

ECO-DRONES: DEL BASURERO AL CIELO. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ARTESANAL DE DRONES MULTI-ROTORES LIGEROS CON MATERIALES DE DESECHO

Eco-Drones: from the dump to the sky. Design and craft construction of light multi-rotor drones with waste material

Recibido: 13/10/2015
Aceptado: 04/12/2015

Julio González
Maxdrone, Venezuela. dronesvzla@gmail.com

Resumen

Este trabajo expone el avance de las investigaciones preliminares realizadas por el Grupo Da Vinci de la empresa Maxdrone Venezuela sobre el desarrollo de diseños para la fabricación de fuselajes y partes con materiales de desecho para Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) del tipo multi-rotor ligero, denominados comúnmente drones. La investigación busca proponer diseños que permitan popularizar una construcción sencilla, artesanal y a bajo costo para fomentar el reciclaje de desechos contaminantes de gran disponibilidad y ampliar las aplicaciones civiles de estas versátiles aeronaves.

Palabras clave: Ecología, diseño, drones, materiales de desecho, construcción artesanal.

Abstract

This paper presents the preliminary research achievements of the Da Vinci Group at Maxdrone Venezuela Inc. for the development of designs for the manufacture of fuselages and parts with waste materials for Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) of light multi-rotor type, commonly called drones. The research aims to propose designs to popularize a simple, handmade and low-cost construction to promote the recycling of highly-available pollutant waste and expand the civil applications of these versatile aircrafts.

Key words: Ecology, design, drones, waste materials, craft construction.

1. Introducción

Las siguientes anotaciones pretenden reflejar el camino de una idea cuyo desarrollo se encuentra en proceso investigativo a partir de apuntes y bocetos realizados en cuadernos de campo para luego ser ordenados, digitalizados, discutidos y analizados en el equipo multidisciplinario del Grupo Da Vinci de Investigación y Desarrollo (I+D) de la empresa Maxdrone Venezuela, basados en la premisa de realizar diseños que acerquen las tecnologías relacionadas con los VANT al público en general.

Este proceso ha llevado a la realización de varios diseños de los llamados drones, los cuales han sido pensados para su fácil fabricación a muy bajo costo y en la disponibilidad de materiales ligeros que además estén ocasionando serios inconvenientes al ser humano por su tratamiento inadecuado como desperdicio, en otras palabras, basura. De manera que queremos advertir una intencionalidad primeramente ecológica en la orientación que se ha dado al desarrollo investigativo y a la misma escogencia de los materiales para los diseños, de allí también el nombre elegido para la serie de aeronaves: Eco-drones.

A los materiales preseleccionados bajo este

criterio "ecológico", se le hicieron pruebas de resistencia, peso, flexibilidad y facilidad para ser trabajados de manera artesanal, o desarrollados como proyectos de aulas por jóvenes en nuestras escuelas, eligiéndose los siguientes: envases de larga duración (tetra pack); cajas y cilindros de cartón, latas de aerosol y botellas plásticas (Fig. 1). Todos estos materiales de desecho han sido tradicionalmente usados en la fabricación de juguetes y el mensaje para tomar conciencia acerca de su correcto tratamiento y reciclaje es cada vez más vigente.

En esta línea se han realizado arcos de información, fabricación de maquetas y planos hasta llegar al actual proceso de construcción de cuatro prototipos con cada uno de los materiales mencionados y sus correspondientes sistemas de control remoto, electrónica, paneles digitales, motores, hélices, antenas y baterías. La configuración aerodinámica elegida fue la de una aeronave de ala rotatoria del tipo multirrotor ligero, es decir, equipos con pesos menores a los 5 kilogramos¹ y varios motores eléctricos que funcionan con la energía de pilas recargables. En el caso de los eco-drones se escogió la configuración de un cuadricóptero (*quadcopter*): cuatro motores que hacen girar hélices en sen-

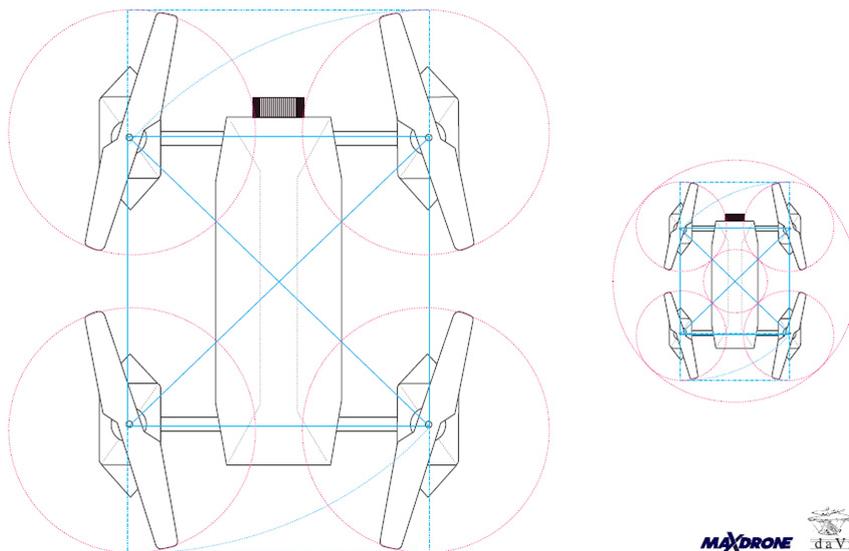


Figura 1. Plastidrone.

Fuente: www.maxdronevenezuela.com/#gallery

tidos contra-rotatorios permitiendo al aparato una gran estabilidad, despegues/aterrizajes verticales y su control direccional a través de diferentes revoluciones en los motores, ordenadas por un sencillo tablero digital que de esta manera traduce los comandos del piloto situado a distancia.

Es importante aclarar, que cuando estemos nombrando a los VANT nos estaremos refiriendo a aquellas aeronaves controladas de forma remota, conocidos según sus diversos acrónimos en inglés. Algunos de estos vehículos son manejados desde una ubicación remota, y otros vuelan de forma autónoma sobre la base de planes de vuelo pre-programados usando sistemas más complejos de automatización dinámica (Adatti y Pérez, 2014). Es decir, son también sistemas autónomos, pueden operar sin intervención humana durante su funcionamiento en la misión a la que se haya encomendado, de manera que pueden despegar, volar y aterrizar automáticamente².

Una vez realizadas y registradas las pruebas de vuelo con los diferentes materiales y motorizaciones que se están ensayando, se tiene planteado la dotación de equipamientos que le otorguen mayor utilidad a sus potencialidades,

más allá del entretenimiento o las obvias aplicaciones publicitarias (Fig. 2).

No obstante, a pesar de las innumerables aplicaciones positivas, esta idea debe estar acompañada de una importante advertencia: las actividades y usos de estos ingeniosos aparatos deben estar siempre supervisadas por personal capacitado, que orienten adecuadamente y permitan ampliar las posibilidades de aplicaciones tecnológicas y con grandes perspectivas de uso en favor de la sociedad.

2. Drones ligeros: el peso como reto al diseño

Recientemente clasificados como aeronaves por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, 2013), los llamados drones o Sistemas Aéreos No Tripulados³ han irrumpido en nuestras vidas a través de frecuentes noticias que reseñan el empleo militar y sus consecuentes saldos destructivos. Estos anuncios tan poco decorosos, no ha sido obstáculo fundamental para que estas tecnologías sean cada vez más aplicadas en el ámbito civil, con éxitos poco publicitados pero de gran importancia, al punto que paulatinamente continúan apare-

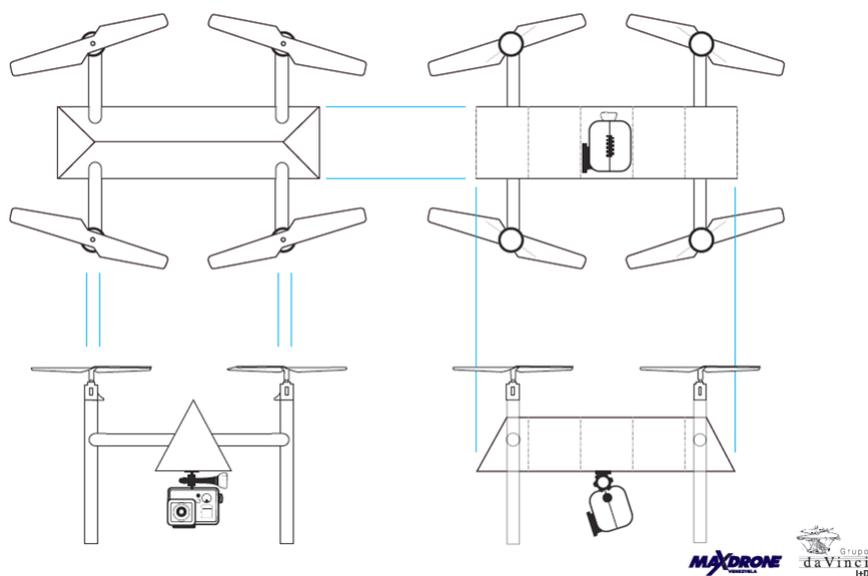


Figura 2. Tobledrone con cámara Go Pro incorporada.

Fuente: www.maxdronevenezuela.com/#gallery

ciendo empresas fabricantes, modelos y cada vez más aplicaciones de estas versátiles aeronaves, constituyéndose en un negocio sumamente rentable que esta generando empleos en todas partes del mundo.

Es indudable que los avances tecnológicos y su masificación han hecho posible la disponibilidad de aparatos a control remoto, motores y mecanismos robóticos cada vez más potentes, ligeros, confiables y baratos. Asimismo, la profusión de empresas fabricantes de tecnologías que luchan denodadamente por mercados, fundamentalmente aquellas de origen norteamericanas y asiáticas, algunas de ellas aplicadas al entretenimiento, han contribuido notablemente a la enorme difusión de estos ingenios en el ámbito civil, dotándolos de distintos artilugios para llamar la atención del público infantil y con diversas aplicaciones buscando el interés de públicos mayores.

Las aplicaciones civiles más difundidas para estas aeronaves son el entretenimiento, la fotografía y el video aéreo, hecho posible gracias a la aparición de aparatos con configuraciones que permiten portar varios motores eléctricos que le otorgan cierta capacidad para elevar pesos y una gran estabilidad en vuelo. Estos son los llamados drones multirotores de despegue y aterrizaje vertical, cuya flexibilidad para adoptar distintas configuraciones hacen cada día posible la investigación y búsqueda de nuevos materiales y diseños que los hagan más ligeros y con perfiles aerodinámicos que le permitan conservar su ya clásica estabilidad mientras portan distintas cargas útiles.

Los materiales más usados para la fabricación de los fuselajes y mástiles para el sostenimiento de los motores de los VANT que portan varios de ellos, es decir, los drones multirotores, son el aluminio, distintos tipos de polímeros y materiales compuestos como la fibra de carbono. Esto no es simple capricho, ya que mientras mas pesado sean estas partes, harán que el peso del aparato aumente en su conjunto re-

quiriendo mayor energía y motores mas potentes y voluminosos para elevarlo y sostenerlo en el aire con las consecuencias que esto conlleva, entre otras, el alza de costos.

La resistencia y la rigidez estructural son también aspectos cruciales en la elección de los materiales, ya que dependiendo de los cometidos pensados para el dron se seleccionan materiales más o menos durables y que a su vez minimicen las vibraciones que pudiesen provocar fallas estructurales en la aeronave.

Pero en estos momentos son las regulaciones aeronáuticas a nivel mundial quienes están poniendo serias limitaciones al peso de estas aeronaves. El marco normativo internacional bajo la responsabilidad de la Organización de Aviación Civil Internacional, entidad encargada de velar por el adecuado desarrollo de las actividades aeronáuticas civiles y que agrupa a casi todos los Estados del orbe, considera "ligeros" aquellos drones con peso menor a los 150 kilogramos (OACI, 2013, p.8) y a esta variable entre las mas importantes a la hora de clasificar a estas aeronaves no tripuladas. No obstante, algunos Estados adscritos a la OACI han publicado regulaciones que han reducido esta consideración a menos de 5 kilos, lo que impone retos aun mayores para los diseñadores, especialmente aquellos provenientes de países con recursos muy limitados.

3. Eco-drones: el problema de los materiales

Los Sistemas Aéreos No Tripulados, independientemente de la configuración básica que tengan (ala fija o ala rotatoria), del tamaño, alcance y peso, ya se encuentran disputándole numerosas tareas a las aeronaves convencionales con piloto a bordo, pero al igual que sus "primas mayores" teniendo que cumplir numerosas reglamentaciones. Sin embargo, estas los afectan en menor medida si el peso del aparato también es menor, por tanto los

proyectistas y diseñadores deben lograr su optimización para que puedan ir a mayores mercados, es decir, a potenciales clientes no afectados por las regulaciones ya que hasta la obtención de las mismas licencias de pilotaje son menos exigentes para equipos menores de 5 kilogramos, que volarían a alturas operativas no mayores a los 500 metros en espacios aéreos no usados por otras aeronaves civiles.

Entre las categorías de drones ligeros más empleados (construidos en el rango menor a los 5 kilogramos) se encuentran los llamados mini drones, en tamaños menores a los 30 centímetros de envergadura y pesos por debajo de los 200 gramos (Vera, 2013). Los materiales de fabricación de esta categoría de drones son esencialmente plásticos muy ligeros, en tanto que la motorización y los componentes electrónicos son elementales, por tanto sus costos son menores y fáciles de conseguir. Los mismos se dotan de pequeñas cámaras digitales y pueden volarse en espacios confinados, lo que los hace ideales para el entretenimiento.

Estos mini drones de plásticos ligeros son los comúnmente empleados para el entretenimiento infantil y juvenil, quienes poseen habilidades particularmente desarrolladas para operarlos y gran fascinación por los implementos tecnológicos, por tanto los fabricantes y las regulaciones recomiendan que el uso por parte de menores de edad deba estar circunscrito a espacios confinados y bajo vigilancia de adultos (Rubio, 2013).

Por su ligereza, resistencia y flexibilidad para ser moldeados, los plásticos son por tanto favoritos principales de los fabricantes de drones ligeros dedicados al entretenimiento, la fotografía y el video. Esa cualidad para ser moldeables con facilidad, le otorgan comodidad a los proyectistas de las empresas fabricantes, ya que se centran en realizar diseños atractivos para niños y jóvenes confiados en el gran soporte material y técnico que tienen generalmente como respaldo para realizar estos tra-

bajos en plástico. Ahora bien, no siempre estos soportes industriales para moldear plásticos están disponibles tanto para diseñadores como para fabricantes artesanales de drones ligeros, y en muchos casos sus ideas naufragan en altos costos o trabajando con materiales muy diferentes a los proyectados, lo que profundiza la dependencia de estos productos fabricados a escala industrial, trayendo como consecuencia la elevación de costos y el distanciamiento tecnológico.

La propuesta para el diseño de los eco-drones se centra en reciclar materiales de gran disponibilidad, incluso con muy pocas modificaciones, para ser integrados en un modelo muy ligero, resistente, sencillo de motorizar y de equipar, mientras conserva las buenas características aerodinámicas que presentan los aparatos multirotores ligeros fabricados en plásticos moldeados mediante procesos industriales. Asimismo, podrán ser empleados con fines educativos en escuelas, desarrollados como proyectos de aula vinculados a la preservación del ambiente, la promoción ferias científico-tecnológicas o simplemente para el entretenimiento de niños y jóvenes en espacios confinados o abiertos bajo la supervisión de adultos conscientes de las regulaciones y responsabilidades que se debe tener cuando se operan equipos aéreos.

Otro aspecto de importancia capital en la propuesta de los eco-drones es su fácil fabricación, y que esta pueda ser emprendida de manera artesanal en aulas escolares o talleres caseros mediante un diseño estructural sencillo, atractivo y con fuselajes modificables mediante distintas aplicaciones que pudiesen funcionar para cometidos publicitarios. La flexibilidad para dotarlos de distintas motorizaciones y equipamientos ha sido tomada en cuenta, de forma que se puedan aumentar capacidades para levantar pesos y diversificar sus aplicaciones.



Figura 3. Bambúdrone.

Fuente: www.maxdronevenezuela.com/#gallery

4. Eco-drones: el bambú volador

Se ha realizado de manera exitosa la primera prueba de vuelo de un prototipo de dron cuyo fuselaje, mástiles y receptáculos de motores fueron construidos en madera seca de bambú (Fig. 3). El dron con un peso de 1,8 kilogramos pertenece a la categoría ligero, fue fabricado de manera artesanal y está dotado de sistemas de posicionamiento dinámico (GPS) y se espera que para el próximo vuelo, le sea instalada

una cámara de alta definición (HD). El vuelo del dron fue ejecutado al aire libre con viento suave y bajo la regla de vuelo visual (el aparato siempre a la vista), efectuando ensayos a pocos metros de altura para luego ser elevado a 80 metros para realizar maniobras y aceleraciones durante 10 minutos (Fig. 4). Este dron tipo cuadricóptero cumplió con todos los pasos para su desarrollo: idealización, diseño, construcción de maqueta y prototipo. De igual manera que los drones de cartón, el prototipo del dron de bambú, fue equipado con cuatro rotores, me-



Figura 4. Prueba de vuelo Bambúdrone.

Fuente: www.maxdronevenezuela.com/#gallery

canismos de control y cerebro electrónico; la conceptualización y el diseño fue realizado por el Grupo Da Vinci. El "Bambudron" al igual que los demás prototipos de la línea Ecodrones ha realizado su prueba de vuelo sin ningún accidente.

De igual manera, se están desarrollando los siguientes modelos:

- Tetrapack drone: Dron con fuselaje, mástiles y aterrizadores fabricados con envases de larga duración (tetra pack) para jugos y otros productos.
- Aerosoldrone: Fuselajes, mástiles y aterrizadores hechos con latas de aerosol de distintos tamaños y usos.
- Tobledrone: Fuselaje fabricados de cajas de cartón corrugado y mástiles de motores y aterrizadores de cilindros de cartón para papel higiénico y toallines absorbentes.
- Dron Náufrago: dron con fuselajes y mástiles realizados con botellas de plástico de distintos tamaños y usos (fundamentalmente de bebidas gaseosas). Este dron es del tipo splash, ya que posee gran ligereza y excelentes condiciones de flotabilidad.

5. Eco-drones: perspectivas

A la par de la investigación y desarrollo de los ecodrones, Maxdrone se encuentra en estos momentos promoviendo dos proyectos banderas derivados de la construcción de los Sistemas Aéreos No Tripulados: el Auladrone y el Grupo Da Vinci – Ecodrones.

Auladrone es un espacio para charlas, demostraciones de equipos en vuelo y entrega de material informativo impreso con la intención de acercar las tecnologías relacionados con los vehículos aéreos no tripulados a los jóvenes de colegios y universidades, impulsando con esto la difusión de aplicaciones positivas y responsables, con apego a los reglamentos existentes y con plena conciencia de las principales variables que afectan la operación segura y confiable de estas aeronaves.

Proyecto desarrollado por el grupo DaVinci I+D+I que consiste en el desarrollo de diseños para la fabricación de fuselajes y partes con materiales de desecho para VANT del tipo multirrotor ligero. Se apunta a diseños que permitan popularizar una construcción sencilla, artesanal, a muy bajo costo, para impulsar con esto el reciclaje de basura contaminante de gran disponibilidad y ampliar las posibilidades de aplicaciones civiles de estas versátiles aeronaves.

Notas:

¹ No existe una nomenclatura mundialmente aceptada para clasificar a estos aparatos y lo que se exponen son criterios usados en ocasiones por articulistas, autoridades militares y por organismos encargados de administrar la aviación civil. El criterio del peso ha sido el mayormente empleado por los organismos de regulaciones aéreas nacionales aunque no haya acuerdo general en el peso promedio de cada categoría. La FAA (Federal Aviation Administration), organismo que regula el sector de aeronáutica civil en los Estado Unidos, considera "ligeros" a los aparatos menores de 5 kilogramos y para los efectos de esta investigación de diseño hemos decidido adoptar este criterio. Sin embargo, de la revisión realizada podemos resumir los siguientes criterios de clasificación: a) de acuerdo a sus usos: drones Civiles (recreativo, comercial e industrial), drones Militares (de combate, de vigilancia de reconocimiento); b) De acuerdo al peso: ligeros (nano/micro/mini), medianos y pesados; c) de acuerdo a la altitud/alcance/autonomía: Micro-UAS (altitud no mayor de 600 m., alcance máximo de 5 km. autonomía de 30 min.); Mini-UAS (altitud de 2.000 m. alcance máximo de 10 km., autonomía de 2-3 horas.); UAS Tácticos de corta y media distancia (altitud de 6.000 m., alcance de 200 km., autonomías alrededor de las 10 horas); UAS Male (Medium altitude, long endurance), que son aparatos que vuelan a altitudes de hasta 10.000 m., alcanzan 200 km. durante 20-30 horas de vuelo; y UAS Hale (High altitude, long endurance), artefactos que alcanzan alturas cercanas a los 20.000 m., en largos vuelos superiores a las 40 horas). (GARCÍA PÉREZ, 2013, p.33); y d) de acuerdo a su característica fundamental: Ala Fija (aviones sin piloto con distintos sistemas de propulsión, desde motores eléctricos, hasta motores a pistón, turbo-hélices y a reacción), Ala Rotatoria (helicópteros y multirotores).

² Para algunos autores, un UAV (Unmanned Aerial Vehicle), o en nuestro idioma VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado), "es una aeronave que realiza los vuelos automáticamente (unmanned=no tripulada) pero que se supervisa desde tierra constantemente aunque a veces se tenga que tomar el control manual de la misma, convirtiéndose entonces en una RPA". Una RPA (Remotly Piloted Aircraft), es una aeronave pilotada por control remoto, como indica su acrónimo en inglés, es decir, siempre está controlada desde tierra por una tripulación. (GIL DONAT, 2014)

³ Para la OACI "un vehículo aéreo no tripulado es una aeronave sin piloto en el sentido del Artículo 8 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, que vuela sin un piloto al mando a bordo y que se controla a distancia y plenamente desde otro lugar (tierra, otra aeronave, espacio) o que ha sido programada y es plenamente autónoma". (OACI, 2013, p.3)

Referencias

- Addati, G. y Pérez, G. (2014). *Introducción a los UAV`S, Drones o VANTS de Uso Civil*. Buenos Aires: Universidad del Cema.
- García, A. (2013). UCAS. *Por favor, ataque ese objetivo*. Madrid: Grupo Edefa.
- Gil, J. (2014). *Drones*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.
- OACI. (2013). *Sistemas de Aeronaves No Tripulados*. Montreal: Organización de Aviación Civil Internacional.
- Rubio, T. (2013). *Drones: Fascinación vs. Preocupación*. España: Hispaviación.
- Vera, J. (2013). *Cuál es la diferencia entre un drone, un UAV y un RPA*. España: ONE Magazine.