UTN HAEDO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL HAEDO

MECÁNICA ORBITAL

TIEMPO Y SISTEMAS DE COORDENADAS

TIEMPO

El cálculo de la órbita de un satélite requiere registrar el tiempo de cada observación.

- El tiempo solar se basa en el movimiento del sol a través del cielo y dura 24 horas.
- El Tiempo Universal (UT) se determina por el paso del sol sobre el meridiano de Greenwich, mientras que la hora local se obtiene sumando una hora por cada zona horaria al oeste de Greenwich.
- El tiempo sideral, se mide en relación con las estrellas fijas y es ligeramente más corto que el día solar, con una duración de 23 horas y 56 minutos.

Para conocer la posición de un punto en la Tierra en cualquier momento en el marco ecuatorial geocéntrico, es necesario conocer su tiempo sideral local, que se calcula a partir del tiempo sideral de Greenwich (θ_G) y la longitud del lugar

JULIAN DAY

El tiempo sideral se basa en el concepto del día juliano, que cuenta los días desde el mediodía del 1 de enero de 4713 a.C. Este sistema permite calcular el número de días entre dos eventos restando sus días julianos correspondientes.

A diferencia de los calendarios tradicionales, no considera años bisiestos ni varía en la cantidad de días por mes.

Es importante no confundir el día juliano con el calendario juliano, introducido por Julio César, que fue reemplazado en gran parte por el calendario gregoriano, que se usa actualmente.

.

JULIAN DAY

J_0 es el símbolo del número del día juliano a las 0 h TU (que está a la mitad del día juliano). En cualquier otro TU, el día juliano viene dado por

.

$$JD = J_0 + \frac{UT}{24}$$

$$J_0 = 367\,y - INT\left\{\frac{7\left[y + INT\left(\frac{m+9}{12}\right)\right]}{4}\right\} + INT\left(\frac{275 * m}{9}\right) + d + 1.721.013{,}5$$

$$1901 \leq y \leq 2099$$

$$1 \leq m \leq 12$$

$$1 \leq d \leq 31$$

JULIAN DAY

Calcular cual es el Julian Day del 12 de mayo del 2004 a las 14:45:30 UT.

.

$$J_0 = 367\,y - INT\left\{\frac{7\left[y + INT\left(\frac{m+9}{12}\right)\right]}{4}\right\} + INT\left(\frac{275 * m}{9}\right) + d + 1.721.013{,}5$$

$$J_0 = 367 * 2004 - INT\left\{\frac{7\left[2004 + INT\left(\frac{5+9}{12}\right)\right]}{4}\right\} + INT\left(\frac{275 * 5}{9}\right) + 12 + 1.721.013{,}5$$

$$J_0 = 2.453.137{,}5\ dias$$

JULIAN DAY

El tiempo universal UT en horas es:

$$UT = 14 + \frac{45}{60} + \frac{30}{3600} = 14.758\ h$$

El Julian Day en el tiempo universal deseado es:

$$JD = J_0 + \frac{UT}{24}$$

$$JD = 2.453.137{,}5 + \frac{14.758}{24} = 2.453.138{,}115\ dias$$

JULIAN DAY

El tiempo universal UT en horas es:

$$UT = 14 + \frac{45}{60} + \frac{30}{3600} = 14.758\ h$$

El Julian Day en el tiempo universal deseado es:

$$JD = J_0 + \frac{UT}{24}$$

$$JD = 2.453.137{,}5 + \frac{14.758}{24} = 2.453.138{,}115\ dias$$

JULIAN DAY

La época juliana actual se define como el mediodía del 1 de enero de 2000. Esta época se denomina J2000 y tiene el número exacto de día juliano 2.451.545,0. Como hay 365,25 días en un año juliano, un siglo juliano tiene 36.525 días. De ello se deduce que el tiempo T0 en siglos julianos entre el día juliano J0 y J2000 es

$$T_0 = \frac{J_0 - 2{,}451{,}545}{36{,}525}$$

J2000

un siglo juliano

TIEMPO SIDERAL

El tiempo sideral de Greenwich a las 0 horas UT, denotado como θ_{G0} , puede ser calculado en función de un tiempo adimensional.

$$\theta_{G_0} = 100.4606184 + 36,000.77004T_0 + 0.000387933T_0^2 - 2.583\left(10^{-8}\right)T_0^3 \text{ (degrees)}$$

Esta fórmula puede generar un valor fuera del rango $0 \leq \theta_{G0} \leq 360°$. En ese caso, se debe sumar o restar el múltiplo entero apropiado de 360° para llevar θ_{G0} dentro de ese rango. Una vez que se ha determinado θ_{G0} , el tiempo sideral de Greenwich θ_G para cualquier otro momento UT se encuentra utilizando la relación

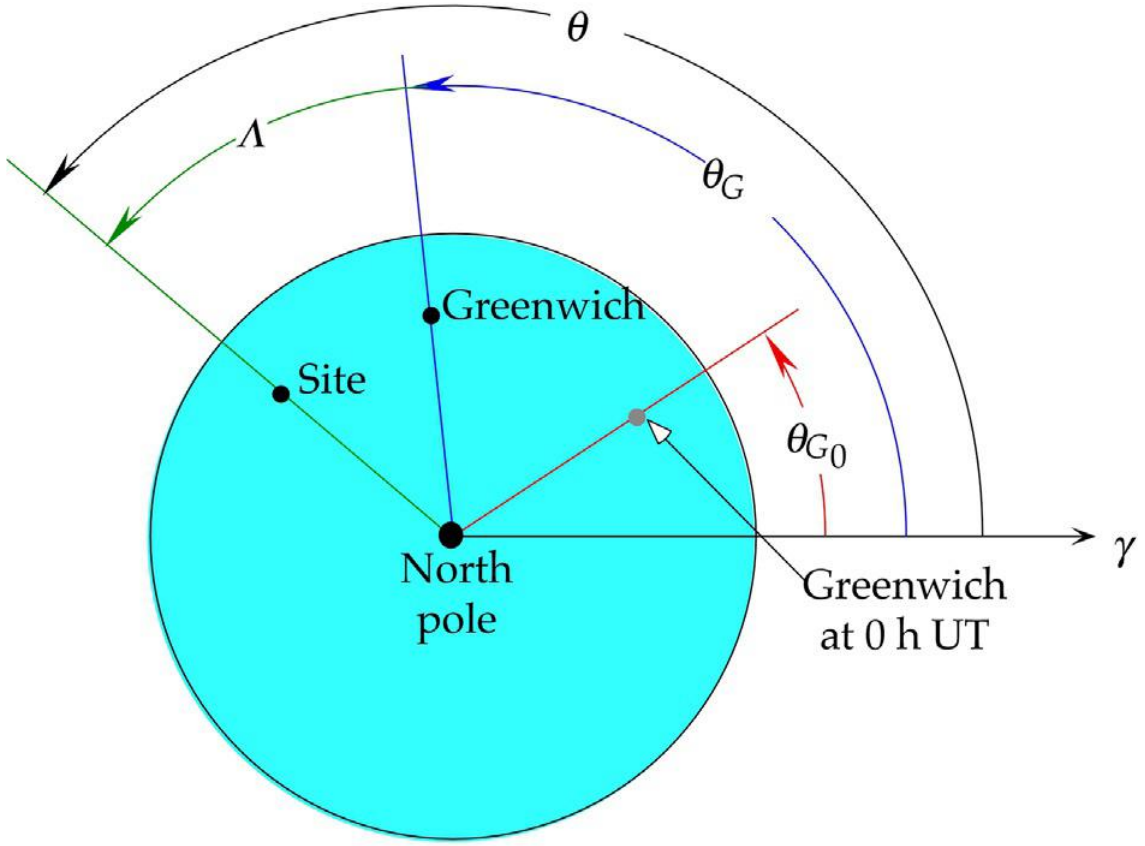
$$\theta_G = \theta_{G_0} + 360.98564724\frac{\text{UT}}{24}$$

UT está en horas. El coeficiente del segundo término en el lado derecho es el número de grados que la Tierra rota en 24 horas (tiempo solar).

TIEMPO SIDERAL

Finalmente, el tiempo sideral local θ de un lugar se obtiene sumando su longitud este Λ al tiempo sideral de Greenwich

En este caso, también es posible que el valor calculado de θ exceda los 360°. Si esto ocurre, debe reducirse dentro de ese límite restando el múltiplo entero apropiado de 360°.



EJERCICIO

1) Encuentre el tiempo sideral local (en grados) de Tokio, Japón, el 3 de marzo de 2004, a las 4:30:00 UT. La longitud este de Tokio es 139,80°.

Usando el año, mes y día, calcula J_0

$$J_0 = 367 \times 2004 - \text{INT}\left\{\frac{7\left[2004 + \text{INT}\left(\frac{3+9}{12}\right)\right]}{4}\right\} + \text{INT}\left(\frac{275 \times 3}{9}\right) + 3 + 1,721,013.5$$

$$= 2,453,067.5 \text{days}$$

El 0.5 significa que estamos a la mitad del día juliano, el cual comenzó al mediodía UT del día anterior

JULIAN DAY

Calculo T_0

$$T_0 = \frac{2,453,067.5 - 2,451,545}{36,525} = 0.041683778$$

El tiempo sideral de Greenwich a las 0 horas UT

$$\begin{aligned}\theta_{G_0} &= 100.4606184 + 36,000.77004(0.041683778) \\ &\quad + 0.000387933(0.041683778)^2 - 2.583(10^{-8})(0.041683778)^3 \\ &= 1601.1087^\circ\end{aligned}$$

$$\text{INT}(1601.1087/360) = 4 \longrightarrow \theta_{G_0} = 1601.1087 - 4 \times 360 = 161.10873^\circ$$

JULIAN DAY

Una vez que se ha determinado θ_{G0} , el tiempo sideral de Greenwich θ_G para cualquier otro momento UT:

$$UT = 4 + \frac{30}{60} + \frac{0}{3600} = 4.5\text{h}$$

$$\theta_G = 161.10873 + 360.98564724\frac{4.5}{24} = 228.79354°$$

Finalmente, el tiempo sideral local θ de un lugar se obtiene sumando su longitud este Λ al tiempo sideral de Greenwich

$$\theta = 228.79354 + 139.80 = 368.59°$$

$$\theta = 368.59 - 360 = \boxed{8.59° \quad 0.573\text{h}}$$

JULIAN DAY

2) Encuentre el tiempo sideral local (en grados) de Lusail, Catar, el 18 de diciembre de 2022, a las 18:40:00 UT. La longitud este de Lusail es 51,5°.

Matlab