

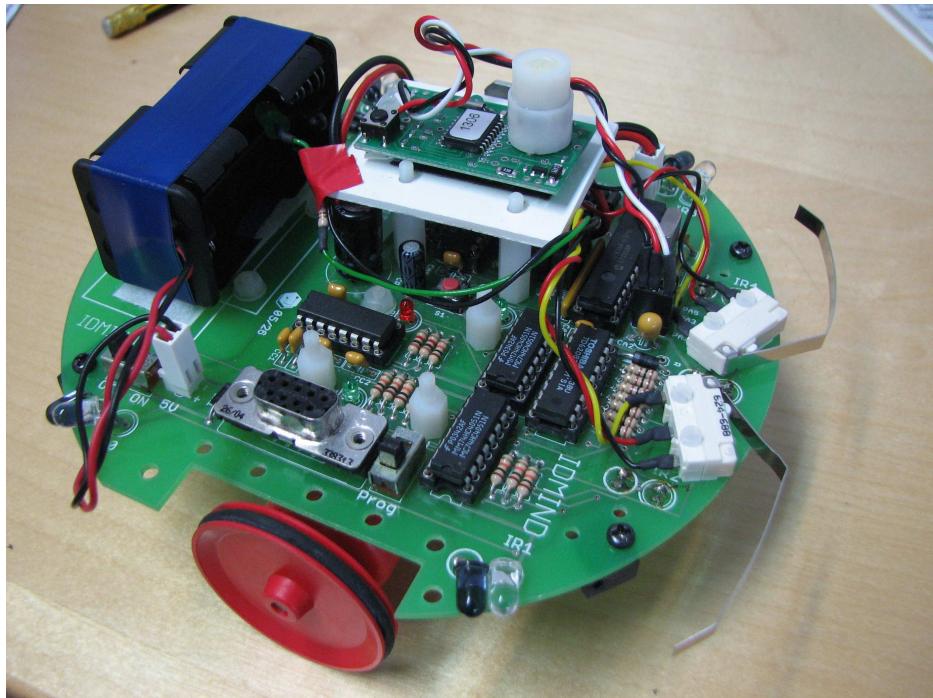


AGÊNCIA NACIONAL  
PARA A CULTURA  
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

# Ocupação Científica de Jovens nas Férias 2010

28 de Junho a 2 de Julho

Instituto Superior Técnico



Manual de construção de um Robot GT

Índice	Pág.
<b>1 Introdução.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Estrutura Funcional de um Robô.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Factores a ter em conta na construção de um Robô.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Construção da Plataforma.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Escolha dos Motores .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1 Ajuste do Binário e da Velocidade .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2 Controlo de Velocidade de um Motor DC .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.3 Controlo de Direcção .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Material Incluído no Kit Electrónico.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Descrição Geral.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Funcionamento.....</b>	<b>6</b>
<b>4 Montagem dos Componentes .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1 Noções Básicas de Soldadura .....</b>	<b>8</b>
<b>4.2 Componentes .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2.1 Resistências .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2.2 Pack de Resistências .....</b>	<b>10</b>
<b>4.2.3 Condensadores .....</b>	<b>11</b>
<b>4.2.4 Díodos e Leds .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2.5 Circuitos Integrados .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3 Construção da Placa do Robô .....</b>	<b>14</b>
<b>4.3.1 Montagem dos sockets dos circuitos integrados.....</b>	<b>14</b>
<b>4.3.2 Montagem dos díodos na placa de circuito impresso.....</b>	<b>15</b>
<b>4.3.3 Montagem das resistências na placa de circuito impresso .....</b>	<b>17</b>
<b>4.3.4 Montagem dos condensadores cerâmicos e tantalum, leds e botão de reset.....</b>	<b>19</b>
<b>4.3.5 Montagem dos Terminais de Ligação .....</b>	<b>20</b>
<b>4.3.6 Montagem dos interruptores, do cristal de 4MHz, dos condensadores de 10µF/25V e do terminal série .....</b>	<b>21</b>
<b>4.3.7 Montagem dos Condensadores de 1000µF e 470µF e Andar de Potência. ....</b>	<b>22</b>
<b>4.3.8 Montagem dos Sensores de Infravermelhos na placa.....</b>	<b>22</b>
<b>4.3.9 Montagem dos Sensores de detecção de proximidade.....</b>	<b>23</b>
<b>4.3.10 Montagem do suporte de Pilhas .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3.11 Montagem dos fios dos motores .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3.12 Montagem dos motores na base e roda livre .....</b>	<b>25</b>
<b>4.3.13 Montagem dos circuitos integrados nos sockets .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.14 Montagem dos sensores de contacto .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3.15 Montagem dos sensores de contacto na estrutura do Robô.....</b>	<b>27</b>
<b>4.3.16 Montagem do suporte da Bússola Electrónica .....</b>	<b>28</b>
<b>4.3.17 Final da montagem .....</b>	<b>29</b>
<b>4.4 Esquemas e componentes .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4.1 Componentes utilizados.....</b>	<b>30</b>
<b>4.4.2 Localização dos componentes na placa .....</b>	<b>32</b>
<b>4.4.3 Esquema de ligações .....</b>	<b>33</b>

## 1 Introdução

Os Robôs 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 computorizados.

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 Robô 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.



Neste manual são detalhados os pormenores de construção de um pequeno Robô, 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 Robô, que vão desde a soldadura dos seus componentes até à sua programação recorrendo à utilização de uma interface gráfica.

Fig 1.1 - Robô Circular GT

### 1.1 Estrutura Funcional de um Robô

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

Quando um Robô 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.

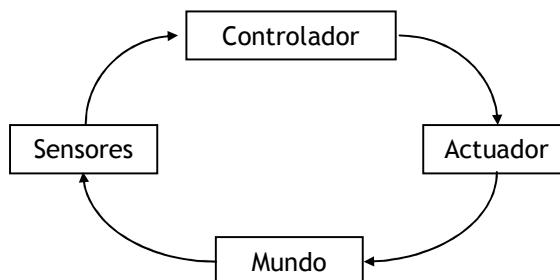


Fig. 1.2 - Ciclo de funcionamento de um Robô

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

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

### 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 Robô;
- 2 Robustez - resistência a impactos;
- 3 Modularidade - o Robô 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 Robôs, com dois motores independentes (tracção diferencial) e uma roda livre para manter o equilíbrio.

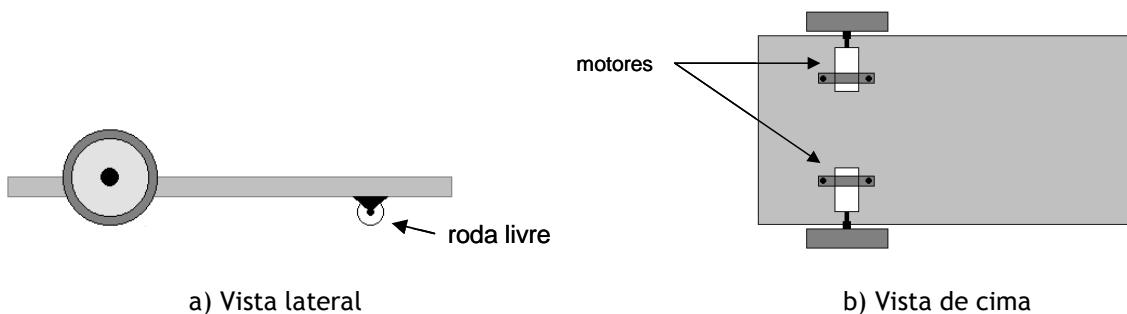


Fig. 2.1 - Robô com tracção diferencial

### 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).

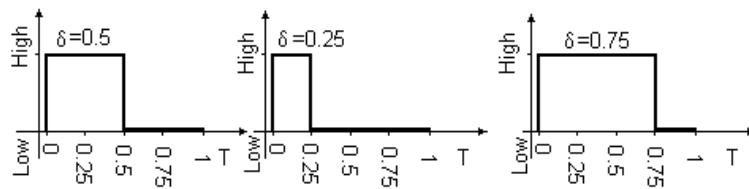


Fig. 2.2 - Sinal PWM

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*.

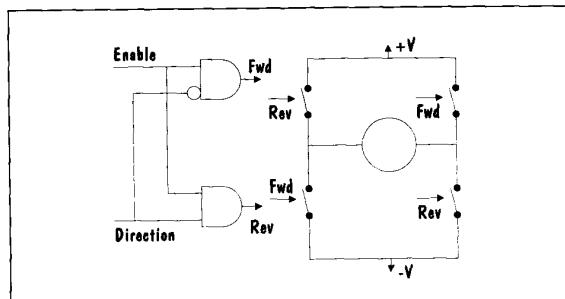


Fig. 2.3 - Ponte H

### 3 Material Incluído no Kit Electrónico

O *kit* electrónico disponibilizado para a construção do Robô CircularGT, é o seguinte:

- 1 Placa de Circuito Impresso CircularGT
- 2 Cabo de Ligação Série para PC
- 3 2 Motores com redução 30:1
- 4 Componentes diversos

#### 3.1 Descrição Geral

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

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 Robô 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 Robô a executar um conjunto diverso de actividades.

#### Sensores

Engloba cinco pares de emissores/receptores de infravermelhos que permitem seguir uma linha pintada no chão, seguir parede ou evitar obstáculos; dois interruptores de contacto, permitem detectar a colisão com obstáculos; e 7 ligações extra para ligar outro tipo de sensores.

#### Actuadores

Inclui dois motores DC com uma redução de 30:1.

#### Microcontrolador

É o “cérebro” do Robô. 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 Robô. Nesta está instalado o cérebro do Robô, 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 Robô. 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 Robô realizar diversas tarefas, tais como o seguimento de linha, detectar obstáculos, seguir parede, etc. 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 Robô.

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

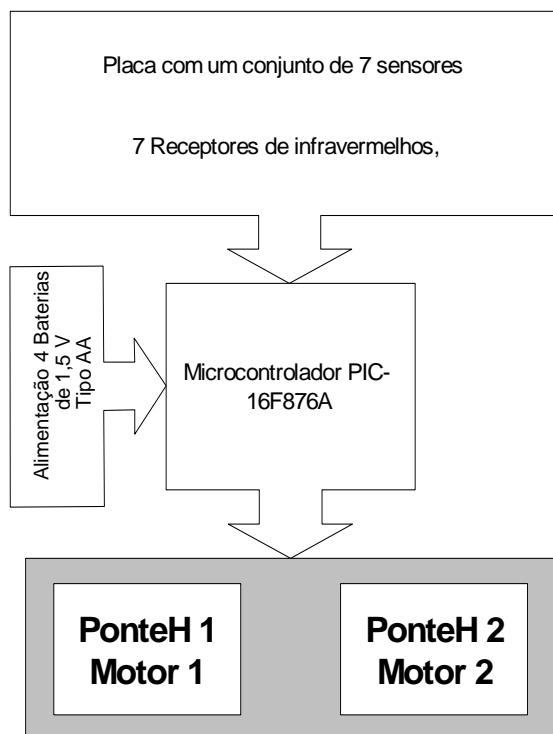


Fig. 3.1 - Arquitectura de Hardware

Como actuadores, optou-se pela utilização de dois motores DC de 12-24V com uma redução de 30:1. Estes motores apresentam uma boa relação velocidade/força e tensão/corrente quando actuados a 5V. A figura 3.1 resume o funcionamento do Robô.

## 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.

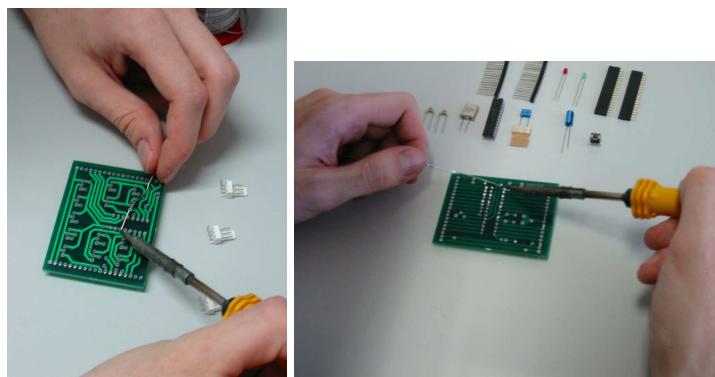


Fig. 4.1 - Soldadura dos componentes

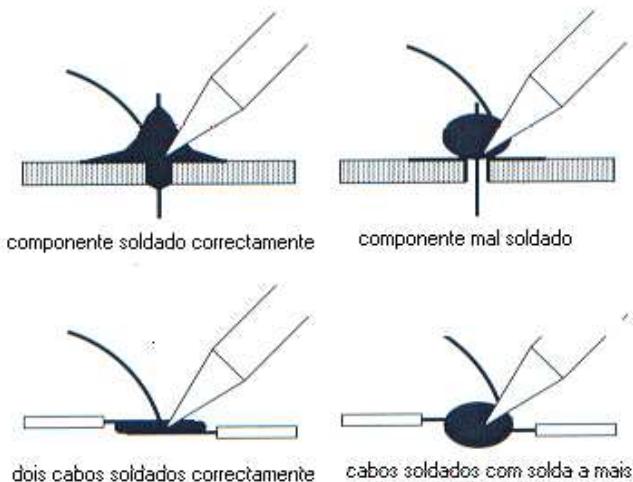


Fig. 4.2 - Métodos de soldadura

## 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 *Robô*. 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.**

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

(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).

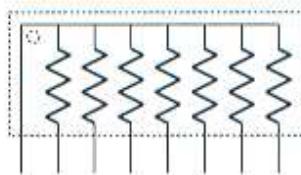


Fig. 4.3 - Pack de resistências

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 contém 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 *poliéster* 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.

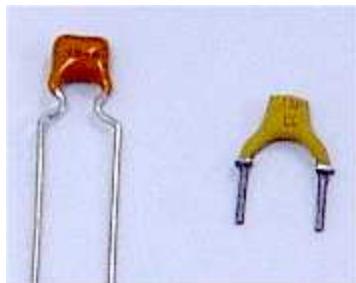


Fig. 4.5 - Condensadores cerâmicos (esquerda 100nF, direita 15pF)

##### Electrolíticos

Apresentam normalmente uma forma cilíndrica, revestida por um encapsulamento plástico, apresentando grandes valores de capacidade ( $> 1 \mu F$ ). 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 Robô. 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.

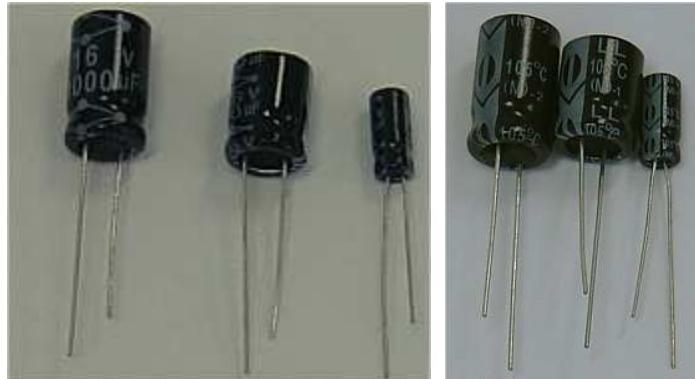


Fig. 4.6 e 4.7 - Condensadores Electrolíticos (esquerda 1000µF/16V, meio 470µF/16V, direita 10µF/25V)

### 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 Robô. 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.

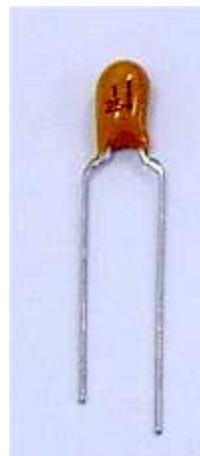


Fig. 4.8 - Condensadores Tantalum 1µF

**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 µF, o valor estar representado no componente. Em alguns casos o µ funciona como ponto decimal podendo um condensador de 4,7 µF ser representado por 4µ7. Para pequenos condensadores os seus valores são representados em picofarads ( $1000000\text{pF}=1\mu\text{F}$ ). Outra maneira de o representar é por exemplo 473, em que o procedimento é igual ao utilizado para as resistências, ou seja,  $47 \times 10^3 \text{pF} = 47000\text{pF} = 0.047\mu\text{F}$ .

#### 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*.

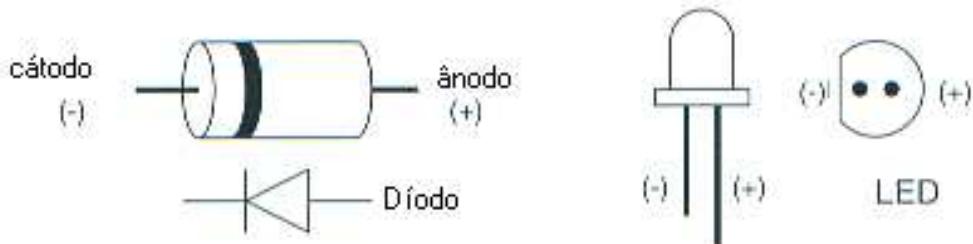


Fig. 4.9 - Polaridade dos díodos e *leds*

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.

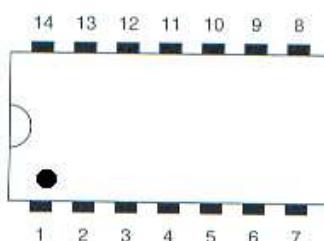


Fig. 4.10 - Formato de um circuito integrado do tipo *DIP*

### 4.3 Construção da Placa do Robô

Nesta secção é explicada a montagem dos pequenos componentes electrónicos na placa de circuito impresso do Robô. 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.

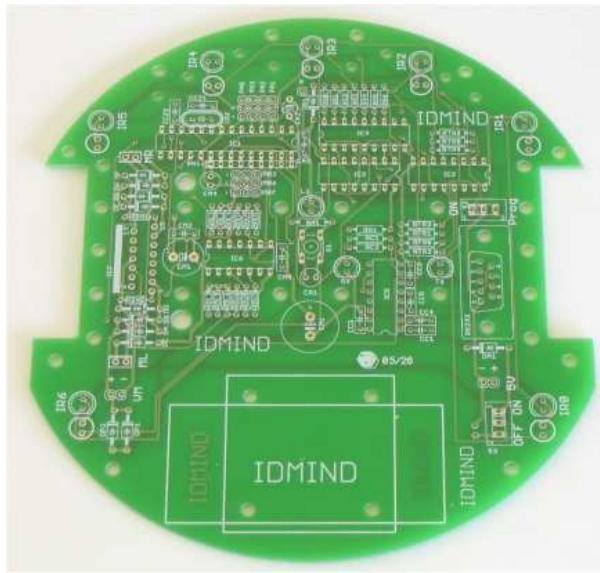


Fig. 4.11 - Placa do Robô (face dos componentes)

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, evitando também curto-circuitos desnecessários.

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

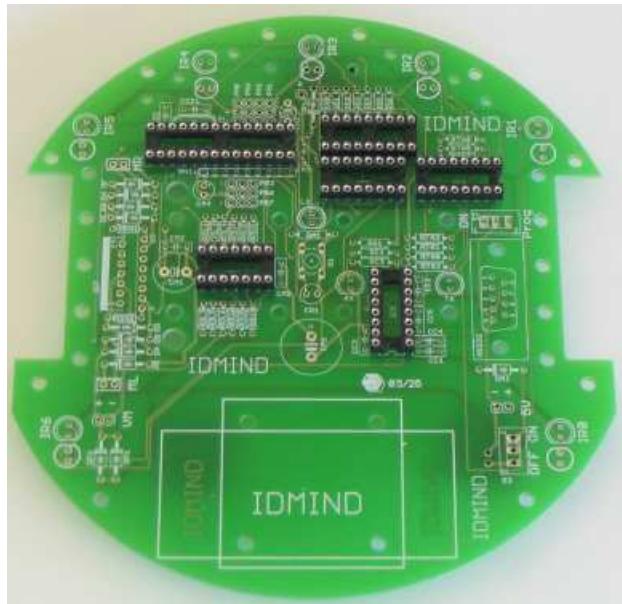
Este Robô contém 5 circuitos integrados. Para cada circuito integrado foi incluído um suporte (*socket*), estes suportes têm a vantagem de serem resistentes ao calor e permitirem montar e desmontar os circuitos integrados, sem grande perigo de os danificar.

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 rectângulo com o símbolo de díodo 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 díodo com a faixa no desenho.

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

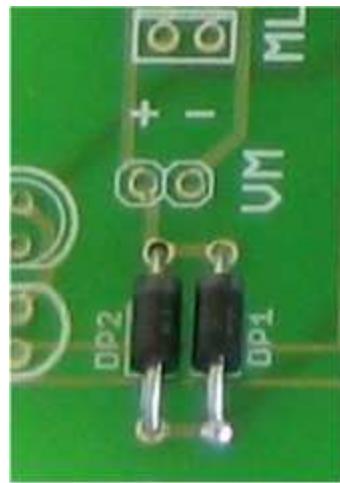


Fig. 4.13 - Montagem dos díodos DP1 e DP2

Solde os díodos em DA1, DR1.

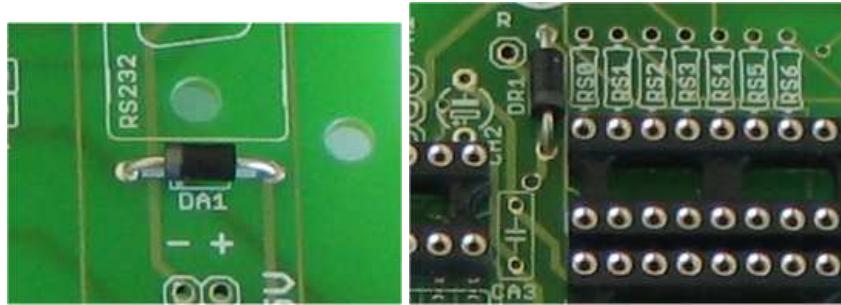


Fig. 4.14 e 4.15 - Montagem dos diodos DA1 e DR1

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

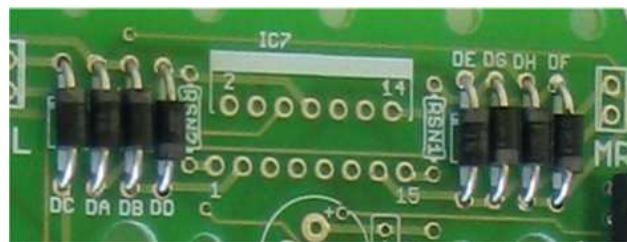


Fig. 4.16 - Montagem dos diodos DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG e DH

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

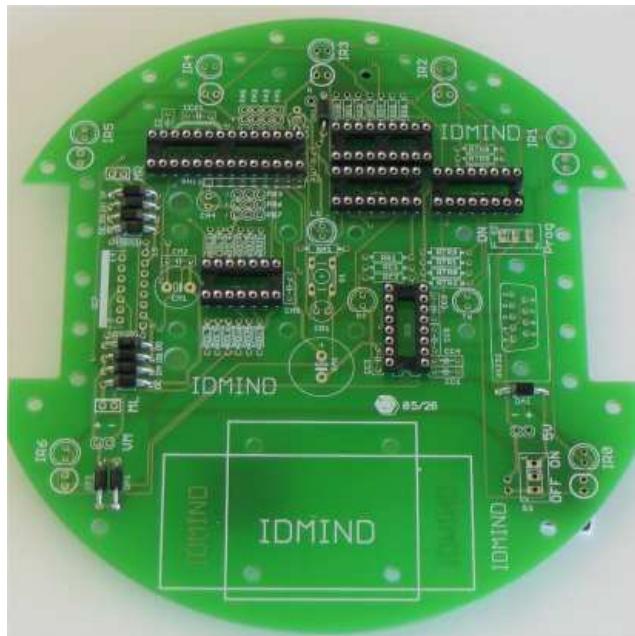


Fig. 4.17 - Montagem dos diodos.

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

Após a montagem dos diodos 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  $10\text{K}\Omega$  (castanho, preto, laranja e ouro), estas resistências deverão 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  $10\text{K}\Omega$ .

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  $3.3\text{K}\Omega$  (laranja, laranja, vermelho e ouro). Esta resistência deve ser soldada no local identificado por RA1.

Identifique as 6 resistências de  $1.5\text{K}\Omega$  (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.

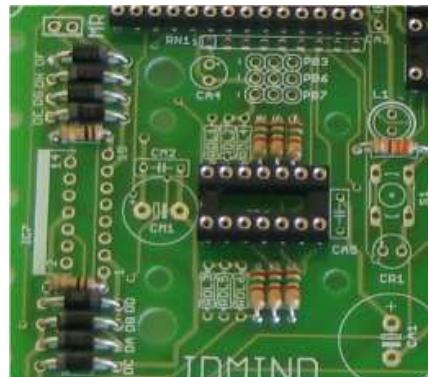
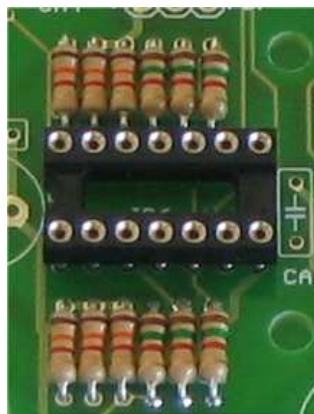
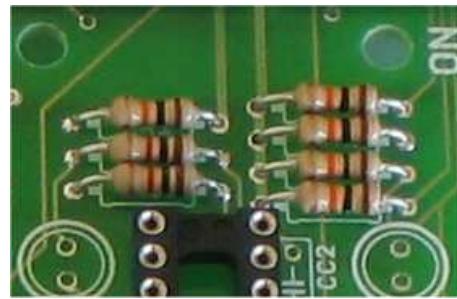


Fig. 4.19 - Montagem das Resistências de  $1\Omega$ ,  $3.3\text{K}\Omega$  e  $1.5\text{K}\Omega$ .

Identifique as 6 resistências de  $1.3\text{K}\Omega$  (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.

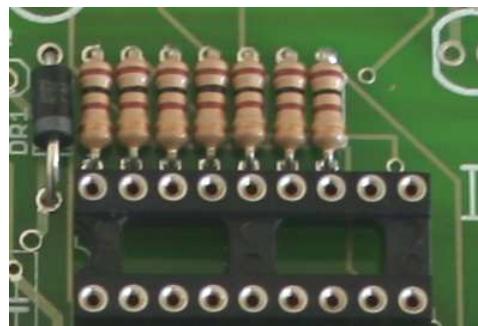
Fig. 4.20 - Montagem das Resistências de  $1.3\text{K}\Omega$ .

Identifique as 2 resistências de  $1\text{K}\Omega$  (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.

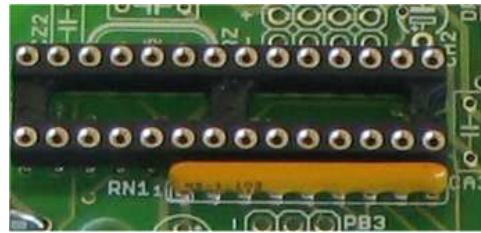
Fig. 4.21 - Montagem das Resistências de  $1\text{K}\Omega$ .

Identifique as 7 resistências de  $100\Omega$  (castanho, preto, castanho e ouro). Estas resistências deverão ser soldadas nos locais identificados por RS0 a RS6.

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

Fig. 4.22 - Montagem das Resistências de  $100\Omega$ .

Finalmente solde o *pack* de resistências de  $10\text{K}\Omega$  na placa. Não se esqueça de identificar o pino 1 na placa, que é representado por um quadrado e se encontra 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  $10\text{K}\Omega$ .

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

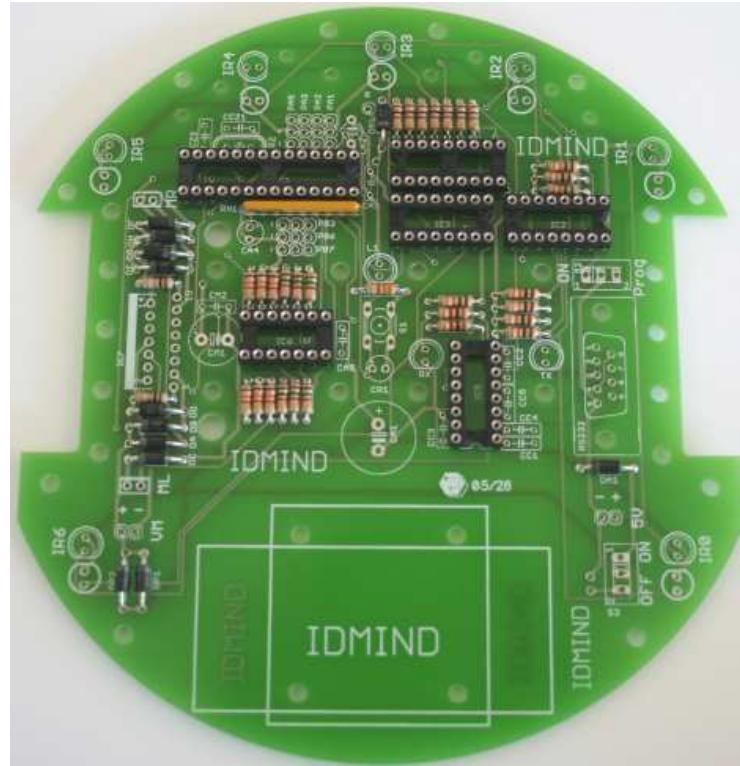


Fig. 4.24 - Montagem das Resistências na Placa.

#### 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 os terminais dos leds, sendo o terminal positivo o mais longo e o negativo 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  $100\text{nF}$  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.

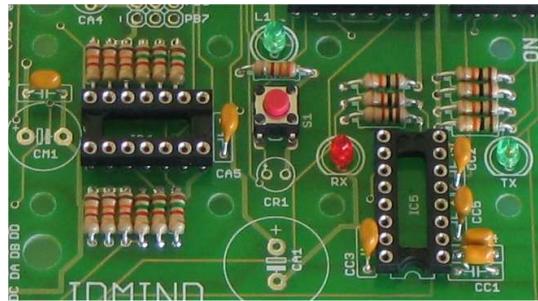


Fig. 4.25 - Montagem dos condensadores, leds e botão de Pressão.

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.

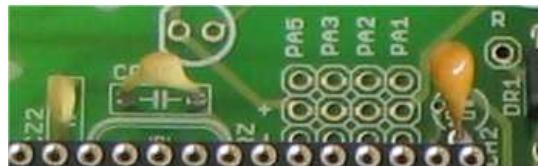


Fig. 4.26 - Montagem dos condensadores de 15pF e tantalum.

#### 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, que deverá cortar 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

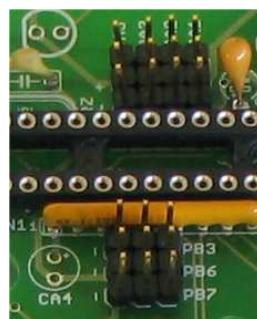


Fig. 4.27 - Montagem dos pinos de Ligação.

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.

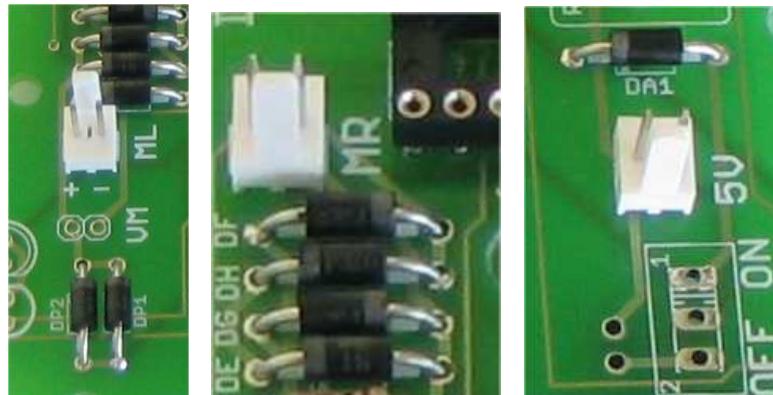


Fig. 4.28, 4.29, 4.30 - Montagem dos terminais em ML, MR e 5V

#### 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, soldando 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 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.

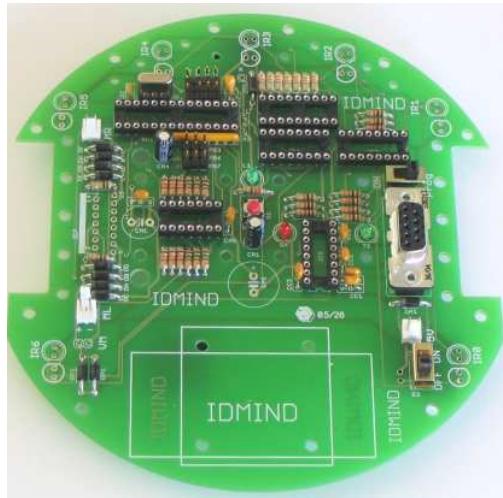


Fig. 4.31 - Montagem dos Interruptores, Cristal de 4MHz, Condensadores de 10 $\mu$ F/25V e Terminal Série

#### 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.

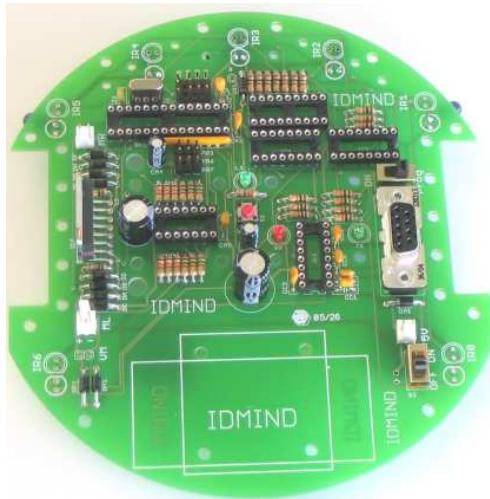
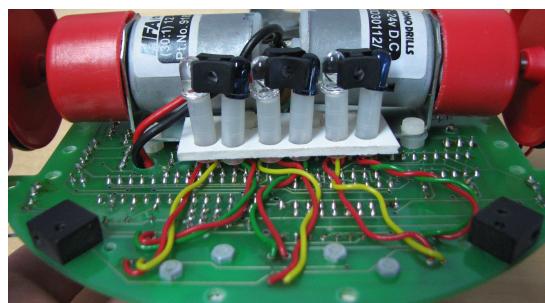


Fig. 4.32 - Montagem dos Condensadores de 1000 $\mu$ F e 470 $\mu$ F e Andar de Potência

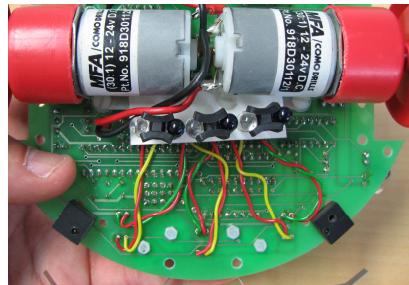
#### 4.3.8 Montagem dos Sensores de Infravermelhos na placa.

A próxima montagem aqui apresentada é uma de várias hipóteses de montagem dos sensores. Neste caso optou-se por montar 3 pares de emissores/receptores de infravermelhos para a detecção de linha e 4 pares de sensores de infravermelhos para a detecção de obstáculos.

As figuras 4.33 e 4.34 mostram como devem ser montados os 3 pares de sensores de infravermelhos (na figura, da direita para a esquerda, por esta ordem, alternar receptor e emissor). Deverá utilizar a placa de pvc rectangular fornecida, e efectuar a sua montagem de acordo com as figuras. São também fornecidos fios de 3 cores diferentes - 6 vermelhos, 3 amarelos e 3 verdes. Os vermelhos são utilizados para cada um dos sensores, os verdes são utilizados nos receptores de infravermelhos (leds azuis) e os amarelos para os emissores de infravermelhos (leds transparentes). Estes fios deverão ser soldados na placa nos locais identificados como IR2, IR3 e IR4 e respeitando a ordem das cores dos fios. A sua montagem deverá ser efectuada exactamente como se mostra nas figuras 4.33 e 4.34.



4.33 - Montagem dos 3 pares de sensores de infravermelhos



4.34 - Montagem dos 3 pares de sensores de infravermelhos

Como é possível verificar na Figura 4.34 os sensores devem ser montados de maneira a ser possível detectar uma linha por baixo do Robô. 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. Os sensores de detecção de linha devem ser utilizados para detectar a variação de cor no chão, e para tal devem ser aproximados a este. São utilizados espaçadores para este efeito. Identificar na placa qual o pino positivo e qual o negativo. O negativo corresponde ao lado plano do símbolo. 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. Fazer o mesmo procedimento para os emissores de infravermelhos.

#### 4.3.9 Montagem dos Sensores de detecção de proximidade.

Tal como foi referido na secção anterior, o Robô vai utilizar 4 sensores de infravermelhos para detectar lateralmente obstáculos.

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



4.35- Montagem dos sensores de chão

Os sensores devem ser montados para detectar obstáculos que se encontram lateralmente ao Robô, por isso será necessário fazer um ângulo de 90 graus nos pinos de forma a estes ficarem horizontais.

Deverá ter em atenção a polaridade dos emissores e receptores. Solde só um dos pinos e verifique que o “Led” fica paralelo à placa. Solde finalmente os outros pinos.

#### 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.

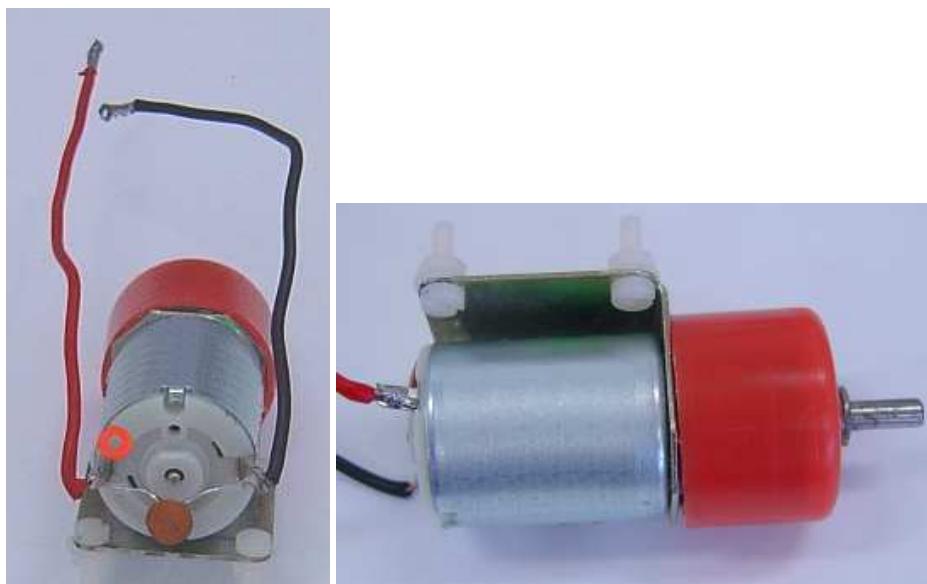


4.36- Montagem do suporte de Pilhas

#### 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 Robô tiver os motores e as rodas montadas a placa fique horizontal.

A roda livre está montada na placa na zona traseira do robô. Ajuste a porca e parafuso para que o suporte da roda não se move. 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 4.39. 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-as nos veios metálicos dos motores do Robô.

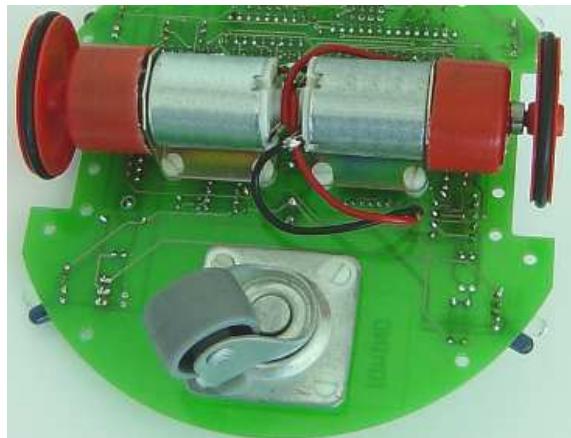


Fig. 4.40- Montagem dos motor e roda livre

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 Robô. O terminal correspondente ao motor da esquerda deve ser encaixado em **ML** e o motor da direita deverá ficar encaixado em **MR**. Ver figura 4.41

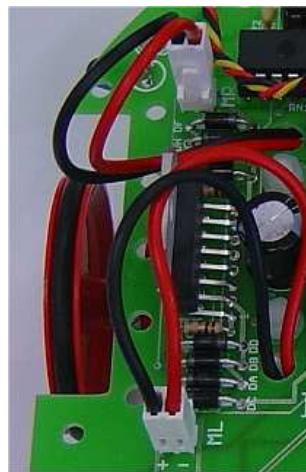


Fig. 4.41- Encaixe dos terminais dos motores

#### 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 Montagem dos sensores de contacto na estrutura do Robô.

Nesta secção demonstra-se como se podem montar os dois sensores de contacto no Robô.

Foram incluídos na placa furos para este fim. A figura 4.43 mostra a localização desses furos na placa.

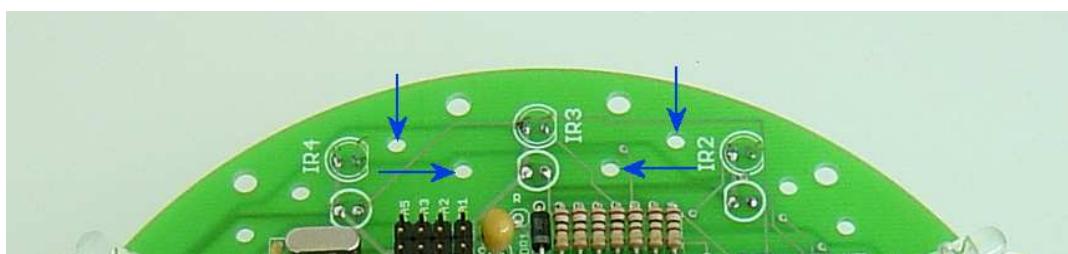


Fig. 4.43 - Local de fixação dos sensores de contacto.

A Figura 4.44 mostra como devem ser montados os sensores de contacto. Para montar deverá utilizar os 4 parafusos e porcas fornecidos. Aplique o parafuso no lado de cima das placas e a porca no lado de baixo. Ver Figura 4.45.

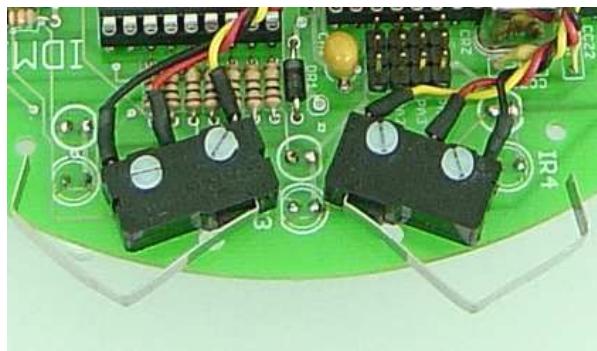


Fig. 4.44 - Montagem dos sensores de contacto.

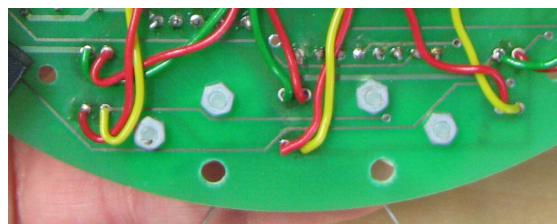


Fig. 4.45 - Vista inferior da montagem dos sensores de contacto.

Deverá agora ligar os terminais dos sensores de contacto no Robô. 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 do suporte da Bússola Electrónica

Utilize o suporte quadrado em pvc e os espaçadores octogonais para suporte da bússola electrónica. Efectue a sua montagem de acordo com a figura 4.47. O terminal da bússola deverá ser ligado à placa no local identificado como PA1.



Fig. 4.47 - Montagem do suporte da bússola eletrónica

#### 4.3.17 Final da montagem

No final da montagem o Robô ficará com o aspecto apresentado na figura 4.48.

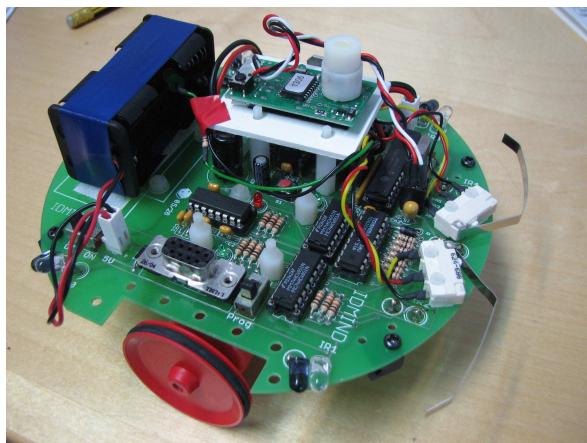


Fig. 4.48 - Montagem final

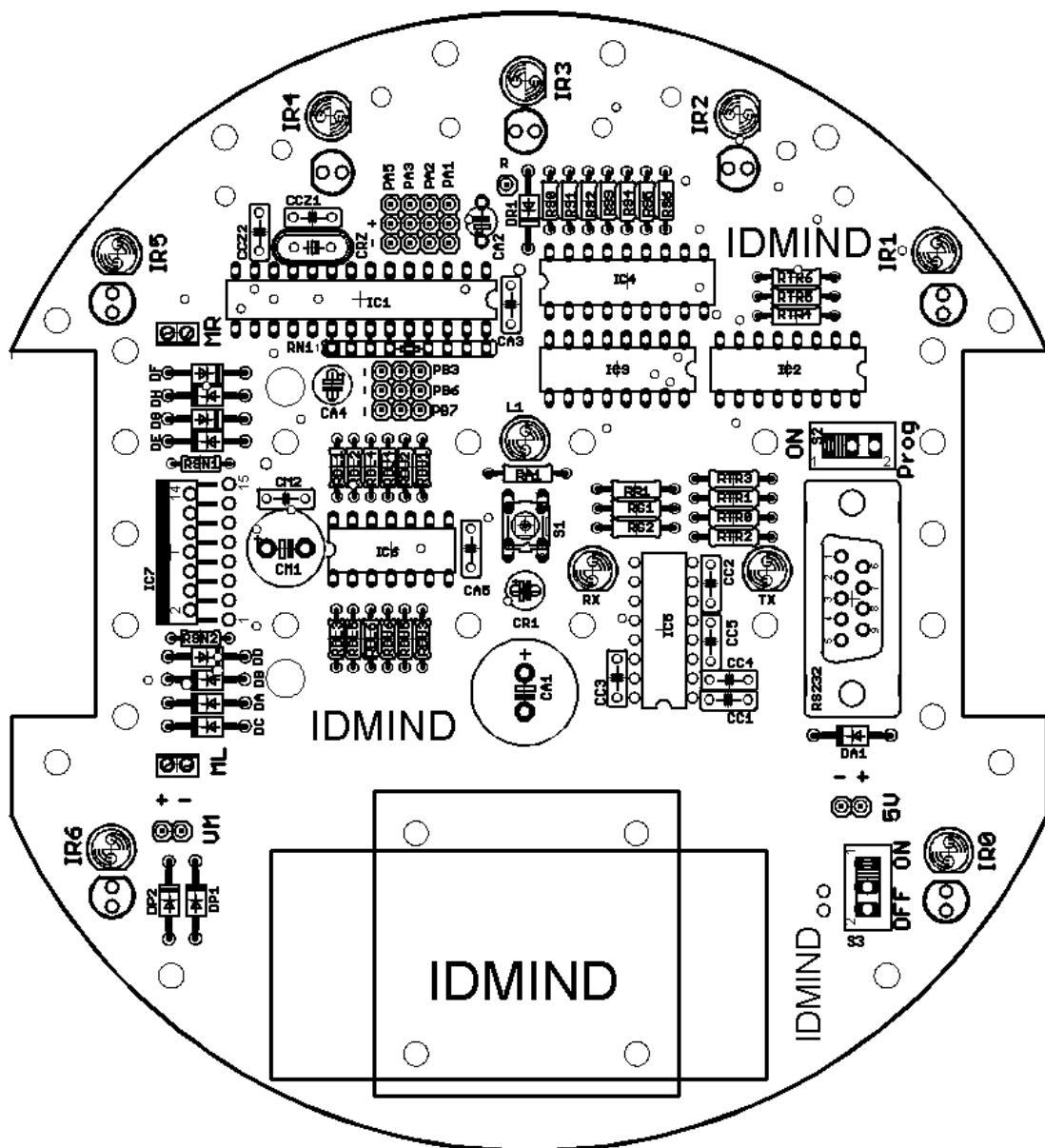
## 4.4 Esquemas e componentes

### 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 Electrolítico 1000µF/16V
CM1	Condensador Electrolítico 470µF/16V
CR1, CA4	Condensador Electrolítico 10µF/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 1µF
RSN1 e RSN2	Resistência 1Ω
RS0 a RS6	Resistência 100Ω
RC1 e RC2	Resistência 1KΩ
RDL1 a RDL6	Resistência 1.3KΩ
RDU1 a RDU6	Resistência 1.5KΩ
RA1	Resistência 3.3KΩ
RR1	Resistência 10KΩ
RTR0 a RTR6	Resistência 10KΩ
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

	<b>metálicos</b>
PB3, PB6 e PB7	Terminais metálicos 3 pinos macho e fêmea
PA1 a PA3 e PA5	Terminais metálicos 3 pinos macho e fêmea
TR0 a TR6	Receptor de Infravermelhos e espaçadores
IR1 a IR5	Emissor de infravermelhos e espaçadores
	1 suporte de 4 pilhas AA
	2 Sensores de Contacto
	4 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



#### 4.4.3 Esquema de ligações

