

# Equipamento de Distanciamento Social - IEM

João Guilherme Silva

joao.ribeiro@aluno.unb.br  
20/0020528

Luana Keury Santos

luana.keury@aluno.unb.br  
19/0032944

Maria Luisa de Melo

luisa.melo@aluno.unb.br  
17/0151182

Jackson Marques Nunes

180102702@aluno.unb.br  
18/0102702

## Abstract

*As the novel coronavirus pandemic remains strong, this project intends to mitigate the contamination using certain devices that regulate the distance between bystanders, mainly in crowded and closed spaces. The first variation consists of a stationary device that controls the distance and pace of a queue. The other one is a wearable device that helps the user to keep his distance from others. The simulations were made on TinkerCad, and they've shown a high level of precision*

**Keywords:** Ultrasonic sensor; wearable technology; social distancing; coronavirus; pandemic.

## Resumo

*Com o avanço da pandemia criou-se a demanda por ideias que possibilitassem a continuidade das atividades humanas com segurança. Dessa forma, neste projeto é proposto dispositivos distanciadores sociais que podem auxiliar a população a executar suas atividades cotidianas, seja em filas ou outros ambientes aglomerativos. É desenvolvido um sinalizador de aglomerações fixo para locais atratores de pessoas e um equipamento móvel vestível para detecção de outros indivíduos. Os protótipos foram testados com simulações via Tinkercad, além de alguns testes físicos simples. Em todos os casos foram apresentados resultados aplicáveis e com boa margem de precisão.*

**Palavras-chave:** sensor ultrassônico; distanciamento social; acessibilidade; tecnologia vestível; pandemia.

## 1. Introdução

A partir da oficialização do decreto sobre a pandemia do novo Corona-vírus divulgado pela OMS em março/2020, medidas de prevenção foram estabelecidas por uma série

de países, dentre elas está o distanciamento social: uma precaução que consiste na redução de interações entre pessoas que não pertencem ao mesmo grupo de convívio. O distanciamento físico, no qual recomenda-se manter distância de ao menos 2 metros [4], é a forma mais conhecida desse método. Esta medida tem se provado muito eficaz, porém é corriqueiramente ignorada quando se trata de locais fechados ou com uma grande movimentação de pessoas.

Com o intuito de garantir o distanciamento físico, e por fim a redução do contágio por COVID-19, neste projeto é proposto dois dispositivos desenvolvidos com Arduino e sensores ultrassônicos, ambos com simulação em Tinkercad.

O primeiro consiste em um aparelho fixo, que sendo utilizado em ambientes como supermercados, bancos, dentre outros, mede a distância entre uma pessoa e a outra, mantendo-se estável quando o afastamento é adequado ou emitindo um aviso sonoro e visual quando há uma aproximação em demasia. O segundo equipamento, apresenta a mesma finalidade e funcionalidade que o inicial, entretanto constitui-se de um equipamento vestível e háptico.

## 2. Fundamentação teórica

Ambas versões do projeto apresentam mecanismos semelhantes: A captação e controle da distância entre indivíduos por meio de sensores ultrassônicos. Por isso é de prima importância entender o funcionamento dos mesmos.

### 2.1. Sensores

Em ambas as versões foram utilizados sensores ultrassônicos HC-SR04. Eles são comumente encontrados e possuem uma faixa de captação de 2cm a 400cm, com precisão de 0.3 cm [5]. Cada sensor possui um emissor de ondas sonoras e um receptor das ondas refletidas, além de 4 pinos de conexão rotulados: VCC, GND, Trig e Echo, sendo VCC e GND os pinos de alimentação e Trig e Echo os pinos

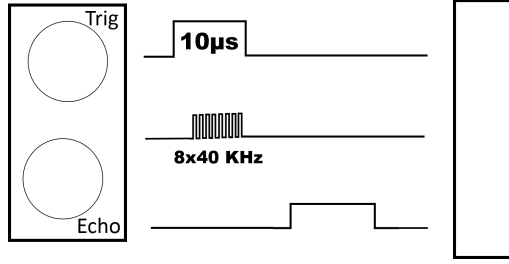


Figura 1. Funcionamento dos sensores ultrassônicos

de controle.

O funcionamento do sensor se dá como na figura 1. Para iniciá-lo é necessário acionar o pino *Trig* no estado *HIGH* por no mínimo 10 microssegundos, após isso o sensor enviará 8 pulsos de 40 Mega-hertz que refletirão no objeto e serão detectados pelo receptor. A saída será um sinal de estado *HIGH* de duração equivalente ao tempo em que a onda viajou ao objeto e voltou, em microssegundos [5]. Com isso, sabendo a velocidade média do som em temperatura e humidade ambiente é possível aproximar com precisão considerável a distância do objeto do qual a onda foi refletida, através da equação da velocidade média (1):

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow \Delta s = \frac{v * \Delta t}{2} \quad (1)$$

Nota-se que no fim a equação será dividida por dois, pois o tempo medido foi o de ida e volta do pulso.

## 2.2. Equipamentos de alerta

Dessa forma, basta analisar a distância medida e alertar o usuário caso esteja mais perto que o recomendado, e tendo em conta a questão de acessibilidade, foram desenvolvidas em ambas as versões do projeto diversas formas de alerta ao indivíduo que estimula diversos sentidos. Na versão vestível da luva será usado motores de vibração para dar um retorno háptico ao usuário, assim como visual, proporcionado por uma LED. Já na versão fixa o alerta se dará tanto na forma visual, com um *LCD* indicando a distância entre os indivíduos, quanto audível, proporcionada por um *buzzer* que acionará caso os indivíduos ultrapassem o distanciamento social.

## 2.3. Redundância da distância

Um erro comum percebido enquanto se trabalhava com os sensores ultrassônicos é de que, dependendo do ângulo em que a onda reflete no objeto, ele possa aparentar estar mais longe ou mais perto que o real [5]. Para contornar esse problema é usado na versão da luva dois sensores para medir o mesmo espaço, e a distância final é calculada pela média através da seguinte equação (2), em que  $\Delta s_n$  representa as distâncias do  $n$ -ésimo sensor.

$$\Delta s_{final} = \frac{\Delta s_1 + \Delta s_2}{2} \quad (2)$$

Como a versão da luva se encontra vestida no usuário, podemos considerar  $\Delta s_{final}$  como a distância entre o usuário e uma pessoa A, entretanto, o mesmo não se aplica na versão fixa do projeto. Como o aparelho fixo ficará entre 2 pessoas, seu cálculo se dá pela seguinte equação (3):

$$\Delta s_{final} = \frac{\Delta s_1 + \Delta s_2}{2} + \Delta s_3 + L \quad (3)$$

Nota-se que agora que  $\Delta s_{final}$  é a soma da média da distância entre o aparelho e uma pessoa A, com a distância entre o mesmo aparelho e uma pessoa B – dado pela distância  $\Delta s_3$  de um terceiro sensor – assim como o comprimento *L* do aparelho. A distância entre o aparelho e a pessoa B recebe apenas um sensor pois o aparelho estará bastante próximo da pessoa B, servindo o terceiro sensor apenas para o controle do andamento da fila – como demonstra a figura 4.

## 3. Procedimento experimental

Devido a questão do novo corona-vírus, o projeto foi demonstrado experimentalmente principalmente pelo uso de um simulador – Tinkercad – no entanto, foi possível demonstrar o funcionamento de algumas partes do projeto de maneira física.

### 3.1. Circuito

Os circuitos das duas versões são bastantes semelhantes, diferindo-se apenas nos objetos de alerta ao usuário e na quantidade de sensores utilizados.

Na versão da luva, pode-se ver conforme a figura 2. que os sensores são alimentados paralelamente pela porta de alimentação de 5 volts e o *GND*. Já o controle dos pinos *Echo* e *Trig* são conectados às portas digitais do Arduino – 2, 3 respectivamente ao 1º sensor e 5, 6 respectivamente ao 2º sensor. A Porta 4 está conectada a um *LED* que funciona como alerta ao usuário, e o *LED* ligado ao *GND* por um resistor de 220 ohms ( $\Omega$ ). Os motores de vibração não podem ser acionados pelas portas digitais do Arduino, devido à alta corrente, e por isso são alimentados pelo circuito de alimentação de 3,5v do Arduino e controlados por uma porta digital através de um chaveamento de um transistor PNP. Esses transistores conduzem corrente entre o emissor e o coletor quando recebem uma tensão positiva na base, entretanto é necessário um resistor de 1 k $\Omega$  na base para diminuir a corrente e não danificar o transistor. Dado que a versão da luva é portátil, a alimentação do aparelho todo é feita por 2 baterias de 9 volts em paralelo pela entrada *Vin* e o *GND* do Arduino

Na versão fixa, pode-se ver conforme a figura 3 que o controle dos pinos *Echo* e *Trig* e a alimentação dos sensores

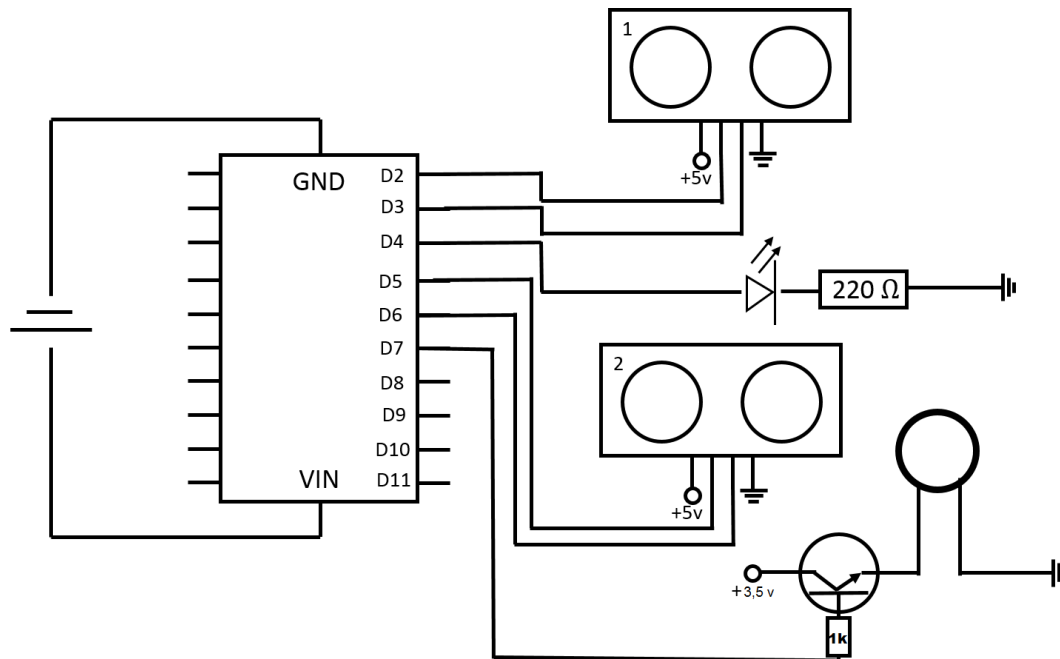


Figura 2. Circuito da versão vestível. Por motivos de espaço, foi colocado no esquemático apenas 1 motor de vibração, no entanto no projeto final usa-se dois.

ultrassônicos é feita de forma semelhante, no entanto, com a adição mais um sensor – responsável pela distancia  $\Delta s_3$ . A sinalização é feita pelo *buzzer* que, assim como os motores de vibração, é ativado por uma porta digital através de um transistor PNP. A grande diferença está na inclusão do *LCD*, que possui 16 conexões.

As primeiras 2 conexões do *LCD* – *VCC* e *GND* – são responsáveis pela alimentação da tela, e são conectadas respectivamente na alimentação 5v e no *GND* do Arduino. A próxima conexão – *V0* – é responsável pelo contraste das letras de acordo com a tensão recebida, por isso, é necessário conecta-la a um potenciômetro, e este irá variar a tensão entre a alimentação de 5v e o *GND*. As próximas 3 conexões – *RS*, *RW*, *E* – são pinos de controle e são conectados nas portas digitais do Arduino. As próximas 8 conexões – *DB0* a *DB7* – são portas de dados e devem ser conectadas em portas digitais, no entanto, é possível utilizar somente as últimas 4 dessas conexões, com uma leve perda de velocidade como contraponto. Finalmente, as 2 últimas conexões são da luz de fundo do *LCD* – se houver – e podem ser conectadas como uma *LED* normal – Utilizando um resistor de 220  $\Omega$

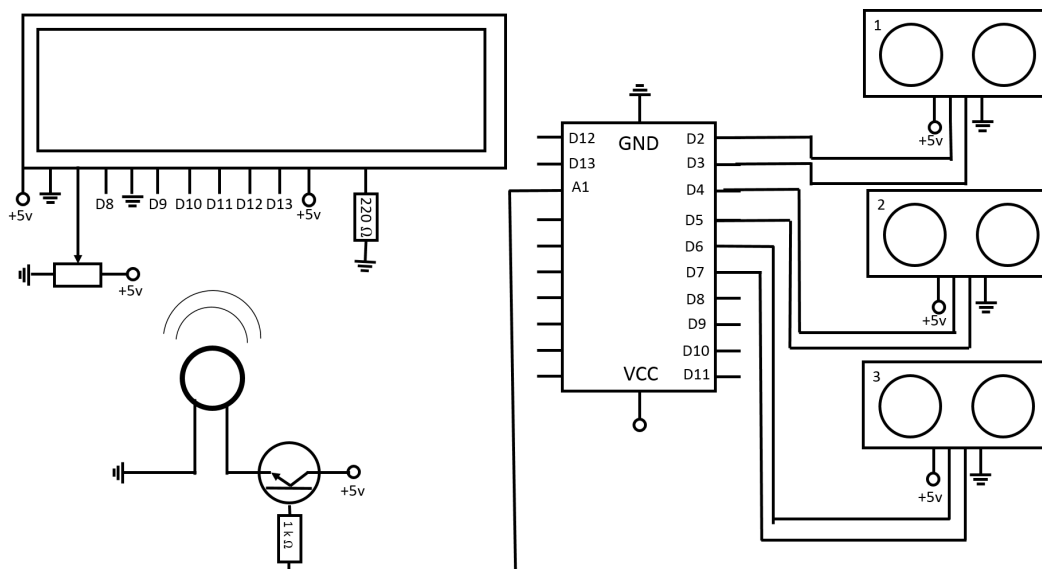
### 3.2. Código

Por motivos de eficiência, o código das versão vestível [1] e fixa [3] será comentado em etapas, o acesso ao código na íntegra e está disponibilizado nas referências bibliográficas, pela plataforma do Tinkercad

O Código de ambos os projetos funciona de maneira semelhantes. Inicialmente há a importação das bibliotecas necessárias e a declaração das variáveis globais. Na versão fixa foi usado a biblioteca *LiquidCrystal*. Após inclui-la no programa basta declarar uma variável do tipo *LiquidCrystal* com os respectivos pinos de conexão do *LCD*.

```
// Biblioteca do LCD
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal tela(8,9,10,11,12,13);
// Pinos de echo
int pin_eco = 2;
int pin_eco2 = 5;
// pinos de Trigger
int pin_trig = 3;
int pin_trig2 = 6;
// Tempo do Pulso
long tempo_do_ping;
long tempo_do_ping_2;
// Média das distancias
float dist1;
float dist2;
float m_distancia;
//{\em LED} e vibração de aviso
int pin_led = 4;
int pin_vibra = 7;
int pin_vibra_2 = 8;

void setup() {
  tela.begin(16,2);
  Serial.begin (9600);
```



```
pinMode(pin_eco, INPUT);
pinMode(pin_trig, OUTPUT);
pinMode(pin_eco2, INPUT);
pinMode(pin_trig2, OUTPUT);
pinMode(pin_led, OUTPUT);
pinMode(pin_vibra, OUTPUT);
pinMode(pin_vibra_2, OUTPUT);
}
```

Depois disso é necessário declarar na função *setup()* a função *Serial.begin()*. Ela é responsável por dizer a velocidade de comunicação com o monitor serial. Também é importante definir como entrada (*INPUT*) ou saída (*OUTPUT*) cada pino usado. Por definição, O pino *Trig* de cada sensor sempre será uma saída – pois envia os dados de ativação ao emissor de pulsos sonoros – e o pino *Echo* sempre será uma entrada – pois lê o tempo de viagem do pulso. Já Os demais pinos responsáveis pelos aparelhos de alerta sempre serão uma saída, pois ativam os aparelhos ou um transistor.

No caso da versão Fixa, é também necessário adicionar outra função chamada *tela.begin(C, L)*, ela é responsável por especificar a quantidade C de colunas e L de linhas da tela que será usada.

Em ambas as versões, o cálculo da distância é feito através de uma função chamada *distancia\_sensor(trig, eco)*. Essa função tem como entrada 2 argumentos – o pino *Trig* e o pino *Echo* de determinado sensor – e retorna a distância medida pelo mesmo, através do processo de cálculo explicado na seção 2.1. Depois de medido por cada sensor é necessário calcular a redundância para achar a distância  $\Delta s_{final}$ , de acordo com cada versão, como já explicado na seção 2.3.

```
float distancia_sensor(int trig,int eco){
```

```

digitalWrite(pin_led, LOW);
digitalWrite(pin_vibra_2, LOW);
digitalWrite(pin_vibra, LOW);
// Impressão da distância
Serial.print(m_distancia);
Serial.println(" metros");
}
else {
    // Impressão caso imprecisão
    Serial.println("Sem leitura");
}
delay(400);
}

```

Na versão fixa o processo é semelhante, no entanto, a distância final é sempre exibida no *LCD* e ainda há o controle do andamento da fila, pois caso a primeira pessoa não seja detectada, o aparelho chama a próxima pessoa da fila, caso ambas forem detectadas, o aparelho calcula a distância e se essa distância for menor que 2 metros ele emite um sinal sonoro pelo *buzzer* e um sinal visual no *LCD*.

## 4. Simulações

Nesta seção será apresentado tabelas da simulação de cada aparelho - Vestível (1) e fixo (2).

Testes	$\Delta s_{Real1}$	$\Delta s_{Real2}$	$\Delta s_{Final}$	Alertas
Teste 1	1,76 m	1,80 m	1,78 m	Ativo
Teste 2	2,69 m	2,95 m	2,82 m	Inativo
Teste 3	0,66 m	0,64 m	0,66 m	Ativo
Teste 4	3,20 m	3,01 m	3,11 m	Inativo
Teste 5	1,62 m	2,56 m	2,09 m	Ativo

Tabela 1. A tabela apresenta a simulação do aparelho vestível. Com as distâncias reais dos sensores, a distância final calculada pelo aparelho e se os alertas foram acionados.

Testes	$\Delta s_{Real1}$	$\Delta s_{Real2}$	$\Delta s_{Real3}$	LCD
Teste 1	X	X	0,86 m	Próximo!
Teste 2	2,36 m	2,01 m	0,08 m	2,47 m
Teste 3	1,16 m	1,30 m	0,08 m	Fique longe!
Teste 4	X	X	2,26 m	Próximo!

Tabela 2. A tabela apresenta a simulação do aparelho fixo. Com as distâncias reais dos sensores, a distância final calculada pelo aparelho e o texto exibido na tela.

No entanto, vale lembrar que está aberto ao leitor testar a simulação do equipamento na versão vestível [1], e na versão fixa [3]

## 5. Resultados e análises

### 5.1. Precisão

A primeira análise pertinente a se fazer é a precisão da medição do aparelho, Pode-se descobrir isso comparando

o resultado teórico dos cálculos esperados - explicados nas equações 2 e 3, com os resultados obtidos por cada aparelho.

A tabela 3 faz essa comparação na versão vestível, e a tabela 4 no equipamento fixo

Teste	Valor esperado	Valor recebido
Teste 1	1,78 m	1,78 m
Teste 2	2,82 m	2,82 m
Teste 3	0,65 m	0,66 m
Teste 4	3,10 m	3,11 m
Teste 5	2,09 m	2,09 m

Tabela 3. Comparação dos resultados esperado e obtidos da versão vestível

Teste	Valor esperado	Valor recebido
Teste 1	$\Delta s_{real3} > 0,2m$	$\Delta s_{real3} > 0,2m$
Teste 2	$\Delta s_{final} = 2,46 m$	$\Delta s_{final} = 2,47 m$
Teste 3	$\Delta s_{final} < 2,0$	$\Delta s_{final} < 2,0m$
Teste 4	$\Delta s_{real3} > 0,2m$	$\Delta s_{real3} > 0,2m$

Tabela 4. Comparação dos resultados esperado e obtidos da versão fixa. Nota-se que caso  $\Delta s_{real3}$  for menor que a distancia do aparelho e a primeira pessoa da fila - no caso 0.2 m -, o aparelho não calcula a distância e exibe na tela "Proximo". Caso existam duas pessoas, ele calculará o  $\Delta s_{final}$  e caso esse numero seja menor que 2 metros o aparelho exibirá "Fique longe" na tela

## 5.2. Aplicação

Como o projeto foi desenvolvido via Tinkercad, sua aplicação e visualização se torna mais complexa. Por esse motivo, foi idealizado um protótipo para ambas versões para ter um maior entendimento.

Como se pode ver na figura 4. A versão fixa se trata de uma Torre que fica no meio de duas pessoas, e calcula a distancia por meio de sensores ultrassônicos localizado em ambas as faces.

Já a versão Vestível, representada pela figura 5, se trata de uma luva, em que o usuário aponta para a pessoa desejada e mede a distância, acionando o alerta caso a distancia esteja muito pequena.

O projeto é simples e eficiente e, por isso, se mostra uma ótima alternativa para a contenção da disseminação do vírus. Ele também se mostrou acessível - sendo possível uma demonstração física do funcionamento dos sensores [2]

## 6. Conclusão

Com os resultados apresentados, demonstrou-se possível a aplicação de sensores ultrassônicos para o distanciamento social a fim de evitar o contágio da COVID 19. O medidor

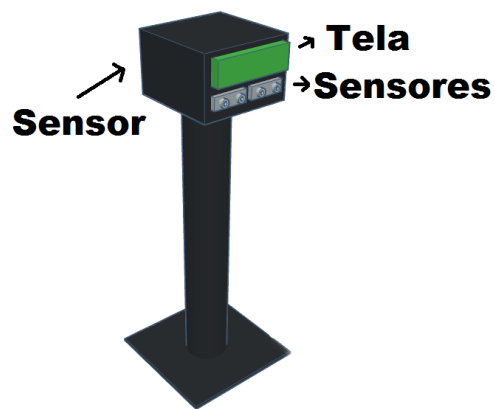


Figura 4. Concepção do aparelho fixo

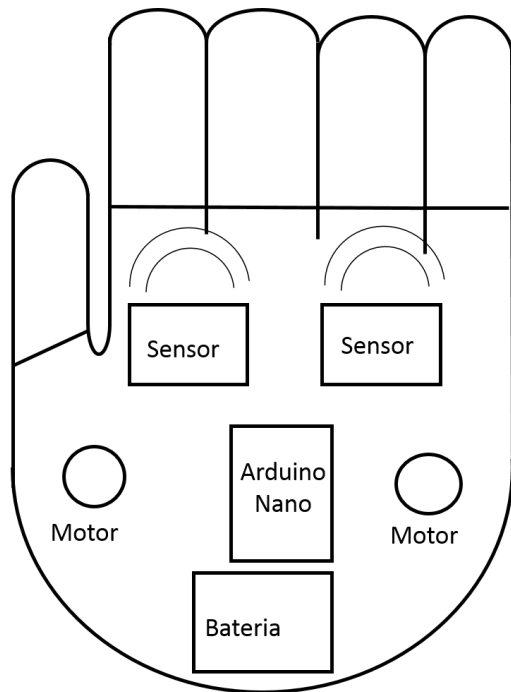


Figura 5. Concepção do aparelho vestível

fixo será útil para ambiente fechados como restaurantes e lojas. O medidor versátil, embora seja inacessível para parte da população, poderá ter uso para profissionais da saúde em hospitais e para deficientes visuais.

## Referências bibliográficas

- [1] João Guilherme et al. Trabalho iem - grupo 6 - vestível. <https://www.tinkercad.com/things/ahBnFIYm3AB-trabalho-iem-grupo-6-vestivel>.
- [2] João Guilherme et al. Teste físico dos sensores - iem. <https://web.microsoftstream.com/video/e83cd1b9-52b2-405b-9181-e7738e01da31>, 2020.
- [3] João Guilherme et al. Trabalho iem - grupo 6 - fixo. <https://www.tinkercad.com/things/luHVG2b6kgi-trabalho-iem-grupo-6-fixo>, Nov. 2020.
- [4] BRASIL Ministério da saúde. Medidas não farmacológicas. <https://coronavirus.saude.gov.br/medidas-nao-farmacologicas>, 2020.
- [5] Elijah J. Morgan. Hc-sr04 ultrasonic sensor. <https://datasheetspdf.com/pdf-file/1380136/ETC/HC-SR04/1>, Nov. 2014.