

Doação: Do Autor

✓

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Física

ESPECTRÔMETRO MOESSBAUER
BASEADO EM UM COMPUTADOR
HP 2114 A

JUERGEN ROCHOL

Dissertação realizada sob a orientação
do Dr. JOHN ROGERS, apresentada ao
Instituto de Física da UFRGS para a
obtenção do Título de Mestre em Ciências.

FT 42. sp. (Pesq.)

1972

Trabalho parcialmente financiado pelas seguintes
instituições:

- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico
- Comissão Nacional de Engenharia Nuclear
- Conselho Nacional de Pesquisas
- Organização dos Estados Americanos.

Agradecimentos

Ao Orientador Dr. John Rogers pelas sugestões e apoio

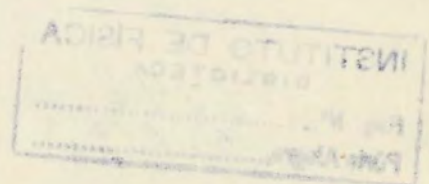
Ao Eng. Celso S. Müller pelas excelentes sugestões apresentadas

Ao Eng. Sérgio M. Bordini pela colaboração na programação

Aos colegas da divisão de Física Aplicada pela cooperação

Ao Sr. Claudionor Mello pela revisão e datilografia deste trabalho

À minha esposa pelo apoio



Í N D I C E

INTRODUÇÃO.....	pág. 5
Capítulo I	
Fundamentos Teóricos e Experimentais de uma Experiência de Efeito Mössbauer.....	pág. 8
Capítulo II	
Arranjos Experimentais para Medidas de Efeito Mössbauer.....	pág. 13
Capítulo III	
Características Principais do Computador Hewlett Packard 2114 A.....	pág. 20
1 - Computador HP 2114A.....	pág. 20
2 - Processamento da Interrupção no HP 2114A "	22
2-2 O Flag flip flop.....	pág. 24
2-3 O Control flip flop.....	pág. 25
Capítulo IV	
Sistema de Efeito Mössbauer com o Computador HP 2114A.....	pág. 29
Capítulo V	
Unidade de Controle.....	pág. 32
1- Contador "para frente para trás" (CFT)..	pág. 34
2 - Conversor Digital Analógico (CDA).....	pág. 41
Capítulo VI	
Interface.....	pág. 44
1 - Diagrama Simplificado.....	pág. 44
2 - Processamento.....	pág. 47
3 - Comando de Partida, Parada e Saída de dados.....	pág. 50
4 - "Driver" de Saída.....	pág. 52
5 - Entrada das Contagens e Condição.....	pág. 53

Capítulo VI

Características do Sistema.....	pág. 55
1 - Limites de Processamento.....	pág. 55
2 - Taxa de Contagem Média Máxima.....	pág. 56
3 - Saída dos Espectros.....	pág. 58
4 - Tempo Morto.....	pág. 60

Capítulo VIII

Programas (Software).....	pág. 62
1 - Programa MOESS I	pág. 62
1-1 Comandos.....	pág. 65
1-2 Rotina dos Comandos pela Teletipo.....	pág.67
1-3 Sincronização.....	pág.70
1-4 Subrotina de Aquisição do MOESS I.....	pág. 72
2 - Programa MOESS II	pág. 74
3 - Programa MOESS III	pág. 75

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	pág. 76
---------------------------	---------

APÊNDICES	pág. 77
-----------------	---------

Sinópsse

É apresentado o projeto e a operação de um Interface entre uma experiência Moessbauer e um Computador HP 2114 A. O Interface permite a aquisição simultânea de dados de duas experiências montadas nas extremidades opostas de um mesmo transdutor. O Interface fornece uma onda triangular em seis frequências distintas de 0,5 Hz a 12 Hz e permite intervalos de acumulação de 64 a 1024 canais, bem como, amplificação da escala de velocidade entre as duas experiências.

Foram implementados comandos por Teletipo permitindo impressão, visualização ou apagamento de um ou de ambos os espectros experimentais.

São apresentados também os programas de aquisição e controle.

Abstract

The design and operation of an Interface between a Moessbauer experiment and an HP 2114A Computer is described. The Interface permits simultaneous accumulation of data from two experiments mounted on opposite ends of the same drive. It furnishes a triangular wave at any one of 6 frequencies between 0,5 and 12 Hz and permits accumulating intervals varying from 64 to 1024 channels as well as relative amplification of the velocity scale between the two experiments.

Teletype commands have been implemented permitting printout, display or erasing of either or both of the two experimental arrays.

The data acquisition and control programs are also presented.

INTRODUÇÃO

O computador está se tornando, nos últimos anos, uma das ferramentas mais úteis em quase todos os campos de pesquisa. Cálculos e trabalhos que antes levavam meses e até anos de dedicação, hoje podem ser realizados em questão de minutos. O próprio computador, que em sua infância era privilégio somente de centros de pesquisa mais avantajados, hoje em dia já é acessível para quase qualquer estudante universitário.

O computador, tornando-se cada vez mais barato e mais versátil, veio a ser um instrumento útil também em problemas de pequena envergadura onde antes, devido ao seu elevado custo ainda não tinha utilização. Com o avanço fantástico, nos últimos anos, da tecnologia digital, que nos colocou na era dos circuitos integrados e fazendo surgir memórias cada vez maiores em capacidade e menores em tamanho, surgiram os assim chamados pequenos Computadores.

O pequeno Computador, ou mini Computador como preferem chamar outros, se caracteriza, em relação a seus irmãos maiores, pelo fato de ser uma máquina com uma capacidade de memória mais reduzida, mas, por outro lado, possui uma grande facilidade de comunicação com o meio externo: seja através do seu operador, seja por dispositivos que facilmente podem ser acoplados a ele.

Esta facilidade de comunicação, com dispositivos periféricos externos, é uma das características mais importantes dos pequenos Computadores.

A filosofia que orienta o projeto de um pequeno Computador não é no sentido de processamento de dados em larga

escala, como acontece com as máquinas maiores.

Os pequenos Computadores possuem, praticamente, os mesmos recursos de programação das máquinas de grande porte, porém, devido a sua memória mais reduzida e grande facilidade de neles serem conetados dispositivos externos, são ideais para controlar processos os mais diversos.

Estes processos podem ser: uma rotina industrial, a sinalização de uma estrada, a previsão do tempo ou uma experiência científica qualquer. Por isto os pequenos Computadores são chamados também de computadores de controle ou de instrumentação.

Normalmente, para ligar um dispositivo qualquer a um computador, torna-se necessário um dispositivo eletrônico intermediário, para que o intercâmbio computador-dispositivo ou vice-versa seja correto. Este dispositivo recebe o nome de "interface".

De exposto acima, podemos, facilmente, perceber quão útil pode ser o computador de instrumentação no campo da Física Experimental e especialmente na Espectroscopia Nuclear, Correlação Angular, Efeito Mössbauer e tantos outros campos. Em todas as experiências, nestas campos, temos um variado tipo de instrumental, tais como detetores, contadores, analisadores, multicanais e outros.

A função de muitos destes instrumentos pode ser implementada com o próprio computador e, além disto, pode o computador ainda assumir o controle de parâmetros, tais como: tempo, temperatura e outros. Simultaneamente, ou em intervalos pré estabelecidos, o Computador poderá ainda fazer o trabalho de processar os dados adquiridos e fornecer a saída dos mesmos, através de um variado tipo de dispositivos de saída de dados como: impressora, display, fita de papel, fita magnética ou traçador de curvas.

As vantagens que podemos obter com o uso do computador em experiências de física são as mais variadas. O processo experimental monitorado por computador não depende quase da intervenção humana, que sempre é mais falível, proporcionando-nos, desta forma, uma maior precisão além da economia de tempo.

Nosso trabalho consistiu em utilizar um pequeno Computador para realizar experiências de Efeito Mössbauer, com a finalidade de mostrar não só a possibilidade, mas antes de tudo as vantagens que disto advém, tanto na parte de controle, bem como na versatilidade do sistema frente aos sistemas convencionais.

Nos capítulos I e II do nosso trabalho é dado um rápido enfoque nos aspectos teóricos e experimentais do Efeito Mössbauer, para situar os problemas envolvidos neste tipo de experiência.

Nos capítulos subsequentes é apresentado o Sistema de Efeito Mössbauer por nós desenvolvido, o qual, em sua base, faz uso de um Computador da HEWLETT PACKARD, MOD. 2114A, da Classe dos mini-computadores.

Capítulo I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS E EXPERIMENTAIS DE UMA EXPERIÊNCIA MÖSSBAUER

Com a finalidade de situar os problemas envolvidos em uma Experiência de Efeito Mössbauer, vamos, em poucas palavras, salientar os fundamentos físicos abrangidos, bem como os parâmetros e grandezas a serem observados.

Faz apenas alguns anos, Rudoff Mössbauer descobriu o que hoje é chamado de "Efeito Mössbauer":

- Núcleos que estão presos a uma rede cristalina rígida podem emitir ou absorver raios gama de baixa energia e, com isto, manifestar a largura da linha de energia natural que contém a energia de transição. Não há transferência de energia de recuo por vibrações da rede.

Os físicos prontamente perceberam que tinham a sua disposição uma nova e importante ferramenta. Simples em suas idéias básicas e necessitando somente um mínimo de equipamento permitia aplicações engenhosas não só na física nuclear, mas também em estado sólido e relatividade.

Vamos abordar sucintamente os aspectos mais importantes da Teoria do Efeito Mössbauer.

Os estados energéticos de um elétron em um núcleo em

estado estacionário excitado são medidos pelo tempo médio que este eletrón permanece neste estado, também chamado de "Tempo de Vida". Este tempo pode ser medido com uma incerteza t , que é inversamente proporcional à probabilidade de transição deste eletrón para um nível de energia menor. Devido a este fato, a energia do eletrón, num estado estacionário excitado pode ser conhecido somente com uma incerteza ΔE , de modo que a relação de incerteza $\Delta t \Delta E \approx h$ seja válida.

O fator ΔE muitas vezes é chamado de largura de energia ou linha deste estado, cuja energia está mais provavelmente entre $E - \frac{1}{2} \Delta E$ e $E + \frac{1}{2} \Delta E$.

Devido a largura de energia dos estados estacionários, a energia emitida ou absorvida em uma transição não é bem definida.

Numa transição entre 2 estados de energia E_1 e E_2 os fotons emitidos ou absorvidos caem no intervalo $E_2 - E_1 \pm \frac{1}{2} \Delta E$ onde ΔE é a largura de energia total de ambos os estados.

Um outro fator que causa o alargamento da energia dos estados estacionários é causado pelo deslocamento eletromagnético Doppler. Os átomos de uma substância estão em movimento, alguns avançando, outros se afastando em relação ao observador, o que provoca uma variação na frequência da radiação emitida pelo átomo, segundo a direção do movimento relativo do átomo.

Na maioria das transições atômicas e moleculares, a incerteza sobre a energia, devido a este Efeito Doppler, é maior do que a incerteza devido ao princípio da incerteza, porém, é normalmente menor em transições nucleares.

A possibilidade de absorção ressonante de energia, em

transições atômicas ou nucleares, se baseia no fato de que há uma certa largura na energia dos estados estacionários.

Um outro fator que deve ser levado em conta em transições entre 2 estados é a conservação do momentum.

Numa transição entre um estado de energia E_1 e E_2 , o foton emitido ou absorvido possui uma energia que é maior ou menor que $E_2 - E_1$, respectivamente, de uma quantidade

$$(E_2 - E_1)^2 / 2Mc^2.$$

Se, portanto, a largura de energia ΔE é maior que

$$(E_2 - E_1)^2 / 2Mc^2,$$
 fotons

emitidos por um sistema podem ser absorvidos por um outro da mesma espécie, porém, se ΔE é menor, a absorção não necessariamente ocorrerá.

A primeira situação é encontrada normalmente em sistemas atômicos e moleculares, enquanto a segunda é mais comum em núcleos. São, portanto, importantes os efeitos de recuo do núcleo devido a conservação de momentum em transições nucleares, já que estes efeitos tornam impossível, na maioria dos casos, que um núcleo absorva o foton emitido por um outro núcleo similar.

Sob certas condições especiais, porém, os efeitos produzidos pelo recuo do núcleo podem ser reduzidos de um fator muito grande. Isto é possível, quando o núcleo que emite e o núcleo que absorve estão ligados a uma rede cristalina rígida e as condições são tais que o cristal inteiro recua em vez de somente um único núcleo. A massa, neste caso, é tão grande que a energia de recuo do núcleo é muito pequena, comparada com ΔE , podendo ocorrer, então, absorção ressonante de energia, resultando no assim chamado "Efeito Mössbauer", observado pela primeira vez em 1958. Com isto tornou-se possível a medida da largura ΔE de estados de energia de núcleos e outras grandezas correlatas.

Vamos agora ver como pode ser feito experimentalmente uma medida de Efeito Mössbauer.

Entre as diversas maneiras de realizar um arranjo, para fazer medidas de Efeito Mössbauer, o sistema usando um transdutor eletromecânico de aceleração constante é o que mais comumente é usado.

Um transdutor deste tipo possui a vantagem de fornecer um espectro de ressonância em escala linear.

A principal função do transdutor eletromecânico é a de imprimir à amostra em estudo um movimento de vai e vem com aceleração constante, enquanto o absorvente permanece fixo.

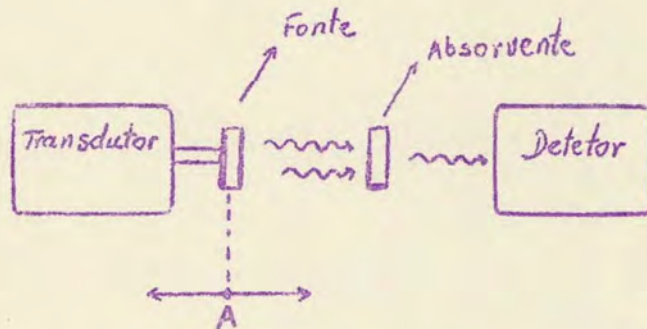


Fig 1

Tanto a fonte como o absorvente estão sob forma cristalina para eliminar os efeitos de recuo.

Supondo o transdutor parado no Ponto A (conforme figura 1), as radiações emitidas pela fonte alcançam o absorvente, que é composto do mesmo material da fonte e está parado em relação à mesma. Nestas condições há possibilidade de ocorrer absorção ressonante de energia no absorvente.

Quando, porém, o transdutor é movimentado, torna-se impossível a absorção ressonante devido ao deslocamento da frequência da radiação γ , pelo Efeito Doppler, em consequência do movimento da fonte em relação ao absorvente.

A figura 2 mostra a intensidade de radiação transmitida em relação à velocidade da fonte referente ao Ponto A .

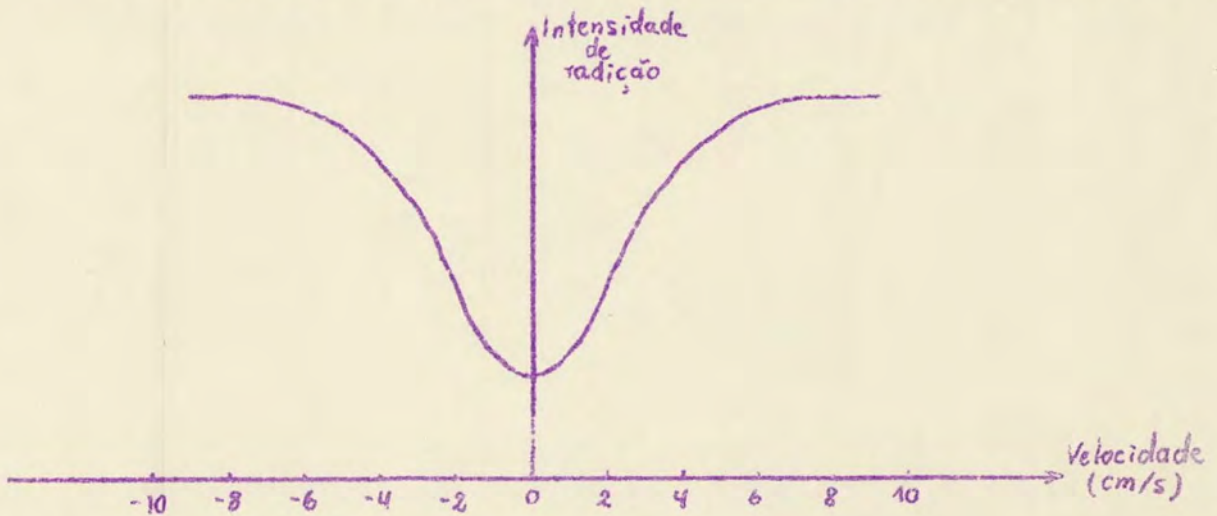


Fig. 2

A absorção máxima ocorre à velocidade relativa nula e a absorção diminui quando a velocidade relativa aumenta em ambas as direções.

A uma velocidade relativa de 4cm/seg, por exemplo, corresponde uma variação de frequência da radiação de aproximadamente $= 1,33 \times 10^{-10}$, que corresponde a uma variação da energia $\Delta E \sim 1,33 \times 10^{-10} E$ e a absorção é praticamente desprezível. Isto indica que a largura de Energia do estado possui aproximadamente a metade deste valor.

Por estes valores podemos fazer uma idéia das grandezas envolvidas e da precisão requerida para todo o instrumental envolvido.

Capítulo II

ARRANJOS EXPERIMENTAIS PARA MEDIDAS DE EFEITO MÖSSBAUER

No exemplo anterior supomos um sistema usando um transdutor que imprimia à amostra uma aceleração constante. São usados também transdutores que imprimem uma velocidade constante à amostra.

Vamos, rapidamente, ver as características principais, tanto dos transdutores de aceleração constante como dos de velocidade constante.

Os transdutores do tipo velocidade constante são eletro-mecânicos (bobina em um campo magnético) ou do tipo mecânicos (pêndulo).

Atualmente o uso dos mesmos é bastante limitado, principalmente porque demora muito levantar um espectro de ressonância.

Vamos nos ater somente aos transdutores do tipo aceleração constante, devido às vantagens e facilidades que apresentam.

Existem principlamente dois tipos de transdutores do tipo aceleração constante: Transdutores mecânicos e Transdutores Eletro-mecânicos.

Os transdutores mecânicos são do tipo "cames" e foram usados com sucesso limitado, já que o controle de velocidade requer controle da derivada angular do raio do came. Além disso, vibrações dos rolamentos, bem como ruído, são problemas constantes nestes sistemas.

Os transdutores eletro-mecânicos do tipo bobina de alto falante, com realimentação eletro-mecânica para controle da velocidade, são os que mais sucesso obtém atualmente. Um transdutor deste tipo está esquematizado na figura 3

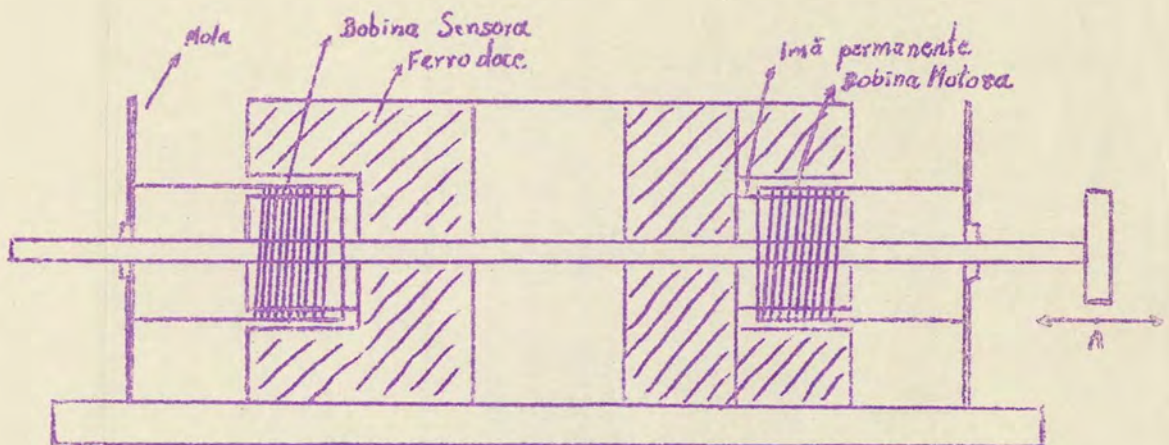


Fig 3

Sobre a bobina motora é aplicado o sinal que movimentará o transdutor, enquanto que a bobina sensora fornece um sinal que, comparado com o sinal de entrada, permite controlar a velocidade do transdutor. A ênfase deve ser mais em relação à velocidade do que em relação ao deslocamento, pelo fato que a variação da energia é uma função linear da velocidade.

Além da exigência de que tenhamos uma escala de velocidade linear e bem definida, devemos ter, ainda, um espectro

de não absorção plano, o que significa que a incrementos iguais de tempo devem corresponder incrementos iguais de velocidade. A última exigência equivale a que tenhamos aceleração constante o que, por sua vez, implica em um movimento que é parabólico em relação ao tempo.

O movimento parabólico é mais facilmente controlável quanto à velocidade do que outros, pois, seu conteúdo harmônico é pequeno.

Do ponto de vista físico, o movimento parabólico é mais vantajoso também, porque possui a primeira derivada contínua (velocidade) de modo que pode ser obtido sem forças impulsivas.

O deslocamento real do eixo do transdutor da figura 3, em relação ao tempo, supondo o transdutor realimentado através da bobina sensora e aplicando-se uma onda triangular, consiste de segmentos de parábola de aceleração positiva e negativa juntados, de modo a formar uma onda parecendo uma senóide.

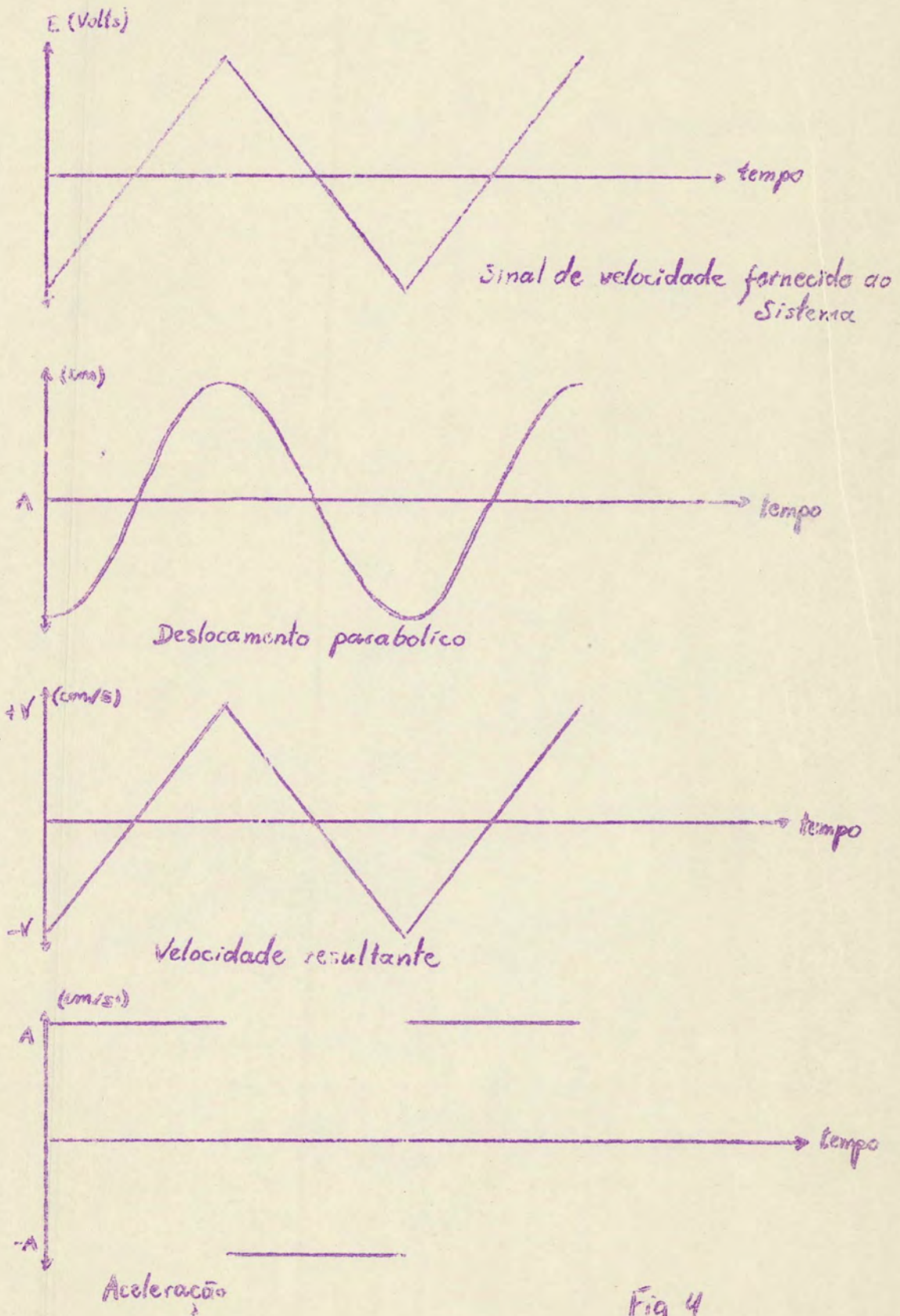


Fig 4

Quanto aos detetores, pelo fato de que as energias encontradas em Efeito Mosbauer soo relativamente baixas, soo usados comumente cintiladores e comoras proporcionais. As comoras proporcionais soo normalmente usadas para energias ate 40 Kev.

Nos detetores de cintilaoo emprega-se, normalmente, um cristal de iodeto de sodio ativado com tolio que se acha oticamente acoplado a uma fotomultiplicadora. Os impulsos da fotomultiplicadora soo amplificados e a seguir passados por um analisador,

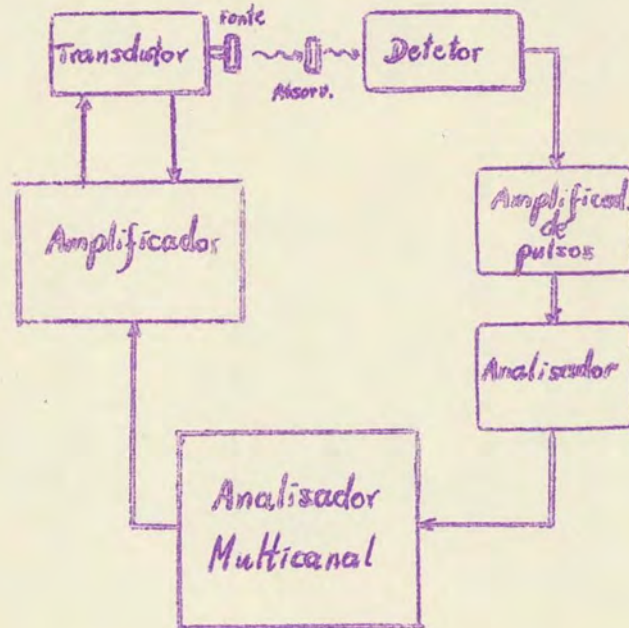


Fig 5

que deixa passar somente aqueles impulsos que correspondem a uma determinada energia.

O multicanal deve ser programável para múltipla contagem, ou seja, análise em tempo de chegada dos pulsos. Neste tipo de análise, os canais do multicanal soo varridos periodicamente, acumulando cada canal durante um tempo pré-fixado, findo o qual, passa acumular no canal seguinte.

Este incremento de tempo de cada canal corresponde a um incremento de velocidade do transdutor, tornando-se necessário um perfeito sincronismo entre transdutor e multicanal.

Para conseguir este sincronismo, o multicanal deve ser capaz de fornecer um sinal de sincronismo, ou o próprio sinal já sincronizado, que movimentará o transdutor. Quando o multicanal fornece o sinal para o transdutor, o sincronismo é automático e não há necessidade de ajuste.

Como normalmente o transdutor é movimentado por uma onda do tipo triangular (aceleração constante), a acumulação das contagens no multicanal é feita ora num sentido, ora no sentido inverso.

Quando a rampa da onda triangular atinge o topo, isto corresponde ao último canal; acumulando a seguir no sentido inverso do canal mais alto até o canal inicial, enquanto a rampa está descendo até o sopé.

Supondo, por exemplo, 12 canais a situação seria como mostra a figura 6.

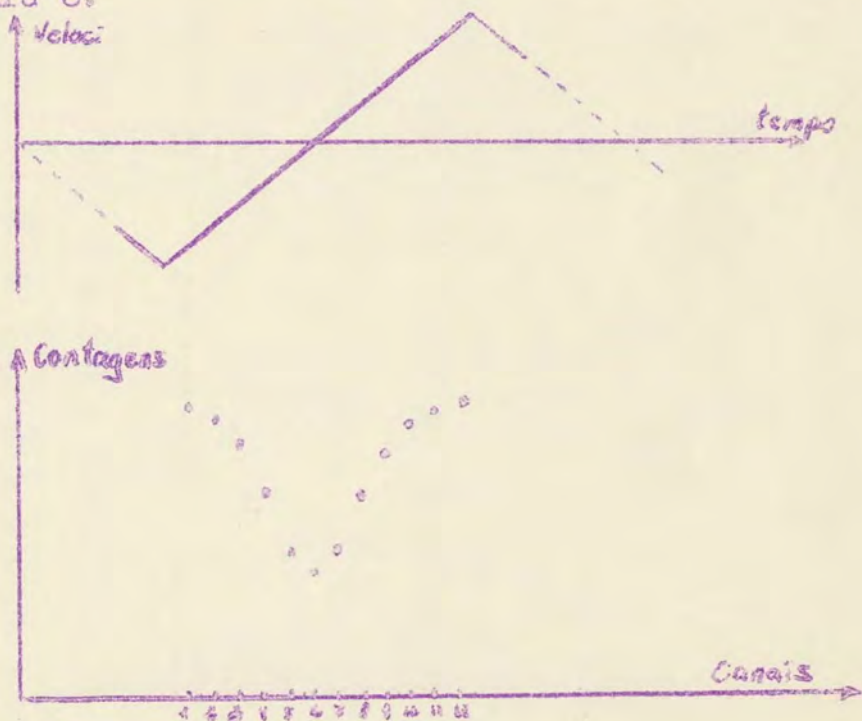


Fig. 6

No multicanal existe, normalmente, a possibilidade de escolher o incremento de tempo de cada canal o que significa alterar a frequência da onda triangular. Esta variação corresponde, em última análise, a uma alteração na aceleração da amostra.

O número de canais, geralmente, é fixo e é da ordem de 100 até algumas centenas de canais.

O nosso trabalho consistiu em usar, num sistema como o descrito anteriormente, um computador em vez do multicanal o que, como vamos mostrar, fornece ao sistema uma maior flexibilidade.

Além disto, com um único transdutor e usando o mesmo sistema, podemos realizar simultaneamente duas experiências independentes de Efeito Mössbauer.

Outras vantagens adicionais serão detalhadas na descrição do sistema.

Capítulo III

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO COMPUTADOR HEWLETT PACKARD 2114A

1. O Computador HP 2114A

O Computador HP 2114A pertence à família dos pequenos Computadores, especialmente projetado para grande flexibilidade de entrada e saída de dados.

O acoplamento de periféricos ou transdutores é feito com extrema facilidade, através de cartões de interface padronizados disponíveis.

As características principais deste Computador estão relacionadas abaixo:

<u>Memória:</u> Configuração básica	4.096
Configuração máxima possível	8.192
<u>Tamanho da Palavra:</u>	16 bits
<u>Ciclo de Memória:</u>	2 μ seg
<u>Velocidade de execução de Instrução:</u>	
Guardar uma palavra	4 μ seg
Soma (palavra completa)	4 μ seg
Multiplicação (Subrotina)	187 μ seg
Dividir (Subrotina)	387 μ seg
<u>Número de Instruções:</u>	70

<u>Endereçamento Indireto em Múltiplos níveis:</u>		Sim
<u>Interrupção com Prioridade:</u>		
Interrupções Externas		8
Máximo de Interrupções com extensor		24
Interrupção de E/S multiplexados		56
<u>Circuitos:</u>	Circuitos integrados tipo CTL e TTL	
<u>Proteção contra falta de força:</u>		Sim
<u>Compiladores</u>		
	Fortran	Sim
	Algol	Sim (c/memória 8K)
	Basic	Sim (c/memória 8K)
	Assembler	Sim

Para acoplar um dispositivo qualquer ao Computador é necessário, como já frisamos antes, um circuito intermediário que permita um intercâmbio coerente entre dispositivo e computador. Este circuito denominamos de interface.

Devemos fornecer ainda ao computador um programa que indique, ao mesmo, "como e o que" deve ser feito com os dados que entram ou saem por este interface.

Este programa ou rotina denominamos, simplesmente, de "software".

Para a confecção do circuito de interface a HP fornece cartões de circuito impresso especiais que, depois de montados, são encaixados em conector apropriado no próprio computador. A cada conector está associado um nível de prioridade para interrupção.

Para alterar o nível de prioridade de interrupção de um dispositivo qualquer, basta que troquemos a ordem destes conectores.

2. Processamento da Interrupção no HP 2114A

Como em um sistema Mössbauer, devemos transferir periodicamente as contagens acumuladas em um contador; deve partir deste sistema o comando de interrupção do computador.

Atendido o pedido de interrupção pelo computador, deve o mesmo transferir o conteúdo do contador para um dos seus Registradores A ou B e de lá para a memória.

Vamos analisar sucintamente como se processa uma interrupção no Computador HP 2114A, para melhor compreensão do nosso sistema Mössbauer.

São 3 os circuitos principais que controlam a interrupção no computador HP 2114A:

- 1º - Linha de prioridade (PRH)
- 2º - Flag flip-flop.
- 3º - Control flip-flop.

Vamos analisar a função básica de cada um deles:

2.1 - Linha de Prioridade

Como normalmente existem vários periféricos ligados ao computador e que desejam transferir dados em tempos alternativos, é necessário que haja uma ordem de atendimento por prioridade. Esta prioridade é estabelecida através de uma linha de habilitação que passa em série através de todos os cartões de interface.

Um periférico, em processo de transferência, abre esta linha (representado por um relé na figura 7) inibindo assim todos os periféricos de prioridade mais baixa.

Computador HP 2114A

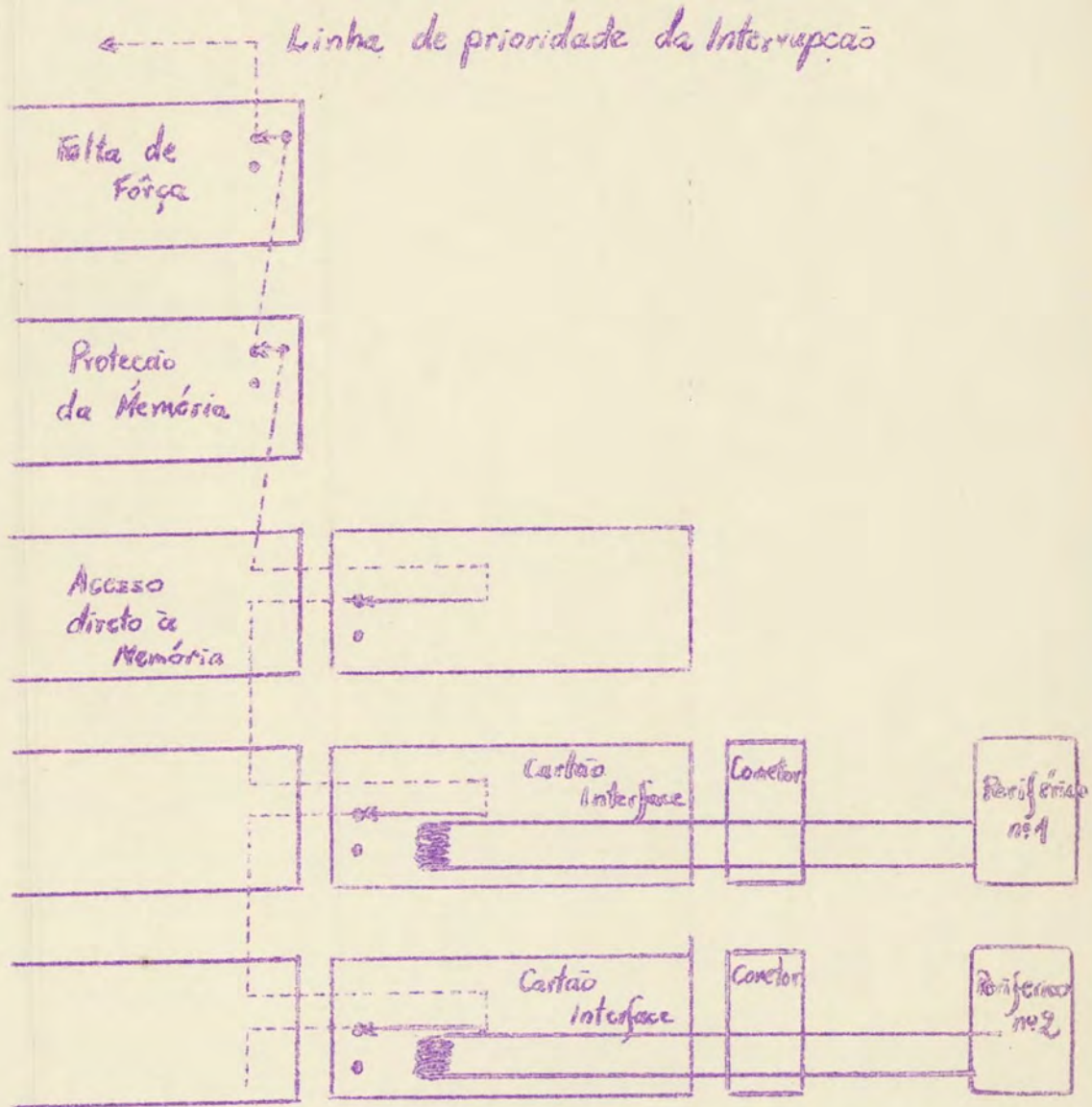


Fig. 7

Pela figura 7, pode-se notar também que qualquer periférico, com prioridade mais alta, pode interromper esta linha a qualquer tempo e inibir temporariamente o periférico que estava sendo atendido. A transferência interrompida continuará quando o periférico de prioridade mais alta terminar.

2.2 - O Flag flip-flop

Este circuito biestável é posicionado ou setado por um sinal do periférico externo, quando o mesmo completou uma operação e necessita o computador. O flag flip-flop pode ser setado também por uma instrução STF (Set flag).

Uma vez setado, o flag flip-flop permanece setado até que uma instrução CLF (Clear Flag) apareça e desde que não seja inibido por um "Set flag" de um periférico de prioridade mais alta.

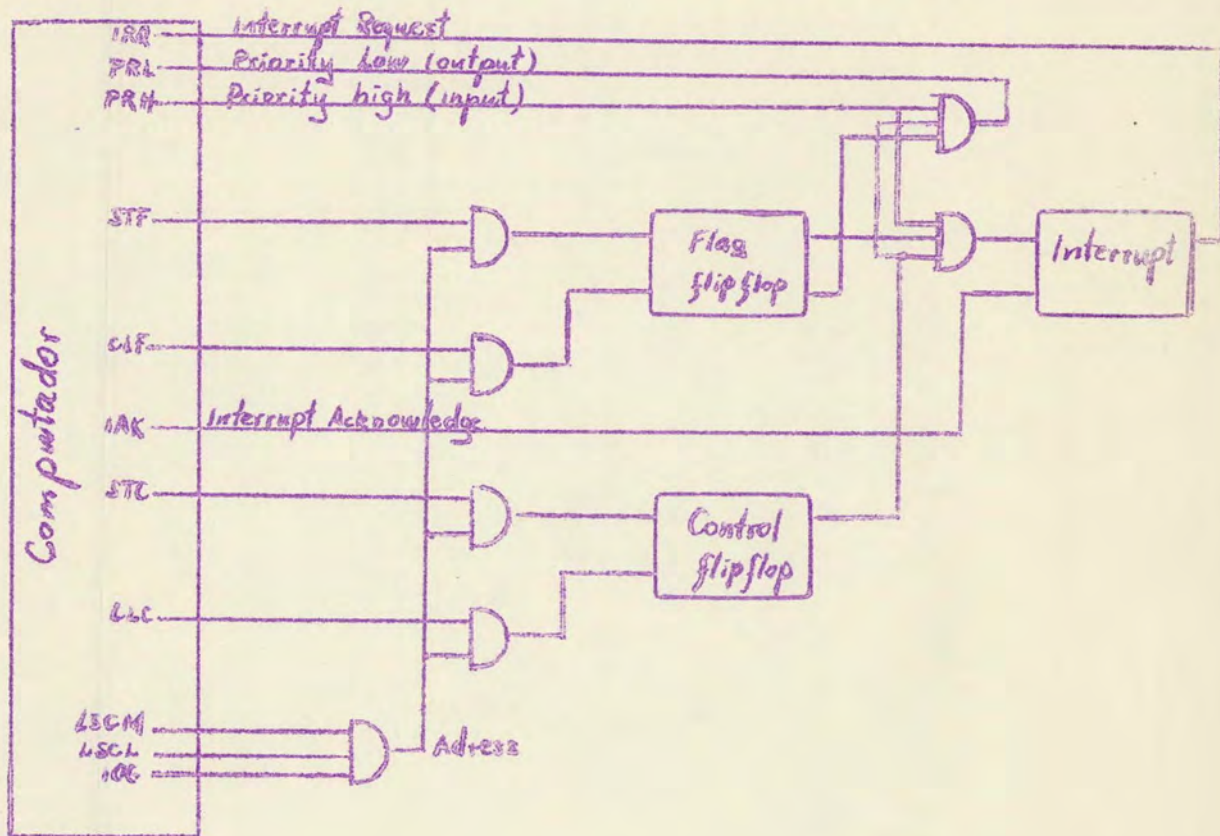


Fig. 8

O flag flip-flop, uma vez setado, inibe todos os pedidos de interrupção por parte de periféricos com prioridade mais baixas.

2.3 - O Control flip-flop

Enquanto o flag flip-flop é responsável pela prioridade e interrupção do computador, o Control flip-flop comanda ou habilita o periférico externo a realizar efetivamente sua operação de transferir ou de ler dados, Além disto o flip-flop de controle comanda a capacidade de interrupção do próprio periférico, ou seja: enquanto o control flip-flop está setado, um flag recebido não pode causar interrupção, nem pode este flag inibir a capacidade de interrupção de qualquer outro periférico dentro do laço de prioridade.

Como o flag flip-flop, o control flip-flop é comandado por duas instruções:

STC (set control) seta o bit de controle do periférico selecionado ou seja: prepara o periférico para sua função de permitir a entrada ou saída de dados;

CLC (clear control) evita que o periférico seja interrompido.

Os circuitos, cuja função simplificada foi descrita anteriormente, já se acham montados no cartão de interface pela HP.

O circuito completo é apresentado na página seguinte, figura 10

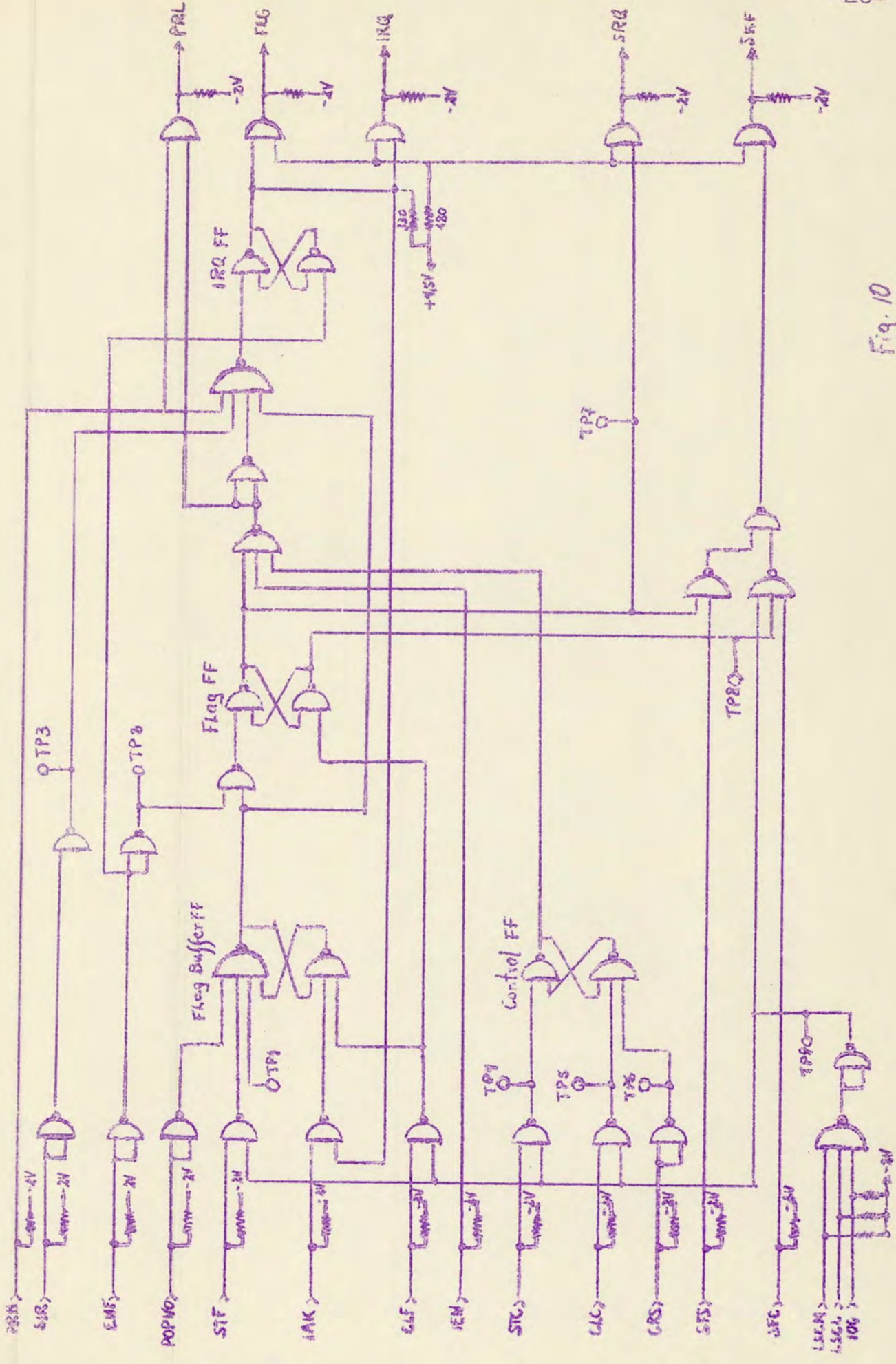


Fig. 10

Capítulo IV

SISTEMA DE EFEITO MÖSSBAUER COM COMPUTADOR HP 2114A

1 - Generalidades

Na figura 11 está esquematizado em bloco o sistema Mössbauer implementado com um Computador HP 2114A. O transdutor é eletro mecânico do tipo bobina de alto falante de aceleração constante, com controle de velocidade feito por realimentação através de uma bobina sensora de velocidade.

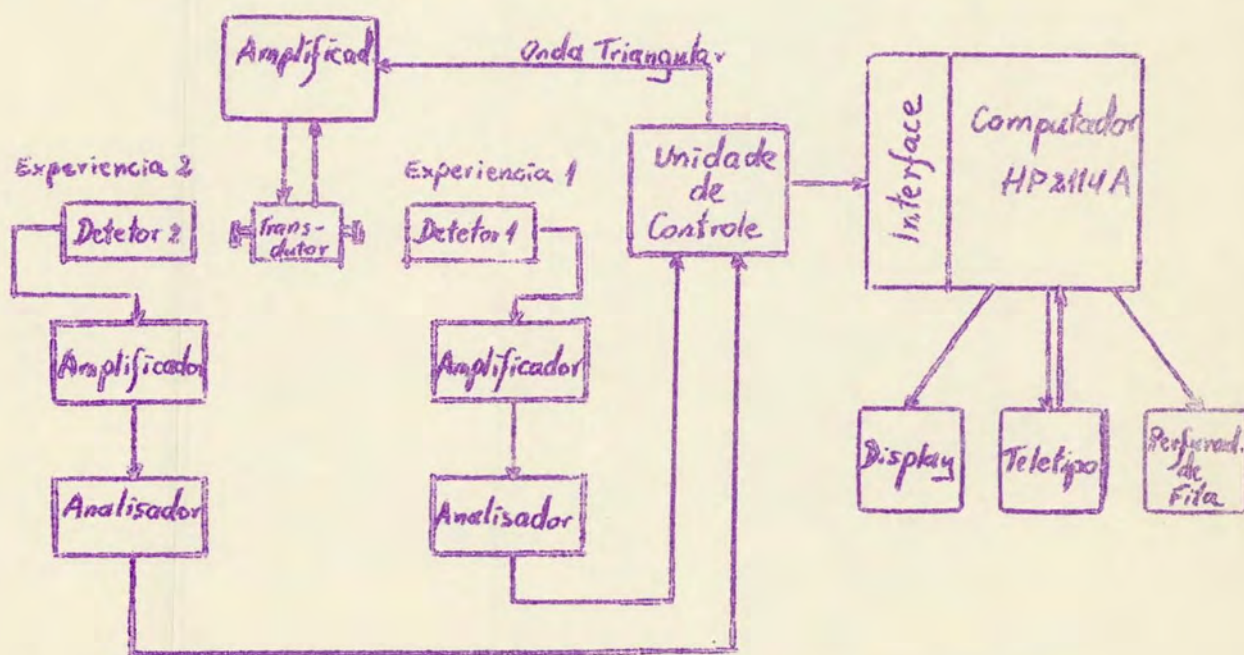


Fig. 11

A característica principal do sistema é que podem ser realizadas, simultaneamente, duas experiências de Efeito Mössbauer utilizando o mesmo transdutor. Para conseguir isto as duas amostras são adaptadas nas extremidades opostas do eixo do transdutor. Os pulsos dos detetores são amplificados e, a seguir passados por analisadores de pulsos que permitem a medida de uma determinada energia de raios γ .

A unidade de Controle recebe os pulsos e providencia a acumulação dos mesmos no Computador via Interface. Na unidade de controle é feito também a seleção do número de canais por experiência, bem como é gerada a onda triangular que movimentará o transdutor, cuja frequência também é selecionada nesta Unidade.

Além destes controles existe também, nesta Unidade, um controle que permite expandir a resolução da Experiência 2 em relação à experiência 1. Esta implementação foi feita tendo em vista que uma das experiências geralmente será usada para obter um espectro chamado de Calibração, para melhor determinar o ponto correspondente a velocidade zero. É conveniente, portanto, que este espectro, na zona correspondente à velocidade zero, apresente uma boa resolução. Para conseguir isto, é usada a mesma amostra radioativa em ambos os detetores e acumulamos um espectro experimental nos canais da Experiência 1 e um espectro de Calibração nos canais da Experiência 2.

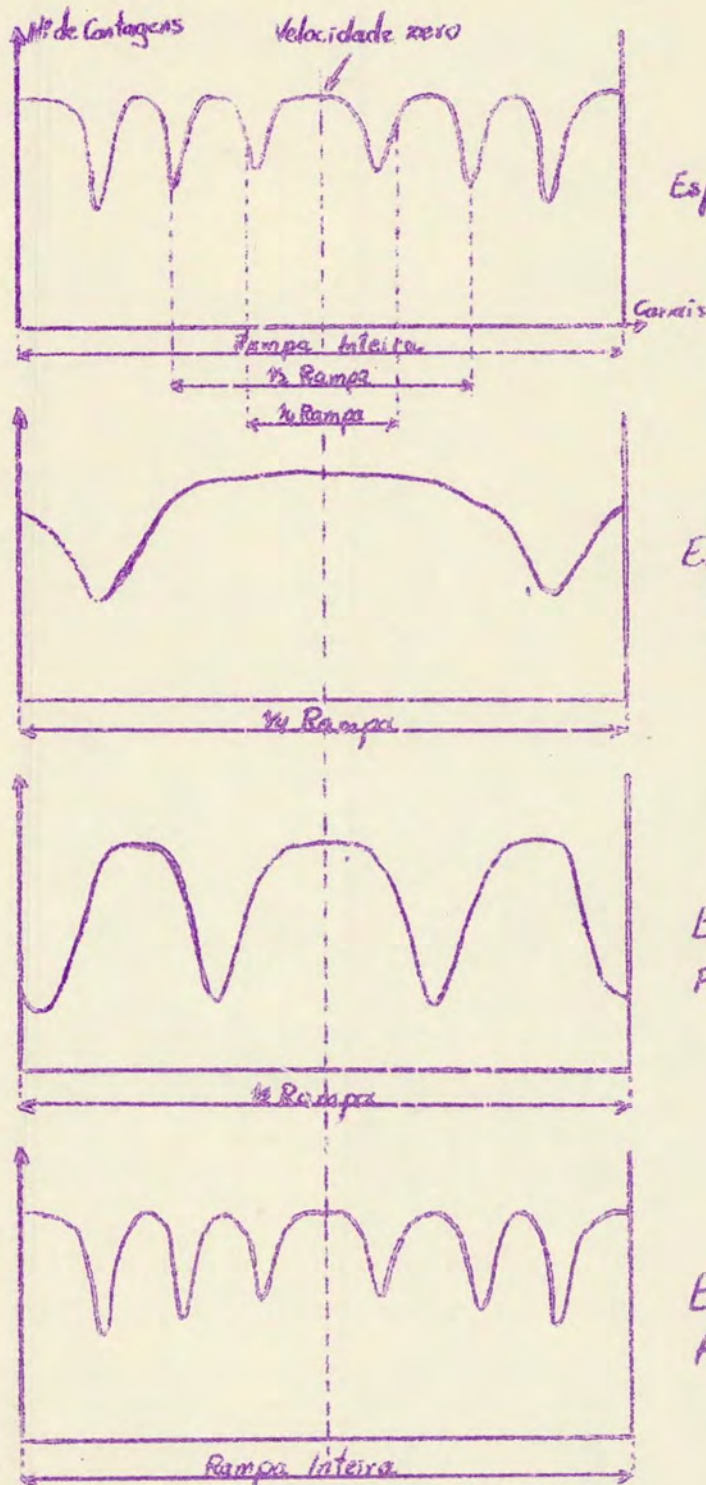
Como o ponto correspondente à velocidade zero está centrado no meio da rampa da onda triangular e como o número de canais é sempre o mesmo para as duas experiências, para obter uma resolução melhor do espectro de calibração, distribuímos os canais do espectro de calibração sobre porções da rampa centrados no meio desta.

Estas porções são disponíveis em 3 opções ou seja:

- um quarto de rampa,
- metade da rampa e
- a rampa completa.

O aumento da resolução do espectro de calibragem será, então, respectivamente de um fator de 4, de 2 e de 1 em relação ao espectro experimental nestas zonas. Na última opção, portanto, os espectros serão idênticos e com a mesma resolução. Esta será, pois, a opção que usaremos quando levantamos espectros distintos.

Supondo as experiências de Efeito Mössbauer com a mesma amostra, os espectros serão do tipo como são mostrados na figura 12.



Espectro Experimental Experiência

Espectro de Calibração Exp 2
Fator de resolução relativo: 4

Espectro de Calibração Exp 2
Fator de resolução relativo: 2

Espectro de Calibração Exp 2
Fator de resolução relativo: 1

Fig. 12

Os espectros mostrados são de uma amostra hipotética igual nas duas experiências e o número de canais o mesmo em ambas.

Por fim, a última unidade do sistema é constituída pelo cartão de Interface. Neste cartão estão os circuitos lógicos de transferência dos dados ao Computador, bem como os comandos para interrupção do Computador.

Os espectros das duas experiências são acumulados na memória do Computador e saída dos mesmos pode ser feita em fita de papel perfurada, impressão por teletipo ou visualização por meio de tubo de raios catódicos.

A seguir vamos analisar mais detalhadamente a Unidade de Controle e o Interface, já que as outras unidades são elementos convencionais de sistemas de Efeito Mössbauer.

Capítulo V

UNIDADE DE CONTROLE

Como já mencionamos antes, nesta unidade estão montados os circuitos que controlam diretamente os parâmetros das duas experiências, quais sejam: o número de canais para ambas as experiências, o controle de velocidade do transdutor e o seletor de ampliação de escala da segunda experiência em relação à primeira.

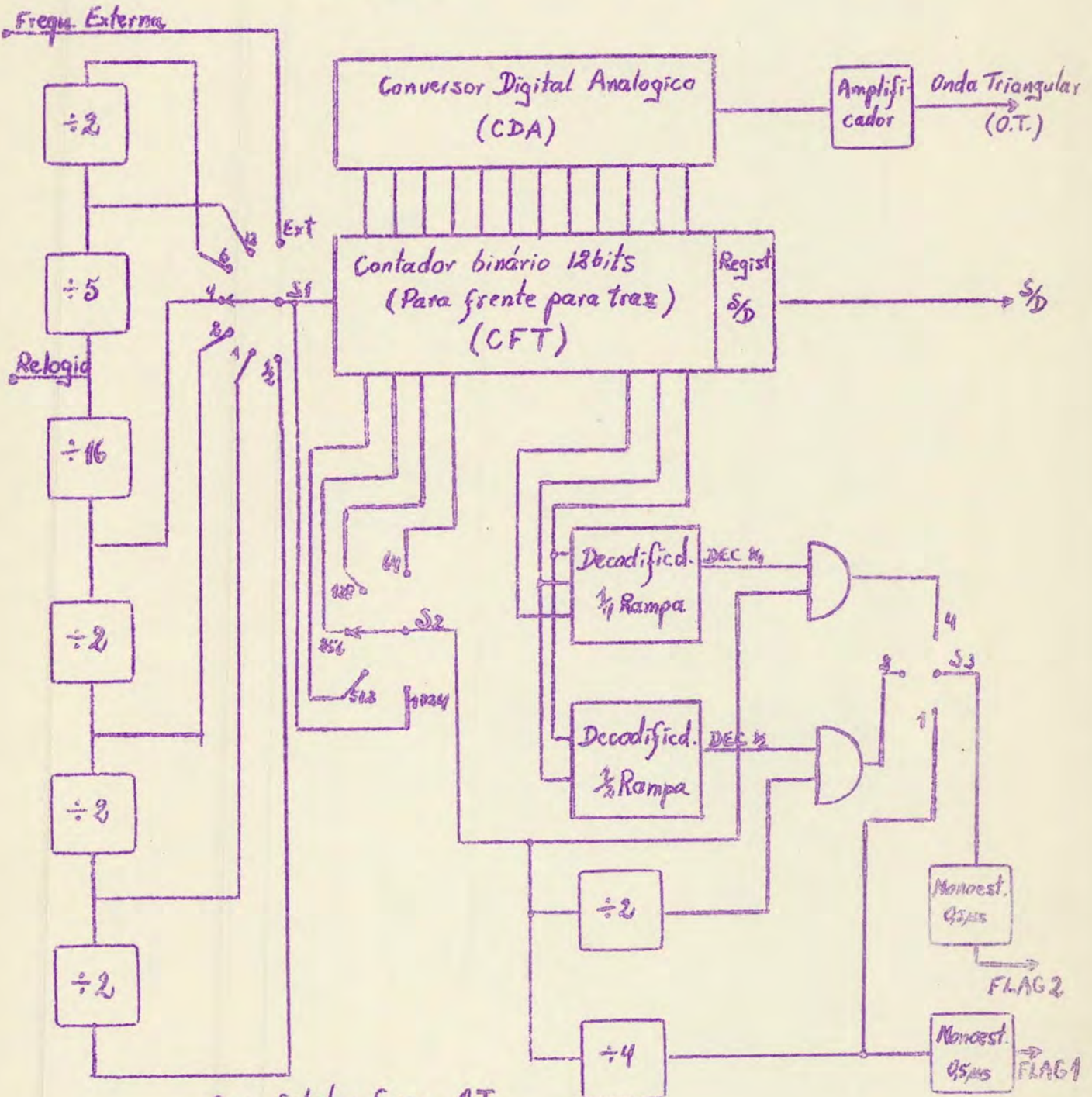
A saída da onda triangular, bem como a entrada das contagens das duas experiências estão também localizadas nesta Unidade.

A Unidade fornece 3 sinais lógicos especiais para o Computador:

- O sinal que chamamos S/D (subida-descida) e que indica quando a rampa da onda triangular está subindo e quando está descendo;
- Os sinais que chamamos de "FLAG 1" e "FLAG 2" e que correspondem à experiência 1 e 2, respectivamente, e que sinalizam ao Computador o tempo em que deve ser lido o Contador de cada experiência.

Na figura 13 está um diagrama simplificado em bloco desta Unidade.

Unidade de Controle



S₁: Seletor frequ. O.T.
S₂: Seletor Numero de Canais
S₃: Seletor Fator de Resoluçao da Experiencia 2

Fig. 13

A explicação do funcionamento de cada controle pode ser feita mais facilmente através desse diagrama em bloco.

O coração desta Unidade é o contador binário, chamado "para frente e para trás" (CFT), a partir do qual geramos a onda triangular, bem como os 3 sinais lógicos de comando: S/D, FLAG 1 e FLAG 2, que desta forma já estarão em perfeito sincronismo com a rampa da onda triangular.

1 - Contador "para frente e para trás" (CFT)

O contador "para frente e para trás" é binário e formado de 12 bits podendo, portanto, contar no máximo até 2^{12} ou seja 4096. Após atingir este número, o contador é decrementado até zero reiniciando após a contagem para frente e assim sucessivamente.

Ligado diretamente ao contador temos um conversor digital analógico do tipo somador de corrente e que, devido as características do contador, fornecerá um sinal tipo triangular. Mais adiante entraremos em maiores detalhes sobre o circuito deste conversor.

O relógio padrão, para acionar o contador, é obtido do próprio computador através do sinal LMF e possui uma frequência de 500 KHz. Através de divisores apropriados obtemos as diversas frequências para a onda triangular gerada a partir do contador.

A frequência da onda triangular será a razão entre a frequência do relógio padrão pelo fator de divisão do mesmo, multiplicado por duas vezes o número máximo do contador.

$$\text{Frequ. O. Triang} = \frac{\text{Frequ. Relógio Padrão}}{\text{Fator de Divisao. } 2 \times 4096}$$

A partir da expressão apresentada na página anterior, as frequências exatas da onda triangular serão, pois, as da tabela abaixo:

Frequ. Onda Triang	Divisores	Fator de Divisão	Frequ. O.T. Exata	Período da O.T.
0,5 Hz	2.2.2.16	128	0,4768 Hz	2,0971s
1 Hz	2.2.16	64	0,9536 Hz	1,0485s
2 Hz	2.16	32	1,9073 Hz	0,5242s
4 Hz	16	16	3,8146 Hz	0,2621s
6 Hz	2.5	10	6,1035 Hz	0,1638s
12 Hz	5	5	12,207 Hz	0,0819s

Quando usamos como relógio padrão uma frequência externa, a frequência da onda triangular será:

$$\text{Frequ. O. T.} = \frac{\text{Frequ. Relógio externo}}{2 \times 4096}$$

Como já mencionamos antes, todos os sinais de controle são gerados a partir do C.F.T. (Contador para Frente e para Trás).

Para obter o sinal FLAG 1 que corresponde aos canais da Experiência 1 não há maiores dificuldades, já que os canais desta experiência são distribuídos sempre sobre toda a rampa da O.T. (Onda Triangular) à qual, como já vimos, correspondem 4096 pulsos do C.F.T.

Para a sinalização de 1024 canais, por exemplo, basta dividir por quatro o próprio sinal que aciona o C.F.T. e obtemos um sinal adequado para a sinalização dos 1024 canais.

Para um número menor de canais, quais sejam: 512, 256, 128 e 64 canais obtemos o sinal para FLAG 1 nos bits subseqüentes do C.F.T. o que corresponde cada vez a uma divisão por 2. A seleção do número de canais é feita pela chave S2, conforme o diagrama em bloco. O mono-estável no final é usado para conformar este sinal, dando-lhe uma largura fixa de 1 μ s.

A geração do sinal FLAG 2, da experiência 2, exige uma filosofia um pouco mais complexa. Como já foi dito antes, a Experiência 2 pode ter resolução igual, duas vezes maior ou quatro vezes maior que a Experiência 1. Como o número de canais das duas Experiências é sempre o mesmo, isto significa que os canais da experiência 2 deverão estar distribuídos ou sobre toda a rampa ou sobre a metade central da rampa ou, ainda, sobre o quarto central da rampa correspondendo ao fator 1, 2 e 4, respectivamente.

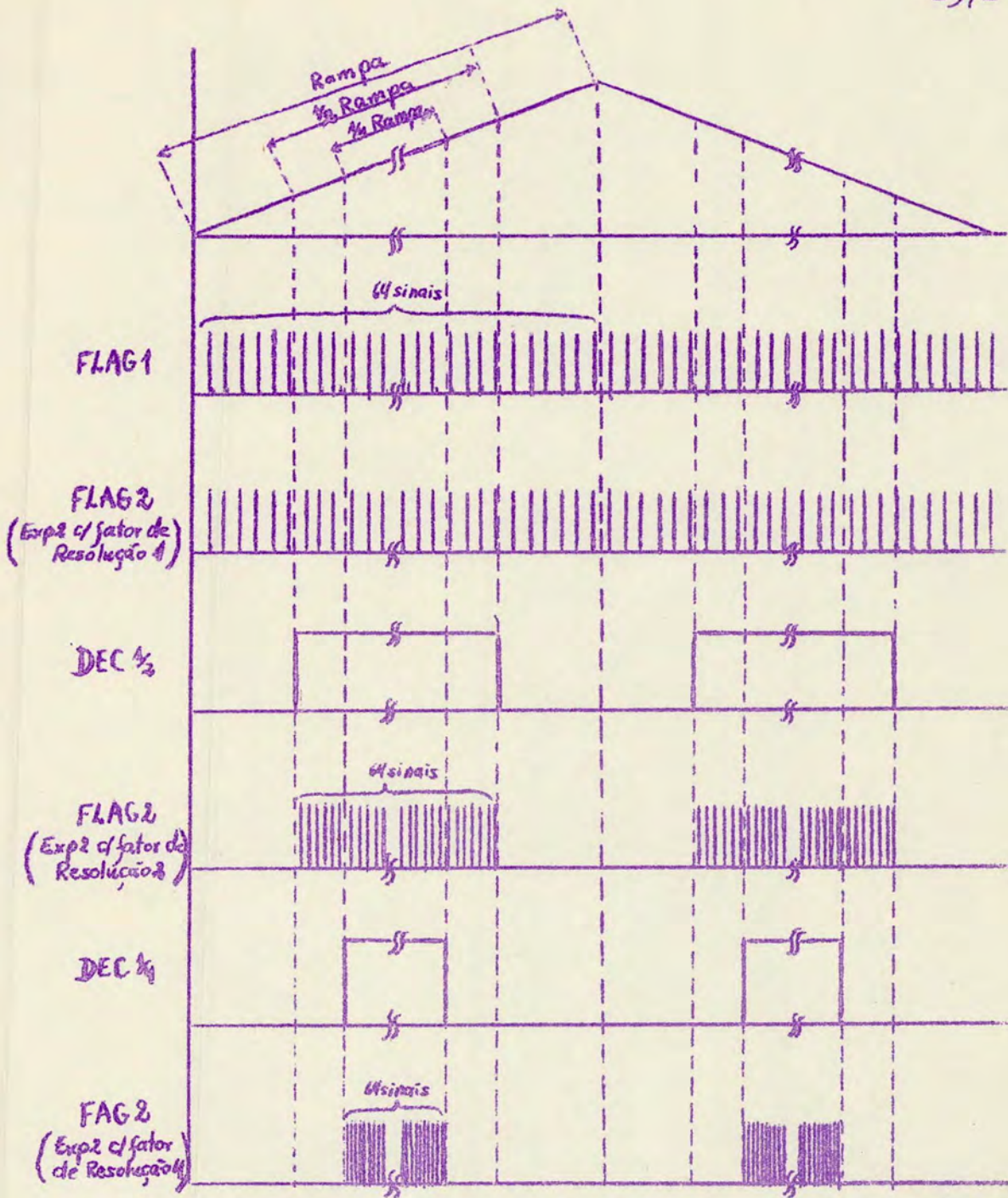


Fig 14

Devido às condições, acima expostas, foi feito um decodificador que nos permite indicar exatamente as porções desejadas da rampa. Para esta decodificação usamos os 3 últimos bits do CFT, pois, o primeiro destes bits sinaliza cada oitavo de rampa, o segundo cada quarto de rampa e o último cada metade de rampa.

Para decodificar o quarto da rampa que possui o mesmo centro que a rampa, decodificamos o número 3 e 5 a partir dos 3 últimos bits do CFT. Quando o número 3 é decodificado, um circuito biestável é setado, o qual será resetado quando é decodificado o número 5 (DEC 1/4). Durante o tempo que o biestável está setado, o circuito porta (gate) a ele ligado permanece aberto e os sinais Flag2 passarão.

Para decodificar a metade da rampa que possui o centro comum com a mesma, decodificamos a partir dos 2 últimos bits do CFT os números 1 e 3. Como no caso anterior, é acionado um biestável que fornece o sinal DEC 1/2 que por sua vez aciona o gate que dá passagem ao sinal Flag2 da Experiência 2.

Como durante a metade da rampa passarão no máximo 2048 sinais, um divisor por 2 nos fornecerá 1024 sinais de flag correspondentes a 1024 canais na configuração máxima de canais.

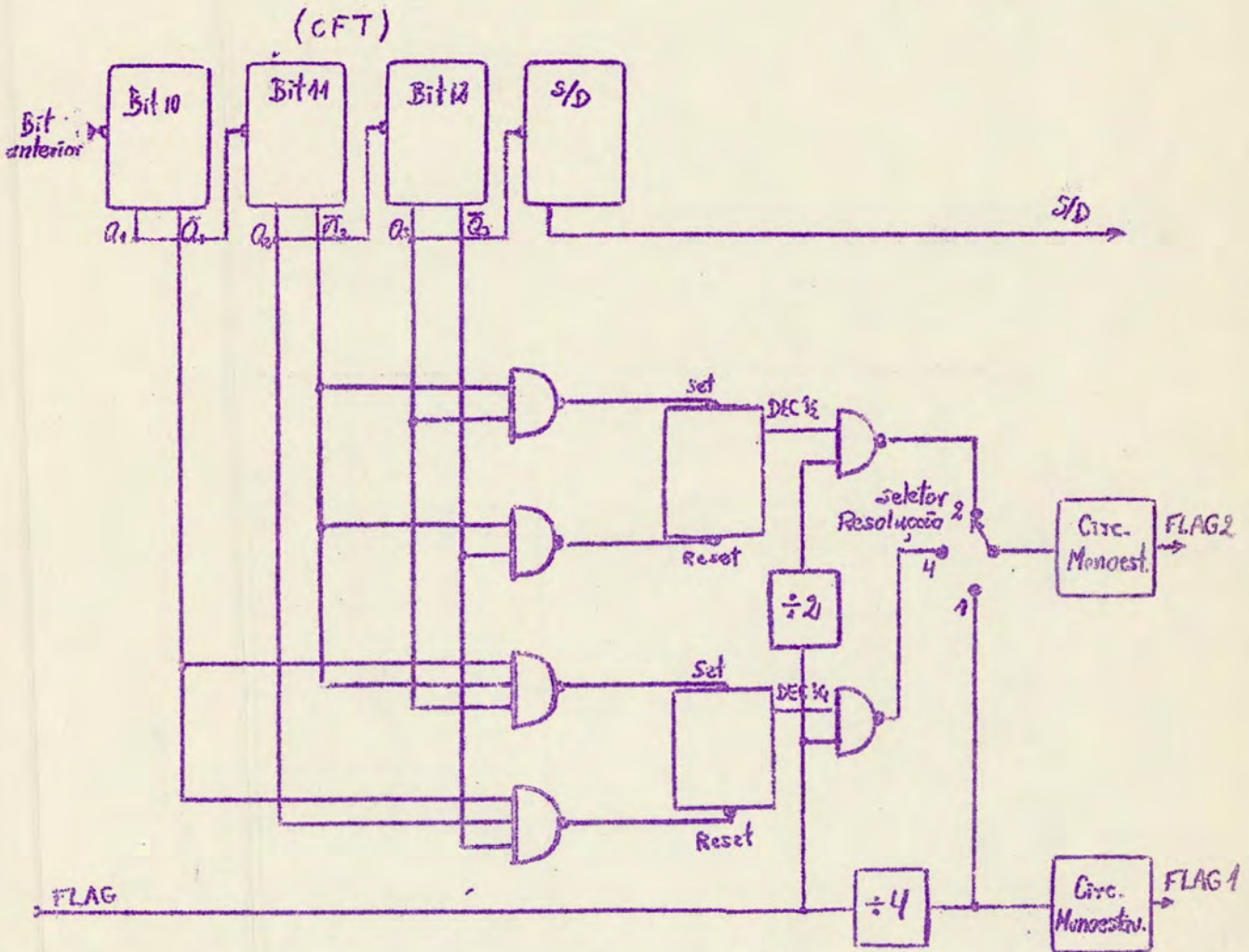


Fig.15

O sinal S/D é obtido de um circuito biestável ligado ao último bit do CFT. O sinal S/D tem duas finalidades:

- a primeira é indicar ao computador quando o CFT está no sentido de incrementar ou decrementar ou seja, rampa subindo ou descendo;
- a segunda função é comandar o próprio CFT nestes sentidos.

Para isto a saída dos 12 bits do CFT, bem como o complemento destes bits, são passados por portas conforme a figura 16.

Para obter contagens no sentido incremental são abertas as portas dos 12 bits normais do contador. Quando é atingida a contagem máxima (4096) são abertas as portas correspondentes aos complementos destes 12 bits, fazendo com que tenhamos o CFT decrementando a partir do número máximo até zero e assim sucessivamente.

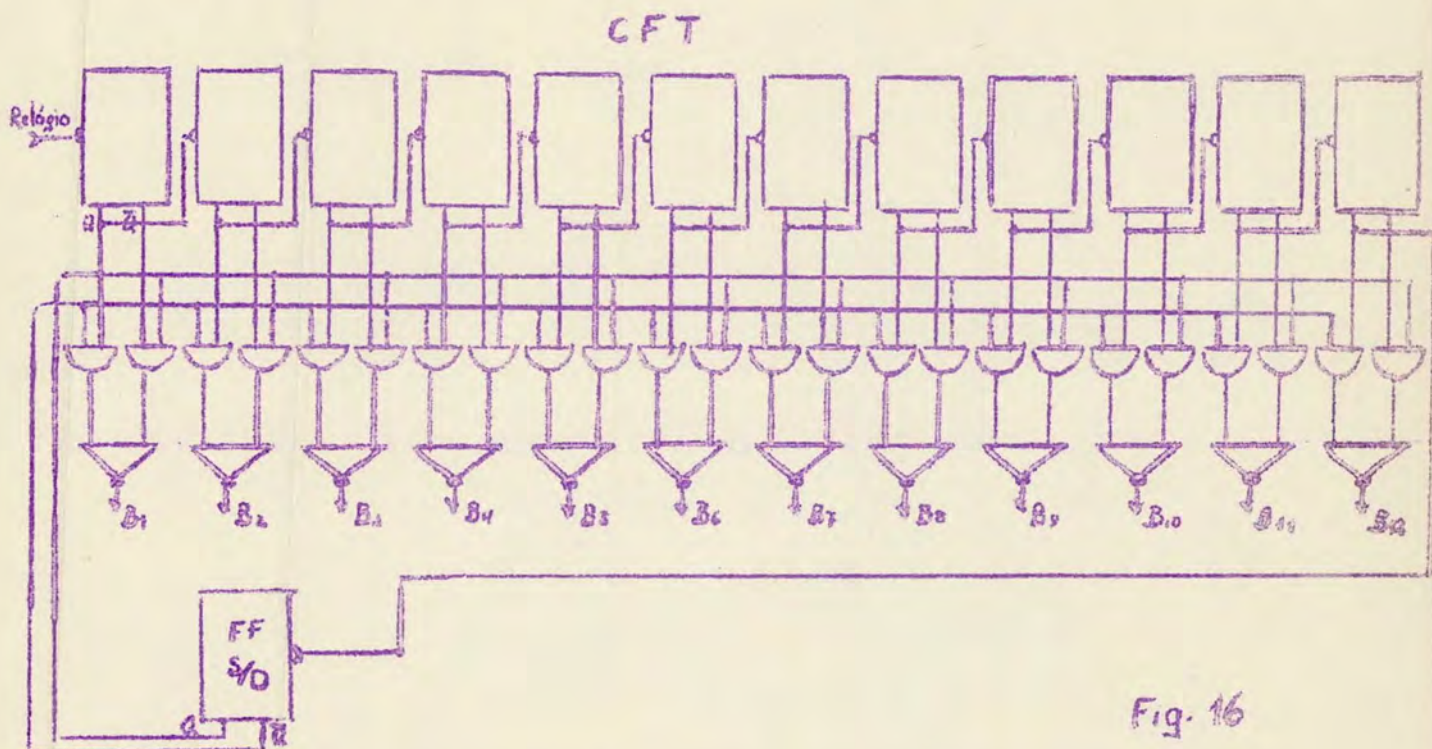


Fig. 16

O comando dessas portas, como já frisamos, é feito pelo biestável que fornece o sinal S/D conforme a figura 16. As saídas das portas de cada bit são a seguir passadas por um circuito "ou" que nos fornecerão os 12 bits de saída do CFT. Estes 12 bits ($B_1, B_2, B_3, \dots, B_{12}$) são aplicados ao conversor digital analógico (CDA) para gerar a O.T.

2 - Conversor Digital Analógico (CDA)

A saída dos 12 bits ($B_1, B_2, B_3, \dots, B_{12}$) do CFT são aplicados diretamente sobre um Conversor Digital Analógico do tipo somador de corrente.

Obtemos desta forma, na saída do CDA, um sinal triangular escalonado, o qual, na sua subida, corresponde ao CFT contando no sentido incremental e na descida ao CFT no sentido decremental.

O circuito é formado de uma rede de resistências, cuja tolerância é de 0,01%, afim de que tenhamos uma boa linearidade da onda triangular.

Conversor Digital Analógico (CDA)

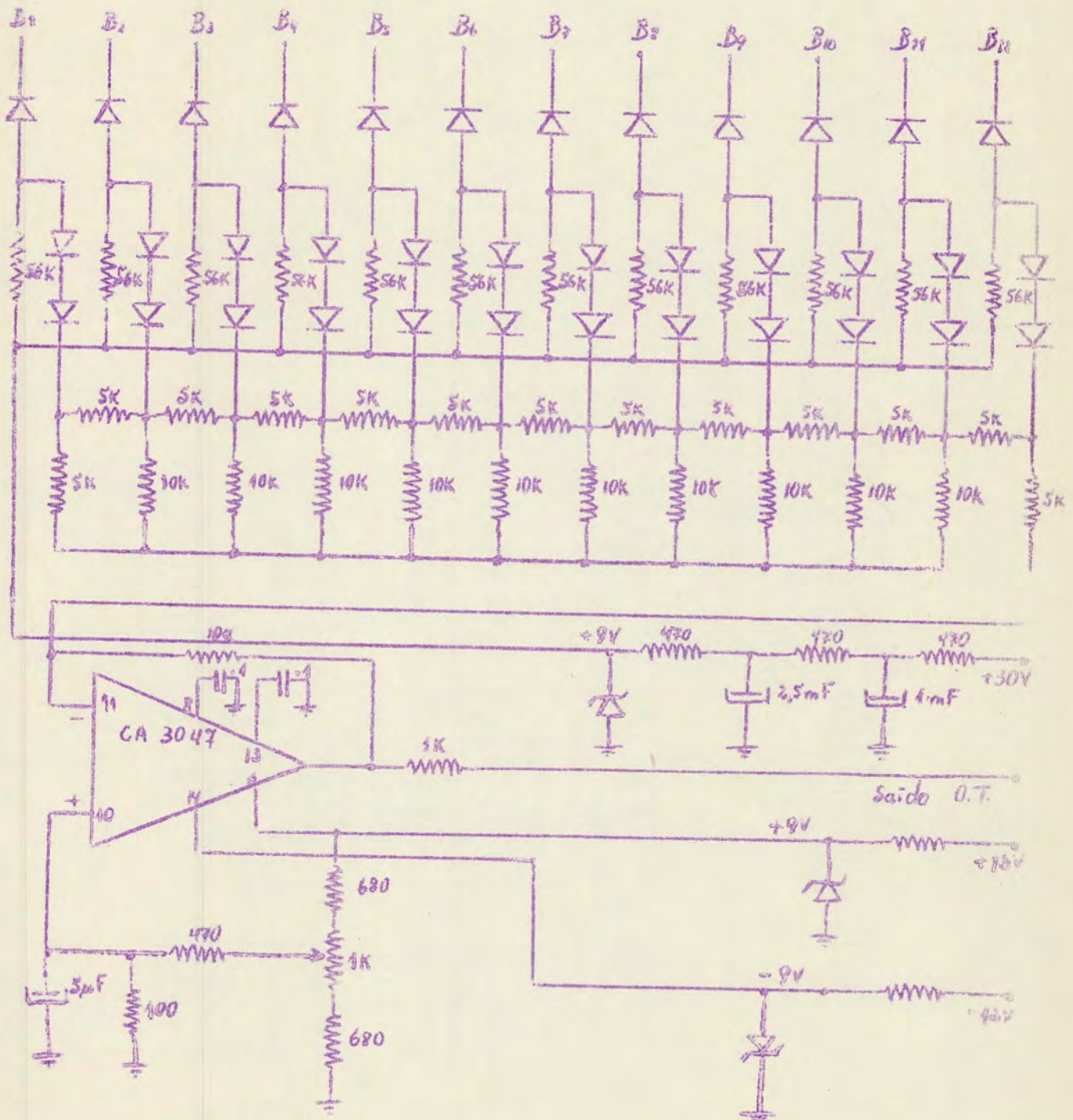
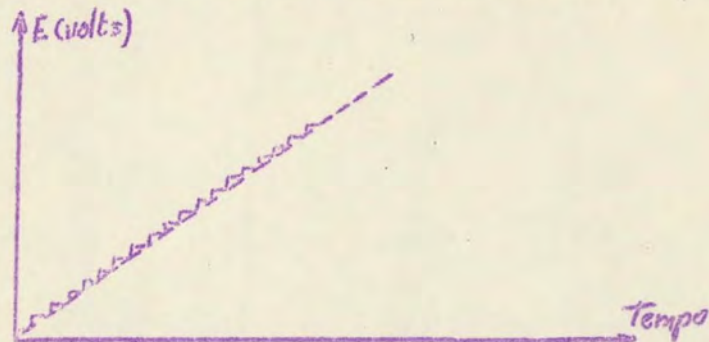


Fig. 17

No ponto A da saída do CDA temos uma triangular do tipo mostrado abaixo. Cada degrau corresponde a um



bit do CFT. Este sinal é conformado e amplificado através de um amplificador operacional com ganho 2 e que nos fornece, na saída, uma onda triangular com as seguintes características:

$$V_{pp} = 1,4 \text{ V}$$

Imped. de saída: $1K$

Drift: $6 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$

O ajuste de "off set" permite ajustar a simetria da onda triangular e possui um desvio (drift) com a variação da temperatura da ordem de $6 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ intrínseco do próprio operacional. O desvio total da simetria é ligeiramente superior devido às pequenas variações das tensões reguladas por diodos zener. Não observamos desvio apreciável da simetria da onda triangular, quando o sistema é usado em temperatura constante.

Pequenas variações da simetria, bem como da linearidade, são corrigidas através de realimentação no conjunto amplificador de potência e transdutor que faz a realimentação através da bobina sensora do próprio transdutor.

Capítulo VI

INTERFACE

1 - Diagrama Simplificado

O acoplamento da Unidade de Controle do Computador HP 2114A é feito através do Interface. A montagem dos circuitos que compõem o Interface foi feita em placa de circuito impresso fornecido pela própria Hewlett Packard. Nesta placa já se acham montados os circuitos lógicos para processar a interrupção do computador.

O cartão pode facilmente ser encaixado em conector apropriado no Computador ao qual está associado uma determinada prioridade. Para alterar a prioridade de um determinado periférico, basta escolher um conector de prioridade adequada.

O Computador HP 2114A permite um total de 5 cartões de Interface para 5 periféricos distintos. Através de multiplexação este número pode ser estendido par 62.

O cartão HP 12620A de interface, por nós usado, possui lugar para 49 circuitos integrados, além dos circuitos já existentes. Montamos nesta placa os circuitos lógicos dos comandos de Start e Stap, os contadores de pulsos das duas experiências, bem como os circuitos lógicos para comandar estes contadores.

O intercâmbio, Sistema Mössbauer e Computador, é

feito através de um "Driver" de saída de 16 bits ou seja uma palavra completa do computador.

Um diagrama em bloco simplificado do Interface é mostrado na figura 18

A interligação dos sinais da Unidade de Controle com o Interface, ou vice-versa, é feita por pares de cabos entrelaçados segundo o esquema abaixo, para alguns dos sinais da Unidade de Controle. Este tipo de ligação evita problemas de interferência.

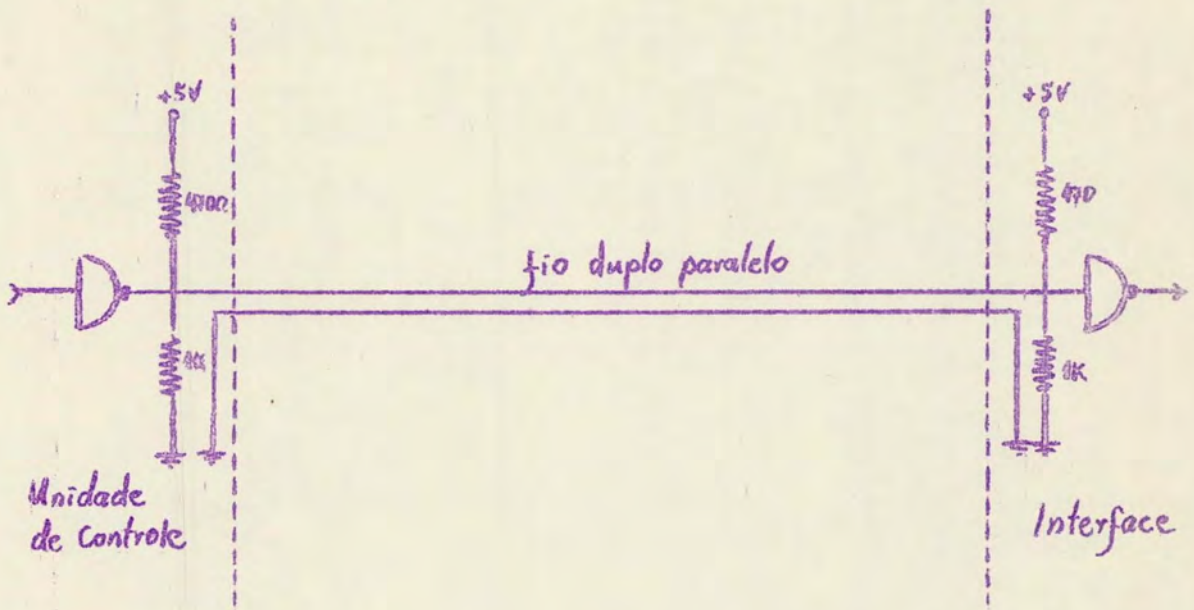


Diagrama Simplificado do Interface

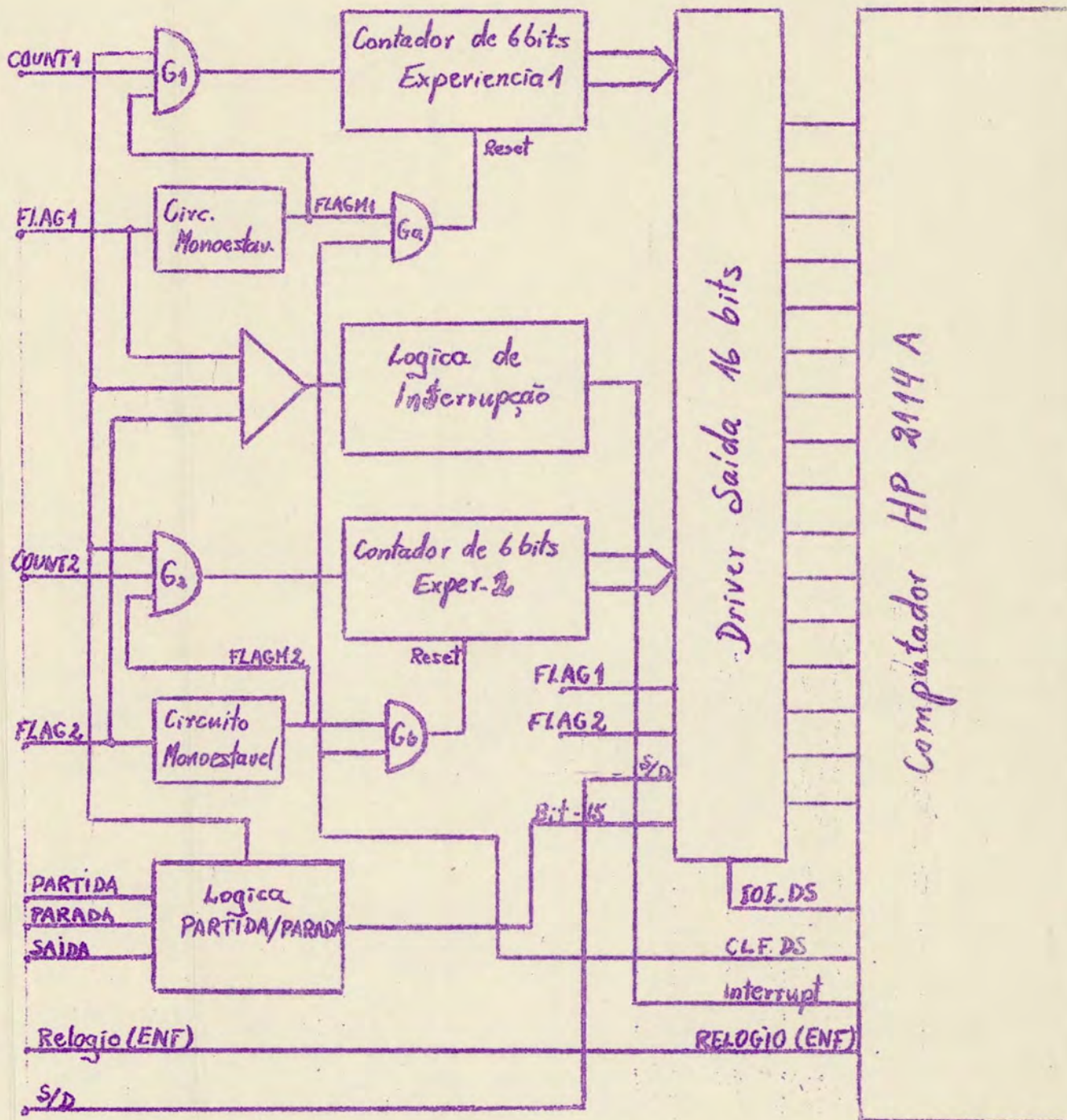


Fig. 18

2 - Processamento

Cada sinal de FLAG da Unidade de Controle ativa a lógica de Interrupção do Computador colocando-o, após algum tempo, à disposição do Sistema Mössbauer.

O tempo, desde o FLAG até o atendimento, é variável e, no pior caso, é da ordem de $25\mu s$.

Para que tenhamos este tempo morto constante para cada canal, introduzimos no sistema um tempo morto constante de $25\mu s$ após cada FLAG através de 2 circuitos mono-estáveis.

Durante este tempo, não há aquisição de contagens no contador e o computador transfere o conteúdo dos 16 bits do Buffer de saída.

Os gates G1 e G2 dos contadores são comandados através dos sinais alargados para $25\mu s$ de FLAG1 e FLAG2 e que chamamos, respectivamente, de FLAG.M1 e FLAG.M2

Deste modo são inibidas, durante $25\mu s$, as contagens no contador da experiência que enviou o sinal de FLAG e que durante este tempo será lido.

Pelos gates Ga e Gb os contadores, após lidos, são zerados. A abertura de um ou de outro gate Ga e Gb, depende também, como no caso anterior, da experiência que enviou o sinal de FLAG.

Após a transferência das contagens ao computador, este sinaliza ao Sistema o fim desta operação através do sinal CLF (Clear flag). Este sinal é aproveitado para zerar os contadores ainda dentro dos $25\mu s$ de tempo morto fixo.

Um diagrama dos tempos dos diversos sinais é mostrado na figura 19, página seguinte.

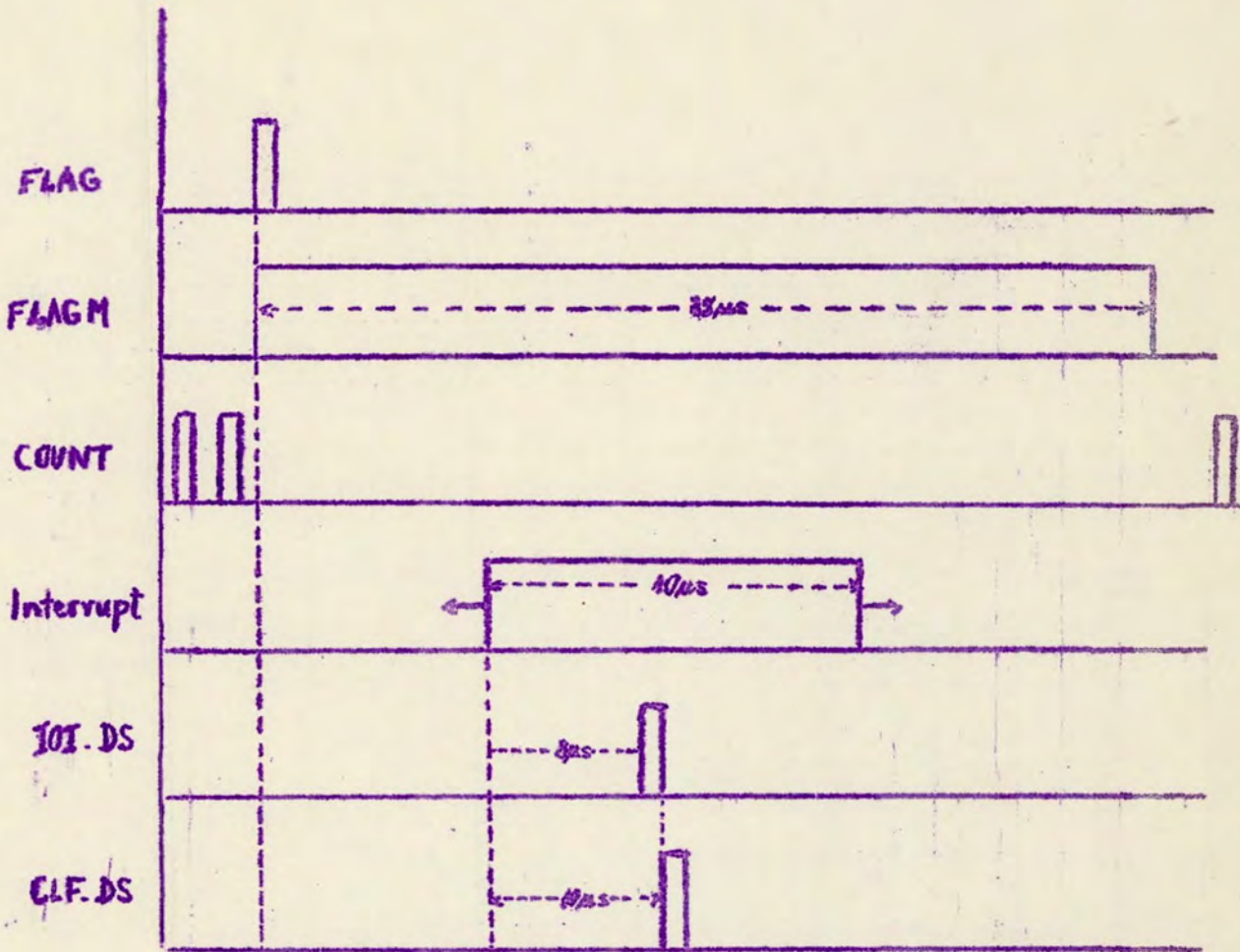


Fig.19.

Em cada interrupção são transferidos os 16 bits ou seja uma palavra do Computador.

A composição desta palavra é feita da seguinte forma:

4 Bits de controle	Contador Exper. 2 6 Bits	Contador Exper. 1 6 Bits
--------------------	-----------------------------	-----------------------------

Os primeiros 12 bits desta palavra são dos 2 contadores das duas experiências, sendo os 4 bits restantes utilizados para controle ou seja:

- Bit 12 : 0/1 - Ler contagens da Exp. 1 / não lê
- Bit 13 : 0/1 - Ler contagens da Exp. 2 / não lê
- Bit 14 : 0/1 - Rampa da O.T descendo / subindo
- Bit 15 : 0/1 - Aquisição de dados / saída de dados.

Através dos bit 12 e 13 podemos distinguir entre as diversas modalidades que podem surgir na aquisição dos dados, quais sejam:

1. Experiência 1 solicita interrupção, enquanto a Experiência 2 não está acumulando. Isto acontece quando a Experiência 2 possui fator de resolução maior que 1 e a rampa está em zona da O.T., onde a Experiência 2 não acumula.
2. A Experiência 1 e a Experiência 2 solicitam ambas simultaneamente interrupção.
3. Experiência 2 possui fator de resolução maior que 1 e solicita interrupção, enquanto a Experiência 1 continua acumulando.

O bit 14 é o próprio sinal S/D obtido na Unidade de Controle e que é utilizado principalmente para sincronizar os sinais de FLAG com a rampa da O.T.

Este sincronismo é feito através de programação em cada inicialização do Sistema bem como em cada início de subida e descida da O.T.

3 - Comandos de Partida, Parada e Saída de Dados

A unidade de Controle possui, no seu painel frontal, 3 comandos manuais através de botões de contato. Estes comandos são: a PARTIDA do Sistema; PARADA do Sistema e um comando de SAÍDA dos espectros acumulados através de Teletipo ou outro dispositivo qualquer. Todos os comandos são codificados através dos bits 12, 13 e 15 segundo a tabela dada no parágrafo anterior.

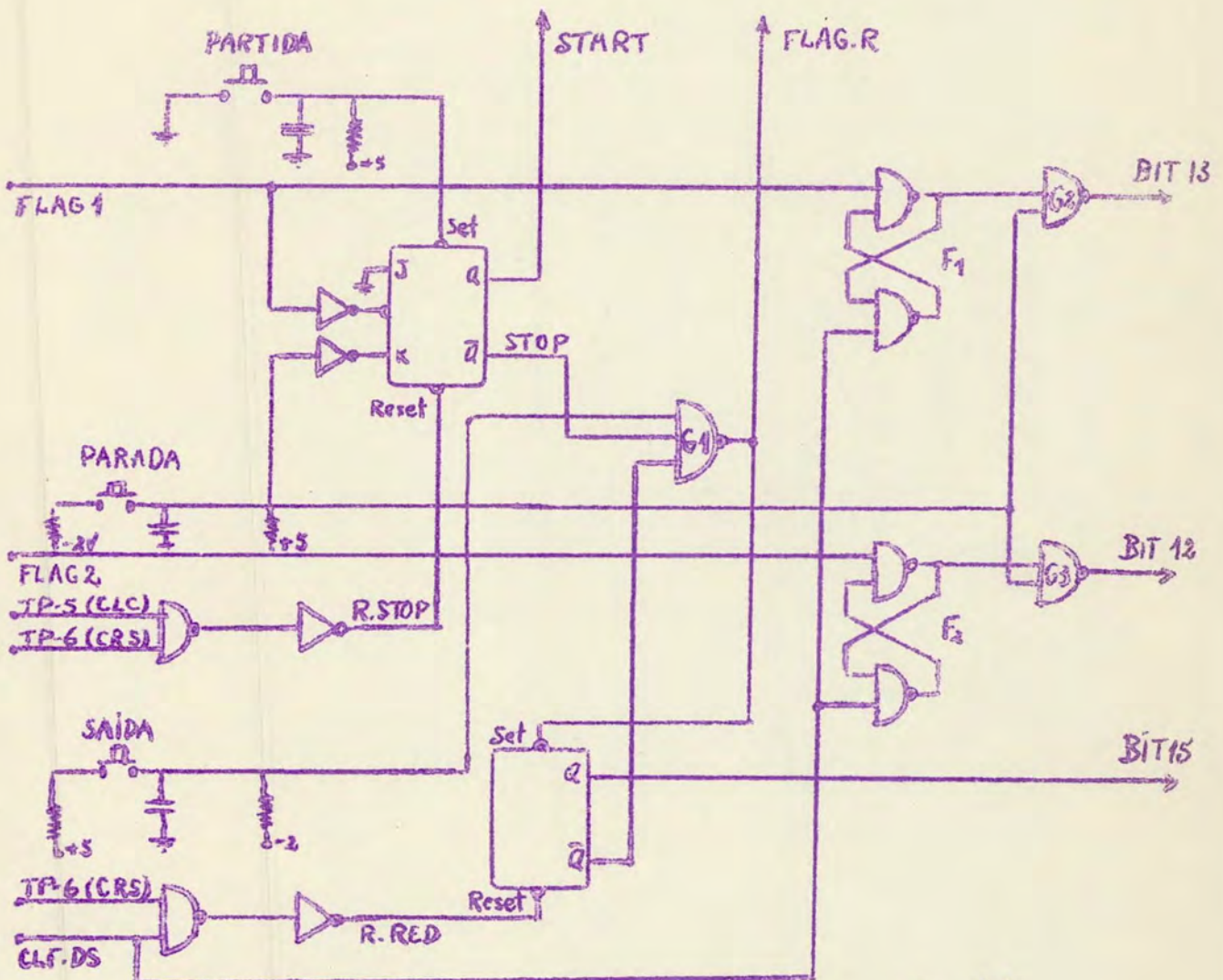


Fig 80

Os botões de PARTIDA e PARADA atuam sobre um biestável do tipo JK (Master Slave) que nos fornece o sinal START e seu complemento START. O re lógico do biestável é fornecido pelo próprio sinal de FLAG1 e é resetado pelos sinais CLC (Clear Control) ou CRS (Reset Control).

Estes sinais são enviados pelo computador, sendo que o CLC é enviado no início de cada nova operação, enquanto o CRS ocorre quando o Computador é ligado ou quando é dado o Comando preset no Computador.

O Comando de Saída dos espectros só atua quando o Sistema estiver em Parada devido a porta G1. Quando estiver nestas condições e o botão é acionado é enviado um FLAG e o Computador, após interromper, reconhece através do bit 15 da palavra transferida o comando dado.

O flip-flop FF2 que é ativado nesta operação é resetado pelo sinal CLF.DS ou CRS.

Por fim, os bit 12 e 13 que indicam a leitura ou não da experiência 1 e 2, respectivamente, são comandados pelos sinais FLAG 1 e 2 através dos flip-flop F1 e F2.

As portas G2 e G3 deixarão estes bits em 1, quando o sistema for comandado para PARADA, o que significa não ler as contagens de nenhuma das duas experiências (ver tabela dos bits de comando na página 49).

Salientamos, por fim, que praticamente todos os sinais são do tipo "ground true" (nível zero do sinal corresponde a verdade) e que os circuitos lógicos são todos implementados por circuitos integrados do tipo TTL.

4 - "Driver" de Saída

A transferência dos 16 bits da palavra do Interface é feita pelo Buffer da Saída. Esta transferência é feita através das linhas de entrada (IOBI) do Computador que já estão à disposição no cartão do Interface.

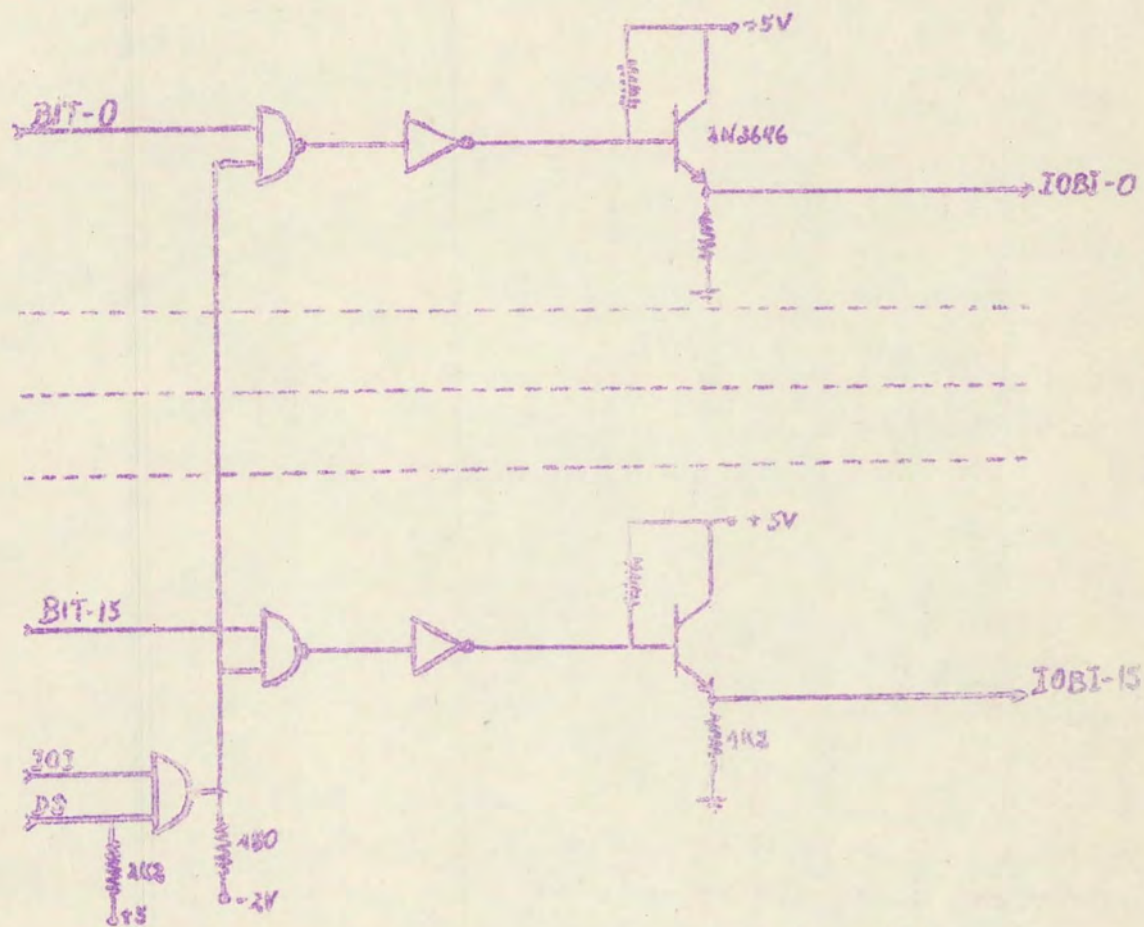


Fig. 81

O Circuito para todos os bits é o mesmo e é apre-

sentado na figura 21.

Fomos obrigados a usar este tipo de circuito híbrido, por falta de circuito adequado como seja, o tipo CTL 9956 da Fairchild.

A transferência dos bits é feita através do sinal IOI.SC (Input. Select Code) que é gerado quando é dada a instrução LIA(B) (Load Input A(B) Register).

5 - Entrada das Contagens e Condição

As contagens vindas dos analisadores são enviadas aos contadores, passando por um circuito que prevê a possibilidade de condicionar esta passagem através de um circuito porta, atuado externamente.

Através de uma chave, a condição pode ser habilitada ou inibida tanto na Experiência 1 como na Experiência 2.

O Circuito típico para a entrada das contagens de uma das Experiências é apresentado na figura 22, página seguinte.

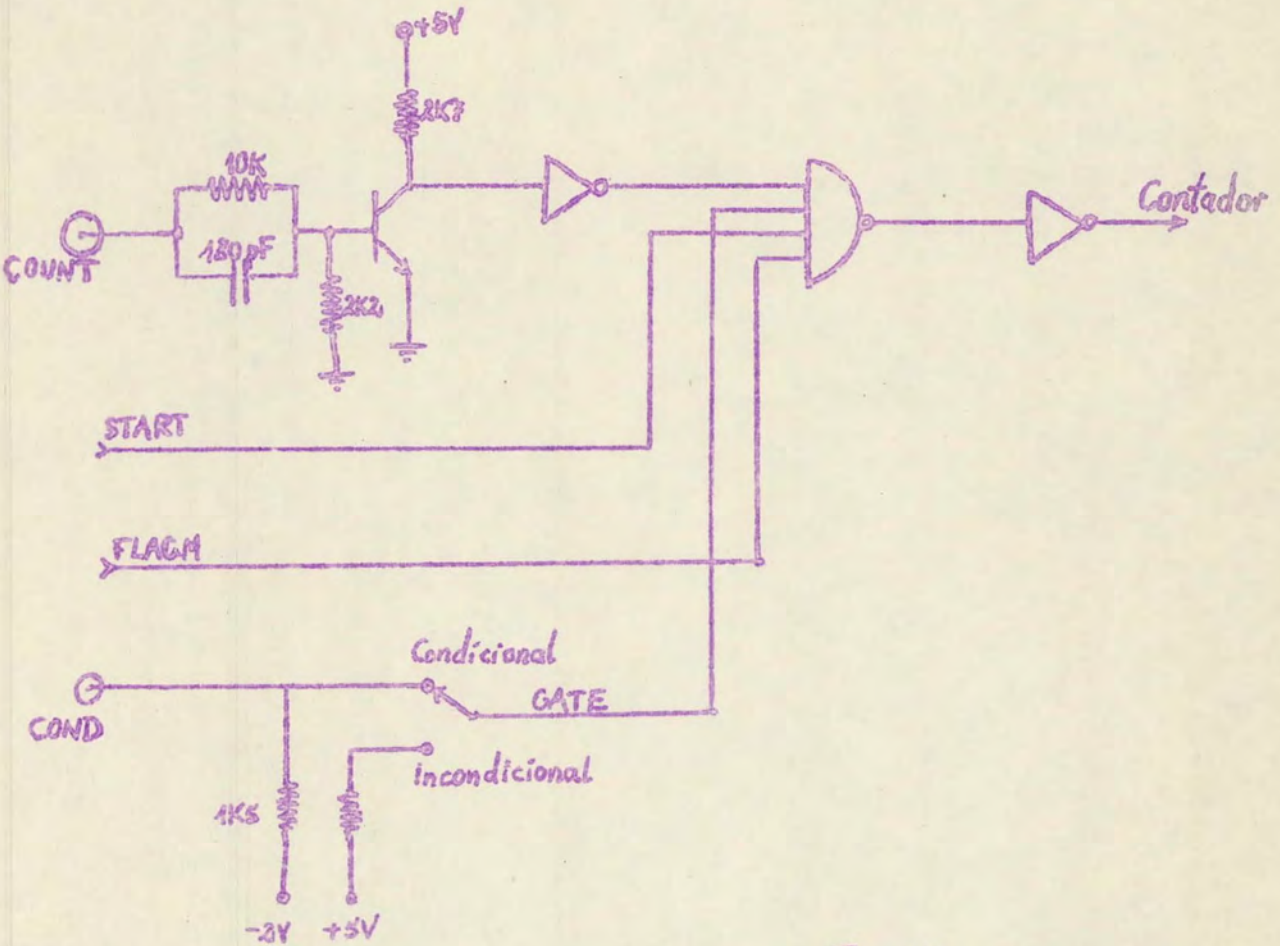


Fig. 22

As características do sinal de Entrada são as seguintes:

- Polaridade: positiva 4-10V
- Impedância de Entrada: $\sim 10K\Omega$
- Largura: $0,1\mu s$

Sinal de Condição:

- Polaridade: positiva +5V
- Impedância de Entrada: $\sim 1K\Omega$

Capítulo VII

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA


1 - Limites de Processamento

As rotinas de processamento de cada palavra lida do Buffer de Saída do Interface são relativamente extensas. O tempo máximo de processamento de uma palavra lida, atualmente, é da ordem de $191 \mu\text{s}$. Este tempo de atendimento nos coloca limites para o processamento em frequências muito elevadas ou para um número de canais muito elevado. A tabela abaixo nos dá o tempo em μs para cada canal nas diversas configurações.

Vide tabela página seguinte.

TEMPO DE AQUISIÇÃO POR CANAL (TA)

Frequ. a f	1/2 Hz			1 Hz			2 Hz			4 Hz			6 Hz			12 Hz		
	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
1024	986	493	247	493	247	123	247	123	61	123	61	30	61	30	41	20	41	20
512	1972	986	493	986	493	247	493	247	123	247	123	61	164	82	41	82	41	20
256	3945	1972	986	1972	986	493	986	493	247	493	247	123	329	164	82	164	82	41
128	7890	3945	1972	3945	1972	986	1972	986	493	986	493	247	658	329	164	329	164	82
64	15780	7890	3945	7890	3945	1972	3945	1972	986	1972	986	493	1315	658	329	658	329	164

 Configurações de opções não permitidas
Tempo em μs .

Os espaços marcados correspondem a configurações do Sistema que resultam em tempos menores que $191 \mu s$ para cada canal e, portanto, não permitidos.

As configurações não permitidas são inibidas automaticamente pelo Sistema através de software.

2 - Taxa de Contagem Média Máxima

Os contadores da Experiência 1 e da Experiência 2 são ambos de 6 bits, o que nos permite contar no máximo até o número 64 em cada intervalo de tempo.


A Taxa Média Máxima de Contagem (TMCM) será dada pela razão deste número pelo intervalo de tempo de acumulação (TA) menos o tempo morto fixo que é de $25 \mu s$.

$$T_{TMC} = \frac{64}{T_A - 25 \mu s}$$

Como o tempo de acumulação de cada canal depende da configuração escolhida a TMC varia de acordo com esta configuração.

Na tabela abaixo é dado a TMC para cada configuração em KHz.

Frequ. O.T	1/2 Hz			1 Hz			2 Hz			4 Hz			6 Hz			12 Hz		
	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
1024	66	136	288	136	288	653	288	653	///	653	///	///	///	///	///	///	///	///
512	32,8	66	136	66	136	288	136	288	653	288	653	///	460	///	///	///	///	///
256	16,3	32	66	32	66	136	66	136	288	136	288	653	210	460	///	460	///	///
128	8,1	16	32	16	32	66	32	66	136	66	136	288	101	210	460	210	460	///
64	4	8	16	8	16	32	16	32	66	32	66	136	49	101	210	101	210	460

 Opção não permitida

3 - Saída dos Espectros

Os espectros acumulados no Computador podem ser retirados por 3 meios:

Teletipo,
fita de papel perfurada e
visualização em tubo de raios catódicos (Display).

a - Teletipo

A teletipo imprime as contagens de cada canal do Espectro no formato E, ou seja, mantissa menor que um e potências de 10.

O tempo necessário para imprimir uma experiência é dado na Tabela abaixo.

Número de Canais	Tempo de Impressão
1024	24 minutos
512	12 minutos
256	6 minutos
128	3 minutos
64	2 minutos

b - Display

O Computador, normalmente, quando não está processando algum dado, está fazendo a apresentação dos espectros na tela de um tubo de raios catódicos. A apresentação dos espectros pode ser feita em 3 opções:

- Experiência 1,
- Experiência 2 ou
- ambas simultaneamente.

Para o ganho vertical existem 4 opções com os seguintes limites superiores e inferiores:

Ganho	Limite Inferior	Limite Superior	Bits Consider.
1	0	1.024	0 - 9
2	64	65.536	6 - 15
3	65.536	67.108.864	16 - 25
4	4.194.304	4.294.967.296	22 - 31

Em cada ganho são visualizados na tela sempre 10 bits dos 32 que compõem cada palavra.

c - Fita de papel perfurada

Os espectros também podem ser retirados do Computador em fita de papel perfurada em código binário sob forma absoluta

O tempo de perfuração de uma fita para uma experiência é dado abaixo:

Nº de Canais	Tempo de Perfuração
1024	8 minutos
512	4 minutos
256	2 minutos
128	1 minuto
64	0,5 minutos

4 - Tempo Morto

Além do tempo morto de $25\mu s$ introduzido no Sistema, fixo para todas as configurações, para permitir a interrupção do Computador e leitura dos Contadores, existe intrinseco a esses contadores um tempo morto próprio deles que é da ordem de 100ns. Este tempo sendo bastante pequeno não oferece, portanto, grandes perdas em altas taxas de contagem.

O tempo de contagem real de cada canal será, pois, o intervalo de tempo de aquisição de cada canal (TA), menos os $25\mu s$ de tempo morto.


A percentagem de tempo morto (TM) em cada configuração será dada por:

$$TM \text{ (percentual)} = \frac{100}{TA} \times 25$$

A Tabela abaixo nos dá a percentagem de tempo morto para cada configuração.

PERCENTAGEM DE TEMPO MORTO (TM)

Freq. O.F.	½Hz			1Hz			2Hz			4Hz			6Hz			12Hz		
	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
1024	2,53	5,07	10,1	5,07	10,1	20,3	10,1	20,3		20,3								
512	1,26	2,53	5,07	2,53	5,07	10,1	5,07	10,1	20,3	10,1	20,3		15,2					
256	0,63	1,26	2,53	1,26	2,53	5,07	2,53	5,07	10,1	5,07	10,1	20,3	7,59	15,2		15,2		
128	0,31	0,63	1,26	0,63	1,26	2,53	1,26	2,53	5,07	2,53	5,07	10,1	3,79	7,59	15,2	7,59	15,2	
64	0,15	0,31	0,63	0,31	0,63	1,26	0,63	1,26	2,53	1,26	2,53	5,07	1,9	3,79	7,59	3,79	7,59	15,2

 Opção não permitida

Capítulo VIII

PROGRAMAS (SOFTWARE)

1. Programa MOESS I

O programa que controla todo o comportamento do Computador, em relação ao Sistema Mössbauer, foi escrito em linguagem Assembler, linguagem básica do Computador e por isso a mais adequada para esta finalidade.

As funções principais do programa são:

- 1 - Identificar e processar os comandos dados através da Teletipo
- 2 - Executar os comandos dados
- 3 - Sincronizar a acumulação dos dados experimentais com a Onda Triangular (O.T)
- 4 - Acumular os dados das duas Experiências

O programa faz uso de várias subrotinas auxiliares, as quais fazem parte da livreria de Sbrotnas do Computador. As subrotinas da livreria, utilizadas pelo programa principal, são:

- FRMTR - Conformar a um certo formato os dados de saída ou entrada.
- FLOAT - Conversão de um inteiro em ponto flutuante

- PACK - Transforma mantissa de 31 bits em formato normal de ponto flutuante
- MPY - Multiplicação de dois números inteiros
- DL DST - Carregar ou armazenar uma quantidade em duas palavras
- IFIX - Conversão de um número de ponto flutuante para inteiro
- FLUN - Transforma número em ponto flutuante para mantissa de 31 bits
- ENDIO - Retardar a execução do programa enquanto não terminar a operação de entrada ou saída
- DUMP - Subrotina para saída em fita binária.

Os dois primeiros itens das funções, relacionadas acima, referem-se, essencialmente, aos comandos externos enviados pelo operador.

Os dois últimos itens estão relacionados com o processamento e acumulação dos dados que são enviados, periodicamente, ao computador por interrupção.

O Programa foi confeccionado em uma fita de papel absoluta, carregável através da leitora de fita com endereço inicial em 100_8 .

O Programa todo ocupa 711 palavras da memória do Computador.

Na figura seguinte o plano da memória do HP 2114A com 8K palavras de memória, mostrando a localização das diversas áreas usadas pelo programa.

Plano de Memória com 8K

(Endereços em octal)

BBL	17777
Formater e Subrotinas	17677
Vazio	14716
Subrotina Dump	67428 17003
Vazio	13000 41777
Area de dados da Exp. 2	6000 5777
Area de dados da Exp. 1	4777 4425 4440
Ligado Subrotinas Auxiliares	
Vazio	
Programa Principal	100
Vazio	16
Entrada de Interrupt	41

Como já foi salientado, o tempo de execução da subrotina de aquisição do programa MOESS I é de $191\mu s$, o que nos limita o uso do Sistema em algumas das suas opções (ver tabela da página 56).

Para permitir o uso do Sistema, em algumas destas opções, foram elaboradas duas outras subrotinas de aquisição, que possuem tempos de execução menores. Os programas com estas subrotinas chamamos de MOESS II e MOESS III, respectivamente.

As opções permitidas com estes programas, bem como

as limitações impostas ao sistema, são analisadas mais adiante.

1.1 Comandos

O computador, normalmente, quando não está acumulando contagens, está executando a rotina referente ao display, ou seja, mostra na tela de um tubo de raios catódicos o conteúdo dos diversos canais das Experiências.

Qualquer desvio desta rotina é feito através de interrupção do Computador, seja através de um comando dado pela teletipo, seja por solicitação do Sistema Moessbauer para acumular contagem. A prioridade mais alta de interrupção está associada à Teletipo, vindo em seguida o Sistema Moessbauer.

Os Comandos do Sistema são de 2 tipos:

- a - por botões na Unidade de Controle
- b - Mensagens pela Teletipo.

Os Comandos por botões na Unidade de Controle são os seguintes:

- 1 - PARTIDA (Inicia a Aquisição)
- 2 - PARADA (Para Aquisição)
- 3 - SAÍDA (Imprime Exp. 1 e Exp. 2)

O Comando de saída só está habilitado quando houver sido dado primeiro o comando de parada.

As mensagens de comando por Teletipo são referentes às seguintes funções:

- 1 - Visualização (display) dos espectros
(Exp. 1, Exp. 2, Exps. 1 e 2).

- 2 - Escala Vertical do display (quatro escalas)
- 3 - Apagamento dos espectros (Exp. 1, Exp. 2, Exps. 1 e 2).
- 4 - Impressão dos Espectros por Teletipo (exp. 1, (Exp. 2 e Exps. 1 e 2).
- 5 - Fita de Papel perfurada em binário (Exp. 1, (Exp. 2 e Exps. 1 e 2).

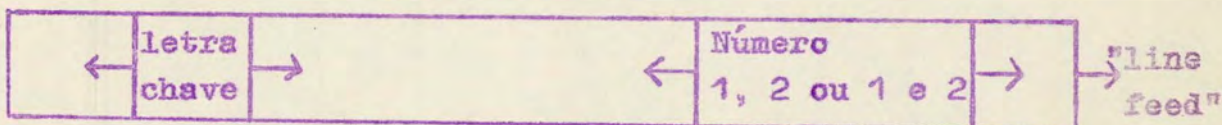
Está associada, a cada uma destas funções, uma letra chave de identificação do comando e que é dado pela Teletipo.

Visualização	- "D" (Display)
Escala Vertical	- "G" (Gain)
Apagamento	- "E" (Erase)
Impressão	- "R" (Readout)
Fita Binária	- "B" (Binary)

Uma vez batida a letra chave, qualquer outra letra que segue não é interpretada. Para identificar se o Comando dado é referente à Experiência 1 ou à Experiência 2 ou a ambas, basta bater o número 1 ou o número 2 ou 1 e 2, respectivamente.

O computador reconhece o comando quando é dado retorno de carro (carriage return) e nova linha (line feed) na teletipo.

LINHA TELETIPO



A letra pode ser batida em qualquer lugar de uma linha, bem como o número referente à Experiência, porém, a letra chave deve sempre preceder o número. Nos comandos referentes a ambas as Experiências a ordem dos números é 1, 2.

1.2 Rotina dos Comandos pela Teletipo (KEYB)

A Rotina "KEYB" do programa se encarrega da identificação e da preparação dos comandos dados através da Teletipo. Fazem parte desta rotina três subrotinas auxiliares:

- NPR - Subrotina de identificação do comando dado.
- CPA - Subrotina de comparação com uma tabela
- LFD - Subrotina de processamento do comando.

Cada caráter da Teletipo é comparado através da subrotina CPA com a Tabela 1 que contém as letras chaves de comando. Associado a cada letra chave de comando está o endereço relativo de uma outra tabela (Tabela 2).

A tabela 2 indicará, através do número associado ao comando, a referenciação do comando relativo às duas Experiências ou, se o comando é relativo à escala vertical do display, este número indicará qual das quatro escalas foi comandada.

Encontrada a letra chave na Tabela 1, pela subrotina CPA, é separado o endereço relativo da Tabela 2 e guardado em SWCH2.

Os números do comando são processados pela subrotina NPR e guardados em uma palavra (NMB) com 4 bits para cada dígito.

Somente os 2 últimos dígitos são levados em conta ou seja os 8 bits menos significativos de NMB.

Através da subrotina LFD, o número associado ao comando e comparado (CPA) com os números da respectiva Tabela 2. Identificada a referência do comando quanto à Experiência, o programa é encaminhado para a execução do comando.

Composição da Tabela 1

Cada palavra da Tabela 1 contém as letras chaves e o endereço relativo da Tabela 2.

8 bits mais significativos Endereço Relativo Tabela 2	8 bits menos significativos Letra chave de Comando em código ASC II
--	---

Composição da Tabela 2

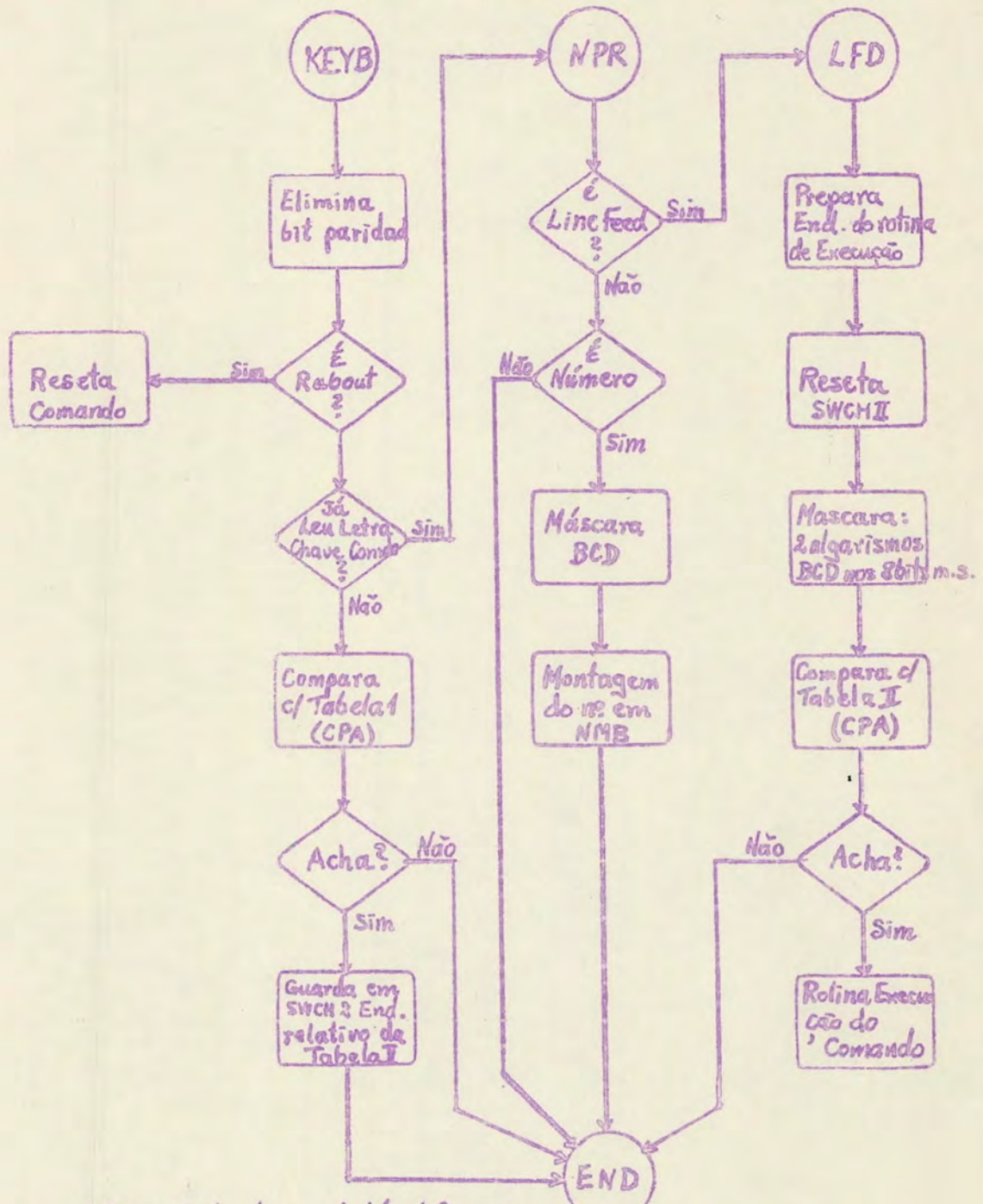
Existe uma tabela para cada letra chave de Comando.

8 bits mais significativos X	8 bits menos significativos 2 algarismos BCD 4 bit/algarismo
---------------------------------	--

X : Contém endereço relativo à execução do comando, ou então são bits que indicam o tipo de operação a ser realizada.

Para melhor compreensão da Rotina de Comando (KEYB) é apresentado, a seguir, um fluxograma.

Rotina Comandos da Teletipo (KEYB)



NPR: Subrotina de Identificação dos números do comando.

LFD: Subrotina de processamento do comando

CPA: Subrotina de Comparação com uma Tabela

1.3 Sincronização

A rotina de sincronização associa, a cada canal das duas Experiências, uma determinada velocidade do transdutor através da onda triangular (O.T.).

Em cada inicialização do Sistema, esta sincronização é feita automaticamente.

A rotina de sincronismo está dividida em 3 etapas distintas, as quais chamamos de SINC 1, SINC 2 e SINC 3.

SINC 1

Acionado o botão de partida do Sistema, o Computador verifica primeiro se a O.T. está em subida ou descida. Quando a O.T. estiver em subida, é feita a preparação para entrar em SINC 2. Assim que a O.T. atingir o topo, o programa é desviado para SINC 2.

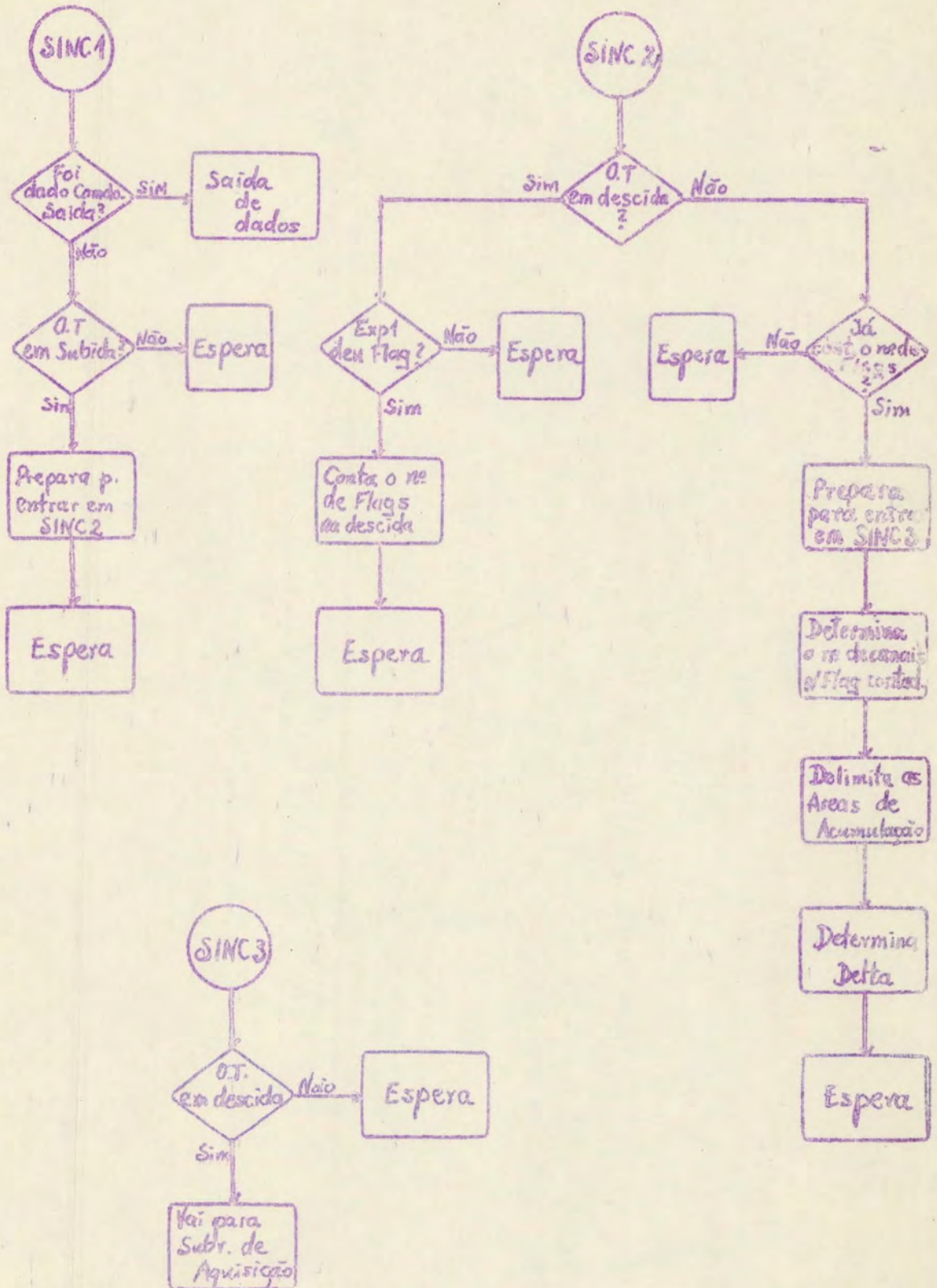
SINC 2

Nesta etapa o computador conta o número de sinais FLAG 1 que são enviados durante a descida da O.T. A partir deste número, é determinado o número de canais que foram prefixados na Unidade de Controle, hem como, são delimitadas as áreas de memória onde serão acumulados os dados da Experiência 1 e 2. Feito isto, o programa prepara a entrada em SINC 3.

SINC 3

Nesta etapa, o computador verifica, novamente, quando a O.T. atinge o topo e, no momento em que este é atingido, inicia-se a acumulação dos dados experimentais através da subrotina de acumulação.

Sincronismo



1.4 Subrotina de Aquisição do Programa MOESS I

Esta subrotina se encarrega de acumular as contagens de cada experiência nas áreas de dados da memória do Computador. É a subrotina mais importante do programa, pois, o tempo de execução da mesma nos coloca os limites do Sistema quanto à frequência da O.T. e quanto ao número de canais.

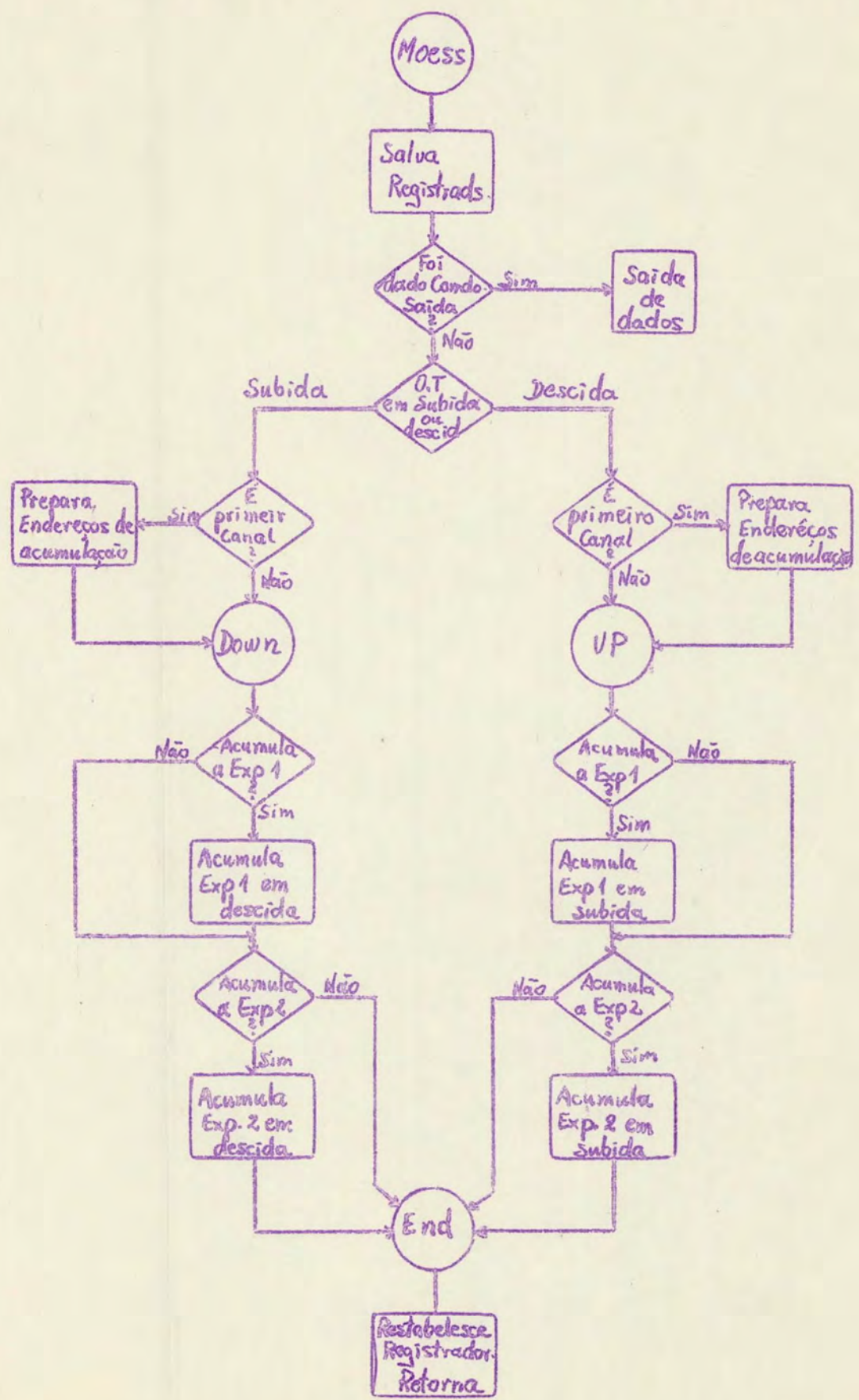
O tempo de execução desta rotina é de $191\mu s$, o que nos impõe as limitações assinaladas na tabela da página 56.

A subrotina de Aquisição do Programa MOESS I se encarrega de separar da palavra transferida do Interface, em cada interrupção, os 6 bits com as contagens da Experiência 1 e os 6 bits com as contagens da Experiência 2. As contagens da cada Experiência são acumuladas em duas palavras de computador cada uma.

Foram escritas duas outras subrotinas de Aquisição que possuem tempo de execução menores ($132,5\mu s$ e $123\mu s$) e que são usadas no programa MOESS II e MOESS III, respectivamente.

Maiores detalhes sobre estes programas serão dados nos itens que se seguem.

Subrotina de Aquisição (Programa Moess I)



2 Programa MOESS II

Este programa se diferencia do programa MOESS I somente quanto à subrotina de Aquisição. Esta subrotina possui um tempo de execução de $132,5 \mu s$ que foi conseguido às custas de algumas limitações.

Quando o Sistema trabalha com este programa, a acumulação das contagens é feita somente em uma palavra de computador, permitindo desta forma 64.000 contagens no máximo em cada canal. Uma outra limitação imposta é quanto ao fator de resolução da Experiência 2, à qual é permitida somente o fator de resolução 1.

As opções permitidas com este programa podem ser observadas melhor pela tabela abaixo, que nos dá o intervalo de tempo entre cada canal, tanto a Experiência 1 como para a Experiência 2, em μs

Frequência No Canais	O.T					
	1/2	1	2	4	6	12
1024	986	493	247	123	82	41
512	1972	986	493	247	164	82
256	3945	1972	986	493	329	164
128	7890	3945	1972	986	658	329
64	15781	7890	3945	1972	1315	658

3 Programa MOESS III

A diferença deste programa, com relação ao programa MOESS I, está também, essencialmente, na subrotina de aquisição. O tempo de execução da subrotina deste programa é de 123 s.

A limitação imposta ao Sistema, com este programa, é a de que funcione somente a Experiência 1. A acumulação desta experiência é feita em duas palavras de computador.

Os comandos são os mesmos do programa MOESS I, obedecidas, porém, as restrições impostas.

As opções permitidas com este programa são as mesmas da tabela anterior, porém, somente para uma Experiência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sistema Moessbauer, com o Computador HP 2114A, mostrou não só da sua possibilidade, mas principalmente também, das vantagens adicionais que não encontramos em sistemas convencionais.

Mesmo com as limitações do protótipo, em altas frequências (da Onda Triangular) e grande número de canais, esta performance é comparável a qualquer multicanal de Efeito Mössbauer convencional.

A frequência mais alta da O.T., com o maior número possível de canais atualmente, é de 7,5Hz com 5/2 canais ($130,2\mu s$ por canal) o que supera, em parte, as possibilidades do Sistema Mössbauer atual, que usa o Multicanal Packard.

As vantagens do Sistema, quanto ao processamento dos dados experimentais, são evidentes, já que os mesmos são armazenados diretamente na memória do computador, podendo ser processados pelo próprio computador ou serem enviados para uma série de periféricos de saída padronizados, sem maiores dificuldades.

O trabalho nos proporcionou uma maior visão sobre as possibilidades do Computador HP 2114A, quanto ao seu uso em Experiências de Efeito Mössbauer e sentimos que o Sistema elaborado por nós não esgota todas essas possibilidades. Uma das maneiras de melhorar as performances do Sistema seria a inclusão no "hardware" do endereçamento de cada canal, o que encurtaria o tempo de processamento da rotina de aquisição. O tempo morto também pode ser melhorado a partir de Registradores adicionais para cada um dos contadores das duas experiências.

Acreditamos, finalmente, que o Sistema elaborado pode, facilmente, ser adaptado para rotinas experimentais especiais, com modificações simples no "software" o que torna o sistema bastante versátil.

APÊNDICES

Diagrama da Unidade de Controle

Diagrama do Interface

Fotografias de Espectros do ^{57}Fe enriquecido

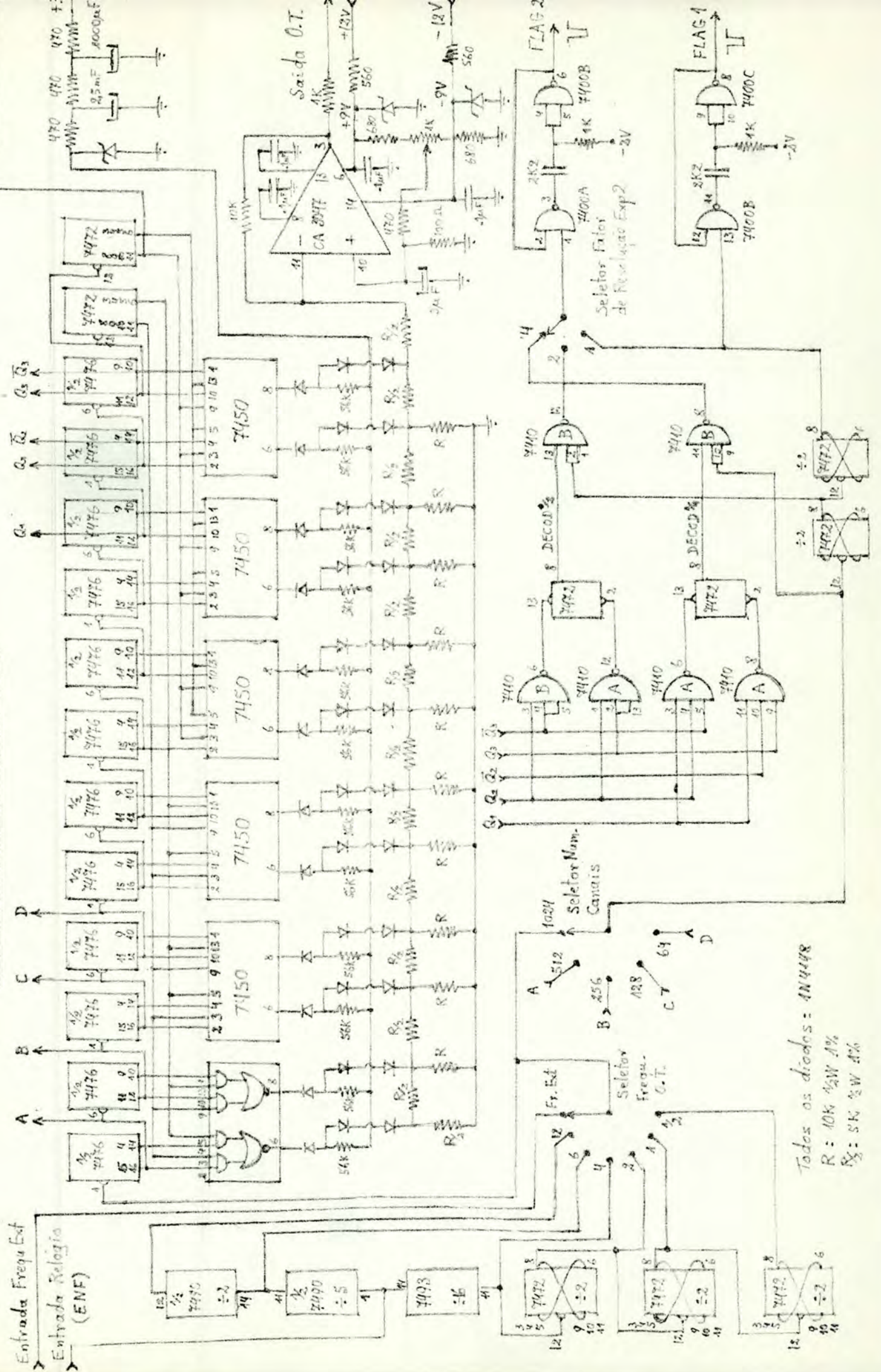
Listagem do Programa MOESS I

Subrotina de Aquisição do Programa MOESS II

Subrotina de Aquisição do Programa MOESS III

Bibliografia

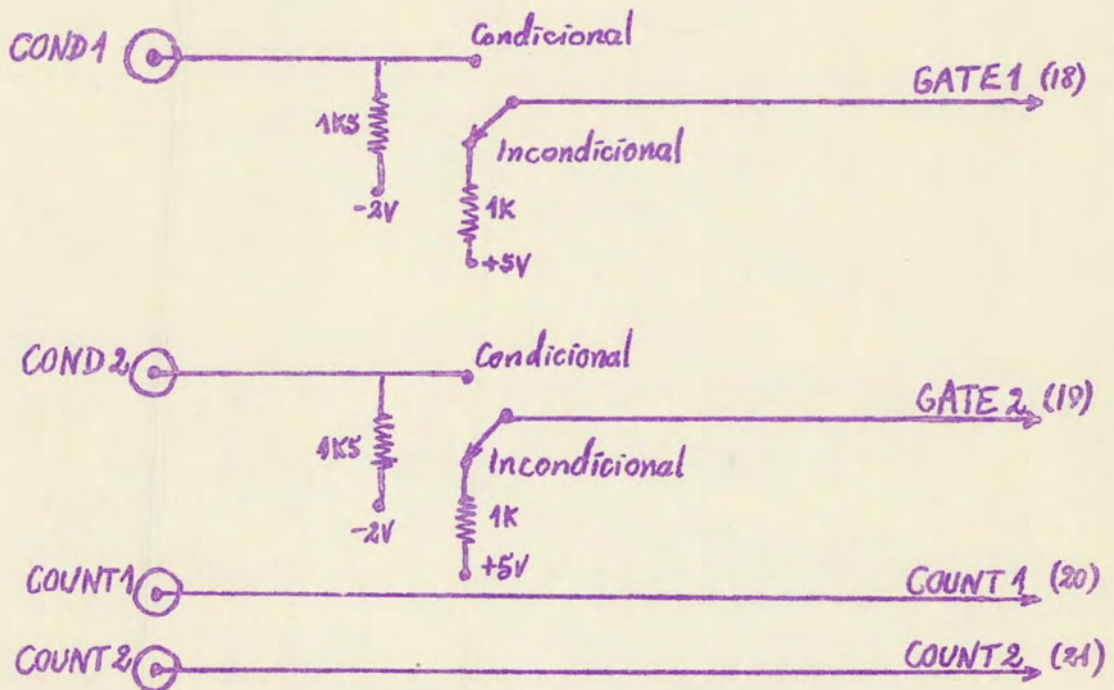
Unidade de Controle



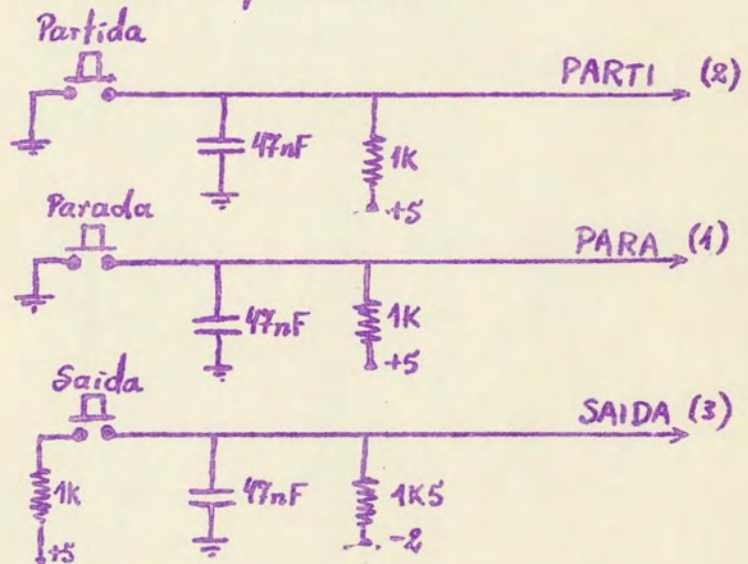
Todos os diodos = AN4148
 R = 10k 1/2W 1%
 R₂ = 5k 1/2W 1%

Unidade de Controle - 2

Entradas Externas



Comandos por Botões



Circuito Completo do Interface

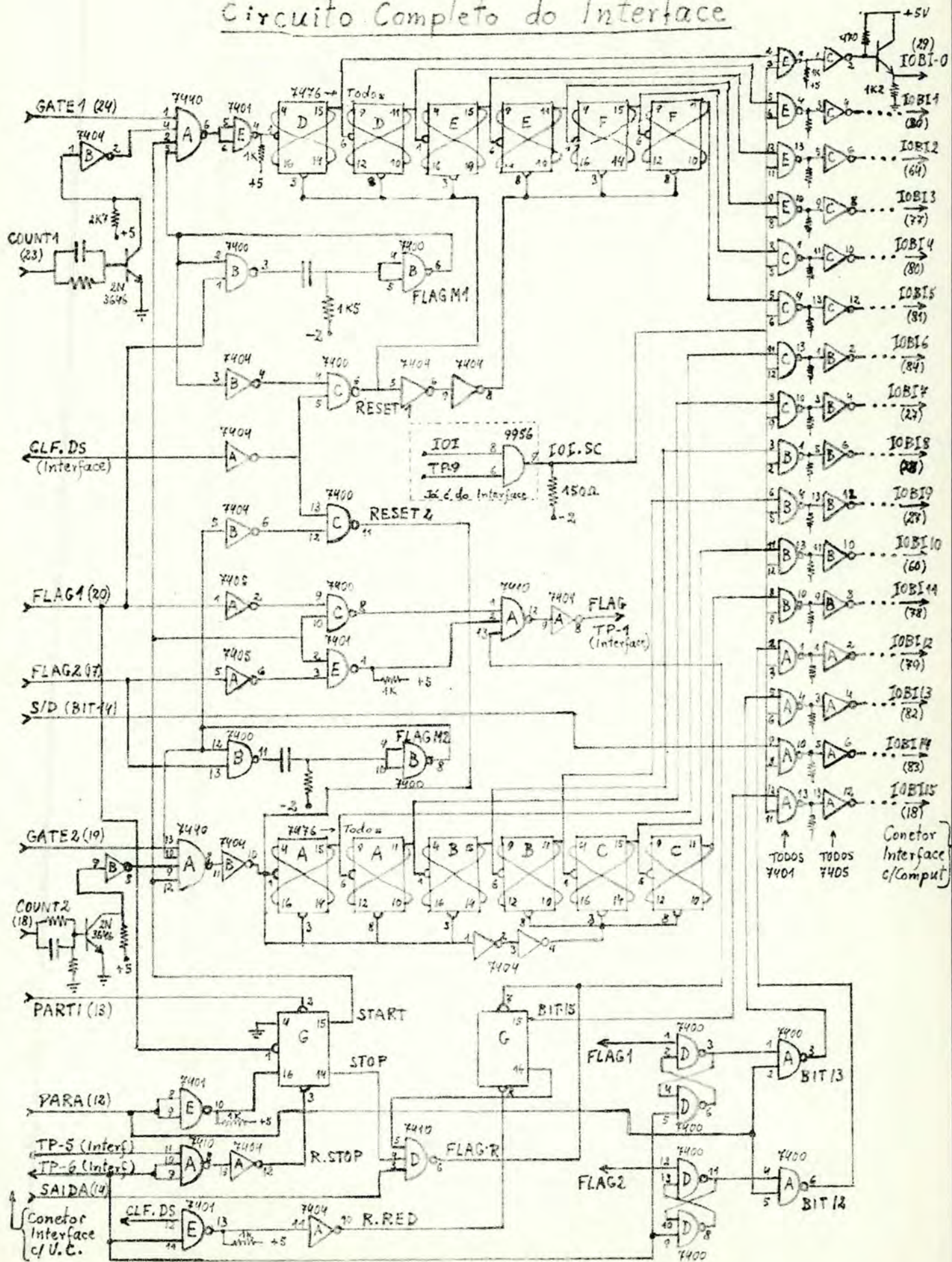


TABELA DE SINAIS

Nº	Sinal	*Polaridade	Função
1	BIT 12		Bit de contr.=1/0 Acumular Exp.2, não acum.
2	BIT 13		Bit de contr.=1/0 Acum. Exp 1, não acum.
3	BIT 14		Bit de contr.=1/0 Subida Rampa OT,descida
4	BIT 15		Bit de contr.=1/0 Saída de dados
5	BITn,n=1,...,11		Bits dos Contadores da Exp1 e Exp2
6	CLF. DS	neg.	Sinalização do Computador de que leu a palavra
7	COND 1	posit.	Sinal de condição p/ Exp1 qdo. em Condiciona
8	COND 2	posit	" " " " " 2 " " "
9	COUNT 1	posit	Pulsos de Contagem da Exp 1
10	COUNT 2	posit	" " " " " 2
11	DEC 1/4	posit	Saída do decodificador de 1/4 de Rampa
12	DEC 1/2	posit	" " " " meia rampa
13	ENF	posit	Relógio do C.F.T
14	FLAG	neg.	Sinal de Flag do Interface
15	FLAG 1	neg.	" " Flag da Exp 1
16	FLAG 2	neg.	" " " " Exp 2
17	FLAG M1	posit	Tempo morto da Exp 1 (25µs)
18	FLAG M2	posit	Tempo morto da Exp 2 (25µs)
19	FLAG.R	neg.	Sinal de Flag para sinalizar saída
20	GATE 1		Indicação de acum. condicional ou incond. da Exp 2
21	GATE 2		" " " " " " " da Exp 2
22	IOI.SC	posit	Transferência da palavra
23	IOBIN,n=1,...,15	posit	Linhas de entrada do Computador
24	PARTI	posit	Setar Flip Flop de Partida e Parada
25	PARA	posit	Resetar Flip Flop de Partida e Parada
26	RESET 1	neg.	Zerar o Contador da Exp 1
27	RESET 2	neg.	Zerar o Contador da Exp 2
28	RELOGIO	posit	ENF (Enable Flag)
29	R.RED	neg.	Resetar Flip Flop de Saída
30	S/D		Subida e Descida da Rampa da OT (Bit 14)
31	SAÍDA	posit	Sinal gerado pelo botão saída
32	START	posit	Flip Flop em Partida
33	STOP	posit	" " " Parada
34	R.STOP	neg.	Resetar o Flip flop de Partida
35	TP - 5	neg.	Sinal de Reset do Interface
36	TP - 6	neg.	Sinal gerado qdo. é ligada a força no computador ou é dado um Preset Geral no Computador (CRS)

CABO DE CONEXÃO DA UNIDADE DE CONTROLE COM O INTERFACE

Número do Pino do Conetor da Unidade de Controle.	SINAL	DIREÇÃO	Nº do Pino do Conetor do Interface
1	PARA	→ Interface	12
2	PARTI	→ Interface	13
3	SAÍDA	→ Interface	14
4	vago		
5	FLAG 1	→ Interface	20
6	FLAG 2	→ Interface	17
7	Relógio(ENF)	Unid.Cont ←	16
8	vago		
9	vago		
10	+12V	Unid.Cont ←	9
11	TERRA		1 e 1A
12	+5V	Unid.Cont ←	15 e 15A
13	vago		
14	+30V	Unid.Cont ←	3A e 2A
15			3A e 2A
16	-2V	Unid.Cont ←	7
17	S/D(Bit14)		11
18	GATE 1	→ Interface	24
19	GATE 2	→ Interface	19
20	COUNT 1	→ Interface	23
21	COUNT 2	→ Interface	18
22	-12V	→ Interface	8
23	TERRA		1 e 1A
24	+5V	Unid.Cont ←	15 e 15A

*Polaridade positiva corresponde ao nível lógico "um" da família dos circuitos integrados TTL e corresponde a +3Vmin até +5V.

Polaridade negativa (ground-true) corresponde ao nível lógico "zero" da família dos circuitos integrados TTL e corresponde a zero volts até +0,4 volts no máximo

* * Sinal transmitido por fio duplo paralelo, sendo um deles ligado em terra, em ambas as extremidades.

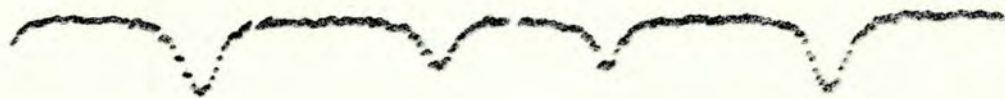
* * * A numeração no conetor do Interface inicia pelo lado do cabo, correspondendo aos pinos da direita, os números de 1 a 24 e aos da esquerda os correspondentes 1A a 24A. (Observador com o cabo voltado para si olhando para dentro do conetor).



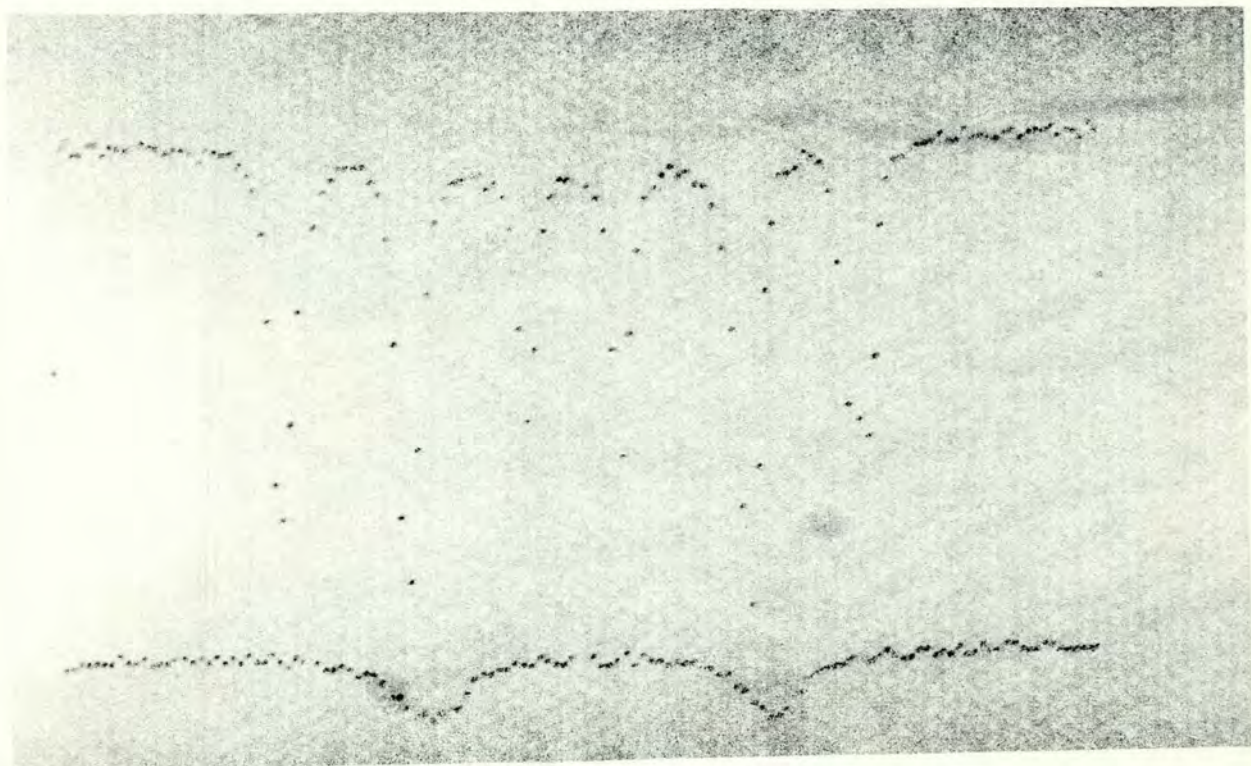
Display da Experiência 1 com espectro de ^{57}Fe enriquecido.
Número de Canais 256 e frequência do transdutor 4 Hz.



Display da Experiência 2 com espectro de ^{57}Fe enriquecido.
Número de canais 256 e frequência do transdutor 4 Hz.



Display do espectro experimental e do espectro de calibração
 com fator de resolução 2, obtidos simultaneamente.
 Número de canais: 256
 Frequência do Transdutor: 4 Hz.
 Amostra- ⁵⁷Fe enriquecido



Display do espectro experimental e do espectro de calibração
 com fator de resolução 4, obtidos simultaneamente.
 Número de canais: 128
 Frequência do Transdutor: 4 Hz.
 Amostras: ⁵⁷Fe enriquecido

0001		ASMB A,B,L	
0002	00100	ORG 100B	
0003	00011	TSC EQU 11B	CONFIGURACAO: TELETIPO
0004	00015	MSC EQU 15B	MOESSBAUER
0005	00016	DSC EQU 16B	DISPLAY
0006	00100 106715	BEGIN CLC MSC	
0007	00101 060761	RESET LDA JMPS1	PRESET GERAL
0008	00102 070015	STA MSC	
0009	00103 060455	LDA BOOTS+1	LOOP DE DISPLAY
0010	00104 070454	STA BOOTS	
0011	00105 060760	LDA ADRT1	ENDERECO RETORNO
0012	00106 070564	STA RETRN	
0013	00107 002400	CLA	PRESETA NUMERO DE FLAGS
0014	00110 070547	STA COUNT	
0015	00111 071125	STA ICONT	
0016	00112 060276	LDA CODE2	PRESETA ENTRADA TELETIPO
0017	00113 102611	OTA TSC	
0018	00114 102100	STF 00	PREPARA INTERRUPCAO
0019	00115 103715	STC MSC,C	POE EM ACAO MOESSBAUER
0020	00116 061005	LDA P377	
0021	00117 070355	STA IO	
0022	00120 061011	LDA MCH	VERIFICA O NUMERO DE CANAIS
0023	00121 002021	SSA,RSS	SE FOR ZERO ESPERA
0024	00122 024120	JMP *-2	RETORNA
0025	00123 024407	JMP RT1	
0026*			
0027*			
0028*		IDENTIFICACAO E PREPARACAO	DOS COMANDOS DA KEYBOARD
0029*			
0030*			
0031	00124 010244	KEYB AND P177	ELIMINA A PARIDADE
0032	00125 070322	STA IX2	
0033	00126 050244	CPA P177	VERIFICA SE E RUBOUT
0034	00127 024157	JMP RBOUT	E, VAI PARA RUBOUT
0035	00130 064304	LDB SUCH2	NAO E
0036	00131 006002	SZB	VERIFICA SE JA LEU LETRA CHAVE
0037	00132 024142	JMP NPR	JA LEU, VAI PARA ROTINA DOS
0038*			NUMEROS (NPR)
0039	00133 074245	STB NMB	NAO LEU LETRA CHAVE
0040	00134 064215	LDB COMAD	
0041	00135 014177	JSB CPA	VAI PARA SUBROTINA DE COMPARA-
0042*			CAO (CPA). COMPARA LETRA COM
0043*			TABELA 1
0044	00136 025260	JMP RTR	NAO ACHOU NA TABELA 1
0045	00137 040215	ADA COMAD	ACHOU NA TABELA 1
0046	00140 070304	STA SWCH2	GUARDA EM SWCH 2(ENDERECO DA
0047*			TABELA 2)
0048	00141 025260	JMP RTR	RETORNA
0049*			
0050*			
0051*		ROTINA PARA PROCESSAR OS NUMEROS DO	
0052*		COMANDO	
0053*			
0054*			
0055	00142 050356	NPR CPA LF	VERIFICA SE E LINE FEED
0056	00143 024162	JMP LFD	E LINE FEED; VAI PARA ROTINA
0057*			DE EXECUCAO DOS COMANDOS

0058	00144	010305	AND NUME	NAO E. VERIFICA SE E NUMERO
0059	00145	050305	CPA NUME	
0060	00146	002001	RSS	
0061	00147	025260	JMP RTR	NAO E NUMERO. RETORNA
0062	00150	060322	LDA KX2	E NUMERO
0063	00151	010275	AND P17	MASCARA BCD
0064	00152	064245	LDB NMB	MONTAGEM DO NUMERO
0065	00153	005700	BLF	
0066	00154	030001	IOR 01	
0067	00155	070245	STA NMB	
0068	00156	025260	JMP RTR	RETORNO
0069*				
0070*				
0071*			RUBOUT	
0072*				
0073*				
0074	00157	002400	RBOUT CLA	
0075	00160	070304	STA SWCH2	RESETA SWCH2
0076	00161	025260	JMP RTR	RETORNA
0077*				
0078*				
0079*			EXECUCAO COMANDOS	
0080*				
0081*				
0082	00162	064304	LFD LDB SWCH2	EM SWCH2. ENDERECO TABELA 2
0083	00163	044231	ADB P6	SOMA 6
0084	00164	074363	STB MOVE	ENDERECO ONDE VAI O PROGRAMA
0085*				APOS PASSAR PELA TABELA 2
0086	00165	064304	LDB SWCH2	ENDERECO TABELA 2
0087	00166	002400	CLA	
0088	00167	070304	STA SWCH2	COMANDO REALIZADO
0089	00170	060245	LDA NMB	NUMERO
0090	00171	011005	AND P377	
0091	00172	070322	STA KX2	OITO BITS MENOS SIGNIFICATIVOS
0092*				DO NUMERO EM KX2
0093	00173	014177	JSB CPA	VAI ROTINA DE COMPARACAO.
0094*				COMPARA NUMERO COM TABELA 2
0095	00174	025260	JMP RTR	NAO ACHOU. VAI RETORNO
0096	00175	103711	STC TSC,C	REINICIA TELETIPO
0097	00176	124363	JMP MOVE,I	EXECUTA COMANDO
0098*				
0099*				
0100*			SUBROTINA DE COMPARACAO	
0101*				
0102*				
0103	00177	000000	CPA NOP	
0104	00200	160001	CPI LDA 01,I	CHAMA PALAVRA DA TABELA
0105	00201	002003	SZA,RSS	VERIFICA SE E A ULTIMA PALAVRA
0106*				DA TABELA
0107	00202	124177	JMP CPA,I	E A ULTIMA PALAVRA. VOLTA DO
0108*				PROGRAMA
0109	00203	011005	AND P377	NAO E
0110	00204	050322	CPA KX2	COMPARA COM KX2 (CONTEM A PA-
0111*				LAVRA A SER COMPARADA)
0112	00205	024210	JMP CP2	E IGUAL. VAI PARA CP2
0113	00206	006004	INB	E DIFERENTE. PEGA A PALAVRA
0114*				SEGUINTE DA TABELA

0115	00207	024200	JMP CPI	VOLTA
0116	00210	160001	CP2 LDA 01,1	
0117	00211	001727	ALF,ALF	SEPARA OS OITO BITS M. S. DA
0118*				PALAVRA QUE ENCONTRAR NA TABE-
0119*				LA 1 QUE E O ENDERECO DA TABE-
0120*				LA 2
0121	00212	011005	AND P377	
0122	00213	034177	ISZ CPA	PREPARA ENDERECO RETORNO
0123	00214	124177	JMP CPA,1	RETORNA
0124*				
0125*				
0126*			TABELA 1	
0127*			OS OITO BITS MAIS SIGNIFICATIVOS DE CADA	
0128*			PALAVRA CONTEM O ENDERECO RELATIVO DA TA-	
0129*			BELA 2 E OS OITO BITS MENOS SIGNIFICATIVOS	
0130*			A LETRA CHAVE.	
0131*				
0132*				
0133	00215	000216	COMAD DEF TABLE	
0134	00216	003107	TABLE OCT 3107,11105,25504,31522,40102	
		00217	011105	
		00220	025504	
		00221	031522	
		00222	040102	
0135	00223	000000	NOP	
0136*				
0137*				
0138*			TABELA 2 DA LETRA CHAVE G	
0139*			GANHO VERTICAL DO DISPLAY	
0140*				
0141*				
0142	00224	000001	OCT 1	GANHO 1
0143	00225	003402	OCT 3402	GANHO 2
0144	00226	007003	OCT 7003	GANHO 3
0145	00227	012404	OCT 12404	GANHO 4
0146	00230	000000	NOP	
0147*				
0148	00231	000006	P6 OCT 6	CONSTANTE
0149*				
0150*				
0151*			PROCESSAMENTO AJUSTE GANHO DISPLAY ATRA-	
0152*			VES DA SUBROTINA MOVE	
0153*				
0154*				
0155	00232	040720	ADA GAIN1	
0156	00233	064716	LDB G.1A	
0157	00234	014363	JSB MOVE	
0158	00235	064717	LDB G.2A	
0159	00236	014363	JSB MOVE	
0160	00237	024407	JMP RTI	
0161*				
0162*				
0163*			TABELA 2 DA LETRA CHAVE E	
0164*			COMANDA O APAGAMENTO DO CONTEUDO DOS CA-	
0165*			NAIS ATRAVES DA ROTINA DE APAGAMENTO	
0166*				
0167*				

0168	00240	000401	OCT 401,2,1022	EXP 1
	00241	000002		
	00242	001022		
0169	00243	000000	NOP	
0170*				
0171	00244	000177	P177 OCT 177	
0172	00245	000000	NMB NOP	DUAS CONSTANTES
0173*				
0174*				
0175*			ROTINA DE APAGAMENTO	
0176*				
0177*				
0178	00246	001300	RAR	
0179	00247	070001	STA 01	
0180	00250	061011	LDA MCH	PALAVRAS A APAGAR
0181	00251	001000	ALS	
0182	00252	070772	STA DX3	
0183	00253	060763	LDA BUF1	PREPARA LOOP APGAMENTO
0184	00254	070770	STA DX1	
0185	00255	060764	LDA BUF2	
0186	00256	070771	STA DX2	
0187	00257	002400	CLA	
0188*				
0189*				
0190*			LOOP DE APAGAMENTO	
0191*				
0192*				
0193	00260	006002	E.01 SZB	
0194	00261	170770	STA DX1,1	
0195	00262	006021	SSB,RSS	
0196	00263	170771	STA DX2,1	
0197	00264	034770	ISZ DX1	
0198	00265	034771	ISZ DX2	
0199	00266	034772	ISZ DX3	
0200	00267	024260	JMP E.01	
0201	00270	024407	JMP RT1	
0202*				
0203*				
0204*			TABELA DA LETRA CHAVE D (DISPLAY)	
0205*			OS OITO BITS MAIS SIGNIFICATIVOS CONTEM O	
0206*			ENDERECO PARA PROCESSAR O COMANDO	
0207*				
0208*				
0209	00271	000001	OCT 1	EXP 1
0210	00272	001402	OCT 1402	EXP 2
0211	00273	002422	OCT 2422	EXP 1 E 2
0212	00274	000000	NOP	
0213*				
0214	00275	000017	P17 OCT 17	DUAS CONSTANTES
0215	00276	160000	CODE2 OCT 160000	
0216*				
0217	00277	040353	ADA ARIA	PROCESSAR ARRAY ADRESS
0218	00300	124000	JMP 00,1	VAI PARA LA
0219*				
0220*				
0221*			TABELA DA LETRA CHAVE R	
0222*			IMPRESSAO DE DADOS	

0223*				
0224*				
0225	00301	004001	OCT 4001	EXP 1
0226	00302	004022	OCT 4022	EXP 1 E 2
0227	00303	004002	OCT 4002	EXP 2
0228*				
0229	00304	000000	SWCH2 NOP	DUAS CONSTANTES
0230	00305	000060	NUME OCT 60	
0231*				
0232*				
0233*			PROCESSAMENTO DO COMANDO READOUT	
0234*				
0235*				
0236	00306	040001	ADA 01	
0237	00307	124000	JMP 00, I	
0238	00310	025142	JMP RDOUT+2	EXP 1
0239	00311	025140	JMP RDOUT	EXP 1 E 2
0240	00312	060352	LDA SODUO	EXP 2
0241	00313	015127	JSB PRPRE	
0242	00314	025206	JMP CAB2	
0243*				
0244*				
0245*			TABELA 2 DA LETRA CHAVE B	
0246*			PERFURACAO FITA BINARIA	
0247*				
0248*				
0249	00315	000401	OCT 401, 2, 1022	EXP 1
	00316	000002		
	00317	001022		
0250	00320	000000	NOP	
0251*				
0252	00321	000000	SWCHD NOP	DUAS CONSTANTES
0253	00322	000000	KX2 NOP	
0254*				
0255*				
0256*			ROTINA PARA CONFECCAO FITA BINARIA	
0257*			USA SUBROTINA DUMP ABSOLUTA QUE NAO PER-	
0258*			TENCE AO PROGRAMA	
0259*				
0260*				
0261	00323	001300	RAR	
0262	00324	070321	STA SWCHD	
0263	00325	002400	CLA	CONFECCAO LIDER
0264	00326	114354	JSB DUMP, I	
0265	00327	064321	LDB SWCHD	
0266	00330	006003	SZB, RSS	
0267	00331	024335	JMP *+4	
0268	00332	064763	LDB BUF1	EXP 1
0269	00333	061013	LDA BUF1D	
0270	00334	114354	JSB DUMP, I	
0271	00335	064321	LDB SWCHD	
0272	00336	006020	SSB	
0273	00337	024343	JMP *+4	
0274	00340	064764	LDB BUF2	EXP 2
0275	00341	061014	LDA BUF2S	
0276	00342	114354	JSB DUMP, I	
0277	00343	002400	CLA	CONFECCAO TRAILER

```

0278 00344 114354 JSB DUMP,I
0279 00345 024101 JMP RESET
0280*
0281*
0282* AREA DE CONSTANTES
0283*
0284*
0285 00346 000006 ABORT DEC 6
0286 00347 006412 OCT 6412
0287 00350 051524 ASC 2,STOP
00351 047520
0288 00352 101022 SODUO DEF FRST+2,I
0289 00353 000376 ARIA DEF ARI
0290 00354 014003 DUMP OCT 14003
0291 00355 000000 IO NOP
0292 00356 000012 LF OCT 12
0293 00357 101024 ENFIM DEF LK1,I
0294 00360 000000 SAVA2 NOP
0295 00361 000000 SAVB2 NOP
0296 00362 000000 SAVE2 NOP
0297*
0298*
0299* SUBROTINA MOVE PARA RELOCAR BLOCOS DE
0300* PROGRAMA, REFERENTES AO GANHO, NA ROTINA
0301* DE DISPLAY
0302*
0303*
0304 00363 000000 MOVE NOP
0305 00364 074755 STB Z2
0306 00365 064757 LDB M3
0307 00366 074756 STB Z3
0308 00367 164000 RT3 LDB 00,I
0309 00370 174755 STB Z2,I
0310 00371 002004 INA
0311 00372 034755 ISZ Z2
0312 00373 034756 ISZ Z3
0313 00374 024367 JMP RT3
0314 00375 124363 JMP MOVE,I
0315*
0316*
0317* PROCESSAMENTO COMANDO DISPLAY
0318*
0319*
0320 00376 061116 ARI LDA RAR EXP 1
0321 00377 065122 LDB JMPR4
0322 00400 024405 JMP **+5
0323 00401 061117 AR2 LDA JMPG2 EXP 2
0324 00402 002001 RSS
0325 00403 061116 OLAP LDA RAR EXP 1 E 2
0326 00404 065116 LDB RAR
0327 00405 070424 STA SEL1
0328 00406 074437 STB SEL2
0329*
0330 00407 060763 RT1 LDA BUF1 ROTINA DISPLAY
0331 00410 070770 STA DX1 PREPARACAO DISPLAY
0332 00411 060764 LDA BUF2
0333 00412 070771 STA DX2

```


0334	00413	060773	LDA FIZ	PREPARACAO DA FUNCAO CORRESPON-
0335*				DENTE DO INTERFACE DO DISPLAY
0336	00414	070774	STA X	
0337	00415	061011	LDA MCH	NUMERO DE CANAIS
0338	00416	070772	STA DX3	
0339	00417	065125	RT2 LDB ICONT	CONTADOR DE NUMEROS DO REDOUT
0340	00420	045124	ADB P2	
0341*				
0342*				
0343*			BLOCO DE 3 PALAVRAS RELOCAVEL PARA COMAN-	
0344*			DO DE GANHO VERTICAL DA EXP 1	
0345*				
0346*				
0347	00421	160770	G.01 LDA DX1,I	
0348	00422	034770	ISZ DX1	
0349	00423	001700	ALF	
0350*				
0351	00424	001300	SEL1 RAR	DISPLAY EXP 1
0352	00425	034770	ISZ DX1	
0353	00426	011004	AND P1777	
0354	00427	102616	OTA DSC	
0355	00430	060774	LDA X	
0356	00431	054770	CPB DX1	
0357	00432	041120	ADA ITSF	INTENSIFICACAO CANAL EM REDOUT
0358	00433	102616	OTA DSC	
0359*				
0360*				
0361*			BLOCO DE 3 PALAVRAS RELOCAVEL PARA COMAN-	
0362*			DO DE GANHO VERTICAL DA EXP 2	
0363*				
0364*				
0365	00434	160771	G.02 LDA DX2,I	
0366	00435	034771	ISZ DX2	
0367	00436	001700	ALF	
0368*				
0369	00437	001300	SEL2 RAR	PREPARACAO PARA DISPLAY EXP 2
0370	00440	034771	ISZ DX2	
0371	00441	011004	AND P1777	
0372	00442	102616	OTA DSC	
0373	00443	060774	LDA X	
0374	00444	054771	CPB DX2	
0375	00445	041120	ADA ITSF	
0376	00446	102616	OTA DSC	
0377	00447	060774	RT4 LDA X	INCREMENTO DE X
0378	00450	041012	ADA DELTA	
0379	00451	070774	STA X	
0380	00452	034772	ISZ DX3	TESTE LOOP DISPLAY
0381	00453	024421	JMP G.01	
0382	00454	024407	BOOTS JMP RT1	TESTE FIM DE SAIDA EM TELETIPO
0383	00455	024407	JMP RT1	
0384	00456	124765	JMP DESV,I	FIM DISPLAY
0385*				
0386*				
0387*			SUBROTINA SINCRONISMO	
0388*				
0389*				
0390	00457	106515	SINCI LIB MSC	SINCRONISMO 1

0391	00460	103115	CLF MSC	
0392	00461	005232	RBL,SLB,RBL	TESTA BIT 15 SE E READOUT
0393	00462	025140	JMP RDOUT	E READOUT, VAI PARA LA
0394	00463	060762	LDA JMPS2	
0395	00464	004010	SLB	TESTA SE A O.T. ESTA EM SUBI-
0396*				DA OU DESCIDA
0397	00465	070015	STA MSC	E SUBIDA. VAI PARA SINC2
0398	00466	024466	JMP *	E DESCIDA. ESPERA
0399*				
0400*				
0401*			SINCRONISMO 2	
0402*				
0403*				
0404	00467	102515	SINC2 LIA MSC	SINCRONISMO 2
0405	00470	103115	CLF MSC	
0406	00471	001222	RAL,RAL	
0407	00472	000032	SLA,RAL	TESTA SE E SUBIDA OU DESCIDA E
0408*				PREPARA FLAG 1
0409	00473	024477	JMP *+4	E SUBIDA
0410	00474	002011	SLA,RSS	E DESCIDA, TESTA A FLAG EXP 1
0411	00475	034547	ISZ COUNT	EXP 1 DEU FLAG: CONTA O NUMERO
0412*				DE FLAG 1
0413	00476	024476	JMP *	EXP 1 NAO DEU FLAG. ESPERA
0414	00477	064547	LDB COUNT	TESTA SE JA CONTOU OS FLAGCOUNT
0415	00500	024500	JMP *	NAO CONTOU, ESPERA.
0416	00501	103100	CLF 00	JA CONTOU, DEIXA INTERRUPTOR
0417*				PREPARADO
0418	00502	060546	LDA JMPS3	
0419	00503	070015	STA MSC	VAI PARA SINCRONISMO 3
0420*				
0421	00504	061006	LDA M5	PREPARA ROTINA "AJUSTE NUMERO
0422*				DE CANAIS"
0423	00505	070770	STA DX1	DX1=-5
0424	00506	060551	LDA P200	
0425*				
0426*				
0427*			ROTINA PARA AJUSTAR O NUMERO DE CANAIS	
0428*			SEGUNDO A CONTAGEM DOS FLAG 1	
0429*				
0430*				
0431	00507	064547	S.01 LDB COUNT	
0432	00510	007004	CMB,INB	
0433	00511	044550	ADB M50	
0434	00512	044000	ADB 00	
0435	00513	006021	SSB,RSS	
0436	00514	024522	JMP S.02	
0437	00515	001000	ALS	
0438	00516	034770	ISZ DX1	
0439	00517	024507	JMP S.01	
0440	00520	102000	HLT 00	
0441	00521	024100	JMP BEGIN	
0442	00522	001100	S.02 ARS	DETERMINA O NUMERO DE CANAIS
0443	00523	003004	CMA,INA	
0444	00524	071011	STA MCH	DELIMITA OS ARRAYS
0445	00525	001000	ALS	
0446	00526	003000	CMA	
0447	00527	064000	LDB 00	

0448	00530	040763	ADA BUF1	LIMITE INFERIOR DO ARRAY DA EXP1
0449	00531	071013	STA BUF1D	LIMITE SUPERIOR DO ARRAY DA EXP1
0450	00532	044764	ADB BUF2	LIMITE INFERIOR DO ARRAY DA EXP2
0451	00533	075014	STB BUF2S	LIMITE SUPERIOR DO ARRAY DA EXP2
0452	00534	061011	LDA MCH	
0453*				
0454*				
0455*			DETERMINA DELTA QUE SERVIRA DE INCREMENTO	
0456*			DO X NO DISPLAY	
0457*				
0458*				
0459	00535	021015	XOR ESP	
0460	00536	002002	SZA	
0461	00537	001310	RAR, SLA	
0462	00540	002005	INA, RSS	
0463	00541	024537	JMP *-2	
0464	00542	071012	STA DELTA	
0465*				
0466	00543	103711	STC TSC, C	SETA CONTROL TELETIPO
0467	00544	102100	STF 00	PREPARA INTERRUPCAO
0468	00545	024545	JMP *	ESPERA
0469*				
0470*				
0471*			CONSTANTES	
0472*				
0473*				
0474	00546	024552	JMPS3 JMP SINC3	
0475	00547	000000	COUNT NOP	
0476	00550	177730	M50 OCT -50	
0477	00551	000200	P200 OCT 200	
0478*				
0479*				
0480*			SINCRONISMO 3	
0481*				
0482*				
0483	00552	102515	SINC3 LIA MSC	
0484	00553	103115	CLF MSC	
0485	00554	070775	STA TEMP	
0486	00555	001222	RAL, RAL	
0487	00556	000032	SLA, RAL	TESTA SE E SUBIDA OU DESCIDA
0488	00557	024557	JMP *	E SUBIDA, ESPERA
0489	00560	064776	LDB JSB	E DESCIDA VAI SUBROTINA DE
0490*				AQUISICAO
0491	00561	074015	STB MSC	
0492	00562	006404	CLB, INB	
0493	00563	024605	JMP DOWN	
0494*				
0495*				
0496*			SUBROTINA AQUISICAO	
0497*				
0498*				
0499	00564	000000	MOESS NOP	
0500	00565	103100	CLF 00	
0501*			SALVA REGISTRADORES	
0502	00566	070777	STA SAVA	
0503	00567	102515	LIA MSC	
0504	00570	103115	CLF MSC	

0505	00571	075000	STB SAVB	
0506	00572	070775	STA TEMP	
0507	00573	001723	ALF, RAR	
0508	00574	002030	SSA, SLA	TESTA CONDICAO DE STOP
0509	00575	024101	JMP RESET	
0510	00576	005500	ERB	
0511	00577	075001	STB SAVEO	SALVA E
0512	00600	001332	RAR, SLA, RAL	TESTA SE O.T. ESTA EM SUBIDA OU DESCIDA
0513*				
0514	00601	024644	JMP UP	SUBIDA, VAI ROTINA SUBIDA
0515	00602	006404	CLB, INB	DESCIDA
0516	00603	054765	CPB CRST	VERIFICA SE E PRIMEIRA VEZ
0517	00604	024612	JMP **6	NAO, SEGUE
0518*				
0519*				
0520*				ACUMULACAO EM DESCIDA
0521*				
0522*				
0523	00605	074765	DOWN STB CRST	
0524	00606	065013	LDB BUF1D	PREPARA ENDERECOS DE ACUMULACAO
0525	00607	074766	STB X2	ENDERECO EXP 1
0526	00610	064764	LDB BUF2	
0527	00611	074767	STB X3	ENDERECO EXP 2
0528	00612	007400	CCB	
0529	00613	044766	ADB X2	
0530	00614	000050	CLE, SLA	TESTA SE ACUMULA EXP 1
0531	00615	024627	JMP C2D	NAO ACUMULA EXP 1, VAI PARA TESTAR EXP 2
0532*				
0533*				
0534*				
0535*				ACUMULACAO EXP 1 EM 2 PALAVRAS EM DESCIDA
0536*				
0537*				
0538	00616	060775	LDA TEMP	
0539	00617	011003	AND P77	
0540	00620	140001	ADA 01, I	
0541	00621	170001	STA 01, I	
0542	00622	160766	LDA X2, I	
0543	00623	002044	SEZ, INA	
0544	00624	170766	STA X2, I	
0545	00625	045002	ADB M1	
0546	00626	074766	STB X2	
0547	00627	060775	C2D LDA TEMP	
0548	00630	001777	ALF, CLE, SLA, ALF	TESTA SE VAI ACUMULAR EXP 2
0549	00631	024705	JMP END	NAO ACUMULA EXP 2, VAI ROTINA DE SAIDA
0550*				
0551*				
0552*				
0553*				ACUMULACAO DA EXP 2 EM 2 PALAVRAS EM DESCIDA
0554	00632	001222	RAL, RAL	
0555	00633	011003	AND P77	
0556	00634	140767	ADA X3, I	
0557	00635	170767	STA X3, I	
0558	00636	034767	ISZ X3	
0559	00637	160767	LDA X3, I	
0560	00640	002044	SEZ, INA	
0561	00641	170767	STA X3, I	

0562	00642	034767	ISZ X3	
0563	00643	024705	JMP END	
0564*				
0565*				
0566*				ACUMULACAO EM SUBIDA
0567*				
0568*				
0569	00644	006400	UP CLB	
0570	00645	054765	CPB CRST	TESTA SE E A PRIMEIRA VEZ
0571	00646	024654	JMP *+6	NAO E A PRIMEIRA VEZ
0572	00647	074765	STB CRST	E A PRIMEIRA VEZ
0573	00650	064763	LDB BUF1	PREPARA ENDERECOS
0574	00651	074766	STB X2	ENDERECO EXP1
0575	00652	065014	LDB BUF2S	
0576	00653	074767	STB X3	ENDERECO EXP 2
0577	00654	000050	CLE, SLA	TESTA SE ACUMULA EXP 1
0578	00655	024667	JMP C2S	NAO, VAI PARA TESTE ACUMULACAO
0579*				EXP 2
0580*				
0581*				
0582*				ACUMULACAO EXP 1 EM SUBIDA EM 2 PALAVRAS
0583*				
0584*				
0585	00656	060775	LDA TEMP	
0586	00657	011003	AND P77	
0587	00660	140766	ADA X2, I	
0588	00661	170766	STA X2, I	
0589	00662	034766	ISZ X2	
0590	00663	160766	LDA X2, I	
0591	00664	002044	SEZ, INA	
0592	00665	170766	STA X2, I	
0593	00666	034766	ISZ X2	
0594*				
0595*				
0596*				TESTA SE ACUMULA EXP 2
0597*				
0598*				
0599	00667	060775	C2S LDA TEMP	
0600	00670	001737	ALF, SLA, ALF	
0601	00671	024705	JMP END	NAO ACUMULA VAI ROTINA SAIDA
0602*				
0603*				
0604*				ACUMULACAO EXP 2 EM SUBIDA EM 2 PALAVRAS
0605*				
0606*				
0607	00672	007400	CCB	
0608	00673	044767	ADB X3	
0609	00674	001262	RAL, CLE, RAL	
0610	00675	011003	AND P77	
0611	00676	140001	ADA 0, I	
0612	00677	170001	STA 0, I	
0613	00700	160767	LDA X3, I	
0614	00701	002044	SEZ, INA	
0615	00702	170767	STA X3, I	
0616	00703	045002	ADB M1	
0617	00704	074767	STB X3	
0618*				

```

0619*
0620*          ROTINA DE SAIDA (RESTABELECE REGISTRADORES)
0621*
0622*
0623  00705 060777 END LDA SAVA
0624  00706 065001  LDB SAVE0
0625  00707 004066  CLE, ELB
0626  00710 065000  LDB SAVB
0627  00711 102215  SFC MSC          TESTA SE HOUE OVERFLOW DE TEMPO
0628  00712 024100  JMP BEGIN        HOUE, VAI PARA O INICIO
0629  00713 102100  STF 00          HABILITA INTERRUPTAO
0630  00714 124564  JMP RETRN,I     RETORNO
0631  00715 000000  CAR NOP
0632  00716 000421  G.1A DEF G.01
0633  00717 000434  G.2A DEF G.02
0634*
0635*
0636*          BLOCOS RELOCAVEIS DA SUBROTINA DO DISPLAY
0637*          QUE PERMITEM AJUSTE GANHO VERTICAL
0638*
0639*
0640  00720 000721  GAIN1 DEF **1
0641  00721 160770  LDA DX1,I
0642  00722 034770  ISZ DX1
0643  00723 001700  ALF
0644  00724 160771  LDA DX2,I      GANHO 1
0645  00725 034771  ISZ DX2
0646  00726 001700  ALF
0647*
0648  00727 000730  GAIN2 DEF **1
0649  00730 160770  LDA DX1,I
0650  00731 034770  ISZ DX1
0651  00732 001323  RAR,RAR      GANHO 2
0652  00733 160771  LDA DX2,I
0653  00734 034771  ISZ DX2
0654  00735 001323  RAR,RAR
0655*
0656  00736 000737  GAIN3 DEF **1
0657  00737 034770  ISZ DX1
0658  00740 160770  LDA DX1,I
0659  00741 001700  ALF
0660  00742 034771  ISZ DX2      GANHO 3
0661  00743 160771  LDA DX2,I
0662  00744 001700  ALF
0663*
0664  00745 000746  GAIN4 DEF **1
0665  00746 034770  ISZ DX1
0666  00747 160770  LDA DX1,I
0667  00750 001300  RAR          GANHO 4
0668  00751 034771  ISZ DX2
0669  00752 160771  LDA DX2,I
0670  00753 001323  RAR,RAR
0671*
0672*
0673*          AREA DE CONSTANTES E DEFINICOES
0674*
0675*

```


0676	00754	000000	GAINR NOP	
0677	00755	000000	Z2 NOP	
0678	00756	000000	Z3 NOP	
0679	00757	177775	M3 OCT -3	
0680	00760	000407	ADRT1 DEF RT1	
0681	00761	024457	JMPS1 JMP SING1	
0682	00762	024467	JMPS2 JMP SINC2	
0683	00763	002000	BUF1 OCT 2000	
0684	00764	004000	BUF2 OCT 4000	
0685	00765	000000	CRST NOP	
0686	00766	000000	X2 NOP	
0687	00767	000000	X3 NOP	
0688	00770	000000	DX1 NOP	
0689	00771	000000	DX2 NOP	
0690	00772	000000	DX3 NOP	
0691	00773	026000	FIZ OCT 26000	
0692	00774	000000	X NOP	
0693	00775	000000	TEMP NOP	
0694	00776	014564	JSB JSB MOESS	
0695	00777	000000	SAVA NOP	
0696	01000	000000	SAVB NOP	
0697	01001	000000	SAVEO NOP	
0698	00564		RETRN EQU MOESS	
0699	01002	177777	M1 OCT -1	
0700	01003	000077	P77 OCT 77	
0701	01004	017770	P1777 OCT 17770	
0702	01005	000377	P377 OCT 377	
0703	01006	177773	M5 OCT -5	
0704	01007	177776	M2 OCT -2	
0705	01010	102316	SFS SFS DSC	
0706	00564		BUF EQU RETRN	
0707	00765		DESV EQU CRST	
0708	00775		XX3 EQU TEMP	
0709	00767		XX1 EQU X3	
0710	01011	000000	MCH NOP	
0711	01012	000000	DELTA NOP	
0712	01013	000000	BUF1D NOP	
0713	01014	000000	BUF2S NOP	
0714	01015	176000	ESP OCT 176000	
0715	01016	003700	MASK OCT 3700	
0716	01017	000000	XX2 NOP	
0717*				
0718*				
0719*			TABELA DE CONTROLE DO READOUT	
0720*				
0721*				
0722	01020	101021	FRST DEF **1,I.	
0723	01021	001156	DEF CONV	
0724	01022	001206	DEF CAB2	
0725	01023	001156	DEF CONV	
0726	01024	000101	LK1 DEF RESET	
0727*				
0728	01025	024065	FMT ASC 4,(5E14.7)	FORMATO DE SAIDA
	01026	042461		
	01027	032056		
	01030	033451		
0729*				

0730*

0731 01031 002066 ACRLF DEF CRLF+CRLF
0732* CABECALHO 1 DO READOUT

0733*

0734*

0735 01032 000062 CABEC1 DEC 50

0736 01033 006412 CRLF OCT 6412

0737 01034 020040 ASC 23, RESULTADOS DA EXPERIENCIA

01035 020040

01036 020040

01037 020040

01040 020040

01041 020040

01042 051105

01043 051525

01044 046124

01045 040504

01046 047523

01047 020104

01050 040440

01051 042530

01052 050105

01053 051111

01054 042516

01055 041511

01056 040440

01057 020040

01060 020040

01061 020040

01062 020040

0738 01063 000012 OCT 12

0739*

0740*

0741* CABECALHO 2 DO READOUT

0742*

0743*

0744 01064 000062 CABEC2 DEC 50

0745 01065 005012 OCT 5012

0746 01066 020040 ASC 23, RESULTADOS DA EXPERIENCIA

01067 020040

01070 020040

01071 020040

01072 020040

01073 020040

01074 051105

01075 051525

01076 046124

01077 040504

01100 047523

01101 020104

01102 040440

01103 042530

01104 050105

01105 051111

01106 042516

01107 041511

01110 040440

01111	020040	
01112	020040	
01113	020040	
01114	020040	
0747	01115	000012 OCT 12
0748*		
0749*		
0750*		AREA DAS CONSTANTES
0751*		
0752*		
0753	01116	001300 RAR RAR
0754	01117	024434 JMPG2 JMP G.02
0755	01120	006000 ITSF OCT 6000
0756	01121	120000 CODE OCT 120000
0757	01122	024447 JMPR4 JMP RT4
0758	01123	000000 ULT NOP
0759	01124	000002 P2 OCT 2
0760	01125	000000 ICONT NOP
0761	01126	177762 NUMB DEC -14
0762*		
0763*		
0764*		ROTINA PREPARACAO REDOUT
0765*		
0766*		
0767	01127	000000 PRPRE NOP
0768	01130	070765 STA DESV
0769	01131	106715 CLC MSC
0770	01132	061010 LDA SFS
0771	01133	070454 STA BOOTS
0772	01134	003400 CCA
0773	01135	071123 STA ULT
0774	01136	125127 JMP PRPRE,I
0775*		
0776	01137	101023 SOUM DEF FRST+3,I
0777*		
0778*		
0779*		SAIDA DO CABECALHO 1
0780*		
0781*		
0782	01140	061020 RDOUT LDA FRST
0783	01141	002001 RSS
0784	01142	061137 LDA SOUM
0785	01143	015127 JSB PRPRE
0786	01144	015225 JSB IOC
0787	01145	001032 DEF CABCI
0788	01146	061013 LDA BUF1D
0789	01147	002004 INA
0790	01150	071123 STA ULT
0791	01151	060763 LDA BUF1
0792	01152	071017 STA XX2
0793	01153	061116 LDA RAR
0794	01154	065122 LDB JMPR4
0795	01155	025222 JMP SWCH
0796*		
0797*		
0798*		SAIDA EXP 1 OU 2
0799	01156	061017 CONV LDA XX2

```

0800*
0801*
0802*          CONVERSAO INTERNA CHAMADA FRMTR CONFORME
0803*          UMA LINHA DO READOUT
0804*
0805*
0806  01157 071125  STA ICONT
0807  01160 002400  CLA
0808  01161 006400  CLB
0809  01162 115777  JSB .DIO.,I
0810  01163 001335  DEF BUFR+1
0811  01164 001025  DEF FMT
0812  01165 001203  DEF EOL
0813  01166 061006  LDA M5
0814  01167 070775  STA XX3
0815  01170 165017  C.01 LDB XX2,I
0816  01171 035017  ISZ XX2
0817  01172 161017  LDA XX2,I
0818  01173 001665  ELA,CLE,ERA
0819  01174 035017  ISZ XX2
0820  01175 115771  JSB .PACK,I
0821  01176 000037  OCT 37
0822  01177 115405  JSB .IOR.,I
0823  01200 034775  ISZ XX3
0824  01201 025170  JMP C.01
0825  01202 115406  JSB .DTA.,I          VAI SUBROTINA DE SAIDA
0826  01203 015225  EOL JSB IOC
0827*
0828  01204 001334  DEF BUFR
0829  01205 024454  JMP BOOTS
0830*
0831*
0832*          SAIDA DO CABECALHO 2
0833*
0834*
0835  01206 002400  CAB2 CLA
0836  01207 071125  STA ICONT
0837  01210 015225  JSB IOC
0838  01211 001064  DEF CAB2
0839  01212 034765  ISZ DESV
0840  01213 061014  LDA BUF2S
0841  01214 002004  INA
0842  01215 071123  STA ULT
0843  01216 060764  LDA BUF2
0844  01217 071017  STA XX2
0845  01220 061117  LDA JMPG2
0846  01221 065116  LDB RAR
0847  01222 070424  SWGH STA SEL1
0848  01223 074437  STB SEL2
0849  01224 024454  JMP BOOTS
0850*
0851*
0852*          SUBROTINA DE SAIDA EM INTERRUPCAO
0853*
0854*
0855  01225 000000  IOC NOP
0856  01226 106711  CLC TSC

```



```

0857 01227 061126 LDA NUMB
0858 01230 070767 STA XXI
0859 01231 161225 LDA IOC,I
0860 01232 035225 ISZ IOC
0861 01233 164000 LDB 00,I
0862 01234 007004 CMB,INB
0863 01235 045007 ADB M2
0864 01236 074715 STB CAR
0865 01237 002004 INA
0866 01240 001000 ALS
0867 01241 070564 STA BUF
0868 01242 061121 LDA CODE
0869 01243 070355 STA IO
0870 01244 102611 OTA TSC
0871 01245 103116 CLF DSC
0872 01246 061225 LDA IOC
0873 01247 071266 STA ITTY
0874 01250 060564 OUT LDA BUF
0875 01251 034564 ISZ BUF
0876 01252 000065 CLE,ERA
0877 01253 160000 LDA 00,I
0878 01254 002041 SEZ,RSS
0879 01255 001727 ALF,ALF
0880 01256 011005 AND P377
0881 01257 102611 OTA TSC
0882 01260 103711 RTR STC TSC,C
0883 01261 060362 ENDC LDA SAVE2
0884 01262 001600 ELA
0885 01263 060360 LDA SAVA2
0886 01264 064361 LDB SAVB2
0887 01265 125266 JMP ITTY,I
0888*
0889*
0890* SUBROTINA CONTINUADORA PELA TTY
0891*
0892*
0893 01266 000000 ITTY NOP
0894 01267 070360 STA SAVA2
0895 01270 074361 STB SAVB2
0896 01271 001500 ERA
0897 01272 070362 STA SAVE2
0898 01273 102511 LIA TSC
0899 01274 065005 LDB P377
0900 01275 054355 CPB IO
0901 01276 024124 JMP KEYB
0902 01277 054000 CPB 00
0903 01300 025306 JMP OUTC
0904 01301 060357 LDA ENFIM
0905 01302 070765 STA DESV
0906 01303 015225 JSB IOC
0907 01304 000346 DEF ABORT
0908 01305 024407 JMP RTI
0909 01306 065031 OUTC LDB ACRLF
0910 01307 034767 ISZ XXI
0911 01310 025320 JMP CONTR
0912 01311 061126 LDA NUMB
0913 01312 070767 STA XXI

```

```

0914 01313 061125 LDA ICONT
0915 01314 041124 ADA P2
0916 01315 071125 STA ICONT
0917 01316 051123 CPA ULT
0918 01317 025330 JMP FIM
0919 01320 060757 CONTR LDA M3
0920 01321 050715 CPA CAR
0921 01322 074564 STB BUF
0922 01323 034715 ISZ CAR
0923 01324 025250 JMP OUT
0924 01325 102116 STF DSC
0925 01326 106711 CLC TSC
0926 01327 025261 JMP ENDC
0927 01330 034765 FIM ISZ DESV
0928 01331 060757 LDA M3
0929 01332 070715 STA CAR
0930 01333 025322 JMP CONTR+2
0931*
0932*
0933* "BUFFER" DO FORMATADOR
0934*
0935*
0936 01334 000106 BUFR DEC 70
0937 01335 000000 BSS 40
0938*
0939*
0940* LINKS
0941*
0942*
0943 01405 016543 .IOR. OCT 16543
0944 01406 017023 .DTA. OCT 17023
0945 01771 ORG 1771B
0946 01771 000000 .PACK BSS 1
0947 01777 ORG 1777B
0948 01777 000000 .DIO. BSS 1
0949 00016 ORG DSC
0950 00016 000000 NOP
0951 00011 ORG TSC
0952 00011 015266 JSB ITTY
0953 END
** NO ERRORS*

```


SUBROTINA DE AQUISICAO DO PROGRAMA
MOESSBAUER II

```
*
*
*
*
*
MOESS NOP
STA SAVA          SALVA REGISTRADORES
LIA MSC           LE PALAVRA
CLF MSC           RESETA CONDADORES EXP 1 E EXP 2
STB SAVB
STA TEMP         GUARDA PALAVRA EM TEMP
ALF,RAR
SSA,SLA          VERIFICA SE E READOUT
JMP RESET        E, VAI PARA LA
RAR,SLA,RAL      TESTA SE O.T. EM SUBIDA
JMP UP           VAI SUBIDA
CLB,INB          E DESCIDA
CPB CRST         VERIFICA SE E O PRIMEIRO CANAL
JMP **+6        NAO E O PRIMEIRO CANAL
DOWN STB CRST    E PRIMEIRO CANAL
LDB BUF1D        PREPARA ENDEREÇO DOS ARRAYS
STB X2
LDB BUF2
STB X3
CCB
ADB X2
LDA TEMP
AND P77          ACUMULA EXP 1 EM DESCIDA
ADA 01,I
STA 01,I
ADB M1
STB X2
C2D LDA TEMP     ACUMULA EXP 2 EM DESCIDA
ALF,ALF
RAL,RAL
AND P77
ADA X3,I
STA X3,I
ISZ X3
JMP END
UP CLB           ACUMULACAO EXP 1 E EXP 2 EM SUBIDA O.T.
CPB CRST         VERIFICA SE E PRIMEIRO CANAL
JMP **+6        NAO E O PRIMEIRO
STB CRST         E O PRIMEIRO
LDB BUF1         PREPARA ENDERECOS
STB X2
LDB BUF2S
STB X3
LDA TEMP         ACUMULA EXP 1 EM SUBIDA
AND P77
ADA X2,I
STA X2,I
ISZ X2
```

C2S LDA TEMP
ALF,ALF
CCB
ADB X3
RAL,RAL
AND P77
ADA 01,I
STA 01,I
ADB M1
STB X3
END LDA SAVA
LDB SAVB
JMP MOESS,I

ACUMULA EXP 2 EM SUBIDA

FINALIZACAO
SALVA REGISTRADORES
RETORNO

*
*
*
*
*
SUBROTINA DE AQUISIÇÃO DO PROGRAMA
MOESSBAUER III

MOESS NOP	
STA SAVA	SALVA REGISTRADORES
LIA MSC	LE A PALAVRA DO INTERFACE
CLF MSC	RESETA CONTADOR
STB SAVB	
STA TEMP	GUARDA PALAVRA
ALF, RAR	
SSA, SLA	TESTA SE E READOUT
JMP RESET	
ERB	SALVA E
STB SAVEO	
RAR, SLA, RAL	TESTA SE E SUBIDA OU DESCIDA
JMP UP	SUBIDA
CLB, INB	DESCIDA
CPB CRST	VERIFICA SE E O PRIMEIRO CANAL
JMP **+4	NAO E
DOWN STB CRST	E PRIMEIRO CANAL
LDB BUFID	PREPARA ENDERECO
STB X2	
CCB	
ADB X2	
CLE	
LDA TEMP	ACUMULA EXP I EM DUAS PALAVRAS
AND P77	
ADA 01, I	
STA 01, I	
LDA X2, I	
SEZ, INA	
STA X2, I	
ADB M1	
STB X2	
JMP END	VAI PARA FINALIZACAO
UP CLB	SUBIDA
CPB CRST	VERIFICA SE E O PRIMEIRO CANAL
JMP **+4	NAO E
STB CRST	E PRIMEIRO CANAL
LDB BUF1	PREPARA ENDERECO
STB X2	
CLE	
LDA TEMP	ACUMULA EXP I EM DUAS PALAVRAS
AND P77	
ADA X2, I	
STA X2, I	
ISZ X2	
LDA X2, I	
SEZ, INA	
STA X2, I	
ISZ X2	
END LDA SAVA	FINALIZACAO
LDB SAVEO	
CLE, ELB	
LDB SAVB	
JMP MOESS, I	RETORNO

BIBLIOGRAFIA

FRAUENFELDER, Hans - The Mössbauer Effect -
W.A. Benjamin, Inc., Publishers
New York 1962

GRUVERMAN, Irwin J. - Mössbauer Effect Methodology -
Volume 1 -3
Plenum Press - New York 1965

WERTHEIM, Gunther K. - Mössbauer Effect: Principles and
Applications -
Academic Press - New York 1964

HEWLETT PACKARD: Pocket Guide to HP Computers.

HEWLETT PACKARD: Pocket Guide to Interfacing
HP Computers