

Proposta de Projeto para Eletrónica 4

André Gradim, Pedro Martins

February 20, 2018

1 Introdução

Este documento pretende descrever de forma sucinta, mas completa, uma proposta de um projeto para a unidade curricular de Eletrónica IV. Neste documento será descrita a proposta do projeto, incluindo o seu objetivo, funcionalidades previstas e uma breve descrição da sua implementação. Será ainda indicada uma lista dos materiais necessários e discutido o enquadramento do projeto com os conteúdos programáticos de Eletrónica IV.

2 Descrição sumária do projeto

O projeto a desenvolver consiste num robô com tração às 2 rodas e com um *ball caster*¹ como terceiro ponto de apoio. Este robô terá como principal objetivo a capacidade de se deslocar em 2 dimensões num ambiente controlado, sem embater em nenhum obstáculo.

2.1 Funcionalidades

O robô deverá possuir as seguintes funcionalidades:

- Deslocar-se segundo um dos seus eixos coordenados;
- Rodar em torno do seu centro geométrico²;
- Detetar e evitar obstáculos;
- Monitorizar e atuar caso os motores entrem em *stall*;
- Comunicação com o computador, usando uma interface por linha série.

¹Um *ball caster* é uma estrutura de apoio constituída por uma bola esférica de baixo atrito que serve de ponto de apoio e permite a locomoção do robô em qualquer direção

²A rotação segundo o centro geométrico do robô poderá não ser exata, devendo ser considerada uma rotação aproximada em torno do seu centro geométrico.

3 Implementação

3.1 Estrutura Mecânica

A estrutura mecânica, a ser construída, terá a forma circular e permitirá suportar toda a estrutura de locomoção, as baterias, os vários sensores e o sistema do robô (microcontrolador + circuitos eletrônicos envolventes).

Na figura 1 é apresentado um esboço da estrutura mecânica do robô, sendo também identificadas as várias zonas funcionais do mesmo (rodas, sistema, sensores e baterias), bem como o seu posicionamento relativo³.

Como mostra a figura, na lateral do robô serão colocadas as duas rodas e na sua traseira um *ball caster*. As duas rodas serão movimentadas usando motores DC com *encoders*. Estes motores serão responsáveis pela locomoção, enquanto o *ball caster* servirá como ponto extra de apoio.

A estrutura terá no máximo as dimensões de $30cm \times 30cm \times 30cm$

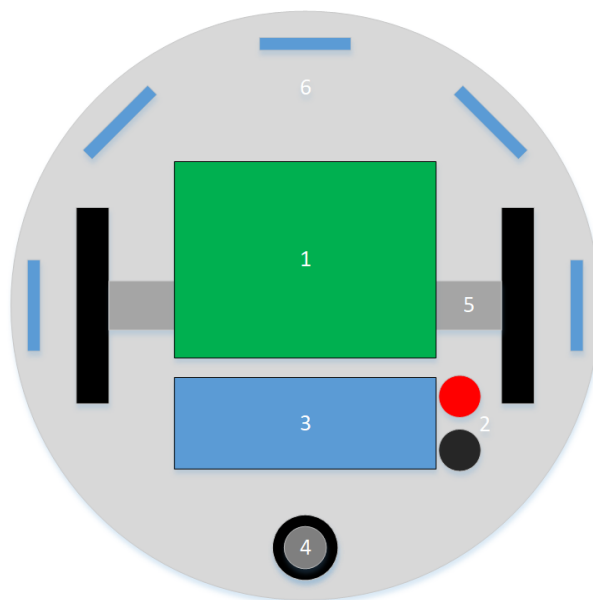


Figure 1: Divisão estrutural dos vários componentes do robô, vista de cima.

Na figura 1, os números representam as seguintes entidades funcionais.

1. Espaço dedicado à implementação do sistema (microcontrolador + circuitos eletrônicos envolventes);
2. Botões de *start* e *stop*, usados para controlar o funcionamento do robô;
3. Bateria;
4. O *ball caster*;
5. Rodas e o seu sistema de fixação ;
6. Os 5 sensores de obstáculos que usam tecnologia *time of flight*.

³Esta imagem deve ser analisada considerando que representa apenas um esboço da estrutura do robô, com o intuito de facilitar a visualização dos assuntos descritos no texto. A imagem não deve ser entendida como uma versão preliminar da estrutura, mas apenas como uma “ideia” do que poderá vir a ser.

3.2 Visão global do funcionamento do sistema

O diagrama de instrumentação de nível 0 é apresentado na imagem 2.

O funcionamento do robô pode ser descrito, de forma sucinta, da seguinte forma: primeiro, o robô recebe comandos do utilizador, tais como, distância a percorrer, velocidade, direção e sentido do movimento, e posteriormente à sua interpretação, irá atuar nos motores para realizar a ação especificada.

Além disso, ao longo de todo o processo, irá proporcionar *feedback* do estado da sua operação de forma luminosa (LEDs) e por mensagem para o utilizador, usando a interface pc-microcontrolador.

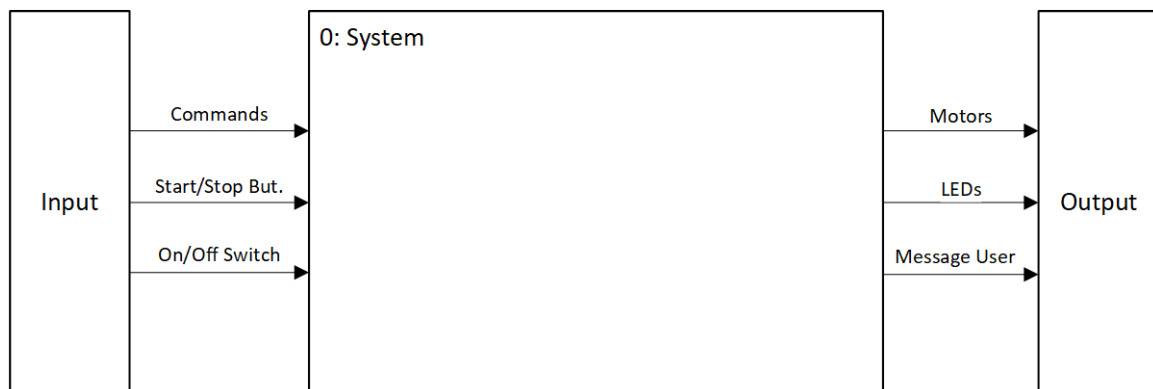


Figure 2: Diagrama de blocos de nível 0

3.3 Instrumentação

O diagrama de blocos de nível 1 pode ser consultado na imagem 3. Neste diagrama são identificados os sensores previstos para este projeto e os atuadores. Os sensores a usar são:

- Sensores de Obstáculos
- Giroscópio/Acelerômetro
- Monitorização do consumo de corrente dos motores
- Encoders

e os atuadores serão apenas os motores.

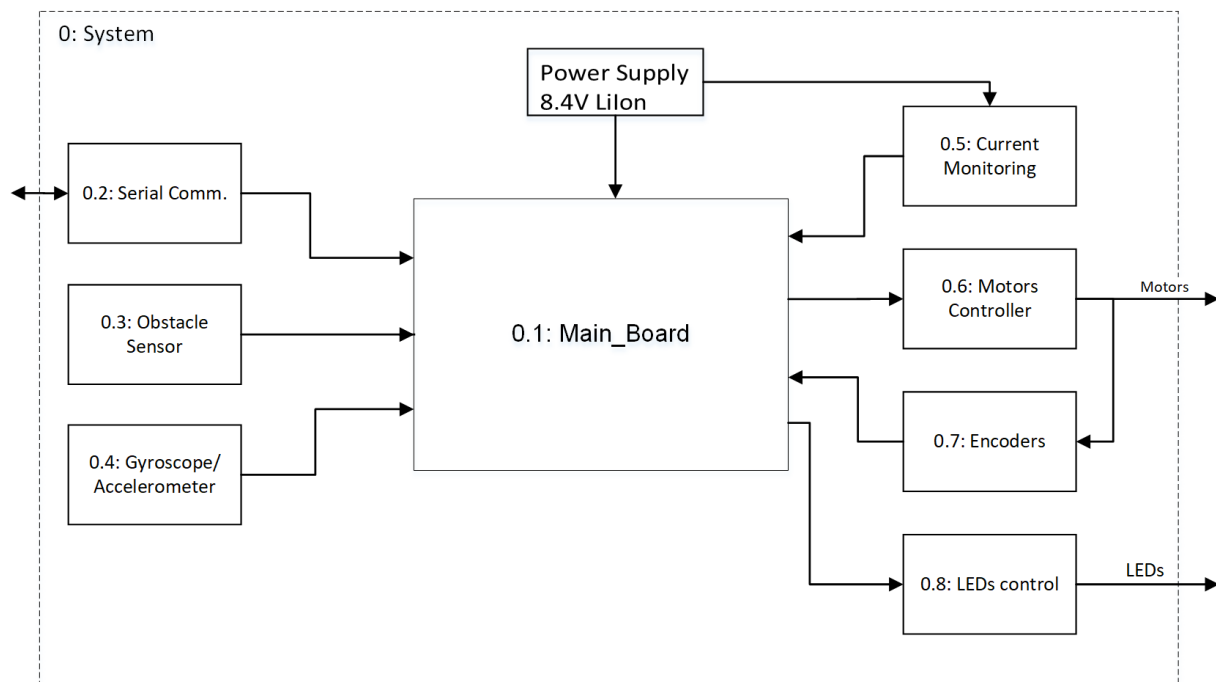


Figure 3: Diagrama de blocos de nível 1

3.3.1 Sensor de obstáculos

Os sensores de obstáculos serão colocados estrategicamente na superfície lateral do robô para permitir uma detecção eficiente de obstáculos e a navegação num ambiente 2D controlado e adequado às dimensões físicas do robô. A cadeia de instrumentação deste sensor pode ser consultada na figura 4. Nesta cadeia o sensor de obstáculos comunicará com microcontrolador usando um mecanismo de pedido/envio de dados, através do protocolo I2C, sendo esses dados posteriormente tratados por *software*, de modo a efetuar a transdução para uma distância.

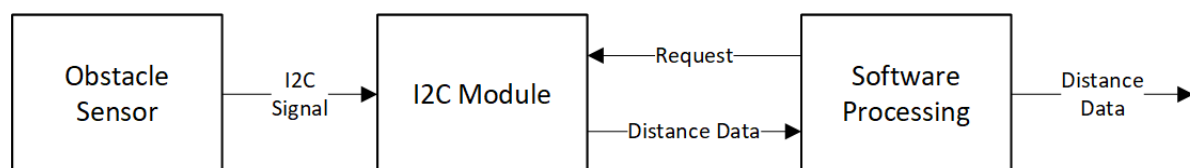


Figure 4: Cadeia de instrumentação prevista para o sensor de obstáculos

3.3.2 Giroscópio/Acelerômetro

Apesar de não representado no esboço estrutural do robô (figura 1), será utilizado um giroscópio/acelerômetro. Este sensor será integrado num módulo que se pretende que seja capaz de indicar a orientação do robô relativamente à orientação inicial, fornecendo informação que será usada para auxiliar a locomoção do robô.

A cadeia de instrumentação, representada na figura 5, evidencia o protocolo de comunicação, I2C, a ser usado com o sensor, sendo os dados posteriormente tratados em *software*.

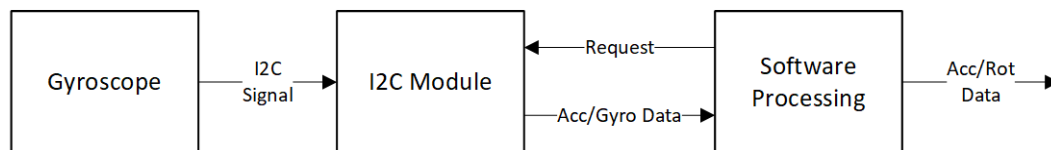


Figure 5: Cadeia de instrumentação prevista para o giroscópio/acelerômetro

3.3.3 Monitorização da corrente nos motores

Este sensor tem como funcionalidade garantir que a corrente nos motores, devido a fenómenos de *stall*, não ultrapassa valores considerados seguros, evitando a possível destruição dos motores. A cadeia de instrumentação é representada na figura 6.

O sinal elétrico que contém a informação da corrente é de reduzida excursão (no máximo algumas dezenas de milivolt), sendo necessário acondicionar de forma adequada, como demonstrado na imagem, para poder extrair informação relevante.

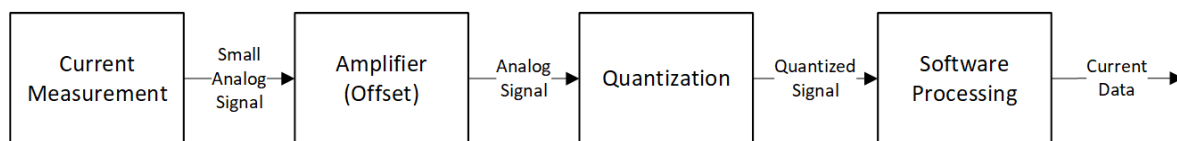


Figure 6: Cadeia de instrumentação prevista para o giroscópio/acelerômetro

3.4 Breve descrição do algoritmo de controlo

O controlo dos motores será realizado partindo da conjugação dos dados dos encoders com os dados do giroscópio/acelerômetro.

Os dados dos encoders serão introduzidos no algoritmo de controlo, como mostra a cadeia de instrumentação da figura 7. Este algoritmo terá a capacidade de controlar a locomoção do robô, fazendo as correções necessárias para que os motores rodem às velocidades especificadas pelo operador.

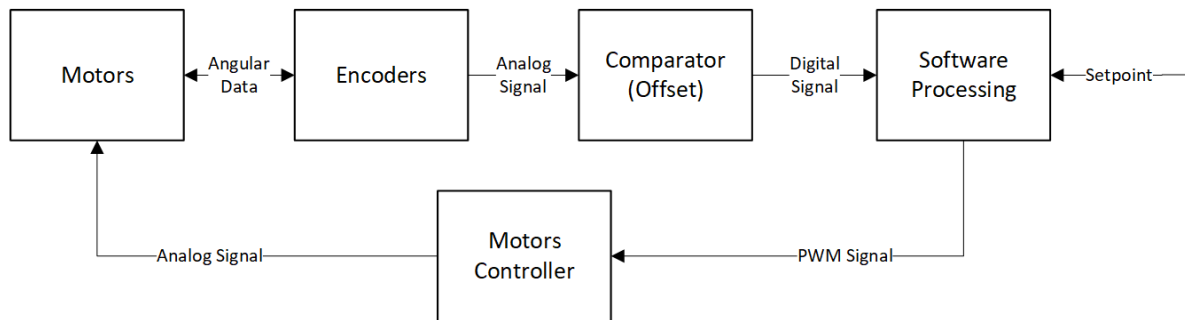


Figure 7: Cadeia de Instrumentação Motores/Encoders

A utilização do giroscópio/acelerômetro permitirá uma localização mais precisa e possivelmente a correção de erros derivados da estrutura mecânica (rotação sobre o centro geométrico, *drift* devido ao desalinhamento das rodas, etc.) que a utilização de encoders, por si só, não permitiria resolver. Estes dados serão também fornecidos ao algoritmo de controlo, melhorando a resposta do controlador.

4 Material necessário

Nesta fase preliminar, prevemos que seja necessário, para além de componentes passivos/ativos presentes no DETI:

- Microcontrolador: PIC32MX
- Motores
- *Ball caster*
- Rodas
- *H-bridges*
- *Encoders*
- Giroscópio/Acelerômetro (p.e., MPU6050)
- Sensor de obstáculos (p.e., VL53L0X TOF Distance sensor)
- Bateria (p.e., Li-Ion cell - 16850)
- Suporte bateria
- Regulador de Tensão
- Adaptador USB-Serial
- LEDs SMD
- Botões

5 Enquadramento com os objetivos de E4

Uma vez que o principal foco da unidade curricular de Eletrónica IV é o estudo da metrologia e a transdução de outras grandezas em grandezas elétricas, o trabalho proposto apresenta várias cadeias de instrumentação, permitindo o projeto de circuitos de aquisição e acondicionamento de sinal. No projeto descrito, serão também

exploradas as necessidades da conversão de sinal, para se obter grandezas em escalas úteis, como é o caso dos dados do giroscópio/acelerómetro, e serão também aplicados métodos para reduzir o efeito de perturbações no sistema, como, por exemplo, na medição da corrente consumida pelos motores.

Apesar do principal foco do projeto ser o controlo do movimento do robô, de modo a este ser capaz de se deslocar de forma precisa num ambiente controlado, o algoritmo de controlo a desenvolver só poderá ser eficaz se os seus sinais de entrada forem devidamente obtidos, obrigando assim a um trabalho metódico em metrologia.

Pelas razões apresentadas acima, consideramos que o trabalho proposto neste documento enquadra-se nos objetivos da unidade curricular.