

Veículo Mecatrônico Autônomo 1

José Alberto N. Cocota Jr.

Níveis de Dificuldade

	0	1	2	3	4
mecânica	●	●	●	○	○
eletrônica	●	●	●	●	○
informática	●	●	●	●	●
custo	●	●	○	○	○

Robôs móveis são veículos capazes de realizar múltiplas tarefas. Nos últimos anos têm sido aplicados nas mais diversas áreas, por exemplo: manuseio de materiais perigosos, combate a incêndios e calamidades, resgates, transporte de cargas em fábricas, exploração espacial, agricultura, etc. A tendência é que o uso de robôs móveis se expanda nos próximos anos em áreas como a mineração, transporte de cargas, agricultura e assistência a portadores de deficiências.

Na década de 80, o desenvolvimento da tecnologia dos microprocessadores impulsionou o estudo de robôs móveis, possibilitando a utilização de um grande poder computacional embarcado. Nesta primeira geração de robôs móveis, buscou-se o poder de processar e combinar os sinais de vários sensores (“fusão

sensorial”) para a construção de um modelo (por exemplo, um mapa) do ambiente de trabalho dos robôs.

Esta primeira geração foi caracterizada pela busca de mapas geométricos do ambiente e sistemas de planejamento no controle dos robôs móveis. Já a segunda geração de robôs móveis foi influenciada pelos

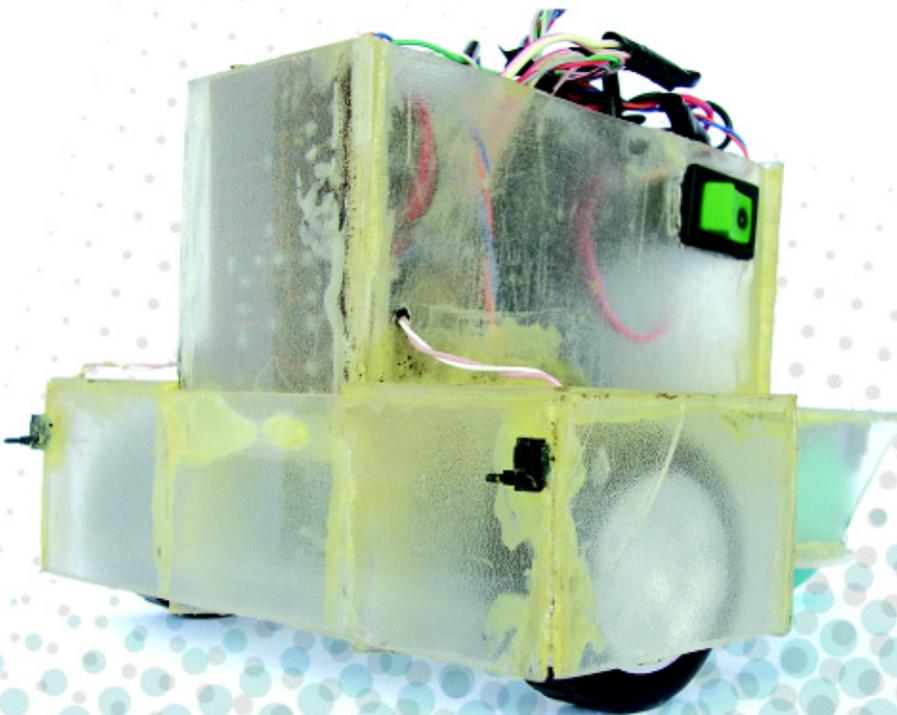
campos da Biologia, Neurologia, e estudos dos comportamentos humano, animal e suas relações com o ambiente. O projeto dos sistemas dos robôs enfatizava a relação direta entre estímulo (percepção do ambiente externo pelos sensores dos robôs) e resposta (ações dos robôs).

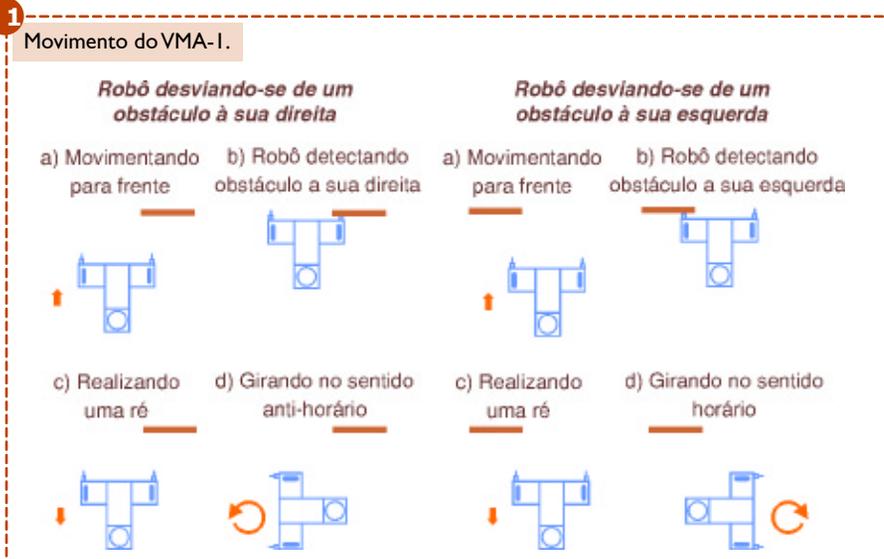
Como resultado, surgiram programas mais simples de serem executados, que buscavam representar os comportamentos desejados no robô, simplificando seu processamento interno. Defensores desta corrente alegam que a sofisticação do robô autônomo deve “emergir” da interação do mesmo com o ambiente, e não de programas de modelagem e planejamento complexos, ou de sofisticados e imensos banco de dados implementados em suas unidades de processamento.

Devido a todo este avanço na área de Robótica, hoje é possível encontrar “kits” para montagem de robôs anunciados em diversos periódicos disponíveis no mercado. Embora haja a oferta, em grande parte dos casos, esses “kits” não são acessíveis à maioria dos estudantes e “hobistas”. Não só pelo preço dos materiais eletrônicos utilizados, mas também pelas peças mecânicas que, muitas vezes, somente são encontradas em grandes centros urbanos. Em função dessas dificuldades, muitos leitores perdem a oportunidade de adquirir conhecimentos em eletrônica, microprocessadores e mecânica.

NOSSA PROPOSTA

Neste artigo, propõe-se a construção de um robô econômico, funcional e de fácil implementação. Sua montagem é viável para qualquer estudante ou “hobista” que deseje fazer





um robô autônomo, e possibilita ao leitor aprender conceitos básicos de Robótica, tais como: enviar e receber bits pela porta paralela do PC, controlar o sentido de um motor de corrente contínua (CC) e sua velocidade por modulação de pulsos (PWM).

Nosso robô caracteriza-se como sendo um robô de segunda geração, devido à simplicidade da mecânica, eletrônica e programação empregadas. O **Veículo Mecatrônico Autônomo (VMA) - 1** foi construído com materiais de fácil obtenção e de baixo custo, assim como alguns de seus componentes eletrônicos e mecânicos que podem ser aproveitados de aparelhos fora de uso. A união de todos estes fatores possibilita uma fácil "inserção" do leitor no mundo da Robótica de uma forma simples e econômica.

COMO O ROBÔ FUNCIONA

O funcionamento do VMA-1 é bem simples. Ao ser ligado, ele deve mover-se em uma direção fixa (à frente) e, se encontrar um obstáculo, desviar-se. Veja a **figura 1**.

Como o leitor pode perceber, temos a aplicação de uma lógica bem simples que permite ao robô tomar a "decisão" para qual lado deve seguir. Este lado sempre será oposto ao lado do obstáculo detectado.

O robô é capaz de desviar de obstáculos graças às duas chaves tácteis colocadas em sua parte frontal, observe a **figura 2**, que lhe permite detectar os objetos que surgem em sua frente sendo impulsionado por

dois motores CC independentes, acionados por "ponte H" de transistores, ele é capaz de mais incríveis e perfeitos movimentos, podendo ser controlado por um PC, utilizando um programa escrito em LOGO, por meio de uma simples conexão à saída da impressora (porta paralela) do micro.

Embora a lógica implementada seja bem simples, outros algoritmos podem ser implementados, alterando as funções, tempos e procedimentos, dependendo apenas das necessidades e da criatividade do leitor.

O CIRCUITO

Na **figura 3** temos o circuito elétrico do robô. Sua simplicidade é grande, pois seu circuito eletrônico não conta com microcontroladores, nem mesmo

"drivers". Ele é composto por transistores, resistores, capacitores, chaves tácteis, motores CC e um circuito integrado (CI) SN74LS07 utilizado como "buffer" para proteger o PC.

O diodo zener D_1 foi empregado em conjunto ao resistor R_1 para baixar a tensão de alimentação do CI₁ de 6 volts para perto de 5 volts. Isso por que este zener limita a sua tensão em 5.1 volts, e a tensão excedente é dissipada em forma de calor no resistor R_1 . A omissão desta ligação poderá provocar a queima do CI₁.

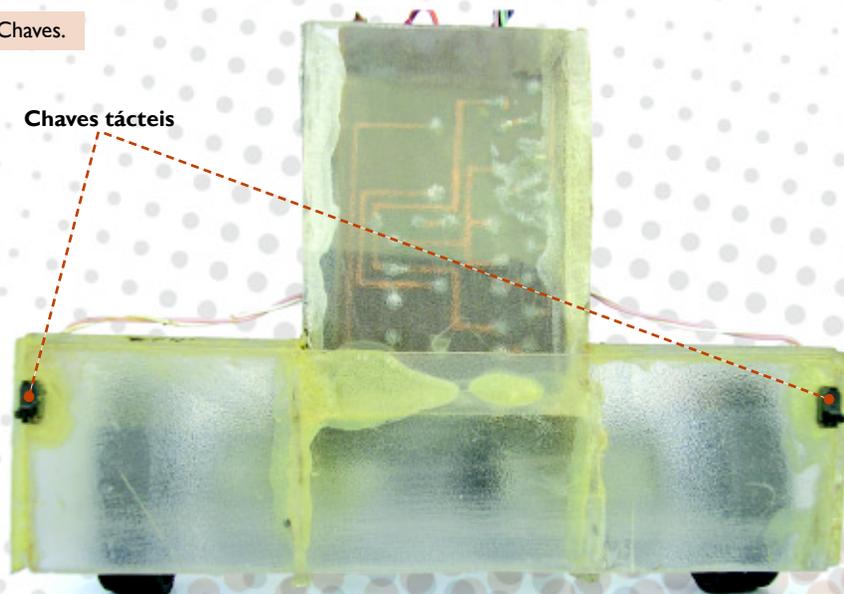
A "ponte H" de transistores permite o acionamento do motor nos dois sentidos de rotação. Basicamente, o motor será acionado por uma diferença de potencial (ddp) presente em seus terminais, gerada a partir de sinais enviados pela porta paralela. Quando $E_1=E_2$, os transistores Q_1 e Q_2 ou Q_3 e Q_4 estarão cortados, não havendo, portanto ddp sobre o motor, que permanecerá parado. Quando $E_1=0b$ (0 volts) e $E_2=1b$ (5 volts), o motor girará em um sentido e, quando $E_1=1b$ (5 volts) e $E_2=0b$ (0 volts), irá girar no sentido contrário. Veja a **tabela 1**.

Por convenção, interessa-nos os movimentos horário, anti-horário, para frente e para trás, que correspondem aos respectivos valores decimais: 10, 5, 9 e 6.

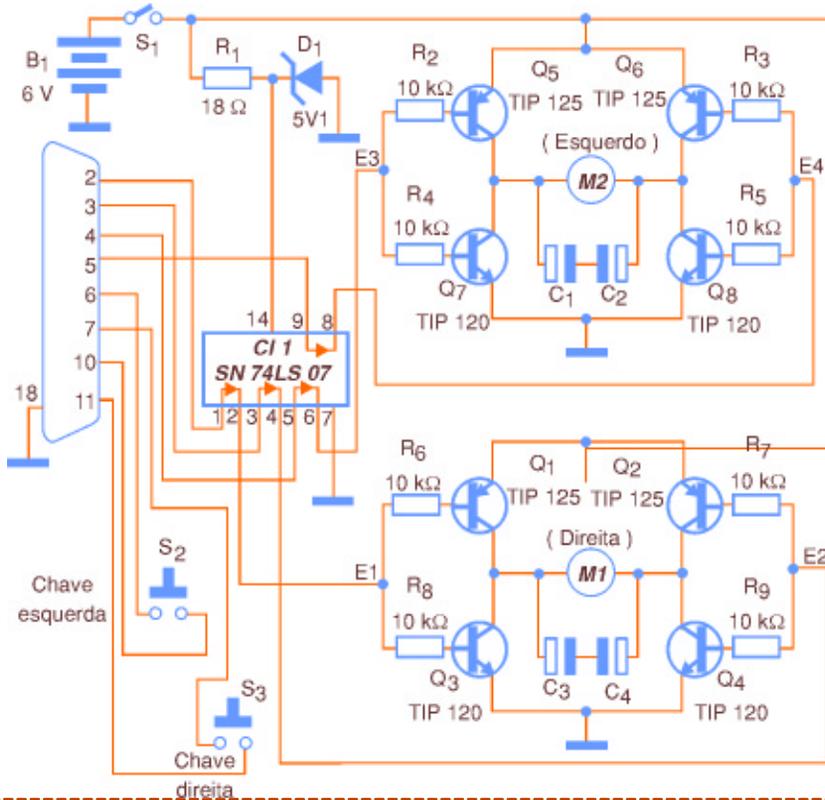
As chaves tácteis S_2 e S_3 foram utilizadas para a detecção de obstáculos. As mesmas podem ser substituídas por chaves de tipo *bumpers* para colisão. Os valores decimais lidos cor-

2

Chaves. Chaves tácteis



3 Movimento do VMA-I.



respondentes às chaves tácteis, pressionadas ou não, são apresentados na **tabela 2**.

MONTAGEM ELETRÔNICA

Na **figura 4** o leitor tem o layout para o circuito impresso usado para a “ponte H” de transistores. Aconselhamos colocar um suporte para o CI1. Assim, qualquer substituição será facilitada.

Um outro ponto que deve ser destacado em uma montagem refere-se aos componentes polarizados (diodos, CIs, transistores e capacitores eletrolíticos). Um cuidado especial deve ser tomado durante a ligação dos mesmos, pois qualquer inversão além de provocar o não funcionamento do circuito, também poderá provocar a queima do componente, acarretando em sua perda.

O par de capacitores eletrolíticos colocados em paralelo aos terminais dos motores, pode ser substituído por um capacitor despolarizado de mesmo valor. Estes capacitores foram usados como filtros.

Para iniciantes em confecção de placas de circuito impresso, aconselhamos utilizar uma placa universal para fixação do CI1. Devido à presença de furos igualmente espaçados nesta placa, torna-se mais fácil a fixação e soldagem dos pinos do CI. Deste modo, evitaremos furos errôneos e possíveis curtos devido à proximidade dos terminais do CI.

Após o término da montagem eletrônica, verifique todas as ligações, as posições dos componentes (principalmente os polarizados), se não faltam trilhas, ou se há qualquer ligação errada.

OBTENDO COMPONENTES MECÂNICOS E ELÉTRICOS DE FORMA ALTERNATIVA

Para a montagem mecânica de nosso protótipo utilizamos uma placa de *box* de banheiro na construção de seu chassi. A placa de *box* veio em substituição à placa acrílica ou outro material que seja leve.

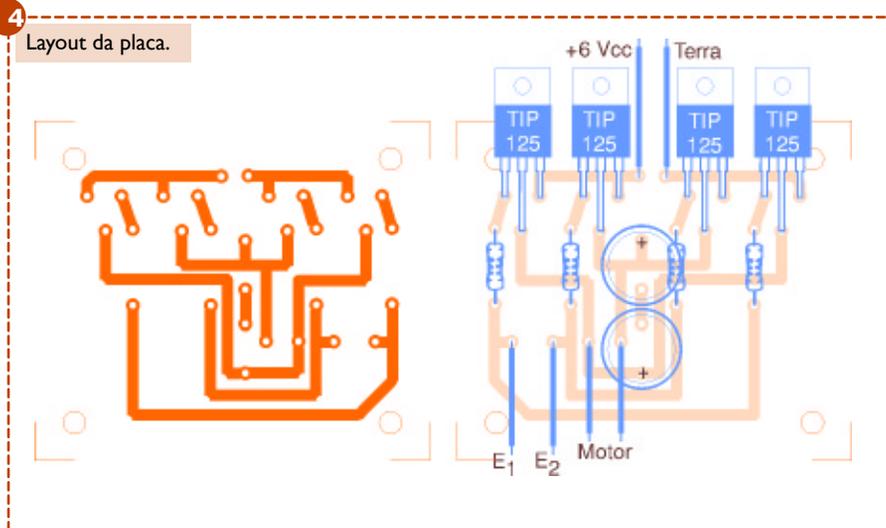
Conforme mostra a **figura 5**, as rodinhas foram obtidas de um carrinho de brinquedo adquirido em lojas populares (de R\$ 1,99) ou mesmo aproveitadas de brinquedos fora de uso. O único cuidado que se deve conside-

T1 Rotação dos motores.

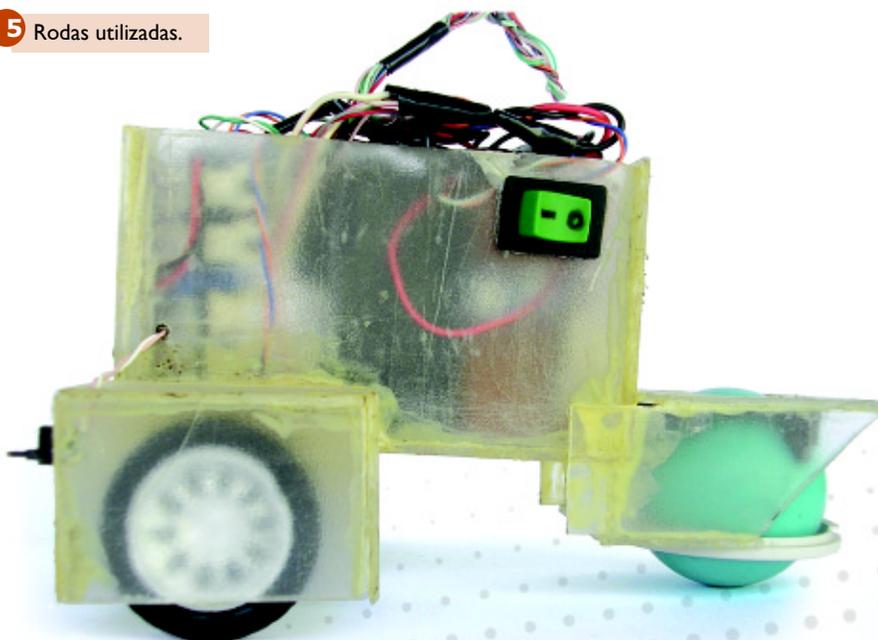
DEC	BITS				Comportamento dos Motores	Movimento do robô
	D3	D2	D1	D0		
0	0	0	0	0	Parados	Parado
1	0	0	0	1	Motor direito girando para frente	}
2	0	0	1	0	Motor direito girando para trás	
3	0	0	1	1	Parados	Parado
4	0	1	0	0	Motor esquerdo girando para trás	}
5	0	1	0	1	Motor esquerdo para trás e direito para frente	
6	0	1	1	0	Motor esquerdo e direito para trás	}
7	0	1	1	1	Motor esquerdo girando para trás	
8	1	0	0	0	Motor esquerdo girando para frente	}
9	1	0	0	1	Motor esquerdo e direito para frente	
10	1	0	1	0	Motor esquerdo para frente e direito para trás	}
11	1	0	1	1	Motor esquerdo girando para frente	
12	1	1	0	0	Parados	Parado
13	1	1	0	1	Motor direito girando para frente	}
14	1	1	1	0	Motor direito girando para trás	
15	1	1	1	1	Parados	Parado

T2 Valores das chaves.

BITS		Decimal	Situação das Chaves Tácteis
Pino 10 (Chave Esq.)	Pino 11 (Chave Dir.)		
0	0	126	Nenhuma chave pressionada
0	1	254	Chave direita pressionada
1	0	62	Chave esquerda pressionada
1	1	190	As duas chaves pressionadas



5 Rodas utilizadas.



rar ao se escolher a rodinha, é que a mesma tenha o eixo de igual espessura que o eixo do motor de modo a se ajustar nele. Uma gota de cola ajudará a prender bem esta roda de modo que ela não patine quando o motor girar.

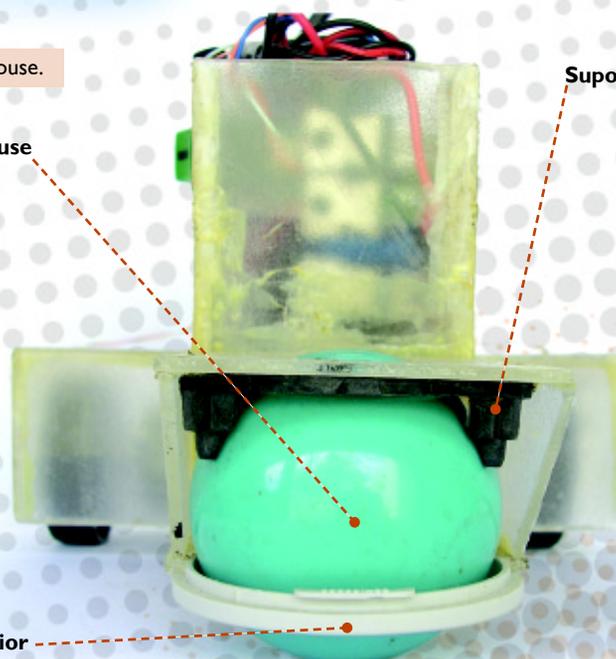
Em relação à roda livre, optou-se pela substituição da mesma por uma esfera. Esta esfera foi obtida de um *mouse* em desuso, assim como suas bases superior e inferior de apoio para fixação da mesma no corpo do robô. A vantagem de utilizar uma esfera é sua maior liberdade para movimento em relação à roda livre. Veja a **figura 6**.

Os dois motores CC de 12 volts empregados foram retirados de aparelhos de videocassete danificados. As rodas do robô foram fixadas diretamente ao eixo destes motores, buscando deste modo facilitar a

6 Esfera de mouse.

Esfera de mouse

Suporte superior



Suporte inferior

montagem mecânica e reduzir o custo final do projeto. Observe a **figura 7**. Entretanto, o leitor poderá decidir em utilizar ou não uma caixa de redução, visando desta maneira reduzir o esforço do motor e, conseqüentemente, seu consumo. Como forma alternativa de baixo custo, o leitor poderá montar sua caixa de redução e adaptá-la ao motor usando engrenagens ou polias de aparelhos fora de uso.

As chaves tácteis utilizadas foram aproveitadas de leitores de CD-ROMs danificados. Neste mesmo aparelho você poderá encontrar chaves óticas e engrenagens. Uma outra opção são leitores de disquetes.

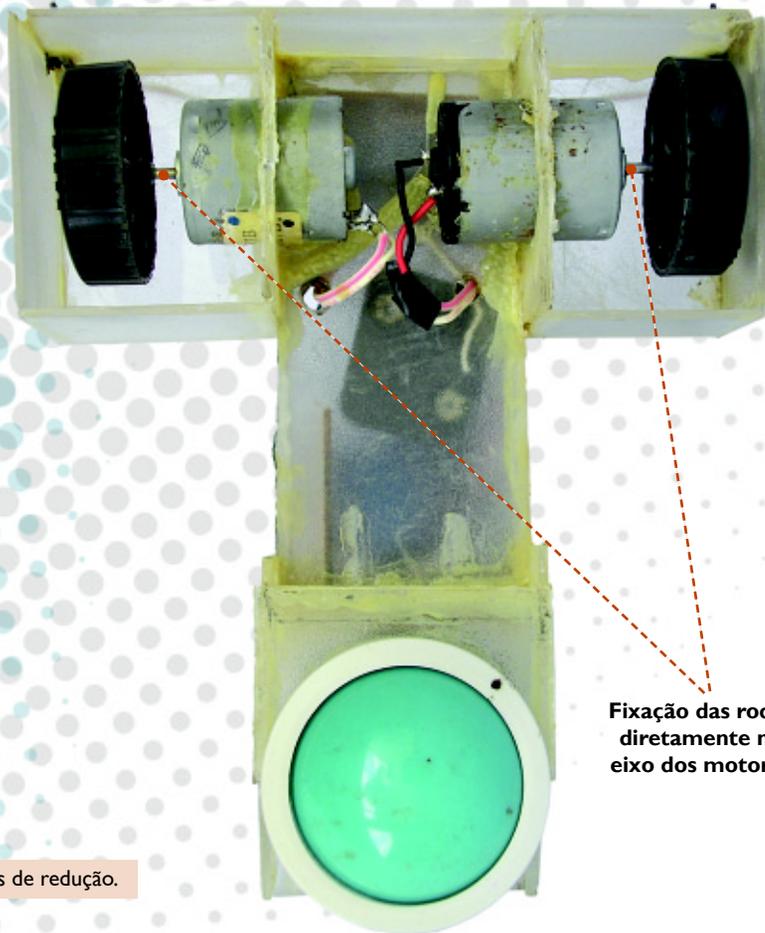
Em nosso *site* (www.mecatronicafacil.com.br) o leitor encontrará todas as medidas de nosso robô, assim como desenhos de algumas peças para uma fácil reprodução, inclusive, alguns vídeos.

O PROGRAMA

O programa está disponível em nosso *site* (www.mecatronicafacil.com.br) para *download*. Ele foi desenvolvido na linguagem LOGO. O interpretador para o programa pode ser obtido gratuitamente no *site* do Nied (www.nied.unicamp.br).

Já o funcionamento do programa está descrito no fluxograma representado pela **figura 8**.

Ao executar o programa "VMA1", o mesmo aparecerá na tela de con-



Fixação das rodas diretamente no eixo dos motores

7 Caixas de redução.

▶ trole conforme a **figura 9**. Portanto, é só pressionar o botão EXECUTA para que o robô comece a se movimentar. Quando um obstáculo é detectado, ele realiza uma ré e sua manobra para desviar imediatamente. Caso ambas as chaves tácteis estejam pressionadas, o robô desviará sempre para a direita.

das, o robô desviará sempre para a direita.

TESTE E USO

Após o término da montagem, é aconselhável que o leitor faça uma

revisão de todas as ligações elétricas. Use o multímetro como “testador de continuidade” para verificar estas ligações.

Com o cabo (DB25) desconectado do PC, insira as pilhas e ligue a chave S1. Para testar se os circuitos das “pontes H” de transistores estão corretos, basta conectar com um fio o pino 2 do conector DB25 à carcaça (GND) do mesmo (veja a **figura 10**). Você verificará que o motor será acionado.

Desconectando o fio do pino 2, e ligando o pino 3 à carcaça, o motor inverterá o seu sentido de rotação. Repita este procedimento com os pinos 4 e 5. Caso não ocorra como o descrito, possivelmente haverá algum erro em seu circuito. Confira-o novamente e, se for necessário, refaça o circuito.

Realizando este simples teste, e sendo checado o acionamento e inversão do sentido de rotação do motor, o seu robô estará pronto para ser ligado ao seu microcomputador.

Lembre-se de que quando o seu robô estiver conectado ao seu PC, você deverá iniciar o programa antes de ligar a chave S₁.

SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS MAIS COMUNS

A seguir, listamos alguns problemas comuns de ocorrer:

Meu robô não se move no solo!

Possíveis soluções:

- Verifique se o peso de seu robô está sendo superior ao suportado pelos motores. Lembre-se que neste projeto não há caixa de redução.

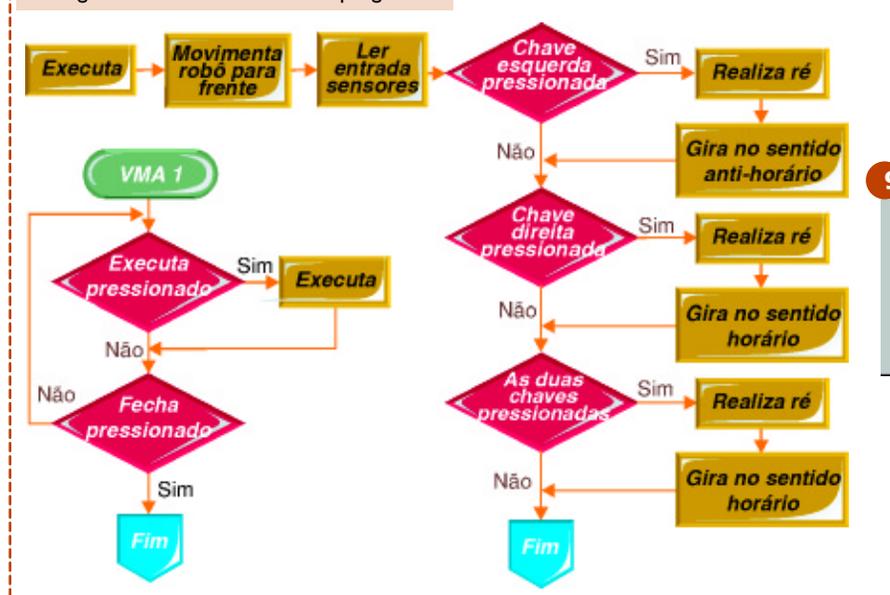
- Observe se as pilhas utilizadas estão com baixa carga.

Meu robô movimentar-se para trás ao invés de para frente!

Possível solução:

- Cheque as ligações dos terminais dos

8 Fluxograma de funcionamento do programa.



10 Teste de acionamento do motor.

motores, ou as ligações dos dados de saída do PC. Possivelmente estarão invertidas. Para solucionar este problema de modo rápido e fácil, basta trocar no programa as linhas de códigos relacionadas à ré pelas linhas referentes ao movimento para frente, e vice-versa.

Meu robô realiza a manobra de desviar do obstáculo de forma invertida!

Possíveis soluções:

- Verifique as ligações dos terminais dos motores, ou as ligações dos dados de saída do PC. Possivelmente estarão invertidas. Para solucionar este problema de modo rápido e fácil, basta trocar no programa as linhas de códigos relacionadas ao giro horário pelas linhas relacionadas ao giro anti-horário e vice-versa.

- As ligações das chaves tácteis que enviam os sinais aos pinos de leitura da porta paralela podem estar invertidas. Basta trocar os códigos dos procedimentos referentes as chaves pressionadas.

Meu robô se movimenta de lado, ao invés de movimentar-se em linha reta!

Possíveis soluções:

- Verifique o alinhamento do motor em relação ao chassi do robô.

- Cheque a fixação da roda ao eixo do motor. A roda poderá estar com folga em relação ao eixo do motor.

- Os dois motores poderão ter diferenças de velocidade de rotação. Através da modulação de pulsos, poderá se chegar a valores próximos de rotação, reduzindo assim a diferença entre os dois motores.

CONCLUSÃO

Neste artigo, o leitor constatou que é possível construir robôs autônomos de baixo custo, bastando para isto criatividade e simplicidade no projeto. Robôs móveis, como o apresentado, podem ser utilizados em disciplinas introdutórias de Robótica, ou até mesmo em competições entre alunos. Esperamos que de alguma maneira os dados aqui divulgados possam ajudar a todos. Boa sorte e até a próxima! **f**

Importante:

www.mecatronicafacil.com.br

No site da Revista é possível fazer os seguintes downloads:

- código-fonte do programa;
- medidas principais do protótipo;
- vídeos de demonstração de funcionamento.

Lista de material:

- C₁₁ - SN 74LS 07;
- S₁ - Chave "on/off";
- S₂ e S₃ - Chave táctil;
- R₁ - 18Ω - 1/8 W;
- R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈ e R₉ - 10 kΩ - 1/8 W;
- D₁ - Diodo zener 5V1 - 1/2 W;
- Q₁, Q₂, Q₅ e Q₆ - Transistores TIP 125 - PNP
- Q₃, Q₄, Q₇ e Q₈ - Transistores TIP120 - NPN
- C₁, C₂, C₃ e C₄ - Capacitores eletrolíticos 220 μF x 16V
- M₁ e M₂ - Motores de CC

Suporte para CI de 14 vias, suporte para bateria de 6 V (4 pilhas), conector DB25 macho e placa de circuito impresso virgem para montagem.