# 1 INTRODUCCIÓN

Avión o Aeroplano, aeronave más pesada que el aire, por lo general propulsada por medios mecánicos y sustentada por alas fijas como consecuencia de la acción dinámica de la corriente de aire que incide sobre su superficie (véase Aerodinámica). Otras aeronaves más pesadas que el aire son: el planeador o velero, provisto también de alas fijas y carente de motor; aquéllas en las que se sustituyen las alas por un rotor que gira en el eje vertical (véase Autogiro; Helicóptero), y el ornitóptero, cuyo empuje y sustentación se consigue mediante alas batientes. Se han desarrollado modelos de juguete que vuelan perfectamente, pero los de mayor tamaño no han tenido éxito. Véase también Aviación, para la historia de aparatos más pesados que el aire.

La palabra “aeroplano” sugiere normalmente aparatos que operan desde tierra firme, pero en realidad se aplica a otros tipos de aviones, como los transportados, hidroaviones y anfibios. La principal diferencia de configuración entre estos aparatos está en el tren de aterrizaje. Los aviones transportados están diseñados para despegar y aterrizar desde una instalación móvil, la más común es el portaaviones; para ello disponen de un gancho con el que en el momento de aterrizar se sujetan a un cable que cruza la cubierta del portaaviones y, junto con los frenos del propio avión, permiten una carrera de aterrizaje muy corta. Para despegar se enganchan a una catapulta que en pocos segundos, junto con el motor a máxima potencia, les hacen alcanzar la velocidad de despegue. Los hidroaviones sustituyen las ruedas del tren de aterrizaje por flotadores. El modelo conocido como barca voladora tiene el fuselaje como el casco de un barco y, aparte de sus funciones aerodinámicas e hidrodinámicas, sirve para que flote una vez posado en el agua. Los anfibios van provistos de ruedas y flotadores y en algunos casos de casco, lo que permite operar con la misma efectividad tanto en tierra como en agua. Antes de la II Guerra Mundial los hidroaviones se utilizaron para el transporte militar y para el servicio comercial intercontinental. Por su configuración tenían que volar y amerizar despacio. Como los nuevos aviones volaban y podían aterrizar a mayor velocidad, para ganar eficiencia, los grandes aviones pasaron a operar solamente desde tierra. Los anfibios vuelan y aterrizan aún más despacio por su doble tren de aterrizaje y se usan menos. A veces son muy útiles, sobre todo en zonas como la selva, donde la construcción de una pista de aterrizaje es costosa y difícil de mantener, pero, sin embargo, hay abundantes ríos con aguas profundas y tranquilas. Existen flotadores anfibios para avionetas. Parecen flotadores convencionales y tienen una rueda en el centro. La rueda sobresale muy poco y no crea resistencia en el agua, pero asoma lo suficiente para permitir aterrizar en superficies de tierra o de hierba cortada.

Otros modelos de aviones más pesados que el aire son los VTOL y STOL. La aeronave VTOL (del inglés vertical takeoff and landing, ‘despegue y aterrizaje verticales’) es un avión cuyas características de vuelo son semejantes a las de los demás aviones; adicionalmente tienen la capacidad de despegar y aterrizar en vertical. Hay varias maneras de conseguir el despegue vertical desde tierra; la mayor parte de los diseños utilizan motores reactores giratorios que al comienzo del despegue se colocan en posición vertical, y después, poco a poco, van rotando hasta situarse horizontalmente al adquirir la velocidad necesaria para volar; este sistema requiere mucha potencia de empuje en los motores. Las alas variables y los ventiladores móviles se usan también en este tipo de despegues, pero originan resistencias aerodinámicas muy altas para el vuelo horizontal. Los aviones convertibles combinan los rotores de los helicópteros con las alas fijas de los aviones, y resultan apropiados para vuelos comerciales cortos de despegue vertical. Compiten con los helicópteros, pero vuelan a velocidades mayores.

La aeronave STOL (del inglés short takeoff and landing, ‘despegue y aterrizaje cortos’) es un avión que despega y aterriza en tan poca distancia que sólo requiere pistas muy cortas. Es más eficiente, en términos de consumo de combustible y potencia de los motores, que la aeronave VTOL, y además es capaz de volar también a mayores velocidades y con más alcance que los helicópteros. Para aeronaves más ligeras que el aire, véase Dirigible; Globo.

# 2 PRINCIPIOS DEL VUELO

Un aeroplano se sustenta en el aire como consecuencia de la diferencia de presión que se origina al incidir la corriente de aire en una superficie aerodinámica como es el ala. En la parte superior la presión es menor que en la inferior (véase Teorema de Bernoulli), y esa diferencia produce un efecto de empuje hacia arriba llamado sustentación. La magnitud del empuje depende de la forma del corte transversal del ala, de su área, de las características de su superficie, de su inclinación respecto al flujo del aire y de la velocidad del mismo.

## 2.1 Sustentación

La sustentación producida en un ala o superficie aerodinámica es directamente proporcional al área total expuesta al flujo de aire y al cuadrado de la velocidad con que ese flujo incide en el ala. También es proporcional, para valores medios, a la inclinación del ángulo de ataque del eje de la superficie de sustentación respecto al de la corriente de aire. Para ángulos superiores a 14 grados, la sustentación cambia con rapidez hasta llegar a la pérdida total cuando, por efecto de esos valores, el aire se mueve produciendo torbellinos en la superficie de las alas. En esta situación se dice que el perfil aerodinámico ha entrado en pérdida.

Cuando un avión está manteniendo la altura, la sustentación producida por las alas y otras partes del fuselaje se equilibra con su peso total. Hasta ciertos límites, cuando aumenta el ángulo de ataque y la velocidad de vuelo se mantiene constante, el avión ascenderá; si, por el contrario, baja el morro del avión, disminuyendo así el ángulo de ataque, perderá sustentación y comenzará a descender. El sistema por el cual sube y baja el morro del avión se llama control de cabeceo.

Durante un vuelo, el piloto altera con frecuencia la velocidad y ángulo de ataque de la aeronave. Estos dos factores a menudo se compensan uno con otro. Por ejemplo, si el piloto desea ganar velocidad y mantener el nivel de vuelo, primero incrementa la potencia del motor, lo que eleva la velocidad; esto a su vez aumenta la sustentación, por lo que para equilibrarla con el peso, bajará poco a poco el morro del avión con el control de cabeceo hasta conseguirlo.

Durante la aproximación para el aterrizaje, el piloto tiene que ir descendiendo y a la vez disminuyendo la velocidad lo más posible; esto produciría una considerable pérdida de sustentación y, en consecuencia, un descenso muy fuerte y un impacto violento en la pista. Para remediarlo hay que lograr sustentación adicional alterando la superficie de las alas, su curvatura efectiva y su ángulo de ataque, mediante mecanismos adicionales como los flaps, alerones sustentadores que se extienden en la parte posterior de las alas, y los slats, en la parte frontal. Ambas superficies se usan para el despegue y aterrizaje, yendo retraídas durante el vuelo de crucero al tener una limitación de velocidad muy reducida, por encima de la cual sufrirían daños estructurales.

## 2.2 Resistencia

Los mismos factores que contribuyen al vuelo producen efectos no deseables, como la resistencia, la fuerza que tiende a retardar el movimiento del avión en el aire. Un tipo de resistencia es la aerodinámica, producida por la fricción que se opone a que los objetos se muevan en el aire. Depende de la forma del objeto y de la rugosidad de su superficie. Se puede reducir mediante perfiles muy aerodinámicos del fuselaje y alas del avión. Hay diseños que incorporan elementos para reducir la fricción, consiguiendo que el aire que fluye en contacto con las alas mantenga el llamado flujo laminar cuando se desliza sobre ellas sin producir torbellinos.

Otro tipo de resistencia, llamada resistencia inducida, es el resultado directo de la sustentación producida por las alas. Se manifiesta en forma de torbellinos o vórtices en la parte posterior de los slats y especialmente del extremo de las alas, y en algunos aviones se coloca una aleta pequeña denominada winglet, que reduce notablemente su efecto.

Se llama resistencia total a la suma de ambas resistencias. La ingeniería aeronáutica trata de conseguir que la relación entre la sustentación y la resistencia total sea lo más alta posible, lo que se obtiene teóricamente al igualar la resistencia aerodinámica con la inducida, pero dicha relación en la práctica está limitada por factores como la velocidad y el peso admisible de la célula del avión. En el avión de transporte subsónico su valor puede llegar a veinte; en los de altas características se duplica ese valor, mientras que el incremento de la resistencia, cuando se vuela a velocidades supersónicas, lo reduce a menos de diez.

# 3 VUELO SUPERSÓNICO

La era de la aviación supersónica comenzó después de la II Guerra Mundial y su desarrollo tuvo que resolver problemas aerodinámicos y técnicos que hicieron los vuelos de experimentación tan peligrosos e inciertos como los de los primeros aviadores. Ni los complejos análisis matemáticos ni los resultados obtenidos en el túnel aerodinámico, donde se experimentaban los prototipos, podían garantizar que las características de un avión en vuelo supersónico fuesen, no ya satisfactorias, sino seguras sin más.

## 3.1 La barrera del sonido

El primer gran problema que encontraron los ingenieros aeronáuticos se conoce popularmente como la barrera del sonido. Se alcanza cuando la aeronave llega a la velocidad del sonido en el aire (unos 1.220 km/h al nivel del mar) conocida como Mach 1. Al obtener esa velocidad, se produce de forma brusca una modificación en la compresibilidad del aire, llamada onda de choque. El resultado de esta distorsión incrementa la resistencia al avance del avión que afecta a la sustentación del ala y a los mandos de vuelo. Por tanto, en los aviones que no estén adecuadamente diseñados, es imposible controlar el vuelo. Véase Número de Mach.

## 3.2 Contaminación acústica

El ruido es un gran problema asociado con los aviones y sobre todo con el vuelo supersónico. El ruido de los motores de los aviones supersónicos es alto y más agudo que el de los subsónicos y constituye una seria molestia para los trabajadores y vecinos de las comunidades próximas a los aeropuertos. Su mayor nivel de ruido se produce cuando la onda de choque originada por un vuelo supersónico impacta el suelo, generando un fragor en forma de explosión. Este efecto se conoce con el nombre de estampido sónico y puede romper los cristales de las ventanas de las casas en zonas muy alejadas del avión que lo ha causado. Los investigadores y los fabricantes intentan reducir tanto el ruido de los motores como el estampido sónico, entre otras cosas porque les obligan las regulaciones de las autoridades aeronáuticas, que van desde prohibir el vuelo de aviones supersónicos sobre áreas pobladas, hasta establecer procedimientos, horarios y trayectorias especiales de despegue y aterrizaje, con el fin de reducir el impacto acústico de cualquier tipo de avión que opera en los aeropuertos.

## 3.3 La barrera del calor

Otro de los problemas asociados con el vuelo supersónico es la alta temperatura que se produce por la fricción del aire con las superficies exteriores del aeroplano. Este problema se conoce con el nombre de barrera del calor. Para contrarrestar las altas temperaturas y presiones que origina la velocidad supersónica, los materiales de la estructura y los de la superficie deben ser más resistentes al calor y a la presión que los utilizados en los aviones subsónicos. El titanio es un ejemplo de material con gran eficiencia ante ambos efectos. La necesidad de volar cada vez a mayor velocidad y altitud, y con más autonomía de vuelo, han propiciado la aparición de nuevos diseños aerodinámicos y de modernos materiales para las estructuras del aparato.

# 4 ESTRUCTURA DEL AVIÓN

Un avión de diseño actual y convencional presenta cuatro componentes: fuselaje, alas, empenaje de cola y tren de aterrizaje.

## 4.1 Fuselaje

En los albores de la aviación, el fuselaje consistía en una estructura abierta que soportaba los otros componentes del avión. La parte inferior de la estructura servía de tren de aterrizaje. Después, la necesidad de aumentar la resistencia y mejorar las prestaciones llevó a desarrollar fuselajes cerrados, afianzados y sujetos por medio de montantes y cables de riostramiento, que mejoraban las condiciones aerodinámicas, proporcionaban protección a los pilotos y pasajeros y conseguían mayor espacio para el equipaje y la carga. Poco tiempo después aparecieron los fuselajes monocasco, una novedad que consistía en integrar en un solo cuerpo la estructura y su recubrimiento. Es el modelo más usado actualmente y permite presurizar el interior para volar a elevadas altitudes.

## 4.2 Alas

Aunque los aviones de un solo plano o ala, conocidos como monoplanos, aparecieron pocos años después del vuelo de los hermanos estadounidenses Wilbur y Orville Wright, los primeros aeroplanos se construían preferentemente con dos alas (biplano) y en ocasiones con tres o con cuatro. Las alas múltiples tienen la ventaja de aumentar la sustentación con una estructura más fuerte, pero el monoplano encuentra menor resistencia al avance. Cuando se desarrolló el ala cantilever, el monoplano se afianzó definitivamente a pesar de que no comenzó su diseño hasta la década de los treinta. El ala cantilever consigue su fijación mediante elementos estructurales internos. Es un ala limpia desde su encastre en el fuselaje hasta su extremo, sin soporte visible alguno y se usa en la mayor parte de los aviones. Las alas reforzadas con puntales y cables aún se siguen utilizando en aviones pequeños y ligeros y en modelos acrobáticos. La estructura de un ala consiste en un armazón de largueros y costillas características cubierto por planchas metálicas unidas y sujetas al mismo por remaches u otros medios.

En los aviones pequeños el recubrimiento puede ser de lona y a veces de contrachapado o de fibra de vidrio impregnada de resina. Los largueros y costillas se extienden desde el fuselaje hasta la punta del plano. Se pueden usar uno o varios largueros, pero el diseño más corriente es el de dos. Las costillas van perpendiculares a ellos y dan al ala su forma exterior. Si el recubrimiento es de planchas metálicas, también participan del esfuerzo que soporta el ala. Este modelo de recubrimiento resistente del plano se usa en los grandes aviones, aunque cada vez se utilizan más plásticos reforzados, de alta resistencia, tanto en el recubrimiento de algunas partes del ala como en la estructura.

El tamaño y la forma de las alas varían mucho con los requerimientos aerodinámicos. Las alas de los aviones supersónicos suelen estar inclinadas hacia atrás, dando al avión el aspecto de una punta de flecha dirigida hacia adelante y muy estilizada. Esta forma permite reducir la brusca variación de compresión cuando el avión se aproxima a la velocidad del sonido. La importancia del ala dentro de la estructura del avión se pone de manifiesto con el desarrollo de las alas volantes, aviones en los que el fuselaje y la cola se han eliminado completamente.

## 4.3 Empenaje de cola

El modelo normal de empenaje de cola consta de dos superficies básicas, la horizontal y la vertical. Cada una tiene secciones fijas para proporcionar estabilidad y móviles para controlar mejor el vuelo. La sección fija de la superficie horizontal se llama estabilizador horizontal y suele estar en la parte frontal, mientras que en la posterior se encuentra la parte móvil llamada timón de profundidad o elevador. Algunas veces toda la superficie se puede mover y el elevador se elimina. La parte fija de la superficie vertical es el estabilizador vertical y la móvil el timón de dirección. Hay diseños que tienen dos superficies verticales y, por tanto, dos timones de dirección. Los empenajes de cola inclinados combinan las funciones de dirección y profundidad en un solo mecanismo. En algunos aviones supersónicos, la superficie horizontal se ha sustituido por dos aletas (canard) situadas a cada lado cerca del morro del avión.

## 4.4 Tren de aterrizaje

El tren de aterrizaje suele ser uno de los mecanismos más complicados de un avión. Entre sus componentes se incluye el amortiguador principal, que es una pata con una estructura muy resistente, en cuya parte inferior y antes del ensamblaje de las ruedas lleva un amortiguador hidráulico para absorber el impacto del aterrizaje. Va sujeto a los largueros del ala o del fuselaje. El mecanismo de accionamiento del tren permite extenderlo y retraerlo al accionar desde la cabina de pilotos la palanca de mando. Por lo general, se actúa con energía hidráulica. Los frenos también suelen ser hidráulicos y provistos de sistema antideslizante. Suelen llevar un mecanismo detector de modo, aire/tierra, que activa o desactiva varios sistemas del avión, según esté volando o en el suelo.

Hay varios tipos de trenes de aterrizaje, el más común es el triciclo. Consta de dos patas principales situadas detrás del centro de gravedad del avión y una tercera más pequeña en el morro. Ciertos aviones muy grandes pueden llevar tres y hasta cuatro patas principales y cuatro ruedas por cada pata. Otro modelo es el convencional con dos patas principales delante del centro de gravedad y una tercera muy pequeña situada en la parte inferior de la cola. El aterrizaje es más fácil con el tren triciclo, ya que permite un mejor frenado al no existir riesgo de golpear con el morro del avión en el suelo. También mejora la maniobrabilidad y visibilidad durante el rodaje por el suelo. Otros tipos de tren de aterrizaje pueden llevar bandas de rodadura tipo oruga para cargas pesadas en campos de aterrizaje no preparados, giratorios para viento cruzado, o una combinación de esquís y ruedas para aterrizar sobre hielo o nieve.

# 5 CONTROLES DE VUELO

Los componentes necesarios para el control de vuelo de los aviones modernos constan de varios sistemas que se manejan desde la cabina de pilotos mediante una palanca de mando, con o sin volante, los pedales de dirección y un conjunto de instrumentos que proporcionan la información necesaria para su uso.

## 5.1 Mandos de vuelo

La actitud de un aeroplano se define como su orientación relativa al horizonte y a la dirección de su movimiento. Se controla por medio de tres sistemas de mandos de vuelo, cada uno de los cuales actúa en su eje correspondiente moviendo el timón de profundidad, el de dirección o los alerones que se encuentran en la parte posterior de las alas. Todos se accionan desde la cabina de pilotos: el primero con la palanca, el segundo con los pedales, y los alerones con el volante. En los aviones pequeños, que suelen carecer de volante, la palanca que mueve el timón de profundidad, si se inclina a un lado o a otro, mueve también los alerones.

El timón de profundidad permite el movimiento de cabeceo y hace girar al avión sobre el eje transversal. Al tirar hacia atrás de la palanca de mando, se levanta el timón, disminuye su sustentación, baja la cola y, por tanto, sube el morro. Si se mueve la palanca hacia adelante se produce el efecto contrario haciendo picar al avión.

Los alerones están colocados cerca de la punta del ala y hacia el borde posterior, y permiten el movimiento de alabeo y hacen girar al avión sobre el eje longitudinal. Si se mueve el volante de mando a la izquierda o se inclina en la misma dirección la palanca cuando no hay volante, el alerón izquierdo se levanta y el derecho baja, produciéndose así una inclinación de las alas hacia la izquierda. Si se mueve el mando a la derecha, se inclinarán hacia ese lado.

Los pedales controlan el movimiento de dirección y hacen girar al avión sobre el eje vertical. En coordinación con los alerones, permiten cambiar el rumbo del avión. Cuando se presiona el pedal derecho, el timón se mueve y hace girar el avión hacia la derecha y si se empuja el pedal izquierdo, el giro será hacia la izquierda; pero hay que inclinar la palanca a la vez y hacia el mismo lado para evitar que el avión derrape. El alabeo es al avión lo que el peralte de una curva al automóvil.

Los aviones llevan un conjunto de mandos secundarios para asegurar un manejo más sencillo y efectivo de las superficies de control. Así, los compensadores se usan en el timón de profundidad, de dirección y de alabeo para ajustar el equilibrio de las superficies aerodinámicas asociadas, por tanto, los pilotos no tienen que realizar mucha fuerza sobre el mando correspondiente. Los flaps y slats aumentan la sustentación para reducir la velocidad de despegue y aterrizaje. Los spoilers, aletas alineadas con la superficie superior de las alas, se pueden extender usándolos como frenos aerodinámicos tanto en vuelo como en el aterrizaje; coordinados con los alerones, se utilizan para mejorar el control de alabeo. Los frenos aerodinámicos van en los planos; son dos o más superficies que, accionadas desde la cabina, se extienden poco a poco hasta llegar a ser perpendiculares a la dirección del vuelo, ayudando a disminuir la velocidad del avión. Todos estos sistemas se pueden controlar de diversas maneras, ya sea eléctrica, mecánica o hidráulicamente. Cuando el control se realiza mediante señales eléctricas, recibe el nombre de fly-by-wire. Si es por medio de señales ópticas, se llama fly-by-light.

## 5.2 Instrumentos

La información necesaria para volar requiere datos de al menos cuatro sistemas: planta de potencia, instrumentos de vuelo, instrumentos de aterrizaje y ayudas a la navegación. Los instrumentos de la planta de potencia indican todos aquellos parámetros que permiten conocer el funcionamiento del motor, y son, entre otros: el tacómetro, que muestra las revoluciones por minuto de cada motor, los indicadores de presión y temperatura de aceite y el medidor de flujo de combustible. Los instrumentos primarios de vuelo dan información de velocidad (anemómetro), dirección (brújula magnética y giróscopo direccional), altitud (altímetros) y actitud (variómetro, bastón, bola y horizonte artificial). Varios de ellos, así como el piloto automático, utilizan datos recibidos de los giróscopos o de las plataformas inerciales, ya sean convencionales o de láser, que suministran información sin ninguna ayuda exterior.

Los instrumentos de aterrizaje necesarios para operar con baja visibilidad son de dos tipos: sistema instrumental de aterrizaje (ILS), que envía señales directas al piloto para asegurar una correcta trayectoria de aproximación, y el control de aproximación de tierra (GCA), que utiliza equipos de radar instalados en tierra para guiar al piloto mediante instrucciones verbales transmitidas por radio durante la maniobra. El ILS se usa en aviación civil y el GCA en la militar, aunque cada vez se extiende más el uso del ILS en ambas. El sistema de luces de aproximación (ALS) proporciona una ayuda visual durante los últimos metros del descenso. Véase también Aeropuerto; Ruta aérea.

# 6 PROPULSIÓN

Hay dos sistemas de tracción que permiten volar a un aeroplano: la hélice y la propulsión a chorro. La hélice puede ser movida tanto por un motor de combustión interna como por un motor turborreactor. Debido a su diseño, empuja el aire hacia atrás con sus palas, que penetran en el aire como un tornillo. La propulsión a chorro produce el empuje al descargar los gases de escape, producto de la combustión, a una velocidad mucho mayor que la que tenía el aire al entrar en el motor. En modelos especiales se han usado motores cohete para proporcionar empuje adicional, basándose en el mismo principio de acción y reacción. Un motor de aviación tiene que satisfacer un número importante de requerimientos: alta fiabilidad, larga vida, bajo peso, bajo consumo de combustible y baja resistencia al avance. El factor más importante es el de la fiabilidad, ya que afecta de modo directo al primer requisito del transporte aéreo: la seguridad. La vida larga tiene repercusiones económicas interesantes para la aviación comercial. El peso y el bajo consumo son interdependientes, a mayor peso más consumo y más combustible a cargar que a su vez también pesa. La baja resistencia al avance se consigue reduciendo el área frontal, obteniendo con ello menos consumo.

## 6.1 Motores de pistón

El motor de pistón se utiliza en los aviones propulsados por hélice. Puede ser de dos tipos: de cilindros y rotativo. En el primero, la energía mueve los pistones que trabajan dentro de cilindros colocados en línea, opuestos horizontalmente o en estrella. Para refrigerarlo se usa aire o un líquido refrigerante, y como combustible quema distintos tipos de gasolina. Su ventaja estriba en la fiabilidad y el bajo consumo. El motor rotativo sustituye los cilindros por un mecanismo rotatorio con menor número de piezas móviles, que produce, por tanto, menos vibraciones. Se utiliza para pequeños aeroplanos. El motor turboalimentado consiste en un conjunto de cilindros provisto de una turbina accionada por la energía cinética de los gases de escape. La turbina mueve a su vez un compresor que aumenta la presión de entrada del combustible en la cámara de combustión. Esto compensa en parte la pérdida debida a la altura y permite que el motor opere con suficiente potencia a grandes altitudes. Una variante de esta idea utilizaba la misma energía de los gases de escape por medio de turbinas para aplicar empuje mecánico al cigüeñal. Estos tipos de motores turboalimentados equiparon a los aviones estadounidenses e ingleses durante la II Guerra Mundial.

## 6.2 Motores de reacción

El motor de reacción se basa en el principio de acción y reacción y se divide en tres grupos: el turborreactor, el turbopropulsor y el cohete. En el turborreactor, el aire que entra en el motor pasa a través de un compresor, donde aumenta su presión. En la cámara de combustión se le añade el combustible, que se quema y aumenta la temperatura y el volumen de los gases. Los gases de la combustión pasan por la turbina, que a su vez mueve el compresor de entrada, y salen al exterior a través de la tobera de escape, diseñada para aumentar su velocidad, produciendo así el empuje deseado. Este motor puede alcanzar velocidades supersónicas. El turbopropulsor o turbohélice es un motor de reacción en el que la energía cinética de los gases de escape se usa para mover la hélice. Se instala en aviones de tamaño medio y desarrolla velocidades entre 480 y 640 km/h. Por último, el cohete es el que contiene el comburente y el combustible, y es el que impulsa los proyectiles teledirigidos. También se han usado cohetes con combustible sólido para suministrar empuje adicional durante la carrera de despegue a aviones de hélice con mucha carga. El motor turbofán es una modalidad del de propulsión a chorro en el que parte del flujo de aire, impulsado por los compresores, sale directamente al exterior produciendo empuje igual que una hélice; también se llama de doble flujo y en los motores grandes la potencia así suministrada puede superar a la del flujo primario. Lo utilizan la mayor parte de los grandes aviones comerciales, ya que consume menos combustible, hace menos ruido y es muy fiable; no puede alcanzar velocidades supersónicas, pero se aproxima a ellas. Se desarrollaron algunos otros tipos de motores de reacción, como el pulsorreactor, que impulsaba la bomba volante alemana V-1, o el estatorreactor, que necesita grandes velocidades para arrancar, usándose sólo como motor auxiliar para aviones supersónicos de velocidad superior a Mach 2. Ambos motores tienen un consumo de combustible muy alto.

# 7 AEROPLANO: TIPOS Y USOS

Los aeroplanos se pueden clasificar en tres tipos según su función y el ámbito de operación: comerciales, incluyendo los de transporte de pasajeros y carga, ya sea en líneas regulares o chárter, militares y aeroplanos de la aviación general, que son los no comprendidos en los otros dos. Las particulares características de cada avión están determinadas por la naturaleza de los servicios a realizar. El aumento de la especialización en su uso ha traído como consecuencia una amplia variación en los requerimientos de diseño.

## 7.1 Aeroplanos comerciales

En Europa el avión fue utilizado para transporte de pasajeros en el año 1919, mientras que en Estados Unidos los primeros vuelos de la aviación comercial se dedicaron principalmente al correo. Los vuelos de pasajeros aumentaron en rutas como la de Londres a París, se introdujeron en Estados Unidos a partir de 1927 y crecieron más deprisa gracias a la aparición de aviones seguros y confortables como el Douglas DC-3. Este avión iba propulsado por dos motores de hélice y podía transportar 21 pasajeros a una velocidad de crucero de 300 km/h. Todavía se puede ver volando por los cielos de muchos países. Poco después aparecieron los aviones cuatrimotores, que podían volar aún a mayor velocidad, subir más alto y llegar más lejos. El siguiente paso se dio en 1950, con el Vickers Viscount británico, primer avión impulsado por hélice movida por turbina de gas.

Los aviones para cubrir un servicio se eligen en función de dos factores: el volumen de tráfico y la distancia entre los aeropuertos a los que sirve. La distancia entre aeropuertos se conoce como recorrido y hay un elevado número de aviones que pueden operar entre 400 y 11.000 kilómetros.

Los reactores comerciales de pasajeros se usaron al principio para recorridos de larga distancia. El avión británico De Havilland Comet inició su servicio en 1952, y el Boeing 707 en 1958. También a finales de la década de 1950 apareció el Douglas DC-8 y los Convair 880 y 990. Estos aviones desarrollaban una velocidad de crucero aproximada de 900 km/h y transportaban más de 100 pasajeros.

El Caravelle francés, el De Havilland Trident inglés y el Boeing 727 estadounidense, todos ellos más pequeños y diseñados con los motores en la cola, se construyeron para cubrir líneas de medio recorrido, entre 800 y 2.400 kilómetros. A mediados de la década de 1960 aparecieron birreactores aún más pequeños para operar en trayectos de corto recorrido, como el Boeing 737, el DC-9, el Fokker F-28 y el BAC-111.

El Boeing 747 entró en servicio en el año 1970 y fue el primer avión comercial de fuselaje ancho. Sirve en trayectos de media y larga distancia y alta densidad. Utiliza motores turbofán y vuela en crucero a unos 900 km/h. Normalmente transporta 400 pasajeros, llegando hasta 500 en algunas versiones. El Douglas DC-10 y el Lockheed 1011 Tristar son también grandes aviones con capacidades próximas a los 300 pasajeros. Ambos van empujados por tres motores montados en la cola. Se diseñaron para cubrir trayectos como el de Chicago-Los Ángeles y otros de recorrido similar. El primer DC-10 voló en 1971 y el L-1011 en 1972. Mientras, en Europa, el primer avión birreactor de fuselaje ancho, Airbus A300, realizaba su primer vuelo en el mismo año.

El avión supersónico comercial, o SST, constituye la cima en el desarrollo de la tecnología aeronáutica y permite cruzar el Atlántico norte y regresar de nuevo en menos tiempo de lo que un reactor subsónico tarda en hacer uno de los trayectos. El supersónico soviético TU-144, que fue el primero en entrar en servicio en 1975, realizaba vuelos regulares de carga en la URSS. En 1962 los gobiernos del Reino Unido y Francia firmaron un acuerdo para desarrollar y construir el proyecto del avión supersónico Concorde. El primer vuelo de prueba se hizo en 1971 y el certificado de aeronavegabilidad se firmó en 1975. El primer vuelo comercial del avión francés fue de París a Río de Janeiro, con escala en Dakar, y del inglés, de Londres a Bahrein.

En sus inicios, el proyecto SST fue criticado por ser antieconómico y muy ruidoso. A pesar de las objeciones, el servicio a Estados Unidos comenzó el 24 de mayo de 1976, con vuelos simultáneos de Londres y París al aeropuerto internacional Dulles, cerca de la ciudad de Washington, y a Nueva York (22 de noviembre de 1977). Excepto en los países de la antigua URSS, los vuelos SST deben realizarse a velocidades subsónicas cuando pasan por zonas habitadas.

Las pérdidas de explotación del Concorde superaron los 500 millones de libras y dejó de fabricarse en 1979. En octubre de 2003 realizó su último vuelo. A pesar del fracaso comercial del Concorde, los fabricantes y operadores están interesados en una posible segunda generación de aviones supersónicos. Entretanto hay una enorme competencia entre los fabricantes de aviones reactores subsónicos avanzados como los Boeing 757, 767 y 777 y los Airbus A320, A330 y A340. El A320 ha sido el primer avión comercial en usar el sistema de control completamente automático fly-by-wire. El avión cuatrimotor de largo recorrido A340 es el competidor del Boeing 747, mientras el bimotor de fuselaje ancho A330 y el Boeing 777 concurren en el mercado de alta densidad y medio recorrido, donde ya competían el Boeing 767 y el Airbus A300/310. En diciembre de 2000 se produjo el lanzamiento comercial del Airbus A380, el avión de pasajeros más grande del mundo; su presentación oficial tuvo lugar en enero de 2005, en Toulouse (Francia). El 27 de abril de 2005 el A380 realizó, con éxito, su primer vuelo de pruebas, de cuatro horas de duración.

Los aviones de carga han conocido una expansión sin precedentes desde la II Guerra Mundial. Los primeros aeroplanos de carga fueron los Canadair CL-44 y el Armstrong-Whitworth Argosy, a los que siguieron versiones de los grandes aviones de pasajeros modificados para carga, que son los usados actualmente.

## 7.2 Aeroplanos militares

Los aeroplanos militares se pueden dividir en cuatro categorías: combate, carga, enseñanza y observación. En la categoría de combate se incluyen los aviones de caza y los bombarderos, tanto para operaciones en tierra como en mar. Hay numerosos tipos de cada uno de estos modelos. Los cazas se usan a menudo para ataques a baja cota o para interceptaciones aéreas, siendo los más representativos de los que se usan en Europa el McDonnell Douglas F-4 Phantom, el General Dynamics F-16 y el Dassault Mirage, aunque existe un proyecto que los sustituirá por el Eurofigther. El Tornado, de geometría variable, combina las funciones de defensa aérea de largo alcance, ataque y reconocimiento, sustituyendo al antiguo BAC/Dassault Jaguar. El Harrier es un avión con capacidad de despegue y aterrizaje vertical y se usa como apoyo táctico a las operaciones en tierra y como interceptador en la lucha aeronaval. Es un avión subsónico, pero su diseño está preparado para desarrollar un modelo supersónico. Otros aviones comparables usados por Estados unidos son el McDonnell Douglas F-15 Eagle, los cazas aeronavales Grumman F-14 y McDonnell Douglas F-18, y el caza Lockheed F-117, equipado con un sistema electrónico tan sofisticado que le hace prácticamente indetectable por radar. El B-52 Stratofortress, avión subsónico desarrollado en la década de los cincuenta, y el B-1B son los principales bombarderos de largo alcance utilizados por Estados Unidos, mientras el Fairchild A-10 Thunderbolt se usa específicamente para el ataque a los carros blindados.

El más utilizado de los aviones militares de transporte es el cuatrimotor Lockheed C-130 Hércules, y el más grande el C-5A de la misma casa constructora, que puede llevar 120 toneladas de carga. Los aviones militares de enseñanza y entrenamiento más famosos han sido el Texan T-6, de hélice, para enseñanza básica, y el reactor T-33, para enseñanza avanzada. Ambos están fuera de servicio, pero han formado miles de pilotos en gran parte de los países occidentales. Un modelo muy especial de avión militar es el Boeing E3 AWACS, que gracias a sus complejos sistemas de detección se ha convertido en un eficaz observatorio aéreo para controlar todo tipo de movimientos y actividades en tierra. Se le distingue con facilidad por la enorme antena en forma de seta que lleva sobre el fuselaje.

## 7.3 Aviación general

Los aviones usados para recreo privado, negocios, usos agrícolas, vuelos de instrucción civil y otros servicios especiales se pueden englobar en el término de aviación general. Hay una enorme variedad de aeroplanos en esta categoría, desde los pequeños ultraligeros de un solo asiento, los de enseñanza con dos, o los más grandes con cuatro, todos con un solo motor de pistón, hasta los más complejos bimotores a reacción, capaces de realizar vuelos transatlánticos a la misma velocidad y altura que los grandes aviones comerciales.

Uno de los campos con más aplicación de la aviación general es la agricultura, donde se utilizan aviones para fumigar o para distribuir fertilizantes y simientes. También se usa para la inspección aérea de oleoductos y tendidos eléctricos, fotografía aérea, cartografía, patrullas forestales y control de la fauna salvaje.

Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993--2008 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

# INDICE

[1 INTRODUCCIÓN 1](#_Toc334711453)

[2 PRINCIPIOS DEL VUELO 4](#_Toc334711454)

[2.1 Sustentación 4](#_Toc334711455)

[2.2 Resistencia 5](#_Toc334711456)

[3 VUELO SUPERSÓNICO 7](#_Toc334711457)

[3.1 La barrera del sonido 7](#_Toc334711458)

[3.2 Contaminación acústica 7](#_Toc334711459)

[3.3 La barrera del calor 8](#_Toc334711460)

[4 ESTRUCTURA DEL AVIÓN 9](#_Toc334711461)

[4.1 Fuselaje 9](#_Toc334711462)

[4.2 Alas 9](#_Toc334711463)

[4.3 Empenaje de cola 10](#_Toc334711464)

[4.4 Tren de aterrizaje 11](#_Toc334711465)

[5 CONTROLES DE VUELO 13](#_Toc334711466)

[5.1 Mandos de vuelo 13](#_Toc334711467)

[5.2 Instrumentos 14](#_Toc334711468)

[6 PROPULSIÓN 16](#_Toc334711469)

[6.1 Motores de pistón 16](#_Toc334711470)

[6.2 Motores de reacción 17](#_Toc334711471)

[7 AEROPLANO: TIPOS Y USOS 19](#_Toc334711472)

[7.1 Aeroplanos comerciales 19](#_Toc334711473)

[7.2 Aeroplanos militares 22](#_Toc334711474)

[7.3 Aviación general 23](#_Toc334711475)

[INDICE 25](#_Toc334711476)