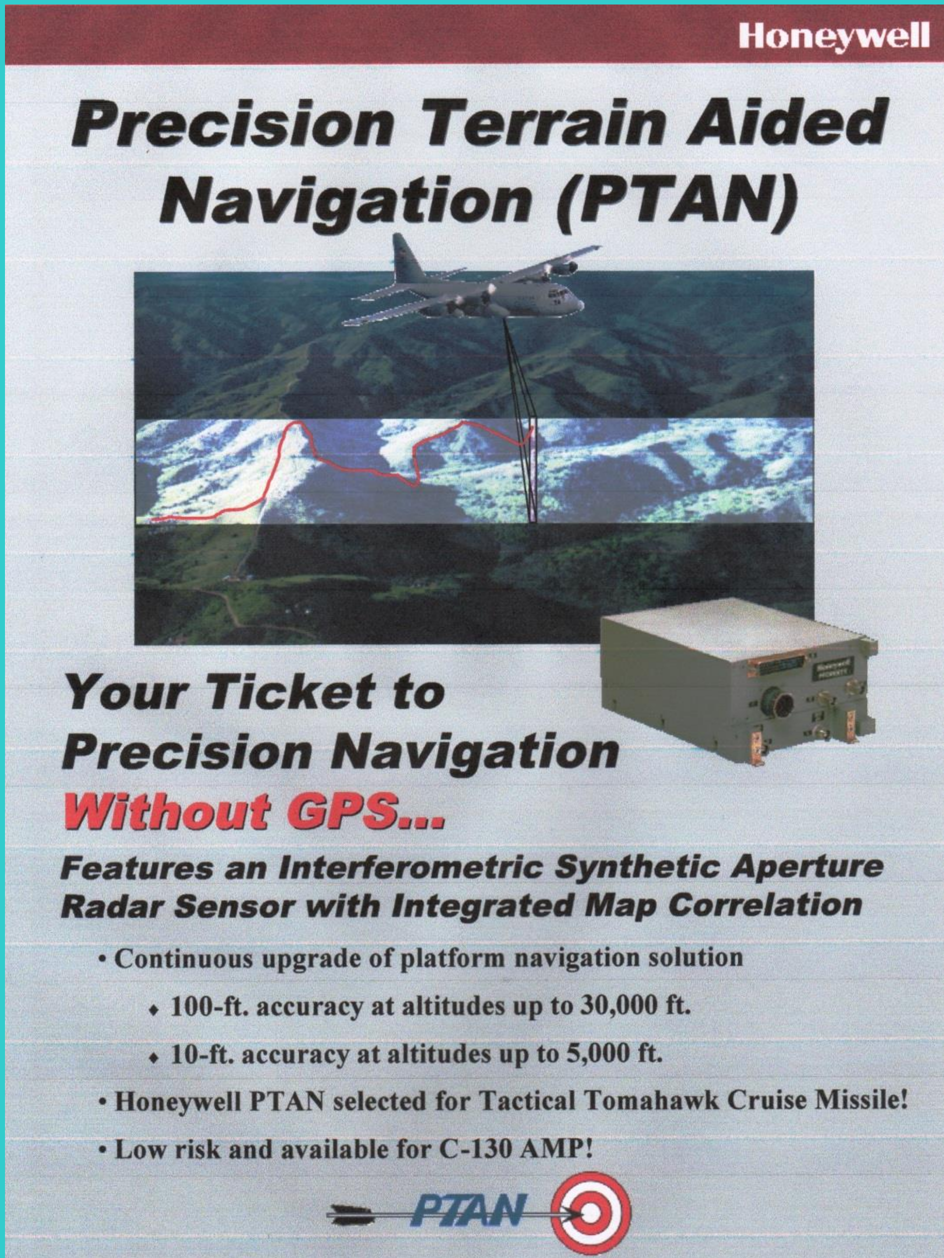
Navigazione

Fare il punto: non si può essere persi.

L’areo si muove velocemente ed ha comunque un’autonomia temporale limitata.

Come raggiungere il punto successivo.

Navigazione assistita

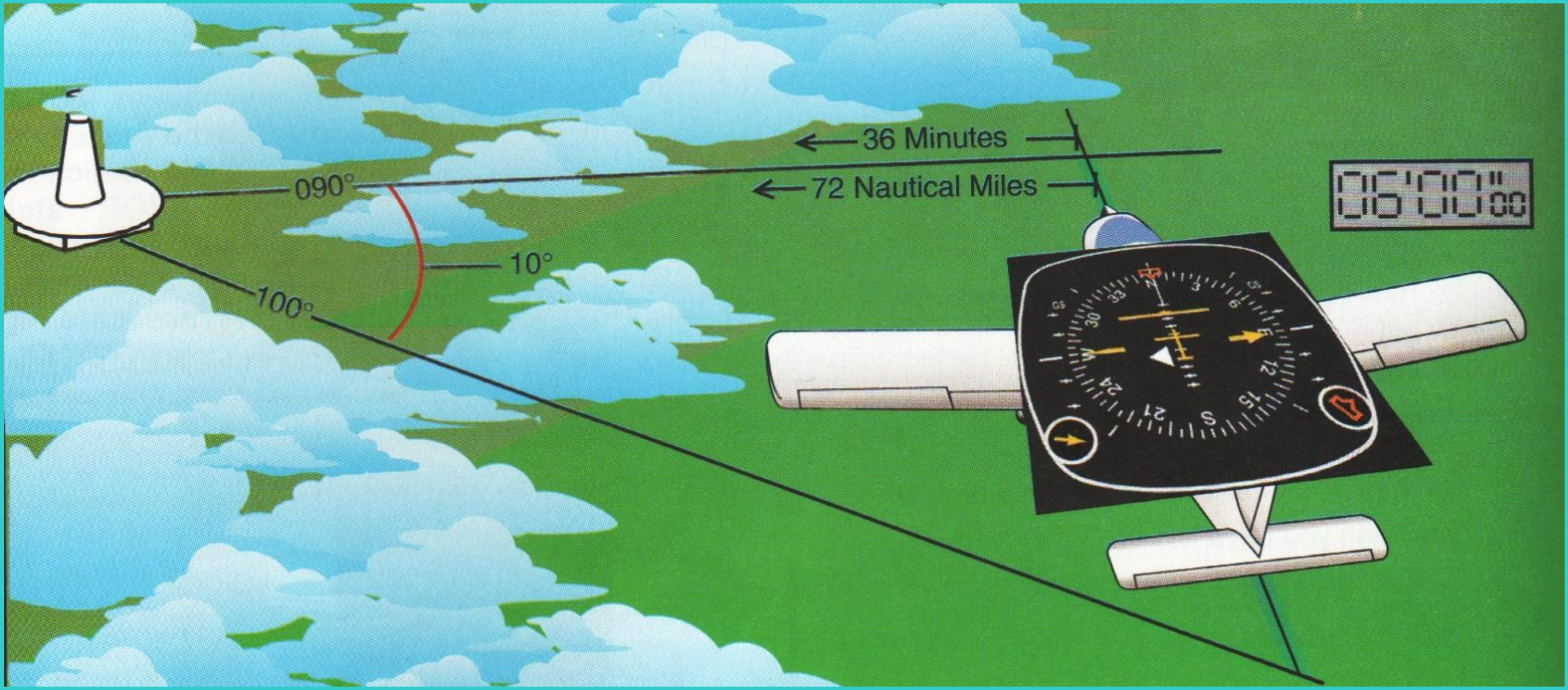


Abbiamo bisogno di informazioni che vengano dall’esterno

Navigazione assistita

A vista con il riconoscimento di eminenze esterne

Navigazione assistita



Con radioaiuti che forniscono segnali dall'esterno

Navigazione assistita

Satellitare, etc ……

Navigazione stimata

Dead Reckoning:

Integrazione dell’equazione del moto:

$$\dot{\bar{s}} = \bar{v}$$

- orologio
- anemometro
- bussola magnetica
- posizione di partenza

Navigazione stimata

Navigazione stimata

con anemometro, bussola e cronometro:

in assenza di qualunque scarrocciamento o deriva,

supponendo nota la prua vera,

nel caso di velocità al suolo (**GS**) costante si ha

che lo spostamento è:

$$\Delta \mathbf{s} = \mathbf{GS} \cdot \Delta \mathbf{T}$$

nella direzione della prua.

In questo modo è possibile sapere il punto successivo.

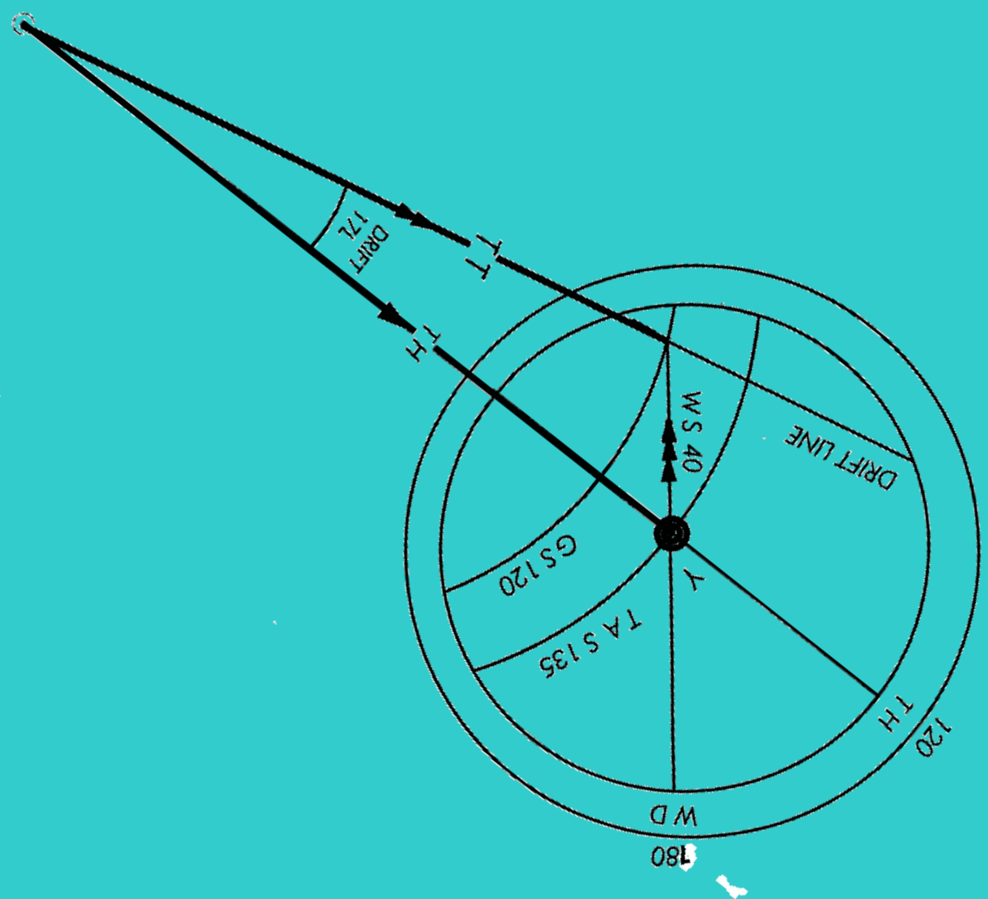
Supponendo di ripetere il calcolo per ogni $\Delta \mathbf{T}$ in cui

cambi **GS** in modulo o direzione, che devono

essere noti, è possibile ricostruire la traiettoria

mano a mano che essa si sviluppa.

In presenza di deriva causata dal vento



TH True Heading
TT True Track
WS Wind Speed
WD Wind Direction
GS Ground Speed
TAS True Air Speed

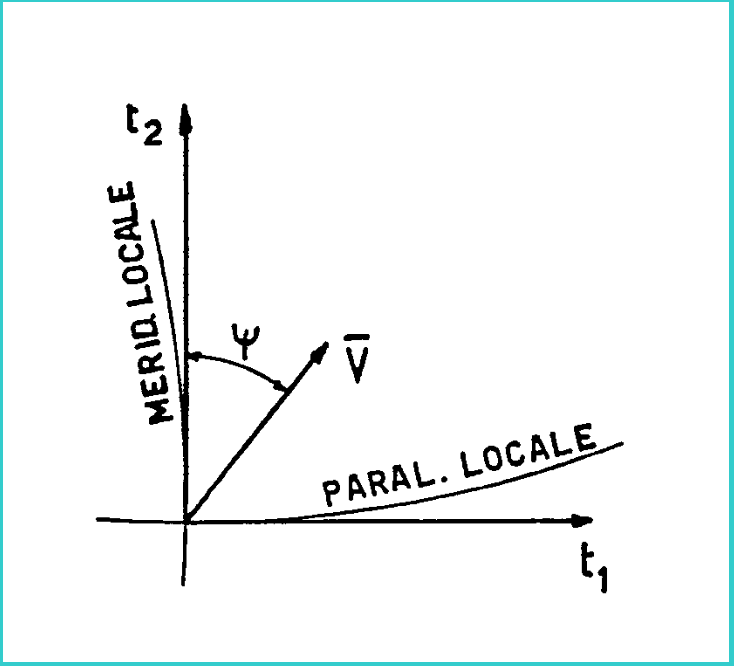
Navigatore con dati aria

v_T è la velocità all'aria
$v_H = v_T \cos\gamma$
dove γ è l'angolo di rampa.

Detto ψ l'angolo di track

se v_W è la velocità del vento e ψ_w la sua direzione si ha:

$$\begin{cases} v_N = v_H \cos\psi + v_W \cos\psi_w \\ v_E = v_H \mathrm{sen}\psi + v_W \mathrm{sen}\psi_w \end{cases}$$



Navigazione autonoma

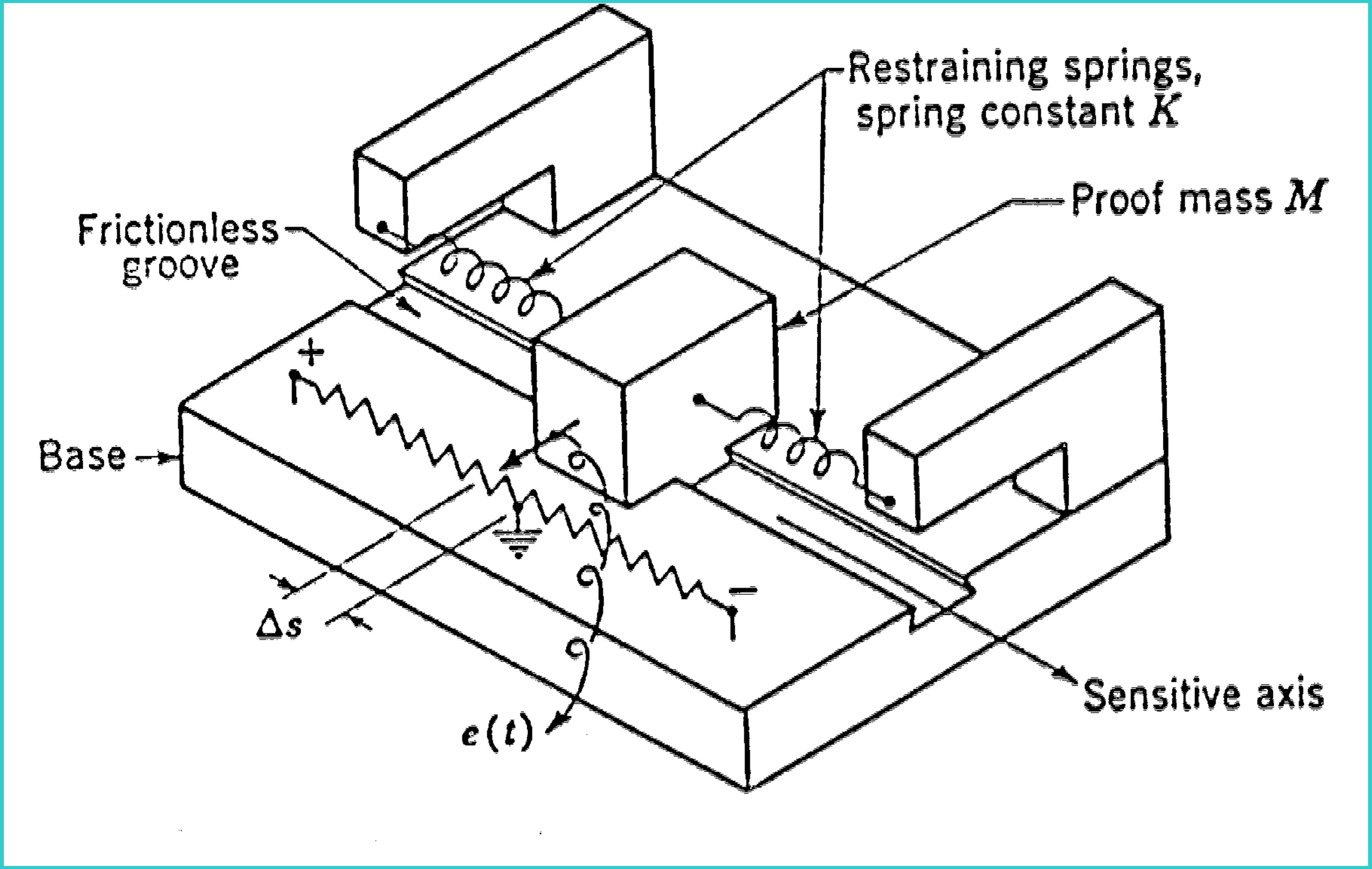
Self Contained senza aiuti esterni

Integrazione dell’equazione del moto

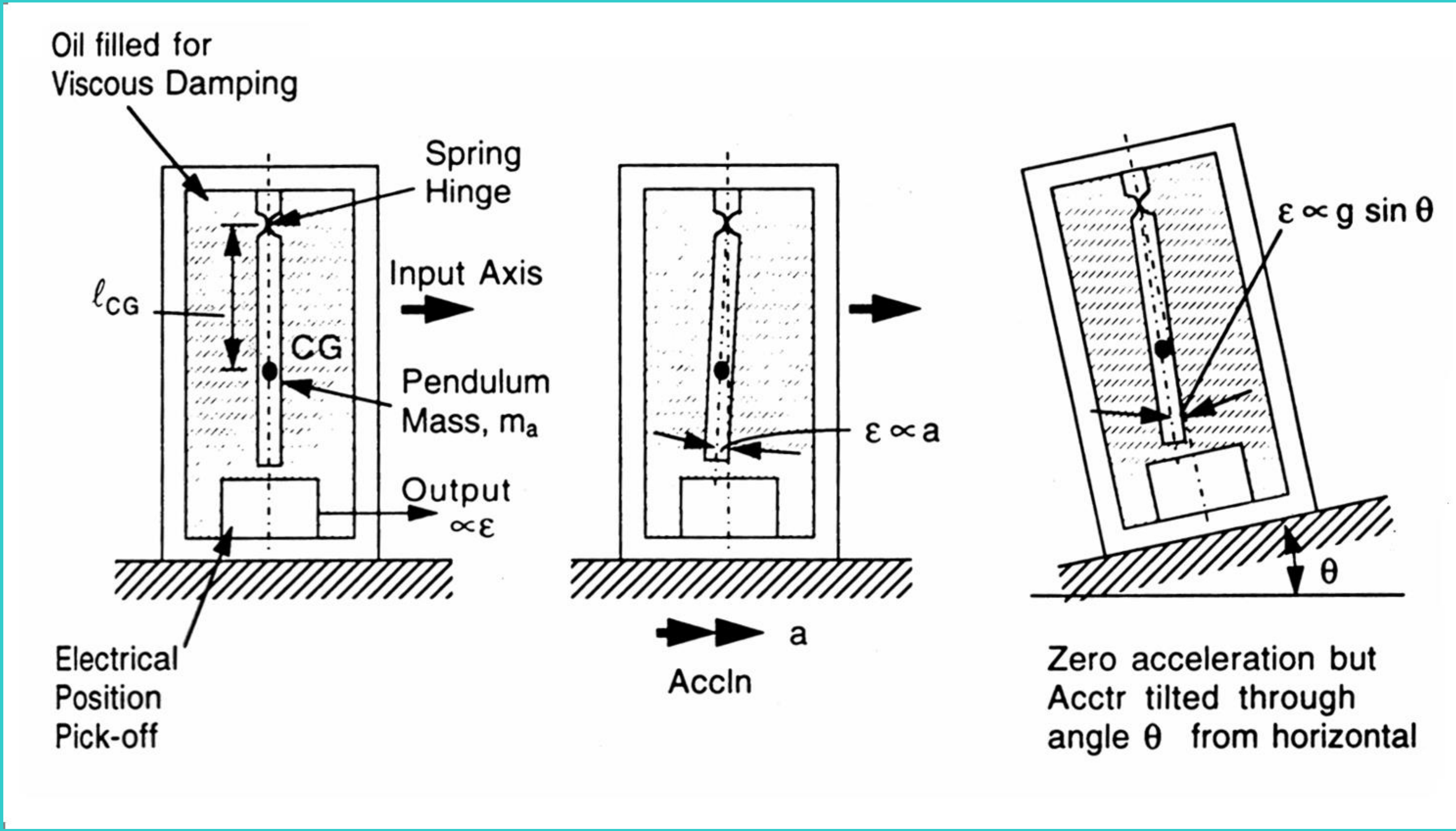
$$\ddot{\overline{s}} = \overline{a}$$

conoscendo le condizioni iniziali.

Accelerometro



Accelerometro



Navigazione su terra piatta

Flat Land Navigation

$$\begin{cases} \mathbf{F_x} = \mathbf{m\ddot{x}} \\ \mathbf{F_y} = \mathbf{m\ddot{y}} \end{cases}$$

al tempo $\mathbf{t} = \mathbf{t}_0 = 0 \quad \begin{cases} \mathbf{x} = \mathbf{x}_0 \\ \mathbf{y} = \mathbf{y}_0 \end{cases} ; \quad \begin{cases} \dot{\mathbf{x}} = \mathbf{K}_1 \\ \dot{\mathbf{y}} = \mathbf{K}_2 \end{cases}$

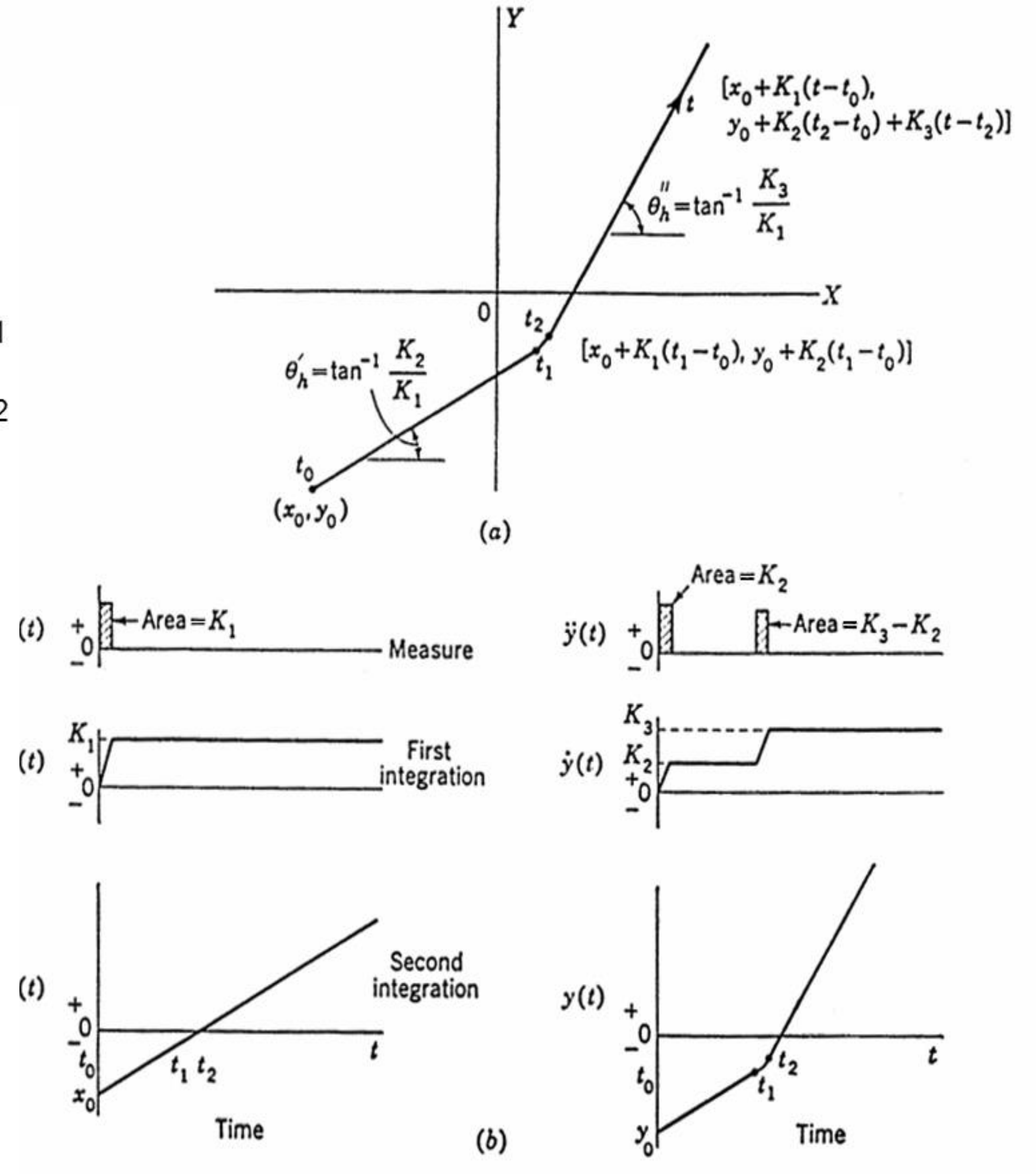
da cui $\theta' = \mathbf{arctg}\dfrac{\dot{\mathbf{y}}}{\dot{\mathbf{x}}} = \mathbf{arctg}\dfrac{\mathbf{K}_2}{\mathbf{K}_1}$

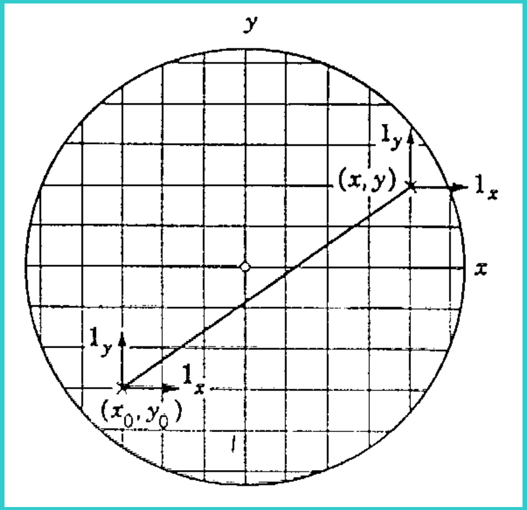
al tempo $\mathbf{t} = \mathbf{t}_1$ viene applicata una forza diretta secondo y che porta $\dot{\mathbf{y}} = \mathbf{K}_3$

cioè $\mathbf{K}_3 = \mathbf{K}_2 + \Delta(\dot{\mathbf{y}}) = \mathbf{K}_2 + \int_{\mathbf{t}_1}^{\mathbf{t}_2} \ddot{\mathbf{y}}\mathbf{dt}$

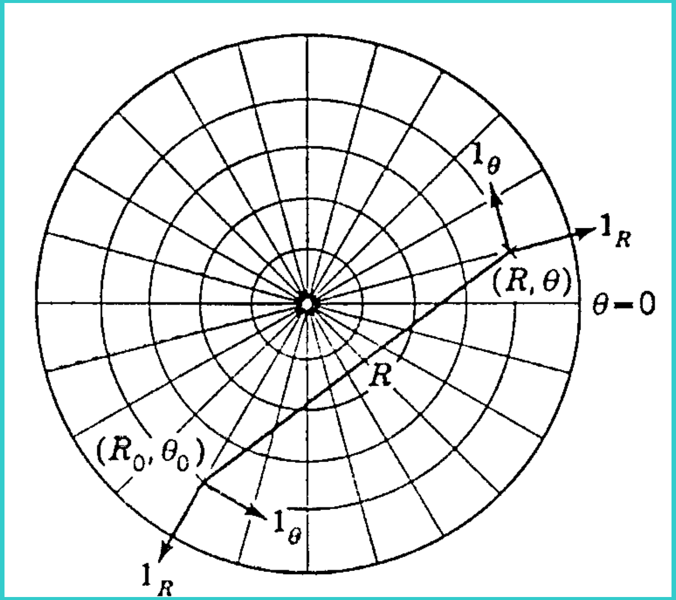
da cui $\theta'' = \mathbf{arctg}\dfrac{\dot{\mathbf{y}}}{\dot{\mathbf{x}}} = \mathbf{arctg}\dfrac{\mathbf{K}_3}{\mathbf{K}_1}$

praticamente $\mathbf{t}_1 \equiv \mathbf{t}_2$





Coordinate cartesiane

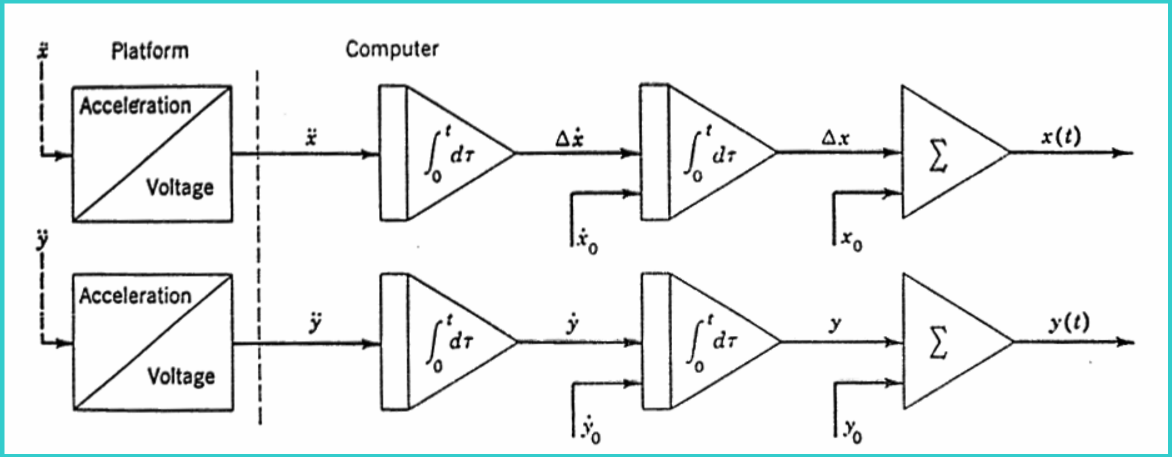


Coordinate polari

$$\begin{cases} A_x = \ddot{x} \\ A_y = \ddot{y} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = x_0 + \dot{x}_0 t + \int_0^t \int_0^\tau A_x \, d\tau dt \\ y = y_0 + \dot{y}_0 t + \int_0^t \int_0^\tau A_y \, d\tau dt \end{cases}$$

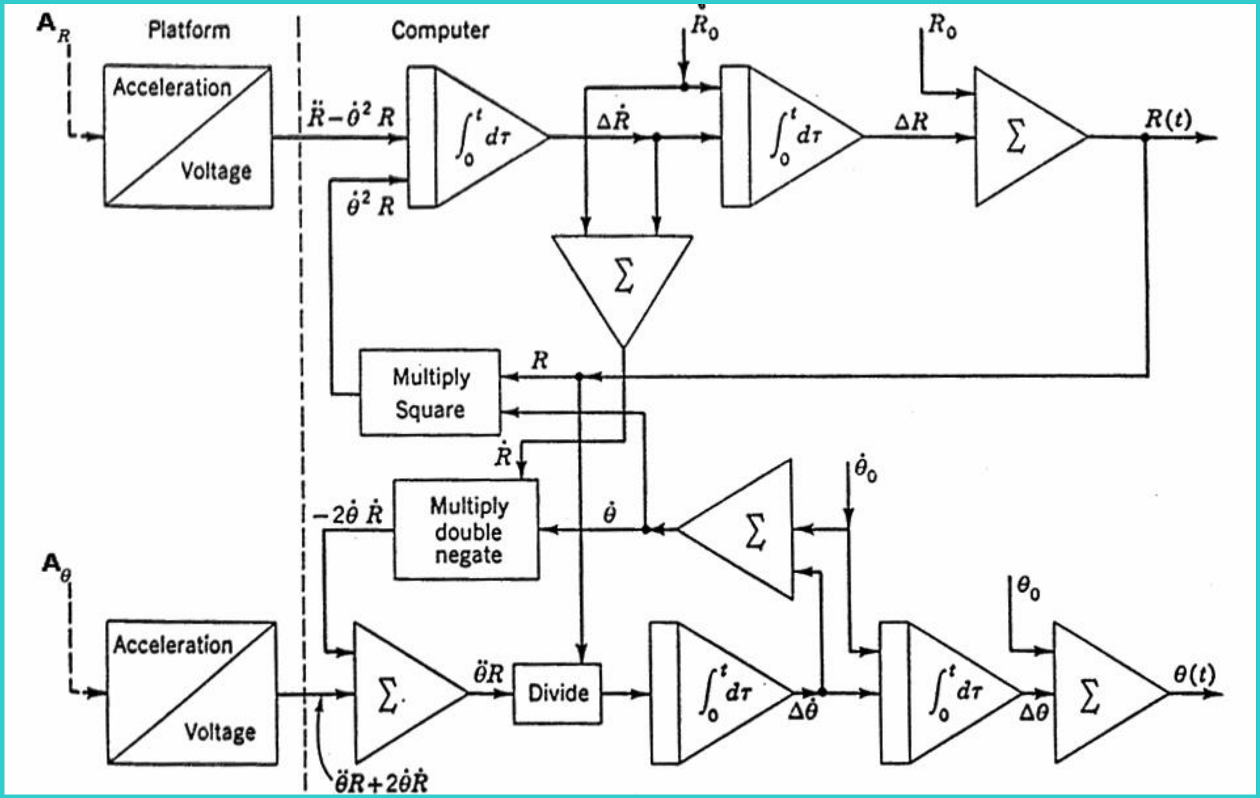
$$\begin{cases} A_R = \ddot{R} - \dot{\theta}^2 R \\ A_\theta = R\ddot{\theta} + 2\dot{\theta}\dot{R} = \dfrac{1}{R}\dfrac{d}{dt}\left(R^2\dot{\theta}\right) \end{cases}$$

$$\begin{cases} R = R_0 + \dot{R}_0 t + \int_0^t \int_0^\tau \left(A_R + \dot{\theta}^2 R\right) d\tau dt \\ \theta = \theta_0 + \dot{\theta}_0 t + \int_0^t \int_0^\tau \left(\dfrac{A_\theta - 2\dot{\theta}\dot{R}}{R}\right) d\tau dt \end{cases}$$

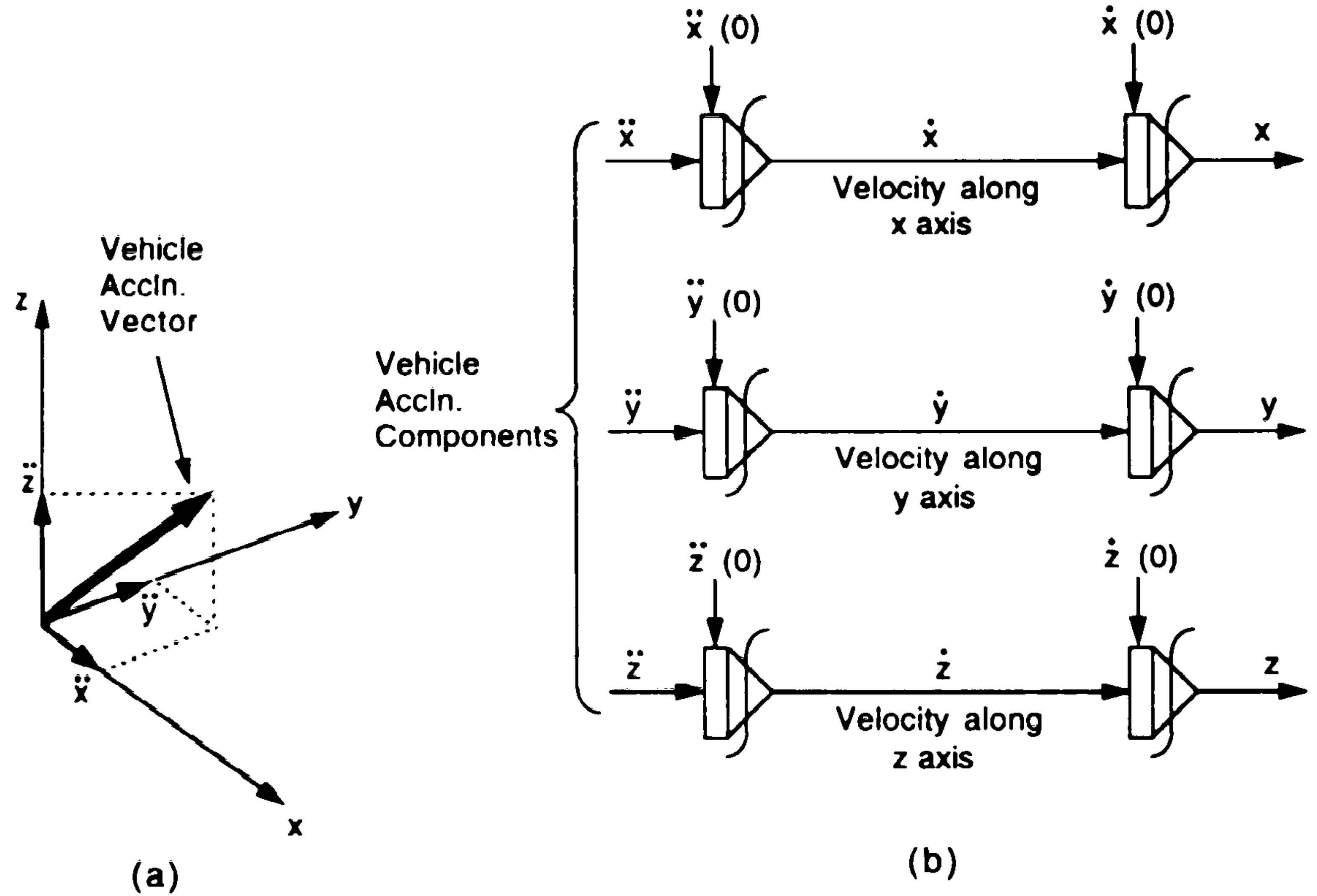


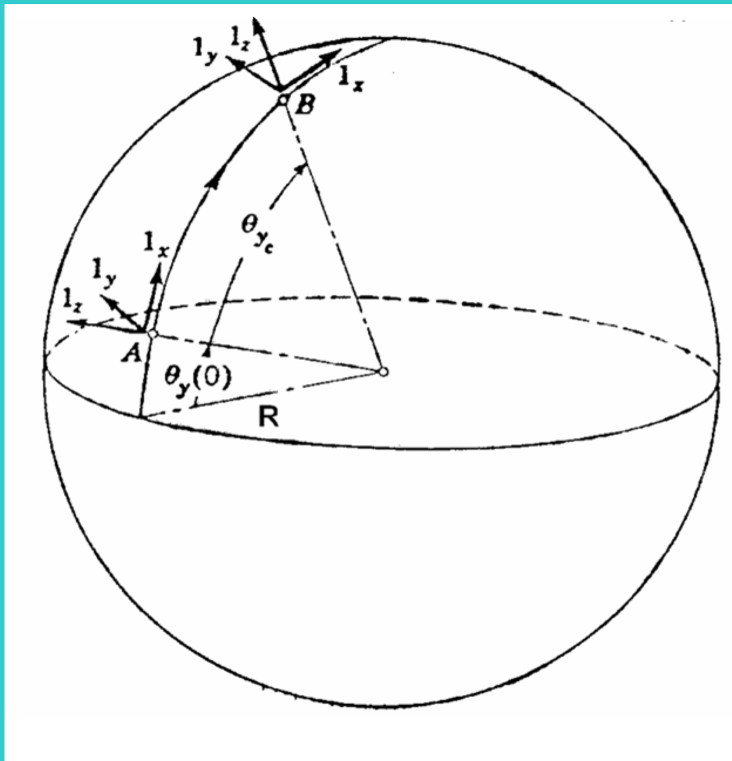
Coordinate cartesiane

Coordinate polari



Caso tridimensionale





$$\dot{\theta}_y = \frac{V_x}{R}$$

$$\Delta\lambda = \int_0^t \frac{V_x}{R} dt$$

$$\Delta\Lambda = \int_0^t \frac{V_y}{R\cos\lambda} dt$$