

**STEMKIT**  
4SCHOOLS

# MĂSURAREA VITEZEI SUNETULUI

## PLANUL DE LECTIE 1



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.

This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



## Cuprins

1.	Măsurarea vitezei sunetului .....	2
1.1	Informatii Generale .....	2
1.1.1	Scurta descriere .....	2
1.1.2	Obiectivele invatarii.....	2
1.1.3	Links catre curriculum.....	2
1.1.4	Materiale solicitate .....	3
1.1.5	Durata.....	3
1.2	Planul de Lectie .....	4
1.2.1	Introducere .....	4
1.2.2	Pregatire.....	6
1.2.3	Investigare.....	9
1.2.4	Concluzii.....	10
1.2.5	Follow-up exercitiu (optional) .....	10
1.3	Referinte sau Resurse .....	11



# 1. Masurarea vitezei sunetului

## 1.1 Generale Informatii

### 1.1.1 Scurta descriere

În acest plan de lecție vom desfășura un experiment științific pentru a măsura viteza sunetului. În acest scop, vom realiza un aparat experimental folosind STEMKIT-ul nostru și îl vom opera printr-un program adecvat. Apoi vom colecta date și le vom analiza pentru a măsura viteza sunetului. La fel ca oamenii de știință și cercetătorii adevărați!

### 1.1.2 Obiectivele invatarii

The main learning objectives of this lesson plan are:

- concept and content understanding of what is sound, sound waves, propagation of waves, speed
- designing and performing an experiment or scientific investigation with collection of data, analysis and presentation of results
- familiarizing with circuits and programs to interact with GPIO pins of Raspberry Pi
- understanding basic structures of Python programming language (namely, use in program the syntax, purpose and function of *while loop*, *if statements*, *definition of function*, etc.
- using a spreadsheet (in paper or software form) for data logging and processing basic statistics

### 1.1.3 Links to curriculum

The domains, subdomains, subjects/topics that this lesson plan can be linked to are:

- Physics: motion, oscillation, waves, types of waves, characteristics of waves, propagation of waves, sound, speed of sound waves, spectrum of sound waves
- Science (Physics/Chemistry/Biology/Geology): scientific method, investigation, experimentation, analysis and interpretation of results
- Computer Science/Informatics: processing unit and peripherals, interfaces, programming language and main structures, coding



Erasmus+

2019-1-FR01-KA201-062281



STEMKIT  
4SCHOOLS

- Technology: electronics, open-source hardware and software, sensors, digital signal, circuits, single board computers
- Maths/Statistics: spreadsheets and basic statistics

#### 1.1.4 Materials required

For this lesson plan (and for each student group) besides the STEMKIT console and its Raspberry Pi we'll need:

- 8 x Male-to-Female jumper wires
- 1 x Breadboard
- 1 x HC-SR04 Ultrasonic Distance Sensor
- 1 x push button
- 4 x Resistors (between 300 and 1K Ohm). We will need 3x 1K Ohms for the distance sensor, and one 300 to 1K Ohm resistance for the push button
- A ruler or measuring tape
- A small box or object to make an obstacle

#### 1.1.5 Duration

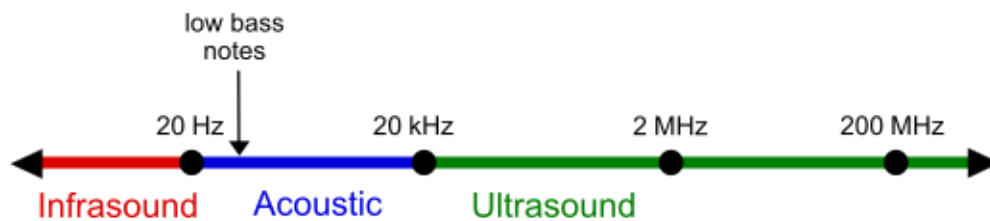
The duration of this lesson plan is estimated to be about 45-60 mins, i.e., one classroom hour.

## 1.2 Planul Lecției

Planul lecției este împărțit în patru etape, care sunt introducerea, pregătirea, investigarea și încheierea. Ca o continuare, există și un exercițiu opțional la sfârșit.

### 1.2.1 Introducere

Sunetul este o vibrație care se propagă ca o undă sonoră de presiune, printr-un mediu de transmisie, cum ar fi un gaz, lichid sau solid. Oamenii pot auzi undele sonore ca tonuri distincte numai atunci când frecvența se situează între aproximativ 20 Hz și 20 kHz. Undele sonore peste 20 kHz sunt cunoscute sub numele de ultrasunete și nu sunt perceptibile de către oameni. Undele sonore sub 20 Hz sunt cunoscute sub numele de infrasunete. Diferite specii de animale au variații de auz.



IMAG. 1. GAMA DE FRECVENȚĂ CORESPONDENTĂ CU SUNETUL ȘI ULTRASUNETUL AUDIBIL UMAN

Sursa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sound>

Undele sonore sunt adesea simplificate la o descriere în termeni de unde sinusoidale, care se caracterizează prin: frecvență sau lungimea de undă inversă; amplitudinea, presiunea sau intensitatea sunetului; viteza sunetului; direcție. În acest plan de lecție ne vom măsura viteza sunetului folosind STEMKIT și un senzor.

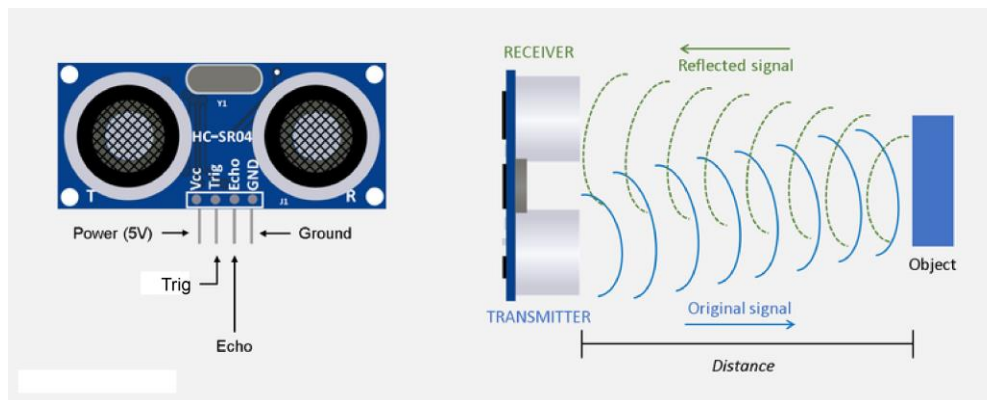
După cum sa spus deja, sunetul care este perceptibil de către oameni are frecvențe de la aproximativ 20 Hz la 20.000 Hz. În aer la temperatura și presiunea standard, lungimile de undă corespunzătoare ale undelor sonore variază de la 17 m la 17 mm.

Viteza sunetului este distanța parcursă pe unitate de timp de o undă sonoră pe măsură ce se propagă printr-un mediu elastic. La 20 ° C, viteza sunetului în aer este de aproximativ 343 metri pe secundă (sau 1235 km / h), sau un kilometru în 2,9 sec. Depinde puternic de temperatură, dar variază și cu câțiva metri pe secundă, în funcție de gazele care există în mediul prin care se propagă o undă sonoră.

În vorbirea obișnuită de zi cu zi, viteza sunetului se referă la viteza undelor sonore din aer. Cu toate acestea, viteza sunetului variază de la substanță la substanță: sunetul se deplasează cel mai lent în gaze; se deplasează mai repede în lichide; și chiar mai rapid în solide. De exemplu, sunetul se deplasează cu 343 m / sec în aer; se deplasează la 1480 m / sec în apă (adică de 4,3 ori mai rapid decât în aer); și la 5120 m / sec în fier (adică, de aproximativ 15 ori mai rapid decât în aer).

În cazul nostru, vom măsura viteza sunetului în aer folosind un dispozitiv, și anume un senzor de distanță cu ultrasunete HC-SR04, care emite și primește / detectează ultrasunete. Ultrasunetele sunt unde sonore cu frecvențe mai mari de 20.000 Hz (sau 20 kHz). Ecografia nu este diferită de sunetul „normal” (audibil) în proprietățile sale fizice, cu excepția faptului că oamenii nu îl pot auzi. Deci, în timpul experimentelor și măsurătorilor noastre, nu vom auzi nimic! Dispozitivele cu ultrasunete funcționează cu frecvențe de la 20 kHz până la câțiva gigaherți.

Senzorul de distanță cu ultrasunete HC-SR04 este format din doi traductori cu ultrasunete. Cel acționează ca un transmițător care convertește semnalul electric în impulsuri sonore ultrasonice de 40 KHz. Receptorul ascultă impulsurile transmise. Dacă le primește, produce un impuls de ieșire a cărui lățime poate fi utilizată pentru a determina distanța parcursă de impuls. Principiul de funcționare este descris mai jos.



IMAG. 2. PRINCIPIUL DE FUNCȚIONARE AL SENZORULUI ULTRASONIC HC-SR04

SURSA: [HTTP://OSOYOO.COM/2018/09/18/MICRO-BIT-LESSON-USING-THE-ULTRASONIC-MODULE/](http://osoyoo.com/2018/09/18/micro-bit-lesson-using-the-ultrasonic-module/)

Astfel, putem determina viteza sunetului dacă putem plasa un obiect la o distanță cunoscută de senzor și putem înregistra timpul necesar impulsului ultrasonic pentru a parcurge această distanță de două ori. Rețineți că de două ori, deoarece se deplasează de la transmițător la obiectul obstacol și apoi este reflectat și se deplasează înapoi la receptor pentru a fi detectat.



Acum, că am dobândit înțelegerea de bază, să continuăm și să începem să pregătim propria noastră investigație științifică.

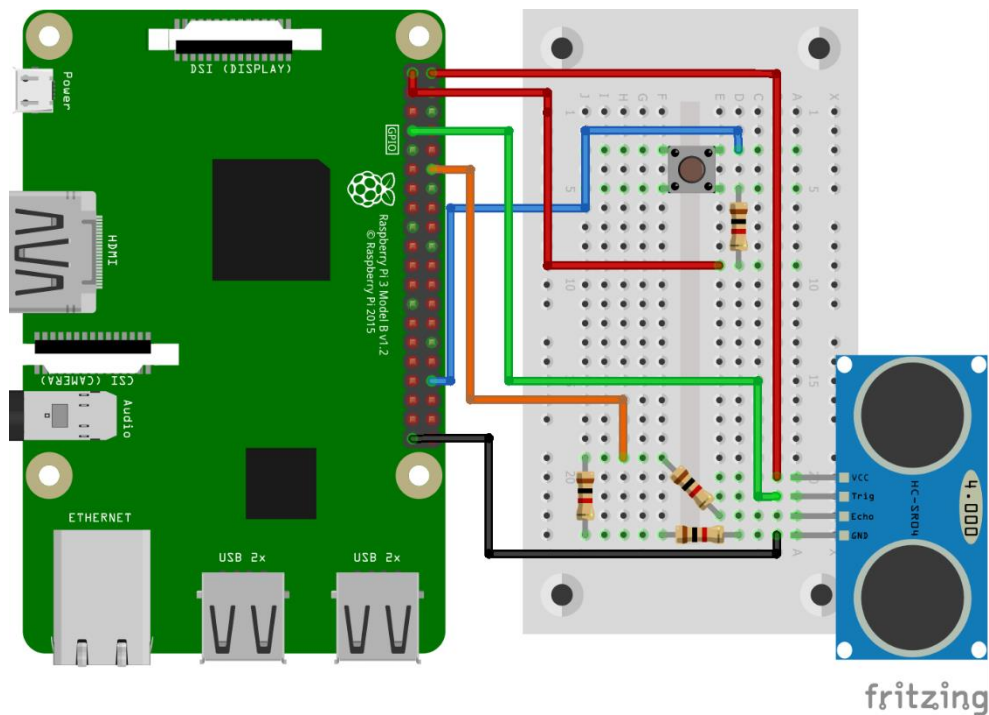
## 1.2.2 Pregătire

Primul lucru pe care trebuie să-l facem este să realizăm un circuit și să conectăm senzorul la pinii GPIO ai Raspberry Pi. Înainte de a continua, oprim Raspberry Pi și îl deconectăm. Pentru circuitul nostru, vom avea nevoie de senzorul nostru, o placă de rezoluție, rezistoare, fire jumper și un buton. Circuitul complet este în schema care urmează.

Senzorul de distanță cu ultrasunete HC-SR04 vine cu 4 pini: putere (VCC), declanșator (TRIG), ecou (ECHO) și masă (GND). Pinul de alimentare va fi conectat la pinul de 5V al Raspberry Pi, declanșatorul va fi atribuit unui pin GPIO ca ieșire (pinul 4), ecoul va fi atribuit unui pin GPIO ca intrare (pinul 18), iar masa va fi conectată la un pin pin masat pe Raspberry Pi.

De asemenea, conectăm un buton la pinul GPIO 24 pe care îl vom configura ca intrare. Celălalt capăt al butonului ar trebui să fie conectat la pinul de tensiune de 3,3V al Raspberry Pi printr-un rezistor. Astfel, când apăsăm butonul, atunci pinul GPIO 24 va fi în stare HIGH, adică în 3.3V. Apoi, avem nevoie de un program care să funcționeze într-un mod în care, de fiecare dată când apăsăm butonul, senzorul emite un impuls cu ultrasunete și programul continuă să sincronizeze cât durează pentru a primi ecoul înapoi (adică, cât timp a trecut în timp ce undele sonore au fost emise, a lovit obiectul din fața senzorului, a sărit înapoi și a revenit la senzor).

Când am terminat cu circuitul nostru, putem porni Raspberry Pi și putem începe programul în Python în fisier/ file `lesson_plan_speed_of_sound.py`



IMAG. 3. DIAGRAMA SCHEMATICĂ A CIRCUITULUI CU SENZOR DE DISTANȚĂ ȘI BUTON PUSH CONECTAT LA PINS GPIO

Sursa: STEMKIT4Schools project

Înainte de a începe investigația, să aruncăm o privire asupra programului, astfel încât să înțelegem mai bine cum funcționează.

Pe scurt, în programul nostru importăm mai întâi modulele Python de care avem nevoie, apoi configurăm pinii GPIO pentru buton și senzor ca ieșire sau / și intrare corespunzătoare. Apoi, punem cea mai mare parte a codului pentru a interacționa cu senzorul în funcția `get_time()`. Acolo emitem mai întâi o explozie de ultrasunete de la senzor. După aceea, emitem un semnal și apoi măsurăm intervalul de timp. Când în sfârșit obținem un timp de intrare, putem scădea ora de sfârșit din ora de început și putem calcula valoarea timpului scurs.

Numim această funcție într-o buclă de timp care rulează pentru totdeauna.

La final, începem o buclă de timp care rulează pentru totdeauna. În buclă verificăm dacă pinul de intrare conectat la buton este în stare înaltă. Dacă da, atunci acest lucru înseamnă că butonul este apăsat și așa că vrem să apelăm `get_time()` și să imprimăm pe ecran valoarea timpului pe care îl obținem de la senzor. De asemenea, rețineți că trebuie să punem o perioadă de pauza între fiecare apel al funcției, altfel este posibil ca senzorul să nu se comporte normal.





Odată ce am terminat cu setul de măsurători, putem opri programul și bucla infinită /loop apăsând Ctrl-C.

```
#####  
  
# first import libraries and set gpio numbering mode  
import RPi.GPIO as GPIO  
import time  
GPIO.setwarnings(False)  
# doing this first, since we're using a while True.  
GPIO.cleanup()  
GPIO.setmode(GPIO.BCM)  
  
# pin for push button  
pin_button = 24  
GPIO.setup(pin_button, GPIO.IN)  
  
# define TRIG and ECHO pins and set them up as output and input  
TRIG = 4  
ECHO = 18  
GPIO.setup(TRIG,GPIO.OUT)  
GPIO.setup(ECHO,GPIO.IN)  
  
# function to get distance value  
def get_time():  
    # emit a burst of ultrasound  
    GPIO.output(TRIG, True)  
    time.sleep(0.00001)  
    GPIO.output(TRIG, False)  
  
    # measure time interval  
    while GPIO.input(ECHO) == False:  
        tstart = time.time()  
  
    while GPIO.input(ECHO) == True:  
        tend = time.time()  
  
    sig_time = tend-tstart  
    #print("time(sec):", sig_time)  
    return sig_time
```



```
# do this loop forever! Press Ctrl-C to stop it
# When button is pressed then measure time

while True:
    if GPIO.input(pin_button) == GPIO.HIGH:
        #print("button pushed")
        value = get_time()
        time.sleep(0.05)
        print("time(sec):", value)
        time.sleep(5.)
    else :
        #do nothing

#####
```

### 1.2.3 Investigatie

Acum, că ne-am familiarizat cu aparatul nostru experimental, putem începe să luăm măsurători.

#### Colectarea datelor

Așezăm obiectul obstacol în fața senzorului și cu o riglă sau bandă de măsurare măsurăm distanța conform tabelului următor. Apăsăm butonul și înregistrăm în tabel măsurarea timpului afișat pe ecran. Repetăm pentru aceeași distanță sau distanțe diferite.

TABEL 1 DATA LOG TABLE

Index	Distanța de obiect (cm)	Timp masurat (sec)	Viteza = 2*Distanța/Timpul masurat (cm/sec)
1	5		
2	5		
3	10		
4	10		
5	20		
6	20		

7	30		
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
			<b>In medie</b>

### *Analiza datelor*

Odată ce tabelul este completat cu măsurătorile noastre de distanță și timp, le putem transfera într-o foaie de calcul Excel sau Open / Libre pentru a determina viteza sunetului care corespunde fiecărei perechi de măsurători. Sau, alternativ, continuăm cu foaia de calcul / tabelul de hârtie. La final calculăm valoarea medie și o exprimăm în cm / sec, în m / sec și în km / oră.

### *Prezentarea rezultatelor*

Vă prezentăm rezultatul și îl comparăm cu ceea ce au găsit alte grupuri de studenți. De asemenea, comparăm rezultatele noastre cu valorile de referință ale vitezei sunetului din bibliografie (de exemplu, la 20 ° C, viteza sunetului în aer este de aproximativ 343 metri pe secundă sau 1235 km / h). Ne-am apropiat de această valoare de referință? Dacă nu, care ar putea fi cauza? Trebuie să repetăm procedura experimentală?

## 1.2.4 Concluzii

Am reușit să măsurăm noi singuri viteza sunetului! În această fază recapitulăm ce am făcut și cum, care au fost pașii principali, discutăm orice dificultăți întâmpinate.

## 1.2.5 Follow-up exercitiu (optional)

Ca o continuare a acestui plan de lecție, putem continua cu următorul exercițiu. Acum, că am măsurat și cunoaștem valoarea vitezei sunetului, să revenim la codul programului pe care l-am folosit. Ce modificări îi putem face astfel încât să ne putem folosi aparatul pentru a măsura direct distanța unui obiect?



Erasmus+

2019-1-FR01-KA201-062281



STEMKIT  
4SCHOOLS

## 1.3 Referințe sau Resurse

Iată câteva referințe utile și resurse suplimentare legate de acest plan de lecție.

- <https://en.wikipedia.org/wiki/Sound>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Speed\\_of\\_sound](https://en.wikipedia.org/wiki/Speed_of_sound)
- <https://randomnerdtutorials.com/complete-guide-for-ultrasonic-sensor-hc-sr04/>
- <http://osoyoo.com/2018/09/18/micro-bit-lesson-using-the-ultrasonic-module/>
- <https://lastminuteengineers.com/arduino-sr04-ultrasonic-sensor-tutorial/>