



**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ :  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΥΤΟΙΣΟΡΡΟΠΟΥΜΕΝΟΥ  
ΔΙΤΡΟΧΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ**

Πασχάλης Ζυγόπουλος

Αναστάσιος Καραμανώλης

Ασπιώτης Σπυρίδων

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

Αθανάσιος Παπασταμούλης

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ**

**2017**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ :  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΥΤΟΙΣΟΡΡΟΠΟΥΜΕΝΟΥ  
ΔΙΤΡΟΧΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ**

Πασχάλης Ζυγόπουλος      Α.Γ.Μ 5117

Αναστάσιος Καραμανώλης      Α.Γ.Μ 5132

Ασπιώτης Σπυρίδων      Α.Γ.Μ 4923

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

Αθανάσιος Παπασταμούλης

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής

Ο καθηγητής

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κατασκευή του αυτοισορροπούμενου δίτροχου μοντέλου που υλοποιήθηκε για την συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία βασίστηκε στην χρήση του ψηφιακού μικροελεγκτή Arduino Nano ο οποίος προγραμματίστηκε για να εξασφαλίσει την ισορροπία του δίτροχου οχήματος με τη βοήθεια ενός Accelerometer. Τα υπόλοιπα εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν είναι ένα Motor Driver μια πηγή τροφοδοσίας με μπαταρίες και οι δύο τροχοί. Η αυτόνομη ισορροπία του μοντέλου επιτεύχθηκε με την ταυτόχρονη λειτουργία όλων των προαναφερθέντων εξαρτημάτων. Η αναλυτική περιγραφή των εξαρτημάτων και τα βήματα της κατασκευής θα αναφερθούν στα παρακάτω κεφάλαια.



## **ABSTRACT**

The construction of the self-leveling two-wheeled model implemented for this thesis was based on the use of the Arduino Nano digital micro controller, which was programmed to ensure the equilibrium of the two-wheeled vehicle with the help of an Accelerometer. The other components used are a Motor Driver a battery powered source and two wheels. The autonomous equilibrium of the model was achieved by the simultaneous operation of all the aforementioned components. The detailed description of the components and the steps of construction will be given in the chapters below.



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η κατασκευή ενός αυτοισορροπούμενου δίτροχου μοντέλου με τη χρήση μικρό ελεγχτή Arduino. Ο μεθοδικός προγραμματισμός του μικροελεγκτή και η σύνδεσή του με όλες τις ηλεκτρικές παροχές που θα τον αποτελούν θα ευθύνονται για την αυτόνομη ισορροπία της κατασκευής. Όλες οι παροχές και τα εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν θα αναλυθούν στα παρακάτω κεφάλαια της εργασίας.



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή ηλεκτροτεχνίας κ. Αθανάσιο Παπασταμούλη που μας ανέθεσε την συγκεκριμένη πτυχιακή και συνέβαλε καθοριστικά στην υλοποίησή της καθώς δεν υπήρχε στιγμή που να μην μας έλυσε έστω και την παραμικρή απορία σχετικά με τη κατασκευή.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ARDUINO

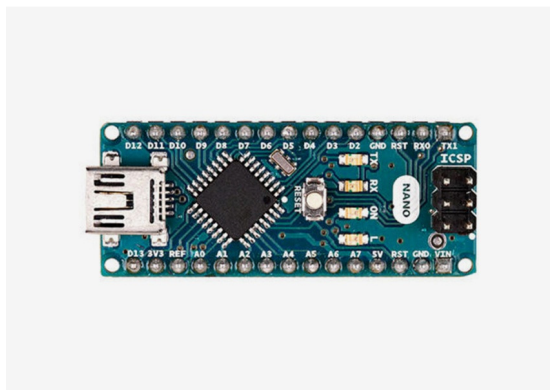
Όπως το περιγράφει ο δημιουργός του, το Arduino είναι μια «ανοικτού κώδικα» πλατφόρμα «πρωτοτυποποίησης» ηλεκτρονικών βασισμένη σε ευέλικτο και εύκολο στη χρήση hardware και software που προορίζεται για οποιονδήποτε έχει λίγη προγραμματιστική εμπειρία, στοιχειώδεις γνώσεις ηλεκτρονικών και ενδιαφέρεται να δημιουργήσει διαδραστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα. Στην ουσία, πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega της Atmel και του οποίου όλα τα σχέδια, καθώς και το software που χρειάζεται για την λειτουργία του, διανέμονται ελεύθερα και δωρεάν ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί από τον καθένα. Αφού κατασκευαστεί, μπορεί να συμπεριφερθεί σαν ένας μικροσκοπικός υπολογιστής, αφού ο χρήστης μπορεί να συνδέσει επάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ARDUINO NANO

Το Arduino Nano είναι ένας απλός εξαιρετικά μικρός μικροελεγχτής, βασισμένος σε πλατφόρμα i / o και ανοιχτό κώδικα. Σχετικά με την προηγούμενη έκδοση του Arduino Nano Diecimila, κατέχει ένα μεγάλο πλεονέκτημα στον όγκο λόγω της μικρής κατασκευής του. Η συγκεκριμένη έκδοση του Arduino δεν παρουσιάζει καμία απολύτως διαφορά από όλες τις προηγούμενες. Διαφορετικά χαρακτηριστικά αυτής της έκδοσης που θα μπορούσαν να αναφερθούν είναι η έλλειψη αυτόνομης τροφοδοσίας και η λειτουργία του εξαρτήματος με mini usb cable. Το Arduino Nano είναι και η έκδοση του ψηφιακού μικροελεγχτή που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή.





## Τεχνικές Παράμετροι

Θύρα ψηφιακής εισόδου / εξόδου D2 ~ D13,

Θύρα αναλογικής εισόδου A0 ~ A7

TTL της σειριακής θύρας RX / TX

Θύρες PWM, D3, D5, D6, D9, D10, D11,

Μικροεπεξεργαστής Atmel : Atmel328P-AU

Υποστηρίζουν τη λήψη και την τροφοδοσία USB

Υποστηρίζουν εξωτερική τροφοδοσία 5V ~ 12V DC

Υποστηρίζουν τροφοδοσία μπαταρίας 9V

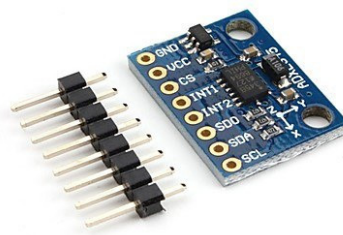
Υποστήριξη ISP Download



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ACCELEROMETER ADXL 345

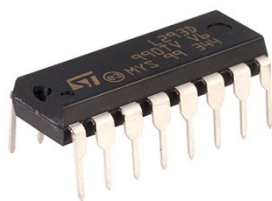
Τα accelerometer είναι ηλεκτρομηχανικές συσκευές που ανιχνεύουν είτε στατικές είτε δυναμικές δυνάμεις επιτάχυνσης. Οι στατικές δυνάμεις περιλαμβάνουν τη βαρύτητα, ενώ οι δυναμικές δυνάμεις μπορούν να περιλαμβάνουν κραδασμούς και κίνηση. Τα accelerometer μπορούν να μετρήσουν την επιτάχυνση σε έναν, δύο ή τρεις άξονες. Οι μονάδες τριών αξόνων καθίστανται πιο συνηθισμένες. Γενικά, αισθητήρια αυτά περιέχουν εσωτερικά χωρητικά πλακίδια. Ορισμένα από αυτά είναι σταθερά, ενώ άλλα είναι προσαρτημένα σε μικροσκοπικά ελατήρια που κινούνται εσωτερικά, καθώς οι δυνάμεις επιτάχυνσης δρουν στον αισθητήρα. Καθώς αυτές οι πλάκες κινούνται σε σχέση μεταξύ τους, η χωρητικότητα μεταξύ τους αλλάζει. Από αυτές τις αλλαγές στην χωρητικότητα, μπορεί να προσδιοριστεί η επιτάχυνση. Στην συγκεκριμένη κατασκευή χρησιμοποιήθηκε accelerometer triple axis (3-Axis) με ανάλυση 13 bit και μέτρηση έως και +/- 16g.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### MOTOR DRIVER L293D

Ένα motor driver είναι ένας μικρός ενισχυτής ρεύματος. Η λειτουργία των motor driver είναι να πάρει ένα σήμα ελέγχου χαμηλού ρεύματος και στη συνέχεια να το μετατρέψει σε σήμα υψηλότερου ρεύματος που μπορεί να οδηγήσει έναν κινητήρα. Το L293D που χρησιμοποιείται στην συγκεκριμένη κατασκευή, είναι ένας μονολιθικός οδηγός υψηλής τάσης, 4 καναλιών. Μπορεί να παρέχει ένα μέγιστο ρεύμα 600mA ανά κανάλι. Το τσιπ L293D είναι επίσης αυτό που είναι γνωστό ως τύπος H - Γέφυρα. Η γέφυρα H είναι τυπικά ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που επιτρέπει την εφαρμογή τάσης σε ένα φορτίο προς οποιαδήποτε κατεύθυνση προς μία έξοδο.



## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ευρεία περιοχή παροχής τάσης: 4,5 V έως 36 V

Ξεχωριστή εισαγωγή-λογική παροχή

Εσωτερική προστασία ESD

Θερμική διακοπή λειτουργίας

Ρεύμα εξόδου 1 A ανά κανάλι (600 mA για L293D)

Μέγιστο ρεύμα εξόδου 2 A ανά κανάλι (1,2 A για L293D)

Δίοδοι σφικτήρων εξόδου για επαγωγικές

Μεταβατική καταστολή L293D



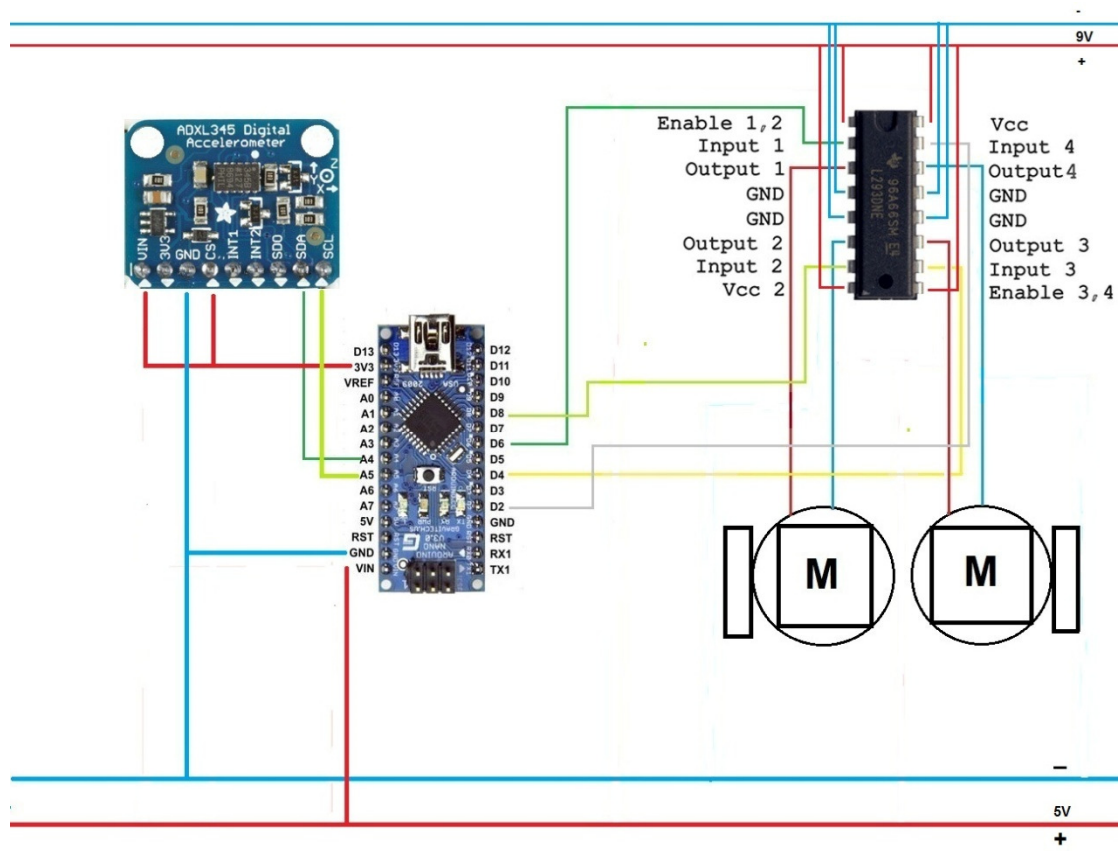
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



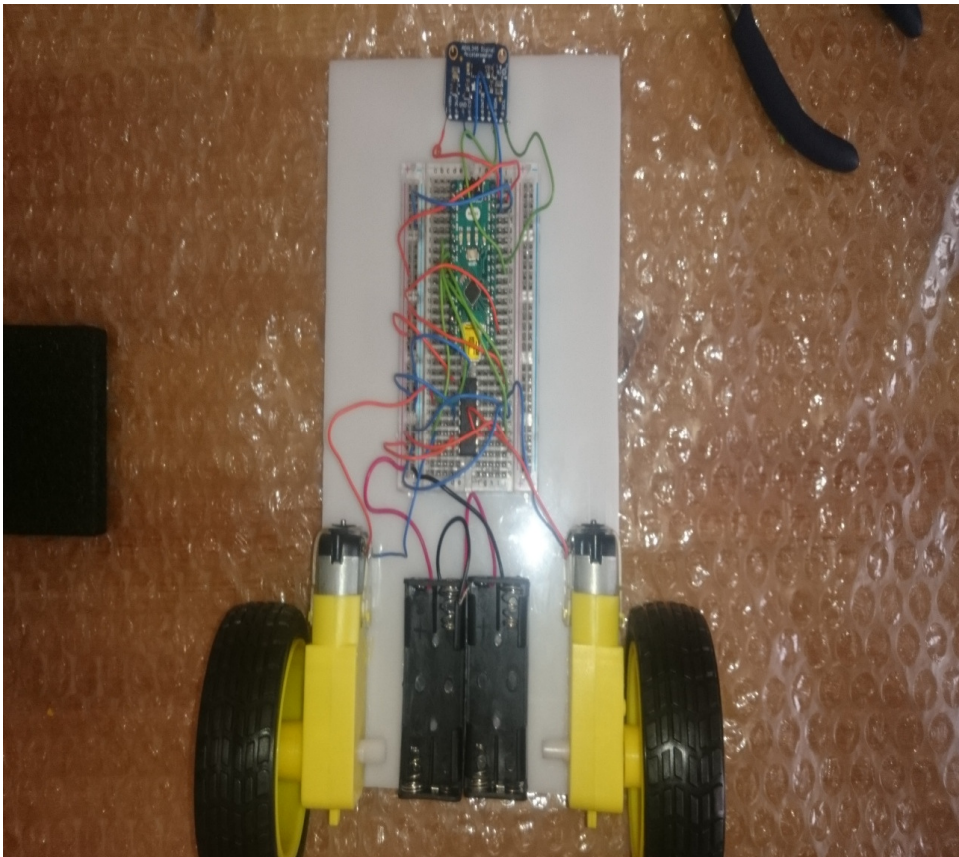
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 1

# ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 2

## ΤΕΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



**ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 3**

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO NANO

```
#include <Wire.h>
#define DEVICE (0x53) // Device address as specified in data sheet
byte _buff[6];
char POWER_CTL = 0x2D; //Power Control Register
char DATA_FORMAT = 0x31;
char DATA0 = 0x32; //X-Axis Data 0
char DATA1 = 0x33; //X-Axis Data 1
char DATAY0 = 0x34; //Y-Axis Data 0
char DATAY1 = 0x35; //Y-Axis Data 1
char DATAZ0 = 0x36; //Z-Axis Data 0
char DATAZ1 = 0x37; //Z-Axis Data 1

int led = 13;
int flat = 40;

int forward_thresh = flat + 20;
int backward_thresh = flat - 20;
int output1 = 0;
int output2 = 0;

int motora = 2;
int motora1 = 4;
int motorb = 6;
int motorb1 = 8;

void setup()
{
  Wire.begin(); // join i2c bus (address optional for master)
  Serial.begin(9600); // start serial for output. Make sure you set your Serial
  Monitor to the same!
  Serial.print("init");
```



```

//Put the ADXL345 into +/- 4G range by writing the value 0x01 to the
DATA_FORMAT register.
writeTo(DATA_FORMAT, 0x01);
//Put the ADXL345 into Measurement Mode by writing 0x08 to the
POWER_CTL register.
writeTo(POWER_CTL, 0x08);
pinMode(led,OUTPUT);
pinMode (motora, OUTPUT);
pinMode (motora1, OUTPUT);
pinMode (motorb, OUTPUT);
pinMode (motorb1, OUTPUT);
//Serial.println(forward_thresh);
//Serial.println(backward_thresh);
}
void loop()
{
readAccel(); // read the x/y/z tilt
}

void readAccel() {
uint8_t howManyBytesToRead = 6;
readFrom( DATA_X0, howManyBytesToRead, _buff); //read the acceleration
data from the ADXL345
// each axis reading comes in 10 bit resolution, ie 2 bytes. Least Significant Byte
first!!
// thus we are converting both bytes in to one int
int x = (((int)_buff[1]) << 🤩 | _buff[0]);
int y = (((int)_buff[3]) << 🤩 | _buff[2]);
int z = (((int)_buff[5]) << 🤩 | _buff[4]);
Serial.print("x: ");
Serial.print( x );
Serial.print(" y: ");
Serial.print( y );
Serial.print(" z: ");
Serial.println( z )

```

```
output1 = map (z,forward_thresh , 100, 0, 255);  
output2 = map (z,backward_thresh, -100, 0, 255);
```

```
    analogWrite(motora, output1);  
    analogWrite(motorb, output1);  
    analogWrite(motora1, output2);  
    analogWrite(motorb1, output2);  
    delay(100);
```

```
    }
```

```
void writeTo(byte address, byte val) {
```

```
Wire.beginTransmission(DEVICE); // start transmission to device
```

```
Wire.write(address); // send register address
```

```
Wire.write(val); // send value to write
```

```
Wire.endTransmission(); // end transmission
```

```
}
```

```
// Reads num bytes starting from address register on device in to _buff array
```

```
void readFrom(byte address, int num, byte _buff[]) {
```

```
Wire.beginTransmission(DEVICE); // start transmission to device
```

```
Wire.write(address); // sends address to read from
```

```
Wire.endTransmission(); // end transmission
```

```
Wire.beginTransmission(DEVICE); // start transmission to device
```

```
Wire.requestFrom(DEVICE, num); // request 6 bytes from device
```

```
int i = 0;
```

```
while(Wire.available()) // device may send less than requested (abnormal)
```

```
{
```

```
  _buff[i] = Wire.read(); // receive a byte
```

```
  i++;
```

```
}
```

```
Wire.endTransmission(); // end transmission
```

```
}
```

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## 1. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ARDUINO

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

<https://deltahacker.gr/arduino-intro/>

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΠΑΡΘΗΚΑΝ ΕΠΙΣΗΣ ΑΠΟ ΥΛΙΚΟ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ.

## 2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

<http://www.instructables.com/id/Arduino-Nano-Segway/>



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	4
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	
ARDUINO .....	7
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>	
ARDUINO NANO.....	8
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.....	9
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>	
ACCELEROMETER.....	10
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b>	
MOTOR DRIVER.....	11
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....	12
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b>	
ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b>	
6.1 ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO NANO.....	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7</b>	
7.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	19