

Εκπαίδευση STEAM

Arduino 1^ο μέρος

ΚΑΜΟΥΤΣΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Ακαδημαϊκός Υπότροφος, Υποψήφιος Διδάκτορας

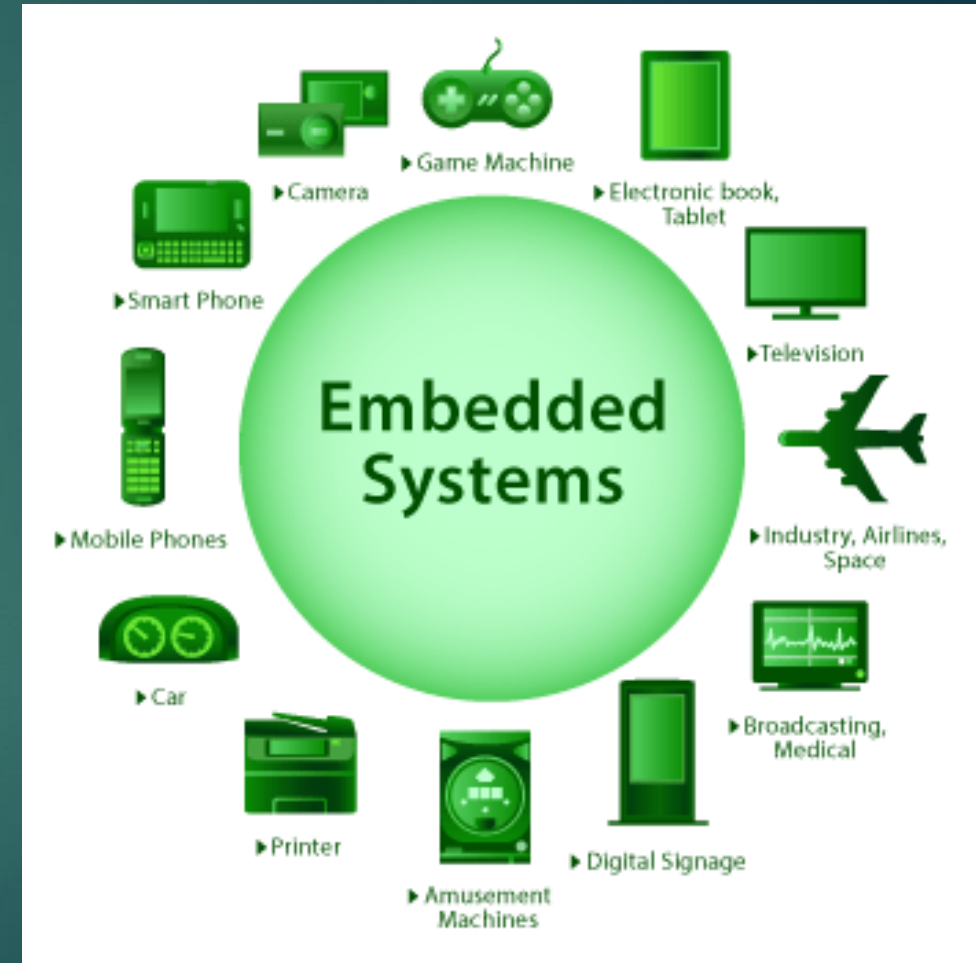
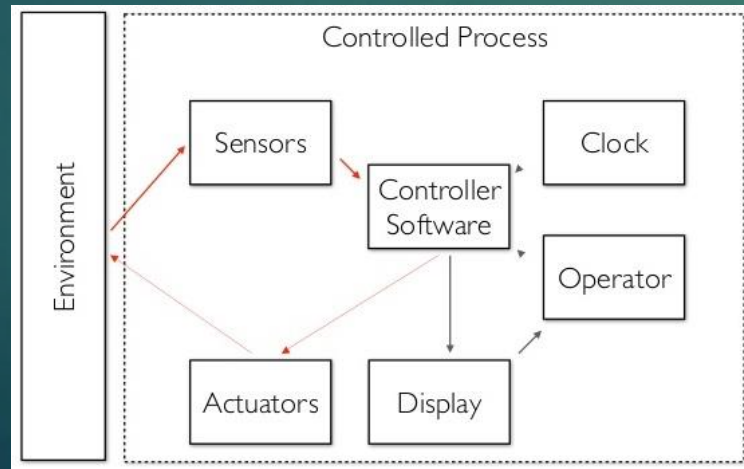
Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, ΔΙΠΑΕ

Επικοινωνία: kamoutsis.k@gmail.com

Ενσωματωμένο Σύστημα (*embedded system*)

Ενσωματωμένο σύστημα ονομάζουμε οποιαδήποτε συσκευή που εκτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία και περιλαμβάνει: έναν προγραμματιζόμενο υπολογιστή, ένα σύνολο από αισθητήρες και περιφερειακές μονάδες.

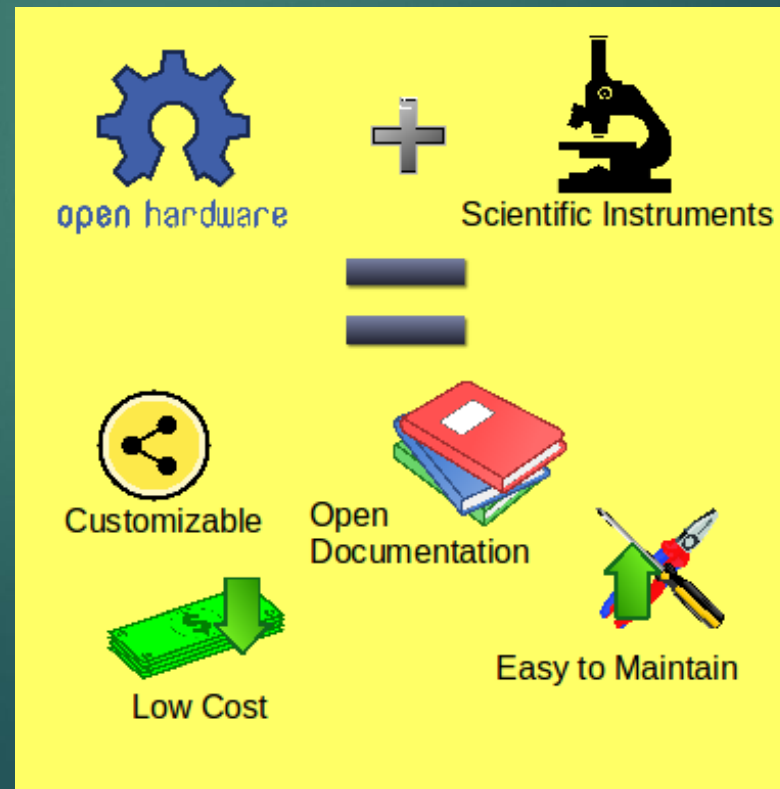
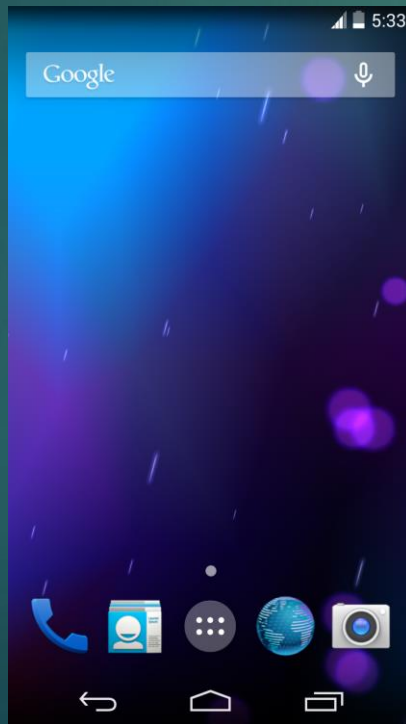
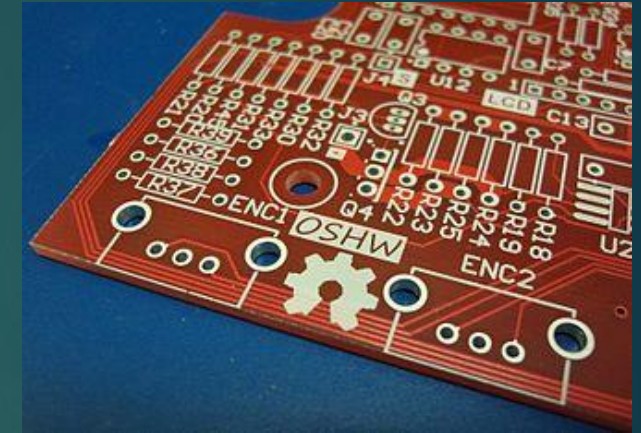
Για παράδειγμα, το κινητό τηλέφωνο, η συσκευή πλοήγησης GPS, TV, κλπ



Ανοιχτός κώδικας (open source)

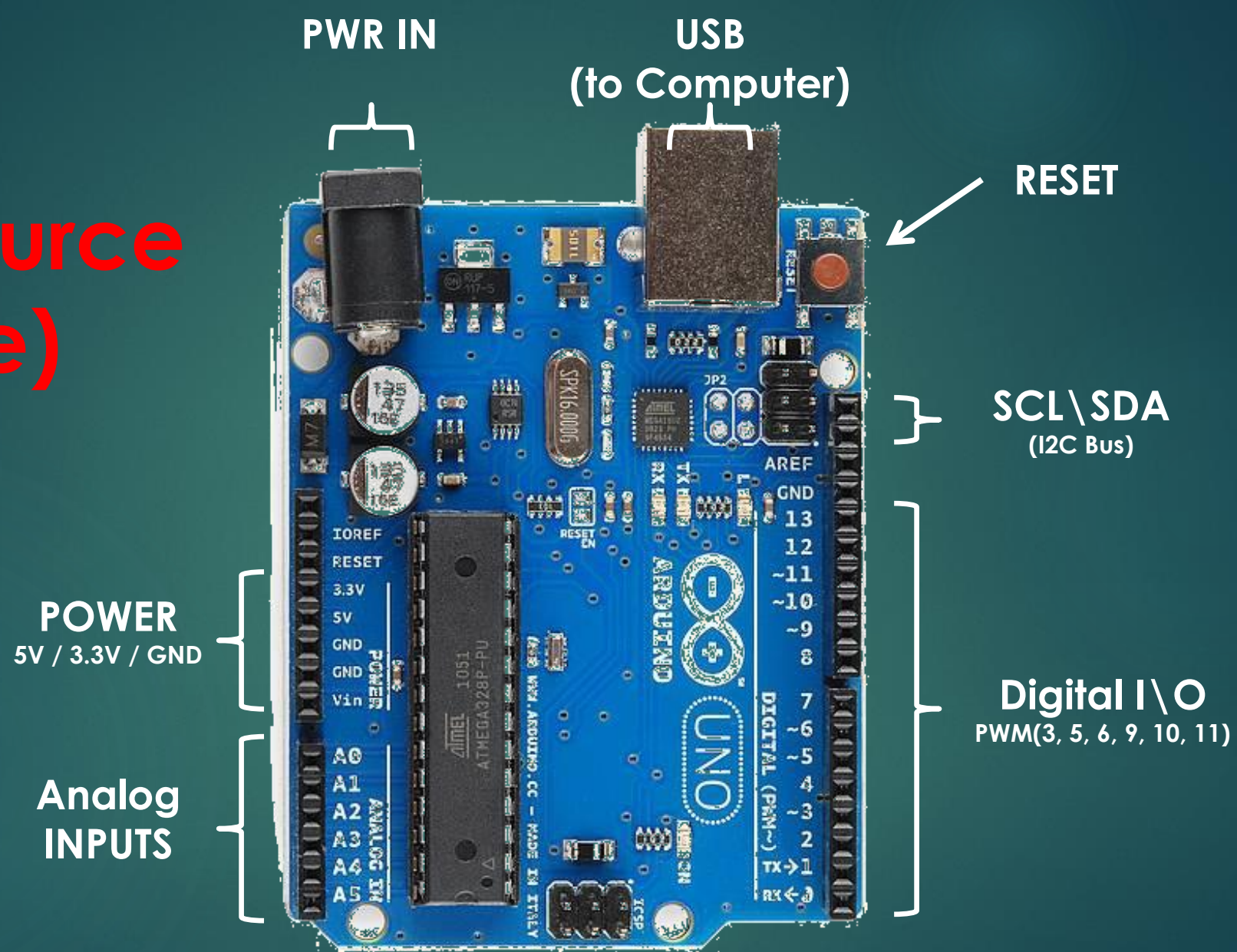


Τα προϊόντα ανοιχτού κώδικα περιλαμβάνουν άδεια χρήσης του πηγαίου κώδικα, έγγραφα σχεδίασης, ή περιεχόμενο του προϊόντος.

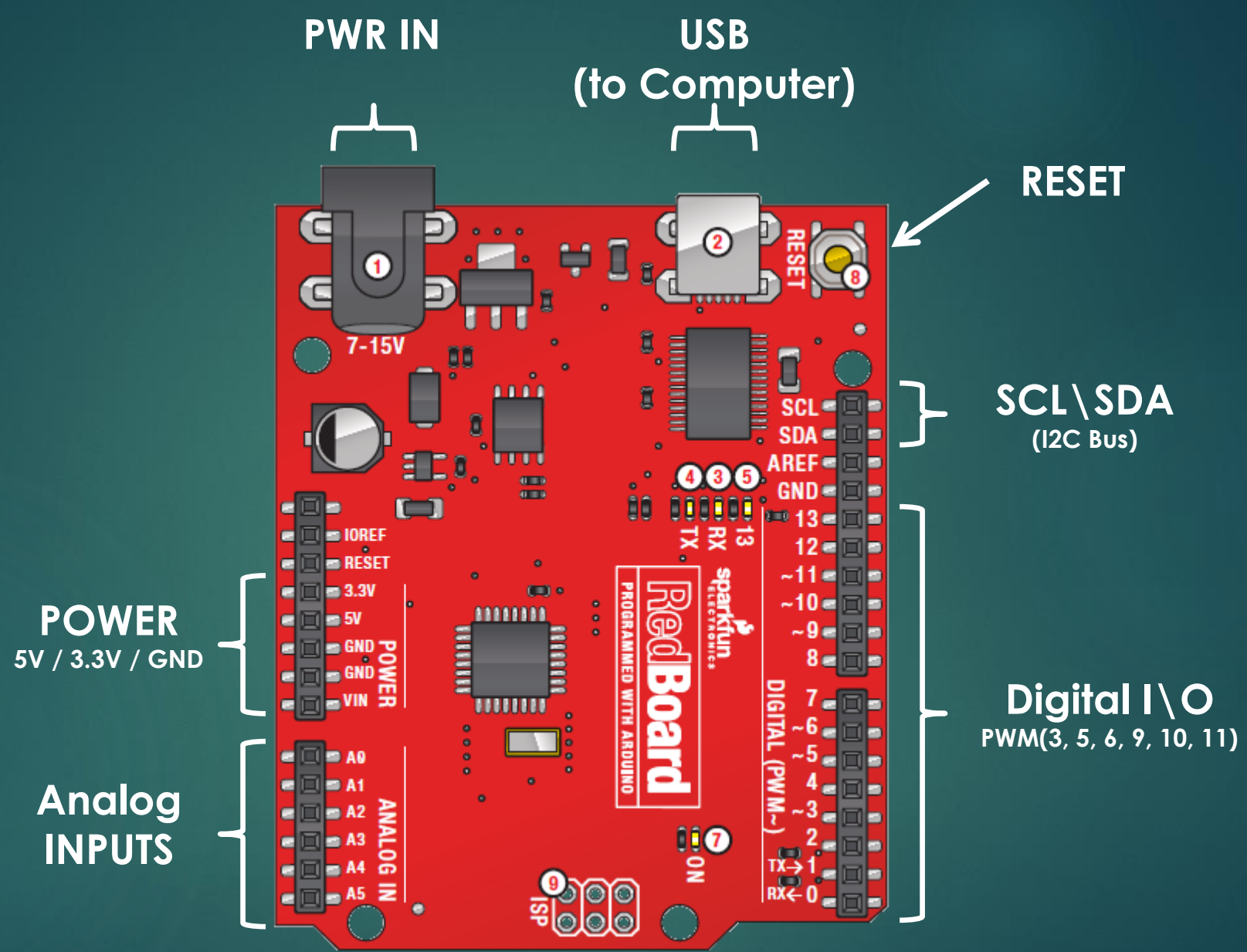


Arduino (open source hardware)

4



Arduino clones



Διάφορες εκδόσεις Arduino



ARDUINO UNO



ARDUINO 101



ARDUINO PRO



ARDUINO MICRO



ARDUINO PRO MINI



ARDUINO NANO



ARDUINO MEGA 2560



ARDUINO ZERO



ARDUINO DUE

Τι μπορεί να διδαχθεί με τον Arduino;

7

- Εισαγωγικά ηλεκτρονικά (τάση, ρεύμα, αντίσταση)
- Πώς λειτουργούν οι αισθητήρες (sensors) και οι ενεργοποιητές (actuators)
- Στοιχειώδης προγραμματισμός
- Σχεδιασμός βασικού επιστημονικού εξοπλισμού
Αντιμετώπιση προβλημάτων
- Επικοινωνία με άλλους μαθητές και χρήστες λόγω μίας εργασίας (π.χ. μηνύματα, αριθμοί μορφοποίησης, ευκολία χρήσης κ.λπ.)
- Στατιστική και συλλογή δεδομένων

Τι μπορούν να κάνουν οι μαθητές;

- Να δημιουργήσουν γρήγορα ένα πρωτότυπο, μία εργασία που να λειτουργεί
- Δυνατότητα δημιουργίας προγράμματος σε υπολογιστή
- Η αίσθηση ικανοποίησης της συναρμολόγησης ενός έργου, κάνοντας κάτι που λειτουργεί
- ΤΕΛΙΚΑ κατανοώντας ότι ένα επιστημονικό όργανο είναι τόσο καλό όσο ο σχεδιασμός και η βαθμονόμησή του.
- Αντιμέτωπιση προβλημάτων κυκλωμάτων υπό την εποπτεία του εκπαιδευτή ώστε να αναπτύξουν μια λογική, ομαλή μέθοδο επίλυσης-αποσφαλμάτωσης.

ΕΝΝΟΙΕΣ: ΕΙΣΟΔΟΣ - ΕΞΟΔΟΣ

INPUT vs. OUTPUT

Inputs is a signal / information going into the board.

Output is any signal exiting the board.



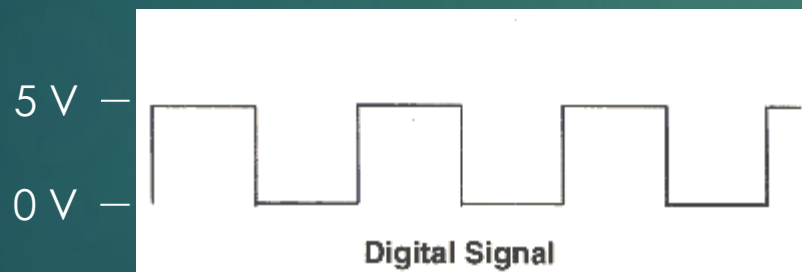
Όλα τα υπολογιστικά συστήματα έχουν κάποιο είδος εισόδου - εξόδου

Παραδείγματα εισόδων εξόδων συστημάτων;

ΕΝΝΟΙΕΣ: Αναλογικό - Ψηφιακό

Analog vs. Digital

- ▶ Οι μικροϋπολογιστές είναι ψηφιακές συσκευές – ON ή OFF. Ονομάζονται και διακριτές.
- ▶ **αναλογικά** σήματα αυτά που έχουν τιμές σε όλο το εύρος του πεδίου λειτουργίας



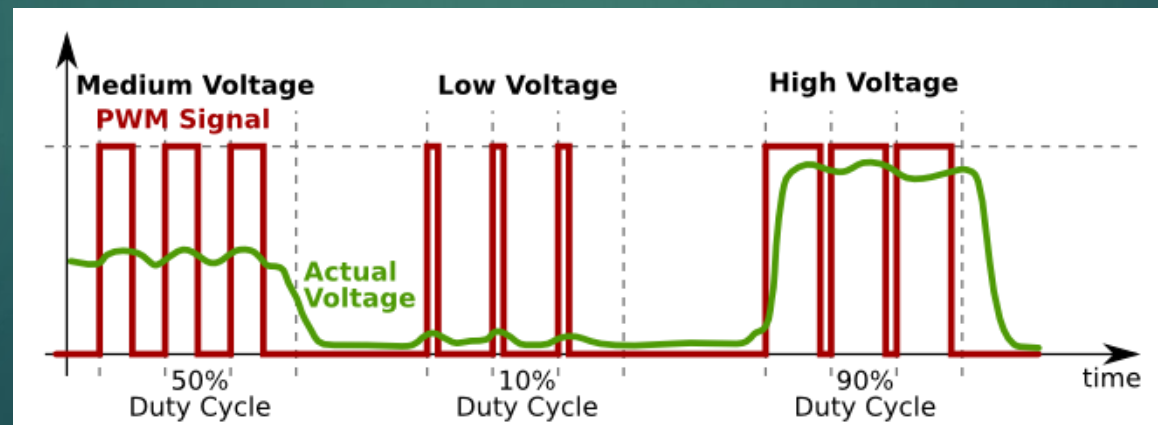
ΕΝΝΟΙΕΣ: Αναλογικό - Ψηφιακό

Analog vs. Digital

Ο μικροελεγκτής ή μικροϋπολογιστής για να δημιουργήσει ένα αναλογικό σήμα, χρησιμοποιεί μια τεχνική που ονομάζεται PWM (διαμόρφωση εύρους παλμών).

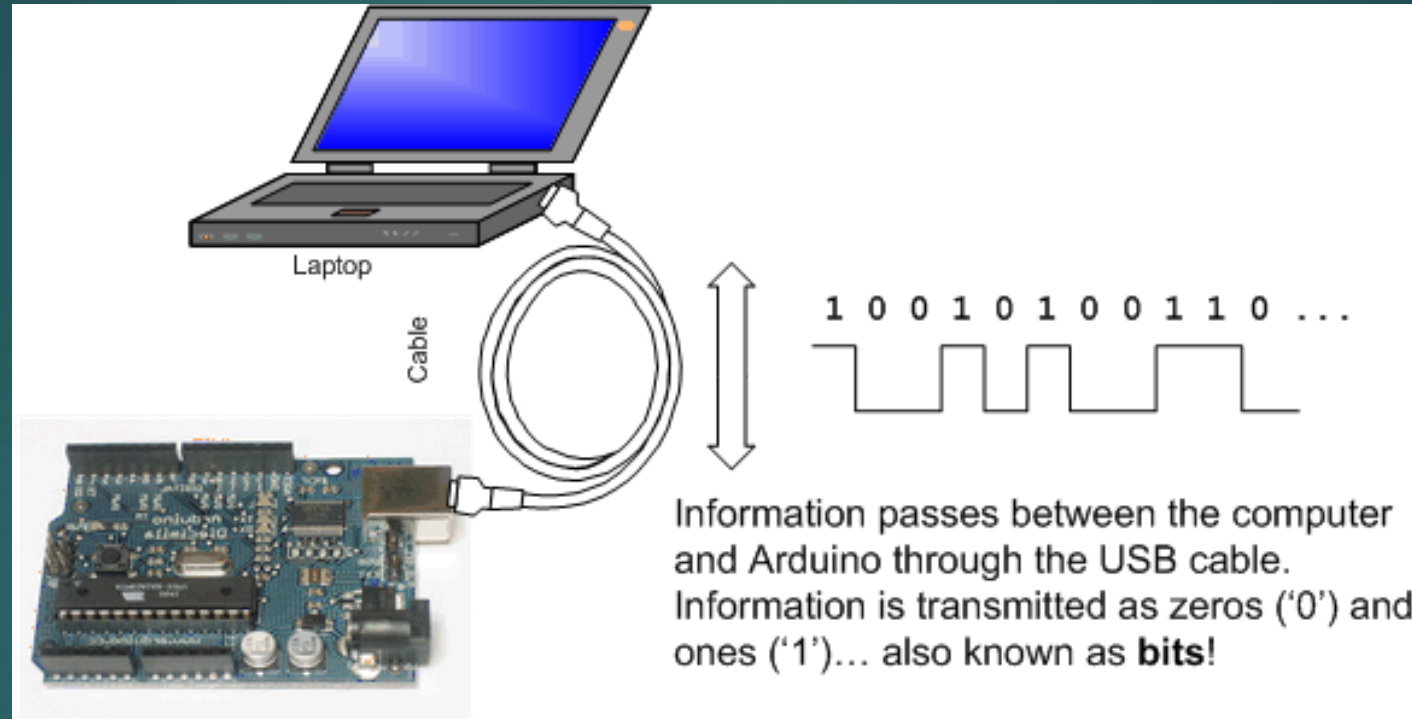
Μεταβάλλοντας τον κύκλο λειτουργίας (duty cycle), μπορούμε να μιμηθούμε μια «μέση» αναλογική τάση.

Pulse Width Modulation (PWM)
Διαμόρφωση εύρους παλμών



Σειριακή επικοινωνία (serial communication)

12



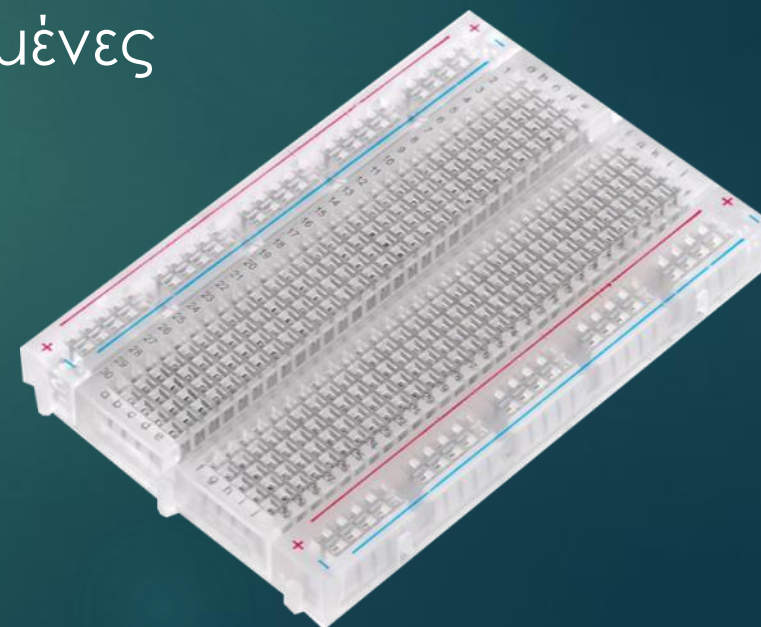
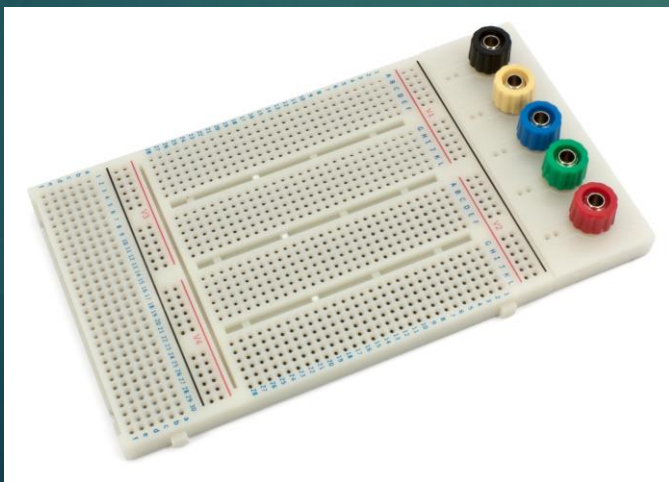
Η λέξη σειριακό σημαίνει "το ένα μετά το άλλο." Η σειριακή μεταφορά δεδομένων γίνεται όταν μεταφέρουμε δεδομένα ένα bit κάθε φορά, το ένα μετά το άλλο.

Οι πληροφορίες μεταφέρονται μεταξύ του υπολογιστή και του Arduino, ουσιαστικά, ορίζοντας έναν παλμό υψηλό ή χαμηλό. Ακριβώς όπως χρησιμοποιούμε αυτήν την τεχνική για να ανάψουμε και να σβήσουμε ένα φως. Μοιάζει λίγο με τον κώδικα Morse, όπου μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τελείες και παύλες για να στείλετε μηνύματα μέσω τηλεγραφήματος.

Πλακέτα δοκιμών ή raster (Solderless Breadboard)

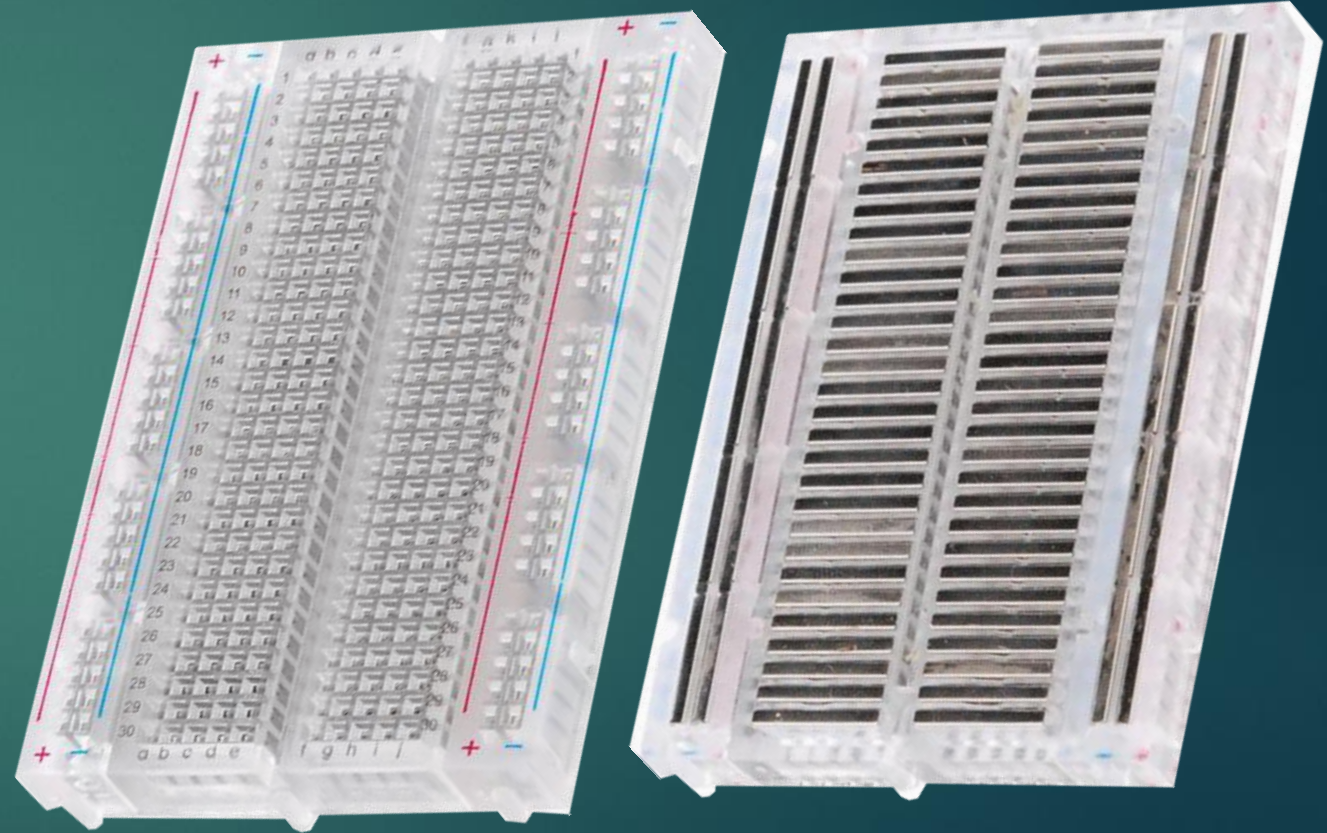
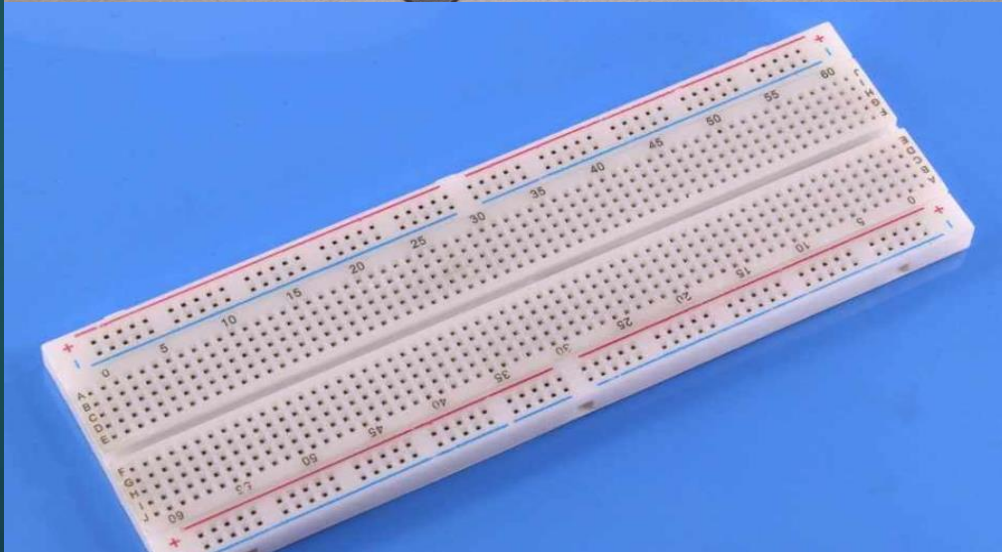
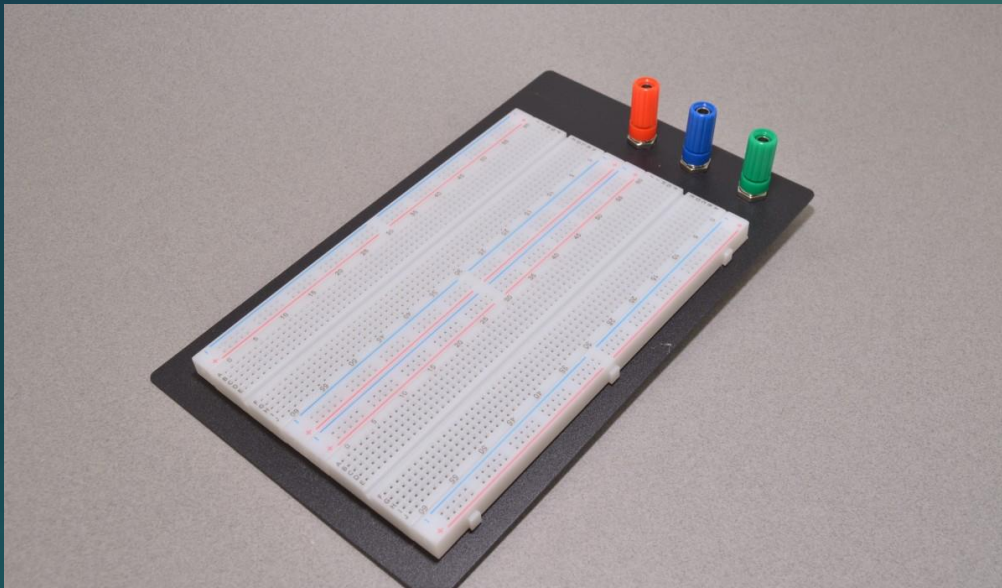
Ένα από τα πιο χρήσιμα εργαλεία για κάποιον που ασχολείται με ηλεκτρονικά

- είναι πιο εύκολο στην συνδεσμολόγηση κυκλώματος από τις κολλήσεις
- Πολλές από αυτές τις μικρές τρύπες είναι συνδεδεμένες
- Διάφορα μεγέθη



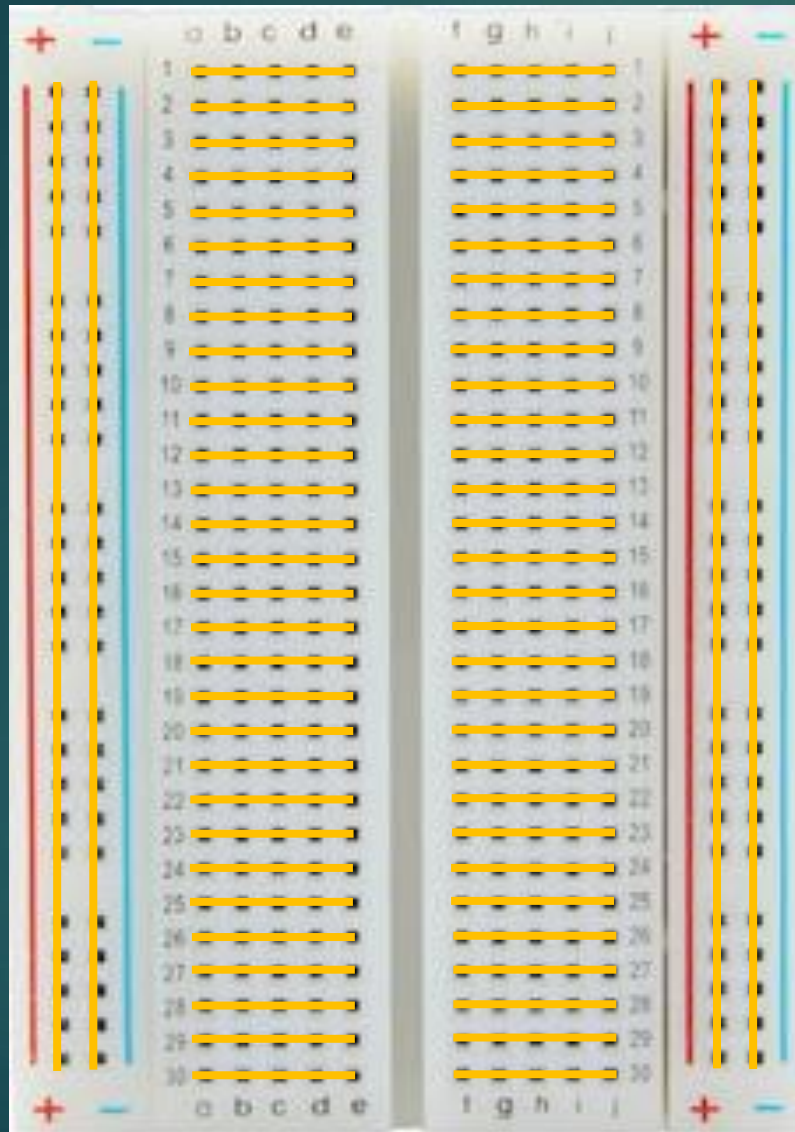
Πλακέτα δοκιμών

14



Πλακέτα δοκιμών

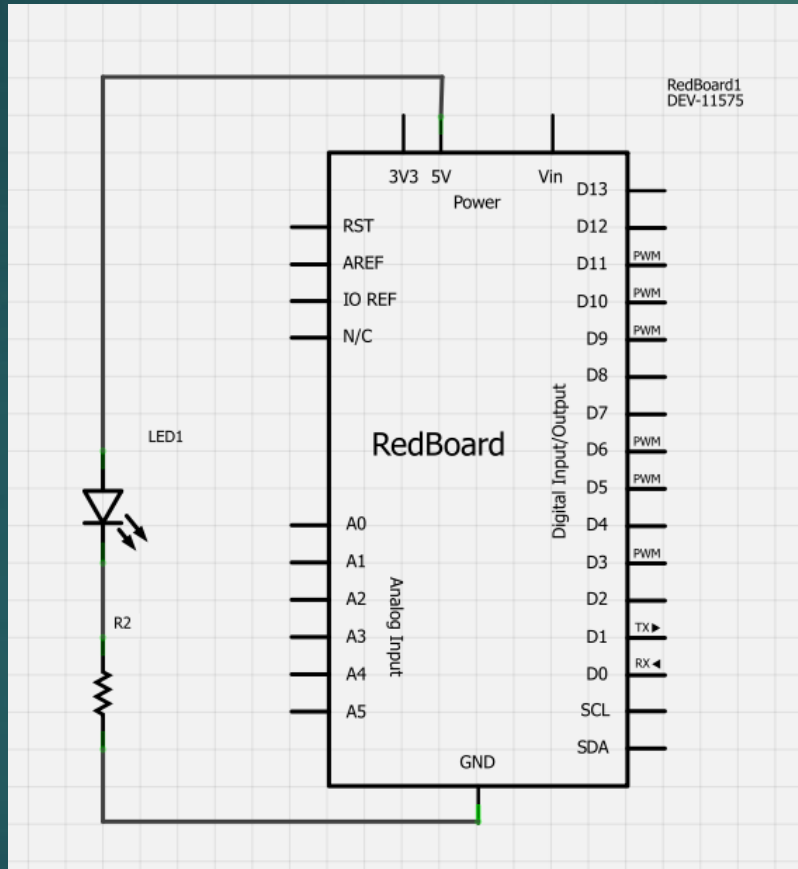
15



- ▶ Κάθε οριζόντια γραμμή 5 οπών είναι συνδεδεμένη (βραχυκυκλωμένη).
- ▶ Οι κατακόρυφες στήλες τροφοδοσίας είναι συνδεδεμένες (βραχυκυκλωμένες)

Ένα απλό κύκλωμα

16

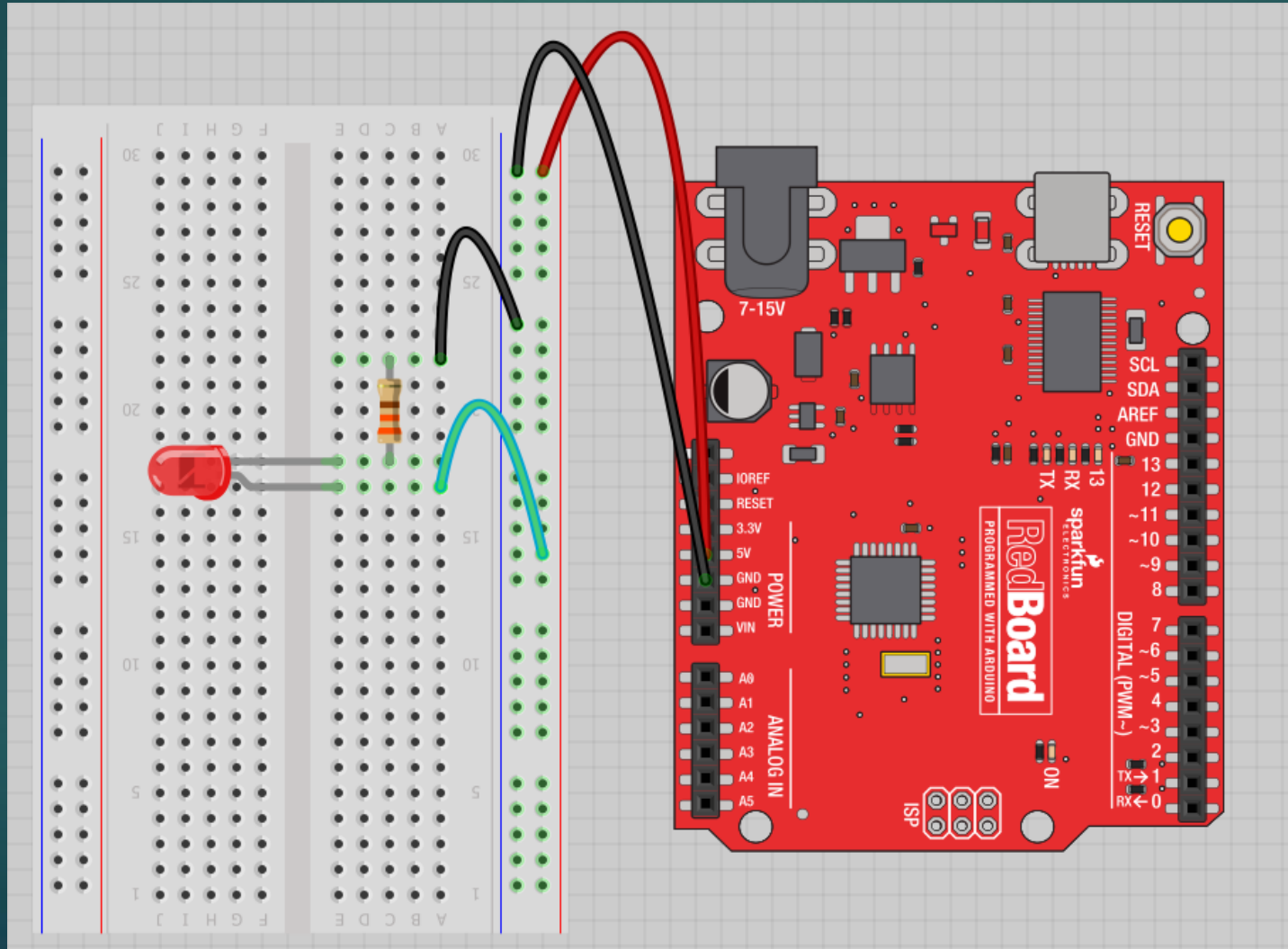


► Σύνδεση στην πλακέτα ενός LED με αντίσταση 330 Ohm (χρωματικός κώδικας πορτοκαλί-πορτοκαλί-καφέ).

Προσοχή: Ο μακρύτερος ακροδέκτης του LED είναι ο θετικός ακροδέκτης και ο κοντύτερος είναι ο αρνητικός.

Υλοποίηση απλού κυκλώματος (απεικόνιση με το λογισμικό Fritzing)

17



Πλακέτες επέκτασης (Arduino Shields)

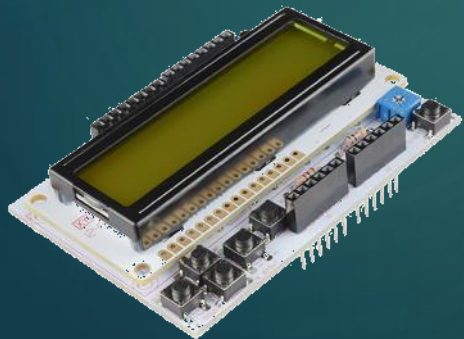
18

Τα shield (πλακέτες επέκτασης) είναι ολοκληρωμένες πλακέτες, οι οποίες είναι σχεδιασμένες ώστε να κουμπώνουν πάνω στο Arduino επεκτείνοντας την λειτουργικότητά του. Είναι η hardware αντίστοιχη έννοια των plugin, addon και extension που υπάρχουν στο software.

Μερικά από τα πιο δημοφιλή shield που κυκλοφορούν στο εμπόριο για το Arduino είναι:

- Ethernet shield: Δίνει στο Arduino την δυνατότητα να δικτυωθεί σε ένα LAN ή στο internet μέσω ενός τυπικού καλωδίου Ethernet.
- Διάφορα shield οθόνης: Προσθέτουν οθόνη στο Arduino. Κυκλοφορούν από απλές οθόνες τύπου calculator μέχρι OLED touchscreen υψηλής ανάλυσης τύπου iPhone.
- WiFi shield • Wave shield: Δίνει στο Arduino την δυνατότητα να παίζει ήχους/μουσική από κάρτες SD.
- GPS shield: Προσθέτει GPS δυνατότητες στο Arduino (εντοπισμό σίγματος). κλπ

LCD











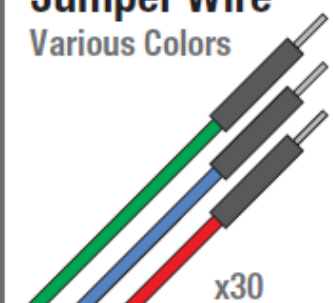
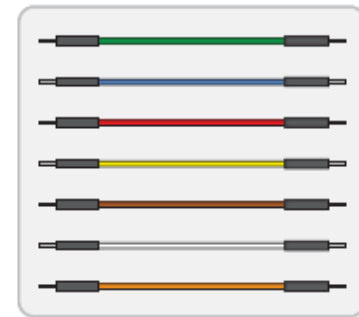

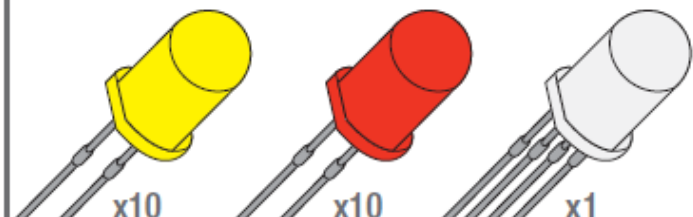
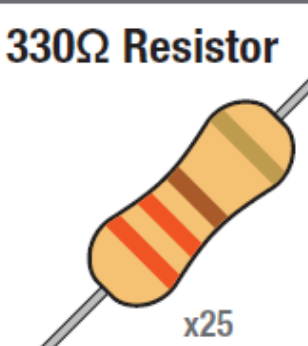

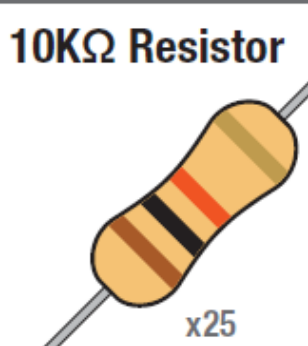

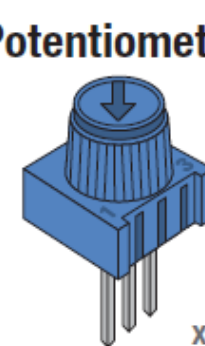
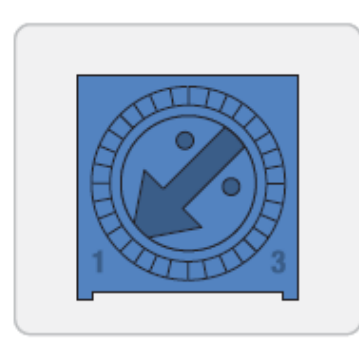
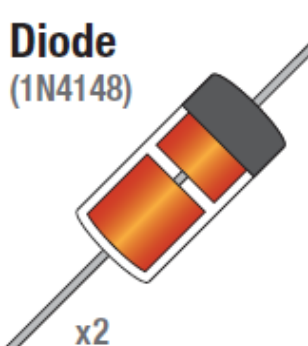
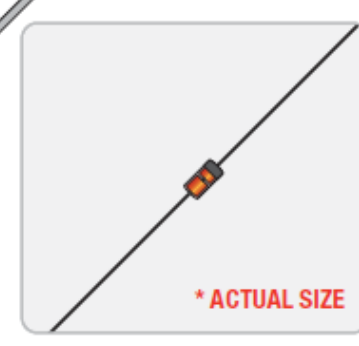
Ethernet



Mp3



Name	Image	Type	Function	Notes
Push Button		Digital Input	Switch - Closes or opens circuit	Polarized, needs resistor
Trim potentiometer		Analog Input	Variable resistor	Also called a Trimpot.
Photoresistor		Analog Input	Light Dependent Resistor (LDR)	Resistance varies with light.
Relay		Digital Output	Switch driven by a small signal	Used to control larger voltages
Temp Sensor		Analog Input	Temp Dependent Resistor	
Flex Sensor		Analog Input	Variable resistor	
Soft Trimpot		Analog Input	Variable resistor	Careful of shorts
RGB LED		Dig & Analog Output	16,777,216 different colors	Ooh... So pretty.

<p>Jumper Wire Various Colors</p>  <p>x30</p> 	<p>LED (5mm) (Light Emitting Diode)</p>   <p>x10 x10 x1</p>
<p>330Ω Resistor</p>  <p>x25</p>  <p>* ACTUAL SIZE</p>	<p>10KΩ Resistor</p>  <p>x25</p>  <p>* ACTUAL SIZE</p>
<p>Potentiometer</p>  <p>x1</p> 	<p>Diode (1N4148)</p>  <p>x2</p>  <p>* ACTUAL SIZE</p>

ΚΩΔΙΚΑΣ ΧΡΩΜΑΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

	1ο	2ο	3ο	4ο	
	====	0	x 1	10 %	ΑΣΗΜΙ
ΚΑΦΕ	1	1	x 10	5 %	ΧΡΥΣΟ
ΚΟΚΚΙΝΟ	2	2	x 100		
ΠΟΡΤΟΚΑΛ	3	3	x 1.000		
ΚΙΤΡΙΝΟ	4	4	x 10.000		
ΠΡΑΣΙΝΟ	5	5	x 100.000		
ΜΠΛΕ	6	6	x 1.000.000		
ΜΩΒ	7	7	: 10		
ΓΚΡΙ	8	8	ΧΡΥΣΟ		
ΑΣΠΡΟ	9	9			

1ο ΨΗΦΙΟ

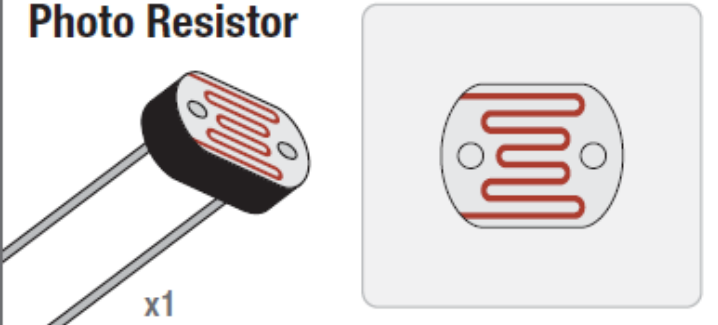
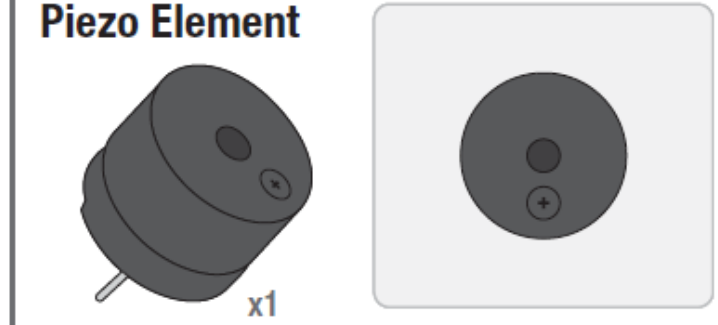
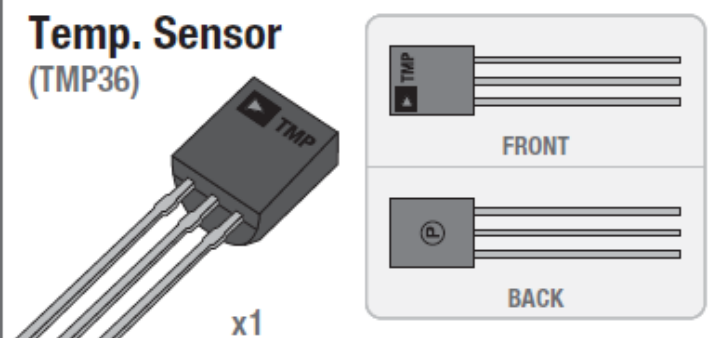
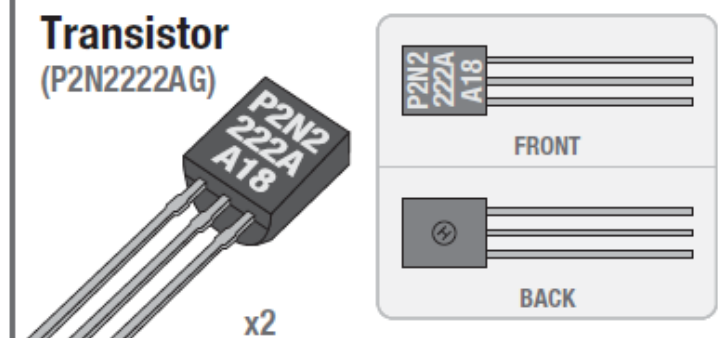
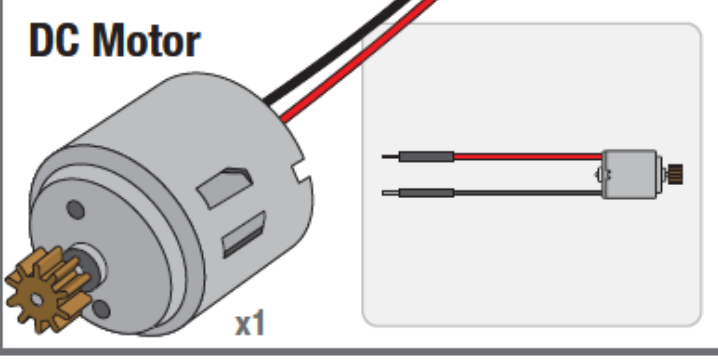
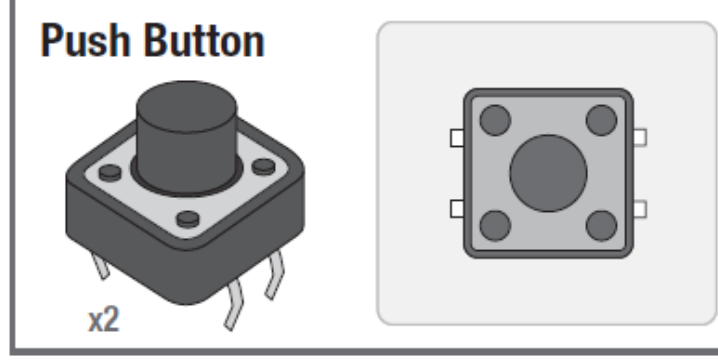
2ο ΨΗΦΙΟ

3ο ΨΗΦΙΟ (Πολλαπλασιαστής)

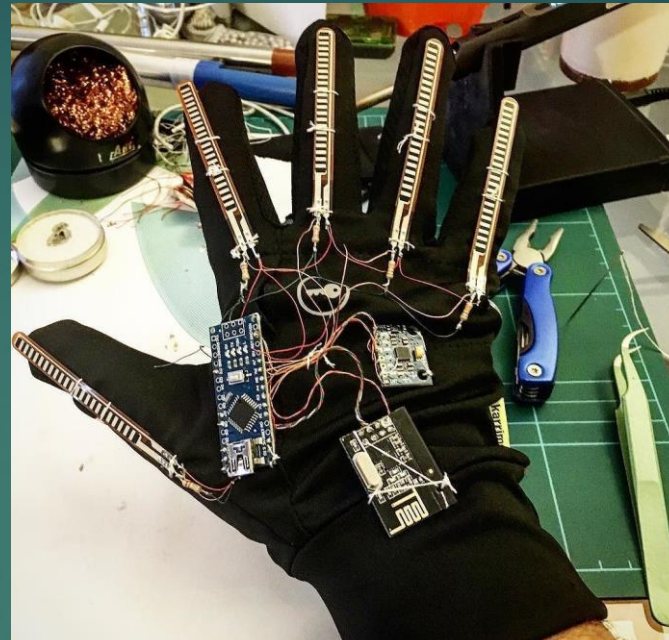
4ο ΨΗΦΙΟ (Ανοχή)

ΧΡΥΣΟ



<p>Photo Resistor</p>  <p>x1</p>	<p>Piezo Element</p>  <p>x1</p>
<p>Temp. Sensor (TMP36)</p>  <p>x1</p>	<p>Transistor (P2N2222AG)</p>  <p>x2</p>
<p>DC Motor</p>  <p>x1</p>	<p>Push Button</p>  <p>x2</p>

Υλικά



Relay

x1

Integrated Circuit (IC)

x1

LCD

x1

Resistance from pin 1 to wiper

$0\Omega \longleftrightarrow 5k\Omega \longleftrightarrow 10k\Omega$

Flex Sensor

x1

Soft Potentiometer

x1

Servo

x1

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



Arduino IDE 2.2.1

The new major release of the Arduino IDE is faster and even more powerful! In addition to a more modern editor and a more responsive interface it features autocompletion, code navigation, and even a live debugger.

For more details, please refer to the [Arduino IDE 2.0 documentation](#).

Nightly builds with the latest bugfixes are available through the section below.

SOURCE CODE

The Arduino IDE 2.0 is open source and its source code is hosted on [GitHub](#).

DOWNLOAD OPTIONS

Windows Win 10 and newer, 64 bits

Windows MSI installer

Windows ZIP file

Linux AppImage 64 bits (X86-64)

Linux ZIP file 64 bits (X86-64)

macOS Intel, 10.14: "Mojave" or newer, 64 bits

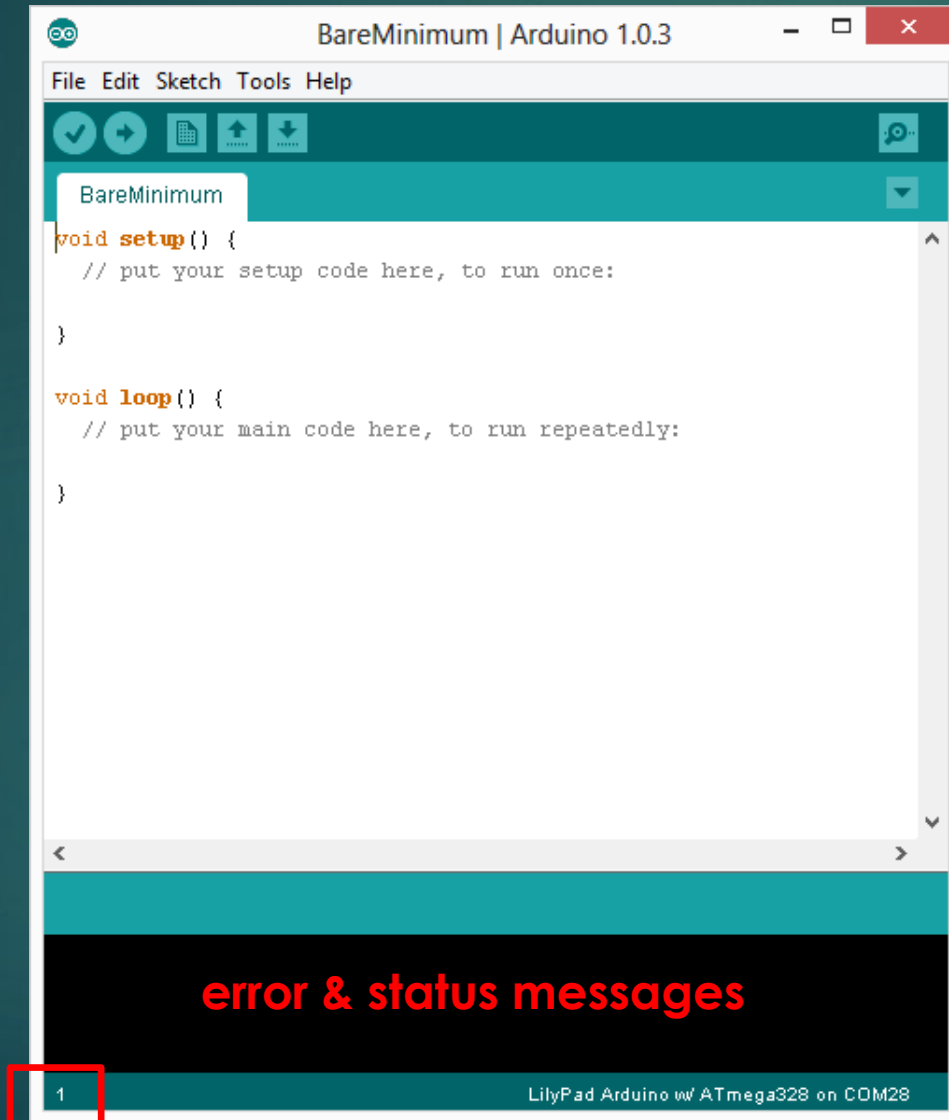
macOS Apple Silicon, 11: "Big Sur" or newer, 64 bits

[Release Notes](#)

Περιβάλλον Arduino

Integrated Development Environment (IDE)

25



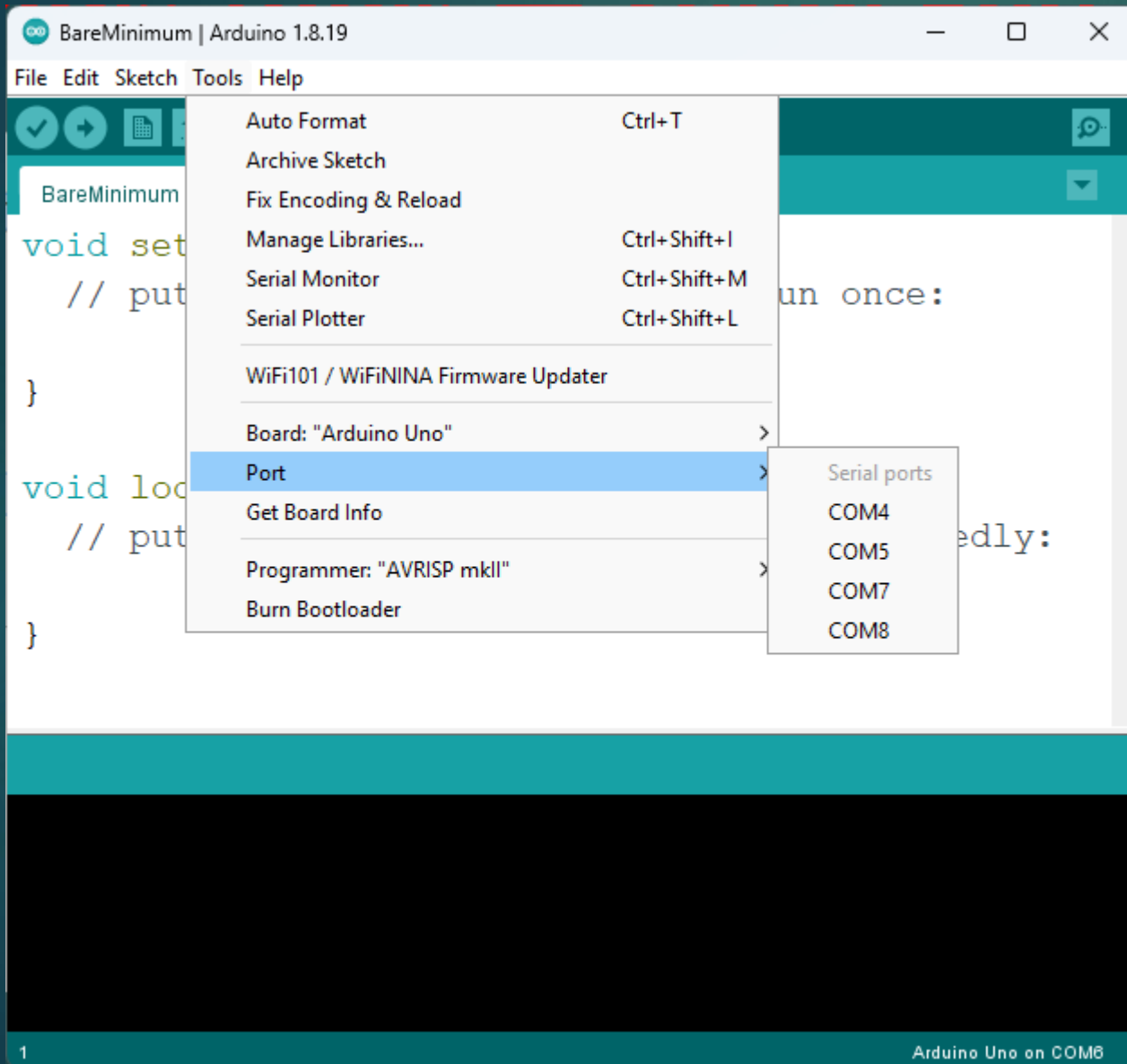
Two required functions
/ methods / routines:

```
void setup()  
{  
  // runs once  
}
```

```
void loop()  
{  
  // repeats  
}
```

Settings: Tools → Serial Port

26

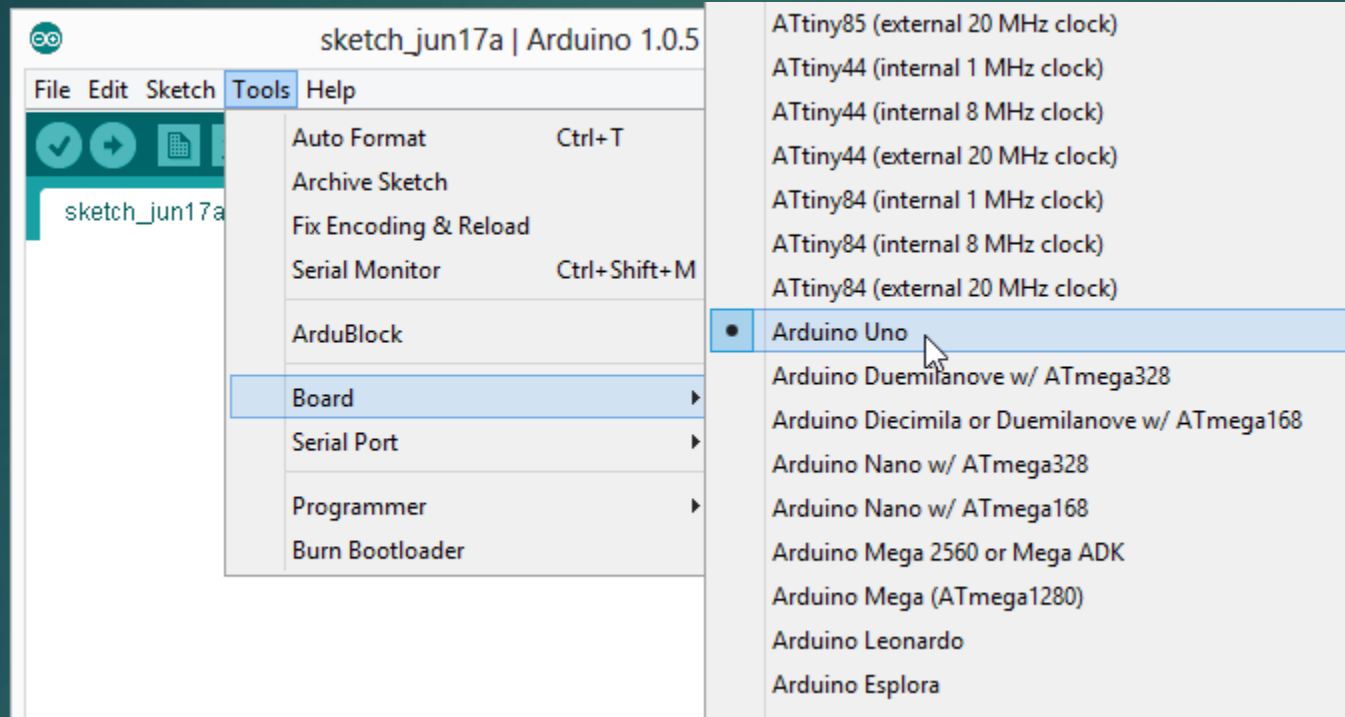


▶ Ο Η/Υ επικοινωνεί με τον Arduino μέσω της σειριακής θύρας → USB-Serial adapter.

▶ Έλεγχος για σωστή εγκατάσταση των οδηγών στον υπολογιστή (drivers).

Settings: Tools → Board

27



- ▶ Επιλογή της σωστής πλακέτας μέσω του Tools → Board menu.

Δομή κώδικα Arduino

```
int pin = 1;
```

1. Define Variables

Before going to the setup function constant variables should be defined

```
void setup()  
{  
  
}
```

2. Setting up functions

Setup function is run once, when the microcontroller boots up or resets.

```
void loop()  
{  
  
}
```

3. Eternal loop

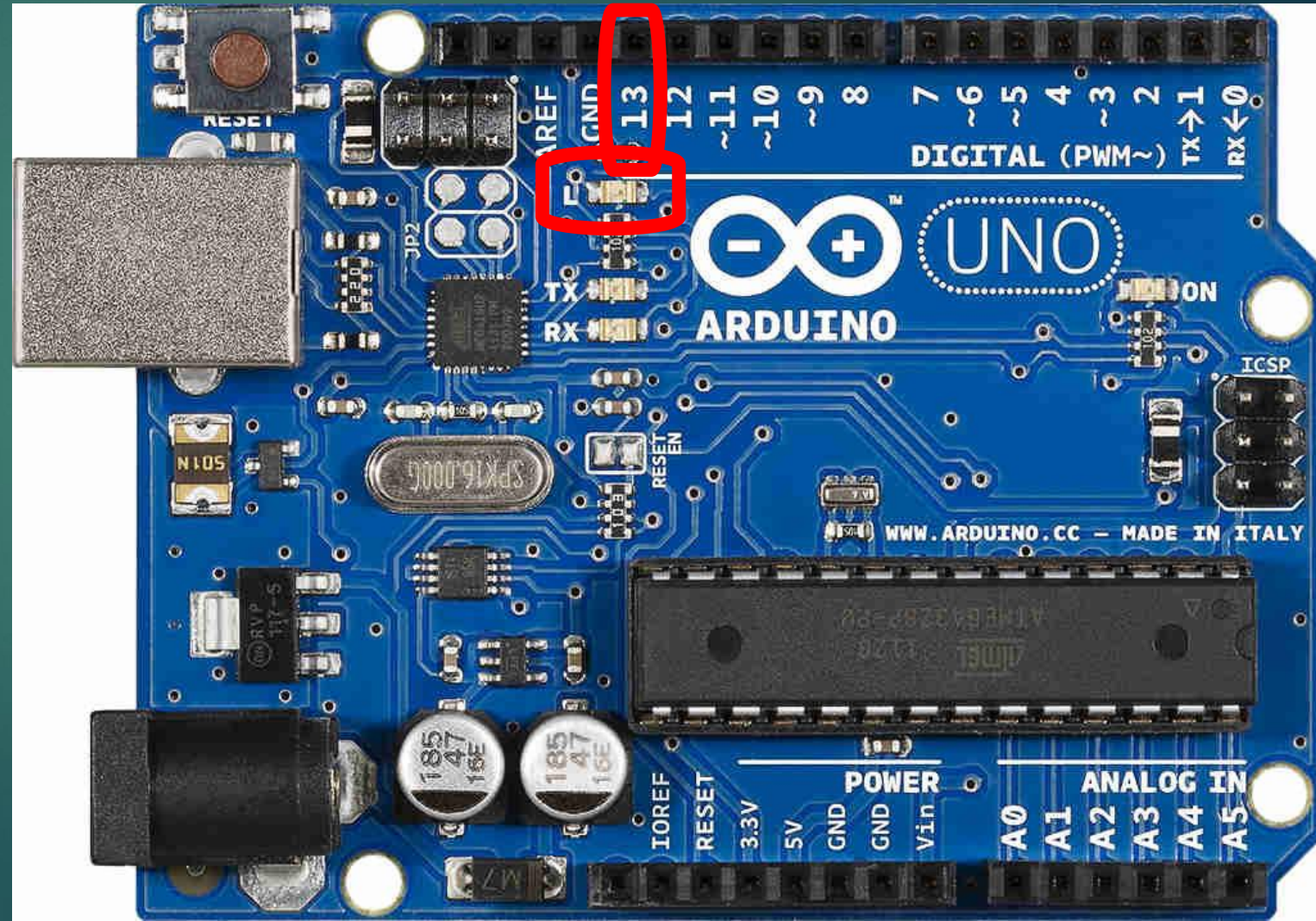
After setup function the processor moves to run code inside the loop function. Code inside loop function will be run over and over until the microcontroller is shut down.

- It's required to have both **setup()** and **loop()** functions in the code.

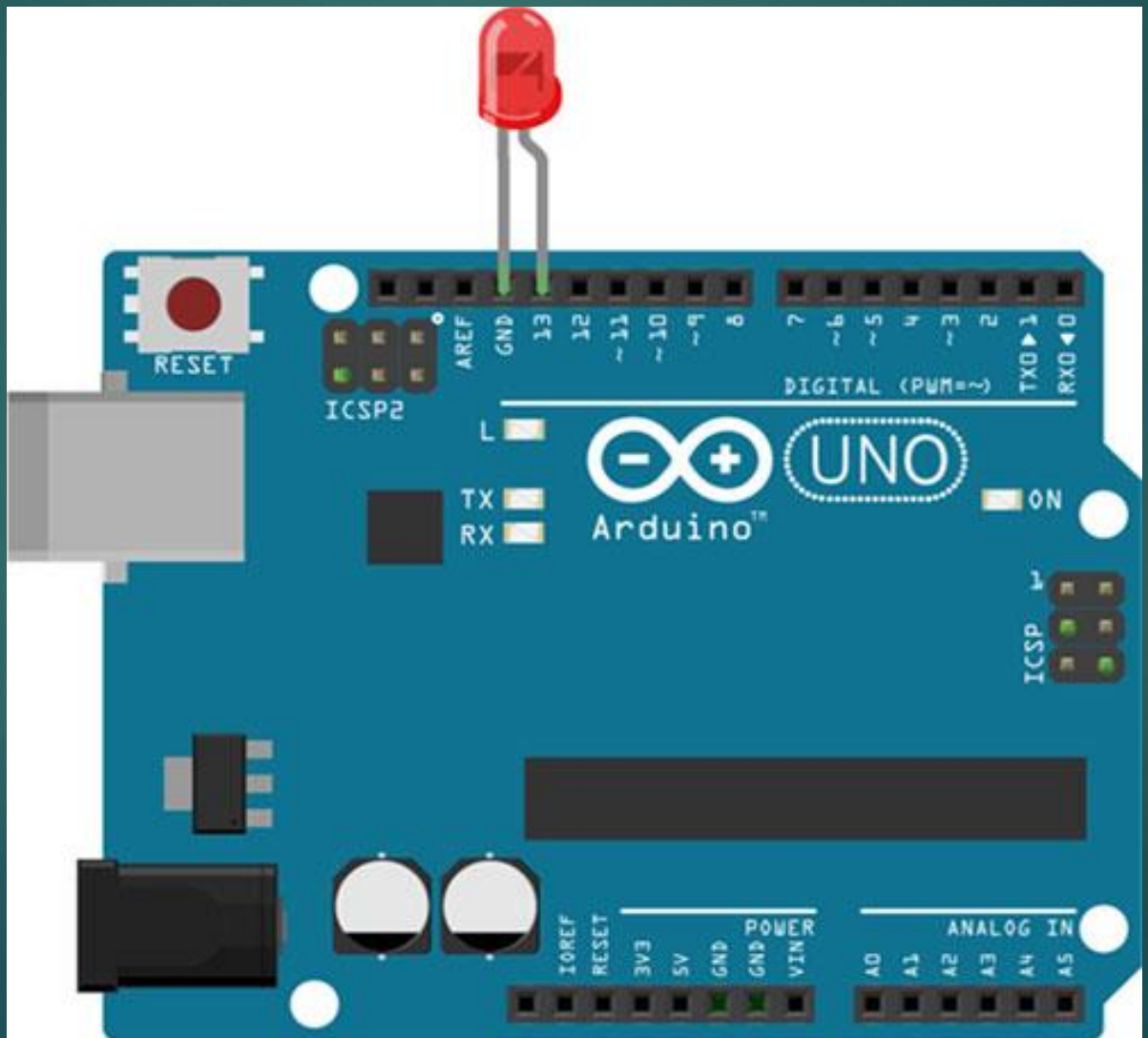
PIN 13

- ▶ Το σημαντικό με το Pin 13 είναι ότι έχει ενσωματωμένη αντίσταση και εάν τοποθετηθεί LED, αυτό δεν θα καεί.
- ▶ Προτείνεται βέβαια να υπάρχει πάντοτε η αντίσταση προστασίας, ακόμη και αν χρησιμοποιήσουμε το PIN 13.

L & PIN 13 είναι
συνδεδεμένα



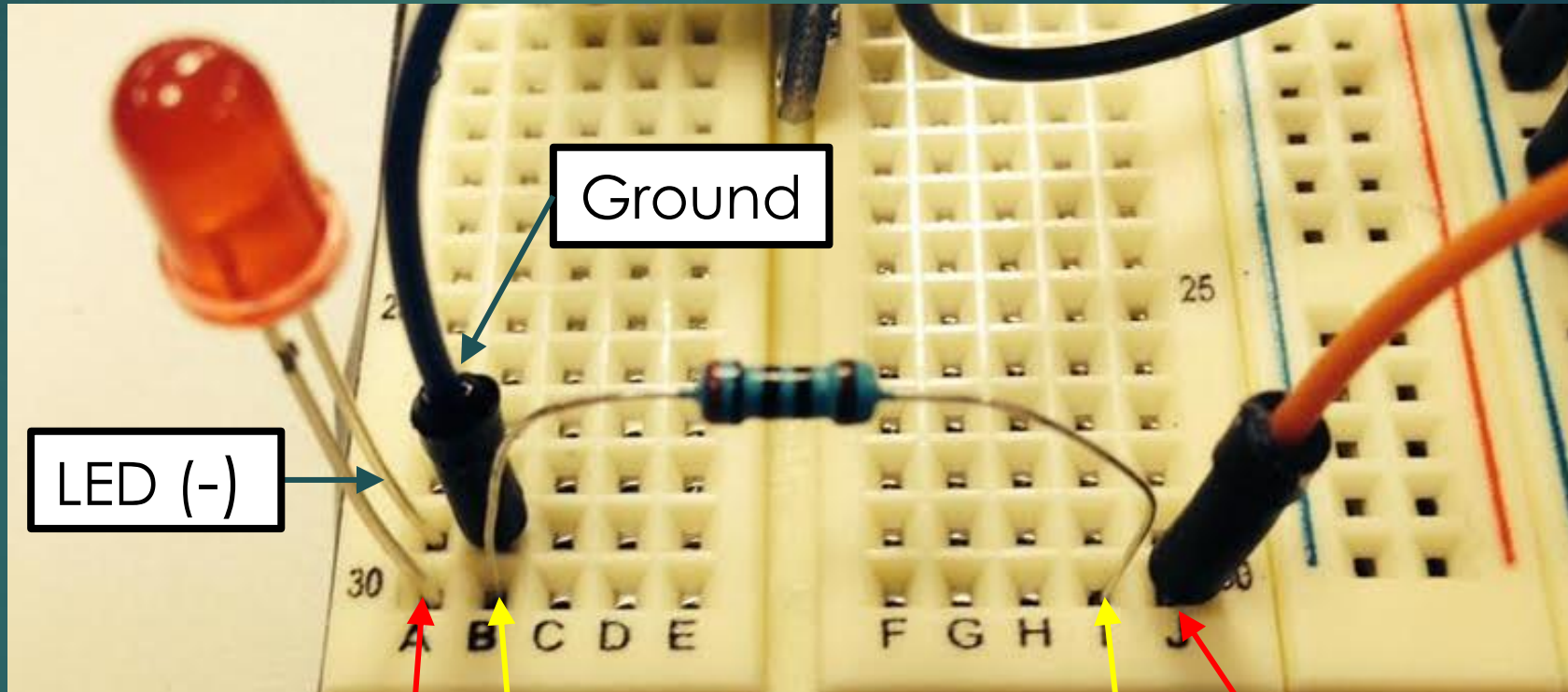
Σύνδεση LED στον ακροδέκτη (pin) 13 & GND



Τοποθέτηση LED σε άλλο pin (εκτός 13)

31

Όταν δεν χρησιμοποιείται το Pin 13



LED (-)

Ground

LED (+)

αντίσταση

αντίσταση

Τροφοδοσία (+)
από το
Pin 12

Arduino C – Basic functions

32

`pinMode(var1, var2)`

`pinMode` functions sets the mode of given pin. Var1 is the number of the pin and var2 is the mode (INPUT, OUTPUT)

`digitalWrite(var1, var2)`

`digitalWrite` changes the status of the pin. Var1 is the number of the pin and var2 is the status (LOW, HIGH).

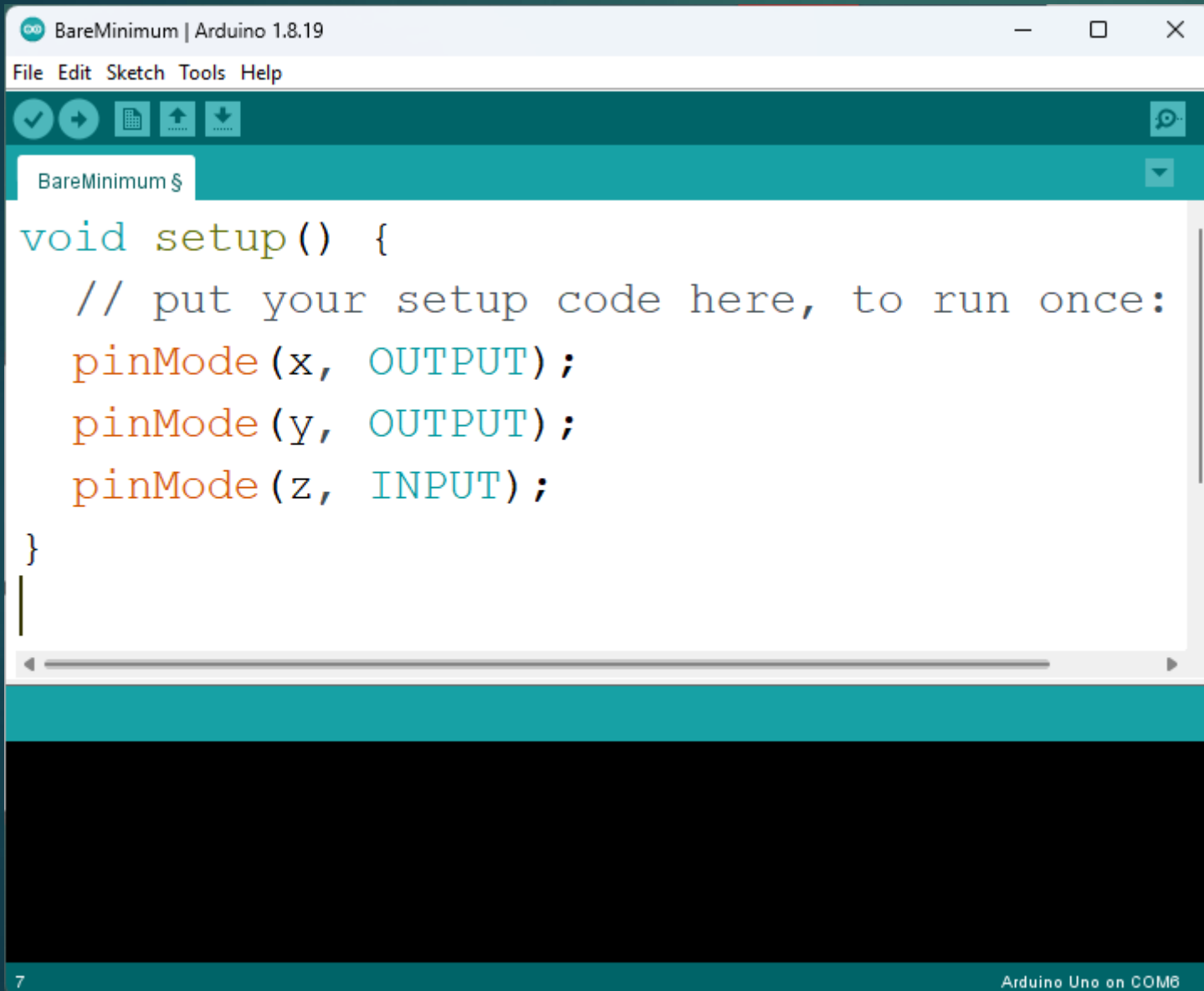
Περιοχή δηλώσεων

```
int LED = 13;  
int x = 2;  
int y = 1;
```

- ▶ Δηλώνουμε μεταβλητές και Pin που θα χρησιμοποιηθούν στο πρόγραμμα.

Input/Output

35



```
BareMinimum | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
BareMinimum $
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(x, OUTPUT);
  pinMode(y, OUTPUT);
  pinMode(z, INPUT);
}
```

7 Arduino Uno on COM8

- ▶ Στο void setup δηλώνουμε εισόδους – εξόδους (Inputs, Outputs)
- ▶ Επιλέγουμε τις μεταβλητές x και y ως εξόδους, outputs ενώ την μεταβλητή z ως είσοδο, input.

Void loop & IF-ELSE loop

36

```
BareMinimum | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
BareMinimum $
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  int k = digitalRead(z);
  if (k==HIGH) {
    fun1();
  }
  else {
    fun2();
  }
}
```

- ▶ Στην περιοχή του void loop γράφουμε το πρόγραμμα που θέλουμε να «τρέχει» συνέχεια, με άλλα λόγια ένας αέναος βρόχος.
- ▶ Ελέγχουμε εάν η μεταβλητή “k” είναι ενεργοποιημένη ή όχι.
- ▶ Μετά υπάρχει η εντολή ελέγχου IF-ELSE loop με 2 υπορουτίνες, μία σε περίπτωση ενεργοποίησης της μεταβλητής “k” και το άλλο στην περίπτωση που η μεταβλητή “k” δεν ενεργοποιείται.

Arduino Sketch

37

```
void setup()  
{  
  pinMode(13, OUTPUT); // initialize digital pin 13 as an output.  
}
```



Ποια η διαφορά εισόδου-εξόδου στον Arduino;

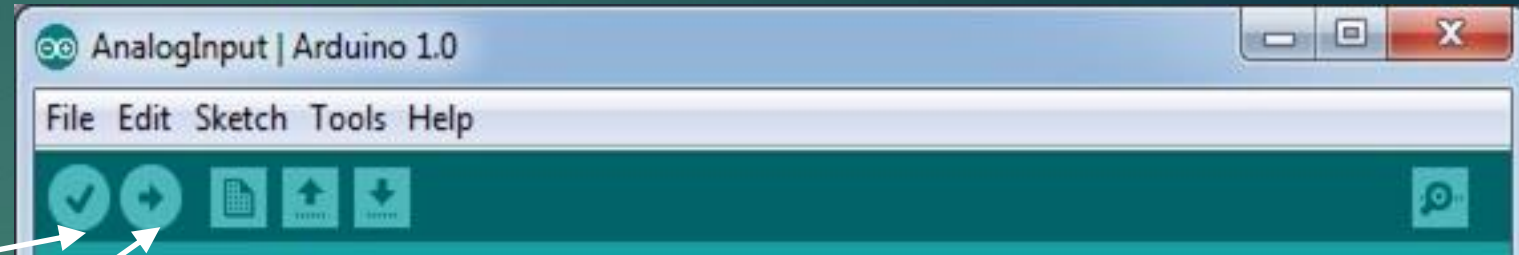
Ψηφιακό σήμα

38

```
void loop() { // the loop function runs over and over again forever
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // delay in milliseconds - wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // delay in milliseconds - wait for a second
}
```

Εκτέλεση προγράμματος

- ▶ Σύνδεση Arduino
- ▶ Επιλογή κατάλληλης θύρας COM # από το tools menu
- ▶ Click “Verify” or 
- ▶ Click “Upload” ή 
- ▶ Όταν φορτωθεί ο κώδικας το led θα αναβοσβήνει αυτόματα.



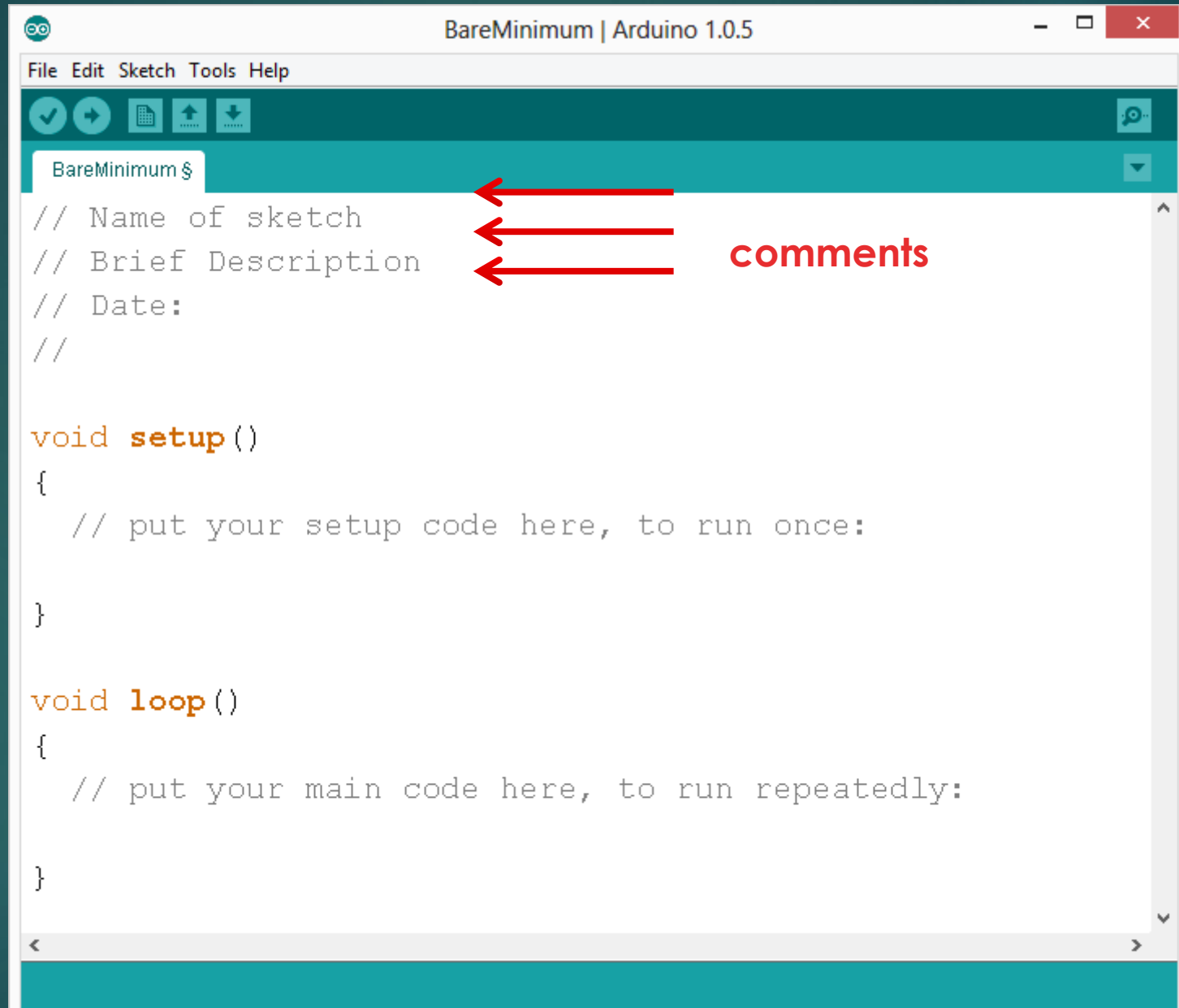
Τροποποιήσεις...

- ▶ Αλλαγή του χρόνου καθυστέρησης σε 100 or 250 or 500...
- ▶ Διαφορετικές τιμές του χρόνου αναμονής (delay time).
- ▶ click “Upload”.
- ▶ Παρατήρηση αντίδρασης του LED.

Σχόλια, Comments

Τα σχόλια είναι σημαντικά για να βοηθηθούμε και εμείς αλλά και οποιοσδήποτε άλλος διαβάζει τον κώδικα.

```
// this is for single line comments
// it's good to put a description at the top
and before anything 'tricky'
/* this is for multi-line comments
   Like this...
   And this...
*/
```



```
BareMinimum $  
// Name of sketch  
// Brief Description  
// Date:  
//  
  
void setup()  
{  
  // put your setup code here, to run once:  
  
}  
  
void loop()  
{  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
  
}
```

comments

Τρεις βασικές εντολές...

43

```
pinMode (pin, INPUT/OUTPUT);  
  ex: pinMode (13, OUTPUT);  
  
digitalWrite (pin, HIGH/LOW);  
  ex: digitalWrite (13, HIGH);  
  
delay (time_ms);  
  ex: delay (2500); // delay of 2.5 sec.  
  
// NOTE: -> commands are CASE-sensitive
```

Μεταβλητές

44

ProtosnapProMiniExample2 §

```
// Comments go here
// Written by:  Joesephine Jones
// Date:  April 12, 2013

int sensorValue;
int ledPin;

void setup()
{
  // put your setup code here, to run once:
  int setupVariable;

}

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

μεταβλητές

▶ καθολικές

▶ τοπικές

Τύποι μεταβλητών

45

► Τύπος μεταβλητών:



8 bits

byte
char



16 bits

int
unsigned int



32 bits

long
unsigned
long
float

Προγραμματισμός-ειδικές εντολές

46

Η γλώσσα του Arduino βασίζεται στη γλώσσα Wiring, μια παραλλαγή C/C++

Στο παρακάτω link υπάρχουν οι ειδικές εντολές, συναρτήσεις και σταθερές που βοηθούν για την διαχείριση του ειδικού hardware του Arduino.

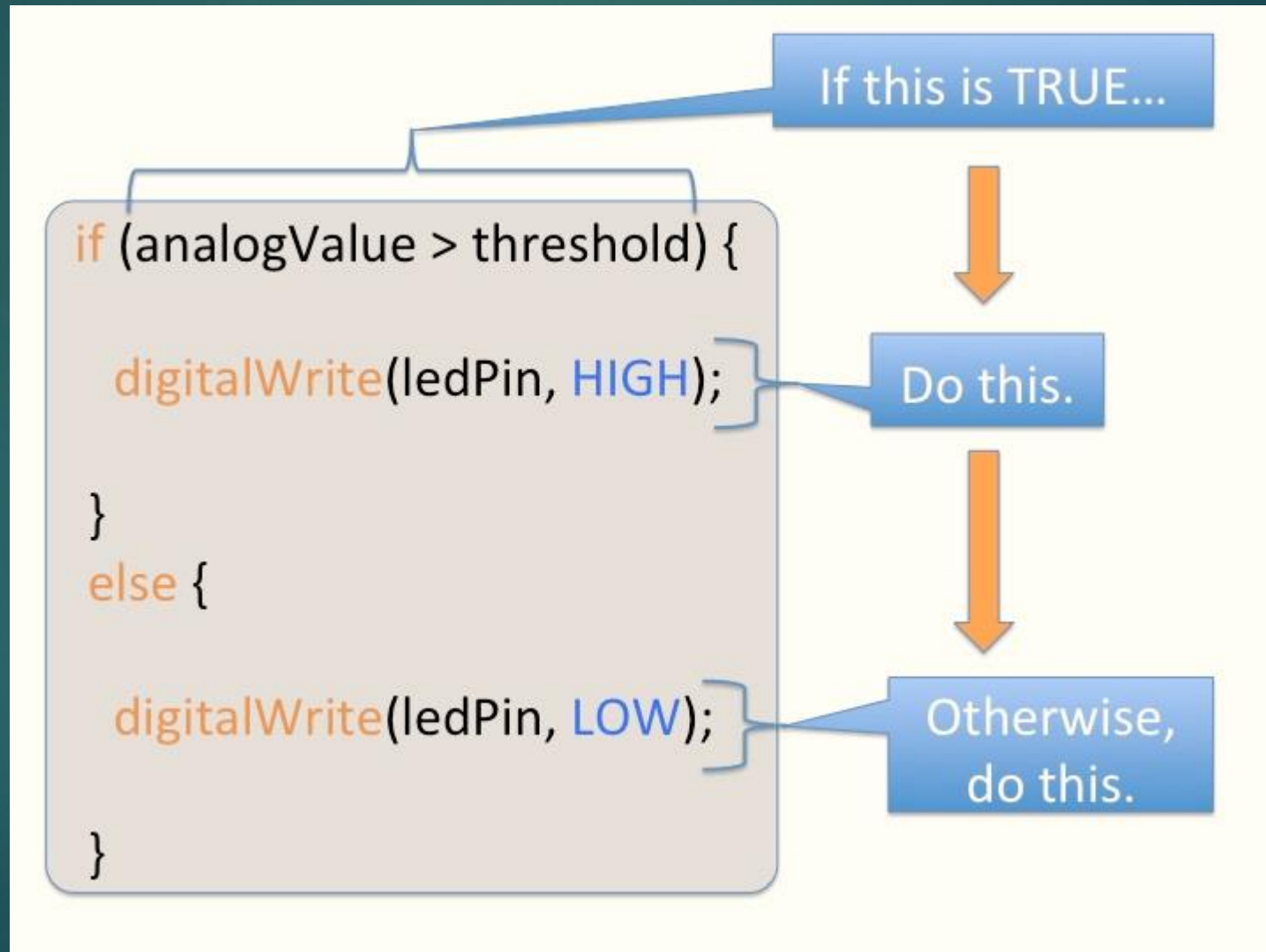
[Ειδικές Εντολές-συναρτήσεις](#)

Προγραμματισμός-βασικές δομές ελέγχου

- if (δομή ελέγχου μίας συνθήκης)
- if ... else (δομή ελέγχου πολλαπλών συνθηκών)
- for (δομή επαναληπτικού ελέγχου συνθήκης)
- while (δομή επαναληπτικού ελέγχου συνθήκης)
- do ... while (δομή επαναληπτικού ελέγχου συνθήκης)
- switch ... case (δομή ελέγχου περιπτώσεων)
- break (εντολή διακοπής μιας επαναληπτικής δομής)
- continue (εντολή παράλειψης της τρέχουσας επανάληψης)
- return (εντολή επιστροφής από μία συνάρτηση)
- goto (εντολή μετάβασης σε κάποιο σημείο του κώδικα)

Προγραμματισμός: Έλεγχος `if ()`

48



Προγραμματισμός : Conditional Statements `if()`

```
void loop()
{
    int buttonState = digitalRead(5);
    if(buttonState == LOW)
    { // do something
    }
    else
    { // do something else
    }
}
```

Τελεστές

50

<Boolean>	Description
() == ()	is equal?
() != ()	is not equal?
() > ()	greater than
() >= ()	greater than or equal
() < ()	less than
() <= ()	less than or equal

Βρόχος – επανάληψη for

51

```
for (initialization; condition; increment) {  
  // statement(s);  
}  
  
/ Dim a LED using a PWM pin  
int PWMpin = 10; // LED in series with 470 ohm resistor on pin 10  
  
void setup() {  
  // no setup needed  
}  
  
void loop() {  
  for (int i = 0; i <= 255; i++) {  
    analogWrite(PWMpin, i);  
    delay(10);  
  }  
}
```

analogRead()

Ο Arduino χρησιμοποιεί 10-bit A/D Converter:

Αυτό σημαίνει ότι δέχεται τιμές από 0 έως 1023 (2^{10})

0 V → 0

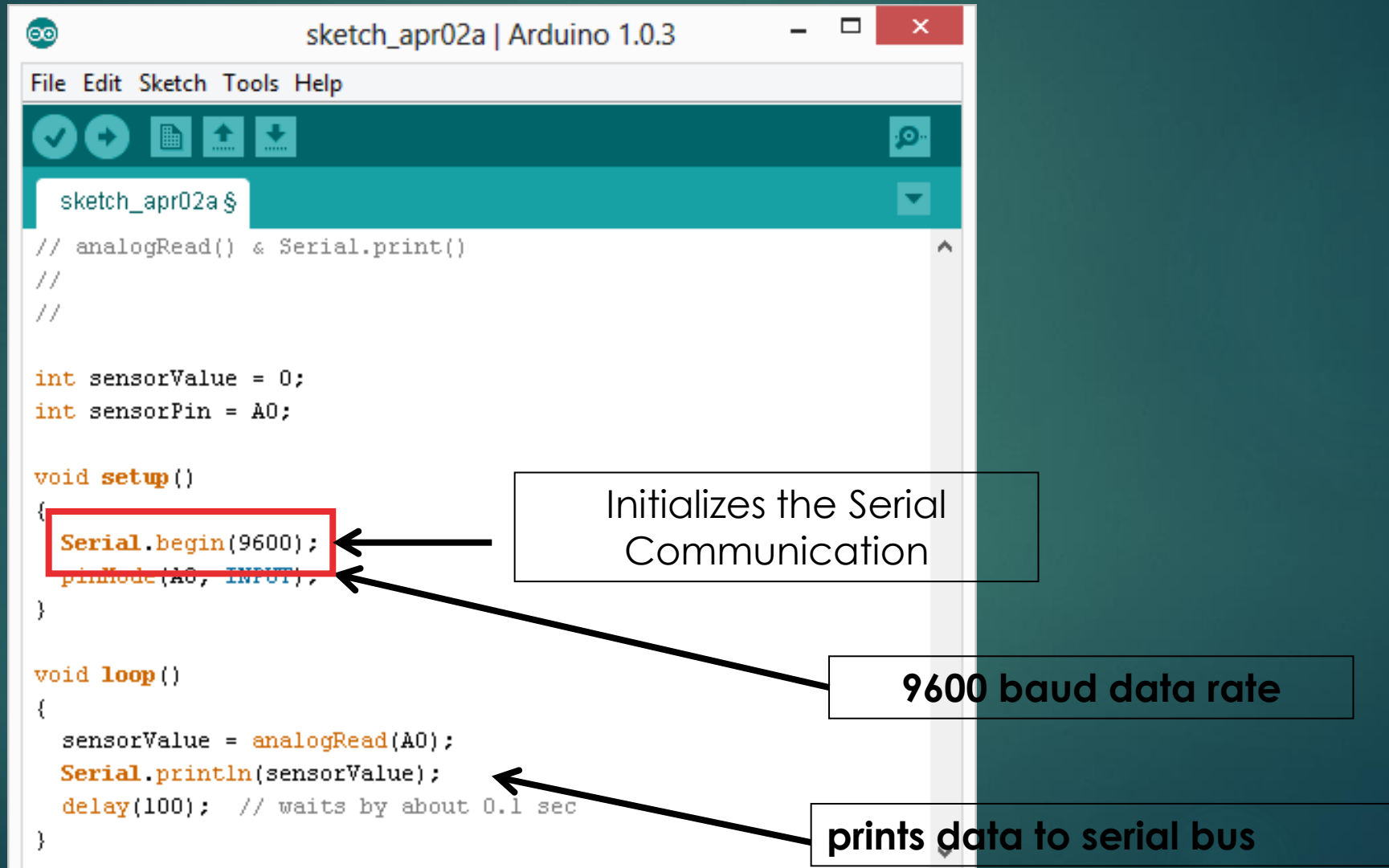
5 V → 1023

Πχ:

```
int sensorValue = analogRead(A0);
```

Serial Monitor & analogRead()

53



```
sketch_apr02a | Arduino 1.0.3
File Edit Sketch Tools Help
sketch_apr02a $
// analogRead() & Serial.print()
//
//
int sensorValue = 0;
int sensorPin = A0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(A0, INPUT);
}

void loop()
{
  sensorValue = analogRead(A0);
  Serial.println(sensorValue);
  delay(100); // waits by about 0.1 sec
}
```

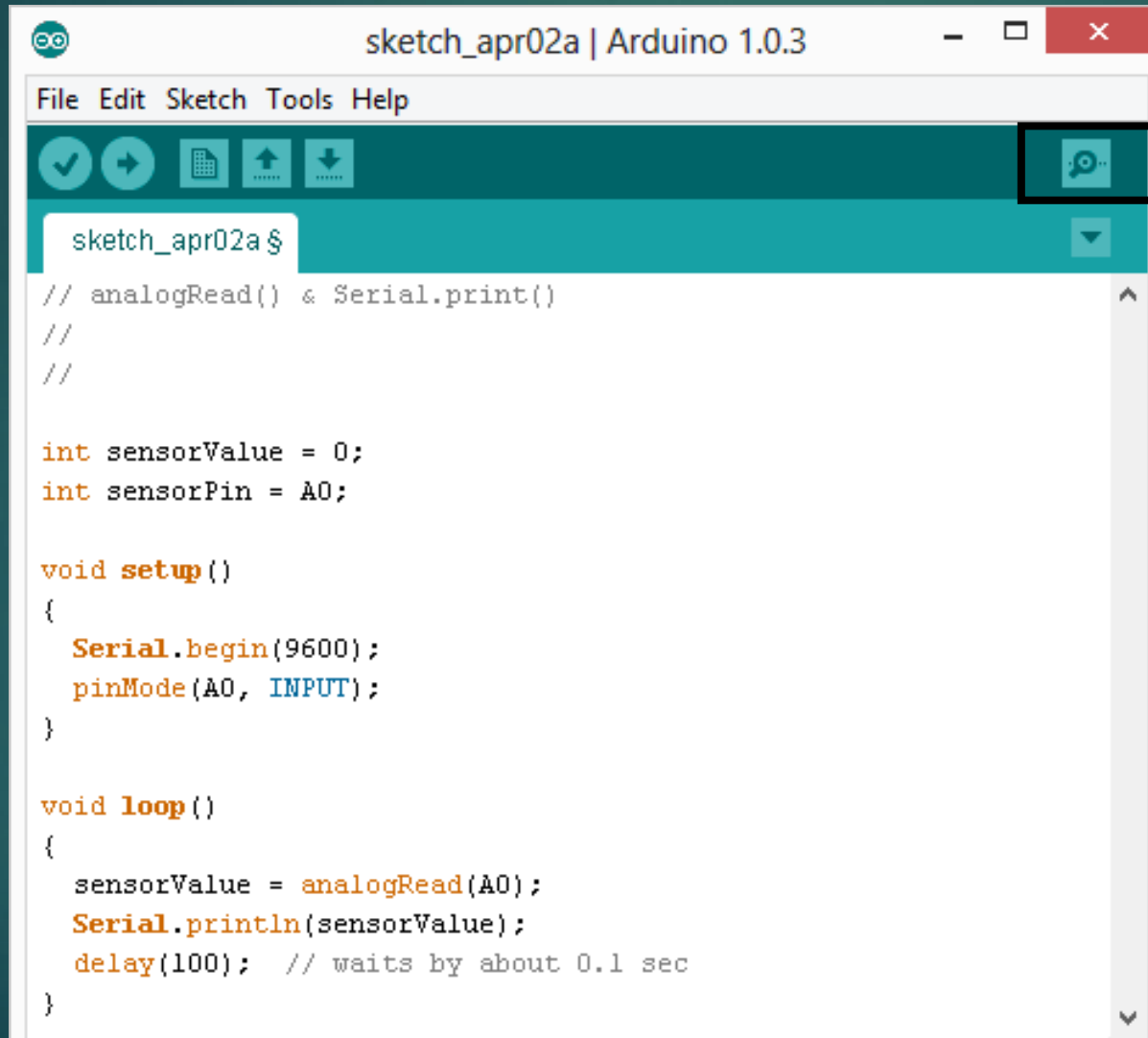
Initializes the Serial Communication

9600 baud data rate

prints data to serial bus

Serial Monitor & analogRead()

54



```
sketch_apr02a | Arduino 1.0.3
File Edit Sketch Tools Help
sketch_apr02a $
// analogRead() & Serial.print()
//
//
int sensorValue = 0;
int sensorPin = A0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(A0, INPUT);
}

void loop()
{
  sensorValue = analogRead(A0);
  Serial.println(sensorValue);
  delay(100); // waits by about 0.1 sec
}
```

Opens up a Serial Terminal Window

Ιστοσελίδες για δημιουργία project

<https://www.arduino.cc/>

<http://blog.ardublock.com/>

<http://www.tinkercad.com/>

<https://fritzing.org/>