(10), direi una grossa bestialità. Questa formula vale per i looping imposti dal programma FAI; se cambiassero le modalità di esecuzione (ad esempio l'angolo massimo), la (10) cambierebbe, e troveremmo una formula che le somiglia, ma che non è identica: più precisamente, cambierebbero i coefficienti numerici. A titolo di esempio, se l'angolo massimo fosse di 60°, come ai tempi eroici della nostra acrobazia, la formula diventerebbe:

$$\Delta Cp_L \geq \frac{Q}{S} \cdot \frac{1}{3{,}6\,R}$$

Ma l'argomento looping non è finito. Infatti abbiamo calcolato il Δ**Cp**, che è un dato indubbiamente interessante, ma non conclusivo. Infatti, siccome l'ala deve fornirci una portanza ed occorre verificare che effettivamente la fornisca, altrimenti non si esegue la manovra, il calcolo del Δ**Cp** non è che una tappa per giungere a ciò che interessa: il valore complessivo del coefficiente di portanza nel punto più basso del looping (punto A), che è il punto critico, in quanto in esso la portanza deve fornire sia la sostentazione (formula 2), sia la forza centripeta (formula 9):

$$Cp_A = Cp_O + \Delta Cp_L = \frac{Q}{S}\left(\frac{16}{V^2} + \frac{4}{R}\right) = \frac{4\,Q}{S}\left(\frac{4}{V^2} + \frac{1}{R}\right) \qquad (11)$$

ed esprimendo ancora il carico alare in gr/dm²:

$$Cp_A = Cp_O + \Delta Cp_L = \frac{4\,Q}{10\,S}\left(\frac{4}{V^2} + \frac{1}{R}\right) \qquad (11')$$

Come si vede, in questa formula la velocità compare, ed è giusto. Infatti se è vero, come è vero, che per far descrivere un looping ad un determinato modello in volo, occorre fornirgli un incremento di portanza, che dipende solo dal raggio del looping e non dalla velocità del modello, è altrettanto vero che questo modello, per sostentarsi, ha bisogno di una portanza pari al suo peso, e quindi, quanto più vola piano, tanto più ha bisogno di un **Cp** elevato.

Prima di abbandonare l'argomento looping, occorre ancora verificare la trazione sui cavi, per vedere che non si allentino:

$$T_L = Fc_L \text{ sen } 22{,}5° = 0{,}385\ Fc_L = \frac{0{,}385\ Q\,V^2}{0{,}385\ g\,R} = \frac{Q\,V^2}{g\,R} = To$$

(ricordiamo che $Fc_L = Fc/\text{sen } 22{,}5° = Fc/0{,}385$).

Quindi, nel corso del looping, finchè non varia la velocità, non varia neppure la trazione sui cavi, che rimane uguale a quella del volo orizzontale: se questa era sufficiente, lo sarà anche quella.

Ci siamo occupati finora del looping vero e proprio, cioè quello descritto in un piano verticale (o meglio quasi verticale); ma nel programma acrobatico sono inserite delle figure che prevedono dei loopings in un piano orizzontale (o meglio, quasi orizzontale): trattasi di manovre quali l'otto sulla testa, l'otto verticale et similia.

In questo caso, il problema della portanza non esiste, perchè il raggio è ancora R_L e quindi il Δ**Cp** è lo stesso della (9'). Quello che occorre verificare è la tensione sui cavi, specialmente nel punto più alto (punto B della figura 2).

$$T_B = Fc_L \text{ sen } 22{,}5 = 0{,}385\ Fc_L = \frac{0{,}385\ Q\,V^2}{0{,}385\ g\,R} = \frac{Q\,V^2}{g\,R} = To$$

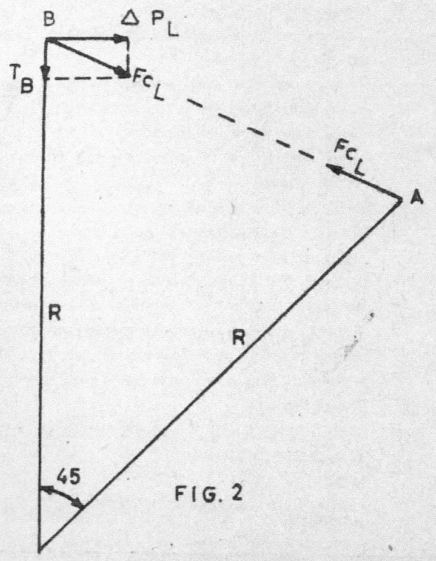

FIG. 2

ricadiamo perciò ancora nello stesso valore del volo orizzontale, e quindi la condizione limite è ancora la stessa vista nel caso del passaggio sulla verticale, che ci ha condotti alla formula (6), valida ancora, anche per questo caso.

d) **Richiamata brusca**

Una richiamata brusca non è che un looping molto più stretto e limitato a circa 1/4 di circonferenza. Rientrano sotto questa specie di definizione gli angoli dei looping quadrati, del doppio rovesciamento, e simili.

Trattandosi di un looping, il Δ**Cp** dipende dal raggio dello stesso, e quindi, ancora una volta, dal regolamento: cambiate il raggio minimo degli angoli e cambieranno le esigenze di progetto dei modelli.

Nella fattispecie (regolamento FAI) il raggio R_Q non deve superare metri 1,5. Vediamo che cosa ne consegue:

$$Fc_Q = \frac{Q\,V^2}{g\,R_Q} = \frac{Q\,V^2}{1{,}5\,g} \simeq \frac{Q\,V^2}{15}$$

Ponendo questo valore uguale a ΔP_Q, si ottiene:

$$\frac{Q\,V^2}{15} = \Delta P_Q = \frac{1}{2}\,\varrho\,\Delta Cp_Q\,S\,V^2$$

$$\Delta Cp_Q = \frac{2\,Q}{15\,\varrho\,S} = \frac{16\,Q}{15\,S} \simeq \frac{Q}{S} \qquad (12)$$

Al solito, se vogliamo ragionare in gr/dm², dovremo dividere per 10:

$$\Delta Cp_Q = \frac{Q/S}{10} \qquad (12')$$

E ricordandoci che questo è un valore limite inferiore:

$$\Delta Cp_Q \geq \frac{Q/S}{10} \qquad (13)$$

Come già per il looping, il **Cp** del profilo dovrà essere tale da creare il Δ**P** visto sopra, e da fornire inoltre la sostentazione. In altri termini:

$$Cp_Q = Cp_O + \Delta Cp_Q = \frac{Q}{S}\left(1 + \frac{16}{V^2}\right)$$

ovvero, esprimendo il carico alare in gr/dm²

$$Cp_Q = \frac{Q/S}{10}\left(1 + \frac{16}{V^2}\right)$$

In questo caso, però, il termine **16/V²** è nettamente più piccolo dell'unità, e quindi, in prima approssimazione, può essere trascurato. Si può dire, cioè, che nel looping quadro e figure analoghe, la portanza occorrente è rappresentata praticamente dal Δ**Cp** occorrente per effettuare il brusco cambiamento di direzione.

Questa condizione è nettamente (quattro o cinque volte) più gravosa di quella relativa al looping, per cui è quella da tenere in conto nelle considerazioni relative al profilo. Occorre cioè che:

$$Cp_{max} > \frac{Q/S}{10} \qquad (14)$$

Ho posto il segno di maggiore e non di maggiore o uguale, per tener conto del fatto che le approssimazioni fatte erano tutte per difetto, per cui il valore $\frac{Q/S}{10}$ è in realtà leggermente minore di quello reale.

Questa formula pone implicitamente sul tappeto la questione dei flaps. Infatti è evidente che, a meno di avere modelli con carichi alari ridottissimi, farfalloni che sono da tempo abbandonati per i loro molti difetti, soprattutto nel vento, un profilo normale, per quanto spesso, non è in grado di fornire la portanza di cui si ha bisogno. Basti pensare che, su un modello caricato a soli 30 gr/dm², un valore che oggi è ai limiti inferiori tra gli acrobatici di classe, ci vorrebbe un profilo che fornisse un **Cp** massimo maggiore di 3.

E qui si innesta un altro ragionamento: anche coi flaps, i valori del Cp_{max} imposti dalla teoria, non è mica facile raggiungerli; anzi direi che, salvo casi particolari, non si dovrebbe riuscire a raggiungerli mai. E allora come si spiega che la gente continua a far looping quadrati alla faccia del Bovo e delle sue teorie? Beh, personalmente, di possibili spiegazioni ne vedo tre:

1) I profili usati sugli acrobatici ed i relativi flaps sono assai più efficienti di quanto si potrebbe sospettare dall'esame delle tabelle dei sistemi ipersostentativi pubblicate su tutti i trattati di aerodinamica.

2) I nostri modelli, quando eseguono la richiamata brusca, non descrivono un vero e proprio arco di cerchio, ma compiono una brusca rotazione su se stessi, ponendosi con la pancia al vento, ed effettuando