



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

---

## **Ενσωματωμένα Συστήματα**

**Ενότητα:** ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ: CIRC-01

Δρ. Μηνάς Δασυγένης

[mdasyg@ieee.org](mailto:mdasyg@ieee.org)

**Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών**

Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων και Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών

<http://arch.ict.e.uowm.gr/mdasyg>

---

## Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



## Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ψηφιακά Μαθήματα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

## Περιεχόμενα

1.Σκοπός της άσκησης.....	4
2.Παραδοτέα.....	4
3.Κατασκευή του κυκλώματος CIRC-11.....	4
4.Προγραμματισμός του κυκλώματος CIRC-11.....	5
5.Παραμετροποίηση του κυκλώματος CIRC-11.....	6
5.1Παρατήρησης του επαγωγικού ρεύματος.....	6
5.2Έλεγχος μοτέρ.....	6

## 1. Σκοπός της άσκησης

- Χρήση του αναπτυξιακού περιβάλλοντος του Arduino<sup>1</sup> για τη συγγραφή και τη μεταφόρτωση προγραμμάτων στην πλακέτα του Arduino Uno.
- Δημιουργία κυκλώματος ελέγχου ενός ηλεκτρονόμου (ρελέ).

## 2. Παραδοτέα









- Ένα αρχείο zip με το project **CIRC\_11** που θα δημιουργήσετε.
- Ένα screenshot από το arduino IDE που δείχνει ότι η μεταγλώττιση (compile) έγινε με επιτυχία και ταυτόχρονα εμφανίζει το μέγεθος του δυαδικού σχεδίου για κάθε κύκλωμα.
- Ένα video 5-10 sec επίδειξης του κυκλώματος μαζί με ηχητική περιγραφή για κάθε κύκλωμα.

**Χρόνος ολοκλήρωσης εργαστηρίου: 40 λεπτά.**


Στο παρόν εργαστήριο θα ελέγξουμε ένα ρελέ. Το ρελέ είναι ένας μαγνητικά ελεγχόμενος μηχανικός διακόπτης. Περιέχει έναν ηλεκτρομαγνήτη, ο οποίος όταν ενεργοποιείται μετακινεί έναν διακόπτη. Χρησιμοποιείται ξανά το τρανζίστορ P2N2222AG και η διόδος 1N4001 για τους λόγους που αναλύθηκαν στο εργαστήριο 3.

## 3. Κατασκευή του κυκλώματος CIRC-11

Για την εκπόνηση του κυκλώματος CIRC-11 απαιτούνται τα εξής μέρη:

Στοιχείο	Περιγραφή και ποσότητα
	1x <u>κίτρινο LED</u>
	13x <u>Καλώδια</u>
	2x Αντιστάσεις 330 Ohm ( <u>Πορτοκαλί – Πορτοκαλί – Καφέ</u> )
	1x Αντίσταση 10k Ohm ( <u>Καφέ – Μαύρο – Πορτοκαλί</u> )
	1x <u>Ρελέ (SPDT)</u>
	1x <u>Μοτέρ</u>
	1x <u>κόκκινο LED</u>
	1x <u>Τρανζίστορ P2N2222AG (TO92)</u>

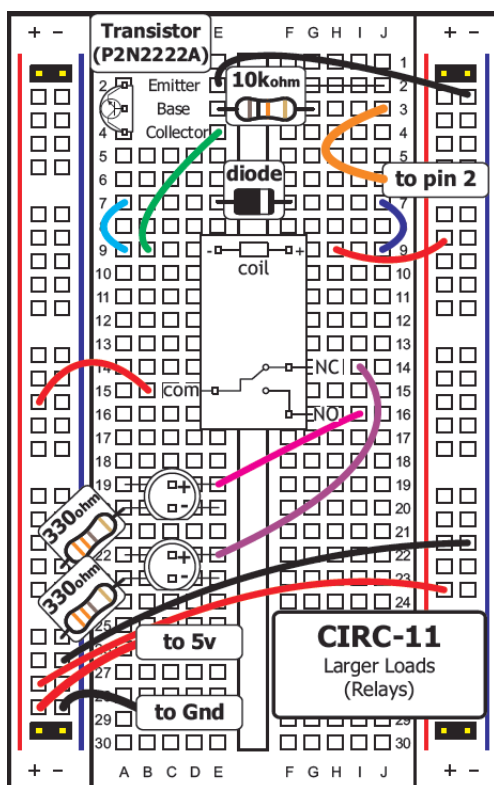
<sup>1</sup> Χρησιμοποιήθηκε υλικό από το [SparkFun Inventors Kit for Arduino](#)

Στοιχείο	Περιγραφή και ποσότητα
	1x Δίοδος (1N4001)

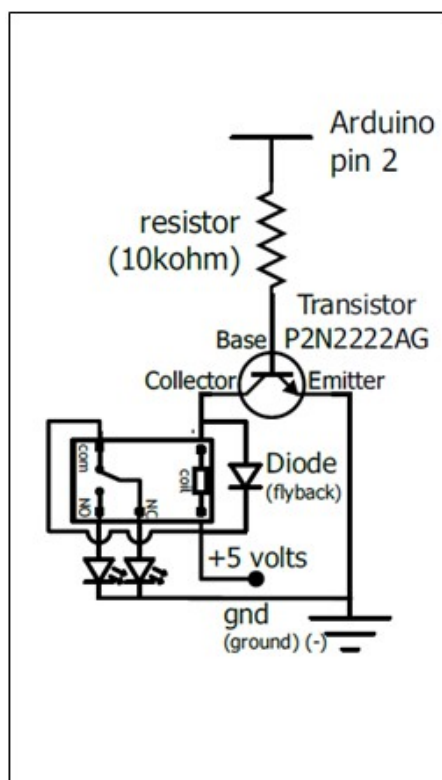
Τα φυλλάδια δεδομένων (datasheets) των υλικών βρίσκονται παρακάτω:

- [LED](#)
- [Μοτέρ](#)
- [Αντίσταση 330 Ohm](#)
- [Αντίσταση 10k Ohm](#)
- [Τρανζίστορ](#)
- [Δίοδος](#)
- [Ρελέ](#)

Κατασκευάστε το κύκλωμα, σύμφωνα με τις παρακάτω σχηματικές αναπαραστάσεις:



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Τοποθετείστε το **τρανζίστορ** πάνω αριστερά, κατά τη φορά του Σχήματος 1, τη **δίοδο** και το **ρελέ**, επίσης κατά τη φορά του Σχήματος 1.

Τοποθετήστε το **κίτρινο LED** με μία **αντίσταση 330 Ohm** στο **αρνητικό** του **άκρο** που να καταλήγει στη **γείωση** και όμοια **από κάτω** του το **κόκκινο LED** (δεν θα υπάρξει διαφορά στη λειτουργία αν τοποθετηθούν τα LED με την αντίθετη σειρά, απλά χρησιμοποιούμε αυτή τη διάταξη για να υπάρχει ένα σημείο αναφοράς στις μετέπειτα αλλαγές).

Συνδέστε τον **εκπομπό** του τρανζίστορ στη **γείωση**, τη **βάση** με μία **αντίσταση 10k Ohm** της οποίας το άλλο άκρο πηγαίνει στο **pin 2** του Arduino και το **συλλέκτη** με το **αρνητικό άκρο του πηνίου του ρελέ** (Σχήμα 1). Στη συνέχεια συνδέστε το **αρνητικό άκρο του πηνίου** με τη **δίοδο** (Σχήμα 1), και στη συνέχεια το **άλλο άκρο της διόδου** με τη **θετική πλευρά του πηνίου**. Συνδέστε την **επαφή NC** του ρελέ με το **θετικό άκρο του κόκκινου LED**, την **επαφή NO** με το **θετικό άκρο του κίτρινου LED** και την **επαφή com** του ρελέ με τα **+5V**.

Τέλος συνδέστε μεταξύ τους τις γειώσεις και τα **+5V** του breadboard.

## 4. Προγραμματισμός του κυκλώματος CIRC-11

Αντιγράψτε τον παρακάτω κώδικα στο προγραμματιστικό περιβάλλον του Arduino.

(Εναλλακτικά κατεβάστε τον από [εδώ](#))

### Κώδικας προγραμματισμού του κυκλώματος

```
/*
  Blink
  Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
  The circuit:
  * LED connected from digital pin 13 to ground.
  * Note: On most Arduino boards, there is already an LED on the board
  connected to pin 13, so you don't need any extra components for this
  example.

  Created 1 June 2005
  By David Cuartielles
  http://arduino.cc/en/Tutorial/Blink
  based on an original by H. Barragan for the Wiring i/o board
*/

int ledPin = 2;
// Relay connected to digital pin 2 <-----Change this to pin 2

// The setup() method runs once, when the sketch starts

void setup(){
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off
  delay(1000); // wait for a second
}
```

Αποθηκεύστε το ως CIRC\_11 και στη συνέχεια φορτώστε το πρόγραμμα στην πλακέτα.

Σε περίπτωση που δε δουλεύει όπως θα έπρεπε ελέγξτε ξανά αν έχουν τοποθετηθεί σωστά όλα τα μέρη του κυκλώματος.

Επίσης ενδέχεται τα ρελέ να μην κάνουν καλή επαφή, καθώς δεν έχουν σχεδιαστεί για χρήση με το breadboard και γι αυτό το λόγο μπορεί να χρειάζονται λίγη επιπλέον πίεση προς τα κάτω (και ίσως να πετάγονται ξανά προς τα έξω περιστασιακά).

## **5. Παραμετροποίηση του κυκλώματος CIRC-11**

### **5.1 Παρατήρησης του επαγωγικού ρεύματος**

Η μεταβολή της μαγνητικής ροής στο πηνίο γεννά ένα ηλεκτρικό ρεύμα, το λεγόμενο "επαγωγικό", που έχει αντίθετη φορά από εκείνο που παρέχεται στο πηνίο.

Για να το παρατηρήσετε, αφού αποσυνδέσετε το breadboard από την πηγή

ή το Arduino από την τροφοδοσία του (USB), αφαιρέστε τη δίοδο και στη θέση της τοποθετήστε ένα LED, το θετικό άκρο του οποίου να συνδέεται με το αρνητικό άκρο του πηνίου (αν το τοποθετήσετε ανάποδα το κύκλωμα δε θα δουλεύει σωστά)

Αφού τοποθετήσετε το LED συνδέστε ξανά την πηγή και παρατηρήστε το να ανάβει στιγμιαία, λίγο αφότου σβήσει το κίτρινο LED που προϋπήρχε στο κύκλωμα.

### **5.2 Έλεγχος μοτέρ**

Στο αρχικό κύκλωμα (πριν την αλλαγή της δίοδου με το LED) και αφού αποσυνδέσετε το breadboard από την πηγή ή το Arduino από την τροφοδοσία του (USB), αφαιρέστε το κόκκινο LED μαζί με την αντίσταση 330 Ohm που συνδέεται στο αρνητικό του άκρο, και στη θέση του τοποθετήστε ένα μοτέρ, με το κόκκινο καλώδιο να συνδέεται στην NC και το μαύρο στη γείωση.

Συνδέστε ξανά την πηγή και επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία του κυκλώματος.