

Sistemas Microcontrolados

Motores

Prof. Guilherme Peron

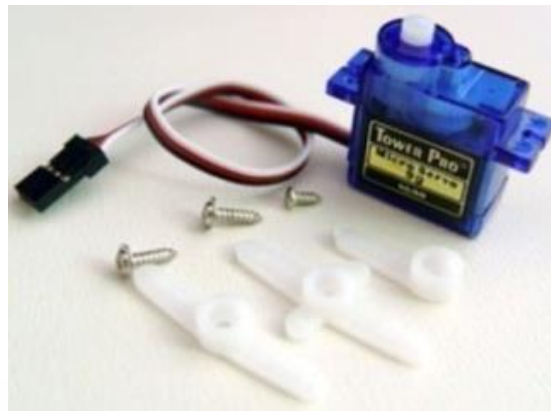
Tipos de Motores



Motor de Passo



Motor DC

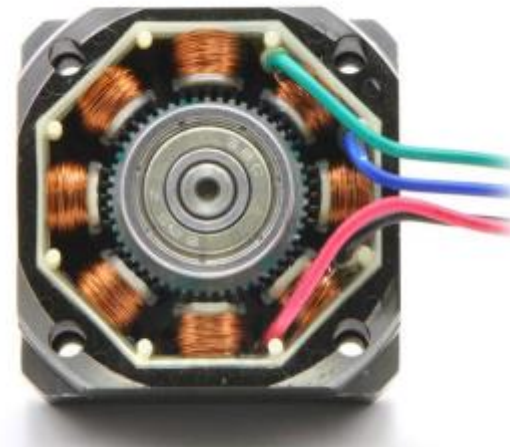
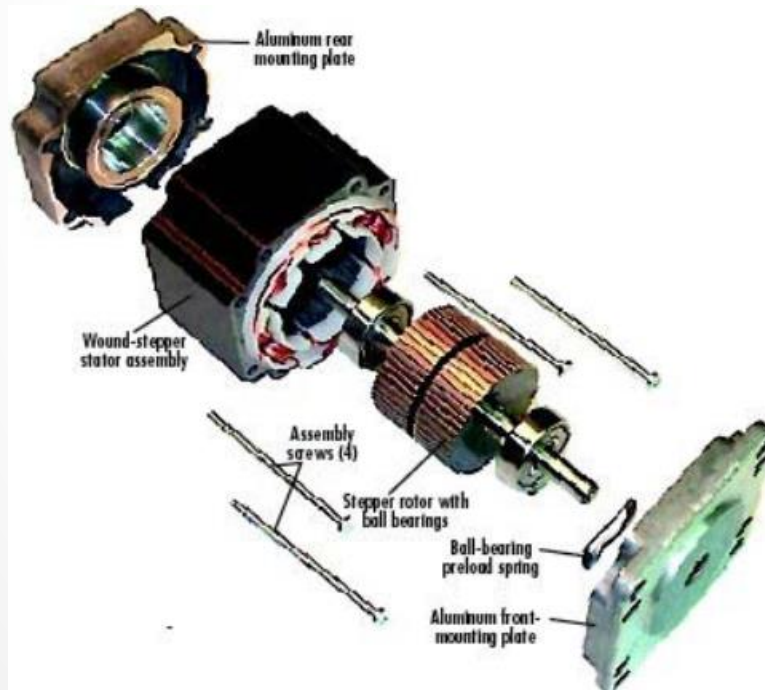


Servomotor

Motor de Passo

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

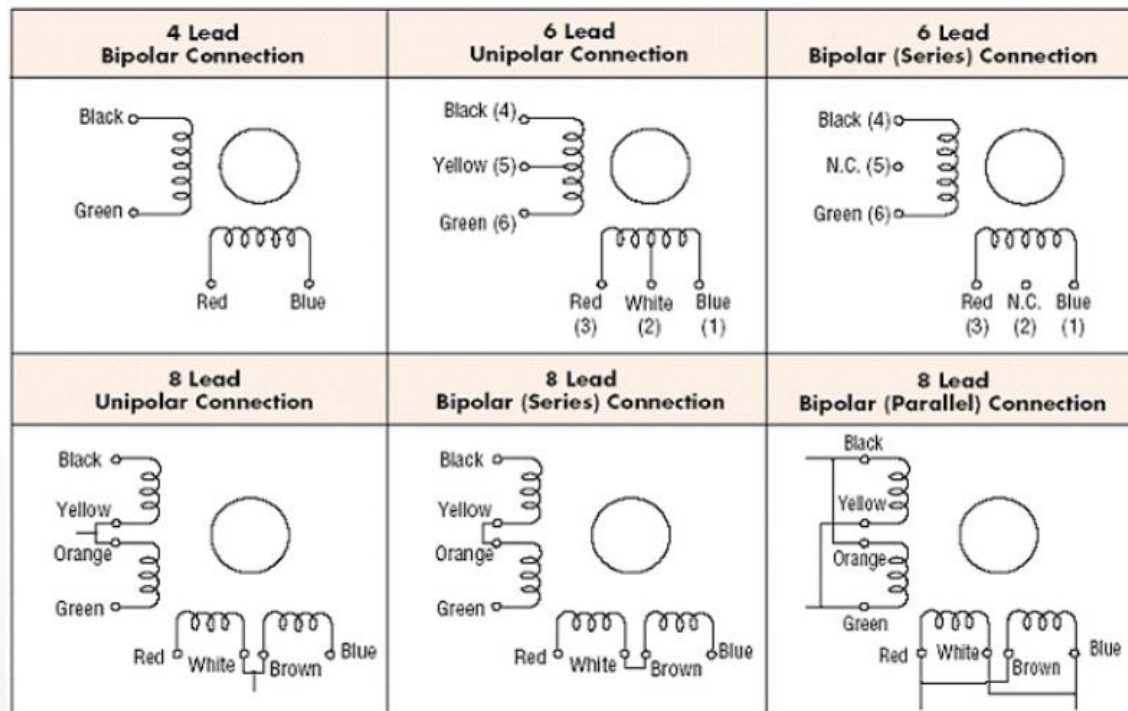
- Modos de Acionamento

- 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

- Polaridade
 - Unipolar => corrente circula em um só sentido
 - Bipolar => corrente flui alternadamente em ambos os sentidos

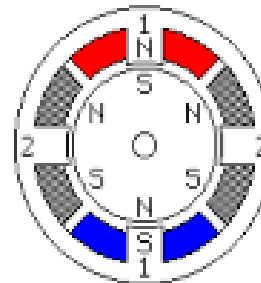
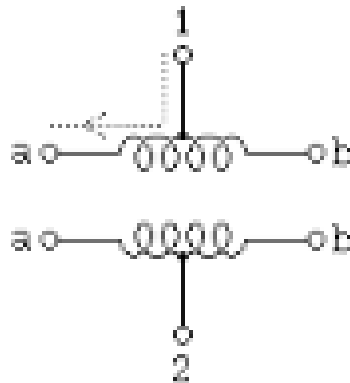


Motor de Passo

- Polaridade
 - Unipolar: corrente circula em um só sentido

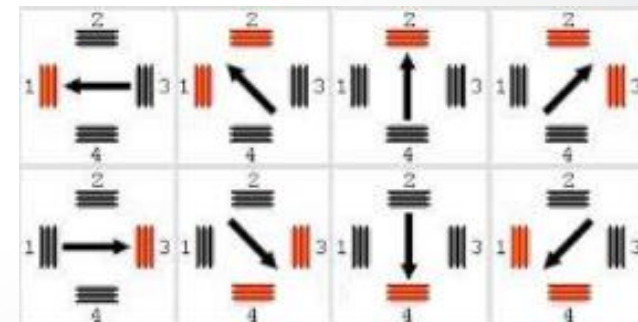
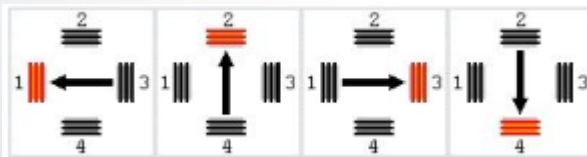
passo completo

	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

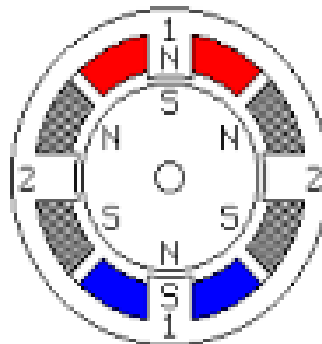


Motor de Passo

- Polaridade
 - Bipolar: a corrente flui nos dois sentidos

passo completo

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



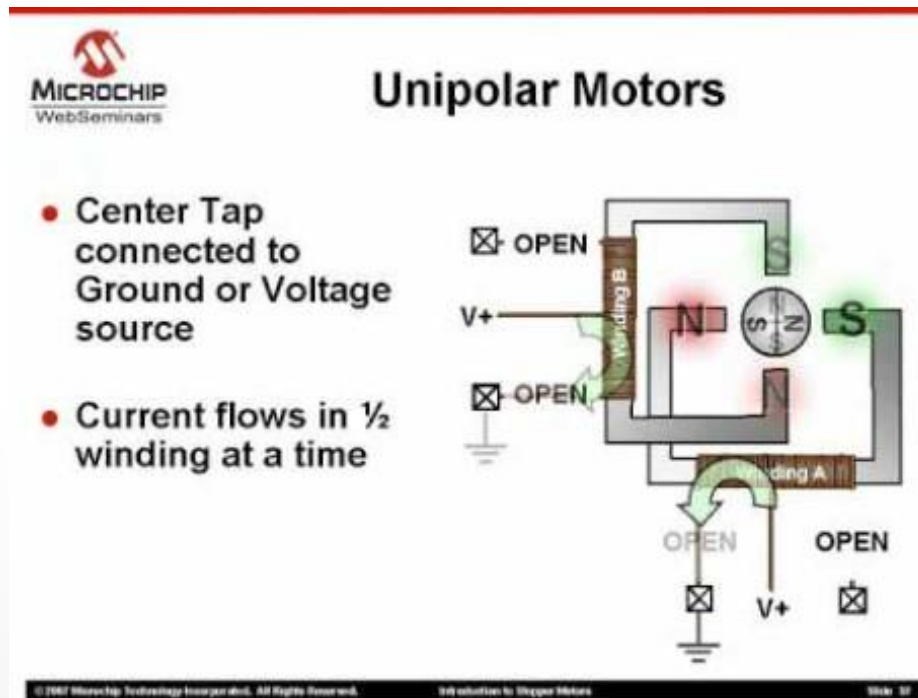
meio-passo

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

Motor de Passo

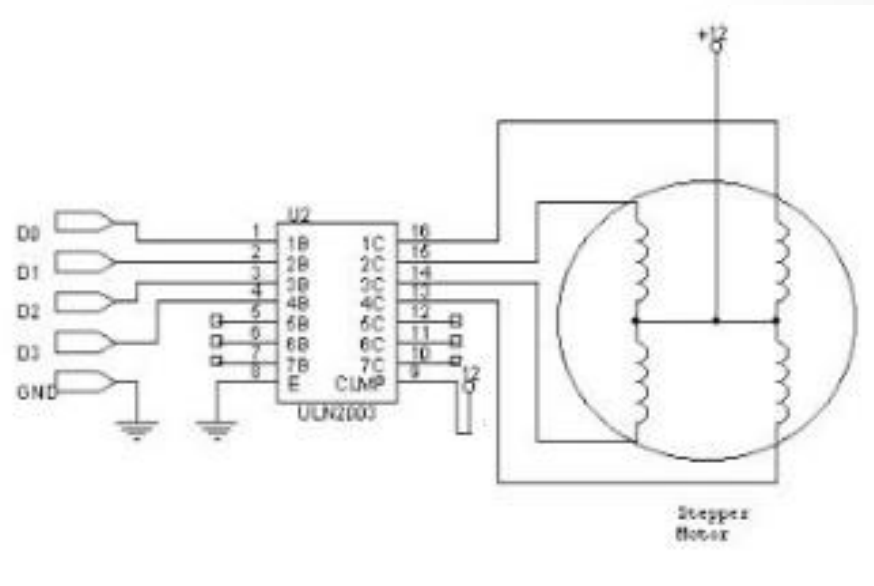
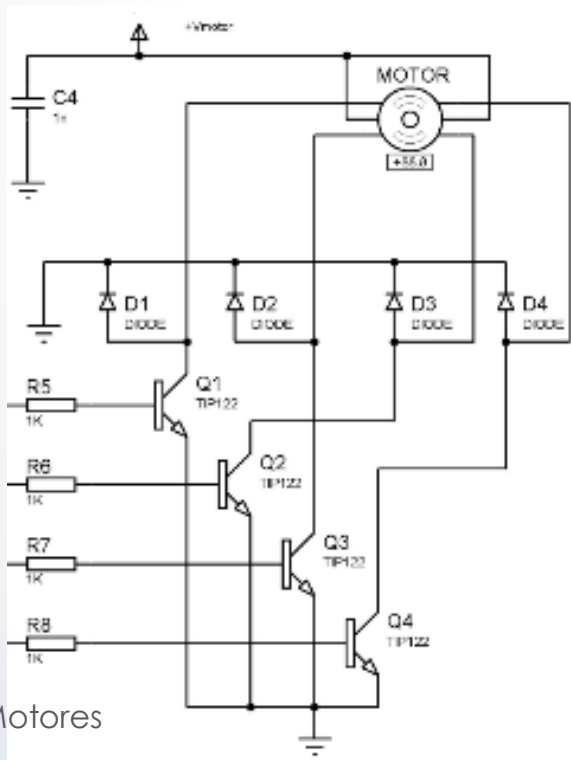
- Polaridade
 - Para mais diferenças entre unipolares e bipolares, visitar o sítio:

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



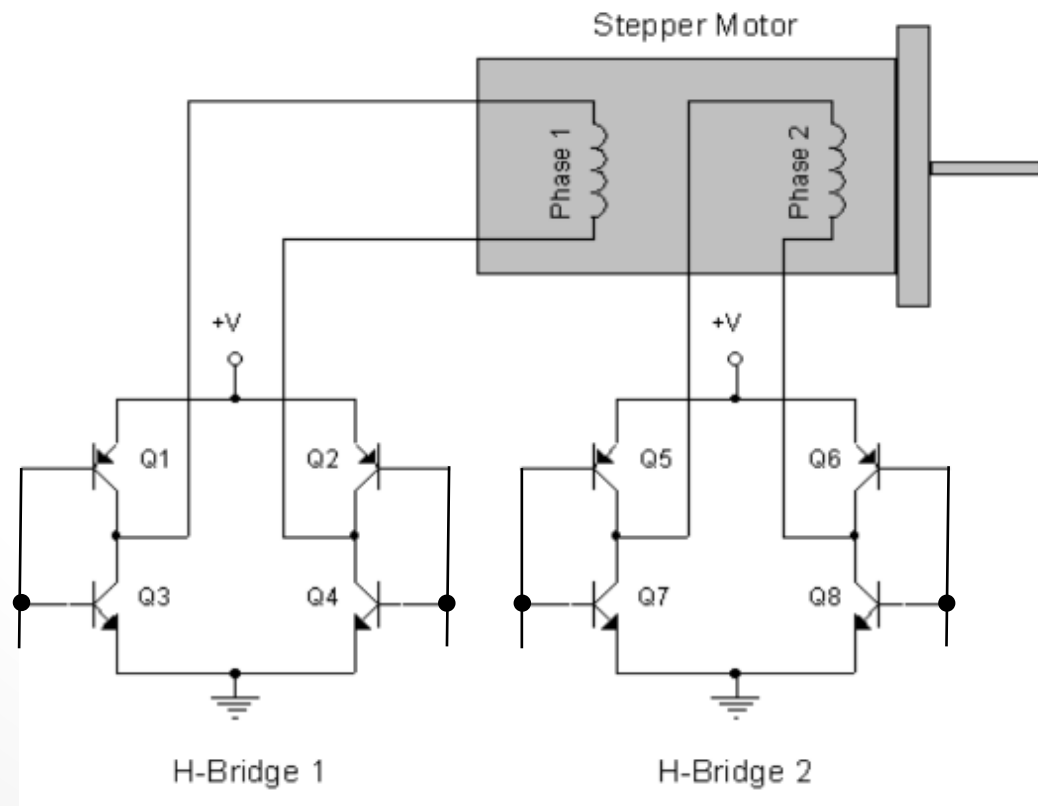
Motor de Passo

- 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.



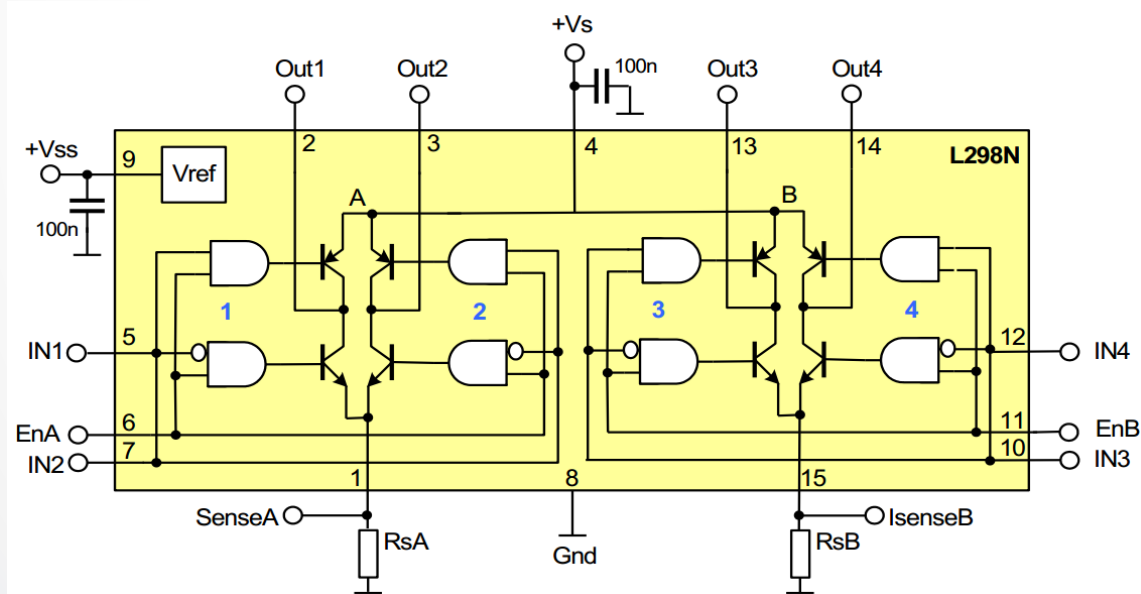
Motor de Passo

- Drivers para acionamento do motor **bipolar**
 - Discreto: 4 transistores por fase (ponte H)



Motor de Passo

- Drivers para acionamento do motor **bipolar**
 - Circuito integrado L9110 (Até 800mA)
 - Circuito integrado L293 (Até 1A)
 - Circuito integrado L298 (Até 4A)

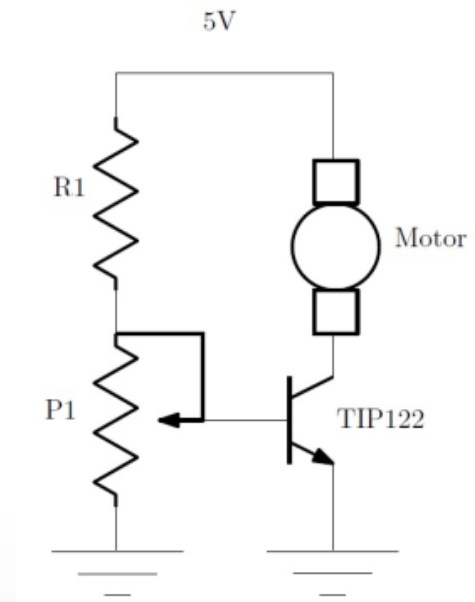
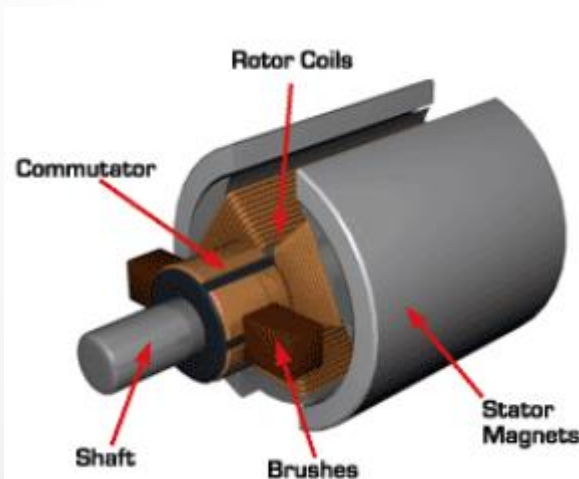


L298

Motor DC

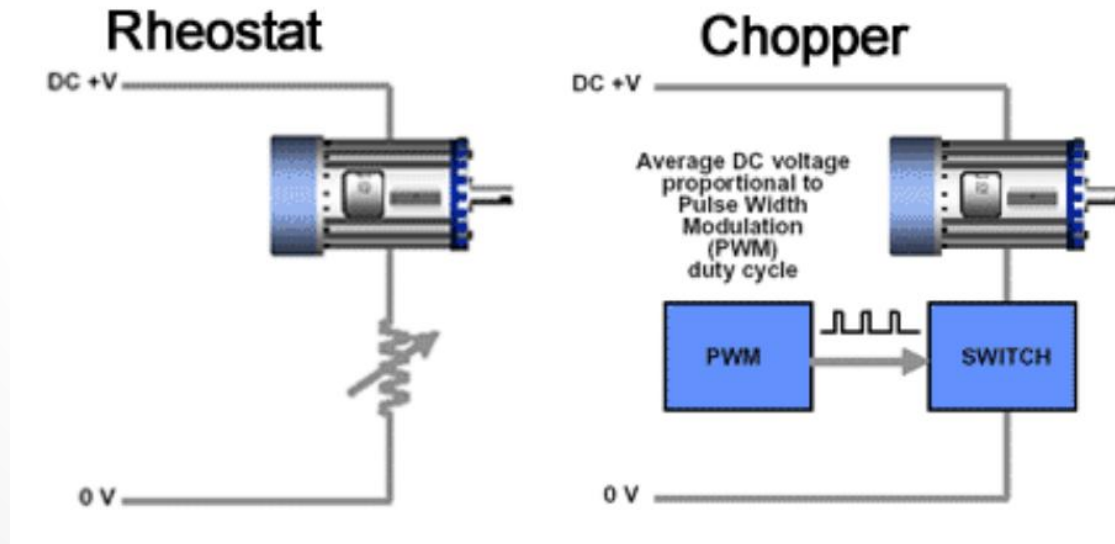
Motor DC

- 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 microcontroladores



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)



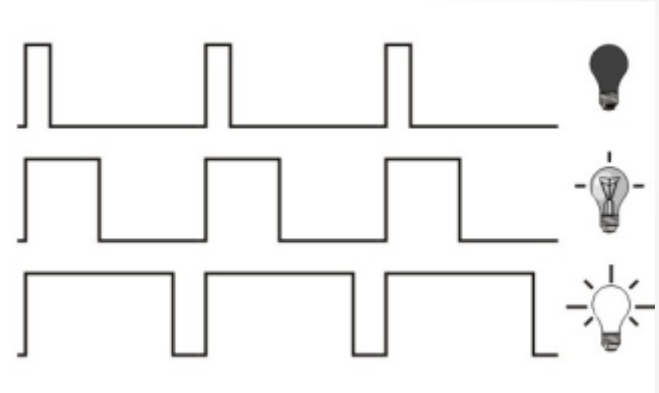
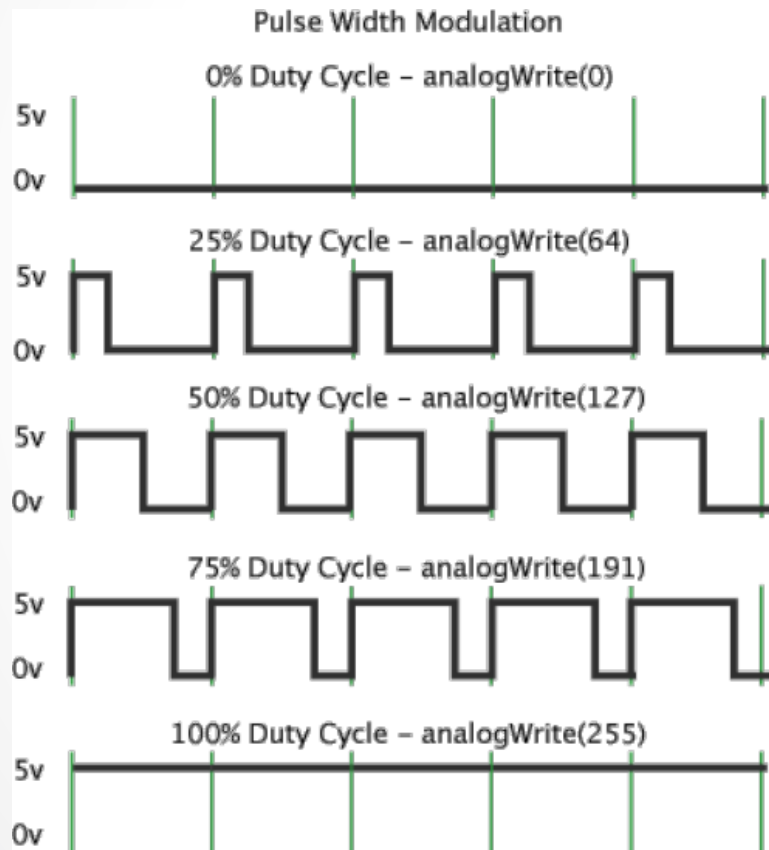
Motor DC

- Mas professor, por favor, o que seria um PWM?



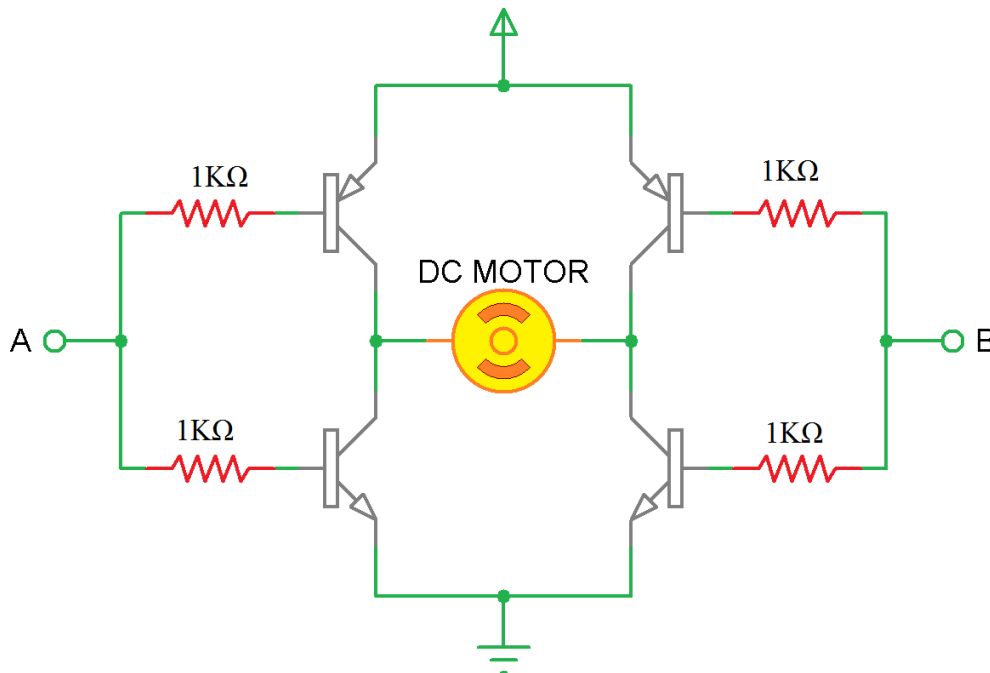
Motor DC

- PWM



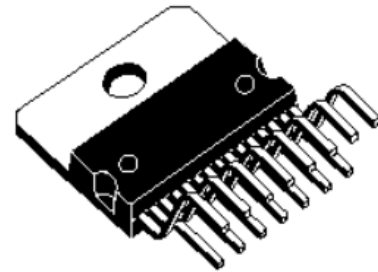
Motor DC

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



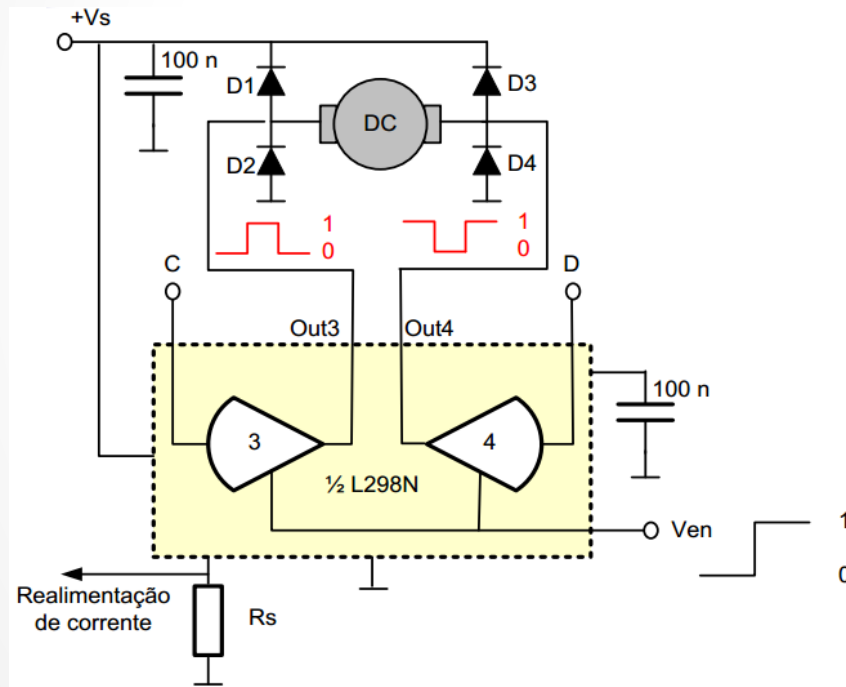
Motor DC

- Circuitos *drivers* para motores DC de **baixa e média** corrente
 - Circuito integrado L9110 (Até 800mA)
 - Circuito integrado L293 (Até 1A)
 - Circuito integrado L298 (Até 4A)



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

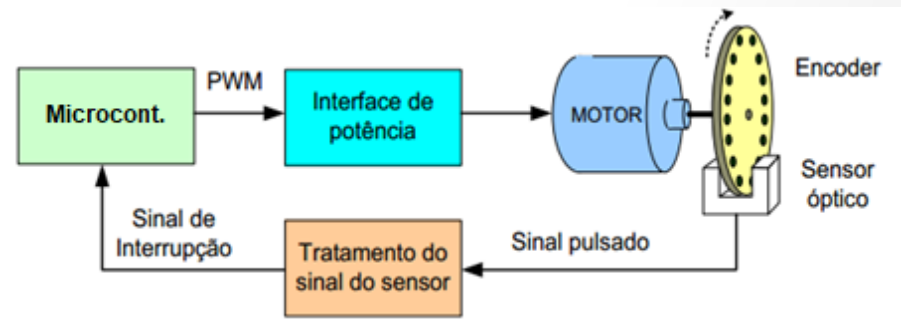
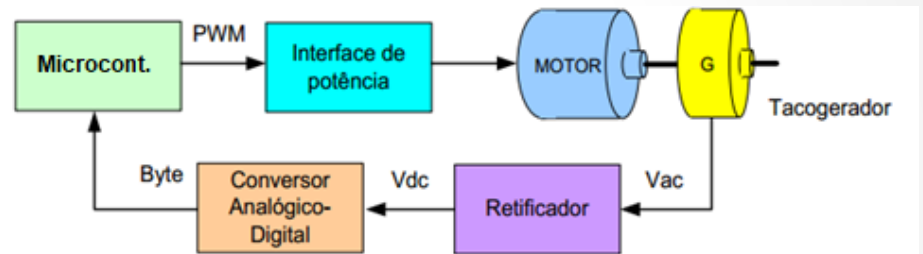
- Realimentação da Velocidade

- 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

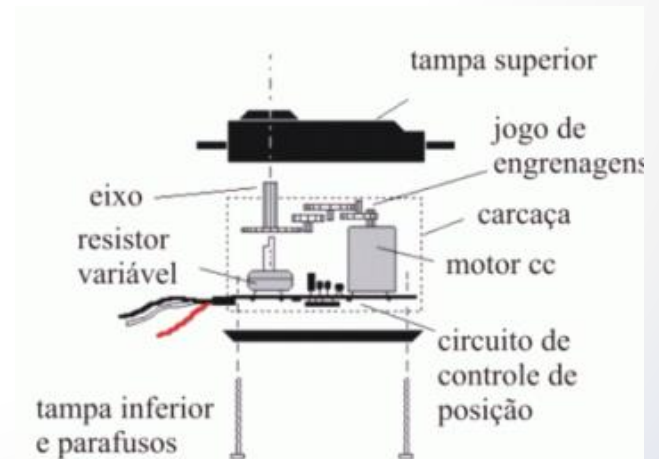
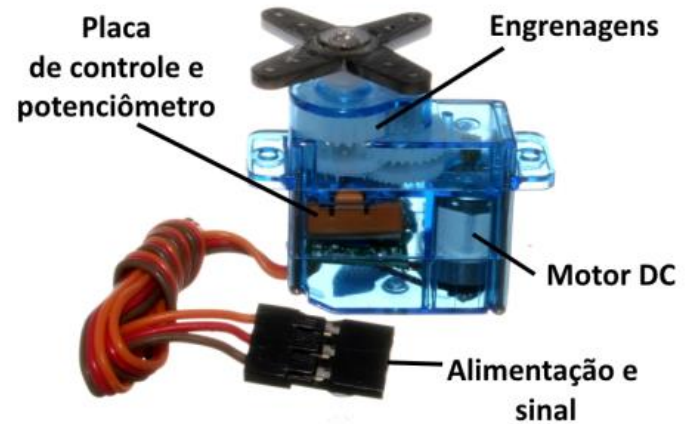
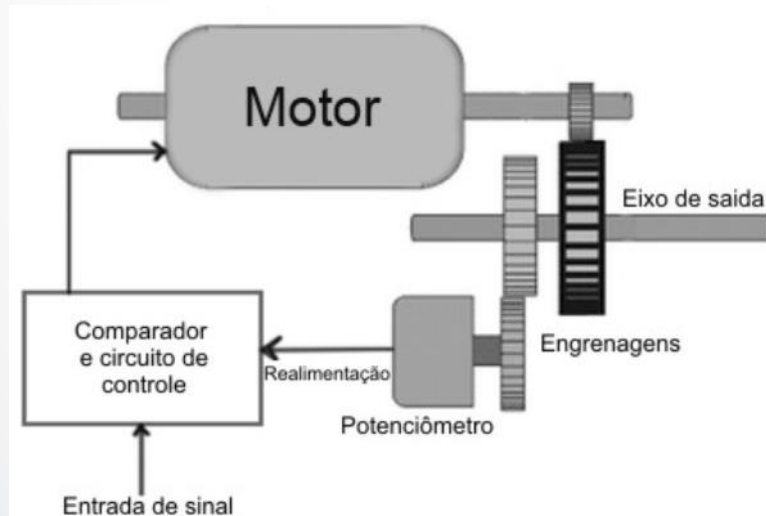
Servomotor

- 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
 - 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

