

# Microcontroladores

## Interfaceamento com Teclas, LCD e Motores

Prof. Guilherme Peron

Prof. Heitor S. Lopes

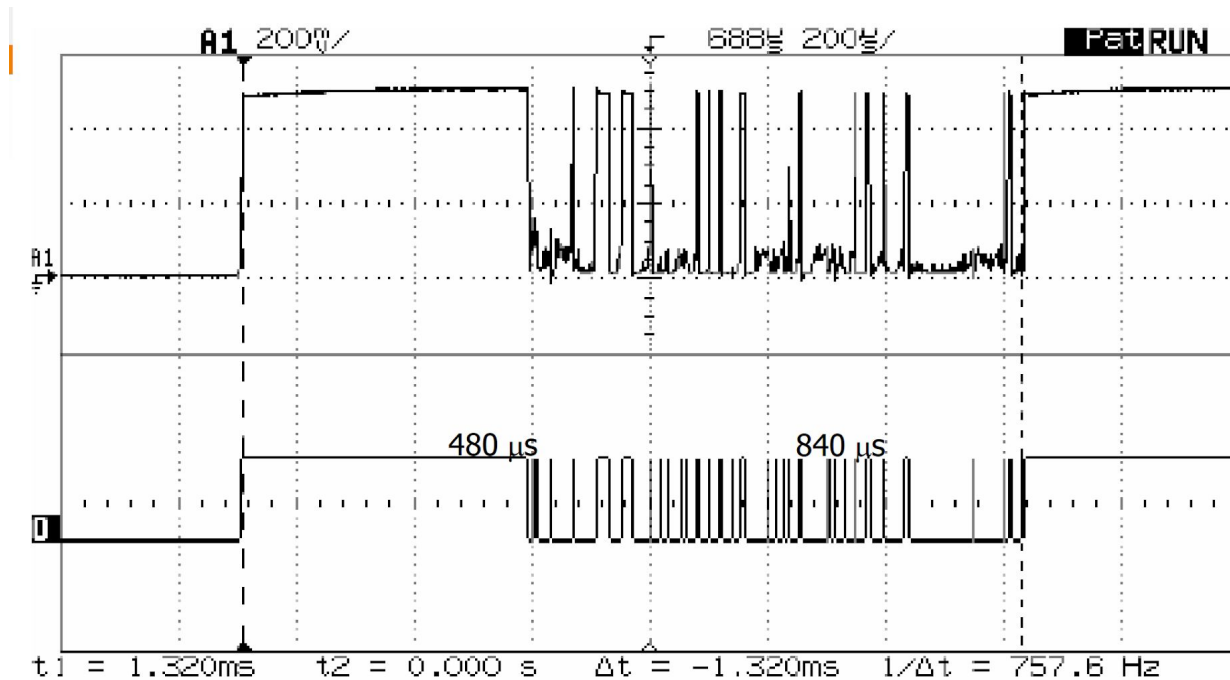
Prof. Ronnier Rohrich

Prof. Rubão

# Interfaceamento com Teclas/Chaves

# Interfaceamento com Teclas/Chaves

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



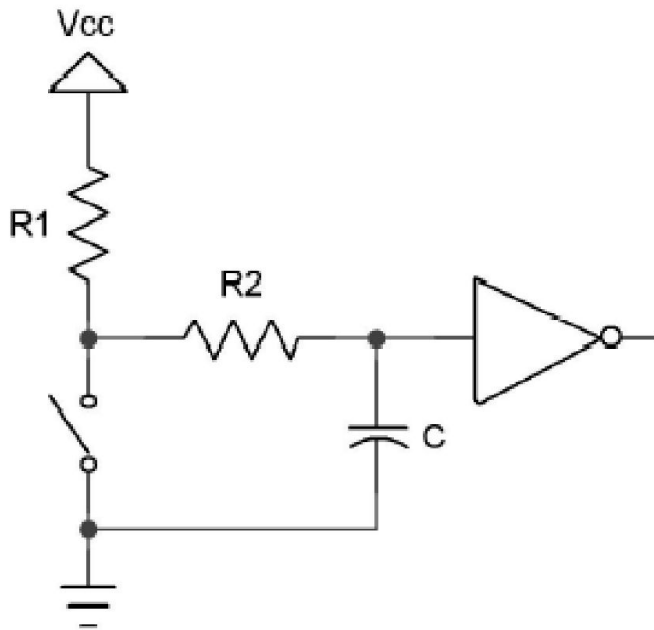
# Interfaceamento com Teclas/Chaves

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



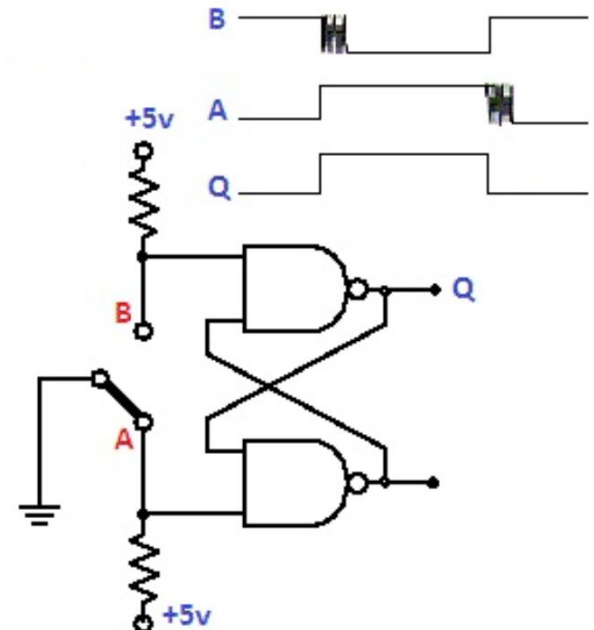
# Interfaceamento com Teclas/Chaves

- Técnicas de *debouncing* por *hardware*



RC

Usar *Schmit-trigger*  
(p.ex. 7414)



FF SR

# Interfaceamento com 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/>

# Interfaceamento com Teclas/Chaves

- Teclado Matricial



**Mini Teclado 4x4**



# Interfaceamento com Teclas/Chaves

- Utilizo uma tecla por pino?
- As teclas são conectadas no formato de matriz, por exemplo 8x8;
- Técnica de multiplexação para realizar a leitura das teclas - utilização do mesmo barramento por diferentes dispositivos, um por vez;
- Quando pressionada a tecla conecta a linha com a coluna na qual está ligada;
- Para desconectar as colunas que não devem ser lidas deve-se configurá-las como entradas de alta impedância



# Interfaceamento com Teclas/Chaves

- Os pinos conectados às linhas ou às colunas serão configurados como entradas com pull up ou pull down;
- Colunas ou linhas como entradas (alta impedância);
- A varredura consiste em ativar uma coluna por vez (saída em nível lógico alto ou baixo) e checar se houve uma alteração nas linhas;
- Caso uma alteração em uma linha seja identificada, o bounce da tecla deve ser devidamente tratado para que possa afirmar que o botão foi pressionado

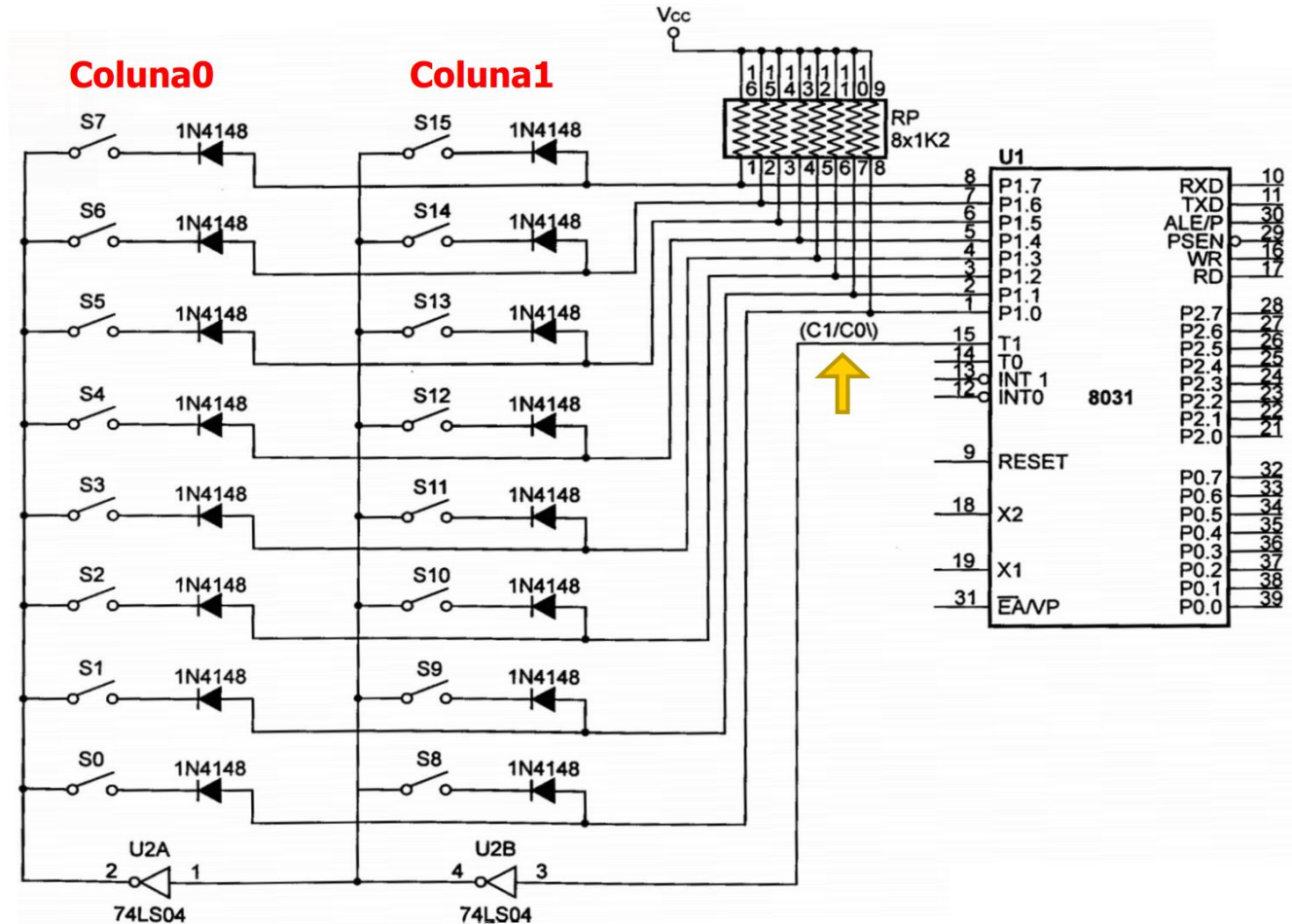
# Interfaceamento com Teclas/Chaves

- Quando pressionadas 3 ou mais teclas, o que ocorre?
- Tecla fantasma pode ocorrer;
- Caso a tecla fantasma seja pressionada e em seguida uma das teclas anteriores for solta, a tecla que foi solta ainda será considerada como pressionada;
- Para solucionar este problema deve-se adicionar um diodo em cada botão para evitar que estes caminhos indesejados sejam formados



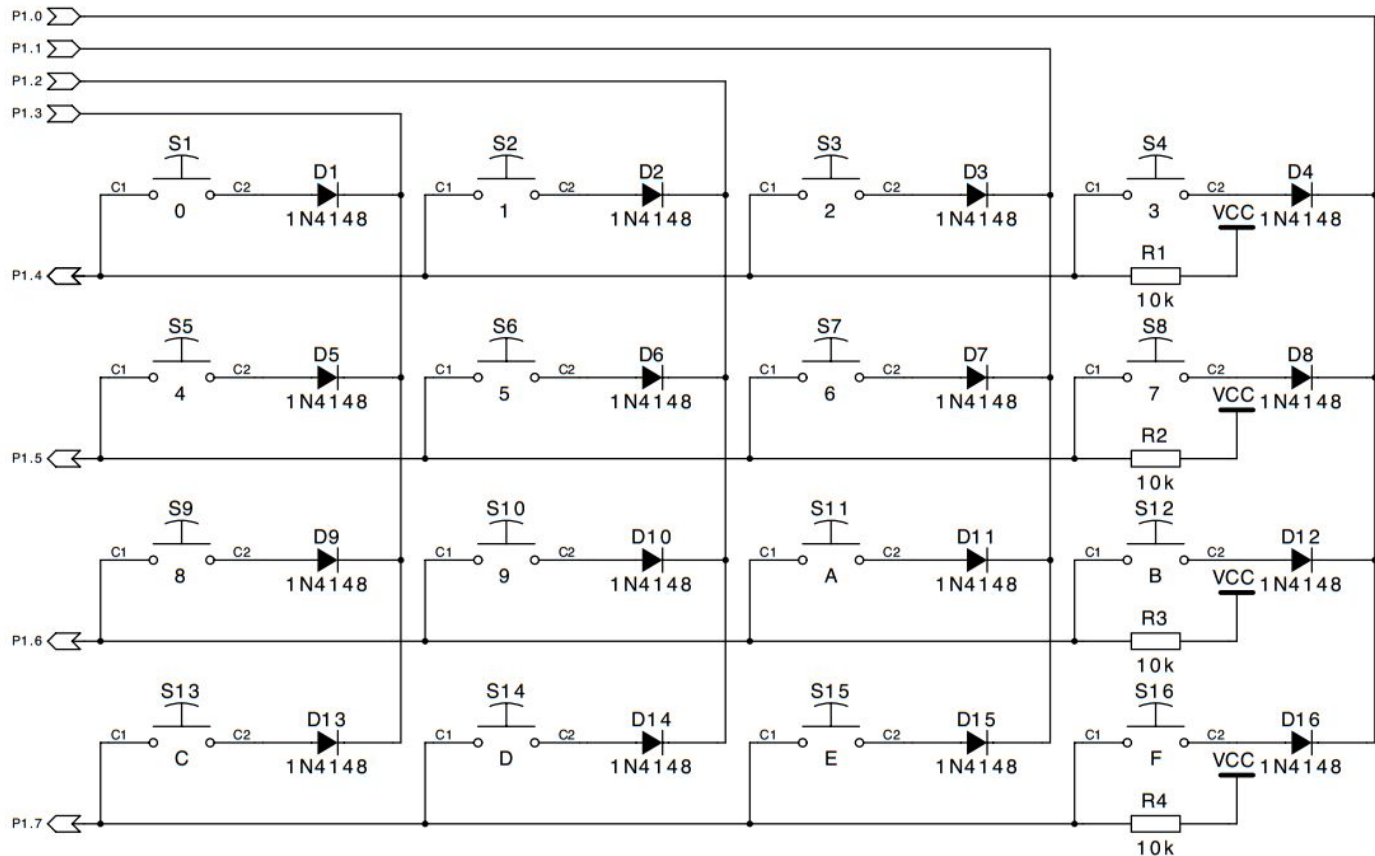
# Interfaceamento com Teclas/Chaves

- Teclado Matricial (8 linhas x 2 colunas)



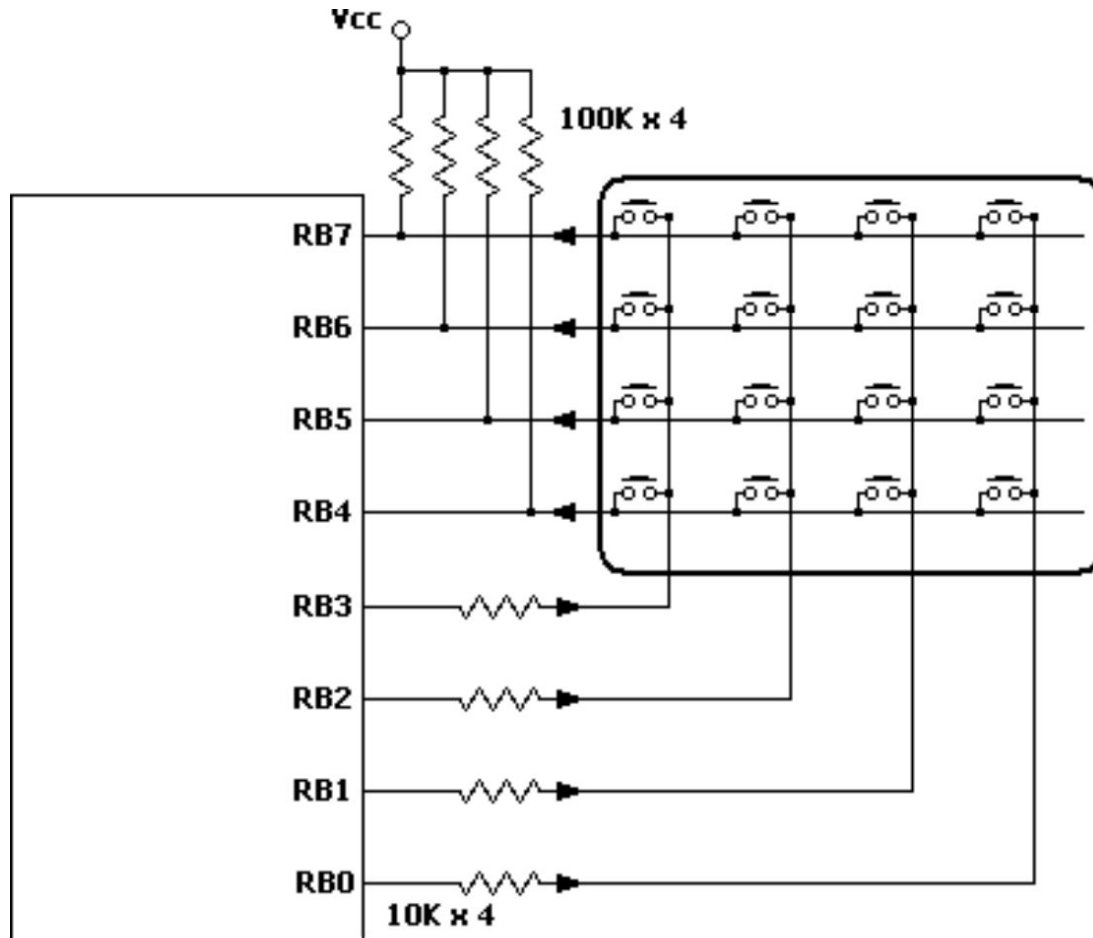
# Interfaceamento com Teclas/Chaves

- Teclado Matricial (4 linhas x 4 colunas)



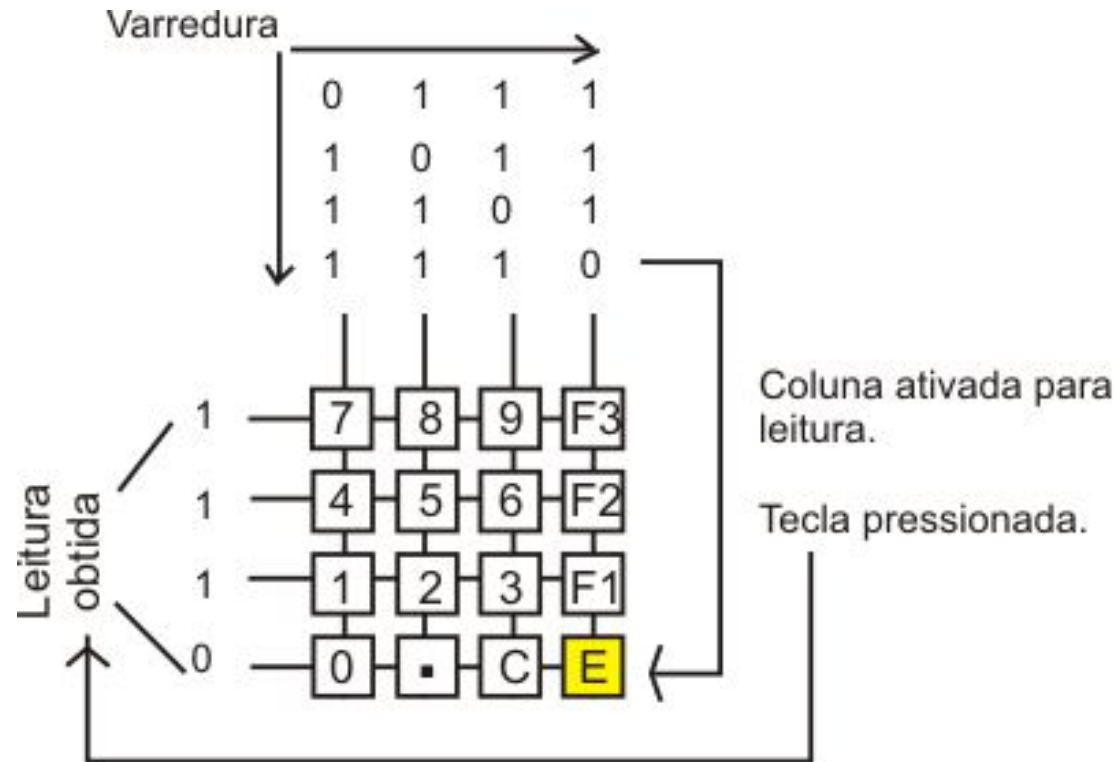
# Interfaceamento com Teclas/Chaves

- Teclado Matricial (4 linhas x 4 colunas)



# Interfaceamento com Teclas/Chaves

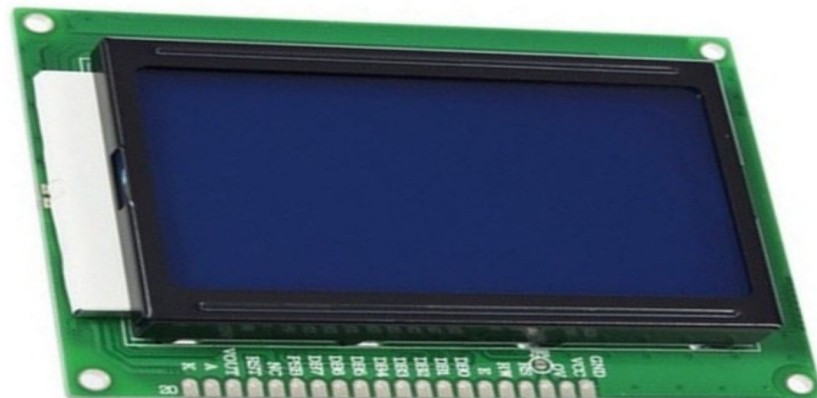
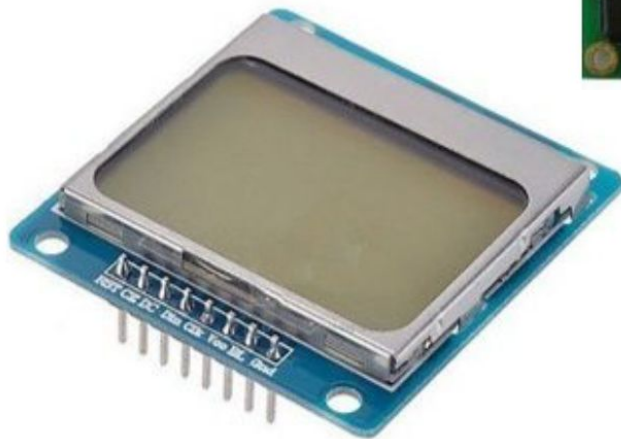
- Teclado Matricial
  - Varredura



# Interfaceamento com LCD

# Interfaceamento com LCD

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





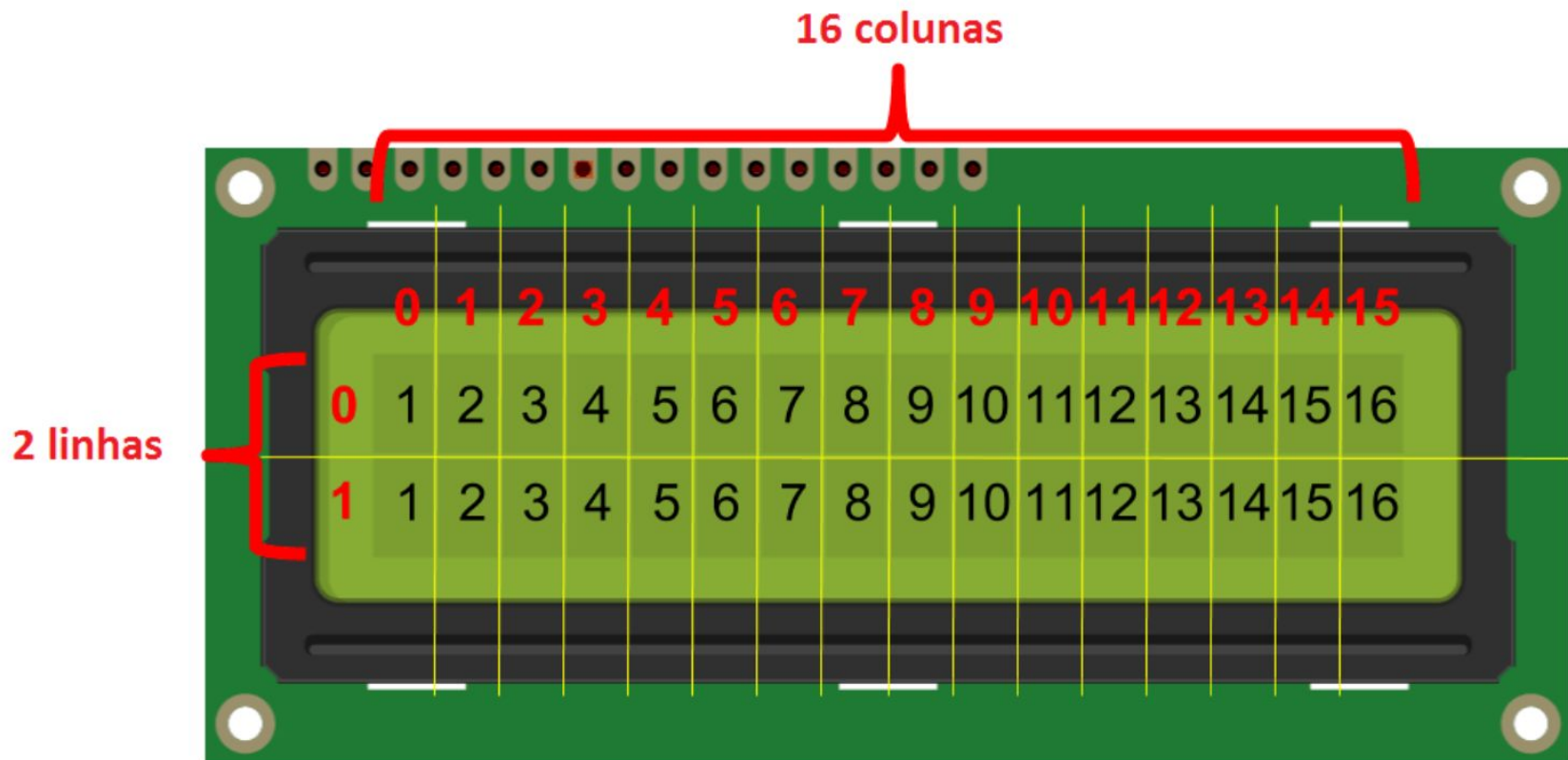
# Interfaceamento com LCD

- Alfanumérico
  - Tipos de LCDs comerciais

Número de colunas	Número de linhas	Quantidade de pinos
8	2	14
12	2	14/16
16	1	14/16
16	2	14/16
16	4	14/16
20	1	14/16
20	2	14/16
20	4	14/16
24	2	14/16
24	4	14/16
40	2	16
40	4	16

# Interfaceamento com LCD

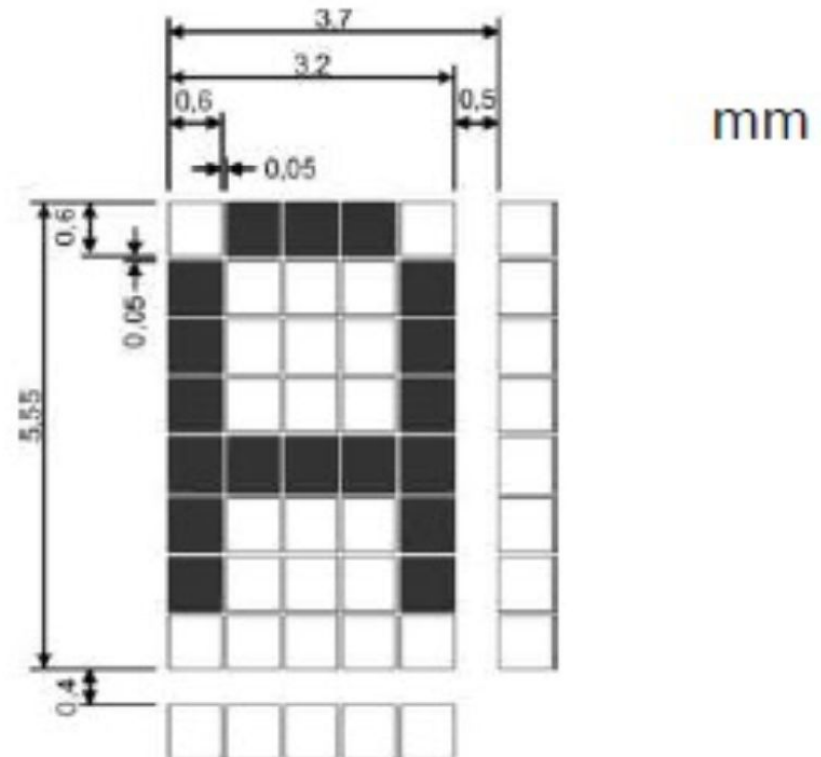
- Alfanumérico - Controlador Interno HD44780



# Interfaceamento com LCD

- Alfanumérico - Controlador Interno HD44780
  - Carácter 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
.			1	0	0	0	1
			0	0	0	0	0



# Interfaceamento com LCD

- Alfanumérico - Controlador Interno HD44780
  - Pinagem: 14/16 pinos (15-16 para o *backlight*)

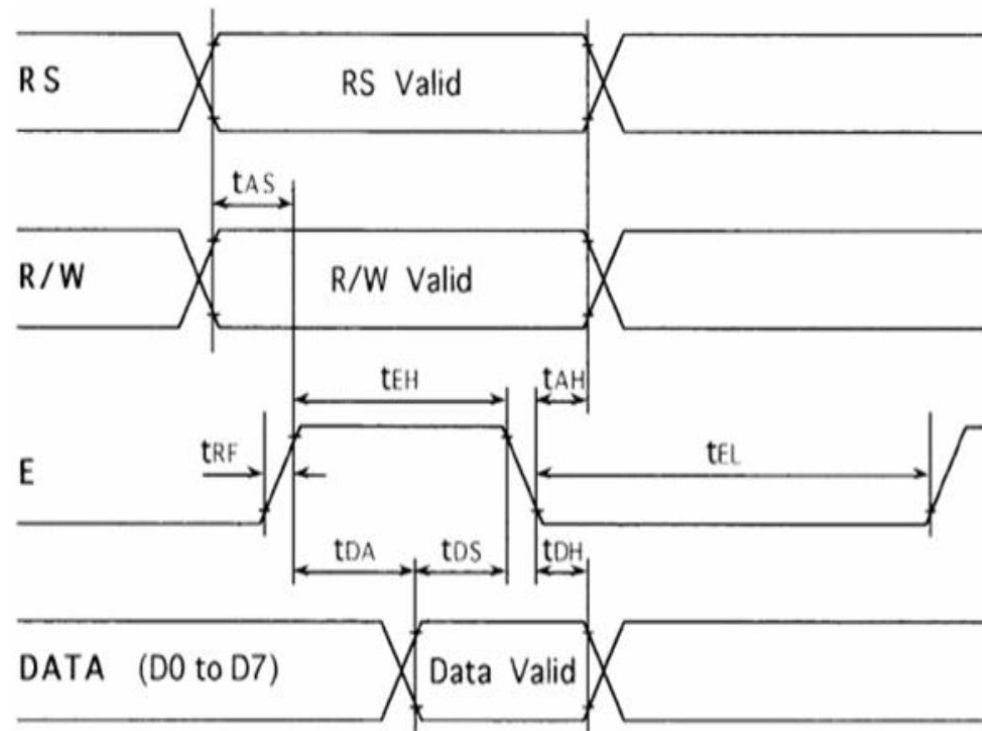
Pino	Símbolo	Função	
1	$V_{SS}$	Alimentação - GND Terra	
2	$V_{DD}$	Alimentação - $V_{CC}$ 5V	
3	$V_O$	Entrada de Contraste - Normalmente ligado a um <i>trimpot</i> de 10K $\Omega$ ligado entre $V_{CC}$ e terra	
4	RS	Seleção de dado/instrução	RS=0 => <b>Instrução</b> RS=1 => <b>Dado</b>
5	R/W	Seleção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



# Interfaceamento com LCD

- Alfanumérico - Controlador Interno HD44780
  - Temporização

Parâmetro	Descrição	Tempo
$t_{AS}$	<i>Address set up time</i>	140ns min
$t_{AH}$	Address hold time	10ns min
$t_{DS}$	<i>Data set up time</i>	200ns min
$t_{DH}$	<i>Data hold time</i>	20ns min
$t_{DA}$	<i>Data access time</i>	320ns max
$t_{EH}$	<i>Enable high time</i>	450ns min
$t_{EL}$	<i>Enable low time</i>	500ns min
$t_{RF}$	<i>Rise/Fall time</i>	25ns max



# Interfaceamento com LCD

- Alfanumérico - Controlador Interno HD44780
- Principais Comandos
  - RS=0, RW=0, EN=1 (instruções para o HD44780)
    - Reset: 01h (tempo: 1,64 ms)
    - Home: 02h (tempo: 1,64 ms)
    - Configuração (tempo: 40  $\mu$ s): 20h +
      - 10h (modo 8 bits)
      - 08h (2 linhas)
      - 04h (caráter 5x10)
    - Configuração do cursor (tempo: 40  $\mu$ s): 08 +
      - 04 (habilita *display*)
      - 02 (habilita cursor)
      - 01 (cursor pisca)

# Interfaceamento com LCD

- Alfanumérico - Controlador Interno HD44780

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 carácter	Para a Esquerda	0	0	04
	Para a Direita	0	0	06
Deslocamento da mensagem ao entrar com carácter	Para a Esquerda	0	0	07
	Para a Direita	0	0	05
Deslocamento da mensagem sem entrada de carácter	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

# Interfaceamento com LCD

- Alfanumérico - Controlador Interno HD44780
- Outros Comandos
  - RS=1, RW=0, EN=1 (dados para o HD44780)
    - Envia carácter em ASCII através do barramento de dados DB0..DB7 (tempo: > 20  $\mu$ s)
  - RS=0, RW=1, EN=1
    - Leitura do *Busy Flag* no bit 7. Se BF=1, a última operação ainda não terminou.
    - Não obrigatório.
  - RS=0, RW=1, EN=1
    - Estabelece a posição de escrita do próximo carácter enviando o comando da posição do *display* (próximo slide)



# Interfaceamento com LCD

- Alfanumérico - Controlador Interno HD44780

- Endereços das posições no *display*

- Módulo 16x1:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
80h	81h	82h	83h	84h	85h	86h	87h	C0h	C1h	C2h	C3h	C4h	C5h	C6h	C7h

- Módulo 16x2:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
80h	81h	82h	83h	84h	85h	86h	87h	88h	89h	8Ah	8Bh	8Ch	8Dh	8Eh	8Fh
C0h	C1h	C2h	C3h	C4h	C5h	C6h	C7h	C8h	C9h	CAh	CBh	CCh	CDh	CEh	CFh

- Módulo 16x4:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
80h	81h	82h	83h	84h	85h	86h	87h	88h	89h	8Ah	8Bh	8Ch	8Dh	8Eh	8Fh
C0h	C1h	C2h	C3h	C4h	C5h	C6h	C7h	C8h	C9h	CAh	CBh	CCh	CDh	CEh	CFh
90h	91h	92h	93h	94h	95h	96h	97h	98h	99h	9Ah	9Bh	9Ch	9Dh	9Eh	9Fh
D0h	D1h	D2h	D3h	D4h	D5h	D6h	D7h	D8h	D9h	DAh	DBh	DCh	DDh	DEh	DFh

# Interfaceamento com LCD

- Alfanumérico - Controlador Interno HD44780

- Endereços das posições no *display*

- Módulo 20x1:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
80h	81h	82h	83h	84h	85h	86h	87h	88h	89h	C0h	C1h	C2h	C3h	C4h	C5h	C6h	C7h	C8h	C9h

- Módulo 20x2:

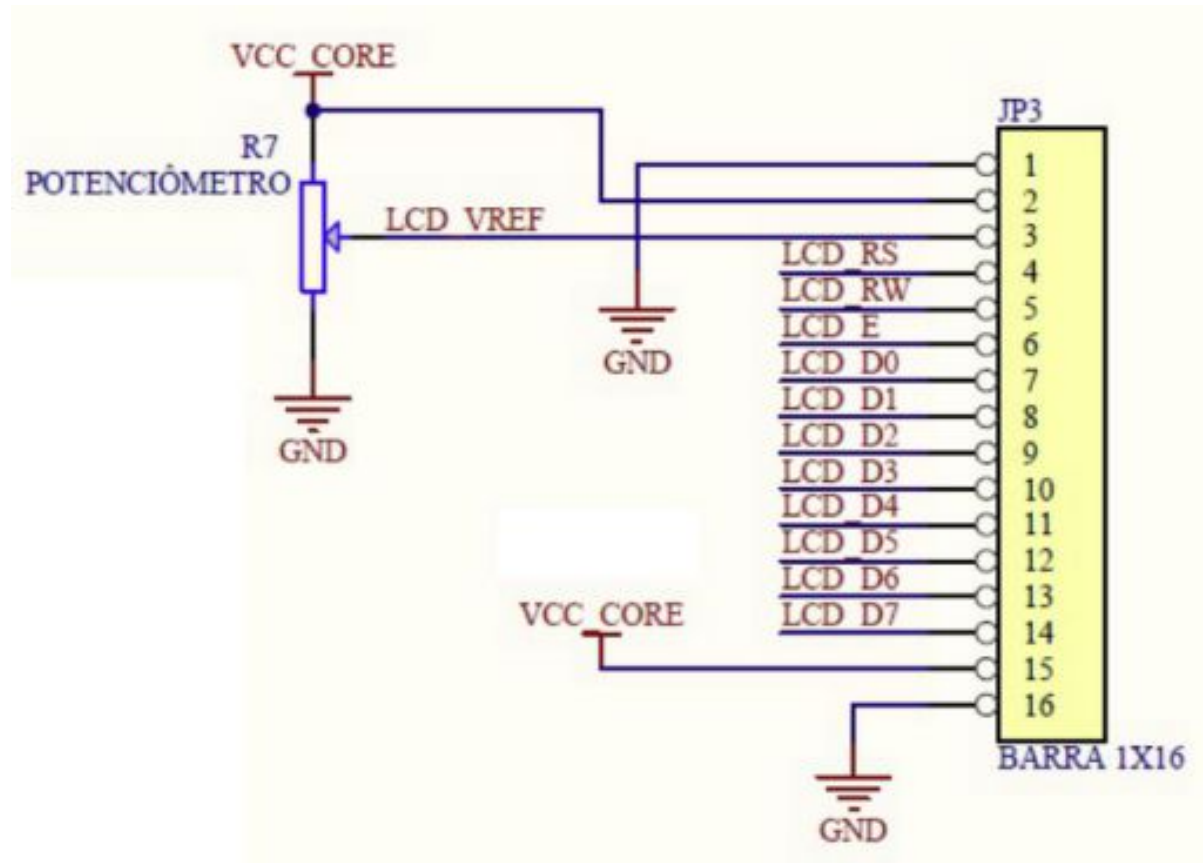
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
80h	81h	82h	83h	84h	85h	86h	87h	88h	89h	8Ah	8Bh	8Ch	8Dh	8Eh	8Fh	90h	91h	92h	93h
C0h	C1h	C2h	C3h	C4h	C5h	C6h	C7h	C8h	C9h	CAh	CBh	CCh	CDh	CEh	CFh	D0h	D1h	D2h	D3h

- Módulo 20x4:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
80h	81h	82h	83h	84h	85h	86h	87h	88h	89h	8Ah	8Bh	8Ch	8Dh	8Eh	8Fh	90h	91h	92h	93h
C0h	C1h	C2h	C3h	C4h	C5h	C6h	C7h	C8h	C9h	CAh	CBh	CCh	CDh	CEh	CFh	D0h	D1h	D2h	D3h
94h	95h	96h	97h	98h	99h	9Ah	9Bh	9Ch	9Dh	9Eh	9Fh	A0h	A1h	A2h	A3h	A4h	A5h	A6h	A7h
D4h	D5h	D6h	D7h	D8h	D9h	DAh	DBh	DCh	DDh	DEh	DFh	E0h	E1h	E2h	E3h	E4h	E5h	E6h	E7h

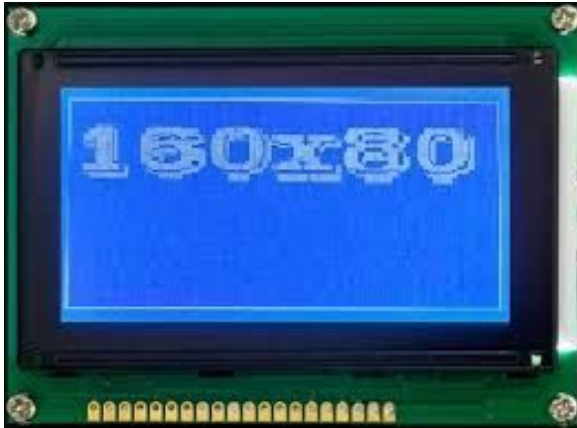
# Interfaceamento com LCD

- Interface com a P51USB



# Interfaceamento com LCD

- Gráfico



# Interfaceamento com LCD

- Gráfico
  - Depende do controlador do *display*
  - Pode-se seleccionar em *pixels* de 8 em 8
  - Ou seleccionar colunas
  - Trabalhar com paginação
  - Além de ter um controlador de *touch*

# Interfaceamento com Motores

# Interfaceamento com Motores

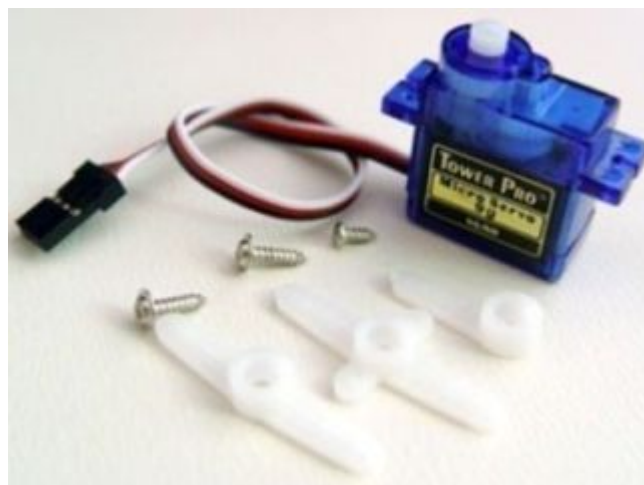
- Tipos de Motores



Motor de Passo



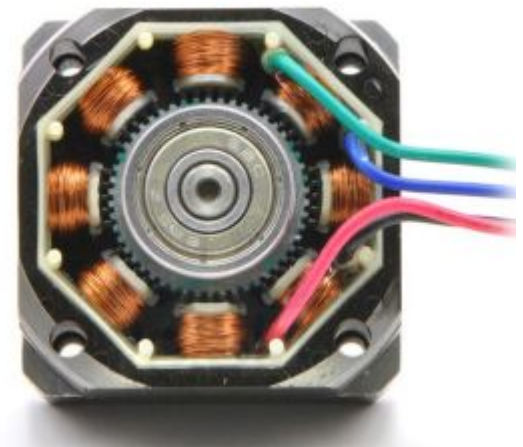
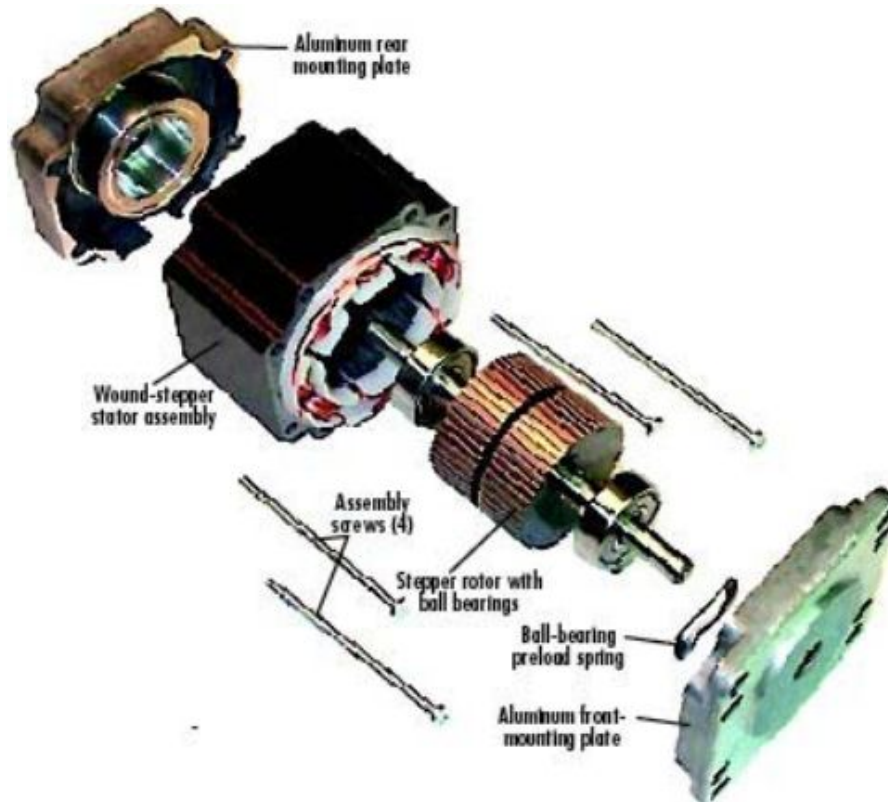
Motor DC



Servomotor

# Motor de Passo

- Também chamado de motor digital
- Rotação independente da intensidade da corrente e tensão aplicada nas fases.





# Motor de Passo

- Passo:
  - Incremento mecânico no rotor. Pode ser no sentido de cada passo do motor.



# Motor de Passo

- Modos de Acionamento
  - Passo completo:
    - Energiza-se uma bobina por vez sequencialmente, ou duas de cada vez.
    - **Exemplo:** um motor de 200 passos por volta faz  $360/200 = 1,8^\circ$  por passo
  - Meio passo:
    - Energiza-se um enrolamento, depois dois enrolamentos alternadamente.
    - **Exemplo:** um motor de 200 passos por volta faz  $360/400 = 0,9^\circ$  por passo



# Motor de Passo

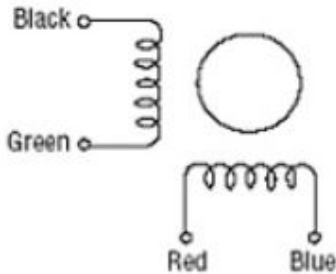
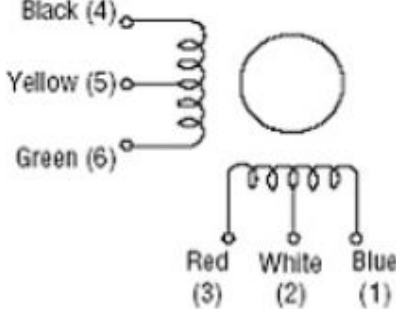
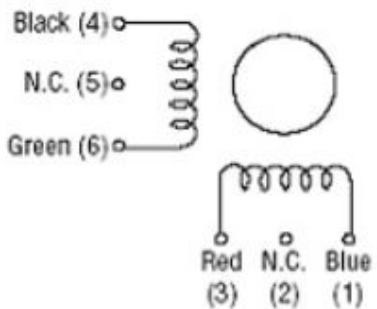
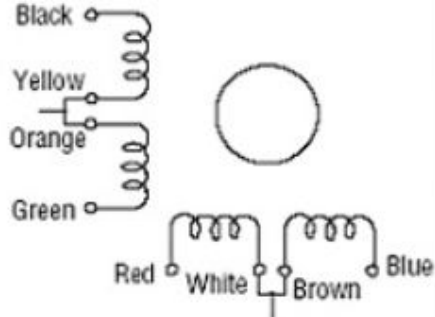
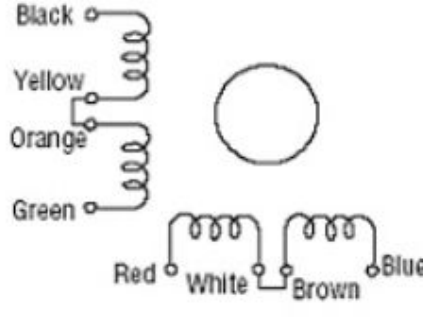
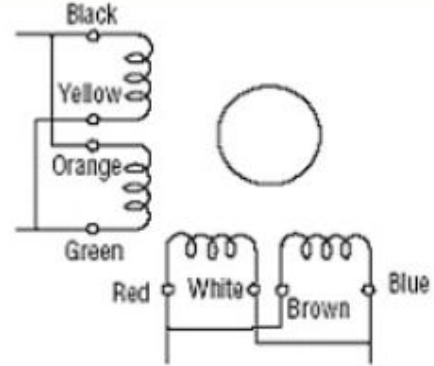
- Modos de Acionamento
  - Micropasso:
    - Controla a corrente no enrolamento do motor a um determinado grau que chega a subdividir o número das posições entre os pólos.
    - Necessário acionadores especiais
    - **Exemplo:** um motor de 200 passos por volta faz  $360/200 = 1,8^\circ$  por passo que por sua vez podem ser divididos em 256 micropassos, resultando em 51200 passos por rotação ou  $(0,007^\circ/\text{passo})$ .
    - Aplicações que exigem posicionamento exato e movimentos suaves.

# Motor de Passo

- Termos importantes
  - Fases:
    - Número de bobinas ou enrolamento (cada uma das metades das bobinas se houver derivação central).
  - Resolução:
    - Dada pelo número de pólos do rotor
  - Polaridade:
    - Unipolar => corrente circula em um só sentido
    - Bipolar => corrente flui alternadamente em ambos os sentidos

# Motor de Passo

- Polaridade

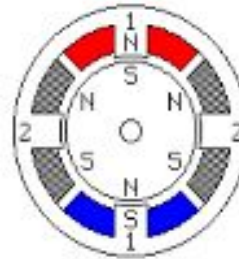
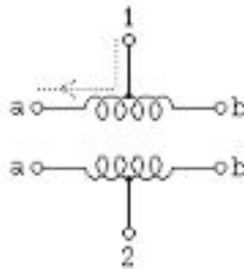
4 Lead Bipolar Connection	6 Lead Unipolar Connection	6 Lead Bipolar (Series) Connection
		
8 Lead Unipolar Connection	8 Lead Bipolar (Series) Connection	8 Lead Bipolar (Parallel) Connection
		

# Motor de Passo

- Polaridade
  - Unipolar: a corrente flui em um único sentido

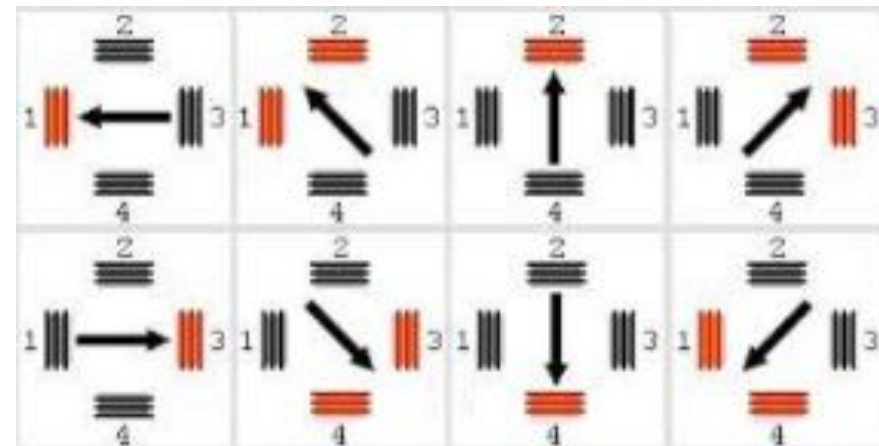
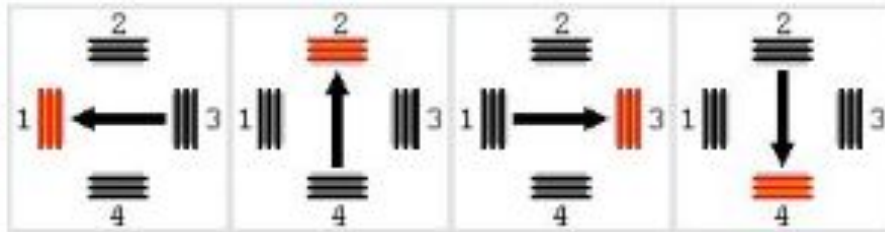
passo completo

	1a	2a	1b	2b
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	0	0	0
6	0	1	0	0
7	0	0	1	0
8	0	0	0	1



meio-passo

	1a	2a	1b	2b
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

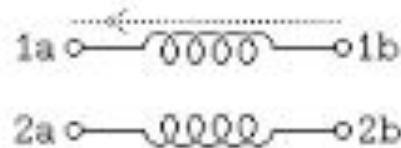
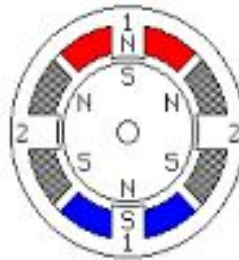


# Motor de Passo

- Polaridade
  - Bipolar: a corrente flui nos dois sentidos

passo completo

	1a	2a	1b	2b
1	+	-	-	-
2	-	+	-	-
3	-	-	+	-
4	-	-	-	+
5	+	-	-	-
6	-	+	-	-
7	-	-	+	-
8	-	-	-	+



meio-passo

	1a	2a	1b	2b
1	+	-	-	-
2	+	+	-	-
3	-	+	-	-
4	-	+	+	-
5	-	-	+	-
6	-	-	+	+
7	-	-	-	+
8	+	-	-	-

# Motor de Passo

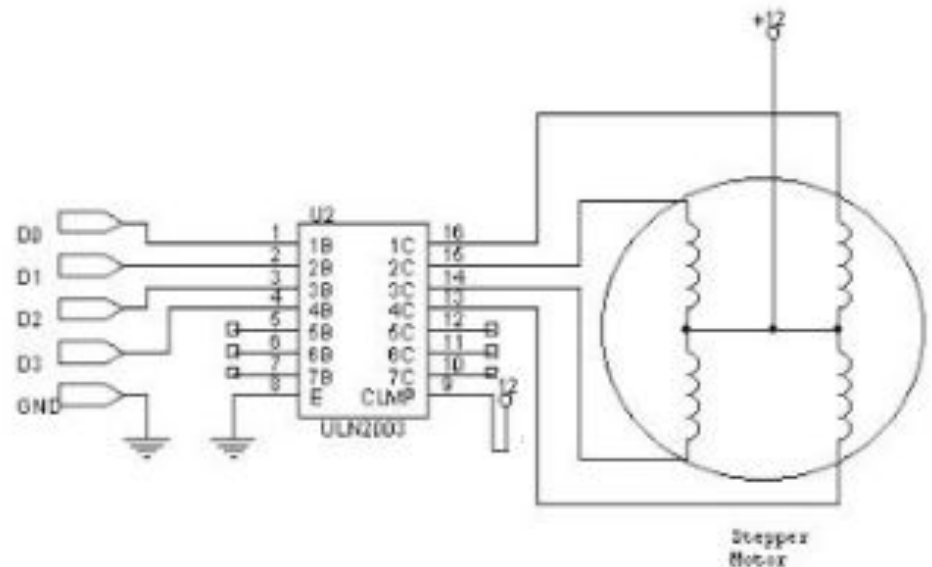
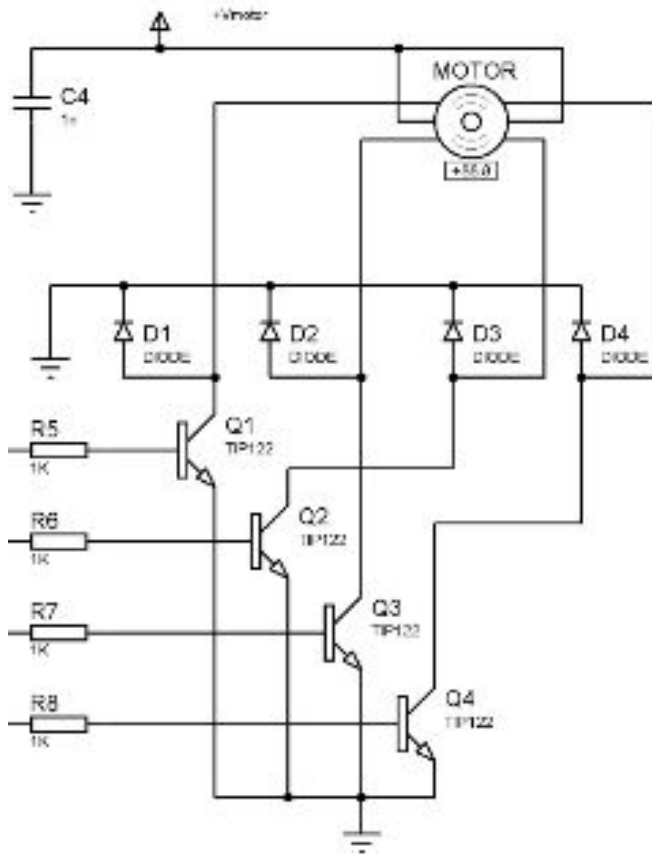
- Polaridade
  - Para mais diferenças entre unipolares e bipolares, visitar o sítio:

<https://www.youtube.com/watch?v=vxxnPJBxG3M>



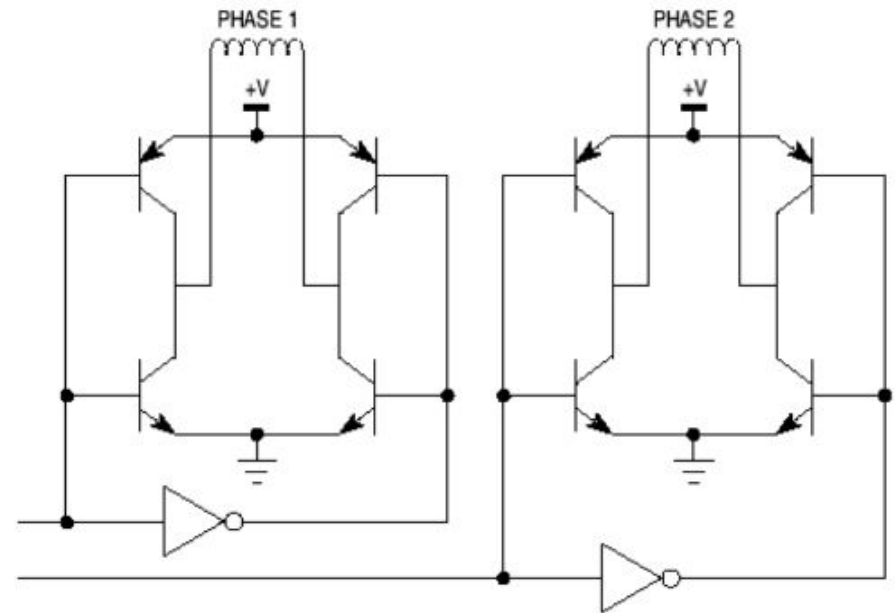
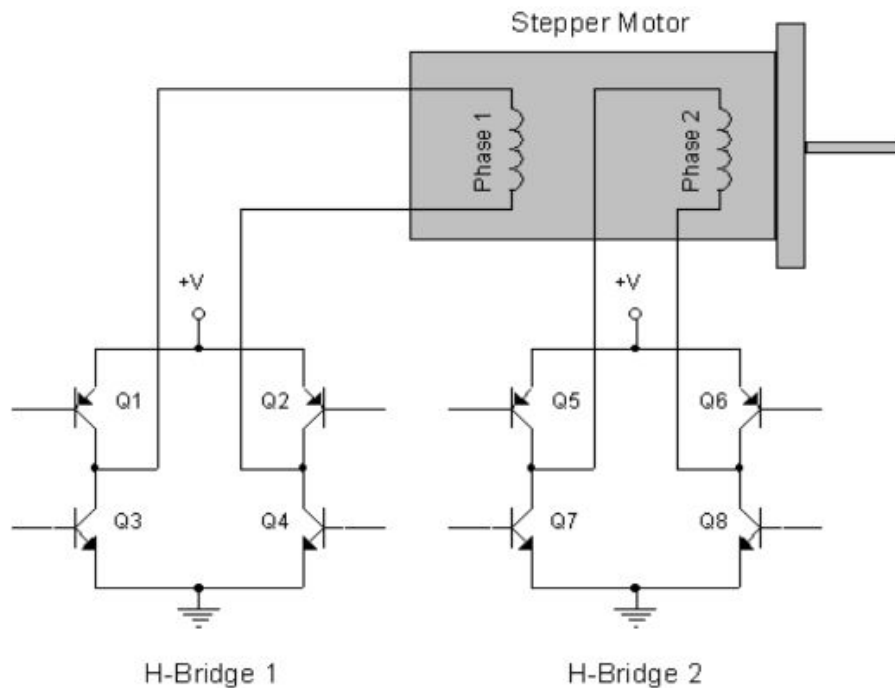
# Motor de Passo

- Drivers para acionamento do motor unipolar
  - Para acionamento do motor unipolar utiliza-se um transistor de potência por fase.
  - Para até 500 mA pode-se utilizar o CI ULN2003/ULN2805.



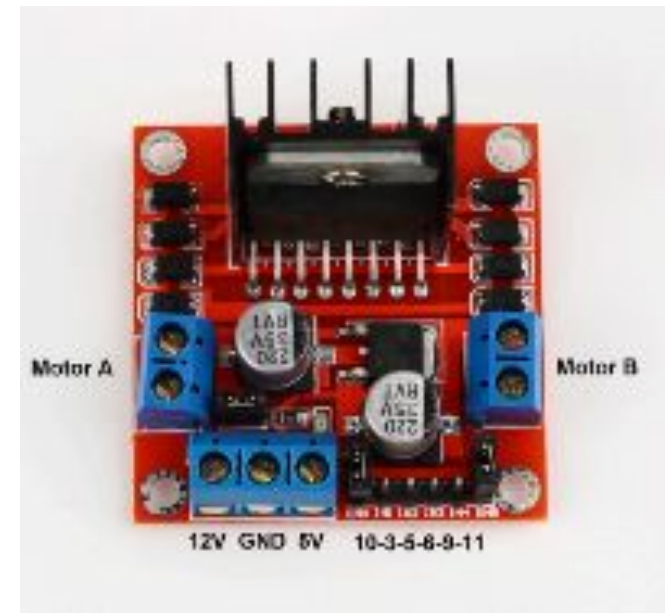
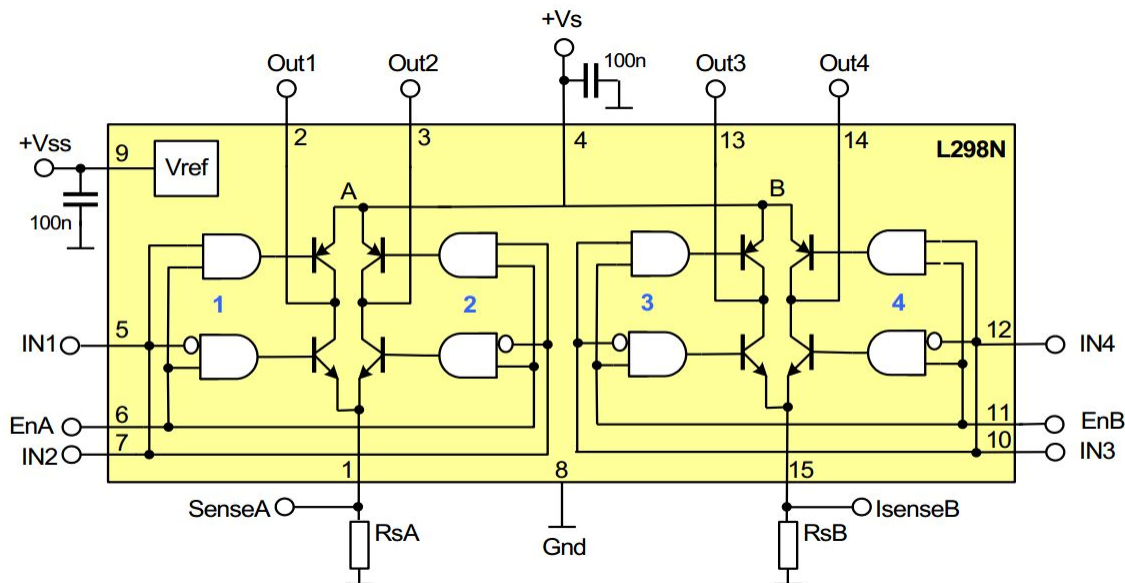
# Motor de Passo

- Drivers para acionamento do motor bipolar
  - Para acionamento do motor bipolar é preciso quatro transistores por fase (ponte H)



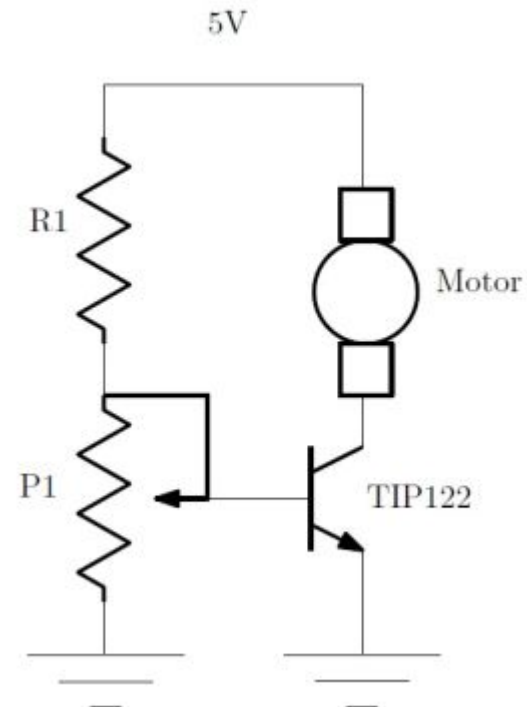
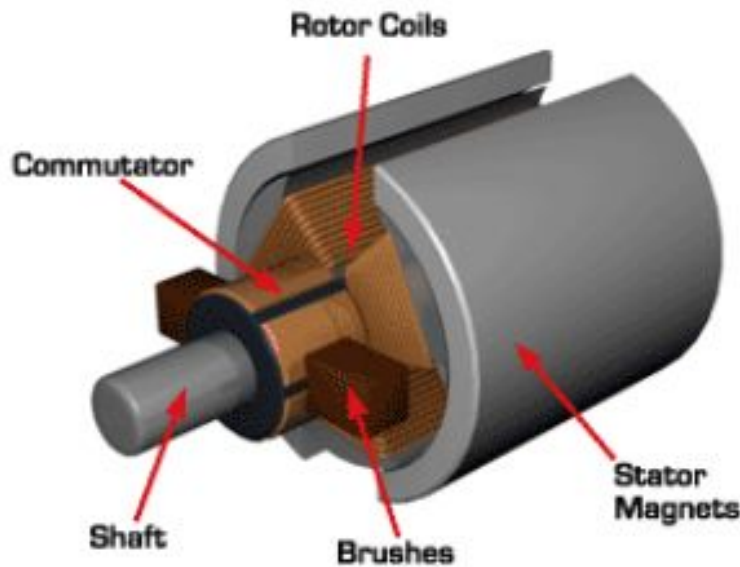
# Motor de Passo

- Drivers para acionamento do motor bipolar
  - Circuito integrado L298 (Ponte integrada)



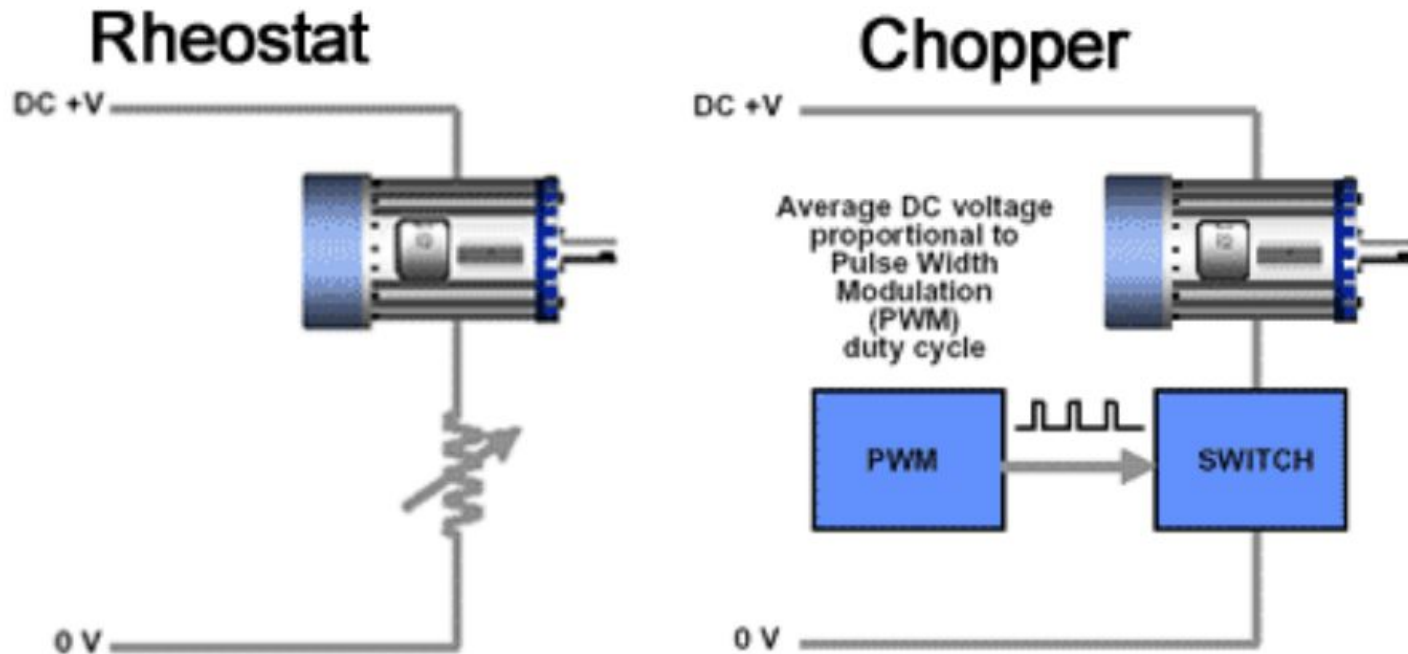
# Motor DC

- Possuem apenas dois fios os motores de baixa potência
- Motor “analógico” - varia tensão e corrente, varia torque e velocidade
- Necessita de *drivers* de corrente para utilização em  $\mu C$



# Motor DC

- Controle de velocidade:
  - Variação da tensão média eficaz no enrolamento:
    - **Reostato em série** (dissipação por efeito Joule)
    - **Modulação por Largura de Pulso - PWM** (chaveamento)



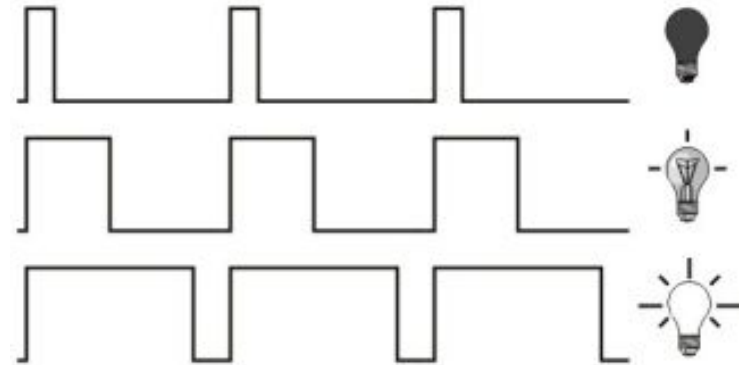
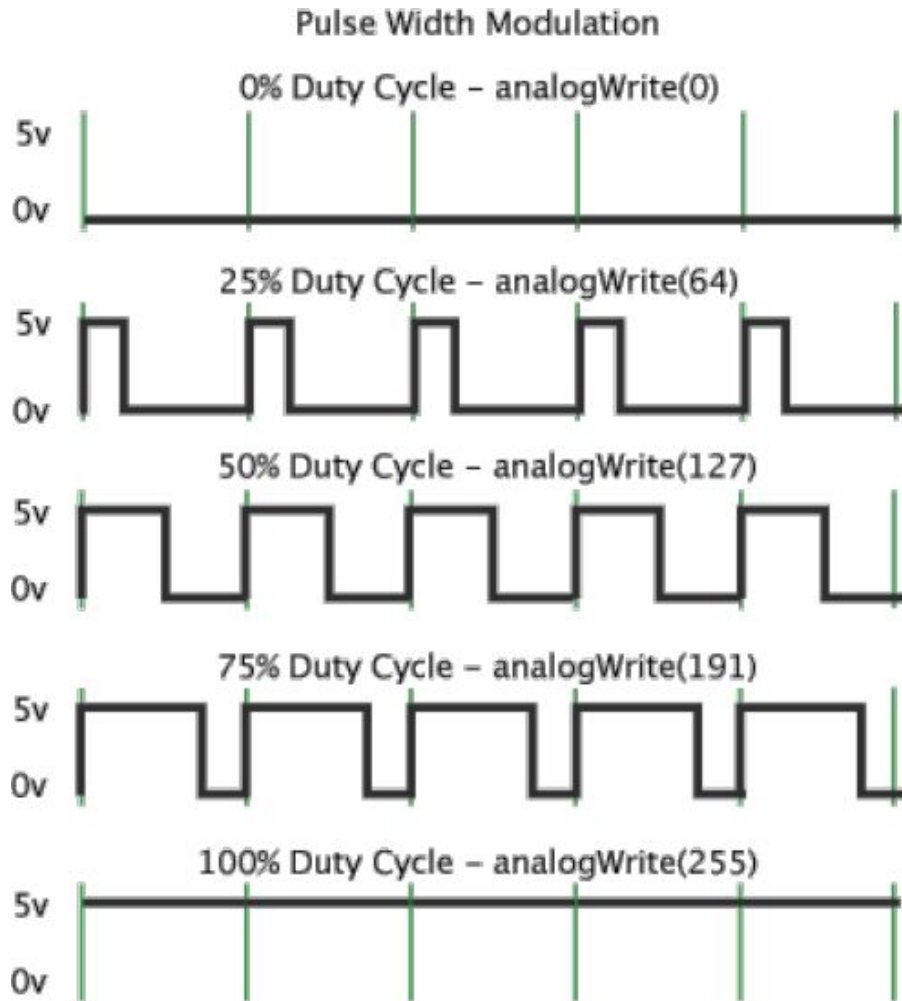
# Motor DC

Mas Professor, por favor, o que seria um PWM?



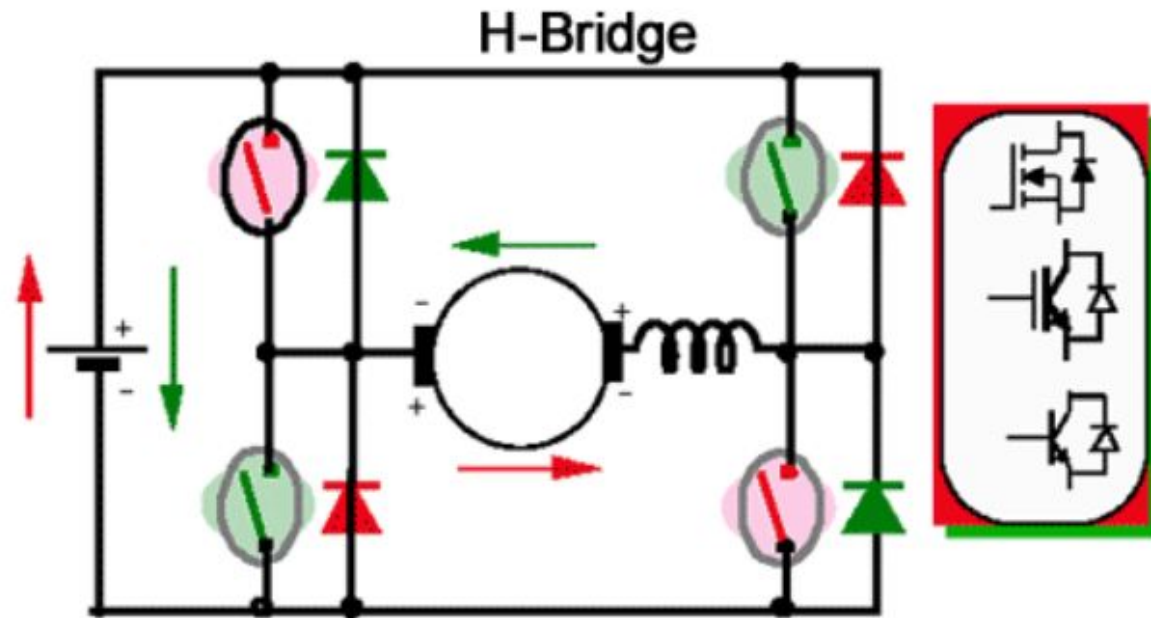
# Motor DC

- PWM



# Motor DC

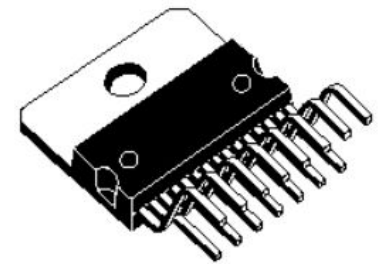
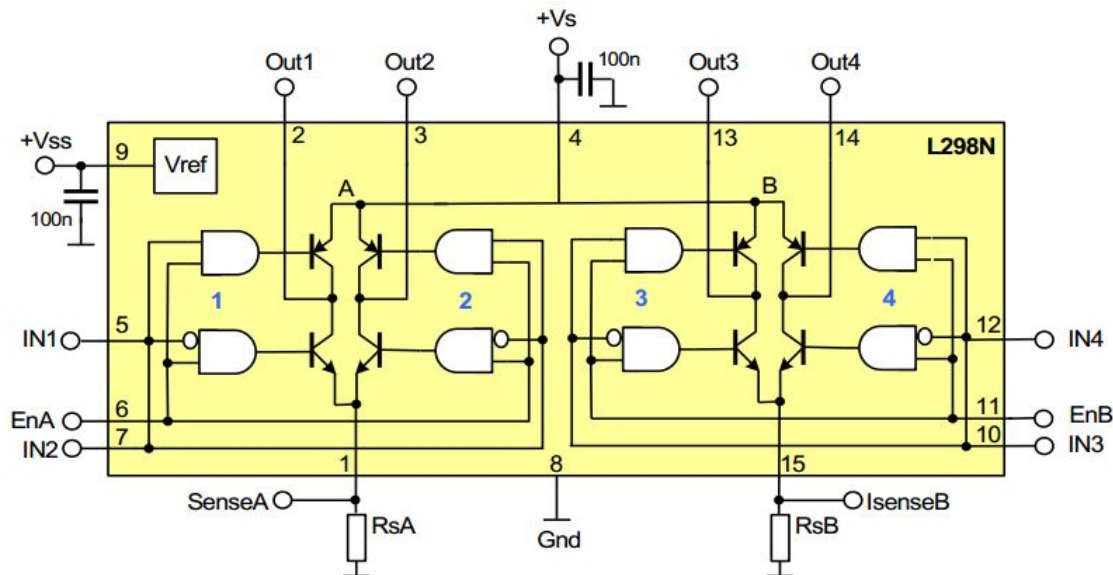
- Circuito *driver*
  - Utiliza-se componentes de potência com proteção para o chaveamento
    - Transistores bipolares, MOSFETs, IGBTs





# Motor DC

- Circuito *driver* para motores DC de baixa e média corrente
  - ST L298: dupla ponte-H:V
    - Entradas TTL, sensor de corrente, alta imunidade a ruído, até 4 A e 46



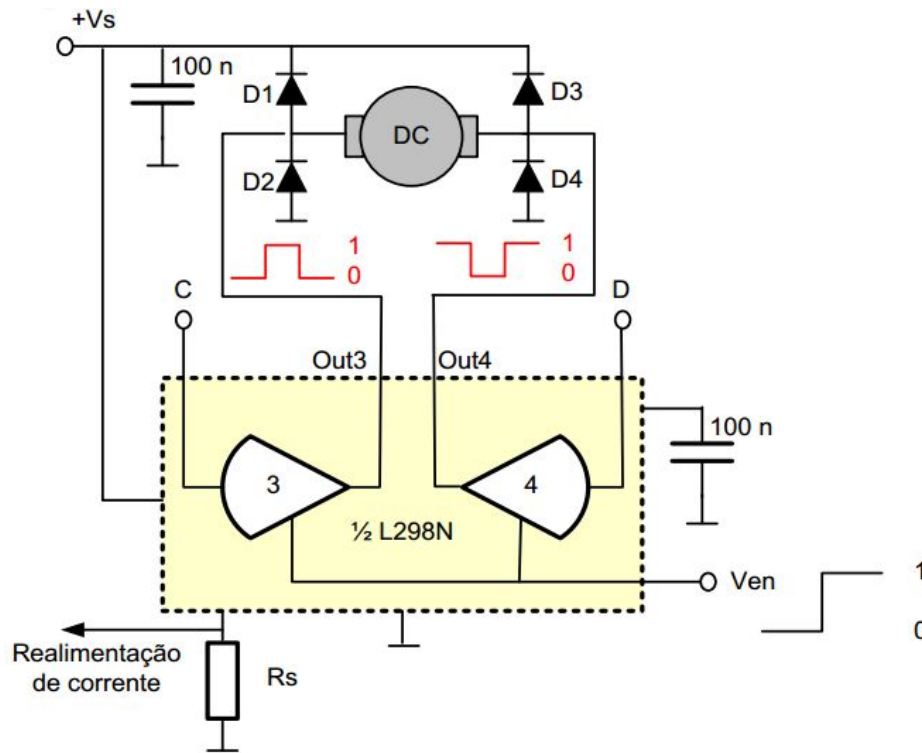
# Motor DC

- Módulos de ponte H montados
  - Prontos para o interfaceamento com microcontroladores
  - Custo aproximado Mercado Livre:
    - L298 (p/ 4A) ~ R\$ 16
    - L9110 (p/ 0,8A) ~R\$ 10



# Motor DC

- Acionamento bidirecional de motor DC com ponte-H



Inputs		Function
$V_{en} = H$	$C = H ; D = L$	Forward
	$C = L ; D = H$	Reverse
	$C = D$	Fast Motor Stop
$V_{en} = L$	$C = X ; D = X$	Free Running Motor Stop

$L$  = Low

H = High

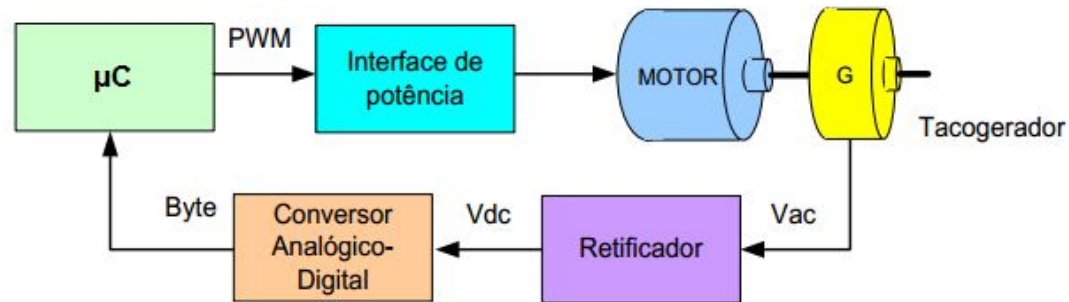
X = Don't care

# Motor DC

- Realimentação da Velocidade

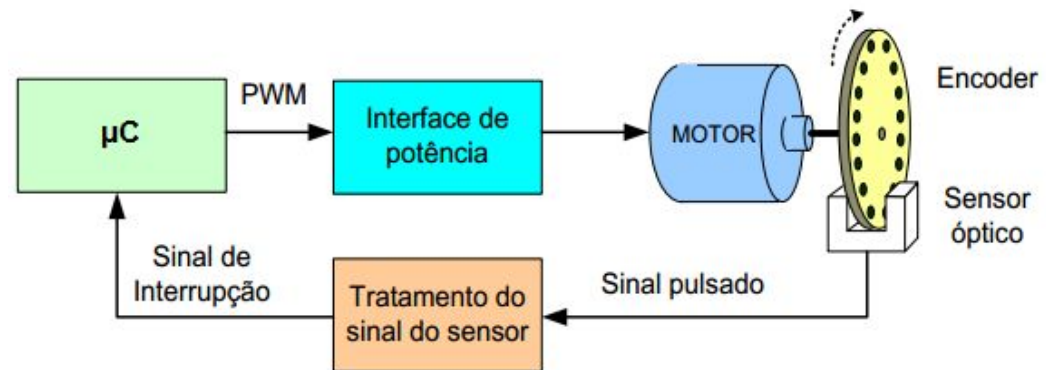
- Analógica:

- **Taco-gerador**: ligado ao eixo do motor
    - **Limitação**: ruído em baixa rotação



- Digital

- **Encoder**: ligado ao eixo
    - **Limitação**: máxima frequência de chaveamento dos sensores ópticos



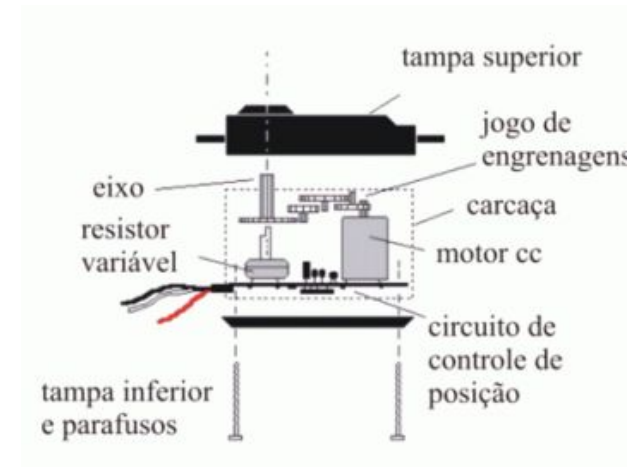
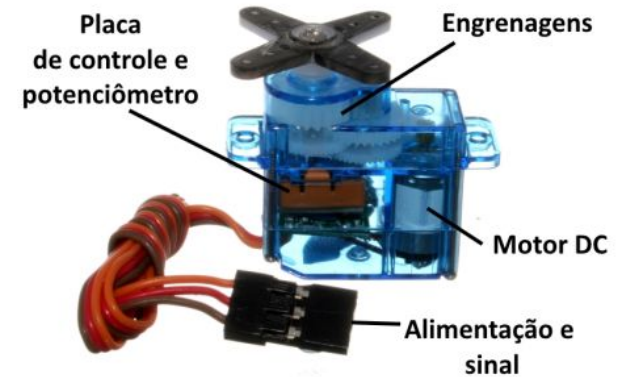
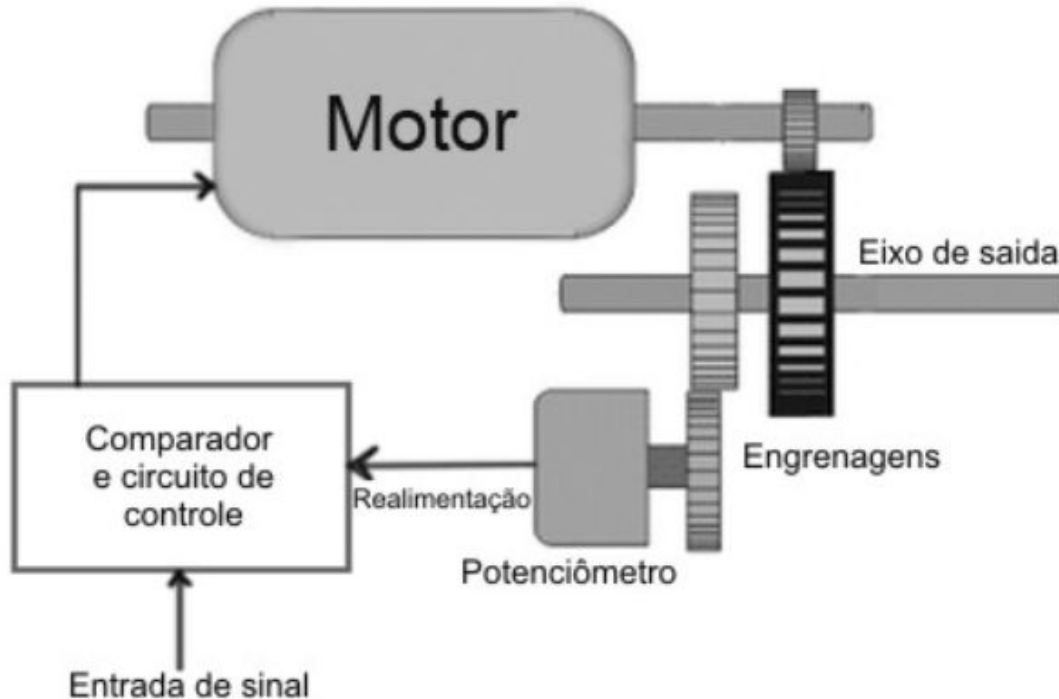
# Servomotor

- Dispositivo eletromecânico cujo posicionamento acompanha um sinal de entrada (escravo ou servo de um sinal)
- **Exemplo:** servomotor FUTABA S3003
  - Dimensões: (CxLxA) 41x21x36 mm
  - Peso 37,2g
  - Ângulo de operação: ~200graus
  - Velocidade:
    - 0,23 seg/60° @ 4.8V
    - 0,16 seg/60° @ 6V
  - Torque:
    - 3,2 kg-cm @ 4,8V
    - 4,1 kg-cm @ 6V



# Servomotor

- É um motor DC realimentado em malha fechada
  - Alta exatidão no controle
  - Torque alto
  - Alta velocidade



# Servomotor

- Largura do pulso positivo com 60 pulsos/seg
- Modulação PWM:
  - Frequência: 40-60 Hz
  - Variação do *duty-cycle*
    - 1ms => -90 graus
    - 1,52 ms => 0 graus
    - 2 ms => +90 graus

