

DECODIFICADOR MORSE AUTOMÁTICO

IVAN ROCHA NETO

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA ^oUNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (M.Sc.)

ORIENTADOR: PETER R. METZ (Ph.D)

CAMPINA GRANDE
ESTADO DA PARAÍBA - BRASIL
SETEMBRO DE 1972



R672d Rocha Neto, Ivan.
 Decodificador morse automático / Ivan Rocha Neto. -
 Campina Grande, 1972.
 68 f.

 Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade
 Federal da Paraíba, 1972.
 "Orientação : Prof. Ph.D. Peter R. Metz".
 Referências.

 1. Decodificador Morse Automático. 2. Display -
 Codificação. 3. Receptores Telegráficos. 4. Ciências -
 Dissertação. I. Metz, Peter R. II. Universidade Federal da
 Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 621.394.14(043)

R E S U M O

O trabalho apresenta um estudo de um Decodifica-
dor Morse Automático. São desenvolvidas também três so-
luções para a apresentação dos símbolos usando displays
constituídos de LEDs (Light Emitting Diodes).

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1.1 - Sinal correspondente a letra A.....	5
Fig. 1.2 - Apresentação da letra A em uma matriz.....	6
Fig. 1.3 - Apresentação da letra A em um módulo.....	6
Fig. 1.4 - Diagrama de Bloco - 1ª Solução.....	9
Fig. 1.5 - Diagrama de Bloco - 2ª Solução.....	10
Fig. 1.6 - Diagrama de Bloco - 3ª Solução.....	11
Fig. 2.1 - Dígitos na U.A.	15
Fig. 2.2 - Diagrama de tempo.....	15
Fig. 2.3 - Decodificador.....	16
Fig. 3.1 - Módulo de 16 segmentos.....	23
Fig. 3.2 - Entrada para o codificador do display.....	25
Fig. 3.3 - Exemplo de programação de um ROM.....	28
Fig. 3.4 - Exemplo de uma matriz de uma saída.....	29
Fig. 3.5 - Função OR de H, P e F.....	30
Fig. 3.6 - Lay-Out dos caracteres para matrizes de LEDs.....	34
Fig. 3.7 - Lay-Out dos caracteres para os módulos de 16 segmentos.....	35
Fig. 4.1 - Primeira solução - Excitação.....	37
Fig. 4.2 - Diagrama de tempo.....	41
Fig. 4.3 - Ordenamento das lógicas.....	42
Fig. 4.4 - Segunda solução - Excitação.....	44
Fig. 4.5 - Terceira solução - Excitação.....	45
Fig. 4.6 - Sistema de inibição de transferência para a primeira e segunda soluções.....	47
Fig. 4.7 - Sistema de inibição de transferência para a terceira solução.....	48
Fig. A.1 - Diagrama quântico.....	51
Fig. A.2 - Espectro.....	52
Fig. A.3 - Característica I - V.....	53
Fig. C.1 - Matriz.....	65

Í N D I C E

Capítulo I - Introdução

1.1. Histórico dos Receptores Telegráficos.....	1
1.2. Objetivo.....	3
1.3. Notas sobre o Sistema de Codificação.....	4
1.4. Sistemas de Recepção Propostos.....	5

Capítulo II - Decodificador Morse Automático

2.1. Generalidades.....	12
2.2. Reconhecimento dos Traços e Pontos.....	13
2.3. Reconhecimento do Término de uma Palavra-Código e Transferência da Informação.....	13
2.4. Preparação para o Armazenamento de uma nova Palavra-Código.....	14
2.5. Obtenção do Dígito de Referência.....	14

Capítulo III - Codificação para o Display

3.1. Introdução.....	17
3.2. Levantamento da Formação das Colunas de Acordo com o Lay-Out.....	18
3.2.1. Primeira Coluna.....	18
3.2.2. Segunda Coluna.....	19
3.2.3. Terceira Coluna.....	20
3.2.4. Quarta Coluna.....	21
3.2.5. Quinta Coluna.....	22
3.3. Levantamento das Configurações dos Segmentos de Acordo com o Lay-Out.....	23
3.4. Sistema de Codificação para o Display.....	24
3.4.1. Entrada da Informação.....	24
3.4.2. Endereçamento.....	25
3.5. Matriz.....	25
3.6. Programação da Matriz.....	26
3.7. Formação das Letras.....	29

3.7.1	Lógicas para Excitação das Matrizes de LEDs	29
3.7.2	Lógica para Excitação de um Display de 16 segmentos.....	32

Capítulo IV - Circuitos de Excitação do Display

4.1.	Generalidades.....	36
4.2.	Excitação de um Display Construído de Matrizes de LEDs.....	36
4.2.1	Solução com Deslocamento por Coluna.....	38
4.2.1.1	Técnica Strobe.....	38
4.2.1.2	Transferência das Informações entre os S.R. de Armazenamento.....	38
4.2.1.3	Ordenamento das Lógicas.....	40
4.2.2	Solução Considerando Deslocamento por Arranjos.....	43
4.3.	Circuito de Excitação para um Display Construído de Módulos de 16 Segmentos.....	43
4.4.	Sistemas de Inibição de Transferência.....	43
4.4.1	Solução para as Matrizes de LEDs.....	46
4.4.2	Solução para os 16 Segmentos.....	47

Capítulo V - Conclusões	49
-------------------------------	----

Apêndice A - LEDs (Light Emitting Diodes)

A.1.	Teoria da Operação dos LEDs.....	51
A.2.	Espectro.....	52
A.3.	Característica I - V.....	53
A.4.	Potência.....	53
A.5.	Compatibilidade com os CI.....	54
A.6.	Luminância.....	54
A.7.	Situação Atual dos Displays Alfanuméricos (LEDs).....	54

Apêndice B - Simulações no IBM 1130

B.1.	Programa para o Decodificador.....	56
------	------------------------------------	----

B.2.	Programa para a Terceira Solução.....	59
------	---------------------------------------	----

Apêndice C - Especificação de Componentes

C.1.	Matriz.....	63
C.2.	Monoestáveis.....	63
C.3.	Shift-Registers.....	63
C.4.	Lógicas.....	64
C.5.	Display.....	64

Apêndice D - Representação dos Caracteres na	Lin	
guagem Morse.....		66

Bibliografia.....		68
-------------------	--	----

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1.1 - Histórico dos Receptores Telegráficos

Em 1830 Samuel Morse interessou-se pela telegrafia e experimentou métodos baseados na utilização de um instrumento de recepção, que produzisse marcas em uma fita de papel móvel, em resposta aos sinais recebidos. Estabeleceu convenções para que determinadas combinações de marcas correspondessem às diferentes letras do alfabeto. Ele amadureceu a idéia desta forma de representação, utilizando, finalmente, marcas curtas e longas atualmente conhecidas como pontos e traços. As marcas eram produzidas no receptor por um estilete preso à armadura de um eletroímã, sendo esta acionada contra o papel pela corrente recebida, fazendo com que este fosse convenientemente marcado. Posteriormente, o método de marcação adotado utilizou um disco embebido em tinta, preso à armadura que, acionada, fazia rodar o disco sobre a fita, produzindo marcas longas e curtas. Todavia, com o passar do tempo, os operadores ganharam mais experiência e sugeriram a eliminação da fita gravada, pois tinham condições de reconhecer as letras, pelo ritmo cadenciado dos sons das paradas inferiores e superiores que limitavam o curso da armadura. Operadores experientes podiam trabalhar a uma velocidade de cerca de 20 palavras por minuto, apesar de a manutenção desta ser bastante cansativa por um período longo. A fim de assegurar uma maior eficiência no uso de linhas de maior tráfego, Charles Wheatstone aperfeiçoou um sistema automático, usando fitas perfuradas com capacidade de transmitir 400 palavras por minuto. No terminal de recepção, os sinais eram detectados por uma versão melhorada do receptor de Morse, o qual tam

bém se mostrou capaz de operar naquela velocidade. As fitas eram posteriormente distribuídas a uma equipe, cuja função era traduzi-las para a linguagem ordinária.

Uma forma simples de código telegráfico agora bem conhecida pelo seu uso em telefonia automática foi primeiro utilizada por Wheatstone: é o sistema ABC. Foi inventado para aplicação em rotas de baixo tráfego, como, por exemplo, em linhas de centrais secundárias. Consiste de uma contagem codificada, onde as representações são obtidas passo a passo. O objetivo foi o de evitar a necessidade de telegrafistas treinados naquele tipo de central. Os sinais são formados por uma série de pulsos de corrente, positivos e negativos, e o número de pulsos requeridos para a determinação de uma letra é função da posição desta no alfabeto. Estes pulsos são produzidos por um gerador manual semelhante ao utilizado em telefonia para fins de sinalização. O dispositivo de codificação, chamado comunicador, é dotado de um círculo de chaves, cada uma das quais correspondendo a uma letra. O operador aciona a chave correspondente à letra desejada, enquanto gira continuamente o manipulador do gerador. Simultaneamente, um ponteiro no comunicador é forçado a girar e para quando atinge a chave acionada. Neste momento, o gerador é desconectado da linha, tendo-se, assim, conseguido transmitir o número necessário de pulsos. Há uma correspondência entre cada letra e o número de pulsos. O receptor, chamado indicador, consiste de um ponteiro confinado a um dial, no qual são representadas todas as letras na ordem A, B, C, D, etc.. O ponteiro é movido um passo para cada pulso recebido e no fim de cada palavra é recolocado em sua posição original, imediatamente anterior à letra A.

A introdução das teleimpressoras permitiu maior flexibilidade e confiabilidade ao serviço telegráfico, além de ter tornado a operação mais fácil que a dos sistemas anteriores. Enquanto aqueles reclamavam a atuação de operadores especialmente treinados (com exceção do ABC), a teleimpressora moderna pode ser utilizada por funcionários com muito menos treinamento e com uma maior confiabilidade. O uso universal dessas teleimpressoras resultou no estabelecimento de centrais, permitindo aos assinantes a comunicação com diversos pontos, através de um sistema de comunicação denominado Telex. A alta proporção de utilização do Telex em chamadas de longas distâncias torna-o apreciavelmente mais econômico que as chamadas telefônicas de igual alcance. Através deste sistema, podem ser obtidos até 24 canais para teleimpressoras, para cada canal telefônico, fazendo com que o custo seja somente uma fração daquele correspondente em telefonia.

1.2 - Objetivo

O principal objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um decodificador Morse automático de características adequadas para a formação de um sistema codificador-decodificador, juntamente com um codificador Morse automático que está sendo simultaneamente desenvolvido⁽¹⁾. O sistema, entretanto, deve ser economicamente compatível com a situação do Nordeste, atendendo assim à filosofia de integração Universidade-Região, adotada pela Escola Politécnica nos últimos anos. O sistema, como um todo, terá a finalidade de substituir a telegrafia manual, evitando a necessidade de operadores especializados, e a um custo bastante inferior ao sistema Telex comercialmente disponível.

A função do decodificador automático será a de transmitir as informações conduzidas pelos sinais elétricos de entrada, de modo a torná-los adequados para a alimentação de um transdutor. Este permitirá o reconhecimento da mensagem, que, finalmente, poderá ser apresentada sob diversas formas, como, por exemplo, a impressão dos símbolos por uma teleimpressora ou pelo aparecimento dos caracteres em um quadro luminoso. As informações serão reconhecidas pelo decodificador, graças ao estabelecimento de um código.

1.3 - Notas sobre o Sistema de Codificação

O sistema de codificação é basicamente constituído de um teclado, cujos botões são acionados para gerar seqüências próprias de combinações binárias. Estas são processadas para resultarem em sinais elétricos, que conduzem as informações correspondentes aos caracteres que se deseja transmitir, obedecendo contudo às convenções estabelecidas pelo código Morse. A exigência da utilização do código Morse decorre do fato de que o sistema de codificação deve atender à alternativa de se poder enviar sinais que sejam adequados para detecção em sistemas comuns de recepção telegráfica, isto é, por um telegrafista treinado. Considerando-se o sistema como um todo, o melhor procedimento teria sido o desenvolvimento de um código ótimo, baseado na teoria da informação. O sistema ainda é dotado de uma unidade de armazenamento que permite a transmissão dos sinais a uma velocidade constante, dentro da faixa usual de operação. Assim, os sinais enviados são formados de pulsos de duração igual a uma unidade de tempo (pontos), de três unidades (traços) e por espaços de uma e três unidades de duração, conforme indiquem espaço entre

pulsos ou término de uma palavra-código (mensagem correspondente a um caracter).

A figura 1.1 mostra o sinal correspondente à letra A de acordo com o código Morse.

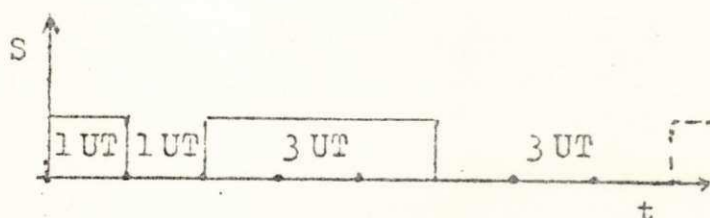


Fig. 1.1 - Sinal correspondente a letra A

1.4 - Sistemas de Recepção Propostos

Nos próximos capítulos serão desenvolvidas detalhadamente as soluções propostas para a recepção e apresentação das mensagens. Contudo, para possibilitar uma visualização mais global, estas soluções serão apresentadas em forma de diagramas de blocos, descrevendo-se superficialmente o funcionamento de cada uma das partes.

A apresentação dos caracteres será feita através de um quadro luminoso que será chamado "display". Esses quadros, que utilizam LEDs⁽²⁾ (Light Emitting Diodes), são especialmente adequados devido ao pequeno volume que ocupam e ao fato de serem compatíveis com os circuitos integrados. Além disso, estão atraindo as atenções da indústria eletrônica mundial, havendo já uma grande quantidade destes disponível no mercado. Por estas razões, analisar-se-á neste trabalho a utilização de dois tipos de tais transdutores. O primeiro é formado por conjuntos de matrizes 5 x 7 de LEDs, sendo uma para cada caracter, enquanto o outro, por módulos

(2) Ver Apêndice A

de 16 segmentos de LEDs, sendo também um para cada ca
racter.

As figuras 1.2 e 1.3, mostram, respectivamente a
disposição da letra A em uma matriz e em um módulo



Figura 1.2- Apresentação
da letra A em uma matriz



Figura 1.3- Apresentação
da letra A em um módulo

A figura 1.4 representa esquematicamente uma so
lução que emprega um display de matrizes de LEDs.

A função do decodificador é a de extrair a infor
mação contida no sinal de entrada e transformá-la em
uma seqüência de dígitos, que serão transferidos para
a unidade de retenção.

A transferência para a unidade de retenção será
comandada pelo reconhecimento do término de uma pala
vra-código, o que ocorrerá através do decodificador.
Uma vez na unidade de retenção, aquela seqüência ali
mentará os circuitos do codificador do display.

O codificador do display terá a função de forne
cer 5 conjuntos de oito saídas, que serão chamados lô
gicas. Estes contêm as informações para a excitação
das colunas e mais um dígito de sincronização. A exci
tação será feita seqüencialmente, energizando-se em ca
da coluna um diodo após outro, através de um strobe⁽³⁾.
As lógicas serão armazenadas ordenadamente o que é con
seguido pela ação do discriminador. Uma vez armazena
das, as lógicas iniciam a excitação do display, de modo
que o deslocamento dos caracteres se faça de coluna pa

(3) Ver Capítulo IV

ra coluna. O discriminador é acionado através de um circuito temporizador (T) que é conectado ao strobe. Por sua vez, o strobe é comandado por um gerador de pulsos, que também sincronizará a excitação das linhas com as informações correspondentes à formação dos caracteres em cada coluna.

A apresentação dos caracteres será de tal modo que o deslocamento dos mesmos de uma matriz para outra se fará da direita para a esquerda.

Quando cada caracter for completamente mostrado no display um pulso proveniente do discriminador acionará um circuito apagador que fará desaparecer a informação armazenada na U.R..

O aparecimento de uma nova palavra-código na U.R. dará condição de continuidade ao deslocamento dos caracteres, e caso esta não apareça, o deslocamento será inibido.

Para a segunda solução (Ver figura 1.5) foi evitado o discriminador pois, as lógicas serão simultaneamente armazenadas para excitação do display. Quando cada caracter for completamente mostrado no display, um pulso proveniente do temporizador (T) acionará o circuito apagador.

O deslocamento dos caracteres será feito da direita para a esquerda e de uma matriz para outra.

Na terceira solução que usa módulos de 16 segmentos de LEDs (Ver figura 1.6) a palavra-código armazenada na U.R. alimentará os circuitos do codificador do display o qual fornecerá 16 saídas, sendo uma para cada segmento.

Quando a palavra-código for armazenada na U.R., originará um pulso que produzirá o deslocamento de um

caracter de direita para a esquerda e de um módulo pa
ra o seguinte. Esse pulso, ainda acionará o circuito
apagador, que após um certo atraso fará desaparecer a
informação da U.R..

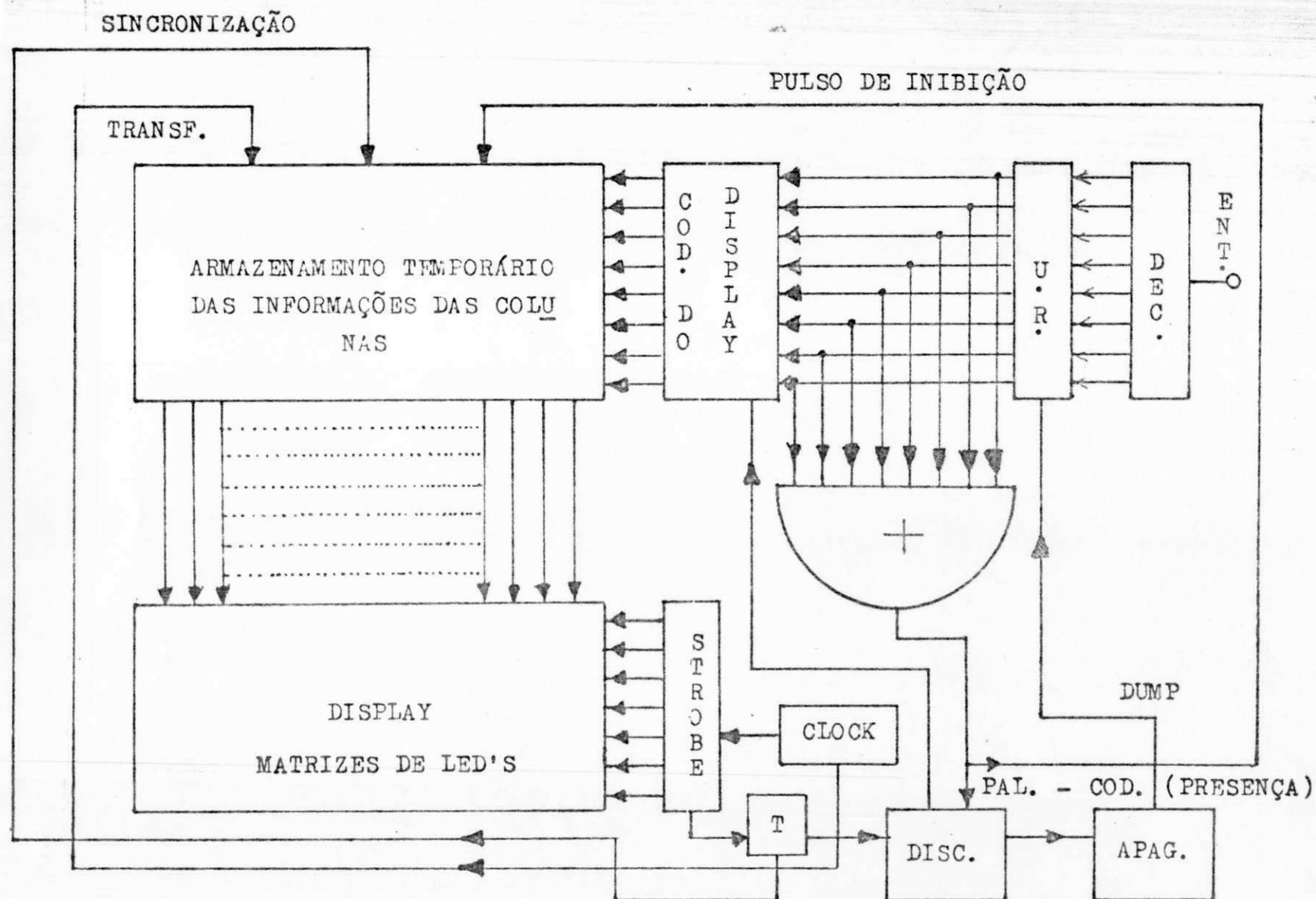


FIGURA 1.4 - DIAGRAMA DE BLOCO - 1ª SOLUÇÃO

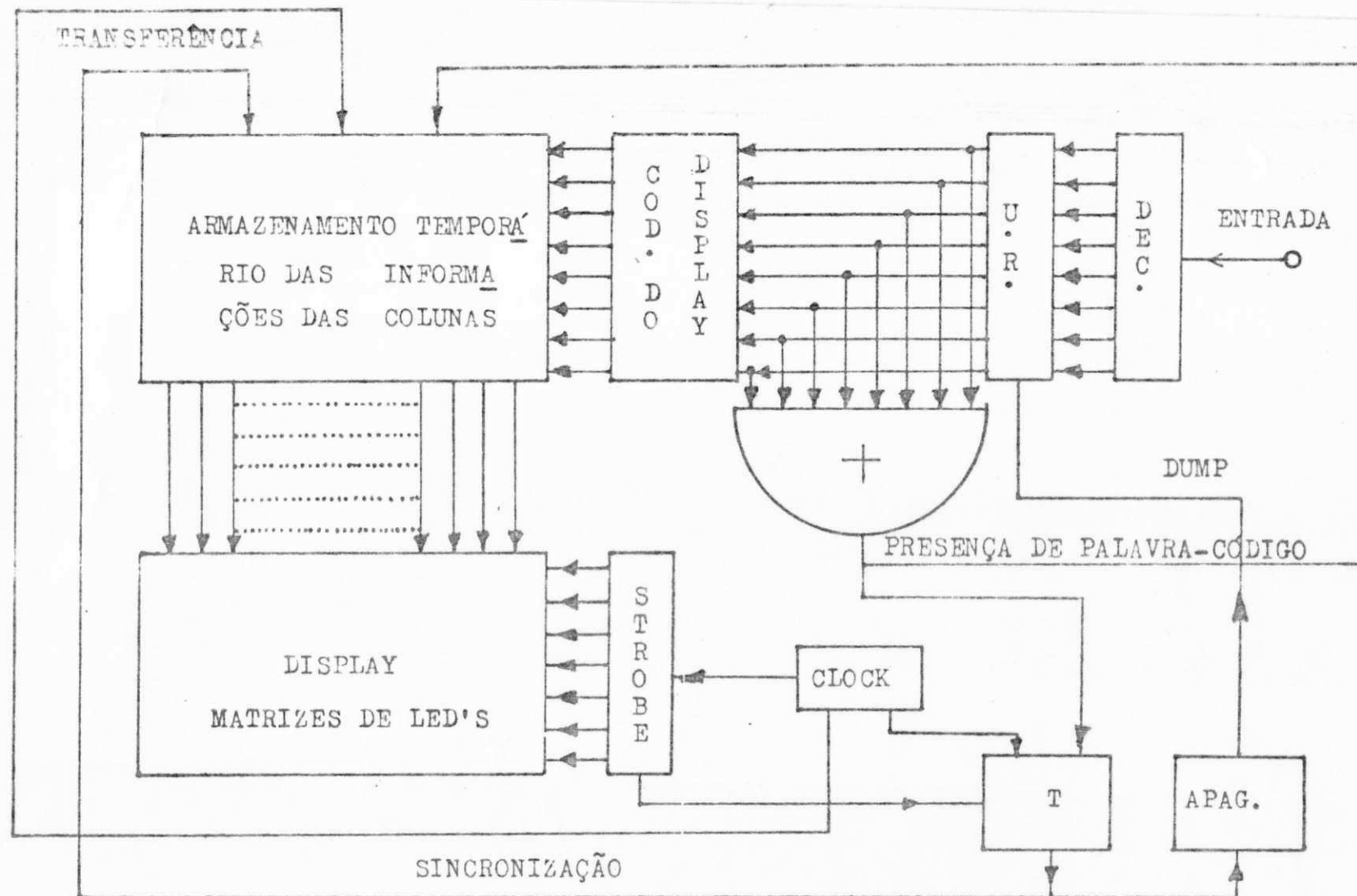


FIGURA 1.5 - DIAGRAMA DE BLOCO - 2ª SOLUÇÃO

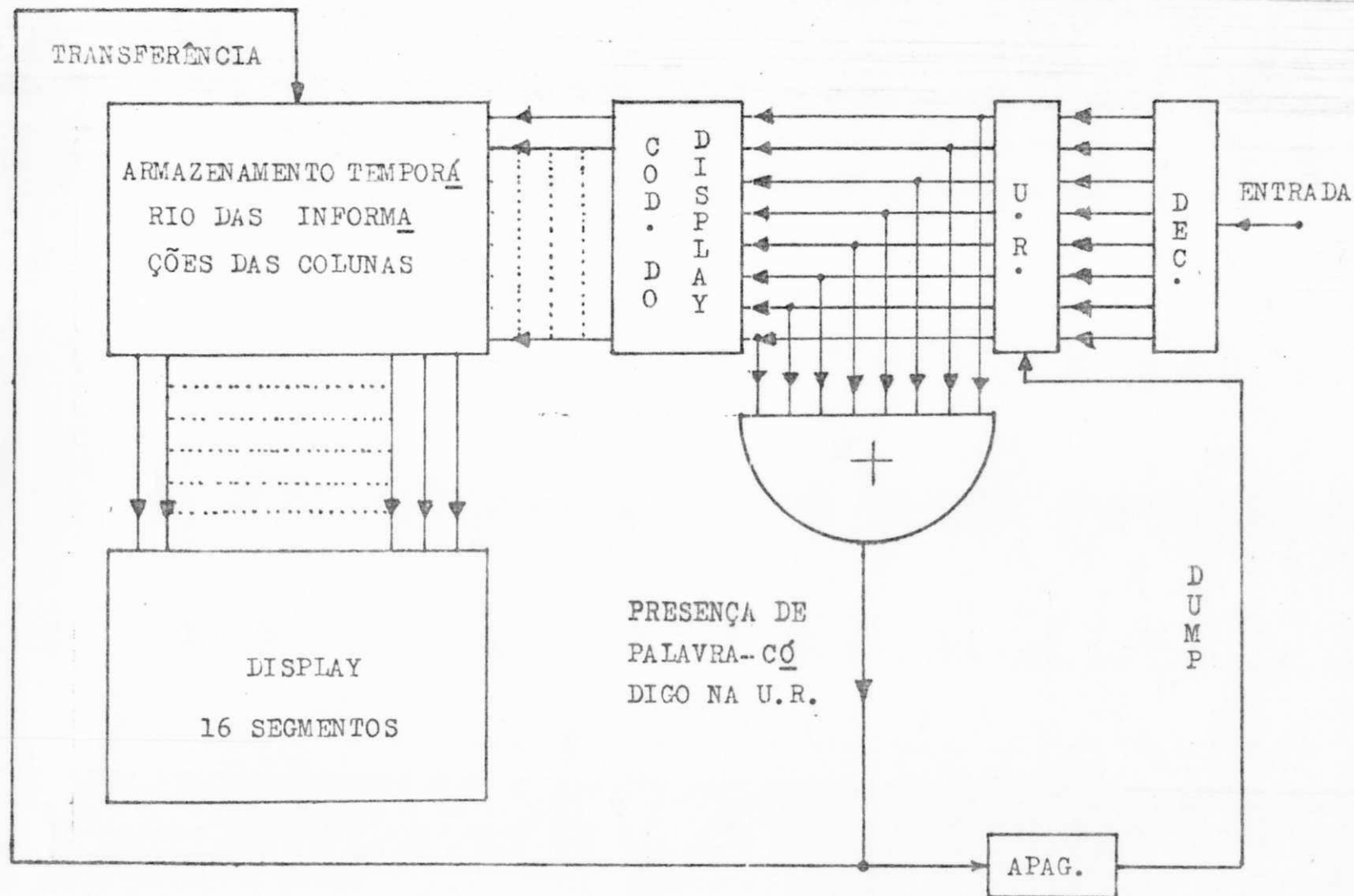


FIGURA 1.6 - DIAGRAMA DE BLOCO - 3ª SOLUÇÃO

CAPÍTULO II - DECODIFICADOR MORSE AUTOMÁTICO

2.1 - Generalidades

Os sinais portadores de informação são constituídos de pulsos longos e curtos, separados por espaços, tal como foi explicado anteriormente. As palavras-código são compostas de diferentes números e combinações desses pulsos e espaços, de modo que têm duração variável. Por exemplo, as letras A(.-) e B(-..) têm respectivamente, oito e dez unidades de tempo de duração, incluindo os espaços entre pulsos e os finais. Esta propriedade não permite a utilização de um sistema independente de temporização para fins de sincronismo, isto é, um sistema independente que determine o início e o término de uma palavra-código. Faz-se, então, necessário que estas conduzam as informações concernentes ao início e ao fim delas mesmas, razão por que são espaçadas uma das outras por intervalos mínimos de três unidades.

O decodificador receberá os sinais, seqüencialmente armazenando um dígito 1 para cada pulso longo recebido e um dígito 0 para cada curto, em uma seção denominada unidade de armazenamento. Esta é, na realidade, um S.R. que será carregado em série pelos pulsos de entrada. Os dígitos serão deslocados pela ação dos pulsos de entrada. O processo continuará acontecendo, até que o fim de uma palavra-código seja reconhecido e, então, os dígitos armazenados na U.A. serão recebidos em paralelo pelo estágio seguinte. A U.A., entretanto, não se descarrega, sendo necessário, então, que se providencie um meio de zerar todas as suas saídas.

Como existem caracteres dentro da linguagem Morse, inteiramente compostos de pontos, é imprescindível

a introdução de um dígito 1 de referência para dife-
rençá-los na U.A.. Isto é conseguido pelas diferentes
posições ocupadas por aquele, na unidade. Este também
terá a função de determinar o início das palavras-códi-
go que começam com pontos. A figura 2.1 mostra a dispo-
sição das letras E(.), H(....), I(..) e A(.-) que são
exemplos daquelas.

As figuras 2.2 e 2.3 serão usadas para as expli-
cações subseqüentes.

2.2 - Reconhecimento dos Traços e Pontos

O monoestável I, cujo pulso de saída tem duração
de uma unidade e meia de tempo ($3/2 u_t$), parte a cada
subida dos pulsos de entrada, como indicado na figura
2.3. A saída do monoestável é conectada à entrada do
clock do S.R., de tal modo que cada queda dos pulsos
fará com que o S.R. armazene o nível lógico que esti-
ver presente em sua entrada nesse instante. No exemplo
tomado na figura 2.3, a primeira queda dar-se-á no mo-
mento em que a entrada estiver no nível zero e o S.R.
armazenará o dígito 0. A segunda ocorrerá quando a en-
trada estiver como o nível 1, e este será armazenado,
deslocando o dígito anterior.

2.3 - Reconhecimento do Término de uma Palavra-Código e Transferência da Informação

O monoestável II, cujo pulso de saída também tem
duração igual a ($3/2 u_t$), parte a cada queda dos pul-
sos de entrada. A seu turno, as quedas dos pulsos de
saída do mono II darão partida ao monoestável VI, cuja
saída, combinada com o sinal de entrada invertido (S_2)

em um circuito AND, dará como resultado um pulso de duração igual à largura do pulso produzido por aquele mono, somente quando acontecer um espaço maior que $(3/2 u_t)$. Em consequência, o pulso somente ocorrerá no fim da palavra-código. A subida desse único pulso resultante atuará na entrada do clock da unidade de retenção, fazendo com que esta armazene os dígitos presentes nas saídas da unidade de armazenamento.

2.4 - Preparação para o Armazenamento de uma nova Palavra-Código

A queda do pulso, (E_2) , o qual indica o fim da palavra-código, dará partida ao monoestável III, que, assim, colocará durante um certo tempo o nível 1 no reset da U.A., zerando todas as suas saídas. Assim, aquela adquire uma situação adequada para a colocação do dígito de referência.

2.5 - Obtenção do Dígito de Referência

A queda do pulso gerado pelo monoestável III dará partida aos monoestáveis IV e V que responderão com pulsos de duração T_4 e T_5 , respectivamente. A saída do mono IV está conectada à entrada da U.A., enquanto que a do mono V é ligada ao clock da mesma. Sendo T_4 maior que T_5 , quando houver a queda de E_5 , o dígito 1 será armazenado na U.A. decorrente do fato de o nível lógico ainda estar presente na saída do mono IV. A partir deste momento, o sistema encontra-se pronto para o recebimento de uma nova palavra-código. Uma condição que deve ser mantida é que a duração total aos pulsos E_2 , E_3 e E_4 seja menor que $(3/2 u_t)$,



ATENÇÃO!

Na versão impressa estavam faltando as folhas 15 e 17.

0 são respectivamente, 11111111 e 01111110 e as segundas, 1001000 e 1000001 etc. como pode ser verificado no "Lay-Out".

3.2 - Levantamento da Formação das Colunas de Acordo com o Lay-Out

3.2.1 - Primeira Coluna

	REPRESENTAÇÃO	CARACTERES COINCIDENTES
I	1 1 1 1 1 1 1	A, B, C, D, W, E, F, G, H, 6, L, M, N, P, Q, K, 8, R, U, (
II	1 1 1 1 0 0 0	4, 9
III	0 0 0 0 0 0 0	5, 1, I, 3, :, ., ".),
IV	1 1 0 0 0 1 1	X, Z, 2
V	1 0 0 0 0 0 1	J
VI	0 1 1 1 1 1 0	0
VII	0 1 1 0 0 0 1	S, \$
VIII	1 0 0 0 0 0 0	T, Y
IX	1 0 0 1 0 0 0	7
X	0 0 0 0 0 1 0	/, %
XI	0 0 0 1 0 0 0	-, +
XII	1 1 1 1 1 0 0	V
XIII	0 0 1 0 1 0 0	=
XIV	0 1 0 0 0 0 0	

3.2.2 - Segunda Coluna

	REPRESENTAÇÃO	CARACTERES COINCIDENTES
I	1 0 0 1 0 0 0	A, F, P, R, 9, 7
II	1 0 0 1 0 0 1	B, E, 6, Q, 3, 8, S, \$
III	1 0 0 0 0 0 1	C, D, G, I, J, O, (
IV	0 0 0 0 1 0 0	/, %
V	0 0 0 0 1 1 0	W
VI	1 1 1 0 0 1 1	5
VII	0 0 0 1 0 0 0	H, K, 4, -, +
VIII	0 0 1 0 1 0 0	X, =
IX	0 0 0 0 0 0 0	:, .,), (,), 1
X	0 0 0 0 0 0 1	L, U
XI	0 1 1 0 0 0 0	M
XII	1 0 0 0 1 0 1	Z, 2
XIII	0 0 1 0 0 0 0	N
XIV	1 0 0 0 0 0 0	T, ?
XV	0 1 0 0 0 0 0	Y
XVI	1 1 1 0 0 0 0	"
XVII	0 0 0 0 0 1 0	V

3.2.3 - Terceira Coluna

	REPRESENTAÇÃO	CARACTERES COINCIDENTES
I	1 0 0 1 0 0 0	A, F, P, 9
II	1 0 0 1 0 0 1	B, E, 6, Z, 3, 8, 5
III	1 0 0 0 0 0 1	C, D, G, 0
IV	0 0 0 1 0 0 0	W, H, X, M, N, 4, -, /
V	1 0 1 0 0 0 1	5
VI	1 1 1 1 1 1 1	1, I, T, 7, \$, +
VII	1 1 1 1 1 1 0	J
VIII	0 0 0 0 0 0 1	L, U, (,), V
IX	1 0 0 0 1 0 1	Q, 2
X	0 0 1 0 1 0 0	K, =
XI	1 0 0 1 1 0 0	R
XII	0 0 1 1 1 1 1	Y
XIII	0 1 0 1 0 1 0	%
XIV	0 0 0 0 0 0 0	:, ., (,), "
XV	1 0 0 0 1 0 1	?

3.2.4 - Quarta Coluna

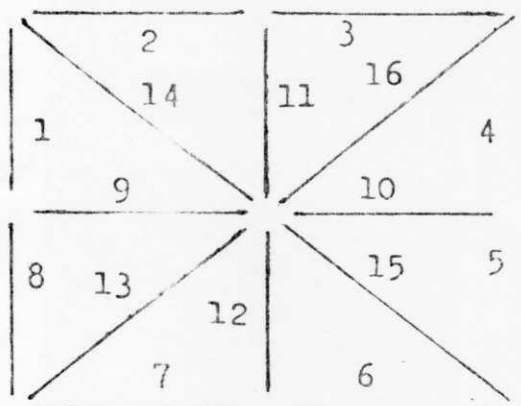
	REPRESENTAÇÃO	CARACTERES COINCIDENTES
I	1 0 0 1 0 0 0	A, F, P, 9, ?
II	1 0 0 1 0 0 1	B, E, 6, 3, 8, S, 2, \$
III	1 0 0 0 0 0 1	C, D, I, O,)
IV	0 0 0 0 1 0 0	N
V	0 0 0 0 1 1 0	W
VI	1 0 1 0 0 0 1	5, Z
VII	1 0 0 0 1 0 1	G
VIII	0 0 0 0 0 1 0	V
IX	0 0 0 1 0 0 0	H, 7, -, +
X	0 0 1 0 1 0 0	X, =
XI	0 0 0 0 0 0 0	1, (
XII	1 0 0 0 0 0 0	J, T
XIII	0 0 0 0 0 0 1	L, U
XIV	0 1 1 0 0 0 0	M
XV	1 0 0 0 0 1 1	Q
XVI	0 1 0 0 0 1 0	K
XVII	1 0 0 1 0 1 0	K
XVIII	0 1 0 0 0 0 0	Y
XIX	1 1 1 1 1 1 1	4
XX	0 0 1 0 0 0 0	/, %
XXI	1 1 0 0 0 1 1	:
XXII	0 0 0 0 0 1 1	.
XXIII	1 1 1 0 0 0 0	"
XXIV	0 0 0 1 1 1 0	,

3.2.5 - Quinta Coluna

	REPRESENTAÇÃO	CARACTERES COINCIDENTES
I	1 1 1 1 1 1 1	A, W, H, M, N, Q, 8, U, 9,)
II	0 1 1 0 1 1 0	B, 3
III	1 0 0 0 0 0 1	C, E, K
IV	0 1 1 1 1 1 0	D, O
V	1 0 0 1 1 1 0	5
VI	1 0 0 0 0 0 0	F, J, T, Y
VII	1 1 0 0 1 1 1	G
VIII	1 1 0 0 0 1 1	X, Z
IX	0 0 0 0 0 0 0	1, I, ", (
X	0 0 0 1 1 1 1	6
XI	0 0 0 0 0 0 1	L
XII	0 1 1 0 0 0 0	P
XIII	0 1 1 0 0 0 1	R
XIV	1 0 0 0 1 1 0	S, \$
XV	0 0 0 1 0 0 0	4, 7, -, +
XVI	0 1 1 0 0 1 1	2
XVII	0 1 0 0 0 0 0	/, %
XVIII	0 0 0 0 0 1 1	.
XIX	0 0 1 0 1 0 0	=
XX	1 1 1 1 1 0 0	V
XXI	1 1 1 0 0 0 0	?

3.3 - Levantamento das Configurações dos Segmentos de Acordo com o Lay-Out

Módulo de 16 segmen
tos



- I) 1º Segmento - Os caracteres que apresentam o primeiro segmento energizado são:
A, C, E, F, G, H, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, U, V, W, Y, 4, 6, 8, 9, \$, (
- II) 2º Segmento
A, B, C, D, E, F, G, I, J, O, P, Q, R, S, T, Z, 2, 3, 6, 7, 8, 9, \$, (, ?, %
- III) 3º Segmento
A, B, C, D, E, F, G, I, J, O, P, Q, R, S, T, Z, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, \$,)
- IV) 4º Segmento
A, B, D, H, M, N, O, P, Q, R, U, W, Y, 1, 8, 9,), "
- V) 5º Segmento
A, B, D, G, H, M, N, O, Q, S, U, W, Y, 1, 5, 6, 8, 9, \$,)
- VI) 6º Segmento
B, C, D, E, G, I, L, O, Q, S, U, Y, Z, 2, 3, 5, 6, 8, ., :, \$,), %, =
- VII) 7º Segmento
B, C, D, E, G, I, J, L, O, Q, S, U, Y, Z, 2, 3, 6, 8, (,), \$, (, =
- VIII) 8º Segmento
A, C, E, F, G, H, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, U, V, W, 6, 8, (

IX) 9º Segmento

A, E, F, H, K, P, R, S, Y, Z, 4, 6, 8, 9, +, \$, -, =

X) 10º Segmento

A, B, E, F, G, H, P, R, S, Y, Z, 5, 6, 8, 9, :, +, \$, -, =

XI) 11º Segmento

B, D, I, J, T, 4, 5, +, \$, ", ?

XII) 12º Segmento

B, D, I, J, T, 4, (,), +, \$, ?

XIII) 13º Segmento

V, W, X, Z, 2, 7, /, %

XIV) 14º Segmento

M, N, X, ?

XV) 15º Segmento

K, N, Q, R, X, W, 3

XVI) 16º Segmento

K, M, V, X, Z, 1, 2, 3, +, /, %

3.4 - Sistema de Codificação para o Display3.4.1 - Entrada da Informação

No instante em que ocorre o pulso de transferência na unidade de retenção, as saídas da unidade de armazenamento são recebidas pela U.R. e serão retidas até o momento em que a última coluna do caracter tenha sido apresentada. Por outro lado, esse tempo de retenção deve ser menor que o intervalo de tempo mínimo que pode transcorrer entre as transferências de duas palavras-código

go consecutivas.

3.4.2 - Endereçamento

As combinações binárias que aparecem nas saídas do U.R. juntamente com suas negações (Ver figura 3.2), servirão para alimentar a linha correspondente ao caracter desejado, dentro do codificador do display.

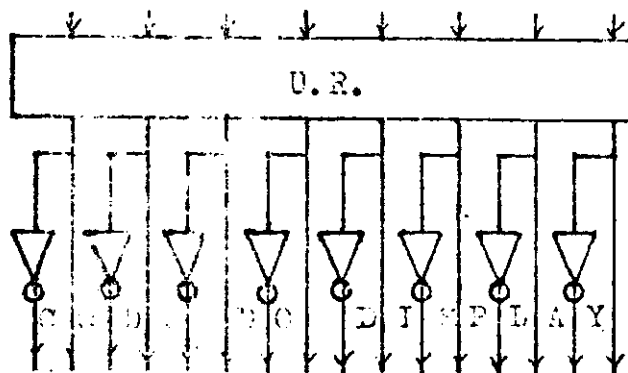


Figura 3. Entrada para o Codificador do Display

Um circuito que realiza esta operação é uma matriz de diodos, cujo número de saídas é igual ao número de caracteres. Uma e somente uma saída será energizada de cada vez, exceto quando a palavra-código correspondente ao espaço entre palavras estiver presente na entrada. Nesse caso, nenhuma saída será energizada.

3.5 - Matriz

Serão utilizadas ROMs (Read Only Memories) para a obtenção dessa matriz. O nome ROM é dado para arranjos de "gates" que são pré-interconectados ou programados para realizar um conjunto de funções particulares. Tais

dispositivos são, na realidade, grupos de circuitos lógicos combinacionais, conectados de modo a realizar uma dada função booleana. A matriz de diodos é um tipo particular de ROM. Estas são fabricadas de acordo com as necessidades do interessado, que as pode especificar para encomenda. Podemos programá-las pela queima de fusíveis que são conectados em série com os diodos. A fim de encomendar uma dada programação, costuma-se colocar círculos em torno dos diodos a serem eliminados. A figura 3.3 ilustra um exemplo, no qual aparecem as saídas correspondentes as letras A, B, C, D, E e F.

3.6 - Programação da Matriz

As combinações binárias de entrada são:

	Q ₈	Q ₇	Q ₆	Q ₅	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁
A	0	0	0	0	0	1	0	1
B	0	0	0	0	1	0	0	1
C	0	0	0	1	1	0	1	0
D	0	0	0	1	1	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	1	0
F	0	0	0	1	0	0	1	0
G	0	0	0	0	1	1	1	0
H	0	0	0	1	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	1	0	0
J	0	0	0	1	0	1	1	1
K	0	0	0	0	1	1	0	1
L	0	0	0	1	0	1	0	0
M	0	0	0	0	0	1	1	1
N	0	0	0	0	0	1	1	0
O	0	0	0	0	1	1	1	1
P	0	0	0	0	1	0	1	0

(continuação)

	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1
Q	0	0	0	1	1	1	0	1
R	0	0	0	0	1	0	1	0
S	0	0	0	0	1	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	1	1
U	0	0	0	0	1	0	0	1
V	0	0	0	1	0	0	0	1
X	0	0	0	1	1	0	0	1
Z	0	0	0	1	1	1	0	0
W	0	0	0	0	1	0	1	1
Y	0	0	0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1	1	1
2	0	0	1	0	0	1	1	1
3	0	0	1	0	0	0	1	1
4	0	0	1	0	0	0	0	1
5	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	1	1	0	0	0	0
7	0	0	1	1	1	0	0	0
8	0	0	1	1	1	1	0	0
9	0	0	1	1	1	1	1	0
.	0	1	0	1	0	1	0	1
,	0	1	1	1	0	0	1	1
:	0	1	1	1	1	0	0	0
?	0	1	0	0	1	1	0	0
/	0	0	1	1	0	0	1	0
-	0	1	1	0	0	0	0	1
(	0	1	1	0	1	1	0	1
"	0	1	0	1	0	0	1	0
=	0	0	1	1	0	0	0	1
≠	0	0	1	0	0	0	1	0
ESP	0	0	1	0	1	0	0	0

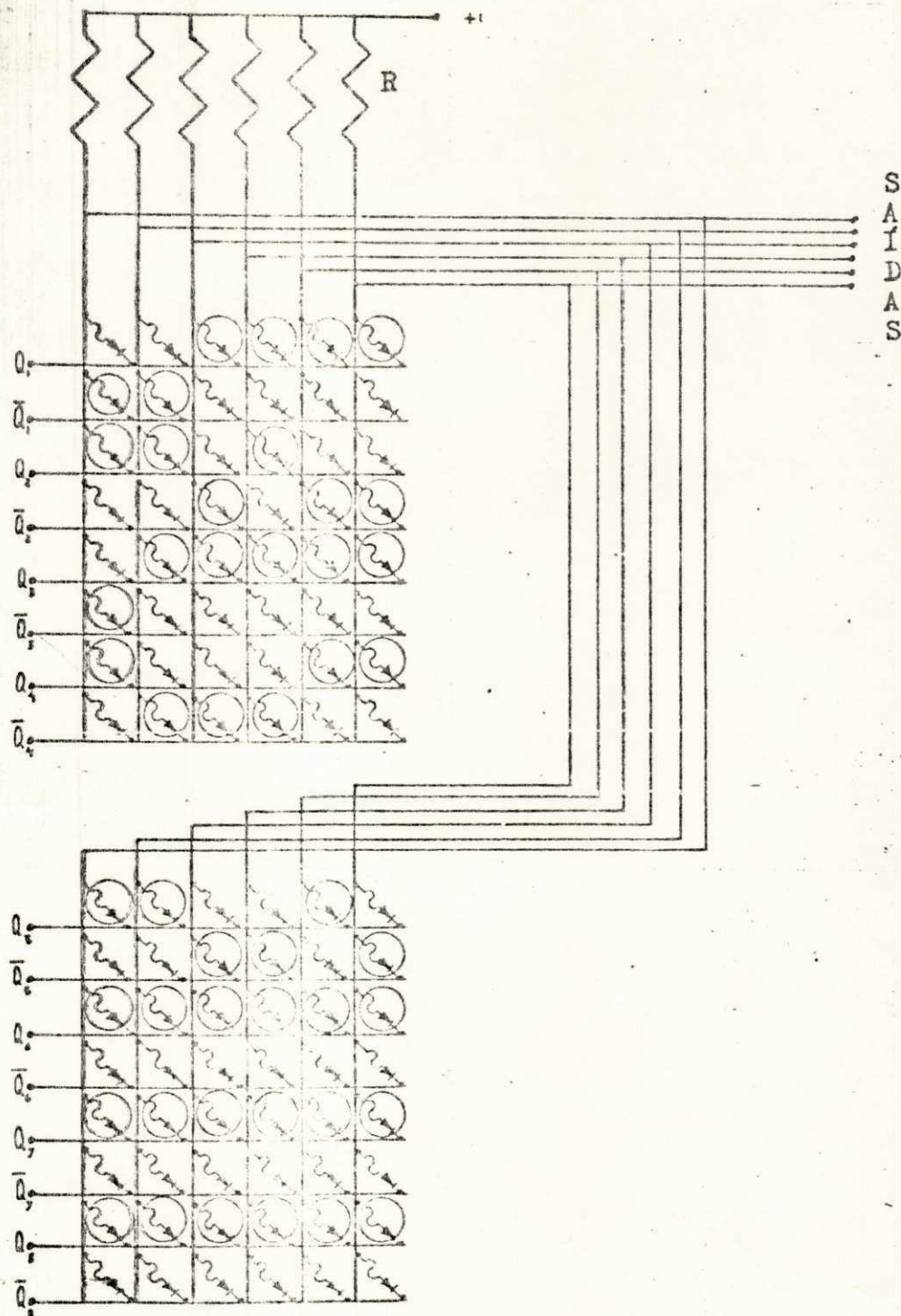


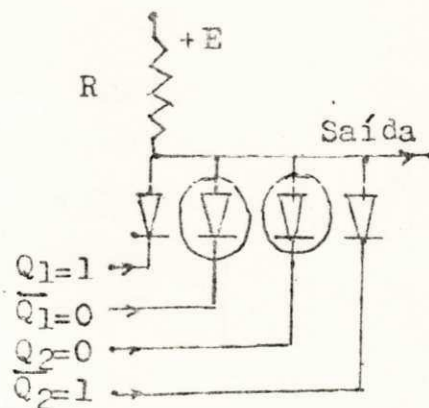
Figura 3.3. - Exemplo de Programação de um ROM

(continuação)

	Q ₈	Q ₇	Q ₆	Q ₅	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁
+	0	0	1	0	1	0	1	0
)	0	0	0	1	0	1	0	1
\$	0	1	0	0	0	1	0	1

Os diodos correspondentes às entradas Q ou $\bar{Q}$ iguais a um deverão ser mantidos e os correspondentes a Q ou $\bar{Q}$ iguais a zero deverão ser eliminados, como mos trado na figura 3.4.

Figura 3.4. - Exemplo de uma matriz de uma saída.



3.7 - Formação das Lógicas

3.7.1 - Lógicas para Excitação das Matrizes de LEDs

A título de exemplificação, serão mostra das as equações para lógica de formação da primei ra coluna, supondo-se a apresentação dos caracte res H, P, F, O, T e Y somente, recorrendo aos dados levantados na seção 3.2.1. Encontram-se as seguin tes combinações:

I	1 1 1 1 1 1 1	H, P, F
II	0 1 1 1 1 1 0	O
III	1 0 0 0 0 0 0	T, Y

A primeira combinação deve aparecer quando a linha de H, de P, ou de F for energizada. Assim, tem-se:

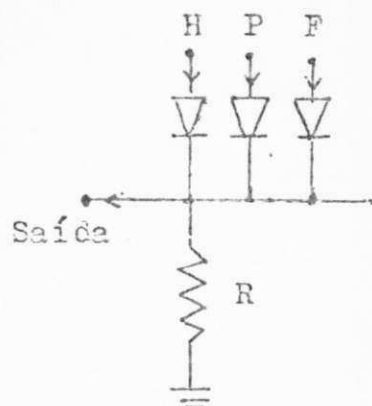
$$I = H + P + F$$

e analogamente

$$II = 0 \quad III = T + Y$$

As combinações são obviamente funções OR das saídas da matriz. O circuito mostrado na figura 3.5 realiza a operação desejada

Figura 3.5. - Função OR de H, P e F.



Denotam-se os dígitos requeridos para a formação das colunas por $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$, onde o dígito X_1 será sempre nulo e é usado para sincronização com o strobe. Assim, tem-se:

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
I	0	1	1	1	1	1	1	1
II	0	0	1	1	1	1	1	0
III	0	1	0	0	0	0	0	0

As equações resultantes são:

$$X_1 = 0$$

$$X_2 = I + III$$

$$X_3 = X_4 = X_5 = X_6 = X_7 = I + II$$

$$X_8 = I$$

Deste modo, considerando todas as configurações, ter-se-á as seguintes equações:

1ª Coluna

$$X_1 = 0$$

$$X_2 = I + II + IV + V + VIII + IX + XIII$$

$$X_3 = I + II + IV + VI + VII + XII + XIII$$

$$X_4 = I + II + VI + VII + XIII + XIV$$

$$X_5 = I + II + VI + IX + XI + XIII$$

$$X_6 = I + VI + XIII + XIV$$

$$X_7 = I + IV + VI + X$$

$$X_8 = I + IV + V + VII$$

2ª Coluna

$$X_1 = 0$$

$$X_2 = I + II + III + VI + XII + XIV + XVI$$

$$X_3 = VI + XI + XV + XVI$$

$$X_4 = VI + VIII + XI + XIII + XVI$$

$$X_5 = I + II + VII$$

$$X_6 = IV + V + VIII + XII$$

$$X_7 = V + VI + XVII$$

$$X_8 = II + III + VI + X + XII$$

3ª Coluna

$$X_1 = 0$$

$$X_2 = I + II + III + V + VI + VII + IX + XI + XV$$

$$X_3 = VI + VII + XIII$$

$$\begin{aligned}
 X_4 &= V + VI + VII + X + XII \\
 X_5 &= I + II + IV + VI + VII + XI + XII + XIII \\
 X_6 &= V + VI + XVII \\
 X_7 &= VI + VII + XII + XIII + XV \\
 X_8 &= II + III + V + VI + VIII + IX + XII + XV
 \end{aligned}$$

4ª Coluna

$$\begin{aligned}
 X_1 &= 0 \\
 X_2 &= I+II+III+VI+VII+XII+XV+XVII+XIX+XXI+XXIII \\
 X_3 &= XIV + XVI + XVIII + XIX + XXI + XXIII \\
 X_4 &= VI + X + XIV + XIX + XX + XXIII \\
 X_5 &= I + II + IX + XVII + XIX + XXIV \\
 X_6 &= IV + V + VII + X + XIX + XXIV \\
 X_7 &= V+VIII+XV+XVI+XVII+XIX+XXI+XXII+XXIV \\
 X_8 &= II+III+VI+VII+XIII+XV+XIX+XXI+XXII
 \end{aligned}$$

5ª Coluna

$$\begin{aligned}
 X_1 &= 0 \\
 X_2 &= I + III + V + VI + VII + VIII + XIV + XX + XXI \\
 X_3 &= I+II+IV+VII+VIII+XII+XIII+XVI+XVII+XX+XXI \\
 X_4 &= I + II + IV + XII + XIII + XVI + XIX + XX + XXI \\
 X_5 &= I + IV + V + X + XV + XX \\
 X_6 &= I + II + IV + V + VII + X + XIV + XIX + XX \\
 X_7 &= I+II+IV+V+VII+VIII+X+XIV+XVI+XVIII \\
 X_8 &= I + III + VII + VIII + X + XI + XIII + XVI + XVIII
 \end{aligned}$$

As configurações I, II, III etc. são funções OR das saídas correspondentes aos caracteres que as geram, de acordo com o levantamento da seção 3.2.

3.7.2 - Lógica para Excitação de um Display de 16 Segmentos

Nesse caso é necessário apenas uma lógica

que deve possuir 16 saídas, sendo uma para cada segmento. Deste modo, denotando as saídas por $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{16}$ e recorrendo ao levantamento da seção 3.3, chega-se a:

$$X_1 = I, X_2 = II, X_3 = III \dots X_{16} = XVI$$

As configurações I, II, III etc. são funções OR das saídas da matriz, de acordo com o levantamento da seção 3.3.

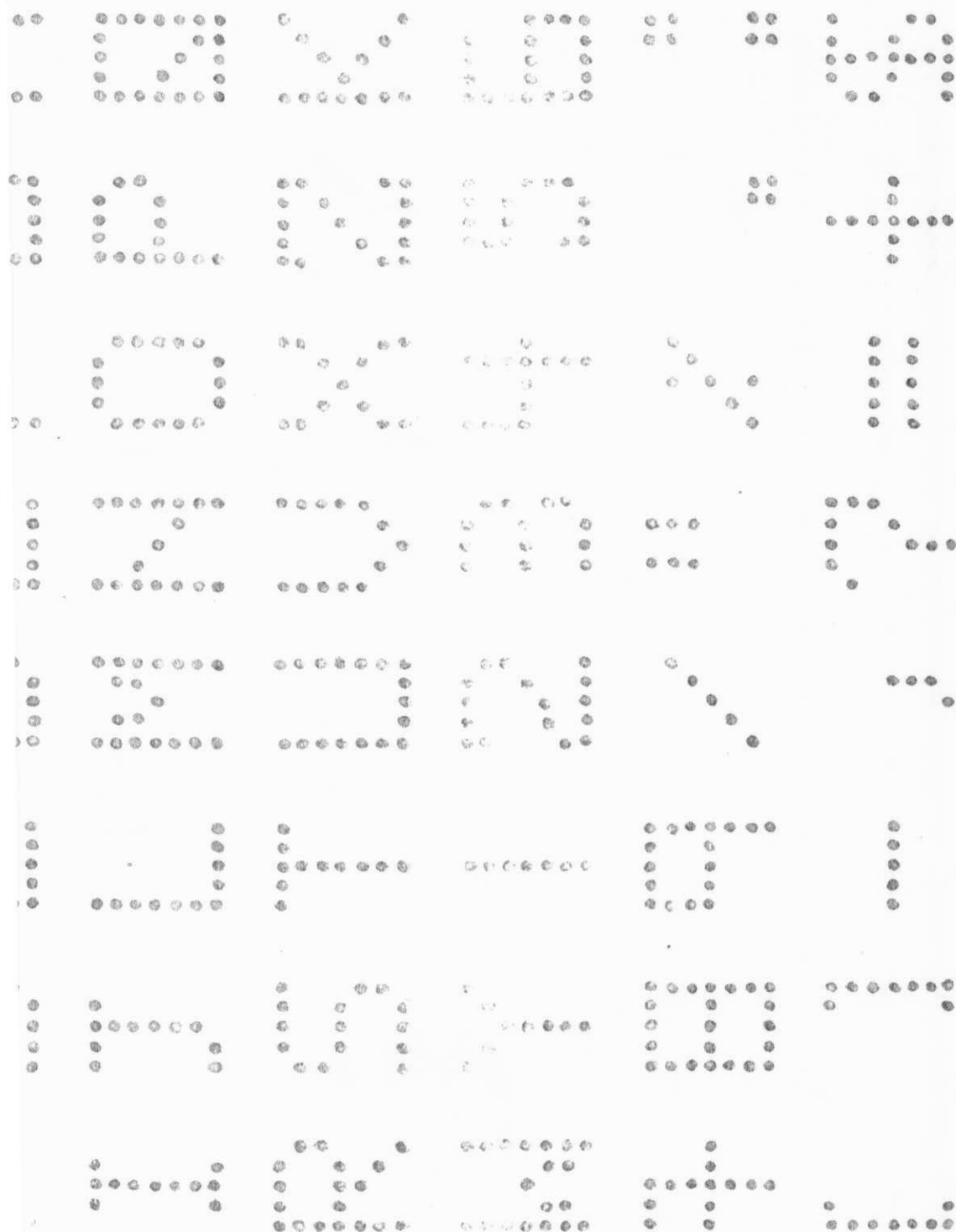


Figura 3.6. - Lay-Out dos Caracteres
para Matrizes de LEDs

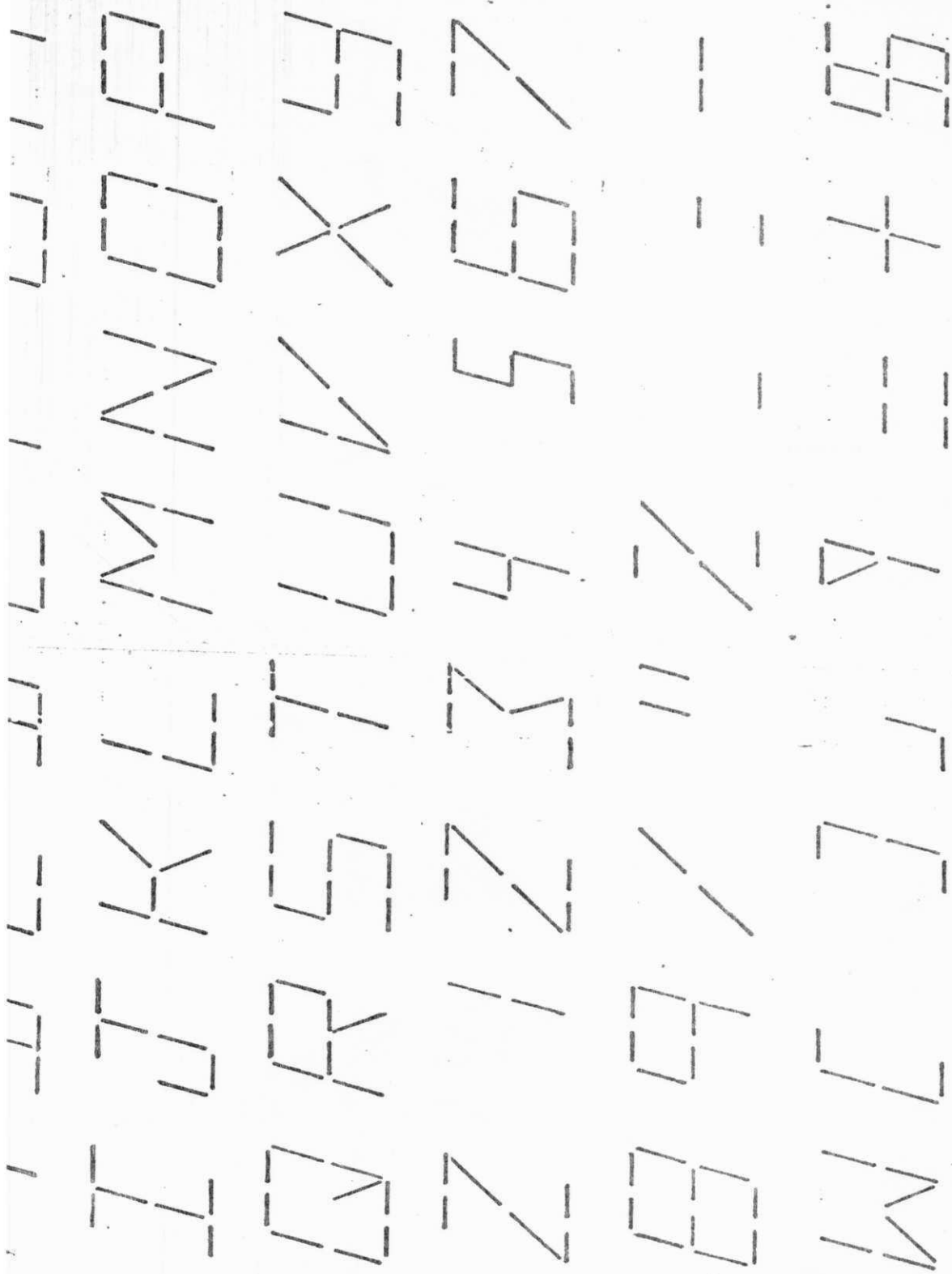


Figura 3.7. - Lay-Out dos Caracteres para os módulos de 16 segmentos

CAPÍTULO IV - CIRCUITOS DE EXCITAÇÃO DO DISPLAY

4.1 - Generalidades

Neste capítulo serão estudados os modos através dos quais as saídas das lógicas serão levadas ao display. Em geral, dispõe-se de duas maneiras de fazê-lo de tal modo a se ter uma impressão de continuidade no movimento dos caracteres ou tal que se note o movimento discreto. Considerando o caso das matrizes de LEDs, ter-se-á a sensação de um movimento contínuo, se o deslocamento dos caracteres for feito coluna por coluna, como nos jornais luminosos. Por outro lado, se for feito de um arranjo para o seguinte, sentir-se-á o movimento discreto. Será utilizada a técnica strobe, que consiste basicamente na repartição do tempo de informação entre partes do sistema, isto é, uma linha ou coluna será energizada de cada vez. Em outras palavras, a técnica strobe é a amostragem das informações enviadas para a formação das linhas ou das colunas.

4.2 - Excitação de um Display Construído de Matrizes de LEDs

Será apresentada uma solução, proporcionando o deslocamento por colunas e uma outra com deslocamento por arranjos. Outras soluções podem ser desenvolvidas para o problema da excitação, sendo o número delas e respectivas propriedades, marcadamente, determinados pela experiência e imaginação do projetista. As soluções que serão apresentadas servirão para comparações, não significando, contudo, que sejam as melhores ou as mais simples. Estas são resultantes das modificações sucessivas que foram feitas durante o desenvolvimento deste estudo.

4.2.1 - Solução com Deslocamento por Coluna

4.2.1.1 - Técnica Strobe

Com o intuito de evitar um número excessivo de conexões nas matrizes e devido ao fato de as matrizes comercialmente disponíveis não permitirem tais conexões, será usada a técnica strobe. O strobe vertical permite a realização da excitação com circuitos mais simples que aqueles necessários ao strobe horizontal. O strobe é dito vertical, quando o tempo é repartido entre as linhas e é dito horizontal, quando a repartição for feita entre as colunas. Considere-se a figura 4.1. Os S.R. são montados em anel, de forma que, a cada pulso (supondo atuação com as quedas dos pulsos), as informações armazenadas girem no sentido indicado na figura 4.1. Uma condição de necessidade para esta forma de operação é que o terminal do S.R., denominado "mode" M, esteja com o nível lógico apropriado (será suposto zero). Por outro lado, as linhas são alimentadas seqüencialmente através de um S.R., denominado strobe, que é montado em anel, de modo que somente uma linha será energizada a cada pulso. Faz-se necessário, então, que as informações armazenadas nos S.R. girem em sincronismo com o strobe. Para isto, o pulso que comanda a rotação dos S.R. é o mesmo que atua no strobe. O número de vezes que cada LED deve ser alimentado por segundo é determinado por um fator humano, denominado persistência visual, isto é, o cérebro é incapaz de detectar o apagamento do LED, se isto for feito a uma taxa igual ou superior a 24 vezes por segundo.

4.2.1.2 - Transferência das Informações entre os S.R. de Armazenamento

Após ter-se energizado cada LED da primeira coluna 32 vezes, a informação armazenada no S.R. nº 1 deve ser transferida para o seguinte, o que acontecerá nos demais S.R.. Então, uma nova informação proveniente da lógica que estiver em situação de transferência deve ser armazenada no S.R. nº 1. O processo estacionará após a transferência da última coluna do caracter, se nenhuma outra informação estiver presente na U.R.. A operação de transferência deve ser realizada em um instante em que as informações contidas nas saídas de cada S.R. estiverem na ordem correta, apesar de terem sofrido anteriormente uma série de rotações. A transferência realizar-se-á em paralelo, estabelecendo-se no "mode" M o nível lógico adequado (será suposto um) seja ainda a figura 4.1.

O último terminal do strobe C_2 , é conectado à entrada de um contador, o qual terá todas as saídas zeradas quando acontecer a trigésima segunda subida dos pulsos em C_2 . Combinando todas as saídas desse contador em um circuito NOR, quando cada LED tiver sido alimentado 32 vezes, ter-se-á na saída deste o nível lógico 1 durante oito pulsos consecutivos de C_1 . Deve-se, contudo, garantir que a duração máxima destes 32 pulsos não seja maior que 1 segundo para obedecer à condição de persistência visual.

As saídas C_3 e C_2 são combinadas em um AND dando como resultado um trem de pulsos, cuja frequência será 32 vezes menor que a do trem de pulsos na entrada do contador. Nesta situação, como a saída do AND está conectada ao terminal M do S.R., conseguir-se-á a condição de transferência. Observe-se, contudo, que durante o restante do tempo o mode estará em um nível zero, que é a condição de rotação. A subida do pul

so em C_4 dará partida a um monoestável, cujo pulso de saída, na sua queda, transferirá as informações nos S.R. (Ver figura 4.2).

4.2.1.3 - Ordenamento das Lógicas

Enquanto uma lógica estiver sendo recebida, as demais devem estar inibidas neste instante. A ordem com que estas serão recebidas será a seqüência natural. Para a seleção e ordenamento das lógicas será utilizada novamente a técnica strobe através de um S.R., que será chamado discriminador de lógica. Este é um S.R. de 6 saídas (Ver figura 4.3), montado em anel, a fim de que um nível lógico 1 circule através de suas saídas. Cada uma destas alimentará um terminal O_i , onde i indica a ordem da lógica. Quando o nível 1 estiver presente em um terminal O_i , a lógica correspondente estará em situação apropriada para transferir os seus dígitos para o S.R. nº 1. O discriminador é conectado em C_4 , de tal maneira que, a cada subida do pulso nesse terminal, uma nova lógica adquire condição de transferência. O monoestável que fornece o pulso de transferência (figura 4.1) fará com que esta esteja atrasada em relação à mudança de lógica, por um intervalo de tempo conveniente.

Todavia, tem-se somente cinco lógicas, enquanto o discriminador é dotado de 6 saídas, acarretando que nenhuma lógica estará em condição de transferência quando o nível 1 estiver presente na última saída. Obtém-se, então, um espaço de uma coluna entre os caracteres. A experiência dirá se esta separação é suficiente e, em caso negativo, bastará utilizar-se um S.R. de maior número de saídas como discriminador.

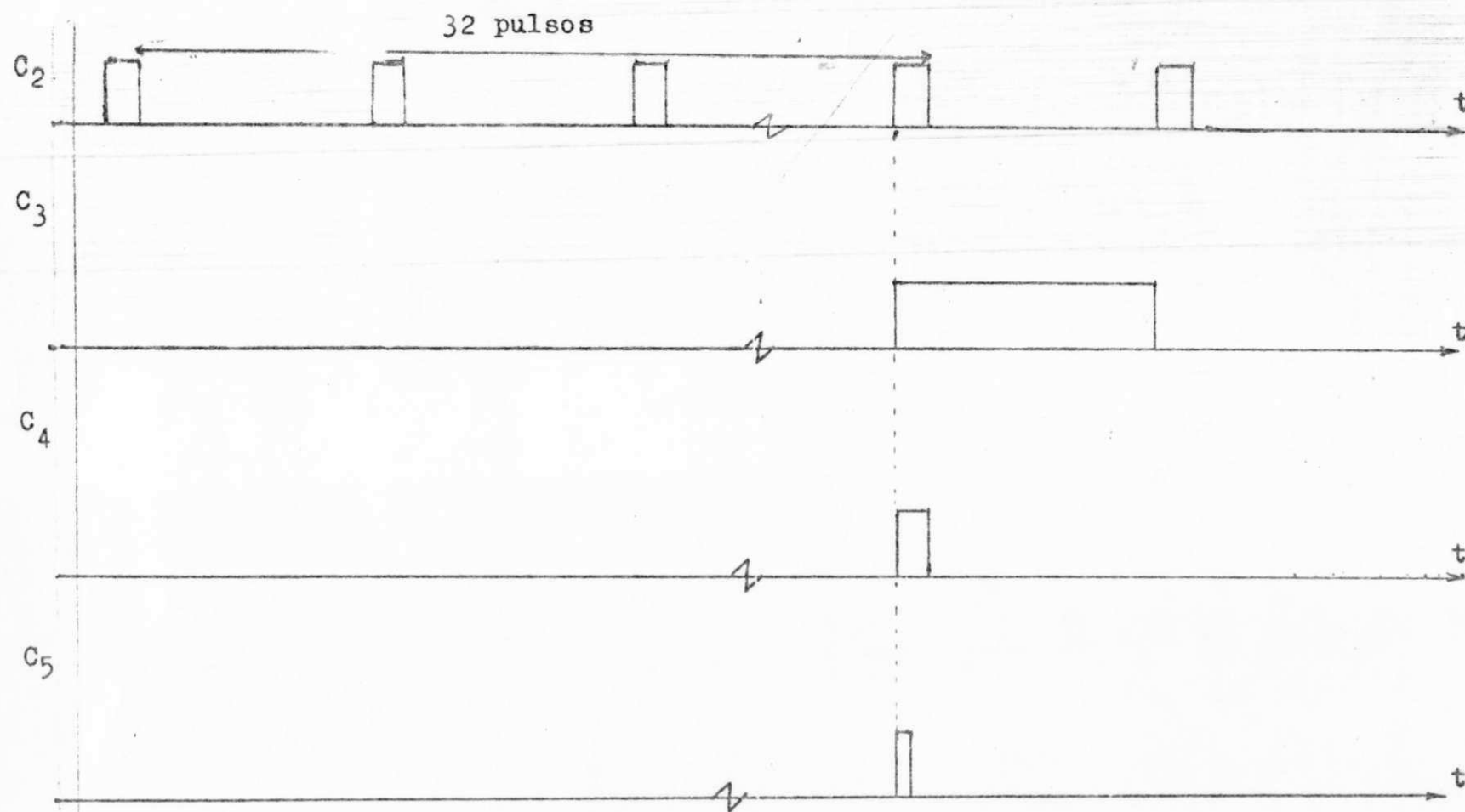


Figura 4.2. - Diagrama de Tempo (Figura 4.1.)

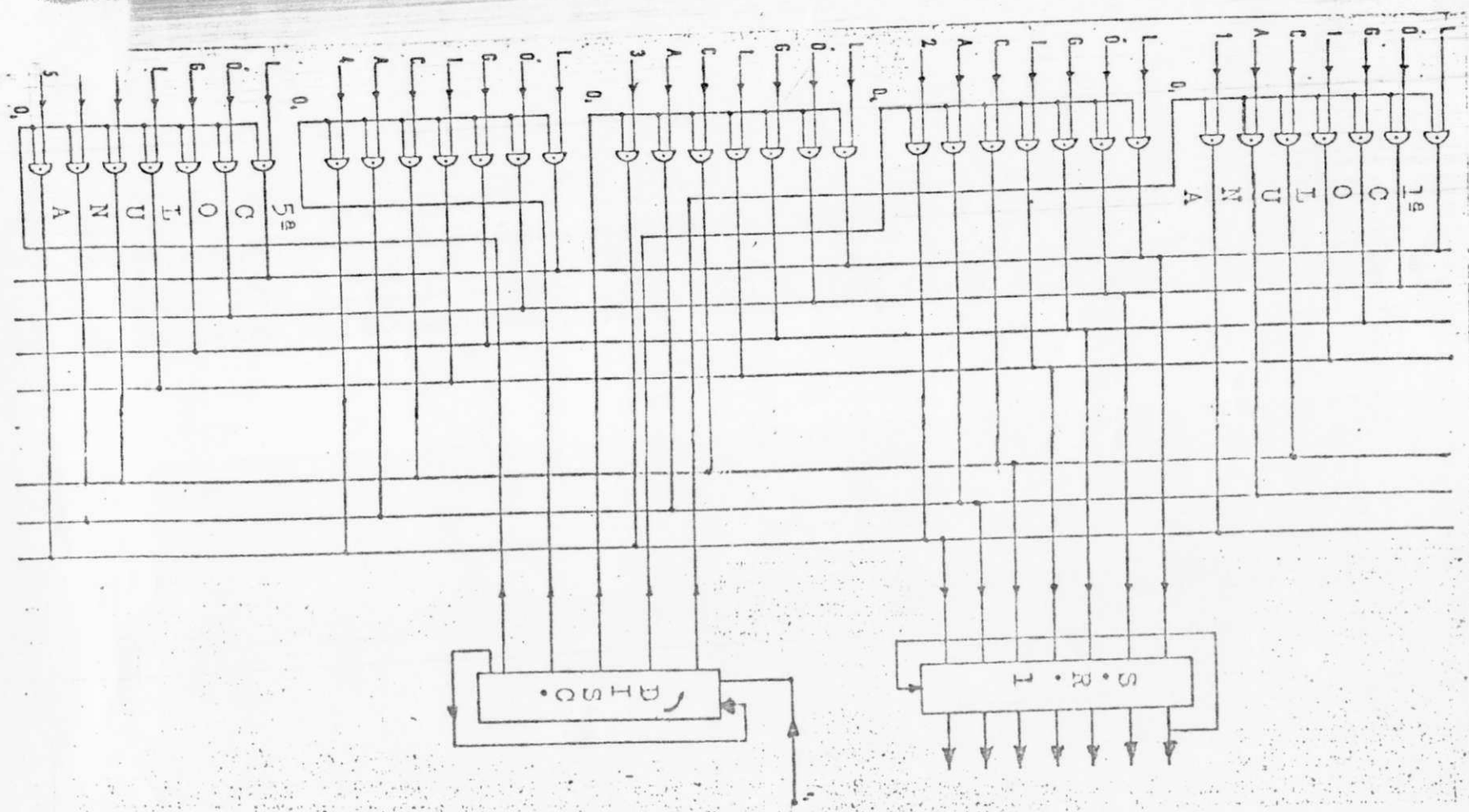


Figura 4.3. - Ordenamento das Lógicas

4.2.2 - Solução Considerando Deslocamento por Arranjos

Para se conseguir o deslocamento dos caracteres de arranjo para arranjo (Ver figura 4.4), os S.R. são dispostos de tal modo que a primeira lógica será conectada ao primeiro S.R., a segunda, ao segundo S.R., e assim por diante, até a quinta lógica, que será conectada ao quinto. O primeiro S.R., transferirá seus dígitos para o sexto, o segundo para o sétimo e assim sucessivamente como na solução anterior, o primeiro S.R. excitará a primeira coluna, o segundo excitará a segunda etc..

As técnicas de excitação das linhas de rotação das informações nos S.R., bem como a obtenção da condição de transferência são realizadas exatamente como na solução anterior. Uma vez que as lógicas entram simultaneamente nos S.R. correspondentes, o discriminador é evitado.

4.3 - Circuito de Excitação para um Display Constituído de Módulos de 16 Segmentos

Será apenas necessária uma lógica de 16 saídas, para excitar esse display, sendo uma para cada segmento. Para esse tipo, não há necessidade de técnica strobe, nem que as informações apresentem rotação nos S.R., ocorrendo assim, nenhum problema de sincronização (Ver figura 4.5).

4.4 - Sistema de Inibição de Transferência

Nos circuitos de excitação que foram apresentados até aqui, o intervalo de tempo transcorrido entre a transmissão de duas palavras-código consecutivas é variável, de acordo com a atuação do operador no tecla

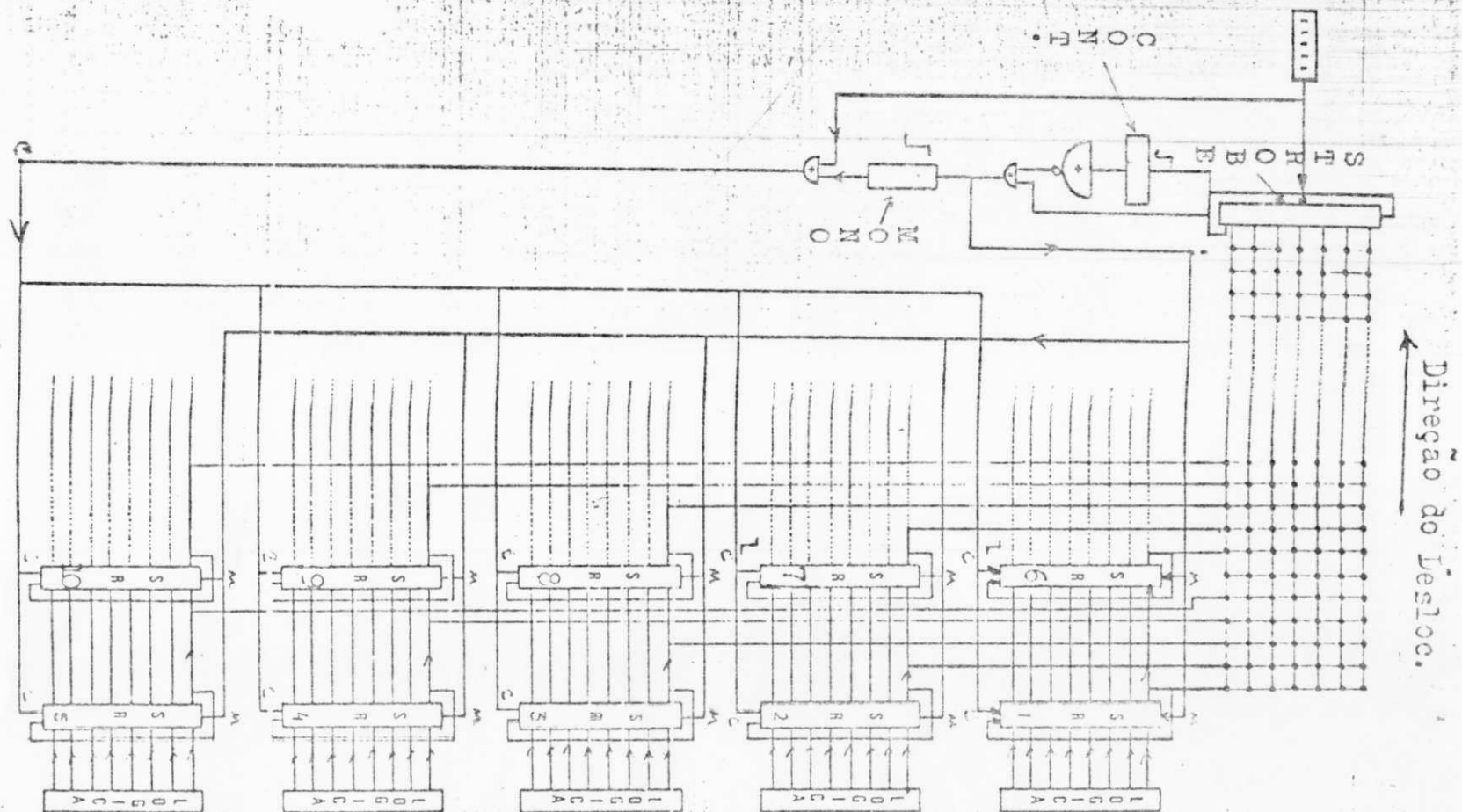


Figura 4.4. - 2ª Solução - Excitação

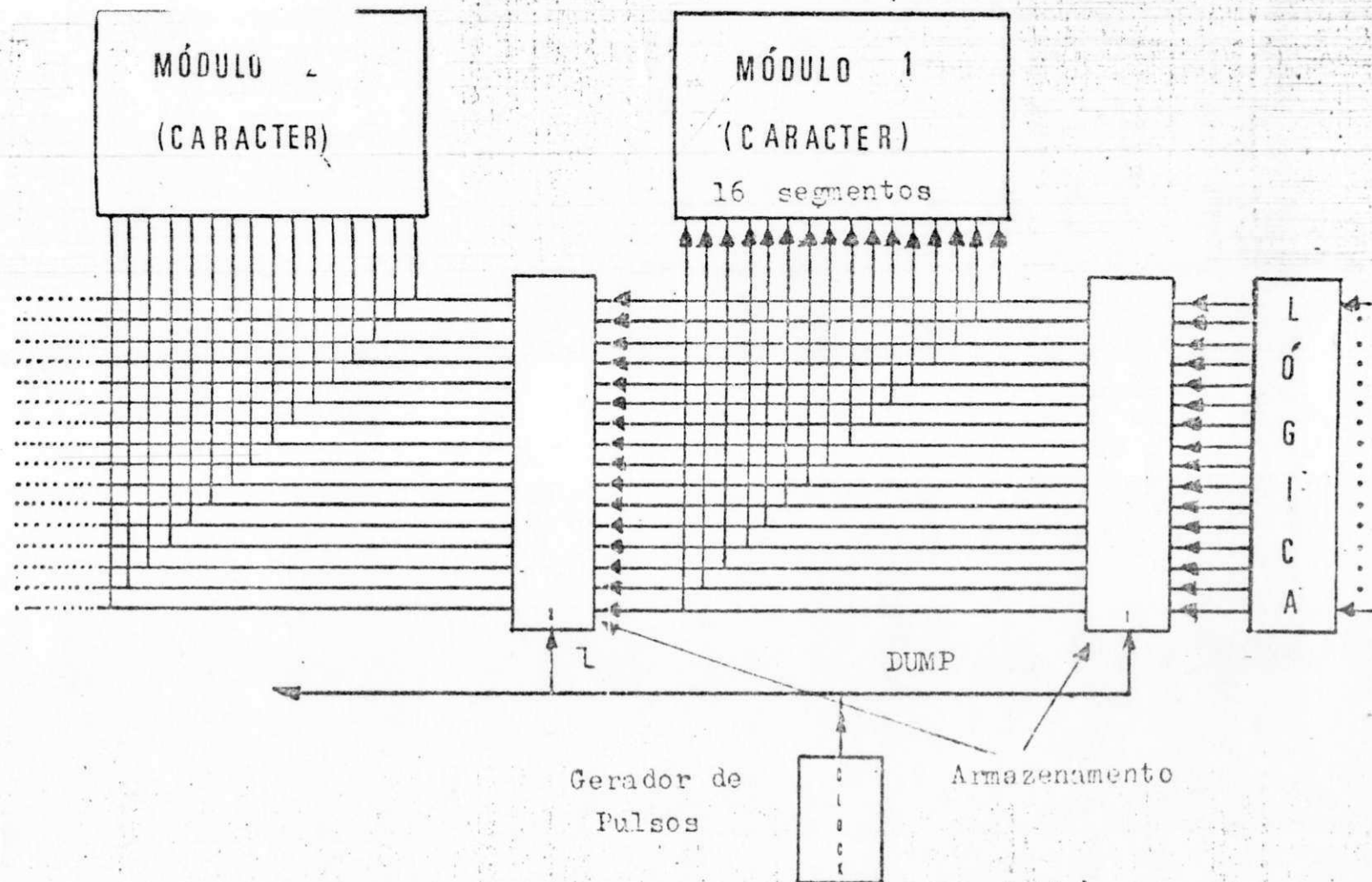


Figura 4.5. - 3ª Solução - Excitação

do. Isto resultará em um espaçamento entre os caracteres do display, que será variável em função da transmissão. Assim, deve ser utilizado um sistema inibidor de transferência, cuja função será a de garantir um espaçamento constante entre os caracteres. Tem-se, conseqüentemente, de controlar o deslocamento dos mesmos, para que este somente tenha efeito quando uma nova palavra-código estiver armazenada na U.R..

4.4.1 - Solução para as Matrizes de LEDs

Considere-se a figura 4.6. Quando o nível lógico 1 estiver no último terminal do discriminador (figura 4.3), é sinal de que um caracter foi completamente apresentado no display. Havendo, contudo, ao menos um dígito 1 correspondente à informação da aquele caracter nas saídas da U.R., C_8 estará com um nível 1 dando condição de transferência aos S.R., comandada pelo nível no terminal M. Por outro lado, a queda de C_5 (Ver figura 4.1), que efetuará a transferência, dará partida a um monoestável, cujo pulso de saída atuará, com sua queda, um outro monoestável. Este entrará, juntamente com C_6 , em um AND. A saída deste será 1, quando C_6 e a saída do último monoestável forem simultaneamente 1, o que somente ocorrerá quando um caracter tiver sido completamente apresentado. Nesse instante, um nível 1 estará aplicado ao reset da U.R., zerando suas saídas. O monoestável que parte com o pulso de C_5 foi utilizado para permitir um atraso do nível no reset em relação à queda do pulso de transferência. Assim, C_8 ficará com o nível 0, até que nova palavra-código seja armazenada, de sorte que se terá inibido simultaneamente a ação do discriminador e a transferência.

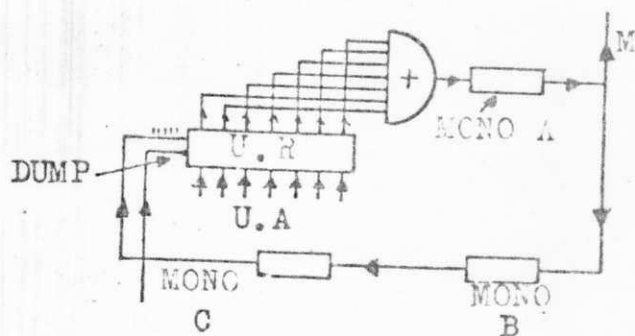


Figura 4.7. - Sistema de Inibição de Transferência
para 3ª Solução

CAPÍTULO V - CONCLUSÕES

Para analisar completamente as soluções apresentadas seria necessária a determinação de um conjunto de fatores técnicos e econômicos, alguns dos quais apenas poderiam ser determinados através de recursos experimentais. Por outro lado, a montagem das três soluções para obtenção de dados comparativos seria bastante dispendiosa. Todavia, pode-se adiantar algumas considerações a respeito do tempo de retenção, custo, confiabilidade e velocidade de operação.

Denominar-se-á tempo de retenção ao tempo em que um dado caracter permanece inteiramente apresentado no display. Este é praticamente determinado pela velocidade com que os caracteres são transmitidos, não diferindo, portanto, nas soluções apresentadas.

Com as matrizes de LEDs obtém-se grande facilidade de leitura e uma boa disposição dos caracteres, sendo especialmente adequadas para aplicações onde a facilidade de leitura e a confiabilidade sejam os objetivos. É eliminado o problema de uma falsa leitura possível com a falha de um segmento em um display constituído de módulos com 16 segmentos.

Os displays de matrizes de LEDs comercialmente disponíveis, apresentam um inconveniente para a aplicação da solução com deslocamento por coluna. O inconveniente é que o espaçamento físico entre as matrizes 5 x 7 é maior que o correspondente entre as colunas, diminuindo, assim, a resolução para a aplicação daquela solução. O problema poderia ser contornado construindo-se o display, diodo por diodo, o que seria dispendioso, principalmente em termos de tempo.

A solução empregando módulos de 16 segmentos é a mais simples e econômica mas, as matrizes de LEDs apresentam em contrapartida uma maior facilidade a leitura.

A principal vantagem do sistema (codificação-de codificação) como um todo, em relação à telegrafia manual, reside no fato de que este automatiza a operação, evitando o emprego de operadores especialmente treinados.

O custo do sistema de decodificação para apresentação de 5 caracteres usando matrizes de LEDs é estimado em Cr\$ 4.000,00, sendo de aproximadamente 10% o acréscimo por caracter. Por outro lado, utilizando-se display constituído de módulos de 16 segmentos estima-se o custo em Cr\$ 3.000,00, sendo também de aproximadamente 10% o acréscimo por caracter.

APÊNDICE A - LEDS (LIGHT EMITTING DIODES)

A.1 - Teoria da Operação dos LEDs

Seja o diagrama quântico para um LED mostrado na figura A.1.

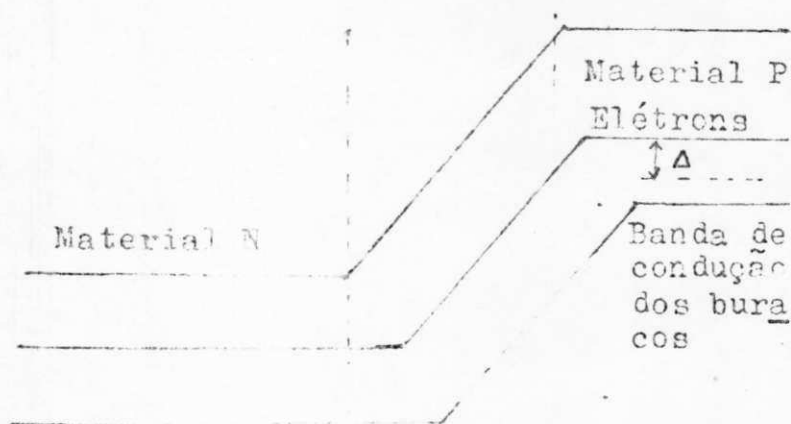


Figura A.1. - Diagrama Quântico

Cerca de 1,4V polarizando diretamente o diodo adicionará energia suficiente aos elétrons para forçá-los contra a barreira de potencial. Uma vez no material P, estes elétrons perdem espontaneamente seu excesso de energia e caem, através da banda proibida, na banda de condução dos buracos. A recombinação acontece, então, no material P, resultando na emissão do excesso de energia E.

Nos diodos de Silício e de Germânio, os elétrons atravessam a banda proibida por um caminho indireto e o excesso de energia E é dissipado em forma de energia térmica. Por outro lado, as propriedades especiais de materiais como, por exemplo, o GaAsP permitem que cerca de 10% dos elétrons que se recombinam caiam diretamente na banda de condução dos buracos e o excesso de energia

ΔE é emitido na forma de um fóton. O comprimento de onda da luz diretamente emitida no material semicondutor, pode ser determinado pela equação $\lambda = hc/\Delta E$, onde λ é o comprimento de onda, h é a constante de Planck, c a velocidade da luz e ΔE a energia do fóton. Esta equação mostra que, o comprimento de onda da luz emitida é inversamente proporcional à emissão da energia, no instante da recombinação. Por exemplo, a maioria dos LEDs de GaAs tem um $\Delta E \approx 1,37$ eV a temperatura ambiente. No instante da recombinação, o dispositivo emitirá luz com um comprimento de onda de cerca de 9000 Å. A General Electric desenvolveu um diodo de GaAsP com um $\Delta E = 2,25$ eV que dá como resultado uma radiação com um comprimento de onda da ordem de 5500 Å.

A.2 - Espectro

Os exemplos apresentados mostram que os LEDs emitem luz quando energizados em uma frequência que é determinada simplesmente pelo valor de E . Isto entretanto é apenas uma idealização, pois, na prática, os LEDs emitem um espectro relativamente amplo de frequências. A figura A.2 mostra um gráfico da intensidade luminosa em relação à máxima emitida, com respeito ao comprimento de onda.

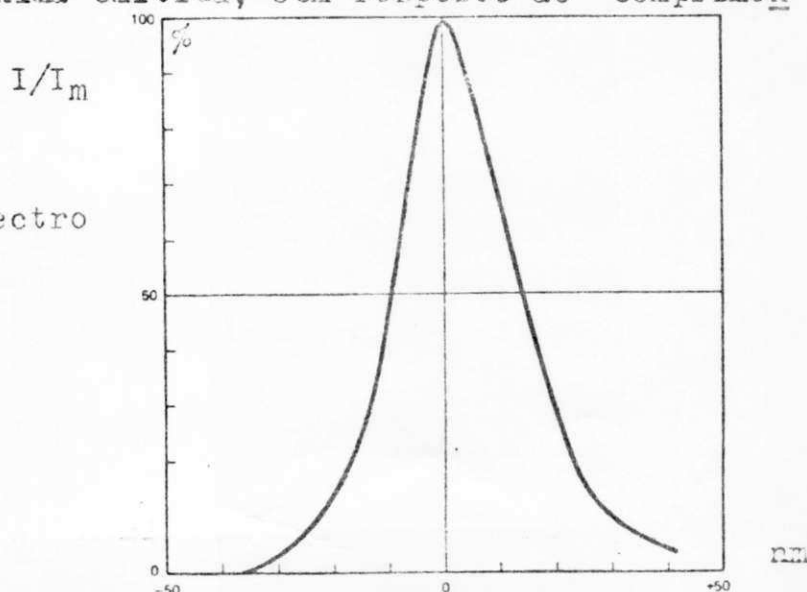


Fig. A.2 - Espectro

A.3 - Característica I - V

A figura A.3 mostra uma característica I-V direta de um LED. Pode-se notar que a queda de potencial no sentido direto é mais alta que a usual dos diodos comuns. Uma outra particularidade não mostrada na figura é que aqueles têm uma tensão de "breakdown" de somente 2V. Assim, os LEDs são adequados para operação como fontes de luz, mas não para retificação.

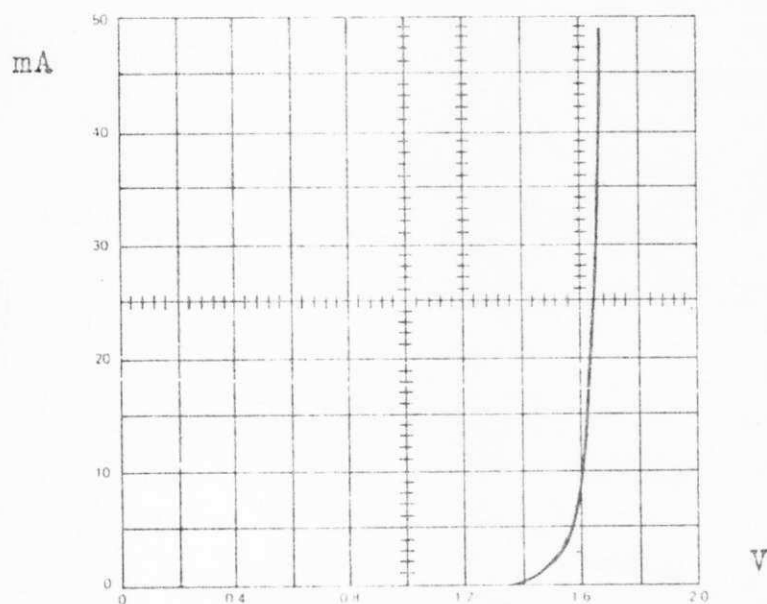


Figura A.3 - Característica I - V

A.4 - Potência

A eficiência do GaAsP torna um indicador alfanumérico com LEDs adequado para muitas aplicações onde as necessidades de potência são relevantes. Em instrumentos portáteis ou outras aplicações onde a potência precisar ser diminuída, a luminosidade do display pode ser reduzida com correspondente economia de potência.

A.5 - Compatibilidade com os CI

A tensão mais alta requerida pelo display é menor que 2V. Isto elimina a necessidade de fontes de alimentação de tensões mais altas, economizando, assim, peso e espaço.

A.6 - Luminância

Apresenta uma luminância de 297 candelas por centímetro, quando submetido a uma corrente de 10 mA.

A.7 - Situação Atual dos Displays Alfanuméricos (LEDs)

Em um artigo publicado pela revista "Electronics" em maio de 1971, Derek Mash, da Standard Telecommunication Laboratories Ltd, na Inglaterra, diz que sua firma, uma subsidiária da ITT, colocará este ano no mercado módulos de 5 ou 6 letras, compreendendo matrizes de 7x5 LEDs de GaAsP, juntamente com os circuitos de alimentação, cujo custo, segundo sua estimativa, será cerca de 10 vezes o custo para os displays numéricos.

Outros planejamentos de introdução e desenvolvimento de displays alfanuméricos incluem recentemente os da Motorola e os da Texas Instruments, com matrizes 5x7 de LEDs, e o da Bowmar Canada Ltd, de Ottawa, com módulos de 16 segmentos de LEDs. Ainda para finalidades alfanuméricas, a firma francesa La Radio-Technique Complec (RTC) introduzirá displays de 13 segmentos, como também matrizes 5x7 de LEDs, sendo que ambos utilizarão GaAsP. Outras grandes firmas, tais como a Siemens, Thonson e a Nippon Electric estão desenvolvendo displays com LEDs.

A luz destas informações, podemos sentir a forte

tendência da utilização de displays alfanuméricos utilizando LEDs.

APÊNDICE B - SIMULAÇÕES NO IBM 1130

Neste apêndice serão apresentados os programas para simulação das funções do decodificador e da lógica para a solução empregando um display constituído de módulos de 16 segmentos. Estes apresentaram resultados positivos.

As simulações para as demais soluções podem ser encontradas no "Paper" que está sendo elaborado pelo Prof. Jerre Sales, da Escola Politécnica da UFPb.

B.1 - Programa para o Decodificador

As variáveis LA, LB, LC, ... LH são as saídas da U.A., onde LA representa a posição inicial do dígito de referência. O programa permite ainda a apresentação daquelas saídas, bem como a do sinal de entrada através do plotter.

Neste programa foi tomado $NU = 3$ para representação da unidade de tempo. Assim, os dados correspondentes aos caracteres A e E, por exemplo, são respectivamente:

1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0

ponto esp. traço espaço final

1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0

ponto espaço final

```
// JOB
```

```
LOG DRIVE    CART SPEC    CART AVAIL    PHY DRIVE
  0000        1115        1115        0000
```

```
V2 M10    ACTUAL 16K    CONFIG 16K
```

```
// FOR
```

```
*LIST SOURCE PROGRAM
```

```
*ONE WORD INTEGERS
```

```
*IOCS(CARD,1132PRINTER,PLOTTER)
```

```
  DIMENSION IA(80),IB(9,500)
```

```
  DIMENSION TEXT(8),HTS(9)
```

```
  DATA TEXT /'LH','LG','LF','LE','LD','LC','LB','LA'/
```

```
  DATA HTS /1.5,3.0,4.0,5.0,6.0,7.0,8.0,9.0,10.0/
```

```
  LA=1
```

```
  LB=0
```

```
  LC=0
```

```
  LD=0
```

Saídas da U.A.

```
  LE=0
```

```
  LF=0
```

```
  LG=0
```

```
  LH=0
```

```
  I11=0
```

```
  I12=0
```

```
  I13=0
```

```
  I14=0
```

```
  I15=0
```

```
  I16=0
```

```
  I17=0
```

```
  I1A=0
```

```
  I1B=0
```

```
  INP1=0
```

```
  ISE=0
```

```
  KA=0
```

```
  KB=0
```

```
  KC=0
```

```
  KD=0
```

```
  KZ=0
```

```
  KE=0
```

```
  READ(2,11) N
```

```
11  FORMAT(I3)
```

```
  DO 20 J=1,N
```

```
  READ(2,1)(IA(I),I=1,80)
```

```
1  FORMAT(80I1)
```

```
  DO 20 I=1,79
```

```
  INPC=INP1
```

```

INP1=IA(1)
INP2=NO(INP1)
I111=I11
NU=9
CALL MONOA(NU,INP0,INP1,I11,KA)
I121=I12
CALL MONOD(NU,INP0,INP1,I12,KB)
NU=1
IIA0=IIA
CALL MONOD(NU,I121,I12,IIA,KZ)

```

PAGE 2

```

I1B0=I1B
I1B=IAND2(IIA,INP2)
I130=I13
CALL MONOD(NU,I1B0,I1B,I13,KE)
NU=4
I140=I14
CALL MONOD(NU,I130,I13,I14,KD)
NU=3
I150=I15
CALL MONOD(NU,I130,I13,I15,KC)
I160=I16
I16=IOR2(INP1,I14)
I170=I17
I17=IOR2(I15,I11)
CALL SHRS8(I113,ISE,I170,I17,I16,LA,LB,LC,LD,LE,LF,LG,LH)
WRITE(3,2) INP1,INP2,I11,I12,I13,I14,I15,I16,I17,IIA,I1B,LA,LB,LC,LD,
LD,LE,LF,LG,LH
FORMAT(19(3X,I1))
JJ = (J-1)*79+1
IB(1,JJ) = INP1
IB(2,JJ) = LA
IB(3,JJ) = LB
IB(4,JJ) = LC
IB(5,JJ) = LD
IB(6,JJ) = LE
IB(7,JJ) = LF
IB(8,JJ) = LG
IB(9,JJ) = LH
CONTINUE

```

```

CALL SCALF(0.1,0.9,0.0,0.0)
CALL FGRID(0,0.0,0.0,10.,N*8)
CALL FGRID(1,0.0,0.0,10.,1)
DO 12 J=1,8
CALL FCHAR(-4.0,11.-J,0.1,0.1,0.0)
12 WRITE(7,13) TEXT(J)
13 FORMAT(A2)
CALL FCHAR(-9.0,1.5,0.1,0.1,0.0)
WRITE(7,14)
14 FORMAT('ENTRADA')
CALL FCHAR(-6.0,4.0,0.1,0.1,1.57)
WRITE(7,15)
15 FORMAT('ENTRADAS U.R.')
NN = N*79
DO 16 J=1,9
CALL FPLOT(1,0.0,HTS(J))
DO 16 I=1,NN
CALL FPLOT(2,I-1.,HTS(J)+IB(J,I)*0.2)
16 CALL FPLOT(2,I+0.,HTS(J)+IB(J,I)*0.2)
CALL FPLOT(1,0.0,0.0)
CALL EXIT
END

```

FEATURES SUPPORTED
ONE WORD INTEGERS
IOCS

CORE REQUIREMENTS FOR
COMMON 0 VARIABLES 4670 PROGRAM 742

B.2 - Programa para a Terceira Solução

As variáveis ISA_1 , ISB_1 ... ISP_1 são as saídas do S.R. que excita o primeiro módulo e analogamente ISA_2 , ISB_2 ... ISP_2 as do S.R. que excita o segundo módulo. A unidade de tempo escolhida é a mesma do programa B.1.

PAGE 1

// JOB

LOG DRIVE	CART SPEC	CART AVAIL	PHY DRIVE
0000	1115	1115	0000

V2 #10 ACTUAL 16K CONFIG 16K

// DUP

*DELETE IOR8
 CART ID 1115 DB ADDR 5A02 DB CNT 0005

// FOR

*LIST SOURCE PROGRAM

*ONE WORD INTEGERS

```

FUNCTION IOR8(I1,I2,I3,I4,I5,I6,I7,I8)
  II=I1+I2+I3+I4+I5+I6+I7+I8+1
  BOR8=II
  BOR8=BOR8/8.+..8
  IOR8=BOR8
  RETURN
END

```

FEATURES SUPPORTED
 ONE WORD INTEGERS

CORE REQUIREMENTS FOR IOR8

CONTROL	0	VARIABLES	4	PROGRAM	66
---------	---	-----------	---	---------	----

RELATIVE ENTRY POINT ADDRESS IS 0009 (HEX)

END OF COMPILATION

// DUP

*STORE WS UA IOR8
 CART ID 1115 DB ADDR 5A02 DB CNT 0006

// FOR

LIST SOURCE PROGRAM

ONE WORD INTEGERS

IOCS(CARD,1132PRINTER)

61

DATA MM,M1,M2,M3,KA,KB,KC,NU,IO1/0,0,0,0,0,0,0,1,0/

ISA1=0

ISP1=0

ISC1=0

ISD1=0

ISE1=0

ISF1=0

ISG1=0

ISH1=0

ISI1=0

ISJ1=0

ISK1=0

ISL1=0

ISM1=0

ISN1=0

Saídas do S.R. nº 1

AGE 2

ISO1=0

ISP1=0

ISA2=0

ISB2=0

ISC2=0

ISD2=0

ISE2=0

ISF2=0

ISG2=0

ISH2=0

ISI2=0

ISJ2=0

ISK2=0

ISL2=0

IM2=0

IN2=0

SO2=0

SP2=0

MM=0

MI1=0

Saídas do S.R. nº 2

IO1=D(2,1) IA,IB,IC,ID,IE,IF,IG,IH,IA1,IB1,IC1,LD1,LE1,LF1,LG1,LI1,
IB2,IB2,LC2,LD2,LE2,LF2,LG2,LI2

1 FORMAT(24(I1,IX,1))

IO1=IO1

IO1=IO1,IA,IB,IC,ID,IE,IF,IG,IH,IA1,IB1,IC1,LD1,LE1,LF1,LG1,LI1,
IB2,IB2,LC2,LD2,LE2,LF2,LG2,LI2

MI1=MI

CALL MONOAU(NU,IO1C,IO1,M1,KA)

M2=M2

```

CALL MONOD(NU,M10,M1,V2,KB)
M30=M3
CALL MONOD(NU,M20,V2,M3,KC)
CALL OIFF(ISA1,ISB1,ISC1,ISD1,ISE1,ISF1,ISG1,ISH1,M10,M1,MV,ISA2,I
1SB2,ISC2,ISD2,ISE2,ISF2,ISG2,ISH2)
CALL OIFF(ISI1,ISJ1,ISK1,ISL1,ISM1,ISN1,ISO1,ISP1,M10,M1,MV,ISI2,I
1SJ2,ISK2,ISL2,ISM2,ISN2,ISO2,ISP2)
CALL OIFF(LA1,LB1,LC1,LD1,LE1,LF1,LG1,LH1,V10,M1,MV,ISA1,ISB1,ISC1
1,ISD1,ISE1,ISF1,ISG1,ISH1)
CALL OIFF(LA2,LB2,LC2,LD2,LE2,LF2,LG2,LH2,V10,M1,MV,ISI1,ISJ1,ISK1
1,ISL1,ISM1,ISN1,ISO1,ISP1)
WRITE(3,2) IA,IB,IC,ID,IE,IF,IG,IH,LA1,LB1,LC1,LD1,LE1,LF1,LG1,LH1
1,LA2,LB2,LC2,LD2,LE2,LF2,LG2,LH2,IO1,M1,V2,V3,ISA1,ISB1,ISC1,ISD1,
2ISE1,ISF1,ISG1,ISH1,ISI1,ISJ1,ISK1,ISL1,ISM1,ISN1,ISO1,ISP1,ISA2,I
3SB2,ISC2,ISD2,ISE2,ISF2,ISG2,ISH2,ISI2,ISJ2,ISK2,ISL2,ISM2,ISN2,IS
4O2,ISP2
2 FORMAT(60(1X,I1))
GO TO 100
END

```

FEATURES SUPPORTED
 ONE WORD INTEGERS
 DCS

REQUIREMENTS FOR
 COMMON 0 VARIABLES 70 PROGRAM 482

0 COMPILATION

3

CF COMPILATION

REQ

APÊNDICE C - ESPECIFICAÇÃO DE COMPONENTES

Neste apêndice serão exemplificados alguns componentes que poderão ser utilizados. A família TTL será preferida pois, facilita a reposição por ser muito popular e dispor de um maior número de funções. Esta, apenas não será indicada para a realização dos ROMs.

C.1 - Matriz

Dispõe-se destas matrizes em embalagens de 5 x 5, 6 x 6, 6 x 8, 8 x 5 e 8 x 6 com as seguintes especificações: TIDM 255⁽¹⁾, TIDM 266, TIDM 285 e TIDM 286, respectivamente. Nesse caso utilizar-se-á oito TIDM 286 para possibilitar as 48 saídas com 16 entradas.⁽²⁾

C.2 - Monoestáveis

Dos monoestáveis que serão utilizados no trabalho, alguns devem partir com a subida do pulso de entrada, enquanto outros com a queda. O SN74121 é adequado para ambas as situações, tendo um terminal apropriado para cada uma das funções. Uma vez acionados, os pulsos de saída são independentes de transições posteriores que possam ocorrer na entrada. A duração dos pulsos de saída pode ser variada desde 40 ns até 40s pela escolha de uma constante de tempo $\tau = RC$ desejada e são virtualmente independentes de V_{CC} e da temperatura. Possuem uma alta imunidade ao ruído, além de disporem de um terminal $\bar{Q}$ para os pulsos de saída invertidos.

C.3 - Shift-Registers

Um S.R. que realiza a função da unidade de arma

zenamento, tal como foi descrito, é o SN741164. Para a ação do reset deve-se colocar no terminal "Clear" o nível lógico zero. Na descrição que foi feita na U.A., esta ação dar-se-ia com a colocação de um nível 1. Tudo o que se tem que fazer então, é inverter a entrada para o reset. Neste o clock ocorre com a transição do nível zero para um, tendo-se de utilizar a saída $\bar{Q}$ dos monoestáveis que estão conectados àquele terminal. Para realizar a função dos S.R. que armazenam as informações das colunas pode-se utilizar, por exemplo, o SN74199. Para o strobe, pode-se também utilizar o SN74164.

C.4 - Lógicas

Para a realização destas, poder-se-á utilizar os ROMs TIIM 286, como descrito em C.1 e no capítulo III.

C.5 - Display

Os indicadores alfanuméricos com matrizes de LEDs são disponíveis em embalagens de três, quatro e cinco caracteres. Estes têm 0,270 polegadas de altura e são espaçados de aproximadamente 1/3 polegada. Pode ser usado, por exemplo, o 5082-7100 da Hewlett Packard. Estes displays não permitem conexões a todos os dígitos. Mais detalhes podem ser obtidos nas Notas de Aplicação da H.P. de 15 de fevereiro de 1971.

Os circuitos OR, AND e Inversores podem ser escolhidos dentro da família T.T.L.. O contador de 32 pode ser construído com flips-flops individuais desta família.

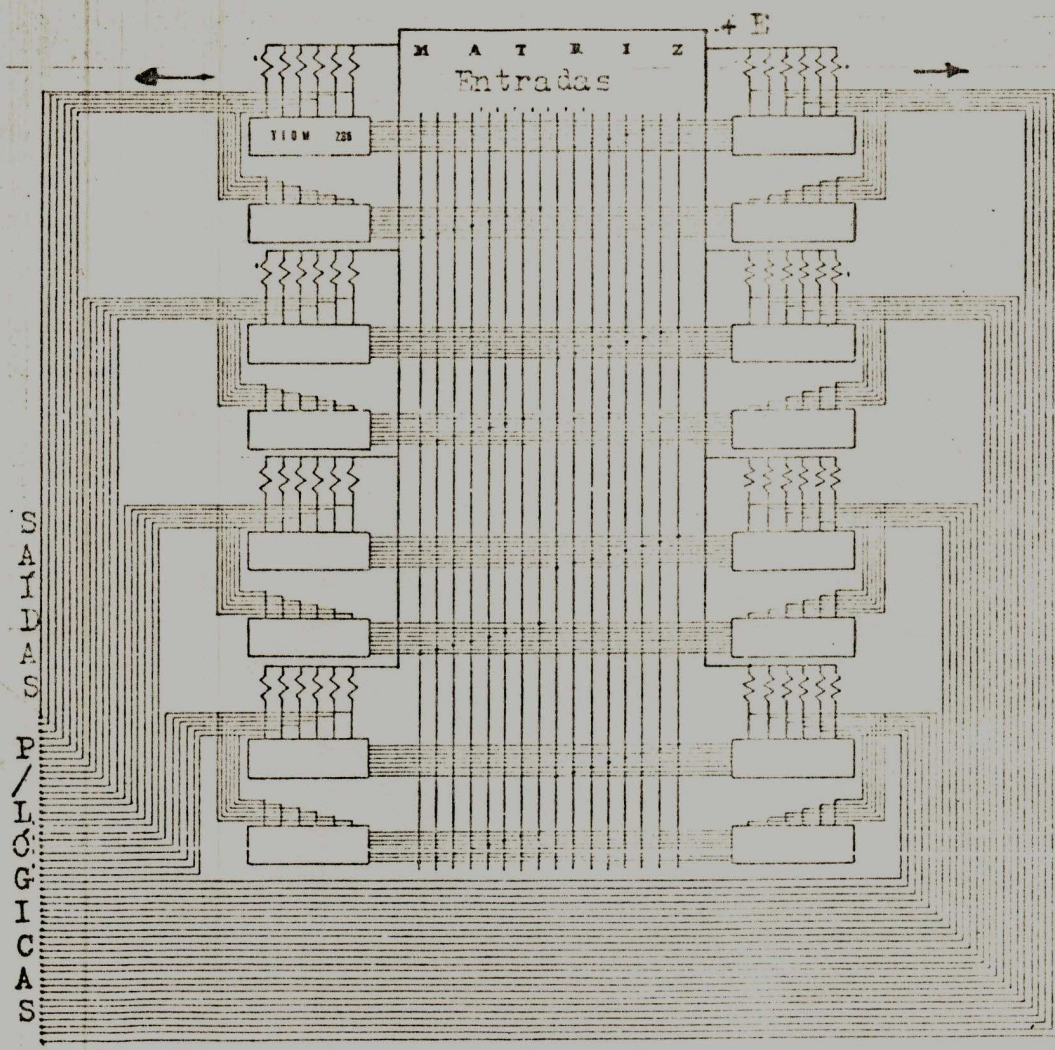


Figura C.1 - Matriz

APÊNDICE D - REPRESENTAÇÃO DOS CARACTERES
NA LINGUAGEM MORSE

Os caracteres %, +, \$ não são estabelecidos pela linguagem morse. Para representá-los foram utilizados, respectivamente, as palavras-código "entendido" (...--). No código morse existe apenas uma palavra-código para indicar parêntese. Foi mantida esta combinação (----) para fechar que corresponde a "Partida". A palavra-código "Espere" foi escolhida para representar o espaço entre palavras, por ser das disponíveis a de mais curta duração.

Será convencionado que o caracter (?), além de exercer sua função própria, indicará também a ocorrência de erro.

Além das palavras-código apresentadas, será também enviada a combinação (.....). Esta será a única combinação que tornará o último dígito da unidade de retenção igual a 1, o que poderá ser aproveitado para sinalização.

Os caracteres apresentados são:

A . -	L . - . .
B - . .	M - -
C - . - .	N - .
D - . . .	O - - -
E .	P . - - .
F . . -	Q - - . -
G - - .	R . - .
H	S . . .
I . .	T -
J . - - -	U . . -
K - . -	V . . . -

W . - -	(,) - - . . - -
X - . . -	(:) - - - . . .
Y - . - -	(?) . . - - . .
Z - - . .	(/) - . . - .
1 . - - - -	(-) - -
2 . . - - -	(- . - - . -
3 . . . - -	(") . - . . - .
4 -	(=) - . . . -
5	(%) . . . - .
6 -	Espaço . - . . .
7 - - . . .	(+) . - . - .
8 - - - . .	) - . - . -
9 - - - - .	(\$) . . . - . -
(.) . - . - . -	

B I B L I O G R A F I A

- Accioly, J.I.C. - Logic Families - Technical Report
Universidade de Waterloo - Canada - 1971
- Doyle, Owen - The Right Numeric Readout: A Critical
Choice for Designers - Electronics - McGraw-Hill
Publication - Vol. 44 - Nº 11 - 24 de Maio de 1971
p 65 - p 72
- Hewlett Packard - Solid State Alphanumeric Indicator
Technical Data - 15 de Fevereiro de 1971
- Jolley, E.H. - Introduction to Telephony and Telegraphy
Sir Isaac Pitman and Sons Ltd. - London - 1968
- Smith, George E. - Which Material is Best for LED
Displays? - Electronics - McGraw-Hill Publication
Vol. 44 - Nº 22 - p 74 - p 77
- Steward, R.L. and Soshea, R.W. - Strobed LED Display
Breacks the Design Cost Barrier - McGraw-Hill
Publication - Vol. 45 - Nº 2 - p 64 - p 67
- Texas Instruments - Bulletin NO.DL - S7111434
USA - 1971
- Texas Instruments - TTL Integrated Circuits Catalog
CC201 - USA - 1969
- Thomas P. Sifferlen and Vartan Vartanian - Digital
Electronics with Engineering Applications - Computer
Applications in Electrical Engineering Series
Franklin F. Kuo - Prentice-Hall - Inc. Englewood
Cliffs - N.J - USA - 1970