

Πείραμα 2: Ανίχνευση απόστασης αντικειμένου με υπερηχητικό αισθητήρα (HC-SR04)

Περιεχόμενα

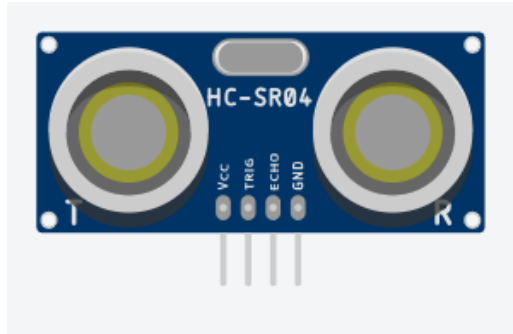
Εισαγωγή	2
Πείραμα 1: Προσομοίωση του κυκλώματος στο Tinkercad	3
Πείραμα 2: Πραγματικές μετρήσεις απόστασης αντικειμένου με τον HC-SR04	4
Πείραμα 4: Έλεγχος σερβοκινητήρα	5
Πείραμα 3: Υλοποίηση αυτόματου ανοίγματος κάδου απορριμμάτων	6

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1 Ο αισθητήρας υπερήχων HC-SR04	2
Εικόνα 2 Αποστολή και λήψη υπερήχων από τον αισθητήρα HC-SR04.....	2
Εικόνα 3 Ο κώδικας εντοπισμού αντικειμένου με τον αισθητήρα HC-SR04.....	3
Εικόνα 4 Κύκλωμα διασύνδεσης του αισθητήρα HC-SR04 στο Tinkercad	4
Εικόνα 5 Προσομοίωση του κυκλώματος του αισθητήρα HC-SR04 στο Tinkercad	4
Εικόνα 6 Κύκλωμα πειράματος (αισθητήρας HC-SR04 και σερβοκινητήρας)	5
Εικόνα 7 Ο κώδικας ελέγχου ενός σερβοκινητήρα	5

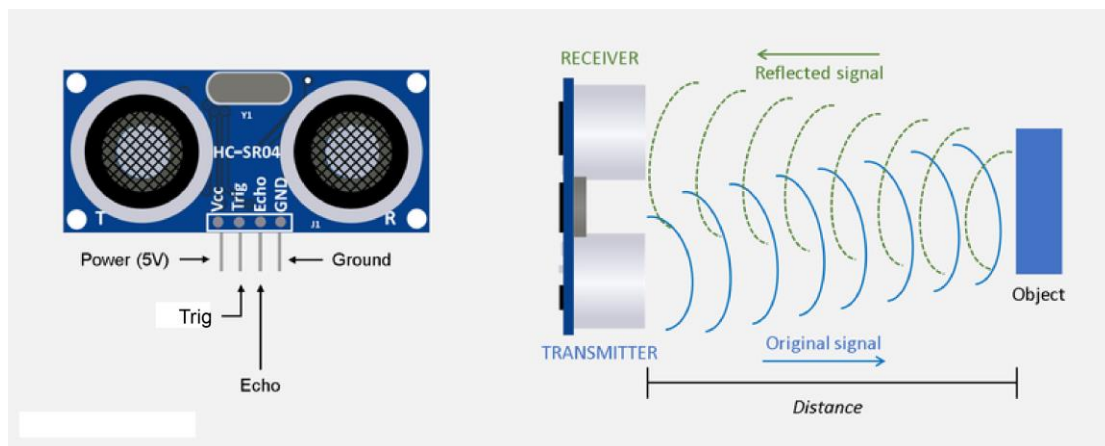
Εισαγωγή

Στο δεύτερο πείραμα θα υλοποιήσουμε τον εντοπισμό εμποδίου με τη χρήση αισθητήρα υπερήχων.



Εικόνα 1 Ο αισθητήρας υπερήχων HC-SR04

Στη **Εικόνα 1** παρουσιάζεται η μορφή που έχει ο αισθητήρας HC-SR04. Ο αισθητήρας αποτελείται από έναν πομπό και ένα δέκτη υπερήχων, δηλαδή αποστέλλει και λαμβάνει ήχους συχνότητας μεγαλύτερης από αυτής του ακουστικού φάσματος, δηλαδή των ήχων που δεν αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος. Το ακουστικό φάσμα βρίσκεται στην περιοχή συχνοτήτων 20Hz έως 20.000Hz, ενώ ο συγκεκριμένος αισθητήρας εκπέμπει 8 παλμούς συχνότητας 40.000Hz (ή αλλιώς 40KHz). Συνεπώς η λειτουργία του αισθητήρα είναι αθόρυβη στο ανθρώπινο αυτί και επιπλέον, εντοπίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια μικρά αντικείμενα.



Εικόνα 2 Αποστολή και λήψη υπερήχων από τον αισθητήρα HC-SR04

Στην **Εικόνα 2** παρουσιάζεται η εκπομπή και λήψη υπερηχητικών σημάτων από τον αισθητήρα. Ο αισθητήρας τροφοδοτείται με 5V τάση (μέσω των ακροδεκτών Power και Ground) και η λειτουργία του ελέγχεται από τους ακροδέκτες Trig και Echo. Συγκεκριμένα η λειτουργία του αισθητήρα ξεκινάει θέτοντας σε λογικό «1» στον ακροδέκτη Trig για 10μsec και εν συνεχεία μηδενίζοντας τον ακροδέκτη αυτόν.

```
digitalWrite(Trig, HIGH); // Set the Trig pin HIGH
delayMicroseconds(10);    // Keep the Trig pin HIGH for 10 microseconds
digitalWrite(Trig, LOW);   // Set the Trig pin LOW
```

Με την εκκίνηση του αισθητήρα μέσω των τριών αυτών εντολών, εκπέμπονται 8 υπερηχητικοί παλμοί συχνότητας 40KHz (όπως φαίνονται με τις μπλε καμπυλωτές γραμμές στην **Εικόνα 2**). Εάν σε απόσταση περίπου 2cm-400cm (με γωνία ανίχνευσης 15°) υπάρχει εμπόδιο, τότε οι υπερηχητικοί παλμοί ανακλώνται και ανιχνεύονται από τον αισθητήρα. Από το χρόνο επιστροφής του σήματος πίσω στον αισθητήρα μπορεί να υπολογιστεί η απόσταση του αντικειμένου από αυτόν, δεδομένου ότι ο ήχος ταξιδεύει με ταχύτητα **340m/sec**.

Η απόσταση σε cm που μπορεί να ανιχνεύσει ο αισθητήρας (δηλαδή το εύρος 2cm-400cm) απαιτεί μερικά μsec για την επιστροφή των υπερηχητικών σημάτων πίσω στον αισθητήρα. Για να βρούμε τον τύπο υπολογισμού της απόστασης αντικειμένου (σε **cm**) από το χρόνο ανάκλασης του ήχου (σε **μsec**), θα πρέπει να μετατρέψουμε την ταχύτητα του ήχου σε $\text{cm}/\mu\text{sec}$, ως εξής:

$$340 \cdot \frac{1\text{m}}{1\text{sec}} = 340 \cdot \frac{100\text{cm}}{1.000.000\mu\text{sec}} = 340 \cdot \frac{100\text{cm}}{1.000.000\mu\text{sec}} = \frac{34\text{cm}}{1.000\mu\text{sec}} = 0,034 \text{ cm}/\mu\text{sec}$$

Όμως αυτός είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να φτάσει ο ήχος στο αντικείμενο και να επιστρέψει πίσω, συνεπώς ο χρόνος που συσχετίζεται με την απόσταση του αντικειμένου είναι ο μισός, δηλαδή $0,034 \div 2 = 0,017 \text{ cm}/\mu\text{sec}$. Άρα, η απόσταση εντοπισμού του αντικειμένου δίδεται από τον τύπο:

$$\text{Απόσταση (cm)} = \text{Χρόνος Επιστροφής Σήματος (\mu\text{sec})} \cdot 0,017(\text{cm} / \mu\text{sec})$$

Πείραμα 1: Προσομοίωση του κυκλώματος στο Tinkercad

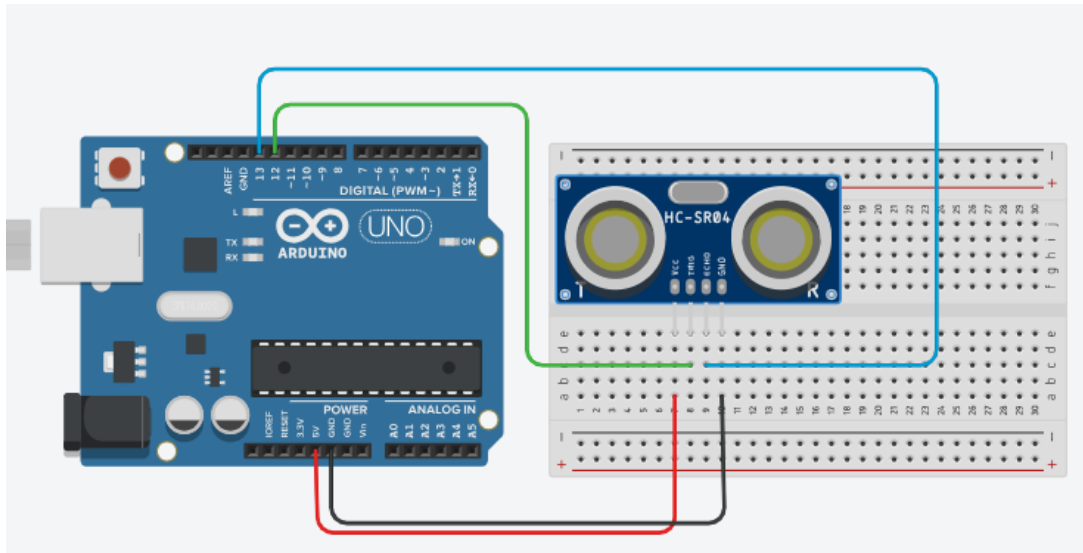
Στην **Εικόνα 3** δίδεται ο κώδικας ανίχνευσης της απόστασης αντικειμένου με τον αισθητήρα HC-SR04. Γράψτε τον κώδικα και ελέγξτε τη λειτουργία του στο Tinkercad αφού πρώτα υλοποιήσετε το κύκλωμα που δίδεται στην **Εικόνα 4**. Η προσομοίωση του κυκλώματος στο Tinkercad δίδεται στην **Εικόνα 5**.

```

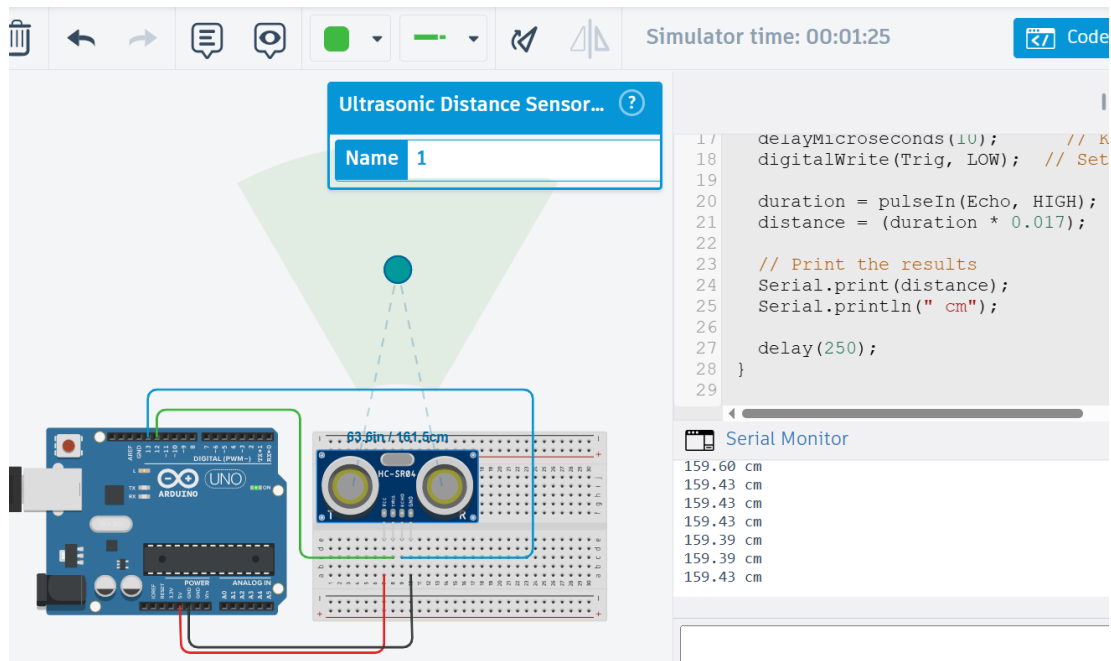
1  const int Trig = 12;
2  const int Echo = 13;
3
4  // Variables to store duration and distance
5  long duration; // Variable to store the pulse width (time) in microseconds
6  float distance; // Variable to store the calculated distance in centimeters
7
8  void setup() {
9      Serial.begin(9600);
10     pinMode(Trig, OUTPUT);
11     pinMode(Echo, INPUT);
12     digitalWrite(Trig, LOW); // Set initially the Trig pin low
13 }
14
15 void loop() {
16     digitalWrite(Trig, HIGH); // Set the Trig pin HIGH
17     delayMicroseconds(10);    // Keep the Trig pin HIGH for 10 microseconds
18     digitalWrite(Trig, LOW);  // Set the Trig pin LOW
19
20     duration = pulseIn(Echo, HIGH); // Measure the time the Echo is HIGH (i.e., the time
21     distance = (duration * 0.017); // Calculate the distance of the detected object
22
23     // Print the results
24     Serial.println(distance);
25     //Serial.println(" cm");
26
27     delay(250);
28 }

```

Εικόνα 3 Ο κώδικας εντοπισμού αντικειμένου με τον αισθητήρα HC-SR04



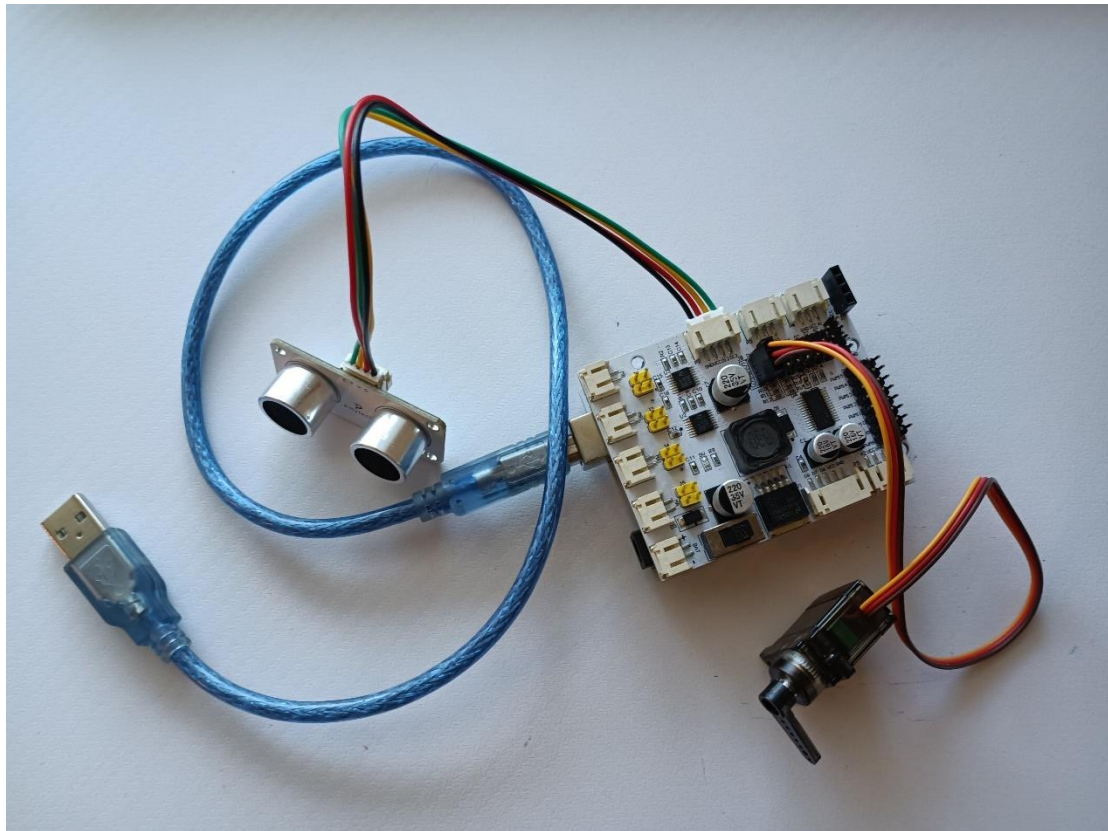
Εικόνα 4 Κύκλωμα διασύνδεσης του αισθητήρα HC-SR04 στο Tinkercad



Εικόνα 5 Προσομοίωση του κυκλώματος του αισθητήρα HC-SR04 στο Tinkercad

Πείραμα 2: Πραγματικές μετρήσεις απόστασης αντικειμένου με τον HC-SR04

Πραγματοποιείτε τη διασύνδεση του κυκλώματος της **Εικόνας 6** χρησιμοποιώντας το υλικό του αναπτυξιακού R4 STEM σετ ρομποτικής (KC13+) που έχει δοθεί στα γυμνάσια. Συνδέστε μόνο τον αισθητήρα και όχι το σερβοκινητήρα. Προγραμματίστε τη πλακέτα Arduino (δηλώστε το ως Arduino Uno στο περιβάλλον IDE) και ελέγξτε τη λειτουργία του αισθητήρα για τον εντοπισμό της ακριβούς θέσης αντικειμένου. επαληθεύστε την ακρίβεια απόστασης στο εύρος λειτουργίας του αισθητήρα (2cm-400cm). Μεταβάλλεται η μέτρηση με την αύξηση της θερμοκρασίας (μπορείτε να αναζητήσετε σχετικές πληροφορίες στο chatgpt και να δοκιμάσετε να αυξήσετε τη θερμοκρασία του πειράματος με ένα σεσουάρ μαλλιών).



Εικόνα 6 Κύκλωμα πειράματος (αισθητήρας HC-SR04 και σερβοκινητήρας)

Πείραμα 3: Έλεγχος σερβοκινητήρα

Πραγματοποιήστε τη διασύνδεση του κυκλώματος της **Εικόνας 6** χρησιμοποιώντας το σερβοκινητήρα. Ο σερβοκινητήρας χρησιμοποιείται για τον ακριβή έλεγχο της θέσης ενός άξονα σε εύρος γωνιών 0° έως 180° . Ο έλεγχος της θέσης του σερβοκινητήρα πραγματοποιείται μέσω των ειδικών ακροδεκτών PWM (Pulse Width Modulation – Διαμόρφωσης Εύρους Παλμού) της πλακέτας Arduino. Πρόκειται για τους ακροδέκτες που φέρουν την ειδική σήμανση ~ πριν από τον αριθμό του ακροδέκτη, όπως π.χ. ο ακροδέκτης 9 (~9). Ο σερβοκινητήρας τροφοδοτείται με 5V τάση από τους ακροδέκτες με χρώμα κόκκινο (5V) και καφέ (GND), ενώ ο ακροδέκτης με χρώμα πορτοκαλί συνδέεται σε έναν PWM ακροδέκτη του Arduino Uno (π.χ. στον ακροδέκτη ~11).

```

1  #include <Servo.h>
2
3  Servo myServo; // δημιουργία αντικειμένου servo
4
5  void setup() {
6      myServo.attach(11); // σύνδεση servo στο pin 9
7  }
8
9  void loop() {
10     myServo.write(0); // 0 μοίρες
11     delay(1000);
12
13     myServo.write(90); // 90 μοίρες
14     delay(1000);
15
16     myServo.write(180); // 180 μοίρες
17     delay(1000);
18 }

```

Εικόνα 7 Ο κώδικας ελέγχου ενός σερβοκινητήρα

Ο κώδικας της **Εικόνας 7** ελέγχει τη θέση του σερβοκινητήρα μέσω του ακροδέκτη 11 (χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη Servo.h που έχει υλοποιηθεί για τον έλεγχο σερβοκινητήρων). Το πρόγραμμα αλλάζει τη θέση του σερβοκινητήρα ανά 1 δευτερόλεπτο από 0° σε 90° και σε 180°.

Άσκηση για το σπίτι: Υλοποίηση αυτόματου ανοίγματος κάδου απορριμμάτων

Ως άσκηση για το σπίτι, συνδυάστε τους δύο κώδικες (ελέγχου του αισθητήρα HC-SR04 και του σερβοκινητήρα), ώστε να υλοποιήσετε το αυτόματο άνοιγμα κάδου κάθε φορά που πλησιάζουμε στην επιθυμητή απόσταση από τον κάδο, ώστε να πετάξουμε τα απορρίμματα. Ο κάδος θα πρέπει να παραμένει ανοικτός έως ότου απομακρυνθούμε από αυτόν.