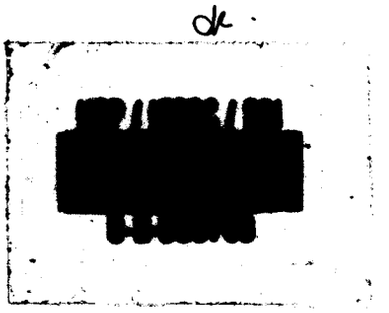
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FISICA E QUIMICA DE SÃO CARLOS

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO, ANALISE E CONTROLE PARA EXPERIMENTOS EM RESSONANCIA PARAMAGNETICA ELETRONICA.

ULYSSES BORELLI THOMAZ JUNIOR



Tese apresentada ao Instituto de Fisica e Quimica de São Carlos - USP, para a obtenção do titulo de Doutor em Ciências (Fisica Aplicada).

Orientador: Prof. Dr. Jan Frans Willem Slaets

Departamento de Fisica e Ciencia dos Materiais

São Carlos - 1987

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

MEMBROS DA COMISSÃO JULGADORA DA TESE DE DOUTORADO DE ULYSSES BORELLI THOMAZ JUNIOR **APRESENTADA AO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS, DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, EM** 08 **DE** janeiro **DE** 1988

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Jan Frans Willem Slaets (orientador)

Prof. Dr. Otaciro Rangel Nascimento

Prof. Dr. Claudio José Magon

Prof. Dr. Amando Siuiti Ito

Prof. Dr. Silvio Crestana

A

Meus Pais,

Minha Esposa,

Meus Filhos.

Este trabalho contou com o apoio financeiro de:

FINEP, FIPEC e CAPES

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

AGRADECIMENTOS

De um modo geral, quero agradecer a todo o pessoal deste Departamento, tanto pela colaboração, quanto pela simpatia dedicada á minha pessoa.

Além disso, existiram aqueles que tiveram uma participação mais direta no nosso trabalho e, por isso, serão individualmente citados.

Ao Professor Jan F. W. Slaets, orientador, amigo e, sobretudo, pelos conhecimentos transferidos.

Ao Professor Otaciro R. Nascimento, pela amizade e pelas sugestões, tanto na fase de definição dos recursos a serem implementados no SAAC, quanto na etapa de testes de avaliação.

Aos Professores Valentim O. Roda, Carlos A. Ruggiero, Gonzalo Travieso, Alvaro G. Neto, Caetano Traina Jr., do Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) e, também, ao Edson dos S. Moreira, Maria Stela V. Paiva, Mônica M. R. Germano e Agma J.M. Traina, pela simpatia e, principalmente, pelo apoio profissional.

Aos Técnicos do LIE: Ailton, Marcos, Ivanilda e Salvador, pela ajuda na fase de montagem do equipamento, e pela amizade.

Ao Lirio O.B. de Almeida, pelo apoio no desenvolvimento de alguns circuitos e pelas fotografias.

A Maria B. de Souza, pelo excelente trabalho desenvolvido na realização e montagem das figuras desta Tese.

As Secretárias: Lia (Instrumentação), Neuri (Cristalografia) e Sueli (Biofísica), pela orientação e

realização nos assuntos burocráticos.

A Professora R. Sanches, pela simpatia e apoio.

Aos Pós-graduandos do Grupo de Biofísica, pela amizade e incentivo.

Ao Ladislau Martin Neto a á Janice, pela ajuda durante os testes de avaliação do equipamento.

Aos Técnicos Isabel, Wanda e Sanches, do Grupo de Biofísica, sempre prestativos.

Aos Professores Paulo R. Ferrari, Luis R. Salomão e Euclides Ap. Melo, da Academia da Força Aérea (AFA), pela colaboração, assumindo parte da nossa carga didática durante a realização deste trabalho.

A minha esposa, Lucelena, pela paciência.

U.B.T.J.

INDICE

Lista de figuras..... i

Lista de tabelas..... vi

Resumo.....vii

Abstract.....viii

CAPITULO I - RESSONANCIA PARAMAGNETICA ELETRONICA

1.1 INTRODUÇAO..... 1

1.2 O QUE E A RPE..... 1

1.3 O QUE SE MEDE - O ESPECTRO DE RPE..... 8

1.4 EVOLUÇAO DA INSTRUMENTAÇAO ELETRONICA PARA A OBTENÇAO DO ESPECTRO DE RPE..... 9

1.4.1 A DETEÇAO DE ZERO..... 12

1.4.2 A MODULAÇAO DO CAMPO MAGNETICO..... 13

1.4.3 A DETEÇAO COERENTE..... 15

1.5 A CURVA DE ABSORÇAO DE RPE - seu conteudo..... 19

1.6 RESUMO DO CAPITULO..... 21

***CAPITULO II** - UM SISTEMA BASEADO EM MICROPROCESSADOR PARA A AQUISIÇAO DE DADOS DE UM ESPECTROMETRO DE RPE.*

2.1 INTRODUÇAO..... 22

2.2 AS LIMITAÇOES DO SISTEMA ATUAL..... 22

2.3 SOLUÇOES COM A UTILIZAÇAO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇAO DESENVOLVIDO EM TORNO DE UM MICROPROCESSADOR..... 26

2.3.1 A ARQUITETURA BASICA DO SISTEMA..... 27

2.3.2 OBTENÇAO DA CURVA DE ABSORÇAO - Eliminação de Ruído por meio do Cálculo do Valor Médio..... 28

2.4 RECURSOS DISPONIVEIS..... 30

2.4.1 AS FUNÇOES DE CONTROLE..... 31

2.4.2 A FUNCAO DE ARMAZENAMENTO..... 32
2.4.3 A FUNCAO DE PROCESSAMENTO..... 32
2.4.4 A FUNCAO DE VISUALIZACAO..... 33
2.4.5 A FUNCAO DE COMUNICACAO..... 34
2.5 CONCLUSAO..... 35

CAPITULO III - O PROJETO: CIRCUITOS.

3.1 INTRODUCAO..... 36
3.2 SISTEMAS DE AQUISIÇAO DEDICADOS
A ESPECTROMETROS DE RPE..... 37
3.2.1 O PROJETO DESENVOLVIDO..... 38
3.3 A IMPLEMENTAÇAO DO PROJETO..... 39
3.3.1 O DIAGRAMA GERAL DE BLOCOS..... 40
3.3.2 O ESPECTROMETRO DE RESSONANCIA
PARAMAGNETICA ELETRONICA..... 43
3.3.3 O SDK-85 DEDICADO..... 45
3.3.4 O MICROCOMPUTADOR..... 54
3.3.5 O MODULO DE CONVERSAO ANALOGO-DIGITAL..... 56
3.3.5.1 O CONVERSOR A/D..... 56
3.3.5.2 CONSIDERAÇOES SOBRE A
AMOSTRAGEM DO SINAL DE RPE..... 63
3.3.5.3 A OPERAÇAO DO MODULO DE CONVERSAO A/D... 70
3.3.6 O MODULO DE INTERRUPÇOES..... 75
3.3.7 O MODULO DE CONTROLE REMOTO..... 77
3.3.8 O MODULO DE CONVERSAO DIGITAL/ANALOGA..... 81
3.3.9 O MODULO DE COMUNICAÇAO..... 84
3.4 A MONTAGEM DOS COMPONENTES..... 85
3.5 CONCLUSAO..... 89

CAPITULO IV – O PROJETO: PROGRAMAÇÃO.

4.1 INTRODUÇÃO 91

4.2 METODOLOGIA ADOTADA 92

4.3 O FLUXOGRAMA GERAL DA PROGRAMAÇÃO DO SISTEMA 94

4.4 A ROTINA INICIO – O sistema será definido no estado "PRONTO PARA OPERAR" 101

4.4.1 DEFINIR VARIAVEIS 105

4.4.2 PREPARAR PARA ATENDER AS INTERRUPÇÕES RST6.5 E RST7.5 105

4.4.3 PREPARAR AS PORTAS DA 8155(CI A16) 106

4.4.4 PREPARAR O "PROGRAMMABLE INTERVAL TIMER" (8253) 107

4.4.5 ZERAR O CONTEUDO DOS BANCOS DE MEMORIA 108

4.4.6 DEFINIR A POSIÇÃO INICIAL DO REGISTRADOR 109

4.5 A ROTINA OPERAÇÃO 110

4.6 A ROTINA OPÇÃO 112

4.7 A EXECUÇÃO DAS FUNÇÕES 114

4.7.1 O PROCESSAMENTO DOS DADOS 114

4.7.1.1 AS ROTINAS AVERAGER E CINETICA 115

4.7.1.2 A ROTINA BASELINE 127

4.7.1.3 AS ROTINAS INTEGRAL E INTEGRAL2 133

4.7.1.4 AS ROTINAS SOMA E SUBTRAÇÃO 141

4.7.2 A VISUALIZAÇÃO DOS SINAIS 144

4.7.3 O CONTROLE DO ESPECTROMETRO DE RPE 162

4.7.3.1 OBTENÇÃO DO TEMPO DE VARREDURA 162

4.7.3.2 OBTENÇÃO DA QUANTIDADE DE VARREDURAS 163

4.7.4 A COMUNICAÇÃO 166

4.7.4.1 A ROTINA RECEBE 166

4.7.4.2 A ROTINA TRANSFERE 168

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

4.7.5 O ARMAZENAMENTO.....170

4.8 ROTINAS DE APOIO E DE DEMONSTRAÇÃO.....170

4.9 O PROGRAMA RESIDENTE NO MICROCOMPUTADOR EXATO.....174

4.10 CONCLUSÃO.....179

CAPITULO V - AVALIAÇÃO DO PROJETO

5.1 INTRODUÇÃO.....181

5.2 CARACTERISTICAS GERAIS DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO, ANALISE E CONTROLE - SAAC.....182

* Características Técnicas do SAAC.....184

5.2.1 OS RECURSOS DE VISUALIZAÇÃO.....185

5.3 TESTES DE DESEMPENHO.....190

5.3.1 EXPERIENCIA PARA A UTILIZAÇÃO DA ROTINA "AVERAGER".....191

5.3.2 EXPERIENCIA PARA A OBTENÇÃO DO VALOR DA SEGUNDA INTEGRAL DE UM ESPECTRO.....196

5.3.3 EXPERIENCIA DE CINETICA QUIMICA.....199

5.4 FUTURAS IMPLEMENTAÇÕES.....202

5.5 CONCLUSÃO.....203

APENDICE I - LISTAGEM DO PROGRAMA IMPLEMENTADO NO SAAC.....204

APENDICE II - LISTAGEM DO PROGRAMA IMPLEMENTADO NO MICROCOMPUTADOR EXATO.....255

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....265

LISTA DAS FIGURAS

CAPITULO I

1 - Corrente elètrica em uma espira circular..... 2

2 - Elètron em òrbita circular..... 3

3 - Barra magnètica em um campo magnètico..... 6

4 - Idealização da curva de absorção de um experimento de RPE..... 9

5 - Um espectrômetro elementar para a determinação da RPE..... 11

6 - Aspecto da curva de absorção obtida com o espectrômetro da figura 5..... 11

7 - T-màgico ou ponte de guias de onda..... 12

8 - Anel circulador de 4 portas..... 13

9 - Detetor coerente simplificado..... 15

10 - Sinal de referência..... 16

11 - Espectro de absorção de RPE, com deteção de zero.. 16

12 - A modulação (ΔH) do campo magnètico (a-b-c-d-e) e o efeito obtido (a'-b'-c'-d'-e')..... 16

13 - Sinais obtidos na saída do detetor coerente..... 17

14 - Espectro de absorção de RPE após a deteção por zero, modulação do campo magnètico, deteção coerente e filtragem..... 18

CAPITULO II

15 - Comportamento analògico do sinal que representa a situação de RPE..... 23

16 - A arquitetura do sistema desenvolvido..... 28

17 - O espectrômetro de RPE controlado pelo sistema desenvolvido..... 31

18 - A função de ARMAZENAMENTO realizada pela UCP..... 32

19 - As opções de VISUALIZAÇÃO oferecidas..... 33

20 - A comunicação entre o equipamento desenvolvido, o espectrômetro de RPE e o microcomputador pessoal.. 34

21 - Diagrama de blocos do sistema desenvolvido..... 40

22 - Diagrama de blocos do SDK-85.
(original da INTEL Co.[22])..... 46

23a - Esquema elètrico do SDK-85 (1/3).
(original da INTEL Co.[22])..... 48

23b - Esquema elètrico do SDK-85 (2/3).
(original da INTEL Co.[22])..... 49

23c - Esquema elètrico do SDK-85 (3/3).
(original da INTEL Co.[22])..... 50

24 - Areas de memòrias destinadas a programas e a dados. Incluìda a geração dos sinais habilitadores de pastilha..... 51

25 - Diagrama elètrico das memòrias de dados e de programas, contendo os sinais habilitadores de pastilha a serem utilizados em todo o projeto..... 53

26 - Diagrama funcional do Mòdulo de Conversão A/D..... 55

27 - A tècnica de aproximações sucessivas na conversão anàloga/digital..... 58

28 - A amostragem de um sinal analògico v(t) (a), interpretada como o produto VA(t) (c) da função analògica pela função de amostragem fA(t) (b)..... 64

29 - Espectro de amplitude x freqüência do sinal v(t) da figura 28a..... 65

30 - Espectro de amplitude x freqüência do sinal amostrado..... 68

31 - Diagrama de tempos caracterìstico da operação do AD574A no modo "stand alone" [21 e 26]..... 72

32 - Diagrama elètrico do Mòdulo de Conversão A/D..... 74

33 - Diagrama funcional do Mòdulo de Interrupções..... 76

34 - Diagrama elètrico do Mòdulo de Interrupções..... 76

35 - Diagrama funcional do Mòdulo de Controle Remoto... 77

36 - Diagrama elètrico do Mòdulo de Controle Remoto.... 80

37 - Diagrama funcional do Mòdulo de Conversão D/A..... 82

38 - Diagrama elètrico do Mòdulo de Conversão D/A..... 83

39 - Diagrama funcional do Mòdulo de Comunicação..... 84

40 - Diagrama elètrico do Mòdulo de Comunicação..... 85

41 - Diagrama com a localização e a identificação dos CI utilizados e implementados na área de expansão da placa de circuito impresso do SDK-85..... 86

42 - Diagrama da localização dos CI, teclado e visor instalados no SDK-85 básico..... 87

43 - Diagrama elètrico geral do sistema projetado contendo os mòdulos e suas interligações com os circuitos do SDK-85 básico..... 88

CAPITULO IV

44 - A estrutura da programação do equipamento..... 95

45 - Diagrama geral da programação do equipamento..... 97

46 - O teclado do equipamento e as múltiplas funções que podem ser executadas pelas teclas..... 98

47 - As interrupções que podem ocorrer na subrotina DSPL.....101

48 - Fluxograma da rotina INICIO.....104

49 - Fluxograma da rotina OPERAÇÃO.....111

50 - Fluxograma da rotina OPÇÃO.....113

51 - Teclas e còdigos mnemônicos correspondentes ás opções: CINETICA/ (a) e AVERAGER/ (b).....116

52 - Teclas e còdigos mnemônicos correspondentes ás opções: CINETICA (a) e AVERAGER (b).....116

53 - Fluxograma da subrotina COLETA.....118

54 - Fluxograma da subrotina CINETICA.....121

55 - Fluxograma da subrotina RETRAÇO.....125

56 - Padrão de preenchimento do banco B de memòria com os pares: valor de pico e endereço, obtidos na subrotina CINETICA.....126

57 - Fluxograma (a), teclas de ativação (b) e (c), e còdigo mnemônico da rotina BASELINE (d).....129

58 - Uma situação, em escala exagerada, da deriva da linha de base de um sinal de RPE (a). Em (b), o mesmo sinal, com o nivel de tensão continua, eliminado.....131

59 - Cálculo da integral da curva de absorção de RPE. Aproximação por retângulos.....134

60 - Fluxograma (a), tecla (b) e código mnemônico relativos á rotina INTEGRAL.....136

61 - Um exemplo da atuação da rotina INTEGRAL.....137

62 - Fluxograma (a), tecla (b) e código mnemônico (c) da rotina INTEGRAL2.....140

63 - Fluxograma (a), tecla (b) e código mnemônico (c) da rotina SOMA. Destaque para a subrotina ARMAZENA...142

64 - Fluxograma (a), tecla (b) e código mnemônico (c) da rotina SUBTRAÇAO.....143

65 - Fluxograma da subrotina DSPL, sem a facilidade de INTENSIFICAÇAO.....146

66 - Um exemplo da obtenção dos 8 "bits" mais significativos da palavra de memória, usando a variável SHIFT.....148

67 - Fluxograma da rotina INTENSIFICAÇAO.....152

68 - As teclas usadas para controlar os ponteiros, na rotina INTENSIFICAÇAO.....154

69 - Fluxograma da rotina INCLINAÇAO.....156

70 - Fluxograma da subrotina SHIFT_AUTO.....159

71 - Um exemplo de obtenção da variável SHIFT.....161

72 - Fluxograma da subrotina ENTER_VAR.....164

73 - Fluxograma da rotina RECEBE.....167

74 - Fluxograma (a), tecla (b) e código mnemônico da rotina TRANSFERE.....169

75 - Fluxograma (a), tecla (b) e código mnemônico da rotina DEMONSTRAR.....172

76 - Onda triangular (a) contida no banco A e reta deslocada e inclinada (b) contida no banco B. Os valores representam as palavras digitais correspondentes aos pontos especificados.....173

77 - Fluxograma geral do programa desenvolvido para o microcomputador EXATO.....178

78 - Fotografia do SAAC, em vista geral.....182

79 - Fotografia do SAAC, painel traseiro.....183

80 - Fotografia do EXATO, lista das opções oferecidas..185

81 - Fotografia do osciloscòpio do espectrômetro com a onda triangular de demonstração.....186

82 - Fotografia do osciloscòpio do espectrômetro com a função integral da onda triangular.....187

83 - Onda triangular de demonstração, registrada pelo SAAC em 16cm e em escalas: normal, x2 e ÷2...188

84 - Onda triangular de demonstração, registrada pelo SAAC em 40cm e escala normal.....189

85 - Função integral da onda triangular de demonstração, registrada pelo SAAC em 16 cm e escala normal.....190

86 - Espectro do STRONG PITCH VARIAN - uma varredura registrada pelo espectrômetro.....192

87 - Espectro do STRONG PITCH VARIAN - uma varredura registrada pelo SAAC.....193

88 - Espectro do STRONG PITCH VARIAN - mèdia em 49 aquisições.....194

89 - Espectro do STRONG PITCH VARIAN - uma varredura registrada pelo espectrômetro.....195

90 - Fotografia do EXATO, lista dos cálculos oferecidos.....197

91 - Fotografia do EXATO, resultado da segunda integral da onda triangular.....197

92 - Resultado de um experimento de Cinètica Química, impresso pelo EXATO.....201

LISTA DE TABELAS

TABELA I - DESCRIÇAO DOS PINOS DO CONECTOR JØØ7
DO ESPECTROMETRO DE RPE[2Ø,21]..... 44

TABELA II - DESCRIÇAO DOS PINOS DO CONECTOR J2Ø1 DO
OSCILOSCOPIO DO ESPECTROMETRO DE RPE[21]..... 45

TABELA III - CIRCUITOS INTEGRADOS E ENDEREÇOS ALOCADOS..... 54

TABELA IV - PORCENTAGEM DE ERRO EM FUNÇAO DA RESOLUÇAO
PARA A INCERTEZA NO bms..... 6Ø

TABELA V - CONSTANTE DE TEMPO A USAR, EM FUNÇAO DO TEMPO DE
VARREDURA, DE ACORDO COM O TEOREMA DE SHANNON.... 7Ø

TABELA VI - TEMPOS CARACTERISTICOS DE OPERAÇAO DO AD574A
NO MODO "STAND ALONE"..... 72

TABELA VII - CONFIGURAÇAO DIGITAL DE SAIDA DO CONVERSOR AD574A
E VALOR LIDO NAS PORTAS 8212..... 73

TABELA VIII - ALGUNS SINAIS DE CONTROLE REMOTO DO REGISTRADOR
E RESPECTIVAS FUNÇOES..... 78

TABELA IX - FREQUENCIA DO SINAL FORNECIDO AO PINO B DO JØØ7
E TEMPO DE VARREDURA CORRESPONDENTE..... 81

TABELA X - CARACTERISTICAS DAS OPÇOES
DE TRABALHO DO EQUIPAMENTO..... 99

TABELA XI - O MAPEAMENTO DOS ENDEREÇOSOS DO SAAC.....1Ø3

TABELA XII - CONVERSAO DO CODIGO BINARIO DESLOCADO EM DADOS DE
16 "BITS" PARA O CODIGO EM COMPLEMENTO DE DOIS EM
24 DIGITOS PARA ALGUMAS TENSOES
CONVERTIDAS PELO AD574A.....119

TABELA XIII - ENDEREÇOS ACESSADOS, ROTINAS CHAMADAS E "BITS"
USADOS, EM FUNÇAO DO VALOR DA VARIAVEL SHIFT.149

TABELA XIV - CODIGO BINARIO DESLOCADO E RESPECTIVA TENSAO
FORNECIDA PELO CONVERSOR D/A.....161

TABELA XV - CARACTERES ASCII ENVIADOS PELO SAAC E
PROCEDIMENTOS REALIZADOS PELO EXATO.....176

TABELA XVI - COMPORTAMENTO DA ROTINA DE CALCULO DA SEGUNDA
INTEGRAL EM SEIS AQUISIÇOES CONSECUTIVAS.....199

RESUMO

Este trabalho descreve o projeto e o desenvolvimento de um sistema para controle, aquisição, processamento e análise de experimentos de Ressonância Paramagnética Eletrônica, baseado em microprocessador. Trata-se da construção de um equipamento dedicado e otimizado, para a realização dessas tarefas.

Além de recursos convencionais, como o Cálculo da Média Ponto-a-Ponto de um sinal pela aquisição de múltiplos espectros, o instrumento desenvolvido possui várias características em relação á manipulação e visualização de espectros, tais como: correção da linha de base, soma e subtração de espectros, cálculo da função primeira integral e o valor da segunda integral, e aquisição automática para experimentos de Cinética.

Com a finalidade de torná-lo o mais versátil possível, foram desenvolvidos "hardware" e "software" permitindo, tanto o controle remoto por microcomputador, quanto a transferência dos dados.

Além da descrição da documentação completa do projeto, também são apresentadas, comparações com outros sistemas desenvolvidos, destacando aspectos de desempenho e flexibilidade.

Finalmente, são fornecidos resultados experimentais que comprovam o funcionamento dos principais recursos implementados.

ABSTRACT

This work describes the design and implementation of a dedicated microprocessor based system for control, data acquisition and signal processing in electronic paramagnetic resonance experiments.

Many specifc functions dealing with processing and evaluation of spectra, such as baseline correction, addition, subtraction and integration of spectra are provided.

For experiments in kinetic, automatic control and acquisition is available.

Remote operation and data transfer from and to a microcomputer is also included to permit higher flexibility.

A complete description of project is presented and operation procedures and evaluations are described.

CAPITULO I

RESSONANCIA PARAMAGNETICA ELETRONICA

1.1 INTRODUÇÃO.

Neste capitulo, procuraremos descrever a Ressonância Paramagnètica Eletrônica - RPE, a instrumentação envolvida na obtenção do espectro e as informações obtidas pelo pesquisador a partir da curva de absorção de um equipamento de RPE.

1.2 O QUE E A RPE.

Se tomarmos uma barra magnetizada em uma posição aleatòria e a colocarmos sob o efeito do campo magnètico produzido por um imà, observaremos a atuação de um torque causando uma movimentação no sentido de mudà-la de uma posição qualquer, para a situação de alinhamento com o campo externo.

Esse comportamento tambèm serà encontrado quando analisarmos uma corrente elètrica (I) percorrendo uma espira circular como pode ser visto na figura 1. Aparecerà o vetor momento magnètico ($\hat{m}$ - letras isoladas possuindo o sinal do acento circunflexo, representam grandezas vetoriais) definido [1] pela equação 1 onde A è o vetor cuja magnitude è igual ao valor da àrea da espira, tendo o sentido dado pela regra da

mão direita [1].

$$\vec{m} = IA \qquad (1)$$

Esse vetor $\vec{m}$, submetido á influência de um campo magnètico externo, também sofrerá [1] o efeito de alinhamento descrito no primeiro paràgrafo.

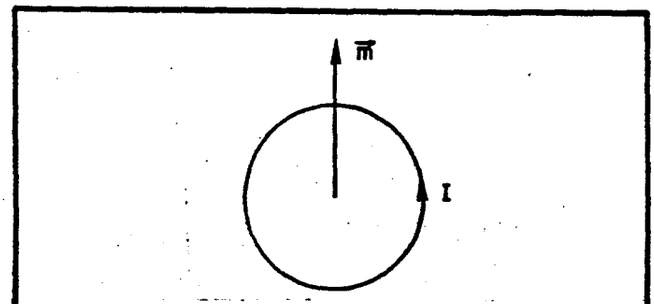


FIGURA 1 - Corrente elètrica em uma espira circular.

No sentido de evoluir em direcão ao interior da matèria, uma terceira situação será também analisada: um elètron de carga e, em òrbita circular de raio r, com velocidade v. Escreveremos para esse caso, ilustrado na figura 2, de acordo com a equação 1, o momento magnètico, agora eletrônico($\vec{\mu}_e$), como

$$\vec{\mu}_e = IA \qquad (2)$$

onde:

$$I = ev/2\pi r \qquad (3)$$

e

$$A = \pi r^2 \qquad (4)$$

Para os valores de corrente (I) e àrea (A) desenvolvidos nas equações 3 e 4, concluimos que o momento magnètico eletrônico vale:

$$\vec{\mu}_e = (erv/2c)\hat{a} \qquad (5)$$

A constante $c = 2{,}998 \times 10^{10}$ cm/s - velocidade da luz no vàcuo, foi utilizada para que o vetor seja dado em unidades do sistema CGS.

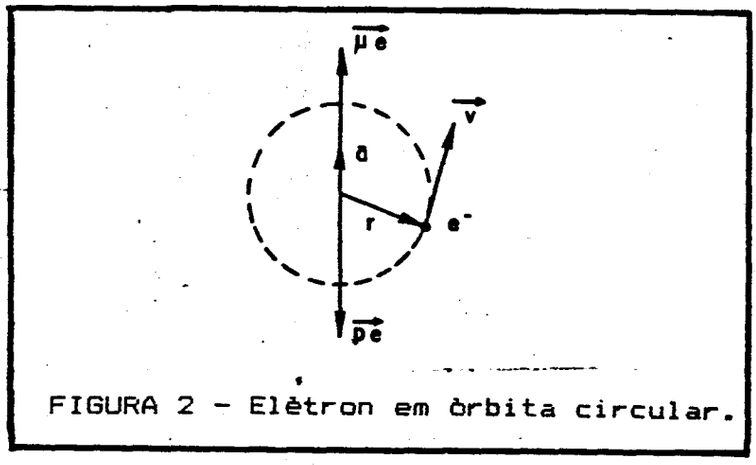


FIGURA 2 - Elètron em òrbita circular.

Uma outra grandeza física que aparece devido á rotação (velocidade $\vec{v}$) de uma massa (m) em uma trajetòria circular de raio r, è o vetor momento angular ($\vec{L}$) definido [2,3] pelo seguinte produto vetorial (denotado pelo sinal x):

$$\vec{L} = m\vec{r} \times \vec{v} \qquad (6)$$

Para os elementos da figura 2, escrevemos que o momento angular orbital eletrônico ($\vec{p}_e$) vale:

$$\vec{p}_e = -mrv\hat{a} \qquad (7)$$

onde o sinal negativo aparece para indicar que os vetores momento magnètico e momento angular orbital estàn em sentidos opostos (figura 2).

Comparando as equações 5 e 7 escrevemos:

$$\hat{\mu}_e = -(e/2mc)\hat{p}_e \qquad (8)$$

E importante notar que a equação 8, obtida tendo como base um caso particular (òrbita circular), è vàlida [1] de uma maneira geral, uma vez que apresenta apenas constantes fundamentais.

Antes de verificarmos o comportamento do elètron quando na presença de um campo magnètico, devemos ainda, lembrar-nos que alèm de sua massa (m) e carga (e) com o comportamento ($\hat{\mu}_e$ e $\hat{p}_e$) acima estudado, ele apresenta um movimento de rotação em torno de seu pròprio eixo possuindo, conseqüentemente, momentos angular e magnètico intrinsecos simbolizados respectivamente por $\hat{p}_s$ e $\hat{\mu}_s$ cujos valores sàn dados pela mecânica quântica [4] como:

$$\hat{p}_s = p_{sz} = +- (1/2)(h/2\Pi) = +- (1/2)h \qquad (9)$$

Onde p_{sz} representa a componente na direção z do vetor momento angular, assumindo dois ùnicos valores possiveis de serem determinados, e

$$\hat{\mu}_s = -(e/mc)\hat{p}_s \qquad (10)$$

Onde foi usada a constante de Planck (h), que vale $6,626.10^{-27}$ erg.s ($h = h/2\Pi$).

Essa última equação pode ser reescrita como:

$$\hat{\mu}_s = -g(\beta/\hbar)\hat{p}_s \qquad (11)$$

onde:

β = magneton de Bohr = $eh/4\pi mc = 9{,}274 \times 10^{-21}$ erg/gauss , e

g = fator-g que è um parâmetro experimental adimensional cujo valor è 2,00 quando se está analisando o elètron livre, ou seja, sem movimento orbital.

É conveniente que recordemos os primeiros paràgrafos desta seção 1.2 . Desenvolvemos uma linha de raciocínio que começou com a situação de uma barra magnetizada imersa em um campo magnètico e, estamos prontos, agora, para analisarmos o comportamento do elètron, definido pelas equações 8 e 11 quando ele encontra-se em um material, livre de interações e, conseqüentemente, de suas propriedades fundamentais intrínsecas como: a massa (m), a carga (e), o momento angular ($\hat{p}_s$), e o momento magnètico ($\hat{\mu}_s$), quando submetido a um campo magnètico aplicado externamente ao material em que se encontra.

Vamos, como já sugerimos anteriormente, estudar a situação clàssica de uma barra magnètica em meio a um campo magnètico para depois evoluirmos ao nosso objetivo.

Para tanto, utilizaremos a figura 3 onde esta situação está representada.

Para este caso, podemos escrever [4,5] a equação 12 que apresenta a energia magnètica como o produto escalar (.) dos parâmetros acima citados.

$$E = -\hat{\mu}_s \cdot H = -\mu H\cos\theta \qquad (12)$$

onde θ, conforme pode ser visto na figura 3, define o ângulo entre a direção do campo H externo e o eixo do dipolo.

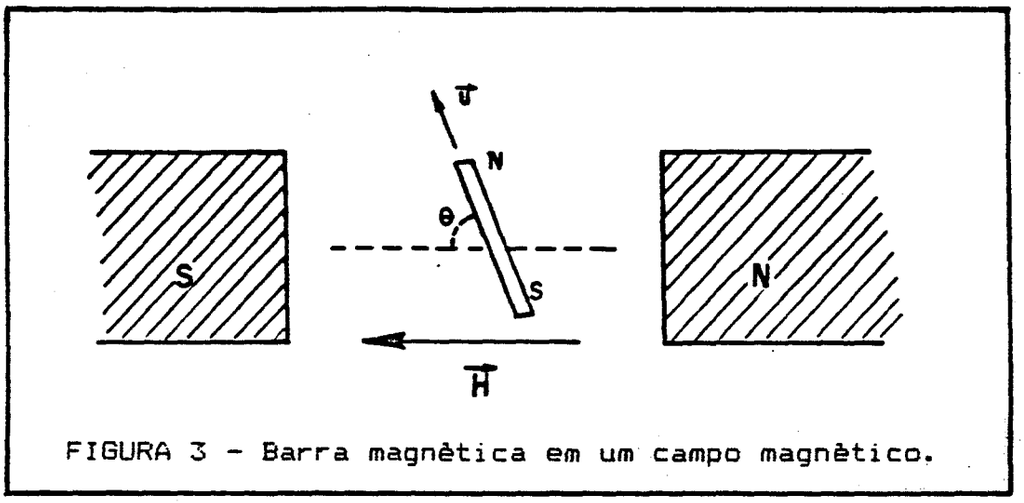


FIGURA 3 - Barra magnética em um campo magnético.

Dentro do contexto clàssico, o parámetro θ pode assumir quaisquer valores, porèm no que se refere ao domínio quântico, essa gama de possibilidades fica reduzida a apenas dois valores [4,5], ou melhor dizendo, dois estados, para os quais podemos escrever:

$$E = - \mu_{sz} H_z \qquad (13)$$

onde H_z è a componente do campo externo na direção z ($H_x = H_y = \emptyset$) e, conseqüentemente, μ_{sz} a única componente de interesse do momento magnètico eletrônico pois

$$\vec{\mu}_s \cdot \vec{H} = \mu_{sx} H_x \hat{x} + \mu_{sy} H_y \hat{y} + \mu_{sz} H_z \hat{z},$$

e a direção em que è aplicado o campo magnètico em laboratòrio è atribuída ao eixo z.

Com a equação 11, podemos reescrever a equação 13 como:

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS
FÍSICA

$$E = (g\beta/\hbar)p_s H_o \qquad (14)$$

onde o campo externo aplicado na direção z é representado por H_o, e p_s é a componente z do momento angular intrinseco cujos valores estão dados na equação 9 e permitem que se escreva:

$$E = + (1/2)g\beta H_o \qquad (15a), \text{ e}$$

$$E = - (1/2)g\beta H_o \qquad (15b).$$

As equações 15a e 15b, representam os dois únicos estados de energia para o dipolo magnètico do elètron em meio a um campo magnètico externo homogèneo.

Desse modo, para que consigamos alterar a situação de energia de um elètron de um material submetido a um campo magnètico externo, serà necessàrio que forneçamos (ou retiremos uma quantidade equivalente ao valor dado pela equação 16:

$$\Delta E = g\beta H_o \qquad (16)$$

E importante lembrar, que tal transição somente poderà ocorrer para elètrons nào emparelhados[4,6]. Portanto, as amostras onde poderào existir elètrons potencialmente capazes de executarem a transição acima comentada são aquelas contendo substâncias paramagnèticas [4 a 8].

Uma maneira prática de conseguirmos essa transferência de energia para uma amostra è fazermos incidir sobre uma substância paramagnètica imersa em um campo magnètico, uma onda eletromagnètica com freqüência (ν) (para um

campo magnètico da ordem de 3500Gauss, a freqüência necessària para que ocorra a ressonância terà um valor em torno de 10GHz(banda X)) definida a partir da equação 17 que è chamada de **equação fundamental da Ressonância Paramagnètica Eletrônica (RPE).**

$$h\nu = g\beta H_o \qquad (17)$$

1.3 O QUE SE MEDE - O ESPECTRO DE RPE.

Vimos, no item anterior, què o spin eletrônico sofre influência de um campo magnètico externo.

Assim, se conseguirmos entender a maneira pela qual, propriedades fundamentais como: o momento magnètico e o momento angular, interagem quando submetidos á ação de tal campo, ser-nos-à permitido interpretar as propriedades dos àtomos ou molèculas dos quais sào componentes. Dessa maneira pode ser resumido o por què de se medir a absorção de energia em relação á freqüência, que uma amostra paramagnètica apresenta, quando submetida a um campo magnètico externo, ou seja, o por què do grande interesse pela Ressonância Paramagnètica Eletrônica.

Seguindo, portanto, a sugestào pràtica do último paràgrafo do item 1.2, poderemos obter um gràfico com a energia absorvida pela amostra contra a freqüência da onda eletromagnètica incidente se colocarmos a substância paramagnètica sob a atuação de um campo magnètico constante e

recebendo uma perturbação eletromagnètica de freqüencia variàvel.

A monitoração, por meio de instrumentação adequada (ver 1.4), do comportamento da energia retida pela amostra conforme varia a freqüência da onda eletromagnètica, revelarà, para um dado valor de $\nu = \nu_o$, a situação de ressonância em que a amostra estarà absorvendo energia das microondas para que ocorram as transições de estado já citadas.

Teremos obtido um gràfico, do tipo daquele desenhado na figura 4, chamado de espectro de absorção de energia de uma amostra paramagnètica.

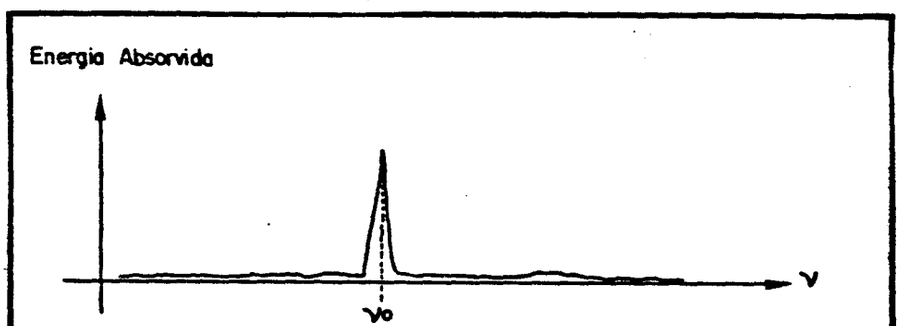


FIGURA 4 - Idealização da curva de absorção de um experimento de RPE.

1.4 EVOLUÇÃO DA INSTRUMENTAÇÃO ELETRONICA PARA A OBTENÇÃO DO ESPECTRO DE RPE.

Para a obtenção do espectro visto na figura 4, são necessàrios os seguintes elementos:

- uma fonte de campo magnètico constante;
- uma fonte de ondas eletromagnèticas com freqüência variàvel;

- um detetor de potência de onda eletromagnética absorvida.

Antes de comentarmos sobre cada um dos elementos acima citados, é conveniente lembrarmos que, na prática, torna-se muito mais interessante e realizável com eficiência, produzir um valor único, e estável, de freqüência, do que vários valores com a mesma elevada estabilidade.

Como conseqüência disso, o espectrômetro de RPE deverá contar com uma válvula Klystron trabalhando como um oscilador, sendo a responsável pela geração das microondas que propagar-se-ão por um guia de ondas, indo incidir na amostra.

Considerando que o valor da freqüência das microondas será fixo, para que consigamos a varredura desejada (analogamente àquela da figura 4), deveremos variar a magnitude do campo magnético, o que será conseguido por meio da variação da corrente elétrica que circula em um eletroimã.

Por último, resta-nos comentar a respeito do detetor. Vale colocar, que a deteção deverá fornecer um sinal representando a parcela de potência de microonda que é absorvida pela amostra quando ocorre a ressonância. Essa deteção é feita por diodos semicondutores apropriados.

O desenvolvimento acima descrito pode ser experimentalmente verificado conforme está ilustrado na figura 5. As microondas produzidas pela klystron (K) propagam-se pelo guia de ondas (G) e são detetadas em D. Estando a amostra (A) dentro do guia de ondas e submetida ao campo magnético variável produzido pelo eletroimã (N-S), iremos obter no detetor uma variação de corrente, que representa o comportamento da potência absorvida, semelhante ao reproduzido na figura 6.

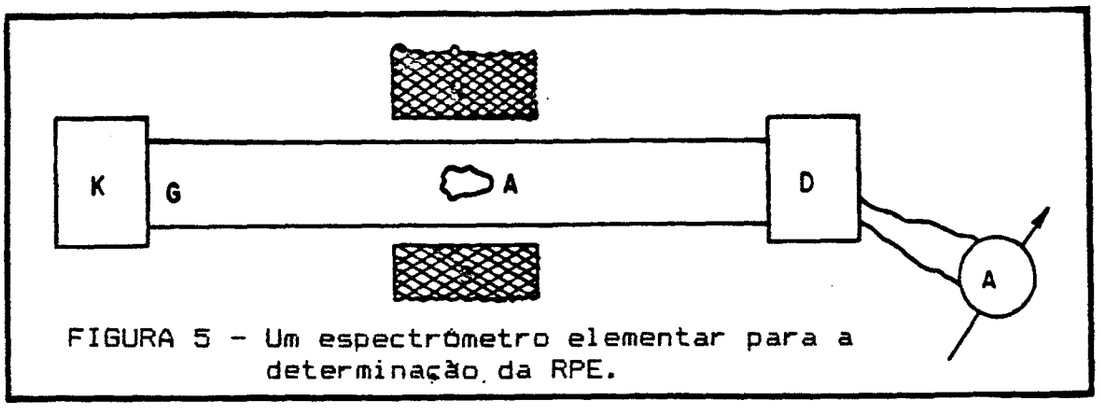


FIGURA 5 - Um espectrômetro elementar para a determinação da RPE.

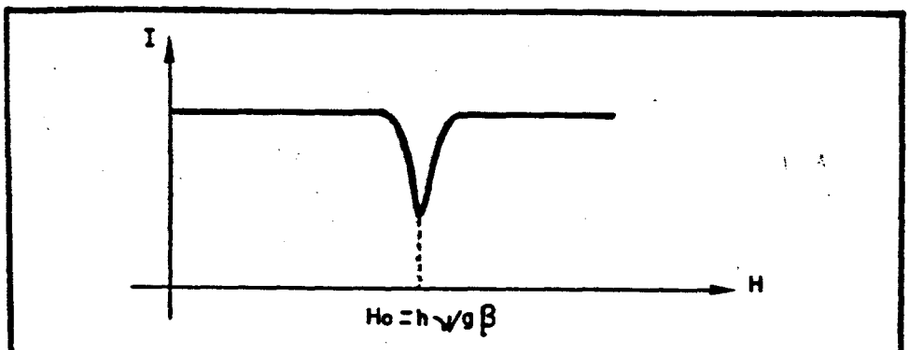


FIGURA 6 - Aspecto da curva de absorção obtida com o espectrômetro da figura 5.

Este tipo de espectrômetro é pouco sensível e sua relação sinal/ruído é bastante baixa, uma vez que a variação da potência da microonda na ressonância é muito pequena, ou seja, deve ser feita a deteção de uma pequena variação, em cima de um valor relativamente grande. Conseqüentemente, se amplificarmos a corrente contínua obtida pelo detetor, nenhum ganho significativo será conseguido para a relação sinal/ruído.

Com o intuito de melhorar as características técnicas do espectrômetro, duas importantes propriedades serão implementadas: a deteção de zero e a modulação do campo magnético[8].

1.4.1 A DETEÇÃO DE ZERO.

Ao invès da amostra estar colocada a meio caminho entre a emissão e a deteção das microondas, ela estarà dentro de uma cavidade ressonante definida [6] a grosso modo, como uma caixa de dimensões comparàveis ao comprimento de onda em uso, com paredes internas altamente condutoras que produzem ondas estacionàrias no seu interior devido às mùltiplas reflexões, concentrando a potência da microonda sobre a amostra. Essa cavidade pertence a um dos braços (A) de uma ponte de guias de onda (figura 7). Os outros três braços da ponte estão ligados à fonte de microondas (C), ao detetor (D) e a uma carga resistiva (B) que possibilita o balanceamento adequado da ponte.

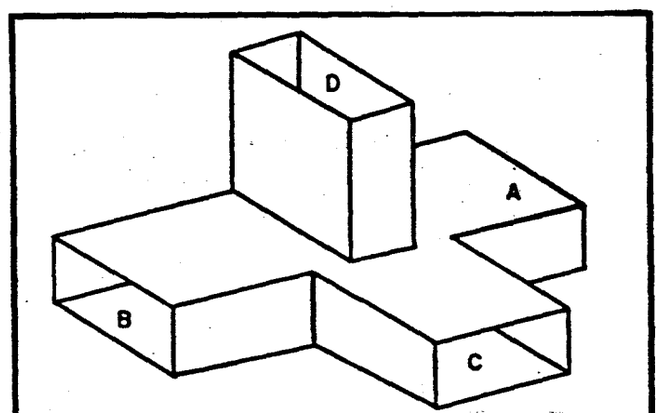


FIGURA 7 - T-màgico ou ponte de guias de onda.

As ondas emitidas pela klystron dividem-se, indo metade da potência para a cavidade ressonante e a outra metade, para a carga resistiva.

Na situação de equilìbrio, as energias refletidas das extremidades (A) e (B) cancelam-se e nenhum sinal atinge o detetor (D). Quando houver desbalanceamento, isto è, quando

ocorrer absorção das microondas pela amostra, um sinal será detetado.

Dessa maneira, a sensibilidade do equipamento fica muito incrementada, pois qualquer variação (absorção) será suficiente para estimular o detetor que, quando do balanceamento da ponte, ou do T-màgico, como também é conhecida, recebe um sinal de polarização para que permaneça em operação.

Complementamos, colocando que a função executada pelo T-màgico tambèm pode ser feita por um anel circulador de quatro portas [9] conforme desenhado na figura 8. As letras A, B, C, e D, correspondem, em função, àquelas da figura 7.

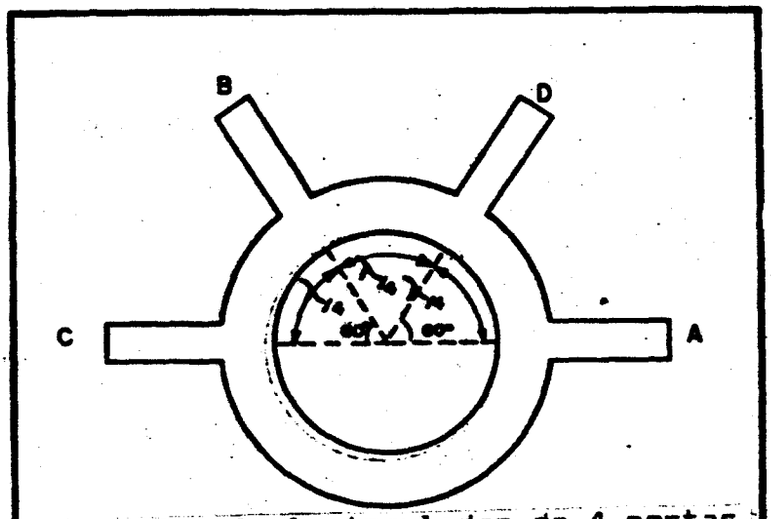


FIGURA 8 - Anel circulador de 4 portas.

1.4.2 A MODULAÇÃO DO CAMPO MAGNETICO.

Com a tècnica de deteção de zero acima descrita, melhoramos a sensibilidade do espectrômetro. Mas, como o sinal detetado è uma tensão contínua que, devido às caracterìsticas [4,6] dos semicondutores utilizados, estarà sempre acompanhada

de ruídos tèrmicos (inversamente proporcionais á freqüência), será interessante e necessàrio que se consiga uma melhora na relação sinal/ruído.

A primeira providência a ser tomada è amplificar. Surgem, então, dificuldades de fundo pràtico considerando que estamos pretendendo amplificar tensões continuas e elas podem confundir-se com as polarizações, ou mesmo, serem bloqueadas pelos acoplamentos capacitivos necessàrios nas entradas e saídas dos estàgios amplificadores. Vemos, então, ser muito conveniente que trabalhemos com sinais alternados.

Justificamos, dessa maneira, a necessidade de que seja imposta uma modulação sobre o campo magnètico. Isso será obtido com a variação senoidal da corrente que irà circular por bobinas adicionais em complementação ás já existentes no eletroimà. Conseguiremos uma excursão do campo, por valores acima e abaixo daquele em que ocorre a ressonância e, conseqüentemente, o sinal detetado terà amplitude e freqüência correspondentes ás da modulação, tendo sido eliminado o valor da freqüência das microondas (figura 12).

Aprimorando, ainda mais, a tècnica de espectroscopia de RPE, será feita uma deteção coerente (descrita a seguir), de modo que os ruídos sejam minimizados, permitindo a obtenção de um sinal alternado, o mais puro possível, que será processado pelos circuitos do sistema (amplificadores "lock-in" [4,6]).

1.4.3 A DETEÇÃO COERENTE.

Nesta técnica é feita a comparação de um sinal a ser detetado com outro de referência possuindo, ambos, a mesma freqüência. Na saída obtida, encontraremos apenas sinais que sejam coerentes com a referência diminuindo, dessa maneira, a presença dos ruídos. Uma descrição didática da técnica será dada a seguir, utilizando o circuito da figura 9.

O sinal de referência da figura 1Ø atuará controlando a posição da chave O-O'. Durante o semiciclo positivo (tØ - t1) o chaveamento ligará A-C'-C e B-D'-D como está na figura 9.

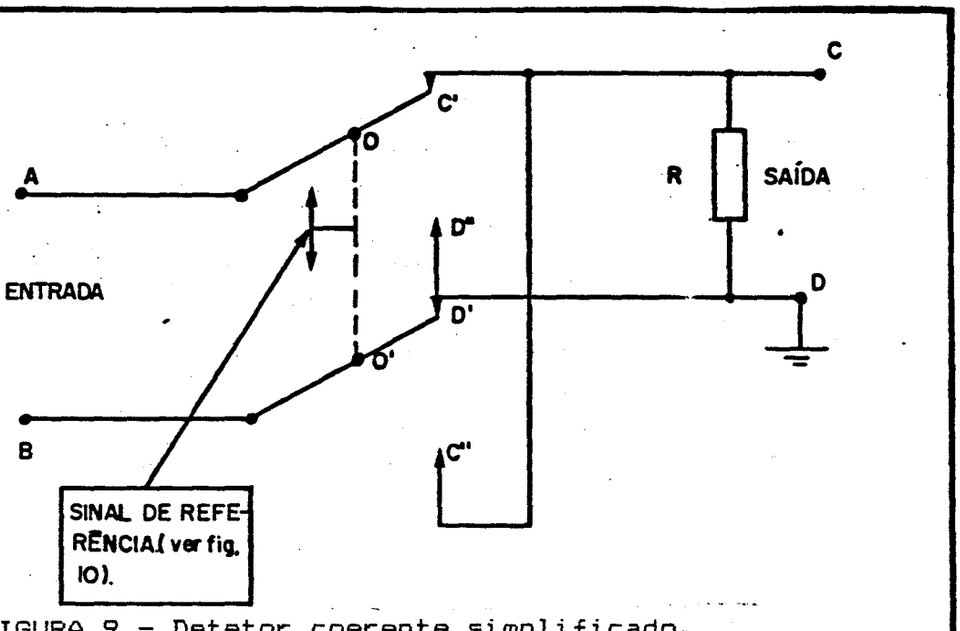


FIGURA 9 - Detetor coerente simplificado.

Durante o tempo entre t_1 e t_2, os contatos da chave ligarão A com D por meio de D'', e B com C, através de C''.

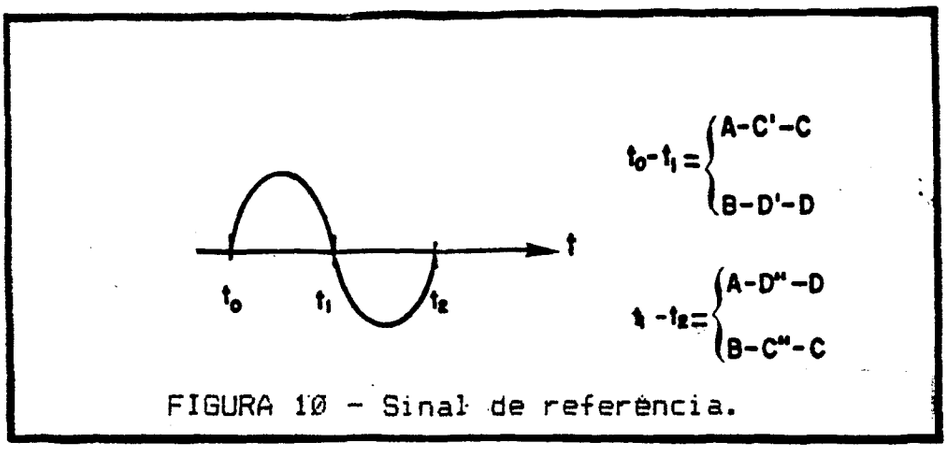


FIGURA 10 - Sinal de referência.

De acordo com a descrição feita em 1.4.1, quando a deteção è realizada por desbalanceamento de uma ponte de guias de ondas, espera-se que o sinal detetado seja, normalmente, somente aquele devido á polarização, e apresente um grande valor quando a situação de ressonância è atingida. Uma corrente com essa característica pode ser vista na figura 11.

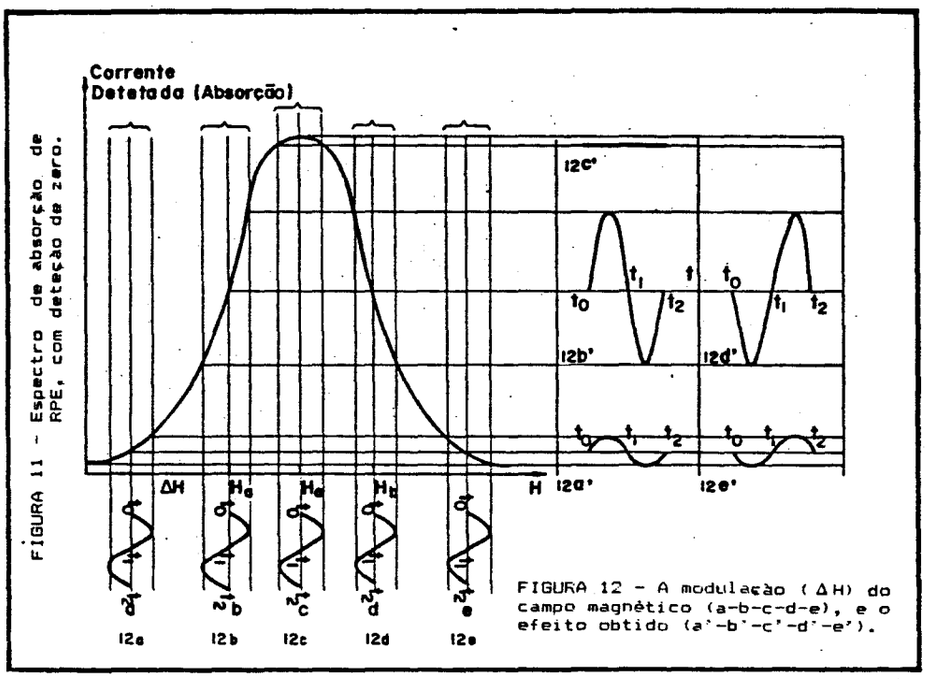


FIGURA 12 - A modulação (ΔH) do campo magnético (a-b-c-d-e), e o efeito obtido (a'-b'-c'-d'-e').

O efeito da modulação, que pode ser visto nas figuras 12x (x=a,b,c,d,e), produzirà os sinais que estão mostrados nas figuras 12x' e que serão injetados entre os

pontos A e B do circuito esquematizado na figura 9. Observamos que para facilidade de visualização, a amplitude (ΔH) da modulação foi bastante exagerada.

Durante o semiciclo definido entre os tempos tØ e t1, e do lado esquerdo do pico da curva de absorção (figuras 12a e 12b), o campo magnètico variando dentro do ciclo positivo, implicarà no mesmo tipo de variação para a corrente detetada (figuras 12a' e 12b'). A saìda C-D do detetor coerente (figura 9) que durante o semiciclo em questão estarà ligada respectivamente á entrada A-B (figura 1Ø) apresentarà tambèm um semiciclo positivo (figuras 13a e 13b).

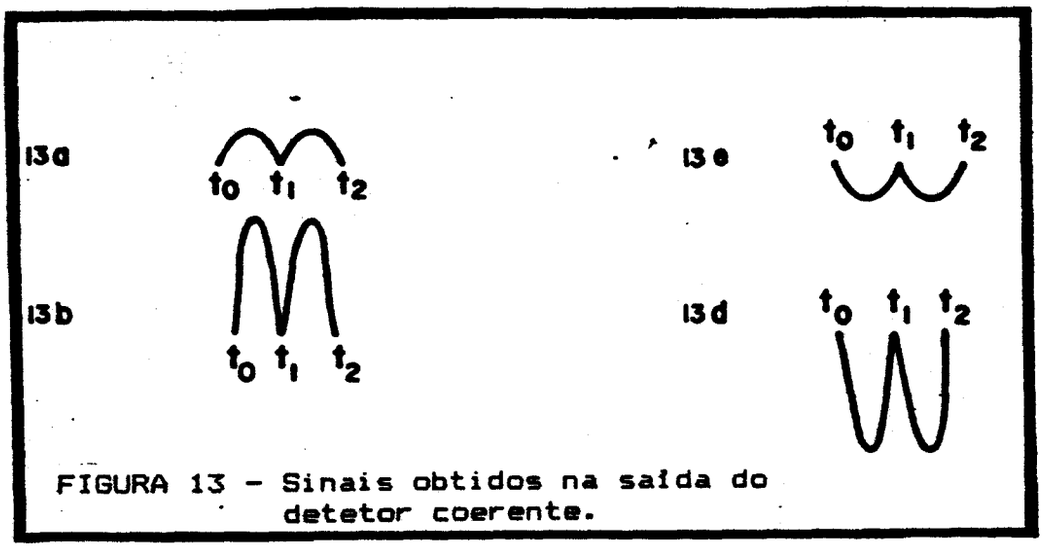


FIGURA 13 - Sinais obtidos na saìda do detetor coerente.

Neste mesmo ciclo (tØ-t1), porèm do lado direito do màximo da curva de absorção, a corrente no detetor variarà inversamente á variação do campo magnètico fornecendo uma saìda do tipo daquela que pode ser observada nas figuras 13d e 13e.

Fazendo, agora, a anàlise do pròximo semiciclo (t1 a t2), o comportamento encontrado està indicado nas figuras 13a,b,d,e, onde lembramos que durante esse tempo, a saìda C-D estarà ligada respectivamente á entrada B-A, pois o sinal de referência tambèm mudou de semiciclo.

Assim, como pode ser concluído após observarmos a figura 13, os sinais fornecidos na saída do detetor coerente, lembram aqueles resultantes da retificação em onda completa.

Se procedermos a uma filtragem passa-baixas (filtro capacitivo - integração) no sinal que sai do detetor, obteremos uma curva (figura 14) que comporta-se como a derivada do espectro de absorção da figura 11, uma vez que os sinais que entram no detetor são proporcionais á amplitude da modulação e á inclinação da linha de absorção. Normalmente a curva da figura 14 é chamada de espectro de absorção de RPE, porèm sempre devemos ter em mente que, na realidade, ela representa a derivada do espectro.

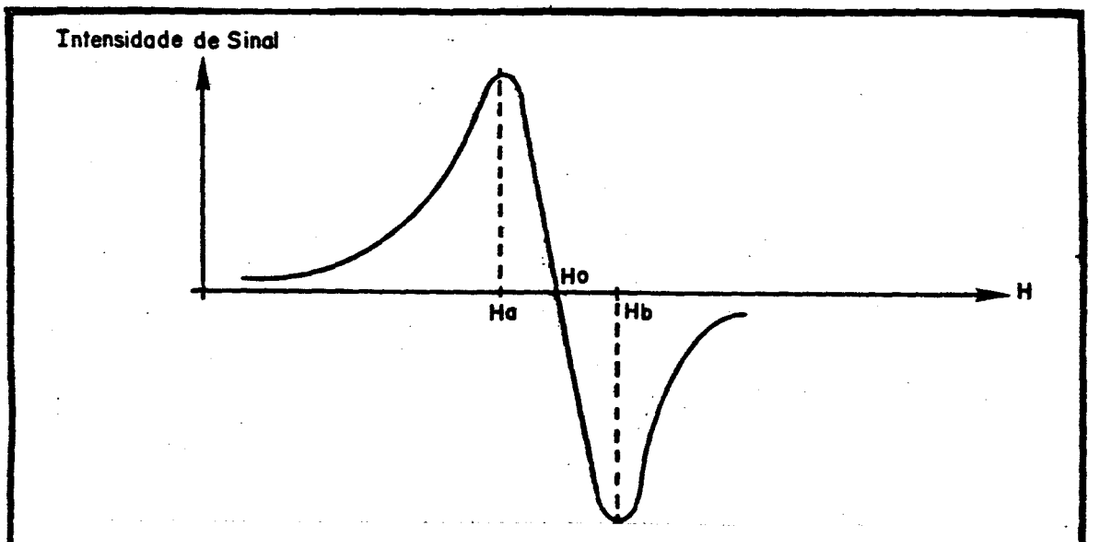


FIGURA 14 - Espectro de absorção
de RPE após a deteção por zero,
modulação do campo magnètico, deteção coerente e filtragem.

1.5 A CURVA DE ABSORÇÃO DE RPE - seu conteúdo.

Se utilizarmos o conceito de espectro: variar o valor da freqüência incidente numa amostra e observar as possíveis absorções ou emissões, e o associarmos com a equação 17, concluiremos que deverá aparecer uma linha de absorção infinitamente estreita, visto que para um particular valor Ho do campo magnético, deverá haver uma única freqüência ν.

De acordo com o que já foi visto, o espectro de RPE é obtido mantendo-se a freqüência em um valor constante e fazendo-se variar a magnitude do campo magnético. Porèm, contrariando o esperado, são encontradas linhas de absorção de largura finita. Tal comportamento é justificado plenamente quando se recorda que o elètron não está isolado na amostra. Está, sim, sob a influência de outros campos magnèticos existentes na sua vizinhança devido ás caracteristicas inerentes á substância que está sendo submetida á anàlise. Desse modo, apesar do campo magnètico externo ser sempre o mesmo aplicado em todos os elètrons, aquele resultante em cada um individualmente, não o será[5 e 7].

Mais duas razões para o alargamento da curva de absorção podem ser dadas: não homogeneidade do campo externo (com um efeito menor do que aquele devido á razão dada acima), e há também, a possibilidade de que ocorra uma superposição de linhas de absorção, fazendo com que a largura da curva apresente-se maior do que a esperada.

Graças a esse comportamento, a tècnica em questão permite ao pesquisador obter informações a respeito do meio em

que está o elétron, usando a largura da linha espectral definida pelos pontos Ha e Hb como pode ser visto nas figuras 11 e 14.

Tratando, agora, da intensidade, isto é, da área sob a curva de absorção, procuraremos relacionar os parâmetros que a influenciam, e aquilo que pode ser obtido para contribuir para um melhor entendimento da amostra estudada. A freqüência e a potência da irradiação eletromagnética, a probabilidade de transição de níveis de energia, a temperatura e a concentração da amostra, são fatores que influenciam a intensidade da linha de absorção [5,7,8].

Por meio da comparação com uma amostra conhecida, padrão, o pesquisador poderá obter informações a respeito da concentração de centros paramagnéticos, calculando a integral da curva de absorção da amostra incógnita e da padrão mantendo, para garantia de mínimo erro, os mesmos parâmetros quando da obtenção de cada um dos espectros.

Devemos ressaltar que a curva fornecida pelos atuais espectrômetros é, na realidade, a derivada da curva de absorção. Assim, a largura da linha espectral será obtida medindo-se a separação (Ha e Hb na figura 14) entre os picos positivo e negativo, e a área da curva de absorção será encontrada com o cálculo da segunda integral do espectro fornecido.

Um outro ponto de interesse daqueles que trabalham com esse tipo de espectroscopia, está na evolução do pico da curva de absorção como uma função do tempo. Tal evolução refletirá o comportamento da velocidade de uma determinada reação processo, esse, denominado Cinética.

1.6 RESUMO DO CAPITULO.

Neste capítulo inicial vimos os conceitos teóricos que justificam a existência de transições eletrônicas devido á absorção seletiva de radiação eletromagnètica em substâncias paramagnèticas submetidas a um campo magnètico.

Com um estudo da evolução dos espectrômetros, passamos pelos diversos tipos até chegarmos aos atuais, quando foram explicadas a técnicas de deteção de zero, modulação do campo magnètico e deteção coerente, mostrando que os espectros de RPE obtidos representam a derivada da curva de absorção da amostra.

Finalmente, desenvolvemos aquilo que pode ser inferido a partir da RPE, pàra que possamos interpretar as interações eletrônicas, justificando e refletindo o comportamento macroscòpico da substância em anàlise.

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

CAPITULO II

UM SISTEMA BASEADO EM MICROPROCESSADOR PARA A AQUISIÇÃO DE DADOS DE UM ESPECTROMETRO DE RPE.

2.1 INTRODUÇÃO.

No capitulo anterior foi feita uma descrição a respeito da instrumentação eletrônica utilizada na obtenção do espectro de absorção de energia em experimentos de ressonância paramagnètica eletrônica.

Agora, procuraremos esclarecer as razões deste trabalho, trazendo uma ilustração das dificuldades inerentes ao atual procedimento de pesquisa, tanto relativas á obtenção da curva, quanto á sua posterior anàlise. Em seguida, serà definida a arquitetura bàsica do sistema desenvolvido quando, então, procuraremos mostrar as vantagens e recursos que serão colocados á disposição do usuàrio.

2.2 AS LIMITAÇÕES DO SISTEMA ATUAL.

A espectroscopia paramagnètica eletrônica, conforme jà visto, pode ser entendida como o estudo do comportamento dos elètrons de uma amostra que esteja sob a ação de um campo magnètico e submetida a uma onda eletromagnètica (energia)

incidente. Tal situação apresenta-se, como resultado da instrumentação eletrônica utilizada e já comentada, como uma tensão analógica excursionando por valores positivos e negativos, sendo uma função (equação 17) do campo magnètico externo que a amostra recebe (figura 15).

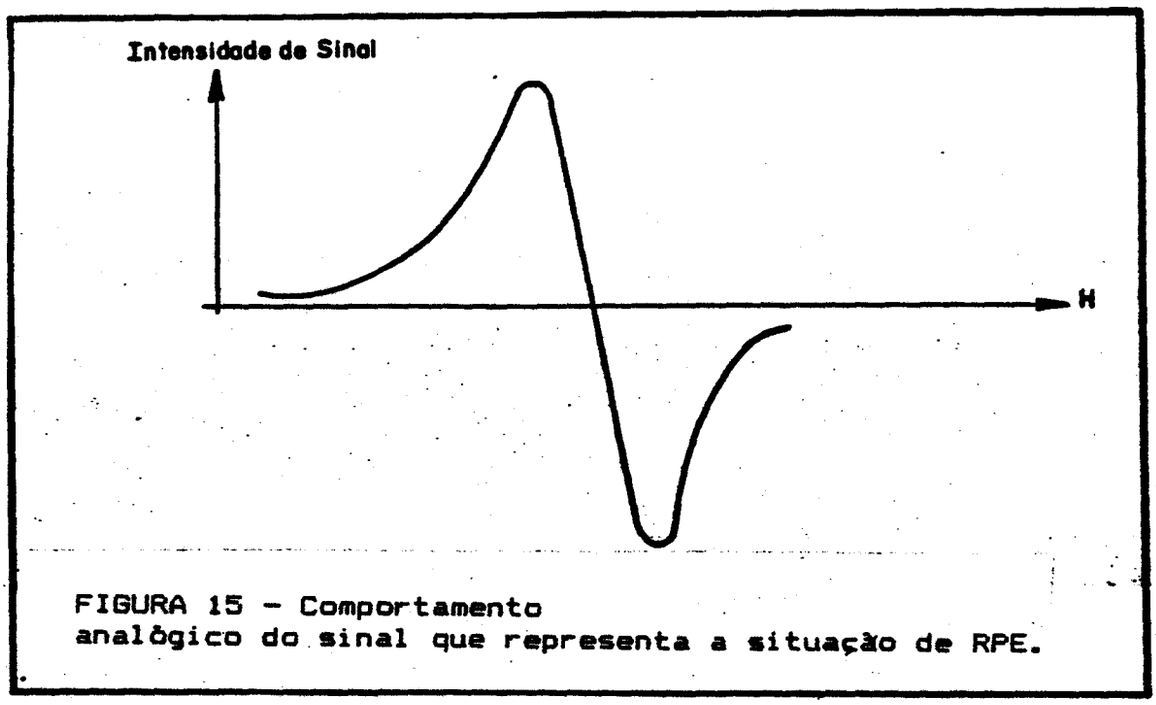


FIGURA 15 - Comportamento analógico do sinal que representa a situação de RPE.

Na prática, entretanto, dificilmente o sinal apresentar-se-á como o que pode ser visto na figura 15, ou seja, livre de ruídos. Sempre estaremos lidando com uma tensão, mascarada por sinais espúrios. Quando o sinal de RPE é forte, pouca distorção trará consigo e o ruído será desprezível. Por outro lado, quando há a necessidade de grandes ganhos de amplificação, aparecem os problemas.

Várias técnicas, já comentadas, pqdem ser utilizadas para a redução dos ruídos. No espectrômetro[9] do Grupo de Biofísica do DFCM, estão presentes esses recursos, e ainda existe a possibilidade de se controlar, por meio do painel do equipamento, entre outras variáveis, o ganho do sistema que

resultarà na saída gràfica em papel no registrador X-Y E-80A[10] do pròprio espectrômetro.

Assim, para sinais fracos, aumenta-se o ganho dos amplificadores. Contudo, juntamente com o sinal, será amplificado o ruído de fundo, isto è, aquele ruído inerente aos componentes usados nos circuitos do equipamento.

O pròprio espectrômetro, utilizando-se da tècnica de redução de ruídos por integração[6,9] permite, por meio dos controles colocados no painel, que se ajuste a constante de tempo para obter-se um sinal com uma boa relação sinal/ruído. O ajuste, na constante de tempo, consiste em aumentà-la de modo que o comportamento capacitivo acentue-se e garanta uma melhor eliminação das altas freqüências. Porèm, esse aumento da constante de tempo, representa um tempo de integração maior ou, em outras palavras, um maior período necessàrio ao càlculo da mèdia do sinal.

Devido a esse aumento de tempo, citado no paràgrafo anterior, aparece uma sèria limitação ao mètodo de redução de ruídos existente atualmente. Essa restrição relaciona-se ao tipo de sinal de RPE: aumentando-se a constante de tempo, o espetro deverà ser observado durante um tempo maior para que haja a possibilidade de atuação da filtragem. Desse modo, a tècnica em questão, somente poderà ser aplicada, com sucesso, em situações onde a amostra apresente um comportamento que não evolua tão rapidamente que desapareça enquanto se processa a filtragem.

Alèm disso, o aumento no tempo em que o espectro serà observado possibilitarà o aparecimento de outras tensões que caracterizam instabilidades intrínsecas ao espectrômetro e, também, á amostra. Para exemplificar, podemos colocar que a

observação da amostra durante um longo período de tempo, poderá ser acompanhada de uma variação na temperatura, parâmetro esse que, em variando, poderá acarretar, também, variações na curva de absorção.

Supondo que uma amostra apresente características que a coloquem dentre aquelas que podem ser analisadas pela técnica de ressonância paramagnética eletrônica, o pesquisador deverá buscar os parâmetros de interesse, na curva traçada em papel pelo registrador do espectrômetro.

Para melhorar a confiabilidade da anàlise feita a partir do espectro obtido em papel, os dados devem ser digitalizados para que possam ser processados em um computador. No processo de digitalização devem ser tomadas precauções quanto á sincronização das posições digitalizadas, isto è, as abscissas devem ser coincidentes de modo que possam ser interpretados corretamente os valores do campo magnètico, quando da comparação entre duas ou mais curvas.

Somente uma perfeita sincronização permitirà que seja feita corretamente a correção da variação da linha de base por meio da subtração de espectros ou, então, que o càlculo (numèrico) da integral do sinal seja realizado com precisão.

Também depende de uma sincronização adequada na digitalização, o sucesso das operações de subtração ou soma de curvas para a separação de diferentes espectros resultantes de uma mesma amostra, ou para a eliminação do ruído natural da cavidade ressonante (vazia) que aparece somado ao ruído intrínseco do sistema.

Quando se deseja obter informações a respeito da evolução temporal do comportamento da amostra (Cinètica), as dificuldades, que se apresentam ao pesquisador, são maiores

maiores ainda. Há que se controlar, com um cronômetro, o tempo entre cada varredura. Após obtidos os vários espectros, deve-se encontrar o valor máximo de cada um deles e calcular o seu respectivo logarítmo. Montar um gráfico com os valores dos logarítmos contra o tempo correspondente ao valor de pico e, em seguida, medir a inclinação da reta obtida nesse último cálculo. Todo esse procedimento deve ser realizado manualmente!

Concluimos, que além das dificuldades com a otimização da relação sinal/ruído dos espectros obtidos temos, ainda, com o atual sistema, um procedimento manual relativamente complexo e trabalhoso para que o pesquisador consiga obter os parâmetros de seu interesse.

2.3 SOLUÇÕES COM A UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DESENVOLVIDO EM TORNO DE UM MICROPROCESSADOR.

Todos os problemas, citados anteriormente, não impedem, mas dificultam e tornam muito demorado, o trabalho com experimentos de espectroscopia paramagnética eletrônica. Desse modo, decidiu-se pela automatização do processo de aquisição e processamento dos dados, utilizando um sistema digital desenvolvido em torno de um microprocessador, pois como será enfatizado, tal procedimento eliminará as limitações acima comentadas.

2.3.1 A ARQUITETURA BASICA DO SISTEMA.

O equipamento desenvolvido tem características hìbridas, uma vez que são utilizadas as tècnicas analògica e digital, procurando-se explorar as vantagens de ambas.

Do lado analògico, possibilitando a indispensàvel interação com o ser humano, entram os conversores anàlogo/digital (A/D) e digital/anàlogo (D/A) que traduzem, o primeiro, o sinal vindo do espectrômetro para a linguagem, de dìgitos binàrios ("bits"), a ser interpretada pelos componentes digitais. O segundo, conversor D/A, irà permitir, que todos os resultados do processamento digital, possam ser fornecidos ao usuàrio, em uma forma de visualização adequada: curvas em um tubo de raios catòdicos (TRC - osciloscòpio), ou então, registradas em papel.

Do lado digital, comandado por rotinas adequadas, interligado a unidades de entrada e/ou saìda (E/S) de dados e a memòrias de acesso aleatòrio ("RAM"), um microprocessador irà controlar todo o fluxo e o tratamento dos dados, dando ao projeto uma grande versatilidade e possibilitando um alto grau de automatização (figura 16).

Ainda como opção para controle e processamento remotos, hà uma linha de comunicação entre o sistema desenvolvido e um microcomputador pessoal caracterìstica, essa, que amplia, ainda mais, a versatilidade do sistema.

Para que o pròprio equipamento não introduza erros, ruìdos, nos sinais por ele processados, procuramos garantir que os componentes da parte analògica apresentem caracterìsticas como linearidade, estabilidade e confiabilidade muito

desenvolvidas e que aqueles do lado digital, sempre consigam distinguir, de uma maneira precisa, os niveis lògicos que caracterizam o còdigo binàrio.

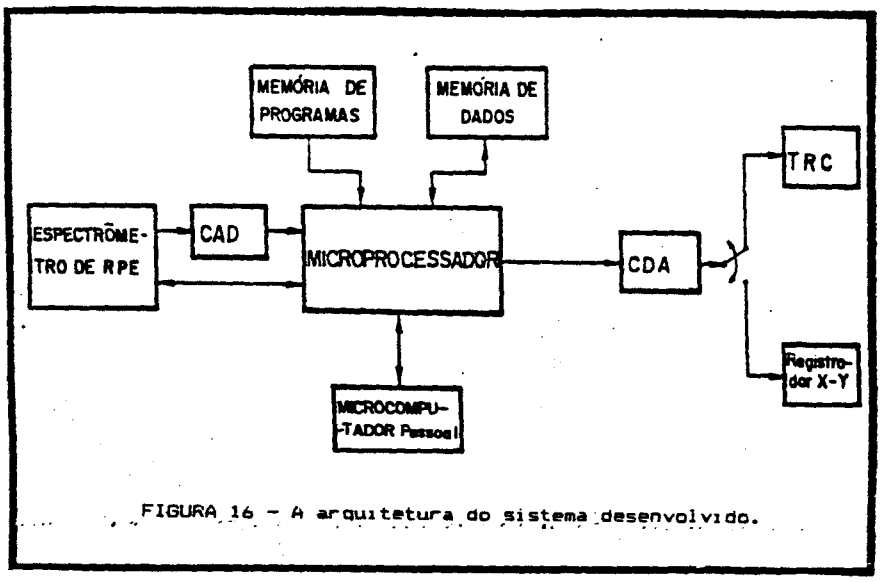


FIGURA 16 - A arquitetura do sistema desenvolvido.

Com relação ás limitações do atual sistema, a arquitetura estabelecida possibilitarà uma grande mudança nos procedimentos anteriormente adotados. Isso serà representado por uma automatização da tècnica de obtenção do espectro de RPE e, tambèm, deixarà á disposição do usuàrio, uma sèrie de recursos facilmente utilizàveis e naturalmente presentes em um sistema baseado em microprocessador.

2.3.2 OBTENÇÃO DA CURVA DE ABSORÇÃO - Eliminação de Ruìdo por meio do Càlculo do Valor Mèdio.

A obtenção da curva de absorção de energia è a primeira e fundamental etapa de todo o estudo do comportamento

de amostras frente á ressonância paramagnètica eletrônica.

Quando o sinal eletrônico, representativo do comportamento da amostra, apresenta uma baixa relação sinal/ruído, torna-se necessàrio a utilização de recursos que, por sua vez, acabam por limitar o pròprio emprego da tècnica de espectroscopia em questão.

Tais dificuldades são eliminadas quando se parte para o processo de redução do ruído por meio do càlculo do valor mèdio da curva de absorção. Esse mètodo, tem validade aqui, pois os ruídos envolvidos (perturbações espontâneas dos pròprios componentes do equipamento) são de caràter aleatòrio[6] e, conseqüentemente, na obtenção do valor mèdio da curva, serão anulados. Alèm disso, a RPE è um fenômeno repetitivo, garantindo que podemos fazer uma soma coerente de vàrias parcelas, as quais representam a mesma curva de absorção.

Enfatizamos que para a confiabilidade do mètodo, è necessàrio garantir a coerência das somas, isto è, se um pico em um dado espectro adquirido, estiver ocorrendo em um determinado valor Hx do campo magnètico, apòs diversos espectros da mesma amostra, no mesmo valor Hx deveremos ter tambèm, um pico. Desse modo, realizado o càlculo da mèdia, no ponto Hx teremos o valor do sinal correspondente ao comportamento da amostra e o ruído poderà tornar-se insignificante como uma função direta do nûmero de parcelas (espectros) utilizadas no càlculo da mèdia. Teremos assim, efetuado o procedimento conhecido na literatura[6,11 a 14] como <u>tècnica de redução de ruídos aleatòrios por meio do càlculo, ponto-a-ponto, da mèdia de uma determinada tensão</u>.

A coerência, acima citada, indispensàvel para o

êxito da técnica, poderá ser obtida por meio de uma instrumentação baseada em um microprocessador como na arquitetura sugerida no esquema de blocos da figura 16, pois o espectrômetro de RPE faz a varredura do campo magnético, necessária para que se atinja a ressonância, ser ativada por um motor de passo controlado por pulsos[9]. O microprocessador, recebendo também esses pulsos, sincronizará toda a aquisição, permitindo a coerência desejada.

2.4 RECURSOS DISPONIVEIS.

Introduzida a aquisição digital controlada por microprocessador, abre-se um leque de recursos que, caracterizando uma grande vantagem da automatização, serão colocados á disposição do usuário.

Analisaremos, a seguir, de uma forma resumida, as características e os recursos do projeto desenvolvido utilizando, para tanto, a explicação de cinco funções que representam toda a operação do equipamento:

- armazenamento;
- processamento;
- visualização;
- comunicação e
- controle.

2.4.1 AS FUNCÕES DE CONTROLE.

Definimos como CONTROLE, á atuação a que será submetido o espectrômetro de RPE e seus elementos de visualização: o registrador X-Y em papel e o osciloscòpio (TRC)(figura 17).

Essa função permitirà que se monitore, com o microprocessador, os seguintes itens:

- variação do valor do campo magnètico entre os limites prè-estabelecidos pelo usuàrio por meio do painel do espectrômetro;
- tempo para a realização de cada uma dessas variações e
- quantidade de vezes que será executada tal operação.

Alèm disso, tambèm estarão sob o controle do microprocessador, as tarefas de movimentação da caneta do registrador, para cima/baixo e para a esquerda/direita, e dos feixes eletrônicos (eixos horizontal e vertical) do TRC.

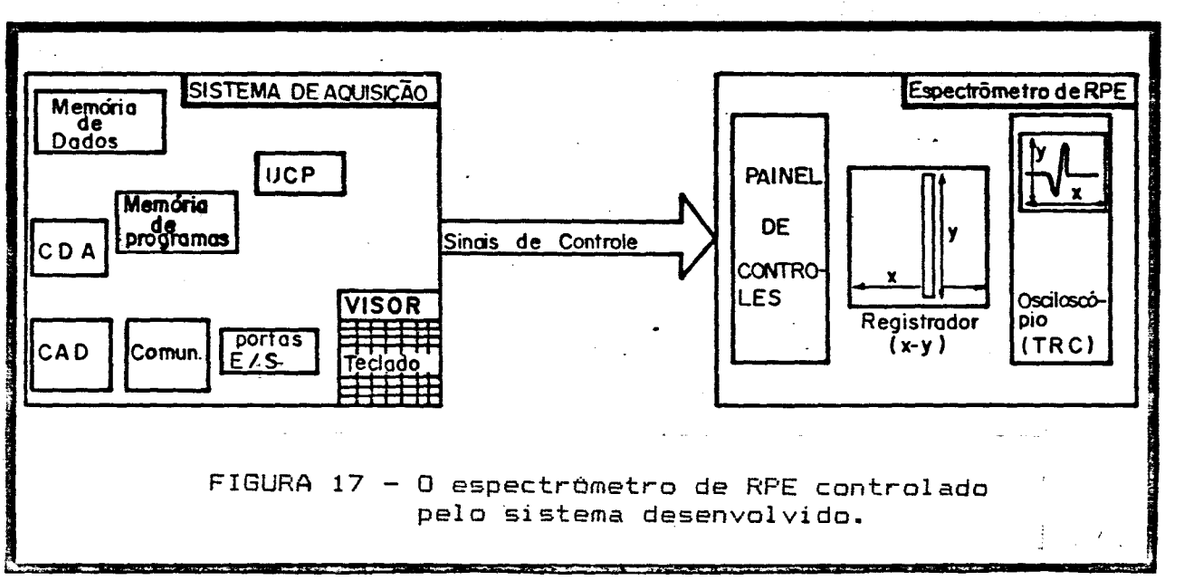


FIGURA 17 - O espectrômetro de RPE controlado pelo sistema desenvolvido.

2.4.2 A FUNÇÃO DE ARMAZENAMENTO.

Depois que o sinal analògico for convertido em digital, serà feita a aquisição e a gravação dos dados em memòria. Essas sào as tarefas do ARMAZENAMENTO e estào esquematizadas na figura 18.

Os dados convertidos e/ou devidamente processados, serão enviados a memòrias dos tipos volàtil ("RAM"), ou secundària (disco flexivel), dependendo da rotina que estiver comandando a operação da unidade central de processamento, ou seja, de acordo com o desejo do usuàrio.

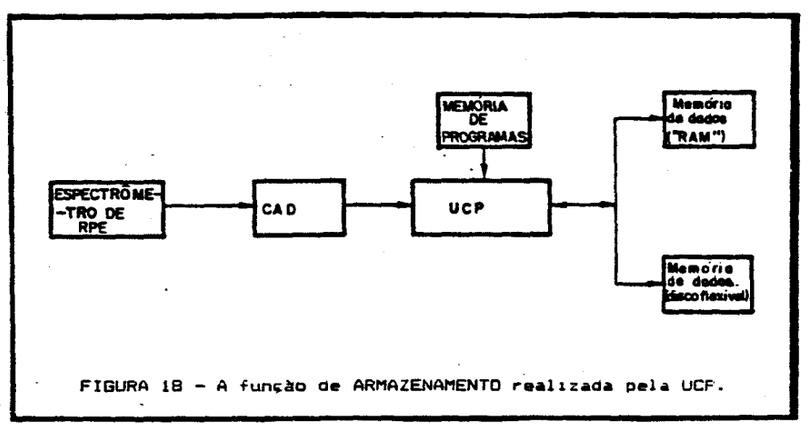


FIGURA 18 - A função de ARMAZENAMENTO realizada pela UCP.

2.4.3 A FUNÇÃO DE PROCESSAMENTO.

O PROCESSAMENTO caracteriza toda a manipulação a ser realizada com os dados. Ele inclui, desde a aquisição do sinal com redução do ruído pela tècnica do valor mèdio, atè càlculos de integrais ou de logaritmos.

No capitulo IV deste trabalho està descrita a programação do equipamento. As vàrias opções que compòem o

processamento e que são colocadas á disposição do usuàrio estão, lá, detalhadas.

2.4.4 FUNÇAO DE VISUALIZAÇAO.

Caracterizamos como VISUALIZAÇAO, á função que permite, ao pesquisador, obter em um registrador X-Y, num osciloscòpio ou no monitor de vídeo de um microcomputador pessoal, o resultado de qualquer processamento. Esta função está ilustrada na figura 19.

Assim, a VISUALIZAÇAO fornecerà, usando um interfaceamento adequado, tudo o que estiver sendo processado.

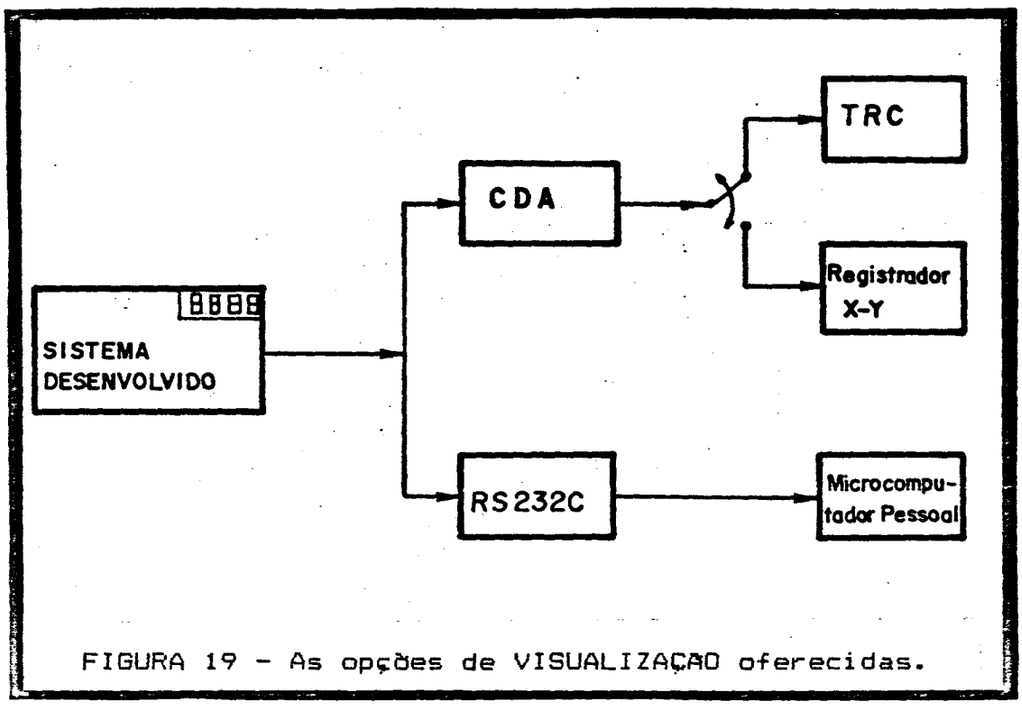


FIGURA 19 - As opções de VISUALIZAÇAO oferecidas.

Também estão englobados nessa função, o visor com indicadores de sete segmentos ligado á UPC e a impressora conectada ao microcomputador pessoal.

2.4.5 A FUNÇÃO DE COMUNICAÇÃO.

Para possibilitar a interação com o espectrômetro de RPE e com outro computador, há a necessidade de uma ligação entre a unidade central de processamento e a interface de saída do espectrômetro, assim como, de uma outra linha, entre o microprocessador e o microcomputador pessoal. Um esquema simplificado dessa configuração pode ser visto na figura 2Ø.

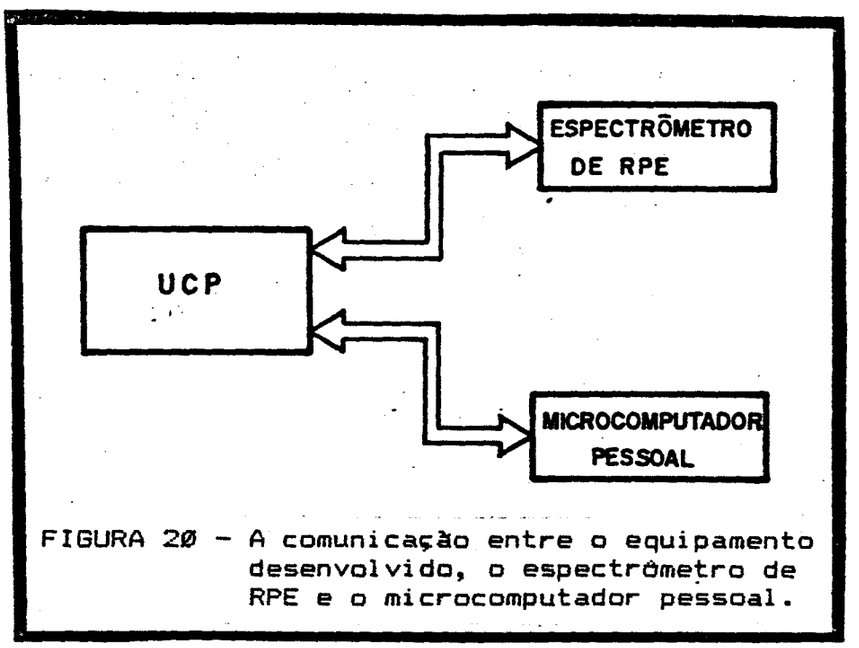


FIGURA 2Ø – A comunicação entre o equipamento desenvolvido, o espectrômetro de RPE e o microcomputador pessoal.

A COMUNICAÇÃO, è a função do sistema que torna possível todas as outras quatro funções. Estabelece a versatilidade do projeto, uma vez que interliga a UCP a memórias, processadores mais potentes, sistemas de visualização e, evidentemente, com o próprio equipamento que è a fonte do sinais a serem controlados e adquiridos.

2.5 CONCLUSÃO.

Podemos concluir, que uma extensa gama de recursos será colocada á disposição do usuário. São eles: o controle das funções do espectrômetro de RPE, o armazenamento dos dados, a visualização em TRC ou em papel, dos resultados das manipulações de dados processadas pelo sistema e, a interligação com um microcomputador pessoal ampliando, ainda mais, as vantagens do equipamento.

Com todas estas características, e aliando-se a simplicidade dos circuitos necessários ao desenvolvimento do projeto sugerido, concluimos: a realização prática de um equipamento como o estabelecido neste capítulo è extremamente desejável.

CAPITULO III

O PROJETO: CIRCUITOS

3.1 INTRODUÇÃO.

Para permitir a sua utilização em computadores digitais, um sinal analógico é convertido em digital. Nessa forma, ele poderá ser armazenado, transmitido, e processado em sistemas computadorizados. Cada uma dessas facilidades tem características intrínsecas que podem torná-la simples ou muito complexa. Como exemplo, no processamento de um dado pode ser desejada a realização de uma divisão por dois, conseguida com um deslocamento para a direita dos dígitos binários que o constituem ou, então, o cálculo do valor do seu logaritmo, onde uma manipulação matemática mais elaborada será necessária.

Com base nisso, podemos afirmar que o sistema de aquisição proposto no capítulo anterior pode ser aplicado em diversas áreas de pesquisa. Adequando-se a velocidade da conversão análoga/digital, os programas residentes e a capacidade de armazenamento, uma grande variedade de sinais representativos do comportamento da natureza, portanto analógicos, poderá ser adquirida e analisada.

Especificamente, o nosso trabalho está dedicado a operar com os sinais fornecidos por um espectrômetro de

ressonância paramagnètica eletrônica (RPE) modelo E-1Ø9 de fabricação VARIAN Instruments Division[9].

O capítulo que ora introduzimos, conterà todo o detalhamento do projeto desenvolvido, com respeito aos circuitos utilizados para o desempenho das funções definidas anteriormente como: controle, armazenamento, processamento, visualização e comunicação.

3.2 SISTEMAS DE AQUISIÇÃO DEDICADOS A ESPECTROMETROS DE RPE.

Sistemas, mais antigos, de aquisição de dados de espectrômetros de RPE (inicio da dècada de 197Ø), de acordo com Lindsay e Peake[11] e com Herring, Mayo e Philips[15], caracterizavam-se por um procedimento "off-line", isto è, a aquisição do sinal de absorção de energia e do valor do campo magnètico, não eram simultâneas e os valores eram gravados em fitas magnèticas ou perfurados em fita de papel para posteriormente serem analisados por um computador.

Com a evolução da tecnologia de fabricação de componentes eletrônicos mais elaborados (circuitos integrados e microprocessadores), e com a redução no custo dos microcomputadores devido á sua grande difusão, houve um constante aprimoramento destes sistemas de aquisição de dados.

Foram introduzidos equipamentos "on-line", com a conexão direta do espectrômetro a um computador de grande

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

porte, em seguida, a um minicomputador e, finalmente, aos microcomputadores[11].

Com respeito ao tratamento dos dados, também houve uma correspondente evolução.

Inicialmente, os valores da intensidade de absorção e do campo magnètico eram adquiridos separadamente e levados a um computador para serem analisados. Passaram a ser coletados simultaneamente e gravados em fita para futura anàlise[11,15].

A evolução prosseguiu, apresentando sistemas que controlavam o funcionamento do espectrômetro, alèm de fazerem as aquisições simultâneas dos valores de interesse.

Em seguida, surgem os sistemas baseados em microcomputadores pessoais[9,12,13,14,16,17], que realizam: o controle do espectrômetro, a aquisição e o tratamento dos dados, localmente, ou seja, no pròprio sistema digital.

3.2.1 O PROJETO DESENVOLVIDO.

Dentro desta evolução, procuramos apresentar uma contribuição que associasse versatilidade e abundância de recursos, a um baixo custo.

Desenvolvemos, desse modo, um sistema baseado em um microprocessador como o fizeram Lindsay e Peake[11] e Herring, Mayo e Phillips[15], porèm com todo o processamento e controle do espectrômetro realizados localmente. Para tanto, utilizamos componentes adequados dispostos em torno do processador, eliminando a necessidade do microcomputador comercial como em

[9,12,13,14,16,17] e, conseqüentemente, a um custo menor.

Além disso, habilitamos o nosso sistema a manter uma comunicação serial com qualquer microcomputador comercial (usando o padrão RS232C), para possibilitar o armazenamento secundário dos dados e, também, manipulações mais elaboradas (como no tratamento dos dados para a Cinética, descrito no capítulo IV). Ainda incluímos a facilidade, que permite ao usuário, acompanhar, em tempo real, através de um osciloscópio, toda a aquisição dos dados.

Tanto o tratamento dos dados relacionados com a Cinética como a visualização em tempo real, apresentam-se como recursos inéditos.

Enfim, projetamos um **S**istema de **A**quisição, **A**nálise e **C**ontrole para um espectrômetro de ressonância paramagnética eletrônica, cuja sigla, SAAC, adotaremos neste texto.

3.3 A IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO.

Neste item realizaremos a descrição, propriamente dita, de todos os circuitos eletrônicos relacionados com o projeto, tendo o cuidado de elaborar uma farta documentação para que a sua utilização, tanto na operação quanto na manutenção, seja facilitada.

3.3.1 O DIAGRAMA GERAL DE BLOCOS.

Na figura 21 pode-se ver um diagrama geral de blocos do sistema projetado. Os três blocos maiores representam, respectivamente:

- "EPR" --> o espectrômetro de ressonância paramagnètica eletrônica[9];
- "SDK - dedicado" --> o SDK-85 [18] com expansões implementadas para adequà-lo ao projeto
- "MICROCOMPUTADOR" --> o microcomputador comercial EXATO pro[19].

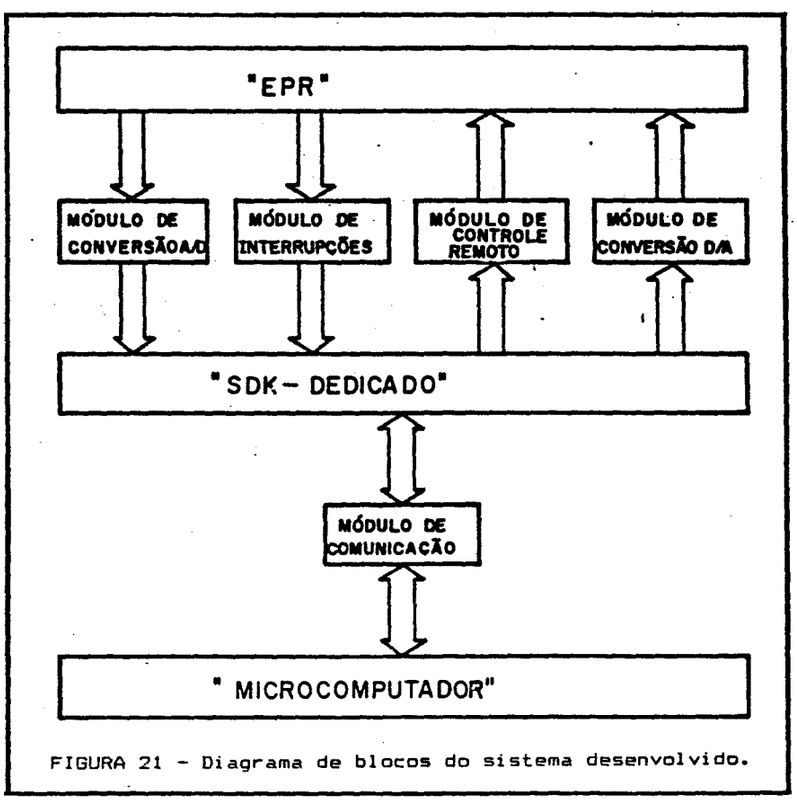


FIGURA 21 - Diagrama de blocos do sistema desenvolvido.

Os demais blocos (pequenos), representam:

- O Mòdulo de Conversàо Anàloga/Digital.

Onde è feita a conversàо da tensàо analògica representativa do sinal de RPE, em doze dígitos binàrios que serào adquiridos pelo 8085A quando ocorrer uma interrupçào gerada ao final da conversàо.

- O Mòdulo de Interrupçòes.

Onde os sinais indicadores de que o carro do registrador X-Y do espectrómetro atingiu um dos seus limites laterais, isto è, onde os sinais que definem o inicio e o tèrmino de uma varredura do campo magnètico, serào modelados para causarem uma interrupçào no processador 8085A para que subrotinas adequadas entrem em execuçào.

- O Mòdulo de Controle Remoto.

Aqui serào definidas as tensòes que permitirào uma atuaçào automàtica sobre o espectrómetro, no que se refere às seguintes funçòes:

- definir se o eixo X do registrador (excursào do campo magnètico) serà controlado localmente pelo teclado do espectrómetro, ou remotamente pelo SAAC;

- levantar ou abaixar a caneta do registrador;

- movimentar o carro do registrador para a esquerda ou para a direita;

- definir o tempo de duração de cada varredura, fornecendo um trem de pulsos que acionará o motor do eixo X do registrador; e

- liberar o carro registrador para a movimentação manual.

- O Módulo de Conversão Digital/Análoga.

Neste módulo, os resultados dos tratamentos efetuados sobre os dados serão convertidos, em sinais analógicos, para que possam ser enviados á tela do osciloscópio ou ao registrador, ambos existentes no próprio espectrômetro.

- O Módulo de Comunicação.

Trata-se de uma interface serial dentro do padrão RS-232C (comum á maioria dos computadores) que permitirá a comunicação do equipamento desenvolvido com um microcomputador.

Passamos, a seguir, a uma descrição mais completa de cada um dos blocos do diagrama geral da figura 21.

3.3.2 O ESPECTROMETRO DE RESSONANCIA PARAMAGNETICA ELETRONICA.

Por meio dos conectores J007[20] e J201[21], do espectrômetro que, respectivamente, possuem pinos de entrada e saída de informações e de acesso aos eixos horizontal e vertical do osciloscòpio, obtemos todas as linhas necessàrias á interligação espectrômetro - SAAC.

Uma descrição dos pinos destes conectores(somente os utilizados) com as suas respectivas funções e estados lògicos, està dada nas Tabelas I(para o J007) e II(para o J201).

TABELA I

DESCRIÇAO DOS PINOS DO CONECTOR JØØ7
DO ESPECTROMETRO DE RPE[2Ø,21].

PINO	FUNÇAO DO SINAL [(e/s)=entrada/saida]	ESTADO LOGICO
T	Indicar que o carro do registrador atingiu o batente da direita (s)	normal = "1" no batente = "Ø"
S	Indicar que o carro do registrador atingiu o seu batente esquerdo (s)	normal = "1" no batente = "Ø"
CC	Indicar que hà um dado a ser adquirido(pulso de 1Ømicros) (s)	normal = "Ø" dado = "1"
DD	Indicar que o carro do registrador atingiu o batente da esquerda (s)	normal = "1" no batente = "Ø"
B	Definir o tempo de varredura - onda quadrada - (e)	
E	Definir a direção de movimentação do carro do registrador (e)	esquerda = "1" direita = "Ø"
F	Definir a posicao da caneta do registrador (e)	p/ cima = "1" p/ baixo = "Ø"
H	Definir a situação do motor do eixo X do registrador (e)	ligado = "1" desligado = "Ø"
K	Definir se existirà o controle remoto ou local (e)	local = "1" remoto = "Ø"
L	Definir tipo do sinal que irà ser exibido no eixo Y do registrador (e)	interno = "1" externo = "Ø"
Z	Tensão externa a ser exibida no eixo Y do registrador	
AA	Tensão de referência (terra) para o sinal do eixo Y do registrador (e)	
BB	Conectar o chassi do espectrômetro ao chassi do equipamento externo (s)	
J	Conectar o chassi do espectrômetro ao sinal de referência(terra)	
W	Tensão relativa á absorção de energia na RPE(alta) (s)	
X	Tensão relativa á absorção de energia na RPE(baixa) (s)	
Y	Sinal de referência (terra) do módulo de alta freqüência do espectrômetro	

TABELA II

DESCRIÇAO DOS PINOS DO CONECTOR J2Ø1 DO OSCILOSCÒPIO DO ESPECTROMETRO DE RPE[21].

PINO	FUNÇAO DO SINAL [(e/s) = entrada/saìda]	ESTADO LÒGICO
A	Definir a situação do controle do osciloscòpio (s)	interno = "1" externo = "Ø"
B	Definir o tipo de sinal que serà exibido pelo eixo Y (e)	interno = "1" externo = "Ø"
C	Definir o tipo de sinal que serà exibido pelo eixo X (e)	interno = "1" externo = "Ø"
D	Tensão externa para ser exibida pelo eixo Y (e)	
H	Tensão de referência (terra) para o eixo Y (e)	
F	Tensão externa para ser exibida pelo eixo X (e)	
L	Tensão de referência (terra) para o eixo X (e)	

3.3.3 O SDK-85 DEDICADO.

Antes de trabalharmos com os circuitos projetados, dedicar-nos-emos a uma breve descrição do SDK-85 bàsico, que constitui-se de um microprocessador 8Ø85A instalado em um "System Design Kit - SDK-85"[22], muito apropriado ao desenvolvimento de projetos.

Na figura 22 (original da Intel Co.) pode ser visto um diagrama de blocos do SDK-85 onde os blocos tracejados representam locais reservados na placa de circuito impresso, que possibilitam a expansão dos dutos do sistema, das portas de E/S, das memòrias de programas e das memòrias de dados.

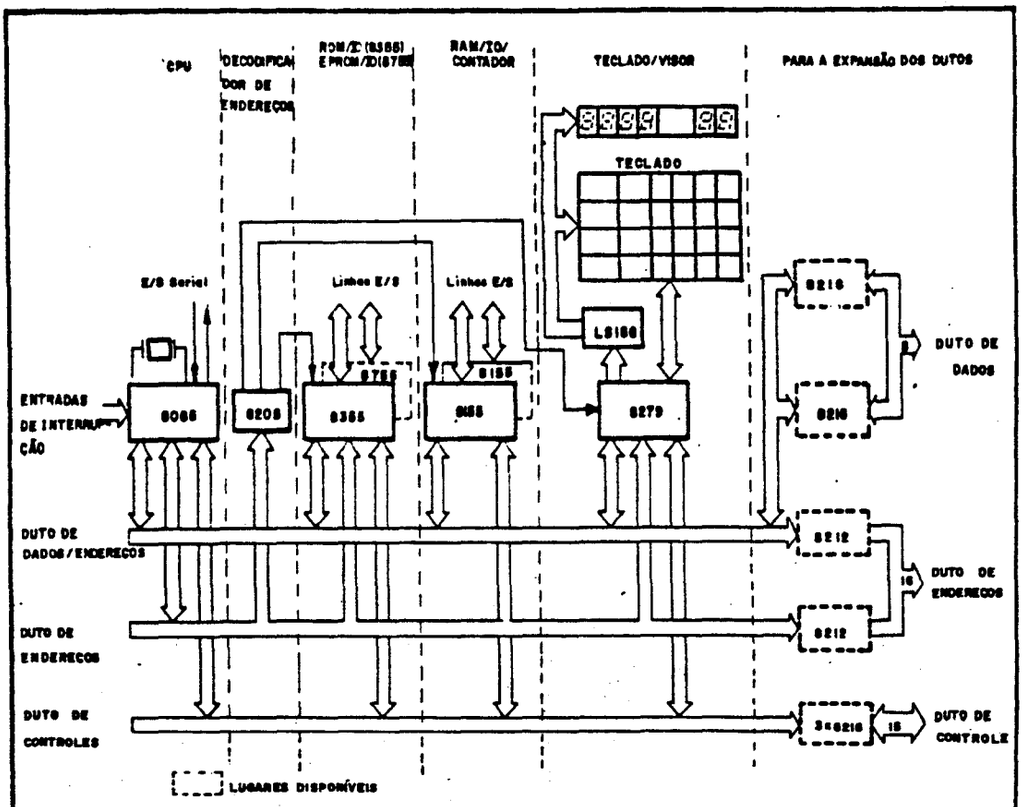


FIGURA 22 - Diagrama de blocos do SDK-85.
(original da INTEL Co.[22])

O microprocessador 8085A[18] trabalha com palavras de dados de oito dígitos binários e com dezesseis de endereçamento, operando a uma freqüência de relógio de 3,072MHz. O circuito 8205[18] gera os sinais que selecionam os circuitos integrados (CI) que devem trabalhar, de acordo com a instrução e o endereço correspondentes.

Assim que o sistema recebe a tensão de 5,0V de uma fonte externa, um programa MONITOR[22] original da Intel Co., residente no CI 8355[18] inicia uma rotina ("cold start") preparando todo o "kit" para trabalhar e, em seguida, exibe no visor a mensagem " -80 85".

O usuário pode operar o sistema por meio do teclado em conjunto com o visor que são controlados pelos integrados 8279[18] e 74LS156[23] que realizam a conexão adequada de ambos à Unidade Central de Processamento (UCP).

Para prover meios de interligação com circuitos

externos, existe um CI 8155[18] com vinte e duas linhas de entrada e/ou saída programáveis, um temporizador/contador de catorze dígitos binários usado pelo MONITOR para acompanhamento passo-a-passo de programas e 256 palavras de memória ("RAM") cujos endereços vão de 2000H a 20FFH (a letra H após um numeral representa que o mesmo encontra-se na base hexadecimal), sendo que algumas dessas palavras (20C2H a 20FFH) estão reservadas para o próprio MONITOR.

Todos estes circuitos integrados estão instalados em uma placa de circuito impresso que contêm lugares adequados para que seja feita a expansão dos dutos de dados, endereços e de sinais de controle, por meio dos conectores J1 e J2. São oferecidas, assim, as oito linhas de dados, as dezesseis de endereços e as quinze de controle para que possam ser usadas pelos circuitos a serem desenvolvidos e instalados na área do SDK-85 a eles destinada. Os endereços estarão situados dentro da faixa que vai de 8000H a FFFFH.

A expansão dos dutos foi realizada afim de dotar as respectivas linhas, de capacidade de fornecimento de corrente, suficiente para as futuras utilizações, bem como separar do duto de dados, os oito dígitos menos significativos dos endereços.

Um segundo CI 8155 (integrado A17 na figura 23a), foi instalado devido á necessidade de mais portas de e/s e temporizador. Conseqüentemente, temos á nossa disposição, mais 256 palavras de memória, ocupando os endereços definidos entre 2800H e 28FFH incluindo-se os extremos.

Os esquemas elétricos (originais da Intel Co.) do SDK-85 e da expansão dos dutos, estão nas figuras 23a,b,c que vêm a seguir.

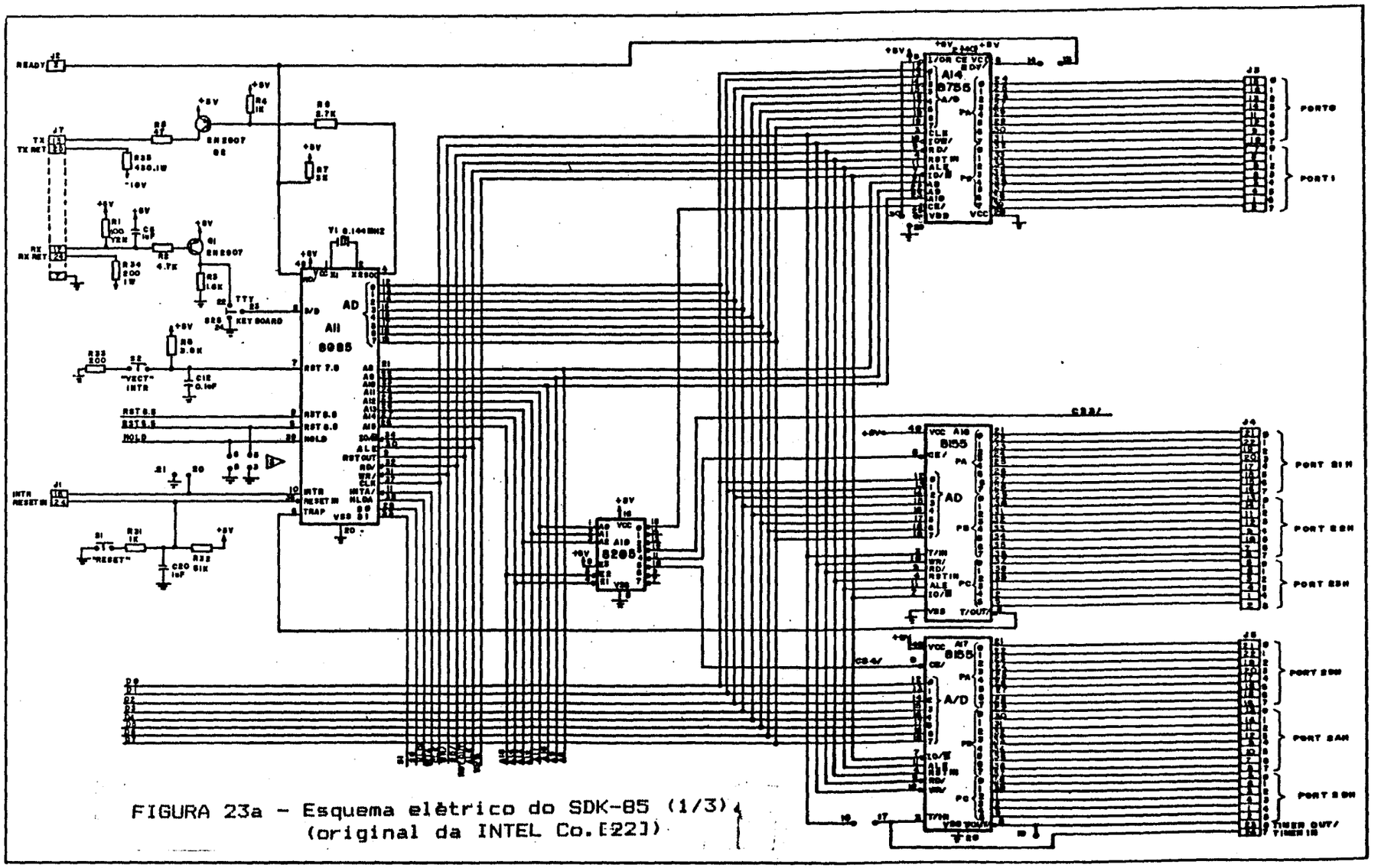


FIGURA 23a - Esquema elètrico do SDK-85 (1/3)
(original da INTEL Co.[22])

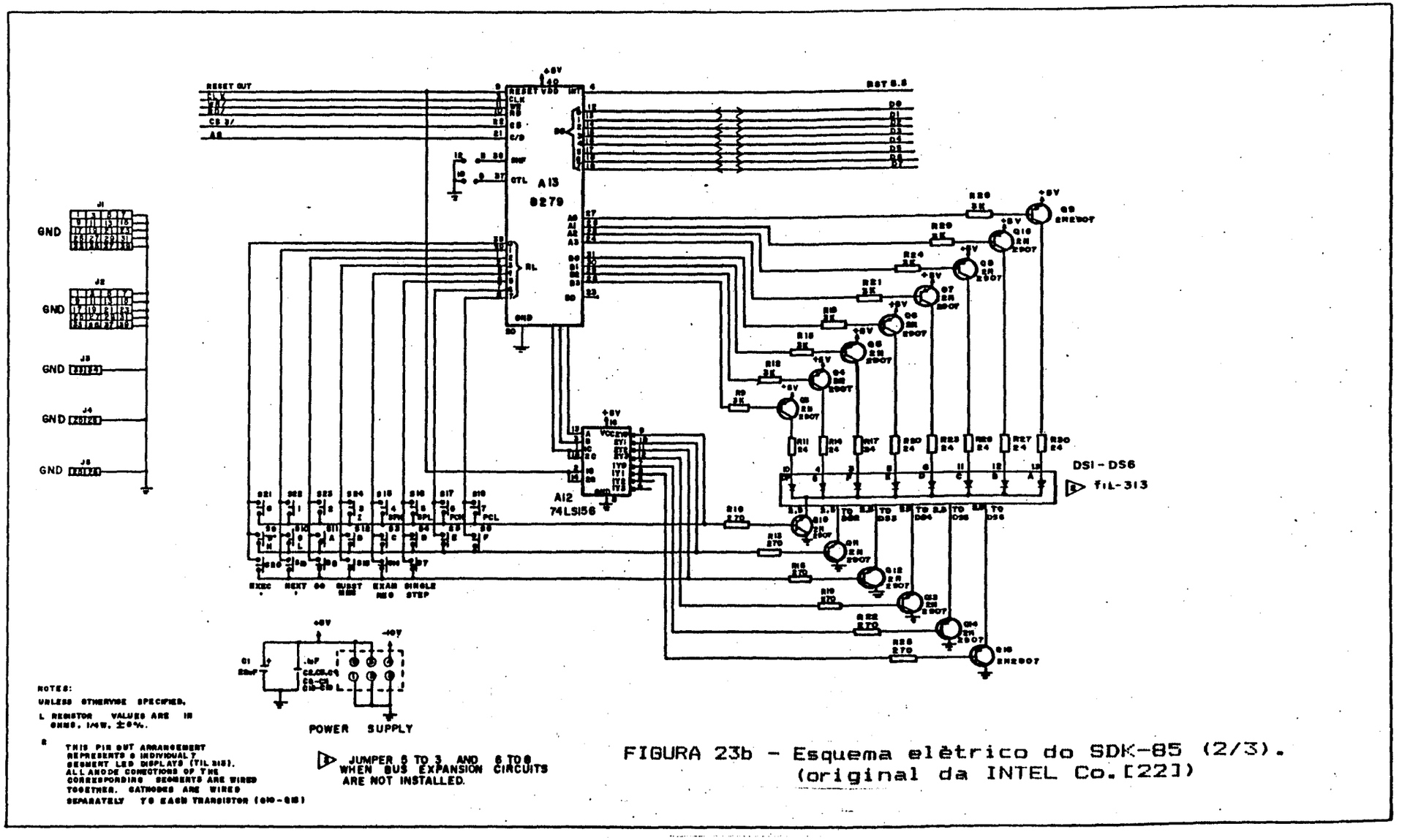


FIGURA 23b - Esquema elètrico do SDK-85 (2/3).
(original da INTEL Co.[22])

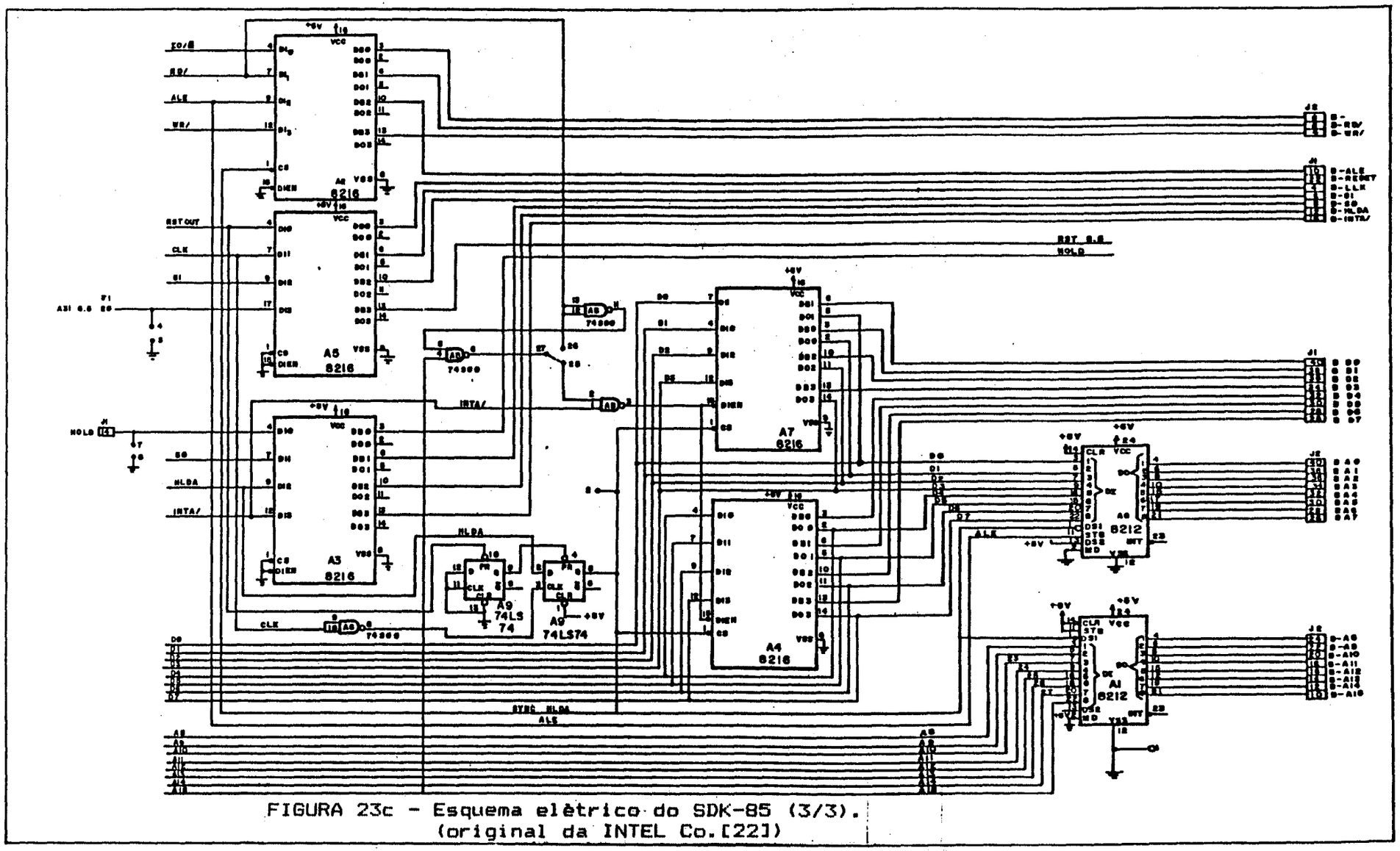


FIGURA 23c - Esquema elètrico do SDK-85 (3/3).
(original da INTEL Co.[22])

Tendo como base o sistema acima descrito, passaremos, agora, ao detalhamento das implementações que se fizeram necessàrias para a adequação do "kit" ao projeto do sistema de aquisição.

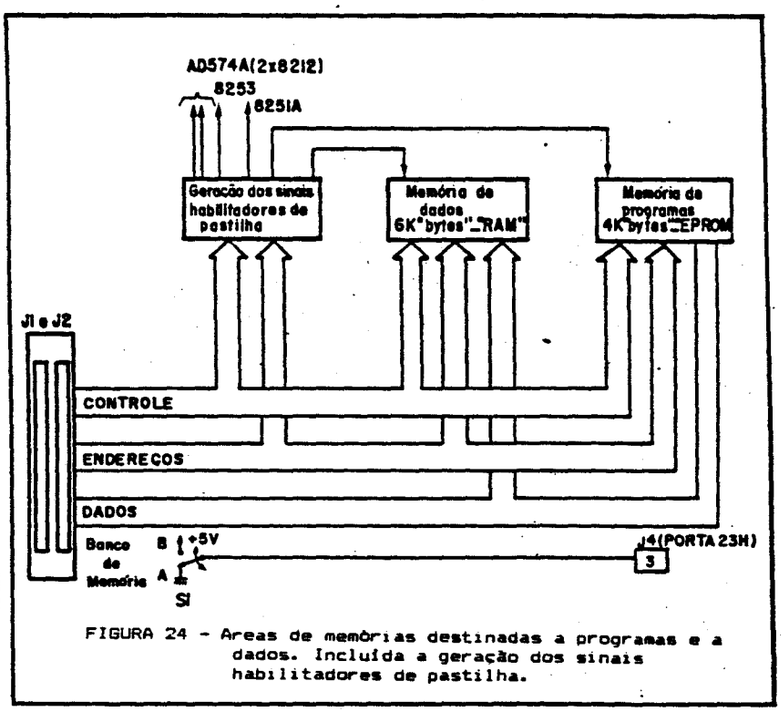


FIGURA 24 - Areas de memòrias destinadas a programas e a dados. Incluída a geração dos sinais habilitadores de pastilha.

Para tanto, utilizaremos a figura 24 onde podem ser vistas, em termos de blocos, as montagens que foram realizadas no local dedicado a desenvolvimentos, existente na placa de circuito impresso do SDK-85.

Basicamente, estas montagens definem duas àreas de memòria. Uma àrea de 4K(1K = 1Ø24) posições endereçadas de AØØØH atè AFFFH contidas em um circuito integrado 2732 (4Kx8 "UV Erasable PROM")[18]. Nesta primeira àrea, estarão todas as rotinas que definirão o funcionamento do equipamento.

A segunda área de memória, contèm 6144 posições divididas em dois bancos de 1Ø24 palavras de 24 dígitos estando, o primeiro banco (identificado pela letra A ou pelo numeral 1), definido entre os endereços que vão desde 8ØØØH até 8BFFH. O segundo banco (2 ou B) fica nos endereços entre 8CØØH e 97FFH, incluindo-se os extremos. Essas memórias são do tipo "RAM", ou seja, de acesso aleatório, e estão implementadas com 12 circuitos 2114 ("1Ø24x4bit Static RAM")[18].

O usuàrio irà optar por trabalhar com o banco A ou com o banco B, usando uma chave (S1) instalada na placa do SDK-85, cuja posição definirà o valor ("Ø" para o banco A, ou "1" para o B) de um "bit" (PC2 - pino 3 do conector J4 do SDK) da porta 23H de entrada.

Também foi incluído, nessa montagem, a geração dos sinais habilitadores de pastilha ("chip select") utilizando dois circuitos 74LS138 ("3-to-8 line decoders /multiplexers)[23]. Por meio de ligações adequadas às linhas de endereço A1Ø a A15 e dos sinais de controle RD/, WR/, IO/M/, foram criados os endereços listados na Tabela III juntamente com os componentes correspondentes.

Queremos aproveitar este ponto, para esclarecer que usamos circuitos integrados da linha "Low-power Schottky TTL (LS)" devido às suas características de potência e velocidade estarem adequadas aos nossos interesses, ou seja, baixa potência compatível aos integrados CMOS periféricos usados da linha Intel, e velocidade levemente superior á dos TTL normais (45MHz) suficiente para a nossa aplicação[24,25].

O diagrama elétrico correspondente ao esquema funcional da figura 24 está na figura 25.

FÍSICA

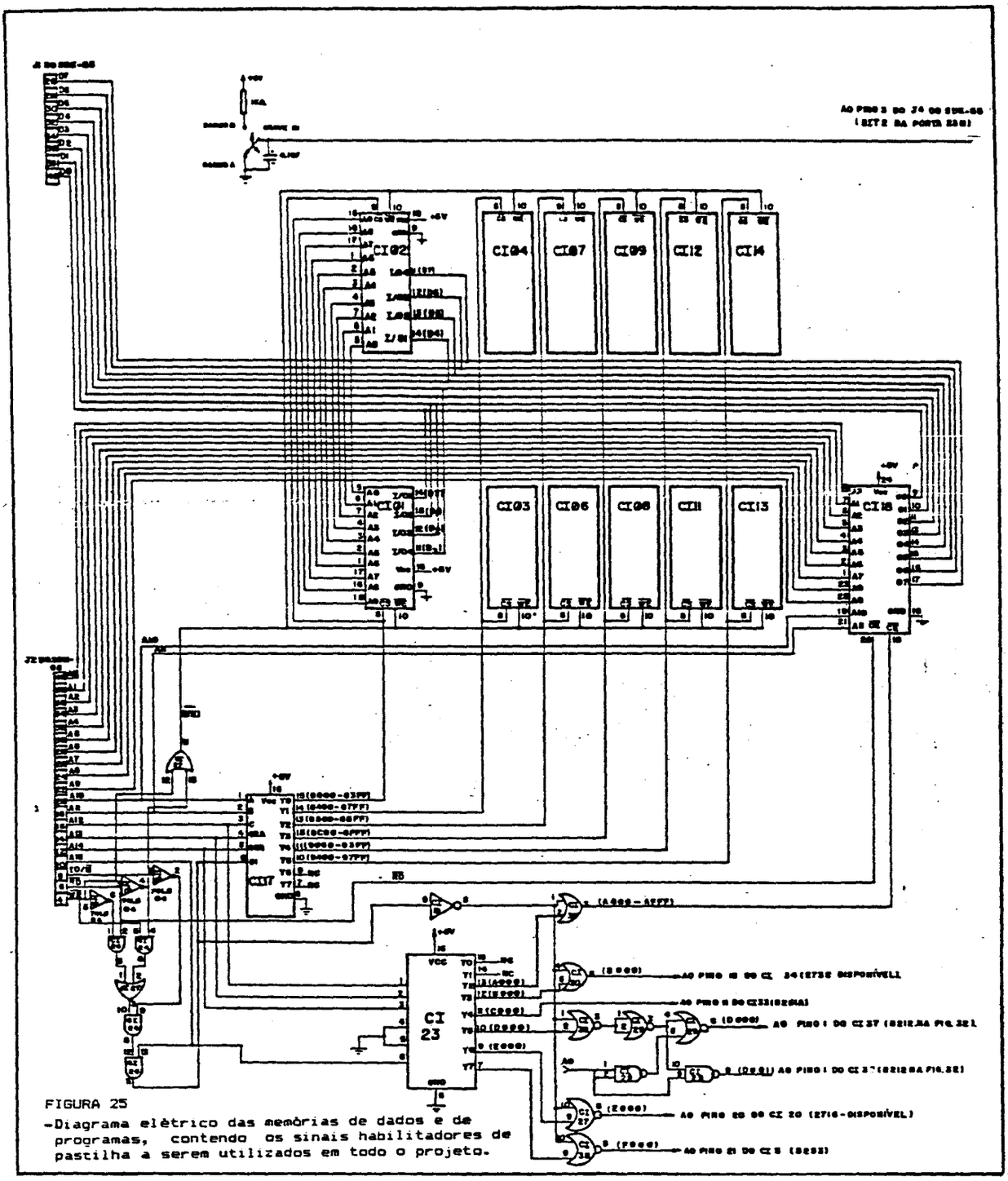


FIGURA 25
-Diagrama elètrico das memòrias de dados e de programas, contendo os sinais habilitadores de pastilha a serem utilizados em todo o projeto.

TABELA III

CIRCUITOS INTEGRADOS E ENDEREÇOS ALOCADOS

No. do CIRCUITO INTEGRADO (TIPO)	ENDEREÇOS EM HEXADECIMAL
CIØ1 e CIØ2 (2114)	8ØØØ a 83FF
CIØ3 e CIØ4 (2114)	84ØØ a 87FF
CIØ6 e CIØ7 (2114)	88ØØ a 8BFF
CIØ8 e CIØ9 (2114)	8CØØ a 8FFF
CI11 e CI12 (2114)	9ØØØ a 93FF
CI13 e CI14 (2114)	94ØØ a 97FF
CI18 (2732)	AØØØ a AFFF
CIØ5 (8253)	FØØØ a FFFF
CI33 (8251A)	CØØØ a CFFF
CI35 (8212)	DØØ1
CI37 (8212)	DØØØ

3.3.4 O MICROCOMPUTADOR.

Considerando que o Grupo de Biofisica do DFCM possui um microcomputador modelo EXATOpro[19], compativel com a linha "APPLE", decidimos por interligá-lo ao nosso equipamento possibilitando, com isso, a criação de recursos adicionais, como a facilidade de armazenamento de dados em discos flexíveis para futuras anàlises e o desenvolvimento, pelo usuàrio, de programas para tratamento das informações obtidas.

Além disso, toda a operação do sistema desenvolvido poderá ser controlada por intermédio do microcomputador seguindo rotinas auto-explicativas o que, sem dúvida, torna muito mais cômoda a utilização do equipamento.

3.3.5 O MODULO DE CONVERSÃO ANÁLOGO-DIGITAL.

Este módulo, um dos mais importantes do projeto, é responsável pela conversão do sinal analógico de RPE fornecido pelo espectrômetro, em dígitos binários que serão adquiridos e manipulados pelo microprocessador.

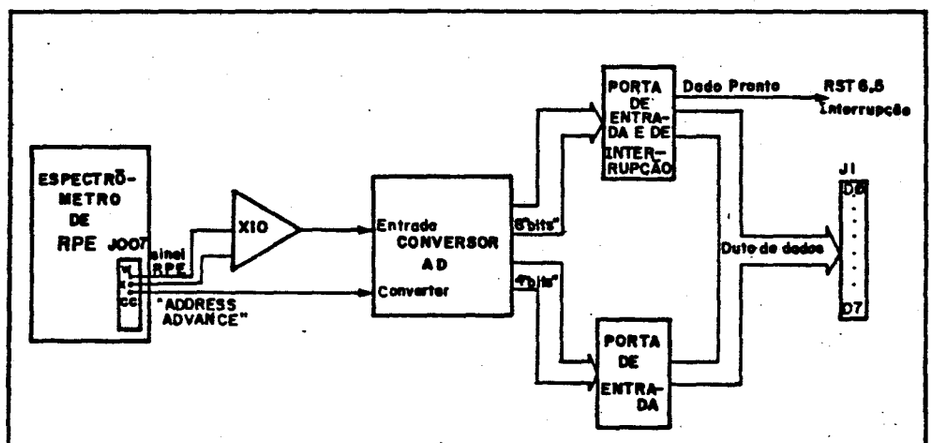


FIGURA 26 - Diagrama funcional do Módulo de Conversão A/D.

A figura 26 permite-nos ter uma idéia de como está implementado este módulo, em termos do seu diagrama funcional.

Porém, antes de explicar o funcionamento deste circuito, analisaremos o seu principal componente: o conversor análogo/digital. Também desenvolvermos considerações a respeito da técnica de amostragem inerente a qualquer sistema digital de aquisição de dados.

3.3.5.1 O CONVERSOR ANALOGO/DIGITAL.

A especificação de um conversor A/D para uma dada aplicação è uma tarefa que depende da definição, ou do conhecimento antecipado, de fatores como: velocidade, precisão, resolução, estabilidade com a temperatura, còdigo digital fornecido, campo de variação permitido para a tensão analògica a ser convertida, impedância de entrada, tamanho do componente, tipo de encapsulamento e preço, entre outros.

Os parámetros velocidade e resolução, quando analisados qualitativamente, definem a tècnica aplicada no conversor para a realização da conversão[26,27]. Essa anàlise será feita a seguir:

- A resolução e a velocidade entre valores moderados e altos (8 a 12 "bits" de resolução e de 300μs a 3μs para o tempo de conversão - tc) são atingidas por conversores A/D que utilizam a tècnica de aproximações sucessivas;

- A resolução elevada com baixa velocidade (14, 16 "bits" e tc da ordem de dezenas de ms) caracterizam a tècnica de conversão por integração.

Considerando que o sinal de RPE, fornecido entre os pinos W e X do conector J007 do espectrómetro, passa por um filtro ativo passa-baixas de segunda ordem com freqüência de corte (fc), ajustàvel por meio de uma chave existente no painel do espectrómetro. E levando-se em conta que o valor da constante de tempo do filtro pode variar entre 0,004s e 64s, em valores que dobram a cada mudança da chave no sentido horàrio[21], podemos afirmar que para o menor valor da

constante de tempo (RC) teremos uma freqüência de corte, dada pela equação 18, de aproximadamente 40Hz.

$$fc = 1/(2\pi RC) \cong 39,79Hz \qquad (18)$$

Desse modo, de acordo com GORDON e SEAVER[28], se usarmos conversores lentos, com tempo de conversão da ordem de dezenas de milisegundo, na freqüência de corte acima calculada, serão introduzidos erros muito superiores a 10% no valor digital obtido. Isso sem considerar, que para o filtro de segunda ordem, podem existir componentes com freqüência até dez vezes o valor de fc (equação 19)[29].

$$fmáx = 10.fc \qquad (19)$$

Conseqüentemente, deveremos fazer uso de conversores onde o sinal digital seja obtido pela técnica de aproximações sucessivas.

- A TECNICA DAS APROXIMAÇÕES SUCESSIVAS.

Vamos, aqui, abrir um parêntese para fornecer uma idéia resumida a respeito do funcionamento de um conversor A/D que utilize a técnica de aproximações sucessivas.

Este tipo de conversor trabalha com um comparador e uma série de "pesos" que assumem valores iguais a 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, etc, do valor de uma tensão de referência, ou do

valor do fundo de escala da tensão de entrada. O número de "pesos" utilizado para aproximar-se do valor da tensão a ser convertida, define a resolução do conversor.

Assim, como está desenhado na figura 27, onde se exemplifica um conversor de 8 dígitos binários, o sinal analógico de entrada será comparado com os valores definidos pelos pesos.

Se a tensão a ser convertida é maior do que o valor do peso ou da soma dos pesos nas sucessivas aproximações, o referido peso aparecerá como "1". Caso contrário, um "Ø" será atribuído ao respectivo peso e o seu valor não será computado pois, se isso ocorrer, o valor da tensão de entrada será ultrapassado. A aproximação continua com o próximo peso.

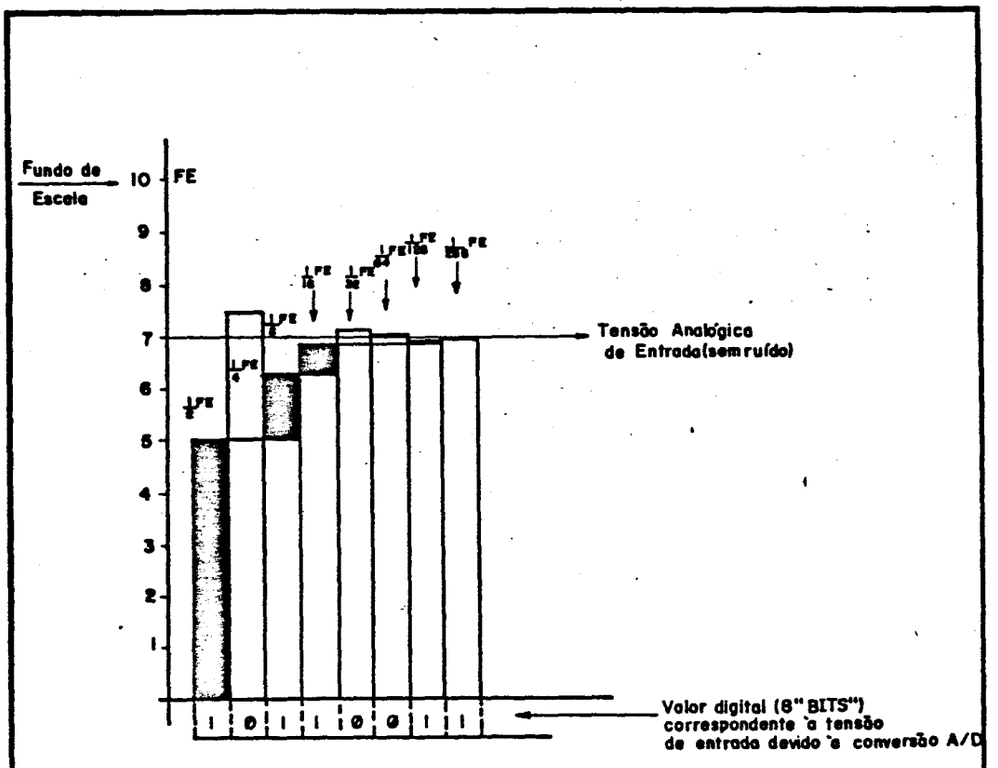


FIGURA 27 - A técnica de aproximações sucessivas na conversão anàloga/digital.

Depois de serem realizadas, sucessivamente, as oito aproximações, o valor digital formado pelos "1" e "Ø" atribuídos aos pesos, será correspondente à tensão analógica de entrada, dentro da precisão que a resolução permite.

No nosso exemplo, um conversor de oito dígitos binários, uniplolar (tensão de entrada entre Ø,ØV e +1Ø,ØV), com código binário deslocado[3Ø], á tensão de entrada de 7,ØV, corresponderá o valor digital dado pela seqüência 1Ø11ØØ11 .

Em seguida, continuamos com a especificação do conversor A/D.

Devemos, agora, trabalhar no sentido de definir a resolução apropriada para o conversor que utilizaremos no projeto.

Se admitirmos, como aceitável, um erro no "bit" menos significativo (bms) da conversão realizada, a tensão de 7,ØV do nosso exemplo á figura 27, poderia resultar no padrão digital dado por 1Ø11ØØ1<u>1</u> ou na seqüência dada por 1Ø11ØØ1<u>Ø</u>.

O erro porcentual acarretado pela indefinição no bms será função da resolução do conversor. Na Tabela IV, listamos o valor desse erro, para algumas resoluções, sem levar em consideração a existência de outras fontes de erro, tais como, os ruídos de entrada e a variação da temperatura.

TABELA IV

PORCENTAGEM DE ERRO EM FUNÇAO DA RESOLUÇAO
PARA A INCERTEZA NO bms.

resolução	nûmero de còdigos	erro (%)
8	256	Ø,39
9	512	Ø,2Ø
1Ø	1Ø24	Ø,1Ø
11	2Ø48	Ø,Ø5
12	4Ø96	Ø,Ø2

Observações: 1- Resolução de X "bits", representa que o conversor define uma parte em 2^X.

2- Resoluções comercialmente encontradas: 8, 1Ø e 12 "bits".

Em situações pràticas, a porcentagem final de erro de um sistema è muito maior do que aquelas listadas na Tabela IV. Em um projeto, pode haver cerca de trinta, ou mais, fontes de erro[31]. Se, no pior caso, supusermos todos os erros como acumulativos, o erro final, na prática, serà de aproximadamente 1/3 do total[31]. Assim, podemos considerar uma boa tècnica de projeto, forçar erros individuais, pelo menos, dez vezes menores que o erro desejado ou aceitàvel. Dessa maneira, um conversor A/D de oito dîgitos nào seria recomendado para o caso de um equipamento de razoàvel complexidade e precisão.

Todas as consideraçòes feitas nos paràgrafos anteriores, aliadas ao fato do projeto estar sendo desenvolvido em torno de um microprocessador, conduzem á definição de um conversor A/D, adequado ao nosso sistema, com as seguintes caracterîsticas tècnicas (alèm do baixo custo):

- Resolução de 1Ø ou 12 dîgitos binàrios;

- Tècnica de conversão por aproximações sucessivas;
- Compatibilidade com microprocessadores; e
- Encapsulamento no padrão DIP ("Dual-In-line Package").

Os catálogos de conversores A/D apresentam alguns modelos que adequam-se ás caracterìsticas especificadas, porèm as condições de oferta do mercado nacional de componentes, forçaram a utilização de um AD574A de 12 dìgitos binàrios, de fabricação ANALOG DEVICES Inc.[26] com tempo de conversão de 25 μs.

Conhecido o tempo de conversão, precisamos definir se haverà a necessidade de um circuito de "sample-and-hold(S/H)" para garantir que o sinal de entrada não irà variar durante o tempo em que estiver sendo amostrado.

Sabendo-se o valor de tc e da componente de maior freqüência, fmàx (equação 19) existente no sinal a ser amostrado, pode ser determinado[28] o erro devido á incerteza no momento em que ocorre a amostragem.

Usando os valores do nosso caso (tc = 25 μs e fmàx = 4ØØHz), o erro encontrado è de Ø,Ø16% que è menor do que o erro devido á indefinição no bms (tabela IV), caracterìstico do pròprio conversor. Portanto, seguramente podemos descartar a hipòtese de utilizar um circuito que mantenha o sinal constante, durante a amostragem ("S/H").

O conversor AD574A possui uma opção de entrada analògica bipolar com excursão de tensão variando entre +/- 5,ØV. Portanto, o sinal de +/- Ø,5V fornecido pelo espectrômetro, deverà ser amplificado com um ganho de dez vezes (figura 26).

Seguindo recomendação do fabricante do

espectrômetro[20], a tensão de RPE existente entre os pinos W e X será amplificada usando-se um amplificador operacional montado em configuração diferencial.

Impondo, para esse amplificador, uma elevada impedância de entrada (200kΩ), garantimos que a saída do espectrômetro, cuja impedância vale 1kΩ, não será carregada e que os erros resistivos devido aos fios que conduzem o sinal desde o conector J007 do espectrômetro até a entrada do amplificador operacional sejam minimizados. Além disso, também são reduzidos os efeitos das tensões com relação ao terra dos sinais em W e em X, devido á característica de rejeição de tensão de modo comum ("Common Mode Rejection Ratio - CMRR") do amplificador diferencial[30,32].

Queremos registrar o fato de que um circuito conversor como o AD573, ou equivalente, de 10 "bits", seria mais interessante e deixaria o projeto melhor otimizado, pois quando do cálculo da média (opção "AVERAGER" descrita no capítulo IV) do sinal de RPE, uma palavra de memória com dezesseis dígitos binários permitiria que fossem realizadas 128 aquisições do sinal, sem que fosse ultrapassada a capacidade da palavra da memória, ao passo que usando o atual conversor de doze "bits", somente poderíamos garantir 32 aquisições. Tal fato obrigou-nos a trabalhar com palavras de memória de 24 dígitos, aumentando sobremaneira o esforço computacional na implementação das rotinas desenvolvidas.

3.3.5.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AMOSTRAGEM DO SINAL DE RPE.

Com o procedimento desenvolvido no sub-item anterior, temos o conversor A/D escolhido, e temos o sinal analógico pronto para ser convertido.

Observando a figura 26, notamos que ainda resta-nos comentar a respeito do sinal fornecido pelo pino CC do conector J007 do espectrômetro.

Este sinal, chamado "address advance", é um pulso de 10 μs de duração que irá comandar o início da conversão. Como serão fornecidos 1024 desses pulsos durante uma varredura completa, a freqüência desse sinal será função do tempo de varredura e valerá, por exemplo, 34,13Hz aproximadamente, para o menor tempo de varredura (30s).

Destas considerações, aparece a necessidade de se analisar uma característica que é muito importante em qualquer sistema onde exista uma conversão anàlogo/digital: a freqüência (fa) de amostragem do sinal.

O fato de uma tensão v(t) (figura 28a) analógica ser amostrada pode ser entendido como a realização do produto (indicado na equação 20) dessa tensão, por uma função $f_A(t)$ de amostragem, como a desenhada na figura 28b, tendo amplitude unitária durante intervalos de tempo to(tempo de amostragem) e valha zero durante o tempo T_A - to, onde $T_A = 1/fa$ è o período de amostragem (figura 28c).

$$v_A(t) = v(t) \cdot f_A(t) \qquad (20)$$

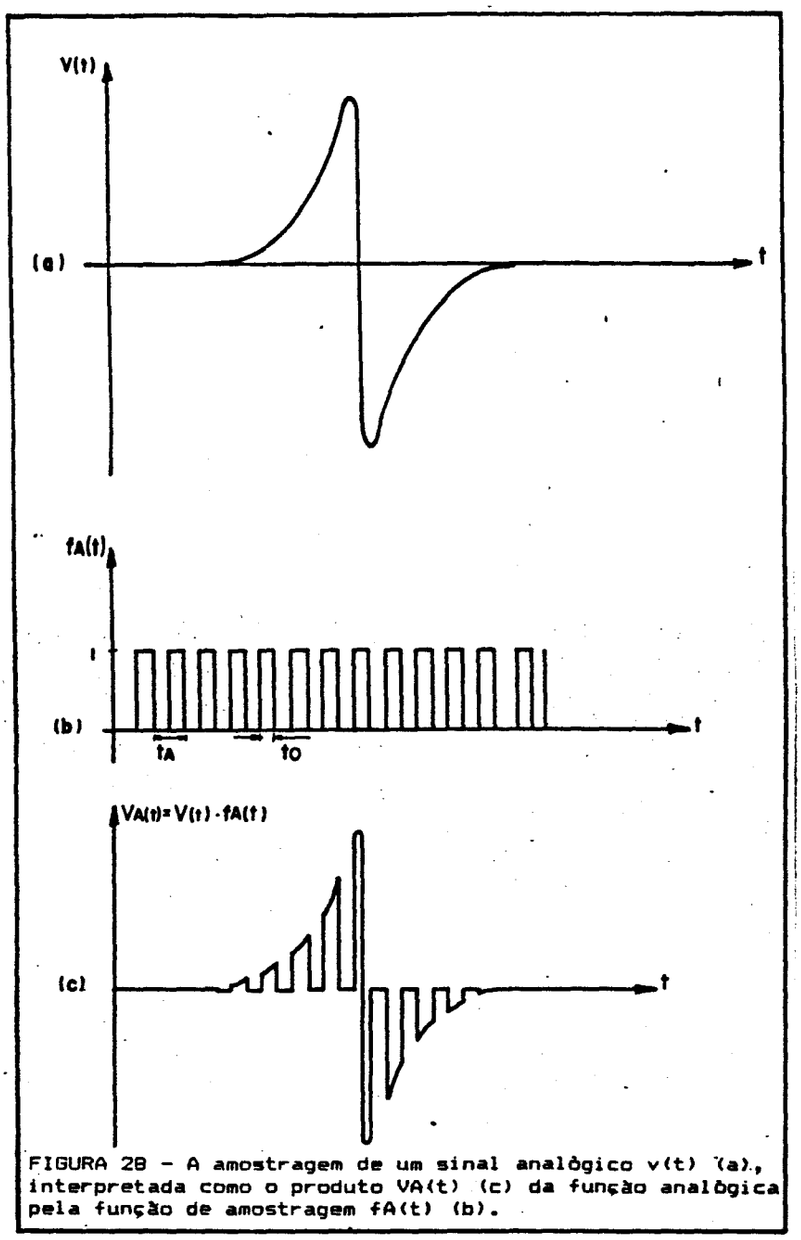


FIGURA 28 - A amostragem de um sinal analògico v(t) (a), interpretada como o produto VA(t) (c) da função analògica pela função de amostragem fA(t) (b).

Temos dois parâmetros a determinar: to e fa.

Qualitativamente, quanto menor for to, menor será a variação da tensão de entrada durante o tempo em que è amostrada. Com relação a essa caracteristica, temos já estabelecido um to de 25 μs que è o pròprio tempo de conversão do AD574A e, alèm disso, suficientemente bom para o sinal de RPE conforme o càlculo do erro na incerteza do tempo feito no item anterior. Nossa anàlise deve dirigir-se, agora,

para a determinação do valor da freqüência de amostragem.

Lembrando que, antes de ser amostrado, o sinal não periódico de RPE passa por um filtro passa-baixas[21], podemos considerar que ele é limitado em freqüência e, conseqüentemente, que tem um espectro de freqüência V(f) do tipo daquele desenhado na figura 29.

A teoria das Transformadas de Fourier[33] estabelece que o espectro de amplitude contra freqüência de um sinal é dado pelo módulo da transformada do sinal, portanto, podemos colocar que a função V(f) é a própria transformada de Fourier do sinal v(t).

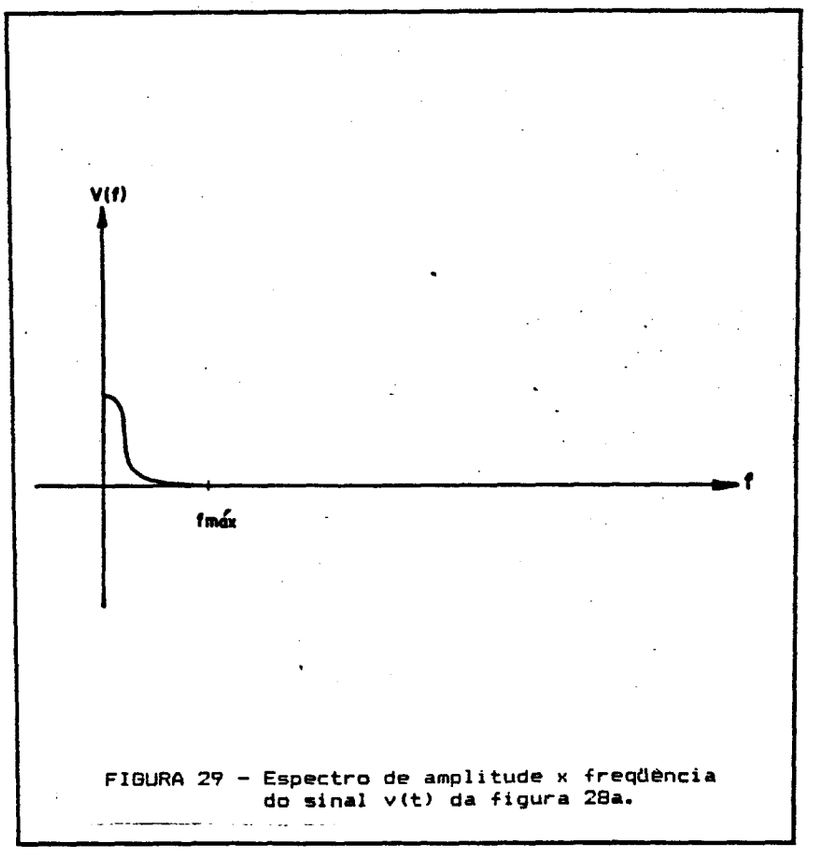


FIGURA 29 - Espectro de amplitude x freqüência do sinal v(t) da figura 28a.

Como o sistema digital trabalha com a função amostrada, $v_A(t)$, dada pela equação 20, é conveniente que analisemos o espectro de freqüência da mesma, ou seja, a sua

transformada de Fourier $V_A(f)$.

Para obtermos $V_A(f)$, primeiramente reescrevemos a equação 2Ø expandindo a função, $f_A(t)$, na sua sèrie de Fourier, obtendo a equação 21.

$$v_A(t) = v(t) \cdot \sum_{-\infty}^{\infty} c_n e^{jnw_A t} \qquad (21)$$

onde, $w_A = 2\Pi f_A$,

$j = \sqrt{-1}$, e

$$c_n = f_A \int_{-tA/2}^{tA/2} e^{-jnw_A t} dt \qquad (22)$$

Que resulta em:

$$v_A(t) = \sum_{-\infty}^{\infty} c_n v(t) e^{jnw_A t} \qquad (23)$$

Calculando a Transformada de Fourier de ambos os lados da equação 23, obtemos a equação 25 onde usamos o resultado da operação deslocamento em freqüência[33] dado na equação 24, e onde X(f) representa a Transformada de Fourier de x(t).

deslocamento em freqüência ==> $e^{j2\Pi fot} \quad x(t) \quad <---> \quad X(f-fo)$ (24)

$$V_A(f) = \sum_{-\infty}^{\infty} c_n V(f - nf_A) \qquad (25)$$

O lado direito da equação 25 representa a Transformada de Fourier V(f) existindo nos pontos

$$nf_A$$

para n = 0,1,2,...(os valores negativos são eliminados por razões físicas), e com amplitudes moduladas segundo uma envoltória do tipo:

$$\text{sen } x \;/\; x$$

que é obtida quando se calcula o coeficiente c_n conforme indicado pela equação 22.

Desse modo, o espectro de amplitude contra freqüência, da função amostrada, fica como aquele desenhado na figura 30, donde podemos concluir que a amostragem representa uma reprodução do espectro original em torno de valores múltiplos da freqüência de amostragem.

Para que, após o processamento do sinal amostrado pelo sistema digital, seja possível a recuperação do sinal original, devemos garantir que não existirá a superposição das componentes produzidas, ou seja, devemos cuidar para que a relação dada na equação 26, seja sempre obedecida se pretendermos recuperar o sinal sem que ruídos devido á amostragem sejam introduzidos.

$$f_A - fmáx >= fmáx \qquad (26)$$

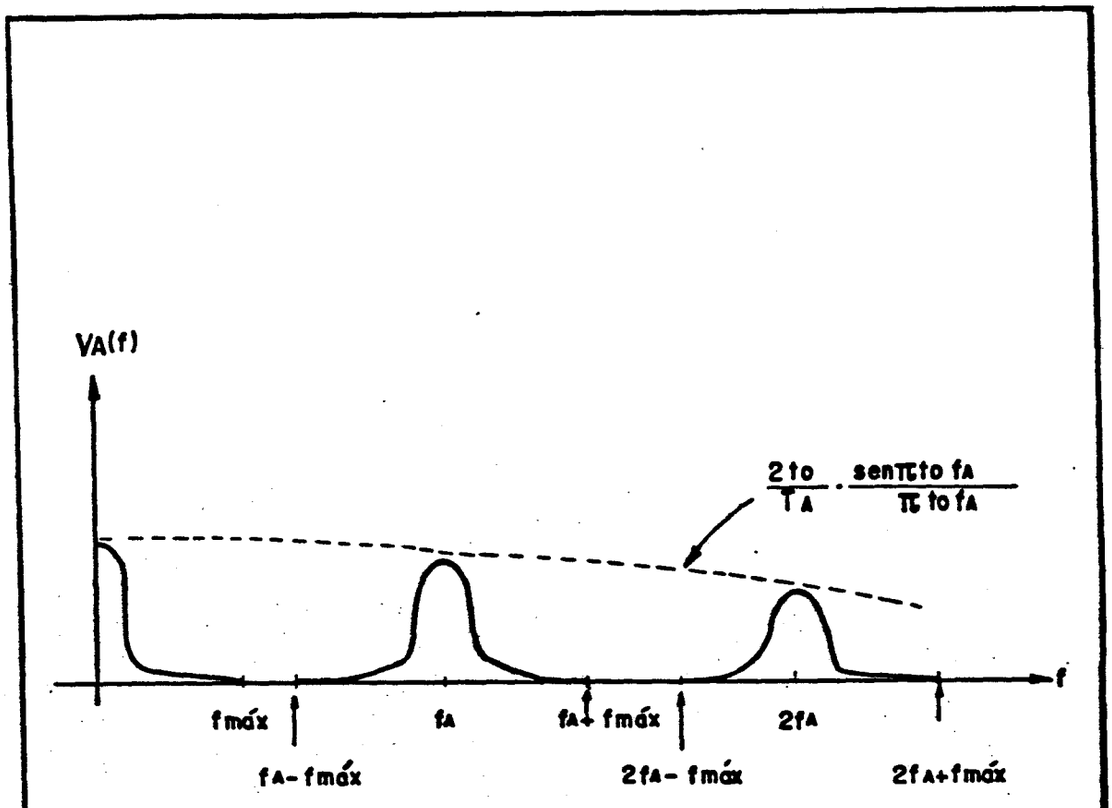


FIGURA 3Ø - Espectro de amplitude x freqüência do sinal amostrado.

O raciocínio acima desenvolvido è conhecido como o Teorema da Amostragem de Shannon[33], e a freqüência de amostragem resultante da equação 26, dada pela equação 27, define a freqüência de amostragem mínima, chamada de taxa de Nyquist,

$$f_A >= 2f_{máx} \qquad (27)$$

que deve ser igual a duas vezes a máxima componente em freqüência do sinal a ser amostrado.

Quando ocorrer uma amostragem, cuja freqüência seja menor do que a definida pela taxa de Nyquist, isto è, com T_A muito grande, a extremidade de baixa freqüência do espectro em torno de f_A (ver figura 30) superpor-se-à á extremidade de alta freqüência, do espectro original, e estaremos diante de uma situação onde ruídos ou sinais espúrios são introduzidos no sinal a ser recuperado, devido a uma amostragem com freqüência inadequada. Essa situação caracteriza a ocorrência de um erro de "aliasing"[34] na amostragem.

No caso de aquisição de sinais do "EPR spectrometer model E-109", a taxa de amostragem varia segundo a Tabela V, dada a seguir, para 1024 pontos de amostragem de um sinal cujo tempo de duração varia entre 0,5min a 1024min.

Com os valores da coluna mais á direita da tabela V, criamos uma regra que orienta a utilização da constante de tempo em função do tempo de varredura e resolve o impasse existente numa frase do manual do fabricante do espectrômetro, cuja tradução aqui reproduzimos: " A constante de tempo não deve ser tão grande que elimine ou distorça os sinais mais estreitos de interesse do pesquisador mas, deve ser grande o bastante para assegurar que a saída do espectrômetro, no momento em que è amostrada, seja representativa do valor mèdio da tensão de saída desde que a última amostragem foi realizada"[34].

TABELA V

CONSTANTE DE TEMPO A USAR, EM FUNÇÃO DO TEMPO DE VARREDURA, DE ACORDO COM O TEOREMA DE SHANNON.

TEMPO DE VARREDURA (s)	TA *1 (s)	fA *2 (Hz)	fmáx *3 (Hz)	RCmin *4 (s)	RCprática *5 (s)
30	0,029	34,13	17,07	0,09	0,128
60	0,058	17,07	8,53	0,19	0,250
120	0,117	8,53	4,27	0,37	0,500
240	0,234	4,27	2,13	0,75	1,0
480	0,469	2,13	1,07	1,49	2,0
960	0,938	1,07	0,53	2,98	4,0
1920	1,88	0,53	0,27	5,97	8,0
3840	3,75	0,27	0,13	11,94	16,0
7680	7,50	0,13	0,07	23,87	32,0
15360	15,00	0,07	0,03	47,75	64,0
30720	30,00	0,03	0,02	95,49	Não há
61440	60,00	0,02	0,01	190,99	Não há

* 1- T_A = Período de amostragem.

2- f_A = Freqüência de amostragem.

3- fmáx = Máxima componente em freqüência, do sinal de RPE, determinada pela equação 19.

4- RCmin = Mínima constante de tempo, dada pela equação 18, e taxa de Nyquist.

5- RCprática =Valor mínimo de constante de tempo a ser usado.

3.3.5.3 A OPERAÇÃO DO MÓDULO DE CONVERSÃO A/D.

Tendo sido especificado o conversor A/D e feitas as devidas considerações a respeito da amostragem do sinal de RPE,

podemos retomar a figura 26 e analisar o funcionamento do módulo de conversão A/D como um todo.

A cada pulso "address advance" fornecido pelo espectrômetro - indicando que há um dado a ser convertido, tem início uma conversão que, quando completada, irá colocar os doze dígitos binários disponíveis na saída do conversor e fazer abaixar o sinal de "status"(STS) que fica no estado "alto" durante a conversão. Esse sinal (STS) controlará as portas de entrada (2x8212) que estão operando na configuração "interrupting input port"[18], fazendo com que um pulso de interrupção atue no microprocessador 8085A para comandar a leitura do valor digital correspondente ao analógico de entrada.

Isso será realizado por meio de um desvio no fluxo normal do programa em execução, para uma subrotina, "COLETA", preparada para fazer a aquisição do dado. Esse procedimento está descrito no capítulo IV.

O conversor A/D foi colocado no modo "stand alone"[26] de operação que caracteriza um procedimento de conversão como o acima descrito e que pode ser interpretado em termos dos tempos característicos aos ciclos de conversão e de leitura conforme pode ser visto nos diagramas de tempo da figura 31 e na Tabela VI.

Como a tensão de entrada estará dentro dos limites +/- 5,0V, temos que os doze dígitos binários de saída deverão cobrir uma excursão de 10,0V. Conseqüentemente, cada variação positiva de 2,44mV na tensão de entrada, deverá resultar, teoricamente, no acréscimo de um dígito binário na configuração de saída. Porém, conforme a especificação deste conversor[26], ele apresenta um erro de linearidade de no máximo +/- 1 dígito

menos significativo, podemos dizer que ele opera com uma precisão (teòrica) relativa ao fundo de escala de Ø,Ø3% aproximadamente.

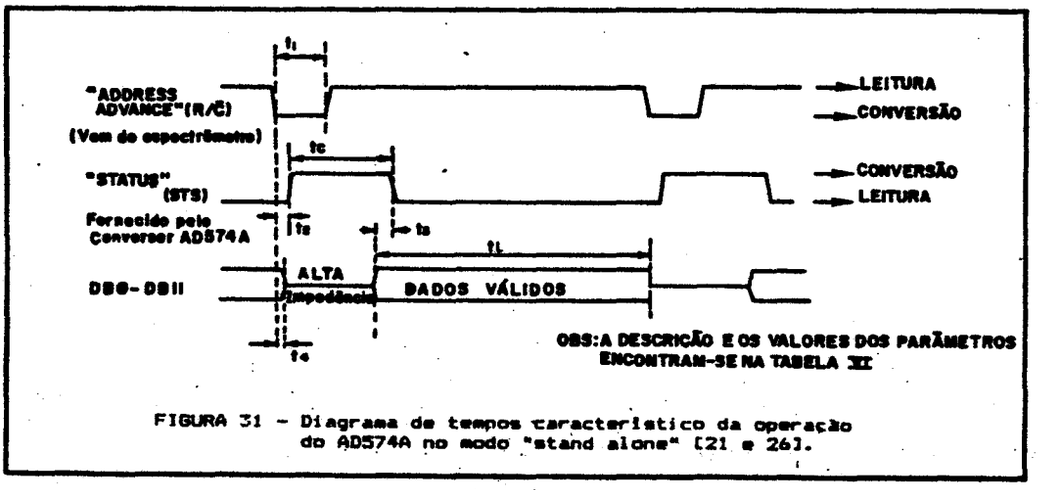


FIGURA 31 - Diagrama de tempos caracteristico da operação do AD574A no modo "stand alone" [21 e 26].

TABELA VI

TEMPOS CARACTERISTICOS DE OPERAÇAO DO AD574A NO MODO "STAND ALONE".

SIMBOLO(*1)	PARAMETRO	MINIMO	TIPICO	MAXIMO
t1	Largura do pulso para iniciar a conversão	35Øns	1Øμs	-
tc	Tempo para a conversão de 12 "bits"	15μs	25μs	35μs
tL	Tempo disponivel de leitura dos dados	29ms	-	6Øs
t2	Tempo de retardo do STS para o R/C(*2)	-	-	5ØØns
t3	Tempo de retardo dos dados para o STS	3ØØns	-	-
t4	Tempo de retardo do R/C para os dados	25ns	-	-

*1- Os simbolos referem-se aos diagramas de tempo da figura 31
2- R/C representa um pino de entrada do conversor A/D que quando recebe o nivel lògico "1", representa leitura de dados e, quando o nivel è "Ø", representa conversão.

O valor digital referente à tensão de RPE será obtido pela leitura das duas portas de entrada sendo que os quatro dígitos binários mais significativos do conversor estarão localizados nas quatro primeiras posições da segunda palavra lida.

Como exemplo, temos na Tabela VII, listados alguns valores analógicos de entrada e os digitais de saída, correspondentes. O código apresentado na saída é chamado de código binário deslocado ("binary offset")[30].

TABELA VII

CONFIGURAÇÃO DIGITAL DE SAIDA DO CONVERSOR AD574A E VALOR LIDO NAS PORTAS 8212.

ENTRADA ANALÓGICA (V)	SAÍDA DO CONVERSOR 12 "BITS"	VALOR LIDO HEXADECIMAL
+5,0	111111111111	0FFF
0,0	100000000000	0800
-5,0	000000000000	0000

Antes de prosseguirmos com a descrição do próximo módulo, queremos colocar três importantes observações com relação a todos os circuitos elétricos projetados:

a- O percurso do sinal de RPE sob a placa do SDK-85 foi feito através de um fio protegido por uma blindagem externa aterrada, com a finalidade de se evitar a indução de sinais espúrios.

b- Precauções foram tomadas no sentido de impedir a formação de elos de terra ("ground loops")[26,35,36], isto è, caminhos de retorno de corrente que não dirijam-se ao mesmo ponto comum a toda a montagem.

c- Capacitores de Ø,1 μF/25V, com terminais o mais curto possivel, foram instalados entre "Vcc" e "GND" de todos os circuitos integrados, cumprindo a função de desacoplamento da tensão de alimentação e, conseqüentemente, eliminando ruidos da pròpria rede de alimentação e intrinsecos ao chaveamento caracteristico no funcionamento dos circuitos integrados.

Na figura 32, temos desenhado o esquema elètrico correspondente ao mòdulo de conversão A/D.

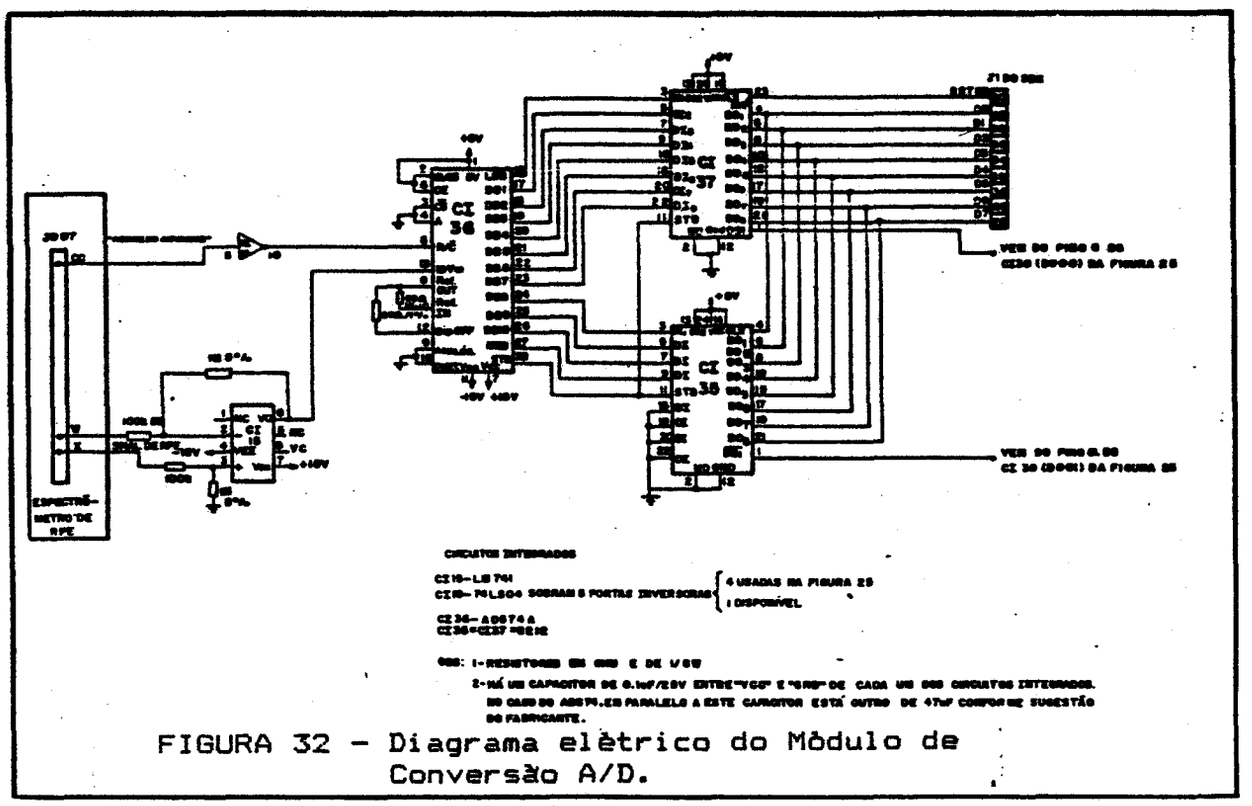


FIGURA 32 - Diagrama elètrico do Mòdulo de Conversão A/D.

3.3.6 O MODULO DE INTERRUPÇÕES.

Neste módulo, os sinais vindos do espectrômetro e que indicam o início e o têrmino da varredura do campo magnético serão modificados eletrônicamente para que seja possível utilizá-los como causadores de interrupções no processamento normal do 8085A.

Como a interrupção RST6.5 do 8085A já está sendo usada pelo módulo de conversão A/D, iremos trabalhar com a RST7.5, cuja prioridade de atendimento è superior á da RST6.5. Essa caracteristica foi convenientemente utilizada quando se alocou a RST6.5 ao módulo de conversão A/D, deixando a interrupção de maior pricridade no atendimento, para detetar o início e o têrmino de uma varredura. Isso, em termos de subrotinas, representa diversas tarefas a serem executadas antes que se retorne ao andamento normal do programa.

As rotinas relativas ao atendimento destas interrupções chamam-se GATILHO(início de varredura) e RETRACO(têrmino de varredura) e estão descritas no capitulo IV.

Na figura II temos esquematizado o modelamento feito nos sinais fornecidos pelos pinos T e DD do conector J007 do espectrômetro, para que sejam eliminados os ruídos inerentes ás chaves geradoras destes pulsos[24]. Assim, obteremos um sinal que normalmente (durante a varredura) estará no nível lógico baixo "0", e subirá para "1" quando o registrador atingir um de seus extremos lituados, ativando a interrupção RST7.5 que è sensível á borda de subida.

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

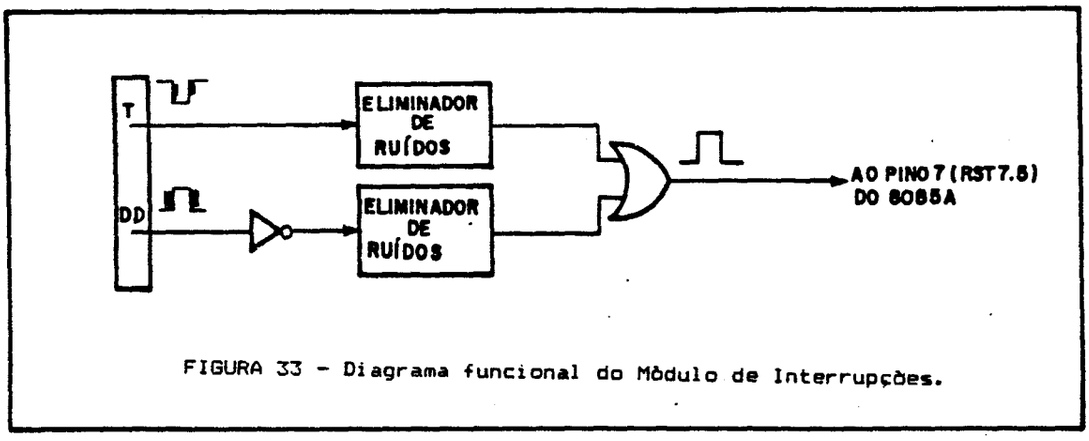


FIGURA 33 - Diagrama funcional do Módulo de Interrupções.

Utilizando inversores do tipo "Schmitt-Trigger"[24] com filtros RC de entrada, fizemos a eliminação dos ruídos das chaves ("debounce") e o remodelamento da forma do pulso, conforme pode ser visto no esquema elètrico da figura 34.

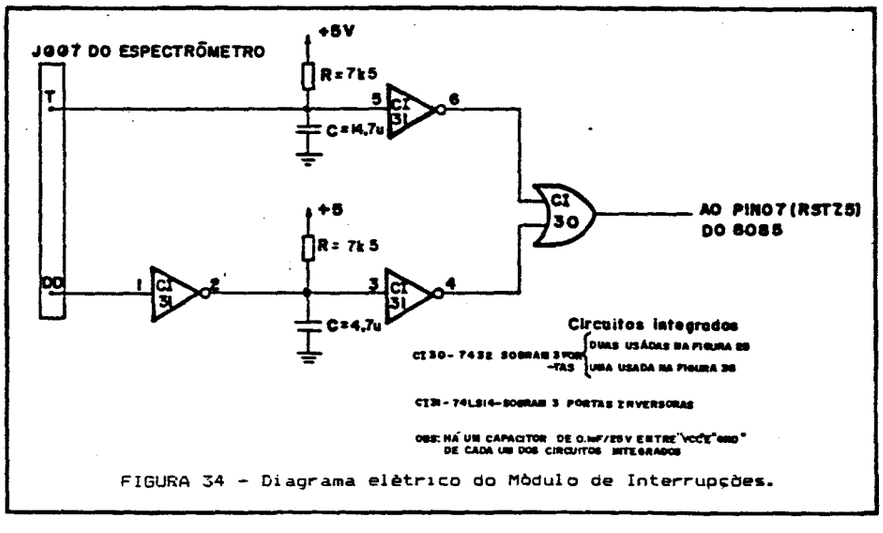


FIGURA 34 - Diagrama elètrico do Módulo de Interrupções.

3.3.7 O MODULO DE CONTROLE REMOTO.

Conforme pode ser visto na figura 35, este mòdulo irà fornecer os sinais apropriados para atuarem nos pinos B, E, F, H, e K do conector JØØ7 que controlam o registrador X-Y do espectrômetro.

Quando se deseja que as funções do registrador sejam controladas externamente, o pino K deverà ser aterrado. Caso contràrio, as mesmas serão definidas pelo painel do pròprio espectrômetro, ou seja, localmente.

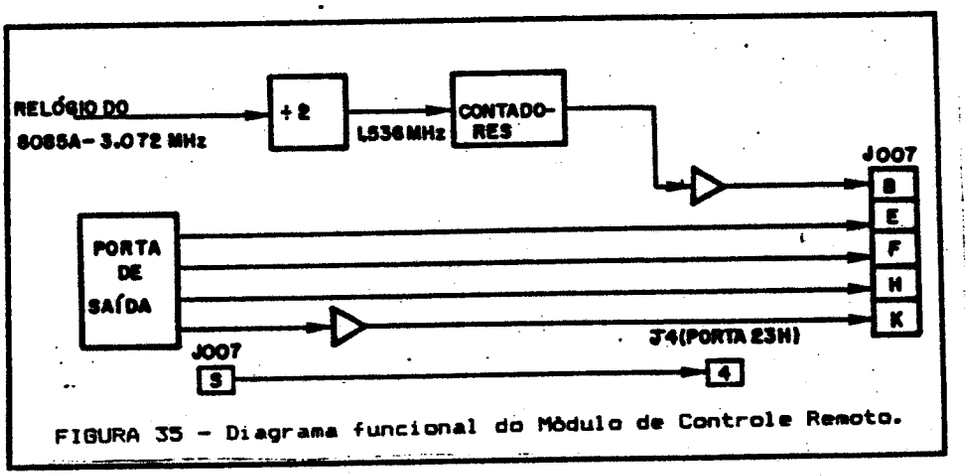


FIGURA 35 - Diagrama funcional do Mòdulo de Controle Remoto.

Os sinais a serem fornecidos aos pinos E, F, K e H são criados por um programa que atua nos pinos 5, 6, 3 e 4 do conector J5 que correspondem aos sinais PCØ a PC3 respectivamente, da porta 2BH do circuito integrado 8155(A17)[18] instalado na placa do SDK-85.

Na Tabela I temos as descrições dos sinais de cada um desses pinos e na Tabela VIII fornecemos alguns exemplos relacionando os estados lògicos dos sinais com as funções realizadas pelo registrador.

TABELA VIII

ALGUNS SINAIS DE CONTROLE REMOTO DO REGISTRADOR
E RESPECTIVAS FUNÇOES.

PINOS DO JØØ7 ("BIT" DA PORTA 2BH)				FUNÇÃO NO REGISTRADOR	
H(3)	K(2)	F(1)	E(Ø)	CANETA	DIREÇÃO
1	Ø	Ø	Ø	ABAIXA	DIREITA
1	Ø	1	Ø	SOBE	DIREITA
1	Ø	Ø	1	ABAIXA	ESQUERDA
1	Ø	1	1	SOBE	ESQUERDA
Ø	Ø	X*	X	MOTOR DESLIGADO	

* --> X representa estado irrelevante.

Resta-nos comentar a respeito do pino B. A tensão a ser fornecida a esse pino è um sinal cuja freqüência será responsàvel pelo tempo de varredura, na proporção de cerca de 1ØØØØ pulsos para que o carro do registrador desloque-se de um extremo lateral ao outro[21]. Assim, se o motor de passo, que atua na movimentação horizontal do registrador, receber, através do pino B, um sinal de 333Hz uma varredura completa levarà aproximadamente 3Øs.

Utilizando um "flip-flop" tipo D, dividimos por dois[23] o valor da freqüência obtida na saída CLK - pino 4 do conector J1 do SDK-85 - e esse sinal servirà de base para que um circuito de temporização programàvel (8253)[37] gere as ondas quadradas com freqüências adequadas aos tempos de varredura desejados.

Por meio de um programa, fazemos com que o 8253 opere como gerador de onda quadrada (modo 3 de operação) e, carregando dois de seus contadores de 16 "bits" com valores apropriados, obtemos as freqüências correspondentes.

O sinal CLK tem uma freqüência de 3,072MHz (relógio de operação do 8085A no SDK-85) que dividida por dois gera 1,536MHz. Um contador (de número 2 do 8253) será carregado com o valor 0481H e recebendo a tensão de 1,536MHz irá fornecer uma onda de 1332,2Hz aproximadamente. Essa última freqüência será dividida pelo contador de número 1, por valores que fornecerão tempos de varredura conforme listado na Tabela IX.

Poderíamos pensar em varreduras mais rápidas, porém há uma limitacaão por parte do fabricante que sugere para o registrador, no máximo uma freqüência de 1000Hz para o motor de passo que controla a movimentação horizontal do registrador e, portanto, a excursão do campo magnético. Esse valor daria um tempo de varredura de 10s. Preferimos, então, manter os mesmos valores que aqueles disponíveis por meio do controle local.

Neste módulo instalamos uma chave (S2) que define o tipo de sinal a ser registrado. Quando o pino L do J007 é aterrado, significa que um sinal externo comandará o eixo Y do registrador. A chave S2 transfere, também, o sinal do conector BNC (eixo Y) do osciloscópio, para o BNC ligado á entrada vertical do registrador. No caso contrário, o próprio sinal de RPE será obtido em gráfico. Essa função pode também ser realizada por meio de uma chave existente no painel do espectrômetro, colocando-a na posição "external" para que possam ser registrados sinais vindos do SAAC.

Ainda temos a ligação do sinal vindo através do pino S do conector J007 do espectrômetro ao pino 4 do conector J4 do

SDK-85 que representa o "bit" 3 da porta de entrada 23H. Esse sinal será utilizado em uma rotina que garantirá que o carro do registrador está encostado no batente da esquerda antes de iniciar uma nova varredura.

E conveniente que façamos uma observação a respeito da necessidade de alteração na lógica interna do circuito original do registrador[1Ø] para que o sinal "address advance", utilizado no módulo de conversão A/D, esteja presente quando o espectrômetro estiver sendo operado remotamente, isto é, quando o pino K estiver aterrado.

Finalizando, colocamos na figura 36, um esquema elètrico correspondente a esse módulo onde as duas portas "OU" usadas, prestam-se a suprir a corrente necessària para que os circuitos do registrador interpretem perfeitamente os sinais.

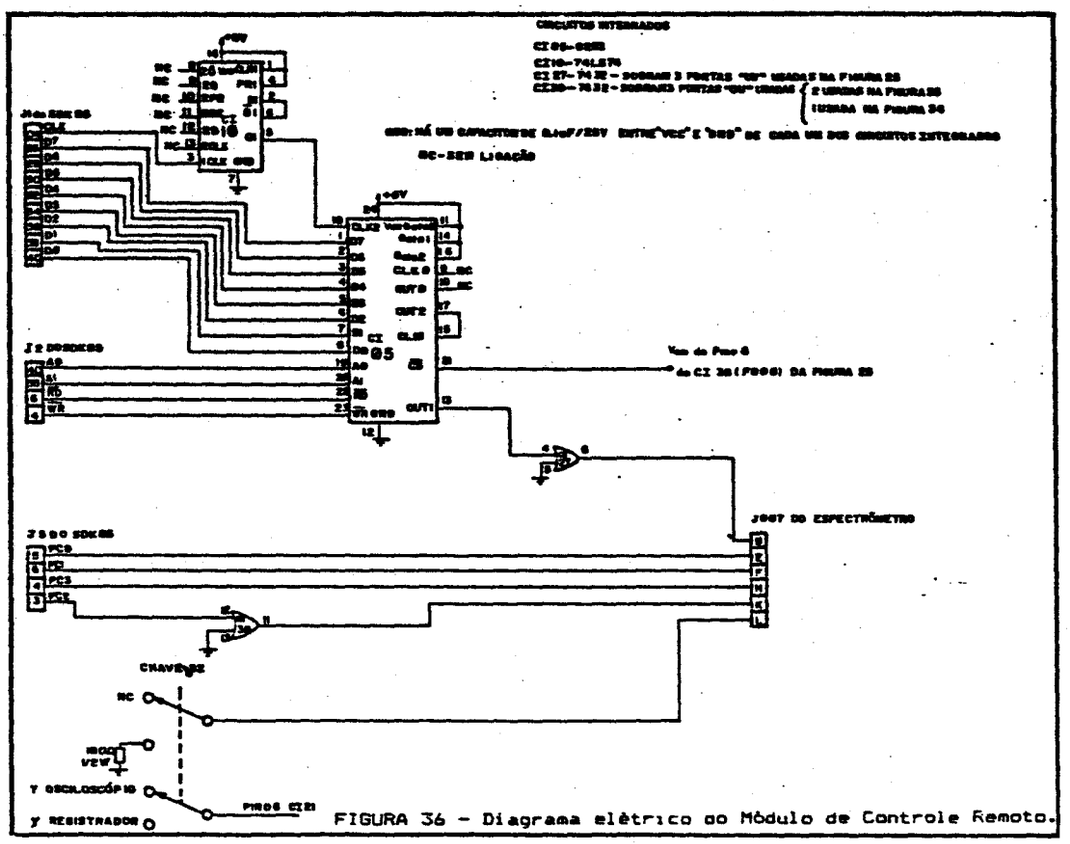


FIGURA 36 - Diagrama elètrico do Módulo de Controle Remoto.

TABELA IX

FREQUENCIA DO SINAL FORNECIDO AO PINO B DO JØØ7
E TEMPO DE VARREDURA CORRESPONDENTE.

CONTEUDO DO CONTADOR (HEXADECIMAL) *	FREQUENCIA DO SINAL NO PINO B (Hz)	TEMPO DE VARREDURA (min)
ØØØ2 (2)	666,Ø8	Ø,25(retraço)
ØØØ4 (4)	333,Ø4	Ø,5
ØØØ8 (8)	166,52	1,Ø
ØØ1Ø (16)	83,26	2,Ø
ØØ2Ø (32)	41,63	4,Ø
ØØ4Ø (64)	2Ø,82	8,Ø
ØØ8Ø (128)	1Ø,41	16,Ø
Ø1ØØ (256)	5,2Ø	32,Ø
Ø2ØØ (512)	2,6Ø	64,Ø
Ø4ØØ (1Ø24)	1,3Ø	128,Ø
Ø8ØØ (2Ø48)	Ø,65	256,Ø
1ØØØ (4Ø96)	Ø,33	516,Ø
2ØØØ (8192)	Ø,16	1Ø24,Ø

* ---> O valor decimal colocado entre parênteses equivale ao divisor correspondente para obter a freqüência do sinal a ser fornecido ao pino B.

3.3.8 O MODULO DE CONVERSÃO DIGITAL/ANALOGA.

De acordo com o que já colocamos em outras oportunidades, um sinal analógico è convertido em digital para que a sua aquisição e o seu processamento sejam mais eficientes e precisos. Se, por outro lado, desejamos visualizar os

resultados das manipulações realizadas sobre o sinal, devemos retornar ao contexto analógico. Isso justifica a existência desse módulo.

Usando conversores D/A MC1408L-8 de oito dígitos binários ligados de modo que a corrente representativa da configuração digital de entrada seja convertida em tensão[38], tomaremos os sinais resultantes dos tratamentos realizados pelo equipamento, vindos das portas 21H e 22H do integrado 8155 (A16), e os enviaremos aos eixos X e Y do osciloscópio ou do registrador (eixo Y), ambos do próprio espectrômetro. Na figura 37 podemos ver um diagrama que mostra como isso é realizado.

Há, ainda, neste módulo, dois botões de contato momentâneo que definem, quando acionados, o término da rotina DSPL, e a intensificação de dois pontos do sinal que estiver sendo mostrado na tela do osciloscópio. A utilização desses botões está descrita no próximo capítulo.

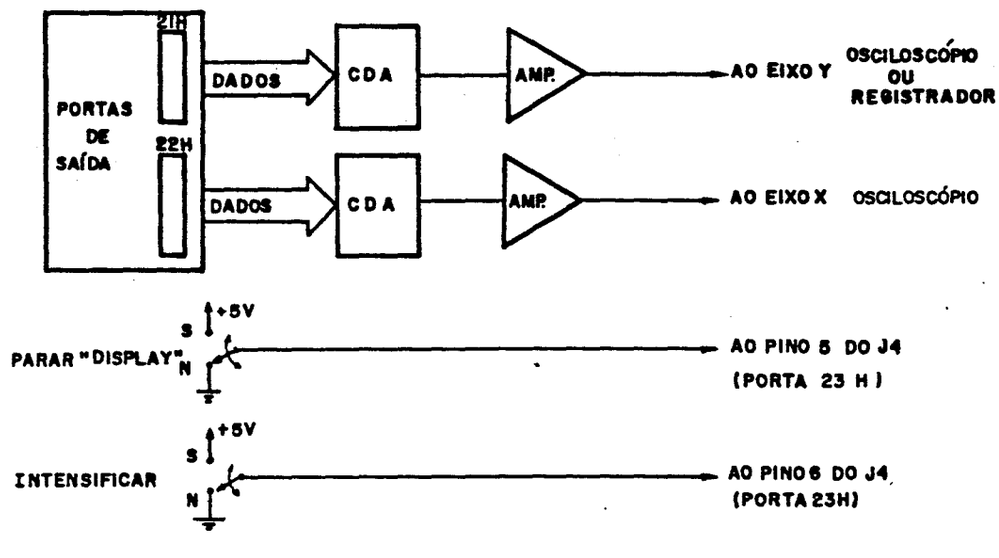


FIGURA 37 - Diagrama funcional do Módulo de Conversão D/A.

Os amplificadores[38] utilizados fazem com que os sinais a serem enviados ao osciloscòpio tenham excursão de 60mV pico-a-pico, para que se obtenha màxima deflexão dos feixes eletrônicos[21].

Caso o usuàrio deseje, os sinais X e Y poderão ser visualizados em qualquer osciloscòpio comercial. Basta colocar o controle de varredura de tempo na posição X-Y, e ajustar as escalas de tensão de cada um dos eixos.

Na figura 38 està esquematizado eletricamente este mòdulo.

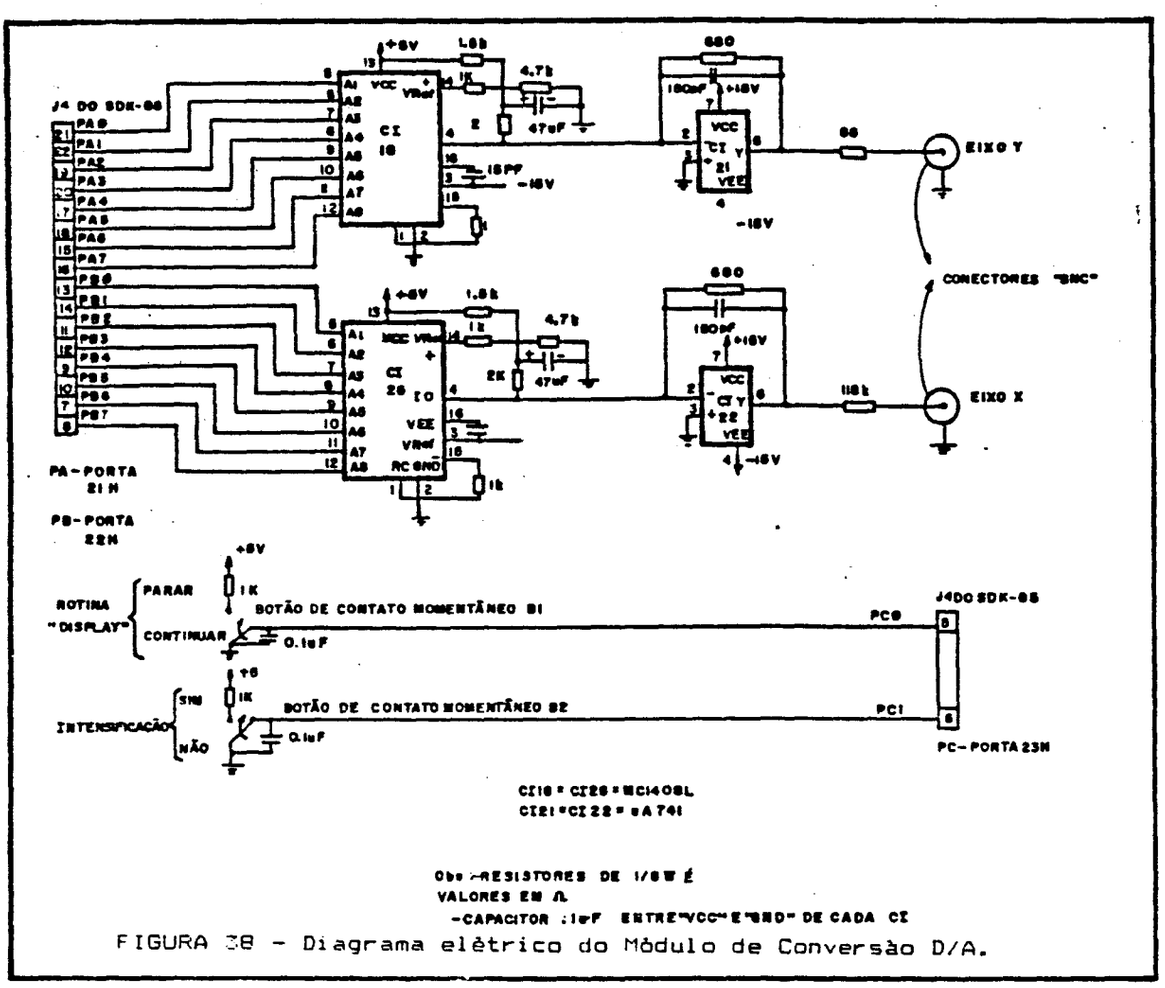


FIGURA 38 - Diagrama elètrico do Mòdulo de Conversão D/A.

3.3.9 O MODULO DE COMUNICAÇÃO.

Para a comunicação do sistema desenvolvido com um computador de maior porte, optou-se pelo procedimento comumente utilizado para essa finalidade: a comunicação serial segundo o padrão RS-232C [39]. Os blocos necessàrios a esta configuração estão desenhados na figura 39.

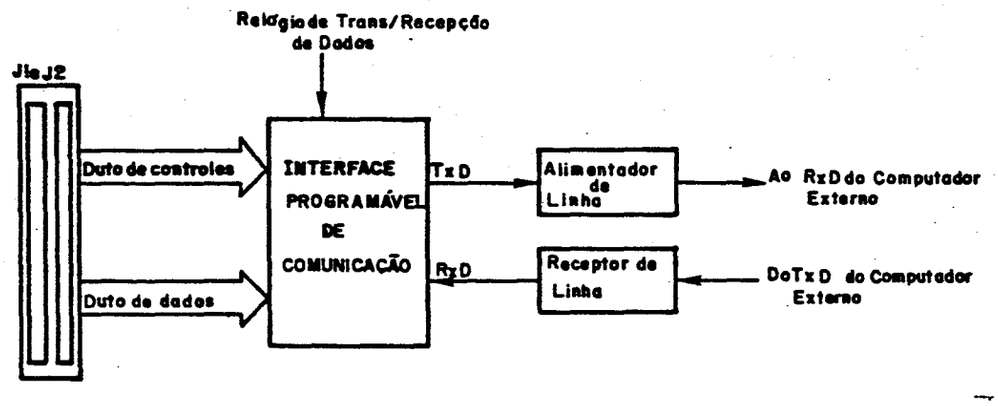


FIGURA 39 - Diagrama funcional do Mòdulo de Comunicação.

Os caracteres (8"bits") que forem transmitidos serão convertidos, pela Interface Programàvel de Comunicação(8251A)[37], de paralelo para sèrie. Aqueles a serem recebidos sofrem a conversão inversa. Isso ocorre numa velocidade de 9600"baud", conseguida graças a um sinal de relògio na freqüência de 614,4kHz gerado pelo circuito de temporização do 8155[18], comandado por uma rotina para essa função. Essa tensão è obtida no pino 23 do conector J5 do SDK-85.

As linhas seriais de transmissão e de recepção estão disponiveis em um conector "DIN" instalado no chassi do sistema desenvolvido e serão conectadas ás linhas de recepção e de

transmissão do conector DB25 da placa CCE SUPER SERIAL CARD [39] do microcomputador EXATOpro.

Na figura 40 encontra-se desenhado o diagrama elètrico desse mòdulo.

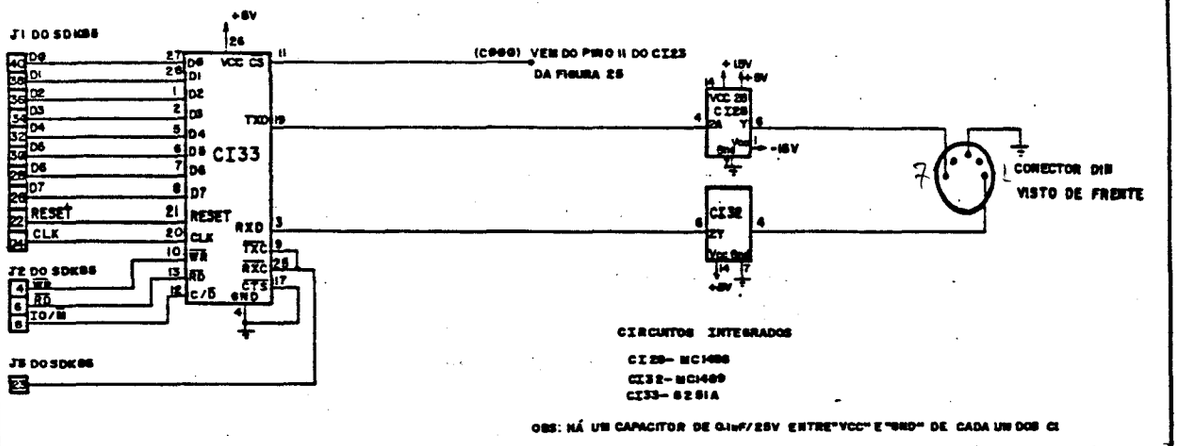
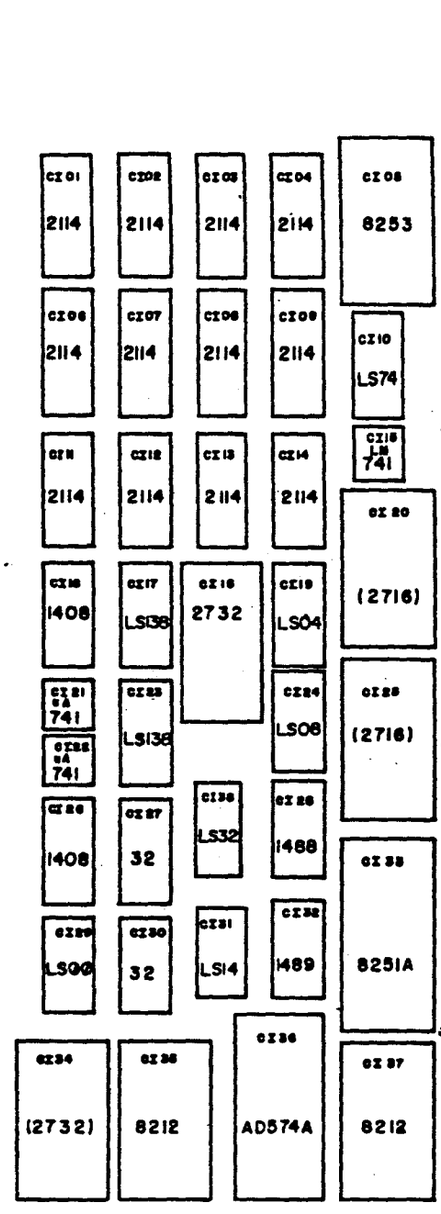


FIGURA 40 - Diagrama elètrico do Mòdulo de Comunicação.

3.4 A MONTAGEM DOS COMPONENTES.

Com o objetivo de fornecer uma visão geral de como os mòdulos estão interligados, serão fornecidas, a seguir, três figuras onde podem ser vistos:

- Figura 41 --> Esquema da localização de cada um dos circuitos integrados utilizados e implementados na àrea de expansão da placa de circuito impresso do SDK-85 usando a tècnica de "wire-wrapp".



IDENTIFICAÇÃO DOS CI

2114 - "1024x4-bit static RAM"
8253 - "Programmable Interval Timer"
LS74 - "Dual D-type positive-edge-triggered Flip-Flops with preset and clear"
741 - "General purpose operational amplifier"
1408 - "8-bit multiplying Digital-to-Analog converter"
LS138- "3-to-8 line decoders/ multiplexers"
2732 - "32K(4Kx8) UV Erasable PROM"
LS04 - "Hex inverters"
2716 - "16K(2Kx8) UV Erasable PROM"
LS08 - "Quadruple 2-input positive-AND gates"
32 - "Quadruple 2-input positive-OR gates"
LS32 - "Quadruple 2-input positive-OR gates"
1488 - "Quadruple line drivers"
LS00 - "Quadruple 2-input positive-NAND gates"
LS14 - "Hex Schmitt-trigger gates"
1489 - "Quadruple line receivers"
8251A- "Programmable Communication Interface"
8212 - "8-bit input/output port"
AD574A - "Fast, complete 12-bit A/D converter with microprocessor interface"

OBS: - CI20, CI25 e CI34, representam lugares disponíveis para os respectivos integrados.

FIGURA 41 - Diagrama com a localização e a identificação dos CI utilizados e implementados na área de expansão da placa de circuito impresso do SDK-85.

- Figura 42 --> Esquema da localização dos circuitos integrados instalados no SDK-85 básico.

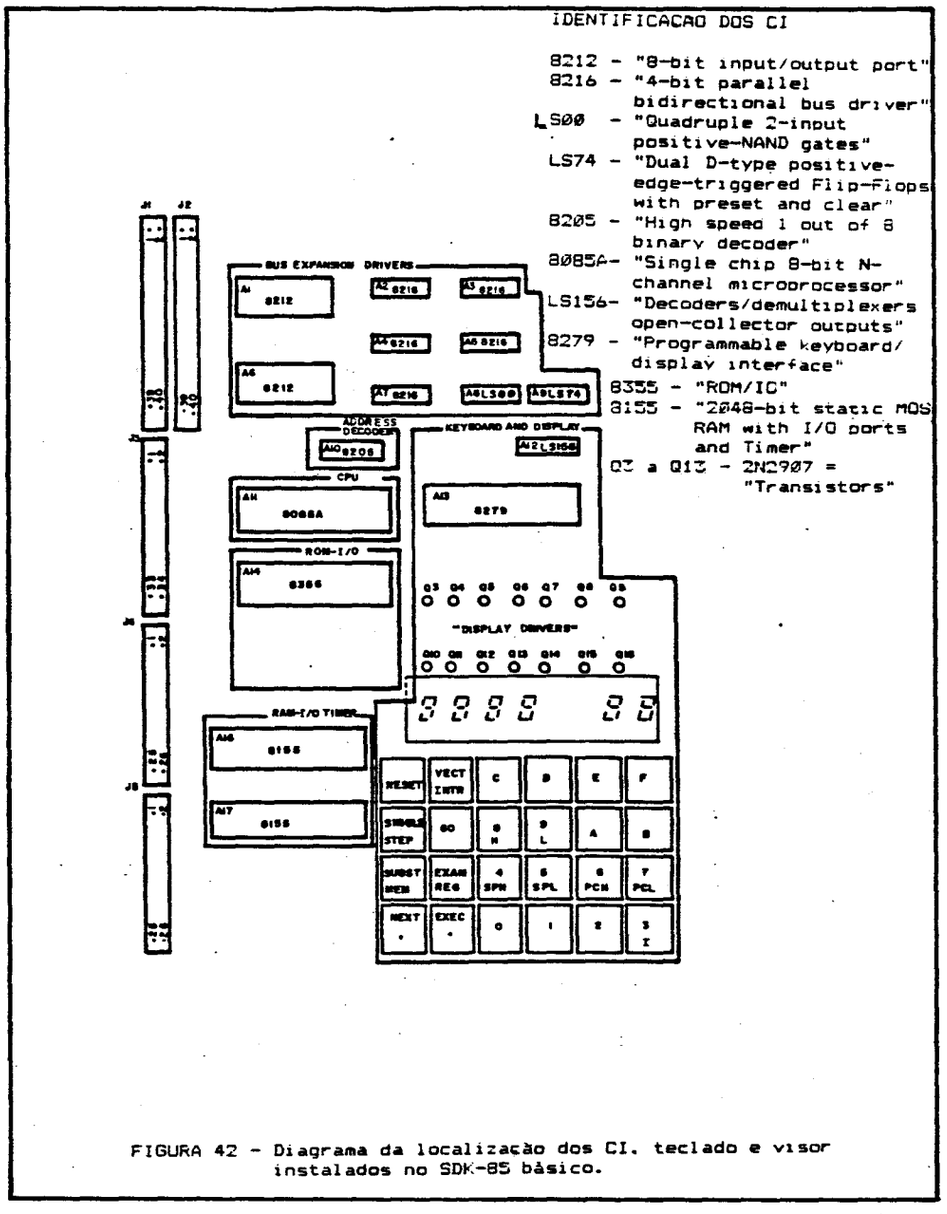


FIGURA 42 - Diagrama da localização dos CI, teclado e visor instalados no SDK-85 básico.

- Figura 43 --> Diagrama elètrico geral, contendo os mòdulos projetados, suas interligações e aquelas com os circuitos do SDK-85 básico.

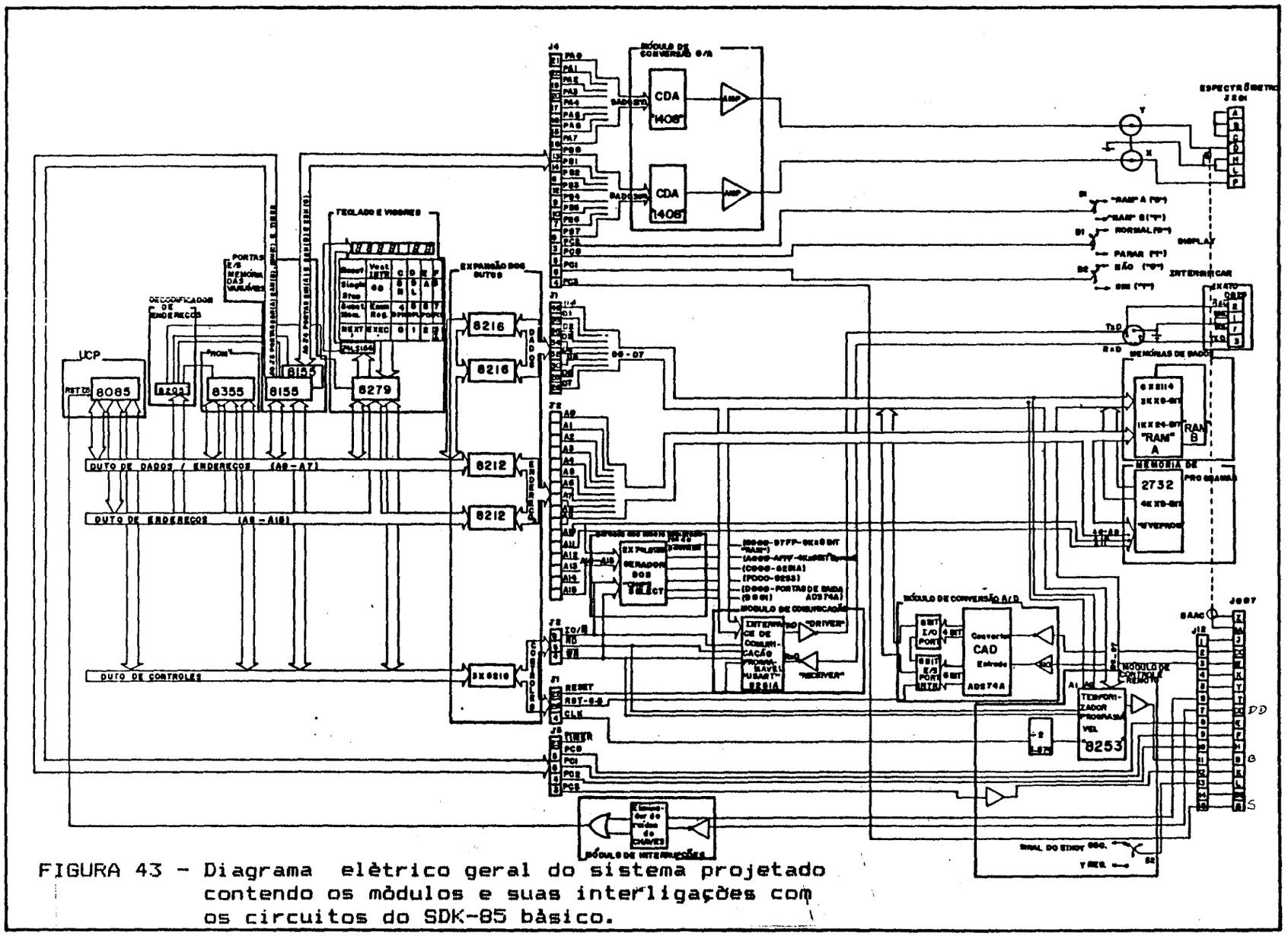


FIGURA 43 - Diagrama elètrico geral do sistema projetado contendo os mòdulos e suas interligações com os circuitos do SDK-85 bàsico.

Com relação á figura 42, temos a complementar que o conector J12 è do tipo DB25, utilizado para a ligação do sistema desenvolvido ao conector JØØ7 do espectrômetro de RPE. Alèm disso, os pinos Z e AA do JØØ7 estão unidos á saida do mòdulo de conversão D/A por meio de linhas interrompidas pois representam a entrada de sinal para o eixo Y do registrador e, para que isso ocorra, ou seja, para que o registrador esteja habilitado a receber sinais externos, a chave S2 deve ser colocada na posição "registrador", ou a chave correspondente ao registrador, existente no painel do espectrômetro deve ser posta na posição "external".

3.5 CONCLUSÃO.

Definimos, neste capitulo, um sistema de baixo custo e reduzido tamanho dada a pequena quantidade de circuitos integrados utilizada. Alèm disso, por estar estruturado em mòdulos individuais e praticamente com funçÕes independentes uns dos outros, permite uma manutenção corretiva bastante simples.

O projeto caracteriza-se por um alto grau de aproveitamento dos recursos dos circuitos integrados, uma vez que ficaram disponiveis apenas um inversor comum, três do tipo "Schmitt Trigger", um "flip-flop" tipo D e um contador do 8253, o que representa uma otimização satisfatòria.

Enfim, já atingimos uma parte do objetivo a que nos propusemos. Resta-nos explorar, por meio de programas apropriados, toda a estrutura de circuitos colocada á disposição e, com isso, dar uma grande versatilidade e funcionalidade ao equipamento.

CAPITULO IV

O PROJETO: PROGRAMAÇÃO.

4.1 INTRODUÇÃO.

Neste capitulo, dedicar-nos-emos á descrição das rotinas que estabelecem os modos de operação do equipamento desenvolvido, procurando implementar a realização das funções de controle, armazenamento, processamento, visualização e comunicação definidas no Capitulo II e para as quais foram projetados e montados os circuitos descritos no Capitulo III.

Será fornecida uma anàlise do programa implementado no microcomputador EXATO para que possa ser utilizado em conjunto com o sistema desenvolvido.

Antes, porèm, queremos recordar que a unidade de processamento utilizada em nosso projeto è o microprocessador 8085A de oito dígitos binàrios, e que o conversor A/D fornece um dado digitalizado expresso como uma palavra de doze dígitos binàrios.

Dessa maneira, como uma das rotinas desenvolvidas realizarà o càlculo do valor mèdio do sinal de RPE em mùltiplas aquisições, torna-se conveniente, numa primeira tentativa, que se trabalhe com palavras de memòria de dezesseis dígitos binàrios. Mas, com isso, seriam permitidas apenas trinta e duas

aquisições para o cálculo da média, pois a partir dessa quantidade, já estaria existindo a possibilidade de se atingir a máxima capacidade da palavra de memória (situação de "overflow").

Resulta, portanto, uma das características fundamentais do projeto, que reside no fato de as memórias de dados implementadas no SAAC possuirem palavras de vinte e quatro "bits", isto é, três "bytes", possibilitando a aquisição de um maior número de parcelas (255 é o número máximo para a variável, de oito dígitos, contadora de aquisições) para o cálculo da média e, conseqüentemente, a obtenção de u'a melhor relação sinal/ruído, apesar do evidente aumento no tempo e no esforço computacional necessários ás aquisições .

Considerando que, sempre que possível, utilizamos as instruções que trabalham simultaneamente com dois registradores[41], o esforço, acima citado, deixa de ser um ponto negativo, frente á vantagem de se poder incrementar a relação S/N de até 16 vezes, quando que com 32 aquisições, este valor seria, aproximadamente, 5,7 vezes (a razão S/N, cresce com a raiz quadrada do número de aquisições[6]).

4.2 METODOLOGIA ADOTADA.

Com a finalidade de facilitar os trabalhos de desenvolvimento, teste e depuração, procuramos implementar cada

rotina individualmente. Somente depois, de verificarmos o seu perfeito funcionamento, è que a mesma era agregada ao programa geral.

Dentro desse espirito, utilizando a linguagem Montadora do 8085A[22] e com o auxílio do programa Monitor de 2K "bytes"[22] residente no SDK-85, desenvolvemos pequenas rotinas e alguns testes para a verificação do funcionamento das interfaces. Essas rotinas eram programadas diretamente, usando-se o teclado do "kit" para a introdução das instruções e dados codificados em hexadecimal.

As rotinas maiores foram editadas e montadas com a utilização do VAX 8085 Cross Assembler num computador VAX11/780, para posteriormente serem gravadas em memòria EPROM utilizando o Programador de EPROM do MICROLIE[40] a fim de que pudessem ser executadas pelo microprocessador.

Sempre que possível, fizemos uso de instruções existentes no 8085A mas não publicadas pela Intel[41], uma vez que, por trabalharem com dois registradores, reduzem o tempo de processamento e a ocupação da EPROM.

Com respeito aos programas desenvolvidos para o microcomputador EXATO, a linguagem utilizada foi o CCE-BASIC[42].

4.3 O FLUXOGRAMA GERAL DA PROGRAMAÇÃO DO SISTEMA.

Com o auxílio dos diagramas desenhados nas figuras 44 e 45, vamos descrever, de um modo geral, como está desenvolvida a programação do SAAC.

A primeira tarefa é a iniciação do sistema, que ocorre no instante em que a fonte de alimentação é ligada. O Monitor(original da Intel Co.) executa um procedimento de "partida a frio" ("cold-start") onde, em resumo, todos os circuitos do "kit" são postos nos seus respectivos estados iniciais, ou seja, prontos para entrarem em operação ("hardware reset"). São definidas todas as variáveis necessárias ás diversas rotinas e postos, em estado de funcionamento, portas e circuitos de temporização("software reset"). Além disso, são zerados os conteúdos dos dois bancos de memória e garante-se que o carro do registrador está parado no seu limite lateral esquerdo. Todo esse procedimento está envolto pelo bloco INICIAÇÃO destacado nas figuras 44 e 45.

Segue-se, á etapa de iniciação, o bloco OPERAÇÃO onde o usuário irá optar se deseja operar o equipamento através do seu próprio teclado (o que chamaremos de <u>operação local</u>), ou por meio do microcomputador EXATO (<u>operação remota</u>).

Tanto num tipo de operação como no outro, o objetivo é definir que função será executada pelo SAAC.

Estão disponíveis dezesseis opções de trabalho (figura 45), agrupadas nas cinco funções (figura 44) já comentadas.

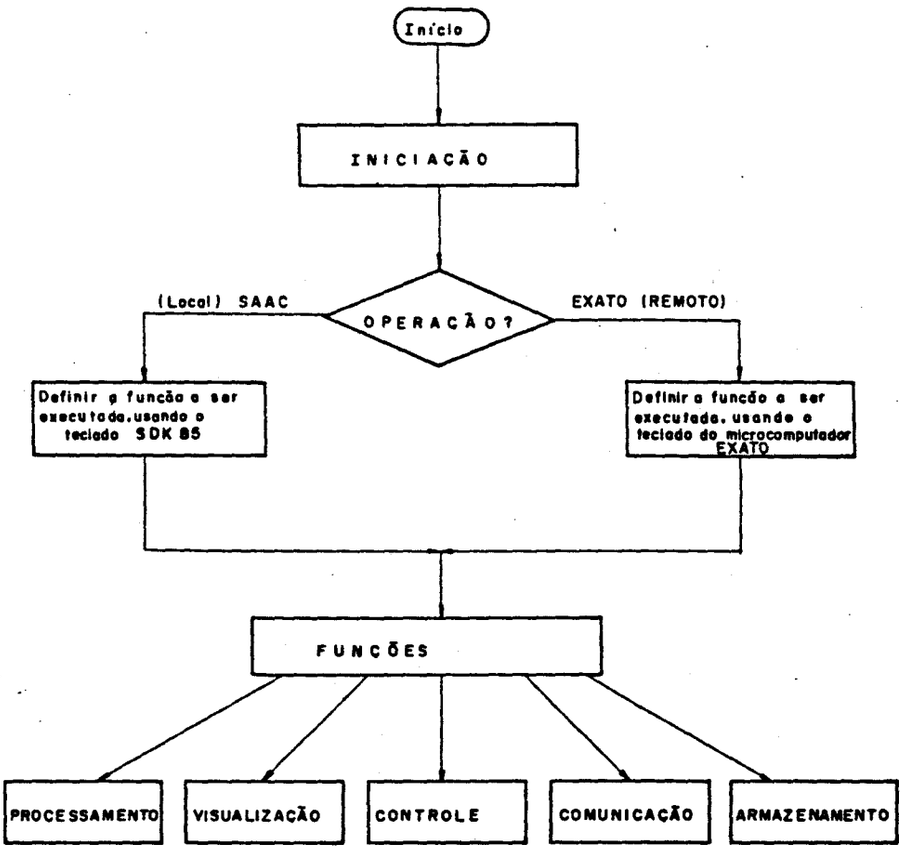


FIGURA 44 - A estrutura da programação do equipamento.

Assim, temos:

a) na função de PROCESSAMENTO:

- as rotinas CINETICA e AVERAGER (com e sem o controle remoto do registrador do espectrômetro),

- a rotina ZERAR BANCO X,

- a rotina BASELINE,

- as rotinas de cálculo da primeira (INTEGRAL) e da segunda (INTEGRAL2) integral do espectro adquirido, e

- as rotinas SOMAR e SUBTRAIR curvas.

b) na função de VISUALIZAÇAO:

- a rotina GRAFICAR, e

- a rotina MOSTRAR.

c) nas funções de CONTROLE, COMUNICAÇAO e ARMAZENAMENTO:

Todas as doze rotinas já citadas relacionam-se, também, a estas três funções, e acrescentamos as quatro restantes, RECEBER, TRANSFERIR, TERMINAR e DEMONSTRAR que, para o seu perfeito funcionamento, estarão sempre envolvidas em pelo menos uma, das três funções citadas.

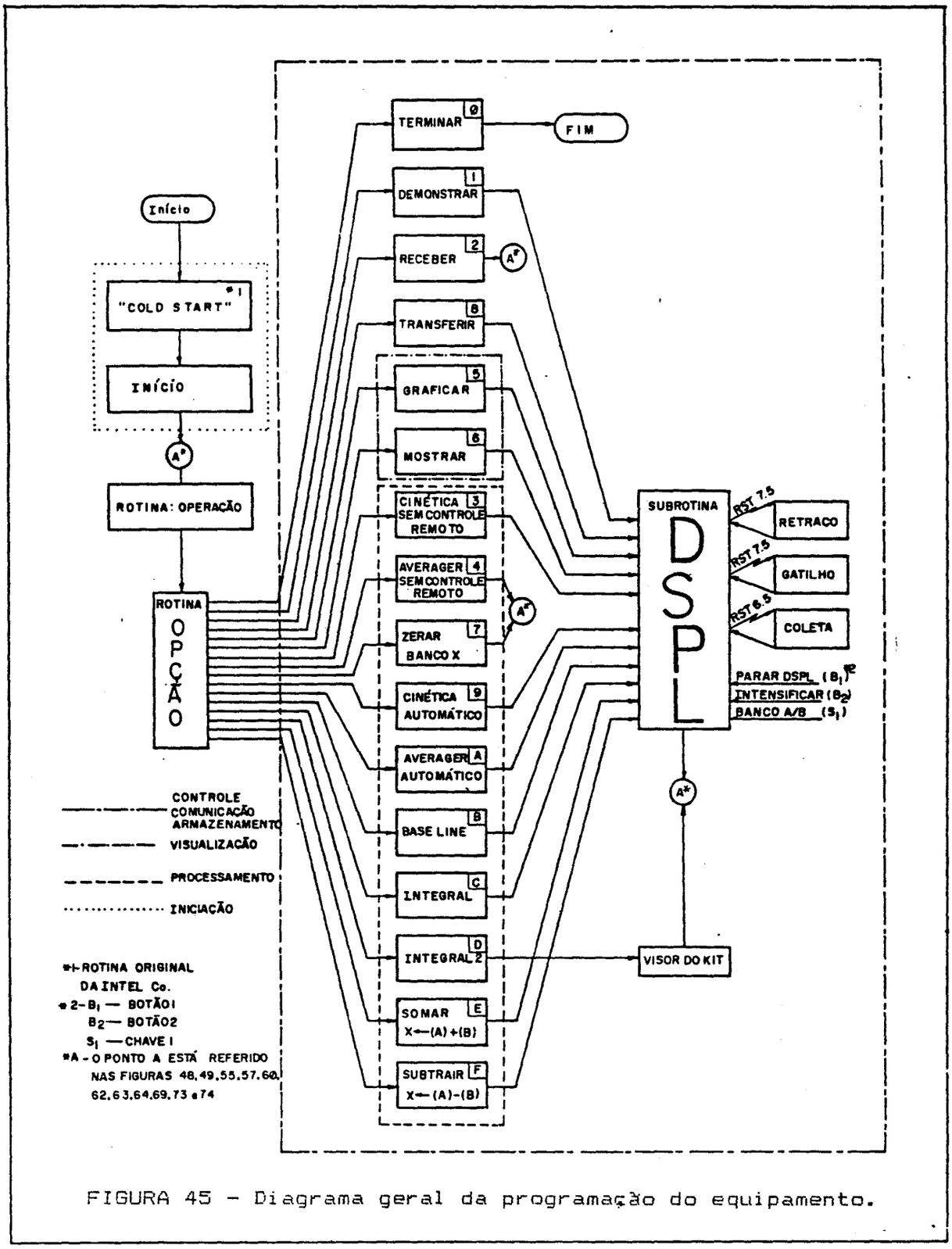


FIGURA 45 - Diagrama geral da programação do equipamento.

Qualquer que seja a opção desejada, independentemente da sua origem (remota ou local), aparecerá no visor do equipamento, um código mnemónico relativo á opção, indicando que o fluxo do programa foi dirigido para o endereço inicial da sua respectiva rotina de tratamento.

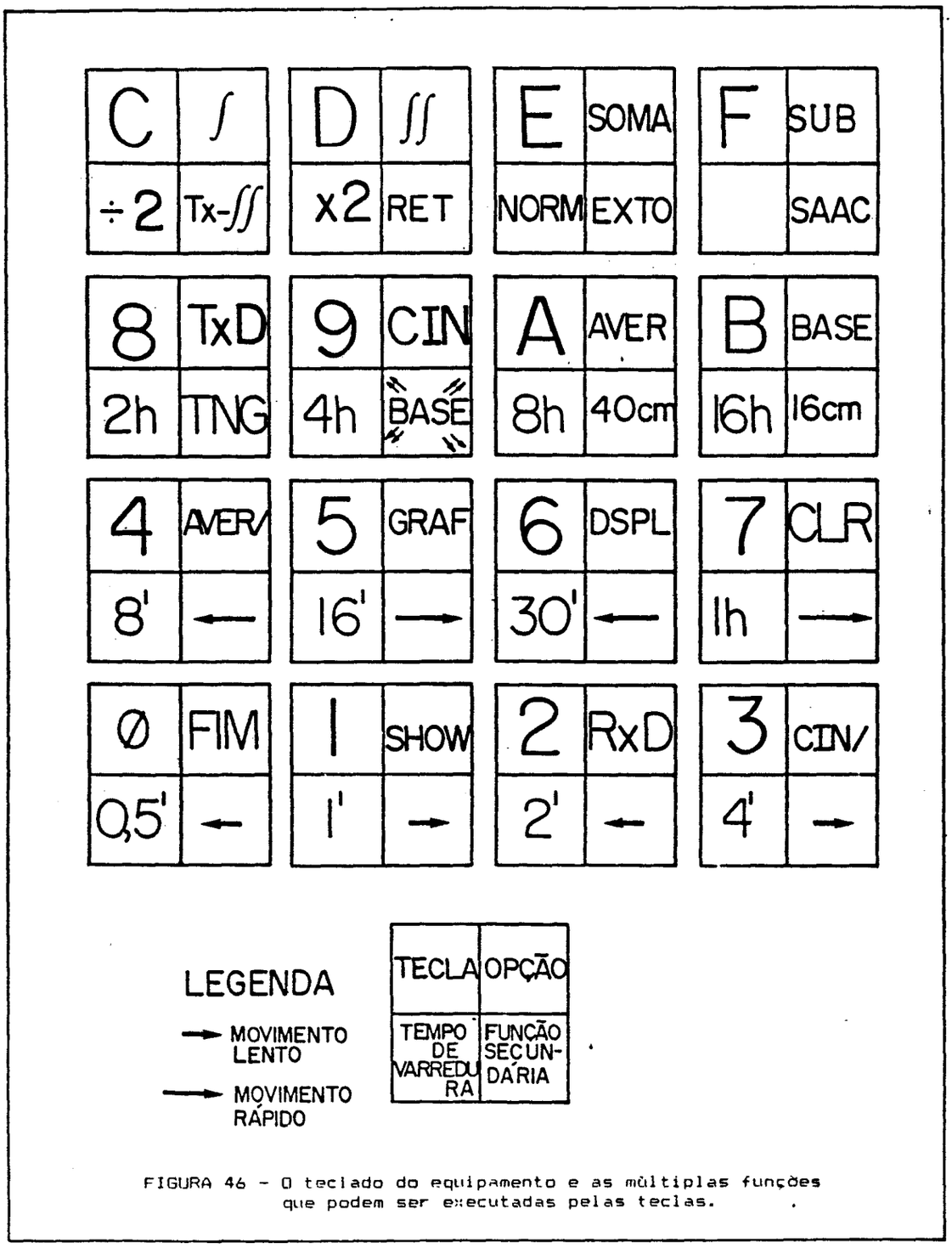


FIGURA 46 - O teclado do equipamento e as múltiplas funções que podem ser executadas pelas teclas.

Na Tabela IX e na figura 46, temos informações a respeito das opções, onde estão fornecidas as respectivas teclas, códigos mnemônicos e, também, uma descrição sucinta.

TABELA X

CARACTERÍSTICAS DAS OPÇÕES DE TRABALHO DO EQUIPAMENTO

OPÇÃO	CÓDIGO MNEMÔNICO	TECLA	DESCRIÇÃO SUCINTA
TERMINAR	End...	Ø	Parar o processador.
DEMONSTRAR	SHOU	1	Demonstrar o funcionamento das opções. No banco "A" é gerada uma onda triangular e no "B" uma reta inclinada e deslocada da origem.
RECEBER	rECEBE	2	Armazenar em um banco, uma curva arquivada no EXATO.
CINETICA/	cin	3	Aquisição para a Cinética Química s/controle remoto do espectrômetro
AVERAGER/	AUEr	4	Aquisição para o cálculo da Média s/controle remoto do espectrômetro
GRAFICAR	PAPEL	5	Registrar o conteúdo de um banco.
MOSTRAR	dSPL	6	Exibir(TRC) conteúdo de um banco.
ZERA_BANCO	CLr -	7	Zerar o conteúdo de um banco.
TRANFERIR	SENd -	8	Enviar banco de memória ao EXATO.
CINETICA	cin	9	Aquisição para a Cinética Química c/controle remoto do espectrômetro
AVERAGER	AUEr	A	Aquisição para o cálculo da média c/controle remoto do espectrômetro
BASELINE	bASE	B	Corrige a linha de base do sinal.
INTEGRAL	GrAL	C	Obtém a função integral da curva
INTEGRAL2	GrAL2	D	Obtém o valor da segunda integral
SOMA	Add	E	Soma os bancos de memória. (X) <-- (A) + (B) (*)
SUBTRAIR	SUb	F	Subtrair do conteúdo do banco A, o conteúdo do banco B. (X) <-- A - B

* X --> banco de memória escolhido pelo usuário.

Com respeito às opções definidas pelas teclas "3", "4", "9" e "A", ou códigos correspondentes enviados pelo EXATO, algumas considerações devem ser adicionadas á descrição resumida fornecida pela Tabela IX. Em qualquer desses casos, a subrotina DSPL (ver figuras 45 e 46) estará sendo executada como rotina de fundo e permitirá a visualização, em um osciloscópio e em tempo real, do conteúdo do banco de memória que estiver sendo sendo utilizado pela opção.

Todas as vezes que um novo dado estiver pronto para ser adquirido, esta subrotina será interrompida(RST6.5), sendo que a COLETA será chamada á execução. Essa subrotina fará a aquisição do novo dado, somando-o, coerentemente, ao conteúdo de uma posição de memória e acontecerá o retorno para o ponto em que ocorreu a interrupção.

No caso da opção ser aquela de tratamento dos dados para a técnica de Cinética Química(teclas "3" ou "9"), ocorre um outro desvio na seqüência do programa, sendo chamada a subrotina CINETICA que irá procurar pelo maior valor adquirido(valor de pico do espectro) e o seu respectivo endereço, armazenando esse par de valores para cada varredura realizada.

Além da interrupção RST6.5, a subrotina DSPL poderá sofrer, também, uma interrupção do tipo RST7.5 que representa o início ou o final de uma varredura. As subrotinas de atendimento a serem chamadas serão a RETRAÇO (quando a interrupção ocorrer no final da varredura) e a GATILHO (quando ocorrer no início da aquisição de uma nova curva).

Na figura 47 temos esquematizadas as interrupções que podem acontecer durante a execução da DSPL.

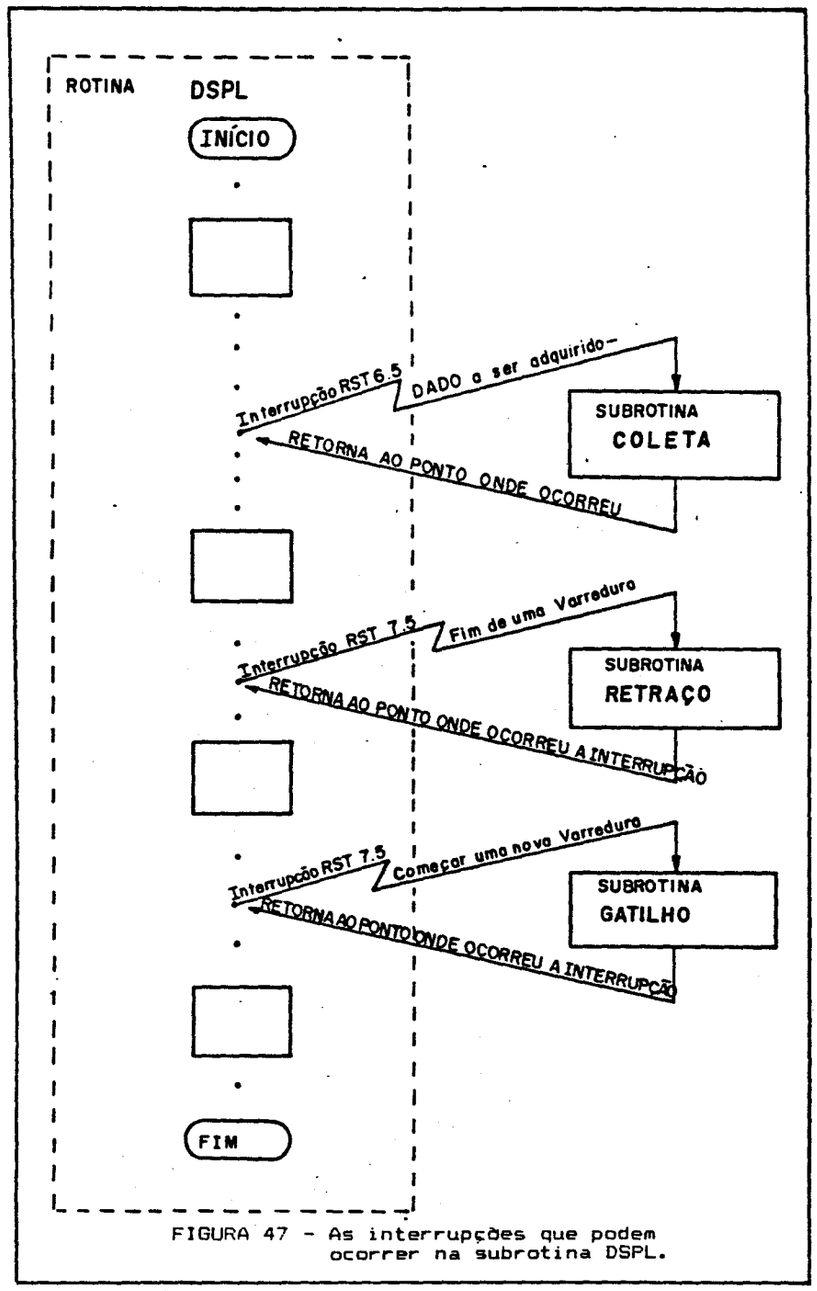


FIGURA 47 - As interrupções que podem ocorrer na subrotina DSPL.

Com relação ao sinal exibido no osciloscòpio, por meio da subrotina DSPL, cabe acrescentar, que estarà sempre normalizado (devido á função de escalonamento automàtico realizada pela subrotina SHIFT_AUTO) para que ocupe o maior campo possivel para a sua visualização.

Por outro lado, a opção de registrar uma curva em papel, permitirá ao usuário, optar por dois tamanhos (folha de 40cm, padrão do registrador E-80A, ou folha de 16cm, adequada para a reprodução em textos) e, também, por três opções de escala do sinal(x2, /2, ou normal), possibilitando uma grande versatilidade na produção de gráficos.

Após essa visão geral da programação do sistema de aquisição, vamos colocar em seguida, a descrição detalhada de toda a tarefa inicial onde, em resumo, é feito um "software reset" habilitando o SAAC para a realização das funções que em seqüência descreveremos.

4.4 A ROTINA INICIO - O sistema será definido no estado "PRONTO PARA OPERAR".

Assim que é ligada a fonte de alimentação do SAAC, ocorre o procedimento de "partida-a-frio" já citado. Em continuação aos passos de iniciação realizados pelo programa MONITOR (da Intel Co.), é executada a rotina INICIO que passaremos a descrever.

Antes, porém, fornecemos um mapeamento dos endereços alocados ás memórias de dados, á memória de programas, ás variáveis auxiliares, aos vetores para atendimento das interrupções, ás portas de entrada/saida de dados e aos

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

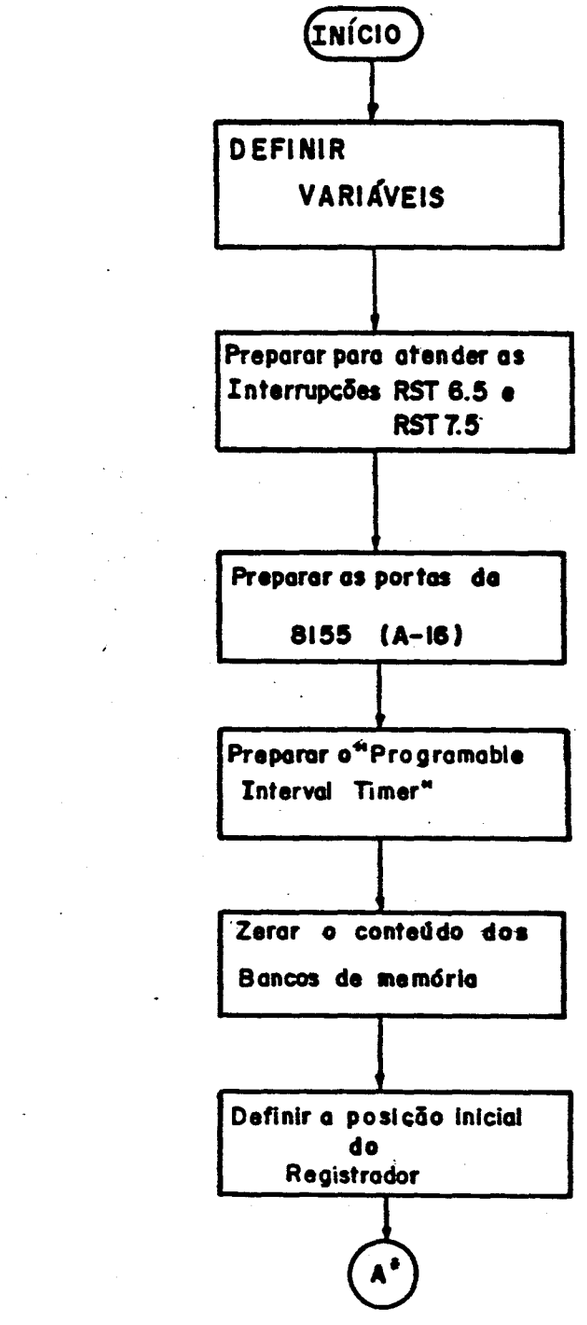
circuitos de temporização.

TABELA XI

O MAPEAMENTO DOS ENDEREÇOS DO SAAC

ENDEREÇOS (Hexadecimal)	ALOCADOS A
0020 - 0023	Portas de e/s.
0028 - 002D	Porta de saída para o controle remoto.
20C8 - 20CA	Vetor para a subrotina de tratamento da RST6.5
20CE - 20CF	Vetor para a subrotina de tratamento da RST7.5
2800 - 2853	Variáveis auxiliares
8000 - 8BFF	Memória de dados BANCO "A"
8C00 - 97FF	Memória de dados BANCO "B"
A000 - AFFF	Memória de programas
C000	8251A-Interface Programável de Comunicação
D000 - D001	Dados para a aquisição
F001 - F003	Contadores do Temporizador Programável

Tendo como referências a Tabela XI, onde estão listados os endereços citados, e a figura 48 que contêm o seu fluxograma, realizaremos a descrição da rotina INICIO.



* O ponto A refere-se a figura 45.

FIGURA 48 - Fluxograma da rotina INICIO.

4.4.1 DEFINIR VARIAVEIS.

A primeira variàvel a ser definida è o topo de uma pilha do tipo "First In Last Out" (FILO), a ser colocado no endereço 20C0H e que serà usada para guardar o conteùdo dos registradores quando das chamadas para subrotinas ou para atendimento de interrupçòes.

Com o valor usado, garantimos espaço suficiente (190 "bytes") para ocorrerem atè dezenove subrotinas entrelaçadas onde todos os registradores PSW, B-C, D-E, H-L, sejam reservados. Mas, numa anàlise de "pior caso", estaremos utilizando dezoito posiçòes (20C0H a 20AEH) quando executando a subrotina DSPL.

Outras variàveis serào definidas de acordo com a necessidade das rotinas que as utilizarào.

4.4.2 PREPARAR PARA ATENDER AS INTERRUPÇOES RST6.5 E RST7.5 .

Quando ocorre uma interrupçào do tipo RSTn, o controle do programa vai para um endereço, obtido segundo a fòrmula fornecida pela equação 28

$$\text{ENDEREÇO(em hexadecimal)} = (n \times 8). \qquad (28)$$

Assim, ao ocorrer uma interrupção do tipo RST6.5, será processada a instrução contida no endereço 34H do programa MONITOR que executa um salto para o endereço 20C8H onde colocaremos um outro desvio incondicional para o endereço inicial da subrotina de atendimento da interrupção RST6.5. Portanto, as três posições de memória a partir da 20C8H conterão um salto ("JMP" = C3H) para o endereço do primeiro comando da subrotina COLETA.

Da mesma forma, a partir da posição 20CEH colocaremos um desvio para o endereço inicial da subrotina RETRAÇO.

4.4.3 PREPARAR AS PORTAS DA 8155(CI A16).

O circuito integrado 8155(A16) possui três portas programáveis como entrada e/ou saída. Duas delas, as portas 21H e 22H cada uma com 8 linhas, serão utilizadas como linhas de saída, fornecendo os valores digitais a serem convertidos em analógicos para que sejam vistos no osciloscópio(ver Módulo de Conversão D/A - 3.3.8). Essas linhas são ligadas aos pinos 7 a 22 do conector J4 do SDK-85.

Os pinos 1 a 6 do mesmo conector, correspondentes á porta 23H de seis linhas paralelas, são definidos como pontos de entrada para receberem os seguintes sinais:

-Pino 5 do J4: corresponde ao "bit" menos significativo (bØ) desta porta e receberà a tensão vinda do botão B1(de contato momentâneo) que define se a subrotina DSPL deve terminar ou nào.

-Pino 6 do J4: dígito binàrio b1. Sinal vindo do botão B2 (de contato momentâneo) que define se os dois pontos extremos do sinal exibido pelo osciloscòpio devem ser intensificados ou nào.

-Pino 3 do J4: (b2). Tensão fornecida pela chave S1 que define o banco de memòria a ser usado.

-Pino 4 do J4: (b3). Sinal vindo do pino 15 do conector J12 do nosso equipamento que corresponde ao sinal do pino S do conector JØØ7 do espectrômetro e que serà usado para identificar a posição do carro do registrador E-8ØA.

4.4.4 PREPARAR O "PROGRAMMABLE INTERVAL TIMER" (8253).

Conforme descrito no item 3.3.7 onde tratamos do controle remoto a ser exercido sobre o espectrômetro, o circuito integrado 8253(CIØ5) deve ser programado para gerar freqüências adequadas para criar os tempos de varredura desejados pelo usuàrio. Portanto, os contadores 1 e 2 sào postos para operar no modo 3(gerador de onda quadrada), carregando suas palavras de controle adequadamente.

O contador de número dois, será carregado com o valor Ø481H para fornecer, na sua saída, uma freqüência de 1332Hz (freqüência de entrada = 1,356MHz). O contador de número um, cuja entrada è o sinal gerado pelo contador dois, será programado, por meio do teclado ou através do EXATO, de acordo com o tempo de varredura desejado, usando a função "Tempo de Varredura" das teclas, como pode ser visto na figura 46, ou usando a rotina auto-elucidativa correspondente, gerada pelo microcomputador EXATO. A programação desse contador ocorre quando estiver sendo executada a opção AVERAGER ou a opção CINETICA.

Cabe, aqui, uma observação: tanto nas teclas quanto nas rotinas apresentadas pelo EXATO, os valores 3Ø' (trinta minutos), 1h, 2h, 4h, 8h e 16h correspondem, na realidade, aos tempos de varredura de 32', 64', 128', 256', 512' e 1Ø24', respectivamente. Esses valores foram usados por facilitarem a programação, uma vez que, por exemplo, acionada a tecla "7" (1h), o contador um será carregado com o valor Ø2ØØH (ver Tabela VII no Capítulo III) que dividirá o valor 1332Hz da freqüência de entrada, resultando num tempo de varredura de 64s. Porèm, desde que o usuàrio esteja ciente dos valores corretos dos tempos, em nada será prejudicado o experimento.

4.4.5 ZERAR O CONTEUDO DOS BANCOS DE MEMORIA.

Para eliminar os valores espùrios, que são carregados nas palavras da memòria, quando o sistema recebe a

tensão elètrica passando pelo estàgio de "cold start", definimos um conteúdo igual a zero em todas as palavras. Garantimos, assim, o estado inicial adequado para que os procedimentos de cálculo da mèdia do sinal de RPE ou de Cinètica, não sejam distorcidos por valores que não tenham sido aqueles adquiridos atravès do mòdulo de conversão A/D.

4.4.6 DEFINIR A POSIÇÃO INICIAL DO REGISTRADOR.

Nesta tarefa, iremos forçar o carro do registrador a ficar no seu limite esquerdo. Para isso, è testado o "bit" 3 da porta 23H. Se ele estiver no estado lògico "1", significa que o carro não està na posição desejada.

Tem início um procedimento para realizar um retraço. Carrega-se o contador número um do integrado 8253, com o valor ØØØ2H (correspondente a um tempo de varredura de 15s) e com o còdigo ØBH na porta 2BH, faremos levantar a caneta do registrador e movê-lo para a esquerda. Enquanto o "bit" 3 não passar para o estado "Ø", o microprocessador fica acessando a porta 23H, num ciclo de espera.

Atingido o batente da esquerda, a subrotina MOTOR_OFF encarrega-se de desligar o motor do registrador e de desativar o controle remoto.

Se, no primeiro teste, o registrador já estiver na posição adequada, o procedimento irà diretamente para a rotina OPERAÇAO.

Concluimos, dessa maneira, a etapa de iniciação e o

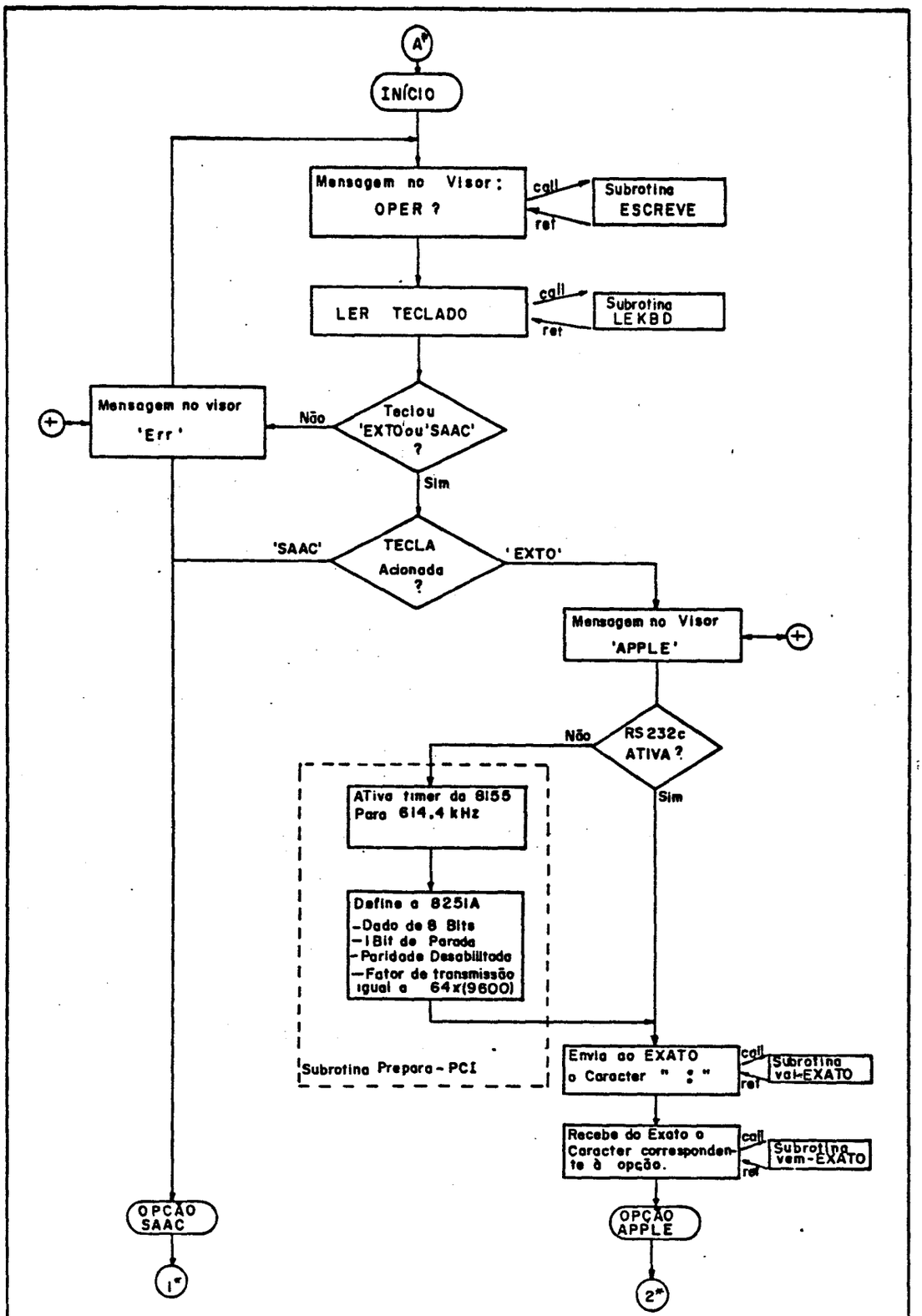
sistema está pronto para executar qualquer uma das tarefas colocadas á disposição do usuàrio.

4.5 A ROTINA OPERAÇAO.

Voltando a observar a figura 45, notamos que, estando iniciado o equipamento, será executada na seqüência, esta rotina OPERAÇAO (ver fluxograma na figura 49), cuja função è permitir ao usuàrio, a definição de como o sistema de aquisição será controlado.

Terminada a rotina INICIO, a subrotina ESCREVE coloca no visor do SAAC a pergunta "OPEr ?" cuja resposta deve ser o acionamento da tecla "EXTO" ou da tecla "SAAC" que è interpretado pela subrotina LEKBD e que definem, respectivamente, que o controle será realizado pelo EXATO ou por meio do pròprio teclado do sistema.

No caso de se trabalhar com o EXATO, esse computador deve ter sido previamente conectado, por meio do conector do CCE-SSC, ao sistema de aquisição e carregado com o conteùdo do disco flexìvel que contèm o programa dedicado ao sistema SAAC, cuja listagem oferecemos no Apéndice II deste trabalho.



+Neste ponto ocorre chamada para a subrotina ESCREVE

*Os pontos 1 e 2 referem se à figura 50 . O ponto A refere-se à figura 45

FIGURA 49 - Fluxograma da rotina OPERAÇÃO.

Aparecerà no visor, a mensagem "APPLE" e verifica-se se o integrado 8251A está preparado para a comunicação no padrão RS232C. Se não estiver, ela è preparada usando-se a subrotina PREPARA_PCI e um caracter ":" è enviado (usando a subrotina VAI_EXATO) ao EXATO que, por sua vez, deve gerar uma tabela contendo as dezesseis opções existentes e, de acordo com a opção do operador, será devolvido o seu còdigo. Esse còdigo, recebido pela subrotina VEM_EXATO corresponde exatamente ao mesmo obtido quando, em operação local, a tecla respectiva á mesma opção è acionada como resposta á pergunta "OPÇAO ?" que aparece no visor, feita pela rotina OPERAÇAO.

4.6 A ROTINA OPÇAO.

Esta rotina apresenta-se após a OPERAÇAO e oferece dois distintos pontos de entrada. Um deles (1) vindo da OPERAÇAO com controle por meio do teclado (local), e o outro (2), vindo jà com a opção definida, quando a atuação será através do microcomputador (remota). Na figura 5Ø, pode-se ver desenhado o diagrama de blocos desta rotina e os dois pontos de entrada.

Para que o procedimento seja unificado, quando em controle local, aparecerà no visor a pergunta "OPÇAO?" e o usuàrio deverà optar acionando uma tecla. A partir desse ponto, o acumulador do microprocessador conterà o còdigo da opção,

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FISICA E QUIMICA DE SÃO CARLOS - USP
FISICA

qualquer que tenha sido o modo de operação escolhido.

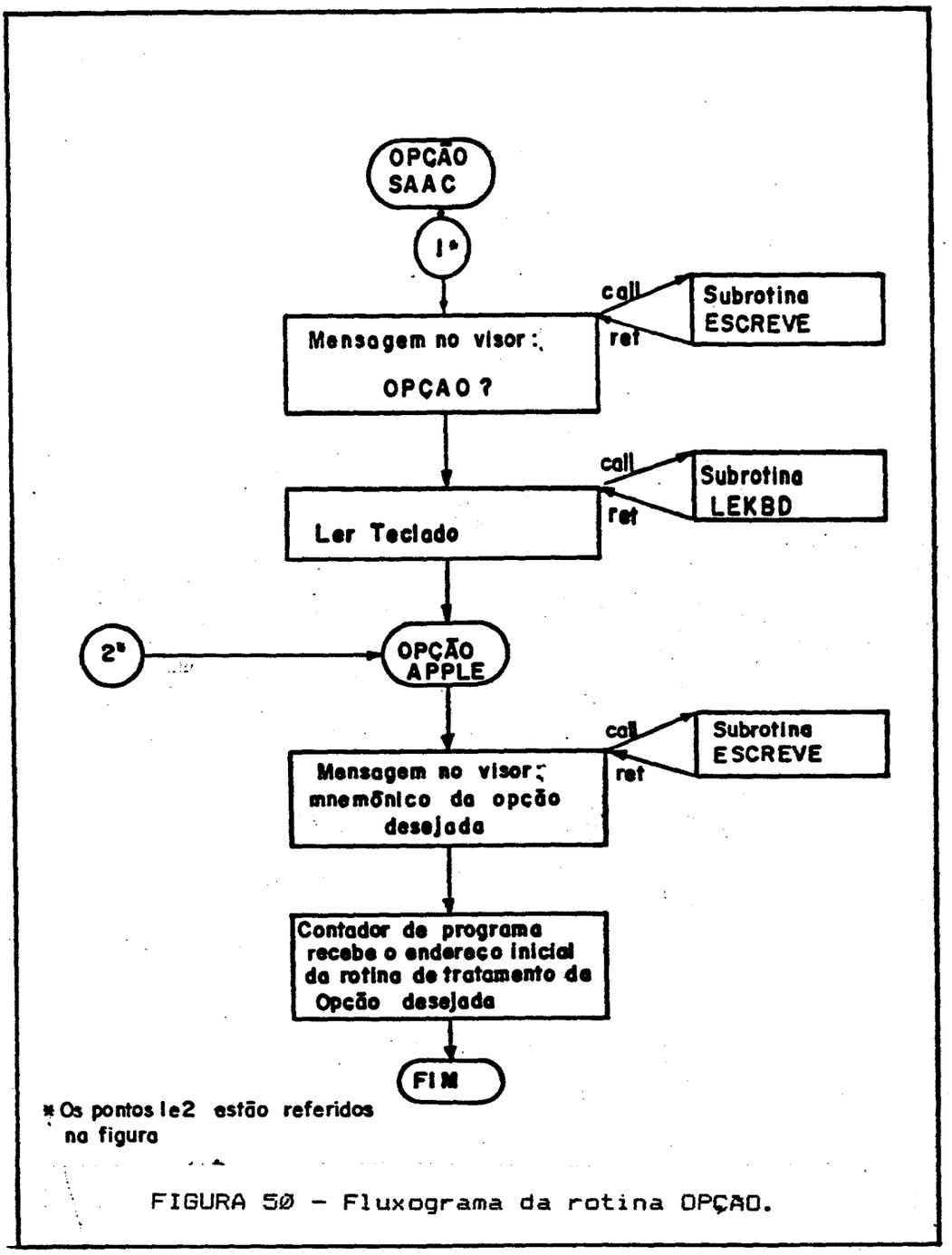


FIGURA 5Ø - Fluxograma da rotina OPÇAO.

De posse desse código, que è igual ao valor da tecla acionada, è criado o endereço onde estão os valores apropriados a serem utilizados pela subrotina ESCREVE, para que no visor apareça o código mnemônico da opção e seja obtido o endereço inicial da rotina que irá ser executada, de acordo com a opção

desejada.

O final da execução desta rotina OPÇAO define o início, propriamente dito, da tarefa a ser realizada pelo equipamento, através de uma, dentre as dezesseis rotinas que serão, em seguida, analisadas.

4.7 A EXECUÇAO DAS FUNÇOES.

A classificação de uma dada rotina como especifica á execução de uma das funções de controle, armazenamento, processamento, visualização, ou de comunicação, constitui-se num difícil trabalho devido ao interrelacionamento que normalmente ocorre para que seja realizada a execução de determinada tarefa. Por isso, procuramos agrupar as rotinas nas funções que mais lhe dizem respeito. Começaremos pela descrição da função de processamemto onde serão colocadas as rotinas que realizam a manipulação dos dados adquiridos.

4.7.1 O PROCESSAMENTO DOS DADOS.

Dentro dessa função, estão envolvidas as rotinas das seguintes opções:

- AVERAGER: Aquisição dos dados com cálculo do valor médio de múltiplas aquisições.

- CINETICA: Aquisição dos dados com tratamento adequado á técnica de Cinética.

- BASELINE: Correção das distorções que aparecem na linha de base do sinal adquirido.

- INTEGRAÇAO: Cálculo da primeira e da segunda integral de um determinado espectro.

- SOMA/SUBTRAÇAO: Soma ou subtração ponto-a-ponto, de dois espectros.

Procedemos á descrição detalhada da cada uma.

4.7.1.1 AS ROTINAS AVERAGER E CINETICA.

As opções AVERAGER e CINETICA são chamadas pelas teclas "AVER/", "CIN/", "AVER", "CIN", descritas nas figuras 51 e 52. Na execução das duas primeiras, não será exercido o controle remoto sobre o espectrômetro.

Tal fato aumenta a versatilidade do nosso projeto, pois permite a sua utilização em outros equipamentos que possuam registrador com características distintas daquelas existentes na linha de espectrômetros chamada "century series FPR spectrometers - VARIAN"[9]. Além disso, o equipamento poderá continuar sendo usado caso algum defeito se apresente nos circuitos constituintes do módulo de controle remoto.

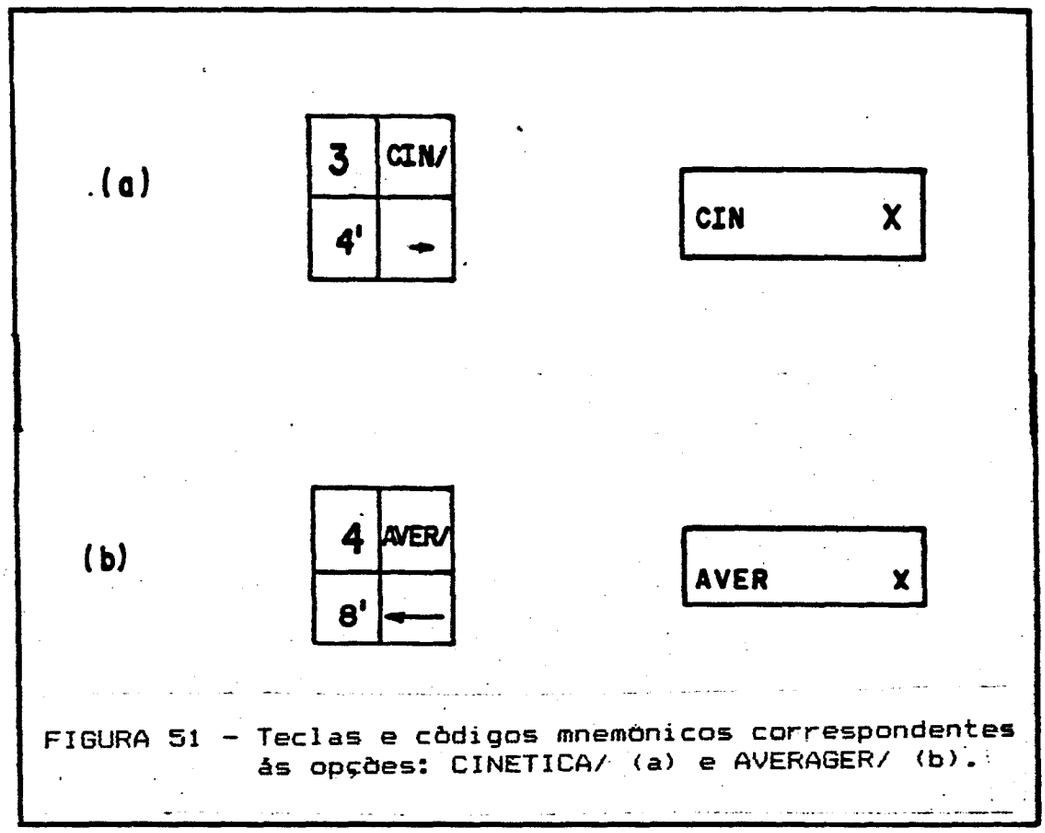


FIGURA 51 - Teclas e còdigos mnemônicos correspondentes ás opções: CINETICA/ (a) e AVERAGER/ (b).

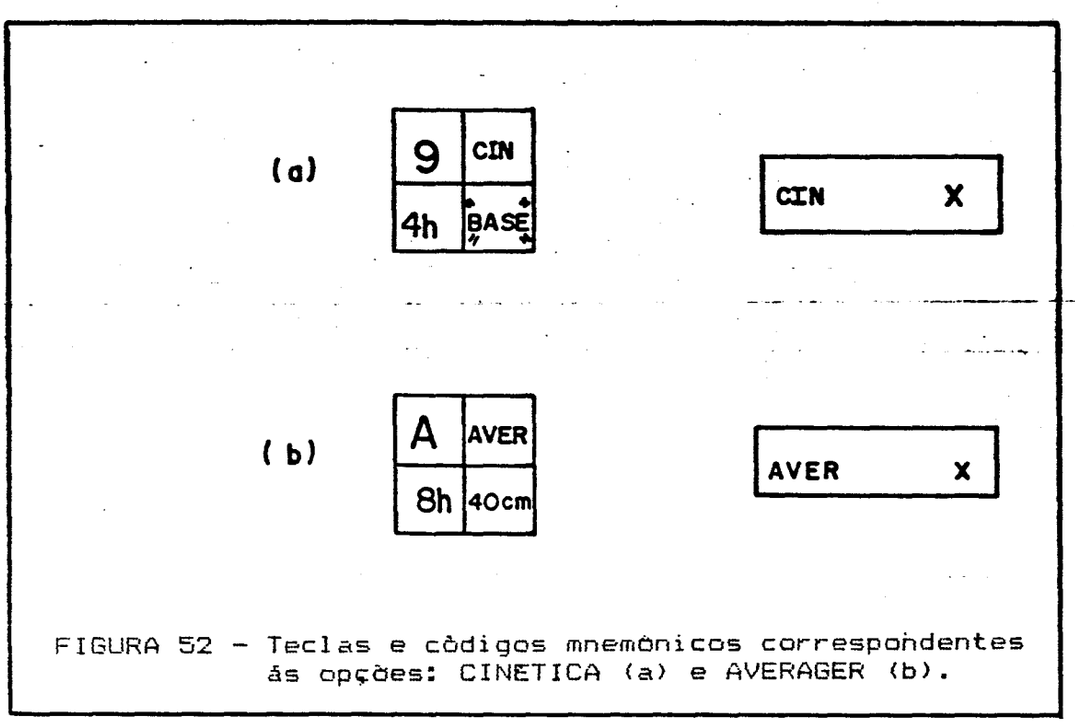


FIGURA 52 - Teclas e còdigos mnemônicos correspondentes ás opções: CINETICA (a) e AVERAGER (b).

Após um procedimento inicial de obtenção do tempo e da quantidade de varreduras a serem definidos, são habilitadas as ocorrências de interrupções e atua-se remotamente sobre o registrador do espectrômetro para que tenha início uma varredura.

Tudo está preparado para que a subrotina DSPL seja chamada e fique sendo executada como um programa de fundo, mostrando sempre, o conteúdo de um banco de memória onde serão realizadas as funções de aquisição e de manipulação de dados.

Sempre que existir um dado a ser adquirido, ou quando terminar uma varredura, ela será interrompida e o processamento desviado para as subrotinas COLETA ou RETRAÇO que, respectivamente, farão o atendimento de cada uma das interrupções.

Essas subrotinas serão analisadas.

- A SUBROTINA COLETA.

Todas as vezes em que o espectrômetro gerar um pulso de "address advance", o sinal de RPE será amostrado, convertido em um correspondente valor digital e uma interrupcao do tipo RST6.5 ocorrerá.

Ao detetar essa interrupção, o 8085A carrega o contador de programa com o endereço da COLETA cujo fluxograma está na figura 53.

Após desabilitar o atendimento a qualquer outra interrupção e salvar os registradores e a palavra de "status" do 8085A, esta rotina vai adquirir o dado. Isso é feito, convertendo a sua codificação que está na forma de número

binário deslocado com 12 "bits", para complemento de dois em 24 dígitos para, em seguida, somà-lo á posição de memòria adequada.

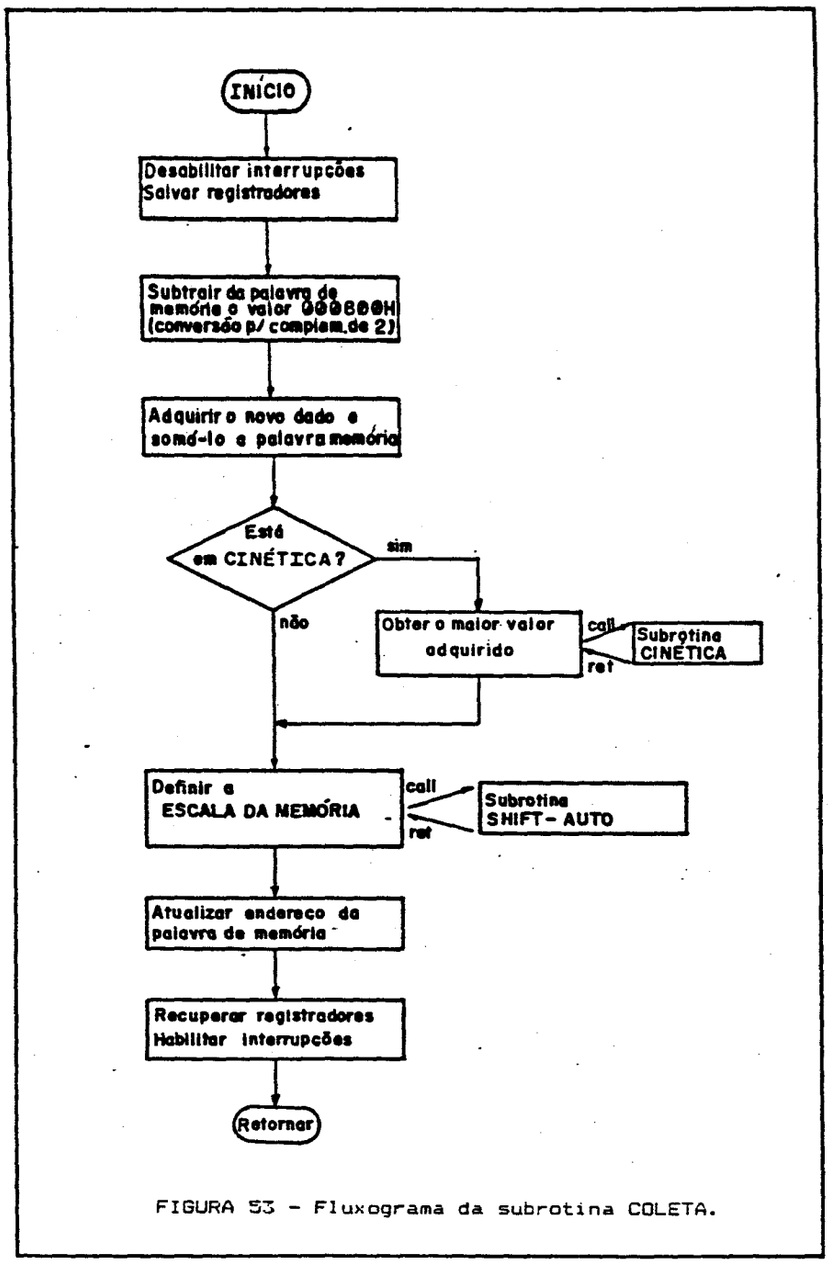


FIGURA 53 - Fluxograma da subrotina COLETA.

A mudança, para complemento de dois, no còdigo digital do dado, deve-se ao fato de que na codificação original, o valor ØV corresponde a 8ØØH e, a cada nova curva adquirida, esse valor na memòria iria crescendo.

Conseqüentemente, quando da visualização no osciloscòpio, o eixo das abcissas, representativo da tensão de RPE de ØV, estaria sempre dobrando de valor! No caso da notação em complememto de dois, os valores obtidos pelo conversor são subtraídos do valor 8ØØH antes de serem adicionados á palavra de memòria. Dessa maneira, a linha de ØV do sinal de RPE estará sempre fixa na tela do osciloscòpio.

Como os dados possuem dezesseis dígitos binários e a palavra de memòria tem 24 "bits", a conversão de binário deslocado para complemento de dois è feita somando-se o valor FFF8ØØH, que è o complemento de dois de ØØØ8ØØH, a cada novo dado. Na Tabela XI temos listados alguns valores obtidos no conversor A/D e suas respectivas conversões para complemento de dois.

Adquirido, o novo dado, e acumulado na memòria, è chamada a subrotina SHIFT_AUTO que definirá os oito dígitos mais significativos da palavra de memòria que deverão ser utilizados na DSPL. O endereço da palavra de memòria a receber o prôximo dado è atualizado, os registradores são recuperados, as interrupções são habilitadas e ocorre o retorno da subrotina COLETA para o ponto da DSPL onde houve a interrupção.

TABELA XII

Conversão do còdigo binário deslocado em dados de 16 "bits" para o còdigo em complemento de dois em 24 dígitos, para algumas tensões convertidas pelo AD574A.

ENTRADA ANALOGICA (VOLT)	VALOR CONVERTIDO-16"BITS" (BINARIO DESLOCADO)	VALOR NA MEMORIA -24"BITS"(COMPLEMENTO DE DOIS)
+5,Ø	ØFFFH	ØØØ7FFH
0,0	Ø8ØØH	ØØØØØØH
-5,Ø	ØØØØH	FFF8ØØH

O procedimento, acima descrito, é executado quando a opção escolhida for a AVERAGER. Assim, a cada varredura, estaremos somando, coerentemente, o sinal de RPE, para que a sua relação sinal/ruído aumente.

- A ROTINA CINETICA.

Quando estiver na opção CINETICA, antes de ser chamada a subrotina SHIFT_AUTO, será acessada a subrotina CINETICA descrita, em termos de fluxograma, na figura 54, onde o novo dado adquirido é comparado com o maior valor, existente na memória, na varredura atual. O maior, entre os dois, e o seu correspondente endereço, serão colocados nas variáveis TEMP_1-TEMP_Ø (dado) e TEMP_3-TEMP_2 (endereço).

Com essa metodologia, após ser feita uma varredura completa, as variáveis citadas conterão o par valor de pico-endereço, do ponto de maior amplitude do espectro adquirido. Após o retorno da CINETICA, a seqüência de execução continua como já descrito.

É interessante lembrarmos que no caso do pesquisador estar interessado na opção CINETICA, os diversos pares de pontos (um par para cada varredura) serão enviados ao EXATO, precedidos de um código indicativo do tempo de varredura, para que seja posível a obtenção dos valores adequados á construção do gráfico log(amplitude) x tempo, e a sua correspondente inclinação possa ser determinada. Maiores detalhes de como isso será realizado, podem ser encontrados na descrição da rotina INCLINAÇÃO e no item 4.9 .

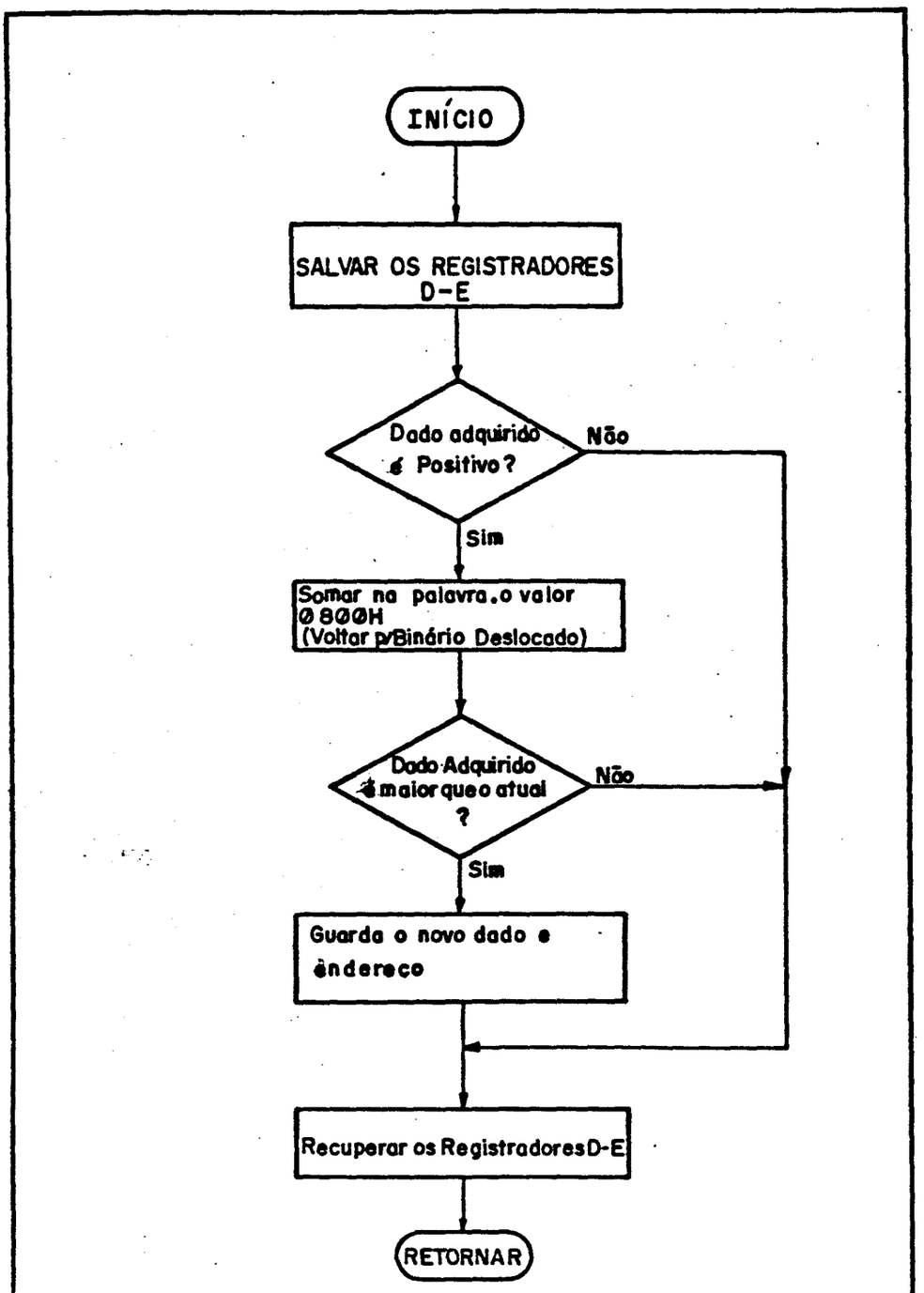


FIGURA 54 - Fluxograma da subrotina CINETICA.

Complementamos, citando a nossa preocupação em, sempre que possível, utilizar nestas duas subrotinas, as instruções de dupla precisão e conseguimos em condição de "pior caso", tempos de processamento de aproximadamente 473μs para a COLETA e de 533μs para a COLETA com CINETICA.

Posto que, no tempo de varredura mais curto, temos um ponto a ser adquirido a cada 29300 μs (1024 pontos em 30s), excedemos as especificações e podemos garantir que essas rotinas podem trabalhar com sistemas que forneçam dados a taxas de até 2048 pontos/s.

- A SUBROTINA RETRAÇO.

Trata-se de uma subrotina complexa que tem como objetivos principais:

- fazer o retorno do carro do registrador até o batente esquerdo;
- se estiver em CINETICA, deverá armazenar no banco B de memória, o par de coordenadas valor de pico-endereço e zerar o conteúdo do banco A de memória. Nessa mesma opção, quando tiverem sido realizadas todas as aquisições estipuladas, os pares de pontos com os valores de pico e seus correspondentes endereços para cada espectro, serão transferidos para o microcomputador EXATO;
- decrementar o número de varreduras e mostrá-lo no visor;
- se já realizou todas as varreduras, prepara o vetor endereço da interrupção RST7.5 para que ao atingir o

batente da esquerda, seja chamada a rotina que desliga o motor do registrador (rotina MOTOR_OFF).

Descrição:

A cada final de varredura o carro do registrador atua numa chave existente no seu extremo direito e um pulso será fornecido no pino T do conector J007 do espectrômetro. Esse sinal produzirá, no 8085A, uma interrupção do tipo RST7.5 que será atendida pela RETRAÇO, a ser descrita, tendo como referência o fluxograma desenhado na figura 55.

Esta subrotina, após desabilitar as interrupções, salvar os registradores e definir que o atendimento da próxima interrupção RST7.5 será realizado pela GATILHO, irá comandar o retorno do carro do registrador, carregando o contador de número um do circuito integrado 8253, com o valor 0002H para que seja gerada uma onda quadrada cuja freqüência resulte numa varredura de 15s.

As interrupções são desabilitadas, uma vez que mesmo durante o retraço, os pulsos de "address advance" estarão presentes e, nesta situação, não nos interessa que seja feita a aquisição de dados. Durante o retorno do carro, a caneta deverá estar levantada (evitando que o gráfico registrado seja sobrescrito) e o deslocamento do carro será para a esquerda. Esses comandos são obtidos enviando-se a configuração 0BH para o espectrômetro, através da porta 2BH.

Como observamos que em cada varredura o número de dados coletados não é sempre constante, e nem é igual a 1024, reservamos na variável MEM_END, o endereço da palavra de

memória onde seria coletado o próximo dado.

Ainda durante o retraço, a variável contadora do número de varreduras é decrementada de uma unidade (a quantidade de varreduras que falta para terminar a aquisição será exibida no visor do SAAC) e verifica-se se atingiu o zero, isto é, se o número desejado de espectros já foi adquirido. Em caso negativo, os registradores são recuperados, as interrupções habilitadas e procede-se ao retorno da interrupção.

Realizadas todas as varreduras, força-se para que na próxima interrupção RST7.5, a ocorrer quando o carro do registrador terminar o retraço e chavear o sinal do pino DD do conector J007 do espectrômetro, seja chamada a subrotina MOTOR OFF que desliga o motor do registrador, prepara o vetor endereço para o atendimento da próxima RST7.5 com a posição da primeira instrução da subrotina RETRAÇO e retorna. Em seguida são recuperados os registradores, habilitadas as interrupções, é simulado um retorno da interrupção por meio de um incremento no ponteiro da pilha e o processamento desloca-se para a rotina OPERACAO.

Caso esteja em CINETICA, antes de retornar para a OPERAÇAO, será realizado um procedimento que escreve no visor a mensagem "SEnd -" e envia ao EXATO o caracter "(" avisando-o que dados serão transferidos.

Quando o microcomputador estiver pronto para a recepção devolverá um "*" e, utilizando-se da rotina COMUNICAÇAO, será transferido, ao EXATO, um código indicativo do tempo de varredura e, em seguida, todos os pares de dados (seis "bytes" para cada par e um par por espectro adquirido). Terminada a transferência dos pares, um caracter ")" de finalização é

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

enviado e retorna-se á rotina OPERAÇÃO.

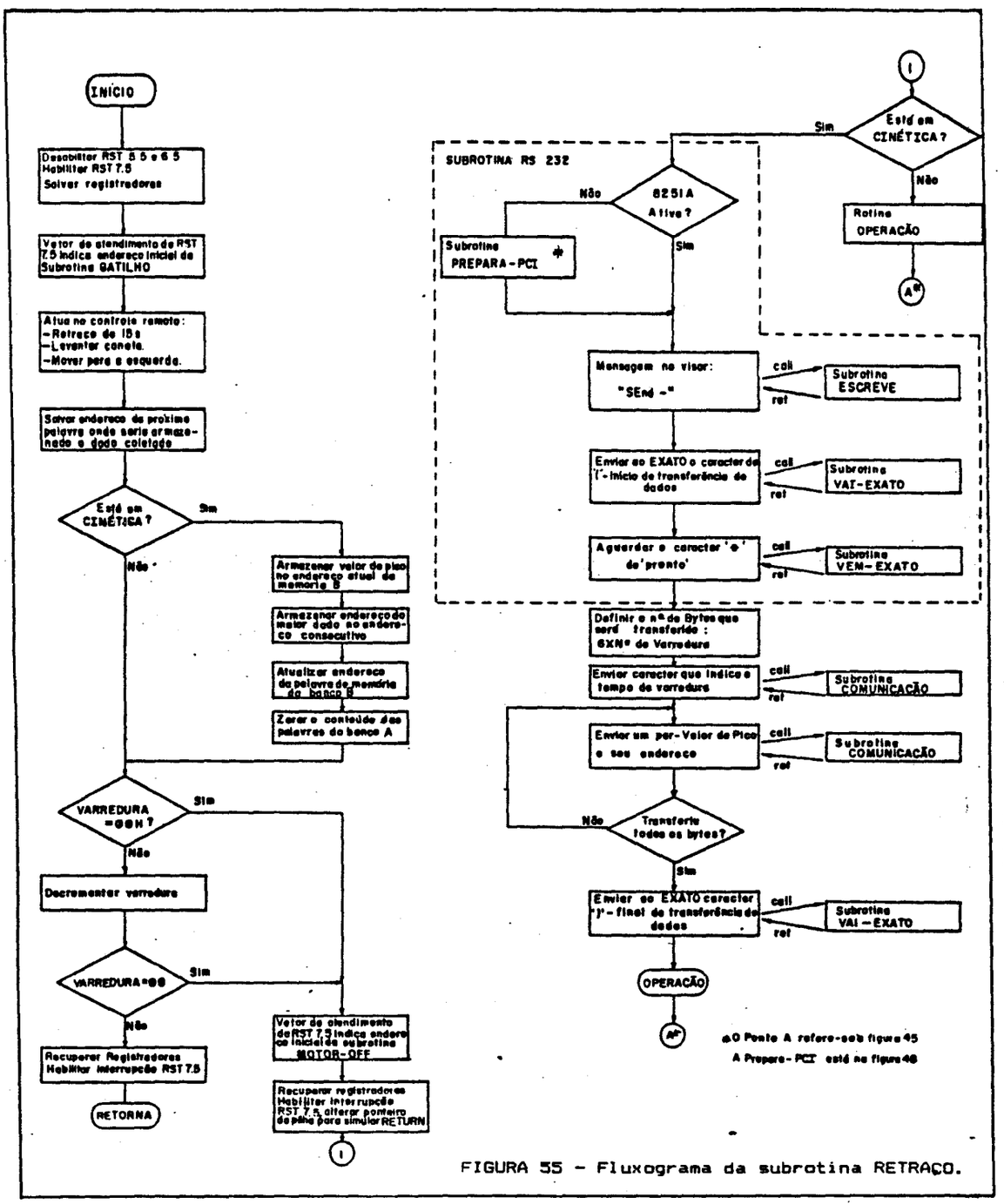


FIGURA 55 - Fluxograma da subrotina RETRAÇO.

Antes de verificarmos a situação da variável VARREDURA, a subrotina RETRAÇO examina se a opção corrente è a CINETICA pois, caso isso aconteça, a cada final de varredura o banco B de memòria irà receber o par de dados correspondentes ao valor de pico e endereço, obtido na subrotina CINETICA, de acordo com descrição já feita.

As palavras do banco B serão preenchidas seguindo o esquema que pode ser visto na figura 56.

Em seguida, è atualizado o endereço da palavra do banco B a receber o pròximo par de dados, e o conteúdo do banco A è zerado para que uma nova curva seja adquirida. Se não estiver em CINETICA, os procedimentos de decrementar a varredura e demais, já descritos, serão executados normalmente.

ENDEREÇO →	8C02	8C01	8C00
CONTEÚDO →	00	Byte mais significativo do valor de pico	Byte menos significativo do valor de pico
ENDEREÇO →	8C05	8C04	8C03
CONTEÚDO →	00	Byte mais significativo do endereço	Byte menos significativo do endereço
⋮	⋮	⋮	⋮

FIGURA 56 - Padrão de preenchimento do banco B de memòria com os pares: valor de pico e endereço, obtidos na subrotina CINETICA.

- A SUBROTINA GATILHO.

Sempre que estiver sendo executada a opção AVERAGER ou a opção CINETICA, o retraço do carro do registrador (que ocorre devido a uma interrupção na rotina DSPL) irà terminar quando ele acionar uma chave existente no batente da esquerda e ocorrer uma RST7.5 causada por um pulso no pino DD do conector J007 do espectrômetro.

O atendimento a esta interrupção será realizado pela subrotina GATILHO que passamos a descrever.

O objetivo dessa rotina è preparar o sistema para realizar uma nova aquisição.

Conseqüentemente, são definidos:

- o endereço inicial do banco de memória a ser usado,
- o atendimento, pela RETRAÇO, da próxima RST7.5,
- o conteúdo do contador número um do 8253 para o tempo de varredura já estipulado,
- os comandos de abaixar a caneta e movimentar o carro do registrador para a direita.

Além disso, as interrupções são habilitadas e ocorre o retorno da interrupção para a subrotina DSPL, a fim de que uma nova aquisição seja executada sob o comando de interrupções RST6.5, resultantes dos pulsos de "address advance".

4.7.1.2 A ROTINA BASELINE.

Esta rotina, ativada pela tecla "BASE" (ver figuras 57b e 57d) , ou com o correspondente código enviado pelo EXATO, corrige as distorções existentes no sinal fornecido pelo espectrômetro, que alteram a posição de sua linha de base (linha de tensão nula), em função do tempo de realização de um experimento e da variação de temperatura a que estão submetidos os componentes do sistema de espectroscopia.

Normalmente, essa alteração è assumida como sendo

linear [9,11,12,13] e a correção será feita por meio de um algoritmo que ajusta os pontos inicial e final do espectro, para o valor zero e, utilizando os valores iniciais desses pontos, corrige todos os demais. O fluxograma relativo a essa idéia está desenhado na figura 57a e a sua realização será explicada adiante.

Quando este método (linear) não surtir bons resultados, o usuário poderá obter um espectro com o ruído de fundo, isto é, sem que a amostra seja colocada na cavidade ressonante, mantendo constante os demais parâmetros, e considerá-lo como o resultado de todas as imperfeições existentes no espectro original. Usando a rotina de subtração de curvas, descrita em 4.7.1.4, os sinais indesejados poderão ser eliminados.

Se, ainda assim, o pesquisador não estiver satisfeito, o SAAC oferece um outro recurso, que é o de se definir, por meio da INTENSIFICAÇÃO(ver 4.7.2), dois pontos mais intensos no espectro, que deverão ser utilizados para a definição da nova linha de base. Após posicioná-los, a tecla "BASE"(figura 57c) chamará a rotina BASELINE que irá fazer a devida correção, tendo como referência os pontos definidos pela INTENSIFICAÇÃO.

É importante lembrar, que caso não seja feita a correção da linha de base, quando for realizado o cálculo da integral do sinal, estarão sendo acumulados erros devidos ao comportamento dos componentes do sistema espectrômetro-SAAC, e, também, resultantes da variação da temperatura, presente, principalmente, em experimentos prolongados.

O procedimento de se aguardar um determinado tempo (cerca de 45min) para a estabilização do sistema, também pode

ajudar a diminuir os efeitos indesejados característicos de variações na linha de base.

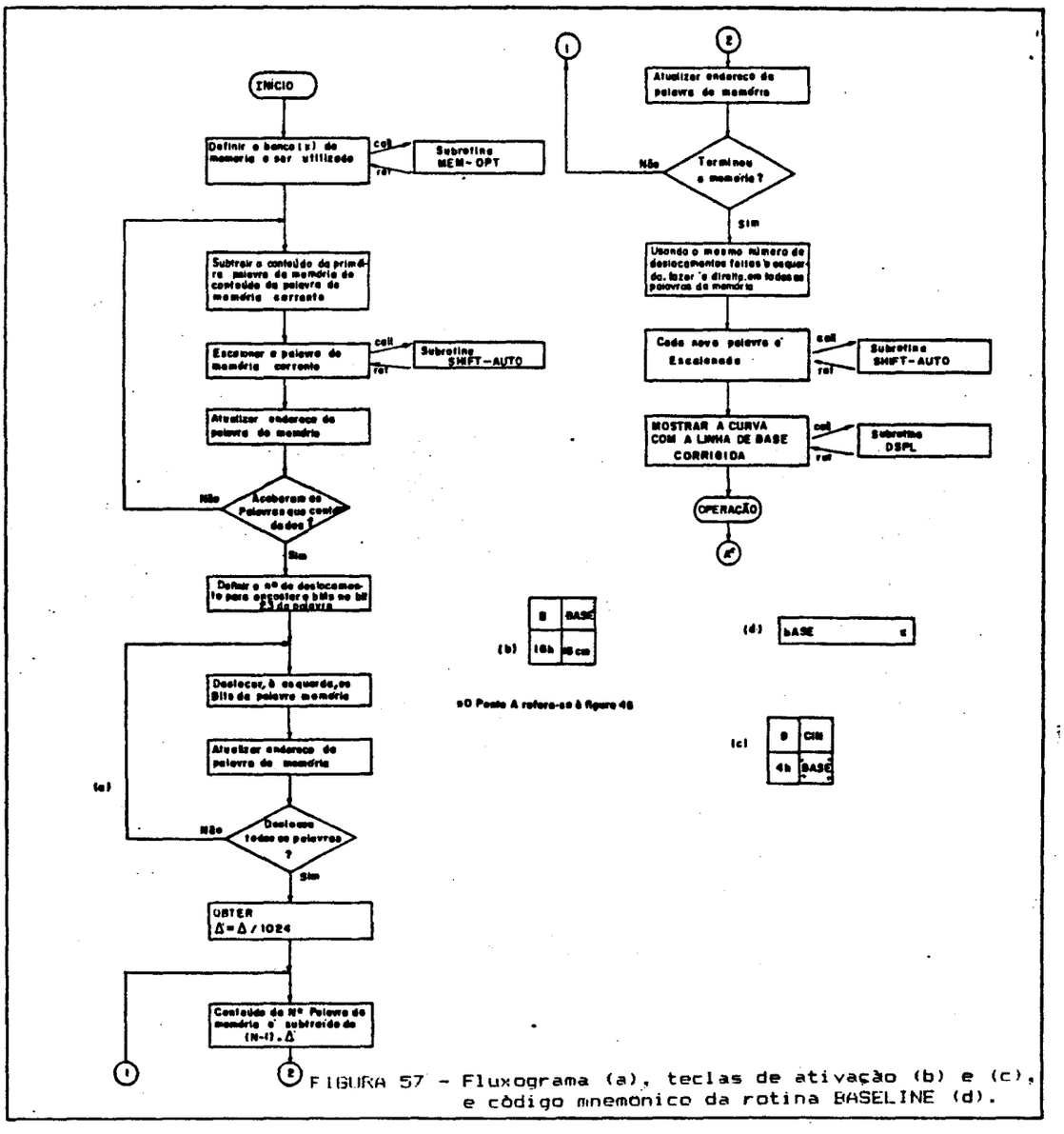


FIGURA 57 - Fluxograma (a), teclas de ativação (b) e (c), e código mnemônico da rotina BASELINE (d).

- Descrição:

Após estas considerações, passamos á anàlise da rotina BASELINE que, como já citamos, assume um comportamento

linear para a deriva sofrida pela linha de base do sinal de RPE.

Logo em seguida á definição do banco (X) de memòria onde està a curva, cuja linha de base deseja-se corrigir, o primeiro passo è eliminar o deslocamento vertical, cujo valor A1, visto na figura 58a, è dado pelo conteûdo da primeira palavra de memòria (ou da palavra inicial definida pela INTENSIFICAÇAO).

Subtrai-se, esse valor, do conteûdo de todas as palavras obtendo-se um sinal como o que pode ser visto no exemplo desenhado na figura 58b. No caso da INTENSIFICAÇAO, as palavras anteriores áquela definida como palavra inicial, terão seus conteûdos zerados.

O procedimento acima descrito, representa a subtração do sinal original (figura 58a), de uma reta paralela ao eixo dos tempos e que passa pela ordenada A1.

O pròximo passo è subtrair, do sinal obtido apòs a primeira correção, uma reta inclinada que passa pela origem e cuja inclinação (i) è dada pela equação 29

$$i = A2/1024 , \qquad (29)$$

onde, A2 è o valor do último ponto coletado(ou intensificado), jà subtraído de A1, e cujo endereço, è dado pela subrotina RETRAÇO(ou pela INTENSIFICAÇAO).

Porèm, deparamos com um problema resultante da pròpria caracteristica do espectro de RPE e que implica num valor A2 geralmente muito pequeno. Devido a esse fato, o valor i, obtido pela equação 29 poderà ser nulo e, conseqûentemente, correção alguma seria efetuada.

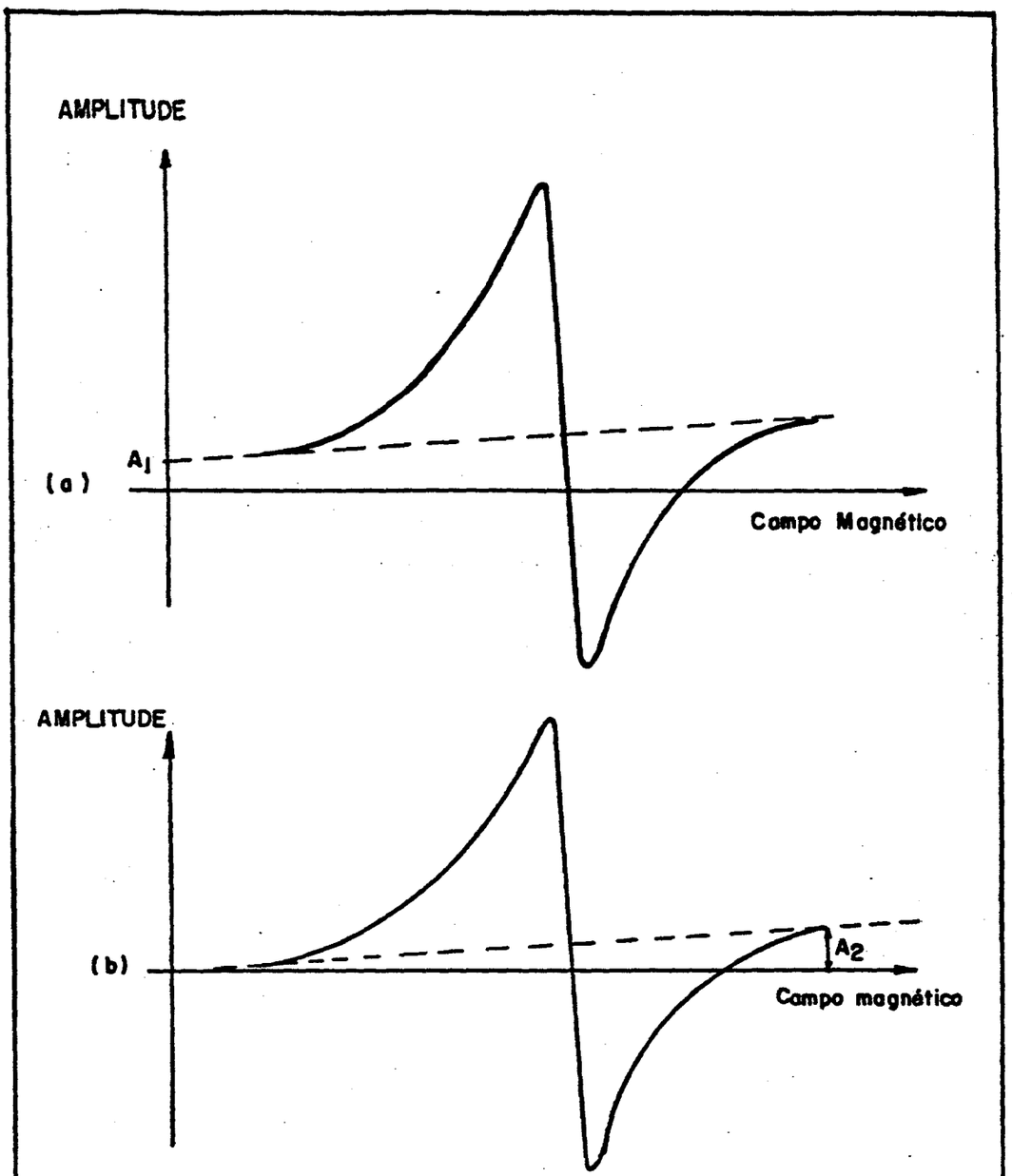


FIGURA 58 – Uma situação, em escala exagerada, da deriva da linha de base de um sinal de RPE (a). Em (b), o mesmo sinal, com o nível de tensão contínua, eliminado.

Para eliminarmos essa dificuldade, utilizamos a variável SHIFT (descrita em 4.7.2) e deslocamos, para a esquerda, o conteúdo de todas as palavras da memória, de modo que aquela de maior conteúdo tenha o seu "bit" mais significativo encostado na posição do "bit" 23 da palavra. Isso

é conseguido por meio de uma quantidade de deslocamentos á esquerda, dada pela equação 3Ø. Ao valor assim obtido, chamamos A2' .

$$\text{número de deslocamentos á esquerda} = 1ØH - (SHIFT) \qquad (3Ø)$$

Torna-se possível, agora, obter a nova inclinação (i') desejada, por meio de um deslocamento de 1Ø dígitos á direita (divisão por 1Ø24) no valor de A2'.

O valor i' será subtraído do conteúdo da segunda palavra. O seu dobro, será subtraído da terceira palavra e, assim, sucessivamente, obedecendo-se á equação 31, teremos corrigido totalmente a inclinação existente no sinal.

$$(mem')_k = (k-1) \cdot i', \text{ para } k = 2,3,...1Ø24 \qquad (31)$$

Na equação 31, $(mem')_k$ representa o novo conteúdo da palavra k da memória, com a sua parcela de correção devido ao ajuste da linha de base.

Após esse procedimento, devolvemos o sinal á sua escala normal deslocando, agora para a direita, todas as palavras da memória, na mesma quantidade, de dígitos, obtida pela equação 3Ø.

Neste ponto, temos no banco de memória, um novo sinal, que representa o espectro original de onde foram eliminadas as imperfeições da linha de base. Usando a subrotina SHIFT AUTO, realizamos o escalonamento desse sinal para que

nossa, por meio de subrotina DSPL, ser visualizado no osciloscòpio. Quando desejar, o usuàrio poderà retornar à rotina OPERAÇAO, bastando pressionar o botão B1.

Essa opção BASELINE, utiliza a rotina que consome mais tempo de processamento (2,2s no "pior caso"), dentre todas as desenvolvidas. Mas, esse tempo, está muito aquèm daquele de rotinas com a mesma finalidade, já desenvolvidas, e que chegam a consumir 21,9s [12] !

4.7.1.3 AS ROTINAS INTEGRAL E INTEGRAL2.

- INTEGRAL.

Conforme mostramos no Capítulo I, o sinal de RPE fornecido pelo espectrômetro representa a derivada da curva de absorção de energia devido á ressonância paramagnètica do elètron. Portanto, como interessa ao pesquisador, conhecer essa curva de absorção hà a necessidade do càlculo da função integral do espectro adquirido.

Alèm disso, a àrea sob essa curva, isto è, o valor resultante da segunda integração do sinal tem seu interesse, uma vez que se traduz na quantidade relativa de centros paramagnèticos existentes na amostra.

Para obtermos a função integral do conteúdo de um banco de memòria, calculamos cada ponto da função como sendo a soma dos conteúdos das palavras de memòria atè o dado ponto, conforme definido pela equação 32:

$$(mem')_k = \sum_{1}^{X} (mem)_j \quad , \qquad (32)$$

onde $(mem')_k$ e $(mem)_j$ indicam os conteúdos da palavra k do banco de memória onde está a função integral e das palavras do banco a ser integrado, respectivamente.

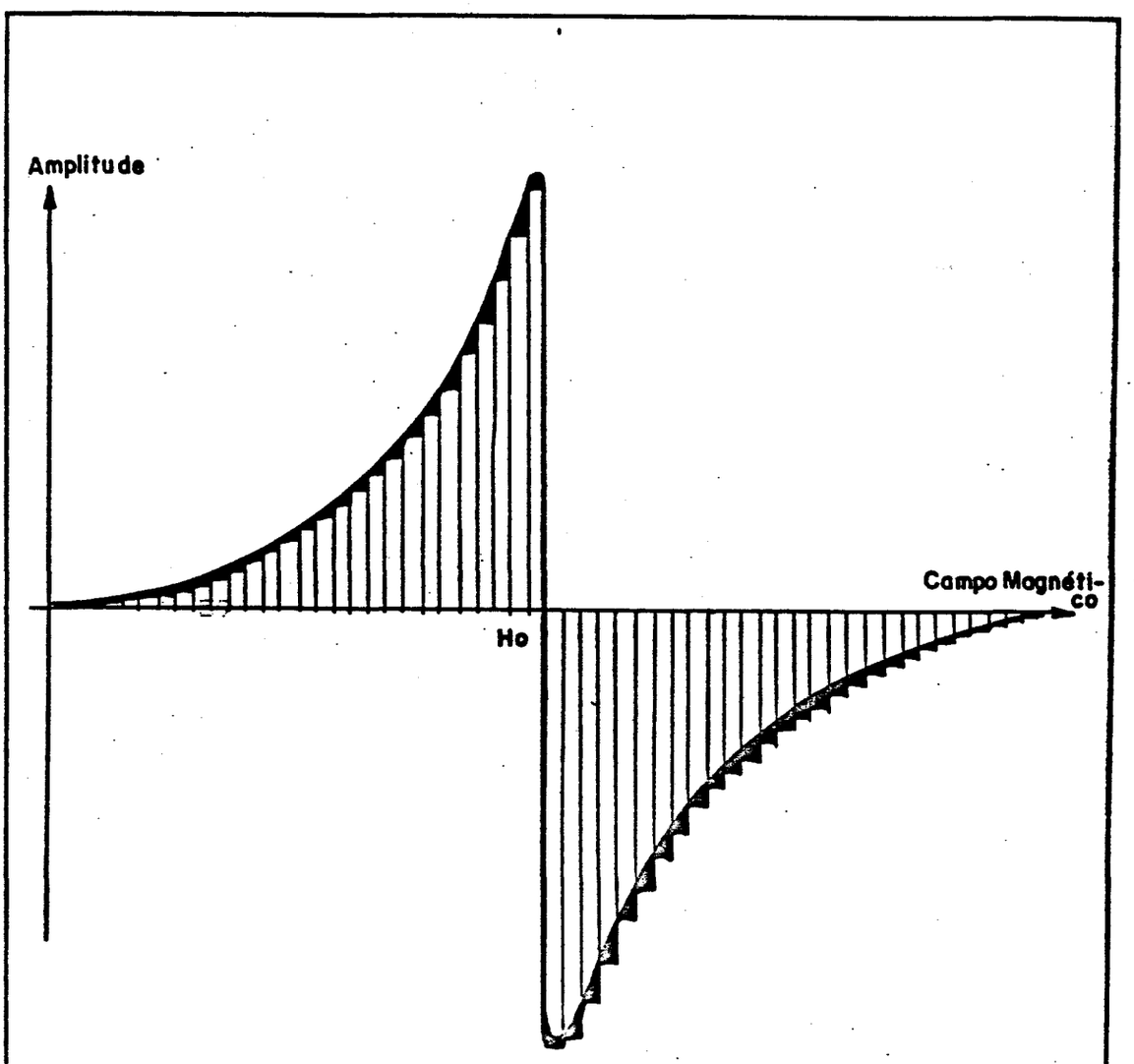


FIGURA 59 - Cálculo da integral da curva de absorção de RPE. Aproximação por retângulos.

Por meio dessa operação estaremos, de fato, calculando a àrea sob a curva usando retângulos de largura unitària e altura dada pelo valor digital do sinal no ponto de amostragem (figura 59).

Desse modo, o erro introduzido "por falta" do lado esquerdo do ponto Ho, serà compensado por um equivalente erro "por excesso", nos retângulos definidos á direita de Ho.

Alguns autores [11,12] sugerem que esse càlculo seja feito com base na fòrmula trapezoidal[11], porèm consideramos tal procedimento desnecessàrio pois aumenta sobremaneira o esforço computacional sem fornecer uma correspondente compensação em termos de precisão. No Capitulo V fazemos uma avaliação comparativa entre os valores obtidos pelos dois mètodos e justificamos, com um exemplo, estas afirmações.

Convèm lembrar que, quando o usuàrio està utilizando o EXATO, a opção INTEGRAL serà escolhida como um nùmero da lista de opções fornecida no monitor de vìdeo do microcomputador.

Antes de começar o càlculo da integral, o banco de memòria, que contèm o espectro, serà normalizado para que tenha, no màximo, doze dìgitos binàrios significativos. Em assim procedendo, garantimos que não ocorrerà a situação em que a capacidade da palavra de memòria (24"bits") seja excedida ("overflow").

Esta tarefa è executada pelas rotinas "GET_SHIFT" e "OVERF" que, respectivamente, definem e realizam um nùmero de deslocamentos, á direita, em todas as palavras do banco a ser integrado.

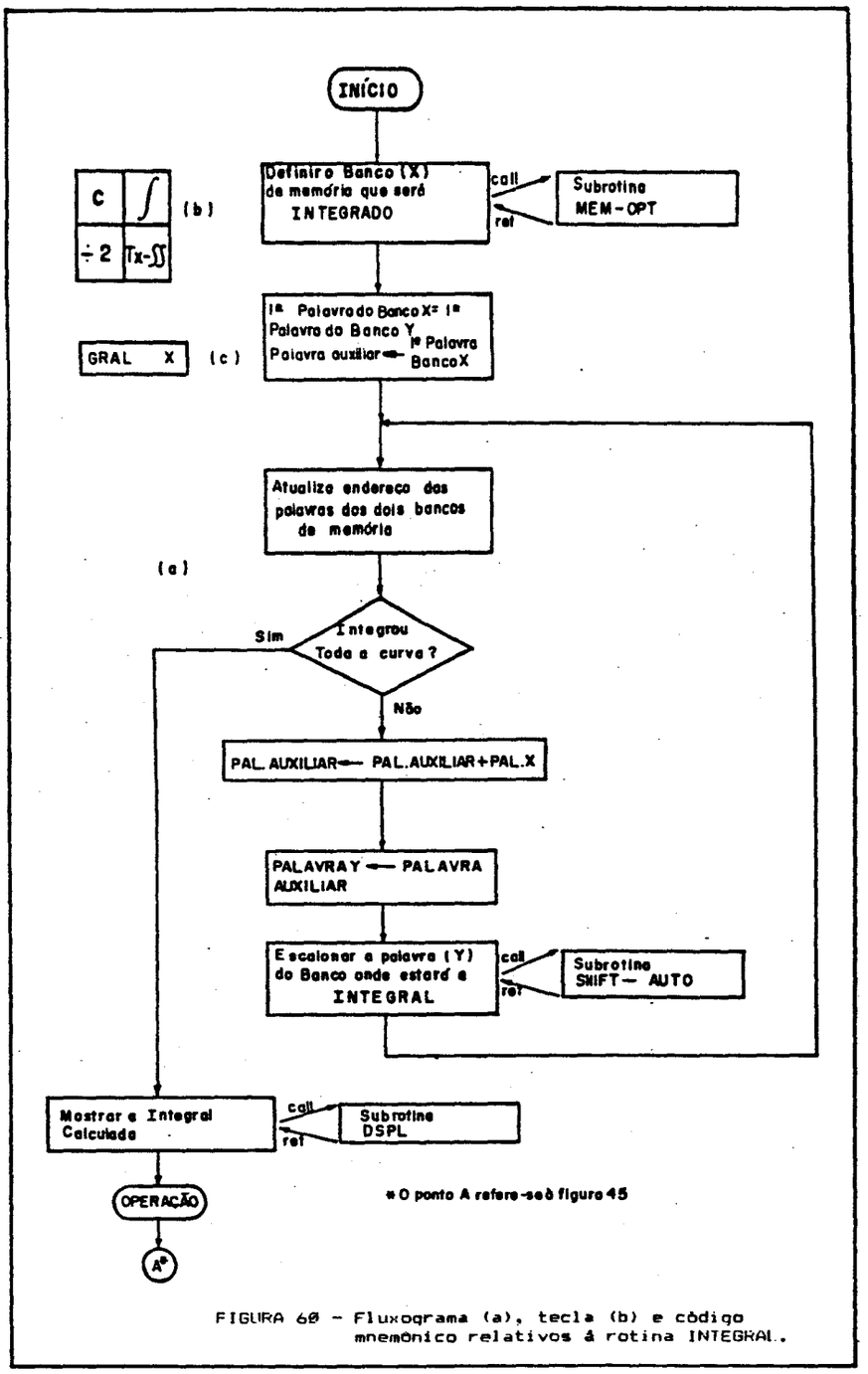


FIGURA 60 - Fluxograma (a), tecla (b) e código mnemônico relativos á rotina INTEGRAL.

Passamos á descrição da rotina INTEGRAL, cujo fluxograma, tecla de chamada e código mnemônico encontram-se desenhados na figura 60, onde X representa o banco a ser integrado e Y, o banco onde está a integral.

Definidos os bancos X e Y, cria-se uma variável auxiliar onde será colocado o conteúdo da primeira palavra da

memòria X. Nessa posição serão somadas as palavras e devolvidas adequadamente (posição corrente) ao banco Y, como pode ser verificado no esquema da figura 61.

Suponhamos que o banco B deva ser integrado.

Na figura 61a vemos o valor das suas três primeiras palavras localizadas nos endereços 8CØØH, 8CØ3H e 8CØ6H. Na figura 61b pode ser visto o resultado da integração sendo colocado nas palavras 8ØØØH, 8ØØ3H e 8ØØ6H respectivamente, no banco A. A simbologia da parte central desta figura representa a execução prática da equação 32 colocada acima.

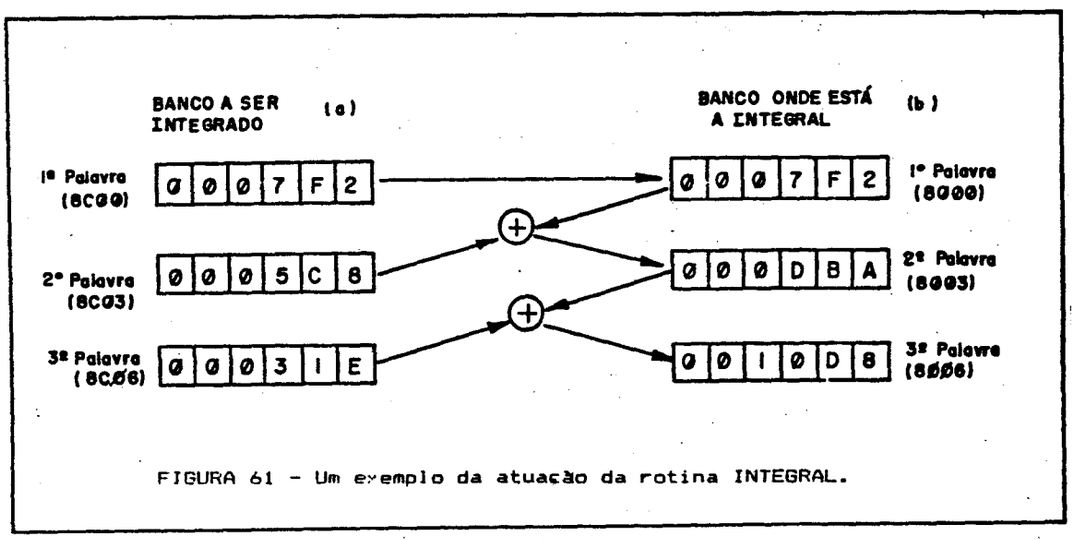


FIGURA 61 - Um exemplo da atuação da rotina INTEGRAL.

Concluída a integração, a curva inicial estará mantida no seu banco original e a sua função integral ocupará o outro banco de memòria.

O fator de normalização, a que foi submetido o banco integrado, fica reservado na variável FATOR_INT1, para que possa ser enviado ao EXATO, quando do cálculo da segunda integral.

Na seqüência, a subrotina DSPL se encarregará de fornecer, ao osciloscòpio, os sinais que possibilitem a visualização da função integral calculada.

Da mesma maneira que nos casos anteriores, após observar o resultado do cálculo, o operador pode voltar ao início do programa (rotina OPERAÇÃO), pressionando o botão B1.

- A ROTINA INTEGRAL2.

De acordo com citações anteriores, interessa ao pesquisador obter a função integral do sinal fornecido pelo espectrômetro pois ela representa, na realidade, a curva de absorção. Mais interessante ainda, è saber o valor da segunda integral do sinal original, posto que representa a área sob a curva de absorção que, por sua vez, fornece uma medida relativa da quantidade de spins desemparelhados contida na amostra sob análise.

Portanto, acionando a tecla ∫∫ que pode ser vista esquematizada na figura 62b, ou enviando o código equivalente pela linha serial de comunicação do EXATO com o SAAC, o usuário irá receber após cerca de 410 μs, o valor da segunda integral no visor do equipamento.

Esse valor estará codificado em hexadecimal mas, por meio da tecla "Tx- ∫∫", ele è transferido ao EXATO para que seja convertido em decimal correspondente. Antes dos dígitos correspondetes ao valor da segunda integral, o SAAC passa para o microcomputador, os conteúdos das variáveis FATOR_INT1 e FATOR_INT2 para a correção, devido á normalização.

E evidente que a primeira integração já deve ter sido efetuada.

Se computarmos o tempo total de cálculo da primeira integral do sinal (115,6ms) com o tempo para a obtenção do

valor da segunda integral, chegamos ao resultado de que são necessários aproximadamente 116ms de processamento para que o operador conheça o valor da àrea sob a curva de absorção de energia num experimento de RPE.

Esse tempo vem confirmar o grau de otimização do nosso sistema e mostrar a grande vantagem em termos de tempo de processamento de rotinas desenvolvidas em linguagem de máquina, quando comparado aos tempos de execução de rotinas equivalentes desenvolvidas em linguagens de alto nível. Para exemplificar, Rich and Wampler[12] publicaram artigo referente a um sistema cuja rotina de dupla integração consome cerca de 26,5s !

Procedemos, com o auxílio da figura 62a, á descrição da rotina em anàlise.

A subrotina MEM_OPT irà obter o banco onde està o sinal a ser duplamente integrado. Conseqüentemente, no outro banco estarà a primeira integral. Define-se uma variàvel SOMA de 24 dígitos binàrios onde serão somados, um a um, os conteúdos das palavras do banco que contêm a primeira integral do sinal de RPE.

Terminada a soma de todas as palavras, os seis dígitos do visor receberão o conteúdo dos três "bytes" da variàvel SOMA, através da subrotina ESCRITA que, de acordo com o valor do dígito em hexadecimal, irà obter em uma tabela, a codificação necessària para que, no visor, os segmentos adequados sejam acesos de modo que apareça o valor hexadecimal da segunda integral do sinal contido no banco definido inicialmente.

Após fornecer o resultado da operação, o equipamento aguarda, verificando o acionamento de alguma tecla, que o usuàrio comande a tecla "RET" ou a tecla Tx-ʃʃ". A primeira

define o final da rotina com retorno para a OPERAÇÃO. A segunda comanda a transferência, para o EXATO, do valor hexadecimal da segunda integral, por meio de um procedimento anàlogo ao da rotina TRANSFERE e, em seguida, retorna para a rotina OPERAÇÃO.

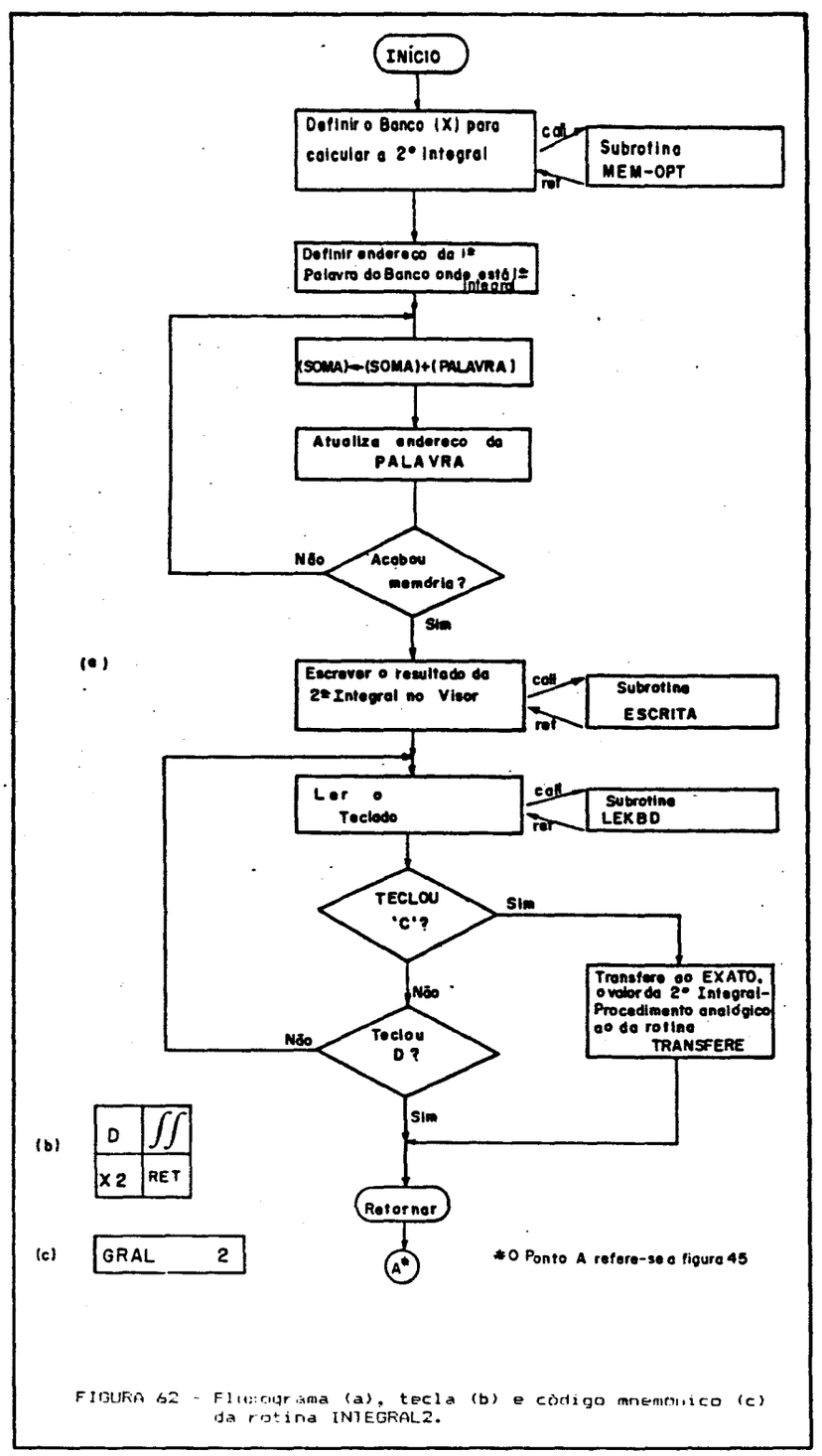


FIGURA 62 - Fluxograma (a), tecla (b) e código mnemônico (c) da rotina INTEGRAL2.

4.7.1.4 AS ROTINAS SOMA E SUBTRAÇÃO.

Permitindo somar os conteúdos dos bancos A e B ou subtrair o conteúdo do banco B do conteúdo do banco A, estas rotinas são colocadas em operação por meio do acionamento das teclas "SOMA"(figura 63b) e "SUB"(figura 64b) respectivamente, ou então, pelo recebimento do código correspondente a essas teclas, enviado pelo EXATO através da conexão serial já estabelecida.

O resultado da operação irá para o banco escolhido pelo usuário, por meio da subrotina MEM_OPT após um tempo de processamento de 0,48s.

Essas rotinas são úteis no estudo de espectros que contenham linhas originadas por substâncias distintas contidas numa mesma amostra, permitindo a comparação ou a eliminação dos efeitos devidos aos compostos conhecidos para a simplificação de espectros complexos. Além disso, a subrotina SUBTRAÇÃO poderá ter utilidade, também, na eliminação de distorções existentes na linha de base de determinado espectro conforme já citado.

Tanto a SOMA quanto a SUBTRAÇÃO utilizam-se da subrotina ARMAZENA que carrega uma palavra na memória-destino com o resultado da operação realizada. Ainda dentro dessa subrotina, é atualizado o endereço da palavra de memória, é feito o escalonamento (rotina SHIFT_AUTO) e, quando acabam as palavras, o programa é desviado para a DSPL a fim de que o resultado obtido seja visto num osciloscópio. Pressionando B1, ocorre o retorno para a subrotina OPERAÇÃO.

Nas figuras 63 e 64 estão desenhados o fluxograma

(a), tecla(b) e código mnemônico(c) de cada uma das rotinas sendo que na figura 63 está detalhada, também, a ARMAZENA.

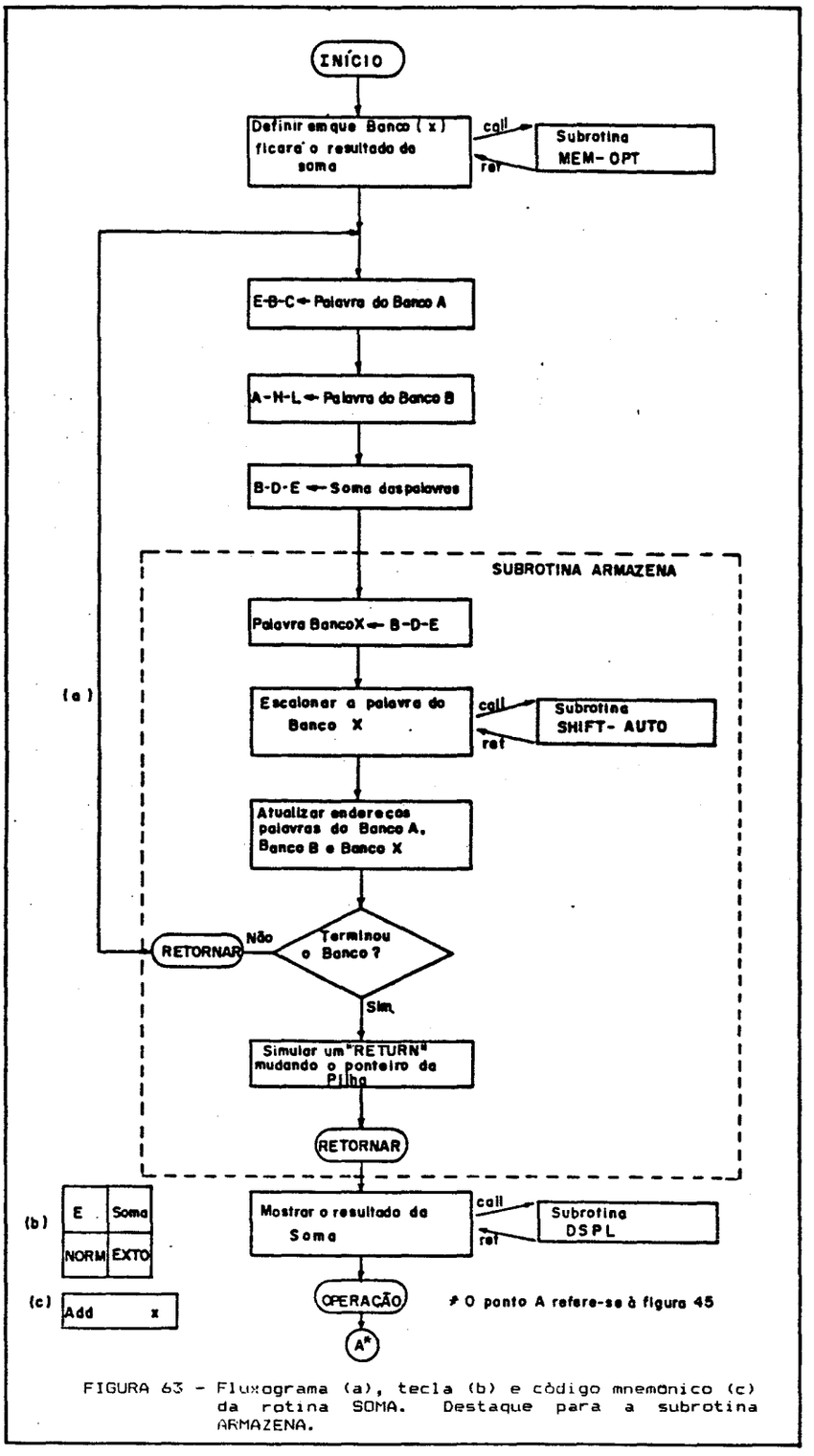


FIGURA 63 - Fluxograma (a), tecla (b) e código mnemônico (c) da rotina SOMA. Destaque para a subrotina ARMAZENA.

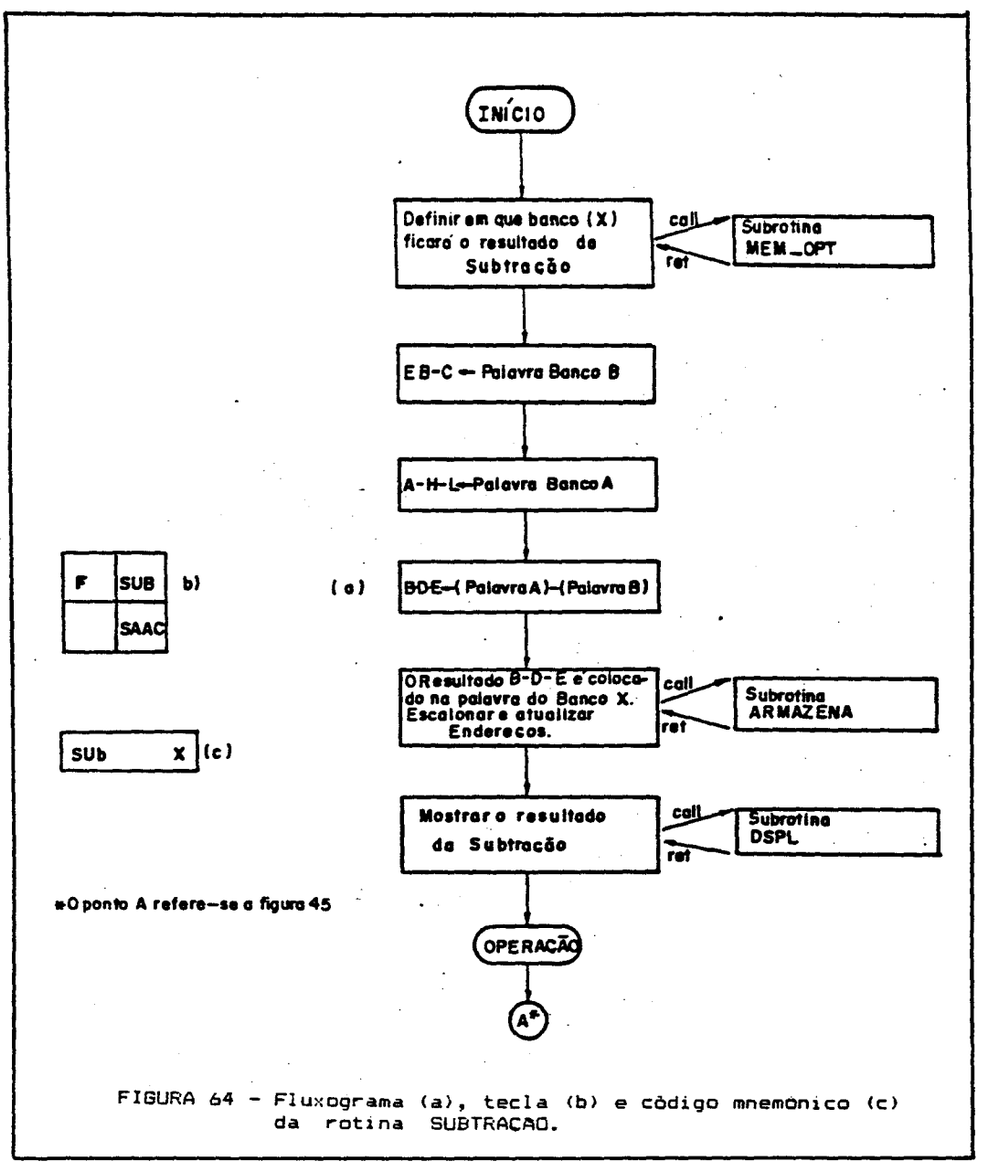


FIGURA 64 - Fluxograma (a), tecla (b) e código mnemonico (c) da rotina SUBTRACAO.

Concluimos, dessa maneira, a descrição das rotinas relacionadas com a função de processamento dos sinais adquiridos pelo sistema desenvolvido.

4.7.2 A VISUALIZAÇÃO DOS SINAIS.

Dentre as vàrias funções realizadas pelo SAAC, a de visualização possibilita uma interação homem-màquina pois permite que, em tempo real, o usuàrio acompanhe como està sendo realizada determinada função, alèm de possibilitar a verificação dos resultados obtidos pelas funções de processamento.

Neste item serà descrita a rotina DSPL responsàvel pelo fornecimento de sinais adequados ao mòdulo de conversão D/A para que os produtos acima comentados possam ser visualizados em um osciloscòpio, ou registrados em papel.

A rotina DSPL, alèm de permitir a visualização do conteùdo de determinado banco de memòria, coloca à disposição do pesquisador a facilidade de intensificação de dois pontos do sinal exibido pelo osciloscòpio.

Com esse recurso, os pontos definidos pela rotina INTENSIFICAÇÃO (descrita a seguir) poderão ser utilizados pela rotina BASELINE (ver 4.7.1.2) ou pela rotina INCLINAÇÃO (a ser explicada), para caracterizarem os pontos de referência a serem usados pelas referidas rotinas.

Vale ressaltar a importância desta rotina, uma vez que ela jà vem sendo utilizada em outros sistemas [43,44].

- Descrição da DSPL:

O processamento dessa rotina, cujo fluxograma està apresentado na figura 65, começa por habilitar possíveis

interrupções, permitindo que sinais vindos do espectrômetro através dos pinos T, CC e DD do conector J0Ø7 causem interrupções na seqüência normal de execução do programa, para que novos dados possam ser adquiridos, ou para que os procedimentos de RETRAÇO ou de GATILHO sejam executados.

Em continuação, será definido o banco de memória a ser utilizado. No caso da opção CINETICA, obrigatoriamente a aquisição será no banco A, ficando o B para receber os valores de pico e seus endereços. Em qualquer outra situação, o banco estará á escolha do usuário por meio da chave S1 que define o estado do "bit"2 da porta 23H lida pela subrotina MEM_OPT ou, a definição do banco será realizada pelo envio, do EXATO para o SAAC, de um código correspondente. A letra que identifica o banco aparecerá no campo de dados do visor.

Surgem, em seguida, três caminhos para a continuação da DSPL. O mais curto deles é definido por um dígito "1" no "bit"Ø da porta 23H situação essa, caracterizada pelo pressionar do botão B1 de contato momentâneo, e que faz com que a DSPL seja interrompida por meio de uma instrução "RETURN".

O segundo caminho, a ser descrito adiante, é tomado quando for pressionado o botão B2, forçando "1" no "bit"1 da mesma porta. Será feita a intensificação dos dois pontos extremos do sinal visto no osciloscópio. O terceiro caminho, conduzirá á apresentação do conteúdo do banco de memória num dos terminais de saída analógica do espectrômetro: o registrador ou o osciloscópio.

Nessa última alternativa, uma variável, CONTX, será usada para apontar o valor da abcissa e, outra, BYTE_DSPLD, apontará o valor da ordenada correspondente. Dessa maneira o conteúdo de uma palavra da memória será visualizado.

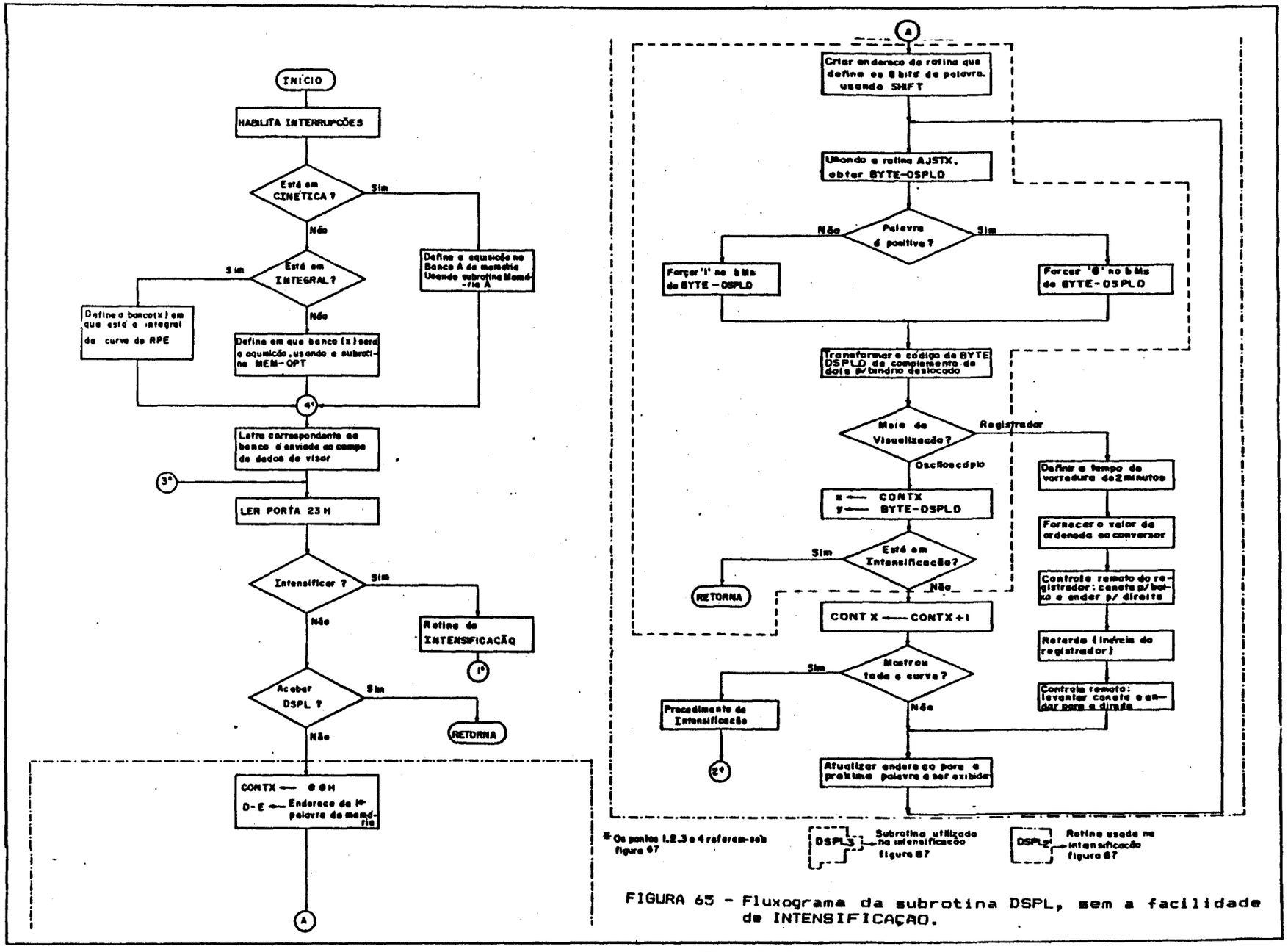


FIGURA 65 - Fluxograma da subrotina DSPL, sem a facilidade de INTENSIFICAÇÃO.

Inicialmente, CONTX è zerada e o par de registradores D-E è carregado com o endereço da primeira palavra do banco de memòria.

Conforme já vimos anteriormente, antes que um sinal seja exibido, è necessàrio que se conheça o valor da variàvel SHIFT (obtido pela subrotina SHIFT_AUTO a ser descrita), que define um escalonamento do sinal contido na memòria para que a sua visualização nào exceda os limites da tela do osciloscòpio ou do papel do registrador. De posse do seu valor, è criado o endereço de uma das linhas de uma tabela, linha esta que aponta para a rotina que escolherà os oitos "bits" de interesse, dentre os vinte e quatro da palavra de memòria.

Exemplificando: seja uma palavra de memòria com o conteùdo igual a FDA571H conforme pode ser visto na figura 66a. Se, o valor da variàvel SHIFT for ØBH (figura 66b), apòs duas instruções "rotate left (RLC)" (figura 66c), ela conterà o valor 2CH (figura 66d), ou seja, equivalente a uma multiplicação por 4 do valor inicial de SHIFT. Colocando o valor obtido ao lado de AØH, teremos formado o endereço AØ2CH da tabela de saltos (ver listagem no Apéndice I) que desvia o processamento para a rotina AJST11 que, por sua vez, preenche a variàvel BYTE_DSPLD com os "bits" 11 a 18 da palavra da memòria (figura 66e), ou seja, o valor B4H.

Na Tabela XI temos listados os valores dos endereços obtidos e as rotinas de deslocamentos acessadas que definem os oito "bits", para cada valor de SHIFT.

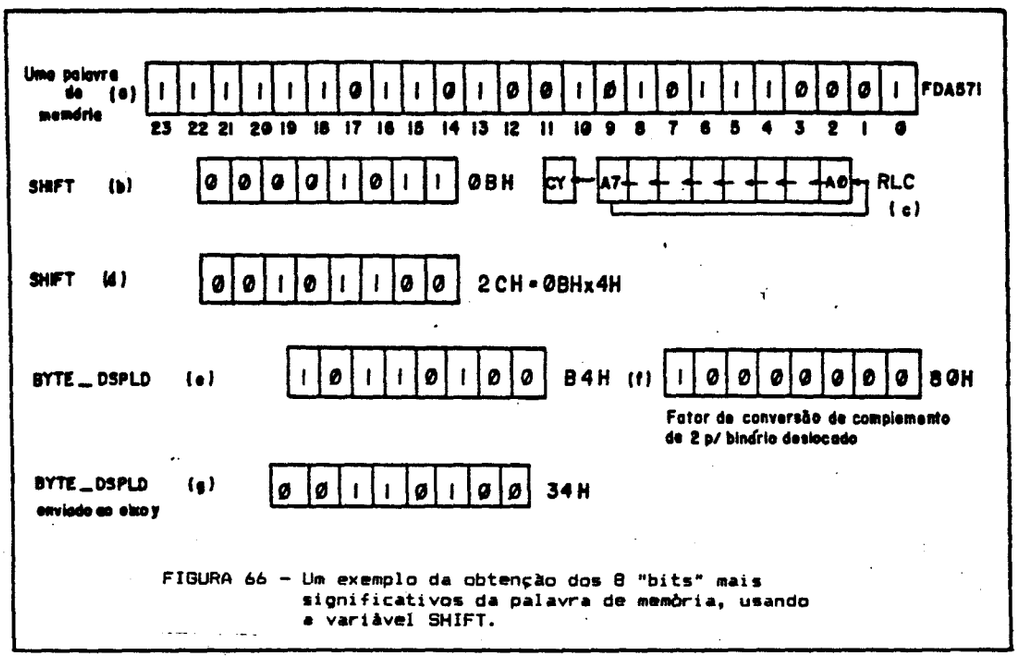


FIGURA 66 - Um exemplo da obtenção dos 8 "bits" mais significativos da palavra de memória, usando a variável SHIFT.

Continuando o exemplo, força-se no "bit" mais significativo (bMs) da variável BYTE_DSPLD, o sinal da palavra de memória de onde foi extraída. No nosso caso, o valor do bMs é "1".

Em seguida, soma-se o conteúdo da BYTE_DSPLD ao valor 80H (figura 66f) que è equivalemte a complementar o bMs, ou seja, è feita a conversão do atual código complemento de dois para o binário deslocado original do conversor A/D, que também è adequado ao conversor D/A. Com esse procedimento, a variável a ser exibida como ordenada, no nosso exemplo, terà o valor 34H (figura 66g).

De posse dos valores da abcissa e da ordenada, è decidido se o meio de exibição do sinal serà o osciloscòpio ou o registrador.

No primeiro caso, o valor da CONTX vai para a porta 22H e o valor da BYTE_DSPLD vai para a porta 21H que, passando-os aos conversores D/A, resultarão nas tensões X e Y respectivamente, a serem injetadas nas correspondentes entradas

no osciloscópio. No segundo caso, quando o sinal for registrado em papel, a tensão do eixo X será a onda quadrada gerada pelo contador um do circuito 8253, que resultará numa varredura de 2.Ømin. O valor da BYTE_DSPLD, após ser fornecido ao conversor D/A pela porta 21H, irá comandar a posição Y da caneta. Além disso, serão dados os comandos de abaixar a caneta e mover o carro para a direita.

TABELA XIII

ENDEREÇOS ACESSADOS, ROTINAS CHAMADAS E "BITS" USADOS, EM FUNÇÃO DO VALOR DA VARIAVEL SHIFT

SHIFT	ENDEREÇO ACESSADO	ROTINA CHAMADA	"BITS" USADOS
ØØ	AØØØ	AJSTØ	"LOW BYTE"
Ø1	AØØ4	AJST1	1 a 8
Ø2	AØØ8	AJST2	2 a 9
Ø3	AØØC	AJST3	3 a 1Ø
Ø4	AØ1Ø	AJST4	4 a 11
Ø5	AØ14	AJST5	5 a 12
Ø6	AØ18	AJST6	6 a 13
Ø7	AØ1C	AJST7	7 a 14
Ø8	AØ2Ø	AJST8	"MEDIUM BYTE"
Ø9	AØ24	AJST9	9 a 16
ØA	AØ28	AJST1Ø	1Ø a 17
ØB	**AØ2C**	**AJST11**	**11 a 18**
ØC	AØ3Ø	AJST12	12 a 19
ØD	AØ34	AJST13	13 a 2Ø
ØE	AØ38	AJST14	14 a 21
ØF	AØ3C	AJST15	15 a 22
1Ø	AØ4Ø	AJST16	"HIGH BYTE"

OBSERVAÇÃO: Os valores de SHIFT e do endereço acessado estão em hexadecimal.

A seguir, deve-se levantar a caneta. Mas, devido á inêrcia do registrador, antes desse comando è dado um retardo para permitir que o ponto definido pelos valores X e Y acima descritos, seja registrado. Para que a pròxima palavra seja visualizada, atualiza-se o endereço e repete-se o procedimento de obtenção da BYTE_DSPLD, atè o forrnecimento do novo valor ao eixo Y.

Assim que o carro do registrador atingir o batente da direita, ocorrerà uma interrupção do tipo RST7.5 e conclui-se a rotina de visualização, sendo chamada a subrotina RETRAÇO.

Retornando á exibição da curva na tela do osciloscòpio, depois que os dados são fornecidos aos conversores D/A, a variàvel CONTX è incrementada de uma unidade e verifica-se se toda a curva jà foi mostrada. Em caso afirmativo, testa-se se està na rotina de intensificação, descrita abaixo. Em caso negativo, atualiza-se o endereço para que a pròxima palavra da memòria, seja exibida.

Devemos ressaltar que o banco de memòria possui 1Ø24 palavras mas, sendo de oito "bits", o conversor D/A permite-nos visualizar 256 palavras. Assim, a subrotina DSPL estarà usando uma em cada quatro palavras, isto è, em cada doze "bytes", para poder mostrar todo o banco. Atualizado o endereço da palavra, repete-se o procedimento retornando ao ponto em que uma nova BYTE_DSPLD serà obtida.

- A ROTINA INTENSIFICAÇAO.

A facilidade de intensificar dois pontos da curva visualizada no osciloscòpio, è fornecida para que o usuàrio

defina, quando na opção CINETICA, a reta cuja inclinação deseja calcular. Além disso, esse recurso pode ser usado para definir dois pontos para que seja corrigida a linha de base em função deles.

Os pontos intensificados são definidos por dois pares valor da abcissa-endereço, cujos conteúdos serão transferidos ao EXATO para que o cálculo da inclinação seja feito. A transferência é ativada pelo operador, que deve acionar a tecla "TNG" após ter posicionado os dois pontos, com a ajuda das teclas indicadas por setas curtas (movimentação lenta dos ponteiros), ou longas (avanço rápido).

No caso da correção da linha de base, por intermédio da tecla "BASE", o usuário chamará a rotina BASELINE para o devido ajuste.

O fluxograma referente a esta rotina está esquematizado na figura 67.

Se observarmos a figura 65 notamos, que logo no seu início, é verificado se o usuário deseja a intensificação. Se assim acontecer, terá pressionado o botão B2 durante a execução da DSPL. Nesse caso, ocorrerá um desvio para a rotina que ora analisamos.

Inicialmente, os dois pontos intensificados são os extremos laterais do sinal estando, as variáveis que os indicam, definidas com os seguintes valores:

no extremo da esquerda: (PONTX1) = ØØH (abcissa); (PONTY1H-PONTY1L) = endereço da primeira palavra da memória (endereço da ordenada)

no extremo da direita: (PONTX2) = FFH (abcissa); (PONTY2H-PONTY2L) = endereço da última palavra (endereço da ordenada)

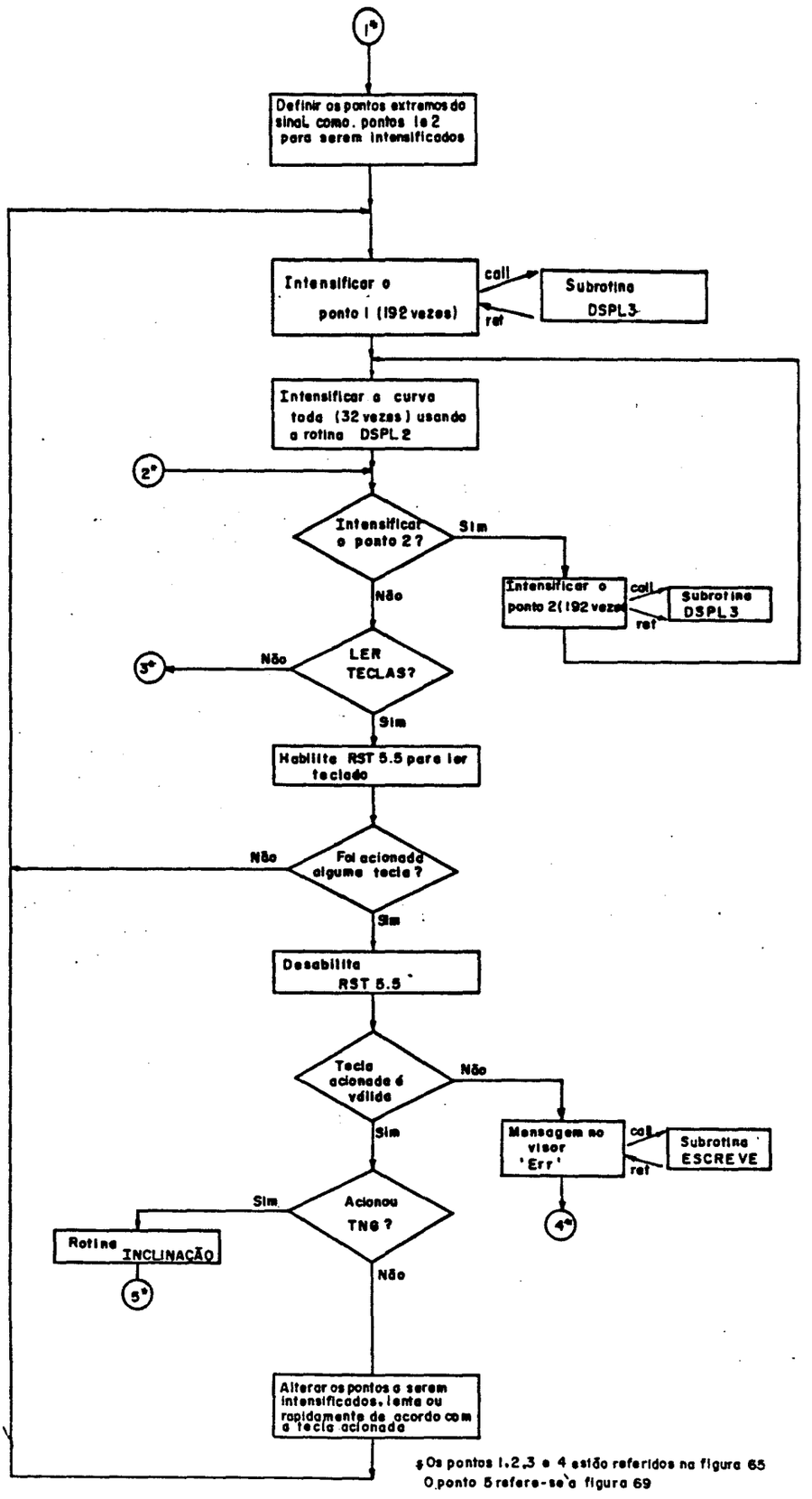


FIGURA 67 - Fluxograma da rotina INTENSIFICAÇÃO.

Usando a subrotina DSPL3 que fornece sinais ao osciloscòpio (envolta por uma linha interrompida na figura 65), o ponto da esquerda è reforçado 192 (CØH) vezes. Segue-se reforçando-se a curva toda 32 (2ØH) vezes usando o procedimento envolto por uma linha de traços e pontos na figura 65. A saída dessa tarefa està indicada pelo ponto 2 na mesma figura.

Intensifica-se o ponto extremo da direita, com um procedimento anàlogo ao realizado para o ponto da esquerda e, novamente, toda a curva è intensificada 32 vezes.

O equipamento coloca-se, a seguir, á disposição do usuàrio que, atuando nas teclas identificadas por setas, irà posicionar os pontos intensificados onde desejar. Hà uma correspondência direta entre a posição das teclas e o ponto em que atuam, isto è, as setas da esquerda atuam no ponto da esquerda e as da direita, movimentam o ponto do lado direito da curva. Vale acrescentar que o devido cuidado foi tomado, no sentido de se evitar qué os pontos cruzem-se e, tambèm, que ultrapassem os extremos correspondentes. Na figura 68 estão esquematizadas essas teclas.

Na movimentação lenta, as variàveis avançam em passos unitàrios.

Se, por exemplo, for acionada a tecla "->" (correspondente á tecla "1") teremos:

(PONTX1) = (PONTX1) + Ø1H

(PONTY1H-PONTY1L) = (PONTY1H-PONTY1L) + ØØØCH,

onde, o valor ØØØCH (12) atualiza o endereço para a pròxima palavra jà que a rotina DSPL trabalha com uma a cada quatro

palavras da memòria e cada palavra è contituida por trés "bytes".

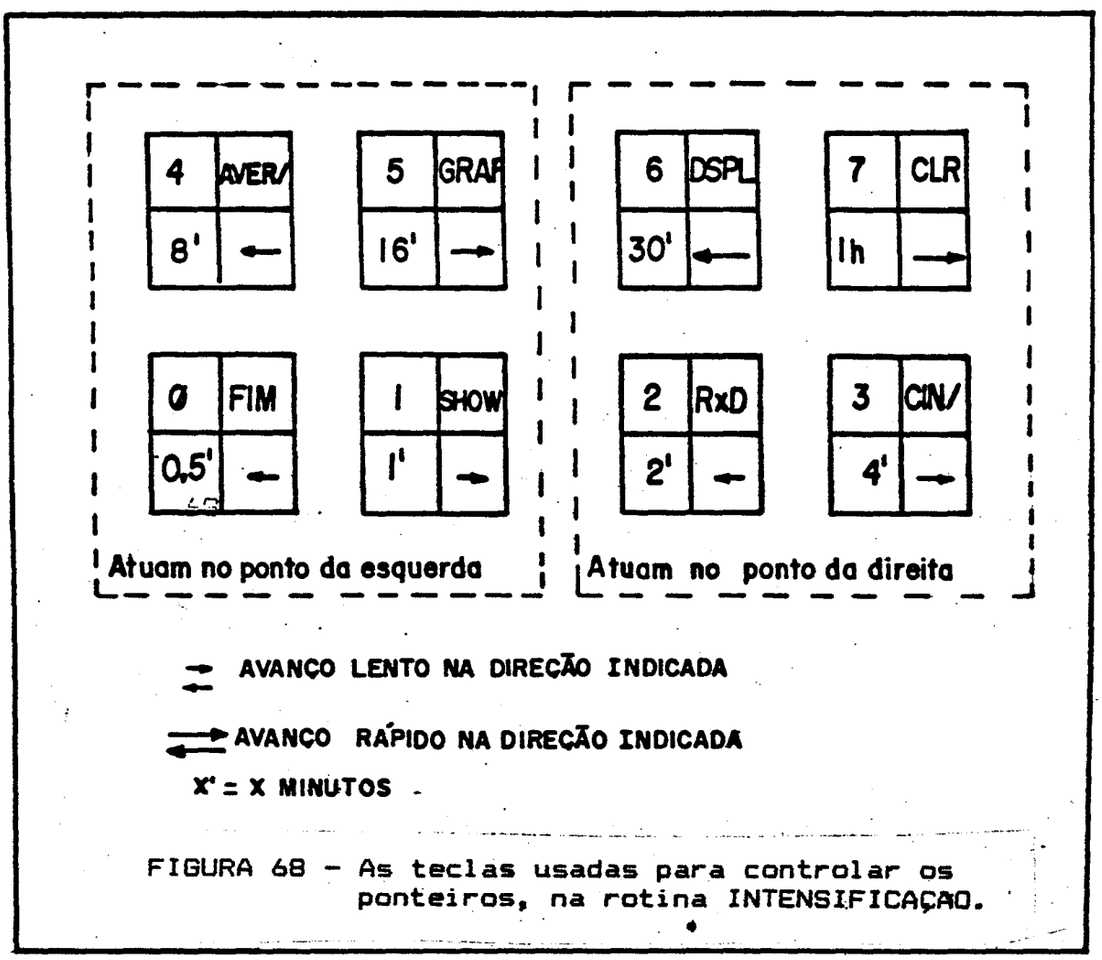


FIGURA 68 - As teclas usadas para controlar os ponteiros, na rotina INTENSIFICAÇAO.

No caso, ainda como exemplo, da tecla "<---" (tecla "6") ser acionada, teremos o avanço ràpido do ponteiro da direita, em direção á esquerda, e as variàveis ficarào da seguinte maneira:

(PONTX2) = (PONTX2) - 1ØH

(PONTY2H-PONTY2L) = (PONTY2H-PONTY2L) + FF4ØH

onde, a subtração (-1ØH) no valor da abcissa, representa um deslocamento, á esquerda, de dezesseis posições (cerca de Ø,5cm

na tela do osciloscòpio). Conseqüentemente, o endereço deve ser subtraído do valor CØH(192) obtido pela equação 33.

$$NP \times Ø4H \times Ø3H = 1ØH \times Ø4H \times Ø3H = CØH \qquad (33)$$

O valor NP dessa equação, deve assumir o número de palavras deslocadas (1ØH no caso), Ø4H representa que è usada uma, em cada quatro palavras, e Ø3H è o número de "bytes" da palavra de memòria. Portanto, è somado ao endereço o valor FF4ØH que representa o complemento de dois de CØH, para encontrar o endereço do novo ponto a ser intensificado.

Quando o usuàrio posicionar a intensificação sobre os pontos de seu interesse, poderà acionar a tecla "TNG" para que o programa seja desviado para a rotina INCLINAÇAO, descrita a seguir utilizando-se a figura 69, ou então, acionando a tecla "BASE", serà corrigida a linha de base do espectro, tendo como referência os dois pontos intensificados (ver descrição da rotina BASELINE).

- A ROTINA INCLINAÇAO.

Em resumo, lembramos que esta rotina serà acessada quando, na opção CINETICA e com a DSPL sendo executada, o usuàrio pressionar o botão B2 (intensificar), escolher dois pontos que definam a reta cuja inclinação deseja conhecer e, em seguida, acionar a tecla "TNG" que pode ser vista esquematizada na figura 69b.

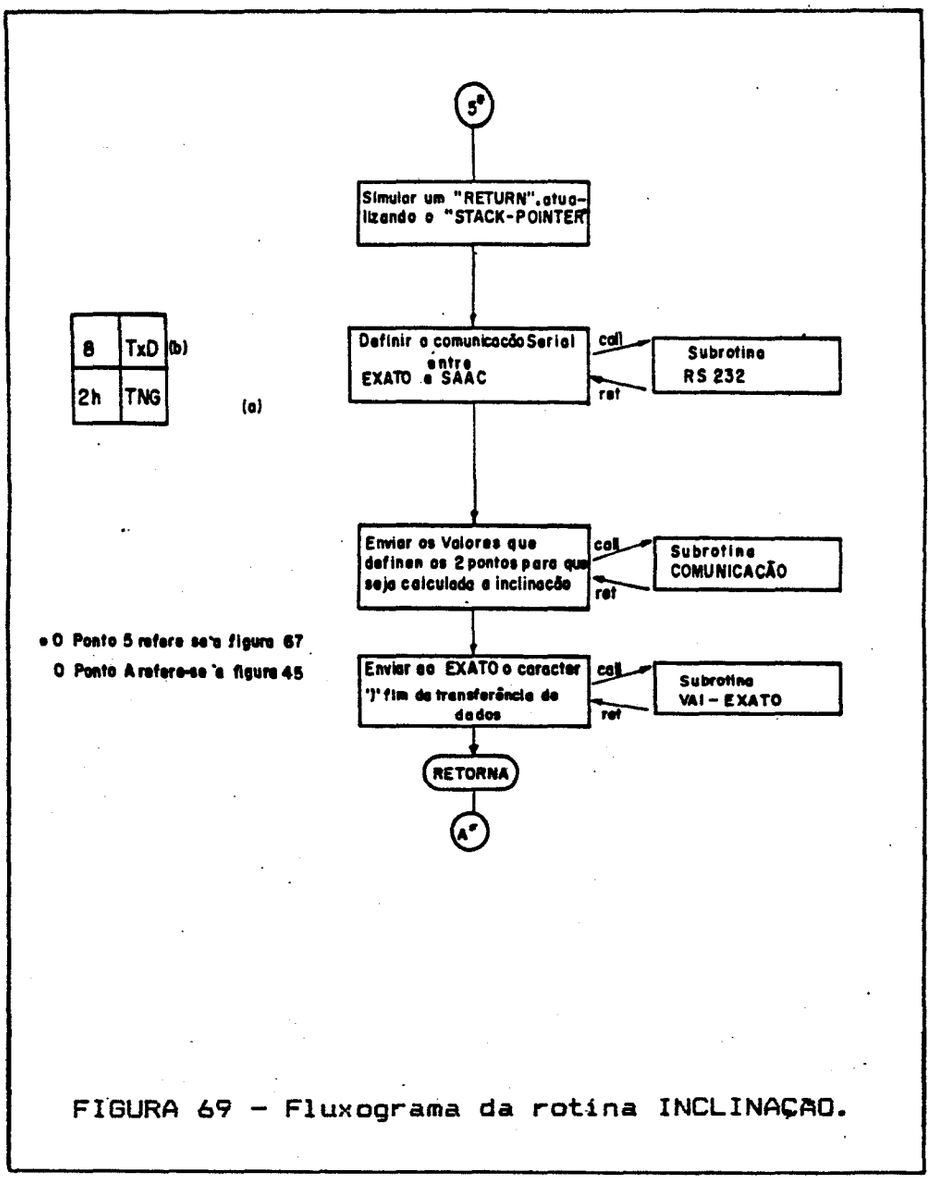


FIGURA 69 - Fluxograma da rotina INCLINAÇÃO.

Portanto, ao solicitar a rotina INCLINAÇÃO, a rotina DSPL será abandonada, para o que serão necessárias as duas instruções "INX SP" que simulam o retorno da DSPL, deixando o ponteiro da pilha na posição correta.

Em seguida, com a subrotina RS232 garante-se que o circuito integrado 8251A está preparado para a comunicação SAAC-EXATO, a mensagem "SEnd -" aparece no visor, o caracter "(" è enviado ao EXATO para indicar o início de uma transferência de dados e aguarda-se a resposta do EXATO que, com o caracter "*" indicará estar pronto para receber os dados.

Serão transferidos, por intermédio da subrotina COMUNICAÇÃO e nesta ordem, os seguintes valores: abcissa e ordenada do primeiro ponto (indicados pelo conteúdo da variável PONTX1 e do endereço existente em PONTY1H-PONTY1L respectivamente) e, abcissa e ordenada do segundo ponto.

Notamos que a transferência é feita com caracteres do código ASCII e, conseqüentemente, cada "byte" em hexadecimal corresponderá a dois caracteres ASCII, ou seja, serão transferidos doze "bytes", uma vez que a ordenada encontra-se em dupla precisão.

Após os caracteres, para reforçar a confiabilidade do sistema, será enviado um valor que representa a soma de todos os demais transferidos ao EXATO que, por sua vez deverá checar a compatibilidade da tranferência realizada, depois de receber o código correspondente ao caracter ")" que representa o final da transferência. No SAAC, o processamento retorna á rotina OPERAÇÃO.

Concluimos, dessa maneira, a descrição da subrotina DSPL cujo funcionamento provê, o projeto desenvolvido, com facilidades, que o destacam, quando comparado a outros sistemas de aquisição para sinais de RPE relatados na literatura [11 a 17].

Antes de encerrarmos este item, onde tratamos da visualização dos sinais, queremos retomar o fato de que o sinal gerado pela subrotina DSPL para ser exibido em TRC ou em papel, estará sempre normalizado em palavras de oito dígitos binários.

Como já sabemos, a palavra de memória possui 24 dígitos. Portanto, o "byte" escolhido deve sobressair-se de uma máscara que escolhe exatamente os oito "bits" mais significativos da palavra de memória com maior conteúdo, para

que todo o sinal fique escalonado e normalizado.

Vimos, que o valor da variàvel SHIFT, definirà um vetor-endereço apontando para uma rotina que escolhe os oitos dìgitos de interesse. A obtenção dessa variàvel è o objetivo da subrotina SHIFT_AUTO descrita, por meio de fluxograma, na figura 7Ø e que passamos a analisar.

- A SUBROTINA SHIFT_AUTO.

Quando da chamada desta subrotina, o par D-E de registradores deverà conter o endereço da palavra de memòria a ser analisada. Se, o conteùdo dessa palavra for um valor negativo, o seu complemento de dois serà obtido pois està-se interessado no maior valor, em mòdulo, existente num banco de memòria.

Trabalhando, então, com um valor positivo, procura-se, começando pelo mais significativo, um "byte" da palavra que tenha conteùdo não nulo. Nesse "byte" serà encontrado o dìgito mais significativo da palavra de memòria, por meio de instruções "RAL - Rotate Left through Carry"[22] e testando o dìgito CY, que irà definir o valor de SHIFT, com o nùmero de vezes que esta instrução foi usada.

Pensamos em desenvolver uma rotina que, ao invès de procurar o "byte" não nulo, simplesmente tomasse a palavra de memòria e, usando as intruções de dupla precisão[41] deslocasse os dìgitos binàrios à esquerda, procurando aquele mais significativo.

Esse algoritmo resultaria numa rotina muito menor (em termos de espaço de memòria, usaria cerca de 5Ø "bytes" a

menos), porèm seria muito mais lenta (cerca de 1ØØ μs a mais). Portanto, por ela ser executada a cada novo dado adquirido, optamos pela velocidade (a atual è executada em 33Ø μs).

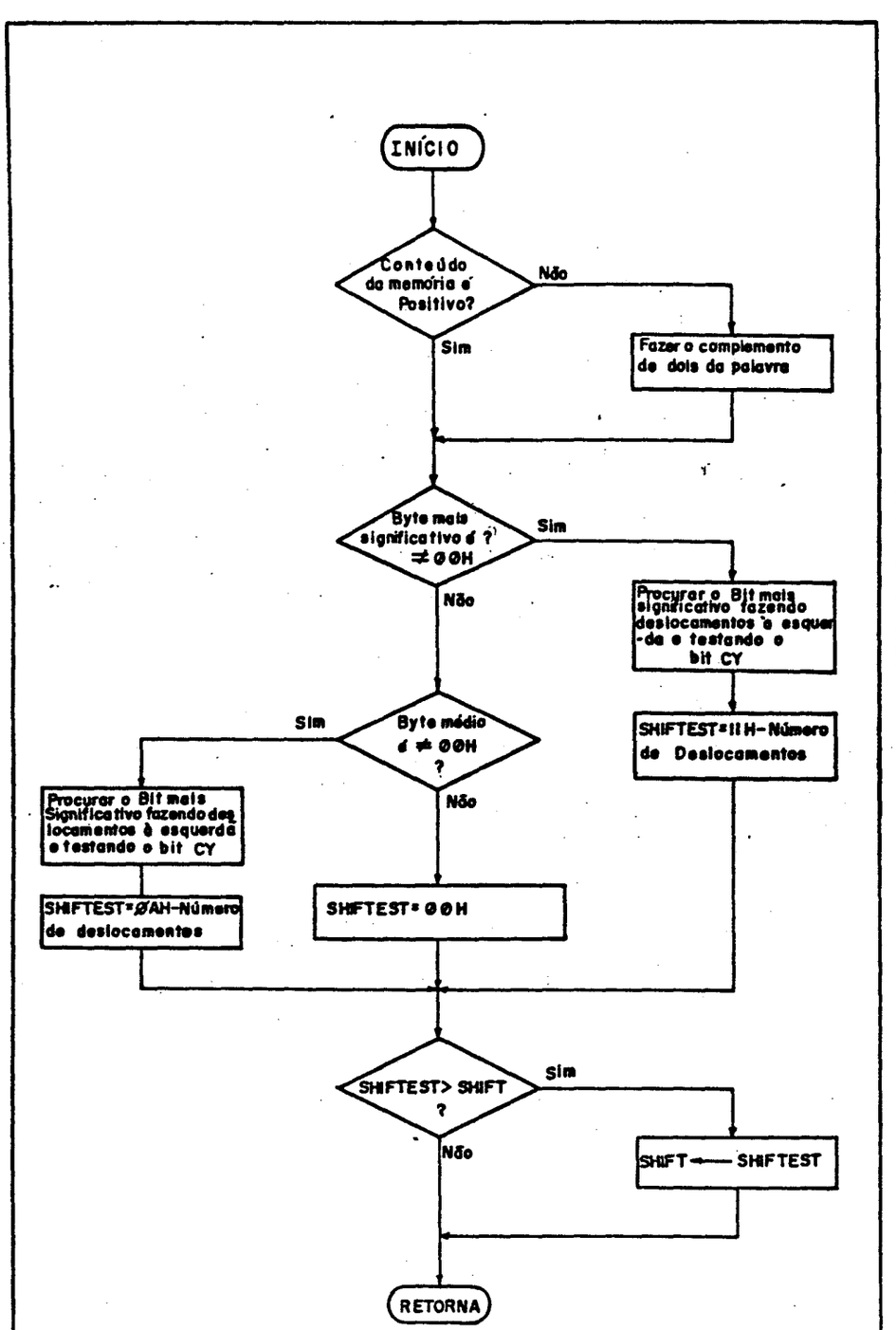


FIGURA 7Ø - Fluxograma da subrotina SHIFT_AUTO.

Exemplificando o procedimento adotado, vamos utilizar a palavra da figura 65a que reproduzimos na figura 71a. Como o seu conteúdo è negativo, o seu complemento de dois è obtido (figura 71b).

Quando se procura um "byte" não nulo, encontra-se o mais significativo em primeiro lugar e esse "byte" deve sofrer um primeiro deslocamento de uma posição á esquerda pois garantidamente, o seu dígito mais significativo è "Ø" já que a palavra è positiva (figura 71c).

Uma variável SHIFTEST è iniciada com o valor 11H e, conforme pode ser verificado na figura 71c, são necessários seis deslocamentos á esquerda para que o CY assuma o valor "1". Por isso, SHIFTEST terá seu conteúdo diminuido de seis e valerá ØBH.

Supondo que a palavra da figura 71a seja a de maior conteúdo, em módulo, da memória, será passado para a variável SHIFT o valor da SHIFTEST.

O valor de SHIFT (ØBH) è exatamente o adequado á obtenção do vetor-endereço da rotina AJST11 que irá escolher, para a BYTE_DSPLD, os "bits" 11 a 18 da palavra. Na subrotina DSPL este valor è convertido em código binário deslocado (adequado ao conversor D/A), para o valor 34H (figura 66g) a ser enviado ao eixo Y do osciloscópio após a conversão D/A.

Achamos interessante fazer a verificação de se tomar os "bits" 11 a 18 da palavra de memória complementada de dois (figura 7Øb) que resultam no valor 4BH que, por sua vez serão convertidos, pela DSPL, no binário deslocado de valor CBH. De acordo com o que pode ser visto na Tabela XIII, notamos que os valores CBH e 34H são equidistantes do valor 8ØH, ou seja, representam, em módulo, a mesma tensão!

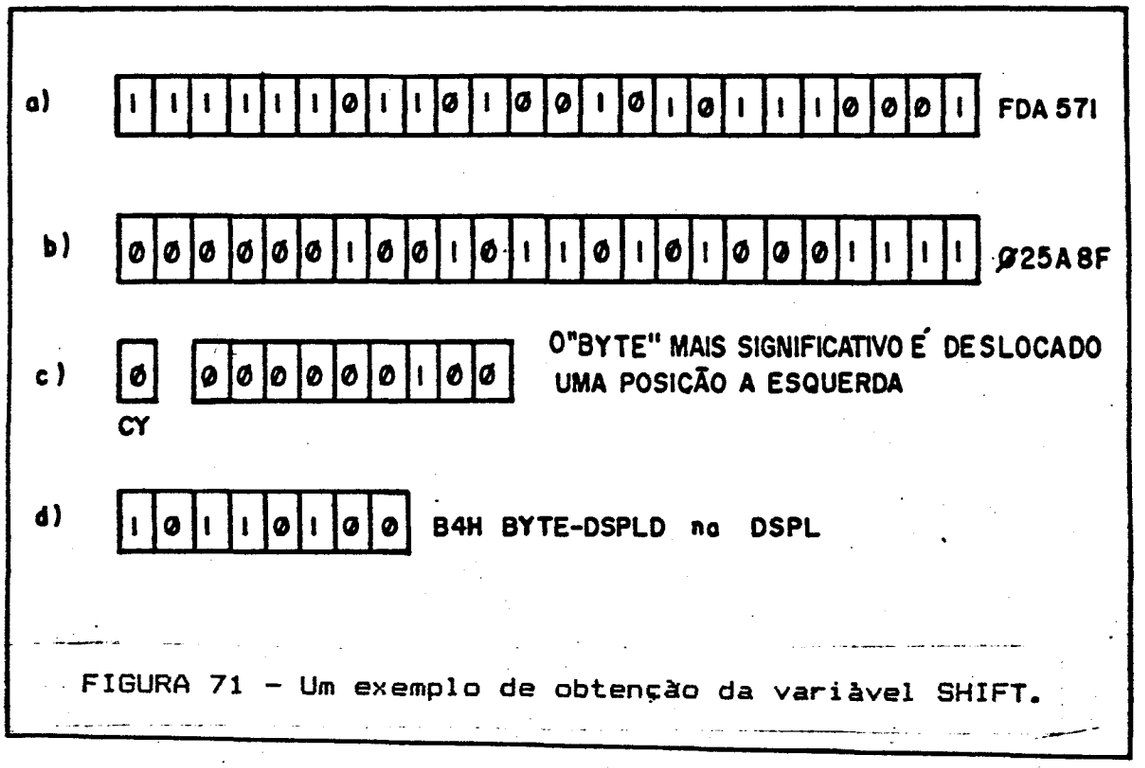


FIGURA 71 - Um exemplo de obtenção da variável SHIFT.

TABELA XIII

CODIGO BINARIO DESLOCADO E RESPECTIVA TENSÃO FORNECIDA PELO CONVERSOR D/A.

CONFIGURAÇÃO DE ENTRADA (HEXADECIMAL)	TENSÃO RESULTANTE (VOLT)
FF	+5,Ø
CB	+2,95(+3,Ø)
8Ø	Ø,Ø
34	-2,96(-3,Ø)
ØØ	-5,Ø

4.7.3 O CONTROLE DO ESPECTROMETRO DE RPE.

Sempre que estiver sendo feita uma aquisição ou o registro de um sinal, será útil contar com o apoio das rotinas que realizam o controle do registrador do espectrômetro que, por sua vez, è responsàvel pela variação do campo magnètico no sistema de RPE.

Vàrios são os parâmetros controlados:

- a posição da caneta do registrador;
- a direção de movimentação do carro;
- o tempo de cada varredura, e
- o nûmero de varreduras.

4.7.3.1 OBTENÇÃO DO TEMPO DE VARREDURA.

O primeiro passo è verificar quem està controlando o equipamento de aquisição.

Se for o EXATO, serà enviado um caracter ";" indicando que se deseja o valor do tempo de varredura. Com esse caracter, o microcomputador cria uma tabela com os tempos de varredura possiveis e devolve ao SAAC um caracter correspondente ao tempo desejado pelo usuàrio.

No caso do equipamento estar sendo controlado por meio do seu prôprio teclado, aparecerà, no visor, a pergunta "SCAn ?", indicando que o sistema espera que o operador acione a tecla correspondente ao tempo de varredura pretendido.

Tanto o valor vindo do EXATO quanto aquele obtido

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS
FÍSICA

localmente, representarão a mesma configuração de dígitos no acumulador do 8085A para um determinado tempo de varredura.

A partir desse valor, serão criadas as variáveis TIME_LOW e TIME_HIGH, que definirão o conteúdo (16 "bits") do contador de número um da 8253. Isso é feito usando o valor do acumulador como sendo a quantidade de deslocamentos á esquerda, que deve ser dada no par D-E de registradores (instrução SDEL[41]), cujo valor inicial é ØØØ4H.

Se, por exemplo, for desejada uma varredura de 4 minutos, o usuário irá colocar o valor Ø3H no acumulador (na figura 45, para o tempo de 4 minutos corresponde a tecla 3).

Portanto, o contador um do 8253 receberá o valor ØØ2ØH (correspondente a três deslocamentos á esquerda no valor ØØØ4H) e, conseqüentemente, uma onda quadrada com a freqüência correspondente ao tempo de 4 minutos será gerada (ver Tabela VII no Capítulo III).

4.7.3.2 OBTENÇÃO DA QUANTIDADE DE VARREDURAS.

Conhecido o tempo de cada varredura, resta-nos definir quantas varreduras deverão ser feitas para o cálculo da média (AVERAGER), ou para a análise do comportamento temporal da amostra (CINETICA). Para isso, é chamada a subrotina ENTER_VAR assim que o tempo de varredura for definido.

Esta subrotina, descrita em termos de fluxograma na figura 72, verifica a origem do controle do equipamento e desloca-se para o processamento correspondente.

Ela começa, enviando ao EXATO no caso de operação remota, o caracter "<" , com o que será executada a rotina para

a obtenção do número de varreduras sendo, em seguida, devolvido o primeiro caracter (centena) do número de varreduras teclado, em decimal, pelo usuário. O 8085A envia outro caracter ("=") para receber a dezena e ">" para a unidade.

Na seqüência, deve ser feita a conversão do valor teclado para o seu correspondente no código hexadecimal.

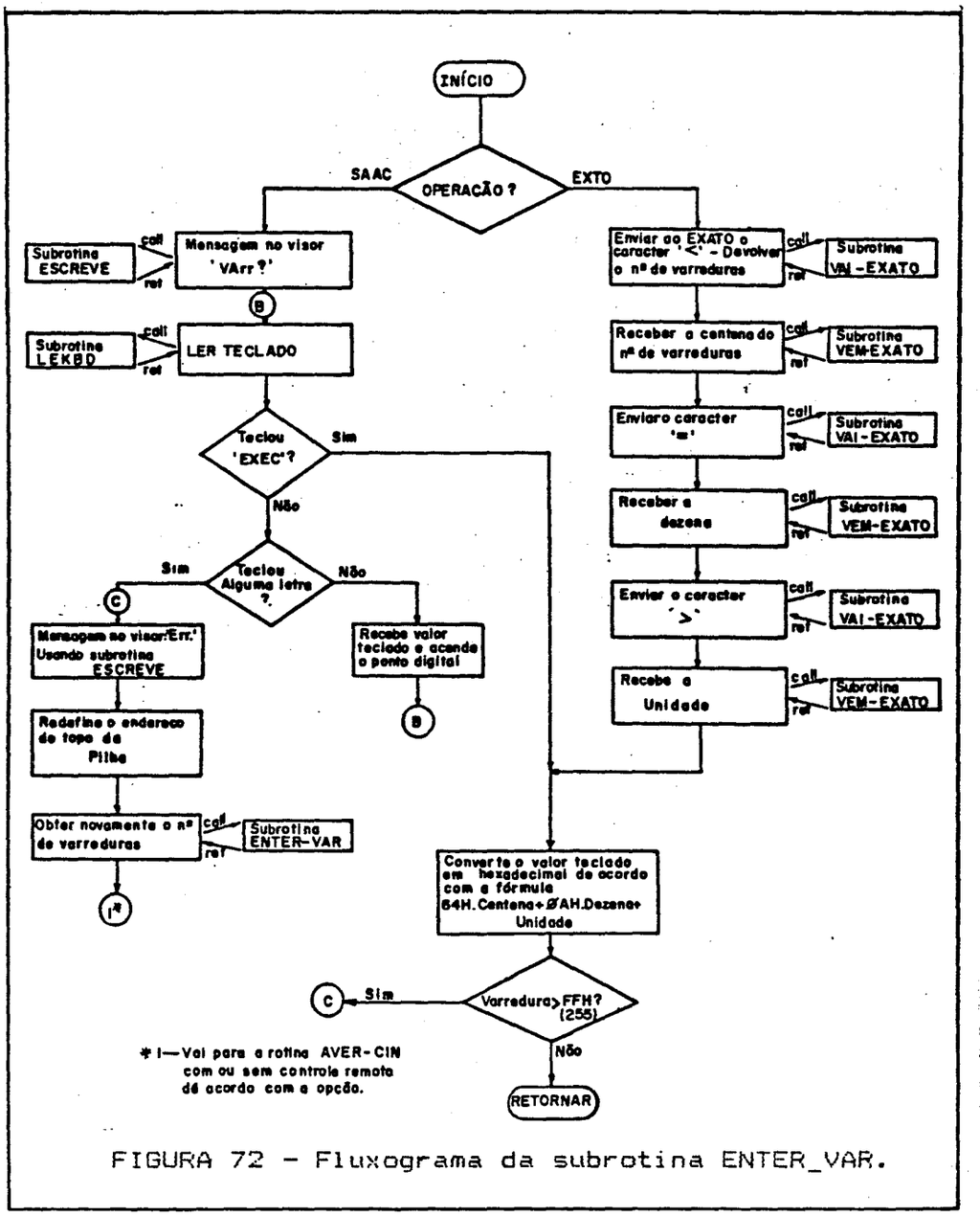


FIGURA 72 - Fluxograma da subrotina ENTER_VAR.

Antes disso, vamos descrever o procedimento de obtenção do número de varreduras através do teclado do SAAC.

A pergunta "VArr ?" aparecerá no visor e o usuário teclará a quantidade desejada, terminando com o acionamento da tecla "EXEC". A cada número teclado, será aceso um ponto digital no visor, sinalizando que ele foi aceito.

Concluída essa etapa, tanto por meio do teclado, como pelo EXATO, teremos nas variáveis TEMPØ, TEMP1 e TEMP2, a centena, dezena e unidade respectivamente, do número de varreduras.

Segue-se, então, a conversão desse valor para o seu correspondente em hexadecimal, criando a variável VARREDURA para conter o valor convertido.

A mudança, da base decimal para a hexadecimal, é realizada usando a equação 34, onde os valores da centena, dezena e unidade, são multiplicados pelos seus respectivos pesos no sistema hexadecimal.

$$(\text{VARREDURA})_H = \text{unidade} + \text{ØAH} \times \text{dezena} + \text{64H} \times \text{centena} \quad (34)$$

Para evitar que quantidades superiores a 255 varreduras sejam tecladas, são feitos testes que resultarão em uma mensagem de erro no visor do SAAC ou no monitor de vídeo do EXATO. O mesmo ocorrerá, caso a variável VARREDURA apresente conteúdo nulo, após todo o procedimento acima descrito.

4.7.4 A COMUNICAÇÃO.

No Capítulo II, conceituamos a função de Comunicação como aquela que incrementa a capacidade do nosso projeto, pois o capacita com uma interligação para um microcomputador.

Essa comunicação pode ser realizada graças á linha física que instalamos entre o SAAC e o EXATO, seguindo o padrão RS232C. As rotinas que definem a operação dessa linha e implementam a comunicação entre os dois sistemas são chamadas RECEBE e TRANSFERE.

A primeira, colocará em um dos bancos do SAAC, o conteúdo de um arquivo existente no EXATO. A segunda, enviará ao EXATO, dados a serem arquivados para posterior processamento.

4.7.4.1 A ROTINA RECEBE.

Ativada pela tecla "RxD", ou pelo código correspondente enviado pelo EXATO, esta rotina irá definir, utilizando a subrotina MEM_OPT, em que banco será armazenada a curva a ser recebida do microcomputador EXATO e será executada a subrotina RS232 que prepara a comunicação.

A subrotina ENTER_VAR, já descrita, é usada com a finalidade de receber cada dado e converté-lo, de ASCII para hexadecimal, a fim de ser armazenado.

Ao preencher o banco de memória, o SAAC envia, por meio da subrotina VAI_EXATO, um caracter "@" indicando ao EXATO

que a transferência deve terminar e ele deve retornar á rotina de espera de um novo comando vindo do SAAC.

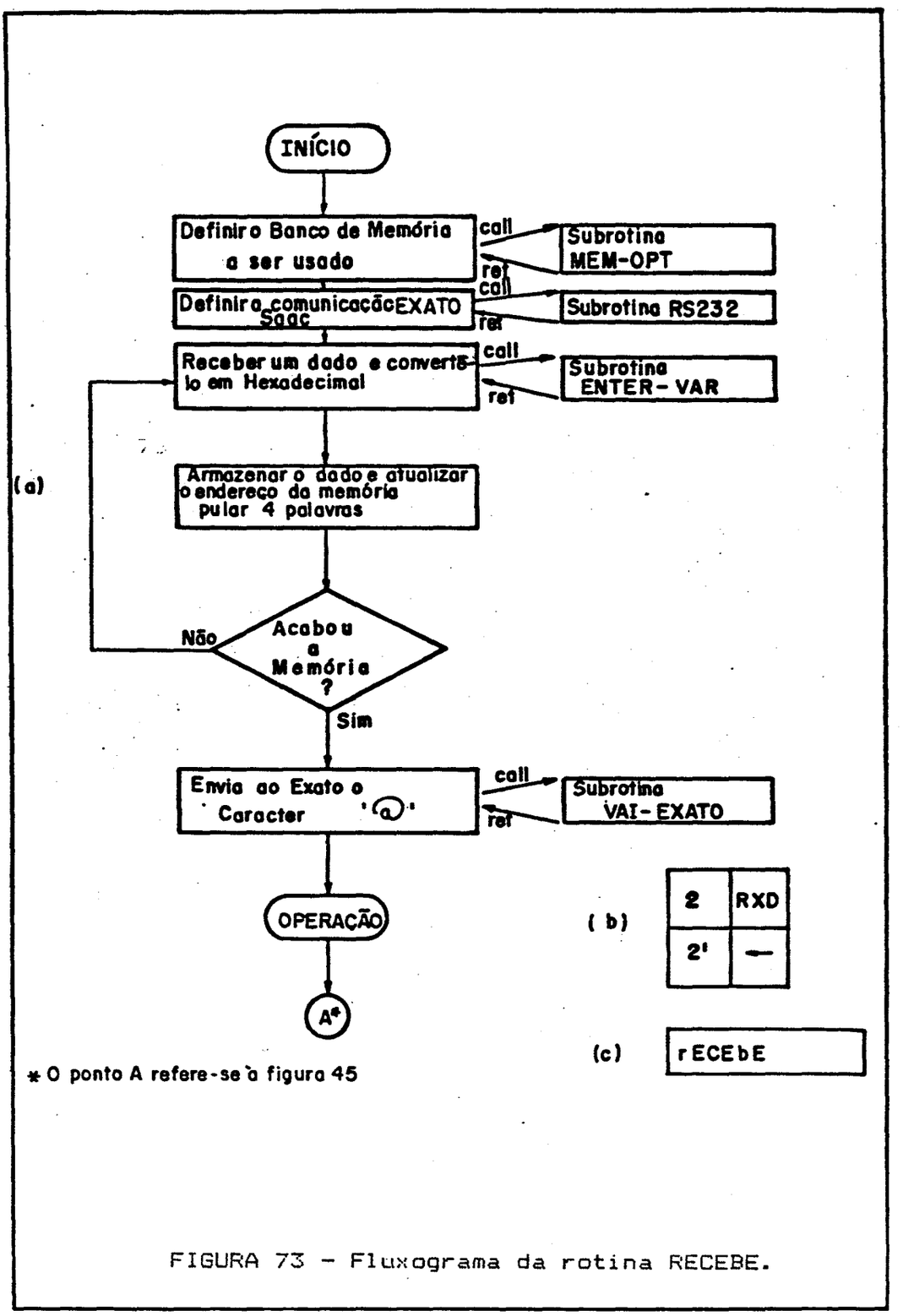


FIGURA 73 - Fluxograma da rotina RECEBE.

Por outro lado, o banco de memória estará pronto para que o seu conteúdo seja expresso no osciloscópio ou, então, em papel, por meio do registrador E-8ØA.

Para garantia de confiabilidade, ao final da tranferência dos dados, o EXATO enviará um valor que representa a soma de todos os "bytes" transferidos. A rotina RECEBE, descrita na figura 73, executa a soma de todos aqueles "bytes" recebidos e confere a validade da comunicação, sinalizando com o código 'Err' em caso de falha.

4.7.4.2 A ROTINA TRANSFERE.

O conteúdo de um banco de memória será enviado ao EXATO quando o usuário optar pela tecla "TxD" (figura 74b), ou enviar pelo microcomputador pessoal, o código (valor ØBH) correspondente, quando em operação remota.

Antes de executar esta função, o programa desenvolvido para o EXATO deverá estar ativo no microcomputador.

Uma vez mais, a subrotina MEM_OPT será usada para, verificando o estado do "bit"Ø2 da porta 23H, definir o banco a ser enviado. No caso de operação remota, esta decisão será realizada por meio do correspondente código enviado através da linha serial, de acordo com a opção do usuário.

Em seguida, é ativada a subrotina RS232 que colocará a mensagem "SEnd - X" (figura 74c) no visor, onde X representa o banco (A ou B) escolhido, e estará pronta a linha de comunicação entre o EXATO e o SAAC.

Tem início a transferência, propriamente dita, do

conteúdo do banco para o EXATO. Esse procedimento é realizado com o auxílio da subrotina COMUNICAÇÃO que, em resumo, converte cada "byte" a ser transferido e que está codificado em hexadecimal, em dois "bytes" no código ASCII, e os envia. Ao tranferir todos os 3072 "bytes" do banco de memória, será enviado o caracter ")" de finalização indicando que o EXATO deve criar um arquivo com os dados recebidos.

Enquanto isso, o 8085A tem seu processamento devolvido á rotina OPERAÇÃO. No fluxograma desenhado na figura 74a pode ser acompanhado o procedimento acima descrito.

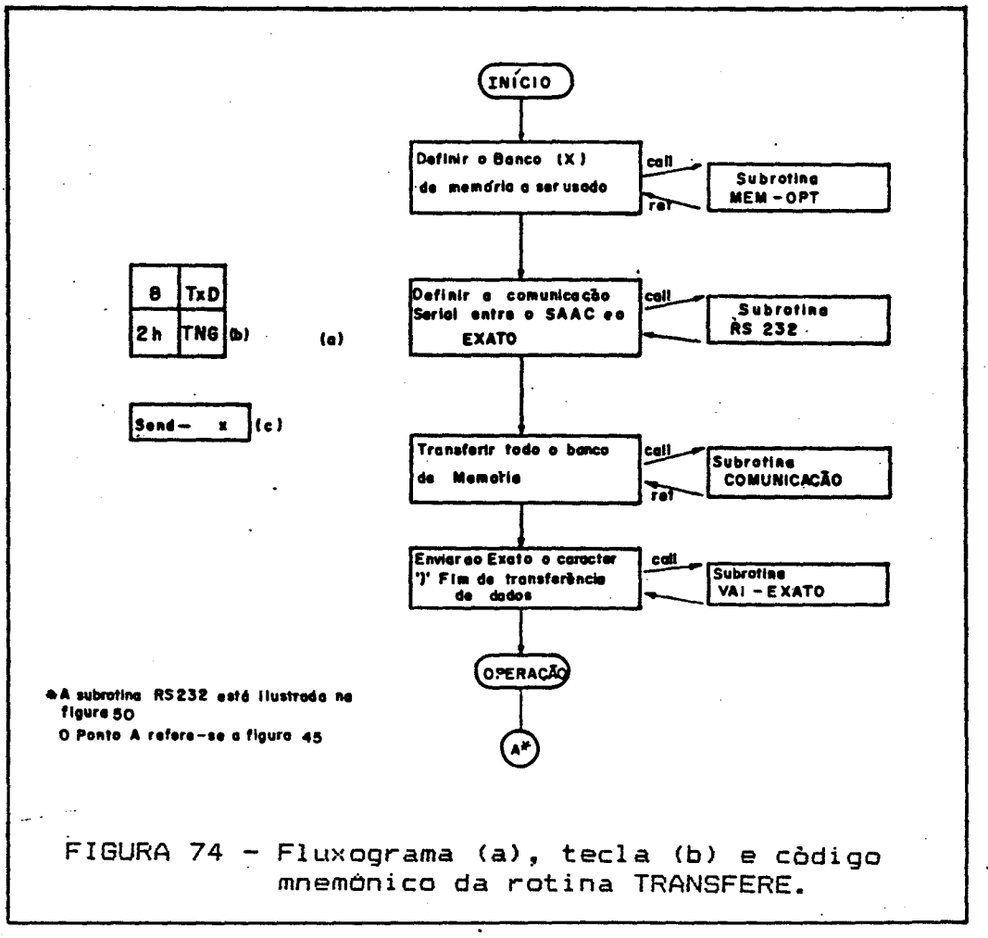


FIGURA 74 - Fluxograma (a), tecla (b) e código mnemônico da rotina TRANSFERE.

Nesta comunicação estabelecida entre os dois sistemas, também está incluída a soma dos caracteres

transferidos e recebidos, a exemplo do caso da rotina RECEBE, para aumentar a confiabilidade da transferência.

4.7.5 O ARMAZENAMENTO.

Não há rotinas específicas relacionadas a essa função, porèm vale notar que todas operam em constante interação com bancos de memòria tanto volàteis, bancos A e B definidos no SAAC, como secundàrios, arquivos criados em discos flexíveis no EXATO.

4.8 ROTINAS DE APOIO E DE DEMONSTRAÇÃO.

Definimos como rotinas de apoio aquelas que, por si sò, não realizam funções de processamento. Entretanto, sempre são utilizadas para complementar a execução de uma das funções, como auxílio às rotinas principais.

Dentro desse conceito, temos rotinas de apoio que permitem:

- ler o valor de uma tecla acionada (rotina LEKBD);
- enviar/receber um caracter ao/do EXATO (VAI_EXATO e

VEM_EXATO);

- estabelecer a comunicação serial entre os dois sistemas (RS232 e PREPARA_PCI);

- escrever caracteres no visor do SAAC (ESCREVE e ESCRITA);

- converter um valor binário hexadecimal em seu correspondente ASCII (HEX_ASCII);

- definir o banco de memória a ser usado (MEM_OPT);

- zerar o conteúdo de um banco de memória (ZERA_BANCO);

- indicar a existência de um erro durante a execução de determinada rotina (ERROA e ERROR);

- registrar em papel ou mostrar no osciloscópio o conteúdo de um dos bancos de memória (GRAFICAR e MOSTRAR); e

- desligar o motor do carro do registrador, parando-o no seu batente da esquerda (MOTOR_OFF).

Além disso, com o duplo objetivo de verificar o funcionamento do sistema e de demonstrar suas características, foi desenvolvida a rotina DEMONSTRAR, que é acessada pela tecla "SHOW", como está descrito na parte b da figura 75 onde vê-se, também, o seu código mnemônico (75c) e o seu fluxograma (75a).

Esta rotina também pode ser chamada através do EXATO, escolhendo o código correspondente na relação de opções oferecidas.

Inicialmente, ambos os banco da memória de dados serão carregados com sinais adequados á ilustração da operação do equipamento. O banco A, conterá uma onda triangular, e o

banco B, uma reta deslocada da origem e inclinada.

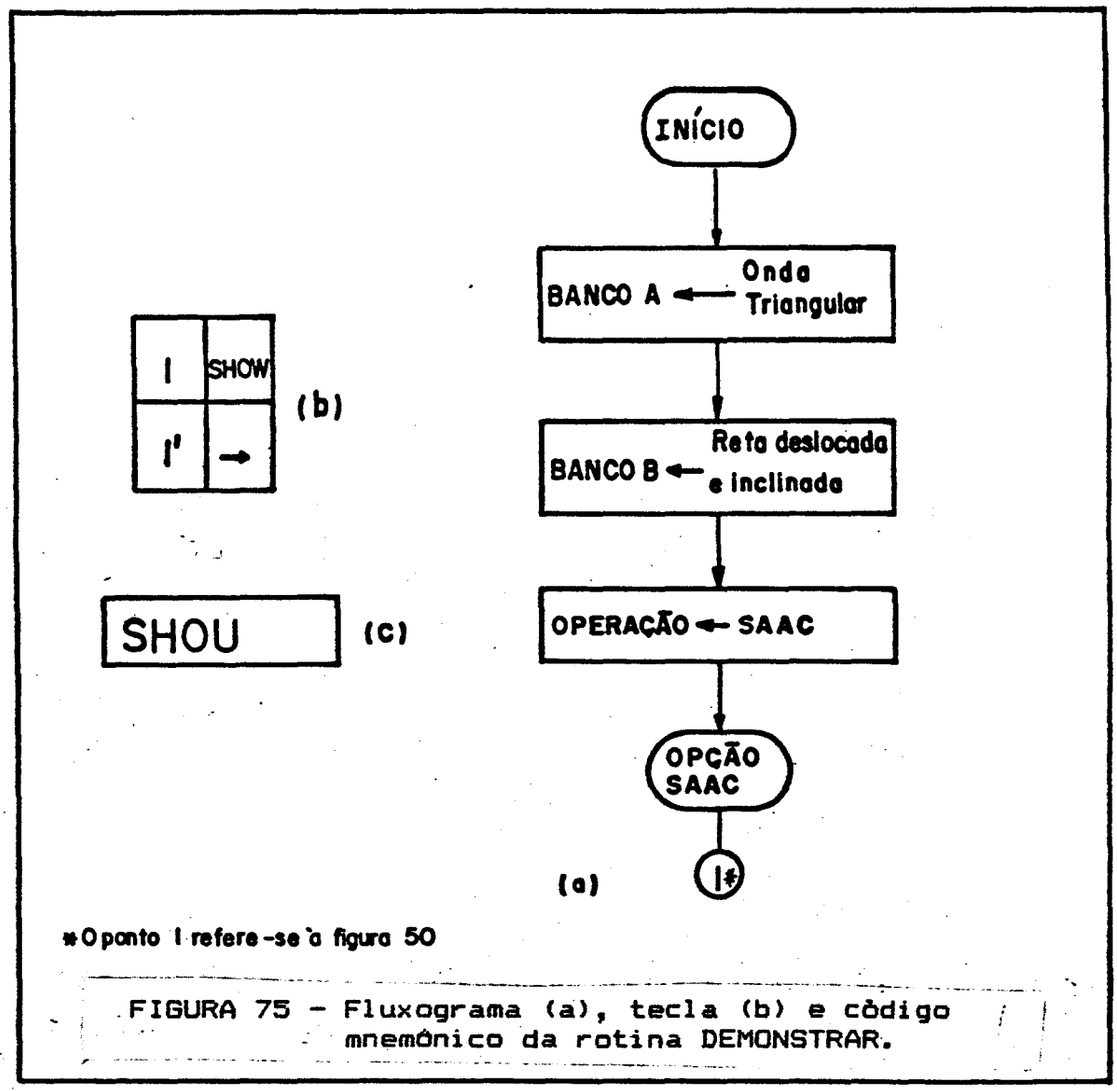


FIGURA 75 - Fluxograma (a), tecla (b) e código mnemônico da rotina DEMONSTRAR.

Na figura 76, pode ser visto como os conteúdos destes bancos deverão apresentar-se na tela do osciloscópio.

Após serem carregados os dois bancos, define-se, por meio de variáveis, que a demonstração será feita sob o controle do teclado e que a rotina BASELINE irá atuar somente no banco A. A seguir, o programa é desviado para a rotina OPÇAO para que possa ser verificado o desempenho do equipamento, usando as curvas geradas como uma simulação de dados adquiridos. Essa verificação está descrita no Capítulo V deste trabalho.

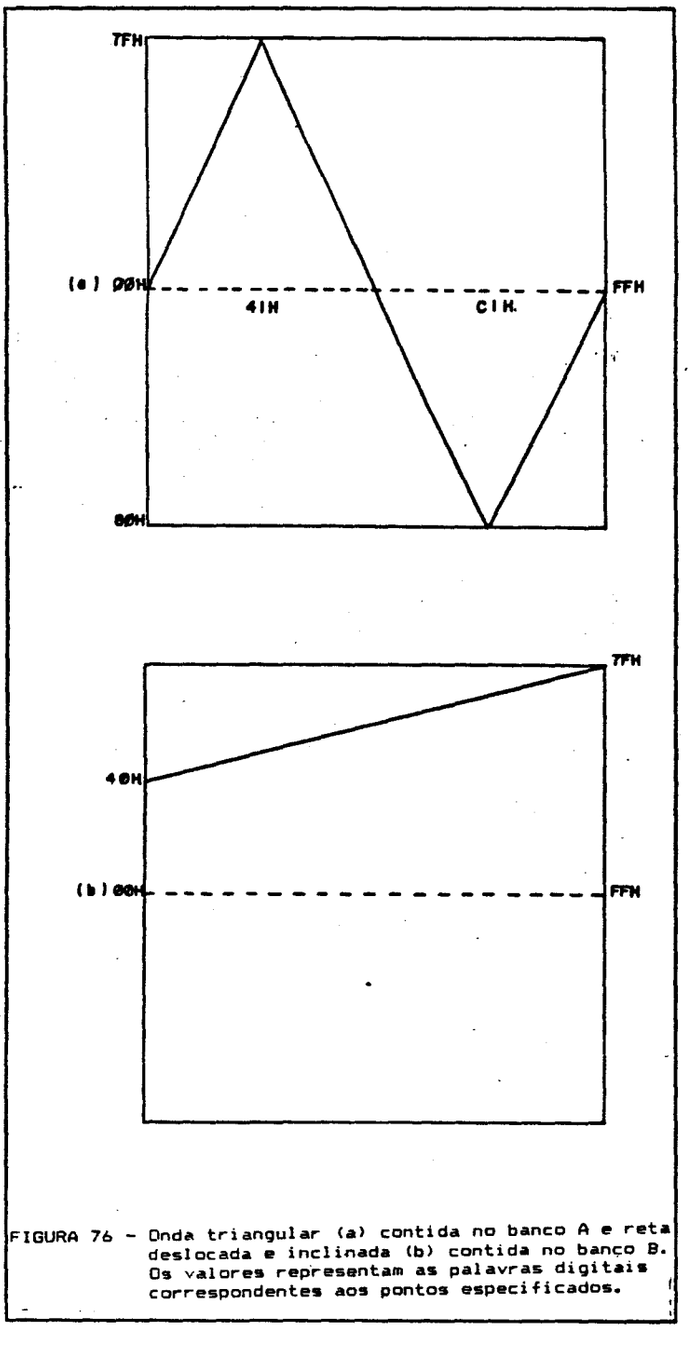


FIGURA 76 - Onda triangular (a) contida no banco A e reta deslocada e inclinada (b) contida no banço B. Os valores representam as palavras digitais correspondentes aos pontos especificados.

4.9 O PROGRAMA RESIDENTE NO MICROCOMPUTADOR EXATO.

Com a finalidade de possibilitar a implementação de recursos adicionais ao sistema desenvolvido, foi criado um canal bilateral de comunicação serial no padrão RS232C entre o SAAC e o microcomputador EXATO.

Elaboramos, conseqüentemente, um programa em linguagem CCE-BASIC[42], onde as seguintes facilidades foram introduzidas:

- controle remoto do SAAC para a execução de todas as opções disponíveis;
- criação de um arquivo, em disco flexível, com os dados vindos do sistema de aquisição; e
- transferência do conteúdo de um arquivo para um banco de memória do SAAC.

Com esses recursos, o sistema desenvolvido torna-se mais eficiente, sendo enriquecido pelas seguintes características:

- armazenamento secundário (disco flexível) de sinais de interesse para futuras análises;
- funcionar como um registrador x-t ou monitor TRC remoto, para arquivos residentes no EXATO;
- manipulações matemáticas de alto nível (cálculo dos

logaritmos necessàrios na opção CINETICA e, também, da inclinação da reta definida pelos ponteiros da rotina INTENSIFICAÇÃO, entre outros).

Enfim, o sistema estarà limitado somente pela criatividade do usuàrio em desenvolver novas rotinas de apoio para o tratamento dos dados.

Podemos exemplificar com a sugestão de se implementar um programa que solicite os parâmetros campo magnètico central, freqüência das microondas e modulação utilizados, para que sejam calculados valores como a largura da linha espectral e o fator g (ver Capítulo I).

Na figura 77 està desenhado o fluxograma da rotina desenvolvida para o microcomputador EXATO. Esse programa recebeu o nome SAAC.UL e està arquivado em um disco flexível que, apòs iniciado, automaticamente carregarà o SAAC.UL na memòria do computador.

Apòs definir as variàveis de trabalho, a rotina entra num estado de espera de um caracter a ser enviado pelo SAAC e que chegarà por intermèdio do CCE-"super serial card" [39]. Esse caracter definirà a direção a ser seguida pelo fluxo de execução da rotina.

Os caracteres e os procedimentos correspondentes estão listados na Tabela XIV e, a seguir, serão descritos.

TABELA XIV

CARACTERES ASCII ENVIADOS PELO SAAC E PROCEDIMENTOS REALIZADOS PELO EXATO.

CARACTER ASCII	RESUMO DO PROCEDIMENTO
":"	Listar as opções oferecidas e devolver ao SAAC o código daquela desejada.
";"	Listar os tempos de varredura oferecidos e devolver ao SAAC o código daquele desejado.
"<"	Interrogar o número de varreduras desejado e devolvê-lo ao SAAC. Esse caracter também è usado para transferir dados ao SAAC.
"?"	Interrogar o banco a ser utilizado e devolver o código daquele desejado.
"("	Executar rotina para receber dados do SAAC.
")"	Criar arquivo em disco flexível, com os dados recebidos do SAAC.
"/"	Transferir um arquivo ao SAAC.
"#"	Final do trabalho

Procuramos desenvolver, no EXATO, rotinas auto-elucidativas, de modo que forneçam sempre, um roteiro com as opções colocadas á disposição do usuàrio.

Quando o SAAC enviar o caracter ":", o Exato irà apresentar, em seu monitor de vídeo, a lista das dezesseis opções existentes no sistema de aquisição. O operador escolherà, teclando o número correspondente, uma delas e o código da opção escolhida, equivalente á tecla correspondente á opção desejada, serà enviado ao sistema de aquisição. Feito isso, retorna-se ao início do programa, aguardando a chegada de um outro caracter.

Se o EXATO receber o caracter ";", significa que a rotina em andamento no SAAC deseja definir o tempo de varredura

para o procedimento de aquisição de espectros.

Uma outra lista, com os tempos disponiveis, aparecerá na tela e o usuário escolherá aquele desejado. O seu correspondente valor será devolvido ao SAAC.

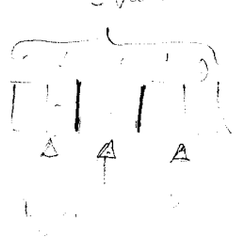
Ao enviar o caracter "<", o SAAC estará aguardando, do EXATO, a quantidade de varreduras a ser realizada. Em resposta ao valor teclado, o microcomputador devolve, inicialmente, o caracter ASCII correspondente á centena do número de varreduras desejado. Em seguida, o SAAC enviará os caracteres "=" e ">" para os quais receberá, respectivamente, a dezena e a unidade que completam o número.

Para definir o banco de memória em que o SAAC irá trabalhar, o EXATO responderá á chegada do caracter "?", com uma pergunta, para a qual, a resposta será o acionamento da tecla "1" ou da tecla "2", representando respectivamente, o banco A ou o B. Dessa maneira, essa comunicação simulará a leitura da posição da chave S1 que define o banco a ser usado.

Quando o EXATO for criar um arquivo com os dados enviados pelo SAAC, ele irá receber o caracter "(" que desviará o programa para a rotina de recepção de até 6146 caracteres, ou seja, todo um banco de memória de 1024 palavras de três "bytes" cada palavra e, também, o valor da quantidade de varreduras realizada. Convém lembrar que cada "byte", em hexadecimal, é transferido como dois caracteres ASCII.

Uma outra facilidade oferecida, é a tranferência do conteúdo de um arquivo para um banco de memória do SAAC. Isso será executado quando o SAAC enviar o caracter "/" e uma comunicação utilizando os caracteres "<", "=", e ">", já descrita, será realizada.

Vale lembrar, que em todas estas opções, terminada a



sua execução, retorna-se ao início do programa, onde se espera a recepção de um novo caracter.

Finalmente, ao receber o caracter "#", o EXATO exibirá a mensagem "FIM DO TRABALHO" e a rotina será finalizada.

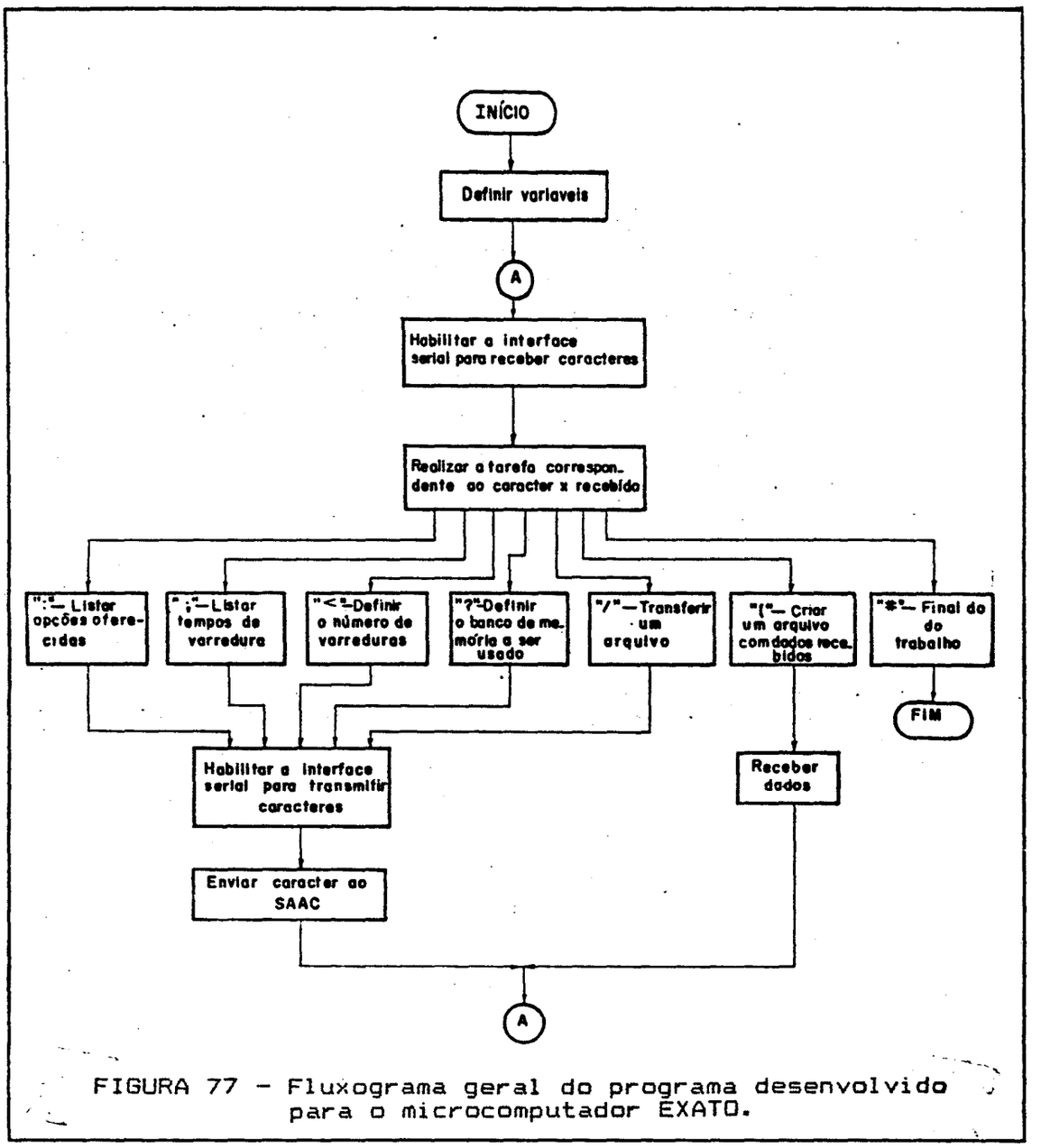


FIGURA 77 - Fluxograma geral do programa desenvolvido para o microcomputador EXATO.

Com relação ao tratamento dos dados vindos do SAAC, no Capítulo V colocaremos exemplos onde poderá ser verificado o procedimento auto-elucidativo citado no começo dessa parte.

4.10 CONCLUSÃO.

Concluimos, dessa forma, este capítulo onde procuramos utilizar todos os recursos oferecidos pelos circuitos projetados, desenvolvendo programas de auxílio aos usuários do espectrômetro de RPE.

As rotinas sempre foram implementadas buscando-se a otimização dos parâmetros velocidade de execução-espaço ocupado na memória EPROM.

Visamos, com a programação desenvolvida, cobrir todas as espécies de recursos desejáveis a um sistema de aquisição e análise de dados de experimentos em RPE, tendo sido feito, além disso, a interligação com um microcomputador pessoal para fornecer, aos pesquisadores, facilidades praticamente ilimitadas.

Para finalizar acrescentamos, que fazendo a comparação das características existentes nos programas desenvolvidos para o nosso sistema, com aquelas de outros projetos com objetivos semelhantes [11 a 17], temos, a nosso favor, pontos de fundamental importância como:

- Tempos, muito menores, de execução das rotinas;
- Visualização, em tempo real, da aquisição dos sinais e do cálculo do valor médio;
- Escalonamento automático, também em tempo real, do sinal que está sendo adquirido; e

- Automatização completa do processo de aquisição dos dados necessàrios para as experiências de Cinética Química.

No Capítulo seguinte, faremos uma anàlise pràtica dos recursos, colocados á disposição do usuàrio, pela programação elaborada, para que seja possível uma avaliação do desempenho do projeto desenvolvido.

FÍSICA

CAPITULO V

AVALIAÇÃO DO PROJETO

5.1 INTRODUÇÃO.

Neste capitulo, será feita uma avaliação dos recursos implementados no projeto desenvolvido.

Forneceremos, inicialmente, um resumo das principais caracteristicas do sistema. Em seguida, passaremos á descrição dos vários procedimentos práticos, por nós utilizados, para que fosse possivel verificar, efetivamente, as facilidades integrantes do SAAC.

Teremos, também, uma seção onde são sugeridas possíveis modificações no projeto original que, de modo algum, são estritamente necessárias, mas, agilizarão sobremaneira o processo de comunicação entre o sistema desenvolvido e um microcomputador de maiores recursos, trazendo, conseqüentemente, um maior poder de processamento e de visualização dos dados adquiridos.

Após, será colocada a conclusão deste trabalho, onde procuramos destacar, entre outros, tópicos originais desta tese e, também, a importância de se realizar o desenvolvimento de sistemas dedicados, dentro da metodologia de aquisição e análise de dados experimentais.

5.2 CARACTERISTICAS GERAIS DO SAAC.

O produto final deste trabalho, pode ser visto nas figuras 78 e 79, que contêm, respectivamente: uma vista geral do sistema; e um detalhe do seu painel traseiro, onde estão os pontos de entrada/saída dos sinais necessários para a sua interligação com o espectrômetro de RPE e com o microcomputador EXATOpro.

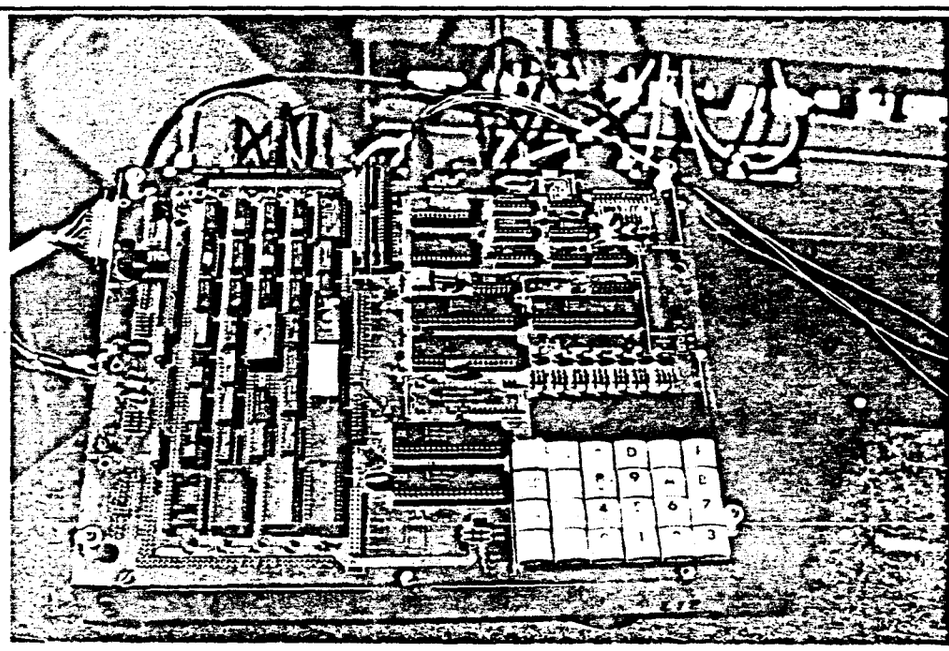


FIGURA 78 - Fotografia do SAAC, em vista geral.

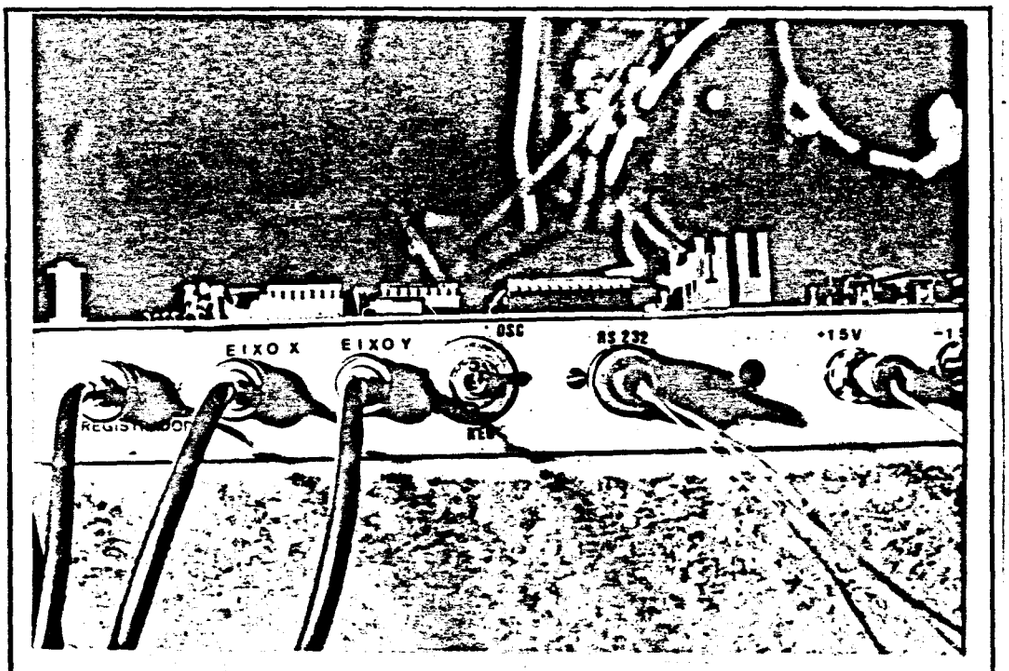


FIGURA 79 - Fotografia do SAAC, painel traseiro.

* *Características Técnicas do SAAC:*

- processador 8085A com freqüência de operação de 3,072MHz
- conversor A/D de 12 "bits" - tempo de conversão = 25 μs
- sinal analógico de entrada = +/- 0,5V
- capacidade de armazenamento: dois bancos de memória de 1024 palavras de 24 "bits".
- saída analógica para TRC e para registrador X x Y ou X x t, com resolução de 8 "bits" (ver 5.2.1)
- interface serial em 9600baud, no protocolo RS232c
- fonte de tensão de 5V@3A e +-15V@0,1A
- controle automático do espectrômetro VARIAN, modelo E-109, para até 256 varreduras com tempos que podem variar desde 0,5min até 16min e de 0,5H até 16H
- memória de programas do tipo UVEPROM 2732, com 4kbytes, oferecendo os seguintes recursos:

    * "digital averager", com sucessivas aquisições de um espectro, calculando-se a média, ponto a ponto, e com visualização, em tempo real, da aquisição e da média do sinal.

    * cálculo da primeira e da segunda INTEGRAL de um espectro, com saída analógica da função integral e do valor da segunda integral.

    * correção da deriva da linha de base de um sinal.

    * automatização total da aquisição e processamento de dados para experimentos de cinética química.

    * SOMA e SUBTRAÇÃO de espectros.

5.2.1 OS RECURSOS DE VISUALIZAÇÃO.

O SAAC, conforme já visto, possui a facilidade de fornecer o conteúdo de qualquer um dos bancos de memória, como uma saída gráfica em papel, através do registrador E-80A do próprio espectrômetro de RPE. Além disso, o mesmo sinal pode, também, ser visto em um TRC.

Essas opções são ativadas, respectivamente, pelas teclas "GRAF" e "DSPL", ou pelo comando correspondente enviado do EXATO ao SAAC, escolhido na tabela de opções oferecidas na tela do microcomputador, como pode ser visto na figura 80.

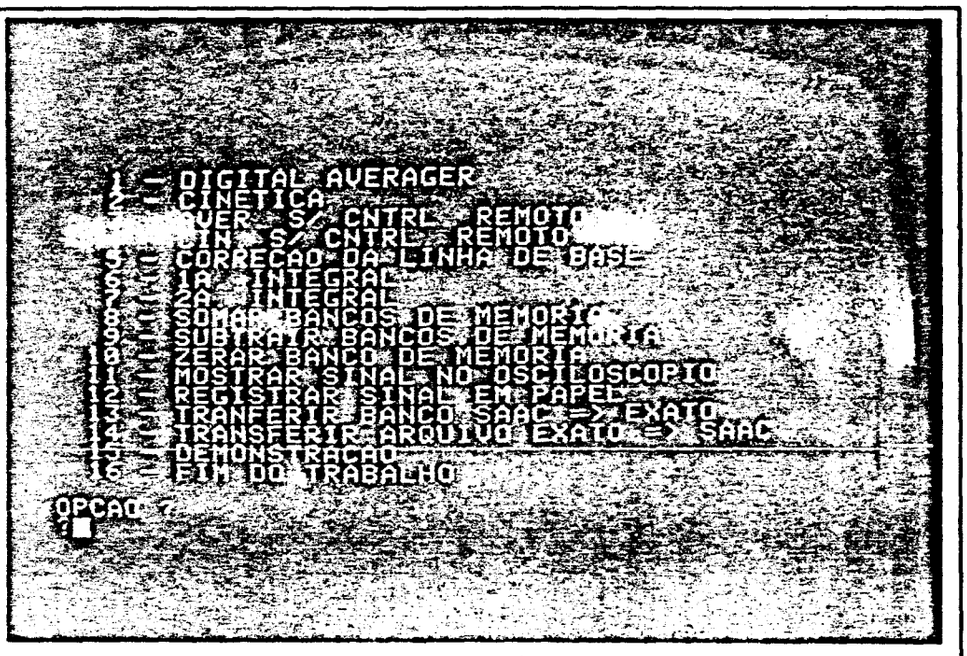


FIGURA 80 - Fotografia do EXATO, lista das opções oferecidas.

Utilizando a rotina DEMONSTRAÇAO, carregamos o banco A da memória, com valores que definem a onda triangular que pode ser vista na figura 81.

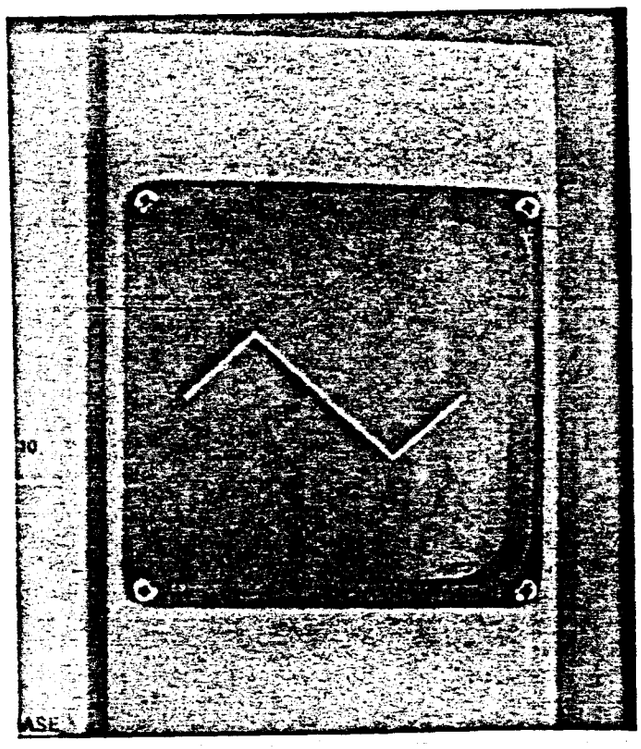


FIGURA 81 -
Fotografia do osciloscòpio do espectrômetro com a onda triangular de demonstração.

A seguir, foi calculada a função integral deste sinal, ficando armazenada no banco B. A forma da função obtida está na figura 82.

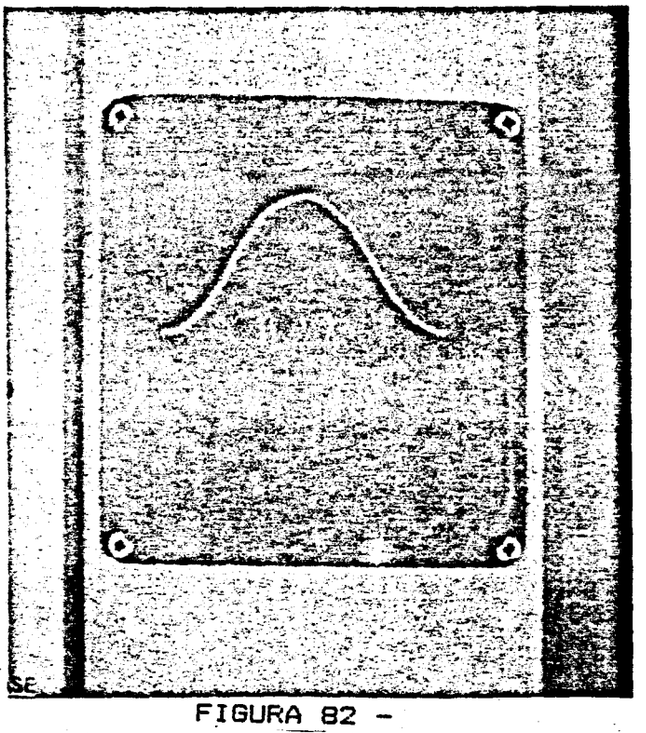


FIGURA 82 -
Fotografia do osciloscòpio do espectrômetro com a função integral da onda triangular.

Estas duas últimas figuras, contêm fotografias obtidas do osciloscòpio do espectrômetro, sendo que os sinais nelas observados, foram gerados pela rotina DSPL (tecla "DSPL" ou opção 11 no monitor de vídeo do EXATO).

O conteúdo de cada banco foi registrado em papel para que fosse possível ilustrar os recursos oferecidos pela opção GRAFICAR (tecla "GRAF" ou opção 12).

Primeiramente, temos na figura 83, a onda triangular, registrada em três escalas diferentes: tamanho normal (definido pela tecla "NORM"), tamanho reduzido (tecla "÷2"), e tamanho ampliado (tecla "x2"). Convêm notar que esta figura foi traçada com comprimento reduzido (tecla "16cm"), o que possibilita a sua utilização direta em papel padrão para que sejam publicadas.

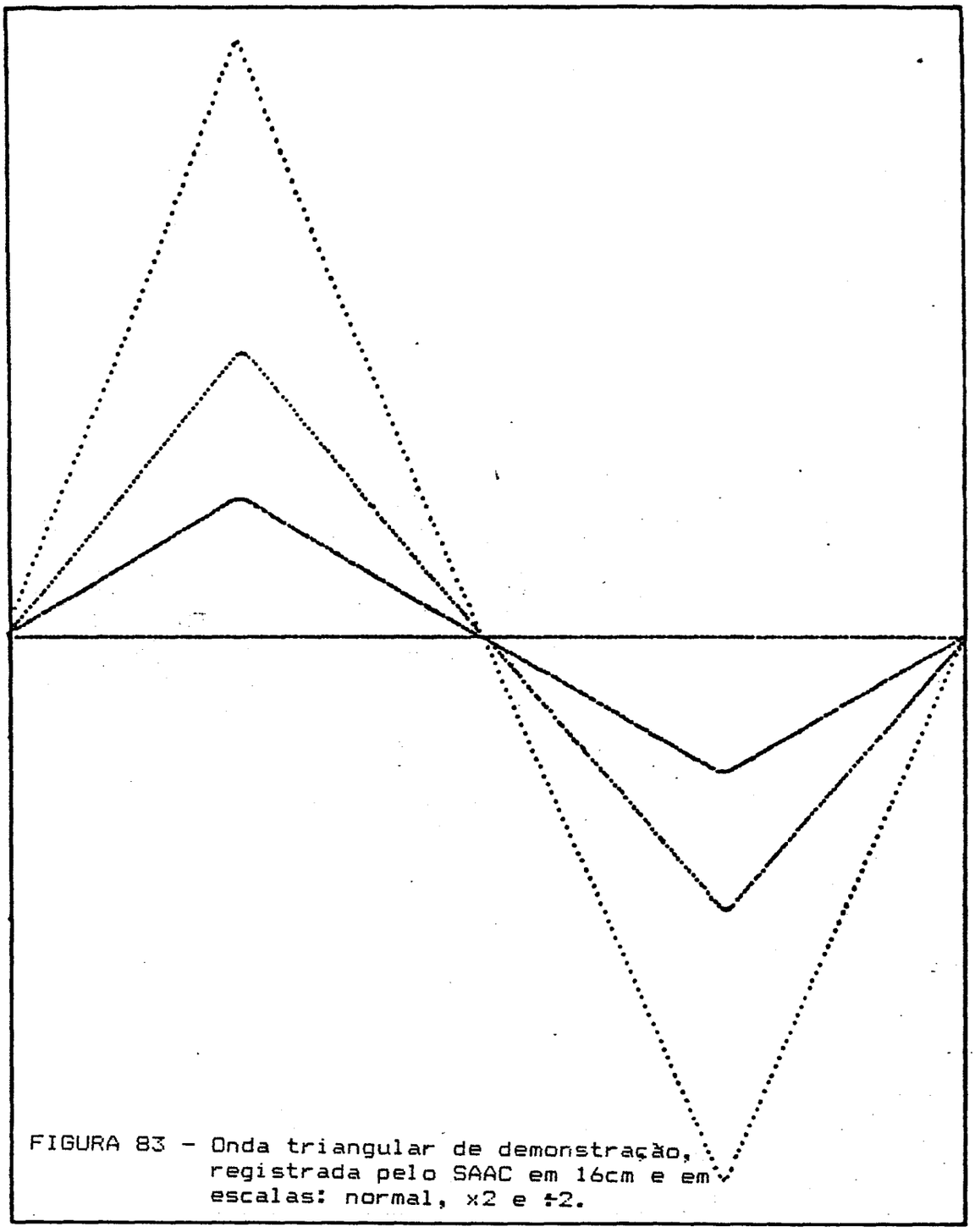


FIGURA 83 - Onda triangular de demonstração, registrada pelo SAAC em 16cm e em escalas: normal, x2 e ÷2.

Na figura 84, está fornecida a mesma onda triangular, em escala normal, e em papel com comprimento igual ao daquele usado pelo registrador do espectrômetro (tecla "40cm"). Evidentemente, esta figura teve que ser reduzida por fotocopiadora para ficar no tamanho mostrado.

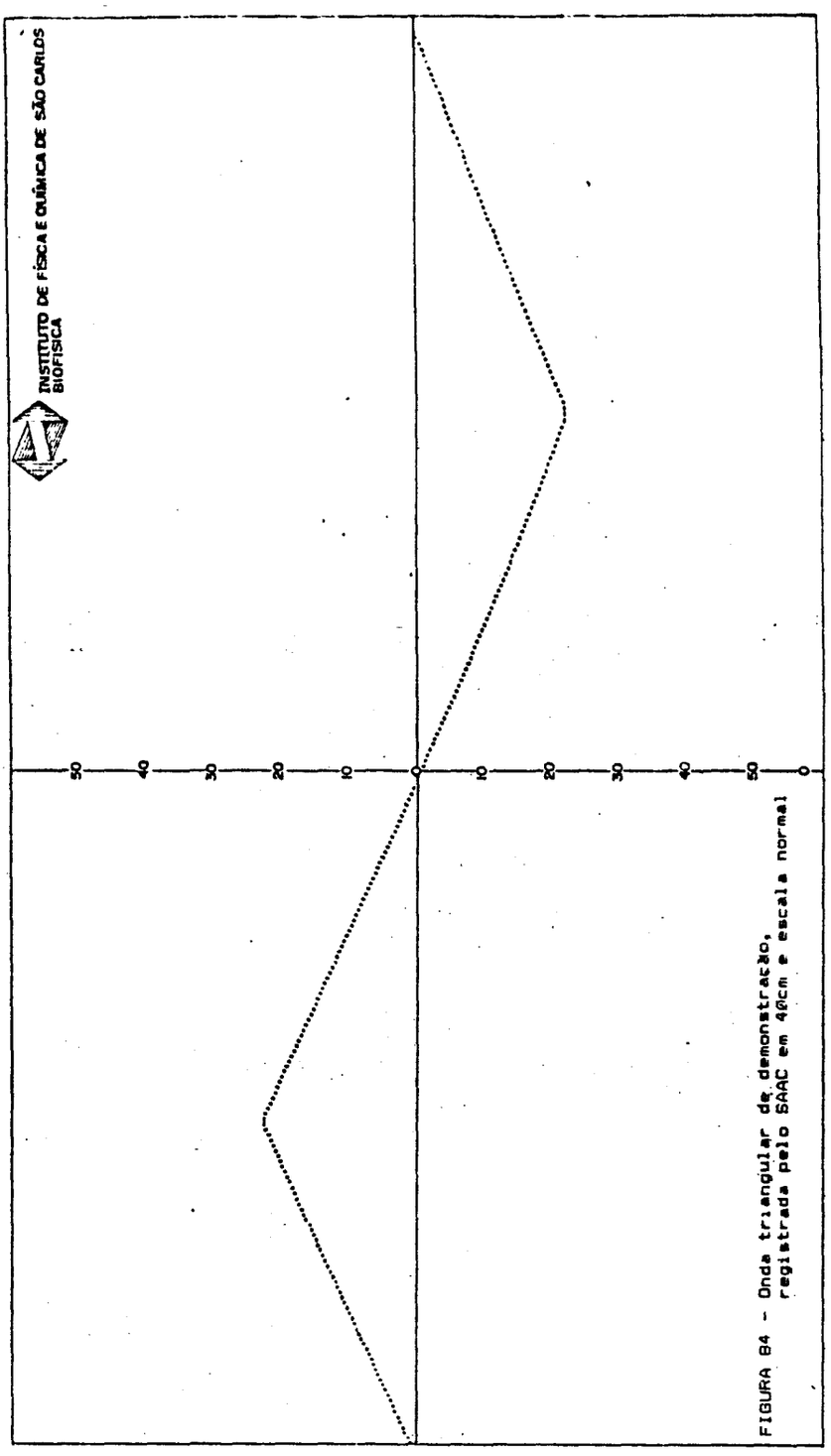


FIGURA 84 - Onda triangular de demonstração, registrada pelo SAAC em 40cm e escala normal

Assim, temos apresentadas nas figuras 83 e 84, todas as opções, para registro em papel, colocadas á disposição do usuàrio do SAAC.

Na figura 85, colocamos a função integral da onda triangular, registrada com o comprimento de 16cm e em escala normal. Este sinal, è exatamente aquele da figura 82.

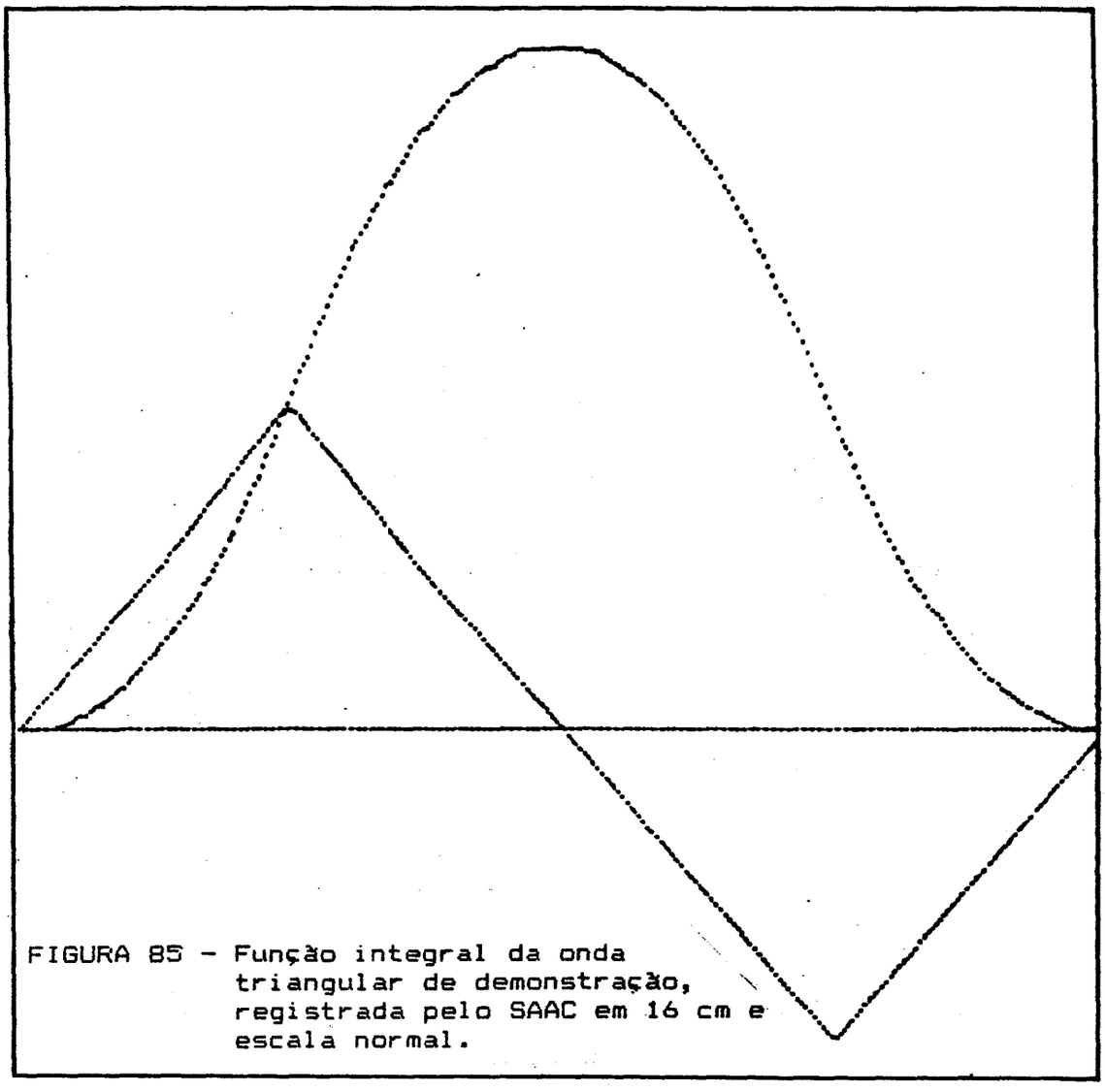


FIGURA 85 - Função integral da onda triangular de demonstração, registrada pelo SAAC em 16 cm e escala normal.

5.3 TESTES DE DESEMPENHO.

Neste item, descrevemos a realização de três experimentos, os quais foram elaborados para permitir uma avaliação do desempenho do SAAC.

5.3. EXPERIÊNCIA PARA A UTILIZAÇÃO DA ROTINA "AVERAGER".

Utilizando como amostra contendo KCl - o STRONG PITCH VARIAN (amostra padrão fornecida juntamente com o espectrômetro), impusemos, propositalmente, as seguintes condições:

- potência de microondas = 0,1mW ;
- constante de tempo = 0,004s ;
- ganho do receptor = 5000 ;
- campo magnético central = 3390Gauss;
- amplitude de modulação = 0,04Gauss;
- variação do campo = 50Gauss ; e
- freqüência = 9,511GHz ,

para que o espectro da amostra, apresentasse um total mascaramento do sinal, frente ao ruido. A curva registrada na figura 86, mostra-nos esta situação.

Realizamos, em seqüência, um processo de múltiplas aquisições com cálculo do valor médio, nas seguintes condições:

- opção "AVER" ;
- tempo de varredura = 8,5min;
- número de aquisições = 49.

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

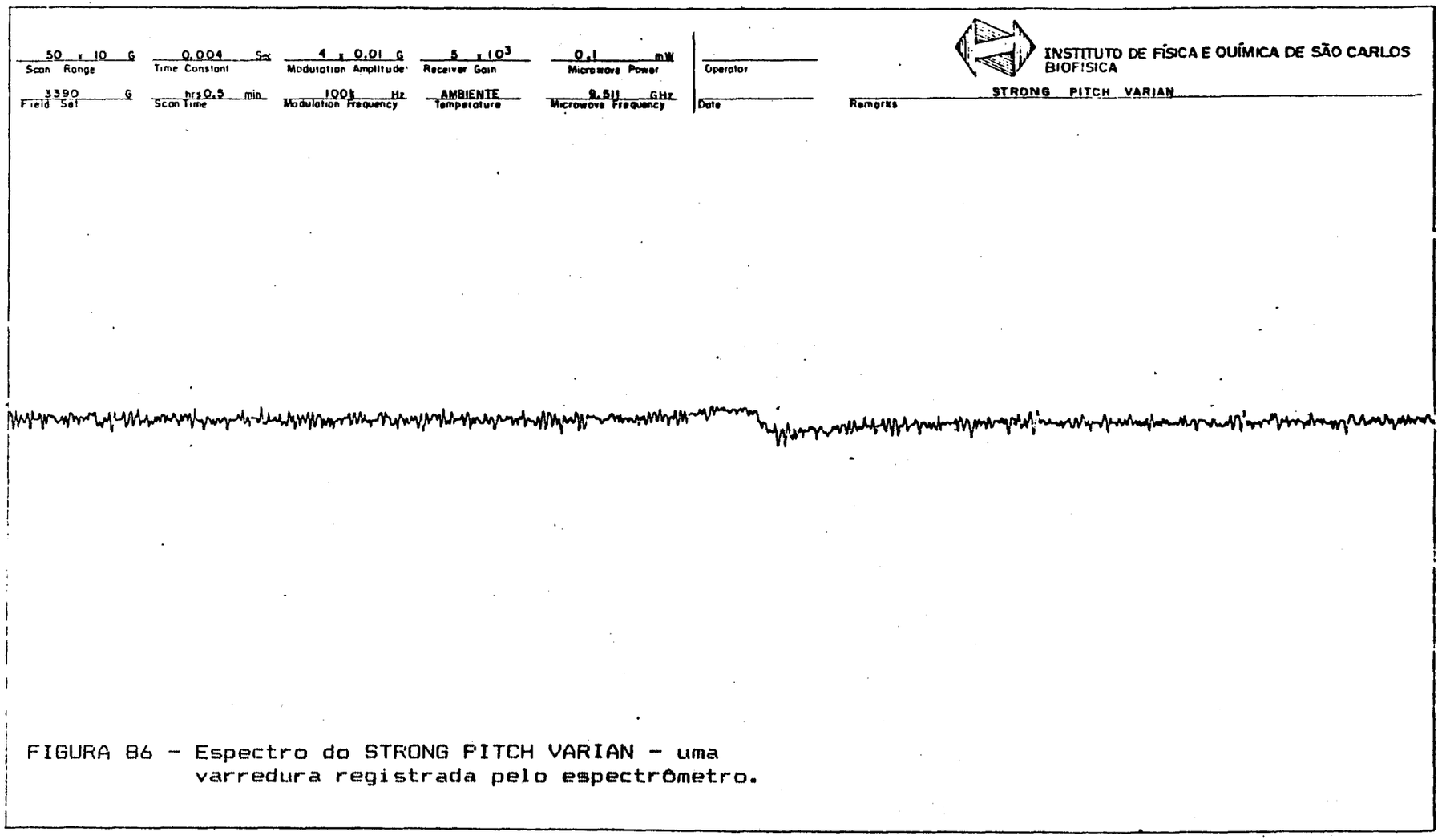


FIGURA 86 - Espectro do STRONG PITCH VARIAN - uma varredura registrada pelo espectrômetro.

Nas figuras 87 e 88, fornecemos os espectros registrados pelo SAAC, para a amostra em questão, para aquisição única e para a média em 49 varreduras.

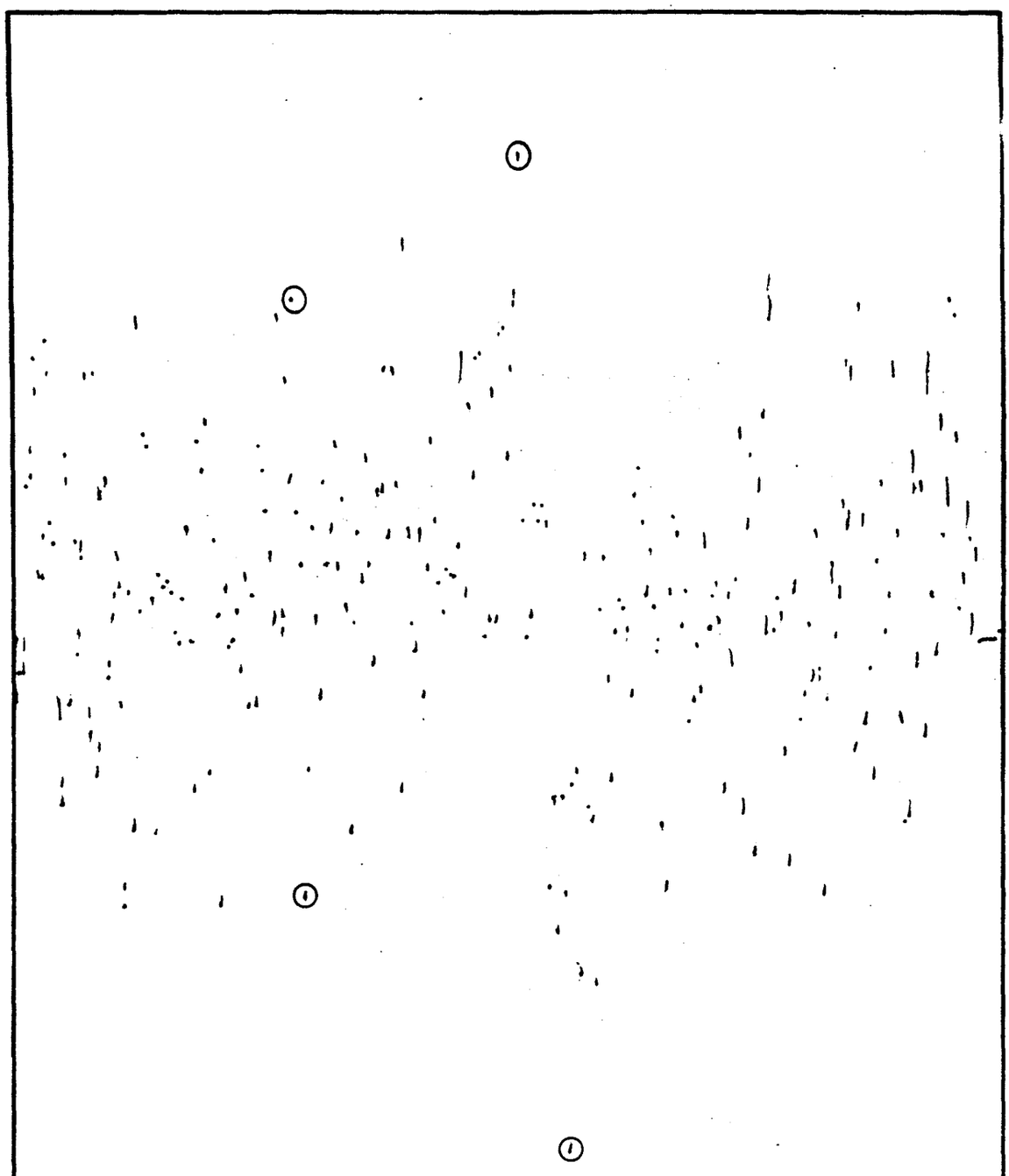


FIGURA 87 - Espectro do STRONG PITCH VARIAN - uma varredura registrada pelo SAAC.

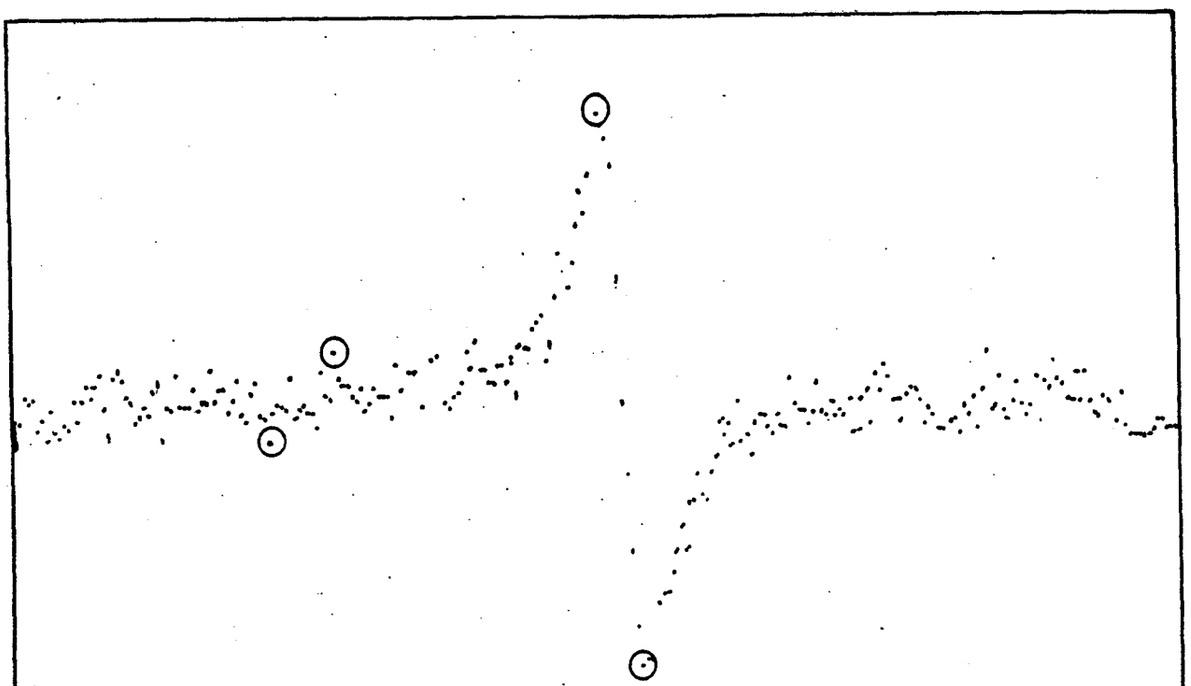


FIGURA 88 - Espectro do STRONG PITCH VARIAN - mèdia em 49 aquisições.

O cálculo da razão S/N para ambas as curvas, mostra-nos um ganho de aproximadamente, 4 vezes.

O resultado teòrico esperado para o ganho na relação S/N è igual ao valor da raiz quadrada do nûmero de aquisições[6], ou seja, um ganho de 7.

Podemos, apesar da variação encontrada, concluir pela eficàcia do recurso de mèdia temporal, pois hà muita imprecisão no nosso cálculo, uma vez que ele foi realizado, utilizando-se a medição dos valores da intensidade do sinal e do ruído, com uma règua, nos pontos indicados nas figuras 87 e 88.

Na figura 89, apresntamos o espectro obtido diretamente do registrador do espectrômetro, quando mudamos para 32000, o ganho do receptor (razão 32000/5000 = 6,4), mostrando que, ainda assim, o sinal continua mascarado pelo ruído.

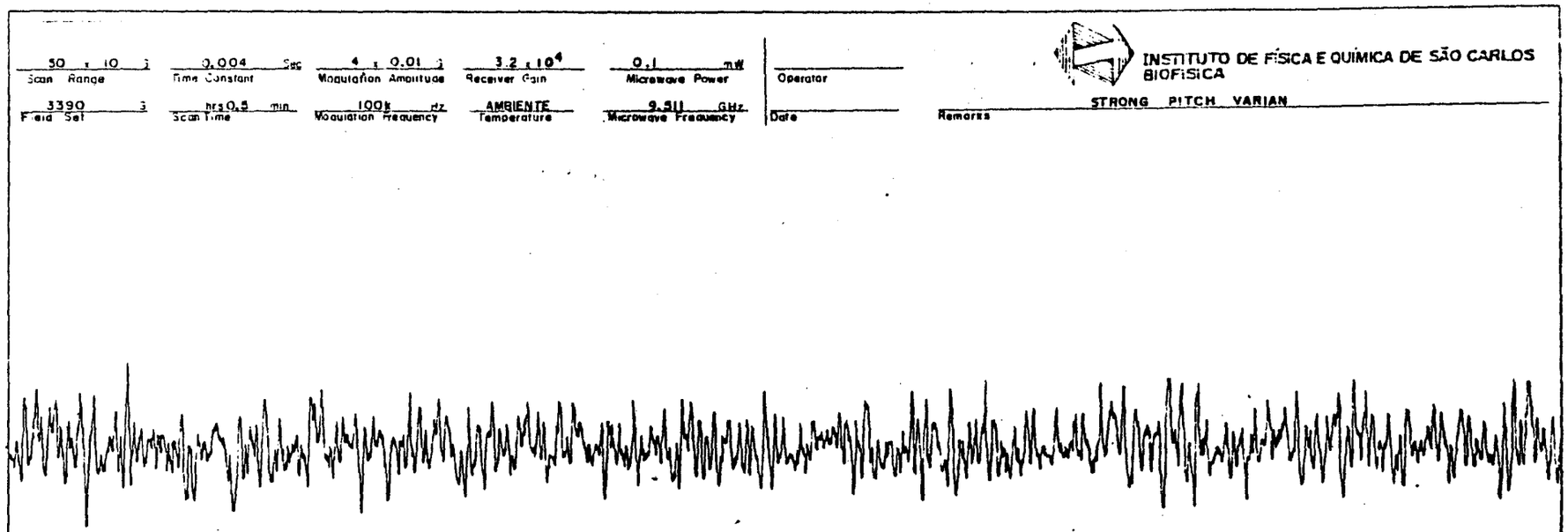


FIGURA 89 - Espectro do STRONG PITCH VARIAN - uma varredura registrada pelo espectrômetro.

5.3.2 EXPERIENCIA PARA A OBTENÇÃO DO VALOR DA SEGUNDA INTEGRAL DE UM ESPECTRO.

Com o objetivo de testar esta opção e, também, de ilustrar uma interação SAAC-EXATO, calculamos a segunda integral da onda triangular e o seu resultado, FF9FC, em hexadecimal, é fornecido no visor do SAAC.

Para que esse valor seja convertido em decimal, deve ser pressionada a tecla "Tx-$\int\int$ " e o EXATO recebe os caracteres F, F, 9, F, C, por meio da rotina TRANSFERIR e irá criar um arquivo, cujo nome será definido pelo usuário como resposta á pergunta "NOME DO ARQUIVO A SER CRIADO?", que aparece no monitor de vídeo.

Depois da criação do arquivo, o operador será interrogado se deseja utilizá-lo para algum cálculo.

Em caso afirmativo, aparecerá no monitor de vídeo uma lista com os cálculos possíveis (figura 90) e, nesta nossa aplicação, a opção será pelo número "3 - INTEGRAL".

A rotina residente no EXATO irá perguntar o nome do arquivo a ser usado e fornecerá, como pode ser visto na figura 91, o resultado 268041216, que è o valor decimal equivalente a 1047136 (FF9FCH) multiplicado por 256 que representa os fatores de normalização (para 12 dígitos binários - ver 4.7.1.3) sofridos pelo espectro original (fator 2), e pela função primeira integral (fator 128).

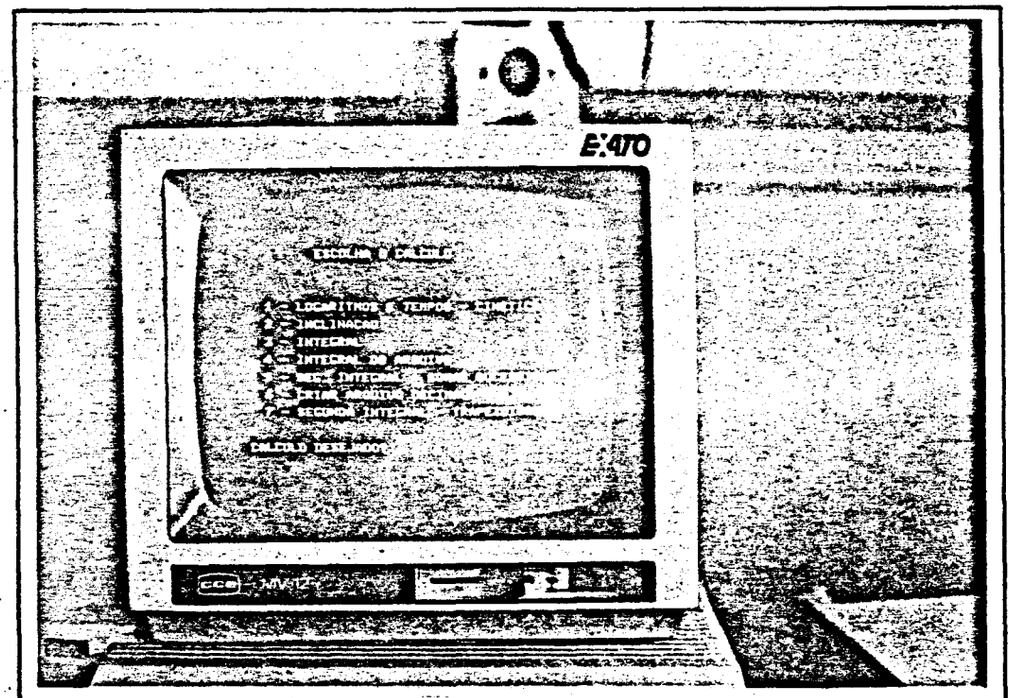


FIGURA 90 - Fotografia do EXATO, lista dos cálculos oferecidos.

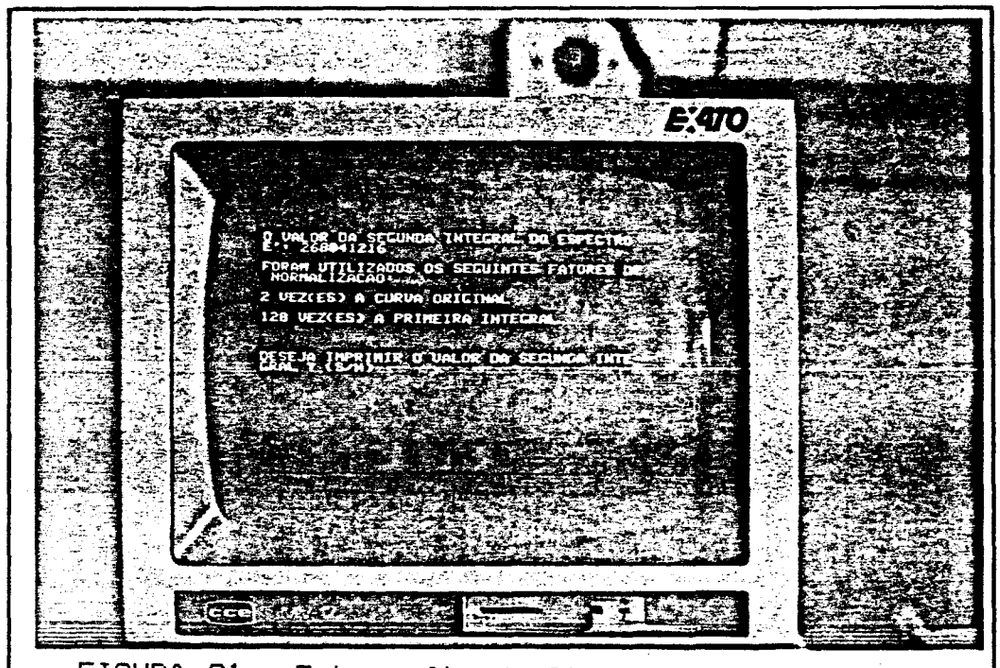


FIGURA 91 - Fotografia do EXATO, resultado da segunda integral da onda triangular.

[illegible] consistência do valor encontrado pelo SAAC, [illegible], para o EXATO, a curva triangular e calculamos a sua segunda integral, por dois mètodos diferentes:

- Mètodo Trapezoidal = 269.214.469
- Mètodo de Somas Sucessivas = 269.217.540
- Valor obtido pelo SAAC = 268.041.216

Comparando-se os três resultados, chega-se a uma diferença de aproximadamente 0,3% !

Além disso, este procedimento permitiu uma avaliação prática, mostrando não ser necessàrio, no nosso particular caso, utilizar o Mètodo Trapezoidal. Ambos os mètodos resultam praticamente no mesmo valor, apesar de ser maior, o tempo consumido por sua rotina.

Realizamos, ainda, um teste para a verificação da reprodutibilidade de resultados.

Colocamos uma amostra contendo Cromio 3+ na cavidade ressonante do espectrômetro e fizemos seis repetições dos seguintes passos:

a) aquisição do espectro,
b) cálculo da primeira integral,
c) correção da linha de base da primeira integral,
d) cálculo da segunda integral.

Os valores obtidos para a segunda integral, a mèdia e a correspondente erro porcentual em relação ao valor mèdio, estão na Tabela [illegible].

TABELA XIV

COMPORTAMENTO DA ROTINA DE CALCULO DA SEGUNDA INTEGRAL EM SEIS AQUISIÇOES CONSECUTIVAS

AQUISIÇAO	SEGUNDA INTEGRAL	ERRO RELATIVO(%)	MEDIA
1	10.059.776	-3	
2	10.153.680	-1	
3	10.417.483	+0,3	
4	10.218.240	-2	10.383.819
5	10.313.984	+1	
6	10.829.824	+4	

Podemos, portanto, concluir que neste teste, o sistema desenvolvido apresenta excelentes características de consistência e reprodutibilidade de valores.

5.3.3 EXPERIENCIA DE CINETICA QUIMICA.

Utilizamos uma amostra de ácido 3-mercapto propiônico com tempol na razão 1:2, para a realização de um experimento de Cinética Química. Tal amostra teve o seu comportamento analisado pelo método manual, para que fosse possível obter um parâmetro para a comparação.

Preparada a amostra, iniciamos o procedimento de aquisição. A tecla "cin" (tecla "9" para a pergunta "OPCAO ?" no visor) foi acionada e foram introduzidos os dados de tempo de varredura de 0,5min (tecla "0,5" para a pergunta "OPCAO ?"), e 110 aquisições (teclas "1", "1", "0", para a

pergunta "VArr ?").

Após cerca de duas horas, quando terminaram as aquisições, foram transferidos para o EXATO, automaticamente (sem comando adicional), 160 pares de pontos que representam o valor máximo e correspondente endereço, para cada um dos espectros adquiridos. Antes destes pontos, é enviado um caracter que corresponde ao tempo de cada varredura.

No EXATO, desenvolve-se uma rotina que vai orientando ao usuário, quanto aos passos que devem ser realizados.

Inicialmente é criado um arquivo de nome "CINETICA". Em seguida, opta-se pelo cálculo de logaritmos e tempos, opção 1 da figura 90, e cria-se o arquivo "LOG.TEMP" contendo estes resultados. Caso seja desejado, poderá ser obtida uma listagem com os valores calculados.

Terminado o cálculo, é feita uma normalização para que os valores obtidos fiquem adequados á visualização no osciloscópio do espectrômetro (conversores D/A de 8"bits"). Para tanto, estes valores normalizados são transferidos ao SAAC.

Concluída a transferência, a tecla "DSPL" possibilitará a observação dos pontos LOG x TEMPO, no osciloscópio. O comportamento retilíneo visto, será traduzido no valor da inclinação a ser calculado pelo EXATO, assim que forem definidos dois pontos do sinal observado, por meio do uso da intensificação (botão B2) e das teclas de movimentação dos pontos intensificados na tela do TRC . e, por último, pressionando-se a tecla "TNG"(tecla 8).

O par de pontos é tranferido ao EXATO, e referindo-se ao arquivo "LOG.TEMP", será calculada a inclinação da reta

definida pelos dois pontos intensificados. O resultado será fornecido no monitor de vídeo do microcomputador e, novamente, existe a facilidade de obtê-lo impresso, da maneira apresentada na figura 92.

```
*** EXPERIMENTO DE CINETICA QUIMICA ***

AMOSTRA: AC. 3-MERCAPTOPROPIONICO+TEMPOL(1:2)
INCLINACAO CALCULADA UTILIZANDO OS PONTOS DAS CURVAS 3 E 113

LOG113 - LOG3 / T113 - T3 = -.0221188677
```

FIGURA 92 - Resultado de um experimento de Cinética Química, impresso pelo EXATO.

Para podermos verificar a ordem de grandeza dos resultados obtidos, temos o valor aproximado de Ø,Ø25, fornecido pelo procedimento manual de cálculo da inclinação, anteriormente utilizado.

Portanto, uma vez mais, podemos considerar que o SAAC atende plenamente ás especificações, apresentando resultados bastante satisfatórios, quando comparados com aqueles obtidos por processos manuais.

5.4 FUTURAS IMPLEMENTAÇÕES.

No sistema desenvolvido, há uma característica que apresenta um tempo de execução bastante longo e desagradável: a transferência de dados para, ou do microcomputador EXATO. Com uma nova metodologia de comunicação (síncrona), seria possível uma redução, nos atuais 17 minutos, para cerca de 2,5 minutos, sem qualquer alteração nos circuitos já existentes no projeto.

Uma outra implementação, seria desenvolver novas rotinas de tratamentos de dados, incluindo, por exemplo, recursos gráficos, cálculo do fator g e da largura da linha espectral.

Além disso, poderia ser desenvolvido uma rotina de tratamento de dados para experimentos de cinética química que, ao invés de trabalhar com as intensidades, como atualmente é feito, trabalhasse com o valor da segunda integral de cada espectro.

Finalmente, poderia ser estudada a substituição do microcomputador EXATO, por outro do tipo PC compatível. Com isso, todas as implementações, acima citadas, seriam otimizadas e o sistema ficaria enriquecido, tanto no aspecto de velocidade, quanto nos recursos gráficos e demais programas, comercialmente disponíveis para esse tipo de microcomputador.

5.5 CONCLUSÃO.

O trabalho desenvolvido mostrou a viabilidade de se construir equipamentos dedicados para aquisição e análise de dados experimentais.

Isso se traduz nas características de baixo custo, alta velocidade e versatilidade atingidas pelo projeto. Além disso, a implementação de comunicação com outro sistema mestre, oferece possibilidades, quase que ilimitadas, de análise de resultados e processamentos futuros, sem interferência ou degradação no processo de aquisição.

Algoritmos desenvolvidos, tais como os relativos á visualização, em tempo real e com ajuste automático de escala, já foram utilizados em vários outros sistemas [43,44,45] projetados no Laboratório de Instrumentação Eletrônica e constituíram-se como fundamentais na concepção do projeto, permitindo o acompanhamento visual do processamento para a eliminação de ruído.

O projeto elaborado se destaca no sentido de possuir características ainda não encontradas em sistemas comerciais, tais como a automatização total de experimentos de cinética química.

Compõem, também, esta Tese, um roteiro prático para a definição das características de um conversor A/D, e um procedimento de otimização visando o binômio velocidade-custo, que a tornam uma valiosa referência para futuros projetos nesta área.

APENDICE I

LISTAGEM DO PROGRAMA IMPLEMENTADO NO SAAC

```
0000
                        LIST    A,I
                ;
                ;*****************************************************************
                ;****            PROGRAMA PARA AQUISICAO EM 12 BITS            ****
                ;****                COM: COLETA  AUTOMATICA                   ****
                ;****                     CALCULO DA INTEGRAL                  ****
                ;****                     CORRECAO DA LINHA DE BASE            ****
                ;****                     CALCULO DA SEGUNDA INTEGRAL          ****
                ;****                     CONTROLE REMOTO DO EPR               ****
                ;****                     SOMA E SUBTRACAO DAS DUAS MEMORIAS   ****
                ;****                     INTENSIFICACAO DO DISPLAY            ****
                ;****                     C I N E T I C A                      ****
                ;****                     E COMUNICACAO COM O MICRO - EXATO     ****
                ;*****************************************************************
                ;
                ;    DEFINICAO DAS VARIAVEIS UTILIZADAS
                ;
2800            RAM:            EQU     2800H           ;ENDERECO INICIAL DE 1k BYTES DE
                                                        ;MEMORIA DE ACESSO ALEATORIO.
2800            SHIFT:                  EQU     RAM             ;DEFINE 8 BITS DA PALAVRA A SEREM VISTOS.
2801            MEM_DSPL_A:     EQU     RAM+01H         ;BYTE MENOS SIGNIFICATIVO DA PALAVRA DA  MEM. C
2803            CONTX:                  EQU     RAM+03H         ;DEFINE O EIXO X DO OSCILOSCOPIO.
2804            VARREDURA:      EQU     RAM+04H         ;NUMERO DE VARREDURAS.
2805            BYTE_DSPLD:     EQU     RAM+05H         ;BYTE A SER MOSTRADO PELO OSCILOSCOPIO.
2806            SHIFTEST:       EQU     RAM+06H         ;POSICAO TEMPORARIA USADA NA "SHIFT AUTO"
2807            AUX_MEMLOW:     EQU     RAM+07H         ;TRES POSICOES AUXILIARES QUE CONTERAO
2808            AUX_MEMED:      EQU     RAM+08H         ;A PALAVRA DA MEMORIA QUE ESTA SENDO
2809            AUX_MEMHIG      EQU     RAM+09H         ;ANALISADA PELA "SHIFT_AUTO".
280A            SOMA_LOW:       EQU     RAM+0AH         ;MEMORIA QUE CONTERA A SOMA DAS
280B            SOMA_MED:       EQU     RAM+0BH         ;POSICOES ANTERIORES PARA O CALCULO
280C            SOMA_HIGH:      EQU     RAM+0CH         ;DA INTEGRAL DA CURVA.
280D            TIME_LOW:       EQU     RAM+0DH         ;ONDE ESTARA O # CRIADO PELA "SCAN_TIME" DE
                                                        ;ACORDO COM O TEMPO DE VARREDURA DESEJADO
280E            TIME_HIGH:      EQU     RAM+0EH         ;PELO USUARIO.
280F            TEMP_L:                 EQU     RAM+0FH         ;POSICOES TEMPORARIAS
2810            TEMP_M:                 EQU     RAM+10H         ;USADAS NAS
2811            TEMP_H:                 EQU     RAM+11H         ;ROTINAS
2812            SHIFT1:                 EQU     RAM+12H         ;"BASELINE" E "VAR HEX".
2813            ROTATE:                 EQU     RAM+13H         ;NUMERO DE DESLOCAMENTOS A SEREM DADOS NA
                                                        ;PALAVRA DE MEMORIA.
2814            MEM_DSPL_I:     EQU     RAM+14H         ;BYTE MENOS SIG. DO END. INICIAL DA MEM.
                                                        ;8000H P/ MEM_A ; BC00H P/ MEM_B.
2816            MEM_FIM:        EQU     RAM+16H         ;BYTE MA. SIG. DO ENDERECO FINAL DA MEMORIA
                                                        ;SETADO DE ACORDO COM A SELECAO DO
                                                        ;USUARIO EM 8CH P/ MEM A OU 98H P/ MEM_B.
2817            MEM_A:                  EQU     RAM+17H         ;ONDE ESTA O END. DO BANCO "A" DE MEMORIA.
2819            MEM_B:                  EQU     RAM+19H         ;IDEM,  "B".
281B            DADDO:                  EQU     RAM+1BH         ;POSICAO TEMPORARIA PARA A "ENTER_NMB".
281C            TEMPO:                  EQU     RAM+1CH         ;0F2H P/ ESCREVER VArr.
281D            DADD1:                  EQU     RAM+1DH         ;POSICAO TEMPORARIA PARA A "ENTER_NMB".
281E            TEMP1:                  EQU     RAM+1EH         ;0F2H P/ ESCREVER VAr.r.
281F            DADD2:                  EQU     RAM+1FH         ;POSICAO. IDEM
2820            TEMP2:                  EQU     RAM+20H         ;80H P/ ESCREVER VA.r.r.
2821            PONTEIRO1:      EQU     RAM+21H         ;PARA INDICAR INTENSIFICACAO
2822            COLETA1:        EQU     RAM+22H         ;SE =09H, INDICA QUE ESTA EM  "CINETICA".
2826            TEMP_0:                 EQU     RAM+26H         ;POSICOES TEMPORARIAS QUE CONTERAO:
2827            TEMP_1:                 EQU     RAM+27H         ;TEMP_1-TEMP_0 = O MAIOR DADO DA MEMORIA.
2828            TEMP_2:                 EQU     RAM+28H         ;TEMP_3-TEMP_2 = O SEU ENDERECO.
2829            TEMP_3:                 EQU     RAM+29H
282A            INTENSIDADE:    EQU     RAM+2AH         ;# DE VEZES A SOBREESCREVER, PARA INTENSIFICAR
282B            PONTX1:                 EQU     RAM+2BH         ;PONTEIRO EM X  - COMECO DA CURVA.
282C            PONTX2:                 EQU     RAM+2CH         ;PONTEIRO EM X  - FINAL DA CURVA.
282D            PONTY1L:        EQU     RAM+2DH         ;PONTEIRO EM Y  - END. NO INICIO DA CURNV.
282E            PONTY1H:        EQU     RAM+2EH
282F            PONTY2L:        EQU     RAM+2FH         ;PONTEIRO EM Y  - END. NO FINAL DA CURVA.
2830            PONTY2H:        EQU     RAM+30H
2832            PONTEIRO2:      EQU     RAM+32H         ;INDICAR INTENSIFICACAO
2833            PONTEIRO3:      EQU     RAM+33H         ;INDICA QUE DEVE LER TECLAS '0,1,2,3,4'
2834            MEM_END:        EQU     RAM+34H         ;ENDERECO DO LOW BYTE DA ULTIMA PALAVRA
                                                        ;COLETADA + 0003H.
2836            MEM_INT:        EQU     RAM+36H         ;ENDERECO DO BYTE MENOS SIGNIFICATIVO
                                                        ;DA PALAVRA ATUAL DA MEMORIA ONDE VAI A
                                                        ;A INTEGRAL.
2838            OFSET_3K:       EQU     RAM+38H         ;OFSET DE 3KBYTES PARA ATINGIR O OUTRO
                                                        ;BANCO DE MEMORIA NO CALCULO DA INTEGRAL
283A            TEMP_AUX:       EQU     RAM+3AH         ;POSICAO QUE DEFINE SE ESTA EM 'AVER'
                                                        ;OU EM 'CIN'.
283C            BANCO:                  EQU     RAM+3CH         ;IDENTIFICA O BANCO DE MEMORIA.  USADO
                                                        ;PARA ESCREVER 'A' OU 'B' NO CAMPO 95H DO DISPLAY
```

```
283D                    TEMP_B:             EQU     RAM+3DH         ;POSICAO TEMPORARIA USADA EM BASELINE
283E                    TEMP_C:             EQU     RAM+3EH         ;IDEM.
283F                    MEM_FIM_I:  EQU     RAM+3FH         ;POSICAO FINAL DA MEMORIA INTEGRADA
2840                    GRAFICO:    EQU     RAM+40H         ;USADA PARA O REGISTRADOR
2841                    TECLA:              EQU     RAM+41H         ;VALOR DA TECLA ACIONADA NA INTENSIFICACAO.
2842                    CONTROLE:   EQU     RAM+42H         ;PARA CONTROLE = 1(LOCAL) OU = 0(EXATO)
2843                    DATA_EX:    EQU     RAM+43H         ;POSICAO ONDE ESTARA O DADO VINDO DO EXATO
2844                    CONTROLE1:  EQU     RAM+44H         ;USADO NA ROTINA OPERACAO
2845                    VARREDURA1: EQU     RAM+45H         ;VARIAVEL ONDE FICA RESERVADO O NUMERO
                                                            ;DE VARREDURAS REALIZADAS.
2846                    TIME1:              EQU     RAM+46H         ;CONTEM A TECLA QUE DEFINE O SCAN TIME
                                                            ;PARA SER ENVIADA AO EXATO NA ROTINA CINETICA.
2847                    TESTE_DEMO: EQU     RAM+47H         ;USADA PARA VERIFICAR SE ESTA EM
                                                            ;DEMONSTRACAO(VALERA 00H) E FORCAR A
                                                            ;CORRECAO DA BASELINE NO BANCO A.
2848                    MEMO_B:             EQU     RAM+48H         ;ENDERECO DO BANCO B USADO NA CINETICA
284A                    BASEINT:    EQU     RAM+4AH         ;SE BASEINT = 00H ==> A CORRECAO DA
                                                            ;LINHA DE BASE SERA DADA PELOS PONTEIROS
                                                            ;INTENSIFICADOS.
284B                    BASEINT_A:  EQU     RAM+4BH         ;=00 => BASELINE NORMAL.
284C                    PAPEL_WDT:  EQU     RAM+4CH         ;DEFINE O TAMANHO DO PAPEL PARA O
                                                            ;REGISTRO DE UMA CURVA.
284D                    ESCALA:             EQU     RAM+4DH         ;DEFINE A ESCALA DA CURVA A SER REGIST.
284E                    DESLOCA_RIG: EQU    RAM+4EH         ;# DE DESLOCAMENTOS A DIREITA PARA
                                                            ;A NORMALIZACAO.
284F                    ULTIMA_POS: EQU     RAM+4FH         ;POSICAO FINAL DA MEMORIA A SER NORMAL.
2850                    FATOR_INT1: EQU     RAM+50H         ;FATOR DE ESCALA DA ROTINA AVER.
2851                    FATOR_INT2: EQU     RAM+51H         ;FATOR DE ESCALA DA ROTINA INTEGRAL.
2852                    SHIFT_INT:  EQU     RAM+52H         ;VALOR DA SHIFT PARA A ROTINA OVERF.
                        ;***PROXIMO BYTE DISPONIVEL = RAM+53H
20FE                    IBUFF:              EQU     20FEH           ;"BUFFER" DE ENTRADA PARA TECLADO DO SDK-85.
D000                    DAT_ADR:    EQU     0D000H          ;CONVERSOR A/D: D001-D000.
FFF8                    MEM_OFST    EQU     0FFF8H          ;FFF800 = VALOR A SER SOMADO AO DADO CONVERTIDO,
                                                            ;PARA TRANSFORMA-LO EM # ASSINALADO.
20C0                    STK_ADR             EQU     20C0H   ;ENDERECO DO PONTEIRO DA PILHA(SP).
0020                    PORT_A0             EQU     20H     ;PORTA DE CONTROLE DE ENTRADA/SAIDA.
0021                    PORT_B0             EQU     21H     ;PORTA DE SAIDA PARA O OSCILOSCOPIO - EIXO Y
0022                    PORT_C0             EQU     22H     ;IDEM.-EIXO X.
0023                    PORT_D0             EQU     23H     ;ENTRADA = OPCAO MEM A(=0)/MEM B(=1)- BIT0;
                                                            ;BOTAO (PA'RA DISPLAY) PARA INTERROMPER A SUBROT. "DSPL"- BIT
                                                            ;BOTAO (INTENSIFICA) PARA INTENSIFICACAO -BIT2
                                                            ;BIT 3 SINAL 'LEFT LIMIT'
002B                    PORT_E0             EQU     2BH             ;PORTA DE CONTROLE DA PORT F0
002B                    PORT_F0             EQU     2BH             ;PORTA DE SAIDA PARA CONTROLAR REMOTAMENTE
                                                            ;O EIXO X DO E-080B RECORDER.
002C                    PORT_TIM_LO: EQU    2CH             ;TIMER DA 8155
002D                    PORT_TIM_HI:    EQU 2DH             ;TIMER DA 8155.
00C0                    COM_PCI:    EQU     0C0H            ;ENDERECO DA 8251A: EM WRITE=COMANDO
                                                            ;EM READ = STATUS.
C000                    ADR_PCI:    EQU     0C000H          ;ENDERECO DA PCI(PROGRAMMABLE
                                                            ;COMMUNICATION INTERFACE) COMO MEMORIA.
00A0                    HDAT_ADR    EQU     0A0H            ;BYTE MA.SIG. PARA FORMAR O ENDERECO DA TABELA
                                                            ;DE DESLOCAMENTOS.
0080                    DSPL_OFST   EQU     80H             ;A SER SUBTRAIDO DO "BYTE_DSPLD" PARA SER
                                                            ;ENVIADO AO CONVERSOR D/A
0003                    MEM_PASSO   EQU     03H             ;NUMERO DE BYTES DA PALAVRA DA MEMORIA.
F003                    CONTROL:    EQU     0F003H          ;ENDERCO DA PALAVRA DE CONTROLE DO 8253.
F002                    CLOCK_0:    EQU     0F002H          ;ENDERECO DO CONTADOR # 2  DO 8253.
F001                    CLOCK_1:    EQU     0F001H          ;CONTADOR # 1.
0081                    COUNT_LOW:  EQU     081H            ;0481H = PARA O 8253 GERAR 1332Hz.
0004                    COUNT_HIGH: EQU     04H
1900                    CNTRL:              EQU     1900H           ;CAMPO DO DISPLAY DO SDK-85.
1800                    DSPLY:              EQU     1800H           ;ENDERECO DO DISPLAY DO SDK-85.
02E7                    RDKBD:              EQU     02E7H           ;ROTINA PARA ACEITAR CARACTER TECLADO(BY INTEL).
05F1                    DELAY:              EQU     05F1H           ;ROTINA "DELAY"(BY INTEL).
000A                    SHIFT_MED:  EQU     0AH             ;VALOR USADO PARA CRIAR O "SHIFT".
0011                    SHIFT_HIG:  EQU     11H             ;IDEM
                        ;
                        ;
                        ;
                            ORG     0A000H
                        ;
                        ;
                        ;**********TABELA DE SALTOS PARA ESCOLHER OS 8 BITS DA PALAVRA DA MEMORI
                        ;
                        ;***
                        ;               Os enderecos desta tabela sao criados de acordo com o va
                        ;   variavel SHIFT, na subrotina DSPL, da seguinte maneira:
                        ;
                        ;                       Se, SHIFT = 05H = 0000.0101
                        ;           instrucao:  RLC ==> 0000.1010 (0AH)
                        ;           instrucao:  RLC ==> 0001.0100 (14H)
                        ;    Portanto, o endereco sera A014H  ==> JMP AJST5.
                        ;***
```


BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

```
165                             ;
166  A000  C3 41 AE                 JMP     AJST0
167  A003  00                       NOP
168  A004  C3 4B AE                 JMP     AJST1
169  A007  00                       NOP
170  A008  C3 51 AE                 JMP     AJST2
171  A00B  00                       NOP
172  A00C  C3 5B AE                 JMP     AJST3
173  A00F  00                       NOP
174  A010  C3 66 AE                 JMP     AJST4
175  A013  00                       NOP
176  A014  C3 72 AE                 JMP     AJST5
177  A017  00                       NOP
178  A018  C3 80 AE                 JMP     AJST6
179  A01B  00                       NOP
180  A01C  C3 8D AE                 JMP     AJST7
181  A01F  00                       NOP
182  A020  C3 99 AE                 JMP     AJST8
183  A023  00                       NOP
184  A024  C3 A1 AE                 JMP     AJST9
185  A027  00                       NOP
186  A028  C3 AF AE                 JMP     AJST10
187  A02B  00                       NOP
188  A02C  C3 BE AE                 JMP     AJST11
189  A02F  00                       NOP
190  A030  C3 CE AE                 JMP     AJST12
191  A033  00                       NOP
192  A034  C3 DF AE                 JMP     AJST13
193  A037  00                       NOP
194  A038  C3 F0 AE                 JMP     AJST14
195  A03B  00                       NOP
196  A03C  C3 00 AF                 JMP     AJST15
197  A03F  00                       NOP
198  A040  C3 0F AF                 JMP     AJST16
199                             ;
200                             ;**********INICIO :  DEFINICAO DAS VARIAVEIS.
201                             ;
202                             ;
203                             ;*****
204  A043                       INICIO:
205  A043  31 C0 20                 LXI     SP,STK_ADR      ;DEFINE O SP
206                             ;
207  A046  21 29 AF                 LXI     H,SAAC          ;ENDERECO PARA ESCREVER 'SAAC' NO VISOR
208  A049  CD 74 AC                 CALL    ESCREVE
209  A04C  CD 34 AE                 CALL    DELAY_2S        ;MENSAGEM DURANTE +/- 2s
210                             ;
211  A04F  AF                       XRA     A
212  A050  CD 49 A8                 CALL    ARMAZ_P         ;PONTEIRO1 = 00H ==> NAO INTENSIFICAR
213                                                         ;PONTEIRO2, IDEM.
214                                                         ;NAO HA INTENSIFICACAO
215  A053  32 04 28                 STA     VARREDURA
216  A056  32 45 28                 STA     VARREDURA1
217  A059  32 4B 28                 STA     BASEINT_A       ;=00(FF) => BASELINE NORMAL(INTENSIFICADA)
218  A05C  32 26 28                 STA     TEMP_0          ;POSICAO ONDE ESTARA O > # DA MEMORIA
219  A05F  32 27 28                 STA     TEMP_1          ;IDEM
220  A062  21 00 80                 LXI     H,8000H         ;SETA MEM_A EM 8000H
221  A065  22 17 28                 SHLD    MEM_A
222  A068  21 00 8C                 LXI     H,8C00H         ;SETA MEM_B EM 8C00H
223  A06B  22 19 28                 SHLD    MEM_B
224  A06E  22 4B 28                 SHLD    MEMO_B          ;INICIA MEMO_B COM 8C00H
225                             ;
226  A071  3E FF                    MVI     A,0FFH          ;PREPARA PARA A ENTRADA DO NUMERO DE VARREDURAS
227  A073  CD 3F A8                 CALL    ARMAZ_T
228  A076  32 40 28                 STA     GRAFICO         ;GRAFICO <> DE ZERO ==> MOSTRAR NO OSCILOSCOPIO
229  A079  32 44 28                 STA     CONTROLE1       ;CONTROLE1 <> DE ZERO ==> RS232C NAO ATIVA.
230  A07C  32 47 28                 STA     TESTE_DEMO      ;TESTE_DEMO <> DE ZERO ==> NAO ESTA EM DEMONSTRACAO.
231  A07F  32 4A 28                 STA     BASEINT         ;BASEINT <> DE ZERO ==> CORRECAO DA BASELINE
232  A082  3E F2                    MVI     A,0F2H          ;DEFINIDA PELOS PONTEIROS INTENSIFICADOS.
233  A084  32 1F 28                 STA     DADO2
234  A087  32 1D 28                 STA     DADO1
235  A08A  3E 80                    MVI     A,80H
236  A08C  32 1B 28                 STA     DADO0
237                             ;
238  A08F  21 CB 20                 LXI     H,20CBH         ;INICIALIZA RST 6.5 CHAMADA PELO PULSO
239  A092  36 C3                    MVI     M,0C3H          ;"ADDRESS ADVANCE" DO EFR
240  A094  23                       INX     H
241  A095  EB                       XCHG
242  A096  21 C4 A7                 LXI     H,COLETA
243  A099  D9                       SHLX
244                             ;
245  A09A  21 CE 20                 LXI     H,20CEH         ;INICIALIZA RST 7.5 CHAMADA PELO PULSO
246  A09D  36 C3                    MVI     M,0C3H          ;"TRIGER SCAN" OU PELO "RIGHT LIMIT" DO EFR
247  A09F  23                       INX     H
248  A0A0  EB                       XCHG
```

```
0A01  21 78 A8          LXI     H,RETRACO
0A04  D9                SHLX
                ;
0A05  3E 03             MVI     A,03H
0A07  D3 20             OUT     PORT_A0         ;PORTAS B0 E C0 COMO SAIDA
                                                ;E PORTA D0 COMO ENTRADA.
                ;
0A09
0A09  3E B6             MVI     A,0B6H          ;PREPARA 8253, CARREGANDO CONTROL WORD
0A0B  32 03 F0          STA     CONTROL         ;COUNTER #2 NO MODO 3
0A0E  3E 76             MVI     A,76H
0A0D  32 03 F0          STA     CONTROL         ;COUNTER #1 NO MODO 3
                ;                               ;PARA GERAR A FREQUENCIA BASICA
0A13  21 02 F0          LXI     H,CLOCK_0       ;PARA SER USADA PELO CLOCK_1
0A16  3E 81             MVI     A,COUNT_LOW     ;PREPARA O SCAN TIME.
0A18  77                MOV     M,A
0A19  3E 04             MVI     A,COUNT_HIGH
0A1B  77                MOV     M,A
                ;
0A1C  06 98             MVI     B,98H
0A1E  11 17 28          LXI     D,MEM_A         ;ZERA OS DOIS BANCOS DE MEMORIA
0A21  ED                LHLX
0A22                    LOOP:
0A22  AF                XRA     A
0A23  77                MOV     M,A
0A24  23                INX     H
0A25  78                MOV     A,B
0A26  BC                CMP     H
0A27  C2 22 A0          JNZ     LOOP
                ;
                ;
                ;
                ;*************************************************************************
                ;*************************************************************************
                ;****************** R O T I N A S ****************************************
                ;*************************************************************************
                ;*************************************************************************
                ;
                ;
0A2A                    ;********
0A2A                    OPERACAO:
                        ;********
                        ;FUNCAO:     Definir se a operacao do equipamento sera feita por meio do
                        ;    microcomputador EXATO, ou pelo seu proprio teclado.
                        ;ENTRADA:    Valor da tecla ativada no teclado do SAAC.
                        ;SAIDA:              Escrevera 'APPLE' no visor se o controle for do EXATO;
                        ;            escrevera 'OPCAO?", se o controle for local.
                        ;ROTINAS CHAMADAS: no modo remoto: ESCREVE, LEKBD, VAI_EXATO, PEGA_NIBLE
                        ;                                 PREPARA_PCI, OPCAO_APPLE.
                        ;                  no modo local : ESCREVE, LEKBD, OPCAO.
                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,H,L, e F.
                        ;DESCRICAO:  Essa rotina escreve no visor a pergunta 'OPER ?" e agarda
                        ;    que uma tecla seja acionada:
                        ;      - tecla E ==> o controle sera do micro EXATO (remoto);
                        ;      - tecla F ==> o controle sera feito localmente.
                        ;            Qualquer outra tecla acionada, resultara numa mensagem
                        ;    'Err' no visor e o retorno ao inicio da rotina.
                        ;            No caso de operacao remota, aparece a mensagem 'APPLE' no
                        ;    visor, a 8251A sera preparada para a comunicacao serial com 8 'bits',
                        ;    um 'bit' de parada, paridade desabilitada e 9600baud(fator = 64x).
                        ;            E' enviado ao EXATO um caracter ":" para que seja gerada uma
                        ;    lista com as opcoes oferecidas. Recebe o codigo da opcao desejada e
                        ;    chama a rotina OPCAO_APPLE.
                        ;            Se o controle for local, sera chamada a rotina OPCAO.
                        ;            Garante-se que o carro do registrador esta' no seu batente
                        ;    esqerdo e a variavel SHIFT sera' zerada.
                        ;********
0A2A  3E 1E             MVI     A,1EH           ;DESABILITAR AS INTERRUPCOES RST6.5 E RST7.5 .
0A2C  30                SIM                     ;RESETA A RST7.5 E HABILITA A RST5.5 .
0A2D  FB                EI
0A2E  AF                XRA     A
0A2F  32 00 28          STA     SHIFT           ;ZERAR A VARIAVEL SHIFT.
0A02  32 4C 28          STA     PAPEL_WDT       ;TAMANHO NORMAL(40cm) PARA O PAPEL.
0A05  32 4E 28          STA     DESLOCA_RIG     ;NAO DESLOCAR.
0A08  32 4D 28          STA     ESCALA          ;ESCALA NORMAL.
                        ;***ROTINA  PARA FORCAR O CARRO DO REGISTRADOR PARA O LIMITE ESQUERDO***
                        ;***                    NO INICIO DA OPERACAO DO SAAC.                ***
0A0B  DB 23             IN      PORT_D0         ;LER O BIT 3 DA PORTA
0A0D  E6 08             ANI     08H             ;SE FOR 0, ESTA PARADO CORRETAMENTE
0A0F  CA FC A0          JZ      OPERACAO2       ;SE FOR 1, DEVE VOLTAR PARA O LIMITE
0A12  3E 0C             MVI     A,0CH
0A14  D3 28             OUT     PORT_E0         ;PREPARA A PORTA F0 COMO SAIDA
0A16  21 01 F0          LXI     H,CLOCK_1
0A19  01 02 00          LXI     B,0002H         ;PARA RETRACO COM CANETA PARA CIMA
```

```
A0EC  71              MOV     M,C
A0ED  70              MOV     M,B
A0EE  3E 0B           MVI     A,0BH
A0F0  D3 2B           OUT     PORT_F0         ;ATUACAO REMOTA NO REGISTRADOR
A0F2                  LER_PORT:
A0F2  DB 23           IN      PORT_D0
A0F4  E6 08           ANI     08H
A0F6  C2 F2 A0        JNZ     LER_PORT        ;FICA EM LOOP ATE ENCOSTAR NO LIMITE DA ESQUERDA
A0F9  CD 1C AD        CALL    MOTOR_OFF       ;QUANDO ATINGIR O LIMITE, DESLIGAR O MOTOR.
A0FC                  OPERACAO2:
A0FC  21 2F AF        LXI     H,OPER          ;H-L = ENDERECO DAS LETRAS PARA ESCREVER
                                              ;"OPEr ?" NO DISPLAY DO KIT.
A0FF  CD 74 AC        CALL    ESCREVE
A102  CD BC AC        CALL    LEKBD           ;ESPERA OPERADOR TECLAR "E" OU "F".
A105  32 42 28        STA     CONTROLE        ;VARIAVEL QUE INDICA SE O CONTROLE ESTA
                                              ;SENDO FEITO PELO KIT(F) OU PELO EXATO(E)
                                              ;DARA UMA MENSAGEM DE ERRO SE NAO TECLAR E OU F
A108  FE 0E           CPI     0EH             ;TESTAR SE TECLOU 'E' OU 'F'
A10A  DA 25 AB        JC      ERROR           ;SE NAO TECLOU, ==> ERRO!
A10D  3A 42 28        LDA     CONTROLE        ;CONTROLE = 0(1) PARA EXATO(SAAC)
A110  E6 01           ANI     01H
A112  32 42 28        STA     CONTROLE        ;SE FOR ZERO, SERA CONTROLADO PELO APPLE.
A115  C2 32 A1        JNZ     OPCAO           ;SE FOR   UM, SERA CONTROLADO PELO TECLADO.
                      ;
A118  21 35 AF        LXI     H,APPLE         ;H-L = ENDERECO DAS LETRAS PARA ESCREVER
A11B  CD 74 AC        CALL    ESCREVE         ;"APPLE" NO DISPLAY DO KIT.
A11E  CD 53 A8        CALL    PREPARA_PCI     ;PREPARA A COMUNICACAO.
                      ;
                      ;
                      ;***ENVIA UM CARACTER ":" PARA O EXATO.
                      ;***EM RESPOSTA, O EXATO DEVE GERAR O MENU DE OPCOES.
                      ;
A121  06 BA           MVI     B,0BAH          ;CODIGO ASCII DO ":" .
A123  CD F9 AD        CALL    VAI_EXATO
                      ;
A126  CD 22 AE        CALL    PEGA_NIBLE      ;RECEBE UM CARACTER VINDO DO EXATO
                                              ;ESTE CARACTER REPRESENTARA A OPCAO.
                                              ;SO INTERESSA O NIBBLE MENOS SIGNIFICATIVO
A129  01 08 00        LXI     B,0008H
A12C  21 53 AF        LXI     H,FIM           ;ENDERECO DOS CODIGOS PARA ESCREVER
                                              ;"End..." NO DISPLAY DO KIT.
A12F  C3 3F A1        JMP     OPCAO_APPLE
                      ;
                      ;
                      ;*****
A132                  OPCAO:
                      ;*****
                      ;FUNCAO:     Solicitar do usuario a opcao desejada.
                      ;ENTRADA:    No registrador A estara o valor da tecla acionada, ou o valor
                      ;    enviado pelo EXATO.
                      ;SAIDA:              Desvia o fluxo do programa para a rotina da opcao desejada e
                      ;    apresenta no visor, o seu codigo mnemonico.
                      ;            A variavel COLETA1 recebe o valor da tecla acionada.
                      ;ROTINAS CHAMADAS:   ESCREVE, LEKBD.
                      ;REGISTRADORES DESTRUIDOS:  A,B,C,D,E,F,H,L.
                      ;DESCRICAO:  De acordo com a opcao do usuario, cria em H-L o endereco da
                      ;    rotina adequada e o transfere para o 'program counter', causando o
                      ;    desvio do fluxo do programa para a rotina de atendimento da opcao.
                      ;*******
A132  01 08 00        LXI     B,0008H
A135  21 4D AF        LXI     H,LETRAS        ;H-L = ENDERECO DAS LETRAS - 1
A138  CD 74 AC        CALL    ESCREVE
A13B  CD BC AC        CALL    LEKBD           ;ROTINA PARA LER O TECLADO EM ACC A
A13E  23              INX     H
A13F                  OPCAO_APPLE:
A13F  32 22 28        STA     COLETA1
A142  FE 03           CPI     03H
A144  C2 4C A1        JNZ     OPC1
                      ;
A147  3E 09           MVI     A,09H           ;CINETICA SEMPRE IDENTIFICADA POR
A149  32 22 28        STA     COLETA1         ;COLETA1 = 09H. PARA FAZER CINETICA
                                              ;SEM CONTROLE REMOTO. VEM 03H E FORCO 09H.
A14C                  OPC1:
A14C  FE 00           CPI     00H
A14E  C2 5B A1        JNZ     OPC3
                      OPC2:                           ;cria em H-L, o endereco da
                                              ;rotina que ira realizar a
A151  CD 74 AC        CALL    ESCREVE         ;opcao desejada.
A154  23              INX     H
A155  22 3A 28        SHLD    TEMP_AUX
A158  EB              XCHG
A159  ED              LHLX
A15A  E9              PCHL                    ;salta para a rotina de tratamento da opcao.
A15B                  OPC3:
```

```
A15B  3D                DCR     A
A15C  09                DAD     B
A15D  C3 4C A1          JMP     OPC1
                        ;
                        ;
                        ;********
A160                    TERMINAR:
                        ;********
                        ;FUNCAO:     Acabar a execucao do programa. Chamada pela tecla 'FIM'.
                        ;ENTRADA:    Nenhuma.
                        ;SAIDAS:     Caracter de finalizacao para o EXATO quando em controle
                        ;    remoto. Mensagem 'End...' no visor.
                        ;ROTINAS CHAMADAS:  VAI_EXATO (remoto)
                        ;                   Nenhuma (local).
                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,F.
                        ;DESCRICAO:  Quando o usuario deseja acabar um trabalho, a resposta a
                        ;    pergunta 'OPER?' , deve ser o aionamento da tecla 'FIM'(0). Sera
                        ;    enviada a mensagem 'End...' ao visor e o processador sera colocado
                        ;    em "HALT". Se a operacao for remota, sera enviado ao EXATO,  o
                        ;    caracter '$' para a devida finalizacao.
                        ;*******
A160  3A 42 2B          LDA     CONTROLE        ;VERIFICAR SE ESTA EM LOCAL OU REMOTO.
A163  A7                ANA     A
A164  C2 6C A1          JNZ     TERM1           ;LOCAL, PULA.
A167  06 A4             MVI     B,0A4H          ;ENVIA AO EXATO O CARACTER '$'(36).
A169  CD F9 AD          CALL    VAI_EXATO
A16C                    TERM1:
A16C  76                HLT                     ;PA'RA O MICROPROCESSADOR. FINAL DE TRABALHO.
                                                ;NO VISOR DO KIT ESTARA ESCRITO 'End'.
                        ;
                        ;
                        ;**********
A16D                    DEMONSTRAR:
                        ;**********
                        ;FUNCAO:     Preparar os bancos de memoria para demonstrar o funcionamento
                        ;    do equipamento com sinais simulados. Chamada pela tecla 'SHOW'.
                        ;ENTRADA:    Nenhuma.
                        ;SAIDA:              O banco A contera uma funcao triangular, e o banco B, contera
                        ;    uma reta deslocada da origem e inclinada.
                        ;ROTINAS CHAMADAS:   OPCAO.
                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: Todos.
                        ;DESCRICAO:  Esta rotina sera chamada pela tecla "SHOW" (1) e aparecera o
                        ;    anemonico 'SHOU' no visor.
                        ;              Sera gerada uma funcao triangular no banco A da memoria, e o
                        ;    banco B sera prenchido com valores que simulam uma reta inclinada com
                        ;    a horizontal e deslocada do eixo das abcissas. Apos definir esses
                        ;    bancos, desvia-se para a rotina OPCAO para as devidas demonstracoes.
                        ;    OBSERVACAO:      Quando esta rotina e chamada, os dois bancos de
                        ;              memoria deverao ter conteudos nulos.
                        ;*******
A16D  AF                XRA     A
A16E  32 47 2B          STA     TESTE_DEMO      ;TESTE_DEMO=00H PARA DEMONSTRACAO
A171  CD 34 AE          CALL    DELAY_2S        ;PARA PODER VER 'SHOU' ESCRITO NO VISOR
                        ;***GERACAO DA ONDA TRIANGULAR NO BANCO 'A' DE MEMORIA'
A174  21 08 00          LXI     H,0008H         ;H-L =  VALOR A SER COLOCADO NA MEMORIA
A177  01 08 00          LXI     B,0008H         ;VALOR A SER ACRESCENTADO PARA GERAR A ONDA.
A17A  11 03 80          LXI     D,8003H         ;D-E = ENDERECO ONDE SERA COLOCADO O (H-L).
A17D                    DEMO1:                          ;PRIMEIRA PARTE: DE 8002-8001-8000 ATE
                                                ;8302-8301-8300, VARIAR DE 000000 ATE 0007FF.
A17D  D9                SHLX
A17E  13                INX     D
A17F  13                INX     D               ;PARA OBTER O BYTE MAIS SIGNIFICATIVO
A180  13                INX     D               ;PROXIMA PALAVRA DA MEMORIA.
A181  09                DAD     B               ;ATUALIZA O VALOR A SER COLOCADO NA MEMORIA.
A182  3E 08             MVI     A,08H           ;VERIFICA SE ATINGIU O MAXIMO (0007FFH).
A184  BC                CMP     H
A185  C2 7D A1          JNZ     DEMO1           ;NAO, VOLTAR. SIM, FORCAR 0007FF NA POSICAO 256.
A188  2B                DCX     H               ;H-L = 07FFH
A189  D9                SHLX
A18A  23                INX     H
A18B  13                INX     D
A18C  13                INX     D
A18D                    DEMO2:                  ;SEGUNDA PARTE: DE 8305-8304-8303 ATE
                                                ;8602-8601-8600, VARIANDO DE 0007F8 ATE 000000, E
A18D  13                INX     D
A18E  08                SBH
A18F  D9                SHLX
A190  13                INX     D
A191  13                INX     D
                                                ;ENQUANTO NAO ATINGIR 000000,
A192  C2 8D A1          JNZ     DEMO2           ;RETORNA.
A195                    DEMO3:                  ;DE 8605-8604-8603 ATE 8902-8901-8900 CONTENDO
                                                ;FFFFF8 ATE FFF800.
A195  13                INX     D
```

```
A196  08                  SBH
A197  D9                  SHLX
A198  13                  INX     D
A199  13                  INX     D
A19A  3E FF               MVI     A,0FFH
A19C  12                  STAX    D
A19D  1B                  DCX     D
A19E  EB                  XCHG
A19F  7E                  MOV     A,M
A1A0  FE F7               CPI     0F7H
A1A2  EB                  XCHG
A1A3  13                  INX     D
A1A4  C2 95 A1            JNZ     DEMO3
A1A7  1B                  DCX     D
A1A8  1B                  DCX     D
A1A9  1B                  DCX     D
A1AA  3E FF               MVI     A,0FFH
A1AC  B7                  ORA     A               ;CY=0
                      DEMO4:                      ;TERCEIRA PARTE: DE 8905-8904-8903 ATE
                                                  ;8BFF-8BFE-8BFD COM FFF806 ATE 000000.
A1AD  13                  INX     D
A1AE  09                  DAD     B
A1AF  D9                  SHLX
A1B0  13                  INX     D
A1B1  13                  INX     D
A1B2  CE 00               ACI     00H
A1B4  12                  STAX    D
A1B5  C2 AD A1            JNZ     DEMO4
A1B8  1B                  DCX     D               ;FORCAR 000000 NA ULTIMA PALAVRA DA
A1B9  1B                  DCX     D               ;MEMORIA A.
A1BA  1B                  DCX     D
A1BB  12                  STAX    D
A1BC  1B                  DCX     D
A1BD  12                  STAX    D
A1BE  1B                  DCX     D
A1BF  12                  STAX    D
                      ;
                      ;
                      ;*******SERA CRIADA NO BANCO B, UMA RETA INCLINADA COM OFFSET DE 2.5V
                      ;    APROXIMADAMENTE, VALOR 0400H, INDO ATE O VALOR 07FFH(5.0V)NA ULTIMA PA
                      ;
                      ;
A1C0  21 00 BC            LXI     H,8C00H         ;D-E VAI CONTER O ENDERECO DA PALAVRA DE MEMORIA
A1C3  11 FF 03            LXI     D,03FFH         ;H-L VAI CONTER O VALOR A SER ARMAZENADO.
A1C6  01 03 00            LXI     B,0003H         ;B-C DADO SERA COLOCADO A CADA PALAVRA.
A1C9  3E 98               MVI     A,98H           ;ENDERECO FINAL DO BANCO.
A1CB                  DEMO5:
A1CB  EB                  XCHG
A1CC  23                  INX     H
A1CD  D9                  SHLX
A1CE  EB                  XCHG
A1CF  09                  DAD     B               ;NOVO VALOR
A1D0  BC                  CMP     H
A1D1  C2 CB A1            JNZ     DEMO5           ;RETORNA,  ATE ACABAR O BANCO DE MEMORIA.
                      ;
A1D4  21 00 BC            LXI     H,8C00H         ;PARA SER USADA NA ROTINA DE CORRECAO DA
A1D7  22 34 28            SHLD    MEM_END         ;LINHA DE BASE NO BANCO 'A'.
                      ;
A1DA  3E 01               MVI     A,01H           ;A VARIAVEL CONTROLE ESTARA INDICANDO QUE A
A1DC  32 42 28            STA     CONTROLE        ;DEMONSTRACAO DO EQUIPAMENTO SERA REALIZADA
                                                  ;POR MEIO DO TECLADO.
A1DF  C3 32 A1            JMP     OPCAO           ;VAI PARA A 'OPCAO' PARA A DEMONSTRACAO.
A1E2
                      ;
                      ;
                      ;*****
A1E2                  ERROA:
                      ;*****
                      ;FUNCAO:     Indicar ao usuario, por meio do visor, que houve um erro de
                      ;    entrada de dados relativos ao numero de varreduras.
                      ;ENTRADA:    Variavel COLETA1.
                      ;SAIDA:           Mensagem 'Err' no visor. Sao redefinidas as variaveis:
                      ;    TEMP0,TEMP1 e TEMP2 com 0FFH; o "stack pointer" com 20C0H e reobtem
                      ;    o numero de varreduras desejado.
                      ;ROTINAS CHAMADAS: ESCREVE, ENTER_VAR, AVER_CIN1, AVER_CIN3, WR_ERR, ARM
                      ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,D,E,F,H,L,SP.
                      ;DESCRICAO:  Quando ocorrer uma situacao de erro de introducao do valor
                      ;    desejado para o numero de varreduras, sera exibida a mensagem 'Err' e
                      ;    variaveis serao redefinidas. Inclusive, a rotina ENTER_VAR sera chamad
                      ;    para uma nova obtencao do valor. Em seguida, o fluxo do programa sera
                      ;    desviado para a rotina AVER_CIN1 ou AVER_CIN3, dependendo da opcao que
                      ;    esteja sendo executada.
                      ;*******
A1E2  CD A2 AC            CALL    WR_ERR          ;MENSAGEM 'Err' NO VISOR.
```

```
585                             ;
586  A1E5  3E FF                    MVI     A,0FFH          ;REDEFINE OS TEMPO,1 E 2 COM FFh
587  A1E7  CD 3F A8                 CALL    ARMAZ_T
588  A1EA  AF                       XRA     A
589  A1EB  32 04 28                 STA     VARREDURA
590  A1EE  31 C0 20                 LXI     SP,STK_ADR      ;REDEFINE O STACK POIS NAO SE SABE
591  A1F1  CD B0 AB                 CALL    ENTER_VAR       ;ONDE OCORREU O ERRO. RETORNA P/ ENTER_VAR.
592  A1F4  3A 04 28                 LDA     VARREDURA
593  A1F7  A7                       ANA     A
594  A1F8  CA E2 A1                 JZ      ERROA
595  A1FB  47                       MOV     B,A             ;VARREDURA1 = TOTAL DE VARREDURAS A
596  A1FC  3A 45 28                 LDA     VARREDURA1      ;EXECUTAR.
597  A1FF  80                       ADD     B
598  A200  32 45 28                 STA     VARREDURA1
599  A203  3A 22 28                 LDA     COLETA1
600  A206  FE 05                    CPI     05H
601  A208  DA 11 A2                 JC      ERRO2           ;SE COLETA1 FOR 2,3, OU 4, VAI PARA AVER_CIN3
602  A20B  CD 32 A2                 CALL    AVER_CIN1
603  A20E  C3 6B A2                 JMP     AVER_CIN4
604  A211                       ERRO2:
605  A211  CD 23 A2                 CALL    AVER_CIN3
606  A214  C3 7D A2                 JMP     AQUI
607                             ;
608                             ;
609                             ;*********
610  A217                       AVER_CIN2:
611                             ;*********
612                             ;FUNCAO:     Obter o numero de varreduras desejado quando se trabalha sem o
613                             ;    controle remoto do espectrometro. Chamada pelas teclas 'AVER/' ou 'cin/
614                             ;ENTRADA:    Variavel VARREDURA.
615                             ;SAIDA:              'AVER' ou 'cin' no visor.
616                             ;ROTINAS CHAMADAS:  PEGA_VAR, DEF_MEMO .
617                             ;REGISTRADORES DESTRUIDOS:  A,B,C,F,H,L.
618                             ;DESCRICAO:  Apos definir o banco de memoria a ser utilizado,
619                             ;    recebe-se na variavel varredura o numero de varreduras desejado
620                             ;    pelo usuario em hexadecimal. Verifica que ele e' diferente de zero
621                             ;    (caso contrario resultara em erro), escreve no visor a mensagem 'AVER'
622                             ;    ou 'cin', de acordo com a opcao e vai para a rotina de fundo DSPL.
623                             ;*******
624  A217  CD AC AC                 CALL    DEF_MEMO        ;DEFINIR BANCO DE MEMORIA.
625  A21A  CD 20 A2                 CALL    PEGA_VAR        ;DEFINIR O NUMERO DE VARREDURAS.
626  A21D  C3 7D A2                 JMP     AQUI
627                             ;
628  A220                       PEGA_VAR:
629  A220  CD B0 AB                 CALL    ENTER_VAR
630                             ;
631                             ;*********
632  A223                       AVER_CIN3:
633                             ;*********
634                             ;FUNCAO:     A unica maneira de chamar esta rotina e' estando dentro da
635                             ;    ERROA, consequentemente, ja vira com o numero de varredura obtido.No
636                             ;    resto, e' identica a AVER_CIN2.
637                             ;*******
638  A223  3A 04 28                 LDA     VARREDURA       ;TESTA SE VARREDURA E ZERO
639  A226  A7                       ANA     A
640  A227  CA E2 A1                 JZ      ERROA
641  A22A  47                       MOV     B,A             ;VARREDURA1 = TOTAL DE VARREDURAS A
642  A22B  3A 45 28                 LDA     VARREDURA1      ;EXECUTAR.
643  A22E  80                       ADD     B
644  A22F  32 45 28                 STA     VARREDURA1
645  A232                       AVER_CIN1:
646  A232  2A 3A 28                 LHLD    TEMP_AUX        ;PARA ESCREVER 'AVER' OU 'CIN.
647  A235  01 FA FF                 LXI     B,0FFFAH        ;SUBTRAIR 06H.
648  A238  09                       DAD     B
649  A239  CD 74 AC                 CALL    ESCREVE
650                             ;
651  A23C  3E 18                    MVI     A,18H           ;=18H> HABILITAR INTERRUPCOES E RESETA A
652  A23E  30                       SIM                     ;RST 7.5
653  A23F  C9                       RET
654                             ;
655                             ;
656                             ;********
657  A240                       AVER_CIN:
658                             ;********
659                             ;FUNCAO:     Definir o tempo de varredura e o numero de varreduras desejados
660                             ;    pelo usuario. Chamada pelas teclas 'AVER' ou 'cin'.
661                             ;ENTRADAS: Valores teclados ou recebidos do EXATO.
662                             ;SAIDAS: Variaveis VARREDURA, TIME_HIGH e TIME_LOW.
663                             ;ROTINAS CHAMADAS: TIME_APPLE(controle remoto), ESCREVE, LEKBD, PEGA_VAR
664                             ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,D,E,F,H,L.
665                             ;DESCRICAO:  A rotina comeca verificando se o controle esta com o EXATO o
666                             ;    e' feito localmente.
667                             ;    - LOCAL:- Escreve 'SCAn?' e le o valor teclado para definir o tempo de
668                             ;           varredura.
```

```
669                             ;    - EXATO:- Chama a rotina TIME_APPLE que envia um ';' ao EXATO, receben
670                             ;           um valor correspondente a tecla do tempo desejado.
671                             ;           Com esse valor, teclado ou recebido, cria-se o conteudo das
672                             ;    variaveis TIME_HIGH e TIME_LOW que serao carregadas no contador 1 da
673                             ;    8253 para gerar a onda quadrada de frequencia adequada ao tempo de
674                             ;    varredura desejado. Apos, e chamada a ENTER_VAR, que devolve a variave
675                             ;    VARREDURA, com o vumero de varreduras desejado, em hexadecimal.
676                             ;    O processamento continua na rotina AVER_CIN1.
677                             ;*******
678                             ;
679                             ;**********
680                             ;SCAN_TIME:
681  A240  CD AC AC                  CALL    DEF_MEMO        ;DEFINIR BANCO DE MEMORIA.
682  A243  3A 42 28                  LDA     CONTROLE        ;CONTROLE = 0(1) ==) EXATO(SDK-85).
683  A246  A7                        ANA     A
684  A247  CA 83 A2                  JZ      TIME_APPLE
685                             ;
686  A24A  21 41 AF                  LXI     H,SCAN          ;SCAN = ENDERECO-1 DA TABELA ONDE ESTAO OS
687                                                          ;BYTES PARA ESCREVER "SCAN?".
688  A24D  CD 74 AC                  CALL    ESCREVE         ;ROTINA PARA ESCREVER.
689  A250  CD BC AC                  CALL    LEKBD           ;TECLA 0 = .5min, 1 = 1.0min, 2 = 2min,
690                                                          ;3 = 4min, 4 = 8min, 5 = 16min, 6 = 32min,
691                                                          ;7 = 64min, ... B = 1024min = 17h04min.
692  A253                       SCAN_APPLE:
693  A253  11 04 00                 LXI     D,0004H
694  A256  32 46 28                  STA     TIME1           ;PARA SER ENVIADA AO EXATO NA ROTINA CINETICA
695  A259  A7                        ANA     A
696  A25A  CA 62 A2                  JZ      ENTER1
697  A25D                       ENTER2:
698  A25D  1B                        SDEL
699  A25E  3D                        DCR     A
700  A25F  C2 5D A2                  JNZ     ENTER2
701  A262                       ENTER1:
702  A262  21 0D 28                  LXI     H,TIME_LOW
703  A265  73                        MOV     M,E
704  A266  23                        INX     H
705  A267  72                        MOV     M,D
706                             ;
707  A268  CD 20 A2                  CALL    PEGA_VAR
708                             ;
709                             ;
710  A26B                       AVER_CIN4:
711  A26B  21 01 F0                  LXI     H,CLOCK_1
712  A26E  3A 0D 28                  LDA     TIME_LOW
713  A271  77                        MOV     M,A
714  A272  3A 0E 28                  LDA     TIME_HIGH
715  A275  77                        MOV     M,A
716                             ;
717  A276  3E 0C                     MVI     A,0CH           ;PORTA B0 COMO SAIDA, A PORTA C(2B) DEVE FICAR
718                                                          ;COMO SAIDA PARA QUE O CONTROLE REMOTO DO
719                                                          ;REGISTRADOR X-Y NAO RECEBA SINAIS INDESEJADOS.
720  A278  D3 2B                     OUT     PORT_E0         ;NUNCA INCLUIR EM 'INICIO'.
721                             ;
722  A27A  AF                        XRA     A
723  A27B  D3 2B                     OUT     PORT_F0
724                             ;
725                             ;
726                             ;***
727  A27D                       AQUI:
728  A27D  CD 0B A9                  CALL    DSPL            ;CALL TO DISPLAY ROUTINE
729  A280  C3 7D A2                  JMP     AQUI
730                             ;
731                             ;
732                             ;**********
733                             TIME_APPLE:                 ;ROTINA QE ENVIA UM ";" AO EXATO PARA QUE CRIE
734                             ;**********                 ;O MENU DO SCAN TIME E DEVOLVA O VALOR DESEJADO.
735                             ;FUNCAO:     Enviar um caracter ao EXATO para receber como resposta o valor
736                             ;    adequado a gerar o tempo de varredura.
737                             ;ENTRADA:  Valor enviado pelo EXATO.
738                             ;SAIDA:  No registrador A, teremos o valor correspondente ao tempo.
739                             ;ROTINAS CHAMADAS: VAI_EXATO, PEGA_NIBLE, SCAN_APPLE
740                             ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,F
741                             ;DESCRICAO:  O SAAC envia, via RS232C, um caracter ';' ao EXATO. Com esse
742                             ;    sera gerada a tabela com os tempos de varredra oferecidos e devolvido
743                             ;    ao SAAC um caracter correspondente ao tempo escolhido.
744                             ;*******
745  A283  06 BB                     MVI     B,0BBH          ;0BBH = ';'
746  A285  CD F9 AD                  CALL    VAI_EXATO
747                             ;
748  A288  CD 22 AE                  CALL    PEGA_NIBLE
749  A28B  C3 53 A2                  JMP     SCAN_APPLE      ;CRIAR O SCAN TIME
750                             ;
751                             ;
752                             ;********
```

```
753  A28E                    GRAFICAR:
754                          ;********
755                          ;FUNCAO:  Registrar, em papel, o conteudo de um dos bancos de memoria. C
756                          ;    pela tecla 'GRAF'. Sao incluidas as facilidades de dois tamanhos de
757                          ;    papel e tres escalas.
758                          ;ENTRADA: A definicao do banco a ser usado (chave S1), escala, tamanho d
759                          ;SAIDA: A curva contida no banco sera registrada.
760                          ;ROTINAS CHAMADAS: LEKBD, ESCREVE, MOSTRAR.
761                          ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L.
762                          ;DESCRICAO:  Esta rotina zera o conteudo da variavel GRAFICO para que a
763                          ;    DSPL saiba que sera tracado um sinal no registrador e, nao, no
764                          ;    osciloscopio. Zera tambem o conteudo da VARREDURA para que retorne ao
765                          ;    inicio apos tracado o grafico. O usuario ira, por meio do teclado,
766                          ;    optar pelo tamanho do papel a ser usado para registrar o espectro e
767                          ;    qual escala deseja utilizar. Apos, chama a rotina MOSTRAR.
768                          ;    Quando o carro do registrador atingir seu batente da direita, ocorrera
769                          ;    uma RST7.5 e o programa desvia-se para a subrotina RETRACO que, tendo
770                          ;    a VARREDURA = 0H, desligara o motor do registrador ao fim do retraco.
771                          ;********
772  A28E  CD BC AC               CALL    LEKBD           ;TECLA 'A'('B') ==> PAPEL DE 40(16)cm.
773  A291  E6 01                  ANI     01H
774  A293  CA 9B A2               JZ      GRAFICAR1       ;SALTA PARA USAR PAPEL DE 40cm.
775  A296  3E 04                  MVI     A,04H
776  A298  32 4C 28               STA     PAPEL_WDT       ;PAPEL_WDT = 04(00) PARA 16(40)cm.
777  A29B                    GRAFICAR1:
778  A29B  21 23 AF               LXI     H,ESCALA_SHI    ;PARA ESCREVER 'ESCALA ?' NO VISOR.
779  A29E  CD 74 AC               CALL    ESCREVE
780  A2A1  CD BC AC               CALL    LEKBD
781  A2A4  FE 0C                  CPI     0CH
782  A2A6  CA D5 A2               JZ      SHIFT_I2        ;TECLA 'C' ==> DIVIDIR POR 2 A ESCALA.
783  A2A9  FE 0D                  CPI     0DH
784  A2AB  CA DD A2               JZ      SHIFT_D2        ;TECLA 'D' ==> DOBRAR A ESCALA.
785  A2AE  FE 0E                  CPI     0EH
786  A2B0  C2 9B A2               JNZ     GRAFICAR1       ;RETORNA SE NAO FOI UMA DAS TRES TECLAS.
787                          GRAFICAR2:                   ;TECLA 'E' ==> ESCALA NORMAL.
788  A2B3  AF                     XRA     A
789  A2B4  32 40 28               STA     GRAFICO         ;USADA NA DSPL PARA IR PARA O REGISTRADOR.
790  A2B7  32 04 28               STA     VARREDURA
791  A2BA  3E 1B                  MVI     A,1BH           ;=1BH)DESABILITA INTERRUPCOES RST6.5 E 5.5
792  A2BC  30                     SIM                     ;HABILITA E RESETA A RST7.5
793                          ;
794  A2BD  3E 0C                  MVI     A,0CH           ;PORTA F0 COMO SAIDA
795  A2BF  D3 28                  OUT     PORT_E0         ;PARA PODER CHAMAR GRAFICAR SEM TER
796                          ;                            ;PASSADO PELA AVER_CIN.PORTA DE CONTROLE
797                                                       ;REMOTO COMO SAIDA
798  A2C1  11 CF 20               LXI     D,20CFH
799  A2C4  21 7B A8               LXI     H,RETRACO       ;ACABOU O GRAFICO, RETORNAR P/ SUBROTINA
800  A2C7  D9                     SHLX                    ;RETRACO
801                          ;
802                          ;
803                          ;********
804  A2C8                    MOSTRAR:
805                          ;********
806                          ;FUNCAO:  Mostrar o conteudo de um dos banco, no osciloscopio. Chamada p
807                          ;    tecla 'DSPL'.
808                          ;ENTRADA: Conteudo do banco.
809                          ;SAIDA: A curva no osciloscopio.
810                          ;ROTINAS CHAMADAS: GET_SHIFT e DSPL.
811                          ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L.
812                          ;DESCRICAO:  O usario escolhe o banco de memoria cujo conteudo deseja ver
813                          ;    na tela do osciloscopio, e' encontrado o valor da variavel SHIFT, ou
814                          ;    seja, e' feito o escalonamento automatico da memoria e chama a DSPL.
815                          ;    Apos visualizar o sinal, o usuario pressiona o botao B1 para interromp
816                          ;    a DSPL e retorna para a OPERACAO.
817                          ;********
818  A2C8  AF                     XRA     A
819  A2C9  32 22 28               STA     COLETA1
820                          ;
821  A2CC  CD 32 AD               CALL    GET_SHIFT       ;DEFINIR O BANCO E O ESCALONAMENTO(SHIFT).
822                          ;
823  A2CF  CD 08 A9               CALL    DSPL
824  A2D2  C3 CA A0               JMP     OPERACAO
825                          ;
826                          SHIFT_X2:                    ;PARA DIVIDIR POR 2 A ESCALA DO SINAL A SER
827  A2D5  3E 01                  MVI     A,01H           ;REGISTRADO.
828  A2D7  32 4D 28               STA     ESCALA
829  A2DA  C3 B3 A2               JMP     GRAFICAR2
830                          ;
831                          SHIFT_D2:                    ;PARA DOBRAR A ESCALA DO SINAL A SER REGISTRADO.
832  A2DD  3E FF                  MVI     A,0FFH          ;FFH = -1.
833  A2DF  32 4D 28               STA     ESCALA
834  A2E2  C3 B3 A2               JMP     GRAFICAR2
835                          ;
836                          ;******
```

```
837  A2E5                    RECEBE:
838                          ;******
839                          ;FUNCAO: Receber um arquivo do EXATO. Chamada pela tecla 'RxD'.
840                          ;ENTRADAS: Dados vindos do EXATO.
841                          ;SAIDA: Um banco de memoria sera prenchido com os dados.
842                          ;ROTINAS CHAMADAS: MEM_OPT, PREPARA_PCI, VAI_EXATO, PEGA_NIBLE, ENTER_VA
843                          ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L.
844                          ;DESCRICAO:  Define-se o banco de memoria que ira ser preenchido com os 2
845                          ;    dados(um a cada quatro palavras - conversor de 8 'bits'). quando o ban
846                          ;    estiver preenchido, e' enviado ao EXATO um caracter '@' de sinalizacao
847                          ;    volta para a rotina OPERACAO.
848                          ;*******
849  A2E5  CD C5 AC               CALL    MEM_OPT         ;ESCOLHER O BANCO DE MEMORIA.
850                          ;
851  A2E8  CD 53 A8               CALL    PREPARA_PCI     ;CHAMA A SUBROTINA SE DEVE PREPARAR  8251A
852  A2EB  06 AF                  MVI     B,0AFH          ;ENVIA "/" AO EXATO
853  A2ED  CD F9 AD               CALL    VAI_EXATO
854  A2F0  06 AA                  MVI     B,0AAH          ;CARACTER DE PRONTO PARA A VAI_EXATO.
855  A2F2                    REC1:
856  A2F2  CD 22 AE               CALL    PEGA_NIBLE
857  A2F5  4F                     MOV     C,A
858  A2F6  CD F9 AD               CALL    VAI_EXATO
859  A2F9  CD 22 AE               CALL    PEGA_NIBLE
860  A2FC  07                     RLC
861  A2FD  07                     RLC                     ;MONTAR UM BYTE HEXADECIMAL COM OS DOIS BYTES
862  A2FE  07                     RLC                     ;ASCII RECEBIDOS.
863  A2FF  07                     RLC
864  A300  81                     ADD     C
865  A301  77                     MOV     M,A             ;GUARDA NA POSICAO DE MEMORIA.
866  A302  CD F9 AD               CALL    VAI_EXATO       ;ENVIA '*'
867  A305  23                     INX     H               ;PROXIMO BYTE DE ENDERECO DA MEMORIA.
868  A306  3A 16 28               LDA     MEM_FIM         ;TESTAR SE ACABOU O BANCO.
869  A309  BC                     CMP     H
870  A30A  CA CA A0               JZ      OPERACAO        ;SALTA QUANDO RECEBEU TODA A CURVA.
871  A30D  C3 F2 A2               JMP     REC1            ;PARA RECEBER NOVO CARACTER.
872                          ;
873                          ;
874                          ;**********
875  A310                    ZERA_BANCO:
876                          ;**********
877                          ;FUNCAO:  Zerar o conteudo de um dos bancos da memoria. Chamada pela tec
878                          ;ENTRADA: O banco a ser zerada.
879                          ;SAIDA: As palavras do banco com valor nulo.
880                          ;ROTINAS CHAMADAS: DELAY 2S, WR_BANCO, MEM_OPT, e OPERACAO.
881                          ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,D,E,F,H,L.
882                          ;DESCRICAO:  Esta rotina preenche com zero o conteudo de todas as palavr
883                          ;    do banco e causa um atraso de  2s aproximadamente, para que a mensagem
884                          ;    no visor possa ser vista. Apos  retorna para a OPERACAO.
885                          ;*******
886  A310  CD C5 AC               CALL    MEM_OPT         ;PARA DEFINIR O BANCO QUE SERA ZERADO
887  A313  CD FF A8               CALL    WR_BANCO        ;ESCREVE NO VISOR O BANCO 'A' OU 'B'.
888  A316  3A 16 28               LDA     MEM_FIM
889  A319  47                     MOV     B,A
890  A31A                    ZERA_1:
891  A31A  AF                     XRA     A
892  A31B  77                     MOV     M,A
893  A31C  23                     INX     H
894  A31D  78                     MOV     A,B
895  A31E  BC                     CMP     H
896  A31F  C2 1A A3               JNZ     ZERA_1
897  A322  CD 34 AE               CALL    DELAY_2S        ;GERA UM DELAY DE +/-  2 SEGUNDOS.
898                                                       ;PARA VISUALIZAR O DISPLAY.
899  A325  C3 CA A0               JMP     OPERACAO
900                          ;
901                          ;
902                          ;*********
903  A328                    TRANSFERE:
904                          ;*********
905                          ;FUNCAO:  Enviar um banco de memoria ao EXATO. Chamda pela tecla 'TxD'.
906                          ;ENTRADA: O banco a ser usado.
907                          ;SAIDA: Os dados em um arquivo no EXATO.
908                          ;ROTINAS CHAMADAS: MEM_OPT, RS232, COMUNICACAO, VAI_EXATO, OPERACAO.
909                          ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,F,H,L.
910                          ;DESCRICAO:  Definido o banco de memoria, sera chamada a subrotina RS232
911                          ;    que garante o funcionamento da interface serial entre o SAAC e o EXATO
912                          ;    Essa subrotina envia o caracter '(' avisando ao EXATO que serao enviad
913                          ;    dados a serem arquivado. Cada byte da memoria e' convertido em seu
914                          ;    codigo ASCII correspondente e enviado ao EXATO. Terminada a transferen
915                          ;    de todo o banco, e' enviado o caracter ')' para sinalizacao e retorna-
916                          ;    para a OPERACAO.
917                          ;*******
918  A328  CD C5 AC               CALL    MEM_OPT         ;DEFINIR QUAL BANCO SERA ENVIADO
919                                                       ;CAMPO DE DADOS DO VISOR
920                                                       ;ESCREVE NO VISOR O BANCO (A/B) USADO.
```

```
A32B  E5                    PUSH    H               ;RESERVA O ENDERECO DA PALAVRA A SER TRANSFERIDA.
                        ;
A32C  CD 79 AB              CALL    RS232           ;SUBROTINA QUE PREPARA A 8251A, ENVIA '(' AO
                                                    ;EXATO E ESCREVE 'SEnd -' NO VISOR.
                                                    ;AGUARDA RECEBER O 'READY' DO EXATO.
                                                    ;'READY' E' SINALIZADO PELO CARACTER AA.
                        ;
A32F  3A 45 28              LDA     VARREDURA1
A332  4F                    MOV     C,A
A333  CD 04 A8              CALL    COMUNICACAO     ;PRIMEIRO DADO ENVIADO E' O NUMERO DE VARREDURADS
                        ;
A336  AF                    XRA     A
A337  32 45 28              STA     VARREDURA1      ;ZERADO PARA INICIACAO
                        ;
A33A  E1                    POP     H               ;RECUPERA O ENDERECO
A33B                    TRANSFERE1:
A33B  4E                    MOV     C,M
A33C  79                    MOV     A,C
A33D  CD 04 A8              CALL    COMUNICACAO     ;SUBROTINA QUE CONVERTE HEX EM ASCII E
                                                    ;ENVIA  AO EXATO
A340  23                    INX     H               ;PARA PEGAR O PROXIMO BYTE
A341  3A 16 28              LDA     MEM_FIM         ;MEM FIM = HIGH BYTE DO FINAL DA MEMORIA B
A344  BC                    CMP     H               ;SE ÑAO TRANSFERIU A MEMORIA B
A345  C2 3B A3              JNZ     TRANSFERE1      ;E RETORNA. SE ACABOU O BANCO,
A348  06 A9                 MVI     B,0A9H          ;ENVIA CARACTER SINALIZADOR E
A34A  CD F9 AD              CALL    VAI_EXATO       ;VAI PARA O INICIO
A34D  C3 CA A0              JMP     OPERACAO
                        ;
                        ;
                        ;********
A350                    INTEGRAL:
                        ;********
                        ;FUNCAO:   Calcular a funcao integral de um banco de memoria. Chamada pe
                        ;    tecla 'C' que tem o simbolo matematico da integral.
                        ;ENTRADAS: As palavras do banco a ser integrado.
                        ;SAIDA: O outro banco da memoria contera a funcao integral calculada.
                        ;ROTINAS CHAMADAS: MEM_OPT, SHIFT_AUTO, DSPL, OPERACAO, GET_SHIFT, OVERF
                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L.
                        ;DESCRICAO:  Inicialmente, o banco a ser integrado sera, por meio da OVER
                        ;    normalizado para ficar com 12 digitos significativos.
                        ;            O calculo da integral do banco escolhido e' feito somando-se o
                        ;    conteudo de uma palavra, aos de todas as palavras anteriores. O resul-
                        ;    tado e' colocado na correspondente palavra do outro banco. Assim, a
                        ;    curva original e' mantida no banco de origem. Terminado o calculo, o
                        ;    banco que contem a funcao integral e' escalonado e sera visto no
                        ;    osciloscopio, por meio da DSPL.Quando desejar retornar para a OPERACAO
                        ;    basta pressionar B1.
                        ;*******
A350  CD 32 AD              CALL    GET_SHIFT       ;DEFINIR SHIFT E SHIFT_INT.
A353  CD C5 AC              CALL    MEM_OPT         ;QUAL MEMORIA SERA INTEGRADA.
A356  E5                    PUSH    H               ;RESERVA H-L COM LOW-BYTE DO ENDERECO.
A357  3A 16 28              LDA     MEM_FIM
A35A  32 4F 28              STA     ULTIMA_POS
A35D  CD 01 A4              CALL    OVERF           ;NORMALIZAR A MEMORIA PARA 12 BITS SIGNIFICAT.
A360  3A 4E 28              LDA     DESLOCA_RIG
A363  32 50 28              STA     FATOR_INT1      ;FATOR DE DIVISAO DA MEMORIA QUE SERA INTEGRADA.
A366  E1                    POP     H               ;RECUPERA H-L COM LOWBYTE DO ENDERECO.
A367  22 01 28              SHLD    MEM_DSPL_A      ;RECUPERA A VARIAVEL COM O ENDERECO INICIAL.
A36A  AF                    XRA     A
A36B  32 00 28              STA     SHIFT           ;ZERA SHIFT.
                        ;
                        ;
                        ;********
A36E                    INTEGRAL1:
A36E  EB                    XCHG
A36F  2A 38 28              LHLD    OFSET_3K
A372  19                    DAD     D               ;H-L = ENDERECO DA PRIMEIRA PALAVRA DE MEMORIA
A373  22 36 28              SHLD    MEM_INT         ;ONDE SERA COLOCADA A INTEGRAL.
A376  EB                    XCHG
A377  7E                    MOV     A,M             ;VAI COLOCAR O CONTEUDO
A378  32 0A 28              STA     SOMA_LOW        ;DA PRIMEIRA POSICAO
A37B  EB                    XCHG
A37C  77                    MOV     M,A
A37D  EB                    XCHG
A37E  23                    INX     H               ;DE MEMORIA 8002-8001-8000, OU
A37F  13                    INX     D               ;8C02-8C01-8C00
A380  7E                    MOV     A,M             ;NA POSICAO AUXILIAR QUE
A381  32 0B 28              STA     SOMA_MED        ;IRA CONTER SEMPRE, A SOMA DOS
A384  EB                    XCHG
A385  77                    MOV     M,A
A386  EB                    XCHG
A387  23                    INX     H               ;BYTES ANTERIORES
A388  13                    INX     D
A389  7E                    MOV     A,M
```


BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

```
1005  A38A  32 0C 28          STA     SOMA_HIGH
1006  A38D  EB                XCHG
1007  A38E  77                MOV     M,A
1008  A38F  EB                XCHG
1009  A390                  INTEGIA:
1010  A390  01 03 00          LXI     B,MEM_PASSO
1011  A393  2A 36 28          LHLD    MEM_INT
1012  A396  09                DAD     B
1013  A397  22 36 28          SHLD    MEM_INT
1014  A39A  EB                XCHG
1015  A39B  D5                PUSH    D
1016  A39C  2A 01 28          LHLD    MEM_DSPL_A
1017  A39F  09                DAD     B               ;EM H-L, TEMOS O ENDERECO DA PROXIMA PALAVRA DE
1018  A3A0  3A 16 28          LDA     MEM_FIM         ;MEMORIA
1019  A3A3  BC                CMP     H               ;PARA VER SE JA ACABOU A MEMORIA A SER INTEGRADA
1020  A3A4  CA D7 A3          JZ      SAI             ;SE ZERO, PODE MOSTRAR A INTEGRAL
1021  A3A7  22 01 28          SHLD    MEM_DSPL_A      ;SE NAO, ATUALIZA O MEM DSPL A
1022  A3AA  EB                XCHG                    ;D-E = ENDERECO DA MEMORIA ATUAL
1023  A3AB  ED                LHLX                    ;H-L = CONTEUDO DA MEMORIA ATUAL, DOIS BYTES MENOS SIGNIFICANTES
1024  A3AC  3A 0A 28          LDA     SOMA_LOW        ;COLOCAR EM B-C OS DOIS BYTES
1025  A3AF  4F                MOV     C,A             ;MENOS SIGNIFICANTES DA SOMA
1026  A3B0  3A 0B 28          LDA     SOMA_MED        ;DOS BYTES ANTERIORES
1027  A3B3  47                MOV     B,A
1028  A3B4  B7                ORA     A               ;FAZ CY = 0
1029  A3B5  09                DAD     B               ;H-L = SOMA DA MEM. ATUAL COM A SOMA DOS ANTERIORES
1030  A3B6  D1                POP     D
1031  A3B7  D9                SHLX                    ;COLOCA A SOMA EM MEM. INTEGRAL
1032  A3B8  11 0A 28          LXI     D,SOMA_LOW      ;COLOCA EM SOMA, A NOVA SOMA.
1033  A3BB  D9                SHLX
1034  A3BC  2A 01 28          LHLD    MEM_DSPL_A
1035  A3BF  23                INX     H
1036  A3C0  23                INX     H               ;VAI SOMAR O BYTE MAIS SIGNIFICANTE
1037  A3C1  3A 0C 28          LDA     SOMA_HIGH
1038  A3C4  8E                ADC     M               ;SOMA COM O CARRY
1039  A3C5  32 0C 28          STA     SOMA_HIGH       ;DEVOLVE A SOMA ATUALIZADA
1040  A3C8  2A 36 28          LHLD    MEM_INT
1041  A3CB  23                INX     H               ;DEVOLVE A MEM. INTEGRAL
1042  A3CC  23                INX     H
1043  A3CD  77                MOV     M,A
1044                        ;
1045  A3CE  2B                DCX     H               ;D-E = LOW BYTE PARA CHAMAR A
1046  A3CF  2B                DCX     H               ;SUBROTINA SHIFT_AUTO
1047  A3D0  EB                XCHG
1048  A3D1  CD 4A AD          CALL    SHIFT_AUTO
1049                        ;
1050  A3D4  C3 90 A3          JMP     INTEGIA
1051                        ;
1052  A3D7                  SAI:
1053  A3D7  D1                POP     D
1054                        ;
1055  A3D8  2A 14 28          LHLD    MEM_DSPL_I      ;PREPARAR ENDERECO PARA MOSTRAR O BANCO
1056  A3DB  EB                XCHG                    ;ONDE ESTA A INTEGRAL.
1057  A3DC  2A 38 28          LHLD    OFSET_3K
1058  A3DF  19                DAD     D
1059  A3E0  22 14 28          SHLD    MEM_DSPL_I
1060  A3E3  3A 3C 28          LDA     BANCO
1061  A3E6  FE 38             CPI     38H
1062  A3E8  CA F0 A3          JZ      SAI_1
1063  A3EB  3E 38             MVI     A,38H
1064  A3ED  C3 F2 A3          JMP     SAI_2
1065  A3F0                  SAI_1:
1066  A3F0  3E 88             MVI     A,88H
1067  A3F2                  SAI_2:
1068  A3F2  32 3C 28          STA     BANCO
1069  A3F5  3A 00 28          LDA     SHIFT
1070  A3F8  32 52 28          STA     SHIFT_INT       ;DEFINE SHIFT_INT PARA SER USADA NA OVERF.
1071                        ;
1072  A3FB  CD 0B A9          CALL    DSPL            ;PARA MOSTRAR A INTEGRAL CALCULADA
1073                        ;
1074  A3FE  C3 CA A0          JMP     OPERACAO        ;RETORNA AO INICIO.
1075                        ;
1076                        ;
1077                        ;*****
1078  A401                  OVERF:
1079                        ;*****
1080                        ;FUNCAO:     Rotina que fara o deslocamento de todas as palavras do banco
1081                        ;    de memoria, para que ele fique com doze bits significativos.
1082                        ;*******
1083  A401  3A 52 28          LDA     SHIFT_INT
1084  A404  FE 05             CPI     05H
1085  A406  D8                RC                      ;RETORNA POIS JA ESTA EM 12 BITS
1086  A407  C6 FC             ADI     0FCH            ;SHIFT+FC = NUMERO DE SHIFTS PARA FICAR
1087  A409  32 4E 28          STA     DESLOCA_RIG     ;COM 12 BITS SIGNIFICATIVOS.
1088  A40C  32 13 28          STA     ROTATE          ;POSICAO TEMPORARIA.
```

```
1089  A40F                      OVER1:
1090  A40F  2A 01 2B                LHLD    MEM_DSPL_A
1091  A412  7E                      MOV     A,M             ;LOW BYTE EM A
1092  A413  23                      INX     H
1093  A414  EB                      XCHG
1094  A415  ED                      LHLX                    ;BYTES MEDIO E ALTO EM L E H, RESPECTIVAMENTE.
1095  A416  10                      SHLR                    ;DESLOCA H-L PARA A DIREITA.
1096  A417  1F                      RAR                     ;DESLOCA A PARA A DIREITA, COM O BIT VINDO DE H-L.
1097  A418  D9                      SHLX                    ;DEVOLVE H-L NA MEMORIA.
1098  A419  1B                      DCX     D
1099  A41A  EB                      XCHG
1100  A41B  77                      MOV     M,A             ;DEVOLVE LOW BYTE NA MEMORIA.
1101  A41C  3A 13 2B                LDA     ROTATE
1102  A41F  3D                      DCR     A
1103  A420  32 13 2B                STA     ROTATE
1104  A423  C2 0F A4                JNZ     OVER1           ;RETORNA PARA NOVO DESLOCAMENTO SE ROTATE <> 0.
1105  A426  3A 4E 2B                LDA     DESLOCA_RIG
1106  A429  32 13 2B                STA     ROTATE          ;PARA DESLOCAR OUTRA PALAVRA DA MEMORIA.
1107  A42C  CD 34 A8                CALL    ATUALIZA_END    ;ATUALIZA O ENDERECO DA MEMORIA.
1108  A42F  3A 4F 2B                LDA     ULTIMA_POS
1109  A432  BC                      CMP     H
1110  A433  C2 0F A4                JNZ     OVER1           ;VOLTA PARA DESLOCAR UMA NOVA PALAVRA.
1111  A436  C9                      RET                     ;RETORNA SE JA DESLOCOU TODAS AS PALAVRAS DA MEMORIA.
1112                               ;
1113                               ;
1114                               ;
1115                               ;********
1116  A437                       BASELINE:
1117                               ;********
1118                               ;FUNCAO:  Corrigir a linha de base da curva contida em um banco. Chamada
1119                               ;    pela tecla 'BASE'.
1120                               ;ENTRADAS: As palavras do banco a ser usado e a variavel MEM_END.
1121                               ;    Se for fazer a correcao da linha de base indicada pela intensificacao,
1122                               ;    utilizara', tambe'm, PONTY1L, PONTY1H, PONTY2L, PONTY2H.
1123                               ;SAIDA: O conteudo do banco estara livre de 'offset' e de 'drift'.
1124                               ;ROTINAS CHAMADAS:  MEM_OPT, SHIFT_AUTO, DSPL, ATUAL_END, OPERACAO.
1125                               ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L.
1126                               ;DESCRICAO:  Escolhida a curva na qual deseja-se fazer a correcao da linh
1127                               ;    de base, o primeiro passo e' retirar o 'offset', subtraindo o valor da
1128                               ;    primeira palavra do conteudo de todas as palavras do banco. Apos,
1129                               ;    encontra-se com a SHIFT_AUTO a localizacao do bit mais significativo(
1130                               ;    valor de SHIFT) da maior (em modulo) palavra da memoria. Com esse valo
1131                               ;    da-se um numero de deslocamentos a esquerda em todas as palavras, de
1132                               ;    modo que aquele bit mais significativo encoste no bit 22 da palavra. A
1133                               ;    seguir, o conteudo deslocado da ultima palavra sera dividido por 1024.
1134                               ;    O valor obtido e' subtraido da segunda palavra da memoria; o seu dobro
1135                               ;    da terceira; e assim por diante, ate o final do banco. Depois, todas a
1136                               ;    palavras sao deslocadas 'a direita de uma quantidade igual ao
1137                               ;    deslocamento a esquerda. A correcao da linha de base esta pronta.
1138                               ;          Faz-se o escalonamento do sinal e chama-se a DSPL que pode ser
1139                               ;    interrompida (botao B1) quando se desejar voltar para a OPERACAO.
1140                               ;          Toda a operacao de correcao da linha de base, podera' ser
1141                               ;    realizada para os ponteiros indicados na intensificacao.
1142                               ;
1143                               ;*******
1144  A437  3A 4A 2B                LDA     BASEINT
1145  A43A  A7                      ANA     A
1146  A43B  CA 56 A4                JZ      BASEX           ;SALTA SE FOR FAZER A CORRECAO A PARTIR DA
1147  A43E  3A 47 2B                LDA     TESTE_DEMO      ;LINHA DE BASE DEFINIDA PELOS PONTEIROS
1148  A441  A7                      ANA     A               ;DA INTENSIFICACAO.
1149  A442  C2 50 A4                JNZ     BASE00          ;SALTA SE NAO ESTIVER EM DEMONSTRACAO
1150  A445  CD F2 AC                CALL    MEMORIA_A       ;FORCA CORRECAO NA MEMORIA A SE FOR DEMONSTRACAO
1151  A448  3E FF                   MVI     A,0FFH
1152  A44A  32 47 2B                STA     TESTE_DEMO      ;REINICIA A VARIAVEL.
1153  A44D  C3 8D A4                JMP     BASE0
1154  A450                       BASE00:
1155  A450  CD C5 AC                CALL    MEM_OPT         ;PARA DEFINIR EM QUE MEMORIA DEVE FAZER
1156  A453  C3 8D A4                JMP     BASE0           ;A CORRECAO DA LINHA DE BASE.
1157  A456                       BASEX:
1158  A456  3E FF                   MVI     A,0FFH          ;REINICIA A BASEINT
1159  A458  32 4A 2B                STA     BASEINT
1160  A45B  32 4B 2B                STA     BASEINT_A       ;=FF => BASELINE INTENSIFICADA
1161  A45E  11 14 2B                LXI     D,MEM_DSPL_I    ;DEFINIR ENDERECO INICIAL PELO PONTY1H-L.
1162  A461  ED                      LHLX
1163  A462  E5                      PUSH    H               ;RESERVO MEM_DSPL_I PARA A DSPL
1164  A463  3A 2D 2B                LDA     PONTY1L
1165  A466  4F                      MOV     C,A
1166  A467  3A 2E 2B                LDA     PONTY1H         ;EM B-C ENDERECO ONDE COMECAR A CORRECAO DA
1167  A46A  47                      MOV     B,A             ;LINHA DE BASE.
1168  A46B                       BASEX1:
1169  A46B  08                      SBH                     ;(H-L) <-- (H-L)-(B-C)
1170  A46C  CA 7B A4                JZ      BASEX2          ;SALTA SE JA FEZ MEM_DSPL_I = ENDERECO
1171  A46F  ED                      LHLX                    ;INTENSIFICADO E ZEROU OS ANTERIORES.
1172  A470  AF                      XRA     A
```

```
1173  A471  77              MOV     M,A
1174  A472  23              INX     H
1175  A473  77              MOV     M,A
1176  A474  23              INX     H
1177  A475  77              MOV     M,A
1178  A476  23              INX     H
1179  A477  D9              SHLX
1180  A478  C3 6B A4        JMP     BASEX1
1181  A47B                BASEX2:
1182  A47B  69              MOV     L,C
1183  A47C  60              MOV     H,B
1184  A47D  D9              SHLX                    ;ONDE VAI COMECAR  CORRECAO DA LINHA DE BASE
1185  A47E  3A 2F 28        LDA     PONTY2L         ;MONTAR O ENDERECO ATE ONDE SERA FEITA A
1186  A481  6F              MOV     L,A             ;CORRECAO DA LINH DE BASE.
1187  A482  3A 30 28        LDA     PONTY2H
1188  A485  67              MOV     H,A
1189  A486  01 03 00        LXI     B,0003H
1190  A489  09              DAD     B               ;MEM_END = ENDERECO (+3) ONDE TERMINA A
1191  A48A  22 34 28        SHLD    MEM_END         ;CORRECAO DA LINHA DE BASE.
1192  A48D                BASE0:
1193  A48D  11 14 28        LXI     D,MEM_DSPL_I
1194  A490  ED              LHLX
1195  A491  22 01 28        SHLD    MEM_DSPL_A
1196  A494  7E              MOV     A,M
1197  A495  32 3E 28        STA     TEMP_C
1198  A498  23              INX     H
1199  A499  7E              MOV     A,M
1200  A49A  32 3D 28        STA     TEMP_B
1201  A49D  23              INX     H
1202  A49E  7E              MOV     A,M             ;TEMP_H-TEMP_B-TEMP_C = CONTEUDO DA PRIMEIRA
1203  A49F  32 11 28        STA     TEMP_H          ;PALAVRA DA MEMORIA.
1204  A4A2  2A 01 28        LHLD    MEM_DSPL_A
1205  A4A5                BASE1:
1206  A4A5  B7              ORA     A               ;CY=0
1207  A4A6  EB              XCHG                    ;SUBTRAIR AS MEMORIAS DO CONTEUDO
1208  A4A7  ED              LHLX                    ;DA PRIMEIRA.
1209  A4A8  3A 3E 28        LDA     TEMP_C
1210  A4AB  4F              MOV     C,A
1211  A4AC  3A 3D 28        LDA     TEMP_B
1212  A4AF  47              MOV     B,A
1213  A4B0  08              SBH                     ;H-L =(H-L) - (B-C)
1214  A4B1  D9              SHLX
1215  A4B2  13              INX     D
1216  A4B3  13              INX     D
1217  A4B4  3A 11 28        LDA     TEMP_H
1218  A4B7  6F              MOV     L,A
1219  A4B8  1A              LDAX    D
1220  A4B9  9D              SBB     L
1221  A4BA  12              STAX    D
1222  A4BB  1B              DCX     D               ;D-E = LOW BYTE PARA CHAMAR SHIFT_AUTO
1223  A4BC  1B              DCX     D
1224  A4BD  CD 4A AD        CALL    SHIFT_AUTO
1225                ;
1226  A4C0  CD 2B A8        CALL    ATUAL_END
1227  A4C3  08              SBH                     ;SE ZERO, SIGNIFICA QUE FOI ATE O ULTIMO
1228                                                ;BYTE COLETADO.
1229  A4C4  2A 01 28        LHLD    MEM_DSPL_A      ;APOS O JNZ, SIGNIFICA QUE JA DESLOCOU A
1230  A4C7  C2 A5 A4        JNZ     BASE1           ;CURVA PARA QUE O PRIMEIRO DADO SEJA ZERO
1231                ;CRIAR O NOVO SHIFT QUE DA O NUMERO DE DESLOCAMENTOS A SER FEITO
1232  A4CA  3A 00 28        LDA     SHIFT
1233  A4CD  47              MOV     B,A             ;A = 10 - (SHIFT)
1234  A4CE  3E 10           MVI     A,10H
1235  A4D0  90              SUB     B
1236  A4D1  32 12 28        STA     SHIFT1          ;SHIFT1 E O NUMERO DE SHIFT A ESQUERDA
1237  A4D4
1238  A4D4  11 14 28        LXI     D,MEM_DSPL_I
1239  A4D7  ED              LHLX
1240  A4DB  22 01 28        SHLD    MEM_DSPL_A
1241  A4DB                BASE2:
1242  A4DB  3A 12 28        LDA     SHIFT1
1243  A4DE  32 13 28        STA     ROTATE          ;POSICAO AUXILIAR. CONTATOR DE SHIFTS
1244  A4E1                BASE3:
1245  A4E1  2A 01 28        LHLD    MEM_DSPL_A
1246  A4E4  EB              XCHG
1247  A4E5  ED              LHLX                    ;H-L = MED E LOW BYTES
1248  A4E6  EB              XCHG
1249  A4E7  B7              ORA     A               ;CY=0
1250  A4E8  1B              SDEL
1251  A4E9  EB              XCHG
1252  A4EA  D9              SHLX                    ;DEVOLVE O H-L SHIFTADO
1253  A4EB  13              INX     D
1254  A4EC  13              INX     D               ;HIGH-BYTE
1255  A4ED  1A              LDAX    D
1256  A4EE  17              RAL                     ;SHIFT COM O CY VINDO DOS DOIS BYTES ACIMA
```

```
1257  A4EF  12              STAX    D               ;DEVOLVE O HIGH BYTE
1258  A4F0  3A 13 28        LDA     ROTATE          ;CONFERE O NUMERO DE SHIFT DADOS
1259  A4F3  3D              DCR     A
1260  A4F4  32 13 28        STA     ROTATE
1261  A4F7  C2 E1 A4        JNZ     BASE3           ;VOLTA PARA DAR O NUMERO DE SHIFT ADEQUADO
1262  A4FA  CD 2B A8        CALL    ATUAL_END
1263  A4FD  08              SBH
1264  A4FE  C2 DB A4        JNZ     BASE2
1265                      ;A FAZER: PEGAR O DELTA E DIVIDIR POR 1024.
1266  A501  2A 34 28        LHLD    MEM_END
1267  A504  01 02 00        LXI     B,0002H
1268  A507  08              SBH                     ;H-L = ENDERECO DO BYTE CENTRAL DA
1269  A508  EB              XCHG                    ;ULTIMA PALAVRA COLETADA
1270  A509  ED              LHLX                    ;OS 2 ESTAO EM H-L
1271  A50A  10              SHLR
1272  A50B  10              SHLR                    ;DIVIDE POR 1024
1273  A50C  7C              MOV     A,H             ;TESTO SE DELTA E POSITIVO OU NEGATIVO
1274  A50D  A7              ANA     A
1275  A50E  F2 16 A5        JP      BASE4           ;POSITIVO==) TERCEIRO BYTE = 00
1276  A511  3E FF           MVI     A,0FFH          ;NEGATIVO==) TERCEIRO BYTE = FF
1277  A513  C3 17 A5        JMP     BASE5
1278  A516                BASE4:
1279  A516  AF              XRA     A
1280  A517                BASE5:
1281  A517  32 0C 28        STA     SOMA_HIGH
1282  A51A  32 11 28        STA     TEMP_H
1283  A51D  22 0F 28        SHLD    TEMP_L          ;TEMP_L E TEMP_M = LOW E MED BYTES DO DELTA/1024
1284  A520  22 0A 28        SHLD    SOMA_LOW        ;SOMA_LOW  E SOMA_MED = IDEM
1285  A523  11 14 28        LXI     D,MEM_DSPL_I
1286  A526  ED              LHLX
1287  A527  28 03           AHD     03H             ;PEGAR A SEGUNDA POSICAO DE MEMORIA
1288  A529  EB              XCHG
1289  A52A  22 01 28        SHLD    MEM_DSPL_A
1290  A52D                BASE6:
1291  A52D  B7              ORA     A               ;CY=0
1292  A52E  2A 01 28        LHLD    MEM_DSPL_A
1293  A531  EB              XCHG
1294  A532  ED              LHLX
1295  A533  3A 0A 28        LDA     SOMA_LOW
1296  A536  4F              MOV     C,A
1297  A537  3A 0B 28        LDA     SOMA_MED
1298  A53A  47              MOV     B,A
1299  A53B  08              SBH
1300  A53C  D9              SHLX
1301  A53D  3A 0C 28        LDA     SOMA_HIGH
1302  A540  47              MOV     B,A
1303  A541  EB              XCHG
1304  A542  23              INX     H
1305  A543  23              INX     H
1306  A544  7E              MOV     A,M
1307  A545  98              SBB     B
1308  A546  77              MOV     M,A             ;SUBTRAIU DELTA/1024 DA PALAVRA DA MEMORIA
1309  A547  AF              XRA     A               ;VAI SOMAR O SOMA_LOW,MED E HIGH
1310  A548  21 0F 28        LXI     H,TEMP_L        ;PARA SUBTRAI-LO DA PROXIMA PALAVRA.
1311  A54B  3A 0A 28        LDA     SOMA_LOW
1312  A54E  86              ADD     M
1313  A54F  32 0A 28        STA     SOMA_LOW
1314  A552  3A 0B 28        LDA     SOMA_MED
1315  A555  23              INX     H
1316  A556  8E              ADC     M
1317  A557  32 0B 28        STA     SOMA_MED
1318  A55A  3A 0C 28        LDA     SOMA_HIGH
1319  A55D  23              INX     H
1320  A55E  8E              ADC     M
1321  A55F  32 0C 28        STA     SOMA_HIGH
1322  A562  CD 2B A8        CALL    ATUAL_END
1323  A565  08              SBH
1324  A566  C2 2D A5        JNZ     BASE6
1325                      ;
1326                      ;A FAZER: VOLTAR OS DESLOCAMENTOS FEITOS DE ACORDO COM O SHIFT1 E
1327                      ;CALCULAR O NOVO SHIFT.
1328                      ;
1329  A569  AF              XRA     A
1330  A56A  32 00 28        STA     SHIFT           ;ZERO SHIFT
1331  A56D  11 14 28        LXI     D,MEM_DSPL_I
1332  A570  ED              LHLX
1333  A571  23              INX     H
1334  A572  22 01 28        SHLD    MEM_DSPL_A
1335  A575                BASE7:
1336  A575  3A 12 28        LDA     SHIFT1
1337  A578  32 13 28        STA     ROTATE
1338  A57B                BASE8:
1339  A57B  2A 01 28        LHLD    MEM_DSPL_A      ;H-L = END. BYTE CENTRAL
1340  A57E  EB              XCHG                    ;D-E IDEM
```

```
1341  A57F  ED              LHLX                ;H-L = CONTEUDO 2 BYTES MSIGN.
1342  A580  10              SHLR                ;DESLOCA
1343  A581  D9              SHLX                ;DEVOLVE OS BYTES DESLOCADOS
1344  A582  1B              DCX     D           ;LOW BYTE
1345  A583  1A              LDAX    D
1346  A584  1F              RAR                 ;SHIFT COM CY VINDO DO H-L
1347  A585  12              STAX    D           ;DEVOLVE LOW BYTE
1348  A586  3A 13 28        LDA     ROTATE      ;CONFERE O # DE SHIFT DADO
1349  A589  3D              DCR     A
1350  A58A  32 13 28        STA     ROTATE
1351  A58D  C2 7B A5        JNZ     BASE8       ;VOLTA P/ DAR O # DE SHIFT ADEQUADO
1352                  ;
1353  A590  CD 4A AD        CALL    SHIFT_AUTO  ;CHAMA PARA ENCONTRAR O SHIFT DA ESCALA
1354                  ;
1355  A593  CD 2B A8        CALL    ATUAL_END
1356  A596  23              INX     H           ;PEGAR O BYTE CENTRAL
1357  A597  08              SBH                 ;AO PASSAR POR ESSE JNZ, JA DESLOCOU
1358                                            ;DE VOLTA, TODA A MEMORIA E JA TEM
1359  A598  C2 75 A5        JNZ     BASE7       ;O SHIFT CORRETO PARA A ESCALA.
1360                  ;
1361  A59B  2A 34 28        LHLD    MEM_END     ;ZERAR AS POSICOES DE MEMORIA POSTERIORES
1362                                            ;A ULTIMA ONDE E FEITA A CORRECAO.
1363  A59E  2B              DCX     H
1364  A59F  2B              DCX     H
1365  A5A0  2B              DCX     H
1366  A5A1                  BASE9:
1367  A5A1  AF              XRA     A
1368  A5A2  77              MOV     M,A
1369  A5A3  23              INX     H
1370  A5A4  77              MOV     M,A
1371  A5A5  23              INX     H
1372  A5A6  77              MOV     M,A
1373  A5A7  23              INX     H
1374  A5A8  3A 16 28        LDA     MEM_FIM
1375  A5AB  BC              CMP     H
1376  A5AC  C2 A1 A5        JNZ     BASE9       ;PASSA POR ESTE JUMP, QUANDO ACABAR DE ZERAR.
1377                  ;
1378  A5AF  3A 4B 28        LDA     BASEINT_A
1379  A5B2  A7              ANA     A
1380  A5B3  CA BE A5        JZ      BASE11      ;SALTA SE BASELINE NORMAL
1381  A5B6  AF              XRA     A
1382  A5B7  32 4B 28        STA     BASEINT_A   ;RESETA A VARIAVEL
1383  A5BA  E1              POP     H           ;RECUFERA O ENDERECO INICIAL DO BANCO
1384  A5BB  22 14 28        SHLD    MEM_DSPL_I
1385                  ;
1386  A5BE                  BASE11:
1387  A5BE  3A 00 28        LDA     SHIFT
1388  A5C1  32 52 28        STA     SHIFT_INT
1389  A5C4  CD 0B A9        CALL    DSPL
1390                  ;
1391  A5C7  C3 CA A0        JMP     OPERACAO    ;PEDE NOVA OPCAO.
1392                  ;
1393                  ;
1394                  ;*********
1395  A5CA                  INTEGRAL2:
1396                  ;*********
1397                  ;FUNCAO:  Calcular a integral do conteudo de um banco e fornecer o valor
1398                  ;    visor. Chamada pela tecla 'D' com o simbolo de integral dupla.
1399                  ;ENTRADA: Palavras do banco a ser integrado
1400                  ;SAIDA: No visor o valor da integral calculada. Pode-se transferir esse
1401                  ;    ao microcomputador EXATO.
1402                  ;ROTINAS CHAMADAS: MEM_OPT, ESCRITA, LEKBD, OPERACAO e, se for transferi
1403                  ;    valor ao EXATO, tambem serao chamadas: RS232, VEM_EXATO, COMUNICACAO,
1404                  ;    VAI_EXATO.
1405                  ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L.
1406                  ;DESCRICAO:  Normalmente esta rotina sera chamada para o calculo da segu
1407                  ;    integral do espectro fornecido pelo espectrometro. Assim, ao chamar a
1408                  ;    MEM_OPT, deseja-se saber qual e' o banco de memoria que sera integrado
1409                  ;    pela segunda vez. Se for o banco A, significa que a sua primeira
1410                  ;    integral esta em B e vice-versa caso a chave SI selecione B.
1411                  ;           Nenhum dos dois bancos sera destruido pela INTEGRAL2, a menos
1412                  ;    que seja feita a normalizacao do banco em que esta a primeira integral
1413                  ;    Se isto ocorrer, o banco com a primeira integral estara, ao final dest
1414                  ;    rotina, normalizado em 12 bits.
1415                  ;           Sera usada uma posicao auxiliar SOMA_HIGH, SOMA_MED, SOMA_LOW
1416                  ;    que contera a soma das palavras do banco onde esta a primeira integral
1417                  ;    Esse resultado sera mostrado no visor e aguarda-se que o usuario tecle
1418                  ;    'RTN' para voltar a OPERACAO ou 'Tx-segunda integral' para transferir
1419                  ;    ao EXATO, o resultado obtido, juntamente com os fatores de normalizaca
1420                  ;********
1421  A5CA  CD C5 AC        CALL    MEM_OPT     ;QUAL MEMORIA SERA INTEGRADA PELA SEGUNDA VEZ?
1422                                            ;SE ESTA NO BANCO A(B), ==> A PRIMEIRA INTEGRAL
1423                                            ;ESTARA NO BANCO B(A).ESSE E' O BANCO QUE DEVE
1424                                            ;SER NOVAMENTE INTEGRADO.
```

```
1425                    ;
1426  A5CD  EB          
1427  A5CE  2A 38 28        XCHG
                            LHLD    OFSET_3K        ;APOS ESSE DESENVOLVIMENTO, O VALOR DA
                                                    ;SEGUNDA INTEGRAL ESTARA EM SOMA HIGH,
1428                                                ;MED E LOW. CONVERTER EM DECIMAL E JOGAR
1429                                                ;NO DISPLAY.
1430  A5D1  19              DAD     D               ;H-L = ENDERECO DA MEMORIA QUE
1431  A5D2  22 01 28        SHLD    MEM_DSPL_A      ;SERA INTEGRADA.
1432  A5D5  E5              PUSH    H               ;SALVA H-L COM O ENDERECO.
1433  A5D6  3A 3F 28        LDA     MEM_FIM_I
1434  A5D9  32 4F 28        STA     ULTIMA_POS      ;ULTIMO ENDERECO DA MEMORIA A SER INTEGRADA.
1435  A5DC  CD 01 A4        CALL    OVERF           ;NORMALIZA EM 12 BITS.
1436  A5DF  3A 4E 28        LDA     DESLOCA_RIG
1437  A5E2  32 51 28        STA     FATOR_INT2      ;FATOR DE ESCALA DA SEGUNDA INTEGRAL.
1438  A5E5  E1              POP     H               ;RECUPERA ENDERECO.
1439  A5E6  22 01 28        SHLD    MEM_DSPL_A
1440  A5E9  7E              MOV     A,M             ;VAI COLOCAR O CONTEUDO
1441  A5EA  32 0A 28        STA     SOMA_LOW        ;DA PRIMEIRA PALAVRA
1442  A5ED  23              INX     H               ;DE MEMORIA 8002-8001-8000, OU 8C02-...
1443  A5EE  7E              MOV     A,M             ;NA POSICAO AUXILIAR QUE
1444  A5EF  32 0B 28        STA     SOMA_MED        ;IRA CONTER SEMPRE, A SOMA DOS
1445  A5F2  23              INX     H               ;BYTES ANTERIORES
1446  A5F3  7E              MOV     A,M
1447  A5F4  32 0C 28        STA     SOMA_HIGH
1448  A5F7                  INTE2A:
1449  A5F7  CD 34 A8            CALL    ATUALIZA_END    ;ATUALIZA O ENDERECO.
1450  A5FA  3A 3F 28            LDA     MEM_FIM_I
1451  A5FD  BC                  CMP     H               ;PARA VER SE JA ACABOU A MEMORIA ONDE ESTA A INTEGRAL
1452  A5FE  CA 20 A6            JZ      INTE2B          ;SE ZERO, PODE MOSTRAR O VALOR DA  INTEGRAL2
1453                                                    ;SE NAO, ATUALIZA O MEM DSPL A
1454  A601  EB                  XCHG                    ;D-E = ENDERECO DA MEMORIA ATUAL
1455  A602  ED                  LHLX                    ;H-L = CONTEUDO DA MEMORIA ATUAL, DOIS BYTES MENOS SIGNIFICANTES
1456  A603  3A 0A 28            LDA     SOMA_LOW        ;COLOCAR EM B-C OS DOIS BYTES
1457  A606  4F                  MOV     C,A             ;MENOS SIGNIFICANTES DA SOMA
1458  A607  3A 0B 28            LDA     SOMA_MED        ;DOS BYTES ANTERIORES
1459  A60A  47                  MOV     B,A
1460  A60B  B7                  ORA     A               ;FAZ CY = 0
1461  A60C  09                  DAD     B               ;H-L = SOMA DA MEM. ATUAL COM A SOMA DOS ANTERIORES
1462  A60D  11 0A 28            LXI     D,SOMA_LOW      ;COLOCA EM SOMA, A NOVA SOMA.
1463  A610  D9                  SHLX
1464  A611  2A 01 28            LHLD    MEM_DSPL_A
1465  A614  23                  INX     H
1466  A615  23                  INX     H               ;VAI SOMAR O BYTE MAIS SIGNIFICANTE
1467  A616  3A 0C 28            LDA     SOMA_HIGH
1468  A619  8E                  ADC     M               ;SOMA COM O CARRY
1469  A61A  32 0C 28            STA     SOMA_HIGH       ;DEVOLVE A SOMA ATUALIZADA
1470  A61D  C3 F7 A5            JMP     INTE2A          ;RETORNA PARA SOMAR OUTRA PALAVRA.
1471                    ;
1472  A620                  INTE2B:
1473  A620  01 96 04            LXI     B,496H          ;POSICAO ONDE ESCREVE DIGITOS ESTA EM C
1474                                                    ;# DE BYTES ESCRITOS ESTA EM B
1475  A623  2A 0A 28            LHLD    SOMA_LOW
1476  A626                  INTE2C:
1477  A626  CD 8C AC            CALL    ESCRITA
1478  A629  3E 90               MVI     A,90H           ;TESTA SE ESCREVEU O NUMERO INTEIRO
1479  A62B  B9                  CMP     C               ;NAO, CONTINUA
1480  A62C  CA 43 A6            JZ      INTE2E          ;SIM, ESPERA TECLAR "D" P/ VOLTAR OPCAO
1481  A62F  05                  DCR     B
1482  A630  CA 3A A6            JZ      INTE2D          ;PEGAR O BYTE MAIS SIGNIFICATIVO.
1483  A633  10                  SHLR
1484  A634  10                  SHLR
1485  A635  10                  SHLR
1486  A636  10                  SHLR
1487  A637  C3 26 A6            JMP     INTE2C
1488  A63A                  INTE2D:
1489  A63A  3A 0C 28            LDA     SOMA_HIGH
1490  A63D  6F                  MOV     L,A
1491  A63E  06 02               MVI     B,02H
1492  A640  C3 26 A6            JMP     INTE2C
1493                    ;
1494                    INTE2E:                         ;JA ESCREVEU O RESULTADO DA SEGUNDA INTEGRAL
1495                                                    ;PORTANTO, ESPERA SER ACIONADA A TECLA "D"
1496                                                    ;PARA VOLTAR A ROTINA OPERACAO OU A TECLA 'C'
1497                                                    ;PARA TRANSFERIR OS DADOS AO EXATO PARA QUE
1498                                                    ;CALCULE O VALOR DECIMAL DA SEGUNDA INTEGRAL.
1499  A643  CD BC AC            CALL    LEKBD
1500  A646  FE 0D               CPI     0DH
1501  A648  CA CA A0            JZ      OPERACAO
1502  A64B  FE 0C               CPI     0CH
1503  A64D  C2 43 A6            JNZ     INTE2E
1504  A650  CD 79 AB            CALL    RS232           ;PREPARA A 8251A, ENVIA '(' AO EXATO E ESCREVE
1505                                                    ;'SEND -' NO VISOR
1506                                                    ;VERIFICA SE ESTA PRONTO.
1507  A653  3A 50 28            LDA     FATOR_INT1      ;ENVIA O FATOR DE ESCALA DA CURVA ORIGINAL.
1508  A656  4F                  MOV     C,A
```

```
1509  A657  CD 04 A6          CALL    COMUNICACAO
1510  A65A  3A 51 28          LDA     FATOR_INT2      ;ENVIA O FATOR DE ESCALA DA PRIMEIRA INTEGRAL.
1511  A65D  4F                MOV     C,A
1512  A65E  CD 04 A8          CALL    COMUNICACAO
1513  A661  2A 0A 28          LHLD    SOMA_LOW
1514  A664  4D                MOV     C,L
1515  A665  79                MOV     A,C
1516  A666  CD 04 A8          CALL    COMUNICACAO     ;ENVIANDO O VALOR DA SEGUNDA INTEGRAL
1517  A669  4C                MOV     C,H
1518  A66A  79                MOV     A,C
1519  A66B  CD 04 A8          CALL    COMUNICACAO     ;SEGUNDO BYTE
1520  A66E  3A 0C 28          LDA     SOMA_HIGH
1521  A671  4F                MOV     C,A
1522  A672  CD 04 A8          CALL    COMUNICACAO     ;HIGH BYTE
1523  A675  06 A9             MVI     B,0A9H          ;CARACTER ')' - FINAL DE TRANSFERENCIA
1524  A677  CD F9 AD          CALL    VAI_EXATO
1525  A67A  C3 CA A0          JMP     OPERACAO        RETORNA PARA A ROTINA OPERACAO.
1526                        ;
1527                        ;
1528                        ;****
1529  A67D                  SOMA:
1530                        ;****
1531                        ;FUNCAO:     Calcular a soma, dos conteudos dos bancos
1532                        ;    A e B da memoria. Chamada pela tecla 'SOMA'.
1533                        ;ENTRADAS:  As palavras  de cada um dos bancos.
1534                        ;SAIDA:              A soma das palavras colocada no banco desejado e visualizada
1535                        ;    no osciloscopio.
1536                        ;ROTINAS CHAMADAS: MEM_OPT, ARMAZENA, DSPL, OPERACAO.
1537                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L.
1538                        ;DESCRICAO:  Sao somados, palavra a palavra, os conteudos dos dois banco
1539                        ;    memoria e o resultado ira para o banco escolhido. Concluida a operacao
1540                        ;    o resultado e' mostrado no osciloscopio. Quando desejar, o usuario
1541                        ;    interrompe a DSPL com botao B1 e volta para a OPERACAO.
1542                        ;*******
1543  A67D  CD C5 AC          CALL    MEM_OPT         ;EM QUE MEMORIA FICARA A SOMA?
1544                                                  ;EM MEM_DSPL_A A MEMORIA ESCOLHIDA
1545  A680                  SOMA1:
1546  A680  2A 17 28          LHLD    MEM_A
1547  A683  4E                MOV     C,M
1548  A684  23                INX     H
1549  A685  46                MOV     B,M
1550  A686  23                INX     H
1551  A687  5E                MOV     E,M
1552  A688  D5                PUSH    D               ;MEM_HIG,MED,LOW EM  E-B-C (MEM_A)
1553  A689  2A 19 28          LHLD    MEM_B
1554  A68C  5E                MOV     E,M
1555  A68D  23                INX     H
1556  A68E  56                MOV     D,M
1557  A68F  23                INX     H
1558  A690  7E                MOV     A,M
1559  A691  EB                XCHG                    ;MEM_HIG,MED,LOW EM A-H-L (MEM_B)
1560  A692  B7                ORA     A               ;CY=0
1561  A693  09                DAD     B
1562  A694  D1                POP     D
1563  A695  8B                ADC     E
1564  A696  CD C7 A6          CALL    ARMAZENA        ;ROTINA QUE ARMAZENA A SOMA OU A
1565                                                  ;SUBTRACAO NA MEMORIA ESCOLHIDA PELO
1566                                                  ;USUARIO E ATUALIZA O ENDERECO.
1567  A699  C3 80 A6          JMP     SOMA1           ;CONTINUA SOMANDO
1568  A69C  CD 0B A9          CALL    DSPL            ;TERMINOU A SOMA, MOSTRAR
1569  A69F  C3 CA A0          JMP     OPERACAO
1570                        ;
1571                        ;
1572                        ;*********
1573  A6A2                  SUBTRACAO:
1574                        ;*********
1575                        ;FUNCAO:     Subtrair o conteudo do banco B do conteudo do banco A. Chamada
1576                        ;    pela tecla 'SUB'.
1577                        ;ENTRADAS:   As palavras dos bancos de memoria.
1578                        ;SAIDA:   A subtracao  realizada e' colocada no banco desejado e sera vi
1579                        ;    zada no osciloscopio.
1580                        ;ROTINAS CHAMADAS: MEM_OPT, ARMAZENA, DSPL, OPERACAO.
1581                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L.
1582                        ;DESCRICAO:  Cada palvra do banco B de memoria e' subtraida da sua
1583                        ;    correspondente no banco A. O resultado sera colocado no banco desejado
1584                        ;    pelo usuario. Concluida a subtracao, o resultado aparecera no
1585                        ;    osciloscopio. Quando desejar voltar para a rotina OPERACAO, o usuario
1586                        ;    devera pressionar o botao B1.
1587                        ;*******
1588  A6A2  CD C5 AC          CALL    MEM_OPT         ;EM QUE MEMORIA FICARA A SUBTRACAO?
1589                        ;
1590  A6A5                  SUB1:
1591  A6A5  2A 19 28          LHLD    MEM_B
1592  A6A8  4E                MOV     C,M
```

```
1593  A6A9  23                INX     H
1594  A6AA  46                MOV     B,M
1595  A6AB  23                INX     H
1596  A6AC  5E                MOV     E,M
1597  A6AD  D5                PUSH    D               ;MEM_HIG,MED,LOW EM  E-B-C (MEM_B)
1598  A6AE  2A 17 28          LHLD    MEM_A
1599  A6B1  5E                MOV     E,M
1600  A6B2  23                INX     H
1601  A6B3  56                MOV     D,M
1602  A6B4  23                INX     H
1603  A6B5  7E                MOV     A,M
1604  A6B6  EB                XCHG                    ;MEM_HIG,MED,LOW EM A-H-L (MEM_A)
1605  A6B7  B7                ORA     A               ;CY=0
1606  A6B8  08                SBH                     ;(HL) = (HL) - (BC)
1607  A6B9  D1                POP     D
1608  A6BA  9B                SBB     E
1609  A6BB  CD C7 A6          CALL    ARMAZENA        ;ROTINA QUE ARMAZENA A SOMA OU A
1610                                                  ;SUBTRACAO NA EMORIA ESCOLHIDA PELO
1611                                                  ;USUARIO E ATUALIZA O ENDERECO.
1612  A6BE  C3 A5 A6          JMP     SUB1            ;CONTINUA SUBTRAINDO
1613                  ;
1614  A6C1  CD 08 A9          CALL    DSPL            ;TERMINOU A SUBTRACAO, MOSTRAR
1615  A6C4  C3 CA A0          JMP     OPERACAO
1616                  ;
1617                  ;
1618                  ;
1619                  ;#####################################################################
1620                  ;#####################################################################
1621                  ;################## S U B R O T I N A S ##############################
1622                  ;#####################################################################
1623                  ;#####################################################################
1624                  ;
1625                  ;
1626                  ;########
1627  A6C7            ARMAZENA:
1628                  ;########
1629                  ;FUNCAO:     Colocar a soma(ou a subtracao) das palavras dos dois bancos
1630                  ;    no banco desejado. Escalona o banco e atualiza enderecos.
1631                  ;ENTRADAS:   Os registradores B-D-E contem o dado a ser armazenado.
1632                  ;SAIDAS:     Os enderecos atualizados e a variavel SHIFT.
1633                  ;ROTINA CHAMADA:  SHIFT AUTO, ATUALIZA_END
1634                  ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L e o SP quando termina a opera
1635                  ;DESCRICAO:  A subrotina armazena e' chamada quando o resultado de uma so
1636                  ;    ou subtracao de duas palavras da memoria estiver em B-D-E. Ela guarda
1637                  ;    resultado na posicao correspondente da memoria escolhida pelo usuario.
1638                  ;    Alem disso, sao atualizados os enderecos das memoria, e' definido o
1639                  ;    valor de SHIFT e, concluida a soma, o 'stack-pointer' e' alterado para
1640                  ;    retornar do "call" na sub-rotina DSPL.
1641                  ;#######
1642  A6C7  47                MOV     B,A
1643  A6C8  EB                XCHG
1644  A6C9  2A 01 28          LHLD    MEM_DSPL_A      ;A SOMA OU SUBTRACAO SERA ARMAZENADA
1645                                                  ;NA MEMORIA
1646  A6CC  73                MOV     M,E             ;ESCOLHIDA PELO USUARIO.
1647  A6CD  23                INX     H
1648  A6CE  72                MOV     M,D
1649  A6CF  23                INX     H
1650  A6D0  70                MOV     M,B
1651  A6D1  2B                DCX     H
1652  A6D2  2B                DCX     H
1653  A6D3  EB                XCHG                    ;D-E = LOW BYTE
1654  A6D4  CD 4A AD          CALL    SHIFT_AUTO
1655  A6D7  2A 17 28          LHLD    MEM_A           ;ATUALIZACAO DOS ENDERECOS
1656  A6DA  01 03 00          LXI     B,MEM_PASSO
1657  A6DD  09                DAD     B
1658  A6DE  22 17 28          SHLD    MEM_A
1659  A6E1  2A 19 28          LHLD    MEM_B
1660  A6E4  09                DAD     B
1661  A6E5  22 19 28          SHLD    MEM_B
1662  A6E8  CD 34 A8          CALL    ATUALIZA_END
1663  A6EB  3A 16 28          LDA     MEM_FIM
1664  A6EE  BC                CMP     H
1665  A6EF  C0                RNZ
1666  A6F0  21 00 80          LXI     H,8000H         ;RESETA MEM_A E MEM_B
1667  A6F3  22 17 28          SHLD    MEM_A
1668  A6F6  21 00 8C          LXI     H,8C00H
1669  A6F9  22 19 28          SHLD    MEM_B
1670  A6FC  E3                XTHL                    ;(H)-(L)<==>((SP)+1)-((SP))
1671  A6FD  23                INX     H               ;MUDA O STACK POINTER PARA
1672  A6FE  23                INX     H               ;RETORNAR EM CALL DSPL.
1673  A6FF  23                INX     H               ;(H)-(L)<==>((SP)+1)-((SP))
1674  A700  E3                XTHL
1675  A701  C9                RET
1676                  ;
```

```
1677                                ;
1678                                ;********
1679  A702                          CINETICA:
1680                                ;********
1681                                ;FUNCAO:     Obter o maior numero positivo da memoria e o seu endereco.
1682                                ;ENTRADAS:  D-E = endereco da palavra de memoria onde esta sendo feita a
1683                                ;    ("byte" menos significativo).
1684                                ;SAIDAS:  O maior numero da memoria estara em TEMP1-TEMP0, e o seu ender
1685                                ;    TEMP3-TEMP2.
1686                                ;ROTINA CHAMADA:  Nenhuma.
1687                                ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,F,H,L.
1688                                ;DESCRICAO:  CINETICA sera chamada pela COLETA para que a cada novo dado
1689                                ;    adquirido, verifique o seu valor. Esta subrotina compara o novo dado
1690                                ;    com o conteudo de TEMP1-TEMP0 que representa o maior valor ate entao.
1691                                ;    Caso o novo valor seja menor, termina a subrotina. Se, o novo valor
1692                                ;    for maior, ele substituira o antigo na posicao TEMP1-TEMP0 e o seu
1693                                ;    respectivo endereco sera colocado em TEMP3-TEMP2, retornando da chamad
1694                                ;*******
1695  A702  D5                         PUSH    D               ;RESERVO D-E ==> LOW BYTE
1696                                ;
1697  A703  13                         INX     D
1698  A704  13                         INX     D               ;BYTE + SIGNIFICATIVO
1699  A705  1A                         LDAX    D
1700  A706  A7                         ANA     A               ;SE = 0 ==> #POSITIVO
1701  A707  C2 1F A7                   JNZ     FINAL           ;CONTINUAR A COLETA NORMAL
1702  A70A  1B                         DCX     D
1703  A70B  1B                         DCX     D
1704  A70C  ED                         LHLX
1705                                ;
1706  A70D  44                         MOV     B,H
1707  A70E  4D                         MOV     C,L
1708  A70F  2A 26 28                   LHLD    TEMP_0
1709  A712  08                         SBH                     ;(H)-(L) = (H)-(L) - (B)-(C)
1710                                                           ;CY = 1 SE H-L < B-C
1711  A713  D2 1F A7                   JNC     FINAL           ;NOVO # E MENOR, VOLTAR PARA A COLETA
1712  A716  60                         MOV     H,B
1713  A717  69                         MOV     L,C
1714  A718  22 26 28                   SHLD    TEMP_0          ;NOVO # NA TEMP_1-TEMP_0 (TEMP_1 = HIGH BYTE)
1715  A71B  EB                         XCHG                    ;H-L = END. LOW BYTE
1716  A71C  22 28 28                   SHLD    TEMP_2          ;TEMP_3 E TEMP_2 = ENDERECO.
1717                                ;
1718  A71F                          FINAL:
1719  A71F  D1                         POP     D
1720  A720  C9                         RET                     ;PEGAR OUTRO DADO.
1721                                ;
1722  A721                          OPCAO1:
1723  A721  11 CF 20                   LXI     D,20CFH         ;DESLIGAR O MOTOR QUANDO RECEBER O
1724                                                           ;PROXIMO PULSO DE 'LEFT LIMIT'
1725  A724  21 1C AD                   LXI     H,MOTOR_OFF     ;E 'VARREDURA' = 00H
1726  A727  D9                         SHLX
1727                                ;
1728  A728  E1                         POP     H
1729  A729  D1                         POP     D
1730  A72A  C1                         POP     B
1731  A72B  F1                         POP     PSW
1732  A72C  FB                         EI
1733                                ;***************TESTAR SE ESTA EM CINETICA(COLETA1 = 09H). SIM, ENVIAR OS
1734                                ;***************DADOS PARA O EXATO PARA QUE SEJAM CALCULADOS OS LOGARITMO
1735                                ;***************E OS TEMPOS, E MOSTRAR A CURVA. NAO, CONTINUA.
1736                                ;
1737  A72D  33                         INX     SP              ;ALTERA O STACK POINTER, EQUIVALENTEMENTE
1738  A72E  33                         INX     SP              ;A UM RETURN.
1739  A72F  3A 22 28                   LDA     COLETA1
1740  A732  FE 09                      CPI     09H
1741  A734  C2 CA A0                   JNZ     OPERACAO
1742                                ;
1743                                ;
1744                                ;********
1745  A737                          CALC_LOG:
1746                                ;********
1747                                ;FUNCAO:  Enviar ao EXATO os pares amplitude-endereco obtidos na CINETIC
1748                                ;ENTRADAS:  Os pares de pontos a serem enviados, as variaveis MEMO_B e T
1749                                ;SAIDAS:  Os pares de pontos sao transferidos ao EXATO.
1750                                ;ROTINAS CHAMADAS: RS232, COMUNICACAO, VAI_EXATO, OPERACAO, PREPARA_PCI,
1751                                ;                  ESCREVE, PEGA_NIBLE, TESTA_PROMPT, ARMAZ_T, ENTER_VAR.
1752                                ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L.
1753                                ;DESCRICAO:  Essa rotina garante que a interface serial esta preparada,
1754                                ;    coloca no visor a mensagem 'SEnd -X' e aguarda que o EXATO esteja pron
1755                                ;    para receber dados. Inicialmente transfere o codigo que define o tempo
1756                                ;    de varredura, e apos transfere os pares de pontos. Terminada a
1757                                ;    transferencia, e' enviado um caracter de aviso ao EXATO ( ')' ) e
1758                                ;    zera o conteudo do banco B de memoria (o A, ja foi zerado).
1759                                ;            Aguarda a chegada do caracter 02h vindo do EXATO. Escreve
1760                                ;    'RECEBE' no visor e recebe os dados no banco desejado. Estes dados sao
```

```
1761                            ;    os pares de logaritmos e tempos escalonados que sao enviados pelo EXAT
1762                            ;    assim que recebe o codigo de '/'. Quando  completar o banco de memoria
1763                            ;    o SAAC sinaliza com um '@' para o EXATO e volta para a OPERACAO.
1764                            ;*******
1765  A737  CD 79 AB                   CALL    RS232           ;SUBROTINA QUE PREPARA A 8251A, ENVIA '(' AO
1766                                                            ;EXATO E ESCREVE 'SEnd -' NO VISOR.
1767                                                            ;AGUARDA O PROMPT VINDO DO EXATO
1768  A73A  2A 48 2B                   LHLD    MEMO_B          ;ENDERECO NO BANCO B ESTARA EM H-L
1769  A73D  EB                         XCHG
1770  A73E  D5                         PUSH    D               ;E EM D-E.
1771                            ;
1772  A73F  3A 46 2B                   LDA     TIME1           ;PRIMEIRO DADO A SER TRANSFERIDO E' O BYTE
1773  A742  4F                         MOV     C,A             ;QUE REPRESENTA O TEMPO DE VARREDURA.
1774  A743  CD 04 A8                   CALL    COMUNICACAO
1775                            ;
1776  A746  21 00 8C                   LXI     H,8C00H         ;O BANCO B SERA' TRANSFERIDO
1777  A749  16 02                      MVI     D,02H
1778  A74B                      CALC1:
1779  A74B  4E                         MOV     C,M
1780  A74C  79                         MOV     A,C
1781  A74D  CD 04 A8                   CALL    COMUNICACAO
1782  A750  23                         INX     H               ;PARA PEGAR O PROXIMO BYTE
1783  A751  15                         DCR     D               ;CONTADOR DE BYTES
1784  A752  C2 4B A7                   JNZ     CALC1           ;O TERCEIRO BYTE SEMPRE E' ZERO. PORTANTO E'
1785  A755  23                         INX     H               ;PULADO
1786  A756  D1                         POP     D               ;D-E = LOW BYTE DO FINAL DA MEMORIA B
1787  A757  7A                         MOV     A,D
1788  A758  BC                         CMP     H               ;SE NAO TRANSFERIU A MEMORIA B
1789  A759  C2 61 A7                   JNZ     CALC2
1790  A75C  7B                         MOV     A,E
1791  A75D  BD                         CMP     L
1792  A75E  CA 67 A7                   JZ      CALC3
1793  A761                      CALC2:
1794  A761  D5                         PUSH    D
1795  A762  16 02                      MVI     D,02H           ;REINICIALIZA O CONTADOR DE BYTES
1796  A764  C2 4B A7                   JNZ     CALC1           ;E RETORNA.
1797                            CALC3:                                  ;SE ACABOU O BANCO,
1798  A767  06 A9                      MVI     B,0A9H          ;ENVIA CARACTER SINALIZADOR E
1799  A769  CD F9 AD                   CALL    VAI_EXATO       ;AGUARDA O 02H.
1800  A76C                      OPCAO2:
1801  A76C  21 00 8C                   LXI     H,8C00H
1802  A76F  22 48 2B                   SHLD    MEMO_B          ;REINICIA MEMO_B QUANDO ACABAR A CINETICA
1803  A772  06 98                      MVI     B,98H           ;ZERA O BANCO B. O 'A' JA ESTA ZERADO.
1804  A774                      OPCAO3:
1805  A774  AF                         XRA     A
1806  A775  77                         MOV     M,A
1807  A776  23                         INX     H
1808  A777  78                         MOV     A,B
1809  A778  BC                         CMP     H
1810  A779  C2 74 A7                   JNZ     OPCAO3
1811                            ;
1812  A77C  CD 22 AE                   CALL    PEGA_NIBLE      ;AGUARDA 02 PARA RECEBER OS LOG'S E TEMPOS.
1813  A77F  FE 02                      CPI     02H
1814  A781  C2 25 AB                   JNZ     ERROR           ;DEVE VIR 02H, CASO CONTRARIO ==> ERRO.
1815  A784  21 63 AF                   LXI     H,RECEIVE       ;ESCREVER 'RECEBE'
1816  A787  CD 74 AC                   CALL    ESCREVE
1817                            ;
1818  A78A  CD C5 AC                   CALL    MEM_OPT         ;ESCOLHER O BANCO DE MEMORIA.
1819                            ;
1820  A78D  CD 53 A8                   CALL    PREPARA_PCI     ;PREPARAR 8251A.
1821  A790  06 AF                      MVI     B,0AFH          ;ENVIA '/' AO EXATO
1822  A792  CD F9 AD                   CALL    VAI_EXATO
1823  A795                      NREC1:
1824  A795  CD 2B AE                   CALL    TESTA_PROMPT    ;AGUARDA RECEBER O PRONTO DO EXATO.
1825  A798  C2 95 A7                   JNZ     NREC1
1826  A79B                      NREC2:
1827  A79B  3E FF                      MVI     A,0FFH          ;REINICIA TEMPO,1,2.
1828  A79D  CD 3F A8                   CALL    ARMAZ_T
1829  A7A0  CD B0 AB                   CALL    ENTER_VAR       ;RECEBER DADOS.
1830  A7A3  2A 01 2B                   LHLD    MEM_DSPL_A
1831  A7A6  01 0C 00                   LXI     B,000CH         ;PARA PEGAR DE CADA 4 PALAVRAS DA MEMORIA
1832  A7A9  3A 04 2B                   LDA     VARREDURA       ;O DADO QUE VEIO ESTA NA VARIAVEL VARREDURA
1833                                                            ;OBTIDA NA SUBROTINA ENTER_VAR.
1834  A7AC  77                         MOV     M,A             ;DADO VAI PARA A MEMORIA
1835  A7AD  AF                         XRA     A
1836  A7AE  32 04 2B                   STA     VARREDURA       ;ZERA PARA RECEBER OUTRO DADO
1837  A7B1  09                         DAD     B
1838  A7B2  22 01 2B                   SHLD    MEM_DSPL_A      ;ATUALIZA O ENDERECO DA MEMORIA.
1839  A7B5  3A 16 2B                   LDA     MEM_FIM         ;VERIFICA SE ATINGIU O FINAL DA MEMORIA.
1840  A7B8  BC                         CMP     H
1841  A7B9  C2 9B A7                   JNZ     NREC2           ;SE NAO, CONTINUAR RECEBENDO DADOS.
1842  A7BC  06 C0                      MVI     B,0C0H          ;ENVIAR UM CARACTER '@' PARA INDICAR O FINAL
1843                                                            ;DA TABELA. O EXATO DEVE VOLTAR AO INICIO.
1844  A7BE  CD F9 AD                   CALL    VAI_EXATO
```

```
1845                            ;
1846  A7C1  C3 CA A0                JMP     OPERACAO
1847                            ;
1848                            ;
1849                            ;******
1850  A7C4                      COLETA:
1851                            ;******
1852                            ;FUNCAO:     Adquirir os dois "bytes" correspondentes a tensao de RPE
1853                            ;    convertida pelo AD574A.
1854                            ;ENTRADAS:  Endereco da palavra de memoria onde sera colocado o dado e o
1855                            ;    conteudo das posicoes D000H-D001H onde esta o dado adquirido.
1856                            ;SAIDAS:    Atualizacao do endereco onde sera colocado o proximo dado e
1857                            ;    valor de SHIFT para o escalonamento automatico.
1858                            ;ROTINAS CHAMADAS: SHIFT_AUTO e CINETICA(se for o caso), ATUALIZA_END
1859                            ;REGISTRADORES DESTRUIDOS:  Nenhum.
1860                            ;DESCRICAO:  Esta subrotina e' chamada por uma interrupcao RST6.5 causad
1861                            ;    quando os dois "bytes" correspondentes ao valor analogico da tensao de
1862                            ;    RPE estiverem prontos para serem adquiridos. Apos salvar os registrado
1863                            ;    e desabilitar a ocorrencia de outras interrupcoes, e' feita a mudanca
1864                            ;    do dado de 16 "bits" para 24 em complemento de dois, isto e', o conver
1865                            ;    fornece, por exemplo:
1866                            ;
1867                            ;          p/ +5,0V  ==>  1111.1111.1111 = FFFH (4095)
1868                            ;          p/  0,0V  ==>  1000.0000.0000 = 800H (2048)
1869                            ;          p/ -5,0V  ==>  0000.0000.0000 = 000H (   0)
1870                            ;
1871                            ;    em 16 "bits" fica:
1872                            ;
1873                            ;          p/ +5,0V  ==>  0000.0000..0000.0000 = 0FFFH
1874                            ;          p/  0,0V  ==>  0000.1000..0000.0000 = 0800H
1875                            ;          p/ -5,0V  ==>  0000.0000..0000.0000 = 0000H
1876                            ;
1877                            ;    que em 24 "bits" em complemento de dois fica:
1878                            ;
1879                            ;          p/ +5,0V  ==>  0007FFH (+2047)
1880                            ;          p/  0,0V  ==>  000000H (    0)
1881                            ;          p/ -5,0V  ==>  FFF800H (-2048)
1882                            ;
1883                            ;    e o mesmo e' somado a memoria. Depois chama-se a SHIFT_AUTO para a
1884                            ;    definicao da SHIFT para o adequado escalonamento, atualiza-se o
1885                            ;    endereco da proxima palavra a receber dado, recupera-se os registrador
1886                            ;    e retorna da chamada.
1887                            ;*******
1888  A7C4  F3                      DI                      ;DESABILITA INTR.
1889  A7C5  C5                      PUSH    B               ;SALVA REGISTRADORES E FLAGS
1890  A7C6  D5                      PUSH    D
1891  A7C7  E5                      PUSH    H
1892  A7C8  F5                      PUSH    PSW
1893  A7C9  2A 01 28                LHLD    MEM_DSPL_A      ;EM  H-L, ESTA O
1894  A7CC  23                      INX     H               ;LOW BYTE
1895  A7CD  EB                      XCHG                    ;DA
1896  A7CE  ED                      LHLX                    ;MEMORIA ATUAL
1897  A7CF  01 FB FF                LXI     B,MEM_OFST
1898  A7D2  09                      DAD     B               ;SUBTRAI O OFFSET -2k DO DADO DO CONVERSOR
1899  A7D3  D9                      SHLX
1900  A7D4  21 00 D0                LXI     H,DAT_ADR       ;H-L = ENDERECO DO DADO (D000H)
1901  A7D7  4E                      MOV     C,M             ;DADO A SER
1902  A7D8  23                      INX     H               ;COLETADO ESTA NO
1903  A7D9  46                      MOV     B,M             ;PAR   B-C
1904  A7DA  2A 01 28                LHLD    MEM_DSPL_A
1905  A7DD  EB                      XCHG                    ;D-E com o endereco do low byte da memo.
1906  A7DE  ED                      LHLX
1907  A7DF  09                      DAD     B               ;SOMA O NOVO DADO
1908  A7E0  D9                      SHLX                    ;NA MEMORIA
1909  A7E1  D2 F0 A7                JNC     COLE1           ;CY PARA O BIT 16?
1910  A7E4  3E 00                   MVI     A,00H           ;SIM, SOMAR UM AO
1911  A7E6  2A 01 28                LHLD    MEM_DSPL_A      ;BYTE MAIS SIGNIFICATIVO
1912  A7E9  23                      INX     H
1913  A7EA  23                      INX     H
1914  A7EB  8E                      ADC     M
1915  A7EC  77                      MOV     M,A
1916  A7ED  2B                      DCX     H
1917  A7EE  2B                      DCX     H
1918  A7EF  EB                      XCHG                    ;PARA D-E = LOW BYTE.
1919  A7F0                      COLE1:
1920  A7F0  3A 22 28                LDA     COLETA1         ;TESTAR SE E CINETICA
1921  A7F3  FE 09                   CPI     09H
1922  A7F5  CC 02 A7                CZ      CINETICA
1923  A7F8  CD 4A AD                CALL    SHIFT_AUTO      ;CHAMA A SUBROTINA PARA AJUSTAR SHIFT
1924  A7FB  CD 34 A8                CALL    ATUALIZA_END
1925                            ;
1926  A7FE  F1                      POP     PSW
1927  A7FF  E1                      POP     H
1928  A800  D1                      POP     D
```

```
1929  A801  C1                POP     B
1930  A802  FB                EI
1931  A803  C9                RET                     ;RETORNA DA COLETA.
1932                        ;
1933                        ;
1934                        ;***********
1935  A804                  COMUNICACAO:
1936                        ;***********
1937                        ;FUNCAO:     Converter um dado em codigo ASCII e envia-lo ao EXATO
1938                        ;ENTRADAS:   Registradores A e C devem conter o dado a ser convertido e
1939                        ;    enviado.
1940                        ;SAIDAS:     O codigo ASCII de cada "nibble"  e' enviado ao EXATO.
1941                        ;ROTINAS CHAMADAS: COMUNICA1.
1942                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C e D,E e SP, se houver algum erro na com
1943                        ;DESCRICAO:  Esta subrotina chama uma outra, COMUNICA1, que o codigo do
1944                        ;    "nibble" menos significativo em ASCII e o envia ao EXATO, recebendo um
1945                        ;    caracter '*' de "pronto" para novo dado. E' obtido o "nibble" mais
1946                        ;    significativo e o procedimento se repete. Apos, retorna ao ponto de
1947                        ;    chamada.
1948                        ;*******
1949  A804  CD 10 A8           CALL    COMUNICA1       ;SUBROTINA QUE CONVERTE HEX EM ASCII E
1950                                                    ;ENVIA  AO EXATO
1951  A807  79                 MOV     A,C
1952  A808  0F                 RRC
1953  A809  0F                 RRC                     ;PARA PEGAR O NIBBLE + SIGNIFICATIVO
1954  A80A  0F                 RRC
1955  A80B  0F                 RRC
1956  A80C  CD 10 A8           CALL    COMUNICA1
1957  A80F  C9                 RET
1958                        ;
1959                        ;
1960                        ;*********
1961  A810                  COMUNICA1:
1962                        ;*********
1963                        ;FUNCAO:     Converter quatro "bits" binarios em ASCII e enviar ao EXATO.
1964                        ;ENTRADAS:  Em A o "nibble" de interesse esta nos quatro "bits" menos si
1965                        ;SAIDAS:    O dado convertido e' enviado ao EXATO.
1966                        ;ROTINAS CHAMADAS:  VAI EXATO, TESTA PROMPT, e se houver algum erro de c
1967                        ;    serao chamadas ERROR e OPERACAO.
1968                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,F, e D,E,H,L,SP, se houver erro.
1969                        ;DESCRICAO:  Chamada pela subrotina COMUNICACAO, esta subrotina converte
1970                        ;    quatro "bits" binarios em codigo ASCII,  e envia o codigo ao EXATO.
1971                        ;    Aguarda um caracter '*' vindo do EXATO para garantir a transferencia e
1972                        ;    retorna para o ponto onde foi chamada. Se nao receber '*', aparecera
1973                        ;    uma mensagem 'Err' de erro no visor e o retorno e' feito para a rotina
1974                        ;    OPERACAO, apos atualizar o "stack-pointer".
1975                        ;*******
1976                        ;
1977                        ;
1978                        ;********
1979  A810                  HEX_ASCII:
1980  A810  E6 0F               ANI     0FH             ;NIBBLE DE INTERESSE
1981  A812  FE 0A               CPI     0AH             ;TESTA SE E NUMERO OU LETRA
1982  A814  DA 19 A8            JC      HEX1            ;SALTA SE FOR NUMERO
1983  A817  C6 07               ADI     07H             ;SE FOR LETRA, SOMA B7H.
1984  A819                  HEX1:
1985  A819  C6 B0               ADI     0B0H            ;SE FOR NUMERO, SOMA B0H.
1986  A81B  47                 MOV     B,A             ;O DADO EM ASCII A SER ENVIADO ESTA NO REGISTRO B
1987                        ;
1988  A81C  CD F9 AD            CALL    VAI_EXATO
1989  A81F  CD 2B AE            CALL    TESTA_PROMPT
1990  A822  C8                 RZ
1991  A823  33                 INX     SP              ;EQUIVALENTE A UM RETURN
1992  A824  33                 INX     SP
1993                        ;*****                      ;ERRO, POIS NAO RECEBEU 'READY'.
1994  A825                  ERROR:
1995                        ;*****
1996                        ;FUNCAO:     Indicar ao usuario, por meio do visor, que houve um erro
1997                        ;    de comunicacao entre o SAAC e o EXATO.
1998                        ;ENTRADA: Nenhuma.
1999                        ;SAIDA: Mensagem 'Err' no visor.
2000                        ;ROTINAS CHAMADAS: WR_ERR, OPERACAO.
2001                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,D,E,F,H,L.
2002                        ;DESCRICAO:  A rotina envia a mensagem ao visor e a mantem por aproximad
2003                        ;    2 segundos utilizando a subrotina DELAY do MONITOR do SDK-85. Apos, va
2004                        ;    para a OPERACAO.
2005                        ;*******
2006  A825  CD A2 AC            CALL    WR_ERR          ;PARA ESCREVER "Err" NO DISPLAY.
2007  A828  C3 CA A0            JMP     OPERACAO        ;APOS MENSAGEM DE ERRO, VOLTAR PARA A OPERACAO.
2008                        ;
2009                        ;
2010                        ;
2011                        ;*********
2012  A82B                  ATUAL_END:
```

```
2013                        ;*********
2014                        ;FUNCAO:    Utilizando a ATUALIZA_END, abaixo descrita, preenche MEM_END
2015                        ;    com o endereco atualizado.
2016                        ;
2017  A82B  CD 34 A8            CALL    ATUALIZA_END
2018  A82E  44                  MOV     B,H
2019  A82F  4D                  MOV     C,L
2020  A830  2A 34 2B            LHLD    MEM_END
2021  A833  C9                  RET
2022                        ;
2023                        ;
2024                        ;
2025                        ;************
2026  A834                  ATUALIZA_END:
2027                        ;************
2028                        ;FUNCAO:    Atualizar o endereco do banco de memoria atual, que esta em
2029                        ;    MEM_DSPL_A.
2030                        ;ENTRADA: MEM_DSPL_A
2031                        ;SAIDA: MEM_DSPL_A atualizada.
2032                        ;ROTINA CHAMADA: Nenhuma.
2033                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,H,L,F.
2034                        ;DESCRICAO:  O conteudo da MEM_DSPL_A e' incrementado de tres para dar o
2035                        ;       endereco da proxima palavra (03 bytes) de memoria.
2036                        ;
2037  A834  2A 01 2B            LHLD    MEM_DSPL_A
2038  A837  01 03 00            LXI     B,MEM_PASSO
2039  A83A  09                  DAD     B
2040  A83B  22 01 2B            SHLD    MEM_DSPL_A
2041  A83E  C9                  RET
2042                        ;
2043                        ;
2044                        ;
2045                        ;*******
2046  A83F                  ARMAZ_T:
2047                        ;*******
2048                        ;FUNCAO:    Carregar com o conteudo do acumulador, as variaveis TEMP0,1,2.
2049                        ;
2050  A83F  32 1C 2B            STA     TEMP0
2051  A842  32 1E 2B            STA     TEMP1
2052  A845  32 20 2B            STA     TEMP2
2053  A848  C9                  RET
2054                        ;
2055                        ;
2056                        ;
2057                        ;*******
2058  A849                  ARMAZ_P:
2059                        ;*******
2060                        ;FUNCAO:    Carregar com o conteudo do acumulador, as variaveis PONTEIRO1,2
2061                        ;
2062  A849  32 21 2B            STA     PONTEIRO1
2063  A84C  32 32 2B            STA     PONTEIRO2
2064  A84F  32 33 2B            STA     PONTEIRO3
2065  A852  C9                  RET
2066                        ;
2067                        ;
2068                        ;***********
2069  A853                  PREPARA_PCI:
2070                        ;***********
2071                        ;FUNCAO:    Preparar a 8251A para a comunicacao serial.
2072                        ;ENTRADAS:  Nenhuma.
2073                        ;SAIDAS:    A variavel CONTROLE1 com valor nulo.
2074                        ;ROTINAS CHAMADAS:  Nenhuma.
2075                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A.
2076                        ;DESCRICAO:  A subrotina define o "timer" da porta 8155 para 9600 baud.
2077                        ;    Define a 8251A com as seguintes caracteristicas:
2078                        ;    - 8 "bits" de dados;
2079                        ;    - 1 "stop bit";
2080                        ;    - paridade desabilitada;
2081                        ;    - fator da taxa de transmissao = 64x.
2082                        ;           apos isso, a variavel CONTROLE1 e' zerada para indicar que
2083                        ;    a 8251A esta pronta para a comunicacao e retorna da chamada.
2084                        ;*******
2085  A853  3A 44 2B            LDA     CONTROLE1
2086  A856  A7                  ANA     A
2087  A857  C8                  RZ
2088  A858  3E 43               MVI     A,43H           ;STOP TIMER DA 8251.
2089                                                    ;PORTAS 29 E 2A COMO SAIDA,
2090  A85A  D3 28               OUT     PORT_E0         ;PORTA 2B COMO ENTRADA.
2091  A85C  3E 05               MVI     A,05H           ;PROGRAMACAO DO TIMER PARA 9600BAUD
2092  A85E  D3 2C               OUT     PORT_TIM_LO
2093  A860  3E 40               MVI     A,40H           ;E ONDA QUADRADA CONTINUA.
2094  A862  D3 2D               OUT     PORT_TIM_HI
2095  A864  3E C3               MVI     A,0C3H          ;MANTEM STATUS DAS PORTAS E
2096  A866  D3 28               OUT     PORT_E0         ;DA PARTIDA NO TIMER.
```

```
2097  A868  3E 4F              MVI     A,4FH           ;MODE INSTRUCTION WORD PARA A PCI
2098  A86A  D3 C0              OUT     COM_PCI         ; 1 BIT DE PARADA
2099                                                    ; PARIDADE DESABILITADA
2100                                                    ; 8 BITS
2101                                                    ; FATOR DA TAXA DE TRANSMISSAO = 64x
2102  A86C  3E 37              MVI     A,37H           ;COMMAND WORD PARA A PCI
2103  A86E  D3 C0              OUT     COM_PCI         ;HABILITA A RECEPCAO E A TRANSMISSAO,
2104                                                    ;RESETA "ERROR FLAGS"
2105  A870  AF                 XRA     A
2106  A871  32 44 2B           STA     CONTROLE1
2107  A874  32 42 2B           STA     CONTROLE        ;ESTA EM 'APPLE'.
2108  A877  C9                 RET
2109                     ;
2110                     ;
2111                     ;*******
2112  A87B               RETRACO:
2113                     ;*******
2114                     ;FUNCAO:  Fazer o retraco do carro do registrador.
2115                     ;ENTRADAS:  Variaveis: COLETA1, VARREDURA e caso esteja em cinetica, TEM
2116                     ;    TEMP_1, TEMP_2 e TEMP_3.
2117                     ;SAIDAS:  - VARREDURA e' decrementada de uma unidade;
2118                     ;         - e' feito o retraco do carro do registrador;
2119                     ;         - prepara o atendimento do proximo RST7.5("left limit");
2120                     ;         - guarda o endereco da proxima palavra a ser coletada, na variavel
2121                     ;           MEM_END, para ser usada na BASELINE.
2122                     ;ROTINAS CHAMADAS: CINETICA1, quando em cinetica.
2123                     ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: Nenhum.
2124                     ;DESCRICAO:  Chamada por uma interrupcao do tipo RST7.7, ativada quando a
2125                     ;    chave do batente da direita do registrador e' atingida, esta subrotina
2126                     ;    desabilita a ocorrencia de outras interrupcoes e salva os registrador
2127                     ;    O contador numero 1 da 8253 e' carregado para gerar a onda quadrada de
2128                     ;    frequencia adequada a fazer o retraco em 15s, levanta a caneta e move
2129                     ;    carro para a esquerda. Na variavel MEM_END estara reservado o endereco
2130                     ;    da proxima palavra da memoria a ser preenchida com um dado adquirido
2131                     ;    para ser usada pela rotina BASELINE.
2132                     ;           Se estiver em 'AVER', decrementa a variavel VARREDURA e testa
2133                     ;    se atingiu o valor zero. Em caso negativo, retorna da interrupcao
2134                     ;    preparando, antes, para que o proximo "left limit" seja atendido pela
2135                     ;    GATILHO. Em caso positivo, o proximo "left limit" sera atendido pela
2136                     ;    MOTOR_OFF que, em resumo, desliga o resgistrador.
2137                     ;           Se estiver em 'cin', coloca no banco B de memoria, os valores
2138                     ;    correspondentes ao valor de pico obtido na varredura e o seu endereco
2139                     ;    mantendo o seguinte padrao:
2140                     ;
2141                     ;           "high byte"     "med byte"      "low byte"
2142                     ;
2143                     ;              00H             dado            dado
2144                     ;              00H             end.            end.
2145                     ;
2146                     ;    O conteudo do banco A e' zerado para que seja feita uma nova varredura
2147                     ;    A variavel VARREDURA e' decrementada de um ,e os passos relativos ao
2148                     ;    seu teste, ja descritos, sao realizados.
2149                     ;*******
2150  A878  F3                 DI                      ;SUBROTINA CHAMADA PELO RIGHT LIMIT
2151  A879  F5                 PUSH    PSW
2152  A87A  C5                 PUSH    B
2153  A87B  D5                 PUSH    D
2154  A87C  E5                 PUSH    H
2155  A87D  3E 1B              MVI     A,1BH           ;=1BH>RESET RST 7.5 E DISABLE NO RST 6.5 E RST 5.5
2156  A87F  30                 SIM                     ;HABILITA RST 7.5
2157  A880  11 CF 20           LXI     D,20CFH
2158  A883  21 CF AD           LXI     H,GATILHO       ;PREPARA PARA QUE A RST7.5 CHAMADA PELO PULSO
2159                                                    ;NO PINO DD, 'TRIGER SCAN' DESVIE PARA A GATILHO
2160  A886  D9                 SHLX
2161                     ;
2162  A887  21 01 F0           LXI     H,CLOCK_1
2163  A88A  01 02 00           LXI     B,0002H         ;CARREGA # PARA RETRACO DE 15 SEGUNDO
2164  A88D  71                 MOV     M,C
2165  A88E  70                 MOV     M,B
2166                     ;
2167  A88F  3E 0B              MVI     A,0BH           ;LEVANTA A CANETA E MOVE PARA A ESQUERDA
2168  A891  D3 2B              OUT     PORT_F0
2169                     ;
2170                     ;***TESTA SE ESTA EM CINETICA? SIM, CARREGAR A MEM_B COM O DADO (MAIOR
2171                     ;NUMERO ADQUIRIDO) E TEMPO (POSICAO DO DADO)
2172  A893  3A 22 2B           LDA     COLETA1         ;COLETA1 = 09H  ==> CINETICA
2173  A896  FE 09              CPI     09H
2174  A898  C2 C6 A8           JNZ     RETRACO1
2175                     ;
2176                     ;
2177                     ;*********
2178  A89B               CINETICA1:                                                        230
2179                     ;*********
2180                     ;FUNCAO:    Preencher o banco B de memoria com os valores obtidos na
```

```
2181                            ;    rotina CINETICA.
2182                            ;ENTRADAS:  TEMP1-TEMP0 ==> valor de pico de uma varredura;
2183                            ;        TEMP3-TEMP2 ==> sua posicao em abcissa.
2184                            ;SAIDAS:  Na memoria B teremos:
2185                            ;
2186                            ;           8C02          8C01          8C00
2187                            ;
2188                            ;            00        "high byte"    "low byte"    (dado)
2189                            ;
2190                            ;           8C05          8C04          8C03
2191                            ;
2192                            ;            00        "high byte"    "low byte"    (posicao em X)
2193                            ;
2194                            ;     O conteudo do  banco A sera zerado.
2195                            ;ROTINAS CHAMADAS: Nenhuma.
2196                            ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,D,E,F,H,L.
2197                            ;DESCRICAO:  CINETICA1 e' uma parte da RETRACO que, quando em 'cin', toma
2198                            ;    os valores obtidos de valor de pico e respectiva posicao em x,e os
2199                            ;    armazena no banco B de memoria. Em seguida, zera o banco A e retorna.
2200                            ;*******
2201  A89B  2A 48 28                LHLD    MEMO_B          ;TEMP_1 E TEMP_0 = > NUMERO,
2202  A89E  EB                      XCHG                    ;TEMP_3 E TEMP_2 = POSICAO NO EIXO X.
2203  A89F  2A 26 28                LHLD    TEMP_0          ;LEMBRAR QUE O NUMERO DEVE SER
2204  A8A2  D9                      SHLX                    ;POSITIVO. PORTANTO O TERCEIRO BYTE SERA
2205  A8A3  13                      INX     D               ;SEMPRE = ZERO.
2206  A8A4  13                      INX     D
2207  A8A5  AF                      XRA     A
2208  A8A6  32 00 28                STA     SHIFT           ;A MEMORIA B FICARA' ASSIM:
2209  A8A9  12                      STAX    D               ; 8C02   -   8C01   -   8C00
2210  A8AA  13                      INX     D               ;  00        DADO       DADO
2211  A8AB  2A 28 28                LHLD    TEMP_2          ; 8C05   -   8C04   -   8C03
2212  A8AE  D9                      SHLX                    ;  00        END.       END.
2213  A8AF  13                      INX     D               ; ASSIM POR DIANTE.
2214  A8B0  13                      INX     D               ;D-E = ENDERECO DO HIGH BYTE DA PALAVRA
2215  A8B1  AF                      XRA     A               ;QUE CONTEM O ENDERECO DO PICO DA CURVA.
2216  A8B2  12                      STAX    D
2217  A8B3  13                      INX     D
2218  A8B4  EB                      XCHG
2219  A8B5  22 48 28                SHLD    MEMO_B          ;MEMO_B = PROXIMO ENDERECO A SER PREENCHIDO.
2220  A8B8  06 8C                   MVI     B,8CH
2221  A8BA  11 17 28                LXI     D,MEM_A         ;ZERAR A MEMORIA A,
2222  A8BD  ED                      LHLX                    ;A CADA NOVA CURVA ADQUIRIDA.
2223  A8BE                    CINE1A:
2224  A8BE  AF                      XRA     A
2225  A8BF  77                      MOV     M,A
2226  A8C0  23                      INX     H
2227  A8C1  78                      MOV     A,B
2228  A8C2  BC                      CMP     H
2229  A8C3  C2 BE A8                JNZ     CINE1A
2230                            ;
2231  A8C6                    RETRACO1:
2232  A8C6  3E FF                   MVI     A,0FFH
2233  A8C8  32 40 28                STA     GRAFICO         ;FAZER GRAFICO <>00 PARA OSCILOSCOPIO
2234  A8CB  3A 04 28                LDA     VARREDURA       ;PARA VERIFICAR SE JA REALIZOU AS VARREDURAS
2235  A8CE  A7                      ANA     A               ;DESEJADAS.
2236  A8CF  CA 21 A7                JZ      OPCAO1          ;SE VARREDURA JA VEM = 00H, SAIR.
2237  A8D2  3D                      DCR     A
2238  A8D3  32 04 28                STA     VARREDURA       ;SE NAO, CONTINUA.
2239                            ;
2240  A8D6  0E 96                   MVI     C,96H           ;PARA MOSTRAR NO VISOR, A QUANTIDADE
2241  A8D8  6F                      MOV     L,A             ;DE VARREDURAS QUE FALTA
2242  A8D9  CD 8C AC                CALL    ESCRITA
2243  A8DC  7D                      MOV     A,L
2244  A8DD  0F                      RRC
2245  A8DE  0F                      RRC
2246  A8DF  0F                      RRC
2247  A8E0  0F                      RRC
2248  A8E1  6F                      MOV     L,A
2249  A8E2  CD 8C AC                CALL    ESCRITA
2250  A8E5  2A 01 28                LHLD    MEM_DSPL_A      ;O ENDERECO DO ULTIMO DADO COLETADO + 0003H,
2251  A8E8  22 34 28                SHLD    MEM_END         ;E GUARDADO EM MEM_END.
2252                            ;
2253  A8EB  AF                      XRA     A               ;REINICIA TEMP_0 E TEMP_1
2254  A8EC  32 26 28                STA     TEMP_0
2255  A8EF  32 27 28                STA     TEMP_1
2256  A8F2  3A 04 28                LDA     VARREDURA
2257  A8F5  A7                      ANA     A
2258  A8F6  CA 21 A7                JZ      OPCAO1          ;SALTA SE ACABARAM AS VARREDURAS.
2259                            ;
2260  A8F9  E1                      POP     H
2261  A8FA  D1                      POP     D
2262  A8FB  C1                      POP     B
2263  A8FC  F1                      POP     PSW
2264  A8FD  FB                      EI
```

```
2265  A8FE  C9                  RET
2266                      ;
2267                      ;
2268                      ;********
2269  A8FF                WR_BANCO:
2270                      ;********
2271                      ;FUNCAO:     Escrever no visor a letra correspondente ao banco de memoria
2272                      ;    usado.
2273                      ;
2274  A8FF  3E 95               MVI     A,95H
2275  A901  32 00 19            STA     CNTRL
2276  A904  3A 3C 28            LDA     BANCO
2277  A907  32 00 18            STA     DSPLY
2278  A90A  C9                  RET
2279                      ;
2280                      ;
2281                      ;*****
2282  A90B                 DSPL:
2283                      ;*****
2284                      ;FUNCAO:     Fornecer uma visualizacao do conteudo(em tempo real) de um
2285                      ;    banco de memoria.
2286                      ;ENTRADAS: Situacao dos "bits" da porta  23H; variavel SHIFT.
2287                      ;SAIDAS:  No osciloscopio, ou no registrador, o conteudo de um banco de
2288                      ;ROTINAS CHAMADAS: MEM OPT, ARMAZ P, ESCALAR, WR_ERR.
2289                      ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L.
2290                      ;DESCRICAO:  Subrotina de fundo que e' utilizada por quase todas as rotin
2291                      ;    tendo como funcao basica, mostrar na tela do osciloscopio, ou registra
2292                      ;    em papel, o conteudo de um dos bancos de memoria.
2293                      ;            Permite que seja feita a intensificacao de dois ponteiros no
2294                      ;    sinal visto no osciloscopio, prepara as variaveis necessarias para
2295                      ;    quando for interrompida em 'AVER' ou em 'cin'.
2296                      ;            De acordo com a SHIFT vai acessar a tabela de deslocamentos
2297                      ;    para escolher dentre os 24 "bits" da palavra, os 8 mais significativos
2298                      ;    e adequados a visualizacao. O "byte" a ser enviado ao modulo de
2299                      ;    conversao D/A sera preparado como no exemplo que segue:
2300                      ;
2301                      ;    conteudo da palavra       "bits" usados        binario deslocado
2302                      ;                                 4   a  11          adequado ao CDA
2303                      ;
2304                      ;    +5,0V - 0007FFH             0111.1111             1111.1111  - FFH
2305                      ;
2306                      ;     0,0V - 000000H             0000.0000             1000.0000  - 80H
2307                      ;
2308                      ;    -5,0V - FFF800H             1000.0000             0000.0000  - 00H
2309                      ;
2310                      ;            Esta subrotina e' interrompida pelo acionamento do botao B1 que
2311                      ;    faz o "bit0" da porta 23H ser '1'.
2312                      ;            Quando e' feita a intensificacao, define os valores dos ponteiros
2313                      ;    em x e em y para ser calculado o valor da inclinacao na opcao 'cin'.
2314                      ;*******
2315  A90B  3E 08               MVI     A,08H           ;ABAIXAR A CANETA, LIGAR MOTOR E ANDAR PARA
2316  A90D  D3 2B               OUT     PORT_F0         ;A DIREITA.
2317  A90F  3E 18               MVI     A,18H           ;RESET RST7.5 E HABILITA TODAS AS INTERRUPCOES.
2318  A911  30                  SIM
2319  A912  FB                  EI
2320  A913  CD FF A8            CALL    WR_BANCO        ;NO VISOR, O CODIGO DO BANCO.
2321  A916                DSPL1:
2322  A916  DB 23               IN      PORT_D0         ;PARA DE FAZER DISPLAY SE BIT0 = 1
2323  A918  32 0F 28            STA     TEMP_L
2324                      ;
2325  A91B  E6 02               ANI     02H             ;TEM INTENSIFICACAO?
2326  A91D  C2 DC A9            JNZ     DSPL4
2327                      ;
2328  A920  3A 0F 28            LDA     TEMP_L
2329  A923  E6 01               ANI     01H             ;TESTAR O BIT0
2330  A925  CA 2D A9            JZ      DSPL2           ;BIT0 = 0 ==> DISPLAY
2331                      ;
2332  A928  AF                  XRA     A
2333  A929  CD 49 A8            CALL    ARMAZ_P
2334  A92C  C9                  RET
2335                      ;
2336  A92D                DSPL2:
2337  A92D  3A 40 28            LDA     GRAFICO
2338  A930  A7                  ANA     A
2339  A931  C2 3F A9            JNZ     DSPL21          ;SALTA SE NAO ESTIVER EM GRAFICO.
2340  A934  3A 00 28            LDA     SHIFT
2341  A937  47                  MOV     B,A
2342  A938  3A 4D 28            LDA     ESCALA          ;CRIAR NOVO SHIFT DE ACORDO COM O USUARIO.
2343  A93B  80                  ADD     B
2344  A93C  32 00 28            STA     SHIFT
2345  A93F                DSPL21:
2346  A93F  AF                  XRA     A
2347  A940  32 03 28            STA     CONTX
2348  A943  11 14 28            LXI     D,MEM_DSPL_I    ;(D-E)= END. DA PRIMEIRA PALAVRA DO BANCO DE MEM.
```

```
2349  A946  ED                LHLX
2350  A947  EB                XCHG
2351  A948                    DSPL3:
2352  A948  3A 00 28           LDA     SHIFT           ;SHIFT USADO CRIAR END. NA TABELA DE DESLOCAMENTOS
2353  A94B  07                 RLC
2354  A94C  07                 RLC                     ;CRIA O "LOW BYTE"
2355  A94D  4F                 MOV     C,A
2356  A94E  06 A0              MVI     B,HDAT_ADR      ;"HIGH BYTE" DO END. NA "SHIFT
2357                                                    ;TABLE".
2358  A950                    NEXT:
2359  A950  69                 MOV     L,C
2360  A951  60                 MOV     H,B
2361  A952  E9                 PCHL                    ;"PROG. COUNT."= ENDERECO
2362                                                    ;NA "SHIFT TABLE"
2363                          TEST_SINAL:               ;ROTINA QUE TESTA
2364                                                    ;O SINAL DA PALAVRA DA MEM.
2365  A953  62                 MOV     H,D
2366  A954  6B                 MOV     L,E
2367  A955  23                 INX     H               ;(H-L) = ENDERECO DO "HIGH
2368  A956  23                 INX     H               ;BYTE" DA PALAVRA DE MEM.
2369  A957  3E 80              MVI     A,80H           ;PALAVRA DE MEM. E' POSIT.
2370  A959  A6                 ANA     M
2371  A95A  F2 D4 A9           JP      MSB_0           ;SIM, SALTA.
2372  A95D  3A 05 28           LDA     BYTE_DSPLD      ;NAO, FORCAR 1 NO
2373  A960  F6 80              ORI     80H             ;BIT MAIS SIGNIF.
2374                          ADD_OFST:                 ;SOMA OFFSET DO
2375  A962  2E 80              MVI     L,DSPL_OFST     ;"DISPLAY" COM A
2376  A964  85                 ADD     L               ;PALAVRA ESCOLHIDA
2377  A965  32 05 28           STA     BYTE_DSPLD
2378                           ;
2379  A968  3A 40 28           LDA     GRAFICO
2380  A96B  A7                 ANA     A               ;SE VAI USAR O REGISTRADOR, A = 00H
2381  A96C  C2 A4 A9           JNZ     OUTROT1         ;VAI USAR O OSCILOSCOPIO.
2382                          ;
2383  A96F  E5                 PUSH    H
2384  A970  D5                 PUSH    D
2385  A971  C5                 PUSH    B
2386  A972  21 01 F0           LXI     H,CLOCK_1       ;TEMPO PARA O REGISTRADOR
2387  A975  3E 10              MVI     A,10H           ;FREQUENCIA DA ONDA QUADRADA PARA 8253.
2388  A977  77                 MOV     M,A
2389  A978  AF                 XRA     A
2390  A979  77                 MOV     M,A
2391  A97A  3A 05 28           LDA     BYTE_DSPLD
2392  A97D  D3 21              OUT     PORT_B0         ;VALOR 'Y' PARA O REGISTRADOR
2393  A97F  3E 08              MVI     A,08H           ;SE A=08 >CANETA PARA BAIXO E ANDA PARA A DIREITA
2394  A981  D3 2B              OUT     PORT_F0
2395  A983  11 1B AF           LXI     D,REG_DELAY1L
2396  A986  CD 99 A9           CALL    ESCALAR
2397  A989  3E 0A              MVI     A,0AH           ;SE A=0A >LEVANTA A PENA E ANDA PARA A DIREITA.
2398  A98B  D3 2B              OUT     PORT_F0
2399                          ;
2400  A98D  11 1D AF           LXI     D,REG_DELAY3L
2401  A990  CD 99 A9           CALL    ESCALAR
2402                          ;
2403  A993  C1                 POP     B
2404  A994  D1                 POP     D
2405  A995  E1                 POP     H
2406  A996  C3 BD A9           JMP     OUTROT2
2407                          ;
2408                          ;
2409                          ;*******
2410  A999                    ESCALAR:
2411                          ;*******
2412                          ;FUNCAO:    Usando a PAPEL_WDT, cria os valores para D-E de modo a dar o
2413                          ;    atraso adequado a canaeta do registrador.
2414                          ;
2415  A999  3A 4C 28           LDA     PAPEL_WDT
2416  A99C  83                 ADD     E
2417  A99D  5F                 MOV     E,A
2418  A99E  ED                 LHLX
2419  A99F  EB                 XCHG
2420  A9A0  CD F1 05           CALL    DELAY
2421  A9A3  C9                 RET
2422                          ;
2423                          ;
2424                          ;
2425  A9A4                    OUTROT1:
2426  A9A4  3A 03 28           LDA     CONTX           ;ROTINA PARA ENVIAR
2427  A9A7  D3 22              OUT     PORT_C0         ;DADOS AO OSCILOS-
2428  A9A9  3A 05 28           LDA     BYTE_DSPLD      ;COPIO
2429  A9AC  D3 21              OUT     PORT_B0
2430                          ;
2431  A9AE  3A 21 28           LDA     PONTEIRO1       ;TESTE PARA RETORNAR DO CALL DSPL3
2432  A9B1  A7                 ANA     A               ;DA INTENSIFICACAO DOS PONTEIROS.
```

```
2433  A9B2  C0                  RNZ
2434                      ;
2435  A9B3  3A 03 2B            LDA     CONTX           ;ATUALIZA CONTADOR
2436  A9B6  3C                  INR     A
2437  A9B7  32 03 2B            STA     CONTX
2438                      ;
2439  A9BA  CA C3 A9            JZ      TESTINT         ;SE RODOU A CURVA TODA, VAI TESTAR SE
2440                                                    ;VAI FAZER INTENSIFICACAO DO PONTEIRO2
2441  A9BD                      OUTROT2:
2442  A9BD  EB                  XCHG                    ;ATUALIZA END. PROXIMA
2443  A9BE  2B 0C               AHD     OCH             ;PALAVRA A SER VISUALIZADA.
2444  A9C0  C3 50 A9            JMP     NEXT
2445                      ;
2446  A9C3                      TESTINT:
2447  A9C3  3A 32 2B            LDA     PONTEIRO2
2448  A9C6  A7                  ANA     A
2449  A9C7  C2 2D AA            JNZ     INTENSI3        ;INTENSIFICAR PONTEIRO2
2450  A9CA  3A 33 2B            LDA     PONTEIRO3
2451  A9CD  A7                  ANA     A
2452  A9CE  C2 6B AA            JNZ     INTENSI5        ;LER TECLAS '0' A '7', PARA MOVER PONTEIROS OU
2453  A9D1  C3 16 A9            JMP     DSPL1           ;TECLA '8' PARA CALCULAR INCLINACAO E
2454                                                    ;RETORNA NORMALMENTE.
2455                      ;
2456  A9D4                      MSB_0:
2457  A9D4  3A 05 2B            LDA     BYTE_DSPLD      ;PALAVRA POSITIVA,
2458  A9D7  E6 7F               ANI     7FH             ;FORCAR ZERO NO BIT
2459  A9D9  C3 62 A9            JMP     ADD_OFST        ;MAIS SIGNIFICATIVO.
2460                      ;
2461                      DSPL4:                          ;PREPARACAO PARA INTENSIFICAR:
2462  A9DC  AF                  XRA     A       ;CONTADOR DO PONTEIRO1 = 00H
2463  A9DD  32 2B 2B            STA     PONTX1  ;CONTADOR DO PONTEIRO2 = FFH
2464  A9E0  3E FF               MVI     A,0FFH
2465  A9E2  32 2C 2B            STA     PONTX2
2466  A9E5  3E 01               MVI     A,01H
2467  A9E7  CD 49 AB            CALL    ARMAZ_P         ;HA INTENSIFICACAO DO PONTEIRO1.
2468                                                    ;IDEM, PONTEIRO2
2469                                                    ;DEVE LER TECLAS.
2470  A9EA  2A 14 2B            LHLD    MEM_DSPL_I
2471  A9ED  7D                  MOV     A,L
2472  A9EE  32 2D 2B            STA     PONTY1L
2473  A9F1  7C                  MOV     A,H
2474  A9F2  32 2E 2B            STA     PONTY1H
2475  A9F5  01 F4 0B            LXI     B,0BF4H         ;PARA O ULTIMA POSICAO DA MEM
2476  A9F8  09                  DAD     B
2477  A9F9  7D                  MOV     A,L
2478  A9FA  32 2F 2B            STA     PONTY2L
2479  A9FD  7C                  MOV     A,H
2480  A9FE  32 30 2B            STA     PONTY2H
2481  AA01  3E C0               MVI     A,0C0H
2482  AA03  32 2A 2B            STA     INTENSIDADE     ;NUMERO DE VEZES PARA INTENSIFICAR
2483                      INTENSI1:                       ;INTENSIFICACAO DO PONTEIRO1
2484  AA06  3A 2B 2B            LDA     PONTX1
2485  AA09  32 03 2B            STA     CONTX
2486  AA0C  3A 2D 2B            LDA     PONTY1L
2487  AA0F  5F                  MOV     E,A
2488  AA10  3A 2E 2B            LDA     PONTY1H
2489  AA13  57                  MOV     D,A
2490                      INTENSI2:                       ;TORNAR A INTENSIFICAR PONTEIRO1
2491  AA14  CD 48 A9            CALL    DSPL3
2492  AA17  3A 2A 2B            LDA     INTENSIDADE
2493  AA1A  3D                  DCR     A
2494  AA1B  32 2A 2B            STA     INTENSIDADE
2495  AA1E  C2 14 AA            JNZ     INTENSI2
2496  AA21  AF                  XRA     A
2497  AA22  32 21 2B            STA     PONTEIRO1       ;JA INTENSIFICOU O PONTEIRO1
2498  AA25  3E 18               MVI     A,18H           ;NUMERO DE VEZES QUE MOSTRA A CURVA
2499  AA27  32 2A 2B            STA     INTENSIDADE
2500  AA2A  C3 16 A9            JMP     DSPL1           ;VOLTA PARA MOSTRAR A CURVA TODA.
2501                      ;
2502                      INTENSI3:                               ;INTENSIFICACAO DO PONTEIRO2
2503  AA2D  3A 2A 2B            LDA     INTENSIDADE     ;PARA MOSTRAR TODA A CURVA 255 VEZES
2504  AA30  3D                  DCR     A
2505  AA31  32 2A 2B            STA     INTENSIDADE
2506  AA34  C2 16 A9            JNZ     DSPL1
2507  AA37  3E C0               MVI     A,0C0H
2508  AA39  32 2A 2B            STA     INTENSIDADE     ;PARA INTENSIFICAR O PONTEIRO2
2509                      ;
2510  AA3C  3E 01               MVI     A,01H
2511  AA3E  32 21 2B            STA     PONTEIRO1       ;PARA RETORNAR DO DSPL3 NESTA INTENSIFICACAO
2512                      ;
2513  AA41  3A 2C 2B            LDA     PONTX2
2514  AA44  32 03 2B            STA     CONTX
2515  AA47  3A 2F 2B            LDA     PONTY2L
2516  AA4A  5F                  MOV     E,A
```

```
AA4B  3A 30 28          LDA     PONTY2H
AA4E  57                MOV     D,A
                  INTENSI4:                         ;TORNAR A INTENSIFICAR PONTEIRO2
AA4F  CD 48 A9          CALL    DSPL3
AA52  3A 2A 28          LDA     INTENSIDADE
AA55  3D                DCR     A
AA56  32 2A 28          STA     INTENSIDADE
AA59  C2 4F AA          JNZ     INTENSI4
AA5C  AF                XRA     A
AA5D  32 32 28          STA     PONTEIRO2           ;JA INTENSIFICOU O PONTEIRO2
AA60  32 21 28          STA     PONTEIRO1           ;JA USADO P/ INTENSIFICAR PONTEIRO2
AA63  3E 18             MVI     A,18H               ;NUMERO DE VEZES QUE MOSTRA A CURVA.
AA65  32 2A 28          STA     INTENSIDADE
AA68  C3 16 A9          JMP     DSPL1               ;VOLTA PARA MOSTRAR A CURVA TODA.
                  ;
                  ;VAI VERIFICAR AS TECLAS "0" (PARA ESQUERDA) "1" (PARA DIREITA), P/ PONT
                  ;                        "2"    "     "     "3"    "     "    , P/ PONTEIRO 2
                  ;TECLA "8" ==> CALCULAR A INCLINACAO DA RETA.
                  ;TECLA "9" ==> CORRIGIR A LINHA DE BASE DE ACORDO COM OS PONTEIROS.
AA6B              INTENSI5:
AA6B  3A 2A 28          LDA     INTENSIDADE         ;PARA MOSTRAR TODA A CURVA 32 VEZES
AA6E  3D                DCR     A
AA6F  32 2A 28          STA     INTENSIDADE
AA72  C2 16 A9          JNZ     DSPL1
AA75  3E C0             MVI     A,0C0H
AA77  32 2A 28          STA     INTENSIDADE
                  ;
AA7A  3E 01             MVI     A,01H
AA7C  32 21 28          STA     PONTEIRO1           ;INTENSIFICAR O PONTEIRO1
AA7F  32 32 28          STA     PONTEIRO2           ;IDEM, PONTEIRO2
                  ;
AA82  E5                PUSH    H                   ;LER O TECLADO. SE NADA FOI TECLADO,
                                                    ;VOLTAR 'a ROTINA NORMAL.
AA83  3E 0E             MVI     A,0EH               ;= 0E ==>HABILITA RST5.5 E DESABILITA 6.5 E 7.5
AA85  30                SIM                         ;HABILITA RST 5.5
AA86  21 FE 20          LXI     H,IBUFF             ;PEGA O ENDERECO DO BUFFER DE ENTRADA
AA89  7E                MOV     A,M                 ;PEGA O CONTEUDO DO BUFFER
                                                    ;BIT MAIS SIGNIF. = 1 ==> BUFFER VAZIO
AA8A  B7                ORA     A                   ;e' CARACTER VALIDO?
AA8B  FA 5D AB          JM      LETECLA             ;SIM, SAI DA ROTINA, SETANDO IBUFF EMPTY FLAG
AA8E  36 80             MVI     M,80H               ;SETA O FLAG DE BUFFER EMPTY
AA90  F3                DI                          ;VOLTA, DESABILITANDO INTERRUPCAO
AA91  E1                POP     H
AA92  32 41 28          STA     TECLA               ;POSICAO AUXILIAR CONTENDO A TECLA ACIONADA
AA95  FE 0A             CPI     0AH
AA97  D2 57 AB          JNC     ERR1                ;ERR1, VOLTAR PARA VERIFICAR SE TEM PONTEIROS.
AA9A  FE 09             CPI     09H                 ;TECLA '9' ==> FAZER BASELINE
AA9C  CA 62 AB          JZ      BASE10              ;SALTA SE PEDIR BASELINE EM INTENSIFICACAO.
AA9F  FE 08             CPI     08H                 ;TESTAR SE DEVE CALCULAR INCLINACAO
AAA1  CA 91 AB          JZ      INCLINACAO          ;CALCULA A TG SE TECLAR '8'.
AAA4  FE 04             CPI     04H                 ;SE TECLA FOR "4","5","6" ou "7", ===> rapido
                                                    ;se for "0","1","2" ou "3", ===> lento.
AAA6  D2 B4 AA          JNC     INTENSI6            ;VAI PARA FAZER RAPIDO.
                  ;                                 ;DESLOCAMENTOS LENTOS
AAA9  11 F4 FF          LXI     D,0FFF4H            ;VALOR 000CH EM CMP DE DOIS
AAAC  01 0C 00          LXI     B,000CH             ;VALOR 000CH PARA ANDAR P/  A ESQUERDA OU
                                                    ;P/ A DIREITA,  UMA POSICAO DE MEMORIA.
AAAF  2E 01             MVI     L,01H               ;Numero de posicoes que ira saltar.
AAB1  C3 C4 AA          JMP     INTENSI7
                  ;
AAB4              INTENSI6:
AAB4  11 40 FF          LXI     D,0FF40H            ;VALOR 00C0H EM 2's cmp.
AAB7  01 C0 00          LXI     B,00C0H             ;VALOR 00C0H para andar p/ a esquerda ou
                                                    ;para a direita, 64 posicoes de memoria,(192=C0H
                                                    ;equivalente a +/- um cm na tela do osciloscopio.
AABA  2E 10             MVI     L,10H               ;Numero de posicoes que ira saltar.
AABC  3A 41 28          LDA     TECLA
AABF  D6 04             SUI     04H                 ;Para que a variacao "4 a 7", seja equivalente
AAC1  32 41 28          STA     TECLA               ;a "0 a 3". Somente muda a velocidade dos
                                                    ;deslocamentos.
                  ;
AAC4              INTENSI7:
AAC4  3A 41 28          LDA     TECLA
AAC7  A7                ANA     A
AAC8  CA 1E AB          JZ      ZERO                ;TECLA "0" ("4") deslocar o PONTEIRO1 para a
                                                    ;esquerda lentamente (rapidamente).
AACB  3D                DCR     A
AACC  CA 05 AB          JZ      UM                  ;TECLA "1" ("5") deslocar o PONTEIRO1 para a
                                                    ;direita lentamente (rapidamente).
AACF  3D                DCR     A
AAD0  CA EC AA          JZ      DOIS                ;TECLA "2" ("6") deslocar o PONTEIRO2 para a
                                                    ;esquerda lentamente (rapidamente).
                  ;
                  TRES:                             ;TECLA "3" ("7") deslocar o PONTEIRO2 para a
```


BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

```
2601  AAD3  3A 2C 2B          LDA     PONTX2          ;direita lentamente (rapidamente).
2602  AAD6  FE FF             CPI     OFFH
2603  AAD8  CA 06 AA          JZ      INTENSI1        ;EVITA QUE O EXTREMO SEJA ULTRAPASSADO.
2604  AADB  85                 ADD     L               ;Somo no acc o valor do salto
2605  AADC  CD 37 AB           CALL    TEST_X2         ;Salta para garantir que PONTX2 > PONTX1
2606  AADF  32 2C 2B           STA     PONTX2
2607  AAE2  2A 2F 2B           LHLD    PONTY2L
2608  AAE5  09                 DAD     B
2609  AAE6  22 2F 2B           SHLD    PONTY2L
2610  AAE9  C3 06 AA           JMP     INTENSI1
2611                     ;
2612                     DOIS:                           ;deslocar o PONTEIRO2 para a esquerda.
2613  AAEC  3A 2C 2B           LDA     PONTX2
2614  AAEF  E6 FF              ANI     OFFH
2615  AAF1  CA 06 AA           JZ      INTENSI1        ;EVITA QUE O EXTREMO SEJA ULTRAPASSADO
2616  AAF4  95                 SUB     L               ;Subtraio do acc o valor do salto.
2617  AAF5  CD 37 AB           CALL    TEST_X2         ;Salta para garantir que PONTX2 > PONTX1
2618  AAF8  32 2C 2B           STA     PONTX2
2619  AAFB  2A 2F 2B           LHLD    PONTY2L
2620  AAFE  19                 DAD     D
2621  AAFF  22 2F 2B           SHLD    PONTY2L
2622  AB02  C3 06 AA           JMP     INTENSI1
2623                     ;
2624                     UM:                             ;deslocar o PONTEIRO1 para a direita
2625  AB05  3A 2B 2B           LDA     PONTX1
2626  AB08  FE FF              CPI     OFFH
2627  AB0A  CA 06 AA           JZ      INTENSI1        ;EVITA QUE O EXTREMO SEJA ULTRAPASSADO.
2628  AB0D  85                 ADD     L               ;somo no acc o valor do salto.
2629  AB0E  CD 4A AB           CALL    TEST_X1         ;Salta para garantir que PONTX1 < PONTX2
2630  AB11  32 2B 2B           STA     PONTX1
2631  AB14  2A 2D 2B           LHLD    PONTY1L
2632  AB17  09                 DAD     B
2633  AB18  22 2D 2B           SHLD    PONTY1L
2634  AB1B  C3 06 AA           JMP     INTENSI1
2635                     ;
2636                     ZERO:                           ;deslocar o PONTEIRO1 para a esquerda.
2637  AB1E  3A 2B 2B           LDA     PONTX1
2638  AB21  E6 FF              ANI     OFFH
2639  AB23  CA 06 AA           JZ      INTENSI1
2640  AB26  95                 SUB     L               ;Subtraio do acc o valor do salto.
2641  AB27  CD 4A AB           CALL    TEST_X1         ;Salta para garantir que PONTX1 < PONTX2
2642  AB2A  32 2B 2B           STA     PONTX1
2643  AB2D  2A 2D 2B           LHLD    PONTY1L
2644  AB30  19                 DAD     D
2645  AB31  22 2D 2B           SHLD    PONTY1L
2646  AB34  C3 06 AA           JMP     INTENSI1
2647                     ;
2648  AB37                     TEST_X2:
2649  AB37  F5                 PUSH    PSW             ;RESERVO PONTX2
2650  AB38  C5                 PUSH    B               ;RESERVO SALTO EM X
2651  AB39  47                 MOV     B,A             ;B=PONTX2
2652  AB3A  3A 2B 2B           LDA     PONTX1          ;A=PONTX1
2653  AB3D  B8                 CMP     B               ; A - B
2654  AB3E  D2 44 AB           JNC     NAOPODE         ;SALTA SE PONTX2 < PONTX1 ===> Nao pode!!
2655  AB41  C1                 POP     B
2656  AB42  F1                 POP     PSW             ;RECUPERA REGISTRADORES
2657  AB43  C9                 RET                     ;RETORNA SE PONTX2 > PONTX1
2658  AB44                     NAOPODE:
2659  AB44  31 C0 20           LXI     SP,STK_ADR      ;REDEFINE O STACK POINTER POI NAO
2660                                                   ;SABE ONDE OCORRE O ERRO.
2661  AB47  C3 06 AA           JMP     INTENSI1        ;RETORNA PARA COMECO DA INTENSIFICACAO
2662                     ;
2663  AB4A                     TEST_X1:
2664  AB4A  F5                 PUSH    PSW             ;RESERVO PONTX1
2665  AB4B  C5                 PUSH    B               ;RESERVO SALTO EM X
2666  AB4C  47                 MOV     B,A             ;B=PONTX1
2667  AB4D  3A 2C 2B           LDA     PONTX2          ;A=PONTX2
2668  AB50  B8                 CMP     B               ; A - B
2669  AB51  DA 44 AB           JC      NAOPODE         ;SALTA SE PONTX2 < PONTX1 ===> NAO PODE!!
2670  AB54  C1                 POP     B
2671  AB55  F1                 POP     PSW             ;RECUPERA REGISTRADORES
2672  AB56  C9                 RET
2673                     ;
2674                     ERR1:                           ;ESCREVE "Err" E RETORNA AO DSPL1
2675                                                   ;PARA NOVA VERIFICACAO DE PONTEIRO
2676  AB57  CD A2 AC           CALL    WR_ERR
2677  AB5A  C3 16 A9           JMP     DSPL1
2678                     ;
2679  AB5D                     LETECLA:
2680  AB5D  FB                 EI
2681  AB5E  E1                 POP     H
2682  AB5F  C3 06 AA           JMP     INTENSI1
2683                     ;
2684                     BASEi0:                         ;CHAMOU A BASELINE APOS A AINTENSIFICACAO
```

```
2685  AB62  01 08 00            LXI     B,0008H         ;PREPARA AS VARIAVEIS PARA ESCREVER
2686  AB65  21 53 AF            LXI     H,FIM           ;BASE NO VISOR
2687  AB68  AF                  XRA     A               ;ZERAR OS PONTEIROS PARA SAIR DA
2688  AB69  CD 49 AB            CALL    ARMAZ_P         ;INTENSIFICACAO E DA DSPL
2689  AB6C  32 4A 2B            STA     BASEINT         ;BASEINT=00 ==) FAZER BASELINE COM OS
2690  AB6F  33                  INX     SP              ;PONTEIROS
2691  AB70  33                  INX     SP              ;EQIVALENTE AO RETURN DA DSPL
2692  AB71  3E 0B               MVI     A,0BH           ;CODIGO DA BASELINE
2693  AB73  32 22 2B            STA     COLETA1
2694  AB76  C3 4C A1            JMP     OPC1
2695                        ;
2696                        ;
2697                        ;*****
2698  AB79                  RS232:
2699                        ;*****
2700                        ;FUNCAO:     Preparar a 8251A para a comunicacao serial.
2701                        ;ENTRADAS:  CONTROLE1, e codigos para escrever mensagem 'SEnd -'.
2702                        ;SAIDAS: Mensagem no visor e caracter '(' enviado ao EXATO.
2703                        ;ROTINAS CHAMADAS: PREPARA_PCI, ESCREVE, VAI_EXATO, WR_BANCO, TESTA_
2704                        ;                  PROMPT
2705                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,F,H,L.
2706                        ;DESCRICAO:  Utilizando a variavel CONTROLE1 garante que a 8251A esta
2707                        ;    preparada para a comunicacao com o EXATO. Coloca no visor a mensagem
2708                        ;    'SEnd -X' onde X e' a letra correspondente ao banco usado.Envia o
2709                        ;    caracter '(' ao EXATO, de sinalizacao que um banco sera transferido e
2710                        ;    antes de retornar, aguarda o caracter '*' vindo do EXATO como sinal
2711                        ;    de que esta pronto.
2712                        ;*******
2713  AB79  CD 53 A8            CALL    PREPARA_PCI
2714  AB7C  21 93 AF            LXI     H,SEND          ;ESCREVE 'SEnd' NO VISOR
2715  AB7F  CD 74 AC            CALL    ESCREVE
2716                        ;
2717  AB82  CD FF A8            CALL    WR_BANCO
2718                        ;
2719  AB85  06 A8               MVI     B,0A8H          ;A8('(') E' O CARACTER QUE INDICA QUE VAI ENVIAR BANCO
2720  AB87  CD F9 AD            CALL    VAI_EXATO
2721  AB8A                  RS232A:
2722  AB8A  CD 2B AE            CALL    TESTA_PROMPT    ;AGUARDAR O 'PRONTO' VINDO DO EXATO
2723  AB8D  C2 8A AB            JNZ     RS232A
2724  AB90  C9                  RET
2725  AB91
2726                        ;
2727                        ;
2728                        ;**********
2729  AB91                  INCLINACAO:
2730                        ;**********
2731                        ;FUNCAO:     Enviar, ao EXATO, os dados definidos pela INTENSIFICACAO.
2732                        ;ENTRADAS: PONTX1, PONTX2, PONTYIH, PONTY1L, PONTY2H, PONTY2L.
2733                        ;SAIDAS: Os respectivos valores das variaveis acima, em ASCII, para o EI
2734                        ;ROTINAS CHAMADAS: RS232, COMUNICACAO, VAI_EXATO, OPERACAO, ARMAZ_P.
2735                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: Todos.
2736                        ;DESCRICAO:  Esta rotina sera acessada no final da DSPL quando estiver se
2737                        ;    feita uma intensificacao de ponteiros e desejar-se transferi-los ao
2738                        ;    EXATO. Como, apos a transferencia termina a rotina, e' feita uma
2739                        ;    atualizacao do "stack pointer", equivalente a um "return" para poder i
2740                        ;    para a rotina OPERACAO. Depois disso, garante-se usando a RS232, que a
2741                        ;    8251A esta preparada para a comunicacao. Cada uma das variaveis de
2742                        ;    entrada e' convertida nos seus respectivos caracteres ASCII e enviada
2743                        ;    ao EXATO. Terminada a transferencia, envia o caracter ')' sinalizador
2744                        ;    vai para a OPERACAO.
2745                        ;*******
2746                        ;VAI ENVIAR OS DADOS PARA O EXATO CALCULAR A TANGENTE.
2747                        ;
2748  AB91  CD 79 AB            CALL    RS232           ;SUBROTINA QUE PREPARA A 8251A, ENVIA '(' AO
2749                                                    ;EXATO E ESCREVE 'SEnd -' NO VISOR, E AGUARDA O
2750                                                    ;'PRONTO' VINDO DO EXATO
2751  AB94  3A 2B 2B            LDA     PONTX1          ;EM PONTX1 TEMOS A ABCISSA DO PRIMEIRO PONTO
2752  AB97  4F                  MOV     C,A
2753  AB98  CD 04 AB            CALL    COMUNICACAO     ;CONVERTE EM ASCII E ENVIA AO EXATO, EM DOIS BYTES
2754                        ;
2755  AB9B  3A 2C 2B            LDA     PONTX2          ;IDEM PARA O SEGUNDO PONTO
2756  AB9E  4F                  MOV     C,A
2757  AB9F  CD 04 AB            CALL    COMUNICACAO
2758                        ;
2759  ABA2  06 A9               MVI     B,0A9H          ;JA ENVIOU OS VALORES PARA O CALCULO DA
2760  ABA4  CD F9 AD            CALL    VAI_EXATO       ;INCLINACAO.ENVIA O AVISO.
2761                        ;
2762  ABA7  AF                  XRA     A
2763  ABA8  CD 49 AB            CALL    ARMAZ_P         ;ZERA PONTEIROS PARA QUE NAO FACA INTENSIFICACAO
2764                                                    ;QUANDO RETORNAR PARA A OPERACAO
2765                        ;
2766  ABAB  33                  INX     SP              ;EQUIVALE AO RETURN DA DSPL
2767  ABAC  33                  INX     SP
2768                        ;
```

```
2769 ABAD C3 CA A0            JMP     OPERACAO        ;RETORNA AO INICIO.
2770                          ;
2771                          ;
2772                          ;
2773                          ;*********
2774 ABB0                    ENTER_VAR:
2775                          ;*********
2776                          ;FUNCAO:     Converter um numero decimal em hexadecimal.
2777                          ;ENTRADAS: Variaveis: CONTROLE, VAR. Valores teclados ou enviados pelo E
2778                          ;SAIDAS:  A variavel VARREDURA contera o valor hexadecimal da entrada.
2779                          ;ROTINAS CHAMADAS: ESCREVE, ENTER_NMB, VAR_HEX.
2780                          ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A, B, F, H, L e D, E, se usar a ERROR.
2781                          ;DESCRICAO:  Comeca testando se esta operando pelo EXATO, ou localmente.
2782                          ;    -No EXATO:      Envia o caracter '(' ao EXATO e recebe a centena do
2783                          ;            numero a ser convertido. Coloca em TEMP0.
2784                          ;                    Envia o caracter '=' e recebe a dezena, guardando-a
2785                          ;            em TEMP1.
2786                          ;                    Envia ')' e recebe a unidade que vai para TEMP2. E'
2787                          ;            chamada a rotina VAR_HEX para fazer a conversao em hexadecimal.
2788                          ;    -No SAAC :      Escreve 'VArr ?' no visor, chama arotina ENTER_NMB para
2789                          ;            colocar os numeros teclados em TEMP0, TEMP1 E TEMP2 e chama a
2790                          ;            VAR_HEX, para a conversao em hexadecimal.
2791                          ;
2792                          ;    Apos, retorna ao ponto de onde foi chamada.
2793                          ;*******
2794 ABB0 3A 42 2B            LDA     CONTROLE        ;VAI VERIFICAR SE ESTA EM LOCAL OU NO APPLE.
2795 ABB3 A7                 ANA     A               ;SE A=00H(01H) ==> APPLE(SDK-85).
2796 ABB4 CA 59 AC            JZ      VAR_APPLE
2797                          ;
2798 ABB7 21 3B AF            LXI     H,VAR           ;VAR = ENDERECO-1 DA TABELA ONDE ESTAO OS BYTES
2799                                                  ;PARA ESCREVER "VArr?"
2800 ABBA CD 74 AC            CALL    ESCREVE         ;ROTINA PARA ESCREVER NO DISPLAY DO SDK85
2801                          ;
2802                          ###;ROTINA PARA COLOCAR OS NUMEROS TECLADOS
2803                          ###;EM TEMP0, TEMP1, TEMP2.
2804                          ;
2805                          ;
2806                          ;*********
2807 ABBD                    ENTER_NMB:
2808                          ;*********
2809                          ;FUNCAO:     Receber os numeros teclados na escolha do numero de varredura.
2810                          ;ENTRADAS: Valores das teclas acionadas.
2811                          ;SAIDAS:  Variaveis TEMP0, TEMP1, TEMP2 com os valores teclados.
2812                          ;ROTINAS CHAMADAS: LEKBD, ERROA.
2813                          ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,F,H,L, e tambem D, e E, se usar a ERROA.
2814                          ;DESCRICAO:  Esta rotina aguarda que sejam teclados, no maximo, tres nume
2815                          ;    e EXEC.
2816                          ;       Sera enviada uma mensagem de erro ao visor, em qualquer uma das
2817                          ;    - foi teclada uma letra;
2818                          ;    - foram teclados quatro numeros;
2819                          ;    - o valor teclado e' maior do que 255.
2820                          ;            A cada numero teclado, sera ativado um ponto digital no campo
2821                          ;    de enderecos do visor, na seguinte ordem:
2822                          ;    - primeiro numero teclado ==> campo 93H ---> 'VArr. ?'
2823                          ;    - segundo    "       "    ==> campo 92H ---> 'VAr.r. ?'
2824                          ;    - terceiro numero teclado ==> campo 91H ---> 'VA.r.r. ?'
2825                          ;            Ao retornar dessa rotina, as variaveis de saida conterao os
2826                          ;    numeros teclados, ou FFH naquelas que nao foram usadas.
2827                          ;*******
2828 ABBD 06 94               MVI     B,94H           ;ENDERECO DIGITO DO DISPLAY
2829 ABBF 21 20 2B            LXI     H,TEMP2
2830 ABC2                    ENTER3:
2831 ABC2 CD BC AC            CALL    LEKBD
2832 ABC5 FE 10               CPI     10H             ;"EXECUTE" = 10H ==> SE TECLOU EXECUTE,
2833 ABC7 CA E3 AB            JZ      VAR_HEX_0       ;VAI CRIAR O NUMERO DE VARREDURAS EM HEXA.
2834 ABCA FE 0A               CPI     0AH             ;SE TECLOU ALGUMA LETRA, ESCREVE "Err" NO
2835 ABCC D2 E2 A1            JNC     ERROA           ;DISPLAY, DA UM TEMPO DE ESPERA E RETORNA
2836                                                  ;EM ENTER_VAR.
2837 ABCF 77                 MOV     M,A             ;PRIMEIRO NUMERO TECLADO VAI PARA TEMP0,
2838                                                  ;SEGUNDO VAI PARA TEMP1 E TERCEIRO, PARA TEMP2
2839                          ;
2840 ABD0 05                  DCR     B               ;ACENDE O DIGITAL POINT A CADA
2841 ABD1 78                 MOV     A,B             ;NUMERO TECLADO.
2842 ABD2 FE 90               CPI     90H             ;DARA ERRO SE ENTRAREM QUATRO NUMEROS
2843 ABD4 CA E2 A1            JZ      ERROA
2844 ABD7 32 00 19            STA     CNTRL
2845 ABDA 2B                  DCX     H
2846 ABDB 7E                  MOV     A,M
2847 ABDC 32 00 18            STA     DSPLY
2848                          ;
2849 ABDF 2B                  DCX     H
2850 ABE0 C3 C2 AB            JMP     ENTER3
2851                          ;
2852 ABE3                    VAR_HEX_0:
```

```
2853  ABE3  78              MOV     A,B
2854  ABE4  FE 92           CPI     92H
2855  ABE6  CA FF AB        JZ      VAR_HEX_1       ;SALTA PARA ENTRADA DECIMAL
2856  ABE9  FE 91           CPI     91H
2857  ABEB  C2 0D AC        JNZ     VAR_HEX         ;SALTA SE FOR APENAS UNIDADE
2858                      ;
2859  ABEE  3A 20 28        LDA     TEMP2           ;FAZER TEMP2 <===> TEMPO
2860  ABF1  4F              MOV     C,A
2861  ABF2  3A 1C 28        LDA     TEMPO
2862  ABF5  32 20 28        STA     TEMP2
2863  ABF8  79              MOV     A,C
2864  ABF9  32 1C 28        STA     TEMPO
2865  ABFC  C3 0D AC        JMP     VAR_HEX
2866                      ;
2867  ABFF                VAR_HEX_1:
2868  ABFF  3A 20 28        LDA     TEMP2           ;TROCAR TEMP2 <===> TEMP1
2869  AC02  4F              MOV     C,A
2870  AC03  3A 1E 28        LDA     TEMP1
2871  AC06  32 20 28        STA     TEMP2
2872  AC09  79              MOV     A,C
2873  AC0A  32 1E 28        STA     TEMP1
2874                      ;
2875                      ;***TRANSFORMAR DECIMAL EM HEXADECIMAL
2876                      ;USANDO A EQUACAO: (VARREDURA)H = (TEMP2)[UNIDADE + 0AH*(TEMP1)[DEZENA]
2877                      ;                                + 64H(TEMPO)[CENTENA].
2878                      ;
2879                      ;
2880                      ;*******
2881  AC0D                VAR_HEX:
2882                      ;*******
2883                      ;FUNCAO:     Transformar em hexadecimal o numero de varreduras introduzido
2884                      ;    pelo usuario.
2885                      ;ENTRADAS: TEMPO, TEMP1, TEMP2.
2886                      ;SAIDA:  VARREDURA, contendo o valor em hexadecimal.
2887                      ;ROTINAS CHAMADAS: ERROA nos casos onde o numero teclado for maior do qu
2888                      ;    ou se nenhum numero foi teclado, apenas a tecla 'EXEC'.
2889                      ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A, F e D, E, se ERROA for usada.
2890                      ;DESCRICAO:  As variaveis TEMPO, TEMP1, TEMP2, terao em seus conteudos,
2891                      ;    valor de uma tecla ou FFH, previamente colocado.
2892                      ;            Utilizando a equacao:
2893                      ;
2894                      ;    (VARREDURA)H = (TEMP2) + 0AH * (TEMP1) + 64H * (TEMPO)
2895                      ;
2896                      ;    sera feita a conversao de um valor decimal para hexadecimal.
2897                      ;*******
2898  AC0D  3A 1C 28        LDA     TEMPO
2899  AC10  FE FF           CPI     0FFH
2900  AC12  CA 2A AC        JZ      VAR1            ;SALTA SE NAO EXISTIR CENTENA
2901  AC15                VAR2:
2902  AC15  3A 04 28        LDA     VARREDURA
2903  AC18  C6 64           ADI     64H
2904  AC1A  DA E2 A1        JC      ERROA           ;SALTA SE ULTRAPASSAR 255 VARREDURAS
2905  AC1D  32 04 28        STA     VARREDURA
2906  AC20  3A 1C 28        LDA     TEMPO
2907  AC23  3D              DCR     A
2908  AC24  32 1C 28        STA     TEMPO
2909  AC27  C2 15 AC        JNZ     VAR2            ;TORNAR A SOMAR 64H PARA CADA CENTENA
2910                                                ;CENTENA = 00H
2911  AC2A  3A 1E 28        LDA     TEMP1
2912  AC2D  FE FF           CPI     0FFH
2913  AC2F  CA 47 AC        JZ      VAR3            ;SALTA SE NAO EXISTIR DEZENA
2914  AC32                VAR4:
2915  AC32  3A 04 28        LDA     VARREDURA
2916  AC35  C6 0A           ADI     0AH
2917  AC37  DA E2 A1        JC      ERROA           ;SALTA SE EXCEDER 255
2918  AC3A  32 04 28        STA     VARREDURA
2919  AC3D  3A 1E 28        LDA     TEMP1
2920  AC40  3D              DCR     A
2921  AC41  32 1E 28        STA     TEMP1
2922  AC44  C2 32 AC        JNZ     VAR4            ;SOMAR 0AH PARA CADA DEZENA
2923                                                ;DEZENA = 00H
2924  AC47  3A 20 28        LDA     TEMP2
2925  AC4A  FE FF           CPI     0FFH
2926  AC4C  C8              RZ                      ;RETORNA SE UNIDADE = 00H
2927  AC4D  47              MOV     B,A
2928  AC4E  3A 04 28        LDA     VARREDURA
2929  AC51  80              ADD     B               ;SOMA A UNIDADE
2930  AC52  DA E2 A1        JC      ERROA           ;SALTA SE EXCEDER 255
2931  AC55  32 04 28        STA     VARREDURA
2932  AC58  C9              RET                     ;ACABOU A CONVERSAO
2933                      ;
2934                      VAR_APPLE:              ;ROTINA PARA RECEBER O NUMERO DE VARREDURAS VINDO DO
2935                                              ;APPLE, SERA ENVIADO O CARACTER "<"(BCH) PARA O EXATO
2936                                              ;EM RESPOSTA, DEVERA CRIAR O MENU DE # DE VARREDURAS
```

```
                                                ;E ENVIAR O DECIMAL MAIS SIGNIFICATIVO(CENTENA).
AC59  21 1C 2B          LXI     H,TEMPO
AC5C  06 BC             MVI     B,0BCH          ;BCH="("
AC5E                VAR_A1:
AC5E  CD F9 AD          CALL    VAI_EXATO       ;ENVIA O CARACTER QUE ESTA NO REGISTRADOR B.
                    ;
AC61  CD 22 AE          CALL    PEGA_NIBLE      ;RECEBE A CENTENA(DEZ E UNID) DO NUMERO DE
                                                ;VARREDURAS.
                                                ;SE FOR ZERO, DEIXO O TEMPO,1,2, COMO 0FFH.
AC64  CA 68 AC          JZ      VAR_A2
AC67  77                MOV     M,A             ;CENTENA VAI PARA TEMPO.
AC68                VAR_A2:
AC68  04                INR     B               ;PARA ENVIAR O CARACTER BDH("=") AO APPLE,
                                                ;EM RESPOSTA DEVE VIR A DEZENA.
AC69  78                MOV     A,B
AC6A  FE BF             CPI     0BFH            ;RECEBER 3 CARACTERES
AC6C  CA 0D AC          JZ      VAR_HEI         ;PARA CONVERTER O NMERO DE VARREDURAS EM HEXA.
AC6F  23                INI     H
AC70  23                INI     H               ;PARA OBTER TEMP1 O TEMP2 ONDE ESTARAO DEZENA
                                                ;E UNIDADE, RESPECTIVAMENTE.
AC71  C3 5E AC          JMP     VAR_A1
                    ;
                    ;
                    ;*******
AC74                ESCREVE:
                    ;*******
                    ;FUNCAO:     Escrever um caracter no visor do SAAC.
                    ;ENTRADAS:  H-L = endereco - 1 dos caracteres a serem escritos.
                    ;SAIDA:     Caracter no visor.
                    ;ROTINA CHAMADA:  Nenhuma.
                    ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A, F e (H-L) = (H-L) + 0006H
                    ;DESCRICAO:  O registrador B e' iniciado com 8FH, e em H-L temos o ender
                    ;    dos dados a serem escritos subtraido de uma unidade.
                    ;           Os registradores B e H-L sao incrementados de uma unidade e
                    ;    seus conteudos sao sao ttansferidos para as variaveis CNTRL e DSPLY,
                    ;    escrevendo nos campos 90-91-92-93---94-95 do visor do SAAC os dados
                    ;    desejados. A subrotina temina quando todos os campos estiverem
                    ;    preenchidos.
                    ;*******
AC74  C5                PUSH    B
AC75  06 8F             MVI     B,8FH           ;H-L, DEVE ESTAR O ENDERECO - 1, DOS
AC77  2B                DCI     H
AC78                ESCREVE1:                   ;DADOS A SEREM ESCRITOS.
AC78  04                INR     B               ;B = CAMPO ONDE SERA ESCRITO
AC79  78                MOV     A,B             ;90-91-92-93--94-95
AC7A  FE 96             CPI     96H
AC7C  CA 8A AC          JZ      ESCREVE2
AC7F  32 00 19          STA     CNTRL
AC82  23                INI     H
AC83  7E                MOV     A,M
AC84  32 00 18          STA     DSPLY
AC87  C3 78 AC          JMP     ESCREVE1
AC8A                ESCREVE2:
AC8A  C1                POP     B
AC8B  C9                RET
                    ;
                    ;
                    ;*******
AC8C                ESCRITA:
                    ;*******
                    ;FUNCAO:     Escrever em cada um dos campo do visor o valor correspondente
                    ;    ao "nibble" hexadecimal.
                    ;ENTRADAS: H-L, com o valor que devera aparecer no visor(DSPLY);
                    ;       Tabela de numeros;
                    ;       C, posicao onde sera escrito o numero(CNTRL).
                    ;SAIDA:     Em cada digito do visor um numero correspondente ao "nibble".
                    ;ROTINAS CHAMADAS: Nenhuma.
                    ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,C,D,E,F.
                    ;DESCRICAO: Normalmente, esta subrotina sera chamada apos ser calculada
                    ;    segunda integral do sinal de RPE. Em H-L serao colocados os "bytes"
                    ;    central e menos significativo da integral. O registrador C vem iniciad
                    ;    com 96H e sera decrementado para atingir os campos do visor. Apos
                    ;    esvrever nos quatro campos de endereco, o conteudo de SOMA_HIGH e'
                    ;    transferido para L e sera mostrado no campo de dados do visor.
                    ;*******
AC8C  E5                PUSH    H
AC8D  26 00             MVI     H,00H
AC8F  11 D3 AF          LXI     D,TAB2          ;D-E = ENDERECO DA TABELA DOS NUMEROS
AC92  7D                MOV     A,L
AC93  E6 0F             ANI     0FH
AC95  6F                MOV     L,A             ;PARA PEGAR O BYTE NA TABELA
AC96  19                DAD     D
AC97  0D                DCR     C               ;DADOS NA 2030.
AC98  79                MOV     A,C
```

```
3021  AC99  32 00 19            STA     CNTRL
3022  AC9C  7E                  MOV     A,M
3023  AC9D  32 00 18            STA     DSPLY
3024  ACA0  E1                  POP     H
3025  ACA1  C9                  RET
3026                       ;
3027                       ;
3028                       ;******
3029  ACA2                 WR_ERR:
3030                       ;******
3031                       ;FUNCAO:    Escrever a mensagem 'Err' no visor, durante +/- 2s.
3032                       ;
3033  ACA2  21 47 AF             LXI     H,ERR           ;ENDERECO DOS BYTES PARA ESCREVER ERR
3034  ACA5  CD 74 AC             CALL    ESCREVE
3035  ACA8  CD 34 AE             CALL    DELAY_2S
3036  ACAB  C9                   RET
3037                       ;
3038                       ;
3039                       ;
3040                       ;********
3041  ACAC                 DEF_MEMO:
3042                       ;********
3043                       ;FUNCAO:    Definir o banco de memoria que sera usado, em funcao da COLETA1
3044                       ;    utilizando a subrotina MEM_OPT.
3045                       ;
3046  ACAC  3A 22 28             LDA     COLETA1
3047  ACAF  FE 09                CPI     09H
3048  ACB1  CA B8 AC             JZ      DEF1            ;SALTA SE ESTIVER EM CINETICA.
3049  ACB4  CD C5 AC             CALL    MEM_OPT         ;DEFINIR O BANCO
3050  ACB7  C9                   RET
3051  ACB8                 DEF1:
3052  ACB8  CD F2 AC             CALL    MEMORIA_A       ;EM CINETICA, AQUSICAO NO BANCO 'A'.
3053  ACBB  C9                   RET
3054  ACBC
3055                       ;
3056                       ;
3057                       ;*****
3058  ACBC                 LEKBD:
3059                       ;*****
3060                       ;FUNCAO:    Ler o teclado do SAAC.
3061                       ;ENTRADAS:  Caracter teclado.
3062                       ;SAIDA:  No registrador A, estara o caracter teclado.
3063                       ;ROTINA CHAMADA: RDKBD(original da INTEL e residente no SDK-85)
3064                       ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A, F.
3065                       ;DESCRICAO:  A subrotina fica esperando que seja teclado um caracter.
3066                       ;    Transfere-o para o registrador A e retorna do 'call'.
3067                       ;*******
3068  ACBC  E5                   PUSH    H
3069  ACBD  3E 1E                MVI     A,1EH           ;=1EH>HABILITA RST 5.5; DESABILITA RST 6.5
3070  ACBF  30                   SIM                     ;E RST 7.5 . RESETA A RST7.5  .
3071  ACC0  CD E7 02             CALL    RDKBD
3072  ACC3  E1                   POP     H
3073  ACC4  C9                   RET
3074                       ;
3075                       ;
3076                       ;*******
3077  ACC5                 MEM_OPT:
3078                       ;*******
3079                       ;FUNCAO:    Definir o banco de memoria a ser usado.
3080                       ;ENTRADAS: A variavel CONTROLE e a palavra da porta 23H cujo "bit2" sera
3081                       ;    pela posicao da chave S1:
3082                       ;                    "bit2" = '1' ==> banco B;
3083                       ;                    "bit2" = '0' ==> banco A.
3084                       ;SAIDAS: - H-L = endereco do "low byte" da primeira palavra do banco des
3085                       ;     - MEM_DSPL_A = idem;
3086                       ;     - MEM_DSPL_I = idem;
3087                       ;     - BANCO = codigo para escrever A ou B no visor;
3088                       ;     - OFSET_3K = valor para pular para o endereco correspondente no outro
3089                       ;                  banco, usado na INTEGRAL;
3090                       ;     - MEM_FIM = valor do "high byte" do endereco final do banco, acrescid
3091                       ;                 de uma unidade.
3092                       ;     - MEM_FIM_I = idem, para o outro banco. A ser usado na rotina INTEGRA
3093                       ;ROTINAS CHAMADAS: Nenhuma, no controle local.
3094                       ;             VAI_EXATO e PEGA_NIBLE na operacao remota.
3095                       ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,F,H,L.
3096                       ;DESCRICAO:  Inicialmente esta subrotina verifica se a operacao do SAAC e
3097                       ;    sendo feita localmente ou via EXATO.
3098                       ;    --> No EXATO: Envia um caracter '?' e recebe do EXATO o valor 00H ou 0
3099                       ;                  que colocara em DATA_EX para identificar o banco A ou B,
3100                       ;                  respectivamente.
3101                       ;    --> No SAAC : Le a porta 23H e recebe em A um codigo equivalente ao
3102                       ;                  vindo do EXATO.
3103                       ;            As variaveis serao definidas com os seguintes conteudos:
3104                       ;
```

```
3105                            ;           p/ o banco A                    p/ o banco B
3106                            ;
3107                            ;H-L ----------->   8000H   ------------------>    8C00H
3108                            ;MEM_DSPL_I --->   8000H   ------------------>    8C00H
3109                            ;MEM_DSPL_I --->   8000H   ------------------>    8C00H
3110                            ;BANCO -------->     88H   ------------------>      38H
3111                            ;MEM_FIM ------>     8CH   ------------------>      98H
3112                            ;MEM_FIM_I ---->     98H   ------------------>      8CH
3113                            ;OFSET_3K ----->   0C00H   ------------------>    F400H
3114                            ;
3115                            ;********
3116  ACC5  3A 42 28                LDA     CONTROLE        ;VERIFICAR SE ESTA NO KIT OU NO APPLE.
3117  ACC8  A7                      ANA     A               ;(0)==> APPLE
3118  ACC9  CA 11 AD                JZ      OPT_APPLE       ;(1)==> KIT
3119  ACCC  DB 23                   IN      PORT_D0         ;LE PORTA PARA DEFINIR A MEMORIA
3120  ACCE                        MEM_APPLE:
3121  ACCE  E6 04                   ANI     04H             ;QUE SERA USADA. SE BIT2 = 0,
3122  ACD0  CA F2 AC                JZ      MEMORIA_A       ;==> MEM_A(8000-8BFF)
3123  ACD3  21 00 F4                LXI     H,0F400H        ;F400H = (3K = 0C00H) EM COMPLEMENTO 2
3124  ACD6  22 3B 28                SHLD    OFSET_3K        ;PARA USAR O OUTRO BANCO DE MEMORIA NO
3125                                                        ;CALCULO DA INTEGRAL.
3126  ACD9  21 00 8C                LXI     H,8C00H         ;BIT2 = 1 ==> MEM_B(8C00-97FF)
3127  ACDC  22 14 28                SHLD    MEM_DSPL_I      ;E, MEM_FIM = 98H
3128  ACDF  22 01 28                SHLD    MEM_DSPL_A
3129  ACE2  3E 98                   MVI     A,98H
3130  ACE4  32 16 28                STA     MEM_FIM
3131  ACE7  3E 38                   MVI     A,38H           ;PARA IDENTIFICAR O BANCO DE MEMORIA USADO
3132  ACE9  32 3C 28                STA     BANCO           ;BANCO 'B'.
3133  ACEC  3E 8C                   MVI     A,8CH           ;POSICAO FINAL DA MEMORIA INTEGRADA, USADA
3134  ACEE  32 3F 28                STA     MEM_FIM_I       ;NA ROTINA 'INTEGRAL2'
3135  ACF1  C9                      RET
3136  ACF2                        MEMORIA_A:
3137  ACF2  21 00 0C                LXI     H,0C00H         ;3K = 0C00H PARA USAR O OUTRO BANCO
3138  ACF5  22 3B 28                SHLD    OFSET_3K        ;DE MEMORIA NO CALCULO DA INTEGRAL.
3139  ACF8  21 00 80                LXI     H,8000H         ;BIT2=0 ==> MEM_A(8000-8BFF) E,
3140  ACFB  22 14 28                SHLD    MEM_DSPL_I      ;MEM_FIM = 8CH
3141  ACFE  22 01 28                SHLD    MEM_DSPL_A
3142  AD01  3E 8C                   MVI     A,8CH
3143  AD03  32 16 28                STA     MEM_FIM
3144  AD06  3E 88                   MVI     A,88H           ;PARA IDENTIFICAR O BANCO DE MEMORIA USADO
3145  AD08  32 3C 28                STA     BANCO           ;BANCO 'A'.
3146  AD0B  3E 98                   MVI     A,98H           ;POSICAO FINAL DA MEMORIA INTEGRADA, USADA
3147  AD0D  32 3F 28                STA     MEM_FIM_I       ;NA ROTINA 'INTEGRAL2'
3148  AD10  C9                      RET
3149                            ;
3150                            OPT_APPLE:                  ;ROTINA PARA RECEBER A OPCAO DE MEMORIA
3151  AD11  06 BF                   MVI     B,0BFH          ;VINDO DO EXATO, ENVIA O CODIGO (?) E O EXATO
3152  AD13  CD F9 AD                CALL    VAI_EXATO       ;DEVE DEVOLVER 00 PARA O BANCO '1', OU
3153                            ;                           ;04 PARA O BANCO '2'.
3154  AD16  CD 22 AE                CALL    PEGA_NIBLE      ;RECEBE O CODIGO ENVIADO PELO EXATO E
3155                                                        ;CONTINUA A ROTINA.
3156  AD19  C3 CE AC                JMP     MEM_APPLE
3157                            ;
3158                            ;
3159                            ;*********
3160  AD1C                      MOTOR_OFF:
3161                            ;*********
3162                            ;FUNCAO:     Desligar o motor do registrador do espectrometro.
3163                            ;ENTRADAS:  Nenuma.
3164                            ;SAIDAS:  Nenhuma.
3165                            ;ROTINAS CHAMADAS: Nenhuma.
3166                            ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: Nenhum.
3167                            ;DESCRICAO:  Quando a variavel VARREDURA for zero e ocorrer um pulso de
3168                            ;    "left limit", esta subrotina desabilitara as interrupcoes, fornecera
3169                            ;    o codigo para que remotamente seja desligado o motor do espectrometro,
3170                            ;    e preparara o vetor-endereco da RST7.5 para que a proxima interrupcao
3171                            ;    ocorrer (no "right limit") seja atendida pela RETRACO. Retorna da
3172                            ;    chamada, habilitando as interrupcoes.
3173                            ;*******
3174  AD1C  F3                      DI
3175  AD1D  F5                      PUSH    PSW
3176  AD1E  D5                      PUSH    D
3177  AD1F  E5                      PUSH    H
3178  AD20  3E 02                   MVI     A,02H           ;DESLIGA MOTOR DO REGISTRADOR
3179  AD22  D3 2B                   OUT     PORT_F0
3180  AD24  11 CF 20                LXI     D,20CFH         ;PROXIMO RIGHT LIMIT CHAMA A SUBROTINA
3181  AD27  21 7B A8                LXI     H,RETRACO       ;RETRACO
3182  AD2A  D9                      SHLX
3183                            ;
3184  AD2B  AF                      XRA     A               ;RETIRAR O CONTROLE REMOTO, FAZENDO A
3185  AD2C  D3 2B                   OUT     PORT_E0         ;PORTA COMO ENTRADA.
3186                            ;
3187  AD2E  E1                      POP     H
3188  AD2F  D1                      POP     D
```

```
AD30  F1                    POF     PSW
                        ;
AD31  C9                    RET
                        ;
                        ;
                        ;*********
AD32                    GET_SHIFT:
                        ;FUNCAO:     Obter as variaveis SHIFT e SHIFT_INT que definem o escalonament
                        ;    automatico do banco de memoria.
                        ;ENTRADAS:   O banco a ser escalonado.
                        ;SAIDAS:     SHIFT e SHIFT_INT.
                        ;ROTINAS CHAMADAS: MEM_OPT, SHIFT_AUTO, ATUALIZA_END.
                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L.
                        ;DESCRICAO:  A subrotina SHIFT_AUTO sera acessada para analisar todas as
                        ;      palavras do banco de memoria definido e para obter o valor de SHIFT
                        ;      de SHIFT_INT.
                        ;*********
AD32  CD C5 AC              CALL    MEM_OPT         ;ESCOLHE O BANCO
                        ;
AD35                    GET1:
AD35  EB                    XCHG
                        ;
AD36  CD 4A AD              CALL    SHIFT_AUTO      ;ANTES DE MOSTRAR A CURVA, ENCONTRAR O SHIFT
                                                    ;ADEQUADO.
AD39  CD 34 A8              CALL    ATUALIZA_END
AD3C  3A 16 28              LDA     MEM_FIM         ;CHEGOU AO FINAL DO BANCO?
AD3F  BC                    CMP     H               ;SIM ==> MOSTRAR A CURVA
AD40  C2 35 AD              JNZ     GET1            ;NAO ==> CONTINUAR PROCURANDO O SHIFT
AD43  3A 00 28              LDA     SHIFT
AD46  32 52 28              STA     SHIFT_INT
AD49  C9                    RET
                        ;
                        ;
                        ;
                        ;**********
AD4A                    SHIFT_AUTO:
                        ;**********
                        ;FUNCAO:     Encontrar o valor da variavel SHIFT de modo a definir os oito
                        ;    "bits" mais significativos da maior palavra da memoria.
                        ;ENTRADA: Conteudo da palavra de memoria a ser testado.
                        ;SAIDA:  Variavel SHIFT.
                        ;ROTINA CHAMADA: Nenhuma.
                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,B,C,D,E,F,H,L.
                        ;DESCRICAO:  E' verificada a posicao do "bit" mais significativo da palav
                        ;    e de acordo com essa posicao, sera definido o conteudo de SHIFT.
                        ;            Por exemplo, se o "bit" mais significativo for o "bit17", a
                        ;    variavel SHIFT contera o valor 0BH,
                        ;
                        ;                0000.001X..XXXX.XXXX..XXXX.XXXX
                        ;                    |        |            |
                        ;                  bit17    bit11         bit0
                        ;
                        ;    de modo que a rotina DSPL colocara em BYTE_DSPLD os "bits" 11 a 18.
                        ;            Convem colocar que se o dado for negativo, antes sera tomado o
                        ;    seu complemento de dois, para depois procurar-se o "bit" mais signific
                        ;            Antes de retornar da chamada, a variavel SHIFTEST e' comparada
                        ;    com o antigo valor de SHIFT e a nova SHIFT contera o maior valor entre
                        ;    as duas.
                        ;*******
AD4A  EB                    XCHG
AD4B  7E                    MOV     A,M             ;O CONTEUDO DOS TRES BYTES DA MEMORIA
AD4C  32 07 28              STA     AUX_MEMLOW      ;E' POSTO EM UMA MEMORIA AUXILIAR
AD4F  23                    INX     H
AD50  7E                    MOV     A,M
AD51  32 08 28              STA     AUX_MEMED
AD54  23                    INX     H
AD55  7E                    MOV     A,M
AD56  32 09 28              STA     AUX_MEMHIG
AD59  21 09 28              LXI     H,AUX_MEMHIG
AD5C  3E FF                 MVI     A,0FFH
AD5E  A6                    ANA     M               ;FAZ CY = 0 E PARA PEGAR O TERCEIRO BYTE
AD5F  F2 7F AD              JP      POSITIVO        ;SALTA SE FOR POSITIVO
AD62  7E                    MOV     A,M             ;SE FOR NEGATIVO, FAZER O
AD63  2F                    CMA                     ;COMPLEMENTO DE 2.
AD64  77                    MOV     M,A
AD65  2B                    DCX     H
AD66  7E                    MOV     A,M
AD67  2F                    CMA
AD68  77                    MOV     M,A
AD69  2B                    DCX     H               ;H-L = AUX_MEMLOW
AD6A  7E                    MOV     A,M
AD6B  2F                    CMA
AD6C  77                    MOV     M,A
AD6D  B7                    ORA     A               ;CLEAR CY BIT.
```

```
3273  AD6E  3E 01              MVI     A,01H
3274  AD70  86                 ADD     M
3275  AD71  77                 MOV     M,A
3276  AD72  23                 INX     H
3277  AD73  3E 00              MVI     A,00H
3278  AD75  8E                 ADC     M
3279  AD76  77                 MOV     M,A
3280  AD77  23                 INX     H               ;H-L = AUX_MEMHIG
3281  AD78  3E 00              MVI     A,00H
3282  AD7A  8E                 ADC     M
3283  AD7B  77                 MOV     M,A             ;NA AUX MEM TEMOS O COMPLEMENTO DE 2
3284  AD7C  3E FF              MVI     A,0FFH          ;DA MEMORIA
3285  AD7E  A6                 ANA     M               ;CY=0
3286                         ;
3287  AD7F                   POSITIVO:
3288  AD7F  C2 A8 AD           JNZ     TSTBYT2         ;SALTA SE BIT ESTIVER NO HIGH BYTE
3289  AD82  2B                 DCX     H               ;BIT ESTA NO BYTE MEDIO
3290  AD83  3E FF              MVI     A,0FFH
3291  AD85  A6                 ANA     M
3292  AD86  C2 91 AD           JNZ     TSTBYT1         ;SALTA PARA PROCURAR O BIT NO BYTE MEDIO
3293  AD89  3E 00              MVI     A,00H           ;BIT ESTA NO LOW BYTE ==) SHIFT = 00H
3294  AD8B  32 06 28           STA     SHIFTEST
3295  AD8E  C3 BD AD           JMP     SAIDA           ;JA TEM SHIFT ADEQUADO,
3296                                                   ;PODE SAIR DE SHIFT_AUTO
3297                         ;
3298                         TSTBYT1:                  ;BIT + SIGNIFICATIVO ESTA NO BYTE CENTRAL
3299  AD91  3E 0A              MVI     A,SHIFT_MED     ;INICIALIZO SHIFTEST
3300  AD93  32 06 28           STA     SHIFTEST
3301  AD96  7E                 MOV     A,M
3302  AD97  47                 MOV     B,A
3303                         TSTBYT1A:                 ;PROCURA O BIT NO BYTE, FAZENDO ROTATES PARA
3304  AD98  78                 MOV     A,B             ;A ESQUERDA E TESTANDO O CY BIT.
3305  AD99  17                 RAL
3306  AD9A  47                 MOV     B,A
3307  AD9B  3A 06 28           LDA     SHIFTEST
3308  AD9E  3D                 DCR     A
3309  AD9F  32 06 28           STA     SHIFTEST
3310  ADA2  D2 98 AD           JNC     TSTBYT1A        ;JA TEM SHIFTEST ADEQUADO,SAIR DE SHIFT_AUTO
3311  ADA5  C3 BD AD           JMP     SAIDA
3312                                                   ;ERRO CAUSADO EM SHIFT_AUTO POR NAO ENCONTRAR
3313                                                   ;O BIT + SIGNIFICATIVO QUE DEVERIA ESTAR NESTE BYTE
3314                         TSTBYT2:                  ;BIT ESTA NO BYTE MAIS SIGNIFICATIVO
3315  ADA8  3E 11              MVI     A,SHIFT_HIG     ;INICIALIZA O SHIFTEST
3316  ADAA  32 06 28           STA     SHIFTEST
3317  ADAD  7E                 MOV     A,M
3318  ADAE  17                 RAL
3319  ADAF  47                 MOV     B,A
3320                         TSTBYT2A:                 ;PROCURA O BIT, FAZENDO ROTATES PARA A
3321  ADB0  78                 MOV     A,B             ;ESQUERDA E TESTANDO O CY BIT.
3322  ADB1  17                 RAL
3323  ADB2  47                 MOV     B,A
3324  ADB3  3A 06 28           LDA     SHIFTEST
3325  ADB6  3D                 DCR     A
3326  ADB7  32 06 28           STA     SHIFTEST
3327  ADBA  D2 B0 AD           JNC     TSTBYT2A
3328                         ;
3329                         ;
3330  ADBD                   SAIDA:
3331  ADBD  3A 06 28           LDA     SHIFTEST
3332  ADC0  47                 MOV     B,A
3333  ADC1  3A 00 28           LDA     SHIFT
3334  ADC4  B8                 CMP     B
3335  ADC5  D0                 RNC                     ;RETORNA DA SUBROTINA SHIFT_AUTO
3336  ADC6  78                 MOV     A,B
3337  ADC7                   SAIDA2:
3338  ADC7  32 00 28           STA     SHIFT           ;SHIFTEST > SHIFT. SHIFT E ATUALIZADO.
3339  ADCA  C9                 RET                     ;RETORNA DA ROTINA SHIFT_AUTO
3340                         ;
3341  ADCB                   SAIDA1:
3342  ADCB  3D                 DCR     A
3343  ADCC  C3 C7 AD           JMP     SAIDA2
3344                         ;
3345                         ;
3346                         ;*******
3347  ADCF                   GATILHO:
3348                         ;*******
3349                         ;FUNCAO:     Preparar o sitema para a aquisicao de uma nova curva.
3350                         ;ENTRADAS:   COLETA1, endereco inicial da palavra da memoria, TIME_HIGH e
3351                         ;    TIME_LOW.
3352                         ;SAIDAS:     Modifica o vetor-endereco da RST7.5 para que a proxima, a ser
3353                         ;    causada pelo "right limit pulse" seja atendida pela RETRACO. A variave
3354                         ;    MEM_DSPL_A contera o endereco da primeira palavra do banco.
3355                         ;ROTINA CHAMADA: Nenhuma.
3356                         ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: Nenhum.
```

```
                        ;DESCRICAO:  Chamada pelo pulso de "left limit" (quando VARREDURA tiver
                        ;    conteudo nao nulo) atraves de uma RST7.5, esta subrotina desabilita as
                        ;    interrupcoes, salva os registradores e inicializa a MEM_DSPL_A com o
                        ;    endereco do "byte" mais significativo da primeira palavra da memoria d
                        ;    dados. Prepara o atendimento da proxima RST7.5, aciona a 8253 para ger
                        ;    um sinal cuja frequencia resulte no tempo de varredura desejado, atua
                        ;    remotamente no registrador para abaixar a caneta e deslocar-se para a
                        ;    direita, recupera os registradores, habilita as interrupcoes e retorna
                        ;    da chamada.
                        ;********
ADCF  F3                    DI
ADD0  F5                    PUSH    PSW
ADD1  D5                    PUSH    D
ADD2  E5                    PUSH    H               ;SALVA REGISTRADORES
ADD3  11 14 28              LXI     D,MEM_DSPL_I    ;ENDERECO INICIAL
ADD6  ED                    LHLX
ADD7  22 01 28              SHLD    MEM_DSPL_A      ;DA MEMORIA DE DADOS.
ADDA  3E 19                 MVI     A,19H           ;=19H>RESETA RST 7.5 FLIP FLOP, EVITANDO
ADDC  30                    SIM                     ;INTERRUPCOES INDESEJADAS.HABILITA
ADDD  11 CF 20              LXI     D,20CFH         ;RST 6.5 E RST 7.5. DESABILITA RST  5.5
ADE0  21 78 AB              LXI     H,RETRACO
ADE3  D9                    SHLX
                        ;
ADE4  3A 0D 28              LDA     TIME_LOW        ;CARREGA # PARA SCAN TIME SELECIONADO
ADE7  32 01 F0              STA     CLOCK_1
ADEA  3A 0E 28              LDA     TIME_HIGH
ADED  32 01 F0              STA     CLOCK_1
                        ;
ADF0  3E 08                 MVI     A,08H           ;ABAIXA A PENA E MOVE CARRO PARA A DIREITA
ADF2  D3 28                 OUT     PORT_F0
                        ;
ADF4  E1                    POP     H
ADF5  D1                    POP     D
ADF6  F1                    POP     PSW
                        ;
ADF7  FB                    EI
ADF8  C9                    RET
                        ;
                        ;
                        ;*********
ADF9                    VAI_EXATO:
                        ;*********
                        ;FUNCAO:     Enviar ao EXATO o conteudo do registrador B.
                        ;ENTRADAS: No registrador B, o dado a ser enviado.
                        ;SAIDAS: O caracter e' enviado ao EXATO, via 8251A.
                        ;ROTINAS CHAMADAS: Nenhuma.
                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,F.
                        ;DESCRICAO:  Esta subrotina verifica o "status" da 8251A, aguardando que
                        ;    esteja pronta para transmitir. Envia o caracter e retorna da chamada.
                        ;*******
ADF9  DB C0                 IN      COM_PCI         ;LE STATUS
ADFB  E6 01                 ANI     01H             ;TESTA O TXRDY
ADFD  CA F9 AD              JZ      VAI_EXATO       ;ESPERA ESTAR READY!
AE00  78                    MOV     A,B
AE01  32 00 C0              STA     ADR_PCI         ;ENVIA O CARACTER QUE ESTAVA EM 'B'
AE04  C9                    RET
                        ;
                        ;
                        ;*********
AE05                    VEM_EXATO:
                        ;*********
                        ;FUNCAO:     Receber um caracter vindo do EXATO.
                        ;ENTRADAS:  Caracter vindo do EXATO.
                        ;SAIDAS: Variavel DATA_EX contera o caracter recebido.
                        ;ROTINAS CHAMADAS: Nenhuma.
                        ;REGISTRADORES DESTRUIDOS: A,F.
                        ;DESCRICAO:  A subrotina testa o "status" da 8251A aguardando que tenha u
                        ;    dado pronto para ser lido. Recebe o dado e verifica se e' 'CR'. Em cas
                        ;    afirmativo, espera um novo dado. No caso negativo, o dado sera colocad
                        ;    na variavel DATA_EX.
                        ;            Verifica se ha um novo caracter a ser lido. Se nao, retorna.
                        ;    Caso haja um outro caracter, ele e' lido, desprezado e volta para esse
                        ;    ultimo teste, ate nao existir outros caracteres.
                        ;*******
AE05  DB C0                 IN      COM_PCI         ;LE STATUS DA PCI
AE07  E6 02                 ANI     02H             ;TESTA O RXRDY
AE09  CA 05 AE              JZ      VEM_EXATO       ;ESPERA ESTAR READY!
AE0C  3A 00 C0              LDA     ADR_PCI         ;RECEBE O CARACTER
AE0F  FE 8D                 CPI     8DH             ;VERIFICA SE VEIO 'CR'
AE11  CA 05 AE              JZ      VEM_EXATO       ;TORNAR A LER, SE SIM.
AE14  32 43 28              STA     DATA_EX         ;ARMAZENA O DADO VINDO DO EXATO
AE17                    VEM_EXATO1:
AE17  DB C0                 IN      COM_PCI         ;LE STATUS DA PCI
AE19  E6 02                 ANI     02H             ;TESTA RxRDY
```

```
3441  AE1B  C8                  RZ                    ;RETORNA QUANDO NAO MAIS EXISTIR CARACTERES
3442                                                  ;INDESEJADOS
3443  AE1C  3A 00 C0            LDA     ADR_PCI       ;SE HA CARACTERES INDESEJADOS, LE-LOS!
3444  AE1F  C3 17 AE            JMP     VEM_EXATO1
3445                        ;********
3446                        ;
3447                        ;
3448                        ;**********
3449  AE22                  PEGA_NIBLE:
3450                        ;**********
3451                        ;FUNCAO:    Utilizando a subrotina VEM_EXATO, deixar no acumulador apenas
3452                        ;   nibble menos significativo do dado recebido.
3453                        ;*******
3454  AE22  CD 05 AE            CALL    VEM_EXATO
3455  AE25  3A 43 28            LDA     DATA_EX
3456  AE28  E6 0F               ANI     0FH
3457  AE2A  C9                  RET
3458                        ;*******
3459                        ;
3460                        ;
3461                        ;************
3462  AE2B                  TESTA_PROMPT:
3463                        ;************
3464                        ;FUNCAO:    Usando a VEM_EXATO, compara o dado recebido com AAH('*').
3465                        ;   Retorna com os 'flags bits' setados, de acordo com o resultado
3466                        ;   da comparacao.
3467                        ;********
3468  AE2B  CD 05 AE            CALL    VEM_EXATO
3469  AE2E  3A 43 28            LDA     DATA_EX
3470  AE31  FE AA               CPI     0AAH
3471  AE33  C9                  RET
3472                        ;********
3473                        ;
3474                        ;
3475                        ;********
3476  AE34                  DELAY_2S:
3477                        ;********
3478                        ;FUNCAO:    Usando a DELAY do Monitor INTEL, gerar um retardo de
3479                        ;   aproximadamente 2s.
3480                        ;********
3481  AE34  06 02               MVI     B,02H
3482  AE36                  DELAY1:
3483  AE36  11 FF FF            LXI     D,0FFFFH
3484  AE39  CD F1 05            CALL    DELAY
3485  AE3C  05                  DCR     B
3486  AE3D  C2 36 AE            JNZ     DELAY1
3487  AE40  C9                  RET
3488                        ;********
3489                        ;
3490                        ;
3491                        ;***ROTINAS DE AJUSTE PARA ESCOLHA DOS 8 BITS DA PALAVRA DE MEMORIA***
3492                        ;DESCRICAO GERAL:  Estas rotinas recebem em D-E, o endereco do "low byte
3493                        ;   da palavra de memoria sob verificacao. Dependendo do ajuste definido
3494                        ;   pela SHIFT, serao dados os deslocamentos necessarios para que a
3495                        ;   variavel BYTE_DSPLD seja preenchida com os 8 "bits" desejados. O
3496                        ;   retorno destas rotinas, dirije-se a rotina de teste do sinal da palavr
3497                        ;   corrente para as alteracoes necessarias.
3498                        ;
3499                        ;*****
3500                        AJST0:                      ;PEGA BITS 0 A 7 DA PALAVRA,OU SEJA, O BYTE MENOS
3501                                                    ;SIGNIFICATIVO.
3502  AE41  1A                  LDAX    D
3503  AE42  32 05 28            STA     BYTE_DSPLD
3504  AE45  C3 53 A9            JMP     TEST_SINAL
3505                        ;*****
3506                        AJST1:                      ;PEGA BITS 1 A 8 DA MEM.
3507  AE48  ED                  LHLX
3508  AE49  10                  SHLR
3509  AE4A  7D                  MOV     A,L
3510  AE4B  32 05 28            STA     BYTE_DSPLD
3511  AE4E  C3 53 A9            JMP     TEST_SINAL
3512                        ;*****
3513                        AJST2:                      ;PEGA BIT 2 A 9 DA MEM.
3514  AE51  ED                  LHLX
3515  AE52  10                  SHLR
3516  AE53  10                  SHLR
3517  AE54  7D                  MOV     A,L
3518  AE55  32 05 28            STA     BYTE_DSPLD
3519  AE58  C3 53 A9            JMP     TEST_SINAL
3520                        ;*****
3521                        AJST3:                      ;PEGA BIT 3 A 10 DA MEM.
3522  AE5B  ED                  LHLX
3523  AE5C  10                  SHLR
3524  AE5D  10                  SHLR
```

```
3525  AE5E  10                SHLR
3526  AE5F  7D                MOV     A,L
3527  AE60  32 05 28          STA     BYTE_DSPLD
3528  AE63  C3 53 A9          JMP     TEST_SINAL
3529                        ;*****
3530                        AJST4:                  ;PEGA BIT 4 A 11 DA MEM.
3531  AE66  ED                LHLX
3532  AE67  10                SHLR
3533  AE68  10                SHLR
3534  AE69  10                SHLR
3535  AE6A  10                SHLR
3536  AE6B  7D                MOV     A,L
3537  AE6C  32 05 28          STA     BYTE_DSPLD
3538  AE6F  C3 53 A9          JMP     TEST_SINAL
3539                        ;*****
3540                        AJST5:                  ;PEGA BIT 5 A 12 DA MEM.
3541  AE72  D5                PUSH    D
3542  AE73  ED                LHLX
3543  AE74  EB                XCHG
3544  AE75  18                SDEL
3545  AE76  18                SDEL
3546  AE77  18                SDEL
3547  AE78  7A                MOV     A,D
3548  AE79  32 05 28          STA     BYTE_DSPLD
3549  AE7C  D1                POP     D
3550  AE7D  C3 53 A9          JMP     TEST_SINAL
3551                        ;*****
3552                        AJST6:                  ;PEGA BIT 6 A 13 DA MEM.
3553  AE80  D5                PUSH    D
3554  AE81  ED                LHLX
3555  AE82  EB                XCHG
3556  AE83  18                SDEL
3557  AE84  18                SDEL
3558  AE85  7A                MOV     A,D
3559  AE86  32 05 28          STA     BYTE_DSPLD
3560  AE89  D1                POP     D
3561  AE8A  C3 53 A9          JMP     TEST_SINAL
3562                        ;*****
3563                        AJST7:                  ;PEGA BIT 7 A 14 DA MEM.
3564  AE8D  D5                PUSH    D
3565  AE8E  ED                LHLX
3566  AE8F  EB                XCHG
3567  AE90  18                SDEL
3568  AE91  7A                MOV     A,D
3569  AE92  32 05 28          STA     BYTE_DSPLD
3570  AE95  D1                POP     D
3571  AE96  C3 53 A9          JMP     TEST_SINAL
3572                        ;*****
3573                        AJST8:                  ;PEGA BIT 8 A 15 DA MEM.,
3574  AE99  ED                LHLX                    ;OU SEJA, O BYTE CENTRAL
3575  AE9A  7C                MOV     A,H
3576  AE9B  32 05 28          STA     BYTE_DSPLD
3577  AE9E  C3 53 A9          JMP     TEST_SINAL
3578                        ;*****
3579                        AJST9:                  ;PEGA BIT 9 A 16 DA MEM.
3580  AEA1  D5                PUSH    D
3581  AEA2  EB                XCHG
3582  AEA3  28 01             AND     01H
3583  AEA5  ED                LHLX
3584  AEA6  10                SHLR
3585  AEA7  7D                MOV     A,L
3586  AEA8  32 05 28          STA     BYTE_DSPLD
3587  AEAB  D1                POP     D
3588  AEAC  C3 53 A9          JMP     TEST_SINAL
3589                        ;******
3590                        AJST10:                 ;PEGA BIT 10 A 17 DA MEM.
3591  AEAF  D5                PUSH    D
3592  AEB0  EB                XCHG
3593  AEB1  28 01             AND     01H
3594  AEB3  ED                LHLX
3595  AEB4  10                SHLR
3596  AEB5  10                SHLR
3597  AEB6  7D                MOV     A,L
3598  AEB7  32 05 28          STA     BYTE_DSPLD
3599  AEBA  D1                POP     D
3600  AEBB  C3 53 A9          JMP     TEST_SINAL
3601                        ;******
3602                        AJST11:                 ;PEGA BIT 11 A 18 DA MEM.
3603  AEBE  D5                PUSH    D
3604  AEBF  EB                XCHG
3605  AEC0  28 01             AND     01H
3606  AEC2  ED                LHLX
3607  AEC3  10                SHLR
3608  AEC4  10                SHLR
```

```
3609  AEC5  10                  SHLR
3610  AEC6  7D                  MOV     A,L
3611  AEC7  32 05 28            STA     BYTE_DSPLD
3612  AECA  D1                  POP     D
3613  AECB  C3 53 A9            JMP     TEST_SINAL
3614                        ;******
3615                        AJST12:                     ;PEGA BIT 12 A 19 DA MEM.
3616  AECE  D5                  PUSH    D
3617  AECF  EB                  XCHG
3618  AED0  28 01               AHD     01H
3619  AED2  ED                  LHLX
3620  AED3  10                  SHLR
3621  AED4  10                  SHLR
3622  AED5  10                  SHLR
3623  AED6  10                  SHLR
3624  AED7  7D                  MOV     A,L
3625  AED8  32 05 28            STA     BYTE_DSPLD
3626  AEDB  D1                  POP     D
3627  AEDC  C3 53 A9            JMP     TEST_SINAL
3628                        ;******
3629                        AJST13:                     ;PEGA BIT 13 A 20 DA MEM.
3630  AEDF  D5                  PUSH    D
3631  AEE0  EB                  XCHG
3632  AEE1  28 01               AHD     01H
3633  AEE3  ED                  LHLX
3634  AEE4  EB                  XCHG
3635  AEE5  18                  SDEL
3636  AEE6  18                  SDEL
3637  AEE7  18                  SDEL
3638  AEEB  7A                  MOV     A,D
3639  AEE9  32 05 28            STA     BYTE_DSPLD
3640  AEEC  D1                  POP     D
3641  AEED  C3 53 A9            JMP     TEST_SINAL
3642                        ;******
3643                        AJST14:                     ;PEGA BIT 14 A 21 DA MEM.
3644  AEF0  D5                  PUSH    D
3645  AEF1  EB                  XCHG
3646  AEF2  28 01               AHD     01H
3647  AEF4  ED                  LHLX
3648  AEF5  EB                  XCHG
3649  AEF6  18                  SDEL
3650  AEF7  18                  SDEL
3651  AEF8  7A                  MOV     A,D
3652  AEF9  32 05 28            STA     BYTE_DSPLD
3653  AEFC  D1                  POP     D
3654  AEFD  C3 53 A9            JMP     TEST_SINAL
3655                        ;******
3656                        AJST15:                     ;PEGA BIT 15 A 22 DA MEM.
3657  AF00  D5                  PUSH    D
3658  AF01  EB                  XCHG
3659  AF02  28 01               AHD     01H
3660  AF04  ED                  LHLX
3661  AF05  EB                  XCHG
3662  AF06  18                  SDEL
3663  AF07  7A                  MOV     A,D
3664  AF0B  32 05 28            STA     BYTE_DSPLD
3665  AF0B  D1                  POP     D
3666  AF0C  C3 53 A9            JMP     TEST_SINAL
3667                        ;******
3668                        AJST16:                     ;PEGA BIT 16 A 23 DA MEM.,
3669  AF0F  D5                  PUSH    D             ;OU SEJA, BYTE MAIS
3670  AF10  EB                  XCHG                  ;SIGNIFICATIVO DA MEM.
3671  AF11  28 01               AHD     01H
3672  AF13  7C                  MOV     A,H
3673  AF14  32 05 28            STA     BYTE_DSPLD
3674  AF17  D1                  POP     D
3675  AF1B  C3 53 A9            JMP     TEST_SINAL
3676                        ;
3677                        ;
3678  AF1B                      REG_DELAY1L:
3679  AF1B  C0 0D                       DB      0C0H,0DH
3680                        ;
3681  AF1D                      REG_DELAY3L:
3682  AF1D  00 DC                       DB      00H,0DCH
3683                        ;
3684  AF1F                      REG_DELAY1H:
3685  AF1F  80 05                       DB      80H,05H
3686                        ;
3687  AF21                      REG_DELAY3H:
3688  AF21  00 58                       DB      00H,58H
3689                        ;
3690  AF23                      ESCALA_SHI:
3691  AF23  68 29 6C 88                 DB      68H,29H,6CH,88H,7CH,88H         ;ESCREVE 'ESCALA'
3692  AF27  7C 88
```

```
3693                                    ;
3694  AF29  29 88 88 6C                SAAC:   DB      29H,88H,88H,6CH,0FFH,0FFH       ;ESCREVE 'SAAC'
3695  AF2D  FF FF
3696                                    ;
3697  AF2F  0C C8 68 FA                OPER:   DB      0CH,0C8H,68H,0FAH,0FFH,0C2H     ;ESCREVE 'OPER ?'
3698  AF33  FF C2
3699                                    ;
3700  AF35  88 C8 C8 7C                APPLE:  DB      88H,0C8H,0C8H,7CH,68H,0FFH      ;ESCREVE 'APPLE'
3701  AF39  68 FF
3702                                    ;
3703  AF3B  1C 88 FA FA                VAR:    DB      1CH,88H,0FAH,0FAH,0FFH,0C2H
3704  AF3F  FF C2
3705                                    ;
3706  AF41  29 6C 88 BA                SCAN:   DB      29H,6CH,88H,0BAH,0C2H,0FFH
3707  AF45  C2 FF
3708                                    ;
3709  AF47  68 FA FA FF                 ERR:    DB      68H,0FAH,0FAH,0FFH,0FFH,0FFH
3710  AF4B  FF FF
3711                                    ;
3712  AF4D  0C C8 6C 88                 LETRAS: DB      0CH,0C8H,6CH,88H,0CH,0C2H       ;ESCREVE 'OPCAO?'
3713  AF51  0C C2
3714                                    ;
3715  AF53  68 BA 1A F7                 FIM:    DB      68H,0BAH,1AH,0F7H,0F7H,0F7H     ;ESCREVE 'End...'
3716  AF57  F7 F7
3717  AF59  60 A1                               DW      TERMINAR                        ;COM A TECLA '0'.
3718                                    ;
3719  AF5B  29 98 0C 1C                 SHOW:   DB      29H,98H,0CH,1CH,0FFH,0FFH       ;ESCREVE 'SHOU'
3720  AF5F  FF FF
3721  AF61  6D A1                               DW      DEMONSTRAR                      ;COM A TECLA '1'.
3722                                    ;
3723  AF63  FA 68 6C 68                 RECEIVE:DB      0FAH,68H,6CH,68H,38H,68H        ;ESCREVE 'rECEbE'
3724  AF67  38 68
3725  AF69  E5 A2                               DW      RECEBE                          ;COM A TECLA '2'
3726                                    ;
3727  AF6B  7A BF BA FF                 CIN2:   DB      7AH,0BFH,0BAH,0FFH,0FFH,0FFH    ;'CIN'-TECLA'3'
3728  AF6F  FF FF
3729  AF71  17 A2                               DW      AVER_CIN2                       ;SEM CONT. REMOTO
3730                                    ;
3731  AF73  88 1C 68 FA                AVER2:  DB      88H,1CH,68H,0FAH,0FFH,0FFH      ;'AVER'-TECLA'4'
3732  AF77  FF FF
3733  AF79  17 A2                               DW      AVER_CIN2                       ;SEM CONT.REMOTO
3734                                    ;
3735  AF7B  C8 88 C8 68                 PAPEL:  DB      0C8H,88H,0C8H,68H,7CH,0C2H      ;ESCREVE 'PAPEL?'
3736  AF7F  7C C2
3737  AF81  8E A2                               DW      GRAFICAR                        ;COM A TECLA '5'.
3738                                    ;
3739  AF83  1A 29 C8 7C                 MOSTRA: DB      1AH,29H,0C8H,7CH,0FFH,0FFH      ;"DSPL" - TECLA '6'.
3740  AF87  FF FF
3741  AF89  C8 A2                               DW      MOSTRAR
3742                                    ;
3743  AF8B  6C 7C FA FF                 CLRA:   DB      6CH,7CH,0FAH,0FFH,0FBH,0FFH     ;"CLr - " - TECLA '7'
3744  AF8F  FB FF
3745  AF91  10 A3                               DW      ZERA_BANCO
3746                                    ;
3747  AF93  29 68 BA 1A                 SEND:   DB      29H,68H,0BAH,1AH,0FBH,0FFH      ;'SEnd - ' - TECLA '8'
3748  AF97  FB FF
3749  AF99  28 A3                               DW      TRANSFERE
3750                                    ;
3751  AF9B  7A BF BA FF                 CIN:    DB      7AH,0BFH,0BAH,0FFH,0FFH,0FFH    ;'cin' - TECLA '9'
3752  AF9F  FF FF
3753  AFA1  40 A2                               DW      AVER_CIN
3754                                    ;
3755  AFA3  88 1C 68 FA                 AVER:   DB      88H,1CH,68H,0FAH,0FFH,0FFH      ;'AUEr' - TECLA 'A'
3756  AFA7  FF FF
3757  AFA9  40 A2                               DW      AVER_CIN
3758                                    ;
3759  AFAB  38 88 29 68                 BASE:   DB      38H,88H,29H,68H,0FFH,0FFH       ;'bASE' - TECLA 'B'
3760  AFAF  FF FF
3761  AFB1  37 A4                               DW      BASELINE
3762                                    ;
3763  AFB3  2C FA 88 7C                 GRAL:   DB      2CH,0FAH,88H,7CH,0FFH,0FFH      ;'GrAL' - TECLA 'C'
3764  AFB7  FF FF
3765  AFB9  50 A3                               DW      INTEGRAL
3766                                    ;
3767  AFBB  2C FA 88 7C                 GRAL2:  DB      2CH,0FAH,88H,7CH,0FFH,4AH       ;'GrAL 2' - TECLA 'D'
3768  AFBF  FF 4A
3769  AFC1  CA A5                               DW      INTEGRAL2
3770                                    ;
3771  AFC3  88 1A 1A FF                 ADD:    DB      88H,1AH,1AH,0FFH,0FFH,0FFH      ;'Add' - TECLA 'E'
3772  AFC7  FF FF
3773  AFC9  7D A6                               DW      SOMA
3774                                    ;
3775  AFCB  29 1C 38 FF                 SUB:    DB      29H,1CH,38H,0FFH,0FFH,0FFH      ;'SUb' - TECLA 'F'
3776  AFCF  FF FF
```

```
3777  AFD1  A2 A6                        DW      SUBTRACAO
3778                              ;
3779  AFD3  0C 9F 4A 0B           TAB2:  DB      0CH,9FH,4AH,0BH,99H,29H,28H,8FH,08H,89H,88H,38H
3780  AFD7  99 29 28 8F
3781  AFDB  08 89 88 38
3782  AFDF  6C 1A 68 E8                  DB      6CH,1AH,68H,0E8H
3783                              ;
3784  AFE3                          END


 ASSEMBLER ERRORS =    0
                        CROSS REFERENCE

LABEL          VALUE      REFERENCE

ADD            AFC3       -3771
ADD_OFST       A962       -2374  2459
ADR_PCI        C000        -130  3411  3434  3443
AJST0          AE41         166 -3500
AJST1          AE48         168 -3506
AJST10         AEAF         186 -3590
AJST11         AEBE         188 -3602
AJST12         AECE         190 -3615
AJST13         AEDF         192 -3629
AJST14         AEF0         194 -3643
AJST15         AF00         196 -3656
AJST16         AF0F         198 -3668
AJST2          AE51         170 -3513
AJST3          AE5B         172 -3521
AJST4          AE66         174 -3530
AJST5          AE72         176 -3540
AJST6          AE80         178 -3552
AJST7          AE8D         180 -3563
AJST8          AE99         182 -3573
AJST9          AEA1         184 -3579
APPLE          AF35         357 -3700
AQUI           A27D         606   626  -727   729
ARMAZENA       A6C7        1564  1609 -1627
ARMAZ_P        A849         212 -2058  2333  2467  2688  2763
ARMAZ_T        A83F         227   587  1828 -2046
ATUALIZA_END   A834        1107  1449  1662  1924  2017 -2026  3213
ATUAL_END      A82B        1226  1262  1322  1355 -2012
AUX_MEMED      2808         -28  3253
AUX_MEMHIG     2809         -29  3256  3257
AUX_MEMLOW     2807         -27  3250
AVER           AFA3       -3755
AVER2          AF73       -3731
AVER_CIN       A240        -657  3753  3757
AVER_CIN1      A232         602  -645
AVER_CIN2      A217        -610  3729  3733
AVER_CIN3      A223         605  -632
AVER_CIN4      A26B         603  -710
BANCO          283C         -79  1060  1068  2276  3132  3145
BASE           AFAB       -3759
BASE0          A48D        1153  1156 -1192
BASE00         A450        1149 -1154
BASE1          A4A5       -1205  1230
BASE10         AB62        2564 -2684
BASE11         A5BE        1380 -1386
BASE2          A4DB       -1241  1264
BASE3          A4E1       -1244  1261
BASE4          A516        1275 -1278
BASE5          A517        1277 -1280
BASE6          A52D       -1290  1324
BASE7          A575       -1335  1359
BASE8          A57B       -1338  1351
BASE9          A5A1       -1366  1376
BASEINT        284A         -97   231  1144  1159  2689
BASEINT_A      284B        -100   217  1160  1378  1382
BASELINE       A437       -1116  3761
BASEX          A456        1146 -1157
BASEX1         A46B       -1168  1180
BASEX2         A47B        1170 -1181
BYTE_DSPLD     2805         -25  2372  2377  2391  2428  2457  3503  3510
               2805        3518  3527  3537  3548  3559  3569  3576  3586
               2805        3598  3611  3625  3639  3652  3664  3673
CALC1          A74B       -1778  1784  1796
CALC2          A761        1789 -1793
CALC3          A767        1792 -1797
CALC_LOG       A737       -1745
CIN            AF9B       -3751
CIN2           AF6B       -3727
CINE1A         A8BE       -2223  2229
```

```
CINETICA        A702        -1679  1922
CINETICA1       A89B        -2178
CLOCK_0         F002         -138   262
CLOCK_1         F001         -139   331   711  2162  2386  3381  3383
CLRA            AF8B        -3743
CNTRL           1900         -142  2275  2844  2984  3021
COLE1           A7F0         1909 -1919
COLETA          A7C4          242 -1850
COLETA1         2822           -56   398   403   599   819  1739  1920  2172
                2822         2693  3046
COMUNICA1       AB10         1949  1956 -1961
COMUNICACAO     AB04          930   939  1509  1512  1516  1519  1522  1774
                AB04         1781 -1935  2753  2757
COM_PCI         00C0         -128  2098  2103  3407  3431  3439
CONTROL         F003         -137   258   260
CONTROLE        2842           -86   347   352   354   438   560   682  2107
                2842         2794  3116
CONTROLE1       2844           -88   229  2085  2106
CONTX           2803           -23  2347  2426  2435  2437  2485  2514
COUNT_HIGH      0004         -141   265
COUNT_LOW       0081         -140   263
DADO0           2B1B          -49   236
DADO1           2B1D          -51   234
DADO2           2B1F          -53   233
DATA_EX         2843          -87  3437  3455  3469
DAT_ADR         D000         -112  1900
DEFI            ACBB         3048 -3051
DEF_MEMO        ACAC          624   681 -3041
DELAY           05F1         -145  2420  3484
DELAY1          AE36        -3482  3486
DELAY_2S        AE34          209   469   897  3035 -3476
DEMO1           A17D         -474   483
DEMO2           A18D         -489   497
DEMO3           A195         -498   513
1
DEMO4           A1AD         -519   528
DEMO5           A1CB         -547   554
DEMONSTRAR      A16D         -449  3721
DESLOCA_RIG     284E         -104   322   975  1087  1105  1436
DOIS            AAEC         2597 -2612
DSPL            A90B          728   823  1072  1389  1568  1614 -2282
DSPL1           A916        -2321  2453  2500  2506  2530  2540  2677
DSPL2           A92D         2330 -2336
DSPL21          A93F         2339 -2345
DSPL3           A948        -2351  2491  2520
DSPL4           A9DC         2326 -2461
DSPLY           1800         -143  2277  2847  2987  3023
DSPL_OFST       0080         -134  2375
ENTER1          A262          696  -701
ENTER2          A25D         -697   700
ENTER3          ABC2        -2830  2850
ENTER_NMB       ABBD        -2807
ENTER_VAR       ABB0          591   629  1829 -2774
ERR             AF47         3033 -3709
ERR1            AB57         2562 -2674
ERRO2           A211          601  -604
ERROA           A1E2         -567   594   640  2835  2843  2904  2917  2930
ERROR           A825          351  1814 -1994
ESCALA          2B4D         -103   323   828   833  2342
ESCALAR         A999         2396  2401 -2410
ESCALA_SHI      AF23          778 -3690
ESCREVE         AC74          208   345   358   394   410   649   688   779
                AC74         1816  2715  2800 -2961  3034
ESCREVE1        AC78        -2979  2988
ESCREVE2        AC8A         2983 -2989
ESCRITA         AC8C         1477  2242  2249 -2995
FATOR_INT1      2850         -107   976  1507
FATOR_INT2      2851         -108  1437  1510
FIM             AF53          372  2686 -3715
FINAL           A71F         1701  1711 -1718
GATILHO         ADCF         2158 -3347
GET1            AD35        -3208  3216
GET_SHIFT       AD32          821   969 -3195
GRAFICAR        A28E         -753  3737
GRAFICAR1       A29B          774  -777   786
GRAFICAR2       A2B3         -787   829   834
GRAFICO         2840           -84   228   789  2233  2337  2379
GRAL            AFB3        -3763
GRAL2           AFBB        -3767
HDAT_ADR        00A0         -132  2356
HEX1            AB19         1982 -1984
HEX_ASCII       AB10        -1979
IBUFF           20FE         -111  2552
INCLINACAO      AB91         2566 -2729
```

```
INICIO          A043        -204
INTE2A          A5F7       -1448  1470
INTE2B          A620        1452 -1472
INTE2C          A626       -1476  1487  1492
INTE2D          A63A        1482 -1488
INTE2E          A643        1480 -1494  1503
INTEG1A         A390       -1009  1050
INTEGRAL        A350        -951  3765
INTEGRAL1       A36E        -984
INTEGRAL2       A5CA       -1395  3769
INTENSI1        AA06       -2483  2603  2610  2615  2622  2627  2634  2639
                AA06        2646  2661  2682
INTENSI2        AA14       -2490  2495
INTENSI3        AA2D        2449 -2502
INTENSI4        AA4F       -2519  2524
INTENSI5        AA6B        2452 -2536
INTENSI6        AAB4        2569 -2577
INTENSI7        AAC4        2575 -2588
INTENSIDADE     2B2A         -61  2482  2492  2494  2499  2503  2505  2508
                2B2A        2521  2523  2529  2537  2539  2542
LEKBD           ACBC         346   395   689   772   780  1499  2831 -3058
LER_PORT        A0F2        -337   340
LETECLA         AB5D        2556 -2679
LETRAS          AF4D         393 -3712
LOOP            A0C2        -271   277
MEMORIA_A       ACF2        1150  3052  3122 -3136
MEMORY        M 0000           0
MEMO_B          2B48         -96   224  1768  1802  2201  2219
MEM_A           2B17         -47   221   269  1546  1598  1655  1658  1667
                2B17        2221
MEM_APPLE       ACCE       -3120  3156
MEM_B           2B19         -48   223  1553  1591  1659  1661  1669
MEM_DSPL_A      2B01         -22   978  1016  1021  1034  1090  1195  1204
                2B01        1229  1240  1245  1289  1292  1334  1339  1431
                2B01        1439  1464  1644  1830  1838  1893  1904  1911
                2B01        2037  2040  2250  3128  3141  3373
MEM_DSPL_I      2B14         -42  1055  1059  1161  1193  1238  1285  1331
                2B14        1384  2348  2470  3127  3140  3371
MEM_END         2B34         -70   557  1191  1266  1361  2020  2251
MEM_FIM         2B16         -44   868   888   942   972  1018  1374  1663
                2B16        1839  3130  3143  3214
MEM_FIM_I       2B3F         -83  1433  1450  3134  3147
MEM_INT         2B36         -72   988  1011  1013  1040
MEM_OFST        FFF8        -113  1897
MEM_OPT         ACC5         849   886   918   970  1155  1421  1543  1588
                ACC5        1818  3049 -3077  3206
MEM_PASSO       0003        -136  1010  1656  2038
MOSTRA          AF83       -3739
MOSTRAR         A2C8        -804  3741
MOTOR_OFF       AD1C         341  1725 -3160
MSB_0           A9D4        2371 -2456
NAOPODE         AB44        2654 -2658  2669
NAR6            0000           0
NEXT            A950       -2358  2444
NREC1           A795       -1823  1825
NREC2           A79B       -1826  1841
OFSET_3K        2B3B         -75   986  1057  1427  3124  3138
OPC1            A14C         400  -405   419  2694
OPC2            A151        -408
OPC3            A15B         407  -416
OPCA0           A132         355  -378   562
OPCA01          A721       -1722  2236  2258
OPCA02          A76C       -1800
OPCA03          A774       -1804  1810
OPCA0_APPLE     A13F         374  -397
OPER            AF2F         343 -3697
OPERACA0        A0CA        -289   824   870   899   947  1074  1391  1501
                A0CA        1525  1569  1615  1741  1846  2007  2769
OPERACA02       A0FC         328  -342
OPT_APPLE       AD11        3118 -3150
OUTROT1         A9A4        2381 -2425
OUTROT2         A9BD        2406 -2441
OVER1           A40F       -1089  1104  1110
OVERF           A401         974 -1078  1435
PAPEL           AF7B       -3735
PAPEL_WDT       284C        -101   321   776  2415
PEGA_BIBLE      AE22         368   748   856   859  1812  2943  3154 -3449
PEGA_VAR        A220         625  -628   707
PONTEIRO1       2821         -55  2062  2431  2497  2511  2527  2545
PONTEIRO2       2832         -68  2063  2447  2526  2546
PONTEIRO3       2833         -69  2064  2450
PONTX1          282B         -62  2463  2484  2625  2630  2637  2642  2652
                282B        2751
PONTX2          282C         -63  2465  2513  2601  2606  2613  2618  2667
```

```
                2B2C          2755
PONTY1H         2B2E           -65  1166  2474  2488
PONTY1L         2B2D           -64  1164  2472  2486  2631  2633  2643  2645
PONTY2H         2B30           -67  1187  2480  2517
PONTY2L         2B2F           -66  1185  2478  2515  2607  2609  2619  2621
PORT_A0         0020          -116   253
PORT_B0         0021          -117  2392  2429
PORT_C0         0022          -118  2427
PORT_D0         0023          -119   326   338  2322  3119
PORT_E0         0028          -123   330   720   795  2090  2096  3185
PORT_F0         002B          -124   336   723  2168  2316  2394  2398  3179
                002B          3386
PORT_TIM_HI     002D          -127  2094
PORT_TIM_LO     002C          -126  2092
POSITIVO        AD7F          3260 -3287
PREPARA_PCI     A853           359   851  1820 -2069  2713
RAM             2800           -19    21    22    23    24    25    26    27
                2800            28    29    30    31    32    33    35    36
                2800            37    38    39    40    42    44    47    48
                2800            49    50    51    52    53    54    55    56
                2800            57    58    59    60    61    62    63    64
                2800            65    66    67    68    69    70    72    75
                2800            77    79    81    82    83    84    85    86
                2800            87    88    89    91    93    96    97   100
                2800           101   103   104   106   107   108   109
RDKBD           02E7          -144  3071
REC1            A2F2          -855   871
RECEBE          A2E5          -837  3725
RECEIVE         AF63          1815 -3723
REG_DELAY1H     AF1F         -3684
REG_DELAY1L     AF1B          2395 -3678
REG_DELAY3H     AF21         -3687
REG_DELAY3L     AF1D          2400 -3681
RETRACO         A878           249   799 -2112  3181  3377
RETRACO1        A8C6          2174 -2231
ROTATE          2813           -40  1088  1101  1103  1106  1243  1258  1260
                2813          1337  1348  1350
RS232           AB79           923  1504  1765 -2698  2748
RS232A          AB8A         -2721  2723
SAAC            AF29           207 -3694
SAI             A3D7          1020 -1052
SAIDA           ADBD          3295  3311 -3330
SAIDA1          ADCB         -3341
SAIDA2          ADC7         -3337  3343
SAI_1           A3F0          1062 -1065
SAI_2           A3F2          1064 -1067
SCAN            AF41           686 -3706
SCAN_APPLE      A253          -692   749
SEND            AF93          2714 -3747
SHIFT           2800           -21   320   980  1069  1232  1330  1387  2208
                2800          2340  2344  2352  3217  3333  3338
SHIFT1          2812           -39  1236  1242  1336
SHIFTEST        2806           -26  3294  3300  3307  3309  3316  3324  3326
                2806          3331
SHIFT_AUTO      AD4A          1048  1224  1353  1654  1923  3211 -3224
SHIFT_D2        A2DD           784  -831
SHIFT_HIG       0011          -147  3315
SHIFT_INT       2B52          -109  1070  1083  1388  3218
SHIFT_MED       000A          -146  3299
SHIFT_X2        A2D5           782  -826
SHOW            AF5B         -3719
SOMA            A67D         -1529  3773
SOMA1           A680         -1545  1567
SOMA_HIGH       280C           -32  1005  1037  1039  1281  1301  1318  1321
                280C          1447  1467  1469  1489  1520
SOMA_LOW        280A           -30   991  1024  1032  1284  1295  1311  1313
                280A          1441  1456  1462  1475  1513
SOMA_MED        280B           -31   998  1026  1297  1314  1317  1444  1458
STACK         S 0000             0
STK_ADR         20C0          -115   205   590  2659
SUB             AFCB         -3775
SUB1            A6A5         -1590  1612
SUBTRACAO       A6A2         -1573  3777
TAB2            AFD3          3014 -3779
TECLA           2841           -85  2560  2583  2585  2589
TEMP0           281C           -50  2050  2861  2864  2898  2906  2908  2938
TEMP1           281E           -52  2051  2870  2873  2911  2919  2921
TEMP2           2820           -54  2052  2829  2859  2862  2868  2871  2924
TEMP_0          2826           -57   218  1708  1714  2203  2254
TEMP_1          2827           -58   219  2255
TEMP_2          2828           -59  1716  2211
TEMP_3          2829           -60
TEMP_AUX        283A           -77   412   646
TEMP_B          283D           -81  1200  1211
```

```
TEMP_C          283E          -62  1197  1209
TEMP_H          2811          -38  1203  1217  1282
TEMP_L          280F          -36  1283  1310  2323  2328
TEMP_M          2810          -37
TERMI           A16C          440  -443
TERMINAR        A160         -423  3717
TESTA_PROMPT    AE2B         1824  1989  2722 -3462
TESTE_DEMO      2B47          -93   230   468  1147  1152
TESTINT         A9C3         2439 -2446
TEST_SINAL      A953        -2363  3504  3511  3519  3528  3538  3550  3561
                A953         3571  3577  3588  3600  3613  3627  3641  3654
                A953         3666  3675
TEST_X1         AB4A         2629  2641 -2663
TEST_X2         AB37         2605  2617 -2648
TIMEI           2846          -91   694  1772
TIME_APPLE      A283          684  -733
TIME_HIGH       280E          -35   714  3382
TIME_LOW        280D          -33   702   712  3380
TRANSFERE       A328         -903  3749
TRANSFERE1      A33B         -936   944
TRES            AAD3        -2600
TSTBYT1         AD91         3292 -3298
TSTBYT1A        AD98        -3303  3310
TSTBYT2         ADA8         3288 -3314
TSTBYT2A        ADB0        -3320  3327
ULTIMA_POS      284F          -106   973  1108  1434
UM              AB05         2594 -2624
VAI_EXATO       ADF9          366   442   746   853   858   866   946  1524
                ADF9         1799  1822  1844  1988  2720  2760  2941  3152
                ADF9        -3397  3409
VAR             AF3B         2798 -3703
VAR1            AC2A         2900 -2910
VAR2            AC15        -2901  2909
VAR3            AC47         2913 -2923
VAR4            AC32        -2914  2922
VARREDURA       2B04           -24   215   589   592   638   790  1832  1836
                2B04         2234  2238  2256  2902  2905  2915  2918  2928
                2B04         2931
VARREDURA1      2845           -89   216   596   598   642   644   928   933
VAR_A1          AC5E        -2940  2957
VAR_A2          AC68         2946 -2948
VAR_APPLE       AC59         2796 -2934
VAR_HEX         AC0D         2857  2865 -2881  2953
VAR_HEX_0       ABE3         2833 -2852
VAR_HEX_1       ABFF         2855 -2867
VEM_EXATO       AE05        -3416  3433  3436  3454  3468
VEM_EXATO1      AE17        -3438  3444
WR_BANCO        ABFF          887 -2269  2320  2717
WR_ERR          ACA2          584  2006  2676 -3029
ZERA_I          A31A         -890   896
ZERA_BANCO      A310         -875  3745
ZERO            AB1E         2591 -2636
```

APENDICE II

LISTAGEM DO PROGRAMA IMPLEMENTADO NO MICROCOMPUTADOR EXATO

```
3  HOME
4  CLEAR
10  REM  ESTE PGRM OBTEM A OPCAO
    DE TRABALHO DO USUARIO E A E
    NVIA AO SISTEMA DE CONTROLE
20  REM  INICIALIZACAO DAS VARIAV
    EIS
25 D$ =  CHR$ (4): REM  D$ = CTRL
    -D
27 OK = 42: REM  CARACTER *=AA DE
     PRONTIDAO
28  HTAB 10: PRINT "PROGRAMA DE C
    OMUNICACAO"
29  PRINT : PRINT "         *** S
    AAC <==> EXATO ***"
30  HTAB 5
31  FLASH : VTAB 10
32  PRINT "ESPERANDO CARACTER VIN
    DO DO SAAC"
33  NORMAL
34  PRINT D$;"IN#2": REM  ENTRADA
     PELA INTERFACE RS-232, HABI
    LITADA.
35  GET P$: PRINT
36  PRINT D$;"IN#0"
37  IF  ASC (P$) = 58 THEN  GOTO
    49: REM  SE RECEBER  BA=(:),
     VAI PARA MENU DE OPCOES.
38  IF  ASC (P$) = 59 THEN  GOTO
    465: REM  BB=(;) => SCAN TIM
    E.
39  IF  ASC (P$) = 60 THEN  GOTO
    662: REM  BC=(<) => NUMERO D
    E VARREDURAS.
40  IF  ASC (P$) = 63 THEN  GOTO
    1165: REM  BF=(?) => BANCO D
    E MEMORIA.
41  IF  ASC (P$) = 36 THEN  GOTO
    2500: REM  A4 = ($) ==> FIM
    DO TRABALHO
42  IF  ASC (P$) = 47 THEN  GOTO
    6200: REM  SE RECEBER 'AF'=4
    7='/'->ENVIAR ARQUIVO
44  IF  ASC (P$) = 40 THEN  GOTO
    3500: REM  SE RECEBER '(', A
    BRIR ARQUIVO COM OS DADOS EN
    VIADOS PELO SAAC
46  PRINT "ALGO SAIU ERRADO!": REM
     SE NAO VEIO NENHUM DOS CARA
    CTERES ACIMA =>ERRO!
47  FOR X = 1 TO 2500: NEXT X
48  GOTO 3
49  HOME
50  PRINT "   1 - DIGITAL AVERAGE
    R"
60  PRINT "   2 - CINETICA"
70  PRINT "   3 - AVER. S/ CNTRL.
     REMOTO"
80  PRINT "   4 - CIN. S/ CNTRL.
    REMOTO"
90  PRINT "   5 - CORRECAO DA LIN
    HA DE BASE"
110  PRINT "   6 - 1A. INTEGRAL"
120  PRINT "   7 - 2A. INTEGRAL"
130  PRINT "   8 - SOMAR BANCOS D
     E MEMORIA"
140  PRINT "   9 - SUBTRAIR BANCO
     S DE MEMORIA"
150  PRINT "  10 - ZERAR BANCO DE
      MEMORIA"
160  PRINT "  11 - MOSTRAR SINAL
     NO OSCILOSCOPIO"
170  PRINT "  12 - REGISTRAR SINA
     L EM PAPEL"
180  PRINT "  13 - TRANFERIR BANC
     O.SAAC => EXATO"
185  PRINT "  14 - TRANSFERIR ARQ
     UIVO.EXATO => SAAC"
187  PRINT "  15 - DEMONSTRACAO"
188  PRINT "  16 - FIM DO TRABALH
     O"
190  REM  LE OPCAO
191  PRINT
192  PRINT D$;"IN#0"
200  PRINT "OPCAO ?": INPUT OPCAO

204  REM  VERIFICA SE A ENTRADA E
     STA CORRETA
205  IF OPCAO > 16 THEN  PRINT "E
     NTRADA ERRADA": GOTO 49
210  REM  CONVERTER OPCAO
220  ON OPCAO GOTO 225,230,235,24
     0,245,250,255,260,265,270,27
     5,280,285,290,295,300
225 OPCAO = 58: GOTO 370  1 D'G
230 OPCAO = 57: GOTO 370  2 CIN
235 OPCAO = 52: GOTO 370  3 AVER
240 OPCAO = 51: GOTO 370  4 CIN
245 OPCAO = 59: GOTO 370  5 CC
250 OPCAO = 60: GOTO 370  6 1ª Int
255 OPCAO = 61: GOTO 370  7 2ª "
260 OPCAO = 62: GOTO 370  8 Add
265 OPCAO = 63: GOTO 370  9 subb
270 OPCAO = 55: GOTO 370 10 - Zerar
275 OPCAO = 54: GOTO 370 11 - Mostrar
280 OPCAO = 53: GOTO 370 12 - Registrar
285 OPCAO = 56: GOTO 370 13 - Transf
290 OPCAO = 50: GOTO 370 14 - "
295 OPCAO = 49: GOTO 370 15 - Demo
300 OPCAO = 48           16 - Fim
350  REM  ENVIAR OPCAO
370  PRINT D$;"PR#2"
380  PRINT  CHR$ (OPCAO): REM  EN
     VIA ASCII DA OPCAO
390  PRINT D$;"PR#0"
395  GOTO 3
465  HOME
470  REM  *****MENU DO SCAN TIME*
     ****
472  PRINT  TAB( 5)"ESCOLHA DO TE
     MPO DE VARREDURA"
473  PRINT : PRINT
474  PRINT : PRINT
```

p/ inicio 8
p/ SAAC 2

```
480  PRINT "  DIGITE    P/ O TEMP
     O DE"
490  PRINT "    1         0.5MIN"

500  PRINT "    2         1.0  "
510  PRINT "    3         2.0  "
520  PRINT "    4         4.0  "
530  PRINT "    5         8.0  "
540  PRINT "    6        16.0  "
550  PRINT "    7         0.5HORA
     "
560  PRINT "    8         1.0  "
570  PRINT "    9         2.0  "
580  PRINT "   10         4.0  "
590  PRINT "   11         8.0  "
600  PRINT "   12        16.0  "
604  PRINT
605  PRINT D$;"IN#0"
606  INPUT "TEMPO DE VARREDURA ?"
     ;TEMPO
607  REM  VERIFICAR SE A ENTRADA
     ESTA CORRETA
610  IF TEMPO > 12 THEN  PRINT "E
     NTRADA ERRADA": GOTO 480
615  REM  CONUERSAO DO TEMPO PARA
      ASC
620 TEMPO = TEMPO + 47: REM  CRIA
     R O ASCII
635  REM  ENVIAR TEMPO DE VARREDU
     RA
637  PRINT D$;"PR#2"
640  PRINT  CHR$ (TEMPO)
650  PRINT D$;"PR#0"
655  GOTO 3
662  HOME
664  REM  *****MENU DO N. DE VARR
     EDURAS*****
665  PRINT  TAB( 4)"DIGITE A QUAN
     TIDADE DE VARREDURAS": PRINT

666  PRINT  TAB( 08)"DE 1 A 255"
667  PRINT D$;"IN#0"
720  INPUT VARR
730  REM  VERIFICAR SE A ENTRADA
     ESTA CORRETA
740  IF VARR > 0 AND VARR <  = 25
     5 THEN  GOTO 770
750  PRINT "ENTRADA ERRADA"
760  FOR K = 1 TO 1500: NEXT K
765  GOTO 662
770  REM  VERIFICAR QUANTOS DIGIT
     OS TEM VARR
780 DIGIT = VARR - 10
790  IF DIGIT < 0 GOTO 940: REM
     COM 1 DIGITO
800 DIGIT = VARR - 100
810  IF DIGIT < 0 GOTO 890: REM
     COM 2 DIGITOS
820  REM  DETERMINAR UNIDADE,DEZE
     NA,CENTENA
830  REM  ... DE VARR COM 3 DIGI
     TOS
840 CENT =  INT (VARR / 100)
850 X2 = VARR - 100 * CENT
860 DEZ =  INT (X2 / 10)
870 UNID = X2 - DEZ * 10
880  GOTO 980
890  REM  ... DE VARR COM 2 DIGI
     TOS
900 CENT = 0
910 DEZ =  INT (VARR / 10)
920 UNID = VARR - DEZ * 10
930  GOTO 980
940  REM  ... DE VARR COM 1 DIGI
     TO
950 CENT = 0
960 DEZ = 0
970 UNID = VARR
980  REM  AGUARDA PROMPT PARA ENV
     IAR O NUMERO DE VARREDURAS E
     SCOLHIDO.
981 CENT = CENT + 48
982 DEZ = DEZ + 48
983 UNID = UNID + 48
985  PRINT D$;"PR#0"
988  PRINT CENT;DEZ;UNID
1030  REM  ENVIAR VARR
1040  PRINT D$;"PR#2"
1050  PRINT  CHR$ (CENT)
1060  PRINT D$;"IN#2"
1070  GET P$
1080  IF  ASC (P$) <  > 61 THEN  GOTO
     3000
1090  PRINT  CHR$ (DEZ)
1097  PRINT D$;"IN#2"
1100  GET P$
1110  IF  ASC (P$) <  > 62 THEN  GOTO
     3000
1120  PRINT  CHR$ (UNID)
1122  PRINT D$;"PR#0"
1124  GOTO 3
1160  REM  ESCOLHA DO BANCO DE ME
     MORIA
1165  HOME
1170  REM  *****MENU DO BANCO DE
     MEMORIA*****
1172  PRINT  TAB( 4)"QUAL O BANCO
      DE MEMORIA A SER UTILIZADO?
     "
1173  PRINT
1174  PRINT  TAB( 14)"1  OU  2"
1175  PRINT : PRINT
1180  INPUT B
1182  ON B GOTO 1184,1186
1184 B = 48: GOTO 1188
1186 B = 52
1188  PRINT
1190  PRINT D$;"PR#2"
1200  PRINT  CHR$ (B)
1210  PRINT D$;"PR#0"
1220  HOME : GOTO 28
1670  FOR Y = 1 TO 256
```


BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP
FÍSICA

```
1680 TCZ(Y) =  INT (GZ(Y) / 100)
1690 TDZ(Y) =  INT ((GZ(Y) - TCZ(
     Y) * 100) / 10)
1700 TUZ(Y) = GZ(Y) - TCZ(Y) * 10
     0 - TDZ(Y) * 10 + 48: REM  S
     OMO 48 PARA CRIAR ASCII
1710 TCZ(Y) = TCZ(Y) + 48:TDZ(Y) =
     TDZ(Y) + 48
1720  NEXT Y
1725  RETURN
1730  HOME
1732  GOTO 4700
1734  PRINT
1735  PRINT D$;"PR#2": REM  HABIL
     ITA ENVIO DE CARACTER
1736  PRINT  CHR$ (0K): REM  ENVI
     A PROMPT
1737  PRINT D$;"PR#0"
1740  PRINT "ENVIANDO OS DADOS"
1750  REM  ENVIAR OS DADOS
1760  FOR Y = 1 TO 256
1768  PRINT Y
1770  PRINT D$;"IN#2": REM  HABIL
     ITA ENTRADA PELA SSC.
1780  GET P$
1785  PRINT P$
1790  PRINT D$;"IN#0"
1800  IF  ASC (P$) <  > 60 THEN  GOTO
     3000
1805  PRINT
1810  PRINT D$;"PR#2": REM  HABIL
     ITA SAIDA PELA SSC
1820  PRINT  CHR$ (TCZ(Y))
1825  PRINT D$;"PR#0"
1827  PRINT
1830  PRINT D$;"IN#2"
1840  GET P$
1845  PRINT P$
1847  PRINT D$;"IN#0"
1850  IF  ASC (P$) <  > 61 THEN  GOTO
     3000
1855  PRINT
1860  PRINT D$;"PR#2"
1880  PRINT  CHR$ (TDZ(Y))
1885  PRINT D$;"PR#0"
1887  PRINT
1890  PRINT D$;"IN#2"
1900  GET P$
1905  PRINT P$
1907  PRINT D$;"IN#0"
1910  IF  ASC (P$) <  > 62 THEN  GOTO
     3000
1915  PRINT
1930  PRINT D$;"PR#2"
1940  PRINT  CHR$ (TUZ(Y))
1955  PRINT D$;"PR#0"
1960  NEXT Y
1965  PRINT Y
1970  PRINT D$;"IN#2"
1980  GET P$
1985  PRINT P$
1987  PRINT D$;"IN#0"
1990  IF  ASC (P$) <  > 64 THEN  GOTO
     3000
1995  NORMAL
2000  GOTO 3
2010  END
2500  HOME
2505  FLASH
2510  HTAB 15: VTAB 10
2520  PRINT "FIM DO TRABALHO"
2525  NORMAL
2530  STOP
3000  HOME
3005  FLASH
3010  HTAB 15
3015  VTAB 10
3020  PRINT "ERRO DE COMUNICACAO!
     "
3025  FOR X = 1 TO 800: NEXT X
3027  NORMAL
3028  STOP
3030  GOTO 3
3500  HOME
3510  FLASH
3520  HTAB 10: VTAB 10
3530  PRINT "RECEBENDO BANCO DE M
     EMORIA"
3535  NORMAL
3570  REM  ENVIAR CARACTER AO SDK
     -85 AVISANDO QUE ESTA PRONTO
     .
3575  PRINT
3580  PRINT D$;"PR#2"
3590  PRINT  CHR$ (0K)
3600  PRINT D$;"PR#0"
3610  DIM UZ(6147)
3620  FOR X = 1 TO 6147
3625  PRINT
3630  PRINT D$;"IN#2"
3640  GET K$
3645  PRINT K$
3650 UZ(X) =  ASC (K$)
3660  PRINT D$;"IN#0"
3665  IF UZ(X) = 41 THEN  GOTO 37
     20: REM  RECEBER ')', DEVE C
     RIAR ARQUIVO
3667  PRINT
3670  PRINT D$;"PR#2": REM  ENVIA
      CARACTER DE CONTROLE PARA A
     VISAR QUE RECEBEU UM DADO E
     QUE ESTA PRONTO PARA RECEBER
      OUTRO.
3680  PRINT  CHR$ (0K)
3690  PRINT D$;"PR#0"
3700  NEXT X
3710  REM  CRIAR UM ARQUIVO NO DI
     SQUETE, CONTENDO O BANCO DE
     MEMORIA RECEBIDO.
3715  PRINT : PRINT : PRINT
3720  HOME : FLASH : VTAB (10): PRINT
     "INSIRA O DISCO DE DADOS NO
```

Receber dados

```
3720  HOME : FLASH : VTAB (10): PRINT
    "INSIRA O DISCO DE DADOS NO
    ACIONADOR 2": NORMAL : PRINT
    : HTAB (15)
3721  INPUT "TECLE <CR)";W$: PRINT
    : PRINT : PRINT
3722  INPUT "NOME DO ARQUIVO A SE
    R CRIADO ?";N$: HOME
3723  FLASH
3725  PRINT "CRIANDO ARQUIVO ";N$

3728  NORMAL
3730  PRINT D$;"OPEN";N$;",D2"
3740  PRINT D$;"DELETE";N$
3750  PRINT D$;"OPEN";N$
3760  PRINT D$;"WRITE";N$
3770  PRINT X - 1: REM  PRIMEIRO
    DADO DO ARQUIVO E' O NUMERO
    DE CARACTERES QUE CONTEM.
3780  FOR J = 1 TO X - 1
3790  PRINT UZ(J)
3800  NEXT J
3810  PRINT D$;"CLOSE";N$: REM  F
    ECHA O ARQUIVO CRIADO.
3815  NORMAL
3830  HOME
3840  INPUT "DESEJA UTILIZAR O AR
    QUIVO CRIADO PARA FAZER ALGU
    M CALCULO? (S/N)";W$
3850  IF W$ = "N" THEN  GOTO 3
3855  HOME
3860  PRINT  TAB( 10)"ESCOLHA O C
    ALCULO"
3865  VTAB (7)
3870  PRINT "   1 - LOGARITMOS E
    TEMPOS - CINETICA"
3875  PRINT
3880  PRINT "   2 - INCLINACAO"
3885  PRINT
3890  PRINT "   3 - INTEGRAL"
3891  PRINT
3894  PRINT "   4 - INTEGRAL DO A
    RQUIVO": PRINT
3895  PRINT "   5 - SEG. INTEGRAL
     - SOMAS SUCESSIVAS"
3896  PRINT : PRINT "   6 - CRIAR
     ARQUIVO DECIMAL"
3897  PRINT : PRINT "   7 - SEGUN
    DA INTEGRAL - TRAPEZOIDAL"
3898  PRINT : PRINT "   8 - NENHU
    M"
3899  VTAB (23)
3900  INPUT " CALCULO DESEJADO?";
    C
3910  ON C GOTO 4000,5000,5500,70
    00,7500,9000,9500,5325
4000  REM  CALCULAR OS LOG E TEMP
    OS
4005  HOME
4010  REM  LER ARQUIVO
4015  FLASH
4020  INPUT "NOME DO ARQUIVO A SE
    R USADO ?";N$
4022  HOME
4025  PRINT "===> LENDO O ARQUIVO
    : ";N$: PRINT
4030  PRINT "===> CALCULANDO LOG'
    S E TEMPOS"
4035  NORMAL
4040  PRINT D$;"OPEN";N$
4050  PRINT D$;"READ";N$
4060  INPUT N: REM  N=NUMERO DE C
    ARACTERES CONTIDO NO ARQUIVO

4065 D = (N - 2) / 8: DIM X(D),Y(
    D)
4070  PRINT "D = ";D
4080 K = 0:R = 1:E = 0:P = 2:H =
    1:F = 6
4100  GOSUB 6000
4110 TEMPO = 2 ^ (T(1) - 1): REM
     TEMPO DE CADA VARREDURA EM
    MINUTOS
4115  PRINT "TEMPO = ";TEMPO;" MI
    N"
4120 XA = 0
4145 H =  - 1:N = 2
4150  FOR S = 1 TO D
4170 P = 4: REM  4 CARACTERES POR
     DADO
4175 H = H + 4:N = N + 4
4180  GOSUB 6000
4190 Y(S) =  LOG (T(R - 1))
4195  PRINT "LOG Y(";S;") = ";Y(S
    )
4200 H = H + 4:N = N + 4
4210  GOSUB 6000
4220 X(S) = (S - 1) * (0.25 + TEM
    PO) + (T(R - 1) - 32768) * T
    EMPO / 3072: REM  0.25=RETRA
    CO DE 15 SEC. 32768=8000H. 3
    072=#DE BYTES.
4225  PRINT "X(";S;") =";X(S)
4235  FOR Q = 1 TO 1000: NEXT
4237 R = 0
4240  NEXT S
4250  PRINT D$;"CLOSE";N$
4260  HOME
4270  VTAB (15): HTAB (10)
4280  PRINT "TERMINADO O CALCULO
    DOS                  LOG'S
    E TEMPOS"
4290  FOR Q = 1 TO 2000: NEXT
4300  HOME
4305 S = S - 1
4310  INPUT "NOME DO ARQUIVO A SE
    R CRIADO COM OS LOG'S E TEMP
    OS ?";N$
4320  PRINT D$;"OPEN";N$
4330  PRINT D$;"DELETE";N$
4340  PRINT D$;"OPEN";N$
4350  PRINT D$;"WRITE";N$
4360  PRINT S * 2: REM  NUMERO DE
     DADOS NO ARQUIVO COM S PARE
    S
```

```
4370  FOR J = 1 TO 5
4380  PRINT X(J): PRINT Y(J)
4390  NEXT J
4400  PRINT D$;"C OSE";N$
4405  HOME : INP   "DESEJA LISTAR
      MPOS E L   S ? (S/N)";W$
4407  IF W$ = "S" THEN  GOTO 6500

4410  NORMAL
4420  REM  ESCALONAR ARQUIVO COM
      LOG'S E TEMPOS.
4422  HOME : PRINT "ESCALONANDO O
      ARQUIVO COM LOG'S E TEMPOS"

4450  REM  ESCALONANDO OS LOG'S
4455  DIM TCZ(256),TDZ(256),TUZ(2
      56),GZ(256)
4460  MN =  ABS (1000 * Y(1)): REM
       FATOR 1000 PARA NAO PERDER
      PRECISAO COM NO. INTEIROS
4465  FOR R = 2 TO D
4470  IF MN <  ABS (1000 * Y(R)) THEN
      MN =  ABS (1000 * Y(R))
4475  NEXT R
4480  X = 128 / MN: REM  MULTIPLIC
      A POR X PARA ESCALONAR ARQUI
      VO
4485  K = 1:V =  INT (256 / D)
4490  FOR R = 1 TO D
4500  GZ(K) = 127 +  INT (Y(R) * 1
      000 * X):K = K + V: NEXT
4510  REM  NA LINHA ANTERIOR JA C
      RIA NUMEROS DE 00 A FF OU DE
       -128  +127
4520  GOSUB 1670: REM  ENCONTRAR
      CENTENDA, DEZENA E UNIDADE P
      ARA SEREM ENVIADAS.
4600  REM CRIAR ARQUIVO
4610  HOME : INPUT "NOME DO ARQUI
      VO A CONTER OS DADOS ESCALON
      ADOS ?";N$
4620  PRINT D$;"OPEN";N$: PRINT D
      $;"DELETE";N$: PRINT D$;"OPE
      N";N$: PRINT D$;"WRITE";N$
4630  FOR J = 1 TO 256
4640  PRINT TCZ(J): PRINT TDZ(J):
      PRINT TUZ(J): NEXT
4650  PRINT D$;"CLOSE";N$
4652  PRINT
4653  PRINT D$;"PR#2": REM  HABIL
      ITAR RS232
4654  PRINT  CHR$ (50): REM  ENVI
      AR CODIGO DA TECLA '2' PARA
      SAAC RECEBER ARQUIVO.
4655  PRINT D$;"PR#0"
4656 CINETICA = 1: HOME : GOTO 28
      : REM VAI ESPERAR SINAL DE Q
      UE ACABOU ARQUIVO
4700  HOME : INPUT "NOME DO ARQUI
      VO CONTENDO LOG'S - ESCALONA
      DO - A SER TRANSFERIDO ?";N$
4720  PRINT D$;"OPEN";N$
4730  PRINT D$;"READ";N$
4740  FOR X = 1 TO 256
4750  INPUT TCZ(X): INPUT TDZ(X):
      INPUT TUZ(X): NEXT
4790  PRINT D$;"CLOSE";N$
4800  GOTO 1734
5000  REM  CALCULAR A INCLINACAO
5005  HOME
5010  REM  LER O ARQUIVO
5015  FLASH
5020  INPUT "NOME DO ARQUIVO  SE
      R USADO ?";N$
5025  PRINT "===>  LENDO O ARQUIV
      O ";N$
5030  PRINT "===>  CALCULANDO A I
      NCLINACAO."
5035  NORMAL
5040  PRINT D$;"OPEN";N$
5050  PRINT D$;"READ";N$
5060  INPUT N: REM  N = NUMERO DE
      CARACTERES EXISTENTE NO ARQ
      UIVO.
5080 K = 0:H = 1:R = 1:P = 2
5090 N = 2
5100  GOSUB 6000
5110 X1 = T(1)
5130 H = 3:N = 4:R = 1
5140  GOSUB 6000
5145 X2 = T(1)
5150  PRINT D$;"CLOSE";N$
5155  INPUT "QUAL O ARQUIVO COM O
      S LOG'S E TEMPOS ?";N$
5160  PRINT D$;"OPEN";N$
5165  PRINT D$;"READ";N$
5170  INPUT N: DIM U(N)
5172 D = N / 2:V =  INT (256 / D)

5175  FOR J = 1 TO N: INPUT U(J):
      NEXT
5180  PRINT D$;"CLOSE"N$
5185  REM CALCULO DA INCLINACAO
5190 X1 = 1 +  INT ((1 * X1) / V
      :X2 = 1 +  INT ((1 + X2) / V
      )
5195 TG = (U(2 * X2) - U(2 * X1))
       / (U(2 * X2 - 1) - U(2 * X1
       - 1))
5200  HOME : PRINT "INCLINACAO =
      ";TG
5205  INPUT "DESEJA IMPRIMIR A IN
      CLINACAO ? (S/N)";W$
5210  IF W$ = "N" THEN  GOTO 5325

5212  PRINT
5213  PRINT D$;"PR#1"
5214  PRINT
5215  PRINT "INCLINACAO CALCULADA
       UTILIZANDO OS PONTOS DAS CU
      RVAS ";X1;" E ";X2
```

```
5215  PRINT : PRINT : PRINT "LOG"
    ;X2;" - LOG";X1;" / T";X2;"
    - T";X1;"    = ";T6
5240  PRINT : PRINT "          **
    ********          =========)
    (=========          ********
    **"
5250  PRINT : PRINT D$;"PR#0"
5325  PRINT : PRINT
5330  INPUT "DESEJA CONTINUAR? (S
    /N)";W$
5340  IF W$ = "S" THEN  GOTO 3
5345  NORMAL
5350  GOTO 2500
5500  REM  CALCULAR O VALOR DA SE
    GUNDA INTEGRAL
5505  HOME
5510  REM  LER ARQUIVO
5515  FLASH
5520  INPUT "NOME DO ARQUIVO A SE
    R USADO ?";N$
5525  HOME
5530  PRINT "===) LENDO O ARQUIVO
     ";N$: PRINT
5535  NORMAL
5540  PRINT D$;"OPEN";N$
5550  PRINT D$;"READ";N$
5555 XA = 0
5560  INPUT N: REM  NUMERO DE CAR
    ACTERES DO ARQUIVO
5561 N = N - 2
5562 K = 0:R = 1:E = 0:P = 1:H =
    2:F = 6
5564  GOSUB 6000
5566 F1 = 2 ^ T(1)
5567  INPUT W: REM  JOGA FORA O N
    IBBLE + SIGNIFICATIVO
5568 K = 0:R = 1:E = 0:P = 1:H =
    2:F = 6
5569 F = 12
5570  GOSUB 6000
5572 F2 = 2 ^ T(1)
5575  INPUT W: REM  JOGA FORA IDE
    M...5567
5580 K = 0:R = 1
5590 H = 3:P = 6
5602  GOSUB 6000
5605  PRINT D$;"CLOSE";N$
5610  HOME
5620  PRINT "O VALOR DA SESUNDA I
    NTEGRAL DO ESPECTRO E': ";T(
    1) * F1 * F2
5625  PRINT : PRINT "FORAM UTILIZ
    ADOS OS SEGUINTES FATORES DE
     NORMALIZACAO: "
5627  PRINT : PRINT F1;" VEZ(ES)
    A CURVA ORIGINAL"
5629  PRINT : PRINT F2;" VEZ(ES)
    A PRIMEIRA INTEGRAL"
5630  PRINT : PRINT : PRINT : INPUT
    "DESEJA IMPRIMIR O VALOR DA
    SEGUNDA INTE-GRAL ? (S/N)";W
    $
5632  IF W$ = "N" THEN  GOTO 5325

5634  PRINT : INPUT "NOME DO ESPE
    CTRO ?";N$
5635  PRINT : INPUT "CONDICOES DO
    CALCULO ?";M$
5636  PRINT D$;"PR#1"
5638  PRINT : PRINT "SEGUNDA INTE
    GRAL DE: ";N$;" = ";T(1) * F
    1 * F2
5640  PRINT : PRINT "FATORES DE N
    ORMALIZACAO: "
5642  PRINT F1;" VEZ(ES) A CURVA
    ORIGINAL"
5644  PRINT F2;" VEZ(ES) A PRIMEI
    RA INTEGRAL"
5646  PRINT : PRINT "NA(S) SEGUIN
    TE(S) CONDICAO(OES) : ";M$
5648  GOTO 5240
6000  FOR Y = H TO N
6001 E = E + 1: IF E = 512 THEN F
     = F - 1: PRINT "*";F:E = 0
6010  INPUT W:T$ =  CHR$ (W)
6020  IF T$ = "0" THEN X = 0: GOTO
    6060
6030  IF T$ = "1" THEN X = 16 ^ K
    : GOTO 6060
6031  IF T$ = "2" THEN X = 2 * 16
     ^ K: GOTO 6060
6032  IF T$ = "3" THEN X = 3 * 16
     ^ K: GOTO 6060
6033  IF T$ = "4" THEN X = 4 * 16
     ^ K: GOTO 6060
6034  IF T$ = "5" THEN X = 5 * 16
     ^ K: GOTO 6060
6035  IF T$ = "6" THEN X = 6 * 16
     ^ K: GOTO 6060
6036  IF T$ = "7" THEN X = 7 * 16
     ^ K: GOTO 6060
6038  IF T$ = "8" THEN X = 8 * 16
     ^ K: GOTO 6060
6040  IF T$ = "9" THEN X = 9 * 16
     ^ K: GOTO 6060
6042  IF T$ = "A" THEN X = 10 * 1
    6 ^ K: GOTO 6060
6044  IF T$ = "B" THEN X = 11 * 1
    6 ^ K: GOTO 6060
6046  IF T$ = "C" THEN X = 12 * 1
    6 ^ K: GOTO 6060
6048  IF T$ = "D" THEN X = 13 * 1
    6 ^ K: GOTO 6060
6050  IF T$ = "E" THEN X = 14 * 1
    6 ^ K: GOTO 6060
6052  IF T$ = "F" THEN X = 15 * 1
    6 ^ K: GOTO 6060
6060 XA = XA + X
6070 K = K + 1
6080  IF K = P THEN  GOTO 6100
6085  IF Y = 2 THEN  GOTO 6150
6090  NEXT Y
6095  RETURN
```

```
6100 K = 0:T(R) = XA:AA = 0:R = R
     + 1: GOTO 6085
6150  RETURN
6200  REM  ENVIAR AO SAAC UM ARQU
     IVO
6205  IF CINETICA = 1 THEN  GOTO
     4700: REM  SALTA SE ESTIVER
     EM CINETICA
6210  HOME
6215  REM  LER ARQUIVO
6220  INPUT " QUAL O ARQUIVO A SE
     R TRANSFERIDO ?";A$
6225  HOME : HTAB 15: VTAB 10: PRINT
     "LENDO O ARQUIVO ";A$
6230  PRINT D$;"OPEN";A$
6235  PRINT D$;"READ";A$
6240  INPUT N: INPUT NUMVAR
6241  INPUT NINVAR: REM  SO PARA
     ELIMINAR ONUMERO DE VARREDUR
     AS
6242  DIM UZ(N - 2)
6243 B = 0
6244  FOR J = 3 TO N
6245 B = B + 1: INPUT UZ(B)
6247  IF UZ(B) > 64 THEN UZ(B) =
     UZ(B) - 7
6250  NEXT J
6255  PRINT D$;"CLOSE";A$
6260  FOR J = 1 TO B
6270  PRINT
6275  PRINT D$;"PR#2"
6280  PRINT  CHR$ (UZ(J))
6285  PRINT D$;"PR#0"
6290  PRINT
6295  PRINT D$;"IN#2"
6300  GET P$
6305  PRINT P$
6310  PRINT D$;"IN#0"
6315  IF  ASC (P$) <  > 42 THEN  GOTO
     3000
6320  NEXT J
6330  HOME : GOTO 3
6499 D$ = ""
6500  INPUT "NOME DA AMOSTRA?";W$

6501  INPUT "CONDICOES DO EXPERIM
     ENTO?";A$
6502  PRINT : PRINT D$;"PR#1"
6503  PRINT : PRINT "*** EXPERIME
     NTO DE CINETICA QUIMICA ***"
     : PRINT : PRINT
6504  PRINT "AMOSTRA: ";W$
6505  PRINT "CONDICOES: ";A$: PRINT

6506  PRINT "SCAN TIME = ";TE;" M
     IN"
6507  PRINT : PRINT
6510  FOR J = 1 TO S
6520  PRINT "T";J;" = ";X(J);" MI
     N","LOG";J;" = ";Y(J),,
6525  PRINT
6530  NEXT J
6535  PRINT : PRINT : PRINT
6540  PRINT D$;"PR#0"
6550  GOTO 4410
7000  HOME : INPUT "NOME DO ARQUI
     VO";N$
7010 SOMA = 0
7020  PRINT D$;"OPEN";N$
7030  PRINT D$;"READ";N$
7040  INPUT NN
7041  INPUT XY: INPUT F6
7050 K = 0:R = 1:H = 1:P = 6
7055 N = 6:F = 12
7060  GOSUB 6000:H = 3
7070  GOSUB 6000
7075  IF T(1) >  = 8388608 THEN T
     (1) = T(1) - 16777216
7080 SOMA = SOMA + T(1)
7100  PRINT T(1),SOMA
7120 R = 1:H = Y
7130  IF H = NN - 1 THEN  GOTO 81
     05
7135 N = H + 5
7140  GOTO 7070
7500  DIM G(1024)
7501  HOME
7510  INPUT "NOME DO ARQUIVO";N$
7520  PRINT D$;"OPEN";N$
7530  PRINT D$;"READ";N$
7540  INPUT NN: INPUT XY: INPUT F
     6
7545  PRINT "CALCULANDO A PRIMEIR
     A INTEGRAL"
7550 K = 0:R = 1:H = 1:P = 6
7555 N = 6:F = 12
7560  GOSUB 6000:H = 3
7570  GOSUB 6000
7575  IF T(1) >  = 8388608 THEN T
     (1) = T(1) - 16777216
7580 G(1) = T(1)
7585 Q = 1
7590 R = 1:H = Y:Q = Q + 1
7600  IF Q = 1025 THEN  GOTO 7995

7610 N = H + 5
7620  GOSUB 6000
7630  IF T(1) >  = 8388608 THEN T
     (1) = T(1) - 16777216
7640 G(Q) = G(Q - 1) + T(1)
7641  GOTO 7650: REM  PARA NAO IM
     PRIMIR
7645  PRINT "G(";Q;") = ";G(Q)
7650  GOTO 7590
7995  PRINT : PRINT D$;"CLOSE";N$

7997  PRINT "CORRIGINDO BASELINE
     DA PRIMEIRA INTEGRAL"
8000  FOR Q = 1 TO 1024
8010 G(Q) = G(Q) - G(1)
8011  GOTO 8020: REM  SALTAR A IM
     PRESSAO DOS VALORES
```

```
8015  PRINT "G(";Q;") = ";G(Q)
8020  NEXT
8030 ES = G(1024) / 1024
8040  FOR Q = 2 TO 1024
8050 G(Q) = G(Q) - (ES * (Q - 1))

8051  GOTO 8060: REM  SALTAR A IM
     PRESSAO DOS VALORES
8055  PRINT "G(";Q;") = ";G(Q)
8060  NEXT
8065  PRINT : PRINT "CALCULANDO A
     SEGUNDA INTEGRAL"
8070 SOMA = 0
8080  FOR Q = 1 TO 1024
8090 SOMA = SOMA + G(Q)
8100  NEXT
8102  GOTO 8110
8105  PRINT : PRINT D$;"CLOSE";N$

8110  HOME : PRINT "SEGUNDA INTEG
     RAL = ";SOMA
8115  PRINT : INPUT "DESEJA IMPRI
     MIR O RESULTADO? (S/N)";W$
8120  IF W$ = "N" THEN  STOP
8125  INPUT "NOME DO ESPECTRO?";N
     $
8127  INPUT "CONDICOES DO CALCULO
     ";A$
8130  PRINT : PRINT D$;"PR#1"
8135  PRINT : PRINT "SEGUNDA INTE
     GRAL, METODO DE SOMAS SUCESS
     IVAS, DO ESPECTRO: ";N$: PRINT

8140  GOTO 9860
9000 D$ =  CHR$ (4)
9001  REM  ROTINA PARA LER O CONT
     EUDO DE UM ARQUIVO
9002 A = 0:F = 12
9003  GOSUB 9004: GOTO 9200
9004  DIM EZ(1024)
9005  INPUT "NOME DO ARQUIVO";N$
9007 F = 12
9010  PRINT D$;"OPEN";N$
9020  PRINT D$;"READ";N$
9022  INPUT N: PRINT N: PRINT : PRINT

9023  INPUT N1: INPUT N2: REM  CA
     RACTERES REFERENTES AO NUMER
     O DE VARREDURAS. SAO DESPREZ
     ADOS
9024  GOTO 9100: REM  PARA CONVER
     TER ARQUIVO EM DECIMAL.
9025  FOR B = 1 TO N - 2
9030  INPUT W:T$ =  CHR$ (W)
9035 A = A + 1
9040  PRINT W,T$
9045  IF A = 6 THEN  PRINT "*":A =
     0
9050  NEXT
9060  STOP
9100 R = 1:N = 8:P = 6:H = 3:K =
     0
9105  FOR Z = 1 TO 1024
9110  GOSUB 6000
9115  IF T(1) >  = 8388608 THEN T
     (1) = T(1) - 16777216
9125 EZ(Z) = T(1)
9130 R = 1:H = 3
9140  NEXT
9141  PRINT D$;"CLOSE";N$: RETURN

9142  GOTO 9200
9143  HOME : INPUT "DESEJA IMPRIM
     IR O ARQUIVO DECIMAL? (S/N)"
     ;P$
9144  IF P$ = "N" THEN  STOP
9145  PRINT : PRINT D$;"PR#1"
9150  PRINT : PRINT "ARQUIVO: ";N
     $: PRINT
9160  FOR Z = 1 TO 1024
9170  PRINT EZ(Z);"*";
9175  NEXT
9180  PRINT : PRINT D$;"PR#0"
9190  STOP
9200  INPUT "DESEJA CRIAR ARQUIVO
      DECIMAL DO ESPECTRO? (S/N)"
     ;P$
9205  IF P$ = "N" THEN  GOTO 9143

9207  INPUT "INSERIR DISCO NO DRI
     VE E DAR <CR>";H$
9210  INPUT "NOME DO ARQUIVO DECI
     MAL?";N$
9220  PRINT D$;"OPEN";N$
9225  PRINT D$;"DELETE";N$
9230  PRINT D$;"OPEN";N$
9235  PRINT D$;"WRITE";N$
9240  FOR Z = 1 TO 1024
9245  PRINT EZ(Z)
9250  NEXT
9255  PRINT D$;"CLOSE";N$
9260  GOTO 9143
9500  HOME
9505  PRINT "CALCULANDO A PRIMEIR
     A INTEGRAL"
9510  GOSUB 9004: REM  TRANSFORMA
     NDO ARQUIVO EM DECIMAL.
9520  DIM G(1024)
9530 G(1) = EZ(1) / 2
9540  FOR K = 2 TO 1024
9550 G(K) = G(K - 1) + (EZ(K - 1)
     + EZ(K)) / 2
9560  NEXT
9565  REM  CORRIGIR A LINHA DE BA
     SE DA PRIMEIRA INTEGRAL
9567  PRINT : PRINT "CORRIGINDO B
     ASELINE DA PRIMEIRA INTEGRAL
     "
9570  FOR K = 1 TO 1024
9580 G(K) = G(K) - G(1)
9590  NEXT
9600 ES = G(1024) / 1024: REM  CO
     RRECAO DA INCLINACAO DA BASE
     LINE
9610  FOR K = 2 TO 1024
9620 G(K) = G(K) - (ES * (K - 1))
```

```
9630  NEXT
9635  REM  CALCULO DA SEGUNDA INT
     EGRAL
9650  PRINT : PRINT "CALCULANDO A
      SEGUNDA INTEGRAL"
9660 SOMA = G(1) / 2
9670  FOR K = 2 TO 1024
9680 SOMA = SOMA + (G(K - 1) + G(
     K)) / 2
9690  NEXT
9700  PRINT : PRINT "SEGUNDA INTE
     GRAL (METODO TRAPEZOIDAL) =
     ";SOMA
9800  PRINT : INPUT "DESEJA IMPRI
     MIR O RESULTADO? (S/N)";W$
9810  IF W$ = "N" THEN  STOP
9820  PRINT : INPUT "NOME DO ESPE
     CTRO?";N$
9830  INPUT "CONDICOES DO CALCULO
     ?";A$
9840  PRINT : PRINT D$;"PR#1"
9850  PRINT : PRINT "SEGUNDA INTE
     GRAL PELO METODO TRAPEZOIDAL
     , DO ESPECTRO: ";N$: PRINT
9860  PRINT "SEGUNDA INTEGRAL = "
     ;SOMA
9870  PRINT : PRINT "CONDICOES DO
      CALCULO: ";A$
9880  GOTO 5240
```

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1- PURCELL, E.M., Eletricidade e Magnetismo - Curso de Física de Berkeley. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1970.

2- YAVORSKY,B. & DETLAF, A., Handbook of Physics. Moscow, MIR Publishers, 1972.

3- SYMON, K.R., Mechanics - third edition. Canada, Addison-Wesley Publishing Co., 1971.

4- AYSCOUGH, P.B., Electron Spin Resonance in Chemistry. London, Methuen & Co. Ltd., 1967.

5- BERSOHN, M. & BAIRD, J.C., An Introduction to Electron Paramagnetic Resonance. USA, W.A.Benjamin Inc., 1966.

6- MANN, C.K.; VICKERS, T.J. & GULICK, W.M., Instrumental Analysis. USA, Harper & Row, Publishers, 1974.

7- PAKE, G.E., Paramagnetic Resonance - an introductory monograph. USA, W.A. Benjamin, Inc., 1962.

8- MCMILLAN, J.A., Paramagnetismo Electronico. USA, Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 1975.

9- EPR Spectrometer E-line century series, Model E-109. USA, VARIAN Instrument Division. P.N.87-125-041.

10- E-80A Recorder. USA, VARIAN Analytical Instrument Division. P.N.87-125-741-REV.M

11- LINDSAY, P.N.T. & PEAKE, B.M. - Journal of Magnetic Resonance 47,365-374(1982).

12- RICH, E.S. & WAMPLER, J.E. - American Laboratory, September,17-28(1982).

13- SCHULTZ,R.; HURST,G.; THIERET,T.E. & KREILICK,R.W. - Journal of Magnetic Resonance 53,303-312(1983).

14- TROUSSON,P. & RINNE,M. - Rev.Sci.Instrum. 55,1989-1994(1984).

15- HERRING,F.G.; MAYO,J. & PHILLIPS,P.S. - Journal of Magnetic Resonance 34,413-419(1979).

16- HORMANN,G.J. & PEAKE,B.M. - Journal Of Magnetic Resonance 53,121-122(1983).

17- MAPLE,S.R. & HENSEL,J.P. - Journal of Magnetic Resonance 66,445-455(1986).

18- MCS-85 Family Users Manual. USA, INTEL Co., 1979

19- CCE - EXATOpro Manual. CCE Informàtica.

20- E-line century series Maintenance E-109, 112, 115, EPR systems. VARIAN Instrument Division. P.N.87-125-608.

21- E-line century series Maintenance - Operator Console Modules.VARIAN Instrument Division. P.N. 87-125-718.

22- SDK-85, MCS-85 System Design Kit. USA, INTEL Co., 1979.

23- TEXAS, The TTL Data Book for Engineers - sec. ed. USA, TEXAS Instruments Inc., 1976.

24- LANCASTER,D., CMOS Cookbook. USA, Howard W. Sams & Co.,Inc.,1977.

25- LANCASTER,D., TTL Cookbook. USA, Howard W. Sams & Co., Inc.,1974.

26- Data-Acquisition Databook, Integrated Circuits - Vol.1 . ANALOG DEVICES, Inc., Norwood, 1982.

27- GORDON, B.M. - The Electronic Engineer. April,1972.

28- GORDON, B.M. & SEAVER, W.H., Practical Sampled Data Theory for Instrumentation Engineer. USA, EPSCO, Inc.,1960.

29- MILLMAN, J. & HALKIAS, C.C., Integrated Electronics: analog and digital circuits and systems. Japan, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., 1972.

30- GORDON, B.M. and the ANALOGIC Engineering Staff, The ANALOGIC Data-conversion Systems Digest, fourth edition. USA, ANALOGIC Corporation, 1981.

31- GORDON, B.M. - IEEE Transactions on Circuits and Systems 25, July(1978).

32- JUNG, W.G., IC OPAMP Cookbook. USA, Howard W. Sams & Co., Inc.

33- STANLEY, W.D., Digital Signal Processing. USA, Reston Publishing Company, Inc., 1975.

34- E-line century series EPR Spectrometer System - Models E-109, 112, 115. VARIAN Instrument Division. P.N.87-125-021, Rev. B679.

35- BURTON, D.P. & DEXTER, A.L., Microprocessor Systems Handbook. USA, ANALOG DEVICES, Inc., 1977.

36- SHEINGOLD, D.H., Analog-Digital Conversion Notes. USA, ANALOG DEVICES, Inc., 1977.

37- Peripheral Design Handbook, INTEL Co. USA, 1981.

38- Semiconductor Data Library - Linear Integrated Circuits, Vol. 6 . USA. MOTOROLA Semiconductor Products, Inc. 1976.

39- CCE Super Serial Card RS232C - Manual de Instruções AS-4070. CCE Informàtica.

40- SLAETS, J. - Ciência e Cultura 35, julho de 1983.

41- RUGGIERO, C.A. - Ciência e Cultura 34, julho de 1982.

42- CCE EXATO BASIC - Manual de Instrução.CCE Informàtica.

43- MOREIRA, E.S., Desenvolvimento de um Analisador de Altura de Pulsos. Tese de Mestrado, IFQSC-USP, 1984.

44- DELBEN, J.R.J., Mecanismos de Relaxação Spin Nuclear-Rede em $CaF_2:U^{3+}$. Tese de Mestrado, IFQSC-USP, 1983.

45- MOREIRA, E.S.; THOMAZ JR., U.B. & SLAETS, J. - Ciência e Cultura 35, julho de 1983.