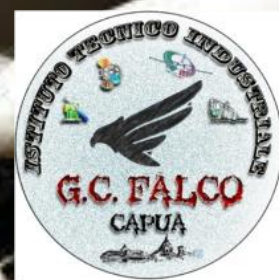


Istituto Tecnico Settore Tecnologico “ Giulio Cesare Falco ”



ELICA TRIPALA
A PASSO
nuovo indirizzo in
VARIABILE

articolazione

opzione

Trasporti e Logistica

Costruzione del Mezzo

Costruzioni Aeronautiche

Studio dell'elica aeronautica — Parte 3

a cura del prof. Luigi MASCOLO

MOTORE 6
CILINDRI
CONTRAPPOSTI
"CONTINENTAL"

SEDE CENTRALE: Via G. C. Falco - 81043 CAPUA (CE)
Distretto Scolastico n.17 - C.S.: CETF 05000Q - C.F.: 80113080610 - TEL. 0823622744

SEDE ASSOCIATA: Via Cesare Battisti 81046 GRAZZANISE (CE)
Distretto Scolastico n° 17--- C.S.: CETF 05001R - TEL. 0823991697

Mutua influenza tra elica e velivolo

L'elica ed il velivolo nel loro funzionamento accoppiato si influenzano a vicenda. Infatti il movimento tridimensionale del velivolo influenza la corrente d'aria che investe l'elica e, analogamente, la posizione della spinta prodotta dall'elica e la sua scia determinano variazioni aerodinamiche sulle superfici di comando che provocano momenti e rotazioni indesiderate del velivolo. Riferendoci solo agli effetti provocati dal funzionamento dell'elica sul velivolo, distingueremo gli effetti di natura aerodinamica da quelli di natura meccanica.

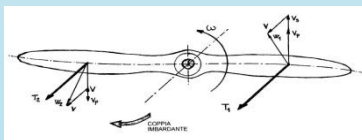
Effetti provocati dal funzionamento dell'elica sul velivolo

di natura **AERODINAMICA**

- Flusso Elicoidale

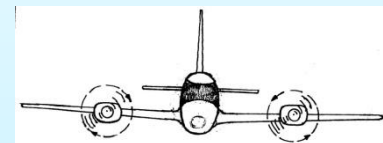


- Effetto "P"



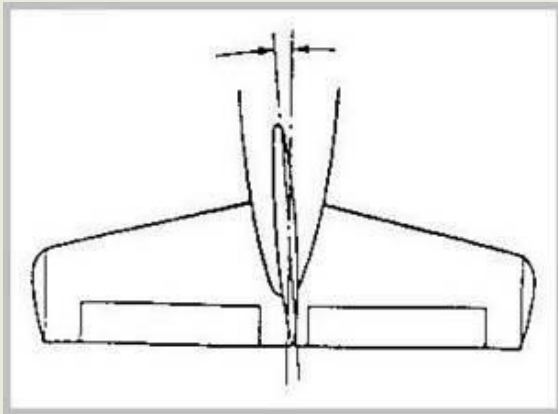
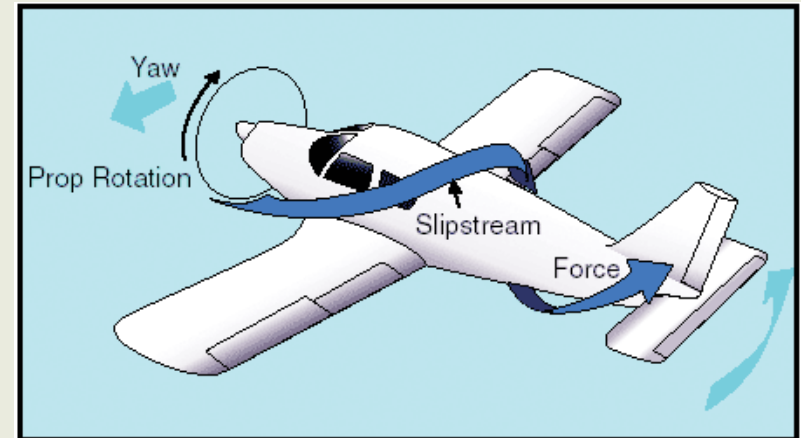
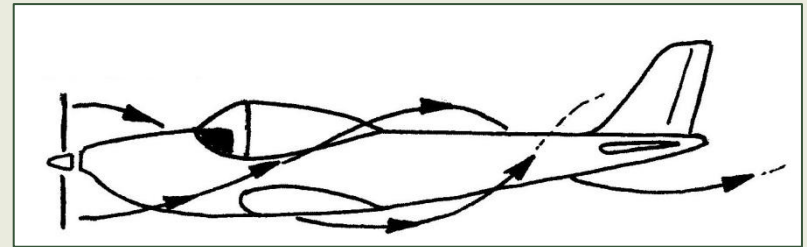
di natura **MECCANICA**

- Coppia di reazione



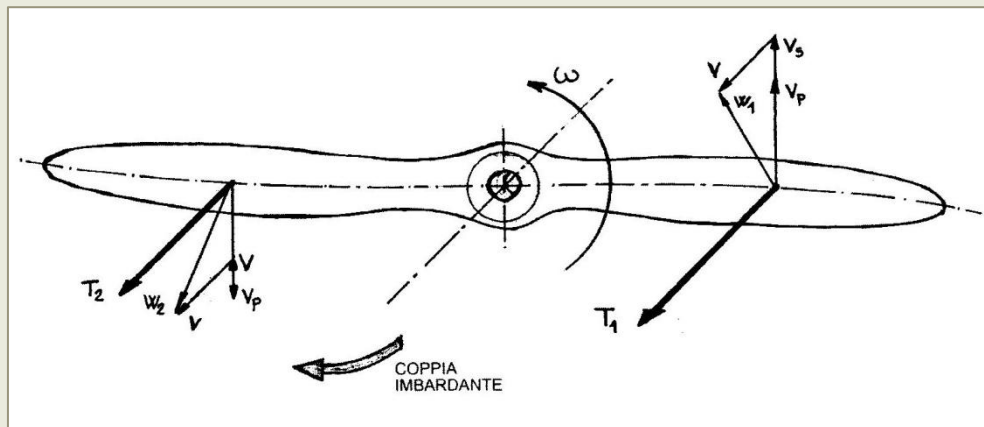
- Effetto giroscopico

L'effetto elicoidale si manifesta quando il flusso d'aria, accelerato dall'elica, si avvolge a spirale intorno all'aeroplano lungo il suo asse longitudinale. Se, ad esempio l'elica è destrorsa, il flusso colpisce l'impennaggio verticale sul lato sinistro, ruotandolo verso destra e di conseguenza provocando un imbardata del velivolo che tenderà a spostare il muso a destra. Analogamente il flusso investirà il piano orizzontale di coda in modo asimmetrico provocando un momento di rollio (il velivolo tende a ruotare nello stesso dell'elica).

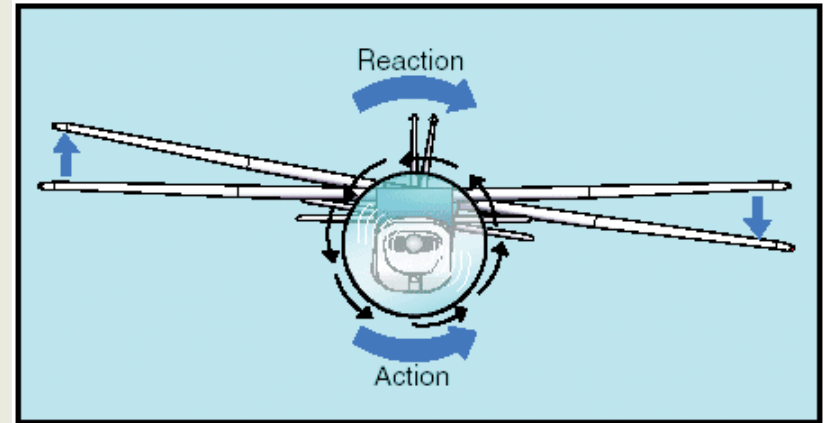


Per un dato regime di potenze impiegato (quello di crociera), questo effetto viene generalmente corretto dal costruttore disassando l'asse della superficie verticale fissa (deriva) rispetto all'asse longitudinale. Per regimi di potenza diversi, il pilota potrà correggere la tendenza dell'aeromobile ad imbardare agendo sulla pedaliera, contrastandola cioè, con il movimento del timone di direzione.

L'effetto "P" è il momento imbardante che l'elica genera quando si vola ad elevati angoli di incidenza (volo in salita o in discesa). Ciò è causato dal fatto che le pale incontrano l'aria con una differente velocità relativa in quanto alla loro velocità di rotazione periferica V_P e si somma o si sottrae la velocità di salita V_s . Ad esempio nel caso di in figura, la pala che si trova sulla sx dell'aereo, è dotata di una velocità maggiore di quella che si trova sul lato dx. Si viene ad avere un differente trazione tra le due pale, e nasce un momento di imbardata che deve essere contrastato dal pilota. Tale effetto è tanto più accentuato quanto maggiore è l'angolo di attacco.



La **Coppia di reazione** si manifesta sul velivolo come reazione alla coppia fornita dal motore all'elica. Per effetto di questa coppia l'aereo tende a ruotare intorno al proprio asse longitudinale (asse di rollio) in senso opposto a quello di rotazione dell'elica. A parità di ogni altra condizione, esso è tanto più pronunciato quanto maggiore è la massa dell'elica.

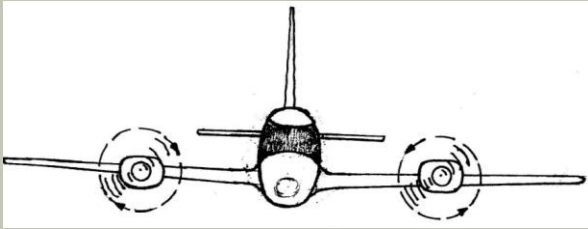


Occorre neutralizzare gli effetti della coppia di reazione sia in volo, sia a terra. Mentre in volo è pensabile intervenire con le superfici di governo (alettoni e timone) in quanto le azioni aerodinamiche delle semiali sono sufficientemente elevate, a terra, a causa della bassa velocità, questo tipo di intervento è praticamente non realizzabile



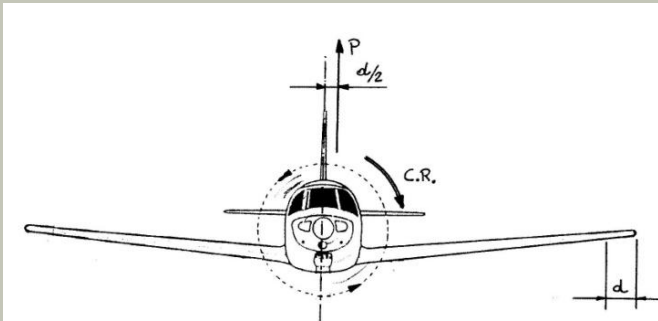
Esclusa quindi, la possibilità di correggere la coppia di reazione con le superfici aerodinamiche il ricorso ad altri metodi è inevitabile. Le soluzioni adottate sono diverse a seconda che si tratti di velivoli monomotori o plurimotori (due o quattro).

Coppia di reazione Bimotore o Quadrimotore



Basta adottare per i motori posti su di una semiala un senso di rotazione opposto rispetto a quello dei motori posti sull'altra; in realtà questa semplice soluzione concettuale poco si concilia con problemi economici di manutenzione, dovendo prevedere tra le parti di ricambio due motori (con rotazione differente) invece di uno solo.

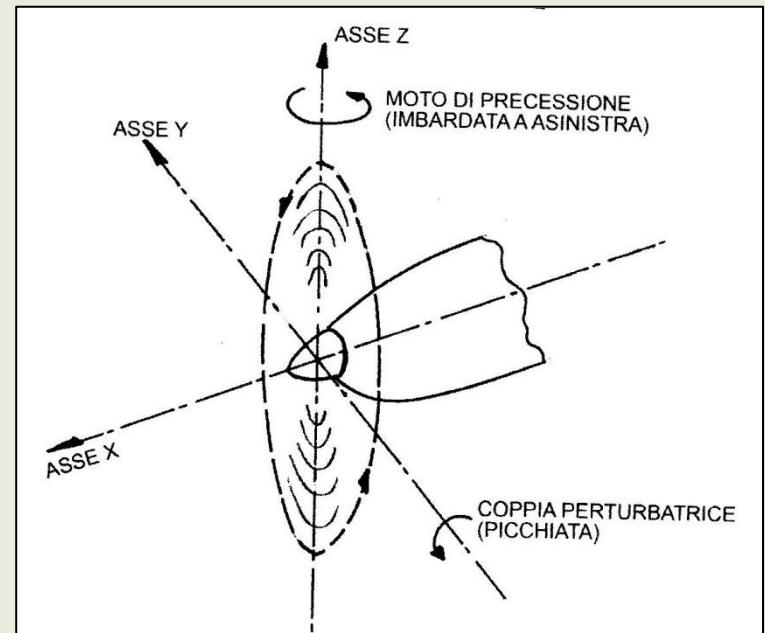
Coppia di reazione Monomotore



Per non far ruotare velivolo è necessario introdurre un'asimmetria nella distribuzione della portanza lungo l'apertura alare costruendo le semiali di differente apertura alare. Nell'esempio la semiala sx è stata allungata in modo che la risultante della portanza non è più contenuta nel piano di simmetria e quindi non essendo più allineata con la forza peso crea con quest'ultima una coppia uguale e contraria a quella di reazione. Tuttavia in tal modo si sposta anche la resistenza totale rispetto alla mezzeria del velivolo, nasce quindi anche una coppia imbardante che può essere neutralizzata spostando l'asse del motore della stessa quantità ($d/2$).

L'effetto giroscopico è l'effetto dovuto alla rotazione dell'elica che comportandosi come un giroscopio ad 1 grado di libertà, quando viene forzata a ruotare intorno agli assi Y o Z (a causa di una manovra del velivolo) tende a generare una coppia che porta l'aereo a ruotare, rispettivamente, intorno agli assi Z e Y. In particolare, se l'azione perturbatrice è una picchiata o una cabrata (rotazione intorno a Y), il moto di precessione tenderà a fare imbardare il velivolo (rotazione intorno a Z). Il verso dell'imbardata dipende dal senso di rotazione dell'elica. Analogamente se il velivolo vira (rotazione intorno a Z), il moto di precessione tenderà a fare picchiare o cabrare il velivolo a seconda del senso di rotazione dell'elica.

L'effetto giroscopico è molto accentuato sui velivoli che possiedono motori molto potenti e di conseguenza eliche di grosso diametro ed elevata massa. In tal caso, per neutralizzarlo il pilota deve agire in modo opportuno sui comandi di volo.

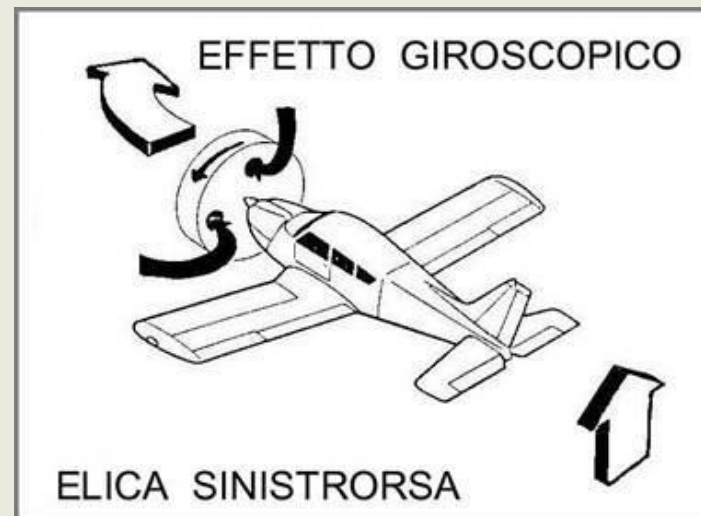


Elica destrorsa

Azione perturbatrice	Moto di precessione
Picchiata	Imbardata a sinistra
Cabrata	Imbardata a destra
Virata piatta a destra	Picchiata
Virata piatta a sinistra	Cabrata

Elica sinistrorsa

Azione perturbatrice	Moto di precessione
Picchiata	Imbardata a destra
Cabrata	Imbardata a sinistra
Virata piatta a destra	Cabrata
Virata piatta a sinistra	Picchiata



La verifica si esegue utilizzando la regola della mano destra, dove il pollice indica il vettore rotazione (asse di rotazione), mentre le altre quattro dita ci indicano il verso di rotazione.

La coppia di reazione per effetto giroscopico si individua facendo ruotare il vettore velocità angolare dell'elica sul vettore velocità angolare della manovra che il pilota esegue.

Sempre con la mano destra sarà individuata la coppia di reazione nascente.

ELICA	MANOVRA DEL PILOTA	COPPIA DI REAZIONE
Destrorsa	Virata sinistra	Cabrata
Sinistrorsa	Virata destra	Cabrata
Destrorsa	Virata destra	Picchiata
Sinistrorsa	Virata sinistra	Picchiata
Destrorsa	Cabrata	Virata destra
Sinistrorsa	Picchiata	Virata destra
Destrorsa	Picchiata	Virata sinistra
Sinistrorsa	Cabrata	Virata sinistra

