

versione	del
01	04/08/2014

NAVIGATORE DOPPLER (cenni)



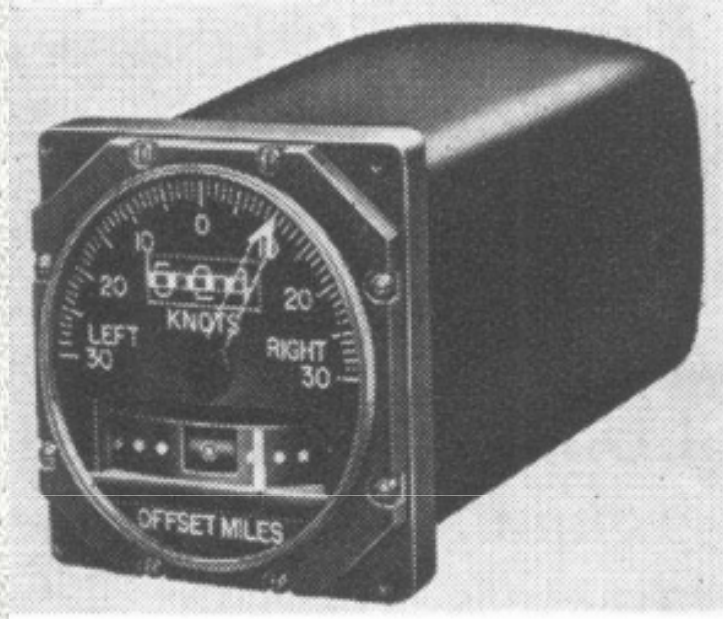
IBN EDITORE

www.ibneditore.it

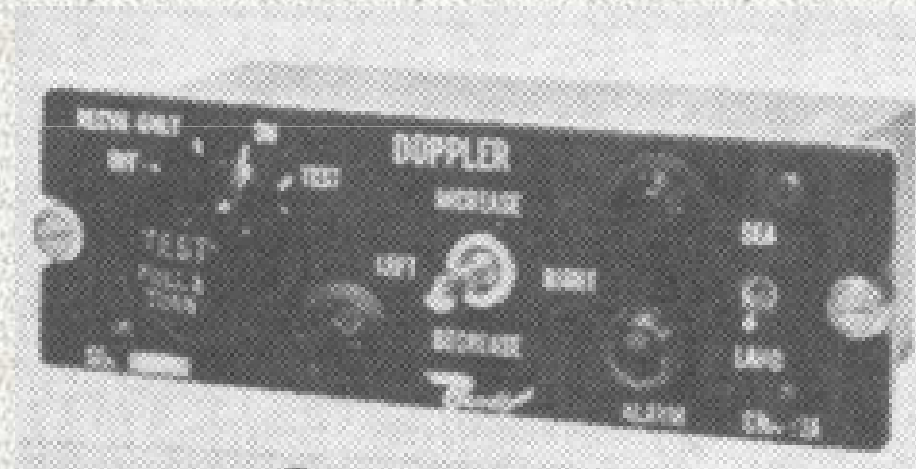
prof. Francesco Iaccarino

iaccarinofr@gmail.com

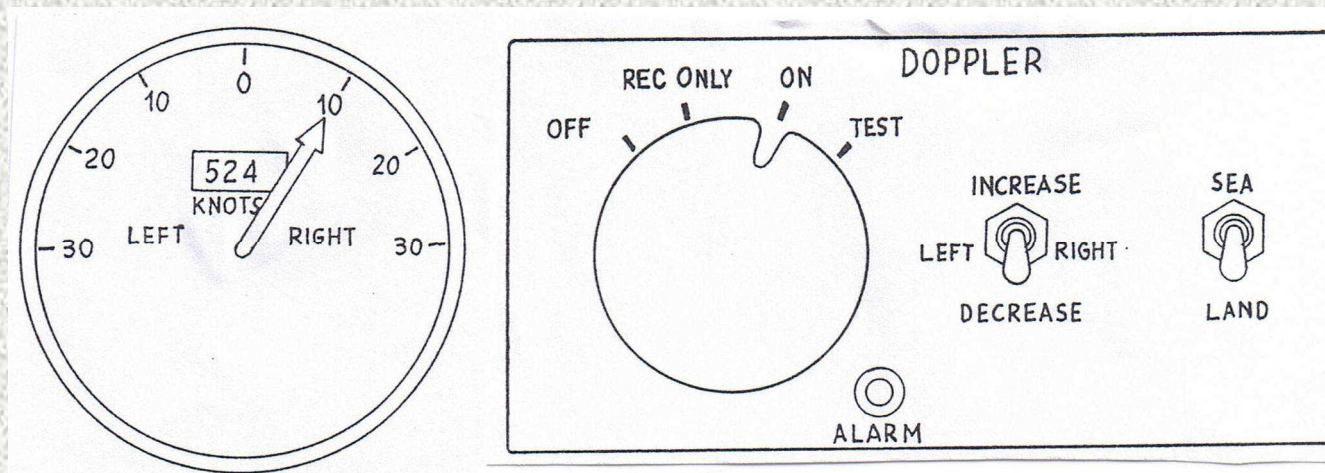
Per eventuali suggerimenti o correzioni rivolgersi all'autore



Display



Pannello di controllo



- **OFF:** impianto non funzionante
- **REC ONLY:** l'impianto è funzionante con il solo ricevitore ed ha quindi bisogno di un secondo impianto trasmittente per il calcolo della variazione di frequenza. In tal caso è necessaria una doppia installazione a bordo.
- **ON:** l'impianto è funzionante (fornisce velocità e deriva).
- **TEST:** serve per controllare l'apparato.
- **SEA:** aumenta la sensibilità del ricevitore, quando, a causa del mare mosso, il segnale viene in parte assorbito dal mare stesso.
- **LAND:** diminuisce la sensibilità del ricevitore quando il sorvolo di terreno comporta forti riflessioni del segnale stesso.
- **Alarm:** rimane accesa in caso di avaria, si accende per brevi periodi quando i segnali sono deboli.
- **Increase, decrease, L, R:** permette di fare i test di efficienza all'apparato e capire se il ricevitore lavora in memoria a causa di segnali di scarsa potenza.

- E' un sistema autonomo che ricava la posizione da una misura della velocità ottenuta mediante un radar Doppler.
- Permette la misura diretta precisa della velocità senza accumulo di errori.
- Sfrutta emissioni elettromagnetiche (quindi disturbabile).

Principio del Radar Doppler

Tr _____ R

Se Tr ed R sono fissi R riceve segnali in modo tale che:

$$T = \frac{1}{f}$$

\xrightarrow{U}
Tr _____ R

Se Tr è in moto verso R con velocità U si ha che:

$$T' = T \left(\frac{c-U}{c} \right)$$

\xrightarrow{U} \xleftarrow{V}
Tr _____ R

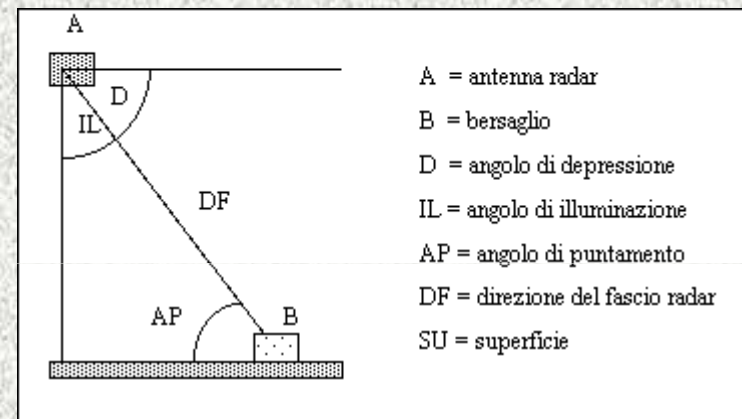
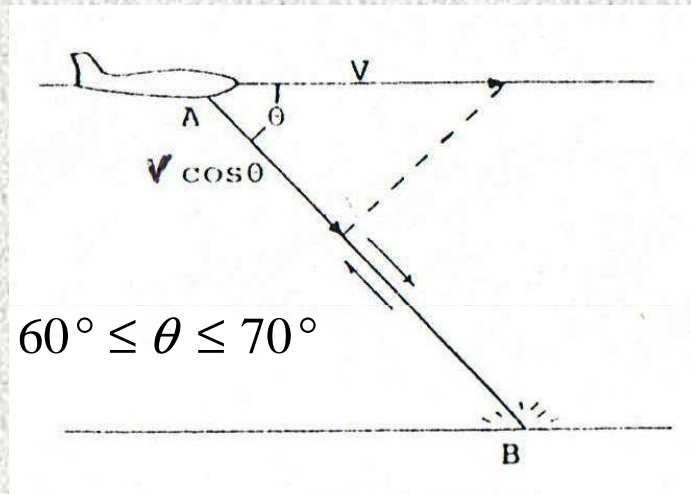
Se anche R è in moto verso il trasmettitore con velocità V si ha che:

$$T'' = T \left(\frac{c-U}{c+V} \right)$$

$$f'' = f \left(\frac{c+V}{c-U} \right)$$

Se il trasmettitore e/o il ricevitore si allontanano allora $U = -U$ e $V = -V$

- Il principio di funzionamento è legato all'effetto Doppler (cambiamento della frequenza dovuto alla velocità relativa tra trasmettitore e ricevitore).



$$\Delta f = \frac{2 * V}{\lambda} * \cos \theta$$

$$V = \frac{\Delta f * c}{2 * f * \cos \theta}$$

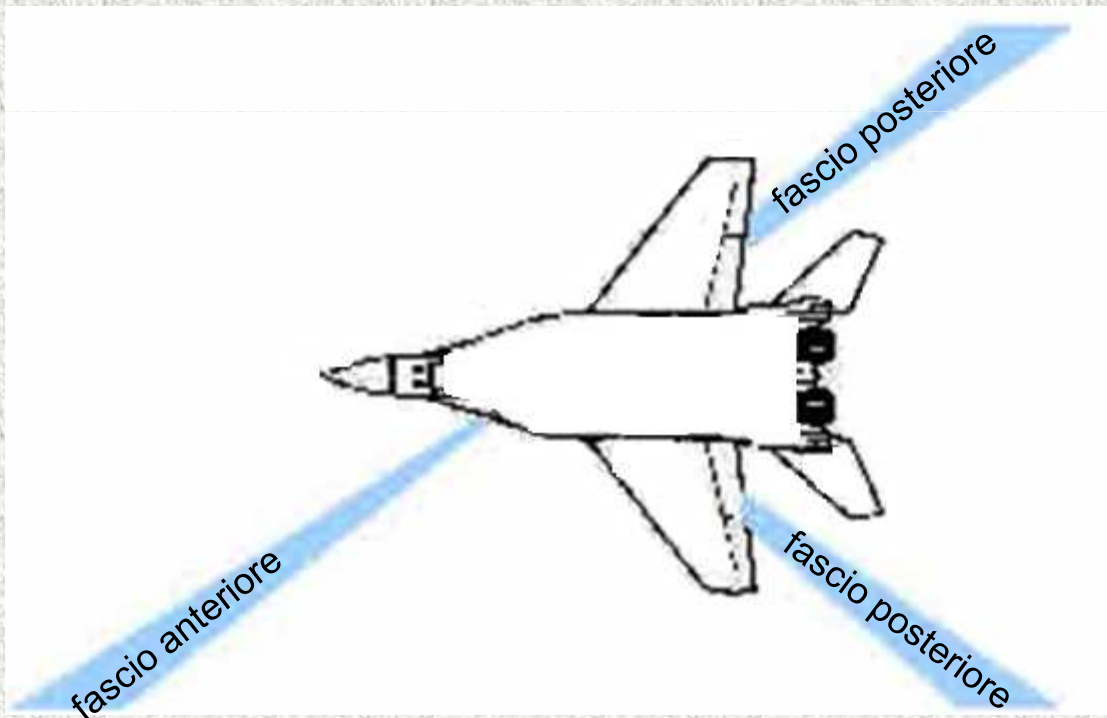
La variazione di frequenza è proporzionale alla velocità relativa ed inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda: conoscendo quindi la lunghezza d'onda (quindi la frequenza del segnale $c = \lambda * f$) e misurando lo spostamento in frequenza si può ricavare la velocità relativa.

Un navigatore Doppler è costituito:

- Radar doppler (GS, deriva, RoC)
- Indicatore di verticale
- Un riferimento direzionale (giromagnetica)
- Calcolatore digitale (coordinate)

Il radar utilizza onde centimetriche (da 8.8 a 9.8 GHz): più la frequenza è grande più è stretto il fascio di emissione e minori sono quindi le variazioni di velocità; ma una velocità troppo elevata dà luogo ad eccessivi assorbimenti ed a riflessione da parte di agenti atmosferici.

Per definire gli elementi del vettore velocità al suolo è necessario la conoscenza di almeno tre componenti e quindi le radioonde devono essere emesse lungo almeno tre fasci non complanari.



$$V_x = \frac{c}{4f \cos \theta_x} (\Delta f_2 - \Delta f_3)$$

$$V_y = \frac{c}{4f \cos \theta_y} (\Delta f_1 - \Delta f_2)$$

$$V_z = \frac{c}{4f \cos \theta_z} (\Delta f_1 + \Delta f_3)$$

“l” angolo di deriva

$$\text{tg } (l) = \frac{V_y}{V_x}$$

$$GS = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

Limitazione del Doppler

- Quando si vola sopra il mare calmo.
- Condizione meteorologiche avverse.
- Volo a bassa quota.
- Volo con cabrata/picchiata/rollio molto accentuato.

Accuratezza /Errori del Doppler

- Accuratezza dello 0,1% sulla GS e dello 0,15% sulla deriva.
- Allineamento dell'antenna.
- Errore di cabrata/picchiata.
- Errore movimento mare.
- Influenza del mare.
- Heading (è quello più influente).
- Altitudine.

BIBLIOGRAFIA

1	Strumenti e navigazione – Trebbi - Aviabooks
2	Sistemi per la radionavigazione – D.Boffa - Siderea