

# MOTORES

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>MOTORES ALTERNATIVOS</b> .....	<b>3</b>
1.1.1	DEFINICIÓN Y TIPOS.....	3
1.1.2	EL CICLO DE OTTO .....	4
1.1.3	CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES DE EXPLOSIÓN.....	4
1.1.4	MOTOR DE DOS TIEMPOS .....	5
1.1.5	MOTOR DE CUATRO TIEMPOS .....	5
1.1.6	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS, TÉRMICAS Y VOLUMÉTRICAS.....	6
<b>1.2</b>	<b>MOTORES A REACCIÓN</b> .....	<b>7</b>
1.2.1	TURBORREACTOR O TURBOJET.....	8
1.2.2	TURBOHÉLICE O TURBOPROP .....	10
1.2.3	TURBOFAN .....	11
<b>1.3</b>	<b>MOTORES COHETE</b> .....	<b>12</b>
<b>2.</b>	<b>VISIÓN GLOBAL</b> .....	<b>18</b>
<b>3.</b>	<b>ESTADOS UNIDOS</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>G.E.A.E</b> .....	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>PRATT-WHITNEY</b> .....	<b>25</b>
<b>3.3</b>	<b>ENGINE ALLIANCE</b> .....	<b>26</b>
<b>4.</b>	<b>EUROPA</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>EUROJET</b> .....	<b>27</b>
<b>4.2</b>	<b>TURBOUNIÓN</b> .....	<b>30</b>
<b>4.3</b>	<b>REGULUS</b> .....	<b>30</b>
<b>4.4</b>	<b>ARIANESPACE</b> .....	<b>30</b>
<b>4.5</b>	<b>MTR</b> .....	<b>30</b>
<b>4.6</b>	<b>APA</b> .....	<b>30</b>
<b>4.7</b>	<b>RRTM</b> .....	<b>31</b>
<b>4.8</b>	<b>TECH56</b> .....	<b>31</b>
<b>4.9</b>	<b>CLEAN</b> .....	<b>31</b>

4.10 POA (POWER OPTIMIZED AIRCRAFT).....	31
4.11 ROLLS-ROYCE .....	32
4.12 SNECMA.....	33
4.13 MTU .....	34
4.14 TURBOMECA .....	35
4.15 FIAT AVIO.....	36
4.16 TECHSPACE AERO .....	37
4.17 VOLVO AERO .....	37
5. OTROS PAÍSES .....	39
6. ESPAÑA .....	39
6.1 AVIACIÓN CIVIL.....	42
6.1.1 ITP.....	42
6.1.2 IBERIA .....	44
6.2 AVIACIÓN MILITAR .....	45
6.2.1 ITP.....	45
6.2.2 SENER .....	46
6.2.3 CESA.....	47
7. REFERENCIAS.....	47

# 1. CARACTERÍSTICAS

Los motores aeronáuticos se dividen en tres grandes categorías:

## 1.1 *Motores alternativos*

### 1.1.1 DEFINICIÓN Y TIPOS

Los motores son los mecanismos que transforman la energía química presente en el combustible en energía mecánica. En el motor esta energía mecánica se manifiesta en la rotación de un eje del motor, al que se une el mecanismo que se quiere mover (por ejemplo una hélice).

En aviación distinguimos el elemento propulsor y el motopropulsor. El propulsor es el órgano que transforma la energía mecánica del motor en energía cinética de una corriente de aire (o de gases). Por otra parte, se llama elemento motopropulsor al conjunto formado por el motor y el propulsor (motor y hélice por ejemplo).

El motor alternativo de aviación está formado por una serie de cilindros donde se comprime la mezcla aire-combustible y se inflama. La mezcla se prepara previamente en un dispositivo denominado carburador, o en un sistema de inyección. La combustión de la mezcla produce un incremento de la presión del gas en el interior del cilindro, aplicándose esta sobre el embolo. El movimiento lineal del embolo (pistón), ascendente y descendente en el cilindro, se transforma finalmente, en otro movimiento circular mediante un sistema articulado, que hace girar el eje del motor.

Por la forma de construcción y ordenación de sus cilindros, los motores alternativos pueden ser: motores en línea, de cilindros horizontales y opuestos, en estrella o radiales.

Los motores de cilindros horizontales y opuestos constituyen la solución actual en la gama de baja potencia.

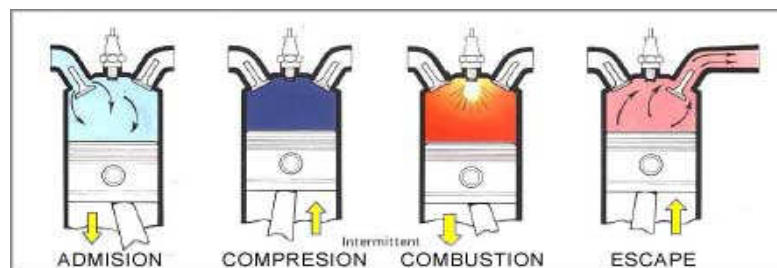


### 1.1.4 MOTOR DE DOS TIEMPOS

En el motor de dos tiempos, las cuatro etapas descritas se producen con dos movimientos del pistón. Esto es posible debido a la inercia de los gases, es decir, a su tendencia a conservar el movimiento una vez se ha iniciado. Con ello es posible el "solape" de las distintas etapas, de modo que pueden realizarse con dos carreras del pistón o una revolución del cigüeñal (el motor de cuatro tiempos precisa de dos revoluciones de cigüeñal para completar el ciclo).

### 1.1.5 MOTOR DE CUATRO TIEMPOS

En la fase de admisión, la válvula de admisión se abre y el pistón se desplaza hacia abajo en el cilindro, aspirando la mezcla de combustible y aire. La válvula de admisión se cierra cerca del final de la carrera de admisión y el pistón se mueve hacia arriba del cilindro, comprimiendo la mezcla. Al aproximarse el pistón a la parte superior del cilindro en la carrera de compresión, se enciende la bujía y la mezcla se inflama. Los gases de la combustión se calientan y expansionan con gran rapidez, lo que aumenta la presión en el cilindro, forzando al pistón de nuevo a bajar en lo que se denomina carrera de expansión o motriz. La válvula de escape se abre y forzados los gases por la subida del pistón pasan a través de ella para salir al exterior del cilindro.



### **1.1.6 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS, TÉRMICAS Y VOLUMÉTRICAS**

Las características esenciales que definen a los motores de explosión de combustión interna son:

a) **FORMA DE REALIZAR LA CARBURACION:** El llenado de los cilindros se realiza con la mezcla aire-combustible, la cual se prepara en el exterior de los cilindros por medio del carburador, o los sistemas de inyección, para después ser comprimida en el interior de los mismos. Debido a esta forma de carburación los motores necesitan consumir combustibles ligeros y fácilmente vaporizables, para que la mezcla se realice en perfectas condiciones de carburación y para obtener así una rápida combustión.

b) **RELACION DE COMPRESION Y POTENCIA:** Debido a los combustibles utilizados, la relación de compresión en estos motores no puede ser elevada, ya que está limitada por la temperatura alcanzada por la mezcla durante la compresión en el interior del cilindro, la cual no puede ser superior a la temperatura de inflamación de la mezcla. Estas relaciones de compresión limitan la potencia de estos motores. Sin embargo, la preparación de la mezcla fuera del cilindro, con tiempo suficiente durante la aspiración y compresión para obtener una buena carburación de la misma, permite una rápida combustión, con lo que se puede obtener un elevado número de revoluciones en el motor.

c) **FORMA DE REALIZAR LA COMBUSTION:** Otra de las características esenciales de estos motores es la forma de realizar su combustión (volumen constante). Esta se produce cuando el embolo se encuentra en el punto de máxima compresión y se realiza de una forma rápida, por capas como si fuera una explosión, pero sin que los gases puedan expansionarse o sea, aumentar su volumen. Esto hace que la presión y la temperatura interna se eleven extraordinariamente al final de la combustión y se alcancen presiones

considerables (40 a 70 kgf/cm<sup>2</sup>) que ejerce un empuje notable sobre el pistón, desplazándolo para realizar el trabajo motriz.

d) FORMA DE ENCENDIDO: Estos motores se caracterizan por la forma de encendido, el cual se produce por ignición de la mezcla a través de una chispa eléctrica, que hace expansionar los gases una vez iniciada la combustión.

## **1.2 Motores a reacción**

Históricamente han existido tres tipos de empuje por reacción, sin embargo el que tuvo más éxito operativo fue el turboreactor. Los otros dos tipos son el Pulsorreactor desarrollado en Alemania durante la Segunda guerra mundial y el Estatorreactor ó Ramjet, el cual, requiere que un turboreactor eleve la velocidad de paso de aire a más de 1 Mach (velocidad del sonido) para poder impulsar una gran masa de aire que entra a alta presión y temperatura en combustión con combustible inyectado para llegar a velocidades mucho mayores; actualmente solo se tiene conocimiento del motor Ramjet en el Lockheed SR-71 Blackbird.

El grupo de turboreactores son los motores empleados habitualmente en aviones comerciales, aviones privados de largo alcance y helicópteros debido a su gran entrega de potencia. Su funcionamiento es relativamente más simple que el de los motores recíprocos, sin embargo las técnicas de fabricación, componentes y materiales son mucho más complejos ya que están expuestos a elevadas temperaturas y condiciones de operación muy diferentes en cuanto a altitud, rendimiento, y velocidad interna de los mecanismos.

El núcleo de estos motores es una turbina de gas que, mediante la expansión de gases por combustión, produce un chorro de gas que propulsa la aeronave directamente o mueve otros mecanismos que generan el empuje propulsor.

Los turborreactores generalmente se dividen en zonas de componentes principales que van a lo largo del motor, desde la entrada hasta la salida del aire: en la zona de admisión se aloja por lo general una entrada o colector con un compresor de baja compresión y un compresor de alta compresión, en la zona de combustión es donde se inyecta el combustible y se quema en la cámara de combustión mezclado con el aire comprimido de la entrada; esto resulta en una alta entrega de flujo de gases que hace accionar finalmente una turbina (el "corazón" del motor). Por último en la salida se halla la tobera de escape que es la que dirige el flujo de gases producido por la combustión.

Los tipos más comunes de motor a reacción (conocidos simplemente como de turbina, erróneamente) son:

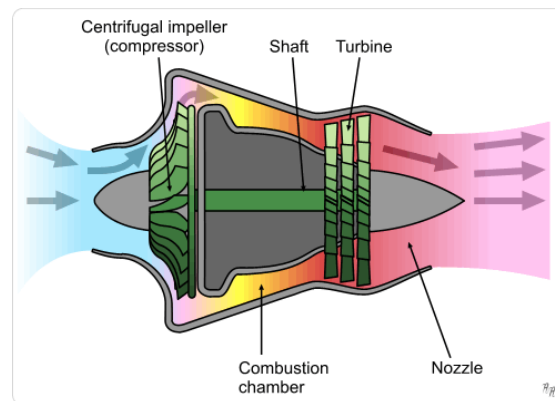
### **1.2.1 TURBORREACTOR O TURBOJET**

Gracias a su concepto de turborreacción, son los motores que popularmente se conocen como "motores de propulsión a chorro".

Es un tipo de turbina de gas, que a diferencia de los motores de ciclo alternativo que tienen un funcionamiento discontinuo (explosiones), tiene un funcionamiento continuo. Consta de las mismas fases que un motor alternativo: admisión, compresión, expansión y escape



Para la fase de compresión, se usan compresores axiales o centrífugos que comprimen grandes volúmenes de aire a una presión de entre 4 y 32 atmósferas. Una vez comprimido el aire, se introduce en las cámaras de combustión donde el combustible es quemado en forma continua. El aire a alta presión y alta temperatura (o sea, con más energía que a la entrada) es llevado a la turbina, donde se expande parcialmente para obtener la energía que permite mover el compresor (similar al funcionamiento del turbocompresor que se encuentra en los automóviles). Después el aire pasa por una tobera, en la que es acelerado hasta la presión de salida, proceso que transforma la presión en velocidad.



Por lo que en este tipo de motores la fuerza impulsora o empuje se obtiene en gran medida por la cantidad de movimiento. Al lanzar grandes volúmenes de aire hacia atrás a gran velocidad, se produce una reacción que impulsa la aeronave hacia adelante. En el caso de los aviones militares, el empuje proviene prácticamente en su totalidad de los gases de escape. En el caso de aviones comerciales (como los Boeing y Airbus), una parte del aire que absorben los alabes es desviado por los costados de la turbina, generando parte del empuje de manera similar a un avión con turbohélice. Hoy en día, estos motores alcanzan empujes de hasta 50 toneladas.

Su forma estrecha y alargada a modo de barril o cigarro, permitía perfiles más aerodinámicos y diseños aeronáuticos más eficientes. A diferencia de los motores recíprocos, su potencia no se mide en caballos de fuerza producidos sino en libras de empuje, y la capacidad para producir empuje se ve afectada por altitudes mucho mayores que en los motores de pistón debido a las altas velocidades internas de operación y a la compresión del aire que impulsan.

Ampliamente utilizado en aeronáutica, dado que presenta varias ventajas frente a los motores alternativos:

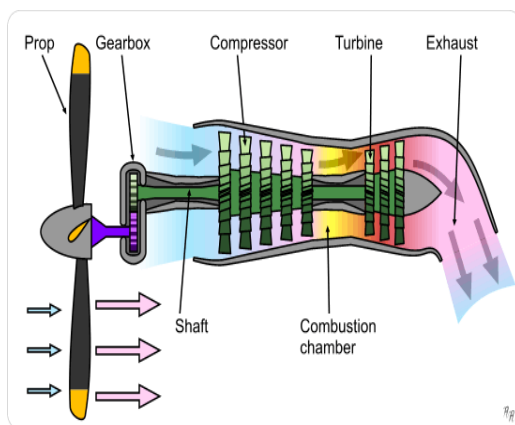
- Es más eficiente en términos de consumo de combustible.
- Es más sencillo y tiene menos partes móviles.
- Tiene una mejor relación peso/potencia.
- Requiere menor mantenimiento.
- La vida útil es más larga.

Hoy en día se encuentran en desuso por su elevada sonoridad y bajo rendimiento de combustible y solo se hallan en aviones antiguos y de tipo militar.

### 1.2.2 TURBOHÉLICE O TURBOPROP

Estos motores no basan su ciclo operativo en la producción de potencia a partir del empuje de los gases que circulan a través de ellos, sino que la potencia que producen se usa para mover una hélice. De manera similar a los turbofan, los gases de la turbina se emplean en su totalidad para mover en este caso una hélice que genera el empuje necesario para propulsar la aeronave.

Esto se logra mediante una caja reductora de engranajes, ya que las velocidades de operación de un Turbofan son superiores a las 10.000 RPM, demasiado rápido para una hélice. Al igual que en la mayoría de motores recíprocos, los motores cuentan con gobernadores que mantienen fija la velocidad de la hélice y regulan el paso de sus palas (constant speed, variable pitch propeller). La potencia de los motores turbohélice se mide en turbocaballos o SHP (shafted horse power).



Presentan una gran economía de funcionamiento relativa a los turbofan, y permiten una potencia operativa intermedia entre los motores recíprocos y las turbinas, por lo que su uso se ve restringido a propulsar aviones con mayor autonomía, velocidad, tamaño y/o rendimiento que los que operan motores

a pistón, pero que no llegan a ser tan veloces, grandes y autónomos que los que usan turbinas sin hélice.

Son exitosos al operar aviones de tipo regional que no han de cubrir grandes distancias ni alcanzar altas velocidades (en la punta de las palas de la hélice se pueden llegar a alcanzar velocidades transónicas, con los problemas que ello acarrea, como la pérdida de rendimiento propulsivo) y también se han convertido en una opción para incrementar la potencia de aviones de pistón.

Existen otros tipos de motores de turbina como el propfan que se encuentran en fase experimental.

### **1.2.3 TURBOFAN**

En el motor turbofan (planta motriz turboventilante) los gases generados por la turbina son empleados mayoritariamente en accionar un ventilador (fan) situado en la parte frontal del sistema que produce la mayor parte del empuje, dejando para el chorro de gases de escape solo una parte del trabajo (aproximadamente el 30%).

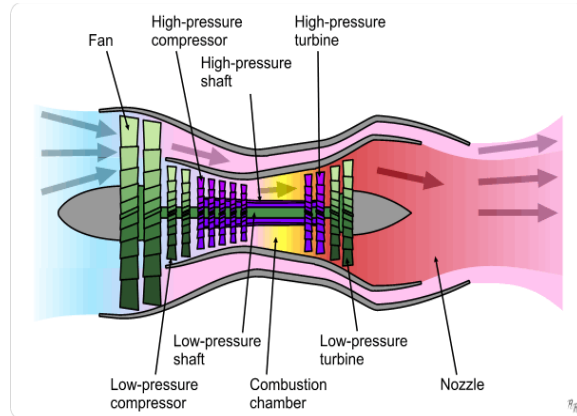
Estos motores comenzaron a usar el sistema de flujo axial, que mantiene la corriente de aire comprimido presionada hacia el eje de la turbina, por lo que el aire sale propulsado con mayor velocidad y con menos tendencia a disiparse de la corriente de salida. Esto incrementa notablemente la eficiencia.

Otro gran avance del Turbofan fue la introducción del sistema de doble flujo en el cual, el ventilador frontal es mucho más grande ya que permite que una corriente de aire circule a alta velocidad por las paredes internas del motor, sin ser comprimido o calentado por los componentes internos. Esto permite que este aire se mantenga frío y avance a una velocidad relativamente igual al aire caliente del interior, haciendo que cuando los dos flujos se encuentren en la tobera de escape, formen un torrente que amplifica la magnitud del flujo de salida y a la vez lo convierte en un flujo más estrecho, aumentando la velocidad total del aire de salida. Este tipo de motor tiene una gran entrega de empuje, permitiendo el desarrollo de aviones con capacidad de carga y transporte de pasajeros mucho más grande, y al nivel que conocemos en la actualidad.

Es el motor utilizado por la mayoría de los aviones a reacción modernos por su elevado rendimiento y relativa economía de combustible respecto a un Turbojet.

Normalmente son motores de dos ejes, uno para la turbina de gas y otro para el ventilador. Sin embargo Rolls Royce produce motores turbofan de tres ejes, que corresponden a los modelos de la serie Trent.

La tendencia que se sigue desde los años ochenta es aumentar la relación de derivación en los turbofans por medio de fanes con el mayor diámetro posible. A



estos motores más modernos, con relaciones de derivación que van desde 12 a 25, se les denomina motores ADP (Advanced Duct Propellers). En el futuro se llegará a eliminar el carenado del fan para conseguir mayores eficiencias. Los motores con fan no carenado se conocen como propfans y su desarrollo está ligado irremisiblemente a la evolución de los materiales empleados en motores ya que, en la actualidad, los esfuerzos en punta de pala no son soportados con garantías por las aleaciones comerciales actuales. Esto quiere decir que la evolución de las plantas propulsoras en aviación pasa por un salto tecnológico ya que no parece que el camino a seguir sea aumentar indefinidamente el diámetro de los motores, tema que, por cierto, está empezando a ser un quebradero de cabeza para los diseñadores.

Este es el motor utilizado por la mayoría de los aviones a reacción modernos por su elevado rendimiento y relativa economía de combustible respecto a un Turbojet o Turborreactor.

### **1.3 Motores cohete**

El motor cohete es el motor más potente conocido y su relación peso/potencia lo hace el motor ideal para ser usado en naves espaciales. Existen varios tipos dentro de la industria de misiles, lanzadores y vehículos

espaciales y serán estudiados en los Capítulos de este informe que se dedican en exclusiva a estos vehículos.

Aún así anticiparemos algunas de sus ventajas y desventajas frente a otros sistemas propulsivos.

*Ventajas:*

- Es el motor más potente en relación a su peso.
- No tiene partes móviles lo que lo hacen muy resistente.
- No requiere lubricación ni enfriamiento.
- Es el motor más fiable en cuanto a fallos mecánicos.
- Su reacción es instantánea.
- No pierde potencia con el uso y siempre es la misma aún después de miles de usos.
- No utiliza oxígeno atmosférico por lo que es susceptible de ser utilizado en aplicaciones espaciales.
- Es el más sencillo de los motores en su funcionamiento.

*Desventajas:*

- Es el motor que más combustible consume.
- Es el motor que más ruido produce, ya que es el único que su escape es supersónico.
- En los motores de propergol sólido, una vez comenzada la reacción esta no se puede detener

Parece que los motores cohete cada día tienen más protagonismo, como prueba de ello se podría destacar la incipiente industria turística espacial, que ya ha dejado de ser un sueño inalcanzable para convertirse en una realidad cuyo futuro comercial se está valorando y que ha llevado a todos aquellos que se han interesado, y se lo han podido permitir, a sobrevolar las capas más externas de la atmósfera.

También se están desarrollando motores cohete que emplean aire atmosférico como, el scramjet (motor de combustión supersónica) de la NASA, que instalado en el X-43A rompió el record de velocidad el pasado 16 de Noviembre de 2004 al alcanzar mach 9.8 (11.000 Km/h a 33.000 m). A la par se están desarrollando propulsores convencionales, para llevar material científico a la Estación Espacial Internacional.

Por último, podemos señalar los cohetes que usan los transportes militares que necesitan mayor potencia al despegue, sobre todo en pistas muy cortas y mal acondicionadas.

Los combustibles utilizados no son los mismos en todos los motores: en los alternativos se utilizan aeronaftas, en aerorreactores se usa un queroseno refinado, tipo JP-1 y en motores cohete se emplean gran variedad de propulsores, desde hidracina pasando por hidrógeno líquido, hasta incluso queroseno en misiles "stand-off". Para cada tipo de aerorreactor existen distintos combustibles en función de la composición y de los aditivos utilizados: JP-4, que es de los más antiguos y es una mezcla de gasolina y queroseno; JP-5, que es similar al JP-4 pero con distinto punto de congelación; JP-7, JETA, etc. que dan diferentes capacidades y propiedades: mayor capacidad antiincendio, menor temperatura de vaporización, menor peso... etc.

El sector de aerorreactores tiene unas características específicas, adicionales a las ya muy exigentes del campo aeroespacial:

1º- En cuanto a mercados, los grandes fabricantes venden a las aerolíneas sus aviones de cualquier tamaño con la posibilidad de instalar motores de fabricantes distintos. Además de la posibilidad, que tiene las compañías, de encargarse los aviones con un motor u otro, pueden encargarse motores nuevos para renovar la planta motriz de aeronaves más antiguas. El hecho de que la cuantía de los contratos sean tan importantes y a largo plazo crea una intensa competencia entre los fabricantes, a pesar de haber tan pocos, al no tener éstos garantizado el suministro de motores a ningún cliente. Esto hace que se creen alianzas entre dos o más fabricantes para el desarrollo de nuevos motores. Así, por ejemplo, para el modelo A380, Airbus pretende brindar a las líneas aéreas dos plantas de potencia diferentes. Para ello se ha desarrollado en colaboración con Rolls-Royce el motor Trent 900 y con Engine Alliance (compañía formada al 50% por GEAE y P&W) el GP 7.200.

2º- En cuanto a innovación y tecnología, el diseñar y fabricar componentes de gran precisión, en condiciones extremas de presión y temperatura, lleva a estándares sumamente críticos, de los que depende la fiabilidad del motor y por lo tanto la del avión en general. Ni que decir tiene que el desgaste que experimentan partes como las cámaras de combustión y, sobre todo las turbinas, que sufren todo tipo de ataques químicos, de sollicitaciones térmicas y de cargas aerodinámicas en la obtención de energía mecánica, constituye un desafío en el campo de la ingeniería. Esto lleva a un continuo trabajo de investigación, filosofía que siempre ha estado presente en los Estados Unidos y que empieza a cobrar fuerza en diversos países de Europa y otros países asiáticos emergentes como China.

3º- En cuanto a financiación, gracias a la dualidad de su tecnología, los programas militares posibilitan grandes desarrollos, atemperando los ciclos económicos y la estabilidad de las ventas. La investigación militar siempre ha ido ligada a la tecnología más puntera. Sin embargo, se observa un cierto cambio de tendencia en este particular, ya que cada día existe mayor separación entre los desarrollos deseados por los militares (reducción de firma infrarroja, altísima potencia específica, desarrollos en titanio, toberas vectoriales...) frente a los motores civiles (eficiencia, consumo, menor ruido mantenimiento). Ejemplo de estos proyectos que permiten el desarrollo de nuevas tecnologías son el EFA, F-22, Joint Strike Fighter...

4º- En cuanto a resultados, gran parte del margen del sector proviene de los repuestos, aunque la mayor fiabilidad y el menor ciclo de vida produzcan, cada vez, menores ingresos, obligando, por otra parte, a los fabricantes a buscar un mayor valor añadido sobre el producto a través de diseños más sofisticados y mejores prestaciones en servicios post-venta. Un ejemplo de esto lo encontramos en Rolls-Royce cuya estrategia comercial está haciendo hincapié en los ingresos por servicio post-venta. Estos han aumentado en un 60% en los últimos 5 años debido al desarrollo de un exhaustivo servicio al

cliente. Hay que recordar que esta compañía es responsable de la fabricación de 54.000 turbinas de gas en servicio por todo el mundo y recibe pedidos de cerca de 500 líneas aéreas, 160 fuerzas aéreas y 50 marinas de todo el mundo. Esta compañía, con unas ventas anuales de más de 10.000 millones de euros, recibe del servicio post-venta el 50% de los ingresos.

De todo ello se deduce que formar parte del grupo selecto de fabricantes de motores o de sus componentes es tarea de grandes compañías (U.T.C., G.E., Rolls-Royce, entre otras) con una alta preparación tecnológica y capacidad financiera que permita disponer del capital necesario para realizar proyectos en los cuales la rentabilidad se alcanza a largo plazo respecto a la inversión realizada.

También en la industria de motores, al igual que en el sector de las aerolíneas se han producido movimientos de integración – absorción y alianzas puntuales en distintos programas obedeciendo a la necesidad de compartir los enormes gastos que hay que asumir para mantener tan alta tecnología en funcionamiento. Los más significativos y más recientes han sido:

1. - La compra de Allison (Estados Unidos) por Rolls Royce en 1995.

2.- La compra de Turbomeca por SNECMA.

3. - La compra de Honeywell-Allied Signal por G.E. Esta última supone la creación del grupo fabricante de motores más potente del mundo y con la gama más amplia de motores existente en la actualidad.

4. - CFM International formada por General Electric y por SNECMA en 1974 para crear la familia de motores CFM56, son líder mundial del sector.



5. – Alianza entre G.E., SNECMA, Fiat y IHI (Japón) para la fabricación del GE90.

6. – International Aero Engines (IAE) formada por Pratt & Whitney, Rolls Royce, M.T.U., Fiat y Japan Aero Engines en 1983 para crear la familia de motores V2500 que equipa los Airbus A319, A320 y A321 y el Boeing MD-90.

7. – Engine Alliance formada por General Electric y Pratt & Whitney en 1996 para crear la familia de motores GP7000, dando lugar al motor GP7200 que equipará el A380.

Los campos de investigación y desarrollo en los que se está actuando en la actualidad son principalmente, para la industria civil:

1º- Desarrollo de métodos y tecnologías que reduzcan los costes de diseño y fabricación de los sistemas de propulsión, en particular los relacionados con las turbinas de baja presión.

2º- Desarrollo de métodos y tecnologías dirigidas a aumentar la eficacia y prestaciones de estos sistemas: mejores compresores, menores pérdidas intersticiales de aire...estrechamente ligadas al uso de nuevas técnicas informáticas de simulación como el D.N.S. (Direct Navier Stokes) que permite la simulación del flujo a través de perfiles de manera mucho más precisa de lo que era hasta ahora, pudiendo hacer estudios directamente en 3D sobre los álabes y predecir con mayor fiabilidad el flujo secundario que se va a presentar en compresores y turbinas entre otras cosas. Otros métodos numéricos son el

L.E.S. (Large Eddy Simulation) y el A.N.S que es el preponderante en ingeniería y que emplea las ecuaciones de Navier Stokes Reynolds promediadas suponiendo un esfuerzo de cálculo inferior al del D.N.S.. Todos estos desarrollos numéricos están ligados a los avances en la tecnología de los superordenadores y tienen como mayor dificultad el modelizado de la turbulencia que se presenta en el flujo que pasa por las turbomáquinas.

3º- Desarrollo de métodos y tecnologías que reduzcan el impacto medioambiental (emisiones de hidrocarburos que no hayan quemado bien, HC, monóxido de carbono, CO, y óxidos de Nitrógeno, NOx, relacionados con la destrucción de la capa de ozono, la lluvia ácida y con la niebla química: "smog") y también la emisión de ruido, mejorando el diseño de los dos primeros escalones del compresor que es donde se genera la mayor parte del ruido de este componente, reduciendo la velocidad de los gases de escape con mayores relaciones de derivación, usando toberas especiales contorneadas que reducen ruido...etc. Estos desarrollos se persiguen mediante programas como el EEFAE (Efficient and Environmentally Friendly Aero Engine) para el desarrollo de motores más limpios o el programa Silence(R) liderado por SNECMA para la reducción de ruido...

## **2. VISIÓN GLOBAL**

La industria de motores aeronáuticos está fundamentalmente representada por tres grandes compañías a nivel mundial:

- General electric, G.E., en Estados Unidos.
- Pratt and Whitney, P&W, en Estados Unidos y Canada.
- Rolls Royce, R&R, en Reino Unido.

Cada una de las empresas anteriores se encuentra presente en el mercado con productos propios en casi toda la gama de empujes (excepto los muy pequeños) y con productos propios en los motores de aplicación militar.

Fuera de estos tres grandes fabricantes de motores operan otros fabricantes en gamas de menor empuje, así como en turbohélices y turboejes (BMW-RR, Turbomeca, Allison o Allied Signal entre otros).

El crecimiento del 4 % anual del mercado de nuevos aviones civiles en los próximos veinte años hace que exista una oportunidad de venta de aeromotores civiles valorada en 330.000 millones de € y de unos 600.000 millones de € si consideramos el mercado militar adicional. Durante los próximos cinco años se prevé un incremento de 50.000 personas en el sector en Europa, incluyendo los fabricantes principales y la cadena de suministradores.

Desgraciadamente estas perspectivas se vieron muy comprometidas a lo largo del año 2001 debido a los desgraciados sucesos acaecidos en EE.UU. el 11-S, a su vez reforzados por la crisis económica ya prácticamente instalada y la inestabilidad creada por la psicosis a nuevos atentados y por la respuesta militar americana a nivel global contra el terrorismo islámico que ha tenido las peores consecuencias sobre las aerolíneas (incremento de seguros, abstención de volar por parte de los clientes, subida del precio de los combustibles...), principales clientes de los constructores de aerorreactores.

La crisis del sector aeronáutico oficializada en el año 2001 dejó sentir sus efectos de manera patente durante el año 2002, con una economía recelosa y una tendencia centrada en la seguridad que ha tenido un momento clave en el conflicto de Afganistán y más recientemente en el de Iraq en 2003, conflicto que además ha llevado a un aumento nunca antes visto en el precio del barril de Brent. Si a esto le unimos la incertidumbre provocada por la neumonía asiática y la crisis de los satélites de comunicaciones llegamos a una disminución en la contratación y en las ventas generalizada en todo el sector aeroespacial y, en particular, en los motores. La caída global de demanda y el aumento en el precio del billete se ha dejado sentir con especial virulencia en áreas donde el transporte aéreo se encuentra más desarrollado tales como el Eje Atlántico Norte y el tráfico interior norteamericano.

En el 2004 la crisis en el sector se superó con el aumento de las ventas en el sector civil de todos los fabricantes. Gracias a las compañías de bajo coste se volvió a reavivar el transporte comercial y aumentar el número de pasajeros en 2004.

Durante los años 2005 y 2006 se sigue con una tendencia al alza en cuanto a contratación, pedidos y uso del transporte aéreo, aunque debe de tenerse en cuenta la subida imparable del precio petróleo, alcanzando un máximo histórico semana tras semana durante el año 2007. La evolución del precio del barril durante el año 2006 y lo que va del 2007 ha sido la siguiente:

Evolución de los precios (dólares por barril)					
Fecha	Precios promedio			Precio Ley de Ingresos <sup>1/</sup>	Diferencial de precios Mezcla
	WTI <sup>1/</sup>	Brent <sup>1/</sup>	Mezcla Mexicana <sup>2/</sup>		
2006	66.05	64.85	53.23	36.50	16.73
<b>2007**</b>	<b>70.60</b>	<b>71.27</b>	<b>59.82</b>	<b>42.80</b>	<b>13.22</b>
Enero	54.47	53.44	43.60	42.80	0.80
Febrero	59.29	57.60	47.69	42.80	4.89
Marzo	60.52	62.30	49.97	42.80	7.17
Abril	63.98	67.80	54.61	42.80	11.81
Mayo	63.53	67.40	55.67	42.80	12.87
Junio	67.49	71.79	60.12	42.80	17.32
Julio	74.06	77.69	64.93	42.80	22.13
Agosto	72.38	71.61	61.54	42.80	18.74
Septiembre	79.70	78.20	66.09	42.80	23.29
Octubre	85.83	82.84	72.89	42.80	30.09
<b>Noviembre*</b>	<b>95.36</b>	<b>93.30</b>	<b>80.92</b>	<b>42.80</b>	<b>38.12</b>

<sup>1/</sup> Precios promedio según datos de Reuters.

<sup>2/</sup> Precios promedio según datos de PEMEX.

\* Promedio: del 1 al 8 de noviembre de 2007.

\*\* Promedio: del 2 de enero al 8 de noviembre de 2007.

Fuente: Elaborado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la H. Cámara de Diputados con datos de: Secretaría de Energía y Reuters.

En el área de propulsión, de manera global cabe reseñar el descenso del 16 % en el número de motores instalados, la mitad de ellos CFM (C.F.M. International es una compañía formada por G.E.A.E. y Snecma y es la responsable de la fabricación del C.F.M.-56 que es el motor más vendido del mundo, motor que va instalado en el A320). Ha sido destacable el aumento de instalaciones del Trent 800, así como la entrada del Trent 500 por parte del grupo Rolls Royce.

En los últimos veinticinco años, los motores civiles han duplicado su eficiencia (incremento del 20 % en los últimos diez años), las emisiones de NO<sub>x</sub> han disminuido más de un 20 %, y las de CO<sub>2</sub>, un 50 %. No obstante, el sector sigue invirtiendo fuertemente en desarrollar tecnologías que mejoren aún más sus características. Así, los objetivos para los próximos años (2008) son la reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> y de NO<sub>x</sub> (en un 12% y un 60%

respectivamente), mejorar la fiabilidad (en un 60%) y reducir los plazos de desarrollo en un 50 %. Asimismo se espera disminuir el coste del ciclo de vida (en un 30%) y disminuir el impacto producido por el ruido y que tantos problemas está dando a los aeropuertos y a la población civil que rodea a éstos.

En los motores militares los esfuerzos son similares en cuanto a fiabilidad, plazos y coste. De igual forma, se desarrollan tecnologías capaces de proporcionar a los sistemas de armas ventajas importantes (toberas vectoriales, reducción de firma infrarroja, incremento ratio empuje/peso...).

En cuanto al apoyo a I+D en el sector de motores, cuyos periodos de desarrollo son en general más largos que en el resto de los sectores de la industria aeroespacial, en los EEUU es alto, del orden de 3.500 millones de € al año (70% por vía militar y 30% civil), mientras que en Europa es del orden de 1000 millones de € año, incluyendo las ayudas nacionales y de la Comisión Europea. En España, en el año 2006, el gasto en I+D fue de unos 11.000 millones de euros, alrededor del 1,2 del PIB. En motores fue de 100 millones de euros. Para disminuir la brecha existente en este aspecto entre la industria europea y la americana, Europa debe seguir lanzando programas militares concretos (FLA, FOAS,...) y civiles (GALILEO) que permitan incrementar los programas de investigación, tanto nacionales como continentales y en todos los ámbitos, desde la ciencia básica a la I+D+I.

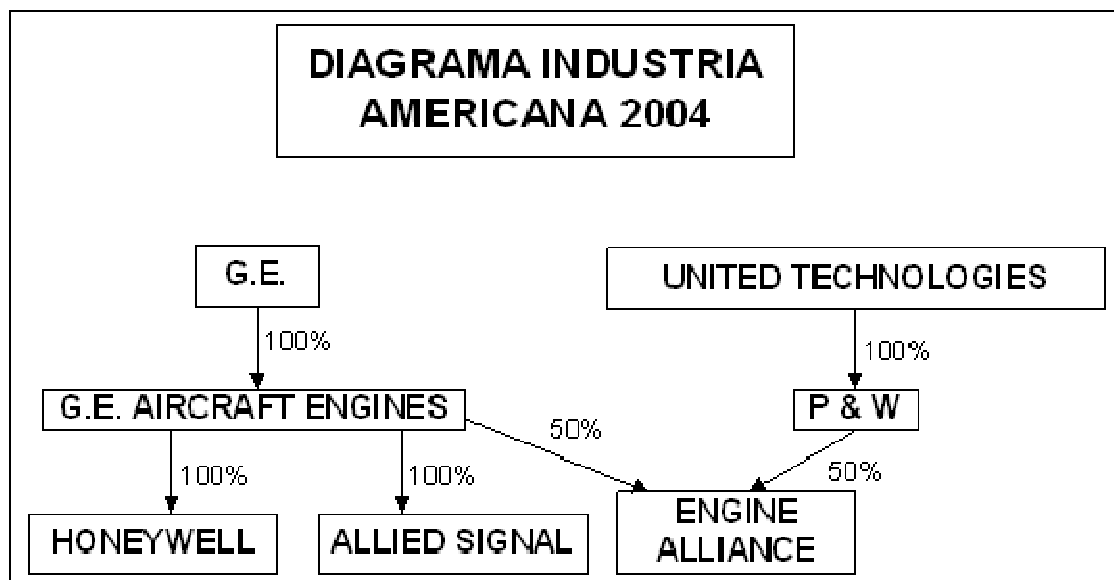
Ante las perspectivas menos halagüeñas en general para el sector de motores puramente aeronáutico, las grandes empresas están usando su conocimiento en la tecnología en el diseño de turbinas para introducirse en mercados en los que existe una cierta similitud de productos necesarios, fundamentalmente en el sector de las turbinas marinas y especialmente en las de producción de potencia para ciclos de cogeneración con los que se pierde potencia mecánica pero con los que se llega a eficiencias energéticas del 70%.

En este último sector es en el que se prevé un enorme crecimiento en los próximas décadas gracias al irresistible crecimiento de la necesidad de energía eléctrica (estimada en al menos un 6% anual en España para la próxima

década) y a otros factores que la hacen tan atractiva en países como España: menor dependencia de suministradores como los políticamente inestables del Golfo Pérsico, menores emisiones de gases contaminantes (mayores posibilidades para cumplir con los compromisos de Kyoto, sin necesidad de tener que comprar cuotas de contaminación a otros países menos industrializados), mayor eficiencia de las plantas...etc. Todo esto en un rango de potencias alcanzado por los motores aeronáuticos existentes a día de hoy a los cuales sólo es necesario realizar pequeñas adaptaciones con muy bajo coste y un enorme mercado potencial.

### 3. ESTADOS UNIDOS

Los mayores representantes del sector de motores lo constituyen dos compañías: General Electric Aircraft Engines (después de absorber a Honeywell y Allied Signal), y Pratt&Whitney.



Una de las principales características de estas dos empresas que las diferencia de manera notable de las europeas, es el hecho de que estas compañías son divisiones de otras. Cuando se habla de General Electric, nos referimos a G.E.A.E. (General Electric Aircraft Engines), que forma parte de la división de transporte de G. E., en la que está incluido el sector del ferrocarril. Es una de las compañías más grandes del mundo, con negocios en

telecomunicaciones, construcción, generadores, electrodomésticos, plásticos... De igual forma P&W forma parte de United Technologies Corporation dentro de la cual se encuentran integradas además de P&W, Otis, Sikorsky, Carrier, Hamilton Sundstrand, Flight Systems entre otras.

Por último, Honeywell está dedicada a motores pero con filiales de espacio, aeropuertos, materiales, automatización, sistemas de aviónica... Esta característica está claramente relacionada con las enormes necesidades de capital de los constructores de motores aeronáuticos, que sólo permiten la supervivencia de aquellos que se integran en estructuras de mayor tamaño que aseguran su estabilidad a largo plazo.

Las cifras mas relevantes del sector en le año 2006 se reflejan en el cuadro:

	<b>INGRESOS</b>	<b>EMPLEO</b>
<b>G.E.A.E</b>	13.152 millones de \$	28.000
<b>PRATT&amp;WHITNEY</b>	11.100 millones de \$	38.442

### **3.1 G.E.A.E**

Después de la reestructuración tras la absorción de Honeywell, la compañía está inmersa en un programa de mejora de competitividad en dos grandes frentes: la digitalización de toda la compañía con el objeto de reducir todos los costes burocráticos y el programa 6-sigma que pretende conseguir este nivel de fiabilidad estadística para todos sus productos. En 2004, General Electric decidió, en su proceso de reorganización, unir las divisiones G.E. Aircraft Engines y G.E. Transportation System (negocio del ferrocarril) en una nueva división G.E. Transportation.

A raíz de los sucesos 11-S, G.E.A.E. ha adaptado su objetivos empresariales para apoyar a las compañías aéreas, su principal cliente, realizando programas específicos de ahorro para la compañía, permitiendo la financiación de los motores adquiridos (el precio de los motores representa del orden del 25% del valor de un avión nuevo) y posponiendo la entrega de otros

hasta que las líneas aéreas recuperen su fortaleza financiera. En un marco de deceleración de la demanda de motores y repuestos, caracterizado por el acogimiento de protección a las leyes de bancarrota de dos de los mayores clientes de la G.E., U.S. Airways y United Airlines, cabe reseñar la gestión empresarial de David Calhoun, presidente ejecutivo de la filial G.E.A.E. desde el año 2000.

Con una estrategia basada en la reducción de costos Calhoun está ayudando a GE a mantenerse por encima de sus rivales en el campo de los motores de aviones, Rolls Royce PLC y Pratt & Whitney, de United Technologies Corp. Las cifras de aumento de ganancia operativa de la filial durante todo el año 2002 en torno al 5 % contrastan con los desplomes de ganancia de sus más directos competidores. El gobierno de los Estados Unidos ha ido incrementando cada año los pedidos a G.E.A.E. ascendiendo a una cantidad de 3.000 millones de dólares frente a los 2.400 en 2003, y los 2.200 de 2002.

#### INFRASTRUCTURE

(In millions)	2006	2005	2004
REVENUES	\$47,429	\$41,803	\$37,373
SEGMENT PROFIT	\$ 9,040	\$ 7,769	\$ 6,797

(In millions)	2006	2005	2004
REVENUES			
Aviation	\$13,152	\$11,904	\$11,094
Aviation Financial Services	4,177	3,504	3,159
Energy	19,133	16,525	14,586
Energy Financial Services	1,664	1,349	972
Oil & Gas	4,340	3,598	3,135
Transportation	4,169	3,577	3,007
SEGMENT PROFIT			
Aviation	\$ 2,909	\$ 2,573	\$ 2,238
Aviation Financial Services	1,108	764	520
Energy	3,000	2,665	2,543
Energy Financial Services	695	646	376
Oil & Gas	548	411	331
Transportation	781	524	516

A nivel estratégico la compañía busca nuevos mercados para sus productos, motorizando los aviones de transporte regional en países emergentes como China, desarrollando motores de mayor empuje como la nueva familia GE90 para motorizar a los B-777, asociándose con P&W para



hacer el GP7200 para el A380 y adelantándose a los futuros aviones creando una nueva familia GEnx para los futuros modelos A350, B787 Dreamliner y B747 Advance. Debemos de añadir que G.E. firmó en 2004 una alianza con Honda Motor, al 50%, para crear una nueva empresa conjunta GE Honda Aero Engines LLC, y lanzar así el motor HF118 destinado al mercado de aerorreactores de baja potencia. Además ha sido elegida junto a Rolls-Royce para equipar el nuevo Boeing 787.

Del mismo modo en el segmento de aviación militar se ha asociado con Rolls Royce, creando GE Rolls-Royce Fighter Engine Team para el desarrollo del motor F136 para el avión Joint Strike Fighter a fin de competir con P&W. Toda esta actividad comercial muestra el interés de G.E. por mantener la posición de líder en el sector de motores de aviación, frente a sus más directos competidores como Rolls-Royce y P&W, aunque esto mismo implique hacer alianzas con ellos.

### **3.2 PRATT-WHITNEY**

Al igual que G.E.A.E esta compañía se ha visto fuertemente impactada por la contracción del mercado de transporte aéreo desde el tercer trimestre de 2001. Esto ha requerido varios años de profunda reestructuración para reducir costes, lo que ha costado hasta ahora 149 Millones de dólares a United Technologies (U.T.C.). Para hacer frente a la bajada en la demanda se comprometió con sus clientes en el desarrollo de sistemas que permitían la reducción inmediata de los costes de mantenimiento de sus motores que tanto afecta a los márgenes de las líneas aéreas.

P&W parece estar preparada para asumir riesgos en los costes asociados a la investigación y desarrollo que los nuevos motores comerciales van a requerir. También está bien posicionada de cara al desarrollo y mantenimiento de los nuevos aviones militares.

En cuanto a nuevos productos se ha impuesto en el concurso convocado para la motorización del sustituto en EE.UU. y U.K. del F/A-18 conocido como J.S.F. con su motor F-135 que tiene como característica más llamativa una tobera vectorial bidimensional y del que tiene un mercado potencial de unas 6.000 unidades. P&W entregó en el 2004 el motor número cien del F119, el más

avanzado motor que equipa actualmente al ejercito norteamericano, para el nuevo F/A-22 Raptor. El motor desarrollado con General Electric, GP7200 para el A380 le asegura un segmento importante en la aviación comercial. Con respecto a la demanda que recibió U.T.C., en el último cuarto de 2003, por parte del Departamento de Defensa de los Estados Unidos por 755 millones de dólares, debido a una disputa en el mantenimiento de motores de diversos programas de colaboración desde 1984, el caso sigue pendiente ante la A.S.B.C.A. Además tiene otra causa pendiente con el gobierno norteamericano respecto a la llamada competencia por los motores de aviación de combate (F-16) entre el motor F100 de P&W y el F110 de G.E, en la que se acusa a U.T.C de haber inflado los costes y ocultado datos, se espera que la resolución de este caso salga en 2005.

### **3.3 ENGINE ALLIANCE**

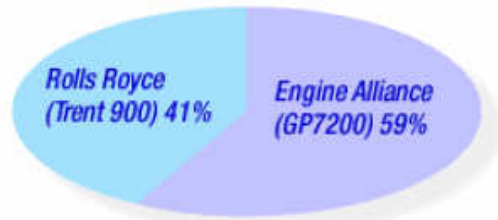
La E.A. es una empresa de riesgo compartida al 50% entre G.E. y Pratt&Whitney, creada en agosto de 1996 para desarrollar, fabricar, vender y suministrar una familia de modernos motores para los nuevos aviones de largo alcance y gran capacidad.

A mediados de 1996, Boeing anunció el desarrollo de una nueva versión de mayor tamaño derivada del B747. Ni G.E., ni P&W tenían entre sus productos motores capaces de propulsar este nuevo avión. Después de analizar la situación del mercado, ambas empresas llegaron a la conclusión de que desarrollar este tipo de motor en solitario sería muy arriesgado, pero por otro lado el negocio potencial era demasiado grande para ignorarlo. Por ello establecieron esta alianza para desarrollar el GP7000.

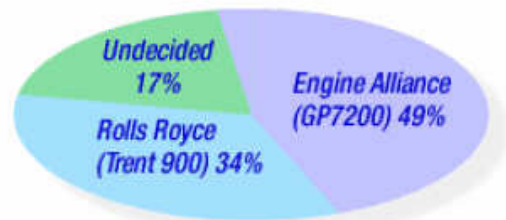
Más tarde Boeing dejó de lado el proyecto de la versión ampliada del B747, aunque por entonces Airbus empezó a estudiar el desarrollo de un avión llamado A3XX que sería el avión comercial más grande de la historia. Airbus se aproximó a E.A. para estudiar los posibles motores que montaría este nuevo avión y recibió los estudios preliminares de varios motores de la serie GP7000. En ayo de 2001 se lanzó finalmente el programa GP7000, cuando Air France seleccionó este motor para propulsar sus diez A380.

As of July, 2006

A380 Firm Engine Orders (%) 130 Aircraft



A380 Firm Engine Orders - 168 Aircraft Engine Decisions (%)



## 4. EUROPA

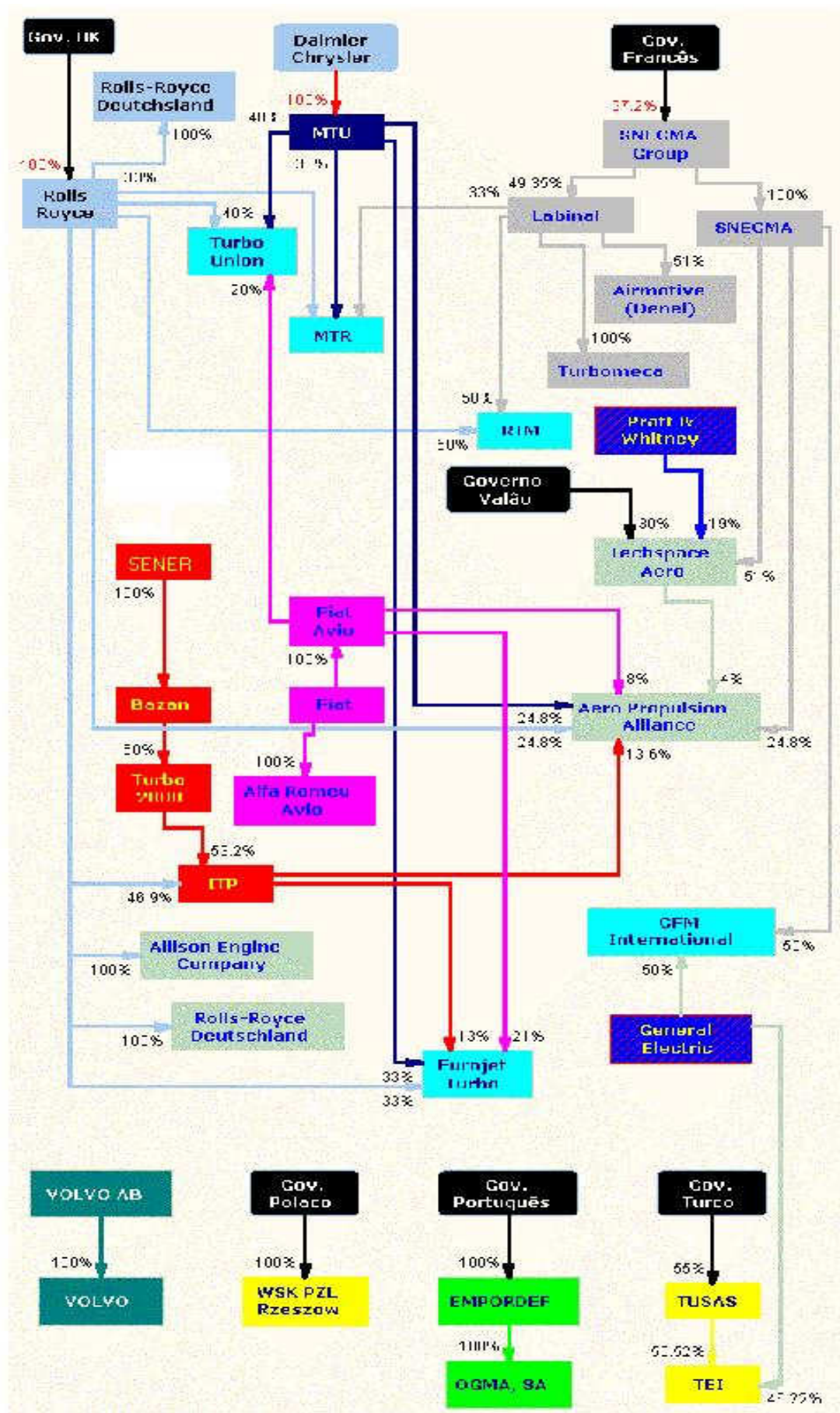
El mercado europeo se caracteriza por:

- - Dominio claro de los dos grandes fabricantes Rolls Royce en Reino Unido y SNECMA en Francia, con multitud de compañías a un nivel inferior tales como Turbomeca (Francia), Volvo Aero (fabricante sueco de motores militares para Saab), MTU (Alemania), Fiat Avio (Italia), e ITP en España y actuando todas ellas en muchas ocasiones como cooperantes de los dos líderes para el acometimiento de grandes proyectos.
- - Dedicación exclusiva al mundo de los motores de éstas (salvo excepciones como Fiat y Volvo).
- Gran colaboración entre compañías para afrontar grandes proyectos, inabordables para una sola compañía. Esta colaboración también se extiende a las compañías americanas, canadienses y japonesas. En el cuadro se muestra la gran colaboración existente entre las diferentes empresas del sector para llevar a cabo diferentes proyectos.
- - Empleo: El área de aeromotores en Europa emplea directamente a 73.781 personas, lo que supone un 17.8 % del total del sector aeronáutico europeo.
- - Programas de colaboración:

### 4.1 EUROJET

Iniciado en 1986, para la creación y posterior mantenimiento del motor del Eurofighter (EJ2000). El consorcio está formado por Rolls Royce (33%), MTU (33%), Fiat Avio (21%) e ITP (13%). Tras la inyección de incertidumbre que supuso para el proyecto el accidente del prototipo español de Eurofighter en noviembre de 2002 debido a un supuesto apagado del motor a causa de un

cambio brusco de presión, finalmente el avión pudo entrar oficialmente en servicio después de recibir la aceptación de las autoridades de los cuatro países participantes en el programa.



## **4.2 TURBOUNIÓN**

Iniciado en 1969, para la creación del motor y posterior mantenimiento del "Tornado" (RB199, motor militar con inversor de empuje integrado). El consorcio está formado por Rolls Royce (40%), MTU (40%) y Fiat Avio (20%). Durante el año 2003 se cumplieron los cinco millones de horas de vuelo de la flota del RB199, poniendo de manifiesto la flexibilidad y fiabilidad del motor, que lleva propulsando al avión desde el año 1974, con intervenciones de la OTAN en Kosovo y en Bosnia-Herzegovina.

## **4.3 REGULUS**

Creado en 1991, para la carga del combustible en los boosters de la segunda y tercera etapa del Ariane 5. El consorcio está formado por Fiat Avio (60%) y SNPE (40%).

## **4.4 ARIANESPACE**

Creado en 1980, para el transporte de carga de pago en el Ariane 4 y 5. Está compuesto por 53 accionistas (42 industrias aeronáuticas y 11 agencias espaciales).

## **4.5 MTR**

Creado para el diseño y producción del motor MTR390 del Eurocopter Tiger Helicopter. El consorcio está formado por Rolls Royce, MTU, Turbomeca e ITP. La participación de ITP como socio de pleno derecho del consorcio está cifrada en un porcentaje en torno al 25 %. Con la unión de ITP ha pasado a llamarse MTRI.

## **4.6 APA**

Iniciado en 2001 para la creación del motor del nuevo Airbus A400M de transporte militar. El consorcio está formado por Rolls Royce (participación del 24.8 %), SNECMA (24.8 %), MTU (24.8 %), Fiat Avio (8 %), ITP (13.6 %) y Techspace Aero (4 %).

#### **4.7 RRTM**

Consortio integrado por Rolls Royce y Turbomeca para la producción de motores para helicóptero. Su modelo RTM Mk250 ha sido seleccionado por la Agencia Japonesa de Defensa para 14 programas aeronáuticos, así como por Augusta Westland para propulsar sus versiones militares para exportación del EH 101.

#### **4.8 TECH56**

Programa de investigación conjunto de SNECMA y GEAE el cual, en un período comprendido entre 1999 y 2003 pretende el estudio de optimización en cuanto a eficiencia, mantenimiento, consumo específico y fiabilidad de las versiones iniciales de los CFM56.

#### **4.9 CLEAN**

Programa de investigación llevado a cabo de forma conjunta por SNECMA, MTU, Fiat Avio y Volvo Aero, iniciado en 2000. Pretende, a lo largo de cuatro años llevar a cabo el estudio de las vías de reducción de emisiones contaminantes así como del consumo específico en motores en aviación civil mediante rediseños en cámaras de combustión.

#### **4.10 POA (Power Optimized Aircraft)**

Programa de colaboración entre 43 laboratorios y compañías centrado en el desarrollo del concepto de avión "más eléctrico": busca reemplazar las fuentes de energía hidráulica por energía eléctrica en los Airbus A330.

Otros programas de investigación conjunta en el marco europeo son el TPTECH/TP2, desarrollado por SNECMA en colaboración con IHI (Japón) para marcar las directrices de un futuro desarrollo de turbobomba de hidrógeno, así como el programa GGP8 llevado a cabo por SNECMA y DLR (Agencia Alemana para la Investigación Aeroespacial) con miras al desarrollo tecnológico de los generadores de gas de próxima generación.

- Datos económicos por compañía durante el año 2006:

	<b>INGRESOS</b>	<b>EMPLEOS</b>
<b>ROLLS-ROYCE</b>	7.400 millones de libras	38.000
<b>SNECMA MOTEURS</b>	3.442 millones de euros	8.500
<b>MTU</b>	2.416 millones de euros	7.100
<b>TURBOMECA</b>	870 millones de euros	5.178
<b>TECHSPACE AERO</b>	358 millones de euros	1.360
<b>ITP GRUPO</b>	441 millones de euros	2.483
<b>FIAT AVIO</b>	1.281 millones de euros	4.800
<b>VOLVO AERO</b>	1.847 millones de euros	3.500

#### **4.11 ROLLS-ROYCE**

En el marco de aviación civil, se consolida como fabricante número dos mundial, accediendo a un 30 % del total de pedidos en los últimos tres años. En la gama de altos empujes, la familia Trent se afianza en el segmento con el 51% de cuota de mercado de los denominados aviones Wide-body (58% en Asia, 36% en America, 50% en Europa): instalación de Trent 500 para vuelos de largo alcance en Airbus A340-500/600, de los Trent 700 para flotas de Airbus A330 en Oriente Medio, así como de los Trent 800 en Boeing 777 de las Líneas Aéreas de Kenia. Continúa el desarrollo del Trent 900 para el Airbus A380, habiéndose asegurado una cartera de pedidos que supone el 48 % del total para dicho modelo. Durante el año 2004 dicho motor fue certificado y la compañía Malaysia Airlines fue el quinto cliente de A380 en elegir el motor T900.

Hay que mencionar que durante el año 2003 se realizaron por parte de China Eastern un pedido de 20 Trent 700, además ANA seleccionó 50 Trent 1000 para sus B7E7 de Boeing, ahora llamado 787.



En aviación militar destaca el desarrollo y producción del EJ200 para el Eurofighter y la firma de un contrato para el diseño del innovador LiftFan TM y del equipamiento asociado que permiten un corto despegue y aterrizaje vertical. La experiencia de Rolls-Royce en materia de cortos despegue y aterrizaje, VSTOL, le auguran un futuro estable con el desarrollo de los programas JSF y la colaboración en el desarrollo del motor F136, del que tiene el 40% de participación.

A lo largo del 2003 se completó la adquisición de Allison Engine Co. lo que sitúa a Rolls-Royce con un 21% de cuota de mercado de motores para aviación militar en los EE.UU. También participa en el motor del AE1107C-Liberty y del Bell Boeing V-22 Osprey para los marines americanos. Durante el año 2004, el motor F136 realizó correctamente los ensayos, se concluyó satisfactoriamente el diseño preliminar del motor TP400-D6 destinado al Airbus 400M y Oman eligió el motor RTM322 para equipar a 20 helicópteros NH90.

#### **4.12 SNECMA**

El 2001 supuso para la empresa un período de consolidación, con adquisiciones de distintas compañías relacionadas con el diseño (Teuchos), mantenimiento (Sabena Technics) y reparación de motores (Miami-based Propulsion Technology) y con una mayor presencia en el panorama internacional con la creación de nuevas entidades (Snecma Aerospace India, Snecma Polska, Smartec), además de la creación de nuevos consorcios para el diseño y fabricación de varios modelos de aviones.

El año 2002 significó para SNECMA, como para todos los fabricantes del sector aeroespacial una constatación del efecto de los atentados el año anterior. Si el año 2001 había sido para la compañía un período de consolidación y records, el 2002 supuso un descenso generalizado del 6 % en volumen de ventas, siendo especialmente significativo en el área de aeromotores civiles, con una caída del 20 %. No obstante, la empresa siguió practicando una política de reestructuración basada en la mejora del nivel de servicio para cada una de las líneas de producción, ampliación del grupo mediante la adquisición de compañías y reorganización de sus filiales. Este

hecho se pone de manifiesto con la adquisición de Aircelle y su posterior adhesión a Hurel-Hispano, la transferencia de Labinal a Messier-Bugatti, agrupando todo el área de equipamiento de motores en Hispano-Suiza y consolidando el área de “no aviación” en Turbomeca.

La política de expansión se materializa con la apertura de nuevas oficinas de diseño en Moscú y Bangalore (India), el comienzo de producción en China y Polonia, así como la expansión del área de turbinas para helicóptero en Brasil Sudáfrica y Canadá.

Durante el 2003 participó en el diseño, desarrollo, fabricación y marketing del CFM56 de General Electric, además de los programas CF6, GE90 y GP7200. En el ámbito de la aviación comercial regional está presente con el SaM146. Participa activamente en la aviación militar con el motor del Rafale, los motores M88 y M53.

Durante el 2004 desarrolló otras familias de motores: con la cooperación de Turbomeca, desarrolló el Larzac y con la de GE Transportation el CFM56-2. Asegura, además, el mantenimiento técnico de los motores Tyne y Atar. En colaboración con Rolls-Royce, ITP y MTU Aero Engines, Snecma desarrolla también el turbopropulsor TP400-D6 destinado al avión militar de Airbus, el A400M.

En cuanto al sector espacio, Snecma produce los motores del Ariane 5, el HM7B y el Vulcain2 y desarrolla el motor Vinci. Estudia, además, los motores para los vehículos reutilizables en el proyecto Volga. Snecma es también una de las principales compañías en lo que respecta a la propulsión eléctrica.

#### **4.13 MTU**

El área principal de negocio de la compañía es la propulsión civil. Aliada con Pratt & Whitney y General Electric, está involucrada en todas las categorías de potencias y en todos los subsistemas y componentes de los mayores motores. En el ámbito militar la compañía siempre ha formado parte, junto a las fuerzas armadas alemanas, del proyecto de motores de aviación y es la principal compañía alemana en los programas militares de todo el mundo.

Entre los motores civiles en los que la compañía estuvo involucrada durante el año 2003, ya sea en diseño, construcción o mantenimiento, cabe destacar GP7000, PW6000, PW400Growth, PW2000, JT8D, PW300, PW500, V2500, PW800. Durante el año 2004 los componentes de los motores GP7000 y PW6000 pasaron a la fase de producción, por lo que se espera acabar en breve con el desarrollo de estos dos motores.

Entre los motores militares debemos nombrar EJ200, RB199, MTR390, TP400-D6, LV 100 y el 250-C20. Es un importante referente además en el mundo de las turbinas industriales centrandose en las series LM de General Electric. En el ámbito de la política de consorcios en el área militar, destaca la creación por parte de MTU, Rolls-Royce, SNECMA e ITP de la Sociedad Europropulsión Internacional GmbH (E.P.I.) para ofertar a Airbus Military el motor TP400-D6 destinado a propulsar el avión A 400M. Además mantiene acuerdos de colaboración con VolvoAero y FiatAvio.

El 1 de Enero del 2004 tuvo lugar la adquisición de MTU Aero Engines GmbH por parte de MTU Aero Engines Erste Holding GmbH. Ésto incrementó la deuda de la compañía correspondiente al año 2004 ya que hubo que incurrir en ciertos préstamos.

Order backlog for OEM business						
	Dec. 31, 2006		Dec. 31, 2005		Change	
	million	in %	million	in %	million	in %
OEM business						
Commercial engines in U.S. \$	2,325.4 \$		2,175.1 \$		150.3 \$	6.9
Commercial engines in €	1,765.7 €	54.9	1,843.8 €	53.7	-78.1 €	-4.2
Military engines €	1,452.7 €	45.1	1,590.0 €	46.3	-137.3 €	-8.6
Total order backlog in €	3,218.4 €	100.0	3,433.8 €	100.0	-215.4 €	-6.3

#### 4.14 TURBOMECA

Como compañía integrante del grupo SNECMA, es el líder mundial en la producción y venta de pequeñas y medianas turbinas de gas para Helicópteros (como los ARRIUS, ARRIEL, MAKILA, TM33, ARDIDEN) además participa en varios consorcios (MTR390,RTM322) y también produce motores para misiles y aviones de entrenamiento.

Forma parte del grupo SAFRAN junto con Snecma, Microturbo y Techspace.

SAFRAN es un grupo internacional de alta tecnología. Se desarrolla en cuatro campos, uno de los cuales es la propulsión aeroespacial.

Proporciona los motores tierra y mar TM307 y Makila II gracias a un acuerdo con Allison Engine Company. A lo largo del 2003 tuvo lugar la primera entrega del MTR390 que motoriza el Tigre. Además el RTM322 fue elegido para equipar al NH90 y se empezó el desarrollo del nuevo motor Ardiden.

Durante el 2004, las ventas de motores pasaron de 683 a 708, la mayoría de ellas fueron del ARRIEL2 y del RM322. Así mismo aumentaron mucho los encargos de los motores ARRIEL2 y del ADOUR.

#### **4.15 FIAT AVIO**

Las actividades de la compañía se centran sobre todo en el diseño y fabricación de las cajas de engranajes, turbinas de baja presión, sistemas de lubricación, unidades de potencia auxiliares (como la del EF2000 Typhoon junto a CESA y Honeywell) y cámaras de combustión.

En el ámbito civil la compañía forma parte de los mayores programas de diseño y producción de motores. En el 2001 concluyó su participación en el T900, firmó un acuerdo con Pratt & Whitney para el diseño y producción de algunos módulos del PW600, entregó el segundo lote del T700 y aumentó las peticiones del JT8 y el CFM56.

Está presente en el PW308 y PW150 para aviones de transporte regional. También está embarcada en el proyecto del PW800. Además es una compañía líder en el sector de los motores para helicópteros, desarrollando y produciendo motores turboejes. En el año 2004 entregó a Rolls-Royce la primera pieza de la caja de engranajes del Trent 900.

En el mercado militar ha iniciado la producción del EJ200 y se han montado los dos primeros kits del F124 GA200. Participa en el turbofan RB199 para el Tornado. Ha comenzado un proyecto con General Electric para el GE90 y ha firmado proyectos con Eurocopter y Sikorsky en el campo de las cajas de engranajes además de las cajas de cambio para el F119 de Pratt & Whitney que motorizará el F22 Raptor.

Además en el sector espacial, en el que Fiat participa con el diseño de los

depósitos de combustible del Ariane 5, la actividad decreció por los problemas de éste y se firmó el programa Vega para la evolución del Ariane 5.

#### **4.16 TECHSPACE AERO**

Participada por las principales compañías del sector (SNECMA con un 51% del capital, Pratt&Whitney con un 19% y Wallon Region con un 28.37% y la Federal Investment Company con el 1.63% restante) tiene como principales actividades el diseño y fabricación de compresores de baja presión, sistemas de lubricación y el mantenimiento y certificación de motores. Aparte de su producción de CFM56, cabe destacar su colaboración en diferentes consorcios con empresas americanas: desarrollo con Honeywell del rotor del AS900 LPT en 1999, con GEAE del booster para CF34-10 en 2000 y con Pratt&Whitney del booster para GP7000. Su participación en la producción del GP7000 para el A380 queda materializada con la producción del compresor de baja presión, que comenzará su andadura en el 2006.

Es responsable de las primeras etapas de compresión de la mayoría de los nuevos motores (CF34, CFM56, GP7000, GE90). Especializada en sistemas de lubricación y válvulas de motores cohete, tiene el 55% de cuota de mercado en los sistemas de lubricación para motores de aviones de más de 100 pasajeros. En el área militar ha producido y ensamblado más de 4600 PW-F100, expandiendo su producción militar a desarrollos como GE-F110, y asegurándose su colaboración en el programa TP400 para Airbus A-400M. El 24 de Febrero 2003 se le reconoció la certificación ISO 14001. Durante este año entregó los primeros módulos del GP7000 para Pratt & Whitney.

#### **4.17 VOLVO AERO**

Durante el 2003 registró unas pérdidas de 47 millones de euros, con un número de pedidos 5% menor al del año anterior Volvo ha formado junto a Rymdbolaget la firma ECAPS para el diseño y producción del sistema de alimentación de combustible de satélites y cohetes y con Fiat Avio la fabricación de las turbinas LOX para el motor del Ariane 5. En el terreno de consorcios para mantenimiento, Volvo firmó en 2002 contratos con Aeroflot

para el mantenimiento de los motores JT9D-59A, que propulsan a sus DC10-40, así como con Corsair International en Francia para el mantenimiento completo durante cinco años de los motores de dos de los Boeing 747 de su flota.

En el marco de investigación conjunta, Volvo firma en diciembre de 2002 junto con siete de las empresas de bandera europeas en propulsión (FiatAvio, ITP, Snecma, RollsRoyce, MTU, TechSpaceAero, Turbomeca) un contrato para el Estudio de Viabilidad en Propulsión (Propulsión Feasibility Study), que pretende marcar las bases de desarrollo para dos conceptos de motorización para aviones de entrenamiento europeos. En el 2003 firmó un contrato con MTU para el GP7000. Además se ha asociado con General Electric para la nueva turbina de gas LMS100 y el motor RM12. El gobierno de la República Checa ha recomendado a sus fuerzas armadas la adquisición del avión Gripen, del que es participante. Fue seleccionado como un participante fundamental en el F414M/MT para EADS.

Por ello ha firmado un convenio de cooperación con General Electric que llega al 30% del valor total del motor. El motor se usará para el Mako Trainer candidato para el programa A.E.J.P.T. (Advanced European Jet Pilot Training). También ha colaborado con Pratt & Whitney, en el motor RM8, y con Rolls-Royce, en el motor RM6.

Tras la observación de los balances de las compañías del sector, se ve que desde el 11-S el estancamiento del tráfico aéreo ha agravado la crisis del sector. Existe una marcada disminución de plantilla y de ventas estando en algunos casos al nivel de 1997. Aunque en los últimos meses del año 2003 hubo un repunte del tráfico, en conjunto volvió a descender respecto del 2002.

La empresa que sufrirá un menor impacto será Rolls-Royce, pues es la primera y más sólida compañía europea en estos momentos, ya que posee estrategias en el mercado muy consistentes.

## 5. OTROS PAÍSES

En el sector de los aeromotores las compañías americanas y europeas se reparten la mayoría del mercado. Canadá y Japón también tienen cierta presencia en él, el primero con una sede de Pratt & Whitney y otras pequeñas compañías que con una facturación de 2.847 millones de dólares en el 2001 suponen el 12.3% del sector aeronáutico del país. Por su parte Japón en el último año ha obtenido una facturación de 226 billones de yenes lo que supone un 23% del sector aeronáutico de ese país, gracias, en gran medida a distintos programas de colaboración con compañías europeas y americanas.

Japón, a través de Mitsubihí desarrolla plenamente motores tales como el TS1-M-10 y el turbosje MG5, instalado en los helicópteros MH-2000 de MHI, colaborando en el mantenimiento de los motores PW4000. El área de I+D se encuentra en vías de desarrollo con aportaciones tales como, por ejemplo, el diseño del V2500 con MHI integrante de Japan Aero Engine Corporation junto a otros 5 países.

## 6. España

El mercado español se caracteriza por:

- Dominio del mercado por ITP.
- Iberia trabaja sólo en el mantenimiento.
- SENER trabaja como subcontratista de ITP en tareas de diseño y desarrollo.
- El resto de compañías son pequeñas empresas que trabajan como subcontratistas.
- Empleo: El área de aeromotores en España emplea directamente a 2.445 personas, lo que supone un 10.5 % del total del sector aeronáutico español.
- Facturación (en millones de euros) por categorías durante el año 2006:

## Facturación por Sectores

### Turnover by Sector

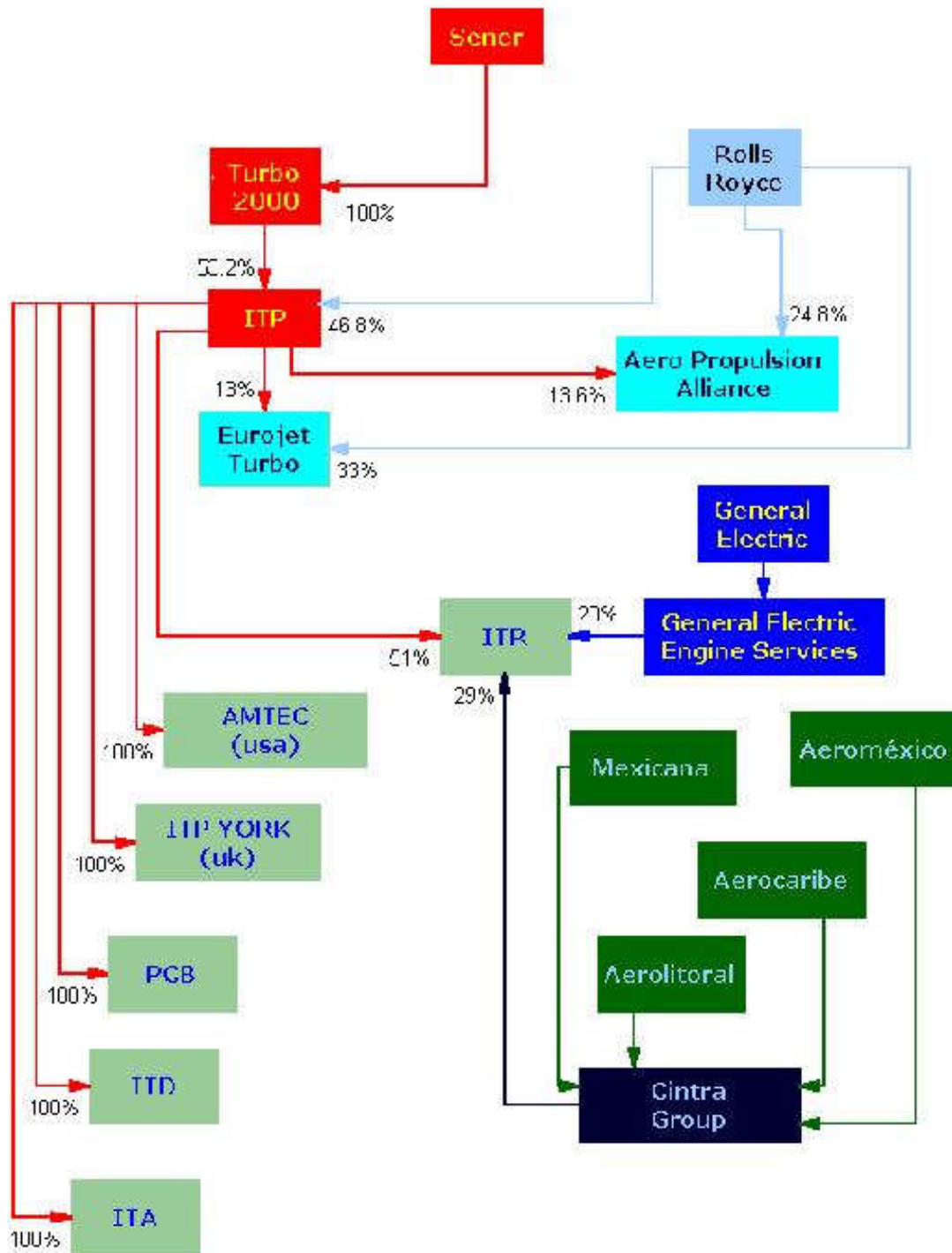
<b>Año 2006</b> Year 2006	<b>Facturación*</b> Turnover*	<b>% sobre el Total</b> % of Turnover
Aeronaves y Sistemas Systems & Frames	2.811	67
Motores Engines	540	13
Equipos Equipment	427	10
Espacio Space	425	10

**Total Facturación\*= 4.203 M€** Total Turnover\*= 4.203 M€  
(\* **Facturación Consolidada en M€** Consolidated Turnover in M€)

Fuente / source: ATECMA

- Actividades del sector en el 2006:





## **6.1 AVIACIÓN CIVIL**

### **6.1.1 ITP**

A lo largo del 2006 el Grupo ITP facturó 441 millones de euros que suponen un incremento del 17,5% con respecto al mismo concepto en el ejercicio anterior. Los resultados del Grupo ascendieron a 30,7 millones de euros, lo que supone una caída del 24% con respecto a los obtenidos en el 2005, debido principalmente al retraso de los programas equipados con los motores Trent-500 y Trent-900, la debilidad del dólar frente al euro y el incremento en los costes salariales y en la materia prima.

En el campo de turbinas de baja presión ITP alcanza ya el 8.1% de la cartera mundial. Rolls-Royce e ITP firmaron en 2001 un principio de acuerdo (MoU) para la colaboración de las dos compañías en el diseño y fabricación de las Turbinas de Baja Presión del constructor inglés de más de 35.000 lbf. Gracias a este principio de acuerdo, ITP ha realizado el diseño de la TBP del motor Trent-900, uno de los dos modelos de motor que propulsará el avión A380.

La participación de ITP mediante un contrato de riesgo compartido se estima en el 16,4% del conjunto del motor. Además, la TBP del Trent-900 representa el máximo grado de integración en la cadena de suministro, ya que ITP es responsable del desarrollo de la tecnología, diseño, fabricación, montaje y soporte postventa del módulo. Las negociaciones con Rolls-Royce para el desarrollo y producción del nuevo derivativo Trent-500 EPP han avanzado. Con la certificación en 2002 del avión Airbus A 340-600 y las primeras entregas, se da por iniciada la fase de servicio del Trent-500. A finales de 2003 ITP ha hecho entrega del módulo de turbina nº 119 para el citado avión.

Con respecto a los modelos Trent 800/700 ha continuado con el ritmo de producción previsto a finales del año anterior, desarrollando además utillaje de fabricación bajo pedido de RAMEM. En el 2003 se contrataron dos nuevos programas de desarrollo: el turbo-hélice TP400 de 10.000 CV (a través del consorcio europeo Europrop International) y el turboeje de MTRI 390 de 1.000

CV que motorizará el Tigre. Ambos comparten fecha de entrega de los primeros motores de producción en 2008.

En colaboración con GEAE, se ha iniciado la producción de carcasas para compresor del motor GE 90/94 destinado a equipar al avión Boeing B777. Asimismo ha concluido el desarrollo de la producción de ejes para el mismo, entregando la primera unidad a finales de 2002, afianzándose para la empresa una nueva línea de producción.

En 2003 se iniciaron los estudios de viabilidad del motor Trent-1000 de Rolls-Royce apuesta para el nuevo avión de Boeing 787.

En relación con el área de negocio de las turbinas para motores de pequeño empuje, se ha continuado con la entrega de componentes en serie para la TBP del motor de Honeywell AS907, rebautizado ATH7000, del que ITP ha entregado 30 juegos de piezas. El motor fue certificado en agosto de 2003 y en diciembre se hizo entrega del primer avión de producción al cliente final. Entre otros, equipará al avión de negocios Continental de Bombardier. ITP potenció su presencia en Francia con la participación en el programa de diseño del Motor Industrial TI-1800 de Turbomeca, e inició la fabricación de los Alabes Guía (NGV's) del motor CFM56 de Snecma además de la entrega de las primeras 400 piezas del distribuidor de turbina de 4º escalón de la TBP de ese motor.

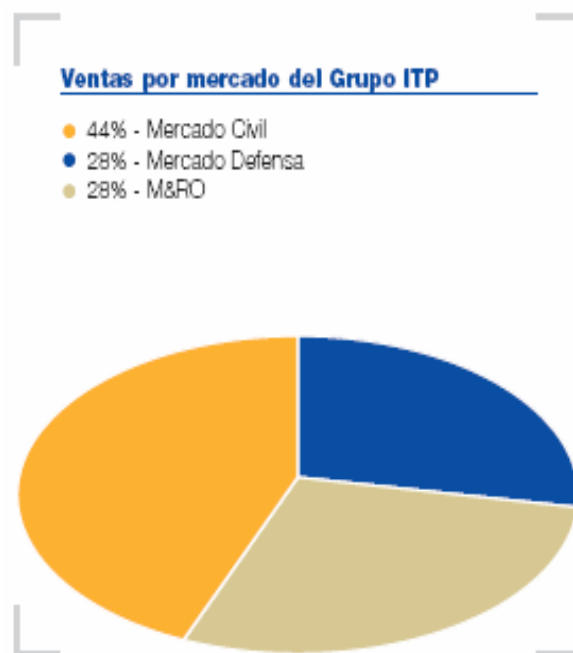
Rolls-Royce encargó a ITP el diseño y fabricación de los sistemas externos (externals) del motor Marine Trent 30 (MT30), concluyéndose en 2002 el diseño y fabricación de los mismos y habiéndose realizado la primera prueba dentro del programa previsto. Con este proyecto ITP consolida su negocio de diseño y fabricación de sistemas y componentes externos de motor, y se introduce en el sector de las turbinas para aplicación marina.

Igualmente se concluyeron las tareas de diseño de los elementos externos del motor Tay 611-8C, permitiendo que el avión Gulfstream volase en agosto y obteniendo la certificación por la LBA y la CAA en diciembre y se ha iniciado el diseño de los externals del motor Trent-900, así como del vehículo demostrador

de tecnología ANTLE, financiado por el 5º Programa Marco Europeo. Este programa va a posibilitar la participación de ITP en el desarrollo y ensayo de la tecnología de Control Distribuido, y la sustitución de la actuación/control hidromecánica por sistemas eléctricos, lo que va a suponer una importante mejora en la tecnología de los motores de aviación. Durante 2002 se ha concluido con el diseño de la TBP y de los externals, iniciándose las tareas de instrumentación del módulo.

La inclusión de ITP en el mercado americano se constata con la puesta en marcha de una oficina de diseño orientada al desarrollo y producción de externals en colaboración con su filial mexicana ITR, mediante la firma de un acuerdo con Honeywell. Obtuvo durante 2001 las certificaciones JAR145 e ISO 14001.

Mención especial merece la consecución de la certificación NADCAP para algunos de sus procesos especiales en el 2003.



### 6.1.2 IBERIA

Las prácticas de mantenimiento en Iberia están constantemente siendo auditadas, tanto interna como externamente, para incrementar la capacidad de repuesta, obtener la máxima eficacia y mejorar el rendimiento de los motores

de las flotas propias y de terceros como son los CFM56-5A1/5B/5C4, JT8D-217C/ 219, JT9D-70A/7Q/59A y RB211-535E4.

Recientemente, Rolls-Royce ha concedido a Iberia Material la acreditación donde se reconoce el récord obtenido con un motor RB211-535E4, perteneciente a un B757. El motor fue instalado en abril de 1993 y ostenta el récord de permanencia en ala con 11.960 ciclos y 16.783 horas de vuelo sin necesitar bajar el motor del ala.

En octubre de 2002, Air Nostrum, General Electric e Iberia llegan a un acuerdo para el mantenimiento de los motores CF-34 de los aviones CRJ-200, haciéndose responsable G. E. del mantenimiento de todos los motores de Air Nostrum en las instalaciones de la Dirección de Material de Iberia en Madrid. Iberia no sólo dará soporte técnico a los motores de Air Nostrum, sino que pretende ser el centro de referencia para el mantenimiento de este modelo de motor en Europa. Asimismo en junio de 2002 Iberia firma un acuerdo con la aerolínea LTE por cinco años para el mantenimiento en exclusiva de los componentes de los cinco Airbus A320 de Iberia.

En el 2003 se incorporó a lista de capacidades los modelos CF34-3A1 y CF34-3B1 ambos de General Electric, los contratos de revisión de motores RB211-535E4 de operadores de Turquía, Israel, Colombia, USA y más países. También se llegó a un acuerdo con Rolls-Royce donde las instalaciones de Iberia Mantenimiento se conceptualizan como una extensión de las instalaciones de Rolls-Royce Derby.

## **6.2 AVIACIÓN MILITAR**

### **6.2.1 ITP**

El de 2006 ha sido un año emblemático para ITP en lo que respecta al Programa EJ200 en España. Ha sido un ejercicio dedicado a dos negociaciones importantes. A nivel nacional se ha negociado y concluido un Acuerdo para el Soporte en Servicio de los motores EJ200 de la flota española. A nivel internacional, en febrero de 2006, ITP, junto con sus socios del Consorcio EUROJET (R-R, MTU y AVIO) han presentado a British Aerospace

Systems (BAEs) una oferta para la venta de 144 motores EJ200 y el soporte inicial requerido para los 72 aviones Thypoon que se pretende vender a Arabia Saudita, como parte del acuerdo de este país con el Reino Unido.

Durante el año, se ha trabajado en los términos y definición de este acuerdo, que supondría la mayor venta de exportación realizada hasta la fecha por el EF2000 y los motores EJ200. En diciembre del 2006 se entregaron los últimos motores del Tranche 1 del Programa de Producción de NETMA.

### **6.2.2 SENER**

El desarrollo de vectorización de empuje constituye para SENER una de sus principales áreas de investigación en el campo aeronáutico. A lo largo de 2002 continuó trabajando en toberas con capacidad de control vectorial de empuje y, de forma conjunta con ITP, en el desarrollo del motor EJ200, especialmente en el desarrollo de los subsistemas: conductos by-pass, carcasa de postcombustión, módulo de escape de turbina, conductos externos y una tobera convergente-divergente que vectoriza sólo en dirección vertical, denominada TPN que, habiendo superado con éxito el banco de pruebas, pueda ser implantada en un futuro en la versión mejorada de este motor.

La Fábrica de Zamudio inició en 2001 la fabricación de los primeros componentes de desarrollo del motor del misil aire-aire METEOR, habiéndose aprobado el contrato de desarrollo y producción del mismo en diciembre de 2002 con MBDA, principal contratista. ITP así como Inmize (sociedad conjunta de MBDA) en España participan con el constructor Bayern Chemie Protac en Alemania, fabricante principal del motor del misil. Conjuntamente con sus socios en el motor TP400, en 2002, ITP ha continuado las actividades de desarrollo para la contratación de este motor por parte de Airbus Military para la propulsión del avión de transporte militar A400M. En colaboración con el consorcio MTR, ITP ha realizado los estudios de viabilidad del motor del helicóptero europeo Tigre, con el fin de adaptar el helicóptero a los requisitos de mayor potencia requeridos por clientes como las FAMET.

### **6.2.3 CESA**

Se trata de una compañía joven que hereda potencial tecnológico y humano de CASA. Nace por iniciativa del Gobierno Español en aras de conseguir una implantación notable de la industria española en el área de equipos aeronáuticos. En la actualidad se encuentra participada por las empresas EADS-CASA y GOODRICH (con porcentajes de participación del 60% y 40% respectivamente). Sus líneas de desarrollo en el área de propulsión se centran en equipamiento de motores: actuadores de tobera, controladores de vectorización de empuje.

Ha comenzado las entregas de los primeros actuadores de la tobera convergente-divergente del motor EJ-200, así como ha continuado con las entregas de los actuadores de álabes variables del stator del mismo motor. Si bien durante el año 2001 se inició la colaboración a través de Fokker Elmo para participar en el desarrollo de los externals del avión DO728 de Dornier, en la actualidad el programa Do728 se encuentra suspendido debido a la quiebra de Fairchild-Dornier. A lo largo del 2003 elaboró el diseño conceptual del proyecto de un sistema de tobera vectorial triparamétrica aplicada al motor EJ200 y entregó alrededor de 125 parejas de actuadores VIGV (Variable Inlet Guide Vanes), equipos que controlan el ángulo de entrada del aire en el compresor de alta presión del motor EJ200.

## **7. REFERENCIAS**

[www.atecma.org](http://www.atecma.org)

[www.aviogroup.it](http://www.aviogroup.it)

[www.cesa.aero](http://www.cesa.aero)

[www.aviogroup.com](http://www.aviogroup.com)

[www.ge.com](http://www.ge.com)

[www.iberia.es](http://www.iberia.es)

[www.itp.es](http://www.itp.es)

[www.mtu.de](http://www.mtu.de)

[www.pratt.whitney.com](http://www.pratt.whitney.com)

[www.rollsroyce.com](http://www.rollsroyce.com)

[www.snecma-moteurs.com](http://www.snecma-moteurs.com)

[www.techspace-aero.be](http://www.techspace-aero.be)

[www.turbomeca.com](http://www.turbomeca.com)

[www.volvo-aero.com](http://www.volvo-aero.com)