

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Μέτρηση Απόστασης



ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ	2
Οι υπέρηχοι και η χρήση τους	3
Αρχή λειτουργίας μέτρησης απόστασης με υπερήχους	5
Αισθητήρας υπερήχων HC-SR04 που χρησιμοποιούμε στο Arduino	6
Τρόπος σύνδεσης	7
Παράδειγμα συνδεσμού λογίας & κώδικα	8
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	9
1η Δραστηριότητα:	9
Μέτρηση απόστασης	9
2η Δραστηριότητα:	10
Ελάχιστη - Μέγιστη απόσταση μέτρησης	10
3η Δραστηριότητα:	11
Αισθητήρας παρκαρίσματος με απεικόνιση της απόστασης σε 3 led	11
4η Δραστηριότητα:	12

Άν ο ι γ μ α μ π ά ρ α σ ό τ α ν ε ν τ ο π ι σ τ ε ί
α υ τ ο κ ί ν η τ ο 12

Δ ρ α σ τ η ρ ι δ τ η τ ε ς σ τ ο ν π ρ ο σ ο μ ο ι ω τ ή:
15

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Γενικά

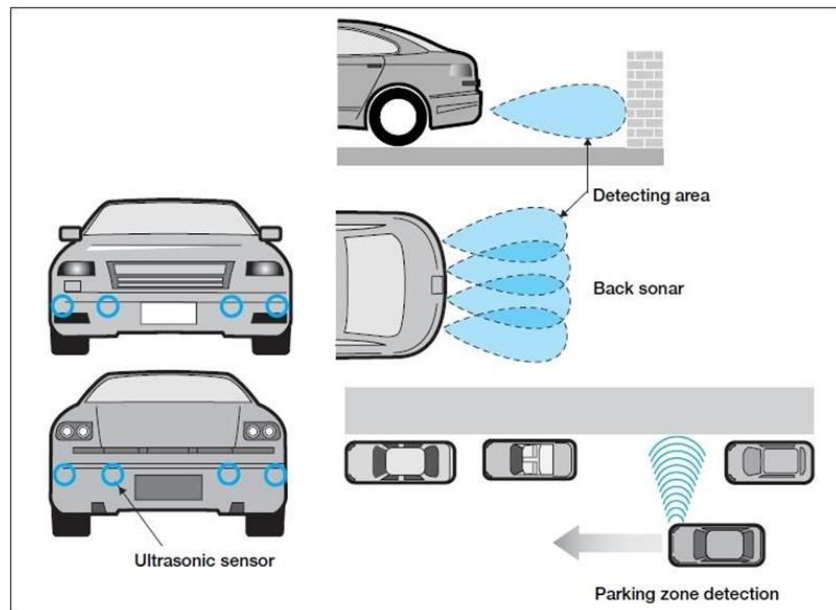
Στους αυτοματισμούς και στην ρομποτική υπάρχει πολλές φορές η ανάγκη να μετρηθεί η απόσταση από ένα αντικείμενο ή να ελεγχθεί στον περιβάλλοντα χώρο αν υπάρχει κάποιο εμπόδιο σε κάποιο εύρος αποστάσεων.

Παραδείγματα είναι:

- Τα αποστασιόμετρα που μετρούν αποστάσεις χωρίς την χρήση μετροταινίας.

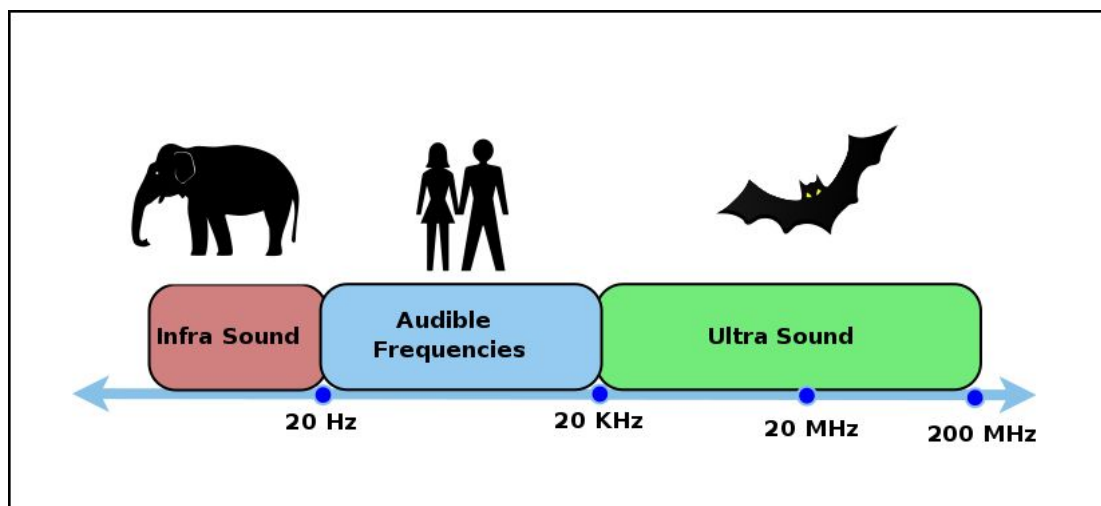


- Οι αισθητήρες βοήθειας παρκαρίσματος σε όλα σχεδόν τα αυτοκίνητα τελευταίας γενιάς.



Οι υπέρηχοι και η χρήση τους

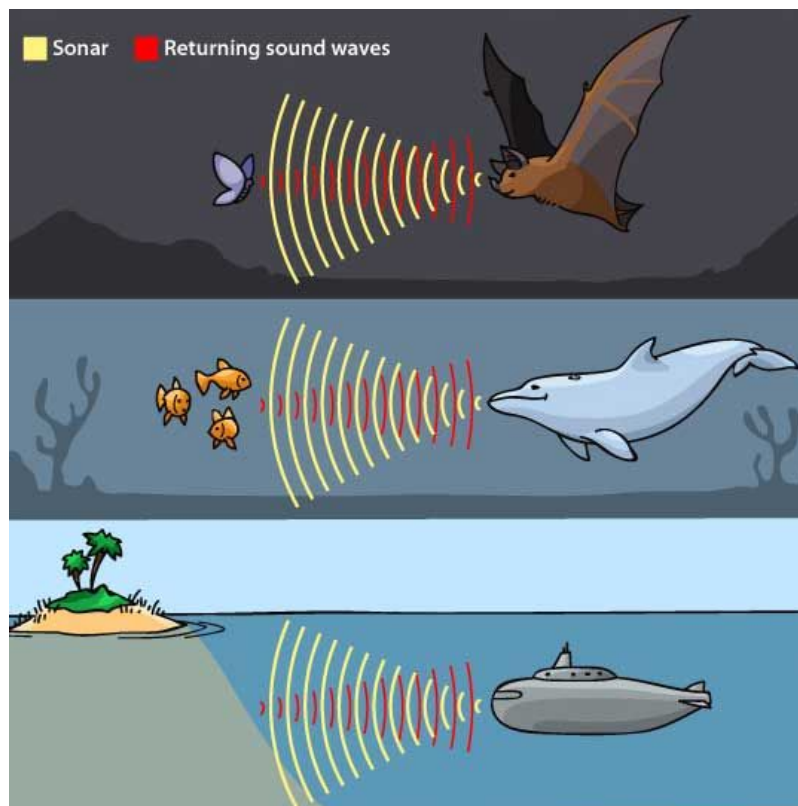
Πριν περάσουμε στις δραστηριότητες θα πρέπει να δούμε τι είναι οι υπέρηχοι και πως η χρήση τους μπορεί να μας δώσει την απόσταση από κάποιο αντικείμενο.



Όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα, οι υπέρηχοι (Ultra Sound) είναι κύματα με συχνότητες μεγαλύτερες απ' τις ακουστικές συχνότητες (20Hz - 20KHz), έτσι δεν μπορεί να τους ακούσει το ανθρώπινο αυτί, κάποια ζώα μπορούν και να τους ακούν αλλά και να τους χρησιμοποιούν. Το φάσμα των υπερήχων εκτείνεται από τα 20KHz έως τα 200 KHz.

Οι συχνότητες κάτω από τα 20Hz ονομάζονται υπόηχοι (InfraSound) και χρησιμοποιούνται από κάποια ζώα για την επικοινωνία τους.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα χρήσης των υπερήχων στα ζώα είναι η αποφυγή εμποδίων κατά την κίνηση των νυχτερίδων στο σκοτάδι, οι υπέρηχοι των δελφινιών για την επικοινωνία μεταξύ τους και η σφυρίχτρα που χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση των σκύλων.

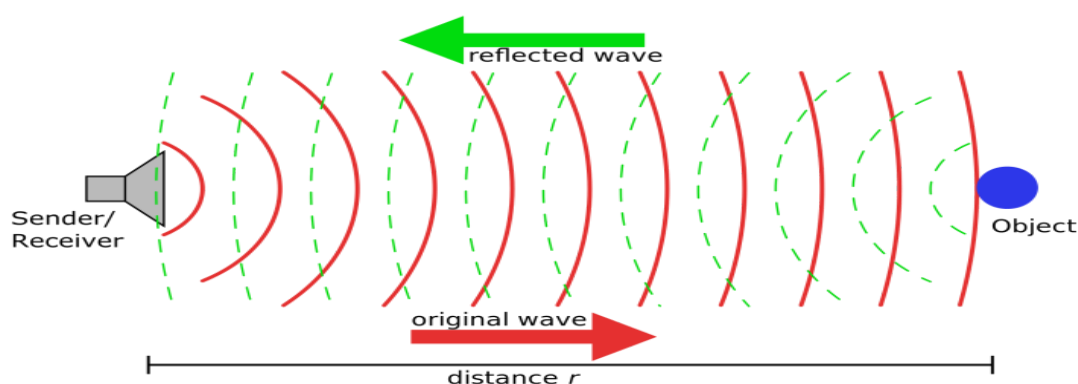


Επίσης γίνεται χρήση τους από την ιατρική ως απεικονιστικό και διαγνωστικό των οργάνων και των ιστών του σώματος.



Αρχή λειτουργίας μέτρησης απόστασης με υπερήχους

Οι αισθητήρες υπερήχων λειτουργούν με την ίδια αρχή που λειτουργούν τα ραντάρ και τα σόναρ. Εκτιμούν την απόσταση (distance) ενός στόχου λαμβάνοντας υπόψη τους την αντανάκλαση (reflected wave) ενός ραδιοκύματος ή ενός ηχητικού σήματος πάνω στο στόχο.



Ο πομπός δημιουργεί υψηλής συχνότητας κύματα (original wave) και χρησιμοποιώντας το επιστρεφόμενο σήμα καθορίζουν την απόσταση ή ακόμα και την ταχύτητα του στόχου. Για να το επιτύχουν αυτό χρησιμοποιούν τον χρόνο που έκανε το σήμα για να καλύψει την απόσταση από τον αισθητήρα στο αντικείμενο και πίσω.

Σύμφωνα με τα παραπάνω για να υπολογίσω την απόσταση s από τον τύπο της φυσικής για την ταχύτητα $u=s/t$ και άρα $s=u*t$ ισχύει:

$$\text{απόσταση} = \text{ταχύτητα ήχου} * (\text{χρόνος}/2).$$

διαιρούμε με το δύο γιατί έχουμε τον διπλάσιο χρόνο αποστολής και λήψης του σήματος και άρα διπλάσια απόσταση.

Η ταχύτητα του ήχου (και των υπερήχων) εξαρτάται από την θερμοκρασία, την υγρασία και την πυκνότητα του αέρα.

Για τις περισσότερες εφαρμογές είναι **344 m/sec**
= 34400 cm/sec.

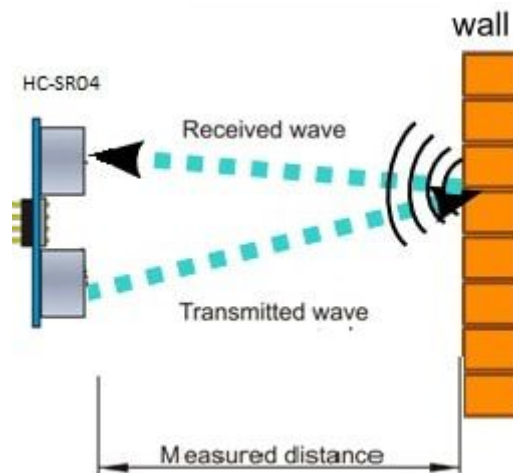
(στους 20°C και 50% σχετική υγρασία, στο επίπεδο της θάλασσας)

Ο Αισθητήρας υπερήχων HC-SR04 που χρησιμοποιούμε στο Arduino

Στο Arduino η μέτρηση της απόστασης επιτυγχάνεται με την χρήση του αισθητήρα υπερήχων (HC-SR04 Ultrasonic Distance Sensor).



Ο αισθητήρας διαθέτει πομπό που στέλνει έναν **υπέρηχο** (transmitted wave) και δέκτη που λαμβάνει την επιστροφή του (received wave) όταν ανακλαστεί σε ένα εμπόδιο (π.χ.ο τοίχος στην παρακάτω εικόνα-wall).



Έτσι, από το χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ αποστολής και λήψης του σήματος πίσω μπορούμε να υπολογίσουμε την απόσταση (measured distance) στην οποία, βρίσκεται κάποιο αντικείμενο, μπροστά από τον αισθητήρα.

Καταλαβαίνουμε ότι ο πομπός του αισθητήρα αποτελείται από ένα ηχείο που παράγει κύματα υπερήχων και αντίστοιχα ο δέκτης από ένα μικρόφωνο που μπορεί να “ακούσει” κύματα υπερήχων.

Τρόπος σύνδεσης

Διαθέτει 4 ακροδέκτες (pins). Η συνδεσμολογία είναι η εξής:

- Sensor Pin 4 (Vcc) → Arduino +5V
- Sensor Pin 3 (Trig) εκπομπή → Arduino Pin
εξόδου
- Sensor Pin 2 (Echo) λήψη → Arduino Pin
εισόδου
- Sensor Pin1 (Gnd) → Arduino Ground



Για να γίνει η μέτρηση

- Στέλνεται παλμός υπερήχων για μικρό χρονικό διάστημα π.χ 10 μsec. (με χρήση του ακροδέκτη Trig)
- Διαβάζουμε το χρόνο που πέρασε μέχρι τη λήψη του παλμού με τη συνάρτηση **pulseIn**. (λήψη στον ακροδέκτη Echo)

Άρα:

$$\text{απόσταση} = (\text{διάρκεια παλμού HIGH}) * ((\text{ταχύτητα ήχου: } 344\text{m/sec}) / 2).$$

- Διαιρούμε το χρόνο με το 58.138 για να προκύψει η απόσταση σε εκατοστά.

Γενικότερα, ο τύπος είναι:

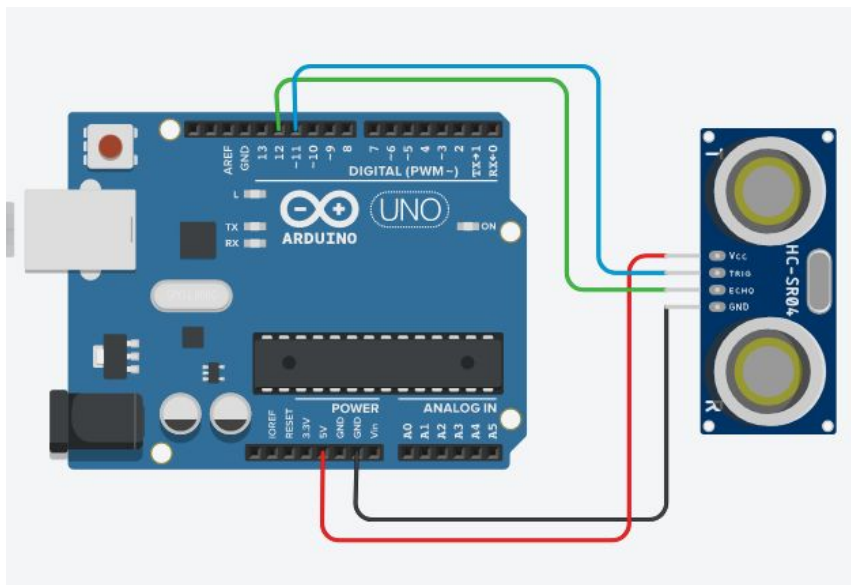
$$\text{απόσταση} = (\text{διάρκεια παλμού HIGH}) * 344 / 2$$

(όπου 344 είναι η ταχύτητα του ήχου σε m/sec
και η διάρκεια του παλμού σε μsec).

Διαιρούμε με το 2 επειδή το σήμα μας πήγε και ήρθε, δηλαδή έχει διανύσει διπλάσια απόσταση.

Ο αισθητήρας έχει μια περιοχή μέτρησης 2cm - 400cm, γωνία μέτρησης 15° και λειτουργεί στα 40 KHz.

Παράδειγμα συνδεσμολογίας & κώδικα



```
int echoPin = 11; // Echo Pin stin 11
int trigPin = 12; // Trigger Pin stin 12
void setup()
{
  pinMode (trigPin, OUTPUT); //ο ρι σμός του trig ως ψηφιακή
  έξοδος
  pinMode (echoPin, INPUT); //ο ρι σμός του echo ως ψηφιακή
  είσοδος
  Serial.begin( 9600);
}
```

```
void loop()
{
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);          // χρόνος αποκατάστασης της εξόδου trig
    digitalWrite(trigPin, HIGH); // Ξεκινά η αποστολή σήματος
    delayMicroseconds(10);        // Η διάρκεια της αποστολής
    digitalWrite(trigPin, LOW);   // Σταματάει η αποστολή
    int metrisi = pulseIn(echoPin, HIGH); // Λάβασμα της διάρκειας του
    float apostasi = metrisi/58.14; // Μετατροπή της τιμής σε
    Serial.println( apostasi);      // Εκτύπωση της μέτρησης
    delay(100);                    // Καθυστέρηση 100ms μέχρι την
    }
    επόμενη μέτρηση
```

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1η Δραστηριότητα: Μέτρηση απόστασης

Σκοπός

Στη πρώτη δραστηριότητα θα κατασκευάσετε έναν μετρητή απόστασης. Ο μετρητής θα μετράει την απόσταση σε όποιο σημείο τον στρέψουμε και αυτό θα το κάνει πάντα.

Υ λ ι κ ά

1. Arduino
2. Breadboard
3. HC-SR04 Ultrasonic Distance Sensor
4. *κ α λ ώ δ ι α σ ύ ν δ ε σ η ς*

Κώδ ι κ α ς

*Χ ρ η σ ι μ ο π ο ι ε ί σ τ ε τ ο π α ρ α π ά ν ω
π α ρ ά δ ε ι γ μ α. Κ ά ν τ ε α λ λ α γ έ ς σ ύ μ φ ω ν α μ ε τ η ν
δ ι κ ή σ α ς σ υ ν δ ε σ μ ο λ ο γ ί α.*

Υ π ο β ο λ ή

Σ τ ε ί λ τ ε μ α ς:

- *τ ο ν σ ύ ν δ ε σ μ ο μ ε τ ο ν κ ώ δ ι κ α*
- *κ α ι τ ο ν σ ύ ν δ ε σ μ ο γ ι α τ ο β ί ν τ ε ο π ο υ θ α
δ ε ί χ ν ε ι σ τ η ν ο θ ό ν η τ ο υ υ π ο λ ο γ ι σ τ ή σ α ς
τ η ν σ ε ι ρ ι α κ ή μ ε τ ρ ή σ ε ι ς.*

2η Δραστηριότητα:

Ελάχιστη - Μέγιστη απόσταση μέτρησης

Σκοπός

Σε αυτή την δραστηριότητα θα επεκτείνουμε την 1η δραστηριότητα μόνο ως προς το λογισμικό.

Θα ορίσουμε δύο όρια ένα σε απόσταση 10 cm (min) και ένα σε απόσταση 150 cm (max). Αν ο υπολογισμός της απόστασης είναι εκτός των ορίων θα τυπώνεται στη σειριακή οθόνη το ανάλογο μήνυμα (π.χ. "ektos orion"), αλλιώς θα τυπώνεται η απόσταση. Αυτό θα γίνεται για πάντα.

Παράδειγμα κώδικα με τον λογικό τελεστή OR(||)

```
int maxperioxi = 150; //ενδεικτική ονομασία για την Maximum range
```

```
int minperioxi = 5; //ενδεικτική ονομασία για την Minimum range
```

```
if (apostasi >= maxperioxi || apostasi <= minperioxi)
```

```
{
```

```
    //Κάνε κάτι
```

```
} else
```

```
{
```

```
    //Κάνε κάτι
```

```
}
```

Σημείωση: οι παραπάνω αποστάσεις είναι ενδεικτικές. Μπορείτε να τις προσαρμόσετε ανάλογα με τον χώρο που έχετε, αλλά

φροντίστε να είναι διακριτές για το βίντεο που θα παραδώσετε.

Υποβολή

Στείλτε μας:

- τον σύνδεσμο με τον κώδικα
- και τον σύνδεσμο για το βίντεο που θα δείχνει στην οθόνη του υπολογιστή σας την σειρά κήμετρισμέτρήσεις.

3η Δραστηριότητα:

Αισθητήρας παρκάρισματος με απεικόνιση της απόστασης σε 3 led

Σκοπός

Στη δραστηριότητα αυτή θα αναπτύξουμε ένα όργανο για παρκάρισμα.

Για το σκοπό αυτό θα ορίσουμε τρεις (3) περιοχές απόστασης 50cm, 35cm, και 10cm. Το σκεπτικό είναι το εξής, όταν διαβάσει

- απόσταση μικρότερη ή ίση με 50cm θα ανάβει το **πράσινο led**,
- απόσταση μικρότερη ή ίση με 35cm θα ανάβει το **πορτοκαλί**
- απόσταση μικρότερη ή ίση με 10cm θα ανάβει το **κόκκινο**.

Σημείωση: οι παραπάνω αποστάσεις είναι ενδεικτικές. Μπορείτε να τις προσαρμόσετε ανάλογα με τον χώρο που έχετε, αλλά φροντίστε να είναι διακριτές για το βλέπετο που θα παραδώσετε.

Υλικά

- Arduino
- Breadboard
- HC-SR04 Ultrasonic Distance Sensor
- Καλώδια σύνδεσης
- Leds κόκκινο, πράσινο, πορτοκαλί.
- κατάλληλες αντιστάσεις 220 Ω

Υποβολή

Στείλτε μας:

- τον σύνδεσμο με τον κώδικα
- και τον σύνδεσμο για το βίντεο

4η Δραστηριότητα:

Άνοιγμα μπάρας όταν εντοπιστεί αυτοκίνητο

Σκοπός

Στην δραστηριότητα αυτή θα δημιουργήσουμε αυτοματισμό με αυτόματο άνοιγμα μπάρας όταν προσεγγίξει όχημα.



Ο αυτοματισμός θα σηκώνει μια μπάρα για να περάσει ένα όχημα όταν το ανιχνεύσει και θα κατεβαίνει η μπάρα όταν το όχημα έχει περάσει. Για τον έλεγχο της κατάστασης της μπάρας υπάρχει και ειδοποίηση από led (πράσινο, πορτοκαλί, κόκκινο).

Η δραστηριότητα έχει ένα βαθμό ελευθερίας:

1. Ως προς την θέση του αισθητήρα:

- α) μπορεί να είναι μπροστά από το όχημα
- β) μπορεί να είναι στο πλάι του.

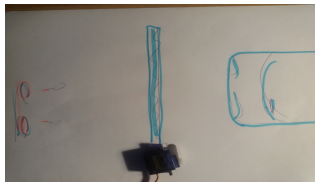
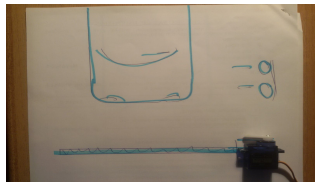
2. Ως προς την απόσταση ανίχνευσης του οχήματος για να σηκωθεί η μπάρα.

Σε κάθε περίπτωση το όχημα θα είναι
μπροστά από την μπάρα.

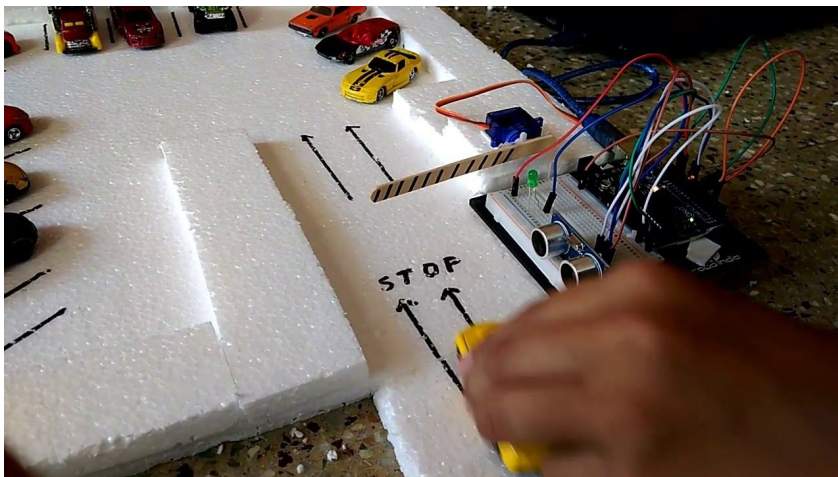
Υ λ ι κ ά

1. Arduino
2. Breadboard
3. HC-SR04 Ultrasonic Distance Sensor
4. Κ α λ ώ δ ι α
5. Leds κόκκινο, πράσινο, πορτοκαλί
6. κα τά λ λ η λ ε σ α ν τ ι σ τ ά σ ε ι ς 220 Ω
7. κ ι ν η τ ή ρ α ς servo
8. μ ι α μ π ά ρ α

Γ ι α τ η ν μ π ά ρ α θ α μ π ο ρ ο ύ σ α τ ε ν α χ ρ η σ ι μ ο π ο ι ή σ ε τ ε έ ν α κ α λ α μ ά κ ι γ ι α κ α φ έ, τ ο ο π ο ί ο θ α ε φ α ρ μ ό σ ε τ ε σ τ ο ν ά ξ ο ν α τ ο υ κ ι ν η τ ή ρ α κ α ι σ τ η σ υ ν έ χ ε ι α ν α τ ο λ υ γ ί σ ε τ ε σ τ ο σ η μ ε ί ο π ο υ λ υ γ ί ζ ε ι.

μ π ά ρ α 	α ι σ θ η τ ή ρ α ς μ π ρ ο σ τ ά 	α ι σ θ η τ ή ρ α ς σ τ ο π λ ά ι 
--	--	--

Τρόπος λειτουργίας



Ο αισθητήρας θα ανιχνεύει εάν υπάρχει όχημα σε απόσταση 80cm. Όταν ανιχνευτεί όχημα τότε η μπάρα θα σηκώνεται με την χρήση του σερβοκινητήρα και θα κατεβαίνει όταν έχει περάσει το όχημα.

Σε όλη αυτή τη διαδικασία θα χρειαστούν εκτός από τον κινητήρα και τρία led τα οποία θα έχουν την εξής χρήση:

1. όταν ανιχνευτεί κάποιο όχημα θα ανάβει το **πράσινο led** και θα σηκώνεται η μπάρα
2. όταν έχει περάσει το όχημα τότε θα ανάψει το **πορτοκαλί led** το οποίο θα μένει αναμμένο για 10'' για να ειδοποιήσει ότι ετοιμάζεται να πέσει η μπάρα, όταν σβήσει τότε θα κατέβει η μπάρα.
3. όσο η μπάρα θα είναι κάτω θα είναι αναμμένο το **κόκκινο led**.

Αυτό θα γίνεται για πάντα.

Σημείωση: Η απόσταση των 80 cm είναι ενδεικτική. Μπορείτε να την προσαρμόσετε ανάλογα με τον χώρο που έχετε, αλλά φροντίστε να διακρίνεται για το βίντεο που θα παραδώσετε.

Υποβολή

Στείλτε μας:

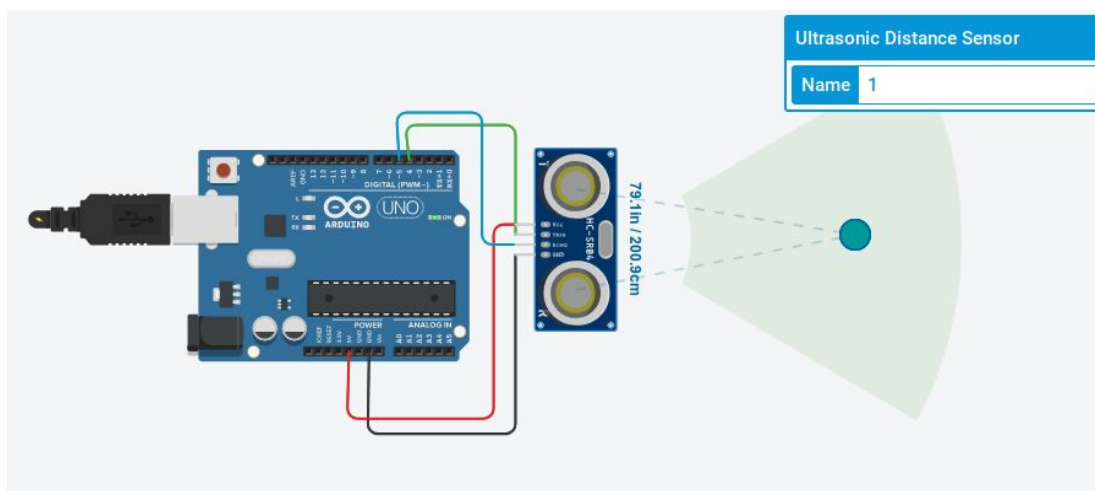
- τον σύνδεσμο με τον κώδικα
- και τον σύνδεσμο για το βίντεο

Δραστηριότητες στον προσομοιωτή: Εργασίες Π8.1- Π8.4

Προσομοίωση αντικειμένου σε απόσταση από τον αισθητήρα υπερήχων

Οι παραπάνω δραστηριότητες μπορούν να πραγματοποιηθούν προαιρετικά στον προσομοιωτή (εργασίες Π8.1-Π8.4).

Σε κάθε μία απ' αυτές όταν τελειώσετε με την συνδεσμολογία και τον κώδικα κάντε κλικ στο κουμπί **Start Simulation**. Κατόπιν κάντε κλικ πάνω στον αισθητήρα υπερήχων. Θα πάρετε την παρακάτω οθόνη:



Με το ποντίκι μπορείτε να μετακινήσετε την πράσινη κυκλική περιοχή που προσομοιώνει ένα αντικείμενο μέσα στο βεληνεκές του αισθητήρα υπερήχων (αχνή πράσινη περιοχή).

Η τιμή της απόστασης που εμφανίζεται (σε ίντσες και εκατοστά) θεωρείται αντικειμενική. Την τιμή που υπολογίζει ο

κώδικάς σας θα την εμφανίσετε στην
σειριακή οθόνη κάνοντας κλικ στο κουμπί
Code και κλικ στο **Serial monitor**.