



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

SISTEMA DE CONTROL DE ROBOT DELTA BASADO EN VISIÓN ARTIFICIAL

Trabajo de fin de grado

Grado en Ingeniería electrónica industrial y automática

Autor: **Alejandro Beltrán Nova**

Director: **Houcine Hassan Mohamed**



Introducción

Un robot delta es un robot paralelo de pick and place de con una zona de trabajo pequeña y alta precisión y velocidad





Objetivo

Desarrollar un robot delta que cumpla con las siguientes características:

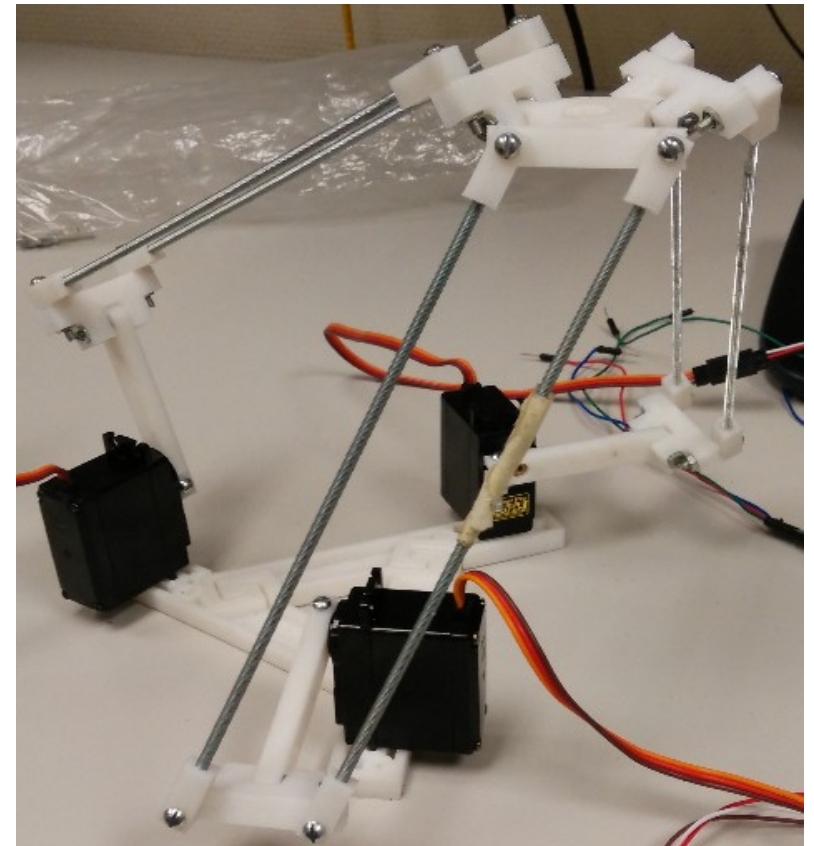
- Visión artificial
- Interfaz gráfica fácil e intuitiva
- Diferentes modos de funcionamiento
- Implementado en la medida de lo posible con hardware y software libre
- Multiplataforma



Solución adoptada

Para el robot se ha empleado:

- Robot impreso en 3D
- Arduino para controlar los actuadores

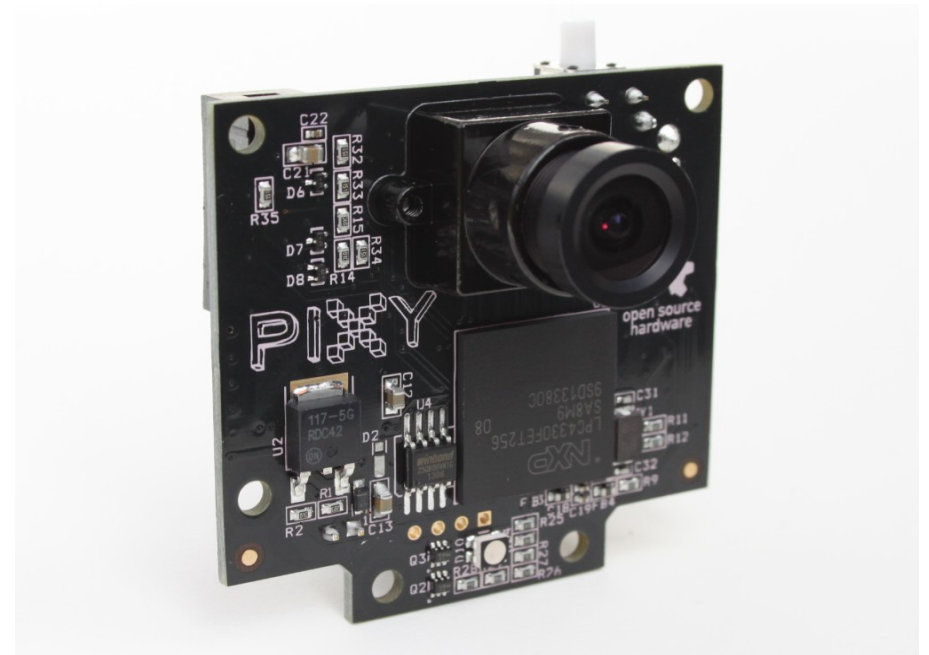




Solución adoptada

Para la visión artificial:

- Pixy CMU5 Camera





Solución adoptada

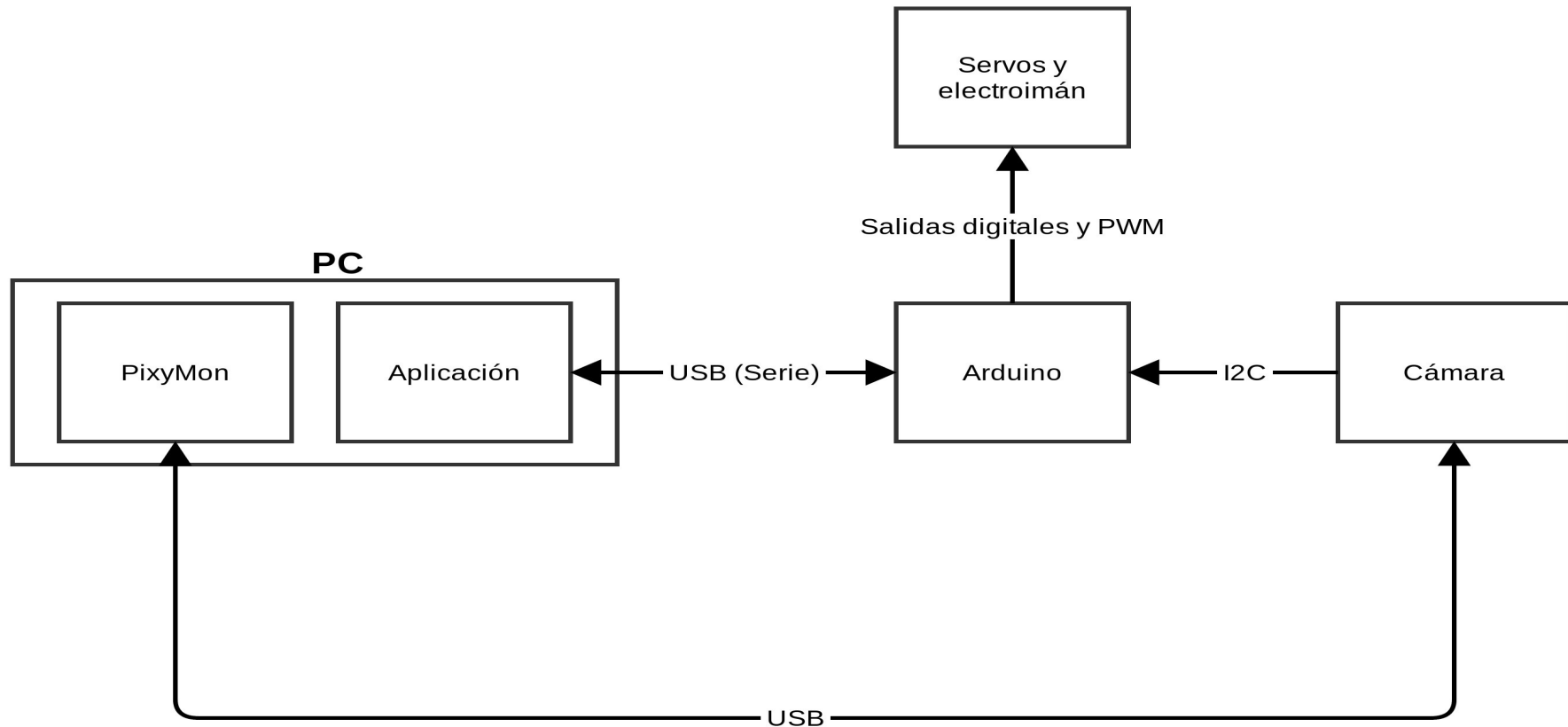
Para la aplicación
empleado:

- C++ programado en Qt
Creator



Code less.
Create more.
Deploy everywhere.

Estructura del hardware





Interfaz de la aplicación

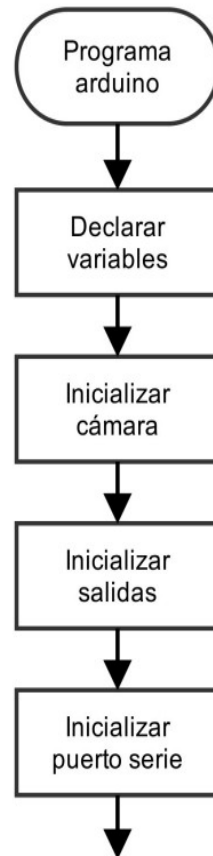
The screenshot shows a software interface titled "MainWindow" with the following elements:

- Control Buttons:** A row of five buttons: "Init", "Camera", "Transmit", "Stop", and "Start Auto".
- Coordinate Displays:** Three digital displays showing the values 0, 0, and 0.
- Trama Matrix:** A 4x4 matrix of values:

Trama	0	1	0	24
			0	24
			0	24
- Theta Values:** Three digital displays showing "24.01" for Theta 1, Theta 2, and Theta 3, followed by a fourth display showing "0".
- Cartesian Coordinates:** Three digital displays showing "0", "0", and "-170" for X0, Y0, and Z0, followed by a fourth display showing "0".
- Sliders:** A horizontal slider for X and two vertical sliders for Y and Z.
- Mode Selection:** Two sections labeled "Direct" and "Inverse", each with three digital displays showing "0", "0", and "-170".



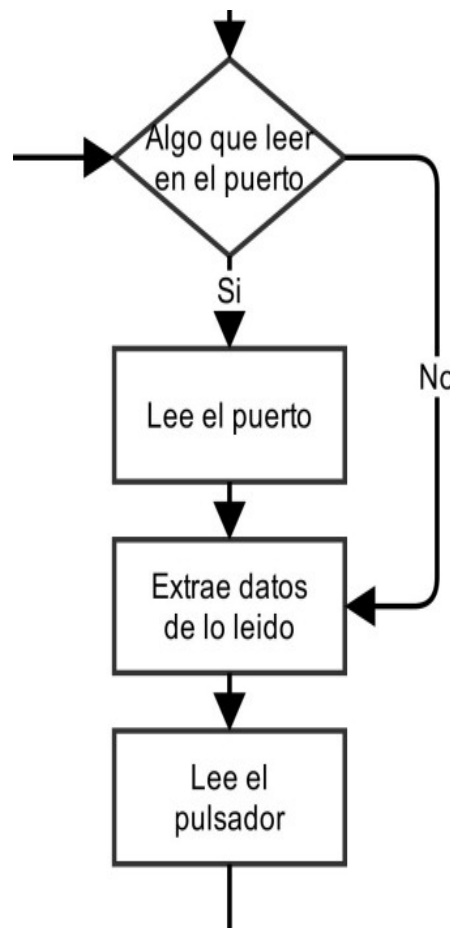
Flujograma del programa en Arduino



Parte inicial del programa. Inclusión de bibliotecas, declaración de variables e inicialización de los dispositivos

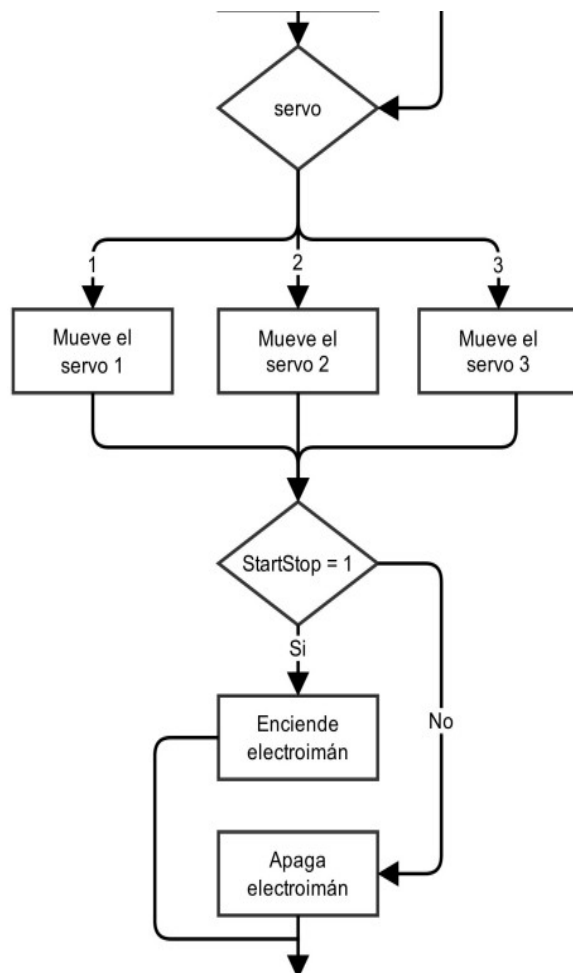


Flujograma del programa en Arduino



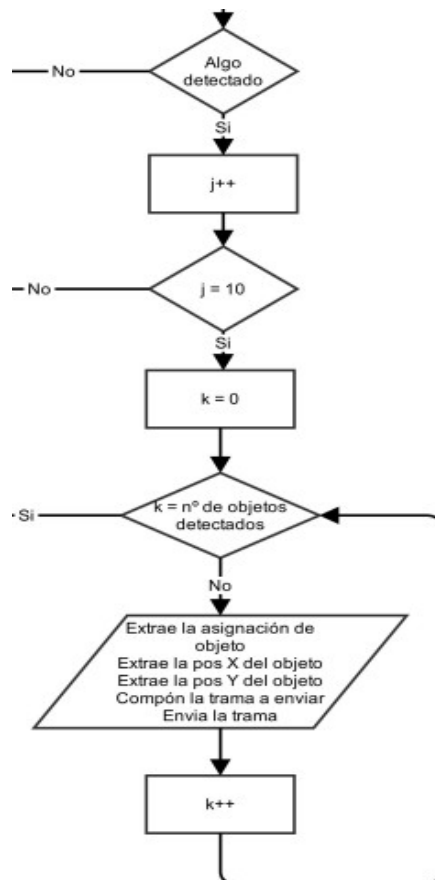
Lectura del puerto,
y extracción de los
datos leídos

Flujograma del programa en Arduino

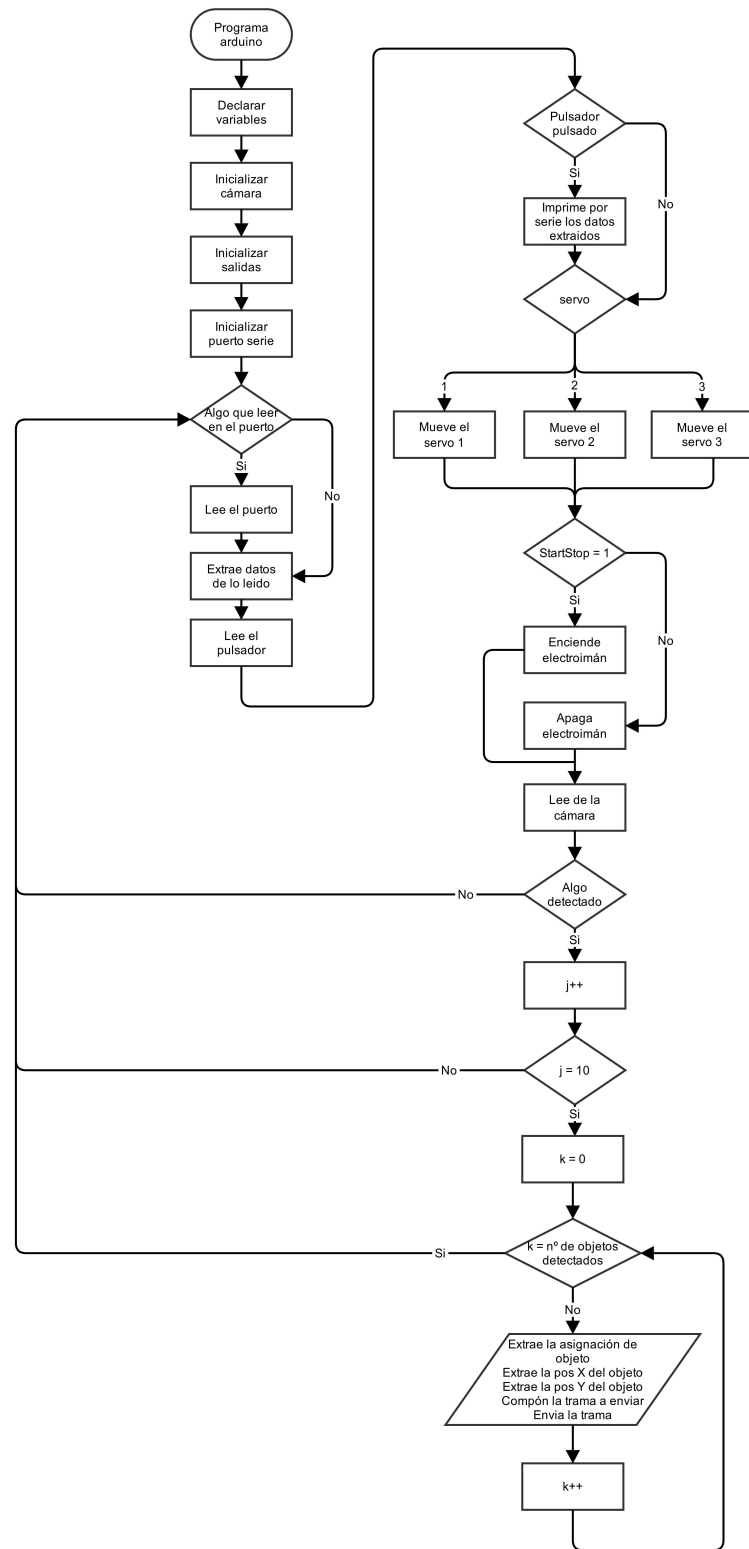


Posiciona los servos
y enciende o apaga
el electroimán
según los datos
extraídos en el paso
anterior

Flujograma del programa en Arduino



Detección de imágenes, procesamiento de las mismas y envío de la posición X e Y y la asignación del objeto



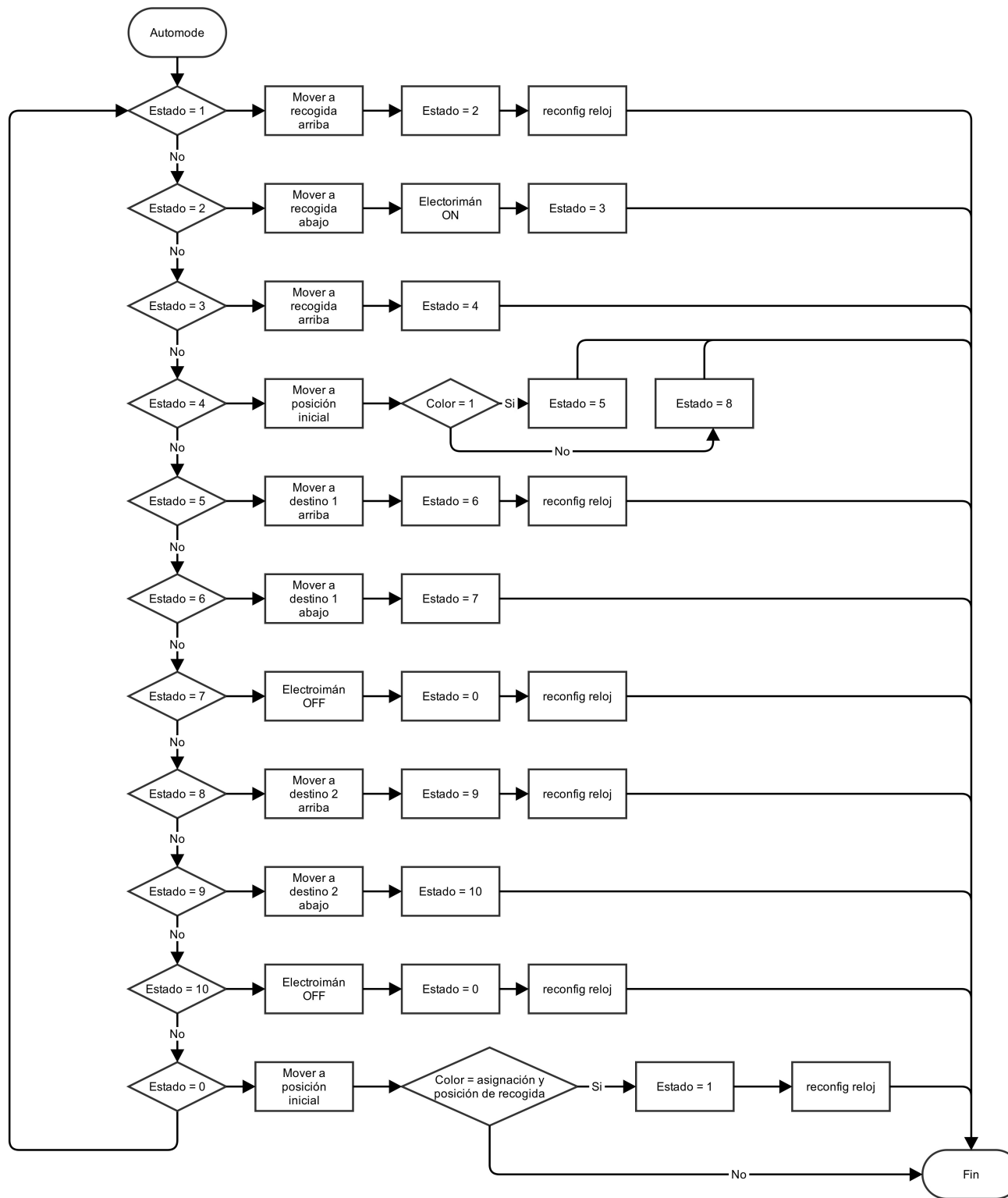


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Flujograma de la demo





Ejemplos de código

```
//leer de la camara
blocks = pixy.getBlocks();
if (blocks){
    j++;

    if (j%10==0){

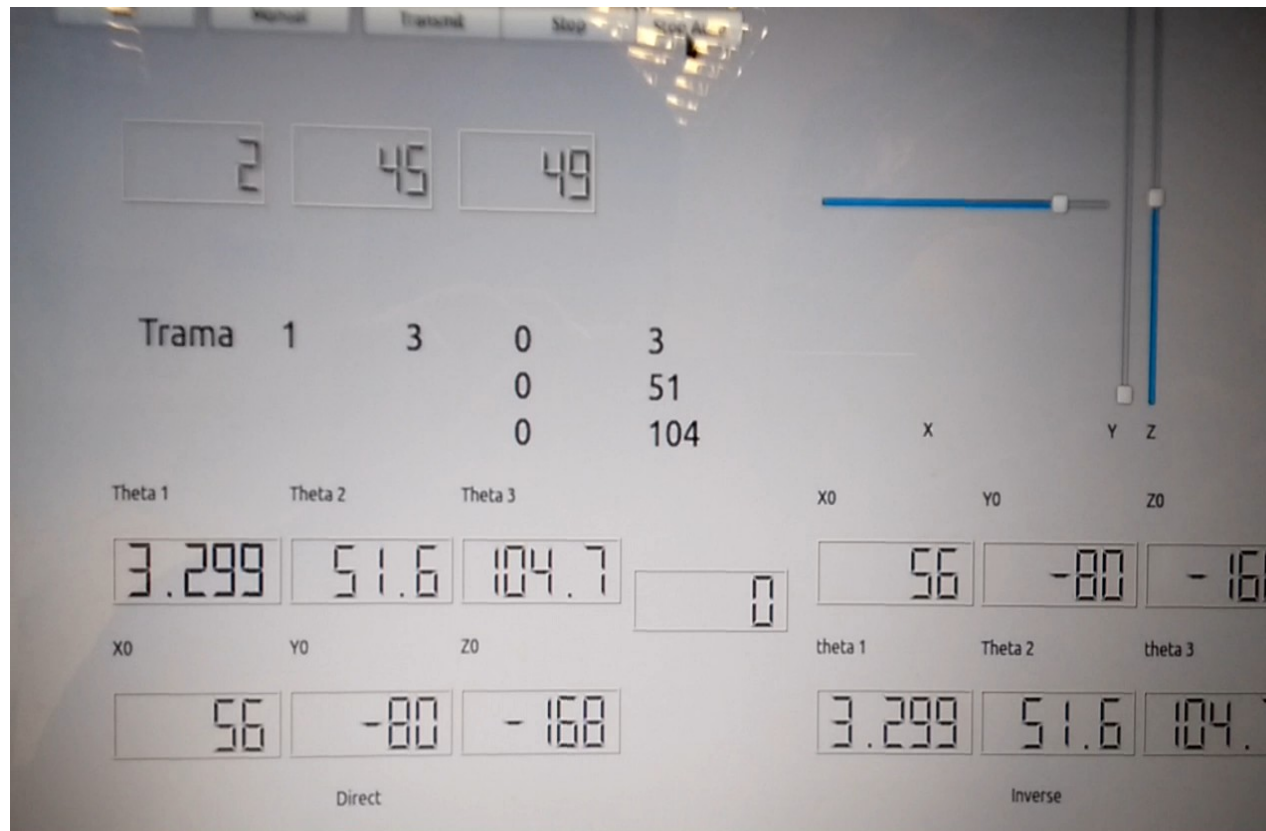
        for (k=0; k<blocks; k++){
            signature = pixy.blocks[k].signature;
            x = map(pixy.blocks[k].x, 0, 300, 0, 100);
            y = map(pixy.blocks[k].y, 0, 200, 100, 0);
            trama = s + " " + inicio + " " + signature + " " + x + " " + y + " " + final;
            Serial.println(trama);
        }
    }
}
```

```
323 void MainWindow::LeerPuerto()
324 {
325     _port->read((char*)_buffer,BUFFMAX);
326     sscanf(_buffer,"%*s %d %d %d %d",&_inicio, &_signature, &_objx, &_objy, &_final);
327
328     if (_inicio == 500 && _final == 300 && _ManualCam == true){
329         ui->lcdNumber_15->display(_signature);
330         ui->lcdNumber_16->display(_objx);
331         ui->lcdNumber_17->display(_objy);
332     }
333 }
```

Envío y
recepción de
los datos de
la cámara



Demostración





Presupuesto

Material

Concepto	Precio Unitario (€)	Unidades	Total (€)
Impresión del robot	40	1	40
Servomotores TowerPro MG995	4.5	3	13.5
Electroimán	3	1	3
Arduino Uno	20	1	20
Pixy CMU5 Camera	60	1	60
Varilla roscada, tornillos y tuercas	3	1	3
Total			139.5



Presupuesto

Mano de obra

Concepto	Unidades	Coste unitario (€)	Cantidad	Total (€)
Diseño del proyecto	h	15	40	600
Programación	h	15	100	1500
Montaje del robot	h	15	4	60
Testeo	h	15	25	375
Documentación	h	15	35	525
Total				3060



Presupuesto

Total

Concepto	Coste (€)
Coste de los materiales	139.5
Coste de la mano de obra	3060
Total	3199.5



Conclusión

Los objetivos del proyecto han sido alcanzados:

- Se ha incorporado al robot un sistema de visión artificial
- Se ha desarrollado una aplicación del robot delta
- Se han programado las interfaces gráficas del usuario
- Se ha programado el sistema arduino para el control de los servos del robot
- Se han realizado pruebas y evaluado satisfactoriamente la aplicación desarrollada
- Todo lo desarrollado en este proyecto podría extenderse a otros sistemas y microcontroladores con unos cambios mínimos



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

SISTEMA DE CONTROL DE ROBOT DELTA BASADO EN VISIÓN ARTIFICIAL

Trabajo de fin de grado

Grado en Ingeniería electrónica industrial y automática

Gracias por su atención

Autor: **Alejandro Beltrán Nova**

Director: **Houcine Hassan Mohamed**