

# CIRCUITO DE TRATAMENTO DE SINAL PARA SENSORES ULTRASSÔNICOS

Luiz Antonio Conte Takahashi<sup>1</sup>, Cleiton Fidelix Pereira<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI

[luizcontetakahashi@gmail.com](mailto:luizcontetakahashi@gmail.com), [cleitonfidelix@fei.edu.br](mailto:cleitonfidelix@fei.edu.br)

**Resumo:** O trabalho de pesquisa completo consiste em analisar sensores ultrassônicos em rede, a fim de detectar a frequência cardíaca de forma não invasiva. No artigo apresentado, foram utilizados os sensores do módulo HC-SR04 sem o circuito de controle, montando um circuito para tratamento do sinal, possibilitando a implementação de mais receptores de sinal e consequentemente permitindo a criação da rede. Inicialmente foram obtidos resultados semelhantes ao encontrado no módulo do sensor.

## 1. Introdução

A pesquisa encontra-se no início do processo de criação da rede, sendo uma parte fundamental do processo. O circuito construído até o momento consiste no tratamento do sinal de saída dos sensores ultrassônicos de forma independente do seu módulo, permitindo posteriormente a comunicação entre mais sensores.

O tratamento do sinal se dá por meio de filtros e um amplificador, atenuando frequências que se encontram fora do range de interesse, e ao mesmo tempo amplificando o sinal de saída para facilitar e melhorar a leitura do sinal na saída, sendo assim, este artigo consiste na implementação de um filtro ativo passa-faixas.

## 2. Metodologia

Inicialmente foi desenvolvido um programa no Arduino para aplicar um sinal de entrada no transmissor do sensor, de acordo com a referência [1], seguindo o mesmo padrão de 8 pulsos após a ativação, assim como demonstrado na figura 1.

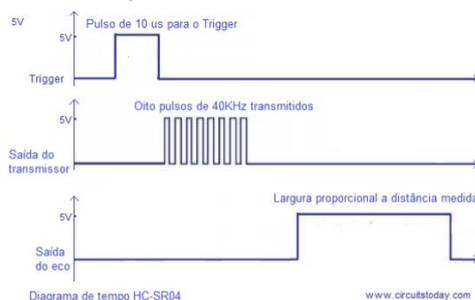


Figura 1 - Sinais emitidos e lidos durante o processo de medição do sensor HC-SR04

Com a reflexão do sinal, podemos identificar o atraso entre a emissão dos 8 pulsos e a recepção do sinal eco após refletir em um objeto [1].

O cálculo do atraso pode ser descrito na equação 1, sendo  $v$  a velocidade do som [1].

$$\text{Distância} = \frac{\Delta t \cdot v}{2} \quad (1)$$

Os valores obtidos na equação 1, serão utilizados como parâmetro de comparação entre o atraso esperado,

seguindo a equação e o atraso encontrado durante os testes.

Após encontrar o sinal de saída, foi desenvolvido o filtro ativo, visando eliminar a interferência de frequências indesejadas.

Em questão de valores, foi estipulado como margem inferior a frequência de 1kHz, e como superior, 100kHz. Sendo assim, a rede de 60Hz não afeta mais o nosso sinal de saída, e nem outras frequências superiores a 100kHz. Os valores obtidos, foram identificados por meio do osciloscópio na função FFT em que o sinal de saída foi identificado nos 40kHz [2].

A simulação consiste no circuito utilizado para o tratamento do sinal de saída do sensor, representado pela fonte "V2" na Figura 2, foi realizado no *Software Multisim Online*, o que possibilitou a análise completa tanto do circuito, quando do seu comportamento, permitindo a realização de qualquer alteração necessária, como por exemplo alterar o valor do capacitor, de acordo com o que estava disponível no Centro de Laboratórios Elétricos (CLE) [2]. Além disso, a figura 3 complementa a figura 2, demonstrando o resultado da simulação AC.

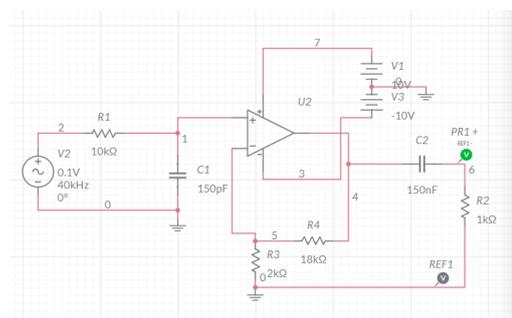


Figura 2- Circuito de tratamento implementado no Software "Multisim Online".

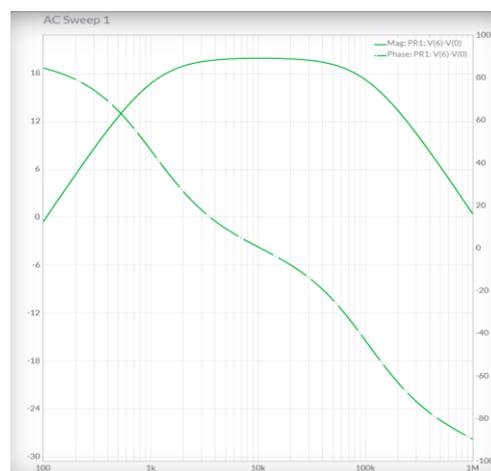


Figura 3 - Diagrama de Bode correspondente ao circuito apresentado na figura 2.

### 3. Resultados

Apresentando inicialmente o resultado do circuito de filtro, a figura 4 demonstra em amarelo o sinal de entrada do circuito (sinal de saída do sensor, sem tratamento) e em azul o sinal de saída do circuito (sinal de saída do sensor já tratado), demonstrando a amplificação.

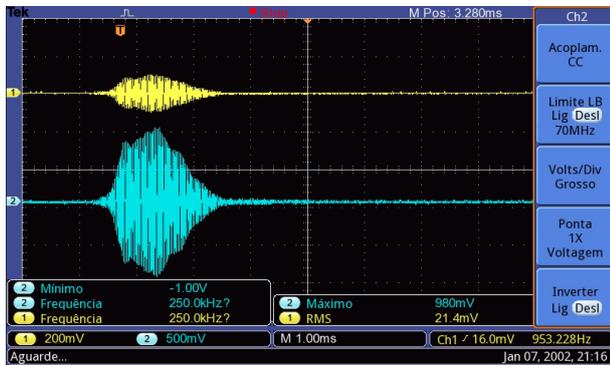


Figura 4- Entrada e saída do circuito de tratamento. Em amarelo o sinal de entrada e em azul o sinal de saída.

A figura 5 demonstra um teste realizado em laboratório, posicionando um objeto a 10cm de distância dos sensores, a fim de analisar o sinal de saída, representado pelo sinal em azul. O sinal encontrado já está filtrado e amplificado, portando comprova a eficácia do circuito.

Outros testes como este foram realizados, desde 5cm até 30 cm, a fim de analisar o comportamento dos sensores, e os dados obtidos estão representados na figura 6.

Vale ressaltar que foram realizadas mais medições em torno dos 20cm, visto que a recomendação para a aplicação desejada está próxima a este valor.

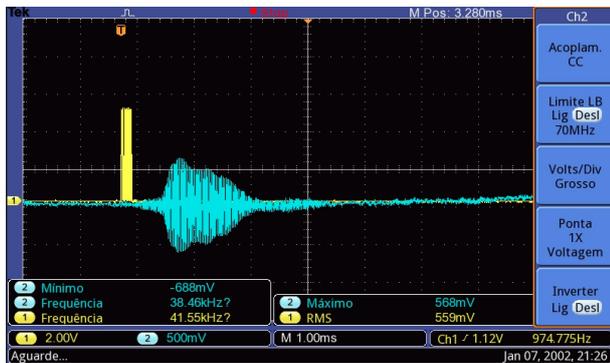


Figura 5 - Exemplo de teste, correspondente a 10cm entre o objeto e os sensores, sendo o sinal amarelo representando os pulsos de entrada e a curva em azul representando o sinal de saída do circuito.

A figura 6 demonstra o gráfico encontrado quando analisamos o atraso esperado (resultante da equação 1) e o atraso encontrado entre a emissão do sinal de entrada e o início da oscilação do sinal de saída durante as medições em função de cada distância medida.

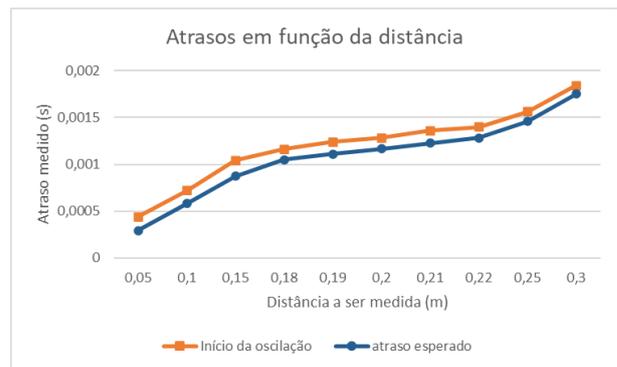


Figura 6 - Gráfico demonstrando comportamento dos sensores, com o atraso esperado e o atraso até o início da oscilação onde encontramos o sinal.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, visto que o objetivo não é que o sensor identifique a distância medida com precisão, mas sim que identifique a variação entre as distâncias lidas, sendo assim, podemos identificar um comportamento adequado. De forma mais objetiva, o principal objetivo dos resultados obtidos, é a demonstração da variação do atraso correspondente a cada distância medida.

### 4. Conclusões

Após analisar o comportamento dos sensores a partir do circuito desenvolvido, pode-se considerar como base para o estudo seguinte, visando entender a comunicação entre os sensores e conseqüentemente encontrar um arranjo eficiente para a captação da frequência cardíaca, podendo apresentar mais de um receptor.

### 5. Referências

- [1] A. M. Nakatani, A. V. Guimarães, V. M. Neto, "MEDIÇÃO COM SENSOR ULTRASSÔNICO HC-SR04", 3rd International Congress on Mechanical Metrology (3rd CIMMEC), 2014.
- [2] F. C. Do Nascimento, K. S. De Araújo; "SIMULAÇÃO E ANÁLISE DE UM FILTRO ATIVO PASSA FAIXA COM AMPOP", Faculdade ENIAC – ENIAC, 18º Congresso Nacional de Iniciação Científica.

### Agradecimentos

À instituição Centro Universitário FEI pelo apoio financeiro.

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 02/2022 a 01/2023.