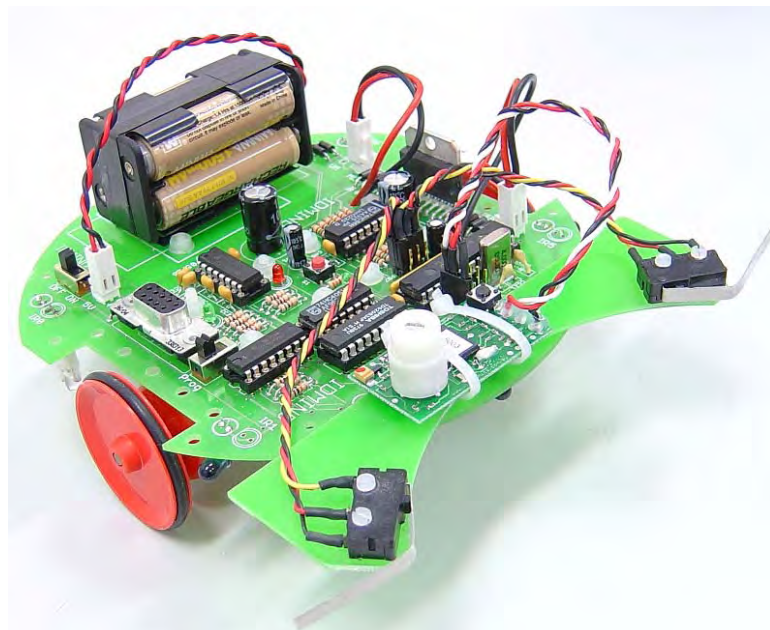


## Ocupação Científica de Jovens nas Férias 2006

10 a 14 de Julho

Instituto de Sistemas e Robótica – Instituto Superior Técnico



Manual de construção de um Robot Futebolista

e

Interface Gráfica

Índice	Pág.
1 Introdução .....	2
1.1 Estrutura Funcional de um Robot.....	2
2 Factores a ter em conta na construção de um Robot .....	3
2.1 Construção da Plataforma .....	3
2.2 Escolha dos Motores .....	3
2.2.1 Ajuste do Binário e da Velocidade.....	4
2.2.2 Controlo de Velocidade de um Motor DC.....	4
2.2.3 Controlo de Direcção.....	4
3 Material Incluído no <i>Kit</i> Electrónico .....	5
3.1 Descrição Geral .....	5
3.2 Funcionamento .....	6
4 Montagem dos Componentes.....	7
4.1 Noções Básicas de Soldadura .....	7
4.2 Componentes.....	8
4.2.1 Resistências .....	8
4.2.2 <i>Pack</i> de Resistências.....	9
4.2.3 Condensadores.....	10
4.2.4 Díodos e <i>Leds</i> .....	12
4.2.5 Circuitos Integrados .....	12
4.3 Construção da Placa do Robot .....	13
4.3.1 Montagem dos <i>sockets</i> dos circuitos integrados .....	13
4.3.2 Montagem dos díodos na placa de circuito impresso .....	14
4.3.3 Montagem das resistências na placa de circuito impresso.....	16
4.3.4 Montagem dos condensadores cerâmicos e tantalum, leds e botão de reset ...	18
4.3.5 Montagem dos Terminais de Ligação.....	19
4.3.6 Montagem dos interruptores, do cristal de 4MHz, dos condensadores de 10 $\mu$ F/25V e do terminal série.....	20
4.3.7 Montagem dos Condensadores de 1000 $\mu$ F e 470 $\mu$ F e Andar de Potência.....	21
4.3.8 Montagem dos Sensores de Infravermelhos na placa. ....	21
4.3.9 Montagem dos Sensores de Chão.....	22
4.3.10 Montagem do suporte de Pilhas. ....	22
4.3.11 Montagem dos fios dos motores.....	23
4.3.12 Montagem dos motores na base e roda Livre. ....	23
4.3.13 Montagem dos circuitos integrados nos <i>sockets</i> .....	25
4.3.14 Montagem dos sensores de contacto.....	26
4.3.15 Meia-Lua. ....	26
4.3.16 Montagem da bússola electrónica .....	28
4.3.17 Final da montagem .....	29
4.4 Esquemas e componentes .....	30
4.4.1 Componentes utilizados.....	30
4.4.2 Localização dos componentes na placa .....	32
4.4.3 Esquema de Ligações .....	33

# 1 Introdução

Os robots têm sido objecto da imaginação e das fantasias dos seres humanos através dos tempos. Até há bem pouco tempo, a imagem que se tinha deste tipo de dispositivos era a de que se tratavam de sistemas de uma grande complexidade, de elevado custo, compostos por uma amálgama de ligações eléctricas e controlados por complicados sistemas computadorizados.

No entanto, nos últimos anos, os avanços que se têm verificado na tecnologia dos microcontroladores, com a redução drástica de dimensão e custo a contrastar com o espantoso aumento de potencialidades, vem permitir a realização, de uma forma simples, de um conjunto de sistemas robóticos capazes de desenvolver autonomamente tarefas de alguma complexidade.

É de notar que a construção de um robot não se resume à sua programação. Na sua concepção estão envolvidos um conjunto de conhecimentos inerentes às áreas da mecânica, electrónica e programação, que tornam esse processo um desafio extremamente envolvente.

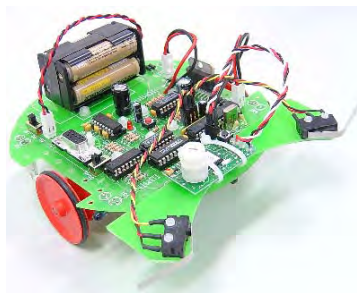


Fig 1.1 - Robot CircularGT

Neste manual são detalhados os pormenores de construção de um pequeno robot, tendo como base um *kit* electrónico desenvolvido pelos autores deste projecto (figura 1.1). O utilizador adquirirá ao longo do processo de construção a percepção das diferentes etapas de concepção de um robot, que vão desde a soldadura dos seus componentes até à sua programação recorrendo à utilização de uma interface gráfica.

## 1.1 Estrutura Funcional de um Robot

A estrutura funcional de um robot pretende dar resposta aos três problemas fundamentais que lhe são postos: *Onde Estou? Para onde vou? Como vou?*

Quando um robot se desloca num determinado ambiente, faz uso dos seus sensores para se localizar e para identificar os seus objectivos. Através dos actuadores poderá deslocar-se ou manipular algum objecto. Finalmente, estas acções de percepção e de actuação são coordenadas pelo controlador de bordo. A figura 1.2 resume este funcionamento.

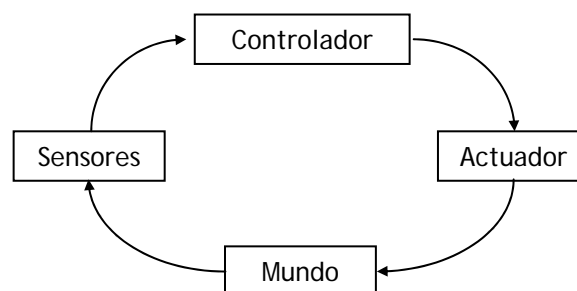


Fig. 1.2 - Ciclo de funcionamento de um robot

## 2 Factores a ter em conta na construção de um Robot

Tendo em conta que este manual se centra sobre os pormenores de concepção das componentes electrónica e de programação do robot, nesta secção pretende-se apontar, de uma forma resumida, alguns detalhes adicionais a ter em conta na construção de um robot.

### 2.1 Construção da Plataforma

A plataforma poderá assumir diferentes formas, no entanto na sua concepção deverão ser tidos em conta os seguintes factores:

- 1 Simplicidade - minimizar o número de partes móveis e a complexidade do robot;
- 2 Robustez - resistência a impactos;
- 3 Modularidade - o robot deve ser composto por um grupo de módulos que se interligam, de tal forma que um dos módulos possa ser substituído sem necessidade de remoção dos restantes.

Poderão ser utilizados diferentes materiais, mas os mais comuns são o PVC, inox, alumínio, contraplacados e acrílicos.

A figura 2.1 apresenta uma estrutura comum a muitos robots, com dois motores independentes (tracção diferencial) e uma roda livre para manter o equilíbrio.

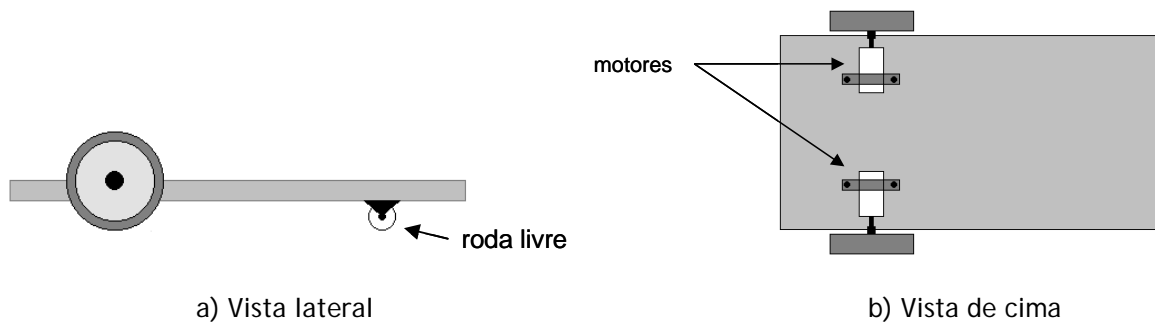


Fig. 2.1 - Robot com tracção diferencial

### 2.2 Escolha dos Motores

Na escolha do motor apropriado a uma determinada aplicação robótica, deverão ser tidos em conta os seguintes factores:

- 1 Tamanho e forma;
- 2 Massa;
- 3 Binário disponível;
- 4 Velocidade máxima (sem falha de comutação, sem falha nas engrenagens);
- 5 Máxima corrente/binário (sem sobreaquecimento, com dissipação das perdas).

De entre os diferentes motores que se podem encontrar no mercado - corrente contínua, passo-a-passo ou corrente alternada - os motores de corrente contínua, também conhecidos por motores DC (*Direct Current*), são os que se encontram mais difundidos devido à sua melhor relação potência/volume e também devido à grande variedade existente.

### 2.2.1 Ajuste do Binário e da Velocidade

Normalmente o motor não se encontra preparado para ser acoplado directamente a uma roda, quer porque a velocidade é excessiva, quer porque o binário que fornece não é suficiente. Para adaptar o motor às necessidades é utilizado um sistema de redução (engrenagens de rodas dentadas ou roldanas) para aumentar o binário e diminuir a velocidade do seu veio.

### 2.2.2 Controlo de Velocidade de um Motor DC

A velocidade de um motor pode ser controlada através da sua tensão (corrente) de entrada. No entanto, para evitar sobreaquecimentos nos componentes, em vez de um sinal contínuo é usado um sinal PWM (Pulse Width Modulation) onde a largura dos impulsos controla a tensão enviada e por sua vez a velocidade de rotação. A velocidade do motor varia proporcionalmente à área debaixo da porção positiva de cada período (ver figura 2.2).

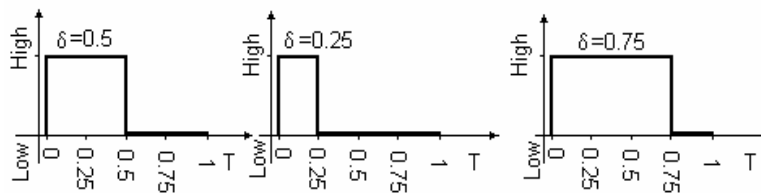


Fig. 2.2 - Sinal PWM

O facto de muitos microcontroladores possuírem este tipo de canal, torna bastante simples a sua utilização. Por outro lado, são reduzidas as perdas térmicas nos componentes, pois nem sempre se tem tensão aplicada.

### 2.2.3 Controlo de Direcção

A inversão de rotação dos motores pode ser conseguida revertendo a voltagem aplicada. A solução clássica para esta situação é o uso de um esquema tipo ponte-H, tal como é exemplificado na figura 2.3. O sinal PWM poderá ser aplicado no terminal *Enable*.

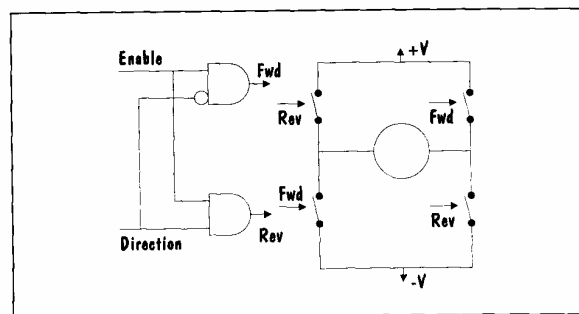


Fig. 2.3 - Ponte H

### 3 Material Incluído no *Kit* Electrónico

O *kit* electrónico disponibilizado para a construção do Robot Futebolista, é o seguinte:

- Placa de Circuito Impresso CircularGT
- LDR (Light dependent resistor)
- Cabo de Ligação Série para PC
- 2 Motores Comodrills 15:1
- 1 Bússola Electrónica
- Componentes diversos

#### 3.1 Descrição Geral

Este *kit* contém todos os componentes electrónicos necessários para construir um pequeno robot.

Este *kit* foi concebido para ser de fácil montagem e programação, permitindo a sua utilização por todos aqueles que estão interessados nas áreas da robótica e automação.

O robot a construir permitir-lhe-á desenvolver a sua capacidade de:

- 1) identificar e construir circuitos electrónicos;
- 2) entender as diferentes partes que o constituem
  - 1 Sensores;
  - 2 Actuadores;
  - 3 Microcontroladores.
- 3) desenvolver os seus próprios programas, levando o robot a executar um conjunto diverso de actividades.

#### Sensores

Engloba cinco receptores de infravermelhos que permitem detectar a bola emissora de infravermelhos; dois pares de sensores led emissor e LDR, para permitir a localização do robot no campo; dois interruptores de contacto, que permitem detectar a colisão com obstáculos; e ainda uma bússola electrónica que permite orientar o robot.

#### Actuadores

Inclui dois motores DC da Comodrills com uma redução de 15:1.

#### Microcontrolador

É o “cérebro” do robot. Aqui é tratada a informação vinda dos sensores e são tomadas as decisões de movimento a efectuar.

### 3.2 Funcionamento

A placa de circuito impresso CircularGT contém todos os elementos necessários para a construção do pequeno robot. Nesta está instalado o cérebro do robot, um microcontrolador PIC16F876A. Este microcontrolador lê os sensores instalados na placa e actua o andar de potência que fornece a corrente necessária para a deslocação do robot. Adicionalmente esta placa permite a ligação de sensores e actuadores através de dois barramentos, os quais permitem o acesso aos pinos disponíveis de entrada/saída (E/S) do microcontrolador.

Na placa de circuito impresso podem ser montados 7 sensores analógicos. Estes sensores podem ser receptores de infravermelhos, ou receptores de luz. É disponibilizado também para cada um destes sensores um emissor de infravermelhos ou luz. Os sensores permitem ao robot realizar o seguimento de uma bola emissora de infravermelhos, detectar a localização do robot no campo e ainda detectar a colisão do robot com paredes, robots e outros objectos. Como o processador utilizado não permite a leitura simultânea dos 7 sensores incluídos, esta placa foi criada de modo a que só um dos sensores se encontre a funcionar em cada instante de tempo. Este método permite obter um baixo consumo de energia.

O andar de potência (Ponte-H) é incluído já com toda a electrónica necessária para fazer a sua interligação ao microcontrolador. O andar de potência permite fornecer a corrente necessária aos motores para mover o robot.

Tal como se tinha referido anteriormente, existem dois barramentos que disponibilizam as entradas/saídas disponíveis do microcontrolador. Quadro entradas analógicas (PORTA1, PORTA2, PORTA3 e PORTA5), às quais se pode ligar a bússola fornecida e outro tipo de sensores analógicos e três entradas/saídas digitais (PORTB3, PORTB6 e PORTB7) às quais se podem ligar os dois sensores de contacto fornecidos.

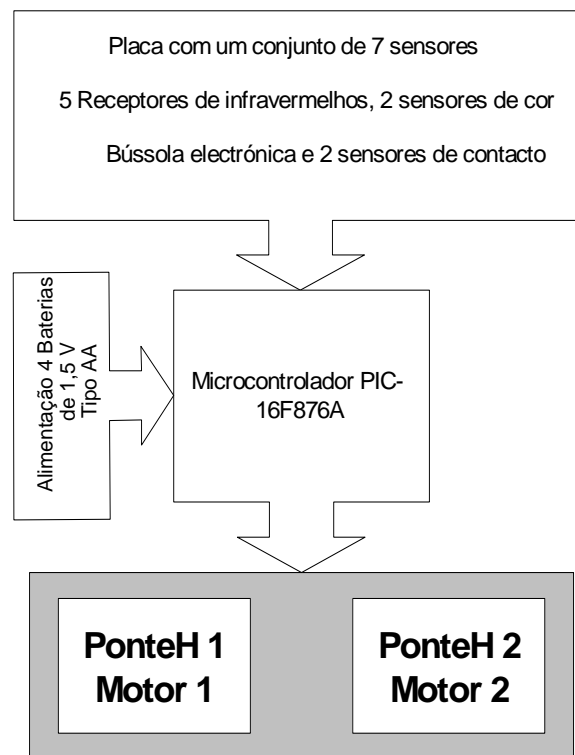


Fig. 3.1 - Arquitectura de *Hardware*

Como actuadores, optou-se pela utilização de dois motores DC Comodrills de 12-24V com uma redução de 15:1. Estes motores apresentam uma boa relação velocidade/força e tensão/corrente quando actuados a 5V. A figura 3.1 resume o funcionamento do robot.

## 4 Montagem dos Componentes

### 4.1 Noções Básicas de Soldadura

O sucesso da montagem do *kit* depende em grande parte da soldadura dos componentes nas placas de circuito impresso (ver figura 4.1). Torna-se assim necessário o cumprimento de algumas regras básicas nesse processo:

1. Utilizar, sempre que possível, um ferro de soldar de ponta fina e de potência não superior a 25 W, podendo estes, ser encontrados em casas especializadas em electrónica;
2. Durante a sua utilização deverá manter sempre limpa a ponta do ferro de soldar utilizando para esse efeito uma esponja que deverá estar sempre húmida.
3. Nunca utilizar uma ponta suja ou lixada, sendo preferível a sua substituição se essa situação se verificar;
4. Deverá utilizar solda fina (0,7 mm);
5. É aconselhado a limpeza dos pinos do componente com uma lixa fina, antes de o soldar;
6. Pegue no ferro de soldar, coloque a sua ponta no terminal do componente e aplique o fio de solda (ver figuras 4.1 e 4.2). Este processo não deverá demorar mais do que 5 segundos, podendo o não cumprimento desta regra levar à destruição do componente em causa;
7. Após realizada a soldadura, a superfície desta deverá apresentar um brilho metálico, sendo este o momento ideal para cortar os extremos dos componentes;
8. Se necessitar retirar a solda deverá utilizar sempre um dessoldador;
9. Quando soldar um componente sensível deverá segurá-lo com umas pinças de modo a dissipar o calor, caso contrário o componente poderá ficar danificado;
10. Nunca utilizar mais solda do que a necessária para evitar o risco de curto-circuitos entre pistas.

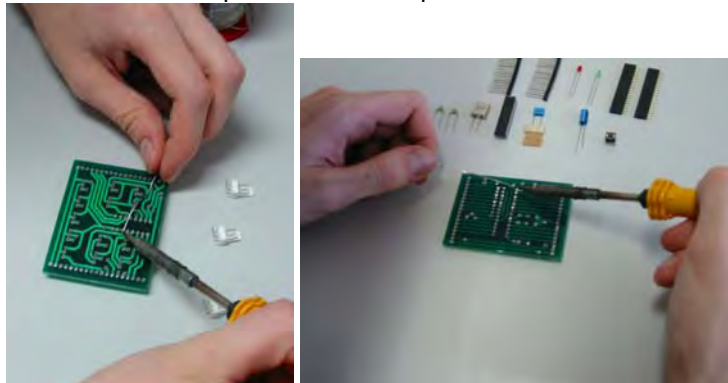


Fig. 4.1 - Soldadura dos componentes



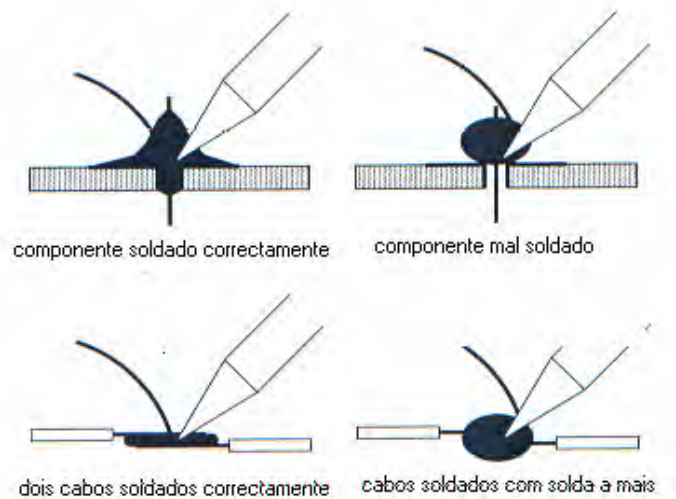


Fig. 4.2 - Métodos de soldadura

## 4.2 Componentes

Um circuito electrónico é constituído por uma vasta gama de componentes, com diferentes formas, tamanhos e códigos que permitem a sua distinção. Na construção de um circuito o utilizador deverá saber identificar os diferentes componentes.

É de notar que alguns dos componentes são polarizados, devendo a sua montagem ser efectuada de uma única maneira. A deficiente montagem destes componentes poderá provocar o mau funcionamento do circuito eléctrico ou até mesmo a sua destruição.

Esta secção tem como objectivo familiarizar o utilizador com os diferentes componentes existentes num simples circuito electrónico.

### 4.2.1 Resistências

Geralmente as resistências apresentam-se como pequenos cilindros com algumas riscas coloridas. As resistências utilizadas neste *kit* são de  $\frac{1}{4}$  Watt, o que corresponde a uma baixa potência, mas suficiente para o bom funcionamento do *robot*. O código de cores utilizado é o standard, consistindo em 4 bandas de cores em torno do cilindro. As primeiras duas bandas formam a mantissa e a terceira banda representa um expoente.

Uma resistência pode ser identificada formando um número cujo algarismo das dezenas corresponde à primeira banda de cor e o algarismo das unidades corresponde à segunda banda de cor (Ver Tabela 1 para a respectiva correspondência de cores). A terceira banda de cores corresponde ao expoente de uma potência de base 10, pelo qual teremos de multiplicar o número obtido pelas duas primeiras bandas.

A quarta banda representa a tolerância da resistência. Se esta banda for prateada a resistência tem uma tolerância de 10 %, se for dourada então a tolerância é de 5%. A tolerância representa o intervalo de erro do valor nominal da resistência fornecida pelo fabricante. Exemplo: para uma resistência de 100  $\Omega$  com uma tolerância de 5%, o valor real da resistência poderá estar compreendido entre 95 e 105  $\Omega$ .

Cor	Valor da Banda	Factor Multiplicativo
Preto	0	1
Castanho	1	10
Vermelho	2	100
Laranja	3	1000
Amarelo	4	10000
Verde	5	100000
Azul	6	1000000
Violeta	7	
Cinza	8	
Branco	9	

Tabela 1 - Código de cores das resistências

Como exemplo, considere uma resistência composta pela seguinte sequência de cores: **laranja, branco, vermelho**.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Laranja} = 3 \\ \text{Branco} = 9 \\ \text{Vermelho} = 2 \Rightarrow 10^2 \end{array} \right\} \Rightarrow 39 \left\} \Rightarrow 39 \times 10^2 = 3900 \Omega$$

(A resistência tem portanto o valor de  $3900\Omega$ )

#### 4.2.2 Pack de Resistências

Num circuito electrónico pode-se também encontrar outro tipo de resistências, não unitárias, agrupadas em conjuntos que variam de 3 a 9 resistências (ver figura 4.3 que representa um *pack* de 7 resistências).

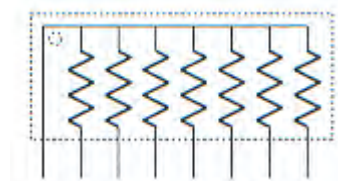


Fig. 4.3 - Pack de resistências

No *kit* disponibilizado, o conjunto utilizado tem 8 resistências mais um pino comum (identificado por um ponto). De notar que este componente é polarizado, sendo necessário verificar se está correctamente colocado antes de o soldar. Como se pode verificar na figura 4.4 cada um dos packs de resistências contem um ponto no lado esquerdo. Este pino marca o pino comum.



Fig. 4.4 - Pack de 8 resistências

### 4.2.3 Condensadores

Encontram-se no mercado vários tipos de condensadores (monolíticos, electrolíticos e tantalum).

#### Monolíticos

Sendo a sua constituição de *poliester* ou cerâmica são, geralmente, condensadores pequenos e de baixa capacidade (pF ou nF). Estes condensadores nunca são polarizados. Na figura 4.5 são apresentados os dois condensadores deste tipo utilizados.



Fig. 4.5 - Condensadores cerâmicos (esquerda 100nF, direita15pF)

#### Electrolíticos

Apresentam normalmente uma forma cilíndrica, revestida por um encapsulamento plástico, apresentando grandes valores de capacidade ( $> 1 \mu\text{F}$ ). Este tipo de condensador é polarizado e a sua dimensão física aumenta com o aumento da sua capacidade. Na figura 4.6 são apresentados os 3 diferentes condensadores electrolíticos utilizados neste robot. É possível verificar o diferente tamanho dos pinos dos condensadores. O pino mais comprido corresponde ao pino positivo e o curto o pino negativo. Na figura 4.7 pode-se verificar a existência de uma marca com um (-), esta marca corresponde ao pino negativo.

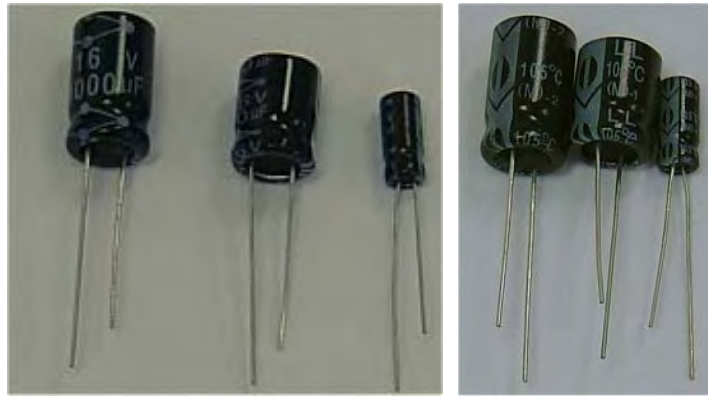


Fig. 4.6 e 4.7 - Condensadores Electrolíticos (esquerda 1000 $\mu$ F/16V, meio 470 $\mu$ F/16V, direita 10 $\mu$ F/25V)

### Tantalum

São condensadores bastante compactos e em forma de gota. Os seus valores de capacidade são da mesma ordem que a do tipo anterior, apresentando a vantagem de serem mais fiáveis e a desvantagem de terem um custo mais elevado. Estes condensadores são sempre polarizados. Na figura 4.8 é apresentado o condensador de tantalum utilizado no robot. Este tem um pino de maior comprimento, o qual representa o pino positivo. Encontra-se também um sinal de (+) por cima deste pino mais comprido.

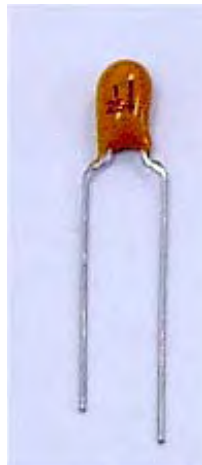


Fig. 4.8 - Condensadores Tantalum 1 $\mu$ F

**Nota:** Os condensadores polarizados poderão explodir quando a sua polaridade não é respeitada. Por este motivo, recomenda-se ao utilizador o respeito da sua polaridade aquando da sua montagem, utilizando para tal a indicação de (+) e/ou (-) da sua embalagem. Existem várias maneiras de indicar o valor do condensador, sendo usual, para condensadores maiores que 1  $\mu$ F, o valor estar representado no componente. Em alguns casos o  $\mu$  funciona como ponto decimal podendo um condensador de 4,7  $\mu$ F ser representado por 4 $\mu$ 7. Para pequenos condensadores os seus valores são representados em picofarads (1000000pF=1 $\mu$ F). Outra maneira de o representar é por exemplo 473, em que o procedimento é igual ao utilizado para as resistências, ou seja, 47 $\times$ 10<sup>3</sup>pF=47000pF=0.047 $\mu$ F.

#### 4.2.4 Díodos e *Leds*

Os díodos e *leds* (*Light Emitting Diodes*) têm dois pinos: o ânodo e o cátodo. O ânodo deve ser ligado a um terminal de tensão positiva em relação ao cátodo para permitir o fluxo de corrente. Caso a polaridade não seja respeitada então o componente não permite a passagem de corrente. A figura 4.9 mostra como se podem identificar os pinos dos díodos e *leds*.

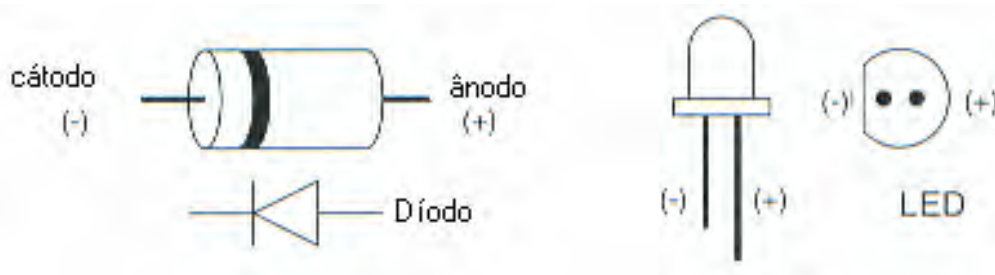


Fig. 4.9 - Polaridade dos díodos e *leds*

Geralmente os díodos são pequenos cilindros com uma pequena marca à sua volta, a qual permite a identificação do cátodo. Os *leds* são díodos que emitem luz quando uma corrente flui pelos seus terminais. A identificação da sua polaridade é feita pela verificação da "perna" mais comprida (ânodo(+)), ou então pelo lado em que a circunferência do *led* tem uma pequena parte achatada (cátodo(-)).

#### 4.2.5 Circuitos Integrados

Os circuitos integrados (IC) são componentes constituídos internamente por circuitos complexos, podendo ser encontrados no mercado em diferentes formas e tamanhos. Geralmente, em montagens de circuitos manuais, são utilizados os chamados *DIPs* (*Dual-Inline Packages*).

Os circuitos integrados devem ser montados tendo em conta a sua numeração, a qual não está gravada no encapsulamento. Existem, no entanto, duas marcas que indicam o pino número 1. Estas duas marcas podem ser observadas como reentrâncias no *chip* - a primeira é uma pequena meia lua existente num dos lados sem pinos do *chip*, a qual indica que o pino 1 se encontra à sua direita (quando a meia lua está virada para o utilizador) e a segunda marca é um pequeno círculo existente por cima do pino número 1 (ver figura 4.10). Uma montagem incorrecta deste componente provoca geralmente a sua destruição.



Fig. 4.10 - Formato de um circuito integrado do tipo *DIP*

### 4.3 Construção da Placa do Robot

Nesta secção é explicada a montagem dos pequenos componentes electrónicos na placa de circuito impresso do robot. A figura 4.11 apresenta a placa de circuito impresso incluída neste *kit* electrónico. A placa tem duas faces distintas: uma face correspondente à montagem de componentes, a qual é visível na figura 4.11, e a outra face correspondente à soldadura dos componentes. Todos os componentes devem ser colocados na face dos componentes e soldados na outra face. Excepto quando se diz explicitamente o contrário o que acontece no caso dos sensores.

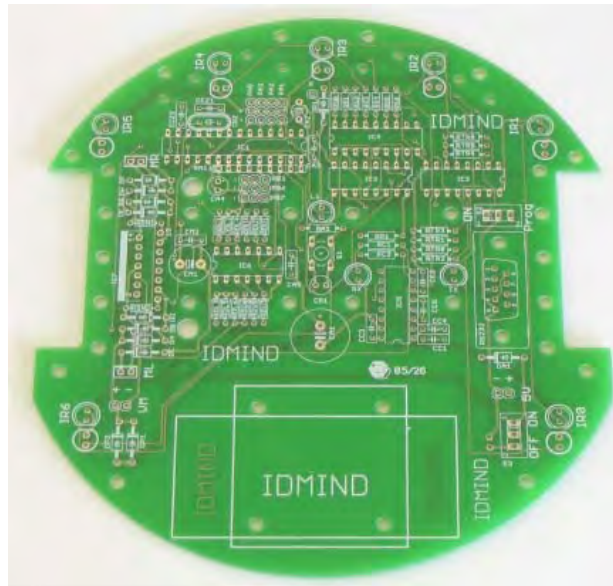


Fig. 4.11 - Placa do robot (face dos componentes)

Depois de soldar qualquer componente que tenha pinos compridos, deverá cortar com um alicate de corte o excesso dos pinos. Este processo facilita a montagem e soldadura bem como o evitar de curtos-circuitos desnecessários.

#### 4.3.1 Montagem dos *sockets* dos circuitos integrados

Este robot contém 5 circuitos integrados. Para cada circuito integrado foi incluído um suporte (*socket*), estes suportes têm a vantagem de serem resistentes ao calor e permitirem montar e desmontar os circuitos integrados, sem grande perigo de os danificar.

São utilizados 6 *sockets*, 1 de 28 pinos, 1 de 18 pinos, 3 de 16 pinos e 1 de 14 pinos. Tal como os circuitos integrados também estes têm uma meia-lua, que indica a posição correcta do pino 1.

Solde cada um dos *sockets*, tendo em atenção a orientação da meia-lua.

O *socket* de 28 pinos deverá ser soldado em IC1, o de 18 pinos em IC4, os de 16 pinos em IC2, IC3 e IC5 e finalmente solde o *socket* de 14 pinos em IC6.

A Figura 4.12 mostra como deve ficar a placa após a montagem dos vários *sockets*.

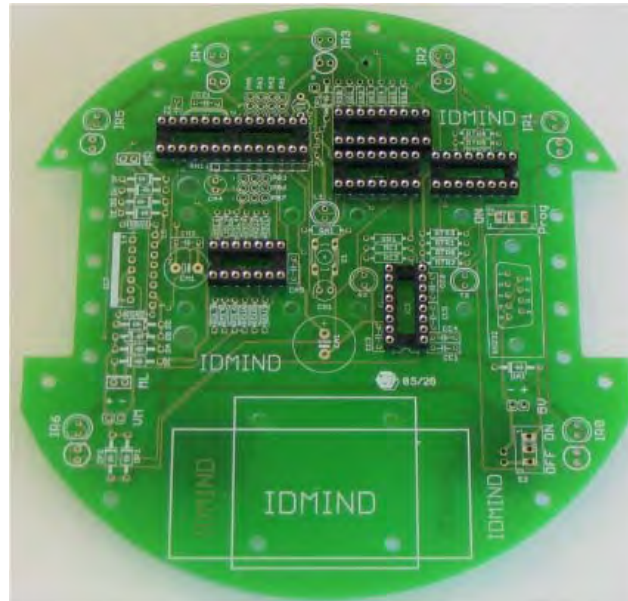


Fig. 4.12 - Montagem dos *sockets* na placa de circuito impresso

#### 4.3.2 Montagem dos díodos na placa de circuito impresso

Após a montagem dos *sockets* deverá proceder à montagem dos 12 díodos. Deverá começar por identificar os díodos e a posição que estes ocupam na placa. Deverá ter muita atenção ao desenho impresso na placa. Nesta, os díodos são representados por um retângulo com o símbolo de diodo e uma faixa branca. Os díodos também têm esta faixa branca. Deverá montar os díodos na placa de maneira a fazer coincidir a faixa do diodo com a faixa no desenho.

Dois díodos devem ser soldados nas posições indicadas por DP1, DP2.

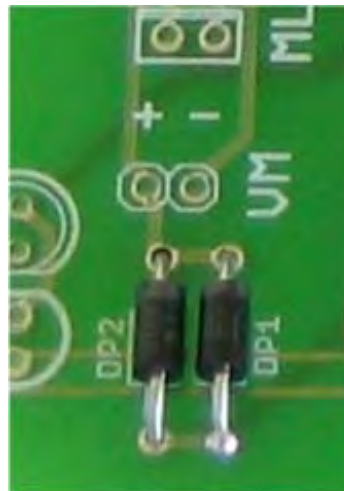


Fig. 4.13 - Montagem dos díodos DP1 e DP2

Solde os díodos em DA1, DR1.



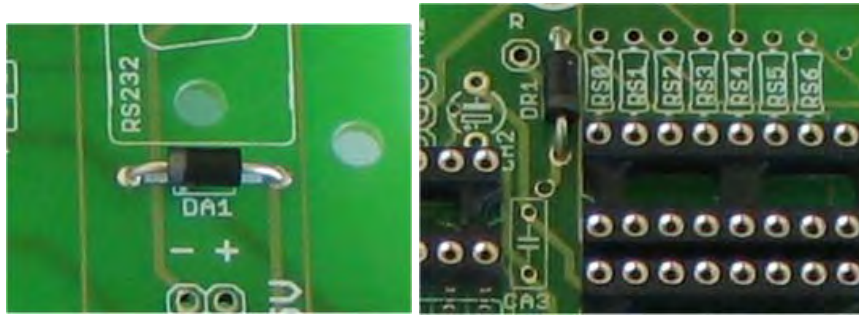


Fig. 4.14 e 4.15 - Montagem dos díodos DA1 e DR1

Finalmente DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG e DH.

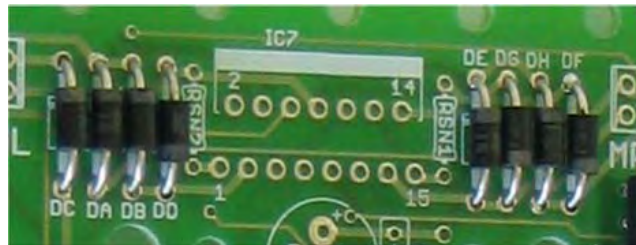


Fig. 4.16 - Montagem dos díodos DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG e DH

Após a sua montagem deverá obter uma placa como é apresentada na figura 4.17.

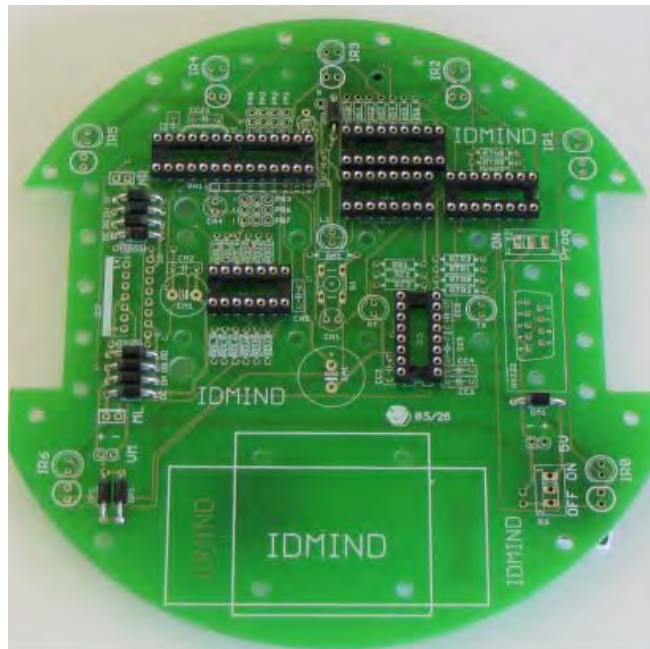


Fig. 4.17 - Montagem dos díodos.



### 4.3.3 Montagem das resistências na placa de circuito impresso

Após a montagem dos díodos dê início à montagem das resistências.

Identifique as resistências fornecidas utilizando o código de cores apresentado em 4.2.1.

Identifique as 8 resistências de  $10K\Omega$  (castanho, preto, laranja e ouro), estas resistências deveram ser soldadas nos locais identificados por RR1, RTR0, RTR1, RTR2, RTR3, RTR4, RTR5 e RTR6. Na figura 4.18 mostra-se como deverá estar a placa após esta montagem.

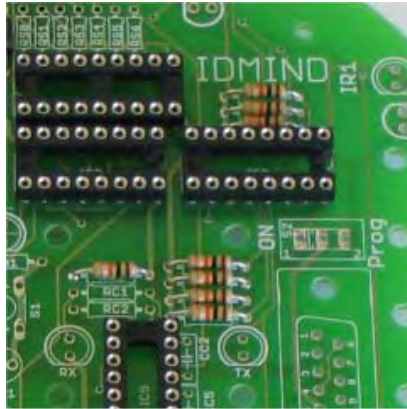


Fig. 4.18 - Montagem das Resistências de  $10K\Omega$ .

Identifique as 2 resistências de  $1\Omega$  (castanho, preto, ouro e ouro). Estas resistências deverão ser soldadas nos locais identificados por RSN1 e RSN2.

Identifique a resistência de  $3.3K\Omega$  (laranja, laranja, vermelho e ouro). Esta resistência deve ser soldada no local identificado por RA1.

Identifique as 6 resistências de  $1.5K\Omega$  (castanho, verde, vermelho e ouro). Estas resistências deverão ser soldadas nos locais identificados por RDU1, RDU2, RDU3, RDU4, RDU5 e RDU6. Na figura 4.19 mostra-se como deverá ficar a placa após esta montagem.

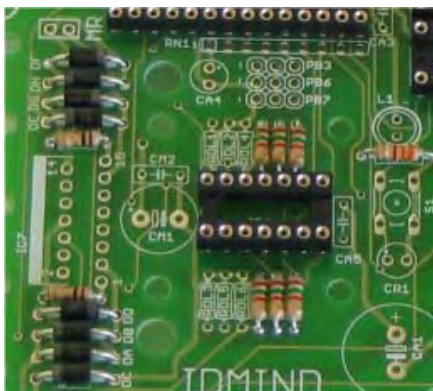
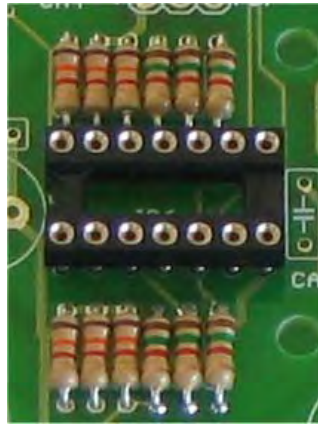
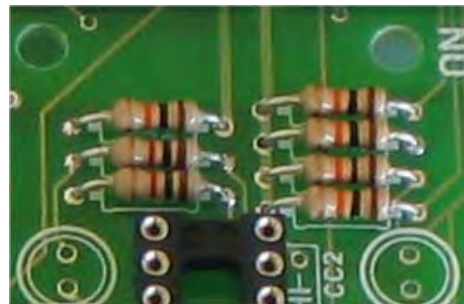


Fig. 4.19 - Montagem das Resistências de  $1\Omega$ ,  $3.3K\Omega$  e  $1.5K\Omega$ .

Identifique as 6 resistências de  $1.3K\Omega$  (castanho, laranja, vermelho e ouro). Estas resistências deverão ser soldadas nos locais identificados por RDL1, RDL2, RDL3, RDL4, RDL5 e RDL6. Na figura 4.20 mostra-se como deverá ficar a placa após esta montagem.

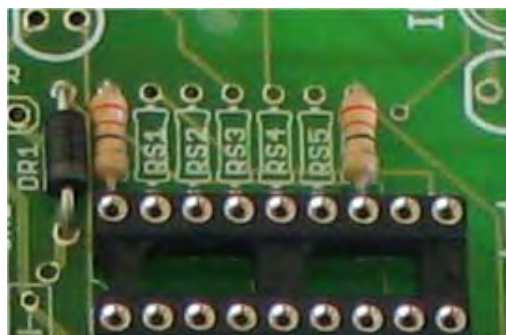
Fig. 4.20 - Montagem das Resistências de 1.3K $\Omega$ .

Identifique as 2 resistências de 1K $\Omega$  (castanho, preto, vermelho e ouro). Estas resistências deverão ser soldadas nos locais identificados por RC1, RC2. Na figura 4.21 mostra-se como deverá ficar a placa após esta montagem.

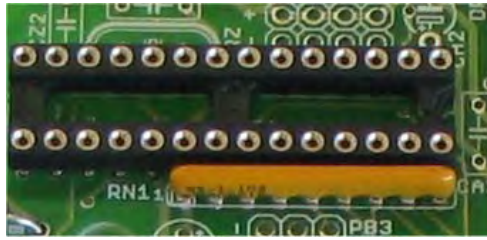
Fig. 4.21 - Montagem das Resistências de 1K $\Omega$ .

Identifique as 2 resistências de 33 $\Omega$  (laranja, laranja, preto e ouro). Estas resistências deverão ser soldadas nos locais identificados por RS0 e RS6. Não deverá soldar nenhuma resistência em RS1, RS2, RS3, RS4, e RS5.

Na figura 4.22 mostra-se como deverá ficar a placa após esta montagem.

Fig. 4.22 - Montagem das Resistências de 33 $\Omega$ .

Finalmente solde o *pack* de resistências de 10K $\Omega$  na placa. Não se esqueça de identificar o pino 1 na placa, este é representado por um quadrado e encontra-se localizado ao lado das letras RN1. Monte o *pack* de resistências em RN1. A Figura 4.23 mostra o *pack* de resistências já soldado à placa.

Fig. 4.23 - Montagem do *Pack* de Resistências de  $10K\Omega$ .

Após a montagem de todas as resistências o circuito deverá ficar com o aspecto da Figura 4.24.

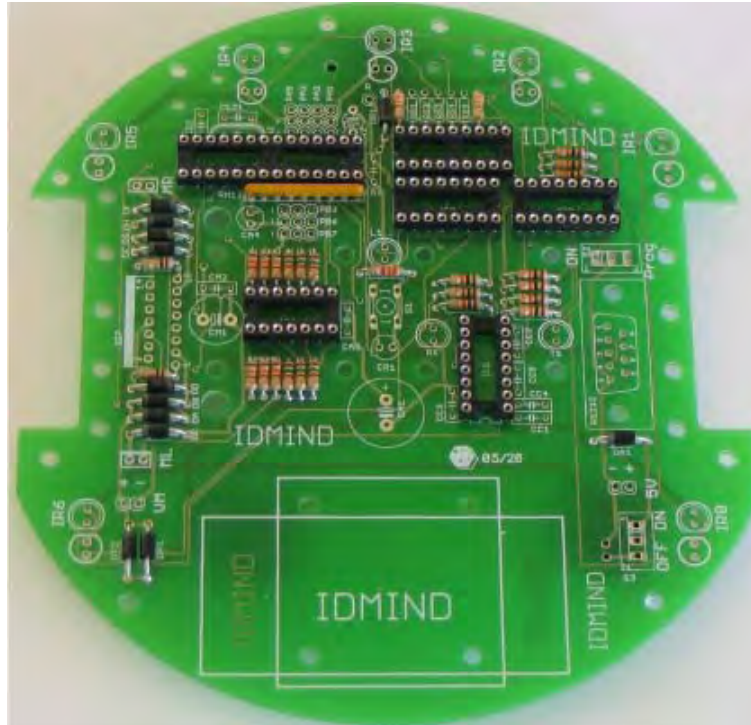


Fig. 4.24 - Montagem das Resistências na Placa.

#### 4.3.4 Montagem dos condensadores cerâmicos e tantalum, leds e botão de reset

Nesta secção mostra-se como devem ser soldados os condensadores cerâmicos e tantalum, os leds e o botão de reset. A ordem de montagem deverá ter em conta a altura dos componentes, já que se soldar um componente muito alto, torna-se depois difícil de soldar componentes mais baixos.

Inicie a montagem dos leds. Identifique o terminal positivo dos leds, o terminal positivo é o mais longo e o negativo é o mais curto. No desenho o terminal negativo corresponde ao lado plano. Deverá soldar os leds verdes em L1 e TX e o led vermelho em RX.

Monte e solde o botão de Reset em S1.

Solde 7 condensadores cerâmicos de 100nF em CC1, CC2, CC3, CC4, CC5, CA5 e CM2. Ver Fig 4.5.

Após soldar estes componentes a placa ficará com o aspecto da figura 4.25.



Fig. 4.25 - Montagem dos condensadores, leds e botão de Pressão.

Monte agora os condensadores de 15pF em CCZ1 e CCZ2 (Fig 4.5). Monte um condensador de 100nF em CA3, igual aos 7 montados anteriormente (Fig 4.5).

Finalmente identifique o condensador de tantalum (Fig 4.7) e monte este em CA2. Verifique que na placa existe a indicação de um (+) que indica a posição do terminal positivo. Após soldar estes componentes a placa ficará com o aspecto da figura 4.26.

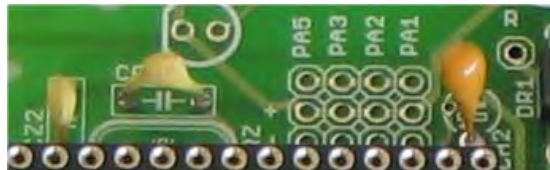


Fig. 4.26 - Montagem dos condensadores de 15pF e tantalum.

#### 4.3.5 Montagem dos Terminais de Ligação

Vamos proceder agora à montagem dos terminais de ligação a alimentação, dos motores e dos pinos para os sensores.

É incluída no kit uma barra de pinos, deverá cortar essa barra em 7 conjuntos de 3 pinos. Deverá soldar um primeiro conjunto em PB3 (paralelo ao *Pack* de Resistências), para tal deverá colocar os três pinos no local destinado e soldar somente um da ponta. Após soldar o primeiro pino deverá verificar se os pinos estão perpendiculares à placa. Caso não estejam deverá tentar aquecer o pino soldado e tentar movimentar os pinos até estes estarem perpendiculares. Quando estiverem perpendiculares poderá soldar os restantes dois pinos. Proceda da mesma forma para PB6 e PB7.

Os outros 4 conjuntos de 4 pinos devem ser soldados da mesma forma em PA1, PA2, PA3 e PA5.

Após a montagem estes pinos devem ficar como mostra na Figura 4.27

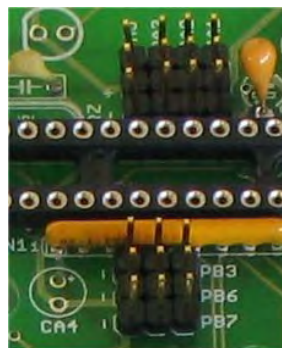


Fig. 4.27 - Montagem dos pinos de Ligação.



Deverá proceder agora à montagem dos terminais de dois pinos com revestimento branco. Em ML, MR e 5V.

Deverá orientar os terminais de acordo com a Figura 4.28, 4.29, 4.30.

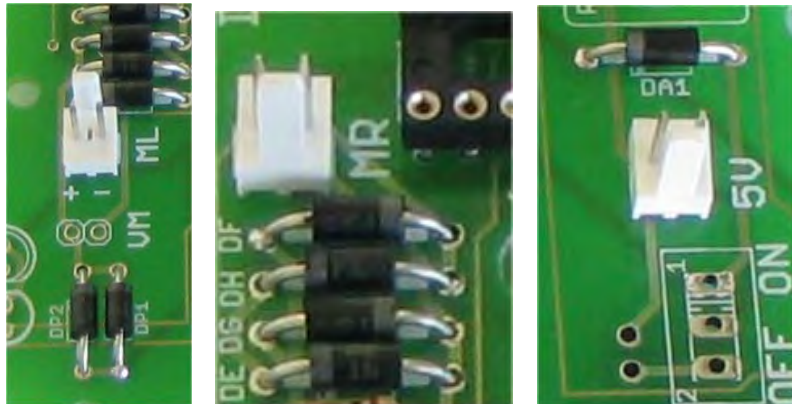


Fig. 4.28, 4.29, 4.30 - Montagem dos terminais em ML, MR e 5V

#### 4.3.6 Montagem dos interruptores, do cristal de 4MHz, dos condensadores de 10 $\mu$ F/25V e do terminal série

Introduza os interruptores fornecidos em S2 e S3 solde um dos pinos. Verifique que estes se encontram encostados à placa. Se estiverem, solde os restantes pinos, caso contrário aqueça o pino soldado e tente encostar os interruptores à placa.

Monte os dois condensadores de 10 $\mu$ F em CR1 e CA4, verifique que a polaridade se encontra correcta. Solde os dois condensadores à placa.

Introduza o cristal em CRZ e solde.

Finalmente introduza o terminal de ligação série em RS232 e solde, tendo em atenção que este deverá estar completamente encostado à placa.

No final deverá ficar com a placa como na Figura 4.31.

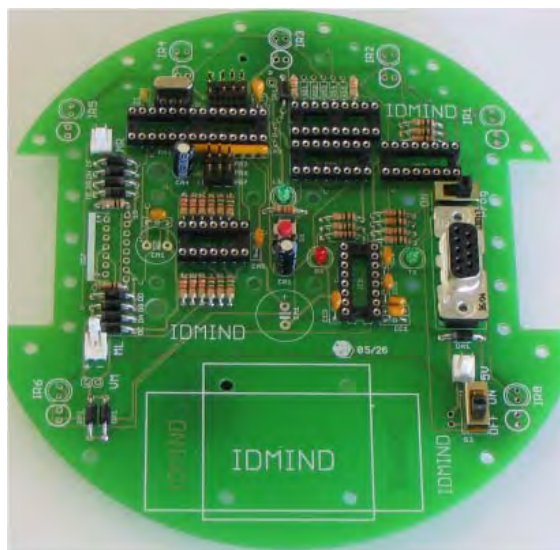


Fig. 4.31 - Montagem dos Interruptores, Cristal de 4MHz, Condensadores de 10 $\mu$ F/25V e Terminal Série

#### 4.3.7 Montagem dos Condensadores de 1000 $\mu$ F e 470 $\mu$ F e Andar de Potência.

Monte o condensador de 470 $\mu$ F em CM1. Verifique se a polaridade se encontra correcta e solde. Introduza o Andar de Potência L298N em IC7 e solde. Finalmente monte o Condensador de 1000 $\mu$ F em Ca1, tendo em atenção a polaridade, e solde.

Após a montagem destes componentes a placa deverá ficar igual à figura 4.32.

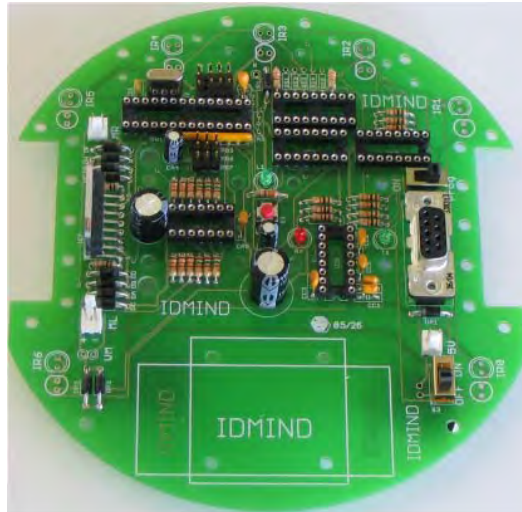


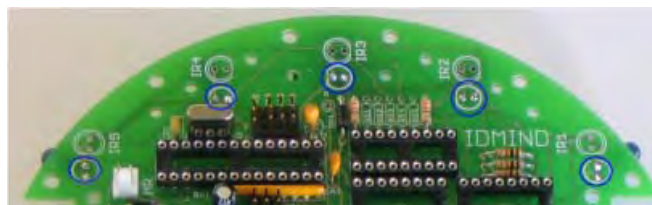
Fig. 4.32 - Montagem dos Condensadores de 1000 $\mu$ F e 470 $\mu$ F e Andar de Potência

#### 4.3.8 Montagem dos Sensores de Infravermelhos na placa.

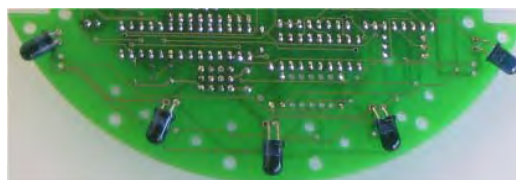
A próxima montagem aqui apresentada é uma de várias hipóteses de montagem dos sensores. Neste caso optou-se por montar 5 receptores de infravermelhos para a detecção da bola de infravermelhos. Não são montados emissores de infravermelhos, porque a emissão de infravermelhos é efectuada pela bola de infravermelhos.

São incluídas duas resistências variáveis com a Luz (LDR's) para detectar a posição do robot no campo, neste caso são incluídos dois leds emissores de luz verde.

As figuras 4.33 e 4.34 mostram como devem ser montados os receptores de infravermelhos.



4.33 - Locais de montagem dos sensores de infravermelhos



4.34 - Montagem dos sensores de infravermelhos

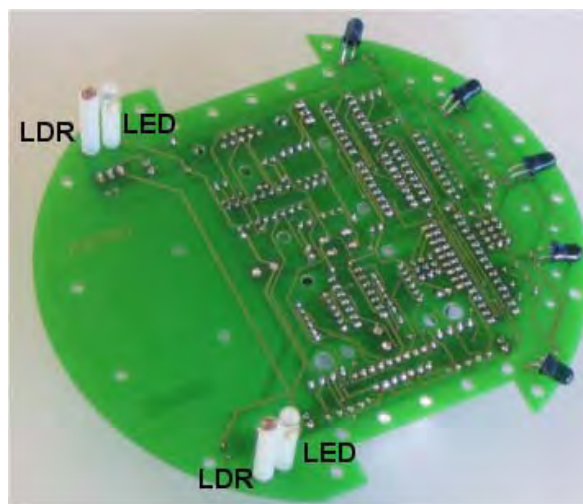
Como é possível verificar na Figura 4.34 os sensores devem ser montados de maneira a ser possível detectar uma bola em frente. Por isso antes de montar os sensores, deverá tomar o seguinte procedimento:

Identificar o pino positivo e o pino negativo dos receptores de infravermelhos. Identificar o local de inserção destes na placa. Na Figura 4.33 mostra-se a azul o local de inserção. Identificar na placa qual o pino positivo e qual o negativo. O negativo corresponde ao lado plano do símbolo. Fazer um ângulo de 90 graus nos pinos de forma a soldar estes virados para a frente do Robot. Introduzir os pinos do led por baixo. Soldar um dos pinos. Verificar que estes leds estão com a orientação desejada e finalmente acabar de soldar.

#### 4.3.9 Montagem dos Sensores de Chão.

Tal como foi referido na secção anterior, o robot vai utilizar duas LDR's para detectar o chão e dois leds verdes para iluminar o chão.

Após a montagem os pares emissor/receptor deverão ficar como apresentado na figura 4.35



4.35- Montagem dos sensores de chão

Os sensores de chão devem ser utilizados para detectar a variação de cor no chão para tal devem ser aproximados a este. São utilizados espaçadores para este efeito. Existem dois tipos de espaçadores, o mais longo deverá ser utilizado com a LDR e o mais curto com o led verde. Os leds verdes devem ser montados, por baixo, nos locais indicados por IR0 e IR6. Deverá ter em atenção a polaridade destes. Solde só um dos pinos e verifique que o Led fica perpendicular à placa e o espaçador se encontra encostado ao Led e à placa. Solde agora as LDRs, neste caso como esta é uma resistência não tem polaridade. Para soldar deverá proceder como no Led verde. Faça com que o Led e a LDR fiquem paralelas, para uma melhor leitura do chão.

#### 4.3.10 Montagem do suporte de pilhas.

Monte o suporte de pilhas de acordo com a figura 4.36. Para tal deverá soldar os pequenos terminais metálicos aos fios do suporte e encaixá-los no respectivo suporte branco de duas entradas. Este suporte irá ser ligado nos terminais de alimentação "+" e "-" da placa no local indicado por "5V". Tenha em atenção que quando o ligar deverá fazer coincidir o fio vermelho com o terminal positivo.

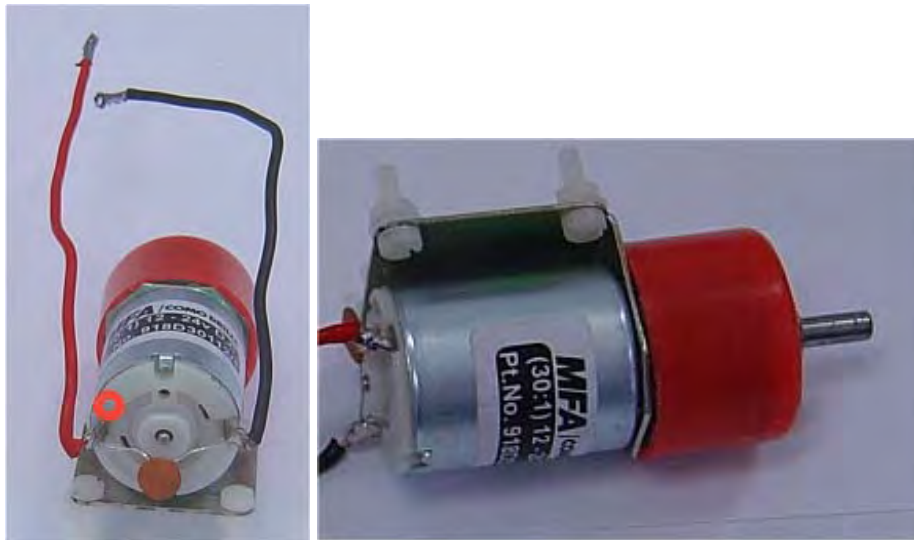


4.36- Montagem do suporte de Pilhas

#### 4.3.11 Montagem dos fios dos motores

Monte os motores de acordo com a figura 4.37. Para tal deverá soldar um pequeno terminal metálico numa ponta do fio preto e outra na ponta do vermelho. Solde a outra ponta do fio vermelho ao terminal positivo do motor. O motor num dos terminais tem a indicação de polaridade com um (+). Solde o fio preto ao terminal negativo do motor.

Repita este processo para o segundo motor.



4.37 - Montagem do Motor

Após a montagem dos fios no motor, deverá montar os 4 parafusos brancos neste. No outro lado deverá colocar uma porca branca em cada um dos parafusos, ver figura 4.37. Esta porca é muito importante já que o suporte do motor é metálico, podendo criar curtos-circuitos na electrónica.

#### 4.3.12 Montagem dos motores na base e roda livre.

Monte a roda livre passando quatro parafusos brancos nos orifícios desta e prenda estes parafusos utilizando as porcas brancas. Estas porcas vão criar uma altura que fará que quando o robot tiver os motores e as rodas montadas a placa fique horizontal.



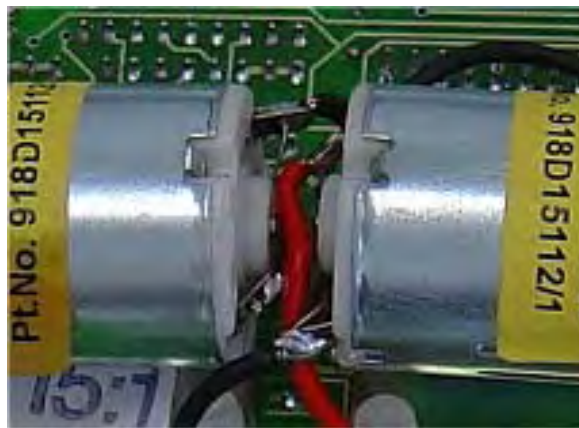
Monte a roda livre na placa na zona traseira e utilize mais quatro porcas brancas para prender bem esta roda à placa. Ver figura 4.40.

Identifique os locais de encaixe dos motores, a figura 4.38 mostra a branco o local de encaixe do motor esquerdo e a verde o local de encaixe dos parafusos do motor direito.



4.38- Locais de montagem dos motores

O segundo passo deverá ser o seguinte em ambos os motores incline o terminal positivo para dentro em direcção ao centro do motor e o terminal negativo na direcção contrária. Como se pode verificar na Figura 4.40. Este procedimento é muito importante já que assim os terminais dos motores não tocam entre si.



4.39- Disposição dos terminais do motor para um funcionamento correcto.

Monte agora os motores nos locais indicados, verifique que não existe nenhum terminal de electrónica a tocar na base metálica do motor.

Os fios do motor do lado esquerdo devem passar no orifício do lado das pilhas, os fios do motor do lado direito devem passar no outro orifício.

Deverá utilizar 8 porcas brancas para fixar os motores à placa. Aperte com força para garantir a estabilidade da posição dos motores.

Finalmente monte as rodas, encaixando estas nos veios metálicos dos motores do robot.

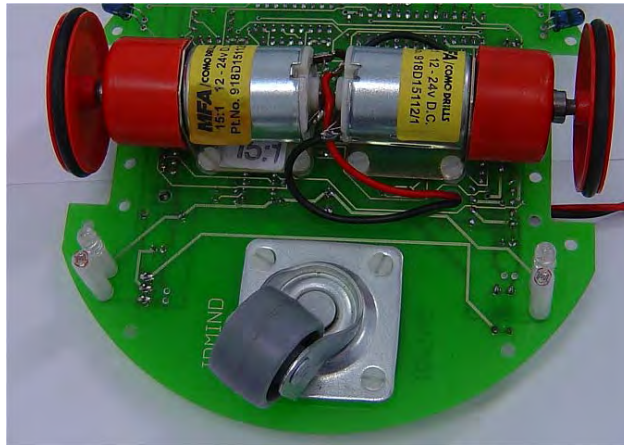


Fig. 4.40- Montagem dos motor e roda livre

Pegue agora nos terminais metálicos dos dois motores e encaixe-os nos respectivos suportes brancos de duas entradas. Os fios pretos devem ficar ligados do lado esquerdo e os fios vermelhos do lado direito do robot. O terminal correspondente ao motor da esquerda deve ser encaixado em ML e o motor da direita deverá ficar encaixado em MR. Ver o figura 4.41



Fig. 4.41- Encaixe dos terminais dos motores

#### 4.3.13 Montagem dos circuitos integrados nos sockets

Deverá agora encaixar os circuitos integrados nos *sockets*. Deverá ter em atenção a orientação dos circuitos integrados ver secção 4.2.5.

A correspondência dos integrados na placa é a seguinte:

IC1 - PIC16F876A

IC2 e IC3 -74HC4051N

IC4 - ULN2803A ou TD62083AP

IC5 - ICL232CPE ou HIM232 ou MAX232

IC6 - 74HC86N

#### 4.3.14 Montagem dos sensores de contacto

Utilize o fio preto, vermelho e amarelo fornecidos para montar os sensores de contacto.

Deverá soldar o fio preto no terminal mais afastado da alavanca do sensor de contacto, o fio vermelho no pino central e o fio amarelo no terminal mais perto do eixo da alavanca do sensor de contacto. Poderá utilizar um pouco de manga térmica para dar um pouco mais de resistência à ligação.

Utilize agora os terminais fêmea de 3 pinos fornecidos para soldar os fios. Deverá soldar o fio vermelho no meio e os outros dois fios nas pontas. Poderá antes de soldar utilizar um pouco de manga térmica para dar resistência à ligação.

No final poderá enrolar com muito cuidado os três fios para ficar com o aspecto da figura 4.42.



Fig. 4.42 - Montagem dos sensores de contacto

Utilize o mesmo processo para montar o outro sensor de contacto.

#### 4.3.15 Meia-Lua.

Um dos requisitos fundamentais para um jogo de futebol robótico é manter o domínio da bola. Idealmente, o robot deve poder manter a bola sempre à sua frente. Com vista a garantir esse requisito, recomenda-se a instalação, na parte da frente do robot, de uma meia-lua paralela ao chão. Esta permitirá o controlo da bola de forma segura, obtendo-se grande domínio sobre a sua direccionalidade.

Poderá utilizar um pouco de PVC ou outro tipo de material para criar a forma parecida com a representada na figura 4.43.

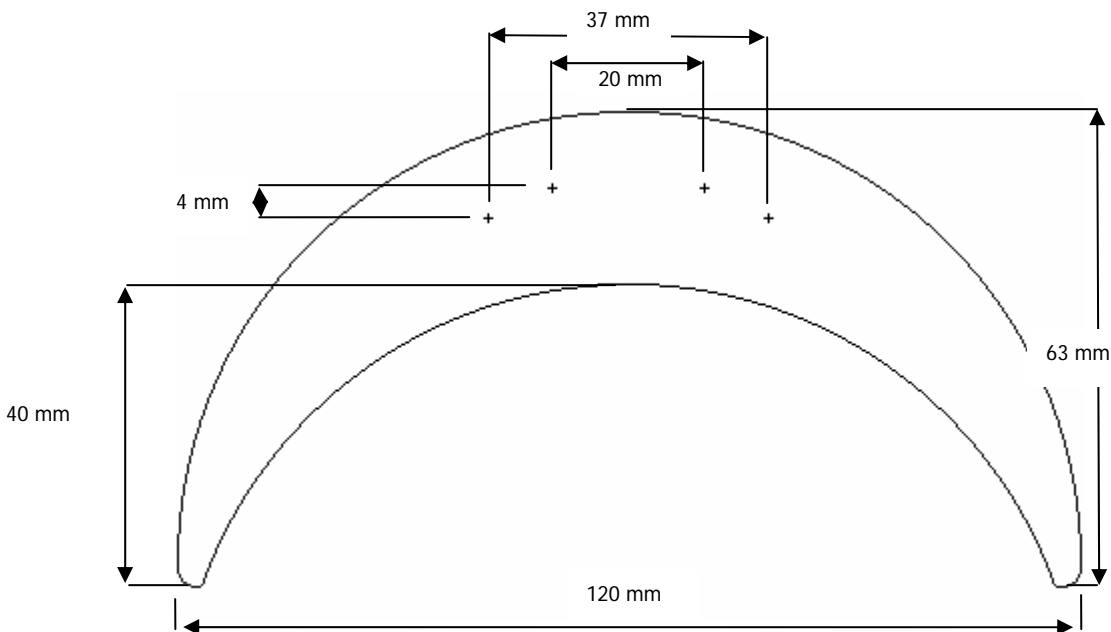


Fig. 4.43 - Meia-Lua

Os furos para fixação (+) devem estar de acordo com as marcações existentes na base do robot. Tendo a meia-lua pronta, aparafusa-se à placa de circuito impresso. Esta ocupará o local reservado aos sensores de contacto.

Assim os sensores de contacto ficam disponíveis para ser montados noutro local onde possam ser úteis para a detecção de colisões.

Recomenda-se que estes sensores sejam montados de forma a possibilitar a detecção de colisões não desejadas, dando assim informação ao controlador que permitirá evitar situações de conflito dentro do campo. Um local lógico para a sua montagem é na própria Meia - Lua. Ver Figura 4.44



Fig. 4.44 - Exemplo de montagem dos sensores de contacto.

Utilize os 8 pares de parafusos e porcas fornecidos para montar a Meia-Lua ao robot. Ver figura 4.44 e 4.45.



Fig. 4.45 - Exemplo de montagem dos sensores de contacto.

Deverá agora ligar os terminais dos sensores de contacto no robot. O sensor de contacto do lado direito deverá ficar ligado em PB7 ficando o fio amarelo virado para a referência PB7. O sensor de contacto do lado esquerdo deverá ficar ligado em PB6, com o terminal amarelo virado para a referência PB6. Ver figura 4.46.



Fig. 4.46 - Montagem dos terminais dos sensores de contacto na placa.

#### 4.3.16 Montagem da bússola electrónica

A bússola electrónica é utilizada para orientar o robot, esta fornece 8 tensões analógicas as quais podem corresponder aos seguintes pontos cardeais N, NE, E, SE, S, SO, O e NO. Esta bússola tem um botão de RESET o qual é utilizado para indicar o "Norte". Assim, sempre que o robot é colocado no campo, aponta-se o robot para a baliza do adversário e basta carregar no reset da bússola e este fica a saber qual a orientação que tem face à baliza do adversário.

A bússola é fornecida com 3 terminais, um branco correspondente ao sinal, um preto correspondente à massa e um vermelho pelo qual recebe a alimentação de 5V.

Deverá utilizar um dos terminais fêmea de três pinos para ligar a bússola ao robot. Para tal deverá soldar o terminal vermelho no terminal do meio e os outros nas pontas. Ver figura 4.47



Fig. 4.47 - Montagem dos terminais na bússola.

A ligação da bússola na placa deverá ser efectuada em **PA1**. Ao contrário dos sensores de contacto o terminal branco deverá ficar virado para o microcontrolador e o terminal preto para a referência **PA1**.

Poderá utilizar duas braçadeiras para montar a bússola na meia-lua do robot. Ver figura 4.48

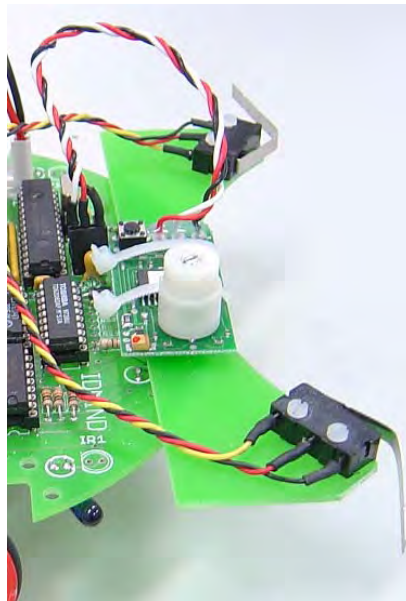


Fig. 4.48 - Exemplo da montagem da bússola no robot.

#### 4.3.17 Final da montagem

No final da montagem o robot ficará com o aspecto apresentado na figura 4.49

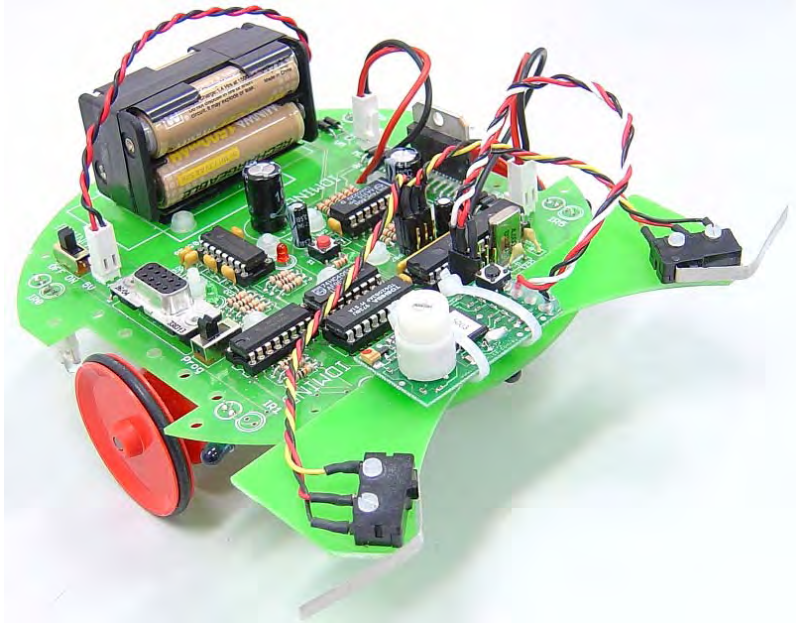


Fig. 4.49 - Montagem final



## 4.4 Esquemas e componentes

### 4.4.1 Componentes utilizados

IC1	Socket 28 pinos e PIC16F876
IC2, IC3	Socket 16 pinos e 74HC4051N
IC4	Socket 18 pinos e ULN2803A/TD62083AP
IC5	Socket 16 pinos e ICL232CPE/HIM232/MAX232
IC6	Socket 14 pinos e 74HC86N
IC7	L298N
CA1	Condensador Electrolitico 1000 $\mu$ F/16V
CM1	Condensador Electrolitico 470 $\mu$ F/16V
CR1, CA4	Condensador Electrolitico 10 $\mu$ F/25V
CCZ1, CCZ2	Condensador cerâmico de 15 pF
CC1 a CC5	Condensador cerâmico de 100nF
CA3, CA5	Condensador cerâmico de 100nF
CM2	Condensador cerâmico de 100nF
CA2	Condensador de Tantalum de 1 $\mu$ F
RSN1 e RSN2	Resistência 1 $\Omega$
RS0 e RS6	Resistência 33 $\Omega$
RC1 e RC2	Resistência 1K $\Omega$
RDL1 a RDL6	Resistência 1.3K $\Omega$
RDU1 a RDU6	Resistência 1.5K $\Omega$
RA1	Resistência 3.3K $\Omega$
RR1	Resistência 10K $\Omega$
RTR0 a RTR6	Resistência 10K $\Omega$
CRZ	Cristal de 4Mhz
DR1 e DA1	Díodo 1N5818
DP1 a DP2	Díodo 1N5818
DA a DH	Díodo 1N5818
S1	Botão de RESET
S2 e S3	Interruptor de duas posições
RS232	Terminal Serie 180 graus
L1 e TX	Led Verde 3mm
RX	Led Vermelho 3mm
5V, ML e MR	Terminais 2 pinos macho, fêmea e terminais

	metálicos
PB3, PB6 e PB7	Terminais metálicos 3 pinos macho e fêmea
PA1 a PA3 e PA5	Terminais metálicos 3 pinos macho e fêmea
IR0 e IR6	LDR , Led Verde e espaçadores
IR1 a IR5	Receptor de infravermelhos
	1 suporte de 4 pilhas AA
	2 Sensores de Contacto
	8 parafusos e porcas M2
	12 parafusos M3
	24 porcas M3
	2 Motores DC 15:1
	2 Rodas
	Roda livre
	Fio
	Cabo Série
	CD de instruções e programas



4.4.2 Localização dos componentes na placa

