

5 Sistema Experimental

O transportador robótico aproveitou a estrutura e motores de um robô móvel pré-existente no Laboratório de Robótica, vide Figura 40. Foram aproveitados principalmente a estrutura de alumínio, os motores de corrente contínua da locomoção, os pneus de borracha preenchidos com poliuretano, e as placas eletrônicas de potência controladoras de velocidade.



Figura 40: Robô original de onde foram aproveitadas a base da estrutura de alumínio, motores, rodas e eletrônica de potência.

Foi construída uma haste para fixação de um guidão, utilizando perfis de alumínio de perfil 45x45 mm da marca *Bosch Rexroth*. Incluiu-se uma junta giratória para poder ajustar a distância entre o guidão e o corpo da usuário. Também houve a inclusão da capacidade de mudar a altura da haste de acordo com o conforto do usuário, vide Figura 41.

Para poder enviar o sinal de mudança de direção, foi utilizado um potenciômetro deslizante, vide Figura 42, que, junto a um trilho instalado dentro do perfil de alumínio, é empurrado ou puxado usuário que o está dirigindo. O benefício de utilizar um potenciômetro deslizante é o de se obter diretamente um sinal elétrico analógico de tensão para o controle de direção, neste caso só foi utilizado um ganho proporcional dispensando o uso de algum filtro para evitar atraso na resposta.

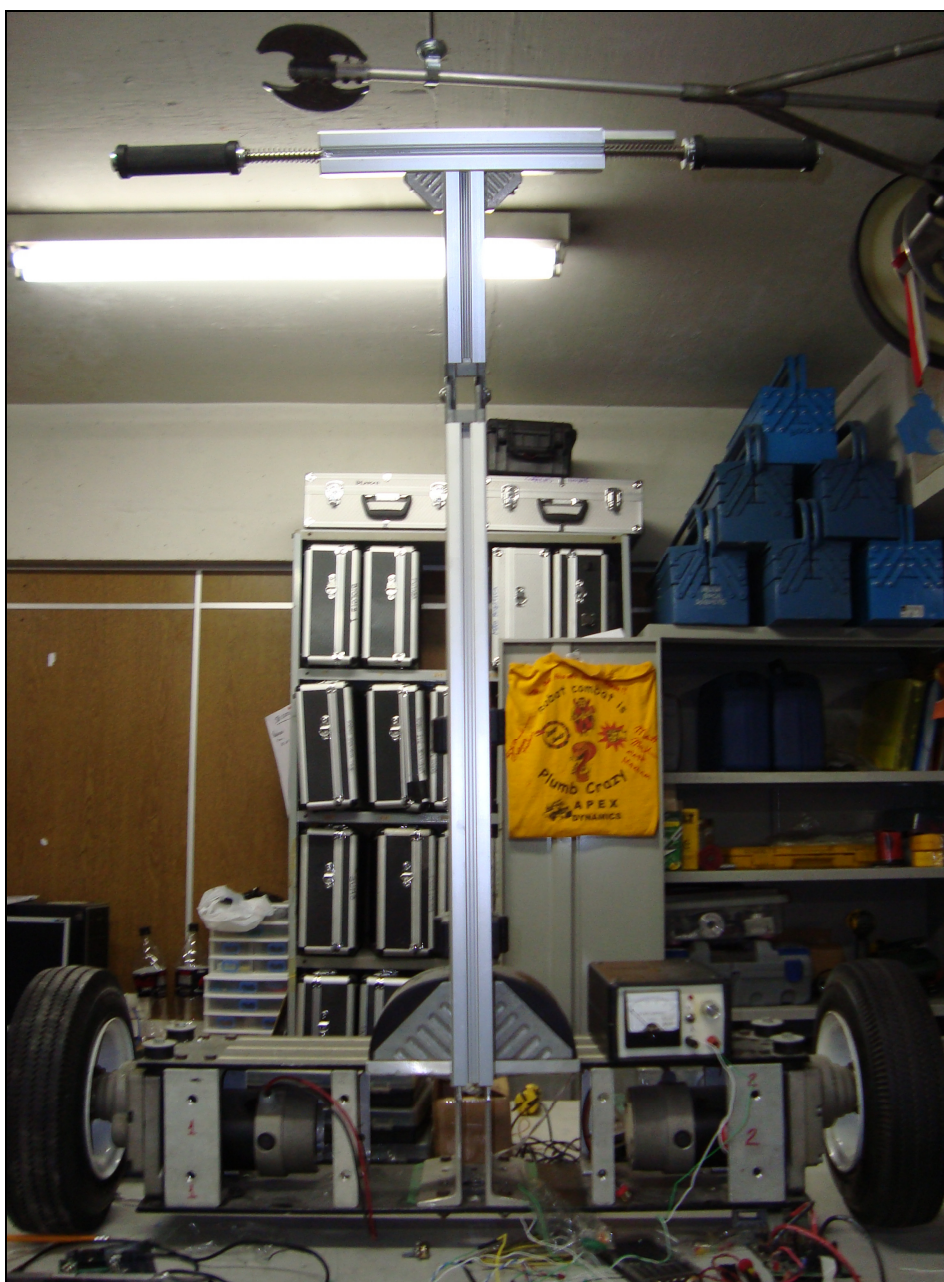


Figura 41: Montagem da haste para o TPRE.

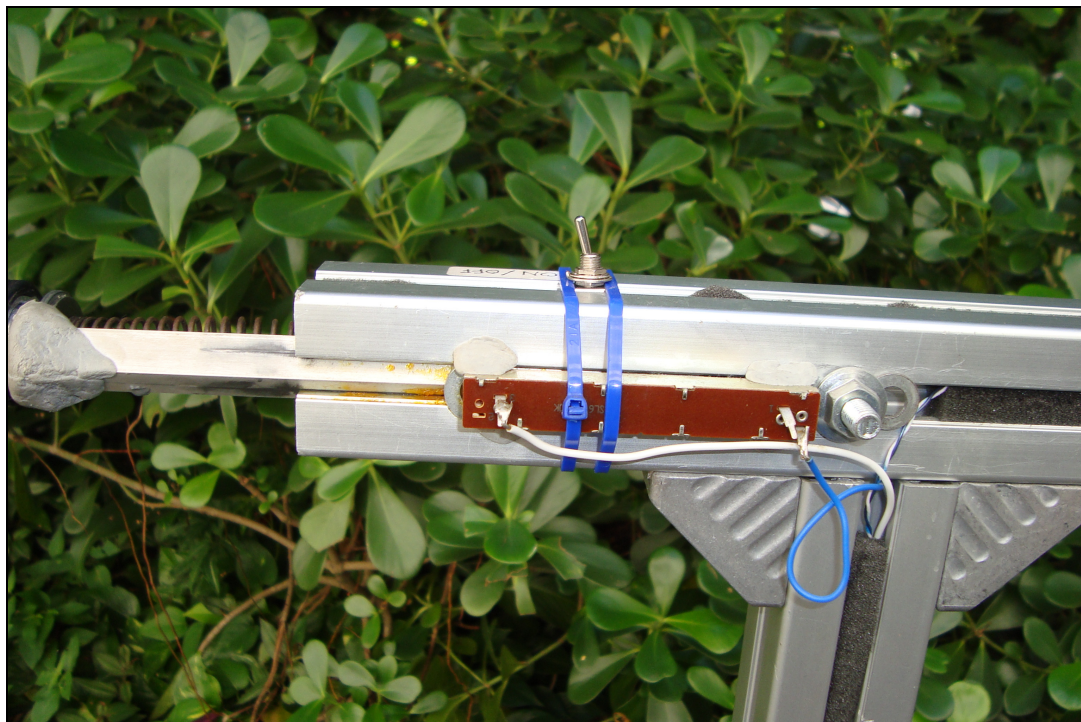


Figura 42: Potenciômetro deslizante utilizado para enviar um sinal elétrico contínuo para o controlador.

Na Figura 43 se pode observar a placa controladora de velocidade dos motores, denominada OSMC3-2. Este circuito é a interface entre um microcontrolador e os componentes de potência (os motores). Antes de sua utilização, foi estudado todo o seu funcionamento, de modo a se gerarem os sinais adequados para a correta movimentação do TPRE. O componente principal desta placa controladora de velocidade é o *driver* HIP4081A, fabricado pela empresa Intersil [23]. É um circuito integrado para o completo acionamento de uma ponte H, com a capacidade de suportar uma variedade de tensões de alimentação (12 a 80V), que gera os sinais necessários ao funcionamento do MOSFETS. O CI HIP4081A possui quatro entradas, que correspondem às saídas para cada mosfet (ou grupo de mosfets) da ponte H. A fonte de sinal deve prover os sinais PWM e as entradas do circuito integrado para efetuar o controle do sistema.

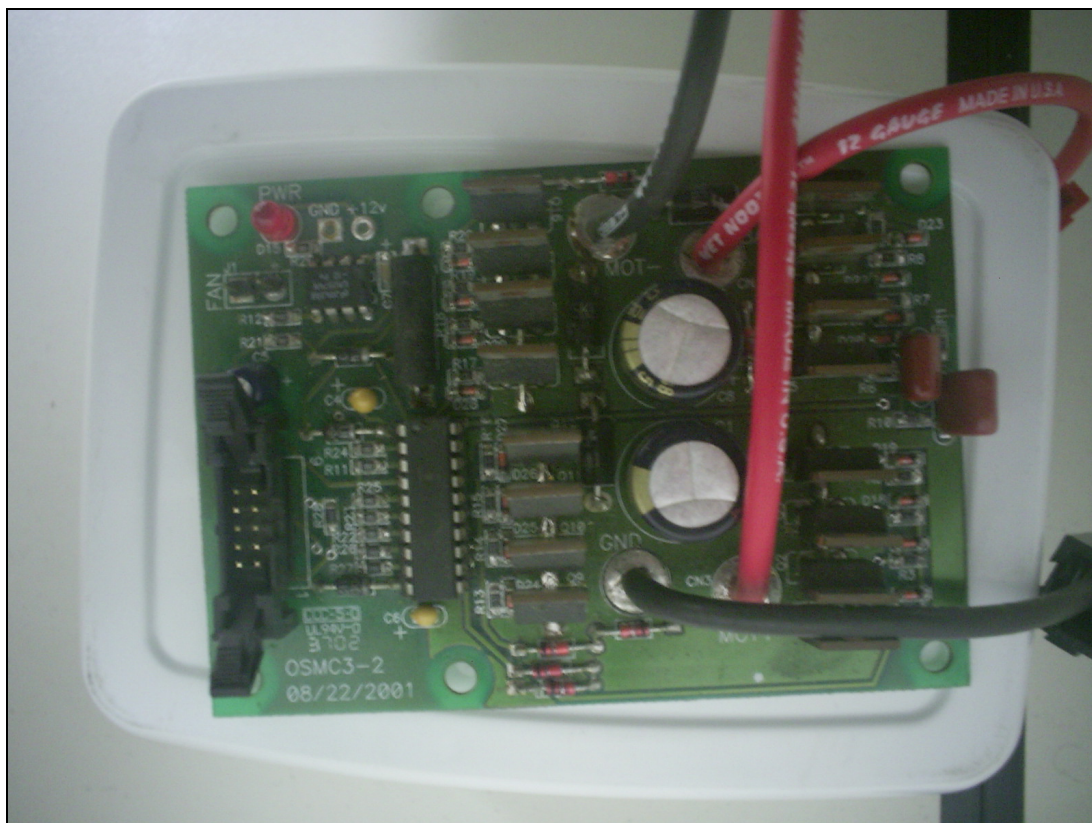


Figura 43: Placa controladora de velocidade dos motores utilizados no TPRE.

Na Figura 44 se podem observar as localizações dos componentes já comentados anteriormente, além das molas do guidão, utilizadas para assegurar um bom desempenho na manobra de mudança de direção. Também se pode observar a placa de interface entre a placa controladora de velocidade e o controlador. Nesta placa se reduz o numero de saídas necessárias desde o controlador até a placa controladora de velocidade.

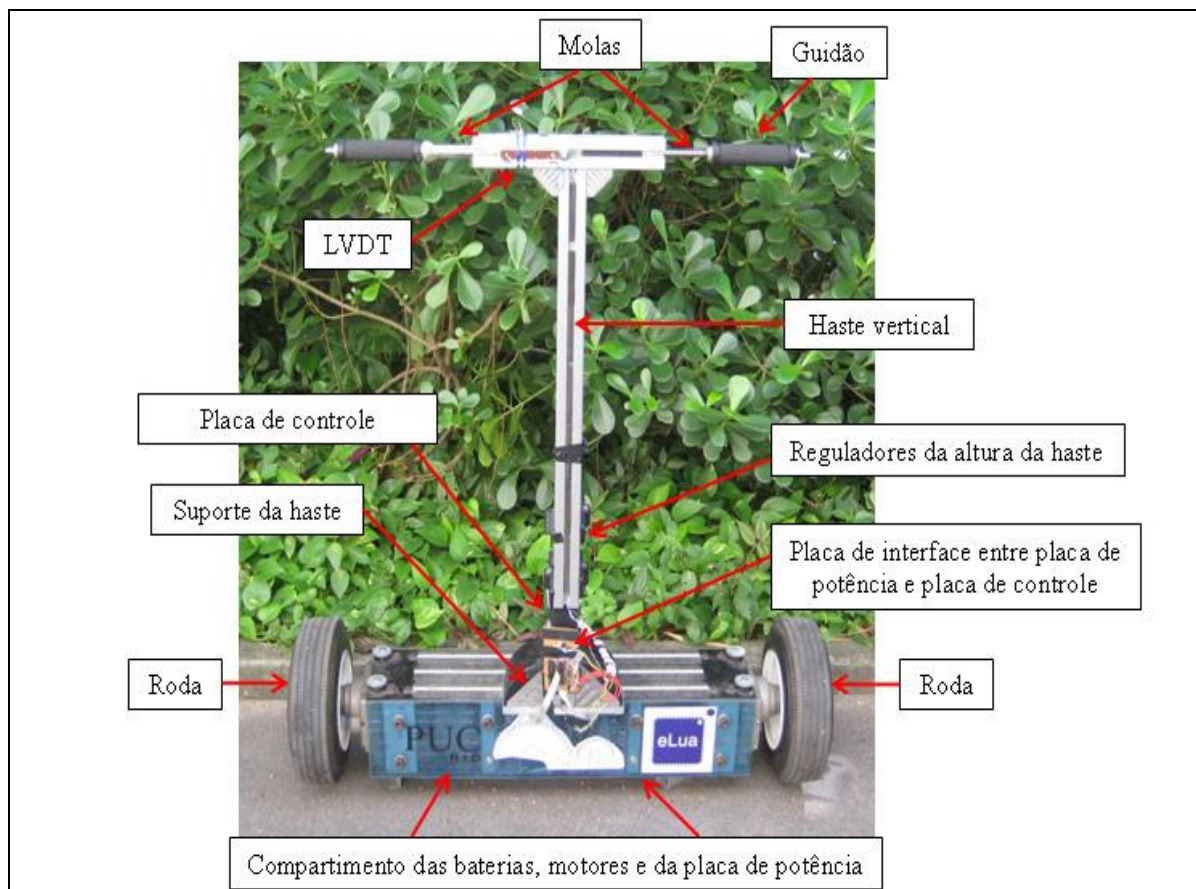


Figura 44: Descrição da localização dos componentes no TPRE desenvolvido.

5.1 Sensores

Os sensores utilizados foram um acelerômetro para medir a inclinação do TPRE e um girômetro para medir a velocidade de variação da inclinação, vide Figura 45. Ambas foram montadas em uma placa nas direções de acordo com os eixos utilizados, e instaladas na linha do eixo que une as duas rodas, de forma a se obter uma maior precisão na leitura dos dados dos sensores.

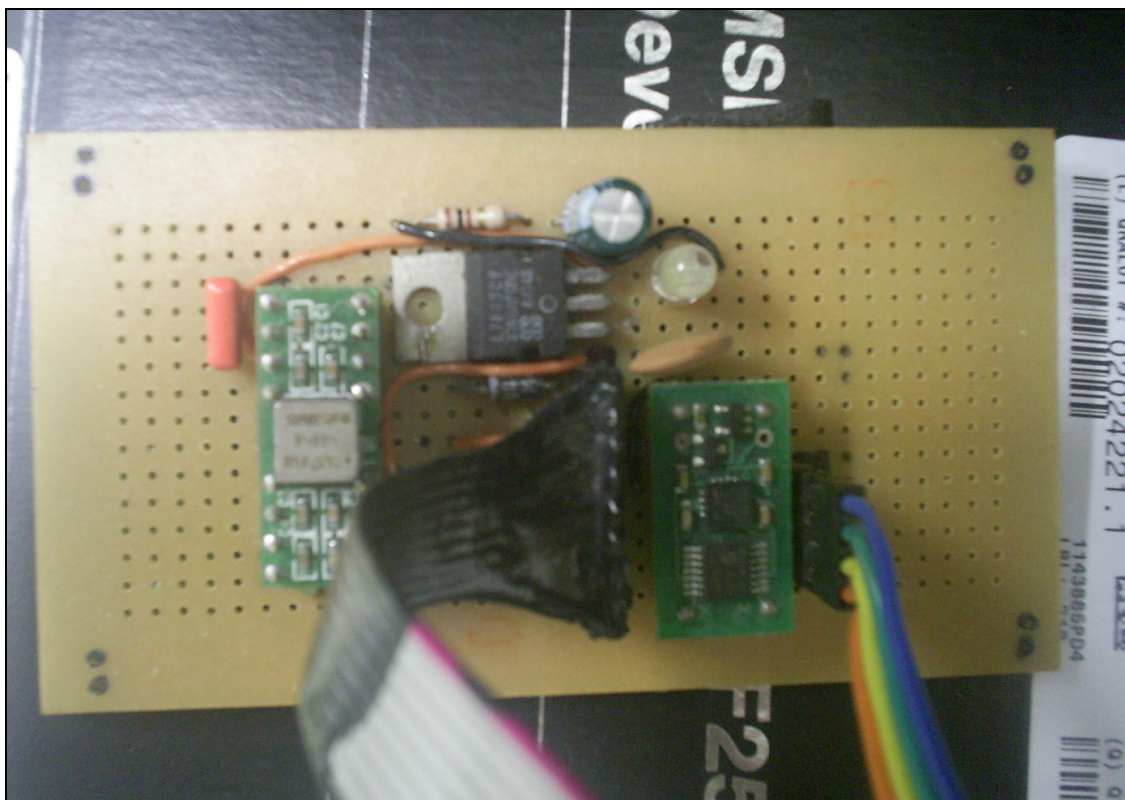


Figura 45: Placa onde foram montados os sensores. No lado esquerdo aparece o girômetro, e no lado direito o acelerômetro.

5.1.1 Acelerômetro

O acelerômetro utilizado o ACCM3D (Figura 46), um acelerômetro de três eixos. Nesta aplicação, porém, foi utilizado apenas um eixo, de saída analógica, formato DIP e com tensão de operação de 2,0V até 15,0V.

Para a medição do ângulo de inclinação utiliza-se o valor de saída com relação a aceleração de gravidade, ou seja, quando um dos eixos coincide com a vertical então o valor de leitura é máxima, quando o mesmo eixo estiver perpendicular então o valor de saída é o mínimo. Multiplicando pela uma constante consegue-se ter uma relação do valor em graus da inclinação.

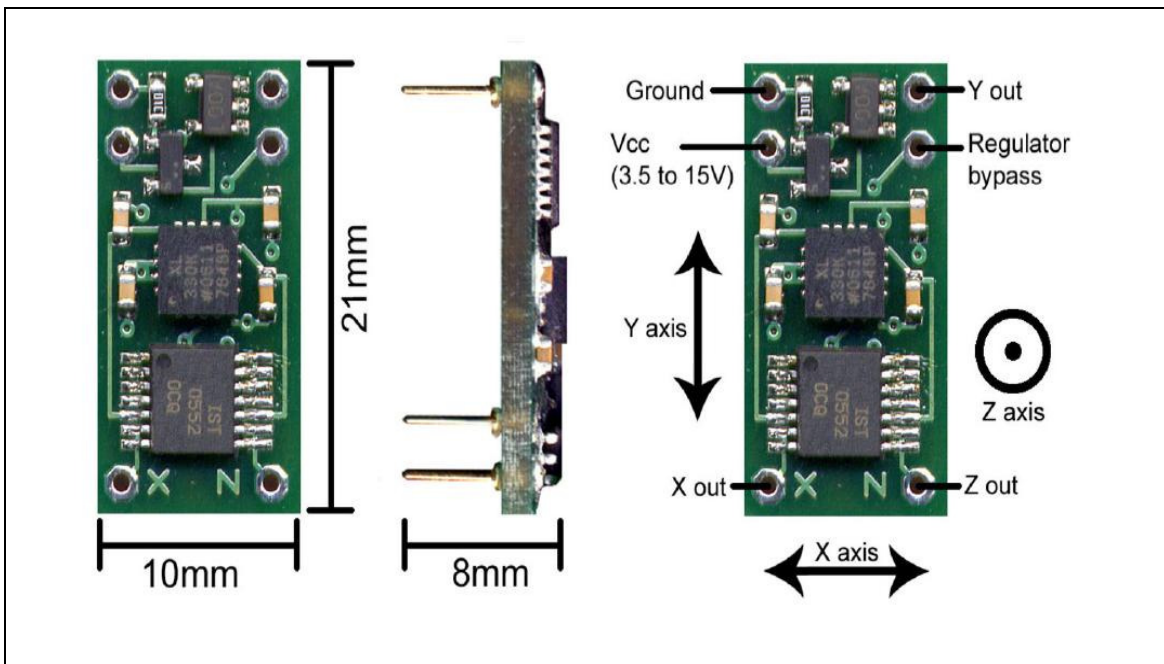


Figura 46: Acelerômetro ACCM3D.

5.1.2 Girômetro

Nesse trabalho foi utilizado o girômetro ADXRS150, de um só eixo, para a medição da velocidade da variação angular (Figura 47), com saída analógica, em formato DIP, e com tensão de operação de 3,0V até 5,0V.

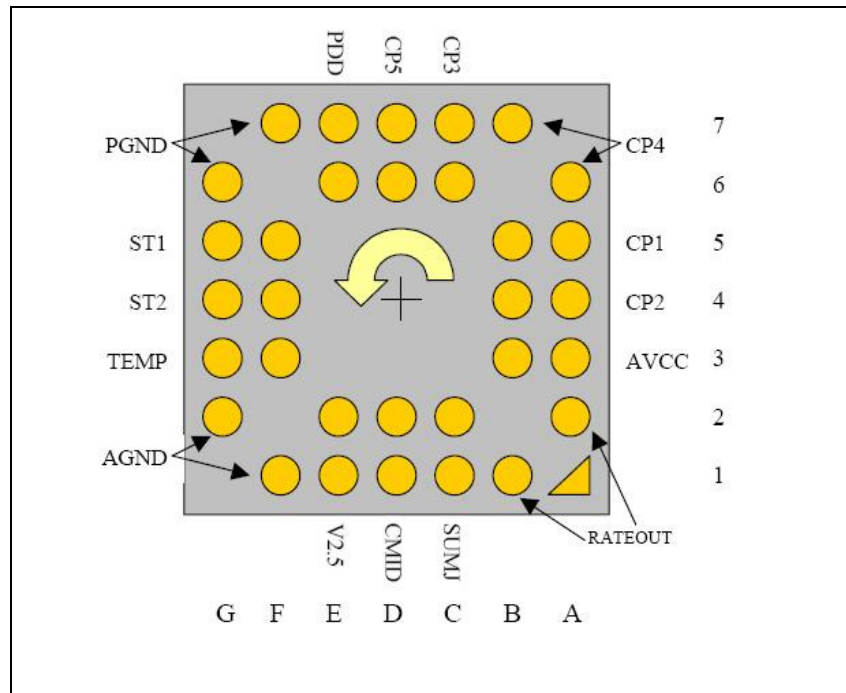


Figura 47: Diagrama de pinos para o girômetro ADXRS150.

5.2 Motores

Os motores usados foram o NPC T64 (Figura 48) e NPC T74 da National Power Chair [24], ambos funcionam com tensão nominal de 24 V (contínuos) e possuem as mesmas dimensões, a diferença está na velocidade de giro do rotor e na potência de cada um.



Figura 48: Motor NPC.

A tabela seguir mostra os principais parâmetros destes motores [21]:

Tabela VI: Parâmetros dos motores utilizados para a construção do TPRES

Nome	NPC T64	NPC T74
Tensão (V)	24	24
Potência Máx (W)	834	1440
Peso (kg)	5,9	6,53
Potência / Peso	141	
K_t (N.m/A)	0,86	
K_v (RPM/A)	10	
R_{motor} (Ω)	0,16	0,11
I_{sem_carga} (A)	5,5	9,2

5.3

Controlador

O controlador utilizado foi o *Stellaris LM3S8962 Evaluation Kit*, da marca *Luminary Micro*, aonde há a possibilidade de rodar a linguagem eLua e de aproveitar os módulos de forma rápida e fácil, vide Figura 49.

Os módulos utilizados neste controlador foram:

- módulo ADC, para a aquisição dos sinais a partir dos sensores;
- módulo de saídas digitais, PORTF e PORTE, para definir a habilitação e o modo de operação dos motores (*reverse*); e
- módulo de PWM, que são os sinais de controle enviados aos controladores de velocidade dos motores.

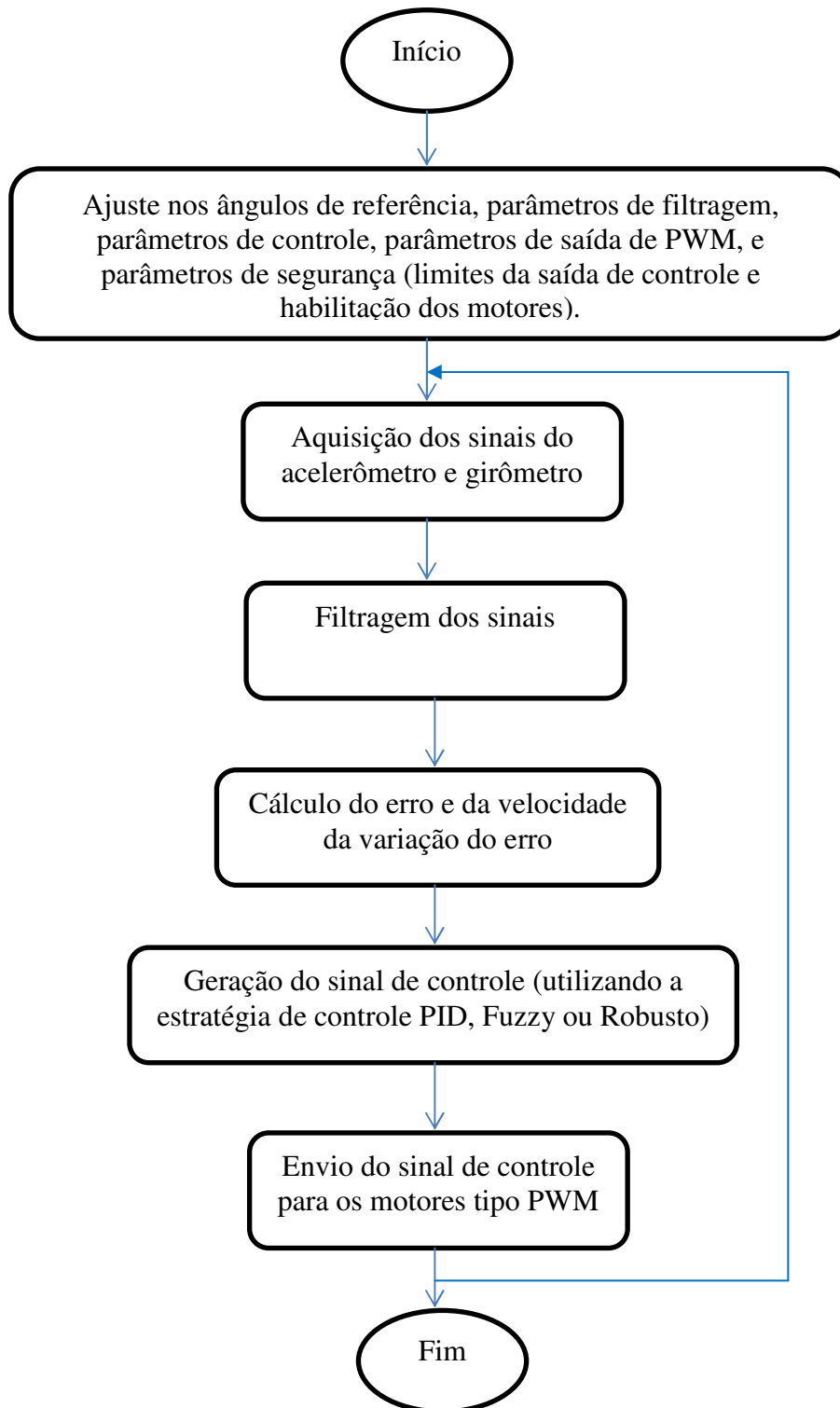


Figura 49: Kit de controle LM3S8962, utilizado como controlador do TPRE.

5.4 Software de controle

Para a programação dos algoritmos de controle, foi utilizada a linguagem eLua. Essa linguagem possui os mesmos recursos que a linguagem Lua, mas é dedicada para uso em sistemas embarcados. O eLua está complementado com características específicas para uso em sistemas embarcados, e descarta a necessidade de um sistema operacional para execução nos microcontroladores. Atualmente, trabalha-se para tornar o eLua o mais amigável possível, aumentando a dimensão da linguagem núcleo com características que permitam reduzir os requisitos de memória e tornem o seu desempenho ainda mais rápido. Mesmo apresentada geralmente com uma linguagem *scripting*, usada na área de jogos computacionais, seu baixo requerimento de recursos faz com que seja utilizada em uma grande quantidade de micro-controladores para diversas tarefas.

Na figura a seguir se pode visualizar o fluxograma de funcionamento do código programado utilizando eLua no EK-LM3S8962.



No próximo capítulo, apresentam-se os resultados dos testes utilizando o protótipo e as estratégias de controle implementadas.