

# DRONES

MODA O COMENÇAMENT D'UNA REVOLUCIÓ



**PABLO COSGAYA I PERE EGEA**

**TUTOR: MARCOS GARCÍA – ESCOLA DAINA ISARD, S.C.C.L**

**CURS 2014-2015, SEGON DE BATXILLERAT**



### **Drones: moda o començament d'una revolució?**

**Authors:** Pablo Cosgaya Castro i Pere Egea Guevara (Daina - Isard, 2015)

Drones are becoming a new commercial tool. This little flying object has already been successful all over the world. In our research we have used one of the world's most common drone – the Parrot AR. Drone – emulating the Amazon transport project in order to determine whether this technology deice is going to change the markets or not.

**Items:** *UAV, UGV, Drone, Quadcopter.*

**Agraïm el suport de les nostres famílies,  
del professor Joan Riera, del nostre  
tutor Marcos García i de tothom  
que ha contribuït en aquest treball.**

# Sumari

1. Introducció .....	6
2. Què és un drone .....	8
2.1. Història i orígens dels drones .....	9
2.2. Actualitat dels drones .....	12
2.3. Tipus de drones .....	13
2.3.1. Militars .....	14
2.3.2. Civils.....	17
3. Parrot AR. Drone .....	26
3.1. Característiques.....	26
3.2. Peces bàsiques .....	27
3.3. Control de vol .....	29
3.4. Avantatges i inconvenients .....	32
4. Part pràctica: Projecte de transport d'objectes .....	35
4.1. Explicació del projecte.....	35
4.2. Resultats .....	40
4.3. Problemes trobats .....	41
5. Aspectes socials.....	41
5.1 Aspectes morals .....	41
5.2 Aspectes econòmics .....	43
6. Futur potencial .....	43
7. Conclusió .....	46
8. Fonts documentals .....	49
9. Annex.....	50
9.1. Taula d'il·lustracions.....	50

# 1. Introducció

L'actual creixement del sector de la robòtica i de l'automatització ha provocat grans avenços tecnològics en molts sentits i aspectes; com per exemple, l'ús del camp NFC –*near field communication*- als nous dispositius mòbils, però la majoria no tenen un gran impacte de cara al públic. En contra, una tecnologia que porta existint des del principi del segle XX s'alça i se'ns presenta cada cop més comuna, és la dels vehicles aeris no tripulats, més coneguts com a drones.

Per començar, cal explicar el nom i com hem d'anomenar aquest giny en català, segons el TERMCAT(Centre de Terminologia de Catalunya), el nom que hem de fer servir és drone (pronunciat com en anglès). Drone en anglès també es refereix al mascle de les abelles, segurament perquè el drone quan vola fa un soroll similar al d'aquests insectes. Aquests comencen a aparèixer cada cop més al mercat i van guanyant més renom amb el pas del temps. Així, n'ha aparegut un model que s'ha fet força famós, el Parrot AR Drone, el qual en el seu model 2.0 *Elite Edition* ens ha estat proporcionat pel nostre centre docent.

El Parrot AR Drone va ser inicialment dissenyat per a ser una joguina, però per les seves especificacions tècniques es va descobrir el seu potencial com a plataforma d'ensenyament, ja que l'aplicació oficial de control del drone és de codi obert, és a dir, qualsevol persona pot accedir al seu codi i canviar-lo per tal d'automatitzar-lo o simplement millorar-ne l'aplicació.

A més, a causa de la seva estructura basada en els quadrotors i la seva gran potència aerodinàmica fan que aquest aguanti una quantitat de pes extra, i permeti així que es pugui reformar i s'hi puguin afegir peces com ara sensors extres o càmeres laterals, per exemple. I, fins i tot, es pot arribar a reformar per complet el drone, gràcies a la seva senzillesa estructural.

Tenint en compte aquests fets, no és difícil pensar que una tecnologia com aquesta pugui expandir-se a àmbits més amplis com ara el transport i la missatgeria o la generació de mapes 3D, a través de les seves càmeres i sensors. A més, amb un ús adequat, pot arribar a ser útil en missions de rescat gràcies a les seves característiques. Però, com tota tecnologia, presenta certs

inconvenients que també s'han de valorar, el primer i més important de tots és la baixa duració de les bateries actuals, seguit per la seva incapacitat de detectar altres objectes aeris o altres drones.

Utilitzant com a base aquestes característiques, l'objectiu d'aquest treball de recerca serà comprovar la capacitat del drone proporcionat per l'escola, que és un dels que actualment es troba al mercat, a l'hora de dur a terme una operació, a simple vista senzilla, com és la de transportar objectes i, alhora, comprovar si algú sense grans coneixements informàtics podria ser capaç de controlar-lo amb mitjans alternatius.

Desenvolupant aquest doble objectiu, analitzarem les dades obtingudes i els problemes que se'ns presentin, per tal de comprovar si aquests tipus de drones amb les seves capacitats actuals, podran realitzar tasques que fins ara eren impensables per a les màquines, com ara la missatgeria o bé el manteniment de l'ordre públic a les ciutats, utilitzats, en aquest darrer cas, com a càmeres de seguretat aèries.

En aquest projecte, hi hem col·laborat quatre persones i per l'extensió de les possibilitats dels drones hem dividit la recerca en dos apartats, i els hem treballat en dos grups. Per una banda, presentem aquest treball centrat en el caràcter civil dels drones, i per l'altra, trobem un treball paral·lel al nostre centrat en els drones militars. D'aquesta manera, aquest treball se centrarà totalment en els aspectes socials, econòmics i mediambientals i, en canvi, l'altre treball mostrarà les possibilitats militars que poden arribar a desenvolupar els drones.

Al final del treball, hi ha un enllaç que dirigeix a un web on s'hi presenta un recull dels vídeos realitzats al llarg d'aquest treball, que serveixen per documentar la part pràctica. Així doncs, es poden observar gravacions realitzades tant utilitzant la càmera del drone com gravacions externes, les quals mostren el recorregut i els diversos mètodes de transport utilitzats amb diferents resultats.

## 2. Què és un drone

Per entendre completament aquest treball de recerca, és necessari passar per una explicació detallada de què és exactament un drone, ja que el concepte pot ser abstracte, si no s'explica adequadament. Per tal de fer-ho, trobareu explicacions concretes sobre la idea d'aquesta tecnologia i els seus orígens, al mateix temps que explicarem perquè hem triat el Parrot AR Drone per fer aquest treball.

Un drone és comunament conegut com un avió no tripulat, un avió sense pilot humà a bord. El seu vol es controla de forma autònoma per ordinadors interns o pel comandament a distància d'un pilot a terra o en un altre vehicle. El mètode de llançament i recuperació, típic d'un avió no tripulat es fa a través d'un sistema automàtic o d'un operador extern a terra. Històricament, els drones eren simples avions dirigits per control remot coneguts com a UAV (*unmanned aerial vehicles*), però s'estan emprant cada vegada més per control autònom.

Podem assumir que un drone no ha de tenir tripulació i que aquesta és la característica principal que tot drone ha de complir. També hem d'assumir que, per tal de parlar d'un drone, la nau o vehicle no sempre ha de viatjar per l'aire, ja que també existeixen vehicles terrestres no tripulats, els UGV (*unmanned ground vehicle*). A partir d'ara, per tant, també inclourem aquests últims en la definició de drone.

Així doncs, aquest treball de recerca ha estat desenvolupat tenint en compte aquesta definició, i tota la informació inclosa l'ha tinguda en consideració, sense importar-nos com altres fonts d'informació han definit els drones.

En resum, per parlar de drone en termes de tecnologia la nau ha de complir un requisit molt clar, no ha d'estar tripulada, en un altre cas no podem parlar d'un drone. A partir d'aquest punt, el drone pot estar guiat per control remot o bé pot viatjar autònomament tant per terra com per l'aire.



## 2.1. Història i orígens dels drones

El primer ús registrat d'un vehicle aeri no tripulat data del 22 d'agost de 1849, quan els austríacs van atacar Venècia amb un globus aerostàtic no tripulat carregat amb explosius, que va ser enviat des de la nau austríaca Vulcano. Els austríacs van estar desenvolupant la tecnologia durant mesos, fins i tot la premsa de Viena els va dedicar un article que diu: *“Venècia serà bombardejada per globus aerostàtics, ja que els canals eviten que l'artilleria s'apropi. Cinc globus, cada un de vint-i-tres peus de diàmetre, s'estan construint a Treviso. Amb vent favorable, els globus seran llançats i dirigits el més a prop de Venècia que sigui possible, i seran portats a posicions verticals per sobre de la ciutat, seran llançats via electromagnètica mitjançant un sol cable aïllat connectat a una bateria galvànica situada en un edifici. La bomba cau perpendicularment i explota a l'arribar al terra”.*

Encara que alguns globus van arribar als seus objectius, alguns altres es van veure atrapats en un canvi de vent i van explotar sobre l'exèrcit austríac. Tot i que aquest primer aproximament al concepte de drone va ser rudimentari, mereix la pena adonar-se de com en aquells dies la idea de bombarders sense pilots va ser utilitzada, i de com gairebé tota la tecnologia que utilitzem cada dia va néixer durant una guerra. De totes maneres, no va ser fins a la Primera Guerra Mundial que es va a tornar a experimentar amb el concepte, amb millors resultats aquesta vegada



Imatge 1 AQM-34

La tecnologia va ser millorada en els conflictes següents, fins al punt de trobar drones de reconeixement a la guerra de Vietnam, concretament el model AQM-34 que havia de ser portat per la nau C-130, ja que el drone no podia volar per si mateix.

El 1915, Nikola Tesla, físic i matemàtic del segle XIX, descriu una flota de vehicles de combat no tripulats, una sèrie d'avions avançats guiats per control remot seguit, que van ser utilitzats durant i després de la Primera Guerra Mundial, entre els quals hi havia el Hewitt-Sperry automàtic.

L'RPV (Vehicle Pilotat Remot) va ser desenvolupat per l'estrella de cinema i entusiasta dels avions Reginald Denny el 1935. Durant la cursa tecnològica iniciada en la Segona Guerra Mundial, es va continuar desenvolupant aquesta tecnologia i els vehicles que es van dissenyar van ser utilitzats tant per entrenar artillers antiaeris com per completar missions d'atac.

L'Alemanya nazi també va produir i va utilitzar diversos avions UAV durant el curs de la Segona Guerra Mundial. Els motors a reacció es van aplicar, després de la Segona Guerra Mundial, en naus com ara la Teledyne Ryan Firebee I de 1951. Empreses com Beechcraft també van participar en el desenvolupament d'aquesta tecnologia amb el seu model 1001 per a la Marina dels Estats Units (1955). No obstant això, van ser poc més que avions controlats a distància fins als que es van utilitzar a la guerra del Vietnam.



Imatge 2 Hewitt-Sperry

El naixement de vehicles aeris no tripulats als Estats Units es va iniciar el 1959, quan funcionaris, preocupats per la pèrdua dels pilots sobre territori hostil, van començar a planificar l'ús dels vols no tripulats. Aquest pla es va intensificar cap als anys 60 amb el programa secret d'UAV que rebia el nom clau de "Xarxa Wagon". El 2 i el 4 d'agost de 1964, durant la guerra del Vietnam, els Estats Units van utilitzar vehicles sense tripulants en un enfrontament al Golf de Tonkin contra els vietnamites.



**Imatge 3 Drone al Vietnam**

El 26 de febrer de 1973, els militars dels EUA van confirmar oficialment que havien estat utilitzant UAV al sud-est asiàtic (Vietnam). Més de 5.000 aviadors nord-americans havien mort i per aquesta raó van decidir utilitzar els drones.

Durant el 1973, en la Guerra de YomKipur, les bateries de míssils terra-aire subministrats pels soviètics a Egipte i Síria van causar greus danys als avions de combat israelians. Israel va desenvolupar el primer UAV de vigilància en temps real. Les imatges proporcionades per aquests vehicles aeris no tripulats van ajudar Israel a neutralitzar completament les defenses antiaèries sirianes en la Guerra del Líban de 1982. Els primers UAV es van utilitzar com a prova aerodinàmica en simulacions de vol de combat.

Amb la maduració i la miniaturització de les tecnologies aplicables, com passa durant els anys 1980 i 1990, l'interès en els UAV va créixer, sobretot, en les esferes militars dels Estats Units d'Amèrica. El 1990, el Departament de Defensa dels Estats Units d'Amèrica va assignar un contracte a la Corporació

de Maryland, juntament amb l'empresa israeliana Mazlat, per al desenvolupament d'aquesta tecnologia. La Marina dels EUA va comprar el UAV Pioneer AAI, que va ser desenvolupat conjuntament per American AAI Corporation i la Mazlat israelià, i aquest tipus d'UAV està encara en ús.

Hi ha dos programes UAV dins dels Estats Units: el dels militars i el de l'Agència Central d'Intel·ligència (CIA) que és clandestí.

El programa d'UAV de la CIA va ser creat com a resultat dels atacs terroristes de l'11 de setembre de 2001. Aquest programa està essent utilitzat principalment a l'Afganistan, al Pakistan, al Iemen i a Somàlia. El primer programa d'UAV de la CIA es diu Programa Àguila. Va ser dirigit per Duane Clarridge, el director del Centre de Contra terrorisme. Aquest programa va proporcionar a la CIA gran quantitat d'informació.

A partir de 2008, la Força Aèria dels Estats Units va utilitzar 5.331 vehicles aeris no tripulats, que és el doble del seu nombre d'avions tripulats.

Al febrer de 2013, es va informar que els UAV van ser utilitzats per, almenys, 50 països, per exemple, Iran, Israel i la Xina.



Imatge 4 Drone militar

## 2.2. Actualitat dels drones

Actualment, els drones es despleguen en operacions militars especials, però deixant de banda el seu primer caràcter militar, aquests també s'utilitzen en un

petit, però creixent, nombre d'aplicacions civils en missions que poden ser perilloses per a les aeronaus tripulades, com la vigilància i la lluita contra el foc, la seguretat no militar o la vigilància dels oleoductes. Aquests també poden ser utilitzats com una eina per a la recerca i rescat, els vehicles aeris no tripulats poden ajudar a trobar persones perdudes al desert, atrapades en edificis esfondrats, o a la deriva al mar

Multinacionals, emprenedors i universitats no volen esperar, volen arribar preparats a l'any 2015, per quan s'espera que sigui legal l'ús comercial de vehicles aeris no tripulats. L'ús civil dels drones s'albira com un bon negoci de futur, que crearà milers de llocs de treball i generarà milions de dòlars cada any. Els avions no tripulats obren oportunitats de negoci vinculades a la inspecció de línies d'alta tensió, vigilància de fronteres, alerta d'incendis, fumigació de camps i competicions aèries com a entreteniment, per posar alguns exemples.

El sector ja ha creat 70.000 llocs de treball. Les grans empreses treballen en crear prototips per estar preparats i les universitats volen formar diplomats en aquesta matèria.

Un centre universitari a Phoenix (EUA) dedicat exclusivament a la formació sobre vehicles no tripulats, se centra a formar futurs pilots de drones i experts en enginyeria de vehicles no tripulats. A través d'Internet, formen professionals on hi ha tres alumnes espanyols.

Els estudiants reben classes de matemàtiques, física i enginyeria, entre d'altres disciplines. L'ús civil dels avions sense pilot són múltiples i han d'estar ben preparats, com ja han demostrat les primeres empreses d'aquest sector

### **2.3. Tipus de drones**

Els drones es poden classificar segons les funcions que poden dur a terme. Més enllà de les aplicacions militars dels drones, nombrosos avions civils no tripulats s'han desenvolupat per a diversos usos que són els que detallem en el nostre treball. De l'ús civil dels drones, en destaquem els que es destinen a les tasques següents: investigació, teledetecció, vigilància, imatge i vídeo,



agricultura, mineria, geologia, arqueologia, recerca i rescat, inspecció i missatgeria.

Abans de descriure els drones dissenyats per a fer feines destinades a l'àmbit civil, fem un breu repàs a l'ús militar d'aquestes naus. Per tant, la primera classificació dels drones els divideix entre els militars i els civils.

### 2.3.1. Militars

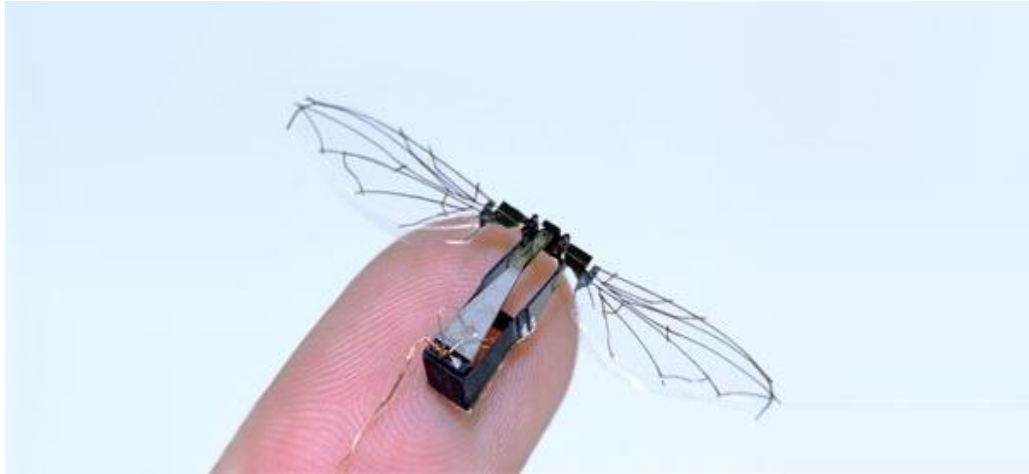
Els drones pertanyents a aquesta branca estan dissenyats especialment per tasques militars com per exemple: simulacions d'atacs, per combat i reconeixement de terrenys, entre altres usos. En podem distingir diferents tipus:

**Blanc:** Aquests drones serveixen per simular vols d'avions o atacs enemics en els sistemes de defensa de terra o aire. Des de 1997, l'exèrcit nord-americà ha utilitzat més de 80 F-4 Phantoms convertits en avions robòtics per al seu ús com a blancs aeris per a entrenament de combat dels pilots humans.



Imatge 5 80 F-4 Phantom

**Reconeixement:** Són drones utilitzats per enviar informació militar o per a operacions de recerca i rescat. Entre aquests destaquen els MUAV (Micro Vehicle Aeri No Tripulat) de tipus avió o helicòpter.



**Imatge 6 MUAV Libèl·lula**

Aquests últims, probablement, tenen un paper més important en la recerca i rescat, com ho va demostrar l'ús d'aquests vehicles aeris no tripulats durant els huracans de 2008 que van patir Louisiana i Texas. Els micro-UAV i els Aeryon Scouts s'han utilitzat per dur a terme activitats de recerca i rescat de persones desaparegudes no estrictament en àrees de guerra.



**Imatge 7 Aeryon Scouts**

També el model Predators, que opera entre 5,5km i 8,85km sobre el nivell del mar, realitza tasques de recerca, rescats i avaluació de danys. Aquests van arribar a ser millorats fins a introduir-los una càmera infraroja i un radar d'obertura sintètica (SAR). El SAR Predator és un sofisticat sensor per a qualsevol drone capaç de proporcionar imatges fotogràfiques a través dels núvols, la pluja o la boira en temps real i tant de dia com de nit.

Les imatges captades a través del SAR permet una capacitat de recerca i rescat excepcional. Els UAV amb aquestes característiques han estat provats com a socorristes aeris, per a la localització de nedadors en dificultats.

**Combat (UCAV):** Aquests drones són dissenyats per combatre enemics o per dur a terme missions perilloses per a les persones. Els UAV MQ-1 Predator, armats amb míssils Hellfire (armes d'alt calibre) són utilitzats cada vegada més pels EUA com a aeronaus per atacar objectius en terra. Els Predators es van utilitzar per primera vegada a finals de 2001 en bases del Pakistan i Uzbekistan. Des de llavors, han estat molts els casos denunciats per aquests tipus d'atacs, que actualment tenen lloc a l'Afganistan, Pakistan, Iemen i Somàlia. L'avantatge de l'ús d'un vehicle no tripulat en comptes d'una aeronau tripulada, és evitar tenir l'aeronau destrossada i els pilots capturats.



Imatge 8 Predator MQ-1

L'any 2001 es va utilitzar un Predator per eliminar presumptes terroristes al Iemen. Aquest va ser el primer ús d'un Predator armat com un avió d'atac. Els EUA han afirmat que els atacs Predator van eliminar, almenys, nou alts dirigents i dotzenes de soldats de menor rang i operaris de l'organització terrorista. L'octubre de 2009, la CIA va afirmar haver eliminat més de la meitat dels 20 presumptes terroristes d'Al-Qaida més buscats, en operacions



selectives utilitzant UAV. Aquest tipus de drone també s'ha utilitzat al Pakistan, on la CIA admet almenys uns 38 atacs per a eliminar militants de forces terroristes.

Des de l'any 2012, els Estats Units ha estat entrenant pilots de UAV. Al febrer de 2013, el senador Lindsay Graham va declarar que 4.756 persones havien estat eliminades pels UAV d'Estats Units.

El problema de l'ús de drones armats per atacar blancs humans és la mida de les bombes que s'utilitza. Per exemple, el Hellfire de 100 lliures (45 quilos) va ser dissenyat per eliminar els tancs i els búnquers d'atac i el poder de destrucció és molt notable. Avui, s'estan desenvolupant armes més petites com la Raytheon Griffin, com una alternativa menys destructiva per actuar damunt de blancs humans.

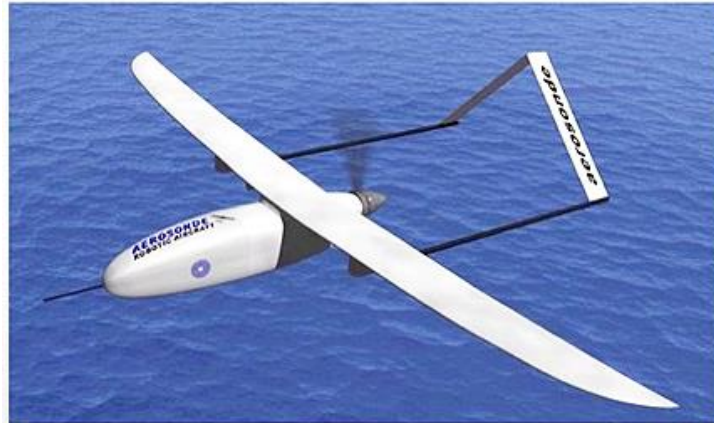
### **2.3.2. Civils**

Els drones civils són dissenyats per dur a terme tasques de caràcter social que fins ara duïen a terme els humans amb les restriccions que això pot suposar: no és el mateix el camp visual i de moviment que pot tenir un drone a l'alta muntanya que el que pugui tenir un guarda forestal o un equip humà de recerca, per posar un exemple. O bé, són dissenyats per fer tasques que per perilloses o per dificultat d'accés no poden fer els humans, com la inspecció de volcans en erupció. Avui, però, cal tenir en compte que les aplicacions per a drones topen amb les restriccions que els governs imposen en el trànsit aeri, però un cop existeixi una normativa clara sobre aquest fet, el desenvolupament i posterior ús d'aquestes naus augmentarà. El repte que suposa tenir una legislació sobre els drones és el que provoca més controvèrsia entre els governs i els que potencien el seu ús.

Tenint en compte la quantitat d'usos a què poden estar destinats els drones que avui hi ha al mercat, i d'acord amb el disseny amb què es fabriquen i la tecnologia que incorporen, els distribuïm de la manera següent.

**Investigació i desenvolupament.** L'ús del drone en el terreny científic permet dur a terme tasques d'investigació que fins avui era difícil fer-les. L'any 2006,

l'Administració Oceànica i Atmosfèrica Nacional (NOAA) dels EUA va començar a utilitzar el sistema d'avions no tripulats, Aerosonde, per localitzar animals marins. S'obria així la possibilitat de tenir dades exactes sobre migracions, hàbitats i costums d'aquests tipus d'animals, per incloure-les en les investigacions científiques.



Imatge 9 Aerosonde

La Corporació Aerosonde Pty Ltd de Victòria, Austràlia, dissenya i fabrica el sistema que permet a un drone volar en un huracà i comunicar dades gairebé en temps real directament a la National Hurricane Center a Florida. Més enllà de les dades de pressió baromètrica i temperatura estàndard, normalment extretes dels caçadors d'huracans, el sistema Aerosonde proporciona mesures molt més a prop de la superfície de l'huracà i de forma més fiable, la qual cosa facilita el coneixement d'aquests fenòmens atmosfèrics. La NASA, anteriorment, ja havia començar a utilitzar el Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk per a mesuraments d'huracans des de grans altures .



Imatge 10 RQ-4 Global Hawk

L'UAVSI, el fabricant de drones del Regne Unit, també produeix una gran varietat de models d'UAV. Són més lleugers (20 kg) i estan dissenyats, específicament, per a la investigació científica en climes severos, com ara el de l'Antàrtida.

**Teledetecció:** Aquests drones tenen una gran quantitat de sensors per percebre objectes. Aquestes funcions de percepció remota inclouen sensors d'espectres electromagnètics, sensors de raigs gamma, sensors biològics i sensors químics. Els sensors electromagnètics d'un UAV solen incloure diferents camps visuals com l'infraroig i sistemes de radar. Altres detectors d'ones electromagnètiques, com ara sensors de microones i de rajos ultraviolats també es poden fer servir, però són poc comuns.



**Imatge 11**Sensors principals d'un drone

Els sensors biològics són sensors capaços de detectar la presència en l'aire de diversos microorganismes i altres factors biològics. I els sensors químics són els que utilitzen l'espectroscòpia làser per analitzar les concentracions de cada element en l'aire. Aquests drones poden ser utilitzats en cas de fugues de gas o de productes tòxics, per al control d'incendis, per a l'estudi del canvi climàtic, per a estudiar la vegetació i els materials de la terra, entre d'altres usos.



Imatge 12 Mapa fet amb drone

**Vigilància aèria comercial:** La vigilància aèria de grans superfícies es fa possible amb sistemes UAV de baix cost. Les aplicacions de vigilància als drones permeten el monitoratge del bestiar, la cartografia dels incendis forestals, vetllar per la seguretat de canonades i per la seguretat a la llar, faciliten la patrulla de carreteres, i són un suport essencial per lluitar contra la pirateria. La tendència de l'ús de la tecnologia de UAV en la vigilància aèria comercial s'està expandint ràpidament, amb l'augment del desenvolupament d'enfocaments automatitzats de detecció d'objectes, que enfoquen els objectes desitjats per petits que siguin (des d'armes a cigarretes llençades al bosc). En cas de desastres naturals o en situacions de risc d'epidèmies, els UAV transporten medicaments, vacunes i poden recuperar mostres mèdiques, tant dins com fora de regions remotes o inaccessibles.



Imatge 13 Drone vigilant

Així, els drones poden ajudar en l'alleujament de desastres, mitjançant la recopilació d'informació de tota la zona afectada. Aquests també poden ajudar, a partir de la imatge de la situació, a donar recomanacions sobre com les persones han de dirigir els seus recursos per mitigar els danys i salvar vides. Una altra aplicació important dels UAV és la prevenció i la detecció primerenca d'incendis forestals. La possibilitat de vol constant, tant de dia com de nit, fa que els mètodes utilitzats fins ara (helicòpters, torres de vigilància, etc.) es tornin antiquats. Les càmeres i sensors proporcionen als serveis d'emergència, en temps real, la informació sobre la localització dels focus de foc i d'altres factors (velocitat del vent, temperatura, humitat, etc.) que són útils per als equips de bombers que han de dur a terme l'extinció de l'incendi.

**Cinema comercial i d'imatge en moviment:** En aquest cas els drones incorporen càmeres de vídeo i fotografia. En aquest grup pertanyen els drones que s'utilitzen de manera particular. Tant a Europa com als Estats Units, la videografia amb UAV és una àrea legal gris. L'Administració Federal d'Aviació (FAA) dels EUA i els seus equivalents europeus no han emès regulacions formals i directrius sobre l'ús del drone per part d'un particular o aficionat. El creixement de localitzacions on particulars porten el seu drone per fer vídeos o fotografies ha causat maldecaps als legisladors. La tecnologia UAV ha avançat molt ràpidament, i els polítics encara no han regulat com incorporar aquestes màquines a l'espai aeri o terrestre.



Imatge 14 Drone per filmar

Aquest 2015, la FAA està debatent directrius per als operadors d'avions no tripulats en el sector privat, i, els reguladors europeus es reuniran per clarificar les normes per a vehicles aeris no tripulats a l'espai aeri de la UE. A nivell nacional, els grups a favor dels drones estan demanant donar àmplia llibertat d'acció per a l'ús d'aquests avions per a la fotografia comercial, la videografia i la vigilància. Alhora, els grups en contra, incloent-hi aquells que poden perdre el seu negoci, com els pilots comercials, estan demanant la restricció del seu ús. Sobre aquest aspecte, Colin Guinn, d'Innovacions DJI, un fabricant UAV minorista de Texas, proposa que les regulacions de la FAA permetin, en general, l'ús del drone aficionat quan es vola per sota de 400 peus, i dins de la línia visual de l'operador d'UAV.

L'ús de vehicles aeris no tripulats per al cinema és generalment més fàcil de dur a terme, si es fa en llocs privats o en zones rurals. En canvi, en localitats com Los Angeles i Nova York, les autoritats han posat molts impediments a la gravació amb drones, preocupats per la seguretat aèria i el terrorisme. L'ús de drones de baix cost, per fer fotografies o gravacions, que d'altra manera requeririen un helicòpter o un avió tripulat, reduiria el cost de molts films. És per aquest motiu que, l'Associació Cinematogràfica dels Estats Units, demana l'aprovació de la normativa d'ús de drones per a vídeo i cinema. A aquesta petició, també s'hi han afegit els reporters i els periodistes que veuen com les imatges que aconseguirien amb els UAV serien essencials per emmarcar les seves notícies. Una altra àrea en què els drones poden proporcionar imatges d'impacte és l'esportiva. Als Jocs Olímpics d'Hivern del 2014, es van fer servir drones per a realitzar imatges de diferents competicions d'esquí i d'snowboard. Aquestes màquines poden apropar les càmeres als atletes i fer imatges que no s'aconseguirien amb les actuals càmeres de cable suspès. És evident que en el camp dels esports, el drone té un futur assegurat.

**Seguretat pública:** Els UAV s'utilitzen cada vegada més com a complement de la feina de la policia. Al Canadà i als Estats Units, una dotzena de cossos de policia han demanat permisos per utilitzar-los. En aquest cas, els drones fan tasques de vigilància i de control, ja que incorporen càmeres. Aquest fet no ha estat exempt de polèmica, perquè és difícil decidir on comença la llibertat



individual, que no pot ser violada per cap drone, i la necessitat de controlar l'espai comú.



Imatge 15 Drone policial

**Mineria, geologia i arqueologia:** Per a aquestes àrees, els avions no tripulats poden ser un suport essencial per a desenvolupar certes feines amb més rapidesa, fiabilitat i menys riscos. Al Perú, per exemple, actualment, s'utilitzen avions no tripulats per accelerar el treball en l'exploració de mines. En aquest cas, i mitjançant uns drones de petites dimensions, es van aconseguir mapes que van ajudar als investigadors a realitzar models tridimensionals de les explotacions mineres, molt més fiables que els plànols habituals.



Imatge 16 Drones a l'arqueologia

Els drones han reemplaçat les avionetes o els globus d'heli per a fer prospeccions arqueològiques. L'ús de drones de petites dimensions i de baix cost pot representar un avanç en l'estudi de l'arqueologia. En aquest sentit, ja

es fan vols en diferents zones amb abundant riquesa arqueològica, per exemple, l'any 2013 es va sobrevolar el poble andí Machu Llacta a 4.000 metres sobre el nivell del mar. Cal destacar, però, que els drones tenen problemes per volar a molta altitud i cal accelerar el desenvolupament de la tecnologia adequada perquè això deixi de ser un problema.



Imatge 17 Vista aèria d'un drone

**Agricultura:** Una de les aplicacions amb més potencial és la que es pot adaptar a l'agricultura, concretament al que s'anomena agricultura de precisió i a la monitorització dels camps. L'agricultura de precisió consisteix en l'ús de noves tecnologies per dur a terme un estudi detallat de la parcel·la que es cultiva, de manera que es pugui aplicar el tractament adequat que aquesta requereix.



Imatge 18 Drone de sistema de reg



L'agricultura de precisió es va començar a introduir cap als anys vuitanta, però ha estat al segle XXI que, amb el desenvolupament tecnològic i l'accés barat a la tecnologia, s'ha pogut introduir de manera definitiva.

Els beneficis de l'agricultura de precisió són triples: permet reduir costos, millora la rendibilitat dels cultius i disminueix l'impacte ambiental, ja que l'aplicació d'agroquímics és dirigida i ajustada als requeriments reals de cultiu. El Japó i el Brasil són dos països que fan servir drones en l'agricultura des de fa temps. En el cas del Japó, Yamaha, l'any 1991, va treure al mercat un helicòpter no tripulat dissenyat per regar amb herbicides i fertilitzants. Actualment, se'ls coneix sota la denominació comercial Rmax, i són llogats per a tasques de fumigació. Brasil utilitza de manera general els drones en els camps de soja, i és dels pocs països que compta amb normativa que en regula l'ús.

Els drones, com hem pogut comprovar, són eines que han aparegut en diferents àmbits de la nostra vida i que, gràcies a les prestacions que en podem treure, han arribat per quedar-se entre nosaltres. Amb el pas dels anys, diferents companyies han dissenyat drones de fàcil maneig i assequibles econòmicament i això ha permès que aquesta tecnologia s'hagi popularitzat. Tot i això, una marca en concret s'ha fet més famosa que les altres: la marca Parrot, gràcies a la producció del seu model Parrot AR Drone, que és accessible per a joves, i, alhora, permet modificar-lo per adaptar-lo a diferents àmbits. Això es deu a la seva estructura simple i al seu codi de programació obert, que permeten que pugui ser alterat sense gaires limitacions.



Imatge 19 Maquinària de programació

### 3. Parrot AR. Drone

El model de drone proporcionat per l'escola és, precisament, el Parrot AR. Drone 2.0, una versió millorada del conegut AR. Drone 1.0. Aquesta versió conté canvis pel que fa a l'estabilitat i incorpora nous continguts, com ara la compatibilitat amb el GPS, i millora la càmera que ara té qualitat HD.



Imatge 20 Parrot AR. Drone 2.0 Elite Edition

#### 3.1. Característiques

Les característiques del Parrot AR Drone 2.0 són les següents: la compatibilitat amb un mòdul GPS, que inclou una memòria USB de 4GB, que permet fer que el drone retorni al lloc on s'ha encès, simplement amb un botó anomenat Home. Té una càmera incorporada al cos, amb la qual es realitzen els vídeos i les fotografies en alta definició que poden ser enviades al dispositiu de control, que pot ser un mòbil o una *tablet*, o bé es poden dipositar a la memòria i reproduir-se en a un ordinador qualsevol.

Per tal de controlar el drone, aquest disposa d'una connexió Wi-Fi pròpia que permet concertar-se amb el dispositiu de control, utilitzant en el mateix control el programa propi del Parrot AR. Drone 2.0, anomenat AR.FreeFlight. Dins d'aquest existeixen diferents mètodes de control, generalment tàctils.

Físicament, podem observar que el drone presenta un pes no gaire elevat, de 380 grams sense carcassa i de 420 amb ella inclosa, tot aquest pes repartit en una estructura de dimensions aproximades de 77,7 x 38,3 x 12,5 mm. D'aquesta manera, utilitzant un voltatge de 5 V, aproximadament, i alimentat per una bateria d'entre 1200 – 1500 mAh atorguen a l'usuari entre 12 i 20 minuts de duració de vol.

### 3.2. Peces bàsiques

Encara que el Parrot AR. Drone 2.0 estigui caracteritzat per la seva senzillesa estructural, interiorment consta de certa complexitat i requereix diverses parts per al seu funcionament correcte. En aquest apartat les exposarem i explicarem les seves funcions.

**Bateria:** És la part més important. Permet un vol màxim 15 minuts. Té capacitat de 1500 mAh i 11.1 Volts. Necessita, exclusivament, el carregador de l'AR. Drone 2.0 amb una de les diferents bateries comercialitzades per l'empresa Parrot.



Imatge 21 Bateria d'alimentació



Imatge 22 Motor

**Motors:** Hi ha un total de quatre motors, un a cada hèlice, alimentats per la bateria. Poden girar en sentit horari i antihorari, per crear els diferents moviments del drone. En cas d'avaria, són perfectament substituïbles.

**Memòria:** Permet guardar les imatges i els vídeos fets amb el drone. Té 4GB de memòria i dóna l'opció d'utilitzar el GPS, funcionant exclusivament pel AR. Drone 2.0. El GPS no ve inclòs amb el drone, sinó que es compra a part.



Imatge 23 Memòria USB del drone



Imatge 24 Càmera frontal del drone

**Càmeres:** Càmera que permet gravar amb HD 720p. Ve inclosa a l'estructura central. També presenta una càmera de menor resolució a la part inferior de la seva estructura, per detectar l'alçada.

**Cos:** Està dividit en dues parts: el "tronc" on anirà la bateria, la càmera i la memòria, i la creu, que subjecta les hèlices.



Imatge 25 Estructura del drone



Imatge 26 Carcassa del Drone

**Carcassa:** És una estructura que envolta totes les hèlices i el motor per protegir-los dels cops i per protegir els sensors i les càmeres. A causa de la poca potència dels motors, el material de què està feta és fràgil.

**Hèlices:** Importants, ja que el drone no podria volar sense elles. El model AR. Drone 2.0 necessita quatre hèlices, que poden ser de diferents colors. Inclouen les fixacions per poder-les ajuntar als motors del drone.



Imatge 27 Hèlices del drone

En cas d'avaría, totes les peces es troben disponibles al mercat de manera individual, exceptuant la càmera. Si aquesta es trenca o s'espantia, cal comprar un drone nou, ja que actualment no es troba a la venda i seria de difícil reparació. Pel que fa a les bateries, actualment, se'n poden trobar de dos tipus, segons la durada de vol.

### 3.3. Control de vol

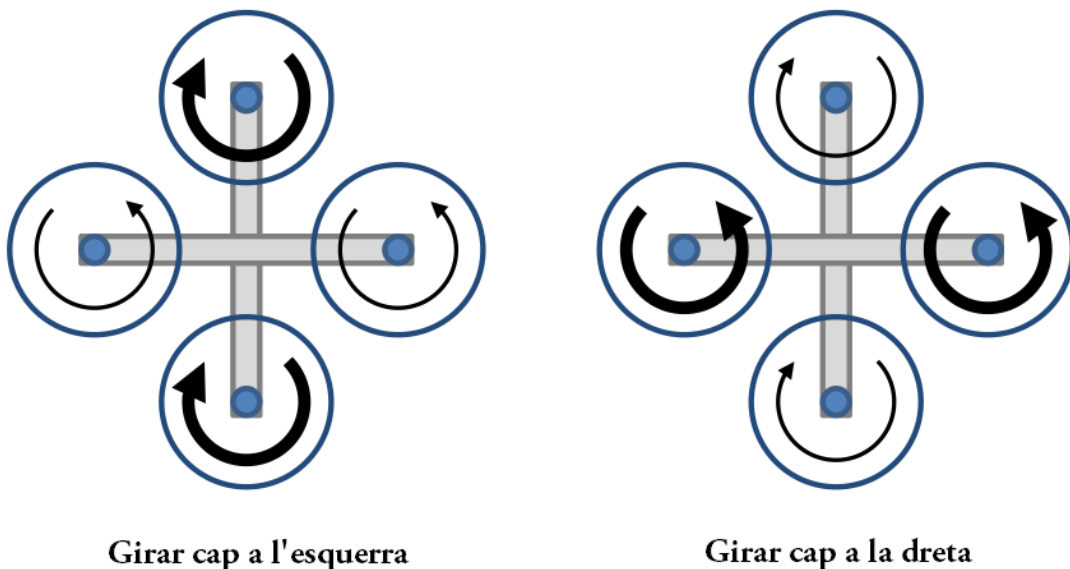
El Parrot AR. Drone utilitza un sistema de vol motoritzat amb quatre motors que provoquen el gir de quatre hèlices. Aquestes giren a unes velocitats compreses entre 10350 rpm i 41400 rpm, amb una velocitat de 28000 rpm quan el drone es troba estable a l'aire. Mitjançant un senyal de Wi-fi propi, el drone es

comunica amb el sistema de control que pot ser tant de *tablet* com de mòbil. L'únic requisit previ es la instal·lació del programa *Ar. Free Flight* present en sistema android o iOS.

Hi ha diversos models de control. Hi ha models que permeten un control absolut de les velocitats i moviments del drone, i altres, més simplificats, en els quals només s'ha de controlar la direcció que cal seguir. Tanmateix, existeix un sistema de GPS que permet programar la ruta de vol amb un parell d'ordres bàsiques, com ara poden ser: anar a una coordenada concreta o tornar al lloc on s'ha encès el drone.

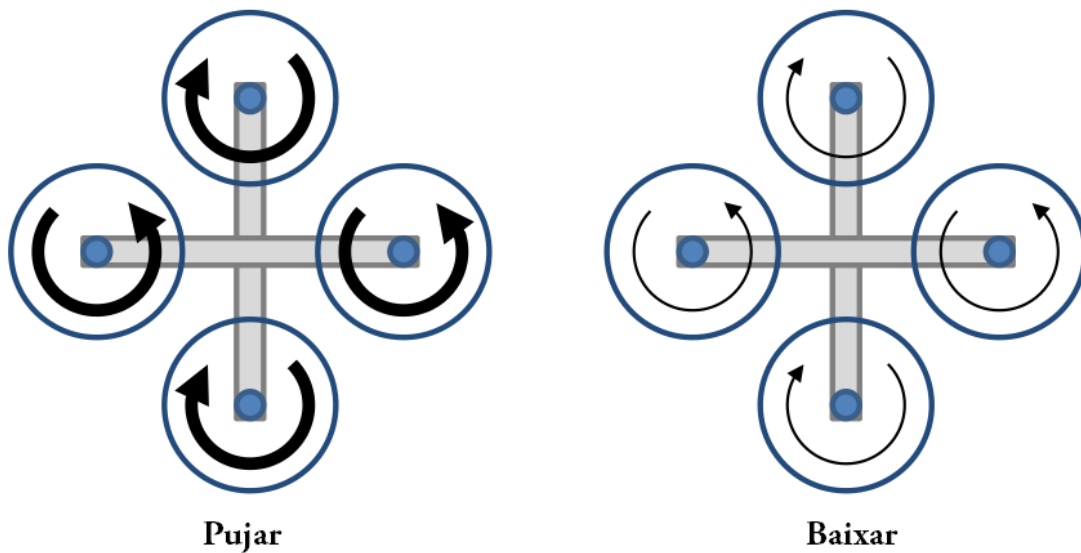
El parrot AR. Drone 2.0 es basa en l'anomenada estructura de quadrotor, constituïda per quatre hèlices motoritzades, cada una a la mateixa distància respecte al centre, per tal d'equilibrar els parells de força creats pel moviment de les hèlices. Amb la potència dels motors es permet superar la resistència al moviment generada per l'aire.

D'aquesta manera es manté l'equilibri del vol i, en cas de voler generar moviment, simplement s'han de variar les velocitats de gir de les hèlices en diferents combinacions. A continuació, es troben il·lustrades les combinacions més bàsiques a partir de les quals es genera la resta de moviments.



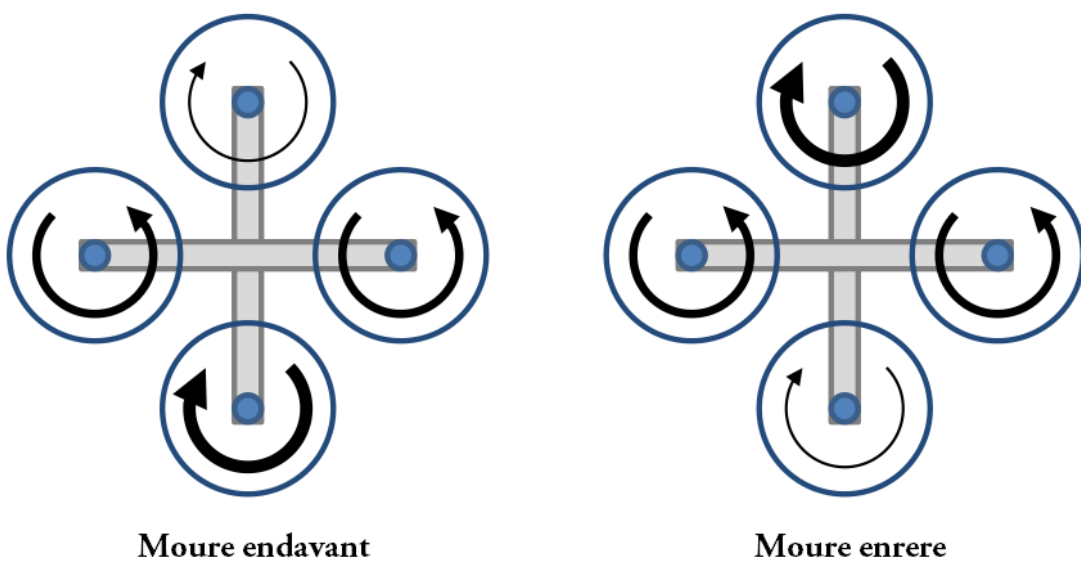
Imatge 28 Gir del drone

Com podem observar en aquesta il·lustració, els moviments rotatoris del drone es basen en les voltes per segon que fa cada hèlice. Depenent de quines giren mes ràpid girarà cap a una direcció o cap a una altra.



Imatge 29 Ascens i descens

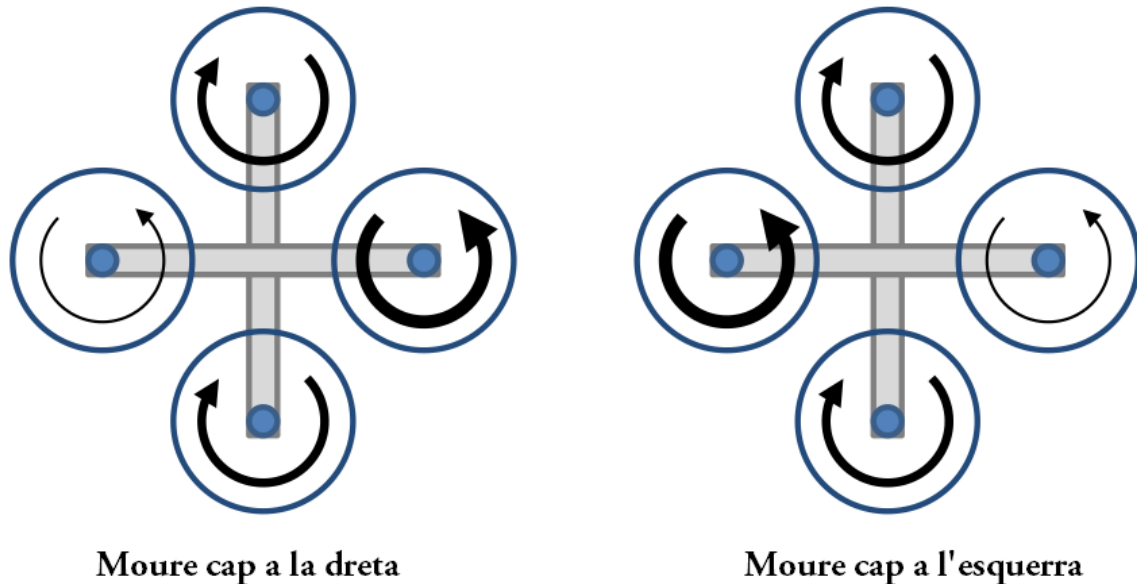
En aquesta imatge, observem el moviment més basic del drone, que consisteix a augmentar o disminuir la freqüència de gir per ascendir o descendir segons l'acció o els obstacles que es pot trobar al camí.



Imatge 30 Avançar i retrocedir



Aquesta il·lustració ens mostra la combinació necessària per tal d'avançar o retrocedir. La punta més propera a la càmera és la que té major velocitat quan s'ha d'avançar i, a la inversa, en cas de retrocedir.



Imatge 31 Moviments laterals

En aquesta imatge, es pot observar que el principi que permet moure endavant o endarrere serveix, també, per moure's lateralment. En aquest cas si es vol anar a la dreta l'hèlice dreta girarà més ràpidament i, en el cas de moure's a l'esquerra, al contrari.

### 3.4. Avantatges i inconvenients

A partir del treball amb un dron i per l'observació de diferents projectes realitzats amb drones al llarg d'aquests últims anys, hem pogut observar algunes de les virtuts i inconvenients que comparteixen tots els models. A continuació, trobareu el llistat de les més rellevants i també les que hem observat en el Parrot AR. Drone 2.0.

#### **Avantatges:**

**Salva vides:** L'avantatge més important de l'ús dels avions no tripulats és que redueixen el nombre de víctimes en zones de perill.



**Baix Cost:** El segon avantatge dels drones és el seu baix cost. Són molt més barats de construir i de mantenir que els avions regulars i el combustible que els permet funcionar (les bateries, per exemple) no es pot comparar amb el preu del combustible que necessita un helicòpter o un avió convencional.

**Baix Risc:** Els drones poden romandre en funcionament durant moltes hores i dur a terme operacions llargues sense perill de fatiga. A més, els operadors d'avions no tripulats poden lliurar fàcilment el control del drone a un altre company de manera que l'operació que dugui a terme el drone es faci de manera continuada.



Imatge 32 Drone vigilant de Siemens

**Precisió:** Els drones poden tenir precisió mil·limètrica a grans distàncies, fet que redueix els danys col·laterals a la població civil i a les infraestructures.

**Letals:** Els drones són tan letals per l'enemic en combat com els avions regulars.

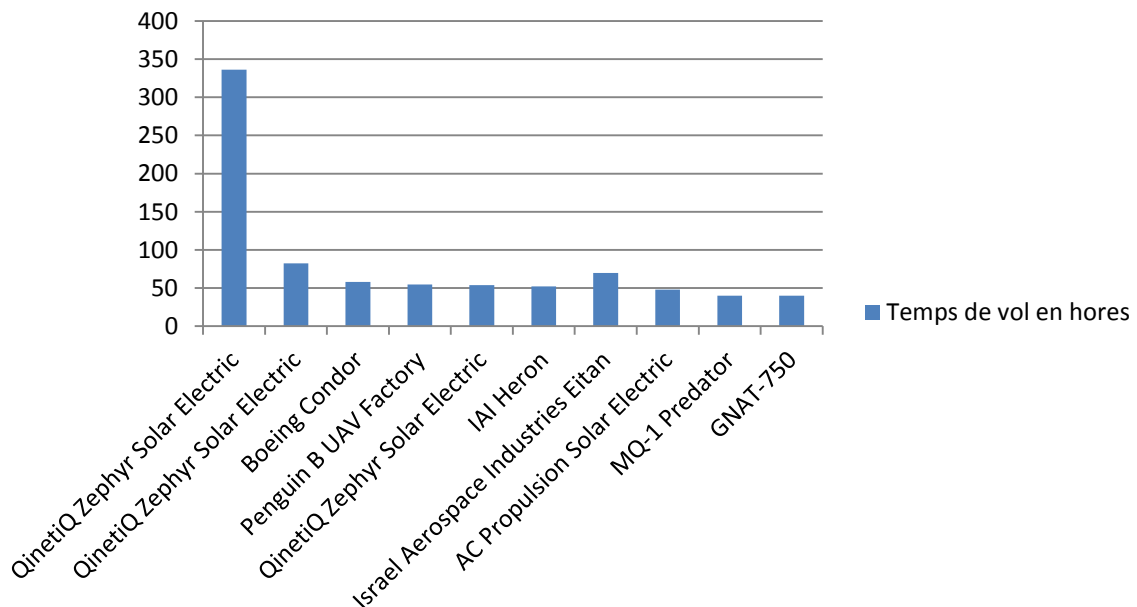
**Desplegament:** Finalment, els drones són significativament més fàcils i ràpids d'implementar que la majoria d'aeronaus.

### Inconvenients:

**Invertir en bateries:** En els drones de petites dimensions cal invertir en bateries, ja que no duren gaire i triguen hora i mitja a recarregar-se. Tot i això, s'han arribat a crear bateries d'alta duració que permeten fer vols de diversos dies de duració. Aquests drones aprofitaven l'energia solar per recarregar la bateria.

A continuació, trobareu una taula amb diversos tipus de drones amb la duració màxima registrada en un sol vol.

### Temps de vol en hores



**Fragilitat:** Cal invertir en peces de recanvi, ja que les peces dels drones de baix cost són bastant fràgils i s'han de cuidar i tenir en bones condicions.

**El vent:** En el vol, el principal problema és el vent, ja que els aparells no pesen gaire i es fa difícil de maniobrar en l'aire. Tot i això, aquest problema es troba només al drones de mesures més reduïdes, ja que per a vols especials es dissenyen drones amb les capacitats adequades, evitant així aquest problema.

**Detecció:** Els drones no detecten objectes aeris sense una programació especial, i, tot i això, depenen d'un codi de colors que s'ha d'haver atorgat prèviament. S'eviten així tots els objectes d'aquells colors i no només el drone o avió que es volia evitar en un principi.

En el nostre model de drone, el Parrot AR. Drone 2.0 Elite Edition, ens vam trobar amb més problemes a part dels comuns a tot tipus de drone. La funció de GPS no funcionava correctament, i ens va impedir la possibilitat de programar rutes, forçant que hi hagués un pilot rere la càmera.

## **4. Part pràctica: Projecte de transport d'objectes**

En el nostre projecte intentarem que el nostre Parrot AR. Drone 2.0 aixequi i transporti un paquet d'un punt A cap a un punt B. Intentarem imitar el projecte d'Amazon de transport de mercaderies utilitzant un drone sense especialitzar, és a dir el Parrot AR. Drone. La nostra intenció és adjuntar-hi una caixa de petites dimensions, concretament de 32 cm de llargada, 9,5 cm d'amplada i 11,5 cm d'alçada, per tal que, durant el vol, aquest realitzi un transport de diversos materials com ara cables diversos o tornavisos, o simplement cartes o altres materials d'oficina.

Per tal d'aconseguir-ho, hem dissenyat diverses maneres d'adjuntar la caixa al drone, tant per sobre d'ell com per sota, amb diversos resultats durant el procés. En aquesta secció, trobareu tot allò pertinent tant al projecte d'Amazon com a la nostra adaptació.

### **4.1. Explicació del projecte**

En aquest projecte, el nostre objectiu és utilitzar el Parrot AR. Drone 2.0 per transportar un objecte des d'un punt fins a un altre i tornar el drone al punt d'inici. Per aquesta pràctica es necessita el Parrot AR. Drone i l'objecte que es vol transportar.

En primer terme, la nostra idea era fixar la caixa al drone i fer que la transportés mitjançant una ruta programada amb el GPS que porta incorporat. El principal problema és que el GPS del drone no va arribar a funcionar, no es connectava com ho havia de fer, i, quan ho feia, presentava una desviació, és a dir, si havia d'anar cap nord, anava cap a l'oest. Això, ens va plantejar certs problemes. Després es va decidir de controlar-lo manualment. Vam dissenyar uns quants models per col·locar el paquet, que mostrarem a continuació:

La nostra primera idea va ser subjectar la capsa on posar el material amb unes cordes que la lliguessin a quatre extrems del drone, deixant una distància de mig metre per facilitar el vol.

El problema es va presentar quan vam descobrir que a sota tenia un sensor que li permetia volar i controlar la distància amb el terra. Per tant, vam haver de pensar en un altre model.



Imatge 33 Projecte 1

La nostra segona idea va ser situar la caixa sobre el drone subjectada a dos forats que té l'estructura per tal d'evitar que es mogués la capsa. El resultat no va ser l'esperat, ja que un cop a l'aire, tot i que s'aixecava amb prou feines, no es podien controlar els moviments a la perfecció. Aquesta idea la vam remodelar per veure si funcionava millor.



Imatge 34 Projecte 2

Un cop feta la remodelació, que consistia a canviar de posició la capsa per evitar més fregament amb el vent i per a una millor subjecció, vam observar que el drone tampoc no es podia controlar del tot un cop enlairat. Com en el cas anterior, el drone es movia sense control o amb molta dificultat.



Imatge 35 Projecte 3

Després d'aquests intents fracassats, vam buscar més informació sobre el drone que ens havia proporcionat l'escola, i, després de molta recerca, vam observar que el drone no tenia prou força per aixecar més pes. El drone de 420g en total, només podia aixecar uns pocs grams més. A l'observar que el drone no podia portar molt més del seu pes, es va pensar a transportar cartes, com si fos un sistema de missatgeria. Amb les cartes sí que es va aconseguir enlairar-lo i pilotar-lo correctament. Vam poder anar d'un punt a un altre transportant cartes amb total normalitat.

El primer que vam pensar va ser posar les cartes darrere el drone per facilitar-ne el transport. El problema va ser que treure el contingut del sobre, era bastant difícil. Com a conseqüència d'això, vam pensar en un altre sistema de transport de cartes.



Imatge 36 1r sistema de missatgeria

El segon sistema de missatgeria consistia a col·locar el sobre a l'estructura del drone subjectat per dos costats, la qual cosa facilita la introducció o extracció de cartes del sobre.

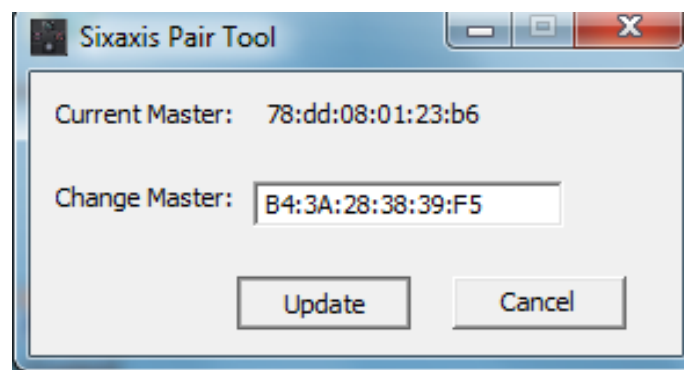


Imatge 37 2n sistema de missatgeria

Un cop aconseguit el transport, se'ns va presentar un altre repte, que era el de controlar el drone amb el control remot de la PS3 (*Playstation 3*). Al fallar amb la primera idea de transport d'objectes, vam acceptar el nou repte. Per poder fer

compatible el control remot amb l'ordinador, cal primer instal·lar-se el programa anomenat *Sixaxis controller* que es pot trobar a l'*App Store* de qualsevol dispositiu o en un enllaç d'Internet. També cal reiniciar el dispositiu, per tal de fer funcionar al programa. Aquest programa permet controlar qualsevol dispositiu amb sistema operatiu Android de tal manera que, utilitzant el control remot de la PS3, es controla el mòbil o *tablet*. D'aquesta manera, es pot controlar, indirectament, qualsevol programa trobat en aquest dispositiu, incloent-hi el programa de control del drone, anomenat *AR.FreeFlight*. Primerament, però, per poder utilitzar aquest programa, es necessita un dispositiu "rootejat", per tal de poder canviar la configuració interna del *Bluetooth* per fer-la coincidir amb la del control remot, creant així un vincle de connexió entre aquest i el teu sistema Android.

Paral·lelament, en l'ordinador s'ha de connectar el control remot de la PS3, mitjançant el mateix connector que es fa servir per connectar-lo a la PS3. Aquest procés de connexió és necessari per tal de configurar el *Bluetooth* del control remot. Aquest procés es realitza mitjançant la instal·lació d'un programa anomenat *Sixaxis Pair Tool*. Un cop detectat, apareix una pestanya d'aquest programa on es demana un codi d'accés al *Bluetooth* del dispositiu mòbil que dona el programa *Sixaxis Controller* i que s'ha d'introduir en aquesta pestanya.



Imatge 38 Sixaxis Pair Tool

Un cop fet això, es pot desconnectar el controlador de la PS3 de l'ordinador i, tot seguit, s'obre el programa *Sixaxis Controller* al dispositiu mòbil. A continuació, es clica al botó *start* per tal de connectar el controlador de la PS3 al dispositiu mòbil. Un cop detectat, es dona l'opció de relacionar els botons del control remot en diferents posicions del dispositiu mòbil, de tal manera que els



botons del control remot simulen les pulsacions de la pantalla tàctil de l'aparell mòbil. D'aquesta manera, i mitjançant una foto del programa *AR.FreeFlight* com a fons de pantalla, es poden situar els botons per tal d'emular el control tàctil d'aquest programa.



Imatge 39 Botons virtuals PS3

Un cop ja es tenen tots els botons relacionats, ja es pot controlar el drone amb el nou control remot. Vam observar que d'aquesta manera era més fàcil controlar el drone.

## 4.2. Resultats

El resultat del primer objectiu d'aquest projecte no va ser l'esperat, ja que la nostra intenció inicial consistia a transportar una caixa amb algun objecte dintre i no ho vam aconseguir per, com hem explicat, per qüestions de pes. Al final, vam aconseguir el transport de cartes, que pesen menys, i les vam transportar sense dificultats. Per completar el projecte, vam sincronitzar el drone i el mòbil amb el control remot de la PS3. Després d'algunes dificultats informàtiques, com la compatibilitat amb el mòbil o la quantitat de programes que hi havia, es va aconseguir sincronitzar, amb bons resultats, el control remot.

En definitiva, si bé el primer objectiu de transportar paquets va fallar, el segon objectiu, el transport de correspondència, va funcionar bé i també va tenir èxit la idea de pilotar el drone amb el dispositiu de la consola PS3. En general, per tant, els resultats van ser satisfactoris.



### **4.3. Problemes trobats**

En la part pràctica d'aquest treball, vam trobat dificultats que vam anar solucionant a mesura que avançàvem, i en vam trobar d'altres que ens van fer canviar d'idea a mesura que treballàvem. El principal problema que vam tenir, com ja hem dit anteriorment, va ser la poca durabilitat de les bateries i la força del vent que descontrolava el rumb del drone. En segon lloc, el problema més preocupant va ser el problema del pes. Aquest obstacle ens va fer canviar l'objectiu del treball, en lloc de transportar una capsa amb materials diversos, vam haver de transportar cartes que pesen poc.

El altres problemes se'ns van presentar a l'hora de controlar el drone amb control remot de la PS3. La dificultat va consistir en la quantitat d'arxius i, sobretot, el fet d'instal·lar-los al dispositiu de control (mòbil o *tablet*) per tal de poder controlar el programa *AR.FreeFlight* amb el control de la PS3.

## **5. Aspectes socials**

La tecnologia dels drones, com tota tecnologia, cal analitzar-la des de diferents punts de vista abans de donar-la per bona, ja que si no ens podem trobar amb una màquina molt efectiva, però que pot atemptar contra els interessos dels sindicats de treballadors o altres associacions legals.

Pel que fa al medi ambient, els drones poden ser considerats una millora per al sector de transports de mercaderies de petites mides, ja que no consumeixen gasolina, sinó electricitat. A més, la seva producció és molt més barata que no pas la d'una moto o camió de transport, per posar alguns exemples.

### **5.1 Aspectes morals**

Pel que fa a l'ús de drones en conflictes armats, hi ha una doble moralitat, per una banda, els drones són qüestionats perquè, si bé permeten que es duguin a terme missions sense baixes humanes, afavoreixen que les grans potències no es preocupin de les conseqüències de llançar atacs indiscriminats en territori enemic, ja que els seus exèrcits no es veuran afectats. Per altra banda, països com ara els Estats Units argumenten que, d'aquesta manera, no es malgasten vides humanes per tal d'aconseguir els seus objectius militars.

Aquestes dues posicions són contràries, però, de moment, no és legal utilitzar els drones en la major part d'operacions militars pel gran nombre de baixes civils que causen.



Imatge 40 Drone de vigilància policial

Al camp civil, també ens trobem amb certs problemes morals, concretament en temes referents a la privacitat, ja que els drones poden ser utilitzats clandestinament per espiar propietats privades i la intimitat personal. Això és degut a la seva velocitat i silenci. Fins i tot, hi ha models microscòpics equipats amb càmeres d'alta definició que fan que qualsevol individu observat no percebi que està sent-ho.

És per això que, el govern de diversos països han redactat lleis de regulació dels vols i control dels drones, han limitat els usos i les mesures que poden tenir aquests al mercat civil. Segons l'actual legislació, la distància màxima de control d'un drone és de 300 metres, i aquesta també és l'altura màxima a la qual se'ls permet volar, per tal d'evitar envair l'espai aeri i privat de les persones.

De totes maneres, però, podem trobar opinions que parlen de com en l'actualitat ja existeixen mètodes de vigilància similars als drones, com poden ser els rastrejadors de posició GPS o petites aeronaus teledirigides a les quals és possible connectar-hi una càmera. Aquestes persones creuen que les actuals legislacions de vols de naus teledirigides han de ser aplicades als drones sense necessitat de crear noves lleis exclusives per als UAV i UGV.

## **5.2 Aspectes econòmics**

Tot i l'actual creixement de la popularitat dels drones, ningú pot arribar a deduir fins a on pot arribar aquesta tecnologia. Això és degut al fet que, tal com va passar en el seu moment amb els ordinadors, no s'han elaborat tasques específiques per a aquests, fora del sector militar. Actualment, trobem empreses com Google i Amazon que estan atorgant treballs als drones que fins ara eren fets per humans, com ara l'ús de drones pel transport de mercaderies com fa l'empresa americana Amazon.

Un cop desenvolupada aquesta tecnologia, les aplicacions que es podran traslladar a aquestes màquines poden provocar la substitució de milers d'assalariats per drones. A la mateixa vegada, però, es crearan nous treballs, com ara el de pilot especialitzat en drones (tant terrestres com aeris) o dissenyador i mecànic de drones, entre altres. Aquestes feines especialitzades requeriran nous formadors i treballadors especialistes, però de la mateixa manera que ha passat amb els avenços informàtics, no tothom podrà formar-se i adaptar-se, ja sigui per edat o per motius econòmics.

L'aparició d'aquest nou sector tecnològic i industrial ha fet que diversos països estiguin legislant per evitar que un nombre alt de persones perdi la seva feina i l'economia mundial es vegi afectada. Per exemple, als Estats Units han limitat a trenta mil el nombre de drones màxims que podran ocupar llocs de treball, per tal d'evitar el col·lapse de l'economia mundial.

Un cop vist aquest, fets, de manera simplificada, podem afirmar amb claredat que es crearan un nombre significatiu de llocs de treball, substituint i no pas eliminant, els anteriors treballs.

## **6. Futur potencial**

D'una banda, els drones d'ús militar com els Predators i Reapers són fets a mida per a les operacions contra el terrorisme i en zones de guerra, però no estan dissenyats per resistir les defenses antiaèries. En el futur, però, està previst que els UAV podran ser capaços de realitzar una varietat de tasques

més enllà de les seves funcions actuals en intel·ligència, vigilància i reconeixement.

El Departament de Sistemes Integrats nord-americà preveu que els UAV tindran un lloc més important en el combat, reconeixent que en el futur proper s'ha d'assegurar que la tecnologia funciona a la perfecció abans d'explotar el seu potencial en la pròxima dècada.

D'altra banda, i en general, més enllà de les millores tècniques, també s'ha de resoldre la interacció humà-UAV (els controls). Cal perfeccionar els controls, fer-los més sensibles i que responguin millor als moviments de la persona que els pilota o fins i tot cal explorar la possibilitat de fer-los autònoms.



Imatge 41 Drone missatger

Pel que fa als drones civils, el fundador d'Amazon.com, Jeff Bezos, el desembre de 2013 va anunciar que Amazon tenia previst el lliurament ràpid dels productes comercials lleugers utilitzant UAV. Aquest anunci va ser rebut amb escepticisme. Comptava amb obstacles com: l'aprovació federal i estatal, la seguretat pública, la fiabilitat, la privacitat individual, la capacitat de l'operador, la certificació, la seguretat, el robatori de la càrrega, i problemes logístics. Al juliol de 2014, es va revelar que Amazon estava treballant en els seus prototips d'avions no tripulats i que alguns podien volar 50 milles per hora i portar paquets de 5 lliures. A més, havia demanat a la FAA provar-los.



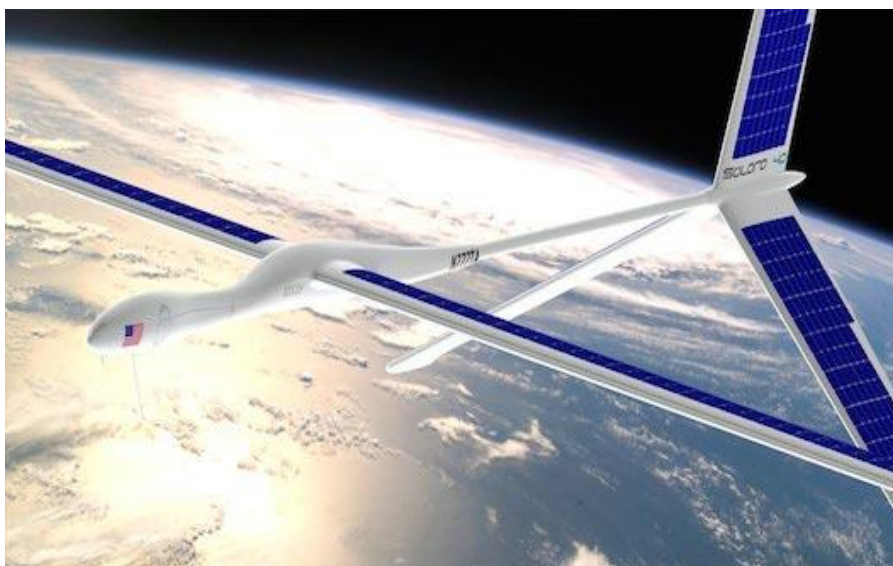
Imatge 42 Drone D'Amazon

Al febrer de 2014, el primer ministre dels Emirats Àrabs Units (EAU) va anunciar que els Emirats planejaven llançar una flota de vehicles aeris no tripulats amb finalitats civils. Els plans eren que els UAV utilitzessin sistemes d'empremtes dactilars i la càmera de reconeixement per lliurar documents oficials com ara passaports, targetes d'identificació i llicències, i el subministrament de serveis d'emergència en accidents. A Dubai, es va mostrar un prototips de quatre UAV amb quadrotor i amb piles que tenen al voltant de mig metre de diàmetre.



Imatge 43 Drone a Dubai

Ja sabem que també es podran veure satèl·lits atmosfèrics amb energia solar dissenyats per operar a altures superiors a 20 km (12 milles, o 60 000 peus). Fins d'aquí a cinc anys no podran ser utilitzats, però seran capaços de realitzar tasques de forma més econòmica i amb més versatilitat que els satèl·lits d'òrbita terrestre. Millorant aplicacions, inclouen el monitoratge del temps, la recuperació de restes, les imatges de la terra, i les comunicacions.



Imatge 44 Drone satèl·lit

L'any 2014, una companyia anomenada SensePost va demostrar en una conferència de seguretat a Singapur, que un UAV quadrotor amb un programa adequat podria robar dades dels telèfons intel·ligents: identitats, contrasenyes i dades bancàries.

La Unió Europea considera que els beneficis i reptes dels drones civils en un futur seran molts, i a partir del 2014, proposa un conjunt de regulacions per controlar els efectes dels drones en matèria de seguretat i la privacitat de les persones.

## 7. Conclusió

En aquest treball de recerca ens vam proposar, inicialment, la utilització del sistema GPS del drone per tal que, programant una ruta, aquest pogués seguir-la i es pogués aturar a certs punts per entregar o recollir uns paquets de mida petita. Malauradament, a causa de la inestabilitat del sistema GPS no es va poder dur a terme aquest projecte inicial, perquè presentava un problema de

calibratge, ja que la posició que es mostrava en el GPS no era la situació real en què es trobava el drone, sinó que estava desviada 90°. Després d'uns intents d'arreglar-ho, vam veure que els errors persistien sense solució aparent.

Així doncs, ens vam centrar en la part de transportar objectes, sense utilitzar el GPS, i fent el control del drone a través d'una aplicació del telèfon mòbil. D'aquesta manera, vam dissenyar diferents mètodes de transport, els quals ja han estat explicats anteriorment. Al comprovar que el drone no podia aixecar poc més que el seu pes, a causa de la baixa potència dels motors, vam decidir canviar els objectes per cartes, que vam poder transportar amb èxit.

A partir del fracàs parcial del nostre projecte inicial, se'ns va presentar un altre repte, aquest consistia a controlar el drone mitjançant el controlador de la PS3 aprofitant el seu mètode de connexió per *Bluetooth*, sistema present a la majoria de *smartphones* i *tablets* del mercat. Aquest darrer projecte va ser un èxit, i vam demostrar la senzillesa i accessibilitat dels controls de vol del Parrot AR. Drone 2.0.

Un cop observats els resultats, podem afirmar, amb tota seguretat, que si bé el nostre model de drone no és el més indicat per dur a terme tasques de transport, sí que permet realitzar projectes a petita escala, orientats majoritàriament, al sector de l'oci, concretament, a la gravació de vídeos i a la realització de fotografies. A més, la possibilitat d'utilitzar el controlador de la PS3 afegeix una altra possibilitat a aquest drone, com pot ser la creació de jocs de realitat virtual.

D'altra banda, s'ha de tenir en compte el clima si es vol utilitzar a l'exterior, ja que la seva manca de potència i el seu poc pes provoquen que amb una mica de vent o pluja perdi fàcilment l'estabilitat. A aquest problema, se li ha de sumar la curta duració de la bateria, però creiem que aquest defecte s'anirà rectificant segons millori la tecnologia. És, precisament, la font d'energia que alimenta els drones la que creiem que cal desenvolupar més. L'ús de l'energia solar per fer moure els motors, seria una bona solució per a aquest problema, a més de ser una energia neta i sostenible.

Després de la recerca realitzada en aquest treball, creiem que els drones poden revolucionar el mercat laboral actual, ja que les seves condicions i



característiques els permeten realitzar una gran gamma de tasques obtenint bons resultats, en condicions que a un ésser humà li serien difícils de realitzar.

De totes maneres, la seva inclusió al món laboral encara s'ha d'acabar de produir del tot, perquè si no es regula el seu ús, poden ajudar a ampliar les diferències entre els rics i els pobres, ja que un cop realitzada la inversió inicial en un drone, per a fer serveis, per exemple, de missatgeria, aquests no cobrarien cap mena de sou a comparació d'un repartidor habitual, amb la qual cosa es perdrien llocs de treball.

Des d'un altre punt de vista, però, el desenvolupament de la tecnologia dels drones pot ajudar a la creació de nous llocs de treball de caire més especialitzat, com ara el disseny, l'enginyeria, el manteniment i el pilotatge d'aquests nous vehicles. Per tant, d'una banda es perdrien llocs de treball, però se'n generarien d'altres que requeririen treballadors més formats.

D'altra banda, pensem que els drones poden ser beneficiosos per a la societat, ja que poden dur a terme feines que poden ajudar a avançar, per exemple, en el terreny de la ciència (seguiment de les rutes d'espècies migratòries), en el terreny social (recerca de persones perdudes en alta muntanya), en el terreny laboral (poden fer feines de reconeixement de la xarxa aèria ferroviària), en el terreny de l'oci (poden aconseguir fotos i vídeos des d'una òptica que seria impossible per a un humà). Per tant, creiem que aquesta tecnologia serà cada vegada més present en la nostra societat, ja que els drones poden encarregar-se de fer unes feines especials o perilloses que els humans no poden dur a terme, per exemple, l'exploració de zones volcàniques o de mines perilloses. A més, l'ús de la tecnologia UAV ha revolucionat i encara ho farà més el terreny militar i el de la seguretat.

La realització d'aquest treball ens ha fet adonar de les possibilitats que tenen els drones en la nostra societat. Creiem que una vegada més el desenvolupament de nova tecnologia per al terreny militar ha acabat arribant al món civil. Dels primers vehicles militars UAV, hem arribat a treballar amb un drone a la nostra escola. Hem aconseguit fer-lo funcionar i encarregar-li una tasca senzilla: el transport de cartes. La senzillesa del maneig, juntament amb la quantitat de prestacions que es poden encarregar a aquestes màquines, ens fa pensar que els drones no són ginys que han arribat com una moda

passatgera, sinó que han arribat per quedar-se en la nostra societat i en formaran part com ho fan els cotxes, els trens i els avions convencionals, els tripulats.

## 8. Fonts documentals

Anònim. *Wikipedia*. Consultat el 23 / 7 / 2014, a [http://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned\\_aerial\\_vehicle](http://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle)

*El confidencial*. Consultat el 23 / 7 / 2014, a [http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2014-06-04/diez-cosas-que-debes-tener-en-cuenta-antes-de-comprarte-un-drone\\_141263/](http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2014-06-04/diez-cosas-que-debes-tener-en-cuenta-antes-de-comprarte-un-drone_141263/)

*Elika*. Consultat el 12 / 8 / 2014, a <http://www.elika.net/datos/articulos/Archivo1388/Berezi%2035%20drones%20y%20sus%20usos%20en%20agricultura.pdf>

Gcint. *Gcint.org*. Consultat el 26 / 10 / 2014, a <http://www.gcint.org/green-cross-blog/drones-dangerous-humans-and-environment>

*National Geographic*. Consultat el 2014 / 7 / 12, a [http://www.nationalgeographic.com.es/articulo/ng\\_magazine/reportajes/8033/drones\\_casa.html#gallery-2](http://www.nationalgeographic.com.es/articulo/ng_magazine/reportajes/8033/drones_casa.html#gallery-2)

*Phil for humanity*. Consultat el 16 / 7 / 2014, a <http://www.philforhumanity.com/Drones.html>

Review, T. A. *The Alpine Review*. Consultat el 4 / 11 / 2014, a <https://thealpinereview.com/article/the-drones-economy/>

RTVE. *RTVE*. Consultat el 17 / 10 / 2014, a <http://www.rtve.es/alacarta/videos/lab24/lab24-pgm2-report-drones-20mayo/2565213/>

*The UAV*. Consultat el 28 / 7 / 2014, a [www.theuav.com](http://www.theuav.com)

USNews. *USNews*. Consultat el 15 / 10 / 2014, a <http://www.usnews.com/opinion/articles/2013/07/25/autonomous-drones-and-the-ethics-of-future-warfare>

Enllaç als vídeos realitzats durant el treball:

<https://www.youtube.com/channel/UC-w52IQRNTi0z8volCv>

## 9. Annex

### 9.1. Taula d'il·lustracions

Imatge 1 AQM-34 .....	9
Imatge 2 Hewitt-Sperry .....	10
Imatge 3 Drone al Vietnam .....	11
Imatge 4 Drone militar .....	12
Imatge 5 80 F-4 Phantom.....	14
Imatge 6 MUAV Libèl·lula.....	15
Imatge 7 Aeryon Scouts .....	15
Imatge 8 Predator MQ-1 .....	16
Imatge 9 Aerosonde.....	18
Imatge 10 RQ-4 Global Hawk.....	18
Imatge 11 Sensors principals d'un drone.....	19
Imatge 12 Mapa fet amb drone .....	20
Imatge 13 Drone vigilant .....	20
Imatge 14 Drone per filmar .....	21
Imatge 15 Drone policial.....	23
Imatge 16 Drones a l'arqueologia .....	23
Imatge 17 Vista aèria d'un drone .....	24
Imatge 18 Drone de sistema de reg .....	24
Imatge 19 Maquinària de programació .....	25
Imatge 20 Parrot AR. Drone 2.0 Elite Edition.....	26
Imatge 21 Bateria d'alimentació .....	27
Imatge 22 Motor.....	27
Imatge 23 Memòria USB del drone .....	28
Imatge 24 Càmera frontal del drone.....	28
Imatge 25 Estructura del drone .....	28
Imatge 26 Carcassa del Drone.....	29
Imatge 27 Hèlices del drone .....	29
Imatge 28 Gir del drone.....	30
Imatge 29 Ascens i descens.....	31
Imatge 30 Avançar i retrocedir .....	31
Imatge 31 Moviments laterals.....	32
Imatge 32 Drone vigilant de Siemens .....	33
Imatge 33 Projecte 1 .....	36
Imatge 34 Projecte 2.....	36
Imatge 35 Projecte 3.....	37
Imatge 36 1r sistema de missatgeria .....	38
Imatge 37 2n sistema de missatgeria.....	38
Imatge 38 Sixais Pair Tool .....	39
Imatge 39 Botons virtuals PS3.....	40
Imatge 40 Drone de vigilància policial.....	42
Imatge 41 Done missatger .....	44

Imatge 42 Drone D'Amazon.....	45
Imatge 43 Drone a Dubai .....	45
Imatge 44 Drone satèl·lit .....	46