

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVI.

1909

---

SERIE QUINTA

---

RENDICONTI

---

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

---

VOLUME XVIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

---

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1909

**Meccanica applicata.** — *Sopra un brevetto Crocco, relativo all'attacco delle ali di un aeroplano.* Nota del dott. L. ORLANDO, presentata dal Corrisp. V. REINA.

In un articolo firmato E. R., comparso nel recente n. 7 della pregevole rivista l'*Aerophile*, che si pubblica a Parigi, è annunciata un'idea sull'attacco delle ali di un aeroplano (1). L'idea è forse buona, ma è certamente meno nuova del detto articolo che ne fa cenno, perchè essa è già sviluppata in un brevetto Crocco, acquistato il 3 marzo 1903 (R. G., vol. 45, n. 66864; R. A., vol. 169, n. 28). Coincidenze sulle medesime idee non sono rare nella scienza, nè tanto meno in un'industria giovane e fervida come l'industria aeronautica.

Per dire con chiarezza di che si tratta, riferirò prima testualmente il brevetto Crocco.

• Descrizione del trovato avente per titolo: *Attacco elastico per organi di sostegno degli aeroplani*, del sig. G. A. Crocco dimorante in Roma:

• Nei tipi di aeroplani finora proposti, gli organi di sostegno, mediante i quali l'apparecchio si mantiene librato nell'aria, e consistenti in ali semplici o multiple, variamente conformate, si trovano sempre connessi rigidamente, per più punti, al corpo dell'apparecchio, e partecipano in uguale misura con esso alle oscillazioni cui va soggetto per cause perturbatrici durante la corsa. Queste oscillazioni danno luogo a variazioni nell'intensità della spinta ascensionale, che possono raggiungere valori molto forti, fino a compromettere anche l'equilibrio dell'apparecchio.

• La presente invenzione si propone di ovviare a tali inconvenienti, cioè di ridurre per quanto è possibile le variazioni del valore della spinta ascensionale, e di conservarne costante il senso, anche nel caso di oscillazioni molto ampie, sostituendo all'attacco rigido delle ali (semplici o multiple) un attacco elastico, opportunamente regolato, che permetta a queste di variare automaticamente, senza il sussidio di altri congegni accessori, la loro inclinazione rispetto all'asse dell'apparecchio; nel modo che verrà spiegato in seguito.

• Come si comprende facilmente, un tale sistema di attacco può essere praticamente attuato in svariati modi.

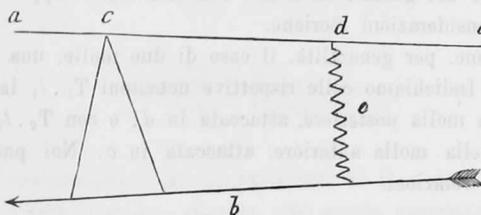
• Nel disegno qui annesso è rappresentata schematicamente, a titolo di esempio, una forma di esecuzione, secondo la quale le ali *a* sono unite al

(1) E. R., *L'équilibre des aéroplanes par la variation automatique de l'angle d'attaque*. L'*Aérophile*, XVII<sup>e</sup> année, N. 7, 1<sup>o</sup> aprile 1909.

corpo  $b$  dell'apparecchio per due punti, uno dei quali  $c$  è fisso, ossia rigidamente collegato con  $b$ , e l'altro  $d$  è trattenuto ad una distanza variabile da  $b$ , per mezzo di una molla  $e$ , come si vede sul disegno, o per mezzo di qualsiasi altro sistema di attacco elastico, che ne permette lo spostamento entro certi limiti stabiliti.

« La posizione dei punti  $c$  e  $d$  sulle ali sarà scelta nel modo più conveniente secondo le circostanze.

« Da questa disposizione consegue che, se per una ragione qualsiasi l'apparecchio viene durante il moto ad inclinarsi verso l'innanzi, traendo di conseguenza la diminuzione della pressione, normale alla superficie  $a$ , per la quale era stato calcolato il distendimento della molla  $e$ , questa si raccorcia, tirando verso  $b$  la superficie  $a$ , cosicchè l'ala riacquista rispetto alla direzione del suo movimento un'inclinazione maggiore, facendo crescere di conseguenza la spinta verticale.



« Se l'apparecchio viene invece ad inclinarsi verso l'indietro, aumentando per questo fatto la pressione sulle ali  $a$ , la molla  $e$  si distende, il punto  $d$  si allontana da  $b$ , e con ciò si riduce il valore della spinta verticale.

« Così anche si vede che diminuendo la velocità relativa dell'apparecchio nel mezzo ambiente, la molla  $e$  tende a far crescere l'angolo fra  $a$  e  $b$ , aumentando la forza ascensionale; e viceversa tende a far diminuire tale angolo, diminuendo la forza ascensionale, quando la velocità relativa nel mezzo ambiente cresce.

« In breve, quest'attacco elastico funziona da regolatore per mantenere presso a poco costante la forza ascensionale, e più regolare l'andamento dell'apparecchio, malgrado il variar del vento e le inevitabili oscillazioni dell'apparecchio.

« Si comprende che gli adattamenti dell'apparecchio alle condizioni ambientali avvengono in modo continuo o per gradi piccolissimi.

« Si comprende ancora come, entro i limiti stabiliti, sia impedito il mancare improvviso della forza ascensionale cui andrebbero soggetti gli apparecchi finora ideati, anche quando l'ampiezza del beccheggio superi l'angolo di incidenza delle ali, e come infine tale angolo d'incidenza si possa.

ove occorra, tenere minore di quello creduto finora necessario alla sicurezza dell'apparecchio.

• A titolo di esempio, è stato indicato un modo d'attacco nel quale uno dei punti di sospensione è collegato rigidamente all'apparecchio, ma l'attacco potrebbe essere elastico per entrambi i punti di sospensione; opportunamente regolata essendo la tensione delle molle.

• Rivendicazione:

• Un sistema di attacco elastico per organi di sostegno degli aeroplani, contraddistinto da ciò che i detti organi di sostegno sono uniti elasticamente al corpo dell'apparecchio, in modo da poter assumere e mantenere, automaticamente e senza il sussidio di altri congegni accessori, un'inclinazione presso a poco costante rispetto alla direzione del movimento, dalla quale condizione dipende la quasi costanza della forza ascensionale e l'equilibrio dell'apparecchio.

Alle parole del geniale inventore non sarà forse inopportuno far seguire alcune brevi considerazioni teoriche.

Consideriamo, per generalità, il caso di due molle, una attaccata in  $c$  e l'altra in  $d$ . Indichiamo colle rispettive notazioni  $T_1, l_1$  la tensione e la lunghezza della molla posteriore, attaccata in  $d$ , e con  $T_2, l_2$  la tensione e la lunghezza della molla anteriore, attaccata in  $c$ . Noi possiamo sempre scrivere le due relazioni

$$T_1 = -\mu_1 l_1 \qquad T_2 = -\mu_2 l_2.$$

Se in queste due relazioni le grandezze  $\mu_1$  e  $\mu_2$  si ritengono costanti, allora noi avremo con ciò espressa una legge che per le molle, entro opportuni limiti, è praticamente accettabile: « *ut tensio sic vis* » (1).

Intanto noi possiamo osservare che vale la formula

$$dl_2 - dl_1 = (h_1 + h_2) d\alpha,$$

dove  $\alpha$  è l'angolo di  $a$  con  $b$ , ed  $h_1, h_2$  denotano le rispettive distanze fra il punto d'applicazione della pressione  $P$ , che agisce contro l'ala  $a$  nella sezione considerata, e gli attacchi  $c$  e  $d$  delle molle. Questa formula esprime che l'allungamento relativo elementare di  $l_2$  rispetto ad  $l_1$  è l'elemento d'arco, di raggio  $h_1 + h_2$ , corrispondente all'ampiezza angolare elementare  $d\alpha$ .

Si deduce subito

$$d\alpha = \frac{1}{h_1 + h_2} \left( \frac{dT_2}{\mu_2} - \frac{dT_1}{\mu_1} \right).$$

(1) « *tensio* » qui significa, come è chiaro, *distensione*, cioè *allungamento*; la parola « *vis* » denota la *forza di tensione* che provoca tale allungamento. Questa legge è valida per distensioni anche abbastanza ampie di molle e di fili elastici.

Ora le tre forze  $P$ , pressione totale,  $T_1$  e  $T_2$ , tensioni delle molle, sono quasi parallele: l'angolo  $\alpha$  è destinato a non superare pochi gradi, l'angolo d'attrito dell'aria è molto piccolo; dunque le tre forze si possono, senza pratici errori, ritenere parallele.

Ammesso ciò, scriveremo le due formole

$$dT_1 + dT_2 = -dP$$

$$h_1 dT_1 - h_2 dT_2 = 0,$$

e ne dedurremo

$$dT_1 = -\frac{h_2}{h_1 + h_2} dP \quad dT_2 = -\frac{h_1}{h_1 + h_2} dP,$$

e poi

$$d\alpha = \left( \frac{h_1}{\mu_2} - \frac{h_2}{\mu_1} \right) \frac{dP}{(h_1 + h_2)}.$$

Posto

$$n = \left( \frac{h_2}{\mu_1} - \frac{h_1}{\mu_2} \right) \frac{1}{(h_1 + h_2)^2}$$

noi possiamo, trascurando le piccole variazioni di  $h_1$  e di  $h_2$ , che non fanno poi neanche variare  $h_1 + h_2$ , ritenere che questa grandezza  $n$  sia una costante. E allora, se integriamo  $d\alpha$  da  $\alpha_0$  ad  $\alpha$ , otteniamo l'importante relazione

$$(1) \quad \alpha = \alpha_0 - n(P - P_0).$$

Supponendo  $n$  positivo, cioè supponendo che la molla posteriore sia più cedevole di quella anteriore, noi otteniamo che  $\alpha$  e  $P$  decrescono o crescono in sensi opposti.

È importante per la teoria dell'aeroplano esprimere  $P - P_0$  in funzione dei seguenti parametri:  $v$ , velocità dell'aeroplano in corsa;  $\varphi$ , angolo che l'asse di spinta fa colla traiettoria nell'istante considerato.

Intanto, per piccoli angoli  $\alpha$  e  $\varphi$ , tali che si possa trascurare una grandezza dell'ordine di  $(\alpha + \varphi)^3$ , vale la formula canonica

$$(2) \quad P = Kv^2(\alpha + \varphi),$$

dove  $P$  è dunque la pressione totale, e  $K$  è un coefficiente di superficie e di forma, ritenuto costante.

Fra questa formula e la (1) eliminiamo  $\alpha$ . Risulta

$$P = Kv^2 \alpha_0 - nKv^2(P - P_0) + Kv^2 \varphi,$$

cioè  $P(1 + nKv^2) = Kv^2 \alpha_0 + nKv^2 P_0 + Kv^2 \varphi$ . Differenziando, scriveremo  $(1 + nKv^2) dP + 2nKvPd v = 2Kv\alpha_0 dv + 2nKvP_0 dv + 2Kv\varphi dv + Kv^2 d\varphi$ .  
Poniamo

$$G = 1 + nKv_0^2,$$

e mettiamoci nelle condizioni di regime ( $v = v_0, \varphi = 0$ ), osservando che  $\varphi dv$  è, per la piccolezza di  $\varphi$ , trascurabile di fronte alle altre quantità. Risulta

$$(3) \quad dP = \frac{2Kv_0\alpha_0}{G} dv + \frac{Kv_0^2}{G} d\varphi,$$

la quale si può anche scrivere

$$(4) \quad dP = \frac{2P_0}{Gv_0} dv + \frac{P_0}{G\alpha_0} d\varphi,$$

tenendo conto che dalla (2), nelle condizioni di regime, si deduce  $P_0 = Kv_0^2 \alpha_0$ .

Integrando, e ponendo  $v - v_0 = u$ , otteniamo

$$(5) \quad P - P_0 = \frac{2P_0}{Gv_0} u + \frac{P_0}{G\alpha_0} \varphi.$$

Quest'espressione di  $P$  in funzione di  $v$  e di  $\varphi$  contiene l'elemento costruttivo  $G$ . Se l'attacco delle ali fosse rigido, allora sarebbe sempre  $\alpha = \alpha_0$  ed  $n = 0$ ; la presenza di  $n > 0$  rende  $G > 1$ , e l'attacco elastico funziona da moderatore di forza ascensionale. Per  $G = 1$ , siamo nel caso dell'attacco rigido; per  $G$  notevolmente maggiore, la (5) mostra che le variazioni di  $v$  e di  $\varphi$  sono molto meno risentite sulla forza ascensionale  $P$ . Per  $G = 10$ , valore praticamente realizzabile, esse sono risentite nella proporzione di 0,1.

In una Memoria, compilata in un laboratorio al quale egregi uomini imprimono il carattere delle loro chiare idee, sono indicate tutte le principali azioni che il valore di  $G$  esercita sui movimenti dell'aeroplano; alcuni di questi effetti sono utili, altri dannosi; e sarebbe difficile giudicare questo dispositivo nel suo complesso, senza riferirsi ai particolari fini ai quali potrà adoperarsi.

**Matematica.** — *Sopra una proprietà caratteristica delle funzioni armoniche.* Nota di LEONIDA TONELLI, presentata dal Socio S. PINCHERLE.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.