

# Transformación entre los Sistemas de Referencia Celeste y Terrestre vía Origen No Rotante

Autores: Edilberto Suárez Torres\*

\* Universidad Distrital "Francisco José de Caldas", Bogotá – Colombia.



REUNIÓN SIRGAS 2012  
 Octubre 29 - 31, 2012 - Concepción, Chile

## RESUMEN

Se presentan los aspectos teóricos y prácticos relacionados con la adopción del denominado Origen No Rotante (Non Rotating Origin - NRO, Guinot 1979). Las explicaciones se refieren principalmente a conceptos recientes y poco conocidos que han sido introducidos por las resoluciones IAU, comparando este paradigma con el esquema basado en el Equinoccio, mostrando las implicaciones y estructura de su realización y el nuevo esquema para la rotación de la Tierra, el cálculo de las direcciones de objetos celestes o satélites en diversos sistemas, procedimientos para la transformación entre los sistemas de referencia celeste y terrestre, y finalmente se comentan los métodos para la obtención de la ubicación del NRO; se plantea la propuesta como una línea de investigación en sistemas de referencia en la Facultad de Ingeniería.

**Palabras Clave:** sistemas de referencia, origen no rotante, equinoccio.

### Introducción

La serie de resoluciones aprobadas por la IAU en las Asambleas Generales (especialmente las de 1997, 2000 y 2006), son el conjunto más importante de acuerdos internacionales en astronomía de posición en varias décadas, incluso podría decirse que desde la conferencia de París en 1896, adicional al hecho de impactar en áreas afines a la astronomía y la geodesia.

**B 1.1 ICRS, ICRF**  
(VLBI-1997)

**B 1.2 HCRS**  
(Óptico-1997)

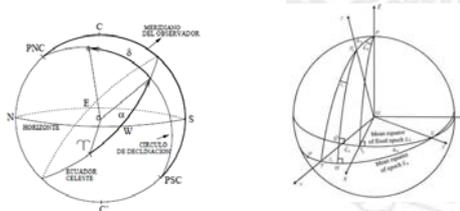
**B 1.3... BCRS, GCRS**  
(Relatividad General, Tiempo)

**B 1.6 Precesión Nutación**  
IAU 2000 A-B

**B 1.7 Polo Celeste Intermedio**  
Polo GCRS

**B 1.9... Tiempo**  
(Tiempo Terrestre y Tiempo Universal)

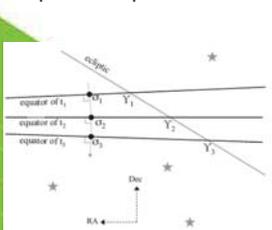
**B 1.8 Orígenes Celeste y Terrestre**  
Definición y Uso CEO, TEO (2000) → CIO, TIO (2003)



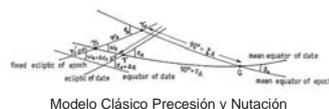
Sistemas de referencia absoluto y modelo clásico para la precesión

### El Problema del Equinoccio

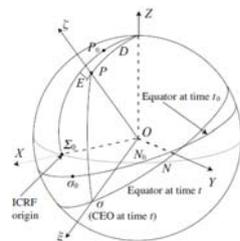
En el cálculo de las posiciones de los objetos celestes o en la transformación de coordenadas terrestre y celeste, el tiempo sideral representa convencionalmente la rotación terrestre, en el cual Precesión, Nutación (PN), ingresa dos veces, en el cálculo del TSL y en el cálculo de la ascensión recta aparente, lo mismo sucede en la Transformación, PN entran en dos de las matrices, pero ninguna de estas representa por sí sola la rotación terrestre



Movimiento del NRO y del equinoccio verdadero



Modelo Clásico Precesión y Nutación



Definición del NRO sobre el ICRF

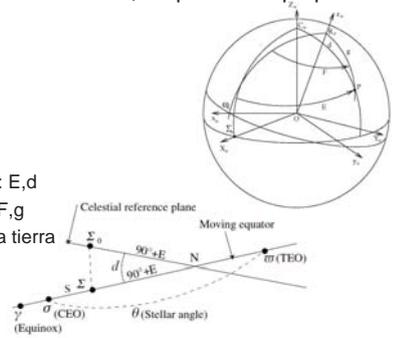
### Marco Celeste Intermedio

Marco referido al CIP (P)

Posición del CIP en el CEO: E,d

Posición del CIP en el ITRS: F,g

ERA: Angulo de rotación de la tierra



### Origen no Rotante

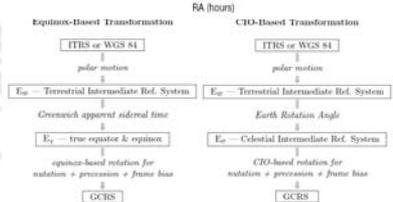
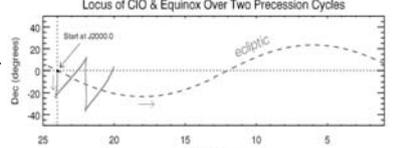
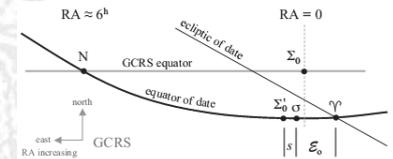
El punto de referencia que se define debe ser tal que la tasa de cambio del ángulo de rotación de la Tierra, medida con respecto a este punto, es la velocidad angular de la Tierra sobre el CIP (polo celeste intermedio), como este polo se mueve, el punto debe moverse para permanecer en el plano ecuatorial; pero el movimiento del punto debe ser tal que la medida del ángulo de rotación no esté contaminada por algún componente del movimiento del polo CIP.

### Localización del CIO

1. Relativa al equinoccio:  
Ecuación de los orígenes  $\epsilon_i$ :  
 $\epsilon_0 = -0,014506 - 4612,1565347 \dots$

2. Integración Numérica:  
 $\dot{\sigma}(t) = -(\sigma(t) \cdot \dot{n}(t))n(t)$

3. La cantidad "s":  
 $s = \sigma N - \Sigma_0 N$



### Conclusiones

El resultado de la evolución de estos y similares desarrollos, ha proporcionando un marco sólido para la interpretación de las modernas medidas de alta precisión; las resoluciones han definido las especificaciones del sistema de referencia astronómico fundamental, las escalas de tiempo y la designación de los modelos convencionales para el cálculo de la orientación de la Tierra. Estos cambios afectan a las cantidades astronómicas sólo en el nivel de algunas décimas de milisegundos de arco o menos para la época actual; sin embargo, conceptos familiares como el equinoccio y el tiempo sideral, no han sido descartados.

### Bibliografía

- Capitaine, N. 1990. «The celestial pole coordinates». *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy* 48 (2): 127-143.
- Capitaine, N., B. Guinot, y D. D. McCarthy. 2000. «Definition of the Celestial Ephemeris Origin and of UT1 in the International Celestial Reference Frame». *Astronomy and Astrophysics* 355 (marzo 1): 398-405.
- Capitaine, N. 2008. «Definition and realization of the celestial intermediate reference system». 248:367-373.
- Guinot, B. 1979. «Basic Problems in the Kinematics of the Rotation of the Earth». En *Time and the Earth's Rotation*, 82-118.
- Kaplan, George H. 2005. «The IAU resolutions on astronomical reference systems, time scales, and earth rotation models: explanation and implementation». *U.S. Naval Observatory Circulars* 179.
- McCarthy, D. D., y G. Petit. 2004. *IERS conventions* (2003)
- Seidelmann, P. K., y J. Kovalevsky. 2002. «Application of the new concepts and definitions (ICRS, CIP and CEO) in fundamental astronomy». *Astronomy and Astrophysics* 392

