LA MECCANICA DEL VOLO ED I MODELLI ACROBATICI

1ª puntata

Dr. Ing. Luigi Bovo

Con questo articolo il nostro collaboratore Ing. Bovo si rivolge soprattutto agli esperti, con una accurata disamina teorica delle leggi fisiche che regolano il volo dei modelli acrobatici. Trattasi di un argomento su cui esistono pochissimi precedenti, ed alquanto difficile da studiare in forma analitica, sotto tutti i suoi molteplici aspetti, per cui può essere che, in qualche punto, la pratica si discosti leggermente dalle conclusioni della teoria, che necessariamente deve basarsi sui punti fondamentali del problema, trascurando alcuni effetti accessori, che però possono assumere una notevole importanza pratica.

Riteniamo comunque che la trattazione rivesta un notevole interesse, per l'interpretazione scientifica di molte conclusioni cui la pratica ha già portato, e soprattutto per la sua completezza ed accuratezza. Comunque per coloro che non amano le formule, e soprattutto per i principianti, comunichiamo che, a questo articolo teorico, ne faremo seguire un altro, a carattere eminentemente pratico, in cui daremo delle chiare e semplici indicazioni per il progetto dei modelli acrobatici, basandoci sulle caratteristiche dei migliori modelli visti sui campi di gara, nonchè per la loro costruzione e messa a punto.

EQUAZIONI CARATTERISTICHE DELLE MANOVRE ACROBATICHE

Mentre per qualsiasi modello da competizione, sia esso da durata o da velocità, il progetto è regolato principalmente dalla « formula », sia essa FAI, AMA o quel che volete, per gli acrobatici succede qualcosa di totalmente diverso.

Anche qui il regolamento (occupiamoci ora solo del FAI, che è quello che ci interessa direttamente) impone delle limitazioni a certi valori di progetto (ad esempio il carico alare), tal quale come li impone, per esempio, ai Wakefields; ma queste limitazioni sono del tutto irrilevanti, ai fini del progetto, rispetto a quelle che nessun regolamento impone esplicitamente, ma che discendono da una considerazione quasi lapalissiana: un modello acrobatico deve fare acrobazia. E, più precisamente, l'acrobazia che deve fare il modello è la seguente... (e qui il regolamento ci enumera, una per una, le figure del programma di gara, nonchè i limiti di altezza, di raggio, ecc. entro cui le figure debbono essere eseguite).

Si potrebbe obiettare, a questo punto, che non è tanto il modello, quanto il pilota, che fa acrobazia, e questo è vero, nel senso che le acrobazie il modello non le fa mai da solo, ma in quanto comandato dal pilota, per cui la questione del programma acrobatico riguarda solo quest'ultimo.

Però è altrettanto vero che un modello, anche comandato dal più grande acrobata della storia, non eseguirà mai una manovra che non rientri nelle sue possibilità materiali, mentre la più grande scamorza della terra, con un modello adeguato, potrà sempre stamparvi sul naso la più complessa manovra: è unicamente questione di tempo e di « tampe »!

Ciò che mi propongo di mostrare in questo articolo è proprio questo: il programma acrobatico interesserà il pilota, che deve studiarselo e poi allenarsi ad eseguirlo alla perfezione, ma interessa, prima di tutto, il progettista, che deve impostare il suo lavoro sulle esigenze impostegli dalle manovre, così come il regolamento vuole che siano eseguite. In definitiva: al variare del programma acrobatico variano le esigenze di progetto. E che questa non sia un'affermazione avventata è dimostrato, oltre che dalle considerazioni che vi esporrò, da un fatto assai sintomatico: quando si decise, qualche tempo fa, di aggiungere, ai lanci con programma FAI, un terzo lancio con programma AMA, ci fu gente che si presentò in gara con due modelli diversi, di cui uno appositamente progettato per quest'ultimo.

Ed ora che ho enunciato il tema, passerò ad esporlo: ogni manovra esige qualcosa di particolare e di specifico, sia dal pilota, sia dal modello. In particolare, il programma acrobatico è costituito da una sovrapposizione di manovre elementari che, concatenate in vario modo, danno luogo all'una o all'altra delle figure acrobatiche. Dette manovre elementari sono:

a) il volo orizzontale;
b) il passaggio sulla verticale;
c) il looping;
d) la richiamata brusca.

Se ora passiamo ad analizzare la dinamica delle varie manovre elementari, troveremo subito che cos'è quel « qualcosa » che ciascuna manovra esige.

a) **Volo orizzontale**

Qui le esigenze sono banali: una portanza tale da sostenere il peso, ed una forza centripeta, cioè una trazione sui cavi, pari a quella necessaria per mantenere il modello sul cerchio di raggio pari alla lunghezza dei cavi.

La prima esigenza dev'essere assicurata dall'ala:

$$P = \frac{1}{2} \varrho \, Cp_o \, SV^2 = Q \quad (1)$$

$$Cp_o = \frac{2Q/S}{\varrho \, V^2} \quad (2)$$

la seconda dai cavi e quindi, in ultima analisi, dal pilota:

$$To = Fc = \frac{m V^2}{R} = \frac{QV^2}{gR} \quad (3)$$

(essendo **R** il raggio del cerchio di volo).

Si tratta, come dicevo, di concetti e formule banali, ma che serviranno per essere inserite nelle prossime considerazioni.

b) **Passaggio sulla verticale**

Quando il modello passa sulla testa del pilota, il peso tende a tirarlo in basso, mentre non c'è portanza a sostenerlo, dato che l'ala è a coltello. Perciò si ha una tendenza all'allentamento dei cavi, tendenza che è contrastata, in un modello perfettamente simmetrico, soltanto dall'inerzia, che si manifesta sotto forma di centrifuga.

La condizione-limite (trazione nulla sui cavi) si ha quando il peso raggiunge il valore della forza centrifuga occorrente per creare una traiettoria curvilinea di raggio **R**.

$$Q = Fc = \frac{Q V^2}{g R} \quad (4)$$

da cui:

$$V^2 = gR; \; V = \sqrt{gR} \quad (5)$$

A seconda del valore di R (lunghezza dei cavi), i valori della velocità minima assumono i valori di cui alla seguente tabella.

R (in metri)	15	16	17	18	19	20
V min (in m/s)	12,3	12,6	13	13,4	13,8	14,2
V min (in Km/h)	44	45,5	47	48,5	50	51,5

Il valore di **V min.** è un limite puramente teorico, che non si raggiunge in pratica per molte ragioni, prima delle quali la necessità di avere il modello sotto controllo, e quindi di mantenere una certa tensione sui cavi, per cui potremo scrivere una prima diseguaglianza, caratteristica degli acrobatici:

$$V \geq \sqrt{gR} \quad (6)$$

c) **Looping**

Per poter eseguire un looping di raggio R_L, si deve creare una forza centripeta corrispondente. Essa è data, come si vede dalla fig. 1, dalla risultante dell'eccesso di portanza e della trazione sui cavi.

Poichè l'attuale regolamento prescrive di effettuare i loopings entro un angolo di 45°, ne segue il valore massimo di R_L:

$$R_L = R \text{ sen } 22{,}5° = 0{,}385 \; R \quad (7)$$