

# Disseny d'un sistema per pilotar un dron.

Kevin Covas Domenech

**Resum**— Els sistemes de pilotatge de drons que hi ha avui en dia no contemplen diferents situacions on es requereix utilitzar una única mà per a pilotar el dron i l'utilització de l'altre mà per a controlar un altre sistema com pot ser una càmera. És per això que es requereixen nous sistemes de pilotatge de drons que es puguin utilitzar davant d'aquestes necessitats.

En aquest projecte es proposa un sistema per pilotar un dron mitjançant un únic joystick.

Es parteix d'un model Master-Slave d'emissores de ràdio-control adaptat on, en comptes d'utilitzar dues emissores de ràdio-control, se n'utilitzarà una que està connectada a una placa Arduino. Amb aquesta connectada al joystick amb el qual volem controlar el dron. Donarem una solució a les situacions plantejades anteriorment.

**Paraules clau**—Dron, Pilotatge, Arduino, Joystick, PPM, Microcontrolador, Emissora R/C

**Abstract**— Today's drone piloting systems do not contemplate different situations where it is required to use a single hand to pilot the dron and the use of the other hand to control another system like a camera. That's why new drones piloting systems are required in order to be used to meet these needs.

In this project, a system is proposed to pilot a dron using a single joystick.

It is based on a Master-Slave model of radio-control transmitters adapted, where instead of using two radio-control stations, we will use just one connected to an Arduino plate. With the Arduino plate connected to the joystick, which controls the dron, we will provide a solution to the situations mentioned before.

**Index Terms**— Dron, Pilotatge, Arduino, Joystick, PPM, Microcontroller, R/C transmitter

## 1 INTRODUCCIÓ

Avui en dia la utilització de drons ja és una realitat cada cop més estesa en la nostre societat, ja sigui per a proporcionar serveis com per exemple per l'agricultura, ramaderia i neteja d'espais o per l'ús enfocat a l'oci [1].

Al augmentar l'ús d'aquesta tecnologia, han augmentat el número d'incidents relacionats amb aquests cosa que ha fet que s'hagi implantat una nova llei de Seguretat Aèria [2] per limitar l'ús dels drons en segons quins recintes i també han augmentat les empreses que ofereixen cursos de pilotatge de drons.

Les causes dels incidents amb drons son variades, com per exemple errors en les bateries, l'impacte d'algun objecte o animal [3] o el mal pilotatge del dron.

Nosaltres ens hem centrat en aquesta última causa, aprendre a pilotar un dron no és una qüestió senzilla, i un dels motius és l'ús de les emissores de ràdio-control que s'utilitzen en l'actualitat. Aquestes emissores solen tenir entre 6 i 12 comandaments dels quals els principals són 2 sticks situats un a cada banda d'aquesta, amb la perspectiva que es té a l'hora de

pilotar un dron i l'excés de comandament dificulta el control d'aquests.

És per aquest motiu que hem plantejat una possible solució per a combatre aquesta corba d'aprenentatge, la solució és la de crear un sistema que pugui pilotar un dron mitjançant un joystick en comptes de l'emissora de ràdio-control. Aquesta solució ens proporciona varis beneficis, el primer com hem comentat amb anterioritat el de fer més fàcil el pilotatge del dron degut a que sol utilitzem un joystick i la perspectiva és com si el control es dugués a terme dins del dron. Per un altre banda, al només haver d'utilitzar una mà per a pilotar el dron, proporciona l'avantatge que una persona amb discapacitats en alguna de les mans pugui pilotar un dron així com el fet de poder controlar amb l'altre mà un altre dispositiu.

## 1.2.Objectius:

L'objectiu principal del nostre projecte és controlar un dron mitjançant un joystick. Per aconseguir aquest objectiu hem definit els següents objectius específics:

- Conèixer els moviments del dron.
- Conèixer les comunicacions amb el dron.
- Dissenyar una controladora.

Un diagrama general de com serà el nostre sistema és el de la Figura1:

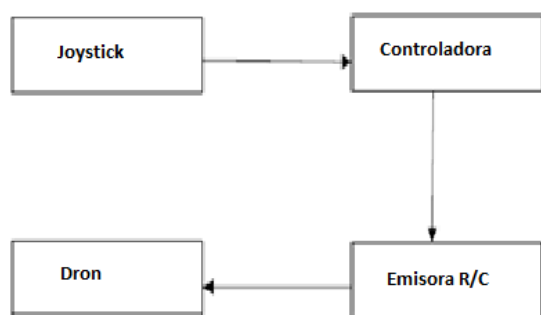


Figura 1:Diagrama general.

El present document està organitzat en les següents seccions: en la secció 2, uns detalls dels treballs relacionats amb el nostre projecte, en la secció 3, una visió dels components del projecte, en la secció 4, el desenvolupament del projecte, en la secció 5, els resultats obtinguts, en la secció 6, les conclusions i línies futures, en la secció 7, els agraïments i finalment en la secció 8 la bibliografia i fonts consultades.

## 2 TREBALLS RELACIONATS

Per al nostre projecte hem obtingut informació d'altres projectes relacionats com és el de Controlar una emissora de ràdio-control mitjançant el PC [4] o el de Controlar un avió teledirigit mitjançant un par de joysticks [5].

Pel que fa a les diferències entre el nostre projecte i els projectes citats anteriorment, el nostre projecte al utilitzar un únic joystick permet a una persona amb discapacitat a una ma poder controlar el dron. Una altre diferència és la possibilitat que tenim amb el nostre projecte de cedir els controls que es vulguin a l'usuari que controli el joystick, d'aquesta manera l'usuari pot anar aprenent a pilotar el dron progressivament i el pilot expert pot agafar el control en qual-sevol moment que sigui necessari.

## 3 COMPONENTS

### 3.1 Dron:

Un dron és un vehicle aeri no tripulat capaç de mantenir de manera autònoma un nivell de vol controlat i sostingut [6]. Algunes de les funcions que tenen avui en dia els drons són : gravació d'esdeveniments, agricultura i ramaderia així com per a tasques que el ésser humà no vol realitzar o que són perilloses per aquest. En el nostre projecte el dron té un paper fonamental ja que és l'element que volem controlar, aquest serà controlat per el pilot mitjançant el joystick del nostre sistema.

Per entendre el funcionament d'un dron hem de conèixer els seus components que són els següents

1. Motors o servos: són els encarregats de fer girar les hèlixs del dron i la quantitat d'aquests depèn del dron que desitgem fer volar.
2. Hèlixs: les hèlixs giren d'acord amb el control manual del pilot i la seva intensitat és proporcional a la intensitat dels moviments del dron. El moviment d'aquetes determina cap a on volarà el dron o si es mantindrà al mateix lloc.
3. Carcassa: és l'estructura que connecta i sosté tots els components del dron, depenent del tipus de dron tindrà una forma u una altre, en el cas d'un quadricòpter tindrà forma de X.
4. Control de velocitat electrònic: element que connecta els motors i les bateries i transmet una senyal indicant als motors a quina velocitat han de girar.
5. Controladora de vol: és el microprocessador que hi ha en el dron que conté els acceleròmetres i giroscopis i és l'encarregat de comunicar-li al control de velocitat electrònic a quina velocitat ha de girar cada motor.
6. Bateria: és la font d'energia del dron, has de conèixer el seu temps de duració i assegurar-te que estigui degudament carregada.
7. Receptor de radiofreqüència: aquest element és l'encarregat de la comunicació amb el emissor de radiofreqüència.

El dron que hem escollit per el nostre sistema i amb el qual hem realitzat les proves és el quadcopter FC4 de la marca Airk [7].



Figura 2: Quadcopter FC4.

Per a poder entendre com es pilota un dron, és necessari conèixer els diferents moviments del dron [8].

1. Lliscar: és moure el dron cap a l'esquerre o dreta.
2. Capcineig: inclina el dron i en conseqüència es mou cap endavant i cap enrere.
3. Derrapatge: es tracta de fer girar el dron sobre ell mateix, ja sigui en sentit horari o anti-horari.
4. Accelerador: l'accelerador li dona a les hèlixs la potència necessària per mantenir el dron a l'aire.



Figura 3: Moviments Emissora-Dron.

També és necessari conèixer els diferents modes de vol, aquests poden ser:

1. Manual: un cop el dron està inclinat, aquest no s'anivellarà automàticament.
2. Auto-nivell: quan els sticks estan al centre, el dron s'anivella automàticament.
3. GPS: quan els sticks estan al centre, el dron torna a una ubicació programada, és similar al Auto-nivell però utilitzant GPS.

### 3.2 Emissora de ràdio-control:

L'emissora de ràdio-control és l'element encarregat de transmetre els controls seleccionats per el pilot al dron.

Està formada per un conjunt de controls amb els quals el pilot controlarà el dron i per una emissora de ràdio-freqüència que transmetrà una senyal al receptor del dron amb els valors d'aquests controls.

En el nostre projecte l'emissora de ràdio-control solament l'utilitzarem per a transmetre els valors dels controls del joystick que utilitzarem i per a poder visualitzar que aquests valors són transmesos correctament a l'emissora. Aquest funcionament és part del que s'anomena mode Master-Slave en emissores de ràdio-control.

El mode Master-Slave serveix per a l'entrenament de pilots amb poca experiència. Consisteix en cedir certs controls de l'emissora al pilot principiant de manera que el pilot expert pugui controlar certs comandaments, així el pilot principiant solament ha d'encarregar-se d'uns comandaments i pot anar aprenent poc a poc.

En el nostre projecte es cedeixen tots els controls al joystick, però des de l'emissora podem reprendre el control total utilitzant un dels comandaments de l'emissora configurat prèviament.

L'emissora de ràdio-control que utilitzarem per el nostre projecte i que es mostra a la figura 4 és la Graupner mx-20 [9]. Aquesta emissora reuneix els requisits per a poder realitzar el nostre projecte, aquests són:

1. Emissora amb sortida DSC per a poder connectar al nostre microcontrolador com a Master-Slave.
2. Emissora amb pantalla per a poder veure els resultats de la trama PPM (Modulació per Posició de Pulsos) produïda per el nostre microcontrolador.

3. Emissora amb 12 canals de comunicació per a poder realitzar els moviments bàsics del dron així com altres funcionalitats com el control de la càmera del dron, canvi de mode de vol i recollida del tren d'aterratge.



Figura 4: Emissora Graupner mx-20.

programació i la que s'adequava més a la funcionalitat que volíem dur a terme.

Pel que fa a l'elecció del model Mega ADK, l'hem escollit ja que necessitàvem una placa que disposés d'una connexió USB per a connectar el joystick del nostre sistema.

En la figura 5 podeu veure la placa Arduino que hem escollit.

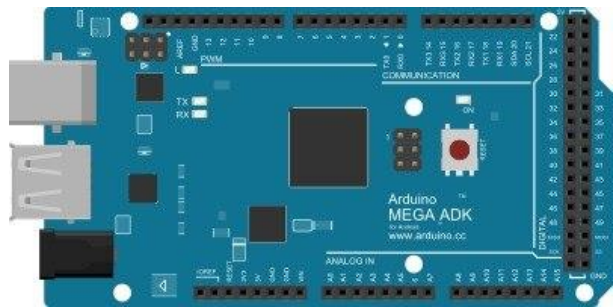


Figura 5: Arduino Mega ADK.

### 3.3 Controladora:

En el nostre projecte el microcontrolador té una funció molt important, ja que és l'element que fa d'interfície entre el joystick i l'emissora de ràdio-control i l'encarregat de la generació de les trames PPM.

La placa que hem escollit per a realitzar el nostre projecte és l'Arduino Mega ADK, per a escollir aquesta placa hem tingut en compte els següents aspectes:

1.Comunitat: si hi ha molta gent que utilitza aquesta marca, degut a que consegüentment hi ha molta més documentació i molta més ajuda i idees.

2.Preu: he comparat els diferents preus de les diferents marques, encara que el preu no ha sigut el factor determinant alhora d'escollir una o altra.

3.Entorn i llenguatge de programació: si és fàcil d'aprendre i d'utilitzar o pel contrari requereix d'una corba d'aprenentatge lenta.

4.Funcionalitat: hem de tenir en compte per a quina tasca necessitem el microcontrolador, si és per a tasques senzilles com a llegir sensors o pel contrari es necessiten realitzar varies tasques més complexes.

Tenint en compte aquests aspectes i comparant entre les marques Arduino, Freescale i Raspberry. Hem escollit Arduino ja que era la marca de la qual hem trobat més documentació i projectes varis, la que tenia una menor complexitat pel que fa al llenguatge de

### 3.4 Joystick:

La funció del joystick en el nostre sistema és la que té una emissora de ràdio-control en qualsevol sistema actual, controlar el dron. En el nostre projecte el joystick va connectat mitjançant una connexió USB a la placa Arduino a la qual li transmetrà els diferents valors dels controls.

Com els moviments del dron en el nostre sistema es duen a terme mitjançant el joystick, a continuació us vaig a mostrar com es controlaran aquests moviments amb el nostre joystick:

1. Lliscar: el moviment cap a la dreta i esquerre del dron es produirà movent el joystick cap a la dreta i esquerre.
2. Capcineig: el moviment cap endavant i cap enrere del dron es produiran movent el joystick cap endavant i cap enrere.
3. Derrapatge: el moviment sobre si mateix del dron es produirà movent el joystick sobre el eix de torsió.

4. **Accelerador:** el moviment cap a dalt i cap baix del dron es produirà mitjançant els botons que hi ha sobre el joystick. Per accelerar utilitzarem el botó inferior del joystick i per desaccelerar utilitzarem el botó superior del joystick.

En la figura 6 es mostren els moviments del dron mitjançant el joystick.



Figura 6: Moviments Joystick-Dron.

Hem seleccionat el joystick Extrem 3D Pro Joystick de Logitech [10] pels següents motius:

1. Disposa de 12 botons programables tots a disposició d'una única mà, aquest fet és indispensable per a complir l'objectiu principal que ens hem plantejat, d'aquest mode únicament hem de centrar la nostra atenció en el dron.
2. Disposa d'un control de timó amb eix de torsió de gran precisió, aquest control és imprescindible per el moviment de derrapatge.
3. Disposa d'uns botons sobre el joystick que utilitzarem d'accelerador.
4. És un dels joysticks més utilitzats en projectes semblants i podem trobar bastanta informació.



Figura 7: Joystick Extrem 3D Pro Joystick.

#### 4. PROJECTE

El diagrama de blocs del nostre sistema en el que es mostren els components es mostra en la figura 8.

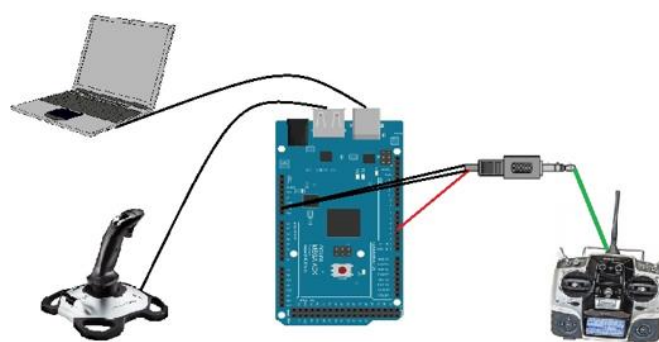


Figura 8: Diagrama de blocs del sistema.

#### 4.1 Etapes de desenvolupament

##### Etapa 1: interfície Joystick-Arduino

La primera etapa de desenvolupament que hem realitzat ha sigut la de crear una interfície entre el joystick i la placa Arduino de manera que puguem obtenir els valors que el joystick genera al utilitzar algun dels seus moviments.

Per a realitzar aquesta etapa hem d'entendre com el joystick es comunica amb la placa Arduino. El joystick així com els ratolins i teclats són dispositius d'interfície humana (HID), aquests tenen una única característica i aquesta és un informe descriptor que conté informació sobre les dades que el dispositiu està enviant al host.

Per a obtenir aquestes dades hem utilitzat una llibreria que parseja l'informe en cada esdeveniment del joystick i hem guardat les dades obtingudes en unes variables per a poder utilitzar en la següent etapa.

Pel que fa a la connexió física, utilitzarem el port sèrie a través del connector que disposa la nostra placa Arduino Mega ADK.

Un cop s'ha comprovat que es monitoritzen correctament l'entrada desde el joystick es passa a la etapa 2.

### Etapa 2: interfície Arduino-Emissora ràdio-control

Aquesta etapa consisteix en crear una interfície per a que es pugui comunicar la nostra placa Arduino amb l'emissora ràdio-control que utilitzem. Per a realitzar aquesta etapa hem hagut de realitzar els següents passos:

#### 1. Configuració de l'emissora de ràdio-control:

En aquest pas hem hagut de configurar l'emissora de ràdio-control perquè pugui comunicar-se amb la placa Arduino a través del port trainer. Per a realitzar això hem hagut de configurar l'emissora com a Slave i la placa Arduino com a master, d'aquesta manera l'emissora sol s'encarregarà de transmetre la informació rebuda de l'Arduino cap al receptor.

També hem configurat quin control de l'emissora fa de interruptor de mode Master a mode Slave.

#### 2. Connexió física de l'emissora amb la placa Arduino:

En aquest pas hem realitzat la connexió física de l'emissora amb la placa Arduino mitjançant un cable auxiliar i el connector DSC que disposa l'emissora.

El cable auxiliar que hem utilitzat està format per 3 fils:

1. Malla: serveix per a evitar interferències i va connectat al pin GND de la placa Arduino.
2. GND: fil que connectarem al pin GND juntament amb l'anterior.
3. Dades: fil que connectarem al pin digital per el qual transmetrem les dades de l'Arduino a l'emissora.

#### 3. Codificació de la trama PPM:

Per a realitzar aquest pas hem hagut d'entendre com es transmetien els diferents valors dels canals a través de la trama.

Per entendre-ho bé anem a veure què és la modulació PPM i com funciona.

La modulació PPM és una modulació de senyal utilitzada tant per a transmissions de senyals analògics com digitals. Aquest mètode és àmpliament utilitzat per als sistemes de comunicació òptics com ara fibra òptica i comandaments a distància, on es requereix eficiència i on es produeix poca o cap interferència externa.

Aquesta codificació és la que s'utilitza en les emissores de ràdio-control per a transmetre els valors dels canals entre emissora i receptor. A continuació explicarem com funciona aquesta modulació [11]:

-La trama PPM està formada per un conjunt de pols, la quantitat d'aquests depèn del número de canals a transmetre per la trama. El número de pols és  $N+1$  on  $N$  és el número de canals. El pols  $N+1$  correspon a la senyal de sincronització per a confirmar que ha finalitzat la trama i que a continuació començarà la propera.

-La longitud de la trama és d'aproximadament 20ms i la longitud de cada canal està entre 1-2ms. La longitud de la senyal de sincronització és la resta entre la longitud total de la trama i la longitud acumulada dels canals transmesos, per tant aquesta varia en cada trama.

A la figura 9 mostrem una imatge d'una trama PPM de 8 canals.

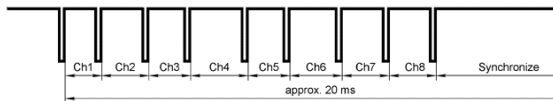


Figura 9: trama PPM.

**5. RESULTATS I PROVES DE CONJUNT:**

Els resultats esperats de la realització del nostre projecte els hem dividit en les diferents etapes de desenvolupament, de manera que es puguin veure els resultats de cada etapa i finalment s'han realitzat proves de conjunt on s'han validat com amb els moviments del joystick es controla el servomotor.

Etapa 1: interfície Joystick-Arduino

Els resultats esperats de la realització d'aquesta tasca eren l'obtenció dels diferents valors dels controls del joystick en l'Arduino, per a poder transmetre'ls posteriorment a l'emissora.

En la següent imatge podem veure els valors obtinguts del monitor sèrie del IDE(entorn de desenvolupament) d'arduino després de realitzar diferents moviments amb els controls del joystick.

```

X = 997 Y = 201 Mini Joystick = 8 Torsio = 126 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 997 Y = 201 Mini Joystick = 8 Torsio = 126 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 968 Y = 230 Mini Joystick = 8 Torsio = 127 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 968 Y = 230 Mini Joystick = 8 Torsio = 127 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 948 Y = 263 Mini Joystick = 8 Torsio = 123 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 948 Y = 263 Mini Joystick = 8 Torsio = 123 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 928 Y = 296 Mini Joystick = 8 Torsio = 118 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 928 Y = 296 Mini Joystick = 8 Torsio = 118 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 908 Y = 348 Mini Joystick = 8 Torsio = 118 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 908 Y = 348 Mini Joystick = 8 Torsio = 118 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 888 Y = 400 Mini Joystick = 8 Torsio = 118 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 888 Y = 400 Mini Joystick = 8 Torsio = 118 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 876 Y = 450 Mini Joystick = 8 Torsio = 118 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 876 Y = 450 Mini Joystick = 8 Torsio = 118 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 856 Y = 491 Mini Joystick = 8 Torsio = 118 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 856 Y = 491 Mini Joystick = 8 Torsio = 118 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 856 Y = 515 Mini Joystick = 8 Torsio = 115 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 856 Y = 515 Mini Joystick = 8 Torsio = 115 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 0
X = 856 Y = 541 Mini Joystick = 2 Torsio = 108 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 1
X = 856 Y = 541 Mini Joystick = 2 Torsio = 108 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 1
X = 856 Y = 571 Mini Joystick = 1 Torsio = 105 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 1
X = 856 Y = 571 Mini Joystick = 1 Torsio = 105 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 1
X = 876 Y = 611 Mini Joystick = 1 Torsio = 103 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 1
X = 876 Y = 611 Mini Joystick = 1 Torsio = 103 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 1
X = 876 Y = 639 Mini Joystick = 1 Torsio = 96 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 1
X = 876 Y = 639 Mini Joystick = 1 Torsio = 96 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 1
X = 882 Y = 659 Mini Joystick = 1 Torsio = 96 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 1
X = 882 Y = 659 Mini Joystick = 1 Torsio = 96 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 1
X = 876 Y = 667 Mini Joystick = 1 Torsio = 86 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 1
X = 876 Y = 667 Mini Joystick = 1 Torsio = 86 Potenciometre = 250 Num. pulsador = 1
    
```

Figura 10: valors al monitor sèrie.

A continuació us mostrarem en detall aquests resultats.

En la figura 11 es mostren els resultats de la selecció en color vermell, es pot observar com aquests van canviant al moure el joystick en el eix Y.

```

Y = 201
Y = 201
Y = 230
Y = 230
Y = 263
Y = 263
Y = 296
    
```

Figura 11.

En la figura 12 es mostren els resultats de la selecció en color verd, es pot observar com aquests van canviant al moure el joystick en el eix X.

```

X = 908
X = 908
X = 888
X = 888
X = 876
X = 876
    
```

Figura 12.

En la figura 13 es mostren els resultats de la selecció en color groc, aquests són els obtinguts al moure els botons del mini joystick que hi ha sobre el joystick, aquests mostren quina part del mini joystick ha estat premuda.

```

Mini Joystick = 8
Mini Joystick = 8
Mini Joystick = 8
Mini Joystick = 8
Mini Joystick = 2
Mini Joystick = 2
Mini Joystick = 1
Mini Joystick = 1
    
```

Figura 13.

En la figura 14 es mostren els resultats de la selecció en color blau, es pot observar com aquests van canviant al moure el joystick en el eix de torsió.

```
Torsio = 128
Torsio = 128
Torsio = 127
Torsio = 127
Torsio = 123
Torsio = 123
Torsio = 118
```

Figura 14.

En la figura 15 es mostren els resultats de la selecció en color negre, aquests són els obtinguts al prémer un botó o polsador, en el cas de la imatge el número 1.

```
Num. pulsador = 0
Num. pulsador = 0
Num. pulsador = 1
Num. pulsador = 1
```

Figura 15.

### Etapa 2: interfície Arduino-Emissora ràdio-control

Els resultats esperats de la realització d'aquesta tasca eren la correcte transmissió dels valors generats per el joystick cap a l'emissora de ràdio-control mitjançant la modulació PPM feta per l'Arduino..

A continuació mostrarem un conjunt d'imatges on es pot apreciar el canvi dels diferents valors rebuts per l'emissora dels diferents controls del joystick, per això a continuació us mostro la correspondència del canal de comunicació i el control del joystick.

- Canal 1 - Eix de les X
- Canal 2 - Eix de les Y
- Canal 3 - Eix de Torsió
- Canal 4 - Potenciòmetre

En les figures 16 i 17 es mostren els diferents valors al moure el joystick en el eix de les X(Canal 1).

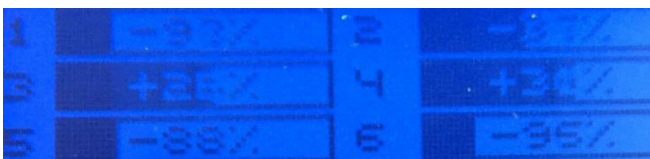


Figura 16: valor del canal 1 a -100%.

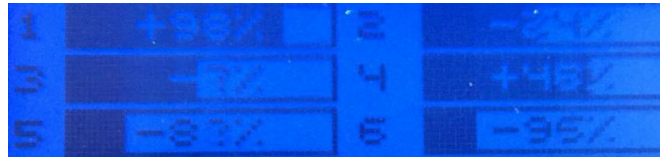


Figura 17: valor del canal 1 a 100%.

En les figures 18 i 19 es mostra els diferents valors al moure el potenciòmetre(Canal 4).

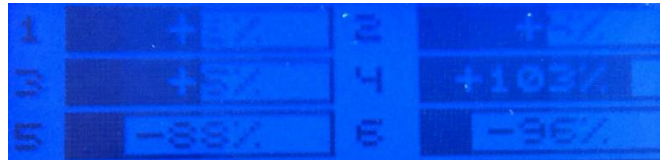


Figura 18: valor del canal 4 a 100%.

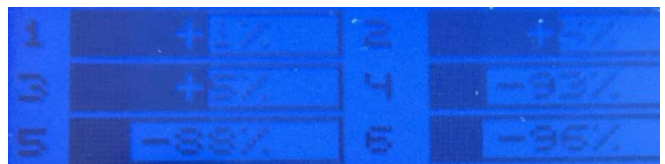


Figura 19: valor del canal 4 a -100%.

### 6.CONCLUSIONS I LÍNIES FUTURES:

L'objectiu principal del projecte era controlar un dron mitjançant un joystick, aquest ha sigut complert a falta de poder-lo provar pilotant un dron.

Pel que fa als sub-objectius marcats, que eren conèixer els moviments amb el dron, conèixer les comunicacions del dron i programar una controladora, han sigut complerts sent el de conèixer les comunicacions amb el dron el que m'ha plantejat més dificultats.

Per últim com a línies futures, ens plantegem realitzar un canvi en el sistema de manera que no haguem d'utilitzar l'emissora de ràdio-control per a realitzar el nostre projecte. Aquest canvi ens redueix el nombre de components i mida del nostre sistema així com redueix la funcionalitat de master-slave, per tant, depenent de la funcionalitat que vagi a tindre el nostre sistema ens plantegem utilitzar un model o altre.

## 7. AGRAÏMENTS:

Els meus principals agraïments van destinats a la meua parella, sense els seus ànims en els moments que he tingut més dificultats el projecte no s'hagués dut a terme. També vull agrair al meu pare l'ajuda i implicació a nivell tècnic. Per descomptat agrair a la meua tutora els consells, els ànims i per a guiar-me durant la duració del projecte. Per últim, agrair a David Matanzas per l'ajuda a nivell tècnic així com per a ajudar-me amb els materials i components necessaris.

## 8. BIBLIOGRAFIA:

- [1] I. Hoy, «www.informatica-hoy.com,» [En línia]. Available: <http://www.informatica-hoy.com.ar/gadgets/Que-son-drones-sirven.php>. [Últim accés: 7 Juny 2017].
- [2] Cristobal, «Drones con Cámara,» 13 Abril 2015. [En línia]. Available: <http://dronesconcamara.es/normativa-curso-pilotar/>. [Últim accés: 2017 Juny 7].
- [3] O. R. García, «<http://www.avicultura.com.mx>,» 21 Març 2016. [En línia]. Available: [http://www.avicultura.com.mx/avicultura/home/articulos-interior.asp?cve\\_art=10108](http://www.avicultura.com.mx/avicultura/home/articulos-interior.asp?cve_art=10108). [Últim accés: 2017 Juny 7].
- [4] R. Prinz, «Min,» 21 Juliol 2013. [En línia]. Available: <https://www.min.at/prinz/?x=entry:entry130721-182227>. [Últim accés: 2017 Abril 5].
- [5] Comode, «RCGroups,» 15 Novembre 2013. [En línia]. Available: <https://www.rcgroups.com/forums/showthread.php?2037080-DIY-Arduino-joystick-to-PPM>. [Últim accés: 2017 Maig 4].
- [6] IEMD, «IEMD,» [En línia]. Available: <https://iiemd.com/drone/que-es-drone>. [Últim accés: 8 Juny 2017].
- [7] Airk, Artist, *Quadcopter FC4*. [Art]. 2016.
- [8] David, «Mini Drons,» 2015. [En línia]. Available: <http://www.minidrons.com/aprender-volar-un-drone-guia-de-manejo-para-principiantes/>. [Últim accés: 2 Març 2017].
- [9] Graupner, «Graupner,» [En línia]. Available: [https://www.graupner.com/media/pdf/8b/6d/18/33124\\_mx20\\_HoTT\\_2\\_ES.pdf](https://www.graupner.com/media/pdf/8b/6d/18/33124_mx20_HoTT_2_ES.pdf). [Últim accés: 22 Març 2017].
- [1] Logitech, «Logitech,» [En línia]. Available: 0] <http://gaming.logitech.com/es-es/product/extreme-3d-pro-joystick>. [Últim accés: 14 Març 2017].
- [1] Mftech, «Mftech,» [En línia]. Available: 1] [http://www.mftech.de/ppm\\_en.htm](http://www.mftech.de/ppm_en.htm). [Últim accés: 5 Abril 2017].
- [1] «Airk,» [En línia]. Available: 2] <http://airk.eu/fireclouds/quadcopter-fc4/>. [Últim accés: 2017 Maig 15].
- [1] Logitech, Artist, *Logitech 3D Pro*. [Art]. 2016. 3]