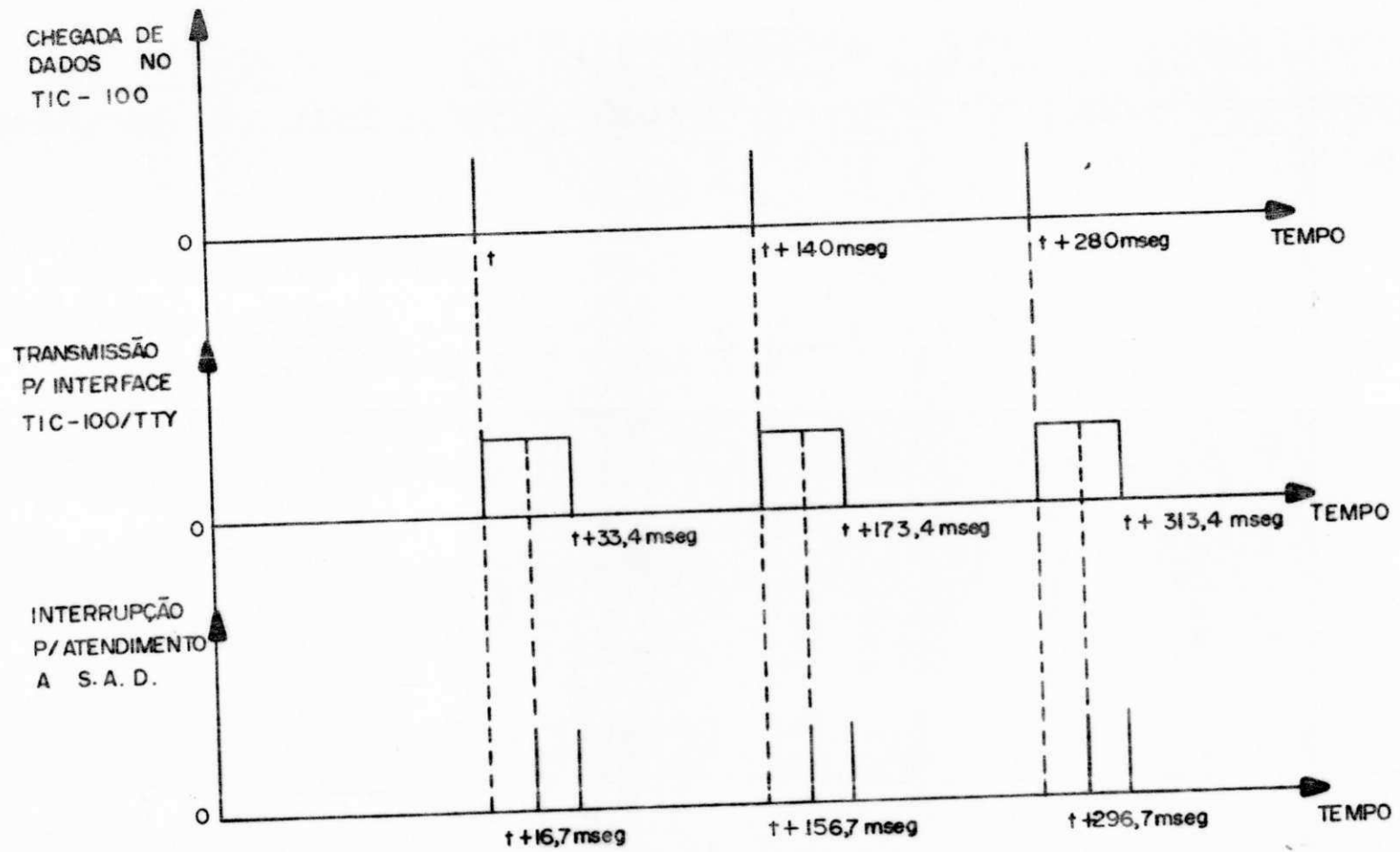


FIG.4.8 - GRÁFICO DE INTERRUPÇÕES P/ ATENDIMENTO A S.A.D.

- Posição "MSB" = 0 \implies Medida = $\frac{F.E.}{255}$ x bits (contador)

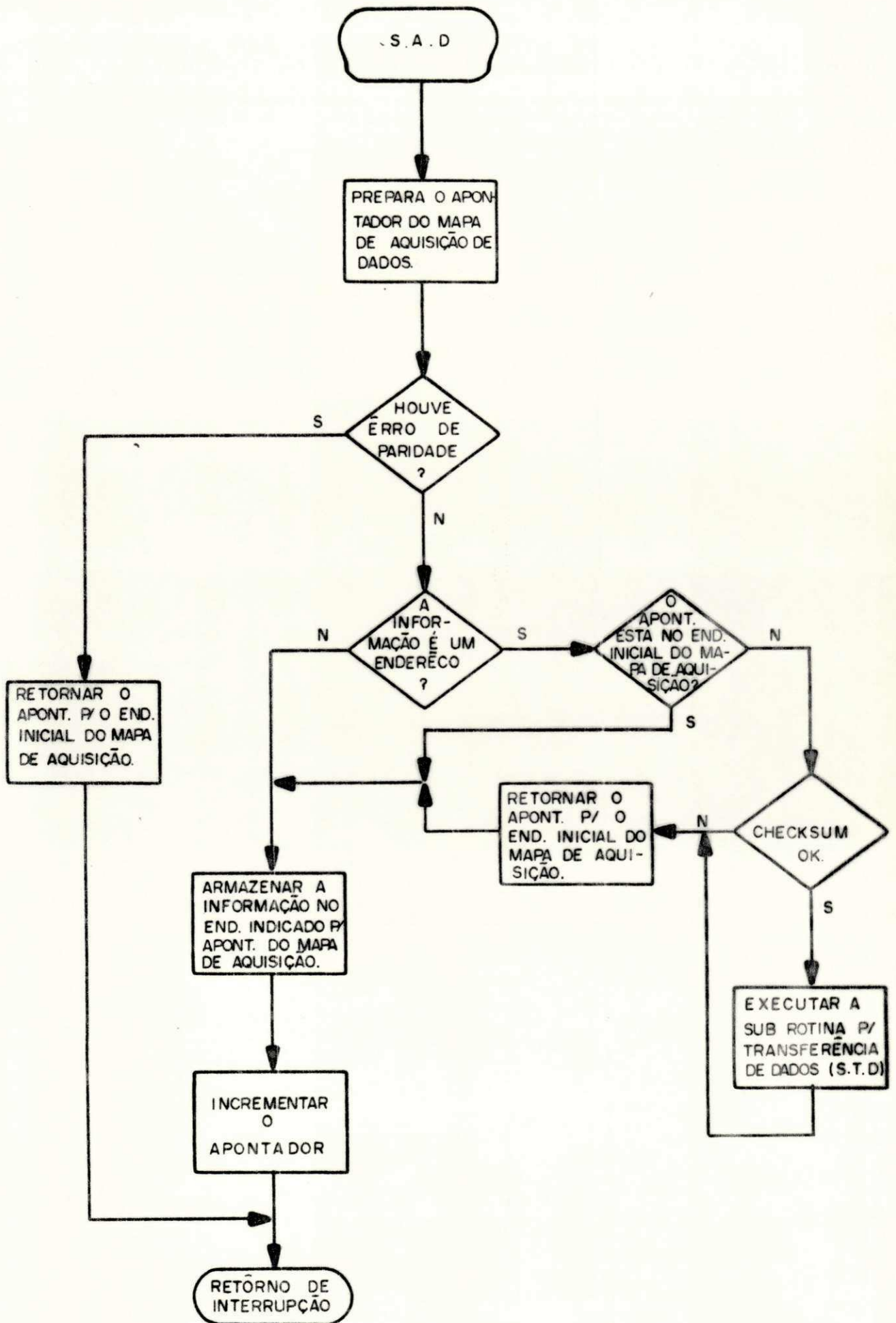
- Posição "MSB" = 1 \implies Medida = $\frac{F.E.}{128}$ x bits (contador)

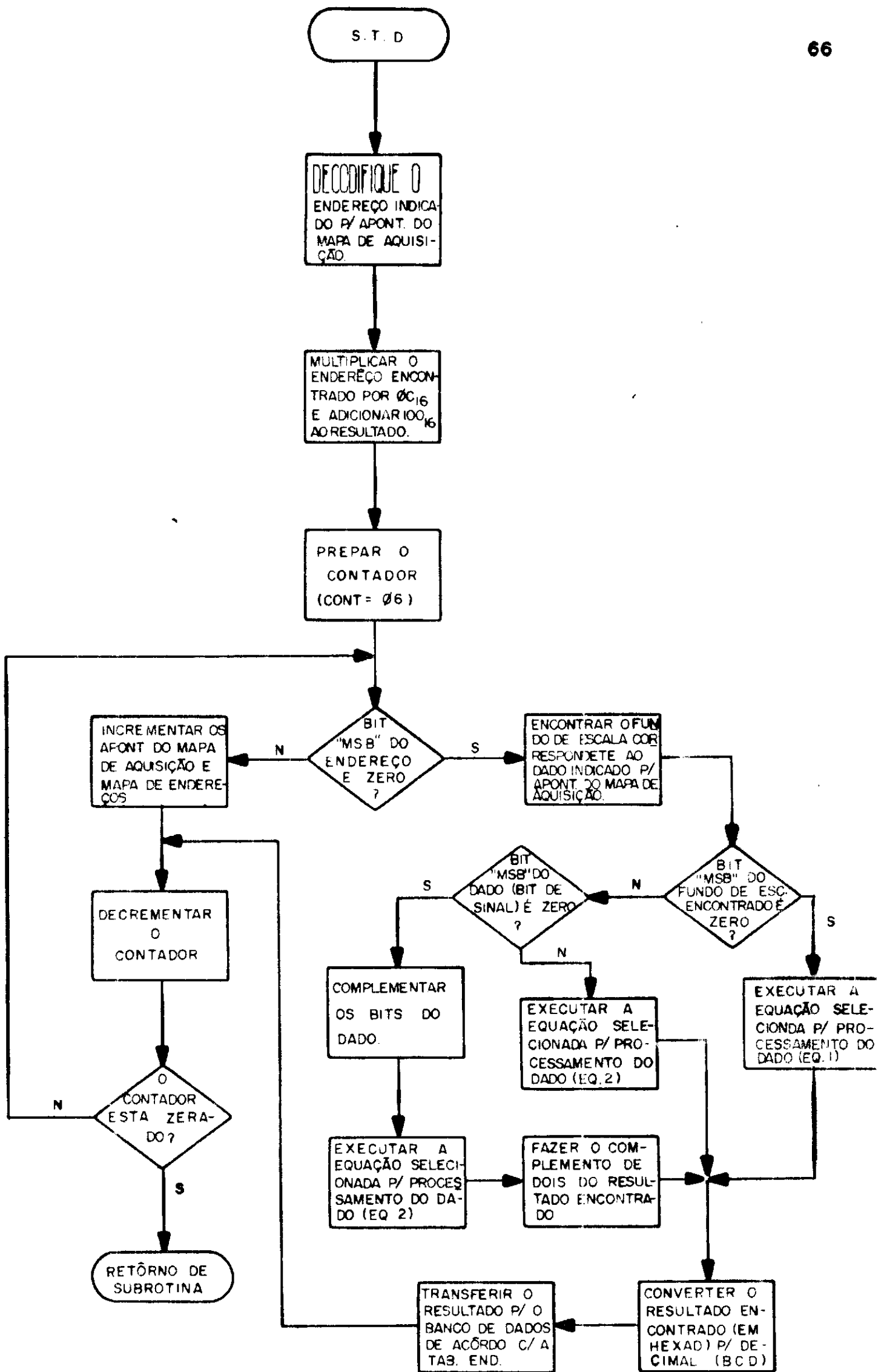
- Banco de Dados

O Banco de Dados se destina a armazenagem dos dados necessários aos relatórios padronizados. Os dados transferidos do Mapa de Aquisição para o Banco de Dados são armazenados em blocos, de acordo com o relatório do qual faz parte, e atualizados ao longo do tempo.

A SAD será realizada a cada 16,7 mseg e 123,3 mseg, alternadamente, como mostra o gráfico da Fig. 4.8. Os passos seguidos pela SAD para execução de suas funções são: o programa testa se houve erro de paridade no dado recebido; em caso positivo o dado será desprezado, e ao contrário, o mesmo será armazenado (temporariamente) no Mapa de Aquisição. Quando toda a informação do canal for recebida, recalcula-se a palavra de verificação ("Checksum") para comparação com a mesma recebida, detetando assim a presença de erros de transmissão. Detetado erro, os dados armazenados não serão aceitos. Caso contrário, os dados serão processados e transferidos para o Banco de Dados.

O processamento e transferência dos dados, será executado pela subrotina para transferência de dados (STD). Esta subrotina faz inicialmente a decodificação do endereço correspondente aos dados, possibilitando assim o posicionamento dos apontadores dos Mapa de Endereços e Tabela de Fundos de Escala nas locações correspondentes ao primeiro canal de dados do

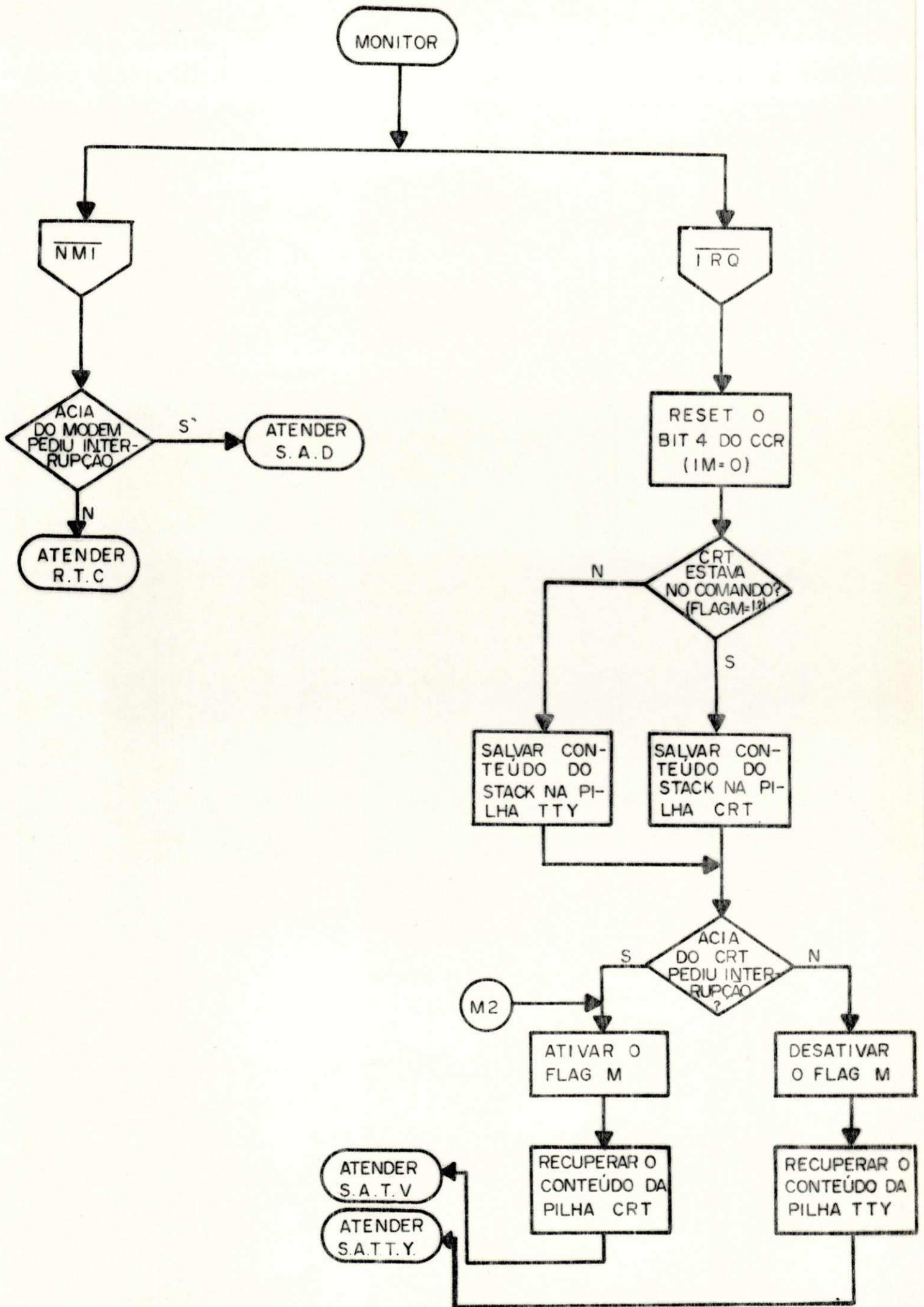




endereço em questão. Posicionados os apontadores, a STD passa a processar os dados (de interesse para a Central de Despacho), de acordo com a equação selecionada para processamento dos mesmos. Após o processamento, os dados serão convertidos (de hexadecimal) para o formato BCD, e finalmente transferidos para o Banco de Dados.

b) Monitor

O Monitor tem a função de identificar os pedidos de interrupção, atendendo-os de acordo com a prioridade pré-estabelecida. Esses pedidos de interrupção são gerados pelas pastilhas de interface dos periféricos (ACIA's) ou pelo circuito oscilador do RTC, e recebidos pelas entradas $\overline{\text{NMI}}$ e $\overline{\text{IRQ}}$ do microprocessador. A prioridade maior do sistema é para atendimento ao RTC e a SAD, razão pela qual serem atendidos pela entrada $\overline{\text{NMI}}$. A prioridade seguinte ficará para atendimento aos programas SATV e SATTY, cujos pedidos de interrupção são recebidos pela entrada $\overline{\text{IRQ}}$ do processador. Para atendimento ao $\overline{\text{IRQ}}$, o Monitor utiliza dois campos de memória para salvamento do conteúdo do "Stack", denominado "Pilha CRT" e "Pilha TTY". Isto se faz necessário para que não haja perda da sequência de execução dos programas atendidos pelo $\overline{\text{IRQ}}$ (SATV e SATTY), uma vez que cada um destes poderá interromper a execução do outro. Inicialmente, o "bit" de interrupção do registrador de estados (CCR) é desativado, de modo a possibilitar a recepção de novas interrupções. Em seguida o Monitor determina qual dos programas (SATV ou SATTY) estava no comando (sendo efetuado), salvando o conteúdo do "Stack" na pilha correspondente a mesma. Feito isto, o Monitor identifica o pedido de interrupção, transfe

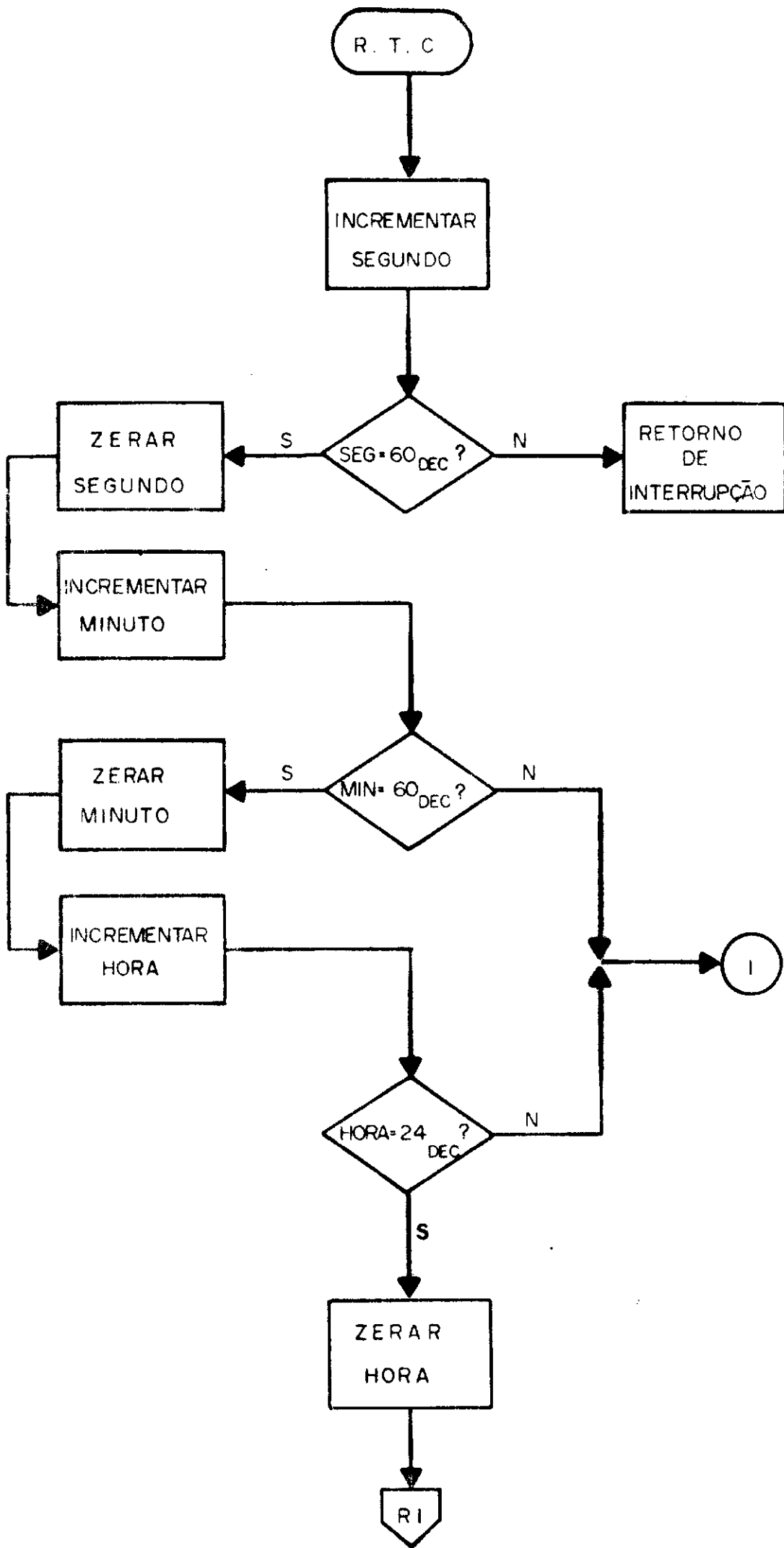


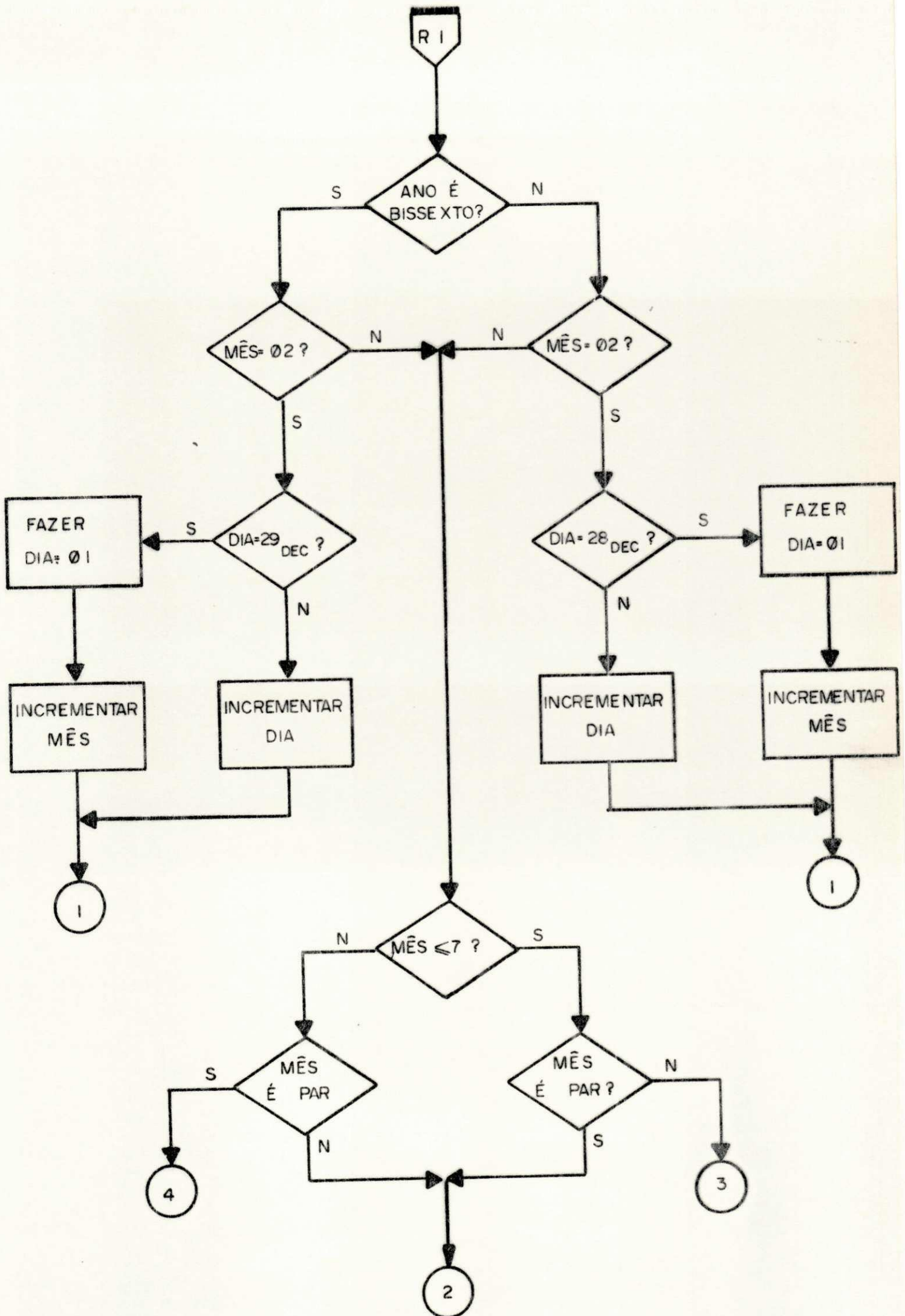
re o comando para o programa que a solicitou, recuperando em seguida o conteúdo dos registradores programáveis (ACCA, ACCB, INX, CCR e PC) armazenados em sua pilha de salvamento, passando então a executar a mesma.

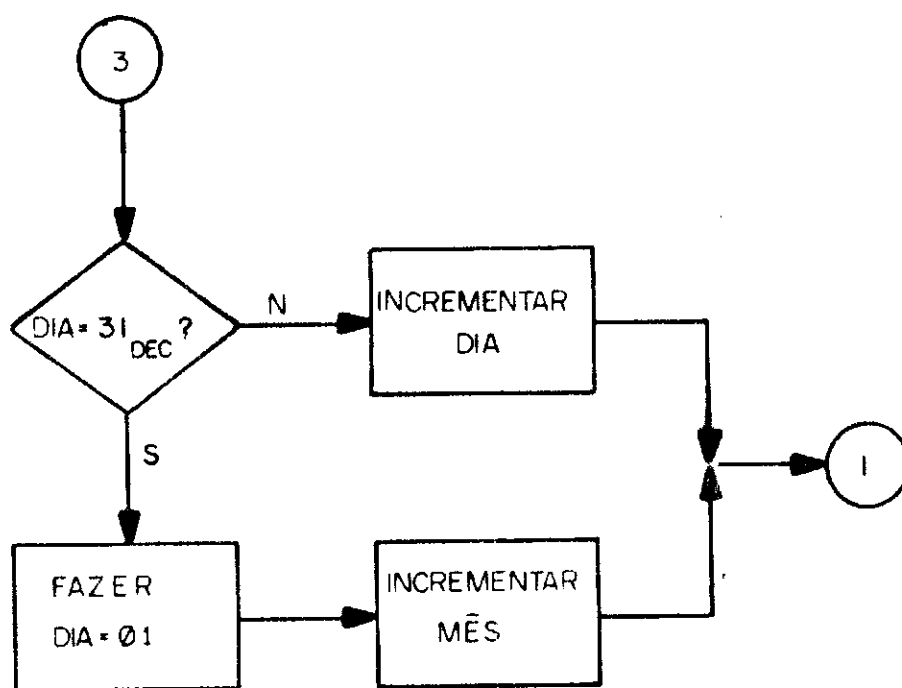
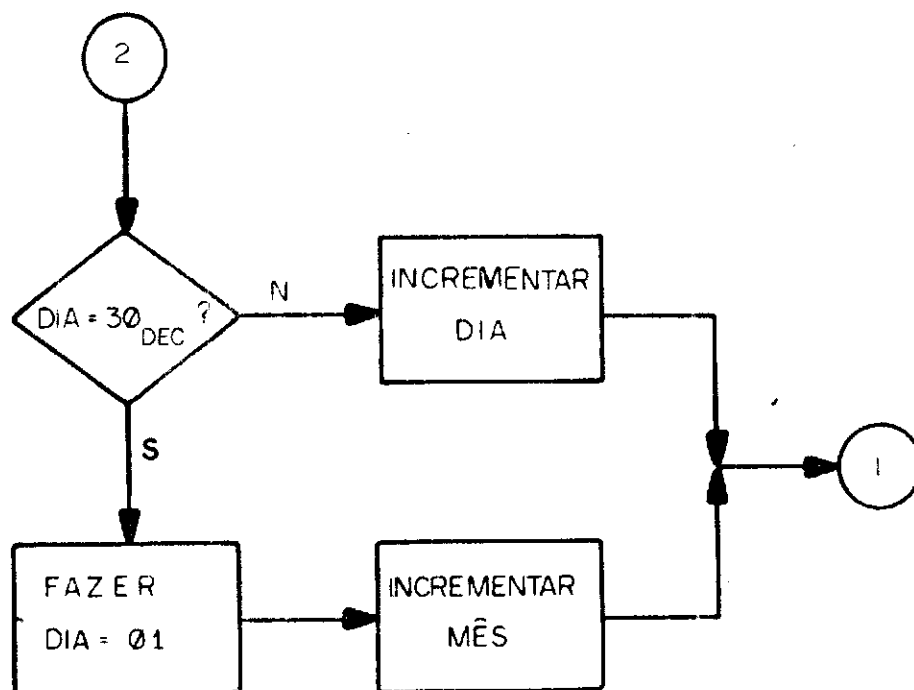
Para atender as interrupções solicitadas pela SAD e RTC (recebidos pela entrada \overline{NMI}), não será necessário o salvamento do "Stack", pois os mesmos não serão interrompidos pelos outros programas. Neste caso, será apenas identificada a origem do pedido de interrupção, para em seguida iniciar a execução do programa que a solicitou.

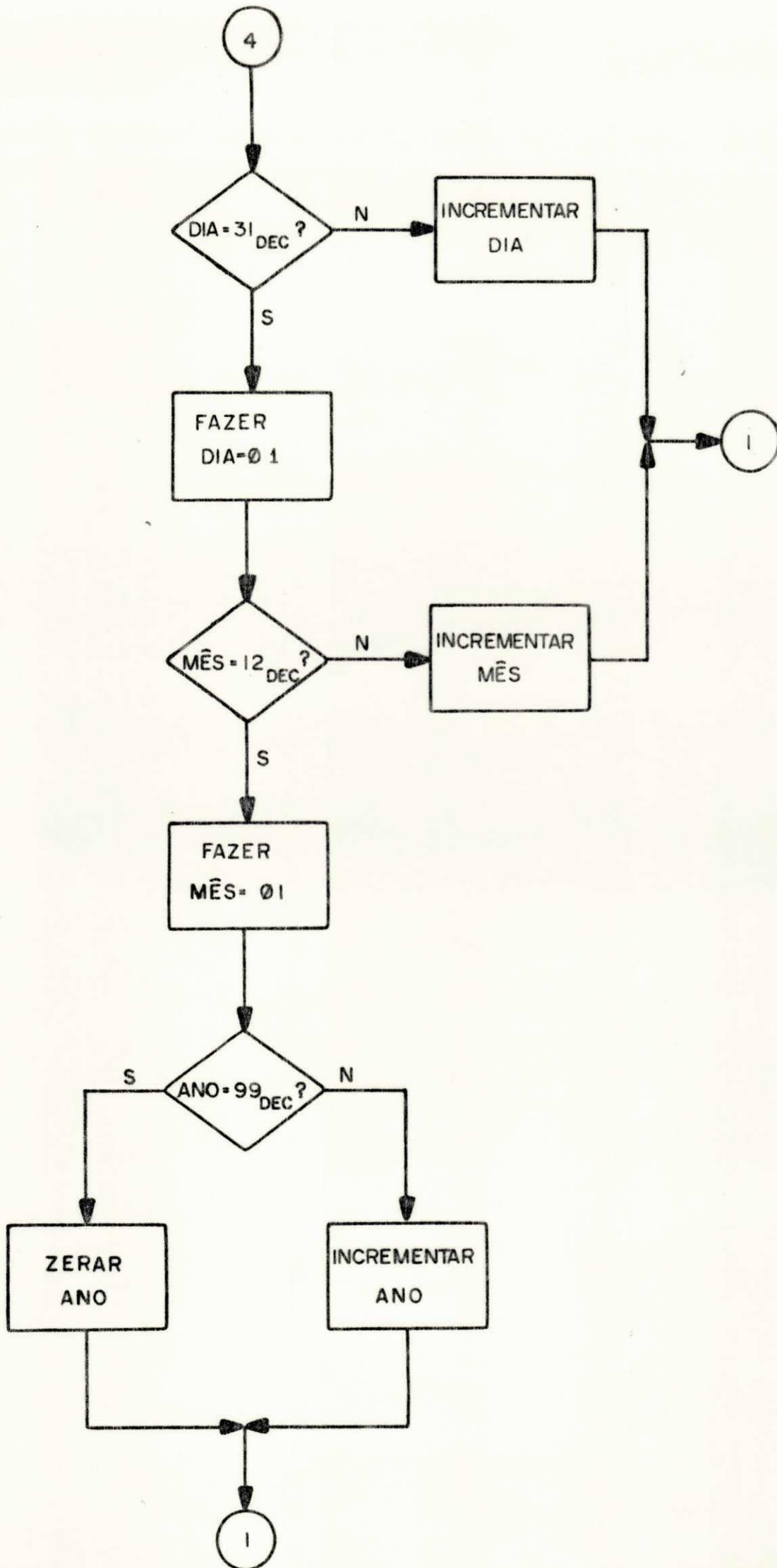
c) "Real Time Clock" - RTC

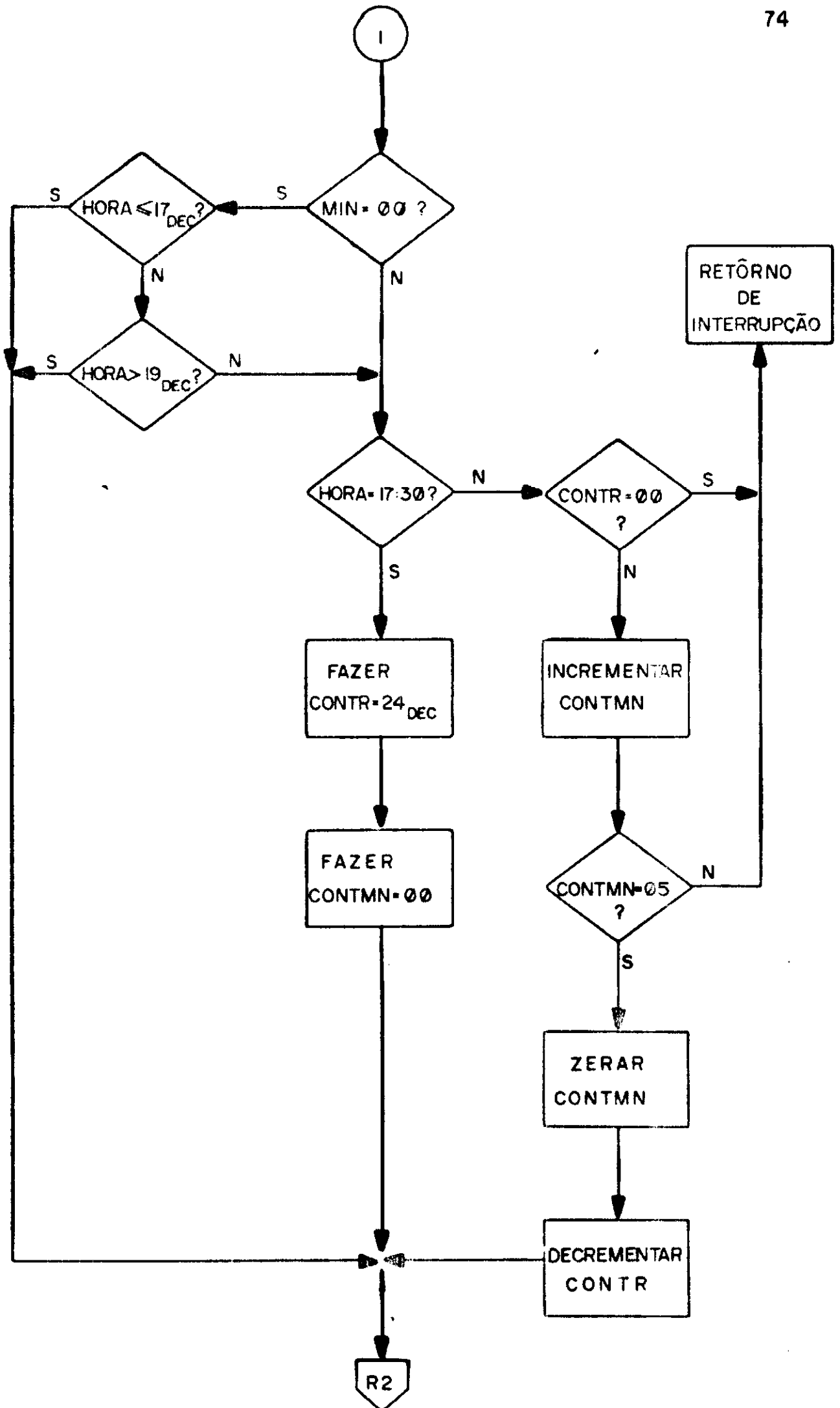
Este programa é ativado pelo circuito oscilador ($f = 1 \text{ Hz}$), e executa duas tarefas básicas: a atualização das informações de "Hora" e "Data" necessárias aos relatórios, e determinação dos horários para emissão dos relatórios periódicos. A atualização é feita a cada segundo, sendo para isto utilizados 6 "bytes" de memória (Hora, Minuto, Segundo, Dia, Mês e Ano), nos quais são armazenadas as informações sobre Hora/Data. A informação do "Ano" é armazenada utilizando-se apenas dois dígitos, e a determinação do ano bissexto é também realizada pelo programa. Atingidos os horários de emissão do relatório periódico, e estando a impressora ocupada, o programa armazena os dados do relatório, para que, uma vez desocupada possa o mesmo ser impresso. No caso da impressora encontrar-se desocupada, o RTC coloca o endereço inicial da SATTY na locação da "Pilha TTY" correspondente ao PC ("Program Counter"), ativa o indicador ("Flag") "Relatório Periódico Sen

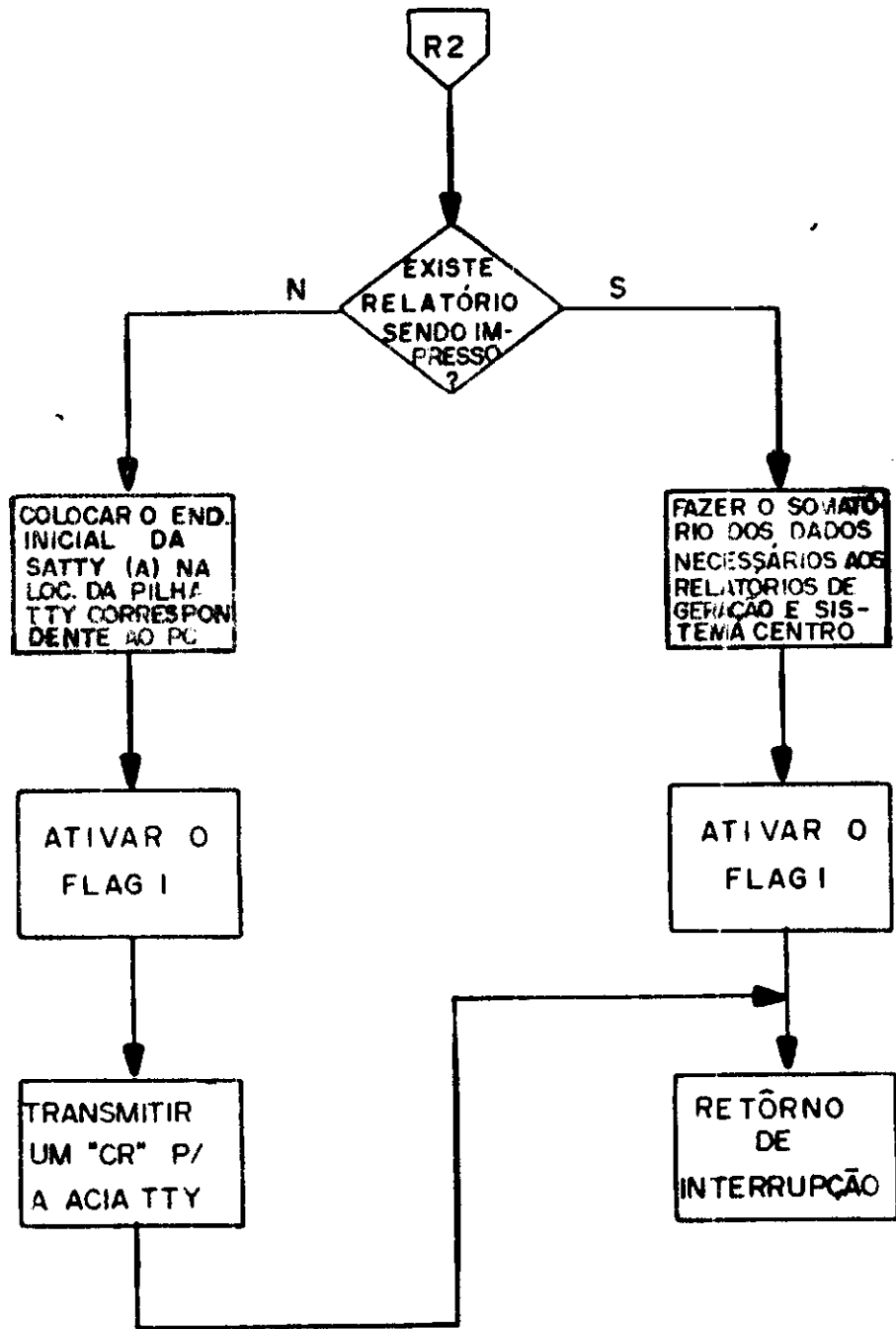












do Impresso", para em seguida gerar um pedido de interrupção para atendimento a teleimpressora.

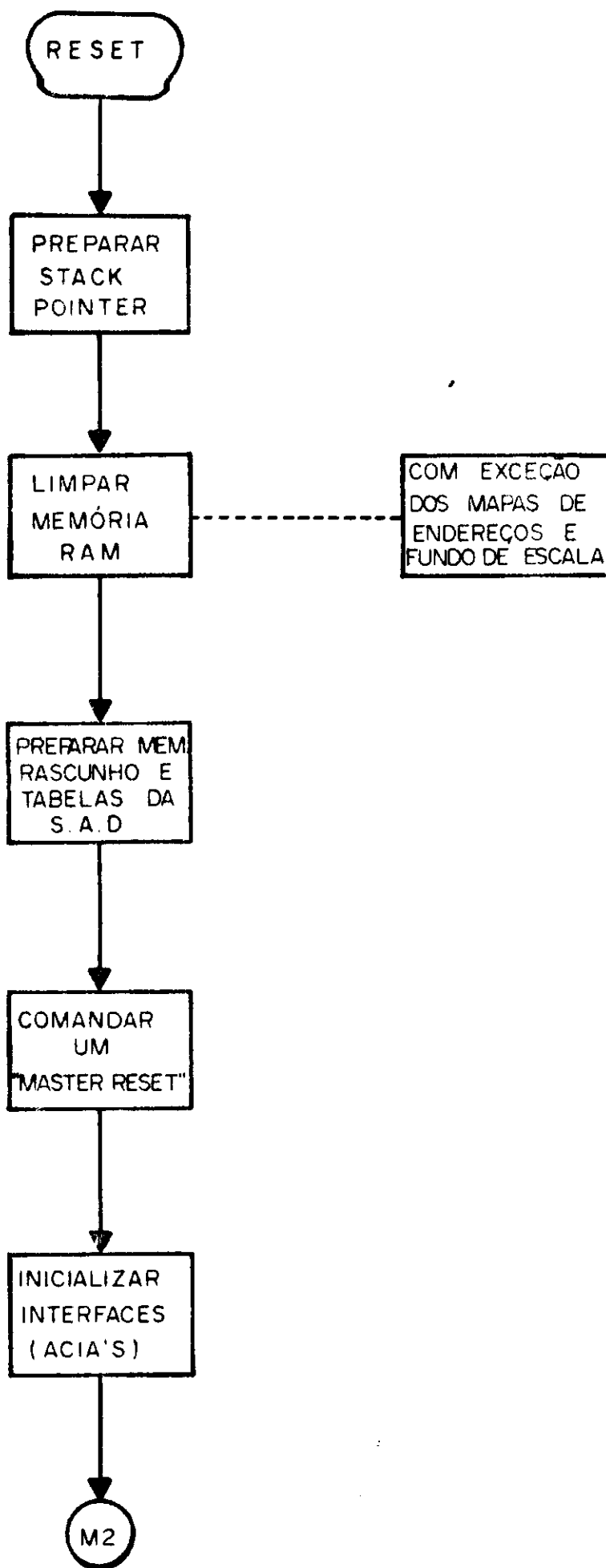
d) Reset

Este programa tem a função de inicializar o sistema no instante em que o mesmo for acionado, em caso de falha no sistema de alimentação ou quando o operador o solicitar. Este programa pode ser iniciado por comando do próprio operador do sistema, ou através do circuito de "Reset" automático disponível no "Hardware" do sistema. No primeiro caso, o operador dará o comando quando achar necessário, utilizando um "Push Button" disponível para este fim. No segundo caso, o comando é automático, e será dado quando o sistema for ligado, ou no caso de falha na alimentação do mesmo. Os passos seguidos pelo programa RESET são: preparar o apontador de pilha ("Stack Pointer" - SP), preparar as locações do rascunho e inicializar as interfaces (ACIA's). Realizados estes passos o comando do sistema será transferido para o programa de atendimento ao terminal de vídeo (SATV), quando será aguardado algum comando do operador do sistema.

e) Subrotina de Atendimento a Teleimpressora - SATTY

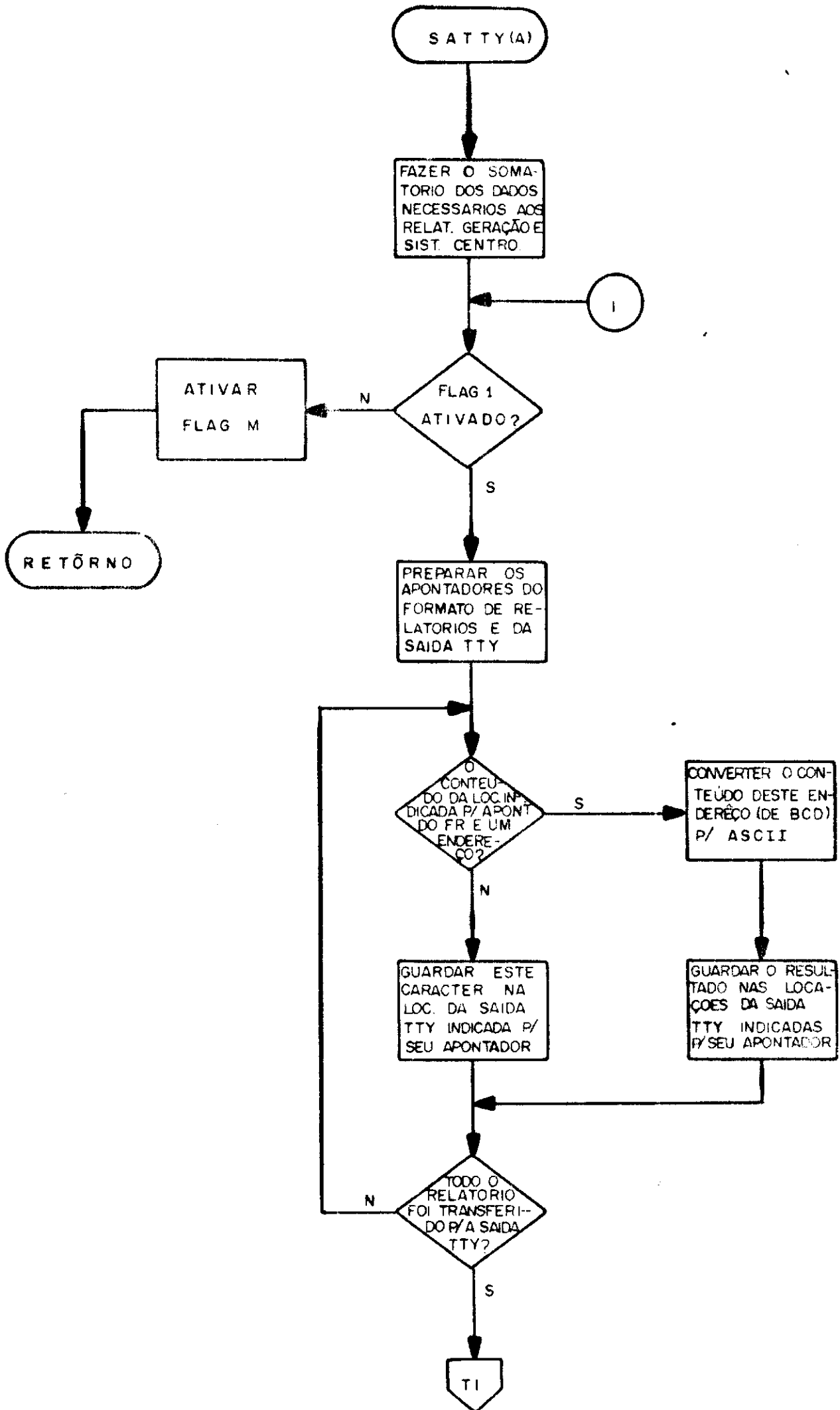
Esta subrotina tem a função de habilitar a teleimpressora para a emissão de relatórios e/ou comentários apresentados no vídeo. Esta pode ser ativada de duas maneiras:

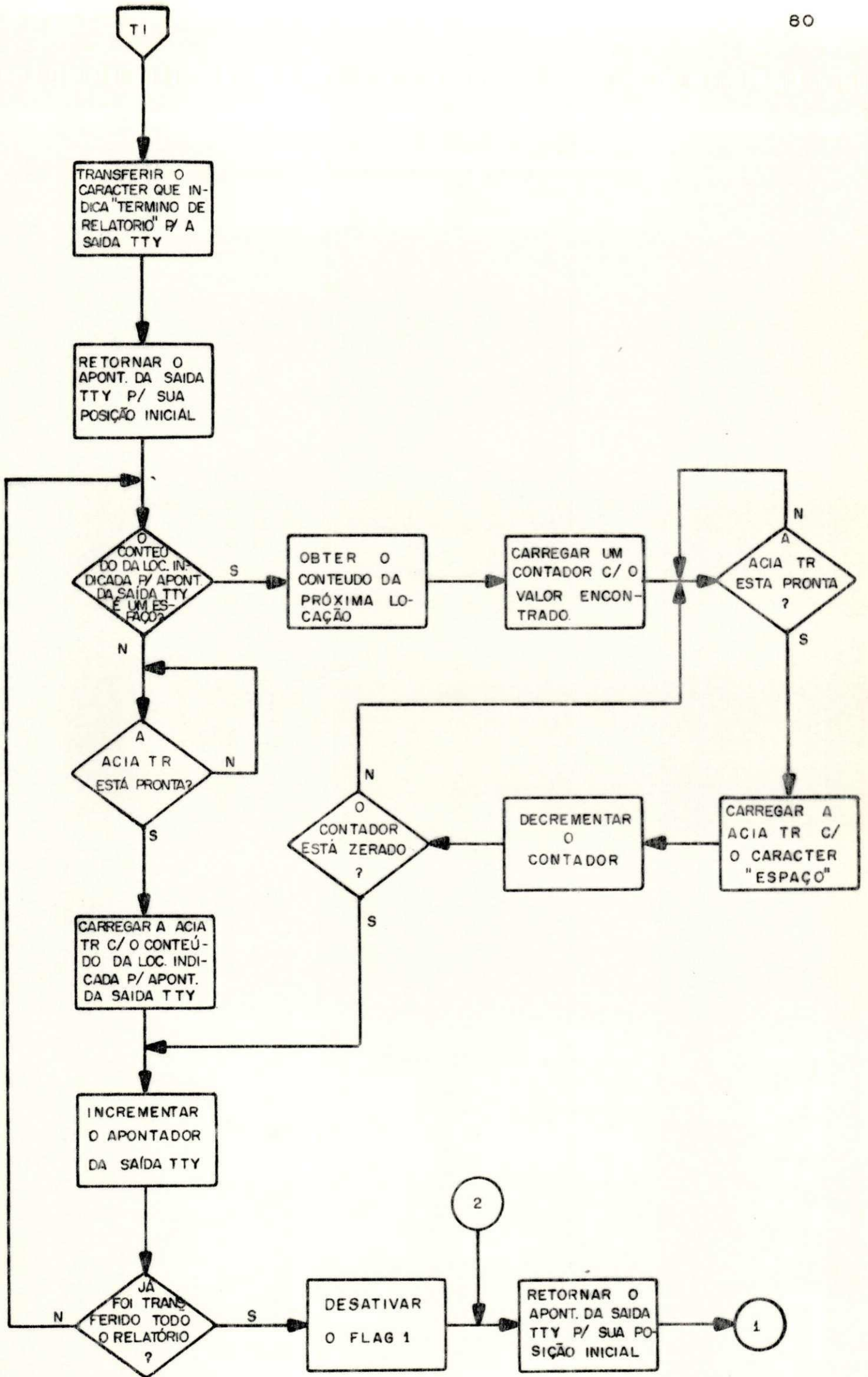
- através de comando do terminal de vídeo acionado pelo operador, ou



- através do RTC, nos instantes de emissão do relatório periódico de geração.

Para atender a esses comandos a SATTY foi dividida em duas partes distintas. Quando ativada pelo RTC, utiliza um campo de memória, de aproximadamente 0,5K bytes, denominado "Saída TTY", cujas locações são usadas para armazenamento temporário dos caracteres que compõem o relatório de geração. Inicialmente, o somatório e o armazenamento (em BCD) dos dados que compõem o relatório de geração são efetuados, para em seguida posicionar os apontadores do "Formato de Relatório" e "Saída TTY" nas suas posições iniciais. Procede-se então à leitura e transferência dos dados, que compõem o referido relatório para a "Saída TTY". Os caracteres alfanuméricos (codificados em ASCII), são simplesmente transferidos para a "Saída TTY", enquanto que no caso de endereços (dos somatórios que compõem o relatório), o conteúdo destes endereços são convertidos de BCD para ASCII, e então transferidos para a "Saída TTY". Após a transferência de todo o relatório para a "Saída TTY", seu apontador é recolocado no início da mesma e inicia-se a transmissão do relatório para a teleimpressora. Esta transmissão é feita caracter por caracter através da ACIA de transmissão da teleimpressora. Quando o caracter a transmitir for um "espaço" obtem-se inicialmente o conteúdo da locação de memória seguinte, que determinará o número de "espaços" a serem transmitidos. Concluída a impressão do relatório, o indicador ("Flag") "Relatório Periódico Sendo Impresso" é desativado e o apontador da "Saída TTY" é reposicionado. Em seguida o comando é transferido para o programa de atendimento ao terminal de vídeo (SATV).





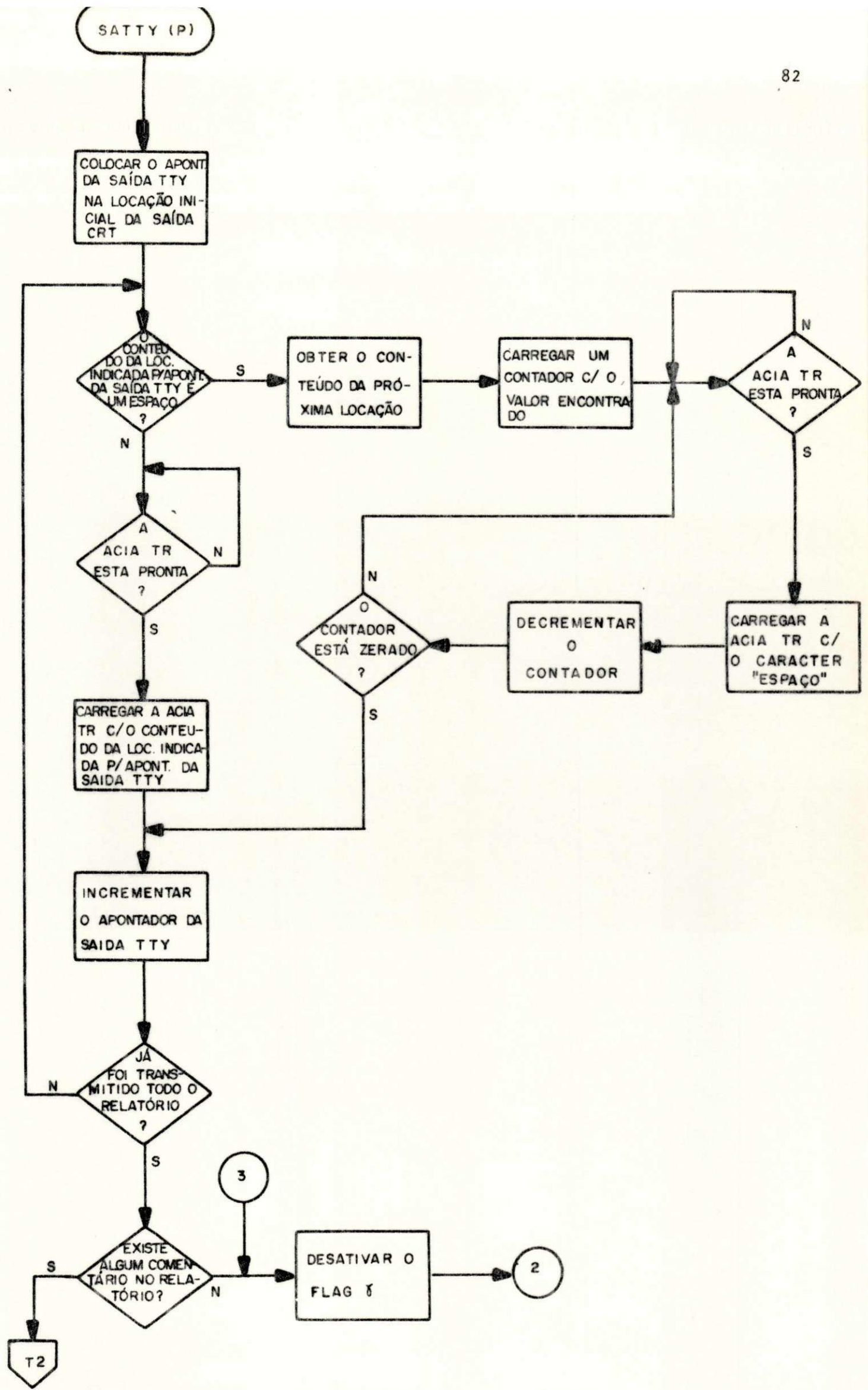
A segunda parte da SATTY é acionada pelo operador do sistema. Dois comandos podem ser usados pelo operador, para ativar a SATTY:

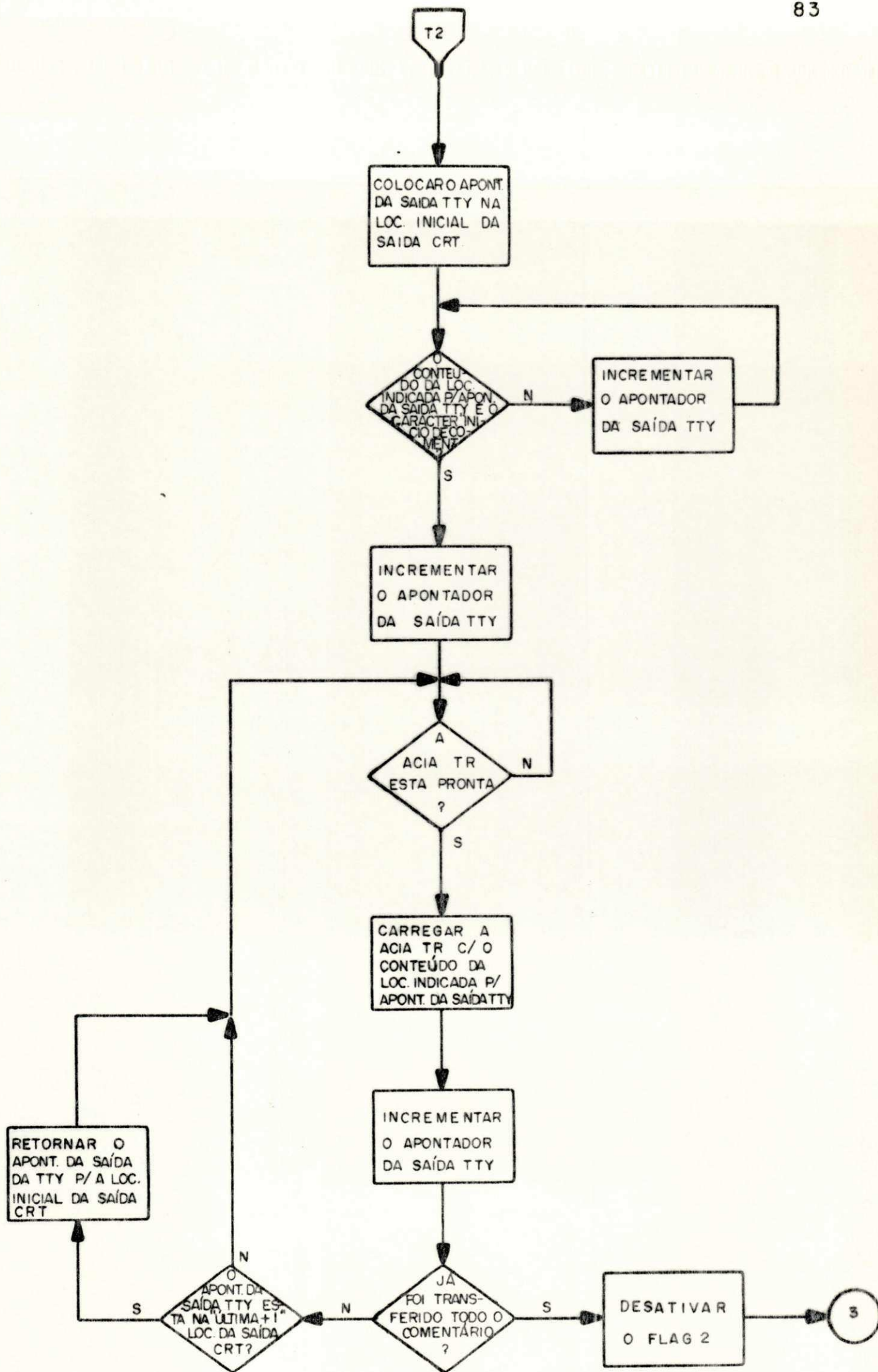
- Copiar Relatório (mostrado no vídeo)
- Copiar Comentário (editado no vídeo)

Se o comando dado pelo operador for "Copiar Relatório", os passos seguidos pela SATTY serão os seguintes:

Posicionar o apontador da "Saída TTY" na localização inicial do campo de memória denominado "Saída CRT", onde está armazenado o relatório a ser copiado, para em seguida transmitir o relatório para a teleimpressora (através da ACIA de transmissão da mesma). Quando o caracter a ser transmitido for um "espaço" o procedimento será o mesmo descrito para o caso anterior (SATTY ativado pelo RTC). Transmitido o relatório, o indicador ("Flag") "Existência de Comentário" é testado para verificar-se a existência de comentários no relatório copiado. Não existindo comentários no relatório, o indicador ("Flag") "Relatório a Pedido do Operador Sendo Impresso" é desativado e em seguida reposiciona-se o apontador da "Saída TTY" no início de seu campo. Então o comando é transferido para a SATV, e aguarda-se novo comando do operador.

Havendo comentários, posiciona-se o apontador da "Saída TTY" na localização inicial do campo de memória "Saída CRT", que é então varrido até que o caracter que define "Início de Comentário" seja encontrado. Então os caracteres que compõem o mesmo são transferidos. Se, na transmissão dos comentários, todo o campo "Saída CRT" tiver sido varrido, e o caract





ter que define "Término de Comentário" não for encontrado, recoloca-se o apontador da "Saída TTY" no início do campo "Saída CRT" e continua-se a varredura para transmissão até que este caracter seja encontrado. Concluída a transmissão, os indicadores ("Flags") "Existência de Comentário" e "Relatório a Pedido do Operador Sendo Impresso" são desativados. O apontador da "Saída TTY" é reposicionado no início do seu campo, e o comando é transferido para a SATV.

No caso do comando acionado pelo operador ter sido "Copiar Comentário", a SATTY será realizada a partir do teste para determinação da existência de comentários, já descrito.

f) Subrotina de Atendimento ao Terminal de Vídeo - SATV

A SATV realiza seis diferentes funções, que são executadas por subrotinas distintas. A execução destas é solicitada pelo operador, através do terminal de vídeo (CRT). Estas funções e os caracteres que as acionam são:

1 - Saída de relatório no vídeo - SRV.

Caracteres: G —> Relat. de geração
 N —> Relat. do sist. norte/oeste
 C —> Relat. do sistema centro
 L —> Relat. do sistema leste
 S —> Relat. do sistema sul
 O —> Relat. de ocorrências

2 - Atualização de endereços e fundos de escala - AEFÉ.

Character : M

3 - Cópia do Vídeo - CV.

Caracteres: R ———> Imprimir relatório
P ———> Imprimir comentários

4 - Alocação de dados em relatório - ADR.

Caracter : A

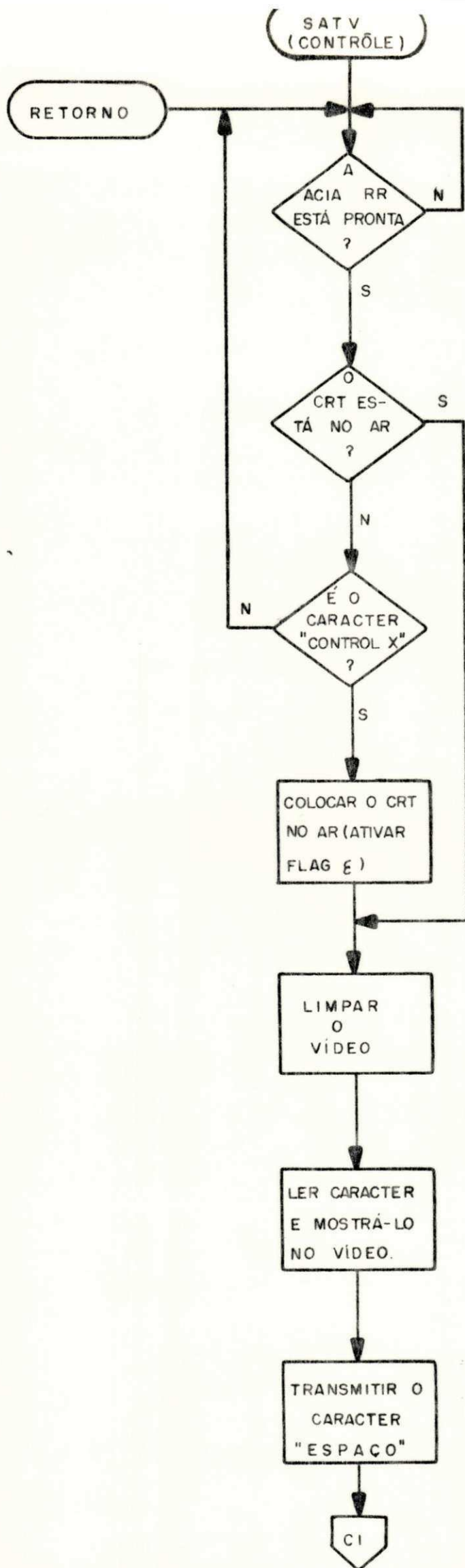
5 - Saída de comentários no vídeo - SCV.

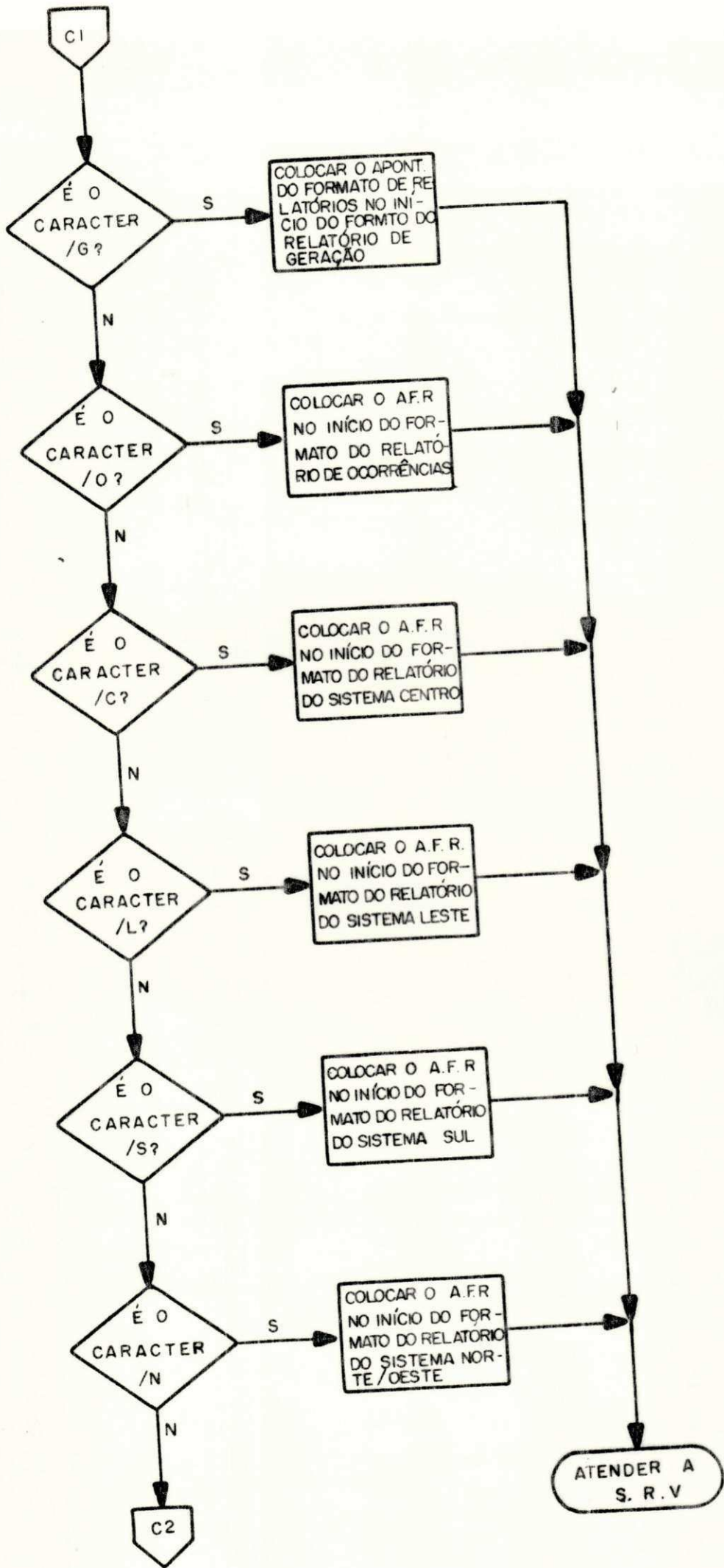
Caracter : W

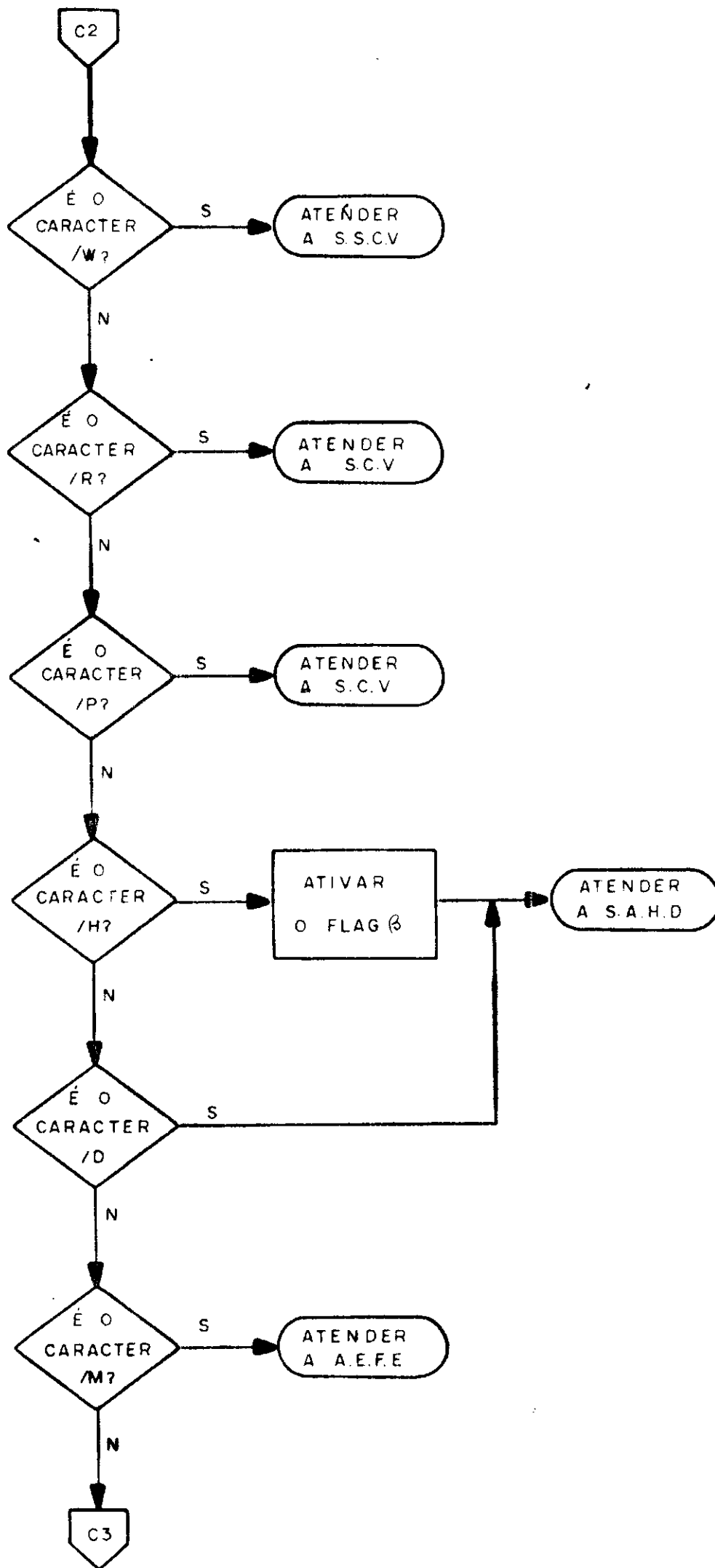
6 - Acerto de hora/data - AHD.

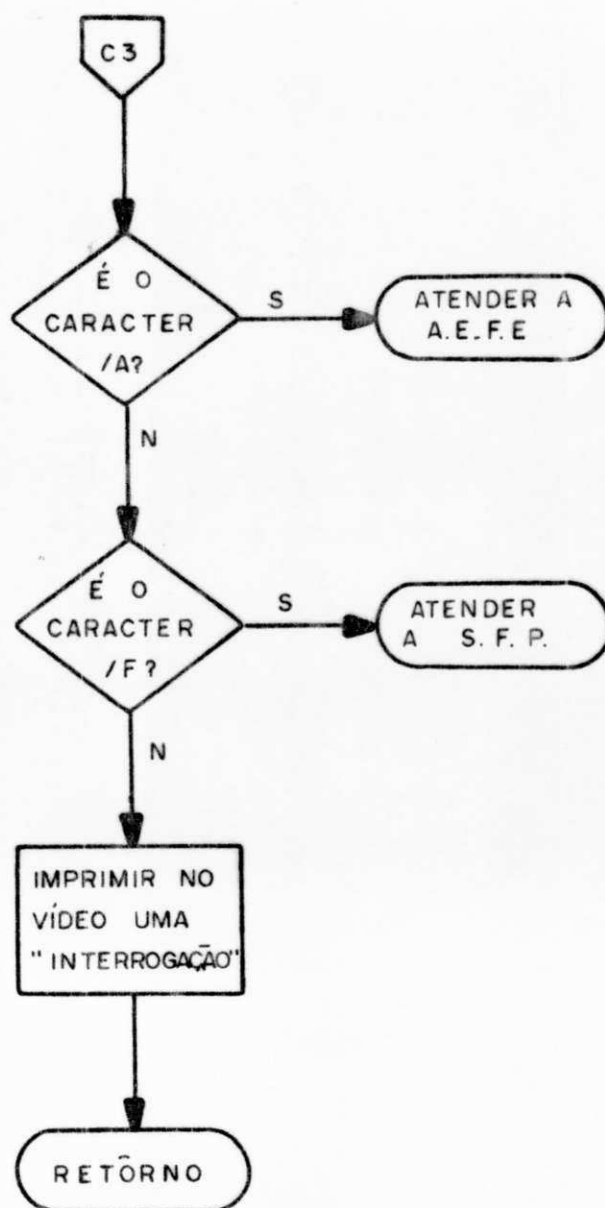
Caracteres: H ———> Acertar/mostrar hora
D ———> Acertar/mostrar data

As funções são identificadas através de uma subrotina de controle da SATV. Antes de solicitar a execução de alguma função, o operador deverá ativar o CRT, para torná-lo apto a executar alguma tarefa. Isto é feito pressionando-se simultaneamente as teclas "Control" e "X" do teclado do CRT. Esta precaução é tomada para evitar que pessoas não habilitadas possam acionar o sistema. Uma vez ativado o CRT, a subroti na de controle da SATV limpa o vídeo e faz aparecer no mesmo o caracter acionado seguido de um "espaço". Então, o programa de controle procede a identificação do caracter que define a função. Identificada a função, a subrotina de controle da SATV transfere o comando para a subrotina que a executa. Se a função solicitada for SRV, o programa de controle posicionará o apontador dos "Formatos de Relatórios" no início do formato do relatório solicitado, antes da transferência do comando para a referida subrotina. Se o caracter acionado pelo operador não







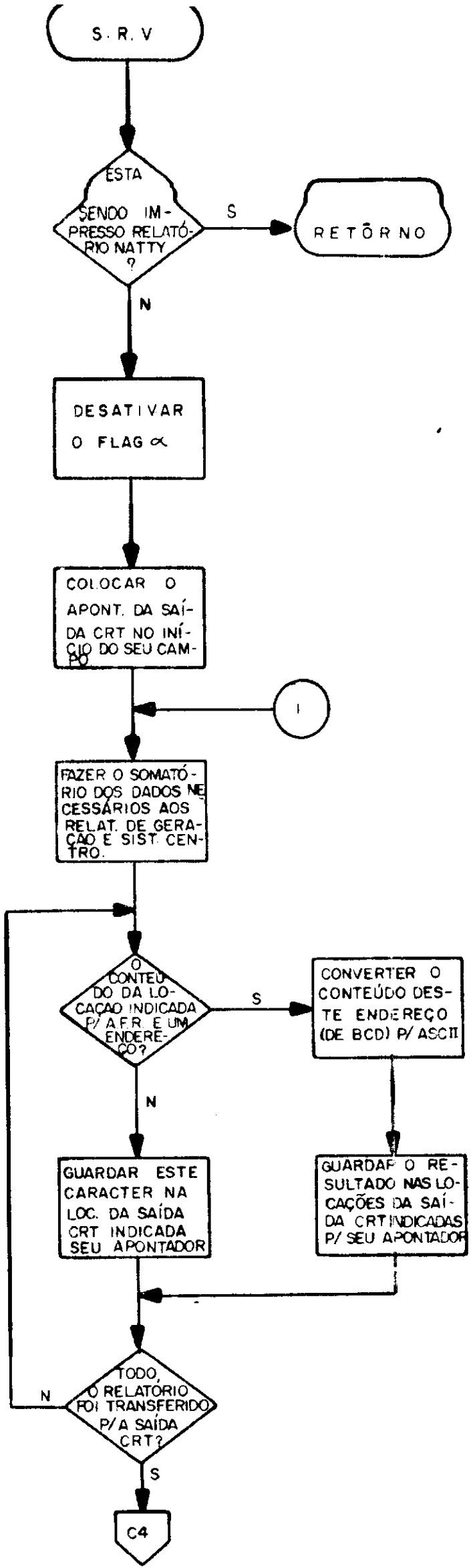


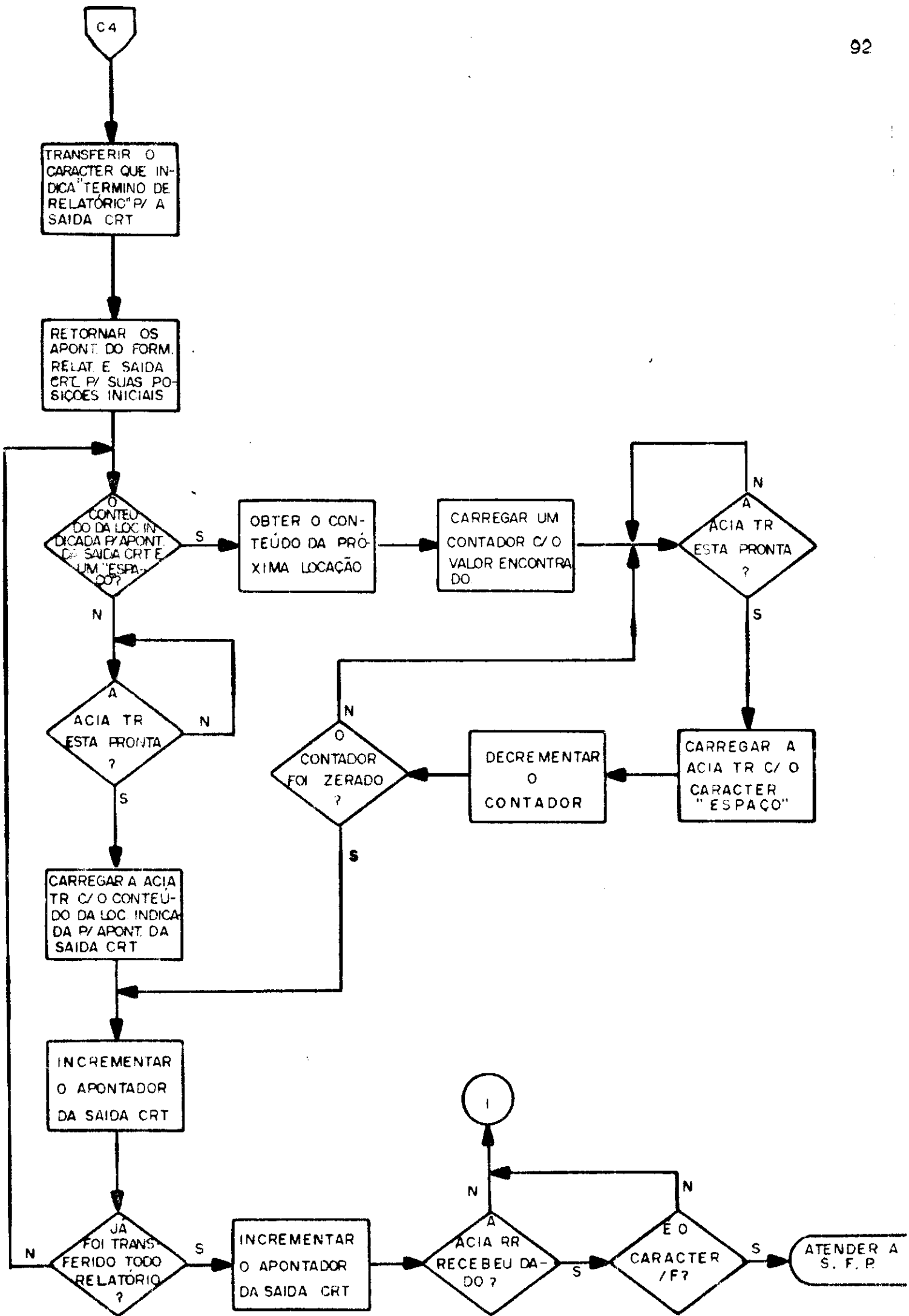
definir nenhuma das funções da SATV, o programa de controle mostrará uma "interrogação" no vídeo, e aguardará uma nova definição da função.

f.1) Subrotina para Saída de Relatório no Vídeo - SRV.

Esta subrotina tem a função de habilitar o terminal de vídeo (CRT) para a apresentação dos vários formatos de relatórios. A SRV utiliza um campo de memória, de aproximadamente 2K bytes, denominado "Saída CRT", cujas locações são usadas para armazenamento temporário dos caracteres que compõem os relatórios. O programa verifica se algum relatório está sendo emitido na impressora. Em caso afirmativo, a SRV recusará o comando para saída de relatório no vídeo, pois o campo "Saída CRT" está sendo utilizado pela TTY. Caso contrário, a SRV desativará o indicador ("Flag") "Programa Freiado" (possibilitando a mesma permanecer em "Loop" para atualização do relatório) e posicionará o apontador da "Saída CRT" no início deste campo de memória. Em seguida, o somatório dos dados que compõem os relatórios de geração e do sistema centro é efetuado.

O procedimento seguinte é o de leitura e transferência dos dados que compõem o relatório pedido, para a "Saída CRT". Estes dados são os caracteres alfanuméricos do relatório (codificados em ASCII), ou endereços dos dados que compõem o mesmo. Os caracteres alfanuméricos são simplesmente transferidos para a "Saída CRT", enquanto que no caso de endereços o conteúdo dos mesmos (dados que compõem o relatório) é que são transferidas, após sua conversão de BCD para ASCII. Uma vez concluída a transferência do relatório para a "Saída CRT",

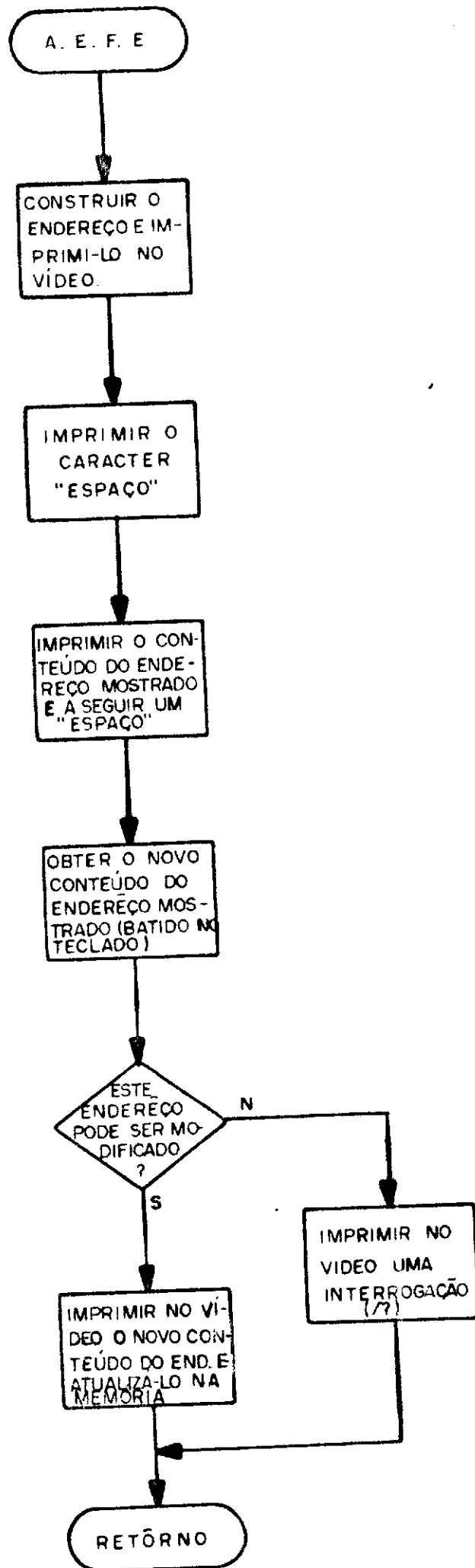




seu apontador é recolocado no início da mesma. Então inicia-se a transmissão do relatório para o terminal de vídeo. Esta é feita caracter por caracter, através da ACIA de transmissão do terminal de vídeo. Se o caracter a ser transmitido for um "espaço", o conteúdo da locação seguinte será obtido, o qual determinará o número de "espaços" a serem transmitidos. Transferido o relatório, o programa verifica se o comando "Freiar Programa" foi acionado pelo operador (através da tecla "F"). Se positivo, a SRV transfere o comando do terminal de vídeo para a subrotina de controle da SATV, onde aguarda a definição de outra função. Em caso contrário, o programa permanecerá em malha ("loop"), atualizando no vídeo os dados do relatório apresentado (a medida que novos dados forem recebidos), até que o comando "Freiar Programa" seja recebido.

f,2) Subrotina para Atualização de Endereços e Fundos de Escala - AEFE.

Esta subrotina proporciona uma maior flexibilidade ao sistema, pois permite a mudança dos endereços e fundos de escala dos dados dos relatórios, atualizando-os. Permite ao operador a seleção (através do terminal de vídeo) do endereço a ser modificado, apresentando-o no vídeo juntamente com o seu conteúdo. Então, a subrotina aguardará o novo conteúdo do endereço, que será composto pelo operador através do teclado alfanumérico. Obtido o novo conteúdo do endereço, a subrotina verifica se o mesmo pode ser modificado (memória RAM). Em caso negativo, o programa imprimirá no vídeo uma "interrogação", transferindo em seguida o controle do sistema para a subrotina de controle da SATV. Caso contrário, o programa mostrará no



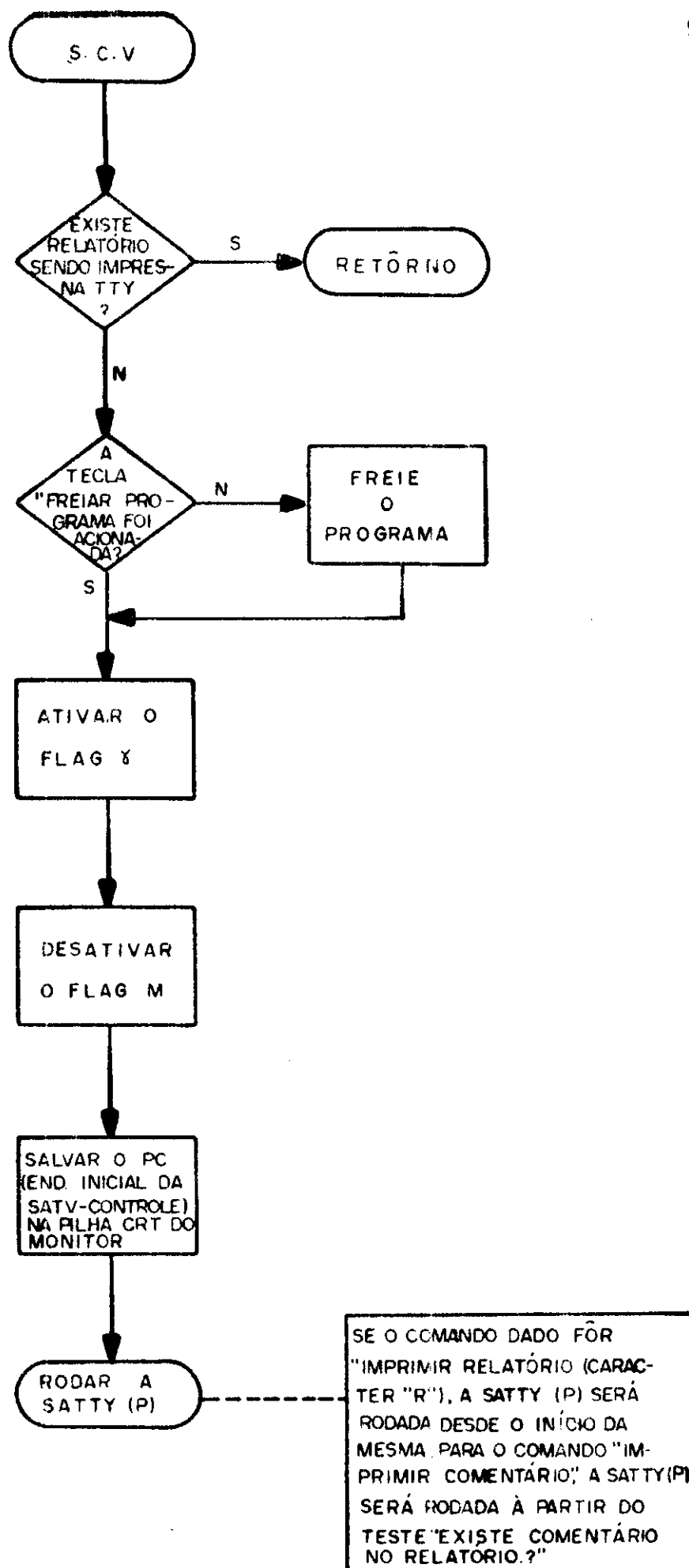
vídeo o novo conteúdo do endereço, atualizando-o na memória. Em seguida, a AEFE passa o controle do sistema para a subrotina de controle da SATV.

f.3) Subrotina para Impressão de Relatórios (Cópia do Vídeo) - SCV.

A SCV habilita a subrotina de atendimento a te^{le}impressora (SATTY) para o controle da impressão de relatórios na TTY. Verificada a impressão de relatório, a SCV recusará os comandos ("Imprimir Relatório" ou "Imprimir Comentário"). Em caso negativo, a SCV ativará o indicador ("Flag") "Relatório Sendo Impresso". Em seguida, guardará o endereço inicial da SATV (na locação correspondente ao "PC") na "Pilha CRT" do monitor, transferindo então o comando do sistema para a SATTY.

f.4) Subrotina para Alocação de Dados em Relatórios - SADR.

Devido a possíveis falhas no sistema de tele^{su}pervisão faz-se necessário a definição de procedimentos de validação das informações recebidas, e de alocação das mesmas nos relatórios. Estes procedimentos são realizados pela SADR e consistem na verificação de recepção de informações incorretas e de substituição das mesmas no relatório. A SADR é idêntica a AEFE, descrita anteriormente. Uma vez invalidada uma informação (*dado*), a posição mais significativa "MSB" do endereço correspondente (no "Mapa de Endereços") é ativada (nível lógico "1"), indicando que a mesma deve ser descartada do relatório. Então procede-se a alocação da informação validada na posição designada, no "Banco de Dados", pelo endereço correspon^{do}

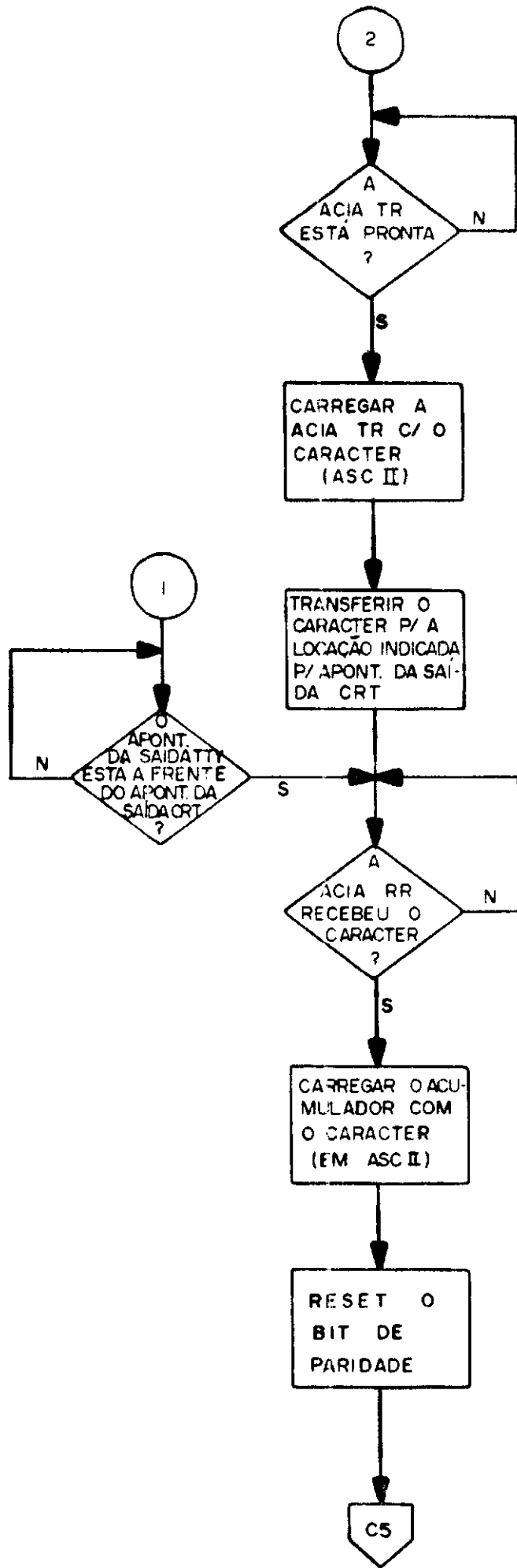
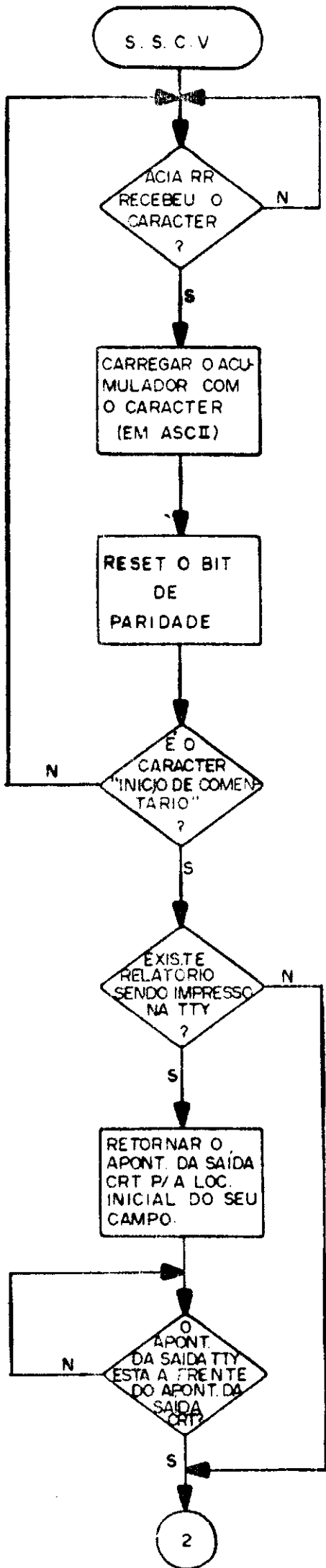


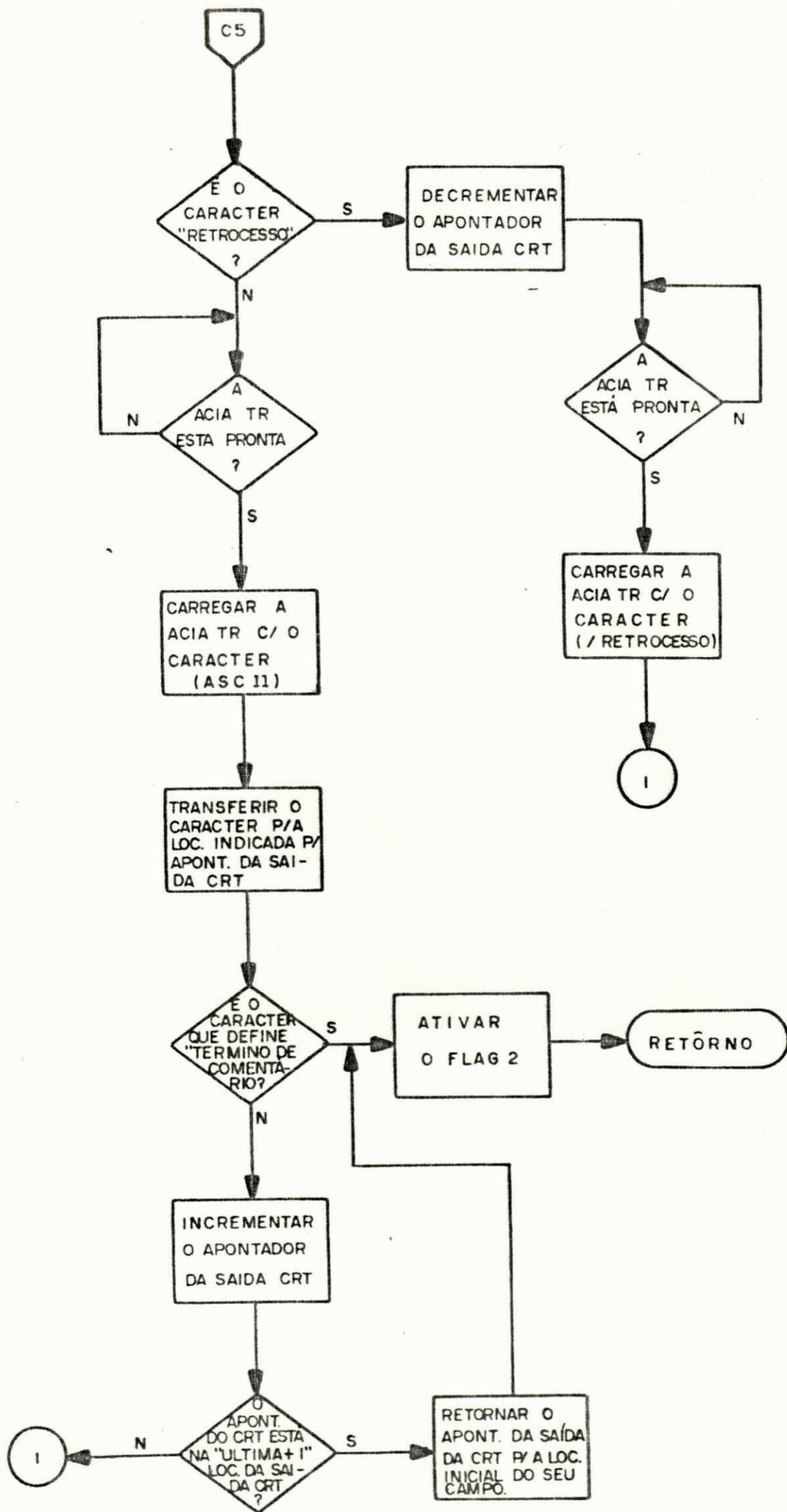
dente,

f.5) Subrotina para Saída de Comentário no Vídeo - SSCV.

Ocasionalmente é interessante a inserção de comentários no relatório mostrado no CRT, ou mesmo compor um "Relatório de Ocorrências". Estes são compostos pelo operador, através do terminal de vídeo. A subrotina SSCV encarrega-se de habilitar a recepção destes comentários. Antes de dar início, e uma vez concluído o comentário, o operador deverá acionar o caracter "asterisco" (*), que define "Início e Término de Comentários". A SSCV permite ao operador comandar a TTY para impressão de relatório, antes ou depois de composto o campo de comentários do mesmo. Se a TTY for comandada antes do início da saída do comentário, a SSCV aceitará os caracteres que compõem o mesmo à medida que a "Saída CRT" for sendo lida pela SATTY. Isto é feito através de comparação entre os apontadores da "Saída TTY" e "Saída CRT" (o apontador da "Saída TTY" deve estar à frente do apontador da "Saída CRT"), os quais atendem aos programas SATTY e SATV respectivamente.

A SSCV permite ainda que o operador efetue correções ou modificações nos comentários, posicionando o "Cursor" do CRT (através do caracter "retrocesso") no local desejado para substituição dos caracteres. A SSCV limita o campo para comentários, ao número de locações da "Saída CRT" não utilizadas para compor o relatório do qual faz parte. Uma vez atingido este limite, ou concluído o comentário, a SSCV ativará o indicador ("Flag") "Existência de Comentários", transferindo o comando do sistema para a subrotina de controle da SATV.





Se o comentário exceder ao limite mencionado, o operador deve rã comandar a TTY para impressão do relatório, para em seguida dar continuidade ao mesmo.

f.6) Subrotina para Acerto de Hora/Data - SAHD

A SAHD tem como finalidade "Mostrar" ou "Acertar" as informações de "Hora" e "Data" apresentadas nos relatórios. Uma vez solicitada (através dos caracteres "H" ou "D"), a SAHD aguardará que o operador selecione, entre as funções "Mostrar" e "Acertar", a que será executada. Os caracteres utilizados para definir estas funções são:

- Caracter "CR" —> *Mostrar (Hora ou Data)*
- Caracter "SP" —> *Acertar (Hora ou Data)*

Se algum outro caracter diferente for acionado pelo operador, a SAHD o mostrará no vídeo, seguido por uma "interrogação", retornando então o comando do sistema para a subrotina de controle da SATV. A SAHD realiza a função "Mostrar Hora" (ou "Data") na seguinte sequência:

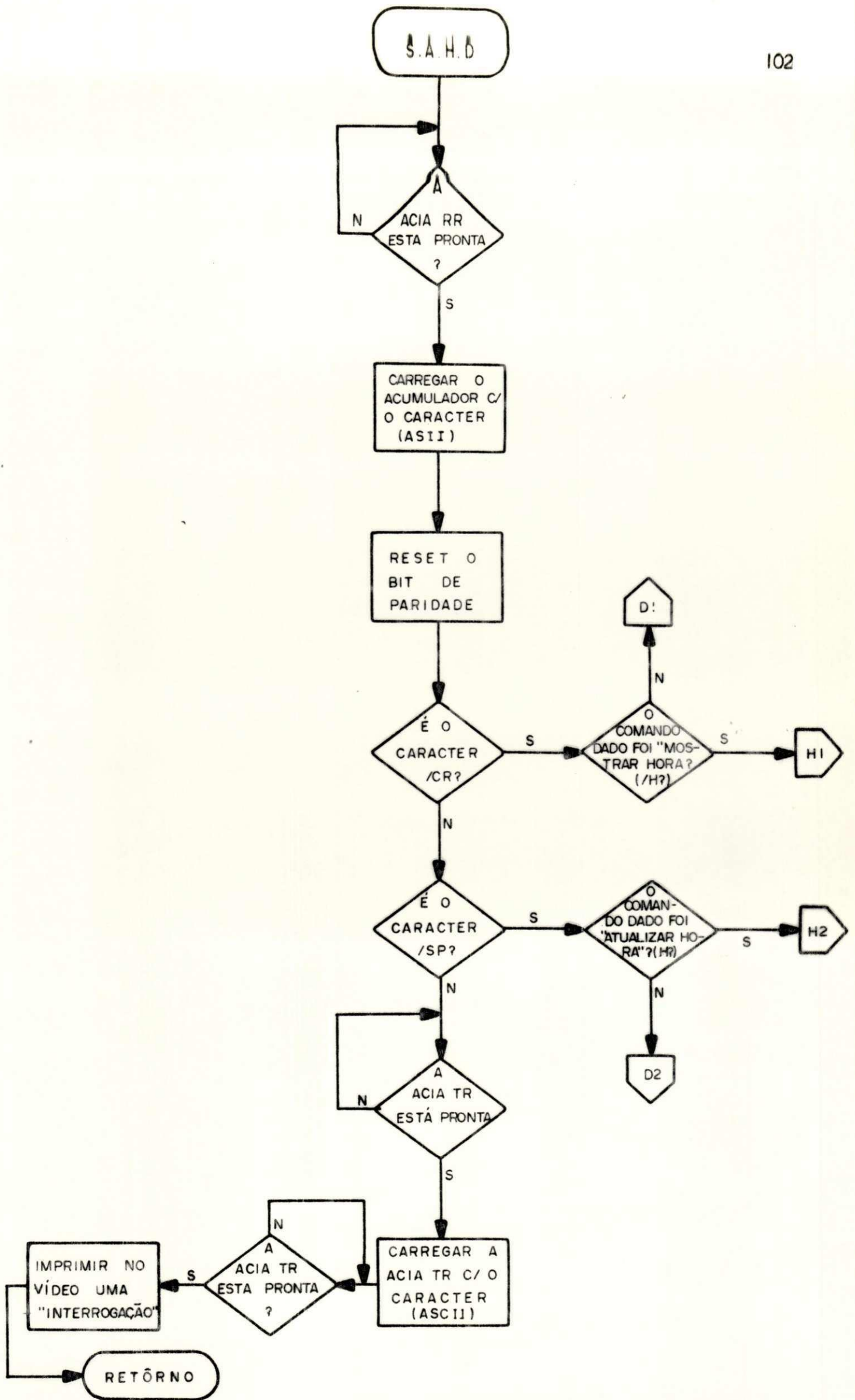
- imprime o caracter "LF";
- imprime as informações de *Hora/Minuto (Dia/Mês/Ano)*, após convertê-las de BCD para ASCII;
- desativa o indicador ("Flag") "Mostrar Atualizar Hora" (so mente se a *Hora* for solicitada);

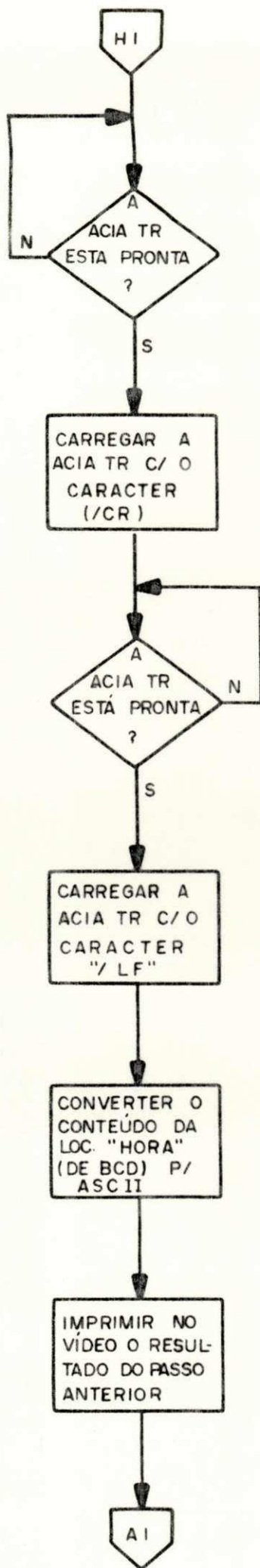
- transfere o controle do sistema para a subrotina de controle da SATV.

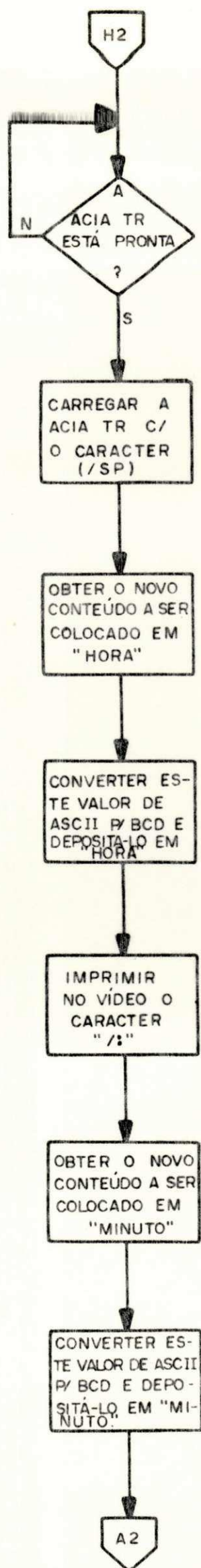
Se a função solicitada pelo operador for "Acertar Hora" (ou "Data"), a SAHD executará os seguintes passos: a medida que os novos valores para Hora/Minuto (Dia/Mês/Ano) são fornecidos pelo operador (através do teclado do CRT), a SAHD mostra-os no vídeo e, após convertê-los de ASCII para BCD, armazena-os nas locações correspondentes. Uma vez atualizadas todas as informações, a SAHD transfere o comando do sistema para a subrotina de controle da SATV. Para "Acertar Hora", antes de transferir o comando do sistema, a SAHD deverá "zerar" a locação "Segundo", e desativar o indicador ("Flag") "Mostrar Atualizar Hora".

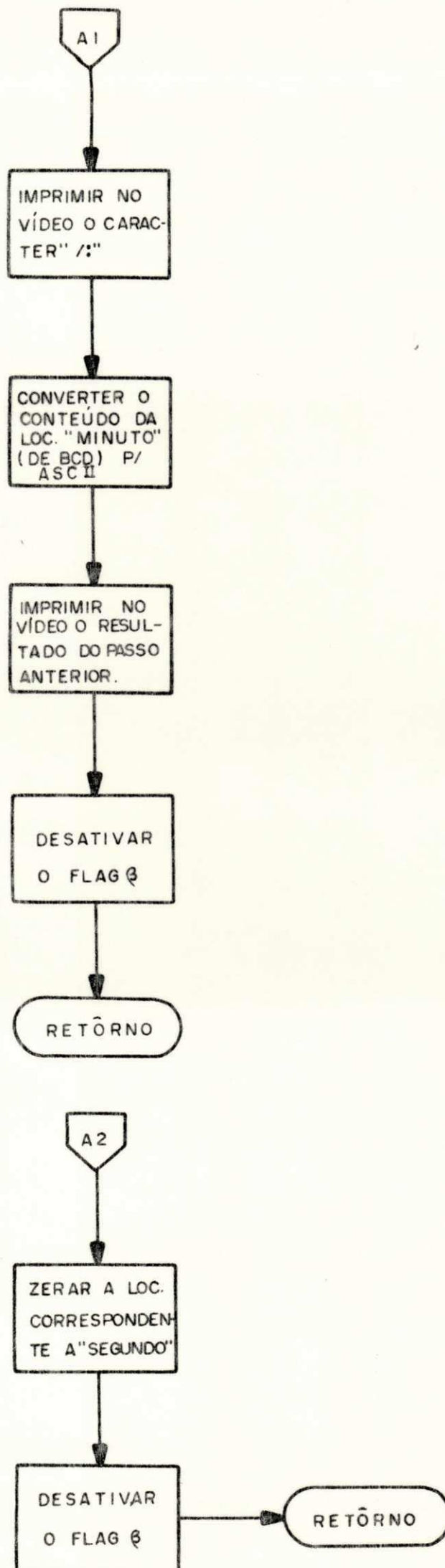
4.2.2.2 - Mapa de Memória

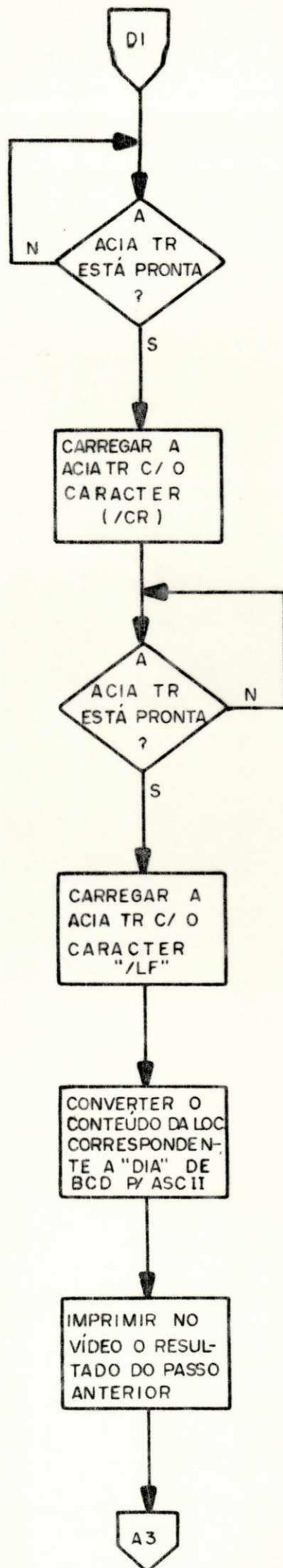
Na Fig. 4.9, o mapa de memória apresenta a distribuição da memória do sistema. Nele a memória é dividida em blocos de 1024 bytes referenciados como "Bn" ($0 \leq n \leq 63$), contendo quatro páginas de 256 bytes cada. Embora a capacidade de endereçamento seja de 65 K bytes, só se utilizam atualmente 10,2 K bytes de memória. Os blocos B₀, B₁, B₂, B₃ e B₄, são parcialmente destinados a memória RAM, cujo conteúdo é mostrado no mapa. Os blocos B₅₈ até B₆₃ são destinados a memória EPROM, que contém todo o programa operacional do sistema, além dos formatos de relatórios e campo destinado aos vetores de interrupção. Existem ainda blocos reservados para memória adicional em futuras expansões do sistema. Para cada região do mapa encontra-se assinalado o endereço inicial (à esquerda) e o endereço final (à direita).

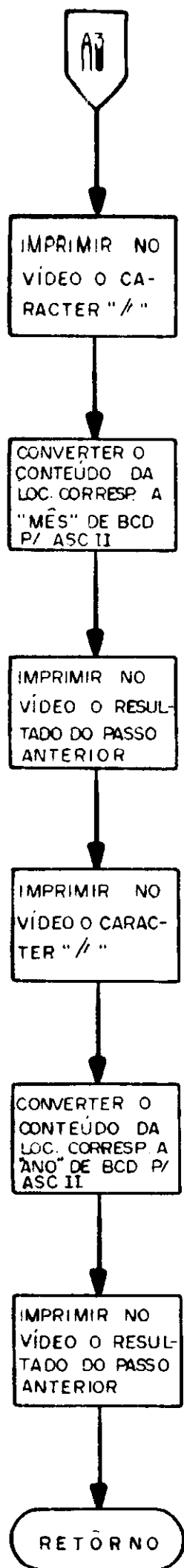


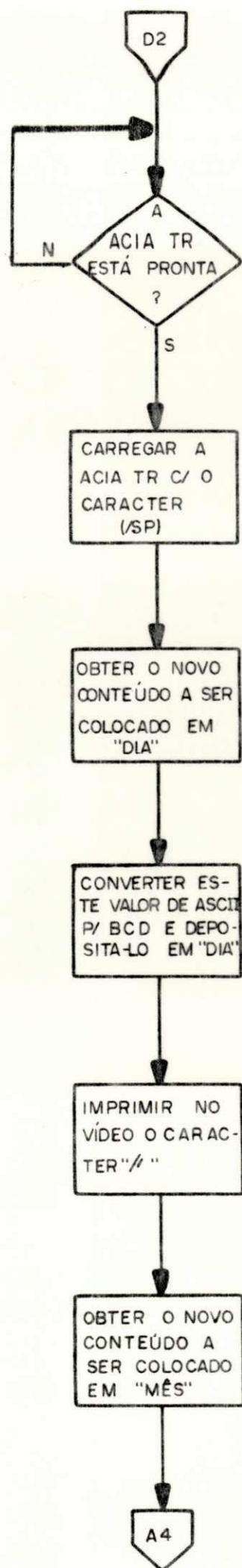


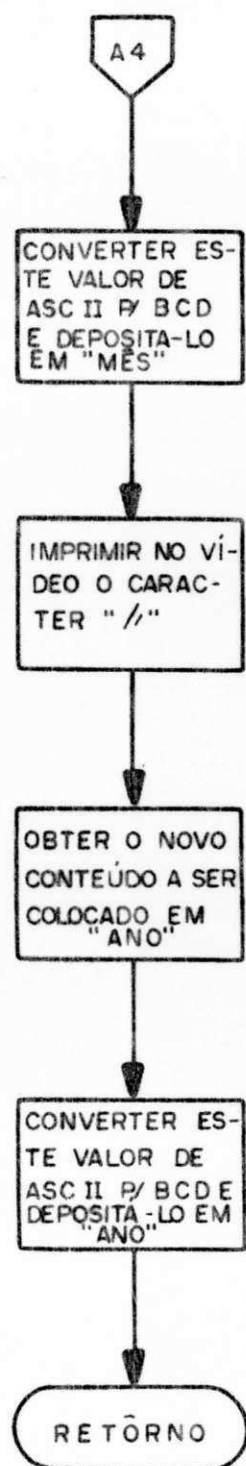












BLOCO	PÁGINA	ENDEREÇO	CONTEÚDO	
B0	0	0000	MAPA DE AQUISIÇÃO E	
	1	0100	MEMÓRIA DE RASCUNHO	00FF
	2	0200		
	3	0300 03D0	MAPA DE ENDEREÇOS	03CF
B1	4	0400		
	5	0500	TABELA DE FUNDOS DE ESCALA	
	6	0600 06A0		069F
	7	0700 0764	BANCO DE DADOS	0763
B2	8 : 11	0800		
B3	12	0C00		
	13	0D00	SAÍDA CRT	
	14	0E00 0EE4		0EE3
	15	0F00		
B4	16	1000 10D0	SAÍDA TTY	10D7
	17	1100		
	19		PILHA ("STACK")	10FF
B5	20 : 23	1400		
B6	24 : 27	1800	NÃO UTILIZADO	
B7	28 : 31	1C00	(3,8 K)	1FFF

FIG. 4.9 - MAPA DE MEMÓRIA

BLOCO	PÁGINA	ENDEREÇO	CONTEÚDO
B8	32	2000 2006	E / S
	33	2100	NÃO UTILIZADO (8K)
	35		
B9	36	2400	3FFF
B57	63		
	64	4000	NÃO UTILIZADO (43K)
B58	231	E800	
B59	232		FORMATOS DE RELATÓRIOS - GERAÇÃO - SIST. CENTRO - SIST. NORTE/OESTE - SIST. LESTE - SIST. SUL - OCORRÊNCIAS
	235		
	236	EC00	
B60	238	EF00	E7BF
	239	EFC0	
B61	240	F000	PROGRAMAS - SAD - SATV - SATTY - RTC - RESET - MONITOR
	243		
B62	244	F400	FF7F
	247	F800	
B63	248		FF7F
	251	FC00	
	252	FD00	
	253	FE00	
B63	254	FF00	FF7F
	255	FFF8	

4.3 - TESTE DO SISTEMA

Um microcomputador foi interligado ao sistema (Fig. 4.10) para gerar toda a sequência de informações que o TIC-100 transmite. Este microcomputador é composto de quatro blocos: um microprocessador, memória de rascunho - RAM ("Random Access Memory"), memória permanente - EPROM e interface para saída em série - ACIA (Fig. 4.10).

A memória permanente contém o programa para realizar a função do TIC-100. O fluxograma desse programa é mostrado na Fig. 4.11. Quando o microcomputador é ligado, uma definição da operação da interface é procedida, juntamente com a preparação dos apontadores. O primeiro endereço é gerado (END = \emptyset) como também a palavra de verificação ("Checksum"). O endereço depois de formatado, com as características do TIC-100, é transmitido (em dois bytes) em 600 bps. Um dado é gerado aleatoriamente, formatado no padrão do TIC-100, e transmitido em dois bytes. Após a transmissão de seis dados, a palavra de verificação ("checksum") é transmitida num byte. O endereço é incrementado, formatado e um novo dado é gerado. Este incremento é feito até que o endereço 60 seja atingido, quando um "reset" é feito.

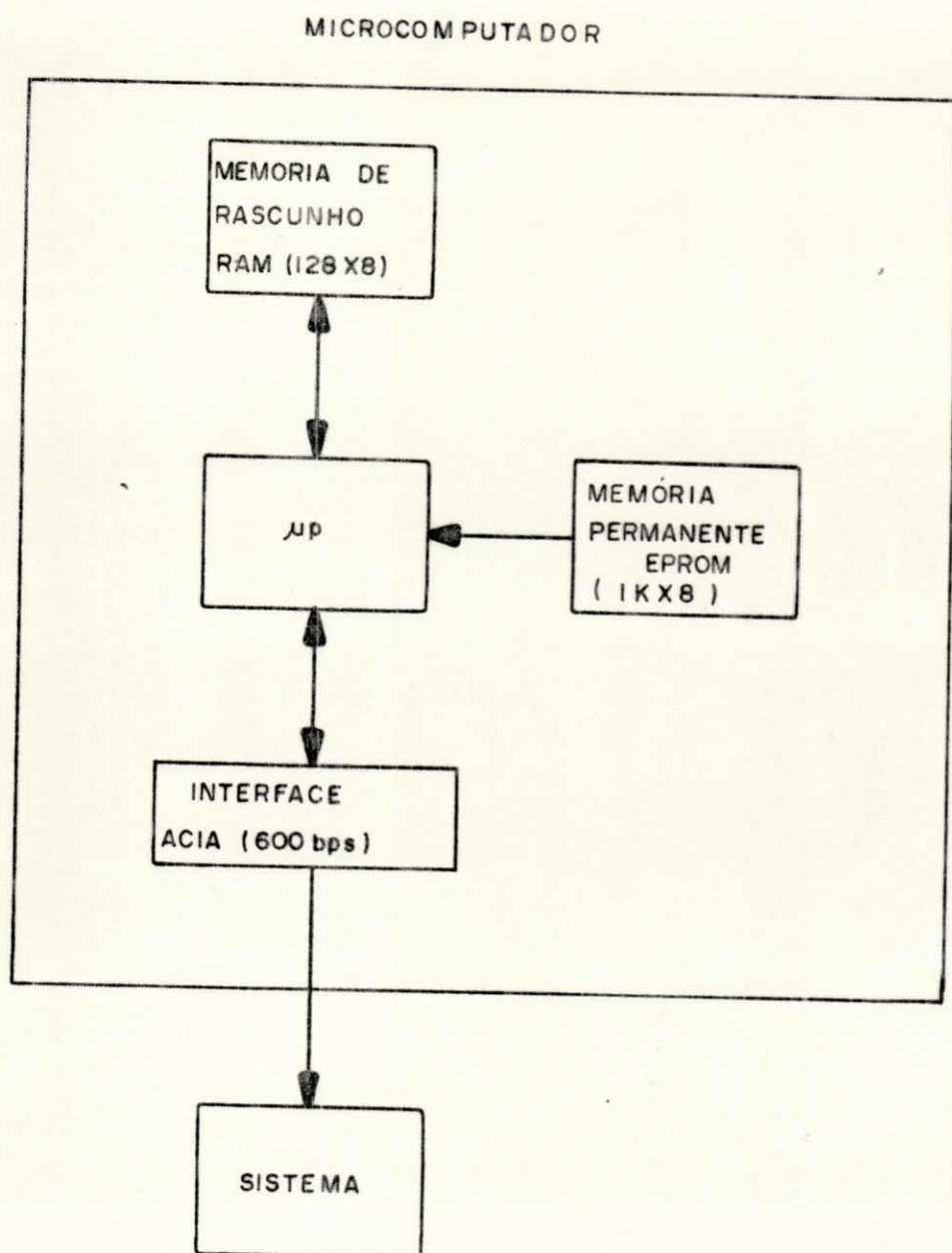


FIG4.10- DIAGRAMA DE BLOCOS DO MICROCOMPUTADOR UTILIZADO PARA TESTES DO SISTEMA.

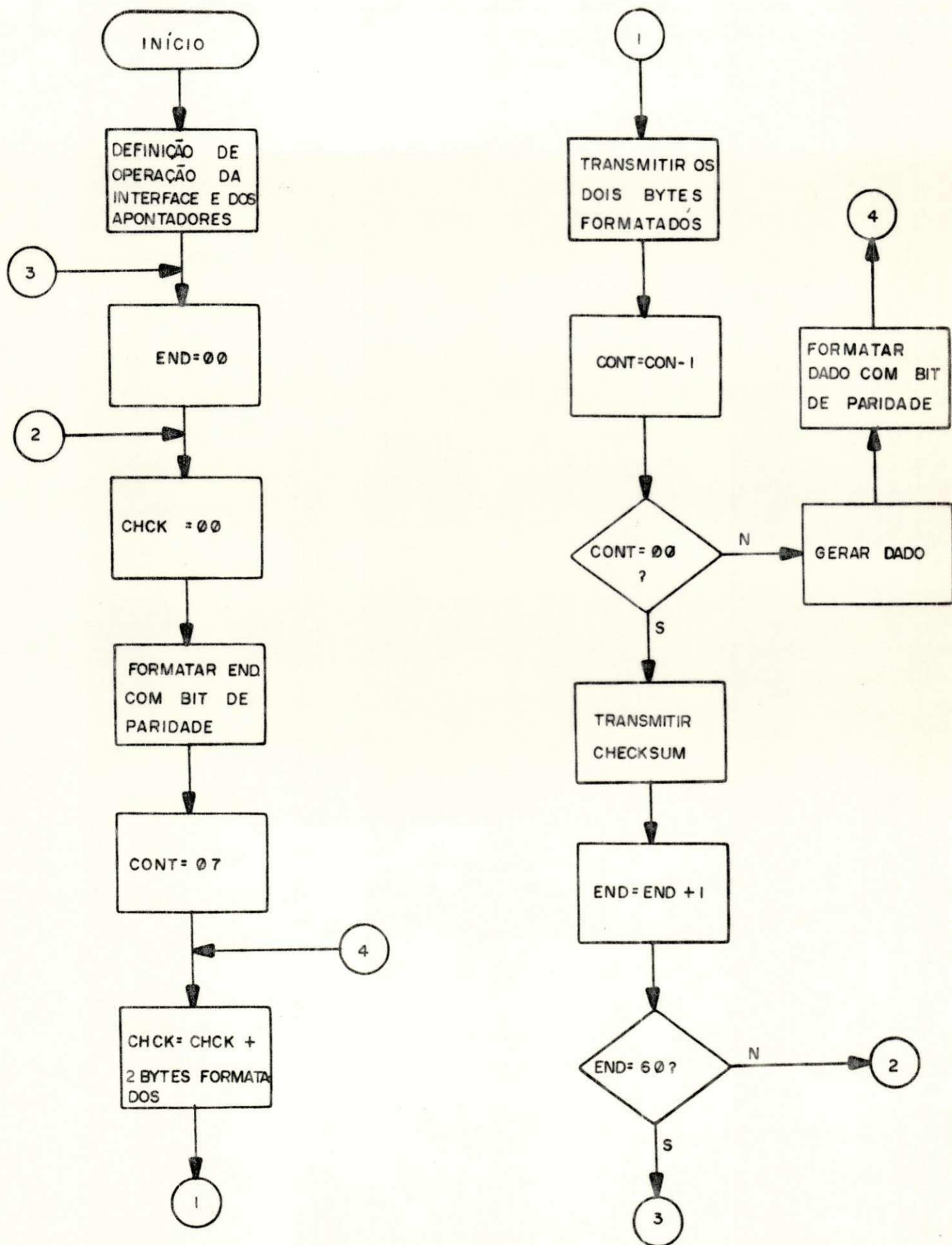


FIG.4.11 -FLUXOGRAMA DO PROGRAMA DE TESTE DO SISTEMA

CAPÍTULO V

CONCLUSÃO

O sistema de aquisição de dados desenvolvido neste trabalho atende as especificações estabelecidas pelos engenheiros da CHESF (Companhia Hidroelétrica do São Francisco), responsáveis pelos estudos de despacho de carga. Trata-se, portanto, de um trabalho de desenvolvimento de um sistema encomendado com condições pré-estabelecidas, impostas pelas especificações recomendadas e pela compatibilização com as demais partes do sistema que se encontram em operação.

A possível introdução de outros componentes no sistema, modificações nos relatórios e procedimentos operativos etc, são de necessidade subjetiva. Provavelmente o sistema especificado já excede as necessidades operacionais do momento. Entretanto, a flexibilidade dos sistemas com μ -processadores em geral e deste sistema de aquisição em particular, permitirá modificações futuras ditadas pelas mudanças das necessidades operacionais.

Em geral, nos sistemas de dedicação específica as expansões em termos de alocação de memórias exigem muitas mo

dificações. Nesse sistema a expansão em termos de "Hardware" é possível, bastando somente acrescentar novos decodificadores de memórias para os campos disponíveis no mapa de memória (ver Fig. 4.9). Esta expansão pode ser feita tanto para memória, como para alocação de novos periféricos como: leitora/perfuradora de fita de papel (ou gravador digital), para carregar os parâmetros de cada canal; outro computador que faça o controle supervisorio direto sem intervenção do operador. No caso de alocação de novos periféricos, duas estratégias de atendimento podem ser definidas: com controle do microcomputador ou sem controle do microcomputador (Acesso Direto a Memória - DMA). No segundo caso nenhum "Software" adicional é necessário, mas uma interface para controle do DMA é necessária. No outro caso, com controle do microcomputador, deve-se acrescentar um "Software" para atender esses novos terminais. Esta expansão não modifica o "Hardware" desenvolvido, pois sendo o sistema projetado em "UNIBUS", pode-se conectar os módulos em qualquer posição. Uma interface para o novo terminal deve ser acrescentada com alocação disponível dentro do mapa de memória (Fig. 4.9). Com relação ao "Software", o monitor (pg.68) é expandido no nível de prioridade (\overline{IRQ} ou \overline{NMI}) escolhido para o terminal. A sua prioridade dentro do mesmo nível é definida na rotina de serviço de interrupção (monitor) por "Polling".

No desenvolvimento de novos programas deve-se respeitar as regiões críticas (mapas, tabela e "flag") de memória, para não prejudicar os programas SAD (pg. 65), SATY (pg. 79) e SATV (pg. 86).

As condições impostas ao projeto foram detalha

damente descritas nos Capítulos III e IV. Estas envolvem: o sistema de controle de tráfego, velocidade de transmissão, sistema de controle de erros, requisitos para aceitação das mensagens e dados, formato dos relatórios, estrutura dos dados, requisitos operacionais etc.

A operação do sistema proposto e o atendimento de todas as condições especificadas foram verificadas e testadas pelo sistema de testes descrito no Capítulo IV.

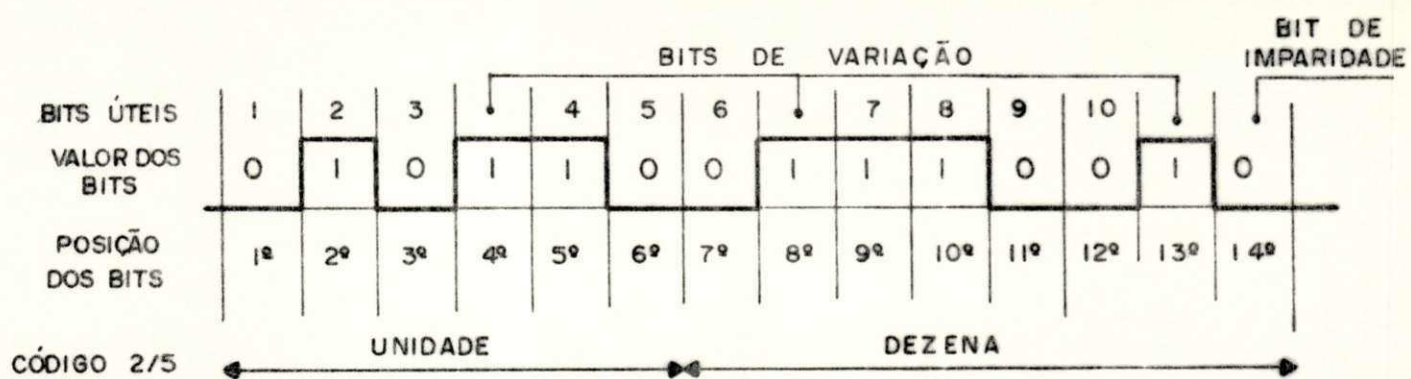
O desenvolvimento deste sistema de aquisição de dados demonstra que o Grupo de Sistemas Digitais do Departamento de Engenharia Elétrica da UFPb, possui competência para o desenvolvimento e pesquisas de outros sistemas de aquisição, tendo seus laboratórios condições de infraestrutura para este fim. Sugere-se portanto a continuidade desta linha de pesquisa. Na realidade, outros trabalhos de pesquisa e desenvolvimento encontram-se em evolução no âmbito do grupo.

APÊNDICE I

CODIFICAÇÃO DOS ENDEREÇOS

(CÓDIGO 2/5)

	CÓDIGO 2/5				
0	1	1	0	0	0
1	1	0	1	0	0
2	1	0	0	1	0
3	1	0	0	0	1
4	0	1	1	0	0
5	0	1	0	1	0
6	0	1	0	0	1
7	0	0	1	1	0
8	0	0	1	0	1
9	0	0	0	1	1



ESTRUTURA DO CANAL DE ENDERÊÇOS - (ENDERÊÇO Nº 45)

APÊNDICE II

ALOCAÇÃO DE ENDERÊÇOS E CANAIS
(CHES F)

END	CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6
00	TS	TS	TS	TS	TS	TS
01	TS	TS	TS	230KV FNL	MVAR * UPE	MW * UPE
02	230KV * CTG	MVAR * UCT	MW * UCT	230KV MTT	MVAR * UFL	MW * UFL
03	500KV * CMD	230KV * CMD	MVAR * UTC	MW * UTC	MVAR * AT 500 CMD	MW * AT 500 CMD
10	500KV * UBE	230KV * UBE	MVAR * UBE	MW * UBE	MVAR * AT 500 UBE	MW * AT 500 UBE
11	69 KV UBE	MVAR LC	MW LC	VAGO	TS	TS
12	230KV MRA	69KV MRA	MVAR TT290	MW TT290	230KV * FTZ	VA60
13	MVAR LC	MW LC	MVAR LC	MW LC	TS	TS

	END CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6
14	MVAR * USL	MW * USL	500KV SJI	MVAR LC (SJI)	MW LC (SJI)	TS
15	13.8KV SLD	69KV PRI	MVAR TT 230 PRI	MW TT 230 PRI	VAGÓ	TS
16	230 KV * SLI	230 KV * TSA	MVAR TT 230 SLI	MW TT 230 SLI	TS	TS
17	69KV SLI	69KV TSA	13.8KV TSA	69KV PRO	MVAR TT 230 PRO	MW TT 230 PRO
20	VAGO	VAGO	VAGO	VAGO	VAGO	VAGO
30	230 KV * PAF	230 KV * AGL	230 KV * RCD	230KV * BGI	500KV AGL	500KV * RCD
31	MVAR * AT 500 RCD	MW * AT 500 RCD	MVAR * UTB	MW * UTB	MVAR * SS LESTE (PAF)	MW * SS LESTE (PAF)
32	MVAR * USU	MW * USU	MVAR * USD	MW * USD	MVAR * UST	MW * UST

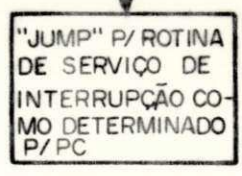
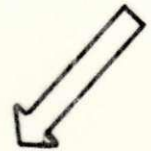
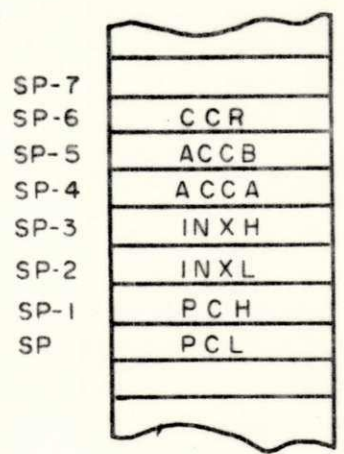
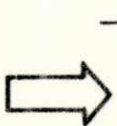
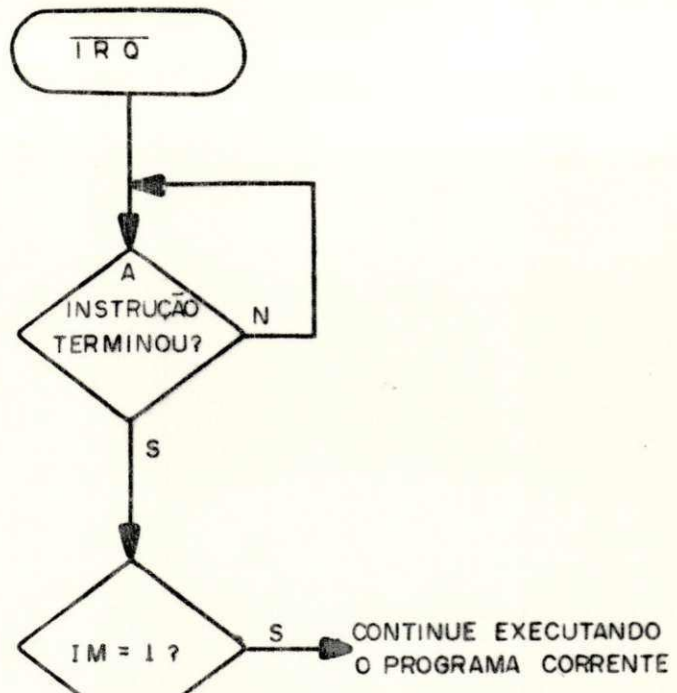
END	CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6
33	MVAR * UMX	MW * UMX	MVAR * SS NORTE (PAF)	MW * SS NORTE (PAF)	MVAR * SS SUL (PAF)	MW * SS SUL (PAF)
34	MVAR * AT 500 PAIV	MW * AT 500 PAIV	MVAR * SS SUL PAIV	MW * SS SUL PAIV	MVAR * SS LESTE PAIV	MW * SS LESTE PAIV
35	MVAR * USQ	MW * USQ	500KV * PAIV	VAGO	TS	TS
36	COTAS	COTAS	COTAS	COTAS	COTAS	COTAS
37	COTAS	COTAS	COTAS	COTAS	COTAS	COTAS
38	MVAR * LT ITP	MW * LT ITP	MVAR * LT SJP	MW * LT SJP	MVAR * LT JZB	MW * LT JZB
39	MVAR * USB	MW * USB	230KV * SBO	500KV * SBO	TS	TS

* PONTOS DE INTERESSE DO DESPACHO CENTRAL RECIFE

APÊNDICE III

FLUXOGRAMAS DAS SEQUÊNCIAS DE INTERRUPTÃO

$\overline{\text{RESET}}$, $\overline{\text{IRQ}}$ E $\overline{\text{NMI}}$



APÊNDICE IV

FORMATOS DE RELATÓRIOS
(CHESF)

DATA XX/XX/XX
HORA XX/XX

GERAÇÃO

HIDRÁULICA

TÉRMICA

		MW	MVAR
PAULO AFONSO	1, 2, 3,	XXXX	XXXX
PAULO AFONSO	4	XXXX	XXXX
SOBRADINHO		XXXX	XXXX
MOXOTO		XXXX	XXXX
BOA ESPERANÇA		XXXX	XXXX
FUNIL		XXXX	XXXX
PEDRA		XXXX	XXXX
AUX. HIDR.		XXXX	XXXX
		—	—
TOTAL		XXXX	XXXX

	MW	MVAR
CAMAÇARI	XXXX	XXXX
BONGI	XXXX	XXXX
SÃO LUIS	XXXX	XXXX
COTEGIPE	XXXX	XXXX
	—	—
TOTAL	XXXX	XXXX

TOTAL GERAL

XXXX MW XXXX MVAR

SISTEMA CENTRO

DATA XX / XX / XX

HORA XX / XX

PAULO AFONSO

PAULO AFONSO, IV

SOBRADINHO

TENSÃO - XXX KV

TENSÃO - XXX KV

TENSÃO - XXX KV

TENSÃO - XXX KV

	MW	MVAR
USU	XXXX	XXXX
USD	XXXX	XXXX
UST	XXXX	XXXX
	-----	-----
TOT	XXXX	XXXX
UMX	XXXX	XXXX
SS NORTE	XXXX	XXXX
SS SUL	XXXX	XXXX
SS LESTE	XXXX	XXXX

	MW	MVAR
USQ	XXXX	XXXX
SS LESTE	XXXX	XXXX
SS SUL	XXXX	XXXX
AT 500	XXXX	XXXX

	MW	MVAR
USB	XXXX	XXXX
LT SJP	XXXX	XXXX
LT ITP	XXXX	XXXX
LT JZB	XXXX	XXXX

DATA XX/XX/XX

HORA XX/XX

SISTEMA LESTE

RECIFE II

TENSÃO - XXX KV

TENSÃO - XXX KV

	MW	MVAR
AT 500	XXXX	XXXX

ANGELIM

TENSÃO - XXX KV

BONGI

TENSÃO - XXX KV

	MW	MVAR
UTB	XXXX	XXXX

DATA XX/XX/XX
HORA XX/XX

SISTEMA SUL

CAMACARI

TENSÃO - XXX KV
TENSÃO - XXX KV

UTC MW MVAR
 XXXX XXXX

AT 500 XXXX XXXX

FUNIL

 MW MVAR
UFL XXXX XXXX

PEDRA

 MW MVAR
UPE XXXX XXXX

COTEGIPE

TENSÃO - XXX KV

 MW MVAR
UCT XXXX XXXX

DATA XX/XX/XX

HORA XX/XX

SISTEMA NORTE/OESTE

BOA ESPERANÇA
TENSÃO - XXX KV
TENSÃO - XXX KV

SÃO LUIS II
TENSÃO - XXX KV

TERESINA
TENSÃO - XXX KV

	MW	MVAR
UBE	XXXX	XXXX
AT 500	XXXX	XXXX

	MW	MVAR
USL	XXXX	XXXX

FORTALEZA
TENSÃO - XXX KV

DATA XX. / XX/XX
HORA XX/XX

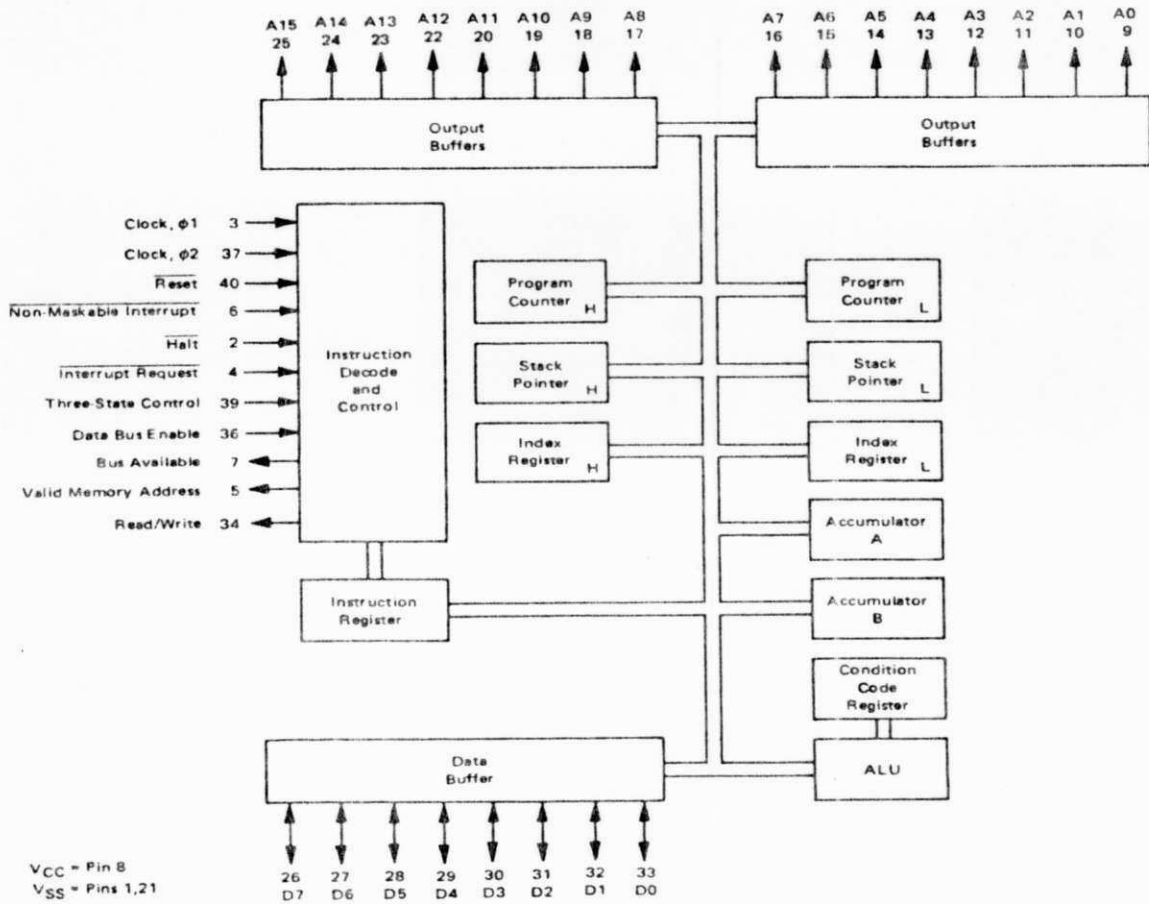
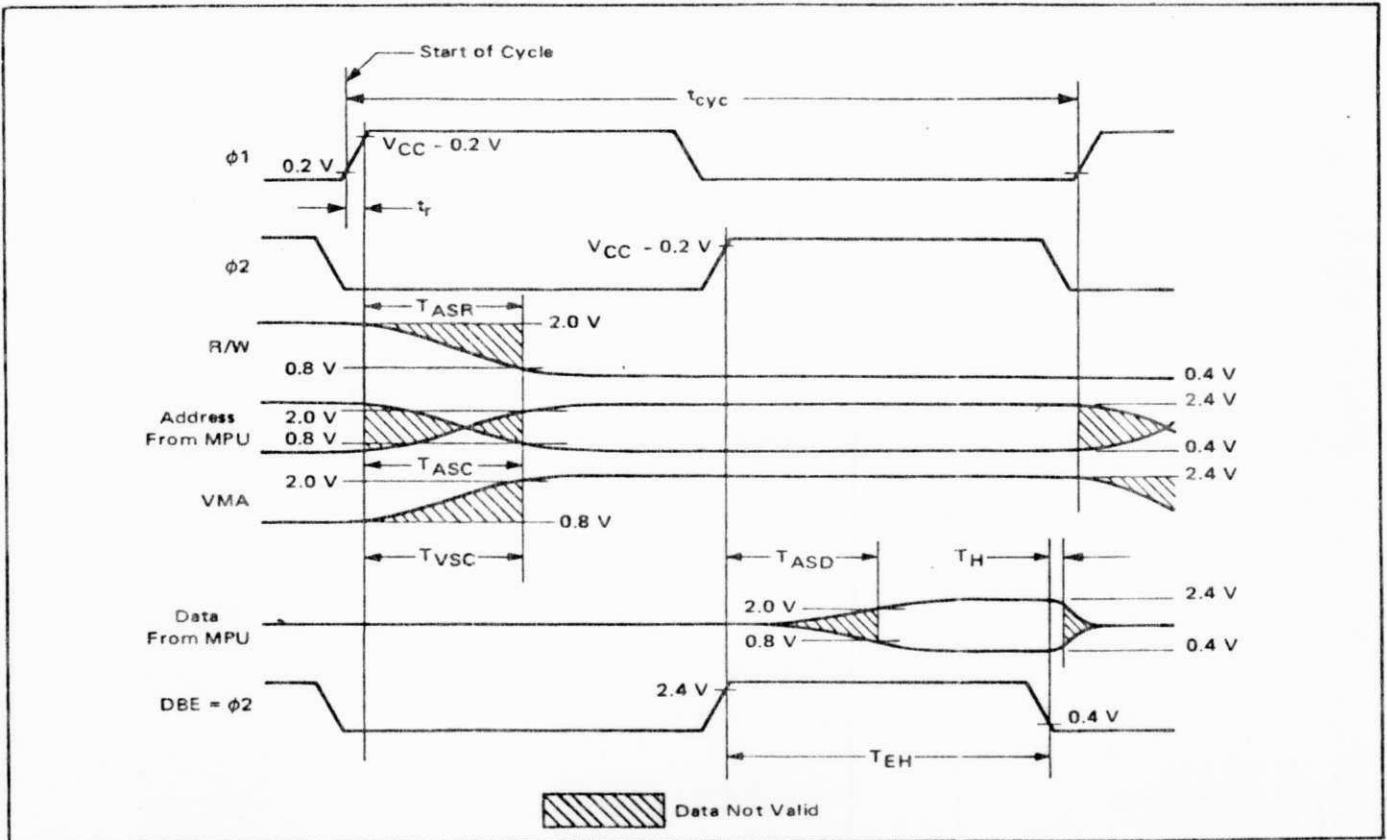
RELATÓRIO DE OCORRÊNCIAS

APÊNDICE V

ORGANIZAÇÃO INTERNA, CONFIGURAÇÃO DOS PINOS E
CONJUNTO DE INSTRUÇÕES DO MICROPROCESSADOR

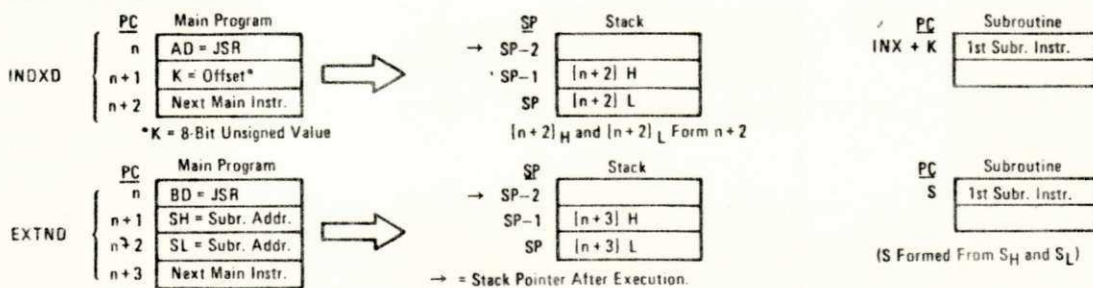
MC 6800

FIGURE 3 - WRITE DATA IN MEMORY OR PERIPHERALS

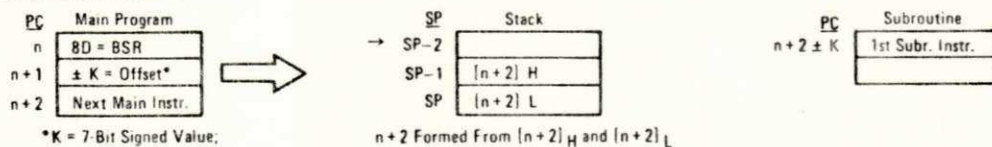


SPECIAL OPERATIONS

JSR, JUMP TO SUBROUTINE:



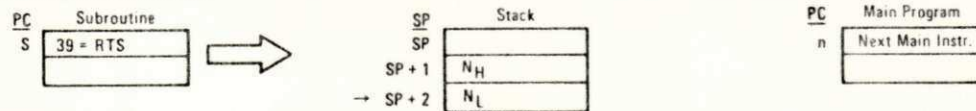
BSR, BRANCH TO SUBROUTINE:



JMP, JUMP:



RTS, RETURN FROM SUBROUTINE:



RTI, RETURN FROM INTERRUPT:

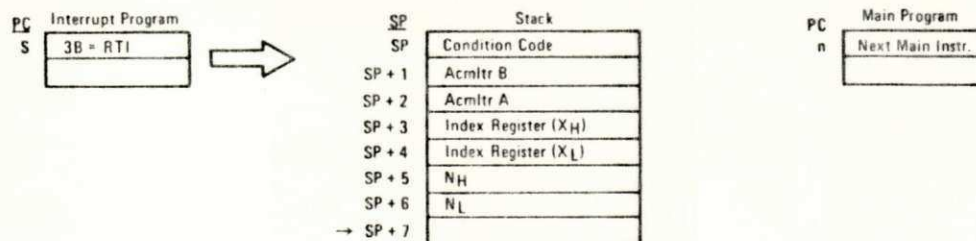


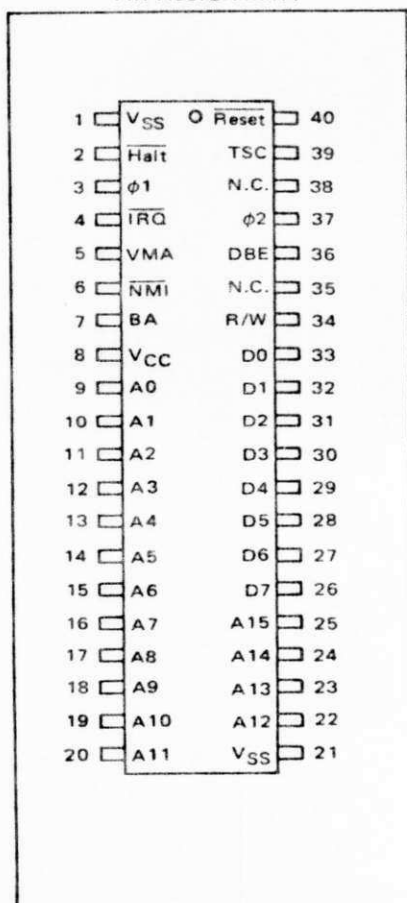
TABLE 6 - CONDITION CODE REGISTER MANIPULATION INSTRUCTIONS

OPERATIONS	MNEMONIC	IMPLIED			BOOLEAN OPERATION	COND. CODE REG.						
		OP	~	#		5	4	3	2	1	0	
						H	I	N	Z	V	C	
Clear Carry	CLC	0C	2	1	0 → C	•	•	•	•	•	•	R
Clear Interrupt Mask	CLI	0E	2	1	0 → I	•	R	•	•	•	•	•
Clear Overflow	CLV	0A	2	1	0 → V	•	•	•	•	•	R	•
Set Carry	SEC	0D	2	1	1 → C	•	•	•	•	•	•	S
Set Interrupt Mask	SEI	0F	2	1	1 → I	•	S	•	•	•	•	•
Set Overflow	SEV	0B	2	1	1 → V	•	•	•	•	•	S	•
Accmtr A → CCR	TAP	06	2	1	A → CCR	Ⓣ						
CCR → Accmtr A	TPA	07	2	1	CCR → A	•	•	•	•	•	•	•

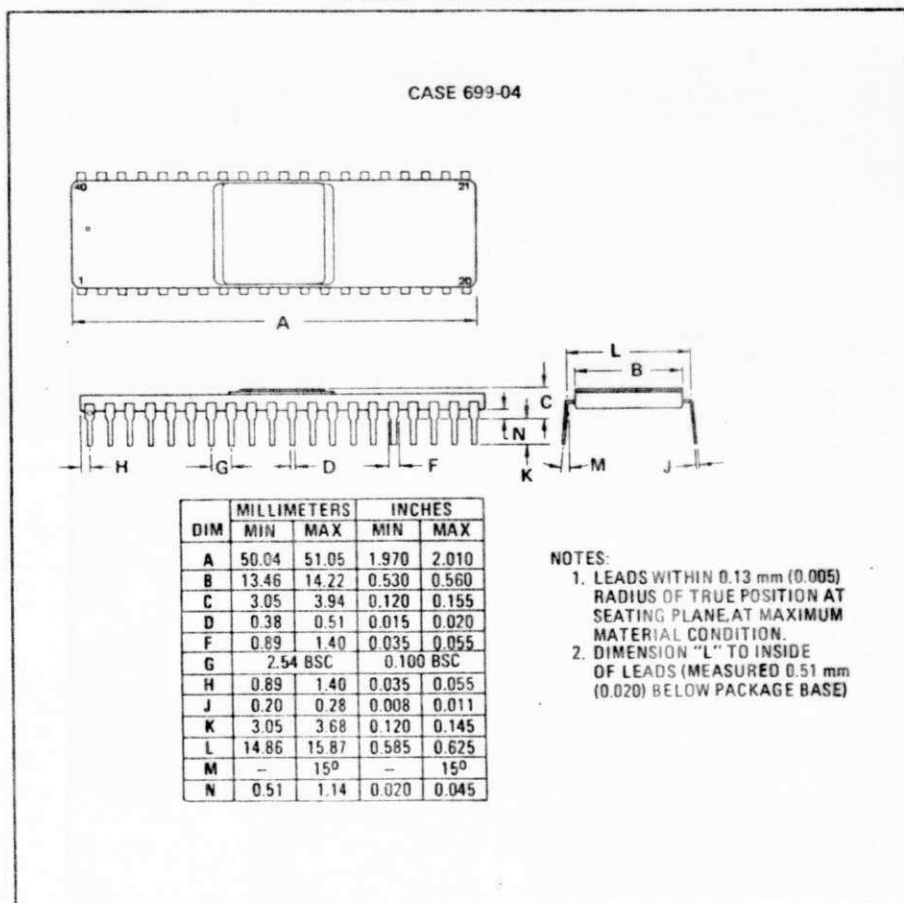
CONDITION CODE REGISTER NOTES:

- (Bit set if test is true and cleared otherwise)
- (Bit V) Test: Result = 10000000?
 - (Bit C) Test: Result = 00000000?
 - (Bit C) Test: Decimal value of most significant BCD Character greater than nine? (Not cleared if previously set.)
 - (Bit V) Test: Operand = 10000000 prior to execution?
 - (Bit V) Test: Operand = 01111111 prior to execution?
 - (Bit V) Test: Set equal to result of N⊕C after shift has occurred.
 - (Bit N) Test: Sign bit of most significant (MS) byte = 1?
 - (Bit V) Test: 2's complement overflow from subtraction of MS bytes?
 - (Bit N) Test: Result less than zero? (Bit 15 = 1)
 - (All) Load Condition Code Register from Stack. (See Special Operations)
 - (Bit I) Set when interrupt occurs. If previously set, a Non-Maskable Interrupt is required to exit the wait state.
 - (All) Set according to the contents of Accumulator A.

PIN ASSIGNMENT



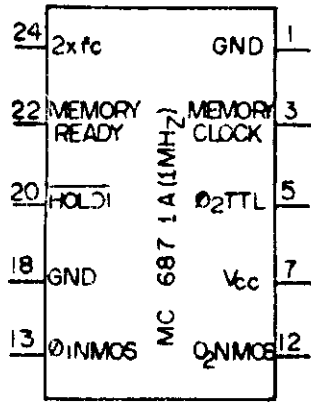
PACKAGE DIMENSIONS



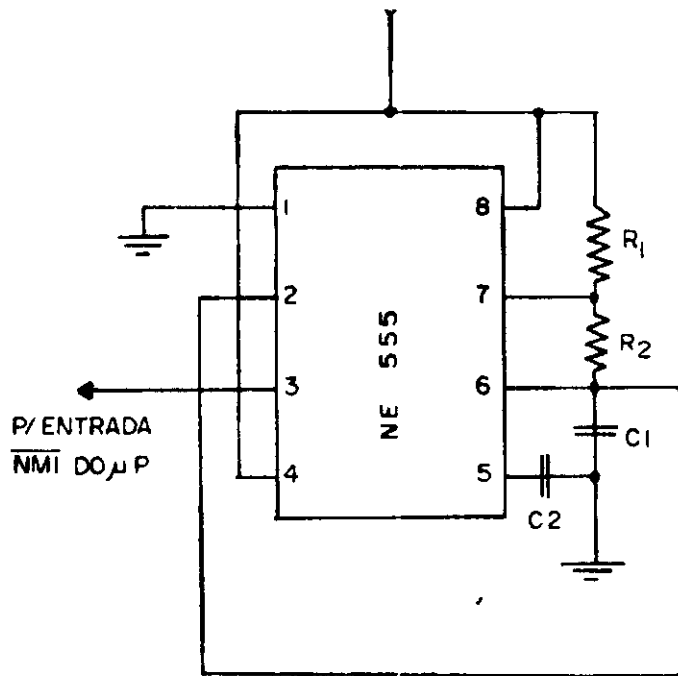
APÊNDICE VI

CIRCUITO OSC. À CRISTAL, CIRCUITO OSCILADOR (f=1Hz)

E CIRCUITO DE "RESET" AUTOMÁTICO

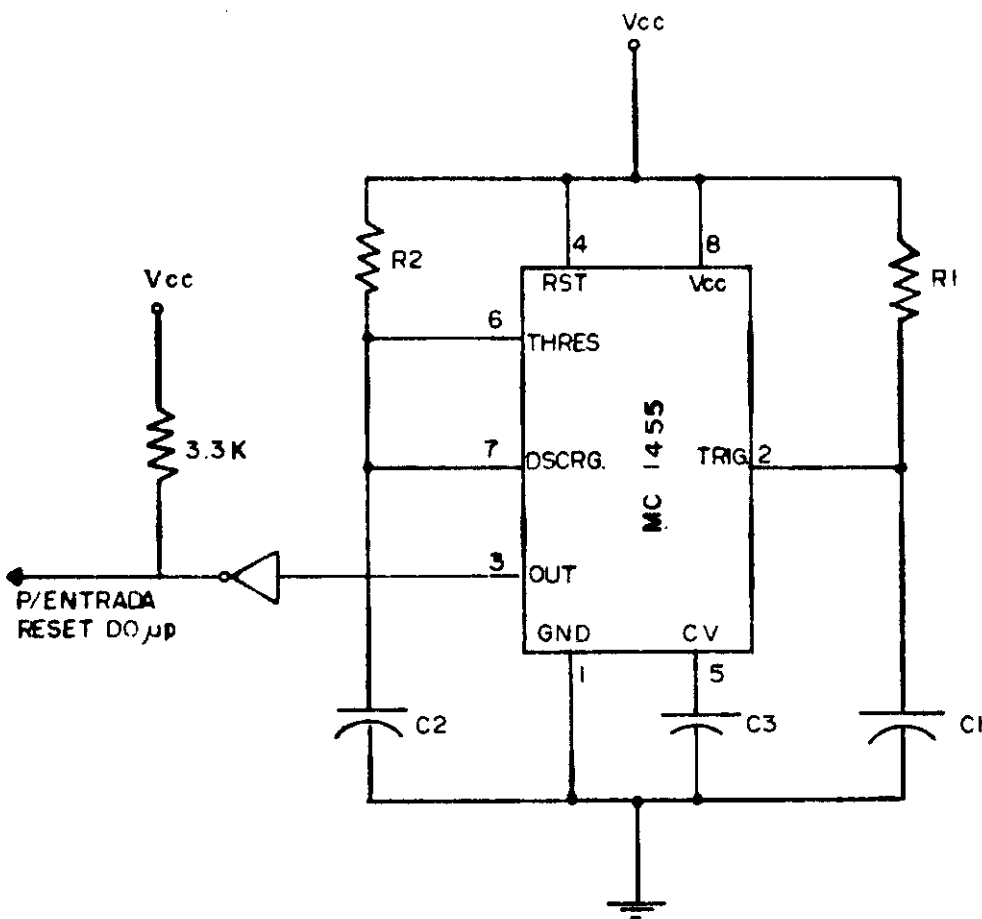


OSCILADOR A CRISTAL (f=1MHz)



$R_1 = 143 \text{ K}\Omega$
 $R_2 = 650 \text{ K}\Omega$
 $C_1 = 1 \mu\text{F}$
 $C_2 = 0,1 \mu\text{F}$

CIRCUITO OSCILADOR (f=1Hz)



$R_1 = 1 \text{ M}\Omega$
 $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$
 $C_1 = 0,1 \mu\text{F}$
 $C_2 = 0,4 \mu\text{F}$
 $C_3 = 0,1 \mu\text{F}$

CIRCUITO DE "RESET" AUTOMÁTICO

APÊNDICE VII

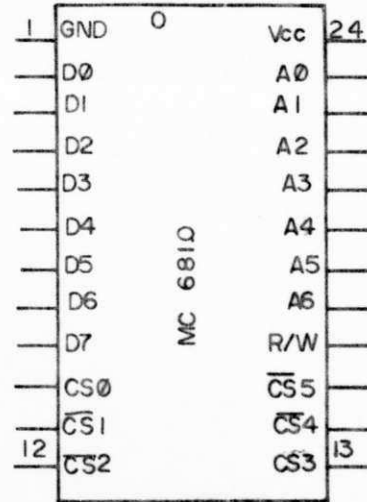
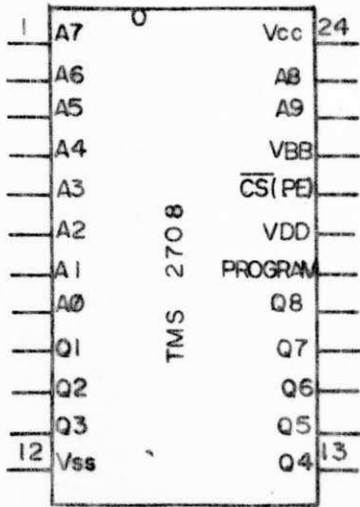
CONFIGURAÇÃO DOS PINOS DAS MEMÓRIAS TMS 2708
E MC 6810, E DECODIFICADORES 74LS 154 E 74LS 156

TMS 2708

MC 6810

EPROM - 1024 X 8 BITS

RAM ESTÁTICA - 128 X 8 BITS



$V_{ss} = \text{GND}$
 $V_{cc} = +5V_{DC}$
 $V_{DD} = +12V_{DC}$
 $V_{EE} = -5V_{DC}$

2-LINE-TO-4-LINE DECODER
OR 1-LINE-TO-4-LINE DEMULTIPLEXER

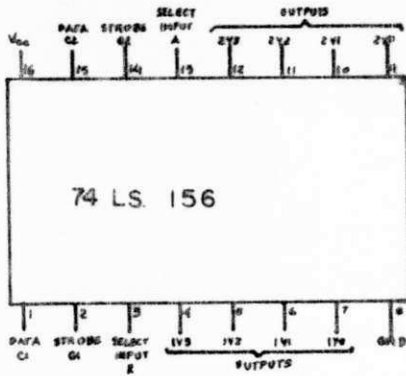
inputs				outputs			
select	strobe	data		1Y0	1Y1	1Y2	1Y3
S	A	G1	C1				
X	X	H	X	H	H	H	H
L	L	L	H	L	H	H	H
L	H	L	H	H	L	H	H
H	L	L	H	H	H	L	H
H	H	L	H	H	H	H	L
X	X	X	L	H	H	H	H

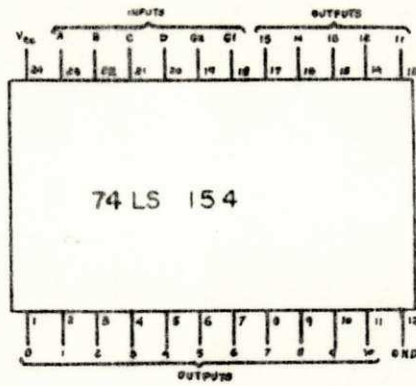
inputs				outputs			
select	strobe	data		2Y0	2Y1	2Y2	2Y3
S	A	G2	C2				
X	X	H	X	H	H	H	H
L	L	L	L	L	H	H	H
L	H	L	L	H	L	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H
H	H	L	L	L	H	H	L
X	X	X	H	H	H	H	H

3-LINE-TO-8-LINE DECODER
OR 1-LINE-TO-8-LINE DEMULTIPLEXER

inputs				outputs							
select	strobe or data			(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
C'	S	A	G'	2Y0	2Y1	2Y2	2Y3	1Y0	1Y1	1Y2	1Y3
X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H
L	H	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H
L	H	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H
H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	L

c' - inputs c1 and c2 connected together
 s - inputs s1 en s2 connected together
 H = high level, L = low level, X = don't care.



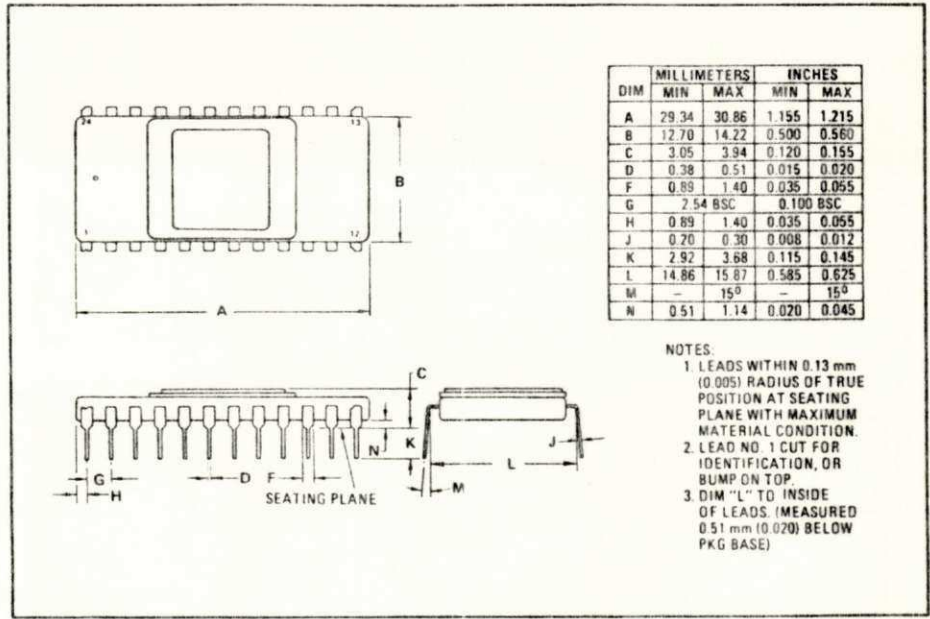
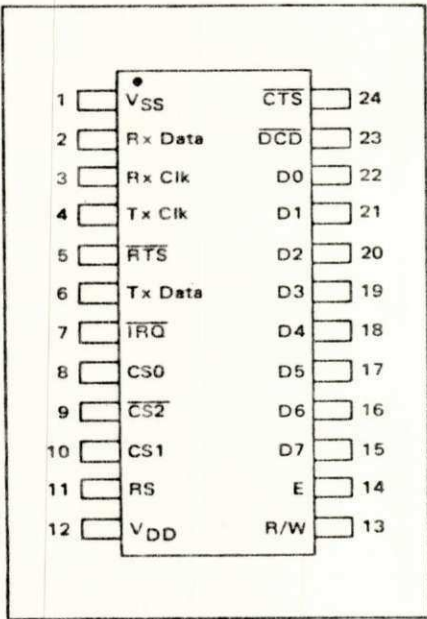
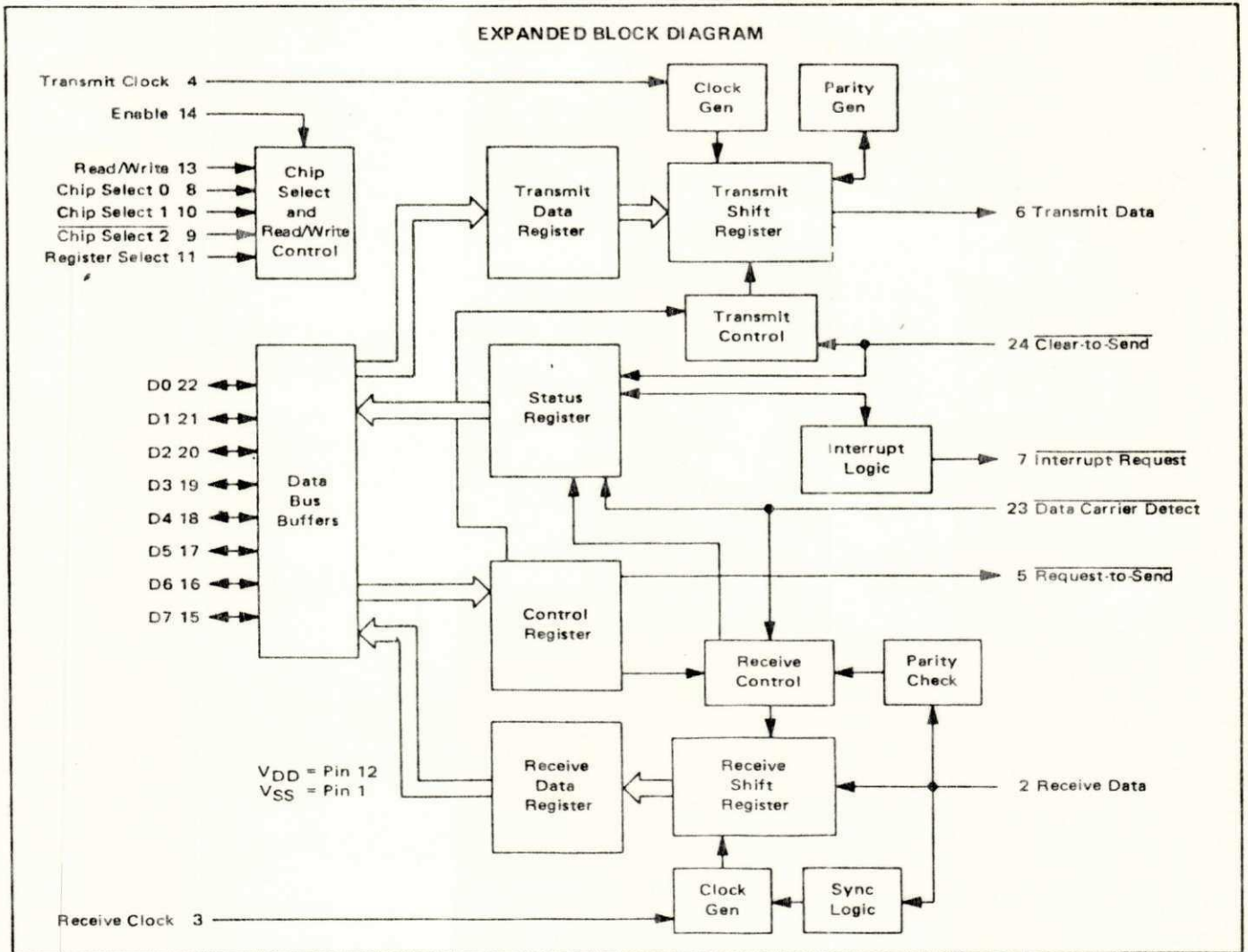


impts		outputs																				
G1	G2	D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

H= High Level, L= Low Level, X= Don't Care

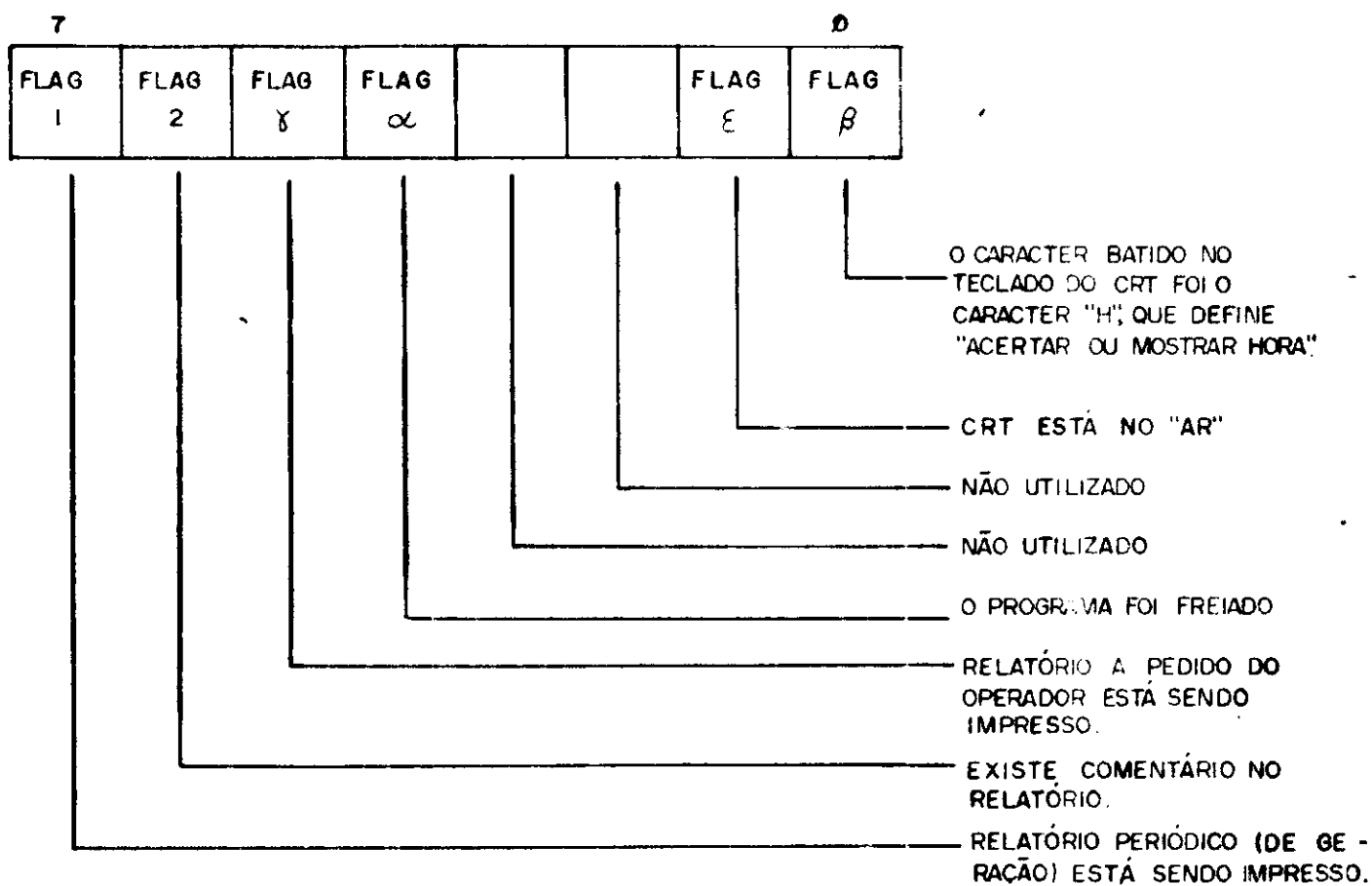
APÊNDICE VIII

CONFIGURAÇÃO DOS PINOS E ARQUITETURA INTERNA DA ACIA



APÊNDICE IX

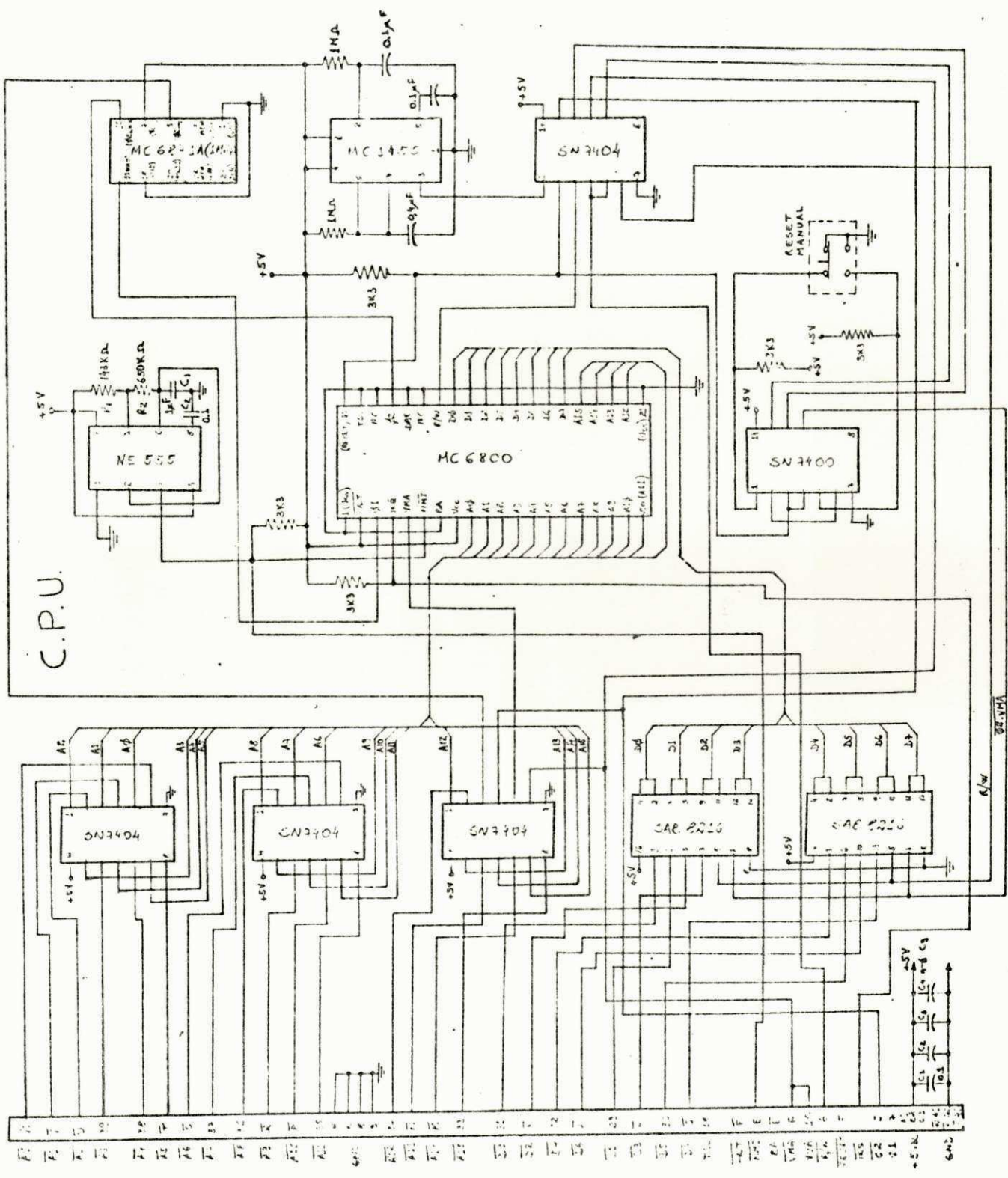
"FLAGS" UTILIZADOS NOS PROGRAMAS



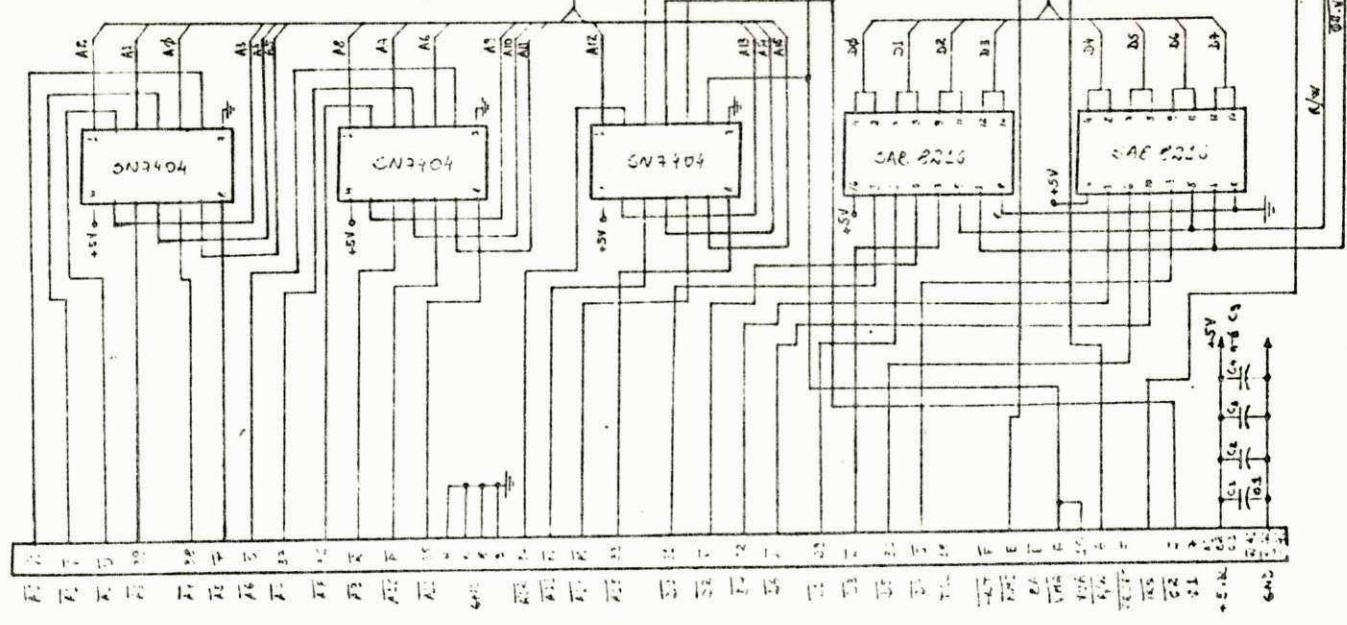
OBS.: TODOS OS "FLAG'S" SÃO ATIVOS NO ESTADO "HIGH"

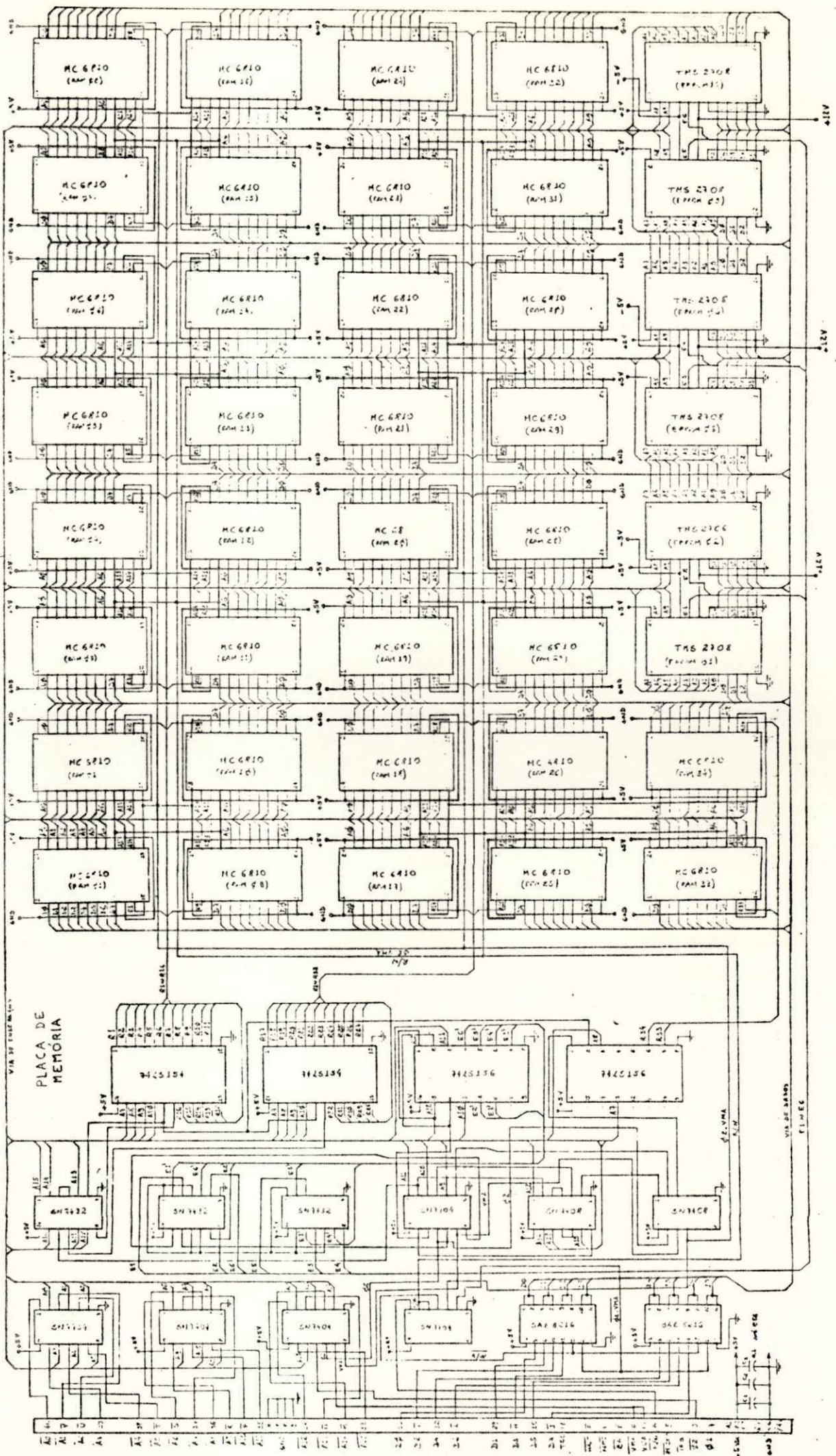
APÊNDICE X

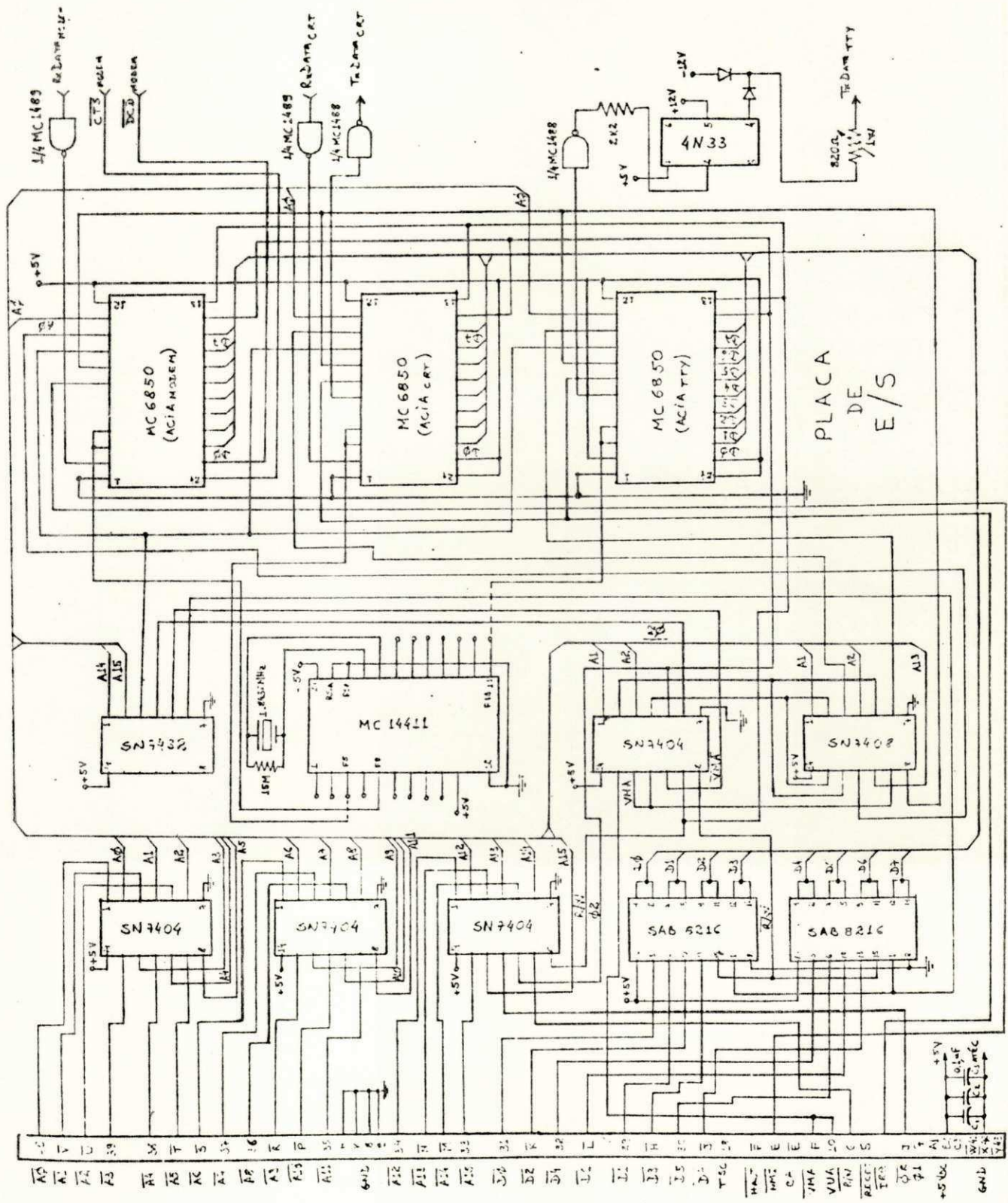
ESQUEMÁTICO DAS PLACAS DE MEMÓRIA, CPU E E/S



C.P.U.







- A0
- A1
- A2
- A3
- A4
- A5
- A6
- A7
- A8
- A9
- A10
- A11
- A12
- A13
- A14
- A15
- 6A12
- 6A13
- 6A14
- 6A15
- D0
- D1
- D2
- D3
- D4
- D5
- D6
- D7
- D8
- D9
- D10
- D11
- D12
- D13
- D14
- D15
- T0
- T1
- T2
- T3
- T4
- T5
- T6
- T7
- T8
- T9
- T10
- T11
- T12
- T13
- T14
- T15
- T16
- T17
- T18
- T19
- T20
- T21
- T22
- T23
- T24
- T25
- T26
- T27
- T28
- T29
- T30
- T31
- T32
- T33
- T34
- T35
- T36
- T37
- T38
- T39
- T40
- T41
- T42
- T43
- T44
- T45
- T46
- T47
- T48
- T49
- T50
- T51
- T52
- T53
- T54
- T55
- T56
- T57
- T58
- T59
- T60
- T61
- T62
- T63
- T64
- T65
- T66
- T67
- T68
- T69
- T70
- T71
- T72
- T73
- T74
- T75
- T76
- T77
- T78
- T79
- T80
- T81
- T82
- T83
- T84
- T85
- T86
- T87
- T88
- T89
- T90
- T91
- T92
- T93
- T94
- T95
- T96
- T97
- T98
- T99
- T100
- T101
- T102
- T103
- T104
- T105
- T106
- T107
- T108
- T109
- T110
- T111
- T112
- T113
- T114
- T115
- T116
- T117
- T118
- T119
- T120
- T121
- T122
- T123
- T124
- T125
- T126
- T127
- T128
- T129
- T130
- T131
- T132
- T133
- T134
- T135
- T136
- T137
- T138
- T139
- T140
- T141
- T142
- T143
- T144
- T145
- T146
- T147
- T148
- T149
- T150
- T151
- T152
- T153
- T154
- T155
- T156
- T157
- T158
- T159
- T160
- T161
- T162
- T163
- T164
- T165
- T166
- T167
- T168
- T169
- T170
- T171
- T172
- T173
- T174
- T175
- T176
- T177
- T178
- T179
- T180
- T181
- T182
- T183
- T184
- T185
- T186
- T187
- T188
- T189
- T190
- T191
- T192
- T193
- T194
- T195
- T196
- T197
- T198
- T199
- T200
- T201
- T202
- T203
- T204
- T205
- T206
- T207
- T208
- T209
- T210
- T211
- T212
- T213
- T214
- T215
- T216
- T217
- T218
- T219
- T220
- T221
- T222
- T223
- T224
- T225
- T226
- T227
- T228
- T229
- T230
- T231
- T232
- T233
- T234
- T235
- T236
- T237
- T238
- T239
- T240
- T241
- T242
- T243
- T244
- T245
- T246
- T247
- T248
- T249
- T250
- T251
- T252
- T253
- T254
- T255
- T256
- T257
- T258
- T259
- T260
- T261
- T262
- T263
- T264
- T265
- T266
- T267
- T268
- T269
- T270
- T271
- T272
- T273
- T274
- T275
- T276
- T277
- T278
- T279
- T280
- T281
- T282
- T283
- T284
- T285
- T286
- T287
- T288
- T289
- T290
- T291
- T292
- T293
- T294
- T295
- T296
- T297
- T298
- T299
- T300
- T301
- T302
- T303
- T304
- T305
- T306
- T307
- T308
- T309
- T310
- T311
- T312
- T313
- T314
- T315
- T316
- T317
- T318
- T319
- T320
- T321
- T322
- T323
- T324
- T325
- T326
- T327
- T328
- T329
- T330
- T331
- T332
- T333
- T334
- T335
- T336
- T337
- T338
- T339
- T340
- T341
- T342
- T343
- T344
- T345
- T346
- T347
- T348
- T349
- T350
- T351
- T352
- T353
- T354
- T355
- T356
- T357
- T358
- T359
- T360
- T361
- T362
- T363
- T364
- T365
- T366
- T367
- T368
- T369
- T370
- T371
- T372
- T373
- T374
- T375
- T376
- T377
- T378
- T379
- T380
- T381
- T382
- T383
- T384
- T385
- T386
- T387
- T388
- T389
- T390
- T391
- T392
- T393
- T394
- T395
- T396
- T397
- T398
- T399
- T400
- T401
- T402
- T403
- T404
- T405
- T406
- T407
- T408
- T409
- T410
- T411
- T412
- T413
- T414
- T415
- T416
- T417
- T418
- T419
- T420
- T421
- T422
- T423
- T424
- T425
- T426
- T427
- T428
- T429
- T430
- T431
- T432
- T433
- T434
- T435
- T436
- T437
- T438
- T439
- T440
- T441
- T442
- T443
- T444
- T445
- T446
- T447
- T448
- T449
- T450
- T451
- T452
- T453
- T454
- T455
- T456
- T457
- T458
- T459
- T460
- T461
- T462
- T463
- T464
- T465
- T466
- T467
- T468
- T469
- T470
- T471
- T472
- T473
- T474
- T475
- T476
- T477
- T478
- T479
- T480
- T481
- T482
- T483
- T484
- T485
- T486
- T487
- T488
- T489
- T490
- T491
- T492
- T493
- T494
- T495
- T496
- T497
- T498
- T499
- T500
- T501
- T502
- T503
- T504
- T505
- T506
- T507
- T508
- T509
- T510
- T511
- T512
- T513
- T514
- T515
- T516
- T517
- T518
- T519
- T520
- T521
- T522
- T523
- T524
- T525
- T526
- T527
- T528
- T529
- T530
- T531
- T532
- T533
- T534
- T535
- T536
- T537
- T538
- T539
- T540
- T541
- T542
- T543
- T544
- T545
- T546
- T547
- T548
- T549
- T550
- T551
- T552
- T553
- T554
- T555
- T556
- T557
- T558
- T559
- T560
- T561
- T562
- T563
- T564
- T565
- T566
- T567
- T568
- T569
- T570
- T571
- T572
- T573
- T574
- T575
- T576
- T577
- T578
- T579
- T580
- T581
- T582
- T583
- T584
- T585
- T586
- T587
- T588
- T589
- T590
- T591
- T592
- T593
- T594
- T595
- T596
- T597
- T598
- T599
- T600
- T601
- T602
- T603
- T604
- T605
- T606
- T607
- T608
- T609
- T610
- T611
- T612
- T613
- T614
- T615
- T616
- T617
- T618
- T619
- T620
- T621
- T622
- T623
- T624
- T625
- T626
- T627
- T628
- T629
- T630
- T631
- T632
- T633
- T634
- T635
- T636
- T637
- T638
- T639
- T640
- T641
- T642
- T643
- T644
- T645
- T646
- T647
- T648
- T649
- T650
- T651
- T652
- T653
- T654
- T655
- T656
- T657
- T658
- T659
- T660
- T661
- T662
- T663
- T664
- T665
- T666
- T667
- T668
- T669
- T670
- T671
- T672
- T673
- T674
- T675
- T676
- T677
- T678
- T679
- T680
- T681
- T682
- T683
- T684
- T685
- T686
- T687
- T688
- T689
- T690
- T691
- T692
- T693
- T694
- T695
- T696
- T697
- T698
- T699
- T700
- T701
- T702
- T703
- T704
- T705
- T706
- T707
- T708
- T709
- T710
- T711
- T712
- T713
- T714
- T715
- T716
- T717
- T718
- T719
- T720
- T721
- T722
- T723
- T724
- T725
- T726
- T727
- T728
- T729
- T730
- T731
- T732
- T733
- T734
- T735
- T736
- T737
- T738
- T739
- T740
- T741
- T742
- T743
- T744
- T745
- T746
- T747
- T748
- T749
- T750
- T751
- T752
- T753
- T754
- T755
- T756
- T757
- T758
- T759
- T760
- T761
- T762
- T763
- T764
- T765
- T766
- T767
- T768
- T769
- T770
- T771
- T772
- T773
- T774
- T775
- T776
- T777
- T778
- T779
- T780
- T781
- T782
- T783
- T784
- T785
- T786
- T787
- T788
- T789
- T790
- T791
- T792
- T793
- T794
- T795
- T796
- T797
- T798
- T799
- T800
- T801
- T802
- T803
- T804
- T805
- T806
- T807
- T808
- T809
- T810
- T811
- T812
- T813
- T814
- T815
- T816
- T817
- T818
- T819
- T820
- T821
- T822
- T823
- T824
- T825
- T826
- T827
- T828
- T829
- T830
- T831
- T832
- T833
- T834
- T835
- T836
- T837
- T838
- T839
- T840
- T841
- T842
- T843
- T844
- T845
- T846
- T847
- T848
- T849
- T850
- T851
- T852
- T853
- T854
- T855
- T856
- T857
- T858
- T859
- T860
- T861
- T862
- T863
- T864
- T865
- T866
- T867
- T868
- T869
- T870
- T871
- T872
- T873
- T874
- T875
- T876
- T877
- T878
- T879
- T880
- T881
- T882
- T883
- T884
- T885
- T886
- T887
- T888
- T889
- T890
- T891
- T892
- T893
- T894
- T895
- T896
- T897
- T898
- T899
- T900
- T901
- T902
- T903
- T904
- T905
- T906
- T907
- T908
- T909
- T910
- T911
- T912
- T913
- T914
- T915
- T916
- T917
- T918
- T919
- T920
- T921
- T922
- T923
- T924
- T925
- T926
- T927
- T928
- T929
- T930
- T931
- T932
- T933
- T934
- T935
- T936
- T937
- T938
- T939
- T940
- T941
- T942
- T943
- T944
- T945
- T946
- T947
- T948
- T949
- T950
- T951
- T952
- T953
- T954
- T955
- T956
- T957
- T958
- T959
- T960
- T961
- T962
- T963
- T964
- T965
- T966
- T967
- T968
- T969
- T970
- T971
- T972
- T973
- T974
- T975
- T976
- T977
- T978
- T979
- T980
- T981
- T982
- T983
- T984
- T985
- T986
- T987
- T988
- T989
- T990
- T991
- T992
- T993
- T994
- T995
- T996
- T997
- T998
- T999
- T1000

BIBLIOGRAFIA

01. BARRETO DE MELO, P.R. - Relatório Final de Estágio Supervisionado na CHESF, DEE-CCT-UFPb, fevereiro, 1978.
02. CARLSON, A.B. - Communication Systems, McGraw-Hill, 1975.
03. CHESF - Despacho Central Recife - Relatório da Companhia Hidroelétrica do São Francisco, Diretoria de Operação, Departamento de Movimento de Energia, 1979.
04. DAVIES, D. & BARBER, D. - Communication Networks for computers, Wiley, 1973.
05. ELIAS, M. - Multiplexação Dinâmica por Divisão de Tempo, Tese de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, Junho, 1980.
06. GIOZZA, W. F. - Multiplex Digital por Divisão em Códigos Cíclicos, Tese de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, Maio, 1979.
07. HAPP, H. H. - An Overview of Short and Long Range Operations Planning Functions in Power Systems, International Symposium "Computerized Operation of Power Systems" (COPUS'75), August, 1975, São Carlos, S.P., Brazil.
08. HILBURN, J.L. & JULICH, P.N. - Microcomputers / Microprocessors: Hardware, Software and Applications, Prentice - Hall, 1976.
09. LESEA, A. & ZAKS, R. - Microprocessor Interfacing Techniques, Sibex Inc, 1978.

10. LIN, S. - An Introduction to Error - Correcting Codes, Prentice - Hall, New Jersey, 1970.
11. MARTIN, J. - Systems Analysis for Data Transmission, Prentice - Hall, 1972.
12. Microprocessor Applications Manual - By MOTOROLA Semiconductor Products Ins, 1975.
13. Microprocessor Devices - Data Book - By Siemens, 1976/1977.
14. Microprocessor Programming Manual - By MOTOROLA Semiconductor Products Inc, 1975.
15. MILLMAN, J. & HALKIAS, C. - Integrated Electronics: Analog and Digital Circuits and Systems, McGraw-Hill, 1972.
16. PEATMAN, J. B. - Microcomputer - Based Design, McGraw-Hill, 1977.
17. PETERSON, W.W. & WELDON Jr., E.J. - Error - Correcting Codes, the MIT PRESS, Cambridge, Massachusetts, 1972.
18. QUEIROS VIEIRA, M.F. - Taxímetro Digital, Tese de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, Janeiro, 1978.
19. ROCHA NETO, I. - Aplicação de um Multiplex Inteligente em Controle Supervisório, Anais do 2º Congresso da Sociedade Brasileira de Automática, Florianópolis, 1978.
20. SAVULESCU, S.C. - Computerized Operation of Power Systems, Elsevier, 1976.
21. SILVA, G. & BARRADAS, O. - Sistemas Radiovisibilidade, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1978.

22. SOUCEK, B. - Microprocessors and Microcomputers, Wiley, 1976.
23. Systems Reference and Data Sheets - By MOTOROLA Semiconductor Products Inc, 1975.
24. TELETTRA - Sistema de Telesupervisão TIC - Multiplex à Divisão de Tempo, TELETTRA do Brasil.
25. The MOS Memory Data Book - By Texas Instruments, 1978.
26. ZUFFO, J.A. - Fundamentos da Arquitetura e Organização dos Microprocessadores, Edgard Blücher, 1978.