

Navegación Introducción

Definición de Navegación:

“Es la actividad que permite determinar la posición, la velocidad y la orientación de un vehículo en función del tiempo con respecto a uno o varios sistemas de referencias seleccionados.”

Definición Navegación Inercial:

“Es la navegación basada en instrumentos inerciales: giróscopos, acelerómetros y/o plataformas inerciales”

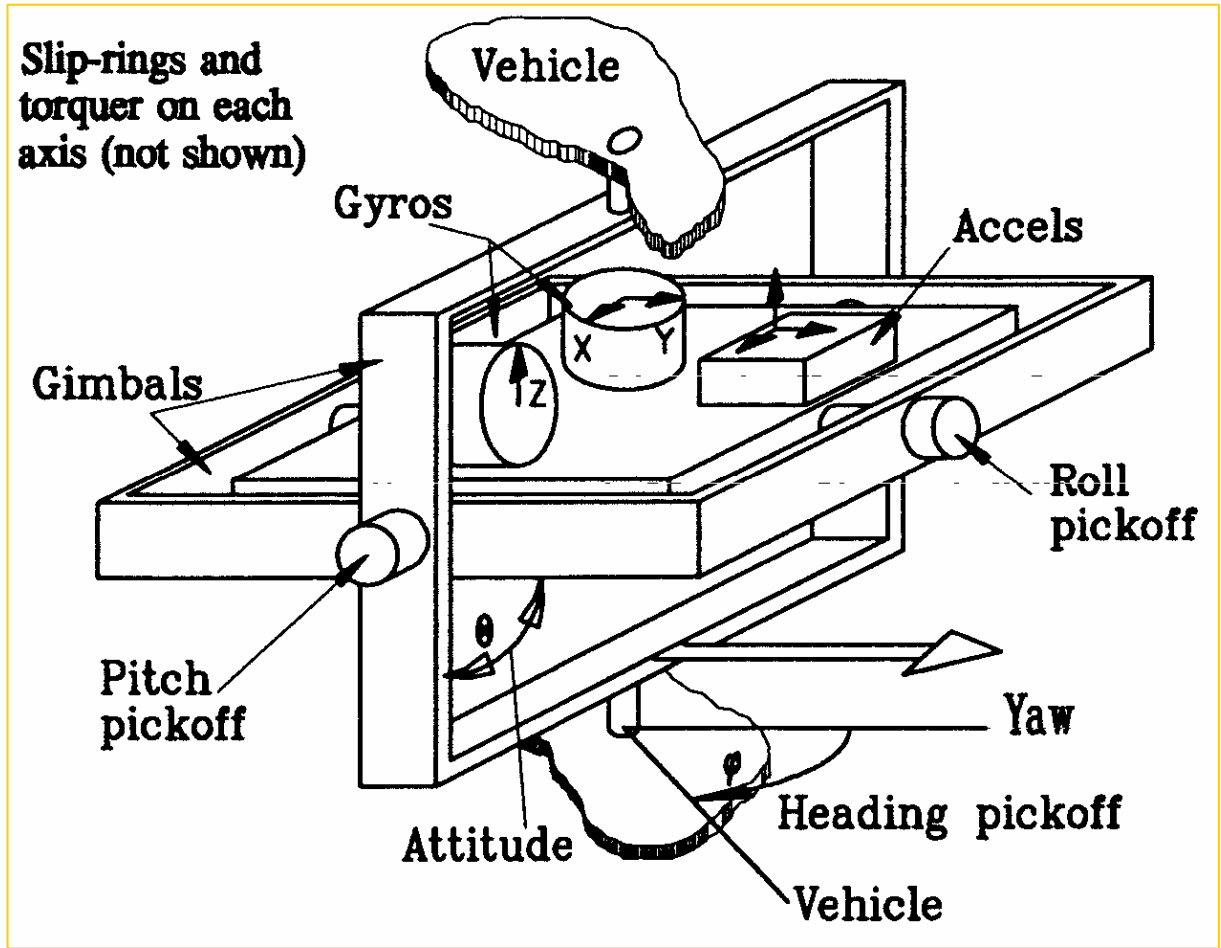
Sistemas de Navegación Inercial

Dos Clases:

- **Plataforma Inercial.**
- **Instrumentos fijos al vehículo o “strap-down”.**

Navegación Inercial con Plataforma Inercial

- Montaje en Suspensión Cardánica (Gimbals)
- La plataforma mantiene fija su orientación respecto del sistema de referencia elegido mientras el vehículo se mueve a su alrededor.
- Se mide la orientación relativa del vehículo respecto de la plataforma.



Plataforma Inercial con actuadores de compensación

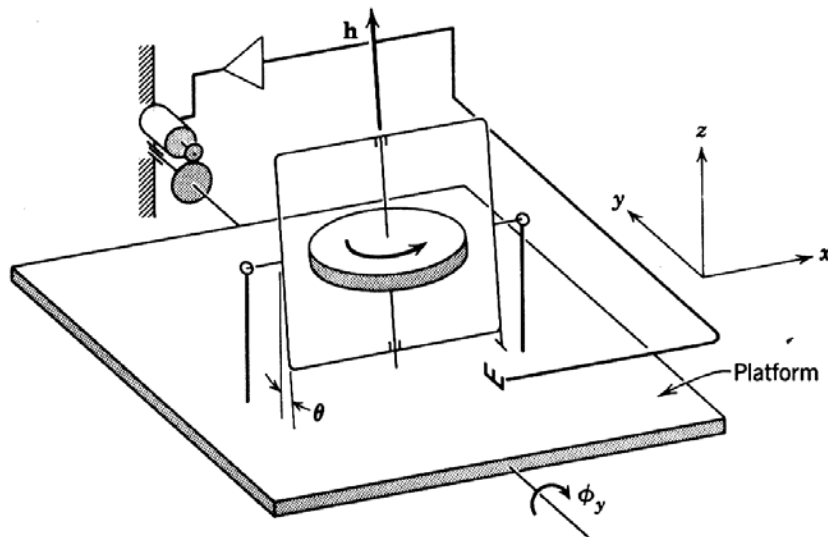


Fig. 6.8-2. Single-axis platform to maintain angular orientation about y axis.

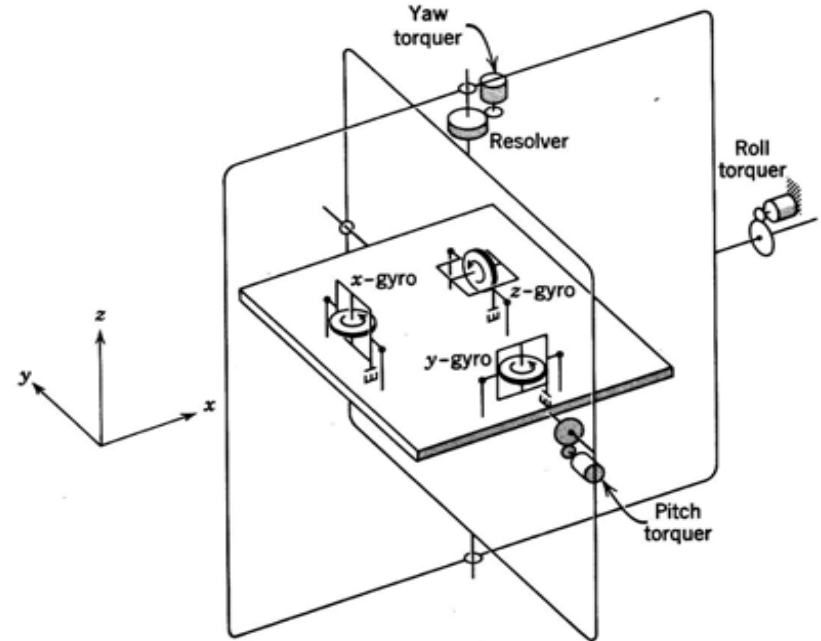


Fig. 6.8-1. Stable platform for inertial guidance.

La presencia de perturbaciones debido a desbalances o fricción obliga a introducir actuadores para compensar los desplazamientos angulares mínimos de la plataforma.

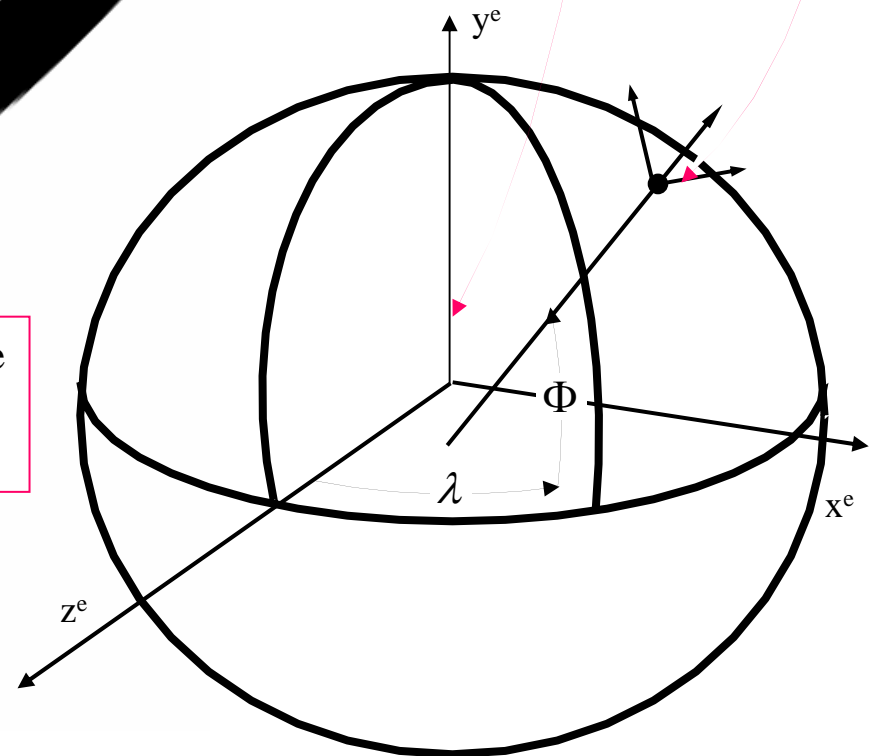
Navegación Inercial c/ Plataforma Analítica ("Strap down")

Datos inerciales
según ejes sensibles
de acelerómetros y
giróscopos

Cómputo de variables de
navegación según otros
sistemas de referencias.

Terna terrestre

Terna local



Comparación entre

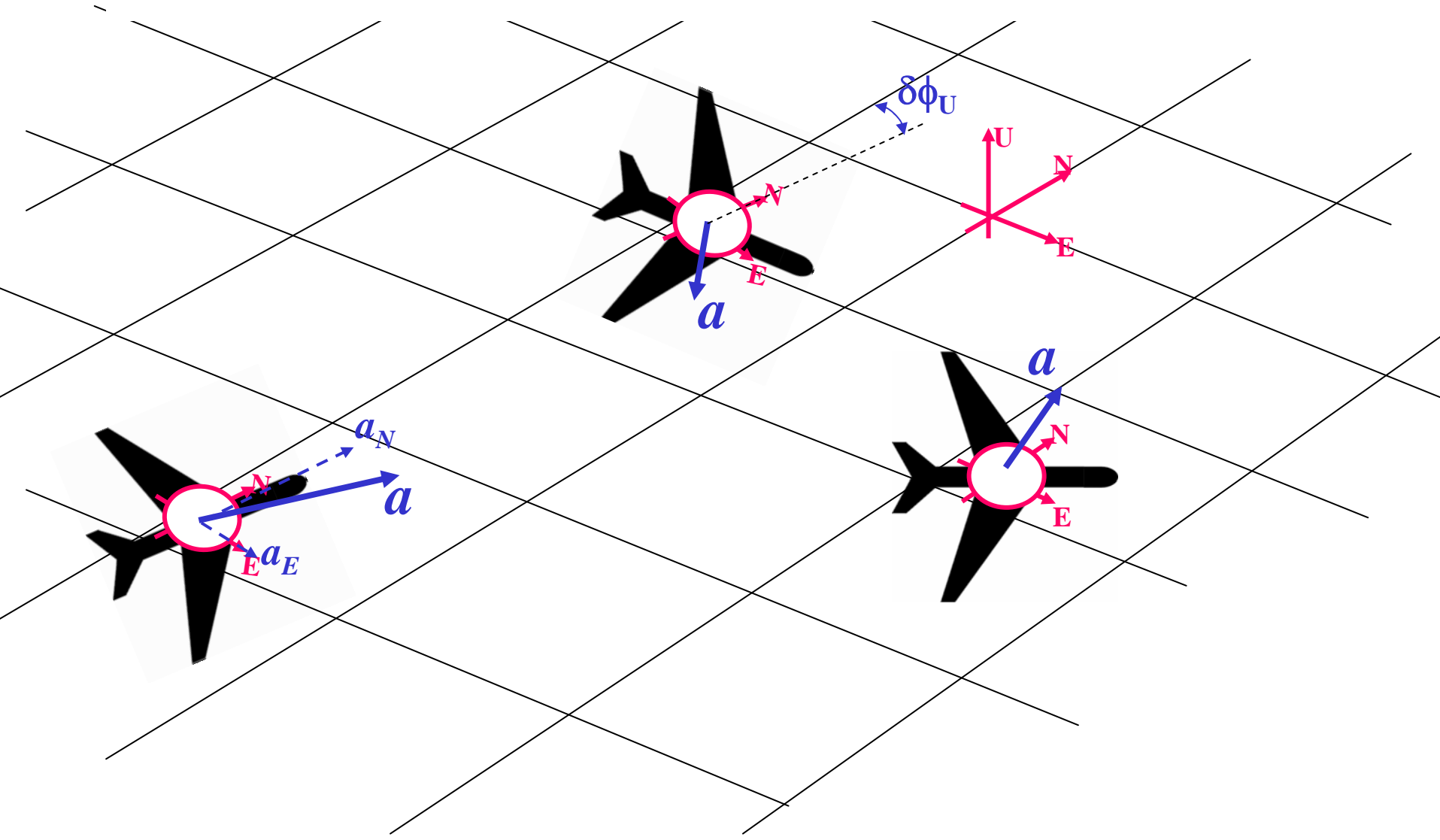
Plataforma analítica (Strap Down)

- No requiere plataforma física (gimbal y plataforma analíticos)
- Ocupa menos espacio.
- Requiere alta capacidad de computo en tiempo real
- El énfasis en software facilita la miniaturización.
- Instrumentos muy bien calibrados.
- Amplio rango de medición.
- Apto para vehículos sometidos a altas aceleraciones y bruscos cambios de actitud.

Plataforma Inercial

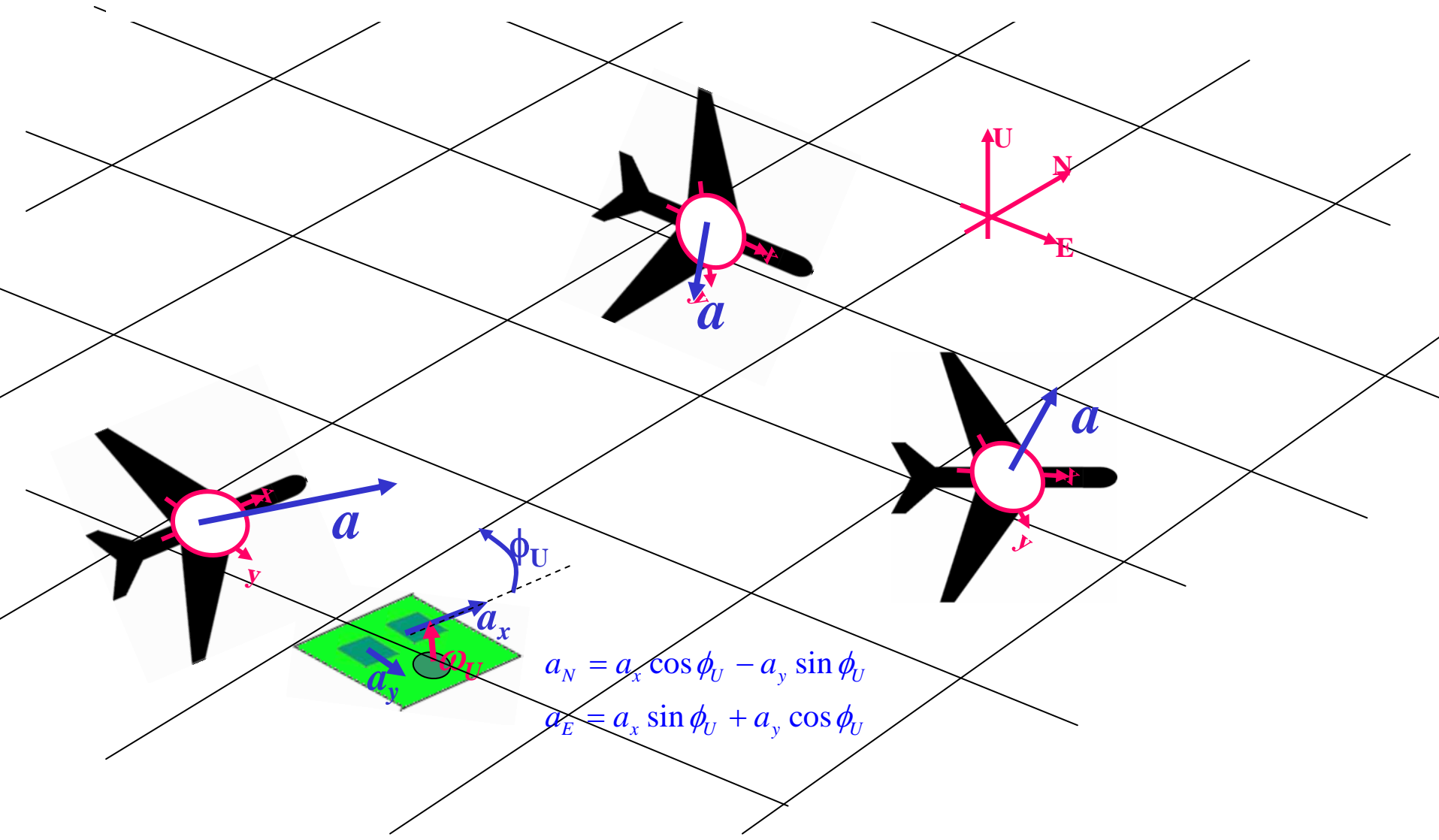
- Simplifica el computo de las variables de navegación.
- Requiere de plataforma y lazos de control de compensación.
- Mayor volumen y fragilidad de la unidad de navegación.
- Los instrumentos (en particular los giróscopos) no requieren de mayor calibración ya que son usados como instrumentos de cero.
- Menos flexibilidad y versatilidad para cambiar de sistema de referencia.

Navegación Cartesiana Bidimensional c/Plataforma Inercial



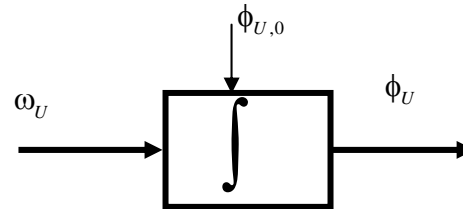
Navegación Inercial Cartesiana Bidimensional

“Strap Down”



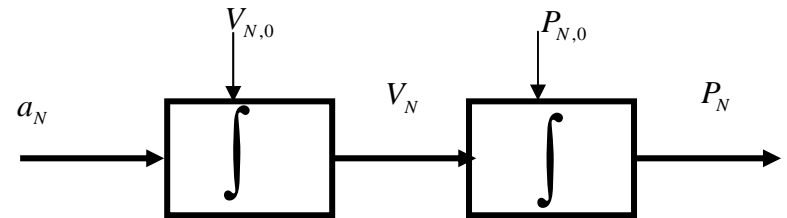
Ecuaciones Cinemáticas de Navegación Cartesiana Bidimensional

$$\omega_U = \dot{\phi}_U \Rightarrow \phi_U(t) = \phi_{U,0} + \int_{t_0}^t \omega_U(\tau) d\tau \Rightarrow$$



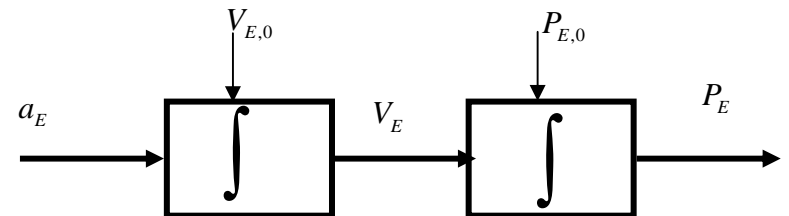
$$a_N = \ddot{P}_N \Rightarrow V_N(t) = V_{N,0} + \int_{t_0}^t a_N(\tau) d\tau \Rightarrow$$

$$P_N(t) = P_{N,0} + V_{N,0}(t - t_0) + \int_{t_0}^t d\lambda \int_{t_0}^{\lambda} d\tau a_N(\tau)$$



$$a_E = \ddot{P}_E \Rightarrow V_{E,0} = V_{E,0} + \int_{t_0}^t a_E(\tau) d\tau \Rightarrow$$

$$P_E(t) = P_{E,0} + V_{E,0}(t - t_0) + \int_{t_0}^t d\lambda \int_{t_0}^{\lambda} d\tau a_E(\tau)$$



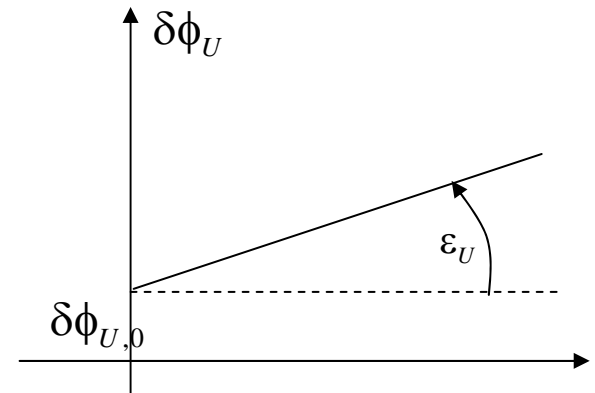
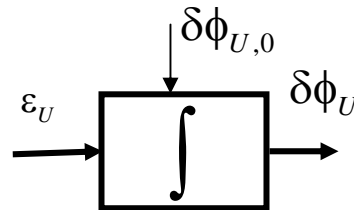
Navegación Cartesiana Bidimensional: Fuentes de Errores

- Errores en C.I,

$$\delta P_{E,0}, \delta P_{N,0}, \delta V_{E,0}, \delta V_{N,0}, \delta \phi_{U,0}$$

- Sesgos (bias) en la medida del gir6scopo vertical: Deriva en error de azimuth

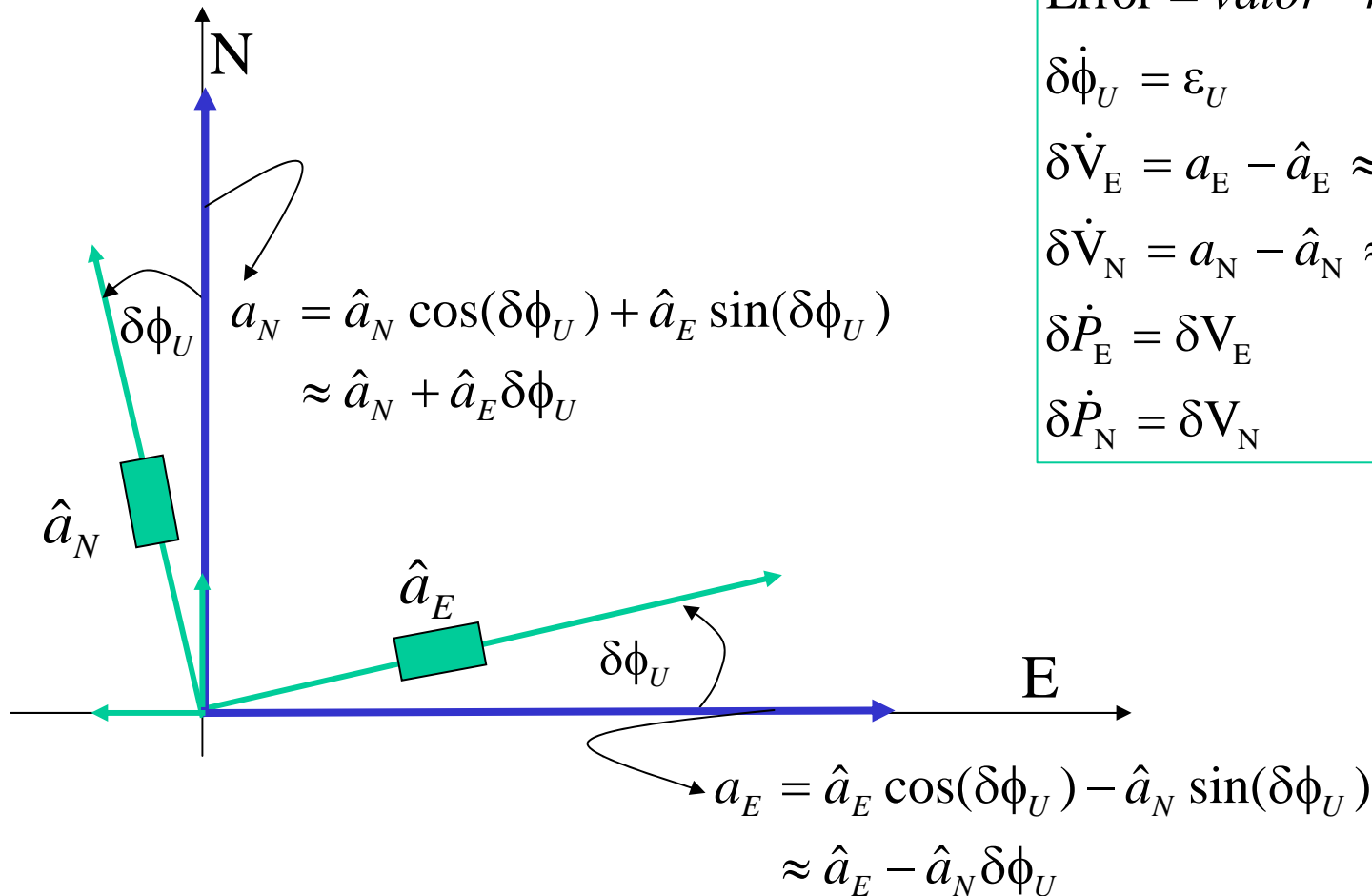
$$\varepsilon_U = \delta \dot{\phi}_U$$



- Sesgos en la medida de la aceleraci3n horizontal

$$\nabla_E, \nabla_N$$

Error en Velocidad Horizontal Debido a la Deriva en el Giróscopo Vertical



Error \triangleq valor - medición

$$\delta\dot{\phi}_U = \varepsilon_U$$

$$\delta\dot{V}_E = a_E - \hat{a}_E \approx -\hat{a}_N \delta\phi_U$$

$$\delta\dot{V}_N = a_N - \hat{a}_N \approx \hat{a}_E \delta\phi_U$$

$$\delta\dot{P}_E = \delta V_E$$

$$\delta\dot{P}_N = \delta V_N$$

Ecuaciones de Error en la Navegación Bidimensional

Error de Azimut (rumbo):

$$\delta\dot{\phi}_U = \varepsilon_U; \quad \delta\phi_U(t_0) = \delta\phi_{U,0}; \quad \delta\phi_U \uparrow \text{ lineal con } t \text{ para } \varepsilon_U \neq 0$$

Error de Velocidad:

$$\left. \begin{aligned} \delta\dot{V}_E &= -\hat{a}_N \delta\phi_U + \nabla_E; & \delta V_E(t_0) &= \delta V_{E,0} \\ \delta\dot{V}_N &= \hat{a}_E \delta\phi_U + \nabla_N; & \delta V_N(t_0) &= \delta V_{N,0} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} &\delta V \uparrow \text{ lineal con } t \text{ para } \nabla \neq 0 \text{ y } \delta\phi_{U,0} \neq 0 \\ &\delta V \uparrow \text{ cuadrático con } t \text{ para } \varepsilon_U \neq 0 \end{aligned}$$

Error de Posición:

$$\left. \begin{aligned} \delta\dot{P}_E &= \delta V_E; & \delta P_E(t_0) &= \delta P_{E,0} \\ \delta\dot{P}_N &= \delta V_N; & \delta P_N(t_0) &= \delta P_{N,0} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} &\delta P \uparrow \text{ lineal con } t \text{ para } \delta V_{E,0} \neq 0 \\ &\delta P \uparrow \text{ cuadrático con } t \text{ para } \nabla \neq 0 \text{ y } \delta\phi_{U,0} \neq 0 \\ &\delta P \uparrow \text{ cúbico con } t \text{ para } \varepsilon_U \neq 0!!! \end{aligned}$$

Navegación Integrada

