

PAS A056 C180

LEZIONE 2

La navigazione stimata

- Metodo per determinare la posizione più probabile della nave sulla base della elaborazione dei dati ricavati dalla bussola e dal solcometro e dall'apprezzamento degli effetti perturbatori sul moto della nave (vento, mare, correnti), nonché degli errori strumentali (in base questa definizione anche il navigatore inerziale (INS) è un sistema di navigazione stimata).
- Pianificazione della navigazione per risolvere 2 problemi:
 - Noti il punto A, R_v e m determinare il punto B
 - Noti il punto A e il punto B determinare R_v e m ($V_e \Delta t$)rispettando criteri di Sicurezza, Brevità e Facilità

Problemi della navigazione stimata

1. Date le coordinate del punto di partenza, la R_v e m (percorso effettuato) determinare la posizione attuale
2. Date le coordinate del punto di partenza e di arrivo determinare R_v e m (oppure ETA data la V_p)
3. Governare la nave (variando R_v-P_v e V_e-V_p) sul percorso e nei tempi stabiliti

Navigazione per Lossodromia

1. In generale non è quasi mai possibile seguire un percorso diretto tra 2 punti (porti) se non per brevi distanze
2. La stima si fa sulla carta di Mercatore (rettifica le lossodromie)
3. Si ricorre alla soluzione analitica quando non si dispone di una carta con tutto il percorso
4. In generale tutte le navigazioni possono essere ricondotte ad una sommatoria di percorsi lossodromici diretti

Navigazione per Ortodromia

1. Navigazione per C.M. individua il percorso più breve
2. Rv cambia con continuità
3. Si possono individuare punti (distanti circa 240/300nm) corrispondenti a 12/24 h di navigazione da raggiungere per lossodromia ("spezzata lossodromica") con un minimo incremento di m

Differenze tra percorso ortodromico e lossodromico

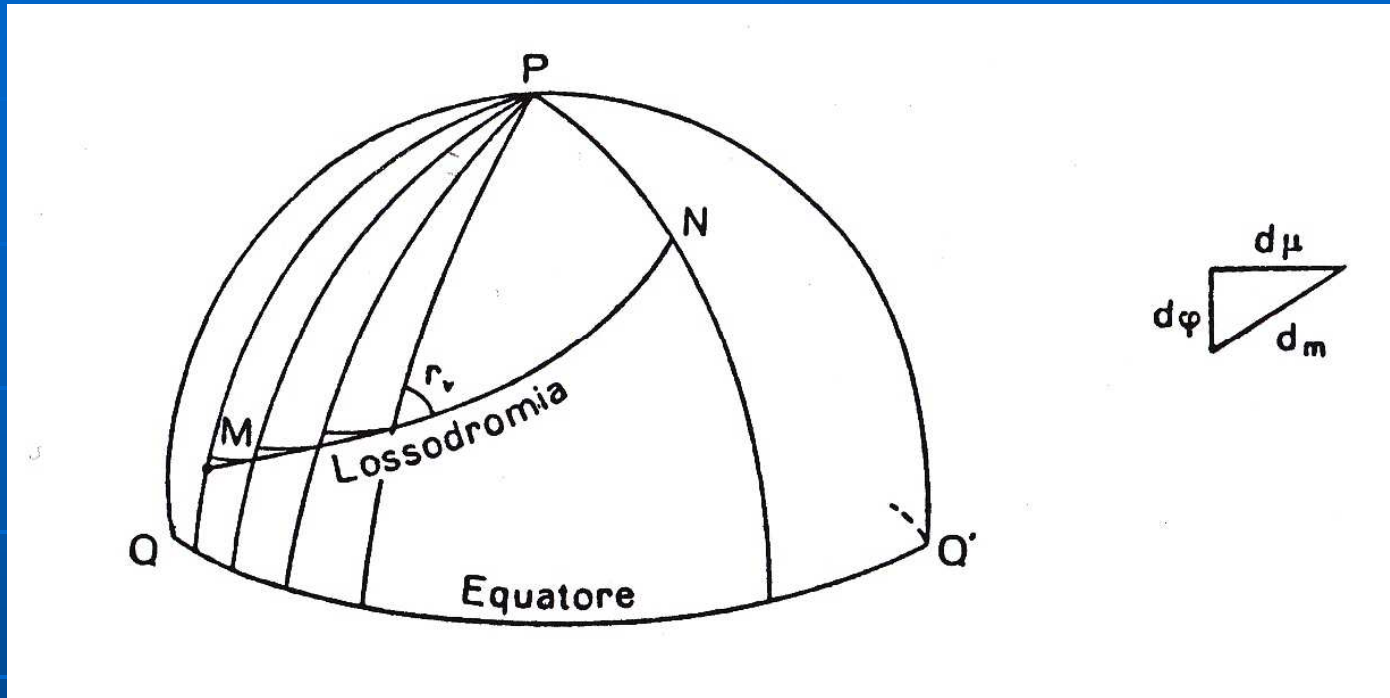
1. Ortodromia tra 2 punti passa sempre verso il polo elevato rispetto alla corrispondente lossodromia
2. Differenza di distanza minima entro qualche centinaio di miglia (Med.), quando A e B sono prossimi all'equatore o il $\Delta\lambda$ è minimo
3. Differenza sensibile se A e B sono nello stesso emisfero ad elevate latitudini ed il loro $\Delta\varphi$ è piccolo e $\Delta\lambda$ è grande (navigazione polare)
4. Misura approssimato

$$m - d = \frac{\sin^2 R_v \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi_m}{3482^2} \cdot \frac{m^3}{24}$$

Navigazione mista

1. Percorso parzialmente per ortodromia e per lossodromia delimitato da un parallelo limite di sicurezza (generalmente per motivi meteorologici)
2. Composto da un arco di C.M. condotto da A e tangente al parallelo limite, da un arco di parallelo (arco lossodromico) e da un arco di C.M. tangente al parallelo limite che conduce a B

Lossodromia



$$\Delta\varphi = m \cos R_v$$

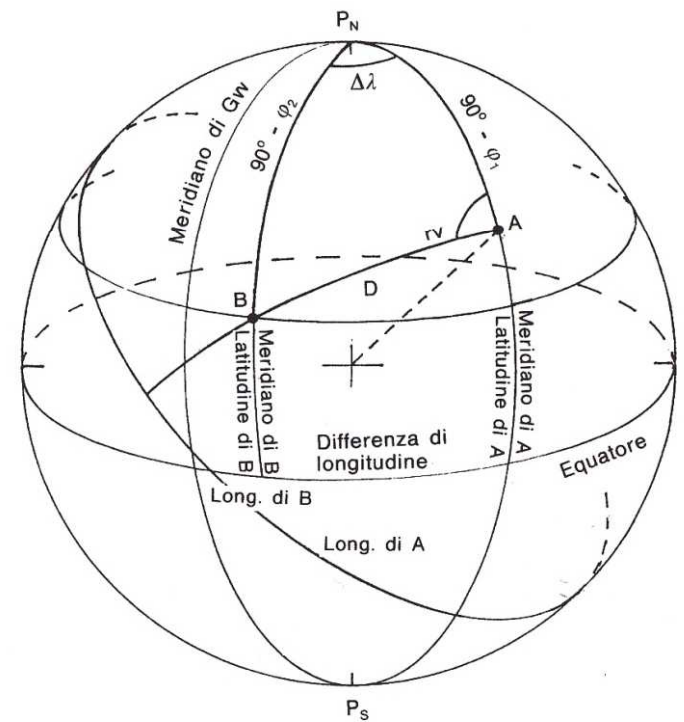
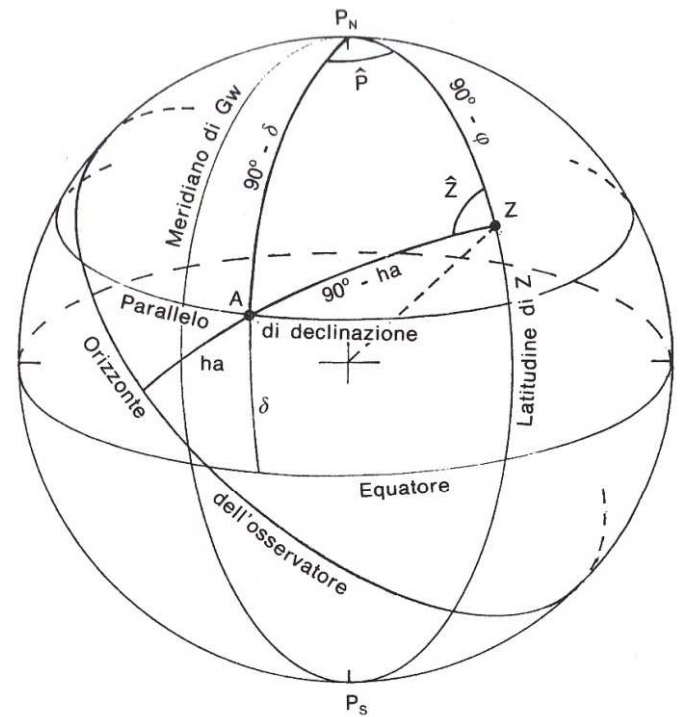
$$\Delta\lambda = \Delta\varphi_c \tan R_v$$

$$\Delta\lambda = \mu \sec \varphi_m$$

Ortodromia

Uso della formula del "sen h"

$$\sin D = \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos \Delta\lambda$$



Metodi per la risoluzione dei problemi della navigazione stimata

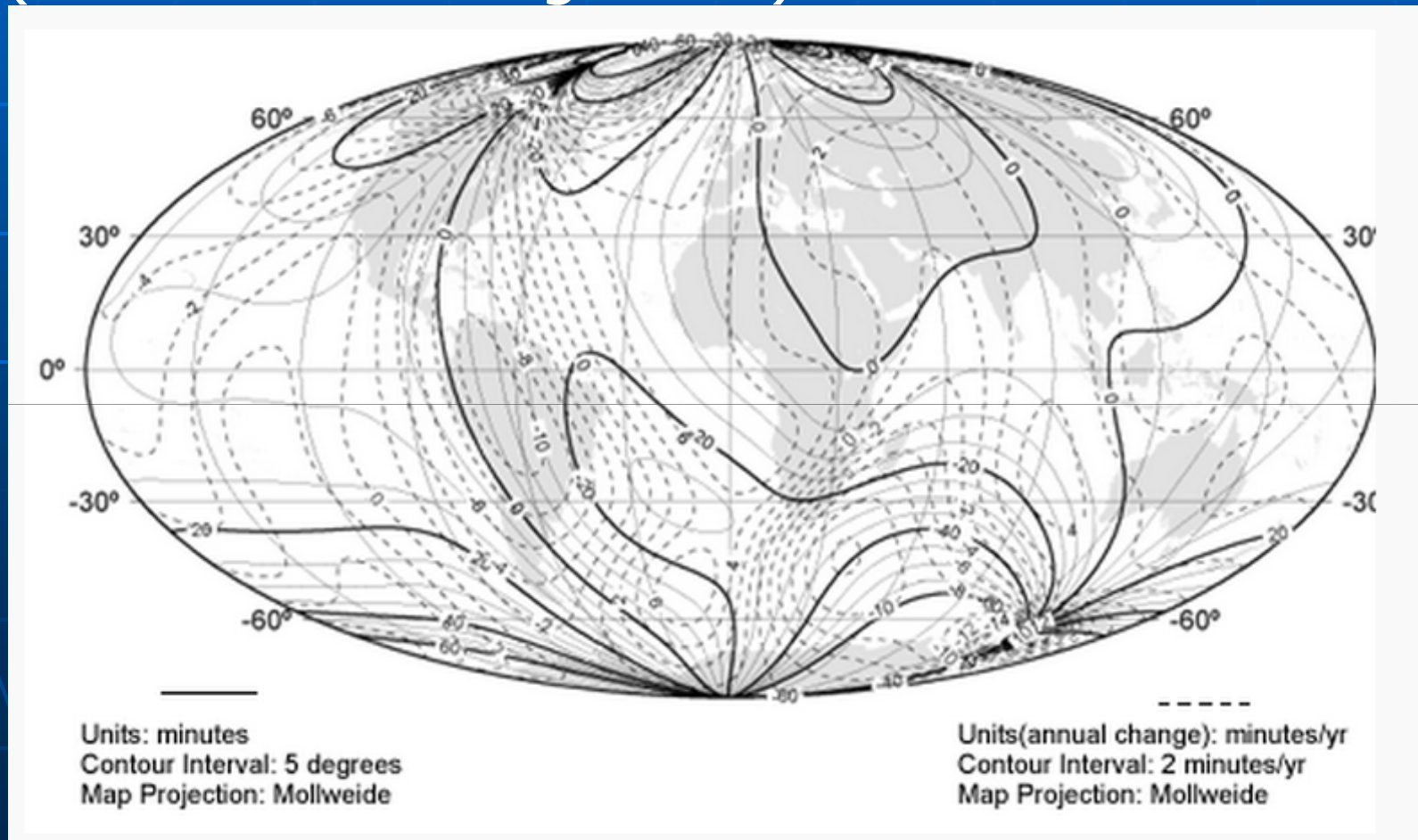
1. Misura diretta sulla carta nautica: percorso lossodromico Mercatore; percorso ortodromico gnomonica
2. Calcolo tramite computer con software applicativi dedicati
3. Impiego le tavole nautiche 2 e 3
4. Impiego tavole logaritmiche
5. Tavole a soluzione diretta es. HO 214

Gli strumenti per la navigazione stimata

1. Bussola magnetica
2. Girobussola
3. Solcometro

Bussola magnetica

1. Sensibile a campo magnetico terrestre
2. Campo magnetico non coincide con reticolato geografico. In ogni punto esiste una **d** (declinazione magnetica)



Bussola magnetica

1. **d** angolo tra Ng e Nm; + se Nm East; - se Nm West

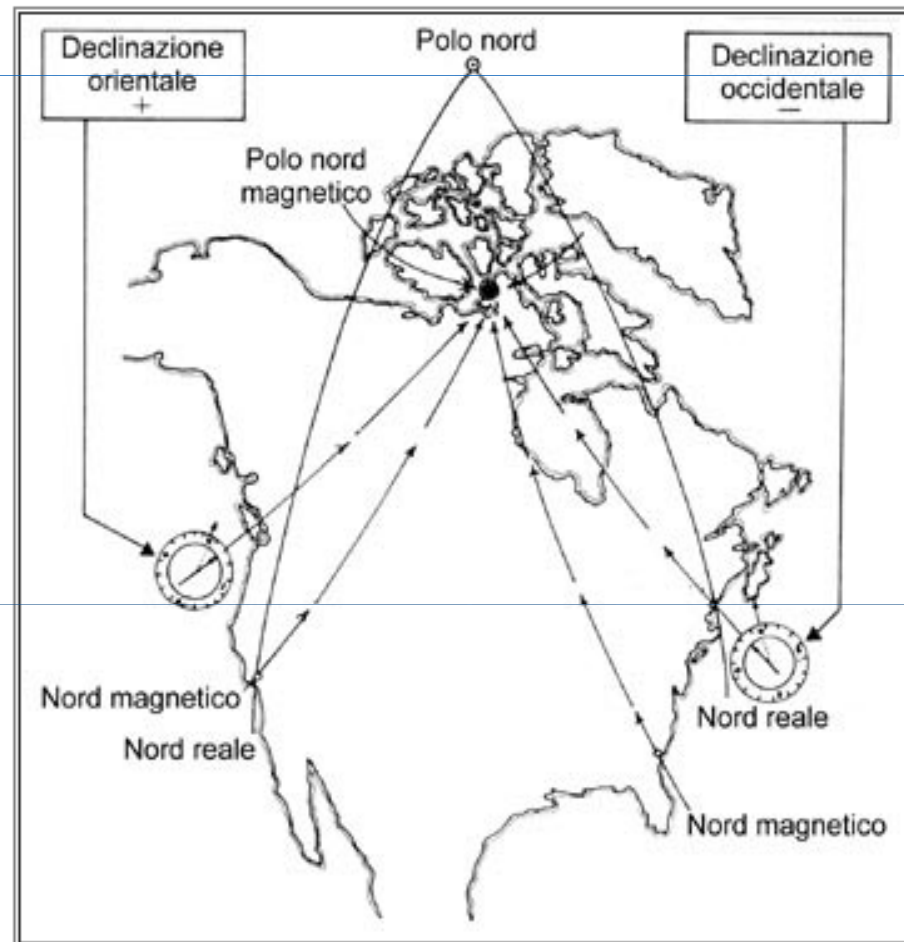


Figura 4. L'immagine presenta i due casi di declinazione: positiva e negativa.
Orientale (E), positiva, se l'ago declina ad est (/)
Occidentale (W), negativa se l'ago declina a ovest (\).

Bussola magnetica

1. δ deviazione magnetica: angolo tra Nm e Nb; + se Nb a dx; - se Nb a sn
2. δ funzione della nave e della prora; riportata sulle tabelle delle deviazioni determinata con i "giri di bussola" al termine della compensazione

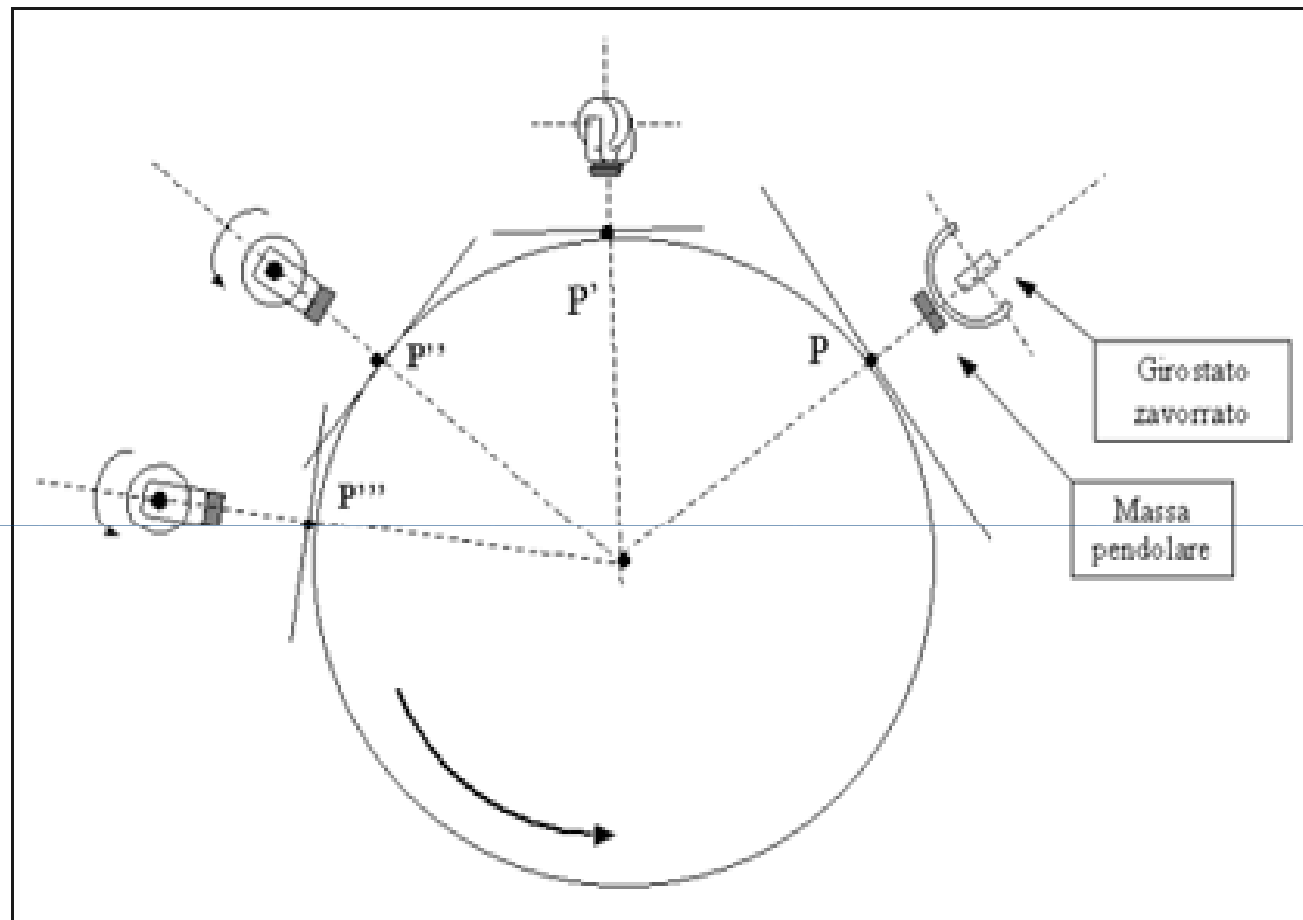
$$P_v = P_b + \delta + d$$

Girobussola

- Sistema elettromeccanico/elettronico basato su un sensore che misura la velocità e le accelerazioni del moto nave rispetto allo spazio (rif. Inerziale)
- Principio fisico della inerzia giroscopica e precessione giroscopica in presenza di gravità e rotazione terrestre

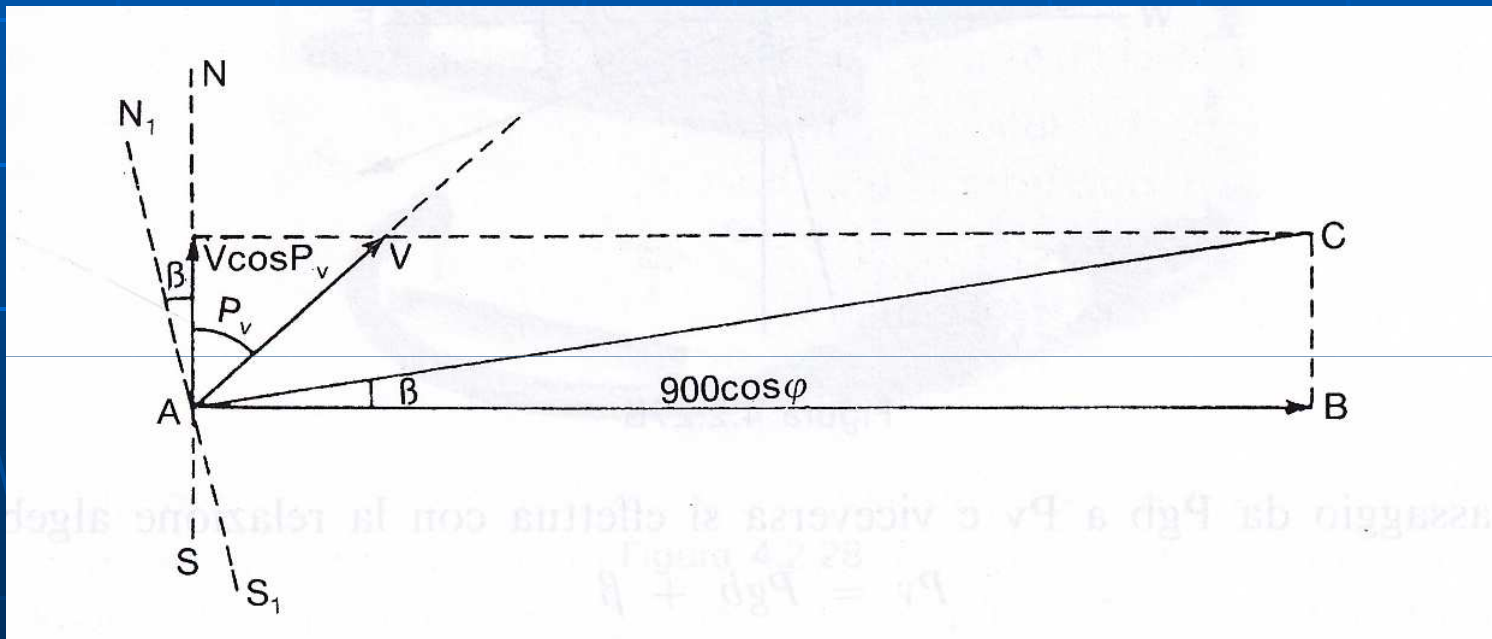
Girobussola

1. Sistema elettromeccanico/elettronico basato su un sensore che misura velocità e accelerazioni angolari del moto nave rispetto allo spazio (rif. Inerziale)

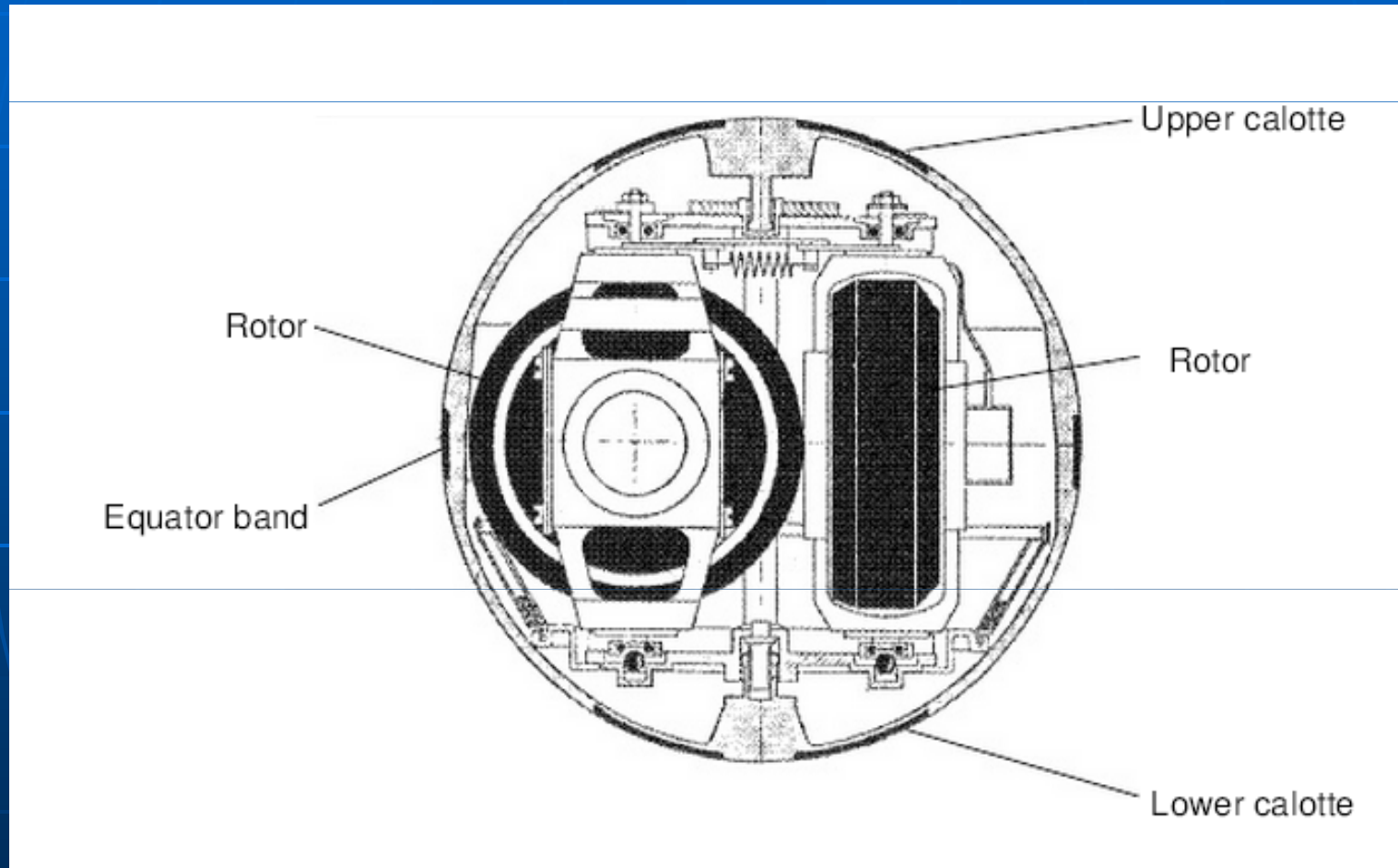


Girobussola

$$\beta^\circ = \frac{V \cos P_v}{900 \cos \varphi} 57.3$$

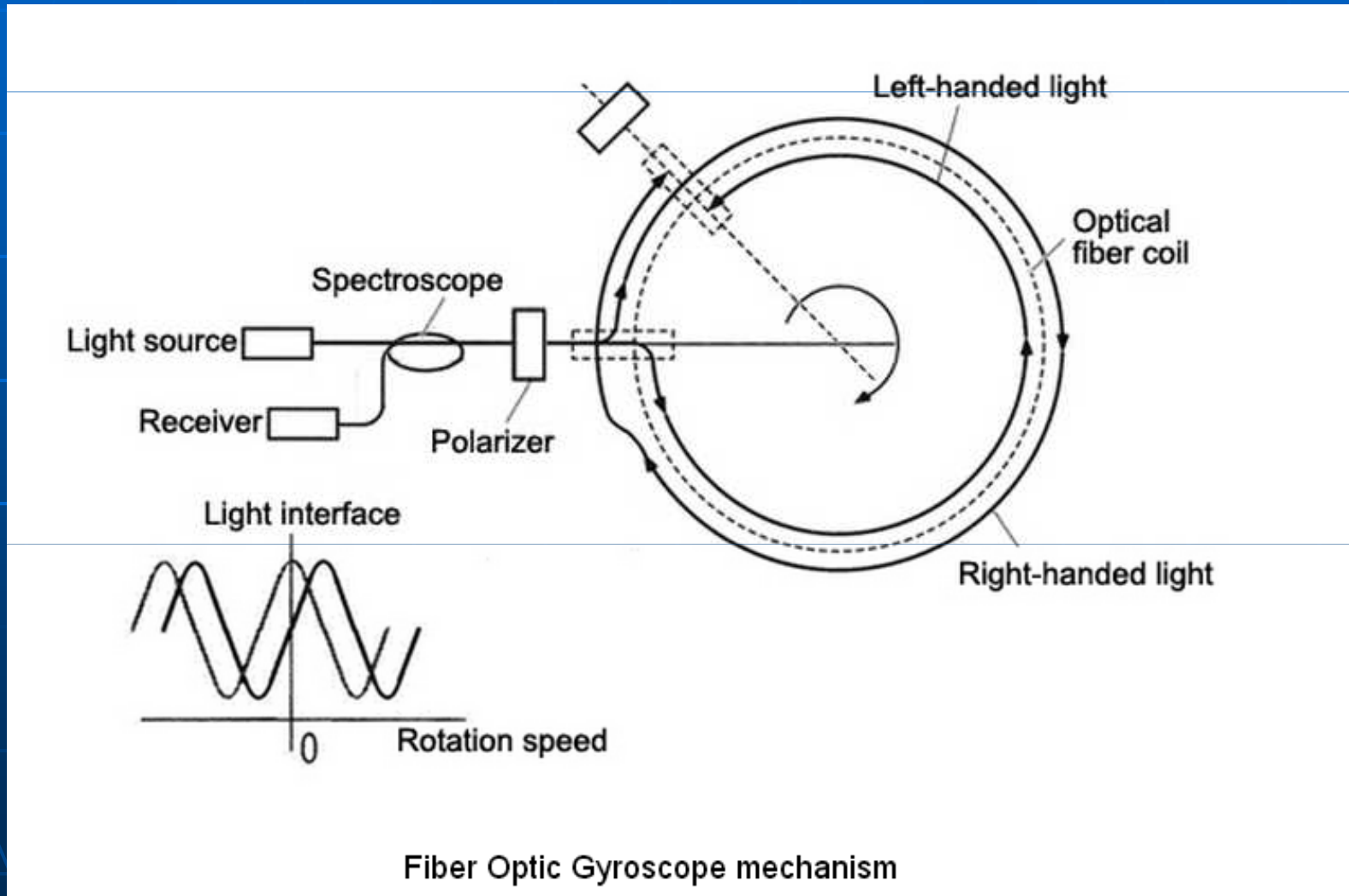


Girobussola



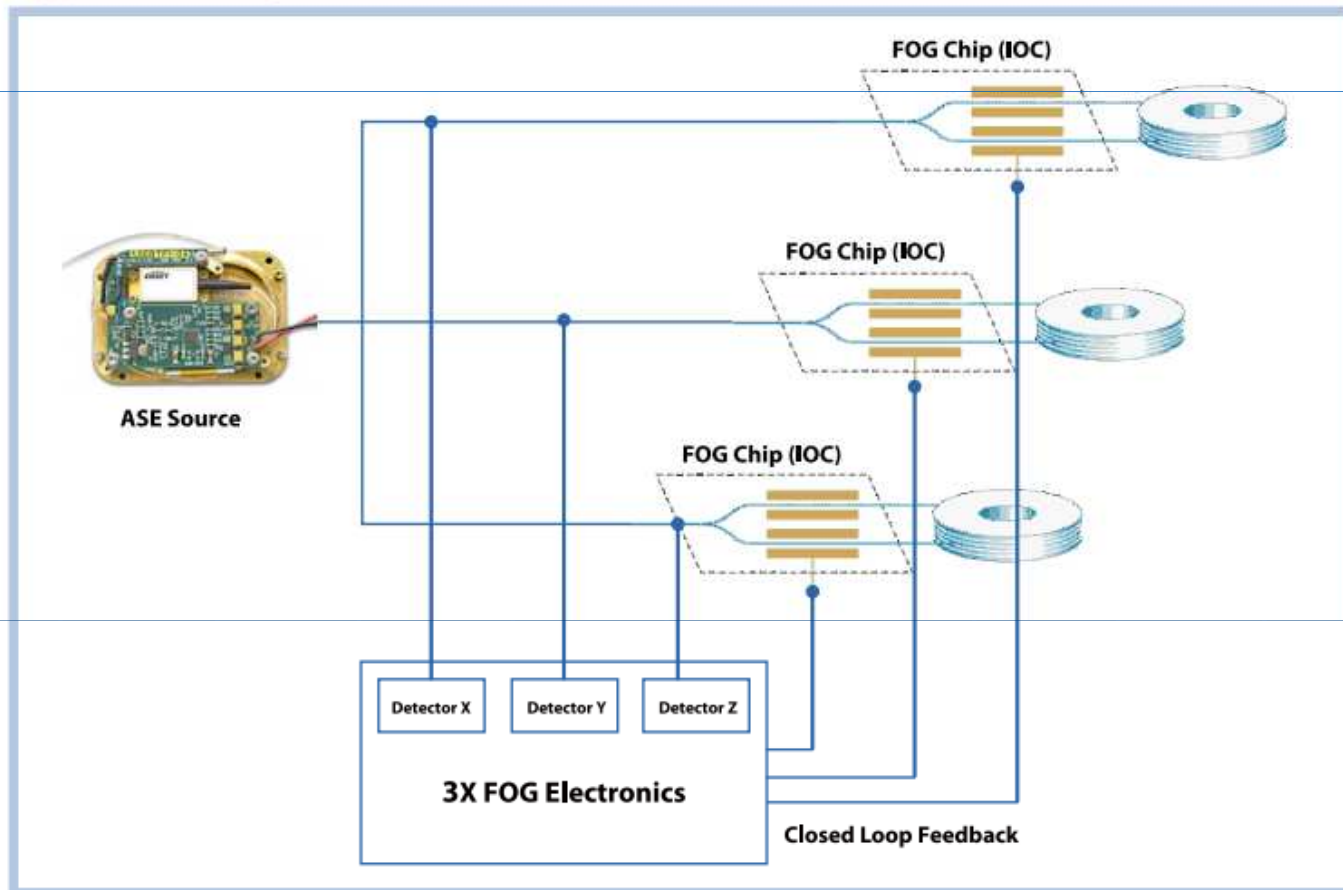
Girobussola FOG

Effetto Sagnac



Girobussola FOG

Typical 3 Axes System Architecture



Sample Implementations

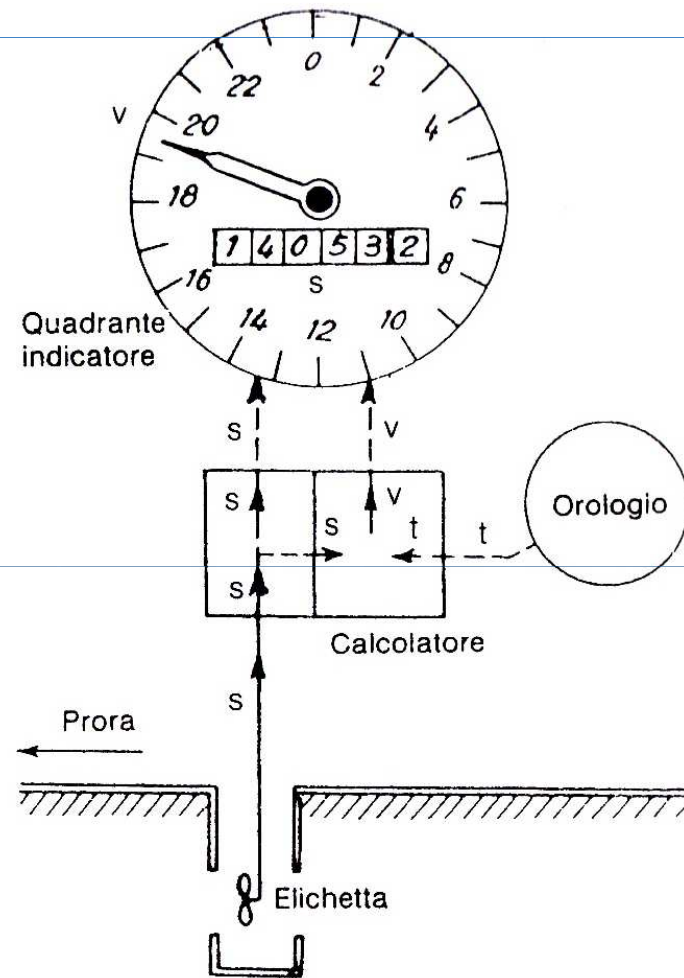
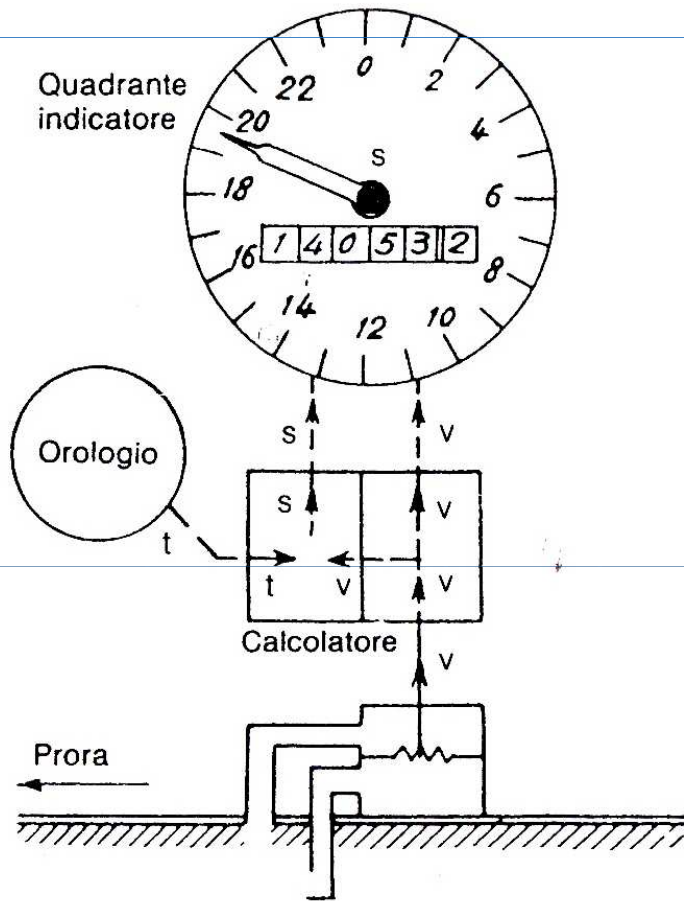
Girobussola FOG



Solcometro

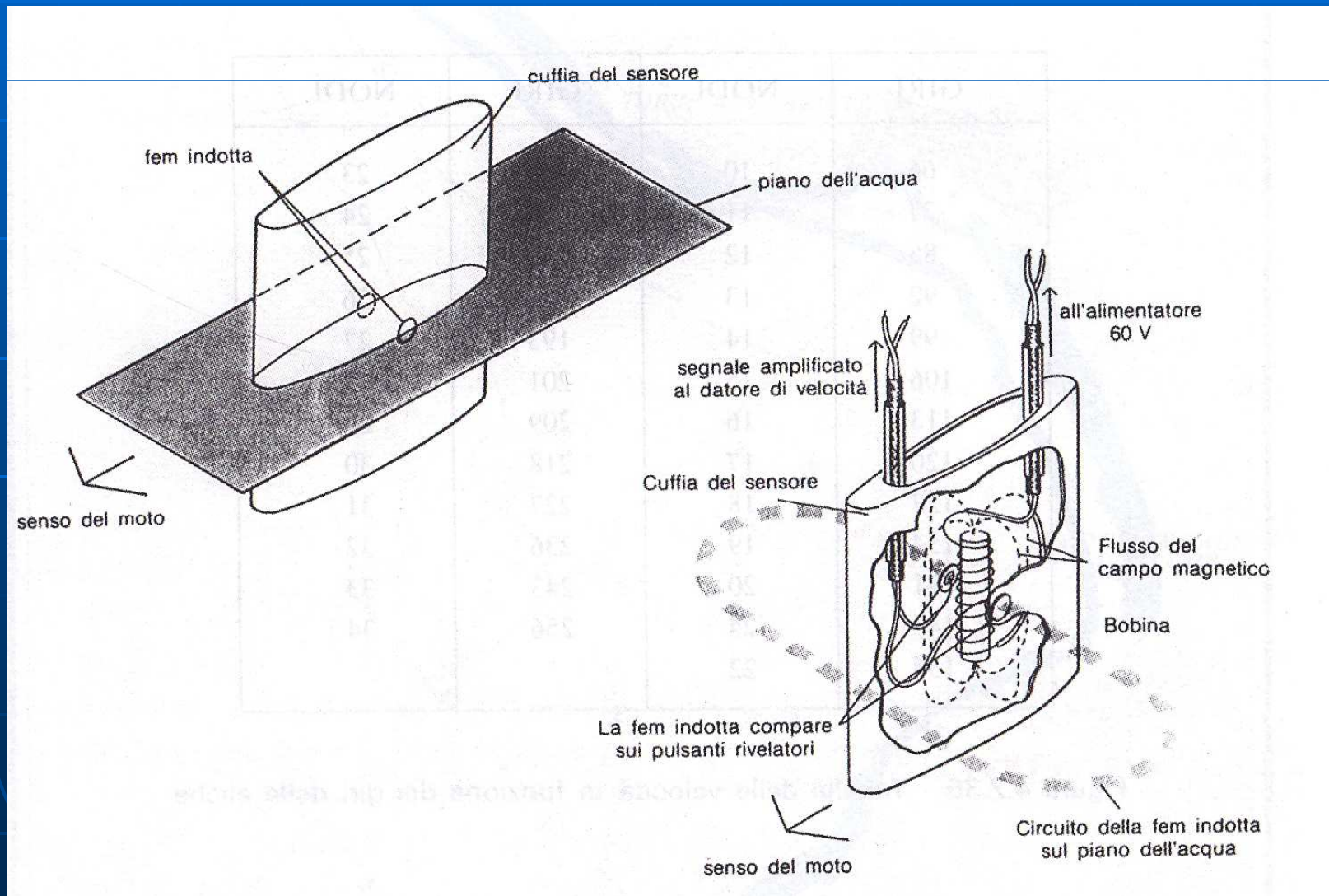
Pressione

Elica



Solcometro

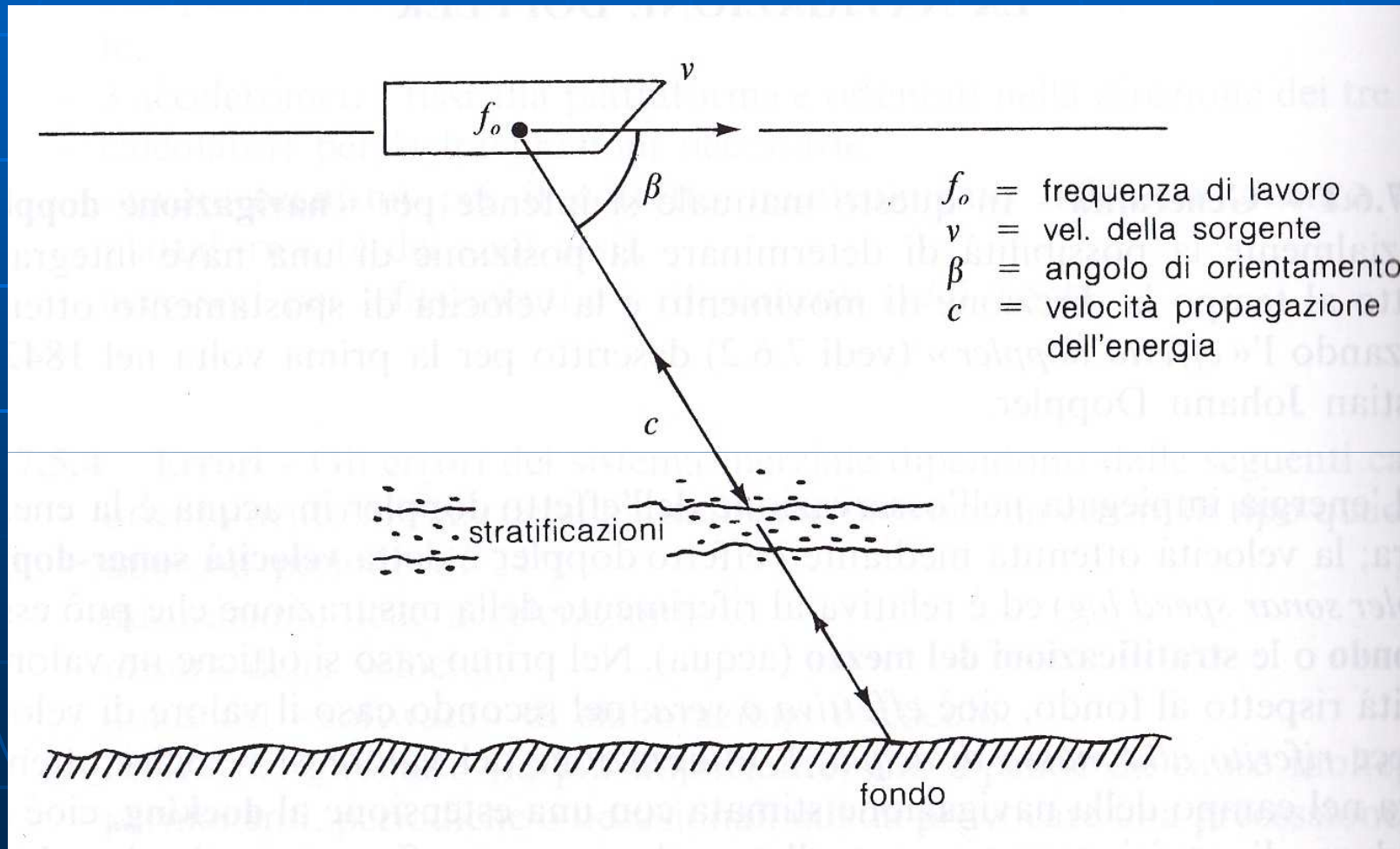
Elettromagnetico



Solcometro

■ Doppler

$$v = \frac{c}{2f_0} d \sec \beta$$



Solcometro

- Doppler su 2 assi
- 3 fasci tx
- Vel rispetto fondo fino 200 mt
- Idoneo a supporto alla manovra
- Rispetta requisiti IMO per unità > 50.000 GT



Navigazione in presenza di vento e corrente

1. Corrente propriamente detta, corrente di marea, corrente superficiale dovuta al vento
2. Vento agisce sull'opera morta della nave in relazione al tipo di unità ed al rilevamento polare

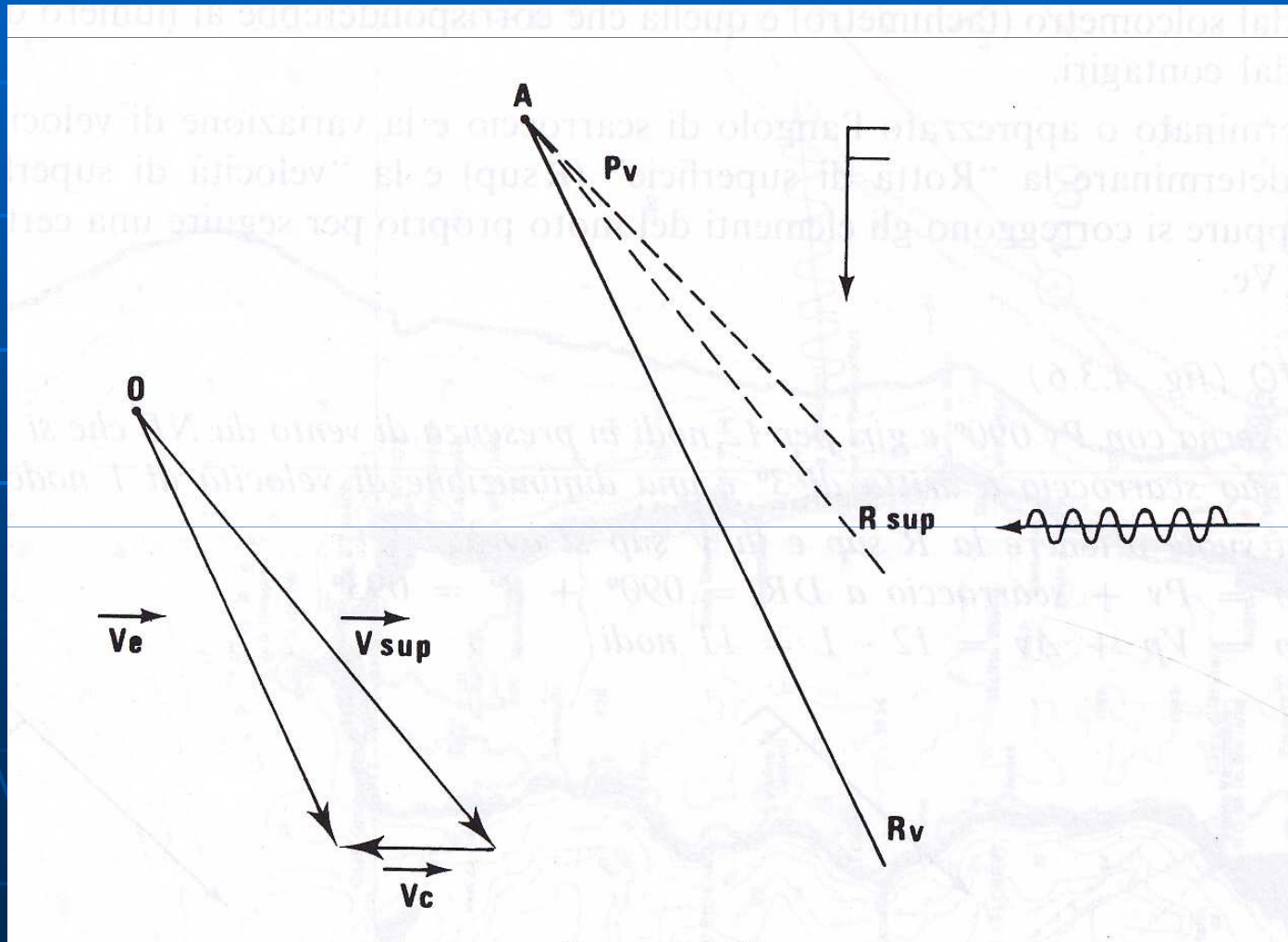
Navigazione in presenza di vento e corrente

1. Effetto della corrente: significativo ambito passaggi ristretti, quando presenti correnti di marea, navigazione fluviale, accesso ai porti
2. Effetto del vento: elemento significativo nel corso delle manovre (ormeggio, presa di boa, fonda)

Navigazione in presenza di vento e corrente

Dato P_v e V_p determinare R_v e V_e

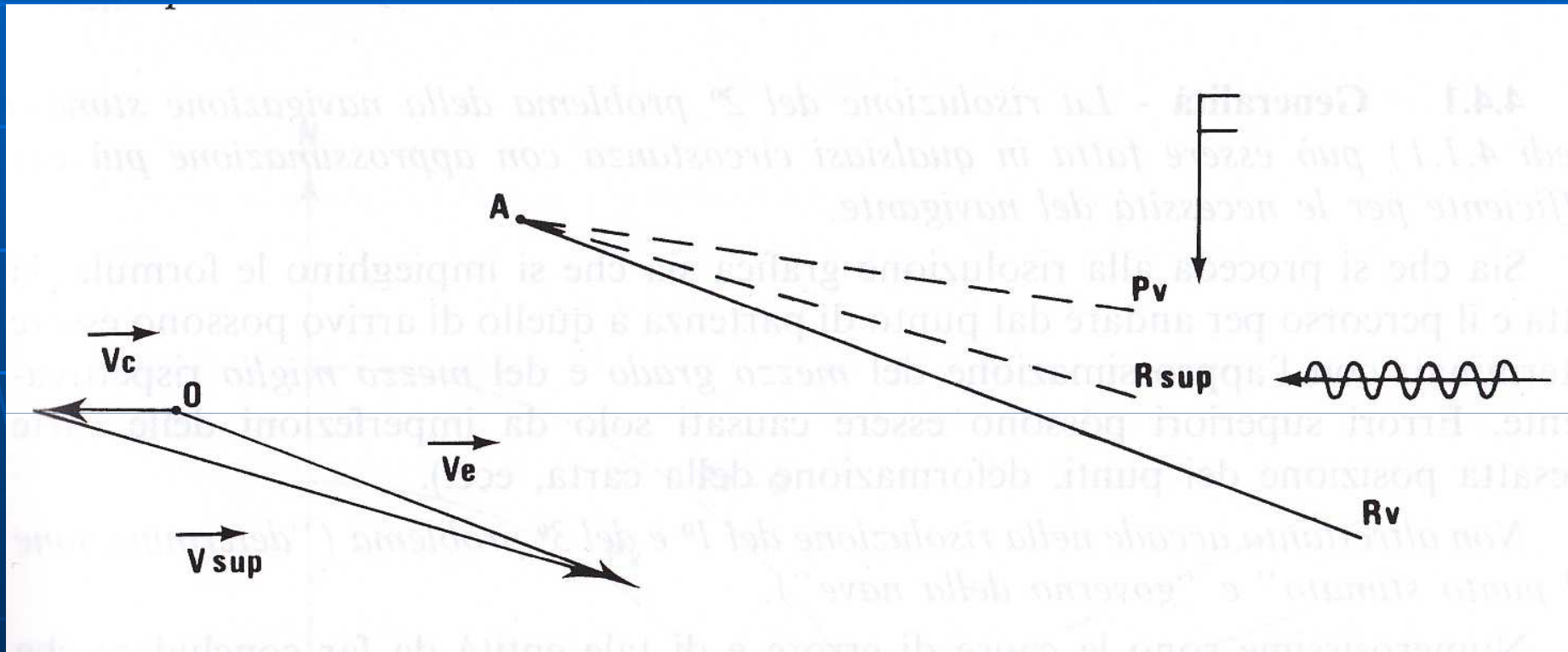
Si considera prima effetto del vento e poi la corrente



Navigazione in presenza di vento e corrente

Dato R_v e V_e determinare P_v e V_p

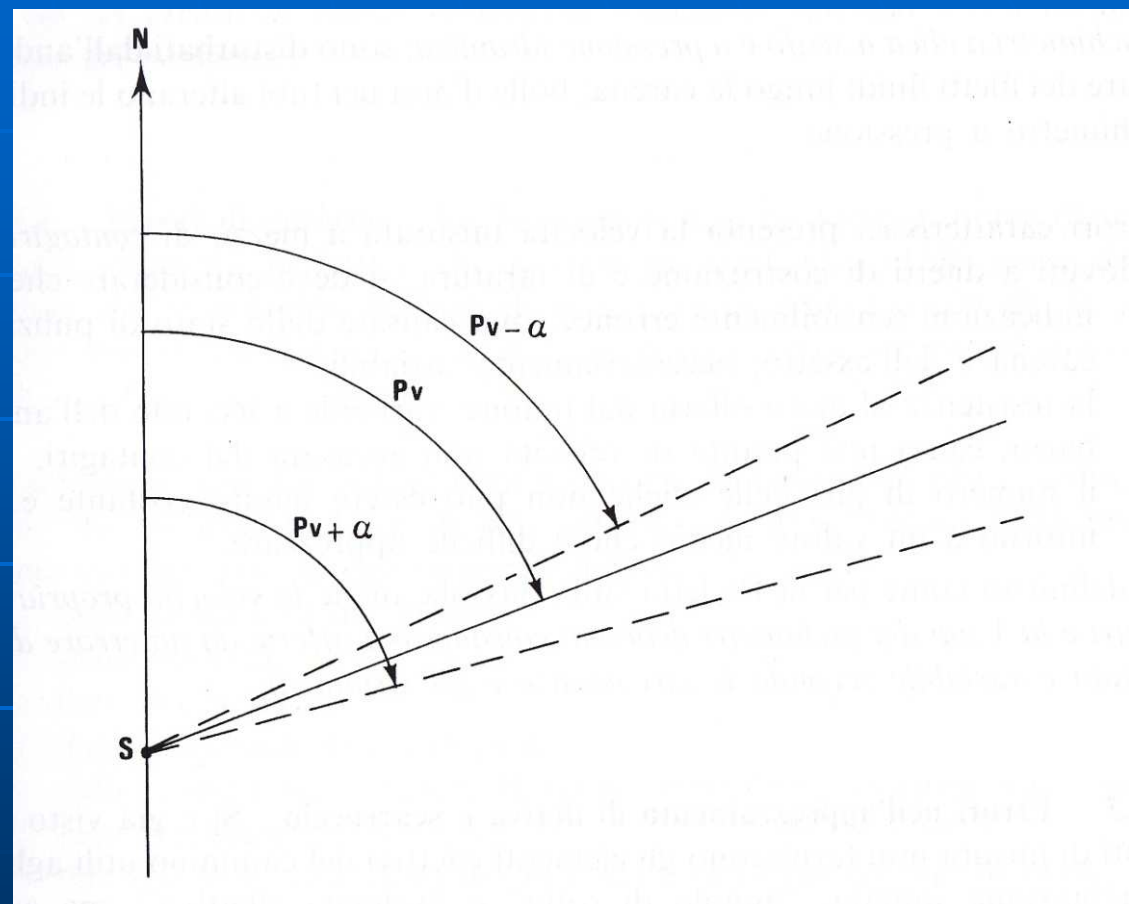
Si considera prima la corrente e poi effetto del vento



Gli errori della navigazione stimata

Errori degli strumenti di misura

1. valore declinazione
2. Valore deviazione
3. Disall. linea fede
4. Oscillazioni rosa per moto ondoso
5. Disall. linea fede per gyro, errori tx dato prora
6. Praticamente
 $\pm 1^\circ$ gyro
 $\pm 1^\circ$ magnetica



Gli errori della navigazione stimata

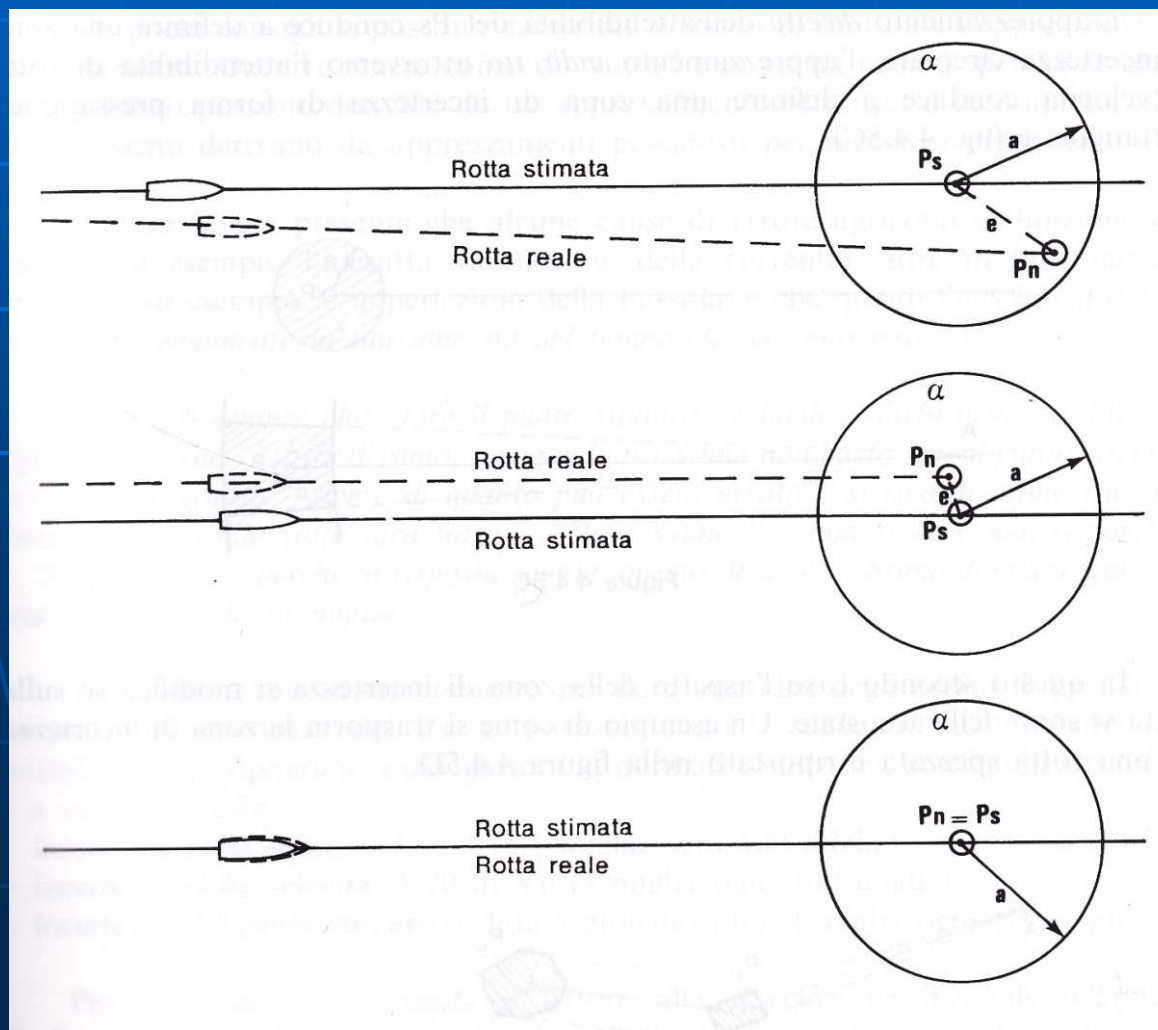
Errori degli strumenti di misura (cont.)

1. Errore del solcometro dovuto a curva di calibrazione, stato del mare e manutenzione
2. Errore nell'apprezzamento di deriva e scarroccio estremamente variabili e mai misurabili; solo esperienza può aiutare a migliorare la stima
3. Errore di governo: condimeteo, efficienza strumenti, abilità del timoniere (in MM sempre preferito timoniere ad autopilota) o settaggio autopilota (asservimenti più pronti provocano maggiore stress a sistema di governo)

Gli errori della navigazione stimata

Errori e attendibilità del punto stimato

Il punto stimato è il centro della zona di incertezza, intesa come limite probabile dell'errore

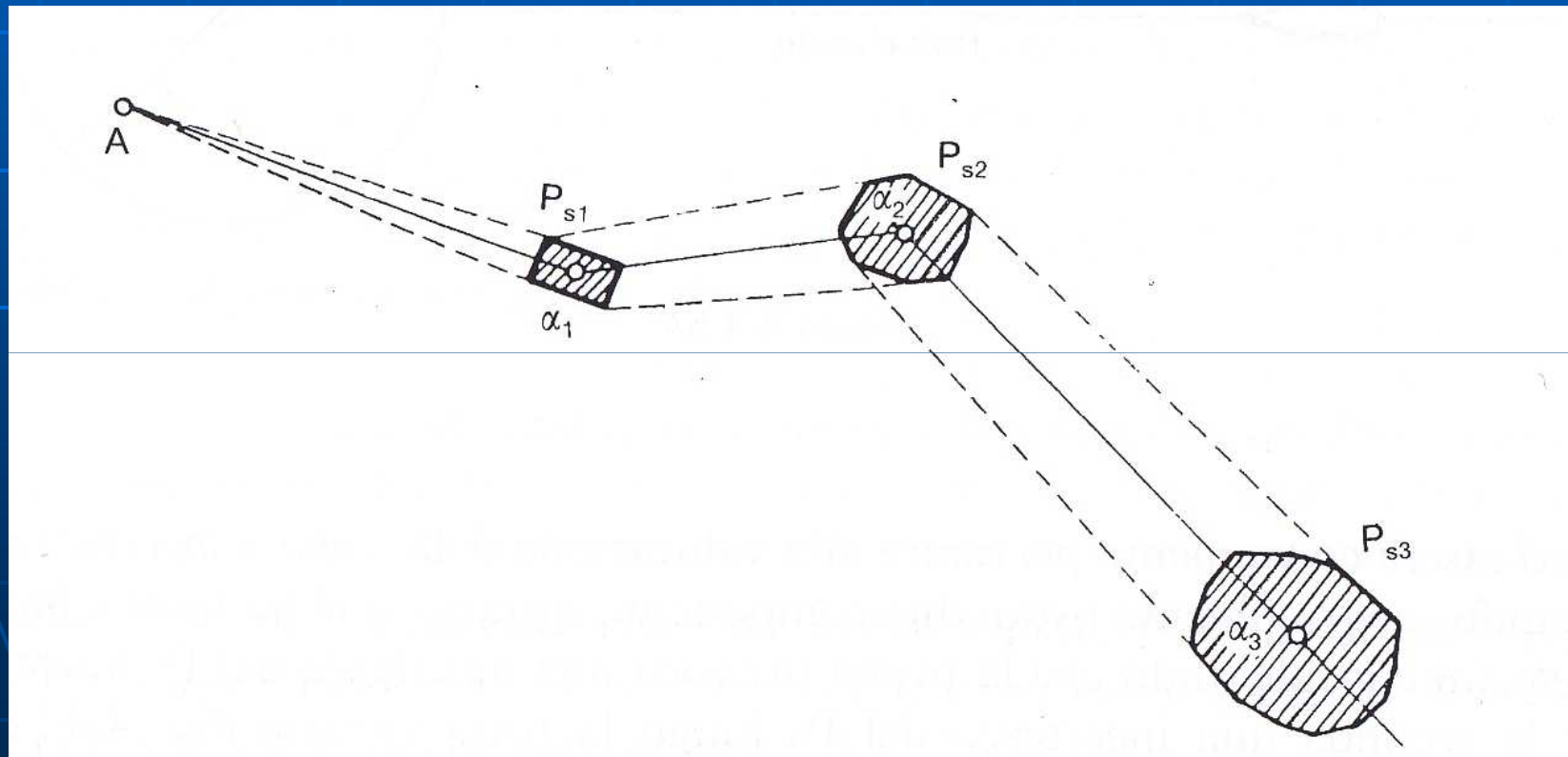


Gli errori della navigazione stimata

Errori e attendibilità del punto stimato

Apprezzamento indiretto: errore di rotta e velocità

Zona incertezza modifica forma con accostate



Insufficienza e insostituibilità del punto stimato

1. La navigazione stimata non è sufficiente per le esigenze della navigante e per la sicurezza della navigazione.
2. Unico sistema (autonomo) per avere con continuità e senza vincoli la posizione della nave.
3. Il punto stimato è adeguato quando consente la determinazione del punto astronomico ovvero il riconoscimento della costa. In pratica quando ricade entro l'orizzonte dell'osservatore.