

Sistemas Microcontrolados

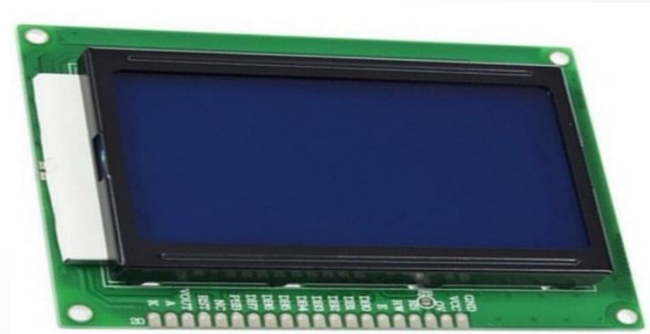
LCD e teclas

Prof. Guilherme Peron

LCD

LCD

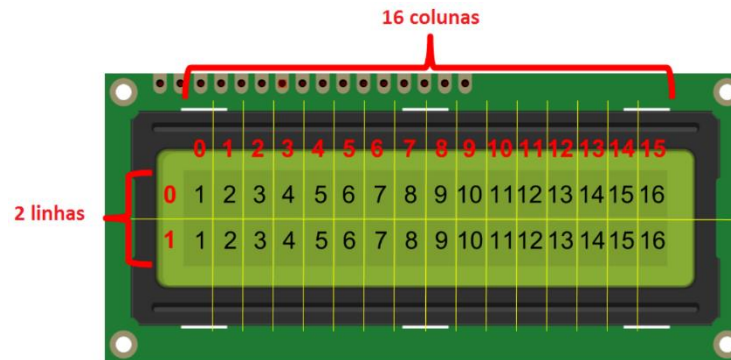
- *Liquid Crystal Display*
- Tipos de *Displays*
 - Modo Alfanumérico
 - Modo Gráfico



LCD e teclas

LCD

- Alfanumérico – Controlador Interno HD44780



- Caracter é composto em uma matriz de pixels com 8x5

CGRAM Data							
P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
x	x	x	0	1	1	1	0
			1	0	0	0	1
			1	0	0	0	1
			1	1	1	1	1
.			1	0	0	0	1
.			1	0	0	0	1
.			1	0	0	0	1
.			0	0	0	0	0

LCD (HD44700)

- Pinagem: 14/16 pinos (15-16 para o *backlight*)

Pino	Símbolo	Função
1	V_{SS}	Alimentação – GND (Terra)
2	V_{DD}	Alimentação – V_{CC} (5V)
3	V_O	Entrada de Contraste – Normalmente ligado a um potenciômetro ou <i>trimpot</i> de 10K Ω ligado entre V_{CC} e terra
4	RS	Seleção de dado/instrução RS = 0 → Instrução RS = 1 → Dado
5	R/W	Seleção de escrita/leitura R/W = 0 → LCD em modo escrita R/W = 1 → LCD em modo leitura
6	E ou EN	Seleção de ENABLE do LCD E=0 → Desabilitado E=1 → Habilitado
7-14	D_7-D_0	Barramento de dados
15	A	<i>Backlight</i> 5V
16	K	<i>Backlight</i> GND



LCD (HD44700)

- Principais comandos (Verificar no datasheet do HD44780)
 - Enviar comandos ou instruções para o LCD → **RS=0**
 - *Reset*: **0x01** (tempo de *delay*: 1,64 ms)
 - *Home*: **0x02** (tempo de *delay*: 1,64 ms)
 - Configuração do LCD: **0x38** (tempo de *delay*: 40 µs)
 - 0x20 (Inicia configuração do LCD)
 - 0x10 (modo 8 bits)
 - 0x08 (2 linhas)
 - Configuração do cursor: **0xE** ou **0xF** (tempo de *delay*: 40 µs)
 - 0x08 (Inicia configuração do cursor)
 - 0x04 (habilita *display*)
 - 0x02 (habilita cursor)
 - **0x01** (cursor pisca)

LCD (HD44700)

- Principais comandos (Verificar no datasheet do HD44780)
 - Enviar dados para o LCD → **RS=1**
 - Envia caracter em ASCII por meio do barramento de dados D₇-D₀ (tempo de *delay*: 40 μs)
 - Fazer leitura do LCD → **RW=1**
 - Leitura do *Busy Flag* no bit 7. Se BF=1, a última operação ainda não terminou
 - Não obrigatório → somente no caso de não esperarmos o tempo entre os comandos
 - Alterar posição do cursor → **RS=0**
 - Estabelece a posição de escrita do próximo caracter enviando o **comando** da posição do *display* (próximo *slide*)

LCD (HD44700)

- Alfanumérico – Controlador Interno HD44780
 - Endereços das posições no *display*
 - Módulo 16x2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0x80	0x81	0x82	0x83	0x84	0x85	0x86	0x87	0x88	0x89	0x8A	0x8B	0x8C	0x8D	0x8E	0x8F
0xC0	0xC1	0xC2	0xC3	0xC4	0xC5	0xC6	0xC7	0xC8	0xC9	0xCA	0xCB	0xCC	0xCD	0xCE	0xCF

- **Exemplo:** Colocar o cursor na linha 2 coluna 11:
 - Enviar o comando **0xCA**

LCD (HD44700)

- Exemplo de temporização a cada comando/dado:
 1. Escrever no barramento de dados o comando ou o caracter;
 2. Habilitar por 10us o LCD ($EN=1$) e o pino de comando ou dado ($RS=1$ ou $RS=0$, respectivamente);
 3. Desabilitar o LCD ($EN=0$) pelo tempo necessário (40us ou 1,64ms de acordo com o comando)

LCD (HD44700)

- Exemplo de Inicialização:

1. Inicializar no modo 2 linhas / caracter matriz 5x7 (0x38) → esperar 40us
2. Cursor com autoincremento para direita (0x06) → esperar 40us
3. Configurar o cursor (habilitar o *display* + cursor + não-pisca) (0x0E) → esperar 40us
4. Resetar: Limpar o *display* e levar o cursor para o *home* (0x01) → esperar 1,64ms

LCD (HD44700)

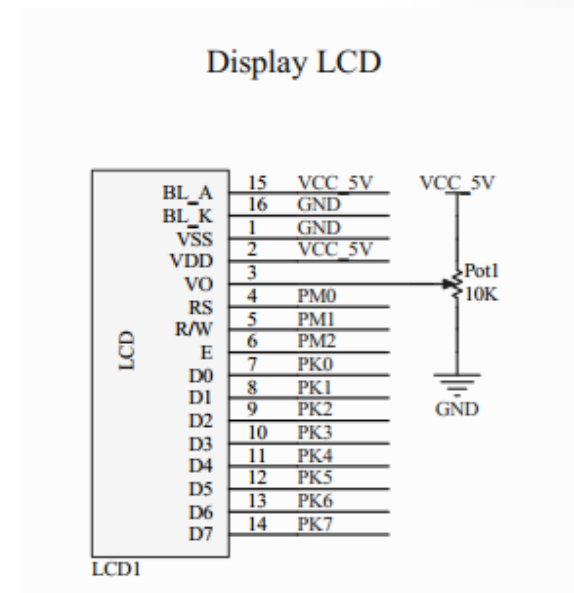
- Tabela de comandos (Verificar no Datasheet do HD44700)

Principais Comandos				
Descrição	Modo	RS	R/W	Código (Hexa)
<i>Display</i>	Liga (sem cursor)	0	0	0C
	Desliga	0	0	0A/08
Limpa <i>Display</i> com <i>Home</i> cursor		0	0	01
Controle do Cursor	Liga	0	0	0E
	Desliga	0	0	0C
	Desloca para Esquerda	0	0	10
	Desloca para Direita	0	0	14
	Cursor <i>Home</i>	0	0	02
	Cursor Piscante	0	0	0D
	Cursor com Alternância	0	0	0F
Sentido de deslocamento do cursor ao entrar com caracter	Para a Esquerda	0	0	04
	Para a Direita	0	0	06
Deslocamento da mensagem ao entrar com caracter	Para a Esquerda	0	0	07
	Para a Direita	0	0	05
Deslocamento da entrada de caracter	Para a Esquerda	0	0	18
	Para a Direita	0	0	1C
Endereço da primeira posição	Primeira Linha	0	0	80
	Segunda Linha	0	0	C0

LCD

○ Interfaceamento com o Tiva 1294 e PAT DAELN

- Barramento de dados D₇-D₀ → PK7-PK0
- RS → PM0
- R/W → PM1
- EN → PM2



- Atentar-se para a posição dos pinos 15 e 16 que podem estar em outra posição conforme o *display*

LCD

- Função para realizar 1us de atraso (adicionar no utils.s)

```
DELAY1US EQU 80      ; número de ciclos de clock para contar 1us (assumindo  
                      ; 80 MHz) 80 x 12,5 ns = 1 us
```

```
SysTick_Wait1us
```

```
    PUSH {R4, LR}      ; salva o valor atual de R4 e Link Register  
    MOVS R4, R0         ; R4 = R0  numEsperasRestantes com atualização dos  
                        ; flags  
    BEQ SysTick_Wait1us_done ; Se o numEsperasRestantes == 0, vai  
                        ; para o fim
```

```
SysTick_Wait1us_loop
```

```
    LDR R0, =DELAY1US   ; R0 = DELAY1US (número de ticks para  
                        ; contar 1us)  
    BL SysTick_Wait     ; chama a rotina para esperar por 1us  
    SUBS R4, R4, #1     ; R4 = R4 - 1; numEsperasRestantes--  
    BHI SysTick_Wait1us_loop ; se (numEsperasRestantes > 0), espera  
                        ; mais 1us
```

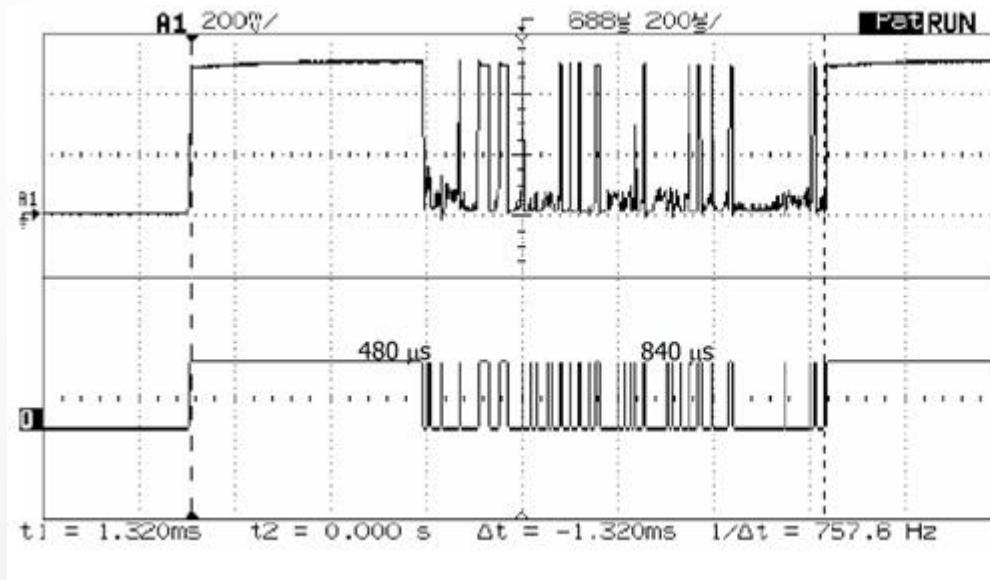
```
SysTick_Wait1us_done
```

```
    POP {R4, PC}       ;return
```

Teclas/Chaves

Teclas/Chaves

- Teclas: contato mecânico com dispositivo de recuo (mola), *reed-switch* ou magnético
 - Problema → ruído causado pelo efeito rebote (*bounce*) da tecla



Teclas/Chaves

- Técnicas de *debouncing* ou *anti-bouncing*
 - O tempo de *bouncing* (rebote) depende da qualidade da tecla e se é abertura ou fechamento.
 - Duração: dezenas de μ s a centenas de ms.
 - Solução:
 - Por *hardware* (**RC** ou **flip-flop SR**)
 - Por *software* (temporização)

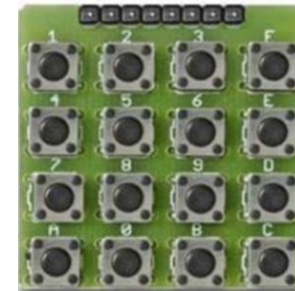
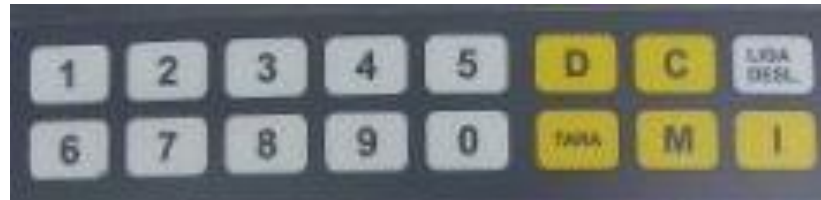
Teclas/Chaves

- Técnicas de *debouncing* por **software**
 - Aguardar um tempo fixo prolongado quando uma tecla mudar de estado (p. ex. $< 0,5s$)
 - Contar ***n*** estados estáveis da tecla (com um intervalo de tempo entre cada verificação (1-50ms). Se o estado não for estável, reinicializa o contador.

<http://eletronworld.com.br/eletronica/efeito-bounce/>

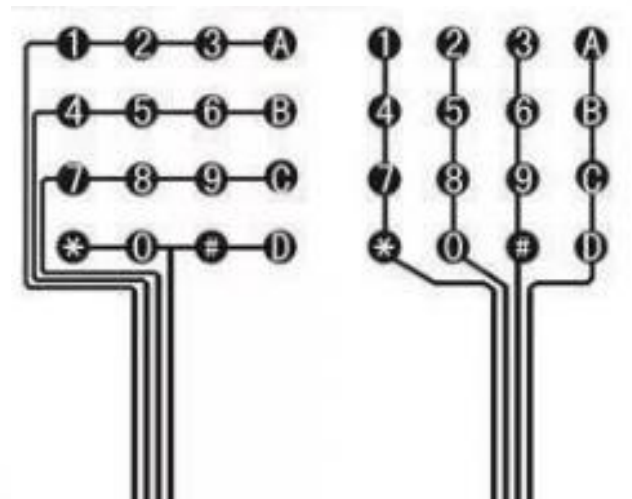
Teclas/Chaves

- Teclado Matricial



Teclas/Chaves

- Interfaceamento com teclado matricial
 - Utilizar uma tecla por pino?
 - As teclas são conectadas no formato matriz por exemplo 4x4;
 - Utilizar a multiplexação para realizar a leitura das teclas.

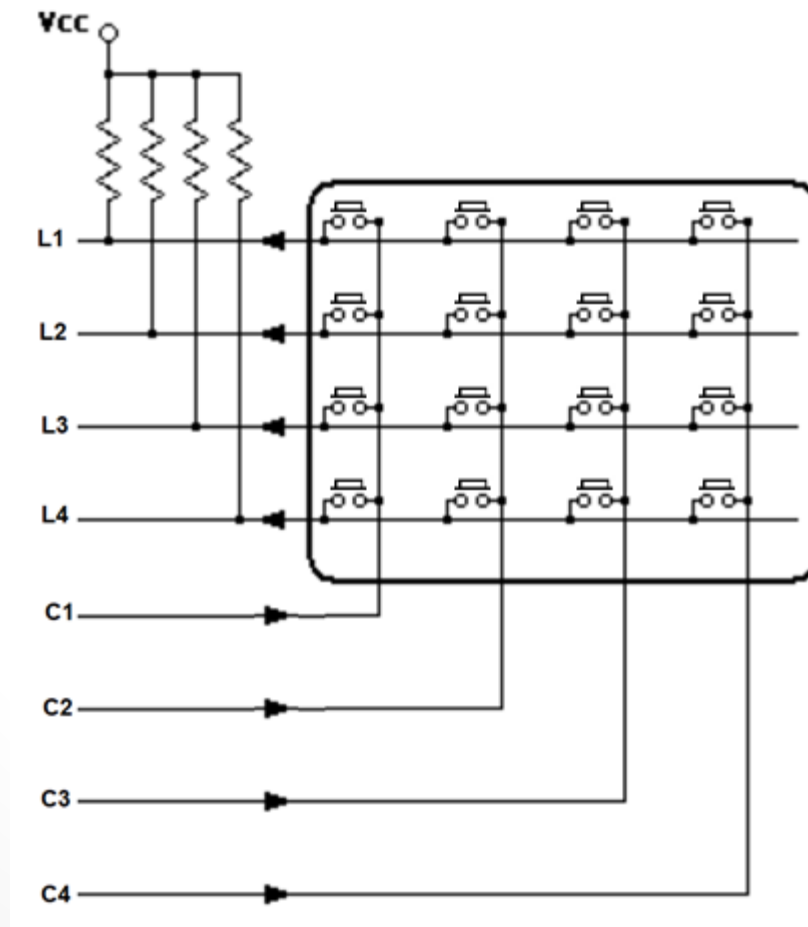


Teclas/Chaves

- Interfaceamento com teclado matricial
 - Utilizar a técnica da varredura de linhas e colunas para verificar se a tecla conecta a linha com a coluna
 - Ativar uma coluna por vez e checar se houve alteração nas linhas;
 - Num teclado 4x4 são utilizados 4 pinos para entrada e 4 pinos para saída;
 - Caso uma alteração em uma linha seja identificada, o *bounce* deve ser devidamente tratado para que possa afirmar que o botão foi pressionado

Teclas/Chaves

- Interfaceamento com teclado matricial



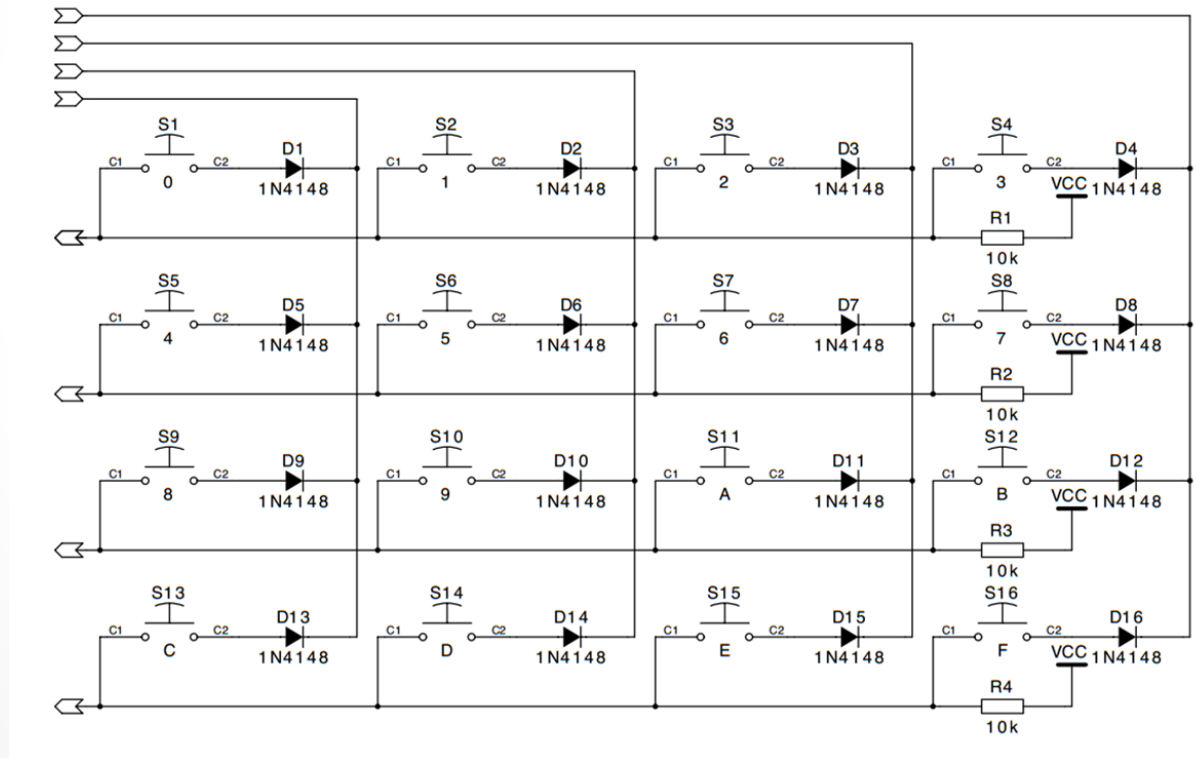
Teclas/Chaves

- Interfaceamento com teclado matricial
 - Quando pressionadas 3 ou mais teclas:
 - Pode ocorrer tecla fantasma
 - Para solucionar este problema deve-se adicionar um diodo em cada botão para evitar que estes caminhos indesejados sejam formados



Teclas/Chaves

- Interfaceamento com teclado matricial
 - Teclas com diodos



Teclas/Chaves

- Algoritmo para varredura

Dado um vetor de bits C4-C1 e um vetor L4-L1 que representam colunas e linhas:

- Configurar a primeira coluna como saída e as demais como entrada, para estas se comportarem como alta impedância;
- Colocar 0 na primeira coluna;
- Verificar o valor de leitura das linhas;
- Caso algum dos bits das linhas esteja zerado, alguma tecla está pressionada da primeira coluna. O bit que está zerado representa a linha. Por exemplo, o primeiro bit representa o número '1', o segundo bit representa o número '4', a varredura pode ser encerrada;
- Se todos os bits estiverem em 1, então deve-se varrer a próxima coluna configurando esta como saída (com valor 0) e as demais para entrada.
- Repetir para a terceira e quarta (se houver) colunas.

Teclas/Chaves

- Na PAT DAELN
 - Os pinos **PL0**, **PL1**, **PL2** e **PL3** estão disponíveis para verificar as linhas
 - Devem ser inicializados como entradas
 - **Não esquecer da configuração de resistor de pull-up interno!!!!!!**
 - Os pinos **PM4**, **PM5**, **PM6** e **PM7** estão disponíveis para varrer as colunas
 - Devem ser inicializados como entradas para alta impedância / saídas