

STEMKIT

4SCHOOLS

ΜΕΤΡΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

ΠΛΑΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1



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

Αυτό το έργο χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Αυτή η ανακοίνωση αντικατοπτρίζει μόνο τις απόψεις του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



Πίνακας Περιεχομένων

1. Μετρώντας την ταχύτητα του ήχου	2
1.1 Γενικές πληροφορίες.....	2
1.1.1 Σύντομη περιγραφή.....	2
1.1.2 Μαθησιακοί στόχοι	2
1.1.3 Σύνδεσμοι με το πρόγραμμα σπουδών	2
1.1.4 Απαιτούμενα υλικά	3
1.1.5 Διάρκεια	3
1.2 Πλάνο μαθήματος.....	4
1.2.1 Εισαγωγή.....	4
1.2.2 Προετοιμασία	6
1.2.3 Έρευνα	9
1.2.4 Επίλογος.....	11
1.2.5 Επιπρόσθετη άσκηση (προαιρετικό)	11
1.3 Αναφορές και επιπρόσθετοι πόροι.....	11



1. Μετρώντας την ταχύτητα του ήχου

1.1 Γενικές πληροφορίες

1.1.1 Σύντομη περιγραφή

Σε αυτό το πλάνο μαθήματος θα πραγματοποιήσουμε ένα επιστημονικό πείραμα για τη μέτρηση της ταχύτητας του ήχου. Για το σκοπό αυτό, θα φτιάξουμε μια πειραματική συσκευή χρησιμοποιώντας το STEMKIT και θα τη λειτουργήσουμε με το κατάλληλο πρόγραμμα. Στη συνέχεια, θα συλλέξουμε δεδομένα και θα τα αναλύσουμε για να μετρήσουμε την ταχύτητα του ήχου. Όπως κάνουν οι πραγματικοί επιστήμονες και ερευνητές!

1.1.2 Μαθησιακοί στόχοι

Οι κύριοι μαθησιακοί στόχοι αυτού του σχεδίου μαθήματος είναι:

- κατανόηση έννοιας και περιεχομένου για το τι είναι ήχος, ηχητικά κύματα, διάδοση κυμάτων, ταχύτητα.
- σχεδιασμός και εκτέλεση πειράματος ή επιστημονικής έρευνας με συλλογή δεδομένων, ανάλυση και παρουσίαση των αποτελεσμάτων.
- εξοικείωση με κυκλώματα και προγράμματα αλληλεπίδρασης με ακίδες GPIO του Raspberry Pi.
- κατανόηση των βασικών δομών της γλώσσας προγραμματισμού Python (δηλαδή, χρήση στο πρόγραμμα της σύνταξης, του σκοπού και της λειτουργίας του while loop, if statements, functions κ.λπ.
- χρήση υπολογιστικού φύλλου (σε μορφή χαρτιού ή λογισμικού) για καταγραφή δεδομένων και επεξεργασία βασικών στατιστικών.

1.1.3 Σύνδεσμοι με το πρόγραμμα σπουδών

Οι τομείς, οι υποτομείς και τα θέματα στα οποία μπορεί να συνδεθεί αυτό το πλάνο μαθήματος είναι:

- Φυσική: κίνηση, ταλάντωση, κύματα, τύποι κυμάτων, χαρακτηριστικά κυμάτων, διάδοση κυμάτων, ήχος, ταχύτητα ηχητικών κυμάτων, φάσμα ηχητικών κυμάτων.
- Επιστήμη (Φυσική / Χημεία / Βιολογία / Γεωλογία): επιστημονική μέθοδος, διερεύνηση, πειραματισμός, ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
- Επιστήμη Υπολογιστών / Πληροφορική: μονάδα επεξεργασίας και περιφερειακά, διεπαφές, γλώσσα προγραμματισμού και κύριες δομές, κωδικοποίηση.



Erasmus+

2019-1-FR01-KA201-062281



STEMKIT
4SCHOOLS

- Τεχνολογία: ηλεκτρονικά είδη, υλικό και λογισμικό ανοιχτού κώδικα, αισθητήρες, ψηφιακό σήμα, κυκλώματα, υπολογιστές μονής πλακέτας.
- Μαθηματικά / Στατιστικά: υπολογιστικά φύλλα και βασικά στατιστικά.

1.1.4 Απαιτούμενα υλικά

Για αυτό το πλάνο μαθήματος (και για κάθε ομάδα μαθητών) εκτός από την κονσόλα STEMKIT και το Raspberry Pi θα χρειαστούμε:

- 8 x καλώδια αρσενικό σε θηλυκό
- 1 x Πίνακα κυκλωμάτων (breadboard)
- 1 x Αισθητήρας απόστασης υπερήχων HC-SR04
- 1 x κουμπί
- 4 x αντιστάσεις (μεταξύ 300 και 1K Ohm). Χρειαζόμαστε 3x 1K Ohms για τον αισθητήρα απόστασης και μία αντίσταση 300 έως 1K Ohm για το κουμπί
- Ένας χάρακας ή μια ταινία μέτρησης
- Ένα μικρό κουτί ή αντικείμενο για να κάνει το εμπόδιο

1.1.5 Διάρκεια

Η διάρκεια αυτού του προγράμματος μαθήματος εκτιμάται ότι είναι περίπου 45-60 λεπτά, δηλαδή μία ώρα στην τάξη.

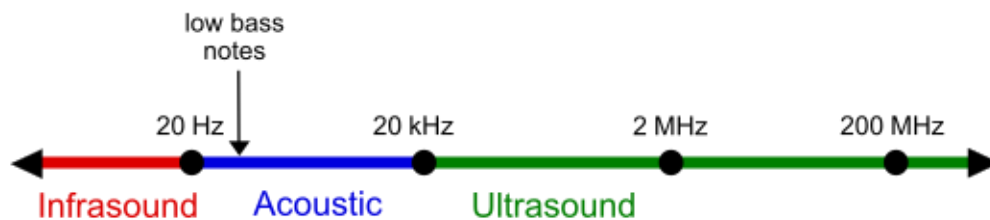


1.2 Πλάνο μαθήματος

Το σχέδιο μαθήματος χωρίζεται σε τέσσερις φάσεις, οι οποίες είναι εισαγωγή, προετοιμασία, διερεύνηση και συμπέρασμα. Ως συνέχεια υπάρχει επίσης μια προαιρετική άσκηση στο τέλος.

1.2.1 Εισαγωγή

Ο ήχος είναι μια δόνηση που διαδίδεται ως ένα ηχητικό κύμα πίεσης, μέσω ενός μέσου μετάδοσης όπως ένα αέριο, υγρό ή στερεό. Οι άνθρωποι μπορούν να ακούσουν ηχητικά κύματα ως ξεχωριστά βήματα όταν η συχνότητα κυμαίνεται μεταξύ περίπου 20 Hz και 20 kHz. Τα ηχητικά κύματα άνω των 20 kHz είναι γνωστά ως υπερηχογράφημα και δεν γίνονται αντιληπτά από τον άνθρωπο. Τα ηχητικά κύματα κάτω των 20 Hz είναι γνωστά ως υπέρυθοι. Διαφορετικά είδη ζώων έχουν διαφορετικά εύρη ακοής.



ΕΙΚΟΝΑ 1. ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥΝ ΣΕ ΥΠΟΗΧΟ, ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΗΧΟ ΚΑΙ ΥΠΕΡΗΧΟ

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

Τα ηχητικά κύματα απλοποιούνται συχνά σε μια περιγραφή όσον αφορά τα ημιτονοειδή κύματα, τα οποία χαρακτηρίζονται από: συχνότητα, ή το αντίστροφο, μήκος κύματος, πλάτος, ηχητική πίεση ή ένταση, ταχύτητα του ήχου; κατεύθυνση. Σε αυτό το πλάνο μαθήματος θα μετρήσουμε την ταχύτητα του ήχου χρησιμοποιώντας το STEMKIT και έναν αισθητήρα.

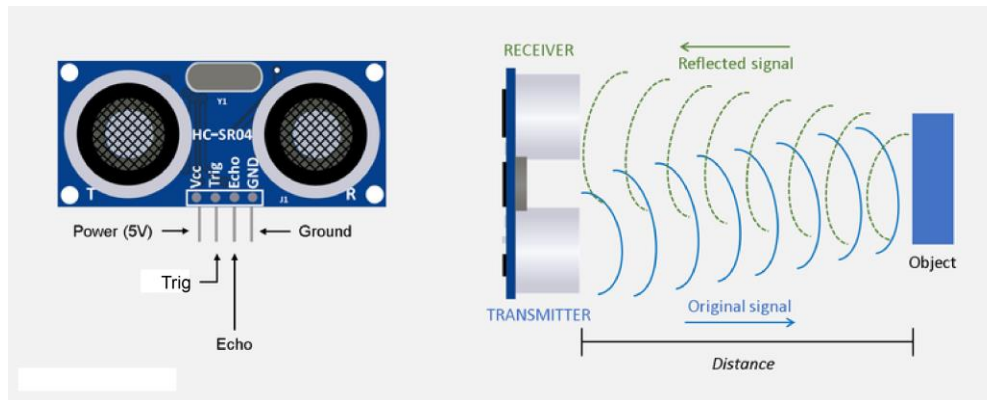
Όπως έχει ήδη ειπωθεί, ο ήχος που γίνεται αντιληπτός από τον άνθρωπο έχει συχνότητες από περίπου 20 Hz έως 20.000 Hz. Στον αέρα σε κανονική θερμοκρασία και πίεση, τα αντίστοιχα μήκη κύματος των ηχητικών κυμάτων κυμαίνονται από 17 m έως 17 mm.

Η ταχύτητα του ήχου είναι η απόσταση που διανύεται ανά μονάδα χρόνου από ένα ηχητικό κύμα καθώς διαδίδεται μέσω ενός ελαστικού μέσου. Στους 20 °C, η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι περίπου 343 μέτρα ανά δευτερόλεπτο (ή 1235 km / h), ή ένα χιλιόμετρο σε 2,9 δευτερόλεπτα. Εξαρτάται έντονα από τη θερμοκρασία, αλλά ποικίλλει επίσης κατά αρκετά μέτρα ανά δευτερόλεπτο, ανάλογα με τα αέρια που υπάρχουν στο μέσο μέσω του οποίου διαδίδεται ένα ηχητικό κύμα.

Στην κοινή καθημερινή ομιλία, η ταχύτητα του ήχου αναφέρεται στην ταχύτητα των ηχητικών κυμάτων στον αέρα. Ωστόσο, η ταχύτητα του ήχου ποικίλλει από ουσία σε ουσία: ο ήχος ταξιδεύει πιο αργά σε αέρια, ταξιδεύει γρηγορότερα σε υγρά, και ακόμη πιο γρήγορα στα στερεά. Για παράδειγμα, ο ήχος ταξιδεύει με αέρα 343 m / sec, ταξιδεύει στα 1480 m / sec στο νερό (δηλ. 4,3 φορές πιο γρήγορα στον αέρα), και στα 5120 m / sec σε σίδηρο (δηλαδή, περίπου 15 φορές πιο γρήγορα από τον αέρα).

Στην περίπτωση μας θα μετρήσουμε την ταχύτητα του ήχου στον αέρα χρησιμοποιώντας μια συσκευή, δηλαδή έναν αισθητήρα απόστασης υπερήχων HC-SR04, ο οποίος εκπέμπει και λαμβάνει / ανιχνεύει υπερήχους. Ο υπέρηχος είναι ηχητικά κύματα με συχνότητες υψηλότερες από 20.000 Hz (ή 20 kHz). Ο υπέρηχος δεν διαφέρει από τον «κανονικό» (ηχητικό) ήχο στις φυσικές του ιδιότητες, εκτός από το ότι οι άνθρωποι δεν μπορούν να τον ακούσουν. Έτσι, κατά τη διάρκεια των πειραμάτων και των μετρήσεών μας δεν θα ακούσουμε τίποτα! Οι συσκευές υπερήχων λειτουργούν με συχνότητες από 20 kHz έως αρκετά gigahertz.

Ο αισθητήρας απόστασης υπερήχων HC-SR04 αποτελείται από δύο μορφοτροπίες υπερήχων. Αυτό λειτουργεί ως πομπός που μετατρέπει το ηλεκτρικό σήμα σε παλμούς υπερήχων ήχου 40 KHz. Ο δέκτης ακούει τους μεταδιδόμενους παλμούς. Εάν τα λάβει, παράγει έναν παλμό εξόδου του οποίου το πλάτος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της απόστασης του διανυθέντος παλμού. Η αρχή της λειτουργίας απεικονίζεται παρακάτω.



ΕΙΚΟΝΑ 2. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΗΣΟΝΙΚΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ HC-SR04

Πηγή: <http://osoyoo.com/2018/09/18/micro-bit-lesson-using-the-ultrasonic-module/>

Έτσι, μπορούμε να προσδιορίσουμε την ταχύτητα του ήχου εάν μπορούμε να τοποθετήσουμε ένα αντικείμενο σε γνωστή απόσταση από τον αισθητήρα και να καταγράψουμε το χρόνο που χρειάζεται ο παλμός υπερήχων για να ταξιδέψει αυτή η απόσταση δύο φορές. Σημειώστε ότι δύο φορές, επειδή ταξιδεύει από τον πομπό στο αντικείμενο εμπόδιων και στη συνέχεια αντανακλάται και επιστρέφει στον δέκτη για ανίχνευση.



Τώρα που έχουμε αποκτήσει τη βασική κατανόησής μας προχωρήσουμε και αρχίστε να προετοιμάζουμε τη δική μας επιστημονική έρευνα.

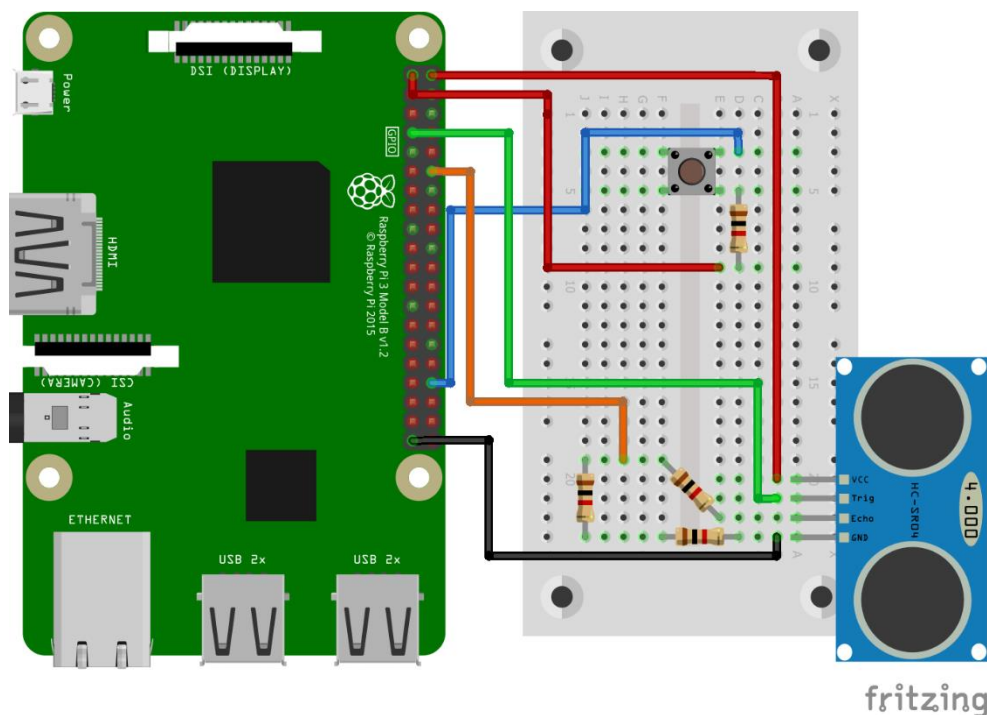
1.2.2 Προετοιμασία

Το πρώτο πράγμα που πρέπει να κάνουμε είναι να φτιάξουμε ένα κύκλωμα και να συνδέσουμε τον αισθητήρα μας με ακροδέκτες GPIO του Raspberry Pi. Πριν προχωρήσουμε, απενεργοποιούμε το Raspberry Pi και το αποσυνδέουμε. Για το κύκλωμα μας, θα χρειαζόμαστε τον αισθητήρα μας, ένα breadboard, αντιστάσεις, καλώδια και ένα κουμπί. Το πλήρες κύκλωμα βρίσκεται στο σχηματικό διάγραμμα που ακολουθεί.

Ο αισθητήρας απόστασης υπερήχων HC-SR04 διαθέτει 4 ακίδες: ισχύ (VCC), σκανδάλη (TRIG), ηχώ (ECHO) και γείωση (GND). Ο ακροδέκτης τροφοδοσίας θα συνδεθεί με τον ακροδέκτη 5V του Raspberry Pi, η σκανδάλη θα αντιστοιχιστεί σε έναν ακροδέκτη GPIO ως έξοδο (ακίδα 4), η ηχώ θα εκχωρηθεί σε έναν ακροδέκτη GPIO ως είσοδο (ακίδα 18) και η γείωση θα συνδεθεί σε ένα γείωσης στο Raspberry Pi.

Συνδέουμε επίσης ένα κουμπί με τον ακροδέκτη GPIO 24 το οποίο θα ρυθμίσουμε ως είσοδο. Το άλλο άκρο του κουμπιού πρέπει να συνδεθεί με την ακίδα τάσης 3.3V του Raspberry Pi μέσω μιας αντίστασης. Έτσι, όταν πατάμε το κουμπί τότε ο ακροδέκτης GPIO 24 θα βρίσκεται σε κατάσταση ΥΨΗΛΗΣ (high), δηλαδή σε 3.3V. Χρειαζόμαστε τότε ένα πρόγραμμα για να λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε κάθε φορά που πατάμε το κουμπί ο αισθητήρας εκπέμπει έναν παλμό υπερήχων και το πρόγραμμα συνεχίζει να χρονομετρεί πόσο χρόνο χρειάζεται για να λάβει την ηχώ πίσω (δηλαδή, πόσος χρόνος πέρασε ενώ εκπέμπονται τα ηχητικά κύματα, χτύπησε το αντικείμενο μπροστά από τον αισθητήρα, αναπήδησε και επέστρεψε στον αισθητήρα).

Όταν τελειώσουμε με το κύκλωμα, μπορούμε να ενεργοποιήσουμε το Raspberry Pi και να ξεκινήσουμε το πρόγραμμά μας στο Python σε αρχείο `speed_of_sound.py`



ΕΙΚΟΝΑ 3. ΣΧΕΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΥΜΠΙ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΤΑΙ ΜΕ ΤΑ PIN

Πηγή: *STEMKIT4Schools project*

Πριν ξεκινήσουμε την έρευνά μας, ας ρίξουμε μια ματιά στο πρόγραμμα, ώστε να καταλάβουμε καλύτερα πώς λειτουργεί.

Εν συντομία, στο πρόγραμμά μας εισάγουμε πρώτα τις μονάδες Python που χρειαζόμαστε, και στη συνέχεια ρυθμίζουμε τις ακίδες GPIO για κουμπί και αισθητήρα ως έξοδο ή / και είσοδο αναλόγως. Στη συνέχεια, θέτουμε το μεγαλύτερο μέρος του κώδικα για αλληλεπίδραση με τον αισθητήρα σε λειτουργία `get_time()`. Εκεί εκπέμπουμε πρώτα μια έκρηξη υπερήχων από τον αισθητήρα. Μετά από αυτό εκδίδουμε ένα σήμα και στη συνέχεια μετράμε το χρονικό διάστημα. Όταν τελικά πάρουμε το χρόνο εισαγωγής, μπορούμε να αφαιρέσουμε την ώρα λήξης από την ώρα έναρξης και να υπολογίσουμε την τιμή του χρόνου που έχει παρέλθει.

Καλούμε αυτήν τη λειτουργία σε ένα `while loop` που τρέχει για πάντα.

Στο τέλος ξεκινάμε έναν βρόχο που τρέχει για πάντα. Στο βρόχο ελέγχεται αν ο πείρος εισόδου που είναι συνδεδεμένος στο κουμπί είναι σε υψηλή κατάσταση. Εάν ναι, αυτό σημαίνει ότι το κουμπί έχει πατηθεί και έτσι θέλουμε να καλέσουμε το `get_time()` και να εκτυπώσουμε στην οθόνη την τιμή χρόνου που λαμβάνουμε από τον αισθητήρα. Σημειώστε επίσης ότι πρέπει να αφήσουμε λίγο χρόνο αναμονής μεταξύ κάθε κλήσης της λειτουργίας, διαφορετικά ο αισθητήρας ενδέχεται να μην συμπεριφέρεται κανονικά.



Μόλις τελειώσουμε με το σεντ μετρήσεων, μπορούμε να σταματήσουμε το πρόγραμμα και το άπειρο βρόχο πατώντας 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 Έρευνα

Τώρα που έχουμε εξοικειωθεί με τις πειραματικές συσκευές μας, μπορούμε να αρχίσουμε να λαμβάνουμε μετρήσεις.

Συλλογή δεδομένων

Τοποθετούμε το αντικείμενο εμποδίων μπροστά από τον αισθητήρα και με ένα χάρακα ή μεζούρα μετράμε την απόσταση σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα. Πατάμε το κουμπί και συνδέουμε στον πίνακα τη μέτρηση χρόνου που εμφανίζεται στην οθόνη. Επαναλαμβάνουμε για την ίδια απόσταση ή διαφορετικές αποστάσεις.



ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΓΓΡΑΦΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

α/α	Απόσταση αντικειμένου (cm)	Καταγεγραμμένος χρόνος (sec)	Ταχύτητα = $2 \times \text{Απόσταση} / \text{Καταγεγραμμένος χρόνος}$ (cm/sec)
1	5		
2	5		
3	10		
4	10		
5	20		
6	20		
7	30		
...
...
...
...
...
			Μέσος όρος

Ανάλυση δεδομένων

Μόλις γεμίσει ο πίνακας με τις μετρήσεις της απόστασης και του χρόνου, μπορούμε να τις μεταφέρουμε σε υπολογιστικό φύλλο Excel ή Open / Libre για να προσδιορίσουμε την ταχύτητα του ήχου που αντιστοιχεί σε κάθε ζεύγος μετρήσεων. Εναλλακτικά, συνεχίζουμε με το υπολογιστικό φύλλο χαρτιού / πίνακα. Στο τέλος υπολογίζουμε τη μέση τιμή και την εκφράζουμε σε cm / sec, σε m / sec και σε km / hr.

Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Παρουσιάζουμε το αποτέλεσμα και το συγκρίνουμε με αυτό που βρήκαν άλλες ομάδες μαθητών. Συγκρίνουμε επίσης τα αποτελέσματά μας με τιμές αναφοράς της ταχύτητας του ήχου από τη βιβλιογραφία (π.χ., στους 20 ° C, η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι περίπου 343 μέτρα ανά δευτερόλεπτο ή 1235 km / h). Πλησιάσαμε αυτήν την τιμή



αναφοράς; Εάν όχι, ποια θα μπορούσε να είναι η αιτία; Πρέπει να επαναλάβουμε την πειραματική διαδικασία;

1.2.4 Επίλογος

Καταφέραμε να μετρήσουμε την ταχύτητα του ήχου οι ίδιοι! Σε αυτήν τη φάση ανακεφαλαιώνουμε τι κάναμε και πώς, ποια ήταν τα κύρια βήματα, συζητούμε τις δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν.

1.2.5 Επιπρόσθετη άσκηση (προαιρετικό)

Ως συνέχεια αυτού του πλάνου μαθήματος, μπορούμε να προχωρήσουμε στην ακόλουθη άσκηση. Τώρα που έχουμε μετρήσει και γνωρίζουμε την αξία της ταχύτητας του ήχου, ας επανεξετάσουμε τον κώδικα που χρησιμοποιήσαμε. Τι αλλαγές μπορούμε να κάνουμε ώστε να χρησιμοποιήσουμε τη συσκευή μας για να μετρήσουμε άμεσα την απόσταση ενός αντικειμένου;

1.3 Αναφορές και επιπρόσθετοι πόροι

Ακολουθούν μερικές χρήσιμες αναφορές και πρόσθετοι πόροι που σχετίζονται με αυτό το σχέδιο μαθήματος.

- <https://en.wikipedia.org/wiki/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/>