

SENSOR ULTRASSÔNICO DE PEQUENO PORTE APLICADO A BATIMETRIA

Michel da Silva Bezerra TERRA¹; Mosar Faria BOTELHO²; Rodrigo Aparecido MARIANO³

RESUMO

O desenvolvimento de métodos de menor custo sem perda de qualidade para batimetria motiva a investigação do funcionamento do sensor HC-SR04 e a viabilidade de aplicar o mesmo a levantamentos batimétricos de baixa profundidade. O parâmetro avaliado é a acurácia das medidas, considerando seu comportamento no ar e com uma distância máxima de 2,5m. Percebeu-se a possibilidade da utilização desse sensor para maiores investigações unindo a batimetria convencional ao modelismo náutico remoto.

Palavras-Chaves: Sensor; Ultrassônico; Batimetria, HC-SR04.

INTRODUÇÃO

O sonar (Sound Navigation and Ranging) é uma tecnologia que existe a mais de um século e surge justamente com a necessidade de identificar objetos submersos. Ou seja, atende prontamente as necessidades da batimetria e de fato contribui significativamente para a evolução desta. No entanto, um echobatímetro nem sempre é a solução mais adequada, devido ao tamanho e preço.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG - E-mail: terra.michel@gmail.com

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG - E-mail: mosar.botelho@ifsuldeminas.edu.br

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG - E-mail: rodrigo_mariano_ragna@hotmail.com

A topobatimetria ou batimetria manual consiste na utilização de varas graduadas ou (vara de prumar) para obtenção da profundidade e estação total ou métodos de posicionamento com trena para obtenção das coordenadas planas. Este método possui uma produtividade limitada devido a necessidade da coleta ponto a ponto, e ainda é necessário considerar possíveis erros comuns a este método (IHO, 2005).

O intuito deste trabalho é explorar a utilização de um sensor de pequeno porte, que pode ser acoplado a uma embarcação utilizada em modelismo naval, permitindo assim a utilização em áreas rasas e o levantamento por varredura, o qual consiste em um maior número de pontos, gerando um resultado mais rápido e eficiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Resumidamente, um sensor ultrassônico transforma energia elétrica em ondas sonoras, as quais se propagam até encontrarem uma superfície que as refletira, retornando ao sensor. Uma vez conhecida a velocidade de propagação do som, a distância será a metade do tempo entre a emissão e a recepção. É importante ressaltar que a velocidade irá variar de acordo com a temperatura e densidade do meio de propagação (MIGUENS,2002). O sensor utilizado é o HC-SR04 (Figura 1), módulo ultrassônico produzido pela ElecFreaks. As especificações técnicas estão na Tabela 1.

Tabela 1 –Especificações técnicas.

Voltagem	DC 5 V	Alcance mínimo	20 mm
Frequência	40 Hz	Ângulo de efeito	15°
Alcance máximo	4000 mm	Dimensões	45*20*15mm

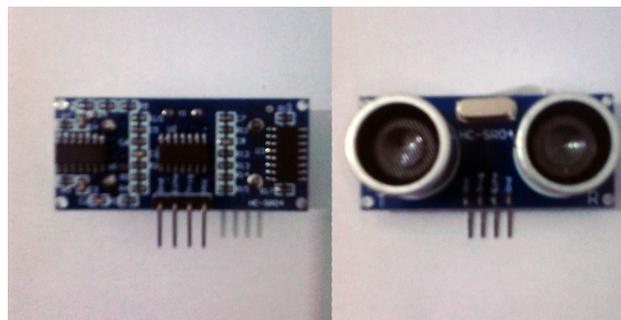


Figura 1 – Sensor HC-SR04

O sensor foi conectado a uma *protobord* e controlado com uma placa Arduino Uno, sendo a alimentação do circuito feita via cabo USB conectado ao computador. O algoritmo para o controle do circuito foi escrito em linguagem C em sua própria IDE. O Arduino é uma plataforma que realiza o gerenciamento e controle de outros dispositivos, coletando informações que são enviadas para um computador permitindo assim a análise e processamento desses dados (MCROBERTS,2011).

No intuito de validar o sistema implementado foram realizados testes de captura do sinal coletando as medidas de profundidade, alterando a distancia do alvo ao aparelho. Para cada alvo foi realizado três repetições com 10 segundos cada.

Também foi realizado experimento para verificar a largura mínima que um obstáculo necessita ter para retornar o pulso. Para isso foi utilizado de tiras de papelão onde o pulso transpõe a cavidade e retorna o pulso emitindo uma medida de profundidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação no processo de leitura foi realizado. Após as três repetições de 10 segundos observou-se o desvio máximo de 1 milímetro como nota-se pela Tabela 2.

Tabela 2 – variação no processo de leitura de um obstáculo

Repetições			
Leituras	1°	2°	3°
1	99 mm	99 mm	100 mm
2	101 mm	99 mm	100 mm
3	100 mm	99 mm	99 mm
4	100 mm	100 mm	99 mm
5	99 mm	100 mm	99 mm
6	99 mm	100 mm	100 mm
7	99 mm	99 mm	100 mm
8	100 mm	99 mm	100 mm
9	100 mm	99 mm	99 mm
10	100 mm	100 mm	99 mm

Este procedimento foi repetido com intervalos de tempo para captura do sinal iguais a 1,0; 0,5; 0,1; 0,05 e 0,01 segundos e para as distâncias de 500, 1000, 1500, 2000 e 2500 milímetros. Os dados gerais estão na Tabela 3, à qual destaca a média das leituras, além dos valores máximos e mínimos (em milímetros).

Pela Tabela 3 nota-se que a velocidade da coleta dos dados não teve grande interferência nas medidas para os intervalos maiores que 0,05 segundos. Outro fato importante é a variação entre a medida máxima e mínima, que define a acurácia de leitura do sensor.

Tabela 3 – variação do intervalo de captura do sinal

Distância	100 mm			500 mm			1000 mm		
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima
1,00	99,5	101	99	502,5	511	506	1002,3	1015	997
0,50	99,4	100	99	502,0	514	506	1002,1	1017	993
0,10	99,6	100	99	501,6	511	506	1002,3	1016	993
0,05	99,4	100	99	501,6	515	506	1001,8	1017	993
0,01	99,2	101	99	501,7	515	501	1002,7	1021	993
Distância	1500 mm			2000 mm			2500 mm		
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima
1,00	1499,9	1508	1498	2002,2	2008	1998	2504,6	2511	2501
0,50	1499,3	1509	1493	2002,6	2009	1998	2505,3	2519	2501
0,10	1498,7	1508	1493	2002,0	2009	1997	2505,3	2517	2501
0,05	1499,1	1509	1493	2001,7	2009	1998	2505,3	2521	2501
0,01	1499,6	1509	1493	2001,9	2022	1997	2504,6	2525	2501

Percebe-se que esta variação chegou a 20 milímetros (Tabela 4), no entanto, não caracteriza um erro de 20 milímetros uma vez que a consolidação dessa variância para diferentes distancias não ocorre. O maior erro médio registrado acontece na medida de 5 mm para a distancia de 2500mm.

Tabela 4 – Erro médio e variação das medidas obtidas pelo sensor

Distância	Média	Erro	Varição
100 mm	99 mm	-1 mm	± 1 mm
500 mm	502 mm	2 mm	± 8 mm
1000 mm	1002 mm	2 mm	± 11 mm
1500 mm	1499 mm	-1 mm	± 15 mm
2000 mm	2002 mm	2 mm	± 14 mm
2500 mm	2505 mm	5 mm	± 20 mm

Quanto a largura mínima que um obstáculo necessita ter para retornar o pulso, a primeira tentativa de teste foi utilizar tiras de papelão, no entanto, devido sua espessura e densidade não houve retorno para larguras menores que 40 mm a

uma distância superior a 40 cm. O teste foi refeito com livros de diferentes espessuras no lugar das tiras de papelão. Logo pode ser constatado quanto ao tamanho mínimo do obstáculo deve ser equivalente a 1% da distância entre o obstáculo e o sensor, isto para distâncias de 10 a 250 cm. Ou seja, um obstáculo de 1,5 cm de largura pode ser captado até 1,5m, desde que ele tenha densidade para isso.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o sensor HC-SR04 de fato possui uma qualidade satisfatória, uma acurácia e uma velocidade da coleta dos dados apropriada quando almeja-se realizar pesquisas em pequenas profundidades e proporcionando investigações junto a temática de batimetria não tripulada acoplando-a a modelismo náutico. Entretanto, antes de aplicá-lo em medições batimétricas é necessário testar alguns outros parâmetros como ângulo de efeito, alcance máximo, medição em movimento e o comportamento destes parâmetros na água.

REFERÊNCIAS

- IHO. 2005. **Manual on Hydrography**. Mônaco: International Hydrographic Bureau, 2005.
- MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. [tradução Rafael Zanolli]. – São Paulo: Novatec Editora, 2011.
- MIGUENS, A. P. **Navegação: a ciência e a arte Volume III** – Niterói: Marinha do Brasil, 2000.