LIQUID CRYSTAL DISPLAY

© Prof. Engº esp Luiz Antonio Vargas Pinto
www.vargasp.com
rev.: set 2024

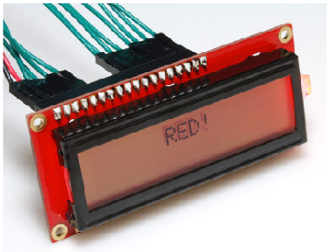
Tipos

- Existem vários tipos de LCD no mercado
- Identificados pelo número de caracteres e pelas linhas C x L
  - Por exemplo:
    - 8 x 2 – oito colunas e duas linhas
    - 16 x 1 – dezesseis colunas e uma linha
    - 16 x 2 – dezesseis colunas e duas linhas.
    - 20 x 1, 20 x 2, 20 x 4.

© Prof. Vargas

Tipos

- Existem modelos com back-light e sem back-light.
  - Back-light é um LED ou conjunto de LEDs no fundo do display que permite que o escrito possa ser lido em ambientes de pouca ou nenhuma luminosidade.
- Os modelos mais comuns são LCDs paralelos. mas também existem modelos que se comunicam via serial seja I^2C, SPI ou outro protocolo.
- Há também com diversas cores de escrita e de fundo.



© Prof. Vargas

LED BACKLIGHT & LCD COLOR MATCHING LIST

	STN POSITIVE YELLOWGREEN	STN POSITIVE GRAY	STN NEGATIVE BLUE	FSTN POSTIVE	FSTN NEGATIVE	TN POSITIVE GRAY	TN NEGATIVE BLACK
Y/G LED							
YYH	YGH	YMI	YFH	YTI	YBH	YNI	
RED LED							
RYH	RGH, **NOT RECOMMEND**	RMI	RFH	RTI	RBH	RNI	
BLUE LED							
PYH	PGH	PMI, **NOT RECOMMEND**	PFH	PTI	PBH	PNH	
WHITE LED							
TYH	TGH	TMI	TFH	TTI	TBH	TNI	
GREEN LED							
GYH	CGH	GMI	GFH	GTI	GBH	GNI	
AMBER LED							
AYH	AGH	AMI	AFH	ATI	ABH	ANI	
WITHOUT BACKLIGHT							
NYG	NGG	NMI, **NOT RECOMMEND**	NFG	NTI, **NOT RECOMMEND**	NBG	NNI, **NOT RECOMMEND**	

VISTA DISPLAY

© Prof. Vargas

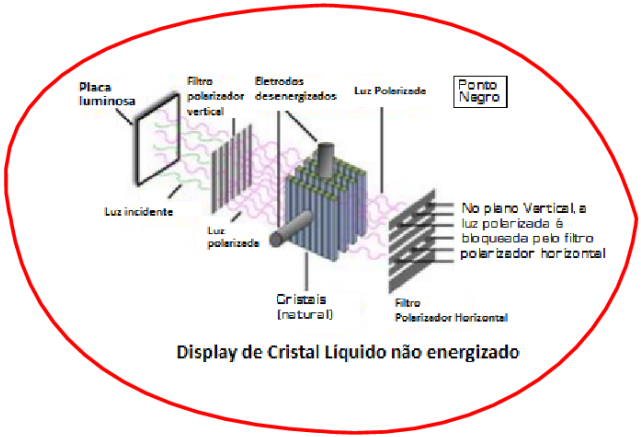
Breve história

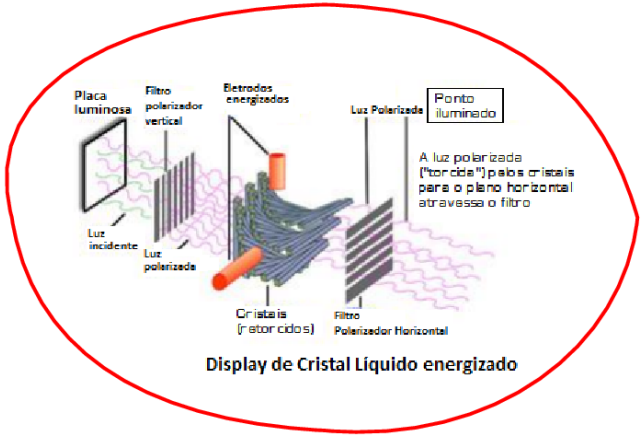
- **1888**: Friedrich Reinitzer descobre a natureza do líquido cristalino de colesterol extraído de cenoura
  - ☒ Publicando na reunião da Sociedade Química de Viena (03/05/1888)
- **1911**: Charles Mauguin realiza experimentos de cristais líquidos confinados entre as placas de camadas finas.
- **1936**: A Marconi Wireless Telegraph patenteou a primeira aplicação prática da tecnologia, "The Liquid Crystal Light Valve".
- **1964**: George Heilmeier, da RCA obteve mudança de cores pelo campo ⇒ o 1º LCD operacional baseado no que ele chamou DSM – Dynamic Scattering Mode.

© Prof. Vargas

© Prof. Vargas

Natureza





http://eletronicacarandai.com.br/artigo/funcionamento-basico-da-tecnologia-lcd

© Prof. Vargas

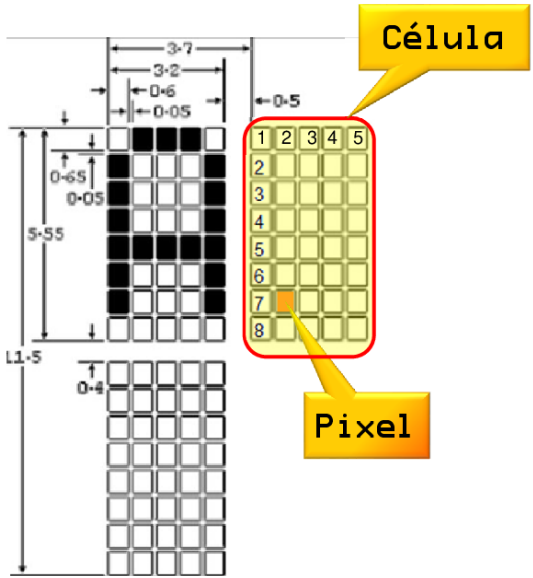
Mapa de caracteres

HITACHI

© Prof. Vargas

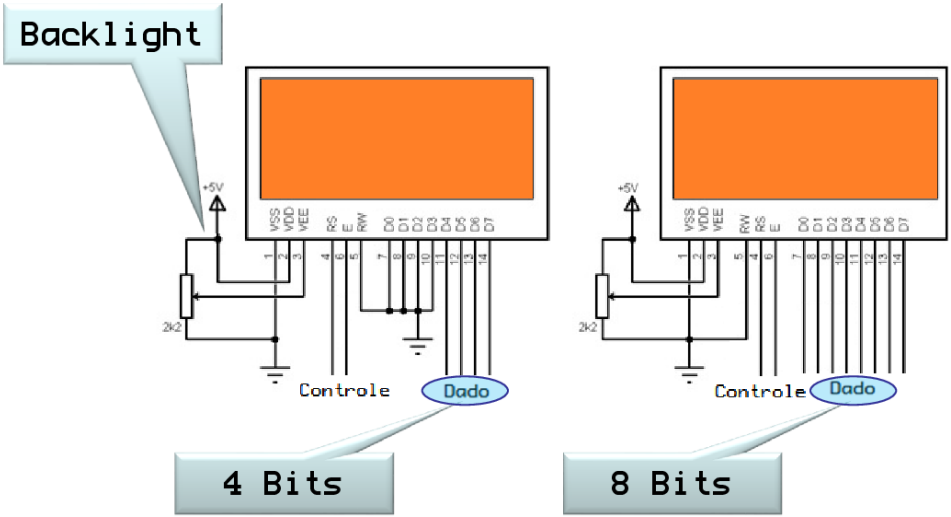
Pixels

- O LCD é formado por “células”
  - onde ficam os caracteres.
- Um display de 2x16 possui 32 “células”.
- Cada “célula” é composta por uma matriz de 8x5 pontos (pixels)



© Prof. Vargas

Conexão



© Prof. Vargas

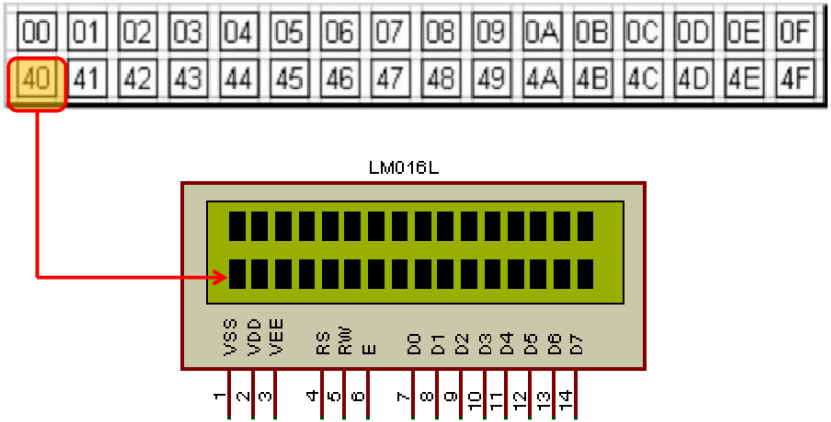
Pinagem

Pino	Nome	Função
1	Vss	Terra
2	Vdd	Positivo (normalmente 5V)
3	Vo	Contraste do LCD. Às vezes também é chamado de Vee
4	RS	Register Select
5	R/W	Read/Write
6	E	Enable
7	D0	Bit 0 do dado a ser escrito no LCD (ou lido dele).
8	D1	Bit 1 do dado a ser escrito no LCD (ou lido dele).
9	D2	Bit 2 do dado a ser escrito no LCD (ou lido dele).
10	D3	Bit 3 do dado a ser escrito no LCD (ou lido dele).
11	D4	Bit 4 do dado a ser escrito no LCD (ou lido dele).
12	D5	Bit 5 do dado a ser escrito no LCD (ou lido dele).
13	D6	Bit 6 do dado a ser escrito no LCD (ou lido dele).
14	D7	Bit 7 do dado a ser escrito no LCD (ou lido dele).
15	A	Anodo do back-light (se existir back-light).
16	K	Catodo do back-light (se existir back-light).

Tabela 1: Descrição das funções dos pinos do LCD

© Prof. Vargas

Endereçamento



© Prof. Vargas

Comandos

Instrução	RS	RW	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Descrição	Ciclos de Clock
NOP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sem efeito	0
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Limpa o display e seta contador de endereço para zero.	165
Cursor Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X	Seta contador de endereço para zero, retorna o cursor para a posição original. O conteúdo da DD RAM permanece inalterado.	3
Entry mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Seta a direção do movimento do cursor (I/D) e especifica deslocamento automático (S).	3
Display Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Liga e desliga o Display (D), cursor (C) e ativa cursor piscante, (B).	3
Cursor/Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X	Desloca o display ou move o cursor (S/C) e especifica a direção (R/L).	3
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X	Seta número de bits para comunicação (DL), número de linhas (N) e tamanho da fonte (F).	3
Set CGRAM Address	0	0	0	1	Endereço CGRAM						Seta o endereço da CGRAM. O dado (endereço) é enviado junto.	3
Set DDRAM Address	0	0	1	Endereço DDRAM							Seta o endereço da DDRAM. O dado (endereço) é enviado junto.	3
Busy flag & Address	0	1	BF	Contador de endereço							Flag do Read busy (BF) e contador de endereços.	3

X = irrelevante

I/D	1	Incrementa	R/L	1	Deslocamento para a direita
	0	Decrementa		0	Deslocamento para a esquerda
S	1	Deslocamento automático do display	DL	1	Interface de 8 bits
	0			0	Interface de 4 bits
D	1	Display **ON** (ligado)	N	1	2 linhas
	0	Display **OFF** (desligado)		0	1 linha
C	1	Cursor **ON** (ligado)	F	1	Caracteres 5x10
	0	Cursor **OFF** (desligado)		0	Caracteres 5x7
B	1	Cursor piscando	DDRAM : Display Data RAM		
	0		CGRAM : Character Generator RAM		
S/C	1	Deslocamento do display			
	0	Movimento do Cursor			

© Prof. Vargas

O controle de RS e E

- O pino RS é quem define se os bits a serem enviados para o LCD serão configurações ou dados.
- RS = 0 o controlador do LCD interpreta os bits enviados para ele como configurações.
- RS = 1 o controlador do LCD interpreta os bits agora recebidos como dados e os escreve no display.

© Prof. Vargas

Inicialização do LCD

Comunicação em 1 Byte:

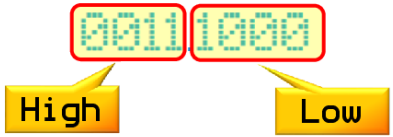
1. Após o LCD ser energizado aguarde t>15 mS.
2. Coloque RS = 0; R/W = 0 e E = 0
3. Envie 0x30 e espere t>4.1 mS
4. Envie 0x30 e espere t>100 mS
5. Envie 0x30 e espere t> 2 mS
6. Envie 0x38 e espere t> 5 mS
7. Envie 0x01 (display Off)
8. Envie 0x28 (Limpe o LCD)

© Prof. Vargas

Inicialização do LCD

Comunicação em Nibble:

1. Após o LCD ser energizado aguarde t>15 mS.
2. Coloque RS = 0; R/W = 0 e E = 0
3. Envie 0x03 e espere t>4.1 mS
4. Envie 0x03 e espere t> 5 mS
5. Envie 0x03 e espere t> 5 mS
6. Envie 0x02 e espere t> 5 mS
7. Envie 0x0E
8. Envie 0x01
9. Envie 0x28



Dados deverão ser enviados no formato: primeiro os 4 bits mais altos (High) e depois os 4 bits mais baixos (Low)

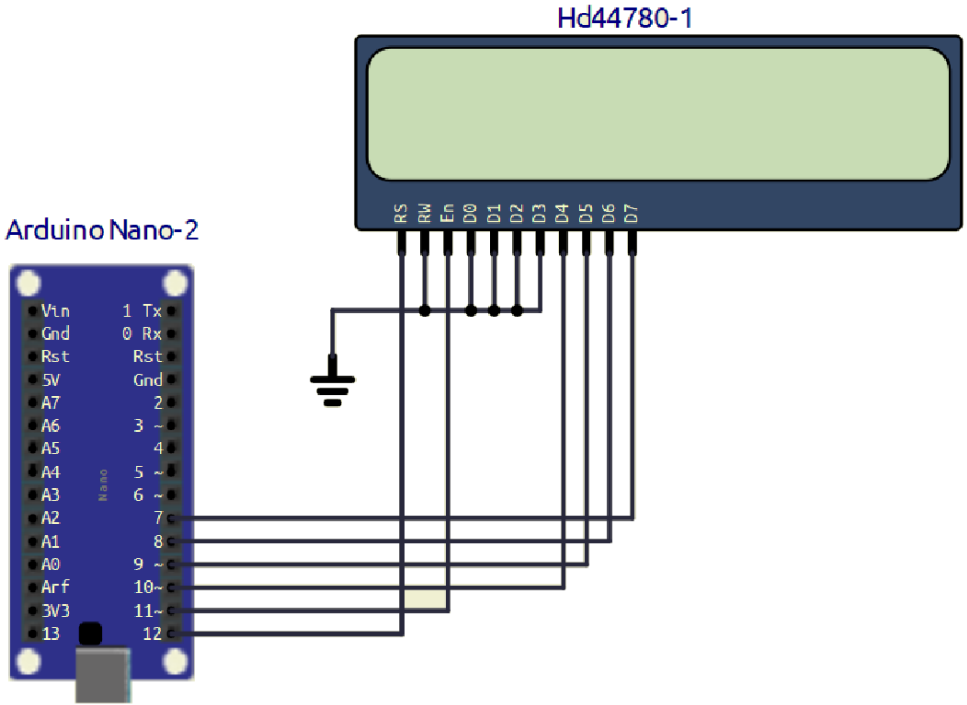
© Prof. Vargas

Funções do Comando de LCD

- LiquidCrystal()
- begin()
- clear()
- home()
- setCursor()
- write()
- print()
- cursor()
- noCursor()
- blink()
- noBlink()
- display()
- noDisplay()
- scrollDisplayLeft()
- scrollDisplayRight()
- autoscroll()
- noAutoscroll()
- leftToRight()
- rightToLeft()
- createChar()

© Prof. Vargas

Esquema



© Prof. Vargas

Programa

```
1  /*-----------------------------------------------------------------
2   Programa: LCDNibble.ino
3   Data    : 15/06/2024
4   Autor   : Prof. Vargas
5   Descrição:
6   Display de LCD clássico usando biblioteca de LCD nativa do Arduíno
7   O Comando LiquidCrystal.lcd(rs, enable, d4, d5, d6, d7) define os
8   parâmetros para o LCD.  Já o comando lcd.begin(cols, rows) define
9   o formato do LCD
10
11  Saída Digital 11 controla o E - Enable (passagem de dados ao LCD)
12  Saída Digital 12 controla R/S - Dado ou Comando
13  -----------------------------------------------------------------*/
14 byte  Col;
15 const byte rs = 12;
16 const byte enable = 11;
17 const byte d4 = 10;
18 const byte d5 = 9;
19 const byte d6 = 8;
20 const byte d7 = 7;
21
22 #include <LiquidCrystal.h>
23 LiquidCrystal lcd(rs, enable, d4, d5, d6, d7);
```

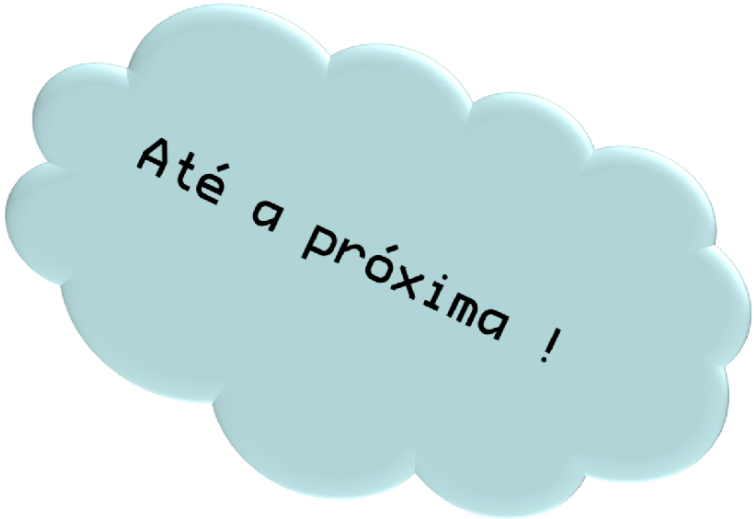
© Prof. Vargas

```
24  void setup()
25  {
26    lcd.begin(16, 2);  //LCD 16 x 2
27    lcd.clear();
28    lcd.setCursor(3, 0);  //Posiciona o cursor na coluna 3, linha 0
29    lcd.print("Tecnologia");
30    lcd.setCursor(3, 1);
31    lcd.print("  16 x 2");
32    delay(500);
33  }
```

© Prof. Vargas

```
35  void loop()
36  {
37    for (Col = 0; Col < 3; Col++)    //Rolagem para a esquerda
38    {
39      lcd.scrollDisplayLeft();
40      delay(100);
41    }
42    for (Col = 0; Col < 3; Col++) //Rolagem para a direita
43    {
44      lcd.scrollDisplayRight();
45      delay(100);
46    }
47    for (Col = 0; Col < 3; Col++)    //Rolagem para a direita
48    {
49      lcd.scrollDisplayRight();
50      delay(100);
51    }
52    for (Col = 0; Col < 3; Col++) //Rolagem para a esquerda
53    {
54      lcd.scrollDisplayLeft();
55      delay(100);
56    }
57  }
```

© Prof. Vargas



© Prof. Vargas