

LOS MOTORES EN LE BOURGET - 85

MARTIN CUESTA ALVAREZ

INTERNACIONALIDAD Y DIVERSIFICACION

Nueve países de Europa, América y Asia (Japón), se reparten en el mundo las actividades aeronáutico-motoristas que engloban un total de 20 fabricantes de motor (figs. 1A y 1B).

Todos ellos han estado presentes en Le Bourget 85, y Revista de Aeronáutica y Astronáutica ha acudido al encuentro bianual de París para tener informados a sus lectores del "hoy" y del "mañana" de la propulsión para la Aviación.

Decimos 9 países y 20 expositores, si bien hay que tener en cuenta, además, la presencia de la URSS, que aun cuando no tuviera pabellón específico de motores, ha estado en la exposición con motores Lotarev sobre el Antonov 124 "Condor", sustituido después de 20 años del An-22, el mayor avión comercial del mundo. Los motores Lotarev del Antonov 124 son de la especificación D-18T, de 51650 lbs. de empuje máximo cada uno, índice de derivación del "turbofan" de 5,7/1; relación de presiones del motor 27,5/1 y consumo específico 0,57 lbs/h/lib. de empuje, características todas ellas francamente buenas para un avión comercial o de transporte militar.

La amplia gama de motores expuestos abarca la práctica totalidad de las modalidades de propulsión; lógicamente, han sido expuestas maquetas o motores reales de la más avanzada tecnología, de entre los 200 tipos de motores diferentes existentes en el mundo (fig. 2).

1985: "LA EXPO DE LOS CONSORCIOS MOTORISTAS".

Todos los Salones han sido bautizados, o los hemos bautizado, con algún lema representativo de lo que allí se ha expuesto.

Le Bourget 79 fue conocido como el de "la batalla de los motoristas", por la fuerte competitividad de los fabricantes en los múltiples tipos de motor que allí se presentaron.

Le Bourget 81, en línea con la diversificación presentada dos años antes, fue calificado como de "la competición de motores para la Aviación Militar" y "la batalla de los fans de 15 toneladas para la Aviación Comercial".

A Le Bourget 83, este comentarista se permitió titularle como "despegue hacia el E³", por la presentación de los primeros motores que tenían parcialmente incorporadas mejoras derivadas del programa E³ (Energy Efficiency Engine) de la NASA.

Hoy, Le Bourget 85, podíamos titularlo como "la Expo de los Consorcios Motoristas" pues, en efecto, hemos podido ver la amplia concurrencia o "agreement" de Fabricantes, bien para fabricar motores de tecnología afín, o agrupados para producir un motor específico. Y esto, que se iniciara no hace muchos años para la fabricación de algún motor de uso comercial, se está extendiendo con extraordinaria amplitud, incluso para fabricar motores para la aviación militar.

Queremos destacar aquí los consorcios múltiples (fig. 3).

- Turbounión.
- CFM, Internacional
- I.A.E.

Los consorcios "duplex", esto es, de dos fabricantes, dedicados principalmente a la producción de motores militares (fig. 4).

Y la cooperación, aun cuando no consorcio, de fabricantes que en mayor o menor escala fabrican componentes básicos y auxiliares para un fabricante principal, destacándose entre estos fabricantes principales: General Electric, Pratt Whitney USA y SNECMA (fig. 5), para fabricar motores militares y comerciales y por extensión para la Aviación General.

LAS INNOVACIONES EN LE BOURGET 85

Si hubiéramos de destacar innovaciones relevantes en la Muestra de París de este año, estás podían ser:

- La consolidación de los "Propfan" (PF) expuestos incipientemente en Le Bourget 83, y ahora ya con fechas definitivas y puesta en servicio a corto plazo.

Allyson ha presentado una maqueta del generador de gas de un 501-M78 moviendo un "Propfan" de United Technologies que se probará en vuelo en 1986.

- El anuncio del desarrollo de los Un Ducted Fan (UDF) (fig. 6), de principio de funcionamiento similar a los "Propfan", pero en diferente configuración.

Un UDF con el generador de gas de GE-F 404, que propulsa los F-18 A, efectuará las primeras pruebas en

vuelo sobre un B-727 al comienzo de 1986.

Queremos hacer notar que no faltan controversias de fabricantes como Rolls Royce, que han manifestado sus preferencias por los turborreactores de doble flujo de índice de derivación elevado hasta de 20/1, los UBF (Ultra Bypass Fan), frente a configuraciones de

propulsores con hélice (PF o UDF). Como es sabido, RR fue el primer fabricante de turborreactores de doble flujo del tipo "by pass", iniciado con los Conway que propulsaron los primeros DC-8.

La URSS ha presentado un conjunto de 16 palas de 4,2 m. de diámetro, para un "propfan", bautizado como "Propfansky", para mo-

tores de potencia superior a los 10.000 HP, que instalarán en pruebas el próximo año 1986, probablemente sobre el An-22 y grupo de potencia Lotarev 236 T.

• Una innovación digna de mención y a tener en cuenta por la Aviación General, es la presentada por Continental Motors, fabricante tradicional de motores alternativos,



- MTU.—MOTOREN UND TURBINEN-UNION (2) (3)
- Munich.



- F.N.—FABRIQUE NATIONALE HERSTAL
- Milmort (Herstal)

- H.S.—HISPANO SUIZA
- Bois Colombes (París) y Le Havre



- MICROTURBO
- Toulouse
- SNECMA.— SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION (1)
- Villaroche (París)

- TURBOMECA
- Bordes (París), Mazieres (París) Tar-nos (Bayona).



- A.R.—ALFA ROMEO AVIO
- Pomigliano D'Arco (Nápoles)
- FIAT AVIAZIONE (2) (3)
- Torino



- RR.—ROLLS ROYCE (2) (3)
- Bristol(M), Leavesden (M), Coventry (M) Derby (C), East Kibride (C).



- VOLVO FLIGMOTOR
- Trollhätam



- P.W.—PRATT WHITNEY CANADA
- Longueil (Quebec)

- ALLYSON
- Indianapolis (Indiana)

- AVCO LYCOMING
- Stradford (Connecticut)

- CONTINENTAL MOTORS
- Mobile (Alabama)

- GARRET CORPORATION
- Los Angeles (California)



- G.E.—GENERAL ELECTRIC USA (1)
- Cincinatti (Ohio)

- PW.—PRATT WITNEY USA (2)
- Hartford (Connecticut)

- JAEC.— JAPANESE AERO ENGINES CORP. (2)
- Minaku-tu (Tokio) (4)

- IHI.— ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND (4)
- Tanashi-si (Tokio)



- KHL.— KAWASKY HEAVY INDUSTRIES (4)
- Minaku-tu (Tokio)

- MHI.— MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES (4)
- Chiyoda-Ku (Tokio)

Las Compañías que se identifican numéricamente (), forman parte de los siguientes consorcios.

- (1) CFM INTL (SNECMA/GE)
- (2) IAE.— INTERNATIONAL AERO ENGINES (MTU/FIAT/RR/PW USA/JAEL)
- (3) TURBOUNION (MTU/RR/FIAT)
- (4) SJAC.— SOCIETY JAPANESE AEROSPACE COMPANIES

Figuras 1A y 1B

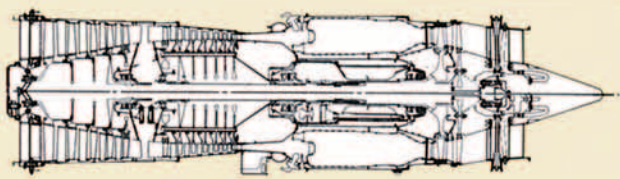
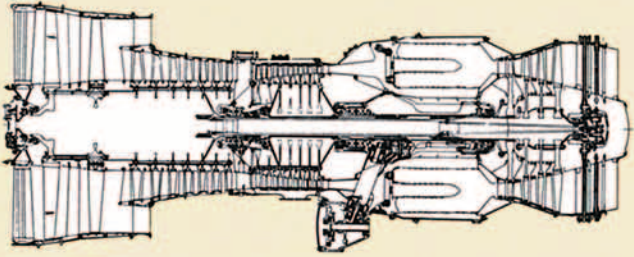
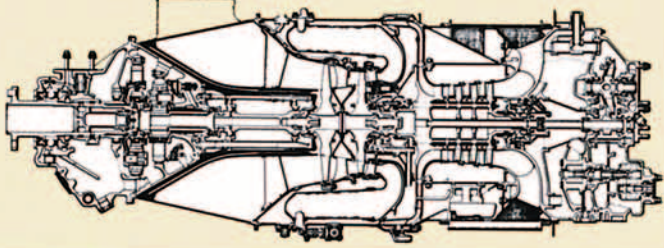
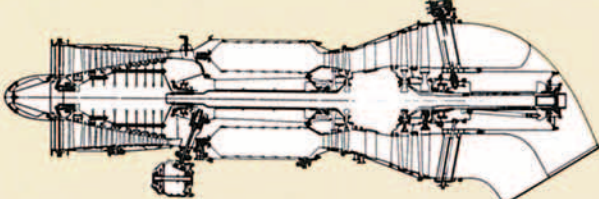
TIPO	CONFIGURACION	Cantidad en el mundo	Militar	Comercial	Militar y Comercial
TURBOJET		60	85 %	10 %	5 %
TURBOFAN		90	25 %	50 %	25 %
TURBOPROP		20	-	25 %	75 %
TURBOSHAFI		30	-	10 %	90 %

Figura 2

que ha presentado dos motores verdaderamente revolucionarios en este campo: el IOL-200 y el IOL-300 (fig. 7), en los que se ha sustituido la refrigeración por aire, por un nuevo sistema de refrigeración por líquido - agua con 60% de glicol - consiguiéndose una alta fiabilidad funcional, que es paralela con una disminución del consumo de combustible y un aligeramiento de peso del motor.

MOTORES PARA LA AVIACION MILITAR

- Alfa Romeo Avio ha expuesto su proceso de fabricación completa

bajo licencia de General Electric del turbojet T700 para helicópteros de Aviación Militar.

La sección caliente del motor de Turbounión para el Panavia Tornado, así como el análisis y pruebas de fatiga de los componentes rotativos del motor, también lo realiza Alfa Romeo Avio.

- Allyson ha manifestado que su turbohélice T 56/501 D, en su versión IV, entrará en fase de producción en 1987 y remotorizará motores de aviones militares como el Grumman E 2, el Lockheed C-130 y el Lockheed P-30.

- Avco Lycoming ha expuesto el motor APW-34, desarrollado conjun-

tamente con PW USA y que propulsará el LHX de las Fuerzas Aéreas Americanas.

- Fiat Aviazione ha expuesto los productos de sus colaboraciones para motores militares.

- Con RR y MTU para el RB-199 del Tornado.

- Con GE y Alfa Romero para el T-700

- Con RR para el Viper 632.

- Garret ha mostrado una maqueta a gran escala de su turbohélice TPE 331-12 B, que ha sido seleccionado para propulsar futuros aviones de entrenamiento básico de la RAF.

- General Electric ha presentado

Consorcio	Fabricantes Básicos	Cooperadores	MOTOR		Aviones
			Especificaciones	Tipo/Utilización	
Turbounión	• Rolls Royce • M T U • Fiat Aviazione	• Alfa Romero Avio	RB 199	TF/M	Tornado
CFM Intl	• Alfa Romeo Avio • FN. Herstal • Hispano Suiza	—	CFM 56	TF/C	-2 B737/K53/C135 E3 Awacs - 3 B-737-300 - 5 A-320
L.A.E.	• JAEC • Rolls Royce • Fiat Aviazione • PW USA • MTU	— —	V2500	TF/C	A-320 MD-89 TA-11

TF.—Turbo Fan M.—Militar C.—Comercial

Consorcio	MOTOR		Utilización	AVIONES
	Especificación	Tipo		
• Rolls Royce • Turbomeca	Adour MK 871 RTM 322-01	TF TS	M M/G	BAe HAWK 200 Augusta AL29/ Sikorsky UH-60
• Rolls Royce • Fiat Aviazione	VIPER 632	TJ	M	MACHI MB 326
• MTU • Turbomeca	MTM 385	TS	M	Helicóptero Franco Alemán. PAH-2/HAC-3G
• PW Canadá • Fiat Aviazione	PT6B-3G	TP	M/G	IAI ARAVA (M) BEECN C-99 (G)
• Allyson • IHI	T 56	TP	M	P3C (Japón)
• Avco Lycoming • Pratt Whitney Usa	APW 34	TS	M	IHX
• Avco Lycoming • KHI	KT 531 T53 y T55	TS	M/C	AH-1S (Japón) CH-47 (Japón)

TF.—Turbofán; TJ.—Turbojet; TP.—Turbo Prop; TS.—Turbo Shaft; M.—Militar; C.—Comercial; G.—General.

Figura 3

el programa de mejoras de su motor F 110 (fig. 8), que propulsará los F-16/C y D de la USAF a partir de 1986.

Ha presentado con verdadero énfasis la inmediata entrada en servicio del motor F-404 para las Fuerzas Aéreas Españolas, propulsando los F-18 A "Hornet".

- Hispano Suiza ha destacado la fabricación de componentes para el M 53 de SNECMA que propulsa el Mirage 2000.

- MTU ha presentado sus altos porcentajes de participación en aviones militares como:

- El Larzac 04 (25%) para el Alpha Jet.

- El RB-199 (40%) para el Tornado.

- El MTM 385 (50%) para helicópteros franco/alemanes.

- PWS USA ha mostrado el F 100 - PW-220, turbofán de 29.000 lbs. de empuje, que propulsará aviones F-15 y F-16. Ha obtenido la calificación completa en julio de 1985, comenzó su producción en noviembre del 85 y entrará en servicio en julio de 1986.

Para modernizar los F-4, está desarrollando el PW-1120 "turbojet", derivado del F-100, con el que tiene un 70% de partes comunes. Comenzaron los vuelos de pruebas sobre F-4 en diciembre de 1985, la calificación completa se espera para Octubre de 1986 y la producción en serie para abril de 1987.

El PW 2037, además de la utilización por la Aviación Comercial, propulsará aviones militares como el C-17 de la USAF, cuyas primeras pruebas en vuelo serán en 1989 y los vuelos de servicio en 1991.

En junio del pasado año se ha firmado el contrato entre PW/AVCO LYCOMING con la USAF para que el APW 34 propulse el LHX. Se espera la calificación definitiva en junio de 1990 y la producción en serie en 1992.

Figura 4

• La presencia de Rolls Royce en el Salón, en las actividades militares, ha destacado por:

La nueva versión del RB-199, en su especificación MK 109, que entró en servicio en el Tornado ADV

res avanzados como el MB 339 K y el italiano Machi 339 A, que era propulsado hasta ahora por los Viper 11 y Viper 500. El motor propulsará aviones militares de las Fuerzas Aéreas de 10 países.

F-1 y Mirage 50. Los M-53 propulsan los Mirage 2000 y 4000 y la versión M-53-82 está en fase de desarrollo para mayores exigencias de propulsión.

El M-88 que ya se presentara en Le Bourget 81 y 83, está siendo desarrollado en la actualidad con el apoyo del Ministerio de Defensa de Francia y se espera sea el motor francés de los aviones de combate de los años 1990.

SNECMA ha formado, con Turbomeca, el grupo GRTS (Grupo de acción económica) para desarrollo del Larzac 04, para su comercialización en USA y Canadá para equipar futuros aviones de la Navy.

• IHI está produciendo bajo licencia el F-100 Turbofan de PW, en su versión F-100-IHI-100, para propulsar los F-15J de las Fuerzas de Autodefensa Japonesas.

También IHI está fabricando el Adour para el avión supersónico japonés de entrenamiento T-2 y para el de combate F-1.

• Turbomeca equipará a partir de 1986 los helicópteros AS 355 de las Fuerzas Aéreas Francesas.

El RTM 322 fabricado con RR equipará helicópteros de tonelaje medio y pesado a partir de 1988.

• Turbounión está dedicado a pleno rendimiento al motor RB-199 de Tornado, del que espera alcanzar en 1989 la cifra de 2.000 motores fabricados.

• Volvo Fligmotor comenzó en enero de 1985 un gran programa de pruebas del RM-12 (fig. 9) para los aviones suecos JAS 39 Gripen. El programa continuará hasta 1990. El motor tiene el mismo núcleo que el F-404 de G.E. para los F-18.

Cuando se ha celebrado el Salón continúan las diferencias entre los diversos fabricantes europeos sobre el motor del EFA (European Fighter Aircraft), siendo Gran Bretaña la que con más fuerza está propiciando el XG 40, variante avanzada del RB-199 del Tornado.

MOTORES PARA LA AVIACIÓN COMERCIAL

• Alfa Romeo Avio ha mostrado la gama de componentes de los di-

Fabricante	Cooperadores	MOTOR		AVIONES
		Especificación	Tipo y utilización	
GENERAL ELECTRIC	• Alfa Romero A Avio	GE-700	TS/M/C	Sikorsky UH-60 A Hughes AH-G4
		GE-700	TS/M/C	
	• Fiat Aviazione	CF680'S	TF/C	B-747, B-767 A-300, A-310
		RM-12	TF/M	JAS 39 GRIPEN
	• MTU	CF680'S	TF/C	B-747, B-767, A-300, A-310
	• IHI	CT-58	TS/M/C	KV-107 (Japón)
T-64		TP/M	PS-1 y P-2J (Japón)	
PRATT WHITNEY USA	• MTU	PW 2037	TF/C/M	B-757/MD-C7
		JT8D-200	TF/C	MD80'S
	• Fiat Aviazione	PW 2037	TF/C/M	B-757/MD-C7
		PW 4000	TF/C	A-310/A-320/B-747 B-767
	• Volvo Flig motor	RM-8	TF/M	Viggen 37 (Suecia)
• IHI	F-100	TF/M	F15J (Japón) F-16	
SNECMA	• Hispano Suiza	M53	TF/M	Mirage 2000
	• MTU	LARZAC 04	TF/M	Alpha Jet

TF.—Turbo Fan; TS.—Turbo Shaft; TP.—Turbo Prop; M.—Militar; C.—Comercial

Figura 5

el pasado año. El motor tiene una tobera de mayor longitud que el motor básico y cambia el sistema MECU (Main Engine Control Unit) incorporado a los RB-109 hace dos años, por el sistema DECU (Digital Engine Control Unit) de mayor flexibilidad y fiabilidad.

El Viper 632 de RR fue calificado a principios de 1985, y entrará en servicio en 1986 para entrenado-

RR ha anunciado la más avanzada versión del Adour, el MK 871, desarrollado con Turbomeca, que iniciará sus actuaciones con el BAC HAWK 200. Inició sus pruebas en septiembre de 1984, se espera su calificación mediado 1987 y entrará en servicio en 1988.

• SNECMA ha manifestado estar en plena producción del M-53, derivado de los ATAR 9 K 50, de los

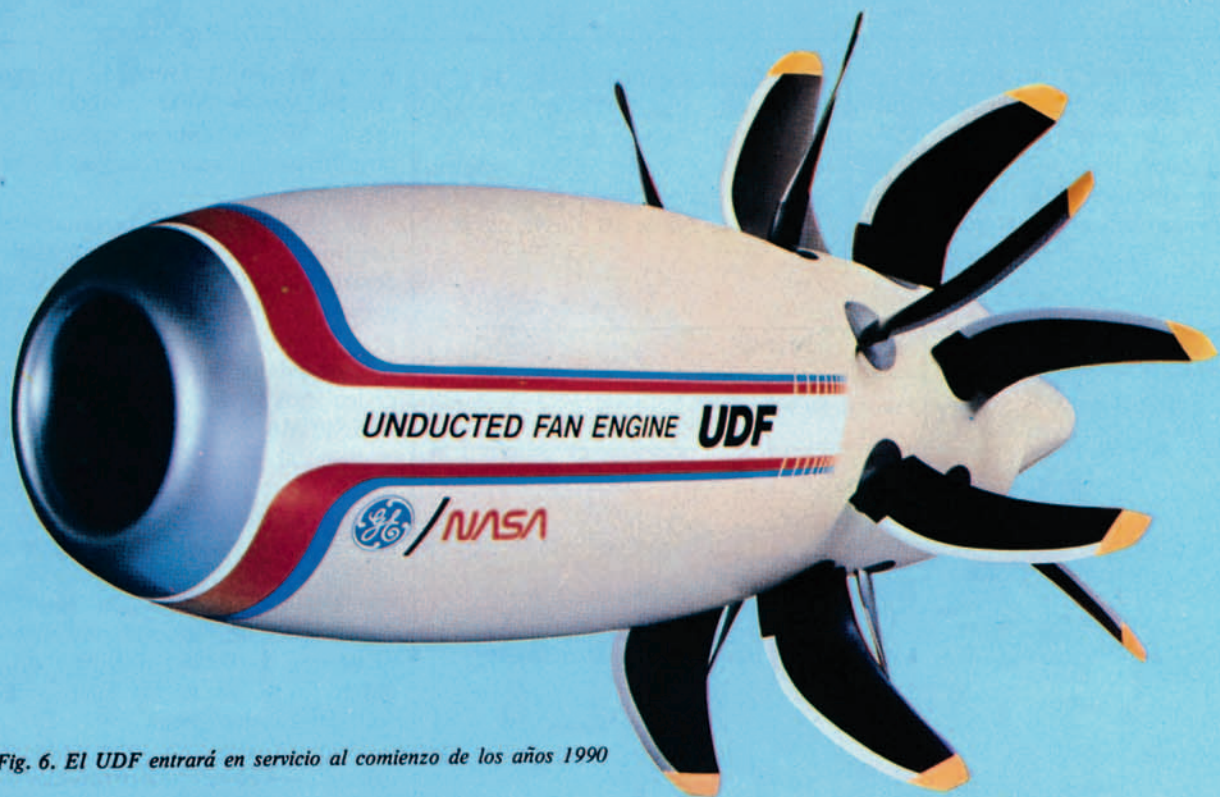


Fig. 6. El UDF entrará en servicio al comienzo de los años 1990

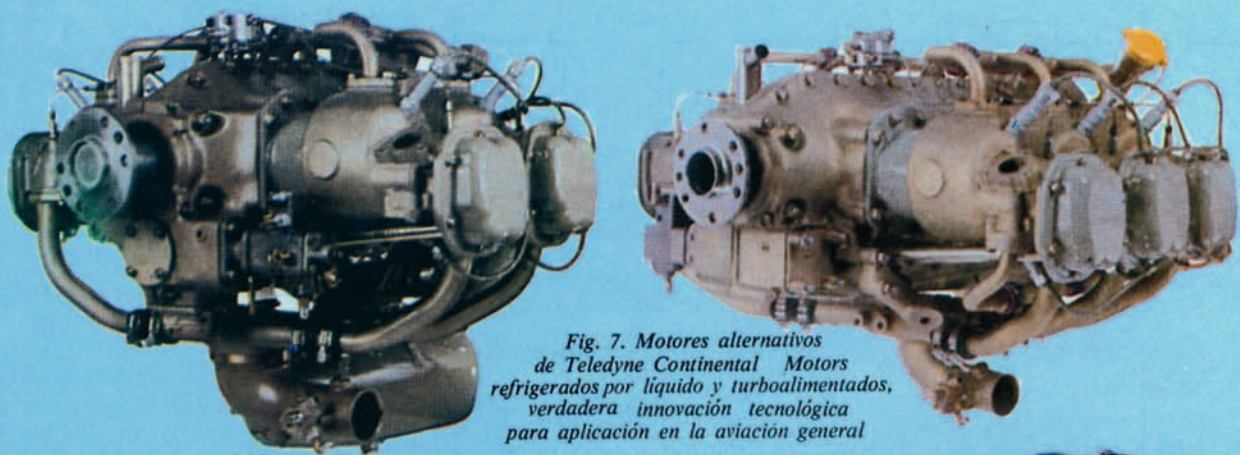


Fig. 7. Motores alternativos de Teledyne Continental Motors refrigerados por líquido y turboalimentados, verdadera innovación tecnológica para aplicación en la aviación general

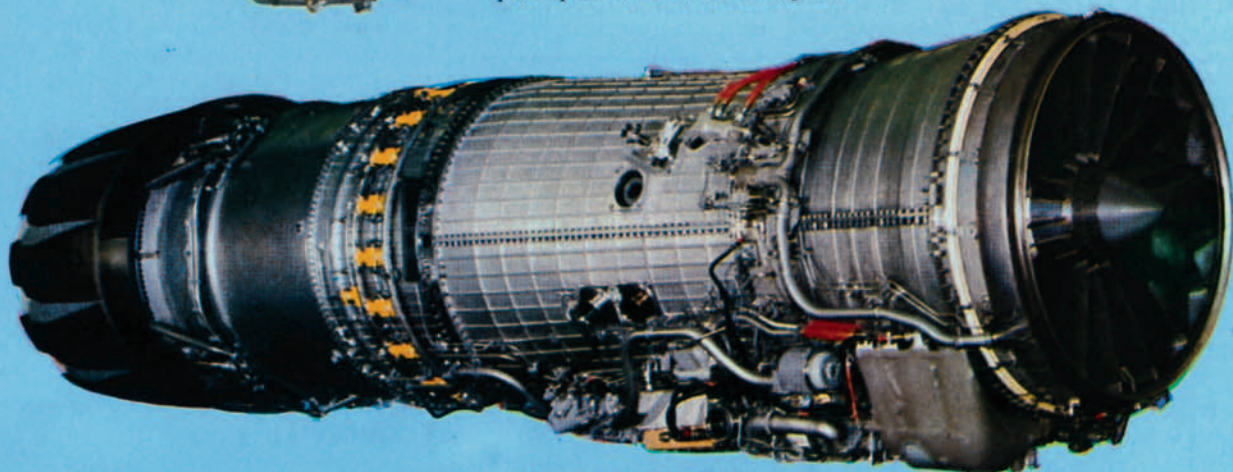


Fig. 8. Motor GE-F 110 que propulsará los aviones F-16C y F-16D en 1986

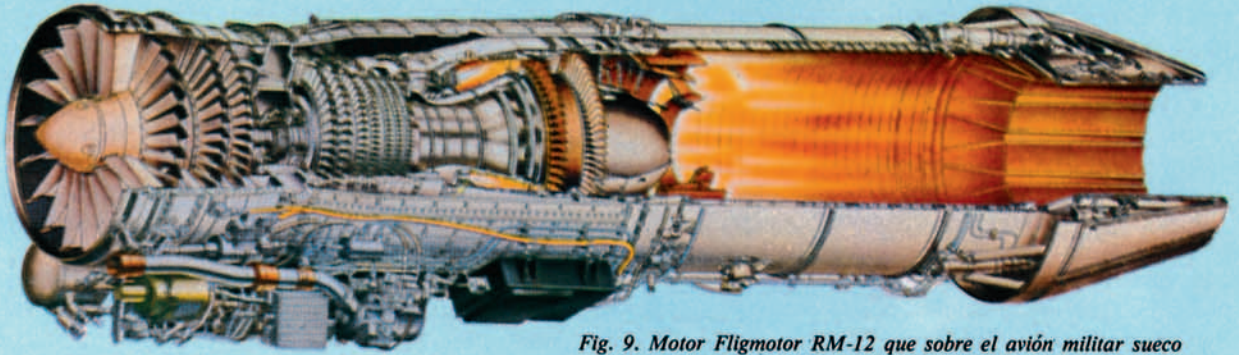


Fig. 9. Motor Fligmotor RM-12 que sobre el avión militar sueco JAS 39 GRIPEN inició en enero de 1985 un fuerte programa de pruebas

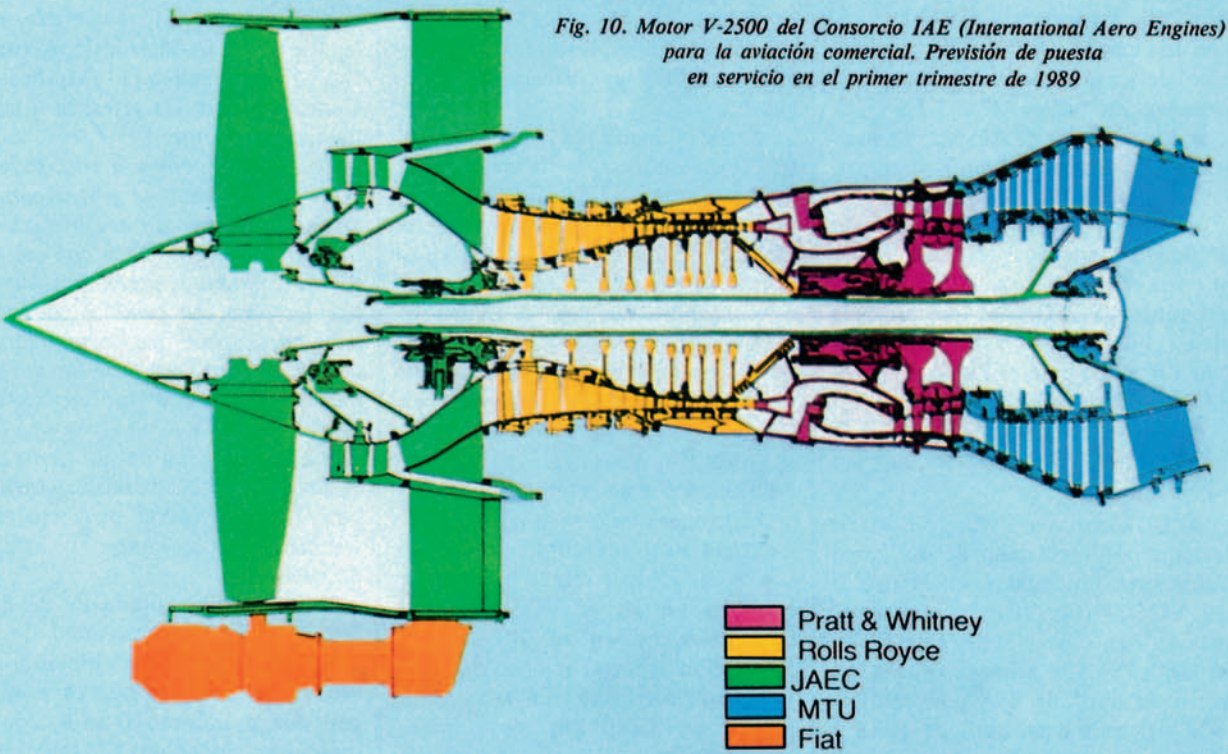


Fig. 10. Motor V-2500 del Consorcio IAE (International Aero Engines) para la aviación comercial. Previsión de puesta en servicio en el primer trimestre de 1989

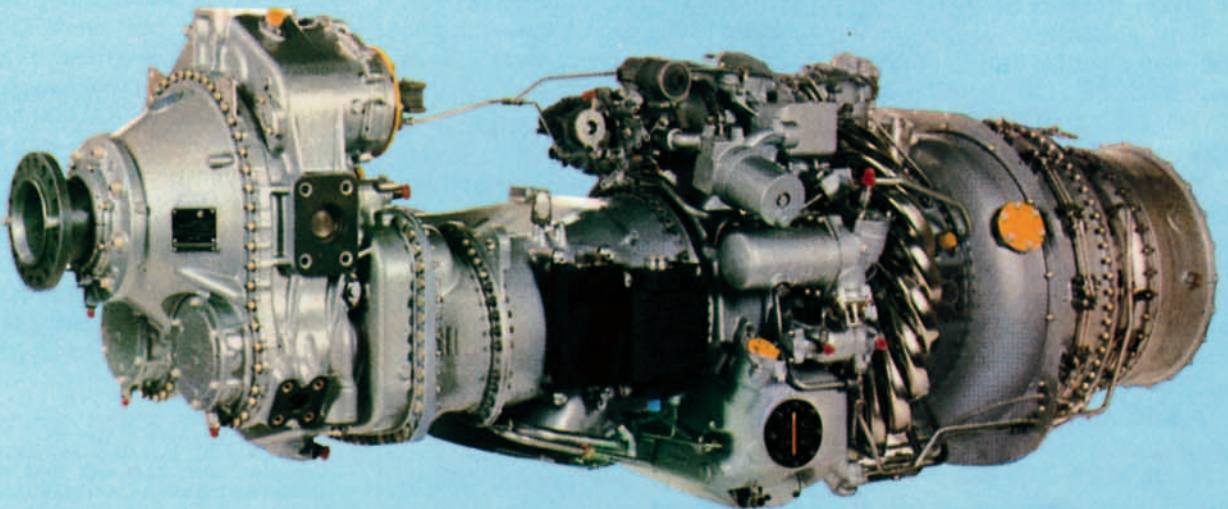


Fig. 11. Configuración de los turbopropulsores F-100 de PW Canadá. Se espera la certificación del tipo 124 antes de finalizar 1985. Idóneo para aviones bimotores "COMMUTER"

versos tipos del CFM 56 que fabrica en cooperación con el consorcio CFM-Intl.

- Allyson ha mostrado las versiones más avanzadas de los turboejes serie 250 para helicópteros Aeroespaciales Bell y Sikorsky.

- Los ALF 502 R, de Avco Lycoming, que impulsan el BAE 146, han recibido un fuerte empuje por la compra de 10 aviones por la República Popular China.

- El Consorcio CFM Intl. para fabricar los CFM 56, ha presentado el programa de desarrollo de la versión más avanzada, el CFM 56-5, con un mayor "fan" y la incorporación de mejoras tecnológicas y funcionales. Impulsará el A 320.

- FN Herstal, de Bélgica, ha mostrado su colaboración en componentes de los CFM 56.

- Fiat Aviazione ha manifestado de forma destacada sus trabajos en el consorcio IAE para la fabricación del motor V-2500 del que produce el 6%, así como su colaboración con PW USA para el PW 4000 y los CF6-80 C2 de G.E.

- Hispano Suiza ha destacado la fabricación de componentes para los CFM 56.

- El Consorcio IAE ha manifestado por mediación de sus cinco fabricantes integrados, el desarrollo del V-2500 (fig. 10). El primer rodaje en banco se efectuará en febrero de 1986, la primera prueba en vuelo en abril de 1987, la calificación del motor en abril de 1988 y la entrada en servicio comercial en el primer trimestre de 1989.

Los porcentajes de producción del motor por los distintos fabricantes son: PW (30%); RR (30%); JAEC (23%); MTU (11%); FIAT (6%).

- Microturbo ha expuesto la amplia gama de sus turbo reactores de pequeños empujes, siendo de destacar el TFA-66, de 809 lbs. de empuje, que completó sus pruebas en diciembre de 1985, y del "Turbojet" TRI-80, de 1.200 lbs. para utilización por la Aviación General.

- MTU con IAE ha mostrado su participación en el V-2500 con el 11%, en el PW 2037 con el 11%, en los CF6 con el 12% y en los JT8

D-200 que impulsarán el MD-80), con el 12%.

- PW USA continúa la fabricación del PW 2037 que entró por primera vez en servicio en 1984 con el B-757.

El PW 4000, en la gama de 48.000 a 60.000 lbs. de empuje, que ha efectuado su primer vuelo de pruebas sobre un A-300 el pasado 31 de julio, se certificará en 1986, y se conseguirá una reducción del 7% en el consumo de combustible respecto del JT9 D-7R4 de la misma tecnología base, con las mejoras del programa E³ de la NASA. Impulsarán A-300, A-300-600, TA-9, B-797, B-767 y trireactores Douglas.

- PW Canadá ha expuesto los tres turbohélices de su tecnología más avanzada:

- El PW 115, que impulsa el Embraer y que entró en producción el pasado año.

- El PW 120, para el Dash-8, y el ATR 42, de Aerospace/Aeritalia. El motor voló por primera vez en 1984 y entrará en producción en 1986.

- El PW 124 (fig. 11) para el Fokker 50 y BAe ATP.

El primer vuelo se hizo en 1985 y entrará en producción en 1986.

- Rolls Royce ha expuesto su participación en el V-2500, en el que interviene en el 30% de su producción (ver IAE).

El turbofan TAY, en la gama de 12.420 a 13.320 lbs. de empuje, basado en el 535 de RR espera ser certificado en 1986. Impulsará el Fokker 100 de KLM y ha sido elegido para el Gulfstream V de la Aviación General.

- SNECMA espera certificar el CFM 56-5 (la versión más avanzada de los CFM 56) en agosto de 1987 y entrará en producción a finales de ese año, para impulsar aviones A-320, ya solicitados por Air France, Air Inter y British Caledonian.

- La Compañía Japonesa JAEC, del Consorcio SJAC y también de IEE, ha estado por primera vez en el Salón de París, aun cuando comenzara sus actividades en 1981. Participa con el 23% de la producción del V-2500.

FINAL

Esto ha sido, a grandes rasgos, lo que hemos visto en París en Le Bourget 85.

El lector pudiera pensar que hemos dado excesivo protagonismo al motor. Por si así pensara, queremos transcribir aquí una opinión y una noticia que entendemos justifican el tratamiento que hemos dado al tema.

- La opinión es del General Ingeniero Aeronáutico, don Pedro Huarte y Mendicoa.

En una reciente entrevista para la Revista IAA-Ingeniería Aeronáutica y Astronáutica (1) manifiesta el General Huarte, al referirse a la Industria del Motor:

"Con la experiencia adquirida en estos años, llegué al pleno convencimiento de que un avión mediano, incluso malo, equipado con un motor de calidad, es perfectamente utilizable, pero, en cambio, un avión, por bueno que sea, equipado con un mal motor, no sirve de ninguna manera para hacer un servicio normal".

La opinión es de un destacado Ingeniero que ha dedicado la mayor parte de su vida al proyecto, a la fabricación y al ensayo de aviones de vuelo.

- La noticia proviene de Pratt Whitney, del Grupo United Technologies, que hace una previsión de ventas de 110.000 nuevos motores para los próximos 10 años, con un montante global de 178.000 millones de \$ (¡30 billones de ptas.!), lo que supone casi un 29% del mercado previsto de aviones para el período 1985-1995, que arroja la fabulosa cantidad de 623.000 millones de \$. La previsión se refiere a cantidades globales de aviones y motores de Aviación Militar y Civil.

Estos dos testimonios, entendemos, justifican la presentación que se ha hecho de los motores en el 36 Salón Internacional de la Aeronáutica y del Espacio en París, Le Bourget, 85. ■

(1) Revista I.A.A. Ingenier. Aeronáut. y Astronáut. núm. 234, abril 1985, Asociación de Ingenieros Aeronáuticos de España.