

## **Display de Cristal Líquido Alfanumérico**



## **Display de Cristal Líquido Alfanumérico**



## Display de Cristal Líquido Gráfico

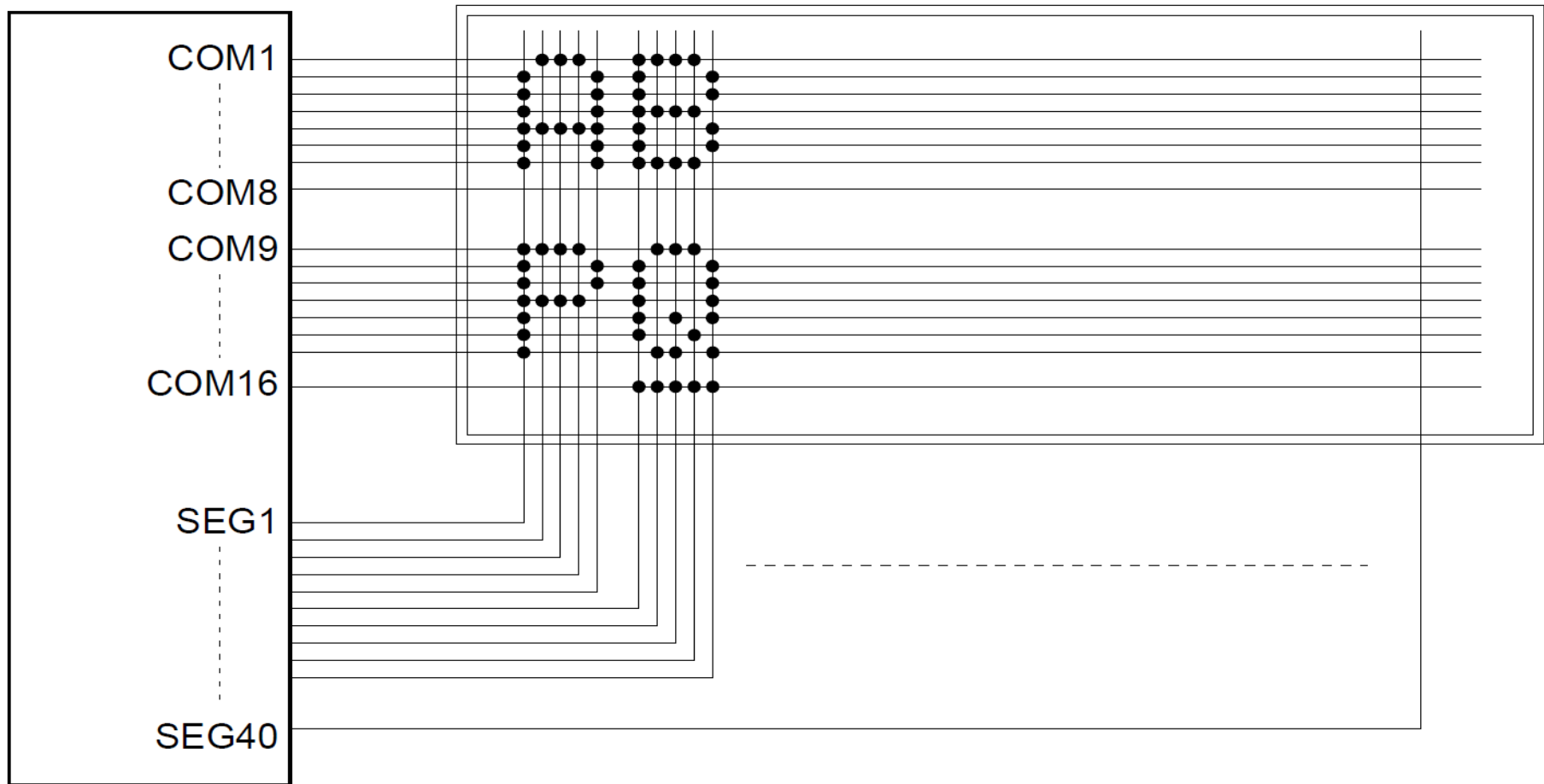


**Display Alfanumérico – 16 Colunas x 2 Linhas**



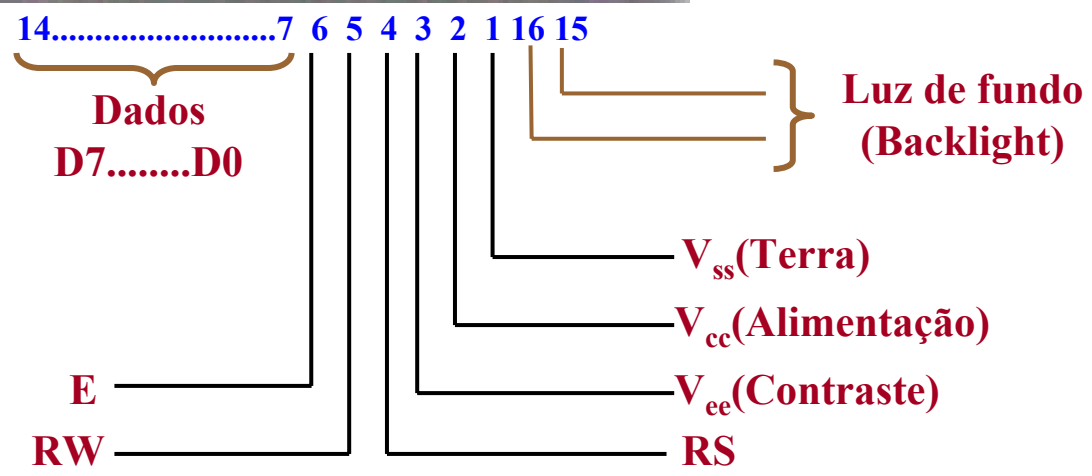
14 ou 16 Pinos

**Controlador:** { **HD44780U - Hitachi**  
**KS0066U - Samsung**

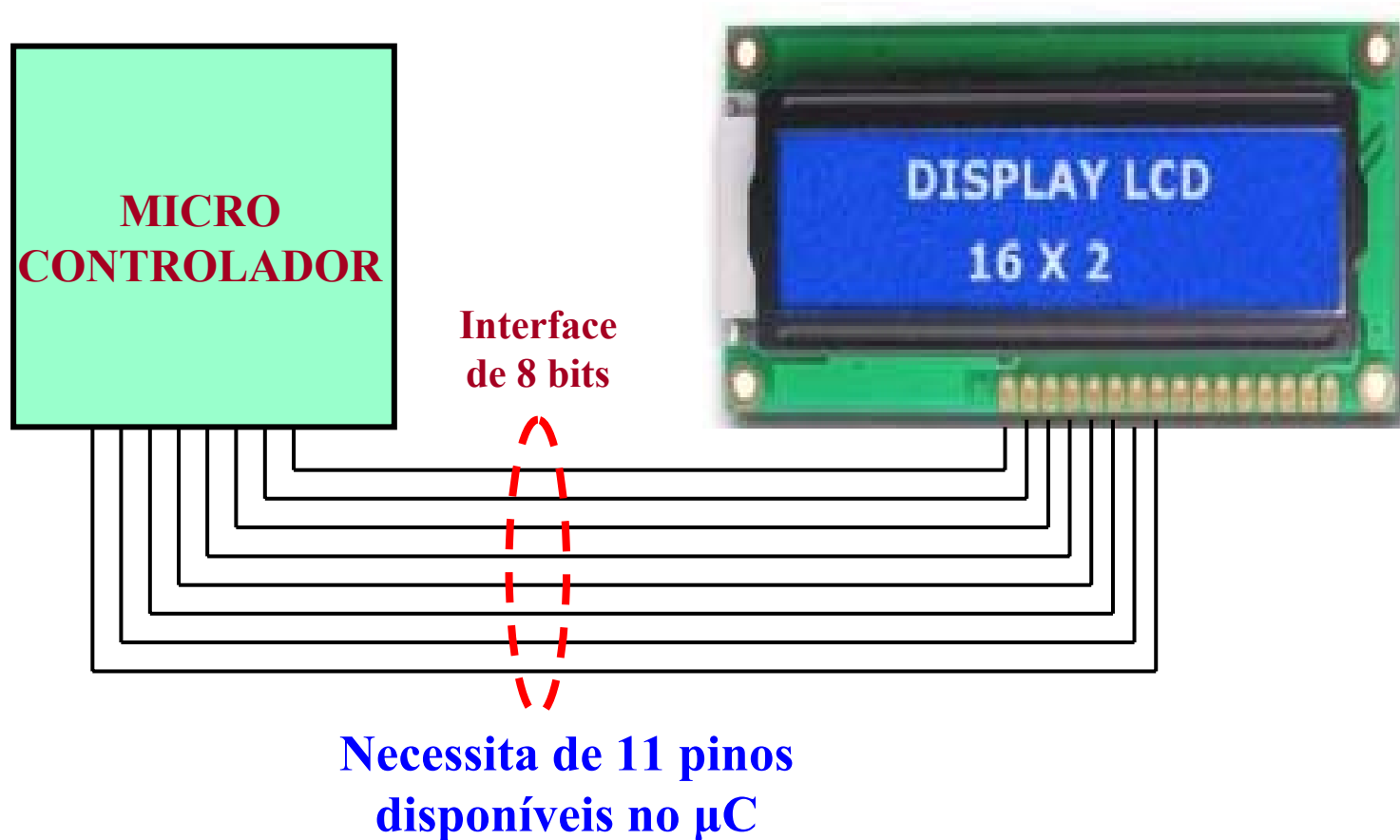


Example of a  $5 \times 8$  dot, 8-character  $\times$  2-line display (1/5 bias, 1/16 duty cycle)

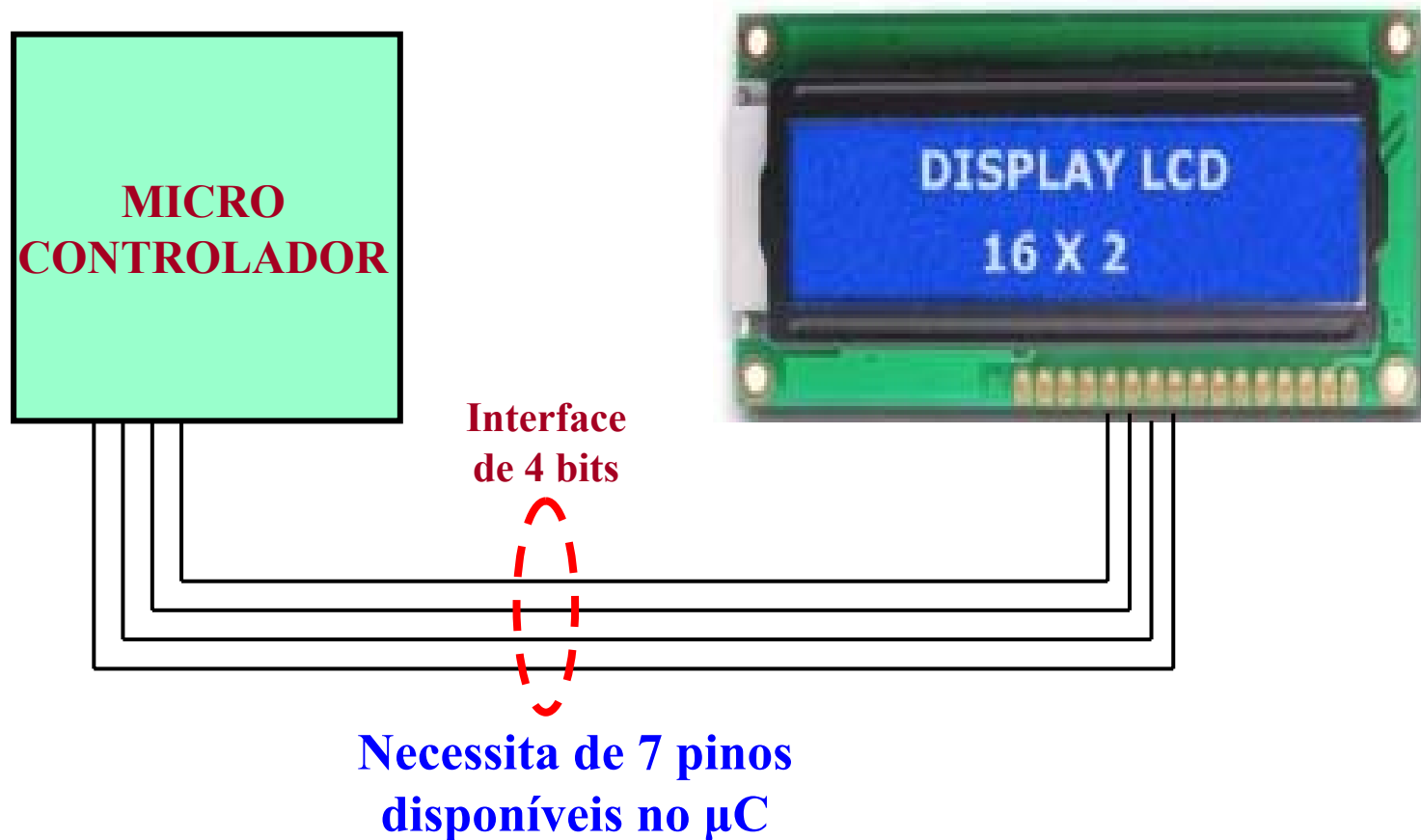
Identificação dos Pinos



## Interface com o Microcontrolador

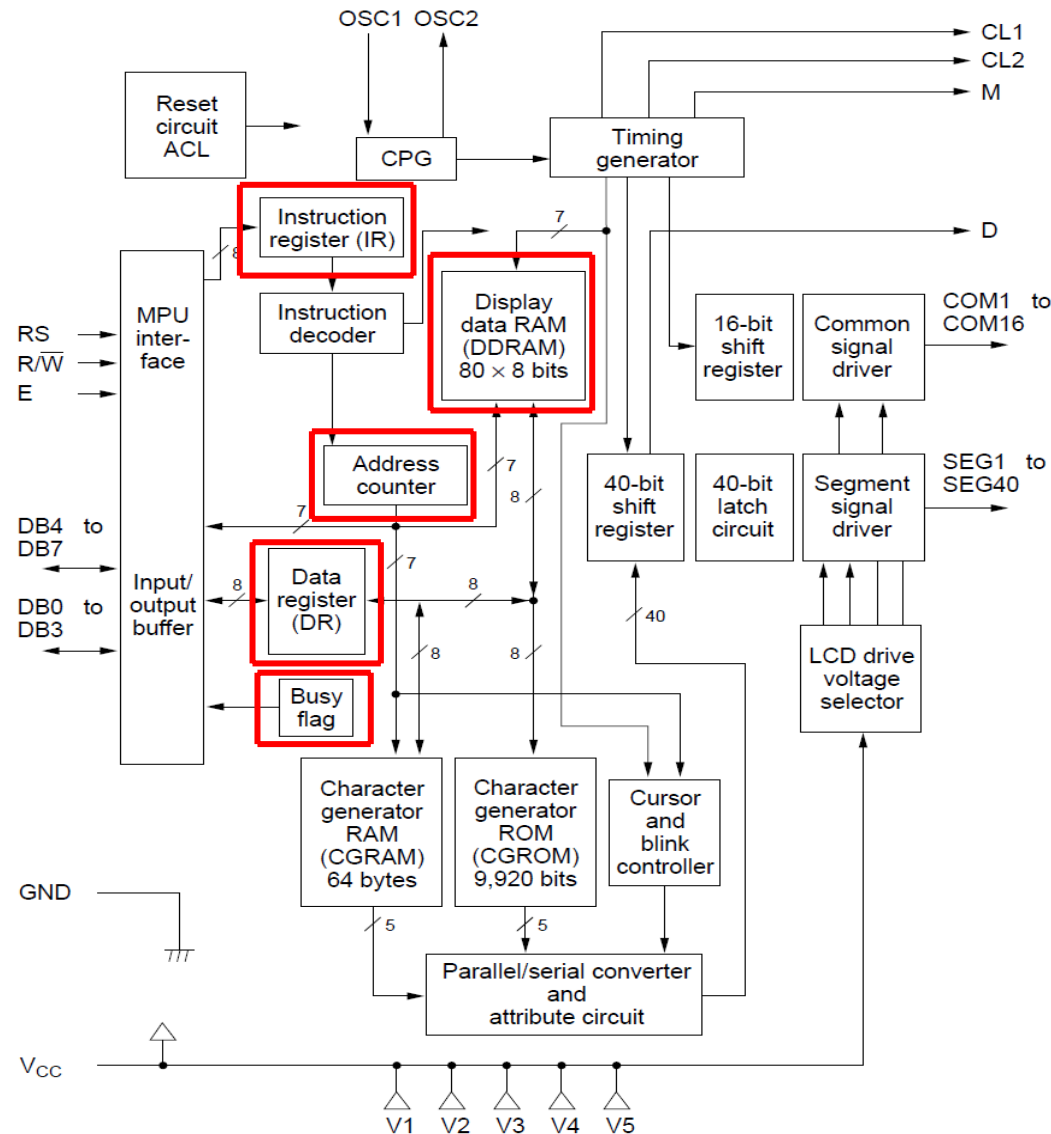


## Interface com o Microcontrolador





## Arquitetura do Controlador



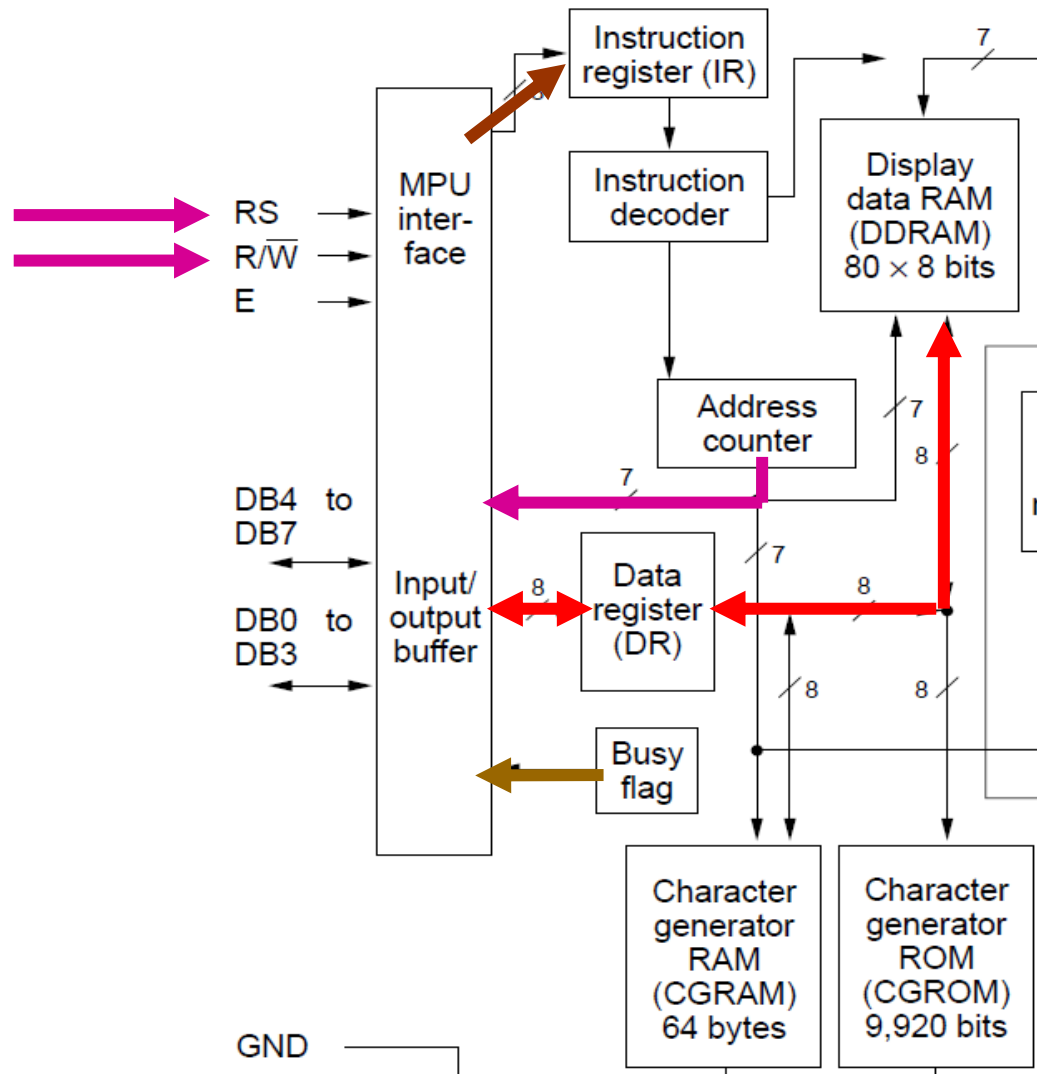
Memória DDRAM

Display position	1	2	3	4	5		39	40
DDRAM address	00	01	02	03	04	.....	26	27
(hexadecimal)	40	41	42	43	44	.....	66	67

Display position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DDRAM address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F
	HD44780U display								Extension driver display							

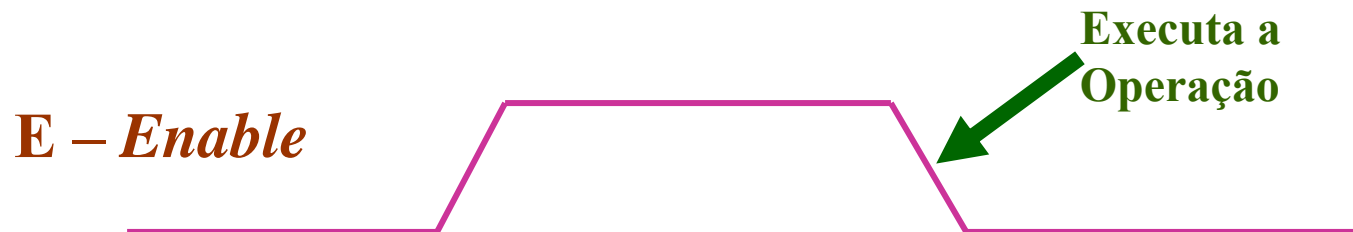
For shift left	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50

For shift right	27	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E
	67	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E

**Operações Possíveis**

Sinais de Controle RS,  $\overline{R/\overline{W}}$  e E

<u>RS</u>	<u><math>\overline{R/\overline{W}}</math></u>	
0	0	- Escrever uma instrução no IR
0	1	- Ler <i>Busy Flag</i> e <i>Address Counter</i>
1	0	- Escrever um dado no DR
1	1	- Ler um dado do DR



Lower 4 Bits \ Upper 4 Bits		0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000		CG RAM (1)	▀		0	a	P	`	P	E	α		°	À	Ð	à	ÿ
xxxx0001	(2)		◄	!	1	A	Q	a	q	A	J	i	±	Á	Ñ	á	ÿ
xxxx0010	(3)		“	”	2	B	R	b	r	W	Γ	φ	²	Â	Ò	â	ò
xxxx0011	(4)		”	#	3	C	S	c	s	3	π	ℓ	³	Ã	Ó	ã	ó
xxxx0100	(5)		⌂	\$	4	D	T	d	t	M	Σ	κ	¼	Ä	Ô	ä	ô
xxxx0101	(6)		¥	%	5	E	U	e	u	Ñ	σ	¥	½	Å	Ö	å	ö
xxxx0110	(7)		⬢	&	6	F	V	f	v	J	¼	¡	¾	Æ	Ö	æ	ö
xxxx0111	(8)		⌘	'	7	G	W	g	w	Π	τ	§	•	Ç	×	ç	÷
xxxx1000	(1)		↑	(	8	H	X	h	x	Y	♣	♠	ω	É	Φ	é	φ
xxxx1001	(2)		↓	)	9	I	Y	i	y	U	⊗	⊕	¹	Ê	Ù	ê	ù
xxxx1010	(3)		→	*	:	J	Z	j	z	Y	Ω	∑	Ω	Ê	Ú	ê	ú
xxxx1011	(4)		←	+	;	K	[	k	{	W	δ	⊗	⊗	Ë	Û	ë	û
xxxx1100	(5)		≤	,	<	L	\	l		W	∞	∞	∞	Ï	Ü	ï	ü
xxxx1101	(6)		≥	-	=	M	]	m	}	b	⊗	⊗	⊗	Í	Ý	í	ý
xxxx1110	(7)		▲	.	>	N	^	n	~	bl	ε	⊗	⊗	Î	Þ	î	þ
xxxx1111	(8)		▼	/	?	O	_	o	ˆ	3	∩	'	¿	İ	ß	ï	ÿ

## Instruções

<u>RS</u>	<u>R/<math>\overline{W}</math></u>	<u>D7</u>	<u>D6</u>	<u>D5</u>	<u>D4</u>	<u>D3</u>	<u>D2</u>	<u>D1</u>	<u>D0</u>
-----------	------------------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

*Clear Display*

Limpa o Display e zera o AC

0	0	0	0	0	0	0	0	1	<i>x</i>
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------

*Return Home*

Zera o AC e retorna o Display para a posição original (se foi deslocado)

## Instruções

RS    R/ $\overline{W}$     D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

0       0       0    0    0    0    0    1    I/D    S

*Entry Mode Set*

**Define a movimentação  
do Cursor e o desloca-  
mento do display**

**I/D = 1 : Incrementa o AC (Posição do Cursor)**

**I/D = 0 : Decrementa o AC**

**S = 1 : Desloca o Display (na direção do Cursor)**

**S = 0 : Não desloca o Display**

## Instruções

RS    R/W    D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

0        0        0    0    0    0    1    D    C    B

*Display On/Off Control*  
Liga/Desliga o Display  
e define a aparência do  
Cursor

D = 1 : Liga o Display

D = 0 : Desliga o Display

C = 1 : Mostra o Cursor

C = 0 : Não mostra o Cursor

B = 1 : Cursor Piscante

B = 0 : Cursor não Piscante



## Instruções

RS    R/W    D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

0       0       0    0    0    1   S/C R/L   x    x

*Cursor or Display Shift*

**Desloca o Cursor ou o Display**

S/C   R/L

0    0    -   Desloca o Cursor para a esquerda (decrementa o AC)

0    1    -   Desloca o Cursor para a direita (incrementa o AC)

1    0    -   Desloca o display para a esquerda

1    1    -   Desloca o display para a direita

## Instruções

<u>RS</u>	<u>R/W</u>	<u>D7</u>	<u>D6</u>	<u>D5</u>	<u>D4</u>	<u>D3</u>	<u>D2</u>	<u>D1</u>	<u>D0</u>
-----------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

0	0	0	0	1	DL	N	F	x	x
---	---	---	---	---	----	---	---	---	---

*Function Set*

**Define o comprimento da interface, o nº de linhas e o tamanho dos caracteres**

**DL = 1 : Interface de 8 bits**

**DL = 0 : Interface de 4 bits**

**N = 1 : 2 linhas**

**N = 0 : 1 linha**

**F = 1 : 5x10 pixels (somente uma linha)**

**F = 0 : 5x8 pixels**

## Instruções

<u>RS</u>	<u>R/W</u>	<u>D7</u>	<u>D6</u>	<u>D5</u>	<u>D4</u>	<u>D3</u>	<u>D2</u>	<u>D1</u>	<u>D0</u>
-----------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

0	0	0	1	CG	CG	CG	CG	CG	CG
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

*Set CGRAM Address*

**Seta endereço da CGRAM  
para leitura/escrita**

Um byte pode ser lido/escrito no endereço  
setado da CGRAM, após essa instrução.

## Instruções

<u>RS</u>	<u>R/<math>\overline{W}</math></u>	<u>D7</u>	<u>D6</u>	<u>D5</u>	<u>D4</u>	<u>D3</u>	<u>D2</u>	<u>D1</u>	<u>D0</u>
-----------	------------------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

0	0	1	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

*Set DDRAM Address*

**Seta endereço da DDRAM  
para leitura/escrita**

**Um byte pode ser lido/escrito no endereço  
setado da DDRAM, após essa instrução.**

## Instruções

<u>RS</u>	<u><math>\overline{R/W}</math></u>	<u>D7</u>	<u>D6</u>	<u>D5</u>	<u>D4</u>	<u>D3</u>	<u>D2</u>	<u>D1</u>	<u>D0</u>
-----------	------------------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

0	1	BF	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	<i>Read Busy Flag &amp; AC</i> Lê o <i>Busy Flag</i> e o <i>Address Counter</i>
---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	--

Essa instrução lê o *Busy Flag* e o *Address Counter*. O *Busy Flag* indica se a última instrução enviada já foi executada.

BF = 1 : Processador ocupado (não pode receber outra instrução)

BF = 0 : Processador livre (pode receber outra instrução)

## Instruções

<u>RS</u>	<u>R/W</u>	<u>D7</u>	<u>D6</u>	<u>D5</u>	<u>D4</u>	<u>D3</u>	<u>D2</u>	<u>D1</u>	<u>D0</u>
-----------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

1	0	D	D	D	D	D	D	D	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

*Write data to CGRAM or  
DDRAM*

Escreve um byte na  
CGRAM ou DDRAM

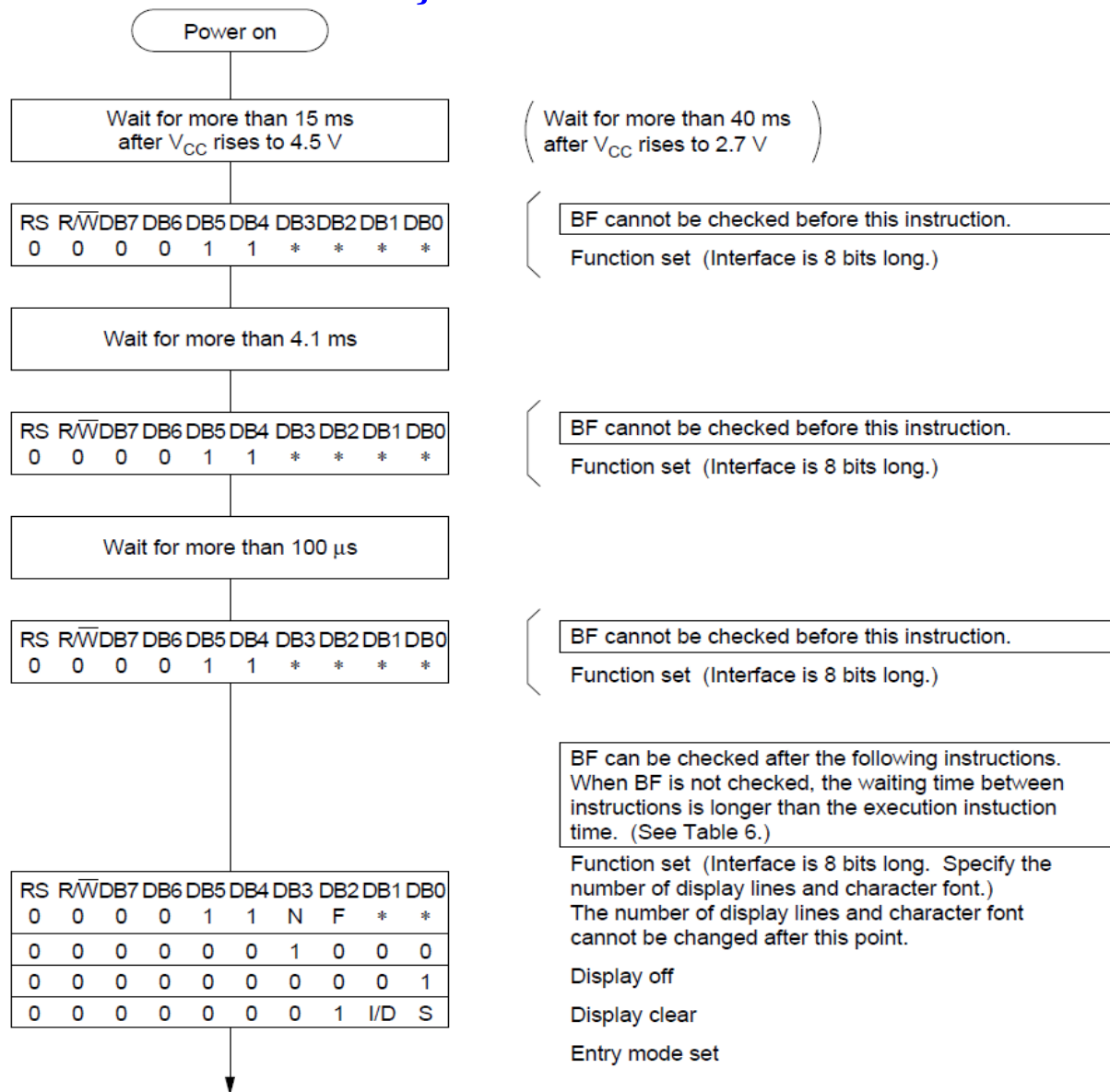
1	1	D	D	D	D	D	D	D	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

*Read data from CGRAM or  
DDRAM*

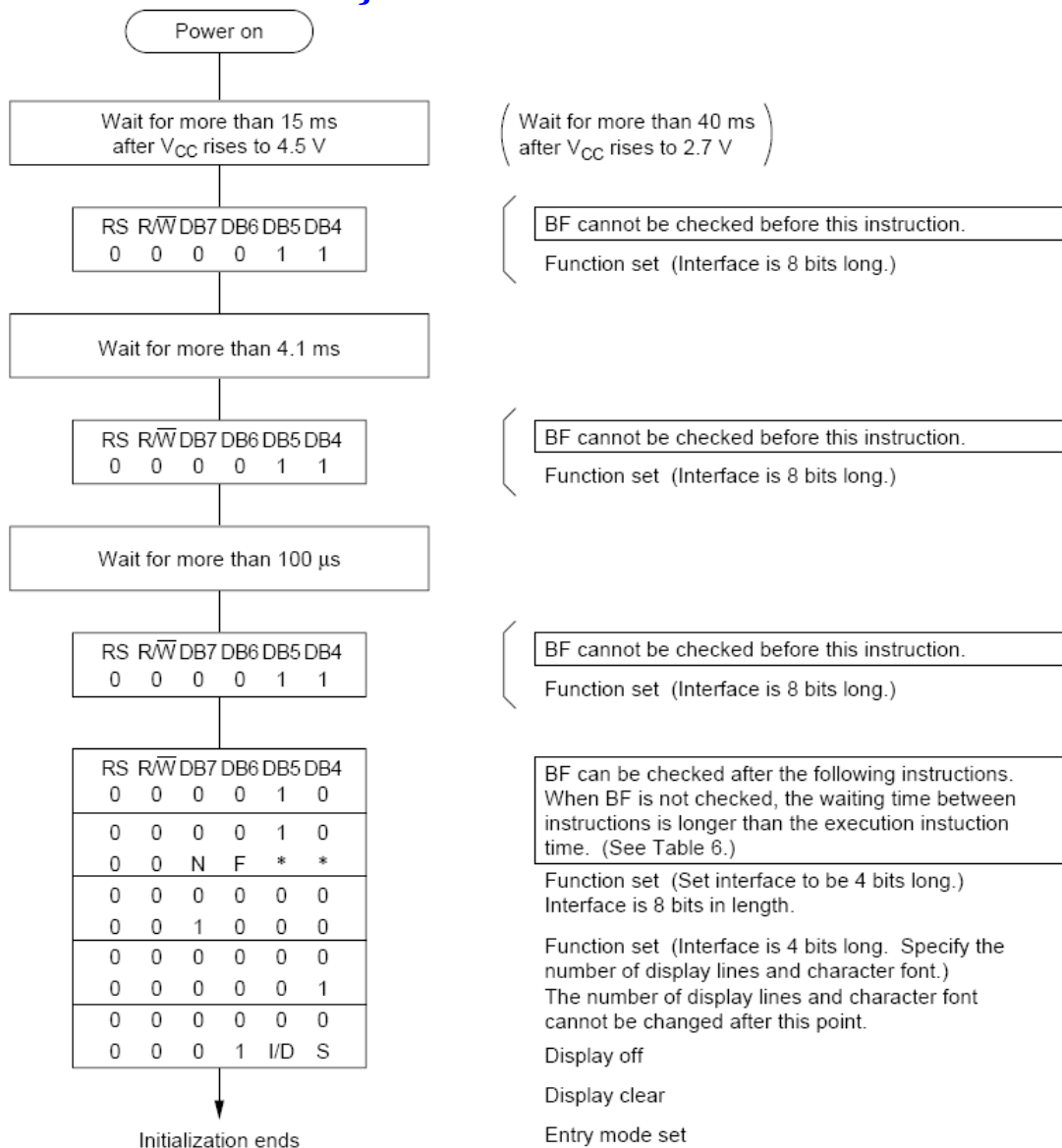
Lê um byte na CGRAM ou  
DDRAM

Após a leitura/escrita de um byte o Ac é incrementado ou decrementado, conforme o I/D.

## Rotina de Inicialização HD44780 – Interface de 8 bits

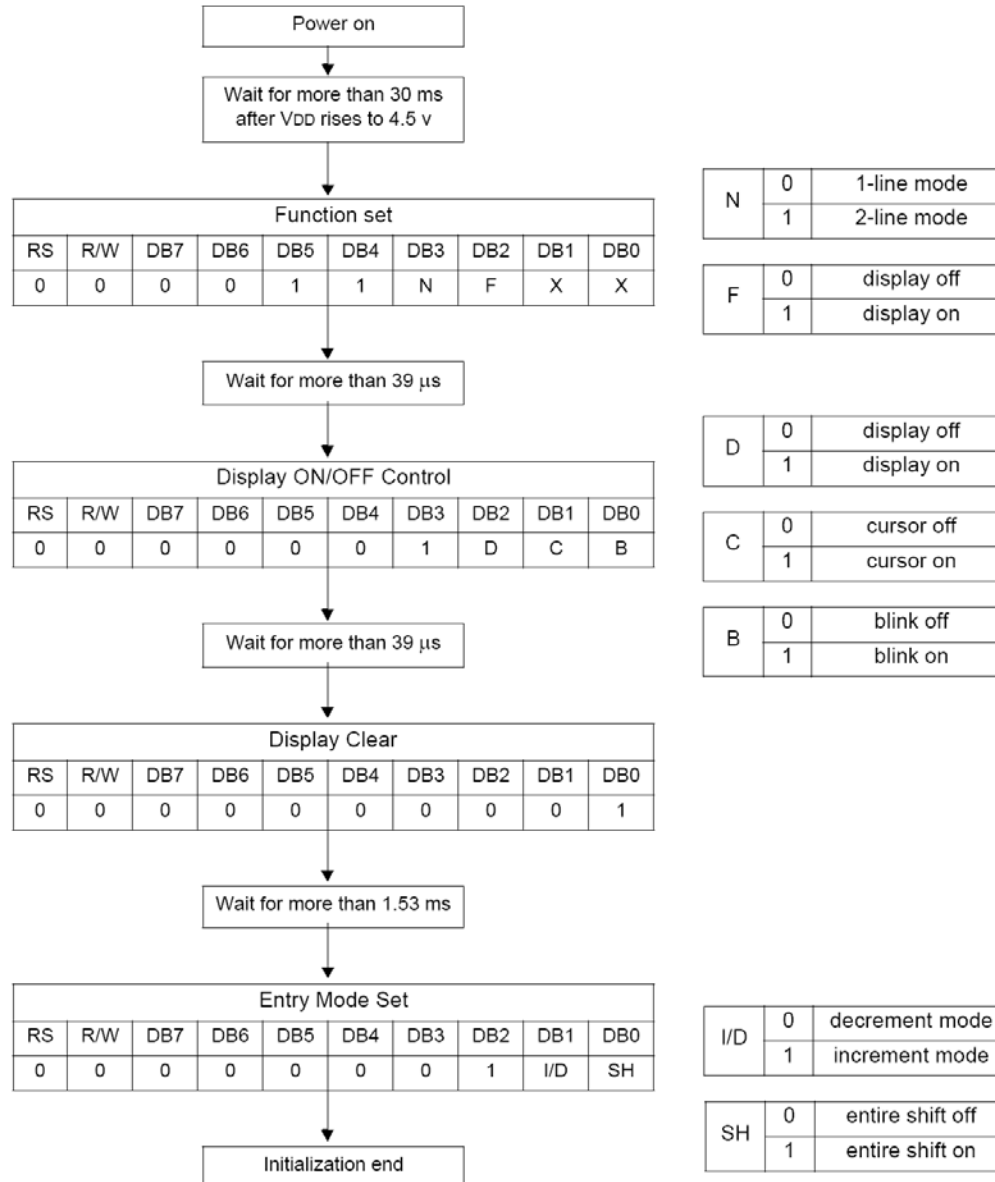


## Rotina de Inicialização HD44780 – Interface de 4 bits

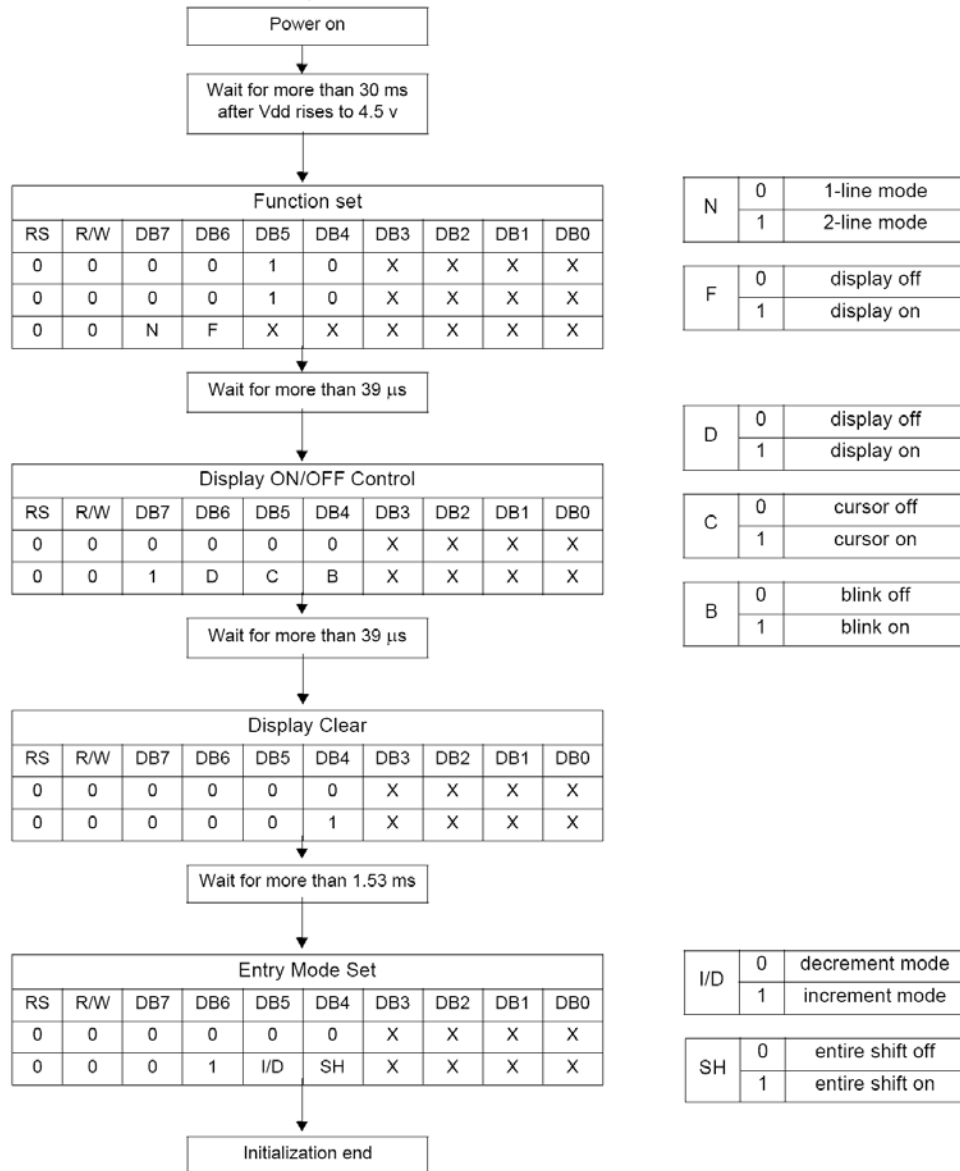


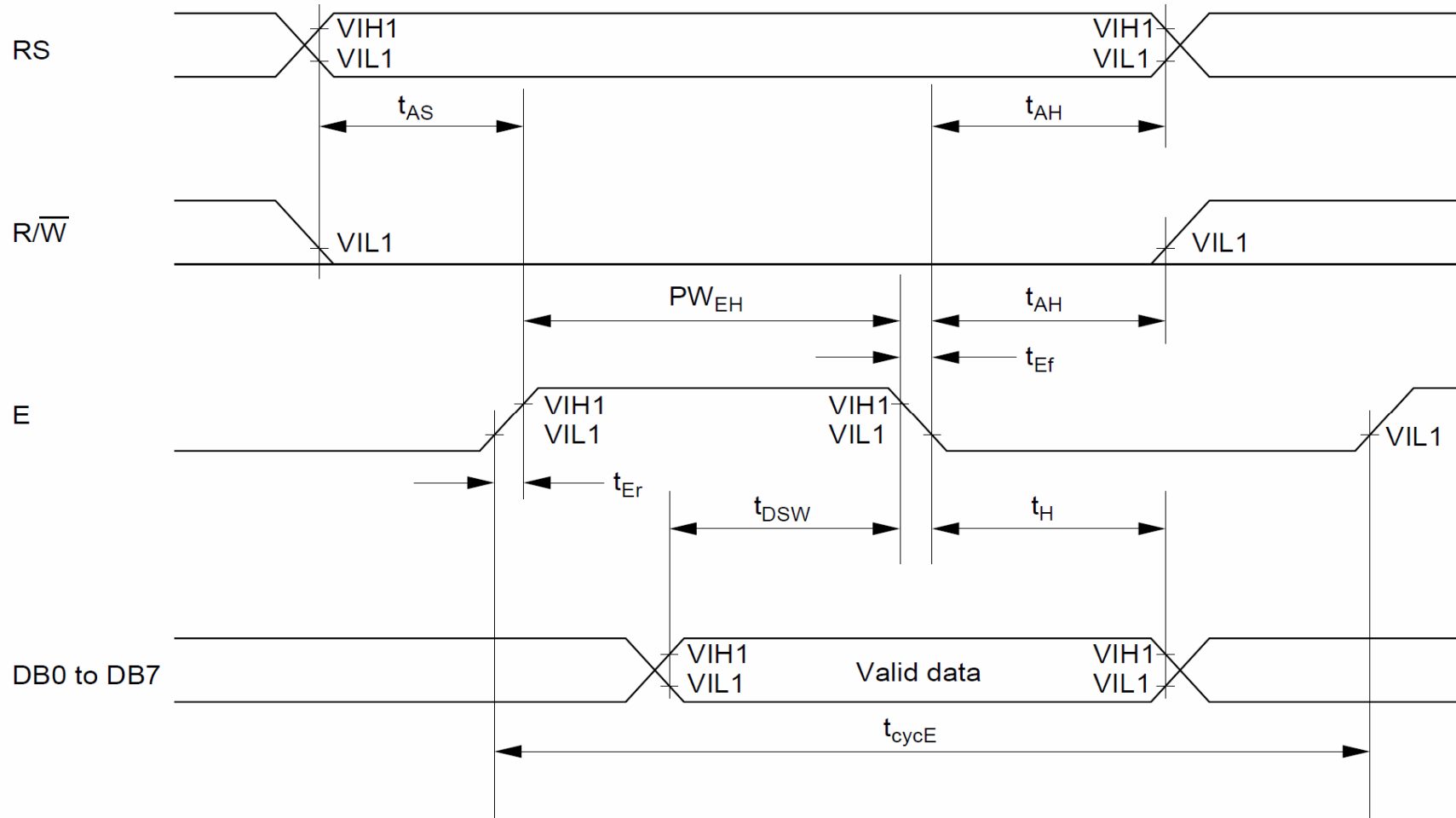


## Rotina de Inicialização KS0066 – Interface de 8 bits



## Rotina de Inicialização KS0066 – Interface de 4 bits



**Características de tempo**

**Características de tempo**

<b>Item</b>	<b>Symbol</b>	<b>Min</b>	<b>Typ</b>	<b>Max</b>	<b>Unit</b>
Enable cycle time	$t_{\text{cycE}}$	1000	—	—	ns
Enable pulse width (high level)	$PW_{\text{EH}}$	450	—	—	
Enable rise/fall time	$t_{\text{Er}}, t_{\text{Ef}}$	—	—	25	
Address set-up time (RS, $\overline{\text{R/W}}$ to E)	$t_{\text{AS}}$	60	—	—	
Address hold time	$t_{\text{AH}}$	20	—	—	
Data set-up time	$t_{\text{DSW}}$	195	—	—	
Data hold time	$t_{\text{H}}$	10	—	—	