

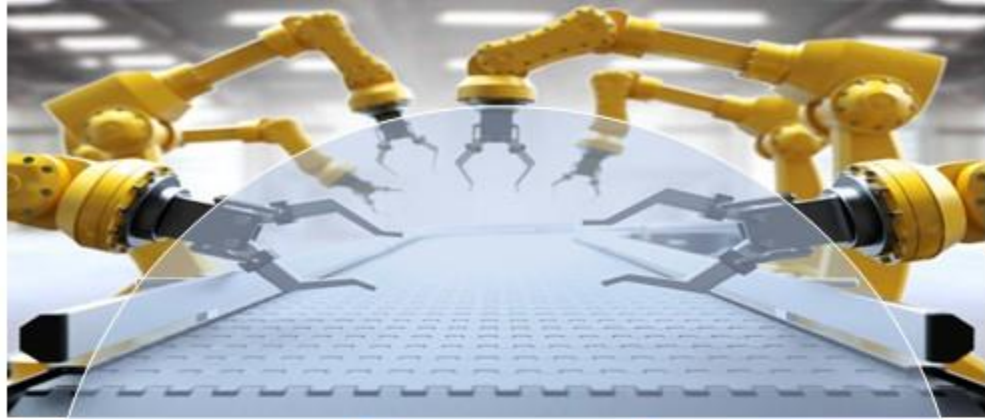
**Εργαστηριακή εισαγωγή  
στο περιβάλλον λειτουργίας και την διαδικασία εργασίας  
με τον μικροελεγκτή Arduino  
σε project εκπαιδευτικής ρομποτικής**

*Άνθιμος Χαλκίδης, Αρτεμησία Στούμπα,  
Αριστοτέλης Γκιόλμας, Ηλίας Μπόικος, Ειρήνη Χατζαρά*

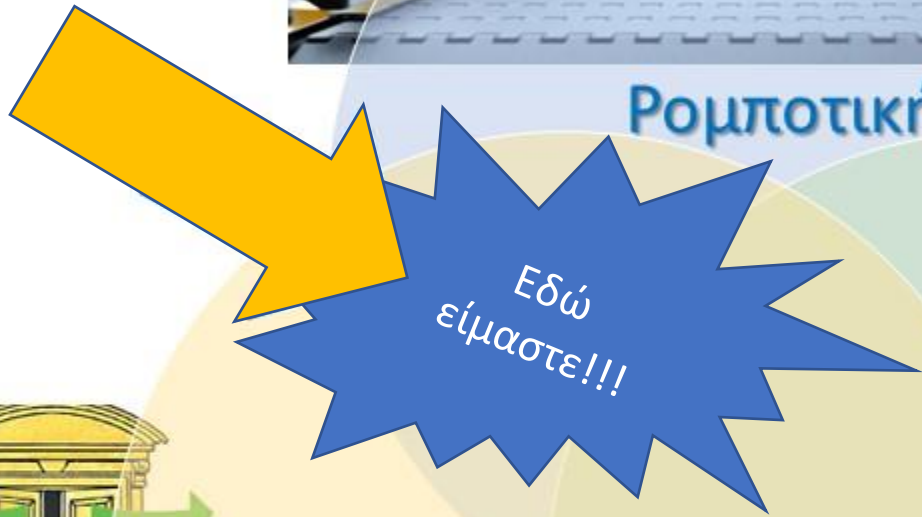
ΠΜΣ Εκπαίδευση STEM και Συστήματα Εκπαιδευτικών Ρομποτικών Διατάξεων / ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ

**Εργαστήριο Ρομποτικής I**

Μάρτιος 2022



Ρομποτική

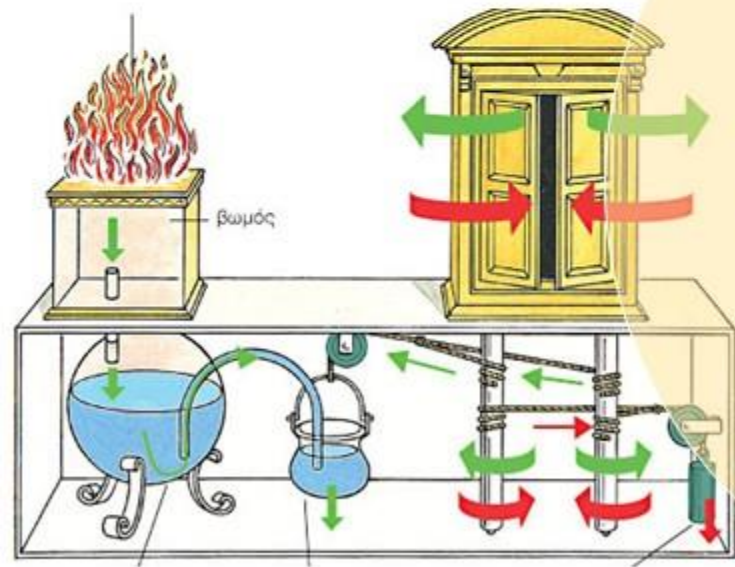


Εδώ  
είμαστε!!!

Τεχνητή  
Νοημοσύνη

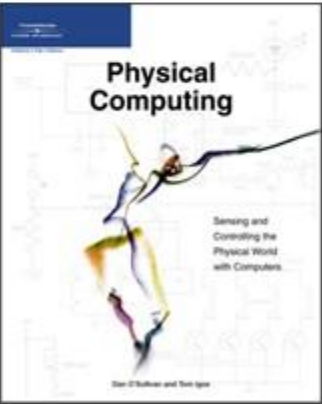
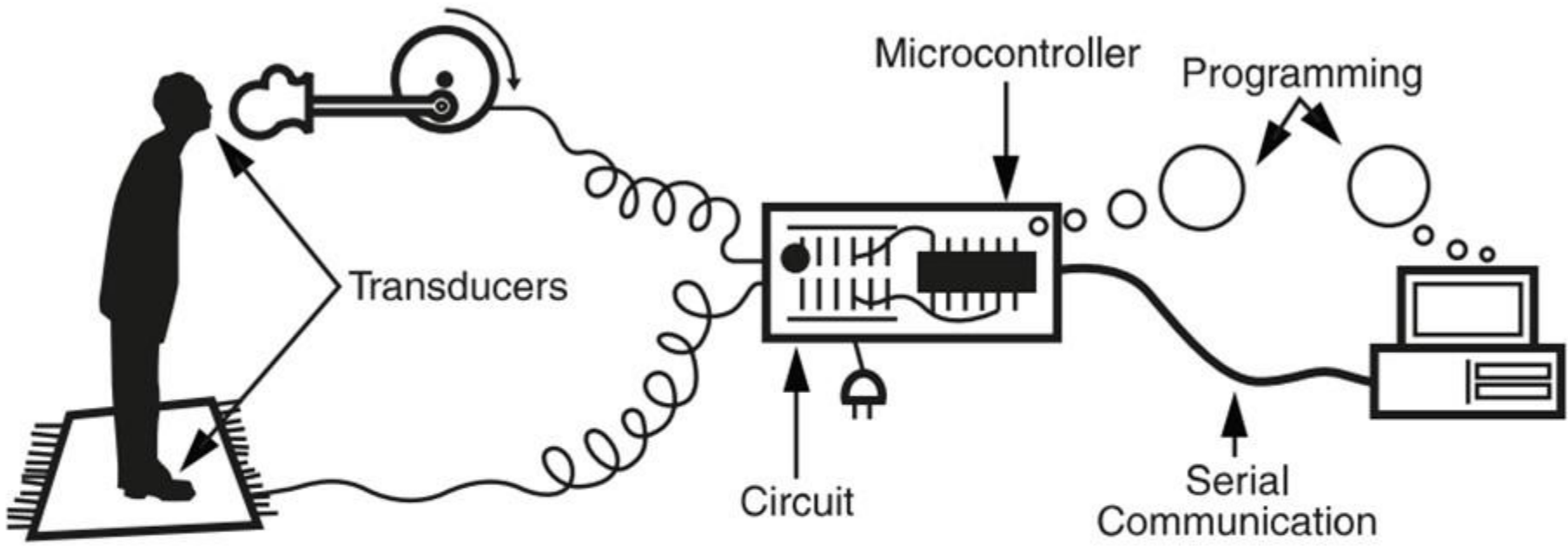
Συστήματα  
Εμπειρογνώμονες

Αυτοματισμοί



Marvin Minsky

**Figure 1.4**  
The parts of a physical computing system.





# Ρομποτική Κατασκευή / Physical Computing

Κατασκευή (Ηλεκτρο-Μηχανική)



Ηλεκτρονικό κύκλωμα & Αισθητήρες



Προγραμματισμός

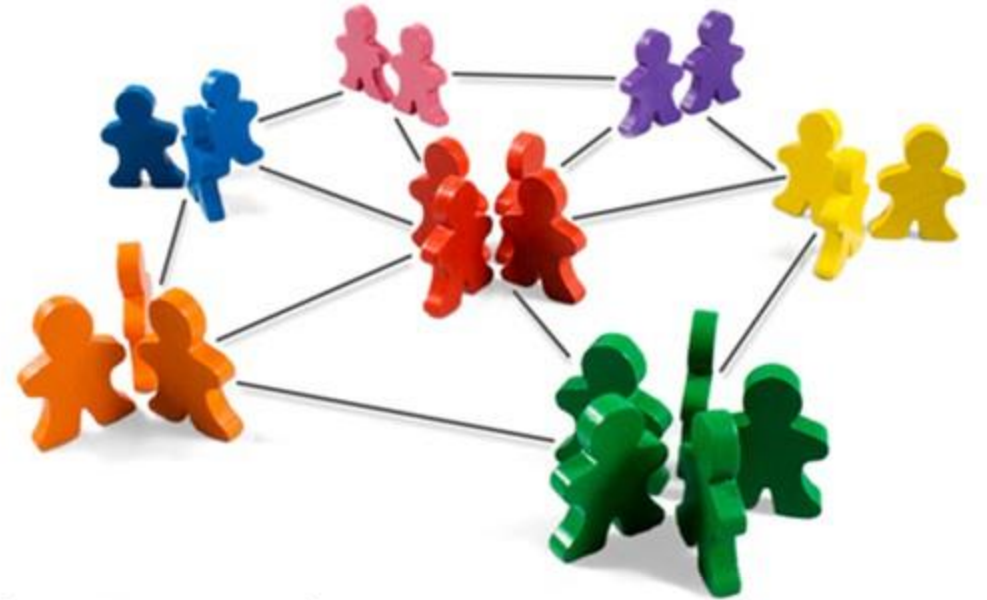
Σήμερα εστιάζουμε στα δυο από τα τρία μέρη

## Σταδιακά

- Προσθήκη νέων ηλεκτρονικών στοιχείων και αισθητήρων
- Προσθήκη νέων προγραμματιστικών περιβαλλόντων (IDE/S4A)
- Αύξηση πολυπλοκότητας κώδικα και χρήση περισσότερων εντολών, δομών και τεχνικών
- Πέρασμα από την καθοδήγηση στην διερεύνηση
- Ελεύθερη αναζήτηση νέας γνώσης

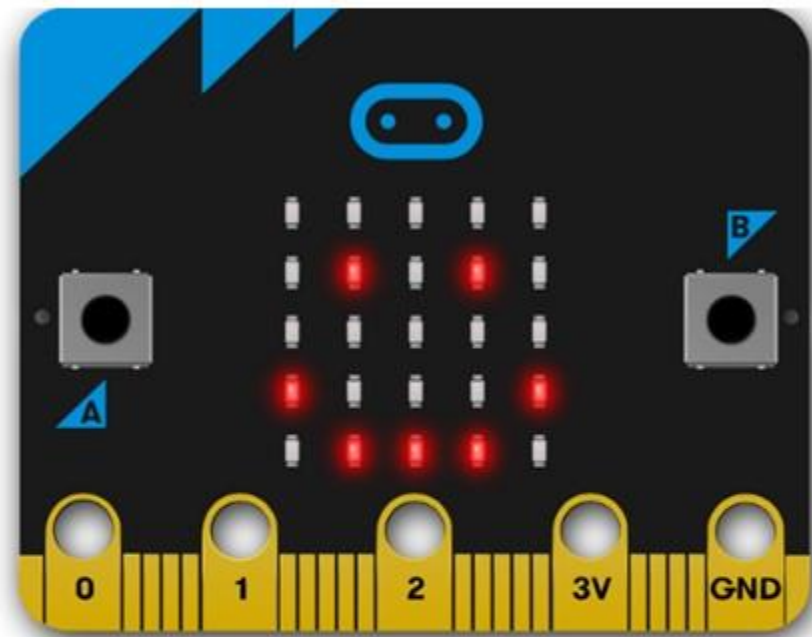
# Κάποια ακόμη οργανωτικά

- Δύο αίθουσες, ομάδες των τριών
- Διδάσκοντες
- Ο ρόλος των πιο έμπειρων μεταπτυχιακών φοιτητών
- Σταθερή σύνθεση ομάδων
- Σταθερός εξοπλισμός ομάδας
- Τηρούμε σύντομο «Φύλλο Εργαστηριακής Άσκησης»
- E-class



ΜΕΤΡΑΕΙ!!!





κάποιες διαθέσιμες λύσεις  
υλικού εκπαιδευτικής  
προσέγγισης του χώρου του  
Physical computing

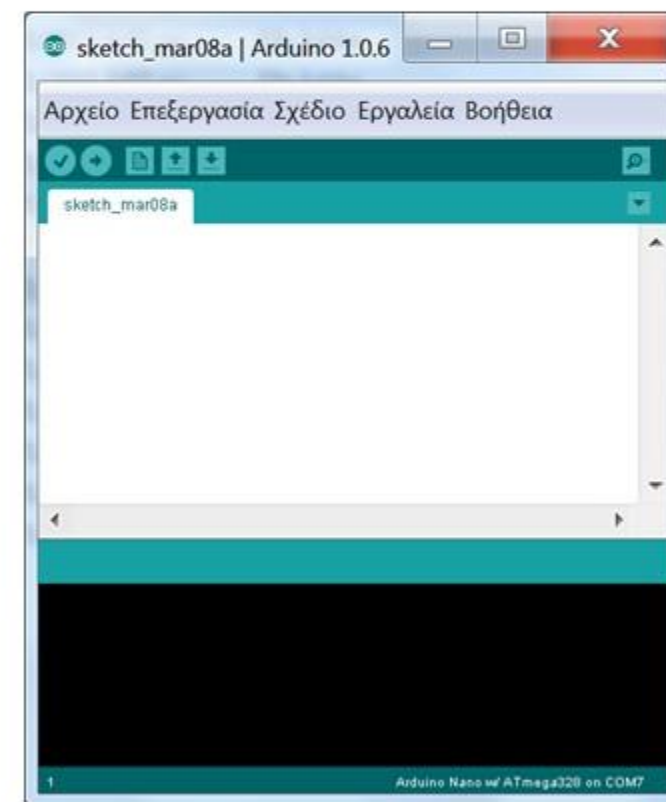
Arduino Uno  
Raspberry Pi  
Micro bit

# Arduino



Μικροελεγκτής

«Ανοιχτό» υλικό





# Τι είναι το Arduino



## *The Arduino Revolution*

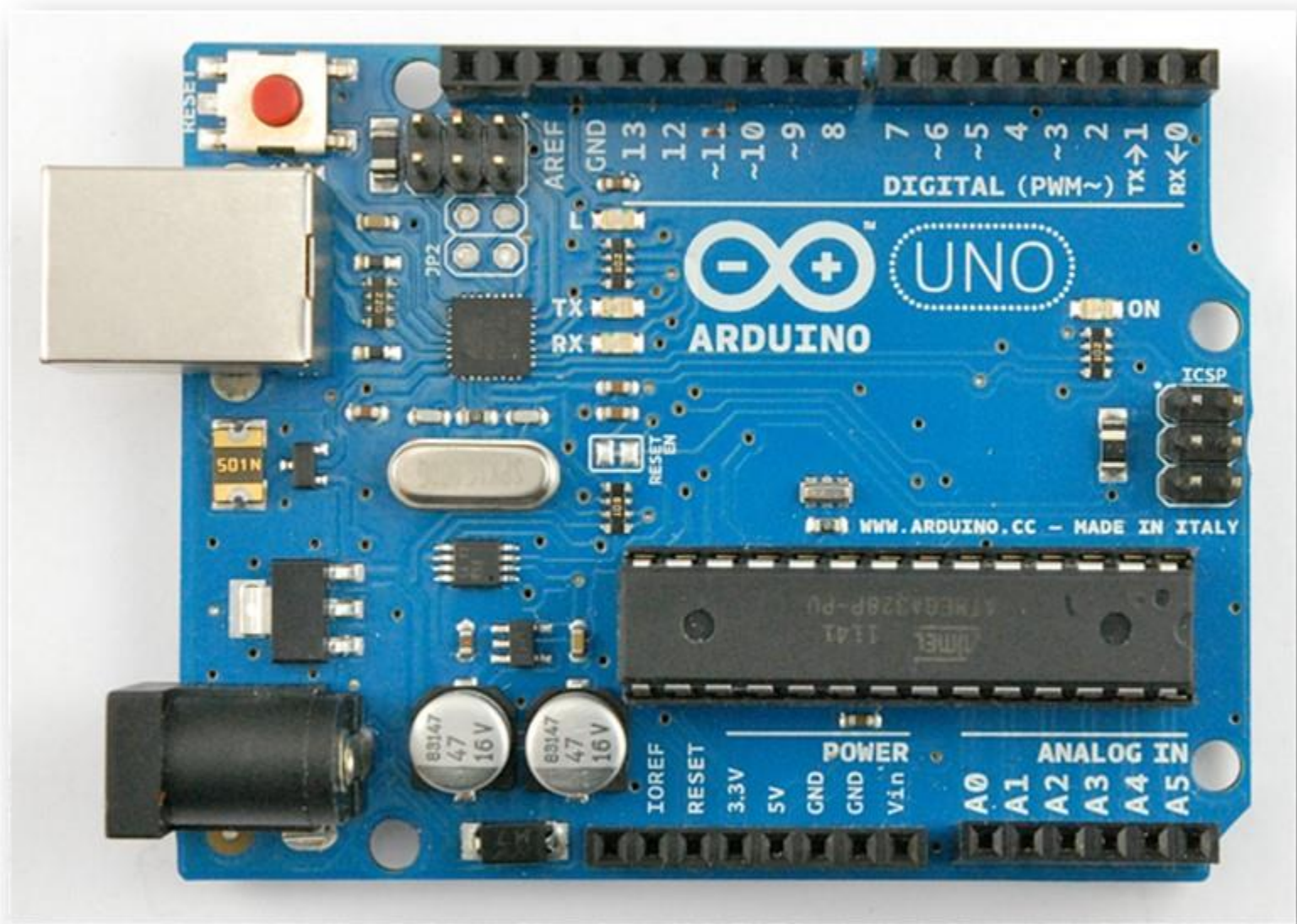
Arduino is an open-source physical computing platform designed to make experimenting with electronics more fun and intuitive. Arduino has its own unique, simplified programming language, a vast support network, and thousands of potential uses, making it the perfect platform for both beginner and advanced DIY enthusiasts.



Πολλοί διαθέσιμοι  
τύποι του  
μικροελεγκτή  
ARDUINO







RESET

AREF

GND

13

12

~11

~10

~9

8

7

6

~5

4

~3

2

TX→

1

RX←

DIGITAL (PWM~)



UNO

ARDUINO

ON

ICSP

WWW.ARDUINO.CC - MADE IN ITALY

I/OREF

RESET

3.3V

5V

GND

GND

V<sub>CC</sub>

POWER

ANALOG IN

A0

A1

A2

A3

A4

A5





# *ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ – ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ*

**Ψηλαφίζω τα εργαλεία που θα χρησιμοποιήσω σήμερα**

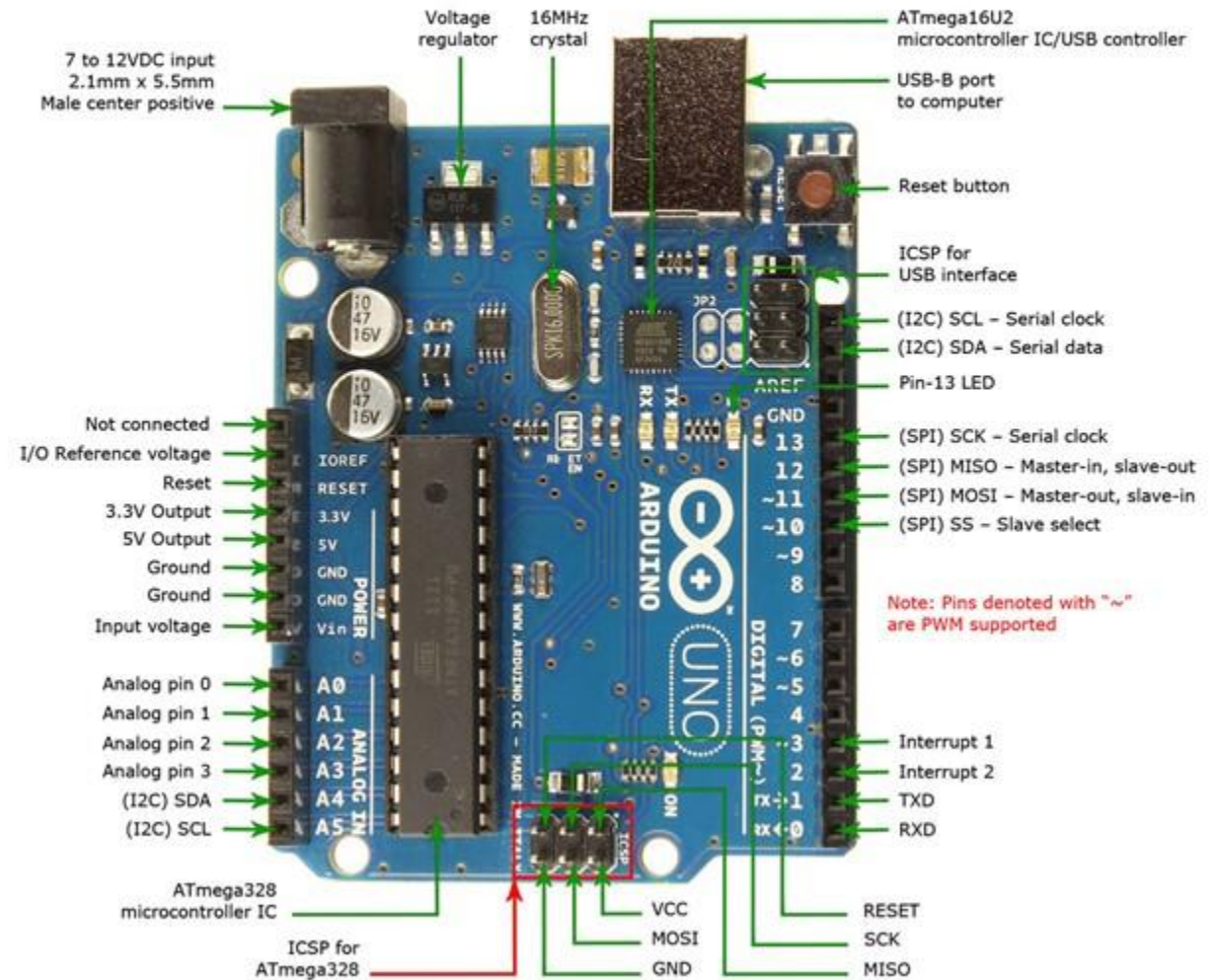
*Βασικές έννοιες (I/O A/D)*

*Ηλεκτρονικά εξαρτήματα (αντίσταση, led)*

*Πλακέτα Arduino*

*Breadboard*

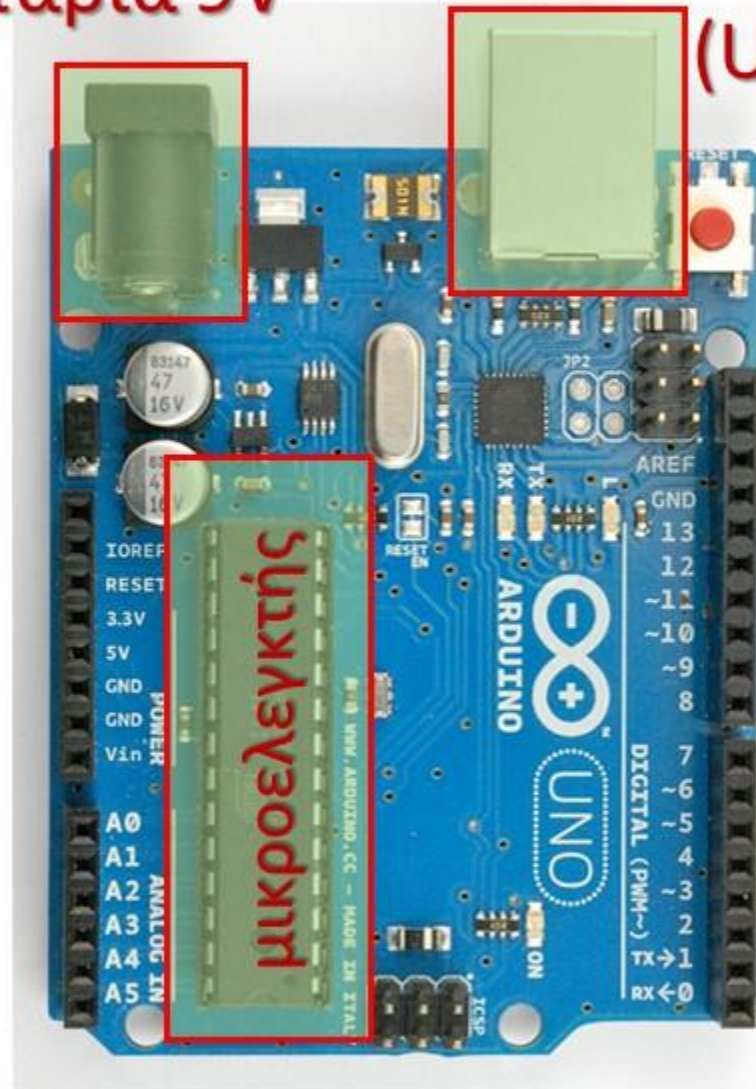
# Εξερευνώ πολύ εισαγωγικά το Arduino Uno



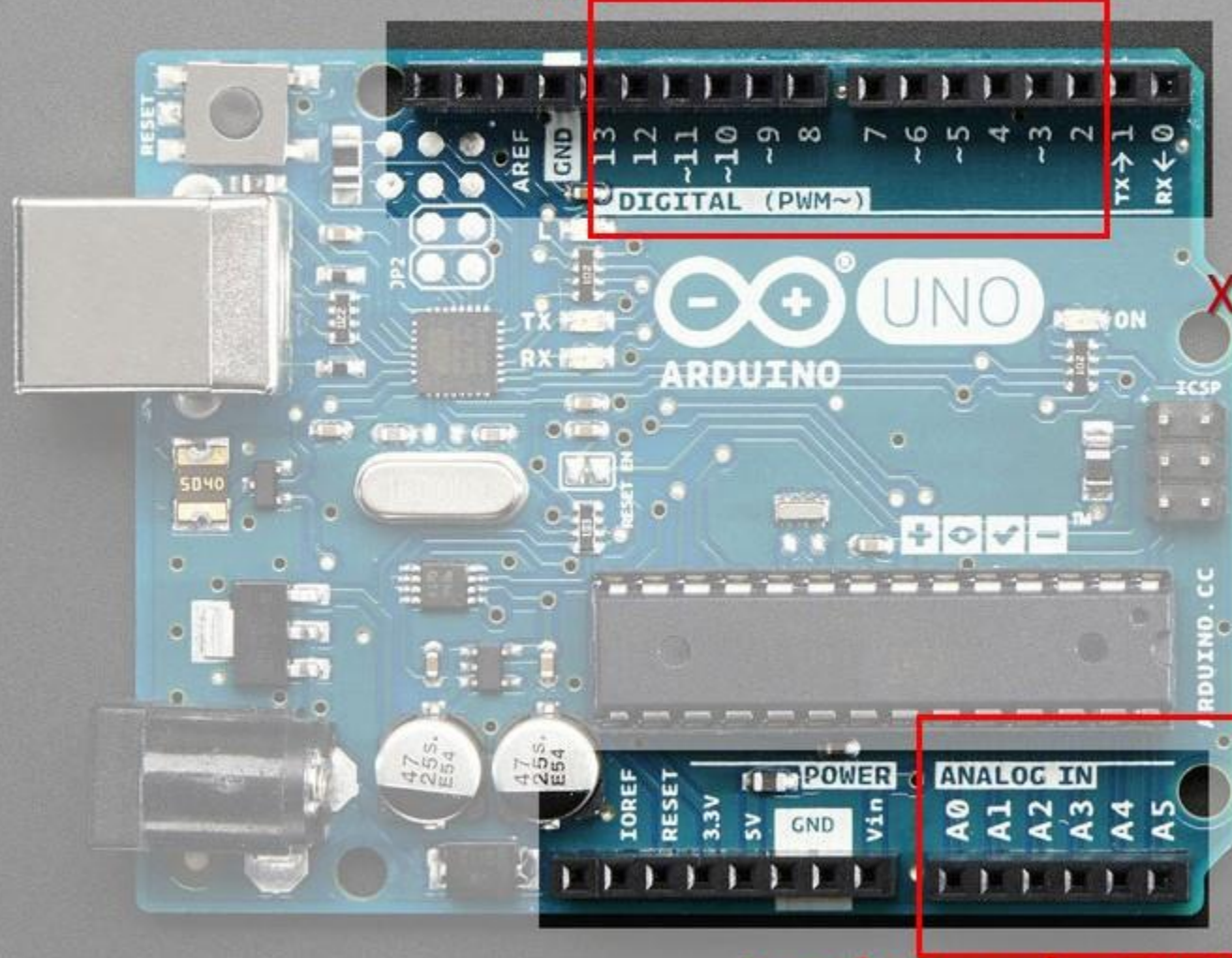


Εξωτερική τροφοδοσία  
(π.χ. μπαταρία 9V)

Σύνδεση  
με υπολογιστή  
(USB)



## Ψηφιακές ΕΙΣΟΔΟΙ/ΕΞΟΔΟΙ

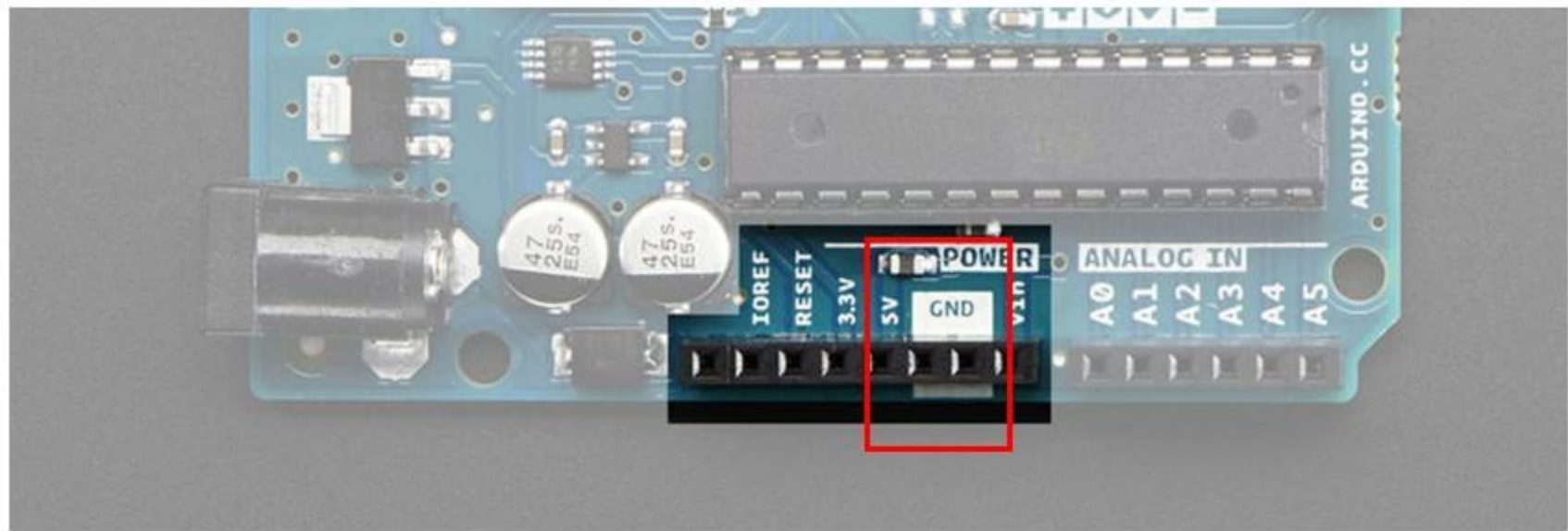


με ~ είναι και  
Αναλογικές ΕΞΟΔΟΙ

Χρησιμοποιώ από το 2 - 13

## Αναλογικές ΕΙΣΟΔΟΙ



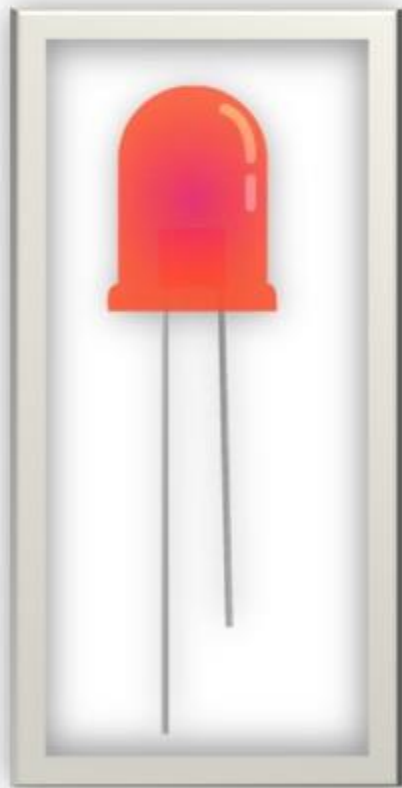


Starting from the right...

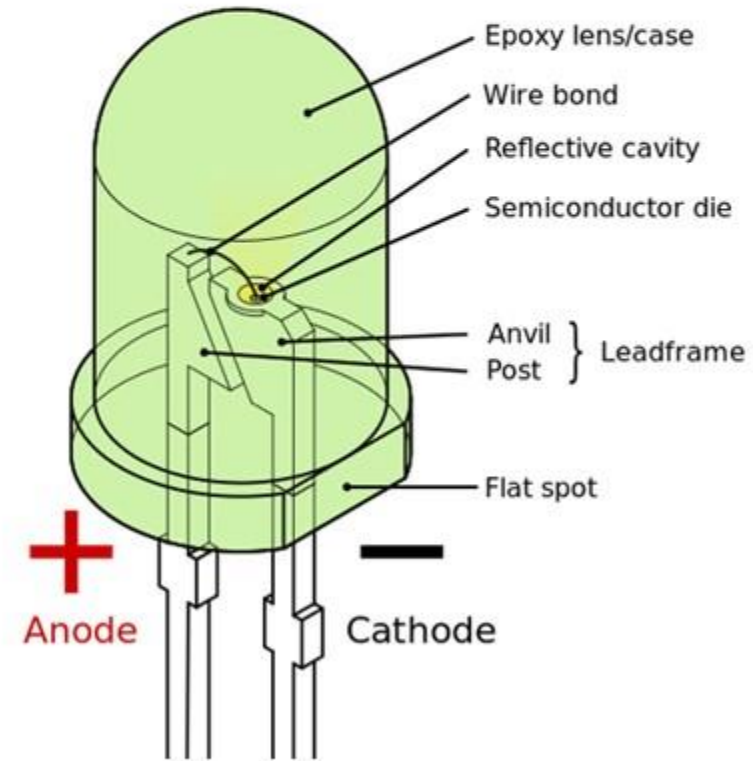
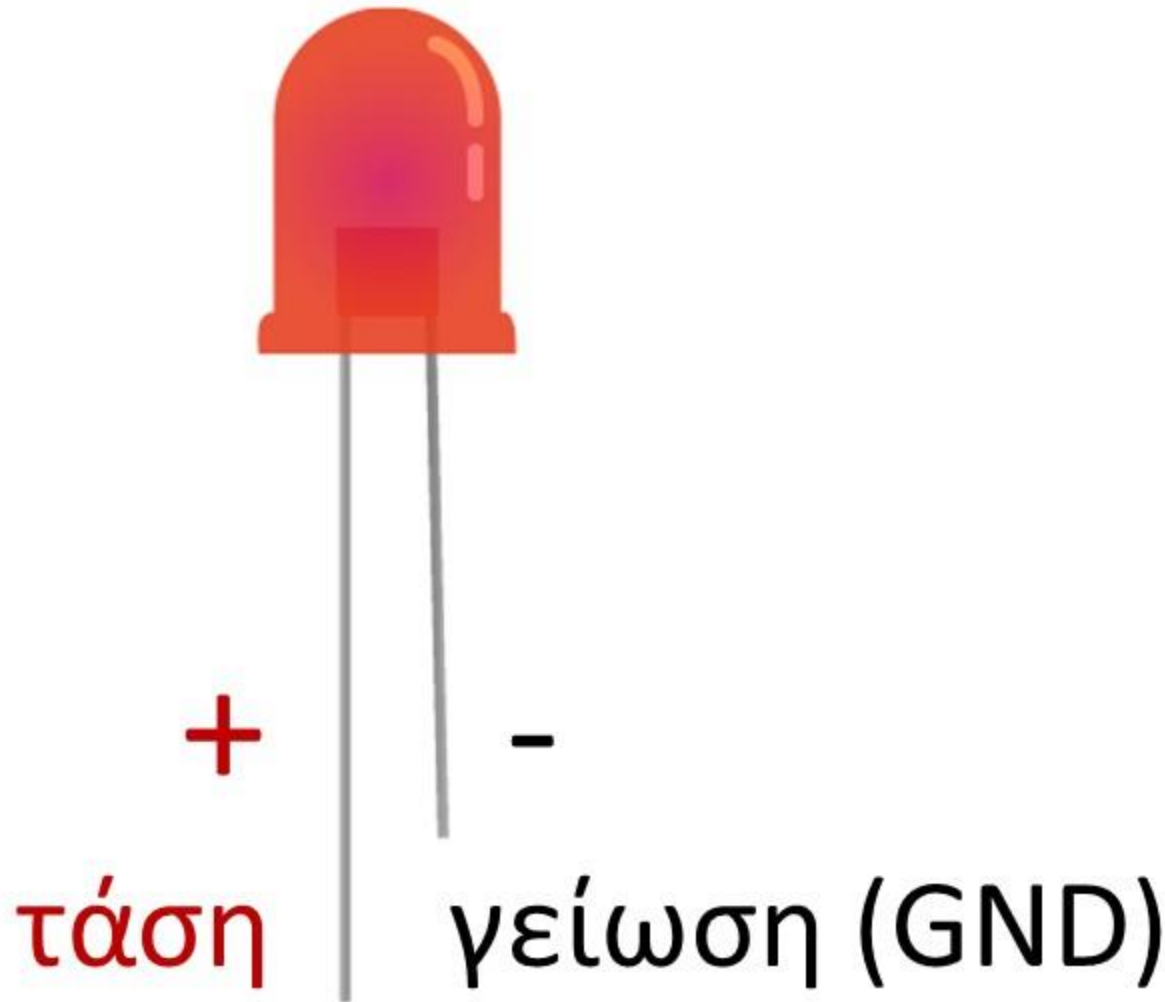
- ~~• **Vin** - This is connected to the power input from the DC Jack, so it is going to range from 7 V to 12 VDC, depending on what is plugged into the DC Jack. If the DC Jack is not powered, it will provide the 5V from the USB connection. Provides as much as the DC power supply can.~~
- GND** - You get two of these here, they are the common *ground* connection for all power and data
- 5V** - This is the clean *regulated* 5V power that the Arduino runs on, provided from the DC jack (if plugged in) or USB connection (if DC is not plugged in). Provides up to about 500mA current draw.
- ~~• **3.3V** - This is a clean *regulated* 3.3V power, sometimes you'll need exactly this voltage for some sensors. Provides up to about 100mA current draw.~~
- ~~• **Reset** - This is the same pin connected to the reset button~~
- ~~• **IOref** - Used by shields to know what the IO voltage is. You can ignore this pin.~~
- ~~• **Unnamed pin** - Reserved for future use, don't connect to it!~~



# Αναγνωρίζω κάποια ηλεκτρονικά εξαρτήματα



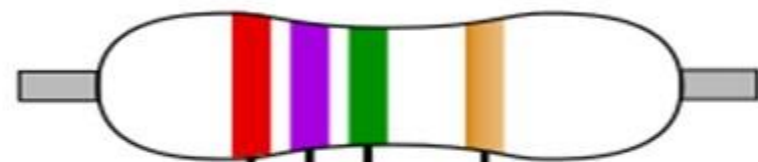
# Φωτοдиодος (Led)







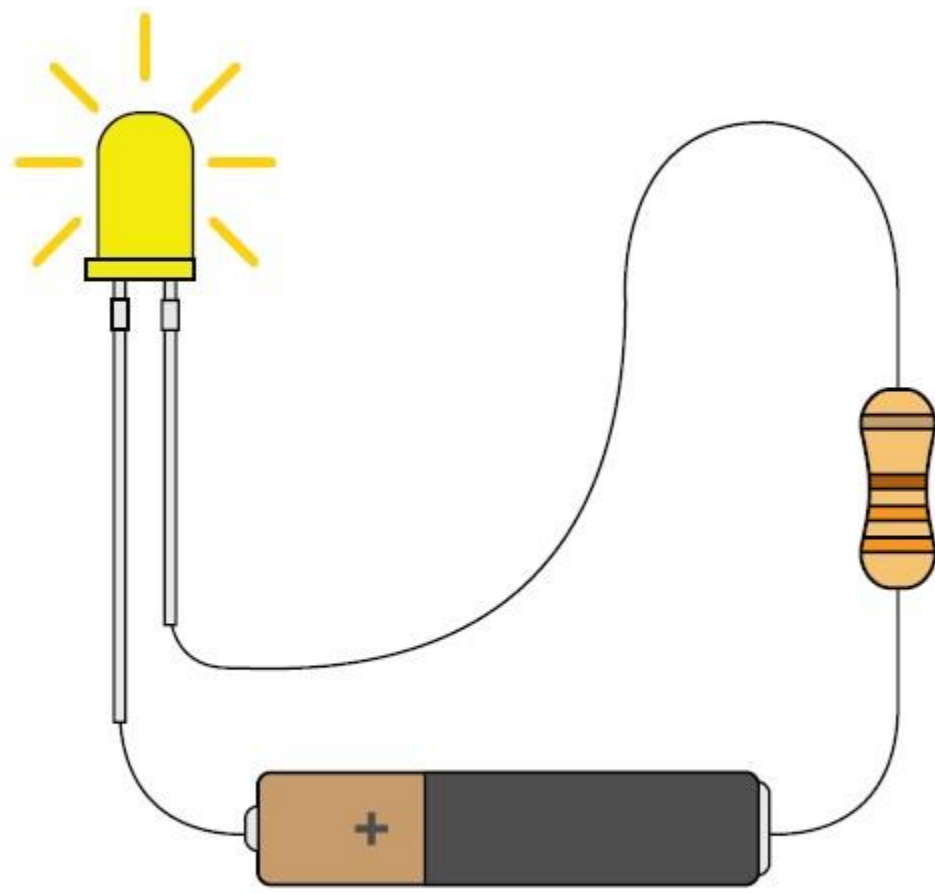
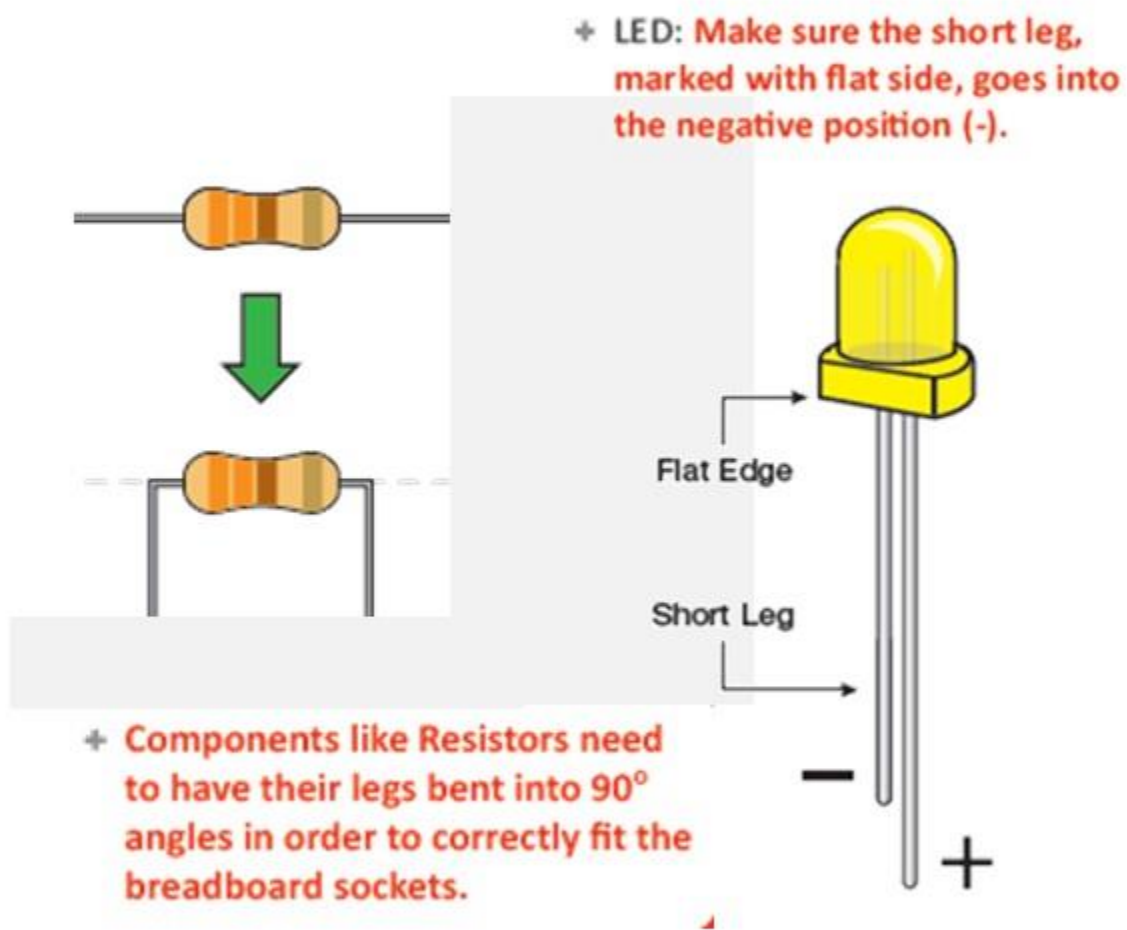
Χρώμα	1 <sup>η</sup> λωρίδα	2 <sup>η</sup> λωρίδα	3 <sup>η</sup> λωρίδα (πολλαπλασιαστής)	4 <sup>η</sup> λωρίδα (ανοχή)
Μαύρο	0	0	$\times 10^0$	
καφέ	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)
Κόκκινο	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)
Πορτοκαλί	3	3	$\times 10^3$	
Κίτρινο	4	4	$\times 10^4$	
Πράσινο	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)
Μπλε	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)
Μοβ	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)
Γκρι	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)
Λευκό	9	9	$\times 10^9$	
Χρυσάφι			$\times 0.1$	$\pm 5\%$ (J)
Ασημί			$\times 0.01$	$\pm 10\%$ (K)
Κανένα				$\pm 20\%$ (M)



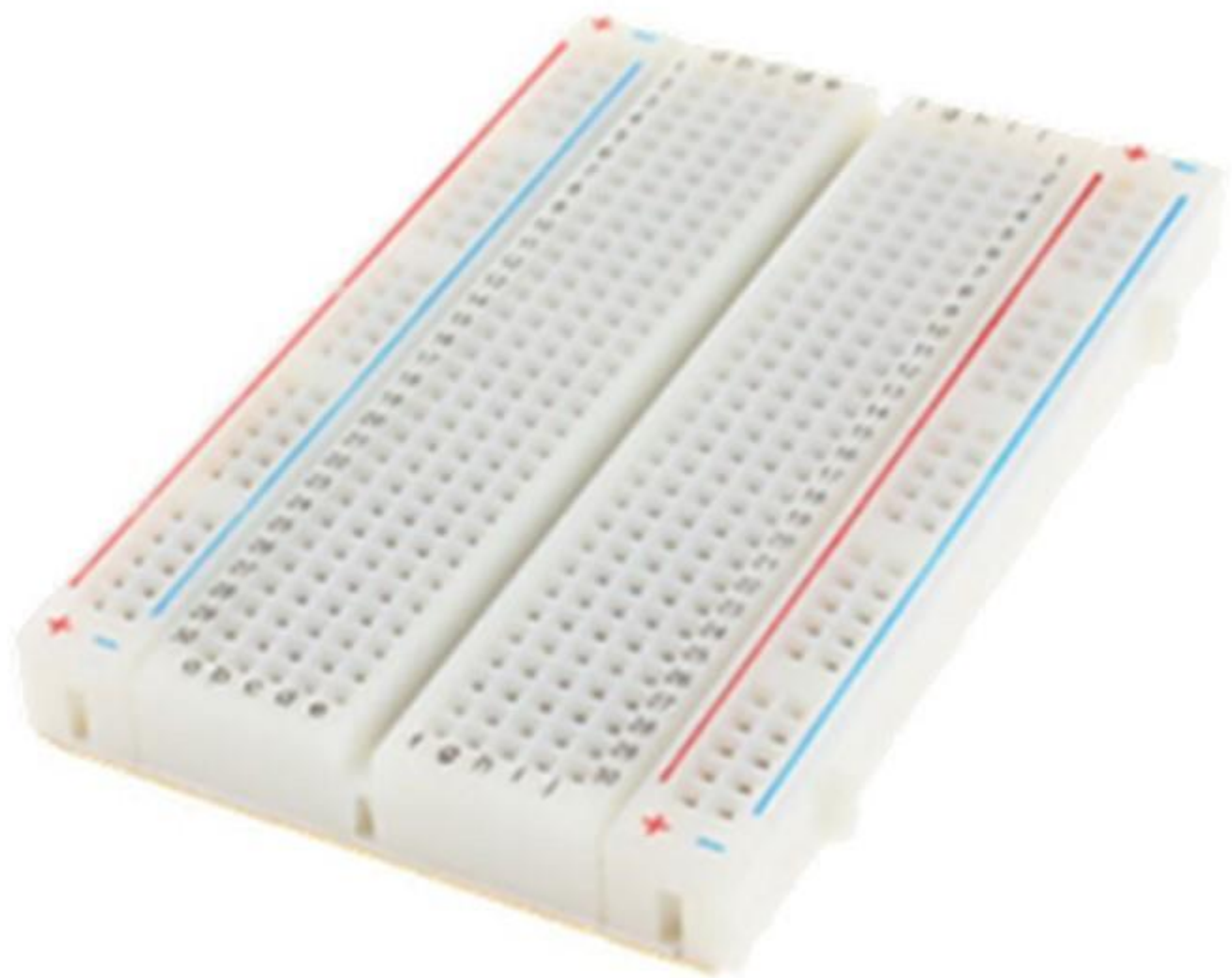
1ο Ψηφίο  
2ο Ψηφίο

Ανοχή  
Πολλαπλασιαστής

Χρωματικός Κώδικας 4 λωρίδων σε ηλεκτρική αντίσταση. Τα συγκεκριμένα χρώματα δείχνουν αντίσταση 2,7 ΜΩ (το κόκκινο και το μοβ δίνουν το ψηφίο 27 ενώ η τρίτη γραμμή που είναι πράσινη δίνει πολλαπλασιαστή 100.000 άρα:  $27 * 100.000 = 2.700.000 \Omega$  ή 2,7 ΜΩ και με 5% ανοχή (4 γραμμή είναι χρυσάφι).

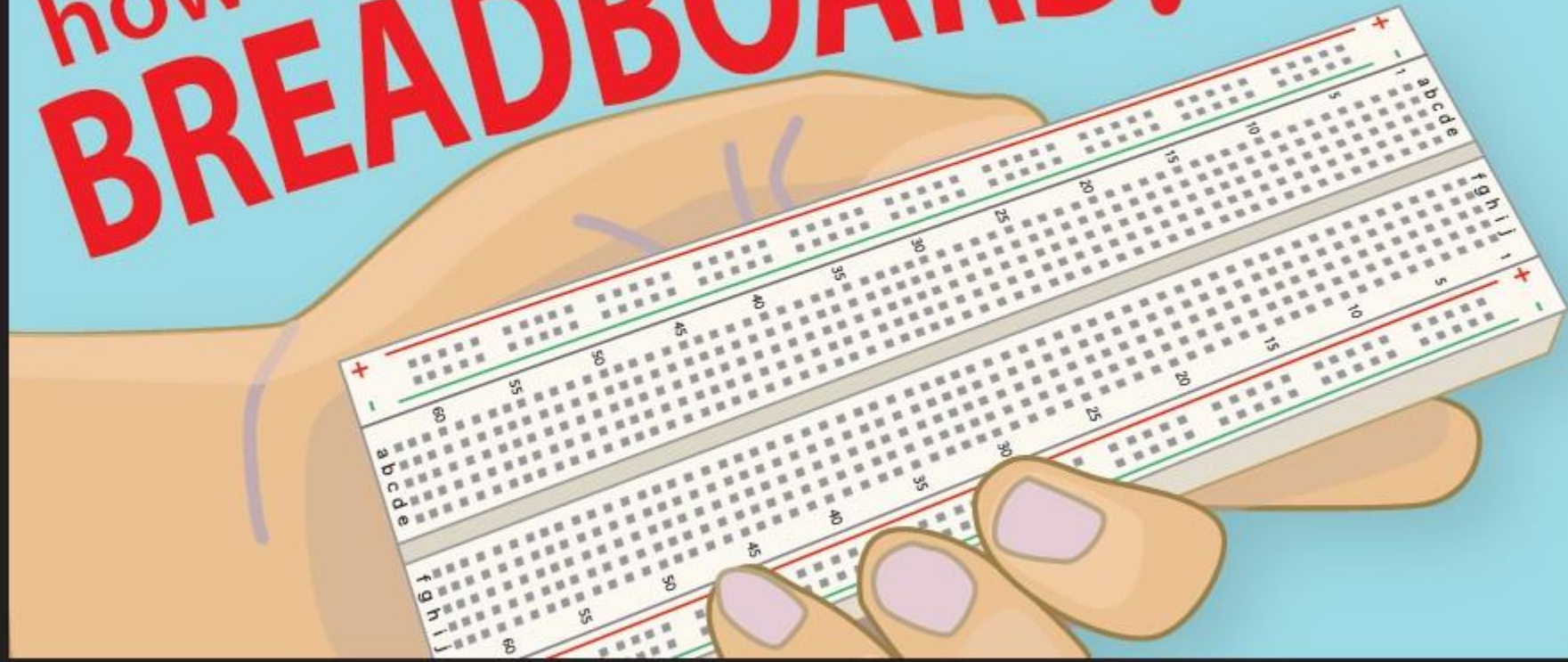


## Τι είναι ένα breadboard





# how to use a **BREADBOARD!**

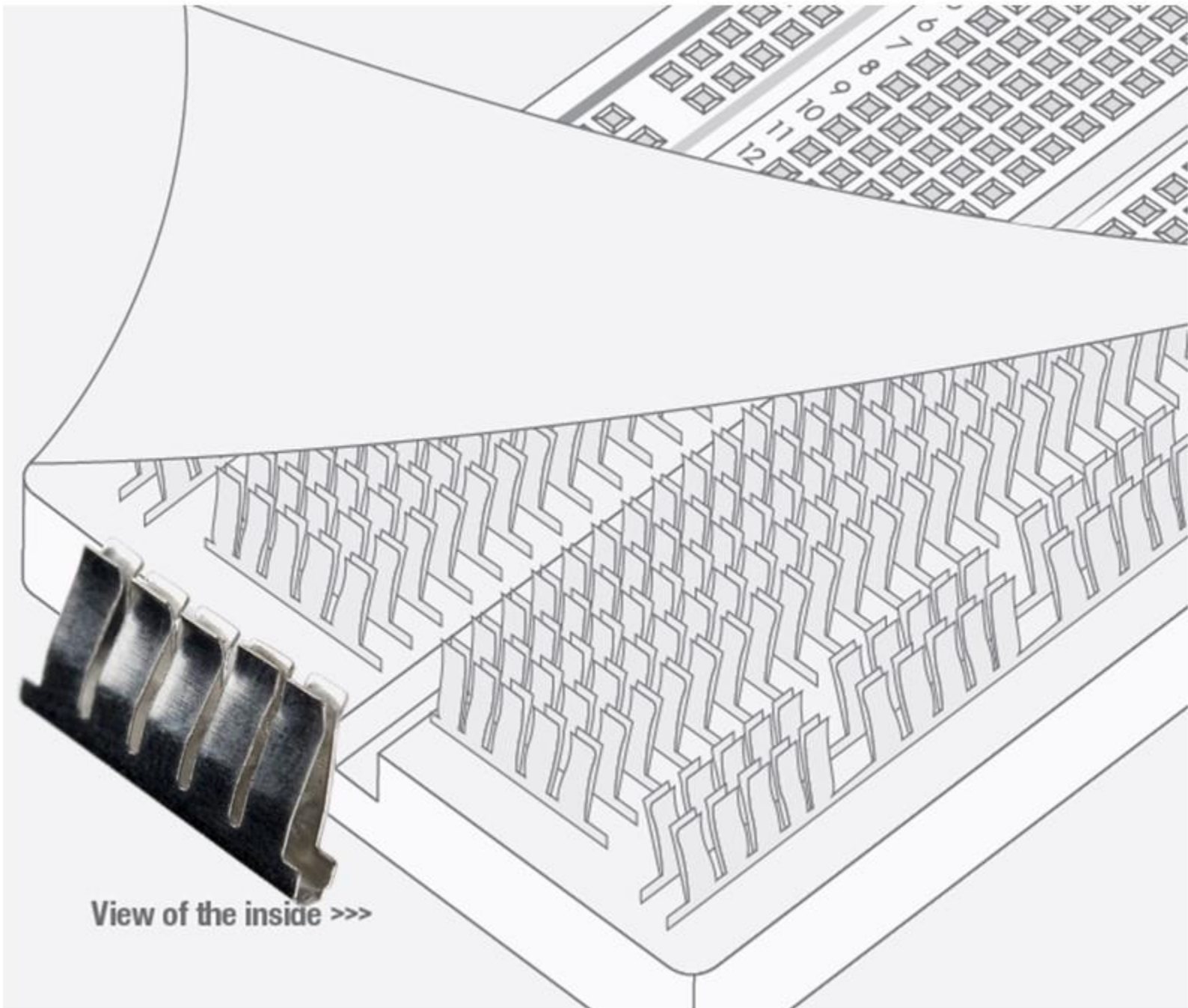


A **SOLDERLESS BREADBOARD** IS A PLASTIC BOX FULL OF METAL STRIPS, WITH A GRID OF HOLES ON TOP.



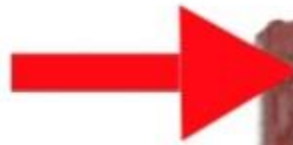
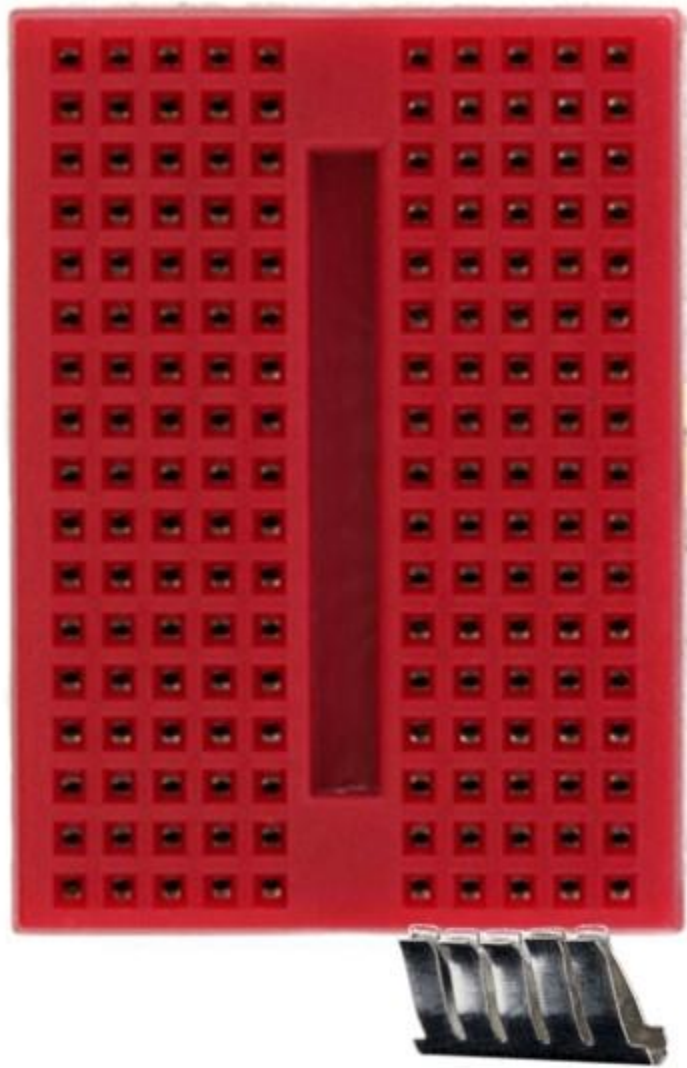
ΟΤΤΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ  
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ

ΟΤΤΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ  
ΚΑΘΕΤΑ

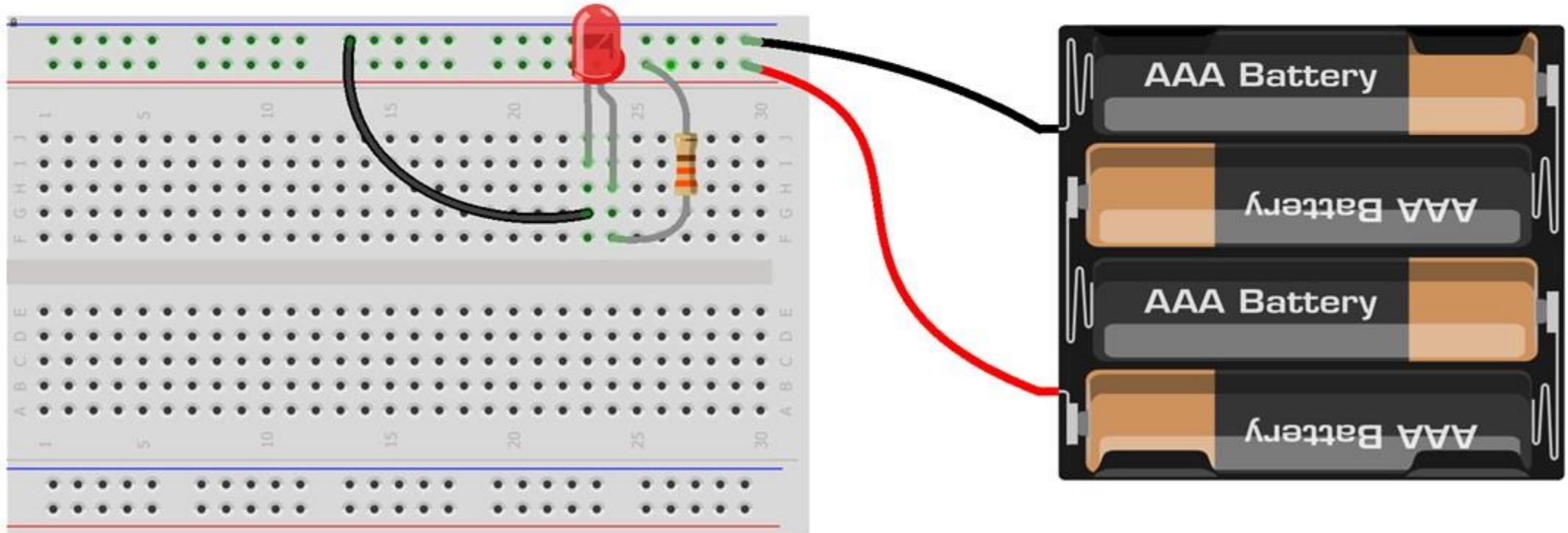


View of the inside >>>

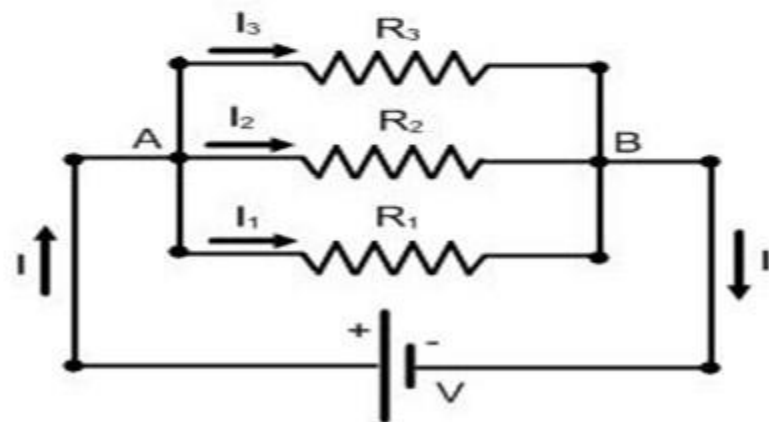
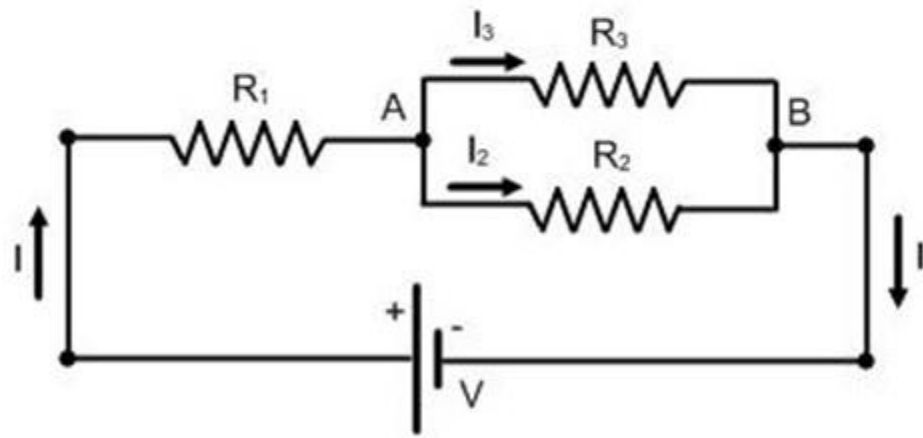
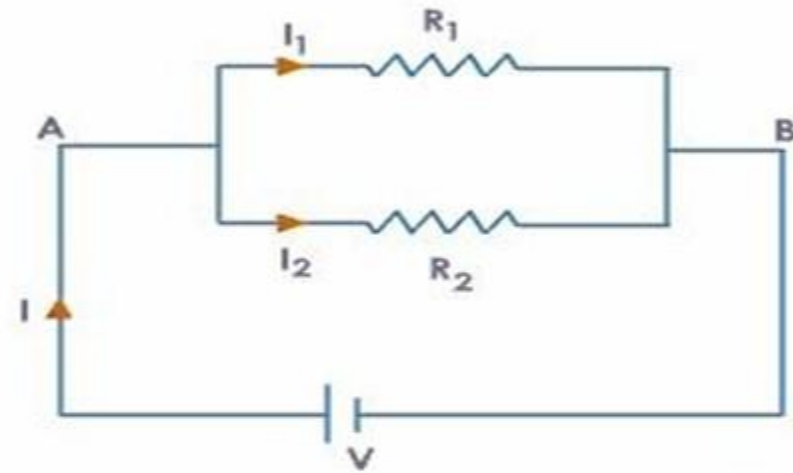
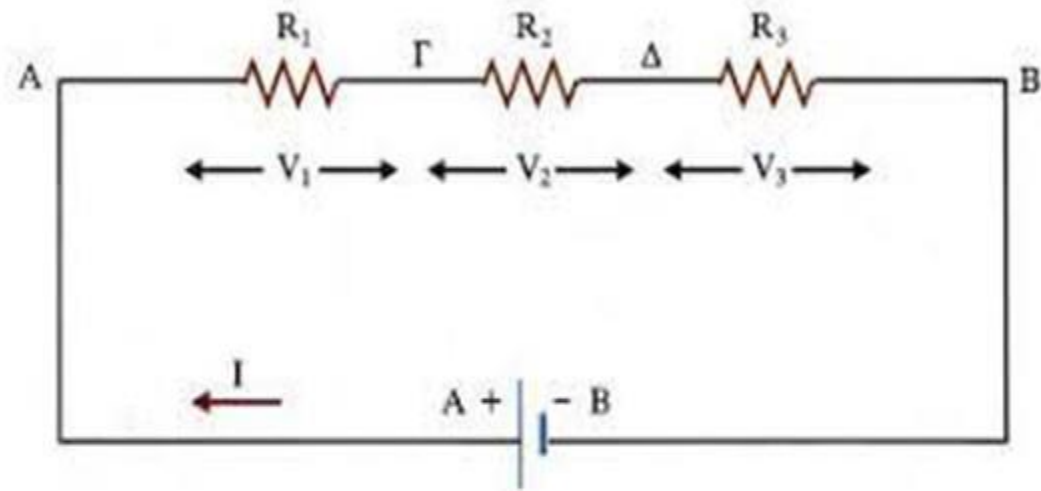




# Το κύκλωμα



# Συνδεσμολογία σε σειρά και παράλληλα

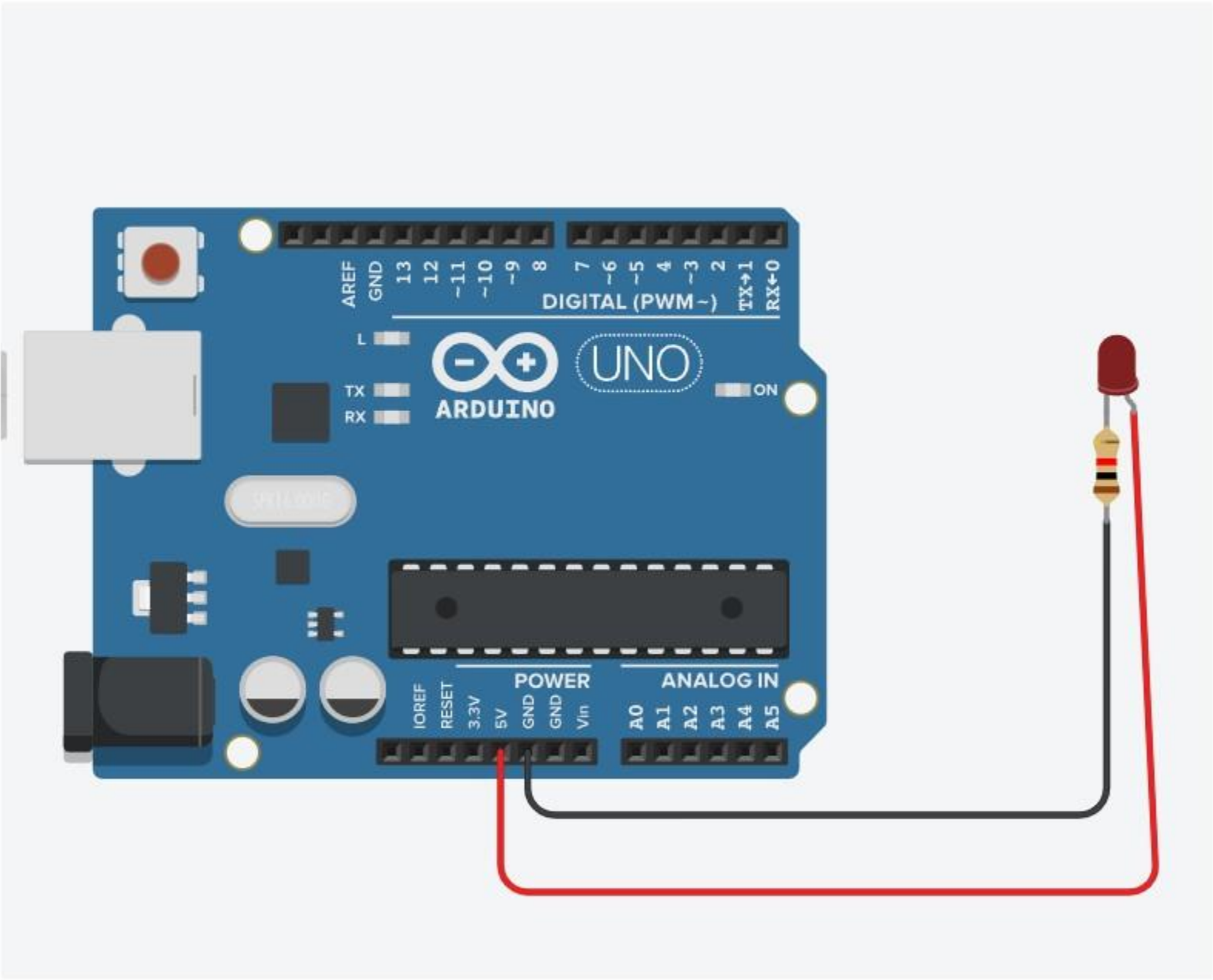


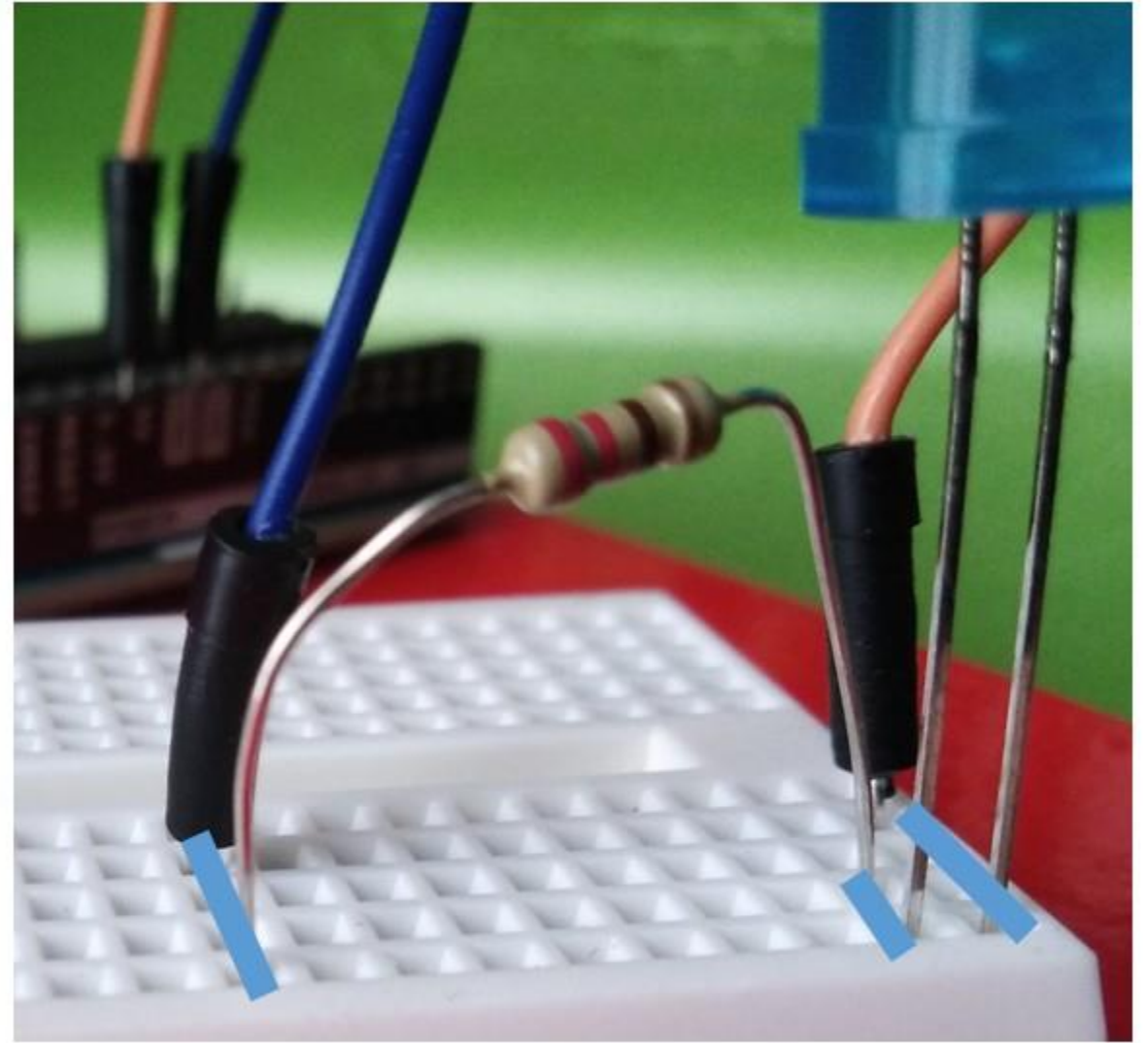
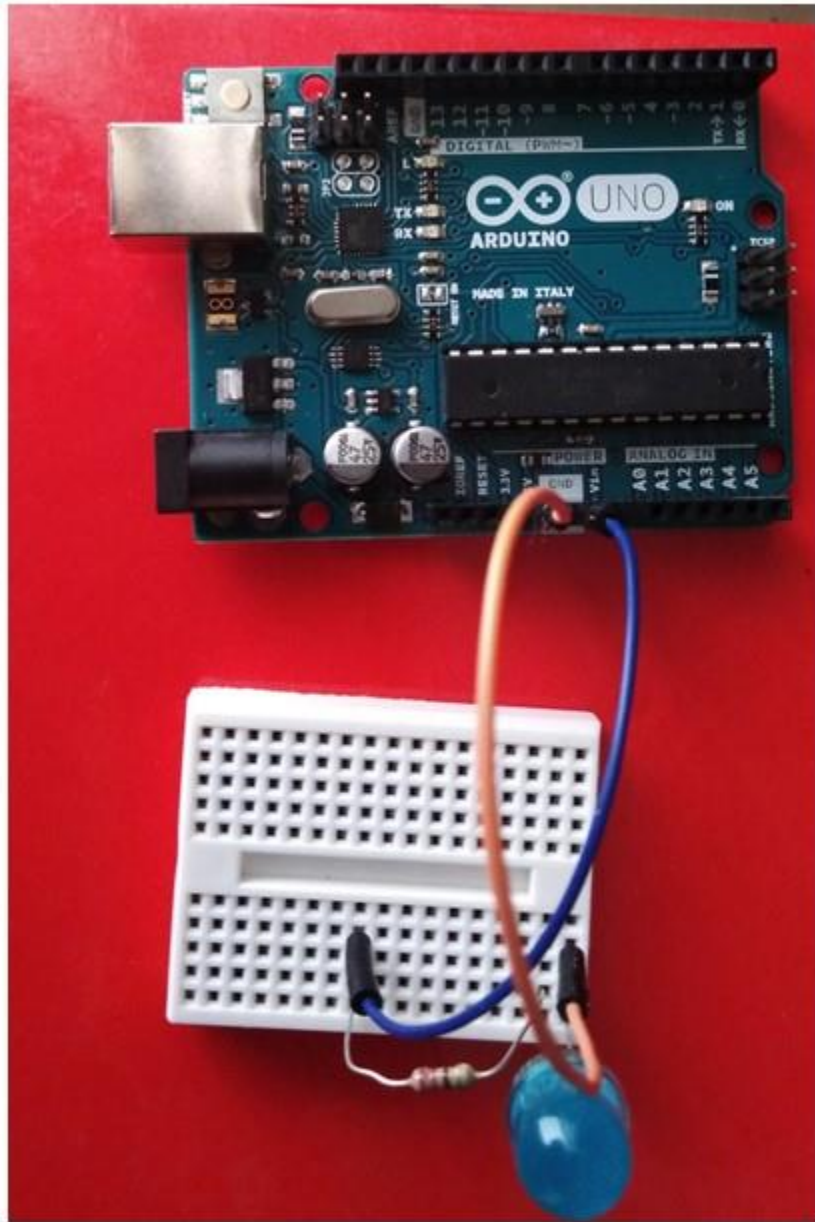


# Δοκιμές σε απλά ηλεκτρικά/ηλεκτρονικά κυκλώματα

- Έχετε led, αντιστάσεις, μπαταρίες και καλώδια
- Πειραματιστείτε με τη δημιουργία απλών κυκλωμάτων με συνδεσμολογία σε σειρά και παράλληλα, χρησιμοποιώντας το breadboard
- Τρόπος Εργασίας
  - Σχεδιάστε το κύκλωμα σας σε χαρτί
  - Υλοποιήστε το με τα υλικά σας και το breadboard
  - Παρατηρήστε την λειτουργία του (λειτουργεί; πόσο φωτοβολεί κάθε led; ...;)
  - Την είχατε προβλέψει; Σας παραξενεύει κάτι; Μπορείτε να το εξηγήσετε;
- Σύντομη Συζήτηση στην ολομέλεια

Η ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΙΝΑΙ ΚΑΠΩΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΕΩΡΙΑ







# **ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ – ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ**

**Πολύ απλές κατασκευές  
Εξοικείωση με την διαδικασία  
Εξοικείωση με το προγραμματιστικό περιβάλλον**

# Ο Φάρος Τουρλίτης στην Άνδρο

- Ο Φάρος Τουρλίτης αποτελεί τον μοναδικό στην Ευρώπη, χτισμένο πάνω σε βράχο, μέσα στη θάλασσα. Κατασκευάστηκε το 1887 και λειτούργησε για πρώτη φορά την 1η Ιανουαρίου του 1897. Έχει ύψος 7 μέτρα, εστιακό ύψος 36 μέτρα και ήταν καταδιοπτρικός Ε΄ τάξεως με φωτοβολία 11 ναυτικά μίλια.
- Βρίσκεται απέναντι από το Ενετικό κάστρο στην πρωτεύουσα της Άνδρου στη Χώρα. Ο πύργος του είναι κυλινδρικός με ύψος 7 μέτρων ενώ το εστιακό του ύψος είναι 36 μέτρα.
- **Είναι ο πρώτος “αυτόματος” φάρος της Ελλάδας** με τεχνολογία που του έδινε μεγάλη αξιοπιστία γιατί δεν απαιτούσε διαρκή επιτήρηση.
- Στην διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου πολέμου, τον Σεπτέμβριο του 1943, ο βομβαρδισμός της Ιταλικής Φρουράς της Άνδρου από τους Γερμανούς κατέστρεψε μεταξύ άλλων και τον Φάρο.
- Το 1950, με την ανασυγκρότηση του δικτύου των φάρων της Ελλάδας, λειτούργησε ως αυτόματος ασετιλίνης πάνω στα ερείπια του παλαιού. Το 1994, ανακατασκευάστηκε στην αρχική του μορφή. Από τότε λειτουργεί και πάλι ως αυτόματος ασετιλίνης.



**Φάρος είναι ένα φως που  
ανάβει και σβήνει**

# Η πιο απλή κατασκευή

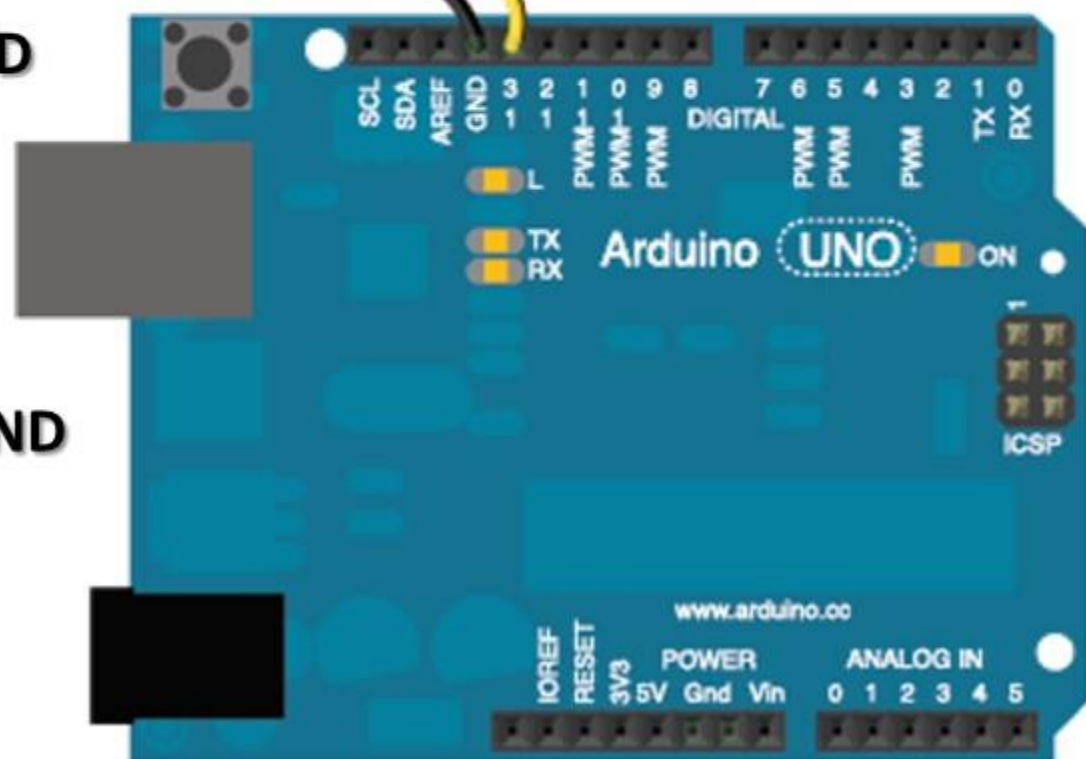
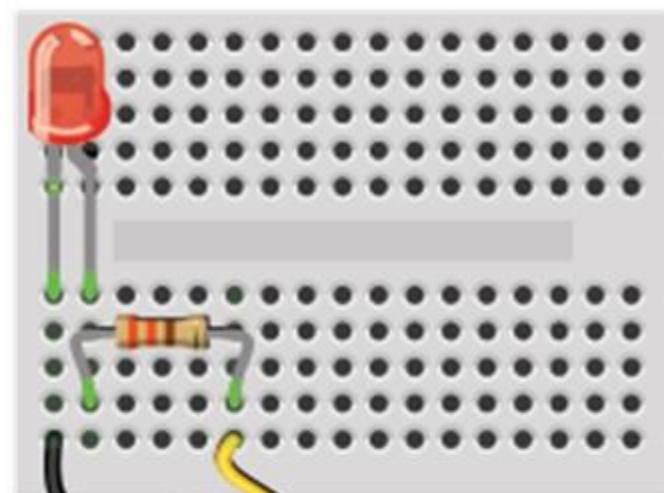
Θέλουμε να αναβοσβήνει ένα led

13 ----- + Led - ----- αντίσταση ----- Γείωση/GND

ή


13 ----- αντίσταση ----- + Led - ----- Γείωση/GND

## ΚΥΚΛΩΜΑ





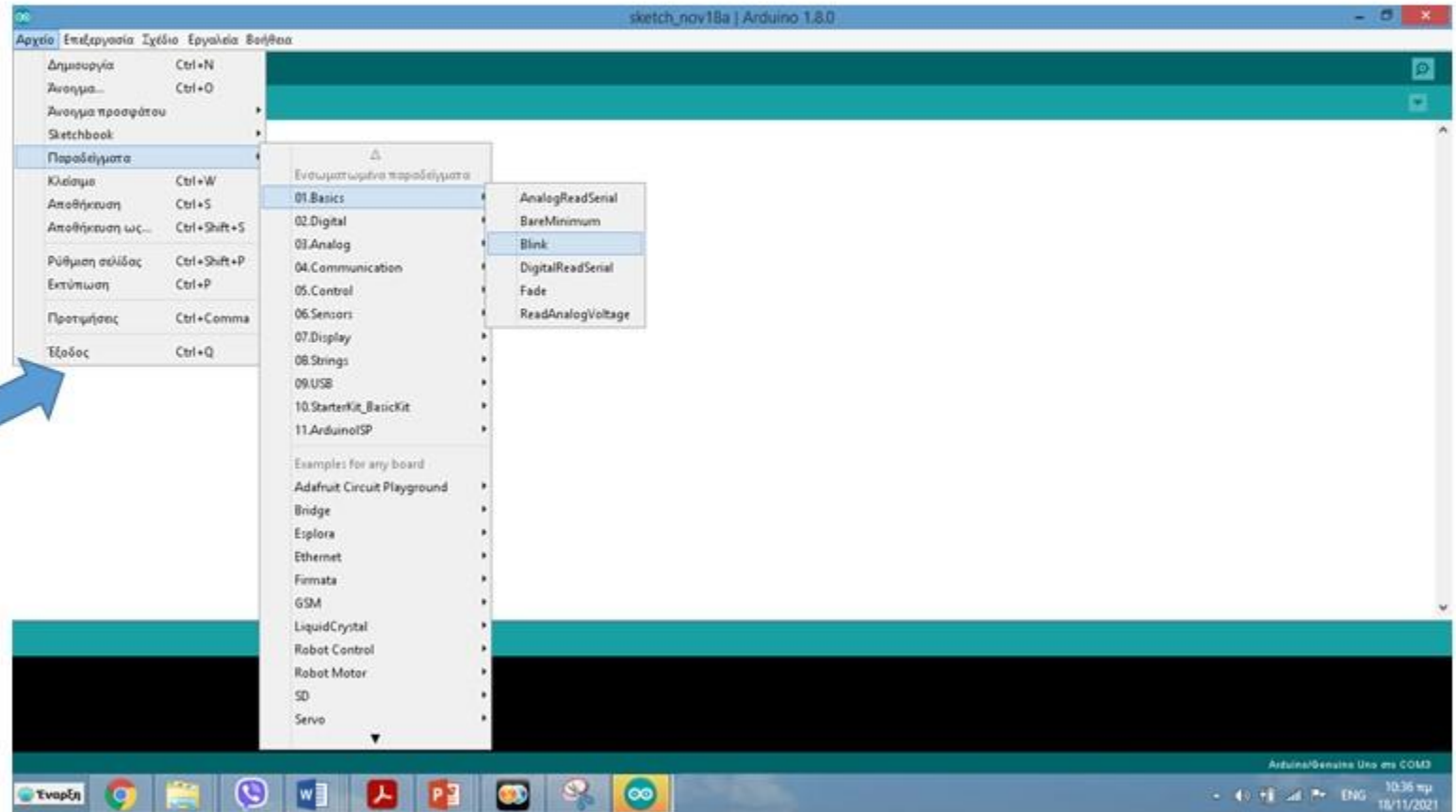
# IDE / κώδικας



ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ  
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
(INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT / IDE);

ΟΤΑΝ ΚΑΤΕΒΑΖΕΙΣ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΟΥ ARDUINO ΚΑΤΕΒΑΖΕΙΣ ΕΝΑ IDE. ΑΥΤΟ ΣΥΝΔΥΑΖΕΙ ΕΝΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗ ΠΗΓΑΙΟΥ ΚΩΔΙΚΑ (TEXT EDITOR), ΕΝΑΝ ΜΕΤΑΓΛΩΤΤΙΣΤΗ (COMPILER) ΚΑΙ ΆΛΛΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΟΥ ΒΟΗΘΑΝΕ ΤΟΥΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.

# Arduino IDE περιβάλλον



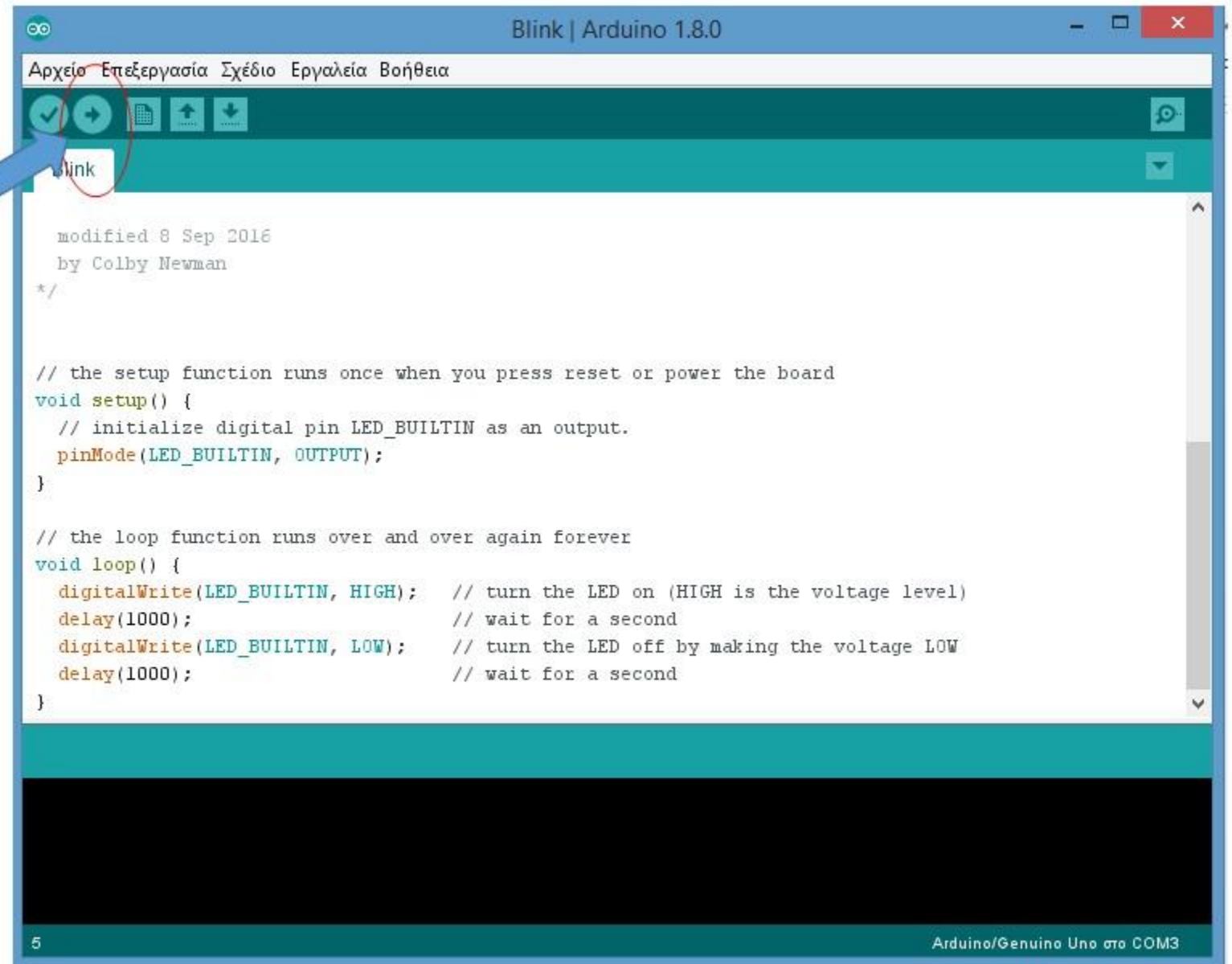
Δημιουργία	Ctrl+N
Άνοιγμα...	Ctrl+O
Άνοιγμα προσφάτου	
Sketchbook	
Παραδείγματα	
Κλείσιμο	Ctrl+W
Αποθήκευση	Ctrl+S
Αποθήκευση ως...	Ctrl+Shift+S
Ρύθμιση σελίδας	Ctrl+Shift+P
Εκτύπωση	Ctrl+P
Προτιμήσεις	Ctrl+Comma
Έξοδος	Ctrl+Q

Ενσωματωμένα παραδείγματα	
01.Basics	AnalogReadSerial BareMinimum Blink DigitalReadSerial Fade ReadAnalogVoltage
02.Digital	
03.Analog	
04.Communication	
05.Control	
06.Sensors	
07.Display	
08.Strings	
09.USB	
10.StarterKit_BasicKit	
11.ArduinoISP	
Examples for any board	
Adafruit Circuit Playground	
Bridge	
Esplora	
Ethernet	
Firmata	
GSM	
LiquidCrystal	
Robot Control	
Robot Motor	
SD	
Servo	

ΑΡΧΕΙΟ >>> ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ >>> BASICS >>> BLINK



## Το ΑΝΕΒΑΖΩ στην πλακέτα του Arduino



```
Blink | Arduino 1.8.0
Αρχείο Επεξεργασία Σχέδιο Εργαλεία Βοήθεια
Blink
modified 8 Sep 2016
by Colby Newman
*/

// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}

5 Arduino/Genuino Uno στο COM3
```



sketch\_nov18a

```
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

sketch\_nov18a | Arduino 1.8.0

Αρχείο Επεξεργασία Σχέδιο Εργαλεία Βοήθεια



```
sketch_nov18a
void setup() {
  // put your setup co
}

void loop() {
  // put your main cod
}
```

- Αυτόματη διαμόρφωση Ctrl+T
- Αρχειοθέτηση σχεδίου
- Διόρθωση κωδικοποίησης και επαναφόρτωση
- Παρακολούθηση σειριακής Ctrl+Shift+M
- Σχεδιογράφος σειριακής Ctrl+Shift+L
- WiFi101 Firmware Updater
- ArduBlock
- Πλακέτα: "Arduino/Genuino Uno" ▶
- Θύρα ▶
- Get Board Info
- Προγραμματιστής: "AVRISP mkII" ▶
- Γράψιμο Bootloader

Αν κάτι πάει  
στραβά

## ... και το πρώτο πρόγραμμα (επίδειξη με IDE)

```
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}
// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
```

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ**



## ... και το πρώτο πρόγραμμα (επίδειξη με IDE)

```
void setup() {  
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);  
}
```

```
void loop() {  
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);  
  delay(1000);  
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);  
  delay(1000);  
}
```

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT);  
}
```

```
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH);  
  delay(1000);  
  digitalWrite(13, LOW);  
  delay(1000);  
}
```

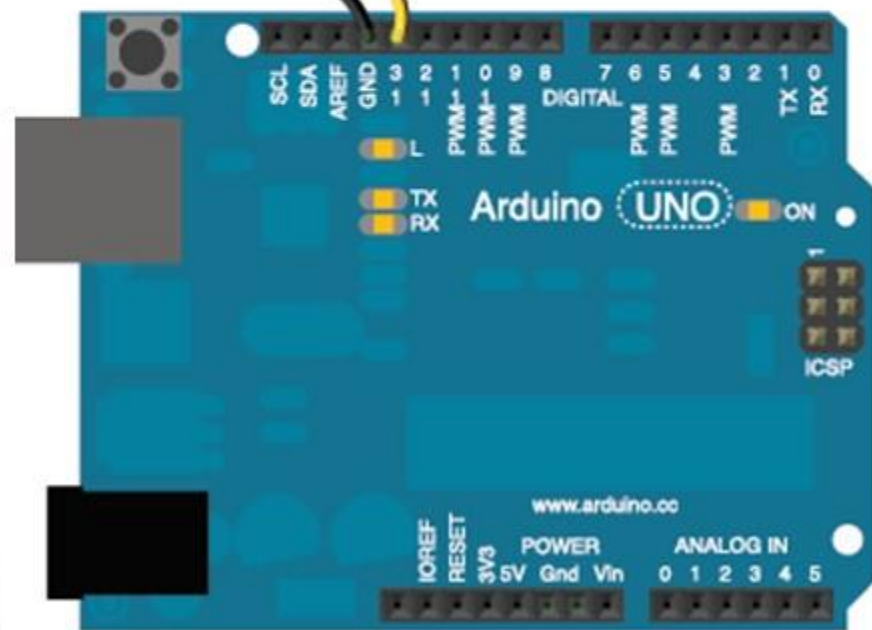
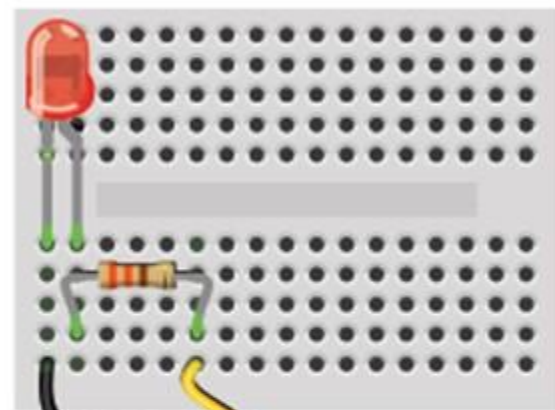
# Κώδικας και κύκλωμα συνεργάζονται

```
void setup() { //δηλώνει την αρχή του
  pinMode(13, OUTPUT); //ορίζει το pin 13 ως έξοδο
} //τέλος τμήματος κώδικα

void loop() { //δηλώνει την αρχή του
  digitalWrite(13, HIGH); //δίνει στο pin 13 την τιμή high
  delay(1000); //χρονοκαθυστέρηση ενός
  //δευτερόλεπτου

  digitalWrite(13, LOW); //δίνει στο pin 13 την τιμή low
  delay(1000); //χρονοκαθυστέρηση ενός
  //δευτερόλεπτου

} //τέλος τμήματος κώδικα
```



# Μικρές αλλαγές στο πρόγραμμα, αλλάζουν τη «συμπεριφορά»

## Πειράζω τον χρόνο

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT);  
}
```

```
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH);  
  delay(2000);  
  digitalWrite(13, LOW);  
  delay(500);  
}
```

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH);  
  delay(1000);  
  digitalWrite(13, LOW);  
  delay(1000);  
  
  digitalWrite(13, HIGH);  
  delay(2000);  
  digitalWrite(13, LOW);  
  delay(500);  
}
```

Διπλασιάζω  
(copy/paste)  
τη λειτουργία  
και  
παίζω με τα νούμερα



# Εξάσκηση στον χειρισμό του κώδικα

Χριστουγεννιάτικα φωτάκια

Κώδικας Morse

Σήμα κινδύνου σε πλοίο

Δικές σας ιδέες

# Ρυθμικό άναμμα χριστουγεννιάτικων φώτων

- Υποθέστε ότι το led που χρησιμοποιείτε έχει αντικατασταθεί με μια σειρά φωτάκια (led είναι και αυτά πλέον) που λειτουργούν στα 3V (δυο μπαταρίες των 1,5V)
- Υλοποιήστε ένα ρυθμικό αναβοσβήσιμο της επιθυμίας σας
- Ίσως την αρχή από τον ρυθμό / την μελωδία από ένα σχετικό τραγουδάκι



# Κώδικας morse

Εκπέμπω SOS (σε κώδικα MORSE)



1. The length of a dot is one unit.
2. A dash is three units.
3. The space between parts of the same letter is one unit.
4. The space between letters is three units.
5. The space between words is seven units.

## International Morse Code

1. The length of a dot is one unit.
2. A dash is three units.
3. The space between parts of the same letter is one unit.
4. The space between letters is three units.
5. The space between words is seven units.

A	• —	U	• • —
B	— • • •	V	• • • —
C	— • — •	W	• — —
D	— • •	X	— • • —
E	•	Y	— • — —
F	• • — •	Z	— — • •
G	— — •		
H	• • • •		
I	• •		
J	• — — —		
K	— • —		
L	• — • •		
M	— —		
N	— •		
O	— — —		
P	• — — •		
Q	— — • —		
R	• — •		
S	• • •		
T	—		
		1	• — — —
		2	• • — —
		3	• • • —
		4	• • • • —
		5	• • • • •
		6	— • • • •
		7	— — • • •
		8	— — — • •
		9	— — — — •
		0	— — — — —



# Κίνδυνος σε πλοίο Ειδοποίηση επιβατών

Εκπέμπω «εγκατάλειψη πλοίου»



**Επτά τουλάχιστον «σύντομοι συριγμοί»  
και ένας «μακρύς»**

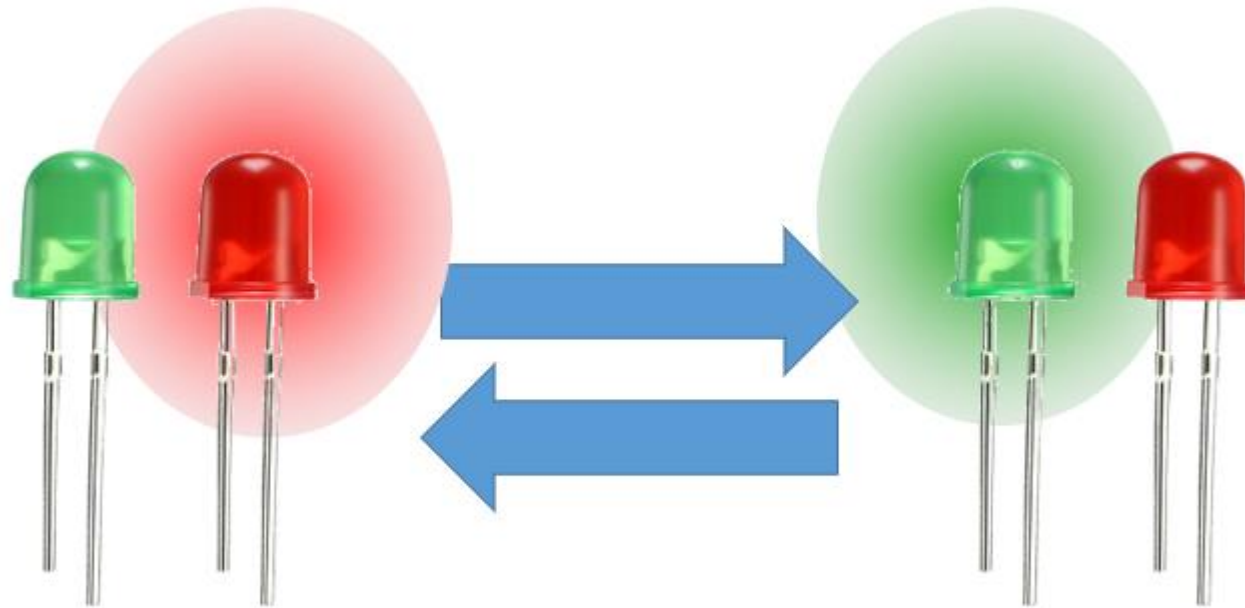


## Νομοθετικό διάταγμα 187/73 -Άρθρο 125 Εγκατάλειψη πλοίου

1. Ο πλοίαρχος δεν διατάσσει την εγκατάλειψη του πλοίου ενώπιον κινδύνου, πριν ή εξαντλήσει πάντα τα υπό της ναυτικής τέχνης και εμπειρίας ενδεικνυόμενα μέσα προς διάσωση αυτού.
2. Προ της εκδόσεως διαταγής περί εγκαταλείψεως του πλοίου, ο πλοίαρχος υποχρεούται να ζητήσει τις γνώμες των αξωματικών αυτού, εν ελλείψει δε αξιωματικών, των εμπειρότερων εκ των μελών του πληρώματος.
3. Ο πλοίαρχος μεριμνά όπως πρώτοι οι επιβάτες επιβιβασθούν των λέμβων, εν συνεχεία το πλήρωμα, εγκαταλείπει δε το πλοίον τελευταίος, μη απομακρυνόμενος της περιοχής αυτού έως ότου βεβαιωθεί ότι το πλοίον απωλέσθη ή κατεστράφη.
4. Ο πλοίαρχος μεριμνά δια την διάσωση των ναυτιλιακών εγγράφων του πλοίου, του ταχυδρομείου και των εν τω πλοίω) πολυτιμότερων πραγμάτων.

# Για όσους ...τρέχουν κάπως παραπάνω

- Θέλω να έχω δυο led που να αναβοσβήνουν εναλλάξ

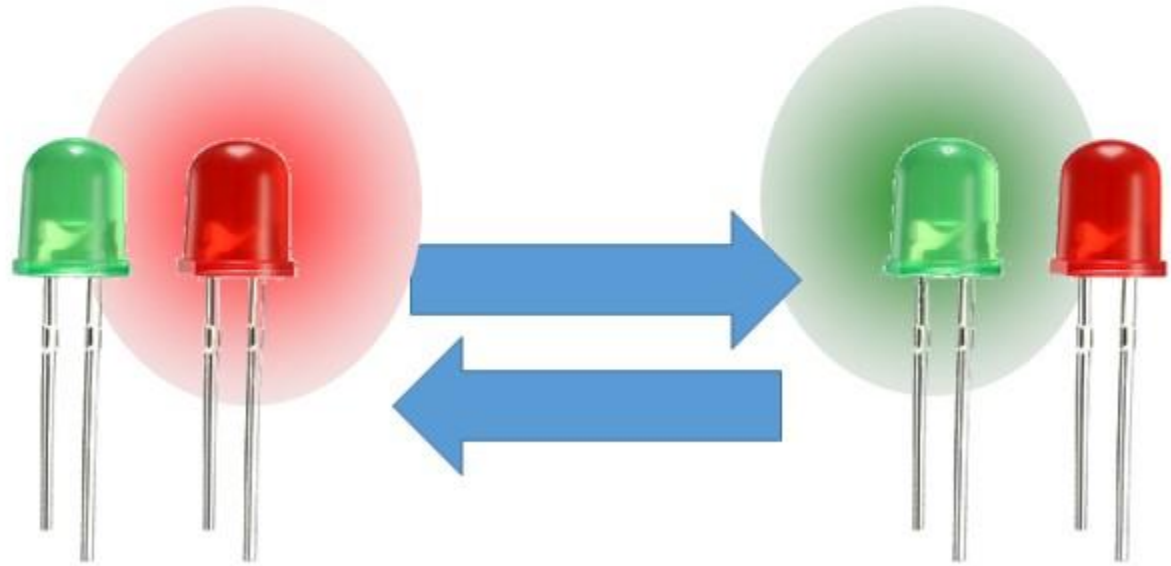


# Τώρα ένα άλλο πρόβλημα, τι ...κάνω?

Θέλω να ανάβουν εναλλάξ δυο φώτα



Διπλό κύκλωμα,  
μετατροπή στο πρόγραμμα





# Δεύτερο πρόβλημα – Η λύση



**13** ----- **+ Led** - ----- αντίσταση ----- Γείωση/GND

**12** ----- **+ Led** - ----- αντίσταση ----- Γείωση/GND

ή

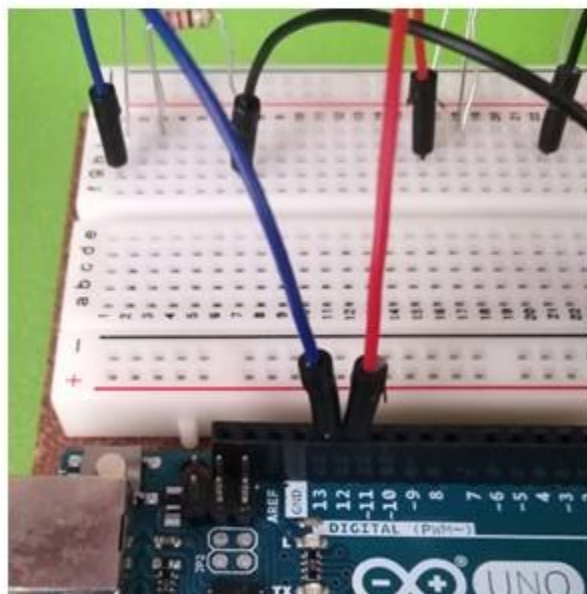
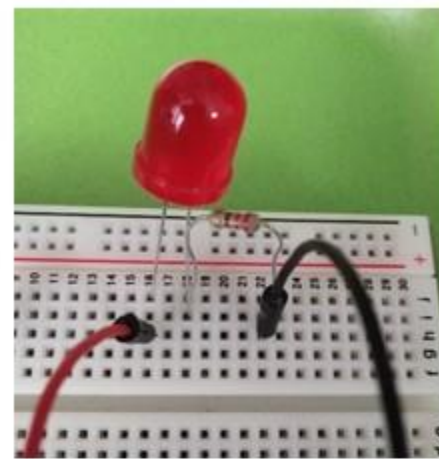
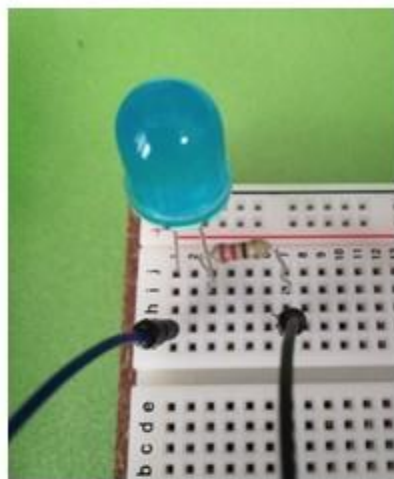
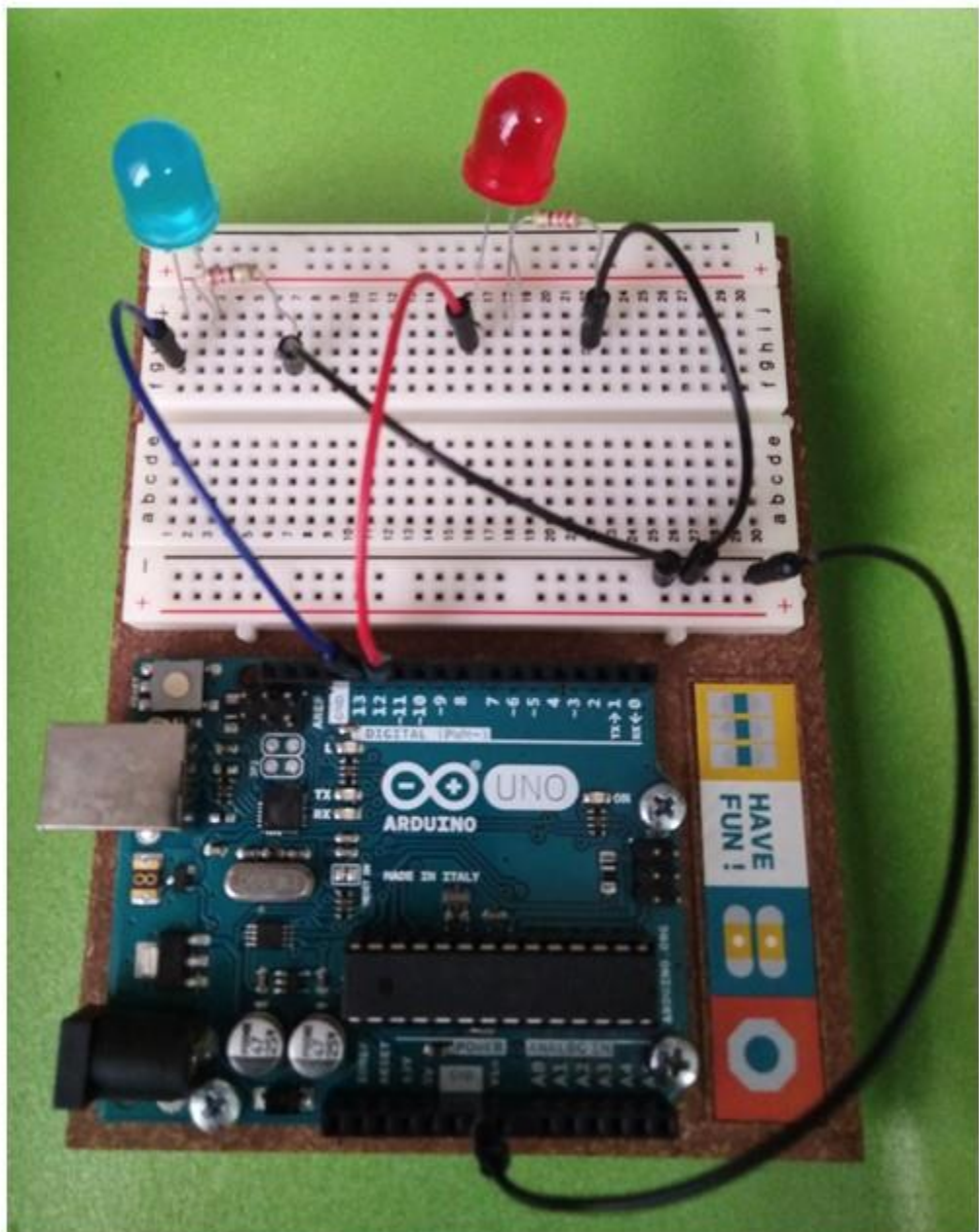
**13** ----- αντίσταση ----- **+ Led** - ----- Γείωση/GND

**12** ----- αντίσταση ----- **+ Led** - ----- Γείωση/GND

Διπλό κύκλωμα (ένα για κάθε led)

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT);  
  pinMode(12, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH);  
  digitalWrite(12, LOW);  
  delay(1000);  
  
  digitalWrite(13, LOW);  
  digitalWrite(12, HIGH);  
  delay(1000);  
}
```

μετατροπή στο πρόγραμμα





# Για την εγκατάσταση των δυο βασικών περιβαλλόντων

## IDE

Download from: <https://www.arduino.cc/en/software>

Επέκταση αρχείων: **.ino**

Σημείωση: Υπάρχει πλέον και διαδικτυακό περιβάλλον, δεν έχουμε ασχοληθεί μαζί του στην παρούσα προσέγγιση

## S4A

Download from: <http://s4a.cat/>

Επέκταση αρχείων: **.sb**

Σημαντικό:

Για να «μάθει» το S4A να αναγνωρίζει την πλακέτα Arduino, ΠΡΕΠΕΙ από το IDE να «ανεβάσετε» μια φορά στο Arduino το πρόγραμμα **S4AFirmware16.ino** (αναφέρεται ως firmware)

Download from: Επίσης από <http://s4a.cat/>

Όχι ακόμη !!!



Μια προσομοίωση *(υπάρχουν αρκετές)*

- <https://www.tinkercad.com/>

