



universidade de aveiro

Departamento de eletrónica, telecomunicações e informática

Curso 8204 - Mestrado Integrado e m Engenharia Eletrónica e Telecomunicações  
Disciplina 40331- Laboratórios em Eletrónica  
Ano letivo 2015/16

## Relatório

*Projeto: Detecção de Obstáculos por Ultrassons*

Autores:

79970 Rui Filipe Santos Carapinha  
80203 Miguel Duarte Rocha Pina  
79886 Paulo Renato Ramos Pouseiro  
Turma TP7 Grupo 1

Data 11/06/2016  
Docente Luís Nero Alves

Resumo: Neste projeto, iremos equipar o robô DETI com um sensor de ultrassons, com o objetivo de o fazer detetar obstáculos que possam surgir no caminho e fazê-lo desviar-se de forma autónoma dos mesmos.

O projeto estará dividido em várias partes, sendo que começaremos pela montagem do circuito na placa branca, passando à projeção e conceção do circuito no *software Eagle* e, estando completa esta fase, é feita a impressão da placa para procedermos à soldagem dos componentes.

Tendo a placa pronta, passa-se para a programação. Aqui, antes de serem feitos os

programas que fazem o robô movimentar-se, é necessário demonstrar que temos um sensor a funcionar. Feito isto, segue-se o desenvolvimento dos programas que fazem o robô movimentar-se e desviar-se dos obstáculos detetados.

## **Introdução**

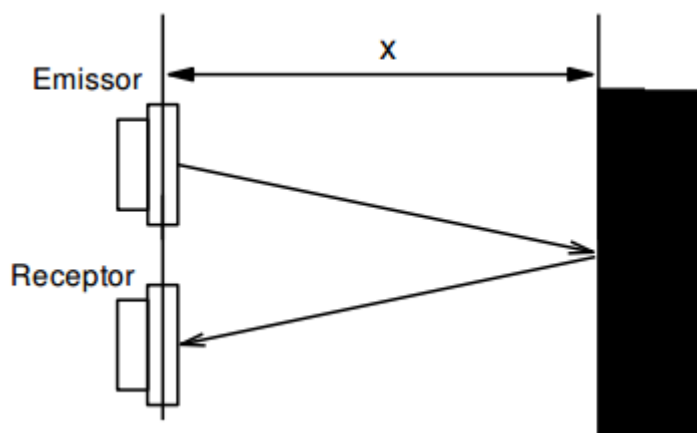
---

Os ultrassons são ondas sonoras (oscilações mecânicas que se propagam no ar) com uma frequência superior à frequência máxima que o ouvido humano consegue detetar.

Este tipo de ondas tem diversas aplicações, entre elas a deteção de falhas em produtos e estruturas, a limpeza, mistura e aceleração de processos químicos, ou até mesmo, quando usado em baixa intensidade, na medicina, fisioterapia ou estética. No entanto, uma das aplicações mais frequentes dos ultrassons é a medição da distância a um objeto, quer para realizar a medida de um comprimento (por exemplo, as balanças que medem a altura para determinar o índice de massa corporal) ou para detetar a presença de objetos ou obstáculos (como é o caso dos sensores de estacionamento dos automóveis).

Este projeto irá centrar-se nesta última aplicação referida, sendo que iremos desenvolver um sensor baseado em ultrassons para ligar ao robô DETI, permitindo a este robô ser capaz de medir distâncias para se colocar a uma distância determinada de uma parede ou qualquer outro obstáculo com que o robô se possa vir a deparar, ficando assim capaz de os evitar.

De modo ao sensor de ultrassons conseguir medir distâncias ele faz uso do tempo que demora um sinal enviado pelo transmissor a ser detetado num recetor.



A variável  $x$  é calculada através de uma fórmula matemática de fácil dedução, pois, a variável  $x$  é proporcional ao tempo que demora o sinal ao ser detetado no recetor e à

velocidade com que este sinal se propaga, logo, a fórmula que nos fornece o valor de  $x$  é a seguinte:

$$x = \frac{1}{2} * time * velocity$$

Sendo que a variável *velocity* corresponde à velocidade do som que é dado de forma aproximada pela seguinte equação:

$$c = 20.06 * \sqrt{temperature}$$

Sendo que a variável *temperatura* corresponde à temperatura do ar em Kelvin.

Apresentado os ultrassons e como funciona o sensor, demonstraremos a aplicação que fizemos do sensor de ultrassons e o o trabalho necessário para que isso fosse possível.

## **Descrição do problema e dos objetivos**

---

Ambos os temas para os projetos realizados este semestre consistem no desenvolvimento e montagem de um circuito eletrónico simples, com vista a consolidar os conhecimentos adquiridos pelos alunos e criar métodos de trabalho e organização e em que a compreensão do funcionamento destes mesmos circuitos é obtida através de diferentes elementos de informação (como o *datasheet* dos componentes, por exemplo). Para além disto, teremos ainda uma componente de programação e uma componente de projeção e conceção de circuitos eletrónicos com recurso ao *software Eagle*.

Para o tema do nosso projeto, pretendemos equipar o robô DETI com um sensor baseado em ultrassons para deteção de obstáculos.

Para isso, teremos que conhecer o princípio de funcionamento de um sensor de ultrassons e o princípio de desmodulação de sinal por deteção de envolvente. Teremos ainda que programar um microcontrolador numa aplicação com interação com periféricos e construir um sensor de ultrassons controlado pelo microcontrolador.

No fim do trabalho, iremos testar o funcionamento do nosso projeto, de modo a verificar se os comportamentos que resultam da leitura do sensor e do uso da informação são os esperados.

## **Aparelhagem e Equipamento**

---

Para a realização deste trabalho prático utilizou-se um osciloscópio digital, Tektronix TDS1001B, robô DETI, uma placa branca, um gerador de sinal (Topward 8102), ferro de soldar,

2 pontas de prova, sensor de ultrassons (transmissor e recetor), solda, circuito integrado MAX3232CPE, circuito integrado MC6022, 6 resistências (33k $\Omega$ , 15k $\Omega$ , 330k $\Omega$ , 5k6 $\Omega$  e 2 de 10k $\Omega$ ) e 11 condensadores (7 de 1 $\mu$ F, 1n2F, 3n3F e 2 de 100nF).

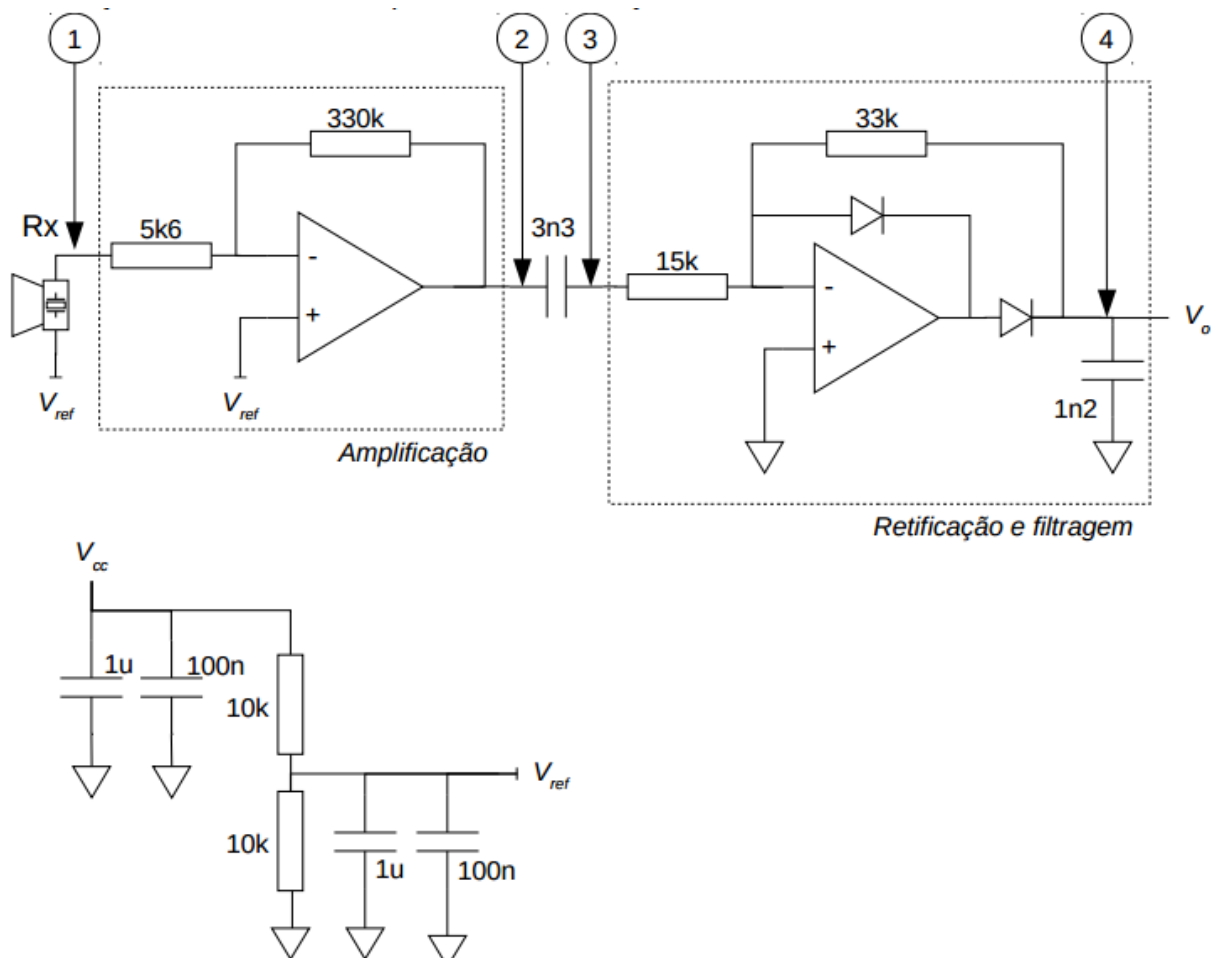
## Procedimento

Este miniprojecto foi realizado em 4 partes, sendo que a primeira incidia na realização do circuito em placa branca, a segunda na realização de um esquemático e *board* do respetivo circuito eletrónico no *software Eagle*, a terceira na soldadura dos respetivos componentes na placa desenvolvida e uma quarta e última fase que incidia na realização do código na linguagem de programação C++.

### 1. Circuito em Placa Branca

Para a realização desta fase do trabalho fez-se a montagem do circuito fornecido em placa branca de modo a entender mais facilmente o seu funcionamento e de modo a, se necessário, dimensionar uma resistência ou um condensador para obter o resultado pretendido.

A montagem que se realizou foi a seguinte:



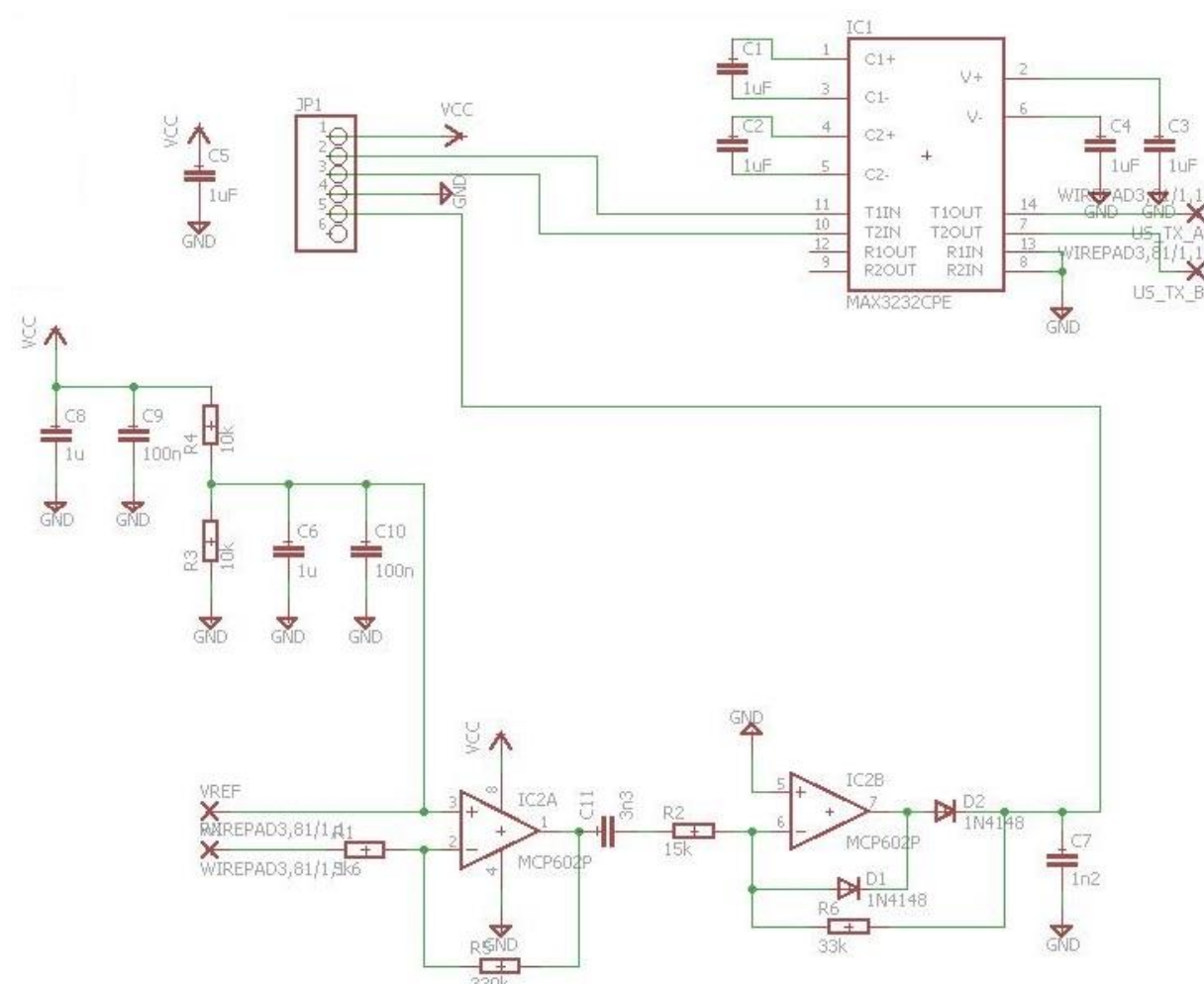
Após a montagem do circuito, fez uso das propriedades do gerador de sinal de modo a simular o sensor de ultrassons (foi necessário realizar este passo pois os sensores de ultrassons só ficaram disponíveis numa fase mais avançada do trabalho). Com isto, entendeu-se como o circuito funcionava e não foi necessário dimensionar nenhuma resistência nem nenhum condensador. Passou-se então à realização do circuito no *software Eagle*.

## 2. Realização do esquemático e *board* no *software Eagle*

Realizado o circuito em placa branca, procedeu-se à realização do circuito no *software Eagle*.

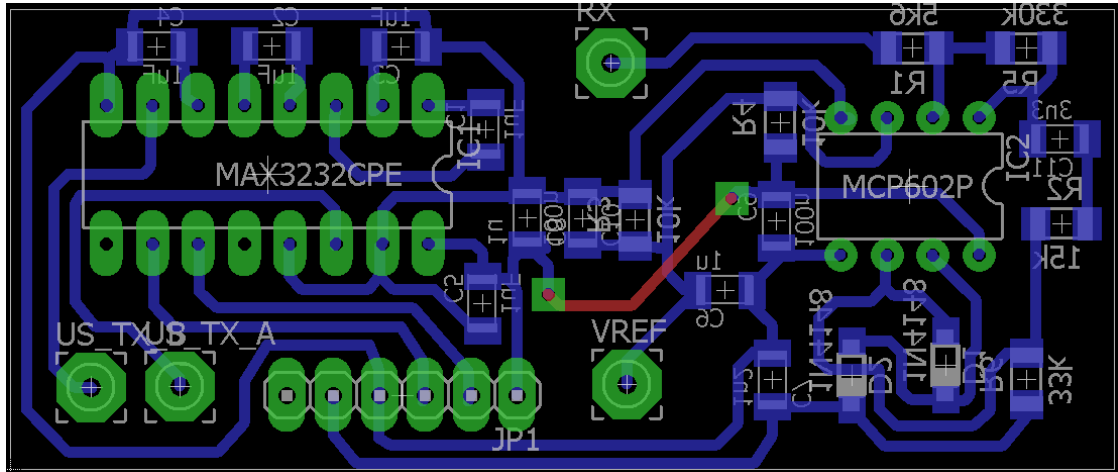
Primeiro foi necessário realizar o esquemático tendo como ponto de partida o ficheiro disponibilizado pelos docentes. Este ficheiro já possuía a parte referente ao circuito de transmissão, era apenas necessário realizar a parte referente ao circuito de receção.

O esquemático realizado foi o seguinte:



Após a realização do esquemático procedeu-se à realização da board, tendo o cuidado

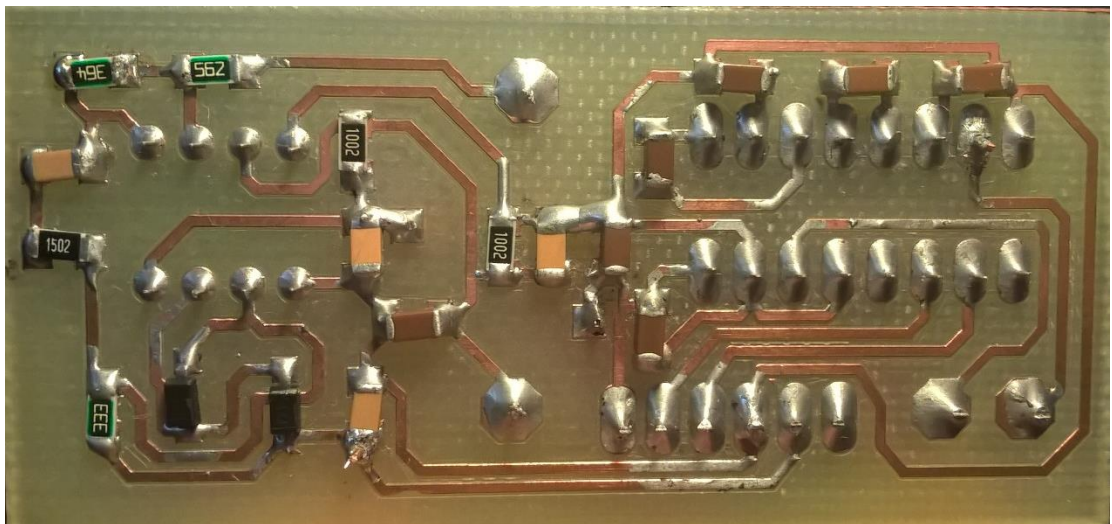
de não passar pista entre os PAD's de uma resistência, não passar mais de duas pistas por baixo dos circuitos integrados, os ângulos das pistas serem sempre a 45º, de obter uma *board* sem erros e de a realizar o mais pequena possível. Após isto, o *board* resultante foi o seguinte:



Depois da realização do esquemático e do *board* foi necessário esperar que o PCB fosse desenvolvido para começar a soldar os componentes.

### 3. Soldagem dos componentes

Após obtermos o PCB realizado, procedeu-se à soldagem dos componentes. Para esta parte foi necessário solda, um ferro de soldar e os respetivos componentes. Após a soldagem a PCB obtido foi o seguinte:



#### 4. Realização do algoritmo em C++

Com o PCB desenvolvido foi necessário passar ao desenvolvimento do programa de modo a atingir o objetivo principal de fazer o robô DETI desviar-se de obstáculos. De modo a sabermos como programar em C++ realizou-se uma aula inteiramente dedicada a essa

linguagem de programação. O código desenvolvido atua de acordo com a distância a que o robô está a detetar um obstáculo.

## Testes de verificação do funcionamento do circuito

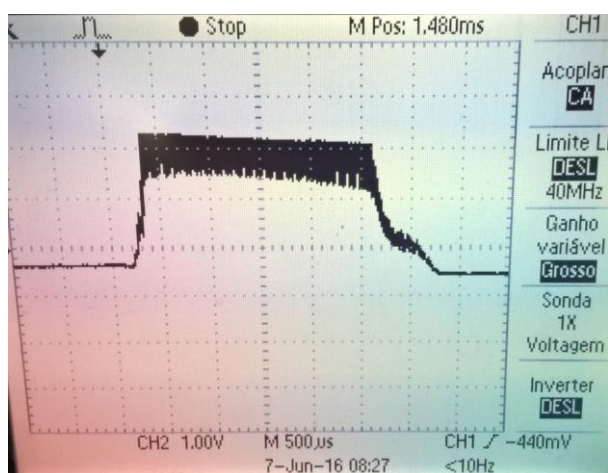
De modo a garantir que a placa estava bem realizada foi necessário possíveis causas de curto-circuito (sendo que a placa foi limpa de modo a limpar todos os eventuais resíduos que pudessem causar algo de não pretendido) e verificar se todos os componentes estavam bem soldados ou não.

Após realizar isto procedeu-se a alguns testes com o auxílio do osciloscópio para se verificar que os gráficos obtidos correspondiam com os pretendidos.

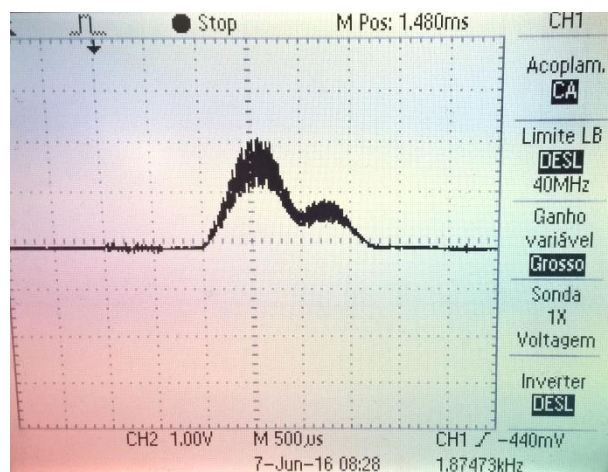
Os resultados obtidos foram os seguintes:

### 1. Após retificação e filtragem

#### a. Distância Curta

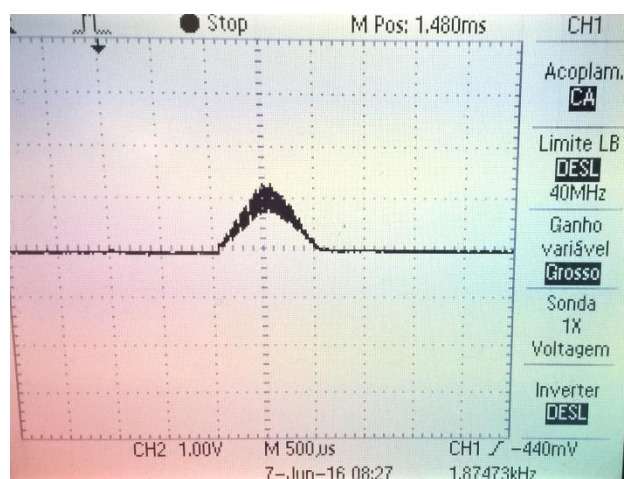


#### b. Distância Média



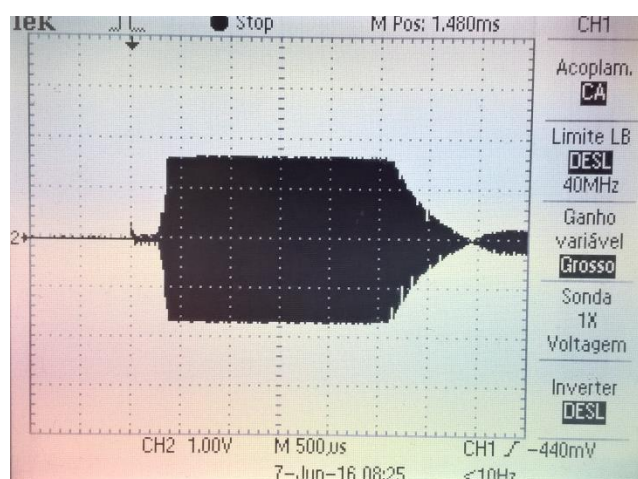
#### c. Distância Longa



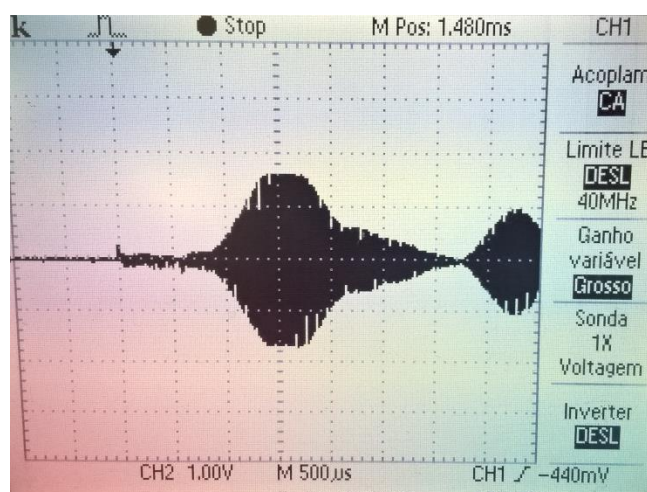


## 2. Antes da retificação e filtragem

### a. Distância Curta

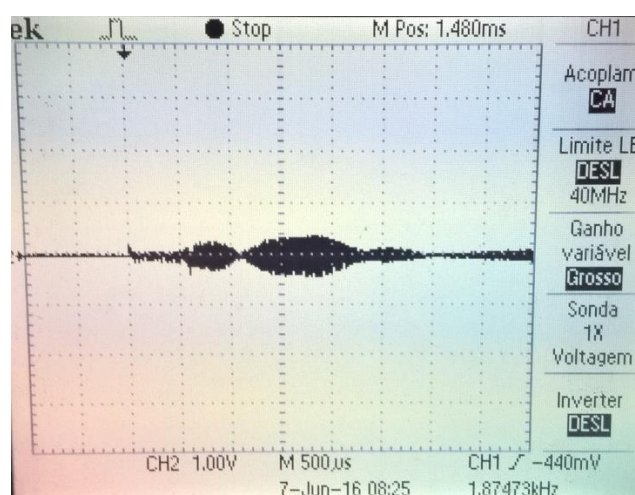


### b. Distância Média



### c. Distância Longa





Podemos reparar que de facto o PCB funciona como esperado, quando a curtas distâncias o valor medido no osciloscópio atinge o máximo da gama (3.3V) quando a grandes distâncias o valor medido no osciloscópio é baixíssimo.

## Código

Os princípios do código que desenvolvemos são simples: emitir um sinal ultrassom, o robô apercebe-se a distância a que se encontra dele e desvia-se caso necessário.

O código inicializa com a emissão do sinal ultrassom, utilizando uma das funções presentes numa das bibliotecas utilizados neste projeto, a função `uSound_burst()`. Com esta função gerou-se um pulso de 600 microssegundos de duração.

De seguida através da função `in_analog()` determinava-se o valor de tensão presente no componente recetor. Esta tensão ia ser comparada com certo valor e caso fosse superior ao valor pré-estabelecido, o robot iria virar para um dos lados (a escolha do lado era dado por uma variável do tipo inteiro que era sempre incrementada e era o resultado do resto da divisão por 2). Também foi implementado uma função que permitia ao robô estacionar após ser premida o botão START. Caso contrário, o robô iria seguir o seu trajeto.

## Conclusão

Após a realização do trabalho, considerámos cumprido o objetivo geral estipulado, ou seja, conseguiu-se equipar o robô do DETI com um sensor baseado em ultrassons que se desvia de forma autónoma dos obstáculos que encontra no trajeto realizado.

## Referências

- [1] Guia de Sensor Ultrassons – 2º semestre – Mini Projeto – Detecção de obstáculos por ultrassons