

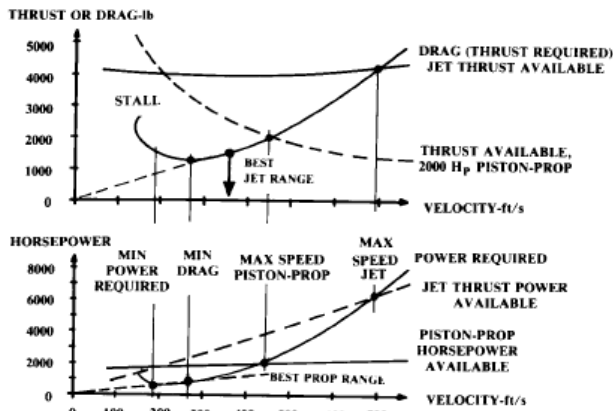
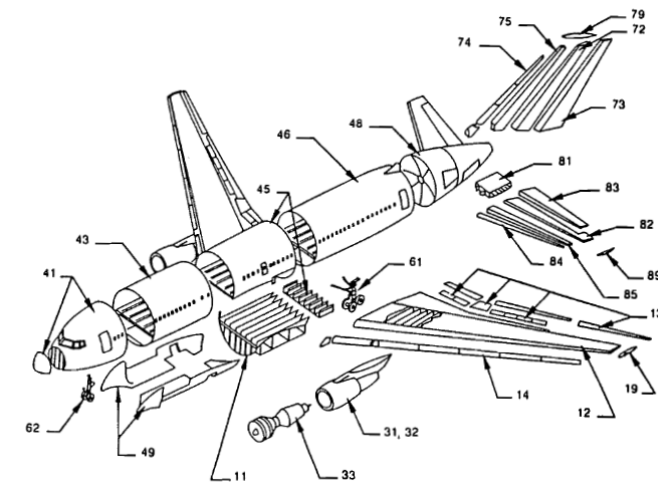
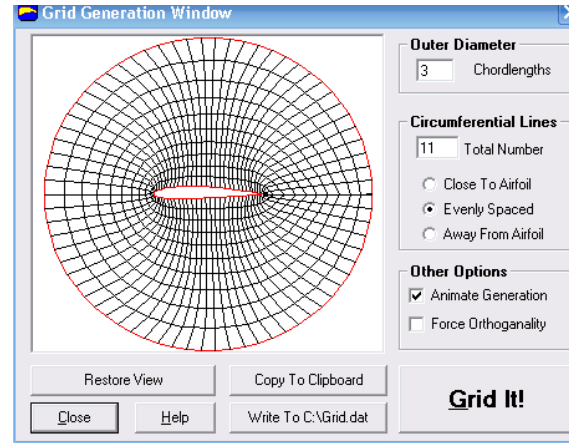


Fig. 17.2 Thrust and power.



Cálculo de Aviones

Introducción

Sergio Esteban

sesteban@us.es

Departamento de Ingeniería Aeroespacial

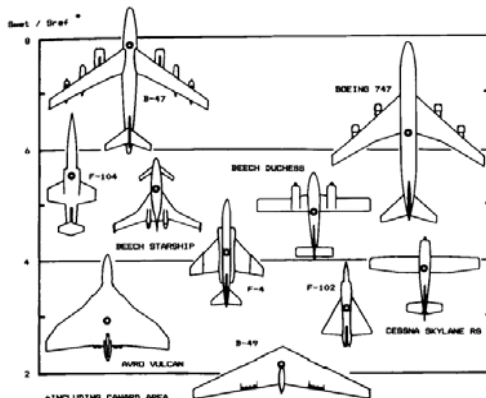


Fig. 3.5 Wetted area ratios.

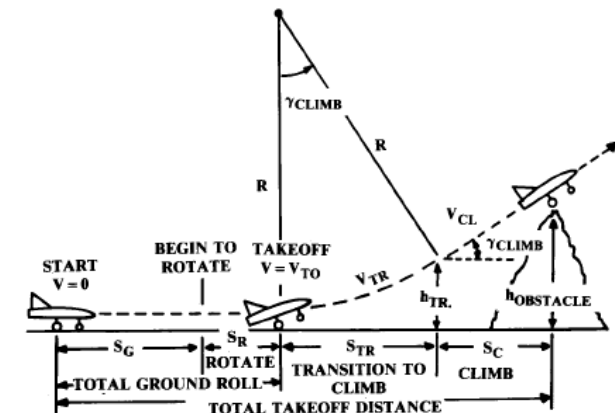
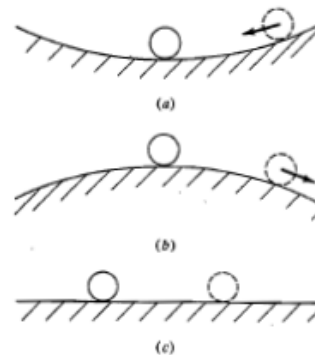
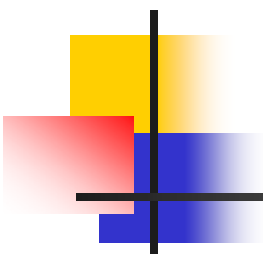


Fig. 17.17 Takeoff analysis.

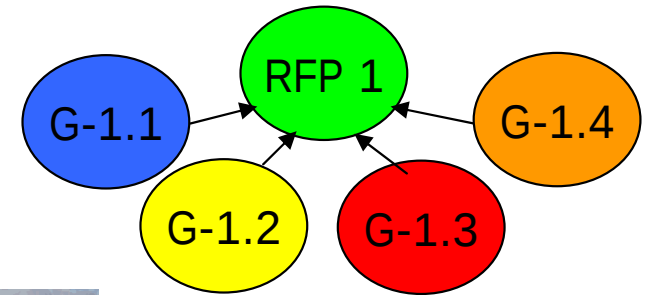


Información de Contacto

- Profesor: Sergio Esteban
- Oficina: PB, Esquina NO, Núm. 8
- E-mail: sesteban@us.es
- Página web de la asignatura:
 - <http://aero.us.es/adesign/>
- Tutorías:
 - Martes: 9.30h-11h.
 - Miércoles: 9.30h-11h.
 - Viernes: 9h-12h

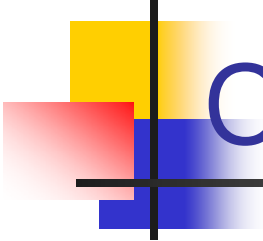
Organización de la Asignatura - I

- Los alumnos trabajarán en grupos reducidos (4-5 max).
- Cada grupo tendrá que desarrollar el proyecto de un avión.
 - Se proveerán RFP's:
 - Se definirá las misiones y especificaciones a seguir con diferentes requisitos.
 - Competición entre grupos por el mejor diseño.
 - Diseños tentativos:
 - Long Range UAV.
 - Patrulla Marítima Multimisión.
 - Regional Jet.
 - ¡Se premiará la innovación!
- Seguimiento periódico, con presentaciones regulares sobre el estado de los proyectos y entrega de informe.



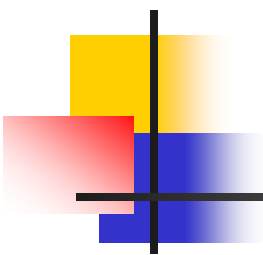
Organización de la Asignatura - II

- Evaluación asignatura
 - Se evaluarán los informes periódicos de seguimiento (revisiones).
 - Definición proyecto
 - Revisión v.2
 - Revisión v.3
 - Diseño final
 - Presentación y defensa del proyecto realizado.
 - Entrega del informe técnico correspondiente cumpliendo requisitos del RFP
 - Tutorías del estado del proyecto:
 - Al finalizar cada revisión para guiar, dudas, etc...
 - Evaluaciones individuales de los miembros de cada equipo que serán tenidas en cuenta.
 - No me sirve “coleguismo”
 - Competición: El mejor grupo tendrá la mejor nota, pero el peor grupo tendrá la peor nota.
 - ¡NO HAY EXAMEN FINAL!



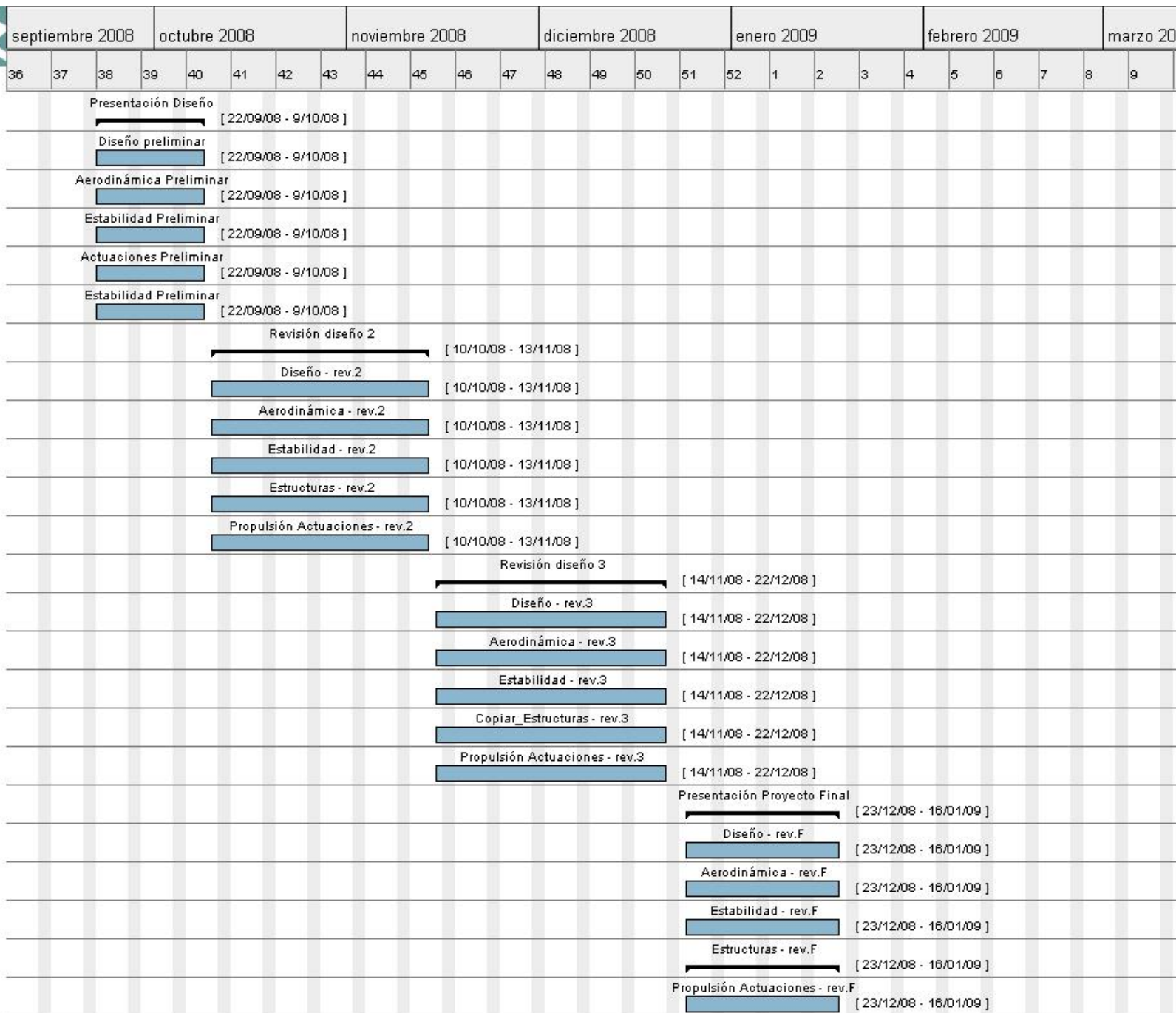
Organización de la Asignatura - III

- Asistencia Obligatoria.
- Presentaciones se irán colgando en la página de la asignatura.
 - <http://aero.us.es/adesign/>
- Próxima clase se entregarán los RFP
- Definición de grupos.
- Conclusiones:
 - Diseño es un reto.
 - Diseño es importante.
 - ¡Diseño es divertido!
 - Todavía hay sitio para los soñadores.



Planificación de la Asignatura

- Definir 5 áreas de interés:
 - Diseño
 - Aerodinámica.
 - Estabilidad.
 - Estructuras.
 - Propulsión y actuaciones
- Etapas del diseño planificadas con entregas de documentos:
 - Diseño Preliminar (9-10-08)
 - Revisión 2.0 – (13-11-08)
 - Revisión 3.0 – (22-12-08)
 - Entrega Final – (16-01-09)



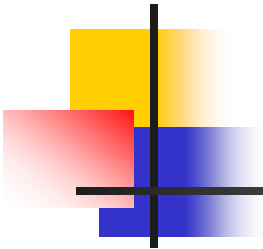
Septiembre 2008						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Octubre 2008						
L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Noviembre 2008						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

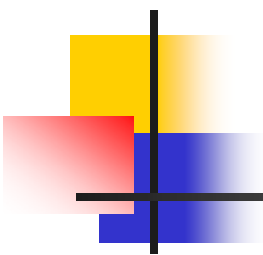
Diciembre 2008						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Enero 2009						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	



Diseño Preliminar (9-10-08)

- Diseño:
 - Definición de intenciones.
 - Concepto a grandes rasgos: “diseño en servilleta”.
- Primeras estimaciones:
 - Aerodinámica
 - Dimensionado de L/D
 - Estructuras
 - Dimensionado inicial mediante proceso iterativo
 - Pesos iniciales:
 - Vacío
 - Combustibles por segmentos
 - Carga de pago
 - Actuaciones
 - Definición y estudio de los diferentes segmentos de la misión
 - Estabilidad y Control
 - Dimensionado Superficies



Revisión 2.0 – (13-11-08)

- Diseño:
 - Definir diseño final a grandes rasgos, no necesariamente en CAD en esta primera versión, pero ayudaría.
 - No hay marcha atrás.
 - Enseñar todas las cartas.
- Aerodinámica:
 - Selección preliminar de los perfiles par alas superficies sustentadoras.
 - Definir precisión en los modelo de polares más exactos.
 - Determinación inicial de las características iniciales aerodinámicas.
- Estabilidad:
 - Estudio de trimado:
 - Viabilidad del diseño mediante estudio de trimado.
 - Plantear problemas de configuración y prever solución para rev. 3
 - Inicio de la estabilidad Estática.
 - Inicio modelado (derivadas estabilidad).
- Estructuras:
 - Estudio de masa (fracciones) preliminar para poder proveer estimación centro gravedad.
 - Identificar las cargas que actúan en la aeronave en diferentes configuraciones.
- Propulsión y Actuaciones:
 - Definir planta motora.
 - Primera estimación de actuaciones (grandes rasgos)

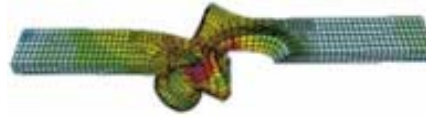
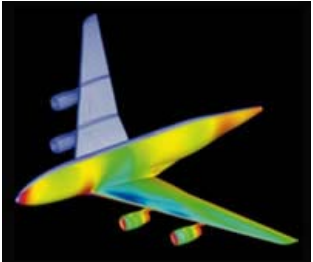
Revisión 3.0 – (22-12-08)

- Diseño:
 - Diseño CAD mas detallado.
 - Dimensiones mas precisas de todos los componentes
 - Mostrar evolución del diseño.
- Aerodinámica:
 - Selección depurada de los perfiles para superficies sustentadoras.
 - Estudio de la polar del avión para las diferentes configuraciones.
 - Despegue y aterrizaje.
 - Subida.
 - Crucero.
 - Espera
- Estabilidad:
 - Revisión del estudio de trimado para nuevas configuraciones:
 - Estudio de la estabilidad Estática
 - Determinación de los valores de las derivadas de estabilidad críticas.
 - Determinación de la ubicación, forma, tamaño de las derivas para cumplir situaciones críticas (viento, fallo motor)
 - Definición del modelo de estabilidad dinámica.
 - Modelado definido (derivadas de estabilidad)
 - Preparando estudio estabilidad dinámica
- Estructuras:
 - Definición del centro de gravedad más preciso mediante estimaciones más exactas de los pesos de los componentes.
 - Definir necesidades estructurales debido a las cargas
 - Aerodinámicas
 - Estructurales.
 - Estudio de posibles materiales para definir pesos más precisantes.
- Propulsión y Actuaciones:
 - Estudio en precisión de las actuaciones según segmentos.
 - Ángulos, velocidades, T/W, W/S
 - Cálculos de potencia requerida y necesaria finales.

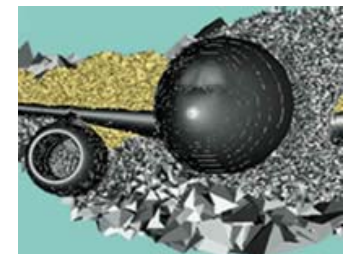
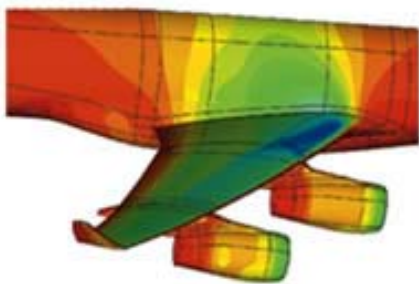
Entrega Final – (16-01-09)

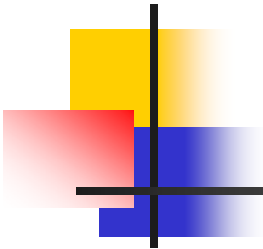
- Diseño:
 - Diseño CAD completo.
 - Mostrar evolución del diseño.
 - Justificación del diseño y por que debería de comprarlo.
 - Que avances tecnológicos o que ideas hacen que vuestro diseño sea único.
- Aerodinámica:
 - Estudio polar extenso en diferentes configuraciones de vuelo.
 - Métodos empleados para la mejora de la eficiencia aerodinámica.
- Estabilidad:
 - Revisión del estudio de trimado para nuevas configuraciones:
 - Revisión estudio de la estabilidad Estática.
 - Estudio estabilidad dinámica
 - Requisitos FAR en amortiguamiento, respuestas.
- Estructuras:
 - Revisión centro de gravedad
 - Distribución de pesos revisado.
 - Variación del centro de gravedad en segmentos aplicables.
 - Cargas y ubicación del tren de aterrizaje.
 - Justificar empleo materiales en diferentes áreas.
 - Perfiles internos si es posible.
- Propulsión y Actuaciones:
 - Cálculos de potencia requerida y necesaria
 - Diagrama carga de pago-alcance.
 - Diagrama de la envolvente

Objetivos del curso - I



- Diseño de aviones:
 - Conocer todos los aspectos relacionados con el diseño de aviones.
- Bienvenidos a la ingeniería en la vida real:
 - Conocer los métodos y procedimientos de ingeniería que se emplean en la vida real.
 - Unificar conocimientos adquiridos durante los primeros años de la carrera y aplicarlos a un proyecto de ingeniería real.
- Aprender a trabajar en grupo:
 - Definición:
 - Trabajar en grupo $\neq$ compartir trabajos ya hechos.
 - Trabajar en grupo = compartir responsabilidades para obtener una meta.
 - *Modus operandi* de las empresas de ingeniería actuales.
 - Desmitificar el concepto de “cubical.”
 - Los ingenieros tienen que interactuar con otros ingenieros.
 - Ya no existe la financiación ilimitada: optimización de recursos.
 - Tiempo limitado
 - Objetivo: **responsabilidades individuales en un grupo de trabajo.**





Objetivos del curso - II

- Aprender a no depender de los ordenadores
 - ¡**NO** sois **CONTABLES**!, ¡**SOIS INGENIEROS**!:
 - Capaz de interpretar los datos que resultan de los cálculos.
 - Los ordenadores son maquinas que hacen lo que les decimos, no son deidades con la respuesta mágica.
- Comunicación efectiva con el resto de tus compañeros.
 - Ser capaces de transmitir tus ideas.
 - Ser capaz de escuchar las ideas de los demás.
 - Aceptar las críticas y valorarlas.
 - Aprender a confiar en el trabajo de los miembros de vuestro equipo.
- Prepararos para un mundo real competitivo.

¡Aprender a ser ingeneri@!

Problema Conceptual de Diseño

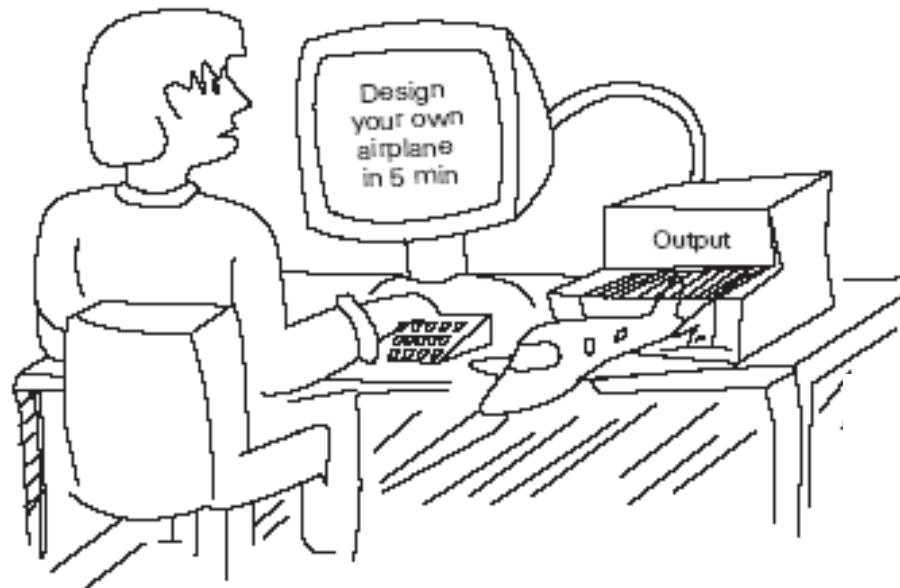


Fig. 1.3 Student view of design

¡¡Vuestra Visión!!

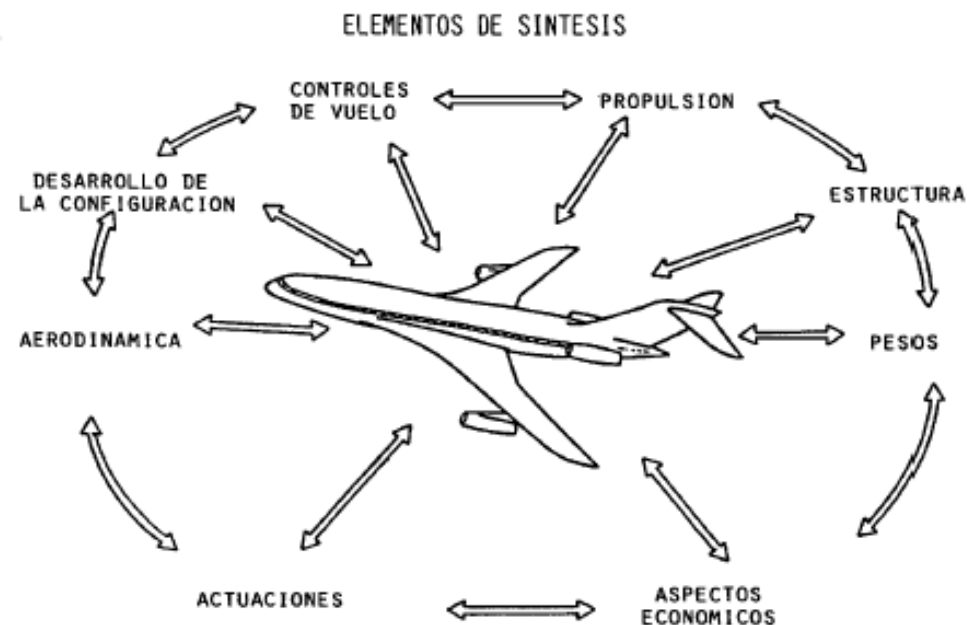
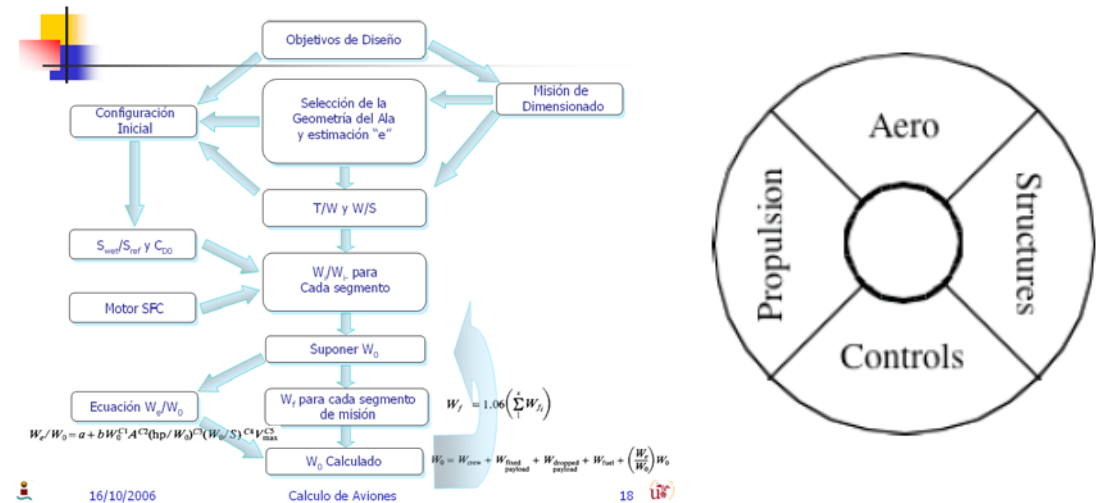


¡¡Lo que os vais a encontrar!!

Fig. 1.4 The 'real' design process

Diseño Aeronaves: Tarea multidisciplinar

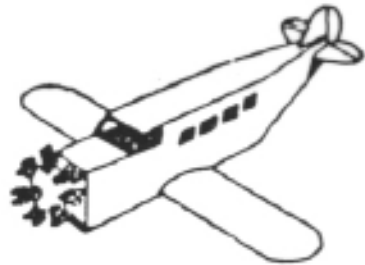
- Diseño de Aeronaves es una tarea multidisciplinar:
 - Aerodinámica.
 - Estructuras.
 - Propulsión.
 - Actuaciones.
 - Estabilidad y Control.
 - Aspectos Económicos.
- Implica colaboración entre ingenieros de diferentes ramas, lo que es siempre un desafío.
- No es un proceso directo sino **iterativo**.
 - ¡El primer diseño no suele ser el bueno!



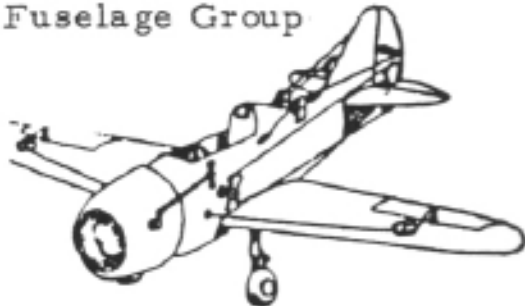
Desafío Multidisciplinar - I

La belleza está en los ojos a través de los que la observan

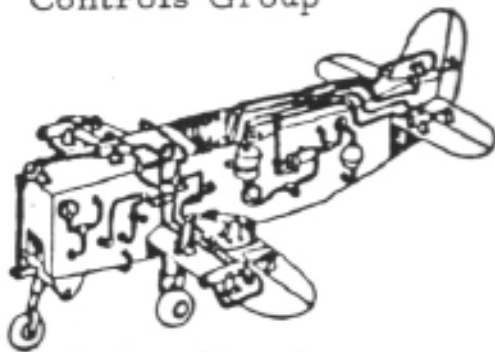
“Dream airplanes” – C. W. Miller



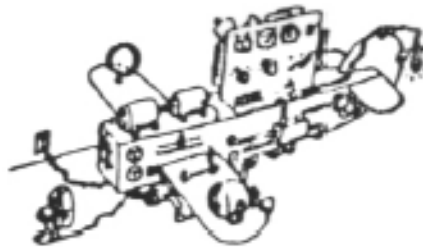
Fuselage Group



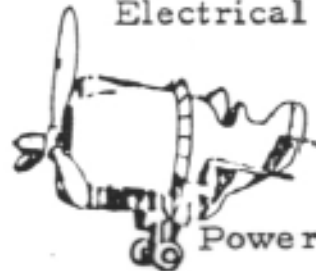
Controls Group



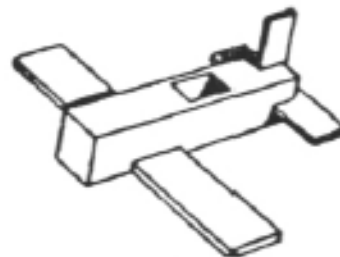
Hydraulics Group



Electrical Group



Power Plant Group



Loft Group



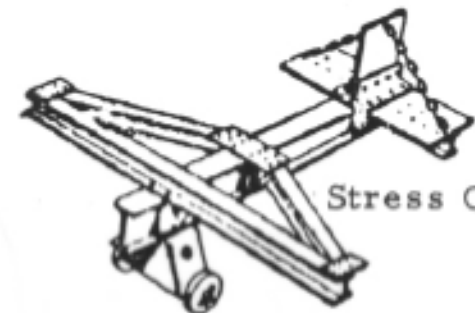
Production Engineering Group



Equipment Group



Aerodynamics Group



Stress Group

Desafío Multidisciplinar - II

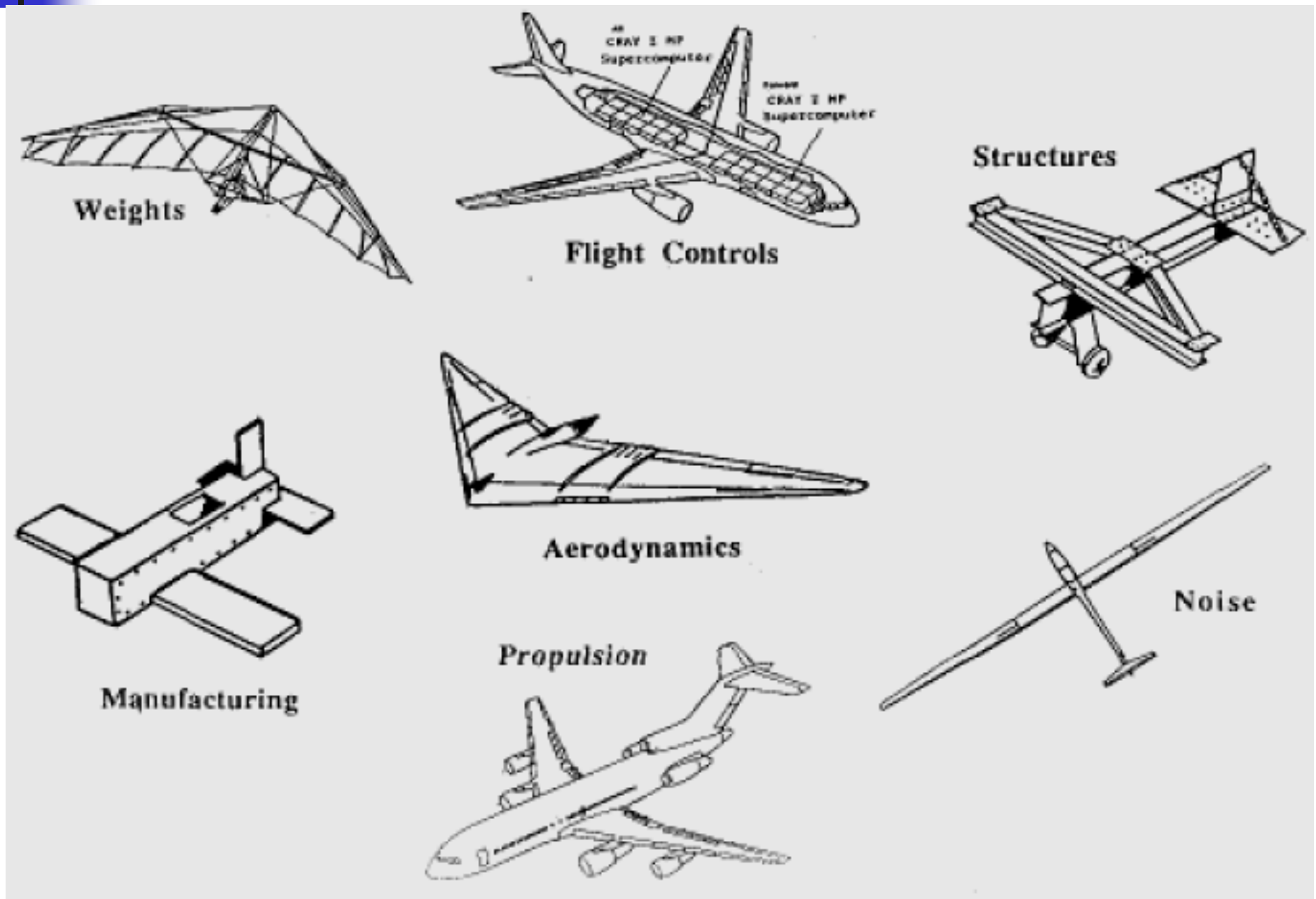
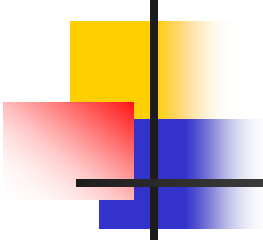


Figure 4. One can only make one thing best at a time.



¿Que es lo que hace un buen diseñador?

- NRC publication *“Improving Engineering Design, Designing for Competitive Advantage”*
 - Siempre haciendo preguntas, curiosidad sobre cualquier cosa.
 - Gran poder de asociación: les permite reconocer y recurrir de forma paralela a otros campos en busca de ideas:
 - Los diseñadores tienen un interés ecléctico y a menudo deambulan lejos del camino de la ciencia y la ingeniería.
 - Buscando soluciones intermedias.
 - Interesados en todo.
 - Cuando se les presenta un problema, siempre tiene multitud de respuestas, y busca interacciones con colegas para separar las buenas de las malas

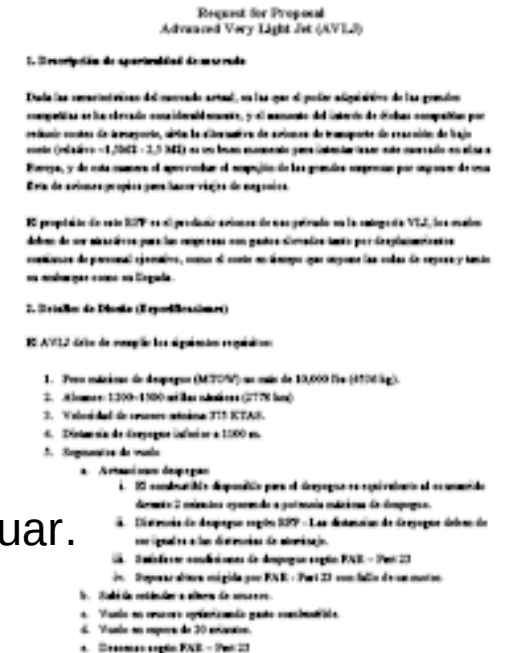
“BRAINSTORMING”

- Segur@s de si mism@s y capaces de aceptar con imparcialidad tanto los defectos de las soluciones pobres que proponen, como de los elogios de sus éxitos.

¿Sois Buenos Diseñadores?

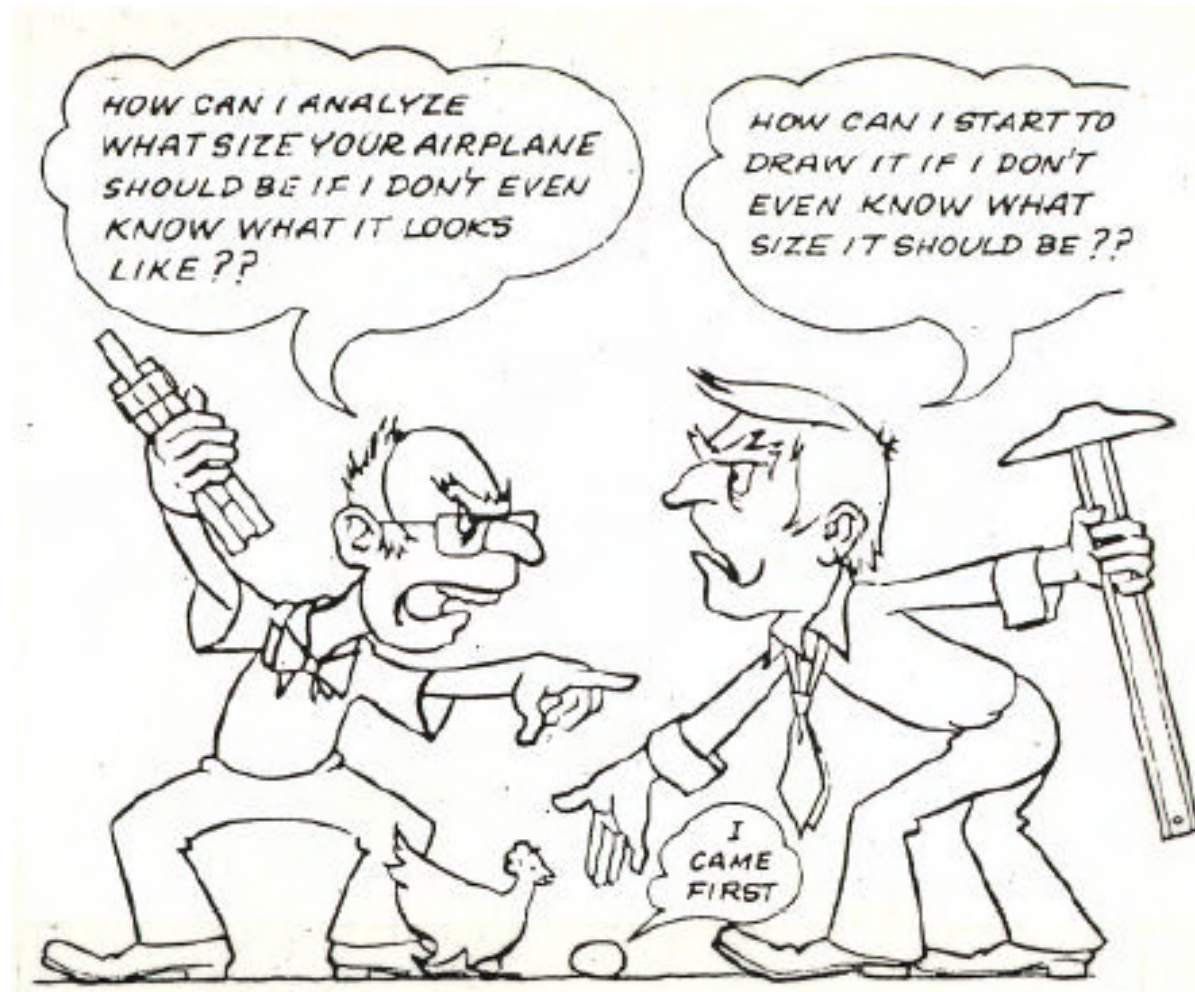
Que hacen los diseñadores

- Analizar:
 - Análisis del Request For Proposal (**RFP**)
 - ¿Son requisitos razonables?
- Definir necesidades
 - Opciones en la tecnología:
 - ¿Qué materiales tenemos disponibles?
 - ¿Qué sistemas de propulsión hay en la actualidad?
 - ¿Avances en la Aerodinámica?
 - ¿Como Abordar la resolución del problema?
- Definir estrategias de diseño:
 - Ubicación de la carga de pago.
 - Forma y disposición de las superficies sustentadoras.
 - Necesidades de la planta motora.
 - Necesidades estructurales en función de la misión a efectuar.
 - Necesidades de estabilidad y control.



¿Por dónde empezar?

Classical Aircraft Sizing I



Aerospace and
Ocean Engineering

from Sandusky, Northrop

slide 1

12/2/97



Definir una Misión

- Para abordar el dilema de dónde empezar hay que definir los requerimientos de la aeronave:
 - ¿Qué tipo de tarea se supone que tiene que realizar?
 - Autonomía de vuelo
 - Alcance.
 - Rango velocidades.
 - Requisitos de despegue y aterrizaje.
 - Maniobrabilidad.
 - Carga de pago.
- Definición de RFP
- ¿Requisitos de MIL, FAR, JAR?

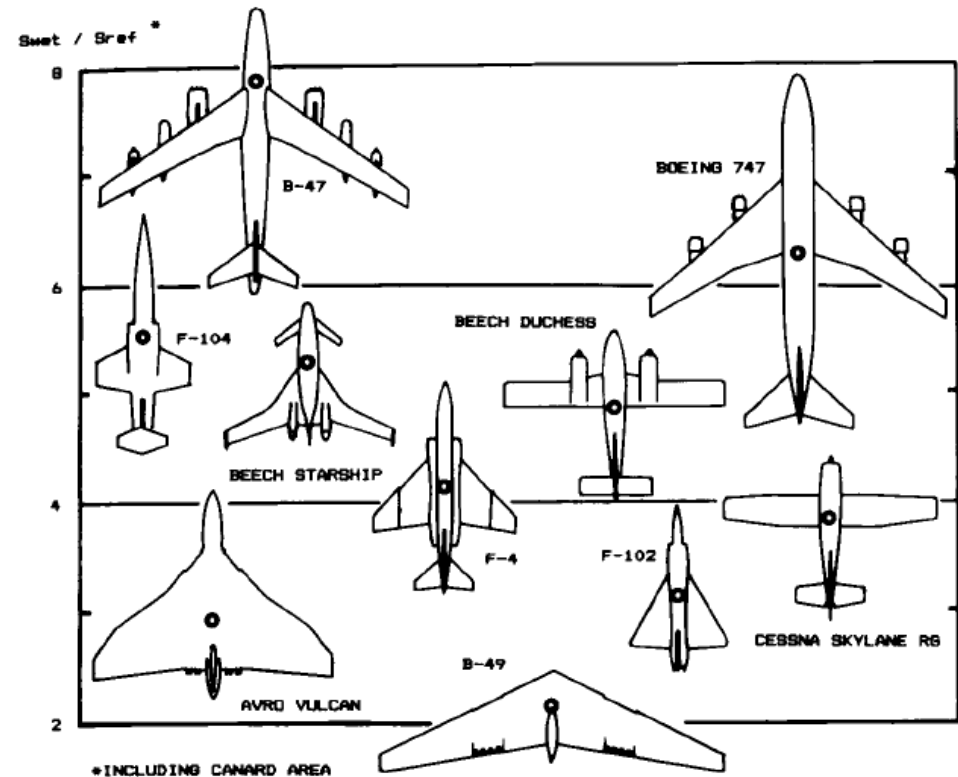


Fig. 3.5 Wetted area ratios.

Perfiles de Misión

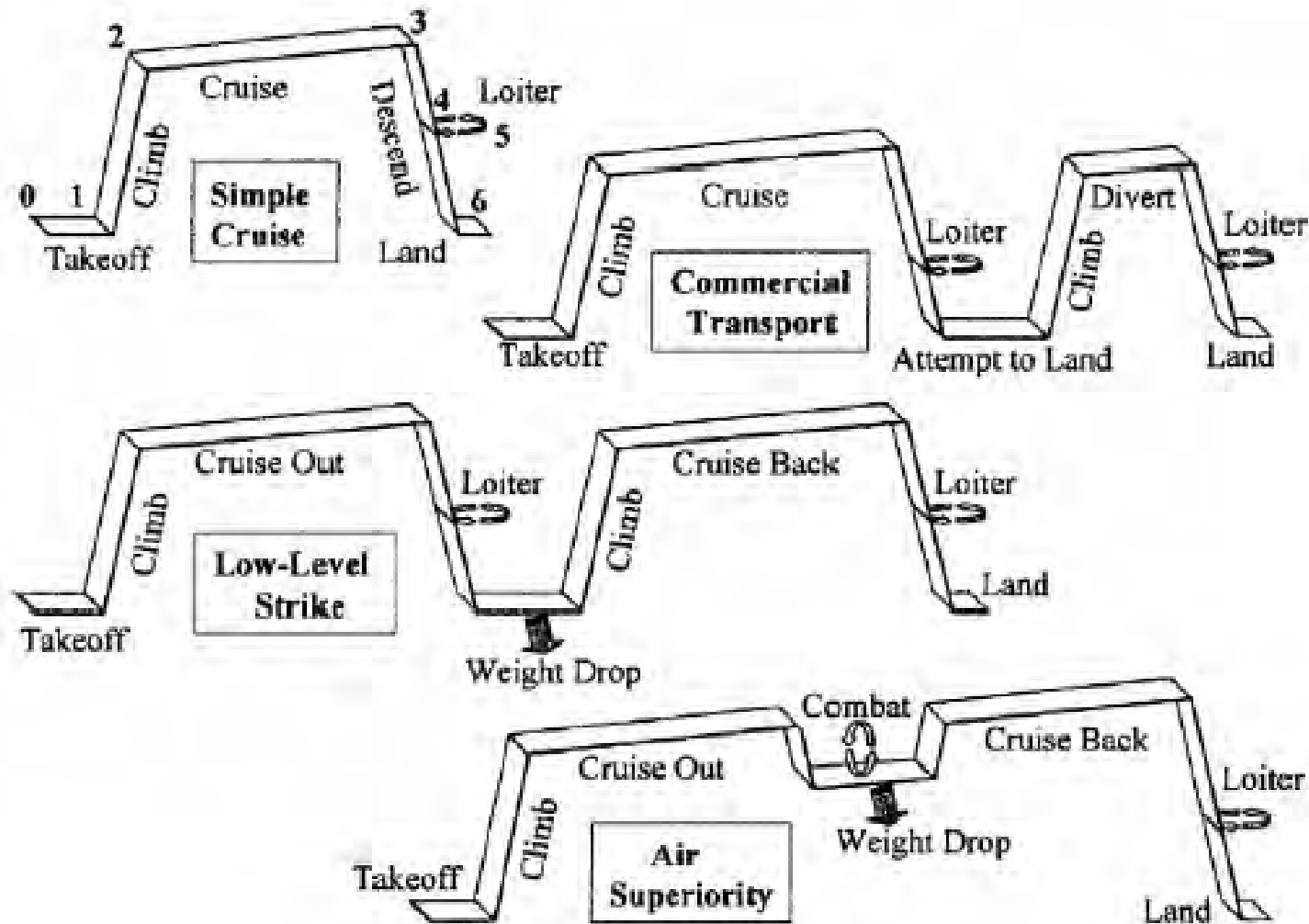


Fig. 3.2 Typical mission profiles for sizing.

Ejemplo de Proceso de diseño

1. Dimensionado inicial a partir de un boceto conceptual

2. Selección planta motora

3. Metas de diseño:

1. Actuaciones.
2. Handling Qualities.
3. Misión.

4. Selección de la geometría de alas.

1. Ala.
2. Cola horizontal y vertical.

5. Ratio Empuje-Peso.

6. Diseño de la carga del ala.

7. Dimensionado inicial

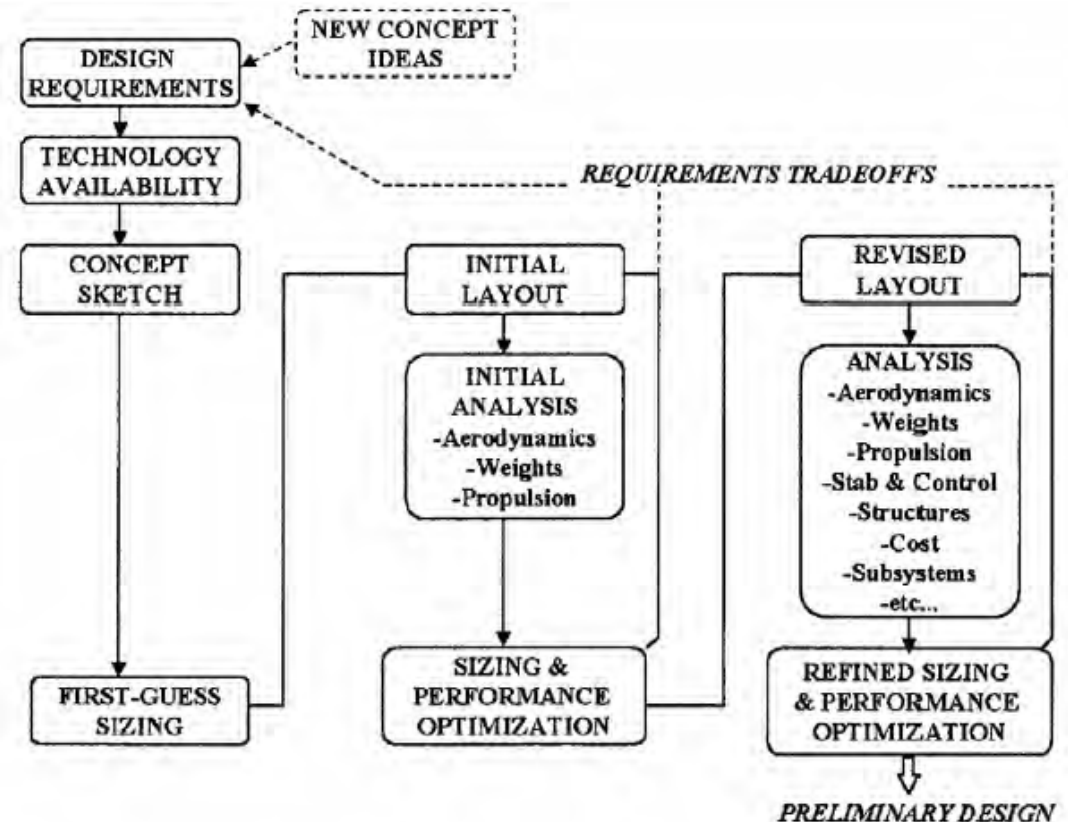
8. Análisis inicial:

1. Aerodinámica.
2. Propulsión.
3. Pesos.
4. Estabilidad y Control.
5. Análisis de Trimado.
6. Actuaciones.

9. Dimensionado Refinado: Proceso de optimización

10. Limitaciones basadas en las actuaciones.

11. Dimensionado con limitaciones



Ejemplos de diseños I

A Few Novel Concepts



- **Blended Wing-Body Concept**

- Concept from Bob Liebeck (Douglas A/C)
- Less wetted area (no fuselage)
- Possibly more efficient structure

- **Oblique Wing Supersonic Transport**

- concept by R.T. Jones
- fore-aft symmetry of lift/better area distribution
- possibly only “practical” SST
- flying wing version also



AD-1, Circa 1980



Aerospace and
Ocean Engineering

slide 32

9/1/04

Ejemplos de diseños II

Another Novel Concept: SpaceShipOne



The White Knight

Pictures from the
Scaled Composites web site



Aerospace and
Ocean Engineering

Burt Rutan: Still imagineering!

SpaceShipOne



slide 33

9/1/04

Ejemplos de diseños III

Lockheed, Virginia Tech, NASA Team



Compared to a conventional cantilever design:

- 12-15% less takeoff weight
- 20-29% less fuel
- less noise and emissions



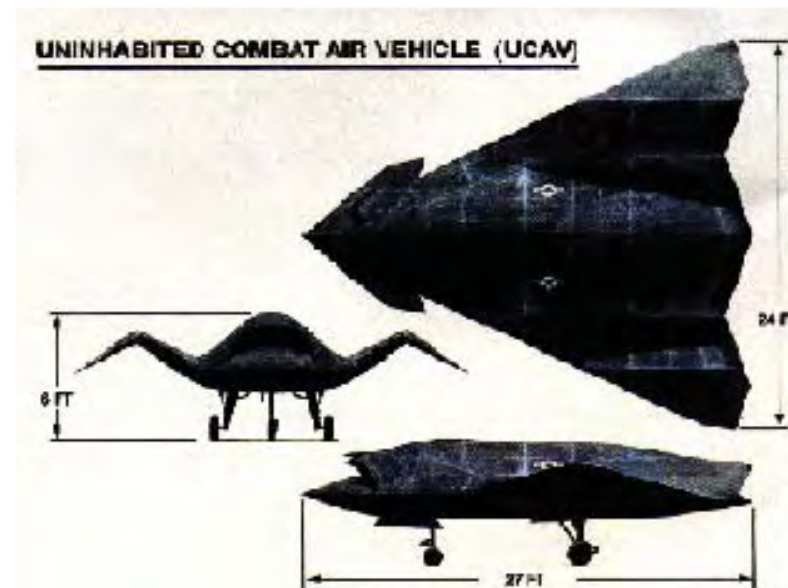
Aerospace and
Ocean Engineering

slide 35

9/1/04

Ejemplos de diseños IV

The Latest: UCAVs This one is based on Nastasi/Kirschbaum/Burhans Patent 5,542,625



Northrop Grumman Corporation, reprinted by *Aviation Week*, June 16, 1997

The vertical tail is eliminated for stealth, directional control comes from specially coordinated trailing edge deflections



Aerospace and
Ocean Engineering

slide 37

9/1/04

Contenido de la Asignatura

- Introducción Cálculo de Aviones.
- Configuración general y Arquitectura de aviones.
- Dimensionado inicial: Boceto conceptual.
- Selección de la relación empuje-peso-carga alar:
 - Planta Motora
- Aerodinámica: Polar del avión.
- Estabilidad, control y "handling qualities".
- Actuaciones
- Desarrollo completo de un aeronave
- Optimización del diseño
- Herramientas para facilitar el diseño: software

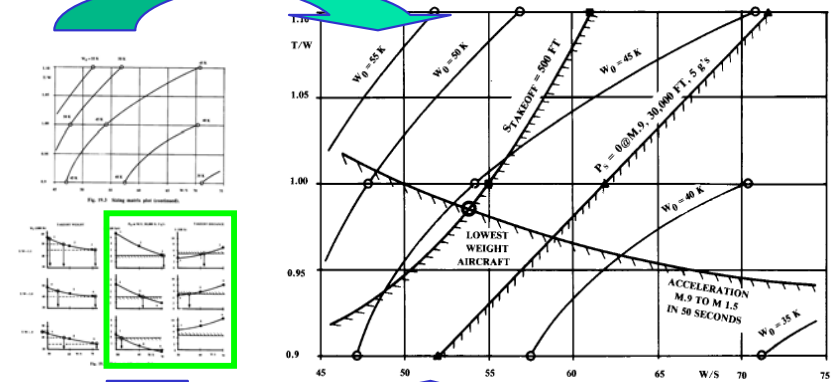
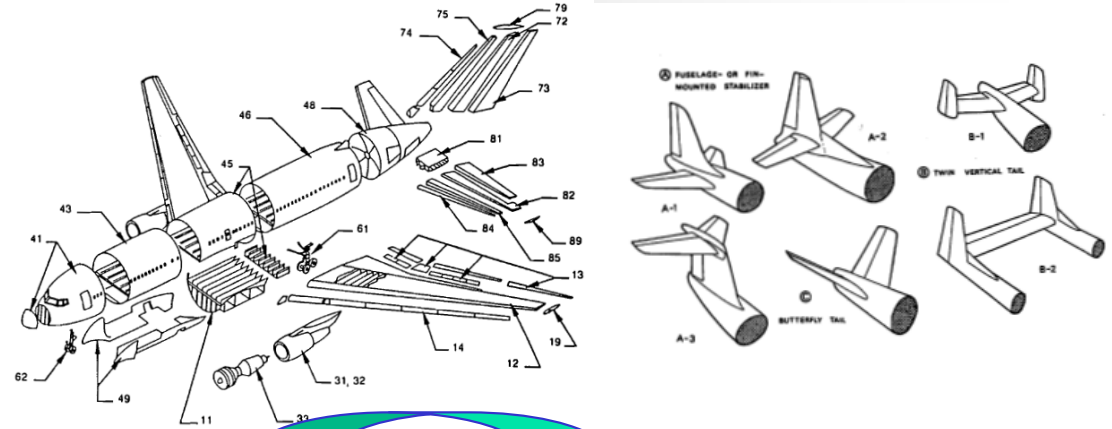


Fig. 19.4 Sizing matrix plot (concluded).

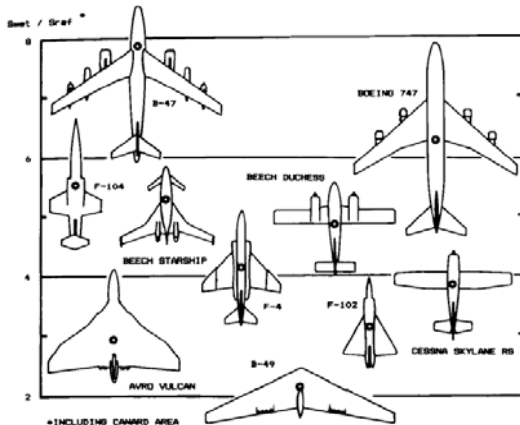


Fig. 3.5 Wetted area ratios.

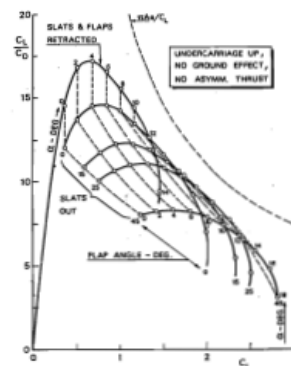


Fig. 11-4. Lift-to-drag ratio for the design in Fig. 12-1.

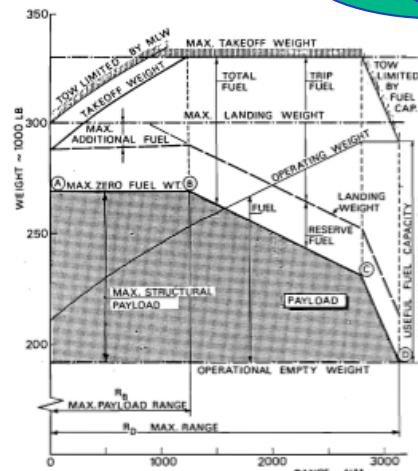


Fig. 8-3. Derivation of the payload-range diagram

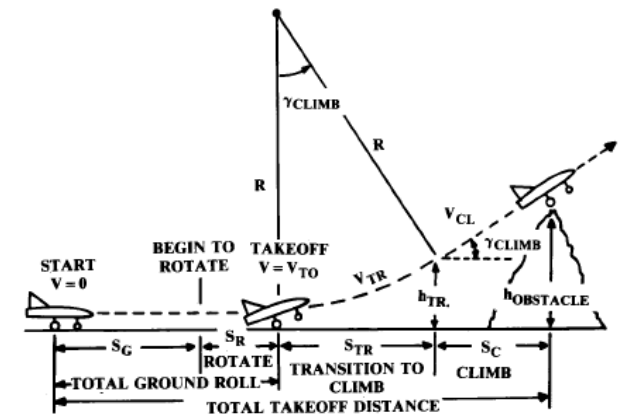


Fig. 17.17 Takeoff analysis.

Libros de Texto y Referencias

■ Bibliografía Principal:

- *Aircraft Design: a conceptual approach, D.P. Raymer, AIAA Education Series, 2006.*
- *Airplane Design, J. Roskam, Darcorporation, 1989*
- *Synthesis of subsonic airplane design, E. Torenbeek, Springer, 1982*

■ Bibliografía Adicional:

- *Aircraft Design Projects for engineering students, L.R. Jenkinson, J.F. Marchman III, Butterworth-Heinemann; Illustrate edition, 2003.*
- *The design of the aeroplane, D. Stinton.*
- *Fundamentals of aircraft design, L.M. Nicolai. Mets, 1984.*
- *Methods for estimating drag polars of subsonic airplanes, J. Roskam, 1971.*
- *Methods for estimating stability and control derivatives of conventional subsonic airplanes, J. Roskam, 1971.*
- *Airframe Structural Design: Practical Design Information and Data on Aircraft Structures by Michael Chun-Yung Niu and Mike Niu, Adaso Adastra Engineering Center, 1999.*
- *Analysis and Design of Flight Vehicle Structures, E. F. Bruhn, Jacobs Pub, 1973.*
- *Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Controls: Part 1, J. Roskam, Darcorporation, 1999.*
- *Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Controls: Part 2, J. Roskam, Darcorporation, 1999.*
- *Dynamics of Flight, Stability and Control, 3rd Ed., B. Etkin y L.D. Reid, John Wiley & Sons, 1996.*
- *Performance, Stability, Dynamics, and Control of Airplanes, 2nd Ed., Bandu N. Pamadi, AIAA Education Series, 2004.*

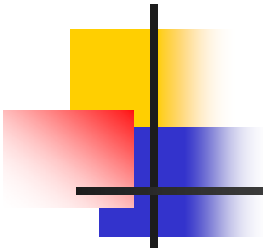
Seguir Aprendiendo

- Mantenerse al día con la tecnología
 - Aviation Week
 - American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA)
 - American Aerospace
 - Journals
 - Avión Revue
 - Revista de Aeronáutica y Astronáutica



AVIATION WEEK
& SPACE TECHNOLOGY





Opinión del Alumno

- ¿Y vosotros que opináis?
 - ¿Qué esperáis aprender en la asignatura?
 - ¿Qué esperáis del profesor?