



Máquinas voladoras

(Más pesadas que el aire)

PRIMERA PARTE: Fundamentos

Texto e imágenes por **Antonio del Rosario Cedrés**,
técnico de Desarrollo del Museo de la Ciencia y el Cosmos.

El hombre ha soñado con volar durante siglos. Muchos fueron los que lo intentaron. Pero, hasta la invención del globo aerostático, ningún humano había podido alejarse a más de unos metros del suelo de una forma controlada y sobrevivir al intento.

No vamos a explicar aquí cómo vuelan los globos aerostáticos, que utilizan el principio de Arquímedes para flotar en el aire, sino cómo lo hacen las máquinas más pesadas que el aire, como los aviones.

El principio

Para volar necesitamos alas. Las alas son la solución que la naturaleza ha encontrado para hacer volar a algunos animales, como las aves o los murciélagos. Un ala es en realidad una superficie sólida que se mueve a través del aire. ¿Cómo funcionan las alas? La explicación no es simple.

Supongamos que vamos en un coche en movimiento, sacamos el brazo por la ventanilla y colocamos la mano en posición horizontal. Si el coche lleva suficiente velocidad, notaremos inmediatamente la fuerza del aire que la empuja en la dirección contraria al movimiento del vehículo. Si ahora inclinamos la mano girando la muñeca de manera que la mano forme un ángulo hacia arriba con respecto al viento, notaremos una fuerza que empuja la mano hacia arriba. Si la inclinamos hacia abajo, notaremos una fuerza hacia abajo.

Supongamos que hacemos el mismo experimento, pero usando esta vez una tabla delgada y rígida, como se muestra en la ilustración 1.

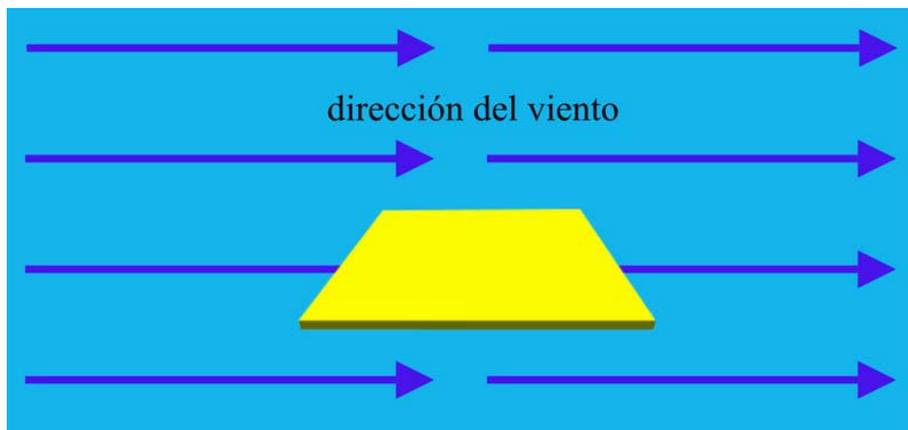


Ilustración 1

Si la tabla está totalmente alineada con la dirección en la que se mueve el aire, la única fuerza que sentirá será la de arrastre producida por la fricción con el aire. Si inclinamos la tabla hacia arriba, de manera que su superficie forme un cierto ángulo con respecto al movimiento horizontal, la tabla

experimentará una fuerza hacia arriba (Ilustración 2). Esto se puede explicar porque la tabla desvía una gran masa de aire hacia abajo y, según la **tercera ley de Newton** (ley de acción-reacción), la tabla tiene que experimentar una fuerza en sentido contrario, una fuerza hacia arriba en este caso. Es muy parecido a lo que ocurre en los cohetes, que sueltan a una enorme velocidad una gran cantidad de gases hacia abajo, y el desplazamiento de esa masa de gases produce una fuerza hacia arriba. Esta fuerza es la que hace subir el cohete.

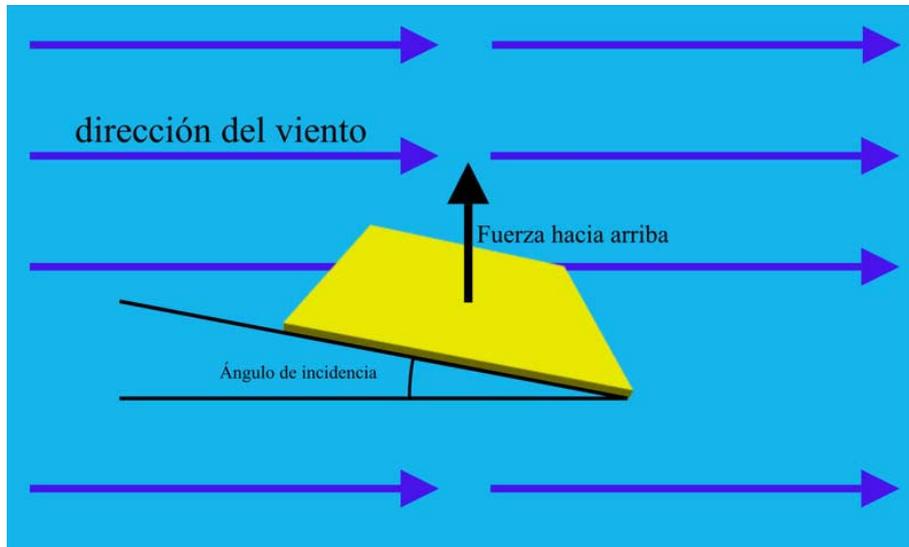


Ilustración 2

Si inclinamos la tabla hacia abajo, haciendo que el ángulo de incidencia con el aire sea negativo, se creará una fuerza que empuja la tabla hacia abajo.

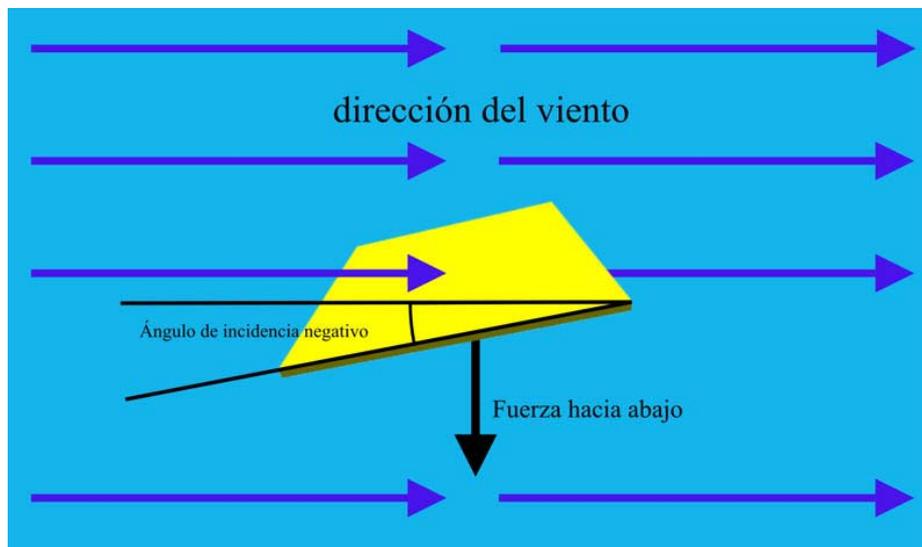


Ilustración 3

Al ángulo que forma la tabla con la dirección de su movimiento lo llamaremos **ángulo de incidencia**. Si el ángulo de incidencia es hacia arriba, decimos que es positivo, y si es hacia abajo, negativo.

Con una determinada velocidad y un ángulo de incidencia positivo, la fuerza hacia arriba superará el peso de la tabla. En este punto, la tabla tenderá a ascender y podría volar. Y digo podría porque de momento seguimos sujetando la tabla con manos y moviéndonos en un coche.

Construyendo el ala

Ahora vamos a ver la forma de convertir la tabla en un ala. Para ello, simplemente cambiaremos el perfil rectangular de la tabla por otro mucho más aerodinámico, como el que se muestra en la ilustración 4. Este perfil minimiza la fricción contra el aire y evita las turbulencias que, como veremos más adelante, debemos evitar en la medida de lo posible.

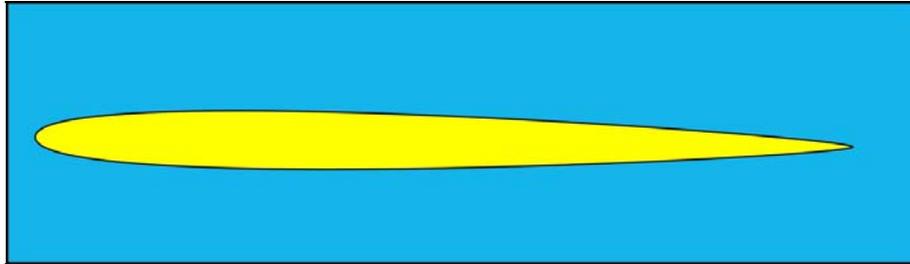


Ilustración 4

También haremos el ala hueca o cambiaremos el tipo de material para hacerla lo más ligera posible, pero intentando que tenga una rigidez suficiente para soportar las fuerzas a las que se va a enfrentar.

Estabilizando el ala

Ahora que ya tenemos un ala, vamos a intentar que vuele. Podemos probar a lanzarla al aire con fuerza para ver qué pasa, pero veremos que no vuela nada bien. Necesitamos añadir algo que le proporcione estabilidad.

Para ello vamos a colocar otras dos alas más pequeñas detrás del ala principal y las uniremos a ésta mediante un larguero, tal como se muestra en la ilustración siguiente. Le daremos al ala principal un pequeño ángulo de incidencia positivo para que el ala pueda producir una fuerza ascensional.

A estas pequeñas alas las llamamos **estabilizadores** y funcionan de forma parecida a una veleta, haciendo que nuestra máquina se oriente automáticamente en la dirección del movimiento.

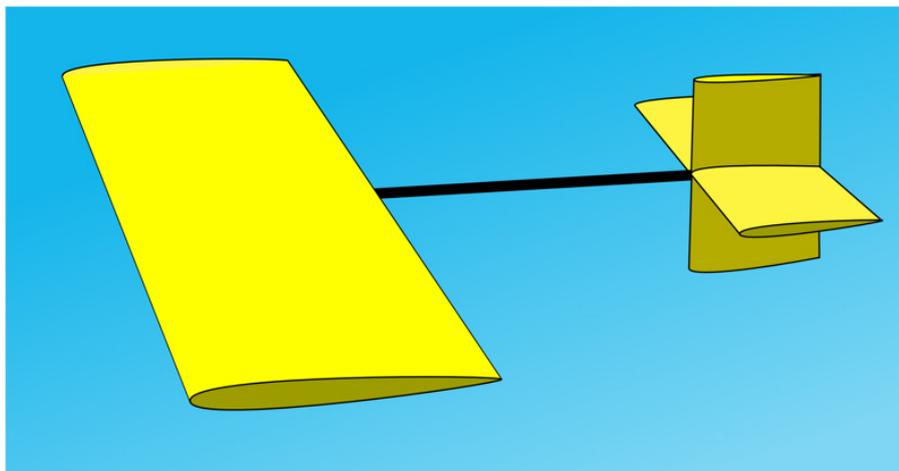


Ilustración 5

¡Vaya! Esto se parece bastante a un avión, pero ¿volará? Hacemos otra prueba de lanzamiento y ya vuela bastante mejor, pero no se mantiene en línea recta. Nuestra máquina, que es ya casi un avión, describe una curva hacia arriba hasta quedar vertical y luego cae. Parece que algo falla.

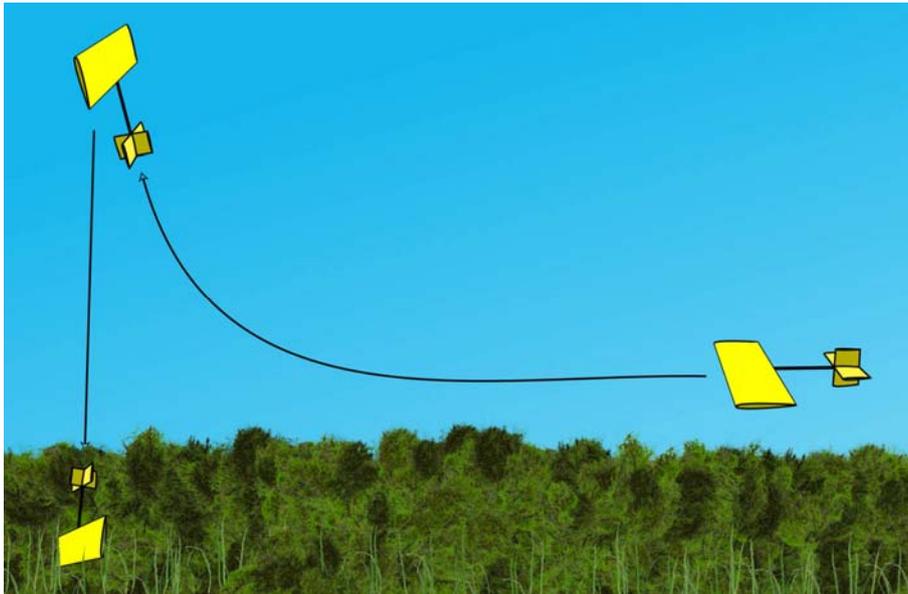


Ilustración 6

EL centro de gravedad

El problema está en que al añadir los estabilizadores, el peso de éstos ha desplazado el **centro de gravedad** del conjunto hacia atrás. De esta manera se crea un par de fuerzas que tienden a hacer que nuestro avión siga esa trayectoria.

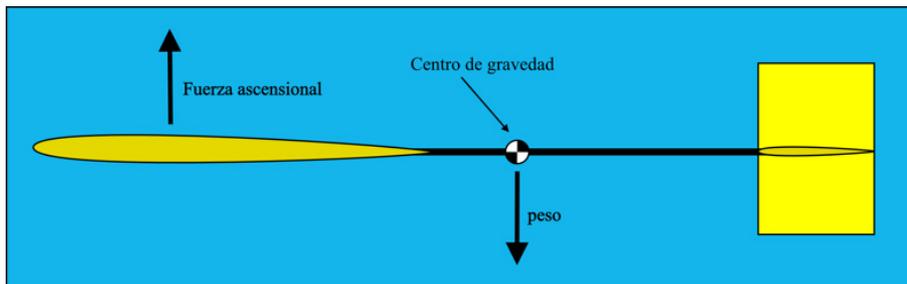


Ilustración 7

El fuselaje

Para solucionar este problema vamos a prolongar hacia adelante el larguero, que a partir de ahora llamaremos **fuselaje**, y colocar un contrapeso en la punta. Así podemos hacer que el centro de gravedad quede en las alas, en el mismo lugar que la fuerza de sustentación. Resulta un tanto paradójico que el avión vuele mejor añadiéndole peso, pero así es como funcionan estas máquinas voladoras. La posición del centro de gravedad es tremendamente importante en todos los aviones y es algo que se debe tener en cuenta al distribuir el peso de los pasajeros y de la carga.

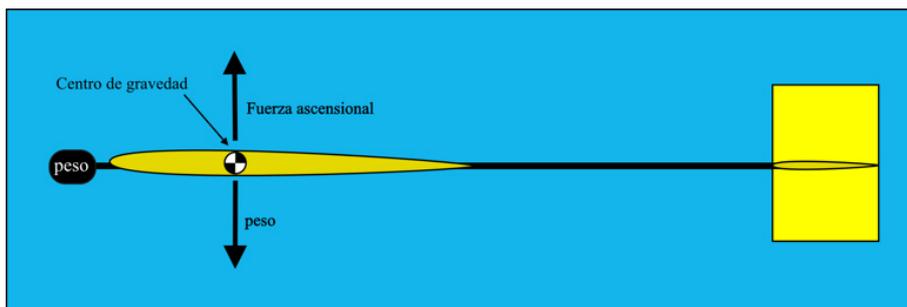


Ilustración 8

El motor

Ya que tenemos que añadir peso en el morro de nuestro avión podemos aprovechar para ponerle un motor que haga girar una **hélice**. Así tendremos un vehículo autopropulsado que podría hacer vuelos relativamente largos. Podemos usar un motor eléctrico alimentado por una batería o un motor de combustión interna con su correspondiente depósito de combustible.

La hélice

La hélice funciona exactamente igual que las alas. Sus **palas** se mueven a través del aire con un ángulo de incidencia positivo, impulsando el aire hacia atrás y haciendo que se cree una fuerza en sentido contrario que empuja al avión hacia adelante.

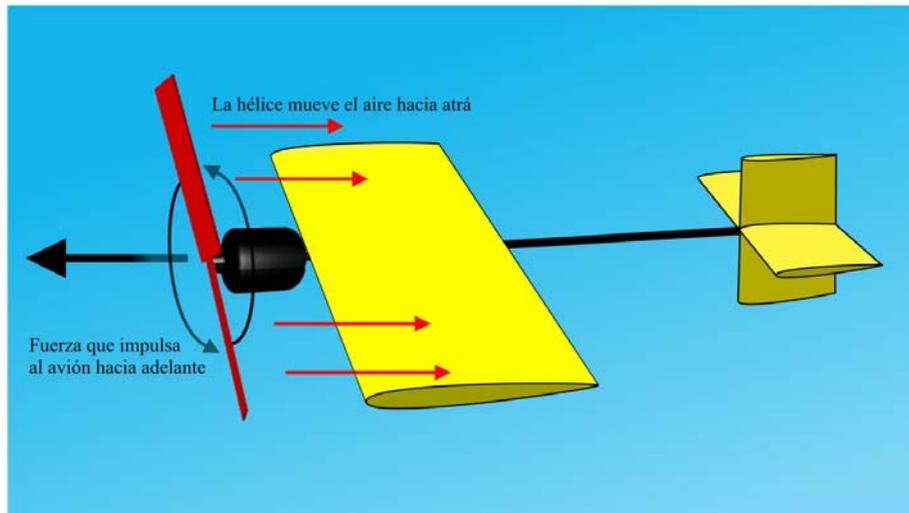


Ilustración 9

Mejorando el ala

Podemos hacer que la sustentación del ala aumente haciendo que su perfil sea asimétrico, con una parte superior curva y una parte inferior casi plana. Llamaremos **intradós** a la parte inferior del ala y **extradós** a la superior. Se denomina **borde de ataque**, al borde delantero del ala y **borde de salida** al trasero.

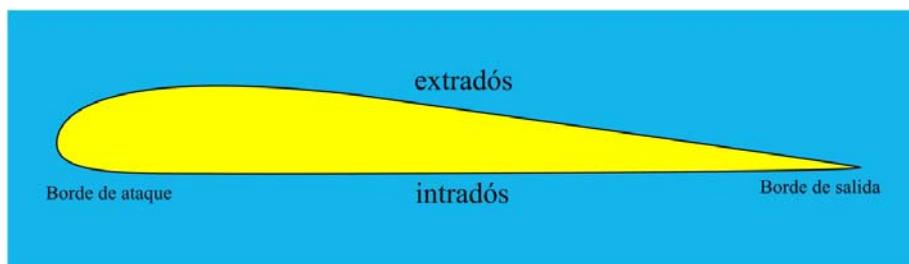


Ilustración 10

Con este perfil, el ala se vuelve más eficiente porque la superficie del extradós es mayor que la del intradós. Al tener que recorrer una distancia mayor en el mismo tiempo, el flujo de aire se ve obligado a circular a mayor velocidad por la parte superior que por la inferior. Según el **Principio de Bernoulli**, el aumento de velocidad en el extradós producirá una disminución de la presión en la parte superior del ala con respecto a la inferior. Esta diferencia de presiones crea una fuerza ascendente que, aunque no es muy grande, se suma a la fuerza creada por el ángulo de incidencia y contribuye a aumentar la fuerza ascensional.

Hagamos otra prueba de vuelo. Ponemos en marcha el motor y lo arrojamos al aire. Al principio vuela más o menos en línea recta, pero pronto acaba inclinándose hacia la izquierda o la derecha y termina, como ícaro, estrellado de nuevo contra el suelo.

El diedro

Al añadir los estabilizadores en la cola, hemos logrado que el avión vuele en línea recta, pero no podemos evitar los movimientos de rotación que desestabilizan el avión. Una solución al problema consiste en partir el ala en dos y unir las dos semialas formando un ángulo que llamamos **diedro**, como se muestra en la ilustración siguiente.

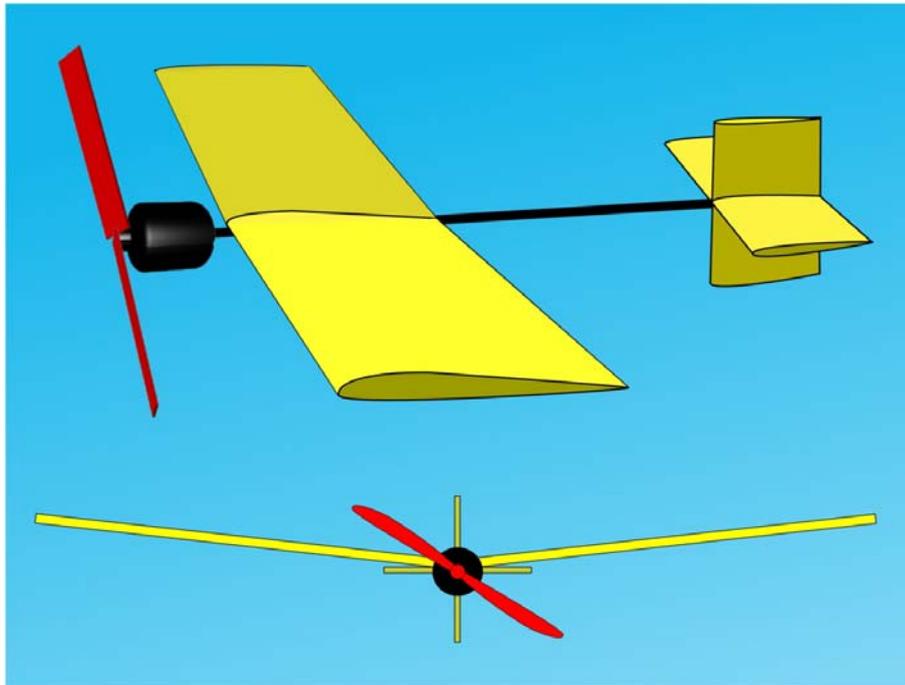


Ilustración 11

De esta forma, cuando el avión se inclina de manera que un ala baja y la otra sube, la fuerza vertical resultante de ala que sube es menor que la del ala que baja, con lo que se crea un par de fuerzas que tienden a enderezar el avión. También, al elevar las alas, el centro de gravedad del avión queda por debajo del centro de empuje de las fuerzas ascensionales que producen las alas, por lo que el avión adquiere así una estabilidad extra.

Ya tenemos una máquina voladora bastante eficaz, que puede volar y que es bastante estable, aunque tiene un defecto importante: de momento no podemos controlarla, así que volará más o menos a su antojo. Es lo que se llama un avión de vuelo libre. (ver Ilustración 12).

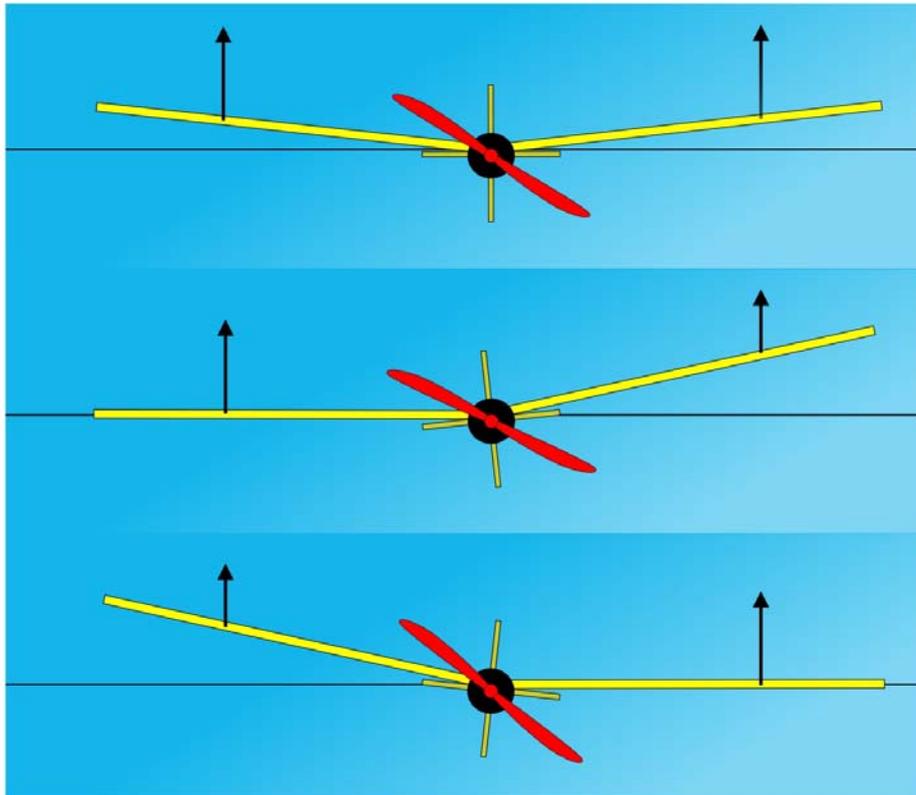


Ilustración 12

En la segunda parte de este artículo explicaremos cómo se puede controlar un avión para poder hacer que despegue del suelo, dirigirlo a donde queramos y aterrizarlo de una sola pieza.