

BENEDITO GUIMARÃES AGUIAR NETO

MULTIPLEX ADAPTATIVO POR DIVISÃO EM CÓDIGOS COM CONTROLE HÍBRIDO DE ERROS ARQ/FEC

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, 30 de janeiro de 1982.

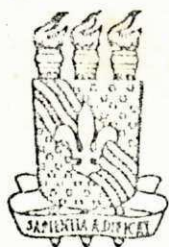


A282m Aguiar Neto, Benedito Guimarães.
 Multiplex adaptativo por divisão em códigos com controle
 híbrido de erros Arq/Fec / Benedito Guimarães Aguiar Neto.
 - Campina Grande, 1982.
 160 f.

 Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade
 Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1982.
 "Orientação: Prof. Dr. Ivan Rocha Neto".
 Referências.

 1. Sistema de Multiplexação. 2. Sistemas de Comunicação.
 3. Controle Híbrido de Erros. 4. Multiplexação Digital. 5.
 Ciências - Dissertação. I. Rocha Neto, Ivan. II.
 Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III.
 Título

CDU 004.312.24(043)



CPgEE/CCT-UFPB

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

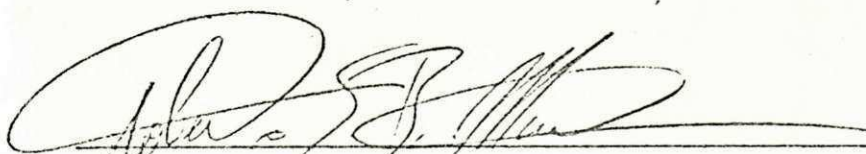
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO
BENEDITO GUIMARÃES AGUIAR NETO

TÍTULO: "Multiplex Adaptativo por Divisão em Códigos com Controle Híbrido de Erros".

CONCEITO: APROVADO COM DISTINÇÃO

COMISSÃO EXAMINADORA:


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


PROF. JOBERTO SÉRGIO BARBOSA MARTINS - M.Sc


PROF. GURDIP SINGH DEEP - Ph.D


PROF. JOSÉ HOMERO FEITOSA CAVALCANTI - M.Sc

Campina Grande, 04 de fevereiro de 1982.

Aos meus Pais.

À minha esposa Virginia
e ao meu filho Cristhiano,
dedico este trabalho.

Os que com lágrimas se-
meiam com júbilo ceifa-
rão. Quem sai andando
e chorando enquanto se
meia voltará com júbilo
trazendo os seus feixes.

(Salmos 126: 5,6)

AGRADECIMENTOS

Aos professores Dr. Ivan Rocha Neto e Joberto Sérgio Barbosa Martins, os mais sinceros agradecimentos pelo incentivo, apoio e amizade demonstrados na orientação deste trabalho. Ainda ao Prof. José Homero F. Cavalcanti pela ajuda prestada no desenvolvimento do Software.

ABSTRACT

This thesis presents the hardware and software implementation of a Coding Division Multiplexing System with hybrid error control. An adaptative exchange of channel capacity and error control capability is used in order to avoid the allocation of extra redundant bits. A greater NDT with respect to ARQ systems and a greater reliability with respect to FEC systems is achieved. A walsh function variable redundant code is used.

The hardware and software details together with the theoretical conception and results obtained for the system are presented.

RESUMO

Este trabalho apresenta a implementação em "Hardware" e "Software" de um sistema de multiplexação por Divisão em Códigos com Controle Híbrido de Erros. É feita uma troca adaptativa da capacidade de canal por capacidade de controle de erros, de modo a evitar-se alocações extras no tempo de transmissão. É obtido um sistema com maior NDT que um sistema ARQ e maior confiabilidade que um sistema FEC. É utilizado um código de redundância variável baseado nas funções de Walsh.

É apresentada uma descrição do "hardware" e "software" juntamente com a concepção teórica do sistema e resultados obtidos.

ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO -----	01
CAPÍTULO II - MULTIPLEXAÇÃO DIGITAL -----	04
2.1 - Introdução -----	04
2.2 - Multiplexação por Divisão em Frequência -----	06
2.3 - Multiplexação por Divisão em Tempo -----	08
2.3.1 - Multiplexação por Divisão em Tempo <u>S</u> ín- crons -----	10
2.3.2 - Multiplexação por Divisão em Tempo <u>A</u> s- síncrons -----	11
2.4 - Multiplexação por Divisão em Códigos -----	13
CAPÍTULO III - CONTROLE DE ERROS -----	16
3.1 - Introdução -----	16
3.2 - Considerações sobre Códigos -----	17
3.2.1 - Proteção da Informação -----	17
3.2.2 - Considerações sobre Códigos-Bloco <u>L</u> i- neares -----	18
3.2.3 - Capacidade de Detecção e/ou Correção de Erros -----	20
3.2.4 - Eficiência de Códigos-Bloco -----	22
3.3 - Técnicas de Controle de Erros -----	23
3.3.1 - Correção por Retransmissão - ARQ -----	23
3.3.1.1 - Sistemas Transmite-e-Espera	25
3.3.1.2 - Sistemas Contínuos -----	27
i) Sistemas "GO-BACK-N" --	28
ii) Sistemas Seletivos ----	30
3.3.2 - Correção Direta - FEC -----	31
3.3.3 - ARQ versus FEC -----	32

CAPÍTULO IV - MULTIPLEX ADAPTATIVO POR DIVISÃO EM CÔDIGOS COM CONTROLE HÍBRIDO DE ERROS	
ARQ/FEC -----	34
4.1 - Introdução -----	34
4.2 - Processo Utilizado para Codificação e Decodificação -----	35
4.2.1 - Codificação -----	35
4.2.2 - Decodificação -----	38
4.3 - Controle Híbrido de Erros -----	43
4.4 - Descrição Geral do Sistema Proposto -----	47
4.5 - Descrição Geral do Funcionamento e Operação do Centro -----	51
4.6 - Descrição Geral do Funcionamento e Operação da Remota -----	54
 CAPÍTULO V - CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DO HARDWARE	
5.1 - Introdução -----	57
5.2 - Arquitetura do Sistema -----	58
5.2.1 - Unidade Central de Processamento --	61
5.2.1.1 - O Microprocessador -----	61
5.2.1.2 - Circuito de "Clock" -----	63
5.2.1.3 - Circuito de Auto-Reset --	64
5.2.1.4 - Interface das Vias -----	64
5.3 - Unidade de Memória -----	64
5.4 - Interface de Entrada e Saída (E/S) -----	68
5.4.1 - Interface Paralela -----	68
5.4.2 - Interface Serial -----	69
5.5 - Interface de Linha -----	72

CAPÍTULO VI - CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DO SOFTWARE -----	75
6.1 - Introdução -----	75
6.2 - Descrição do "Software" da Remota -----	76
6.2.1 - Programa de Controle (PGCONT) -----	77
6.2.2 - Subrotina de Inicialização (INICIO)-	78
6.2.3 - Subrotina de Identificação do Siste- ma (MUXADP) -----	78
6.2.4 - Subrotina de Transmissão de Tabela (TRXTAB) -----	79
6.2.5 - Subrotina de Detecção de Sincronismo (DETSIN) -----	79
6.2.6 - Subrotina de Transmissão de Sinaliza- ção para Terminal (TXSNLZ) -----	79
6.2.7 - Subrotina que Inicializa Contador de "Frame" (INCONT) -----	79
6.2.8 - Programa de Recepção de Atividade <u>I</u> nicial (ESPA TV) -----	80
6.2.9 - Subrotina de Recepção de Atividade (RXATVD) -----	80
6.2.10- Programa que Testa Paridade (TSTPAR)	81
6.2.11- Subrotina de Transmissão de Caracter (TRXCHT) -----	81
6.2.12- Subrotina de Transmissão de Controle (TRXCNT) -----	81
6.2.13- Subrotina de Transmissão de Sincro - nismo (TXSINC) -----	82
6.2.14- Subrotina de Retransmissão de Coman- do (RTXCNT) -----	82
6.2.15- Programa de Contagem de "Frame" (CTFRME) -----	82
6.2.16- Subrotina de Transmissão de Dados (TXDADO) -----	83

6.2.17 - Programa de Recepção de Comandos (RXCOMA) -----	83
6.2.18 - Programa de Identificação de Coman- do (IDFCOM) -----	84
6.2.19 - Programa de Atendimento a um $\overline{\text{IRQ}}$ (ATDIRQ) -----	84
6.2.20 - Subrotina de Decodificação de Coman- do (DCDCOM) -----	85
6.2.21 - Programa de Atendimento a um ARQ (ATDARQ) -----	85
6.2.22 - Programa de Codificação de Dados (CDFDAD) -----	86
6.3 - Descrição do "Software" do Centro -----	86
6.3.1 - Programa de Entrada de Atividade I- nicial (ENATVI) -----	102
6.3.2 - Programa de Entrada de Atividade (ENTATV) -----	102
6.3.3 - Programa de Espera de Reconhecimento de Atividade (ESPACK) -----	102
6.3.4 - Subrotina de Pedido de Retransmissão de Controle (RTXCNT) -----	103
6.3.5 - Programa de Entrada de Comando (ENTCOM) -----	103
6.3.6 - Programa de Atendimento a um $\overline{\text{NMI}}$ (ATDNMI) -----	104
6.3.7 - Subrotina de Entrada de Endereços (ENTEND) -----	104
6.3.8 - Subrotina de Codificação de Comandos (CDFCOM) -----	104
6.3.9 - Subrotina de Transmissão de Comandos (TRXCOM) -----	104
6.3.10 - Programa de Atendimento a um $\overline{\text{IRQ}}$ (ATDIRQ) -----	105

6.3.11 - Programa de Identificação de Controle (IDFCNT) -----	105
6.3.12 - Programa de Identificação de Caracter (IDFCHT) -----	105
6.3.13 - Subrotina de Pedido de Retransmissão de Dados (PEDARQ) -----	106
6.3.14 - Programa de Decodificação de Dados (DCDADO) -----	106
6.4 - Endereços Especiais do Centro e Remota -----	117
CAPÍTULO VII - COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES -----	120
BIBLIOGRAFIA -----	124
APÊNDICE I - DIAGRAMAS DOS CIRCUITOS	
A I.1 - Circuitos da UCP	
A I.2 - Circuitos da Unidade de Memória	
A I.3 - Circuitos das Interfaces de E/S e de Linha	
APÊNDICE II - LISTAGEM DO "SOFTWARE"	
A II.1 - Software da Remota	
A II.2 - Software do Centro	

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

No dimensionamento de sistemas de comunicações de dados, dentre os diversos fatores a serem considerados, destacam-se: economia, eficiência e confiabilidade. A economia é um fator de bastante peso no dimensionamento do sistema e quase sempre, existe um compromisso considerável com relação à eficiência e à confiabilidade. No que diz respeito à economia, o uso de técnicas de multiplexação, em sistemas onde tem-se vários terminais remotos e um processador, tem despertado bastante interesse. De uma maneira geral, a economia é obtida, por transmitir-se vários sinais independentes em um único canal de comunicação. A eficiência quanto à utilização dos meios de comunicação disponíveis, tem sido também, objeto de interesse. Desta forma, esforços têm sido empreendidos no sentido de possibilitar novos métodos de compressão de dados, incluindo o desenvolvimento de vários métodos de interpolação de voz, para diminuir a demanda de capacidade de canal por usuário. Neste aspecto, os sistemas convencionais de multiplexação, por divisão em frequência e por divisão em tempo determinísticos, são ineficientes para aplicações onde as fontes de informação são tipicamente inativas, pois os intervalos reservados aos canais inativos estarão ociosos. Portanto, tem-se que a NDT ("Net Data

Throughput" - NDT) nesses sistemas são bem menores que as capacidades de canal disponíveis. Ainda mais, na maioria das aplicações em comunicações de dados, exige-se o emprego de controle de erros sobre a informação, de tal maneira, que se possa assegurar uma determinada confiabilidade sobre as informações transmitidas. A incorporação de técnicas de controle de erros levam também, a uma redução da NDT.

A inatividade pode, entretanto, ser utilizada tanto para um aumento de NDT quanto para um aumento de confiabilidade. Há basicamente duas formas de aproveitamento da inatividade das fontes de informação que compartilham um único meio de comunicação, através de um sistema de multiplexação: Alocação Dinâmica de Capacidade de Canal, através de um Sistema Estatístico de Multiplexação por Divisão em Tempo ou Troca de Capacidade de Canal por Capacidade de Correção de Erros através de um Sistema de Multiplexação por Divisão em Códigos. Estas duas formas de aproveitamento da inatividade têm sido pesquisadas e sistemas têm sido propostos e/ou desenvolvidos (Rocha Neto, I., - 1975), (Vilar França, R.M. - 1978), (Giozza, W.F., - 1979), (Morais, M.E.- 1980), (Camelo, M.F. e Rocha Neto, I. - 1981).

Este trabalho apresenta a concepção e desenvolvimento de um multiplex por divisão em códigos (MDC), com um controle híbrido de erros ARQ/FEC (Automatic Repeat Request/ Forward Error Correction).

Na maioria das aplicações em sistemas de comunicações de dados deseja-se uma alta confiabilidade, associada a uma alta NDT. Entretanto, estes objetivos são conflitantes, pois à medida que aumenta-se a confiabilidade, ou seja, a capacidade de controle de erros, decresce a NDT do sistema, pois esta confiabilidade é conseguida através de aumento na redundância introduzida.

Este trabalho apresenta a concepção e desenvolvimento

to de um sistema de multiplexação por divisão em códigos, on de através de um controle híbrido de erros ARQ/FEC (Automatic Repeat Request / Forward Error Correction), pode-se obter um sistema com maior NDT que um sistema ARQ, e maior confiabilidade que um sistema FEC isoladamente. O sistema desenvolvido, utiliza um novo código de redundância variável, baseado nas funções de Walsh (Camelo, M.F. e Rocha Neto, I. - 1981).

O sistema foi implementado a microprocessador (MC 6800 - Motorola), devido à grande flexibilidade que este oferece. Tem-se um sistema de comunicação "full-duplex" no modo síncrono, onde dados são transmitidos de uma estação Remota a um Centro. Do Centro à estação Remota são transmitidos coman dos que são executados em tempo real.

O segundo capítulo deste trabalho apresenta comentá rios sobre a importância do uso da técnica de multiplexação e concentração e várias técnicas de multiplexação existentes. No terceiro capítulo tem-se algumas considerações sobre os códi gos-bloco lineares e técnicas de controle de erros. No quar to capítulo é apresentado o sistema MDC, com controle híbrido de erros e feita uma descrição geral do seu processo de opera ção e funcionamento. No quinto capítulo é descrita a implemen tação do hardware do sistema. No sexto capítulo é apresenta da a implementação do Software do sistema. Por fim, no séti mo capítulo são feitos comentários gerais sobre o sistema de senvolvido e apresentadas sugestões sobre a continuidade des ta pesquisa.

CAPÍTULO II

MULTIPLEXAÇÃO DIGITAL

2.1 - INTRODUÇÃO

O alto custo das linhas de comunicações é, atualmente, um dos maiores problemas na implementação de uma rede de comunicação de dados. Quando tem-se um computador central e deseja-se interligá-lo a vários terminais distantes, a interligação direta pode ser inviável, pois o custo dos cabos pode não compensar este tipo de ligação. E ainda mais, se a distância é considerável, a principal vantagem desta ligação pode ser perdida, pois teremos limitações quanto à velocidade de transmissão da informação, caindo portanto a eficiência do sistema. Outro aspecto a ser considerado é o fato de que a atividade média de cada um dos terminais, normalmente é excessivamente baixa. Embora a atividade média de um terminal dependa do tipo de sistema, uma carga normal pode ser considerada como oriunda de 10 a 20% dos terminais (Tarouco - 1977).

Uma técnica que é comumente utilizada com vistas à utilização de apenas um meio de comunicação, para a transmissão de informação de vários canais independentes é a MULTIPLE

XAÇÃO ou CONCENTRAÇÃO.

A multiplexação é caracterizada pelo fato de possuir uma capacidade de transmissão de informação do canal de saída maior ou igual à soma das capacidades dos canais de entrada do multiplex. Considerando C a taxa de transmissão do canal de saída e c_i a taxa dos canais de entrada tem-se:

$$C \geq \sum_{i=1}^n c_i$$

A concentração se dá quando a soma das capacidades dos canais de entrada pode exceder à soma da capacidade de transmissão de informação do canal de saída. Nos concentradores é utilizado um processo de gerência da taxa de informação dos canais de entrada, de forma a possibilitar um armazenamento das informações antes de enviá-las, toda vez que esta taxa ultrapassar a da saída. O dimensionamento da capacidade de saída é decorrente da estatística de atividade dos canais de entrada. Para o concentrador tem-se:

$$C \leq \sum_{i=1}^n c_i$$

Um concentrador aproveita o tempo ocioso de um sistema convencional de MDT decorrente dos possíveis canais inativos, elevando desta forma a eficiência do sistema.

Existem vários métodos de multiplexação. A utilização deste ou daquele método está relacionada com os objetivos do sistema a ser implementado, apresentando-se, o custo, considerações sobre capacidade de canal, considerações sobre controle de erros e eficiência de uma maneira geral, como fatores que determinam a escolha.

De uma forma geral pode-se dividir os tipos de mul

tiplexação em dois tipos (Vilar França, R. - 1978):

1 - *Multiplexação por Divisão Ortogonal - MDO*

Baseia-se na ortogonalidade de conjuntos de funções para obter a reversibilidade do processo.

2 - *Multiplexação por Divisão em Códigos - MDC*

São todos os tipos de multiplexação que não utilizam da ortogonalidade de conjuntos de funções para obter a reversibilidade.

Dentre os tipos de MDO, serão discutidos apenas os tipos mais comuns, quais sejam:

1 - MULTIPLEXAÇÃO POR DIVISÃO EM FREQUÊNCIA - MDF

2 - MULTIPLEXAÇÃO POR DIVISÃO EM TEMPO SÍNCRONO - MDTs

3 - MULTIPLEXAÇÃO POR DIVISÃO EM TEMPO ASSÍNCRONO - MDTA

2.2 - MULTIPLEXAÇÃO POR DIVISÃO EM FREQUÊNCIA - MDF

A multiplexação por divisão em frequência se constitui em um dos métodos mais comuns ainda hoje e foi o primeiro método a ser utilizado. Neste método, os vários sinais são alocados em faixas de frequência bem definidas, dentro do espectro de frequência do canal de transmissão. Há necessidade da existência de um espaçamento entre cada canal com vistas a evitar-se possíveis interferências por superposição de canais. Estas surgem devido às não-linearidades nos diversos ampli-

canais produzindo distorção harmônica pela multiplexação de frequência. A alocação dos diversos canais ao longo do canal de transmissão é mostrada na fig. 2.1. O espaçamento entre os canais é representado por F_G (Faixa de Guarda).

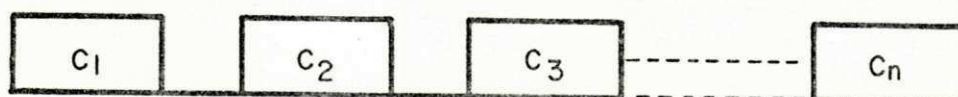


Fig. 2.1 - Alocação de canais em um sistema MDF.

A existência da faixa de guarda (F_G) leva a uma limitação quanto à eficiência em um sistema MDF. Tipicamente temos uma baixa utilização da faixa disponível do canal de transmissão (Doll - 1972).

Com relação ao aspecto prático nos sistemas MDF uma das grandes desvantagens, é o custo da implementação dos circuitos, principalmente quando o número de canais aumenta, pois é necessário gerar portadoras diferentes para cada canal. Ainda mais, cada canal utiliza uma faixa de frequência diferente sendo, portanto, necessário um projeto diferente de filtro passa faixa para cada canal (Lathi - 1979). Uma das vantagens dos sistemas MDF é a relativa facilidade de inserir-se ou desviar-se determinados canais dentro do canal de transmissão. Isto se apresenta bastante atrativo em redes multiponto (Smith - 1976).

O diagrama de blocos de um sistema MDF é ilustrado na fig. 2.2.

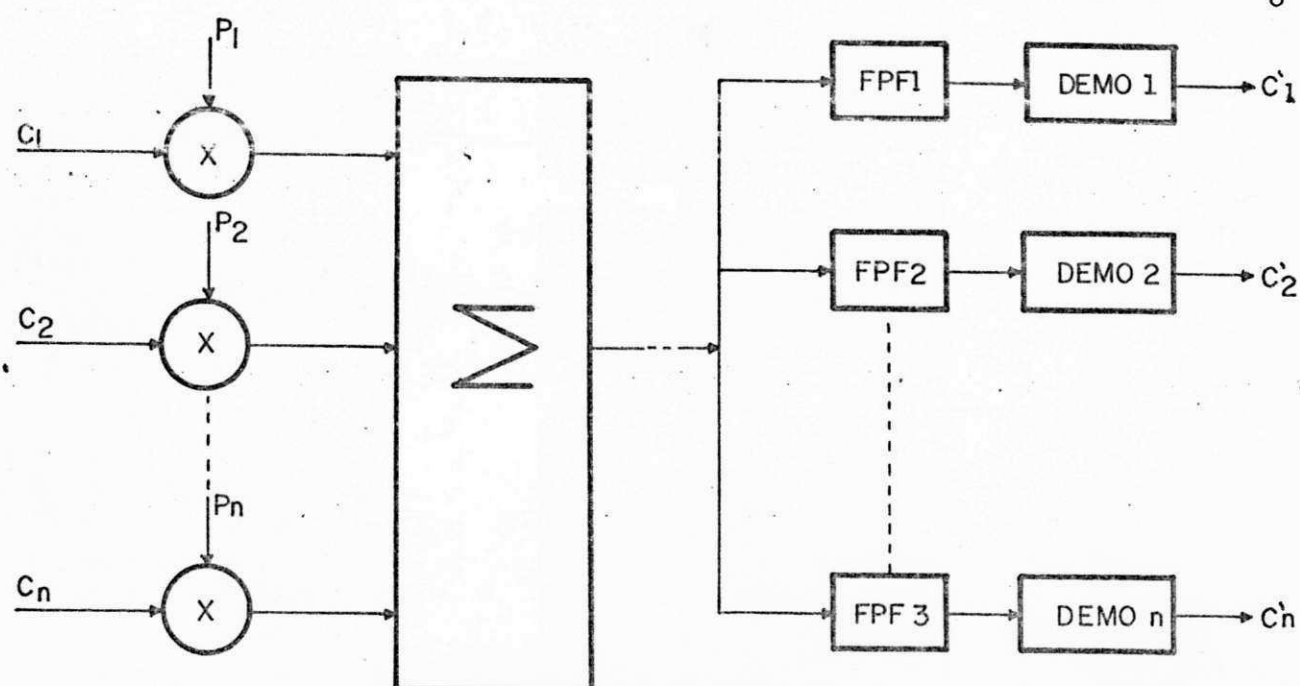


Fig. 2.2 - Diagrama de Blocos de um Sistema MDF.

2.3. MULTIPLEXAÇÃO POR DIVISÃO EM TEMPO - MDT

Neste método são tiradas amostras de vários canais de informação que se intercalam, partilhando todos de um mesmo canal de transmissão em uma mesma frequência (Davies e Barber - 1973).

Nos sistemas MDF tem-se que todos os sinais conservam a sua identidade quanto à frequência, mas estão misturados no domínio do tempo. Nos sistemas MDT ocorre justamente o contrário, as amostras de cada canal de entrada permanecem distintas no domínio do tempo e podem ser reconhecidas e separadas, mas no domínio da frequência, ocupam todas o mesmo es

pectro.

De maneira geral, os sistemas MDT constituem-se de uma chave que varre continuamente os canais de entrada, alocando a informação de cada canal seqüencialmente no tempo, em uma palavra em formação que é enviada via modem ao outro extremo da linha. A informação captada de cada canal pode tanto ser um único bit quanto um "byte" (grupo de bits). A demultiplexação consiste em separar a seqüência recebida em bits ou bytes e colocá-los à disposição dos respectivos destinatários. Na fig. 2.3 tem-se uma ilustração da operação básica de um sistema MDT.

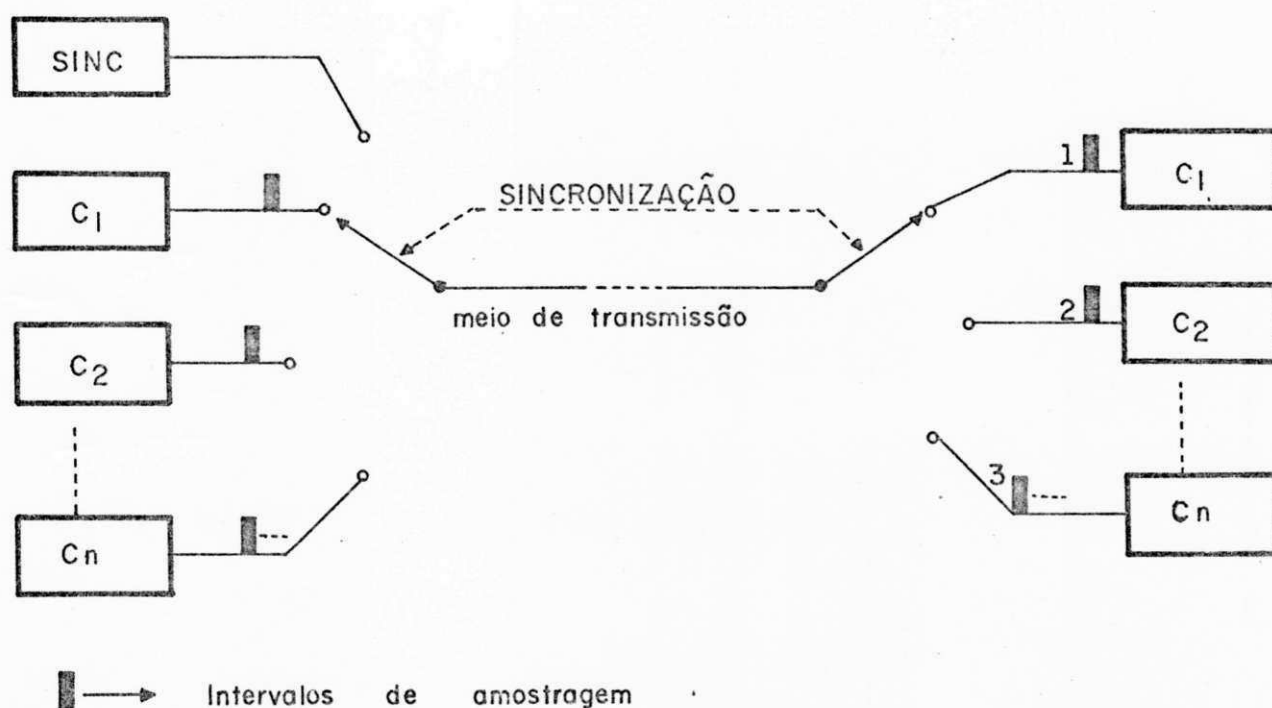


Fig. 2.3 - Sistema MDT

O ciclo de varredura dos canais a serem multiplexados pode ser fixo ou variável. Quando o ciclo de varredura é fixo, isto é, para cada canal se tem um intervalo de tempo definido para ser ocupado com a informação do respectivo canal, teremos o MULTIPLEX POR DIVISÃO EM TEMPO SÍNCRONO (STDM). Quando o ciclo de varredura é variável, ou seja, qualquer interva

lo de tempo pode servir a qualquer um dos canais a serem multiplexados, o sistema é denominado MULTIPLEX POR DIVISÃO EM TEMPO ASSÍNCRONO. Em qualquer um dos dois tipos mencionados, há necessidade de transmitir-se um padrão conhecido de bits (sincronismo) após um determinado número de palavras transmitidas constituindo o *frame* (Davies e Barber - 1973).

2.3.1 - MULTIPLEXAÇÃO POR DIVISÃO EM TEMPO SÍNCRONA - MDTs

Os sistemas MDTs são utilizados quando os canais a serem multiplexados são normalmente ativos ou as taxas de transmissão de informação destes não variam. Estes sistemas são freqüentemente denominados de sistemas por divisão em tempo estáticos ou determinísticos (Morais, M. - 1980).

O *frame* nos sistemas MDTs tem um tamanho bem definido, uma vez que a seqüência de varredura é fixa. O *frame* é normalmente dividido em campos onde são alocadas informações de sinalização dos canais, padrão de sincronismo e os dados, conforme vê-se ilustrado na fig. 2.4. O padrão de sincronismo pode ser uma única palavra, um conjunto de palavras ou a repetição de uma determinada palavra. A recepção do padrão de sincronismo indica ao receptor um início de *frame*. O padrão de sincronismo é periodicamente transmitido para assegurar o sincronismo.

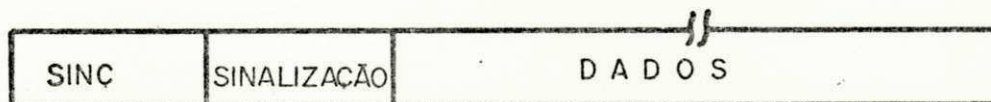


Fig. 2.4 - Formato de *Frame* em um sistema MDTs.

Os sistemas MDTs são transparentes quanto ao formato dos dados dos canais de entrada. Podem ser multiplexados

de igual modo, tanto canais síncronos quanto assíncronos, ou ainda, uma combinação de ambos. A escolha entre a multiplexação bit a bit ou byte a byte está relacionada com o formato dos dados dos canais. Por exemplo, se estamos interessados em obter compressão de banda e o formato dos dados de entrada é assíncrono, a multiplexação byte a byte deve ser utilizada (Doll - 1972). No aspecto de confiabilidade este tipo de interpolação possibilita uma resincronização mais difícil, entretanto é menos sensível a erros de *burst*.

2.3.2 - MULTIPLEXAÇÃO POR DIVISÃO EM TEMPO ASSÍNCRONA

Em sistemas onde as fontes de informação são tipicamente inativas, os sistemas de multiplexação em tempo determinísticos apresentam-se bastante ineficientes, isto se dá pelo fato de que, nestes sistemas, em cada ciclo de varredura tem-se intervalos de tempo deterministicamente divididos para cada canal. Desta forma, quando se tem canais de baixa atividade tem-se intervalos de tempo ociosos, uma vez que durante os intervalos de tempo correspondentes aos canais inativos, nenhuma informação é transmitida. Tem-se portanto, uma NDT bastante baixa nestes sistemas. Entretanto, pode-se aproveitar a inatividade dos canais com vistas a um aumento de NDT, fazendo-se uma alocação dinâmica da capacidade de canal, através de um sistema estatístico de multiplexação por divisão em tempo (Doll, D.R. - 1972). Desta forma, os intervalos de tempo no ciclo de varredura são reservados apenas aos canais ativos e independentes da posição no ciclo, podendo serem utilizados por qualquer um dos canais. Tem-se, portanto, uma sequência de varredura variável.

Os sistemas que utilizam esta alocação dinâmica são

chamados de MULTIPLEX DINÂMICOS POR DIVISÃO EM TEMPO ou MULTIPLEX POR DIVISÃO EM TEMPO ASSÍNCRONOS (MDTA). Nestes sistemas, há necessidade de se definir alguns mecanismos de identificação dos respectivos canais ativos, como também uma estratégia de redistribuição do tempo extra disponível (Morais, M. E. - 1980).

Uma grande vantagem do sistema MDTA sobre o MDTS é possibilidade de operar com canais de diversas taxas de informação na entrada (Giozza, W.F. - 1979). Os sistemas MDTA desempenham o papel de multiplexação e concentração (Doll-1972).

Existem vários modelos quanto à formatação dos dados, como resultado da utilização do tempo ocioso dos canais inativos. Na fig. 2.5 é mostrado um modelo onde tem-se o comprimento do quadro variável, entretanto é fixa a organização

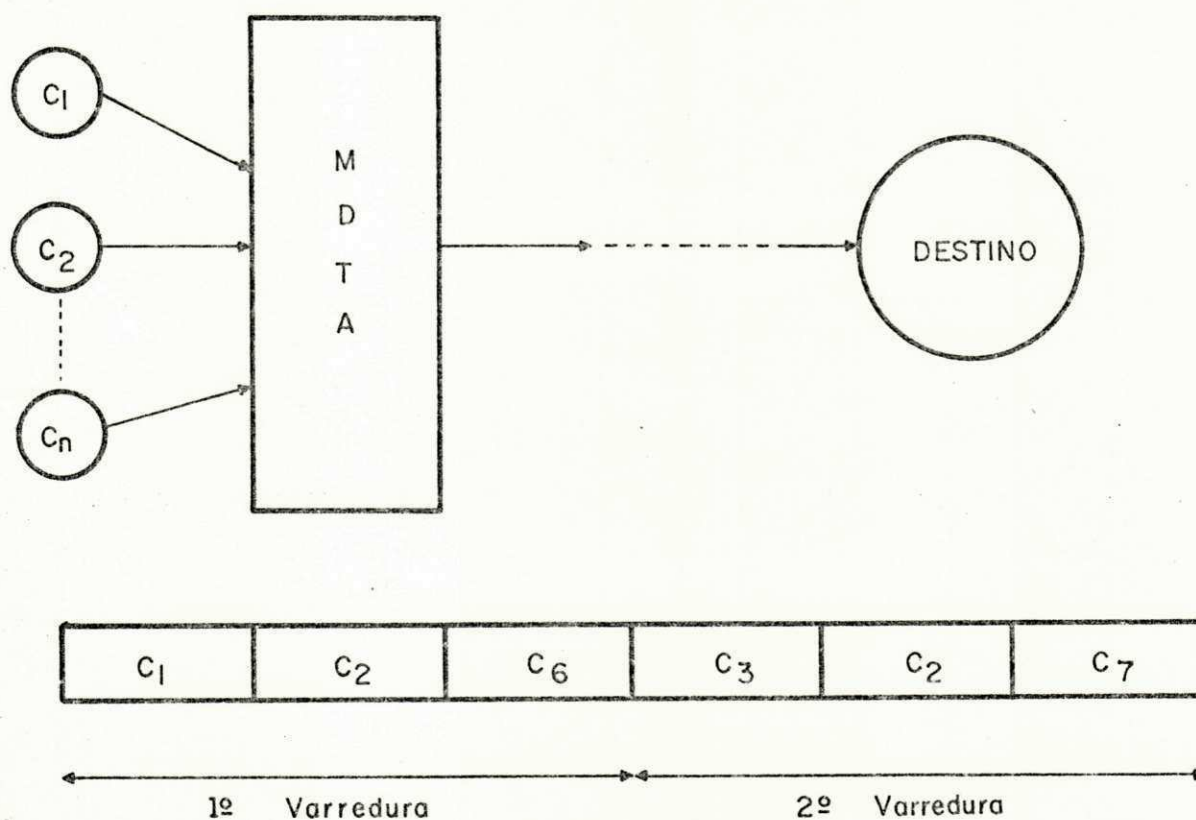


Fig. 2.5 - Modelo de formatação dos Dados em um sistema MDTA.

da informação dentro do quadro. Neste modelo será transmitido um vetor atividade sempre que houver transição do mesmo (Morais, M.E. - 1980). No exemplo é assumido que estão ativos na primeira varredura os canais C_1 , C_2 e C_6 e que na varredura seguinte estão ativos os canais C_3 , C_2 e C_7 .

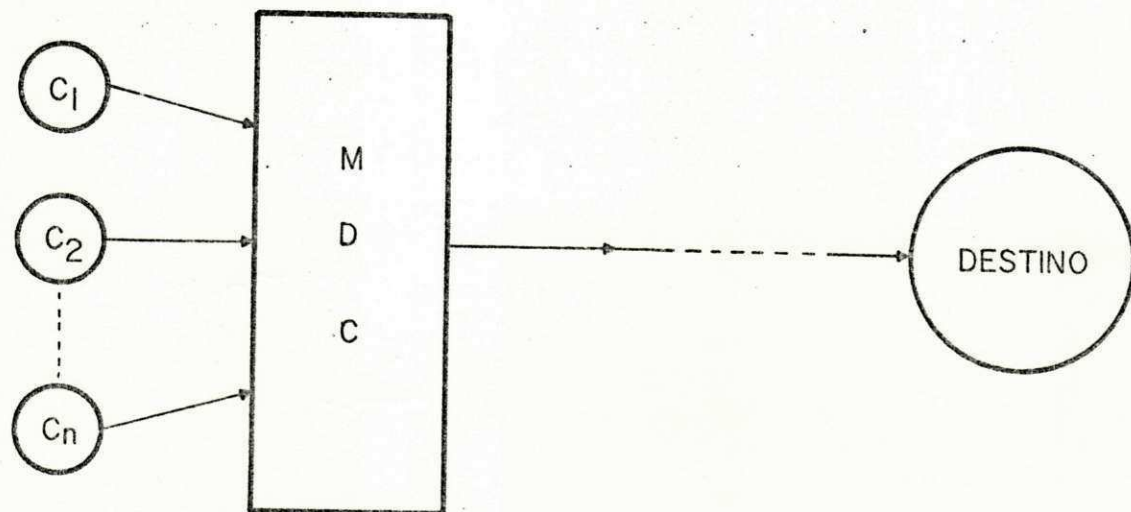
2.4 - MULTIPLEXAÇÃO POR DIVISÃO EM CÓDIGOS - MDC

Em canais de natureza intermitente, além da possibilidade de aproveitar-se a inatividade para uma alocação dinâmica da capacidade de canal, a inatividade pode ser utilizada para um aumento de confiabilidade, fazendo-se uma troca de capacidade de canal por capacidade de controle de erros (Peterson, W.W. e Weldon, Jr., - 1972). Nesta técnica, os intervalos correspondentes aos canais inativos são aproveitados para introdução de redundância por interpolação de bits em cada palavra após a varredura. É formada, então, uma palavra código com redundância variável que é transmitida. Estes sistemas são denominados de MULTIPLEX POR DIVISÃO EM CÓDIGOS (MDC).

Os sistemas MDC apresentam sobre os MDT, a vantagem de conseguir-se controle de erros sem a necessidade de uma alocação extra no tempo de transmissão. No capítulo IV apresenta-se um sistema MDC que de maneira adaptativa incorpora um controle de erros por ARQ (AUTOMATIC REPEAT REQUEST) e FEC (FORWARD ERROR CORRECTION). O método é linear e é baseado nas funções de Walsh.

São também usados códigos cíclicos de redundância variável.

Uma ilustração do sistema MDC é mostrada na fig.2.6. É assumido, no exemplo, que estão ativos os canais C_1 , C_4 e C_7 .



D A D O S

$C_1 \longrightarrow d_1$

$C_2 \longrightarrow d_2$

$C_8 \longrightarrow d_8$

REDUNDANCIA

$C_1 \longrightarrow r_1$

$C_2 \longrightarrow r_2$

$C_8 \longrightarrow r_n$

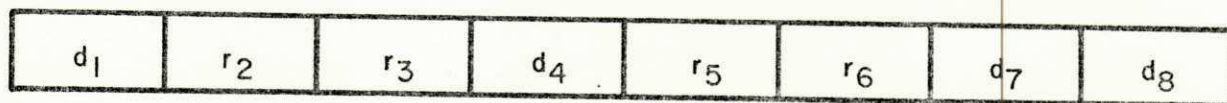


Fig. 2.6 - Formatação de Dados em um sistema MDC.

CAPÍTULO III

CONTROLE DE ERROS

3.1 - INTRODUÇÃO

Em um sistema de comunicação, o bloco que seleciona os símbolos a serem transmitidos é chamado de FONTE DE INFORMAÇÃO. Há um determinado grau de liberdade exercido por este bloco na seleção dos seus símbolos. Existe portanto, uma certa probabilidade de ocorrência para cada símbolo dentro do conjunto de símbolos possíveis (alfabeto fonte). Matematicamente pode-se representar por:

$$I(S_i) = \log \frac{1}{P(S_i)}, \quad (\text{Abramson} - 1963)$$

onde $P(S)$ é a probabilidade de ocorrência de um dado símbolo, de uma fonte de informação $S = \{s_1, s_2, \dots, s_q\}$.

A escolha da base logarítmica define a unidade para I . Se a base é 2, teremos o resultado em bits.

Pode-se caracterizar melhor uma fonte de informação pela quantidade média de informação associada ao seu conjunto de símbolos. Esta quantidade média de informação é chamada de ENTROPIA (H) (Abramson - 1963)

$$H(S) = \sum_S P(S_i) \log \frac{1}{P(S_i)} \dots$$

$$H(S) = \sum_S P(S_i) I(S_i)$$

Quando fontes de mesma entropia geram diferentes quantidades de informação por unidade de tempo, diz-se que possuem uma TAXA DE INFORMAÇÃO (R) diferentes. A taxa de informação é uma medida de quão rapidamente as informações são geradas. Tem-se que:

$$R = H/\phi \text{ bits/seg,}$$

onde ϕ é a duração de cada símbolo.

As limitações físicas do canal levam a uma limitação da máxima taxa de informação que pode ser transmitida no mesmo. Desta forma, é definida CAPACIDADE DE CANAL (C) como a medida da quantidade de informação transmitida pelo canal na unidade de tempo. Seja uma fonte com N símbolos equiprováveis com duração ϕ , tem-se que a entropia será dada por:

$$H = \log_2 N$$

então a capacidade de canal pode ser expressa como sendo:

$$C = \frac{1}{\phi} \log_2 N \text{ bits/seg}$$

pode-se verificar intuitivamente que $1/\phi$ está relacionado com a banda-passante (B) do canal, e N está relacionado com a relação sinal/ruído. Tem-se mostrado que:

$$C = B \log_2 (1 + S/N) \text{ (Lei de Shannon-Hartley)}$$

O 2º teorema de Shannon estabelece que se um canal tem capacidade C e uma fonte tem taxa de informação R, se

$R \leq C$ existirá sempre um código tal que possa ser utilizado para controle de erros, de forma a assegurar uma transmissão praticamente sem erros.

De uma maneira geral os códigos são utilizados para introdução sistemática de redundância com vistas a obter-se uma maior confiabilidade nas mensagens transmitidas, possibilitando a detecção ou até correção de possíveis erros introduzidos no meio de comunicação pelo ruído.

3.2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE CÓDIGOS

3.2.1 - PROTEÇÃO DA INFORMAÇÃO

Dois trabalhos de grande relevância para a teoria das comunicações foram publicados por Claude Shannon: "*A Mathematical Theory of Communications*" e "*Communications in the presence of noise*". Com estes trabalhos, através de modelos matemáticos, Shannon contribuiu bastante para resolver o grande problema dos sistemas de comunicações: Proteger mensagens transmitidas através de um meio de comunicações, na presença de ruído, de maneira a poder-se recuperá-las com segurança. Esta proteção é normalmente conseguida através da introdução de redundância na informação, por meio de um processo de codificação, de forma a no receptor, poder-se detetar e/ou corrigir os possíveis erros introduzidos no canal de transmissão. Há entretanto, sistemas de comunicações, como por exemplo fac-símile, onde por si mesmo a informação já é rica em redundância, sendo portanto desnecessário codificarmos a informação

transmitida (Burton e Sullivan - 1972).

Os sistemas de comunicações estão sempre sujeitos a erros que são introduzidos por ruído nos canais. O ruído apresenta-se das mais diversas formas. De uma maneira geral, para fins de estudo de proteção da informação são considerados: o ruído BRANCO (Aleatório) e o ruído IMPULSIVO (*burst*).

Ruído Branco - Possui uma distribuição espectral Gaussiana. Os erros introduzidos durante um certo intervalo não afetam o desempenho no intervalo subsequente (Tarouco - 1977).

Ruído Impulsivo - São produzidos diretamente ou por indução. A ocorrência é imprevisível e aparecem por curtos intervalos de tempo (μs a ms). Caracterizam-se por intervalos de alta densidade de erros (Sastry - 1975).

É imprescindível fazer-se um estudo estatístico da incidência de erros no canal, de forma a incluir maior ou menor redundância na informação, de maneira a assegurar-se a necessária confiabilidade exigida para detecção ou correção destes erros, com a maior eficiência possível.

3.2.2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE CÓDIGOS-BLOCO LINEARES

Uma sequência de símbolos de uma fonte de informação pode ser codificada de maneira que a cada K -dígitos de informação, sejam associadas sequências de n -dígitos denominadas palavras-código, que são obtidas pela introdução de dígitos redundantes segundo uma lei bem definida. Tem-se, portanto, a introdução de $(n - K)$ dígitos redundantes, estabelecen-

do uma influência intersimbólica, que pode ser utilizada para decidir ambiguidades em mensagens atacadas por ruído. Os códigos onde tem-se um número fixo de dígitos por palavra, ou ainda, aqueles cuja introdução de redundância diz respeito a apenas os dígitos de um determinado bloco, são chamados de Códigos-Bloco. Se nesses códigos cada uma das 2^K palavras-código podem ser expressas como combinações lineares dos K vetores-código, teremos códigos-bloco lineares. Em geral, nos códigos lineares obtem-se um conjunto de K vetores linearmente independentes, onde através de combinações lineares, pode-se obter todos os elementos do alfabeto código representado pelo subespaço formado pelas 2^K n -uplas do espaço de todas as n -uplas. Pode-se representar este resultado de forma matricial. A matriz $[G]$ é denominada de MATRIZ GERADORA do código.

$$G = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_K \end{bmatrix}$$

onde $x_1, x_2, \dots, x_K$, são K n -uplas linearmente independentes do subespaço. Todas as palavras-código são geradas pela matriz $[G]$, desta forma no codificador só precisa-se armazenar a matriz $[G]$ e através de combinações lineares com a seqüência de dígitos de informação, gerar os dígitos redundantes.

Os códigos bloco-lineares podem ser sistemáticos ou não sistemáticos. Os sistemáticos são aqueles onde, as posições ocupadas pelos dígitos redundantes e as ocupadas por dígitos de informação são definidas.

Na decodificação precisamos verificar se todas as

palavras-código recebidas foram geradas no codificador a partir da matriz $[G]$, desta forma é definida a matriz $[H]$ denominada MATRIZ PARIDADE. É investigado portanto, se o espaço vetorial gerado por G é ortogonal a $[H]$, ou seja:

$$[X] \cdot [H]^t = 0 \text{ (Peterson e Weldon - 1972).}$$

Se uma palavra-código é transmitida em um canal ruidoso, tem-se no processo de decodificação que recuperar a palavra-código a partir da mensagem recebida. Seja Y a sequência recebida onde,

$$Y = X + R$$

tem-se que recuperar X a partir de Y . Se $R = 0$ (sem ruído) tem-se que:

$$Y \cdot [H]^t = 0$$

Entretanto, pode-se também obter $S = 0$ se o número de erros é tal que, transforma a palavra em uma outra palavra válida do código. Por outro lado, se houve erro, tem-se,

$$S = Y \cdot [H]^t \neq 0$$

O vetor S é denominado de Síndrome. A síndrome pode, portanto, ser usada para detetar e/ou corrigir erros.

3.2.3 - CAPACIDADE DE DETECÇÃO E/OU CORREÇÃO DE ERROS

Chama-se PESO DE HAMMING de uma n -upla X , ao número de componentes não nulos em X . É representado por $W(X)$.

Dadas duas n -uplas X_1 e X_2 é chamado DISTÂNCIA DE

HAMMING ao número de posições em que estas diferem. É representado por $d(X_1, X_2)$.

Dentre um conjunto de palavras-código a distância entre as respectivas palavras não é constante. Define-se mínima distância (d), a menor distância entre qualquer par destas palavras-código. Pode-se demonstrar que a menor distância de um código bloco linear é igual ao mínimo peso de uma palavra não nula do código (Peterson, 1972).

Em uma decodificação por máxima semelhança, dada uma palavra y recebida, o decodificador procura dentre as 2^K palavras-código a que tem menor distância de Hamming em relação à palavra recebida, ou seja, a palavra que difere da palavra recebida no menor número de posições. É portanto aceita esta palavra como a palavra que foi transmitida. Nesse tipo de decodificação, a distância mínima de Hamming (d) pode ser utilizada para especificar a capacidade de correção e/ou detecção de erros.

Em um CANAL SIMÉTRICO BINÁRIO, onde tem-se que a probabilidade de um "0" se transformar em "1" é a mesma que o contrário, pode-se mostrar que o número de erros D que podem ser detetados para uma dada distância mínima (d) de um código-bloco é dado por,

$$D = d - 1 \quad (\text{Shu Lin} - 1970)$$

E ainda, o número de erros que podem ser corrigidos é,

$$C = \frac{d - 1}{2} \quad (\text{Shu Lin} - 1970)$$

Se o código é usado para detecção e correção, tem-se que a distância (d) deve ser:

$$d = D + C + 1$$

Apresenta-se no Capítulo IV um sistema que utiliza um código com redundância variável, com capacidade para correção e/ou detecção dependendo da inatividade dos canais de entrada.

3.2.4 - EFICIÊNCIA DE CÓDIGOS-BLOCO

Um dos grandes problemas na codificação de uma dada informação diz respeito à utilização de códigos que introduzam redundância para assegurar uma boa capacidade de controle de erros com a máxima eficiência possível. Existirá sempre um compromisso bastante grande entre eficiência e confiabilidade.

Seja q o número de níveis que os elementos das palavras-código podem assumir, N o número total de palavras e n o comprimento das palavras-código; de uma maneira geral, pode-se definir eficiência de um código-bloco (n, K) por,

$$\eta = \frac{\log_2 N}{\log_2 q^n} ,$$

onde $N = 2^K$ palavras-código e $q = 2$ para um código binário. Tem-se portanto,

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

3.3 - TÉCNICAS DE CONTROLE DE ERROS

Foi visto que os códigos podem ser utilizados para proteção da informação através de um canal ruidoso, entretanto a escolha da estratégia de utilização destes códigos definirá a forma de controle de erros no respectivo canal.

De uma maneira geral existem basicamente duas técnicas de controle de erros:

- CORREÇÃO POR RETRANSMISSÃO - ARQ (AUTOMATIC REPEAT REQUEST)
- CORREÇÃO DIRETA - FEC (FORWARD ERROR CORRECTION)

3.3.1 - CORREÇÃO POR RETRANSMISSÃO

As técnicas de controle de erros por retransmissão, mais conhecidas por ARQ, são as técnicas mais comumente utilizadas em sistemas de comunicações (Yu e Shu Lin - 1981). Estas técnicas são normalmente de mais simples implementação, pois a redundância introduzida deve ser suficiente apenas para detecção e não correção. Os sistemas ARQ são inerentemente bastante confiáveis, proporcionando uma baixa probabilidade de erros não detetados.

De uma forma geral, os sistemas ARQ podem ser divididos em duas categorias:

- SISTEMAS TRANSMITE-E-ESPERA - O transmissor envia um dado bloco e espera reconhecimento.
- SISTEMAS CONTÍNUOS - Os blocos de dados são enviados continuamente até ser recebido um pedido de retransmissão.

Em sistemas ARQ a "throughput" cai bastante quando a probabilidade de erros aumenta, devido ao número de repetições sucessivas de informação no canal de transmissão. Ainda mais, se o caminho de retorno é grande, como no caso de comunicação por satélite, o atraso introduzido para recebimento de um pedido de repetição agrava mais ainda a eficiência do sistema. Em geral, os sistemas ARQ se apresentam bastante ineficientes em canais onde tem-se uma alta taxa de dados e de erros.

Na fig. 3.1 vê-se um diagrama de blocos bastante simplificado de um sistema ARQ. No bloco "terminal transmissor" é feita a aquisição, formatação em blocos, controle de protocolos, codificação etc. No *Buffer*, os dados transmitidos, ficam armazenados para eventuais retransmissões. No terminal receptor tem-se a decodificação dos dados e quando detectado erro é utilizado o canal de retorno para um pedido de retransmissão.

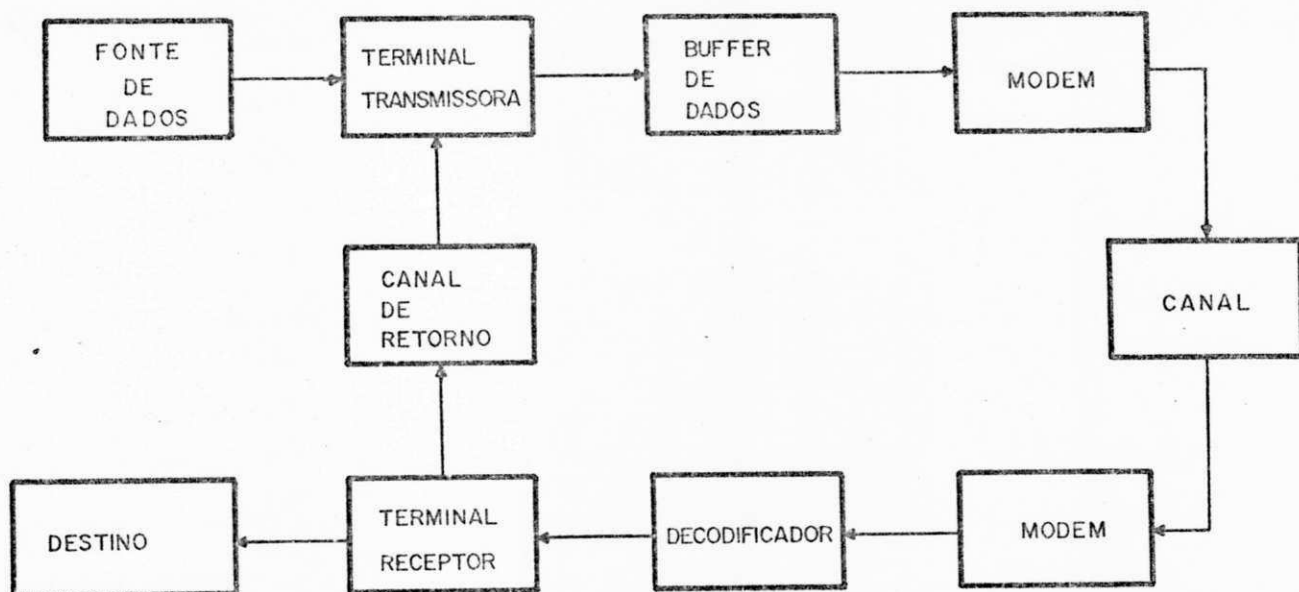


Fig. 3.1 - Diagrama de Blocos de um Sistema ARQ Genérico.

3.3.1.1 - SISTEMAS TRANSMITE-E-ESPERA (TEE)

Nos sistemas TRANSMITE-E-ESPERA, também conhecidos por "Para e espera", após a transmissão de cada bloco de dados, o transmissor fica um determinado tempo ocioso a espera de um padrão de reconhecimento (ACK/NACK). Se a mensagem é recebida corretamente, o receptor envia uma mensagem (ACK) ao transmissor sinalizando-o. Se a mensagem é recebida com erro, uma outra mensagem (NACK) é enviada ao transmissor, indicando que o último bloco transmitido deve ser retransmitido.

Se o padrão de reconhecimento ACK/NACK é recebido com erro, normalmente é assumido que foi recebido um NACK (Towsley e Wolf - 1979).

Um dos dois padrões de reconhecimento pode ser assumido como um determinado tempo de espera. Se por exemplo, após a transmissão de uma mensagem, o transmissor espera um determinado tempo T e se neste espaço não é recebido um "ACK", assume-se que foi recebido um "NACK", ou seja, um pedido de retransmissão e então o último bloco é retransmitido. Este processo continua até que seja recebido um ACK (Fayolle, Gelenbe e Pujolle - 1978).

Os parâmetros mais predominantes quanto ao desempenho de sistemas ARQ são o tamanho do bloco, a probabilidade de erros por blocos e o tempo total de atraso entre a transmissão de um bloco e o recebimento de um "ACK"/"NACK".

De uma maneira geral a eficiência de um sistema ARQ é definida pela razão entre o número de bits de informação (K) e o número total de bits transmitidos (n). A eficiência para o sistema TRANSMITE-E-ESPERA é definida por:

$$\eta = \frac{K}{(n + RT)E} \quad (\text{Benice e Frey - 1964})$$

onde,

T é o tempo entre o fim da transmissão de um bloco e o recebimento do "ACK" correspondente (Mc.Gruther-1972)

R é a taxa de transmissão

E é o número de retransmissões previstas.

Se se admitir que qualquer bloco tem a mesma probabilidade de ser recebido com erro, E será dado por:

$$E = \frac{1}{\Delta} \quad (\text{Benice e Frey} - 1964)$$

onde Δ é a probabilidade de uma mensagem ser recebida sem erro. Se é assumido que o canal de retorno é livre de erros tem-se,

$$\Delta = 1 - (P_d + P_u)$$

onde,

P_d é a probabilidade de erros detetados por bloco.

P_u é a probabilidade de erros não detetados por bloco.

Os sistemas ARQ-TEE apresentam baixo "throughput" quando o tamanho dos blocos (n) é relativamente pequeno. Estes sistemas só se tornam atrativos para blocos com tamanho maior ou igual a 10Kbits (Mc.Gruther - 1972). Entretanto, a taxa de erros por blocos cresce linearmente à medida que o comprimento do bloco aumenta. É portanto importante, com vistas à obtenção de maior "throughput", determinar-se o comprimento ótimo do bloco para as características específicas de um do canal. Considerando-se uma distribuição exponencial de tempos entre erros de *burst*, obtém-se que,

$$n_{otm} = \sqrt{\frac{T}{4} + \frac{T}{P(n)} - \frac{T}{2}} \quad (\text{Mc.Gruther} - 1972)$$

Em canais com alta taxa de erros, a eficiência cai, uma vez que, o atraso T aumenta, devido às sucessivas retransmissões. A eficiência pode ser melhorada, enviando-se sempre que, um pedido de retransmissão for recebido, um número finito de retransmissões contínuas do bloco requisitado, sem esperar por reconhecimento (Sastry-1975). Um "NACK" só será recebido se nenhuma das i retransmissões for recebida corretamente, portanto melhorando a eficiência.

Pode ser mostrado que se um conjunto de i retransmissões é utilizado com blocos de comprimento n e atraso total T , a eficiência fica então a seguinte:

$$\eta_i = \frac{K}{(n + RT) + (in + RT)P / (1 - p^i)} \quad (\text{Sastry-1975})$$

este sistema será superior ao sistema anterior ($i = 1$) se,

$$\eta_i - \eta > 0$$

Os sistemas ARQ-TEE podem ser utilizados em canais "half-duplex" ou "full-duplex", evidentemente a eficiência para o primeiro é bem menor que no segundo, uma vez que, o canal de retorno é normalmente obtido por reversão da direção de transmissão. O processo de reversão requer tipicamente 150 ms (Burton e Sullivan - 1972) que comparado com o atraso de propagação em um enlace (60 ms) se torna bastante considerável. Como em sistemas "half-duplex" necessita-se de duas reversões o tempo total $T = 60 + 2(150) = 360$ ms. Em sistemas de comunicação via satélite, o atraso de propagação é cerca de 540 ms (Balkovic e Muench - 1969).

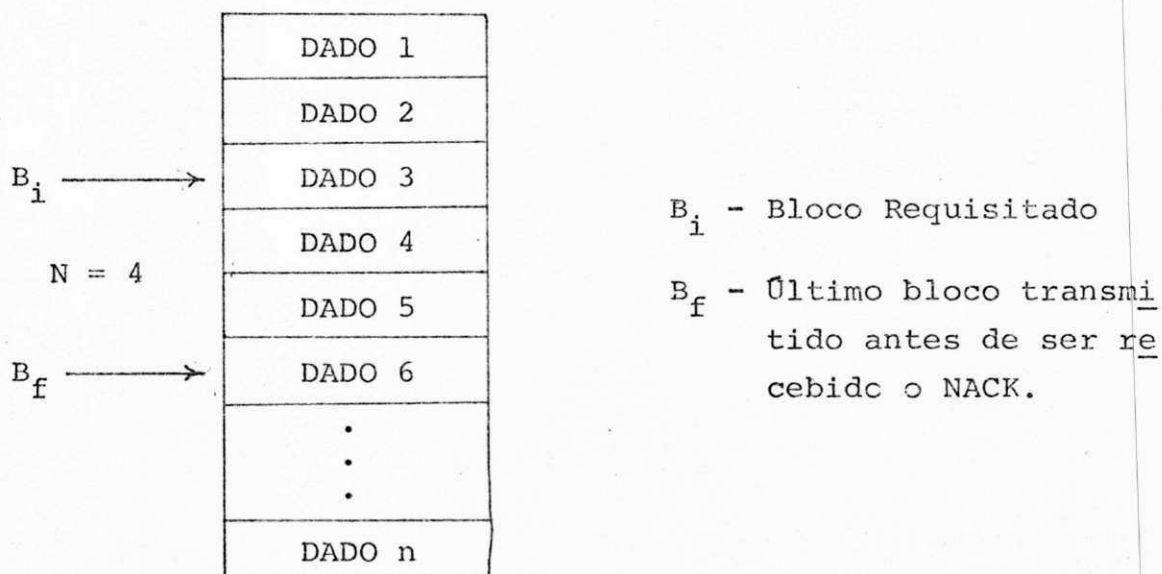
3.3.1.2 - SISTEMAS CONTÍNUOS

Nos sistemas contínuos os blocos de dados são trans

mitidos continuamente. O transmissor não espera por um reconhecimento (ACK) do receptor após enviar um dado bloco; quando é completada a transmissão de um bloco, imediatamente é transmitido o próximo. Este processo se repete continuamente até que um pedido de retransmissão (NACK) é recebido. Os sistemas contínuos apresentam, em relação aos sistemas TRANSMITE-E-ESFERA, uma maior eficiência, uma vez que, não se tem um tempo ocioso à espera de reconhecimento.

i) - SISTEMA "GO-BACK-N"

Um tipo de sistema ARQ contínuo, bastante utilizado é conhecido por "GO-BACK-N". Nestes sistemas, após o transmissor receber um "NACK" indicando que um determinado bloco foi recebido errado, outros $N-1$ blocos foram também transmitidos, mas ignorados, pelo receptor. O transmissor volta N blocos no *buffer* de dados e os retransmite sucessivamente.



O valor de N normalmente é fixo e depende do atraso

total gerado no enlace. No Cap. IV apresenta-se uma modificação no protocolo convencional de um sistema "GO-BACK-N" onde o valor de N se acomoda adaptativamente ao atraso do enlace.

A eficiência de um sistema GO-BACK-N é dada por,

$$\eta = \frac{K}{(n + PRT)E} \quad (\text{Sastry} - 1975)$$

onde K, n, R, T e E são definidos da mesma maneira do caso anterior e $P = P_d + P_u$.

Se é assumido que, a taxa de erros não detetados (P_u) é desprezível diante da taxa de erros detetados (P_d), tem-se que,

$$\eta = \frac{K}{(n + P_d RT) \cdot 1/(1 - P_d)}$$

pode-se escrever como,

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{K}{n} \left[1 + \left(1 + \frac{T}{n/R} \right) \frac{P_d}{1 - P} \right]^{-1} \\ &= \frac{K}{n} \left(1 + \frac{NP_d}{1 - P_d} \right)^{-1} \end{aligned}$$

onde,

$$N = 1 + \frac{T}{n/R} \quad (\text{Sastry} - 1975)$$

deve-se escolher n/R de maneira a ter-se valores inteiros ($N = 2, 3 \dots$). Se é feito, por exemplo, $n/R = T$, obtém-se $N = 2$. Significa que, para cada pedido de retransmissão, o transmissor retransmite dois blocos anteriores ao último bloco transmitido.

Os sistemas "GO-BACK-N" proporcionam boa "throughput"

em sistemas com tamanhos de blocos relativamente pequenos ($n \leq 1000$ bits), entretanto, para simplicidade de projeto, no sentido de minimizar o número de blocos transmitidos ou retransmitidos ao ser recebido um "NACK", são usados blocos maiores. O tamanho do bloco deve ser tal que, o recebimento de um "NACK" relativo a um determinado bloco transmitido, se dê antes que a transmissão de um próximo bloco seja completada. Desta forma, só será necessário a retransmissão de dois blocos. O tamanho do bloco deve ser, portanto, de maneira tal que, o tempo para sua transmissão seja maior que o "delay" proporcionado para recebimento de um "NACK" (Mc.Grunther-1972).

ii) - SISTEMAS SELETIVOS

Os sistemas ARQ SELETIVOS (ARQ-S) se caracterizam por retransmitirem apenas aqueles blocos em que foi detectado erro. Estes sistemas se mostram bem mais eficientes que os sistemas ARQ-GBN. A ineficiência nos sistemas ARQ-GBN é causada pela retransmissão de vários blocos corretos seguindo os blocos requisitados.

Nos sistemas ARQ-S a "throughput" não é afetada pelo tempo total de atraso (T), considerado para os casos anteriores. Desta forma, tem-se uma eficiência maior comparada com a dos sistemas anteriores em enlaces onde T é grande e uma alta taxa de erros ataca o canal. Entretanto, para encontrar-se a eficiência ideal, deve-se ter um *buffer* muito grande (teoricamente infinito) (Yu e Shu Lin - 1981).

Estes sistemas envolvem maior complexidade na implementação que os sistemas ARQ-GBN, uma vez que os blocos precisam ser numerados sequencialmente para que o receptor possa identificá-los. Há no processo de identificação, a necessidade de o receptor saber quando um bloco recebido é um dado nor

mal ou um dado retransmitido. Ao ser detetado erro em um bloco no receptor, um NACK é recebido no transmissor após o tempo de atraso total (T). O NACK deve ser capaz de informar precisamente ao transmissor o determinado bloco que deve ser retransmitido. Durante este intervalo de tempo $N - 1$ outros blocos terão sido transmitidos e o bloco retransmitido seguirá imediatamente aos $N - 1$ blocos. Serão recebidos portanto no receptor N blocos, dentre os quais um deles é o bloco requisitado, desta forma é imprescindível uma identificação por seqüências de blocos recebidos, de forma a poder-se identificar dentre estes, o bloco retransmitido.

A eficiência para um sistema ARQ-S é dada por,

$$\eta_s = \frac{KE}{n} \quad (\text{Sastry} - 1975)$$

onde, $E = \frac{1}{\Delta} = \frac{1}{1 - (P_d + P_u)}$

então,

$$\eta = \frac{K}{n} \cdot \frac{1}{1 - (P_d + P_u)}$$

3.3.2 - CORREÇÃO DIRETA - FEC

Esta técnica de controle de erros é mais conhecida por "FORWARD ERROR CORRECTION" (FEC). A redundância introduzida no processo de codificação é tal que, na decodificação, um número máximo de erros possa ser automaticamente corrigido. São muitos os códigos que podem ser utilizados na implementação de sistemas que utilizam esta técnica.

Os sistemas FEC são inerentemente pouco eficientes, por necessitarem de um número relativamente grande de bits redundantes para proporcionarem a correção de erros. A taxa líquida de informações (NDT), nesses sistemas, decresce bastante, à medida que é desejada a possibilidade de correção de um maior número de bits por palavra. E ainda mais, o sistema torna-se por demais sofisticado e de custo bastante elevado.

A confiabilidade nos sistemas FEC torna-se bastante baixa quando a capacidade de correção é ultrapassada, entretanto, a taxa líquida de informação (NDT), permanece constante independente da probabilidade de erros.

3.3.3 - ARQ VERSUS FEC

Na concepção de um determinado sistema, a escolha da técnica de controle de erros a ser utilizada implica normalmente em considerações sobre os seguintes fatores: Os tipos de erros que agem sobre o canal e as probabilidades de ocorrência dos mesmos, a taxa líquida de informação (NDT - NET DATA THROUGHPUT) e a tolerância quanto à probabilidade de erros não detetados.

Em um canal com erros independentes (Ruído Aleatório) os sistemas FEC comparados com sistemas ARQ apresentam uma maior NDT, quando a probabilidade de erros é grande e uma menor NDT quando a probabilidade de erros é pequena. Entretanto, em ambos os casos, os sistemas ARQ asseguram uma menor probabilidade de erros não detetados (Benice e Frey - 1964).

Para o caso de erros *burst* (Ruído Impulsivo), os sistemas ARQ proporcionam uma menor probabilidade de erros por um fator de aproximadamente 2^{-b} , onde b é o número de bits

redundantes para um dado comprimento de palavra-código, em sistemas de detecção (Benice e Frey - 1964). Na maioria das situações de interesse prático, os sistemas ARQ se mostram superiores em relação aos sistemas FEC, no que diz respeito à confiabilidade e eficiência, entretanto, há situações onde a utilização dos sistemas ARQ se tornam impraticáveis, como por exemplo: rádio difusão, canais de comunicação unidirecionais ou sistemas que utilizam o espaço sideral, em que um enlace com realimentação é difícil ou até impossível de ser implementado; nesses casos somente sistemas FEC podem ser utilizados (Forney-1971).

CAPÍTULO IV

MULTIPLEX ADAPTATIVO POR DIVISÃO EM CÓDIGOS COM CONTROLE HÍBRIDO DE ERROS ARQ/FEC

4.1 - INTRODUÇÃO

Vários sistemas de multiplexação têm sido desenvolvidos e ultimamente aperfeiçoados no sentido de aumentar a eficiência de utilização dos meios de comunicações e diminuir os custos de transmissão da informação. Muito interesse tem sido demonstrado, nos recentes anos, em relação a sistemas de multiplexação por divisão em códigos (MDC). Estes se tornam bastante atrativos, devido a possibilidade de aproveitamento da inatividade de canais, fazendo-se uma troca de capacidade de canal por capacidade de controle de erros. Em sistemas convencionais de multiplexação, quando as fontes de informação são intermitentes, tem-se uma baixa eficiência, uma vez que, os intervalos reservados aos canais inativos, são perdidos.

Neste capítulo é feita a descrição do proposto, Multiplex Adaptativo por Divisão em Códigos com Controle Híbrido de Erros, que de uma forma adaptativa permite a troca da capacidade ociosa de canal por uma capacidade dinâmica de controle de erros. O controle de erros é obtido com a introdução

de redundância nos intervalos reservados aos canais inativos. Esta redundância é obtida através de uma combinação linear de K bits de informação com vetores-código obtidos através de funções de Walsh. A redundância introduzida é suficiente para correção e/ou detecção de possíveis erros introduzidos no canal. Desta forma, tem-se um Sistema Híbrido de Controle de Erros ARQ/FEC. Dependendo da taxa de erros no canal, pode-se obter correção direta destes erros e, quando ultrapassada a capacidade de correção, estes serão detetados e corrigidos por retransmissão.

O sistema de multiplexação proposto, tem por objetivo a transmissão de dados de uma estação Remota de até oito fontes, a uma outra estação denominada Centro. Sendo que, pelo menos uma das fontes deve ser considerada inativa para que seja providenciado um mínimo de controle de erros.

4.2 - PROCESSO UTILIZADO PARA CODIFICAÇÃO E DECODIFICAÇÃO

4.2.1 - CODIFICAÇÃO

Serão assumidos os dados a serem multiplexados, como provenientes de fontes F_i , onde cada fonte possui j elementos

$$F_0 = \{d_{00}, d_{01}, d_{02}, \dots, d_{0j}\}$$

$$F_1 = \{d_{10}, d_{11}, d_{12}, \dots, d_{1j}\}$$

$$F_2 = \{d_{20}, d_{21}, d_{22}, \dots, d_{2j}\}$$

$$\vdots$$

$$F_i = \{d_{i0}, d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{ij}\}$$

tem-se pois, uma matriz $F = [d_{ij}]_{i \times j}$ onde, $i = (0, 1, 2 \dots 7)$ e $j = (0, 1, 2 \dots 7)$.

Tem-se uma multiplexação bit a bit, onde em cada ciclo de varredura, um determinado intervalo de tempo é reservado a cada uma das fontes. Desta forma, após a multiplexação, tem-se palavras formadas (D_j) que sempre conterão bits de todas as fontes; onde os bits de determinada fonte ocupam sempre uma mesma posição dentro da palavra D_j . Assim sendo, ter-se-á portanto, transmitido uma palavra completa de uma determinada fonte, após a j -ésima varredura, isto é, um número de palavras formadas (D_j) correspondentes ao número de bits de cada fonte. Uma palavra completa de cada uma das fontes F_i será obtida após a transmissão da sequência,

D_0								D_1															
d_{00}	d_{10}	d_{20}	d_{30}	d_{40}	d_{50}	d_{60}	d_{70}	d_{01}	d_{11}	d_{21}	d_{31}	d_{41}	d_{51}	d_{61}	d_{71}								
D_7																							
d_{07}	d_{17}	d_{27}	d_{37}	d_{47}	d_{57}	d_{67}	d_{77}																

a que chamaremos de quadro.

Como pode-se ter algumas fontes inativas, as posições correspondentes, na palavra D_j , a estas fontes, serão ocupadas por bits redundantes. Cada palavra D_j será portanto codificada em função da atividade associada às fontes e de um vetor-código associado a cada posição.

É utilizado um conjunto de funções de Walsh, formando a matriz geradora $[G]$ do código. O conjunto de funções de

Walsh foi escolhido, devido a seus elementos terem peso constante (exceto o primeiro) o que significa uma proteção igual a todas as posições, da palavra-código, e ainda por serem mutuamente ortogonais, o que leva a equações de paridade linearmente independentes (Camelo, F. e Rocha Neto, I. - 1981).

$$[G] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} W_0 \\ W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ W_i \end{matrix}$$

Cada linha de $[G]$, ou seja, W_i , será utilizada para o cálculo de determinado bit de paridade associado à posição inativa i . Uma vez definida a Atividade (A), pode-se encontrar a palavra-código (C_j) a ser transmitida.

As palavras de Atividade terão o seguinte formato

$$\begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & \dots & a_i \end{bmatrix}$$

onde $a_i \in \{0, 1\}$. Se $a_i = 0$ a respectiva posição que corresponde a F_i será considerada inativa.

É definido o vetor V_j como sendo o vetor que contém os bits de informação relativos à D_j .

$$V_j = D_j \cdot A$$

O bit de paridade p_i associado à i -ésima posição inativa é calculado da seguinte forma:

$$P_i = \sum_{i=0}^n X_i$$

onde $X_i = V_j \cdot W_i$ e n é o número de canais inativos.

Por exemplo, considerando $A = 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1$, tem-se,

$$p_0 = d_{2j} \oplus d_{3j} \oplus d_{4j} \oplus d_{5j} \oplus d_{7j}$$

$$p_1 = d_{2j} \oplus d_{4j}$$

$$p_6 = d_{7j}$$

O conjunto de bits p_i 's calculados em função dos bits de informação da palavra D_j , formará a palavra P_j onde, as posições ativas serão zeradas. Portanto, a palavra-código C_j é obtida pela introdução dos bits p_i 's calculados, na palavra V_j .

$$C_j = V_j + P_j$$

4.2.2 - DECODIFICAÇÃO

O processo de decodificação, consiste basicamente, em recalcular os bits de paridade (p_i 's) e compará-los com os p_i 's da palavra recebida. A síndrome formada indica portanto, se a palavra foi recebida com erro.

É utilizada detecção por decisão abrupta, ou seja, existe apenas um nível de decisão entre "1" e "0".

A capacidade de detecção e/ou correção é variável,

uma vez que, depende do número de canais inativos (n). Como o processo é linear, a distância de Hamming é igual a 2 quando apenas um canal é inativo. Obtém-se portanto, a capacidade mínima do código, ou seja, detecção de apenas um erro. A correção de um erro será obtida quando $A \leq 4$.

Os passos para decodificação com decisão abrupta são os seguintes:

- a) Verificar o número de canais inativos
- b) Extrair bits de paridade da palavra recebida
- c) Recalcular bits de paridade
- d) Calcular síndrome
- e) Decidir, em função da atividade utilizada, se será utilizada correção direta (FEC) ou Retransmissão (ARQ), no caso de ser detectado erro.

Se $n \geq 4$ e a síndrome indica erro, este é corrigido e é calculada nova síndrome (S'). Se S' indica presença de erro ainda, é então feito um pedido de retransmissão da respectiva palavra.

A síndrome terá tantos elementos quanto o número de inatividade (n). É assumido que a posição $i = 0$ da palavra C_j será sempre inativa, o que implica em ter-se sempre alguma paridade introduzida nesta posição. Desta forma, a síndrome sempre conterá o elemento S_0 . Este primeiro elemento da síndrome é calculado a partir de W_0 (peso total), assim sendo, quando $S_0 \neq 0$ indicará que houve erro nos bits de informação. Entretanto, mesmo com $S_0 = 0$, se outros elementos da síndrome forem diferentes de zero, pode ter havido um número par de erros ou erro nos próprios bits de paridade.

Veja-se um exemplo de codificação e decodificação de uma palavra D_j onde,

$$A = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0$$

e

$$D_j = 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1$$

tem-se portanto:

CODIFICAÇÃO

$$V_j = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0$$

$$X_0 = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0$$

$$p_0 = 0$$

$$X_2 = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0$$

$$p_2 = 0$$

$$X_3 = 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0$$

$$p_3 = 1$$

$$X_5 = 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0$$

$$p_5 = 0$$

$$X_7 = 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0$$

$$p_7 = 0$$

logo,

$$P_j = 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0$$

então,

$$C_j = 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0$$

DECODIFICAÇÃO

Será considerado que a palavra C_j transmitida, é recebida com erro na 4.^a posição. A palavra C'_j recebida é então,

$$C'_j = 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0$$

onde, $p_0 = 0$; $p_2 = 0$; $p_3 = 1$; $p_5 = 0$ e $p_7 = 0$

$$V'_j = A \cdot C'_j$$

$$V'_j = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0$$

$$X'_0 = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \quad p'_0 = 1$$

$$X'_2 = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \quad p'_2 = 1$$

$$X'_3 = 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \quad p'_3 = 0$$

$$X'_5 = 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \quad p'_5 = 0$$

$$X'_7 = 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \quad p'_7 = 0$$

Cálculo da Síndrome,

$$s_0 = p_0 \oplus p'_0 = 1$$

$$s_2 = p_2 \oplus p'_2 = 1$$

$$s_3 = p_3 \oplus p'_3 = 1$$

$$s_5 = p_5 \oplus p'_5 = 0$$

$$s_7 = p_7 \oplus p'_7 = 0$$

tem-se portanto,

$$S = 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0$$

Fazendo-se as posições correspondentes às fontes a tivas em cada linha de $[G]$ iguais a zero, obtém-se a matriz $[G']$

$$\begin{matrix}
 W'_0 \\
 W'_1 \\
 W'_2 \\
 W'_3 \\
 W'_4 \\
 W'_5 \\
 W'_6 \\
 W'_7
 \end{matrix}
 \begin{bmatrix}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0
 \end{bmatrix}
 = [G']$$

comparando a síndrome com cada uma das linhas da matriz $[G']$, verifica-se que $S = W'_4$, isto é, o erro está na 4.^a posição da palavra C'_j recebida.

4.3 - CONTROLE HÍBRIDO DE ERROS

Um Sistema Híbrido de Controle de Erros ARQ/FEC se torna bastante atrativo, uma vez que, pode-se obter um sistema com características superiores a de um sistema ARQ ou FEC separadamente. É sabido que os sistemas ARQ constituem-se na maneira mais confiável de controle de erros, entretanto, a NDT (Net Data Throughput) cai bastante, quando a taxa de erros aumenta, ou quando o tempo total para recebimento de um padrão de reconhecimento é grande (Sastry e Kanai - 1976). Por outro lado, nos sistemas FEC a NDT permanece constante, à medida que a taxa de erros aumenta, embora nestas situações, a confiabilidade seja bastante baixa, devido a um aumento da probabilidade de erros não detetados. Desta forma, com um sistema híbrido pode-se obter um sistema com maior NDT que um sistema ARQ e maior confiabilidade que um sistema FEC (Sastry e Kanai - 1976). O aumento da NDT é obtido através da diminui-

ção do número médio de repetições, ocasionado pelo controle direto (FEC).

A correção direta (FEC) e a detecção, quando ultrapassada a capacidade de correção, são desempenhadas pelo código bloco linear de redundância variável (Camelo, F. e Rocha Neto, I. - 1981) já descrito. Na fig. 4.2 tem-se um fluxograma simplificado do controle de erros no receptor.

A técnica utilizada para controle de erros por retransmissão é a de Sistemas Contínuos de Retransmissão Seletiva. É utilizado um processo de identificação para cada palavra transmitida ou recebida, de forma a quando for detectado erro em uma determinada palavra, poder-se pedir ao transmissor que a retransmita.

A identificação da palavra é obtida através de uma sincronização entre o *Buffer* do transmissor e o *Buffer* do receptor. No início de operação do sistema, é assegurado que os apontadores de cada um dos *Buffer's* estejam apontando para a posição inicial. A cada palavra transmitida e/ou recebida, os apontadores são incrementados.

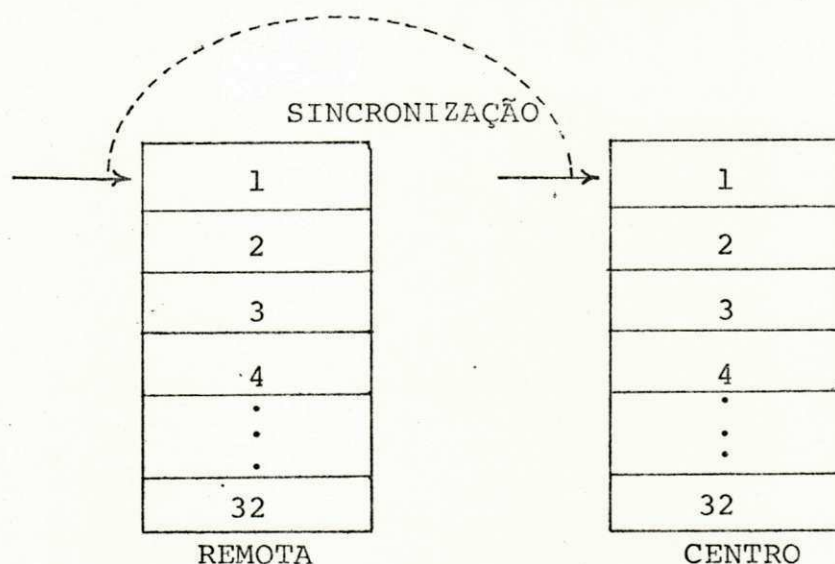


Fig. 4.1 - Ilustração da Sincronização dos *Buffers*.

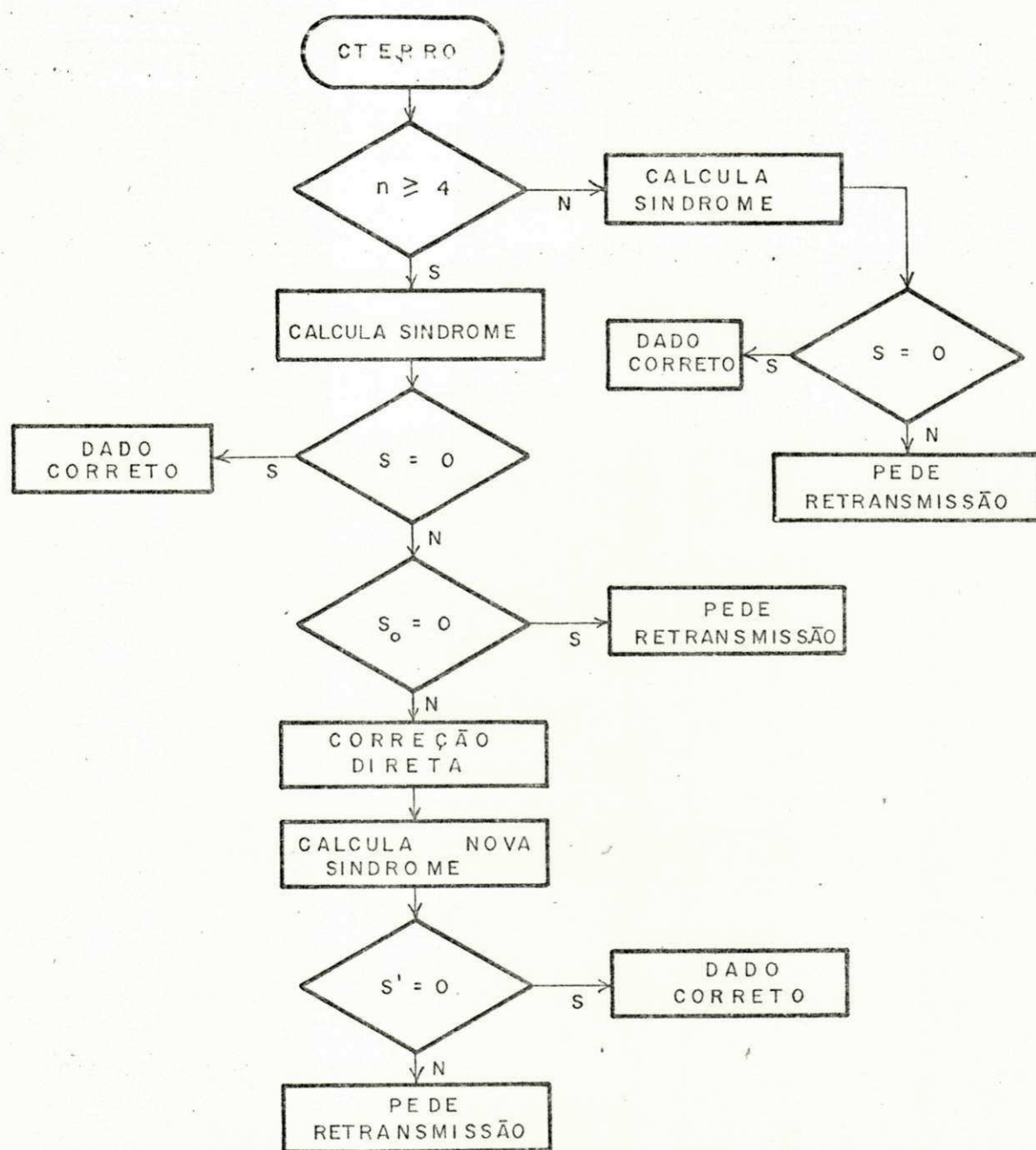


FIG. 4.1 - FLUXOGRAMA DO CONTROLE DE ERROS NO RECEPTOR

O pedido de retransmissão ("NACK") deve ser, de forma tal, a informar ao transmissor que palavra específica está sendo requisitada. Entretanto, até o momento de recebimento de um "NACK", várias palavras poderão ter sido transmitidas e estas não serão consideradas no receptor. Surge portanto, a necessidade de se saber não apenas a partir de que palavra deve o transmissor começar a retransmissão, mas também, até que palavra deve ser retransmitida. Isto é conseguido através do cálculo do OFF-SET entre a posição da palavra requisitada e a posição para a qual o apontador está indicando ao receber o "NACK". O valor do OFF-SET será o número N de palavras a serem retransmitidas. Tem-se que o valor de N não é fixo e se acomoda adaptativamente em função do tempo de atraso total (T) de recebimento de um "NACK". Na fig. 4.3 é vista uma ilustração deste processo de retransmissão.

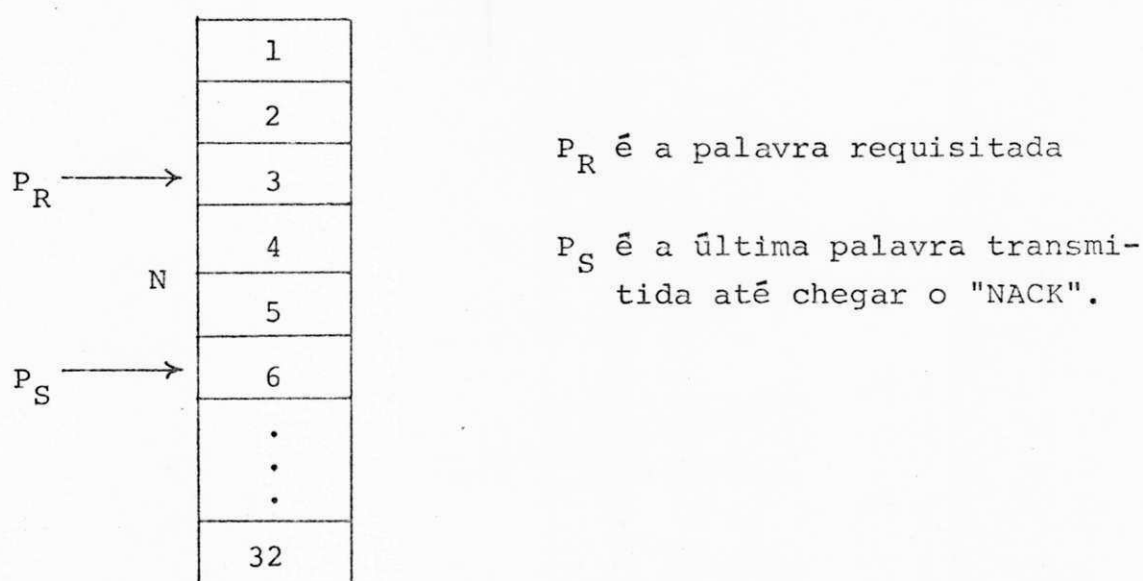


Fig. 4.3 - Ilustração do processo de retransmissão.

O "NACK" é codificado através do mesmo código utilizado para a codificação de dados. As três primeiras posições da palavra são ocupadas por bits de paridade. No processo de codificação é assumida uma palavra de atividade fixa

$A = 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1$ onde as três primeiras posições são consideradas inativas. Tem-se portanto, 2^5 palavras endereçáveis, o que corresponde a um *Buffer* de tamanho mínimo de 32 palavras.

4.4 - DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA PROPOSTO

Na fig. 4.5 é mostrado o diagrama de blocos do sistema proposto. Na Remota os bits de informação são entregues simultaneamente pelas fontes $F_0, F_1, \dots, F_7$ de maneira serial e lidos paralela e ciclicamente pelo multiplex. Os dados agrupados em palavras de oito bits são então codificados, armazenados e entregues à interface de linha para serem transmitidos. No Centro os dados são recebidos através da interface de linha. Em seguida, são decodificados, demultiplexados e armazenados em um *Buffer* de recepção para posterior utilização.

O formato de transmissão de dados na direção REMOTA/CENTRO é mostrado na fig. 4.4.

SINC	CONTROLE	C_1	C_2		C_{1024}
------	----------	-------	-------	--	------------

Fig. 4.4 - Formato de transmissão REMOTA/CENTRO.

A primeira palavra do *frame* é uma palavra de sincronismo que indica ao receptor o início de um ciclo de mensagens. Após o sincronismo, tem-se um campo para palavras de controle que indicam ao centro mudanças em situações normais de transmissão, tais como retransmissão de dados, mudança de atividade ou comando executado.

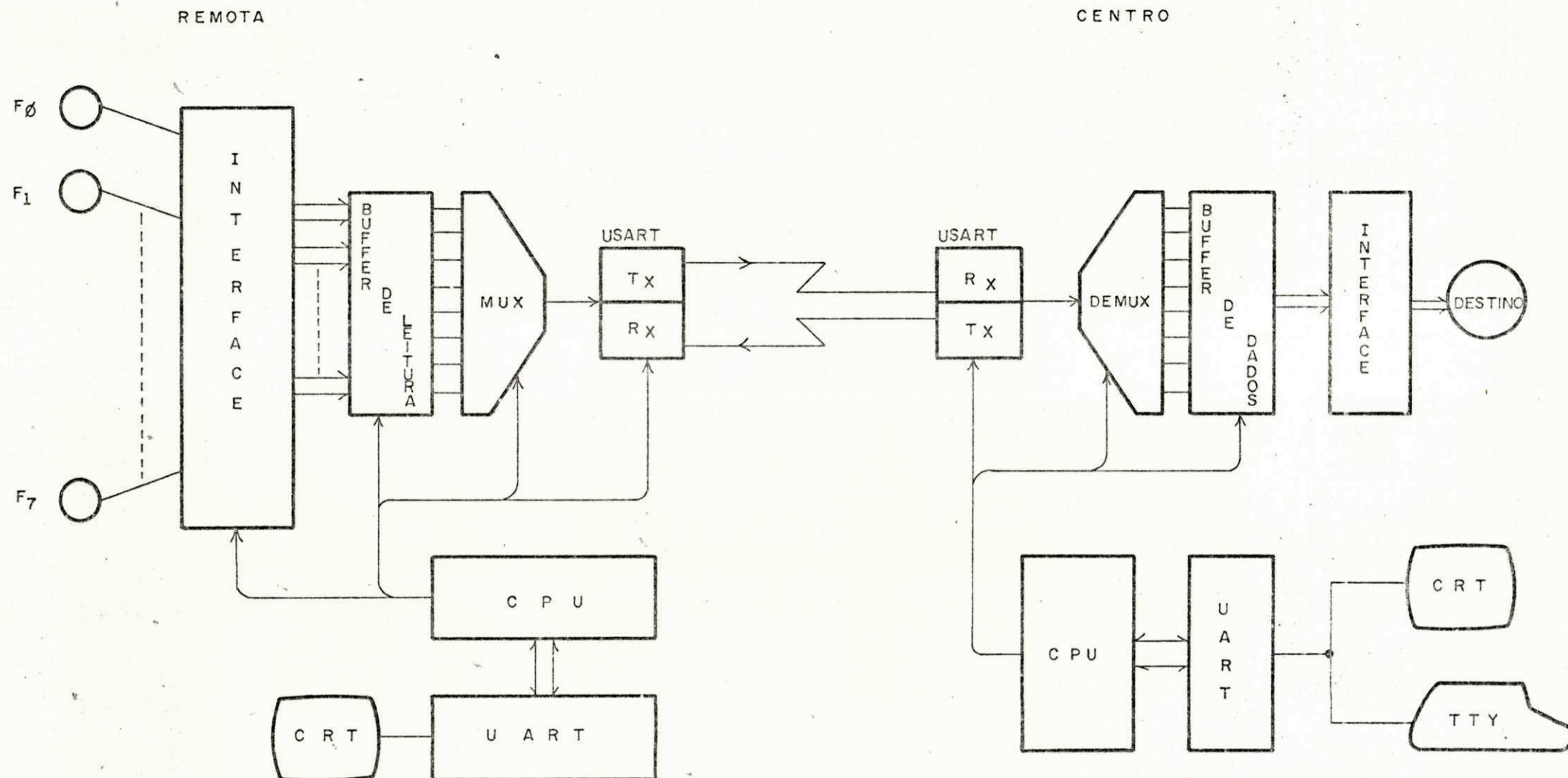


FIG.4.5 - DIAGRAMA DE BLOCOS DO SISTEMA

PALAVRAS DE CONTROLE

DENOMINAÇÃO	CODIFICAÇÃO
TXNORM	1 1 1 0 0 0 0 0
MUDATV	0 0 1 1 1 0 0 0
RPDADO	1 0 0 1 0 0 0 1
CMEXTD	0 1 0 0 0 1 1 0
RPCOM	0 0 0 0 1 1 1 0

Tab. 4.1 - Palavras de Controle

O processo de codificação das palavras de controle é tal que pelo menos quatro erros precisam ocorrer, por palavra, para que uma palavra se transforme em uma outra palavra válida.

Conforme é visto na fig. 4.4, após o cabeçalho (SINC + CONT.), tem-se a transmissão de um super quadro (1024 palavras) que correspondem a 128 quadros, ou seja, um igual número de palavras completas transmitidas de cada uma das fontes F_i 's.

O formato da transmissão de dados na direção CENTRO /REMOTA é visto na fig. 4.6.

SINC	IDENTIFICAÇÃO DO COMANDO	ENDEREÇO DO COMANDO
------	--------------------------------	---------------------------

Fig. 4.6 - Formato de Transmissão - CENTRO/REMOTA.

A palavra de sincronismo assegura o sincronismo na linha. Em seguida, é enviada uma palavra que define que comando está sendo transmitido, vindo logo após, o endereço ou

especificação do comando.

O Centro tem capacidade de transmissão de até 16 comandos. Dentre estes, 13 comandos podem ser utilizados para funções diversas, a serem definidas dependendo da aplicação. Temos que cada comando pode ser endereçado a até 32 pontos diferentes. Os três comandos restantes, são utilizados para controle entre o centro e a remota, tais como: controle de erros, controle de protocolo e definição de atividade.

A codificação de uma palavra de comando é feita de forma semelhante à codificação de dados. É assumido uma palavra de atividade $A = 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1$ onde nas três primeiras posições é colocada a redundância. Vê-se portanto, que a redundância introduzida é suficiente apenas para detecção de erros e não correção. Desta forma ao ser detectado erro em um comando recebido na remota, é feito um pedido automático de retransmissão. Os cinco últimos bits da palavra de endereçamento do comando são utilizados para o endereçamento propriamente dito. Tem-se portanto, uma capacidade de 2^5 endereços possíveis. Entretanto, o campo de endereçamento de um comando que define a atividade (CATV), tem características diferentes. Nesta palavra de endereçamento, tem-se que, cada posição corresponde a uma determinada fonte de informação na remota. Assim sendo tem-se: à posição 0, corresponde F_0 ; à posição 1, corresponde F_1 etc. A presença de um bit "0" em uma determinada posição corresponde a inatividade da respectiva fonte. Como é necessário que pelo menos uma fonte seja considerada inativa, é fixada como inativa, sempre, a fonte F_0 . Desta forma, a primeira posição da palavra de atividade será utilizada para introdução de redundância com vistas a controle de erros. Na fig. 4.7 é mostrado o formato de endereçamento de um Comando Atividade.

0	1	2	3	4	5	6	7
P	X	X	X	X	X	X	X

X = 0 fonte correspondente é Inativa

X = 1 fonte correspondente é Ativa.

Fig. 4.7 - Formato de Comando Atividade.

4.5 - DESCRIÇÃO DE FUNCIONAMENTO E OPERAÇÃO DO CENTRO

Na fig. 4.8 é mostrado um fluxograma geral de operação e funcionamento do Centro.

O Centro é inicializado após um comando local de RESET. Após este comando, aparecerá na tela do terminal de vídeo o seguinte,

MUX. ADAP. / CENTRO

A partir daí, o Centro espera sincronismo. O recebimento do caracter "S" na tela, indicará ao operador a existência de sincronismo na linha. Efetivado o sincronismo, o Centro espera que seja introduzido, pelo operador, um Comando Atividade(CATV). Qualquer outro comando que seja dado, não será aceito pelo sistema. Um CATV é dado quando o operador aperta a tecla "A". Este caracter é então mostrado na tela. O operador deve portanto, informar que canais serão considerados ativos (1, 2, 3, ... 7). O último caracter dado deve ser *, indicando que a atividade foi definida. A atividade é então codificada e transmitida para a estação remota. Um CATV deve ser portanto, a

primeira mensagem transmitida pelo Centro.

Em situação normal, a primeira mensagem recebida pelo Centro deve ser precedida da palavra de controle, MUDATV, indicando que a atividade transmitida foi recebida corretamente na estação Remota. Caso contrário, uma outra palavra de controle (RPCOM), será recebida indicando que o Centro deve retransmitir a atividade enviada. Entretanto, a própria palavra de controle pode ser recebida degenerada, portanto, nenhuma das duas palavras de controle possíveis é recebida. Neste caso, um novo comando é transmitido pelo Centro, solicitando a retransmissão do controle.

Após a confirmação de que a atividade foi recebida corretamente, o Centro espera a próxima palavra e testa se esta é um dado ou um controle. Se é um controle, este é identificado e executado. Se é um dado, inicia-se um processo de decodificação em função da atividade enviada. Se é detectado um erro, este será corrigido automaticamente (FEC); caso o número de canais ativos seja menor ou igual a quatro ($A \leq 4$). Se mais de um erro está presente por palavra, ou $A > 4$, o Centro fará um pedido automático de retransmissão (ARQ). Os dados recebidos corretamente ou corrigidos, serão armazenados no *Buffer* de recepção.

A qualquer instante o operador pode carregar, via Terminal de Vídeo, novos comandos. Estes são atendidos por "polling", sempre após a recepção de um dado, corretamente. Os comandos atendidos são codificados, armazenados e transmitidos. Sempre que um comando não válido for carregado, o terminal será sinalizado. O Centro é também sinalizado quando um comando transmitido foi executado na Remota.

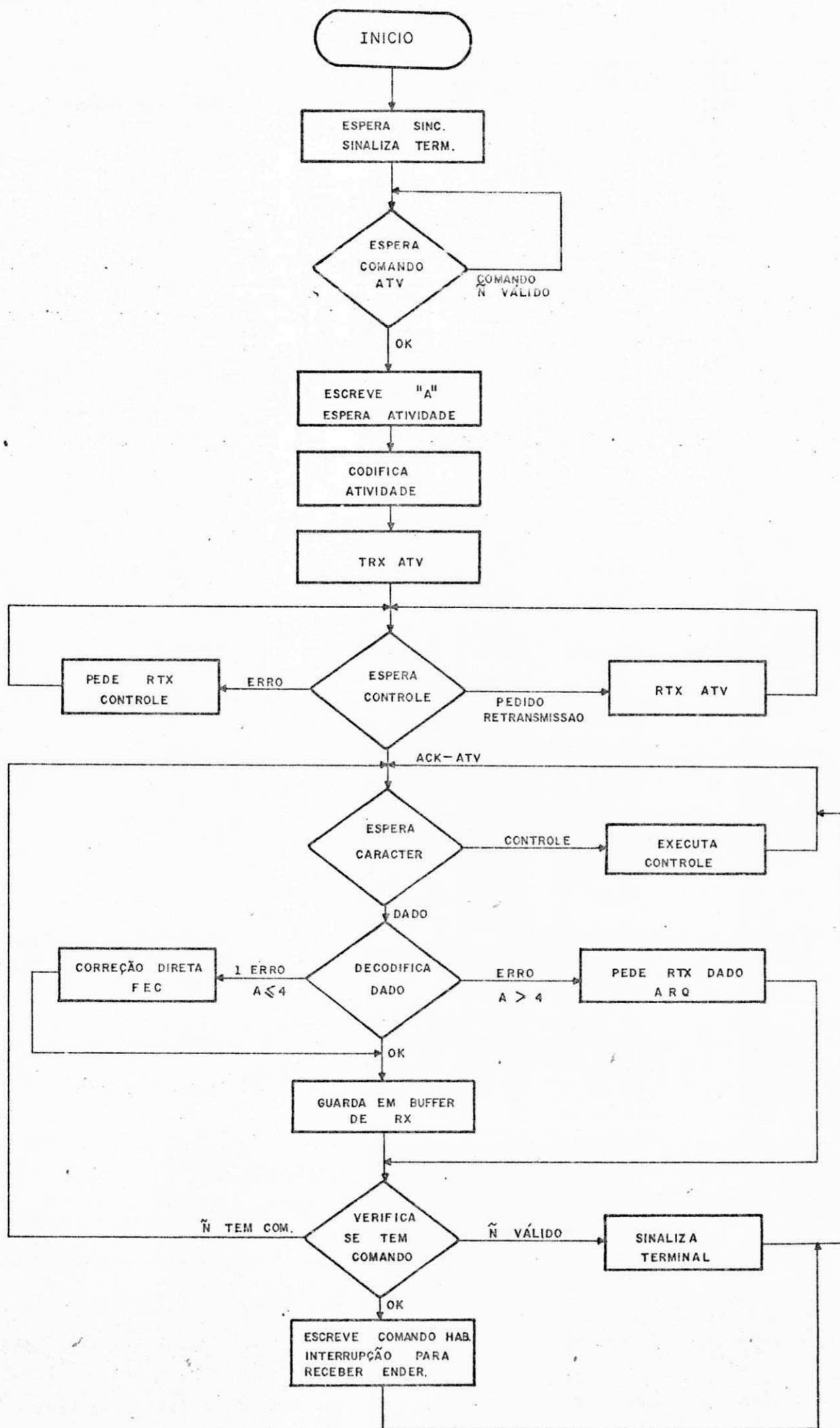


Fig. 4.8 - FLUXOGRAMA GERAL DE OPERAÇÃO-CENTRO

4.6 - DESCRIÇÃO DE FUNCIONAMENTO E OPERAÇÃO DA REMOTA

O funcionamento e operação da estação Remota é mostrado na fig. 4.9.

A inicialização se dá de maneira semelhante ao Centro, isto é, com um comando local de "RESET". Após este comando aparecerá no terminal de vídeo, o seguinte,

MUX. ADAPT. / REMOTA

Em seguida, a Remota espera sincronismo. O operador saberá da presença de sincronismo na linha, ao aparecer o caracter "S" na tela. Efetivado o sincronismo, é esperado um Comando Atividade (CATV). Este comando ao ser recebido, é então, decodificado. Se detetado erro, é feito um pedido automático de retransmissão, caso contrário, a atividade é armazenada para posterior utilização na codificação dos dados a serem transmitidos.

A primeira mensagem transmitida ao Centro é precedida da palavra de controle, MUDATV, indicando que a palavra de atividade foi recebida corretamente. Esta palavra de controle será também sempre transmitida quando, já em regime normal de operação, houver uma mudança de atividade. Sempre após 1024 palavras de dados, será transmitida alguma palavra de controle. Se não houve nenhum comando recebido tal como nova atividade (CATV) e pedido de retransmissão (CARQ), a palavra de controle transmitida é TXNORM, indicando uma situação normal de transmissão. Ao ser recebido um comando de nova atividade (CATV), a respectiva atividade é armazenada e após completado um ciclo de informações (1024 palavras), será utilizada para codificação de novos dados. Só então será transmitida a palavra de controle, MUDATV. Um comando de pedido de re

transmissão (CARQ), ao ser recebido, é atendido prontamente, não sendo portanto necessário, esperar que seja completado o ciclo de informações. A retransmissão dos dados é precedida pela palavra de controle RPDADO, indicando portanto que o ciclo normal de informações foi interrompido. A retransmissão se dará até a última palavra ignorada pelo Centro. A partir deste ponto, o ciclo de informações interrompido, será reiniciado no ponto de interrupção.

Cada dado, após codificado, é transmitido e armazenado com vistas a possíveis retransmissões.

Os dados iguais às palavras de sincronismo serão duplicados na linha de forma a que no Centro, sempre que forem recebidas duas palavras de sincronismo consecutivas, uma delas seja considerada um dado e a outra ignorada.

Após a transmissão de cada dado é verificado se foi recebido algum comando. Os comandos recebidos são decodificados e quando detectado erro, é feito um pedido automático de retransmissão. Os comandos recebidos corretamente são prontamente atendidos.

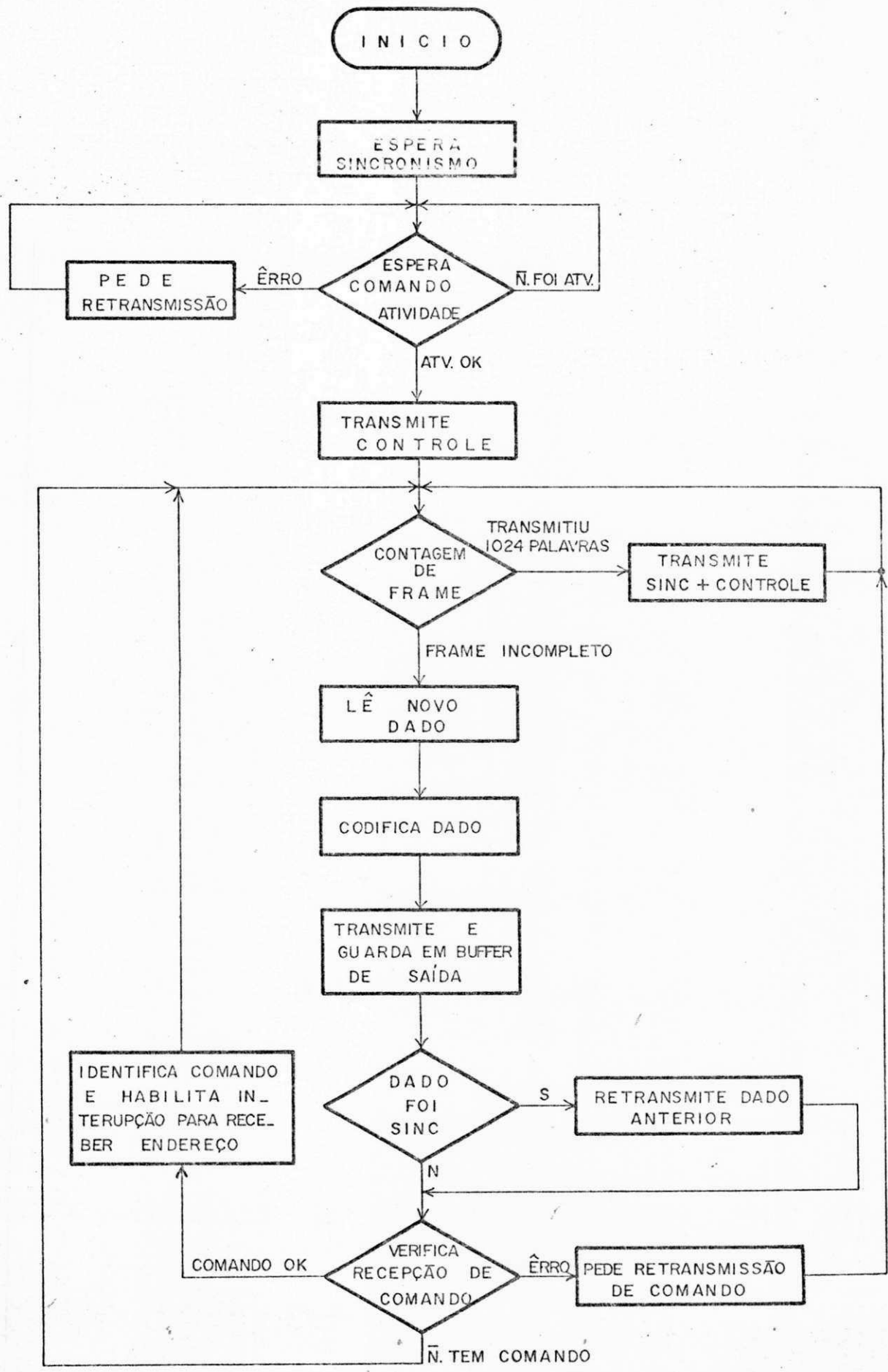


FIG. 4.9 - FLUXOGRAMA GERAL DE OPERAÇÃO - REMOTA

CAPÍTULO V

CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DO HARDWARE

5.1 - INTRODUÇÃO

A partir da década de 70, com o advento dos micro processadores, muitas aplicações que utilizavam minicomputado res ou até computadores de grande porte, puderam dispor das potencialidades dos microprocessadores, estas aplicações a cada dia se multiplicam, devido a sua versatilidade e baixo custo. Em algumas aplicações, tais como sistemas supervisõ rios e de controle de processos, os microprocessadores se mos tram bastante atrativos. Isto se dá, pelas características de capacidade de aquisição de dados de sensores ou fontes diver sas, ativação de atuadores e a mais importante, qual seja a capacidade de processamento dos dados obtidos, com vistas a uma tomada de decisões. Esta última característica é bastan te importante devido à tendência de utilização de sistemas des centralizados.

O processamento após a aquisição e/ou supervisão de dados em terminais remotos se constitui normalmente, em um fa tor de bastante necessidade, pois além da possibilidade de al gumas decisões poderem ser tomadas pelo próprio microprocessa dor, existe sempre a necessidade de processamento dos dados

com vistas a um aumento de confiabilidade, quando os dados são transmitidos a um processador central à distância. Em sistemas de telemetria e telesinalização, por exemplo, os centros de coleta de informações encontram-se normalmente a distâncias consideráveis, sendo portanto necessário um processamento com vistas à introdução de redundância na informação, para obtenção de um controle de erros no canal.

Na implementação do sistema proposto de multiplexação com controle híbrido de erros, é utilizado o microprocessador MC-6800 da Motorola. Este microprocessador foi escolhido devido a fatores tais como: custo, disponibilidade no mercado e existência de uma infraestrutura de apoio a projetos. Neste capítulo é descrita a implementação do Hardware do sistema proposto.

5.2 - ARQUITETURA DO SISTEMA

O sistema de multiplexação proposto foi implementado do segundo a arquitetura mostrada nas figs. 5.1 e 5.2, onde se vê o diagrama de blocos do Centro e Remota, respectivamente. De uma maneira geral, tanto o Centro quanto a Remota são constituídos pelas seguintes unidades:

- UNIDADE CENTRAL DE PROCESSAMENTO (UCP)
- UNIDADE DE MEMÓRIA - RAM/EPROM
- INTERFACE DE ENTRADA/SAÍDA
- INTERFACE DE LINHA
- BUFFER DE DADOS.

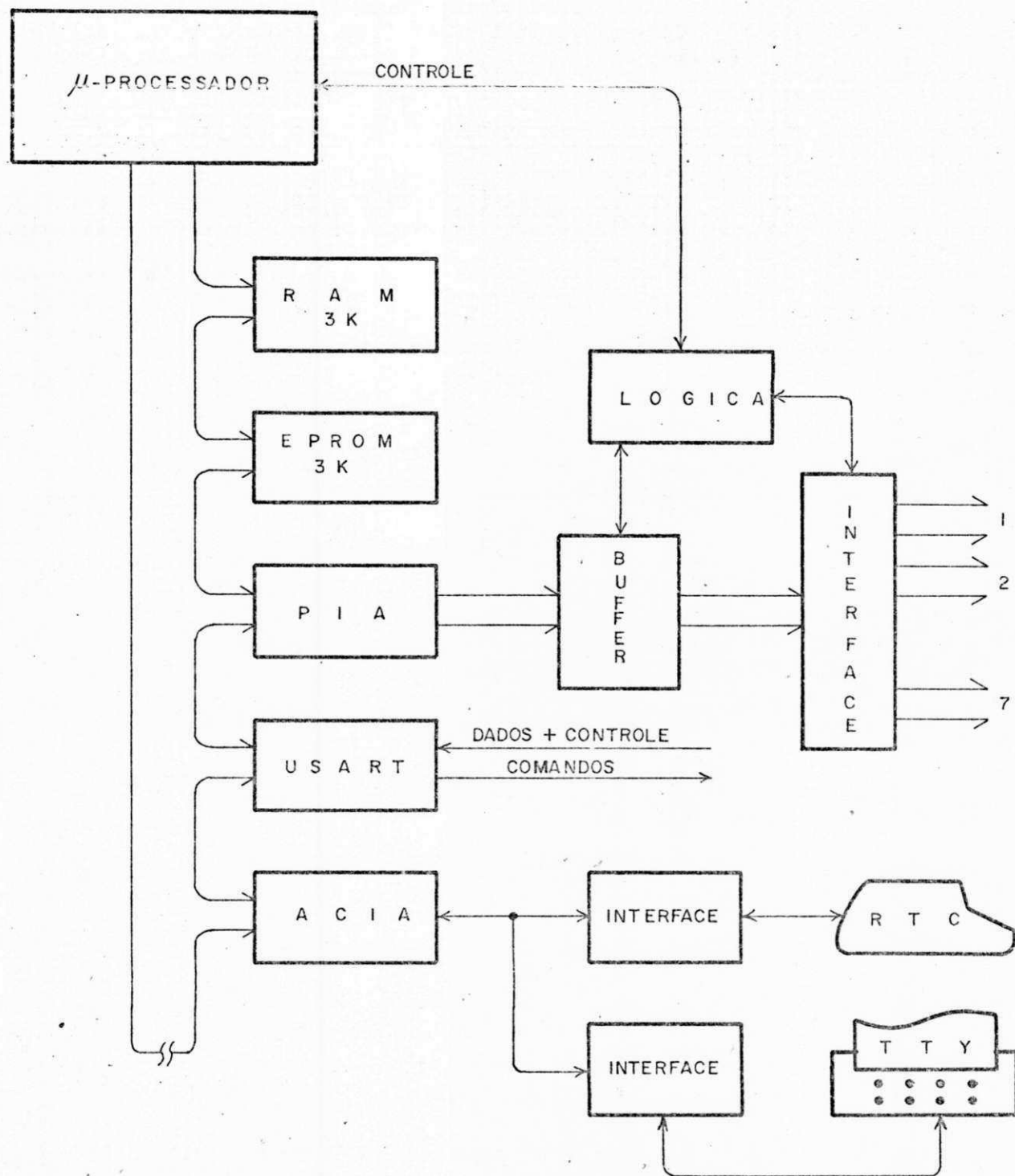


FIG. 5. 1 - DIAGRAMA DE BLOCOS DO HARDWARE - CENTRO

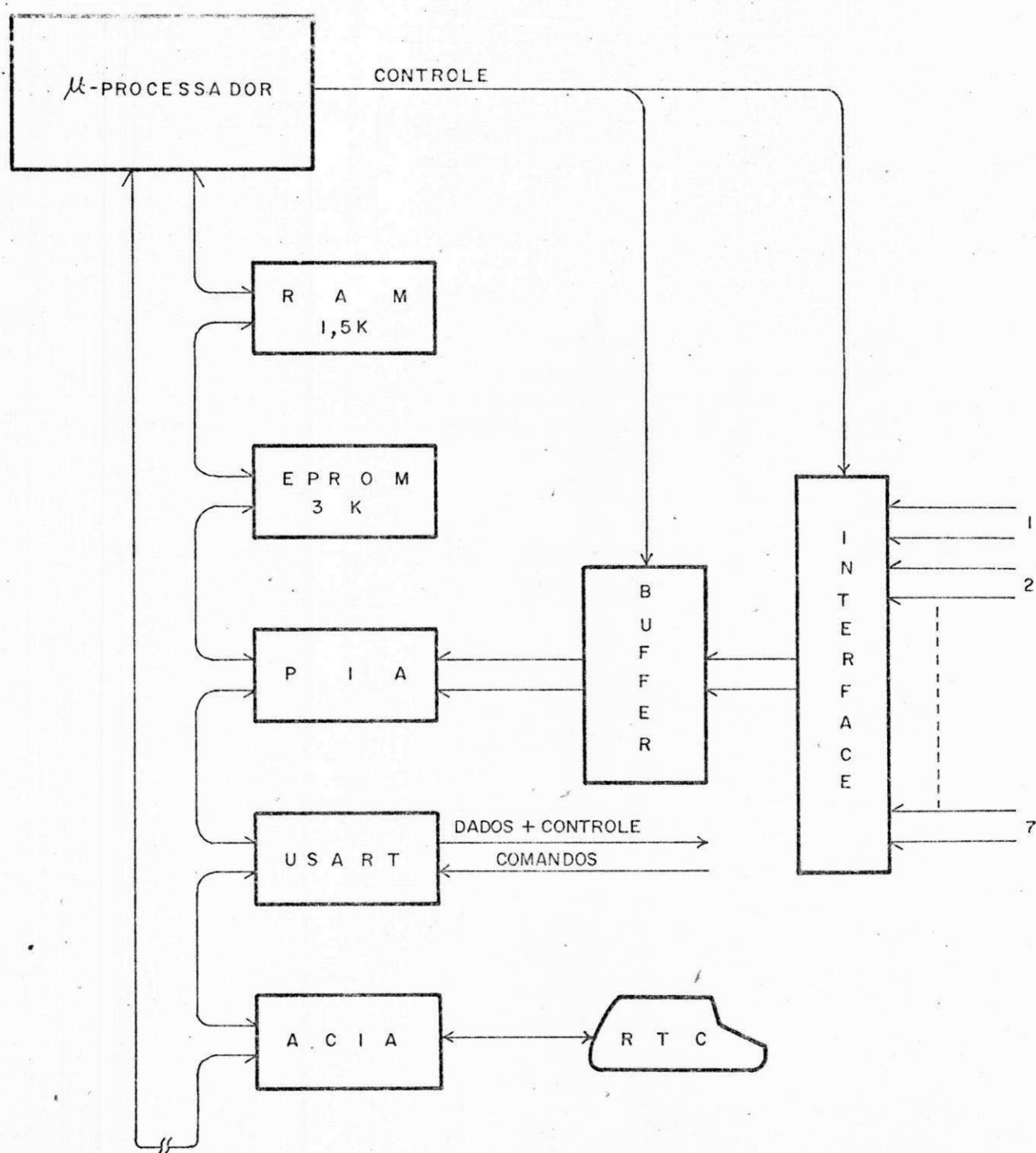


FIG. 5.2 - DIAGRAMA DE BLOCOS DO HARDWARE - REMOTA

5.2.1 - UNIDADE CENTRAL DE PROCESSAMENTO (UCP)

A UCP é composta do microprocessador MC 6800 da Motorola, circuito de "clock", circuito de Auto/Reset, interface das vias e controle, como mostra a fig. 5.4. Os circuitos são apresentados no Apêndice I (fig. AI.1).

5.2.1.1 - O MICROPROCESSADOR

O MC 6800 é um microprocessador fabricado em tecnologia N MOS dinâmica, compatível com TTL. Apresenta via de dados bidirecional de 8 bits e via de endereços unidirecional com capacidade de endereçamento de até 64 Kbytes. Possui um forte conjunto de 72 instruções de comprimento variável (de 1 a 3 bytes). O número de bytes depende da instrução particular e do modo de endereçamento. Este último pode ser: inerente, imediato, direto, estendido, relativo ou indexado. Possui seis registradores internos a saber: 2 acumuladores (ACCA e ACB), registrador de indexação (X), contador de programa (PC), apontador de pilha (SP) e registrador de código de condições (CCR). Aceita interrupções por Software e Hardware. As interrupções são atendidas por quatro vetores: RESET, NMI, IRQ e SWI.

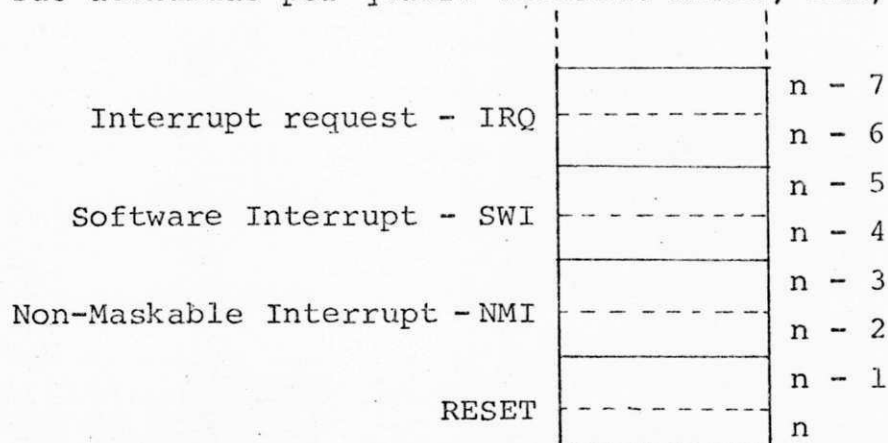


Fig. 5.3 - Vetores de Interrupção

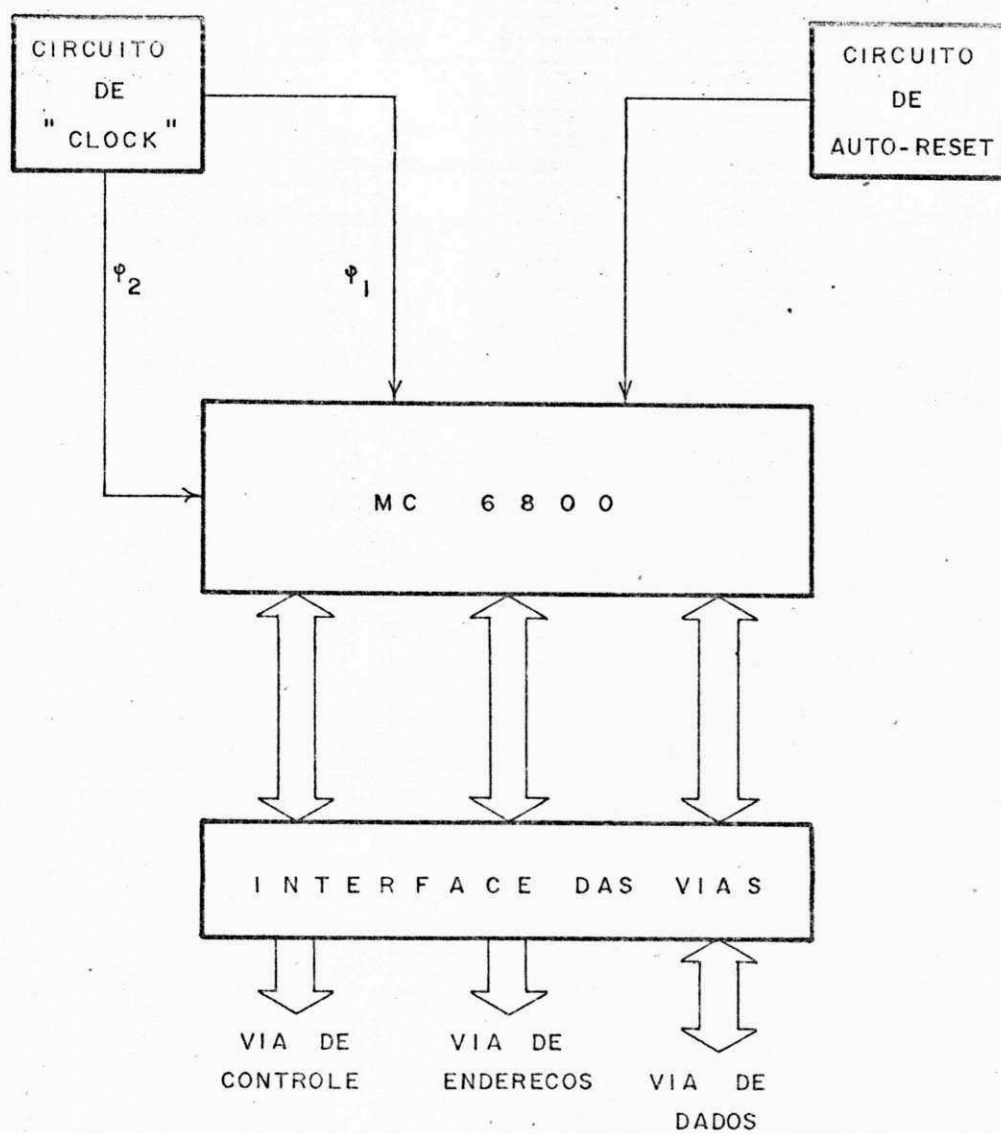


FIG. 5.4 - DIAGRAMA DE BLOCOS DA UCP

- . RESET - É uma interrupção por Hardware que serve como controle, para inicializar o sistema. O PC é carregado com o endereço definido pelos conteúdos das posições de memória n e $n - 1$.
- . NMI - É uma interrupção por Hardware não mascarável, ou seja, será prontamente atendida. O PC é carregado com o endereço definido pelos conteúdos das posições de memória $n - 2$ e $n - 3$.
- . SWI - É uma interrupção por Software. Se constitui em uma instrução do microprocessador. Após a sua execução, o PC é carregado com o endereço definido pelos conteúdos das posições de memória $n - 4$ e $n - 5$.
- . IRQ - É semelhante a um NMI com a diferença que o seu atendimento é mascarável. O PC é carregado com o endereço definido pelos conteúdos das posições de memória $n - 6$ e $n - 7$.

5.2.1.2 - CIRCUITO DE "CLOCK"

Este circuito fornece os sinais ϕ_1 e ϕ_2 para o μP . Estes sinais são gerados por um oscilador a cristal ($f = 1\text{Mz}$), utilizando o circuito integrado 74124 (ver CI 8 da fig. AI-1), que consiste de dois VCO's ("Voltage-Controlled Oscillators").

Os sinais ϕ_1 e ϕ_2 são defasados de 180° e são aplicados às respectivas entradas do μP . O sinal ϕ_2 é também utilizado, juntamente com o sinal de controle VMA (Valid Memory Address). Estes dois sinais quando válidos conjuntamente, ativam as entradas de seleção ou endereçamento dos diversos periféricos do sistema.

5.2.1.3 - CIRCUITO DE AUTO-RESET

Este circuito é o responsável pela inicialização do sistema, quando é desejável que esta seja automática. Isto se dá quando da energização ou reenergização, no caso de ter havido falha na alimentação. É implementado com o "Timer" LM555 que garante o atraso mínimo necessário de 8 ciclos do "clock" do sistema, no nível lógico baixo, para que o sistema seja inicializado.

5.2.1.4 - INTERFACE DAS VIAS

A interface das vias de endereços e dados é proporcionada por "Driver", de três estados ("Three State"), que proporcionam um maior "fannout" para o sistema. Na interface das vias de endereços são utilizados "Drivers" unidirecionais que estão sempre habilitados. Nas vias de dados, os "Drivers" são bidirecionais e são habilitados pelos sinais ϕ_2 , VMA e $R/\bar{W}$. Os dois primeiros sinais são utilizados para assegurar a habilitação somente quando o endereço é válido para as memórias e somente durante o ciclo de transferência de dados. O último sinal é utilizado para definir a direção dos dados. São utilizados os CI's 74365 e 82516 para as interfaces das vias de endereços e dados respectivamente.

5.3 - UNIDADE DE MEMÓRIA

A unidade de memória do sistema é constituída de de codificadores de endereços, memórias RAM'S e memórias EPROM'S,

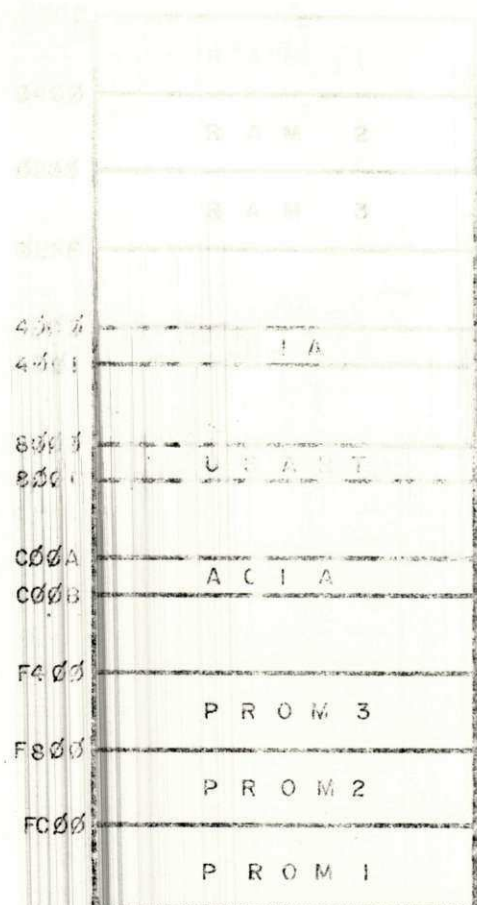
conforme mostra a fig. AI-2 (Apêndice I).

Os decodificadores de endereços utilizados foram de multiplexadores de 1 : 8. Estes possibilitam uma expansão da unidade de memória sem grandes dificuldades. Para as memórias RAM's foi utilizado o CI 74138 e para as memórias EPROM's o CI 74142.

O arranjo de memórias RAM é constituído por memórias RAM's estáticas de 1K x 4 cada. No Centro tem-se 6 CI's e na remota 4. Desta forma, tem-se arranjos de 3K x 8 e 2K x 8 para o Centro e Remota, respectivamente. Foram utilizados para estes arranjos, as memórias RAM's 2114. A escolha destas memórias se deu por três fatores: sua velocidade, disponibilidade no mercado e alta compactação no armazenamento.

O arranjo de memórias EPROM's é constituído, tanto no Centro quanto na Remota, por três memórias de 1 Kbytes. Obtem-se, portanto, arranjos de 3 Kbytes. Estes arranjos foram implementados com memórias EPROM 2708. Estas memórias foram escolhidas, basicamente, pela disponibilidade de equipamento para programação.

O mapa de memórias do sistema é mostrado nas figs. 5.5 e 5.6. O mapeamento foi feito de maneira a utilizar-se as primeiras páginas para as memórias RAM's e as últimas páginas para as memórias EPROM's. As memórias RAM's são utilizadas como rascunho e *Buffer* de dados. Nas memórias EPROM's, tem-se: tabelas, programas de processamento e controle e programa monitor. As locações intermediárias do mapa de memórias são utilizadas para endereçamento de dispositivos periféricos (PIA's, ACIA's e USART's).



	A ₁₅	A ₁₄	A ₁₃	A ₁₂	A ₁₁	A ₁₀	A ₉	A ₈	A ₇	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀
RAM 1	0	0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RAM 2	0	0	0	0	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RAM 3	0	0	0	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PIA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
ACIA	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X
USART	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
PROM 3	1	1	1	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PROM 2	1	1	1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PROM 1	1	1	1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

FIG. 5. 6 - MAPA DE MEMORIA - CENTRO

0000	R A M 1
03FF	
2000	R A M 2
23FF	
4400	P I A
4403	
4800	U S A R T
4801	
5000	A C I A
5001	
F400	E P R O M 3
F800	
FC00	E P R O M 2
FFFF	

	A ₁₅	A ₁₄	A ₁₃	A ₁₂	A ₁₁	A ₁₀	A ₉	A ₈	A ₇	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀
RAM 1	0	0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RAM 2	0	0	1	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PIA	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X
ACIA	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
USART	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
EPROM3	1	1	1	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EPROM2	1	1	1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EPROM1	1	1	1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

FIG. 5.5 -MAPA DE MEMORIA - REMOTA

5.4 - INTERFACES DE ENTRADA E SAÍDA (E/S)

Como interfaces de E/S foram utilizadas PIA's (Peripheral Interface Adapter) MC 6820 e ACIA's (Assynchronous Communications Interface Adapter) MC 6850, ambos de fabricação da Motorola.

5.4.1 - INTERFACE PARALELA

As PIA's são utilizadas para proporcionarem a conexão paralela de periféricos a um processador. Uma PIA é constituída por dois grupos de registradores simétricos e independentes (A e B). Cada um destes grupos é constituído de 3 registradores: registrador de dados, registrador de controle e registrador de direção de dados. O endereçamento de cada um destes registradores é feito por Software. Estes registros são tratados como locações de memória, podendo-se escrever ou ler nos mesmos. Cada grupo de registradores (A e B), possui apenas 2 endereços. Um endereço é relativo ao registro de controle e o outro endereço aos registros de direção de dados e registro de dados. A escolha entre um destes dois últimos é feita através do bit b_2 do registro de controle. O fluxo de dados na saída da PIA utiliza a própria via de dados do sistema. A entrada $R/\bar{W}$ da PIA controla a direção deste fluxo. Do lado do periférico o fluxo de dados é também bidirecional e a direção deste fluxo é determinada pelo registro de direção de dados.

A seleção do CI é feita através de três entradas: CS0, CS1 e $\overline{CS2}$. Outras duas entradas, RS0 e RS1, são usadas para o endereçamento dos registros específicos da PIA. Nas

figs. 5.7 e 5.8 tem-se, respectivamente: uma tabela de endereçamento e um diagrama de E/S da PIA.

5.4.2 - INTERFACE SERIAL

A ACIA é um circuito programável que proporciona uma conexão paralelo/série entre um processador e um periférico. A comunicação é feita no modo assíncrono. Esta interface foi utilizada para conexão entre o μP e um terminal de vídeo.

A ACIA possui quatro registradores internos: registrador de controle, registrador de "status", registrador de transmissão de dados e registrador de recepção de dados. Estes registradores são vistos pelo processador como apenas 2 locações de memória. Existe portanto, apenas uma entrada para endereçamento, RS, que selecionará sempre um par de registradores. Dentre um par selecionado, um determinado registrador específico é selecionado através da entrada $R/\bar{W}$. Existem outras três entradas de selecionamento ($CS0$, $CS1$ e $\bar{CS2}$) que são utilizadas para seleção do CI.

Na conexão com o processador o fluxo de dados é feito através da própria via de dados do sistema e a direção deste fluxo é controlada através da entrada $R/\bar{W}$. Na conexão com o periférico, tem-se duas linhas seriais utilizadas para o fluxo dos dados: transmissão de dados e recepção de dados. São também disponíveis duas entradas de "clock", uma para transmissão e outra para recepção. Nas figs. 5.9 e 5.10, tem-se respectivamente: uma tabela de endereçamento e um diagrama de E/S da ACIA.

REGISTRADORES	CS2	CS1	CS0	RS1	RS0	b ₂
REG. DE DIREÇÃO DE DADOS - A	0	1	1	0	0	0
REG. DE DADOS - A	0	1	1	0	0	1
REG. DE CONTROLE - A	0	1	1	0	1	X
REG. DE DIREÇÃO DE DADOS - B	0	1	1	1	0	0
REG. DE DADOS - B	0	1	1	1	0	1
REG. DE CONTROLE - B	0	1	1	1	1	X

FIG. 5.7 - TABELA DE ENDEREÇAMENTO DA PIA

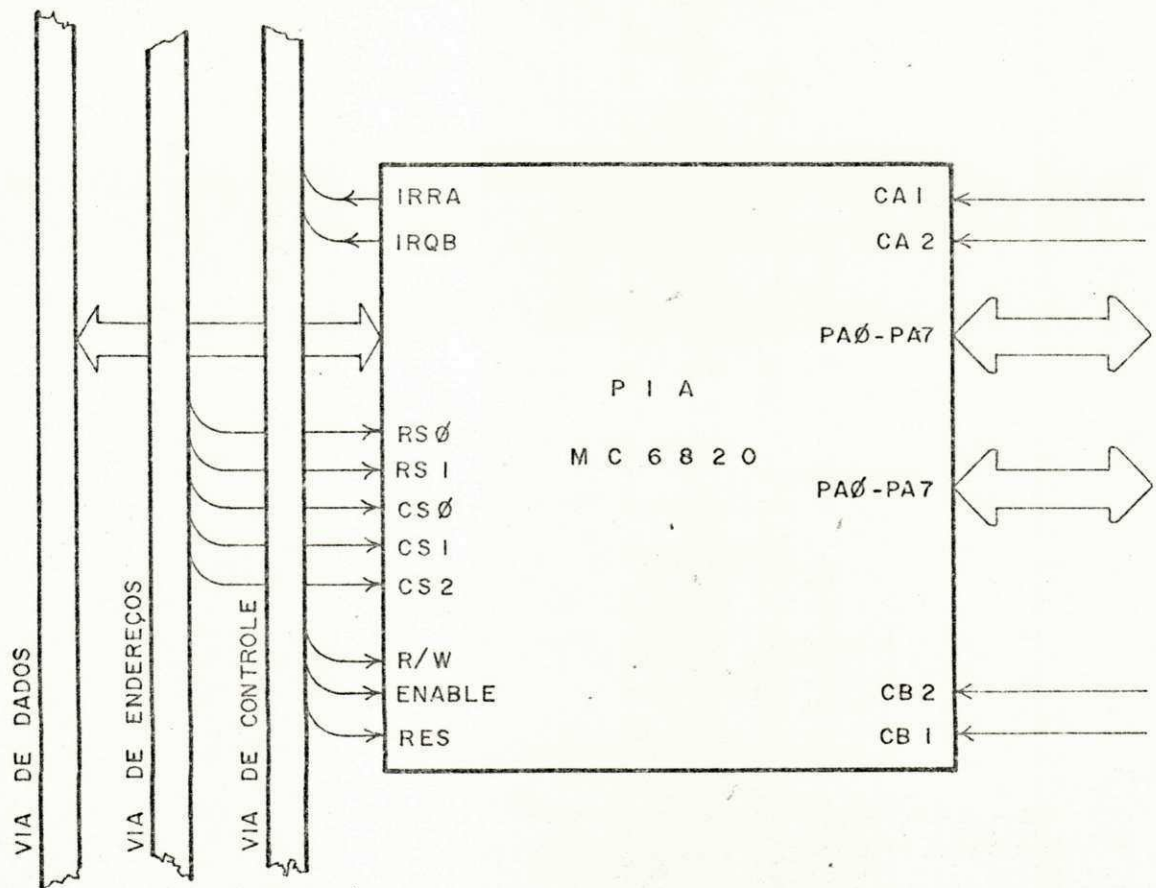


FIG. 5.8 - DIAGRAMA DE E/S DA PIA

REGISTRADOR	$\overline{CS2}$	$CS1$	$CS0$	RS	$R/\overline{W}$	FORMA DE ACESSO
REG. DE CONTROLE	0	1	1	0	0	ESCRITA
REG. DE "STATUS"	0	1	1	0	1	LEITURA
REG. DE PECEPÇÃO	0	1	1	1	1	LEITURA
REG. DE TRANSMISSÃO	0	1	1	1	0	ESCRITA

FIG. 5.9 - TABELA DE ENDERECAMENTO DA ACIA

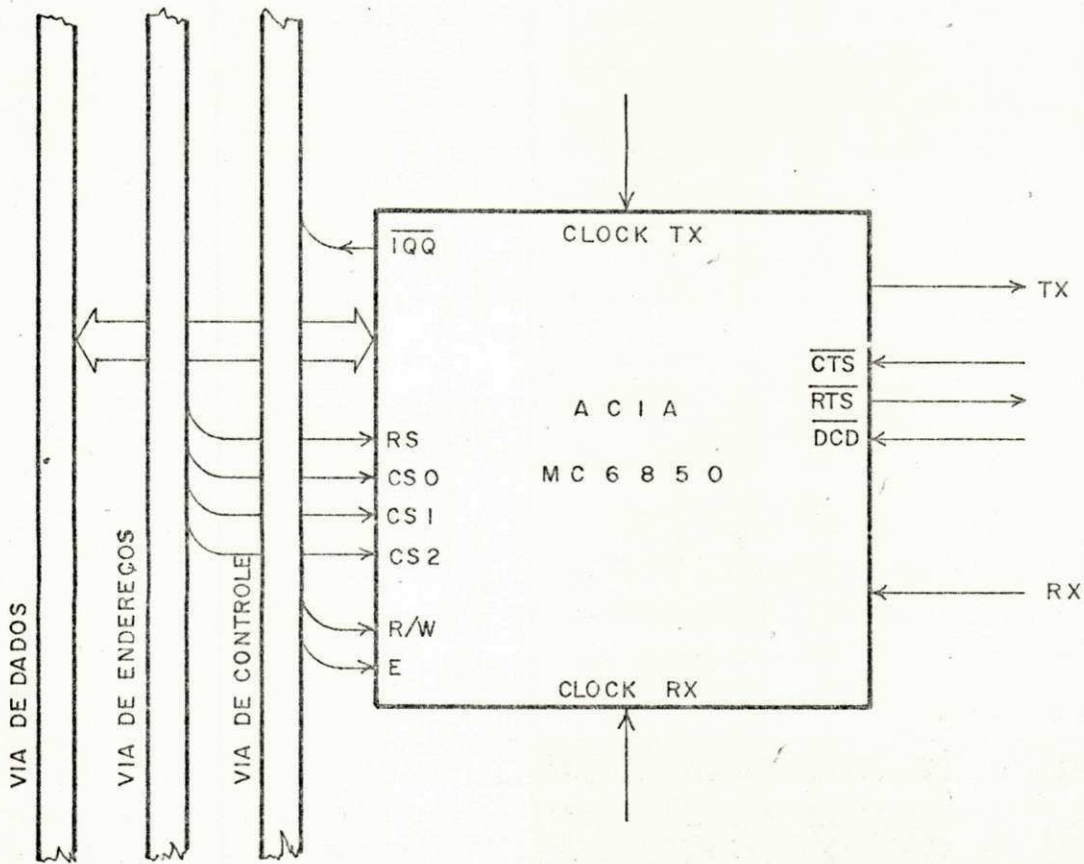


FIG. 5.10 - DIAGRAMA DE E/S DA ACIA

5.5 - INTERFACE DE LINHA

A interface de linha tem por objetivo possibilitar uma comunicação "full-Duplex" entre dois processadores. É um dispositivo periférico que aceita, do processador, os dados no formato paralelo e os transmite de forma serial; recebe os dados serialmente e os entrega na forma paralela ao processador. Auxilia ainda, o controle de protocolos de comunicação e o controle de erros. Foi utilizada a USART (Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter) PCI 8251A de fabricação da INTEL. Como os outros dispositivos de E/S em sistemas a microprocessador, a USART 8251A é programada por Software para possibilitar maior flexibilidade.

O fluxo de dados entre o processador e a USART, como nos outros dispositivos periféricos, é feito através da própria via de dados do sistema. A USART possui um *Buffer* de via, bidirecional de 8 bits e três estados, através do qual é feita a interface com o processador. Os dados são recebidos ou transmitidos através deste *Buffer*, mediante instruções de E/S do processador. Possui ainda, mais dois *Buffer's*, um para transmissão e outro para recepção de dados. No primeiro é feita a formatação, em função dos protocolos definidos e a serialização dos dados. No segundo, os dados são recebidos serialmente e checados em função dos protocolos definidos e em seguida entregues ao *Buffer* de via, para serem utilizados pelo processador.

A USART 8251, possui apenas uma entrada para seleção ($\overline{CS}$) e uma entrada para endereçamento interno ($C/\overline{D}$). O endereçamento interno é auxiliado pelas entradas $\overline{WR}$ e $\overline{RD}$, que são ligadas à entrada $R/\overline{W}$ do processador. Tem-se portanto associados, apenas dois endereços. Um para dados e o outro para controle ou "status". As palavras de controle estão divi-

didadas em dois formatos: instruções de modo e instruções de comando. As instruções de modo definem as características gerais de operação, enquanto as instruções de comando controlam a operação das características definidas. O endereçamento é feito de forma seqüencial. O registro de modo é endereçado quando, após uma operação de RESET, é feito um endereçamento de controle. A próxima palavra de controle carregada será interpretada como sincronismo e as seguintes serão interpretadas como instruções de comando. Nas figs. 5.11 e 5.12 tem-se respectivamente: tabela de endereçamento para a USART e uma ilustração da seqüência de endereçamento.

A 8251 possui várias saídas de controle utilizadas para sinalizar o processador ou modem. Dentre estas, as que indicam: transmissor vazio (T x EMPT), transmissor pronto para enviar dados (T x RDY) e receptor pronto para ser carregado (R x RDY), foram utilizadas para gerar interrupções por hardware no processador.

OPERAÇÃO	C/D	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	$\overline{CS}$
DADOS - TRANSMISSÃO	0	0	1	0
DADOS - RECEPÇÃO	0	1	0	0
CONTROLE - STATUS	1	0	1	0
CONTROLE - COMANDO	1	1	0	0

FIG. 5.11 - TABELA DE ENDEREÇAMENTO PARA USART



FIG. 5.12 - SEQUENCIA DE ENDEREÇAMENTO DAS PALAVRAS DE CONTROLE NA USART

CAPÍTULO VI

CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DO "SOFTWARE"

6.1 - INTRODUÇÃO

O "Software" do sistema de multiplexação desenvolvido, foi implementado na linguagem "Assembly" do microprocessador MC 6800 da Motorola. Este se inicializa após um comando de RESET, quando o sistema é ligado.

As funções básicas do "Software" são: controle de protocolo de linha, conversação com operador, codificação e decodificação de caracteres, formatação de dados e comandos, atendimento e execução de comandos e controle de erros.

O "Software" foi desenvolvido segundo uma filosofia modular. Tem-se um programa de controle que coordena os demais programas e subrotinas. Neste capítulo é feita uma descrição dos diversos programas e subrotinas desenvolvidas para o Centro e Remota, com alguns comentários sobre as suas implementações. A listagem de todo o "Software" é mostrada no Apêndice II.

Todo o "Software" desenvolvido foi depurado no próprio sistema, utilizando-se um "Software" de apoio (Cavalcan-

ti, J.H.F., Deep, G.S. e Nazareno, R.C.A.) a desenvolvimento de projetos que utilizam o microprocessador MC 6800.

6.2 - DESCRIÇÃO DO SOFTWARE DA REMOTA

O Software da Remota é constituído dos seguintes programas e subrotinas:

PGCONT - Programa de Controle
INICIO - Subrotina de Inicialização
MUXADP - Subrotina de Identificação do Sistema
TRXTAB - Subrotina de Transmissão de Tabela
DETSIN - Subrotina de Detecção de Sincronismo
TXSNLZ - Subrotina de Transmissão de Sinalização para terminal
INCONT - Subrotina que Inicializa Contador de *Frame*
ESPA TV - Programa de Recepção de Atividade Inicial
RXATVD - Subrotina de Recepção de Atividade
TSTPAR - Programa que Testa Paridade
TRXCOM - Subrotina de Transmissão de Comando
TXSINC - Subrotina de Transmissão de Sincronismo
CTRFME - Programa de Contagem de *Frame*
TRXCHT - Subrotina de Transmissão de Caracter
CDFDAD - Programa de Codificação de Dados
TXDADO - Subrotina de Transmissão de Dados
RXCOMA - Programa de Recepção de Comandos

DCDCOM - Subrotina de Decodificação de Comando
IDFCOM - Programa de Identificação de Comando
ATDIRQ - Programa de Atendimento a um $\overline{\text{IRQ}}$
ATDARQ - Programa de Atendimento a um ARQ.
ZERACT - Subrotina que zera todos os Contadores
RTXCNT - Subrotina de Retransmissão de Controle.

6.2.1 - PROGRAMA DE CONTROLE (PGCONT)

Este programa é o responsável pelo atendimento a um sinal de RESET. A sua função básica é coordenar as tarefas a serem executadas pelos outros programas. Na fig. 6.1 tem-se o fluxograma deste programa. A primeira tarefa a ser executada é a inicialização do sistema. Para isso o PGCONT chama a subrotina INICIO, onde são inicializadas: ACIA, PIA e USART. A seguir chama a subrotina MUXADP cuja função é escrever no Terminal de Vídeo uma identificação para o sistema. Em seguida coloca o apontador do *Buffer* de transmissão na posição inicial e salva o valor do stack antes da execução das tarefas seguintes. A partir deste ponto, tem-se as seguintes tarefas principais que são coordenadas pelo PGCONT, as quais são executadas por programas e subrotinas que serão descritas mais adiante:

- a) Detecção de sincronismo
- b) Espera por recepção de Atividade Inicial
- c) Contagem de *frame*
- d) Aquisição de Dados
- e) Codificação de Dados

- f) Transmissão de Dados
- g) Atendimento a Comandos.

6.2.2 - SUBROTINA DE INICIALIZAÇÃO (INICIO)

Esta subrotina tem por finalidade programar a PIA, a ACIA e a USART para trabalharem dentro das exigências do projeto.

Inicialmente é dado um "reset" na ACIA, pois esta, ao contrário da PIA e USART, não possui a possibilidade de "reset" por "hardware". Em seguida, é programado o registro de controle da ACIA e PIA. A programação da USART é tal que, esta funcione no modo síncrono, com apenas uma palavra de sincronismo.

6.2.3 - SUBROTINA DE IDENTIFICAÇÃO DO SISTEMA (MUXADP)

Esta subrotina carrega determinadas posições de memória (TAB e FMTAB) que são utilizadas como início e fim de tabela e chama a subrotina transmissão de tabela (TRXTAB). A tabela a ser transmitida é constituída de caracteres que representarão na tela o seguinte

MUX.ADAP. / REMOTA

6.2.4 - SUBROTINA DE TRANSMISSÃO DE TABELA (TRXTAB)

A partir da locação de memória TAB, utiliza-se indexação para transmitir-se todas as palavras subseqüentes até a imediatamente anterior à locação FMTAB.

6.2.5 - SUBROTINA DE DETECÇÃO DE SINCRONISMO (DETSIN)

Na fig. 6.2 é mostrado o fluxograma desta subrotina. É verificado continuamente através do registro de "status" da USART, se há sincronismo na linha. Ao ser detetado o sincronismo, o terminal é sinalizado, através da subrotina TXSNLZ.

6.2.6 - SUBROTINA DE TRANSMISSÃO DE SINALIZAÇÃO PARA TERMINAL(TXSNLZ)

Esta subrotina testa o "status" da ACIA, verificando se pode carregar novo caracter.

6.2.7 - SUBROTINA QUE INICIALIZA CONTADOR DE FRAME (INCONT)

Esta é outra subrotina bastante simples; sua tarefa é apenas carregar o contador de *frame* com o valor 1024.

6.2.8 - PROGRAMA DE RECEPÇÃO DE ATIVIDADE INICIAL (ESPA TV)

Para início de operação do sistema, a Remota deve esperar por uma palavra de Atividade. Só após o recebimento da Atividade, outras tarefas podem ter prosseguimento. Na fig. 6.3 é mostrado o fluxograma deste programa. Quando recebido um caracter, este é comparado com a palavra de sincronismo utilizada, pois quando não há dado a ser transmitido, a USART sempre coloca SINC na linha. Se a atividade é recebida corretamente, esta é armazenada para utilização na codificação de dados. Após o recebimento correto de uma palavra de atividade é enviado ao Centro uma palavra de Controle (através de TRXCNT) para confirmação.

6.2.9 - SUBROTINA DE RECEPÇÃO DE ATIVIDADE (RXATVD)

Esta subrotina é utilizada para a recepção de atividade, quando o sistema está em operação normal. A palavra é decodificada através da subrotina TSTPAR (testa paridade) e em seguida se está correta, é zerada a 1.^a posição (bit mais significativo), pois é definido que esta posição, será sempre inativa. É então incrementado um "flag", para indicar recebimento de nova atividade. Só após completado o *frame* esta nova atividade será utilizada, ocasião em que o Centro receberá uma confirmação através de uma palavra de controle. Na fig. 6.4 tem-se o fluxograma desta subrotina.

6.2.10 - PROGRAMA QUE TESTA PARIDADE (TSTPAR)

Esta subrotina é utilizada para controle de erros da palavra de atividade recebida. Se detectado erro, é feito um pedido automático de retransmissão através da subrotina (RTXCOM). Se a palavra recebida está correta, é feito um teste para retorno, pois esta subrotina pode ter sido chamada por ESPATV ou por RXATVD. O fluxograma desta subrotina é mostrado na fig. 6.5.

6.2.11 - SUBROTINA DE TRANSMISSÃO DE CARACTER (TRXCHT)

Esta subrotina tem a finalidade de transmitir através da USART os caracteres carregados na locação de saída de caracter (OUTCH). A operação é feita, verificando se o registro de "status" da USART indica se pode carregar novo dado. O fluxograma desta subrotina é mostrado na fig. 6.6.

6.2.12 - SUBROTINA DE TRANSMISSÃO DE CONTROLE (TRXCNT)

Na fig. 6.7 tem-se o fluxograma desta subrotina. Sua finalidade é ler as palavras de controle a serem transmitidas e carregar em locação de saída de caracter (OUTCH) para ser transmitida através da subrotina TRXCHT.

6.2.13 - SUBROTINA DE TRANSMISSÃO DE SINCRONISMO (TXSINC)

Esta subrotina carrega a locação OUTCH com a palavra de sincronismo a ser transmitida como mostra a fig. 6.8.

6.2.14 - SUBROTINA DE RETRANSMISSÃO DE COMANDO (RTXCOM)

Esta subrotina é utilizada sempre que um comando é recebido com erro. É portanto, feito um pedido automático de retransmissão do referido comando. Este pedido é feito através de uma palavra de controle (RPCOM) que indica ao Centro que o comando transmitido deve ser retransmitido. Devido ao protocolo implementado, para distinguir as palavras de controle na linha, é sempre transmitido um SINC antes da palavra de controle. Na fig. 6.9 tem-se o fluxograma desta subrotina.

6.2.15 - PROGRAMA DE CONTAGEM DE FRAME (CTFRME)

Este programa conta cada palavra transmitida, decrementando o registro de indexação que é carregado com o conteúdo da locação CONT e $CONT + 1$. Enquanto não se tem 1024 palavras transmitidas, novos dados são lidos e transmitidos. Entretanto, após complementado o super quadro (1024 palavras) é verificado se durante a transmissão deste, foi recebida alguma nova palavra de atividade. Caso tenha sido recebida é enviada ao Centro a palavra de controle (MUDATV), indicando que a atividade mudou. Os novos dados serão então, codificados em

função desta nova atividade. Se não foi recebida nenhuma no va atividade, a palavra de controle transmitida é TXNORM, que indica ao Centro que não houve mudança com relação à atividade. O fluxograma que descreve este programa é mostrado na fig. 6.10.

6.2.16 - SUBROTINA DE TRANSMISSÃO DE DADOS (TXDADO)

O dado após a codificação é lido por esta subrotina e carregado na locação de saída de caracter (OUTCH) para ser transmitido. Em seguida este dado é armazenado em *Buffer* de transmissão para atendimento de um possível pedido de retransmissão. É feito ainda, uma verificação se o dado transmitido tem um formato idêntico ao de uma palavra de sincronismo. Se isto ocorre, o dado é imediatamente duplicado na linha. Desta forma evita-se que os dados com mesmo formato de SINC sejam tidos como tal pelo Centro, uma vez que no Centro, se for recebido SINC + SINC, o primeiro SINC é desprezado e o segundo será considerado um dado. O fluxograma desta subrotina é mostrado na fig. 6.11.

6.2.17 - PROGRAMA DE RECEPÇÃO DE COMANDOS (RXCOMA)

Este programa verifica por "polling", sempre após a transmissão de um dado, se chegou algum comando. Se foi recebido algum caracter, é verificado se houve overrun. Caso se tenha erro de overrun, é feito através de RTXCOM, um pedido automático de retransmissão de comando. Se não houve erro de

overrun é verificado se o caracter recebido é um caracter de SINC. Se é SINC volta ao programa de controle (PGCONT). Se não é SINC, é chamada a subrotina de decodificação de comando (DCDCOM). Se é detetado erro no comando recebido é feito um pedido de retransmissão. Se está correto, vai para o programa de identificação de comando (IDFCOM). O fluxograma deste programa é mostrado na fig. 6.12.

6.2.18 - PROGRAMA DE IDENTIFICAÇÃO DE COMANDO (IDFCOM)

Este programa lê na locação CQFOR, o comando já de codificado e por um processo de comparação, identifica qual foi o comando recebido. Uma vez identificado o comando, o terminal é sinalizado com um determinado caracter que representa aquele determinado comando. Em seguida, é habilitada a interrupção para recebimento do próximo caracter. Este caracter, é a informação de endereço do comando recebido. Na fig. 6.13 é mostrado o fluxograma deste programa.

6.2.19 - PROGRAMA DE ATENDIMENTO A UM $\overline{\text{IRQ}}$ (ATDIRQ)

O segundo caracter (endereço) de um comando, é recebido por interrupção, através deste programa. A seguir, este caracter é decodificado. Se há erro é feito um pedido automático de retransmissão. Se a informação recebida está correta, o terminal é sinalizado e é executado o comando recebido. Por fim, a interrupção é desabilitada. Nas figs. 6.14 e 6.15 tem-se o fluxograma deste programa.

6.2.20 - SUBROTINA DE DECODIFICAÇÃO DE COMANDO (DCDCOM)

Os dois caracteres que definem uma palavra de comando (Ident. de Com. + End. de Com.) são decodificados por esta subrotina. Inicialmente os bits de paridade que ocupam sempre uma determinada posição fixa, são retirados e armazenados temporariamente. Em seguida, são calculados novos bits de paridade em função dos bits de informação recebidos. Feito isto, a paridade recebida é comparada com a paridade calculada e formada uma síndrome. Se a síndrome é diferente de zero, é feito um pedido de retransmissão de comando recebido. Por fim, é feito um teste de retorno para saber-se se foi ATDIRQ ou ENTCOM que chamou. Na fig. 6.16 é mostrado o seu fluxograma.

6.2.21 - PROGRAMA DE ATENDIMENTO A UM ARQ (ATDARQ)

O objetivo deste programa é providenciar a retransmissão dos dados requeridos pelo Centro. O protocolo de retransmissão de dados, se baseia em uma definição de qual posição deve ser iniciada a retransmissão e até que posição. A informação sobre a posição inicial de retransmissão, é recebida pelo endereço do comando de pedido de retransmissão (CARQ). Este endereço identifica a palavra que foi recebida com erro no Centro. Tem-se que, as palavras são identificadas por sua posição relativa nos *Buffer's* da Remota e Centro. São numeradas de 0 a 31. Para encontrar-se a posição inicial de retransmissão, o apontador do *Buffer* deve ser incrementado, em relação à posição inicial, de um número (K) igual à posição que representa a palavra errada. Seja B_0 a posição inicial do *Buffer* e K a posição relativa à palavra errada, a posição ini

cial de retransmissão (B_K) será: $B_K = B_0 + K$. O próximo passo é determinar o número (N) de palavras a serem retransmitidas, o que será definido pela determinação da posição final de retransmissão no *Buffer*. Esta última posição é obtida por comparação do valor do apontador de *Buffer*, após cada palavra retransmitida, com a posição em que estava este apontador no momento do recebimento do pedido de retransmissão. No processo de retransmissão, há ainda a necessidade de verificar-se, se o apontador chegou ao fim do *Buffer*, para que possa voltar à posição inicial e continuar a retransmissão. O seu fluxograma é mostrado na fig. 6.17.

6.2.22 - PROGRAMA DE CODIFICAÇÃO DE DADOS (CDFDAD)

Este programa, cujo fluxograma é mostrado na fig. 6.18, tem por objetivo codificar os dados a serem transmitidos. Inicialmente é lida a palavra de atividade e utilizada, juntamente com a palavra a ser codificada, para calcular o vetor V_j . Este vetor conterá apenas os bits de informação relativos aos canais ativos. Em seguida, são calculados os vetores X_i 's relativos a cada posição inativa e para cada X_i é determinado o bit p_i correspondente, o qual é introduzido na referida posição inativa.

6.3 - DESCRIÇÃO DO SOFTWARE DO CENTRO

O Software do Centro é constituído dos seguintes

programas e subrotinas listados a seguir:

PGCONT - Programa de Controle
INICIO - Subrotina de Inicialização do Sistema
MUXADP - Subrotina de Identificação do Sistema
DETSIN - Subrotina de Detecção de Sincronismo
TXSNLZ - Subrotina de Transmissão de Sinalização para terminal
TRXTAB - Subrotina de Transmissão de Tabela
CALPAR - Subrotina que Calcula Paridade
TRXCHT - Subrotina de Transmissão de Caracter
ENATVI - Programa de Entrada de Atividade
ESPACK - Programa de Espera de Reconhecimento de Atividade
ENTCOM - Programa de Entrada de Comando
ENTEND - Subrotina de Entrada de Endereços
ATDIRQ - Programa de Atendimento a um $\overline{IRQ}$
CDFCOM - Subrotina de Codificação de Comandos
ENTATV - Programa de Entrada de Atividade
RTXCNT - Subrotina de Pedido de Retransmissão de Controle
TRXCOM - Subrotina de Transmissão de Comandos
IDFCNT - Programa de Identificação de Controle
ATDNMI - Programa de Atendimento a um $\overline{NMI}$
IDFCHT - Programa de Identificação de Caracter
PEDARQ - Subrotina de Pedido de Retransmissão de Dados
DCDADO - Programa de Decodificação de Dados

Parte deste Software é semelhante ao da Remota, portanto, só será descrito e apresentado fluxograma da parte do Software do Centro não comum à Remota.

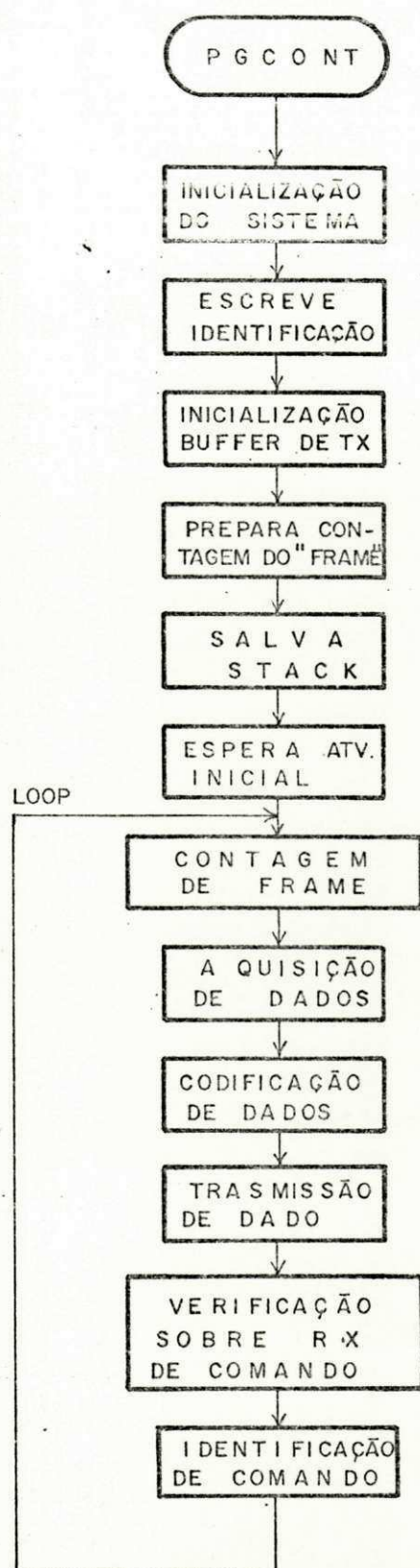


FIG. 6.1 - PROGRAMA DE CONTROLE

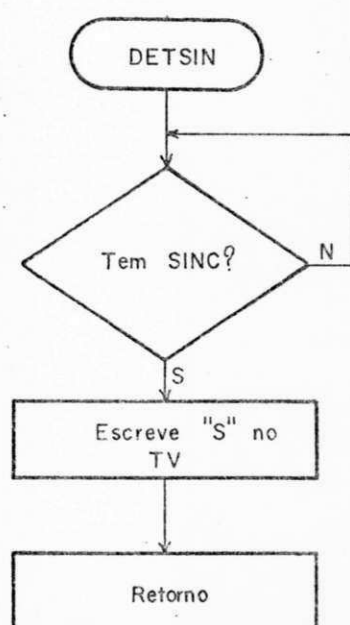


Fig. 6. 2 - Detecção de sincronismo.

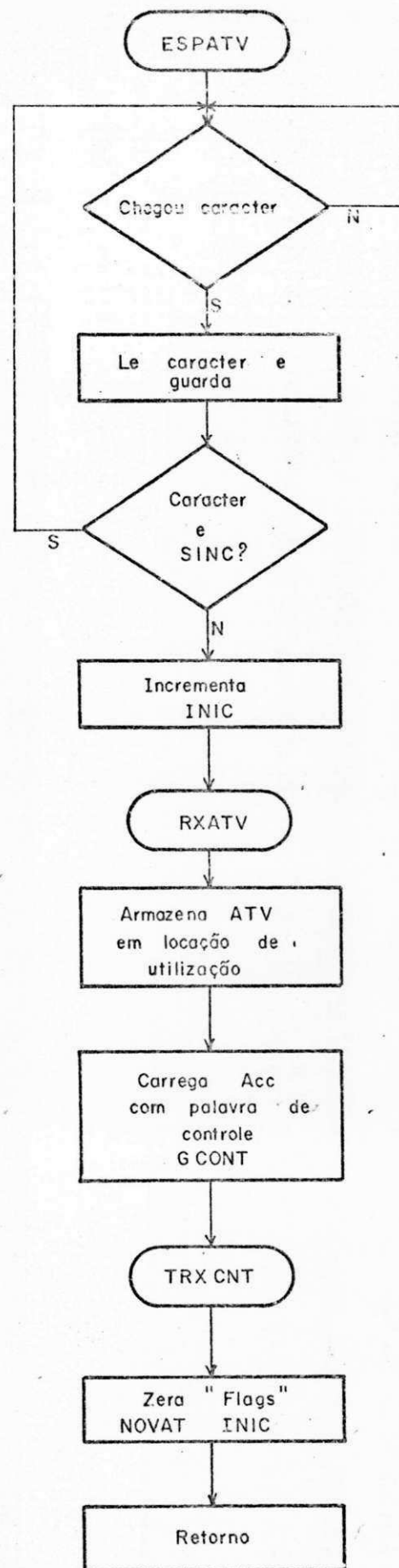


Fig. 6. 3 - Programa de recepção de atividade inicial.

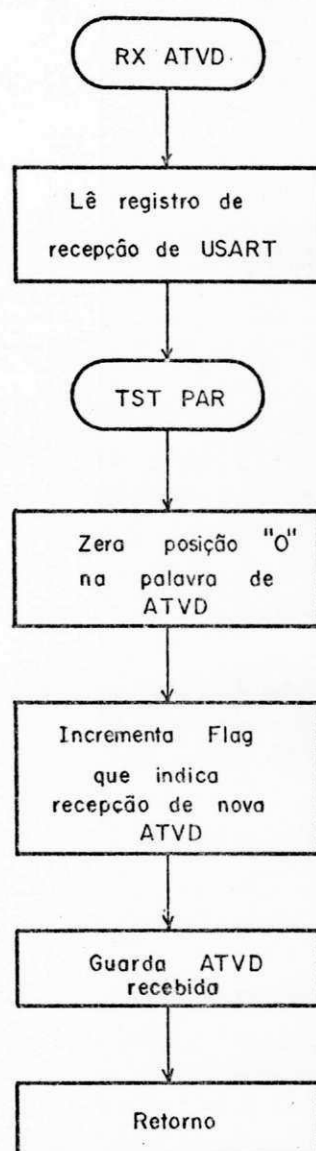


Fig. 6. 4 — Recpção de atividade.

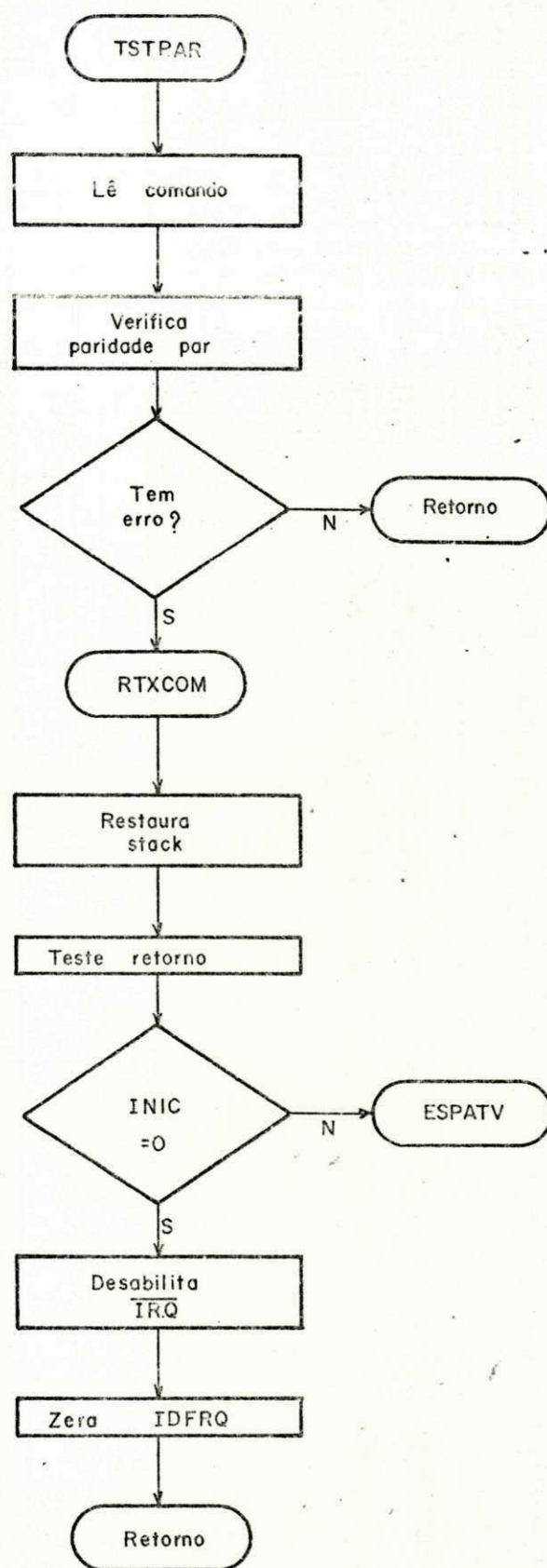


Fig. 6.5 — Programa que testa paridade.

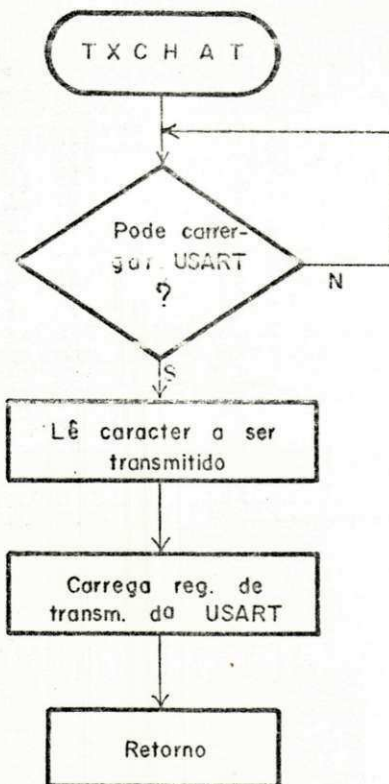


Fig. 6.6 - Transmite caracter.

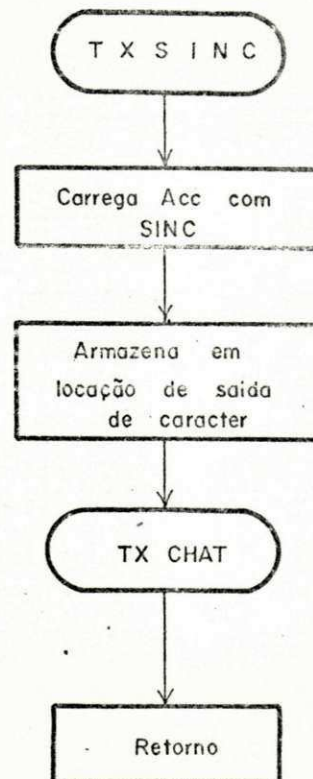


Fig. 6.8 - Transmite sincronismo.

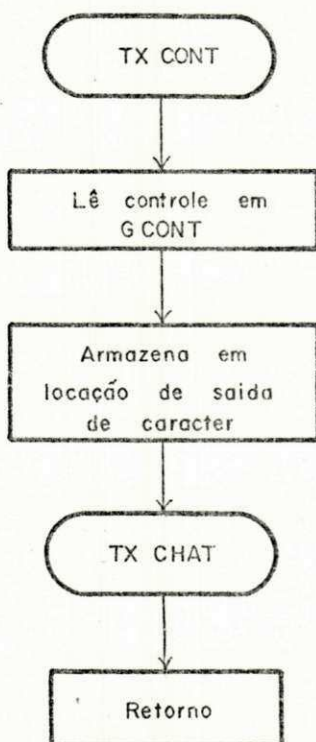


Fig. 6.7 - Transmite controle.

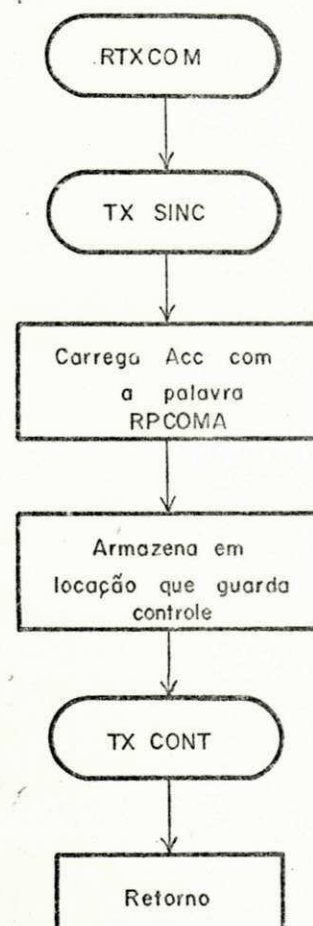


Fig. 6.9 - Pedido de retransmissão de comando

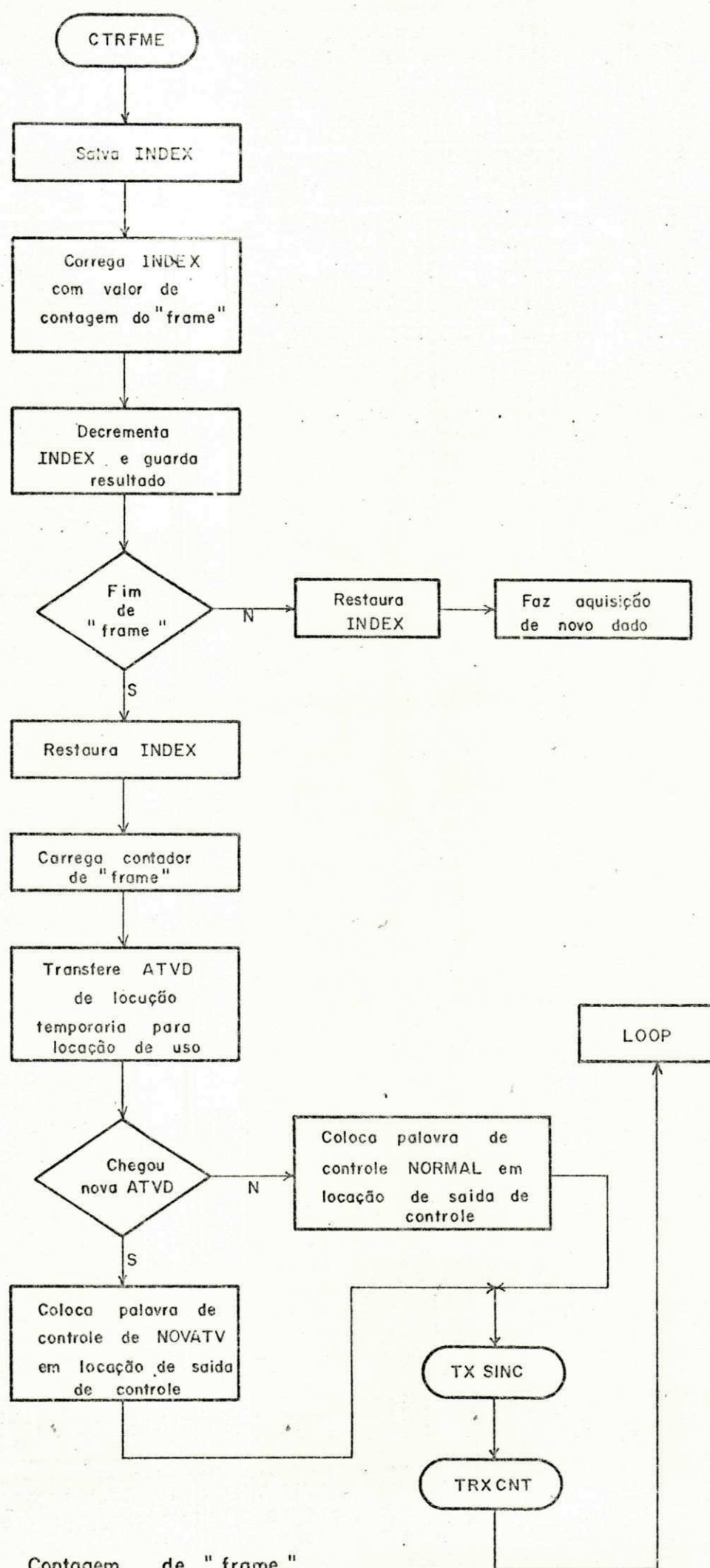


Fig. 6.10 - Contagem de "frame."

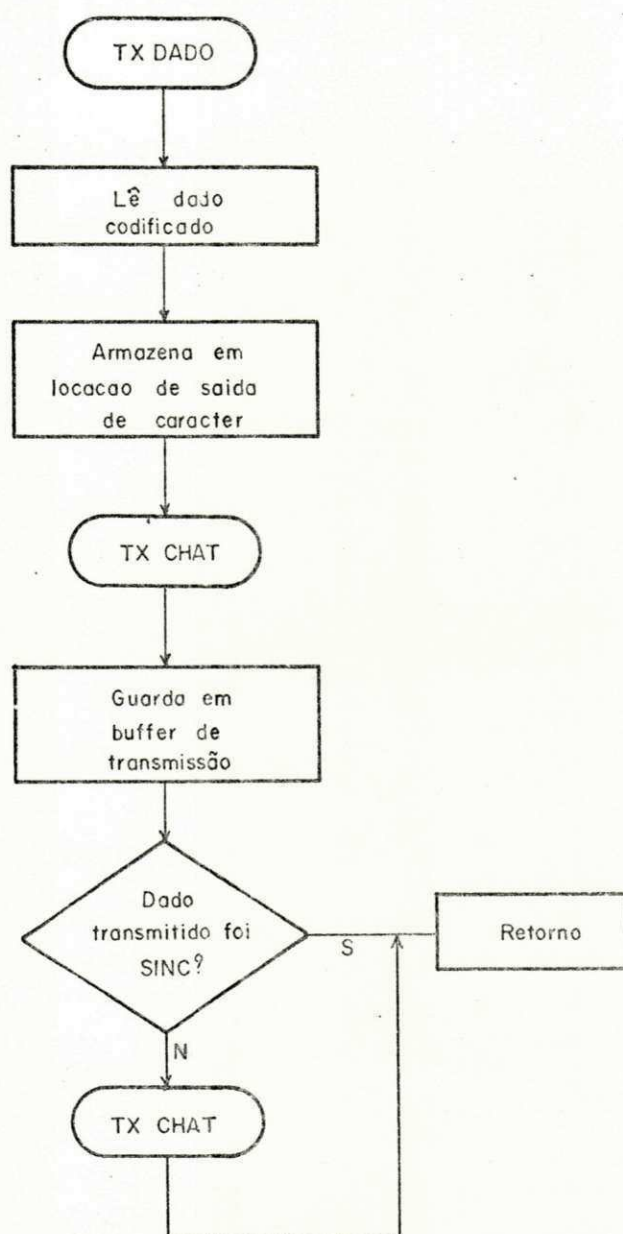


Fig.6.11 — Transmite dado.

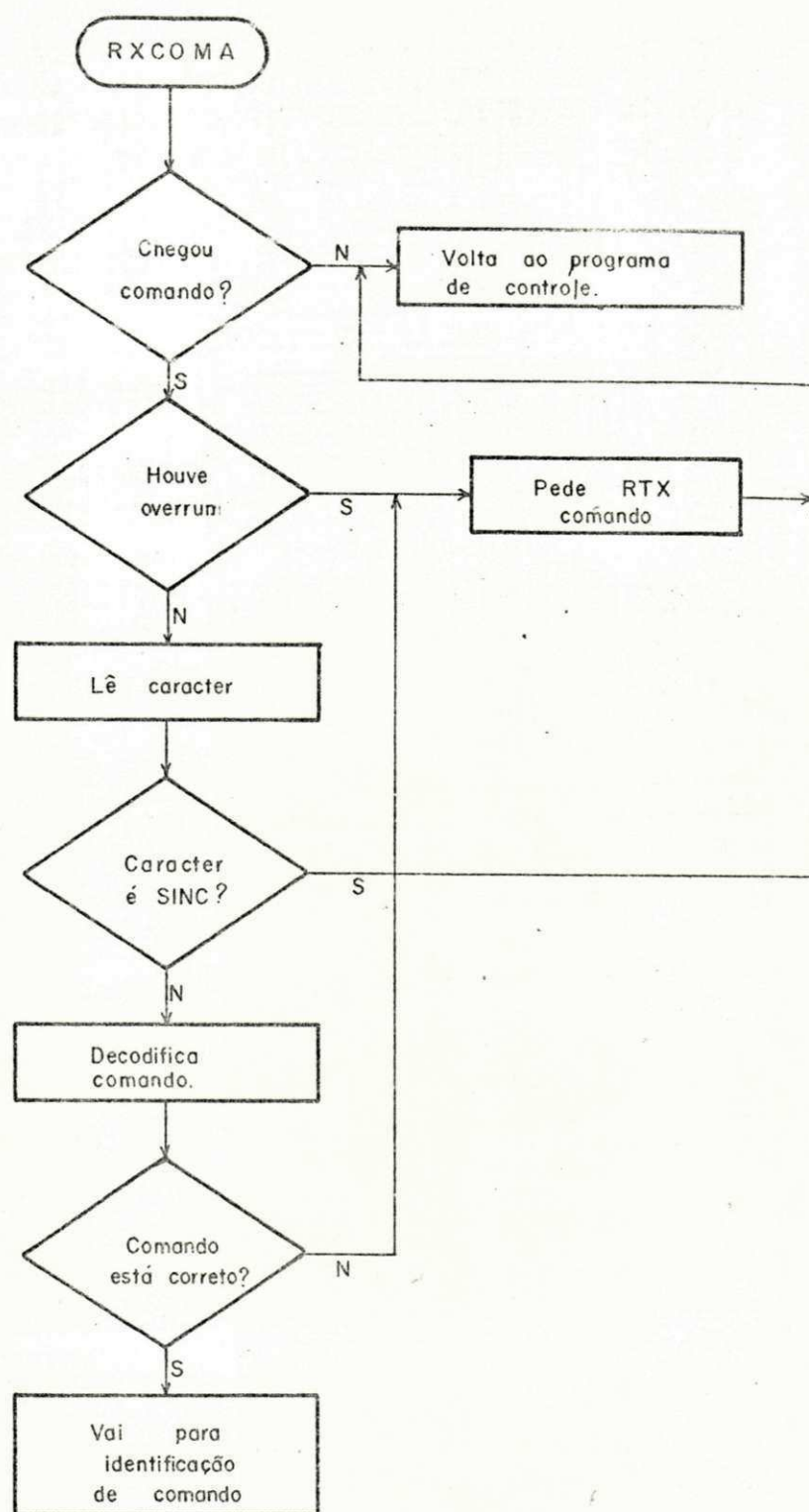


Fig.6.12 — Programa de RECEPÇÃO de comando.

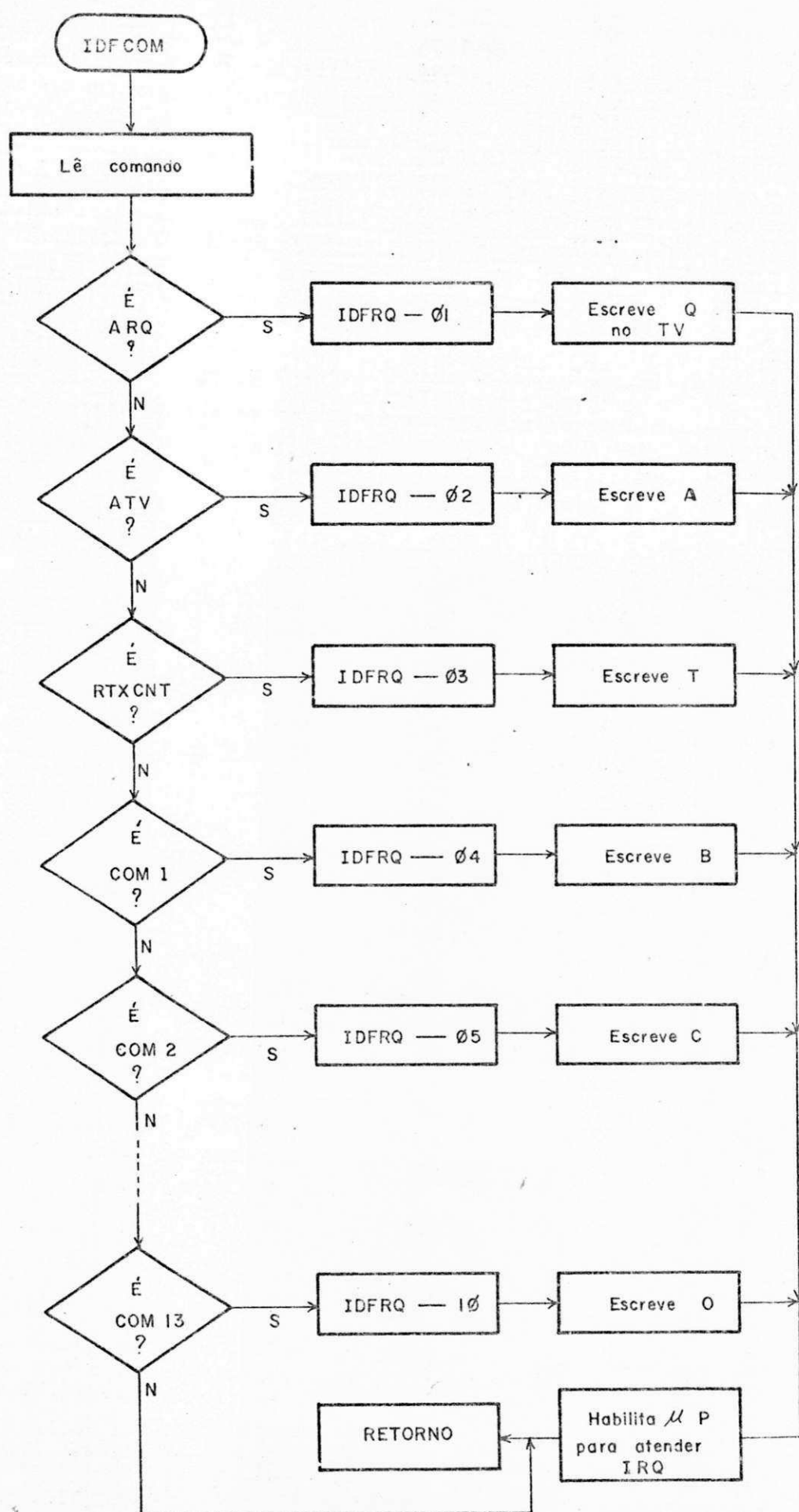


Fig.6.13 — Subrotina de identificação de comando.

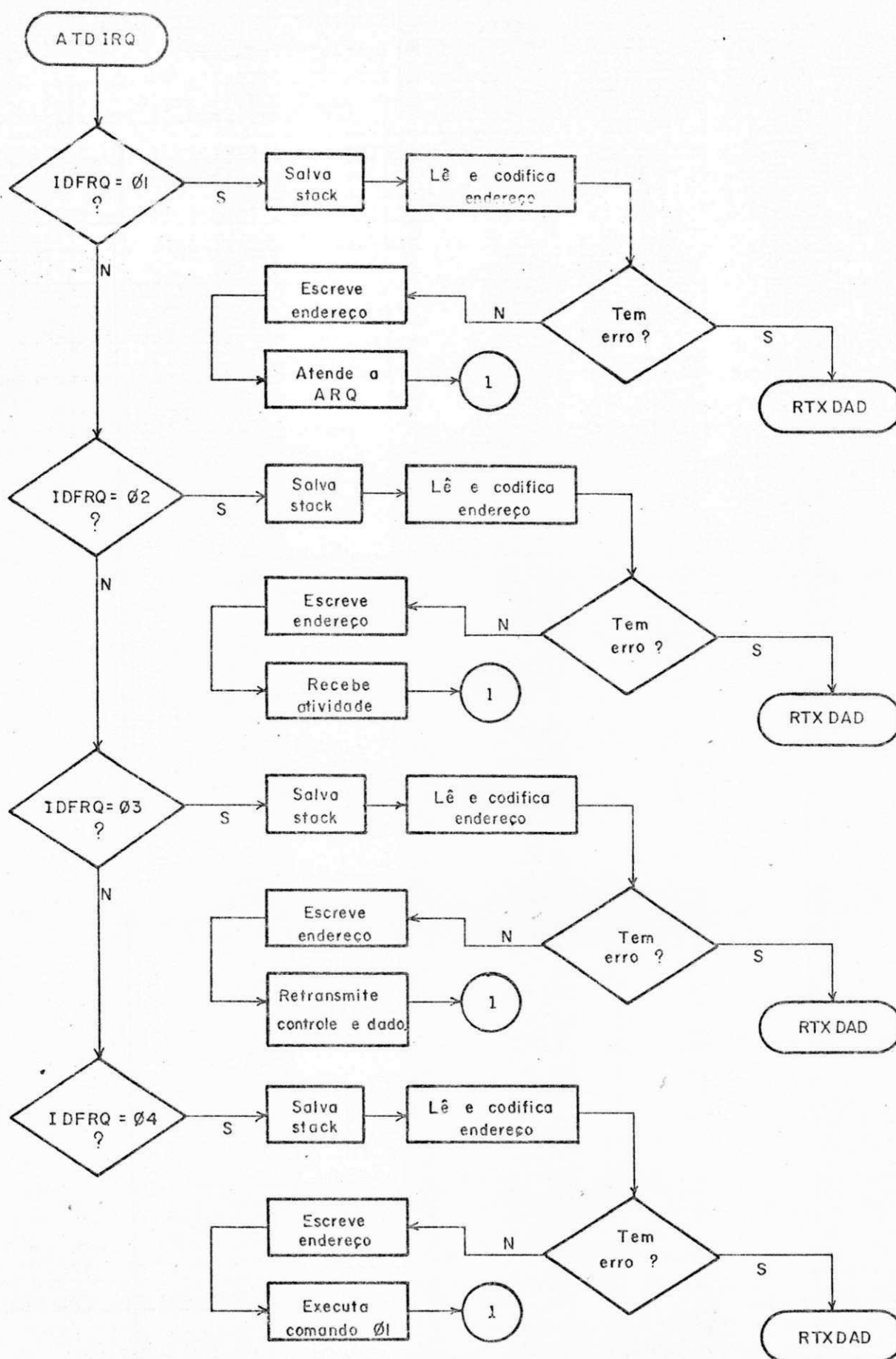


Fig. 6.14 - Programa de atendimento a $\overline{\text{IRQ}}$ (Recepção de endereços.)

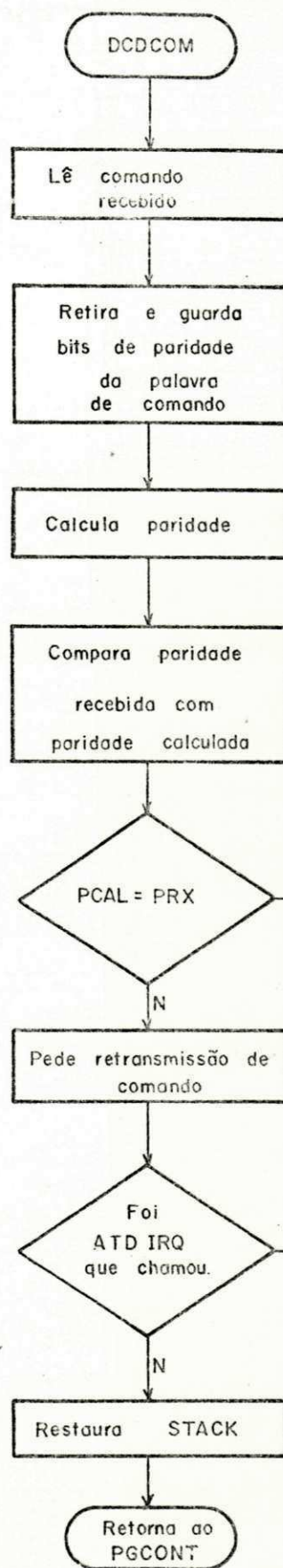


Fig. 6.16 — Subrotina de decodificação de comando.

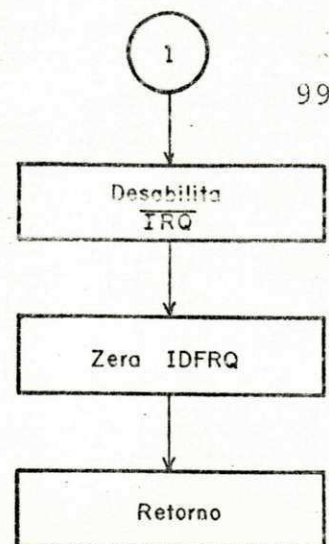


Fig. 6.15 — Continuação do programa ATDIRQ.

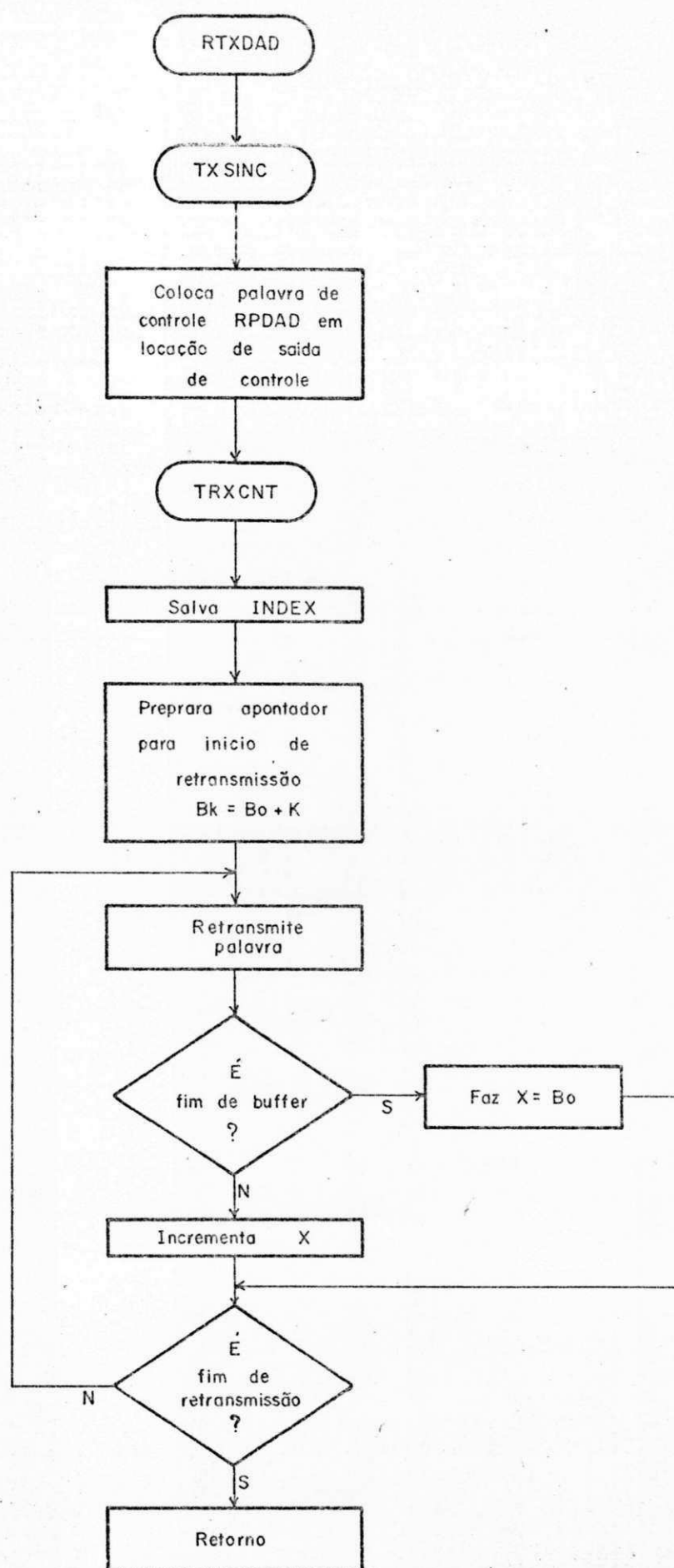


Fig. 6.17 — Programa que atende a um pedido ARQ.

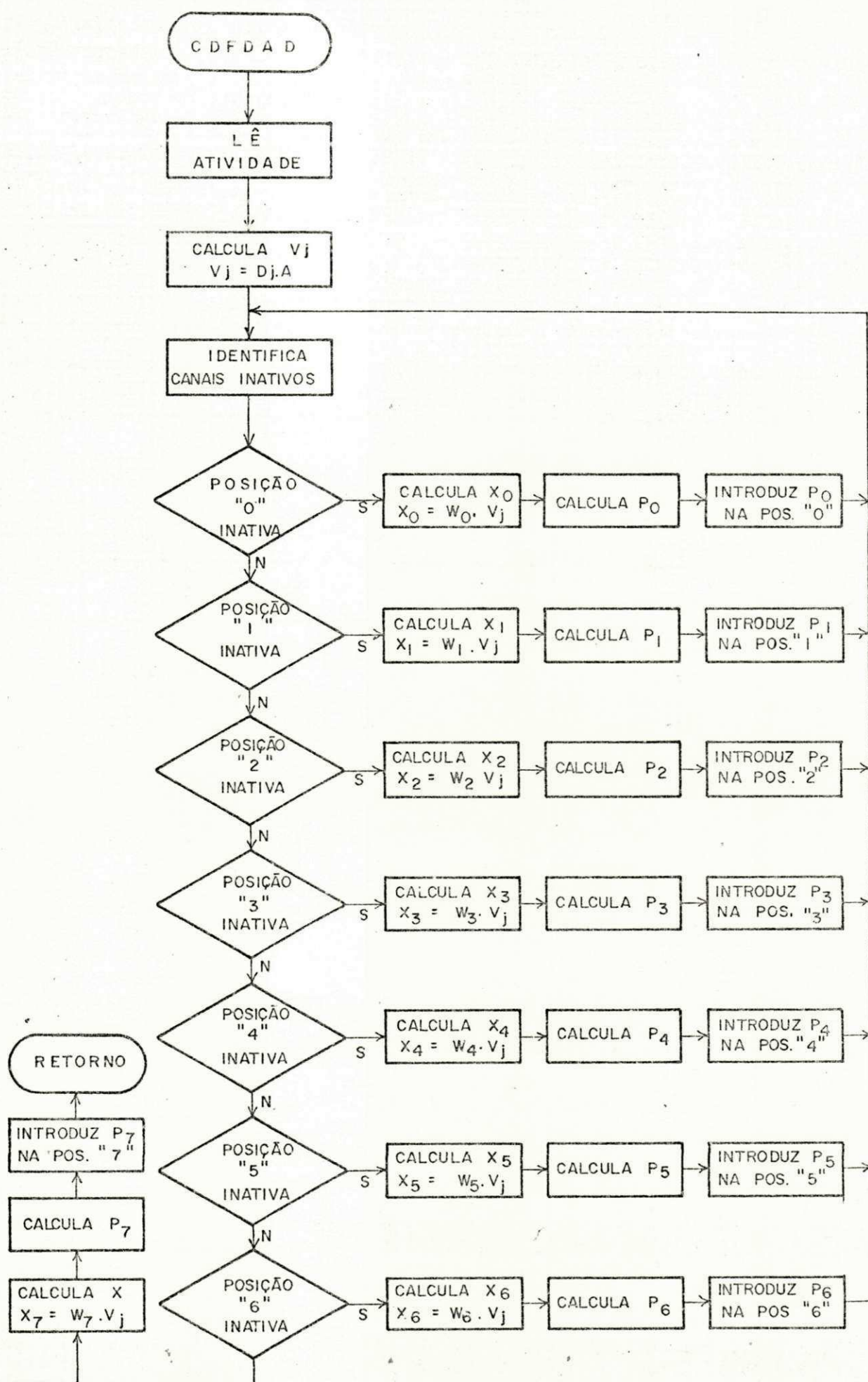


FIG. 6.18 - PROGRAMA DE CODIFICAÇÃO DE DADOS

6.3.1 - PROGRAMA DE ENTRADA DE ATIVIDADE INICIAL (ENATVI)

Este programa, cujo fluxograma é mostrado na fig. 6.19, tem por objetivo receber um comando de atividade inicial. Qualquer outro comando não será aceito. Este programa assegura, que após a inicialização e detecção de sincronismo, o primeiro comando transmitido é um Comando Atividade (CATV). Após dado o comando, o terminal é sinalizado (A). Em seguida, espera o "endereço" da atividade. Este é dado carregando - se diretamente o caracter correspondente ao canal ativo desejado (1, 2, 3, ... 7). O último caracter a ser carregado é um *in indicando fim de comando. Após a indicação de fim de comando, a palavra formada é transmitida. Se algum caracter não válido é carregado, o terminal é sinalizado..

6.3.2 - PROGRAMA DE ENTRADA DE ATIVIDADE (ENTATV)

Este programa é semelhante ao anterior descrito, sendo utilizado quando em operação normal (fora do período de inicialização de operação). A diferença reside no fato de que cada caracter carregado, para formar o "endereço" da atividade, é feito por interrupção, gerada pela ACIA. Antes porém, de entrar neste programa, o processador habilita a ACIA a trabalhar com interrupção (NMI).

6.3.3 - PROGRAMA DE ESPERA DE RECEBIMENTO DE ATIVIDADE (ESPACK)

Após a transmissão da palavra inicial de atividade,

o Centro espera que seja confirmado por parte da Remota, o seu recebimento correto. Este programa tem por objetivo, esperar o recebimento de uma palavra de controle (MUDATV) que indica o recebimento correto do comando enviado. O fluxograma deste programa é mostrado na fig. 6.20.

6.3.4 - SUBROTINA DE PEDIDO DE RETRANSMISSÃO DE CONTROLE (RTXCNT)

Se um controle é recebido errado, é feito um pedido automático de retransmissão. O pedido é feito através da transmissão de um comando denominado COMØ. O 1º caracter deste comando serve para identificá-lo, enquanto que o 2º caracter é referente à identificação da posição do *Buffer* que corresponderia ao dado que seria recebido imediatamente posterior ao último dado recebido corretamente, antes da palavra de controle. Na fig. 6.21 é mostrado o fluxograma para esta subrotina.

6.3.5 - PROGRAMA DE ENTRADA DE COMANDO (ENTCOM)

Este programa é destinado ao atendimento de comandos a serem transmitidos à Remota. O início de atendimento a comandos é feito por "polling", sempre após o recebimento de um dado. Após lido o 1º caracter da palavra de comando, o 2º caracter ou seja, o endereço do comando, é lido por interrupção não mascarável ($\overline{\text{NMI}}$). Ao ser carregado um determinado comando, é usada a locação IDFI para servir de identificação ao atendimento da interrupção. Na fig. 6.22 é mostrado o fluxograma deste programa.

6.3.6 - PROGRAMA DE ATENDIMENTO A UM NMI (ATDNMI)

Este programa destina-se ao atendimento do 2º caracter do comando a ser transmitido. Através da locação IDFI, sabe-se qual foi o comando carregado cujo endereço deve ser dado. Na fig. 6.23 tem-se o seu fluxograma.

6.3.7 - SUBROTINA DE ENTRADA DE ENDEREÇOS (ENTEND)

É chamada pelo programa ATDNMI. Isto se dá, sempre que um comando que não seja atividade ou de solicitação de desempenho é carregado. Os quatro bits menos significativos do caracter carregado, representam o endereço do comando a ser enviado. Na fig. 6.24 é mostrado o seu fluxograma.

6.3.8 - SUBROTINA DE CODIFICAÇÃO DE COMANDOS (CDFCOM)

Este programa é semelhante ao programa de Codificação de Dados descrito para a Remota, entretanto a palavra de atividade utilizada no processo de codificação é fixa. São sempre consideradas inativas, as quatro primeiras posições.

6.3.9 - SUBROTINA DE TRANSMISSÃO DE COMANDOS (TRXCOM)

Este programa toma os comandos já codificados e os

coloca em locação de saída de caracter (OUTCH), chama a subrotina de transmissão de caracter e em seguida, habilita a interrupção por $\overline{\text{IRQ}}$. A interrupção será gerada por uma saída de controle de USART que será ativa quando for completada a transmissão. Na fig. 6.25 é mostrado o fluxograma.

6.3.10 - PROGRAMA DE ATENDIMENTO A UM IRQ (ATDIRQ)

A finalidade deste programa é colocar na locação de saída de caracter (OUTCH) o 2º caracter da palavra de comando. Após o atendimento à interrupção, esta é desabilitada. Na fig. 6.26, tem-se o seu fluxograma.

6.3.11 - PROGRAMA DE IDENTIFICAÇÃO DE CONTROLE (IDFCNT)

Este programa utiliza um processo de comparação, para identificar o controle recebido (TXNORMAL, MUDATV, RPCOMOU RPDADO). Ao ser recebido, o controle é imediatamente executado. Se o controle é recebido com erro é feito um pedido de retransmissão através da subrotina RTXCNT. Na fig. 6.27 é mostrado o seu fluxograma.

6.3.12 - PROGRAMA DE IDENTIFICAÇÃO DE CARACTER (IDFCHT)

Cada caracter recebido é identificado neste programa

ma para saber-se se é um dado, uma palavra de controle ou uma palavra de sincronismo. Se duas palavras de sincronismo são recebidas consecutivas, este programa separa a segunda e a considera um dado. Todos os caracteres recebidos são decodificados após serem identificados. Na fig. 6.28 tem-se o seu fluxograma.

6.13 - SUBROTINA DE PEDIDO DE RETRANSMISSÃO DE DADOS (PEDARQ)

Nesta subrotina tem-se a transmissão da palavra de comando que identifica um pedido de retransmissão de Dados (CARQ). O segundo caracter desta palavra de comando é transmitido através da subrotina RTXCNT já descrita. Na fig. 6.29 é mostrado o seu fluxograma.

6.14 - PROGRAMA DE DECODIFICAÇÃO DE DADOS (DCDADO)

Neste programa tem-se inicialmente, uma repetição do mesmo processo utilizado no programa CDFDAD, descrito para a Remota. Em seguida, é comparado a paridade calculada com a paridade recebida e gerada uma síndrome. A síndrome se igual a zero indicará que não houve erro, por outro lado, se diferente de zero é verificado se o número de canais inativos é ≥ 4 , para investigar se pode-se fazer correção direta do erro introduzido. Se confirmada a possibilidade de correção direta, esta é feita e a partir daí é repetido todo o processo de decodificação, para verificar se agora tem-se a síndrome igual a zero. Se esta permanece diferente de zero é feito um pedido automático de retransmissão (ARQ). Nas figs. 6.30 e 6.31 é mostrado o fluxograma deste programa.

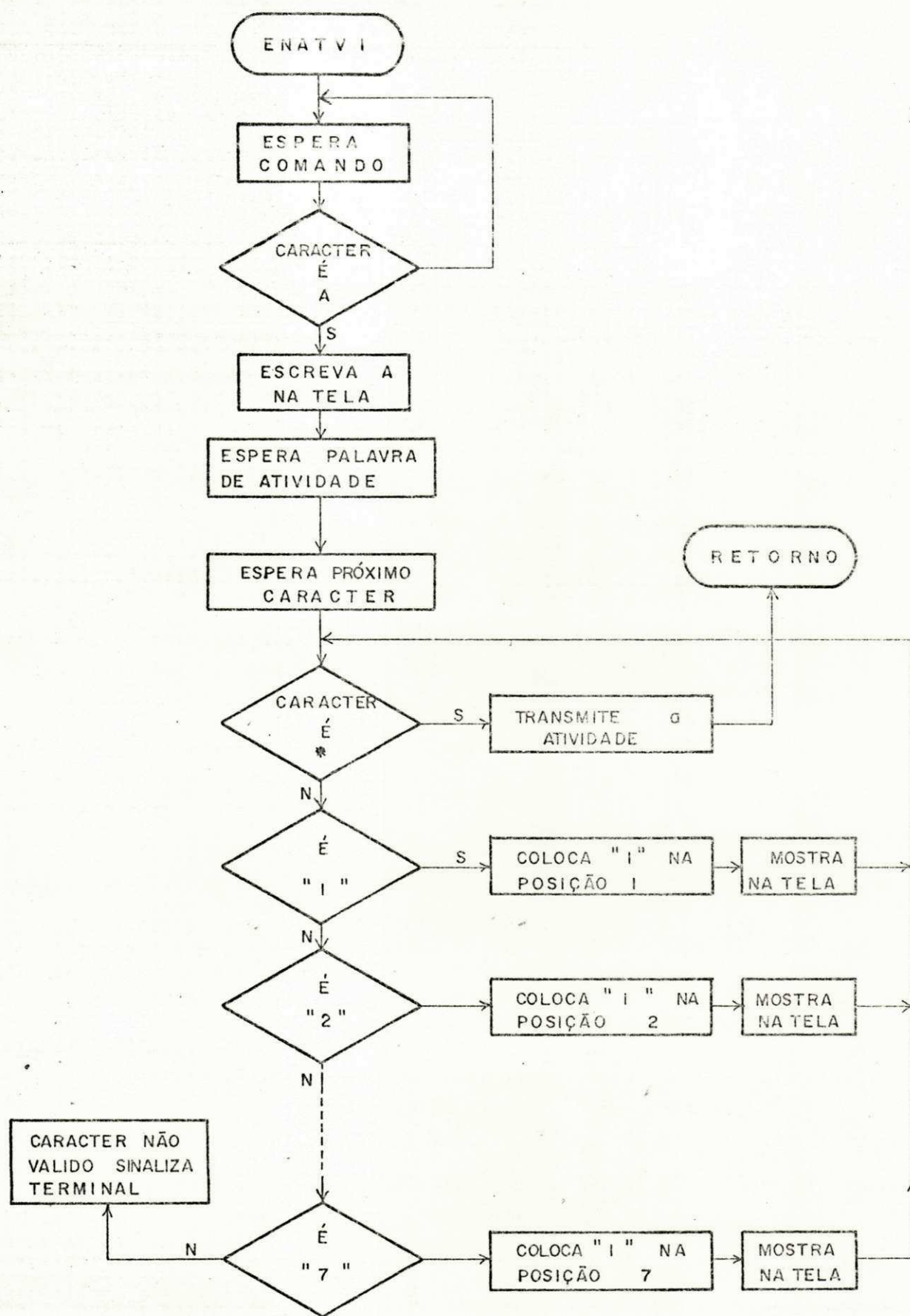


FIG. 6.19 - PROGRAMA DE ENTRADA DE ATIVIDADE INICIAL

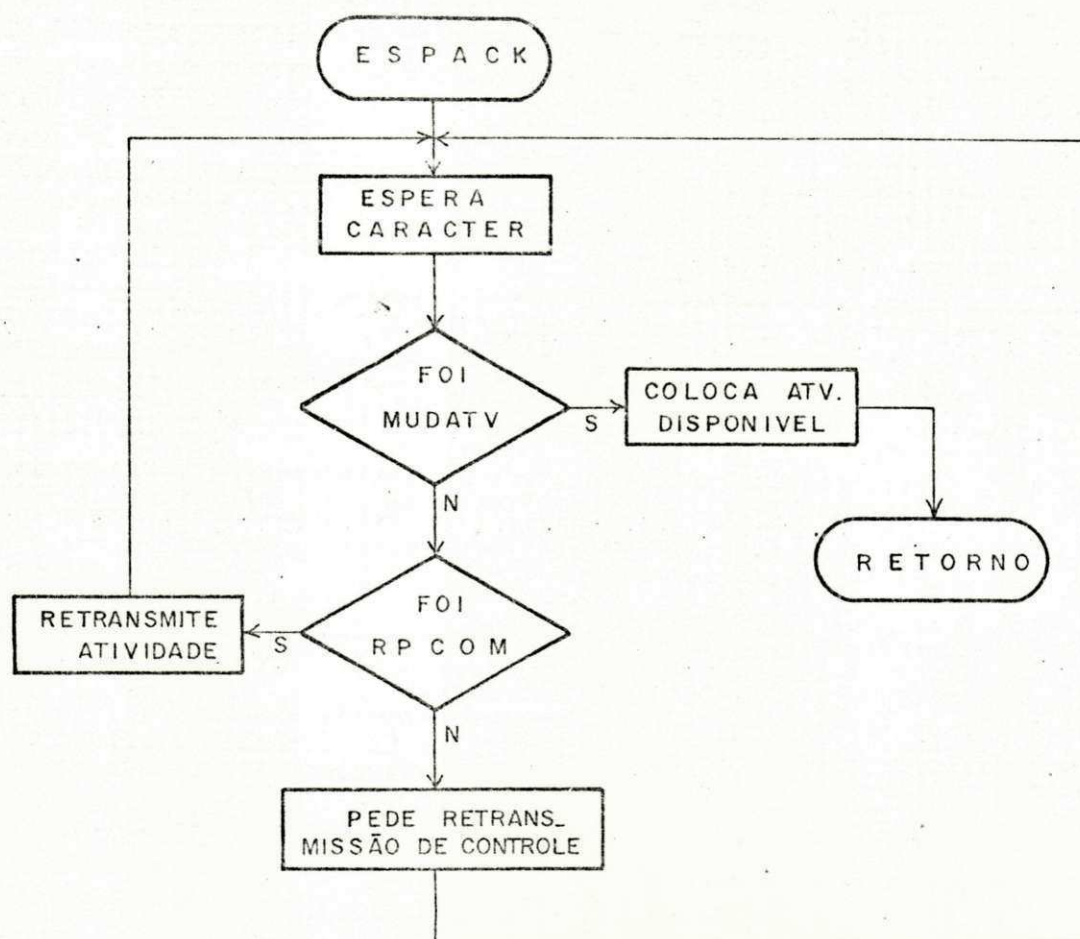


FIG. 6.20 - PROGRAMA DE ESPERA DE RECONHECIMENTO DE A TIVIDADE

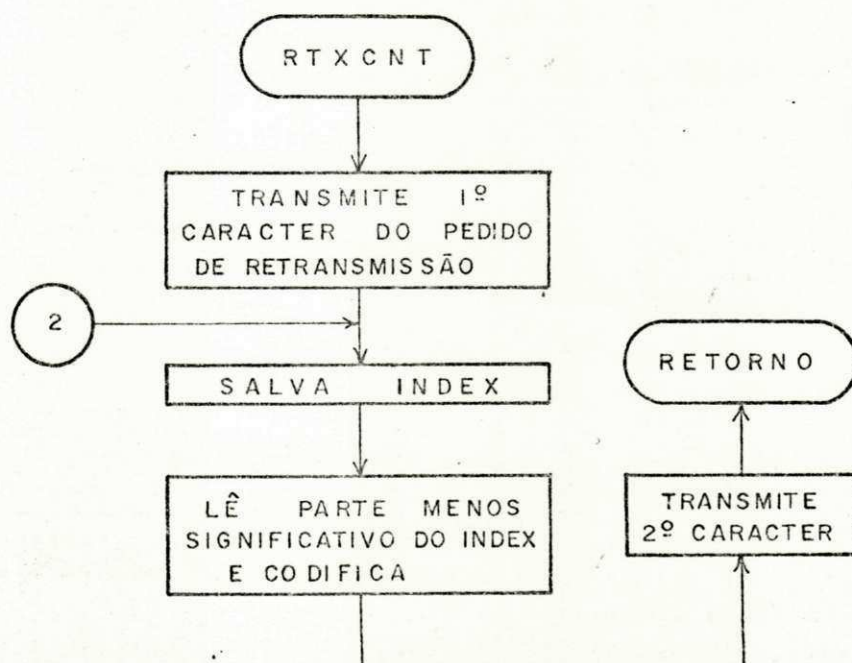


FIG. 6.21 - PROGRAMA DE PEDIDO DE RETRANSMISSÃO DE CONTROLE

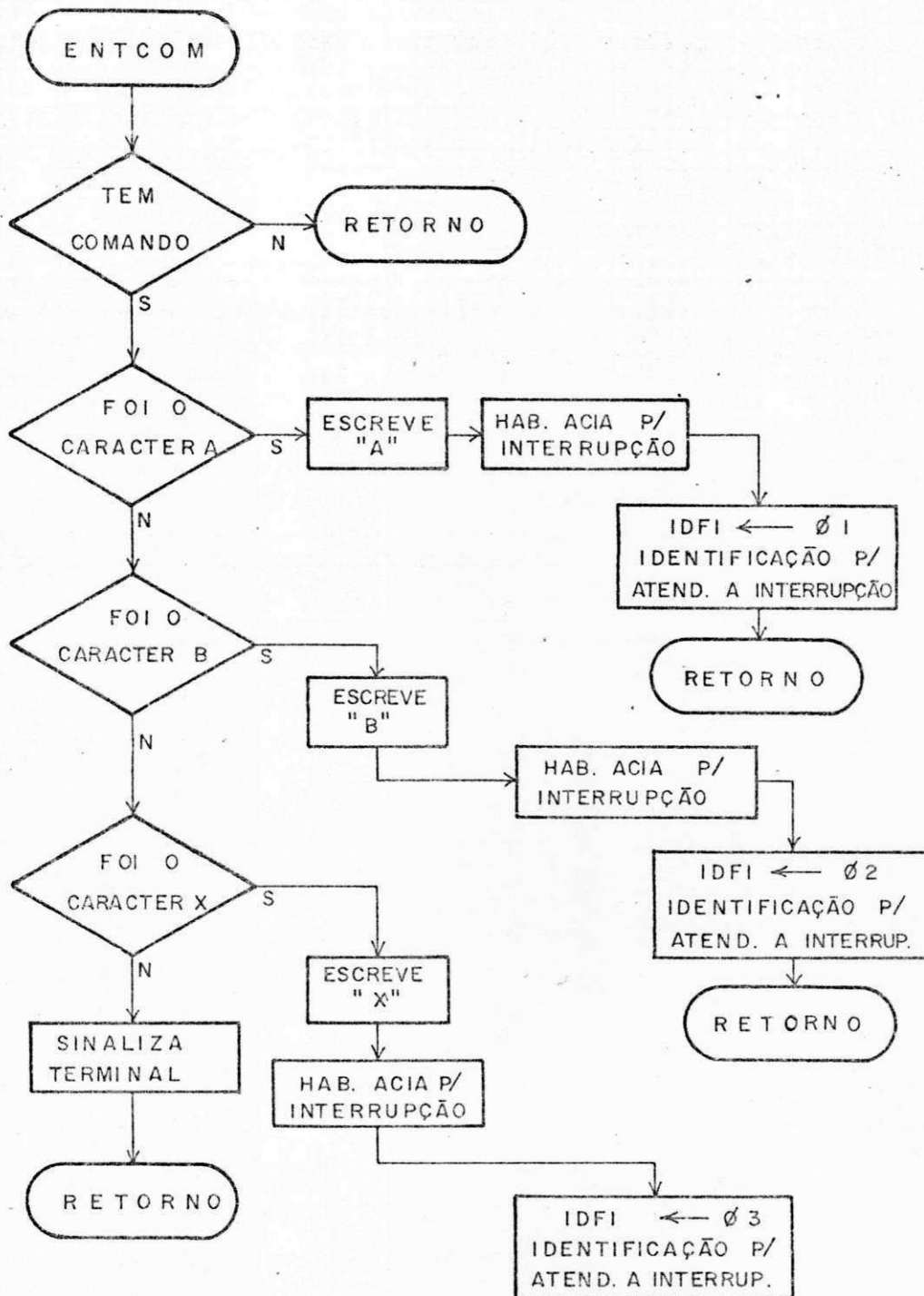


FIG. 6. 22 - PROGRAMA DE ENTRADA DE COMANDO

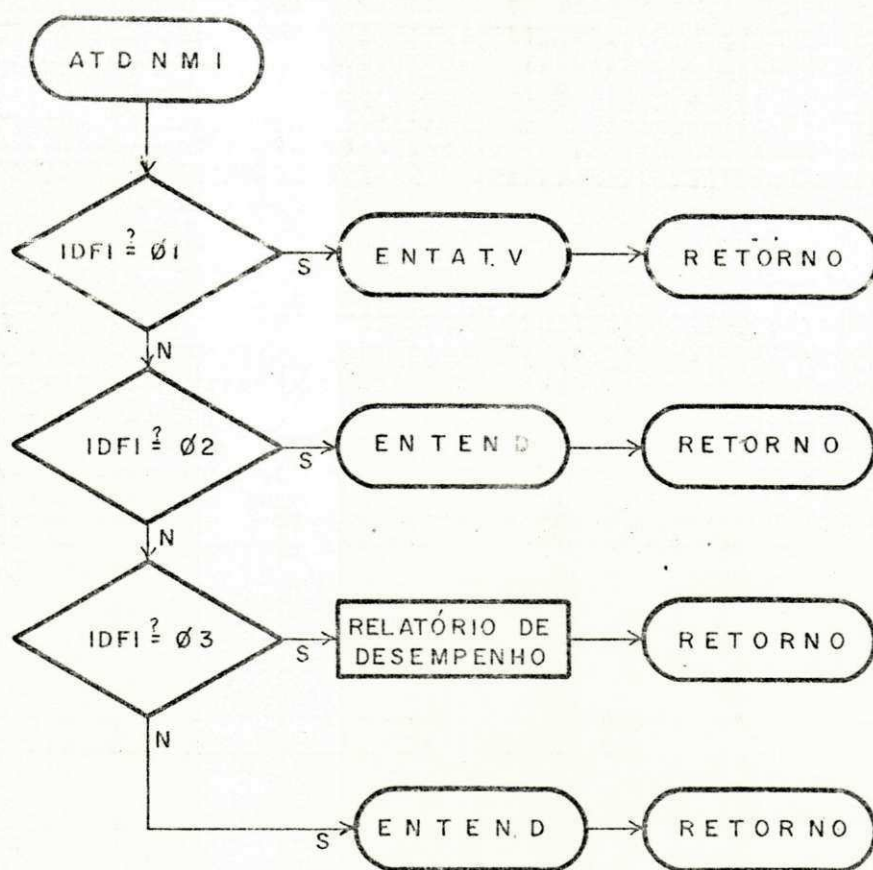
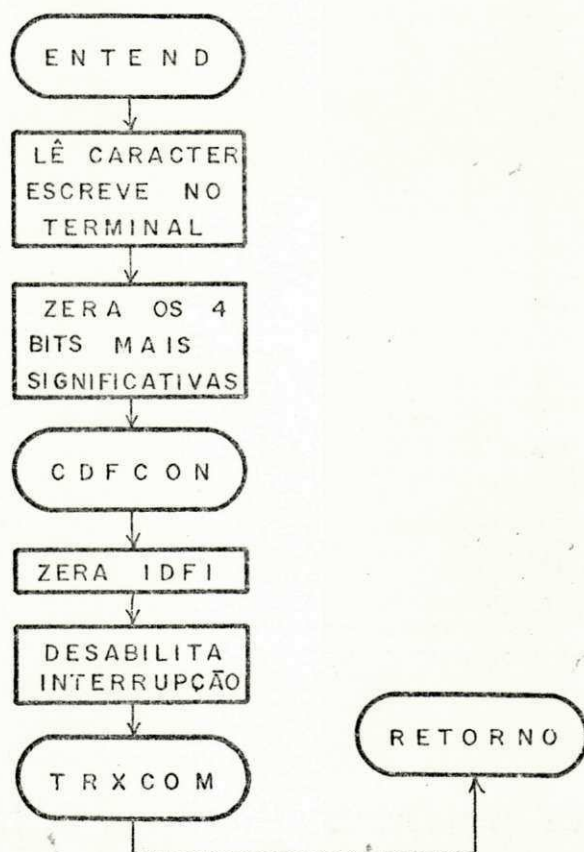
FIG. 6. 23 - PROGRAMA DE ATENDIMENTO A $\overline{\text{NMI}}$ 

FIG. 6. 24 - SUBROTINA DE ENTRADA DE ENDEREÇOS

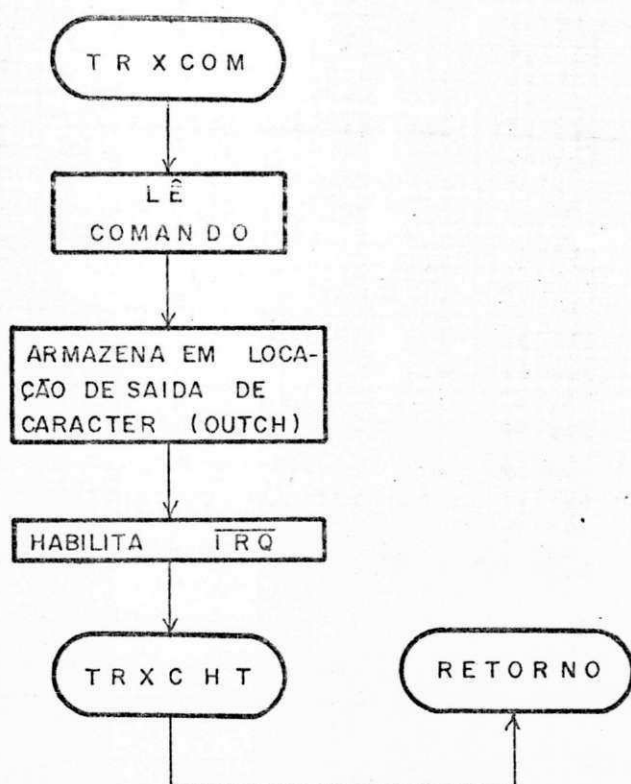
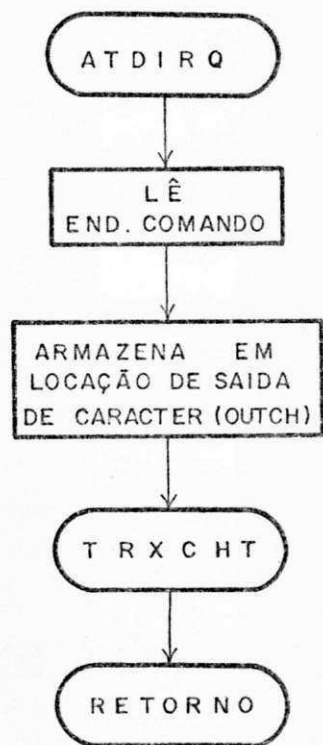


FIG. 6.25 - SUBROTINA DE TRANSMISSÃO DE COMANDO

FIG. 6.26 - PROGRAMA DE ATENDIMENTO A $\overline{IRQ}$

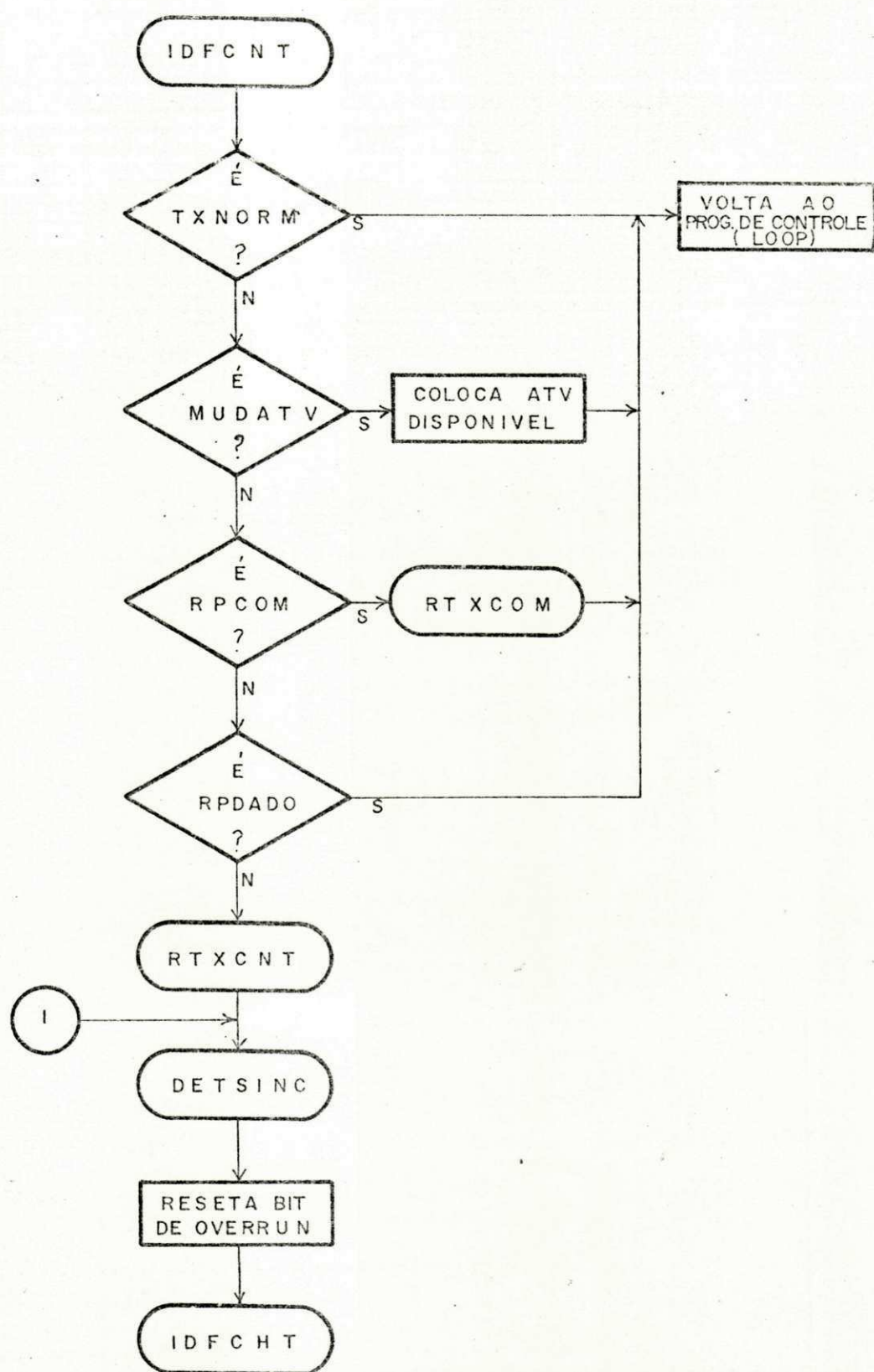


FIG. 6.27 - PROGRAMA DE IDENTIFICAÇÃO DE CONTROLE

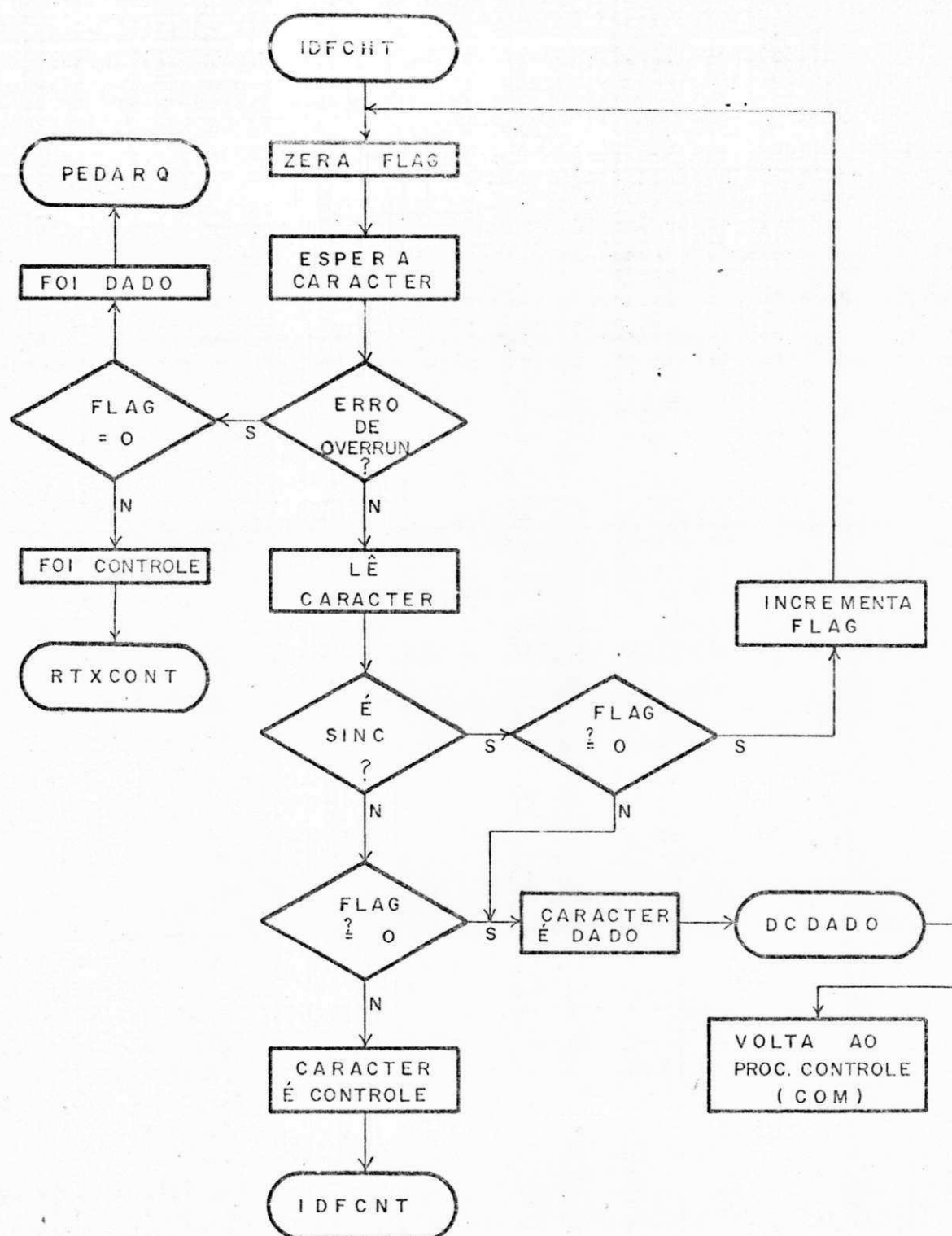


FIG. 6.28 - PROGRAMA DE IDENTIFICAÇÃO DE CARACTERES

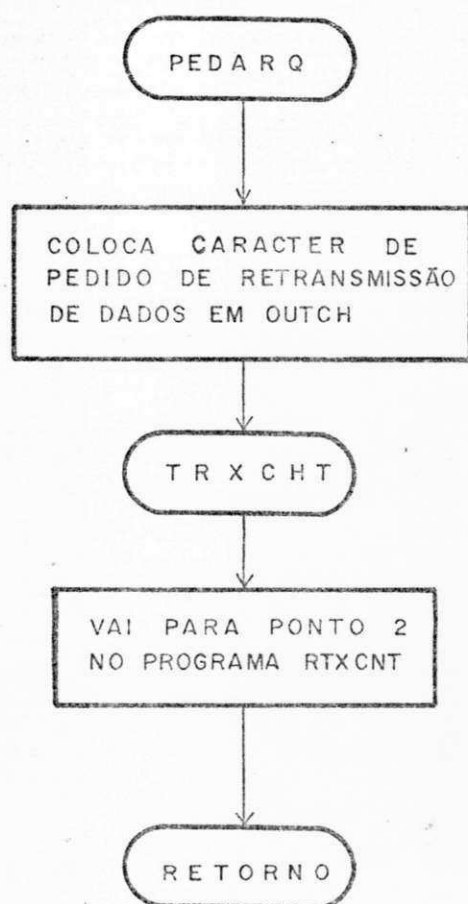


FIG. 6.29 - SUBROTINA DE PEDIDO DE RETRANSMISSÃO DE DADOS

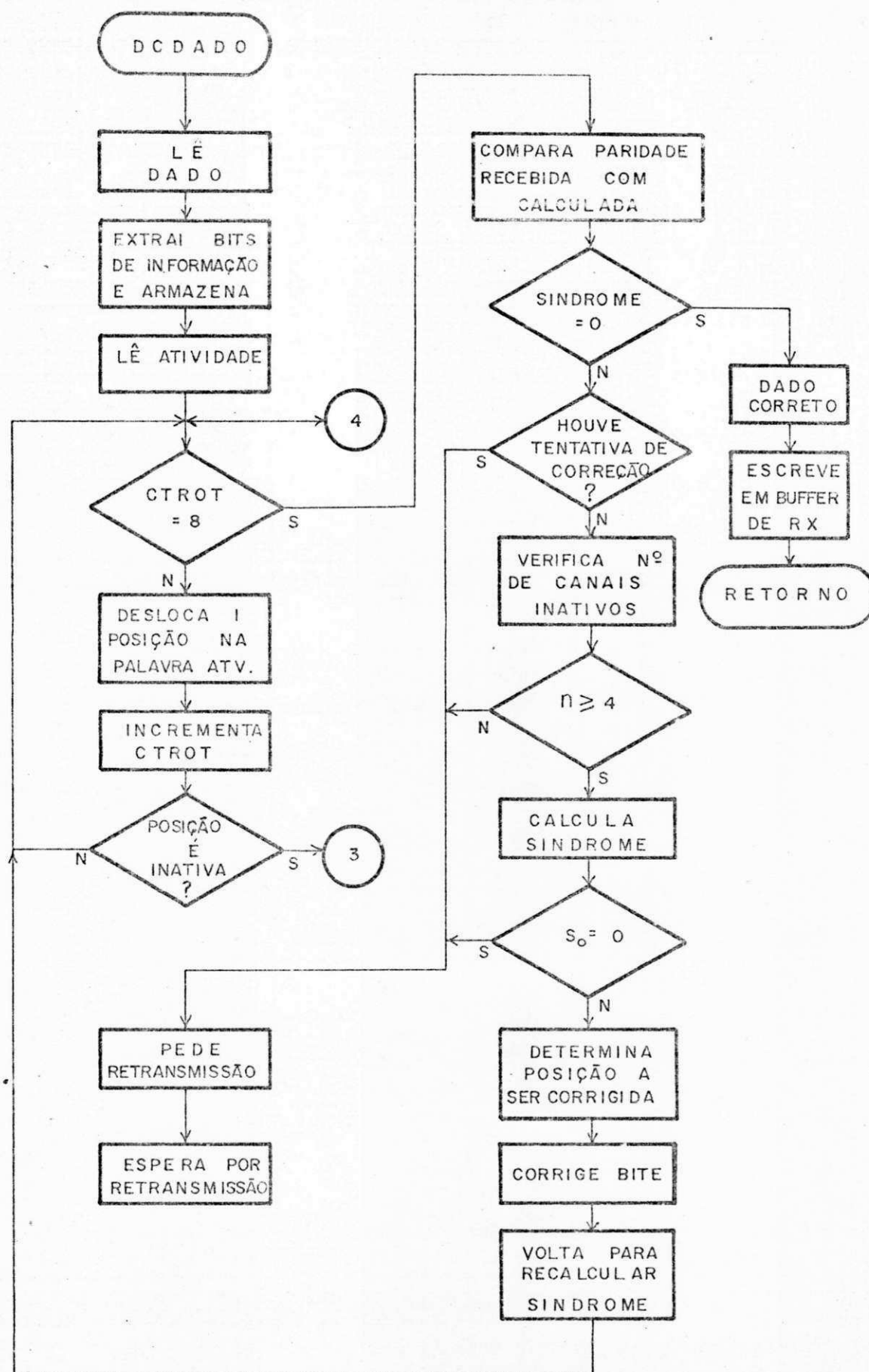


FIG. 6.30 - PROGRAMA DE DECODIFICAÇÃO DE DADOS

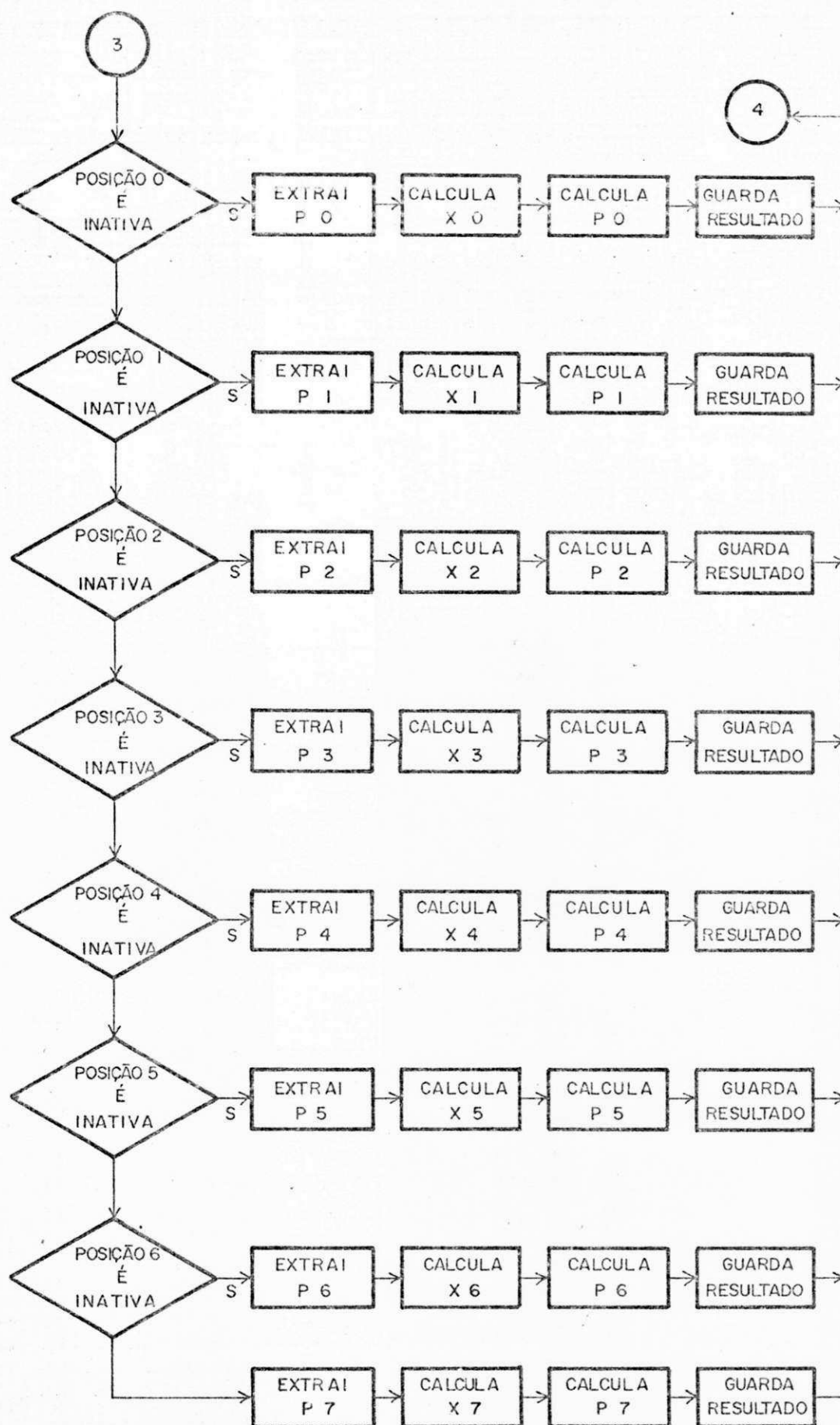


FIG. 6.31 - CONTINUAÇÃO DO PROGRAMA DCDADO

6.4 - ENDEREÇOS ESPECIAIS CENTRO/REMOTA (C/R)

END.	NOME	DESCRIÇÃO	
ØØ41	OUTSN	Saída de Caracter para Sinalização	C/R
ØØ42	CONT1	Contador de <i>Frame</i> (LSB)	C/R
ØØ43	CONT1+1	Contador de <i>Frame</i> (MSB)	C/R
ØØ44	INIC	Identifica Retorno para ESPATV	R
ØØ44	GEND	Guarda Endereço	C
ØØ45	GATV	Guarda Atividade	C/R
ØØ46	USATV	Atividade em Uso	C/R
ØØ47	GCONT	Guarda Controle	C/R
ØØ48	NOVAT	Ident. Recebimento de Nova Atividade	R
ØØ48	CTINA	Contador de Inatividade	C
ØØ49	GCOM	Guarda Comando	C/R
ØØ4A	OUTCH	Saída de Caracter para USART	C/R
ØØ4B	FLAG	Identificação de duplo SINC	C
ØØ4C	CTROT	Contador de Rotações	C/R
ØØ4D	CTUM	Contador de Ums	C/R
ØØ4E	CTPAS	Contador de Paso	C/R
ØØ4F	GV _j	Guarda Vetor V _j	C/R
ØØ5Ø	DADO	Guarda Dado	C/R
ØØ51	GX _i	Guarda Vetor X _i	C/R
ØØ52	GP _i	Guarda paridade calculada	C/R
ØØ53	GCDC _j	Guarda Dado Codificado	R
ØØ53	CTFEC	Conta Correções Diretas	C

END.	NOME	DESCRIÇÃO	
ØØ54	CTARQ	Conta Correções por ARQ	C
ØØ54	LOCAL	Rascunho	R
ØØ55	COFOR	Guarda Comando Formatado	R
ØØ55	IDFI	Identifica interrupção por $\overline{\text{NMI}}$	C
ØØ56	IDFRQ	Identifica interrupção por IRQ	R/C
ØØ57	GSTAK	Guarda Valor do S.P (LSB)	R/C
ØØ58	GSTAK	Guarda Valor do S.P (MSB)	R/C
ØØ59	TEMP	Guarda X (LSB)	R/C
ØØ5A	TEMP + 1	Guarda X (MSB)	R/C
ØØ5B	GPRX	Guarda Paridade Recebida	R/C
ØØ5C	GPCAL	Guarda Paridade Calculada	R/C
ØØ5D	GSND	Guarda Síndrome	C
ØØ5E	RECA	Identifica Recalculação da Síndrome	C
ØØ5F	$\overline{\text{GATVD}}$	Guarda Atividade Complementada	C
ØØ6Ø	CTCMP	Contador de Comparação	C
ØØ61	PARI	Identifica para Retorno a CDFCOM	C
ØØ62	RASC1	Rascunho 1	C
ØØ63	RASC2	Rascunho 2	C
ØØ63	COMEC		R
ØØ	COMEC + 1		R
ØØ65	TAB	Endereço Inicial de Tabela (LSB)	R/C
ØØ66	TAB + 1	Endereço Inicial de Tabela (MSB)	R/C
ØØ67	FMTAB	Endereço Final de Tabela (LSB)	R/C
ØØ68	FMTAB + 1	Endereço Final de Tabela (MSB)	R/C

END.	NOME	DESCRIÇÃO	
5001	ACIARX	ACIA - Reg. de Recepção	R
5001	CIATX	ACIA - Reg. de Transmissão	R
5000	ACIAST	ACIA - Reg. de "Status"	R
5000	ACIACT	ACIA - Reg. de Controle	R
4800	USRTX	USART - Reg. de Transmissão	R
4800	USRRX	USART - Reg. de Recepção	R
4801	USRST	USART - Reg. de Status	R
4801	USRCM	USART - Reg. de Comando	R
C00A	ACIARX	ACIA - Reg. de Recepção	C
C00A	ACIATX	ACIA - Reg. de Transmissão	C
C00B	ACIAST	ACIA - Reg. de "Status"	C
C00B	ACIACT	ACIA - Reg. de Controle	C
8000	USARX	USART - Reg. de Recepção	C
8000	USARTX	USART - Reg. de Transmissão	C
8001	USARST	USART - Reg. de "Status"	C
8001	USARCM	USART - Reg. de Comando	C

CAPÍTULO VII

COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo principal, o projeto de um sistema de multiplexação que aproveitasse, de forma adaptativa, a inatividade de canais para controle de erros, de forma a obter uma melhor NDT. Foi portanto implementado um controle híbrido de erros ARQ/FEC, onde o aumento da NDT foi conseguido com a diminuição do número médio de repetições, ocasionado pelo controle direto (FEC).

Os sistemas de multiplexação que trocam, adaptativamente, capacidade de canal por capacidade de controle de erros, apresentam a desvantagem de não possuírem uma probabilidade de erros uniforme para todo o tempo, devido à variação da atividade durante o tempo de utilização. Na realidade, normalmente não se tem interesse sobre a probabilidade média de erros, mas sua confiabilidade em todo instante, sendo ideal que esta seja uniforme. Um sistema de MDC pode apresentar baixa probabilidade de erros em média, e nas mesmas condições de canal apresentar alta probabilidade de erros, quando em sua plena utilização. Neste aspecto, o sistema desenvolvido, quando plenamente utilizado, trabalha com um mínimo de redundância fixa, o que proporciona o controle de erros, através de um processo seletivo de retransmissão automática (ARQ). Entretanto, nestas situações há um comprometimento da NDT no caso

de ocorrência de erros. Por outro lado, quando trabalhando com baixa atividade é utilizado o sistema de correção direta (FEC), evitando repetições, quando os erros estiverem ocorrendo dentro da capacidade de correção. Quando operando em uma situação de ocorrência de erros que exceda a capacidade de correção, volta a trabalhar na forma ARQ.

O processo de retransmissão desenvolvido, permite que o sistema se acomode adaptativamente em relação ao número (N) de palavras a serem retransmitidas, quando de um pedido de retransmissão. Desta forma, tem-se um valor variável de N que dependerá do "delay" no enlace e cuja limitação estará no tamanho dos *Buffer's* de transmissão e recepção. Estes *Buffer's* foram dimensionados com tamanhos iguais e estão sincronizados para possibilitar o processo de retransmissão seletiva.

Um aspecto importante a ser considerado é que o sistema desenvolvido possui uma capacidade de transmissão de 13 comandos endereçáveis, cada um, a até 16 pontos. Os comandos devem ser definidos dependendo da aplicação específica. Estes comandos são transmitidos na direção Centro/Remota e podem ser enviados a qualquer instante. O Centro possui um sistema operacional que permite conversação interativa com o operador. Para tanto, foram elaboradas rotinas de atendimento ao console do operador. Desta forma, o operador envia os comandos desejados e recebe a confirmação de que o comando foi executado. Também o operador é informado sempre que um comando não válido foi carregado, o qual é rejeitado pelo sistema.

Com relação à conversação interativa do sistema com o operador, foi apresentado um problema de casamento de velocidade, entre o periférico através do qual eram carregados os comandos e o periférico que recebia os dados da Remota, uma vez que, para o primeiro, tinha-se 110 bits/seg e para o segundo 1200 bits/seg. Este problema foi resolvido com a utilização da técnica de atendimento por interrupção. Desta forma,

para o atendimento de um comando (ident. comando + end. comando) evitou-se que o processador ficasse esperando que o segundo caracter da palavra de comando fosse carregado, o que levaria à perda de algumas palavras de dados e conseqüente erro de "overrun".

Outro ponto relevante, no sistema desenvolvido, foi a implementação de um protocolo de linha, que permite que palavras de dados que possuem o mesmo formato das palavras de sincronismo não sejam confundidas com estas.

Um aspecto interessante a ser ressaltado é que o sistema pode ser aumentado para um número de canais correspondentes a qualquer potência de dois. Um estudo de hierarquias do sistema desenvolvido e implicações práticas quanto ao aumento do número de canais se apresenta como um aspecto interessante a ser investigado.

Em primeiro lugar, sugere-se um estudo quanto ao desempenho do sistema acoplado a vários tipos diferentes de concentradores. E ainda, um estudo e levantamento do desempenho para diferentes modelos de canais ruidosos, com determinações quanto a regiões ótimas de operação no que diz respeito à atividade.

Por fim, para continuação desta pesquisa, sugere-se um estudo e desenvolvimento de um sistema de multiplexação que combine uma alocação dinâmica de canais, com uma alocação adaptativa de redundância para controle de erros.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - ARAÚJO, A.A. - *Sistema de Aquisição de Dados para Um Campo de Testes de Turbinas Eólicas*. Tese de Mestrado, DEE/CCT/UFPb, janeiro-1981.
- 2 - ARAÚJO, P.R.C. - *Proxad, Um Sistema de Aquisição de Dados e Controle de Processos*. Tese de Mestrado, DEE/CCT/UFPb, janeiro-1981.
- 3 - ABRAMSON, N. - *Information Theory and Coding*. New York, McGraw-Hill, 1963.
- 4 - AGUIAR NETO, B.G., MARTINS, J.S.B. e ROCHA NETO, I. - *Implementação de um Sistema de Multiplexação Adaptativa usando microprocessador*. 4º Seminário de Instrumentação do IBP. Rio de Janeiro, 1981.
- 5 - BENICE, R.J. and FREY JR., A.H. - *Comparisons of Error Control Techniques*. IEEE, Transactions On Communication Technology, December-1964, pp.146-154.
- 6 - _____ . - *An Analysis of Retransmission Systems*. IEEE, Transactions On Communication Technology, December-1964; pp.135-145.
- 7 - BALKOVIC, M.D. e MUENCH, P.E. - *Effect of Propagation Delay Caused by Satellit Circuits On Data Communications SYSTEMS That use Block Retransmission for Error Correction*. In ICC CONF. REC., June-1969.
- 8 - BURTON, H.O. and SULLIVAN, D.D. - *Erros and Control, Proceedings of the IEEE*. Vol. 60, November-1972.
- 9 - CAMELO, F. and ROCHA NETO, I. - *A New Code Division Multiplex*. Anais do 8º SEMISH, Florianópolis-1981.

- 10 - CHANG, J.H. - *Comparison of Synchronous and Asynchronous Time Division Multiplexing Techniques* - 70 - CP - 380. Com pp. 16.10 - 16.17, 1971.
- 11 - CHIEN, R.T. - *Block - Coding Techniques for Reliable Data Transmission*, IEEE Transactions on Communications Technology. Vol. COM-19, nº 5, pp.772-780, October-1971.
- 12 - CARLSON, B. - *Communication System: An Introduction to Signals and Noise in Electrical Communication*. McGraw-Hill, Electric and Electronics Engineering Series - 1968.
- 13 - CHU, W.W. - *Demultiplexing Considerations for Statistical Multiplexors*. IEEE Transactions on Communications, pp. 285-291, Junho-1972.
- 14 - CAVALCANTI, J.H.F., DEEP, G.S. e NAZARENO, R.C.A. - *Sistema de Desenvolvimento de Software de Microprocessadores para Aplicações em Tempo Real*. Anais do Pael'81, Expodata Buenos Aires, Argentina, Março-1981.
- 15 - DOLL, D.R. - *Multiplexing and Concentration Proc.* IEEE, vol. 60, nº 11, pp.1313-1321 - November-1972.
- 16 - _____. - *Basics of Network Design, Basics of Data Communications*. Electronic Book Series, Mc-Graw Hill, New York - 1976.
- 17 - DAVIES, D.W. and BARBER, D.L.A. - *Communication Networks for Computers*. Londres, John Wiley & Sons, Inc., 1972.
- 18 - DAVIES, D.C., KENNET, T.P. and DAVID, P.R. - *An Introduction to Local Networks*, Proc. IEEE, vol. 66, nº 11, November-1978.

- 19 - FAYOLLE, G., GELENDE, E., and PUGOLLE - *An Analytic Evaluation of the Performance of the "Send and Wait" Protocol*. IEEE, Transactions on Communications. vol.Com. 26, nº 3, March-1978.
- 20 - FRANK, H. and SCHAM, W. - *Topological Optimization of Computers Networks*, Proc. IEEE, vol.60, nº 11, pp. 1385-1396 - November-1972.
- 21 - FORNEY JR., G.D. - *Burst - Correcting Codes for the Classic Bursty Channel*. IEEE, Transactions on Communications Technology, vol. Com-19, nº 5, pp.772-780, October-1971.
- 22 - GIOZZA, W.F. - *Multiplex Digital por Divisão em Códigos Cíclicos*. Tese de Mestrado, DEE/CCT/UFPb, Maio-1979.
- 23 - GORDON, T.H. and BARNETT, R.J. - *Design and Performance of Statistical Multiplexer*. IEEE Trans.Communications, Com.20, nº 3, pp.9-25, Junho-1972.
- 24 - GALLAGER, R.G. - *Information Theory and Coding*, New York, Mc-Graw-Hill, 1963.
- 25 - HARRIN, R. - *Performance of Simple Multiplexor-Concentrators for Data Communications*. IEEE Trans. on Communications Technology, Com.19, nº 2, pp.178-197, Abril-1971.
- 26 - INTEL - *Peripheral Design Hand book*. Intel, April-1978.
- 27 - KONHEIM, A.G. - *A Queueing Analysis of Two ARQ Protocols*. IEEE Trans. on Communications, Vol.Com-28, pp.1004-1014, July-1980.
- 28 - LIN, S. - *An Introduction to Error Correcting Codes*. New Jersey, Prentice Hall, Englewoods Cliffs, 1970.

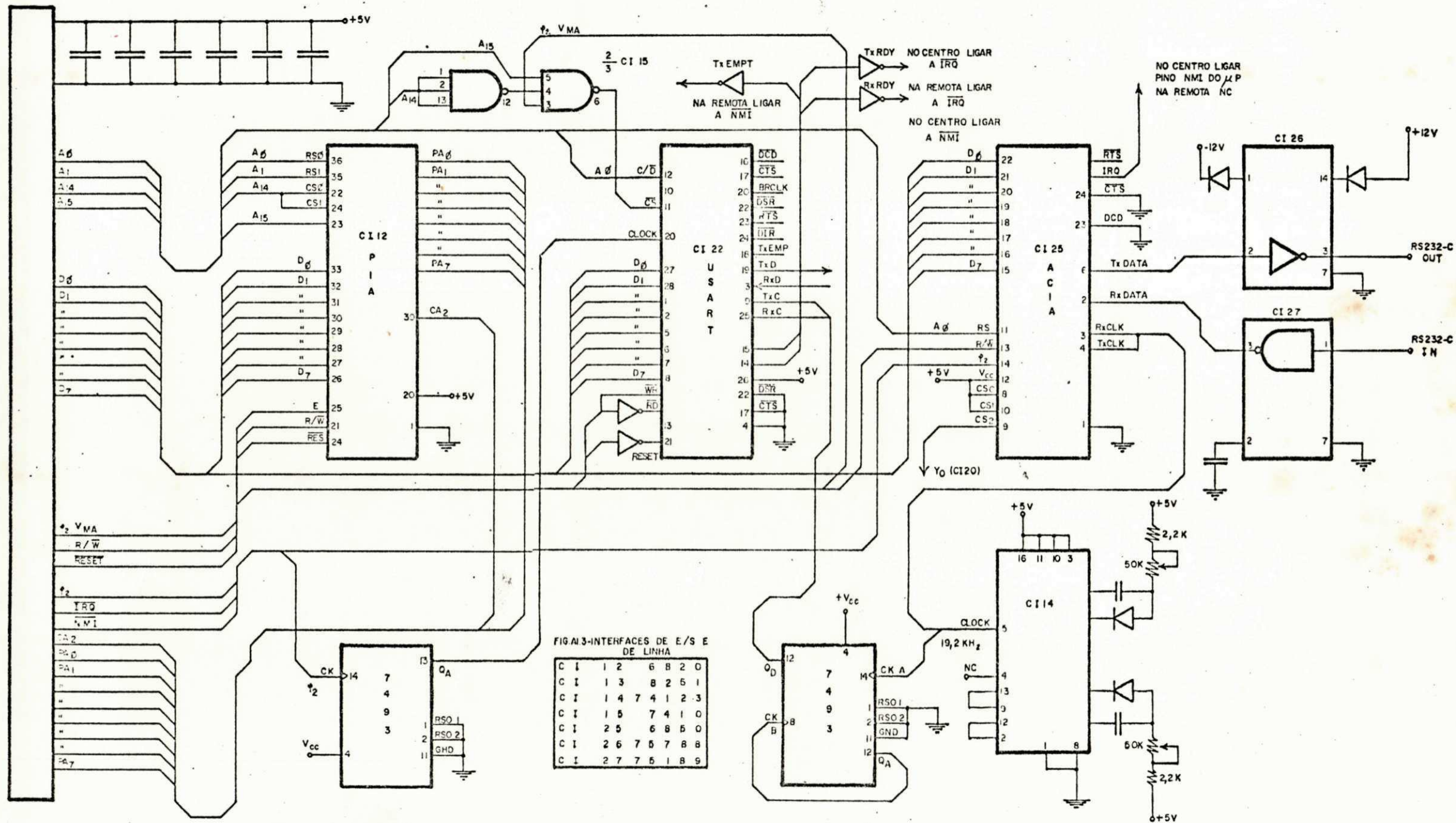
- 29 - LATHI, B.P. - *Sistemas de Comunicação*. Rio de Janeiro , Guanabara Dois, 1979.
- 30 - MORAIS, M.E. - *Multiplexação Dinâmica por Divisão em Tempo*. Tese de Mestrado, DEE/CCT/UFPb, Junho-1980.
- 31 - McGRUTHER, W.G. - *Throughput of High Speed Data Transmission Error Control Schemes over Voiceband with channels*. Proc. of the International Conference on Communications, June-1972.
- 32 - MOTOROLA - *MC6800 Programing Reference Manual*. Motorola Inc, 1976.
- 33 - MOTOROLA - *MC6800 Microprocessor Applications Manual*. Motorola Inc, 1975.
- 34 - MARTIN, J. - *Introduction To Teleprocessing*. New Jersey, Prentice-Hall, 1972.
- 35 - NATIONAL - *Memory Data Book*. National Semiconductor Corporation, 1980.
- 36 - PAN, J.W. - *Synchronizing and Multiplexing in a Digital Communications Networks*. IEEE Proc. Vol.60, nº 5, pp. 594-601, Maio-1972.
- 37 - PETERSON, W.W. and WELDON JR., E.J. - *Error Correcting Codes*. Massachusetts, The Mit Press, 1972.
- 38 - SHANNON, C.E. - *A mathematical Theory of Communication* , Bell System Tech I. Vol. 27, part I, pp.379-423, July 1948; part II, pp.623-656, october-1948.
- 39 - _____ . - *Communications in the Presence of Noise*. Proc. IRE, Vol.37, nº 1, pp.10-21, January-1949.
- 40 - SASTRY, A.R.K. - *Improving Automatic Repeat-Request (ARQ)*

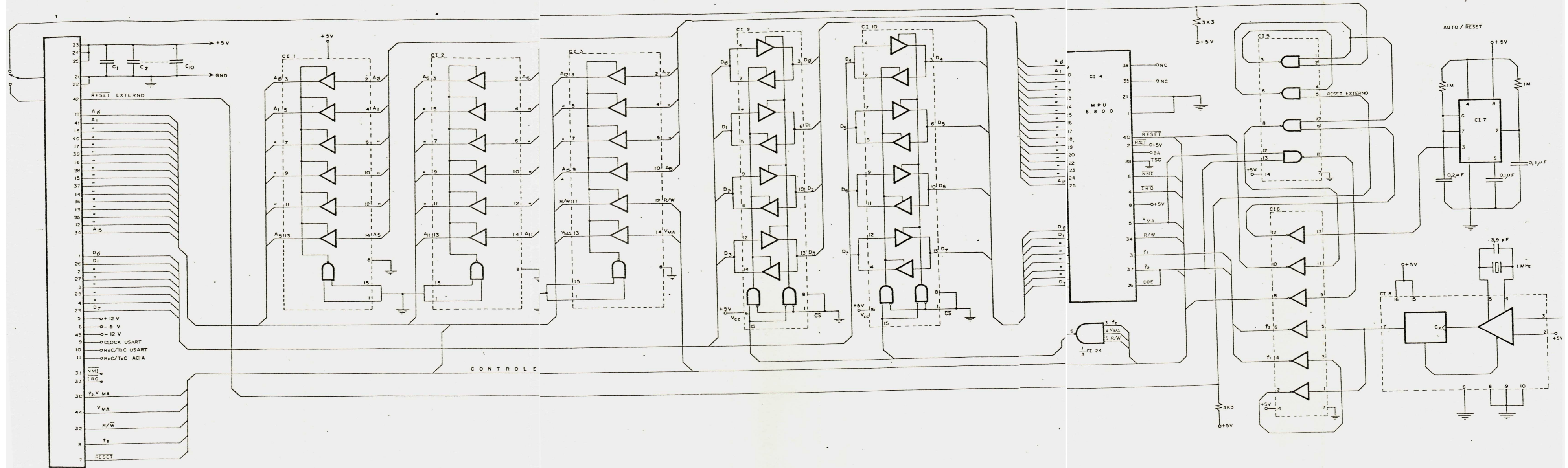
Performance on Satellite Channels Under High Error Rate Conditions. IEEE, Trans. pp.436-439, April-1975.

- 41 - SASTRY, A.R.K. and KANAL, L.N. - *Hibrid Error Control Using Retransmission and Generalized Burst-Trapping Codes.* IEEE, Trans. on Communications, Vol. Com.24, nº 4, April-1976.
- 42 - TOWSLEY, D. - *The Stutter Go Back-N ARQ Protocol.* IEEE Trans. on Communications, Vol.Com.27, nº 6, June-1979.
- 43 - TEXAS - *The TTL Data Book for Design Engineers.* Texas Instruments Inc., 2^a Edition, 1976.
- 43 - _____ - *The Interface Circuits Data Book for Design Engineers.* Texas Instruments Inc., 1^a Edition, 1977.

APÊNDICE I

DIAGRAMAS DOS CIRCUITOS





APÊNDICE II

LISTAGEM DO "SOFTWARE"

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
TXSMLZ	LDAB	# 02	F400	C6	02
	BITB	ACIAST		F5	5000
	BEQ	TXSNLZ		27	F9
	LDAB	OUTSN		D6	41
	STAB	ACIATX		F7	5001
	RTS			39	
TXCRLF	LDAB	# CR		C6	0D
	STAB	OUTSN		D7	41
	BSR	TXSNLZ		8D	ED
	LDAB	# LF		C6	0A
	STAB	OUTSN		DF	41
	BSR	TXSNLZ		8D	E7
	RTS		F419	39	
CDFDAD	CLR	CTROT	F41A	7F	004C
	LDAA	USATV		96	46
	ANDA	GDADO		94	50
	STAA	GV _j		97	4F
	LDAB	USATV		D6	46
TEST	LDAA	# S08	F425	86	08
	COMPA	CTROT		91	4C
	BNE	VAI		26	01
	RTS			39	
VAI	ASLB			58	
	INC	CTROT		7C	004C
	BSC	TEST		25	F3

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	LDAA	#SØ1	F432	86	Ø1
	COMPA	CTROT		91	4C
	BEQ	SALT0		27	27
	LDAA	#SØ2		86	Ø2
	COMPA	CTROT		91	4C
	BEQ	SALT1		27	24
	LDAA	#SØ3		86	Ø3
	COMPA	CTROT		91	4C
	BEQ	SALT2		27	21
	LDAA	#SØ4		86	Ø4
	COMPA	CTROT		91	1D
	BEQ	SALT3		27	1E
	LDAA	#SØ5		86	Ø5
	COMPA	CTROT		91	1D
	BEQ	SALT4		27	1B
	LDAA	#SØ6		86	Ø6
	COMPA	CTROT		91	1D
	BEQ	SALT5		27	18
	LDAA	#SØ7		86	Ø7
	COMPA	CTROT		91	1D
	BEQ	SALT6		27	15
	JMP	CALCP7		7E	F529
SALT0	JMP	CALCPØ		7E	F496
SALT1	JMP	CALCP1		7E	F4A8
SALT2	JMP	CALCP2		7E	F4BB
SALT3	JMP	CALCP3		7E	F4CF

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
SALT4	JMP	CALCP4	F46B	7E	F4E4
SALT5	JMP	CALCP5		7E	F4FA
SALT6	JMP	CALCP6		7E	F511
CALPAR	LDAA	GX _i	F474	96	51
	ASLA			48	
	ASL	GX _i		78	0051
	ASL	GX _i		78	0051
	EORA	GX _i		98	51
	STAA	GX _i		97	51
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	EORA	GX _i		98	51
	STAA	GX _i		97	51
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	EORA	GX _i		98	51
	STAA	GP _i		97	52
	LDAA	#S80		86	80
	ANDA	GP _i		94	52
	STAA	GP _i		97	52
	RTS			39	
CALCP0	LDAA	#W ₀	F496	86	FF
	ANDA	GV _j		94	4F
	STAA	GX _i		97	51

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	JSR	CALPAR	F496	BD	F474
	LDAA	GP _i		96	52
	ORAA	GV _j		9A	4F
	STAA	GCDC _j		97	53
	JMP	TEST		7E	F425
CALCP1	LDAA	# W1	F4A8	86	AA
	ANDA	GV _j		94	4F
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F474
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	ORAA	GCDC _j		9A	53
	STAA	GCDC _j		97	53
	JMP	TEST		7E	F425
CALCP2	LDAA	# W2	F4BB	86	CC
	ANDA	GV _j		94	4F
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F474
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	ORAA	GCDC _j		9A	53
	STAA	GCDC _j		97	53
	JMP	TEST		7E	F425
CALCP3	LDAA	# W3	F4CF	86	99

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	ANDA	GV _j	F4D1	94	4F
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F474
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	ORAA	GCDC _j		9A	53
	STAA	GCDC _j		97	53
	JMP	TEST		7E	F425
CALCP4	LDAA	#SW4	F4E4	86	F0
	ANDA	GV _j		94	4F
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F474
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	ORAA	GCDC _j		9A	53
	STAA	GCDC _j		97	53
	JMP	TEST		7E	F425
CALCP5	LDAA	#W5	F4FA	86	A5
	ANDA	GV _j		94	4F
	STAA	GV _j		97	4F
	STAA	GX _i		97	51

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	JSR	CALPAR	F500	BD	F474
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	ORAA	GCDC _j		9A	53
	STAA	GCDC _j		97	53
	JMP	TEST		7E	F425
CALCP6	LDAA	#W6	F511	86	C3
	ANDA	GV _j		94	4F
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F474
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	ORAA	GCDC _j		9A	53
	STAA	GCDC _j		97	53
	JMP	TEST		7E	F425
CALCP7	LDAA	#W7	F529	86	96

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	ANDA	GV _j	F52B	94	4F
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F474
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	ORAA	GCDC _j		9A	53
	STAA	GCDC _j		97	53
	JMP	TEST		7E	F425
ESCRBF	LDAA	OUTCH		96	4A
	STAA	O,X		A7	00
	INX			08	
	CPX	# B ₃₂		8C	0020
	BNE	CONTN		26	03
	LDX	# B ₀		CE	0000
CONTN	RTS				
ZERACT	LDAA	GCOM	F550	96	49
	CLR	CTROT		7F	004C
	CLR	CTUM		7F	004D

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	CLC			0C	
	CLR	CTPAS		7F	004E
	RTS			39	
INCONT	LDAA	# CONT11	F55D	86	04
	STAA	CONT1		97	42
	LDAA	#CONT1+1		86	01
	STAA	CONT1+1		97	43
	RTS			39	
DCDCOM	LDAA	#SE0	F566	86	E0/
	ANDA	GCOM		94	49
	STAA	GPRX		97	5B
	LDAA	#S1F		86	1F
	ANDA	GCOM		94	49
	STAA	COFOR		97	55
	CLR	GPCAL		7F	005C
	JSR	CALP0		BD	F58D
	JSR	CALP1		BD	F59B
	JSR	CALP2		BD	F5AC
	LDAA	GPRX		96	5B
	COMPA	GPCAL		91	5C
	BNE	ARQ		26	01
	BRA	ATRQ		20	-
ARQ	JSR	RTXCOM		BD	FA0A
	LDAA	IDFRQ		96	56

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	BEQ	ENTCO	F58A	27	32
	RTS			39	
CALCPØ	LDAA	#W ₀		86	FF
	ANDA	COFOR		94	55
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F474
	LDAA	GP _i		96	52
	STAA	GPCAL		97	5C
	RTS			39	
CALCP1	LDAA	#W1	F59B	86	AA
	ANDA	COFOR		94	55
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F474
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	ORAA	GPCAL		9A	5C
	STAA	GPCAL		97	5C
	RTS			39	
CALP2	LDAA	#W2	F5AC	86	CC
	ANDA	COFOR		94	55
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F474
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	ORAA	GPCAL	9A.	5C	

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
F5BB	STAA	GPCAL	F5BB	97	
	RTS			39	
ENTCO	LDS	GSTACK		9E	57
	JMP	LOOP		7E	-
ATTR	LDS	GSTAK		9E	57
	JMP	FINAL	F5C7	7E	F78E
DETSIN	LDAA	#S4Ø	F5C3	86	4Ø
REPET	BITA	USAST		B5	48Ø1
	BEQ	REPEAT		27	FB
	JSR	TXCRLF		BD	F4ØD
	LDAA	#S"		86	53
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F4ØØ
	RTS		F5D4	39	
TXSINC	LDAA	#SINC	F5DB	86	16
	STAA	OUTCH		97	4A
	JSR	TRXCHT		BD	F5EB
	RTS		F5E2	39	
TRXCNT	LDAA	GCNT	F5E3	96	47
	STAA	OUTCH		97	4A
	JSR	TRXCHT		BD	F5EB
	RTS		F5EA	39	

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADDRESS	O P. CODE	
TRXCHT	LDAA	OUTCH	F5EB	96	4A
	LDAB	#SØ1		C6	Ø1
RETORN	BITB	USRST		F5	48Ø1
	BEQ	RETORN		27	FB
	STAA	USRTX		B7	48ØØ
	RTS		F5F7	39	
TXDADO	LDAA	GCDC _j	F5F8	96	53
	STAA	OUTCH		97	4A
	JSR	TRXCHT		BD	F5EB
	JSR	ESCRBF		BD	F552
	COMPA	#SINC		81	16
	BNE	FIM		26	Ø3
	JSR	TRCHT		BD	F5EB
	RTS		F6ØB	39	
RTXDAD	JSR	TXSINC	F6ØC	BD	F5DB
	LDAA	#RPDAD		86	ØE
	STAA	GCNT		97	47
	JSR	TRXCNT		BD	Ø19A
	STX	TEMP		DF	4B
	LDAA	COFOR		96	55
	LDX	#B _o		CE	ØØØØ
	LDBA	#ØØ		C6	ØØ
SOMA	CBA			11	
	BEQ	ANDE		27	Ø4

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	INX		F622	08	
	DECA			4A	
	BRA	SOMA		20	F9
ANDE	LDAA	O, X		A6	00
	STAA	OUTCH		97	18
	JSR	TRXCHT		BD	F5EB
	CPX	# B ₃₂		8C	0020
	BEQ	BAIXO		27	07
	INX			08	
VERF	CPX	TEMP		9C	4B
	BEQ	FIMTX		27	07
	BRA	ANDE		20	ED
BAIXO	LDX	# B ₀		CE	0000
	BRA	VERF		20	F5
FIMTX	RTS		F63E	39	
IDFCOM	LDAA	COFOR	F640	96	55
	COMPA	# CARQ		81	0E
	BEQ	PULO1		27	14
	COMPA	# CATV		81	0F
	BEQ	PULO2		27	1D
	COMPA	# COM0		81	00
	BEQ	PULO3		27	26
	COMPA	# COM1		81	01
	BEQ	PULO4		27	2F
	COMPA	# COM2		81	02

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	BEQ	PULO5	F654	27	38
	COMPA	#COM3		81	Ø3
	BEQ	PULO6		27	41
PULO1	LDAA	#Ø1		86	Ø1
	STAA	IDFRQ		97	56
	LDAA	#Q		86	51
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F4ØØ
	CLI			ØE	
	RTS			39	
PULO2	LDAA	#Ø2		86	Ø2
	STAA	IDFRQ		97	56
	LDAA	#A		86	41
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F4ØØ
	CLI			ØE	
	RTS			39	
PULO3	LDAA	#Ø3		86	Ø3
	STAA	IDFRQ		97	56
	LDAA	#T		86	54
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F4ØØ
	CLI			ØE	
	RTS			39	
PULO4	LDAA	#Ø4		86	Ø4
	STAA	IDFRQ	F683	97	56

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	LDAA	#B"	F685	86	42
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F400
	CLI			OE	
	RTS			39	
PULO5	LDAA	#S04		86	04
	STAA	IDFRQ		97	56
	LDAA	#C"		86	43
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F400
	CLI			0E	
	RTS			39	
PULO6	LDAA	#04		86	04
	STAA	IDFRQ		97	56
	LDAA	#D"		86	44
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F400
	CLI			0E	
	RTS		F6A7	39	
TSTPAR	JSR	ZERACT	F6A8	BD	F560
ROTAC	ASLA			48	
	INC	CTROT		7C	004C
	BCC	PULA		24	03
	INC	CTUM		7C	004D
PULA	LDAB	#S08		C6	08

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P . C O D E	
	CMPB	CTROT	F6B5	F1	ØØ4C
	BME	ROTAC		26	FØ
	LDAA	# SØ1		86	Ø1
	COMPA	CTUM		91	4D
	BEQ	STOP		27	13
	LDAA	# SØ3		86	Ø3
	COMPA	CTUM		91	4D
	BEQ	STOP		27	ØD
	LDAA	# SØ5		86	Ø5
	COMPA	CTUM		91	4D
	BEQ	STOP		27	Ø7
	LDAA	# SØ7		86	Ø7
	COMPA	CTUM		91	4D
	BEQ	STOP		27	Ø1
	RTS			39	
STOP	JSR	RTXCOM		BD	F5DØ
	LDS	GSTAK		BE	ØØ57
	LAA	INIC		96	44
	BEQ	LP		27	Ø3
	JMP	ESPA TV		7E	F7C9
	JMP	FINAL	F6E2	7E	F78E
CTRFME	STX	TEMP	F6E7	DF	59
	LDX	CONT1		DE	42
	BEQ	FIM		27	Ø5
	LDX	TEMP		DE	59

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	JMP	AQUIS	F6F2	7E	FA48
FIM	LDX	TEMP		DE	59
	JSR	INCONT		BD	F56D
	LDAA	GATV		96	45
	STAA	USATV		97	46
	LDAA	NOVAT		96	48
	BEQ	MUD		27	Ø9
	LDAA	# MUDATV		86	38
	STAA	GCNT		97	47
	CLR	NOVAT		7F	ØØ48
	BRA	TRANS		2Ø	Ø4
MUD	LDAA	# TXNORM		86	EØ
	STAA	CCNT		97	47
TRANS	JSR	TXSINC		BD	F5DB
	JSR	TRXCNT		BD	F5E3
	JMP	LOOP	F715	7E	FA45
RXATVD	LDAA	USARX	F71A	B6	48ØØ
	STAA	GCOM		97	49
RXATVI	JSR	TSTPAR	F71F	BD	F6A7
	LDAA	# S7F		86	7F
	ANDA	GCOM		94	49
	STAA	GATV		97	45
	INC	NOVAT		7C	ØØ48
	RTS		F72B	39	

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO
ATDIRQ	LDAA	IDFRQ
	LDAB	#Ø1
	CBA	
	BEQ	ATD1
	LDAB	#Ø2
	CBA	
	BEQ	ATD2
	LDAB	#SØ3
	CBA	
	BEQ	ATD3
	LDAB	#SØ4
	CBA	
	BEQ	ATD4
ATD1	STS	GSTAK
	LDAA	USARX
	STAA	GCOM
	STAA	OUTSN
	JSR	DCDCOM
	JSR	TXSNLZ
	JSR	RTXDAD
	BRA	FINAL
ATD2	STS	GSTAK
	JSR	RXATV
	LDAA	GATV
	STAA	OUTSN
	JSR	TXSNLZ

ADRESS	O P CODE	
F73Ø	96	56
	C6	Ø1
	11	
	27	ØF
	C6	Ø2
	11	
	27	1E
	C6	Ø3
	11	
	27	27
	C6	Ø4
	11	
	27	39
	9F	57
	B6	8ØØØ
	97	49
	97	41
	BD	FS66
	BD	F4ØØ
	BD	F6ØC
	2Ø	34
	9F	57
	BD	F71A
	96	45
	97	41
	BD	F4ØØ

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	BRA	FINAL	F766	20	26
ATD3	STS	GSTAK		9F	57
	LDAA	USARX		B6	4800
	STAA	GCOM		97	49
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	DCDCOM		BD	F566
	JSR	TXSNLZ		BD	F400
	JSR	TRXCNT		BD	F5E3
	JSR	RTXDAD		BD	F606
	BRA	FINAL		20	0F
ATD4	STS	GSTAK		9F	57
	LDAA	USARX		B6	4800
	STAA	GCOM		97	49
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	DCDCOM		BD	F566
	JSR	TXSNLZ		BD	F400
FINAL	SEI		F78E	0F	
	CLR	IDFRQ		7F	0056
	RTI			3B	
ENTCOM	LDAA	#S02	F798	86	02
	BITA	USRST		B5	4801
	BNE	TSTOVR		26	03
	JMP	LOOP		7E	FA45
TSTOVR	LDAA	#S10		86	10
	BITA	USRST		B5	4801

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	BEQ	DIANT	F7A7	27	ØB
	LDAA	#SB7		86	B7
	STAA	USRCOM		B7	48Ø1
	JSR	RTXCOM		BD	FAØA
	JMP	LOOP		7E	FA45
DIANT	LDAA	USARX		B6	48ØØ
	LDAB	#SINC		C6	16
	CBA			11	
	BEQ	FORA		27	Ø8
	STAA	GCOM		97	49
	JSR	DCDCOM		BD	F566
	JMP	RETORN		7E	FA54
FORA	JMP	LOOP	F7C4	7E	FA45
ESPATV	LDAA	#SØ2	F7C9	86	Ø2
	BITA	USRST		B5	48Ø1
	BEQ	ESPATV		27	F9
	LDAA	USARX		B6	48ØØ
	STAA	GCOM		97	49
	LDAB	#SINC		C6	16
	CBA			11	
	BEQ	ESPATV		27	F1
	INC	INIC		7C	ØØ44
	JSR	RXATVI		BD	F71F
	LDAA	GATV		96	45
	STAA	USATV		97	46

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO					
LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	LDAA	# MUDATV	F7E4	86	38
	STAA	GCONT		97	47
	JSR	TRXCNT		BD	F5E3
	CLR	NOVAT		7F	0048
	CLR	INIC		7F	0044
	RTS		F7F1	39	
RTXCOM	JSR	TXSINC	FA04	BD	F5DB
	LDAA	#RPCOM		86	0E
	STAA	GCONT		97	47
	JSR	TRXCNT		BD	F5E3
	RTS			39	
MUXADP	LDAA	#ITB1	F9B0	86	F9
	STAA	TAB		97	65
	LDAA	#ITAB1+1		86	F3
	STAA	TAB+1		97	66
	LDAA	#FTB1		86	FA
	STAA	FMTAB		97	67
	LDAA	#FTB1+1		86	03
	STAA	FMTB+1		97	68
	JSR	TXCRLF		BD	F40D
	JSR	TRXTAB		BD	F400
	RTS			39	
TRXTAB	JSR	TXCRLF	F9C7	BD	F40D

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	OPERANDO
	STX	TEMP
	LDX	TAB
	LDAA	O,X
	STAA	OUTSN
	INX	
	JSR	TXSNLZ
	CPX	FMTAB
	BNE	VOLTE
	LDX	TEMP
	JSR	TXCRLF
	JSR	TXCRLF
	RTS	
TAB1	M	
	U	
	X	
	.	
	A	
	D	
	A	
	P	
	.	
	/	
	R	
	E	
	M	

ADRESS	O P. CODE	
F9CA	DF	59
	DE	65
	A6	00
	97	41
	08	
	BD	F400
	9C	67
	26	F4
	DE	59
	BD	F40D
	BD	F40D
	39	
F9F3	4D	
	55	
	58	
	2E	
	41	
	44	
	41	
	50	
	2E	
	2F	
	43	
	45	
	4E	

PROGRAMAS - REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	O			4F	
	T			54	
	A		F9F2	41	
	-		F9F3	-	
PGCONT	JSR	INICIO	FA30	BD	-
	JSR	MUXADP		BD	F9B0
	LDX	#B ₀		CE	0000
	STS	GSTAK		BF	0057
	JSR	INCONT		BD	F55D
	JSR	DETSIN	FA3F	BD	F5C3
	JSR	ESPA TV	FA42	BD	F7C9
LOOP	JSR	CTRFME	FA45	BD	F6E7
AQUIS	JSR	STMULA	FA48	BD	-
	JSR	CDFDAD		BD	F41A
	JSR	TXDADO		BD	F5F8
	JMP	ENTCOM		7E	F798
RETORN	CLR	IDFRQ	FA54	7F	0056
	JSR	IDFCOM		BD	F640
	JMP	LOOP		7E	-
IRQ	JMP	ATDIRQ	FA5D	7E	F730

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
TXSNLZ	LDAB	# S02	F400	C6	02
	BITB	ACIAST	2	F5	C00A
	BEQ	TXSNLZ	5	27	F9
	LDAB	OUTSN	7	D6	41
	STAB	ACIATX	9	F7	C00B
	RTS		F40C	39	
TXCRLF	LDAB	# SCR	F400	C6	0D
	STAB	OUTSN	F	D7	41
	BSR	TXSNL7	1	0D	ED
	LDAB	# SLF	3	C6	0A
	STAB	OUTSN	5	D7	41
	BSR	TXSNLZ	7	8D	E7
	RTS		F419	39	
MUXADP	LDAA	# ITB1	F41A	36	FB
	STAA	TAB	C	97	65
	LDAA	# ITB1+1	E	36	EF
	STAA	TAB+1	0	97	66
	LDAA	# FTB1	2	86	FB
	STAA	FMTAB	4	97	67
	LDAA	# FTB1+1	6	86	FF
	STAA	FMTB+1	8	97	68
	JSR	TXCRLF	A	BD	F40D
	JSR	TRXTAB	D	BD	F400
	RTS		F430	39	

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
TRXTAB	JSR	TXCRLF	F431	BD	F40D
	STX	TEMP	4	DF	59
	LDX	TAB	6	DE	65
VOLTE	LDA	0,X	8	A6	00
	STAA	OUTSN	A	97	41
	INX		C	08	
	JSR	TXSNLZ	D	BD	F400
	CPX	FMTAB	F440	9C	67
	BNE	VOLTE	2	26	F4
	LDX	TEMP	4	DE	59
	JSR	TXCRLF	6	BD	F40D
	JSR	TXCRLF	9	BD	F40D
	RTS		C	39	
CDFCOM	LDA	GEND	F44D	96	44
	STAA	GVj	F	97	4F
	JSR	CALPO	0	BD	F45B
	JSR	CALP1	3	BD	F46B
	JSR	CALP2	6	BD	F47C
	RTS		9	39	
CALPO	LDA	# W0	F45B	86	FF
	ANDA	GVj	D	94	4F
	STAA	GXi	F	97	51
	JSR	CALPAR	1	BD	F48E
	LDA	GPi	4	96	42
	ORAA	GEND	6	9A	44

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	STAA	GEND	F468	97	44
	RTS		9	39	
CALP1	LDAA	#W1	F46B	86	AA
	ANDA	GVj	D	94	4F
	STAA	GXi	F	97	51
	JSR	CALPAR	1	BD	F43E
	LDAA	GXi	4	96	52
	LSRA		6	44	
	ORAA	GEND	7	9A	44
	STAA	GEND	9	97	44
	RTS		B	39	
CALP2	LDAA	#W2	F47C	86	CC
	ANDA	GVj	E	94	4F
	STAA	GXi	Ø	97	51
	JSR	CALPAR	2	BD	F48E
	LDAA	GXi	5	96	52
	LSRA		7	44	
	LSRA		8	44	
	ORAA	GEND	9	9A	44
	STAA	GEND	A	97	44
	RTS		F48D	39	
CALPAR	LDAA	GXi	F48E	96	51
	ASLA		Ø	48	
	ASL	GXi	1	78	ØØ51
	ASL	GXi	4	78	ØØ51

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	EORA	GXi	F497	98	51
	STAA	GXi	9	97	51
	ASLA		B	48	
	ASLA		C	43	
	EORA	GXi	D	98	51
	STAA	GXi	E	97	51
	ASLA		1	48	
	ASLA		2	48	
	ASLA		3	48	
	ASLA		4	48	
	EORA	GXi	5	93	51
	STAA	GPi	7	97	52
	LDAA	# 80	9	86	30
	ANDA	G Pi	B	94	52
	STAA	G Pi	D	97	52
	RTS		F	39	
PARTOT	LDAA	GATV	F4B0	96	45
	CLR	CTROT		7F	004C
	CLR	CTUM		7F	004D
TSTRT	LDAB	# S0E		C6	08
	CMPB	CTROT		D1	4C
	BEQ	TSTUM		27	0B
	ASLA			4E	
	INC	CTROT		7C	004C
	BCC	TSTRT		F4	

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	INC	CTUM		7C	004D
	BRA	TSTRT		20	EF
TSTUM	LDAB	#S01	F4C9	C6	01
	CMPB	CTUM		D1	4D
	BEQ	POS0		27	14
	LDAB	#S03		C6	03
	CMPB	CTUM		D1	4D
	BEQ	POS0		27	0E
	LDAB	#S05		C6	05
	CMPB	CTUM		D1	4D
	BEQ	POS0		27	03
	LDAB	#07		C6	07
	CMPB	CTUM		D1	4D
	BEQ	POS0	F4E0	27	02
	RTS			39	
	LDAB	#S80		C6	80
	ORAB	GATV		DA	45
	STAB	GATV		D7	45
	RTS			39	
ESPCOM	LDAA	#S01	F4EA	36	01
	BITA	ACIAST		B5	C00A
	BEQ	ESPCOM		27	F9
	RTS			39	

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
ENATVI	JSR	ESPCOM	F4F2	BD	F4EA
	LDAA	ACTARX		B6	C00B
	LDAB	# S41		C6	41
	CBA			11	
	BME	ENATVI		26	F5
TRXATV	JSR	TXCRLF		BD	F40D
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F400
	CLR	GATV		7F	0045
PROX	JSR	ESPCOM		BD	F4EA
	LDAA	USARX		B6	C00B
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSNLZ		97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F400
TSTATV	LDAB	# CR	FS13	C6	8D
	CBA			11	
	BEQ	FIM		27	28
	LDAB	# SB1		C6	B1
	CBA			11	
	BEQ	PULO1		27	2F
	LDAB	# SB2		C6	B2
	CBA			11	
	BEQ	PULO2		27	32
	LDAB	# S33		C6	33
	CBA			11	
	BEQ	PULO3		27	35

PROGRAMAS -- REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	LDAB	# SB4	F527	C6	B4
	CBA			11	
	BEQ	PULO4		27	38
	LDAB	# S35		C6	35
	CBA			11	
	BEQ	PULO5		27	3B
	LDAB	# S36		C6	36
	CBA			11	
	BEQ	PULO6		27	3E
	LDAB	# SB7		C6	B7
	CBA			11	
	BEQ	PULO7		27	41
	JSR	TRXBEL		BD	F53C
	BRA	TRXATV		20	AD
FIM	JSR	TXCRLE	F540	BD	F40D
	JSR	PARTOT		BD	F4B0
	LDAA	GATV		95	45
	STAA	GEND		97	44
	BRA	TXATVI		20	38
PULO1	LDAA			86	40
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	BRA	PROX		20	B4
	LDAA	# S20		86	20
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		20	AC

PROGRAMAS -- REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	LDAA	# S10	F55C	86	10
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	BRA	PROX		20	A4
PULO4	LDAA	# S08		86	08
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	BRA	PROX		20	9C
PULO5	LDA	# S04		86	04
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	BRA	PROX		20	94
PULO6	LDAA	# S02		86	02
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GAT		97	45
	BRA	PROX		20	8C
PULO7	LDAA	# S01		86	01
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	BRA	PROX		20	84
TSATVI	LDAA	GEND	F584	96	44
	STAA	OUTCH		97	4A
	JSR	TRXCHT		BD	F98F
	RTS			39	
TRXBEL	JSR	TXCRLF	F58C	BD	F40D
	LDAA	# S07		86	07

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TRSNLZ		BD	F400
	RTS		F596	39	
ENTATV	LDAA	ACIARX	F59B	B6	C00B
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F400
	LDAB	# SCR		C6	8D
	CBA			11	
	BEQ	STOP		27	55
	LDAB	# SB1		C6	B1
	CBA			11	
	BEQ	G01		27	1F
	LDAB	# SB2		C6	B2
	CBA			11	
	BEQ	G02		27	21
	LDAB	# S33		C6	33
	CBA			11	
	BEQ	G03		27	23
	LDAB	# SB4		C6	B4
	CBA			11	
	BEQ	G04		27	25
	LDAB	# S35		C6	35
	CBA			11	
	BEQ	G05		27	27
	LDAB	# S36		C6	36

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	CBA		F5C3	11	
	BEQ	G06		27	29
	LDAB	#SB7		C6	B7
	CBA			11	
	BEQ	G07		27	2B
	RTS			39	
G01	LDAA	#S40		86	40
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	RTS			39	
G02	LDAA	#S20		86	20
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	RTS			39	
G03	LDAA	#S10		86	10
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	RTS			39	
G04	LDAA	#08		86	08
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	RTS			39	
G05	LDAA	#S04		86	04
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	RTS			39	

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P . C O D E	
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	RTS			39	
GO6	LDAA	#SØ2		86	Ø2
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	RTS			39	
GO7	LDAA	#Ø1		86	Ø1
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	RTS			39	
STOP	JSR	PARTOT		BD	F4BØ
	LDAA	GATV		96	45
	STAA	GEND		97	44
	LDAA	# SCATV		86	ØF
	STAA	GCOM		97	49
	LDAA	#S11		86	11
	STAA	ACIACT		B7	CØØA
	JSR	TRXCOM		BD	F448
	CLR	IDFI		7F	ØØ55
	RTS		F613	39	
ENTCOM	LDAA	#SØ1	F614	86	Ø1
	BITA	ACIAST		B5	CØØA
	BNE	IDF		26	Ø1
	RTS			39	

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	RTS			39	
GO6	LDAA	#SØ2		86	Ø2
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	RTS			39	
GO7	LDAA	#Ø1		86	Ø1
	ORAA	GATV		9A	45
	STAA	GATV		97	45
	RTS			39	
STOP	JSR	PARTOT		BD	F4BØ
	LDAA	GATV		96	45
	STAA	GEND		97	44
	LDAA	#SCATV		86	ØF
	STAA	GCOM		97	49
	LDAA	#S11		86	11
	STAA	ACIACT		B7	CØØA
	JSR	TRXCOM		BD	F448
	CLR	IDFI		7F	ØØ55
	RTS		F613	39	
ENTCOM	LDAA	#SØ1	F614	86	Ø1
	BITA	ACIAST		B5	CØØA
	BNE	IDF		26	Ø1
	RTS			39	

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P . C O D E	
				B 6	C Ø Ø B
IDF	LDAA	ACIARX	F61C		
	LDAB	# "A"		C6	41
	CBA			11	
	BEQ	SALTØ		27	12
	LDAB	# "B"		C6	42
	CBA			11	
	BEQ	SALT1		27	11
	LDAB	# "X"		C6	D8
	CBA			11	
	BEQ	SALT2		27	2D
	LDAA	# "BEL"		86	Ø7
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F4ØØ
	RTS			39	
SALTØ	STAA	OUTSN	F636	97	41
	JSR	TXSMLZ		BD	F4ØØ
	LDAA	# SØ1		86	Ø1
	STAA	IDFI		97	55
	CLR	GATV		7F	ØØ55
	LDAA	# S91		86	91
	STAA	ACIAST		B7	CØØA
	RTS			39	
SALT	STAA	OUTSN	F748	97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F4ØØ
	LDAA	# SØ2	F65Ø	86	Ø2
	STAA	IDF5		97	55

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
F651	LDAA	#SCOM1		86	
	STAA	GCOM		97	49
	LDAA	#S91		86	91
	STAA	ACIAST		B7	CØØA
	RTS			39	
SALT2	STAA	OUTSN	F65B	97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F4ØØ
	LDAA	#SØ3		86	Ø3
	STAA	IDFI		97	55
	LDAA	#S91		86	91
	STAA	ACIACT		B7	CØØA
	RTS		F669	39	
ENTEND	LDAA	ACIARX	F66A	B6	CØØB
	STAA	GEND		97	44
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSMLZ		BD	F4ØØ
	LDAA	#ØF		86	ØF
	ANDA	GEND		94	44
	STAA	GEND		97	44
	JSR	CDFCOM		BD	F44D
	CLR	IDFI		7F	ØØ55
F68Ø	LDAA	#S11		86	11
	STAA	ACIACT		B7	CØØA
	JSR	TRXCOM		BD	FA48
F688	RTS			39	

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
ATDNMI	LDAA	#SØ1	F689	86	Ø1
	COMPA	IDFI		91	55
	BEQ	ATV		27	13
	LDAA	#SØ2		86	Ø2
	COMPA	IDFI		91	55
	BEQ	ENDR		27	11
	LDAA	#SØ3		86	Ø3
	COMPA	IDFI		91	55
	BEQ	DESP		27	ØF
	LDAA	#SØ4		86	Ø4
	COMPA	IDFI		91	55
	BEQ	COM1		27	ØD
	RTI		F6A1	3B	
	JSR	ENTATV		BD	F59B
	RTI			3B	
ENDR	JSR	ENTEND		BD	F66A
	RTI			3B	
DESP	JSR	DSENP		BD	F6B2
	RTI		F6AD	3B	
COM1	LDAA	Ø1		86	Ø1
	STAA	GEND	F6BØ	97	44
	JSR	ENTEND		BD	F66A
	RTI		F6B5	3B	
DCDADO	CLR	RECA	F742	7F	ØØ5E
RECAL	CLR	CTROT		7F	ØØ4C

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	CLR	GPCAL	F748	7F	005C
	CLR	CTINA		7F	0048
	LDAA	GDADO		96	50
	ANDA	USATV		94	46
	STAA	GV _j		97	4F
	LDAB	USATV		D6	46
TEST	LDAA	#S08		86	08
	CMPA	CTROT		91	4C
	BNE	VAI		26	03
	JMP	CMPARI		7E	F8D0
VAI	ASLB		F75F	58	
	INC	CTROT		7C	004C
	BCS	TEST		25	F1
	INC	CTINA		7C	0048
	LDAA	#S01		86	01
	COMPA	CTROT		91	4C
	BEQ	SALT0		27	27
	LDAA	#S02		86	02
	CMPA	CTROT		91	4C
	BEQ	SALT1		27	30
	LDAA	#S03		86	03
	CMPA	CTROT		91	4C
	BEQ	SALT2		27	39
	LDAA	#S04		86	04
	CMPA	CTROT		91	4C
	BEQ	SALT3		27	44

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	LDAA	#SØ5	F78Ø	86	Ø5
	CMPA	CTROT		91	4C
	BEQ	SALT4		27	4F
	LDAA	#SØ6		86	Ø6
	CMPA	CTROT		91	4C
	BEQ	SALT5		27	5B
	LDAA	#SØ7		86	Ø7
	CMPA	CTROT		91	4C
	BEQ	SALT6	F79Ø	27	68
	JMP	CALCP7		BD	F8B7
SALTØ	CLR	GPRX	F795	7F	ØØ5B
	LDAA	GDAD		96	5Ø
	ASLA			48	
	BCC	CALCO		24	Ø4
	LDAA	#S8Ø		86	8Ø
	STAA	GPRX		97	5B
CALCO	JMP	CALCPØ	F7A1	7E	F824
SALT1	LDAA	GDAD	F7A4	96	50
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	BCC	CALC1		27	Ø6
	LDAA	#S4Ø		86	4Ø
	ORAA	GPRX		9A	5B
	STAA	GPRX		97	5B
CALC1	JMP	CALCP1	F7BØ	7E	F836
SALT2	LDAA	GDAD	F7B3	96	5Ø

PROGRAMAS - REMOTA / CENTRO[illegible][illegible]

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	LDAA	#SØ8	F7DE	86	68
	ORAA	GPRX		9A	5B
	STAA	GPRX		97	5B
CALC4	JMP	CALCP4	F7E4	7E	F872
SALT5	LDAA	GDAD		96	5Ø
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	BCC	CALC5		24	97
	LDAA	#SØ4		86	Ø4
	ORAA	GPRX		9A	5B
	STAA	GPRX		97	5B
CALC5	JMP	CALCP5	F7F7	7E	F888
SALT6	LDAA	GDAD		96	5Ø
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	BCC	CALC6		24	Ø7
	LDAA	#SØ2		86	Ø2

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	ORAA	GPRX		9A	5B
	STAA	GPRX		97	5B
CALC6	JMP	CALCP6	F80C	7E	F89F
SALT7	LDAA	GDAD	F80F	96	50
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	ASLA			48	
	BCC	CALC7		24	06
	LDAA	#S01		86	01
	ORAA	GPRX		9A	5B
	STAA	GPRX		97	5B
CALC7	JMP	CALCP7	F821	7E	F8B7
CALCPO	LDAA	#W ₀	F824	86	FF
	AMDA	GV _j		94	4F
	STAA	GXi		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F48E
	LDAA	GP _i		96	52
	ORAA	GPCAL		9A	5C
	STAA	GPCAL		97	5C
	JMP	TEST		BD	F756
CALCP1	LDAA	#W ₁	F836	86	AA

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	AMDA	GV _j	F838	94	4F
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F48E
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	ORAA	GPCAL		9A	5C
	STAA	GPCAL		97	5C
	JMP	TEST		BD	F756
CALCP2	LDAA	#W ₂	F849	86	CC
	AMDA	GV _i		94	4F
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F48E
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	ORAA	GPCAL		9A	5C
	STAA	GPCAL		97	5C
	JMP	TEST		7E	F756
CALCP3	LDAA	#W ₃		86	99
	ANDA	GV _j		94	4F
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F48E
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	LRSA			44	
	LRSA		F86A	44	

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	ORAA	GPCAL	F86B	9A	5C
	STAA	GPCAL		97	5C
	JMP	TEST		7E	F756
CALCP4	LDAA	#W ₄	F872	86	F0
	ANDA	GV _j		94	4F
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F48E
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	ORAA	GPCAL		9A	5C
	STAA	GPCAL		97	5C
	JMP	TEST		BD	F756
CALP5	LDAA	#W ₅		86	A5
	ANDA	GV _j		94	4F
	STAA	GX _i		97	51
	JSR	CALPAR		BD	F48E
	LDAA	GP _i		96	52
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	LSRA			44	
	ORAA	GPCAL		9A	5C

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	LSRA		F8C7	44	
	LSRA			44	
	ORAA	GPCAL		9A	5C
	STAA	GPCAL		97	5C
	JMP	TEST		7E	F756
CMPAR1	LDAA	GPCAL		96	5C
	CMPA	GPRX		91	5B
	BNE	VRFREC		26	Ø9
	JSR	ESCBFR		BD	F9A7
	JSR	CTDARX		BD	F725
	JMP	CRIS		7E	FSA4
VRFREC	LDAA	RECA		96	5E
	BEQ	VRFINA		27	Ø6
ARQ	JSR	PEDARQ		BD	F9F4
	JMP	ESPERA		7E	FA7Ø
VRFINA	LDAA	#SØ4		86	Ø4
	CMPA	CTINA		91	48
	BGT	ARQ		2E	F4
	CLR	GSND		7F	ØØ5D
	LDAA	GPRX		96	5B
	EORA	GPCAL		98	5C
	STAA	GSND		97	5D
	ASLA			48	
	BCC	ARQ		24	E8
	CLR	CTCMP		7F	ØØ6Ø
	CLR	CTROT		7F	ØØ4C

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	LDAA	USATV		96	46
	COMA			43	
	STAA	GATV		97	5F
	STX	TEMP		DF	59
	LDX	ENDW1		CE	F976
COMPAR	LDAA	#SØ7	F9ØB	86	Ø7
	COMPA	CTCMP		91	6Ø
	BEQ	ARQ		27	D2
	LDAA	O,X		A6	ØØ
	ANDA	GATV		94	5F
	IMC	CTCMP		7C	ØØ6Ø
	IMX			Ø8	
	CMPA	GSND		91	5D
	BNE	COMPAR		26	EE
	LDAA	GDADO		96	5Ø
	CLR	CTROT		7F	ØØ4C
	LDX	TEMP		DE	59
REPET	ASLA		F924	48	
	INC	CTROT		7C	ØØ4C
	LDAB	CTCMP		D6	6Ø
	CMPB	CTROT		D1	4C
	BNE	REPEAT		26	F6
	JMP	AVALIA		7E	F96E
ZERO	CLR	CTROT	F931	7F	ØØ4C
	LDAA	#S7F		86	7F
VOLTA	LDAB	CTCMP		D6	6Ø

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	CMPB	CTROT	F938	D1	4C
	BEQ	COLOQ		27	07
	SEC.			0D	
	RORA			46	
	INC	CTROT		7C	004C
	BRA	VOLTA		20	F3
COLOQ	ANDA	GDAD	F943	94	50
	STAA	GDAD		97	50
	INC	RECA		7C	005E
	INC	CTFEC		7C	0053
	JMP	RECALC		7E	F745
UM	CLR	CTROT		7F	004C
	LDAA	#S80		86	80
	LDAB	CTCMP		D6	60
	CMPB	CTROT		D1	4C
	BEQ	COLUM		27	06
	LSRA			44	
	INC	CTROT		7C	004C
	BRA	VERIF		20	F4
COLUM	ORAA	GDAD	FS61	9A	50
	STAA	GDAD		97	50
	INC	REC		7C	005E
	INC	CTFEC		7C	0053
	JMP	RECAL		7E	F745
AVALIA	ANDA	#S80		84	80
	BITA	#S80		85	80

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	BEQ	UM	F972	27	DC
	BRA	ZERO		20	BB
TABB	AA		F976		W ₁
	CC		7		W ₂
	99		8		W ₃
	F0		9		W ₄
	A5		A		W ₅
	C3		B		W ₆
	96		F97C		W ₇
DETSIM	LDAA	#S40	F97D	86	40
REP	BITA	USAST		B5	8001
	BEQ	REP		27	FB
	JSR	TXCRLF		BD	F40D
	LDAA	=S		86	53
	STAA	OUTSN		97	41
	JSR	TXSNLZ		BD	F400
	RTS		F98E	39	
TRXCHT	LDAA	OUTCH	F98F	96	4A
	LDAB	#S01		C6	01
VOLTA	BITB	USRST		F5	8001
	BEQ	VOLTA		27	FB
	STAA	USRTX		B7	8000
	RTS			39	

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
ESCRDF	LDAA	OUTCH	F9B5	96	4A
	STAA	O,X		A7	00
	IMX			08	
	CPX	#B ₃₂		8C	0020
	BNE	CONTN		26	03
	LDX	#B ₀		CE	0000
CONTN	RTS			39	
RTXCNT	LDAA	#COMO		96	00
	STAA	OUTCH		97	4A
	JSR	TRXCHT		BD	F98F
ENDRTX	STX	TEMP		DF	59
	LDAA	TEMP + 1		96	5A
	STAA	GEND		97	44
	JSR	CDFCOM		BD	F44D
	LDAA	GEND		96	44
	STAA	OUTCH		97	4A
	JSR	TRXCHT		BD	F98F
	RTS		F9CC	39	
ESPCHT	LDAA	#S02	F9CD	86	02
	BITA	USRST		B5	8001
	BEQ	ESPCHT		27	F9
	RTS		F9D4	39	
ESPACK	JSR	ESPCHT	F9D5	BD	F9CD

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

L A B E L	M N E M.	O P E R A N D O	A D R E S S	O P. C O D E	
	LDAA	USARX	F9D8	B6	8000
	LDAB	#MUDATV		C6	38
	CBA			11	
	BEQ	OLE		27	0A
	LDAB	#RPCOM		C6	0E
	CBA			11	
	BEQ	OLA		27	0A
	JSR	RTXCNT		BD	F9B5
	BRA	ESPACK		20	EB
OLE	LDAA	GATV	F9EA	96	45
	STAA	USATV		97	46
	RTS			39	
OLA	JSR	TXATVI	F9EF	BD	F584
	BRA	ESPACK	F9F3	20	E1
PEDARQ	INC	CTARQ	F9F4	7C	0054
	LDAA	#CARQ		86	9E
	STAA	OUTCH		97	4A
	JSR	TRXCHT		BD	F98F
	JSR	ENDRTX		BD	F9BC
	RTS		FA01	39	
IDFCHT	CLR	FLAG		7F	004B
	JSR	ESPCHT		BD	F9CD
	LDAA	#S10		86	10
	BITA	USRST		B5	8001

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO					
LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	BNE	RTX	FAØD	26	25
	LDAA	USARX		B6	8ØØØ
	LDAB	# SINC		C6	55
	CBA			11	
	BNE	IDF		26	ØE
	LDAB	FLAG		C6	4B
	BNE	DADO		26	Ø5
	INC	FLAG		7C	ØØ4B
	BRA	CHAT		2Ø	E5
	STAA	GDAD		97	5Ø
	JMP	DCDADO		7E	F742
IDF	LDAB	FLAG	FA25	C6	4B
	BEQ	RXDADO		27	Ø3
	JMP	IDFCNT		7E	FAØ2
RXDADO	STAA	GDAD		97	5Ø
	JMP	DCDADO		7E	F742
CRIS	JMP	COM		7E	FAA1
RTX	LDAA	FLAG		96	4B
	BEQ	RQDAD		27	ØB
	JSR	RTXCNT		BD	F9B5
CIMA	LDAA	# S37		86	37
	STAA	USRCOM		B7	8ØØ1
	JMP	ESPERA		7E	FA7Ø
RQDAD	JSR	PEDARQ		BD	F9F4
	BRA	CIMA	FA46	2Ø	F3

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
TXCOM	LDAA	GCOM	FA48	96	49
	STAA	OUTCH		97	4A
	CLI			OE	
	JSR	TRXCHT		BD	F98F
	RTS		FA50	39	
ATDIRQ	LDAA	GEND	FA51	96	17
	STAA	OUTCH		97	1C
	SEI			OF	
	JSR	TRXCHT		BD	F98F
	RTI		FA59	3B	
IDFCNT	LDAB	TXNORM		C6	E0
	CBA			11	
	BEQ	VA0		27	1C
	LDAB	# MUDATV		C6	38
	CBA			11	
	BEQ	VA1		27	1A
	LDAB	# RPCOM		C6	0E
	CBA			11	
	BEQ	VA2		27	1B
	LDAB	# RPDAD		C6	91
	CBA			11	
	JSR	RTCNT		BD	F9B5
ESPERA	JSR	DETSIN		BD	F97D
	LDAA	# S37		86	37

PROGRAMAS — REMOTA / CENTRO

LABEL	MNEM.	OPERANDO	ADRESS	O P. CODE	
	STAA	USRCOM	FA75	B7	8001
	JMP	IDFCHT		7E	FA02
VA0	JMP	LOOP	FA7B	7E	FA9E
VA1	LDAA	GATV	FA7E	96	45
	STAA	USATV		97	46
	BRA	VA0		20	F7
VA2	JSR	RTXCOM		BD	FA48
	BRA	VA0	FA87	20	F2
PGCONT	CLR	GFEC	FA89	7F	0053
	CLR	GARQ		7F	0054
	LDX	#B ₀		CE	0000
	JSR	INICIO		BD	FAAA
	JSR	ENATVI		BD	F4F2
	JSR	ESPACK		BD	F9D5
	JSR	IMCONT		BD	F739
LOOP	JMP	IDFCHT	FA9E	7E	FA02
COM	JSR	EMTCOM	FAA1	BD	F614
	BRA	LOOP	FAA4	20	
TAB1	M			4D	
	U			55	
	X			58	
	.			2E	
	A			41	
	D			44	

