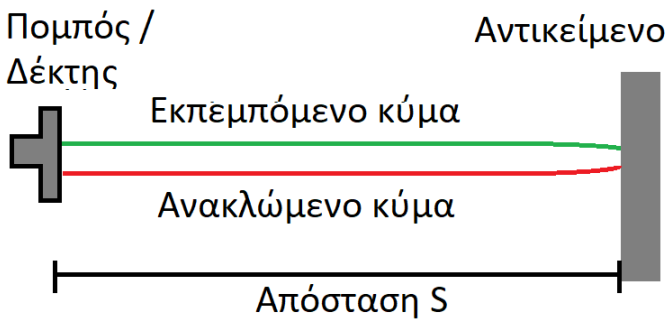


Διδακτική παρέμβαση για τη μέτρηση απόστασης με τη βοήθεια κυμάτων

Ενότητα «Ήχος - Κυματικά φαινόμενα του ήχου» Φυσική Γ' Γυμνασίου

Σε ένα υπολογιστικό σύστημα μετρήσεων για διαχείριση και έλεγχο ηλεκτρικής ενέργειας, απαιτείται η συνεχής μέτρηση της απόστασης αντικειμένου (άνθρωπος) από ένα γνωστό σημείο. Για αυτό τον σκοπό χρησιμοποιείται ένας αισθητήρας υπερήχων (σύστημα εκπομπής και λήψη υπερηχητικών κυμάτων).



Το ηλεκτρονικό κύκλωμα του αισθητήρα μπορεί να εκπέμπει υπερηχητικό παλμό (κύμα) μικρής διάρκειας, συχνότητας 40 KHz και να ανιχνεύει τον επιστεφόμενο παλμό (κύμα) έπειτα από την ανάκλαση του σε κάποιο αντικείμενο, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.

Αν η ταχύτητα του υπερηχητικού κύματος στον αέρα είναι u , η απόσταση ενός αντικειμένου από το σημείο εκπομπής-λήψης είναι S και ο χρόνος διάδοσης του κύματος t_{tof} (time of flight) για τη διαδρομή (σημείο_εκπομπής) – (αντικείμενο) – (σημείο_λήψης), τότε θεωρώντας ότι η ταχύτητα του υπερήχου παραμένει σταθερή στον αέρα, ισχύει από την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση:

$$v = \frac{2S}{t_{tof}}$$

Εαν ο αισθητήρας μπορεί να παρέχει τον χρόνο t_{tof} σε μs , και την απόσταση S την εκφράζουμε σε cm τότε η σχέση που δίνει την ταχύτητα του υπερήχου στο μέσο διάδοσης του αέρα με μονάδες m/s υπολογίζεται από την έκφραση:

$$v = \frac{2 \cdot S / 100}{t_{tof} / 1000000} \Rightarrow v = \frac{2 \cdot S}{t_{tof} / 10000} \Rightarrow v = \frac{200000 \cdot S}{t_{tof}} \text{ σε } m/s$$

Υπολογισμός ταχύτητας υπερήχου στον αέρα

Τοποθετήστε ένα αντικείμενο σε κάποια απόσταση S από τον αισθητήρα. ($10 \text{ cm} < S < 350 \text{ cm}$)

Μετρήστε με ένα μέτρο ή χάρακα την απόσταση σε cm , με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια μπορείτε.

Καταγράψτε την μέτρηση:

$S = \dots\dots\dots \text{ cm}$

Ανοίξτε την **εφαρμογή Arduino IDE** αντιγράψτε τον παρακάτω κώδικα και εισάγετε τον στην εφαρμογή. Εντοπίστε την εντολή `const long s =`; και γράψτε την παραπάνω τιμή S , ως τιμή αντιστοίχησης στην σταθερά `long s` χωρίς το κόμμα και τυχόν δεκαδικά ψηφία.

```

const int triggerPin = 8;           // ακροδέκτης 8 για ενεργοποίηση του ηχητικού
// παλμού στον αισθητήρα υπερήχων
const int echoPin = 7;             // ακροδέκτης 7 για ανίχνευση του επιστρεφόμενου
// ηχητικού παλμού

void setup()                        // Συνάρτηση βασικών αρχικοποιήσεων
{
  Serial.begin(9600);              // άνοιγμα σειριακής θύρας για ανάγνωση μετρήσεων
  pinMode(triggerPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
}
void loop()                          // Κυρίως πρόγραμμα
{
  distance_check();
}
void distance_check()                // Συνάρτηση αισθητήρα απόστασης
{
  const long s = .....;           // Απόσταση αντικειμένου που μετρήσατε σε cm
  long tof = 0;                    // Χρόνος που ταξιδεύει ο ηχητικός παλμός
// (tof = time of flight)
  long u = 0;                       // Ταχύτητα υπερήχου

  // Ενεργοποίηση αισθητήρα υπερήχων
  digitalWrite(triggerPin, LOW);    // Παλμός LOW για 2us
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(triggerPin, HIGH);   // Παλμός HIGH για 10us
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(triggerPin, LOW);    // Παλμός LOW για 2us
  delayMicroseconds(10);

  tof = pulseIn(echoPin, HIGH);     // Χρόνος του ηχητικού παλμού από τον αισθητήρα έως
// το πιο κοντινό αντικείμενο και επιστροφή
  u = (200000* s) / tof;            // Ταχύτητα σε m/s

  Serial.print("u = ");             // Εκτύπωση ταχύτητας στη σειριακή
  Serial.println(u);
}

```

Τρέξτε τον κώδικα, ανοίξτε το παράθυρο της σειριακής και καταγράψτε την ταχύτητα του υπερήχου που εμφανίζεται στην οθόνη.

Καταγράψτε την μέτρηση:

$u = \dots\dots\dots \text{ m/s}$

Υπολογισμός απόστασης αντικειμένου από τον αισθητήρα

Στην εφαρμογή **Arduino IDE** ανοίξτε νέο αρχείο και αντιγράψτε τον παρακάτω κώδικα.

Εντοπίστε την εντολή **const long u =.....;** και γράψτε την παραπάνω τιμή u, ως τιμή αντιστοίχησης στην σταθερά **long u** χωρίς το κόμμα και τυχόν δεκαδικά ψηφία.

```

const int triggerPin = 8;           // ακροδέκτης 8 για ενεργοποίηση του ηχητικού παλμού
// στον αισθητήρα υπερήχων
const int echoPin = 7;             // ακροδέκτης 7 για ανίχνευση του επιστρεφόμενου
// ηχητικού παλμού
void setup()                        // Συνάρτηση βασικών αρχικοποιήσεων
{
  Serial.begin(9600);              // άνοιγμα σειριακής θύρας για ανάγνωση μετρήσεων
  pinMode(triggerPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
}
void loop()                          // Κυρίως πρόγραμμα
{
  distance_check();
}

```

```

void distance_check() // Συνάρτηση αισθητήρα απόστασης
{
  long s; // Απόσταση αντικειμένου
  long tof = 0; // Χρόνος που ταξιδεύει ο ηχητικός
                // παλμός (tof = time of flight)
  const long u = .....; // ταχύτητα υπερήχου που υπολογίσατε

  // Ενεργοποίηση αισθητήρα υπερήχων
  digitalWrite(trigerPin, LOW); // Παλμός LOW για 2us
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigerPin, HIGH); // Παλμός HIGH για 10us
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigerPin, LOW); // Παλμός LOW για 2us
  delayMicroseconds(10);

  tof = pulseIn(echoPin, HIGH); // Χρόνος του ηχητικού παλμού από τον αισθητήρα
                                // έως το πιο κοντινό αντικείμενο και επιστροφή

  s = (100 * u * tof) / (2*1000000); // Απόσταση σε εκατοστά (ταχύτητα σε cm/μs)

  Serial.print("s = "); // Εκτύπωση απόστασης στη σειριακή
  Serial.println(s);
}

```

Τρέξτε τον κώδικα, ανοίξτε το παράθυρο της σειριακής και καταγράψτε την απόσταση του αντικειμένου που εμφανίζεται στην οθόνη.

Καταγράψτε την απόσταση του αντικειμένου:

S = cm

Μετά το πέρας της δραστηριότητας

Η δραστηριότητα προσεγγίζει ένα μέρος της ανάπτυξης του συστήματος εξοικονόμηση ενέργειας A.li.S. σε μια σχολική αίθουσα.

Τώρα μπορείτε μέσω της **εφαρμογής Arduino IDE** να «ανεβάσετε» ολόκληρο τον κώδικα στον μικροελεγκτή του συστήματος και να δοκιμάσετε τη λειτουργία του.

Ο κώδικας βρίσκεται στην ηλεκτρονική διεύθυνση: https://github.com/konsk/ALiS/tree/master/code_files

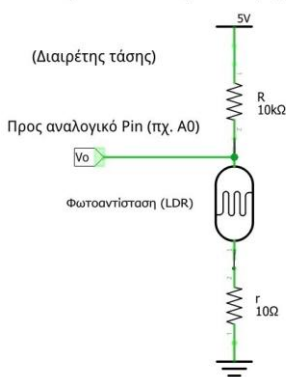
Διδακτική παρέμβαση για τη μέτρηση τάσης με τη βοήθεια αντιστατών

Ενότητα « Εφαρμογές αρχών διατήρησης στη μελέτη απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων – Σύνδεση αντιστατών σε σειρά » Φυσική Γ' Γυμνασίου

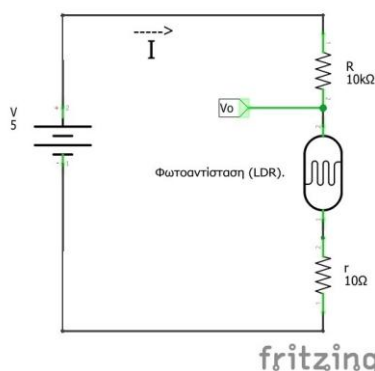
Σε ένα υπολογιστικό σύστημα μετρήσεων για διαχείριση και έλεγχο ηλεκτρικής ενέργειας, απαιτείται η συνεχής μέτρηση της φωτεινότητας σε διάφορους περιοχές. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ως αισθητήρας φωτός μια φωτοαντίσταση δηλ ένας φωτοστοιχείο που μεταβάλλει την αντίστασή του όταν μεταβάλλεται η ένταση της φωτεινής ακτινοβολίας που προσπίπτει επάνω του.



Ηλεκτρονικό κύκλωμα αισθητήρα φωτός A



Ισοδύναμο κύκλωμα B



Το ηλεκτρονικό κύκλωμα του αισθητήρα φωτός δίνεται δίπλα. Τρεις αντιστάτες R, R_{ldr}, r συνδέονται σε σειρά.

Η φωτοαντίσταση R_{ldr} μεταβάλλεται από λίγα Ωμ (πχ 10Ω) σε συνθήκες έντονης φωτεινότητας, έως περίπου 20KΩ σε απειροελάχιστη φωτεινότητα κα σε πολύ μεγαλύτερες τιμές σε πλήρες σκοτάδι.

Η εκτίμηση της φωτεινότητας γίνεται με μέτρηση της τάσης V₀ στα άκρα της συνδεσμολογίας R_{ldr} και r.

Στόχος:

Να υπολογιστεί το εύρος τάσεων V₀ (που μπορεί να μετρηθεί από ένα υπολογιστικό σύστημα με τάση λειτουργίας 5 V, για $10\Omega \leq R_{ldr} \leq 20K\Omega$, και να αντιστοιχιστούν οι τιμές σε ένα εύρος αριθμών από 0 έως 255 (πίνακας 1), τις οποίες μπορεί να επεξεργαστεί το υπολογιστικό σύστημα. Κατά τη διαδικασία της μέτρησης το υπολογιστικό σύστημα, αντιστοιχίζει 4,9mV σε κάθε αριθμός από 0-1023. Παράδειγμα:

Πίνακας 1				
Μετρούμενες τιμές τάσεων	Ελάχιστη τιμή V _{min} (mVolt)		Μέγιστη τιμή V _{max} (mVolt)	
		1,5 · 1000 = 1500		4 · 1000 = 4000
Τιμή που αντιστοιχίζει ο υπολογιστής στην κλίμακα 0-1023 (4,9mV/αριθμό)	Ελάχιστη		Μέγιστη	
	1500 / 4,9 = 306		4000 / 4,9 = 816	
Ακραίες τιμές αριθμών (κλίμακα 0-1023)	Αριθμός κοντά στον παραπάνω αλλά προς τα κάτω		Αριθμός κοντά στον παραπάνω αλλά προς τα άνω	
	A _{min}	280	A _{max}	85
Ακραίες τιμές (κλίμακα 0 – 255)	A _{max}	0	B _{max}	255

Καταγράψτε από το ηλεκτρονικό κύκλωμα τις τιμές των αντιστάσεων για τους αντιστάτες R και r, αντίστοιχα, καθώς και την ελάχιστη και μέγιστη τιμή της R_{ldr} όπως φαίνεται από την παραπάνω ανισότητα:

Αντιστάτης	R	R	$R_{ldr,min}$	$R_{ldr,min}$
Αντίσταση σε (Ω)				

α) Υπολογίστε την ελάχιστη ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος $R_{min} = R + R_{ldr} + r$

$$R_{min} = \dots\dots\dots$$

β) Υπολογίστε την μέγιστη ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος $R_{max} = R + R_{ldr} + r$

$$R_{max} = \dots\dots\dots$$

γ) Με βάση R_{min} υπολογίστε την μέγιστη ένταση του ρεύματος που διαρρέει όλο το κύκλωμα I_{max}

$$I_{max} = \frac{V}{R_{min}} = \frac{5}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots A$$

δ) Με βάση R_{max} υπολογίστε την ελάχιστη ένταση του ρεύματος που διαρρέει όλο το κύκλωμα I_{min}

$$I_{min} = \frac{V}{R_{max}} = \frac{5}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots A$$

ε) Με βάση την I_{max} υπολογίστε την μέγιστη τάση του που διαρρέει την $R_{ldr} + r$

$$V_{max} = I_{max} \cdot (R_{ldr} + r) = \dots\dots\dots V$$

ζ) με βάση R_{max} υπολογίστε την ελάχιστη ένταση του ρεύματος που διαρρέει όλο το κύκλωμα I_{min}

$$V_{min} = I_{min} \cdot (R_{ldr} + r) = \dots\dots\dots V$$

Εισάγετε τις τιμές ελάχιστης και μέγιστης τάσης (V_{min}, V_{max}) που υπολογίσατε στον πίνακα 1, σε mV.

Ορίστε την ελάχιστη και μέγιστο αριθμό στις θέσεις μνήμης, που θα αντιστοιχούν στην ελάχιστη και μέγιστη μετρούμενη τάση αντίστοιχα.

Πίνακας 1				
Μετρούμενες τιμές τάσεων	Ελάχιστη τιμή V_{min} (mVolt)		Μέγιστη τιμή V_{max} (mVolt)	
	Τιμή που αντιστοιχίζει ο υπολογιστής στην κλίμακα 0-1023 (4,9mV/αριθμό)	Ελάχιστη		Μέγιστη
Ακραίες τιμές (κλίμακα 0-1023)	Αριθμός κοντά στον παραπάνω αλλά προς τα κάτω		Αριθμός κοντά στον παραπάνω αλλά προς τα άνω	
	A_{min}		A_{max}	
Ακραίες τιμές (κλίμακα 0 – 255)	A_{max}		B_{max}	

Στην εφαρμογή Arduino IDE ανοίξτε νέο αρχείο και αντιγράψτε τον παρακάτω κώδικα. Εντοπίστε την εντολή `avg = map(avg, Amin, Amax, Bmin, Bmax)`; και γράψτε τις τιμές $A_{min}, A_{max}, B_{min}, B_{max}$ του Πίνακα 1 στις αντίστοιχες θέσεις της εντολής.

```

const int ldrPin11 = A0; // ακροδέκτης A0 για ανάγνωση αναλογικής
                          // τάσης από τον αισθητήρα φωτός (ldr) 11
                          // Συνάρτηση βασικών αρχικοποιήσεων

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ldrPin11, INPUT);
}

void loop() // Κυρίως πρόγραμμα
{
  measure_ldr(ldrPin);
}
/* Συνάρτηση μετρήσεων με μέσο όρο τιμών */
int measure_ldr(int ldrPin) // ldrPin, ο ακροδέκτης σύνδεσης του
                          // μικροελεγκτή με την φωτοαντίσταση
{
  const int num_measure = 10; // Αριθμός τιμών για υπολογισμό μέσου όρου
  int lev = 0; // Τρέχουσα μέτρηση
  int avg = 0; // Μέσος όρος (ακέρια μορφή)
  float average = 0.0; // Μέσος όρος (δεκαδική μορφή)

  for(int i=1; i<=num_measure; i++)
  {
    lev = analogRead(ldrPin); // Ανάγνωση τιμής
                              // αισθητήρα
    average = float(lev)/float(i) + average*float(i-1)/float(i); // Υπολογισμός μέσου
                                                                    // όρου από προηγούμενη
                                                                    // τιμή του και από
                                                                    // τρέχουσα μέτρηση)
  }
  avg = int(average); // Μετατροπή μέσου όρου σε ακέραιο
  avg = map(avg, Amin, Amax, Bmin, Bmax); // Προσαρμογή εύρους τιμών από
                                          // Amin-Amax σε Bmin-Bmax

  Serial.print("level_11 = "); // Εκτύπωση απόστασης στη σειριακή
  Serial.println(level_11);

  return avg;
}

```

Τρέξτε τον κώδικα, ανοίξτε το παράθυρο της σειριακής και καταγράψτε την τιμή που αντιστοιχεί στην φωτεινότητα του χώρου και εμφανίζεται στην οθόνη.

Καταγράψτε την τιμή που αντιστοιχεί στην φωτεινότητα του χώρου:

level_11 = cm

Μετά το πέρας της δραστηριότητας

Η δραστηριότητα προσεγγίζει ένα μέρος της ανάπτυξης του συστήματος εξοικονόμηση ενέργειας A.li.S. σε μια σχολική αίθουσα.

Τώρα μπορείτε μέσω της **εφαρμογής Arduino IDE** να «ανεβάσετε» ολόκληρο τον κώδικα στον μικροελεγκτή του συστήματος και να δοκιμάσετε τη λειτουργία του.

Ο κώδικας βρίσκεται στην ηλεκτρονική διεύθυνση: https://github.com/konsk/ALiS/tree/master/code_files