

Construcció d'un UAV



INDEX

1. Introducció.....	3 - 4
2. Procés de selecció de l'aeromodel.....	5
3. Components de l'UAV	7 -
3.1. Parts estàtiques	7 - 8
3.1.1. Fuselatge.....	7
3.1.2. Ales.....	8
3.1.3. Tren d'aterratge	8
3.2. Sistema elèctric.....	9 -
3.2.1. Cablejat d'alimentació	
3.2.2. Bateries	
3.2.3. Reguladors brushless	
3.2.4. Llums de navegació	
3.3. Sistema mecànic	
3.3.1. Motors.....	
3.3.2. Sistema d'alerons.....	
3.4. Sistema electrònic.....	
3.4.1. Càmera.....	
3.4.2. Servos	
3.4.3. Sistema pan and tilt	
3.4.4. OSD	
3.5. Sistema radiofreqüència	
3.5.1. Comandament	
3.5.1.1. Programació.....	
3.5.2. Emissor i receptor Tx	
3.5.3. Sistema de visualització.....	
3.6. Materials secundaris	
4. Pressupost.....	
5. Temps de simulador	
6. Dietari de vol	

7. Conclusions
8. Referències
9. Agraïments
Annexos
Annex A: Glossari
Annex B: Pressupost.....
Annex C: Dietari de vol.....
Annex D.....

1. Introducció

UAV són les sigles en anglès (*Unmanned Aerial Vehicle*), que signifiquen “vehicle aeri pilotat per control remot”. Aquests aparells són usats majoritàriament en aplicacions militars. Un UAV es defineix com un vehicle sense tripulació, reutilitzable, capaç de mantenir un nivell de vol controlat i sostingut, i propulsat per un motor. N’hi ha una àmplia varietat de formes, mides, configuracions i característiques...

Històricament, els UAV eren simplement avions controlats per ràdio (en anglès: *drones*), però cada vegada més s'està utilitzant amb control autònom. En aquest sentit se n’han creat dues variants: alguns són controlats des d’una ubicació remota, i altres volen de forma autònoma sobre la base de plans de vol preprogramats usant sistemes més complexos d’*automatització dinàmica**.

Actualment, els UAV militars realitzen tant missions de reconeixement com d’atac. No obstant, si bé s’ha informat de moltes ofensives amb èxit, aquests aparells també són propensos a provocar danys col·laterals i/o identificar objectius erronis, com passa amb altres tipus d’armes. Els UAV també són utilitzats en un petit, però creixent, nombre d’aplicacions civils, tant en tasques de seguretat o en lluita contra incendis civil, com en la vigilància d’oleoductes. Els vehicles aeris no tripulats solen ser preferits per a missions que són massa "avorrides, brutes o perilloses" per als pilots humans.

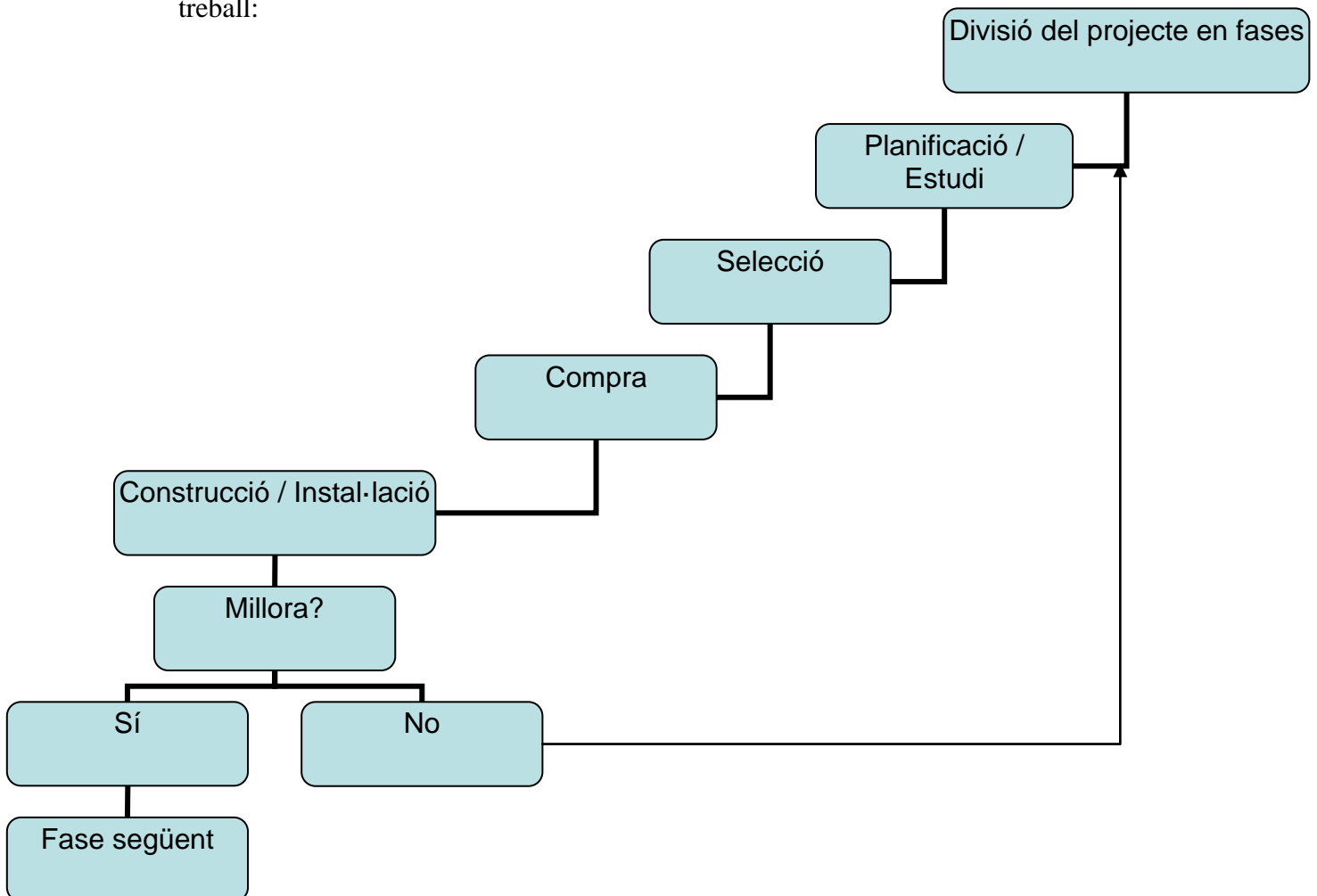
L’exemple més antic dels UAV va ser desenvolupat durant la Primera Guerra Mundial, i es va emprar durant la Segona Guerra Mundial per entrenar els operaris dels canons antiaeris, tot i que en aquell temps no eren més que senzills globus en el cel i lligats a terra mitjançant cordes, sense cap més funció que ser els blancs per als artillers de terra. Tanmateix, no és fins poc més que a finals del segle XX quan aquests aparells operen mitjançant ràdiocontrol amb totes les característiques d’autonomia.

Els UAV han demostrat àmpliament en diferents escenaris i especialment en la Guerra del Golf i en la Guerra de Bòsnia, el gran potencial que poden tenir. Pel que fa a l’obtenció, maneig i transmissió de la informació, gràcies a l’aplicació de noves tècniques de protecció de la mateixa, és possible aconseguir comunicacions més segures, ja sigui enviant textos o imatges, que pot variar des de dades fins a filmacions de vigilància, més difícils de detectar i d’interferir.

Per dur a terme aquest treball de recerca, és a dir, la construcció d'un UAV, se n'han adquirit les diferents parts separadament per a facilitar-ne l'estudi i la construcció personalitzada. Com que s'emprarà terminologia tècnica especialitzada en el camp de l'aviació, assenyalades en cursiva i un asterisc, se'n trobarà l'explicació en el Glossari (Annex A). S'ha optat per aquesta solució per afavorir la lectura del treball i no dispersar-ne el fil conductor.

Els **objectius** d'aquest treball seran:

- Fer un estudi d'un UAV, amb tots els seus sistemes secundaris: Elèctric, Mecànic, Electrònic i Estructural.
 - Aprendre el modus operandi dels UAV
 - Construir-ne un totalment **operatiu** a escala. (més senzill que un de real)
 - Veure i aprendre el funcionament i estructures bàsiques d'un UAV
- El següent diagrama de flux mostra el procediment emprat en el desenvolupament del treball:



2. Procés de selecció de l'aeromodel:

Degut a la complexitat i coneixements que es necessiten per a dissenyar i construir models de radiocontrol fets d'*elapor**, i el temps i dedicació enormes per a junyir maquetes de *fusta de balsa**, les decisions que es van prendre van ser, primerament triar un model prefabricat d'avió, i la segona, dedicar més esforços a la part més important en aquest projecte: el sistema de *video i audio en primera persona**.

Així doncs, es van començar a mirar models de marques reconegudes i l'elecció va ser un bimotor elèctric de l'empresa alemana MULTIPLEX. El model s'anomena "Twin Star II", que a partir d'ara anomenarem AWACS, nom amb el qual s'ha batejat l'aeromodel *Fig (1)*



Fig (1)

Els avantatges que ofereix aquest model sobre els altres són molt importants per a complir els objectius del projecte i són els següents:

1. Més potència, degut al fet que és un bimotor.
2. Bodega amb més capacitat de càrrega.
3. Capacitat per a transportar fins a 3 kg de pes total.
4. Si es maneja amb la suficient destresa, pot arribar a planejar grans distàncies amb el motor parat.

3. Components de l' UAV

3.1. Parts Estàtiques

3.1.1. Fusellatge:

El fusellatge ve de fàbrica separat en 3 parts, que s'han d'unir amb *cianocrilat**. A més, es modificà la bodega obrint un espai entre els diferents compartiments abans d'unir definitivament les dues meitats. La distribució final dels components *Fig (2)* serà la següent:

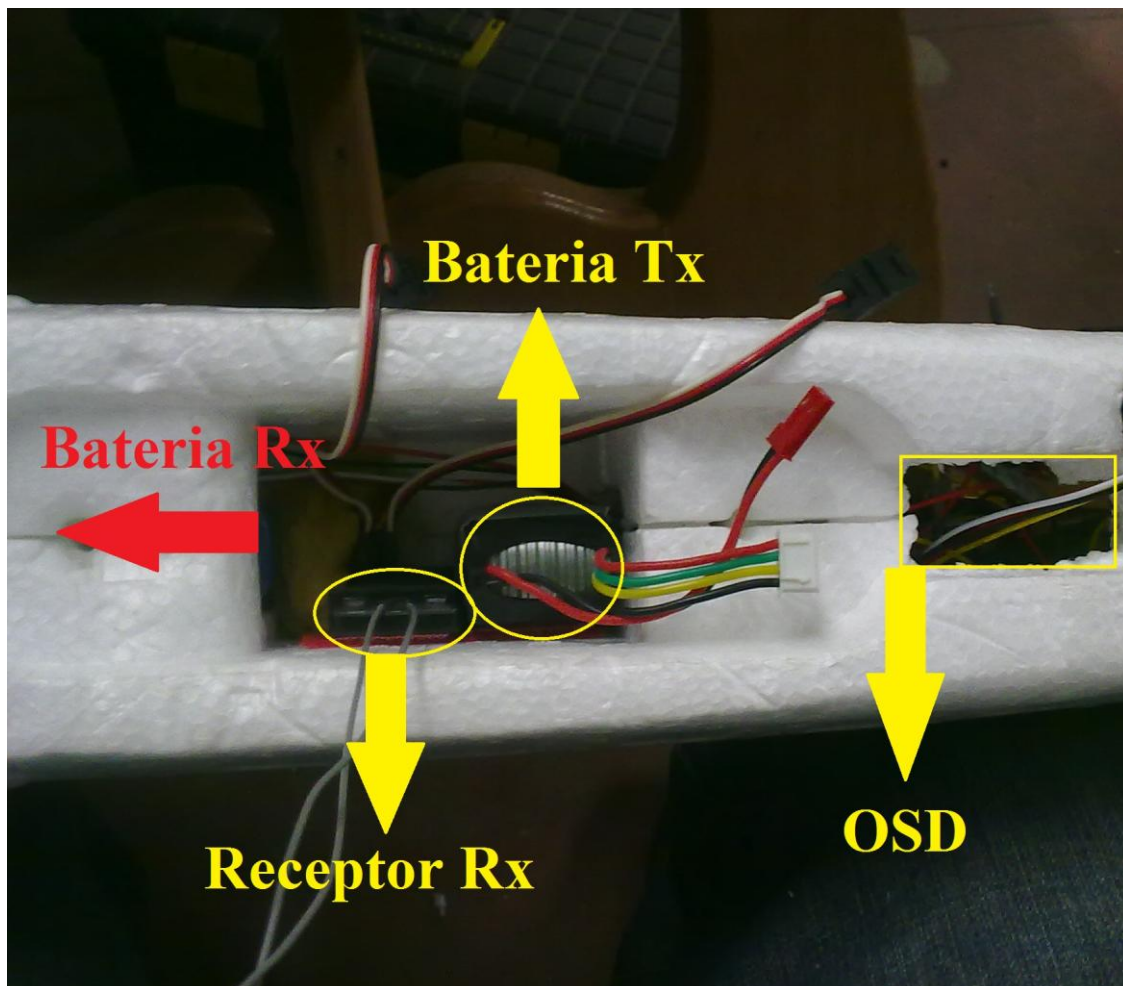


Fig (2): En color groc, els noms dels components, i en vermell, la posició on serà co-locada la bateria RX (tots els elements assenyalats en la imatge seran explicats més endavant)

3.1.2. Ales:

Les ales del TWIN STAR, vénen separades i desmuntades. En el procés d'ensamblatge, li farem uns petits retocs per millorar posteriorment l'addició de materials, com per exemple els llums de navegació. Una de les coses que farem amb les ales, serà ajuntar-les i enganxar-les per a que quedin com 1 sola peça, posant una barra rodona de carboni de 5mm de radi *Fig (3)*, per millorar la resistència dels components.

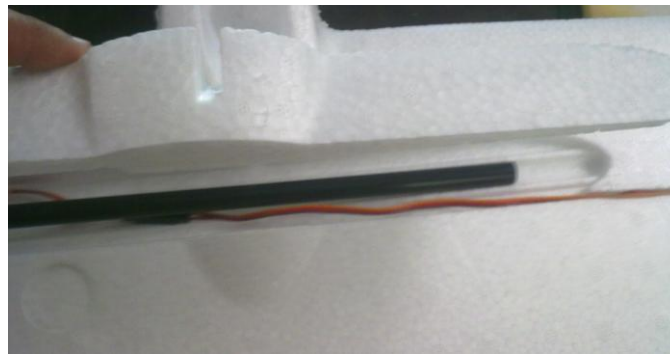


Fig (3)

3.1.3. Tren d'aterratge

El tren d'aterratge no està present en aquest aeromodel, i tot i que se n'hi podria adaptar un qualsevol, es prefereix deixar-li'n sense per tres raons: en primer lloc, per millorar l'aerodinàmica del fusellatge; en segon lloc per tal d'escurçar la carrera d'aterratge i finalment, per reduir notablement el pes de l'AWACS.

Tanmateix, no es pot deixar la panxa del fusellatge sense protecció, per això, la reforçarem amb una capa de fibra de vidre i cinta americana, que ens proporcionaran resistència al desgast sofert en tocar terra.

3.2. Sistema Elèctric

3.2.1. Cablejat d'alimentació:

Cal adquirir 2 m. de cable de coure, de secció 2mm, recobert de silicona: un ha de ser de cable vermell, és a dir, positiu, i l'altre, ha de ser negre o negatiu.

El mètode que s'ha utilitzat per unir una única bateria als 2 reguladors requerits per l'aeromodel, és una Y, que consisteix en ajuntar dos cables del mateix pol per a que coincideixin a l'entrada però divergeixin a la sortida. *Fig (4)*

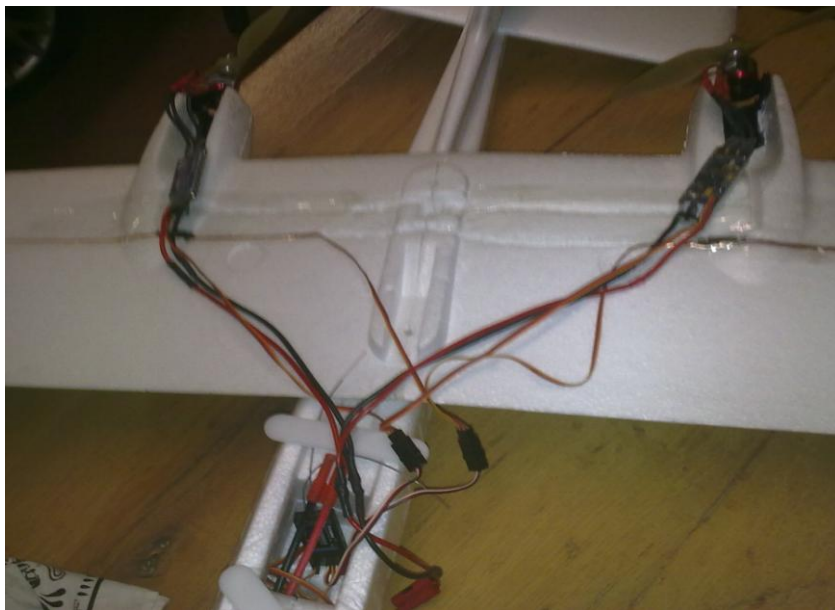
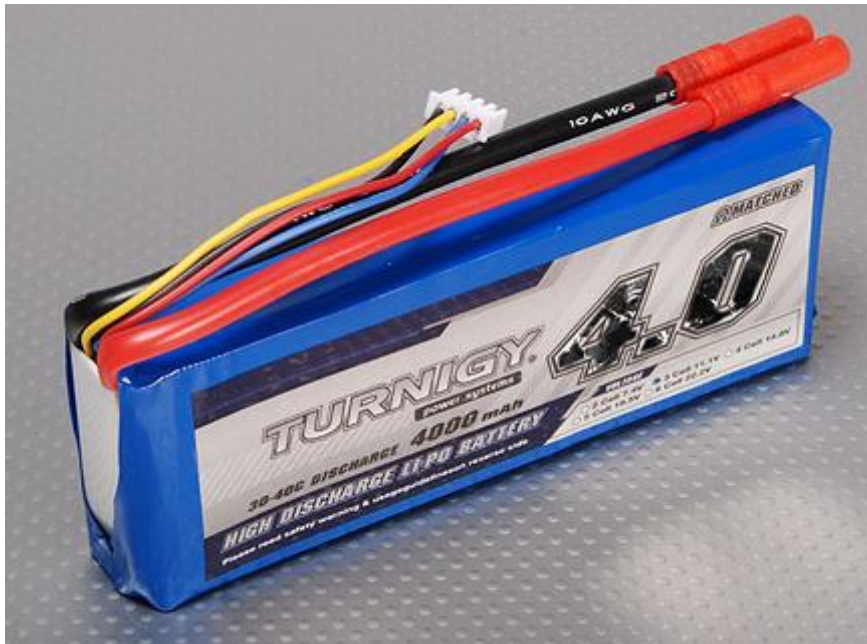


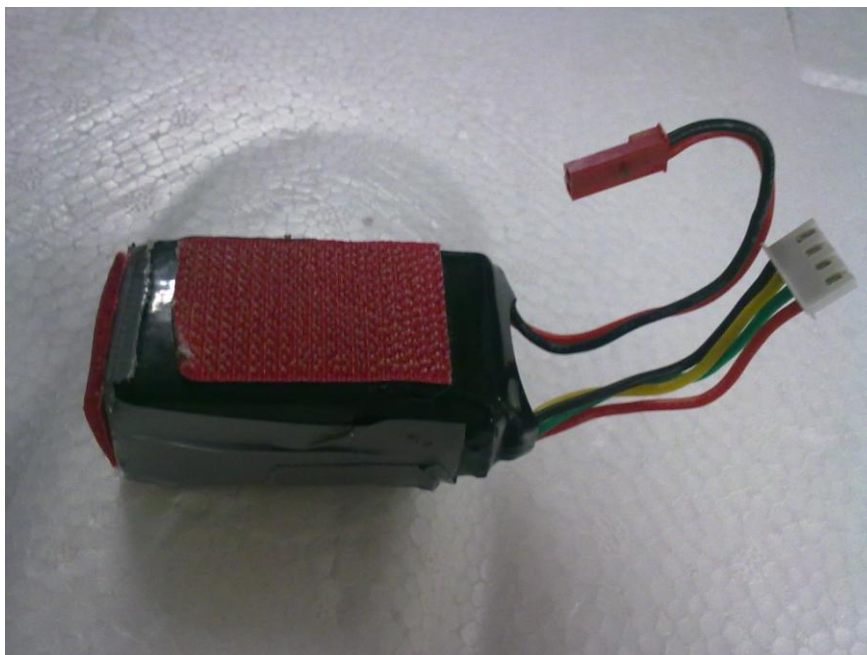
Fig (4)

3.2.2 Bateria Lipo*

La bateria que ens alimentarà els sistemes en l'aeromodel és una "Turnigy" de 4000mAh de 3S de 11,1V i de 20 a 30 C de descàrrega de tipus *LIPO** *Fig (5)*, exeptuant el circuit d'FPV, compost per la càmera, el receptor i l'OSD, que s'alimentaran d'una bateria "Flightmax" de 900mAh, 3S de 11,1V i 20C de descàrrega, tipus *LIPO**. *Fig (6)*



Fig(5)



Fig(6)

3.2.3 Reguladors brushless*:

Els reguladors d'amperatge que es necessiten s'han d'adequar a la bateria utilitzada i als motors que es muntaran a l'AWACS. En aquest cas es fa servir una "Lipo" 3S i 2 motors de 28A de consum màxim, consegüentment s'ha adquirit 2 reguladors brushless de 40A, autoprogramats, del fabricant xinès "Hobbyking" Fig (7)

Els reguladors aniran connectats als motors, a la bateria, i al receptor de TX.



Fig(7)

3.2.4 Llums de navegació:

Els llums de navegació seran uns petits leds d'alta lluminositat de diferents colors i programats mitjançant una petita placa mare. Consta en total de 8 unitats, 1 led verd, 3 leds vermells i 4 leds blancs. Un cop instal·lats, donaran a l'aeromodel una millor presentació i també serviran per localitzar-lo visualment en els dies de poca llum.

Fig (8)



Fig(8)

3.3 Sistema Mecànic

3.3.1 Motors

Els motors que es muntaran són 2 unitats del fabricant “Jamara”, de tipus brushless, autoventilats i elèctrics de corrent trifàsic *Fig(9)*. L'únic petit handicap que tenen és la seva impossibilitat de volar amb pluja o humitats relatives superiors al 95%, degut a la seva característica d'autoventilació. Per fer volar l'aeromodel, es combinaran unes *pales* 8x4* plegables fabricades per “Emp”, amb un *con bipala** *Fig (10)*



Fig(9)



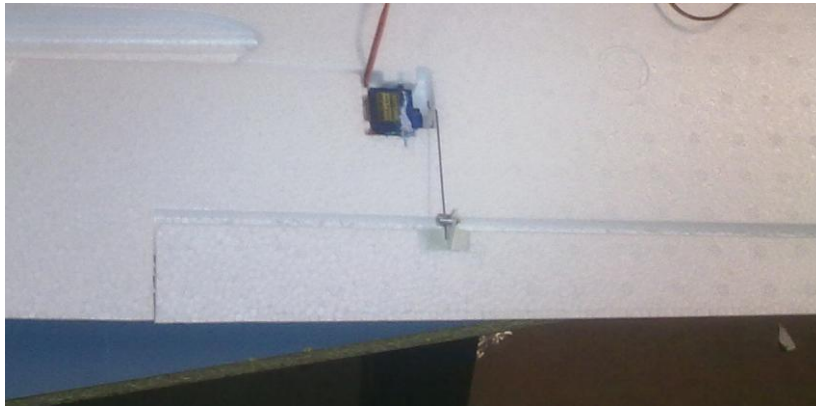
Fig (10)

Tot i aquesta petita limitació, són uns motors potents i econòmics, de bona qualitat que ens ofereixen velocitat i força quan es dóna gas, i poc consum a baixes velocitats, per a poder planejar satisfactòriament.

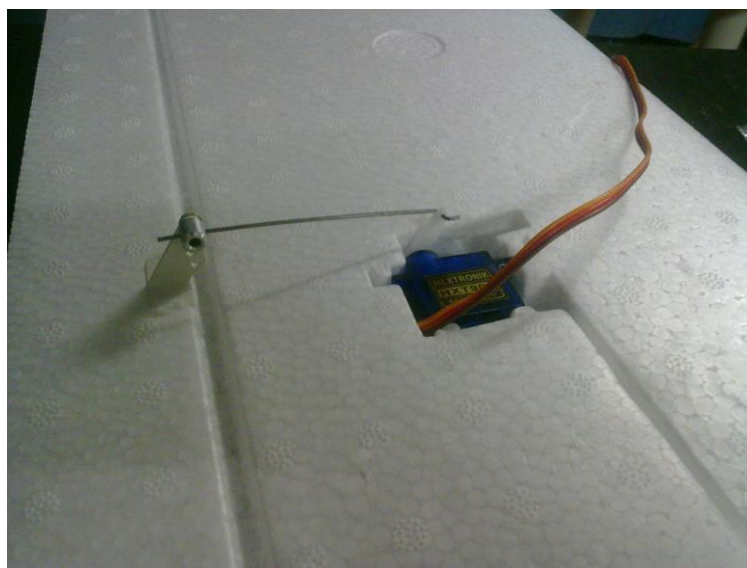
3.3.2 Sistema d'alerons*

Els alerons són els que fan possible el balanceig de les ales en l'avió. Són, en essència, una secció rectangular *Fig(11)* a la part posterior de l'ala que és mòbil. D'aquesta manera es pot modificar mitjançant *servos*Fig(12)*, la *sustentació** d'un dels cantons de l'ala.

Fig(11)



El sistema és simple però eficaç: si es vol que l'aeromodel es balancegi cap a la dreta, cal augmentar la sustentació de l'ala, tot estirant l'aleró cap avall, augmentant així la *corba alar**. Simultàniament, cal actuar sobre l'ala complementària, estirant l'aleró cap amunt, disminuint la corba alar i fent que l'ala perdi sustentació.



Fig(12)

3.4 Sistema Electrònic

3.4.1 Càmera :

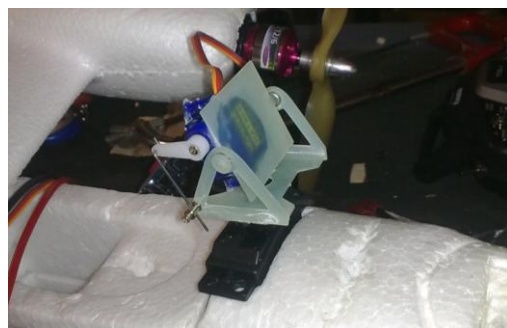
La càmera que serà instal·lada a l'AWACS, ha de ser petita i lleugera, i ha de funcionar amb el sistema PAL* reglamentari d'Espanya, per això, ha estat encomanat un pack complet de FPV* a una empresa xinesa, el qual inclou:

- Emissor i Receptor de vídeo
- Dues antenes omnidireccionals
- Mini càmera de 20 grams PAL *Fig(13)*
- Cables connectors

La mini càmera serà instal·lada al sistema *Pan and tilt**, explicat més endavant (3.4.3)



Fig (13)



Fig(16)

3.4.2 Servos:

Els *servos* muntats en l'aeromodel, són els següents.

- 3 mini-servos de 13 grams d'engranatges metàl·lics *Fig (14)*
- 1 mini-servo de 9 grams d'engranatges de niló (nylon)
- 1 servo de 13kg de *torque** 360°



Fig (14)

Els tres mini-servos metàl·lics serviran per a manejar els flaps (alerons) de les ales i el timó de profunditat.

El mini-servo de 9 gr de niló, juntament amb el de 13 kg de *torque**, s'utilitzaran per al moviment "Pan and Tilt", explicat tot seguit.

3.4.3 Sistema Pan and Tilt.

Aquest sistema permet als pilots d'UAVs controlar el moviment de la càmera en 2 eixos, X i Y, usats per a mirar a l'entorn. Per tal que la càmera instal·lada en l'AWACS tingui la capacitat de girar 360° en l'eix X, s'hi ha instal·lat un servo de 3 kg de torque que pot rotar indefinidament en el seu eix juntament amb la càmera, *Fig (15)*. A més a més, per a l'eix Y, s'hi ha d'encolar un servo de 9 gr.

També és necessari un suport per a poder muntar la càmera conjuntament amb els servos. Aquesta estructura l'hem construïda a partir d'una petita plaqueta de fibra de vidre, retallada i encolada. *Fig(16)*

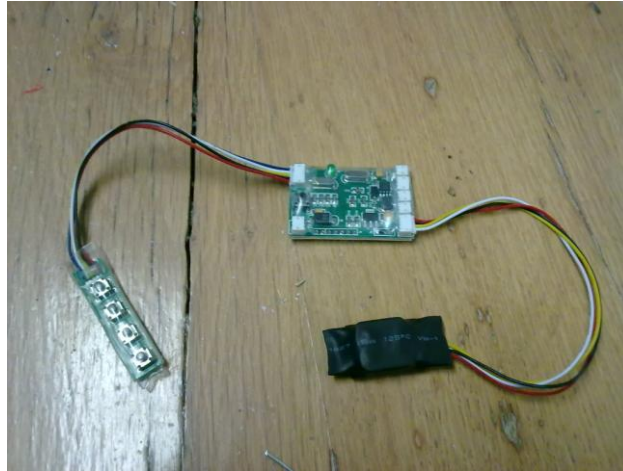


Fig (15)

3.4.4 OSD

L'OSD (de l'anglès *on screen display*) és una petita placa mare amb un seguit de resistències i transistors que, junt amb un mòdul GPS, ens mostrarà a la pantalla certes dades com ara l'estat de les bateries, la intensitat de l'emissora, etc. que són de vital importància per a realitzar vols amb seguretat. Aquest dispositiu s'alimenta de la bateria del circuit d'FPV.

Fig (17) ⇨



Com es pot apreciar a la *Fig (17)*, l'OSD està connectat directament amb el mòdul GPS, el qual va enfundat en plàstic negre. El pes de l'OSD és de 12 grams, i el pes del GPS, 14 grams. En total, tot el conjunt, incloent-hi els cables, no supera els 30 grams, que és un pes molt reduït per la utilitat que té. En la *figura 18*, podem observar quina aparença tindrà l'OSD en vol. Ens indicarà en tot moment la posició GPS, la direcció en una rosa dels vents, l'altura i la velocitat de l'aeromodel, la distància a pista, el temps de vol i els voltatges de les bateries d'abord.



Fig (18)

Sistema de radiofreqüència 'Tx'

3.4.5 Comandament ràdio control

En aquest cas hem adquirit una emissora Futaba, de 6 canals programables *Fig (19)*, és a dir, té 6 canals d'emissió útils. Aquesta emissora funciona a 2,4 Ghz*, fet que dóna molt de joc si mai es volgués canviar les antenes omnidireccionals per unes de llarg abast.



Fig (19)

Aquest és el receptor de l'emissora *Fig (20)*, que consta de 2 antenes reduïdes a 2'4 Ghz i d'una part on es connecten els servos i reguladors. Tot està numerat i prèviament programat de fàbrica.



Fig (20)

Com es pot observar a la *Fig (19)*, l'antena de la emissora és molt reduïda però el seu abast és suficient per fer volar l'AWACS fins a 3 quilòmetres de distància.

A cada channel electrònic de l'emissora li correspon un comandament físic, i en aquesta ocasió se n'ha modificat la programació per tal d'assolir els objectius del treball. Així doncs, la programació ha quedat de la següent manera:

3.5.1.1 Programació de l'emissora

Número del canal	Comandament físic	Funció
Canal 1	Palanca dreta, moviment eix X (laterals)	Alerons
Canal 2	Palanca dreta, moviment eix Y (amunt, avall)	Timó de profunditat
Canal 3	Palanca esquerra, moviment eix Y (amunt avall)	Gas (els 2 motors simultàniament.)
Canal 4	Palanca esquerra, moviment eix X (laterals)	Moviment de la càmera (lateral)
Canal 5	Palanca <i>tot o res</i> *. (situada a dalt i a l'esquerra del comandament)	Flaperons
Canal 6	Rodeta central	Moviment de la càmera (amunt-avall)

3.4.6 Emissor i receptor Tx*

Tant l'emissor com el receptor de vídeo *Fig (21)* emeten en la *frequència** de *900 Mhz**, la qual ha estat seleccionada perquè hi ha molt poques emissions que podrien interferir en el nostre canal.

En aquest cas, utilitzarem, tant en l'emissor com en el receptor, antenes *omnidireccionals** de *5 decibels** *Fig (22)* cada una, les quals ens permetran volar a una distància d'uns 4 km a la rodona, degut a la seva polarització en totes direccions. En el cas que volgèssim volar a més distància, seria necessari substituir-les per antenes *patch direccionals**, tot i que no són recomanables utilitzar-les sense un *traker**.



Fig (21)



Fig(22)

3.4.7 Sistema de visualització

Es podrien utilitzar unes ulleres especialitzades per a visualitzar les imatges de la càmera de l'aeromodel, però, deixant de banda el seu elevat cost, també tindriem dificultats a l'hora de gravar decentment les imatges. Per això usarem un portàtil amb un dispositiu anomenat **EASY CAP** Fig (23), que permet passar la senyal de vídeo i audio a un USB.

Mitjançant el software que porta incorporat, podem gravar, tractar i emmagatzemar amb qualitat excel·lent els videos obtinguts.



Fig (23)

3.6 Materials secundaris:

Els materials llistats a continuació són secundaris però totalment imprescindibles per a un bon acabat de l'aeromodel.

- *Cianocrilat* Fig (24)* amb activador, especial per a elapor.

Fig (24)



- Soldador de llapis i estany.
- Cinta americana.
- *Comprovador de lipos* Fig (25)*



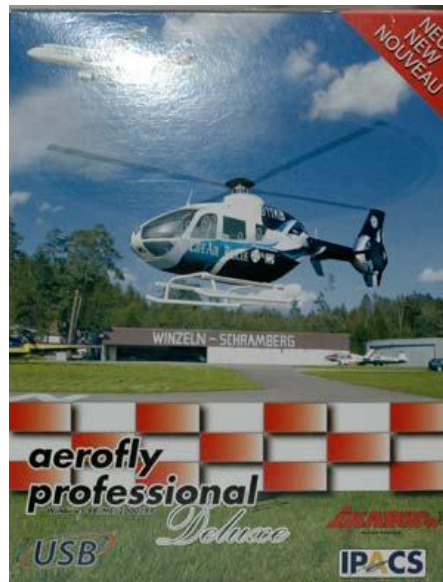
Fig (25)

4. Temps de simulador

Abans de poder fer volar l'UAV, s'han de tenir uns coneixements i pràctica mínims per a poder desenvolupar l'activitat sense perill per a l'integritat física de l'aparell o de persones o béns aliens, per això és recomanable utilitzar un simulador de radiocontrol per a agafar pràctica amb els comportaments que té l'avió en vol.

Són vàlids molts softwares, en el nostre cas s'ha emprat el següent:

AEROFLY DELUXE de la companyia Ipacs



5. Dietari de vol

Després d'acabar el muntatge de l'AWACS i de fer les pràctiques que escaients amb un simulador, és hora de provar l'UAV. La normativa vigent és molt antiga i no contempla aquests aparells com a tals. Tot i això, és molt recomanable, si no obligatori, enlairar i aterrar l'aparell des d'una pista legal d'algun club d'aeromodelisme. En aquest cas ens hem fet socis del CLUB MODELISME TÀRREGA.

Després de fer amb èxit les primeres proves sense càmera instal·lada, a l'AWACS, és el moment de passar a vol en primera persona. És a dir, es col·loca el sistema d'FPV i es torna a fer aixecar el vol a l'aparell.

El desplegament de l'AWACS torna a tenir èxit i es pot repetir el vol varies vegades. Per a poder avaluar els progressos, s'ha elaborat un petit dietari de vol on s'han anotat tots els esdeveniments i possibles dades útils, ordenades en l'Annex C. També s'inclou un CD (Annex D) on s'ha enregistrat un vol de l'AWACS amb la seva pròpia càmera, però amb un OSD diferent, el model FY-21 d'un company, a tall de prova.

Posteriorment, s'hi va instal·lar el OSD que estava projectat.

6. Pressupost

Per construir l'UAV són necessaris uns certs diners. L'aeromodel d'aquest treball de recerca ha tingut un cost total de **1.200 €**. Per tal d'orientar les persones que puguin estar interessades en construir-se el seu propi aparell s'ha inclòs un pressupost detallat, amb tots els components i materials indispensables desglossats. Es pot consultar a l'Annex B.

7. Conclusions

Un cop finalitzat el treball, podem treure conclusions i resultats, que serviran per a tothom que vulgui embarcar-se en un projecte similar.

A nivell personal, ha sigut molt enriquidor poder desenvolupar un treball amb una complexitat elevada. Durant el procés de muntatge, he anat cometent errors que si repetís el treball, segurament no cometria, per exemple: L'aeromodel no seria ni elèctric ni d'elapor, el fabricaria a base de fibra de vidre, ja que així l'aparell podria tenir unes dimensions molt més elevades i l'aerodinàmica general tindria rendiment més elevat; Estaria propulsat per motor/s de combustió, perquè tenen una relació de pes/potència més elevada, fent el vol més prolongat. De totes maneres, si no hagués construït l'AWACS, no hauria pogut ser-ne conscient. Per tant cal agafar aquest treball com un primer pas cap a projectes posteriors de més envergadura en el món dels UAVs.

Per tant, crec que el resultat final del projecte és molt satisfactori, tant en la funcionalitat de l'aparell, com en la sensació personal que em deixa una feina de 4 mesos. Finalment, el modelisme m'ha aportat una mica de tot, nous amics, decepcions i alegries, nous coneixements, experiències i ganes de continuar practicant-lo.



8. Referències

a) Pàgines web:

- 1.2 Foro Aeromodelismo virtual: <http://www.aeromodelismovirtual.com/>
- 1.3 Foro Miliamperios: <http://www.miliamperios.com/foro/>
- 1.4 Tenda StockRC: <http://www.stockrc.com/>
- 1.5 Tenda Hobbyking: www.hobbyking.com

b) Institucions:

- 2.2 Institució Club Modelisme Tàrraga.

9. Agraïments

En primer lloc, voldria expressar el meu agraïment al meu tutor del Treball de Recerca, per haver-me encoratjat i guiat durant aquests mesos. També als membres de l'Aeroclub de Tàrraga, per la confiança dipositada en mi, i per haver compartit la seva experiència.

ANNEXOS

Annex A: Glossari

- **Automatització dinàmica:** S'utilitza en aeromodels o avions, per a marcar la ruta de vol i que l'aparell segueixi el recorregut automàticament i de manera sostinguda.

- **Motor Brushless:** Un motor elèctric sense escombretes o *motor brushless* és un motor elèctric que no emprava escombretes per a realitzar el canvi de polaritat en el rotor.

Els motors elèctrics solien funcionar mitjançant una barreta de carboni i un parell d'anells que hi giraven a sobre. Aquests sistemes, que produeixen fregament, disminueixen el rendiment, desprenen calor i soroll i requereixen molt manteniment.

- **Cianocrilat:** És un tipus de pegament que consta de 2 parts diferenciades, la cola líquida i l'activador en forma d'esprai. Aquesta cola s'empra moltíssim en aerodelisme per 3 senzilles raons: És barat, és ràpid encolant i és molt més fort que la majoria de coles.

- **Comprovador de lipos:** És un petit aparell que ens permet saber la càrrega útil de cada cel·lula independent de les bateries Lipo.

- **Con bipala:** La paraula "con" s'utilitza per a referir-se a la peça que s'adapten a l'eix de gir del motor, en el qual es monta les hèlix.

- **Corba alar:** La corba alar, és la forma que se l'hi dona a les ales per tal de crear una diferència de pressions entre la part superior i la part inferior d'aquesta, i crear sustentació.

- **Decibels:** és una unitat logarítmica de mesura que expressa potència

- **Elapor:** L'elapor és un material derivat del plàstic, molt semblant al forexpan però amb molta més resistència. És utilitzat en aerodelisme ja que ofereix

un reduït pes, una resistència acceptable i una facilitat increïble per a ser reparat o manipulat.

- **FPV** : De l'anglès 'first person view' s'utilitza molt en l'aeromodelisme per a parlar de la disciplina de 'vols en primera persona' per a escurçar-ne el nom.

- **Freqüència**: La freqüència és la mesura del nombre de vegades que ocorre un esdeveniment per unitat de temps, la seva unitat en el SI es el Hertz (Hz). En l'electrònica dels UAV hi ha unes certes freqüències delimitades per al govern, concretament en el nostre país, només es poden utilitzar les següents: **5.8Ghz, 2.4 Ghz, 1.2 Ghz, 900 Mhz, 800Mhz , 35Mhz**

- **Fusta de balsa**: És la fusta que té menys densitat en tot el món.

- **LIPO**: És un tipus de bateria utilitzada en maquetes, consta de 'parts' o cèl·lules independents i amb unes certes característiques pròpies, tals com el número de cèl·lules, els ampers-hora, els Coulombs de descàrrega útil, etc.

- **Antena omnidireccional**: Una antena omnidireccional és aquella antena que radia potència de forma uniforme en totes les direccions a l'espai

- **PAL**: És un sistema de transmissió de senyals analògics de televisió en color, utilitzada de manera estàndard a Europa.

- **Palanca tot o res**: És un stick situat als comandaments que només pot tenir 2 posicions, generalment es programen en 'ON – OFF' ó '0% - 100%'

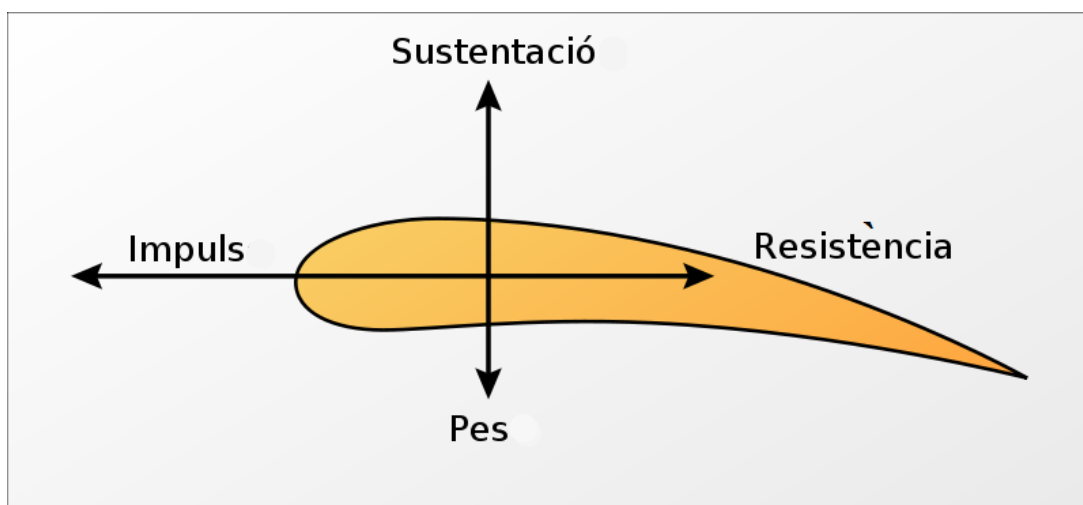
- **Pales**: Paraula que s'utilitza en el camp de l'aeromodelisme per a parlar de les helix que van acoblades al motor, encarregades de donar empenta a l'avió.

- **Pan and tilt**: Estructura utilitzada com a suport per a càmares, que té la possibilitat de moure's tant en l'eix X com en l'eix Y.

- **Antenes patch direccionals:** Aquestes antenes tenen una potència més elevada, però a cost de tenir l'àrea de radiació més reduïda.

- **Servos:** Un servomotor de modelisme (conegut generalment com servo) és un dispositiu actuator que té la capacitat de situar-se en qualsevol posició dins del seu rang d'operació, i de mantenir-se estable en aquesta posició. Està format per un motor de corrent continu, una caixa reductora i un circuit de control, i el seu marge de funcionament generalment és de menys d'una volta completa.

- **Sustentació:** En aeronàutica és la principal força que permet que una aeronau amb ales es mantingui en vol, degut a la forma de les ales, que crea una diferència de pressions entre la part superior i la inferior. Per la part superior, l'aire passa més ràpid, i això crea la sustentació. En la següent imatge hi ha representat un esquema de les forces que actuen en una ala:



- **Torque:** Paraula utilitzada per a parlar de la força útil que podem obtenir d'un servo o actuator.

- **Traker:** Aparell utilitzat en aeromodelisme necessari per a poder utilitzar antenes de llarg abast direccionals.

- **Tx:** Abreviatura utilitzada en modelisme per a designar el sistema de retransmissió de vídeo

- **Vídeo i audio en primera persona:** Com que la càmera en els aeromodels està situada en una posició avançada, donà la sensació de estar pilotant l'aparell, per aixó aquesta disciplina agafa el nom de "Vol en primera persona"

- **2,4 Ghz:** És un freqüència molt utilitzada en comunicacions mitjançant antenes, un exemple n'es la tecnologia wi-fi.

- **900Mhz:** És una radiofreqüència, que utilitzava abans la telefonía mòbil anològica, però al canviar-la a digital, aquesta va quedar lliure i s'utilitza majoritariament en walki-talkies o en modelisme.

Annex B: Pressupost

Component	Quantitat	Preu unitat	Subtotal	Total
Twin Star II	1	110,00 €	110,00 €	110,00 €
Emisora Futaba T6j	1	168,00 €	167,00 €	167,00 €
Mini servo metàlic	3	11,00 €	33,00 €	33,00 €
Motor Brushless Magnum	2	20,85 €	41,70 €	41,70 €
Mini servo nylon	1	6,05 €	6,05 €	6,05 €
Con bipala plegable	2	12,00 €	24,00 €	24,00 €
Pala plegable 8x4	2	2,25 €	4,50 €	4,50 €
Bateria lipo Turnigy 4,0Ah	1	29,50 €	29,50 €	29,50 €
Cable prolongador servo 30cm	3	2,50 €	7,50 €	7,50 €
Conector or 4 mm Mascle,femella i funda.	1	1,29 €	1,29 €	1,29 €
Servo 360º	1	5,95 €	5,95 €	5,95 €
fibra de vidre	1	8,75 €	8,75 €	8,75 €
Cianocrilat + Activador	1	12,75 €	12,75 €	12,75 €
Cinta americana	1	4,00 €	4,00 €	4,00 €
100gr d'estany	1	2,95 €	2,95 €	2,95 €
Easy OSD amb GPS	1	59,95 €	59,95 €	59,95 €
Medidor Lipos	1	5,95 €	5,95 €	5,95 €
Placa fibra de vidre per a pan and tilt	1	9,95 €	9,95 €	9,95 €
Pack FPV complet format per: emisor, receptor camera i antenes	1	75,00 €	75,00 €	75,00 €
Carregador intel·ligent	1	30,00 €	30,00 €	30,00 €
EASY CAP 2.0	1	15,00 €	15,00 €	15,00 €
Simulador	1	100,00 €	100,00 €	100,00 €
Ports	4 *		*	70,00 €
Quota Club de modelisme 1 any (opcional)	1	30,00 €	30,00 €	30,00 €
			TOTAL	1.060,74 €

En l'apartat 4 del treball s'ha esmentat la suma de 1200€, només recordar que es una xifra orientativa arrodonida a l'alsa.

Annex C: Dietari de vol

Dia	Bateria	Helix	mAh gastats	Minuts de vol	Observacions
1	4000 Turnigy	8x6	3900	40	Lloc: Tàrrega
1	4000 Flightmax	8x6	3950	45	Temps favorable
2	4000 Turnigy	8x6	3929	35	Lloc: Tàrrega Temps poc favorable
3	4000 Turnigy	8x6	3990	30	Lloc: Tàrrega Dia molt desfavorable
4	4000 Turnigy	8x4	1700	25	Lloc: Mollerussa Dia favorable
5	4000 Turnigy	8x4	0	0	Lloc: Tàrrega Reguldor dret desoldat de fàbrica Danys: Ala deformada, cua partida i múltiples rascades
6	4000 Turnigy	8x4	3225	42	Lloc: Tàrrega Dia favorable Observació: Els danys soferts degut a l'anterior accident, no es fan visibles

Annex D Multimedia

Totes les imatges, videos i archius inclosos en aquest treball, és poden trobar emmagatzemades en el DVD andjunt en aquest treball, anomenat **Annex D**