

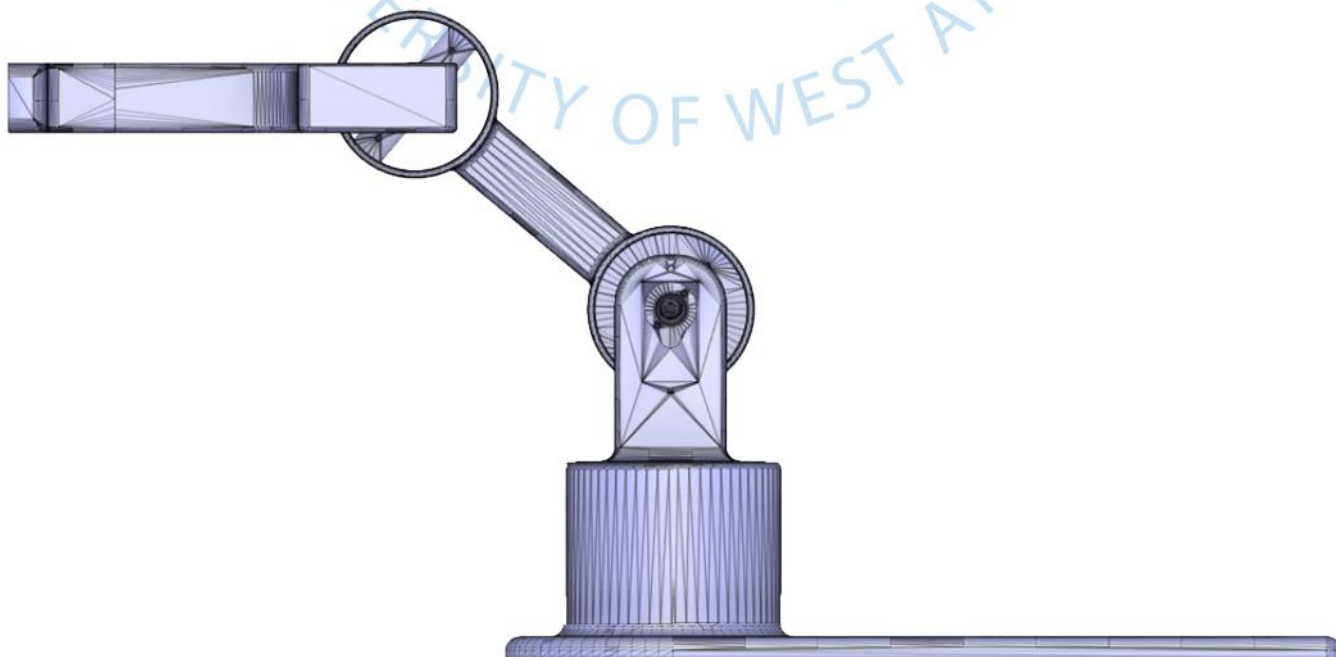


ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΣΠΑΓΑΔΩΡΟΣ 44899  
ΜΑΡΙΟΣ ΤΟΠΑΡΟΠΟΥΛΟΣ 43950

2017-2018

ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΣ ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ  
3ων ΒΑΘΜΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ



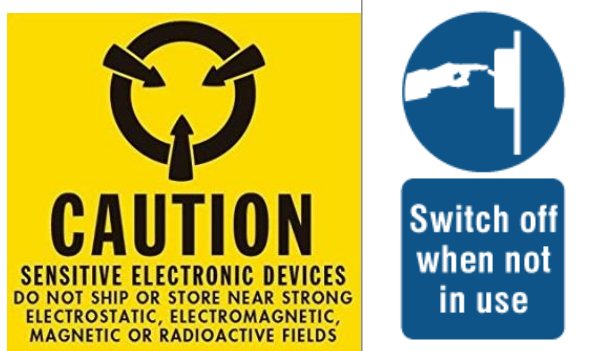
## Περιεχόμενα

<b>1. Κανόνες Σωστής Λειτουργίας και Ασφάλειας .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Κατασκευαστικά Μέρη του Ρομποτικού Βραχίονα (Hardware) .....</b>	<b>4</b>
Μηχανικός Βραχίονας.....	4
Χαρακτηριστικά ARDUINO UNO Uno R3 .....	5
Κινητήρες Ρομποτικού Βραχίονα .....	7
Arduino UNO R3 Pinouts .....	9
Συνδεσμολογία και χρήση LED .....	11
Παρουσίαση Μηχανικών Εξαρτημάτων από τα οποία απαρτίζεται ο βραχίονας.....	12
Ο Ρομποτικός Βραχίονας στο Σύνολο του .....	17
<b>3. FlowChart Κώδικα.....</b>	<b>20</b>
<b>4. Κώδικας του Ρομποτικού Βραχίονα σε γλώσσα C για Arduino IDE .....</b>	<b>21</b>
<b>5. Εικόνες του Ρομποτικού Βραχίονα μας .....</b>	<b>26</b>
<b>6. Πηγές &amp; Βιβλιογραφία.....</b>	<b>27</b>

## 1. Κανόνες Σωστής Λειτουργίας και Ασφάλειας

**ΠΡΟΣΟΧΗ!!** Για την σωστή λειτουργία του εξοπλισμού αλλά και την ασφάλεια του χρήστη πρέπει να τηρηθούν οι ακόλουθοι κανόνες χρήσης κατά την οποιαδήποτε επαφή του χρήστη με τον βραχίονα:

- Βεβαιωθείτε ότι ο ρομποτικός βραχίονας έχει αρκετό ελεύθερο χώρο λειτουργίας κατά την διάρκεια λειτουργίας του.
- Βεβαιωθείτε, πριν από την λειτουργία του, πως ο βραχίονας είναι σωστά τοποθετημένος στο έδαφος, και το έδαφος δεν φέρει οπουδήποτε κλήση.
- Βεβαιωθείτε πως η επιφάνεια πάνω στην οποία θα κινείται ο βραχίονας είναι επίπεδη.
- Μην τοποθετείτε αντικείμενα, χέρια κ.τ.λ. κοντά στον ρομποτικό βραχίονα κατά την κίνηση του.
- Αν ο βραχίονας λειτουργεί πάνω στην επιφάνεια εργασίας, τότε συνιστάτε η αποφυγή εισόδου ξένων αντικειμένων, στον χώρο λειτουργίας (400mm X 200mm X 200mm WxLxH), κατά την διάρκεια εκτέλεσης κίνησης του βραχίονα.
- Μόνο την διάρκεια κατά την οποία το LED-STOP\*1 του βραχίονα είναι αναμμένο, μπορείτε να αντιδράσετε με τον βραχίονα και να εισέλθετε στον χώρο του βραχίονα , προσέχοντας όμως για οποιαδήποτε αναπάντεχη και στιγμιαία ενεργοποίηση του βραχίονα.
- Αν και εφόσον τα LED του Controller είναι σβηστά τότε ο βραχίονας είναι απενεργοποιημένος και δεν περνάει τάση μέσα από κανένα μέρος του. Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης μπορεί να δράσει-τροποποιήσει οποιοδήποτε μέρος του βραχίονα.



## 2. Κατασκευαστικά Μέρη του Ρομποτικού Βραχίονα (Hardware)

Ο βραχίονας αποτελείται από τον ελεγκτή (controller), τον μηχανικό βραχίονα και τον πίνακα ενδείξεων.

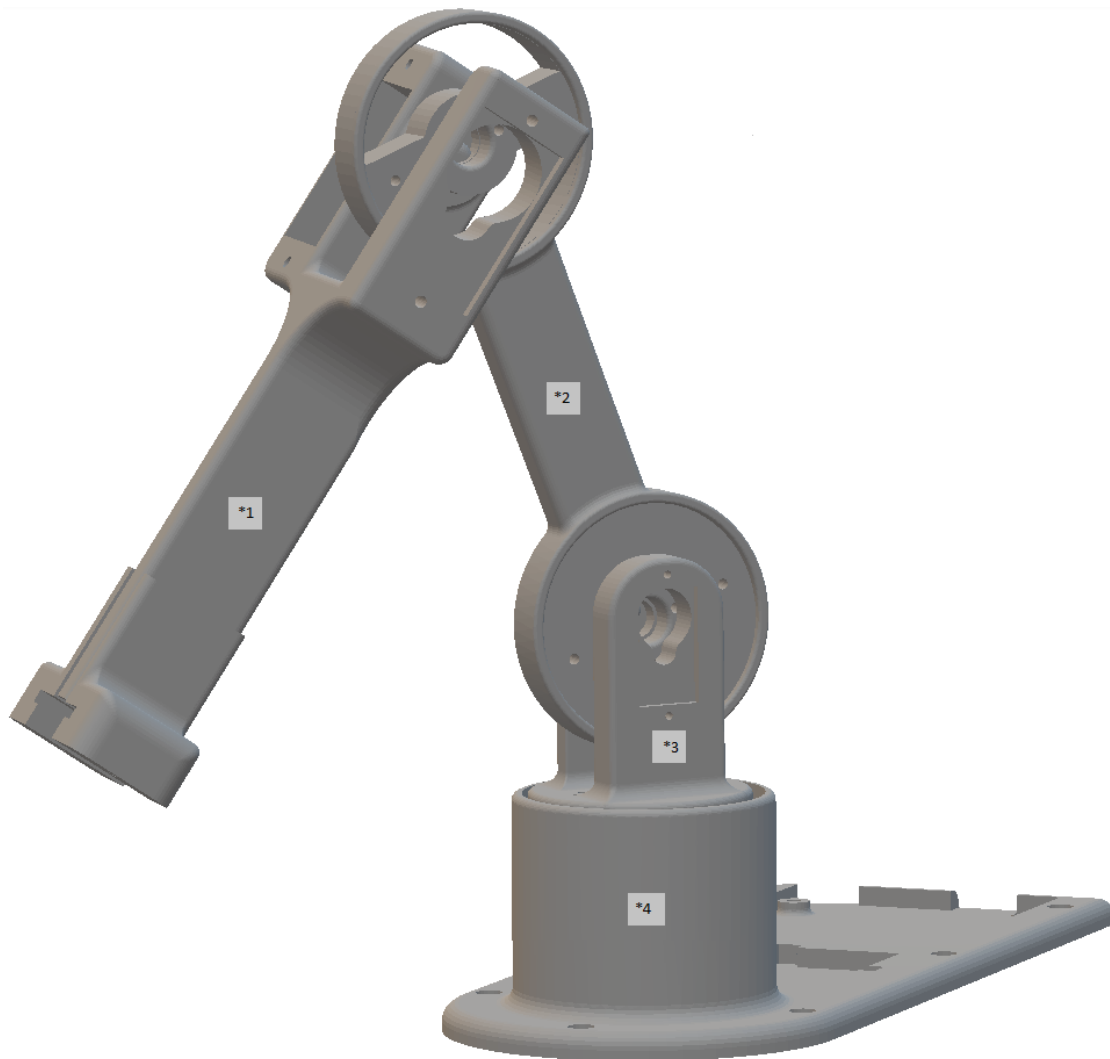
### **Μηχανικός Βραχίονας**

Σαν μηχανικός βραχίονας, αποτελείται από τις ράβδους και τις αρθρώσεις (σώμα και αγκώνας), την βάση, τις μηχανές κίνησης (servo motors), την πύλη ενέργειας (power supply) και το άκρο εργασίας.

Ο ίδιος ο φυσικός βραχίονας της εργασίας, κατασκευάστηκε από 3D printer με PLA PLASTIC.

Ο βραχίονας της εργασίας απεικονίζεται στην φωτογραφία από κάτω μαζί με τα διακριτά μέρη του.

Τα μηχανικά μέρη, που απαρτίζουν τον βραχίονα, αποτελούν τον «σκελετό» του βραχίονα .

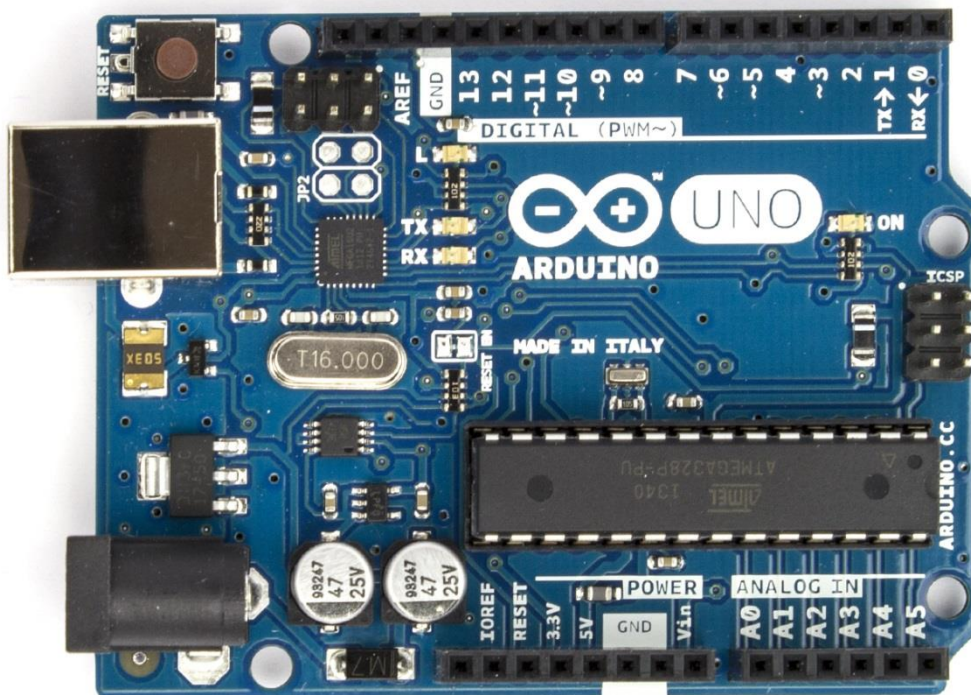


1. Πήχης
2. Βραχίονας
3. Ωμος
4. Βάση

Για τον «εγκέφαλο» του βραχίονα γίνεται χρήση ενός Arduino Uno. Ο Arduino είναι ένας μικρό-ελεγκτής μονής πλακέτας με ενσωματωμένο μικρο-ελεγκτή και εισόδους/εξόδους, η οποία έχει προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring.

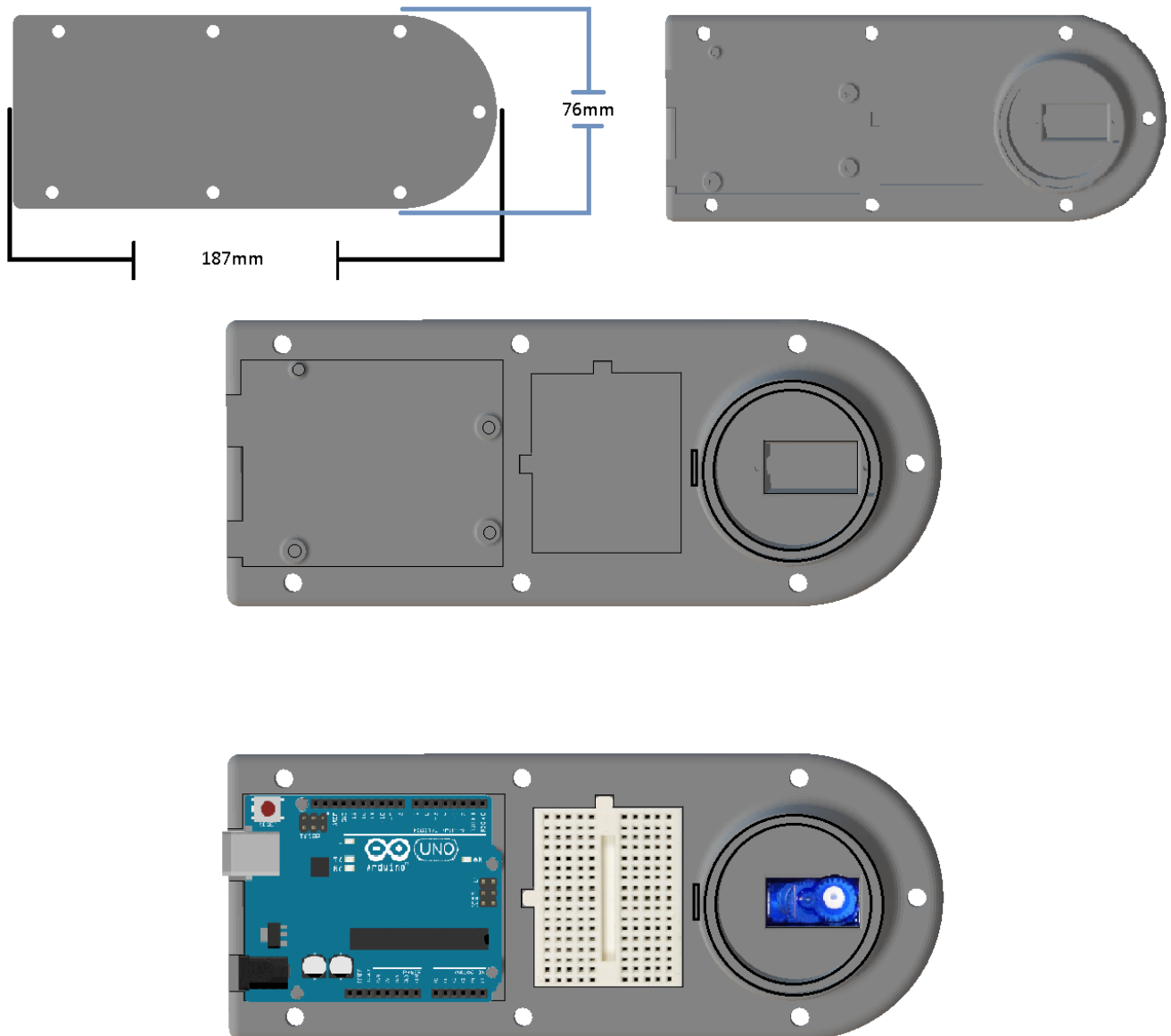
## Χαρακτηριστικά ARDUINO UNO Uno R3

Microcontroller ATmega328
Operating Voltage 5V
Input Voltage (recommended) 7-12V
Input Voltage (limits) 6-20V
Digital I/O Pins 14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins 6
DC Current per I/O Pin 40 mA
DC Current 3.3V Pin 50 mA
Flash Memory 32KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM 2 KB (ATmega328)
EPROM 1 KB (ATmega328)
Clock Speed 16 MHz





Ο μικρό-ελεγκτής τοποθετείται πάνω σε ειδικές βίδες στην βάση, η οποίες βρίσκονται σε ειδικό χώρο φτιαγμένο για το Arduino Uno. Υπάρχει χώρος για την παροχή ρεύματος και το USB καθώς και 4 σημεία βιδώματος.



Μαζί με το Arduino έχει τοποθετηθεί ένα μικρό breadboard των 170 pins για τις διασυνδέσεις του βραχίονα.

Στα δεξιά, εντός του κύκλου, γίνεται διακριτός ο πρώτος κινητήρας του βραχίονα που του προσφέρει στρεπτικότητα στο χώρο.

## Κινητήρες Ρομποτικού Βραχίονα

Για τους κινητήρες έχουν χρησιμοποιηθεί τα ακόλουθα 3 mini-servo :

2x TOWER-PRO MG90S

1x TOWER-PRO SG90

Τα mini-servo αυτά επιλεχθήκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τους εξής λόγους :

- Μεγάλη απόδοση σε σχέση με το μέγεθος των κινητήρων.
- Η οδήγηση τους είναι εύκολη με την χρήση μόνο του Arduino.
- Έχουν υψηλή απόδοση
- Κινούνται γρήγορα και με ακρίβεια στις επιθυμητές γωνίες



### TOWER-PRO MG90S specifications

Weight: 13.4g

Dimension: 22.8×12.2×28.5mm

Stall torque: 1.8kg/cm (4.8V); 2.2kg/cm (6.6V)

Operating speed: 0.10sec/60degree (4.8V); 0.08sec/60degree (6.0V)

Operating voltage: 4.8V~ 6.6V

Temperature range: 0°C \_ 55°C

Dead band width: 1us

Power Supply: Through External Adapter

servo wire length: 25 cm

Servo Plug: JR (Fits JR and Futaba)

servo arms & screws included

It's universal "S" type connector that fits most receivers, including Futaba, JR, Hitec ,GWS, Cirrus, Blue Bird, Blue Arrow, Corona, Berg, Spektrum.

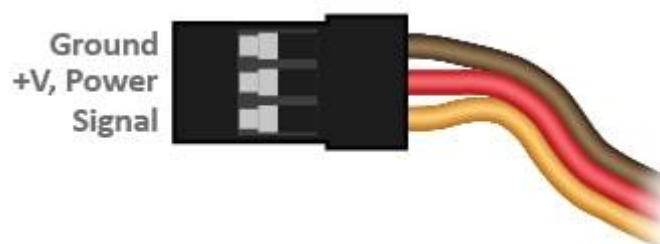
CE & RoHS approved



### TOWER-PRO SG90 specifications

Weight: 9g  
 Dimension: 23×12.2×29mm  
 Stall torque: 1.8kg/cm(4.8v)  
 Gear type: POM gear set  
 Operating speed: 0.12 sec/60degree(4.8v)  
 Operating voltage: 4.8v  
 Temperature range: 0°C\_ 55°C  
 Dead band width: 1us  
 Power Supply: Through External Adapter  
 servo wire length: 25 cm  
 Servo Plug: JR (Fits JR and Futaba)

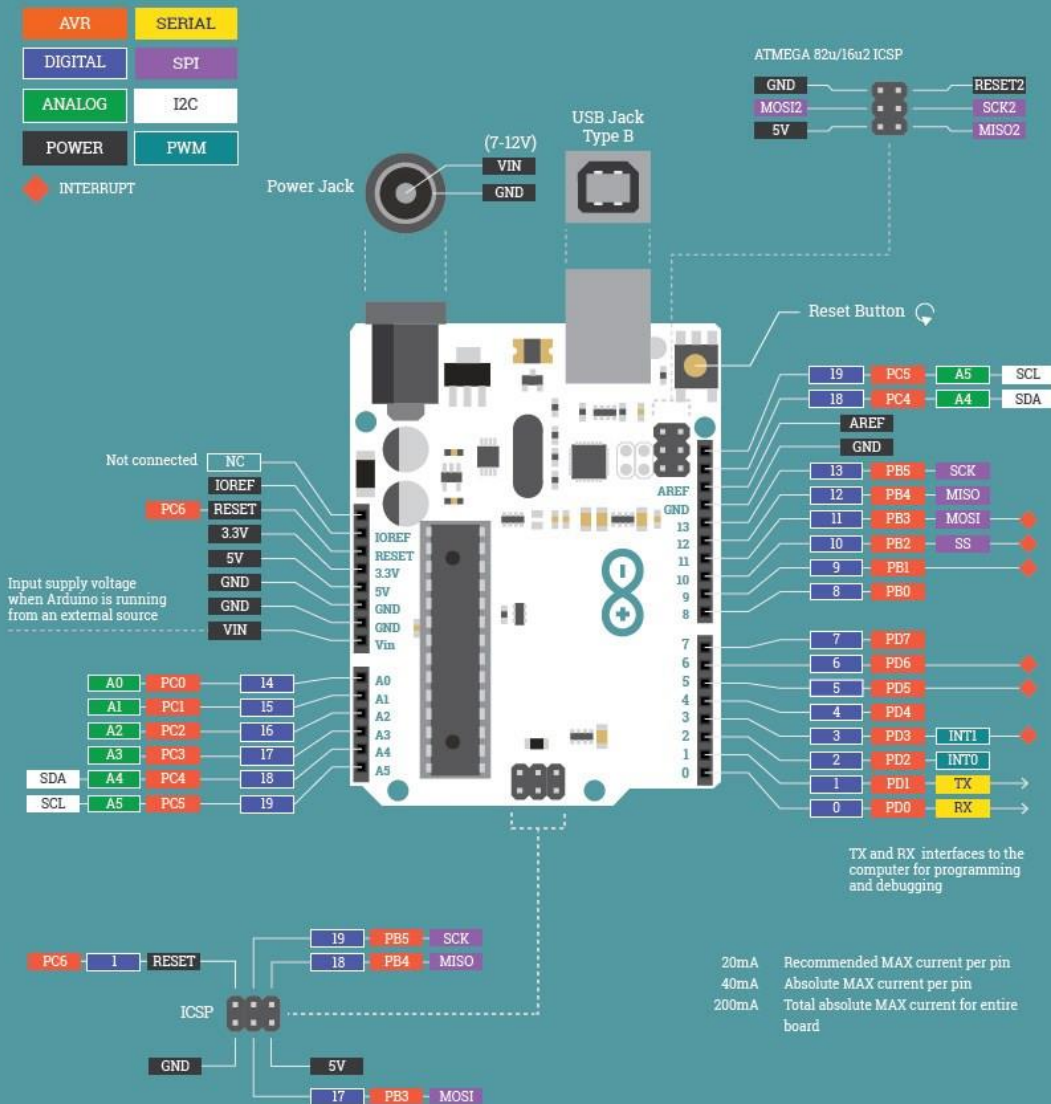
Τα καλώδια σύνδεσης των micro-servo ακολουθούν την παρακάτω συνδεσμολογία :



Όλα τα καλώδια των micro-servo συνδέονται πάνω στο Arduino Uno R3, αφού καλύπτει, εκτός απο την σηματοδότηση του κινητήρα, και την παροχή ρεύματος καθώς και γείωσης.



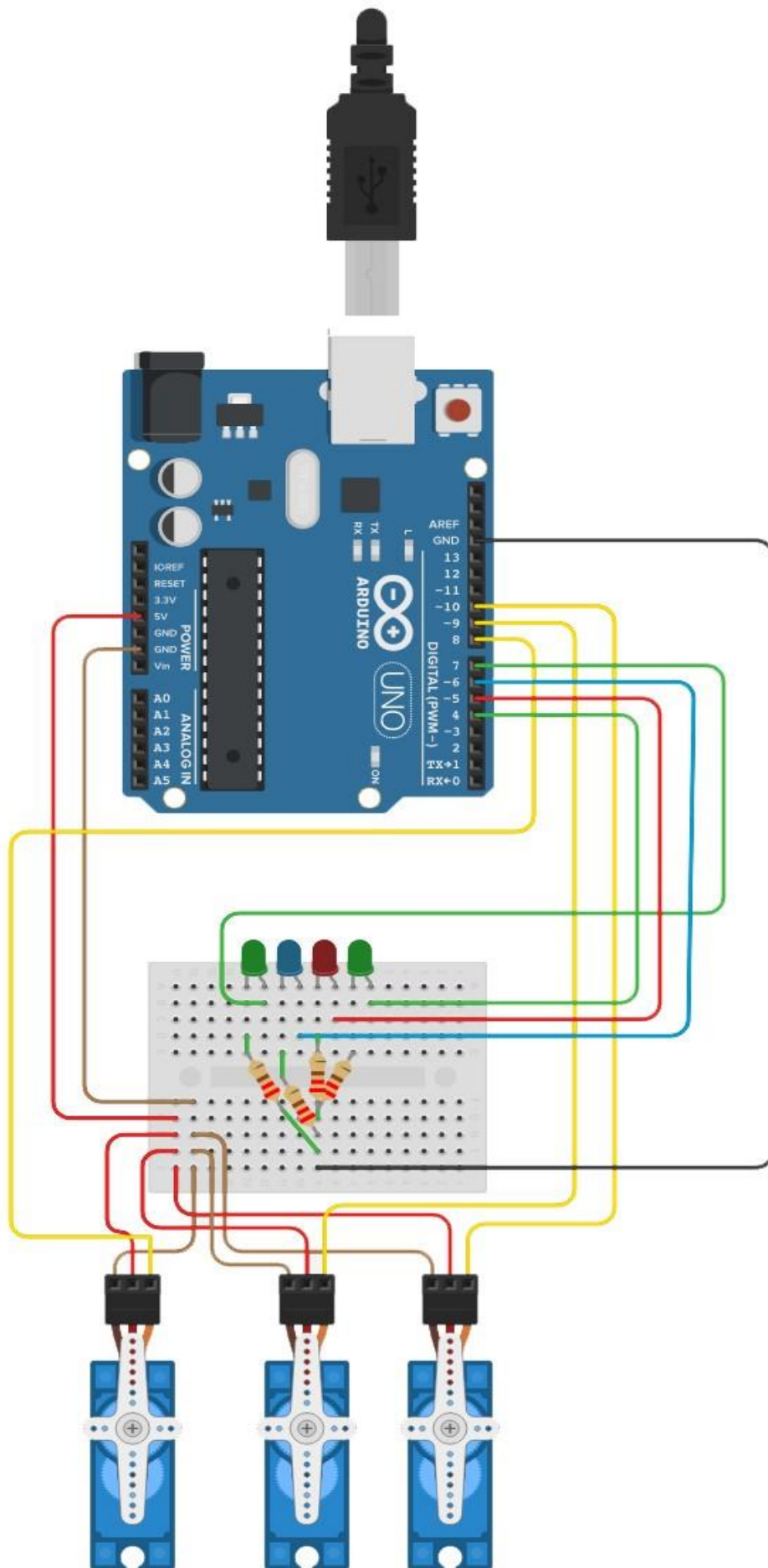
# Arduino UNO R3 Pinouts



Download from:  
[www.tinkrlearnr.com](http://www.tinkrlearnr.com)

Reference:  
Poster based from Pighixxx work  
[www.pighixxx.com](http://www.pighixxx.com)

**TinkrPostr**  
VISUALS for MAKERS AND LEARNERS



## Συνδεσμολογία και χρήση LED



Τα LED χρησιμοποιούνται σαν πίνακας ενδείξεων για την κινητική κατάσταση του βραχίονα. Μέσα στο πρόγραμμα είναι προγραμματισμένα να ανάβουν όταν πληρούνται οι ακόλουθες συνθήκες:

### LED number...

1. Όταν ο βραχίονας βρίσκεται στάσιμος για παραπάνω από 2 δευτερόλεπτα.
2. Όταν η θέση στην οποία θέλουμε να πάει ο βραχίονας είναι μη εφικτή/εκτός ορίων.
3. Όταν ο βραχίονας βρίσκεται σε κατάσταση κίνησης.
4. Μόλις ο βραχίονας φτάσει στην επιθυμητή θέση, για 2 δευτερόλεπτα.

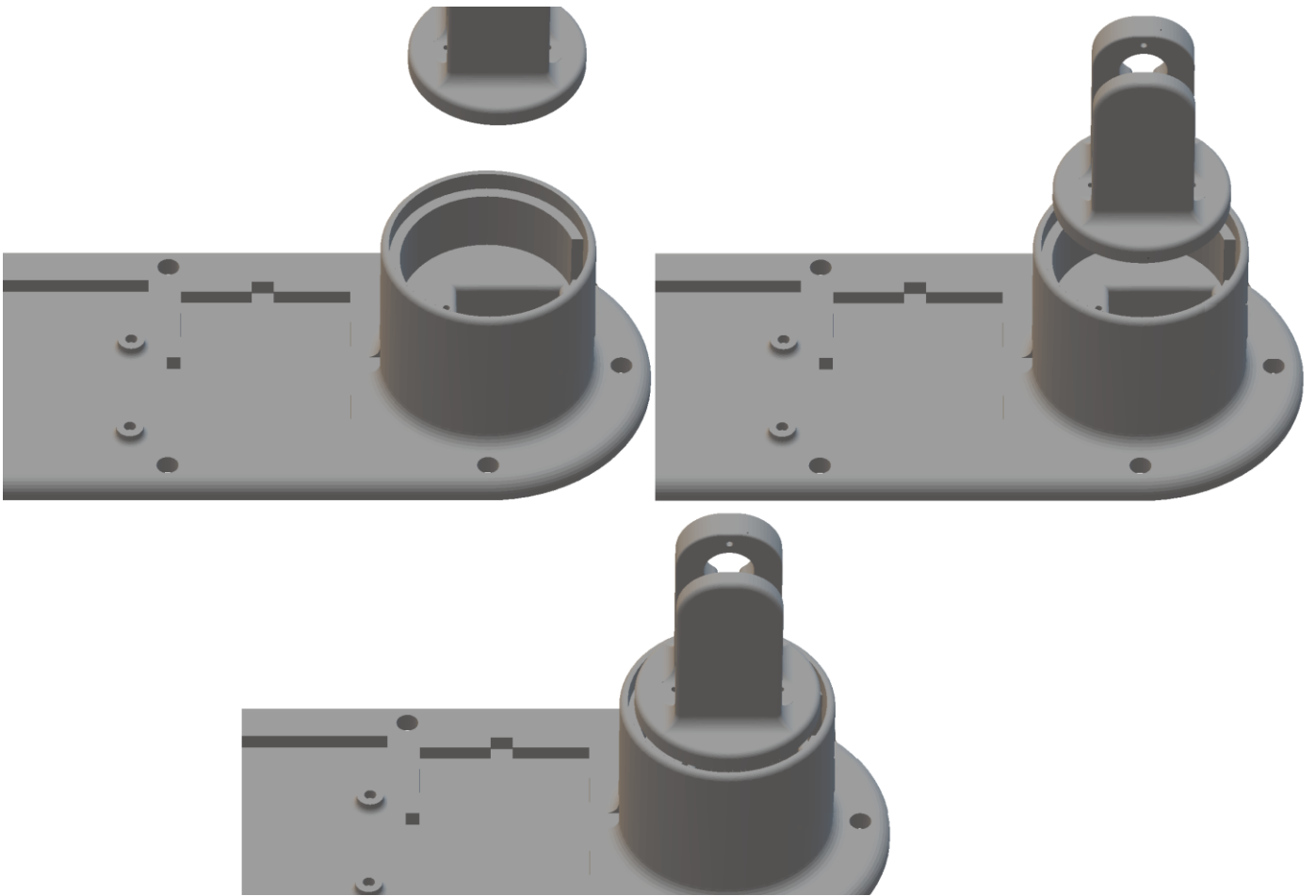
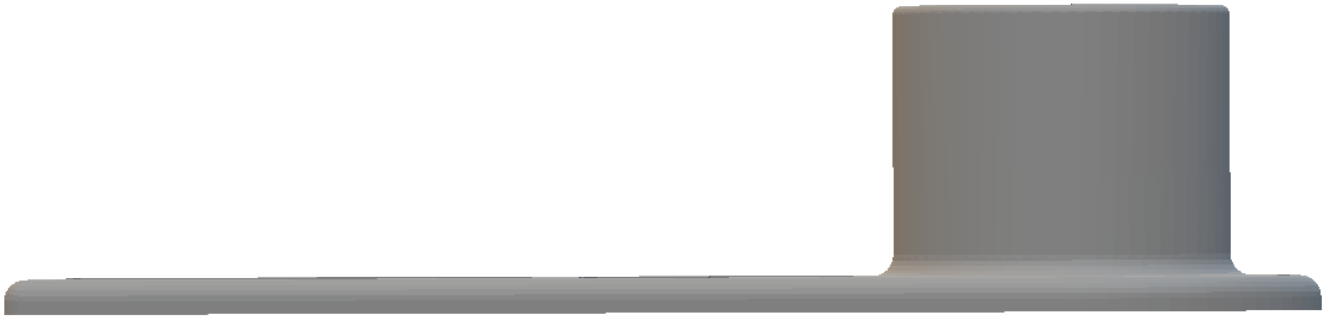
Για την λειτουργία των LED η κάθοδοι είναι συνδεδεμένοι με αντίσταση 220 Ohm και ακολουθεί η γείωση GND πάνω στο Arduino, ενώ η κάθε άνοδος του κάθε LED έχει το δικό της καλώδιο που καταλήγει στο pin 4-7

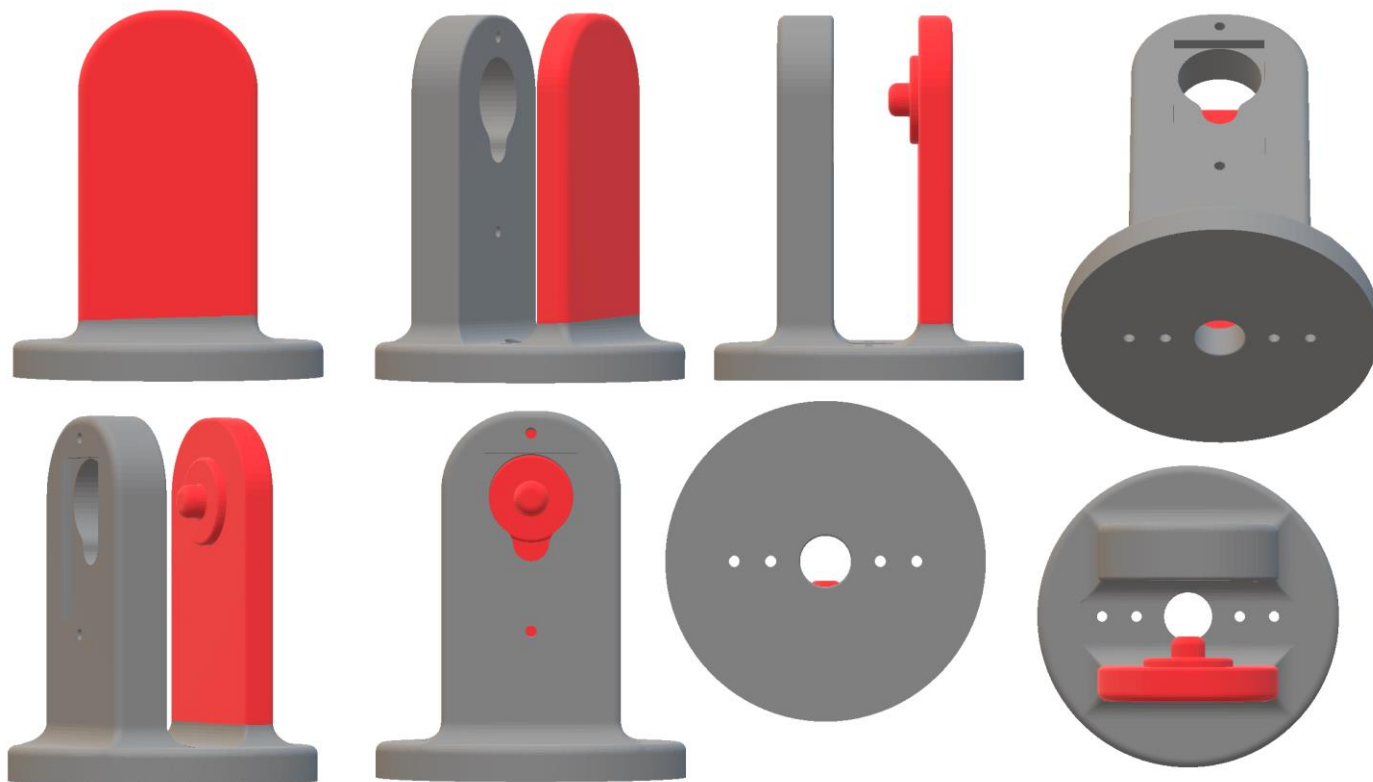
### LED number...

1. Pin 4
2. Pin 5
3. Pin 6
4. Pin 7

## **Παρουσίαση Μηχανικών Εξαρτημάτων από τα οποία απαρτίζεται ο βραχίονας**

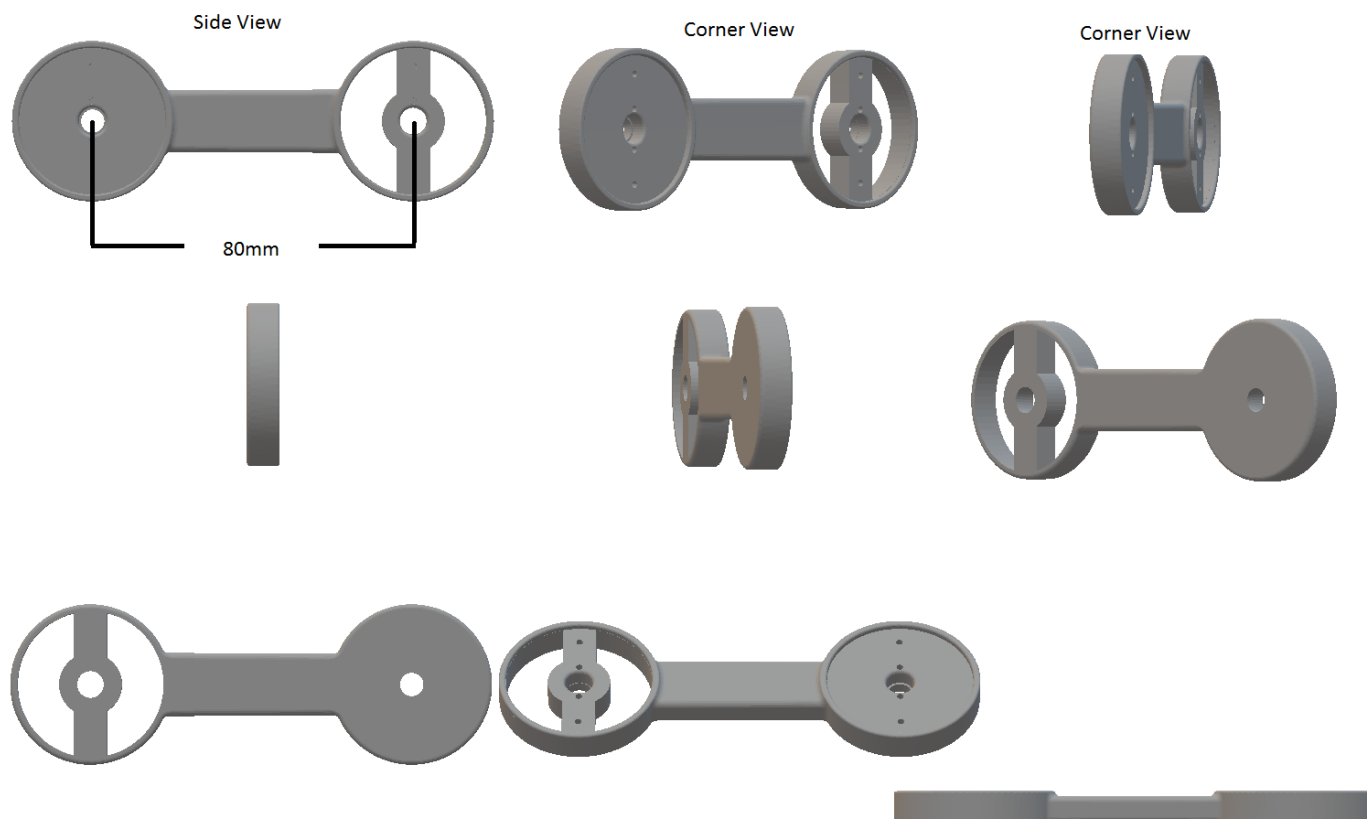
Το Arduino Uno r3 , το breadboard αλλά και οι κινητήρες εφάπτονται πάνω στην βάση και τα υπόλοιπα δομικά μέρη του βραχίονα. Συγκεκριμένα μετρά την βάση, στον κινητήρα εντός του κυλίνδρου, έρχεται να εξάψει ο ώμος. Χρησιμοποιώντας το κυλινδροειδές που δημιουργείτε εσωτερικά του εξωτερικού κυλίνδρου της βάσης, ο ώμος μπορεί και λειτουργεί, όπως θα λειτουργούσε μια κατασκευή με ρουλεμάν.





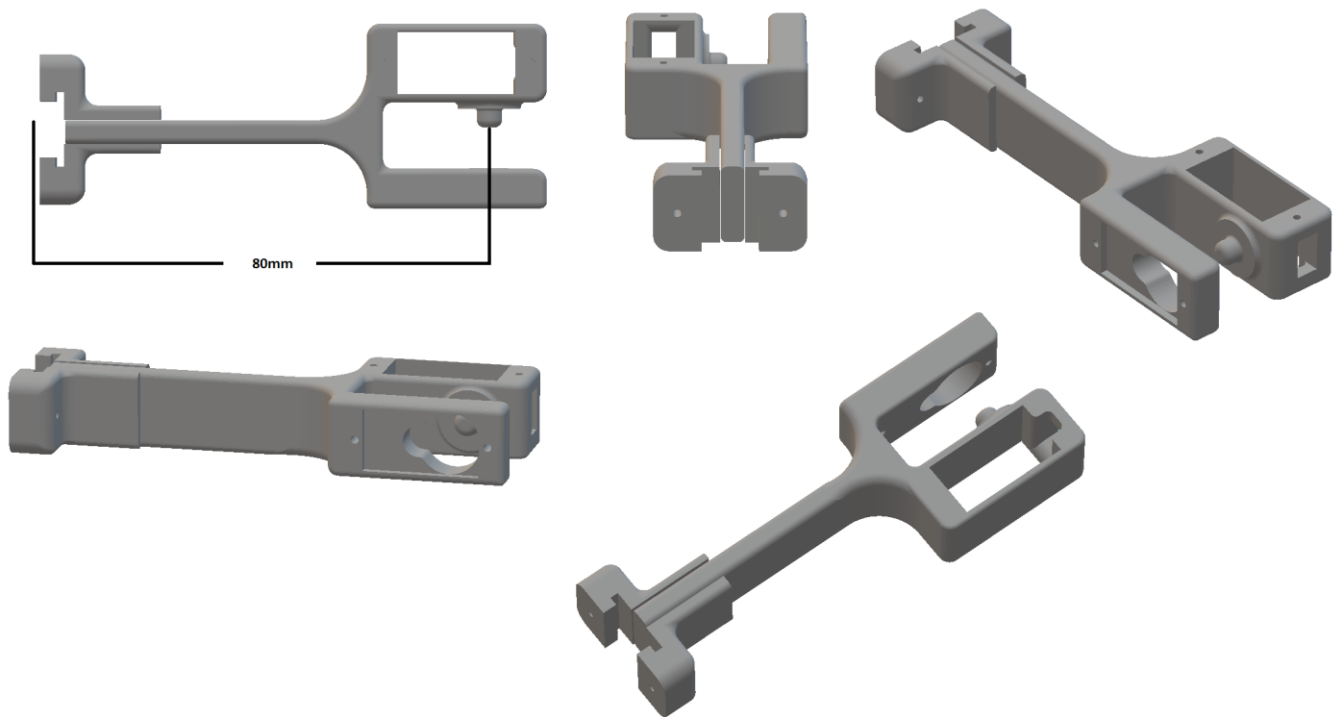
Πάνω στον ώμο κουμπώνει ο υπόλοιπος βραχίονας (δηλαδή, ο βραχίονας που απεικονίζεται ακριβώς από κάτω και ο πήχης στην επόμενη σελίδα).





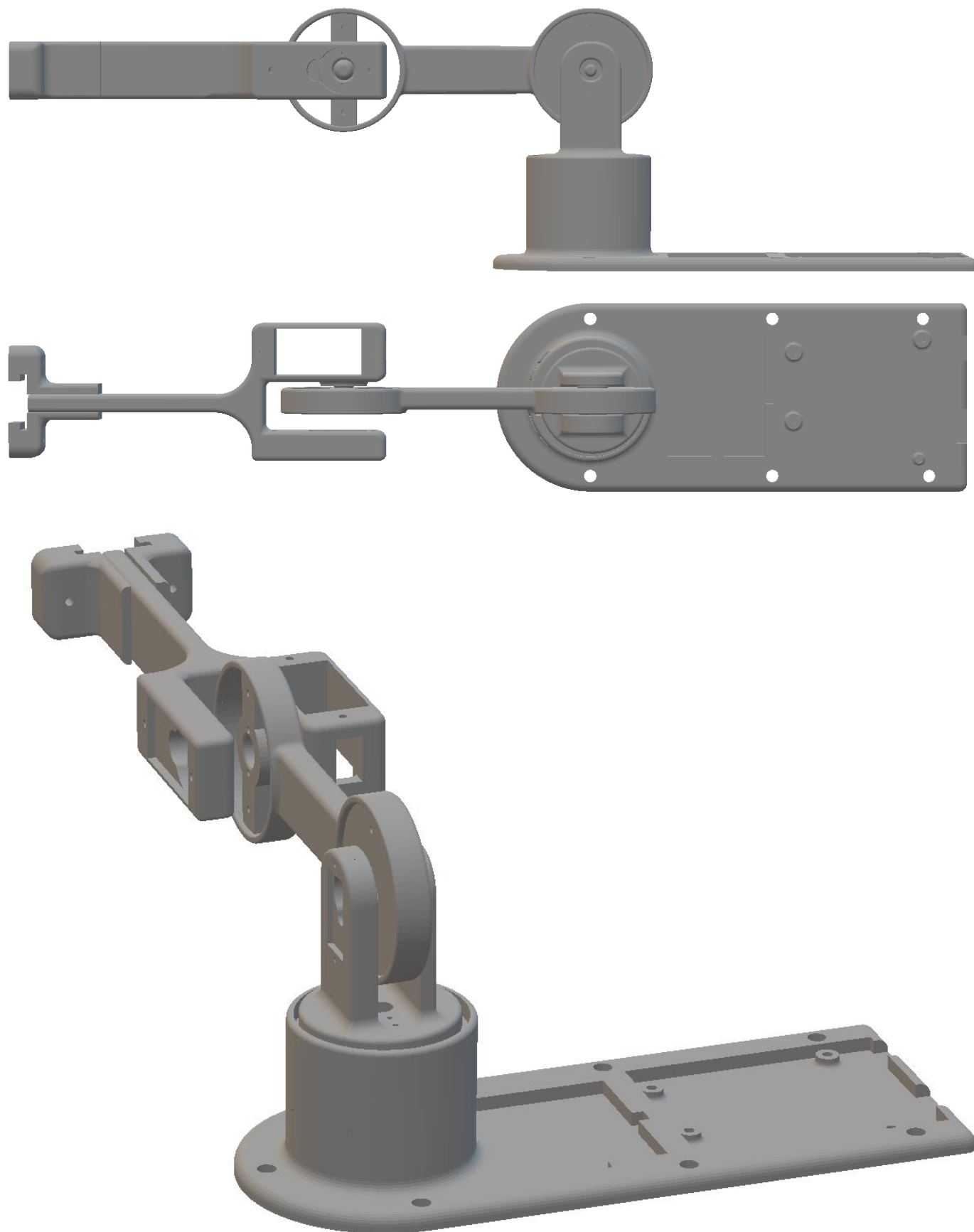
Κάθετα με το παραλληλόγραμμο που ενώνει τους δυο κύκλους αριστερά και δεξιά, στο μοντέλο, υπάρχουν τρύπες για το βίδωμα των servo-motors.

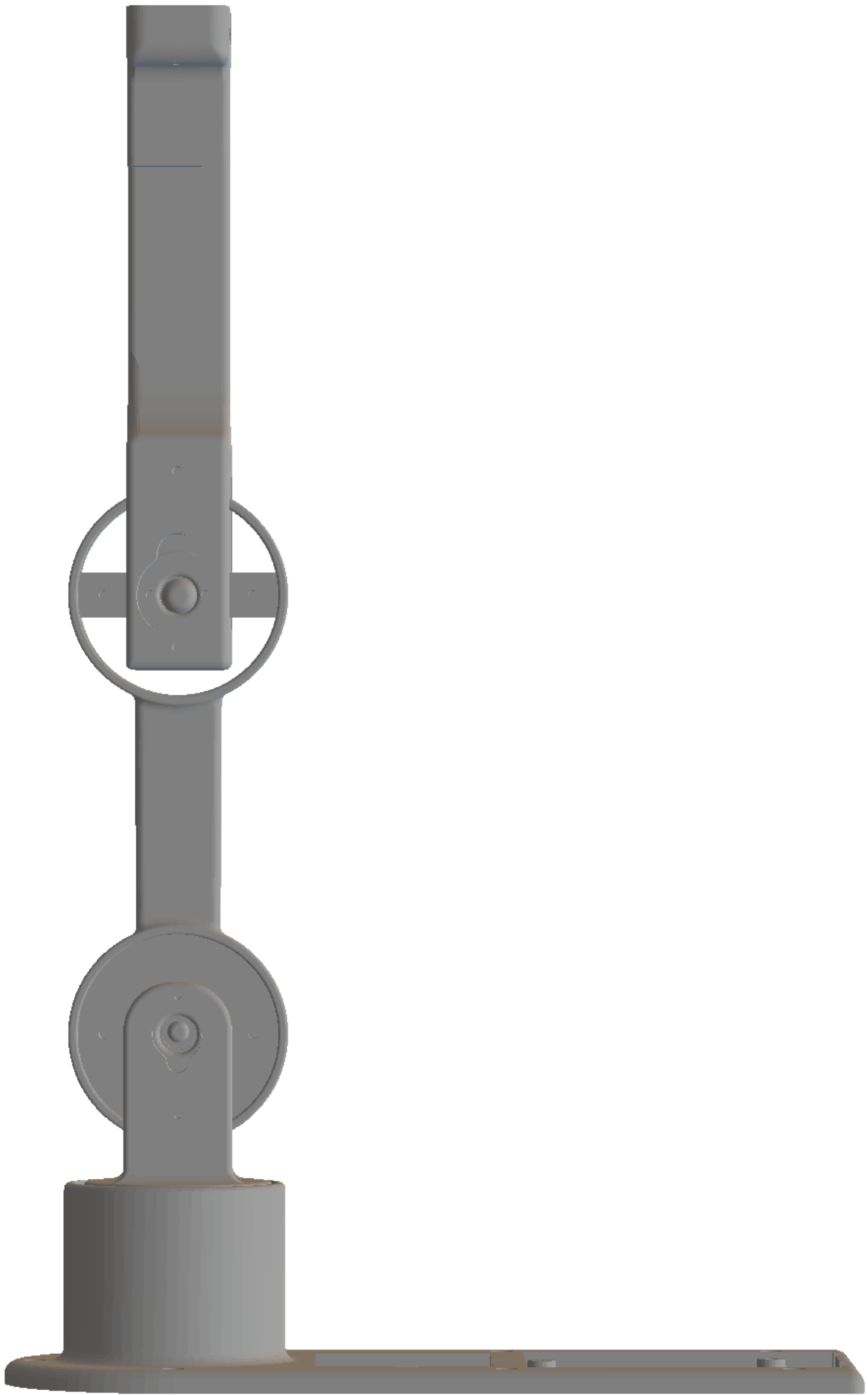
Ο ένας κύκλος είναι κατά βάση κενός για εξοικονόμηση βάρους καθώς και υλικού κατασκευής. Στην άκρη του βραχίονα δένει ο πήχης, με το ιδιαίτερο σχήμα του, διαθέτοντας στην μία μεριά κούμπωμα για mini servo, στην άλλη harness για καλώδια και μετά στην άκρη του έχουμε ένα βύσμα για την προσθήκη άκρου εργασίας.

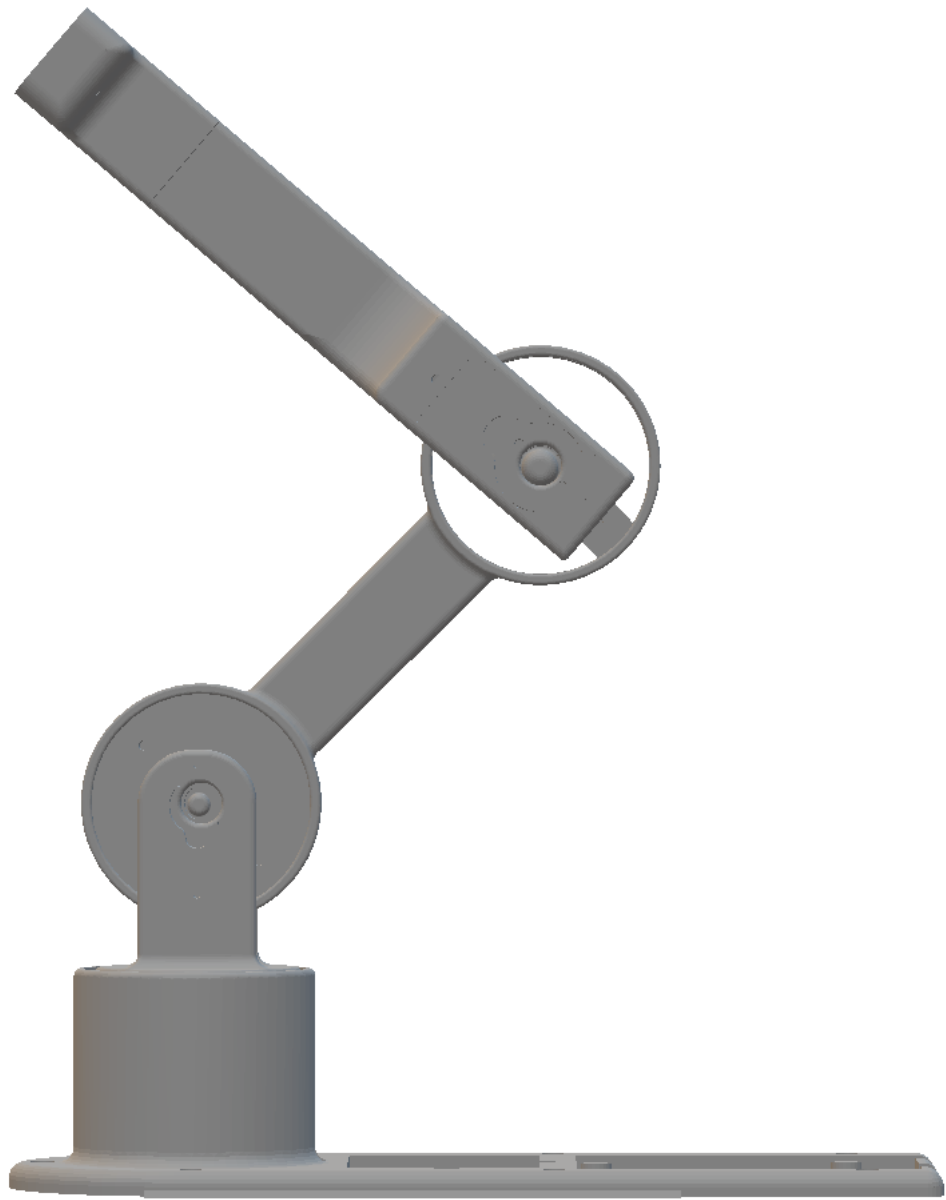


Ο πήχης και ο βραχίονας έχουν μήκος 80mm ο καθένας άρα το reach του βραχίονα είναι 160mm ή σε τρισδιάστατο χώρο είναι ένα τέταρτό μιας σφαίρας με ακτίνα 160mm.

## Ο Ρομποτικός Βραχίονας στο Σύνολο του







### 3. FlowChart Κώδικα

#### VALUES:

SET ARDUINO PINS

GET THE DESIRED POINTS

SET HELP ELEMENTS FOR USE WITHIN EQUATIONS

#### FUNCTIONS:

SHOWS INDICATION WHEN POINT IS OUT OF REACH

CALCULATES THE HYPOTENUSE OF A TRIANGLE

CONVERTS RADIANTS TO DEGREES

CHECKS IF VALUE OF Y IS ABOVE OR BELOW THE FAKE X AXES

CALCULATE THE NON RIGHT ANGLE AT THE BASE OF A RIGHT TRIANGLE

CALCULATES THE ANGLES OF THE ISOSCELES BEING PHORMED WITH THE ROBOTIC ARM

SAME AS ISOSCELES ABOVE BUT OPTIMIZED FOR 3D SPACE

#### MAIN PROGRAMM





## 4. Κώδικας του Ρομποτικού Βραχίονα σε γλώσσα C για Arduino IDE

```
#include<Servo.h>
#include<math.h>
int servoPin1=9;
Servo Servo1;
int servoPin2=10;
Servo Servo2;
int servoPin3=11;
Servo Servo3;
int LEDready=4; //LED pou dixnei pws o vraxionas einai etoimos na lavei thesh kinshs
int LEDout=5; //LED pou dixnei pws o vraxionas den mporei na ftasei sto epithimito simio
int LEDmove=6; //LED pou dixnei pws o vraxionas einai se kinsh
int LEDok=7; //LED pou dixnei pws o vraxionas eftase sthn epithimiti thesi
int x=100;
int y=270;
int z=20;
int plevra=75;
float pi=2*PI;
float helper;
float helper2;
float helper3d;
float helper3d2;
float ipotinousa;
float superhelp;
//circle parameters
bool doacircle=false;
int x0=0;
int y0=0;
int z0=0;
int anglecounter=0;
int R=0;
int sidecircle=0; //sidecircle=1 ->kuklos parallhlos me edafos sideofcircle=2 ->kuklos kathetos se aksona y sideofcircle=3 ->kuklos parallhlos me aksona y
int angleofrotation=0;
int angleofcircle=0;

//TO PROGRAMMA EPEKSERGAZETE TIS TIMES SE mm ( MILIMETER )
//*1 O VRAXIONAS APOTELITE APO 2 RAVDOUS TWN 80mm ME SUNOLIKO MIKOS(REACH) STA 160MM
//OTAN TO EPITHIMITO SIMIO KINHSHS VRISKETE SE APOSTASH, APO THN ARXH TOU VRAXIONA, MIKROTERH TWN 150MM
//^^TOTE O VRAXIONAS KAI OI 2 RAVDOI TOU MAZI ME THN NOHTH GRAMMH, APO TO SIMIO KINHSHS MERI THN ARXH TOU
VRAXIONA,
//^^THA SXIMATIZOUN ENA ISOSKELES TRIGWNO TO OPOIO MORFOPOIHTE KAI UPOLOGIZETE APO TO FUNCTION : ISOSCELES
//*2 OLA TA IF STATEMENTS VRISKOUN THN GWNIA TOU KINHTHRA STHN VASH POU PERISTREFEI TON VRAXIONA GIA NA KOITAEI TO
SWSTO SIMIO
//^^KATHOS KAI STELNOUN TIS SWSTES METAVLITES STHN FUNCTION ISOSCELES GIA THN KINHSH TWN UPOLOIPWN KINITIRWN
//H EPIFANIA METRHSHS THESHS EXEI PLATOS 400mm KAI MIKOS 200mm

//Function pou kalite otan to simio pou prepei na paei o vraxionas einai ekτος emvelias
void outofreach(){
    digitalWrite(LEDout, LOW);
    digitalWrite(LEDout, HIGH);
}

//vriskei upotinousa
float pithagoras(int x,int y){
    float help;
    help=sq(x)+sq(y);
    help=sqrt(help);
    return help;
}

//Metatroph aktiniwn se moires
float radtodeg(float rad){
    float help;
    help=(rad*360)/pi;
    return help;
}

float yupordown(){
    float yhelp=0;
    if(y<200){
        yhelp=200-y;
    }
    if(y>200){
        yhelp=y-200;
    }
    return yhelp;
}
```

```

//Function pou upologizei thn gwnia enos orthogwniou trigwnou exontas mono thn bash kai thn upotinousa
float rightangle(float upotinousa,float bash){
    float help;
    help=bash/upotinousa;
    help=acos(help);
    return help;
}

void isosceles(float X1,float X2){
    float help;
    float help2;
    help=radtodeg(rightangle(X1,X2));          //vriskei thn mh-orthi gwnia sthn vash tou trigwnou
                                              //pou sximatizete me to upsos tou isoskelous trigwnou (se rad)
                                              //kai thn metatrepei se mires
    Servo2.write(help);                        //vazei tis swstes times stous kinhthres
    help2=180-(help*2);                        //---
    Servo3.write(180-help2);                  //vazei tis swstes times stous kinhthres
}                                              //---

void isosceles3d(float X1,float X2,float plusdeg){          //opws to function isosceles alla prostethei kai sto servo 2 mires
    //pou eixame vrei apo to katheto orthogwnio
    float help;
    float help2;
    help=radtodeg(rightangle(X1,X2));          //vriskei thn mh-orthi gwnia sthn vash tou trigwnou
                                              //pou sximatizete me to upsos tou isoskelous trigwnou (se rad)
                                              //kai thn metatrepei se mires
    //help2=help+plusdeg;
    Servo2.write(help+plusdeg);                //vazei tis swstes times stous kinhthres
    //---
    Servo3.write(help*2);                      //vazei tis swstes times stous kinhthres
}

void circle(){
    if (anglecounter<360){
        if (sidecircle==1){
            x=x0+(cos(anglecounter*(PI/180))*R);
            y=y0+(sin(anglecounter*(PI/180))*R);
        }
        else if (sidecircle==2){
            z=z0+(cos(anglecounter*(PI/180))*R);
            y=y0+(sin(anglecounter*(PI/180))*R);
        }
        else if (sidecircle==3){
            z=z0+(cos(anglecounter*(PI/180))*R);
            x=x0+(sin(anglecounter*(PI/180))*R);
        }
        else{
            if (angleofcircle==0){

            }
            else{

            }
        }
        anglecounter=anglecounter+1;
    }
    else{
        doacircle=false;
    }
}

void setup() {
    Servo1.attach(servoPin1);//servo sthn vash
    Servo2.attach(servoPin2);//prwth arthwsh apo thn vash
    Servo3.attach(servoPin3);//defterh arthwsh apo thn vash
    pinMode(LEDready,OUTPUT);
    pinMode(LEDout,OUTPUT);
    pinMode(LEDmove,OUTPUT);
    pinMode(LEDok,OUTPUT);
    delay(1000);
    Servo1.write(90);
    Servo2.write(0);
    Servo3.write(0);
    digitalWrite(LEDready, HIGH);
}

void loop() {
    digitalWrite(LEDready, HIGH);

```

```

delay(1000);

//IF STATEMENTS pou kathorizoun thn swsth xrush eksisosewn *2^^
//Prwtos grhgoros elegxos shmeiou ekto oriwn
if ( (x>150) || (y<50) || (y>350) || (z>150) ) { // *1^^ grhgoros elegxos aporipseis orismenwn parametrwn kinhshs pou vriskontai ekso apo ta oria
    outofreach();
}

//-----ENARKSH VASIKOU PROGRAMMATOS-----

//edw iserxete gia simio se disdiastato xwro
else if(z==0){ //PROSOXH EDW H TIMH TOU 200 SUMVOLIZEI TO MESO TOU PLATOUS THS EPIFANIAS METHRSHS
THESH (400/2)
digitalWrite(LEDready, LOW);
digitalWrite(LEDmove, HIGH);
if (y==200){ //h periptws opou vriskete panw ston aksona x-----
    Servo1.write(90);
    if(x<150){
        isosceles(plevra,(x/2));
    }
    else{ //h periptosh pou vriskete panw ston x alla einai kai ish me to max lenght tou vraxiona-----+
        Servo1.write(90);
        Servo2.write(0);
        Servo3.write(0);
    }
}
else{
    if (x==0){ //h periptwsh opou to shmeio vriskete panw sthn grammh tou y-----
        if (y>50 && y<200){ //h periptosh pou vriskete panw ston y kai anamesa sto 0 kai to 200 tou y-----+
            isosceles(plevra,((200-y)/2)); //200-y gia na vrei mish vash tou isoskelous pou en telh tha sximatisei o vraxionas
            Servo1.write(0);
        }

        else if(y>200 && y<350){ //h periptosh pou vriskete panw ston y kai anamesa sto 200 kai to 350 tou y-----+
            isosceles(plevra,((y-200)/2)); //y-200 gia na vrei mish vash tou isoskelous pou en telh tha sximatisei o vraxionas
            Servo1.write(180);
        }

        else{ //h periptosh pou vriskete panw ston y alla einai kai ish me to max lenght tou vraxiona-----+
            if(y>200){
                Servo1.write(180);
            }
            if(y<200){
                Servo1.write(0);
            }
            Servo2.write(0);
            Servo3.write(0);
        }
    }
}

else{ //h periptwsh pou vriskete kapou anamesa ston aksona x kai y-----
    helper=yupordown();
    ipotinousa=pithagoras(x,helper); //upotinousa orthogwniou trigwnou pou apikonizei thn grammh apo ton
    //vraxiona mexri to epithimito shmio kinhshs

    //edw vriskw thn gwnia tou kinhthra 1 sth vash
    helper=radtodeg(rightangle(ipotinousa,x));
    if(y>200){
        Servo1.write(90+helper);
    }
    if(y<200){
        Servo1.write(90-helper);
    }

    if (ipotinousa<150){ //h periptwsh pou vriskete kapou anamesa ston aksona x kai y kai to simio einai mikrotero apo max lenght-----+
        isosceles(plevra,(ipotinousa/2)); //kalei to function tou isoskelous pou sximatizete me
        //ta akra tou vraxiona kai mia noiti grammh

    }
    else if (ipotinousa==150){ //h periptwsh pou vriskete kapou anamesa ston aksona x kai y kai to simio exei max lenght-----+
        Servo2.write(0);
        Servo3.write(0);
    }
    else{
        outofreach();
    }
}

```

```

    }
}

}
//-----
//-----EDW LUNEI SE TRISDIASTATO XORO-----

//+++++
+++++
else{
//AKSISWSEIS GIA Z>0 , SE TRISDIASTATO XWRO

if (x==0 && y==200){//PROSOXH EDW H TIMH TOU 200 SUMVOLIZEI TO MESO TOU PLATOUS THS EPIFANIAS METHRSHS THESHS
//edw upologizei tis gwnies tw n arthrosewn an einai efthia panw apo ton vraxiona h thesi
kinhshs+++++

    helper=radtodeg(rightangle(plevra,(z/2)));
    if (z<150){
        Servo1.write(90);
        Servo2.write(90+helper);
        Servo3.write(helper*2);
    }
    else if(z==150){
        Servo1.write(90);
        Servo2.write(90);
        Servo3.write(0);
    }
    else{
        outofreach();
    }
}

else if (y==200 && x>0){ //h periptws opou vriskete panw apo ton aksona x-----
    Servo1.write(90);
    helper3d=pithagoras(x,z); //h upotinousa tou orthogwniou 0xz pou einai kai h efthia metkai epihimitou simiou kai arxh vraxiona
    helper3d2=radtodeg(rightangle(helper3d,x));//oi mires sthn mh orthi gwnia ths vashs sto trigwno 0xz
    if(helper3d<150){
        isosceles3d(plevra,(helper3d/2),helper3d2); //to isoskeles panw apo thn upotinousa tou orthogwniou 0xz
    }
    else if (helper3d==150){ //h periptosh pou vriskete panw ston x alla einai kai ish me to max lenght tou vraxiona-----+
        Servo1.write(90);
        Servo2.write(helper3d2);
        Servo3.write(0);
    }
    else{
        outofreach();
    }
}
//-----
//-----+++++h periptwsh pou vriskete kapou panw apo ton aksona y (se "idiaiterh thesh) kai exei z
else{ //+++++h periptwsh pou vriskete kapou panw apo ton aksona y (se "idiaiterh thesh) kai exei z
    if (y>0 && x==0){
        helper=yupordown(); //vriskei thn apostash tou epithimitou shmeiou apo ton nohto aksona x
        helper3d=pithagoras(helper,z); //vriskei thn upotinousa tou noitou orthogwniou pou einai katheto ston aksona y
        helper3d2=radtodeg(rightangle(helper3d,helper)); //vriseki thn gwnia sthn vash tou apo panw trigwnou
        if (y>40 && y<200 && helper3d<150){ //+---h periptosh pou vriskete panw ston y kai anamesa sto 0 kai to 200 tou y
            Servo1.write(0); //thetei to servo 1 na koitaei to y=0
            isosceles3d(plevra,(helper3d/2),helper3d2); //function pou thetei tis parametrous se servo 2,3 gia na sximatistei isoskeles
        }

        else if(y>200 && y<360 && helper3d<150){ //+---h periptosh pou vriskete panw ston y kai anamesa sto 200 kai to 350 tou y
            isosceles3d(plevra,(helper3d/2),helper3d2); //to isoskeles panw apo thn upotinousa tou orthogwniou 0(yupordown)z
            Servo1.write(180); //thetei to servo 1 na koitaei to y=400
        }

        else if (helper3d==150){ //+---h periptosh pou vriskete panw ston y alla einai kai ish me to max lenght tou vraxiona
            if(y>200){ //kathorizei an tha paei aristera h deskia
                Servo1.write(180); //kathorizei an tha paei aristera h deskia
            }
            //kathorizei an tha paei aristera h deskia
            if(y<200){ //kathorizei an tha paei aristera h deskia
                Servo1.write(0); //kathorizei an tha paei aristera h deskia
            }
            Servo2.write(helper3d2); //Grafei thn telikh thesh gia to servo 2 pou kinei thn prwth ravdo
            Servo3.write(0); //Grafei thn telikh thesh gia to servo 3 pou kinei thn defterh ravdo
        }
        else{
            outofreach(); //To simio vriskete ekto oriw n
        }
    }
}

```

```

//-----
//-----++++h periptwsh pou vriskete kapou entos tou xwrou xyz kai den einai se "idiaiterh thesh"
else{
    superhelp=yupordown();
    helper=pithagoras(x,superhelp); //vriskei thn upotinousa tou prwtou noitou orhogwniou to opoio efaptete ston xwro xy
    helper2=radtodeg(rightangle(helper,superhelp)); //vriseki thn gwnia sthn vash tou apo panw trigwnou
    helper3d=pithagoras(helper,z); //vriskei thn upotinousa tou defterou noitou orhogwniou katheto sthn upotinousa helper

    helper3d2=radtodeg(rightangle(helper3d,helper)); //edw vriskw thn gwnia tou kinhthra 1 sth vash
    if(y>200){ //kathorizei an tha paei panw h katw apo ton aksona x
        Servo1.write(90+helper2); //kathorizei an tha paei panw h katw apo ton aksona x
    } //kathorizei an tha paei panw h katw apo ton aksona x
    if(y<200){ //kathorizei an tha paei panw h katw apo ton aksona x
        Servo1.write(90-helper2); //kathorizei an tha paei panw h katw apo ton aksona x
    } //kathorizei an tha paei panw h katw apo ton aksona x

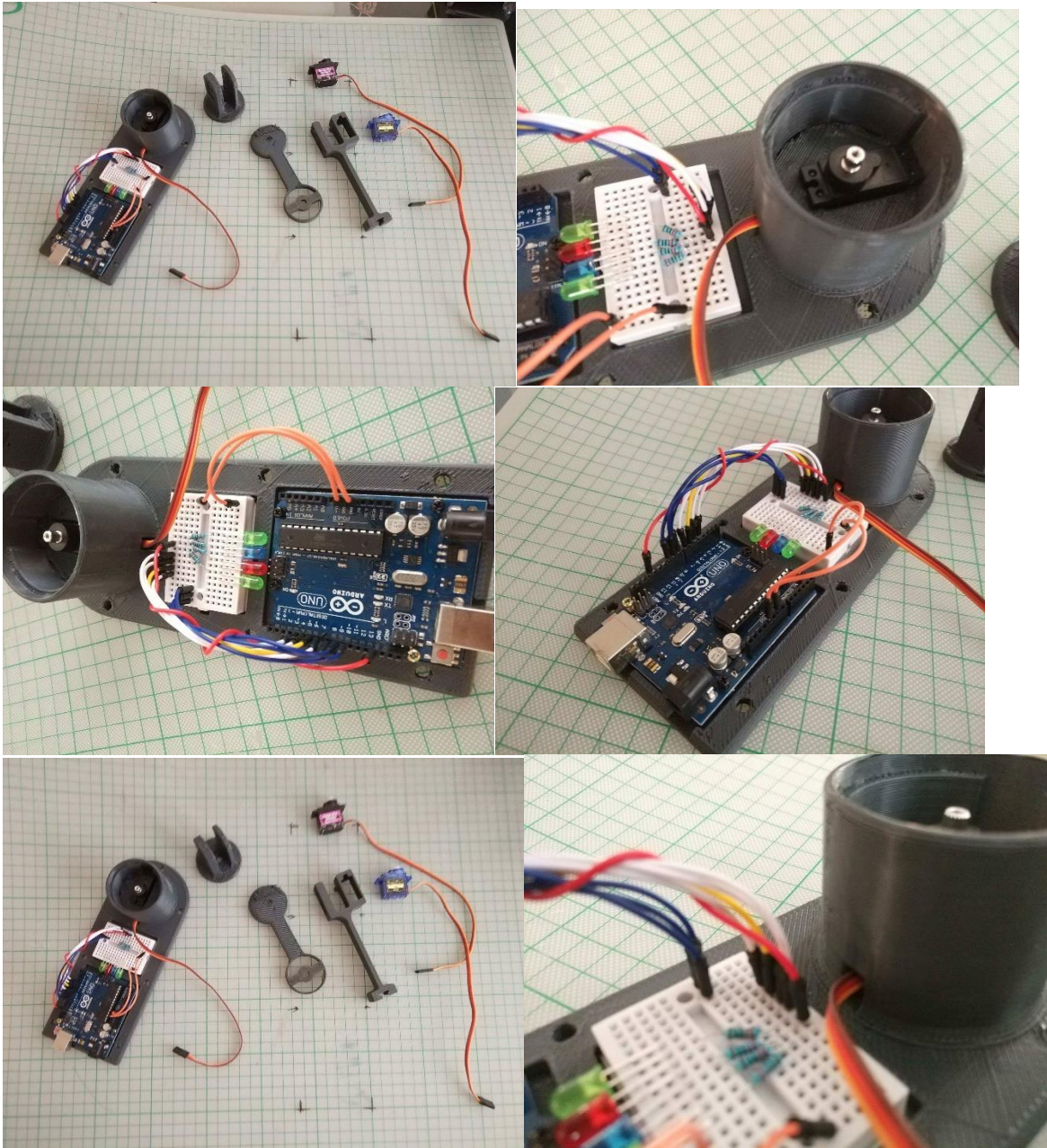
    if (helper3d<150){ //----otan h apostash apo thn arxh tou vraxiona me to epithimito simio einai mikroterh apo max lenght
        isosceles3d(plevra,(helper3d/2),helper3d2); //function pou thetei tis parametrous se servo 2,3 gia na sximatistei isoskeles
    } //anamesa sthn arthrwsh thn arxh tou vraxiona kai to epithimito shmeio kinhshs

    else if (ipotinousa==150){ //+---otan h apostash apo thn arxh tou vraxiona me to epithimito simio einai ish me max lenght
        Servo2.write(helper3d2); //o vraxionas efaptete sthn ipotinousa tou nitou trigwnou 2 pernontas tis moires tou
        Servo3.write(0); //to servo 3 pou elegxei thn teleftea ravdo stis 180 moires einai se efthia
    }
    else{
        outofreach(); //To simio vriskete ekτος oriwn
    }
}

}
delay(1000);
digitalWrite(LEDmove, LOW);
//if (doacircle=true){
//circle();
//}
digitalWrite(LEDok, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(LEDok, LOW);
digitalWrite(LEDready, HIGH);
delay(10000);
}

```

## 5. Εικόνες του Ρομποτικού Βραχίονα μας





## 6. Πηγές & Βιβλιογραφία

- <https://www.arduino.cc>
- <https://hackaday.io/project/18209-littlearm-3d-printed-arduino-robot-arm>
- <https://khanacademy.com>
- <https://www.google.com>
- <https://www.opateipir.gr>