ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA NAZIONALE

DEI LINCEI

ANNO CCCXX

1923

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXII.

1° SEMESTRE.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1923

Meccanica. — *La distanza di sicurezza nella caccia aerea.* — Nota del Corrispondente Col. G. A. Crocco.

Perchè un mobile possa raggiungere un altro mobile che lo preceda, occorre non solo che sia dotato di una maggiore velocità, ma altresì di un raggio d'azione commisurato alla distanza iniziale che li separa.

In altri termini, se V ed U sono le rispettive velocità dell'inseguitore e dell'inseguito, d_0 la distanza iniziale, R il raggio d'azione massimo dell'inseguitore nel momento in cui iniziò la caccia, deve aversi, tra queste quattro quantità la evidente relazione

$$d_0 \lesseqgtr R\left(1 - \frac{U}{V}\right), \tag{1}$$

che si ricava eguagliando il raggio d'azione alla somma della distanza iniziale e di quella percorsa dall'inseguito.

Anche nel caso di mobili aerei vale la precedente relazione, poichè il vento si elimina per entrambi: purchè naturalmente si tenga conto, nel determinare il raggio d'azione anche della differenza di quota tra i due mobili.

Ora, sia nel caso generale come in quello particolare, il raggio d'azione è funzione della velocità di inseguimento, nel senso ch'esso diminuisce col crescere di questa a causa della maggiore potenza necessaria per conseguirla. Ne deriva l'esistenza di una *distanza di sicurezza* per l'inseguito che, nel corso dei mobili aerei, ci proponiamo in questa Nota di formulare.

Se l è una dimensione generica di un aeroplano, la potenza, P, assorbita alla velocita V di regime per una quota cui corrisponda una densità δ dell'aria ambiente, potrà scriversi:

$$P = r \cdot \delta \cdot l^2 V^3 ; \tag{2}$$

dove r è un coefficiente di resistenza risultante dalla somma di due altri: uno relativo alle ali, l'altro all'ingombro di forma; entrambi dipendenti dall'*assetto* dell'apparecchio, e la cui somma, per l'assetto corrispondente alla velocità V, si suppone abbia quel minimo valore *pratico* che è consentito da tutte le complesse esigenze dell'aviazione da caccia.

La precedente espressione va combinata con quella che definisce la sostentazione dell'apparecchio, in relazione colle dimensioni e con la velocità, cioè:

$$T = s\,\delta\,l^2\,V^2 ;$$

dove T è il peso dell'apparecchio: ed s un coefficiente di sostentazione, legato all'*assetto* di volo.

Cosicchè la potenza richiesta, combinando le due espressioni precedenti, diviene:

$$P = \frac{r}{s} T V = K T V . \tag{4}$$

* * *

Ora, se ci riferiamo a un *singolo* e determinato aeroplano, la (3) non è precisabile senza la conoscenza sperimentale di s ed r. Giacchè, essendo T ed l costanti, s deve essere variabile con V, e quindi anche r. Il loro rapporto avrà un minimo e poi crescerà indefinitamente.

Ma se — per risolvere il problema da un punto di vista generico — noi ci riferiamo a un *tipo* di aeroplano, lasciandone le dimensioni, il peso e la potenza all'arbitrio del costruttore allo scopo di raggiungere il miglior risultato possibile, in tal caso r ed s possono ritenersi definiti dalle caratteristiche aerodinamiche del tipo; e la quantità K, cioè il loro rapporto, sarà delimitata dal criterio adottato dal costruttore per conseguire l'aumento della velocità di regime.

Questo criterio dà luogo infatti a una terza relazione di condizione, che definisce il *carico alare unitario*, cioè il carico sostenuto per metro quadrato. Da esso dipende, in relazione colle caratteristiche del tipo, la *velocità minima* di atterraggio.

Due criteri estremi possono seguirsi in dipendenza: e conviene ricordarli. Uno è quello di tener quasi costante il carico alare unitario e in conseguenza la velocità di atterraggio: l'altro di tener costante l'assetto più favorevole dell'apparecchio, lasciando crescere il carico alare e in conseguenza la velocità di atterraggio. Il primo di questi criteri conduce a una potenza motrice crescente a un dipresso col cubo della velocità: cioè a un coefficiente K *crescente col quadrato di* V; il secondo consente di tenere K *costante*.

I costruttori hanno seguìto una via di mezzo: cosicchè K dovrebbe supporsi comunque una funzione crescente di V; ma nella pratica, agendo sugli altri elementi del tipo, è avvenuto questo fatto notevole, che il coefficiente in parola è stato mantenuto entro limiti così ristretti da poterlo mediamente ritenere una costante empirica, pur nella multiforme varietà delle creazioni aviatorie [1].

Il valore di questa costante e se si esprime la potenza P in cavalli vapore, la velocità V in chilometri ora, il peso T in tonnellate, si può ritenere intorno all'*unità*, per aeroplani veloci, o in altri termini: per aeroplani veloci, si richiedono tanti *cavalli* di potenza *per ogni tonnellata* quanti sono i *chilometri-ora* della media velocità di regime.

[1] Crocco: *La navigazione aerea*, Atti della Soc. Ital. Progresso delle Scienze: Terza riunione, 1910; Nobili: *Aviazione*, Prefazione. 1916.

* * *

Ciò posto, se indichiamo con c il consumo di combustibile per cavallo-ora; e con t la durata di un percorso $D = Vt$, si ricava dalla (3):

$$cPt = cKTD:$$

ossia, finchè K si può ritenere invariato: il *consumo di combustibile* necessario a varcare una distanza D è *indipendente dalla velocità*.

Ora indichiamo con xT la scorta di combustibile; ossia poniamola eguale ad una frazione x del peso totale. Verremo così ad eliminare il peso T dalla precedente relazione, che si ridurrà semplicemente a

(5) $$x = cKD;$$

e, noti x, c, K, determinerà l'autonomia D.

Non è però possibile assumere x costante; giacchè crescendo la velocità cresce con essa la potenza motrice richiesta e quindi la frazione di peso assorbita dal congegno moto-propulsore.

In altri termini, se indichiamo con f la frazione di peso destinata alla somma del peso del motore e di quello del combustibile, e con m il peso unitario del congegno motopropulsore e dei suoi accessori, potremo scrivere:

$$f - x = m \cdot KV;$$

per cui x diminuisce col crescere di V, e la (5) dà luogo alla seguente espressione di D:

$$D = \frac{f}{cK} - \frac{m}{c} V;$$

nella quale potremo supporre f, c, K, costanti: e m dipendente soltanto dalla quota di navigazione, Q, secondo una formula approssimata

$$m = m_0 \left(1 + \frac{Q}{12}\right),$$

dove Q è espresso in chilometri [1].

Il *raggio d'azione*, R, (che è al massimo eguale alla metà dell'autonomia) sarà dunque in definitiva esprimibile colla relazione approssimata

(6) $$R = \frac{f}{2cK} - \frac{m_0}{2c}\left(1 + \frac{Q}{12}\right) V = R_0 - hV$$

[1] Mediamente dedotta dallo studio del prof. A. Anastasi. Rend. Istituto Sperimentale Aeronautico, 15 dicembre 1921.

* * *

Determinato così l'elemento fondamentale della presente indagine, è agevole ottenere la cercata distanza di sicurezza.

Dalla (1) si ottiene infatti:

$$d_0 \leqq (R_0 - hV)\left(1 - \frac{U}{V}\right): \tag{7}$$

la quale ci mostra che per ogni velocità U posseduta dall'aeromobile inseguito, esiste una velocità V dell'inseguitore che rende *massima* la distanza iniziale al di sotto della quale è possibile l'inseguimento.

Questa velocità è definita dalla eguaglianza:

$$V^2 = \frac{R_0}{h} \cdot U \tag{8}$$

e introdotta nella (7) fornisce il valore della *distanza di sicurezza*:

$$d_{sic.} = \left(\sqrt{R_0} - \sqrt{hU}\right)^2; \tag{9}$$

cioè della *distanza al di là della quale un aeromobile che possegga la velocità* U, *non può venire raggiunto da nessun aeromobile in caccia, qualunque ne sia la velocità.*

* * *

Esempi numerici non possono ottenersi che per un determinato stadio della tecnica per il quale sia possibile definire mediamente le costanti R_0 ed h.

Supponendo, nelle condizioni della tecnica al 1923, che l'aeromobile inseguito navighi a quota di 4000 metri, e che l'inseguitore parta da quota zero, potremo assumere $K = 1,1$; $c = 230$ grammi; $m_0 = 1,1$ kg. per cavallo: ed ottenere così l'approssimata espressione del raggio d'azione

$$R = 1200 - 3V;$$

valevole per aeroplani da caccia fra 200 e 400 km. ora.

Se ne ricava

$$\sqrt{d_0} = 34,6 - 1,73\sqrt{U};$$

che per $U = 140$ km. ora fornisce ad esempio $d_0 = 200$ km.: mentre risulta $V = 238$ km. ora.

Così, un aeroplano da bombardamento o un dirigibile che navighi a 4000 metri e sia capace al momento in cui prende caccia di assumere la velocità di 140 km. ora non potrà venir raggiunto da nessun aeroplano da caccia, allo stato attuale della tecnica, se la sua distanza iniziale sarà di 200 km.

Praticamente basterà asssai meno per poter navigare al sicuro da qualsiasi attacco avversario.