

Πείραμα 1: Αυτόματος έλεγχος φωτισμού με φωτοαντίσταση

Περιεχόμενα

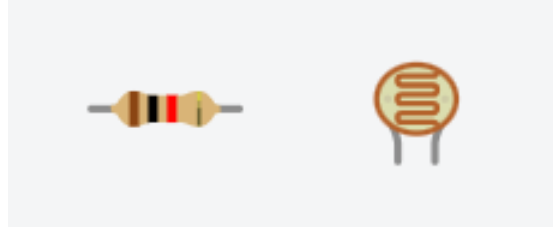
Εισαγωγή	2
Πείραμα 1: εξοικείωση με τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα της εφαρμογής	2
Μελέτη των τεχνικών εγχειριδίων μιας φωτοαντίστασης	3
Πείραμα 2: μέτρηση της φωτοαντίστασης	4
Πείραμα 3: αισθητήρας φωτισμού περιβάλλοντος στο κινητό σας	5
Σύνδεση φωτοαντίστασης στην πλακέτα Arduino Uno	5
Κύκλωμα διαιρέτη τάσης	5
Κύκλωμα της εφαρμογής και πείραμα.....	7
Ο κώδικας Arduino	7
Ένα απλό κύκλωμα ψηφιοποίησης σήματος	8
Πείραμα 3: υλοποίηση φωτοκύτταρου	8

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1 Αντίσταση (1KΩ) και φωτοαντίσταση.....	2
Εικόνα 2 Μέτρηση αντίστασης και φωτοαντίστασης με πολύμετρο (Tinkercad).....	2
Εικόνα 3 Προσομοίωση αλλαγής της πρόσπτωσης φωτός σε φωτοαντίστασης (Tinkercad)...	3
Εικόνα 4 Προσομοίωση αλλαγής της πρόσπτωσης φωτός σε φωτοαντίστασης (Tinkercad)...	3
Εικόνα 5 Τυπικές τιμές φωτεινότητας σύμφωνα με το chatgpt	4
Εικόνα 6 Arduino Science Journal: αισθητήρας φωτισμού περιβάλλοντος.....	4
Εικόνα 7 Κύκλωμα διαιρέτη τάσης.....	5
Εικόνα 8 Γραφική αναπαράσταση της V_{out} ως προς τη μεταβολή της R_2 ($R_1=1000\Omega$).....	6
Εικόνα 9 Γραφική αναπαράσταση της V_{out} ως προς τη μεταβολή της R_2 ($R_1=3000\Omega$).....	6
Εικόνα 10 Το κύκλωμα της εφαρμογής στο Tinkercad	7
Εικόνα 11 Απλό κύκλωμα ψηφιοποίησης αναλογικής τάσης	8

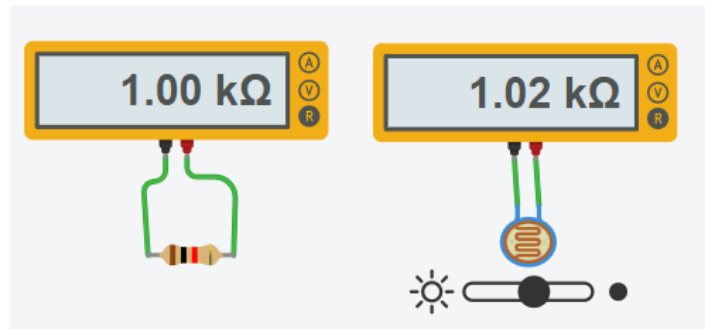
Εισαγωγή

Έχοντας καλύψει τη βασικά θέματα λειτουργίας του Arduino, στο πρώτο μας πείραμα θα υλοποιήσουμε αυτόματο έλεγχο φωτισμού με τη χρήση μιας φωτοαντίστασης (Photoresistor ή LDR – Light Depended Resistor).



Εικόνα 1 Αντίσταση (1KΩ) και φωτοαντίσταση

Στη **Εικόνα 1** παρουσιάζεται η μορφή που έχει μία ηλεκτρική αντίσταση (χαμηλής ισχύος) και μια φωτοαντίσταση (στην αριστερή και δεξιά πλευρά της εικόνας, αντιστοίχως). Όπως γνωστοποιεί και το όνομά τους, τα εξαρτήματα αυτά προβάλλουν μία αντίσταση (δυσκολία) στη διέλευση του ρεύματος. Μια απλή ηλεκτρική αντίσταση έχει σταθερή τιμή, οποία αναγνωρίζεται από *χρωματικό κώδικα*¹ των αντιστάσεων, ενώ η τιμή της φωτοαντίστασης μεταβάλλεται ανάλογα με την ένταση του φωτός που προσπίπτει στην επιφάνειά αυτής.



Εικόνα 2 Μέτρηση αντίστασης και φωτοαντίστασης με πολύμετρο (Tinkercad)

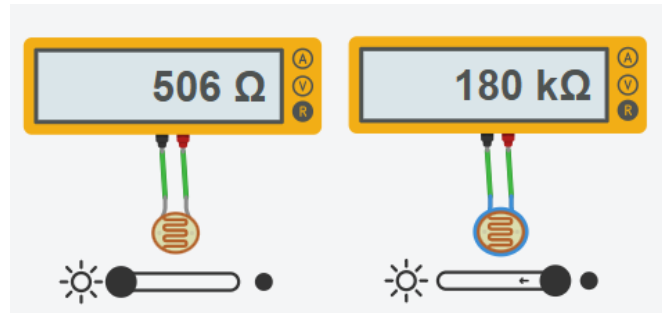
Πείραμα 1: εξοικείωση με τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα της εφαρμογής

Συνδέστε τα άκρα ενός πολυμέτρου μία ηλεκτρική αντίσταση με καταγράψτε την πραγματική της τιμή. Επαληθεύστε ότι η τιμή της παραμένει σταθερή ακόμη και αν μεταβάλλονται οι συνθήκες περιβάλλοντος (φωτεινότητα, θερμοκρασία, κλπ). Επαναλάβετε το πείραμα με μία φωτοαντίσταση και καταγράψτε τις τιμές αυτής σε διαφορετικές τιμές φωτεινότητας.

Μπορείτε να προσομοιώσετε το πείραμα και στο σπίτι σας με τη χρήση του προγράμματος Tinkercad (**Εικόνα 2**). Αφού ολοκληρώσετε τη σύνδεση της φωτοαντίστασης σε ένα

¹ Στο παράδειγμα της εικόνας τα χρώματα καφέ, μαύρο και κόκκινο αντιστοιχούν στις τιμές ένα, μηδέν και δύο, αντιστοίχως, όπου το 3^ο χρώμα στη σειρά αποτελεί τον πολλαπλασιαστή της τιμής. Στο παράδειγμα μας, η αντίσταση έχει τιμή 1000 Ohm (Ω), όπου τα 2 μηδενικά προκύπτουν από τον πολλαπλασιαστή του κόκκινου χρώματος. Το χρυσό χρώμα στη δεξιά πλευρά της αντίστασης αναφέρεται στην ανοχή (δηλαδή στο εύρος απόκλισης της αντίστασης από την ονομαστική της τιμή), όπου το χρυσό χρώμα σημαίνει $\pm 5\%$ ανοχή (δηλαδή η πραγματική τιμή της αντίστασης μπορεί να μεταβάλλεται μεταξύ των τιμών 950Ω-1.050Ω).

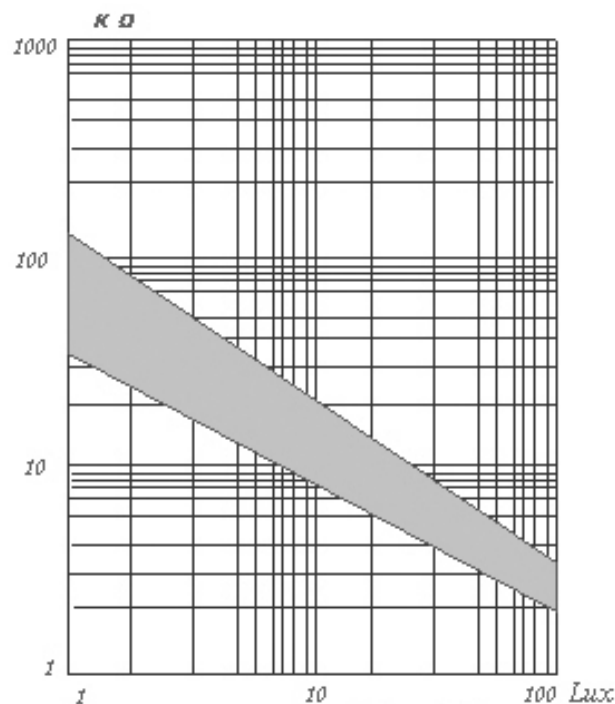
πολύμετρο και επιλέξετε Start Simulation, πατήστε το γράμμα R στο κάτω δεξιό μέρος του πολυμέτρου για να προσομοιώσετε τη μέτρηση αντίστασης. Κατόπιν κάντε αριστερό κλικ στο σύμβολο της φωτοαντίστασης και αλλάξετε την ένταση φωτός (περισσότερη ένταση φωτός στα αριστερά και λιγότερη στα δεξιά της κυλιόμενης μπάρας), όπως παρουσιάζεται στην **Εικόνα 3**.



Εικόνα 3 Προσομοίωση αλλαγής της πρόσπτωσης φωτός σε φωτοαντίστασης (Tinkercad)

Μελέτη των τεχνικών εγχειριδίων μιας φωτοαντίστασης

Αναζητείστε στο διαδίκτυο το τεχνικό εγχειρίδιο (datasheet) της φωτοαντίστασης GL5528 (που ανήκει στη σειρά φωτοαντιστάσεων GL55). Είναι σημαντικό να μπορούμε να αντιλαμβανόμαστε τα διαγράμματα που μας δίδονται στα τεχνικά εγχειρίδια. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η μεταβολή της αντίστασης του εξαρτήματος GL5528 σε σχέση με την πρόσπτωση φωτός στην επιφάνεια αυτής. Η φωτεινότητα δίδεται σε lux (δηλαδή σε lumen ανά τετραγωνικό μέτρο lm/m^2), ενώ η αντίσταση σε ΚΩ. Η αναπαράσταση γίνεται σε λογαριθμικό διάγραμμα, το οποίο μας επιτρέπει τη συμπαγή αναπαράσταση δεδομένων που καλύπτουν μεγάλο εύρος τιμών (**Εικόνα 4**). Παρατηρείστε ότι στο διάγραμμα για 50lux φωτεινότητα η τιμή της φωτοαντίστασης μεταβάλλεται μεταξύ των τιμών 3ΚΩ-5ΚΩ.



Εικόνα 4 Προσομοίωση αλλαγής της πρόσπτωσης φωτός σε φωτοαντίστασης (Tinkercad)

Σε αυτό το σημείο μπορείτε να κάνετε χρήση της τεχνολογίας και να ρωτήσετε το chatgpt να σας δώσει μερικές πληροφορίες σχετικά με τη μέτρηση της φωτεινότητας σε lux. Η απάντηση του chatgpt σχετικά με τις τυπικές τιμές φωτεινότητας δίδεται στην **Εικόνα 3**.

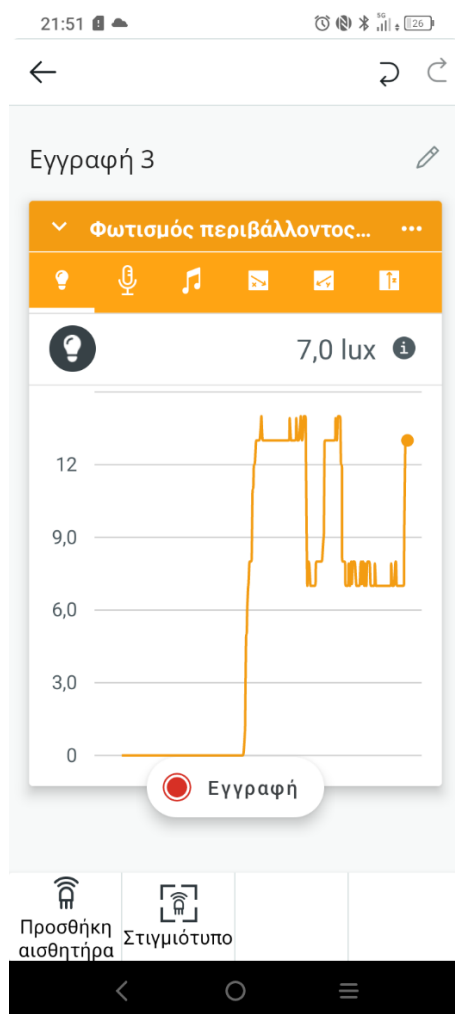
✓ Τυπικές τιμές φωτεινότητας

- 0,1–1 lux: Σεληνόφως
- 50 lux: Αμυδρός φωτισμός διαδρόμου
- 300–500 lux: Συνηθισμένοι χώροι γραφείου
- 1.000 lux: Φωτεινό εργασιακό περιβάλλον (π.χ. σχεδιαστήρια)
- 10.000–100.000 lux: Ηλιακό φως εξωτερικού χώρου

Εικόνα 5 Τυπικές τιμές φωτεινότητας σύμφωνα με το chatgpt

Πείραμα 2: μέτρηση της φωτοαντίστασης

Τοποθετείστε την αντίσταση με το πολύμετρο σε κάποιο ψηλό σημείο του εργαστηρίου, ώστε να μη μεταβάλλεται η τιμή αυτής με σκιές που προκύπτουν από την κίνηση των μαθητών εντός του εργαστηρίου. Καταγράψτε την τιμή της φωτοαντίστασης σε ΚΩ στην περίπτωση που το φως του εργαστηρίου είναι κλειστό ή ανοικτό. Στη συνέχεια θα αναπτύξουμε εφαρμογή με Arduino η οποία θα ανοίγει αυτόματα μία δίοδο LED όταν σβήνουν τα φώτα του εργαστηρίου, ενώ θα σβήνει η δίοδος LED όταν ανάβουμε τα φώτα.



Εικόνα 6 Arduino Science Journal: αισθητήρας φωτισμού περιβάλλοντος

Πείραμα 3: αισθητήρας φωτισμού περιβάλλοντος στο κινητό σας

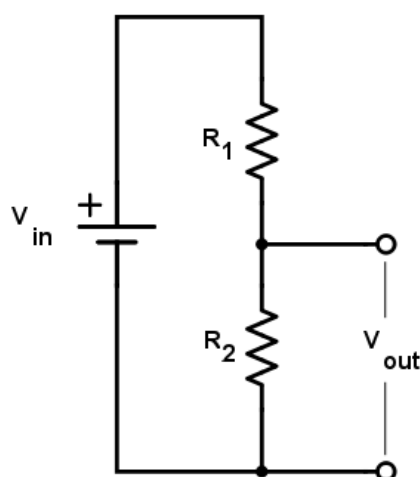
Ως εργασία στο σπίτι σας μπορείτε να εγκαταστήσετε την εφαρμογή Arduino Science Journal στο κινητό σας τηλέφωνο. Ανοίξτε μέσω της εφαρμογής αυτής την ανίχνευση του αισθητήρα φωτός και δείτε πως μεταβάλλεται η τιμή της μέτρηση με την αλλαγή της φωτεινότητας στον αισθητήρα. Μία χρήση του εν λόγω αισθητήρα είναι η απενεργοποίηση της οθόνης όταν εφάπτεται το κινητό στο αυτί μας κατά την τηλεφωνική επικοινωνία ώστε αφενός, να μην πατιούνται άλλα πλήκτρα στο κινητό και αφετέρου, να μειώνεται η κατανάλωση της μπαταρίας. Μπορείτε να τοποθετήσετε την άκρη του δακτύλου σας περιμετρικά στην οθόνη και να εντοπίσετε τη θέση του αισθητήρα στο κινητό σας τηλέφωνο κατά την απότομη αλλαγή στην ένδειξη τη μέτρησης (συνήθως ο αισθητήρα βρίσκεται κοντά στο ακουστικό του τηλεφώνου).

Σύνδεση φωτοαντίστασης στην πλακέτα Arduino Uno

Για να μπορέσουμε να αυτοματοποιήσουμε τις μετρήσεις που προκύπτουν από τη φωτοαντίσταση σε σχέση με την πρόσπτωση του φωτός, θα συνδέσουμε τη φωτοδίοδο στην πλακέτα Arduino Uno για την καταγραφή μετρήσεων μέσω της θύρας USB του ηλεκτρονικού υπολογιστή (H/Y). Η πλακέτα Arduino Uno μπορεί να μετρήσει αναλογικό σήμα, όμως σήμα τάσης. Για το λόγω αυτό θα υλοποιήσουμε ένα διαιρέτη τάσης, όπου η μεταβολή της τιμής φωτοαντίστασης θα μεταβάλλει το συνολικό ρεύμα που διαρρέει το βρόχο του κυκλώματος και κατά συνέπεια, θα μεταβάλλει την πτώση τάσης στα άκρα της φωτοαντίστασης.

Κύκλωμα διαιρέτη τάσης

Ένα κύκλωμα διαιρέτη τάσης παρουσιάζεται στην **Εικόνα 7**. Αν υποθέσουμε ότι στη θέση της αντίστασης R_2 τοποθετείται μία φωτοαντίσταση, τότε η πτώση τάσης στα άκρα της φωτοαντίστασης δίδεται από τη σχέση: $V_{out} = V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

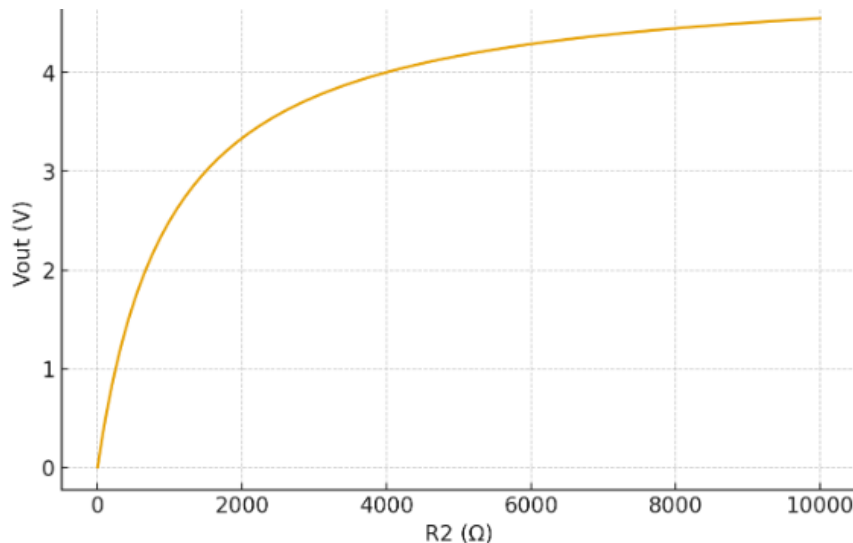


Εικόνα 7 Κύκλωμα διαιρέτη τάσης

Επειδή το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση R_1 είναι ίσο με το ρεύμα που διαρρέει την R_2 , τότε σύμφωνα με το νόμο του Ohm ($V = I \cdot R$), η τάση είναι μεγαλύτερη στα άκρα της αντίστασης με την μεγαλύτερη τιμή. Δηλαδή, αν $R_2 > R_1$ τότε $V_{R2} > V_{R1}$ και εάν $R_2 < R_1$ τότε $V_{R2} < V_{R1}$. Στην περίπτωση που αντιστάσεις είναι ίσες ($R_1 = R_2$) τότε $V_{R1} = V_{R2} = V_{in} \div 2$.

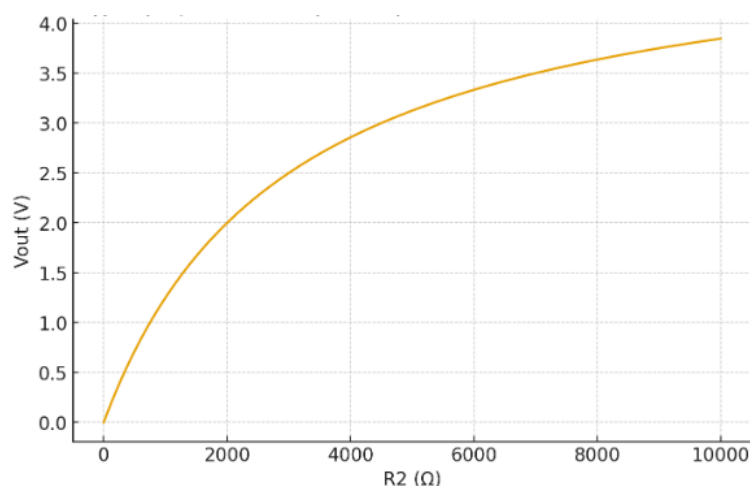
Για να επιλέξουμε σωστά την αντίσταση $R1$ σε σχέση με την τιμή της φωτοαντίστασης πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι στον διαιρέτη τάσης, όταν η τιμή της μιας εκ των δύο αντιστάσεων γίνεται 10 φορές μεγαλύτερη (ή περισσότερο) από την έτερη αντίσταση, τότε περίπου το 90% (ή περισσότερο) της V_{in} ανιχνεύεται στα άκρα της μεγάλης αντίστασης. Π.χ., αν η $R2=10 \cdot R1$ τότε $V_{out} = V_{in} \frac{R2}{R1+R2} = V_{in} \frac{10 \cdot R1}{R1+10 \cdot R1} = V_{in} \frac{10 \cdot R1}{11 \cdot R1} = 0,9 \cdot V_{in}$

Στο πείραμά μας, η τάση V_{in} λαμβάνεται από την πλακέτα Arduino Uno και είναι σταθερή και ίση με 5V. Συνεπώς, η σχέση της τάσης εξόδου (δηλαδή τάση στα άκρα της αντίστασης $R2$ του διαιρέτη, όπου $R2$ η μεταβαλλόμενη φωτοαντίσταση) είναι μη γραμμική σχέση με τη μεταβολή της $R2$.



Εικόνα 8 Γραφική αναπαράσταση της V_{out} ως προς τη μεταβολή της $R2$ ($R1=1000\Omega$)

Στο σημείο αυτό ζητήσαμε από το chatgpt να μας σχεδιάσει τη γραφική αναπαράσταση της μεταβολής της V_{out} ως προς τη μεταβολή της φωτοαντίστασης ($R2$), για τιμές $V_{in}=5V$ και $R1=1000\Omega$. Όπως παρατηρούμε από το γράφημα, καθώς η $R2$ (από 0-10KΩ) αυξάνεται μεν η V_{out} αλλά όχι γραμμικά, πλησιάζοντας ασυμπτωτικά τη μέγιστη τιμή V_{in} (**Εικόνα 8**).

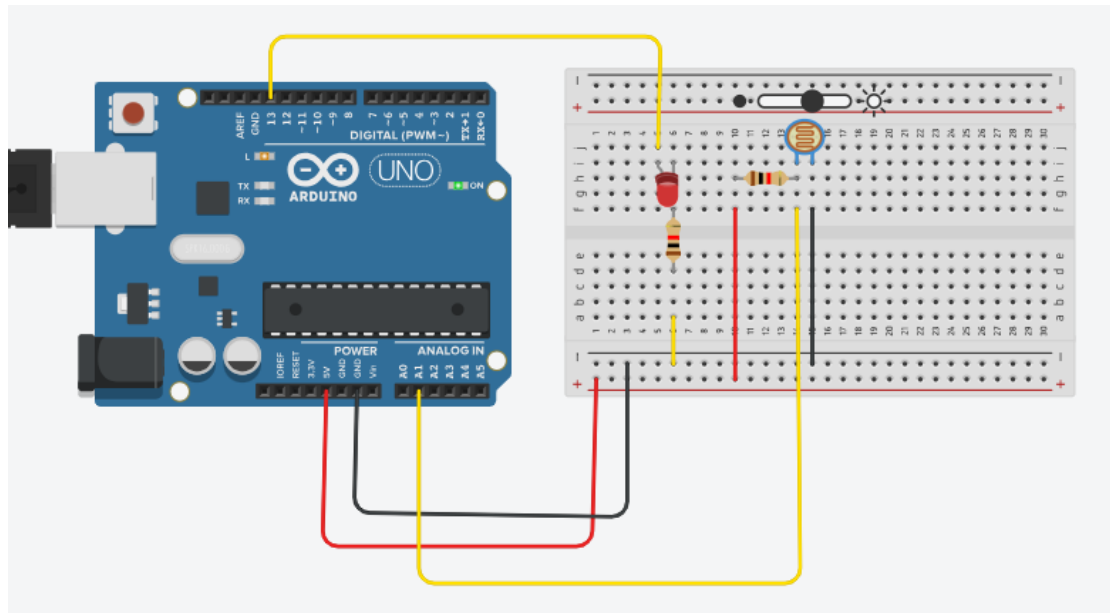


Εικόνα 9 Γραφική αναπαράσταση της V_{out} ως προς τη μεταβολή της $R2$ ($R1=3000\Omega$)

Αλλάζοντας την τιμή της αντίστασης $R1=3K\Omega$, αλλάζει και γραφική παράσταση της V_{out} (ως προς τη μεταβολή της $R2$). Η αλλαγή αυτή μπορεί να μελετηθεί και στο εργαστήριο και να συζητηθεί ποια τιμές της αντίστασης $R1$ είναι πιο κατάλληλη για το κύκλωμά μας.

Κύκλωμα της εφαρμογής και πείραμα

Στην **Εικόνα 10** παρουσιάζεται το κύκλωμα της εφαρμογής στο Tinkercad. Δημιουργήστε το ίδιο κύκλωμα στο εργαστήριο σε πραγματικές συνθήκες και γράψτε τον κώδικα Arduino που θα ανάβει τη δίοδο LED αυτόματα όταν κλείνει το φως του εργαστηρίου και θα σβήνει τη δίοδο LED όταν ανάβουμε το φως.



Εικόνα 10 Το κύκλωμα της εφαρμογής στο Tinkercad

Ο κώδικας Arduino

```
int Light = 0;

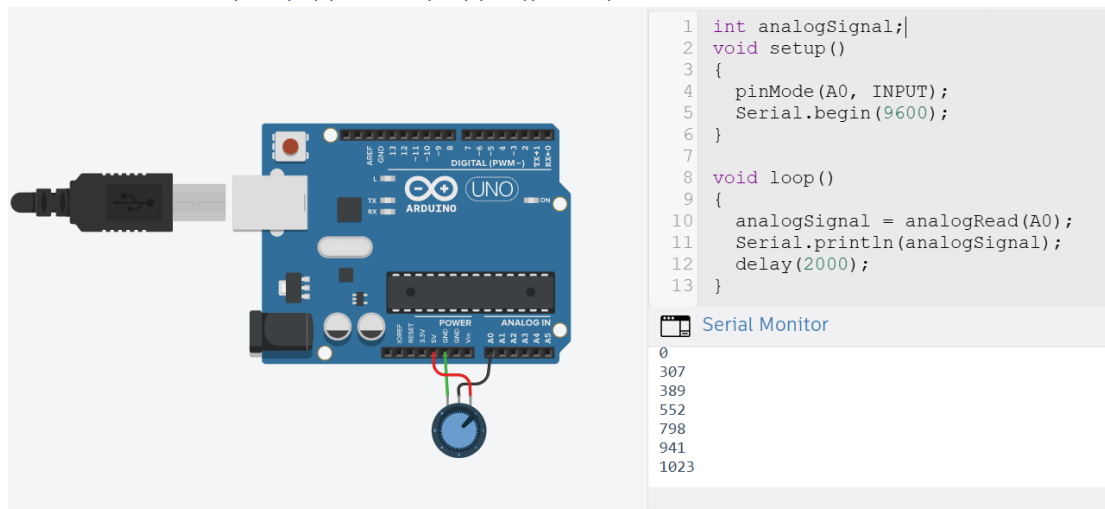
void setup()
{
  pinMode(A1, INPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  LIGHT = analogRead(A1);
  Serial.println(LIGHT);
  if (Light < 512) {
    digitalWrite(13, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(13, LOW);
  }
  delay(10);
}
```

Παραπάνω δίδεται ο κώδικας Arduino που διαβάζει την αναλογική τιμή τάσης από το διαιρέτη και αποφασίζει αν θα ανάψει τη δίοδο LED ανάλογα με την ένταση φωτός που ανιχνεύει η φωτοαντίσταση.

Για την ψηφιοποίηση ενός αναλογικού σήματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ακροδέκτες A0-A5 της πλακέτας. Στον κώδικά μας χρησιμοποιούμε τον ακροδέκτη A1. Οι ακροδέκτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως ψηφιακοί ακροδέκτες εισόδου/εξόδου, είτε ως μετατροπείς αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (Analog-to-Digital Converter – ADC). Τα υποσυστήματα ADC που διαθέτει η πλακέτα Arduino Uno έχουν ακρίβεια 10-bit, δηλαδή μπορούν να ψηφιοποιήσουν ένα σήμα σε $2^{10}=1024$ τμήματα.

Ένα απλό κύκλωμα ψηφιοποίησης σήματος



Εικόνα 11 Απλό κύκλωμα ψηφιοποίησης αναλογικής τάσης

Για την κατανόηση της λειτουργίας του υποσυστήματος ADC μπορεί να υλοποιηθεί το κύκλωμα της **Εικόνας 11** στον Tinkercad. Στο συγκεκριμένο κύκλωμα, η τάση από το διαιρέτη του ποτενσιόμετρου μεταβάλλεται από 0-5V. Το πρόγραμμα ψηφιοποιεί την αναλογική τιμή που εισέρχεται στον ακροδέκτη A0 και την αποστέλλει στη θύρα USB του Η/Υ (ψηφιακό εύρος τιμών: 0-1023).

Πείραμα 3: υλοποίηση φωτοκύτταρου

Υλοποιήστε το κύκλωμα της **Εικόνας 10** στο εργαστήριο και υλοποιήστε τη λειτουργία ενός φωτοκύτταρου