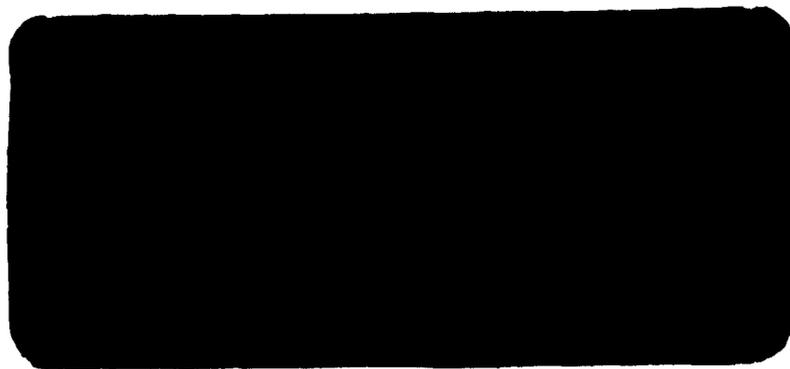
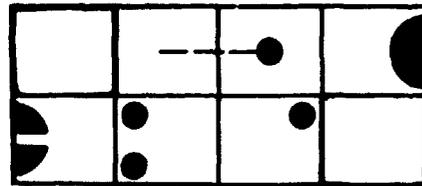


BR 8613710

INIS-BR--540

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESCOLA DE ENGENHARIA



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA BASEADO EM MICROCOM
PUTADOR PARA AQUISIÇÃO DE DADOS OPERACIONAIS DE
USINA PILOTO DE ENRIQUECIMENTO ISOTÓPICO DE URÂNIO

AUTOR : Walley Marcos Corrêa Maia

ORIENTADOR : Paulo de Carvalho Tôfani

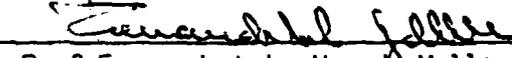
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:

Desenvolvimento de Um Sistema Baseado em Microcomputador para Aquisição de Dados Operacionais de Usina Piloto de Enriquecimento Isotópico de Urânio.

NOME DO AUTOR

Walley Marcos Corrêa Maia

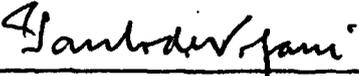
Dissertação defendida e aprovada pela
banca examinadora, constituída dos Senhores:



Prof. Fernando Lobo Vaz de Mello, Dr.



Engº Roberto Fernandes Tavares Filho, M.Sc.

Orientador: 

Engº Paulo de Carvalho Tófani, Dr.

Belo Horizonte, 09 de dezembro de 1985
(Data defesa dissertação)

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TÉCNICAS NUCLEARES
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA BASEADO EM MICROCOM
PUTADOR PARA AQUISIÇÃO DE DADOS OPERACIONAIS DE
USINA PILOTO DE ENRIQUECIMENTO ISOTÓPICO DE URÂNIO**

**AUTOR : Walley Marcos Corrêa Maia
ORIENTADOR : Paulo de Carvalho Tôfani**

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências
e Técnicas Nucleares da UFMG, como parte dos requisitos neces-
sários para obtenção do grau de Mestre em Ciências (M. Sc.).**

Belo Horizonte - Brasil

Janeiro - 1985

Este trabalho foi realizado nas instalações do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear e constitui uma tarefa do programa de atividades do Departamento de Apoio Técnico da Superintendência Geral de Pesquisa e Desenvolvimento da NUCLEBRÁS.

A meus pais:

Mãe e Margarida

AGRADECIMENTOS

Desejo agradecer ao Dr. Paulo de Carvalho Tófani a orientação deste trabalho.

A realização do presente trabalho no escopo de atividades da NUCLEBRÁS tornou-se possível por sua Superintendência Geral de Pesquisa e Desenvolvimento, à qual endereço penhorados agradecimentos.

Ao Engenheiro Luiz Fontoura Lorenzoni pela assistência e apoio constantes.

Aos Engenheiros e Técnicos das Divisões de Eletrônica, de Enriquecimento e de Computação pelo constante auxílio.

A Maria Luísa Silva Ribeiro pela execução dos serviços de datilografia.

Finalmente, agradeço aos colegas e amigos, cujos conselhos e sugestões foram bastante importantes em todas as fases do desenvolvimento.

R E S U M O

Uma Usina Piloto de Enriquecimento Isotópico de Urânio por Jato Centrífugo foi transferida da República Federal da Alemanha para o Brasil, em 1980, com o objetivo de treinar técnicos brasileiros em sua operação e habilitá-los a prosseguir no desenvolvimento deste processo. As características de operação desta Usina são acompanhadas através de um sistema de aquisição de dados de processo e uma possível ocorrência de defeitos acarretaria dificuldades na manutenção, em particular no que se refere a não disponibilidade de componentes críticos.

Descreve-se o desenvolvimento de um novo sistema adaptado às condições locais, que não apresente dificuldades para a manutenção e possua desempenho semelhante. Utilizando na montagem circuitos integrados de larga escala de integração, este tem como característica principal o uso de um microcomputador como controlador.

Ao final estão anexadas várias listagens de computador, para ilustrar os programas desenvolvidos para o sistema e para mostrar alguns exemplos do seu funcionamento em conjunto com a Usina.

A B S T R A C T

A pilot plant for uranium enrichment using the jet nozzle process was transferred from the Federal Republic of Germany to Brazil, in 1980, to train Brazilian crew in its operation and to improve the process. This pilot plant is monitored by a data acquisition system and the possibility of faulty events would cause serious difficulties, as far as maintenance is concerned (for instance, unavailable special components).

It is described the development of a new system, which is proposed in order to minimize difficulties with maintenance that utilizes in the assembling integrated circuits of large scale of integration. It is controlled by a microcomputer.

At the end, there are some computer listings, to illustrate the programs for the system and to show examples of its operation with the pilot plant.

SUMÁRIO

	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO	01
2. COLOCAÇÃO DO PROBLEMA	03
3. ENRIQUECIMENTO ISOTÓPICO	05
3.1. Processos de Enriquecimento	05
3.2. Princípios do Processo de Jato Centrífugo	06
3.3. Grandezas medidas e transdutores	09
3.4. A Usina Piloto	13
4. SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS	16
4.1. Diagrama de Blocos	16
4.2. Chaveamento	17
4.3. Conversor Analógico-Digital e o Amostrador/ Retentor	19
4.4. O Microcomputador Utilizado	26

	PÁGINA
4.5. Programação	28
4.5.1. Programação básica	28
4.5.2. Programas utilitários	35
5. USO DO SISTEMA NA USINA PILOTO	42
6. CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
APÊNDICE 1	47
APÊNDICE 2	51
APÊNDICE 3	55
APÊNDICE 4	62
APÊNDICE 5	69

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Através do acordo Técnico-Científico entre o Brasil e a República Federal da Alemanha, foi transferida para o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) em Belo Horizonte, em 1980, uma Usina Piloto de Enriquecimento Isotópico de Urânio, pelo processo de jato centrífugo, inicialmente desenvolvido no Centro de Pesquisas Nucleares de Karlsruhe (KfK).

Tal transferência propõe dois objetivos primordiais : treinar técnicos brasileiros na operação e manutenção da Usina e continuar o desenvolvimento do processo.

Para se ter um controle sobre as condições operacionais da usina é necessário o acompanhamento de três grandezas: temperatura, pressão e corrente de íons.

A medição destas grandezas é feita em vários pontos, contando para isso com um sistema de aquisição de dados.

É interessante ter-se um sistema equivalente adaptado às condições locais, que não apresente dificuldades para a manutenção e com um desempenho semelhante. Este sistema seria uma

reserva que impediria a parada total da usina no caso de defeitos no equipamento existente e poderia vir a substituí-lo definitivamente.

CAPÍTULO 2

COLOCAÇÃO DO PROBLEMA

A proposta de um novo sistema de aquisição de dados para supervisão da Usina Piloto é o objetivo do trabalho a ser descrito.

As informações sobre os valores das grandezas do processo na Usina serão coletadas através de sensores, que com seus respectivos equipamentos eletrônicos associados fornecem sinais analógicos de tensão já prontos para serem medidos, sem qualquer necessidade de um processamento primário.

Recebendo os sinais analógicos dos sensores, o sistema vai enviá-los na forma conveniente (formato digital) a um computador. Isto significa que uma grandeza física (cuja informação é fornecida pelos sensores) vai ser ligada ao supervisor (o computador) através do sistema de aquisição de dados.

De uma sala central de controle é conduzida então a supervisão e o comando de todo o processo. Em um terminal de vídeo o operador tem todas as informações importantes oriundas do processo e, estudando gráficos e tabelas feitos com os dados recebidos, pode escolher as condições ótimas de operação.

Procurou-se atender neste trabalho a alguns requisitos básicos, tais como: confiabilidade, padronização, facilidade de manutenção e possibilidade de expansão.

Vão ser utilizados na montagem do sistema circuitos integrados de larga escala de integração (LSI - "Large Scale Integration"), todo o sistema sendo controlado por microcomputador. Pode-se também operá-lo individualmente via teclado, viabilizando o uso de rotinas de teste para a manutenção e calibração do sistema assim como a identificação de problemas em alguns dos sensores.

O microcomputador vai ser utilizado para controlar um número definido de operações especializadas e pré-programadas. Não vai ser exigida a tomada de decisões complicadas, mas, tipicamente, apenas a capacidade de identificar uma situação e seguir uma rotina pré-estabelecida para ela.

Uma possível ampliação do sistema de aquisição de dados (maior número de chaves, por exemplo, por necessidade de um melhor acompanhamento do processo) pode vir a exigir mais do microcomputador, como a monitoração de limites de alarme e segurança, conversão de valores binários para unidades de engenharia e outros processamentos primários de sinais.

Também a sua adaptação para a aquisição de dados de um outro processo qualquer dentro da usina não é difícil, havendo somente uma restrição básica: os sensores devem fornecer uma saída em tensão numa determinada faixa específica.

CAPÍTULO 3

ENRIQUECIMENTO ISOTÓPICO

O urânio normalmente encontrado na natureza contém diversos isótopos diferentes, sendo predominante o isótopo U-238. Para a produção de energia nuclear é utilizado como material físsil o isótopo U-235, cujo teor no urânio é aumentado artificialmente, por um processo chamado enriquecimento.

3.1. PROCESSOS DE ENRIQUECIMENTO

Os processos de separação isotópica de um elemento químico qualquer se baseiam nas propriedades físico-químicas apresentadas por cada isótopo em função da diversidade de massas. As mais importantes propriedades são:

- A velocidade média de moléculas gasosas à temperatura constante
- A trajetória de íons gasosos sob a ação de campos elétrico e magnético
- A distribuição de moléculas gasosas ao longo de um cam

po centrífugo

- O movimento de moléculas num gradiente de temperatura ou de pressão

- As forças inter-atômicas e inter-moleculares.

São conhecidos e utilizados diversos processos de separação, como a difusão gasosa, a difusão térmica, a ultra-centrifugação e o jato centrífugo [1].

Na Figura 1 são mostrados os esquemas de três desses processos, que são os mais conhecidos para o caso do urânio, sendo o do jato centrífugo o utilizado na Usina Piloto.

3.2. PRINCÍPIOS DO PROCESSO DE JATO CENTRÍFUGO

O processo do bocal de separação, na sua forma atual de jato centrífugo, foi desenvolvido por Becker [2] como uma alternativa para os processos de difusão gasosa e de ultra-centrifugação gasosa. Este processo trabalha de acordo com um princípio físico básico utilizando uma tecnologia menos sofisticada em relação aos outros processos citados. A Figura 2 mostra o esquema de um elemento de separação. Ligados convenientemente eles formam um estágio de separação.

Uma mistura gasosa de UF_6 com um gás auxiliar leve (hidrogênio ou hélio - na Usina, hélio) é usada no jato centrífugo como gás de processo. A mistura UF_6 -He passa com alta velocidade por uma fenda com paredes curvas. No fim da deflexão, a corrente de gás é dividida em duas partes por uma lâmina separadora: uma fração leve de UF_6 enriquecida em U-235 e He, e uma fração pesada que circula próxima da parede de deflexão, contendo mais UF_6 com U-238 em relação à concentração

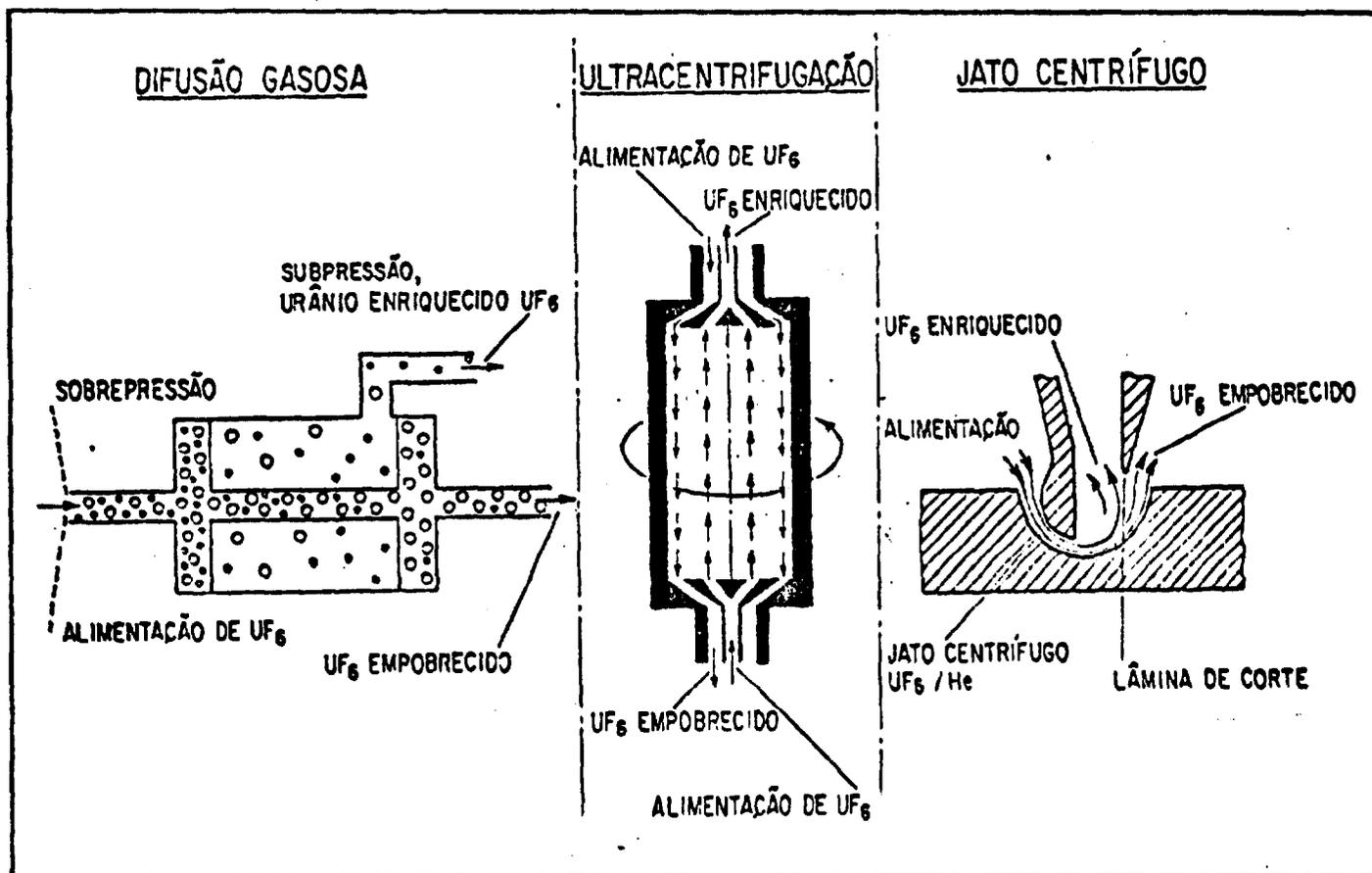


FIGURA 1

PROCESSOS PARA ENRIQUECIMENTO DE URÂNIO

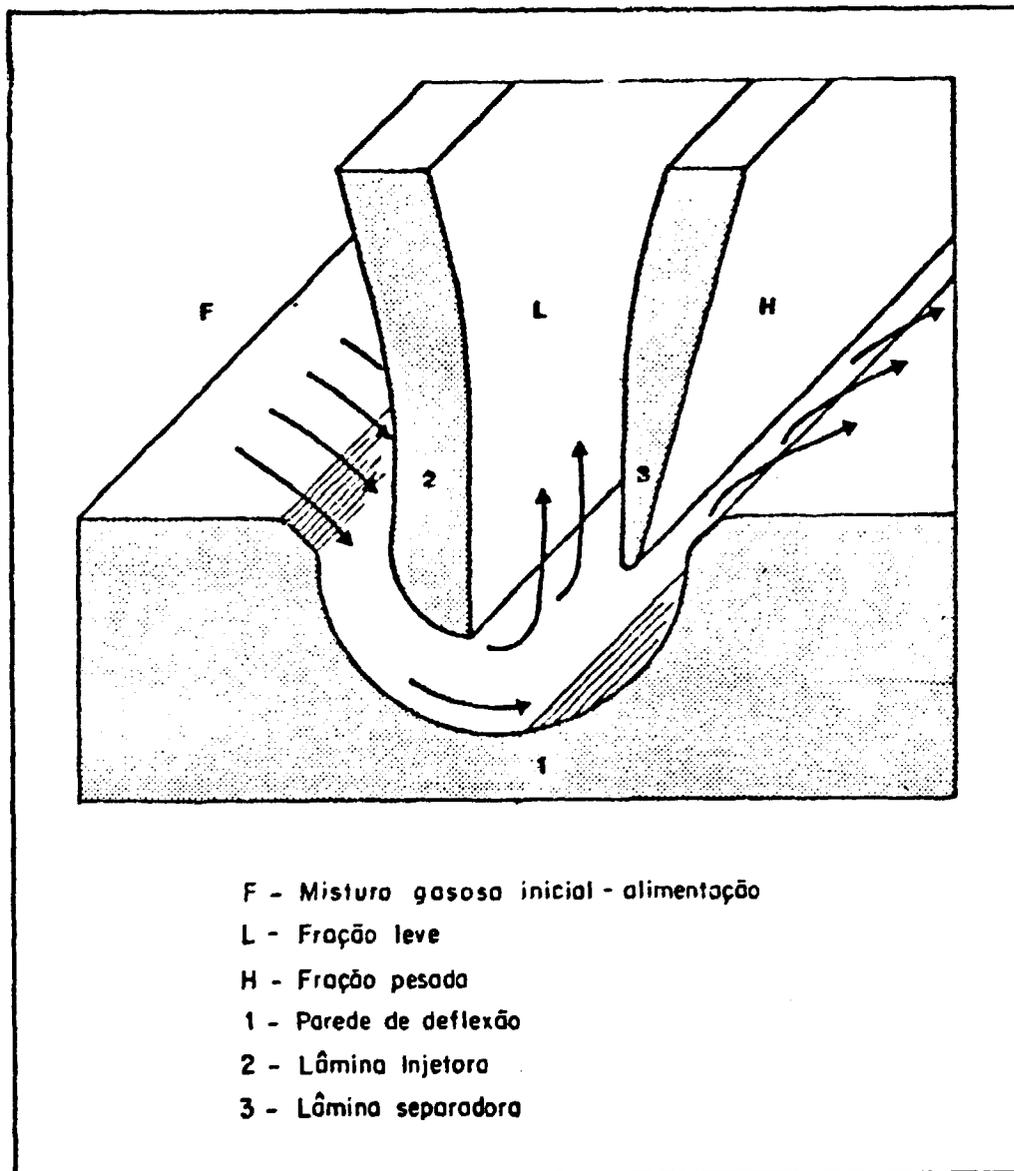


FIGURA 2

ESQUEMA DO ELEMENTO DE SEPARAÇÃO

Um sensor do tipo aferidor de deformação ("strain gage") mede a pressão e para medir a corrente iônica foi desenvolvido um aparelho específico, denominado detector de radiação alfa, que incorpora um sensor de temperatura.

O sensor de pressão utilizado na Usina usa fios suspensos, formando parte de uma ponte de Wheatstone de dois ramos ativos. Estes fios, cujas resistências elétricas variam por efeito de deformação, estão suspensos no ar e são ativados por um mecanismo unido a um diafragma e um outro elemento sensível à pressão [3].

O detector de radiação alfa é o sensor utilizado para medir a corrente iônica na mistura gasosa UF_6 -He e foi desenvolvido para este fim (Fig. 4). Constitui-se de uma câmara de ionização, com um eletrodo cilíndrico que tem em sua parede interna uma pequena folha de Am-241, e no centro um coletor de íons. A parede interna está com um potencial positivo em relação ao coletor de íons. As partículas alfa emitidas pelo Am-241 ionizam a mistura e é então gerada uma corrente iônica. A Figura 5 [4] mostra a relação existente entre a corrente iônica e a pressão para diferentes gases. Dentro de uma faixa determinada (0 a 30 mBAR) nota-se a relação linear para o UF_6 -He e H_2 , e é aceitável considerar-se a ionização do He ou H_2 constante. Partindo dessas curvas, e analisando a variação da corrente iônica para diferentes temperaturas, é possível estabelecer uma relação para o cálculo da concentração gasosa [5]:

$$N(UF_6) = \frac{(I \times T)/P - A}{B}$$

onde: $N(UF_6)$ = concentração molar de UF_6 na mistura gasosa

I = corrente iônica.

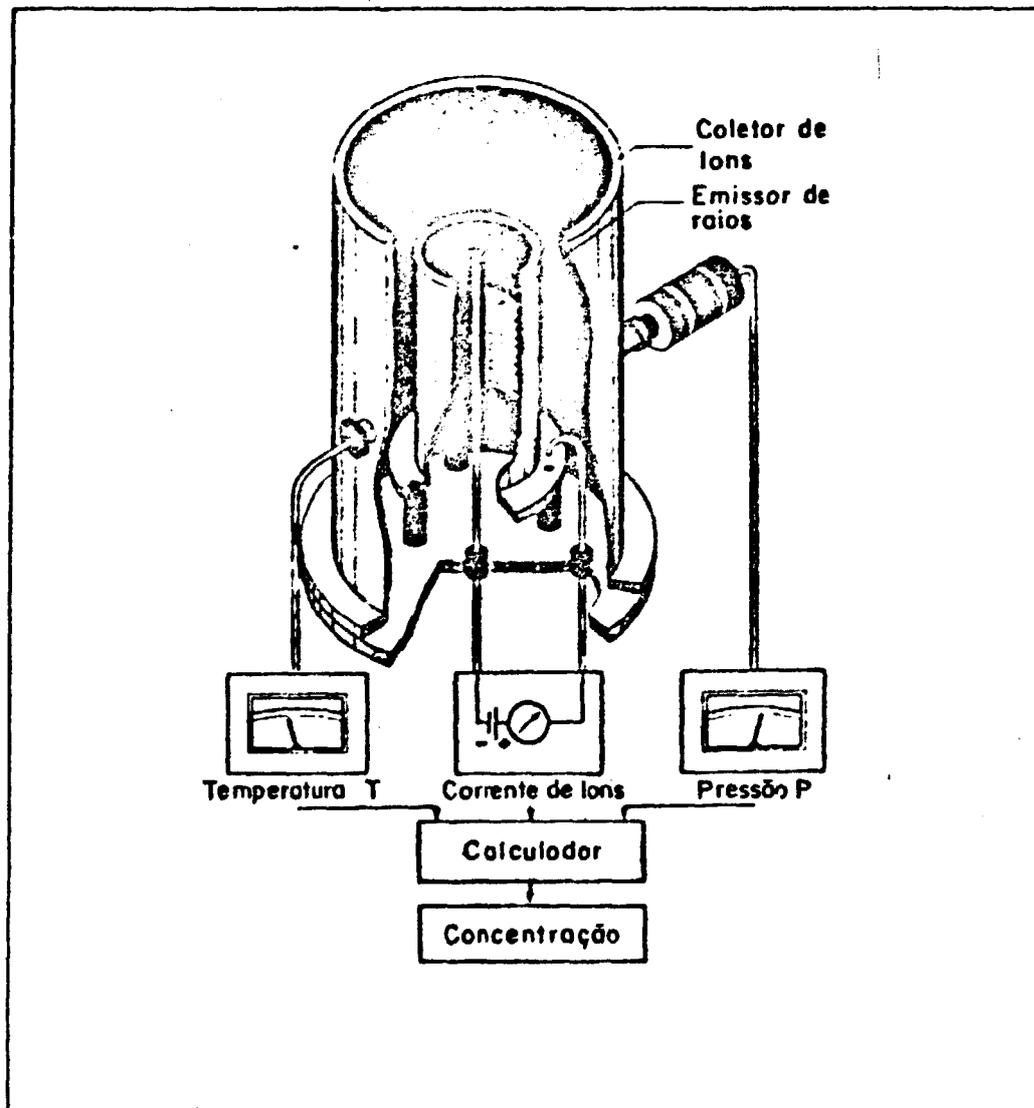


FIGURA 4

DETECTOR DE IONIZAÇÃO ALFA PARA ANÁLISE
DE UMA MISTURA GASOSA BINÁRIA

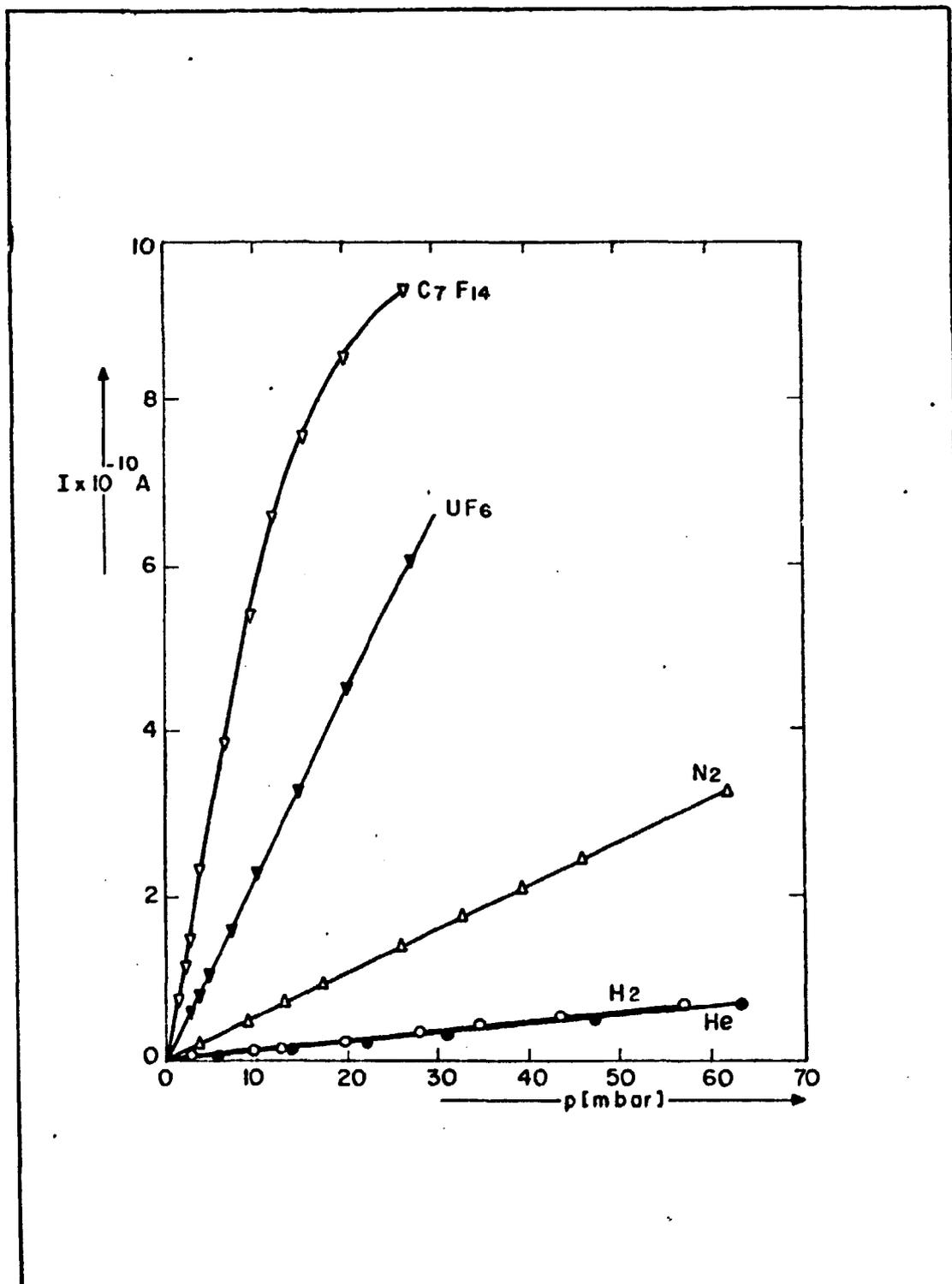


FIGURA 5

CORRENTE IÔNICA EM FUNÇÃO DA PRESSÃO PARA DIFERENTES GASES A UMA TEMPERATURA CONSTANTE

T = temperatura absoluta
 P = pressão total
 A, B = constantes

As constantes são determinadas experimentalmente e dependem da natureza do gás e da geometria da câmara de ionização.

3.4. A USINA PILOTO

A separação isotópica é muito pequena quando levada a efeito apenas uma vez em um processo elementar. Por isso, na realização prática da separação com a finalidade de obter-se enriquecimento significativo do isótopo visado, é necessário que o processo elementar seja multiplicado, repetindo-o inúmeras vezes. Esta multiplicação é feita numa usina ou cascata de enriquecimento, formada de unidades idênticas, que são os estágios de separação, ligados em série e em paralelo [6].

A Usina Piloto constitui-se de 10 estágios, ligados como na Figura 6, sendo cada um deles constituído de apenas um elemento de separação. Na Figura 7 aparece a Usina, montada no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear. O controle da Usina é feito em função da concentração de UF_6 e das pressões nas frações que compõem cada estágio. Esses valores devem ser iguais em todos os pontos de alimentação.

Para acompanhar o processo, todos os valores medidos são transmitidos, pelo sistema de aquisição de dados, à sala de controle. Os valores operacionais são calculados e com base em valores de referência são feitos manualmente ajustes pelo operador.

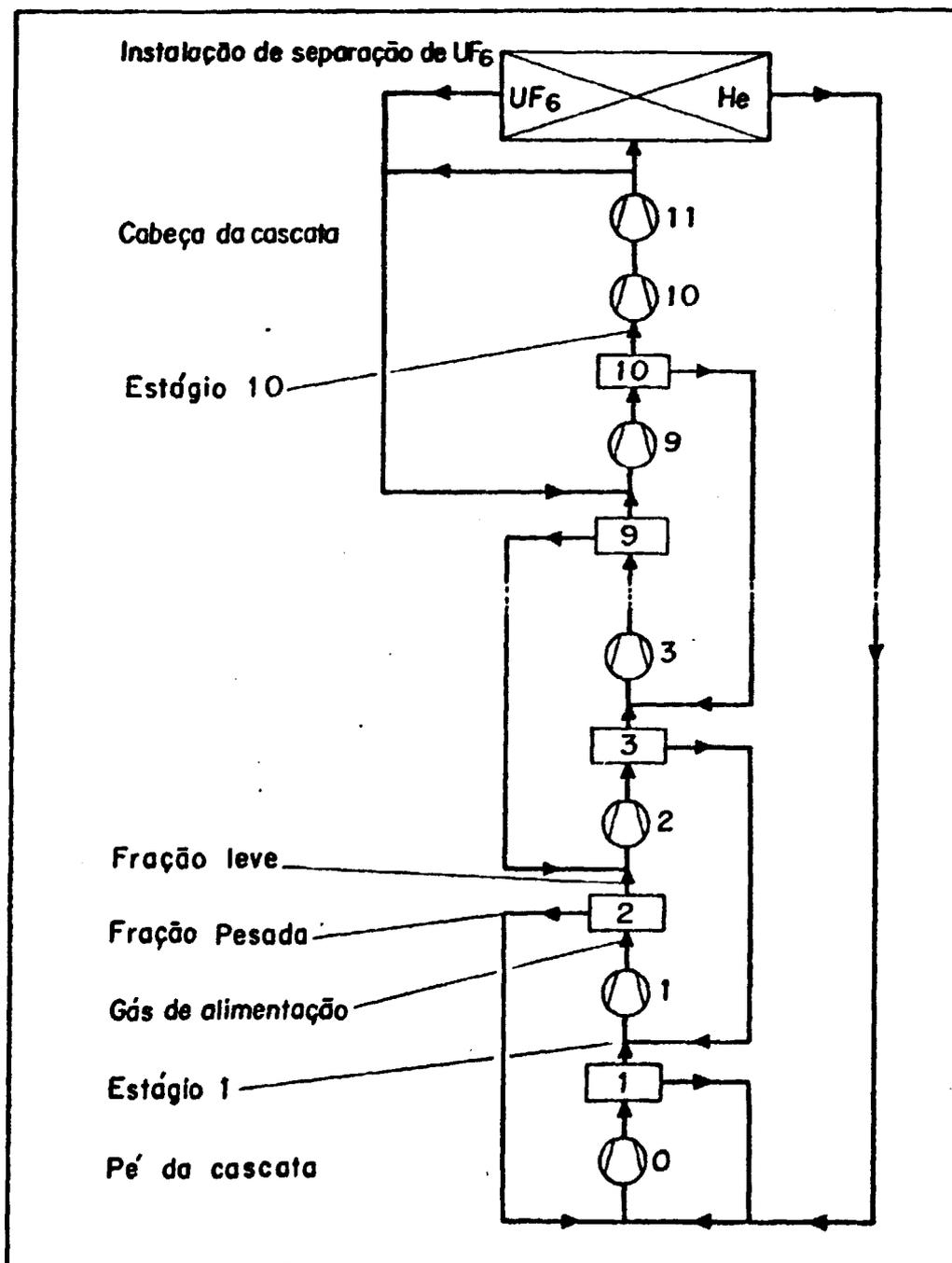


FIGURA 6

DIAGRAMA DE OPERAÇÃO DA USINA PILOTO SEM
RETIRADA DO PRODUTO (10 ESTÁGIOS)

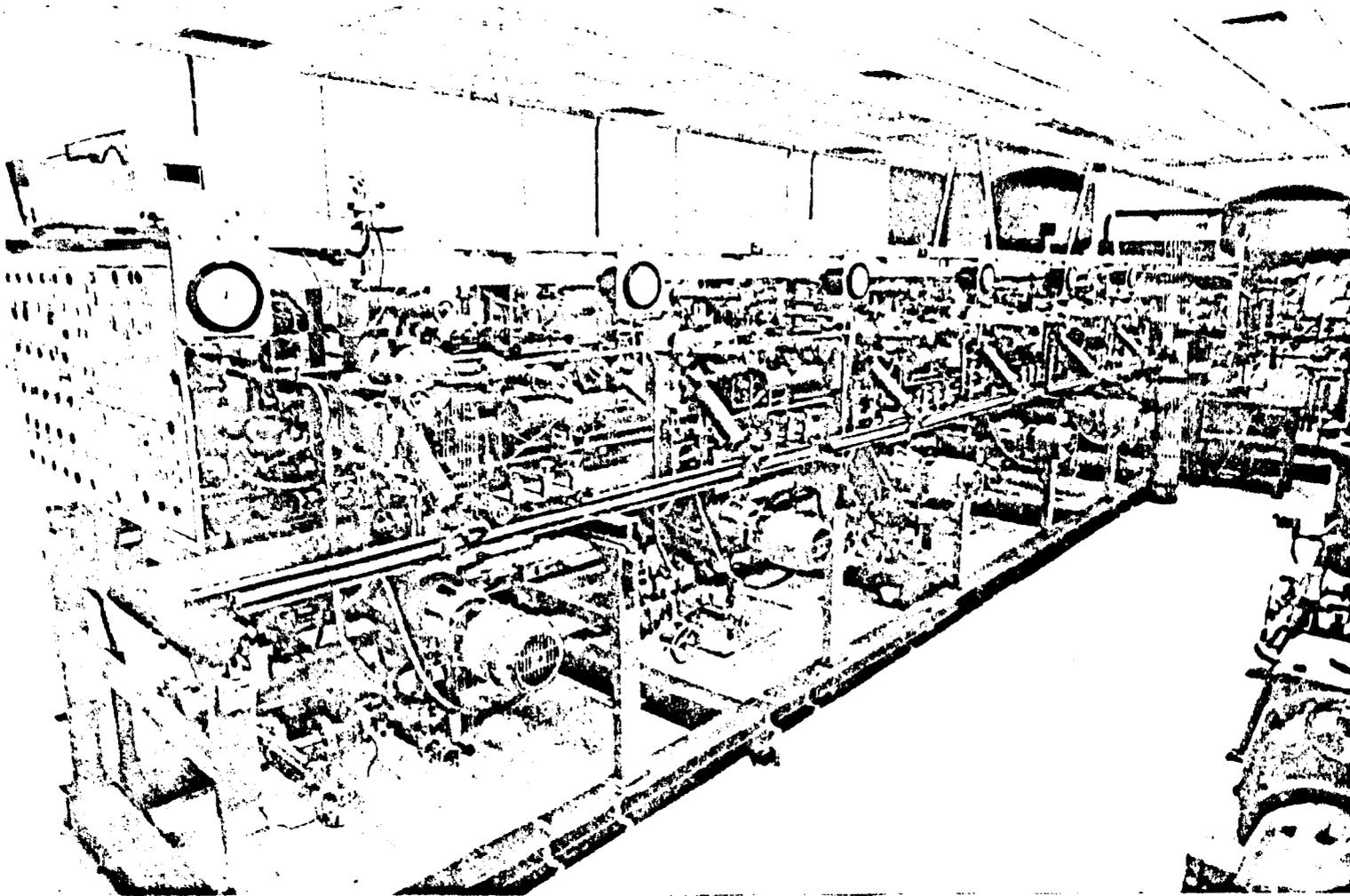


FIGURA 7

USINA PILOTO DE ENRIQUECIMENTO ISOTÓPICO DE URÂNIO

CAPÍTULO 4

SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

A filosofia do projeto do sistema apresentado neste trabalho é atingir flexibilidade no tocante à expansão e manutenção.

A coleta e transmissão de dados já estão definidos sendo dispensável qualquer tipo de tratamento (como filtragem, conversão ou monitoração de limites).

4.1. DIAGRAMA DE BLOCOS

A Figura 8 apresenta o diagrama de blocos geral. Cada componente vai ser discutido separadamente.

O chaveamento, Bloco 1, tem como função a transmissão de um dado por vez ao conversor analógico-digital.

O Bloco 2, o conversor, transforma cada dado recebido para uma forma conveniente a um computador central.

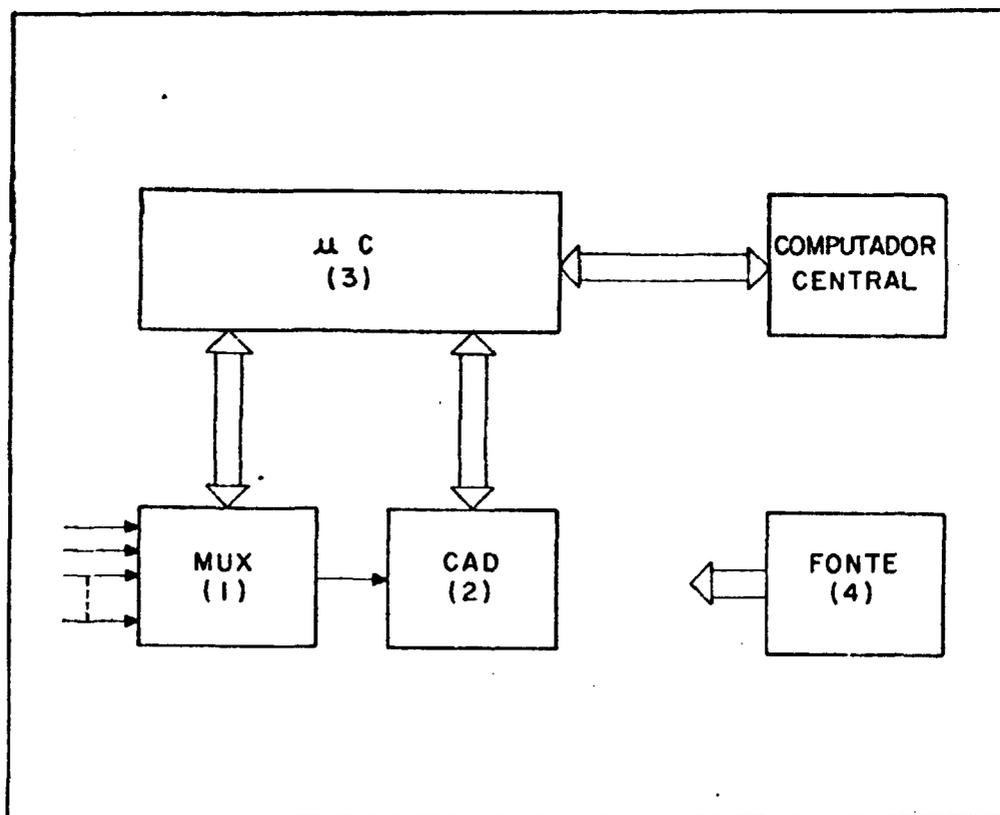


FIGURA 8

DIAGRAMA DE BLOCOS

O microcomputador, Bloco 3, controla o chaveamento e o conversor analógico-digital, e por sua vez, é controlado por um computador central.

O Bloco 4, a fonte, fornece todas as tensões exigidas pelos outros blocos. A alimentação primária é a rede, derivando-se, a partir deste ponto, as tensões necessárias ao funcionamento do circuito completo.

4.2. CHAVEAMENTO

Através do chaveamento é feita a supervisão da instrumen

tação da usina e a necessidade de sua existência decorre do grande número de sinais envolvidos, permitindo que se trabalhe com cada dado individualmente (o controle é efetuado manualmente pelo operador). As características da usina determinaram os seguintes requisitos específicos:

1. Número de canais:

. A concentração gasosa do UF_6 na mistura UF_6-He é medida em 13 pontos diferentes $13 \times 3 = 39$ sinais

. A pressão é medida em mais 23 pontos ... 23 sinais

. Total: 62 sinais diferentes

2. Tipo de sinal:

Os sinais com que se trabalha são referenciados à terra.

3. Excursão de sinais:

Analizado para estabelecer níveis máximo e mínimo dos sinais.

Com base no item 1 decidiu-se por um chaveamento com 64 canais (2 de reserva). Para o endereçamento digital de 64 chaves a lógica binária exige 6 bits ($2^6 = 64$), os quais vêm do microcomputador. Os itens 2 e 3 fornecem dados para a escolha dos componentes do projeto.

Foram usadas chaves eletrônicas no lugar de relês, tornando o sistema mais compacto. Entre os vários circuitos integrados que são chaves analógicas controladas digitalmente, foi escolhido o CD4052B, de tecnologia CMOS e com 4 canais. Este integrado tem duas entradas binárias de controle e uma entrada inibidora. Os dois sinais binários de entrada selecionam um dos 4 pares de canais. Um sinal conveniente na en-

trada inibidora desativa todos os canais. Para selecionar o circuito integrado correto, foi escolhido o 8205, um decodificador binário 1 de 8. Uma entrada codificada de 3 bits cria uma saída que atua num determinado CD4052B, enquanto as outras saídas inibem o funcionamento dos integrados restantes [7].

A Figura 9 mostra o circuito esquemático do chaveamento, com os integrados 8205 e CD4052B, e para efeito de ilustração é mostrado um circuito para 128 chaves (Figura 10), a ser usado no caso de uma expansão (usa-se mais um bit para o endereçamento - $2^7 = 128$). O desenho das placas de circuito impresso foi feito de uma maneira padronizada, para facilitar a expansão e manutenção. Foram projetadas e montadas placas para o CD4052B, cada uma para 16 chaves e uma placa para os 8205. Os desenhos das placas estão nas Figuras 11 e 12.

Para uma expansão até 128 canais, devem-se adicionar quantas placas de CD4052B forem necessárias e uma placa para os integrados 8205. Esta segunda placa com 8205 não é igual à primeira, pois exige um inversor de sinal, o que implica em mais um circuito integrado.

4.3. CONVERSOR ANALÓGICO-DIGITAL E O AMOSTRADOR/RETENTOR

O conversor analógico-digital (A/D) recebe o sinal do chaveamento e, sob o comando do microprocessador, faz a conversão deste valor para o seu equivalente digital. Os sensores existentes na Usina Piloto fornecem sinais analógicos dentro de faixas de tensões e com resoluções diferentes, como mostra a tabela abaixo :

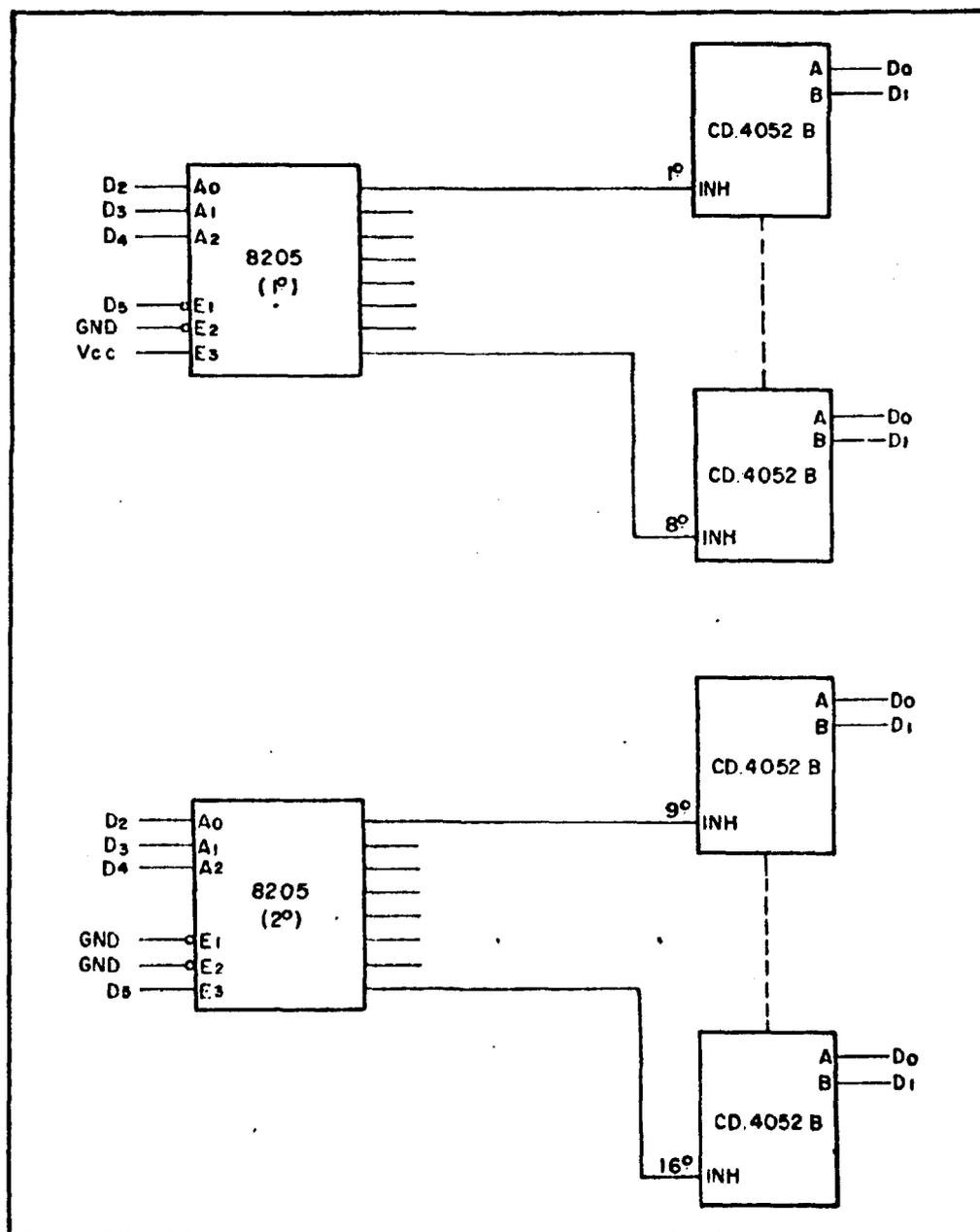


FIGURA 9

ESQUEMA DO CHAVEAMENTO PARA 64 CANAIS

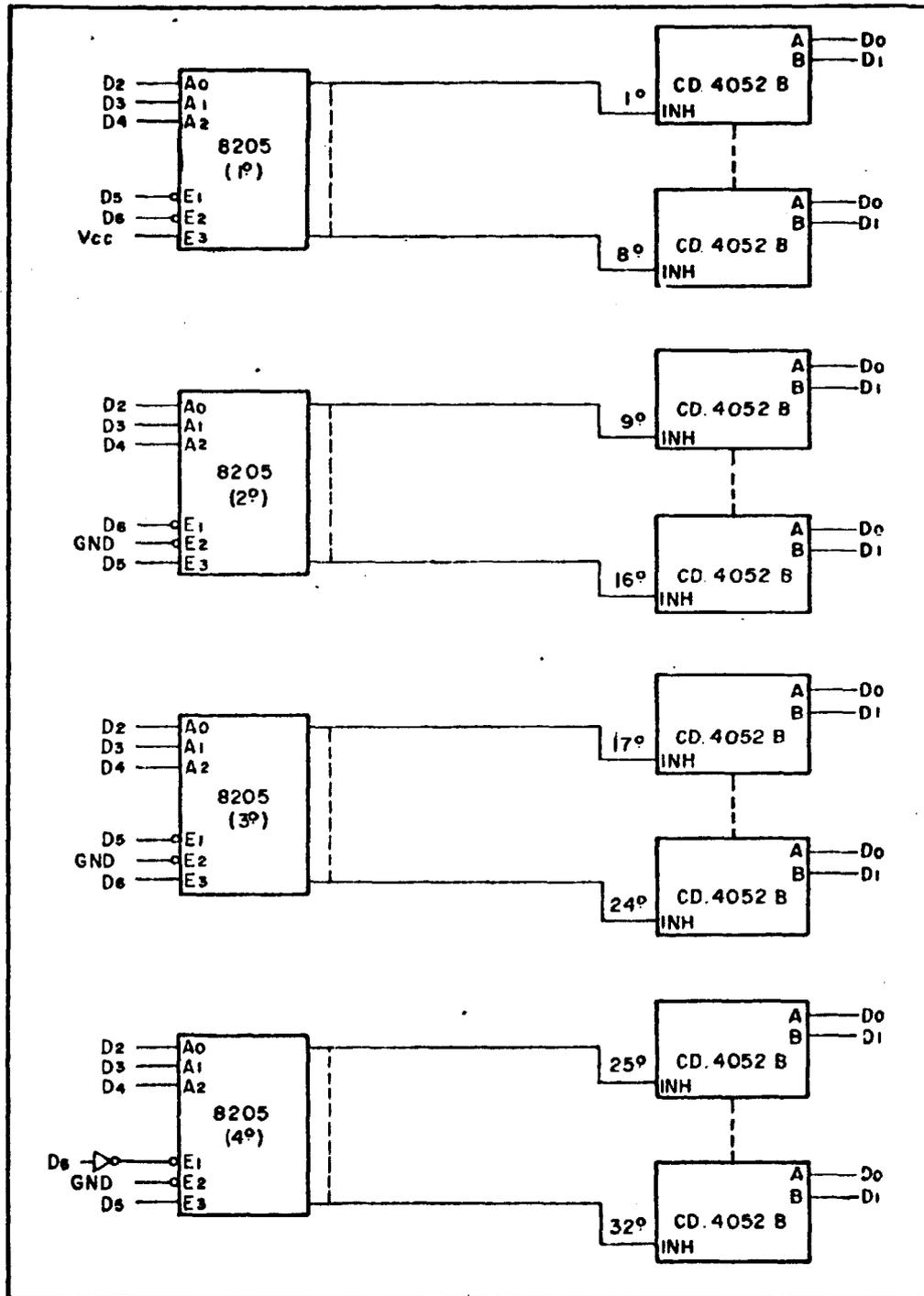


FIGURA 10
 ESQUEMA DO CHAVEAMENTO PARA 128 CANAIS

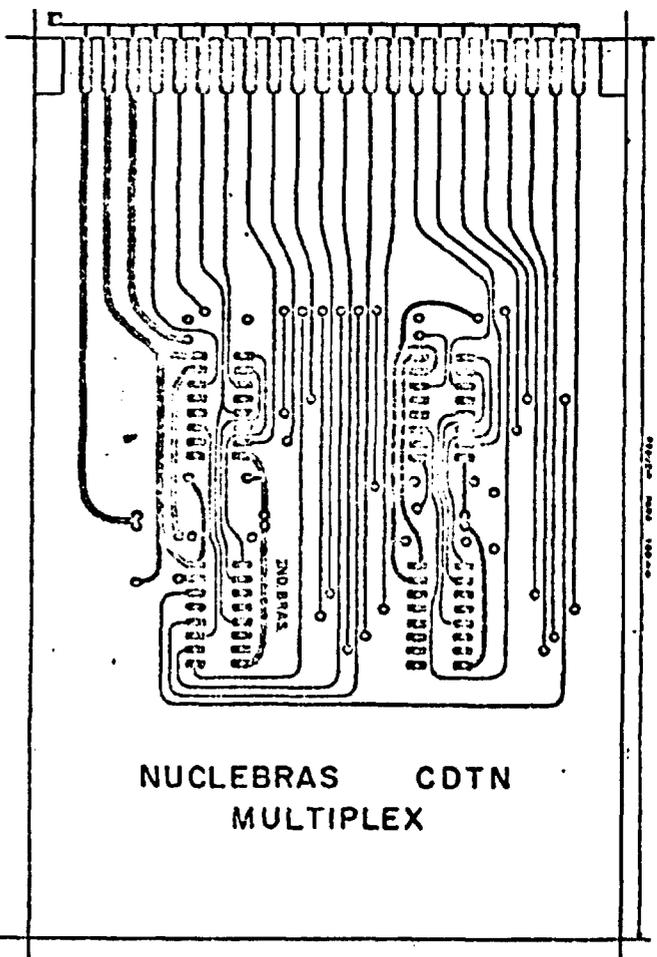


FIGURA 11
 PLACA DE CHAVEAMENTO COM 16 CHAVES

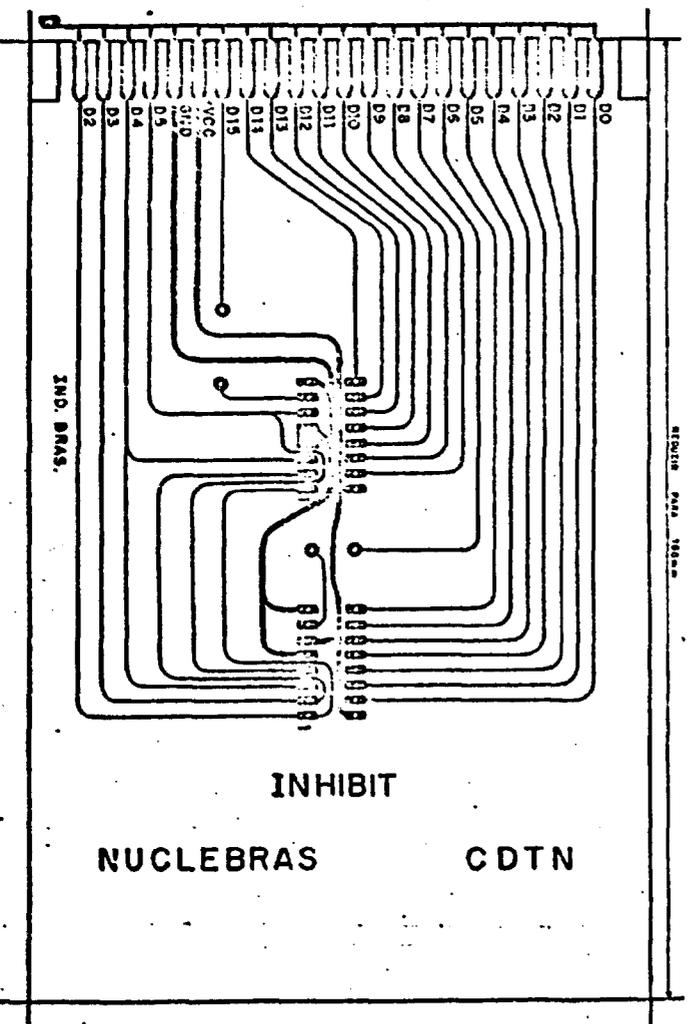


FIGURA 12
 CIRCUITO DA PLACA PARA OS CIRCUITOS INTEGRADOS 8205

TIPO	FAIXA	RESOLUÇÃO	MEDIÇÕES
A	± 50 mV	1 mV	23
B	- 200 a 1000 mV	1 mV	13
C	9500 a 10500 mV	3 mV	13
D	0 a 13500 mV	3 mV	13

Com os dados acima, decidiu-se que todas as faixas ficariam entre ± 1176 mV (este valor foi calculado para que a fonte de referência seja 2500 mV e para que o sistema opere normalmente entre ± 1000 mV. Assim, com valores um pouco maiores, como por exemplo 1001 mV, evita-se que a resposta seja "sobrecarga"). A resolução fica sendo 0,287 mV, satisfazendo essa alternativa aos usuários da usina. O valor 0,287 foi obtido dividindo-se a faixa total, igual a 2352 mV (-1176 mV a +1176 mV), pelo número de níveis possíveis de medida, igual a 8192 (2^{13}).

As faixas C e D, com valores maiores que 1000 mV, podem ser medidas através de divisores de tensão.

Fazendo uma comparação do erro de medida entre o sistema existente e o proposto, vai ser obtido:

FAIXA	SISTEMA	
	EXISTENTE	PROPOSTO
A ± 50 mV	1 mV - 2 %	0,287 mV - 0,02%
B - 200 a 1000 mV	1 mV - 0,1 %	0,287 mV - 0,02%
C 9500 a 10500 mV	3 mV - 0,03%	3 mV - 0,03%
D 0 a 13500 mV	3 mV - 0,02%	4 mV - 0,03%

Nas faixas C e D, onde é feita uma divisão de tensão, o erro foi assim calculado:

- O potenciômetro utilizado tem seus valores medidos com um multímetro de precisão maior que a pedida (igual à existente), para garantir o valor do fator de conversão.

- o erro vai aparecer devido ao coeficiente térmico da resistência que altera seu valor com a mudança da temperatura ambiente. O potenciômetro proposto é de $1\text{ M}\Omega$ e coeficiente igual a $\pm 100\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ max. Isto significa que uma variação de 1°C altera o valor medido em até $100\ \Omega$, que é $0,01\%$ de $1\text{ M}\Omega$. Como o sistema opera em ambiente climatizado (por exigência do equipamento eletrônico e do processo físico da Usina), com umidade e temperatura controlados, com uma variação máxima de $\pm 1^\circ\text{C}$, vai haver a soma de um erro de $0,01\%$ ao erro do sistema ($0,02\%$), resultando um erro total de $0,03\%$. Este valor corresponde a aproximadamente 3 mV para a faixa C e 4 mV para a faixa D. Para os requisitos da Usina a solução proposta satisfaz, pois o limite máximo na faixa D é atingido esporadicamente e, o erro é, percentualmente, pequeno.

Foi escolhido o circuito integrado AD7550, um conversor A/D monolítico CMOS com uma resolução de 13 bits. Um circuito amostrador/retentor (A/R) realiza as operações de amostragem e retenção do valor da tensão num determinado instante, retendo esta informação pelo tempo necessário à conversão analógico-digital. O circuito integrado usado para essa função foi o AD582, monolítico, e como o AD7550, também compatível com microprocessador. Como ilustração é mostrado o esquema básico de um circuito amostrador/retentor na Figura 13 [8].

A Figura 14 mostra o esquema completo do conversor analógico/digital e do amostrador/retentor.

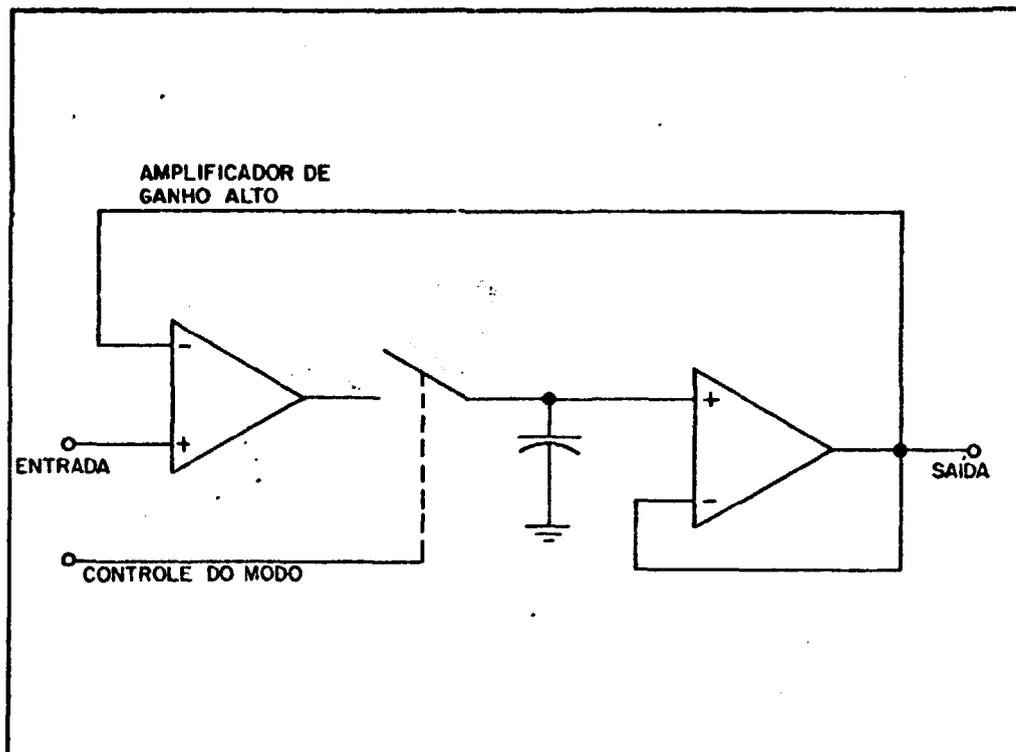


FIGURA 13

ESQUEMA BÁSICO DE UM AMPLIFICADOR AMOSTRADOR/RETENTOR

Na montagem do circuito conversor detalhes de ordem prática tiveram de ser observados, para evitar os problemas que surgiram com aterramento e ruídos espúrios (por exemplo, o acoplamento de ruído durante as fases de integração do conversor analógico-digital). Foram utilizados planos de terra, blindagens e outros tipos de proteção. Na montagem prática foram usados os seguintes valores:

$$V(\text{REF1}) = 2,500 \text{ V}$$

$$V(\text{REF2}) = 1,250 \text{ V}$$

Com a placa de circuito impresso montada e em funcionamento, foram medidos:

$$V(\text{IRJCT}) = 1,255 \text{ V (erro de 0,4\% em relação a } 1,250 \text{ V)}$$

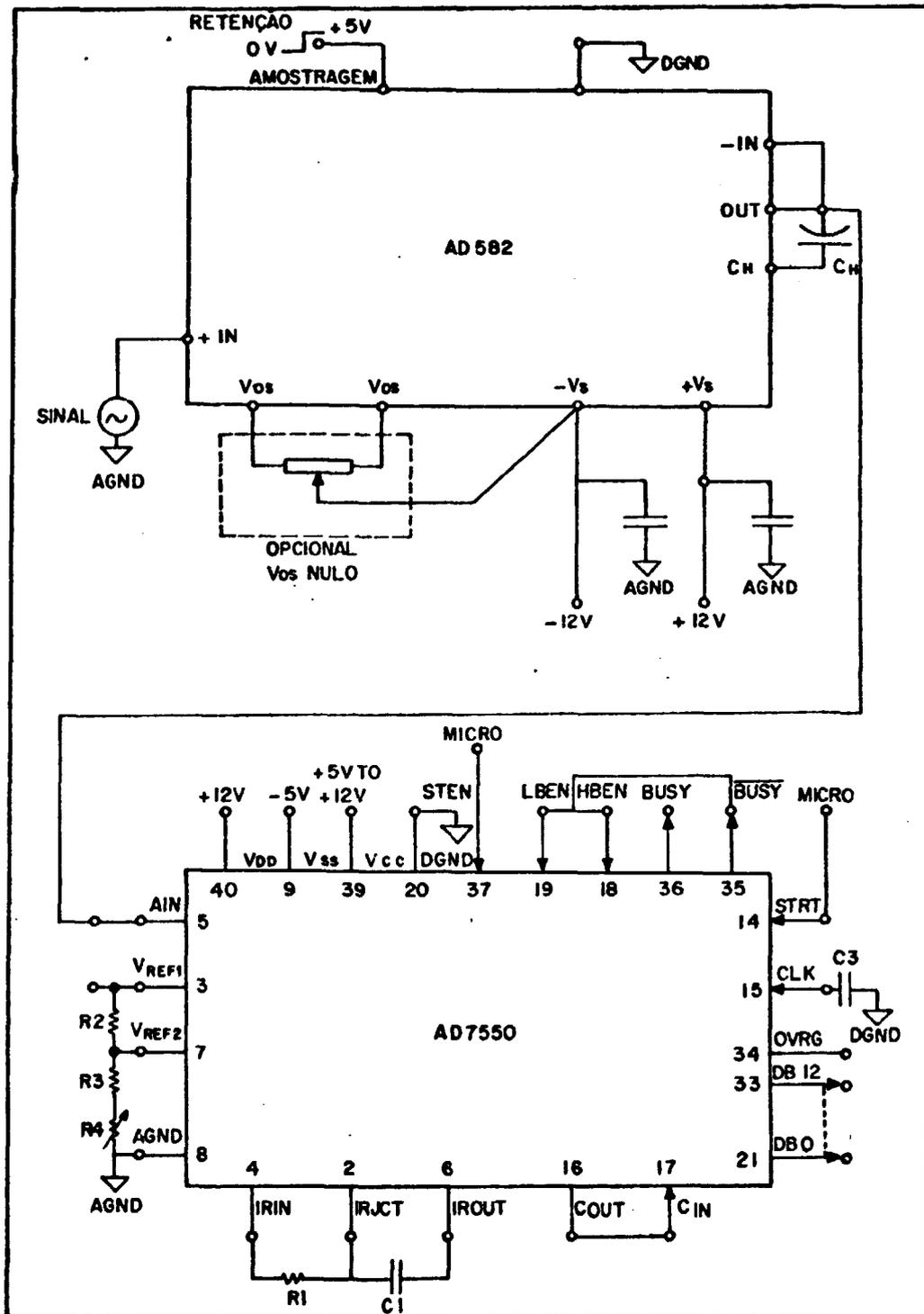


FIGURA 14

O CONVERSOR ANALÓGICO-DIGITAL E O AMOSTRADOR-RETENTOR

$$V (AGND-DGND) = < 0,1 \text{ mV}$$

$$V (FS) = \pm 1,176 \text{ V}$$

O valor $V (IRJCT)$ não pode ter um erro maior que 0,6 % em relação ao valor $V (REF1)/2$, para não comprometer a precisão. Também o valor $V (AGND-DGND)$ tem que ser menor que 0,1mV.

Foram feitas medidas de tensão utilizando uma fonte padrão para verificar a precisão e exatidão do conversor analógico-digital. Os resultados ficaram dentro do pré-estabelecido, numa faixa de medida entre -1,200 V e +1,200 V (sobrecargas negativa e positiva) (ver a listagem no Apêndice 1).

4.4. O MICROCOMPUTADOR UTILIZADO

Utilizou-se o microprocessador 8085A, que é uma unidade central de processamento de 8 bits paralelos. Por ter um alto nível de integração, compõe-se um sistema mínimo com apenas 3 circuitos integrados: a unidade central de processamento (UCP), uma ROM ("read only memory": memória só de leitura - fixada pelo fabricante) e uma RAM ("random access memory": memória de acesso aleatório-volátil, utilizada pelo usuário) [7].

O microcomputador está montado em uma única placa, com a UCP, a memória fixa, contendo o programa monitor do sistema, e a memória volátil para uso geral. Um teclado permite a inserção direta, o exame e a execução de programas do usuário. O conteúdo da memória pode ser visualizado no painel (Figura 15).

Foi utilizada uma fonte AC-DC adaptada para uso na caixa do sistema (como se fosse mais uma placa de circuito impres

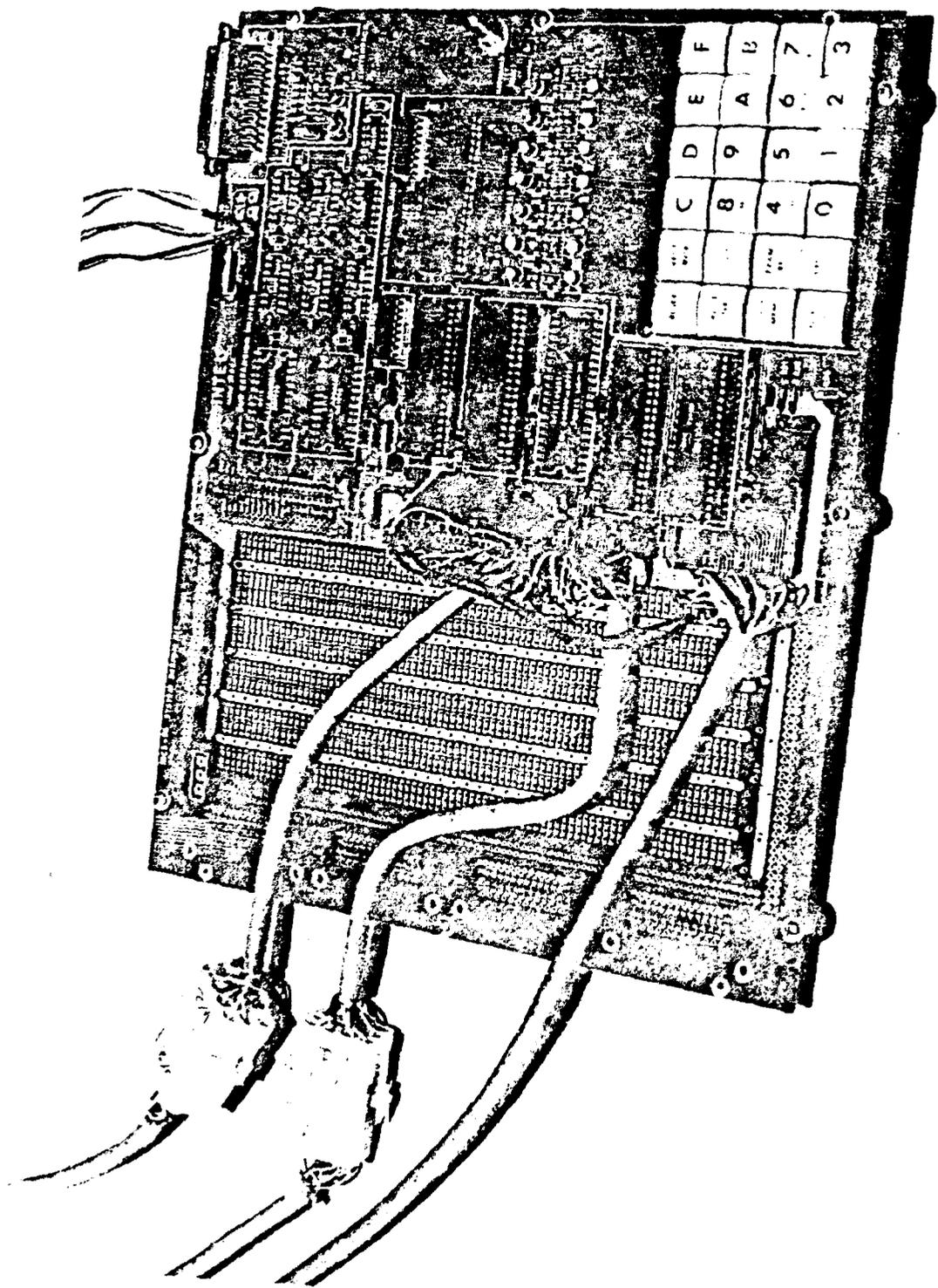


FIGURA 15
O MICROCOMPUTADOR

so do sistema). O circuito da fonte está na Figura 16 e o sistema completo é mostrado na Figura 17.

4.5. PROGRAMAÇÃO

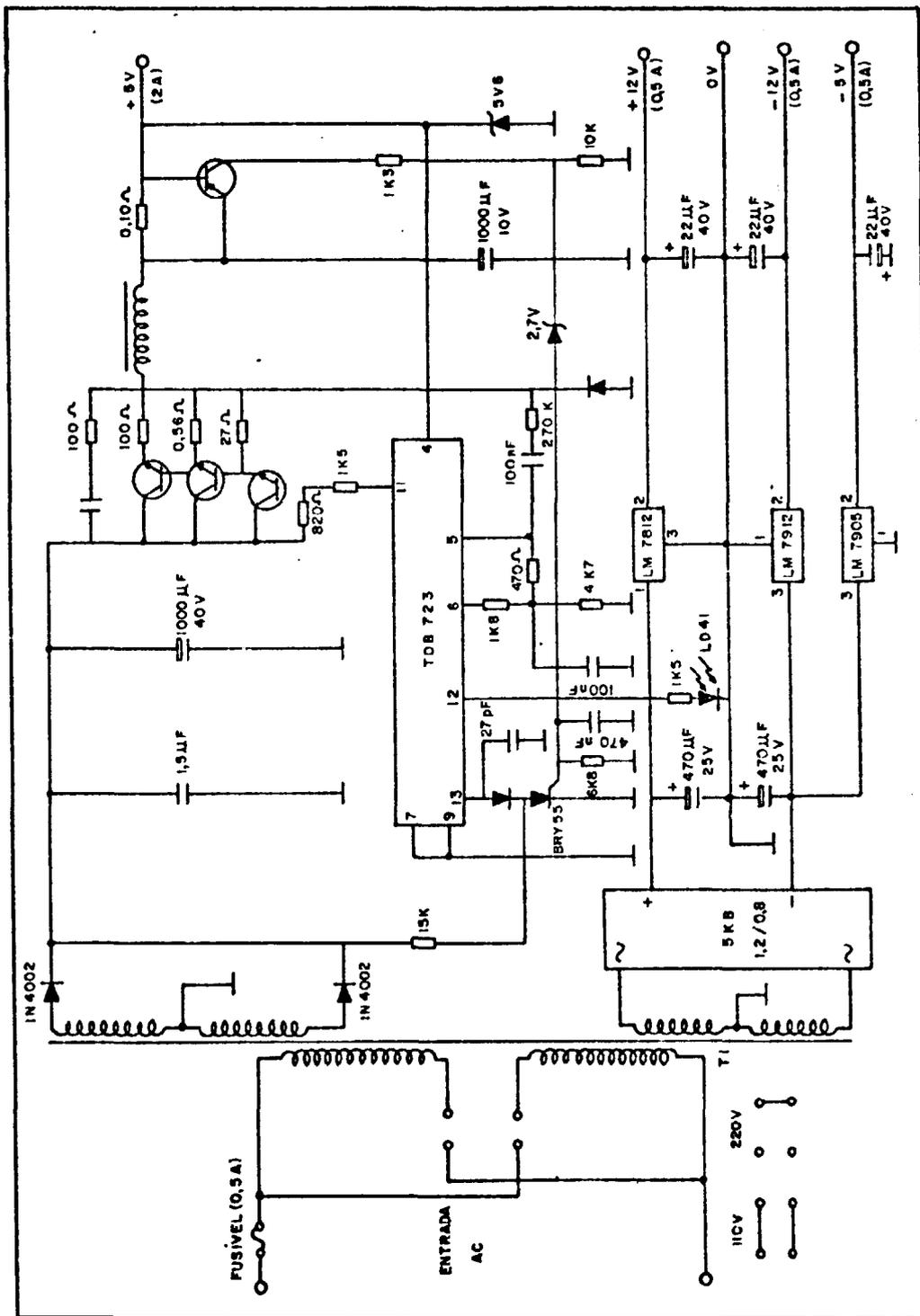
O microcomputador controla todo o sistema e seu uso é solicitado pelo computador central. O operador pode interromper a ligação computador central/micro e usar os programas desenvolvidos para manutenção e diagnósticos.

4.5.1. Programação Básica

A programação do modo de varredura do chaveamento é estabelecida pelo computador central. Através de um protocolo já definido, este comunica-se com o sistema de aquisição de dados e as informações são então intercambiadas [9,10].

O fluxograma da Figura 18 mostra como é feita a troca de informações entre o operador, o computador central e o microcomputador. De acordo com a escolha do operador, os sinais recebidos são impressos ou mostrados num terminal de vídeo. A subrotina "Protocolo", usada neste fluxograma, mostra como é a troca de sinais entre o computador central e o micro, além de processar os sinais recebidos, e tem seu fluxograma mostrado na Figura 19. O programa para o computador central, baseado nesses fluxogramas, está listado no Apêndice 2.

Na Figura 20 está o fluxograma que mostra como o microcomputador troca sinais com o computador central, do ponto de vista do micro. A subrotina "Cont" (Figura 21), mostra como é feito o controle do chaveamento e como são acionados o conversor analógico-digital e o amostrador/retentor. A Figu



FIGURAS 16
FONTE

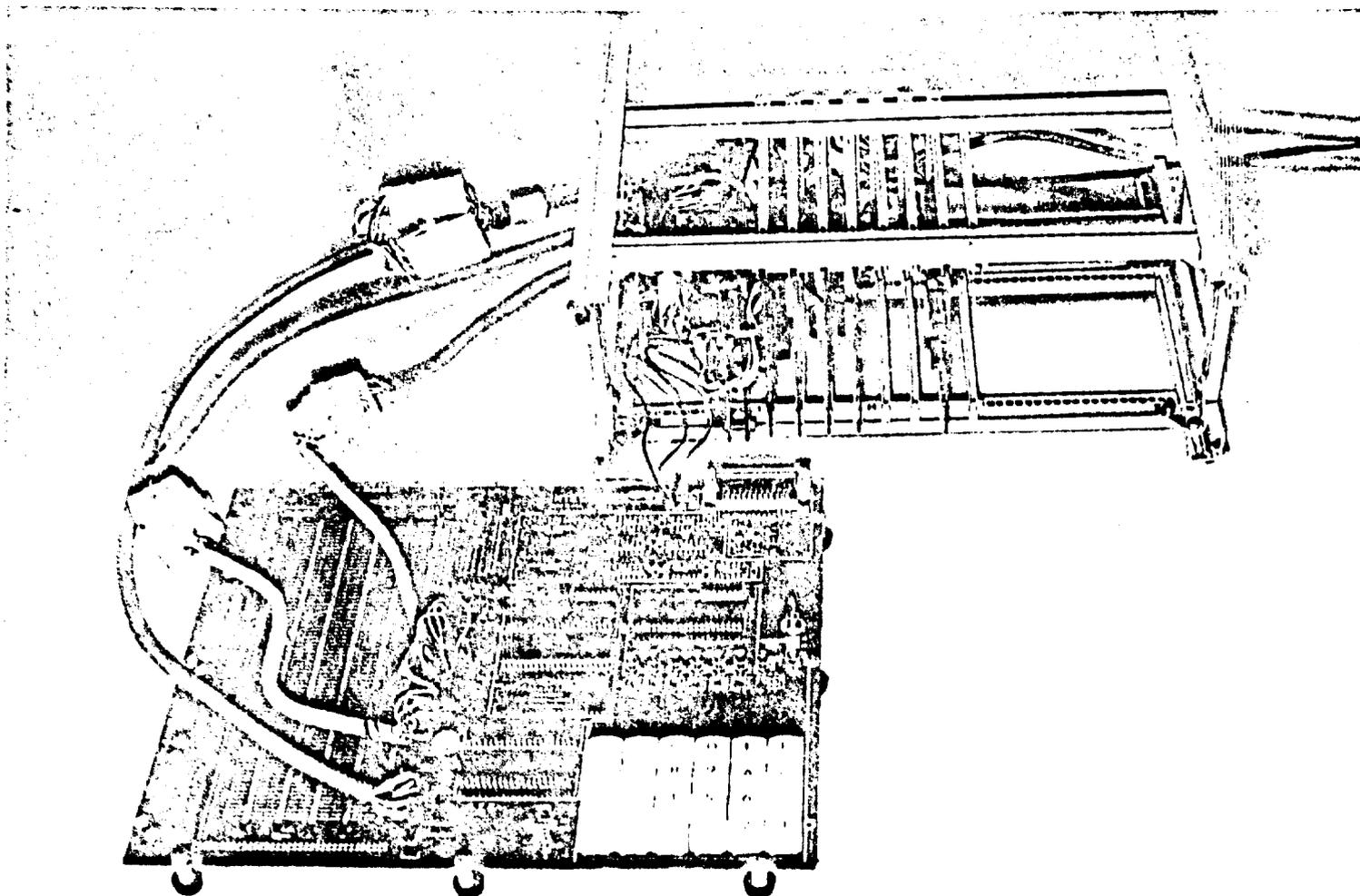


FIGURA 17
O SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DE PROCESSO

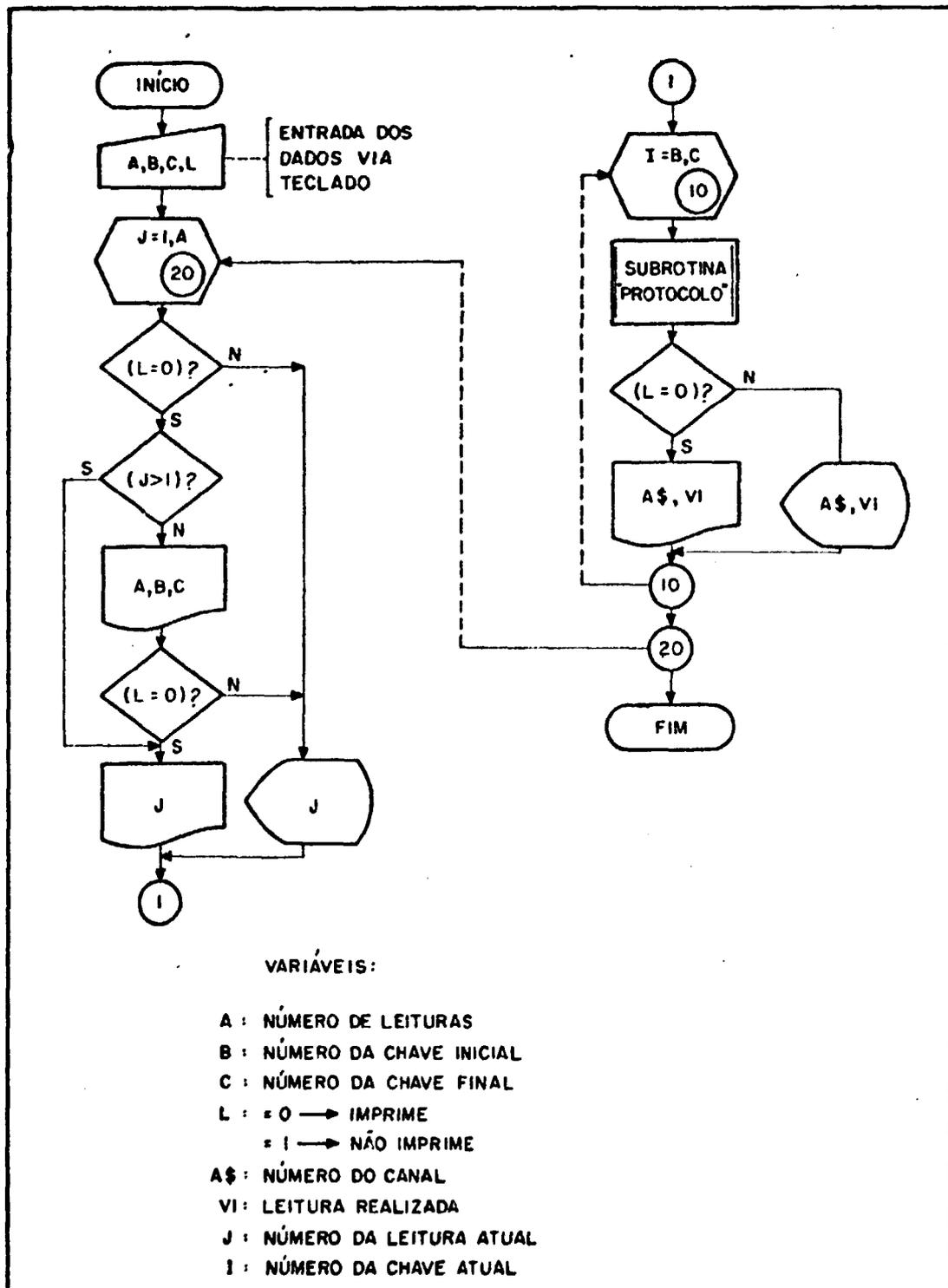


FIGURA 18

PROGRAMA PARA O COMPUTADOR CENTRAL

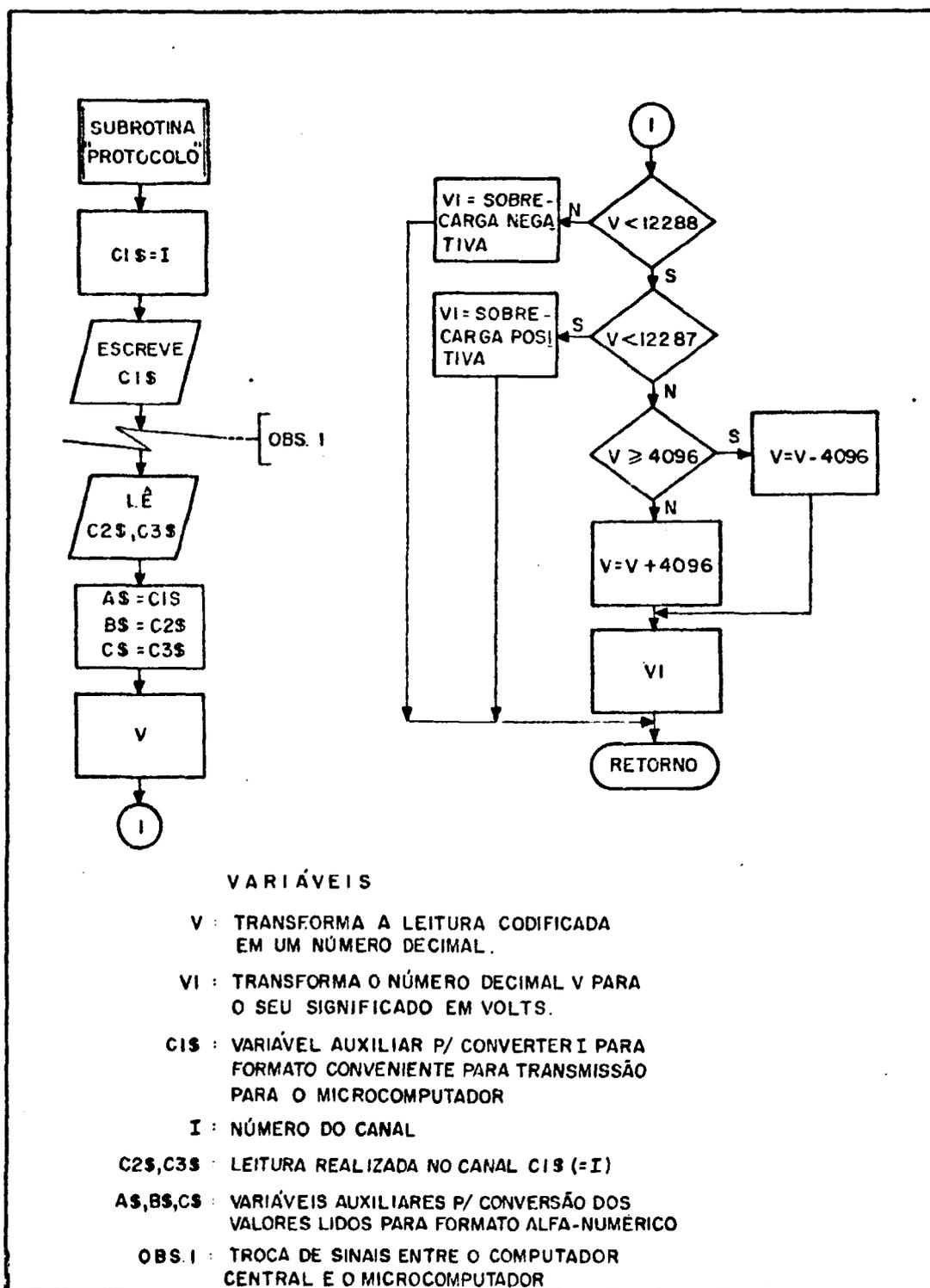


FIGURA 19
SUBROTINA "PROTOCOLO"

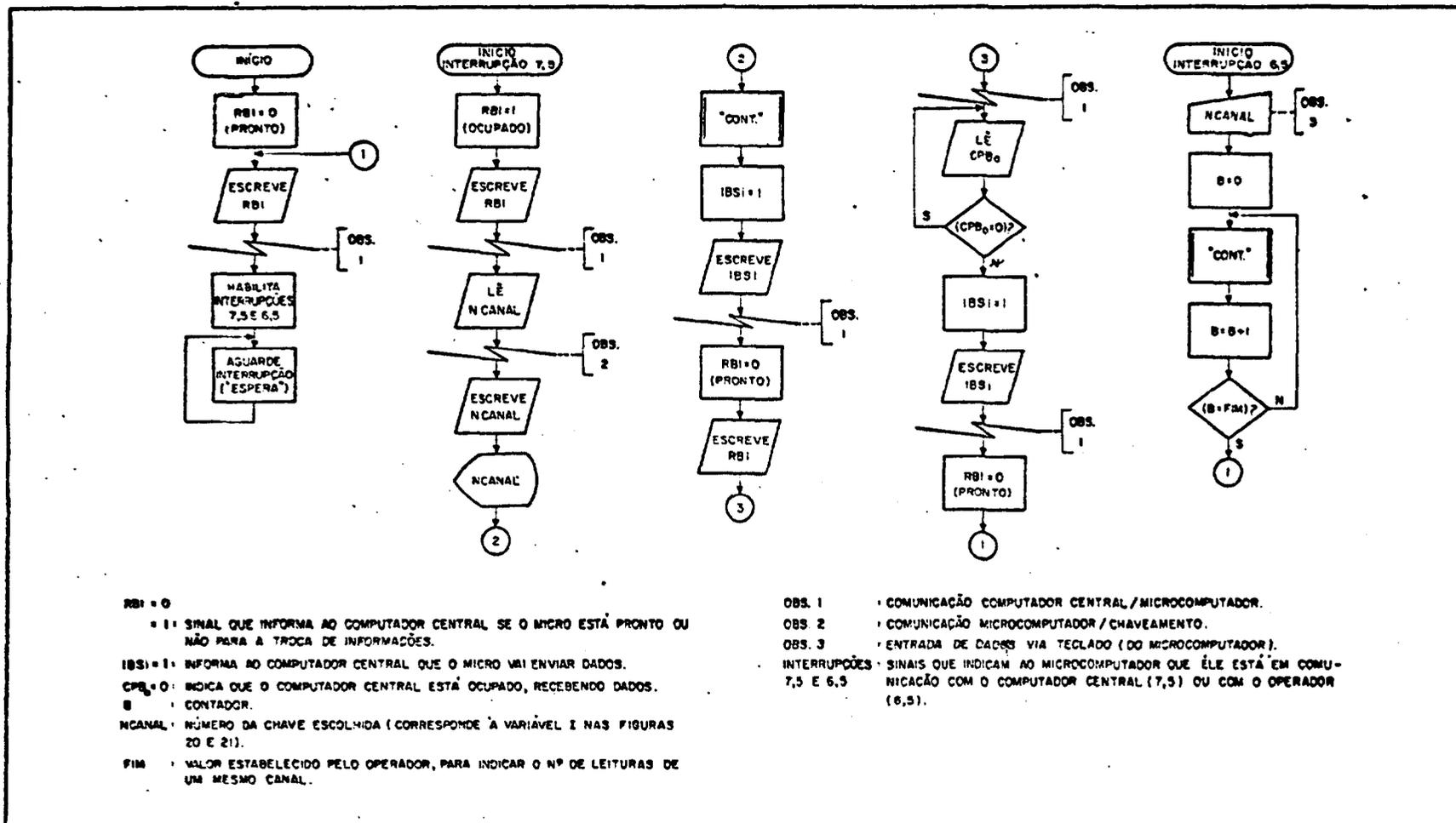


FIGURA 20
PROGRAMA PARA O SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

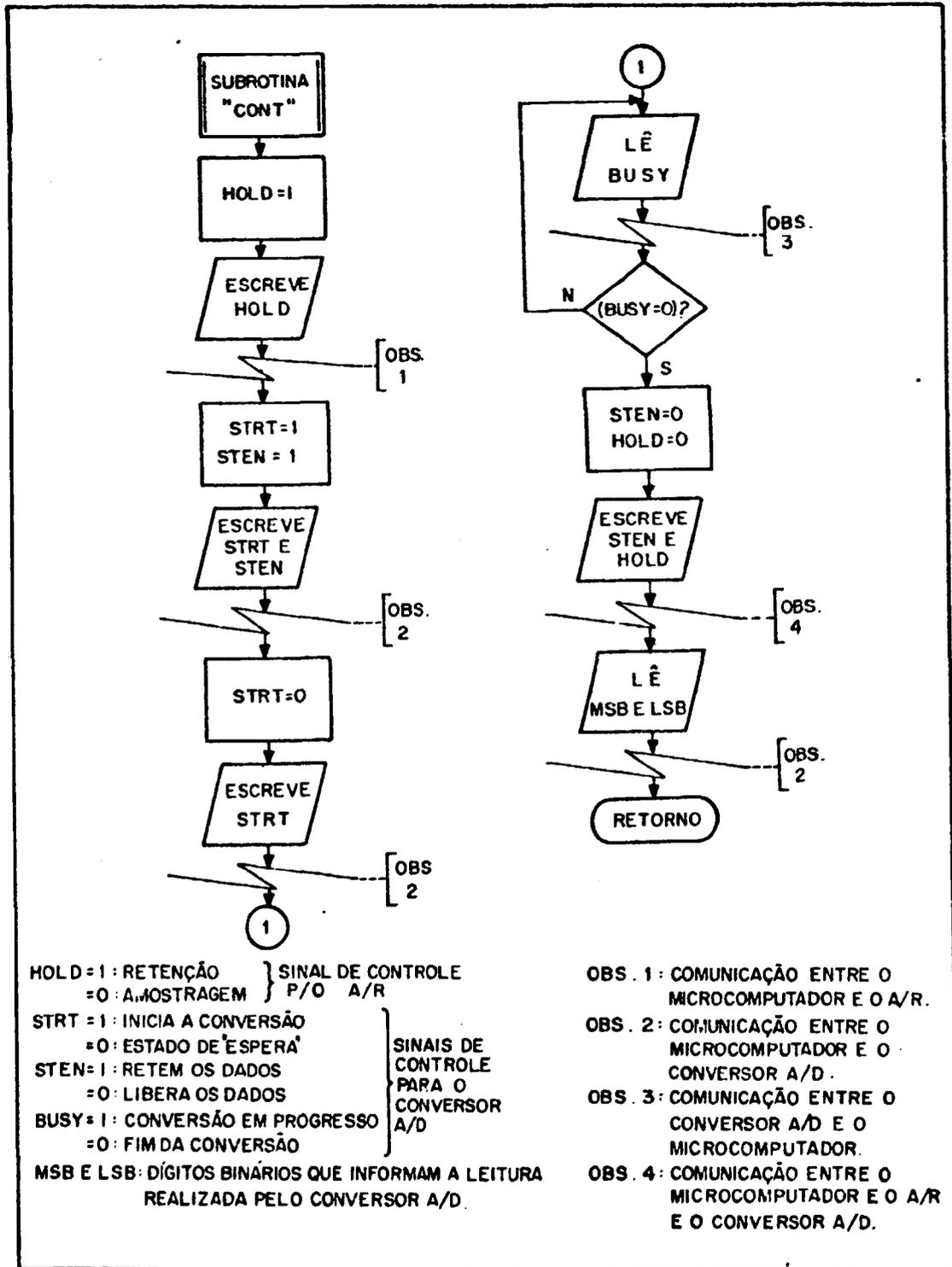


FIGURA 21
 "CONT"

ra 22 é o diagrama de tempo dos sinais de controle do A/R e do conversor A/D. Dos quatro sinais mostrados, o mais crítico é o T_{strt} , que por imposição de projeto do circuito integrado utilizado, deve ser maior que 800 ns. O programa completo para o sistema de aquisição de dados encontra-se listado no Apêndice 3. Os programas dos Apêndices 2 e 3 são independentes e estudando-se o fluxograma da Figura 20 vêem-se as duas possibilidades diferentes de operação do sistema:

1 - O microcomputador é chamado pelo computador central e entra em operação.

2 - O microcomputador é chamado pelo operador, que seleciona uma chave específica desejada e são feitas leituras seguidas, num número fixo de vezes, retornando em seguida para um estado de "espera". Neste estado o microcomputador pode ser acionado tanto pelo operador, como pelo computador central. Esta segunda modalidade de operação é especialmente útil no caso de suspeita de defeito em alguma chave ou sensor.

4.5.2. Programas Utilitários

Para executar a manutenção do sistema o operador pode usar alguns dos programas que se seguem, que servem para diagnósticos, medidas de parâmetros e manutenção. Os fluxogramas estão nas Figuras 23, 24, 25 e 26 e as respectivas listagens estão no Apêndice 4. O operador ou o técnico em manutenção escolhe o programa conveniente e o introduz na memória.

No programa da Figura 23 o operador escolhe um canal qualquer (X) e com o auxílio de instrumentos adequados (osciloscópio, multímetro, etc.) verifica os sinais dos circuitos integrados 8205 e CD4052.

No programa da Figura 24 é indicado um canal ini

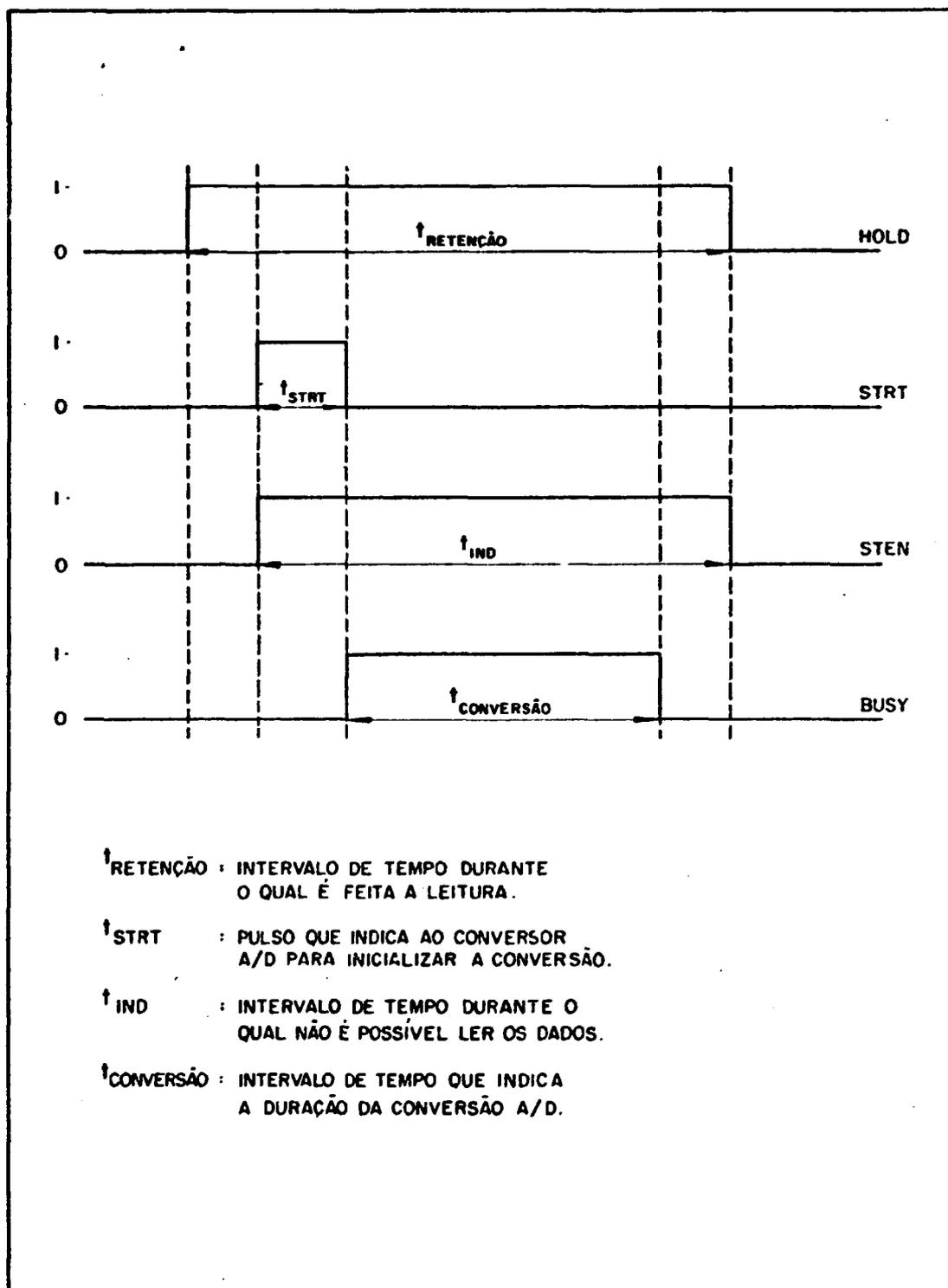


FIGURA 22
DIAGRAMA DE TEMPO

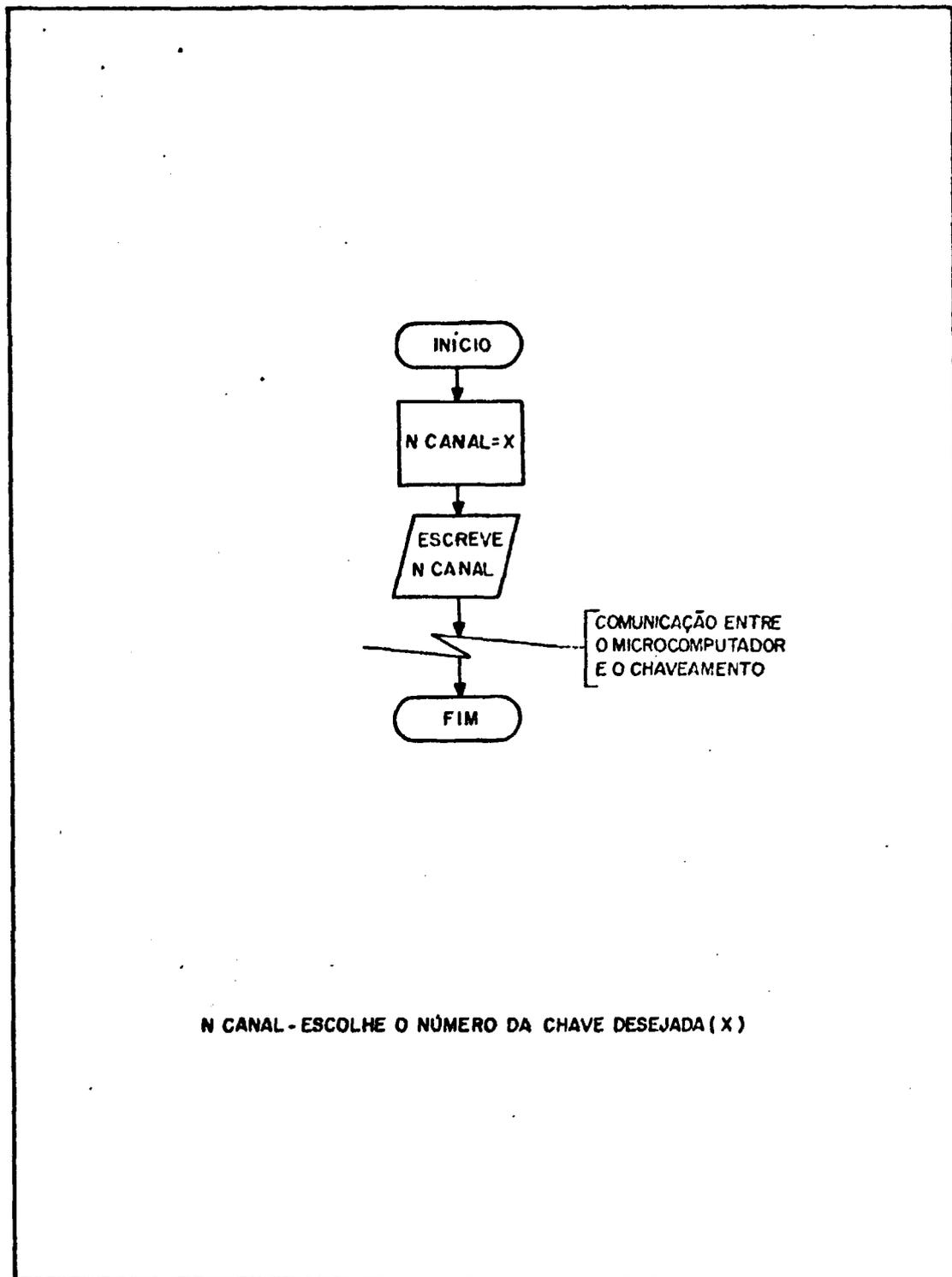


FIGURA 23

PROGRAMA PARA DIAGNÓSTICO DOS CIRCUITOS INTEGRADOS 8205 E CD 4052

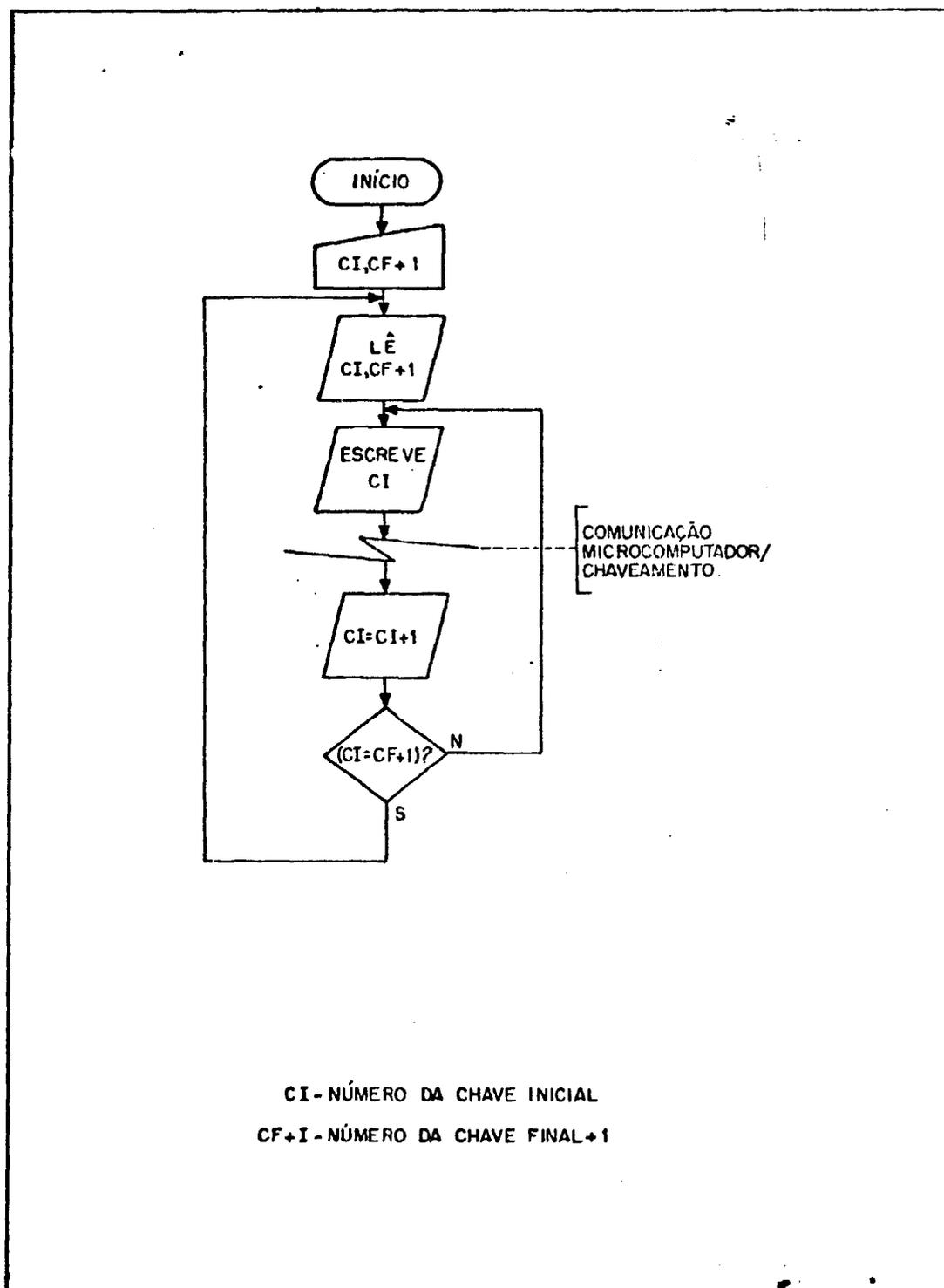


FIGURA 24

PROGRAMA PARA MEDIR A VELOCIDADE DE VARREDURA

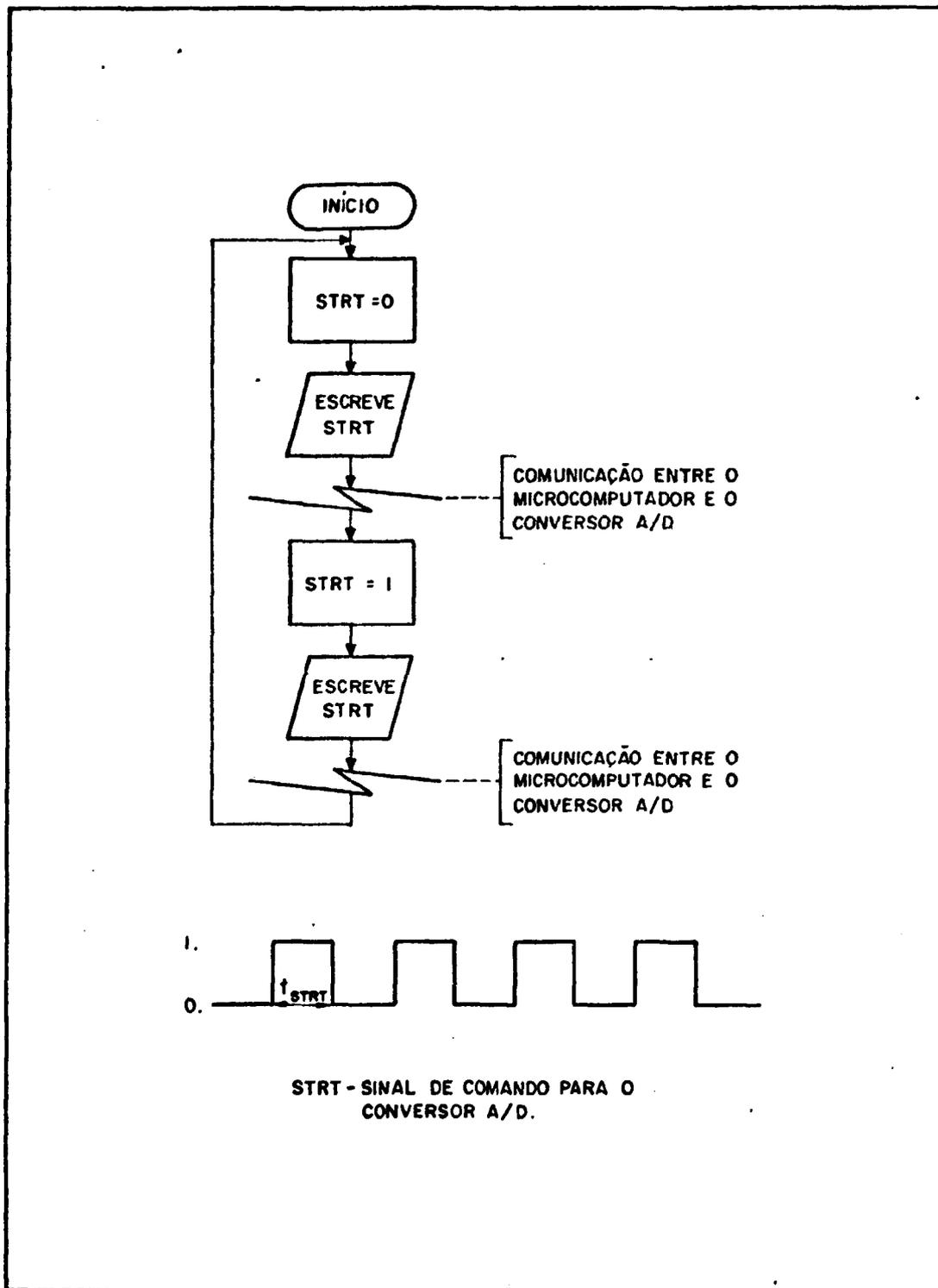


FIGURA 25

PROGRAMA PARA MEDIR t_{STRT}

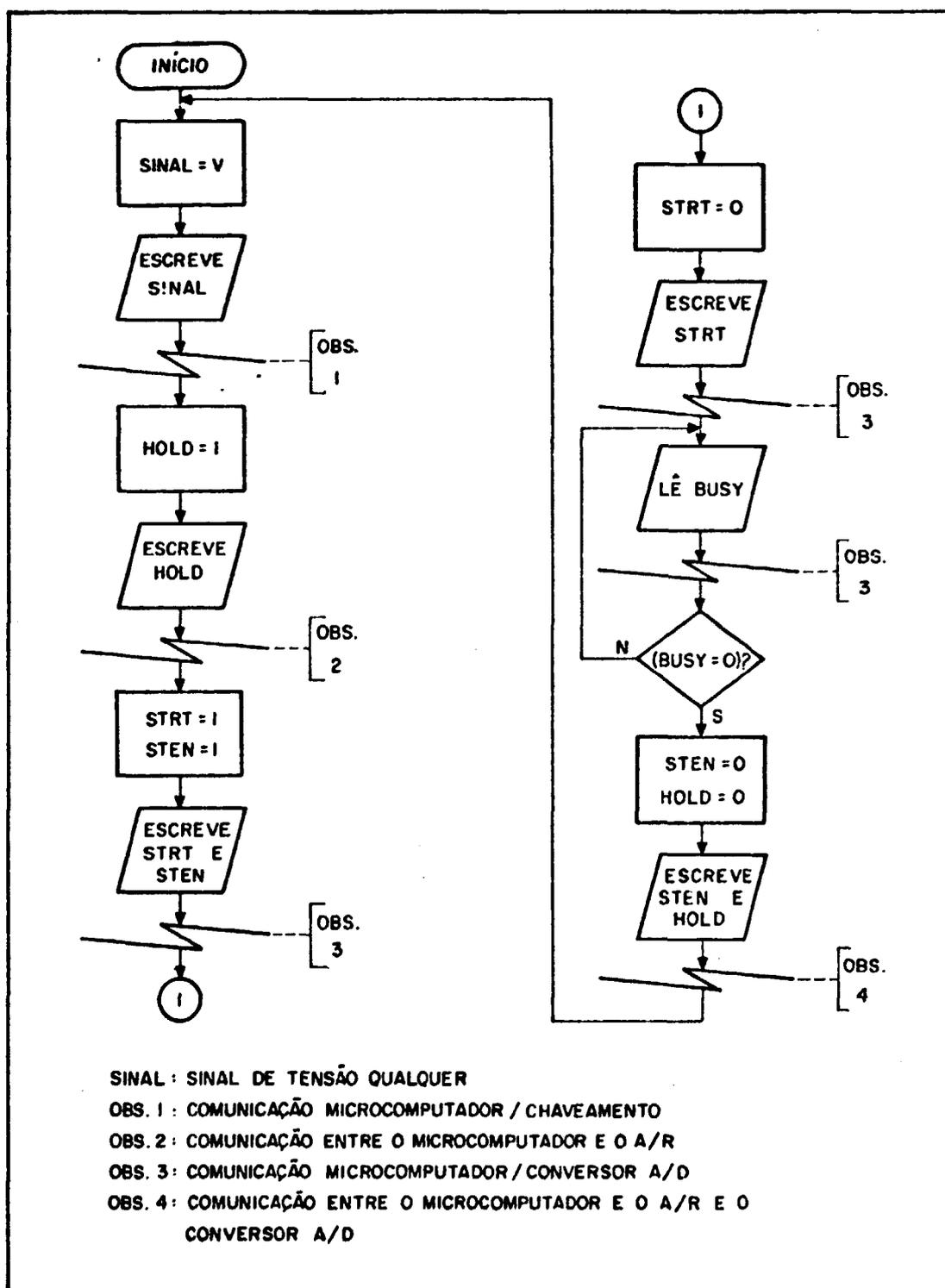


FIGURA 26

PROGRAMA PARA MEDIR O TEMPO DE
 CONVERSÃO ANALÓGICO/DIGITAL

cial e um canal final através do teclado do microcomputador e este funciona continuamente, fazendo a varredura destes canais. Utilizando-se um osciloscópio é possível medir o tempo gasto para cada canal, o que indica a velocidade de varredura (em número de canais/s).

Na Figura 25 o fluxograma ilustra o programa para medir T_{strt} , que é um sinal de comando para o conversor A/D. Também funciona continuamente e T_{strt} pode ser medido no osciloscópio.

Na Figura 26 tem-se um fluxograma parecido com o da subrotina "Cont". Este, ao contrário do citado, funciona como os anteriores, e a medida do tempo da conversão analógico-digital é feita no osciloscópio. As variáveis que aparecem na Figura são as mesmas da Figura 21 e pelo diagrama de tempo da Figura 22 pode-se ver a ilustração do tempo de conversão.

CAPÍTULO 5

USO DO SISTEMA NA USINA PILOTO

Terminado o projeto e a montagem do sistema de aquisição de dados, passou-se a utilizá-lo em conjunto com o computador da usina piloto.

Para ligar o sistema ao computador central foi utilizada uma interface, já existente, do próprio fabricante do computador central [11]. Estabelecidas as formas de comunicação (protocolo), o resto do trabalho consistiu em ligar adequadamente os dois sistemas entre si.

Foi medido (com osciloscópio) o tempo de varredura dos canais e o resultado foi:

$$t_{\text{varredura}} = 74 \text{ ms/canal}$$

Com este tempo é possível fazer a varredura dos 64 canais em 4,7 s. Este tempo é menor que o do sistema existente na usina (entre 8 e 10 s.)

Uma listagem feita no computador central da usina mos-

tra o exemplo de uma leitura típica. Nela são especificados o número do canal e a leitura correspondente (Apêndice 5).

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

Foi construído um protótipo do sistema de aquisição de dados que funcionou como planejado. Algumas de suas placas são ainda de montagem artesanal, devendo ser industrializadas.

Na montagem de um sistema definitivo alguns componentes eletrônicos e mecânicos devem ser substituídos, para obter-se um melhor desempenho.

Os resultados importantes a serem destacados são:

- Um equipamento confiável capaz de substituir o original, evitando assim, interrupções no funcionamento da Usina.

- A experiência adquirida na realização deste trabalho, que permitirá a viabilização de implantação de sistemas similares em processos físicos congêneres.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] VILLANI, S. Uranium enrichment in topics of applied physics. Berlin, Springer, 1979, v. 35.
- [2] BECKER, E. W. et alii. Physics and development potential of the separation nozzle process. In International Conference on uranium isotope separation, London, 5-7/march 1975. Proceedings... London British Nuclear Energy Society, 1976, p.3.9.
- [3] BELL & HOWELL. Pressure transducer handbook. Sierra Madre Villa Pasadena, Ca., 1974.
- [4] BLEY, P. et alii. Entwicklung von Gasanalysatoren für das Trenndüsenverfahren in Zusammenarbeit mit der Industrie. KFK Nachrichten, 11(2): 48-57, 1979.
- [5] BAMB, W. et alii. Entwicklung von Komponenten für das Trenndüsenverfahren. Karlsruhe, Institut für Kernverfahrenstechnik, 1974. (KVT 67/18).
- [6] BECKER, E. W. et alii. Operation of a ten stage separation nozzle pilot plant. Karlsruhe, Kernforschungszentrum Karlsruhe, 1968 (KFK - 854).
- [7] INTEL CORPORATION. MCS-80/85 family user's manual. Santa Clara, Ca, 1979.
- [8] ANALOG DEVICES. Data acquisition and subsystems catalog. Norwood, Mass., 1980.

- [9] INTEL CORPORATION. 8080/8085 Assembly Language Programming. Santa Clara, Ca, 1979.
- [10] SERRA, C. P. Prática de programação do 8080A. São Paulo, Instituto Rádio Técnico Monitor, 1981.
- [11] WANG LABORATORIES. Model 2250 I/O interface controller (8 bits parallel), reference manual. Tewksbury, Mass, 1974.

- A P E N D I C E 1 -

MEDIDAS DE TENSÃO UTILIZANDO FONTE PADRÃO

NUMERO DE LEITURAS DESEJADO = 1 Obs.: Os canais 02 e 03
 NUMERO DO CANAL INICIAL = 0 estão em curto -
 NUMERO DO CANAL FINAL = 4 circuito.

LEITURA NUMERO 1

CANAL NUMERO=00	LEITURA= 0.004 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA= 0.000 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.000 V	Sinal: 0,000 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.001 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA=-0.001 V	
CANAL NUMERO=00	LEITURA= 0.050 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA= 0.051 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.001 V	Sinal: 0,050 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.001 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA= 0.050 V	
CANAL NUMERO=00	LEITURA=-0.050 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA=-0.048 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.000 V	Sinal: -0,050 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.001 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA=-0.051 V	
CANAL NUMERO=00	LEITURA= 0.101 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA= 0.102 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.000 V	Sinal: 0,100 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.000 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA= 0.101 V	
CANAL NUMERO=00	LEITURA=-0.101 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA=-0.099 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.002 V	Sinal: -0,100 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.000 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA=-0.101 V	
CANAL NUMERO=00	LEITURA= 0.199 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA= 0.202 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.001 V	Sinal: 0,200 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.000 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA= 0.199 V	

CANAL NUMERO=00	LEITURA=-0.203 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA=-0.203 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.001 V	Sinal: -0,200 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.001 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA=-0.196 V	

CANAL NUMERO=00	LEITURA= 0.302 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA= 0.299 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.001 V	Sinal: 0,300 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.003 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA= 0.300 V	

CANAL NUMERO=00	LEITURA=-0.298 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA=-0.295 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.000 V	Sinal: -0,300 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.002 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA=-0.301 V	

CANAL NUMERO=00	LEITURA= 0.402 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA= 0.400 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.001 V	Sinal: 0,400 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.002 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA= 0.401 V	

CANAL NUMERO=00	LEITURA=-0.401 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA=-0.394 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.002 V	Sinal: -0,400 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.001 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA=-0.395 V	

CANAL NUMERO=00	LEITURA= 0.499 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA= 0.498 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.000 V	Sinal: 0,500 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.002 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA= 0.501 V	

CANAL NUMERO=00	LEITURA=-0.504 V	
CANAL NUMERO=01	LEITURA=-0.498 V	
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.000 V	Sinal: -0,500 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.001 V	
CANAL NUMERO=04	LEITURA=-0.495 V	

CANAL NUMERO-00	LEITURA= 0.999 V	
CANAL NUMERO-01	LEITURA= 0.997 V	
CANAL NUMERO-02	LEITURA= 0.001 V	Sinal: 1.000 V
CANAL NUMERO-03	LEITURA= 0.001 V	
CANAL NUMERO-04	LEITURA= 0.998 V	
CANAL NUMERO-00	LEITURA=-0.998 V	
CANAL NUMERO-01	LEITURA=-0.997 V	
CANAL NUMERO-02	LEITURA= 0.000 V	Sinal: -1,000 V
CANAL NUMERO-03	LEITURA= 0.000 V	
CANAL NUMERO-04	LEITURA=-0.997 V	
CANAL NUMERO-00	LEITURA= 1.999 V	
CANAL NUMERO-01	LEITURA= 1.999 V	
CANAL NUMERO-02	LEITURA= 0.001 V	Sinal: Sobrecarga
CANAL NUMERO-03	LEITURA= 0.001 V	Positiva
CANAL NUMERO-04	LEITURA= 1.999 V	
CANAL NUMERO-00	LEITURA=-1.999 V	
CANAL NUMERO-01	LEITURA=-1.999 V	
CANAL NUMERO-02	LEITURA= 0.000 V	Sinal: Sobrecarga
CANAL NUMERO-03	LEITURA= 0.001 V	Negativa
CANAL NUMERO-04	LEITURA=-1.999 V	

- A P É N D I C E 2 -

PROGRAMA PARA O COMPUTADOR CENTRAL

```

10 REM      #####
20 REM      #
30 REM      #          SISTEMA DE AQUISICAO DE DADOS          #
40 REM      #          COMPUTADOR CENTRAL                    #
50 REM      #
60 REM      #####
70 REM
80 REM
90 REM
100 REM     #          LEITURA DOS DADOS                      #
110 PRINT "DESEJA QUE OS DADOS SEJAM IMPRESSOS?"
120 PRINT "SIM - APERTE 0"
130 PRINT "NAO - APERTE 1"
140 COM C1$1,C2$1,C3$1,A$2,B$2,C$2
150 INPUT L
160 INPUT "QUANTAS LEITURAS DESEJA" ,A
170 INPUT "QUAL O NUMERO DO CANAL INICIAL",B
180 INPUT "QUAL O NUMERO DO CANAL FINAL" ,C
190 FOR J=1 TO A
200 IF L=1 THEN 370
210 SELECT PRINT 215
220 IF J>1 THEN 310
230 PRINTUSING 240,A
240 %      NUMERO DE LEITURAS DESEJADO = ##
250 PRINTUSING 260,B
260 %      NUMERO DO CANAL INICIAL     = ##
270 PRINTUSING 280,C
280 %      NUMERO DO CANAL FINAL       = ##
290 PRINT : PRINT
300 IF L=1 THEN 370
310 SELECT PRINT 215
320 PRINT : PRINT
330 PRINTUSING 340,J
340 %      LEITURA NUMERO ##
350 PRINT
360 GOTO 390
370 PRINTUSING 380,J

```

```

380 Z           LEITURA NUMERO ##
390 FOR I=B TO C
400 GOSUB '1
410 REM      #           O RESULTADO E IMPRESSO           #
420 IF L=1 THEN 460
430 SELECT PRINT 215
440 GOTO 470
450 PRINT
460 SELECT PRINT 005
470 PRINT USING 480, A$, V1
480 Z      CANAL NUMERO=##           LEITURA=-W.### V
490 SELECT PRINT 005
500 NEXT I
510 NEXT J
520 SELECT FO: STOP
530 END
540 DEFFN'1
550 REM      #           A INTERFACE COMPUTADOR--SISTEMA E           #
560 REM      #           ACIONADA                                   #
570 SELECT PRINT 23B
580 PACK(##) C1$ FROM I
590 PRINT C1$
600 REM      #           OS DADOS SAO LIDOS PELO COMPUTADOR       #
610 DATA LOAD BT /63B, C2$
620 DATA LOAD BT /63B, C3$
630 HEXUNPACK C1$ TO A$
640 HEXUNPACK C2$ TO B$
650 HEXUNPACK C3$ TO C$
660 V=VAL(C2$)*256+VAL(C3$)
670 IF V<12288 THEN 710
680 REM      #           SOBRECARGA NEGATIVA                       #
690 V1=-1.999
700 GOTO 810
710 IF V<12287 THEN 750
720 REM      #           SOBRECARGA POSITIVA                       #
730 V1= 1.999
740 GOTO 810

```

```
750 IF V=4096 THEN 780
760 V=V+4096
770 GOTO 800
780 V=V-4096
790 REM      #           O VALOR EM VOLTS E CALCULADO      #
800 V1=(((V/4096)-1)/2.125)*2.500: V1=ROUND(V1,3)
810 RETURN
```

- A P E N D I C E 3 -

PROGRAMA PARA O SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

02 SDD-680/85 META-ASBL V1.4

```

0001 *      #####
0002 *      H                                                    H
0003 *      H      SISTEMA DE AQUISICAO DE DADOS      H
0004 *      H                                                    H
0005 *      #####
0006 *
0007 *
0008 *
0000      0009      ORG      02000
02E7      0010 TEC      EQU      002E7
0363      0011 TELA     EQU      00363
036E      0012 DISPLAY EQU      0036E
05F1      0013 DELAY   EQU      005F1
2000 31C220 0014      LXI      SP,020C2      -INICIALIZA SP
2003 3E01   0015      MVI      A,001      -PREPARA AS PORTAS DA 8155
2005 D320   0016      OUT      020
2007 D32B   0017      OUT      02B
2009 3EFC   0018      MVI      A,0FC      -PREPARA AS PORTAS DA 8355
200B D302   0019      OUT      002
0020 *      *****
0021 *      *      INICIO DO PROTOCOLO WANG-MICRO      *
0022 *      *****
2000 3E80   0023 INICIO  MVI      A,080      -RBI=HI("0") - READY
200F D300   0024      OUT      000
2011 3E19   0025      MVI      A,019      -INTERRUPT 7,5(0050) e 6,5
2013 30     0026      SIM
2014 FB     0027      EI
2015 00     0028 NOP      NOP
2016 C31520 0029      JMP      NOP
2019 F3     0030 LER      DI
201A 33     0031      JNX     SP
201B 33     0032      INX     SP

```

```

201C AF          0033          XRA A          -RBI=LO("1") -- BUSY
201D D300        0034          OUT 000
201E D82A        0035          JN  ORA       - NUMERO DO CANAL
2021 2F          0036          CMA
2037 *          0037 *          *****
2038 *          0038 *          SUBROTINA DHEX *****
2039 *          0039 *          *****
2040 CD0028       0040          CALL DHEX
2041 *          0041 *          *****
2042 *          0042 *          MICRO CHAMA O MULTIPLEX *****
2043 *          0043 *          *****
2044 D321        0044          OUT 021      -MULTIPLEX LE CANAL
2045 *          0045 *          *****
2046 *          0046 *          NUMERO DO CANAL NO MOSTRADOR *****
2047 *          0047 *          *****
2027 CD6E03      0048          CALL DISPLAY
202A 11FFF       0049          LXI D,OFFF
202D CDF105      0050          CALL DELAY
2051 *          0051 *          *****
2052 *          0052 *          SUBROTINA CONT *****
2053 *          0053 *          *****
2030 CD0E28      0054          CALL CONT
2055 *          0055 *          *****
2056 *          0056 *          MSB E LIDO PELO WANG *****
2057 *          0057 *          *****
2033 7A          0058          MOV A,D
2034 2F          0059          CMA
2035 D329        0060          OUT 029
2037 3E08        0061          MVI A,008   -IBSI
2039 D300        0062          OUT 000
203B 3E80        0063          MVI A,080   -RBI=HI("0") -- READY
203D D300        0064          OUT 000
203F D800        0065          IN 000      -CP00
2041 E602        0066          ANI 002
2043 FE02        0067          CPI 002

```



```

2068 07 0104 RLC
2069 07 0105 RLC
206A 07 0106 RLC
206B 57 0107 MOV D,A
206C CDE702 0108 CALL TEC
206F 82 0109 ADD D
2070 02 0110 STAX B
2071 C5 0111 PUSH B
2072 D5 0112 PUSH D
2073 CD6E03 0113 CALL DISPLAY
2076 01 0114 POP D
2077 C1 0115 POP B
*****
2078 0A 0116 * LDAX B
*****
*****
***** SUBROTINA DHEX *****
*
*****
2079 CD0028 0124 CALL DHEX
207C D321 0125 OUT 021
207E 11FFF 0126 LXI D,OFFF
2081 CDF105 0127 CALL DELAY
2084 3E0D 0128 MVI A,00D
2086 30 0129 SIM
2087 FB 0130 EI
2088 0600 0131 MVI B,000
*****
***** SUBROTINA CONT *****
*
*****
208A CD0E28 0135 OUTRA
208D C5 0136 PUSH B
208E D5 0137 PUSH D
208F CD6303 0138 CALL TE1A

```

- INTERRUPT 6.5

```

2092 11FFF 0139
2095 CDF105 0140
2098 D1 0141
2099 C1 0142
209A 04 0143
209B 78 0144
209C FE10 0145
209E C28A20 0146
20A1 C30020 0147
20A4 0148
0149 *
0150 *
0151 *
0152 *
0153 DHEX
2800 57
2801 E6F0
2803 0F
2804 5F
2805 0F
2806 0F
2807 83
2808 5F
2809 7A
280A E60F
280C 83
280D C9

0165 *
0166 *
0167 *
0168 *
0169 *
0170 CONT
280E 3E40
2810 D300
2812 3E70
2814 D300
2816 3E50

LXI D,OFFF
CALL DELAY
POP D
POP B
INR B
MOV A,B
CPI 010
JNZ OUTRA
JMP INICIO
ORG 02800
*****
* SUBROTINA DHEX
*
* CONVERSAO PARA VALOR EM HEXADECIMAL
*****
MOV D,A
ANJ 0F0
RRC
MOV E,A
RRC
RRC
ADD E
MOV E,A
MOV A,D
ANI 00F
ADD E
RET
*****
* SUBROTINA CONT
*
* O AMOSTRADOR--RETENTOR E O CONVERSOR
*
* ANALOGO--DIGITAL SAO ACIONADOS
*****
MVI A,040 --HOLD
OUT 000
MVI A,070 --HOLD,STRT,STEN
OUT 000
MVI A,050 --HOLD,STEN

```


- A P É N D I C E 4 -

PROGRAMAS DE DIAGNÓSTICOS

02 SDD-G80/85 META-ASBL V1.4

```

0001 * #####
0002 * #
0003 * #          PROGRAMA PARA DIAGNOSTICO          #
0004 * #          CI 8205                              #
0005 * #          CI CD4052                             #
0006 * #
0007 * #####
0008 *
0009 *
0010 *
0011 *          ESTE PROGRAMA PERMITE TESTAR OS CI's 8205
0012 *E CD4052. VARIANDO-SE O NUMERO DO CANAL (NCANAL) E
0013 *POSSIVEL VERIFICAR OS SINAIS "INHIBIT" DO 8205 E
0014 *A PASSAGEM DE SINAL PELO CD4052.
0015 *
0016 *
0017 *

```

```

0000          0018          ORG 02830
2002          0019 STACK EQU 02002
0020          0020 P8155 EQU 020
0021          0021 PA8155 EQU 021
0000          0022 NCANAL EQU 00
2830 310220 0023          LXI SP,STACK          - INICIALIZA SP
2833 3E01   0024          MVI A,001          - PREPARA AS PORTAS DA 8155
2835 D320   0025          OUT P8155
2837 3E00   0026          MVI A,NCANAL        - ESCOLHE O CANAL
2839 D321   0027          OUT PA8155
283B CF     0028          RST 01
283C          0029          END 00

```

02 SDD-680/85 META-ASBL V1.4

```

0001 * #####
0002 * # #
0003 * # TESTE PARA VERIFICAR A SAIDA DOS CANAIS #
0004 * # E MEDIDA DA VELOCIDADE DE VARREDURA #
0005 * # (NUMERO DE CANAIS/S) SEM CONVERSAO. #
0006 * # ANALOGO-DIGITAL. #
0007 * # #
0008 * #####
0009 *
0010 *
0011 *
0012 * ESTE PROGRAMA PERMITE VERIFICAR A SAIDA DE
0013 * UMA SEQUENCIA DE CANAIS, SIMULANDO SINAIS NA ENTRA-
0014 * DA E OBSERVANDO NO OSCILOSCOPIO O RESULTADO. COM
0015 * ESTE MESMO PROGRAMA E POSSIVEL MEDIR A VELOCIDADE
0016 * DE VARREDURA (NUMERO DE CANAIS/S) SEM A CONVERSAO
0017 * ANALOGO-DIGITAL.
0018 *
0019 *
0020 *

```

```

0000 0021 ORG 02830
20C2 0022 STACK EQU 020C2
0020 0023 P8155 EQU 020
0021 0024 PA8155 EQU 021
284E 0025 ADDR1 EQU 0284E
2850 0026 ADDR2 EQU 02850
2830 31C220 0027 LXI SP,STACK - INICIALIZA SP
2833 3E01 0028 MVI A,001 - PREPARA AS PORTAS DA 8155
2835 D320 0029 OUT P8155
2837 014E28 0030 LXI B,ADDR1 - CANAL INICIAL
283A 114E28 0031 LOOPA LXI D,ADDR1

```

2830	215028	0032	LXI	H,ADDR2	-- CANAL FINAL+1
2840	42	0033	MOV	B,D	
2841	4B	0034	MOV	C,E	
2842	0A	0035	L.DAX	B	
2843	D321	0036	OUT	PAB155	-- ESCOLHE O CANAL
2845	3C	0037	INR	A	-- INCREMENTA O NUMERO DO CA-
		0038 *			NAL
2846	02	0039	STAX	B	
2847	BE	0040	CMP	M	-- TERMINOU?
2848	CA4228	0041	JZ	LOOPB	-- SIM--->VAI PARA O CANAL SE-
		0042 *			GUINTE
284B	C33A28	0043	JMP	LOOPA	-- NAO--->REINICIA O CICLO
284E		0044	END	00	

02 SDD--680/85 META--ASBL V1.4

```

#####
#
#   PROGRAMA PARA MEDIDA DE PARAMETRO
#   Tstart
#
#####

```

```

0001 *
0002 *
0003 *
0004 *
0005 *
0006 *
0007 *
0008 *
0009 *
0010 *
0011 *VALOR DE Tstart E IMPORTANTE,POIS ESTE
0012 *
0013 *
0014 *
0015
0016 STACK
0017 P8355
0018 PA8355
0019
0020
0021
0022 LOOP
0023
0024
0025
0026
0027

```

```

#####
#
#   PROGRAMA PARA MEDIDA DE PARAMETRO
#   Tstart
#
#####

```

```

0000
20C2
0002
0000
2830 31C220
2833 3EFC
2835 D302
2837 AF
2838 D300
283A 3E20
283C D300
283E C33728
2841

ORG 02830
EQU 020C2
EQU 002
EQU 000
LXI SP,STACK
MVI A,0FC
OUT P8355
XRA A
OUT P8355
MVI A,020
OUT P8355
JMP LOOP
END 00

```

```

-- INICIALIZA SP
-- PREPARA AS PORTAS DA 8355

```

02 SDD-680/85 META-ASBL V1.4

```

0001 *      #####
0002 *      #                                     #
0003 *      #      PROGRAMA PARA MEDIDA DE PARAMETRO      #
0004 *      #                                     Tconversao                                     #
0005 *      #                                     #
0006 *      #####
0007 *
0008 *
0009 *
0010 *      A MEDIDA DE Tconversao PERMITE VERIFICAR O
0011 *O TEMPO GASTO PELO CONVERSOR--ANALOGO DIGITAL. PARA
0012 *REALIZAR O SEU TRABALHO.
0013 *      O INTERVALO DE TEMPO ENTRE DOIS Tstart E O
0014 *Tconversao E E MEDIDO NO OSCILOSCOPIO.
0015 *
0016 *
0017 *
0000      0018      ORG      02830
20C2      0019      STACK  EQU      020C2
0020      0020      P8155  EQU      020
0021      0021      P8155  EQU      021
0002      0022      P8355  EQU      002
0000      0023      P8355  EQU      000
2830 31C220 0024      LXI      SP,STACK      - INICIALIZA SP
2833 3E01   0025      MVI      A,001      - PREPARA AS PORTAS DA 8155
2835 D320   0026      OUT      P8155
2837 3EFC   0027      MVI      A,0FC      - PREPARA AS PORTAS DA 8355
2839 D302   0028      OUT      P8355
2638 3E00   0029      INIC      MVI      A,00
283D D321   0030      OUT      P8155      - SINAL SIMULADO NO CANAL 00
283F AF     0031      XRA      A          - SAMPLE

```

2840	D300	0032	OUT	PAB355	--	HOLD
2842	3E40	0033	MVI	A,040	--	HOLD,STRT,STEN
2844	D300	0034	OUT	PAB355	--	HOLD,STEN
2846	3E70	0035	MVI	A,070	--	SINAL DE BUSY
2848	D300	0036	OUT	PAB355		
284A	3E50	0037	MVI	A,050		
284C	D300	0038	OUT	PAB355		
284E	D800	0039	JN	PAB355		
2850	E601	0040	ANI	001		
2852	FE00	0041	CPI	000		
2854	C24E28	0042	JNZ	LOOP		
2857	AF	0043	XRA	A		SAMPLE
2858	D300	0044	OUT	PAB355		
285A	C3B28	0045	JMP	INIC		
285D		0046	END	00		

- A P É N D I C E 5 -

REGISTROS TÍPICOS

NUMERO DE LEITURAS DESEJADO = 3
NUMERO DO CANAL INICIAL = 0
NUMERO DO CANAL FINAL = 4

Obs: Os canais 02 e 03 estão
em curto-circuito.

LEITURA NUMERO 1

CANAL NUMERO-00	LEITURA= 0.351 V
CANAL NUMERO-01	LEITURA= 0.350 V
CANAL NUMERO-02	LEITURA= 0.001 V
CANAL NUMERO-03	LEITURA= 0.001 V
CANAL NUMERO-04	LEITURA= 0.350 V

Sinal: 0,350 V

LEITURA NUMERO 2

CANAL NUMERO-00	LEITURA= 0.349 V
CANAL NUMERO-01	LEITURA= 0.350 V
CANAL NUMERO-02	LEITURA= 0.001 V
CANAL NUMERO-03	LEITURA= 0.000 V
CANAL NUMERO-04	LEITURA= 0.352 V

Sinal: 0,350 V

LEITURA NUMERO 3

CANAL NUMERO-00	LEITURA= 0.349 V
CANAL NUMERO-01	LEITURA= 0.351 V
CANAL NUMERO-02	LEITURA= 0.001 V
CANAL NUMERO-03	LEITURA= 0.000 V
CANAL NUMERO-04	LEITURA= 0.351 V

Sinal: 0,350 V

NUMERO DE LEITURAS DESEJADO = 3
NUMERO DO CANAL INICIAL = 0
NUMERO DO CANAL FINAL = 4

Obs: Os canais 02 e 03 estão
em curto-circuito.

LEITURA NUMERO 1

CANAL NUMERO=00	LEITURA=-0.349 V
CANAL NUMERO=01	LEITURA=-0.348 V
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.001 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.001 V
CANAL NUMERO=04	LEITURA=-0.350 V

Sinal: -0,350 V

LEITURA NUMERO 2

CANAL NUMERO=00	LEITURA=-0.353 V
CANAL NUMERO=01	LEITURA=-0.351 V
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.003 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.001 V
CANAL NUMERO=04	LEITURA=-0.348 V

Sinal: -0,350 V

LEITURA NUMERO 3

CANAL NUMERO=00	LEITURA=-0.352 V
CANAL NUMERO=01	LEITURA=-0.349 V
CANAL NUMERO=02	LEITURA= 0.001 V
CANAL NUMERO=03	LEITURA= 0.000 V
CANAL NUMERO=04	LEITURA=-0.350 V

Sinal: -0,350 V