DESCRIZIONE CORSO DI PROGETTO GENERALE DEI VELIVOLI – Prof. F. Nicolosi

RICHIAMI DI MECCANICA DEL VOLO (vedere anche appunti corso prestazioni)
(vedere cartella MECC_VOLO dove sono contenute le seguenti presentazioni PPT)

01_Polare e Punti caratteristici
02_Motori
03_Volo livellato
04_Salita
05_Autonomie (distanza ed oraria)
06_Decollo&Atterraggio
07_Virata e Volo Manovrato

Corso PGV

1) Il progetto di un velivolo (il processo di design) (fasi, caratteristiche, marketing, etc.) (1_Il processo di design)

2) Specifica di progetto con richiami di meccanica del volo (2_La specifica)

3_1) Stabilità ed equilibrio longitudinale del velivolo (Equil_Stab_LOng_01)

(Per tale parte vedere anche CAP 5-7 del Perkins)

Brevi richiami di fuoco profilo, centro aerodinamico dell'ala, etc.

Sistema portante velivolo generalizzato

Sistema a due sup. portanti, angolo diedro longitudinale

Dal velivolo convenzionale a quello generalizzato

NUOVA Trattazione corretta (con distanza centro aer ala- centro aer piano)

Effetti fusoliera (esempi applicativi)

Il CL di equilibrio

L'angolo it per l'equilibrio

Il downwash (effetti AR ala, distanze, ala alta o bassa rispetto al piano)

Il superstallo delle ali a freccia e sistemi di prevenzione

Cause di non linearità. Effetti non lineari dovuti a aw, at e rapp. pressioni dinamiche.

Cause di non linearità. La stabilità pendolare. Effetto della componente di forza orizzontale

Carichi di equilibrio e bilanciamento del piano di coda

Piano tradizionale stabilizzatore-equilibratore

Indice di efficacia dell'equilibratore. Dipendenze e non linearità.

Diagramma del controllo, cioè di de in funzione di CLe. Condizione gravosa di atterraggio.

Lo stabilatore. Posizione dell'asse di cerniera. Caso eccentricità "e" nulla, positiva e negativa.

Scelta progettuale asse cerniera e parametri decisivi. Funzioni del tab (anti-tab).

Caso stabilizzatore-equilibratore. Momenti di cerniera (dipendenze).

Bilanciamento aerodinamico sup mobili. Metodi controllo (Set-back hinge line, Horn Balance, internal balance, beveled t.e, frise aileron)

Stabilità a comandi liberi. Punto neutro a comandi liberi.

Controllo con stabilizz-equilibratore. Il trim-tab. Deflessione di controllo de in caso trimmato e non (governo).

Funzioni generali di un'aletta tab (servo-tab, anti-tab, trim-tab, tab-governo).

Condizioni non lineari sul de.

3_2) Stabilità ed equilibrio longitudinale (Equil_Stab_LOng_02)

(Per tale parte vedere anche CAP 5-7 del Perkins)

Effetti propulsivi diretti ed indiretti su stabilità e controllo longitudinale

Sforzi di barra, importanza ai fini progettuali. Metodi per modificare gli sforzi.

Equilibrio e stabilità in manovra. Punto neutro in manovra a comandi bloccati (Nm) e liberi (Nm')

4) Stabilità e controllo direzionale (Equil_Stab_DIR) (***Cap 8 Perkins***)

Contributi alla stabilità direzionale

Il contributo del piano di coda verticale. Il side-wash. Effetti posizione ala e posizione relativa piano orizzontale.

Controllo direzionale. Cn_dr. Piantata motore e Vmc.

Rudder lock. Metodi per fronteggiare (dorsal fin).

5) Stabilità e controllo laterale (Eff_Diedro_Contr_Rollio)

Contributi alla stabilità laterale. Effetto diedro. Effetto ala a freccia. Effetto posizione relativa ala-fusoliera (effetto pressioni ed effetto Schlichting). Effetto dell'angolo diedro.

Rapporto tra stabilità laterale e stab. direzionale.

Controllo laterale. Effetto degli alettoni. Potenza di controllo. Indice di efficacia degli alettoni. Rollio stabilizzato. Dipendenza da Cl_da e Cl_p (smorzamento a rollio). Effetto della rastremazione e di AR sulle prestazioni di rollio. Diagramma p(V) con parte limitata dalla deflessione e parte limitata dallo sforzo. Effetti aeroelastici. Effetto della stabilità direzionale e del momento di inerzia del velivolo.

Bilanciamento aerodinamico alettoni (internal seal)

6) Velocità di stallo (Vel_stallo)

Definizione della velocità di stallo secondo normativa. Importanza della velocità di stallo in fase progetto. Effetto della manovra di stallo. Effetto dell'entry rate ER. Definizione di Vs, Vs_FAR, Vs_1g e rispettivi CL massimi. Esempio B747 con risultati di prove di galleria e prove di volo.

7) Progetto della fusoliera (velivolo commerciale)

Fusoliera come progetto dall'interno verso l'esterno. Allestimento interno, sistemazione passeggeri , normativa e livelli di comfort. Vari esempi. orma della sezione. Pressurizzazione e sollecitazioni. Sistemazione della parte cargo. Dimensioni standard cargo container.

Vari esempi di fusoliere. Spaccati. Aviazione generale e monomotori. Ergonomia e progettazione del cockpit. Visuale pilota. Effetti aerodinamici Fffetto del rapporto snellezza. Effetto dell'upsweep della parte caudale. Rapporto snellezza del nose e problemi di onde d'urto.

8) Prestazioni e Prestazioni generalizzate velivolo a getto.

Considerazioni sulle prestazioni di volo. Decollo, e decollo bilanciato, analisi dei parametri. Autonomie elica.

Autonomie velivolo a getto. Prestazioni generalizzate velivolo a getto. La barriera di Buffeting. Diagramma delle maglie di crociera. Diagramma Pay-load range per velivolo limitato a max zero – fuel weight.

D.O.C. – Analisi dei costi diretti di esercizio. Definizioni e diagrammi. Esempi velivoli short e long-range.

9) Progetto dell'ala. Condizioni di progetto e scelta dei parametri progettuali.

Scelta di S e di AR per soddisfare le prestazioni di crociera, salita, decollo e manovra.

Effetti della forma in pianta (rastremazione, freccia).

Scelta dei profili. Scelta del calettamento in fusoliera.

Progetto di ala transonica ed isobare.

Progetto e scelta dei sistemi di ipersostentazione.

Capacità serbatoi.

Peso dell'ala ed effetto dei parametri geometrici.

Come l'ala influisce sul DOC.

10) Progetto piano orizzontale. Condizioni di progetto e scelta dei parametri progettuali.

Incognite. Condizioni progettuali. Procedura applicativa semplificata (statistica). Procedura applicativa con le condizioni progetto.

11) Progetto piano verticale. Condizioni di progetto e scelta dei parametri progettuali.

Incognite. Condizioni progettuali. Condizione Vmc per velivolo plurimotore. Condizione raffica in atterraggio. Procedura applicativa semplificata (statistica). Procedura applicativa con le condizioni progetto.

12) Progetto alettoni. Condizioni di progetto e scelta dei parametri progettuali.

Incognite. Condizioni progettuali. Richieste di normativa. Interrelazione tra progetto alettoni e progetto flap.

13) Configurazioni di velivoli.

Posizione ala (alta-media-bassa). Posizione dei motori (annegati, sub-alari o caudali) (vantaggi e svantaggi). Configurazioni della coda. Posizione ed arrangiamento carrelli. Configurazioni innovative.

ESERCITAZIONI PGV

- Determinazione dei pesi
- Determinazione del punto di progetto (scelta S, Ar e motore)
- Progetto fusoliera
- Progetto ala (caratteristiche aerodinamiche ala)
- Progetto dei flap
- Progetto degli alettoni
- Determinazione della polare di resistenza del velivolo
- Analisi delle prestazioni di volo
- Prestazioni di decollo ed atterraggio
- Progetto piano orizzontale ed analisi di stabilità e controllo
- Progetto piano verticale ed analisi di stabilità e controllo
- Effetto diedro. Verifica angolo diedro.
- Analisi dei pesi (classe II)
- Centraggio
- DOC

ARGOMENTI DEL CORSO

Gli argomenti da trattare sono sostanzialmente quelli delle slides (PPT_2011) e della DIR appunti.

E' fondamentale studiare i RICHIAMI DI MECCANICA DEL VOLO (vedere anche appunti corso prestazioni) (vedere dir Meccanica del Volo).

Sono qui richiamati:

- Processo di design, specifica progetto.

- Stab ed equilibrio longitudinale. Velivolo generalizzato. Punto neutro. Diagramma di equilibrio. Il downwash. Effetti non -lineari. Stabilità pendolare. Il superstallo. Caso stabilatore, asse cerniera, eccentricità. Il tab. Caso stabilizzatore-equilibratore. Il tab. Funzioni. Bilanciamento aerodinamico delle sup di controllo (horn, overhang, etc.). Carichi di bilanciamento piano coda. Effetti propulsivi diretti ed indiretti (elica e jet). Sforzi di barra, importanza ai fini progettuali. Metodi per modificare gli sforzi. Equilibrio e stabilità in manovra. Punto neutro in manovra a comandi bloccati (Nm) e liberi (Nm').

- Stab ed equilibrio direzionale. Effetto diedro. Stab e controllo direzionale. Contributi alla stabilità direzionale. Fusoliera, ala a freccia, piano verticale. Il side-wash. Effetto sul side-wash dell'ala alta e bassa. Controllo direzionale. Caso della Vmc. Il rudder-lock. Come evitarlo.

- Effetto diedro. Contributi. Effetto posizione ala-fus. Effetto ala a freccia. Scelta dell'angolo diedro alare. Coupling tra stab direzionale ed effetto diedro. Controllo laterale. Efficacia alettoni. Manovra rollio stabilizzato. Effetto della stab direzionale. Diagramma p(V) , effetto sforzo massimo. Indice di efficacia alettoni pb/2V.

- Velocità di stallo. Definizione ed Importanza progettuale.

- Progetto della fusoliera di un velivolo.

- progetto dell'ala di un velivolo.

- Prestazioni dei velivoli. Crociera, salita, decollo.

- Prestazioni-. Autonomie elica e jet. Prestazioni genralizzate velivolo a getto (effetti comprimibilità). Maglie di crociera. Diagramma Pay-load/Range. Limitazione MZFW (Max zero-fuel weight), cioè peso massimo a zero combustibile.

- Prestazioni economiche. Il DOC. (costo diretto esercizio).

PROGETTI:

- Il progetto del piano orizzontale di coda. Incognite. Funzioni. Condizioni critiche da considerare. Applicazione.

- Il progetto del piano coda verticale. Incognite. Funzioni. Condizioni critiche da considerare. Applicazione.

- Il progetto dell'ala di un velivolo da trasporto.

- Il progetto degli alettoni.Incognite. Funzioni. Condizioni critiche da considerare. Applicazione.

- Il progeto dei flap/slat. Incognite. Funzioni. Condizioni critiche da considerare. Applicazione.

TESTI UTILI di AIRCRAFT DESIGN e di Riferimento

Torenbeek, E., *Synthesis of Subsonic Airplane Design*, Delft Univ. Press, 1982.

Roskam, J., *Aircraft Design*, Published by the author as an 8 volume set (Vol. 1-8), 1985-1990.

Raymer, D., *Aircraft Design-A Conceptual Approach*, AIAA, 1992.

Design of Aircraft [Paperback] Thomas C. Corke

Aircraft Design (Cambridge Aerospace Series) Ajoy Kundu

Jenkinson, L.R., Civil jet aircraft design Lloyd R. Jenkinson, Darren Rhodes, Paul Simpkin
American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1999 - 418

CORSO PGV Università di Stanford (Digital Textbook)
http://adg.stanford.edu/aa241/AircraftDesign.html

Aircraft Conceptual Design Synthesis. by Denis **Howe** PhD (Cranfield)

Stinton D., *The Design of the Airplane*, van Nostrand Reinhold, New York, 1983.

Kuchemann, J., *Aerodynamic Design of Aircraft*, Pergammon Press, 1982.

Shevell, R.S., *Fundamentals of Flight*, Prentice Hall, 1983.

Aircraft Design Projects for Engineering Students - L. Jenkinson, J.

Simplified Aircraft Design for Homebuilders - Daniel P Raymer

Modern Aircraft Design - Martin Hollmann

Composite Aircraft Design - Martin Hollmann

TESTI INTRODUCTION AERONAUTICS

- Introduction to aeronautics: a design perspective, **S.A. Brandt, R.J. Stiles, J.J. Bertin, R. Whitford (AIAA series)**
- Aircraft Performance and Design, **J.D. Anderson**

SITO AIRCRAFT DESIGn MARTIN HOLLMAN

http://www.aircraftdesigns.com/martin-hollmann.html

SITI DI INTERESSE

AEROSPACE WEB

http://www.aerospaceweb.org/

Questions

http://www.aerospaceweb.org/question/list.shtml

NASA GLENN

The Beginner's Guide to Aeronautics - COMPLETO

http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/index.html

Aerodinamica

http://www.desktopaero.com/appliedaero/appliedaero.html

http://dma.ing.uniroma1.it/users/graziani/link.html

MOTI IRROTAZIONALI PIANI

http://www.diam.unige.it/~irro/

NASA GLENN LEARNING TECH PROJECT

http://www.lerc.nasa.gov/WWW/K-12/TRC/Aeronautics/AeronauticActivitiesHome2.htm

PAGINA CON SITI SULL'AERONAUTICA

http://www.mh-aerotools.de/airfoils/otherlnk.htm

APPLET e Software Analisi Aerodinamica

FOILSIM
Applet Java disponibile sul web per flusso, pressioni, coefficienti attorno ad un profilo
Effetto spessore e curvatura sulla distribuzione di Cp Di primo livello
Mostra la separazione e lo stallo, ma non ha un modello viscoso per effetti di strato limite
http://www.lerc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/foil2.html

NASA GLENN
Free software (oltre FOILSIM) per scopo educational
http://www.lerc.nasa.gov/WWW/K-12/freesoftware_page.htm

JAVAFOIL
Software per analisi interattiva di profili
Forse e' il piu' interessante!
C'e' un programma interattivo per l'analisi di profili alari mono e multicomponente
Comunque in flusso attaccato e senza bolla
http://www.mh-aerotools.de/airfoils/javafoil.htm

XFOIL
Si potrebbe anche usare XFOIL (che e' il migliore come software disponibile) ed e' facile da usare.
Si puo' scaricare dalla rete all'indirizzo
http://raphael.mit.edu/xfoil/

SNACK / DesignFOIL
Software molto buono per il design (sempre a scopi educational)
Si deve acquistare, ma si puo' scaricare un demo.
http://www.dreesecode.com/

MOTORI

ENGINESIM - Applet Java di simulazione di un motore a getto
http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/ngnsim.html