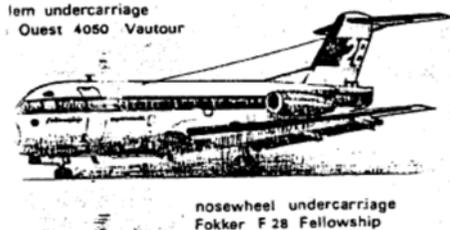
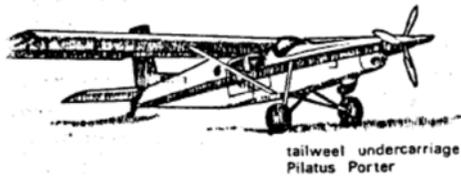
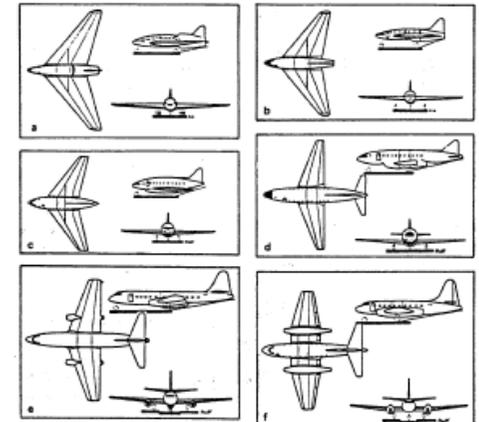


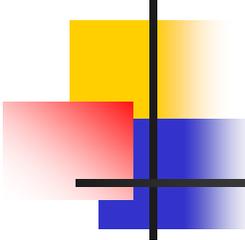
# Configuración general

## 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.**
  - **Envolvente** de vuelo.
  - **Atractivo** para el usuario.
  - **Capacidad evolutiva**

# Descripción General de las Aeronaves - I

## AIRBUS MILITARY A400M

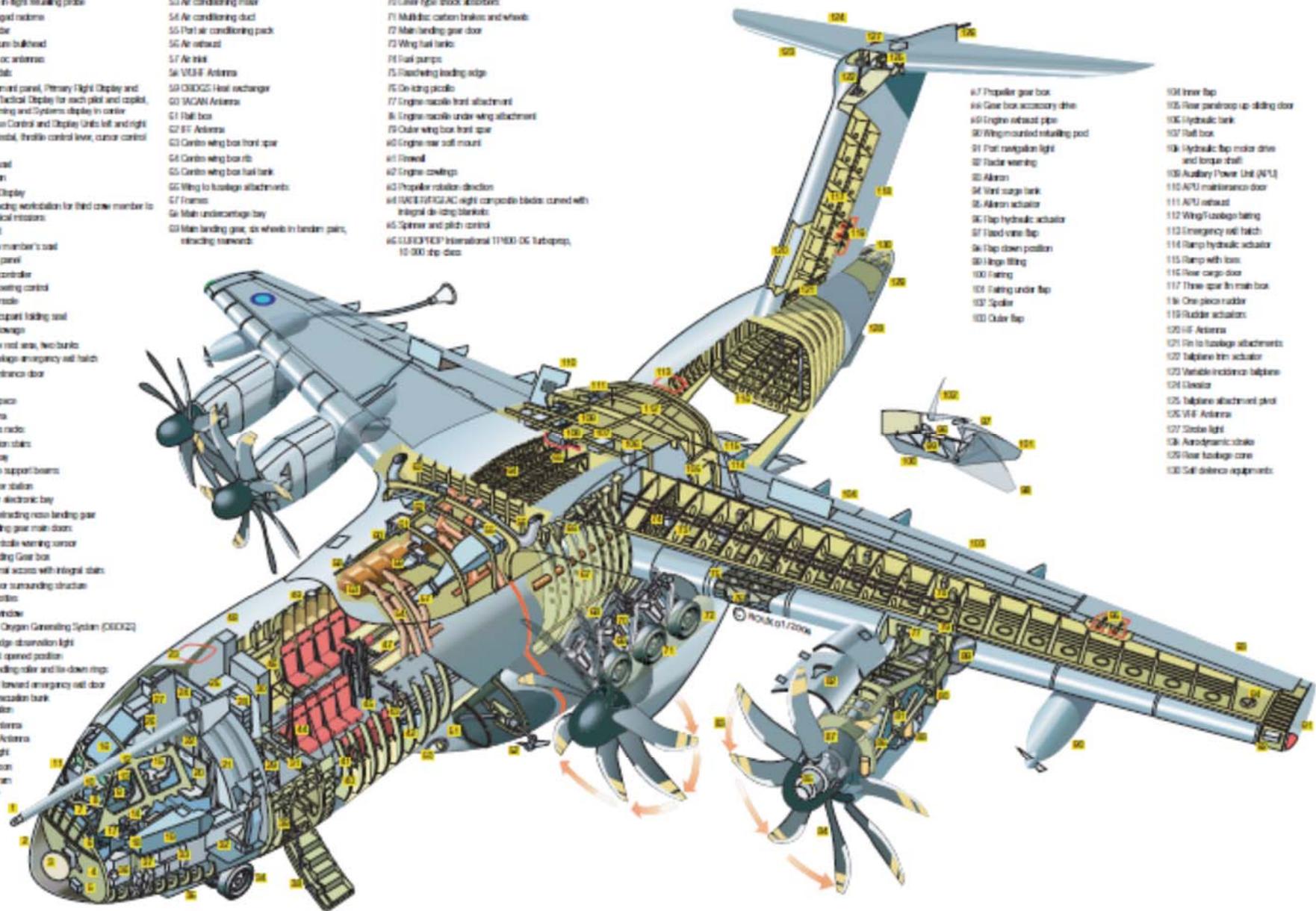
- 1 Removable in-flight refueling probe
- 2 Upward hinged radome
- 3 Weather radar
- 4 Front pressure bulkhead
- 5 Cabin and Loc antennas
- 6 Rubber pads
- 7 Front Instrument Panel, Primary Flight Display and Navigator/Tactical Display for each pilot and copilot, Engine Warning and Systems display in center
- 8 Multipurpose Control and Display Units left and right
- 9 Control pedestal, throttle control lever, cruise control station
- 10 Copilot's seat
- 11 Windscreen
- 12 Head-Up Display
- 13 Forward facing workstation for third crew member to assist tactical mission
- 14 Pilot's seat
- 15 Third crew member's seat
- 16 Overhead panel
- 17 Skidsteer controller
- 18 Ground steering control
- 19 Lateral console
- 20 Fourth occupant loading seat
- 21 Cargo stowage
- 22 Flight crew rest area, two bunks
- 23 Upper loading emergency exit hatch
- 24 Cargo entrance door
- 25 Gallery
- 26 Storage space
- 27 RT Antenna
- 28 Electronics radio
- 29 Flight station stairs
- 30 Antenna bay
- 31 Machine support beams
- 32 Loadmaster station
- 33 Underfloor electronic bay
- 34 Forward retracting nose landing gear
- 35 Nose landing gear main doors
- 36 Forward cabin warning sensor
- 37 Nose Landing Gear box
- 38 Crew normal access with integral stairs
- 39 Frons, door surrounding structure
- 40 Oxygen bottles
- 41 Forward window
- 42 On Board Oxygen Generating System (OBOGS)
- 43 Leading edge observation light
- 44 Troop seat opened position
- 45 Cargo handling roller and tie-down rings
- 46 Staircase based emergency exit door
- 47 Medical evacuation bunk accommodation
- 48 SACAN Antenna
- 49 SATCOM Antenna
- 50 Landing light
- 51 Port sparcon
- 52 Drop out rain air turbine

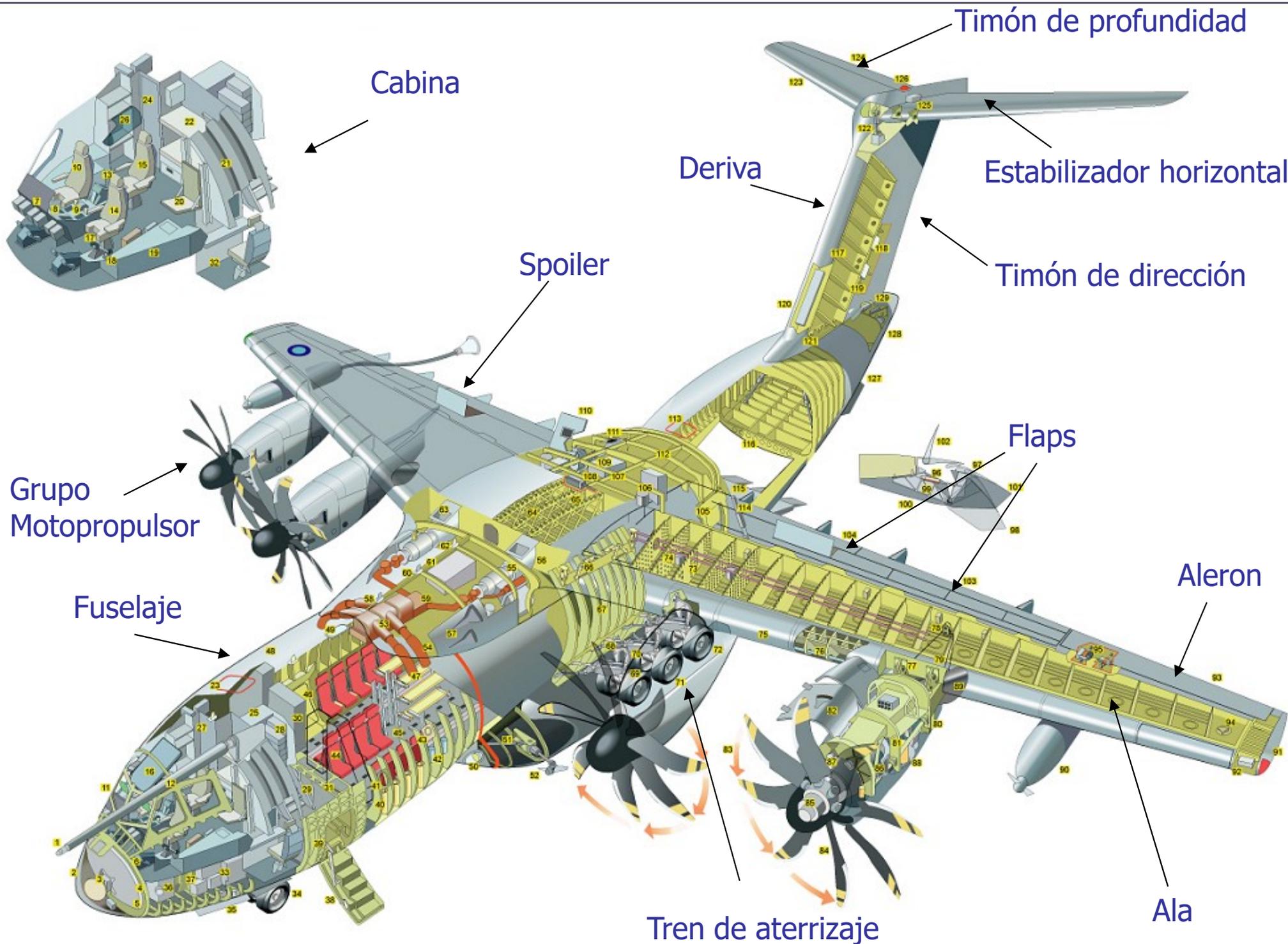
- 53 Air conditioning mixer
- 54 Air conditioning duct
- 55 Thermal conditioning pack
- 56 Air exhaust
- 57 Air mix
- 58 VHF Antenna
- 59 CHICKS Heat exchanger
- 60 SACAN Antenna
- 61 Fuel box
- 62 RT Antenna
- 63 Control wing box front spar
- 64 Control wing box ribs
- 65 Control wing box fuel tank
- 66 Wiring to fuselage attachments
- 67 Frames
- 68 Main undercarriage bay
- 69 Main landing gear, six wheels in tandem pairs, steering, nosewheel

- 70 Lower leg shock absorbers
- 71 Multi-disc carbon brakes and wheels
- 72 Main landing gear door
- 73 Wing fuel tank
- 74 Fuel pumps
- 75 Recessing leading edge
- 76 On-wing pitot
- 77 Engine nacelle front attachment
- 78 Engine nacelle under wing attachment
- 79 Outer wing box front spar
- 80 Engine rear wall mount
- 81 Firewall
- 82 Engine cowling
- 83 Propeller rotation direction
- 84 RA63 TURBO JAC eight composite blades curved with integral de-icing blankets
- 85 Spinner and pitch control
- 86 CUESYSTEM International T1100 DG Turboprop, 10 000 rtpm disc

- 87 Propeller gear box
- 88 Gear box accessory drive
- 89 Engine exhaust pipe
- 90 Wing-mounted refueling pod
- 91 Port navigation light
- 92 Filler warning
- 93 Aileron
- 94 Wing stage tank
- 95 Aileron actuator
- 96 Flap hydraulic actuator
- 97 Load sense flap
- 98 Flap down position
- 99 Flaps fitting
- 100 Fitting
- 101 Fitting under flap
- 102 Spoiler
- 103 Outer flap

- 104 Inner flap
- 105 Rear paratroop up-sliding door
- 106 Hydraulic tank
- 107 Fuel box
- 108 Hydraulic flap motor drive and torque shaft
- 109 Auxiliary Power Unit (APU)
- 110 APU maintenance door
- 111 APU exhaust
- 112 Wing/cargo fitting
- 113 Emergency exit hatch
- 114 Ramp hydraulic actuator
- 115 Ramp with loss
- 116 Rear cargo door
- 117 Three spar in main box
- 118 One-piece rudder
- 119 Rudder actuator
- 120 VHF Antenna
- 121 Pin to fuselage attachments
- 122 Tailplane trim actuator
- 123 Variable incidence tailplane
- 124 Clevis
- 125 Tailplane attachment point
- 126 VHF Antenna
- 127 Strobe light
- 128 Aero-dynamic brake
- 129 Rear fuselage cone
- 130 Self defense equipment





Cabina

Timón de profundidad

Deriva

Estabilizador horizontal

Spoiler

Timón de dirección

Grupo Motopropulsor

Flaps

Fuselaje

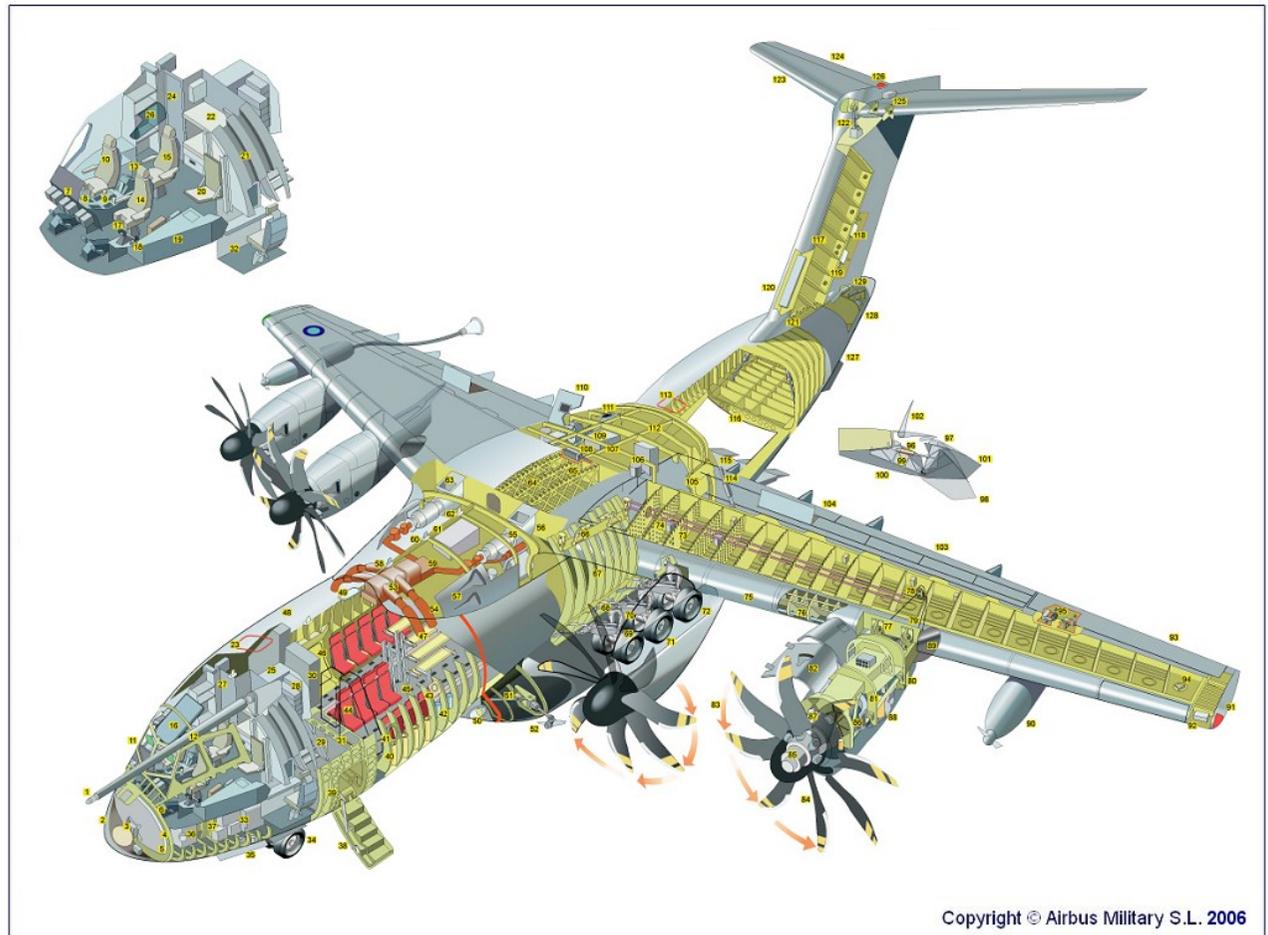
Aleron

Tren de aterrizaje

Ala

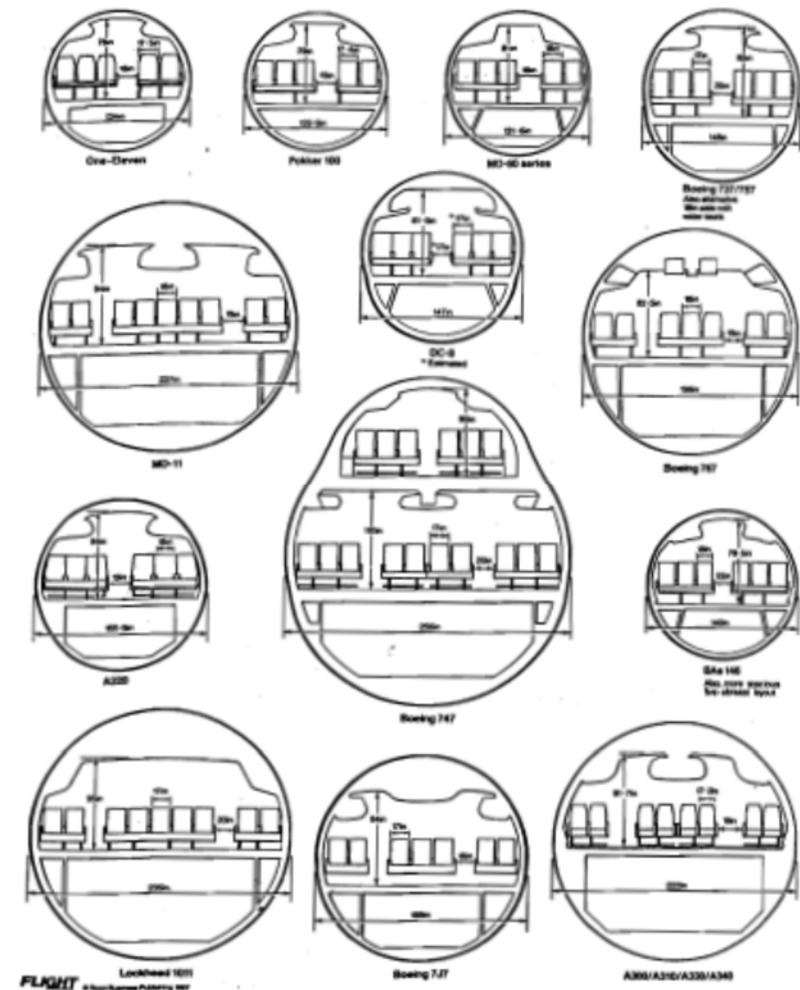
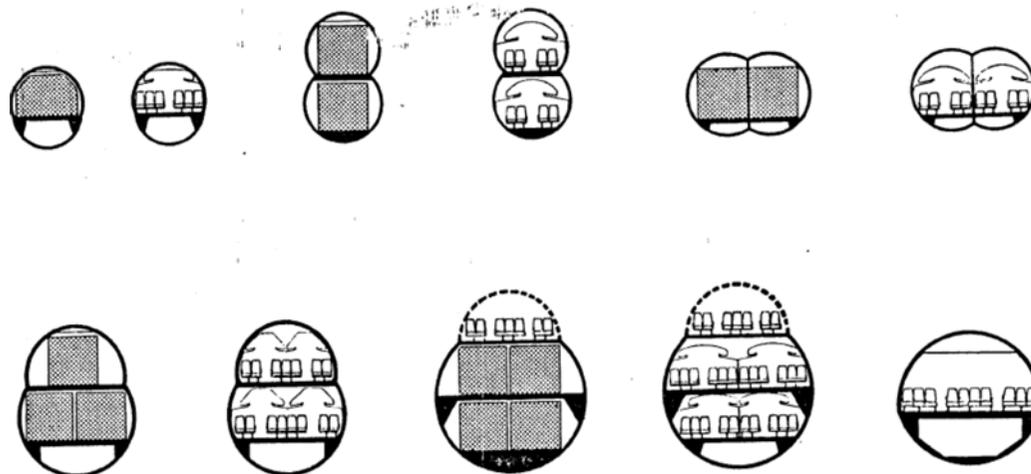
# Descripción General de las Aeronaves - V

- **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.

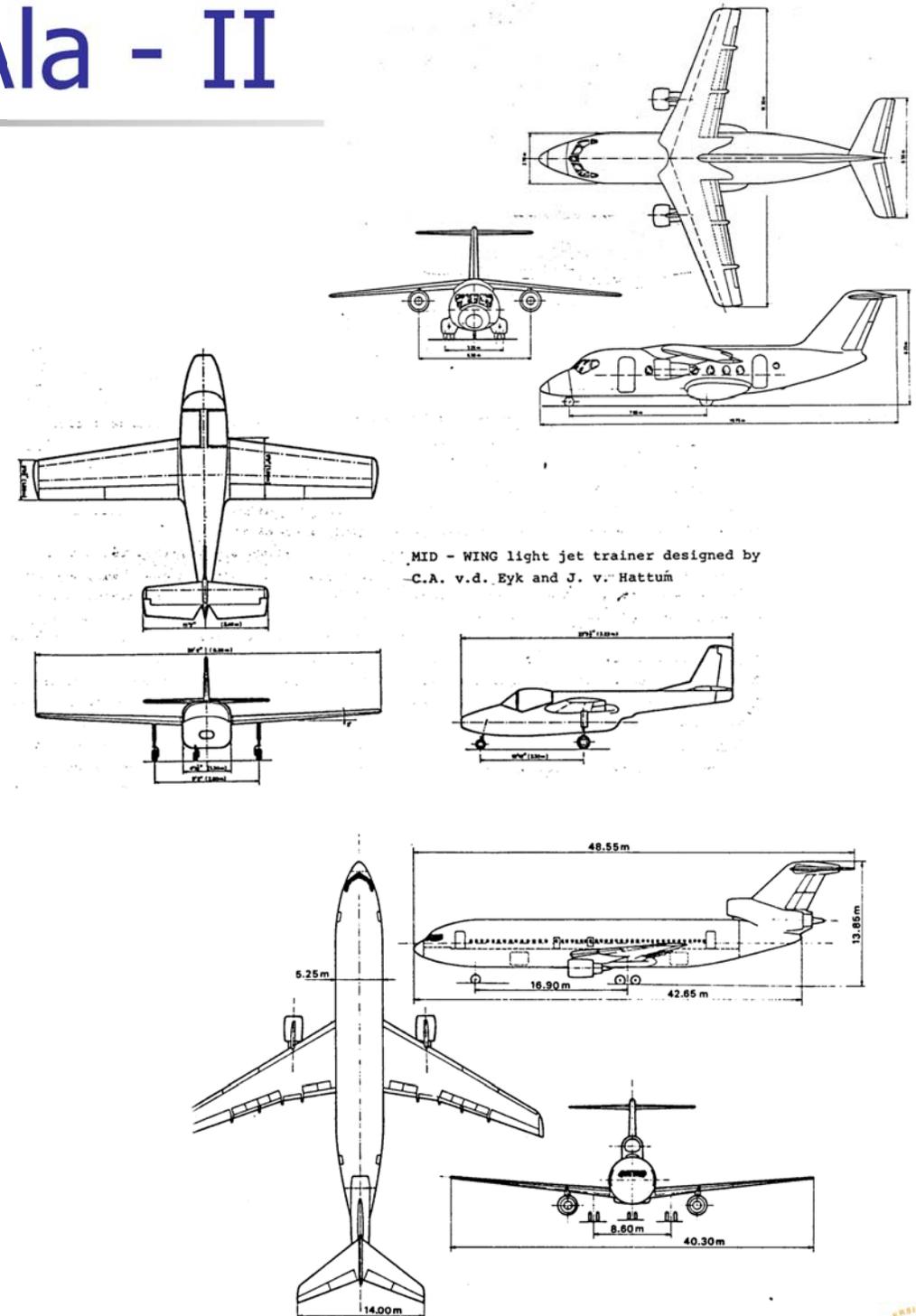


# Selección del Ala - I

- **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

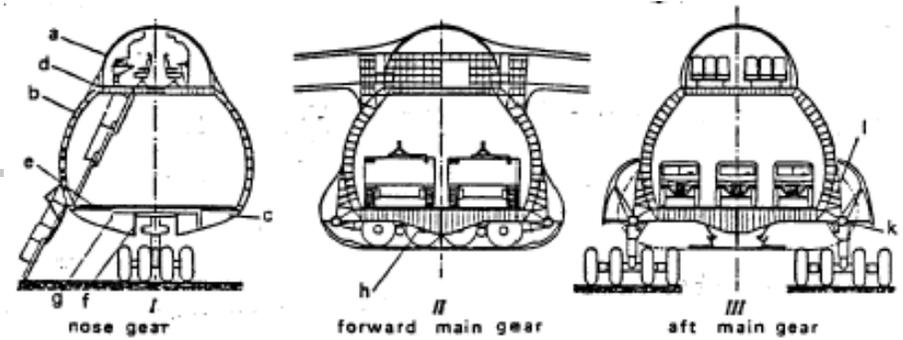
- La **selección** de la configuración del ala va en mucha medida en función de los **requisitos de operación**.
- Los aspectos relacionados a las diferentes características o **necesidades estructurales y aerodinámicas** pueden ser factores decisivos al elegir una configuración inicial
- La decisión 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



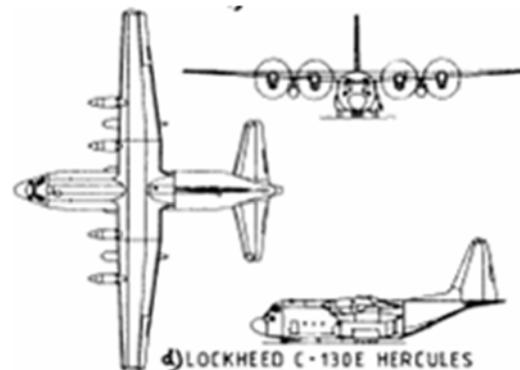
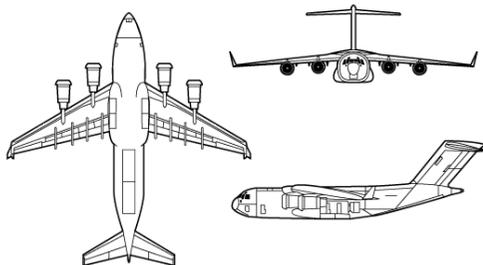
# Posición Ala – I

## ■ 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

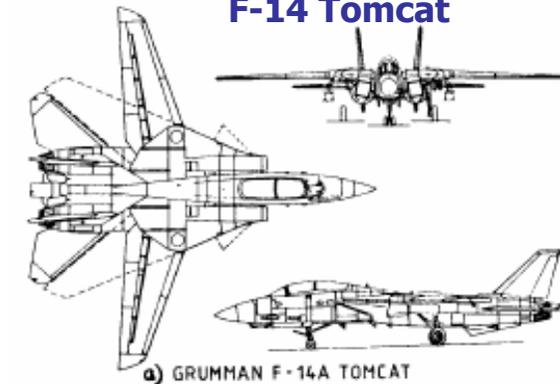


# Posición Ala – II

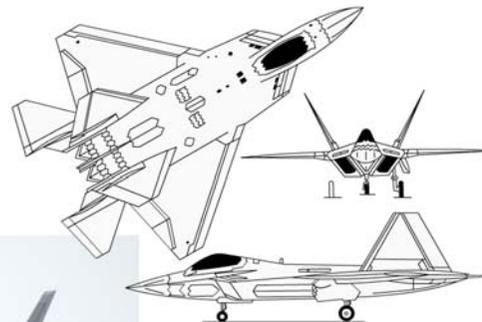
- Posición vertical con respecto al fuselaje:
  - **Ala Media**
    - Aviones de combate, trainers.
    - Importante
      - **High speed flight.**
      - **Mínima resistencia.**
    - **Minimizadas interferencias** entre las **capas límites** en **AoA** (Angle of Attack) **pequeños** si el **fuselaje**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



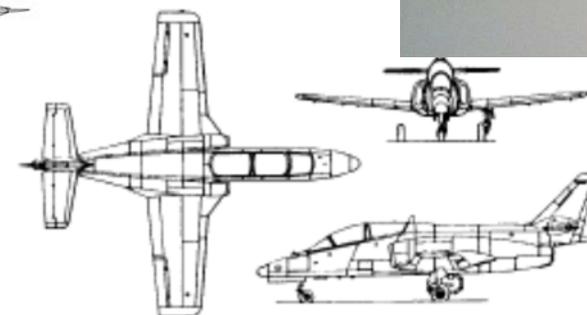
F-14 Tomcat



F-22 Raptor



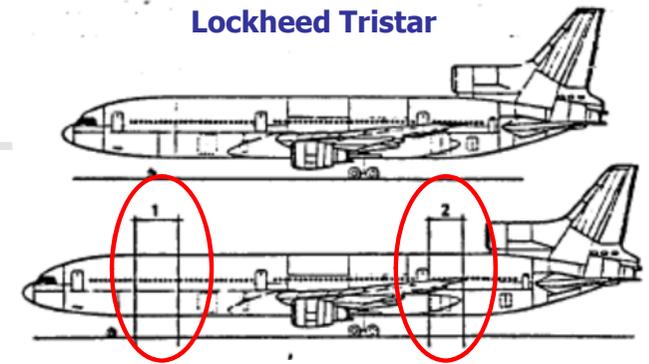
C-101 - Aviojet



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-dow"**
  - **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

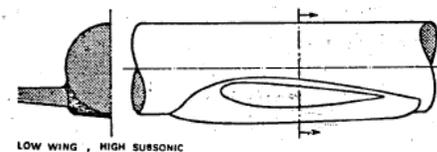
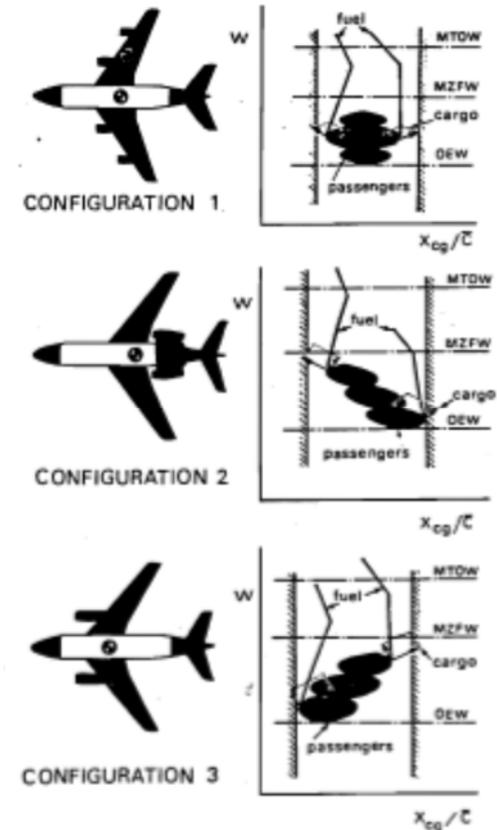
## Seguridad:

- 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.

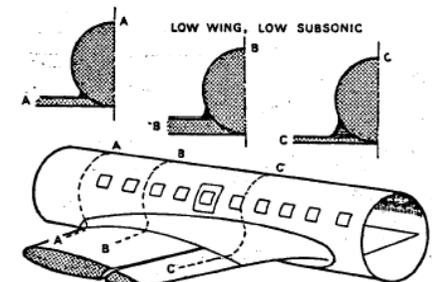
■ **Posición longitudinal:** determinada por el centrado de masas.

■ **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

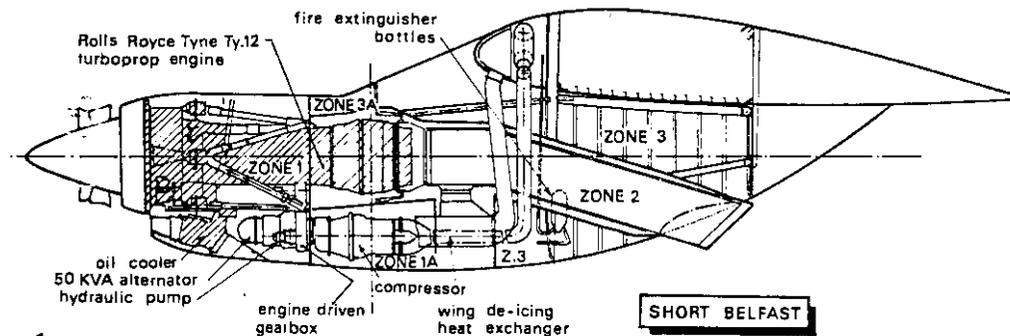
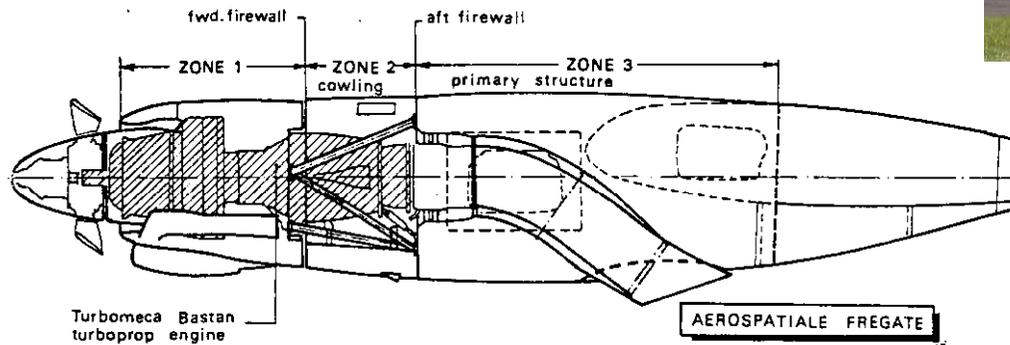
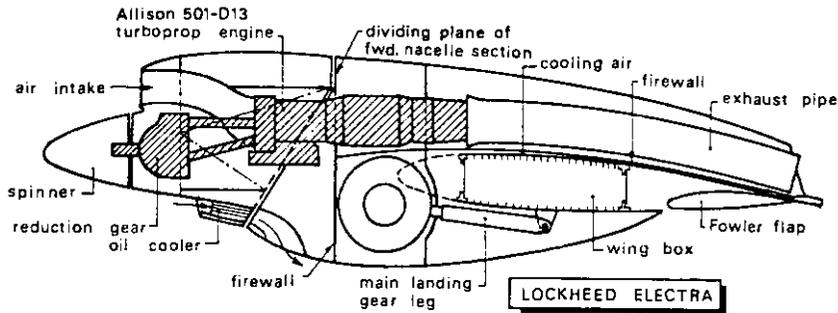


Beechcraft Starship



VariEze

# Planta Propulsora – Motores de Pistón - II



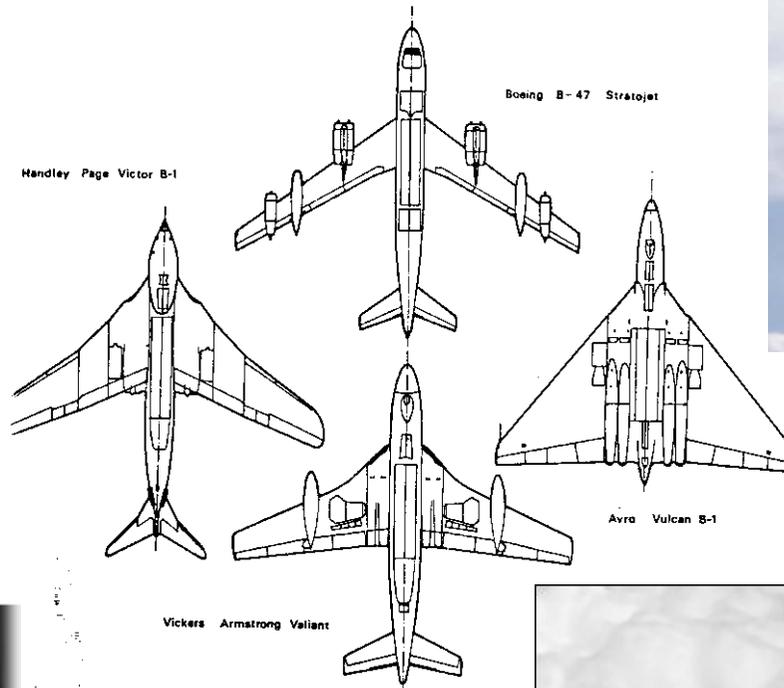
# Planta Propulsora – Motores a reacción - I

- 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:

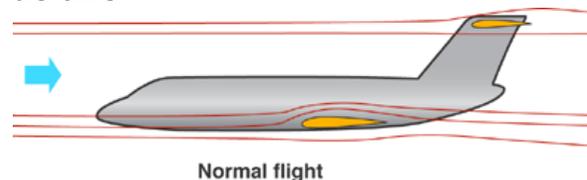
- Dependiente del tipo, número y tamaño
- Aviones con tres motores, motor central colocado en cola.
- Aviones con un solo motor, tiene que estar incorporado en el fuselaje, y hay que tener en cuenta la toma de aire

## ■ Número de motores:

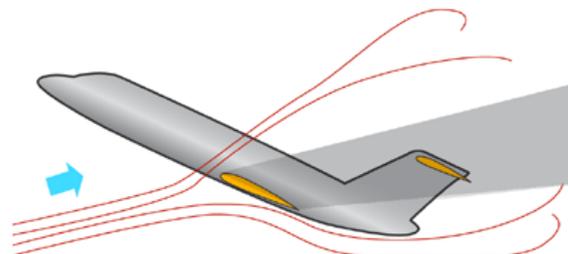
- Criterios estructurales.
- Economía.

## ■ Selección final del motor:

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



Normal flight



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

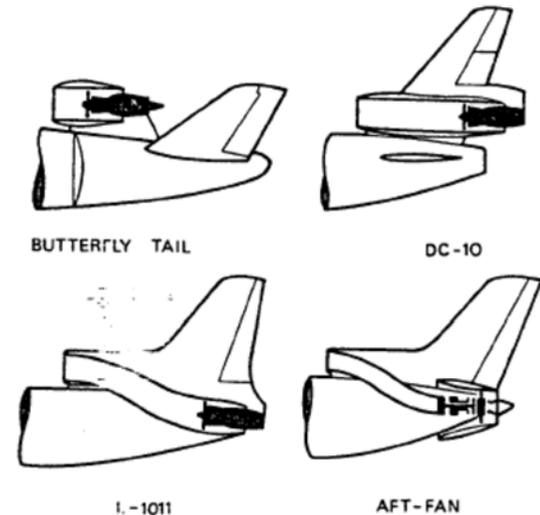


Fig. 2-17. Installation of the central engine on a three-engined jet aircraft

# 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 reducirlas 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

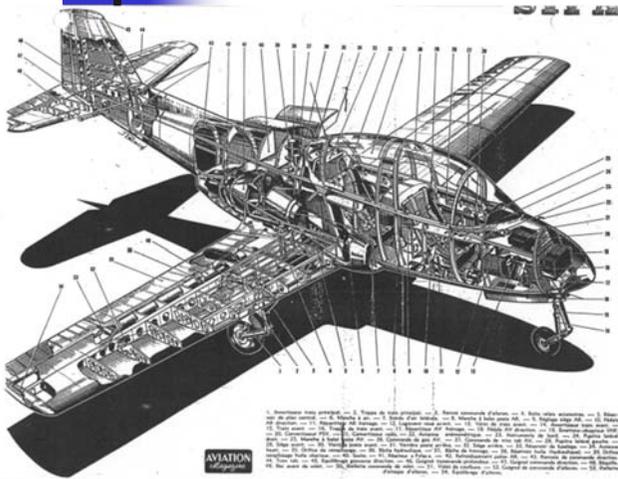


Hawker Hunter



Fokker S 14

# Planta Propulsora – Motores a reacción - VI

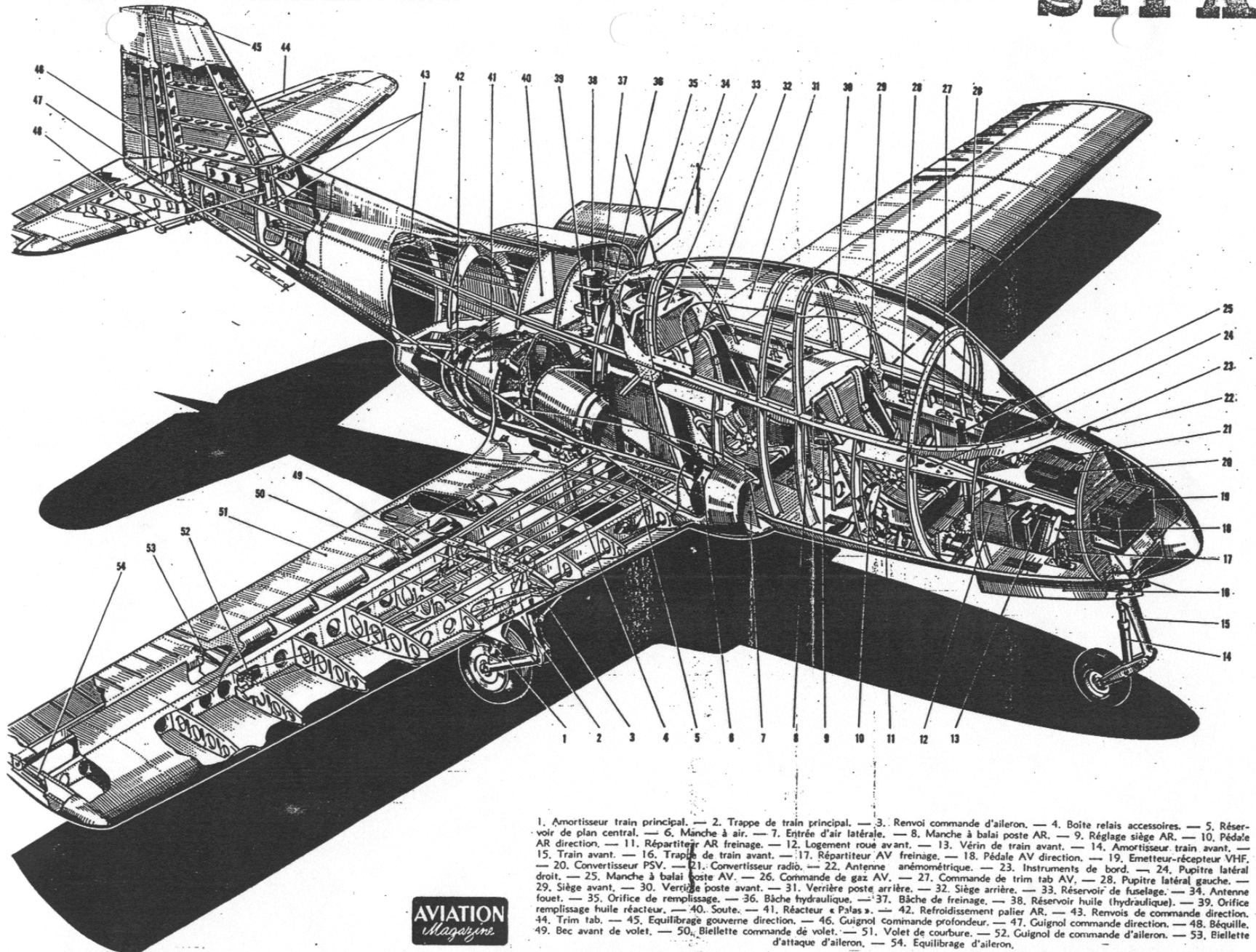


**Hawker Hunter**

**De Havilland Vampire**



# Planta Propulsora – Motores a reacción - VII

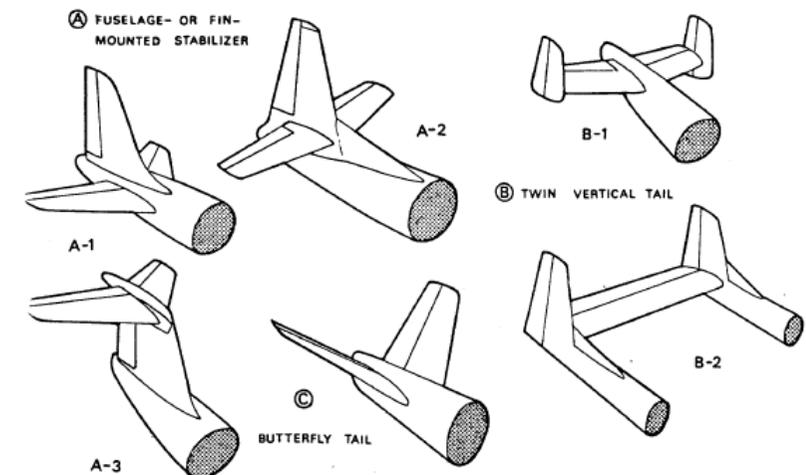


1. Amortisseur train principal. — 2. Trappe de train principal. — 3. Renvoi commande d'aileron. — 4. Boîte relais accessoires. — 5. Réservoir de plan central. — 6. Manche à air. — 7. Entrée d'air latérale. — 8. Manche à balai poste AR. — 9. Réglage siège AR. — 10. Pédale AR direction. — 11. Répartiteur 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 fouet. — 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 d'attaque 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**.

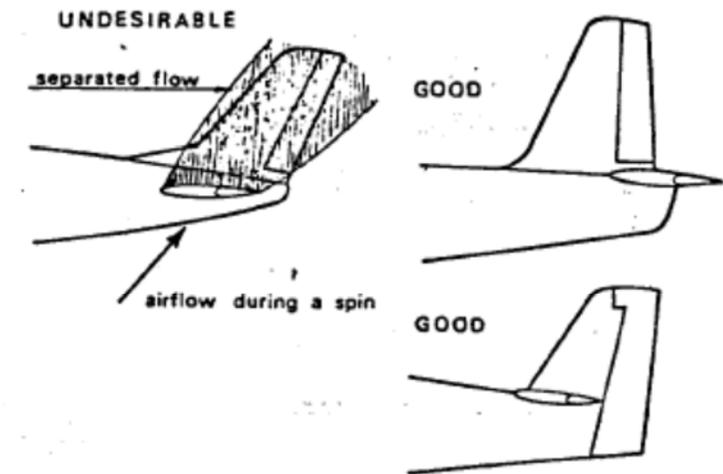
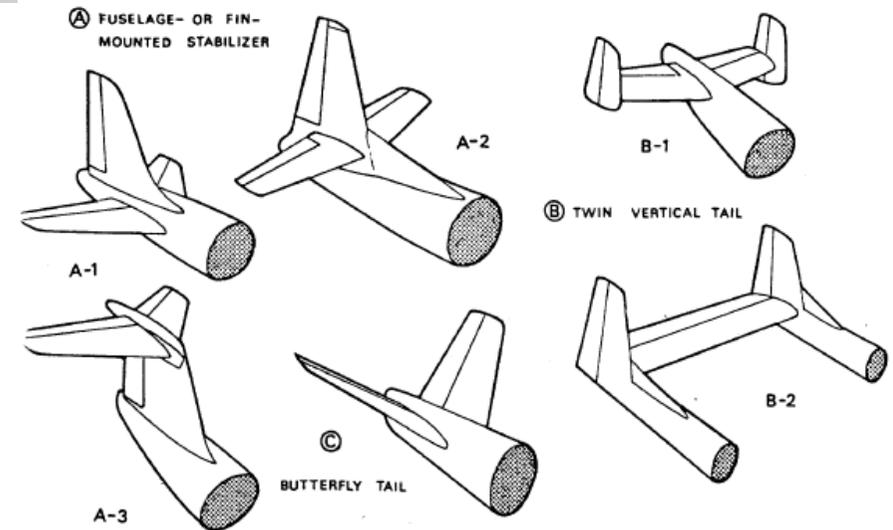


Fig. 2-27. Effectiveness of the rudder during a spin

# Superficies de cola - III

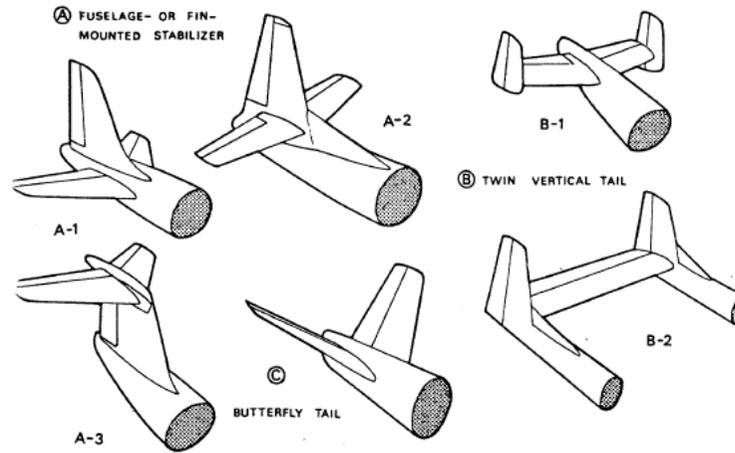


PHOTO REBUS HILSTREV



# 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 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 salvaguarda 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



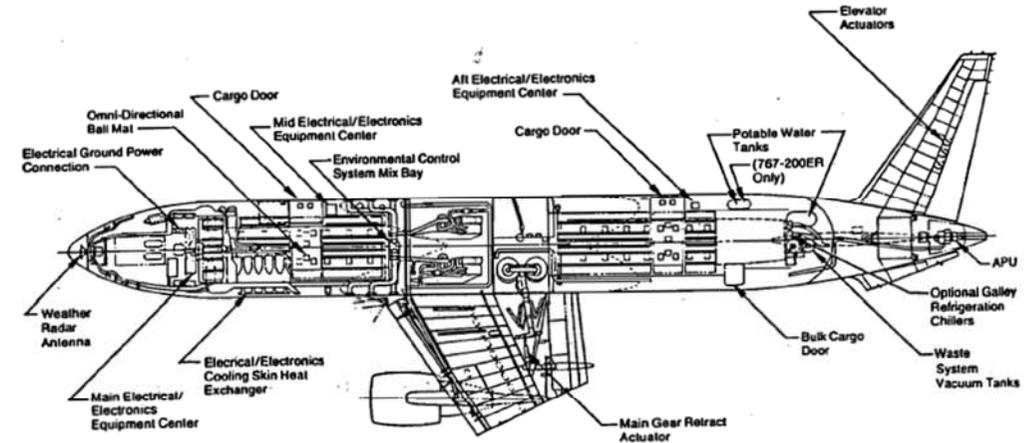
An-225



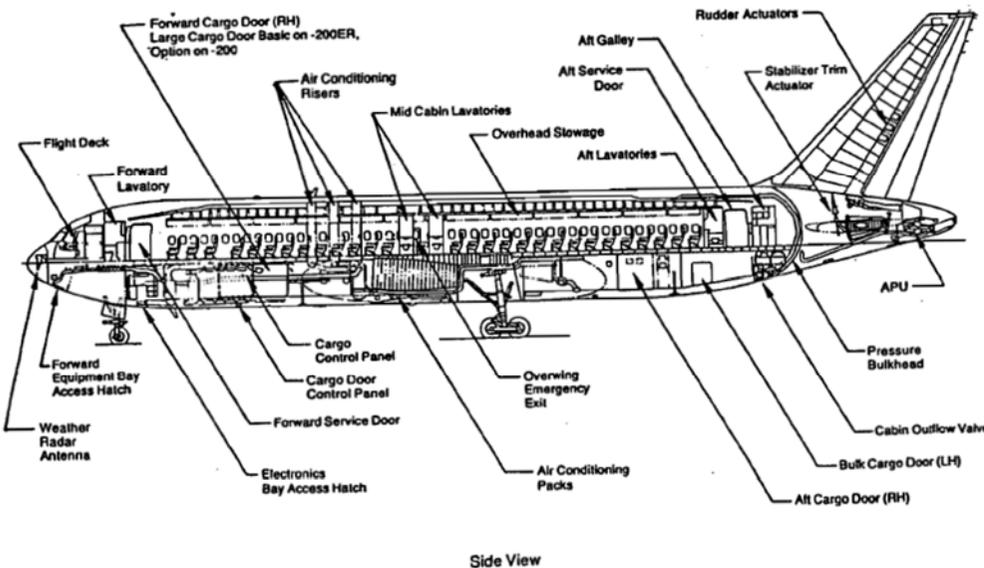
B-52

# 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

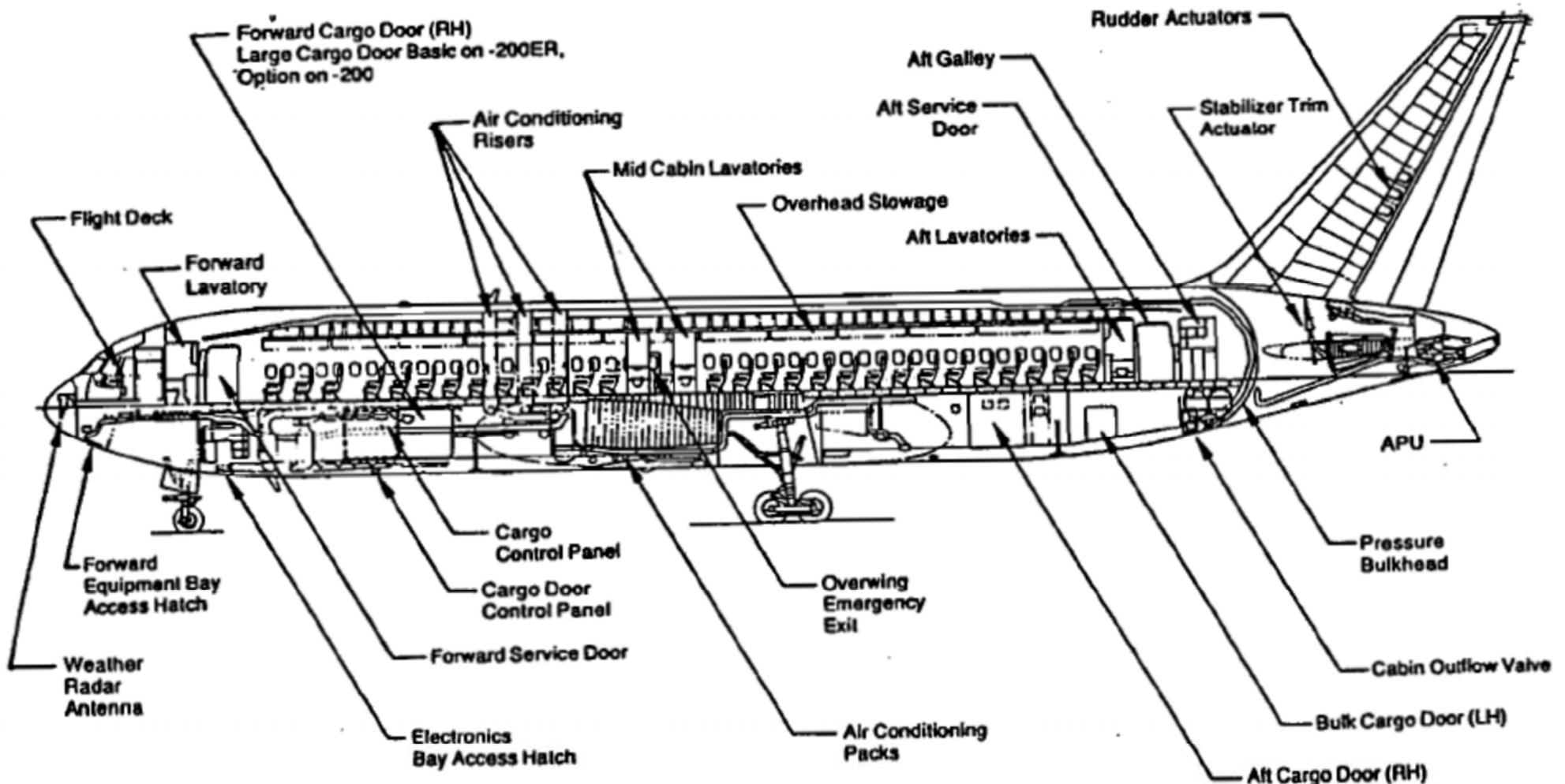


# Sistemas y Equipos de Abordo - II



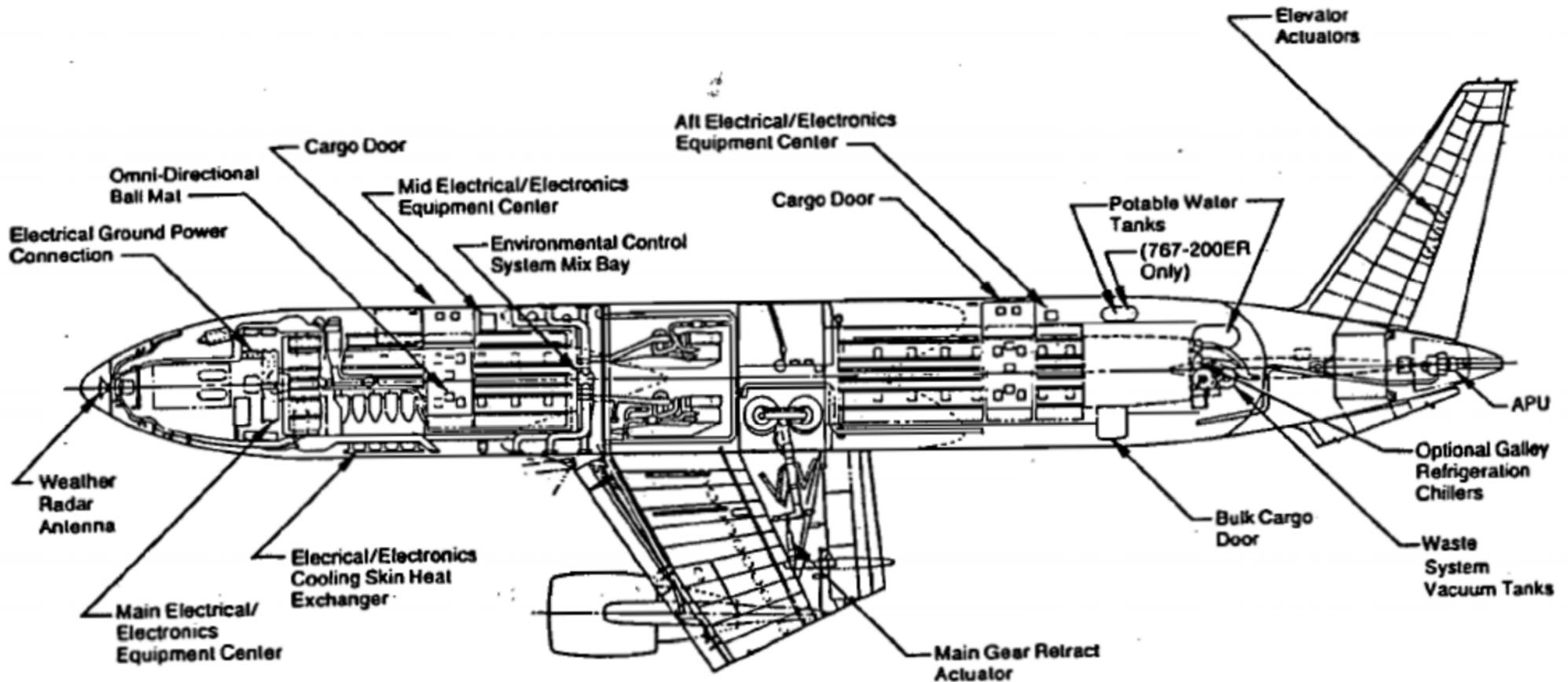
# Sistemas y Equipos de Abordo - III

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:

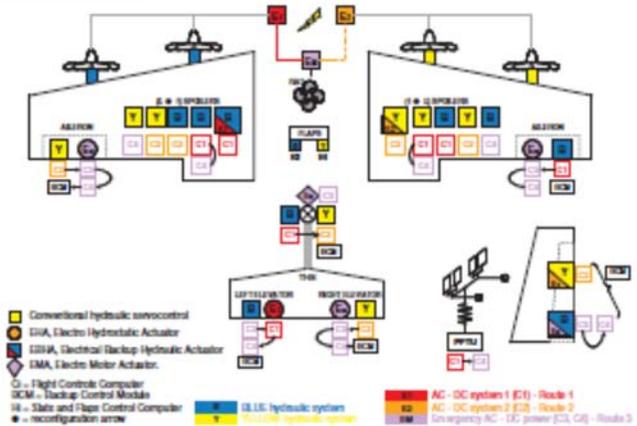
- Transmite las órdenes del piloto a las superficies de control: poleas, fly-by-wire, ...

## ■ SISTEMA ELÉCTRICO:

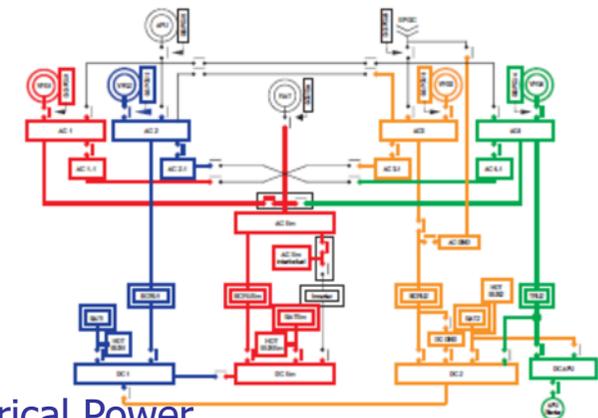
- **Proporciona potencia eléctrica a:** instrumentos indicadores, equipos de navegación y comunicaciones, electromecanismos para accionamientos a distancia, apertura y cierre de válvulas de los sistemas de aire acondicionado, iluminación, etc.

## ■ SISTEMA DE COMBUSTIBLE:

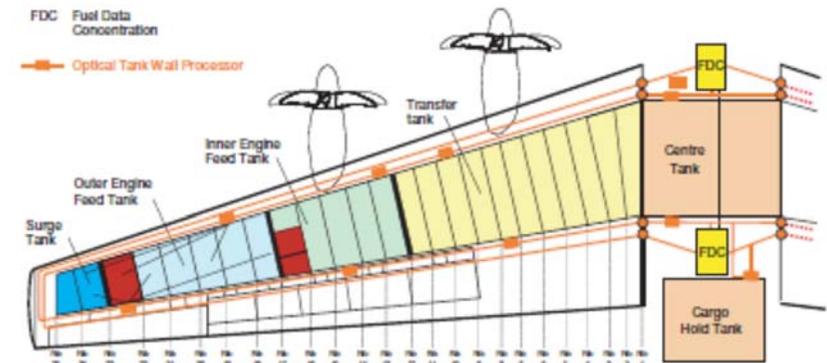
- Está formado por los **depósitos** y las **redes de carga** y de **suministro** al motor.
- Elementos de estas redes son las **bocas de llenado**, las **bombas de alimentación**, las conducciones, las válvulas y filtros, y los controles e indicadores.
- Actualmente los **depósitos** son **integrales**, 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.

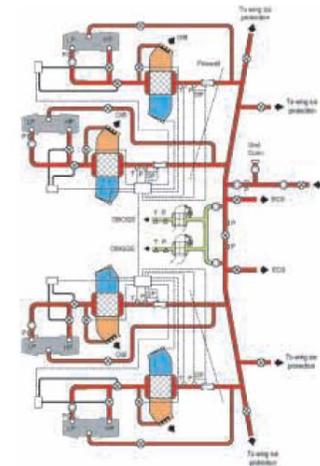
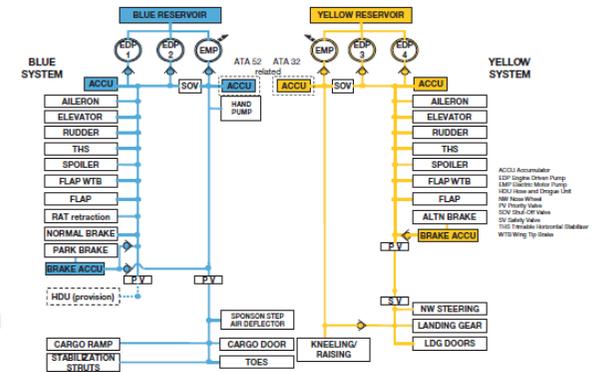
## ■ SISTEMA AUXILIAR DE POTENCIA (APU).

- 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.