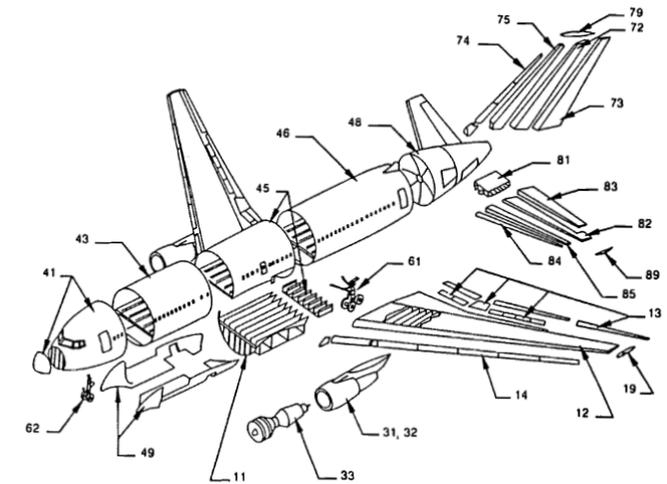
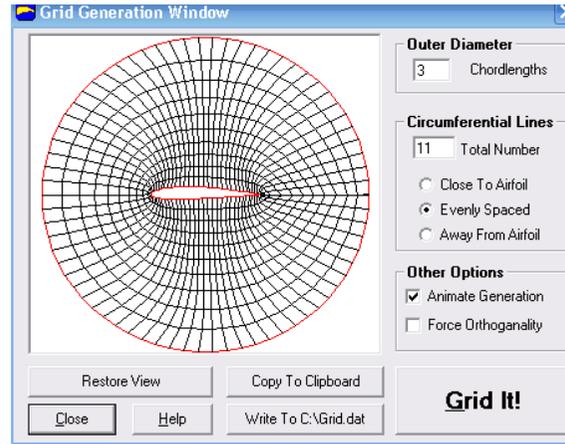


Fig. 17.2 Thrust and power.



Cálculo de Aviones

Introducción

Sergio Esteban

sesteban@us.es

Departamento de Ingeniería Aeroespacial

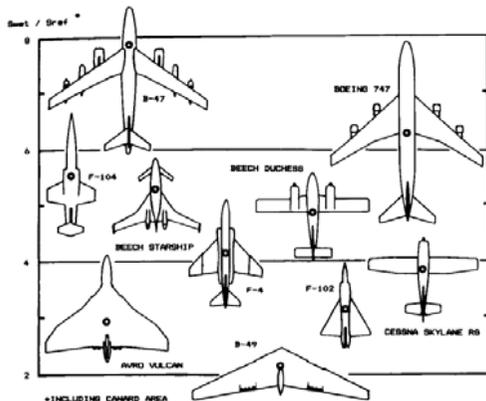


Fig. 3.5 Wetted area ratios.

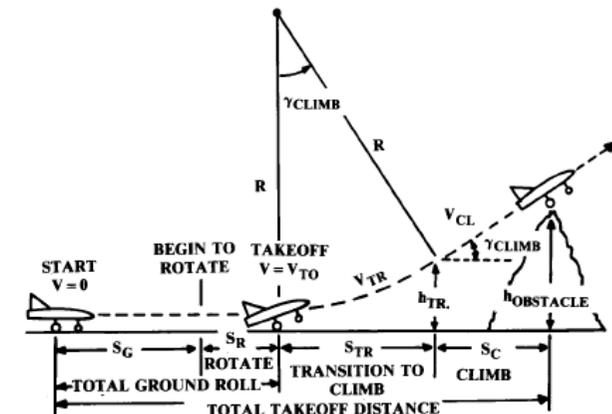
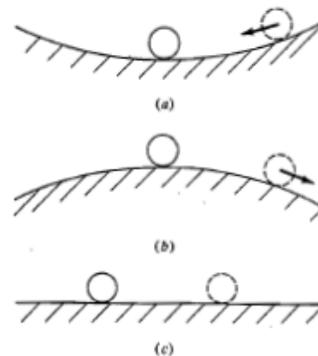


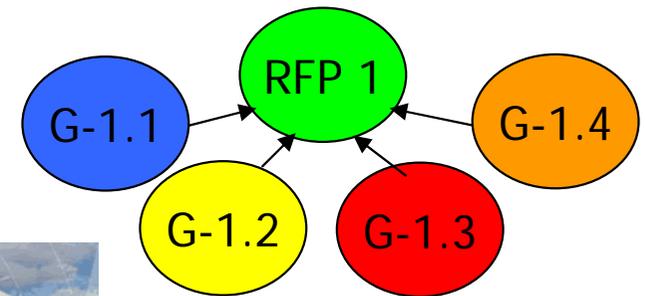
Fig. 17.17 Takeoff analysis.

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:
 - High Performance UAV.
 - High Performance Light Sports Aircraft
 - 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.
 - Asegurarse que se entrega en el RFP lo que se pide.
 - **Leer el RFP** antes de cada entrega para saber que hay que poner.
- Tutorías del estado del proyecto:
 - Al finalizar cada revisión habrá tutorías/prácticas comunes:
 - Áreas de conocimiento entre grupos: estructuras, estabilidad, aerodinámica etc.
 - Reuniones con cada grupo por separado:
 - Guiar en el diseño, dudas, etc...

Organización de la Asignatura - III

- Evaluación asignatura (cont.)
 - Evaluaciones individuales de los miembros de cada equipo que serán tenidas en cuenta.
 - Parte de la nota vendrá determinada por las evaluaciones del grupo.
 - Parte asociada a cada persona (~35%).
 - Trabajo de grupo (~50%).
 - Presentación Final (~10%).
 - Revisiones (~5%).
 - Porcentajes asociados a cada parte son sólo una orientación.
 - No me sirve "coleguismo".
 - Competición: El mejor grupo tendrá la mejor nota, pero el peor grupo tendrá la peor nota.
 - ¡NO HAY EXAMEN FINAL!

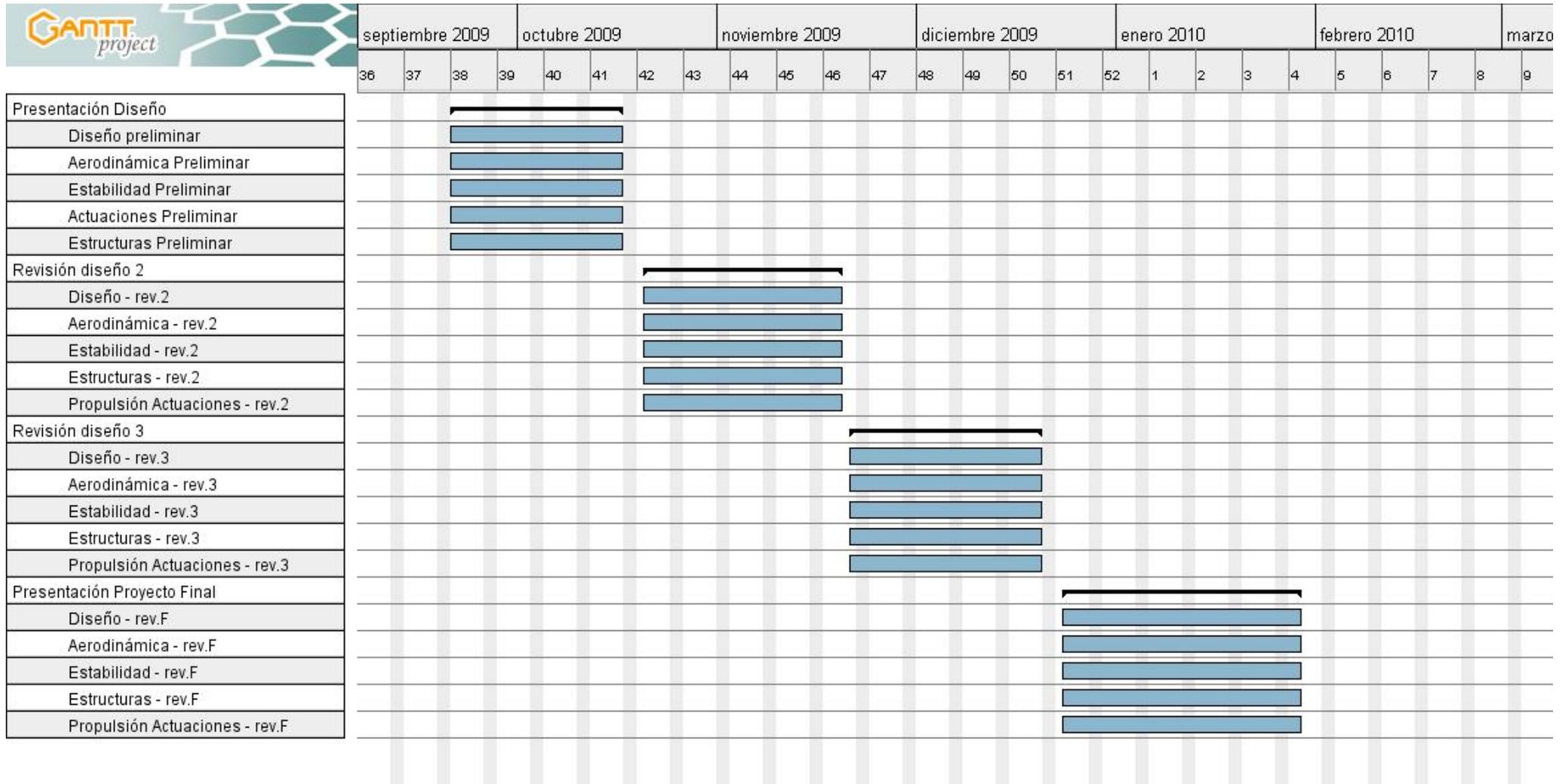
Organización de la Asignatura - IV

- Asistencia Obligatoria.
- Presentaciones se irán colgando en la página de la asignatura.
 - <http://aero.us.es/adesign/>
 - Ya existen las presentaciones del año pasado, pero se irán revisando a lo largo del curso.
- Próxima clase se entregarán los RFP
- Definición de grupos.

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 (15-10-09)
 - Revisión 2.0 – (12-11-09)
 - Revisión 3.0 – (21-12-09)
 - Entrega Final – (27-01-10)

Diagrama de Gantt – 09/10



Calendario (Entregas)

Septiembre 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				

Octubre 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	

Noviembre 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						

Diciembre 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			

Revisión 2.0

Diseño Preliminar

Entrega Final

Enero 2010						
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

Revisión 3.0

Calendario (Sesiones Tutorías)

Septiembre 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				

Octubre 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	

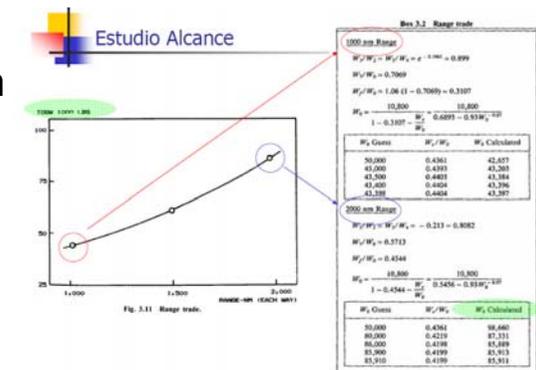
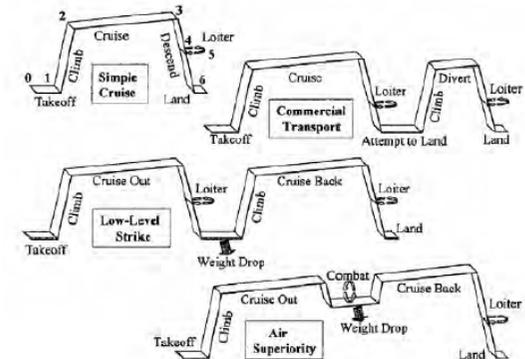
Enero 2010						
L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Noviembre 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						

Diciembre 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 (15-10-09)

- **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 – (12-11-09) - I

- 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 para alas superficies sustentadoras.
 - Definir precisión en los modelos 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).

Estimación $C_{L\alpha}$ - subsónica

h es la altura del "endplate"
 Endplate: $A_{effective} = A(1 + 1.9 h/b)$
 Winglet: $A_{effective} \cong 1.2A$

Flecha del ala en la zona de ala con máxima cuerda
 $S_{exposed}$ es el área que ve el flujo

$$C_{L\alpha} = \frac{2\pi A}{2 + \sqrt{4 + \frac{A^2 \beta^2}{\eta^2} \left(1 + \frac{\tan^2 \Lambda_{max l}}{\beta^2}\right)}} \left(\frac{S_{exposed}}{S_{ref}}\right) (F)$$

$\eta = \frac{C_{L\alpha}}{2\pi/\beta}$
 Eficiencia aerodinámica del perfil

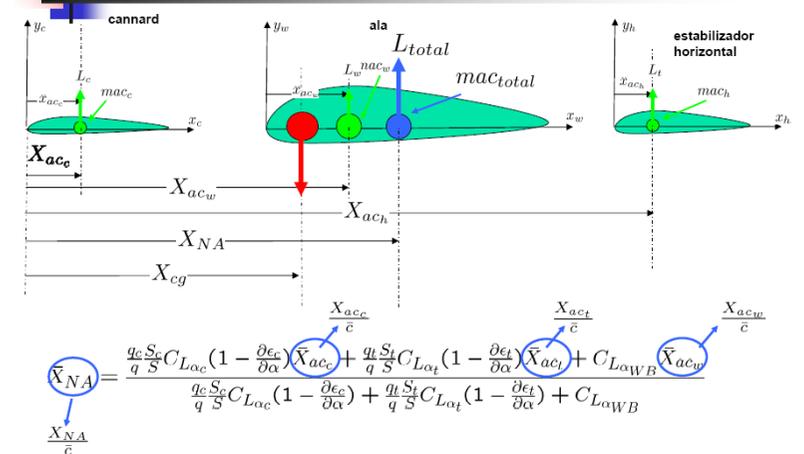
$\beta^2 = 1 - M^2$

$F = 1.07(1 + d/b)^2$
 Factor de sustentación del fuselaje
 d – diámetro del fuselaje

$F < 1 \sim 0,98$

23/10/2008 Cálculo de Aviones © 2008 Sergio Esteban Roncero 12

Equilibrado de Fuerzas Aerodinámicas

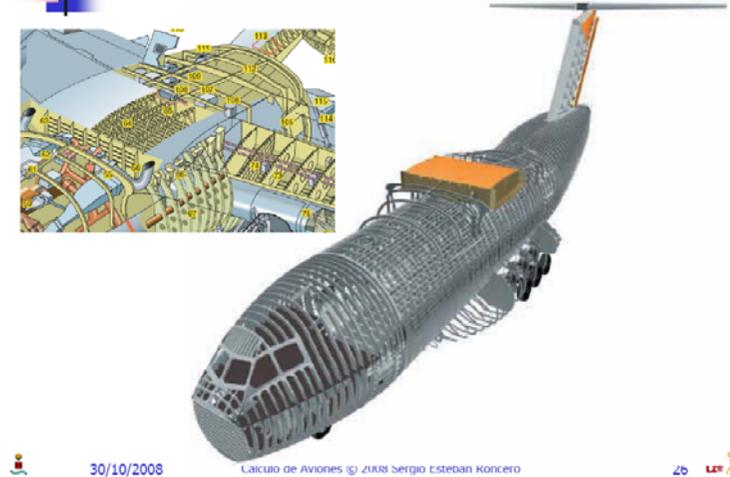


30/05/2008 Cálculo de Aviones © 2008 Sergio Esteban Roncero 17

Revisión 2.0 – (12-11-09) - II

- Estructuras:
 - Estudio de masa (fracciones) preliminar para poder proveer estimación centro gravedad.
 - Identificar las cargas que actúan en la aeronave en diferentes configuraciones.
 - Diseño de estructura preliminar y estudio de ajuste de pesos.
- Propulsión y Actuaciones:
 - Definir planta motora.
 - Primera estimación de actuaciones (grandes rasgos).
 - Diagrama T/W vs W/S

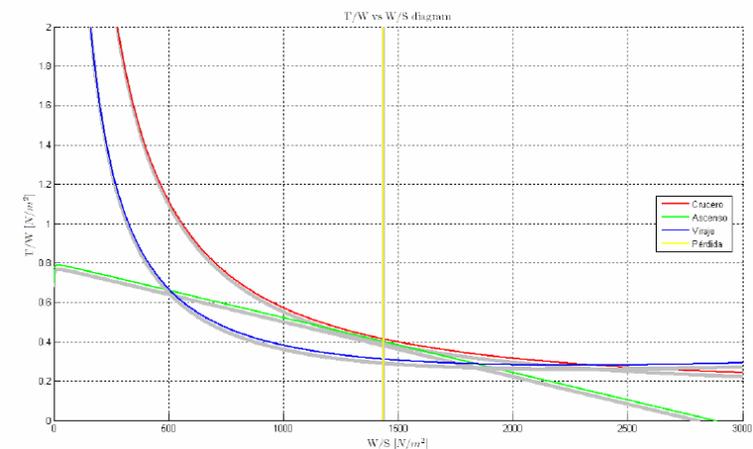
A400M – Estructura del fuselaje



30/10/2008

Calculo de Aviones © 2009 Sergio Esteban Roncero

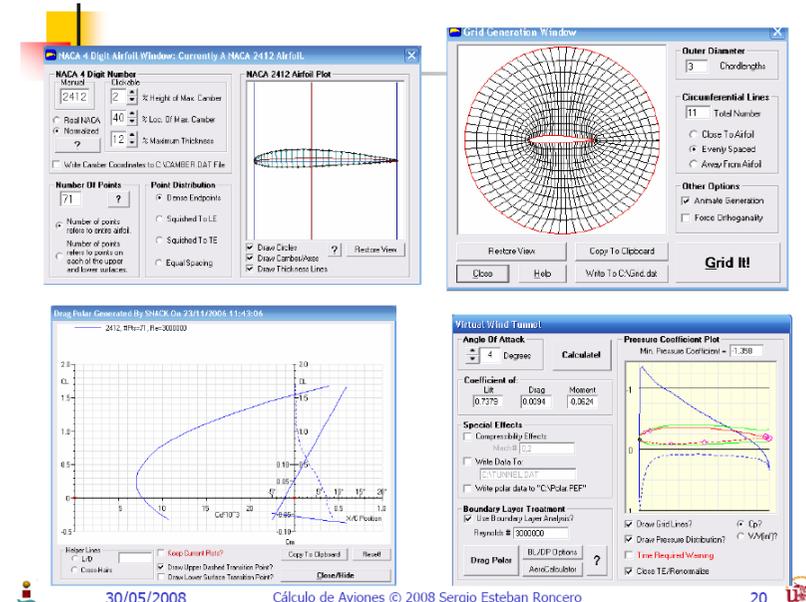
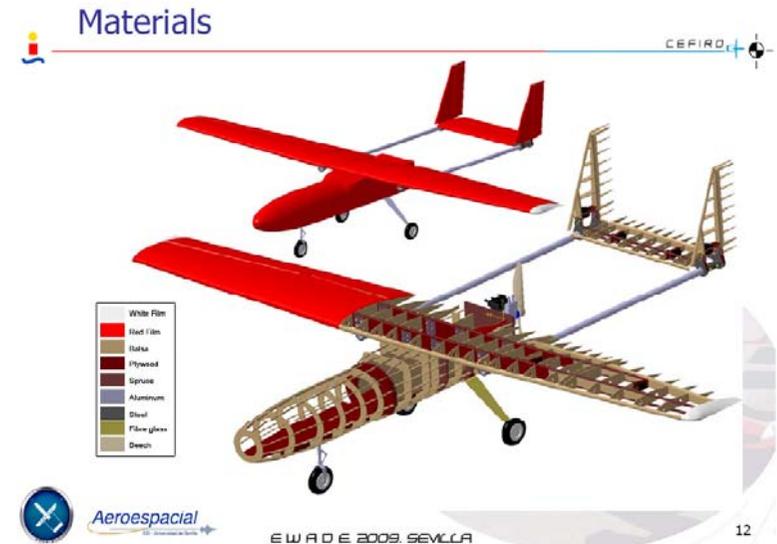
26 UFR



Revisión 3.0 – (21-12-09) – I

- 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.



Revisión 3.0 – (21-12-09) - II

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 de forma más precisa.

Propulsión y Actuaciones:

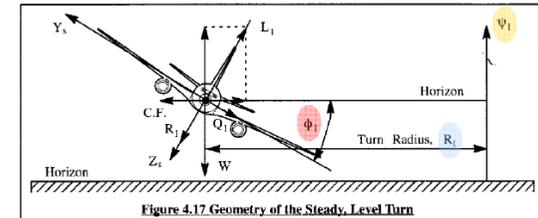
- Estudio en precisión de las actuaciones según segmentos.
 - Ángulos, velocidades, T/W, W/S.
- Cálculos de potencia requerida y necesaria finales.

$$W = L \cos \phi_1$$

$$U_1 = R_1 \psi_1$$

$$R_1 = \frac{U_1^2}{g \tan \phi_1}$$

$$\psi_1 = \frac{g \tan \phi_1}{U_1}$$



At this point, the concept of load factor, n is introduced:

$$L = nW$$

$$n = 1 / \cos \phi_1$$

$$Q_1 = \frac{g \sin^2 \phi_1}{U_1 \cos \phi_1} = \frac{g}{U_1} (n - \frac{1}{n})$$

and

$$R_1 = \frac{g \sin \phi_1}{U_1} = \frac{g}{n U_1} \sqrt{n^2 - 1}$$



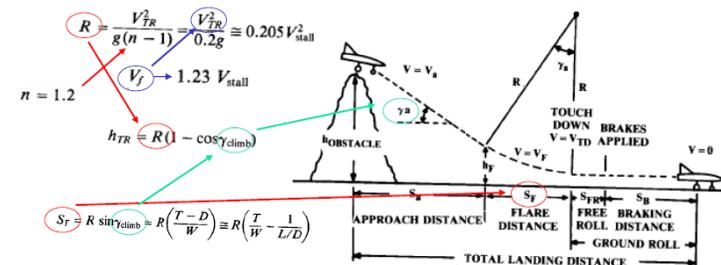
14/12/2008

Cálculo de Aviones © 2008 Sergio Esteban Roncero



Aterrizaje - 3

- Flare: Velocidad de aterrizaje $V_{TD} = 1.15 V_{STALL}$
 - El avión decelera desde $V_a =$ hasta $1.15 V_{STALL}$ por lo que la velocidad media es $1.23 V_{STALL}$
- Rodadura en pista: después de la toma de contacto el avión rueda durante varios segundos antes que el piloto aplique frenos:
 - Velocidad inicial es V_{TD} y la final es cero.
 - Si hay thrust-reversal, se aproxima con el 40-50% del empuje negativo.
 - No se puede utilizar el thrust-reversal en velocidades bajas



30/05/2008

Cálculo de Aviones © 2008 Sergio Esteban Roncero



Entrega Final – (27-01-10) - I

- 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:
 - Configuración limpia y sucia.
 - 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.

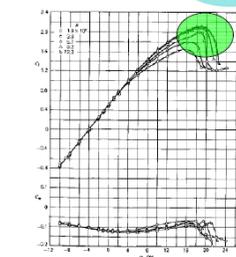


Corrección C_{Lmax} con Leading Edge Slat

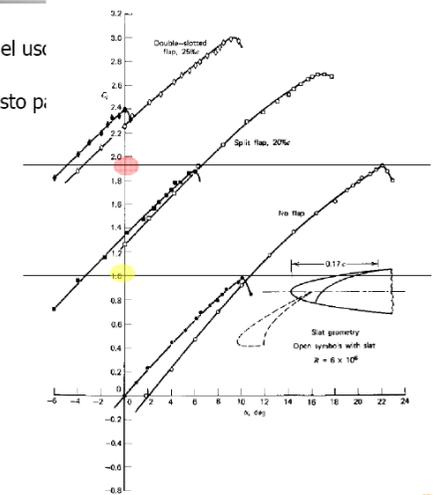
- El C_{Lmax} se puede extender con el uso de Leading Edge Slat.
- El procedimiento es similar al visto por aumento

$$\Delta C_{Lmax-LES} = \frac{1.875}{1} = 1.875$$

$$C_{Lmax-LES} = \Delta C_{Lmax-LES} + C_{Lmax}$$



18/11/2008



Cálculo de Aviones © Zapata

Entrega Final – (27-01-10) - II

- 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.

Estimación de Pesos - VI

■ Cargo Transport Airplanes: Raymer Method

$$W_{wing} = 0.0051 (W_{dg} N_z)^{0.557} S_w^{0.649} A^{0.5} (l/c)_{root}^{0.4} (1 + \lambda)^2 (\cos A)^{-1.0} S_{25}^{0.1}$$

$$W_{horizontal\ tail} = 0.0379 K_{alt} (1 + F_w/B_e)^{-0.25} H_{dg}^{0.639} N_z^{0.10} S_{ht}^{0.75} L_r^{1.0} \times K_p^{0.704} (\cos A_h)^{-1.0} A_h^{0.166} (1 + S_e/S_h)^{0.1}$$

$$W_{vertical\ tail} = 0.0026 (1 + H_r/H_e)^{0.225} H_{dg}^{0.556} N_z^{0.536} L_r^{-0.5} S_{vt}^{0.875} (\cos A_v)^{-1} A_v^{0.35} (l/c)^{-0.5}$$

$$W_{fuselage} = 0.3280 K_{door} K_{1q} (W_{cg} N_z)^{0.5} L^{0.25} S^{0.302} (1 + K_w)^{0.04} (L/D)^{0.40}$$

$$W_{main\ landing\ gear} = 0.0106 K_{mp} W^{0.888} N_z^{0.25} L^{0.4} N_{miss}^{0.321} V^{0.1} S_{stall}^{0.1}$$

$$W_{nose\ landing\ gear} = 0.032 K_{np} W^{0.646} N_z^{0.2} L_n^{0.5} N_{nw}^{0.45}$$

$$W_{nacelle\ group} = 0.6724 K_{ng} N_z^{0.10} N_w^{0.394} N_c^{0.119} W_{cc}^{0.61} A^{0.984} S^{0.224}$$

$$W_{starter\ (pneumatic)} = 49.19 \left(\frac{N_{eng} W_{en}}{1000} \right)^{0.541}$$

$$W_{engine\ controls} = 5.0 N_{en} + 0.80 L_{ec} \quad W_{fuel\ system} = 2.405 V_f^{0.666} (1 + V_r/V_f)^{-1.0} (1 + V_p/V_f) N_f^{0.5}$$

$$W_{flight\ controls} = 145.9 N_f^{0.554} (1 + N_m/N_f)^{-1.0} S_{cs}^{0.20} (l_f \times 10^{-6})^{0.07} \quad W_{avionics} = 1.73 W_{nav}^{0.983}$$

$$W_{APU\ installed} = 2.2 W_{APU\ uninstalled} \quad W_{turnings} = 0.0577 N^{0.1} H^{0.393} S^{0.75}$$

$$W_{instruments} = 4.509 K_{ip} N_c^{0.541} N_{en} (L_f + B_w)^{0.5} \quad W_{air\ conditioning} = 62.36 N_D^{0.25} (V_{pr}/1000)^{0.004} W_{nav}^{0.10}$$

$$W_{hydraulics} = 0.2673 N_f (L_f + B_w)^{0.937} \quad W_{anti-ice} = 0.002 W_{dg} \quad W_{handling\ gear} = 3.0 \times 10^{-4} W_{dg}$$

$$W_{electrical} = 7.291 R_{kva}^{0.782} L_u^{0.346} N_{gen}^{0.10} \quad W_{military\ cargo\ handling\ system} = 2.4 \times (\text{cargo floor area, ft}^2)$$

30/10/2008 Cálculo de Aviones © 2008 Sergio Esteban Roncero 57

Actuaciones Integrales – Autonomía I

$$\frac{dR}{dW} = \frac{V}{-CT} = \frac{V}{-CD} = \frac{V(L/D)}{-CW} \quad \rightarrow \quad R = \int_{W_1}^{W_2} \frac{V(L/D)}{-CW} dW = \frac{V L}{C D} \ln \left(\frac{W_2}{W_1} \right)$$

Optimizando para Jet – mínimo empuje

$$\frac{T}{W} = \frac{1}{L/D} = \frac{q C_{D0}}{(W/S)} + \left(\frac{W}{S} \right) \frac{K}{q} \quad \frac{\partial(T/W)}{\partial V} = \frac{\rho V C_{D0}}{W/S} - \frac{W}{S} \frac{2K}{1/2 \rho V^3} = 0 \quad E = \frac{1}{c_r} \frac{L}{D} \ln \frac{W_0}{W_1}$$

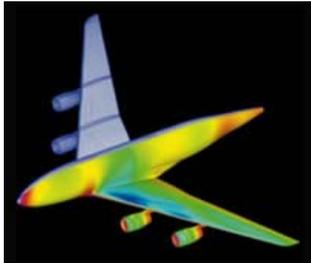
$$V_{min\ thrust\ or\ drag} = \sqrt{\frac{2W}{\rho S}} \sqrt{\frac{K}{C_{D0}}} \quad C_{L\ min\ thrust\ or\ drag} = \sqrt{\frac{C_{D0}}{K}} \quad D_{min\ thrust\ or\ drag} = qS \left[C_{D0} + K \left(\frac{C_{D0}}{K} \right)^2 \right] = qS(C_{D0} + C_{D0})$$

Optimizando para Pistón – mínima potencia

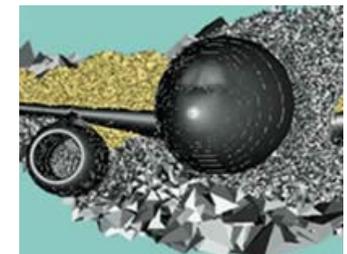
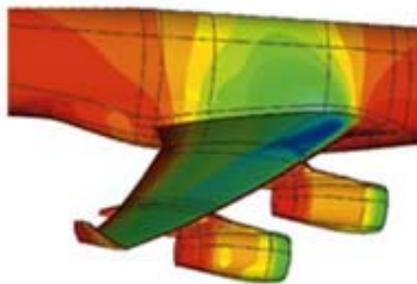
$$E = \frac{\eta_{pr}}{c} \sqrt{2\rho_\infty} S \frac{C_L^{3/2}}{C_D} (W_1^{-1/2} - W_0^{-1/2}) \quad V_{min\ power} = \sqrt{\frac{2W}{\rho S}} \sqrt{\frac{K}{3C_{D0}}} \quad C_{L\ min\ power} = \sqrt{\frac{3C_{D0}}{K}}$$

$$E = \int_{W_1}^{W_0} \frac{\eta_{pr}}{c} \sqrt{\frac{\rho_\infty S C_L}{2W}} \frac{C_L}{C_D} \frac{dW}{W} \quad D_{min\ power} = qS(C_{D0} + 3C_{D0})$$

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.
 - Saber que el resto de miembros de vuestro grupo depende de vosotros.
- Prepararos para un mundo real competitivo.

¡Aprender a ser ingenieri@!

Problema Conceptual de Diseño

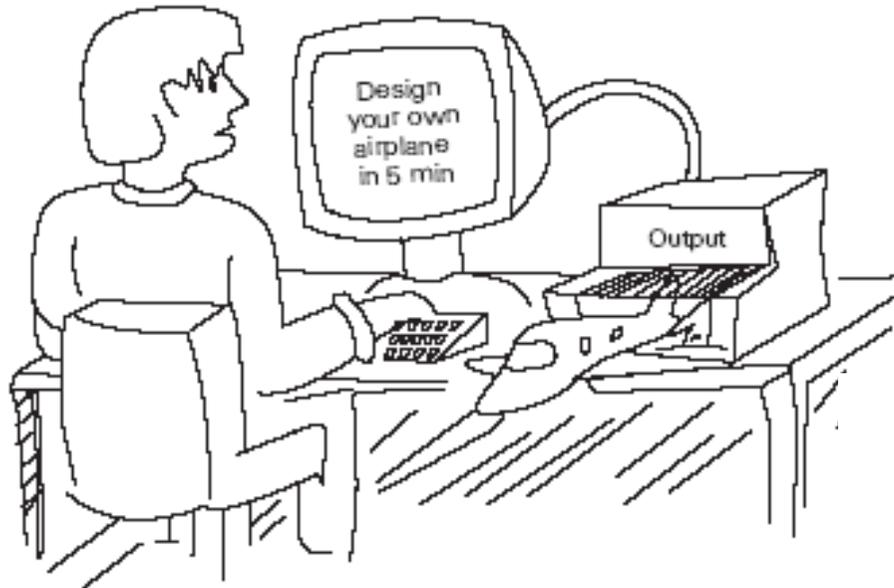


Fig. 1.3 Student view of design

¡¡Vuestra Visión!!

¡¡Lo que os vais a encontrar!!



Fig. 1.4 The 'real' design process

Diseño Aeronaves: Tarea multidisciplinar

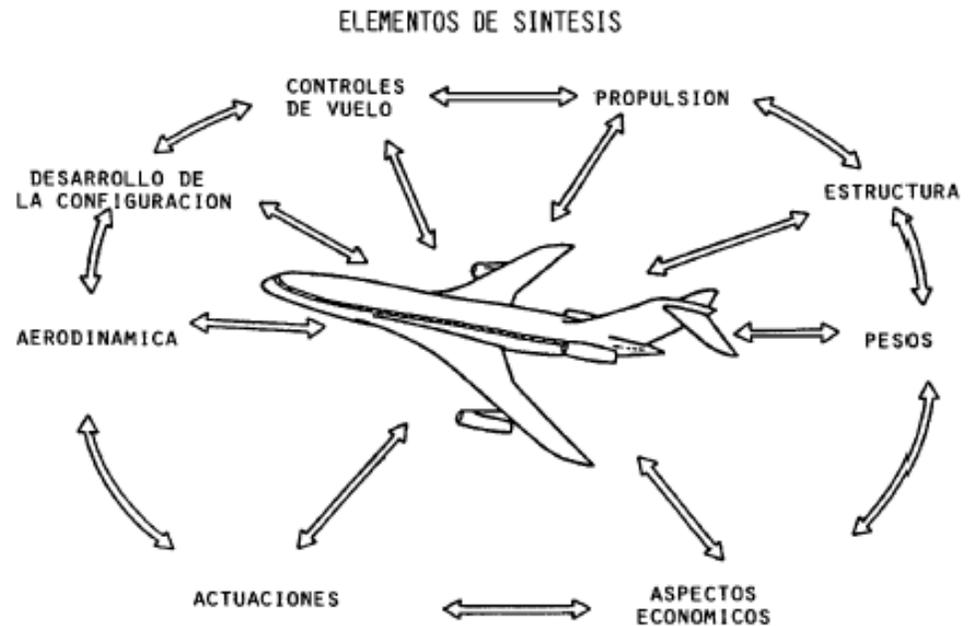
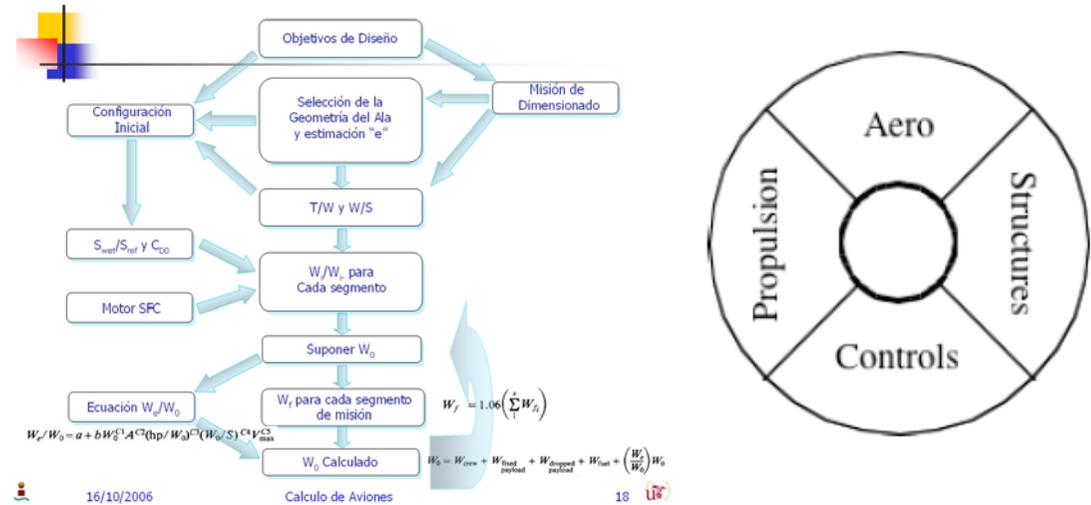
- Diseño de Aeronaves es una tarea multidisciplinar:

- 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.

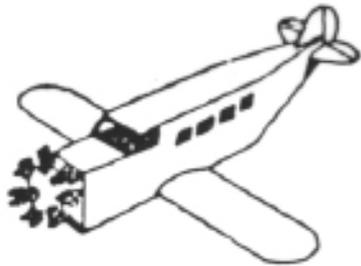
- **¡El primer diseño no suele ser el bueno!**



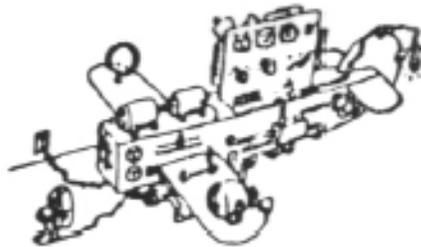
Desafío Multidisciplinar - I

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

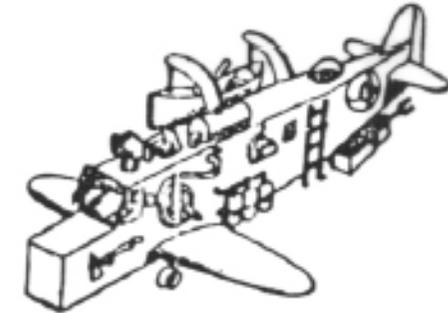
“Dream airplanes” – C. W. Miller



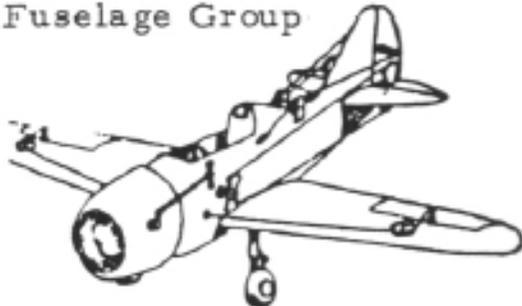
Fuselage Group



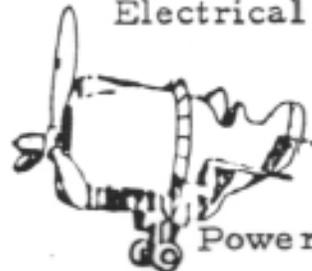
Electrical Group



Equipment Group



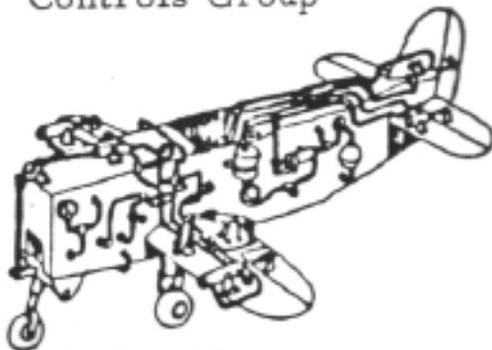
Controls Group



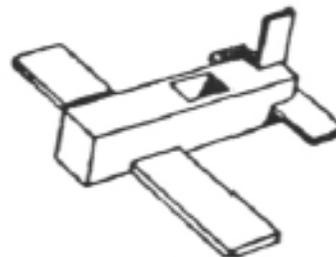
Power Plant Group



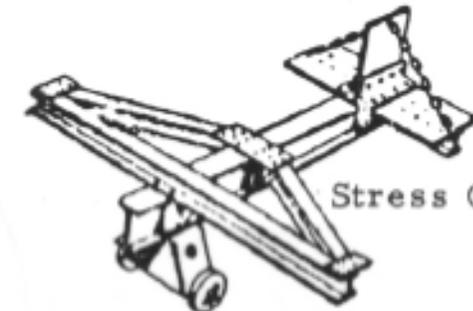
Aerodynamics Group



Hydraulics Group



Loft Group



Stress Group



Production Engineering Group

Desafío Multidisciplinar - II

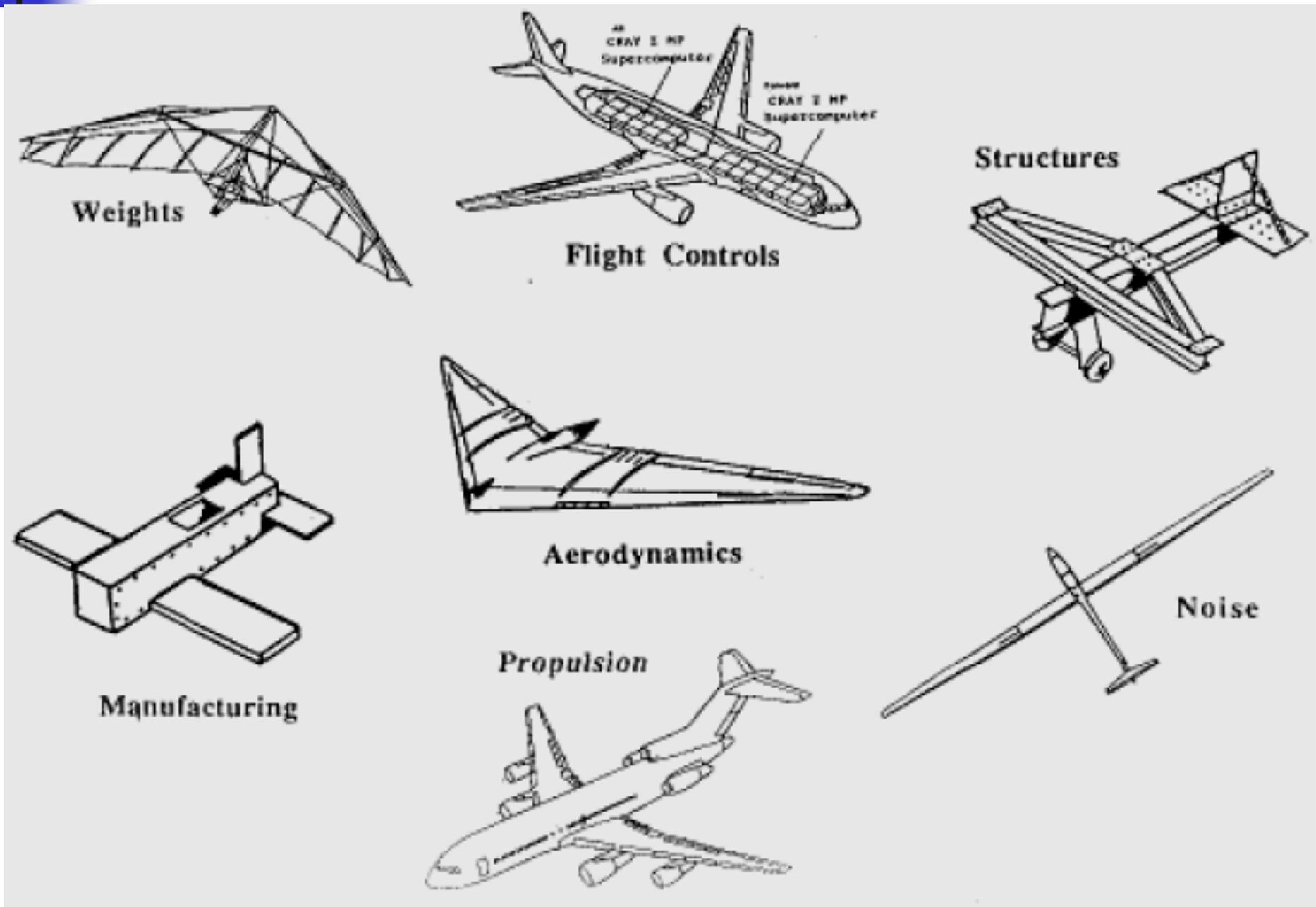


Figure 4. One can only make one thing best at a time.

¿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

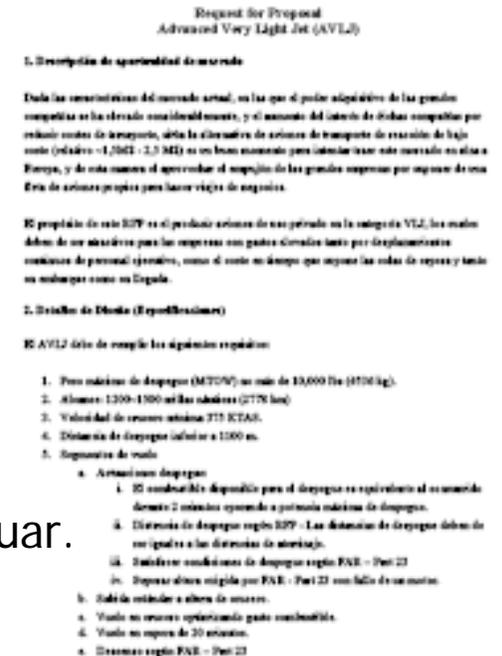
"BRAINSTORMING"

- 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



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?

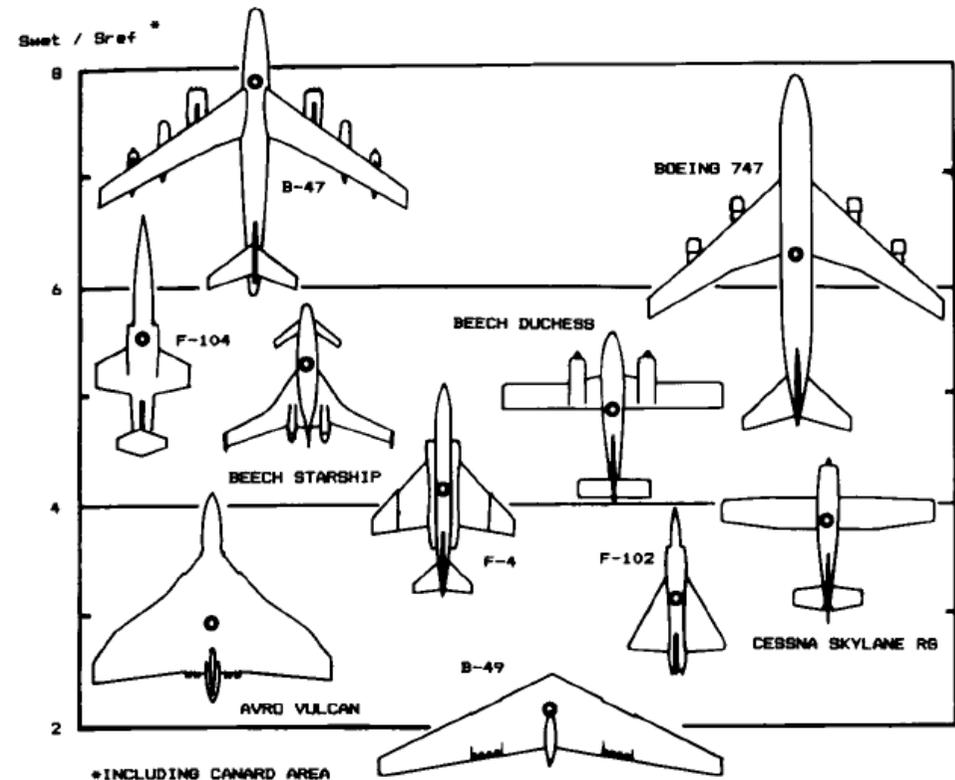


Fig. 3.5 Wetted area ratios.

Perfiles de Misión

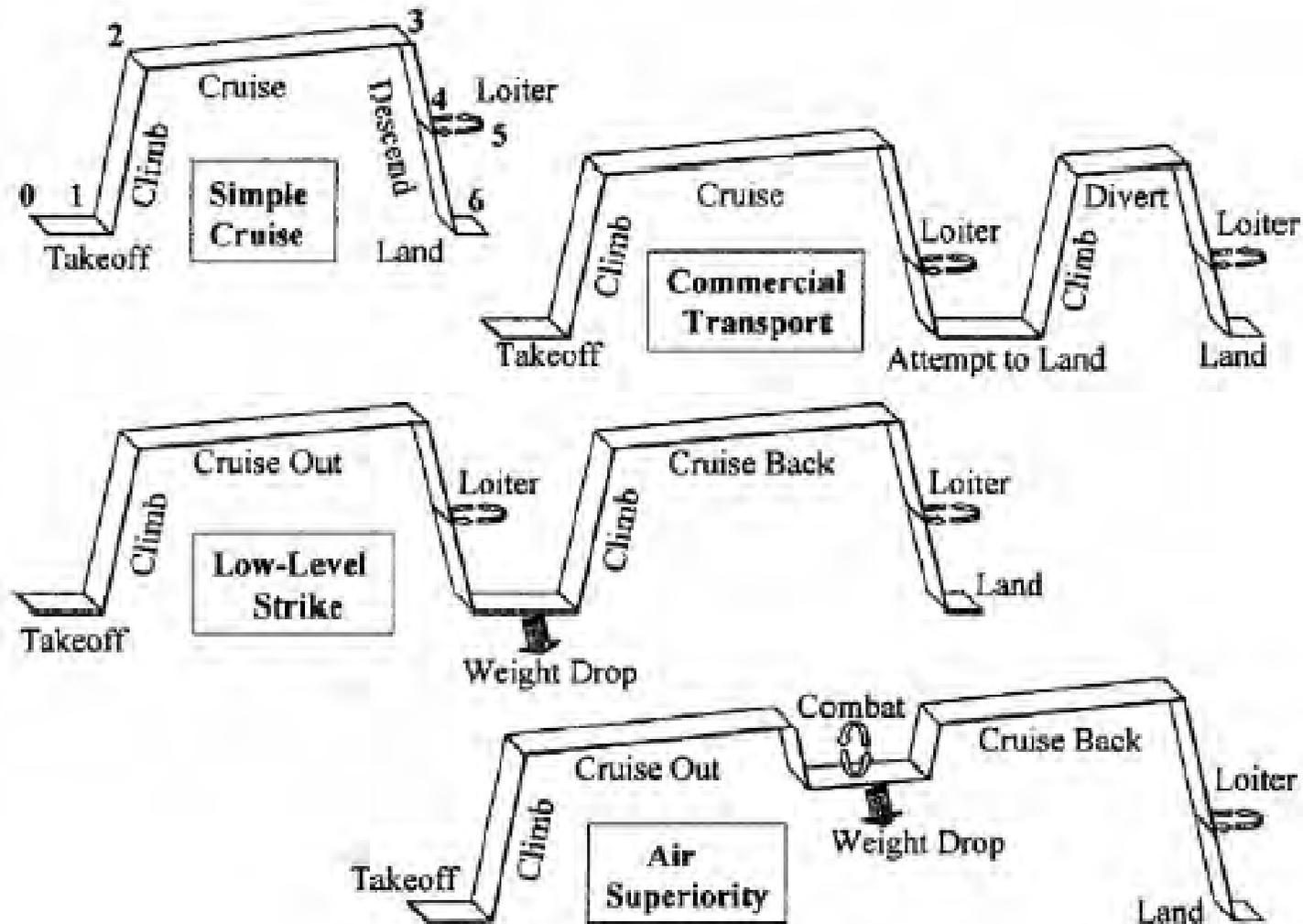
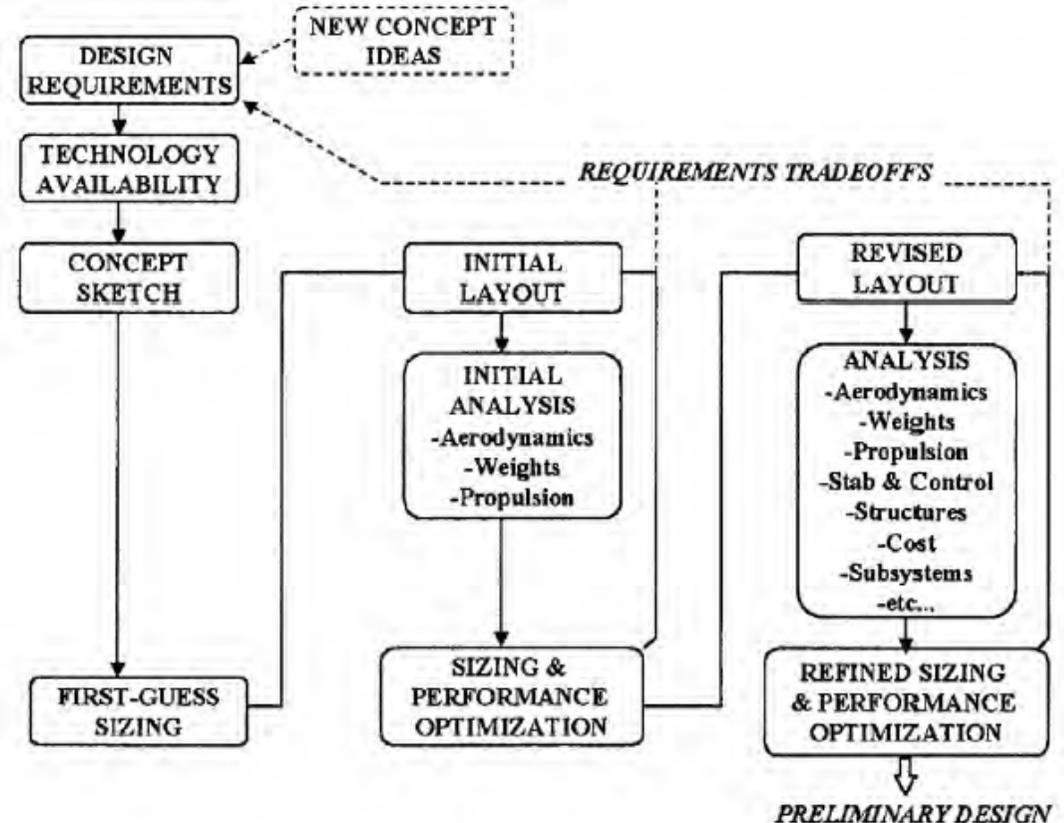


Fig. 3.2 Typical mission profiles for sizing.

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. Cualidades de Vuelo (Handling Qualities).
 3. Misión.
4. Selección de la geometría de alas.
 1. Ala.
 2. Cola horizontal y vertical.
5. Ratio Empuje-Peso (T/W).
6. Diseño de la carga del ala (W/S).
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

Burt Rutan: Still imagineering!

SpaceShipOne



Ejemplos de diseños III

Lockheed, Virginia Tech, NASA Team

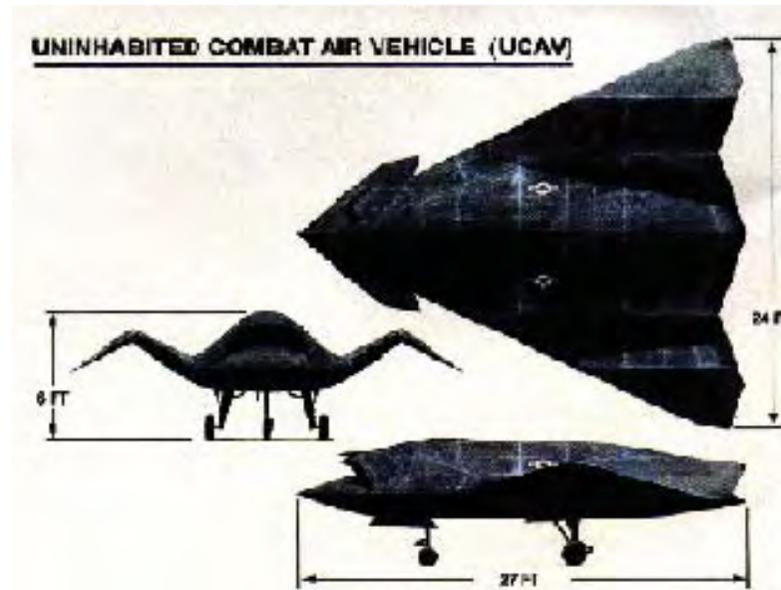


Compared to a conventional cantilever design:

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

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

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

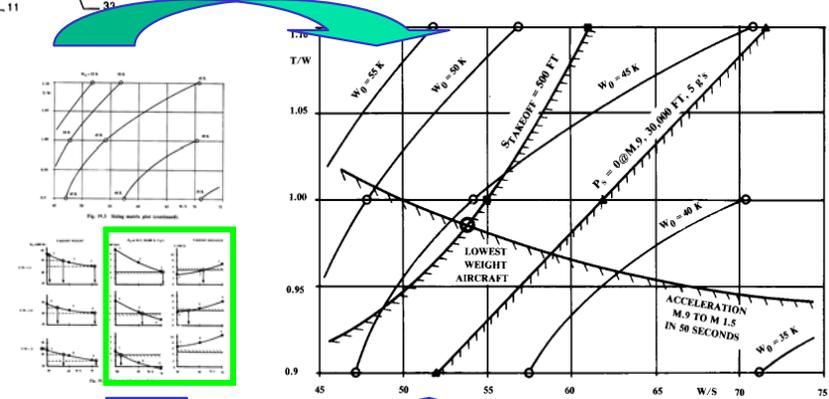
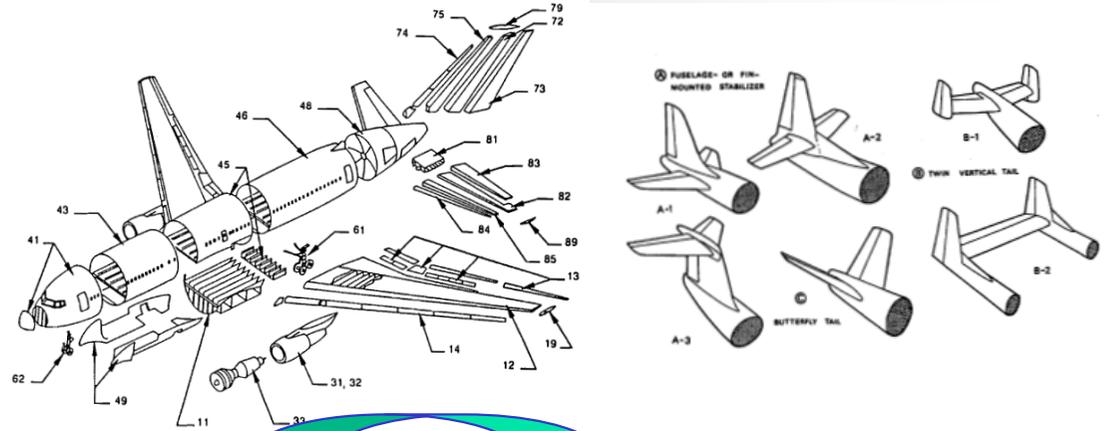


Fig. 19.4 Sizing matrix plot (concluded).

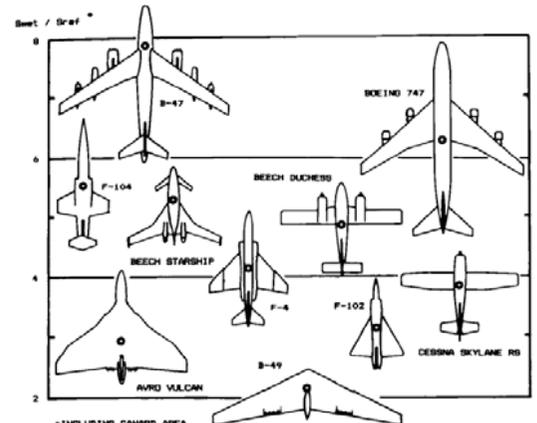


Fig. 3.5 Wetted area ratios.

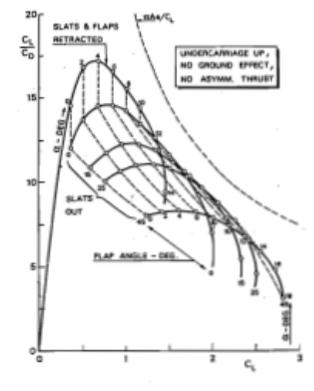


Fig. 11-4. Lift-to-drag ratio for the design in Fig. 12-1.

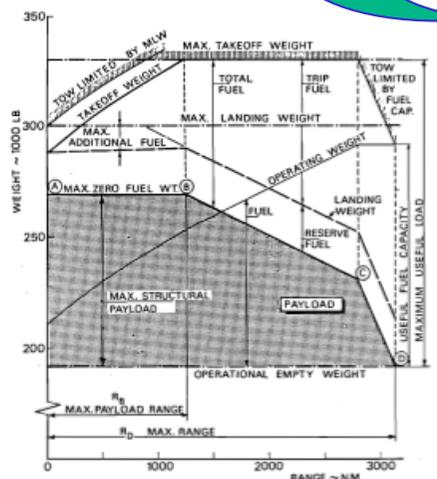


Fig. 8-3. Derivation of the payload-range diagram

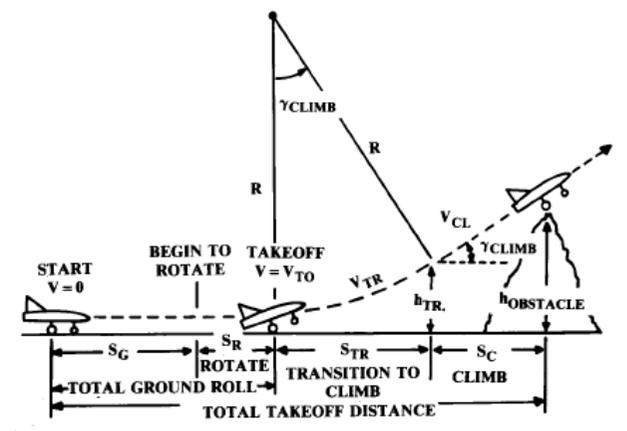


Fig. 17.17 Takeoff analysis.

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

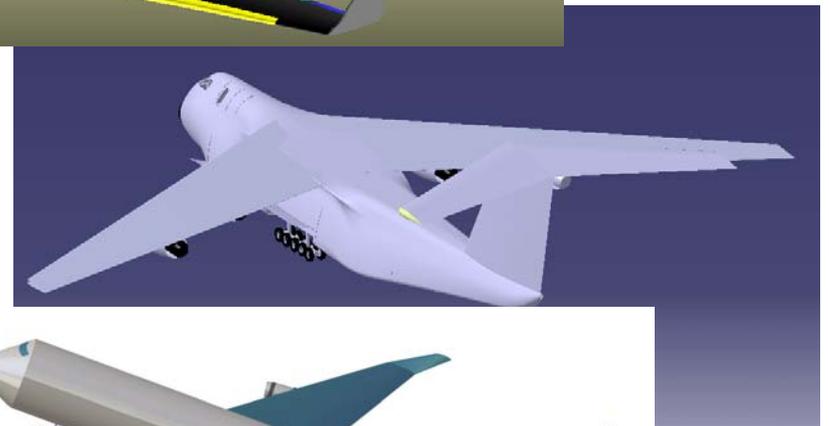
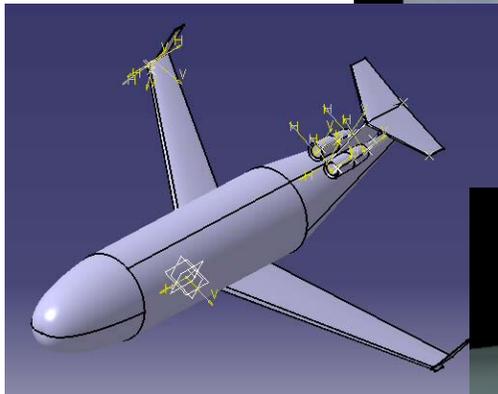
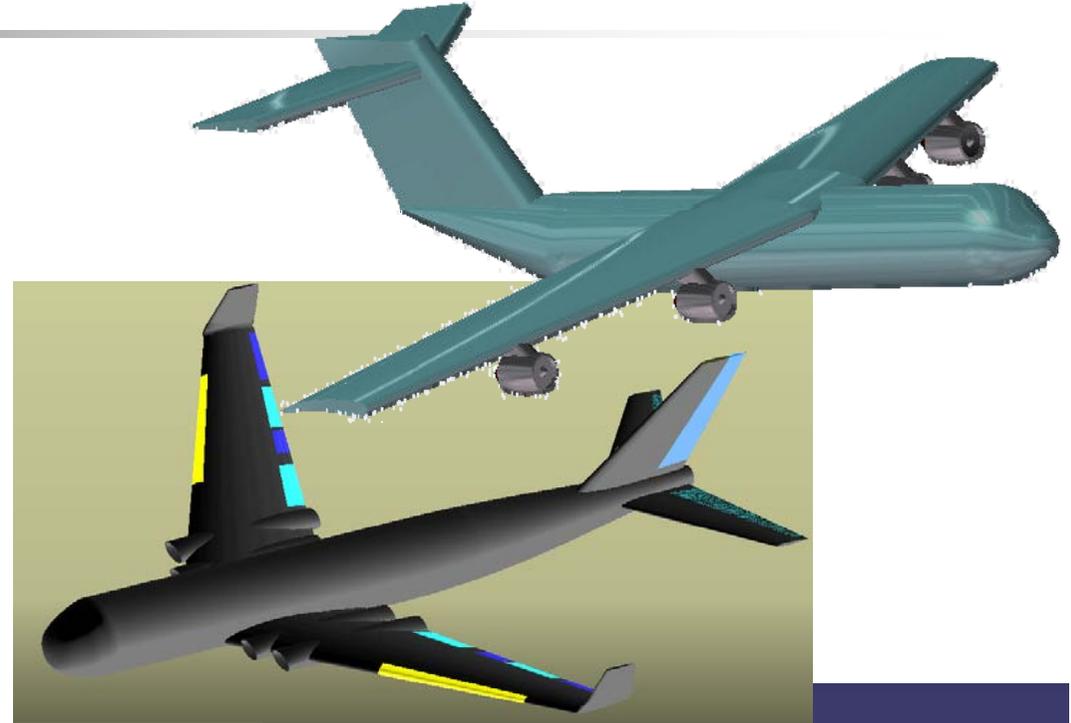
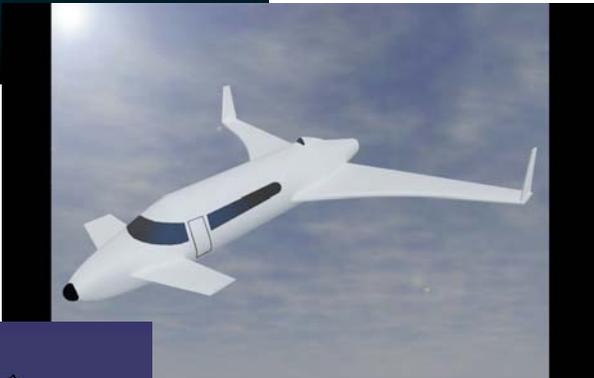
■ Bibliografía Adicional:

- *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.

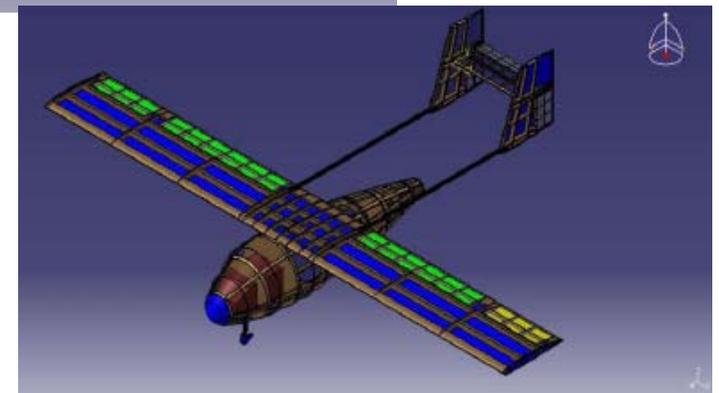
Conclusión

- Conclusiones:
 - Diseño es un reto.
 - Diseño es importante.
 - ¡Diseño es divertido!
 - Todavía hay sitio para los soñadores.
- ¿Qué es lo que han hecho vuestros compañeros?
- ¿¿¿Qué se espera de vosotros????

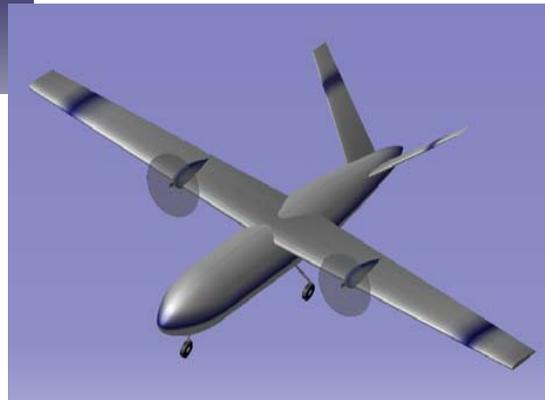
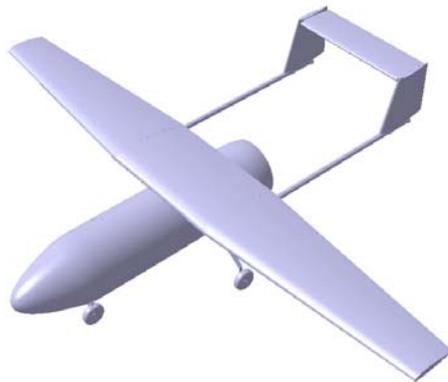
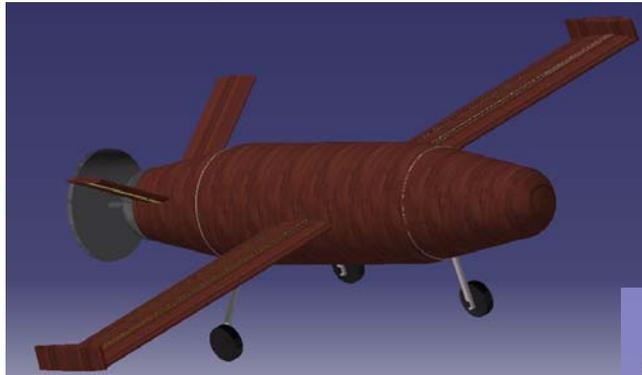
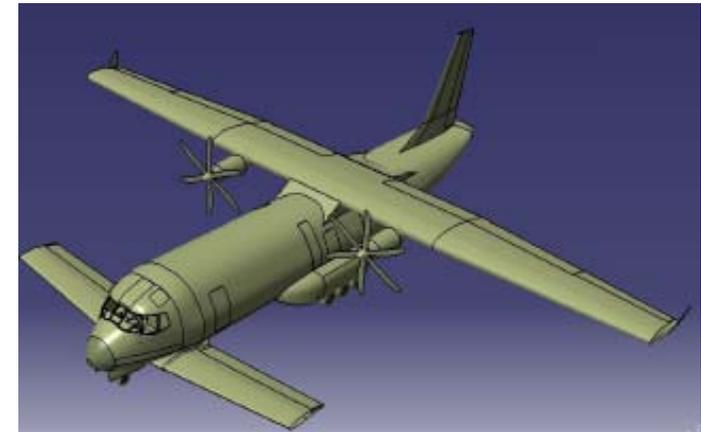
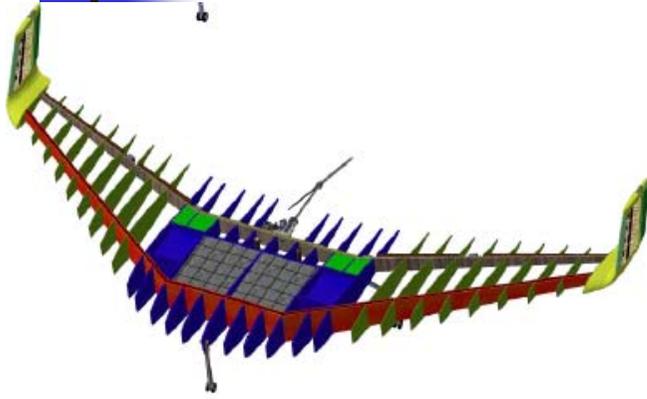
"Cálculo de Aviones" - 2006-07



"Cálculo de Aviones" - 2007-08

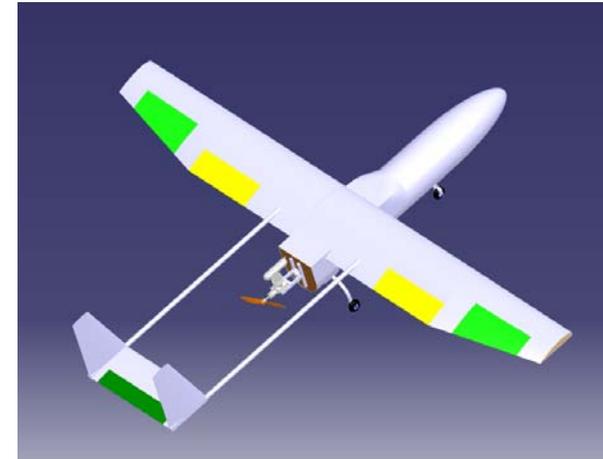


"Cálculo de Aviones" - 2008-09



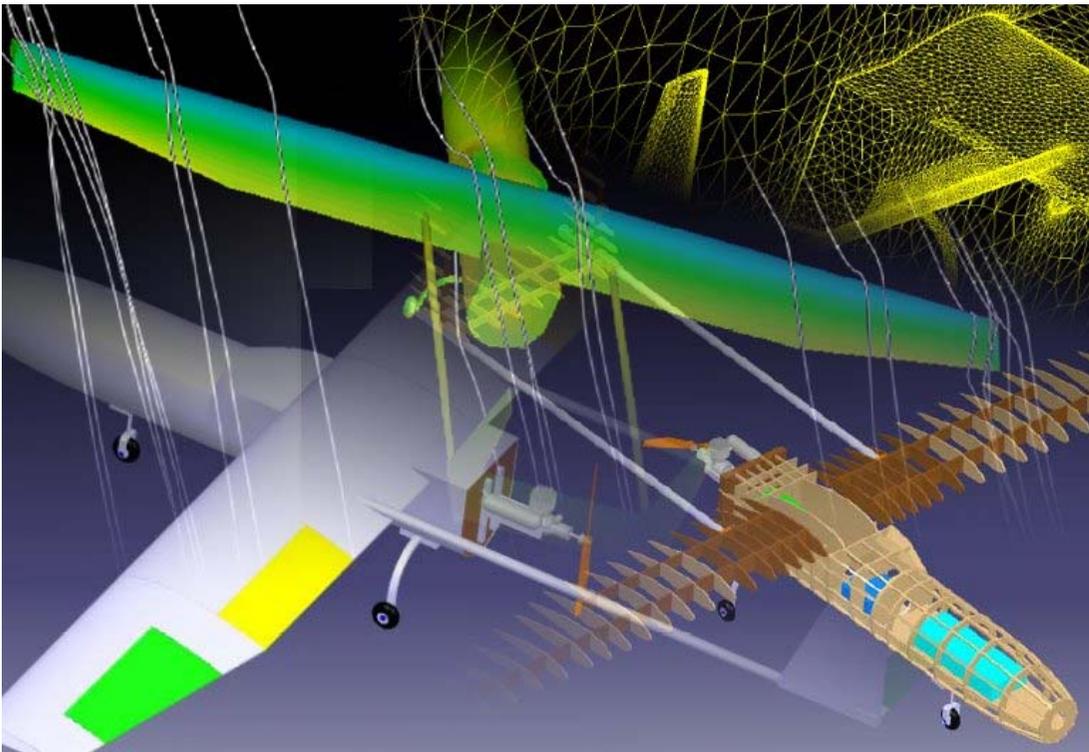
Cefiro: An Aircraft Design Project - I

- Cefiro's Request For Proposal (RFP):
 - Performance requirements
 - Endurance: 45 minutes.
 - Cruise speed 90-140 km/h.
 - Cruise altitude 500 m.
 - Modular design UAV
 - Easy Transportation.
 - Easy Reconfiguration.
 - Mission profile:
 - Defined mission profile.
 - Capability of adequate space for avionic systems (different missions):
 - Observation.
 - Experiments of identification.
 - Payload bay area able to transport 7,5 kg
- The level of details achieved during the preliminary design of Cefiro was limited to the scope of the Aircraft Design Class.



Cefiro: An Aircraft Design Project - II

- Need to extend each one of the design areas to transition from a design concept to a prototype.
 - “Cálculo de Aviones” gave a good proof of concept design, but not good enough to be a flying airplane.
 - Each one of the main 5 design areas of the preliminary design were assigned to students in order to be optimized (thesis):



- Structural design and manufacturing process.
- Aerodynamics.
- Stability and control.
- Engine and aircraft performance.
- Production and systems integration.

Cefiro: An Aircraft Design Project - III



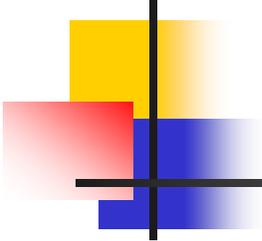
Seguir Aprendiendo

- 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?