

2017

La construcció d'un Drone



Jaume Espuis Rel
2n Batxillerat
09/01/2017



Agraeixo a Pau Mingarro Ramonilles amb el qui sense la seva predisposició, responsabilitat i ajuda no hagués pogut realitzar aquest treball.

A tota la meva família, pel suport incondicional tant moral com econòmic, als companys de Terraltop pel material i la informació prestada i finalment al meu tutor, Jordi Montero pels consells i resolució de dubtes.

TÍTOL DEL TREBALL DE RECERCA: La construcció d'un drone

AUTOR/A:Jaume Espuis

TUTOR/A: Jordi Montero

CURS ACADÈMIC: 2n Bat

Segons l'ordenació dels ensenyaments de batxillerat, tot l'alumnat ha de fer un treball de recerca tutoritzat per professorat del centre. Aquest treball, que ha de contribuir decisivament a assolir la competència en recerca, es computa entre les matèries de segon curs. La propietat del treball de recerca correspon a l'autor/a conjuntament amb el Departament d'Ensenyament.

Atesa aquesta propietat compartida, autoritzo a l'Institut Terra Alta a dipositar aquest treball a la Biblioteca del Centre amb les finalitats de facilitar la preservació i la difusió de la recerca. El treball estarà a disposició pública, accessible com a font de consulta per altres alumnes i professorat, seguint les normes pròpies del centre.

De la mateixa manera, em comprometo a fer constar el nom del Centre i del tutor/a, així com el curs acadèmic, en el cas que en faci difusió per qualsevol mitjà o qualsevol tipus d'ús.

Signatura

ÍNDEX

0. Introducció	4
1. Els drones	5
1.1 Què són?	5
1.2 Tipus de drones	5
1.3 Història i evolució al llarg dels anys	6
1.4 Actuals usos dels drones	9
1.5 Futurs projectes	13
1.6 Avantatges i inconvenients dels VANT	14
1.7 Lleis d'ús dels drones a Espanya	15
1.7.1 Evolució de les lleis	15
1.7.2 Normativa municipal d'Horta de Sant Joan	17
1.7.3 Carnet de pilot de drones	17
2. Explicació del meu drone	18
2.1 Com serà el meu drone?	18
2.2 Justificació dels motors escollits	19
2.3 Llistat dels components	21
2.4 Pressupost	28
3 Procés de construcció i configuració	28
3.1 Construcció pas a pas	29
3.2 Programació amb Mission planner	33
4 Imatges aèries d'Horta de Sant Joan amb el drone	35
5 Conclusions	38
Bibliografia	39
Annex 1: Entrevista a uns dels regidors de l'Ajuntament d'Horta	43
Annex 2 Característiques dels principals drones	48
Annex 3 Construcció pas a pas	52
Annex 4 Configuració del drone pas a pas amb el Mission Planner	56
Annex 5 Configuració emissora	65

0. Introducció

Des de ben petit sempre he tingut molta curiositat en saber com funcionen tots els aparells de control remot. Recordo que totes les joguines que em compraven i funcionaven en un sistema teledirigit, les acabava desmuntant per tal de conèixer com podia ser que a partir d'un comandament, el cotxe, avió o qualsevol altre vehicle pogués moure's.

Fins que no vaig començar a ser més gran no ho vaig començar a entendre. Els meus pares s'enfadaven molt, perquè un cop els havia desmuntat, aquelles joguines ja no tornaven a funcionar.

Des de que vaig començar primer d'ESO tenia molt clar que el meu treball de recerca havia de ser relacionat amb els drones. No tenia ni idea de com ho faria però tot i això sentia, i sento, gran curiositat per aquesta nova tecnologia que s'està desenvolupant tant ràpidament.

En aquest treball intentaré abordar de manera general tots els aspectes relacionats amb els drones, tenint com a principal objectiu acabar construint el meu propi drone i que aquest pugui prendre fotografies aèries del meu poble, Horta de Sant Joan. També tinc altres objectius secundaris per tal de poder ampliar els meus coneixements com són conèixer l'evolució i els orígens d'aquesta tecnologia, els seus actuals i futurs usos i finalment conèixer més o menys els seus components.

El meu treball està dividit en dos blocs principals. La primera part, que és més teòrica, està relacionada amb el progrés que aquesta tecnologia ha sofert, des dels seus inicis, fins als actuals usos i restriccions que hi han al nostre país. La segona part, consta del procés de construcció del meu drone pas a pas, i l'explicació de les peces escollides.

1. Els drones

1.1 Què són?

Un drone és un vehicle capaç de volar sense ser tripulat a partir d'un comandament de llarga distància. Hi han de diferents tipus, i per a diferents finalitats.

1.2 Tipus de drones

Actualment hi ha gran quantitat de tipus de drones, es poden diferenciar per la utilitat a la qual estan destinats a dur a terme:

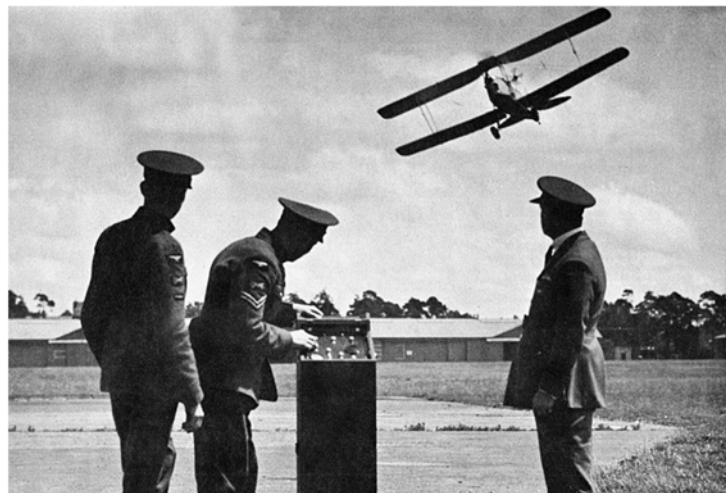
- Ús militar: Entenem per drones destinats a aspectes militars, són anomenats amb les siglesUCAV (Unmanned Combat Air Vehicle).
- Ús civil: Dins d'aquest camp podem trobar gran varietat de drones al mercat, diferenciats bàsicament per la tasca a la qual estan destinats.
 - Ús comercial (multicòpters): Aquests són drones destinats al transport de paquets. Són denominats multicòpters perquè tenen més de 4 motors ja que han d'aixecar pes, i necessiten més força. Actualment només s'han fet alguns testos d'entregues de paquets en ciutats, degut a la poca autonomia de les bateries i a la modernitat d'aquest vehicle de transport. Empreses com DHL i Amazon treballen en aquest aspecte i esperen en un futur fer totes les entregues possibles a través de drones.
 - Ús d'aficionat:
 - Infantil: Són els drones més senzills i destinats a ser volats en interiors. El preu està al voltant dels 20€ fins als 70-80.
 - Amateur: Són drones més complexos i amb unes prestacions increïbles destinats a ser utilitzats en diferents aspectes com: cartografia, meteorologia, gravació aèria, rescat... . El preu ronda dels 80€ fins als 1200€ aproximadament.

Per conèixer més classificacions de drones podeu donar un cop d'ull a l'annex 2

1.3 Història i evolució al llarg dels anys

Els vehicles aeris no tripulats (VANT) es creu que són tant antics com els tripulats. L'evolució ha estat molt lligada amb el món de l'aviació, i cada vegada que han hagut avenços tecnològics en el camp de l'aviació, poc després els han hagut en els VANT.

Els orígens dels VANT es situen sobre el 1849, quant els austríacs van intentar atacar Venècia a través de globus no tripulats carregats amb explosius. Els globus explotaven en arribar al seu objectiu gràcies a un sistema constituït per una bateria galvànica unida a un cable de coure aïllat, deixant caure els explosius sobre la població. Alguns d'aquests globus van aconseguir arribar al seu objectiu, però depenien molt de la força del vent, i per això l'atac no va acabar de tenir èxit. Tot i això el primer drone que és va construir en la història va ser durant la primera Guerra Mundial, essent de fabricació Britànica, l'any 1916 amb l'únic objectiu d'afinar la pontera de l'artilleria antiaèria. Aquest vehicle s'anomenava "Aerial Target" i estava controlat a través d'un sistema de radiofreqüència. .



Imatge 1: Aerial Target

Font: The 'Aerial Target'

El progrés d'aquesta tecnologia és va produir degut a la necessitat de crear míssils que és poguessin guiar cap a un objectiu concret.

El 12 de setembre de 1917 el *Hewitt-Sperry Automatic Airplane* un tipus de míssil aeri pilotat a través de giroscòpics¹ va realitzar el seu primer vol, i a conseqüència de l'èxit el va succeir la construcció del *Kettering Bug* amb el concepte de torpede volant. No obstant tot i l'èxit d'aquesta tecnologia, no es va poder arribar a fabricar en sèrie ja que la guerra havia arribat a la seva fi.



Imatge 2: *Hewitt-Sperry Automatic Airplane*

Font: wikipèdia



Imatge 3: *Kettering Bug*

Font: *Directory of U.S. Military Rockets and Missiles*

L'èxit dels avions pilotats mitjançant ràdio control va impulsar Gran Bretanya i els Estats Units a crear avions que servien de blanc.

El 1931 els britànics van crear el *Fairey Queen* i també el *DH.82B Queen Bee*. Més tard van començar a fabricar gran quantitat de "dianes aèries" per tal d'entrenar els pilots.

Es creu que la paraula drone, prové de l'evolució del mot "Queen Bee".

Durant la Segona Guerra Mundial la marina va posar en marxa un pla anomenat operació Anvil, amb l'objectiu de destruir uns búnquers nazis amb naus controlades per control remot, per tal de reduir la quantitat de baixes de pilots. El primer drone utilitzat per dur a terme aquesta operació va ser al 1944 l'Interstate TDR.

¹ Aparell emprat en l'orientació de naus i d'aeronaus, que consisteix essencialment en una roda que gira a gran velocitat sobre un eix que descansa sobre un parell de suports susceptibles de moure's en una o més direccions

La manca de tecnologia obligava als pilots a enlairar-se fins a una altitud de creuer, i seguidament és tiraven amb paracaigudes. L'avió acabava d'arribar al seu destí gràcies a una nau nodrissa.

Tot i els múltiples intents aquesta operació va ser un desastre, deixant als seus peus, gran quantitat de pilots morts.



Imatge 4: Interstate TDR

Font: The Pacific War Online Encyclopedia

D'altra banda, els Nazis també van investigar en aquest àmbit fins crear el míssil balístic d'alcans curt V2.



Imatge 5: Míssil V2

Font: ejercitosehistoria

Un cop finalitzada la Guerra, els alemanys, els Estats Units i Rússia van continuar la seva particular investigació. Aquests però és van centrar en l' investigació d'armament nuclear, i per tant, l' investigació i desenvolupament dels drones es va quedar una mica oblidada.

No va ser fins als anys cinquanta quan els americans van construir el AQM-34. Es tractava també d'un avió diana. Aquest però era enlairat amb una avió-mare² i un cop arribat al seu destí, el soltava. L' AQM-34, traçava una trajectòria completament programada, i un cop acabada descendia amb paracaigudes. Aquest drone, a diferència de tots els anteriors, era de reconeixement.



Imatge 6: AQM-34

Font: wikimedia commons

Durant els anys següents, la investigació va continuar. La investigació era duta a terme pels enginyers americans, els quals van obtenir grans millores en els camps de la informàtica i la electrònica. No va ser fins els anys 80-90 que els drones d'avui en dia començaven aparèixer. Finalment als anys 90 és va començar a investigar la manera d'armar els avions no tripulats amb projectils.

1.4 Actuals usos dels drones

Malauradament, un dels primers usos que se'ls hi ha donat als drones és en l'àmbit bèl·lic i gràcies al qual ha anat evolucionant amb tanta força. Aquests vehicles són idonis per missions d'espionatge i reconeixement de zones en

² És tracta d'un avió que té la finalitat d'arrastrar-ne un altre que no té motor i deixar-lo en un punt concret.

guerra. A més a més ja s'han començat armar amb míssils i bombes per tal de disminuir el nombre de tropes al front. Tot i això aquests aparells encara són pilotats des de les bases aèries militars per pilots experts de drones ja que encara no tenen l'autonomia suficient com per realitzar missions per sí mateixos i adaptar-se a possibles canvis, o actuar adequadament davant d'algun possible inconvenient.



Imatge 7: drone nord-americà d'ús militar

Font: Wikipèdia

D'altra banda, els drones s'han convertit en eines capaces de realitzar una gran varietat de tasques.

A diferència dels anteriors, els drones també poden ajudar a les persones. De fet, s'han utilitzat per portar ajudes a llocs de difícil accés ja sigui per una catàstrofe natural, o per una guerra.



Imatge 8: Drone creat per l'empresa Amazon per al transport de paquets

Font: Mercado Media Network

Els drones també formen part dels equips de rescat i de la recerca de persones. Poden volar a altures baixes, facilitant la visió del terreny i a més a més poden portar maletins de primers auxilis, flotadors... .



Imatge 9: Pars, el drone salva vides que vigilarà les platges

Font:Diari de Tarragona

Un altre dels usos és en l'àmbit de la topografia i la cartografia, ja que el fet de poder obtenir imatges de qualitat de manera ràpida amb els drones, ha facilitat moltíssim la realització de tasques com aquestes. Dins d'aquest camp també entra els drones que s'utilitzen per buscar antics jaciments.



Imatge 10: Drone phantom 1

Font: Terraltop

També són utilitzats en la manipulació i neteja de zones contaminades per substàncies nocives per als humans. Un clar exemple és la participació tant important que van tenir en l'accident de Fukushima ja que van obtenir imatges de l'interior de les centrals i així és va poder elaborar un pla de neteja dels reactors i poder evitar futures fugues.



Imatge 11: Drone mesurador de radiació

Font: Diari el País

En l'àmbit agrícola també s'han començat a utilitzar drones per l'abonament de les terres de manera ràpida i econòmica. A més a més l'empresa catalana Hemav han ideat un software³ per la detecció de plagues i problemes en les collites amb el principal objectiu d'incrementar la producció agrícola.



Imatge 12: Empresa Hemav treballant en un conreu

Font: Hemav

L'ús més popular no bèl·lic que tenen els drones, és d'aspecte totalment lúdic, i és que s'ha creat un altre estil de curses aèries, aquest cas sense cap mena de perill. Estem parlant de les curses de drones, en les quals a través d'una càmera integrada al drone i amb unes ulleres FPV (first personal view) pots pilotar-lo com si estiguessis dins d'ell. Això sí, els pilots professionals que participen a les de

³ Terme que fa referència a un programa o conjunt de programes que inclueixen dades, procediments i guies que permeten realitzar un seguit de diferents tasques a un sistema informàtic

curses de drones han de disposar de gran habilitat, reflexos i concentració, ja que els drones arriben a unes velocitats de fins a 200 km/h.



Imatge 13: Cursa de Drones

Font: Les curses de drones

Per últim dins del nostre territori se li ha donat un ús força peculiar. S'ha creat un drone capaç de combatre l'escarabat morrut. El drone ha de transportar el líquid i dipositar-lo damunt de cada una de les palmeres, i així eliminar l'insecte.



Imatge 14: El drone combateix les plagues

Font: Diari de l'Ebre

1.5 Futurs projectes

L'ús que potser ha donat més que parlar és el projecte que tenen entre mans les empreses Amazon i DHL, les quals s'han proposat intentar fer les seves entregues a través dels drones, però els projectes no s'acaben aquí. S'estan realitzant investigacions per crear tot tipus de drones:

- Drones capaços de construir edificis a través d'un ordinador intel·ligent el qual anirà rebent informació de cada dispositiu i anirà enviant respostes i ordres.
- Drones capaços de recórrer tota la xarxa de clavegueram de les ciutats i a través d'una càmera, anar enviant informació a un monitor. Així és cobriria una tasca tant compromesa com aquesta.
- Drones hidroavions capaços de transportar grans quantitats d'aigua per tal d'apagar incendis, i evitar així el risc al qual estan exposats els pilots d'hidroavions.
- Expandir l'accés a Internet amb l'ajuda de drones a zones remotes del planeta. Creant xarxes de drones, làsers i satèl·lits a través de drones especials.

1.6 Avantatges i inconvenients dels VANT

- Avantatges

El principals avantatges de l'ús dels drones són:

- Aquests aparells podran substituir moltes labors de gran risc, per tant podran salvar moltes vides.
- En l'àmbit bèl·lic el cost de drones militars són molt més petits que el dels avions, i també eviten moltes baixes al camp de batalla.
- Les indústries productores de drones estan generant milions de llocs de treball, i grans beneficis econòmics.
- L'ús massiu de drones disminuiria notablement l'utilització de combustibles, disminuint al mateix temps les emissions de gasos tòxics a l'atmosfera.
- Un dels principals avantatges dels drones és la velocitat amb la qual recorren grans distàncies amb un temps reduït.
- La programació i automatització per dur a terme diferents recorreguts o realitzar qualsevol tasca, és relativament senzilla.

Els principals inconvenients dels drones són:

- La durada de les bateries és molt escassa, però en canvi el temps de càrrega d'aquestes és molt llarga.
- El risc d'accident d'un drone és 353 vegades superior al de un avió. Aquesta proporció posa en perill a les persones.
- Amb l'ús incontrolat de drones amb càmeres és sobrepassa constantment els límits de privacitat.
- El fet de ser un robot, dificulta a l'aparell a prendre decisions de manera espontània, o a fer canvis en la seva trajectòria per evitar possibles accidents.

1.7 Lleis d'ús dels drones a Espanya

L'evolució d'aquesta tecnologia va a passos de gegant, la majoria de persones d'avui en dia veu els drones com un joguet, i no és així sinó que volar un drone comporta una responsabilitat molt gran. És per això que per tal de vetllar per la seguretat i privacitat dels ciutadans, el govern s'ha vist obligat a establir una legislació específica per regular l'ús dels drones. És molt important entendre que posar certes restriccions per fer volar un drone a segons quins llocs és prevenir qualsevol accident no desitjat. Tot i això, degut a la constant evolució d'aquesta tecnologia tant moderna, no s'ha pogut establir un llistat definitiu de lleis sinó que a mesura que els usos i els nous projectes que s'estan duent a terme van sortint a la llum, les lleis van evolucionant.

1.7.1 Evolució de les lleis

A causa dels primers incidents registrats, (no tants a Espanya com a l'estranger), va aparèixer la preocupació del govern per la regulació d'aquests aparells, els quals qualsevol persona, amb un mínim d'inversió podia utilitzar.

El 5 de juliol del 2014, va aparèixer al Real Decreto Ley les primeres mesures urgents per la restricció d'aquests dispositius. Aquest dia va ser un dia històric per a l'aviació espanyola, ja que per primera vegada es legalitzava el fet de volar un drone per l'espai aeri espanyol amb un pes de fins a 150 kg. També es va obrir un registre de drones, i es van establir unes condicions de vol com el fet de disposar d'un carnet oficial de pilot de drones.

El 17 d'octubre d'aquest mateix any es va establir la Llei 18/2014 la qual és vigent fins a dia d'avui. En aquesta llei s'estableix unes limitacions dels espais de vol en que es diu que està permès gravar en espais exteriors una aeronau de fins a 25 kg sempre i quant es respectin diferents aspectes: s'ha disposar d'un permís i d'un carnet, aquesta gravació s'ha realitzar de dia, han d'haver-hi unes bones condicions meteorològiques visuals i el vol ha de ser fora de espais urbans tant siguin ciutats com pobles. A més a més el drone ha d'estar sempre a l'abast visual del pilot a no més 500 m en horitzontal ni a més de 120 m d'altura. Tampoc es pot volar a menys de 8 quilòmetres d'algun aeroport, aeròdroms o d'alguna zona on es realitzin vols amb aeronaus a baixa altura.

Pel que fa el vol als espais interiors no hi ha cap tipus de restricció.

Pel que fa al vol legal de drones amb un pes superior als 25 kg es necessita una matrícula, i un certificat d'aeronavegabilitat on constin les característiques de l'aparell.

Aquest any AESA⁴ (Agència Estatal de Seguretat Aèria) va comunicar que s'establiria una llei definitiva sobre l'ús dels drones amb diferents modificacions a la llei 18/2014 però no ha pogut ser així degut a la situació política en que ens trobem.

En cas de violar alguna d'aquestes lleis amb un ús indegut dels drones, els usuaris es poden veure implicats en sancions econòmiques. Aquestes estan regides segons la gravetat de l'incident, si es considera un incident lleu, la multa pot oscil·lar dels 60€ fins als 45.000€, en cas de ser considerat un incident greu, la multa pot anar dels 45.001€ fins als 90.000€, i finalment en cas de ser

⁴ Agència estatal encarregada de la seguretat de l'aviació civil dins l'àmbit territorial d'Espanya.

considerat molt greu dels 90.001€ fins als 225.000€. D'altra banda, si és tracta d'empreses, les sancions poden ser molt més dures. Els incidents lleus estan sancionats amb un cost d'entre 4.500 i 70.000€, els greus entre 70.001 i 225.000 i els molt greus entre 225.001 fins a 4.5 milions d'euros.

1.7.2 Normativa municipal d'Horta de Sant Joan

La normativa del meu poble, segons paraules d'un dels regidors (podeu trobar l'entrevista a l'annex 1) de l'Ajuntament fins a dia d'avui no s'ha rebut cap tipus de comunicat informant sobre l'ús dels drones. A més a més l'Ajuntament no té cap obligació d'estar al corrent de l'evolució legislativa d'aquesta tecnologia.

Fins a dia d'avui, ningú ha demanat cap permís per tal de sobrevolar el poble amb un drone i filmar imatges aèries. Tot i això sí que s'han obtingut imatges aèries del Parc Natural dels Ports i l'interessat a realitzar aquesta gravació va haver de demanar permís al Parc Natural (el cost aproximat d'una hora i mitja de gravació està al voltant dels 1000€).

En cas d'haver-hi un hipotètic incident relacionat amb l'ús il·legal o incorrecte d'un d'aquests dispositius al terme municipal d'Horta, l'Ajuntament hauria de consultar la normativa estatal vigent, estudiar el cas, i aplicar una sanció adient.

1.7.3 Carnet de pilot de drones

Segons la llei vigent actual, no és necessari treure's el carnet de drones en cas d'utilitzar aquest aparell com un hobby, no obstant sempre s'han de complir les lleis, volar en llocs adients i tenir matriculat l'aparell.

D'altra banda pel que fa a l'ús de drones de manera professional, és necessari treure's una titulació. A més a més en cas de voler-lo utilitzar de manera esportiva l'aparell haurà d'estar registrat a la RFAE (Real Federación Aeronáutica Española)

A Espanya hi han diferents escoles especialitzades amb el certificat d'AESA (certificat de l'escola necessari per a que el carnet sigui vàlid). Aquesta formació

consta de: 60 hores de formació, un examen pràctic després de 4 hores de pràctiques i un certificat mèdic classe II⁵

En cas de voler fer la formació teòrica de manera online, has d'estar segur que l'escola compleix tota la reglamentació, i és recomana que si no tens experiència amb l'aeronàutica, realitzis aquesta formació de manera presencial. El preu aproximat de la formació teòrica online és més barata, és d'aproximadament uns 500€, en canvi la formació presencial teòrica costa aproximadament 900€. Les pràctiques més l'examen pràctic uns 500€ i finalment el certificat mèdic uns 120€

Dins de la formació de pilot de drone, hi han dos tipus de cursos:

- Curs normal: Et formen com a pilot de VLOS (Visual Line Of Sight Operations) el qual significa que pots volar els aparells sempre i quant estiguin visualment controlats, a no més de 500 mts
- Curs avançat: Et formen com a pilot BVLOS (Beyond Visual Line Of Sight Operations) el qual significa que a diferència de l'anterior pots enviar el drone fora del teu alcans visual, sempre i quant el tinguis controlat a través d'una pantalla on puguis veure, el que el drone veu.

S'ha de tenir en compte que les pràctiques les realitzes amb un model específic de drone, i amb el qual ets avaluat. És per això que el carnet només serà vàlid per pilotar legalment aquest mateix model o similar. En cas de voler pilotar un altre model legalment, has de tornar a realitzar l'examen pràctic. Cal mencionar que amb aquest tipus de carnet, només pots pilotar drones de menys de 25 kg.

2. Explicació del meu drone

2.1 Com serà el meu drone?

El meu propòsit és aconseguir fer un drone de fotografia. Hem de tenir clar que cada drone és un món i segons l'activitat a la qual està destinat hem de triar uns components o uns altres. La meva idea és fer un quadcòpter en forma de

⁵ Consta d'un anàlisi de sang, d'orina, proves de vista, proves d'oïda, mesura de l'estatura, del pes i un seguit de preguntes.

creu amb una distància d'eixos de 45 - 50 cm. També he de tenir en compte que els motors hauran de tenir més potència contra més gran sigui l'aparell i més pes hagi de suportar.

2.2 Justificació dels motors escollits

Abans de buscar els components adients al tipus de drone que volia fer vaig fer uns petits càlculs per tal de saber més o menys quan em pesaria el drone i trobar uns motors i unes hèlixs adients ja que per a que el drone voli correctament la força desenvolupada pel conjunt de motors ha de ser el doble al pes. Després de fer uns càlculs abstractes i mirant el pes de altres drones similars vaig arribar a la conclusió que el meu drone pesaria sobre uns 1600 g. Per tant el pes que havien de poder aixecar era d'uns 3200 g. D'aquesta manera, els motors funcionant a la meitat de la seva capacitat havien de ser capaços de mantenir el drone al aire.

Per escollir els motors adequats vaig fer una comparació entre els dos motors que creia que hem podrien anar bé, els motors B2212 920 Kv, i els A2212 1000 Kv

Vaig haver de comprovar si el conjunt dels rotors podien aixecar el drone, per tant vaig haver de calcular l'empenta estàtica.

$$E = \frac{F \cdot 1000 \text{ g}}{9.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}} \quad F = \rho \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \left(\omega \cdot \text{pas} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right)^2 \cdot \left(\frac{d}{k_1 \cdot \text{pas}} \right)^{k_2}$$

DADES HÈLIXS
Empenta (g):
Força (N):
Diàmetre (m) : 0,24
Pas (m): 0,1201
Constants de l'hèlix : k1 = 3,295 k2 = 1,5
Velocitat angular motors màx.: $\omega = 11040 \text{ rpm} // 12000\text{rpm}$
Densitat de l'aire: $1,225 \text{ kg/m}^3$

Força = 12,78 N // 15,1 N

Força total = $12,78 \text{ N} \times 4 = 51,12 \text{ N} // 15,1 \times 4 = 60,41 \text{ N}$

Empenta = 1304,08 g // 1540,82

Empenta total = $1304,08 \times 4 = 5216,32 \text{ g} // 1540,82 \times 4 = 6163,27 \text{ g}$

Per tal de acabar de comprovar si els motors podrien aixecar el drone, havien de complir la següent equació:

$$E = \frac{2P}{4}$$

Empenta requerida per cada motor (g) = 800 Pes de l'aeronau (g) = 1600

Després d'aquesta comparació vaig decidir comprar els motors B2212 ja que no creia necessari que els motors desenvolupessin una empenta de 6000 g i amb una de 5000 g tenia més que suficient. A més a més l'autonomia de la bateria amb els motors A2212 1000 Kv hagués sigut més baixa ja que aquests motors requereixen una potència superior. L'últim aspecte que hem va fer decidir pels primers motors era el preu, els B2212 costaven 20,93€ i en canvi els A2212 costaven 37,06€. Per tant m'estalviava un total de 16,13€.

Pel que fa als càlculs matemàtics el drone no podrà aixecar tant pes com teòricament surt ja que no he tingut en compte agents externs com el vent, la temperatura i d'altres que podrien influir en el vol. A més a més els valors emprats són aproximats. Si més no, els càlculs ens ajuden a fer-nos una idea i assegurar-nos que el drone volarà. A més a més amb aquesta fórmula vaig poder comprovar que les hèlixs tenen molt a veure amb la força que desenvoluparan els motors. Ja que per error vaig comprar unes hèlix de diàmetre més gran. Vaig donar-me compte que contra més gran sigui la hèlix la força que serà major, tot i que la maniobrabilitat i la rapidesa del drone serà inferior, només cal fixar-nos amb les hèlixs que utilitzen els drones de carreres.

2.3 Llistat dels components

- Controladora de vol (Placa base)

És el cervell de l'aparell, s'encarrega de controlar tots, els motors i altres dispositius per tal de mantenir estabilitzat i controlat el drone.

És tracta d'una plataforma de hardware⁶ lliure la qual és pot programar a través d'un software gratuït, per aquest motiu és utilitzada en molts projectes.

Aquest model de placa base utilitza diferents sensors incorporats per tal de aconseguir i realitzar correctament totes les accions indicades.

- Sensor giroscopi de 3 eixos: Serveix per l'orientació i l'estabilització de l'aparell
- Acceleròmetre: Serveix per poder prendre canvis en la direcció o la trajectòria i que l'aparell tingui una resposta. Bàsicament el que fa és mesurar els canvis de velocitat.
- Magnetòmetre: És el sensor encarregat de mesurar els camps magnètics i crear respostes en cas d'errors o interferències

⁶ És hardware amb el disseny disponible al públic de forma que qualsevol pot estudiar-lo, modificar-lo, distribuir-lo, construir-lo i vendre tant el disseny en sí com el hardware basat en aquest disseny.

- Baròmetre: Serveix per mesurar les pressions ja que a més altura la pressió és menor. Per tant, també ens serveix per mesurar l'altura a la que es troba.

Utilitza una brúixola externa la qual ha d'estar allunyada dels motors i les fonts d'alimentació per tal d'evitar possibles interferències magnètiques, per aquest motiu és ideal en multicòpters.



Fitxa tècnica:

Nom	APM 2.6 Flight Control
Processador	Atmel ATMEGA2560
Voltatge (V)	5 - 5,3
Pes (g)	50

Imatge 15: Controladora de vol

- Marc Quadcòpter

És l'estructura que subjectarà tot el drone, és l'esquelet.



Fitxa tècnica:

Material	Plàstic
Pes (g)	100 g

Imatge 16: Estructura drone

- GPS

És un sensor situat a l'exterior del drone el qual té la funció de transmetre constantment la posició del UAV. Amb l'ajuda del baròmetre situat a la placa base, les dades obtingudes són més exactes. És molt important situar-lo més elevat que la resta de components per evitar un mal funcionament, i és que els motors originen un camp magnètic que pot afectar negativament el GPS

Fitxa tècnica:



Imatge 17: GPS

Nom	GPS stander holder
Precisió posició (m)	2
Precisió de velocitat (m/s)	0,1
Pes	18

- Mòdul d'alimentació

És el component que ens ajuda a saber la quantitat de voltatge que disposa la bateria constantment. És important tenir-lo ben calibrat per tal que l'alarma de la bateria no ens doni problemes.



Imatge 18. Mòdul d'alimentació

- Motors

És tracten de motors elèctrics, els quals són els encarregats de fer girar les hèlixs i fer volar el drone.



Imatge 19: Motors elèctrics

Fitxa tècnica:

Nom	B2212
Rpm/volt o Kv	920
Potència (W)	105
Corrent màx. (A)	9,5
Voltatge màx. (V)	12
Diàmetre (mm)	27,7
Pes (g)	45,7

- Hèlixs



Imatge 20: Hèlix

Fitxa tècnica:

Nom	9450 Hèlice
Pas	0,1201
Diàmetre (cm)	25,45
Material	plàstic
Pes	5

- Tren d'aterratge

És la part del drone que estarà en contacte amb el terra quan el drone estigui aturat.



Fitxa tècnica:

Material	Plàstic
Pes (g)	85

Imatge 21: Tren d'aterratge

- Bateria

És tracta d'una bateria recarregable de polímer de liti (LiPo) amb una autonomia aproximada d'uns 8-12 min

Fitxa tècnica:

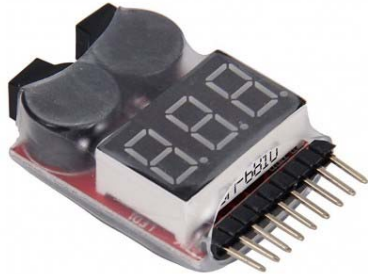


Nom	Lion Power tm
Voltatge (V)	22,2
Descàrrega màx. (C)	10
Capacitat (mAh)	4200
Nombre de cel·les	5
Pes (g)	547 g
Voltatge cel·les (V)	3,7

Imatge 22: Bateria drone

- Alarma bateria

És un dispositiu que ens avisarà amb antelació de que la bateria s'està acabant i no quedar-nos sense durant un vol. Aquest petit aparell funciona gràcies al mòdul d'alimentació esmentat anteriorment.



Imatge 23: Alarma

Font: Amazon

- Gimbal i càmera

És l'aparell destinat a subjectar la càmera, gràcies aquest podem aconseguir unes imatges amb una estabilitat impecable ja que porta adaptat dos servomotors per l'estabilització de la càmera, a través dels quals, amb la configuració adequada de l'emissora, podem moure la càmera durant el vol.



Imatge 24 : Gimbal

Font: Amazon

Fitxa tècnica:

Pes (conjunt)	200 g
Material	Ferro
Càmera	//

- Emissora

És tracta d'una emissora ideal tant per a principiants com per professionals. Disposa de 9 canals, amb gran abast a més d'una molt bona relació qualitat preu.

En cas de voler obtenir informació sobre aquesta emissora és pot consultar el següent enllaç:

<http://www.modeltronic.es/download/turnigy_9x_9ch.pdf>



Imatge 25: Emissora

Fitxa tècnica:

Nom:	Turnigy 9x V2
Freqüència (Ghz)	2.4
Abast (m)	2000-3000
Pes del receptor (g)	11

- ESC (Electronic Speed Controller)

La funció dels variadors ESC és controlar constantment la velocitat dels motors, per això cada motor disposa d'un. Reben la bateria a través d'una placa de distribució elèctrica integrada.



Fitxa tècnica :

Nom	30A Simonk ESC With 3.5mm bullet
Voltatge màx. (V)	5
Corrent màx. (A)	30

Imatge 26: ESC

Pes (g)	6,26
---------	------

2.4 Pressupost

Material	Preu
APM2.6 Flight Control	21,85€
Kit estructura f450	13,95€
Gps stander holder	17,77€
Mòdul d'alimentació	17,15€
Motors B2212	20,93€
Hèlixs	5€
30A Simonk ESC With 3.5mm bullet	21,64€
Carregador E Balanceador	29,80€
Turnigy 9X 9Ch Transmitter w	78,59€
Brides	0,70€
Alarma bateria	1,32€
Piles	5,45€
Jumpers hembra-hembra	2,45€
Gimbal	51,69€
Go Pro Hero 3	342,78
TOTAL	632,39€

Aquest és el preu total del meu drone. Tot i això la càmera no l'he comprat ja que vaig decidir demanar-la als companys de Terraltop per evitar gastar-me tants diners. Per tant, els diners que m'he gastat jo són 289,61€

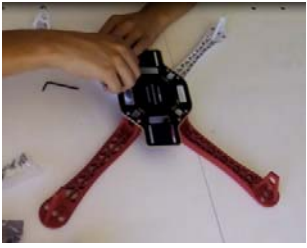
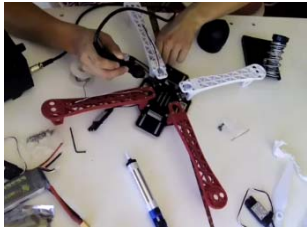

3 Procés de construcció i configuració





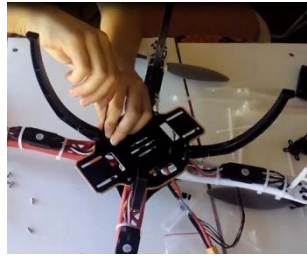
El meu projecte consta de dos parts prou diferenciades dins del procés de construcció. Per una banda tenim la part mecànica que consisteix en


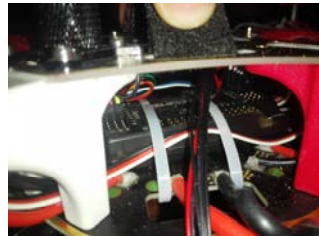



l'acoblament correcte de totes les peces del drone. D'altra banda tenim la part més complicada, que és la configuració de l'aparell i de l'emissora, jo en el meu cas, ho he fet a través de Mission Planner.

3.1 Construcció pas a pas

- TASQUES DE MUNTATGE


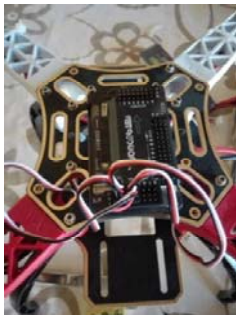
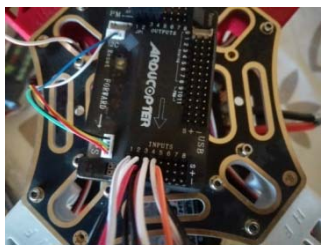

TASCA	IMATGE	TASCA REALITZADA	MATERIAL	EINES	MESURA DE SEGURETAT I MANTENIMENT
1.1		Muntatge estructura del drone	-Els quatre braços -Estructura del mig on aniran tots els components electrònics	-Tornavís -Cargols (inclosos)	/
1.2		Soldar els ESC a l'estructura (negre - roig +)	-Els ESC -Estructura	- Soldador	-Guants
1.3		Soldar el mòdul de potència seguint el mateix patró d'abans	-Mòdul de Potència -Estructura	-Soldador	-Guants

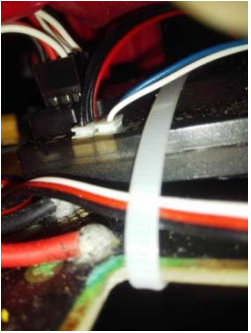
<p>1.4</p>		<p>Acoblar els motors a l'estructura</p>	<p>-Motors -Estructura</p>	<p>-Tornavís -Cargols (inclosos)</p>	<p>/</p>
<p>1.5</p>		<p>Acoblar la part superior del mig del drone</p>	<p>-Peça quadrada -Estructura</p>	<p>-Tornavís -Cargols (inclosos)</p>	<p>/</p>
<p>1.6</p>		<p>Subjecció dels ESC</p>	<p>-ESC -Estructura</p>	<p>-Brides</p>	<p>/</p>
<p>1.7</p>		<p>Equilibrar les hèlixs</p>	<p>-Hèlix</p>	<p>-Cúter -Equilibrador d'hèlixs</p>	<p>/</p>
<p>1.8</p>		<p>Acoblar el tren d'aterratge drone</p>	<p>-Tren d'aterratge</p>	<p>-Tornavís -Cargols (inclosos)</p>	<p>/</p>

1.9		Acoblar el GPS al drone	-GPS -Suport	-Brides	/
UN COP FETA LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA					
2.0		Acoblar la placa base a l'estructura	-Placa base - Estructura	-Brides	/
2.1		Acoblar el receptor de l'emissora	-Receptor emissora - Estructura	-Brides	/
2.2		Enganxar el GPS damunt del suport	-Suport -GPS	-Enganxines (van incloses)	/
2.3		Col·locar tots els cables de manera adequada	-Cables	-Brides	/
2.4		Acoblar el gimbal al drone	-Gimbal -Drone	-Brides -Cargols	/

2.5		Col·locar les hèlixs	-Hèlixs -Drone	/	/
------------	--	----------------------	-------------------	---	---

- TASQUES DE CONNEXIONS ELÈCTRIQUES

TASCA	IMATGE	TASCA REALITZADA	MATERIAL
1.1		Connectar els motors a els ESC	-Motors -ESC
1.2		Connectar els ESC a l'APM	-Placa APM -ESC
1.3		Connectar el GPS a l'APM	-GPS -APM
1.4		Connectar el receptor de l'emissora amb l'APM	-Receptor emissora -Jumpers femella-femella

1.5		Connectar el mòdul d'alimentació a l'APM	-APM -Mòdul d'alimentació
1.6		Connectar els servomotors al gimbal	-Gimbal -Servomotors
1.7		Connectar el gimbal al receptor de l'emissora	-Receptor emissora -Gimbal

Per obtenir una explicació més detallada amb recomanacions de tota la construcció del drone, podeu donar un cop d'ull a l'Annex 3.

3.2 Programació amb Mission planner

En el meu cas, com he utilitzat una placa base APM, de manera predeterminada he d'utilitzar Mission Planner.

Mission planner és una estació de control de terra per a plaques APM. Aquesta plataforma és pot utilitzar per a configurar la teva APM o bé com a complement de control del teu vehicle autònom, programant prèviament les rutes.

La configuració del drone és relativament senzilla. Un cop tenim instal·lat el Mission Planner comencem la configuració:



Imatge 27: Mission Planner

El primer pas que hem de fer és connectar la nostra placa base al ordenador a través d'un USB. Després hem de descarregar-nos el firmware⁷ adient al tipus de vehicle que volem construir, en el nostre cas un quadcòpter que més tard instal·larem a l'APM

Tot seguit hem de seleccionar el tipus de placa de que disposem i connectar-la.

Automàticament s'obrirà una pestanya amb la que, seguint un total de 16 passos indicats, configurarem els paràmetres com la direcció del drone, (davant-darrera, esquerra-dreta) posant el drone de les diferents formes indicades prèviament. També calibrarem el GPS, el tipus de mòdul d'alimentació que disposem, i els màxims i mínims dels joysticks⁸ de l'emissora juntament amb els diferents modes de vol. Per últim, en les últimes pestanyes podem configurar diferents comportaments que volem que el drone tingui en unes circumstàncies determinades com podria ser la pèrdua de senyal de l'emissora amb el drone, l'esgotament de la bateria durant el vol, limitació de les distàncies de vol del drone (gàbia virtual) etc.

⁷ Conjunt d'instruccions d'un programa informàtic que es troba registrat en una memòria ROM, flash o similars. Aquestes instruccions fixen la lògica primària que exerceix el control del circuit d'algun artefacte.

⁸ Botons amb mobilitat de l'emissora. Hi han dos.

Un punt important per tal de poder controlar de forma segura el nostre drone, és establir com he dit abans, uns modes de vol. En podem configurar diferents tipus, però jo els he configurat d'aquesta manera:

- Mode de vol 1 Stabilize: És el mode en que el drone per si sol sempre està estabilitzat
- Mode de vol 2 Alt Hold: És el mode de vol en que el drone controla per sí mateix l'accelerador per tal de mantenir l'altura constant. Els altres controls, funcionen igual que amb el mode estabilitzat.
- Mode de vol 3 Loiter: És el mode de vol en que el drone manté la ubicació sense moure's, mantenint direcció i altura.
- Mode de vol 4 Stabilize: És el mateix que el primer mode.
- Mode de vol 5 Return Land: És el mode en que el drone per sí sol, torna al punt inicial des d'on s'ha enlairat.
- Mode de vol 6 Drift: És el control més manual que hi ha, és a dir, el pilot controla l'estabilització i tot, a través d'una sola palanca.

(Per obtenir una descripció més detallada de la configuració tant del drone com l'emissora podeu consultar l'Annex 4)

4 Imatges aèries d'Horta de Sant Joan amb el drone

Un dels meus objectius proposats per aquest treball, era aconseguir fer unes fotos aèries del meu poble amb el meu drone. Aquestes fotos van ser preses el 2 de Gener del 2017. El vol el vaig realitzar al camp de fútbol d'Horta de Sant Joan.



Imatge 28: Muntanya de Santa Bàrbara



Imatge 29: Horta de Sant Joan



Imatge 30: Camp de fútbol d'Horta de Sant Joan



Imatge 31: Montsagre

5 Conclusions

Aquest treball ha estat un gran repte per mi ja que ha requerit molt d'esforç, molta feina en cerca i recerca d'informació.

Al llarg del treball se m'han presentat diversos problemes. Un dels primers va ser el fet de que no hi hagi a dia d'avui una legislació definitiva, ja que està en constants canvis.

D'altra banda, el problema principal ha sigut al final, i es que, el gimbal hem va arribar amb el sensor d'estabilitat trencat. I no vaig aconseguir que l'empresa on els vaig comprar me'l canviessin. Però tot i així, he fet un apartat on explico com s'hauria de col·locar.

També ha estat una dificultat volar un drone tant gran i ràpid, tot i prèviament, haver fet proves amb un altre de joguina. Aprendre a pilotar un drone, tot i que sembla fàcil, és força complex i s'ha de tenir molt tacte per això, també s'ha convertit en un objectiu al llarg del treball.

Personalment, si penses en ampliar el treball, segurament seguiria el meu projecte amb la construcció d'un drone de carreres. M'ha cridat molt l'atenció el fet de poder pilotar un drone a molta velocitat a través d'unes ulleres en primera persona.

El que m'agradaria destacar més és la satisfacció personal que tinc després d'haver superat totes aquestes adversitats i haver pogut aconseguir tots els objectius proposats inicialment com eren construir un drone sense cap tipus de coneixement sobre la matèria, documentant-me i adquirent informació a través d'internet i de persones que treballen en aquest camp.

Per acabar, el que més m'ha agradat ha estat el resultat final del treball perquè he pogut fer fotografies aèries del meu poble, i el més important de tot, he pogut ampliar els meus coneixements vers aquesta puntera tecnologia.

Per finalitzar, la valoració del meu drone, és molt bona i es que ha complert satisfactòriament els meus propòsits inicials.

Bibliografia

ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL. Consideraciones generales de los drone. [En línea] 1.2. Extremadura. Escuela de organización industrial, 2015. <<https://www.youtube.com/watch?v=yHwgjLmd3hl>>

[Consulta: 21 Març 2016]

MARCO BONELLI. Historia de los drones [en línea] 2.3 Andalucía. UAV, UAS, RPAS, 2016. Blogger.

<<http://mundrone.blogspot.com.es/p/historia-de-los-drones.html>>

[Consulta: 11 Abril 2016]

DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN. Origen y desarrollo de los drones [en línea] 3.3 Madrid. Universidad de Valencia, 2015. ADEIT.

<<http://drones.uv.es/origen-y-desarrollo-de-los-drones/>>

[Consulta: 15 Juny 2016]

DRONE.TV. Expodrónica 2015, conferencia de isabel maestre (aesa). [En línea] 3.3 Barcelona. 2014. Youtube

<<https://www.youtube.com/watch?v=FoHVzRaLkyM>>

[Consulta: 22 Juliol 2016]

FÉLIX MAHOCHO. Legislación sobre vuelo de drones de particulares y empresas. [En línea] 3.1 Barcelona. AESA Drones. 2014. Gobierno de España.

<<https://felixmaocho.wordpress.com/2016/01/02/legislacion-sobre-velo-de-drones/>>

[Consulta: 23 Juny 2016]

ERNESTO MARTÍNEZ DE CARVAJAL HEDRICH. Vehículo aéreo no tripulado. [En línea] 1.3 Barcelona. IESK. 2014. Wikipèdia

<https://es.wikipedia.org/wiki/Veh%C3%ADculo_a%C3%A9reo_no_tripulado#Legislaci.C3.B3n_en_Espa.C3.B1a>

[Consulta: 21 Març 2016]

GOBIERNO DE ESPAÑA. Normativa española. [En línea] 4.6 Madrid. Gobierno de España. 2015.

<<http://www.onemagazine.es/noticia/18688/industria/el-gobierno-aprueba-la-primer-normativa-espanola-de-vuelo-de-drones.html>>

[Consulta: 25 Març 2016]

GOBIERNO DE ESPAÑA. Normativa española. [En línea] 4.6 Madrid. Gobierno de España. 2015.

<<http://www.dronespain.pro/nueva-ley-de-drones-en-espana-marzo-2016/>>

[Consulta: 25 Març 2016]

GONZÁLEZ, Mariano. La tecnología del drone. [En línea] 2.1 Madrid. Gobierno de España. 2012.

<<http://www.elmundo.es/tecnologia/2015/05/20/55549550e2704e3c648b457f.html>>

[Consulta: 25 Març 2016]

GOBIERNO DE ESPAÑA. AESA ha participado en el IV Congreso de Vehículos No Tripulados UNVEX'16. [En línea] 3.4 Madrid. Gobierno de España. 2012.

<http://www.seguridadaerea.gob.es/lang_castellano/noticias_revista/noticias/participacion_aesa_en_unvex16.aspx>

[Consulta: 26 Març 2016]

LUIS AGUILAR. Drones Spain. [En línea] 2 Madrid. Gobierno de España. 2016

<<http://www.dronespain.pro/10-cosas-a-tener-en-cuenta-piloto-de-drones/>>

[Consulta: 30 Març 2016]

JOSE MARIA SANZ. Comprar drones baratos. [En línea] Barcelona. 2015

<<http://droneymas.es/tipos-de-drone/>>

[Consulta: 29 Juny 2016]

CARLOS BLASCO. Aplicaciones y usos de drones. [En línea] Valencia. 2014

<<http://blog.lcrcom.net/usos-y-aplicaciones-de-los-drones/> >

[Consulta: 28 Maig 2016]

MARTÍNEZ, JOSÉ. "Creen un dron per combatre la plaga del morrut de les palmeres" Diàri de Tarragona. 1/04/2016, 1. 34-35.

<<http://www.diaridetarragona.com/ebre/59792/creen-un-dron-per-combatre-la-plaga-del-morrut-de-les-palmeres>>

[Consulta: 27 Maig 2016]

PEDRO DEL RIO. Instalar firmware y configurar parámetros para empezar a volar en Español. [En línea]. Madrid. 2016. Youtube.

<<https://www.youtube.com/watch?v=fCTkhlrJ-6Q>>

[Consulta: 4 Novembre 2016]

DRONESHOP. Mission Planner. [En línea]. Madrid. 2016. Unmanned Systems.

<<https://droneshop.mx/soporte/mission-planner/>>

[Consulta: 14 octubre 2016]

RICH RUBEL. Quadcopters Yaw Roll and Pitch Defined. [En línea]. Winchester. 2015. Google Forms.

<<http://www.quadcopterflyers.com/2015/02/quadcopters-yaw-roll-and-pitch-defined.html>>

[Consulta: 26 Desembre 2016]

BOLOBERRY. Hardware Lliure.[En línea]. Barcelona 2015. BCN Dynamics

<<http://bcndynamics.com/ca/content/hardware-lliure>>

[Consulta: 3 Gener 2017]

MARIA LOPEZ. Significado de Software. [En línea]. Sevilla 2016. Significados.

<<https://www.significados.com/software/>>

[Consulta: 4 Gener 2017]

JEFFREY BEZOS. Amazon. [En línea]. Washington 2017. Amazon.

<<https://www.amazon.es/>>

[Consulta: 17 Novembre 201]

PEDRO DEL RIO. Configurar modos de vuelo APM 2.6-2.8 en Mission Planner para cualquier drone - Parte 8. [En línea]. Madrid. 2016. Youtube.

<<https://www.youtube.com/watch?v=lw5rJo3ILTY>>

[Consulta: 20 Desembre 2016]

PEDRO DEL RIO. Configurar 6 modos de vuelo para controladora APM en emissora Turnigy 9X - FS Th9X en Español [En línea]. Madrid. 2016. Youtube.

<<https://www.youtube.com/watch?v=bFrIxf0pj7Y&t=8s>>

[Consulta: 19 Desembre 2016]

Annex 1: Entrevista a uns dels regidors de l'Ajuntament d'Horta

Jordi Cuello és un regidor de l'Ajuntament d'Horta de Sant Joan, a més a més és un dels integrants de l'empresa de topografia Terraltop. La seva principal eina és un drone, per això és una de les poques persones del meu poble que està ficat en aquest món. Per aquest motiu vaig decidir fer-li una entrevista per obtenir informació complementària als apartats de legislació dels drones.

L'entrevista va ser realitzada el dia 26 de maig del 2016.

Entrevista Jordi Cuello:

A l'Ajuntament d'Horta heu rebut algun tipus de comunicat informant-vos sobre l'ús dels drones? Com hauríeu d'actuar vers a una incidència relacionat amb aquests?

No. Es consultaria la normativa vigent en aquest tema i s'estudiaria el cas.

- **Algú ha sobrevolat el poble aquests últims anys amb algun drone per tal de gravar imatges? Ha demanat permís?**

L'Ajuntament no té constància de que s'hagi realitzat cap vol en drone. I no s'ha demanat mai cap permís

- **En cas afirmatiu, on s'ha de demanar aquest permís?**

A dins al port si que s'han obtingut imatges i vídeos en drone, però al poble, no. A l'ajuntament no han demanat permís, se suposa que al parc natural si que s'ha demanat.

- **Quant costa aproximadament una hora de gravació dins del terme municipal d'Horta? I qui la recauda?**

El Parc Natural cobra per una gravació de 1 hora i mitja uns 1000 euros.

- **Quins usos se'ls hi podria donar als drones aquí a Horta en un futur proper?**

Sobretot pel tema de turisme. Poder realitzar filmacions i fotografies del nostre terme i de la nostra comarca, seria un gran atractiu per a la gent que no coneix el nostre municipi i la nostra comarca. Apart, per realitzar treballs relacionats en agricultura, com són els estudis hídrics dels camps, dels cultius, etc. I a més, temes relacionats en el cadastre i parcel·lacions.

- **Fins quant pot ascendir una multa per el vol il·legal d'un drone?**

La **Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)** ha abierto un total de 24 multas a lo largo de 2015 por un importe que asciende a 185.500 euros.

Son las primeras sanciones sobre el uso de estos aparatos. La sanción más baja ha sido de 300 euros, mientras que la más alta ha llegado a **21.000 euros**. Las causas más frecuentes a la hora de abrir expedientes sancionadores han sido la ausencia de las autorizaciones necesarias y el hecho de sobrevolar poblaciones con estas aeronaves, actualmente un acto prohibido por la regulación, pendiente aún de aprobar sus nuevos reglamentos.

Actualmente, la norma contempla sanciones por el uso indebido de un **dron de hasta 225.000 euros a personas físicas** y por un valor de 4,5 millones de euros a una persona jurídica, en función de la gravedad del hecho, tal como determina el artículo 55 de la ley de seguridad aérea.

- **Per què creus que s'han de posar unes restriccions en l'ús dels drones?**

Perquè davant de tot hi ha la seguretat de les persones. Un dron no és un joguet i pilotar un d'ells és una responsabilitat molt gran. Posar restriccions per fer volar un dron a segons quins llocs és prevenir qualsevol accident no desitjat.

- **Creus que la legislació de les lleis evoluciona al mateix temps que ho fa aquesta tecnologia?**

Degut al gran boom de la utilització de noves aeronaus s'estan revisant molt ràpidament les lleis que les regulen. Però les lleis costen molt de redactar i aplicar-les en poc temps. És un procés lent i costós, que fa que moltes d'elles estiguen desfasades i s'hagin de actualitzar per les aeronaus actuals. Esta nova tecnologia està deixant obsoletes moltes lleis que regulen el tràfic aeri.

- **Creus que les lleis que hi han són adients per a l'ús i la quantitat de drones que hi han actualment?**

Actualment, tota la legislació s'està revisant i actualitzant, i en poc temps, seran adients als temps presents i futurs.

- **En quins llocs pots volar lliurement el teu drone? En quins hi han restriccions?**

La nueva normativa permite para una aeronave de hasta 25 Kg, **grabar en exteriores**, pero ha de hacerse de día y en condiciones meteorológicas visuales, en zonas fuera de aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o de reuniones de personas al aire libre, en espacio aéreo no controlado, dentro del alcance visual del piloto, a una distancia de éste no mayor de 500 m. y a una altura sobre el terreno no mayor de 400 pies (es decir, como máximo 120 m. sobre el terreno). En caso contrario, está totalmente prohibido.

Grabar en interiores está permitido porque no estan sujetos a la jurisdicción de AESA, por tanto, el vuelo puede estar autorizado por el titular del recinto donde tenga lugar el vuelo.

- **Creus que els pares haurien de regalar drones als seus fills?**

No, crec que un dron no és una joguina. Crec que s'han d'utilitzar en la formació adequada, als espais adequats i sobretot respectant les mesures de seguretat. I un mal ús de qualsevol tipus de dron pot posar en risc per qualsevol persona. Per tant, crec que per poder realitzar un vol en dron hauria d'estar supervisat per un pilot professional o ser un pilot titulat.

Sobre el carnet de drones:

- **Hi ha molta gent interessada en treure's aquest carnet?**

Actualment s'ha produït un augment molt gran de persones interessades en este tipo de tecnologia.

- **Actualment hi ha algú més a Horta que tingui el carnet de drones?**

No en tinc constància.

- **Podries dir-me més o menys els passos a seguir per treure-te'l?**

Para poder ser piloto de aeronaves pilotadas por control remoto es obligatorio demostrar que se poseen los conocimientos teóricos y prácticos necesarios, así como ser mayor de edad y estar en posesión de un certificado médico adecuado.

- **Quin cost té treure't aquesta titulació aproximadament?**

El curs teòric són uns 875 euros, el curs pràctic 500 euros i el certificat mèdic uns 120 euros.

- **Quant de temps has necessitat per obtenir el carnet?**

Teoria 2 setmanes, pràctic 5 dies.

- **Quin tipus de dispositius pots utilitzar?**

Aeronaus inferiors a 25 kg. Tipus Phantom 3 o 4 o similars, en les mateixes característiques.

- **Hi ha molta demanda de gent especialitzada amb el pilotatge de drones?**

Cada vegada hi ha més demanda d'aquest tipus d'aparells.

- **Quin és el motiu que et va fer decidir treure't el carnet de drones?**

Per feina. Vaig veure que eren molt útils per treballs topogràfics, i com sóc topògraf vaig informar-me de com poder obtenir el carnet de pilot i me'l vaig treure.

Annex 2 Característiques dels principals drones

La classificació dels tipus de drones és molt àmplia ja que els podem classificar des del pes de l'aparell fins al tipus d'ales que utilitza:

- **Tipus de drones segons les ales:**

- Drones d'ales fixes: Són similars als avions



Imatge 32: Drone de guerra

Font: FayerWayer

- Drone tipus helicòpter:



Imatge 33: Helicòpter

Font: Jugettos

- Drones multirotors: A diferència dels anteriors aquests tenen els motors a les extremitats de la creu. Segons el número de motors s'anomenen d'una manera:

- Quadrocòpters: Disposen de 4 motors



Imatge 34: Quadcòpter

Font: Juguetos

- Hexacòpters: Disposen de 6 motors



Imatge 35: Hexacòpter

Font: Juguetos

- Octacòpters: Disposen de 8 motors



Imatge 36: Octacòpter

Font: Aliexpress

- Tipus de drones segons el mètode de control:

- Autònom: No necessita cap pilot, és guia a través del seu sistema i de sensors integrats a l'aparell.

- Monotoritzat: En aquest cas si que es necessita la presència humana. Tot i que no controla directament el drone, si que pot decidir l'acció que ha de dur a terme.
 - Supervisat: El pilot controla el drone, tot i això l'aparell pot realitzar automàticament alguns moviments.
 - Preprogramat: El drone segueix un pla de vol programat prèviament. L'aparell no té mitjans per adaptar-se a possibles canvis en cas d'haver-hi algun imprevist.
 - Control Remot: El drone és controlat per un tècnic mitjançant un comandament.
- Tipus de drones segons l'alçada màxima que poden assolir durant el vol.
 - HALE (High altitude long endurance): Poden assolir altures superiors als 15.000 metres i volar durant més de 24 hores.
 - MALE (Medium altitude long endurance): Volen entre una altura de 5.000 fins als 15.000 metres amb una autonomia de més o menys 24 hores
 - TUAV (Medium Range or Tactical UAV): Volen entre una altura de 3.000 fins a 5.000 metres. Aquests tipus de drones són més petits que els anteriors.
 - Close-Range UAV: Tenen un altura màxima de 1.000 metres. Són fàcils de transportar, i són els més utilitzats en aplicacions civils.
 - MUAV o Mini UAV: Poden assolir una altura màxima de fins a 300 metres.
 - MAV o Micro UAV: Són inferiors als 15 cm i no poden assolir més de 100 metres. Són ideals per volar en espais tancats.

- NAV o Nano Air Vehicles: Al igual que els anteriors són ideals per volar en espais tancats. Tot i això aquests per ser pilotats correctament han de ser pilotats amb primera persona a través d'una càmera i unes ulleres.

- Tipus de drones segons el seu pes:
 - Classe I: Drones de menys de 150 kg
 - Classe II: Drones d' entre 300 i 600 kg
 - Classe III: Drones de més de 600 kg

Annex 3 Construcció pas a pas

En aquest annex explicaré més detalladament el procés de construcció del meu drone.

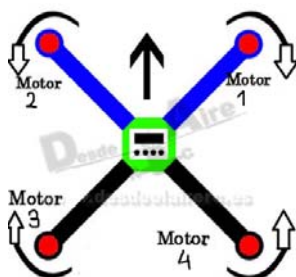
- 1r Pas: Acoblar els braços a l'estructura del mig del drone intentant col·locar tots els cargols de manera correcta sense deixar cap forat buit.
- 2n Pas: Soldar els variadors al drone. És important passar els dos cables (negre i roig) entre les potes per evitar que ens facin nosa. Hem de tenir present que el color negre és sempre el negatiu, i el roig és sempre el positiu.
- 3r Pas: Soldar el mòdul d'alimentació. En el meu cas el mòdul d'alimentació venia amb un connector mascle de bateria LiPo, i vaig haver de tallar-lo i després pelar-lo per tal de poder soldar-lo a l'estructura amb la mateixa regla de colors anterior.
- 4rt Pas: Acoblar els motors a l'estructura. Com hem pogut observar els motors venen amb diferents colors de cargols, en el meu cas hi havien els platejats i els negres. Els platejats van al braç dret de la part davantera del drone i al seu oposat, i els negres al dos braços que queden. Hem de tenir en conte que els cargols negres van a contrarosca i no hem de forçar-los. És important també omplir tots els forats per evitar que puguin arribar a sortir del lloc.
- 5è: Acoblar la part superior del mig de l'estructura. Un cop fets els passos anteriors podem realitzar aquest.
- 6è: Subjecció dels ESC amb brides. Hem de vigilar de no apretar-les molt per evitar trencar-les.
- 7è: L'estabilització de les hèlixs és força delicat i s'ha de fer en una superfície completament plana per evitar fer-ho malament. Si comprem unes hèlixs vertaderes no ens caldria fer-ho.
- 8è: Col·locar els tren d'aterratge és senzill, però hem de tenir en conte que només podem posar dos cargols per pota perquè no hi han més forats.

- 9è: El GPS el podem col·locar on vulguem sempre i quant no ens faci nosa ni pugui tocar amb les hèlixs. De moment però només col·locarem el suport.

Un cop fets aquests passos podem començar amb la connexió electrònica.

- 10è: Connectar els variadors amb els motors. Per tal de comprovar el sentit de gir dels motors, hem de connectar directament, el variador i el motor al receptor de l'emissora, i fer girar el motor. En cas de que el sentit sigui contrari, el que hem de fer és intercanviar dos dels tres cables que hi ha entre els ESC i els motors. El sentit de gir dels motors són els

següents:

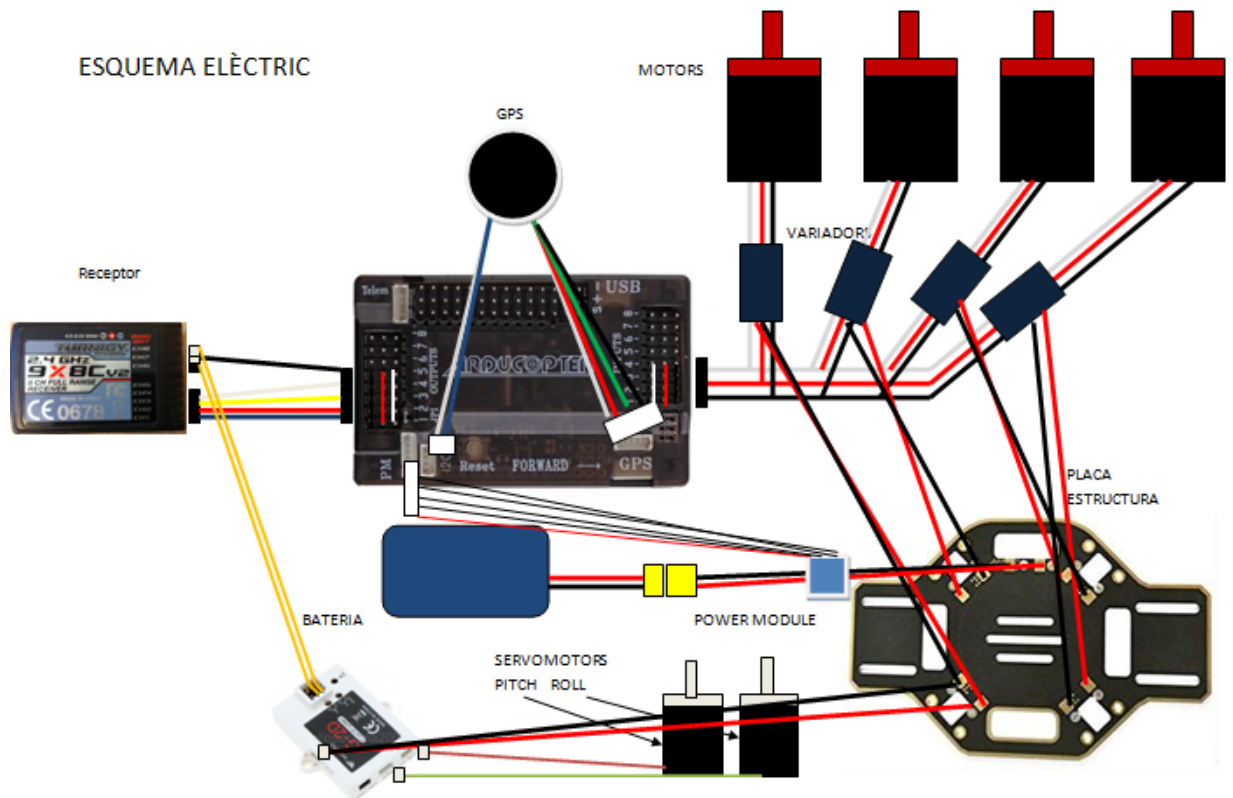


Imatge 37: Sentit de gir motors

- 11è: Connectar els variadors a l'APM seguint la numeració dels motors anterior. Els variadors van connectats als "outputs" de la placa.
- 12è: Connectar el GPS a la placa. Hi han dos cables, i cada un va a un lloc diferent, només cal fixar-se amb la mida de les sortides dels cables i amb quin port de la placa coincideix.
- 13è: Connectar el receptor de l'emissora amb l'APM a través dels "inputs" de la placa. Hem de tenir en conte, seguir el mateix ordre (senyal, positiu i negatiu) de cables tant a l'APM com al receptor i em de saber que "l'input" 5 de la placa va al port 6 del receptor.
- 14è: Connectar el mòdul d'alimentació a la placa base seguint el mateix patró que amb el GPS, aquest però només té un cable.
- 15è: Connectar els servomotors a la placa incorporada del gimbal.

- 16è: Connectar el gimbal al receptor de l'emissora, seguint el mateix patró que amb la connexió del receptor amb l'APM.

Per a que les connexions elèctriques quedin més clares, aquest és l'esquema del circuit:



Esquema 1: Esquema elèctric

Un cop feta la instal·lació elèctrica podem procedir a col·locar tots els cables i acabar d'enganxar tots els components al drone.

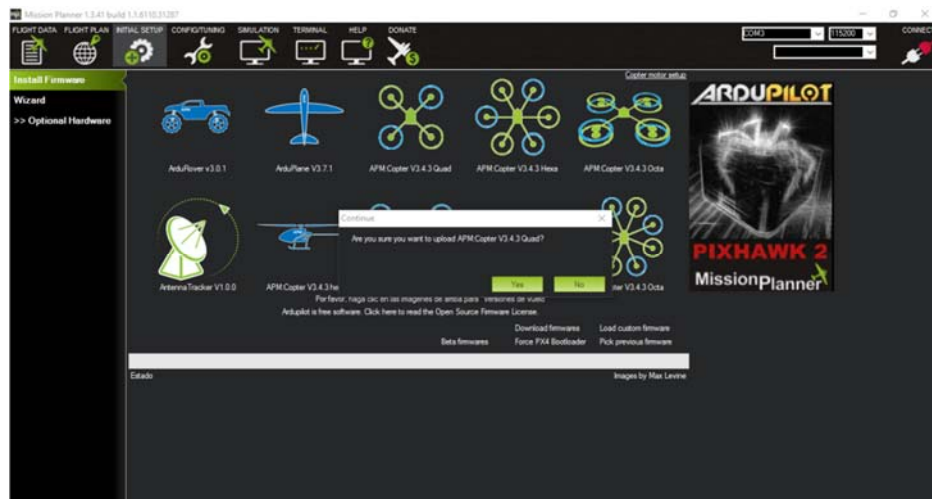
- 17è: Acoblar la placa base al drone. En el meu cas l'he col·locat a part de sota del mig de l'estructura.
- 18è: Enganxar el receptor al drone. En el meu cas l'he col·locat a la part de sota per optimitzar l'espai.
- 19è: Enganxar el GPS al suport, i collar els cargols petits. Hem de tenir cura que el GPS estigui enfocat cap endavant i centrat.
- 20è: Col·locar la resta de cables de manera adequada.
- 21è: Acoblar el gimbal al drone. Hem de vigilar que quedi centrat i recte.

- 22è: Col·locar les hèlix al drone. Aquest pas l'hem de realitzar un cop haguéssim fet tota la configuració. És aconsellable deixar el drone sense hèlix un cop hem realitzat els vols.

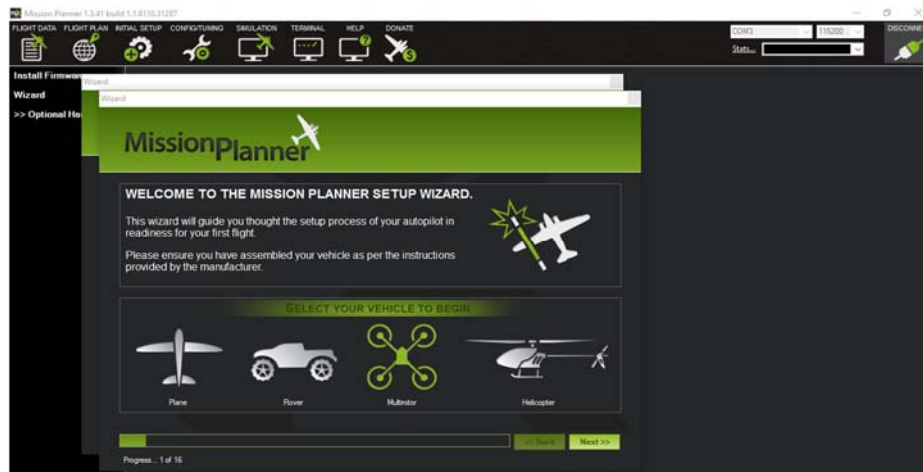
Annex 4 Configuració del drone pas a pas amb el Mission Planner

En aquest annex explicaré detalladament el procés de configuració del drone a través de Mission Planner.

El primer pas és prémer a Inicial Setup, Install firmware, un cop allí se'ns obrirà la pestanya que podem veure en la següent fotografia:



Imatge 38: Configuració amb Mission Planner, pas 1



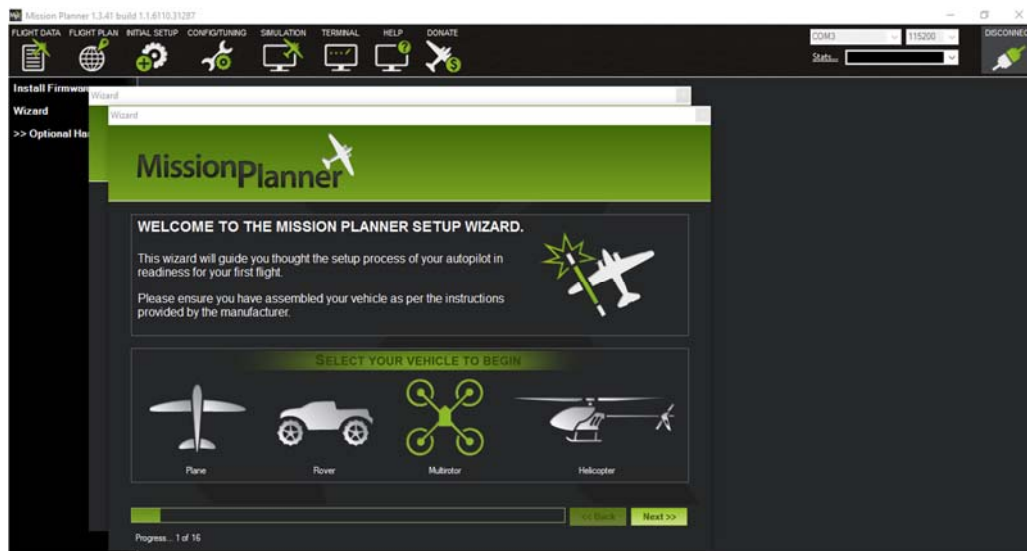
Imatge 39: Configuració amb Mission Planner, pas 2

Seguidament seleccionarem el tipus de drone que hem construït, en el meu cas el quadcòpter (APM Copter V3.4.3 Quad). Ens haurem d'esperar una estona fins

que és descarregui el firmware. Un cop acabada la descàrrega, haurem de connectar el drone a l'ordenador a través d'un Micro USB, i seleccionar a la part superior dreta de la pantalla l'opció del nostre model de Placa, un cop fet això haurem de prémer a connectar.

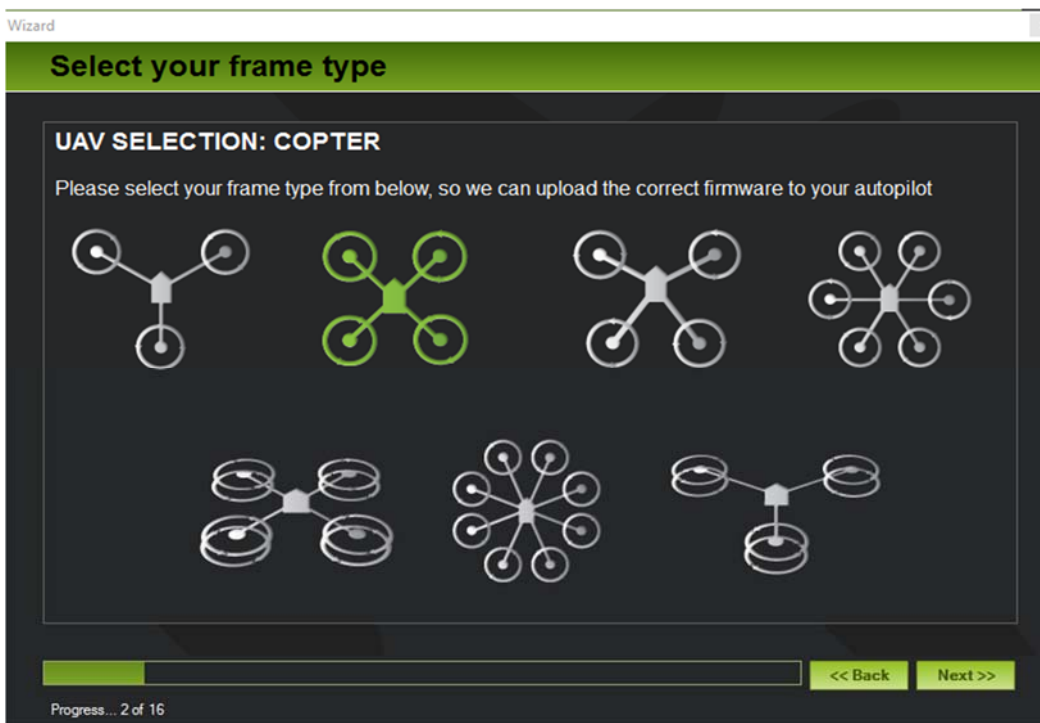
Automàticament s'obrirà una pestanya anomenada Wizard, a partir d'aquí haurem d'anar seguint els 16 passos que consta la configuració.

En aquesta primera pestanya, simplement hem de seleccionar el vehicle que hem construït, un multirotor. Un cop seleccionat, premem "next".



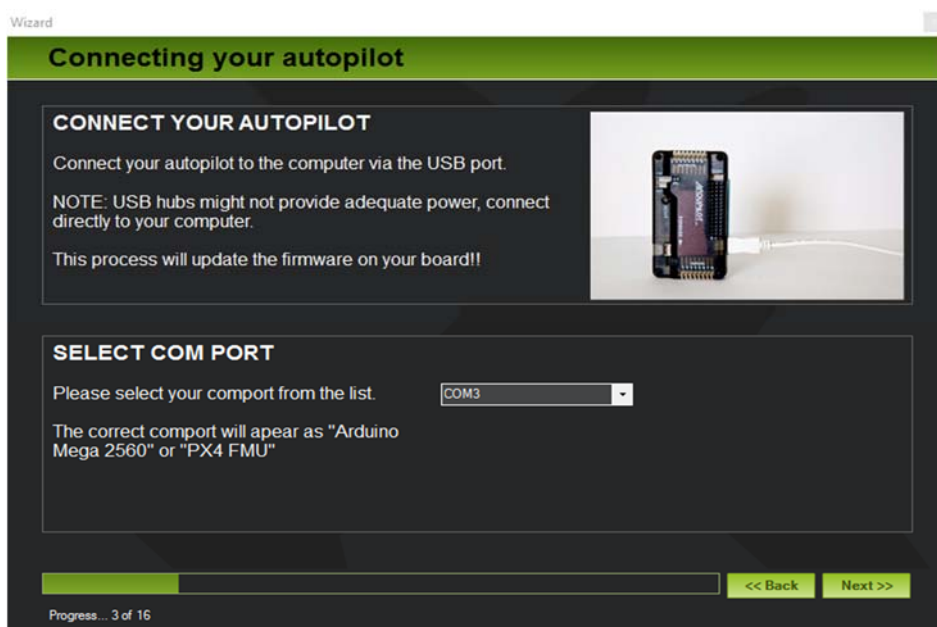
Imatge 40: Configuració amb Mission Planner, pas 1

El pròxim pas és tornar a seleccionar el tipus de Multirotor que hem construït.



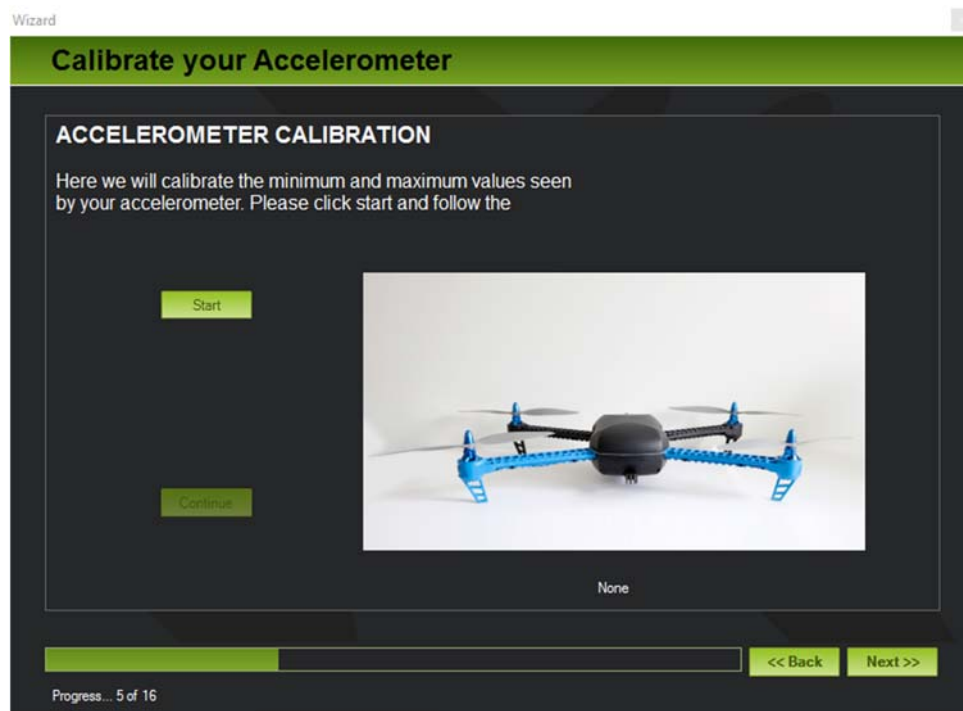
Imatge 41 Configuració amb Mission Planner, pas 4

Seguirem seleccionant el tipus de port que hem seleccionat anteriorment per connectar la placa.



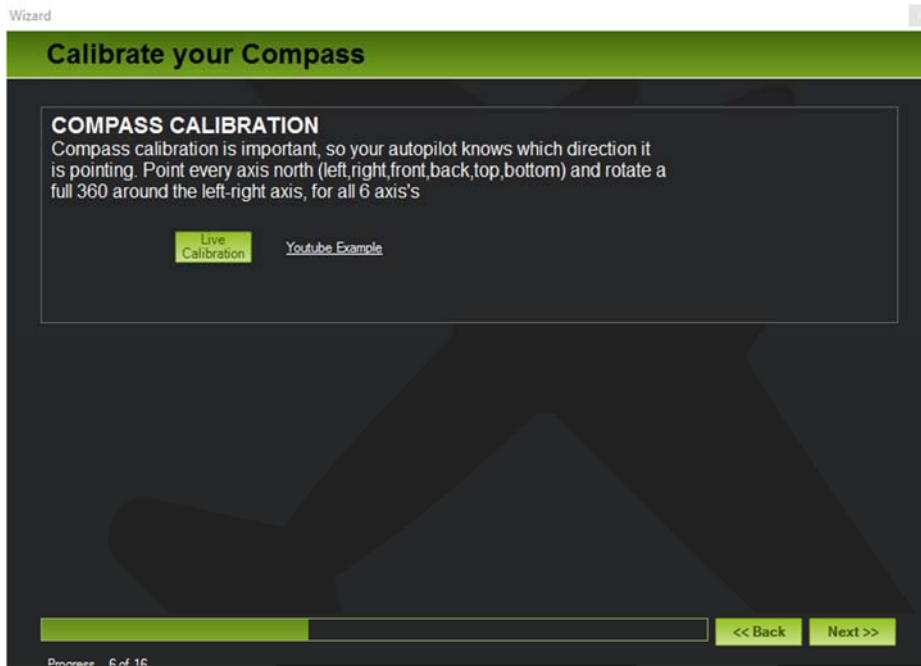
Imatge 42: Configuració amb Mission Planner, pas 5

El pas següent serà la calibració de l'acceleròmetre, en aquest pas el que haurem de fer és col·locar el drone d'unes maneres determinades. Clicarem a "start" i la primera posició és de manera normal en una superfície horitzontal, després clicarem a "continue" i el col·locarem de costat, aguantant-se pels braços del costat dret, després pels braços esquerres, pels braços del darrera, pels braços del davant i finalment el drone capgirat. Un cop feta la calibració



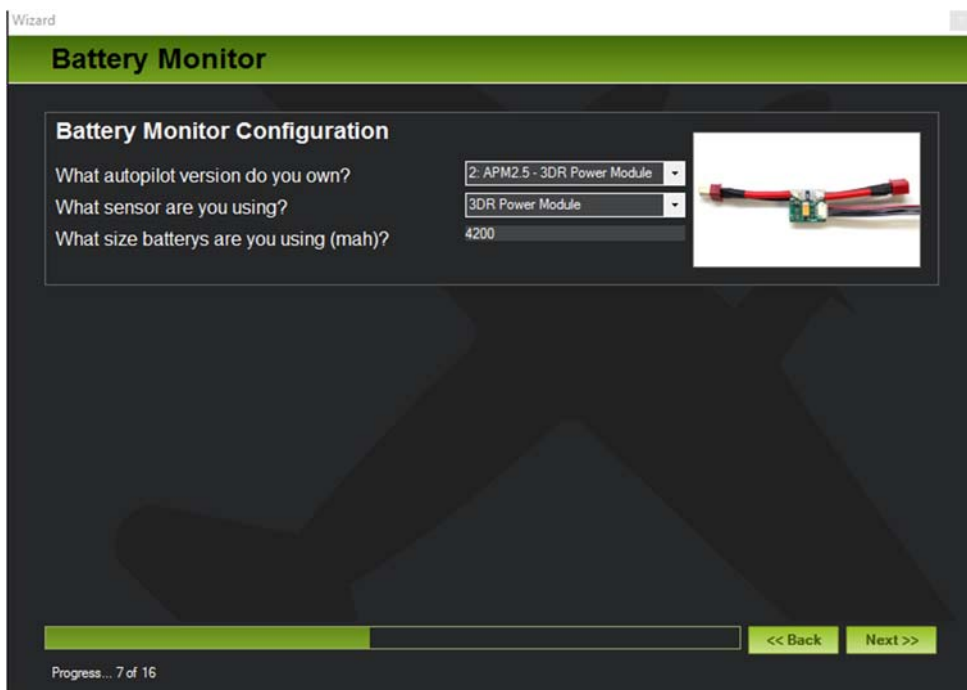
Imatge 43: Configuració amb Mission Planner, pas 6

En aquesta altra pestanya calibrarem el GPS. Començarem la calibració clicant el botó "live Calibration" i se'ns obrirà una nova pestanya. El que hem de fer és donar tres o quatre voltes al drone en diferents eixos, seguint les mateixes posicions anteriors, primer el drone normal girant sobre si mateix, després del costat dret, del esquerre, del davant, del darrera i per últim amb el drone capgirat



Imatge 44: Configuració amb Mission Planner, pas 7

Tot seguit ens apareixerà un nou pas en el que simplement haurem de seleccionar el tipus de Mòdul d'alimentació i ficar l'amperatge de la bateria que connectarem.

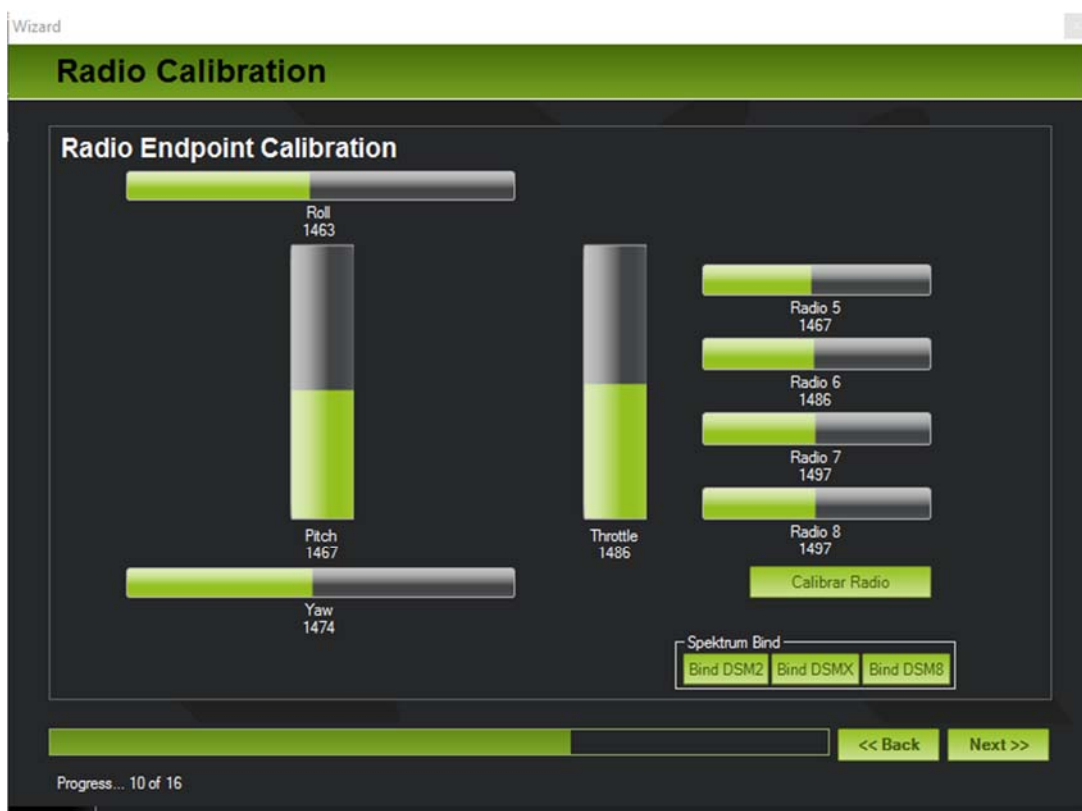


Imatge 45: Configuració amb Mission Planner, pas 8

El pas que ve a continuació el saltarem ja que el meu drone no disposa de Sonar.

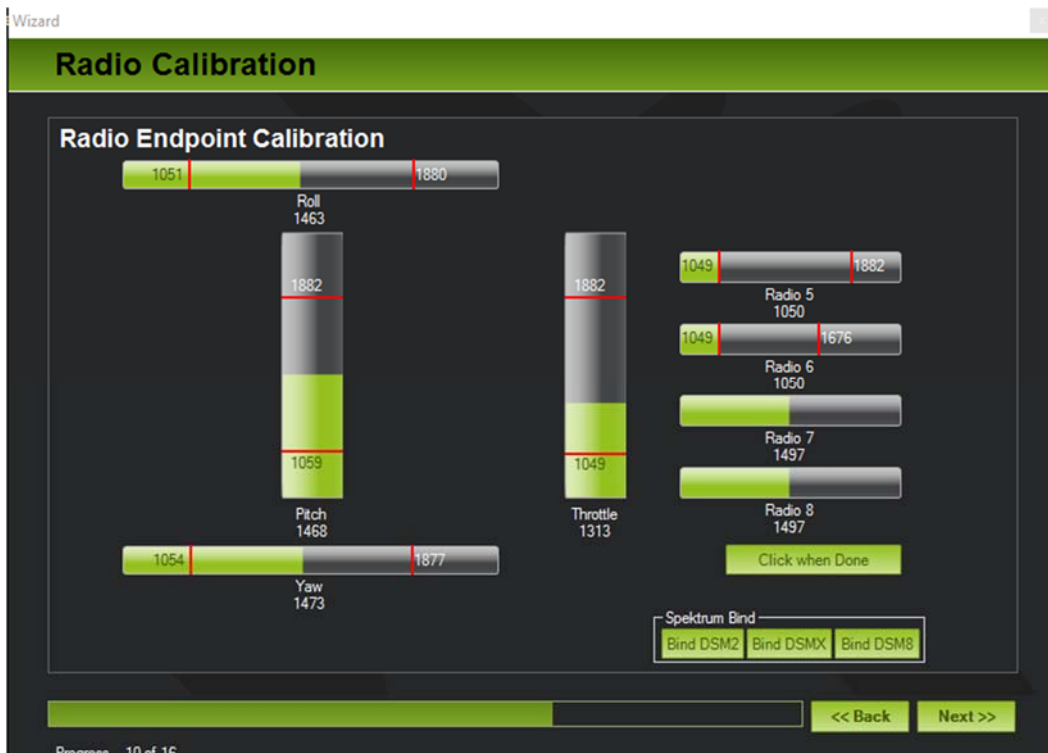
A partir de la pestanya número 10 comença la configuració de l'emissora amb el drone. Abans de començar aquest pas hem de configurar l'emissora. L'explicació detallada d'aquest procés la trobarem en l'annex següent.

El primer pas d'aquesta configuració és la comprovació del funcionament correcte dels sticks i dels joysticks de l'emissora. D'aquesta manera els haurem d'anar movent i mirant si van de forma correcta.



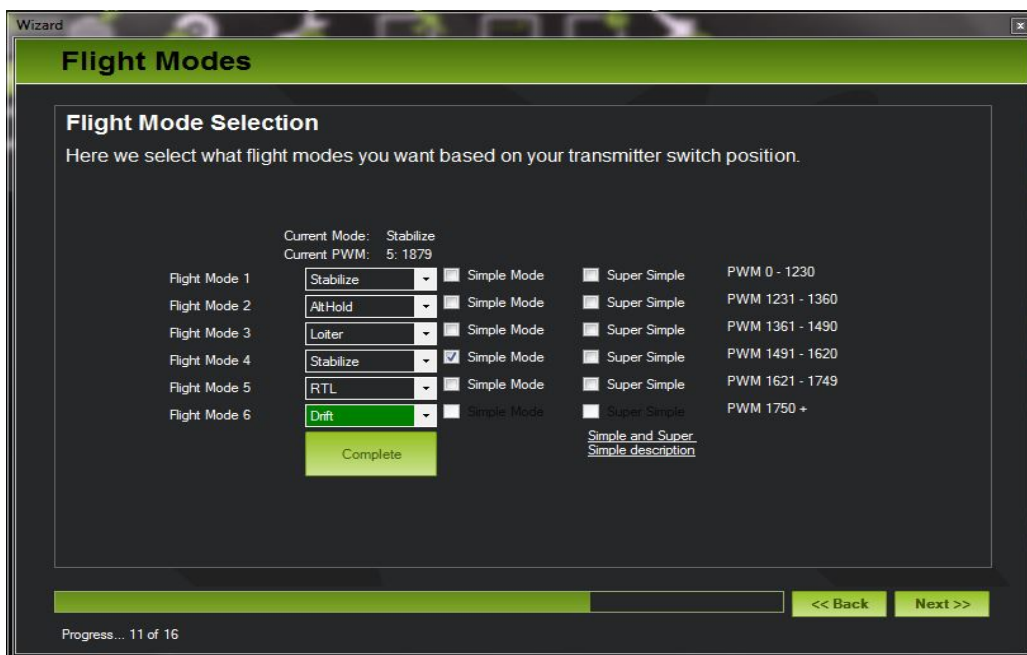
Imatge 46: Configuració amb Mission Planner, pas 9

Un cop fet això clicarem al botó que posa Calibrar Radio i tornarem a moure els joysticks i en aquest cas també mourem els sticks que hem configurat per als modes de vol, en el meu cas és el Gear, i com que hem fet un mix, també moure'm l'stick F-E LND. D'aquesta manera establirem els màxims i els mínims de cada paràmetre. Un cop fet això clicarem al botó que fica "Click when Done" i passarem la pestanya



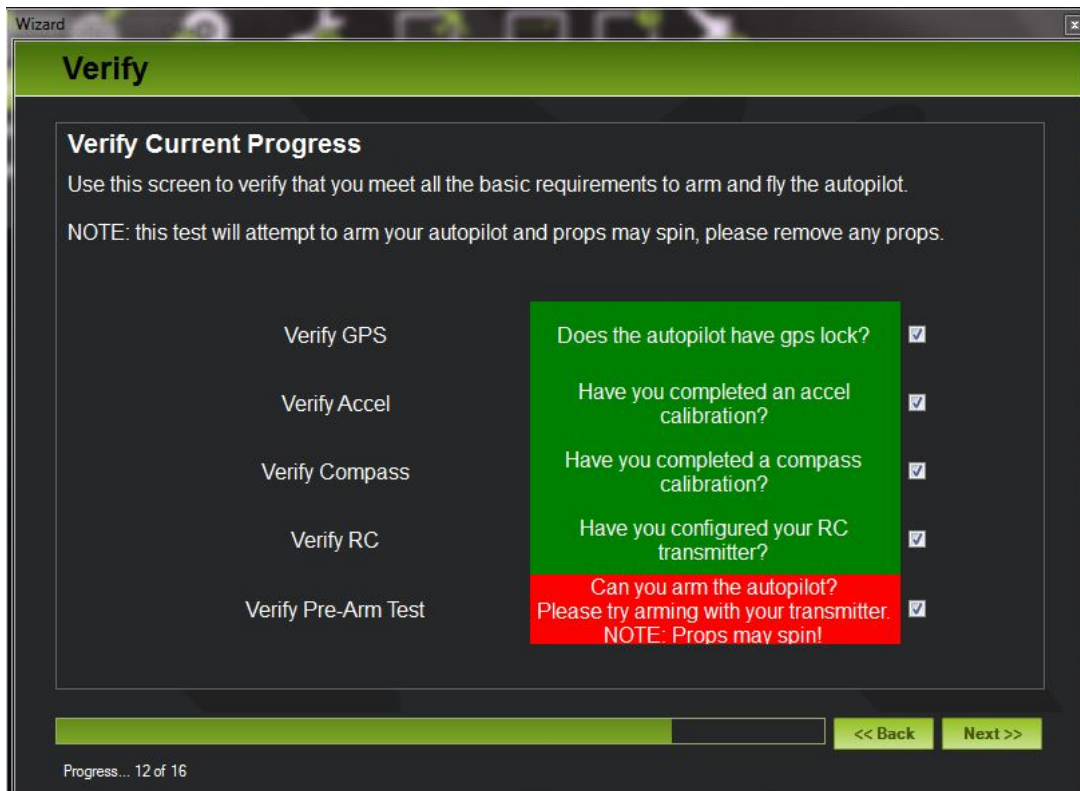
Imatge 47: Configuració amb Mission Planner, pas 10

En la pestanya que ve a continuació configurarem els diferents modes de vol, movent els sticks que anteriorment he mencionat. El l'ordre dels tipus de vol que he ficat són completament voluntaris. És configura a gustos del pilot.



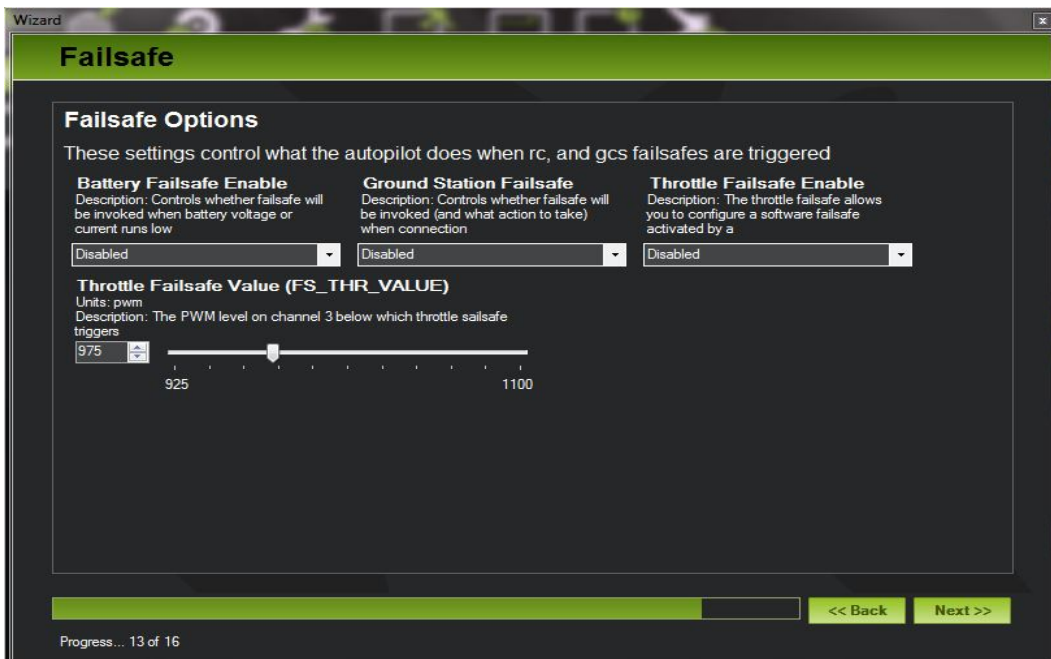
Imatge 48: Configuració amb Mission Planner, pas 11

Un cop feta la configuració dels modes de vol passarem a la confirmació dels processos fets fins ara:



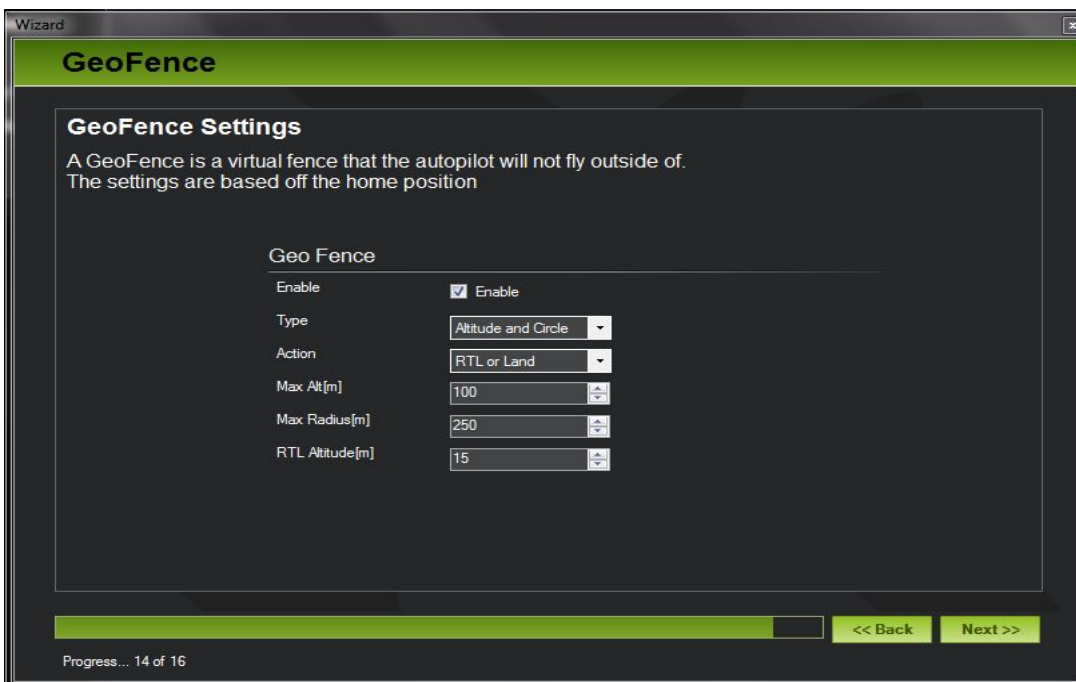
Imatge 49: Configuració amb Mission Planner, pas 12

Per últim configurarem un seguit de mesures de seguretat en cas de diferents problemes, com la fallada o esgotament pròxim de la bateria, de la fallada d'una ruta programada a través de la telemetria (en el meu cas no en tinc), i finalment la fallada del joystick de l'accelerador. Com podem observar jo els tinc tots des habilitats perquè com sóc principiant no volaré el drone molt lluny i a més no és molt aconsellable ficar aquests paràmetres perquè poden donar problemes alhora de tornar al punt de sortida, i per això és millor fer-lo tornar tu mateix.



Imatge 50: Configuració amb Mission Planner, pas 13

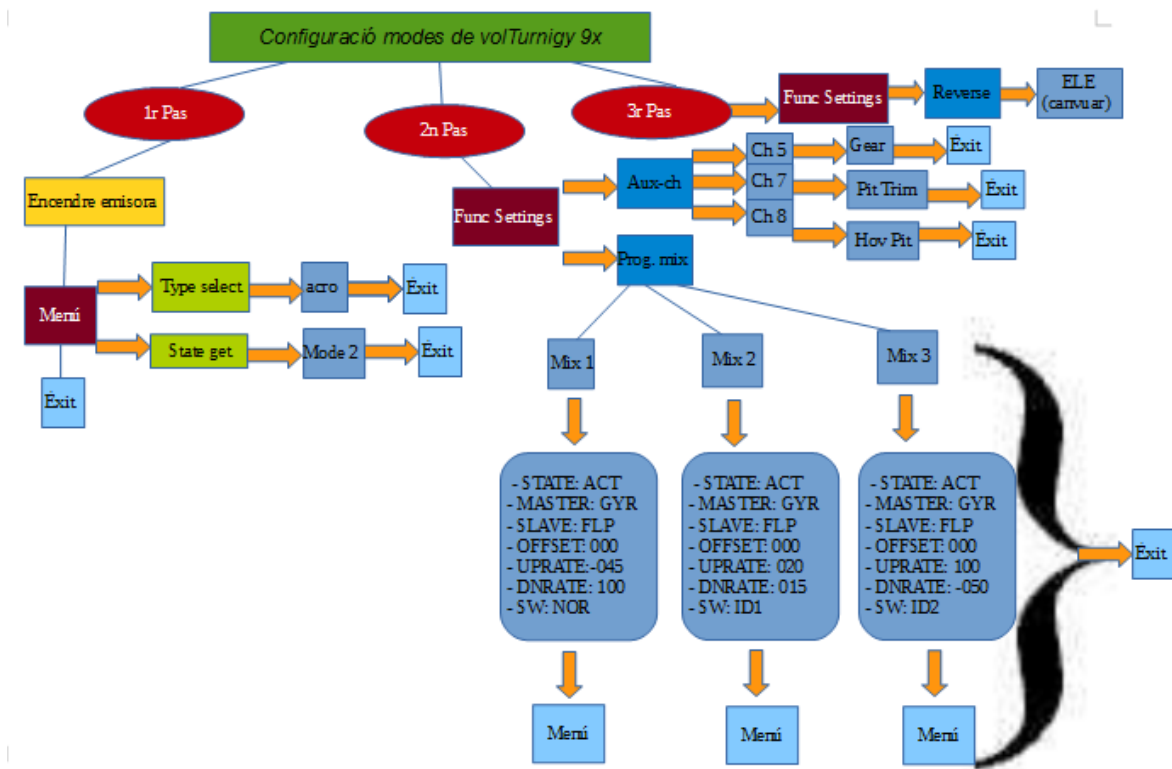
L'última mesura de seguretat es el GeoFence que és una espècie de gàbia virtual que impedeix al drone anar més lluny d'unes determinades distàncies. En aquest cas jo he ficat uns valors, que segurament no assoliré, però és com a mesura de prevenció.



Imatge 51: Configuració amb Mission Planner, pas 14

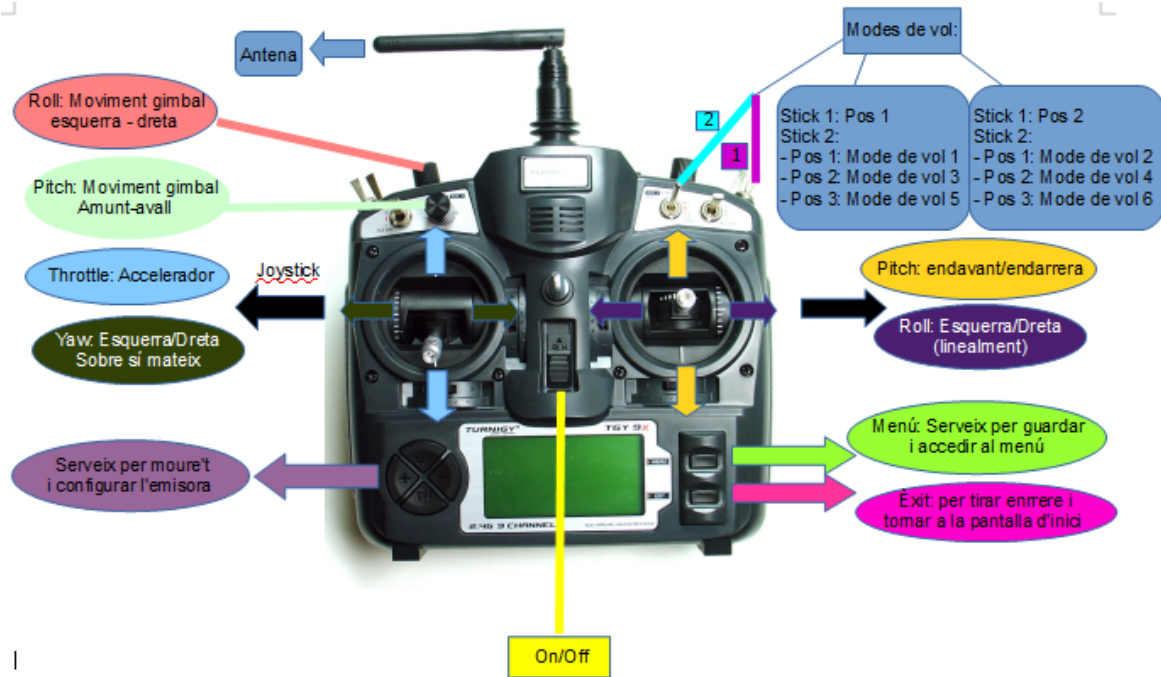
Annex 5 Configuració emissora

Aquests són els passos a seguir per tal de configurar els sticks per als modes de vol i els joysticks per al correcte vol del drone de l'emissora Turnigy 9x. És important no saltar-nos cap pas, sinó no ens funcionarà correctament.



Esquema 2: Esquema configuració emissora

L'emissora consta de diversos botons, que anteriorment hem configurat a través del esquema. En aquesta imatge sabrem a què pertany cada botó i per a què els farem servir.



Esquema 3: Manual dels botons de la Turnigy 9x

Annex 1:Entrevista Jordi Cuello

Annex 2 Característiques dels principals drones

Annex 3 Construcció pas a pas

Annex 4 Configuració del drone pas a pas

Annex 5 Configuració emisora

...

Annex 1:Entrevista Jordi Cuello

Entrevista Jordi Cuello:

A l'Ajuntament d'Horta heu rebut algun tipus de comunicat informant-vos sobre l'ús dels drones? Com hauríeu d'actuar vers a una incidència relacionat amb aquests?

No. Es consultaria la normativa vigent en aquest tema i s'estudiaria el cas.

- **Algú ha sobrevolat el poble aquests últims anys amb algun drone per tal de gravar imatges? Ha demanat permís?**

L'Ajuntament no té constància de que s'hagi realitzat cap vol en dron. I no s'ha demanat mai cap permís

- **En cas afirmatiu, on s'ha de demanar aquest permís?**

A dins al port si que s'han obtingut imatges i videos en dron, però al poble, no. A l'ajuntament no han demanat permís, se supose que al parc natural si que s'ha demanat.

- **Quant costa aproximadament una hora de gravació dins del terme municipal d'Horta? I qui la recauda?**

El Parc Natural cobra per una gravació de 1 hora i mitja uns 1000 euros.

- **Quins usos se'ls hi podria donar als drones aquí a Horta en un futur proper?**

Sobretot pel tema de turisme. Poder realitzar filmacions i fotografies del nostre terme i de la nostra comarca, seria un gran atractiu per a la gent que no coneix el nostre municipi i la nostra comarca. Apart, per realitzar treballs relacionats en agricultura, com són els estudis hídrics dels camps, dels cultius, etc. I a més, temes relacionats en el cadastre i parcelacions.

- **Fins quant pot ascendir una multa per el vol il·legal d'un drone?**

La **Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)** ha abierto un total de 24 multas a lo largo de 2015 por un importe que asciende a 185.500 euros.

Son las primeras sanciones sobre el uso de estos aparatos. La sanción más baja ha sido de 300 euros, mientras que la más alta ha llegado a **21.000 euros**. Las causas más frecuentes a la hora de abrir expedientes sancionadores han sido la ausencia de las autorizaciones necesarias y el hecho de sobrevolar poblaciones con estas aeronaves, actualmente un acto prohibido por la regulación, pendiente aún de aprobar sus nuevos reglamentos.

Actualmente, la norma contempla sanciones por el uso indebido de un **dron de hasta 225.000 euros a personas físicas** y por un valor de 4,5 millones de euros a una persona jurídica, en función de la gravedad del hecho, tal como determina el artículo 55 de la ley de seguridad aérea.

- **Per què creus que s'han de posar unes restriccions en l'ús dels drones?**

Perqué davant de tot hi ha la seguretat de les persones. Un dron no és un joguet i pilotar un d'ells és una responsabilitat molt gran. Posar restriccions per fer volar un dron a segons quins llocs és prevenir qualsevol accident no desitjat.

- **Creus que la legislació de les lleis evoluciona al mateix temps que ho fa aquesta tecnologia?**

Degut al gran boom de la utilització de noves aeronaus s'estan revisant molt ràpidament les lleis que les regulen. Però les lleis costen molt de redactar i aplicar-les en poc temps. És un procés lent i costós, que fa que moltes d'elles estiguen desfassades i s'hagin de actualitzar per les aeronaus actuals. Esta nova tecnologia està deixant obsoletes moltes lleis que regulen el trafic aeri.

- **Creus que les lleis que hi han són adients per a l'ús i la quantitat de drones que hi han actualment?**

Actualment, tota la legislació s'està revisant i actualitzant, i en poc temps, seran adients als temps presents i futurs.

- **En quins llocs pots volar lliurement el teu drone? En quins hi han restriccions?**

La nueva normativa permite para una aeronave de hasta 25 Kg, **grabar en exteriores**, pero ha de hacerse de día y en condiciones meteorológicas visuales, en zonas fuera de aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o de reuniones de personas al aire libre, en espacio aéreo no controlado, dentro del alcance visual del piloto, a una distancia de éste no mayor de 500 m. y a una altura sobre el terreno no mayor de 400 pies (es decir, como máximo 120 m. sobre el terreno). En caso contrario, está totalmente prohibido.

Grabar en interiores está permitido porque no están sujetos a la jurisdicción de AESA, por tanto, el vuelo puede estar autorizado por el titular del recinto donde tenga lugar el vuelo.

- **Creus que els pares haurien de regalar drones als seus fills?**

No, crec que un dron no és una joguina. Crec que s'han d'utilitzar en la formació adequada, als espais adequats i sobretot respectant les mesures de seguretat. I un mal ús de qualsevol tipus de dron pot posar en risc per qualsevol persona. Per tant, crec que per poder realitzar un vol en dron hauria d'estar supervisat per un pilot professional o ser un pilot titulat.

Sobre el carnet de drones:

- **Hi ha molta gent interessada en treure's aquest carnet?**

Actualment s'ha produït un augment molt gran de persones interessades en este tipus de tecnologia.

- **Actualment hi ha algú més a Horta que tingui el carnet de drones?**

No en tinc constància.

- **Podries dir-me més o menys els passos a seguir per treure-te'l?**

Para poder ser piloto de aeronaves pilotadas por control remoto es obligatorio demostrar que se poseen los conocimientos teóricos y prácticos necesarios, así como ser mayor de edad y estar en posesión de un certificado médico adecuado.

- **Quin cost té treure't aquesta titulació aproximadament?**

El curs teòric són uns 875 euros, el curs pràctic 500 euros i el certificat mèdic uns 120 euros.

- **Quant de temps has necessitat per obtenir el carnet?**

Teoria 2 setmanes, pràctic 5 dies.

- **Quin tipus de dispositius pots utilitzar?**

Aeronaus inferiors a 25 kg. Tipus Phantom 3 o 4 o similars, en les mateixes característiques.

- **Hi ha molta demanda de gent especialitzada amb el pilotatge de drones?**

Cada vegada hi ha més demanda d'aquest tipus d'aparells.

- **Quin és el motiu que et va fer decidir treure't el carnet de drones?**

Per feina. Vaig veure que eren molt útils per treballs topogràfics, i com sóc topògraf vaig informar-me de com poder obtenir el carnet de pilot i me'l vaig treure.

Annex 2 Característiques dels principals drones

La classificació dels tipus de drones és molt àmplia ja que els podem classificar des del pes de l'aparell fins al tipus d'ales que utilitza:

- **Tipus de drones segons les ales:**

- Drones d'ales fixes: Són similars als avions



Imatge 32: Drone de guerra

Font: FayerWayer

- Drone tipo helicòpter:



Imatge 33: Helicòpter

Font: Jugettos

- Drones multirotors: A diferència dels anteriors aquests tenen els motors a les extremitats de la creu. Segons el número de motors s'anomenen d'una manera:
 - Quadrocòpters: Disposen de 4 motors



Imatge 34: Quadcòpter

Font: Juguetos

- Hexacòpters: Disposen de 6 motors



Imatge 35: Hexacòpter

Font: Juguetos

- Octacòpters: Disposen de 8 motors



Imatge 36: Octacòpter

Font: Aliexpress

- Tipus de drones segons el mètode de control:
 - Autònom: No necessita cap pilot, és guia a través del seu sistema i de sensors integrats a l'aparell.

- Monotoritzat: En aquest cas si que es necessita la presència humana. Tot i que no controla directament el drone, si que pot decidir l'acció que ha de dur a terme.
 - Supervisat: El pilot controla el drone, tot i això l'aparell pot realitzar automàticament alguns moviments.
 - Preprogramat: El drone segueix un pla de vol programat prèviament. L'aparell no té mitjans per adaptar-se a possibles canvis en cas d'haver-hi algun imprevist.
 - Control Remot: El drone és controlat per un tècnic mitjançant un comandament.
- Tipus de drones segons l'alçada màxima que poden assolir durant el vol.
 - HALE (High altitude long endurance): Poden assolir altures superiors als 15.000 metres i volar durant més de 24 hores.
 - MALE (Medium altitude long endurance): Volen entre una altura de 5.000 fins als 15.000 metres amb una autonomia de més o menys 24 hores
 - TUAV (Medium Range or Tactical UAV): Volen entre una altura de 3.000 fins a 5.000 metres. Aquests tipus de drones són més petits que els anteriors.
 - Close-Range UAV: Tenen un altura màxima de 1.000 metres. Són fàcils de transportar, i són els més utilitzats en aplicacions civils.
 - MUAV o Mini UAV: Poden assolir una altura màxima de fins a 300 metres.
 - MAV o Micro UAV: Són inferiors als 15cm i no poden assolir més de 100 metres. Són ideals per volar en espais tancats.
 - NAV o Nano Air Vehicles: Al igual que els anteriors són ideals per volar en espais tancats. Tot i això aquestos per ser pilotats correctament han

de ser pilotats amb primera persona a través d'una càmera i unes ulleres.

- Tipus de drones segons el seu pes:
 - Classe I: Drones de menys de 150 kg
 - Classe II: Drones d'entre 300 i 600 kg
 - Classe III: Drones de més de 600kg

Annex 3 Construcció pas a pas

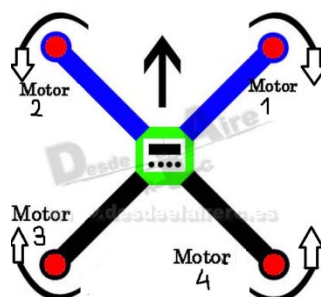
En aquest annex explicaré més detalladament el procés de construcció del meu drone.

- 1r Pas: Acoblar els braços a l'estructura del mig del drone intentant col·locar tots els cargols de manera correcta sense deixar cap forat buit.
- 2n Pas: Soldar els variadors al drone. És important passar els dos cables (negre i roig) entre les potes per evitar que ens facin nosa. Hem de tenir present que el color negre és sempre el negatiu, i el roig és sempre el positiu.
- 3r Pas: Soldar el mòdul d'alimentació. En el meu cas el mòdul d'alimentació venia amb un connector mascle de bateria LiPo, i vaig haver de tallar-lo i després pelar-lo per tal de poder soldar-lo a l'estructura amb la mateixa regla de colors anterior.
- 4rt Pas: Acoblar els motors a l'estructura. Com hem pogut observar els motors venen amb diferents colors de cargols, en el meu cas hi havien els platejats i els negres. Els platejats van al braç dret de la part delantera del drone i al seu oposat, i els negres al dos braços que queden. Hem de tenir en conte que els cargols negres van a contra-rosca i no hem de forçar-los. És important també omplir tots els forats per evitar que puguin arribar a sortir-se del lloc.
- 5è: Acoblar la part superior del mig de l'estructura. Un cop fets els passos anteriors podem realitzar aquest.

- 6è: Subjecció dels ESC amb brides. Hem de vigilar de no apretar-les molt per evitar trencar-les.
- 7è: L'equilibració de les hèlixs és força delicat i s'ha de fer en una superfície completament plana per evitar fer-ho malament. Si comprem unes hèlixs vertaderes no ens caldria fer-ho.
- 8è: Col·locar els tren d'aterratge és senzill, però hem de tenir en conte que només podem posar dos cargols per pota perquè no hi han més forats.
- 9è: El GPS el podem col·locar on vulguem sempre i quant no ens fagi nosa ni pugui tocar amb les hèlixs. En aquest cas però només col·locarem el suport d'aquest.

Un cop fets aquests passos podem començar amb la connexió electrònica.

- 10è: Connectar els variadors amb els motors. Per tal de comprovar el sentit de gir dels motors, hem de connectar directament, el variador i el motor al receptor de l'emisora, i fer girar el motor. En cas de que el sentit sigui contrari, el que hem de fer és intercanviar dos dels tres cables que hi ha entre els ESC i els motors. El sentit de gir dels motors són els següents:

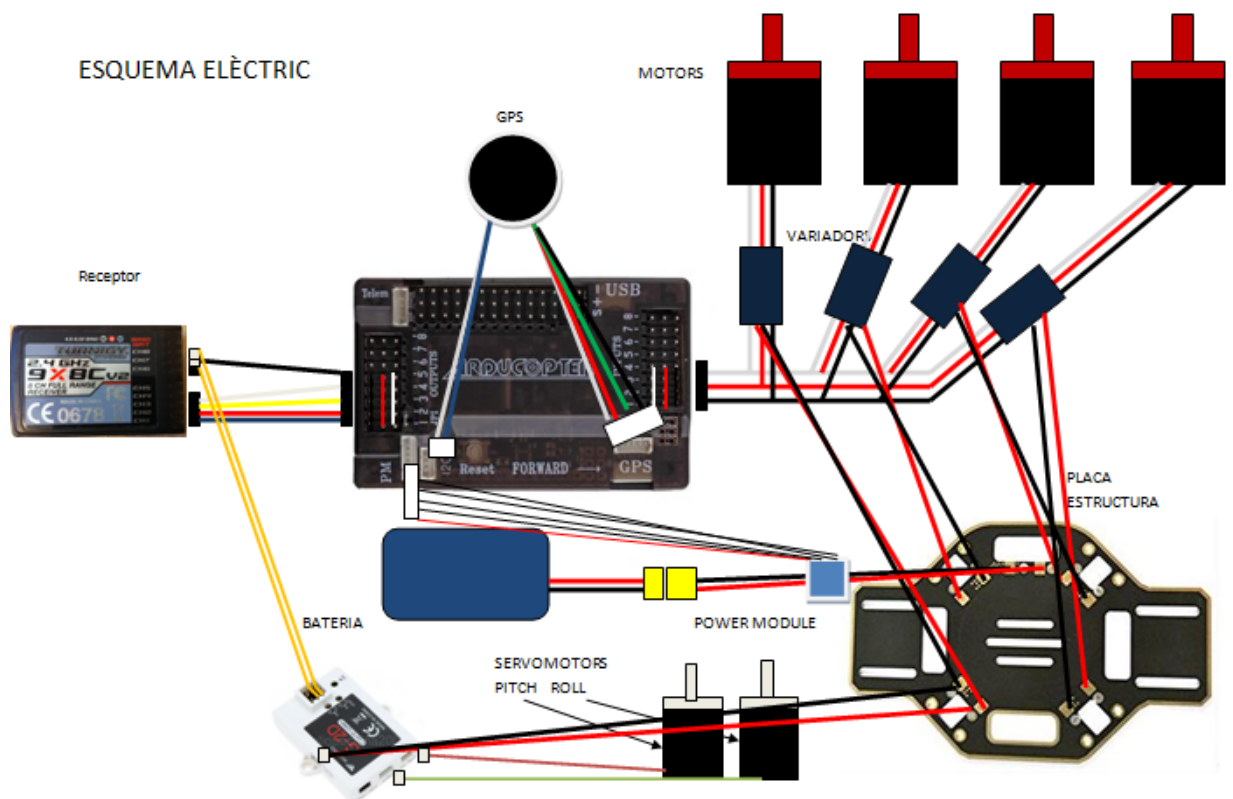


Imatge 37: Sentit de gir motors

- 11è: Connectar els variadors a l'APM seguint la numeració dels motors anterior. Els variadors van connectats als "outputs" de la placa.

- 12è: Connectar el GPS a la placa. Hi han dos cables, i cada un va a un lloc diferent, només cal fixar-se en el tamany de les surtides dels cables i amb quin port de la placa coincideix.
- 13è: Connectar el receptor de l'emisora amb l'APM a través dels "inputs" de la placa. Hem de tenir en conte, seguir el mateix ordre (senyal, positiu i negatiu) de cables tant a l'APM com al receptor i em de saber que "l'input" 5 de la placa va al port 6 del receptor.
- 14è: Connectar el mòdul d'alimentació a la placa base seguint el mateix patró que amb el GPS, aquest però només té un cable.
- 15è: Connectar els servomotors a la placa incorporada del gimbal.
- 16è: Connectar el gimbal al receptor de l'emisora, seguint el mateix patró que amb la connexió del receptor amb l'APM.

Per a que les connexions elèctriques quedin més clares, aquest és l'esquema del circuit:



Imatge 38: Esquema elèctric

Un cop feta la instal·lació elèctrica podem procedir a col·locar tots els cables i acabar d'enganxar tots els components al drone.

- 17è: Acoblar la placa base al drone. En el meu cas l'he col·locat a part de sota del mig de l'estructura.
- 18è: Enganxar el receptor al drone. En el meu cas l'he col·locat a la part de sota per optimitzar l'espai.
- 19è: Apegar el GPS al suport, i apretar els cargols petits. Hem de tenir cura que el GPS estigui enfocat cap endavant i centrat.
- 20è: Col·locar la resta de cables de manera adequada.
- 21è: Acoblar el gimbal al drone. Hem de vigilar que quedi centrat i recte.
- 22è: Col·locar les hèlix al drone. Aquest pas l'hem de realitzar un cop haguèssim fet tota la configuració. És aconsellable deixar el drone sense hèlix un cop hem realitzat els vols.

Annex 4 Configuració del drone pas a pas

En aquest annex explicaré detalladament el procés de configuració del drone a través de Mission Planner.

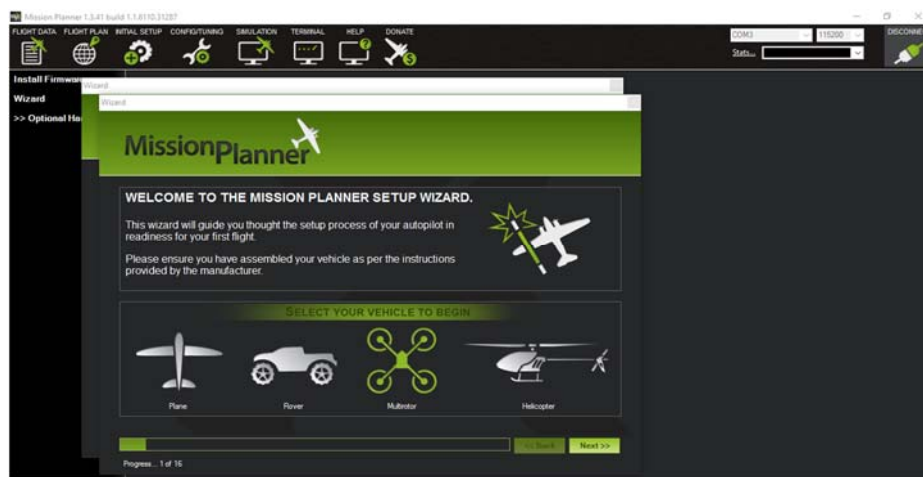
El primer pas és clicar a Inicial Setup, Install firmware, un cop allí sen's obrirà la

que
en la



pestanya
podem veure
següent
fotografia:

Imatge 39: Configuració amb Mission Planner, pas 1

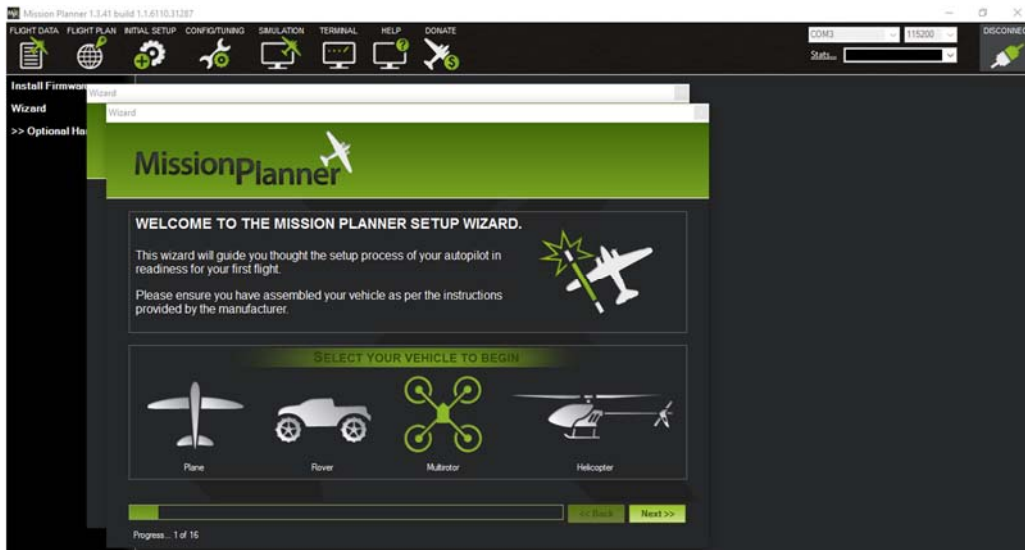


Imatge 40: Configuració amb Mission Planner, pas 2

Seguidament seleccionarem el tipus de drone que hem construït, en el meu cas el quadcòpter (APM Copter V3.4.3 Quad). Ens haurem d'esperar una estona fins que és descarregui el firmware. Un cop acabada la descàrrega, haurem de connectar el drone a l'ordenador a través d'un micro USB, i seleccionar a la part superior dreta de la pantalla l'opció del nostre model de Placa, un cop fet això haurem de clicar a connectar.

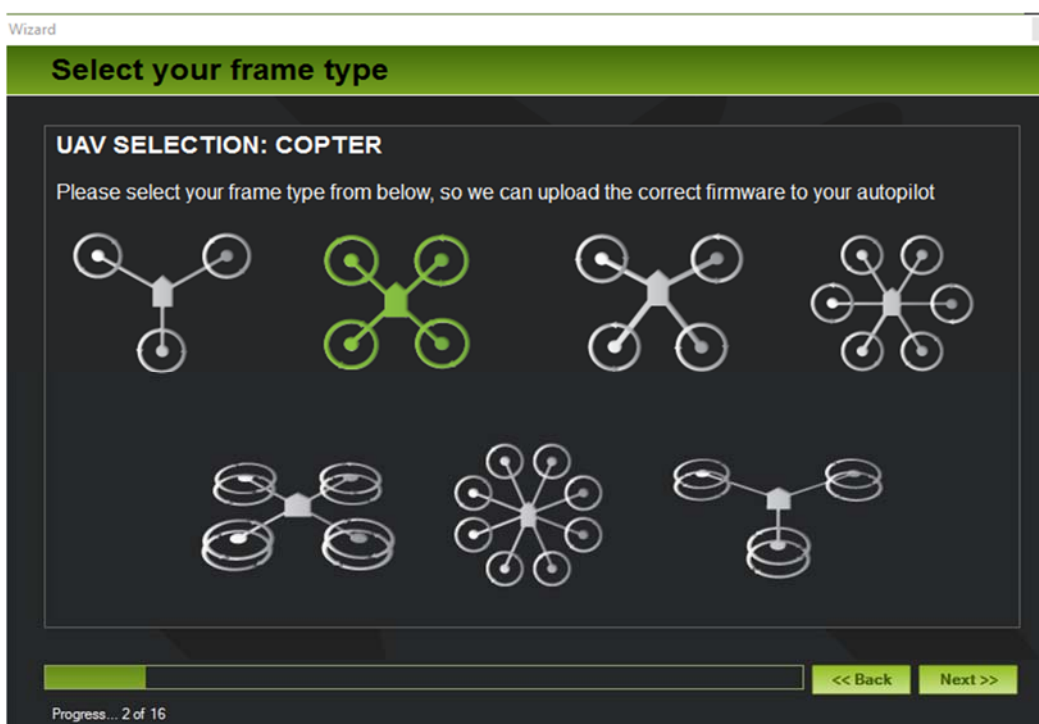
Automàticament s'obrirà una pestanya anomenada Wizard, a partir d'aquí haurem d'anar seguint els 16 passos que consta la configuració.

En aquesta primera pestanya, simplement hem de seleccionar el vehicle que hem construït, un multirotor. Un cop seleccionat, premem "next".



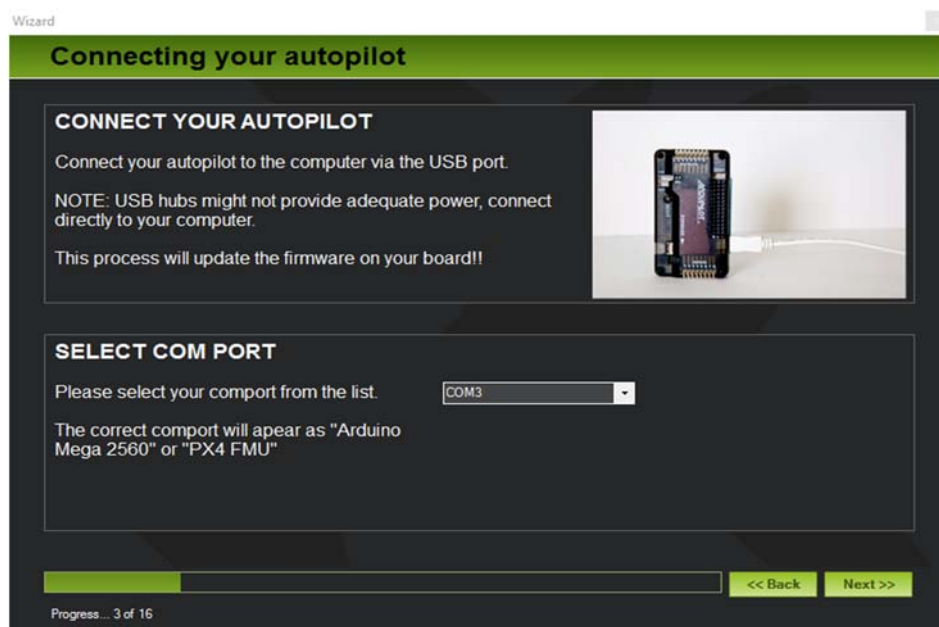
Imatge 41: Configuració amb Mission Planner, pas 1

El pròxim pas és tornar a seleccionar el tipus de Multirotor que hem construït.



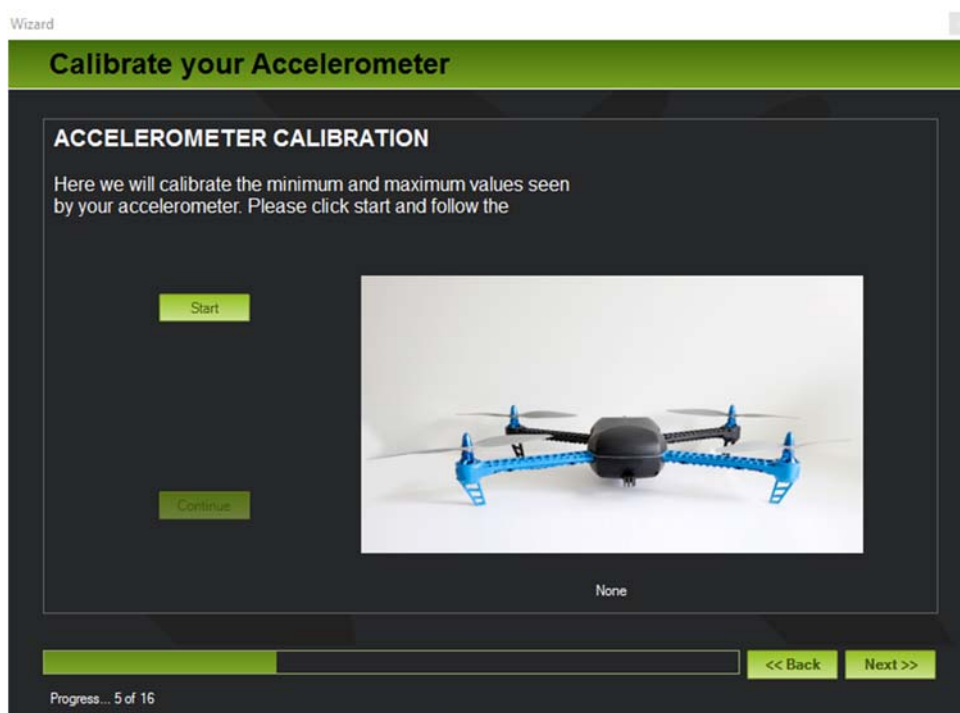
Imatge 42 Configuració amb Mission Planner, pas 4

Seguirem seleccionant el tipus de port que hem seleccionat anteriorment per connectar la placa.



Imatge 43: Configuració amb Mission Planner, pas 5

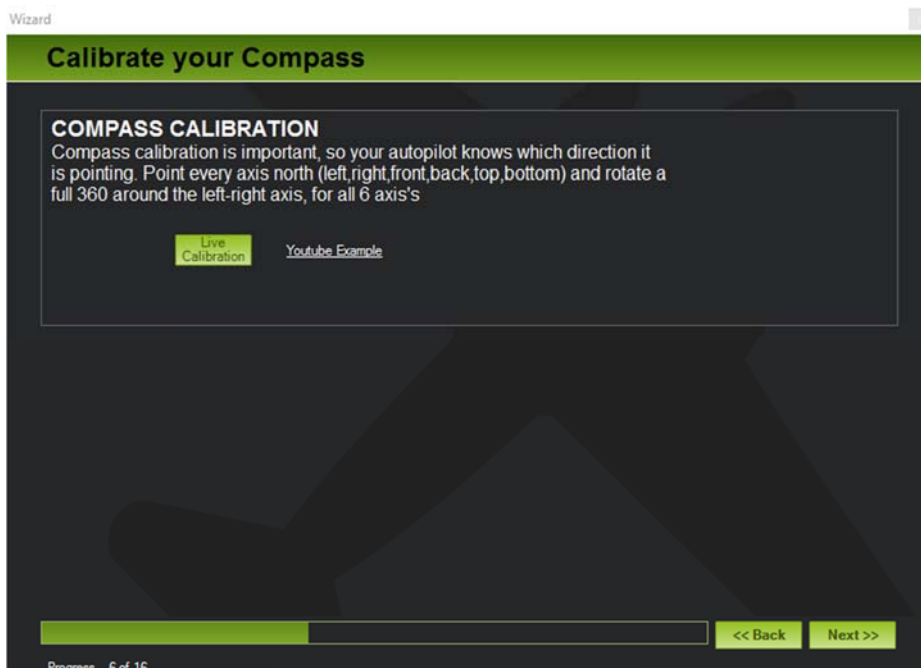
El pas següent serà la calibració de l'acceleròmetre, en aquest pas el que haurem de fer és col·locar el drone d'unes maneres determinades. Clicarem a "start" i la primera posició és de manera normal en una superfície horitzontal, després clicarem a "continue" i el col·locarem de costat, aguantant-se pels braços del costat dret, després pels braços esquerres, pels braços del darrera, pels braços del davant i finalment el drone capgirat. Un cop feta la calibraci



Imatge 44: Configuració amb Mission Planner, pas 6

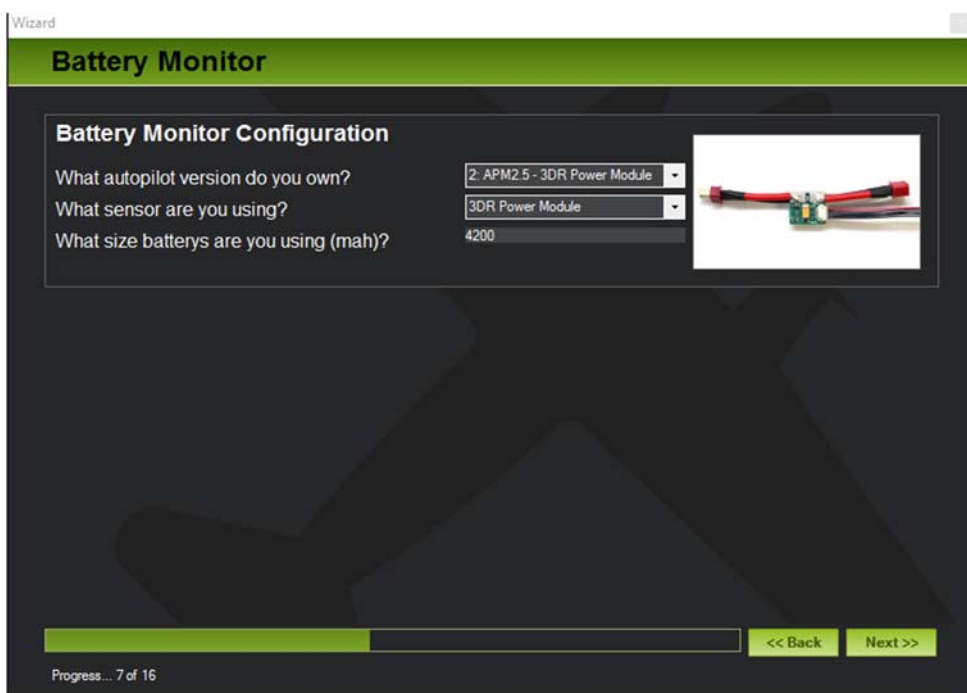
En aquesta altra pestanya calibrarem el GPS. Començarem la calibració clicant el botó "live Calibration" i sen's obrirà una nova pestanya. El que hem de fer és donar tres o quatre voltes al drone en diferents eixo, seguint les mateixes

posicions anteriors, primer el drone normal girant sobre si mateix, després del costat dret, del esquerre, del davant, del darrera i per últim amb el drone capgirat



Imatge 45: Configuració amb Mission Planner, pas 7

Tot seguit ens apareixerà un nou pas en el que simplement haurem de seleccionar el tipus de Mòdul d'alimentació i ficar l'amperatge de la bateria que connectarem.

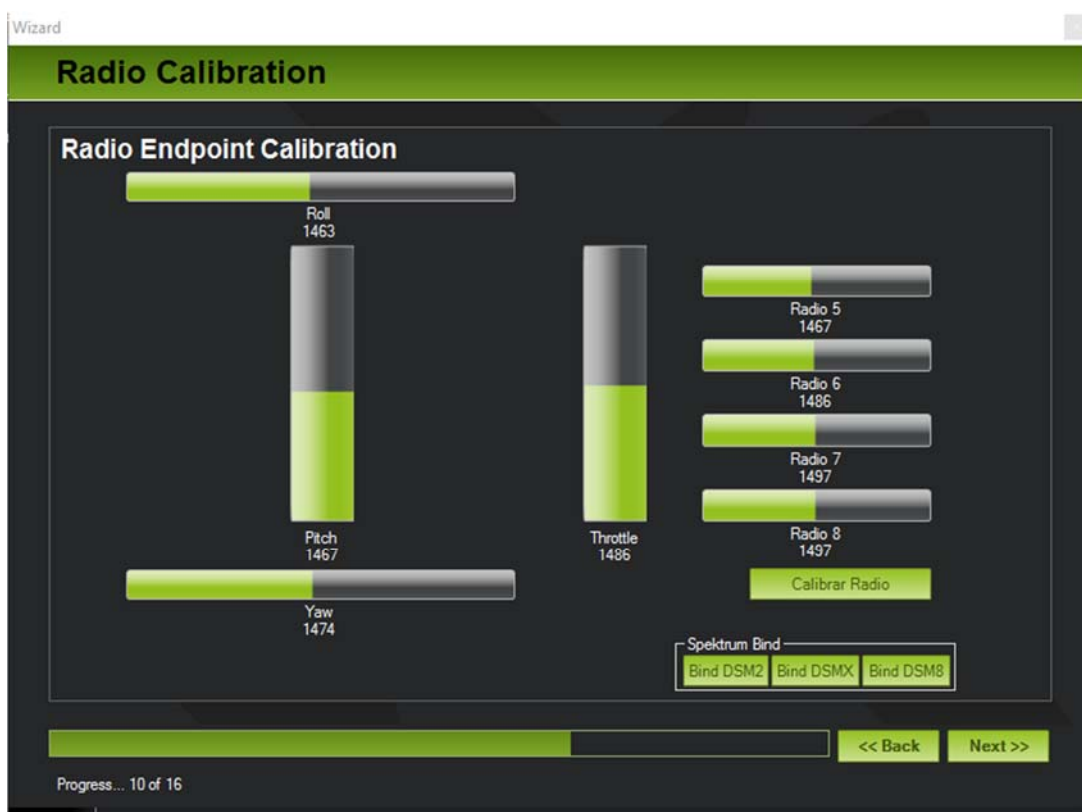


Imatge 46: Configuració amb Mission Planner, pas 8

El pas que ve a continuació el saltarem ja que el meu drone no disposa de Sonar.

A partir de la pestanya número 10 comença la configuració de l'emisora amb el drone. Abans de començar aquest pas hem de configurar l'emisora. L'explicació detallada d'aquest procés la trobarem en l'annex següent.

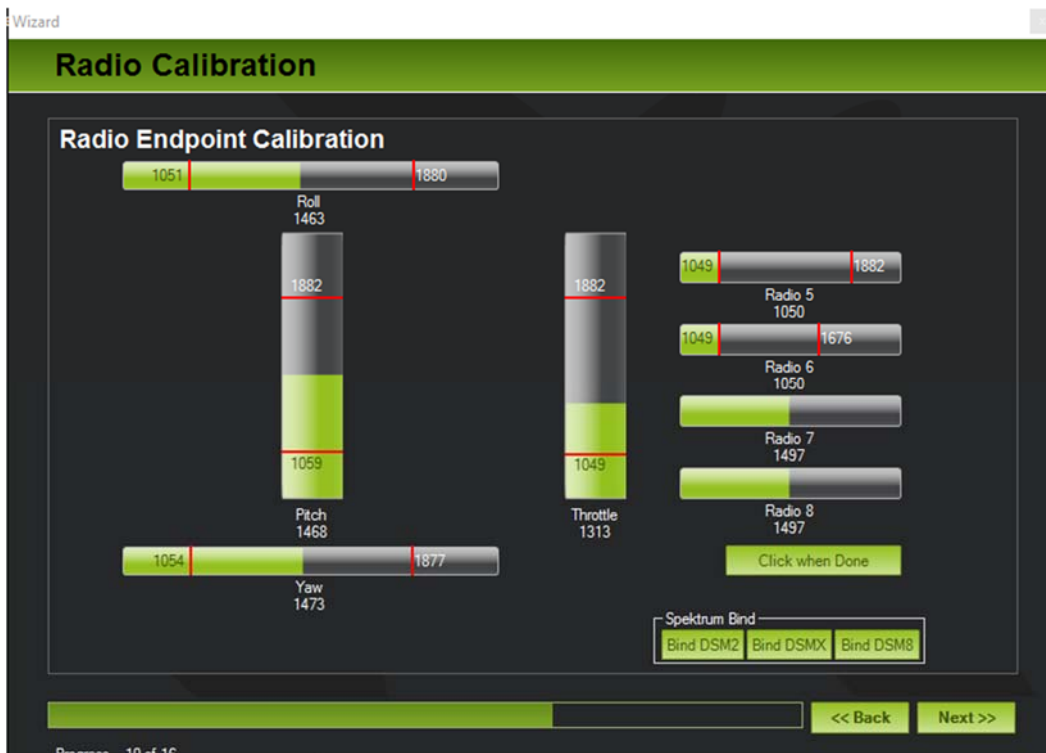
El primer pas d'aquesta configuració és la comprovació del funcionament correcte dels sticks i dels joysticks de l'emisora. D'aquesta manera els haurem d'anar movent i mirant si van de forma correcta.



Imatge 47: Configuració amb Mission Planner, pas 9

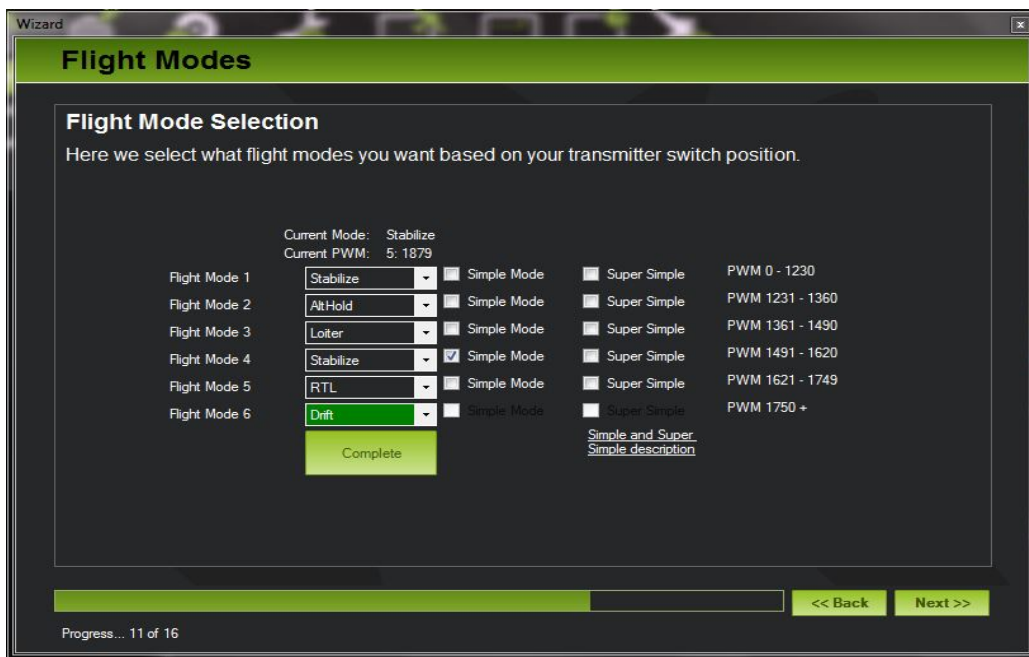
Un cop fet això clicarem al botó que posa Calibrar Radio i tornarem a moure els "joysticks" i en aquest cas també mourem els sticks que hem configurat per als modes de vol, en el meu cas és el Gear, i com que hem fet un mix, també moure'm "l'stick" F-E LND. D'aquesta manera establirem els màxims i els mínims

de cada paràmetre. Un cop fet això clicarem al botó que fica "Click when Done" i passarem la pestanya



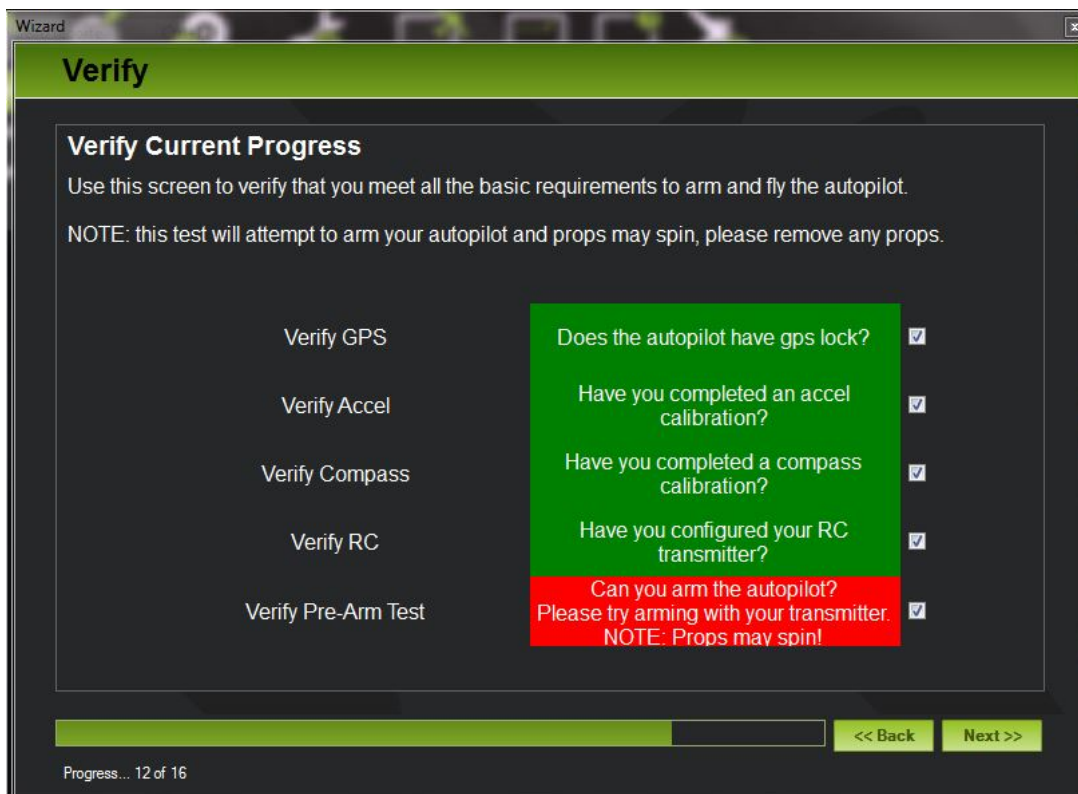
Imatge 48: Configuració amb Mission Planner, pas 10

En la pestanya que ve a continuació configurarem els diferents modes de vol, movent els sticks que anteriorment he mencionat. El numerament dels tipus de vol que he ficat són completament voluntaris. És configura a gustos del pilot.



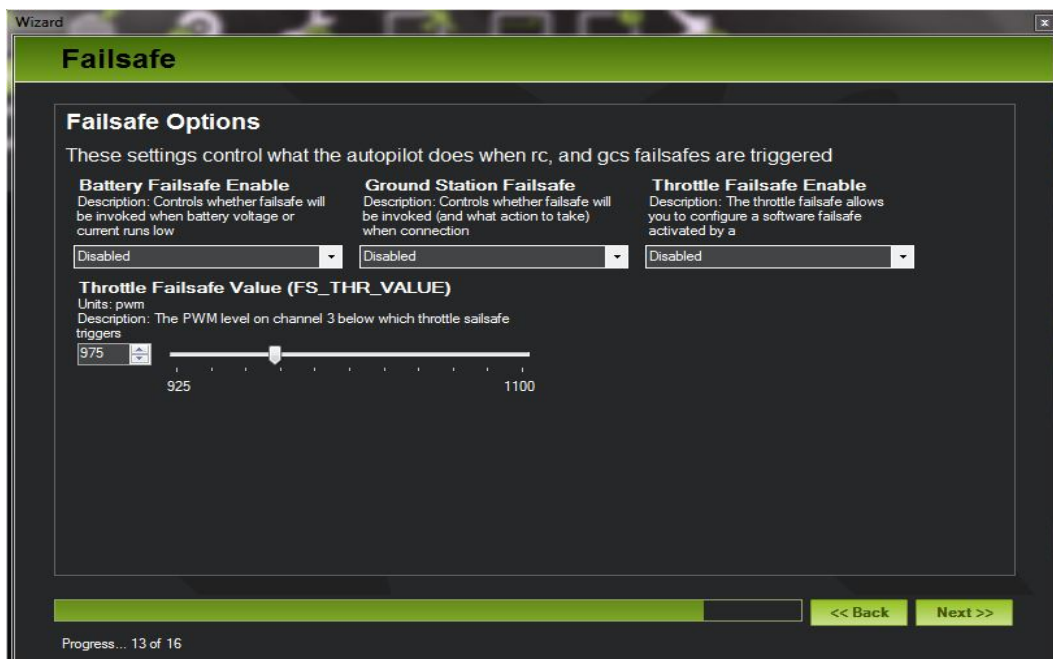
Imatge 49: Configuració amb Mission Planner, pas 11

Un cop feta la configuració dels modes de vol passarem a la confirmació dels processos fets fins ara:



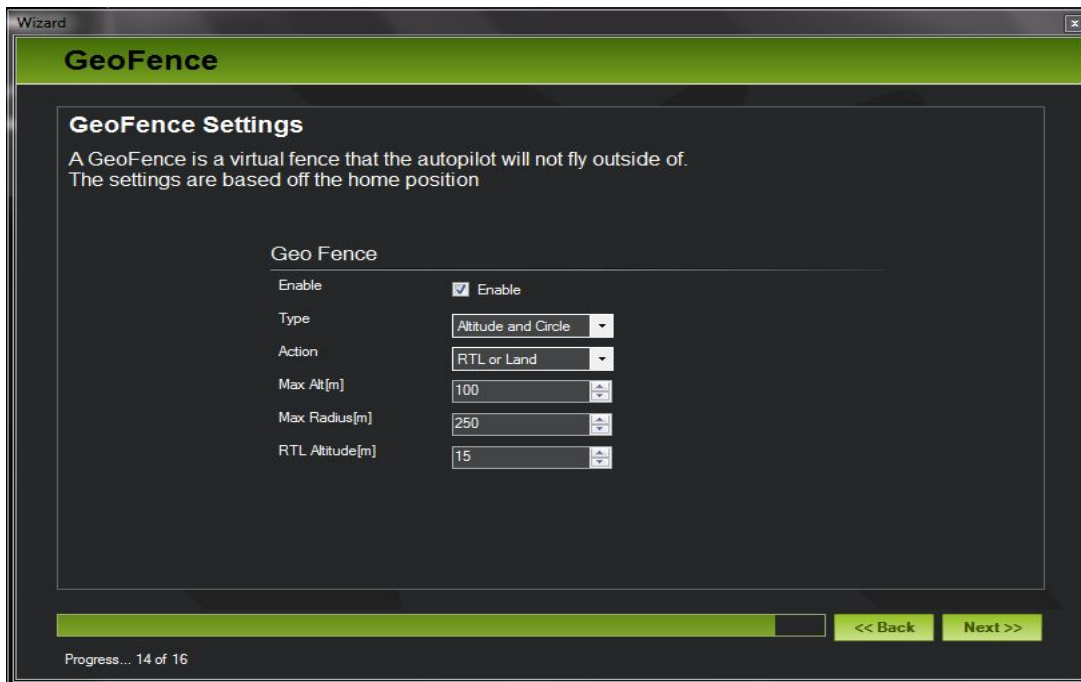
Imatge 50: Configuració amb Mission Planner, pas 12

Per últim configurarem un seguit de mesures de seguretat en cas de diferents problemes, com la fallada o esgotament pròxim de la bateria, de la fallada d'una ruta programada a través de la telemetria (en el meu cas no en tinc), i finalment la fallada del joystick de l'accelerador. Com podem observar jo els tinc tots deshabilitats perquè com sóc principiant no volaré el drone molt lluny i a més no és molt aconsellable ficar aquests paràmetres perquè poden donar problemes alhora de tornar al punt de sortida, i per això és millor fer-lo tornar tu mateix.



Imatge 51: Configuració amb Mission Planner, pas 13

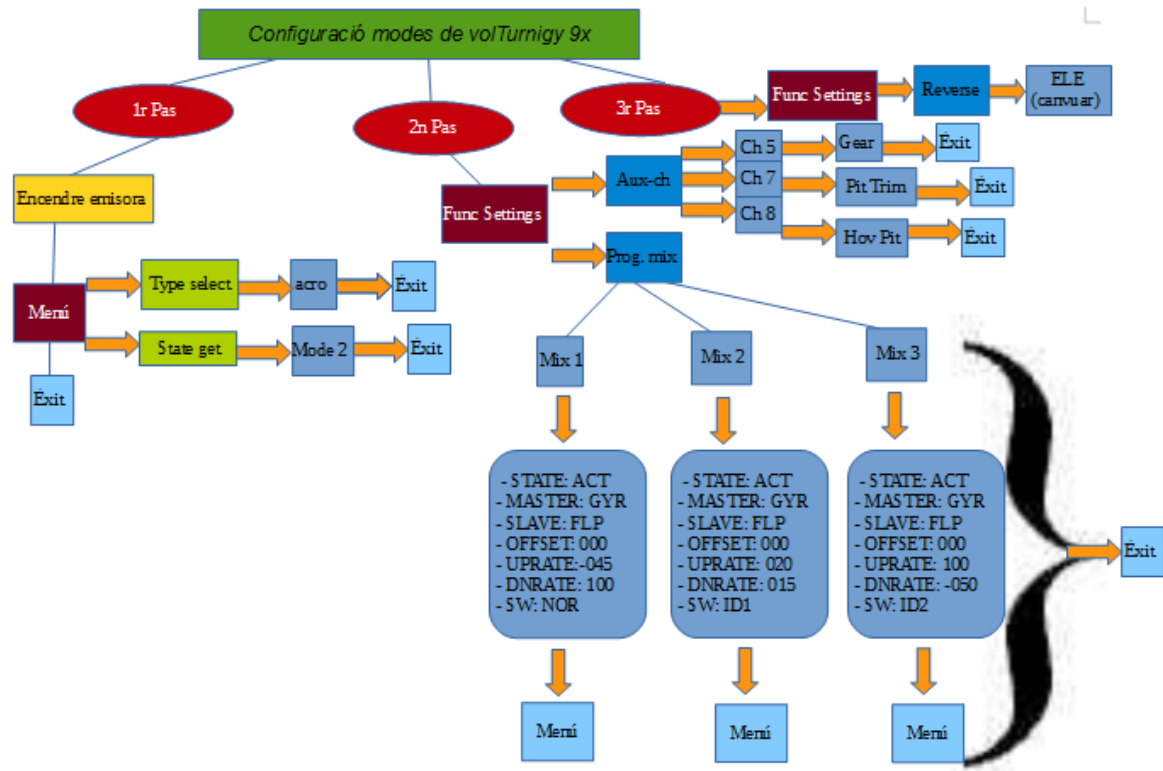
La última mesura de seguretat es el GeoFence que és una espècie de gàbia virtual que impedeix al drone anar més lluny d'unes determinades distàncies. En aquest cas jo he ficat uns valors, que segurament no assoliré, però és com a mesura de prevenció.



Imatge 52: Configuració amb Mission Planner, pas 14

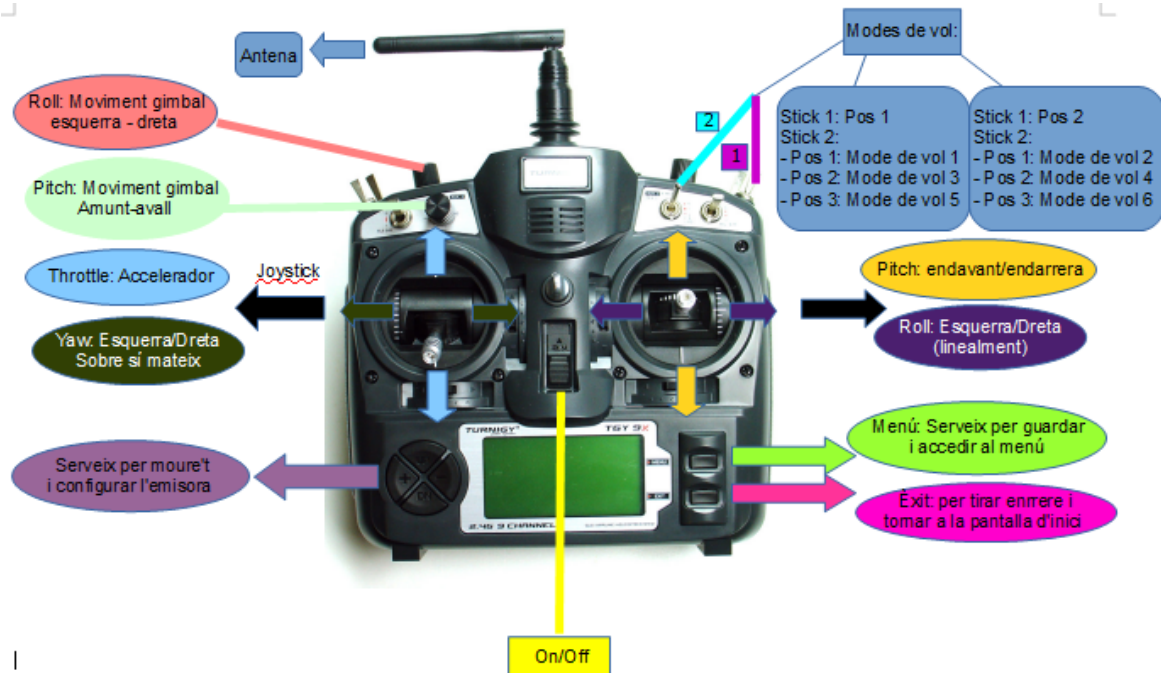
Annex 4 Configuració emissor

Aquests són els passos a seguir per tal de configurar els sticks per als modes de vol i els joysticks per al correcte vol del drone de l'emissor Turnigy 9x. És important no saltar-nos cap pas, sinó no ens funcionarà correctament.



Imatge 53: Esquema configuració emissor

L'emissor consta de diversos botons, que anteriorment hem configurat a través del esquema. En aquesta imatge sabem a què pertany cada botó i per a què els farem servir.



Imatge 54: Manual dels botons de la Turnigy 9x