

ELF52 - Sistemas Microcontrolados

Motores

Professor:

Prof. Marcos Eduardo

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Motores

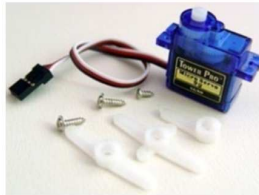
Tipos de Motores



Motor de Passo



Motor DC

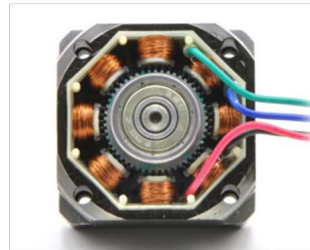
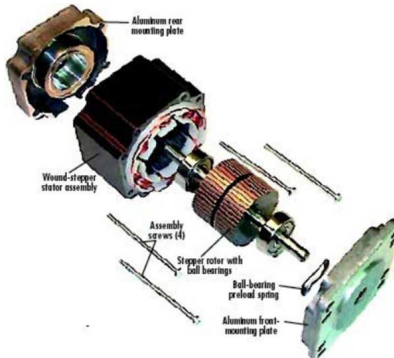


Servomotor

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.

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

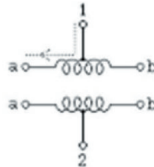
Motor de Passo

- Polaridade

- **Unipolar**: corrente circula em um só sentido.

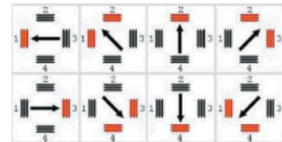
passo completo

	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

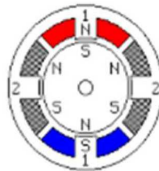
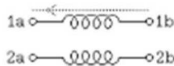


Motor de Passo

- 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 site:

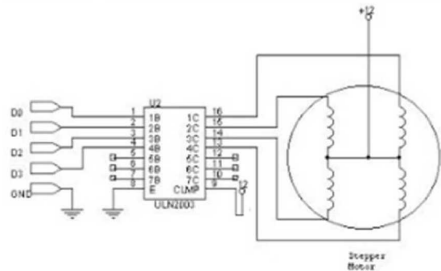
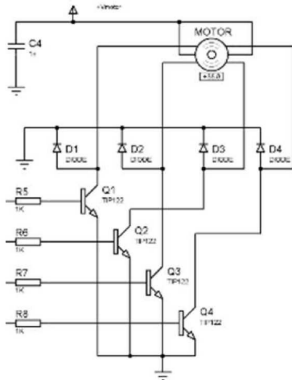
- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=vxxnPJBxG3M>

- Exemplo de um motor unipolar:

- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=B86nqDRskVU>

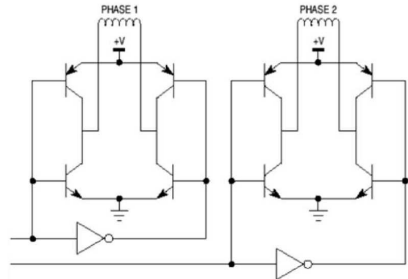
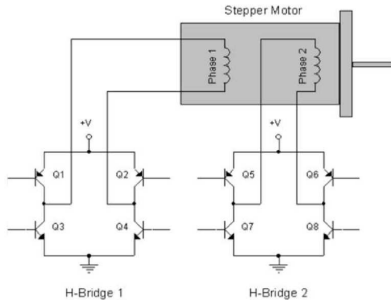
Motor de Passo

- 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.



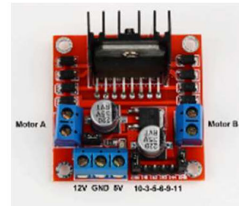
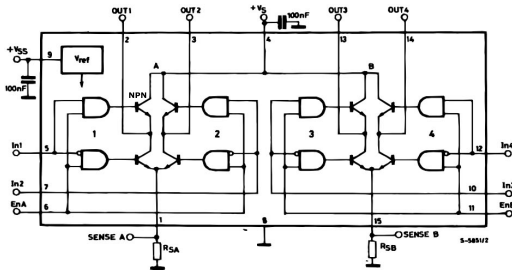
Motor de Passo

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



Motor de Passo

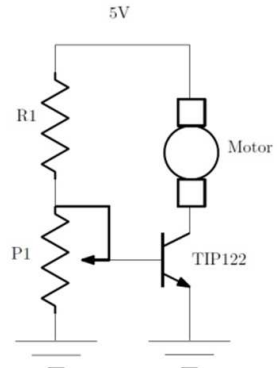
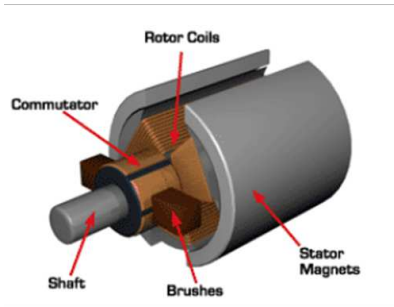
- Drivers para acionamento do motor **bipolar**:
 - Circuito integrado L293 (Até 1A);
 - Circuito integrado L298 (Até 4A).



Motor DC

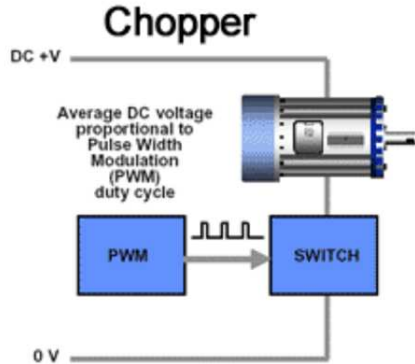
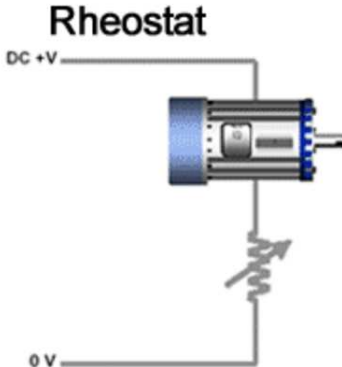
Motor DC

- Possuem apenas dois fios os motores de baixa potência;
- Motor "analogico" - varia tensão e corrente, varia velocidade e torque;
- Necessita de *drivers* de corrente para utilização em μC .



Motor de Passo

- Controle de velocidade
 - Variação da **tensão média eficaz** no enrolamento;
 - Circuito integrado L298 (Até 4A).
 - Reostato em série (dissipação por efeito Joule);
 - Modulação por Largura de Pulso - PWM (chaveamento).



Motor DC

- Mas professor, como funciona um PWM?

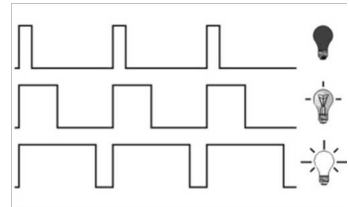
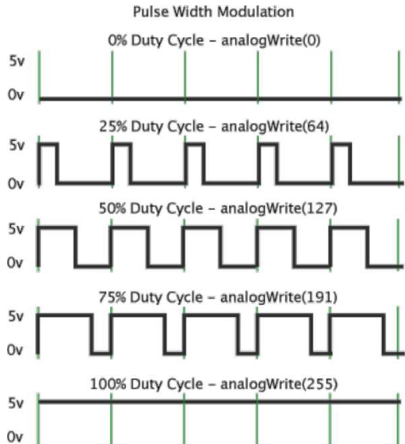
Motor DC

- Mas professor, como funciona um PWM?



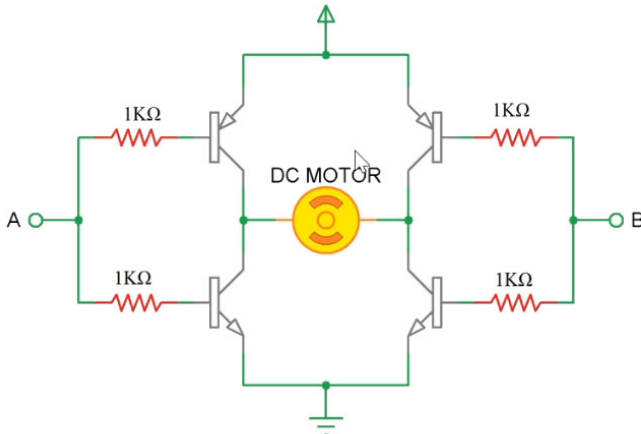
Motor DC

- PWM:



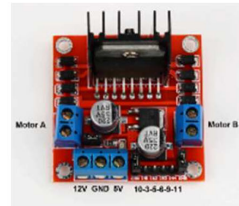
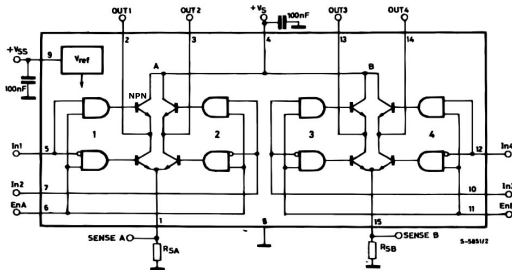
Motor DC

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



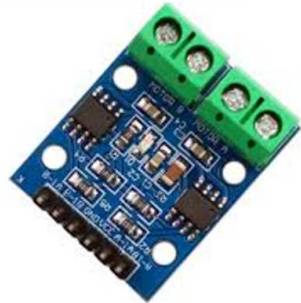
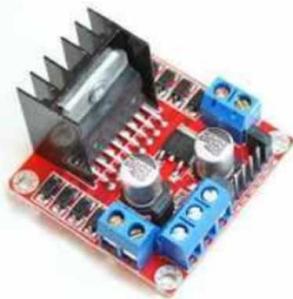
Motor DC

- Circuitos *drivers* para motores DC de **baixa** e **média** corrente:
 - L293: 4 meias-pontes-H (Montado na placa);
 - L298: dupla ponte-H:
 - Sensor de corrente e até 4A.



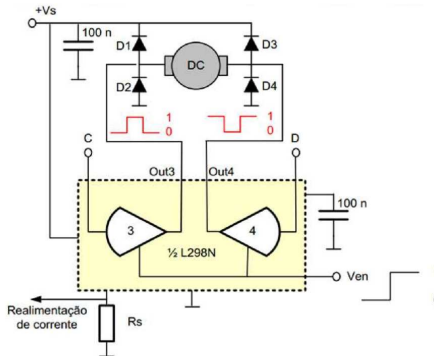
Motor DC

- 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

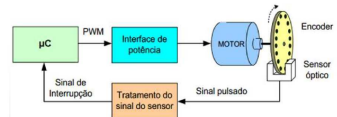
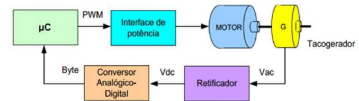
● Realimentação da Velocidade

● Analógica:

- **Taco-gerador:** ligado ao eixo do motor, varia a tensão de acordo com a velocidade;
- **Limitação:** ruído em baixa rotação.

● Digital:

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



Servomotor

Servomotor

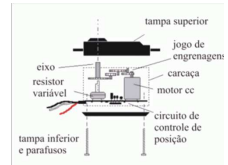
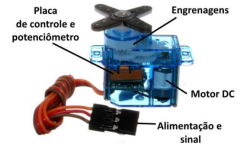
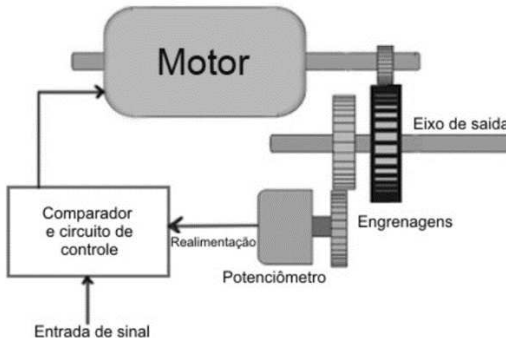
- Dispositivo eletromecânico cujo posicionamento acompanha um sinal de entrada (**escravo** ou **servo** de um sinal)
- Exemplo: servomotor FUTABA S3003
 - Dimensões: (CxLxA) $41 \times 21 \times /36$ mm
 - Peso 37, 2g
 - Ângulo de operação: aprox. 200 graus
 - 0, 23 seg/60 graus @ 4, 8V
 - 0, 16 seg/60 graus @ 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.

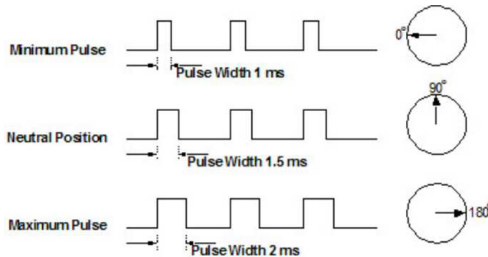
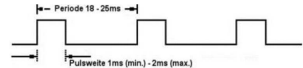


Tabela Comparativa

	Motor de Corrente Contínua	Motor de Passo	Servo-Motor
Velocidade ¹	Alta	Baixa	Média
Torque ²	Zero/Alto	Alto/Médio	Baixo/Alto
Facilidade de controle ³	Fácil	Média	Complexo
Precisão ⁴	Nenhuma	Alta	Muito Alta
Durabilidade ⁵	Média	Ótima	Média
Requer Manutenção?	Sim	Não	Sim

1- Motores de Passo perdem passos em altas velocidades, já Servos Motores conseguem altas rotações por usarem para movimentar-se da mesma forma que os Motores de Corrente contínua.

2- Motores de Corrente contínua e Servo-Motores não conseguem se manter em uma posição fixa estando ligados, apenas o Motor de Passo tem esta característica. Entretanto é possível usar Servo-motores para tal fim, entretanto é necessário fazer com que este "corrija" sua posição na tentativa de manter-se parado o que é pouco prático uma vez que seu torque a baixas velocidades é pequeno.

3- Motores de Corrente contínua apenas precisam ser ligados para começar a funcionar, motores de passo requerem pulsos em determinada ordem para se movimentar, o que requer um "driver" para o mesmo. Servo motores no entanto requerem um hardware mais complexo que analise os dados como posicionamento e velocidade e envie as instruções de forma que o motor "mova" para a posição requisitada.

4- Motores de Corrente Contínua não possuem nenhum controle de posicionamento; os Motores de Passo podem ser controlados de forma a fazer movimentos discretos (passos); Servo-Motores podem fazer movimentos mais suaves que Motores de Passo (possuem maior resolução), bem como é possível fazer um controle de posicionamento com o mesmo.

5- Motores de passo são extremamente duráveis uma vez que não usa escovas ao contrário de Motores de Corrente Contínua ou Servo-Motores (que é um Motor de Corrente Contínua com controle de posicionamento). Este último ainda pode ter problemas com o aparato ótico que faz o controle do posicionamento (encoder).

Dúvidas?