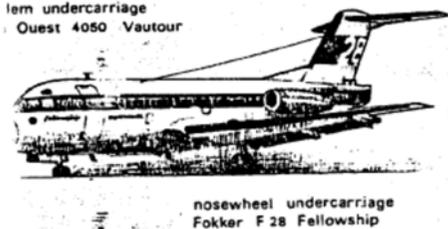
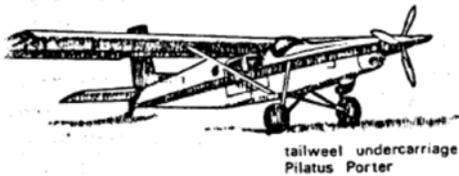
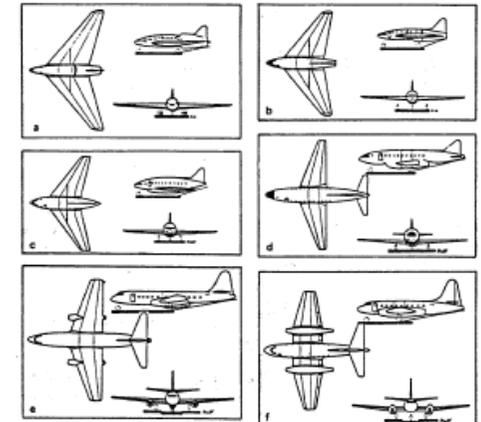


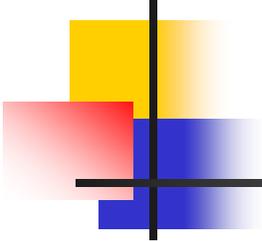
Configuración general

Tema 2



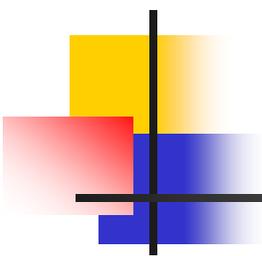
Sergio Esteban Roncero
Departamento de Ingeniería Aeroespacial
Y Mecánica de Fluidos





Outline

- Introducción.
- Fuselaje.
- Ala.
- Planta Propulsora.
- Superficies de cola.
- Tren de aterrizaje.
- Bibliografía.



Introducción I

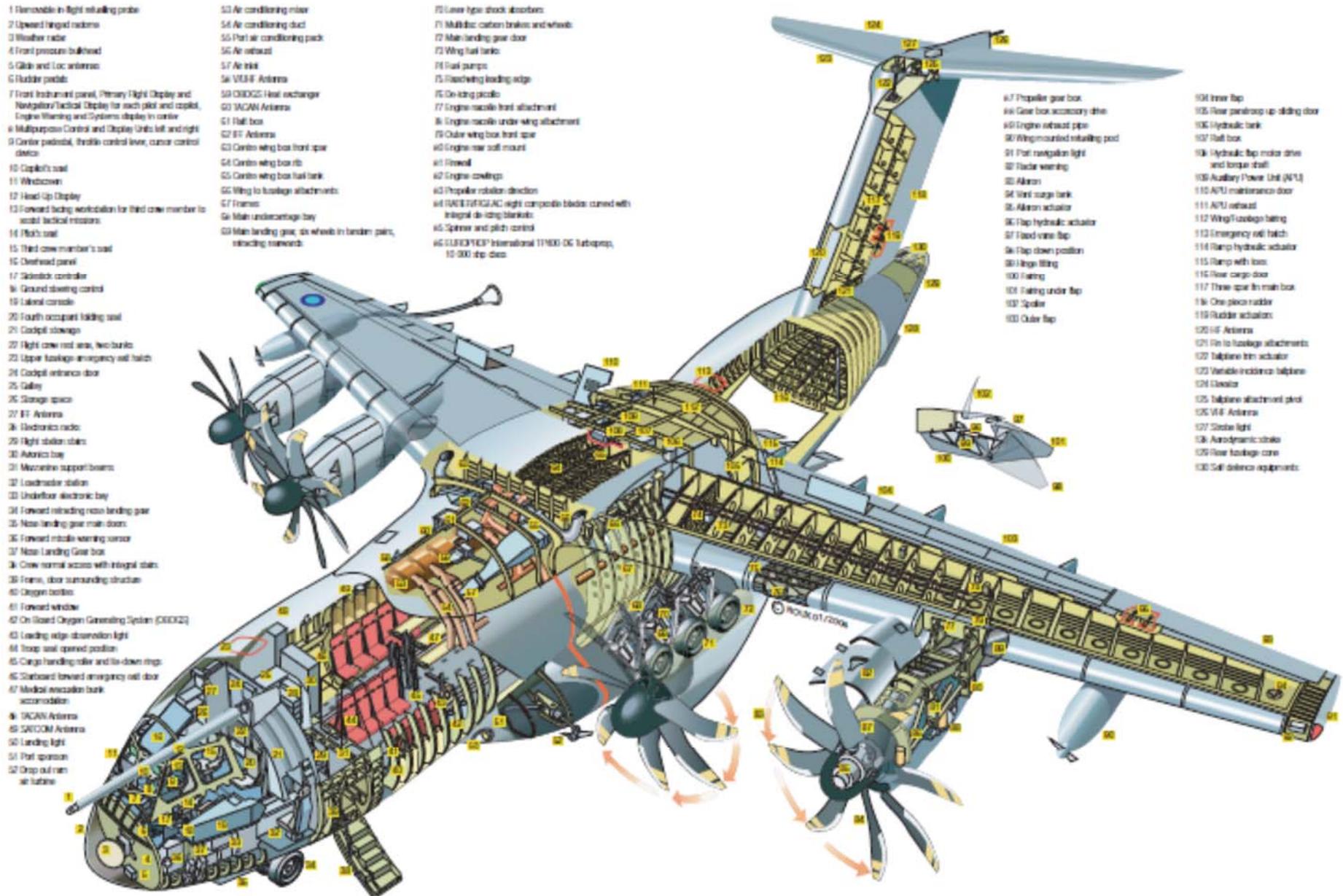
- Objetivo de la configuración general:
 - Selección inicial:
 - Forma y características globales del fuselaje.
 - Ala.
 - Superficies de cola.
 - Planta propulsora.
 - Tren de aterrizaje.
 - Determinar las relaciones entre los diferentes elementos a partir de:
 - Las especificaciones iniciales.
 - Los requisitos de aeronavegabilidad.
 - Experiencia previa.
 - Idea o filosofía dominante en el proyecto

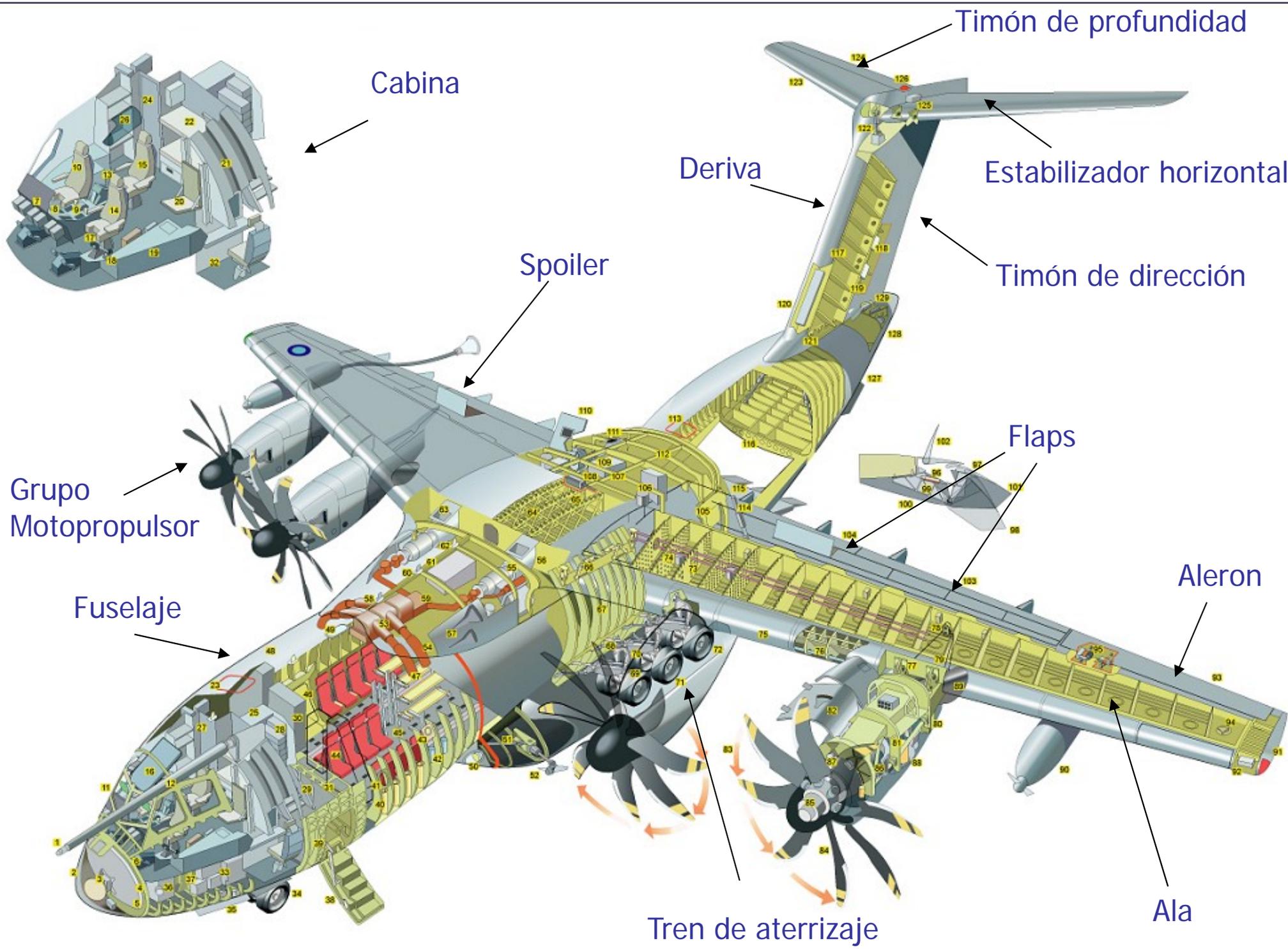
Introducción II

- **No hay criterios absolutos:**
 - La decisión debe estar basada en consideraciones iniciales y en información disponible acerca de los aviones semejantes.
- **Aviones semejantes:**
 - Especificaciones iniciales.
 - Peripecias de sus diseños.
 - Características principales.
 - Análisis de las diferencias entre ellos.
 - Posibilidad de mejorarlos.
- **Factores determinantes:**
 - Requisitos funcionales.
 - Seguridad.
 - Envolverte de vuelo.
 - Atractivo para el usuario.
 - Capacidad evolutiva

Descripción General de las Aeronaves - I

AIRBUS MILITARY A400M





Cabina

Timón de profundidad

Deriva

Estabilizador horizontal

Spoiler

Timón de dirección

Grupo Motopropulsor

Flaps

Fuselaje

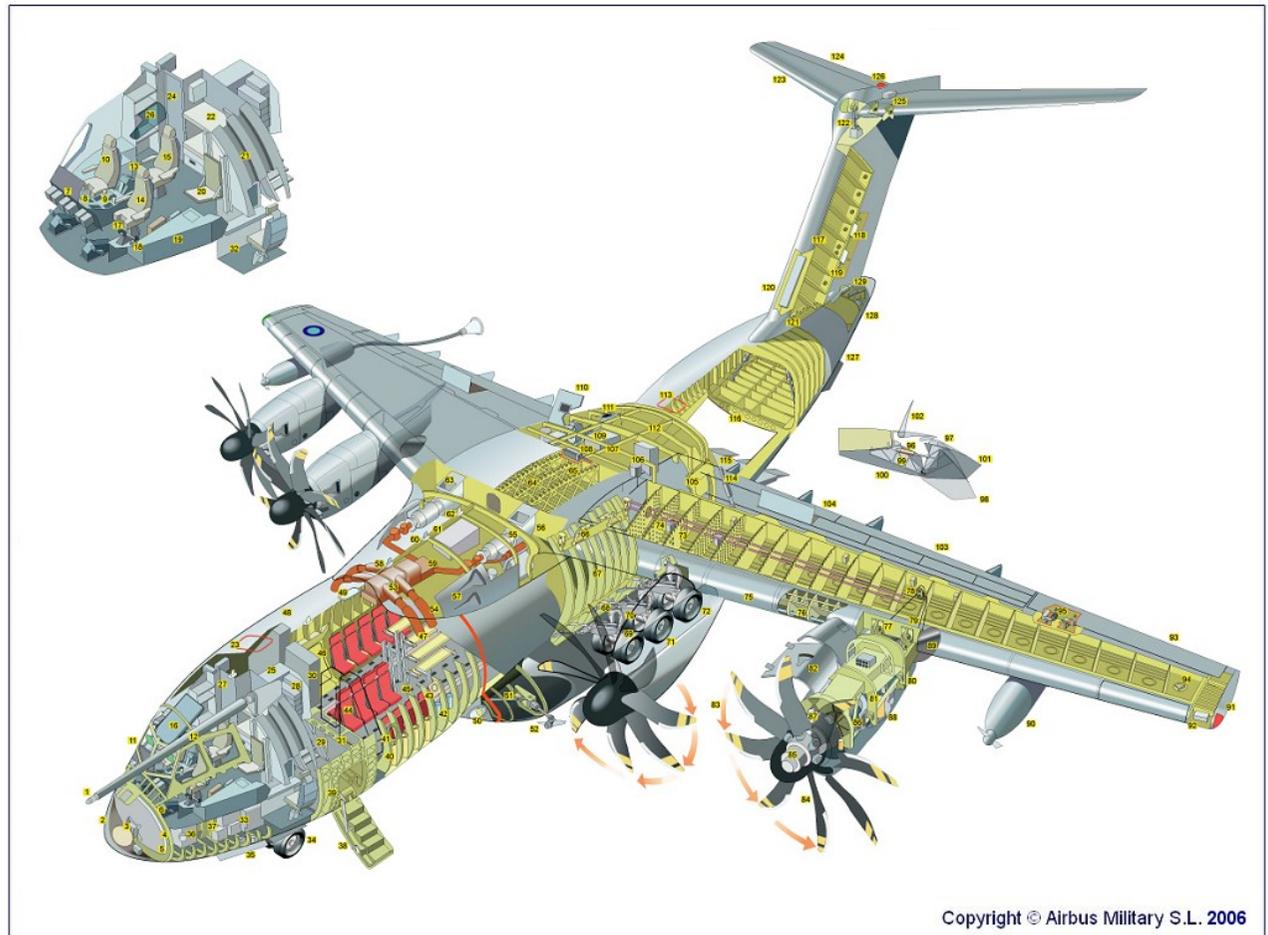
Aleron

Tren de aterrizaje

Ala

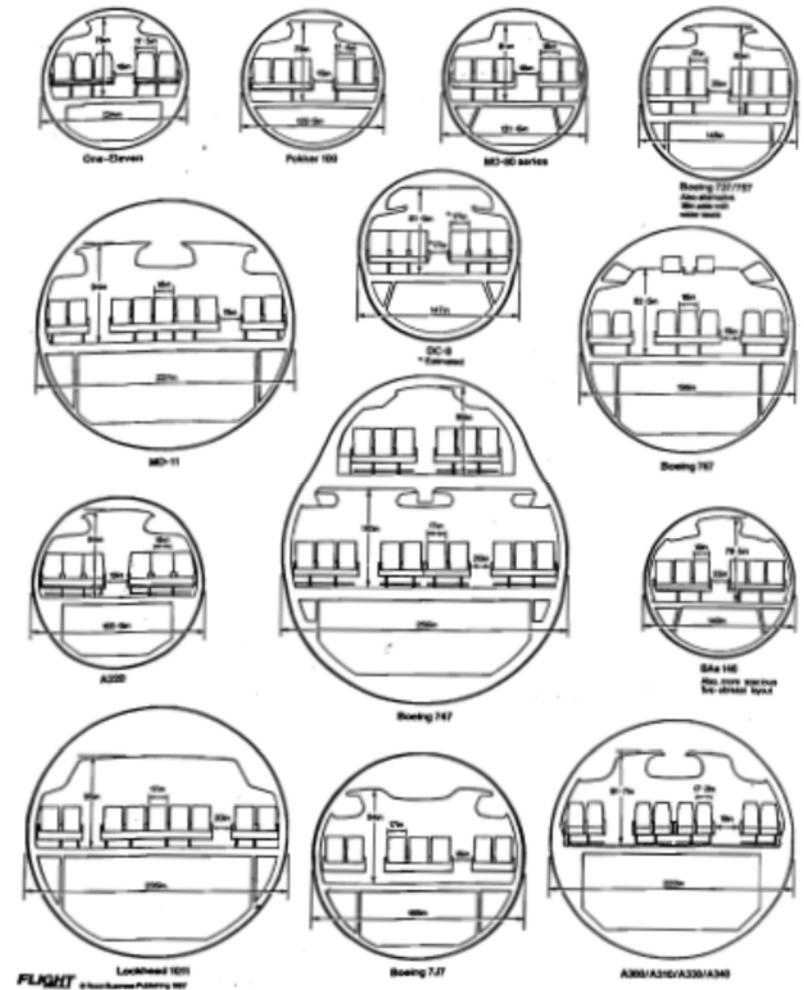
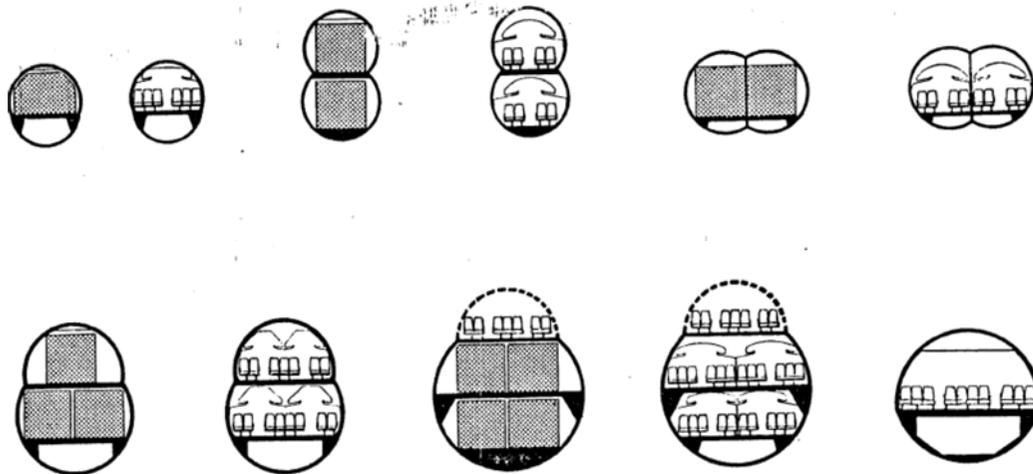
Descripción General de las Aeronaves - V

- **Fuselaje**
- **Superficies Sustentadoras**
 - Ala
 - Dispositivos hipersustentadores (flaps, slats)
- **Superficies Estabilizadoras**
 - Estabilizador horizontal
 - Estabilizador vertical (deriva)
- **Superficies de Control**
 - Timón de profundidad
 - Timón de dirección
 - Alerones
 - Spoilers
- **Grupo Motopropulsor**
- **Tren de Aterrizaje**
- **Sistemas y Equipos de Abordo**



Fuselaje

- Misiones del fuselaje
 - Transporte mercancías
 - Transporte militar
 - Transporte de personas
- Funciones
 - Receptáculo y protección de la carga de pago.
 - Alojamiento de la cabina de tripulación.
 - Estructura central a la que se acoplan las demás estructuras.
 - Alojamiento de diversos sistemas y equipos.
- Formas típicas de fuselaje dependiendo del tipo de avión.

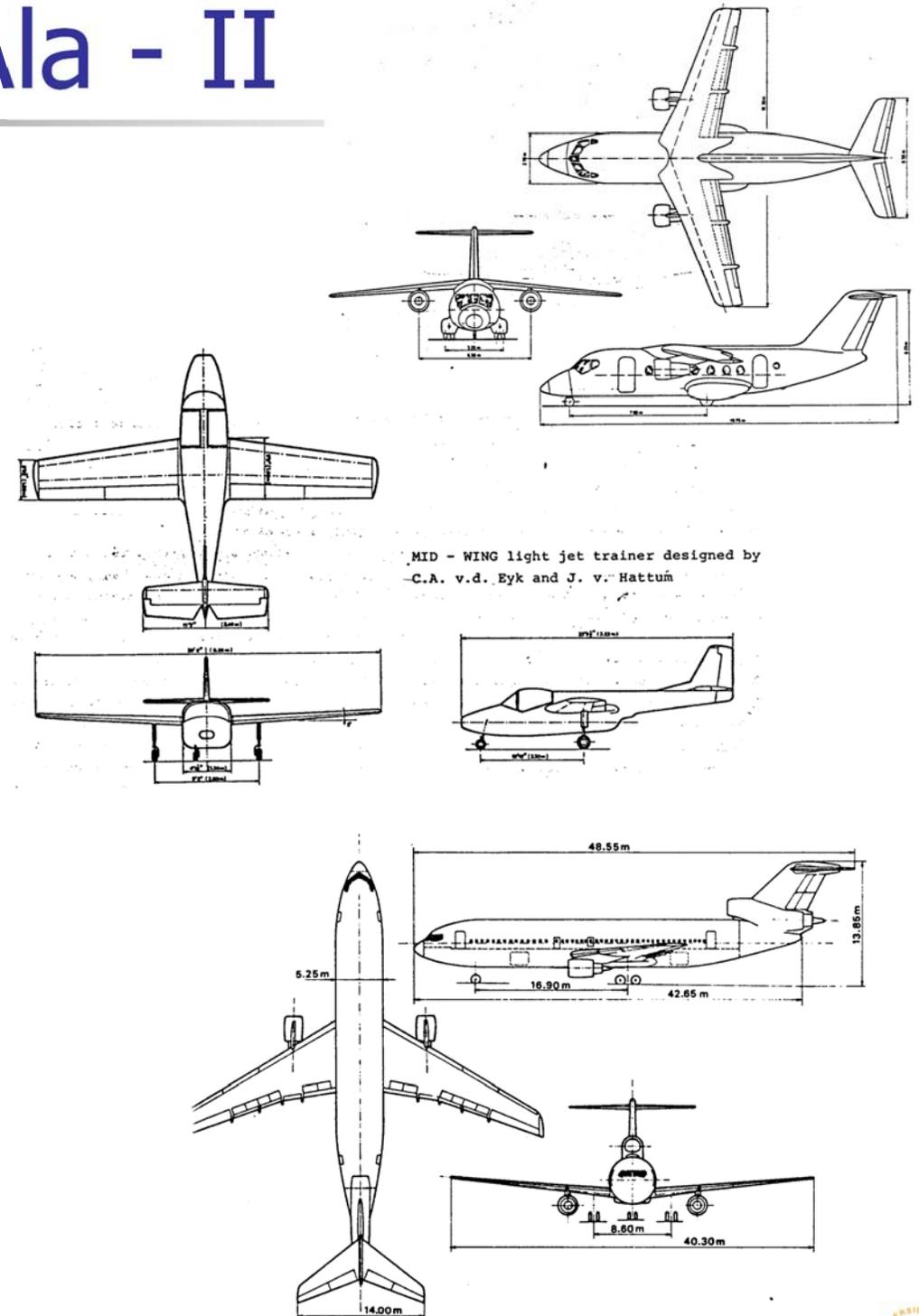


Selección del Ala - I

- **Forma en planta** del ala.
- **Posición vertical** con respecto al **fuselaje**.
- **Posición longitudinal** determinada por el **centrado**.
- **Carenados ala-fuselaje para mejorar** la **aerodinámica** del avión.

Selección del Ala - II

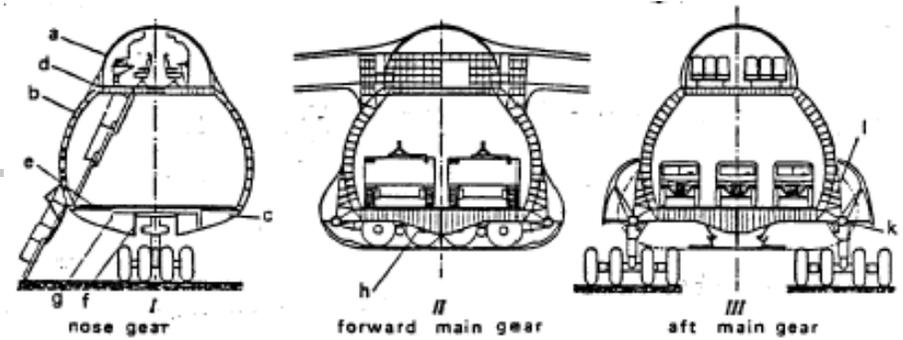
- La **selección** de la configuración del ala va en mucha medida en función de los **requisitos de operación**.
- Los aspectos relacionados a las diferentes características o **necesidades estructurales y aerodinámicas** pueden ser factores decisivos al elegir una configuración inicial
- La decisión final tiene que estar supeditada a **maximizar la flexibilidad de operación** del diseño final:
 - Siempre intentar **maximizar** el mayor número de aspectos posibles relacionados con la **operatividad** y la **funcionabilidad** del diseño



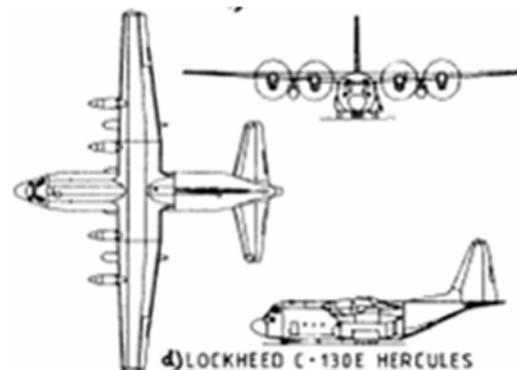
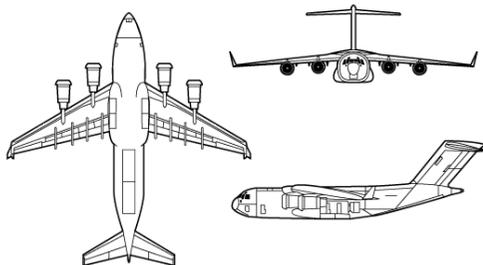
Posición Ala – I

■ Ala alta:

- Transporte militar.
 - **Facilidad** de **carga y descarga** de material sin ayuda externa.
 - Posibilidad de **incrementar la carga de estrés en el suelo** (tropas, vehículos, etc...).
 - Carga se hace de forma frontal o trasera por lo que es importante suelo bajo
- Braced-wing: reducción de la carga.
- Aeronaves STOL (Short Take Off & Landing)
 - **Evitar efecto suelo** (ground effect)
 - El efecto suelo para los STOL no es deseable dado que lo que se quiere es despegar en el menor espacio posible (asociado a High Lift Devices).
 - Dada las **necesidades** de **superficies hipersustentadoras** es necesario levantar el ala para poder evitar el suelo



C-17 Globemaster III



Posición Ala – II

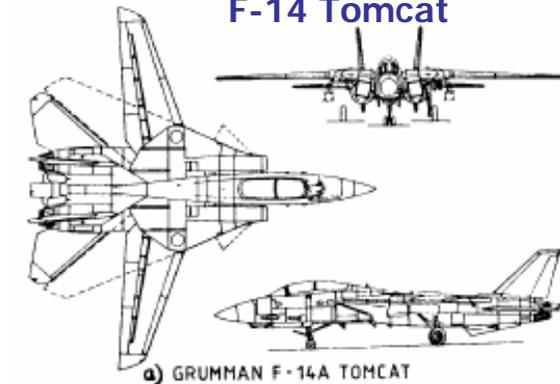


Posición Ala – II

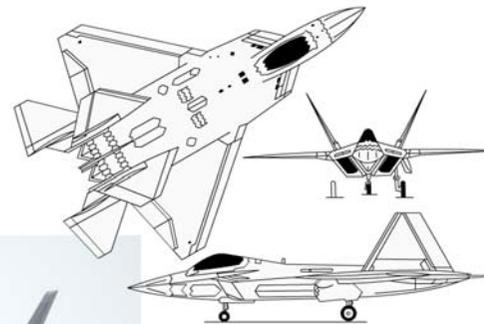
- Posición vertical con respecto al fuselaje:
 - **Ala Media**
 - Aviones de combate, trainers.
 - Importante
 - **High speed flight.**
 - **Mínima resistencia.**
 - **Minimizadas interferencias** entre las **capas límites** en **AoA** (Angle of Attack) **pequeños** si el **fuselaje** tiene sección **cilíndrica.**
 - **Minimizada** la **divergencia del flujo** sobre la raíz del ala en valores elevados de AoA.



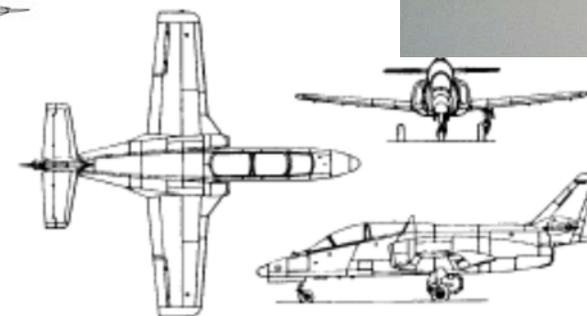
F-14 Tomcat



F-22 Raptor



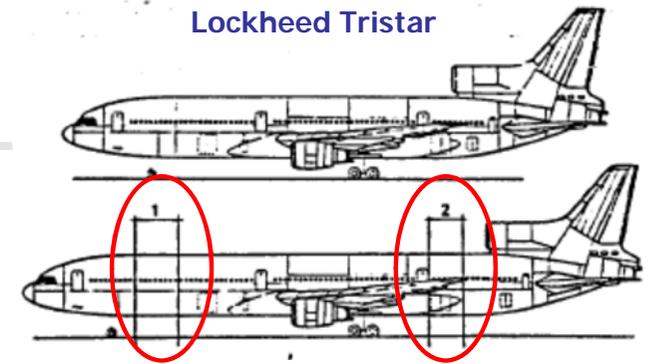
C-101 - Aviojet



c) CASA C-101 AVIOJET

Posición Ala – III

- Posición vertical con respecto al fuselaje :
 - **Ala Baja.**
 - Aviones de transporte comercial.
 - Simplifica el almacenamiento.
 - Uso eficiente del **espacio** del **suelo inferior** de almacenamiento
 - **Facilidad para introducir versiones “stretched”**
 - Visión de futuro
 - El **ángulo** de cola necesario para **rotar** sigue siendo aceptable incluso después de extender el fuselaje para aviones de ala baja.



A 380

B-747



B-777



MD-80

Ubicación de las alas - I

■ Espaciado interior

- Ala alta:
 - Sección por debajo del suelo es aplanada: **poco** o **no espacio** para **underfloor cargo**.
 - Aumenta la resistencia estructural del suelo.
 - En aviones de transporte comercial la **zona asociada al ala** provoca una **reducción del espacio** para estar de pie (zona de lavabos, espacio de almacenamiento,...)
- Ala baja:
 - **Tren de aterrizaje** recogido en las **góndolas de los motores**, o en el fuselaje justo debajo de la sección central (flecha positiva).
 - Uso eficiente del espacio inferior para carga de mercancías.



Antonov 225

C-17 Globemaster III



C-5 Galaxy







Ubicación de las alas - II

A400



■ Rendimiento:

- **Efecto suelo** en despegue y aterrizajes es la principal diferencia entre alas-altas y alas bajas.
 - El **efecto suelo disminuye** a medida que la **distancia** entre el ala y el suelo **aumenta**.
 - El Efecto suelo: **reducción de la resistencia inducida** por vórtices.
 - **Reducción de la distancia de despegue y aumento de la distancia de aterrizaje (baja vs. alta)**
 - En determinadas configuraciones de ala la prematura separación del flujo reverso debajo de los *flaps* aumento la distancia despegue (**baja vs. Alta – Problemas con STOL**).
- Configuración de **ala-alta** por el efecto suelo.
 - Reducción del *downwash* en la cola horizontal.
 - **Generación** de par de **cabeceo "pitch-down"**
 - **Mayores** cantidades de **deflexión del elevador**: Rotación despegue y rotación aterrizaje *flare-out*.
- Configuración de **ala baja** por el efecto suelo:
 - **Ayuda en aterrizajes – "el avión aterriza solo"**.
 - Con un acercamiento ejecutado correctamente: pequeña o nula deflexión elevador requerida.
 - **Aumento de sustentación.** (cuidado en despegue Vstall)
 - **Reducción del par "pitch down"** por el par de "pitch up" debido al aumento de sustentación



C-130 Hercules

Ubicación de las alas - III

■ Seguridad:

■ Ala baja:

- **aterrizajes de emergencia** motores y ala proporcionan grandes masas absorbentes de energía.
- Riesgo de incendio.

■ Ala alta:

- Aterrizajes forzoso con **poco riesgo de fuego**.
- Aterrizajes en mar – **fuselaje sumergido** – escape por el techo de la cabina.

■ Posición longitudinal: determinada por el centrado de masas.

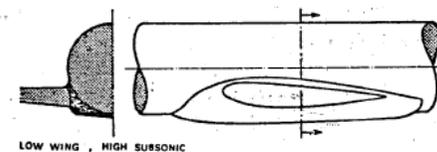
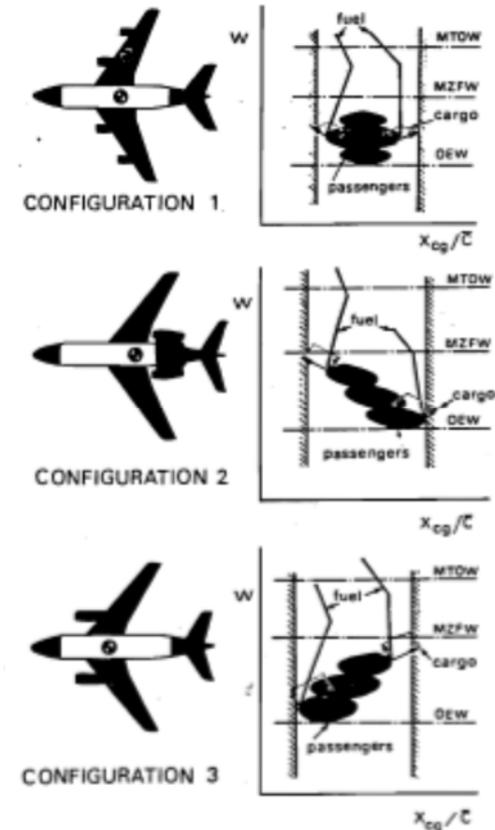
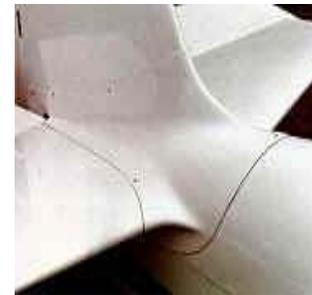
■ Aerodinámica del Avión: Carenados ala-fuselaje para mejorar la aerodinámica del avión.

- **Grandes diferencias de sustentación y resistencia entre ala-alta y ala-baja** – resueltas con apropiados **carenados**.

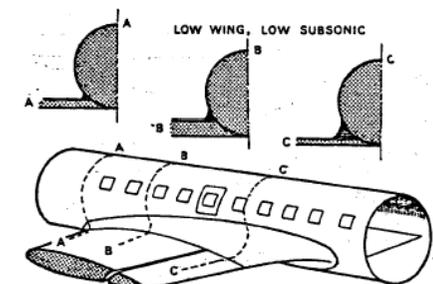
- A pesar del uso de carenados, la **superioridad** de ala-alta (en términos aerodinámicos) debido a la **resistencia inducida** en situaciones de **sustentación elevada**.

■ Mejoras del amortiguamiento de Dutch Roll

- Ala alta – diedro negativo.
- Ala baja – diedro positivo.



c. fillets act to obey the area rule and to house the main landing gear



b. fillets mainly on upper wing surface

Ubicación de las alas - III



Planta Propulsora – Motores de Pistón - I

- Diferentes configuraciones en función de si se utilizan motores de pistón, o motores de reacción.
 - **Motores de pistón** por lo general tiene dos configuraciones:
 - 1 solo motor en el fuselaje
 - 2 o + motores en el ala
 - Motores en configuración *pusher* o *puller* (tractora)
 - La selección de configuraciones muchas veces tienen en cuenta el **evitar posibles asimetrías por el fallo de motores**: combinaciones pusher-puller
 - Desde **el punto de vista aerodinámico y estructural**, colocar los **motores delante de las alas** resulta la opción más atractiva.
 - La **estela de la hélice** tiene un efecto favorable en las características de entrada en pérdida.
 - **Aumenta la sustentación del ala**, en especial cuando las superficies hiper-sustentadoras del borde de salida (**trailing edge**)
 - Si uno de los motores falla, se produce un efecto adverso aerodinámicamente producido por las hélices.
 - La **variación de potencia variará el efecto de downwash** en la cola lo cual es crucial teniendo en cuenta la influencia estabilizadora de las superficies de cola



Adam A500

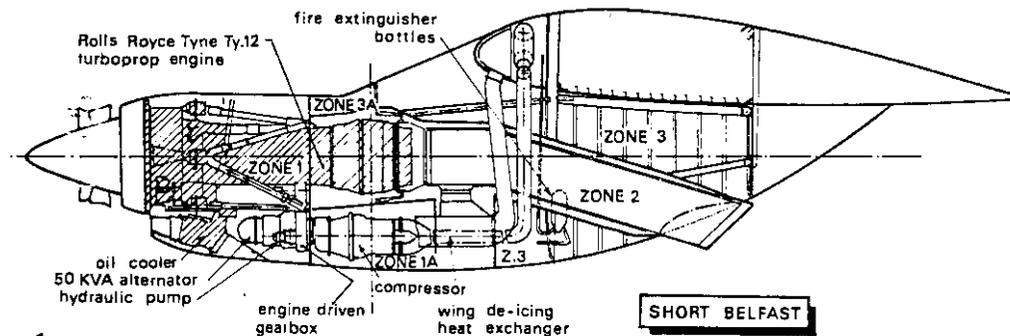
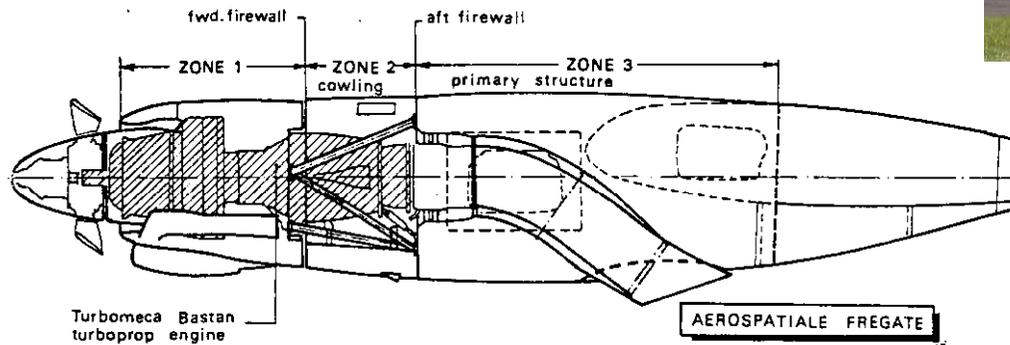
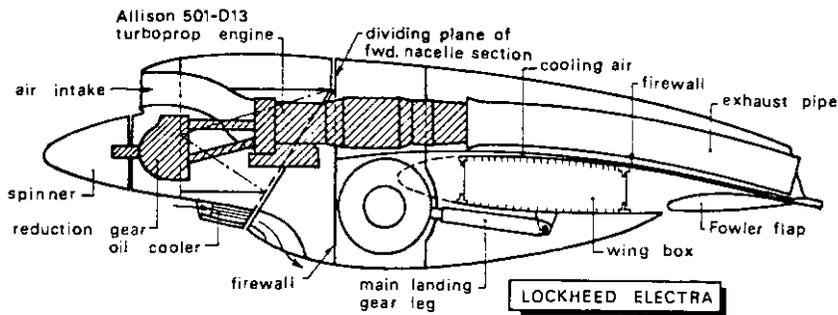


Beechcraft Starship



VariEze

Planta Propulsora – Motores de Pistón - II



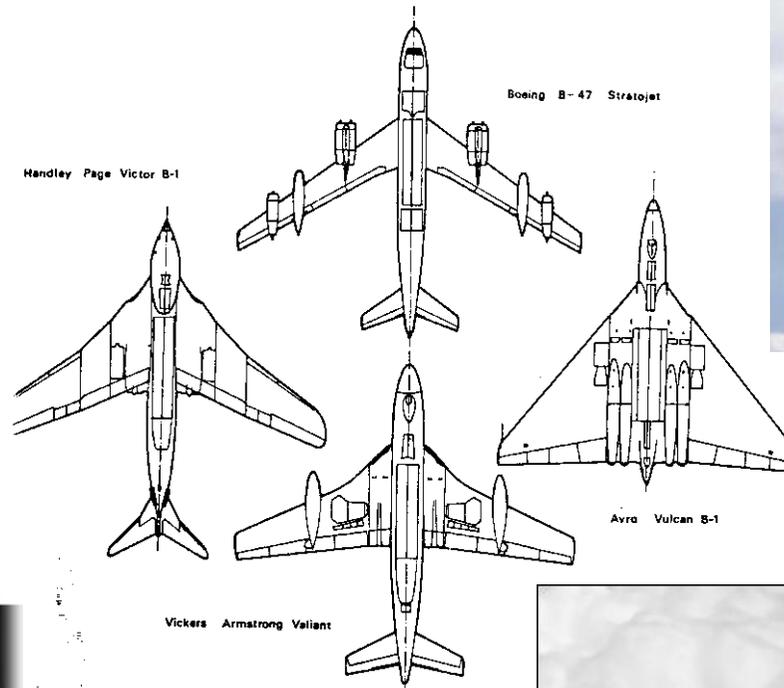
Planta Propulsora – Motores a reacción - I

- Originalmente surgieron para **cubrir las necesidades de aviones militares**
- La planta motora puede estar:
 - Completamente implementada o bien en el fuselaje , caso de los aviones militares, o en el ala
 - Colgando utilizando una góndola



B-47 Stratojet

Handley Page Victor B-1



Avro Vulcan

Vickers Armstrong Valiant



Planta Propulsora – Motores a reacción - II

- Debate entre motores fusionados con el ala y motores en góndolas:

- **Motores en góndola:**

- Motores **separados adecuadamente por góndolas** representa un **seguro** en el evento de un **incendio** de uno de los motores.
 - **Minimizando** el que el **combustible** se **extienda** por el **ala**.
- Las **tomas de aire y de salida**, al ser **más cortas** propician que los motores operen en **condiciones** más **óptimas**.
- El **peso de los motores** y de las góndola, si están colocadas en los lugares precisos **ayudan** a reducir **el par de momento** generado por la sustentación de las alas, por lo que permite la **reducción estructural** del ala.
- Si los motores se colocan por **delante** de **la línea de flexión** del ala pueden servir de **amortiguación** en situaciones de flameo (**flutter**).
- Los motores en góndolas tienen un efecto **favorable** en el **flujo del aire en ángulos de ataque elevados** y tienden a contrarrestar los efectos de pitch-up de las alas con flecha.
- Los motores son mucho **más accesibles**.

- **Motores fusionados en el ala:**

- Establecen que los beneficios derivados de tener un motor en góndola pueden ser contrarrestados por los motores fusionados en el ala.

Handley Page Victor B-1



A 380

Planta Propulsora – Motores a reacción - III

Handley Page Victor



- **Motores fusionados en el ala (cont):** Peso en vacío:
 - **Ahorro de peso estructural** del ala colocándolo en el ala.
 - Alivio de torsión en el ala interior.
 - Motores **colocados demasiado hacia el exterior**
 - Aumentan las **cargas de impacto** al aterrizar.
 - Necesitan **superficies verticales elevadas**.
 - Motores en la **parte trasera:**
 - Requiere **refuerzo** de la **estructura trasera**
 - **Perdida de espacio efectivo** en la zona de **carga trasera**.
 - **Aumento** de las **dimensiones** del **fuselaje** pero con misma carga.
- **Mantenimiento de los motores:**
 - Por lo general, los motores debajo de las alas son los más **fáciles de acceder**.
- Flexibilidad de carga:
 - Depende de la **posición relativa** de la **carga** con respecto del **Xcg**.
- Actuaciones - Rendimiento:
 - Resistencia.
 - **Motores montados en ala:** Una buena configuración de conjunto motor-góndola
 - Aumento de la **resistencia dinámica** y reducción de la **resistencia crítica de Mach**
 - **Fallo de motores:** **resistencia aumenta** rápidamente en función de la distancia lateral del motor que ha fallado
 - Máxima sustentación: **no está claro** si es mejor motores montados en ala o configuración limpia.
 - Unos dicen que **20% aumento configuración limpia**.
 - Otros **artilugios** para satisfacer control de cabeceo en pérdida "ensucia"
 - Selección del tipo de motor en función del régimen de vuelo.
 - **Gradiente** de subida máximo en 2º **segmento** con fallo de motor crítico.

An-255



Planta Propulsora – Motores a reacción - IV



■ Flying Qualities:

- Entrada en pérdida.
- Control sin motor.
- Capacidad *Go-around*.
 - Repetitividad de ciclos.
- Características de "Dutch Roll" en crucero.
- Configuración cola en T con motor en cola – "(deep stall)"
- Fallo de motor – aumento considerable del par de guiñada.

■ Ingestión de objetos externos.

■ Posición:

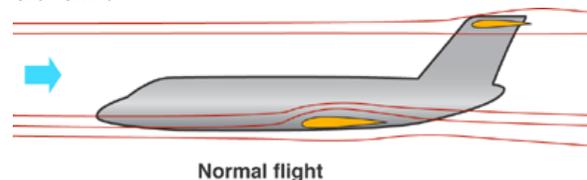
- Dependiente del tipo, número y tamaño
- Aviones con tres motores, motor central colocado en cola.
- Aviones con un solo motor, tiene que estar incorporado en el fuselaje, y hay que tener en cuenta la toma de aire

■ Número de motores:

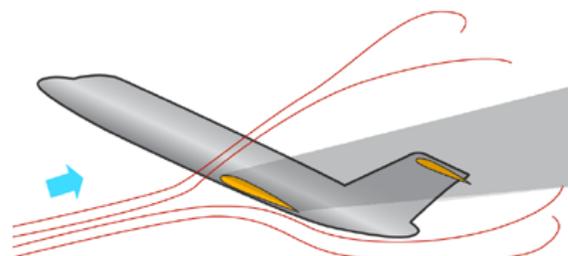
- Criterios estructurales.
- Economía.

■ Selección final del motor:

- Empuje o potencia.
- Ruido
- Peso.
- Consumo específico.
- Precio.
- Mantenimiento.



Normal flight



Deep Stall condition - T-tail in "shadow" of wing

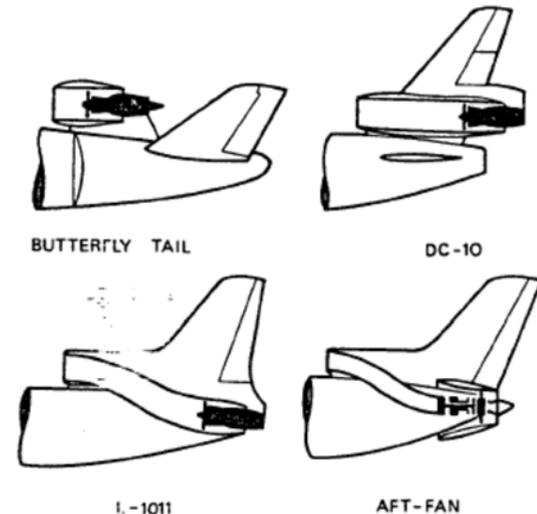


Fig. 2-17. Installation of the central engine on a three-engined jet aircraft

Planta Propulsora – Motores a reacción - V

- Son igual de importantes tanto las entradas como las salidas de aires para aquellos aviones con motores incorporados en el fuselaje:
 - **Entradas de aire:**
 - Hay que asegurarse que a **diferentes ángulos de ataque** el aire que entra es el adecuado.
 - Asegurarse que la **estela del ala en pérdida** no entra por la toma de aire
 - **Entradas de aire laterales general resistencia adicional**, por lo que hay que intentar reducir las al mínimo.
 - **Salidas de aire:**
 - **No direccionar** hacia partes del **fuselaje**.
 - Tener en cuenta el **cono de expansión** de la salida de gases.
 - La salida de gases se suele hacer de **materiales pesados** (acero inoxidable) por lo que se requiere reforzar estructuralmente donde estén ubicados.

Sipa 300

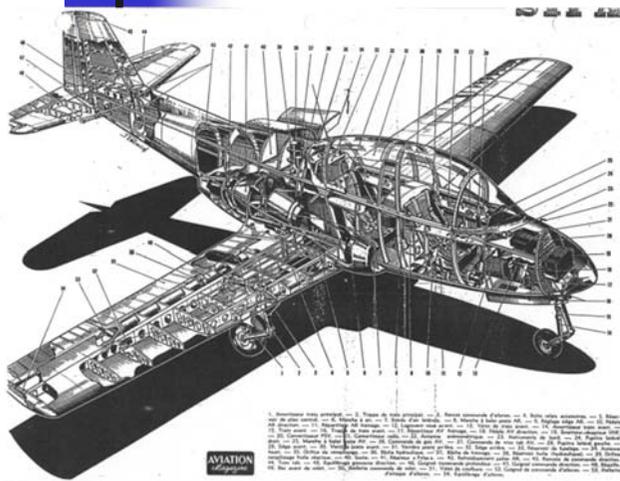


Hawker Hunter



Fokker S 14

Planta Propulsora – Motores a reacción - VI

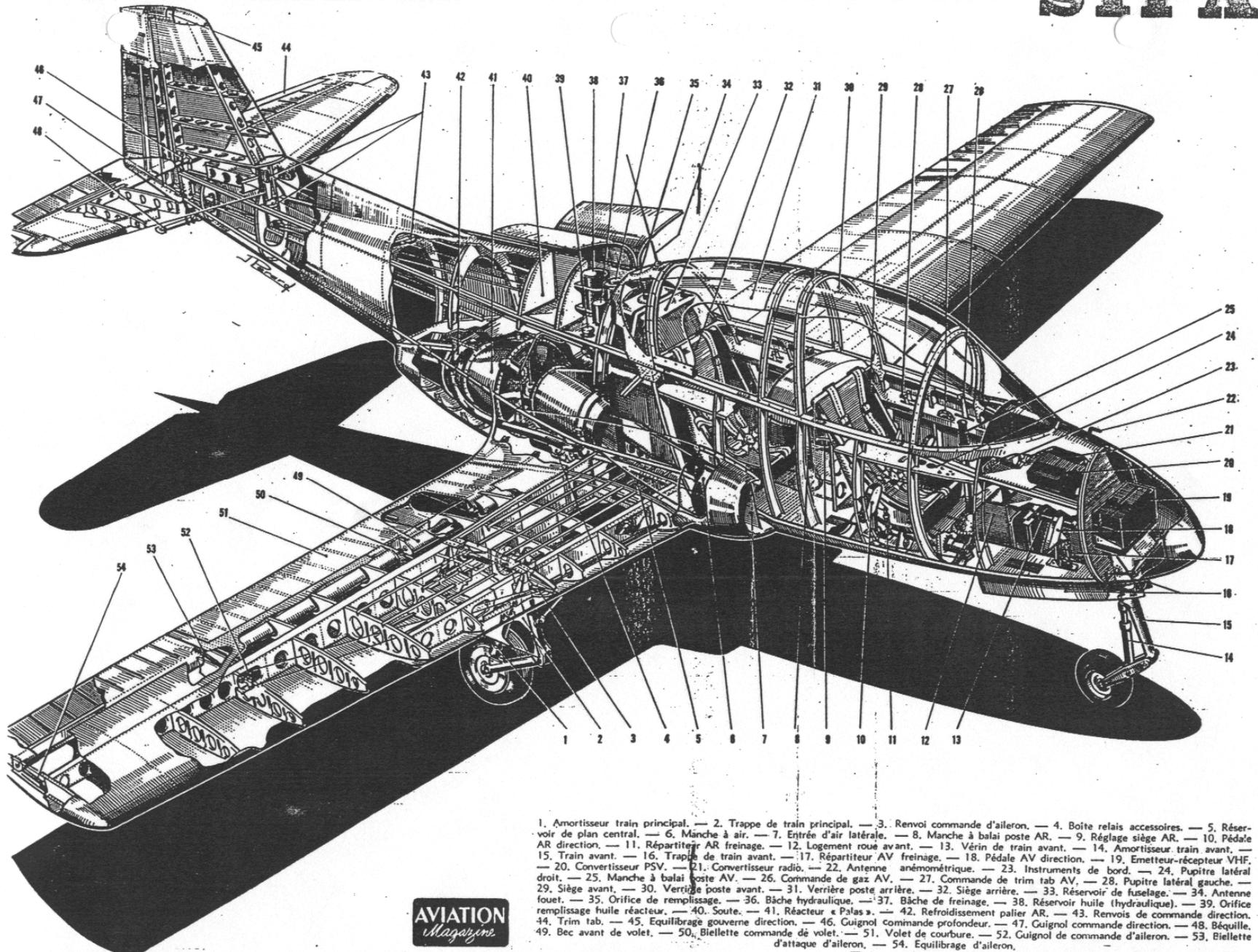


Hawker Hunter

De Havilland Vampire



Planta Propulsora – Motores a reacción - VII

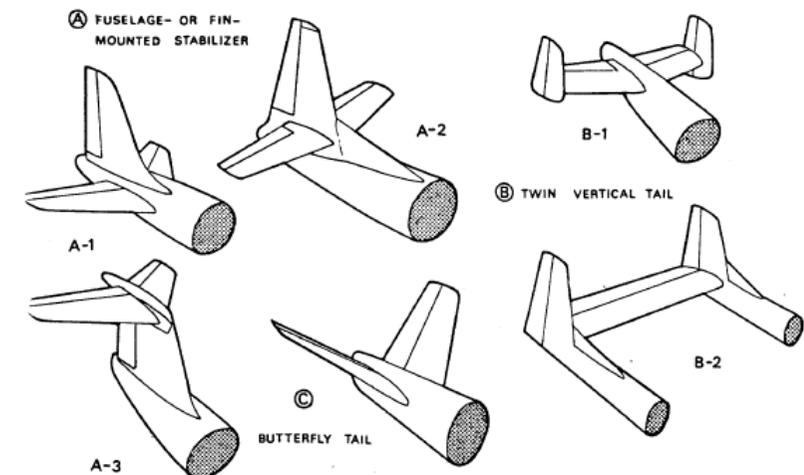


1. Amortisseur train principal. — 2. Trappe de train principal. — 3. Renvoi commande d'aileron. — 4. Boîte relais accessoires. — 5. Réservoir de plan central. — 6. Manche à air. — 7. Entrée d'air latérale. — 8. Manche à balai poste AR. — 9. Réglage siège AR. — 10. Pédale AR direction. — 11. Répartiteur AR freinage. — 12. Logement roué avant. — 13. Vérin de train avant. — 14. Amortisseur train avant. — 15. Train avant. — 16. Trappe de train avant. — 17. Répartiteur AV freinage. — 18. Pédale AV direction. — 19. Emetteur-récepteur VHF. — 20. Convertisseur PSV. — 21. Convertisseur radio. — 22. Antenne anémométrique. — 23. Instruments de bord. — 24. Pupitre latéral droit. — 25. Manche à balai poste AV. — 26. Commande de gaz AV. — 27. Commande de trim tab AV. — 28. Pupitre latéral gauche. — 29. Siège avant. — 30. Verrille poste avant. — 31. Verrille poste arrière. — 32. Siège arrière. — 33. Réservoir de fuselage. — 34. Antenne furet. — 35. Orifice de remplissage. — 36. Bâche hydraulique. — 37. Bâche de freinage. — 38. Réservoir huile (hydraulique). — 39. Orifice remplissage huile réacteur. — 40. Soute. — 41. Réacteur « Palas ». — 42. Refroidissement palier AR. — 43. Renvois de commande direction. — 44. Trim tab. — 45. Equilibrage gouverne direction. — 46. Guignol commande profondeur. — 47. Guignol commande direction. — 48. Béquille. — 49. Bec avant de volet. — 50. Bielle commande de volet. — 51. Volet de courbure. — 52. Guignol de commande d'aileron. — 53. Bielle commande d'aileron. — 54. Equilibrage d'aileron.

AVIATION
Magazine

Superficies de cola - I

An-225



- **Depende** en gran medida de la **selección** de la **configuración** de **ala** y de **motores**.
- Clasificación:
 - Plano deriva único.
 - Montado en el estabilizador y en el fuselaje.
 - Asegura simplicidad estructural y torsional.
 - T-tail: **prevención de vibraciones aerolásticas.**
 - Tipos: Cola baja, Cruciforme y en T
 - Plano Deriva doble.
 - **Minimizar** el **efecto de un par de balanceo** elevado debido a una deriva vertical muy grande.
 - V o "Butterfly"
 - Mantener la cola **fuera del chorro** sin tener que utilizar T-tail.
 - **Evitar daños** en caso de aterrizajes forzosos (vuelo sin motor)
 - Las superficies de control tienen que funcionar como elevadores y timón ("*differential deflection*")
 - **Complejidad** en el **sistema de control.**



Superficies de cola - II

- Colocación de las superficies de control
 - Nunca pueden estar directamente expuesto a chorro del motor.
 - Efectos de la estela: *downwash*
 - Perdida de estabilidad estática.
 - Se reducen con el plano horizontal muy elevado o muy bajo.
 - Fallo de motor:
 - Momento de guiñada debe de ser cancelado con timón
 - Distribución asimétrica de la sustentación en el ala- aumento par de guiñada.
 - Condiciones, requisitos y limitaciones determinan tamaño y colocación de los planos.
- Efecto de la estela del ala a elevados ángulos de ataque determinan la ubicación del plano de la deriva horizontal.

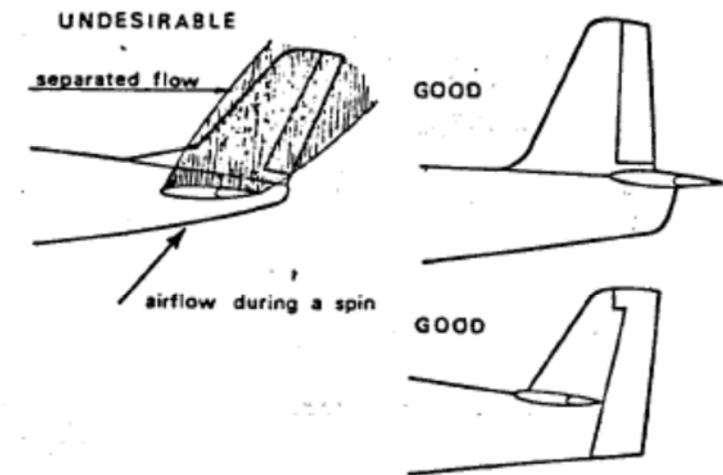
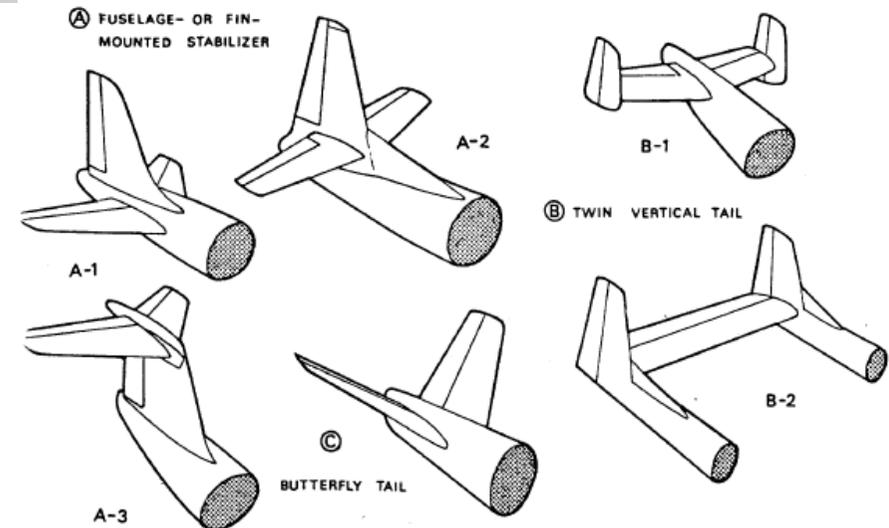


Fig. 2-27. Effectiveness of the rudder during a spin

Superficies de cola - III

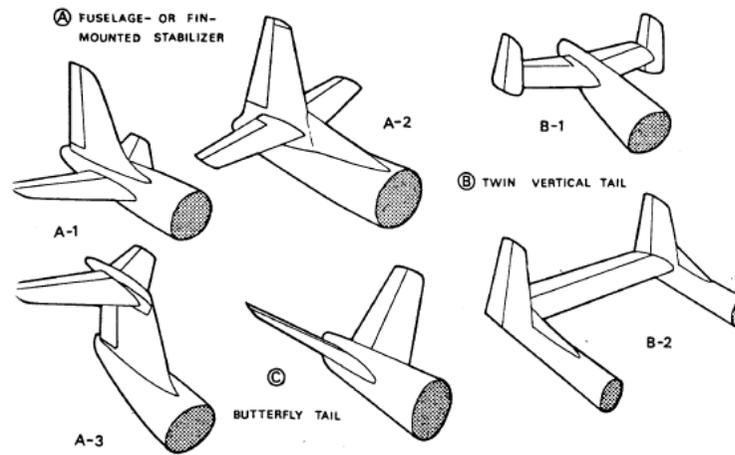


PHOTO REBUS HELTHRV



Tren de aterrizaje - I

■ Tipos de configuración:

- Rueda de cola.
- Triciclo.
- Tren con rueda en morro
- Tándem.

■ Con rueda de cola (taildragger).

- Prácticamente en **desuso**.
- **Frenado en seco** genera que el avión se **vuelque** hacia delante.
- La fuerza de **frenado actúa** por **delante** del **Xcg** por lo que si esta **girando** puede **volcar** lateralmente.
- En un **aterrizaje de 2 puntos**, el impacto del tren principal, junto con el movimiento de la cola hacia abajo, hace que **aumente el empuje** y que el avión **"bote"**.
- **Inclinación positiva** del ala hace muy **difícil "taxying"** en condiciones de vientos fuertes.
- En aviones de transporte de pasajeros, **la inclinación de la cabina** dificulta:
 - Confort pasajeros.
 - Carga y descarga de bodega.
- **Resistencia alta** en **instantes iniciales** de despegue hasta que se levanta la rueda

■ Triciclo:

- Opuesto del **taildragger**.
- Prácticamente **imposible volcar** hacia delante.
- **Una** de las **ruedas** en el **morro** y las **otras dos** del tren principal ligeramente **después** del **centro de gravedad**.
- Muy **fáciles** de **maniobrar** en rodadura.

3Xtrim 3X55 Trener



Cessna 150

Tren de aterrizaje - II

■ Tren con rueda en el morro

- Fuerzas de frenado actúan detrás del Xcg.
 - Efecto estabilizador
- En suelo de **fuselaje** prácticamente **nivelado**.
- **Visión** del piloto **buena**.
- La rueda de morro es una salvaguardia de que el avión pueda volcar.
- **Resistencia reducida** parte inicial del despegue
- En un **aterrizaje** de **dos puntos**, el tren de aterrizaje crea un **par de cabeceo "nose-down"**
- En general facilita el aterrizaje y permite el **uso** de los **frenos** en todo su poder.

■ Tandem

- Conjunto de ruedas **colocados** prácticamente a la misma distancia **delante** y **detrás** del **Xcg**.
- **Ruedas** pueden **retraerse** en el **fuselaje** sin **interrumpir** el ala.
- Desventajas
 - **Pares** de **ruedas exteriores** pueden ser necesarias para **salvaguardar** la **estabilidad** del avión en suelo – combinaciones.
 - Piloto debe **mantener** la **actitud** en **aterrizaje** para **evitar** el **sobreesfuerzo**.
 - Requiere de una **rotación** de **cola grande** para despegar.

Airbus 330



Boeing 747



Airbus 380

Tren de aterrizaje - III

- Retracción de las patas principales del tren en diferentes tipos de aviones.



Boeing 747

Airbus 330



Airbus 380

Tren de aterrizaje - IV

Harrier



A380



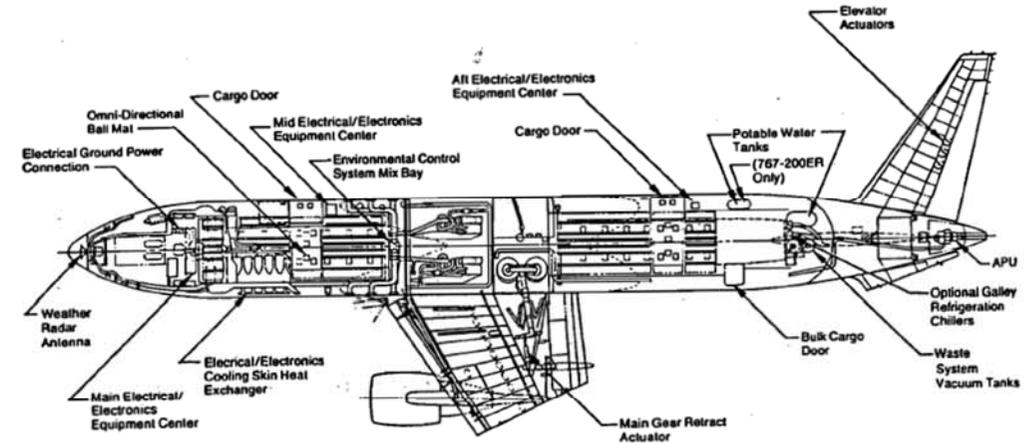
An-225



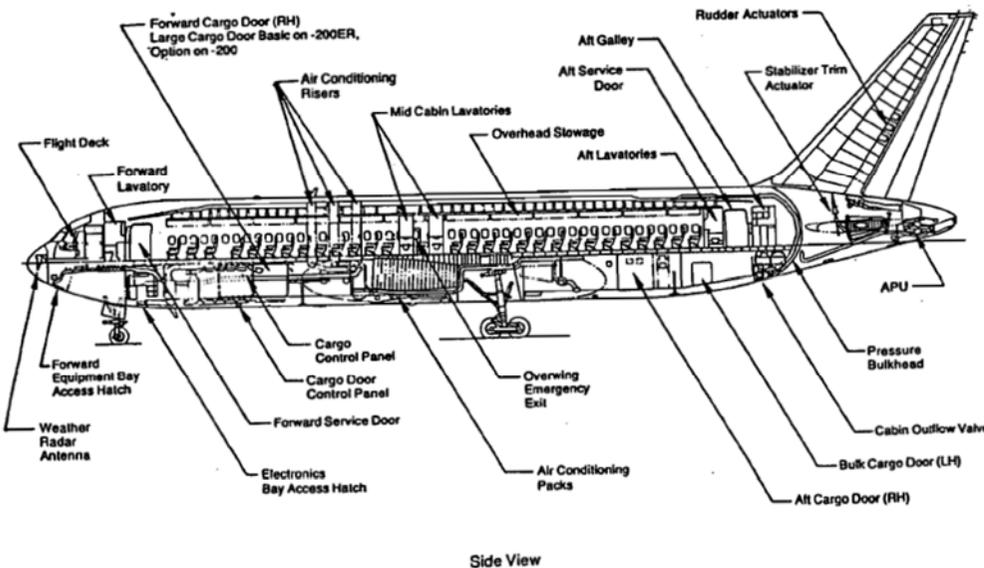
B-52

Sistemas y Equipos de Abordo - I

- **Sistemas y Equipos de Abordo**
 - **Sistemas y equipos**
 - Sistemas de mandos de vuelo.
 - Sistema Eléctrico
 - Sistema de combustible
 - Sistema hidráulico
 - Sistema neumático
 - Sistema de acondicionamiento de cabina
 - Sistema de potencia
 - Sistema de emergencia
 - Instrumentos de abord



Inboard Profile
767-200/767-200ER



Sistemas y Equipos de Abordo - II



Sistemas y Equipos de Abordo - II



Sistemas y Equipos de Abordo - II



Sistemas y Equipos de Abordo - II



Sistemas y Equipos de Abordo - II



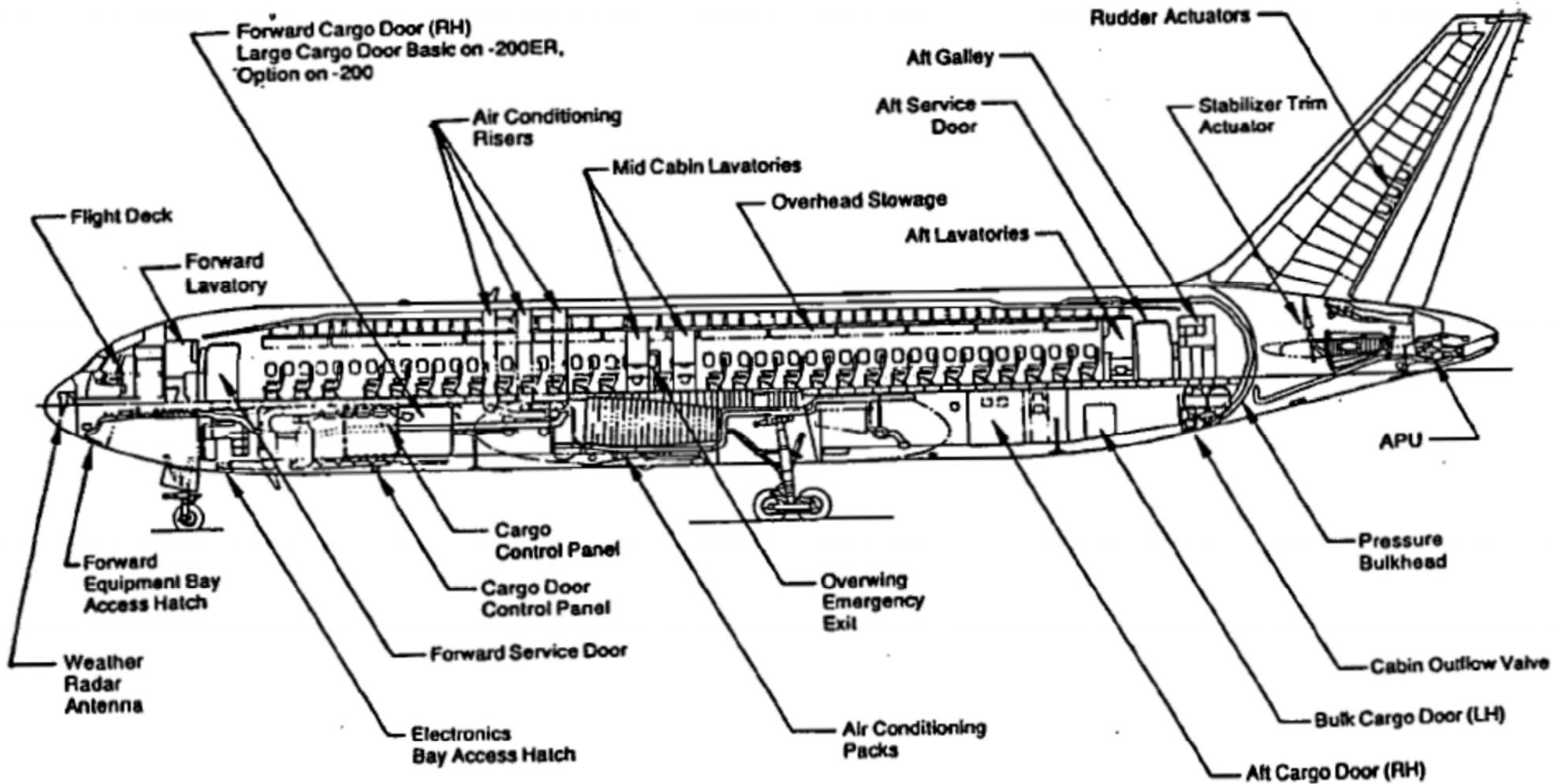
JETPHOTOS.NET

Image Copyright © Hanyas



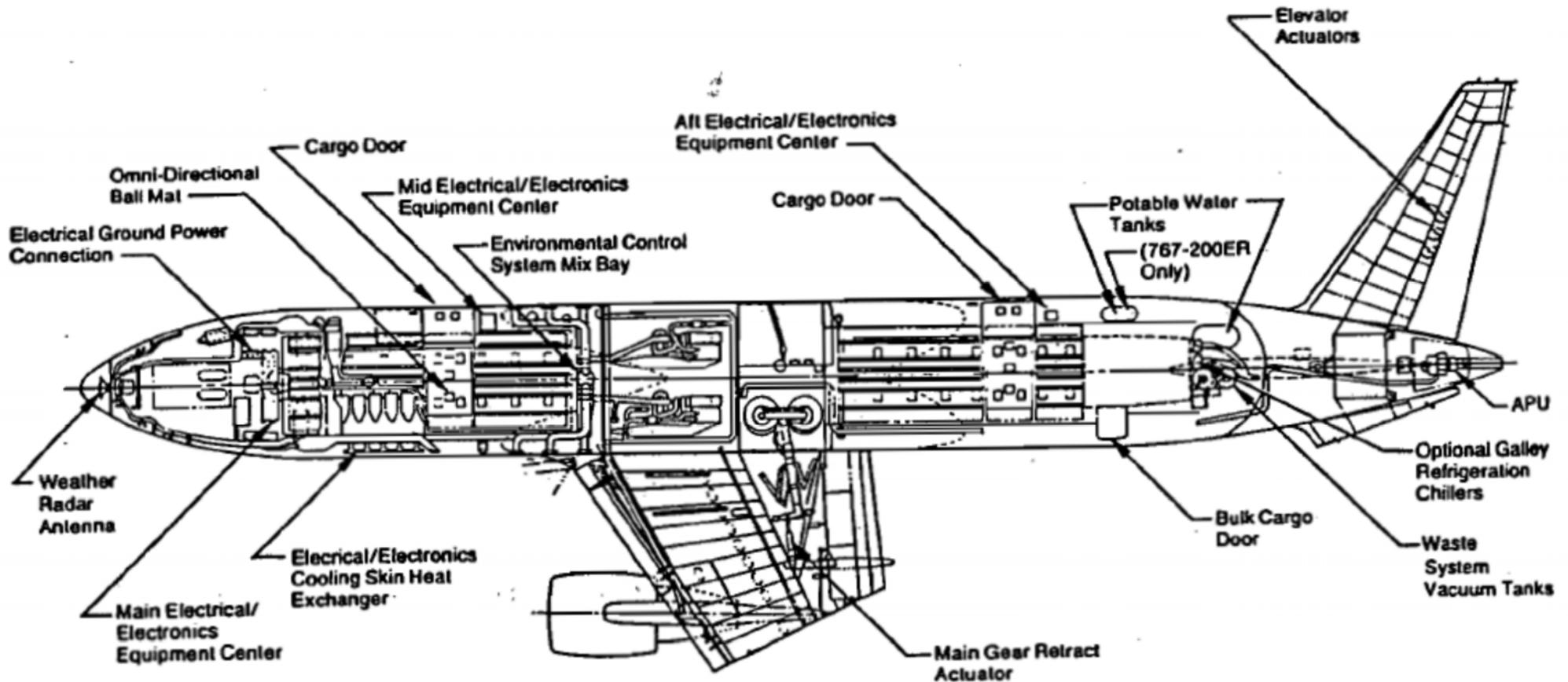
Sistemas y Equipos de Abordo - III

Inboard Profile
767-200/767-200ER



Side View

Sistemas y Equipos de Abordo - IV



Plan View

Sistemas y Equipos de Abordo - V

■ SISTEMA DE MANDOS DE VUELO:

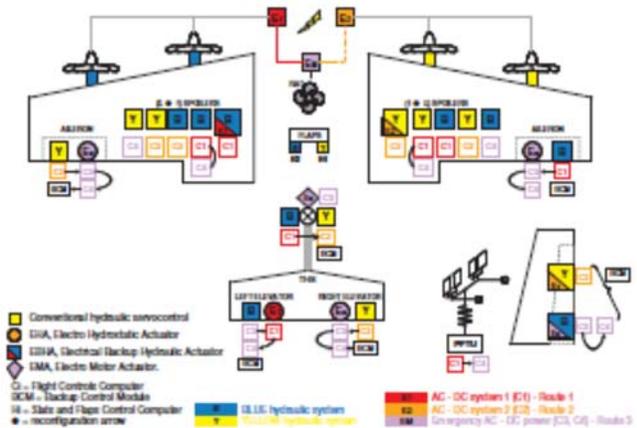
- Transmite las órdenes del piloto a las superficies de control: poleas, fly-by-wire, ...

■ SISTEMA ELÉCTRICO:

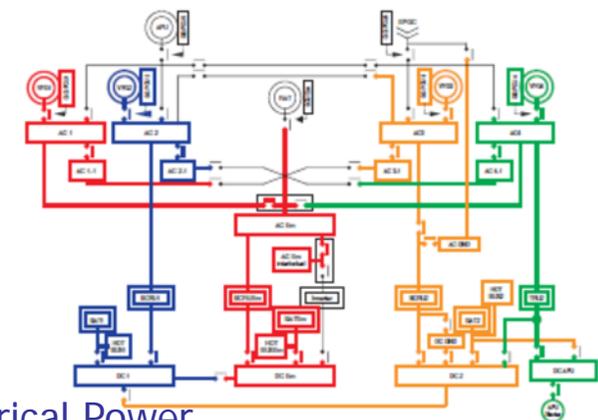
- Proporciona potencia eléctrica a: instrumentos indicadores, equipos de navegación y comunicaciones, electromecanismos para accionamientos a distancia, apertura y cierre de válvulas de los sistemas de aire acondicionado, iluminación, etc.

■ SISTEMA DE COMBUSTIBLE:

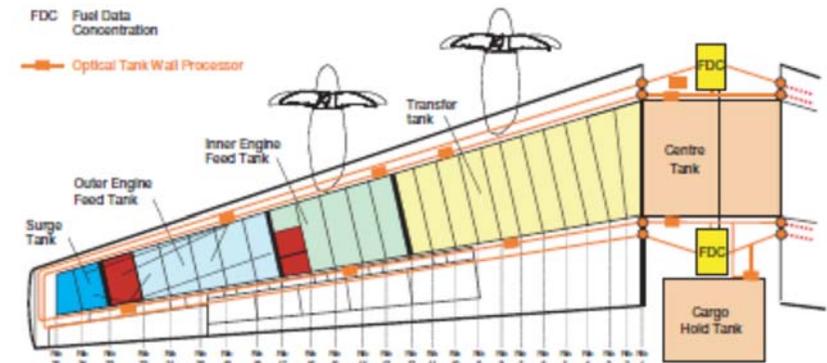
- Está formado por los **depósitos** y las **redes de carga** y de **suministro** al motor.
- Elementos de estas redes son las **bocas de llenado**, las **bombas de alimentación**, las conducciones, las válvulas y filtros, y los controles e indicadores.
- Actualmente los **depósitos** son **integrales**, es decir, forman parte de la propia estructura del avión.
- El **repostado** y vaciado de **combustible** suele realizarse desde **un sólo** punto para todos los depósitos del avión.



A400 Flight Controls



A400 Electrical Power



A400 Fuel System

Sistemas y Equipos de Abordo - VI

■ SISTEMA HIDRÁULICO:

- Este sistema se encarga de actuar numerosos sistemas del avión: los **controles primarios** de vuelo (alergones, timón de dirección y timón de profundidad), los **controles secundarios** (flaps y spoilers), la **retracción** del tren de **aterrizaje**, los **frenos** de las **ruedas** del tren, el sistema de dirección de la rueda de morro, las compuertas de las bodegas, etc.

■ SISTEMA NEUMÁTICO:

- Algunos aviones están equipados con sistemas neumáticos para lograr algunos fines similares a los logrados con el sistema hidráulico: **actuar** sobre **frenos** y dirección, abrir y cerrar compuertas.
- Este sistema **no suele** utilizarse como sistema primario de los aviones.

■ SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE CABINA:

- Los aviones que vuelan a altitudes elevadas utilizan este sistema para **presurizar** la **cabina**, de manera que el proceso respiratorio sea posible, para que la temperatura del aire sea confortable y para mantener un control adecuado de la humedad.

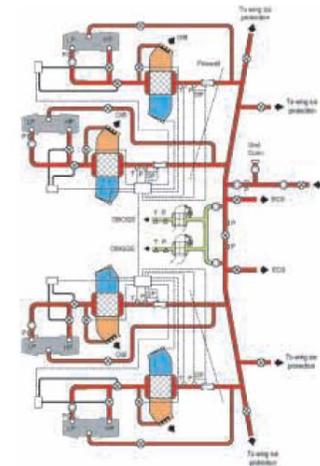
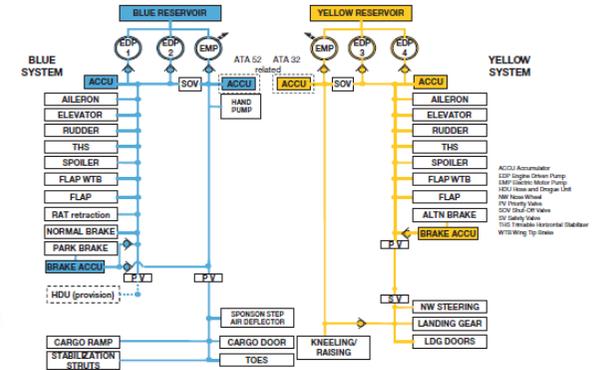
■ SISTEMA AUXILIAR DE POTENCIA (APU).

- Proporciona potencia eléctrica y neumática cuando los motores están parados.

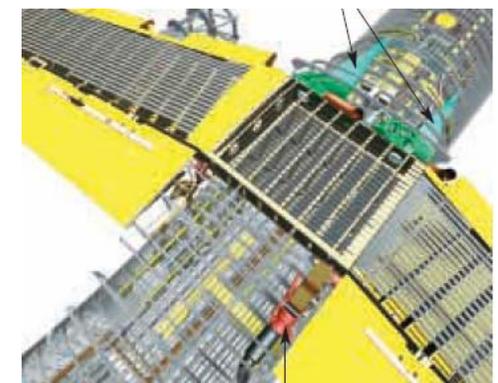
■ SISTEMAS DE EMERGENCIA.

- Estos sistemas no son de uso continuado.
- Sistema de **oxígeno**, sistema **anti-hielo**, sistema **anti-incendios**

A400 Hydraulic System



A400 Pneumatic System



A400 APU & Air Conditioning Packs Acondicionado

Instrumentos de a bordo - I

- Los instrumentos son el medio de comunicar datos entre los sistemas y la tripulación.
 - 1- Altímetro barométrico:
 - 2- Tacómetros:
 - 3- Temperatura:
 - 4- Indicador de velocidad vertical
 - 5- Indicador de flujo de fuel:
 - 6- Reloj
 - 8- Indicador de cantidad de fuel
 - 9- Indicador de presión en cabina
 - 10- Indicadores de presión de líquido hidráulico:



Instrumentos de a bordo - II

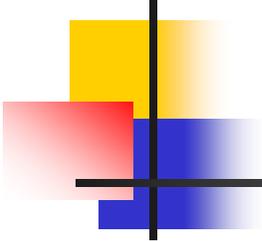
- 11- Indicador de Actitud,
- 12- Indicador de Situación Horizontal
 - Compás (Brújula)
 - Distancia y rumbo al punto:
 - Aguja de dirección e ILS:
- 13- Anemómetro e indicador de mach
- 14- Ángulo de ataque:
- 15- Acelerómetro



Instrumentos de a bordo - III



© AIRBUS MILITARY 2009 _ A400M First Flight - Photo by S.Ramadier / AIRBUS Operations SAS



Bibliografía

- Roskam, J. (1985) - Vol. 2 Preliminary configuration design and integration of the propulsion system., Caps. 3 y 5.
- Torenbeek, E. (1976), Synthesis of subsonic airplane design, Cap 2.