

Programa SACTA

ANGEL RODRIGUEZ NUÑEZ,
Comandante Ingeniero Técnico Aeronáutico

EL Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, una vez cancelado el Programa Madrid Automated Center (MADAC), abordó uno de los Proyectos informáticos, de diseño y tecnología nacional, más avanzados y ambiciosos realizados hasta la fecha en España, con objeto de mejorar la capacidad, seguridad y fluidez del tránsito aéreo en el espacio de jurisdicción española.

En el año 1981 se iniciaron por la Subsecretaría de Aviación Civil, hoy Dirección General de Aviación Civil (DGAC), los estudios encaminados a la creación de un plan para desarrollar un Sistema Automatizado de Control de Tránsito Aéreo denominado PROGRAMA SACTA. El Real Decreto 1.474/1981 creó dentro del primer organismo citado el Servicio del Plan para la Automatización del Control de la Circulación Aérea, asignándole entre otras las siguientes misiones: Dirección, Coordinación de Estudios, Ejecución y Control de los Programas de Automatización de la Circulación Aérea en el Espacio Español.

Este nuevo Servicio inició su andadura con una oficina de ingeniería, denominada Oficina del Programa, en la que se integraron un grupo de expertos, ingenieros aeronáuticos y controladores de la DGAC, representantes de los Ministerios de Industria y Defensa (Ejército del Aire) y miembros de las empresas consultoras ISEL, con amplia experiencia en el desarrollo de sistemas informáticos, y METREK, por su parte asesor del FAA de los EE.UU. para los sistemas de control de tránsito aéreo, radar y comunicaciones.

Esta Oficina elaboró el Plan Director del SACTA, donde se planificaron todas sus actividades y se esbozó lo que sería el futuro Sistema Automatizado de Control.

Posteriormente se redactaron las especificaciones técnico-funcionales de los Sistemas de Control y de Comunicaciones de Voz, estableciendo los requisitos en cuanto a prestaciones, diseño, desarrollo, pruebas de aceptación y planes para la transferencia operativa.

La DGAC inicia, simultánea y coordinadamente, una serie de actuaciones, (Plan PRE-SACTA), con objeto de adecuar los sistemas actuales de control a las necesidades presentes, tratando de garantizar su continuidad hasta la implantación del nuevo sistema y proporcionando la oportunidad de entrenar al personal con nuevas técnicas, posibilitando a la industrias españolas iniciarse en un nuevo campo: Automatización del Control del Tránsito Aéreo.

El PRE-SACTA introdujo una serie de mejoras consistentes en la incorporación de tratamientos automatizados de planes de vuelo y de datos radar en los Centros de Control siguientes:

| | |
|---------------|--------------------|
| ACC MADRID | INTERMAD TARMAD |
| ACC SEVILLA | PARSE |
| ACC BARCELONA | TIMBAL AMBAR |

Tras la resolución del correspondiente concurso público se adjudicaron los expedientes del SACTA a: La Empresa CESELSA la Automatización del ACC de Madrid y Comunicaciones de Voz ACC de Madrid y TMA de Palma y, a EQUIPOS ELECTRONICOS (INISEL) la Automatización del TMA de Palma de Mallorca.

Posteriormente, siguió otra etapa en la cual se retiró el persona de METREK, se incorporaron nuevos expertos de la DGAC y del Consultor ISDEFE (ISEL), iniciándose, junto con las empresas adjudicatarias, el desarrollo de las especificaciones de diseño. Una vez finalizadas se pasó a la fabricación y pruebas en fábrica, en la que actualmente nos encontramos. Seguirán en un futuro próximo la instalación, pruebas en emplazamiento, entrenamiento de personal y transición operativa.

Hemos querido aquí resumir, a grandes rasgos cual ha sido la gestación de este Programa, sus objetivos y la evolución en el tiempo del mismo. Sin duda una descripción más detallada quizá nos llevará a entrar en contraposición con aquel viejo adagio de que "los árboles impiden ver el bosque"; de cualquier modo, esperamos que esta sucinta descripción sirva para alojar luz sobre el verdadero contenido y alcance de este Programa.

CENTRO DE CONTROL DE RUTA DE MADRID

Este Centro, ubicado en las cercanías de Torrejón (Madrid), contará con un conjunto de subsistemas constituidos por procesadores enlazados por una red local de datos, periféricos, y dispositivos de presentación que soportarán entre otras las funciones de: Tratamiento de planes de vuelo y Datos Radar, Presentación, Supervisión, Apoyo y Gestión de Comunicaciones de voz, con objeto de apoyar los servicios de Control de Ruta, garantizando un alto nivel de seguridad y permitiendo establecer separaciones "standard" a todas las aeronaves que operen dentro del espacio aéreo de su jurisdicción.

A través de la Red AFTN recibirá información relativa a los planes de vuelo (PV) no repetitivos, información aeronáutica y meteorológica, y desde cinta magnética los planes de vuelo repetitivos (PVR).

La información Radar, blancos primarios, secundarios y meteorológicos procederá de los sensores Radar del Ejército del Aire, y blancos secundarios de los radares de la DGAC. Esta información tras su análisis y trata-

CARACTERÍSTICAS DEL SACTA**MISIONES SACTA**

- Proporcionar servicios de tránsito aéreo, de acuerdo con el Reglamento de la Circulación Aérea General (CAG), a los vuelos civiles que operan dentro del espacio aéreo del sistema.
- Facilitar servicios de tránsito aéreo, de acuerdo con el Reglamento de Circulación Aérea Militar Operativa (CAMO), a los vuelos militares que operen dentro del espacio aéreo del sistema.
- Prestar servicios de información de vuelo y alerta a las aeronaves que lo requieran.
- Apoyar al COC/SOC, cuando será requerido, en las operaciones de Defensa Aérea.

Para alcanzar las misiones mencionadas el Sistema dispondrá de las funciones siguientes:

- Tratamiento de la información relativa a los planes de vuelo.
- Tratamiento datos radar.
- Sistema de comunicaciones de VOZ.

METAS SACTA

- Facilitar la actividad de los controladores.
- Mejorar los procedimientos.
- Garantizar un alto grado de seguridad.
- Alcanzar la capacidad para absorber el tráfico previsto en los próximos veinte años.
- Proporcionar datos en tiempo real a centros y torres de control.
- Enlaza automáticamente centros nacionales y extranjeros.
- Adoptar una arquitectura modular, evolutiva y de fácil mantenimiento.
- Normalizar equipos y programas.
- Minimizar costes del ciclo de vida del sistema.

FASES SACTA**FASE I**

- Automatización del Centro de Control de Ruta de Torrejón (Madrid).
- Automatización del Centro de Control de Area Terminal de Palma.
- Sistemas de gestión y control automatizado de las comunicaciones de VOZ en el ACC de Madrid y el TMA de Palma.

FASE II

- Automatización del Centro de Control de Ruta y Area Terminal de Canarias.
- Automatización del Centro de Control del Area Terminal de Sevilla y Madrid.
- En estos Centros se incluirán los nuevos sistemas de comunicaciones de VOZ.

FASE III

- Automatización con tecnología SACTA del Centro de Control de Ruta y Area terminal de Barcelona.
- Integración de todos los sistemas de control.

MEJORAS PROPORCIONADAS

- Incrementar la rentabilidad de las compañías al:
 - Permitir establecer rutas menos segmentadas.
 - Disminuir los tiempos de espera en tierra y en el aire.
 - Mejorar la distribución y fluidez del Tráfico Aéreo.
- Aumentará la seguridad al disminuir el riesgo de errores humanos.
- Reducirá los costes de explotación.
- Facilitará la gestión proporcionando estadísticas y cálculo de tarifas de los servicios de control.

miento a nivel mono y multiradar, asistida por el Tratamiento de Planes de Vuelo, será presentada a los controladores en las pantallas situadas en las Unidades de Control de Sector.

El Sistema estará dotado de Alerta de Conflicto que le permitirá predecir las posibles vulneraciones a los mínimos de separación entre aeronaves. Igualmente dispondrá de Alerta de Incursión de Aeronaves en Espacios Aéreos Peligrosos.

Una función de supervisión permitirá detectar errores, estableciendo procedimientos para la recuperación del Sistema.

Dispondrá además de una cadena de apoyo con capacidad de reserva operativa que permitirá el desarrollo y mantenimiento de los programas, del equipo y entrenamiento de personal técnico y operativo.

TRATAMIENTO DE PLANES DE VUELO

El tratamiento de la Información relativa a Planes de Vuelo tiene un proceso semidistribuido en dos Subsistemas: Tratamiento Central de Planes de Vuelo y Tratamiento Local de Planes de Vuelo.

Tratamiento Central de Planes de Vuelo

Para los FIR's Madrid y Barcelona existirá un único Tratamiento Central de Planes de Vuelo (TCPV), ubicado en el Centro de Control de Torrejón, que procesará toda la información que precise estar centralizada por razones de control técnico o administrativo y que estará enlazada con todos los Tratamientos Locales de Planes de Vuelo (TLPV).

Este subsistema procesará los mensajes de planes de vuelo y meteorológicos recibidos a través de la red AFTN, los de cinta magnética para vuelos repetitivos y los generados en las posiciones manuales de entrada de datos de vuelo.

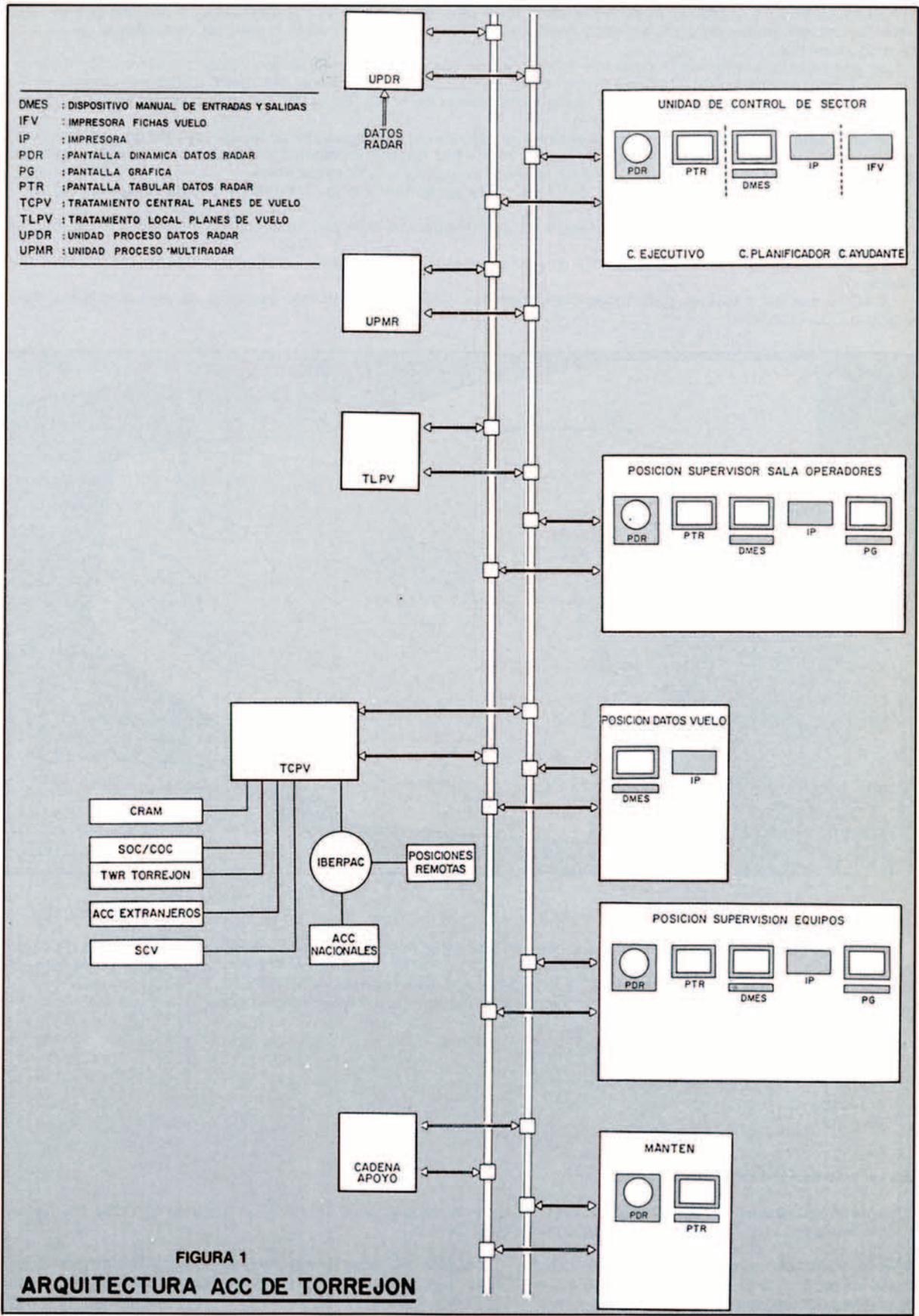
Estará constituido básicamente por dos ordenadores DATA GENERAL Modelo MV/10.000, trabajando en paralelo y unidades de distribución que soportarán la interconexión para intercambio de datos con:

- Red AFTN conectada al CRAM.
- Centros de Control nacionales, enlazados a través de la Red IBERPAC:
 - Barcelona
 - Palma de Mallorca
 - Sevilla
 - Las Palmas
 - Torres de Control de aeropuertos.
- Sistemas de Comunicaciones de Voz

Dispondrá de periféricos de entrada y salida, entre los que cabe destacar cintas magnéticas para almacenar planes de vuelo repetitivos, discos para datos estadísticos y posiciones de datos de vuelo.

Estados de un Plan de Vuelo en el T.C.P.V. Un plan de vuelo presentará en el TCPV, de forma sucesiva, uno de los siguientes estados:

- Pendiente.
- Coordinado.
- Controlado.
- Finalizado.
- Cancelado.



A la recepción de cualquier mensaje relativo a un plan de vuelo el TCPV efectuará un análisis previo para detectar errores, pudiendo corregir éstos desde la posición de datos de vuelo o bien ser devueltos al generador de dicho mensaje.

Los mensajes que originen la creación de un plan de vuelo, después del análisis previo y corrección de errores, serán sometidos a un tratamiento con objeto de calcular la progresión del vuelo, distribuyéndose a todos los TLPV afectados y a los ficheros de historial de planes de vuelo. En estos historiales se almacenarán todos los mensajes relativos a cada plan de vuelo.

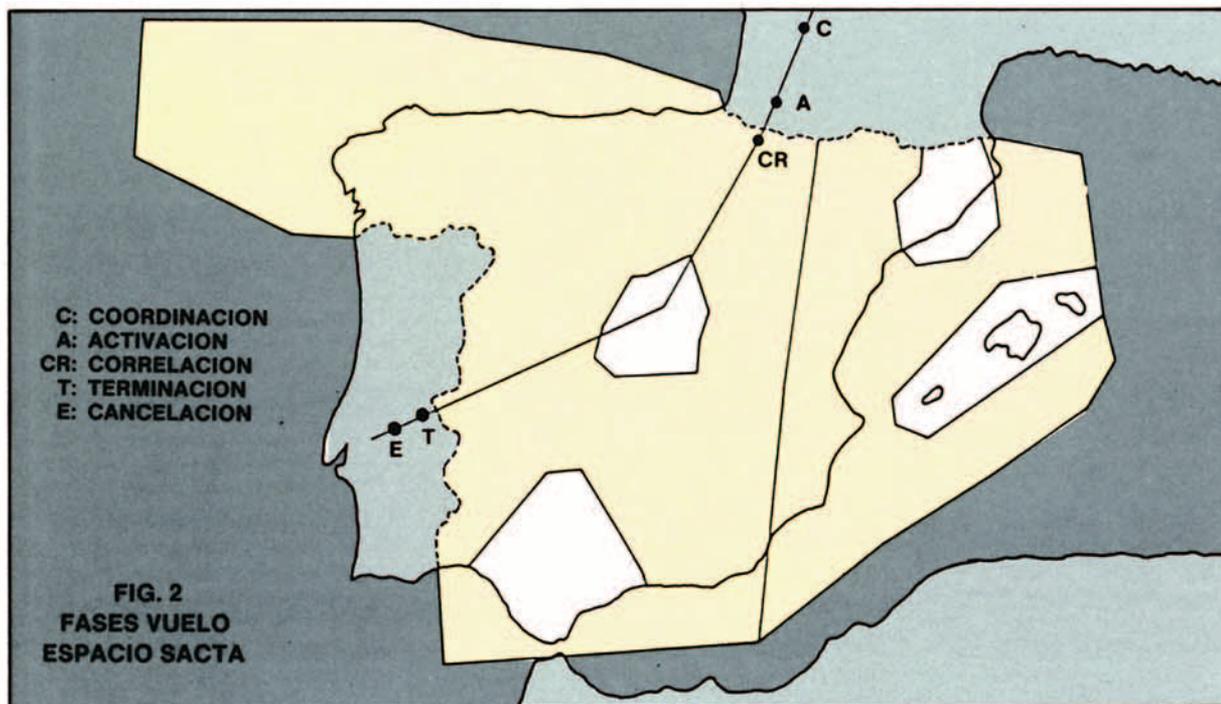
De todo este proceso merece la pena resaltar el cálculo de la progresión de vuelo. La ruta de una aeronave está constituida por una serie de segmentos definidos por puntos. El cálculo de progresión de vuelo consiste en determinar para cada uno de estos puntos un nivel de paso y una hora estimada.

Para ello, previamente, se calcula el perfil de vuelo determinando los tramos de subida, crucero, bajada y sectores de control atravesados.

Para el cálculo de las estimadas se dispondrá de información relativa a los vectores de viento existentes en cada espacio aéreo.

Una vez finalizado este proceso el PV queda almacenado con estado Pendiente y distribuido a los TLPV afectados.

El TCPV admite mensajes para modificar o cancelar un PV mientras éste permanezca en los estados Pendiente o Coordinado.



Tratamiento local de Planes de Vuelo

El Tratamiento Local de Planes de Vuelo (TLPV) tiene por misión el control y proceso de los planes de vuelo que afectan a un Centro de Control determinado (AÇC o TMA). Existirá un TLPV en cada Centro, interconectado con su Tratamiento de Datos Radar, TLPV's de los Centros colaterales y TCPV.

Un plan de vuelo presentará en el TLPV, sucesivamente, uno de los siguientes estados:

- Pendiente.
- Coordinado.
- Activo.
- Espera.
- Terminado.
- Cancelado.

Estados de un Plan de Vuelo en TLPV

Plan de Vuelo pendiente. Los planes de vuelo pasarán al estado pendiente a su entrada en el TLPV, bien sean procedentes del TCPV o generados manualmente en el Centro.

Plan de Vuelo coordinado. Un parámetro de tiempo, definido por adaptación antes de la hora de entrada de un vuelo se producirá el cambio de estado a Coordinado. Este cambio se podrá forzar desde ciertas posiciones operativas del Sistema.

1. Tubo de Pitot.
2. Radome de Kevlar; equipo de radar no instalado.
3. Espacio previsto para el equipo de prueba y registro.
4. Transmisor del ángulo de ataque.
5. Mamparo estanco frontal.
6. Posición abierta de la cúpula de la cabina.
7. Estructura del panel del parabrisas.
8. Alojamiento del panel de instrumentos.
9. Pedales de dirección.
10. Toma de presión total.
11. Sensor de temperatura.
12. Puerta de la rueda de morro en posición cerrada después de sacarla.
13. Antena VHF.
14. Parte de la estructura de la cabina de fibra de carbono.
15. Pata de la rueda de morro.
16. Horquilla de la rueda de morro.
17. Rueda de morro retráctil hacia delante.
18. Articulación resistente a torsión.
19. Martinete hidráulico.
20. Faros de toma de tierra y rodadura.
21. Compuertas de la pata de morro.
22. Punto de fijación del pivote de la pata de morro.
23. Palanca de gases.
24. Panel de instrumentos.
25. Palanca de mando, sistema de mando digital.
26. HUD (Head Up Display) Holográfico.
27. Arco de la cúpula de la cabina.
28. Cubierta de la cúpula de la cabina.
29. Panel de la consola del lado de estribor.
30. Asiento lanzable "cero-cero" Martin Baker Mk.10, inclinado 37-40 grados.

31. Reposacabeza del asiento lanzable.
32. Control activo tipo canard de estribor.
33. Revestimiento de fibra de carbono del canard.
34. Panel de abeja.
35. Cristal posterior de la cabina.
36. Espacio estructural previsto para un segundo asiento (para la variante de entrenador de dos asientos).
37. Estanterías para los equipos de aviónica.
38. Espacio previsto para equipo de prueba y de registro, a babor y a estribor.
39. Placa de control de capa límite.
40. Entrada de aire del motor de babor.
41. Compuerta de succión ventral.
42. Cañón.
43. Control activo tipo canard de babor.
44. Estructura de la toma de aire.
45. Actuador hidráulico del canard.
46. Ranura de succión de la capa límite.
47. Planta de acondicionamiento de aire.
48. Mando de emergencia de la cúpula.
49. Estructura del fuselaje anterior.

50. Depósitos integrados de combustible del fuselaje anterior.
51. Tubo de salida del intercambiador de calor del sistema acondicionador de aire.
52. Revestimiento del fuselaje de aluminio-litio.
53. Luz de navegación de estribor.
54. Luz anticollisión.
55. Conductos de presurización y aire acondicionado.
56. Carenado dorsal de los paneles de acceso.
57. Depósitos integrados de combustible del fuselaje central.
58. Carenado de Kevlar de encastramiento de ala.
59. Depósitos integrados de combustible del ala de estribor.
60. Revestimiento de fibra de carbono del ala.
61. Puntos fuertes de unión del pilón del ala de estribor.
62. Carriles de guiado de los slats.
63. Slat de borde de ataque de tres segmentos, en posición bajada.
64. Actuadores de los slats.

65. Carril de lanzamiento de misil integrado con el carenado de punta de ala.
66. Misil aire-aire Matra "Magic".
67. Elevones exteriores de dos segmentos.
68. Actuadores hidráulicos de los elevones.
69. Elevon interior.
70. Freno aerodinámico de estribor, posición abierta.
71. Toma dinámica de aire del prerrefrigerador del aire absorbido.
72. Martinete hidráulico del freno aerodinámico.

77. Antena UHF.
78. Timón de dirección.
79. Revestimiento del timón de dirección de fibra de carbono.
80. Panel de abeja.
81. Tubo de escape del motor de estribor.
82. Alojamiento del paracaídas de frenado.
83. Carenado del cono de cola y de la compuerta del paracaídas.
84. Tubo de escape de sección variable del motor de babor.
85. Luz de navegación de cola.
86. Extensión del carenado del encastramiento del ala.

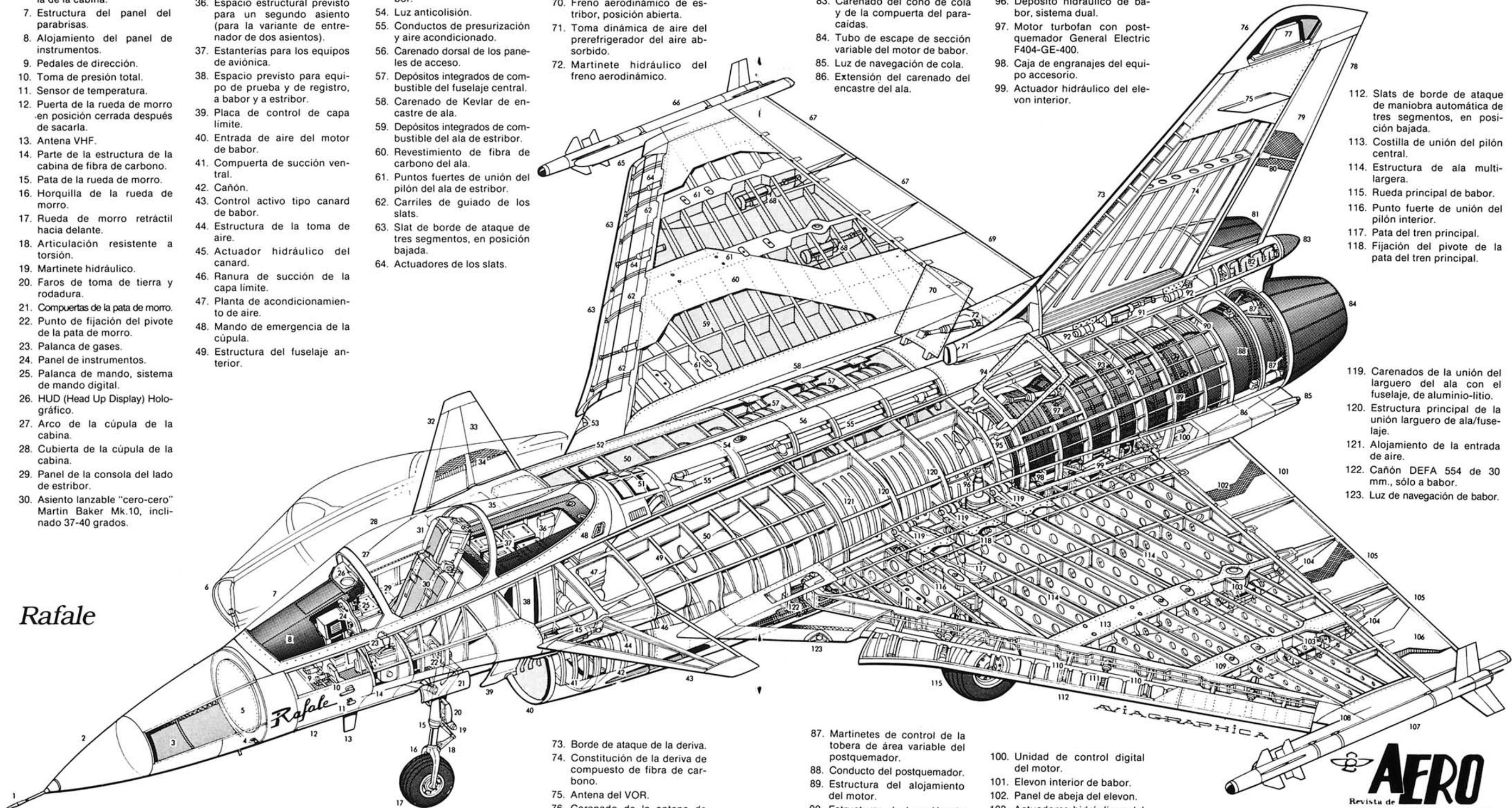
91. Actuador hidráulico del timón de dirección.
92. Encastramiento de la deriva.
93. Cubierta "caliente" del alojamiento del motor.
94. Freno aerodinámico de babor abierto.
95. Frente del compresor de entrada del motor.
96. Depósito hidráulico de babor, sistema dual.
97. Motor turbofan con postquemador General Electric F404-GE-400.
98. Caja de engranajes del equipo accesorio.
99. Actuador hidráulico del elevon interior.

104. Carenados del eje de articulación ventral.
105. Elevones exteriores de dos segmentos.
106. Revestimiento de fibra de carbono.
107. Misil aire-aire Matra "Magic".

108. Carenado de punta de ala y carril de lanzamiento de misil.
109. Costilla de unión del pilón exterior.
110. Carriles de guiado del slat.
111. Martinetes de slat.

112. Slats de borde de ataque de maniobra automática de tres segmentos, en posición bajada.
113. Costilla de unión del pilón central.
114. Estructura de ala multilargera.
115. Rueda principal de babor.
116. Punto fuerte de unión del pilón interior.
117. Pata del tren principal.
118. Fijación del pivote de la pata del tren principal.

119. Carenados de la unión del larguero del ala con el fuselaje, de aluminio-litio.
120. Estructura principal de la unión larguero de ala/fuselaje.
121. Alojamiento de la entrada de aire.
122. Cañón DEFA 554 de 30 mm., sólo a babor.
123. Luz de navegación de babor.

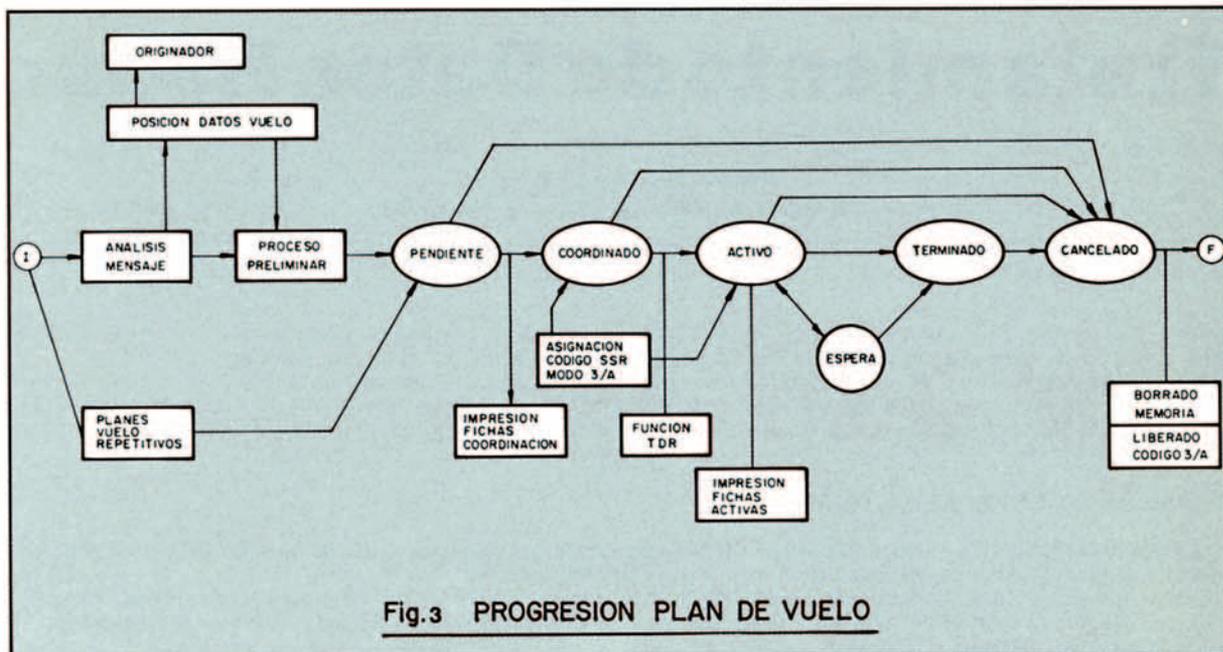


Rafale

73. Borde de ataque de la deriva.
74. Constitución de la deriva de compuesto de fibra de carbono.
75. Antena del VOR.
76. Carenado de la antena de punta de deriva.

87. Martinetes de control de la tobera de área variable del postquemador.
88. Conducto del postquemador.
89. Estructura del alojamiento del motor.
90. Estructuras de la unión de la deriva.

100. Unidad de control digital del motor.
101. Elevon interior de babor.
102. Panel de abeja del elevon.
103. Actuadores hidráulicos del elevon.



En estado Coordinado el TLPV desencadenará el siguiente proceso:

- Se imprimirán fichas de coordinación en las posiciones de control afectadas.
- Para los vuelos de salida de un aeródromo controlado por ese TLPV se le asignará un código SSR.
- Se enviará un mensaje, informando del cambio de estado, al TCPV.
- Se enviará mensaje al subsistema Tratamiento Datos Radar (TDR).
- Aparecerá en las listas de tabulares el nuevo plan de vuelo como coordinado.

Plan de Vuelo activado. La activación de un Plan de Vuelo puede producirse de forma manual mediante la acción del controlador responsable de primer sector atravesado o automáticamente a la recepción de mensajes de activación procedentes del Subsistema de Tratamientos de Datos Radar o de un TLPV colateral.

Cuando un PV pasa al estado de Activado el TLPV desencadenará el siguiente proceso:

- Asignación o Validación del código SSR (Modo A) precedente.
- Ajuste de la progresión de vuelo, niveles y estimadas previamente calculados.
- Generación e Impresión, en las Unidades de Control de Sector afectadas de las fichas de progresión de vuelo.
- Notificación al TDR y TCPV de la activación del vuelo.

| CAPACIDADES TRATAMIENTO DE PLANES DE VUELO | | |
|---|------------|---------|
| | TCPV | TLPV |
| Fichero de PV's | 5.000 | 5.000 |
| Históricos de PV's | Indefinido | — |
| Número de rutas standard | 500 | 500 |
| Número de puntos en ruta | 700 | 700 |
| Distancias Aeródromo-FIR | 500 | 500 |
| Descripción de Aeródromo | 100 | 100 |
| Tramos de rutas directas | 200 | 200 |
| Procedimientos por pista aterrizaje | 20 | 20 |
| Número de Aerovias | 100 | 100 |
| Descripción de tipos de avión | 100 | 100 |
| Tiempos máximos entre la coordinación/activación y la impresión primera ficha de coordinación/progresión de vuelo | — | 60 seg. |

Antes del paso de la aeronave por el limite con otro centro o bien sobre un fijo predeterminado se podrá iniciar el proceso de activación automática del PV en el Centro colateral siguiente, sea nacional o extranjero.

Plan de Vuelo en Espera. El PV correspondiente a una aeronave que entre en un circuito de espera pasará al estado de Espera. La entrada y salida de un PV en ese estado será manual.

Existe un estado de Espera por Terminación cuando una aeronave abandona el espacio del Centro y exista un segmento de ruta posterior perteneciente a ese Centro.

Plan de Vuelo en Estado Terminado. Un PV puede pasar al estado Terminado por acción manual o automática.

Cancelación de Plan de Vuelo. La cancelación de un PV únicamente se producirá de forma automática, transcurrido un tiempo definido por adaptación después de la hora de finalización del vuelo en el espacio de ese Centro.

Cancelado el PV se liberará el código SSR asignado eliminándose el vuelo del TLPV y del TCPV, y enviándose mensaje de cancelación al TDR. ■