|  |
| --- |
| C:\Users\lbarros.DEI\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\EE-C.PNG |
| Bruno Miguel Vasconcelos da Silva, a88289  Diogo Miguel Cunha Fernandes, a88262  Duarte Miguel Novo Rodrigues, a88259  Francisco Lopes Salgado, a88231  João Pedro Dias Miranda, a88237  José Tomás Lima de Abreu, a88218  **AWR-19**  ***Analog Waiter Robot*** |
| Projeto integrador  Laboratórios e Práticas Integradas  Trabalho realizado sob a orientação do  **Professor Luís Barros** |
| dezembro de 2020 |

**Índice**

[Lista de Figuras v](#_Toc62641401)

[Lista de Tabelas vii](#_Toc62641402)

[Acrónimos e Siglas ix](#_Toc62641403)

[Capítulo 1 Introdução 11](#_Toc62641404)

[1.1 Introdução 11](#_Toc62641405)

[1.2 Enquadramento 11](#_Toc62641406)

[1.3 Especificações previstas 11](#_Toc62641407)

[1.4 Testes previstos 12](#_Toc62641408)

[1.5 Estudo da fiabilidade 13](#_Toc62641409)

[1.6 Planeamento inicial 13](#_Toc62641410)

[Capítulo 2 Desenho dos circuitos eletrónicos 15](#_Toc62641411)

[2.1 Introdução 15](#_Toc62641412)

[Capítulo 3 Simulação dos circuitos eletrónicos 18](#_Toc62641413)

[3.1 Introdução 18](#_Toc62641414)

[Capítulo 4 . Desenho da implementação dos circuitos eletrónicos 19](#_Toc62641415)

[4.1 Introdução 19](#_Toc62641416)

[Capítulo 5 Desenho do encapsulamento 20](#_Toc62641417)

[5.1 Introdução 20](#_Toc62641418)

[Capítulo 6 Possíveis opções alternativas para o desenho dos circuitos 21](#_Toc62641419)

[6.1 Introdução 21](#_Toc62641420)

[Capítulo 7 Evolução do atual desenho para um sistema baseado em microcomputador 22](#_Toc62641421)

[7.1 Introdução 22](#_Toc62641422)

[Referências 23](#_Toc62641423)

Lista de Figuras

[Figura 1 - Diagrama de Gantt 14](file:///C:\Users\user\Desktop\PI-LPI_I\Relatorios\Relatorio.docx#_Toc62662692)

[Figura 2 - Módulo Driver L298N 15](file:///C:\Users\user\Desktop\PI-LPI_I\Relatorios\Relatorio.docx#_Toc62662693)

[Figura 3 -Esquemático do gerador de onda PWM 16](#_Toc62662694)

[Figura 4 - Esquemático do circuito estabelece a tensão de comparação 17](file:///C:\Users\user\Desktop\PI-LPI_I\Relatorios\Relatorio.docx#_Toc62662695)

Lista de Tabelas

[Tabela 1 - Planeamento do Projeto 14](file:///C:\Users\joset\Downloads\Etapa1_G1%20(1).docx#_Toc59185944)

Acrónimos e Siglas

|  |  |
| --- | --- |
| **Acrónimo/Sigla** | **Significado** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| AWR  LED  PWM | *Analog Waiter Robot*  *Light emitting diode*  *Pulse with Modulation* |

Introdução

Introdução

Perante o atual panorama pandémico da Covid-19 [1], pretende-se implementar uma ideia que terá um impacto positivo na vida das pessoas infetadas pela doença bem como dos que as rodeiam.

A maioria das ideias nesta área tem como foco principal a saúde pública da população em geral, tais como, robôs de desinfeção, por exemplo. Há menos projetos com foco individual em pessoas que tenham contraído a doença.

Na China existe um robô (*little peanut*) [2] com a mesma finalidade que foi utilizada num hotel para entregar comida porta a porta a hóspedes com suspeita de infeção.

Tendo em consideração que uma pessoa em isolamento deve evitar o contacto com o mundo exterior, pretende-se desenvolver um produto que permita a entrega e recolha de bens essenciais de forma segura. De forma a facilitar a sua desinfeção e o seu manuseamento, o robô deverá ter superfícies lisas e uma interface simples.

## Enquadramento

O *Analog Waiter Robot* (AWR) é um robô seguidor de linha focado na assistência a pessoas em isolamento que não podem contactar com o mundo exterior. Basta colocar no seu suporte o que pretende fazer chegar ao paciente, colocá-lo sobre a linha, ligá-lo e este seguirá o percurso até ao destino.

## Especificações previstas

O AWR terá de deslocar-se entre dois pontos, previamente definidos, com base numa linha instalada nos meios de acesso à divisão em que o paciente em questão se situa.

O AWR terá de ser colocado sobre a linha com os bens essenciais (comida e/ou alimentos) num tabuleiro. Após estar alinhado, deverá ser ligado por um funcionário responsável, para que inicie a sua trajetória. Ao chegar ao destino, demarcado com uma cruz no fim da linha, o robô terá de parar de forma a que o paciente recolha os bens a si destinados. Quando o paciente desejar, poderá acionar o robô de forma a que este reinicie o seguimento da linha de volta ao ponto de partida. Para tal, o AWR fará uma rotação de 180 ° sobre a linha e iniciar a marcha até ao ponto de início. Como a alimentação do robô será a baterias, eventualmente, terá de ser ligado à rede elétrica para ser carregado.

O tipo de desenvolvimento do nosso produto pode ser classificado como “misto”, uma vez que não tem necessariamente características inovadoras, mas é concebido para servir as necessidades particulares de um comprador. O produto será composto na sua totalidade por componentes ou subsistemas que são comprados “*off-the-shelf*”. Isto é, que só precisam de ser instalados e configurados para entrarem em funcionamento.

## Testes previstos

De forma a testar as especificações acima previstas, deverão ser realizados testes.

Para que o AWR siga a linha, será implementado um seguidor de linha através de um *array* de sensores de reflexão de luz. Irão ser realizados ensaios experimentais simulando o ambiente no qual este irá operar. Estes permitirão determinar os valores de referência que servirão para o dimensionamento e calibração dos circuitos de direção do robô. Para isso, este deverá ser colocado em diferentes posições sobre a linha.

Depois de determinados os valores de referência, deverão ser testados os circuitos de direção do robô, que usarão controladores para manter os valores dos sensores na gama de referência. Para isso, o AWR deverá ser colocado em diferentes posições sobre a linha para verificar se o controlador cumpre o seu propósito. Isto é, se o robô segue a linha até ao destino final.

Para controlar os diferentes estados de funcionamento do robô, irá ser desenvolvida uma máquina de estados baseada em circuitos sequenciais. De forma a testar o seu funcionamento, esta deverá ser sujeita a diferentes inputs de forma a verificar a comutação entre estados com a utilização de LEDs nas suas saídas. As saídas da máquina de estados irão controlar o estado de funcionamento dos motores.

Consoante as saídas da máquina de estados, cada motor poderá ter três modos de funcionamento: sentido horário, sentido anti-horário ou parado. Nesse momento poderão ser testadas todas as funcionalidades do robô, verificando se segue a linha ou não.

Estudo da fiabilidade

## Planeamento inicial

De forma a testar as especificações acima previstas, deverão ser realizados testes.

Para que o AWR siga a linha, será implementado um seguidor de linha através de um *array* de sensores de reflexão de luz. Irão ser realizados ensaios experimentais simulando o ambiente no qual este irá operar. Estes permitirão determinar os valores de referência que servirão para o dimensionamento e calibração dos circuitos de direção do robô. Para isso, este deverá ser colocado em diferentes posições sobre a linha.

Depois de determinados os valores de referência, deverão ser testados os circuitos de direção do robô, que usarão controladores para manter os valores dos sensores na gama de referência. Para isso, o AWR deverá ser colocado em diferentes posições sobre a linha para verificar se o controlador cumpre o seu propósito. Isto é, se o robô segue a linha até ao destino final.

Para controlar os diferentes estados de funcionamento do robô, irá ser desenvolvida uma máquina de estados baseada em circuitos sequenciais. De forma a testar o seu funcionamento, esta deverá ser sujeita a diferentes inputs de forma a verificar a comutação entre estados com a utilização de LEDs nas suas saídas. As saídas da máquina de estados irão controlar o estado de funcionamento dos motores.

Consoante as saídas da máquina de estados, cada motor poderá ter três modos de funcionamento: sentido horário, sentido anti-horário ou parado. Nesse momento poderão ser testadas todas as funcionalidades do robô, verificando se segue a linha ou não.

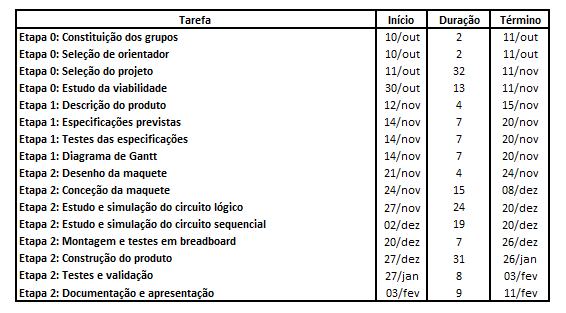


Tabela 1 - Planeamento do Projeto

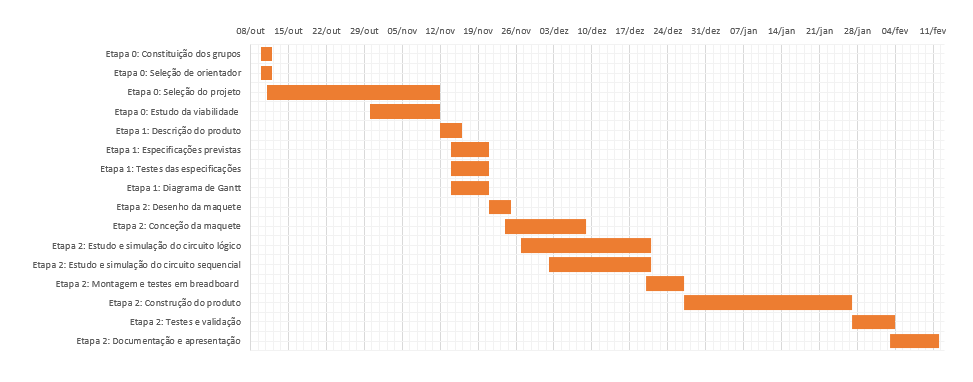


Figura 1 - Diagrama de Gantt

Desenho dos circuitos eletrónicos

Introdução

O desenho dos circuitos eletrónicos tem por base um módulo - placa driver de motores com dupla ponte H e base no L298N Referencia - que faz a ligação entre os diferentes circuitos.

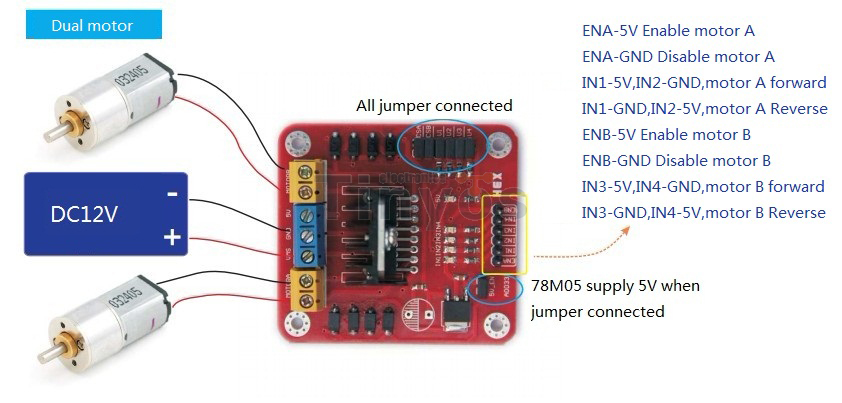
 Este módulo, além das entradas para os motores, possui seis entradas de controlo. Duas controlam a velocidade de rotação do motor respetivo através de uma entrada PWM. As restantes quatro entradas controlam, duas a duas, o estado e sentido de rotação dos motores.

Figura 2 - Módulo Driver L298N

Controlo Motores

O controlo da velocidade de rotação dos motores está diretamente relacionado com leitura dos valores de tensão obtidos pelo sensor. Quando ambos os sensores estão fora da linha têm de ter velocidade quase máxima. Quando um dos sensores se aproxima da linha preta terá de abrandar sendo o desvio de direção compensado pelo motor oposto.

Como referido anteriormente o controlo de velocidade de rotação dos motores é efetuada através de uma entrada *PWM*. Para gerar este sinal recorre-se a dois circuitos principais. O primeiro estabelece uma tensão que será usada como entrada do segundo como valor de comparação com uma onda triangular e terá como saída o sinal *PWM* desejado.

Para uma melhor compreensão inicia-se a explicação pelo segundo circuito. Este tem uma finalidade bastante simples: gerar uma onda PWM consoante uma tensão de entrada. Quanto maior o valor deste sinal maior o *duty cycle* à saída. Para realizar este circuito utilizou-*se TL494 Pulse-Width-Modulation Control Circuits* Referencia. De realçar que este circuito gera uma onda triangular interna entre 0V e 3,3V. Sendo assim, a tensão de entrada deste circuito terá de estar compreendida entre estes dois valores para se variar a velocidade do motor. Este circuito tem o seguinte esquemático.

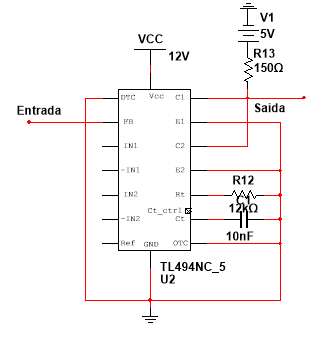


Figura 3 -Esquemático do gerador de onda PWM

A entrada deste circuito é na porta de *feedback.* Às entradas Rt e Ct ligou-se uma resistência de 12KΩ e um condensador de 10 nF, respetivamente. Estes valores definem a frequência da onda triangular gerada. A saída deste circuito tem uma resistência *pull-up* ligada a 5V para que a amplitude da onda PWM gerada seja de 5V.

Segundo testes realizados ao funcionamento do motor verificou-se que o motor tem uma zona de funcionamento com *duty cycle* a rondar os 50%. Assim, a tensão de entrada deste circuito terá de ter no mínimo metade da amplitude da onda triangular gerada internamente pelo circuito integrado (IC) para que o motor não pare por completo evitando oscilações.

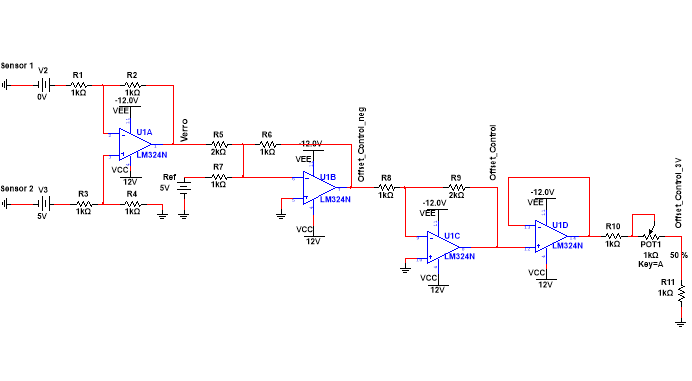
O primeiro circuito tem o seguinte esquemático.

Figura 4 - Esquemático do circuito estabelece a tensão de comparação

Este circuito é composto por cinco estágios. O primeiro é um subtrator e estabelece a diferença entre a leitura dos dois sensores. O segundo é um somador inversor e o terceiro um inversor. Em conjunto, estes dois estágios somam uma tensão de *offset* à saída do primeiro estágio. O quarto estágio é um seguidor de tensão e tem como objetivo isolar os dois circuitos. O último estágio é um divisor de tensão. Este juntamente com os estágios que adicionam uma tensão de *offset* permitem limitar os valores de tensão dentro características de funcionamento do motor acima descritas.

Simulação dos circuitos eletrónicos

Introdução

Desenho da implementação dos circuitos eletrónicos

Introdução

Desenho do encapsulamento

Introdução

Possíveis opções alternativas para o desenho dos circuitos

Introdução

Evolução do atual desenho para um sistema baseado em microcomputador

Introdução

Referências

[1] SNS - Serviço Nacional de Saúde, “Covid-19 | Pandemia,” 11 março 2020. [Online]. Available: https://www.sns.gov.pt/noticias/2020/03/11/covid-19-pandemia/. [Acedido em 16 dezembro 2020].

[2] J. D'Onfro, “Robots To The Rescue: How High-Tech Machines Are Being Used To Contain The Wuhan Coronavirus,” 2 fevereiro 2020. [Online]. Available: https://www.forbes.com/sites/jilliandonfro/2020/02/02/robots-to-the-rescue-how-high-tech-machines-are-being-used-to-contain-the-wuhan-coronavirus/?sh=73364f201779. [Acedido em 16 dezembro 2020].