Documentación R2-D2

DIPLOMADO: INTELIGENCIA ARTIFICIAL CON ENFOQUE EN ROBOTS DE SERVICIO

OSCAR YAÑEZ GOMEZ

EMMANUEL SANCHEZ ESTRADA

INDICE

1.- MATERIALES

[3] Sensor Sharp GP2Y0A21YK0F Analógico 10-80cm Pololu

[2] 298:1 Micromotorreductor Metal HPCB Con Eje Extendido

[4] Módulo Fotosensitivo de 3 Pines

[2] Brackets para Micromotorreductor Metalico Blanco Largo

[1]Regulador de Voltaje Pololu 5V, 5A Step-Down D24V50F5

[3] Postes de Nylon 3M, Largo 30mm, F-F

[1]Raspberry Pi 3 B+

[2] Encoder Magnético Para Micromotores Con Eje Extendido

[1] Controlador Dual Puente H – L298 Rojo

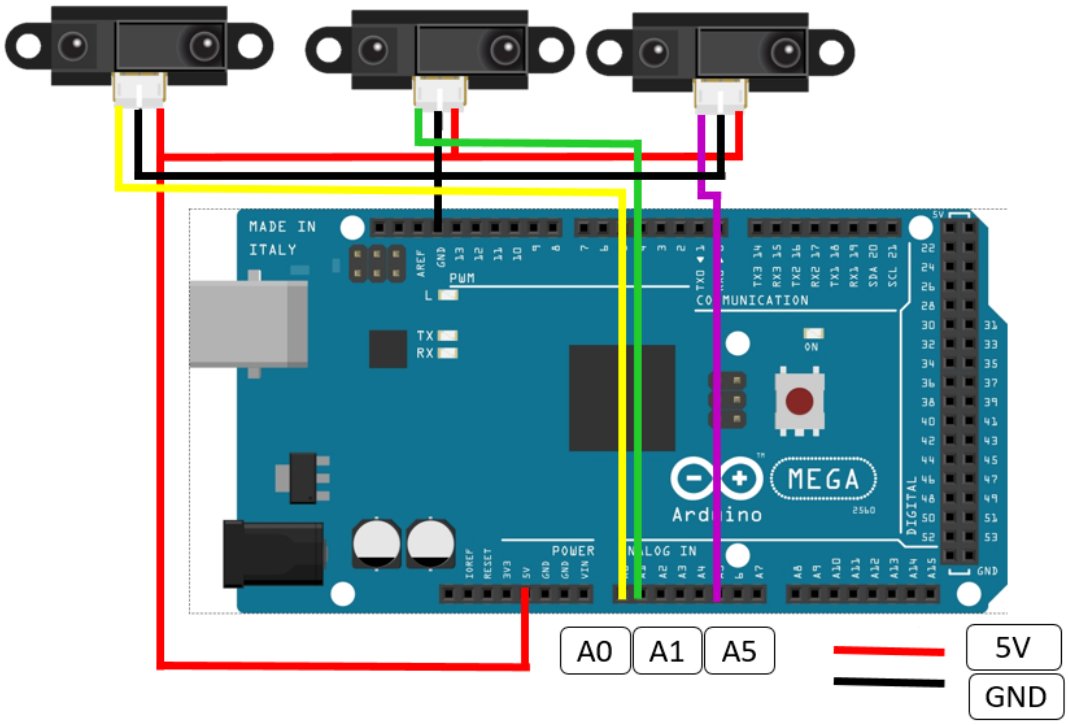
[1] Batería de LiPo (Polímero de Litio) 11.1V a 2200 mAh. 25C.

[1] Tarjeta Micro SD 16 GB Clase 10 con raspbian

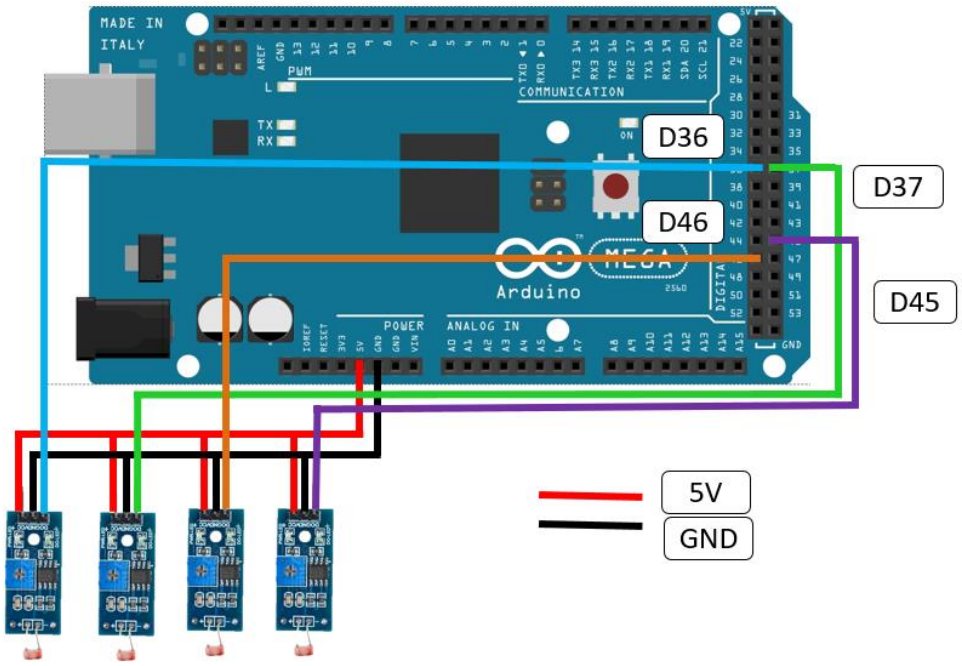
[2] LLantas Pololu 42x19mm

2.- CONEXIONES ELECTRÓNICAS

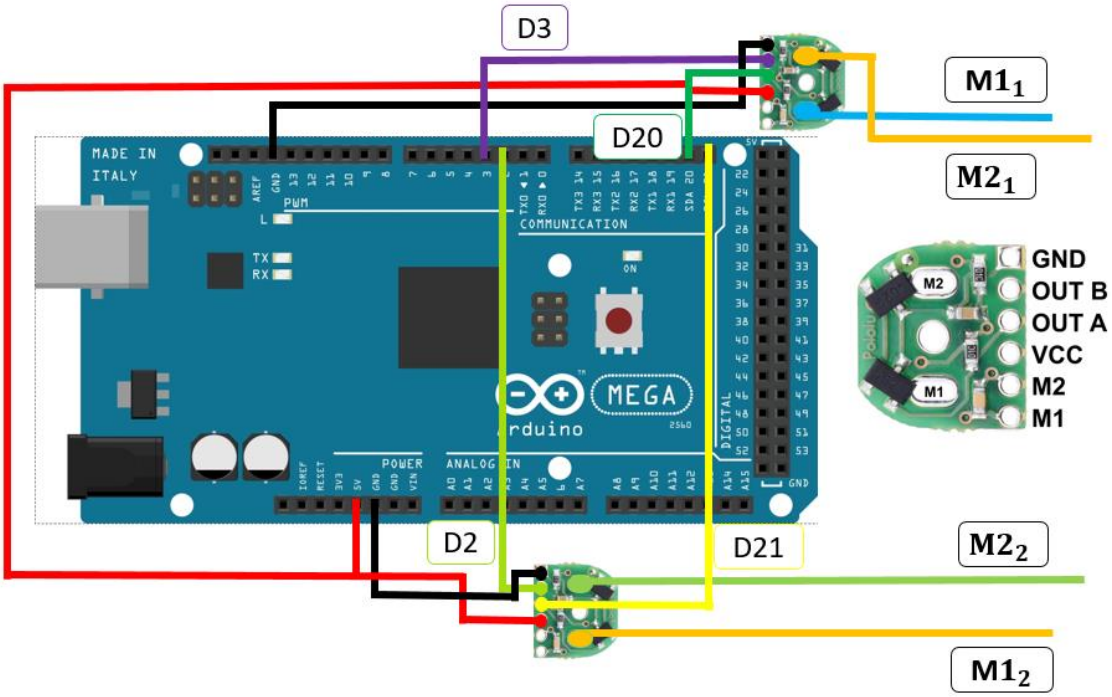
Conexión de sensores infrarrojos.



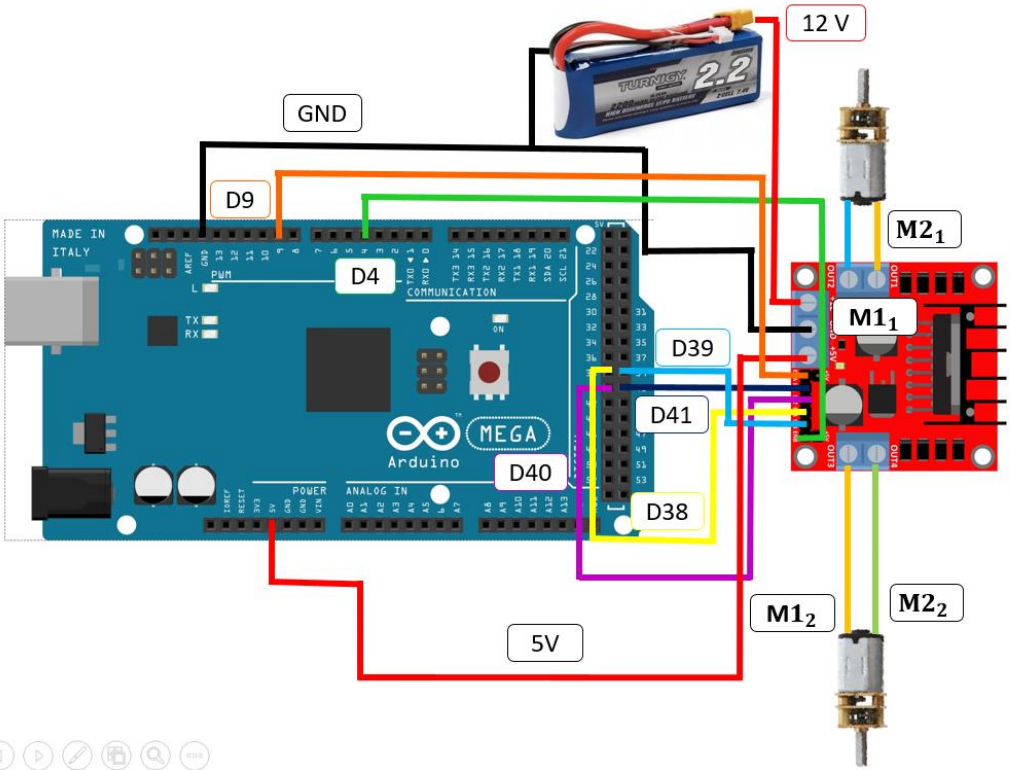
Conexión de sensores de luz.



Conexión de encoders



Conexión de Motores con su etapa de potencia.



Alimentación y regulación

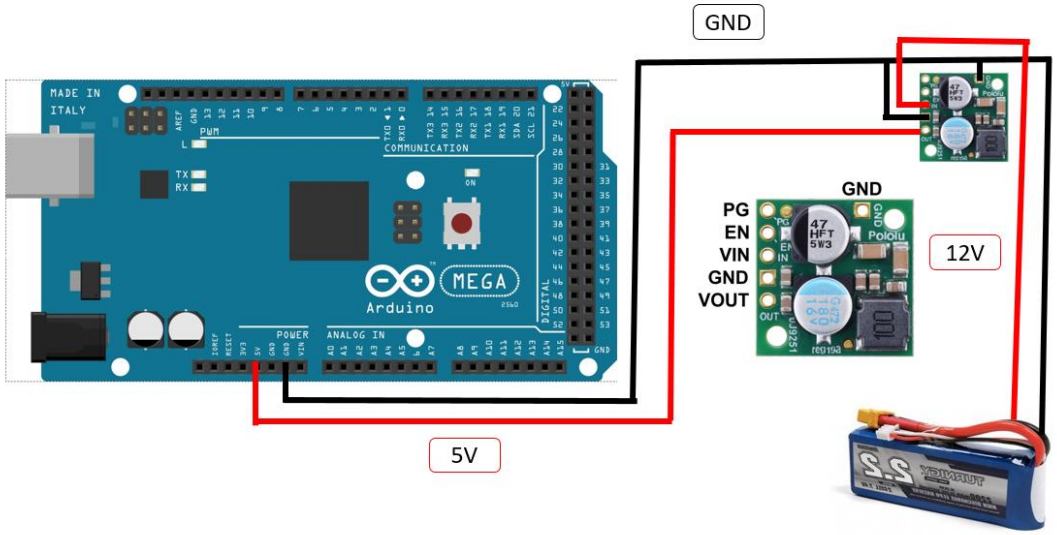


Diagrama de las conexiones

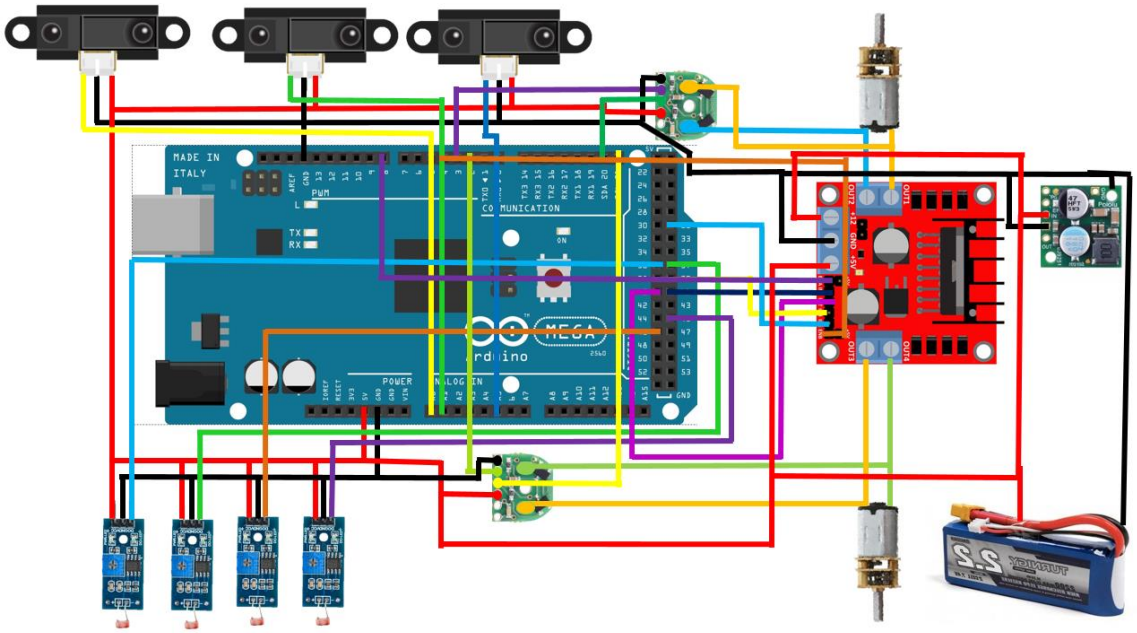
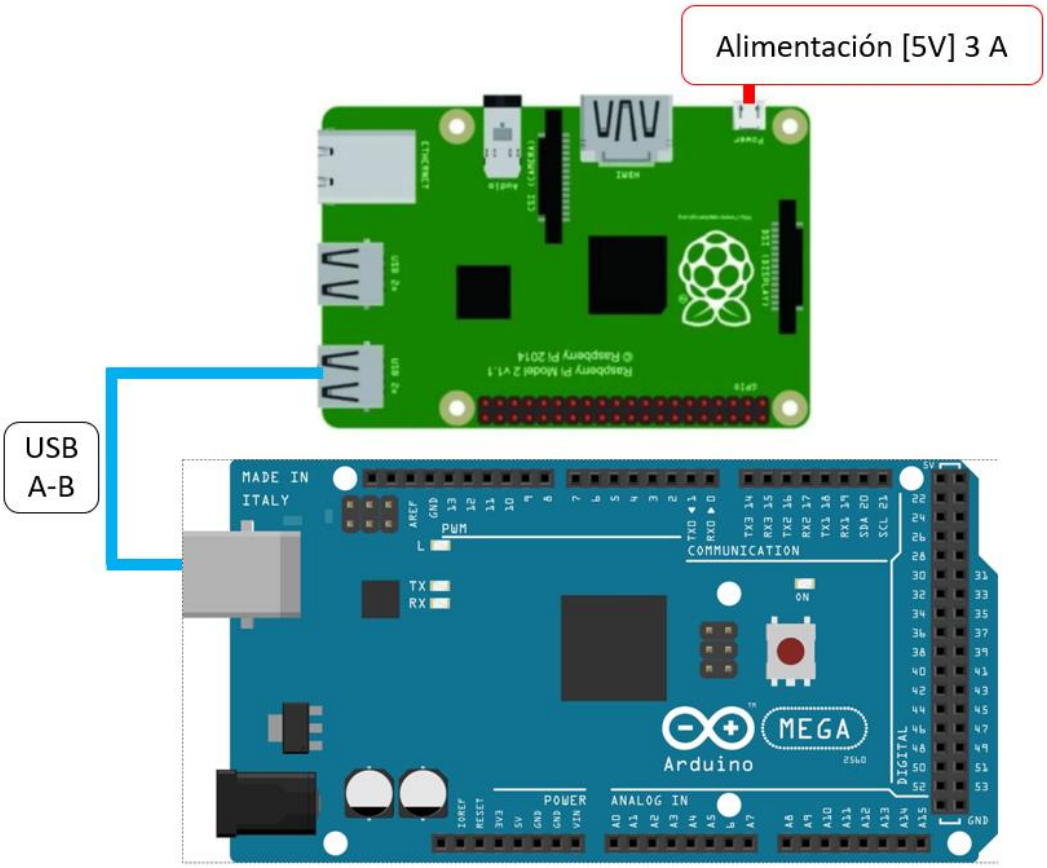


TABLA DE CONEXIONES

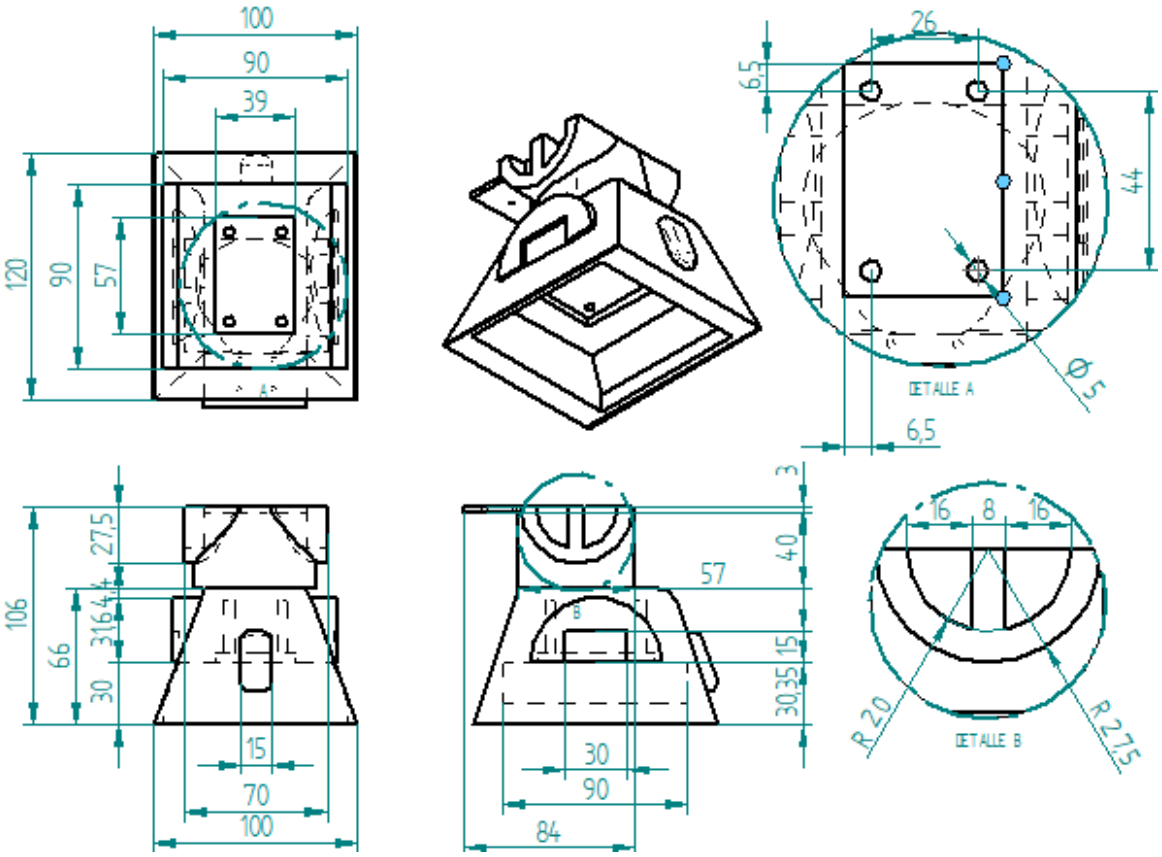
Nombre del componente	**Conexión a los pines del Arduino Mega**
Fotorresistencia 1	36
Fotorresistencia 2	37
Fotorresistencia 3	45
Fotorresistencia 4	46
Sharp 1	A0
Sharp 2	A1
Sharp 3	A5
Dirección A1	40
Dirección A2	41
Enable A	4
Dirección B1	39
Dirección B2	38
Enable B	9
Encoder Out A1	2
Enconder Out B1	20
Enconder Out A2	3
Encoder Out B2	21

Conexión raspberry-arduino



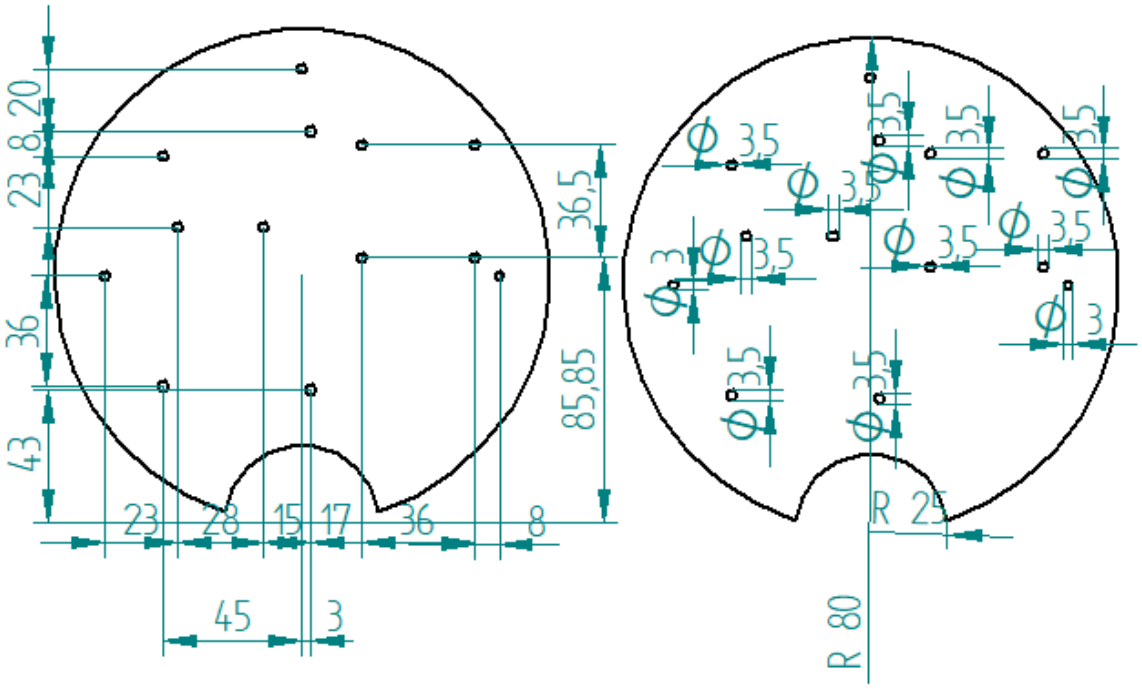
3.- DISEÑO MECÁNICO

Para el soporte del R2D2 se diseño la 3° pierna de R2D2 y se impimio en 3d, a continuación se muestran los planos y en el GitHub se puede encontrar el archivo en stl para su impresión en 3d y el archivo en .par para su modificación en programas de diseño como solid Edge.

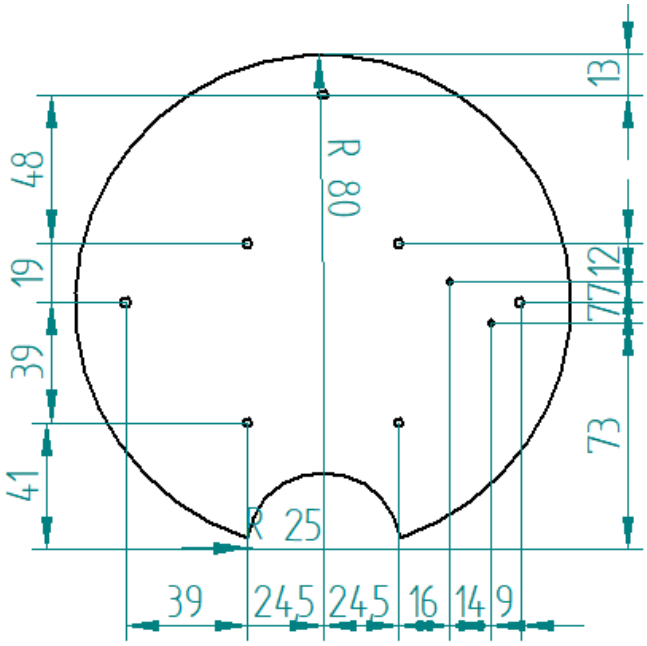


Para organizar los componentes electrónicos se diseñaron 2 niveles de mdf en donde encajan los componentes mediante tornillos y tuercas a continuación se muestran los planos.

Módulo de Arduino y puente H



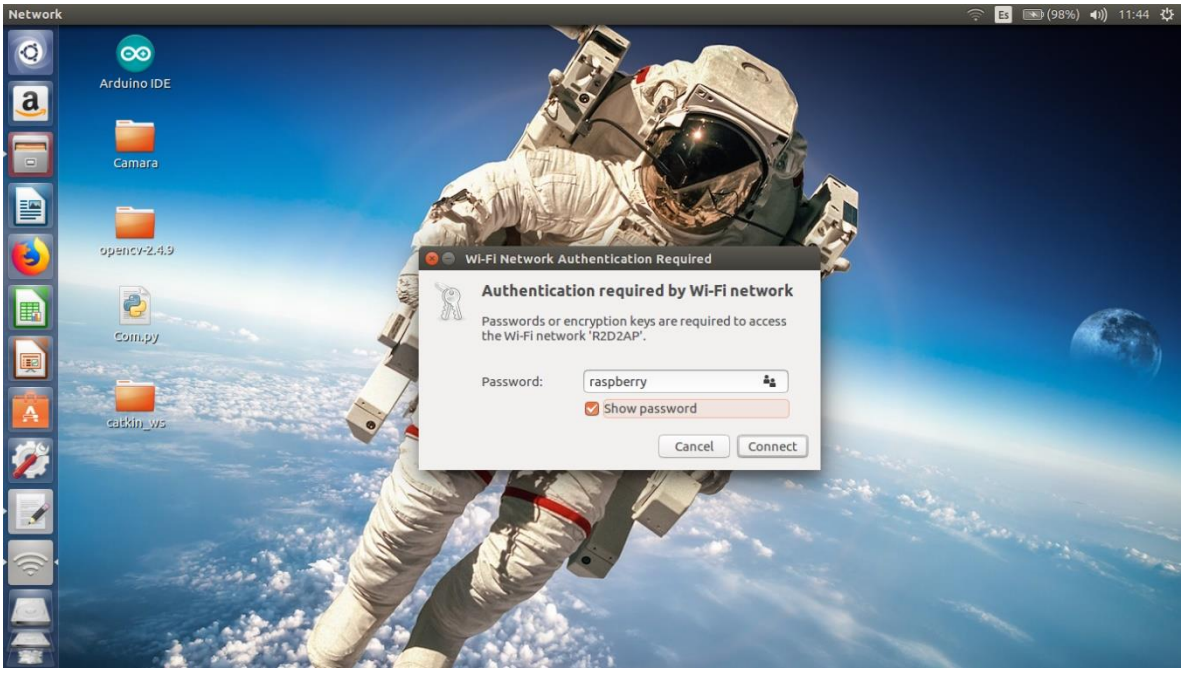
Módulo de Rapsberry pi y alimentación



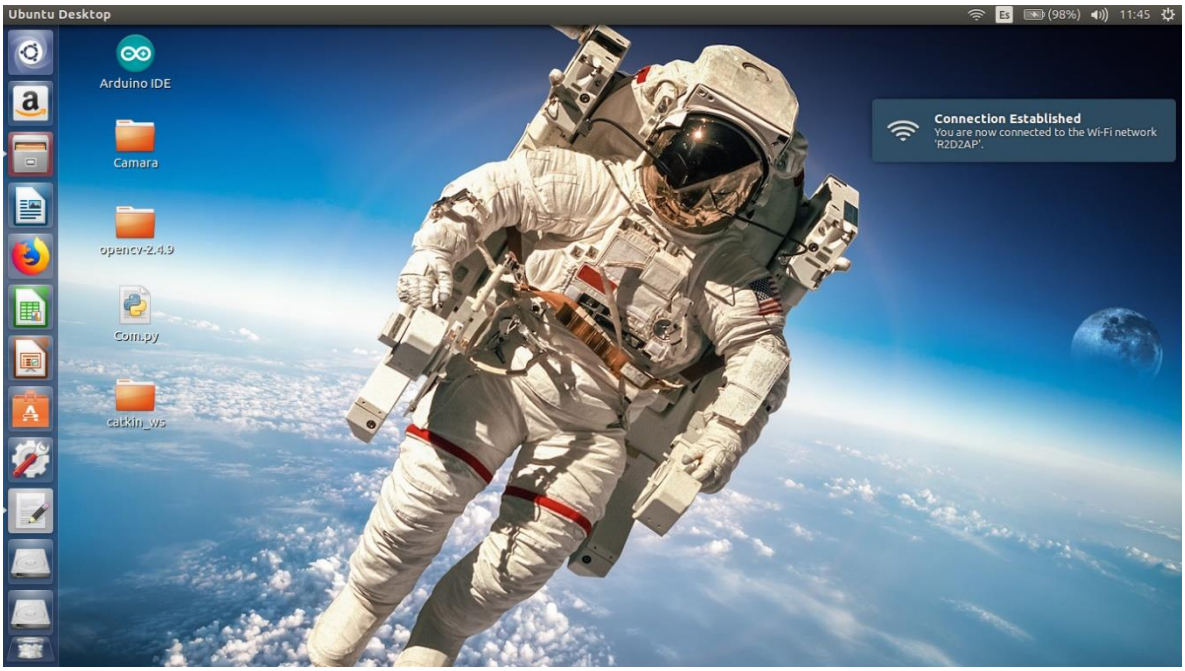
4.- CONEXIÓN AL R2D2

1.- Para conectarnos al robot por wifi debes buscar en las redes una con el nombre R2D2AP tal como se muestra en la imagen

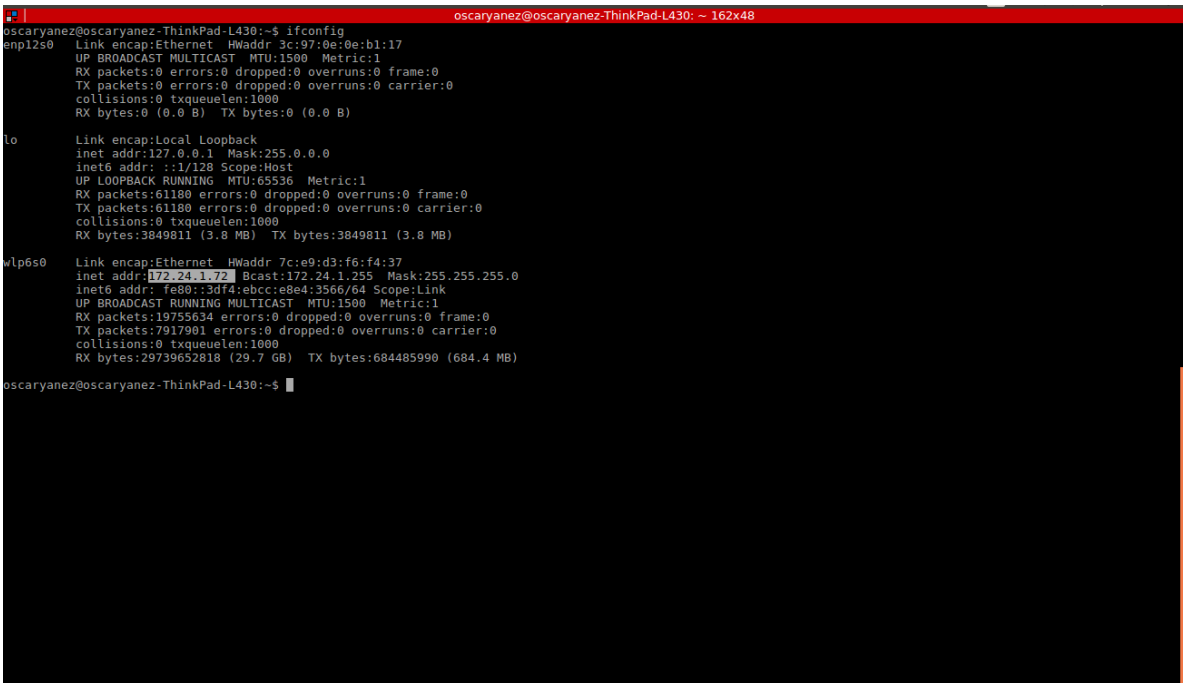
2.- Nos pedirá una contraseña la cual es raspberry



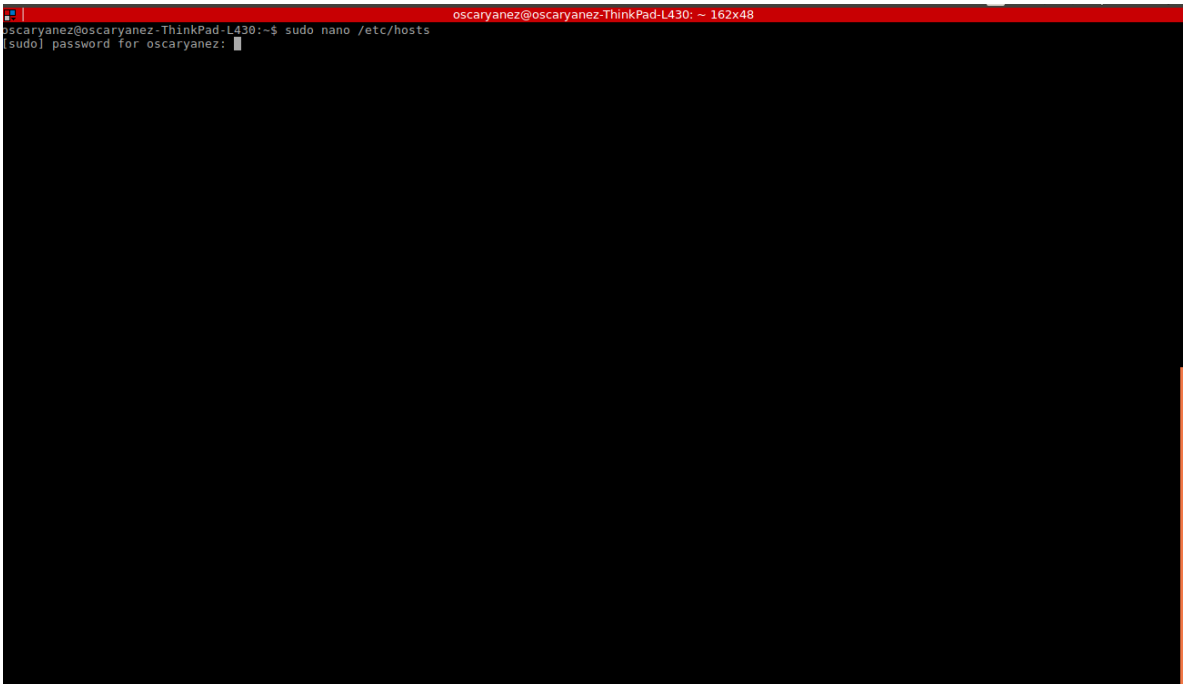
3.- Una vez establecida la conexión nos aparecerá un cuadro que dice conexión establecida tal y como se muestra en la imagen.



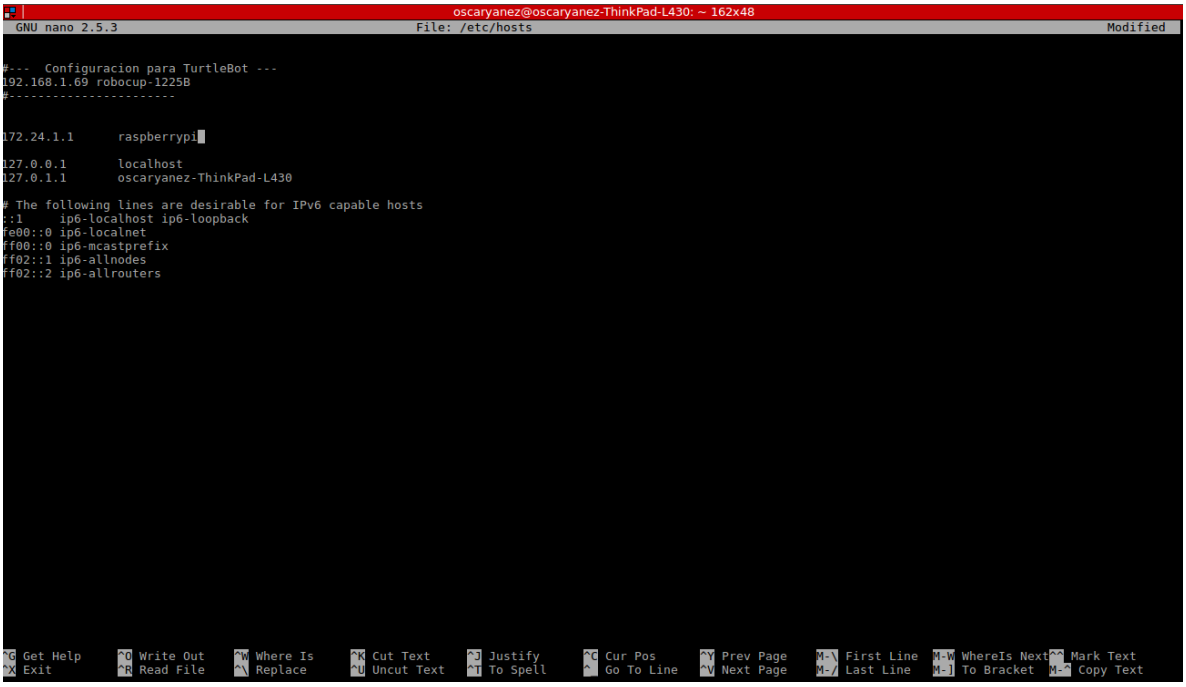
4.- Para poder hacer el intercambio de información debemos modificar el etc/host de nuestro equipo y del R2-D2 para esto debemos conocer la ip de nuestra computadora la cual podemos verificar en una terminal con el comando ifconfig como se muestra en la imagen a continuación



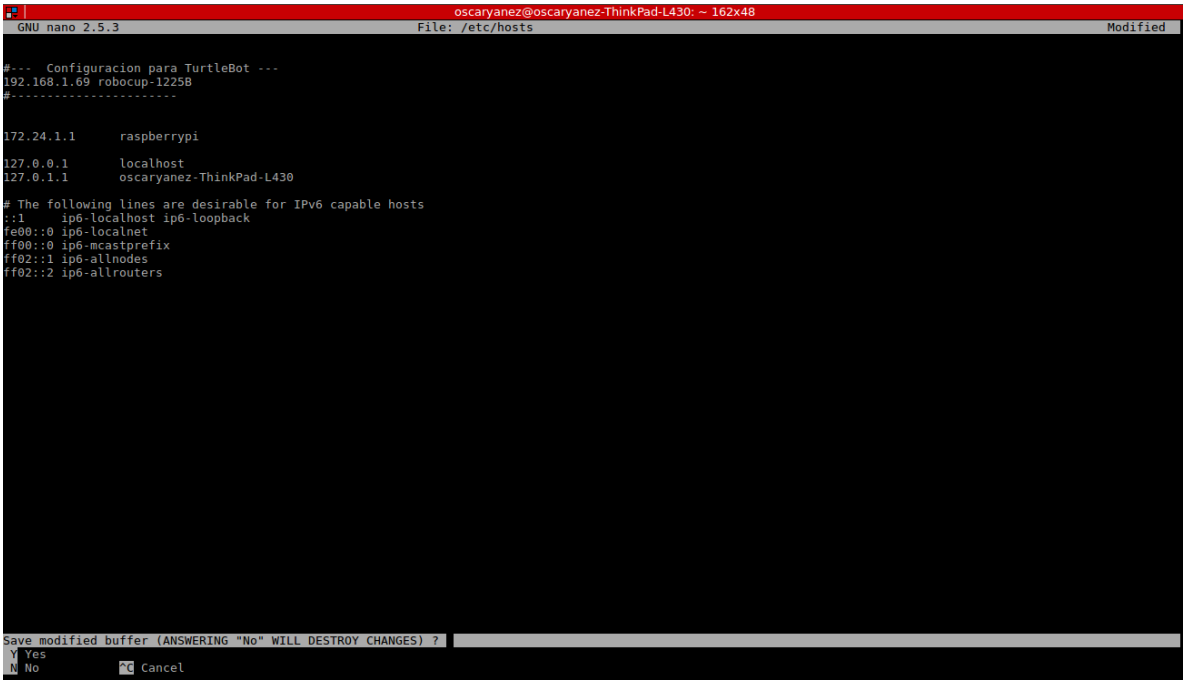
5.- Para agregar la ip del R2D2 a nuestro equipo para que este pueda reconocerlo, en una terminal debemos ejecutar el comando: sudo nano /etc/host e introducir nuestra contraseña.



6.- Nos abrirá la siguiente ventana en la cual debemos agregar la ip del arturito con su nombre respectivo la ip es 172.24.1.1 y en nombre es raspberrypi

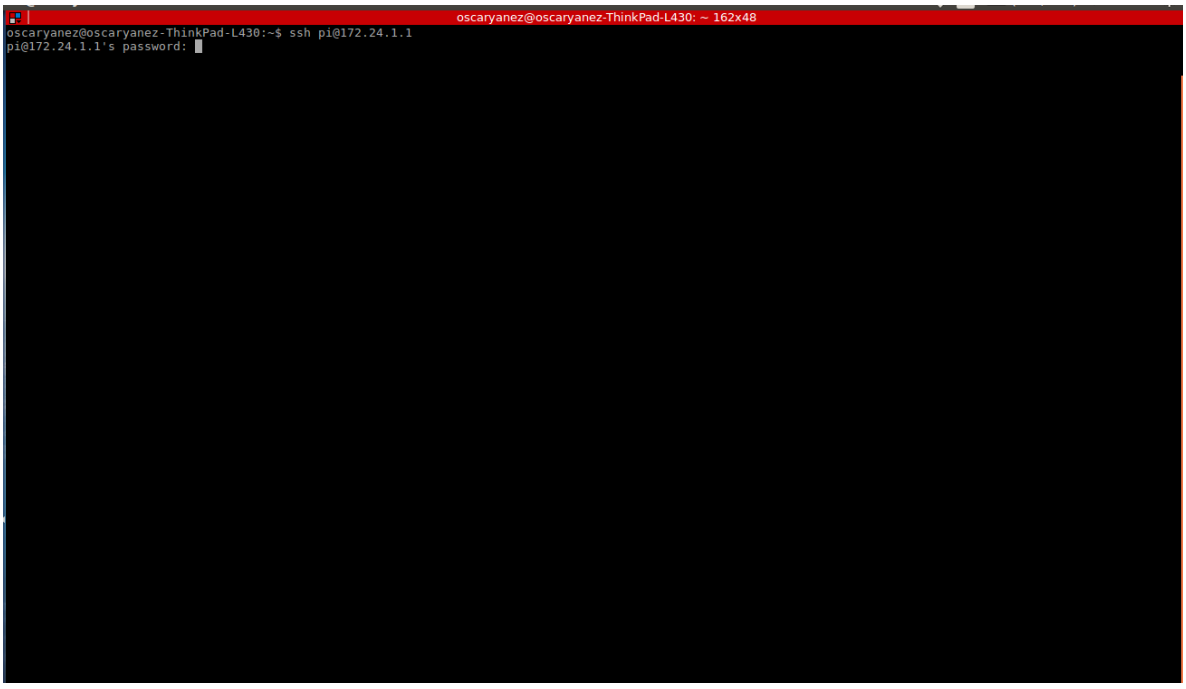


7.- Salimos con Ctrl+X y le decimos que guarde los cambios.

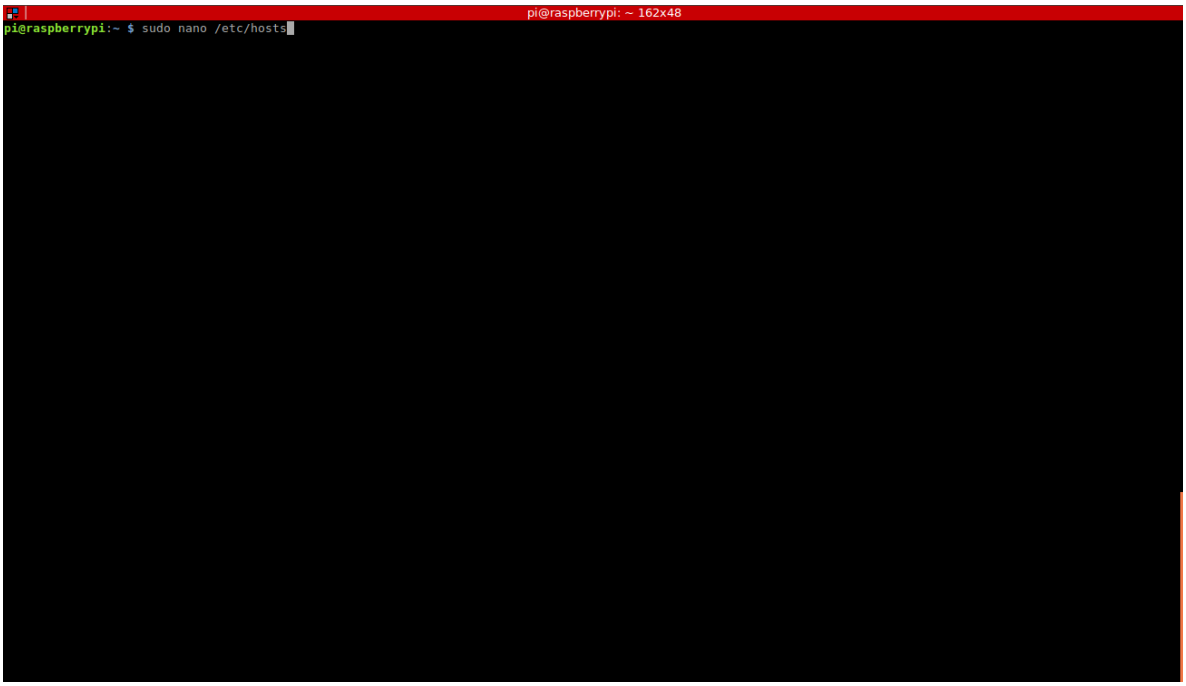


8.- De igual forma en la raspberry debemos agregar la ip de nuestro equipo obtenida en el paso 4 y el nombre de nuestro equipo, para acceder al R2-D2 abrimos una nueva terminal e introducimos el comando:

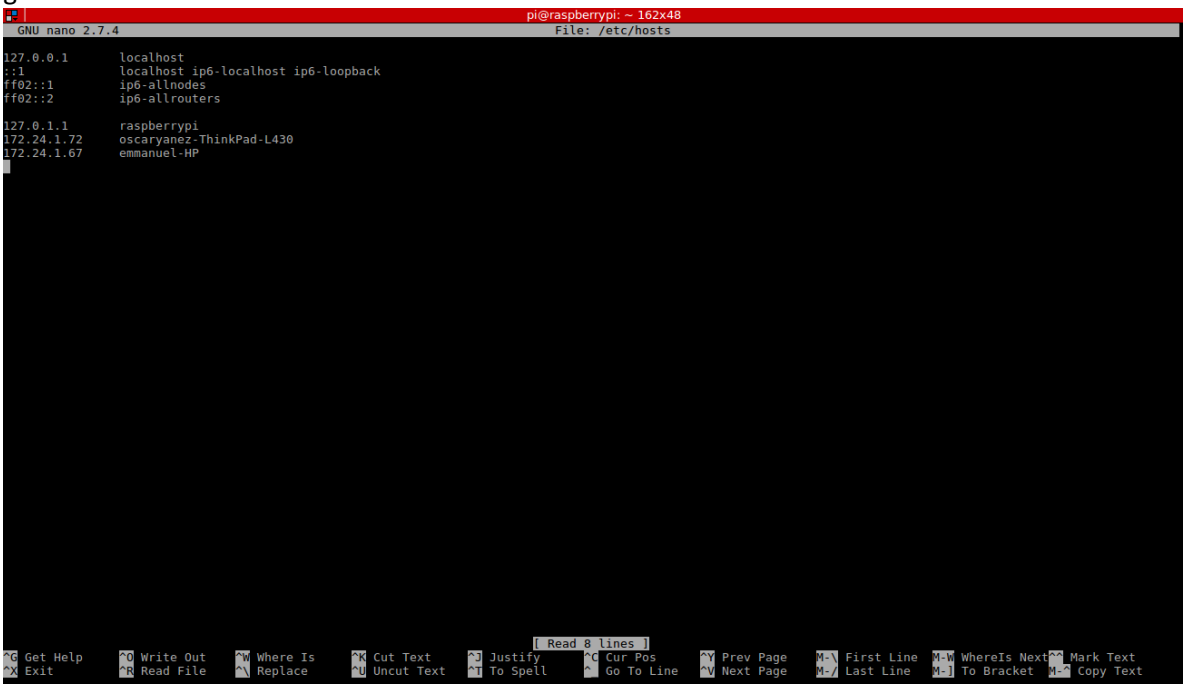
ssh pi@172.24.1.1 nos pedirá un password el cual es: raspberry



9.- Una vez en que nos conectemos a la raspberry vía ssh ejecutamos el comando: sudo nano /etc/host e introducimos la contraseña: raspberry.



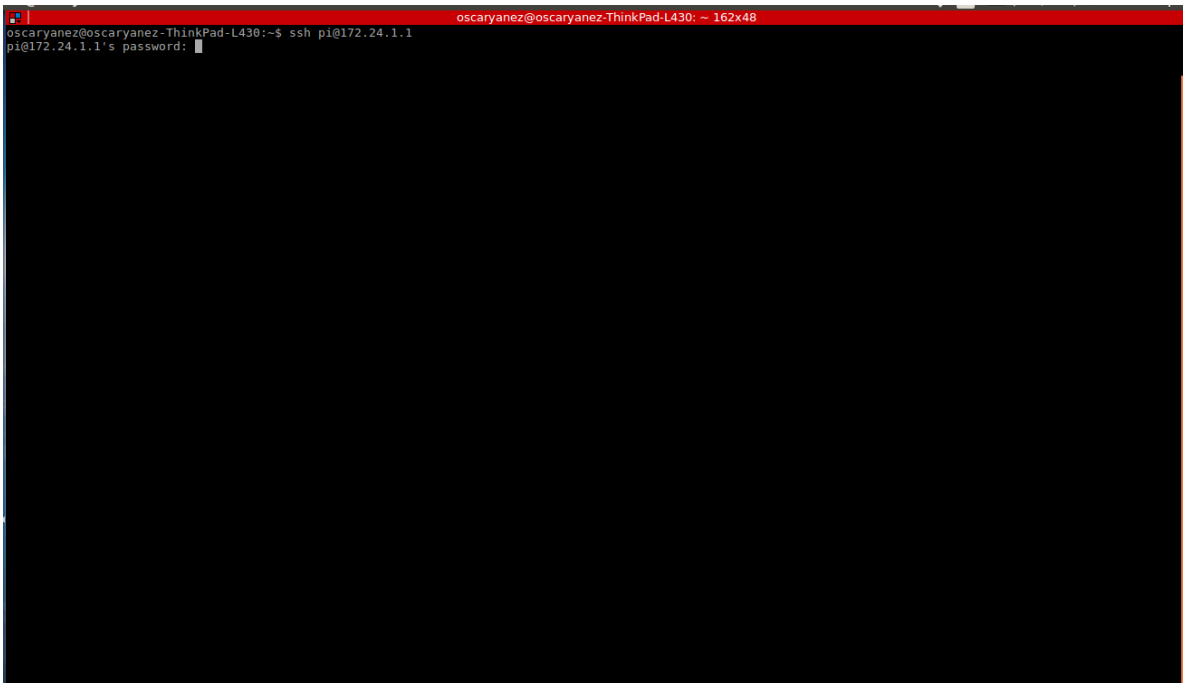
10.- Agregamos la ip y el nombre de nuestro equipo salimos con Ctrl+X y le decimos que guarde los cambios.



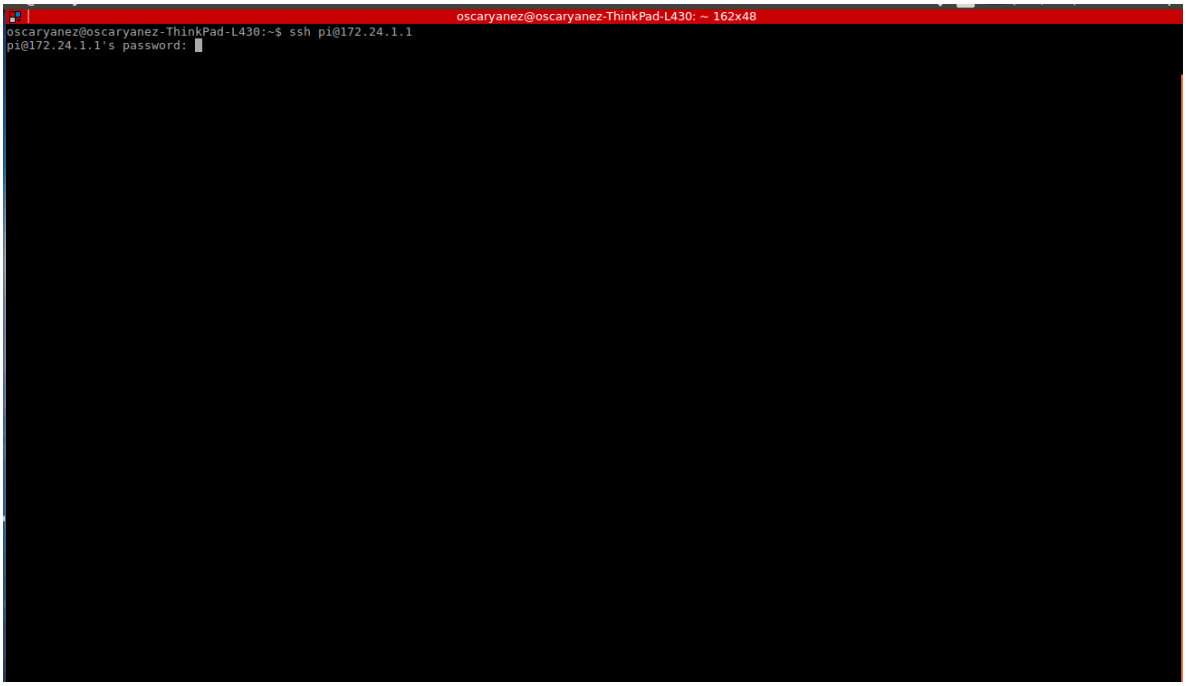
5.- CONEXIÓN CON ROS

1.- Para acceder al R2-D2 abrimos una nueva terminal e introducimos el comando:

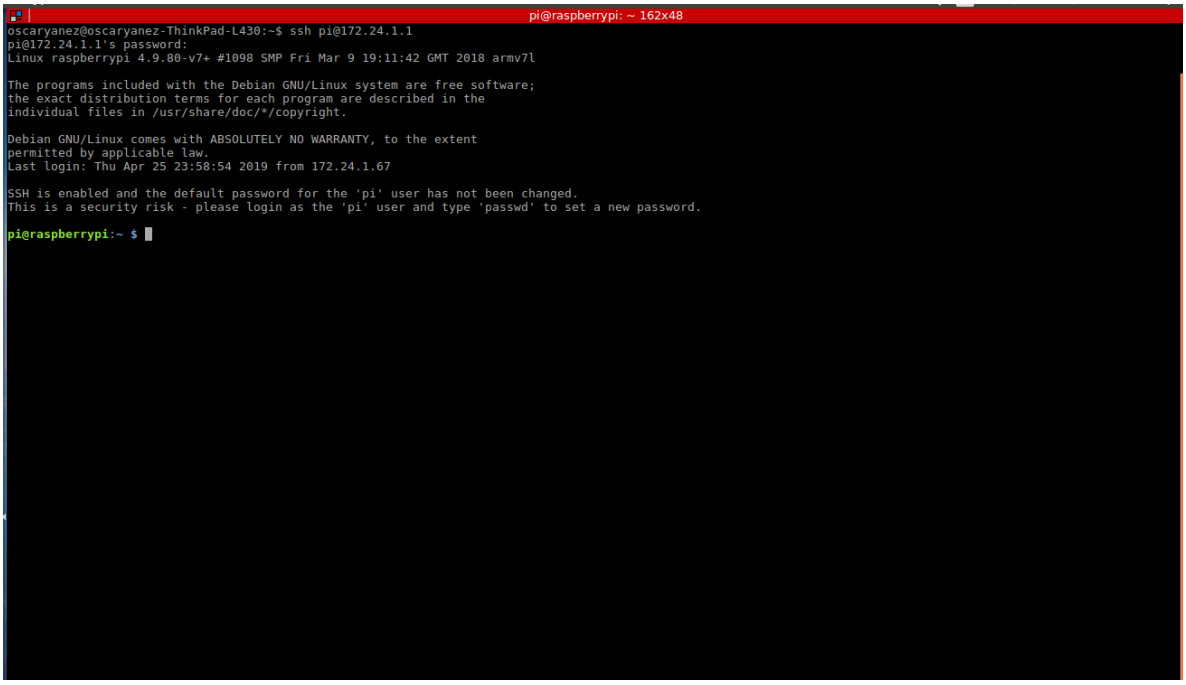
ssh pi@172.24.1.1



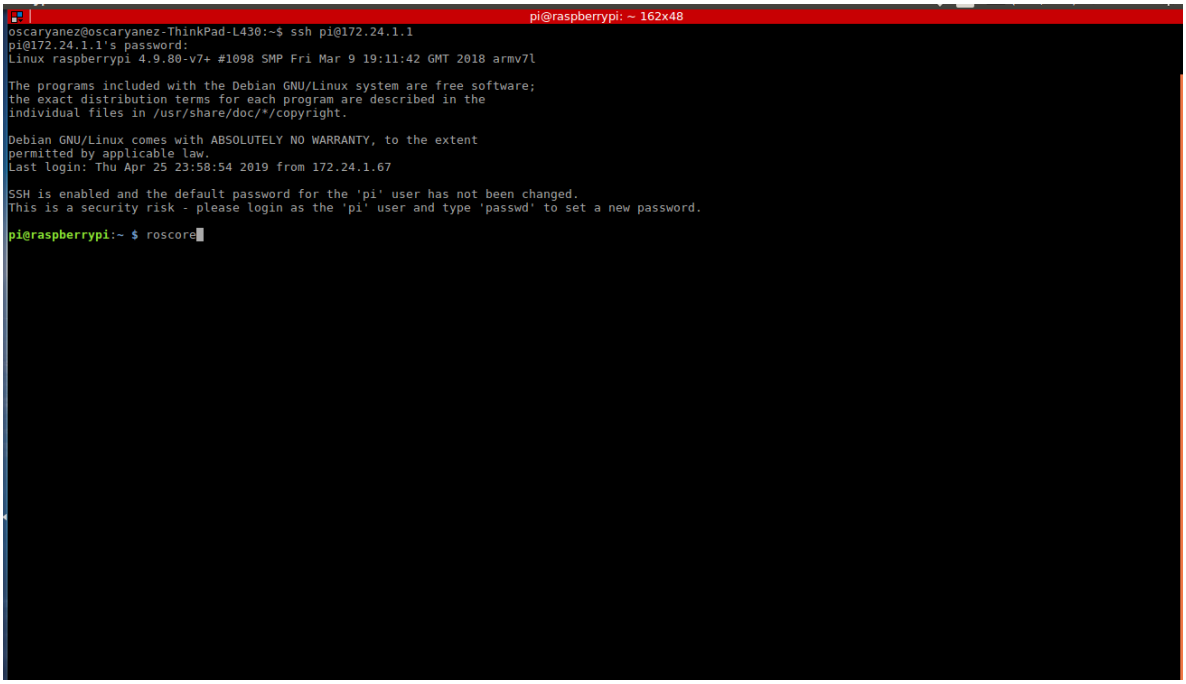
2.- Nos pedirá una password el cual es: raspberry



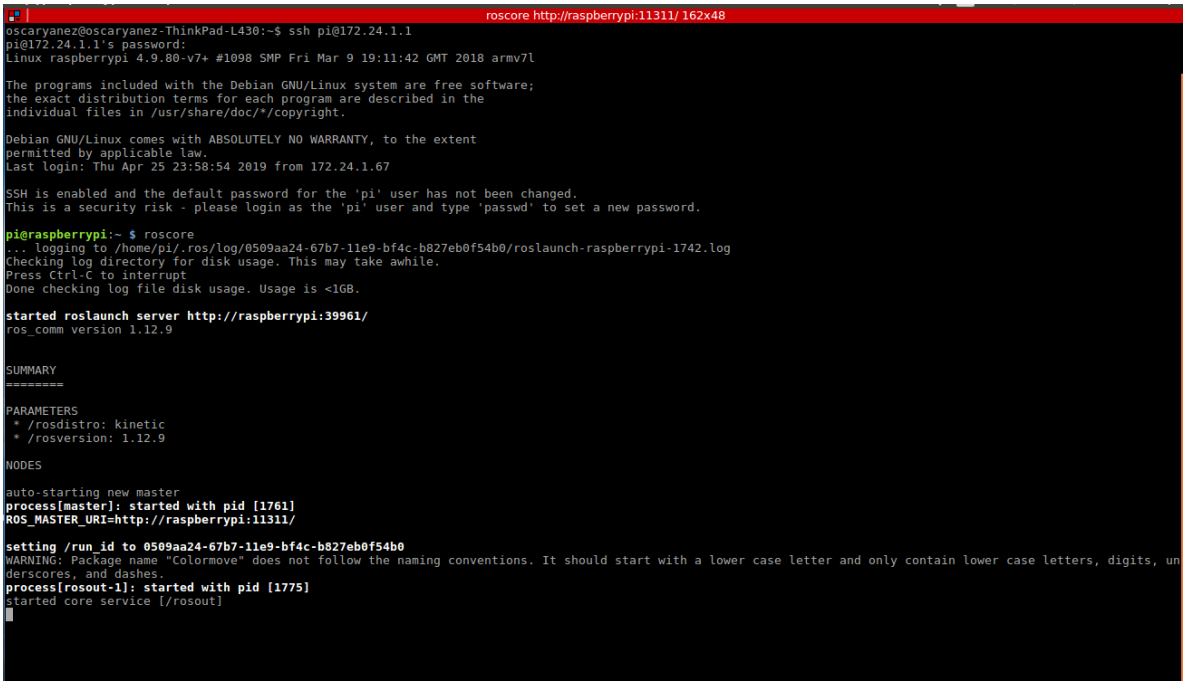
3.- Así se abrirá la consola de la raspberry que se encuentra en el R2-D2



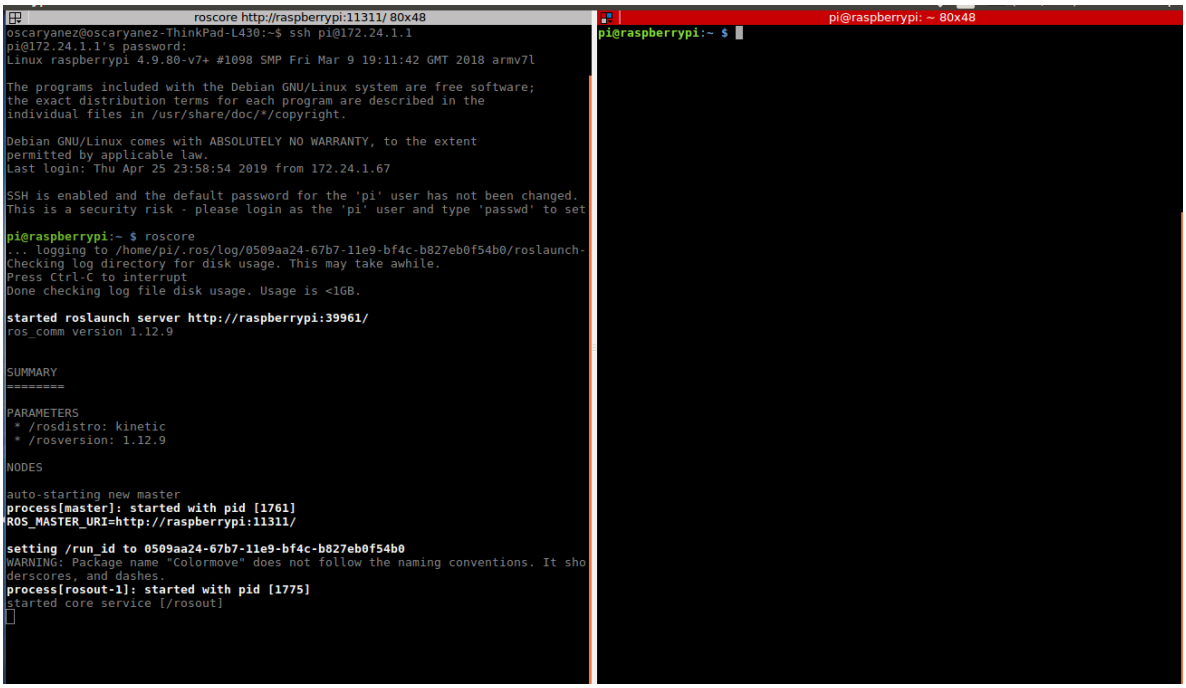
4.-Posteriormente ejecutamos ros con el comando: roscore



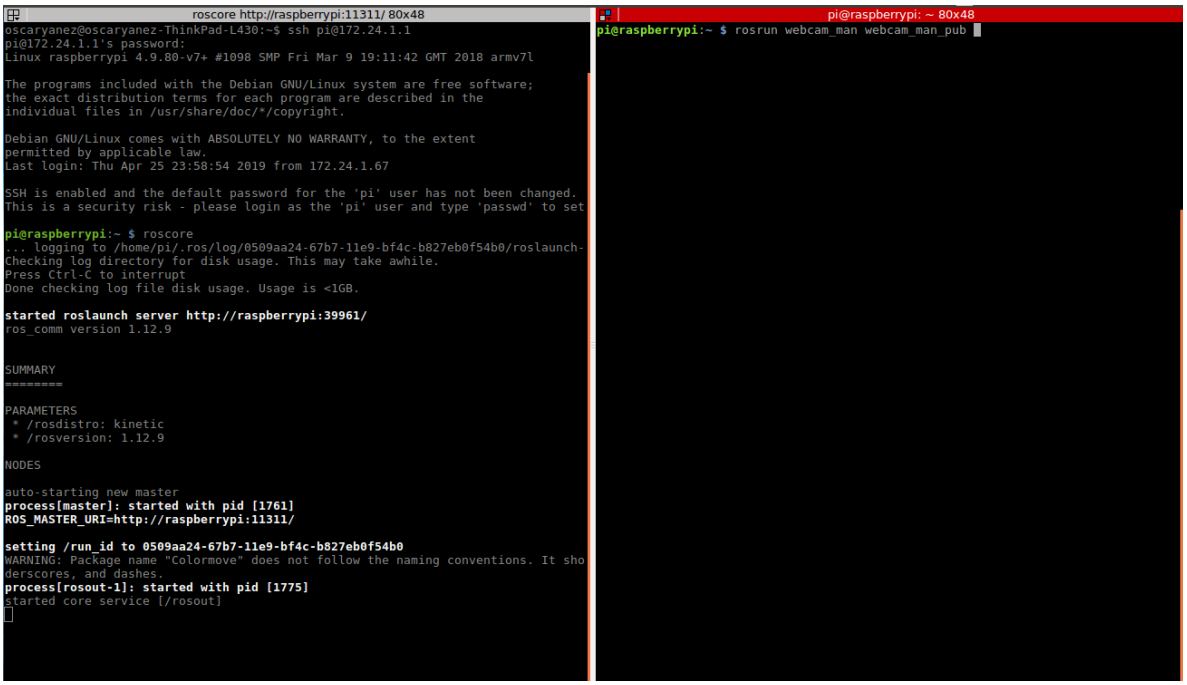
5.- En la consola veremos como se inicia el servicio de roscore



6.- Posteriormente además de la terminal donde estamos ejecutando el roscore abriremos una nueva terminal de la raspberry pi repitiendo los pasos del 1 al 3.

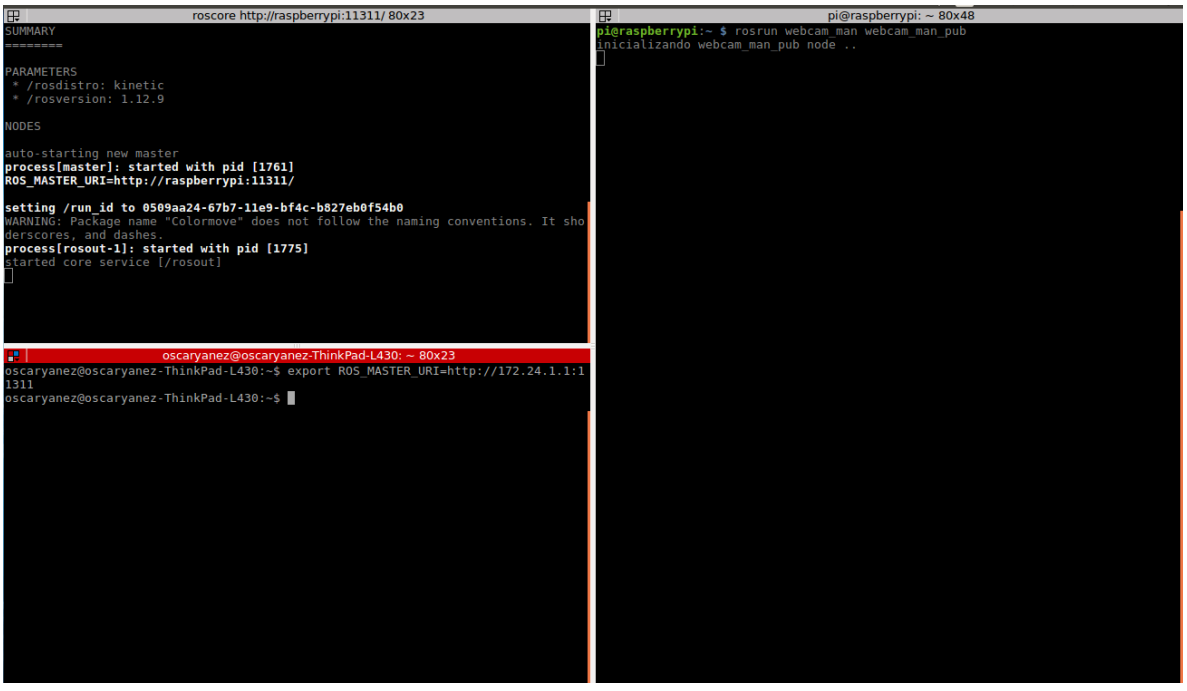


7.- Para ejecutar el nodo que abre la cámara del R2-D2 en la terminal ejecutamos el comando: rosrun webcam_man webcam_man_pub

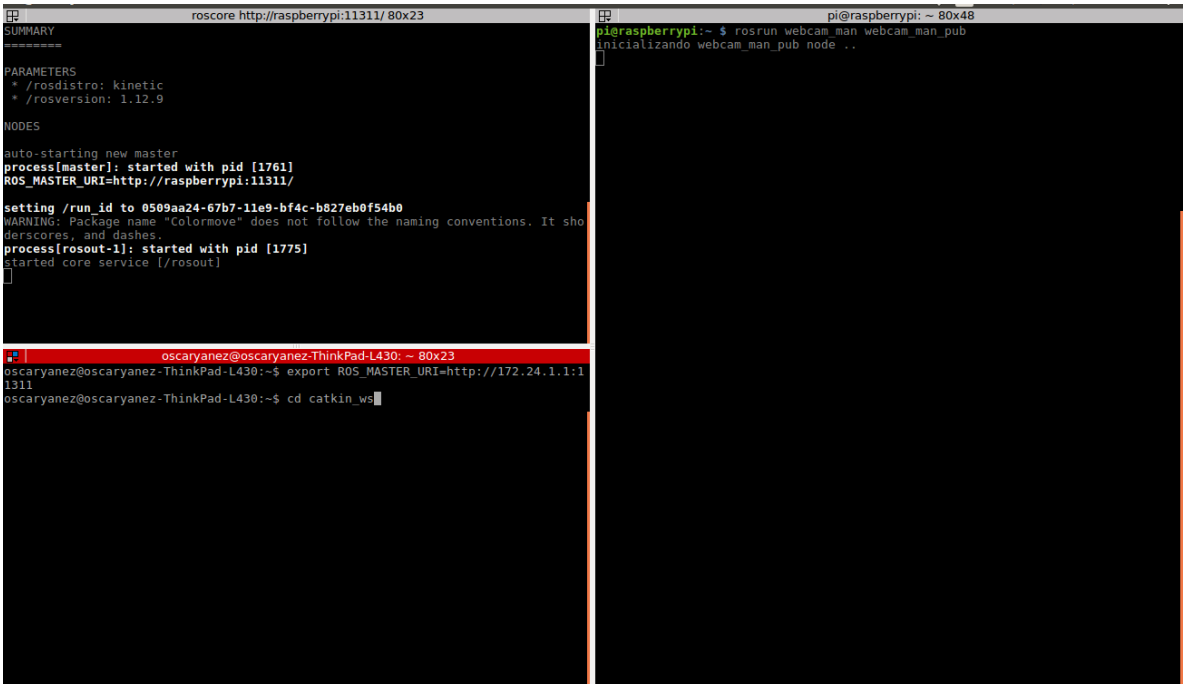


8.- Para visualizar la imagen de la cámara en nuestra computadora debemos abrir una nueva terminal de nuestro equipo y ejecutar el comando:

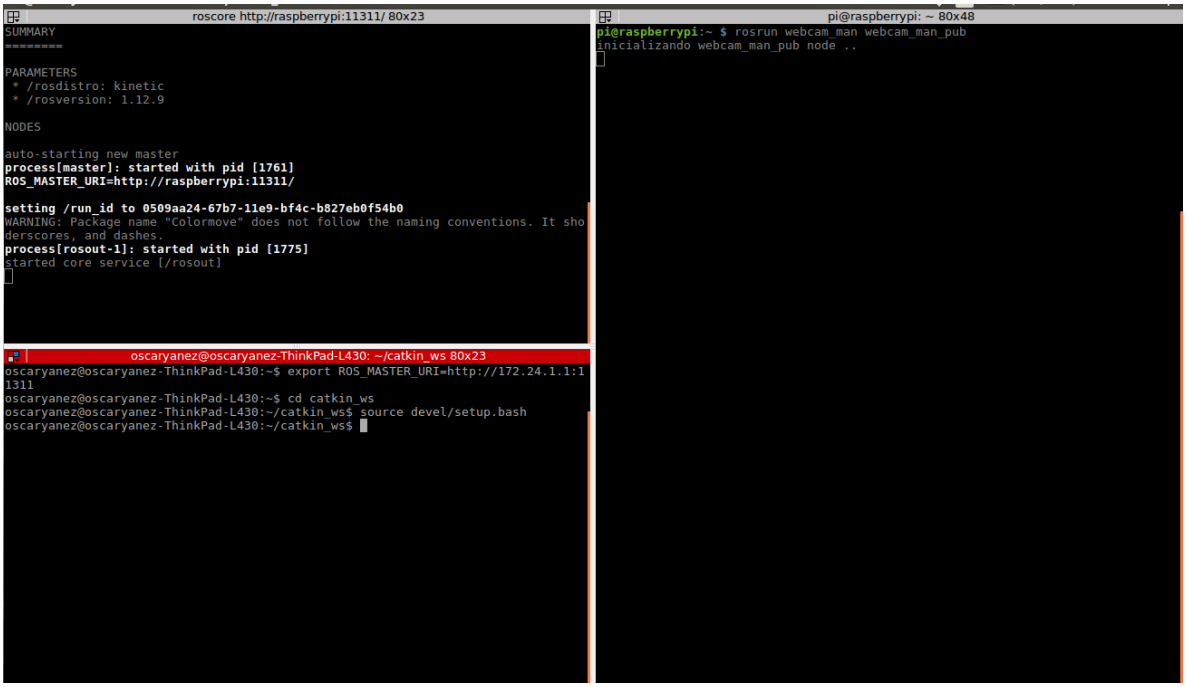
export ROS_MASTER_URI=http://172.24.1.1:11311



9.- Posteriormente nos movemos al workspace con el comando: cd catkin_ws

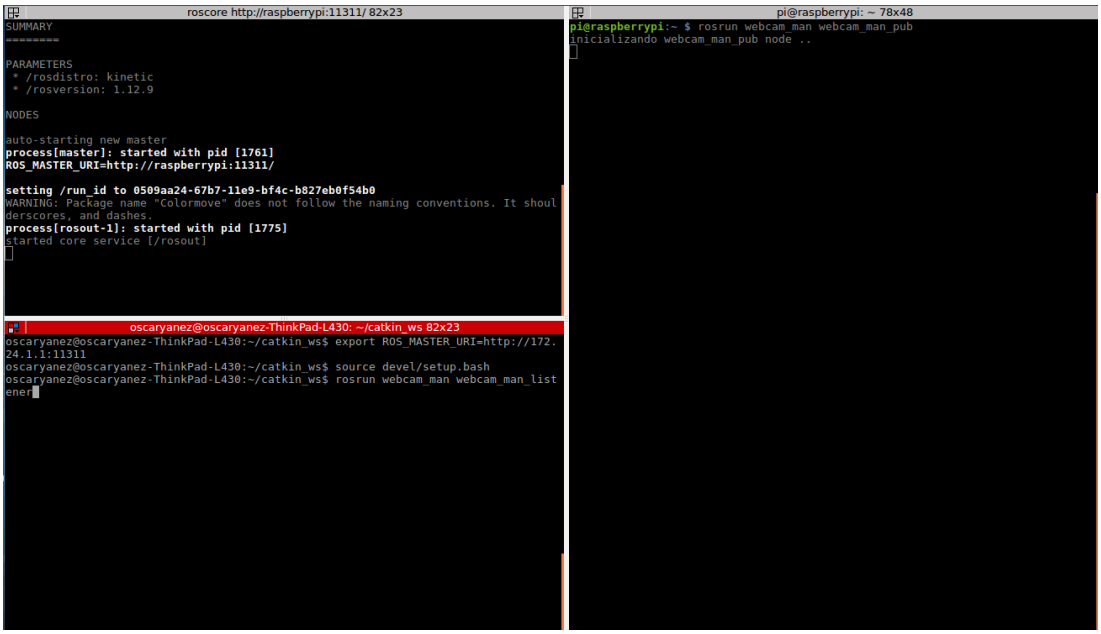


10.- Posteriormente ejecutamos el comando: source devel/setup.bash

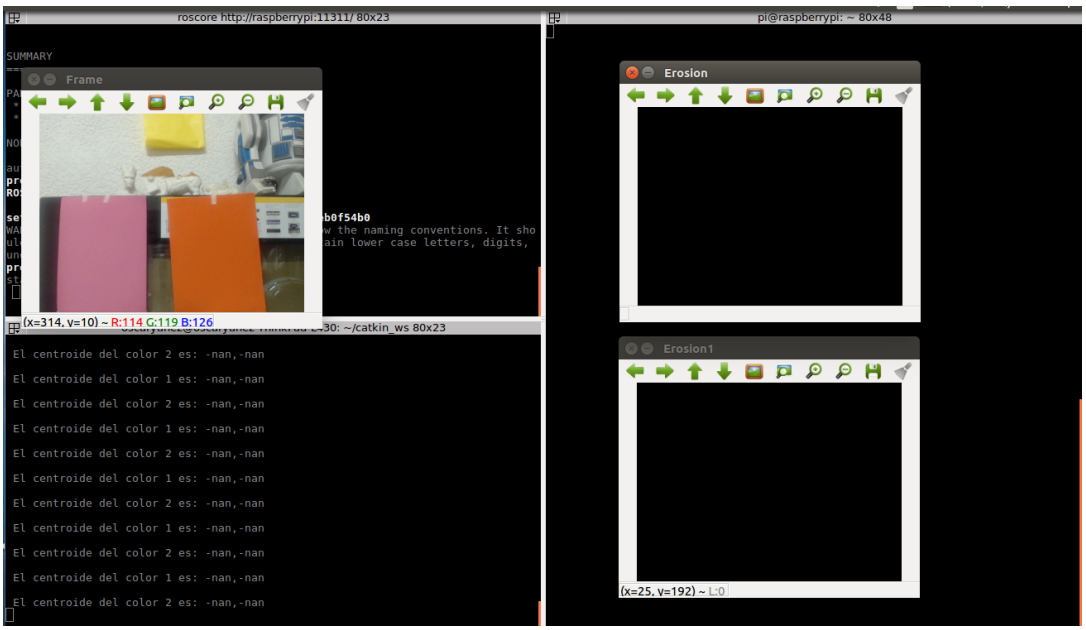


11.- Para ejecutar el nodo que abre la imagen de cámara del R2-D2 en nuestra computadora ejecutamos el nodo que recibe la imagen con el comando:

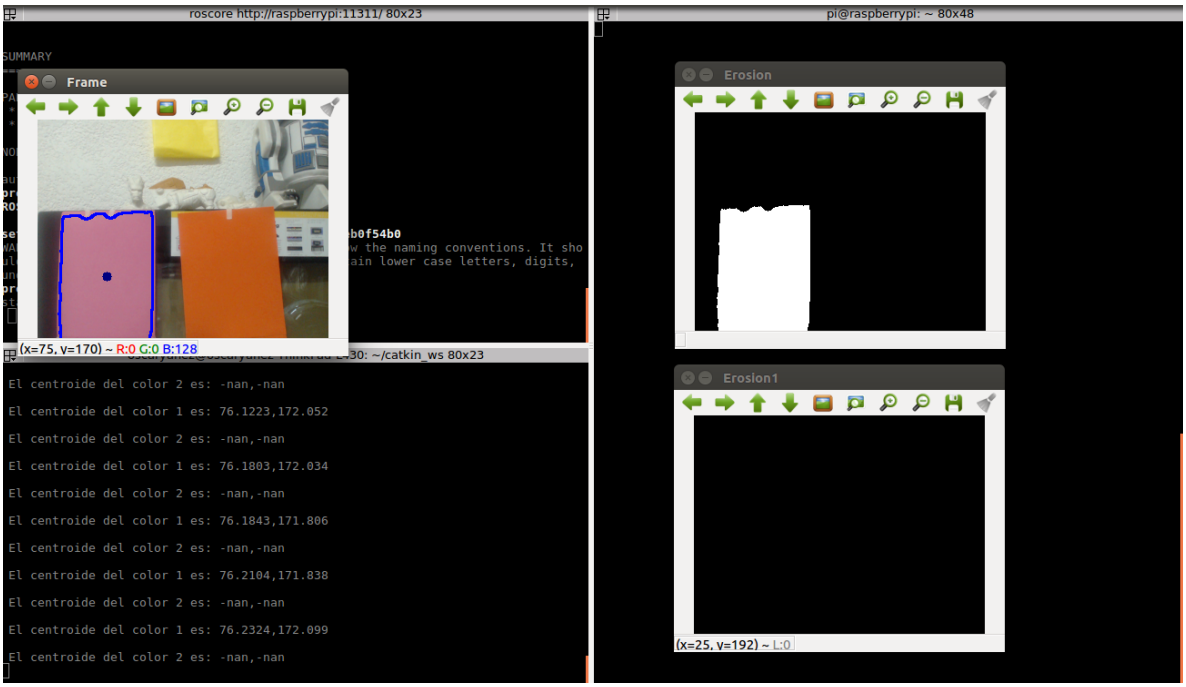
rosrun webcam_man webcam_man_listene



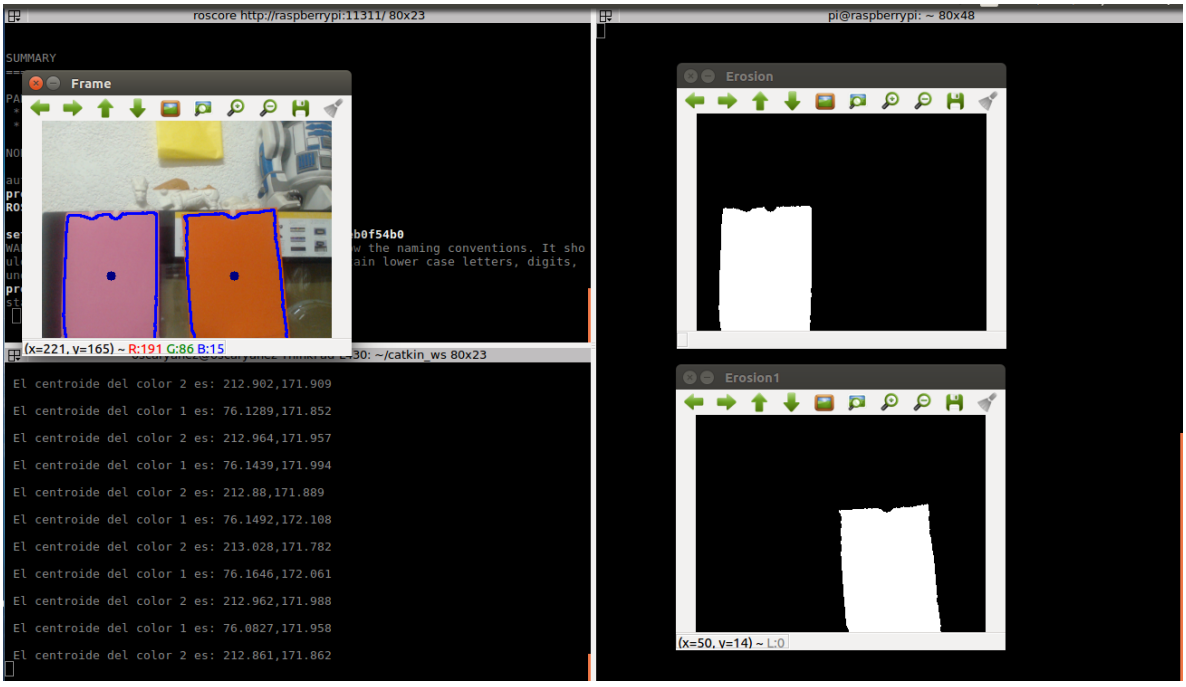
12.- Se abrirá la imagen original en una ventana con el nombre Frame y otras 2 ventanas donde se verán independiente los 2 colores filtrados, mientras tanto en la terminal nos aparecerá un mensaje el cual nos indicará los centroides.



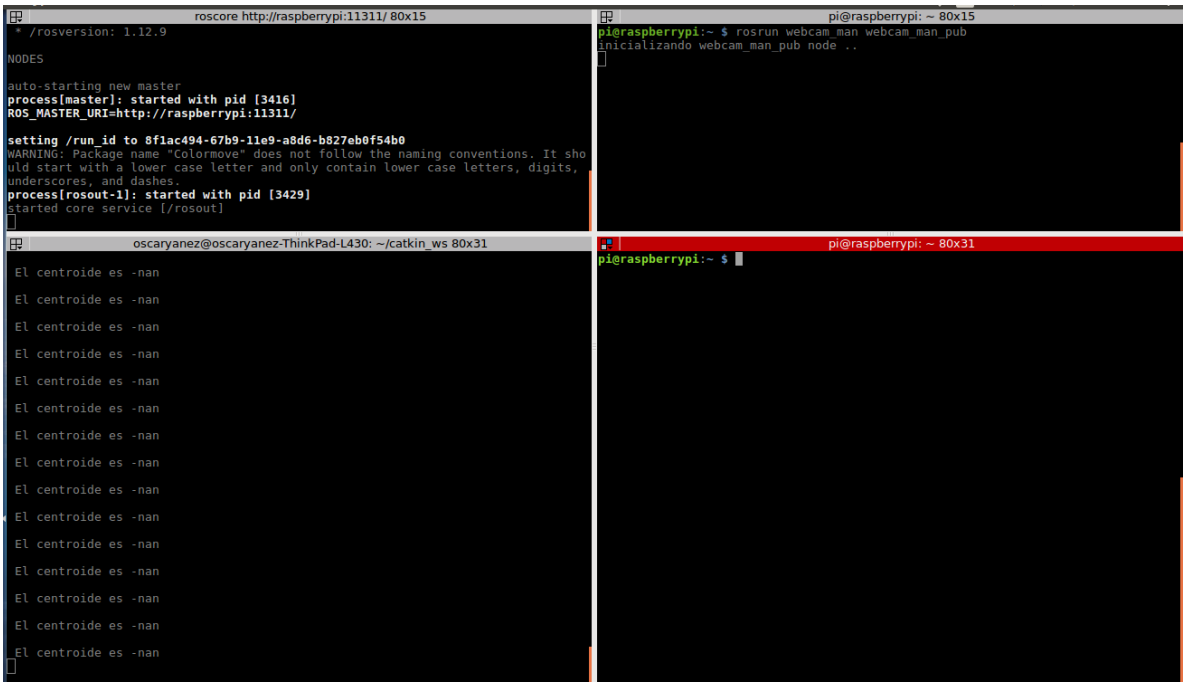
13.- Para filtrar el primer color debemos dirigirnos al objeto de determinado color y darle clic izquierdo.



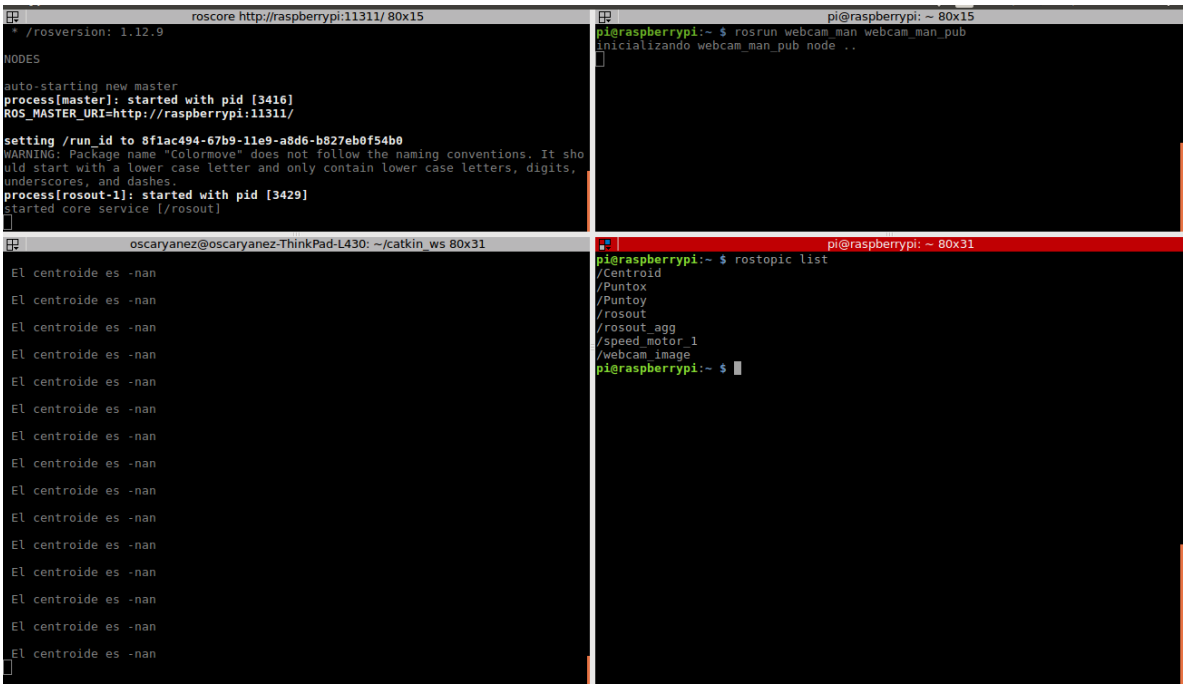
14.- Para filtrar el segundo color debemos dirigirnos al objeto de determinado color y darle clic derecho.



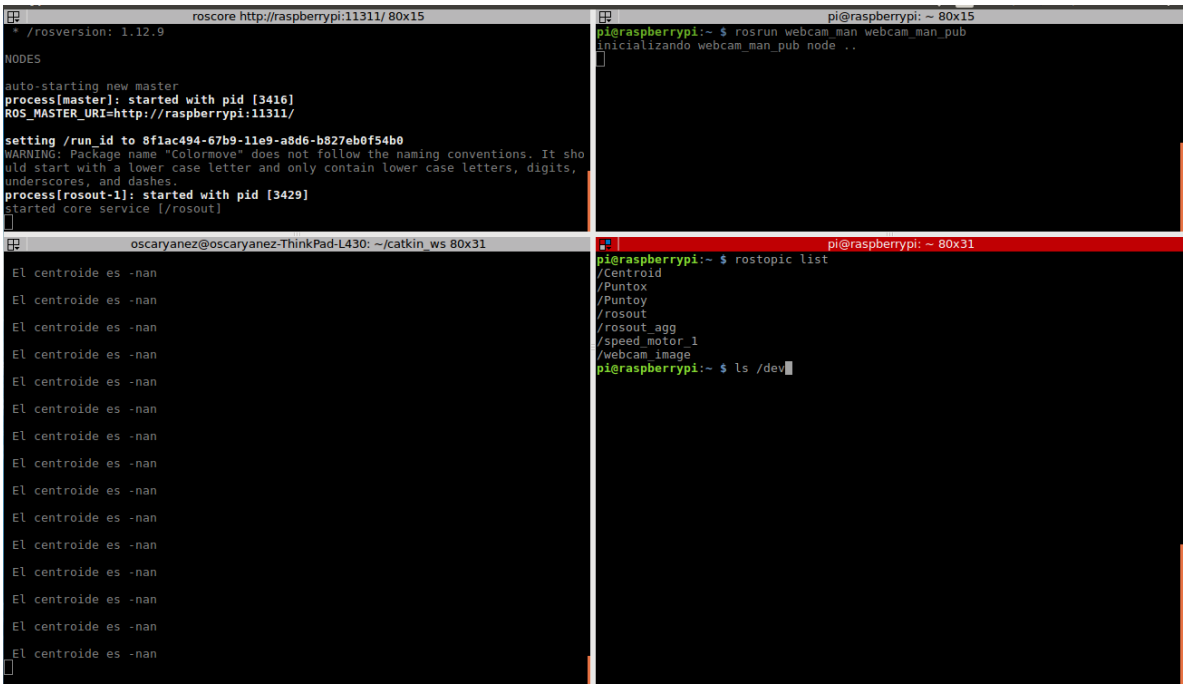
15.- Para hacer la conexión con el Arduino Mega y recibir los tópicos de los sensores y publicar para que se muevan los actuadores abrimos una nueva terminal.



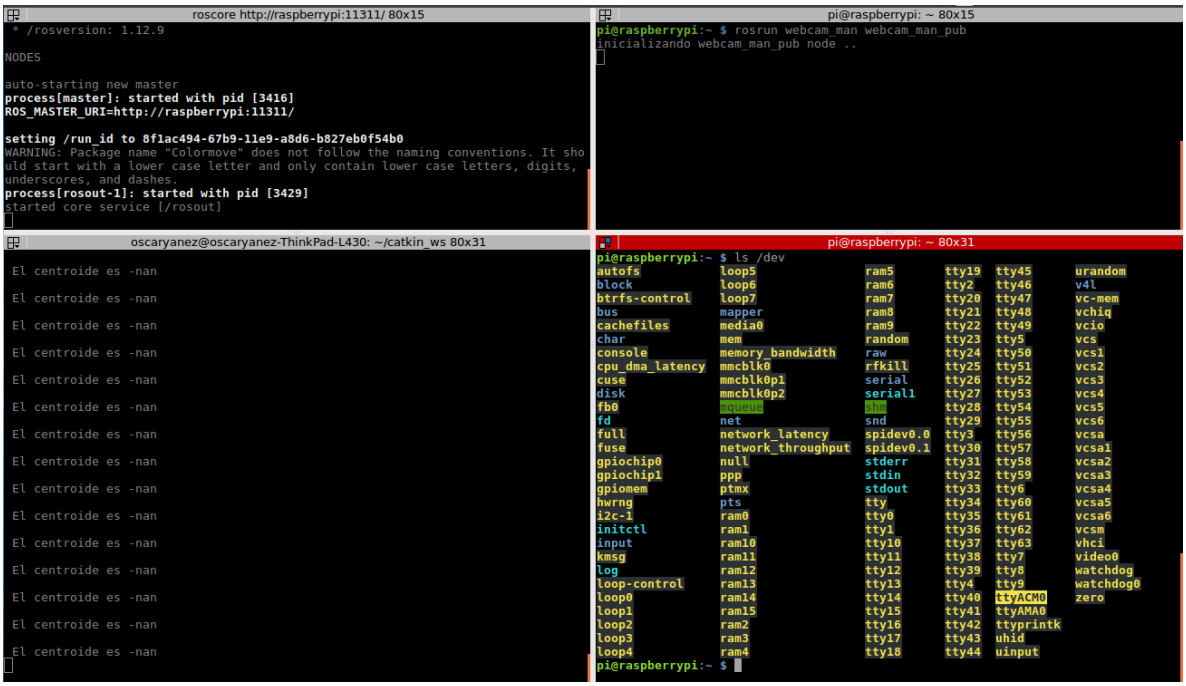
16.- Verificamos los tópicos antes de la conexión con el Arduino con el comando: rostopic list



17.- Para encontrar el puerto donde está conectado el Arduino a la raspberry ejecutamos el comando: ls /dev



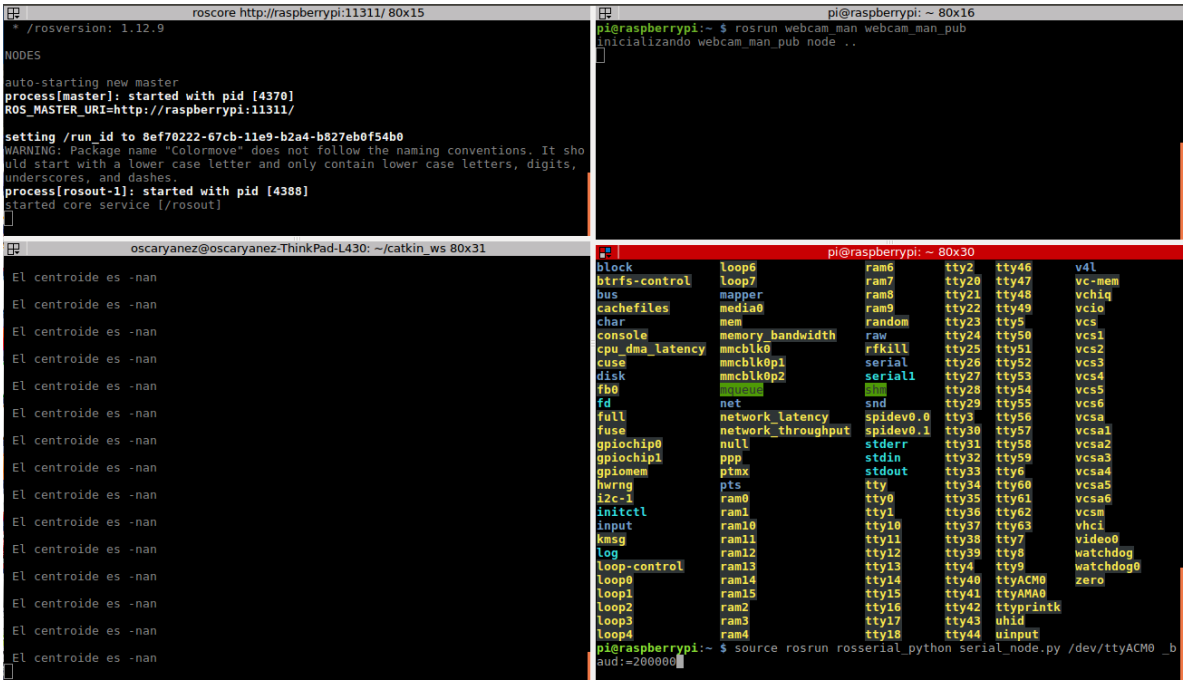
18.- Generalmente el Arduino lo podremos encontrar como ttyACM y un numero que en este caso es 0 siendo el dispositivo ttyACM0



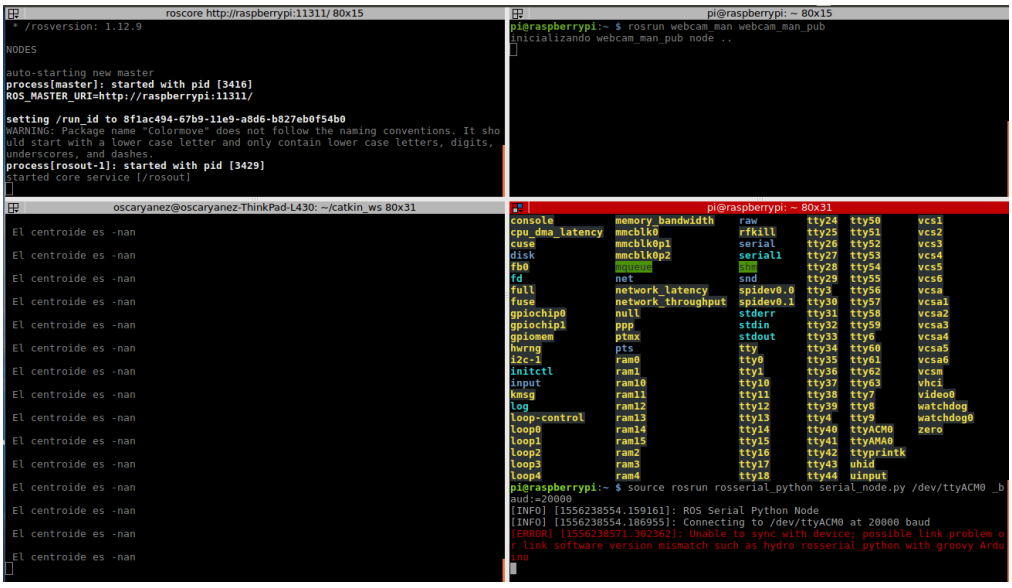
19.- Para iniciar la comunicación de comunicación serial con Arduino ejecutamos el siguiente comando:

source rosrun rosserial_python serial_node.py /dev/ttyACM0 _baud:=200000

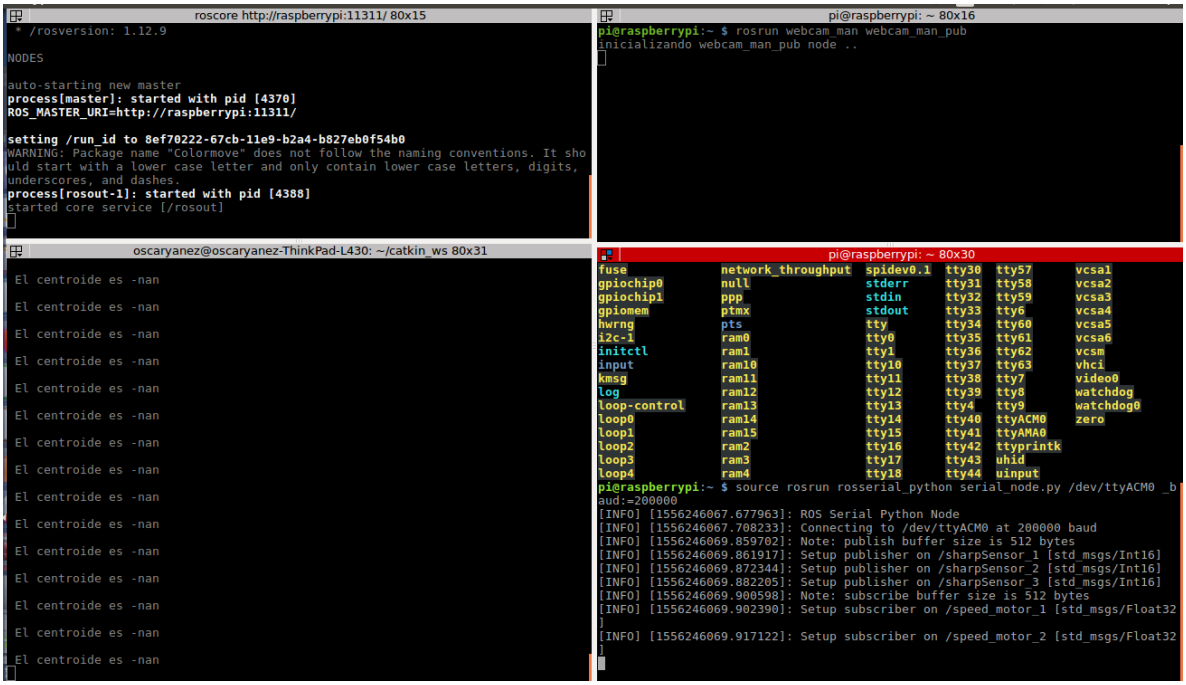
donde /dev/ttyAM0 es el dispositivo encontrado en la instrucción anterior (18) y _baud:=200000 es el numero de bits por segundo el cual debe coincidir con el programa de Arduino.



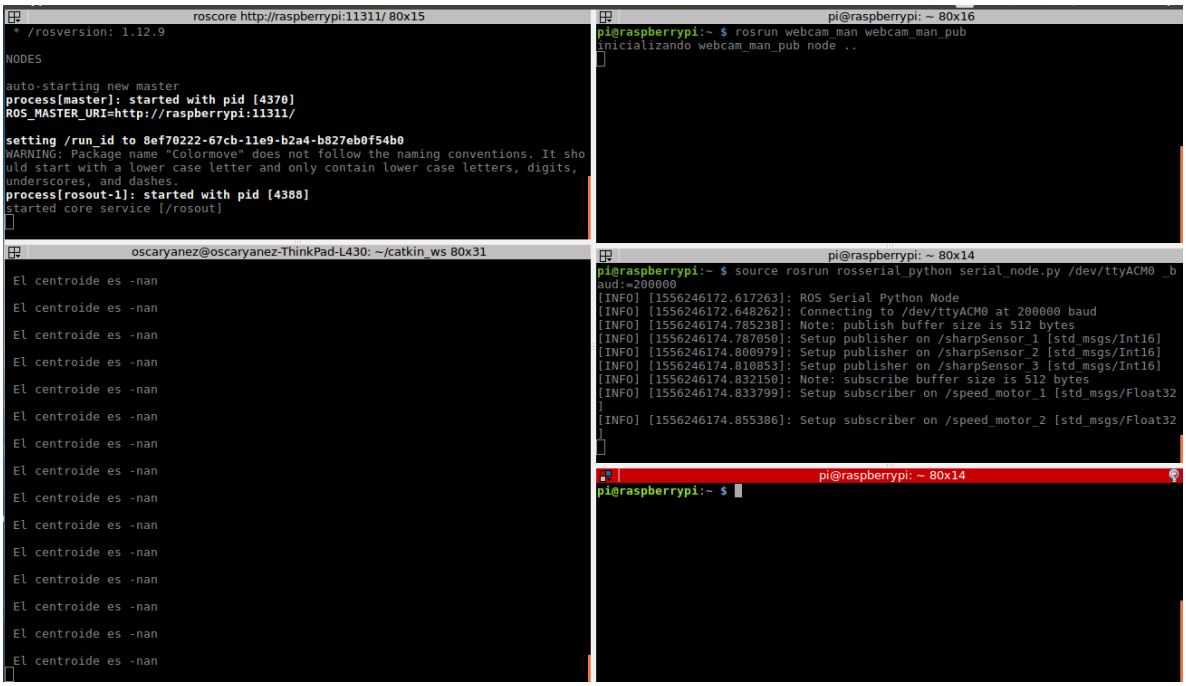
20.- Si llegara a salir el siguiente error ir a la sección de errores si no pasar a la siguiente instrucción (21)



21.- Si no se presentó ningún error se iniciará la comunicación como se muestra a continuación.

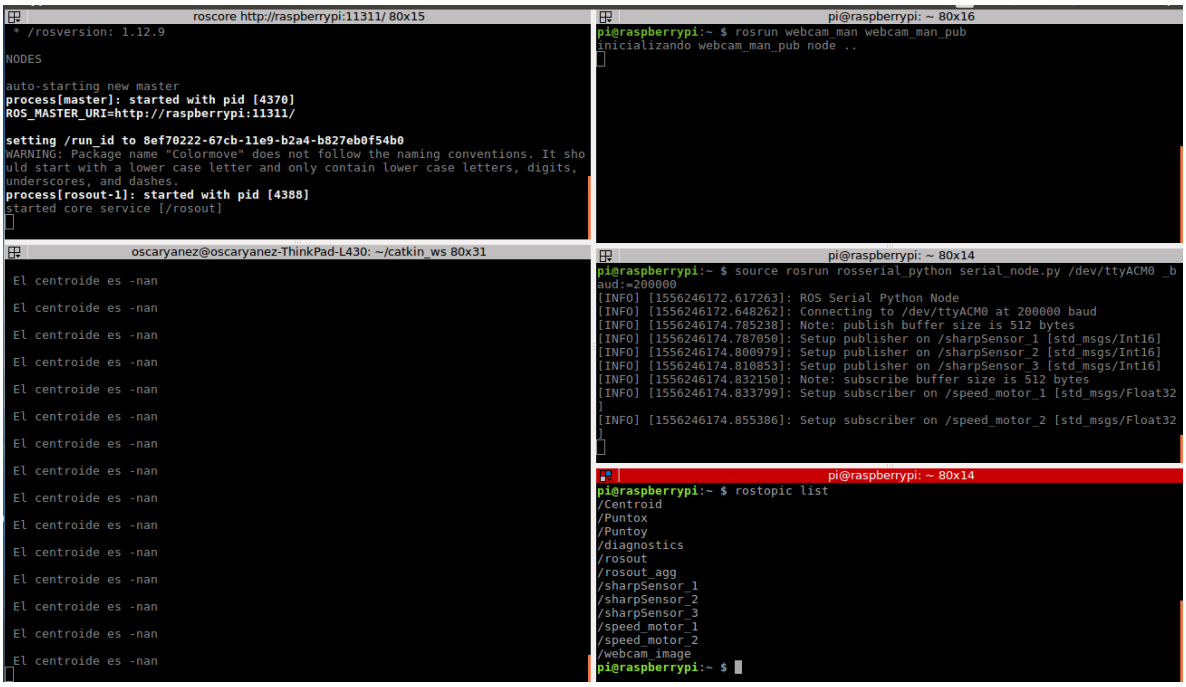


22.- Para acceder a los tópicos accedemos a una nueva terminal de la raspberry repitiendo los pasos del 1 al 3.



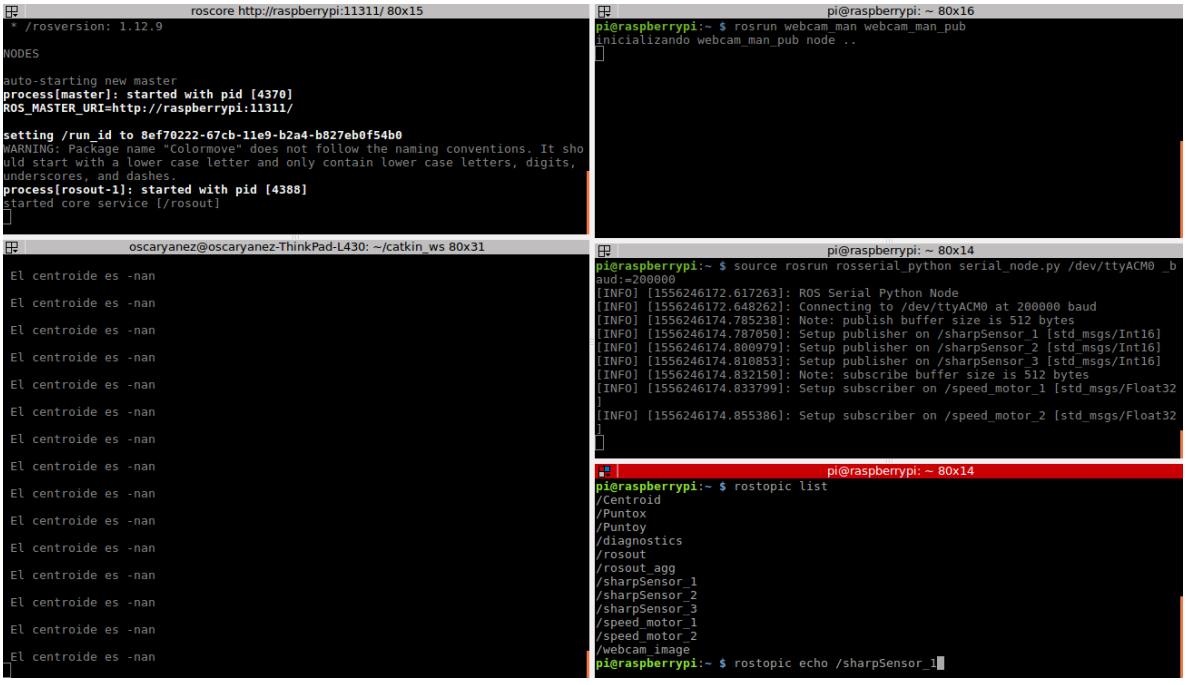
23.- Verificamos que se encuentres los topicos del Arduino con el comando: rostopic list

Si la conexión con el Arduino esta bien encontraremos mas topicos que en el paso 17 los cuales son los topicos del Arduino.

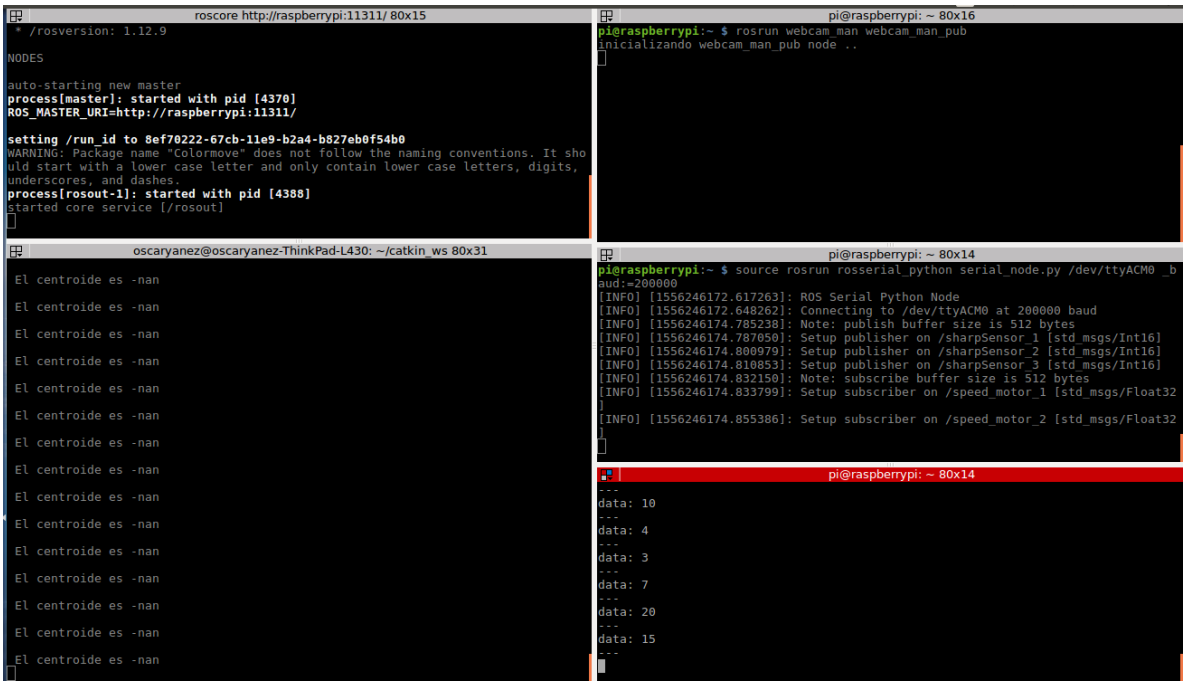


24.- Para verificar el valor del Sharp 1 ejecutamos el comando:

rostopic echo /sharpSensor_1

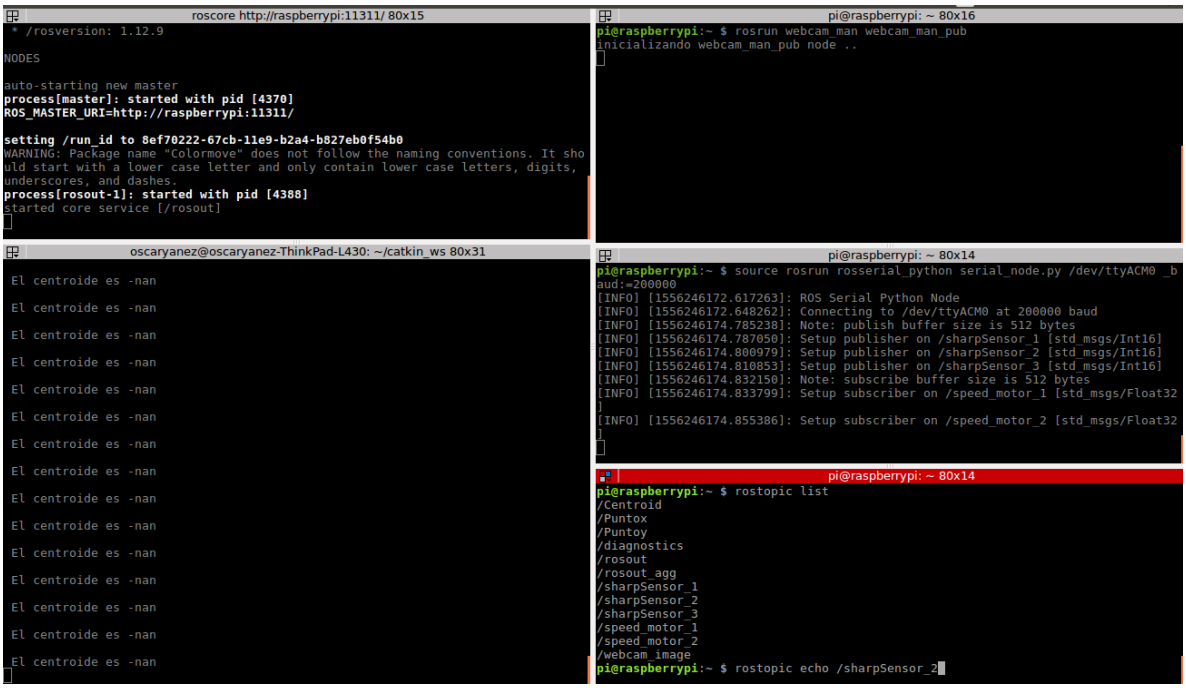


25.- Una vez levantado el echo del Sharp 1 observaremos los valores de este en la consola como se muestra a continuación.

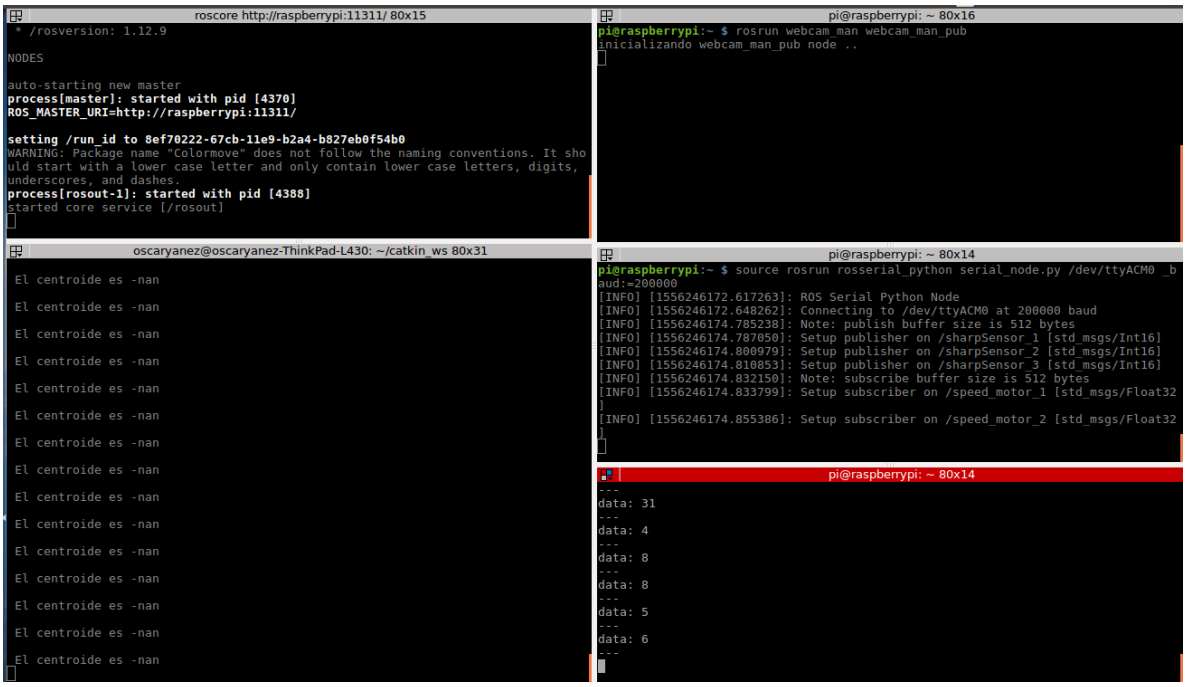


26.- Para verificar el valor del Sharp 2 ejecutamos el comando:

rostopic echo /sharpSensor_2

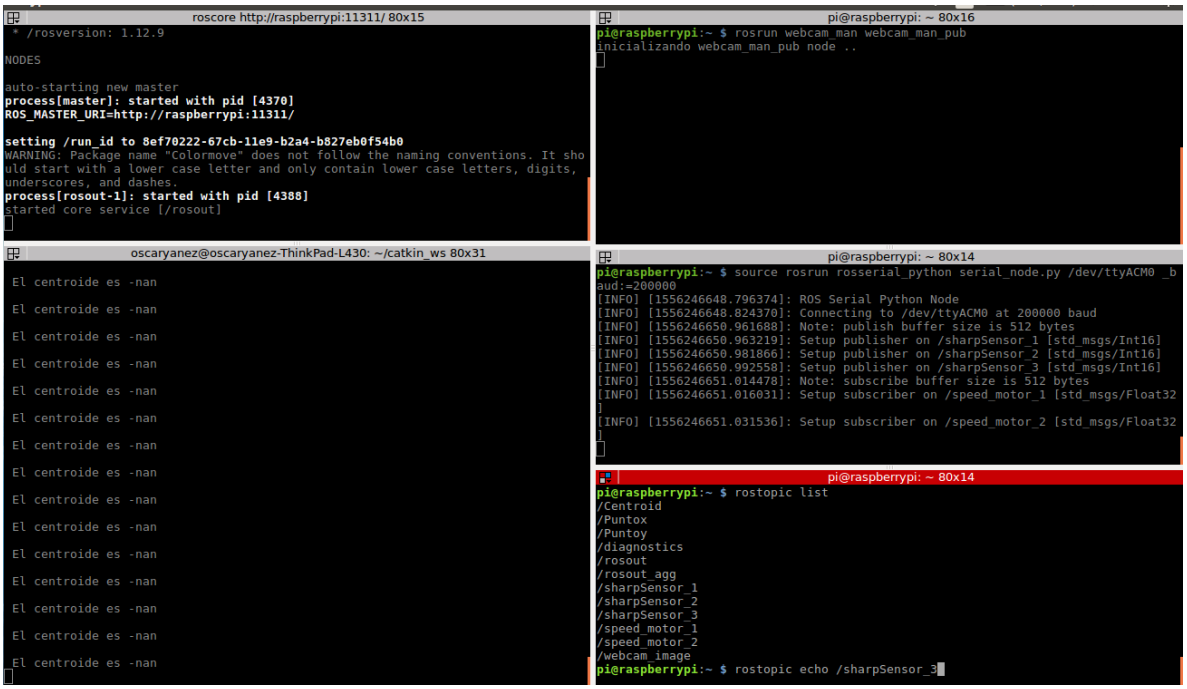


27.- Una vez levantado el echo del Sharp 2 observaremos los valores de este en la consola como se muestra a continuación.

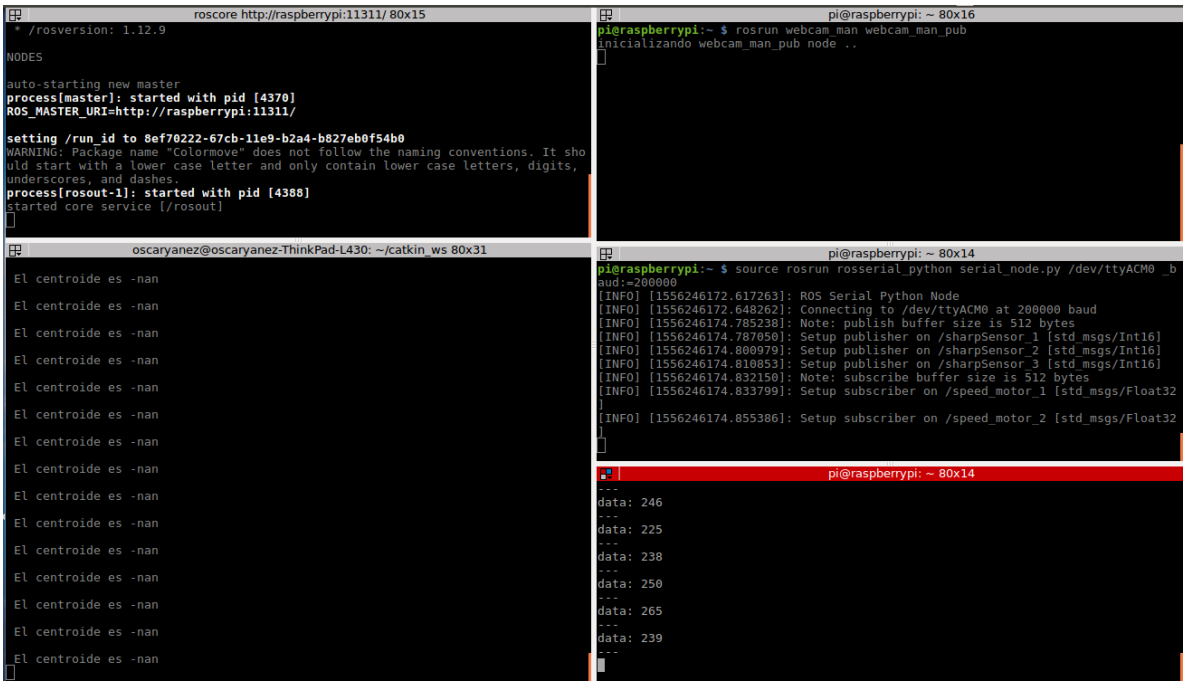


28.- Para verificar el valor del Sharp 3 ejecutamos el comando:

rostopic echo /sharpSensor_3



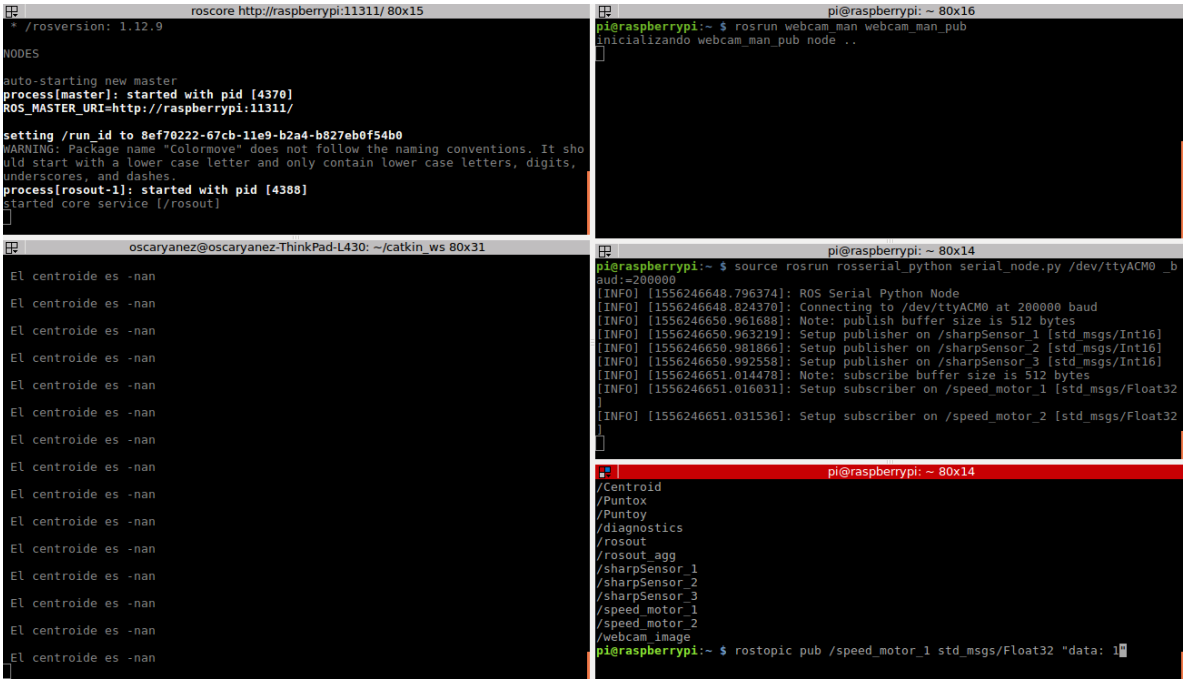
29.- Una vez levantado el echo del Sharp 2 observaremos los valores de este en la consola como se muestra a continuación.



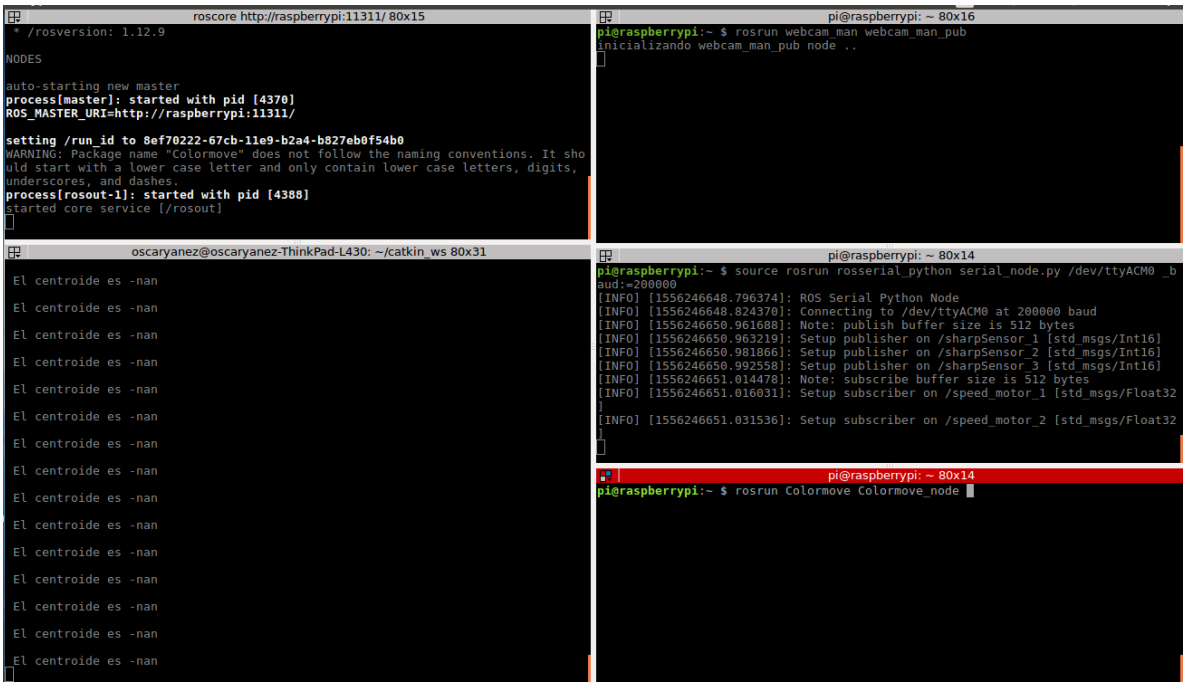
30.- Para probar los motores ejecutamos el siguiente comando:

rostopic pub /speed_motor_1 std_msgs/Float32 “data: 1”

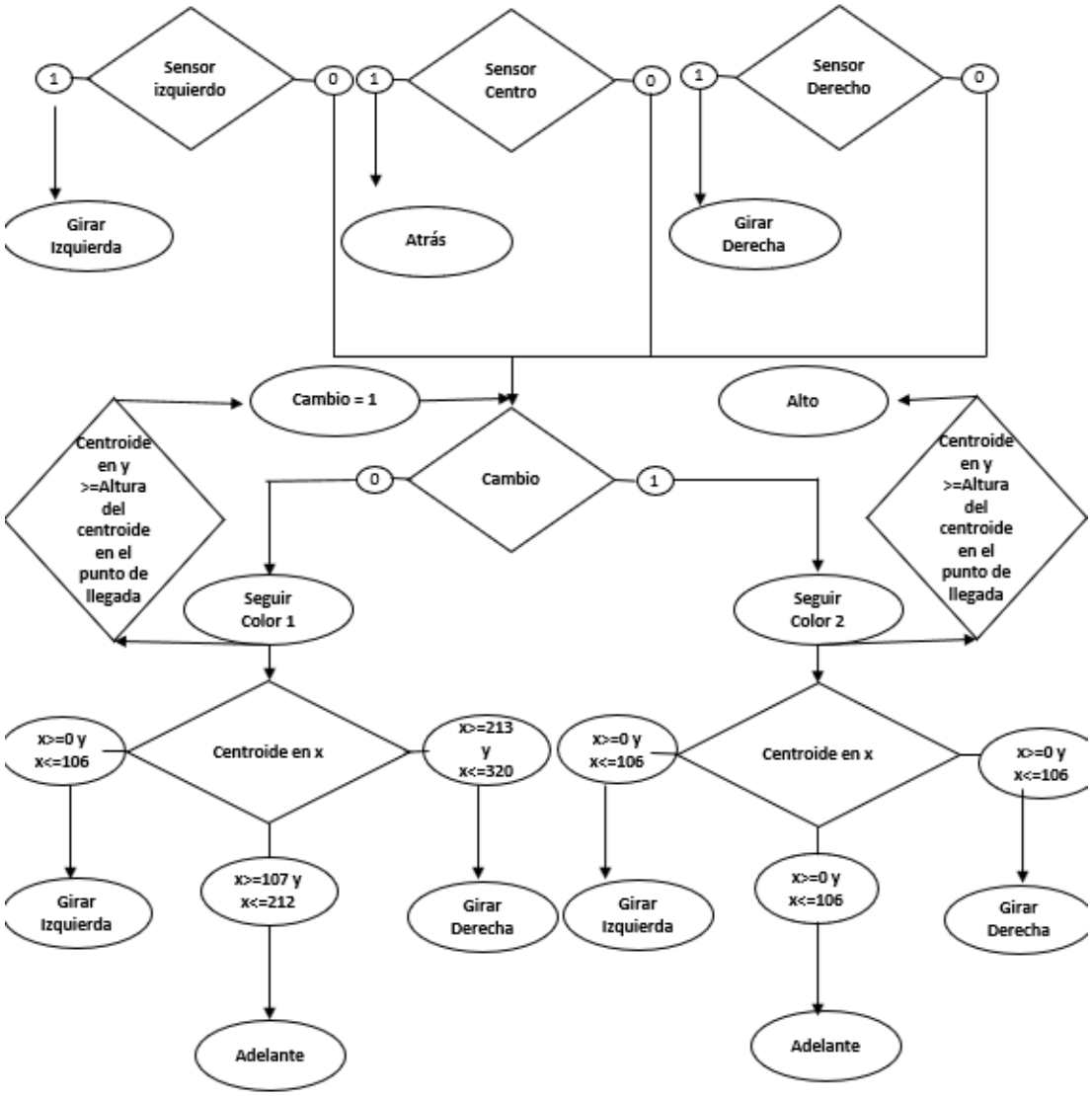
Donde el 1 de /speed_motor_1 es el número de motor que puede ser 1 o 2 y el data 1 es un flotante que va de 0 a 1 dependiendo el pwm del motor



31.- Para correr el comportamiento de seguir un color y evadir obstáculos ejecutar el comando: rosrun Colormove Colormove_node

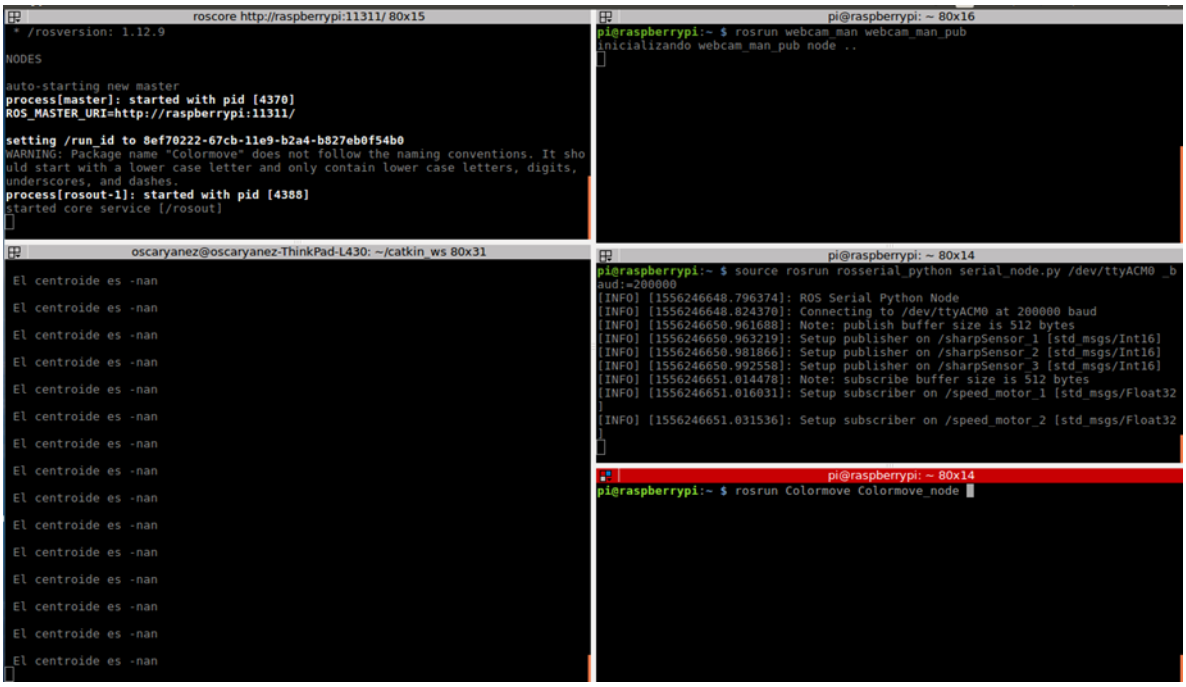


6.- CARTA ASM DE LA MAQUINA DE ESTADOS PARA SEGUIR 2 COLORES Y EVADIR OBSTÁCULOS



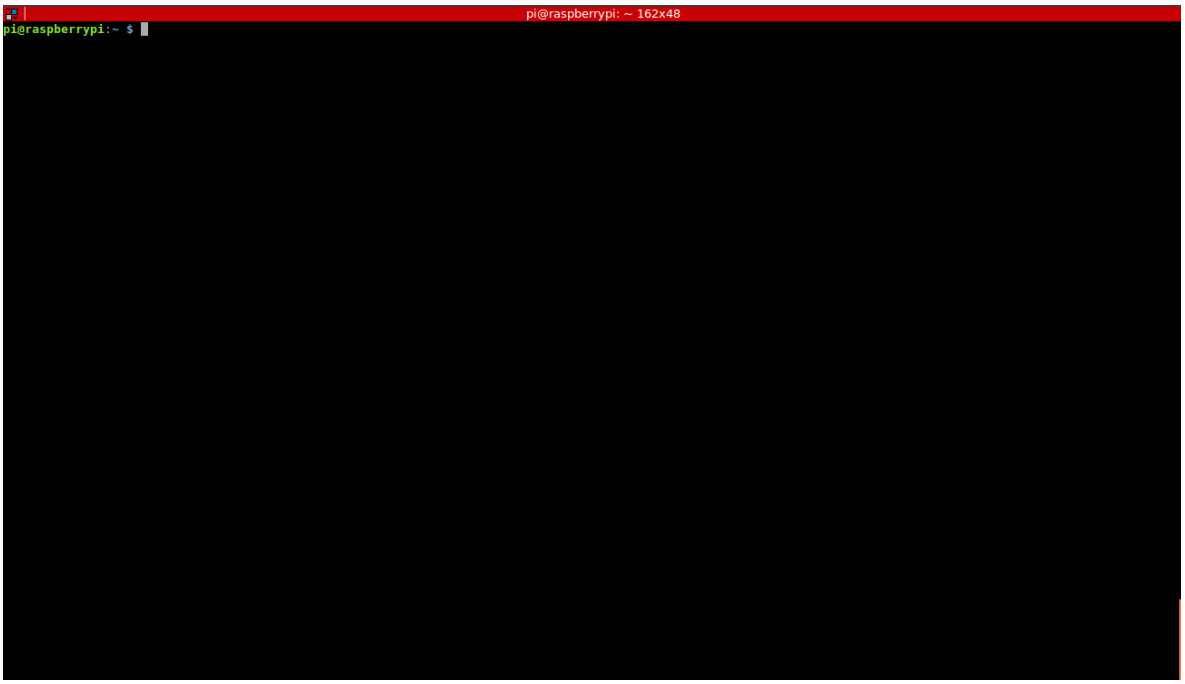
7.- NODOS QUE HAY QUE CORRER PARA CORRER EL NODO QUE SIGUE COLORES Y EVADE OBSTÁCULOS

Para ejecutar el rosrun Colormove Colormove_node debemos tener inicializado en una ventana de la raspberry con **roscore**, el nodo que publica la imagen **(Webcam man Webcam man pub)**, el nodo de serial Python que hace la comunicación con el Arduino (**rosserial python serial node.py)** y en nuestra computadora con el export_ROSMASTER el nodo de listener **(Webcam man Webcam man listene)** que hace el filtrado.

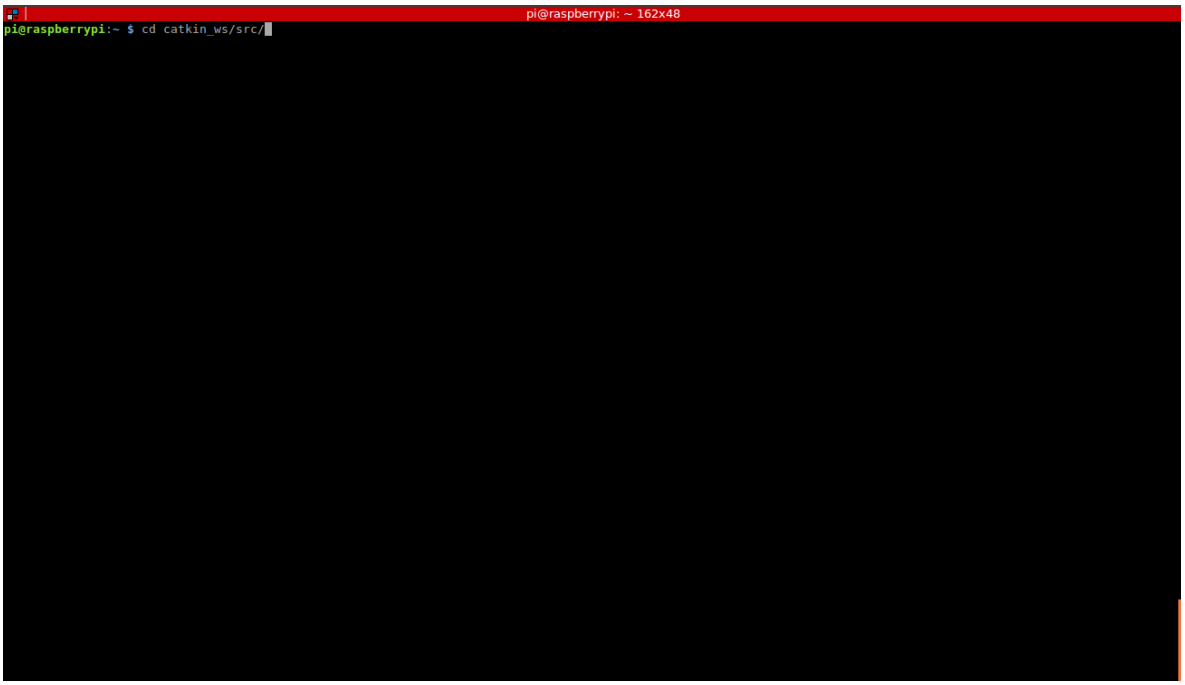


8.- CREAR UN NUEVO PAQUETE EN ROS

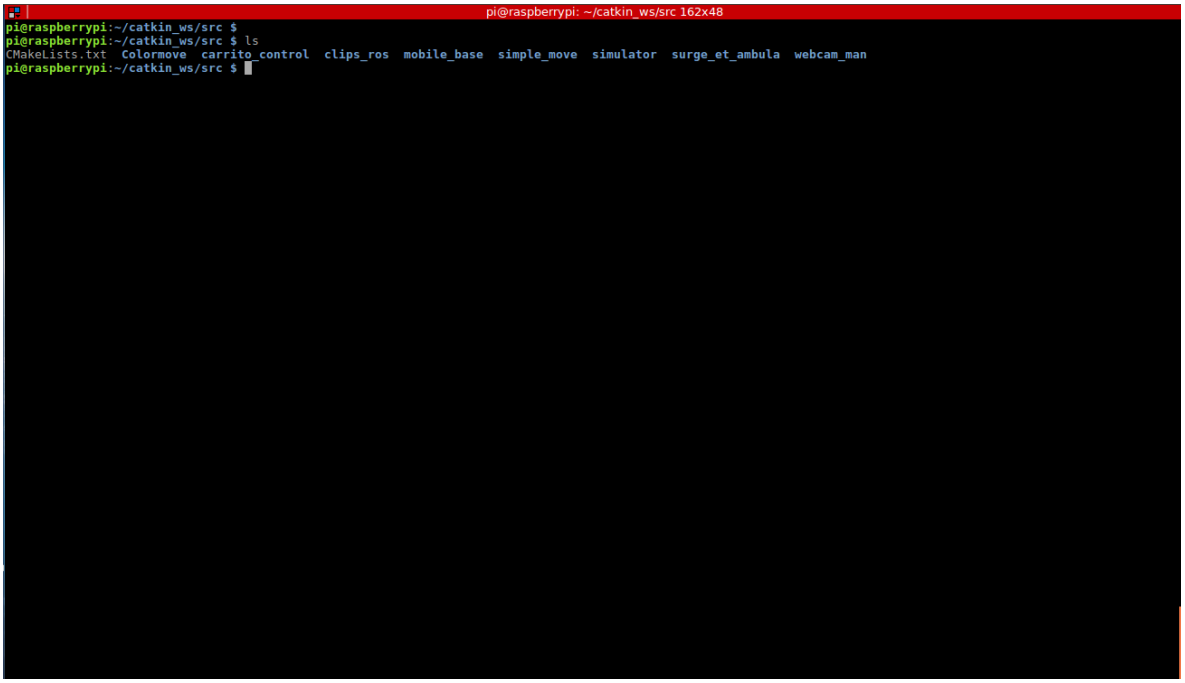
1.- Para crear un nuevo paquete en ros que pueda tener un nuevo comportamiento para el robot abrimos una nueva terminal.



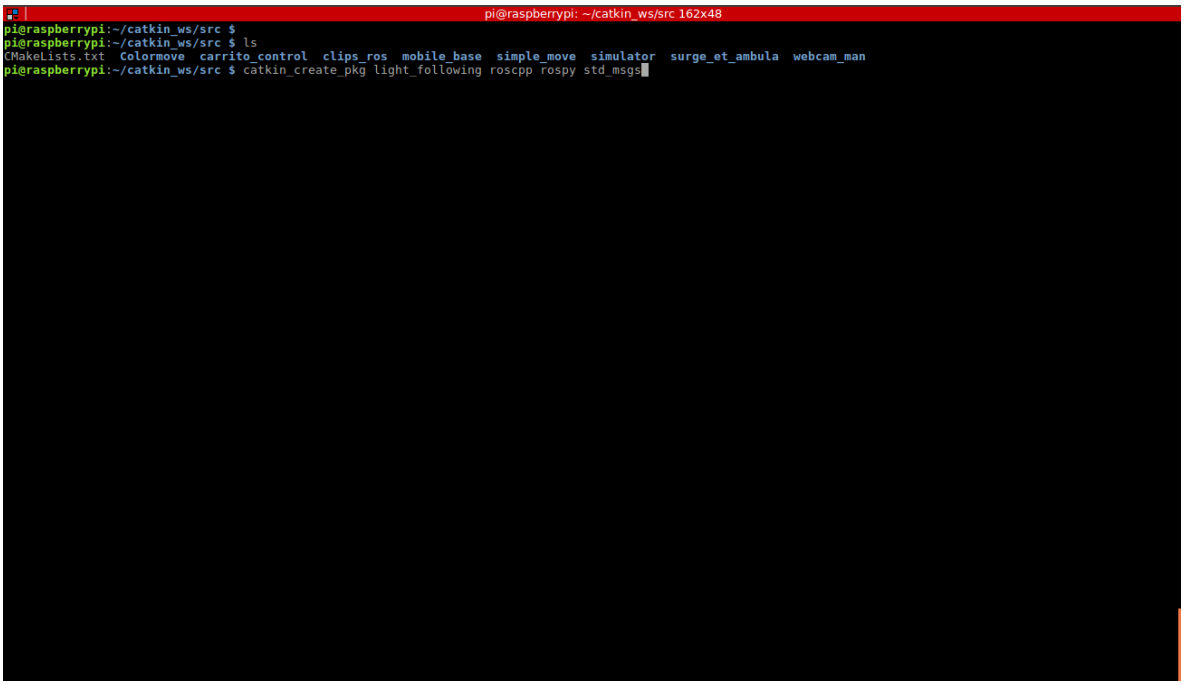
2.- Posteriormente nos dirigimos a la carpeta src del workspace con el comando: cd catkin_ws/src/



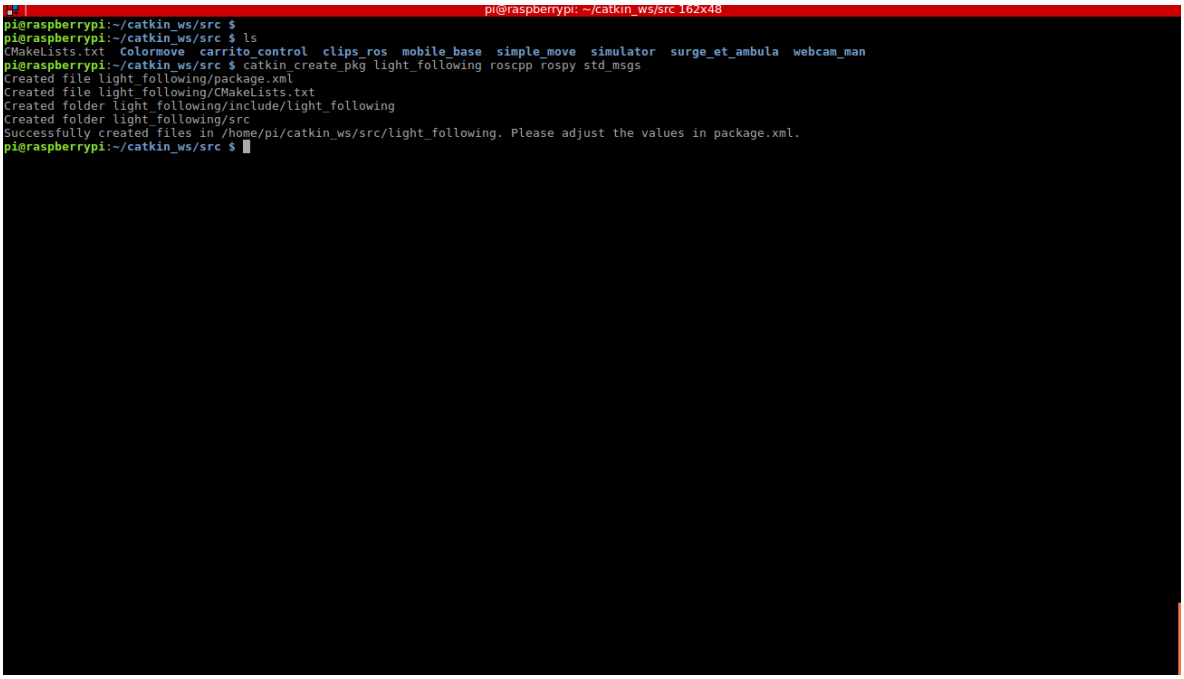
3.- Con el comando ls podemos verificar los paquetes ya existentes.



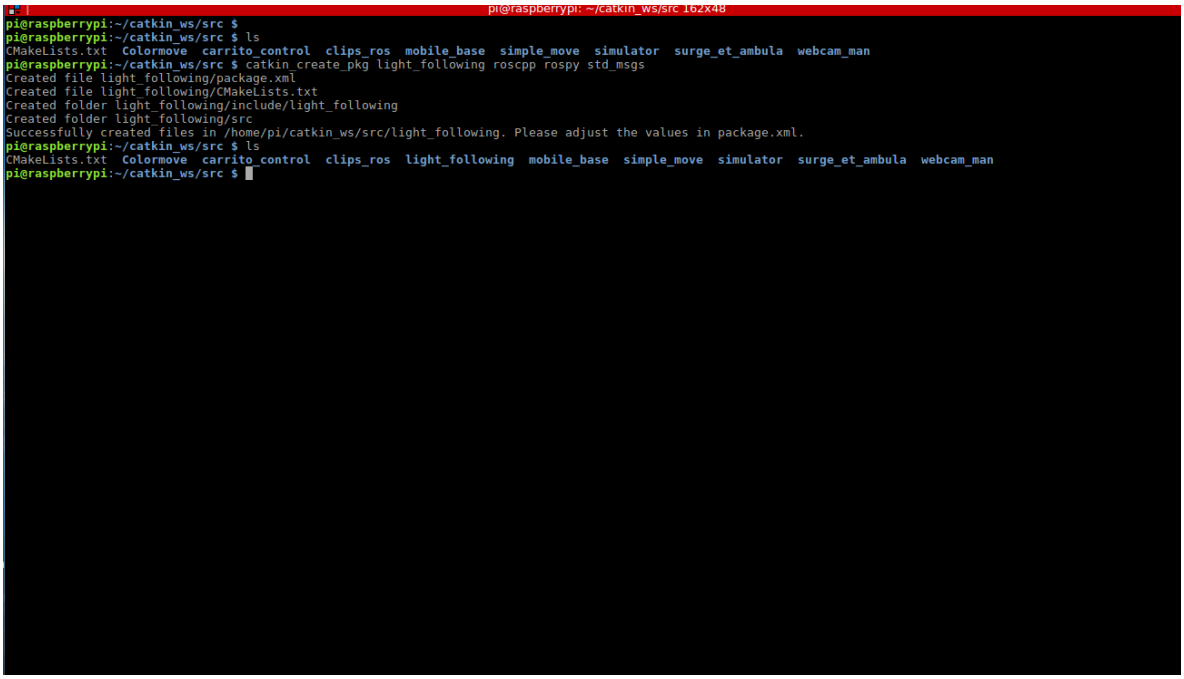
4.- Para crear un nuevo paquete ejecutamos el comando catkin_create_pkg *nombre del paquete* y las dependencias que usaremos en este caso roscpp rospy std_msgs tal como se muestra en la imagen



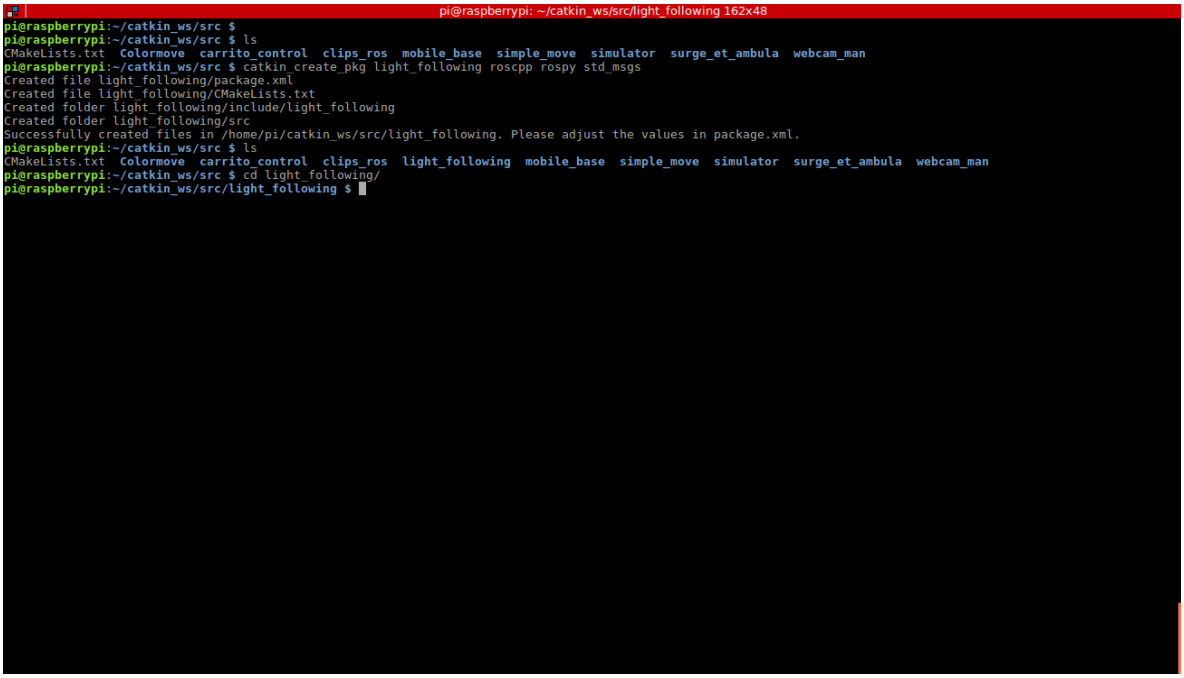
5.- Al crearse el paquete nos aparecerá un mensaje que dice Sucessfully tal como se muestra a continuación.



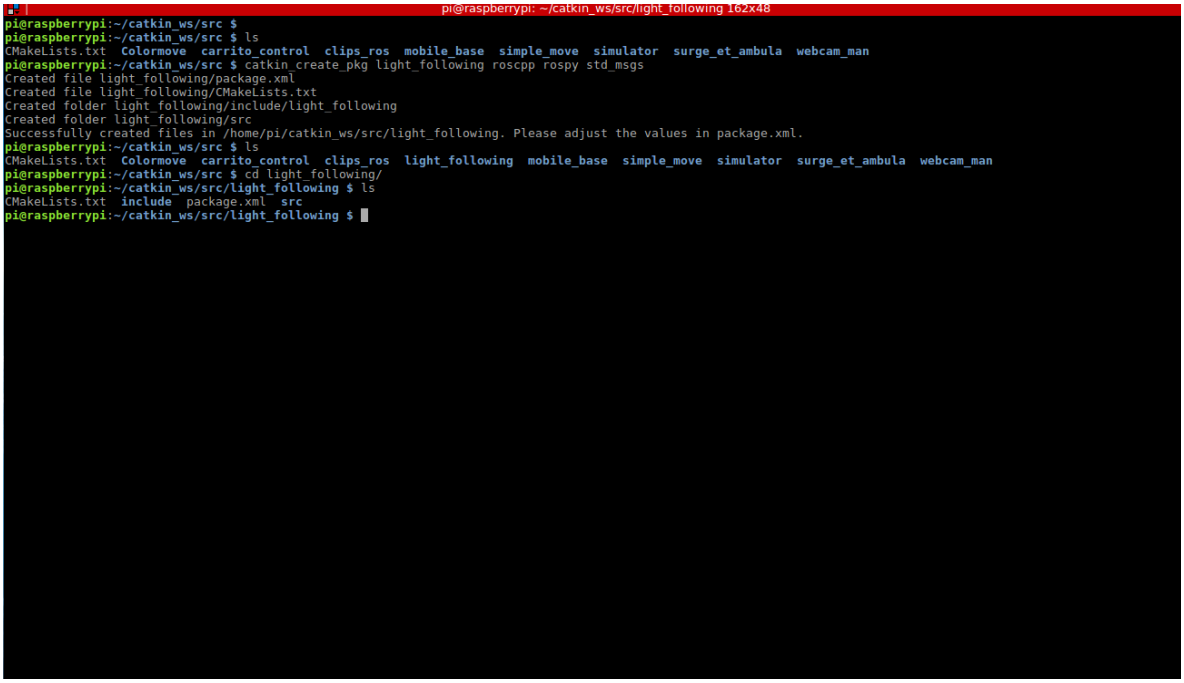
6.- Una vez creado el paquete verificamos con el comando ls que se encuentre en el src de nuestro workspace.



7.- Posteriormente entramos a el con el comando cd *nombre del paquete*



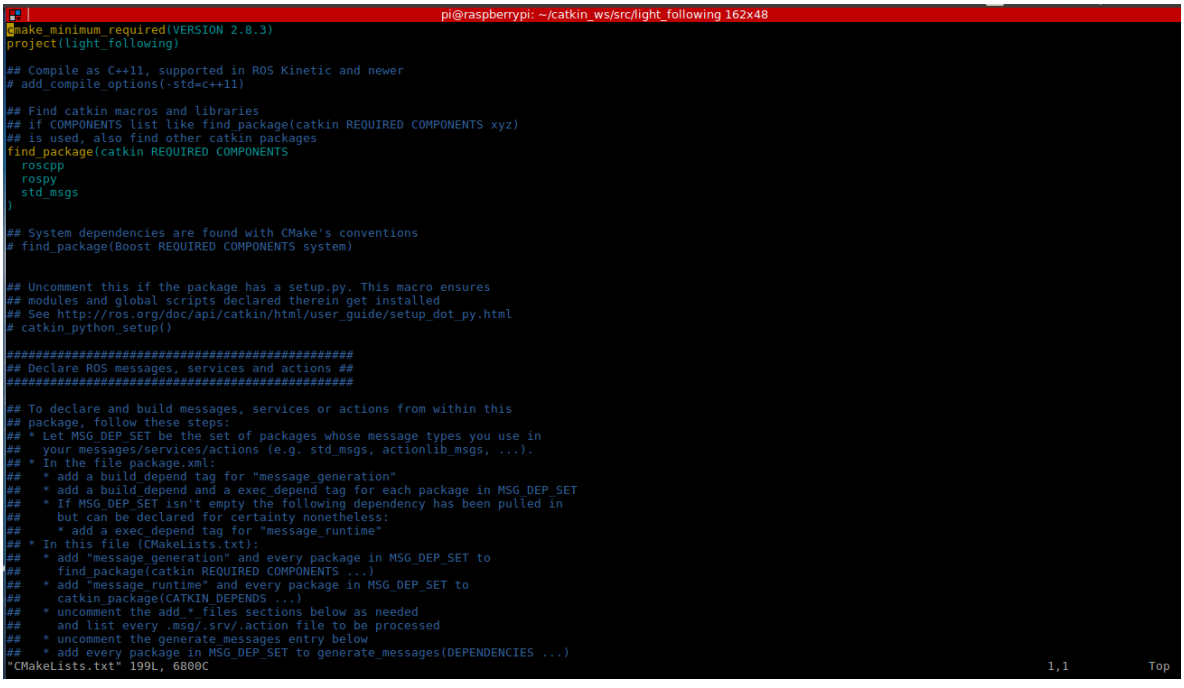
8.- Con ls verificamos que contenga una carpeta src , una carpeta include, un archivo package.xml y un archivo CMakelist.txt.



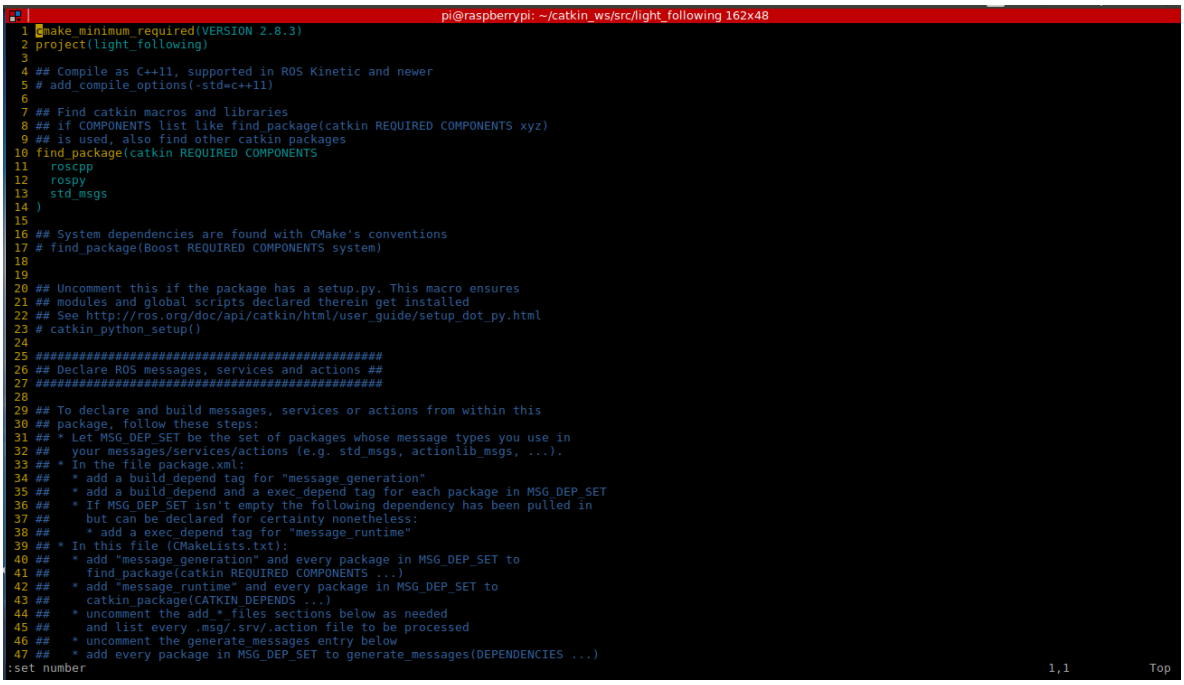
9.- Deberemos editar el CMakelist para esto lo abrimos con Vim con el siguiente comando:

Vim CMakeList.txt

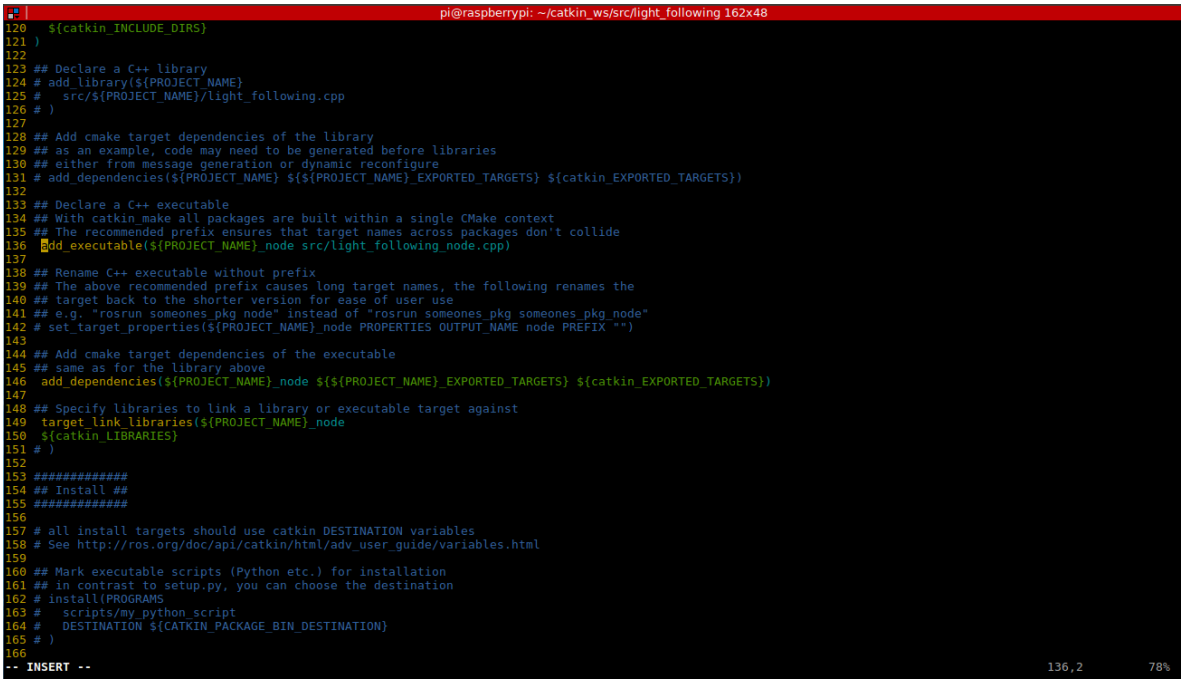
10.- Nos abrirá un archivo como el siguiente.



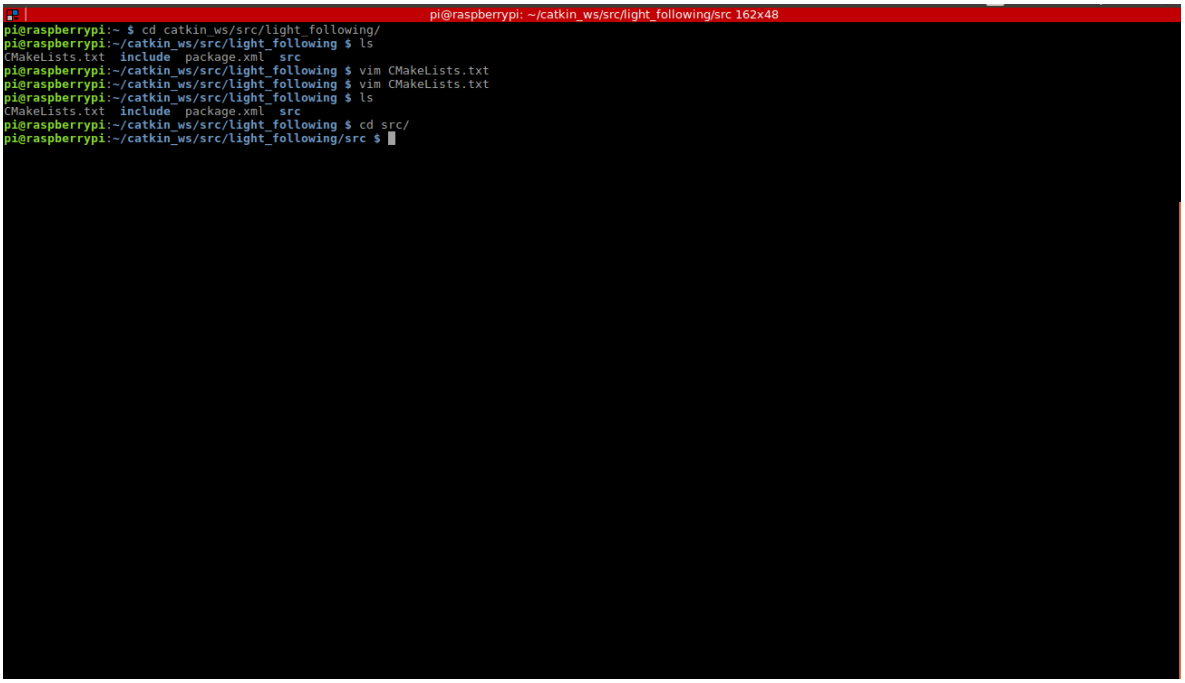
11.- Para poner el número de línea presionamos la tecla: **Esc** y tecleamos **:set number** como se muestra en la parte inferior



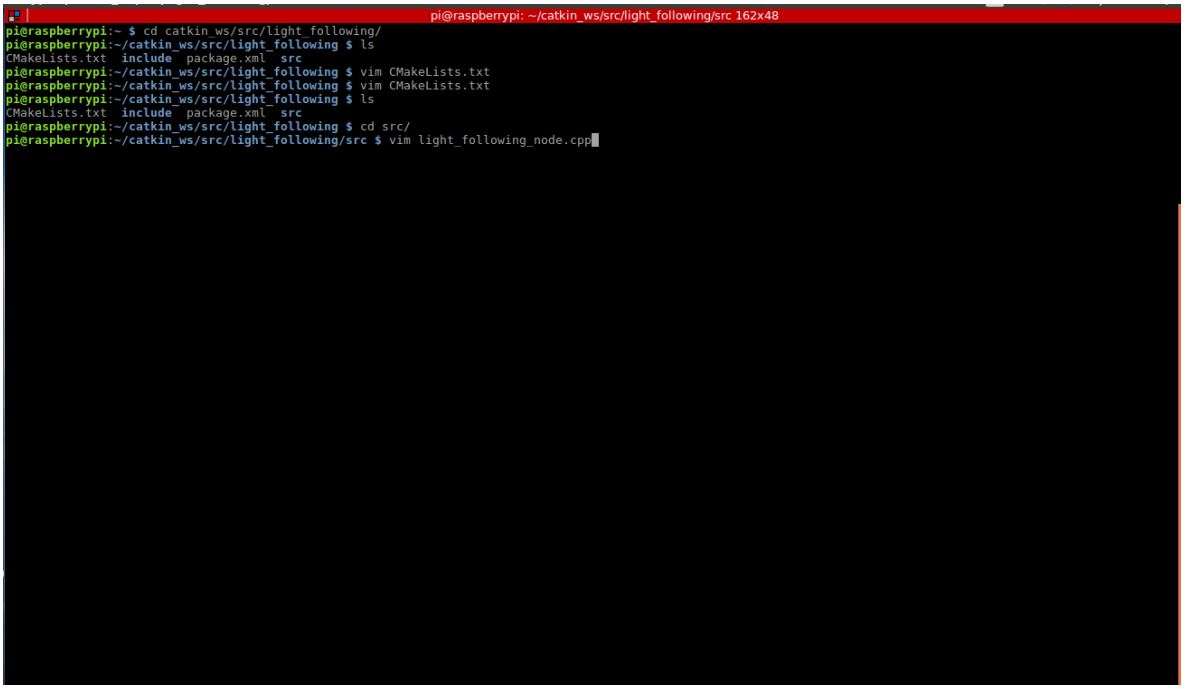
12.- Descomentamos las líneas 136,146,147,149,150 y 151 quitando el # con el comando Esc i, y guardamos cambios y salimos con: **Esc :wq**



13.- Posteriormente nos dirigimos a la carpeta src de nuestro paquete.



14.- Con vim creamos un nuevo programa en c que contendrá nuestro nuevo comportamiento.



9.- CODIGO DE ARDUINO

```
#include <ros.h> //incluimos libreria para utilizar ROS.
#include <std_msgs/Float32.h>//incluimos libreria para un número flotante de 32bits.
#include <std_msgs/Int64.h>//incluimos libreria para un número entero de 64bits.
#include <std_msgs/Int16.h>//incluimos libreria para un número entero de 16 bits.
#include <std_msgs/Int16MultiArray.h>//incluimos libreria para arreglos de núnermos de 12bits.

//Conexiones de motor 1
#define D00 40
#define D01 41
//Conexiones de motor 2
#define D10 39
#define D11 38
//Conexiones de enable
#define E1 4
#define E2 9

#define BAUD 200000//se define el baudaje entre arduino y ROS, tienen que coinsidir.

ros::NodeHandle nh;

std_msgs::Int16 sharpSensor1;//mensaje del sensor1 en enteros de 16bits
std_msgs::Int16 sharpSensor2;//mensaje del sensor2 en enteros de 16bits
std_msgs::Int16 sharpSensor3;//mensaje del sensor3 en enteros de 16bits


ros::Publisher sharpSensorPub1("/sharpSensor_1", &sharpSensor1);//Etiquetamos el sensor1 con el nombre de sharpSensor_1 y asi lo identificara ROS
ros::Publisher sharpSensorPub2("/sharpSensor_2", &sharpSensor2);//Etiquetamos el sensor1 con el nombre de sharpSensor_2 y asi lo identificara ROS
ros::Publisher sharpSensorPub3("/sharpSensor_3", &sharpSensor3);//Etiquetamos el sensor1 con el nombre de sharpSensor_3 y asi lo identificara ROS
```

```
void speedMotor1Callback(const std_msgs::Float32& mess){//Llamada a la
funcion por medio de ROS que realiza el movimiento de un motor
  if(mess.data > 0){
    digitalWrite(D00, HIGH); //40
    digitalWrite(D01, LOW); //41
  }
  else{
    digitalWrite(D00, LOW);
    digitalWrite(D01, HIGH);
  }
}

void speedMotor2Callback(const std_msgs::Float32& mess){//Llamada a la
funcion por medio de ROS que realiza el movimiento de un motor
  if(mess.data > 0){
    digitalWrite(D10, HIGH); //39
    digitalWrite(D11, LOW); //38
  }
  else{
    digitalWrite(D10, LOW);
    digitalWrite(D11, HIGH);
  }
}

ros::Subscriber<std_msgs::Float32> subSpeedMotor1("/speed_motor_1",
speedMotor1Callback);//Se subscribe a las velocidades del motor1
ros::Subscriber<std_msgs::Float32> subSpeedMotor2("/speed_motor_2",
speedMotor2Callback);//Se subscribe a las velocidades del motor2


void setup() {

  nh.getHardware()->setBaud(BAUD);
  nh.initNode();

  //Mensajes que envia
  nh.advertise(sharpSensorPub1);
  nh.advertise(sharpSensorPub2);
  nh.advertise(sharpSensorPub3);
  nh.subscribe(subSpeedMotor1);
```

```
  nh.subscribe(subSpeedMotor2);

  //Declaramos los pines como salida
  pinMode(D00, OUTPUT);
  pinMode(D01, OUTPUT);
  pinMode(E1, OUTPUT);
  pinMode(D10, OUTPUT);
  pinMode(D11, OUTPUT);
  pinMode(E2, OUTPUT);

}

void loop() {

  sharpSensor1.data = analogRead(A0);//Sensor 1 conectado al pin A0
  sharpSensor2.data = analogRead(A1);//Sensor 2 conectado al pin A1
  sharpSensor3.data = analogRead(A5);//Sensor 3 conectado al pin A5

  sharpSensorPub1.publish(&sharpSensor1);//publica el sensor sharp1
  sharpSensorPub2.publish(&sharpSensor2);//publica el sensor sharp2
  sharpSensorPub3.publish(&sharpSensor3);//publica el sensor sharp3

  nh.spinOnce();
  delay(20);
}
```

10.- PROGRAMA QUE ABRE LA IMAGEN EN LA COMPUTADORA Y HACER EL FILTRADO DEL COLOR

```
#include <ros/ros.h>
#include <std_msgs/Int16MultiArray.h>
#include <std_msgs/Int16.h>
#include <opencv2/opencv.hpp>
#include <sensor_msgs/Image.h>
#include <cv_bridge/cv_bridge.h>
#include <std_msgs/Float32.h>
#include <opencv2/core/core.hpp>
#include <opencv2/highgui/highgui.hpp>
#include <opencv2/imgproc/imgproc.hpp>
#include <iostream>
#include <vector>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

using namespace std;
int S,H,V;
int SL=256;//Valor mínimo
int SU=0;//Valor máximo
int HL=256;
int HU=0;
int VL=256;
int VU=0;
int contour_index;
ros::Publisher pubpunto; //Arreglo que contiene los 2 puntos del primer centroide
ros::Publisher pubpunto1; //Arreglo que contiene los 2 puntos del segundo centroide

ros::Publisher pubpuntox; //Arreglo que contiene el punto x
ros::Publisher pubpuntox1; //Arreglo que contiene el punto x1

ros::Publisher pubpuntoy; //Arreglo que contiene el punto y
ros::Publisher pubpuntoy1; //Arreglo que contiene el punto y1

ros::Publisher pubSpeedLeft;


cv::Mat mask;
cv::Mat img_rgb,todo;
cv::Mat img_hsv;
```

```
cv::Mat contours;
cv::Mat gray_image;
std::vector<vector <cv::Point> > contornos;
std::vector<cv::Vec4i> hierarchy;
cv::Mat imageErode;

//
int S1,H1,V1;
int SL1=256;//Valor mínimo
int SU1=0;//Valor máximo
int HL1=256;
int HU1=0;
int VL1=256;
int VU1=0;
int contour_index1;

cv::Mat mask1;
cv::Mat img_rgb1,todo1;
cv::Mat img_hsv1;
cv::Mat contours1;
cv::Mat gray_image1;
std::vector<vector <cv::Point> > contornos1;
std::vector<cv::Vec4i> hierarchy1;
cv::Mat imageErode1;


void onMouse( int event, int x, int y, int, void* param ){

        cv::Mat* hsv = (cv::Mat*)param;

         if(event == CV_EVENT_LBUTTONDOWN){
                printf("%d %d %d\n",
                (int)(*hsv).at<cv::Vec3b>(y, x)[0],//color azul
                (int)(*hsv).at<cv::Vec3b>(y, x)[1],//color verde
                (int)(*hsv).at<cv::Vec3b>(y, x)[2]);//color rojo

                H=(int)(*hsv).at<cv::Vec3b>(y, x)[0];
                S=(int)(*hsv).at<cv::Vec3b>(y, x)[1];
                V=(int)(*hsv).at<cv::Vec3b>(y, x)[2];

                if(H > HU) {
```

```
                HU=H;
            }
            if(H < HL){
                HL=H;
            }

            if(S > SU) {
                SU=S;
            }
            if(S < SL){
                SL=S;
            }

            if(V > VU){
                VU=V;
            }
            if(V < VL){
                VL=V;
            }
        }

////

        if(event == CV_EVENT_RBUTTONDOWN){
            printf("%d %d %d\n",
            (int)(*hsv).at<cv::Vec3b>(y, x)[0],//color azul
            (int)(*hsv).at<cv::Vec3b>(y, x)[1],//color verde
            (int)(*hsv).at<cv::Vec3b>(y, x)[2]);//color rojo

            H1=(int)(*hsv).at<cv::Vec3b>(y, x)[0];
            S1=(int)(*hsv).at<cv::Vec3b>(y, x)[1];
            V1=(int)(*hsv).at<cv::Vec3b>(y, x)[2];

            if(H1 > HU1) {
                HU1=H1;
            }
            if(H1 < HL1){
                HL1=H1;
            }

            if(S1 > SU1) {
```

```
                SU1=S1;
            }
            if(S1 < SL1){
                SL1=S1;
            }

            if(V1 > VU1){
                VU1=V1;
            }
            if(V1 < VL1){
                VL1=V1;
            }

        }
}

void callbackImage(const sensor_msgs::ImageConstPtr &msg)
{
  cv_bridge::CvImagePtr cv_ptr;
  cv_ptr= cv_bridge::toCvCopy(msg,sensor_msgs::image_encodings::BGR8);
  cv::Mat frame = cv_ptr->image;
  //cv::Mat grayImage;
  //cv::cvtColor(frame, grayImage,cv::COLOR_BGR2GRAY);
  cv::resize(frame,frame, cv::Size(320, 240));
  cvtColor(frame,img_hsv,CV_BGR2HSV);
 // cv::imshow("hsv",img_hsv);
  cv::imshow("Frame",frame);
  cv::setMouseCallback("Frame", onMouse, &img_hsv);  //


  cv::inRange(img_hsv,cv::Scalar(HL,SL,VL),cv::Scalar(HU,SU,VU),mask);
  cv::inRange(img_hsv,cv::Scalar(HL1,SL1,VL1),cv::Scalar(HU1,SU1,VU1),mask1);
 // cv::imshow("Mask",mask);

  int dilatationSize = 4;
  cv::Mat element1 =
getStructuringElement(cv::MORPH_ELLIPSE,cv::Size(2*dilatationSize+1,2*dilatationSi
ze+1),cv::Point    (dilatationSize,dilatationSize));
  cv::Mat imageDilatation;
  cv::Mat imageDilatation1;
  dilate(mask,imageDilatation,element1);
```

```
  dilate(mask1,imageDilatation1,element1);

 cv::namedWindow("Erosion");
 cv::namedWindow("Erosion1");
 // imshow("Erosion",imageDilatation);

  int erosionSize = 6;
  cv::Mat element =
getStructuringElement(cv::MORPH_ELLIPSE,cv::Size(2*erosionSize+1,2*erosionSize+1
),cv::Point(erosionSize,erosionSize));
  erode(imageDilatation,imageErode,element);
  erode(imageDilatation1,imageErode1,element);

  //cv::namedWindow("Erosion");
  imshow("Erosion",imageErode);
  imshow("Erosion1",imageErode1);

  cv::Canny(imageErode,contours,100,20);//le pasamos la imagen en HSV y en la imagen
contours aplicamos los contornos
  cv::Canny(imageErode1,contours1,100,20);


cv::findContours(contours,contornos,hierarchy,cv::RETR_TREE,cv::CHAIN_APPROX
_SIMPLE,cv::Point(0,0));

cv::findContours(contours1,contornos1,hierarchy,cv::RETR_TREE,cv::CHAIN_APPRO
X_SIMPLE,cv::Point(0,0));


cv::drawContours(frame,contornos,contour_index,cv::Scalar(255,0,0),2,5,hierarchy,0,cv::
Point(0,0));//dibuja en la imagen original

cv::drawContours(frame,contornos1,contour_index1,cv::Scalar(255,0,0),2,5,hierarchy1,0,c
v::Point(0,0));

  float sumx=0, sumy=0;
  float num_pixel = 0;
  for(int x=0; x<imageErode.cols; x++) {
   for(int y=0; y<imageErode.rows; y++) {
   int val = imageErode.at<uchar>(y,x);
   if( val >= 50) {
```

```
    sumx += x;
    sumy += y;
    num_pixel++;
                }
    }
 }

float sumx1=0, sumy1=0;
float num_pixel1 = 0;
for(int x1=0; x1<imageErode1.cols; x1++) {
 for(int y1=0; y1<imageErode1.rows; y1++) {
 int val1 = imageErode1.at<uchar>(y1,x1);
 if( val1 >= 50) {
    sumx1 += x1;
    sumy1 += y1;
    num_pixel1++;
                }
    }
 }
cv::Point p(sumx/num_pixel, sumy/num_pixel);
cv::Point p3(sumx1/num_pixel1, sumy1/num_pixel1);

cv::Moments m = moments(imageErode, false);
cv::Moments m1 = moments(imageErode1, false);

cv::Point p1(m.m10/m.m00, m.m01/m.m00);
cv::Point p2(m1.m10/m1.m00, m1.m01/m1.m00);

cv::circle(frame, p, 5, cv::Scalar(128,0,0), -1);
cv::circle(frame, p3, 5, cv::Scalar(128,0,0), -1);

////////////////

std_msgs::Int16MultiArray centroid_msg;
centroid_msg.data.resize(2);
centroid_msg.data[0]=sumx/num_pixel;
centroid_msg.data[1]=sumy/num_pixel;
pubpunto.publish(centroid_msg);

std_msgs::Int16 puntox_msg;
puntox_msg.data=sumx/num_pixel;
```

```
 pubpuntox.publish(puntox_msg);

 std_msgs::Int16 puntoy_msg;
 puntoy_msg.data=sumy/num_pixel;
 pubpuntoy.publish(puntoy_msg);

 ////////

 std_msgs::Int16MultiArray centroid1_msg;
 centroid1_msg.data.resize(2);
 centroid1_msg.data[0]=sumx1/num_pixel1;
 centroid1_msg.data[1]=sumy1/num_pixel1;
 pubpunto1.publish(centroid1_msg);

 std_msgs::Int16 puntox1_msg;
 puntox1_msg.data=sumx1/num_pixel1;
 pubpuntox1.publish(puntox1_msg);

 std_msgs::Int16 puntoy1_msg;
 puntoy1_msg.data=sumy1/num_pixel1;
 pubpuntoy1.publish(puntoy1_msg);


 cout<<"\n El centroide es ";
 cout<<sumx/num_pixel;
 cout<<endl;
 //cv::imshow("Cany",contours);
 cv::imshow("Frame",frame);



cv::waitKey(1);



}

int main(int argc, char **argv)
{
 cout<<"inicializando webcam_man_listener node .."<<endl;
 ros::init(argc, argv, "webcam_man_listener");
```

```
ros::NodeHandle n;
ros::NodeHandle nh;

ros::Subscriber subImage = n.subscribe("/webcam_image",1,callbackImage);
pubpunto = n.advertise<std_msgs::Int16MultiArray>("/Centroid",1000);
pubpunto1 = n.advertise<std_msgs::Int16MultiArray>("/Centroid1",1000);
pubpuntox = n.advertise<std_msgs::Int16>("/Puntox",1000);
pubpuntoy = n.advertise<std_msgs::Int16>("/Puntoy",1000);
pubpuntox1 = n.advertise<std_msgs::Int16>("/Puntox1",1000);
pubpuntoy1 = n.advertise<std_msgs::Int16>("/Puntoy1",1000);

pubSpeedLeft=nh.advertise<std_msgs::Float32>("/speed_motor_1",1);

ros::Rate loop (50);

while(ros::ok())
{
  ros::spinOnce();
  loop.sleep();
}


return 0;
}
```

11.- PROGRAMA QUE PUBLICA LA IMAGEN DE LA CÁMARA

```
#include <ros/ros.h>
#include <opencv2/opencv.hpp>
#include <sensor_msgs/Image.h>
#include <cv_bridge/cv_bridge.h>
#include <webcam_man/getImage.h>
#include <image_transport/image_transport.h>
#include <std_msgs/Float32.h>

using namespace std;
ros::Publisher pubSpeedLeft;

cv::Mat frame;

bool callbackImage(webcam_man::getImage::Request &req,
webcam_man::getImage::Response &res)
{
    sensor_msgs::ImagePtr msg = cv_bridge::CvImage(std_msgs::Header(), "bgr8",
frame).toImageMsg();
    res.imageSrv = *msg;

    return true;
}

int main(int argc, char **argv)
{
    cout<<"Starting webcam_man_server by Luis Näva..."<<endl;
    ros::init(argc, argv, "webcam_man_server");
    ros::NodeHandle nh;

    ros::ServiceServer servImage = nh.advertiseService("/webcam_image",
callbackImage);
    //ros::Publisher pubImage = nh.advertise<sensor_msgs::Image>("/webcam_image",
1);
    image_transport::ImageTransport it(nh);
    image_transport::Publisher pubImage = it.advertise("/webcam_image",1);
    ros::Rate loop(50);

    cv::VideoCapture capture;
    capture.open(0);
```

```
    pubSpeedLeft=nh.advertise<std_msgs::Float32>("/speed_motor_1",1);

    while( ros::ok())
    {
        capture.read(frame);
          cv::resize(frame,frame, cv::Size(320, 240));
          sensor_msgs::ImagePtr msg = cv_bridge::CvImage(std_msgs::Header(), "bgr8",
frame).toImageMsg();
          pubImage.publish(msg);
          // cv::imshow("Hola",frame);

        ros::spinOnce();
        loop.sleep();
          //cv::waitKey(1);
    }

    return 0;
}
```

12.- PROGRAMA PARA SEGUIR 2 COLORES Y EVADIR OBSTÁCULOS

```
#include <ros/ros.h>
#include <std_msgs/Int16MultiArray.h>
#include <std_msgs/Float32.h>
#include <std_msgs/Int16.h>

using namespace std;
int valorx;//Punto x del centroide del color 1
int valory;//Punto y del centroide del color 1
int valorx1;// Punto x del centroide del color 2
int valory1;// Punto y del centroide del color 2
int sharp1;// Valor del sensor de distancia izquierdo
int sharp2;// Valor del sensor de distancia derecho
int sharp3;// Valor del sensor de distancia del centro
int cambio=0;//bandera que cambia el color a seguir

ros::Publisher pubSpeedLeft; //Publica la velocidad al motor Izquierda
ros::Publisher pubSpeedRight; // Publica la velocidad del motor Decho

void adelante() //Funcion para que el robot se mueva adelante
{
       std_msgs::Float32 speedleftmsg;
         speedleftmsg.data=0.5;
         pubSpeedLeft.publish(speedleftmsg);

         std_msgs::Float32 speedrightmsg;
         speedrightmsg.data=1;
         pubSpeedRight.publish(speedrightmsg);

}

void atras()//Funcion para que el robot se mueve atras
{
         std_msgs::Float32 speedleftmsg;
         speedleftmsg.data=-0.5;
         pubSpeedLeft.publish(speedleftmsg);
```

```
        std_msgs::Float32 speedrightmsg;
        speedrightmsg.data=-1;
        pubSpeedRight.publish(speedrightmsg);
}

void paro()// Funcion que para el robot
{
      std_msgs::Float32 speedleftmsg;
        speedleftmsg.data=0;
        pubSpeedLeft.publish(speedleftmsg);

        std_msgs::Float32 speedrightmsg;
        speedrightmsg.data=0;
        pubSpeedRight.publish(speedrightmsg);
}

void derecha()// Funcion para que el robot valla a la derecha
{

        std_msgs::Float32 speedleftmsg;
        speedleftmsg.data=-0.125;
        pubSpeedLeft.publish(speedleftmsg);

        std_msgs::Float32 speedrightmsg;
        speedrightmsg.data=0.25;
        pubSpeedRight.publish(speedrightmsg);

}

void izquierda()//FUncion para que el robot valla a la izquierda
{
      std_msgs::Float32 speedleftmsg;
        speedleftmsg.data=0.125;
        pubSpeedLeft.publish(speedleftmsg);

        std_msgs::Float32 speedrightmsg;
        speedrightmsg.data=-0.25;
        pubSpeedRight.publish(speedrightmsg);

}
```

```
void sharp1Callback(const std_msgs::Int16::ConstPtr& msg)//obtenemos el valor del
sensor de distancia izquierdo y lo imprimimos
{
        sharp1=msg->data;
        cout<<sharp1<<endl;
}

void sharp2Callback(const std_msgs::Int16::ConstPtr& msg)//obtenemos el valor del
censor de distancia derecho y lo imprimimos
{
        sharp2=msg->data;
        cout<<sharp2<<endl;
}

void sharp3Callback(const std_msgs::Int16::ConstPtr& msg)//obtenemos el valor del
sensor de distancia central y lo imprimimos
{
        sharp3=msg->data;
        cout<<sharp3<<endl;
}


void centroidCallback(const std_msgs::Int16MultiArray::ConstPtr& msg)//obtenemos el
valor del centroide 1 y vamos al objeto 1
{
        valorx=msg->data[0];
        valory=msg->data[1];
       cout<<"El centroide del color 1 en x es:  " <<valorx<<" en y es "
<<valory<<"\n"<<endl;//imprime el centroide del color 1


     if(sharp3>=400 && sharp1<=200 && sharp2<=200) //si el obstaculo esta enfrente
el robot ira hacia atras
        {
        atras();
        }

        else if( sharp3<=400 && sharp1>=200 && sharp2<=200)//si el obstaculo esta
a la izquierda el robot gira a la izquierda
        {
        derecha();
```

```
        }

        else if (sharp3<=400 && sharp1<=200 && sharp2>=200 &&cambio==0)//si el
obstaculo esta a la derecha gira a la izquierda
        {
        izquierda();
        }

        else if(sharp3<=400 && sharp1<=200 && sharp2<=200 &&cambio==0) //si
no hay obstaculo
        {
                if(valorx==0)//si no ves el objeto gira a la derecha
                {
               derecha();
                }

                else if(valorx>=0 && valorx<=106)//si el objeto esta a la izquierda gira
a la izquierda para centrarte
        {
              izquierda();
               }

                else if(valorx>=107 && valorx<=212)//si el centroide esta en medio ve
adelante
        {
               adelante();
                }

                else  if(valorx>=213 && valorx<=320)//si el objeto esta a la derecha
gira a la derecha para centrarte
        {
              derecha();
        }



        }

      if(valory>=175)//Esta y se tiene que calibrar dependiendo la altura a la que se
encuentra el color
      {
         cambio=1;//Dispara la bandera para que siga el siguiente color
```

```
          cout<<"LLego al primer color"<<endl;
      }
}


void centroid1Callback(const std_msgs::Int16MultiArray::ConstPtr& msg)//obtenemos
el valor del centroide 2
{

         valorx1=msg->data[0];
         valory1=msg->data[1];
         cout<<"El centroide del color 2 en x es: " <<valorx1<<" en y es: "
<<valory1<< "\n" <<endl;
        if(cambio==1)
          {
       if(sharp3>=400 && sharp1<=200 && sharp2<=200)
         {
         atras();
         }

         else if( sharp3<=400 && sharp1>=200 && sharp2<=200)
         {
         derecha();
         }

         else if (sharp3<=400 && sharp1<=200 && sharp2>=200)
         {
         izquierda();
         }

        else if(sharp3<=400 && sharp1<=200 && sharp2<=200 && cambio==1)
         {
                  if(valorx1==0)
                  {

                  derecha();

                  }

                  else if(valorx1>0 && valorx1<=106)
         {
```

```
            izquierda();
             }

              else if(valorx1>=107 && valorx1<=212)
        {
             adelante();
              }

              else  if(valorx1>=213 && valorx1<=320)
        {
            derecha();
        }
        }

        if(valory1>=110)//Esta y se tiene que calibrar dependiendo la altura a la que se
encuentra el color
      {
         cambio=2;//Dispara la bandera para que siga el siguiente color
         cout<<"LLego al segundo color"<<endl;
      }
  }
}

int main(int argc,char **argv)
{
        cout<<"Comportamiento R2-D2 Seguidor de color"<<endl;
       ros::init(argc,argv,"Colormove");
        ros::NodeHandle nh;



       ros::Subscriber subSharp1=nh.subscribe("/sharpSensor_1",1000,sharp1Callback);
        ros::Subscriber subSharp2=nh.subscribe("/sharpSensor_2",1000,sharp2Callback);
        ros::Subscriber subSharp3=nh.subscribe("/sharpSensor_3",1000,sharp3Callback);
       ros::Subscriber subcentroid=nh.subscribe("/Centroid",1000,centroidCallback);
        ros::Subscriber subcentroid1=nh.subscribe("/Centroid1",1000,centroid1Callback);
        pubSpeedLeft=nh.advertise<std_msgs::Float32>("/speed_motor_1",1);
        pubSpeedRight=nh.advertise<std_msgs::Float32>("/speed_motor_2",1);
```

```
        while(ros::ok())
        {
        ros::spinOnce();
          }

          return 0;
}
```