

Tema 3 – SISTEMAS DE COORDENADAS ASTRONÓMICAS

Geodesia Astronómica

Sistemas de coordenadas Astronómicas

- La posición de un cuerpo en el espacio se establece mediante una relación espacial respecto a un sistema de referencia determinado.
- POSICIÓN DE UN CUERPO: es el lugar geométrico que ocupa con respecto a un sistema de referencia elegido en ese espacio.

Movimiento de los cuerpos

- Se determina respecto a un sistema de referencia espacio-temporal, que permita correlacionar, mediante una escala de tiempo establecida a priori en este sistema, las posiciones sucesivas que el cuerpo va ocupando.

Astronomía de posición

- Ciencia que estudia la posición y movimiento de los cuerpos materiales del universo en **espacio y tiempo**, mediante observaciones astronómicas.
- Es necesario un sistema de referencia para determinar **posición y movimiento**.

Problema de la Astronomía de posición

- Ciencia que estudia la posición y movimiento de los cuerpos materiales del universo en **espacio y tiempo**, mediante observaciones astronómicas.
- Es necesario un sistema de referencia para determinar **posición y movimiento**.

Astronomía de posición

Orígen

- Lugar de observación
- Centro de la Tierra
- Centro dinámico del sistema solar

Círculo máximo

- Ecuador
- Eclíptica
- Horizonte

Punto origen

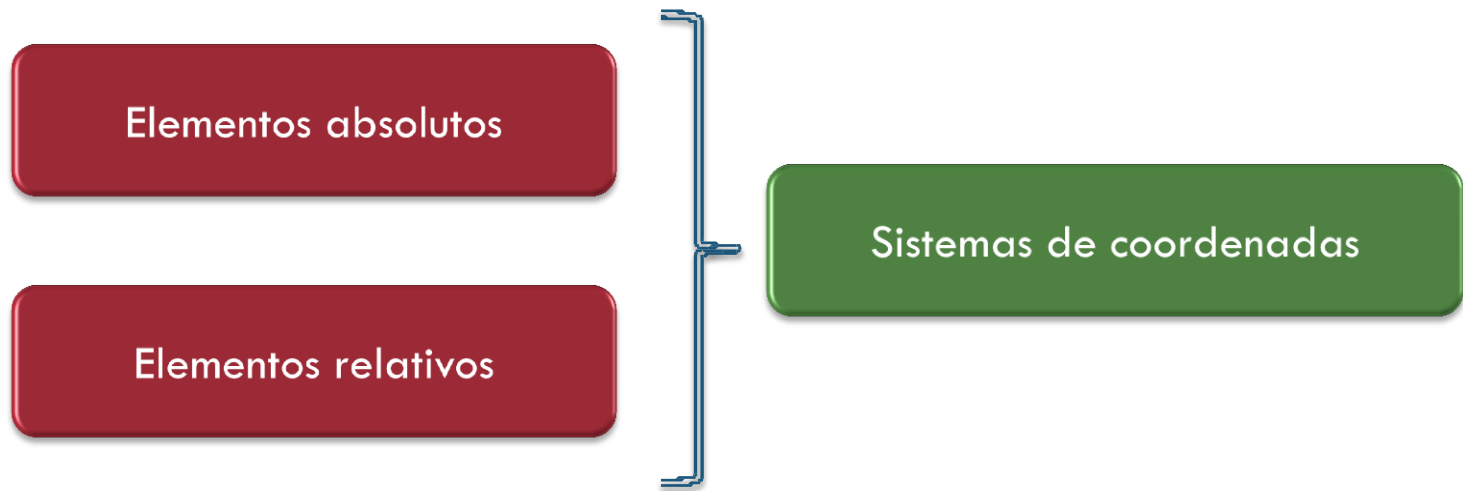
- Sur cardinal
- Medio cielo superior
- Punto Aries (γ)

Sentido

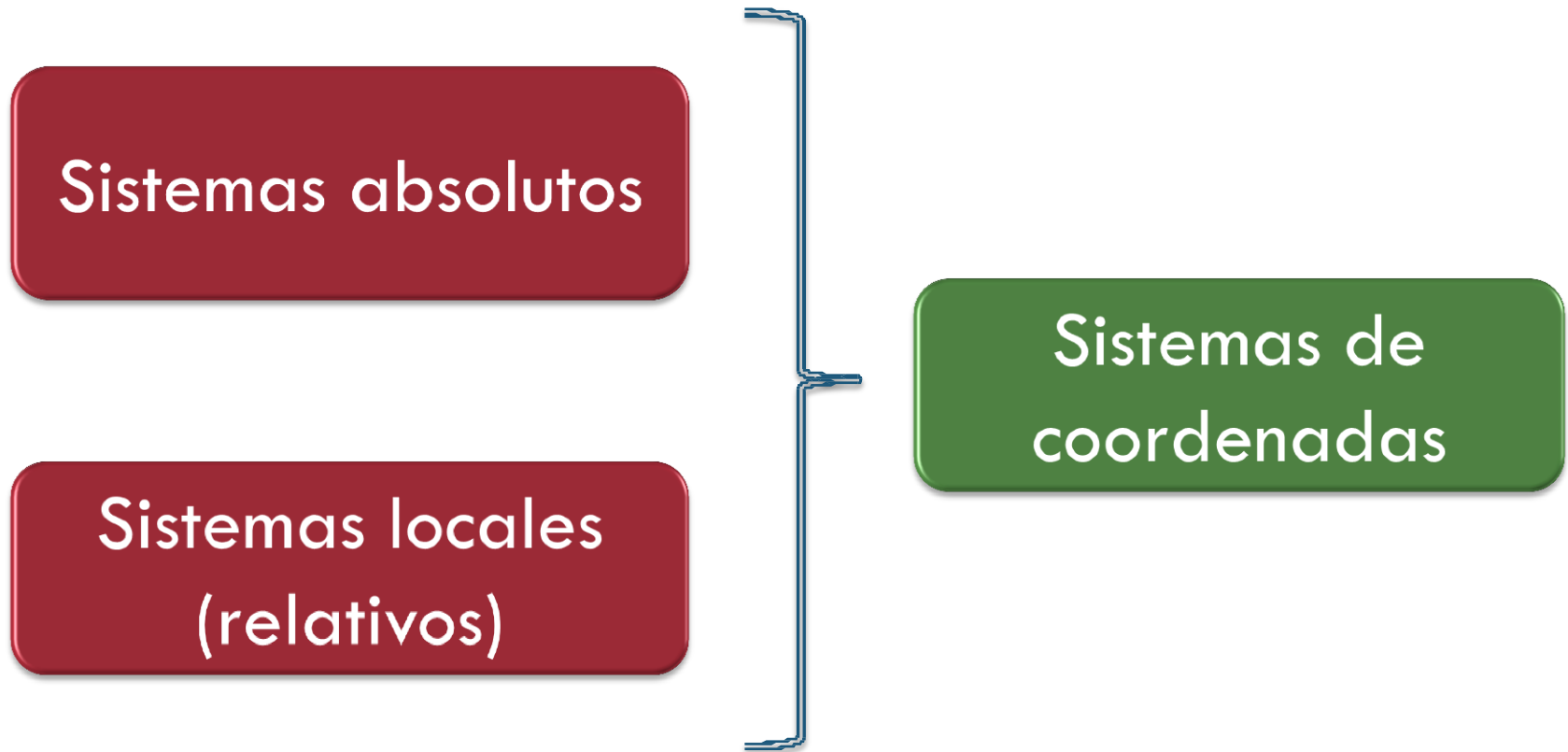
- Directo: SONE - sentido de rotación de la Tierra
- Retrógrado: NOSE - sentido de rotación de los astros

Astronomía de posición

- Los elementos de la esfera celeste posibilitan la definición y establecimiento de los diferentes sistemas de coordenadas astronómicas.



Astronomía de posición

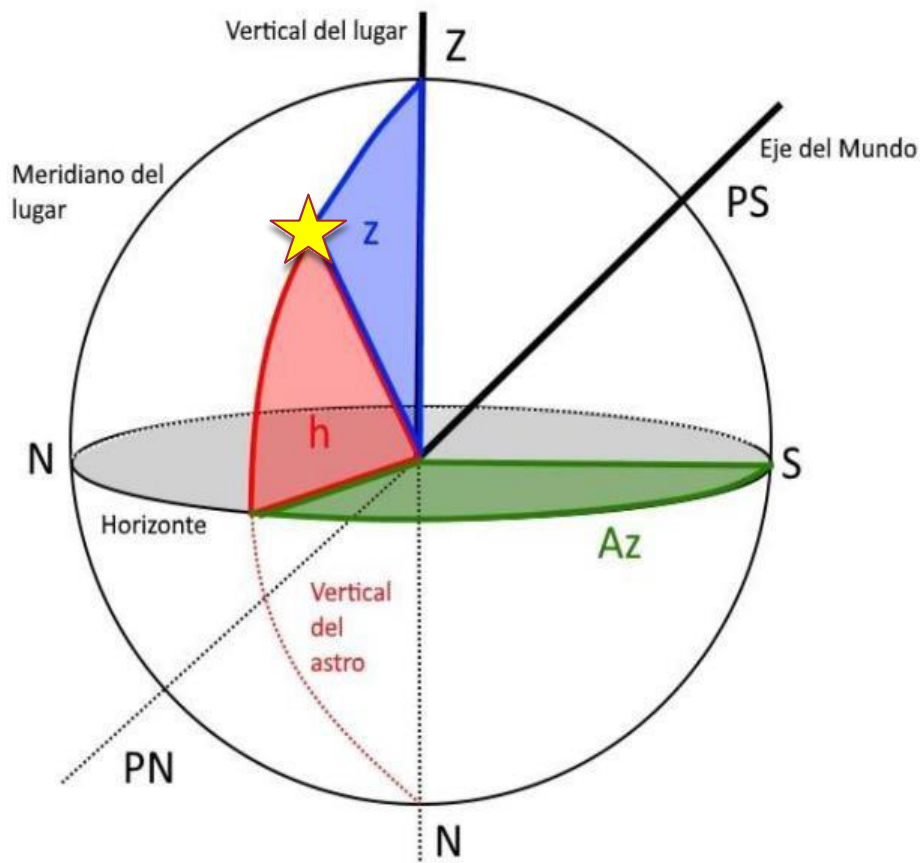


Sistemas de coordenadas locales



- Coordenadas acimutales u horizontales
- Coordenadas ecuatoriales horarias

Coordenadas Acimutales- Horizontales

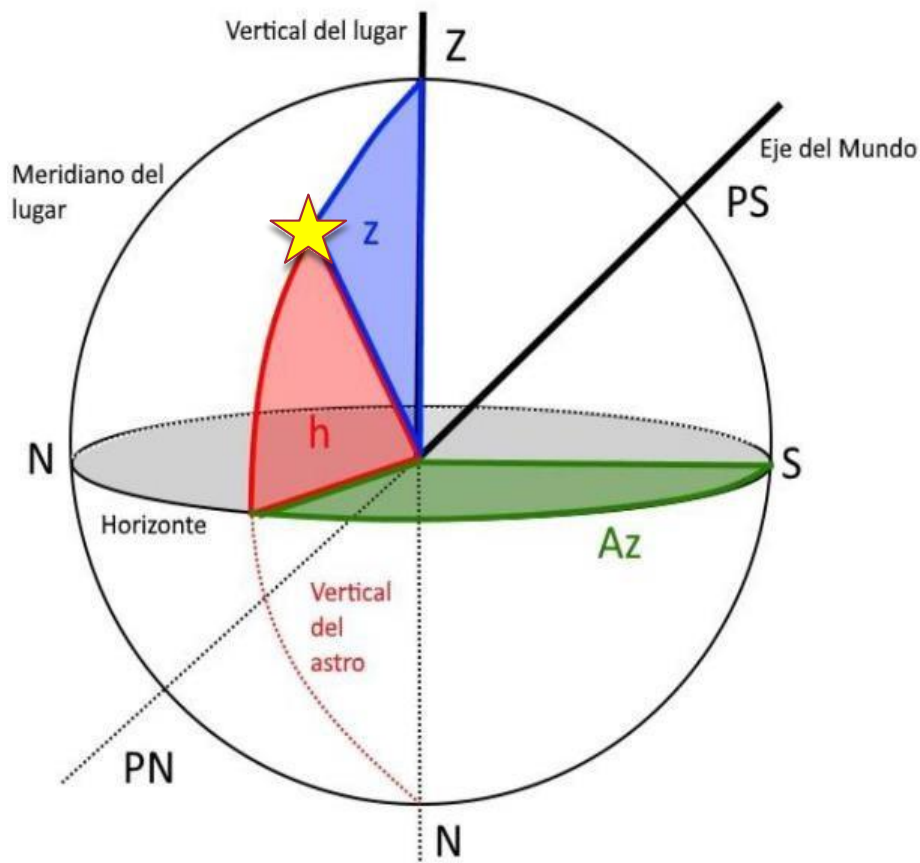


Acimut (Az): arco formado entre el Meridiano del Lugar y la vertical del astro. Se mide en sentido directo de 0° a 360° a partir del *Sur Cardinal*.

Altura (h): es el ángulo formado por la visual al centro del astro y el plano del Horizonte Celeste. Se mide a partir del horizonte celeste, de 0° a 90° , positivo hacia el Zenit y negativo hacia el Nadir.

Distancia Cenital (z): Es el complemento de la altura y se la usa en su reemplazo. Varía de 0° en el Zenit a 180° en el Nadir, siempre positiva. Se calcula como $90^\circ - h$.

Coordenadas Acimutales- Horizontales



$AZ = 0^\circ$ a 360° // SONE

$h = 0^\circ$ a 90° // + Z // - N

$Z = 0^\circ$ en zenit a 180° en nadir

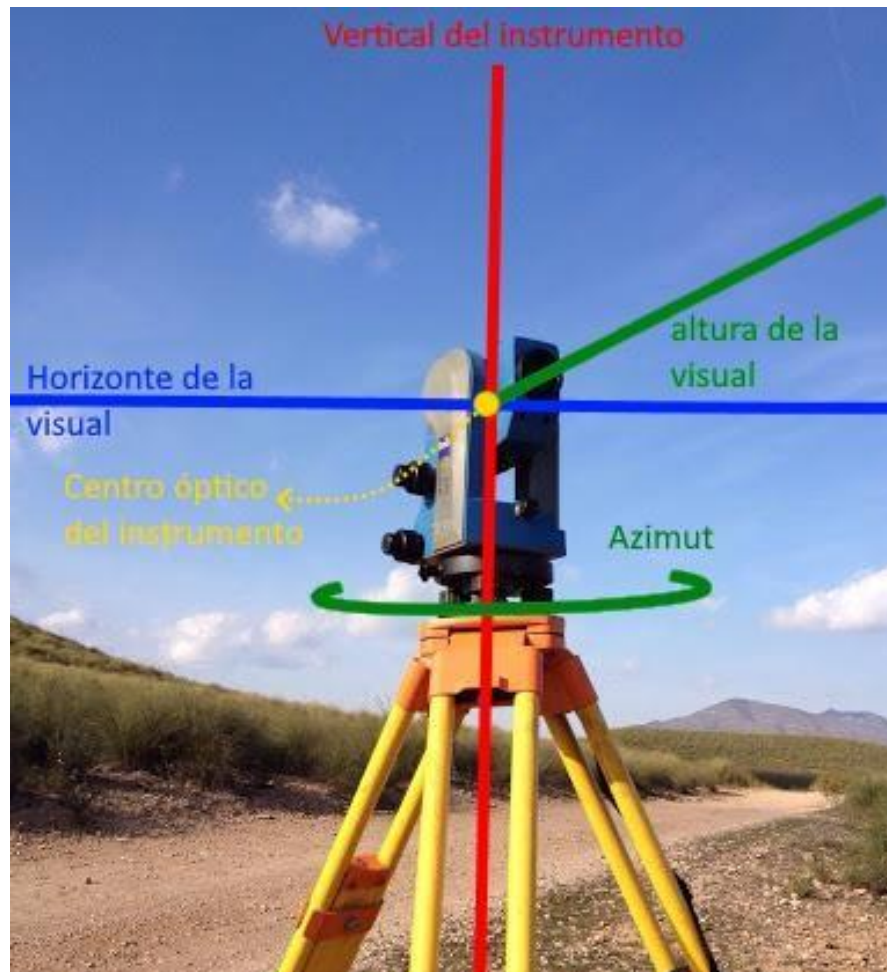
Z y h son complementarios

Ejercicios:

- $Az = 40^\circ$, $h = 80^\circ$, $z = ?$
- $Az = 100^\circ$, $h = -20^\circ$, $z = ?$
- $Az = 220^\circ$, $z = 30^\circ$, $h = ?$
- $Az = 350^\circ$, $z = 85^\circ$, $h = ?$

Sistemas de coordenadas locales

- Coordenadas acimutales u horizontales



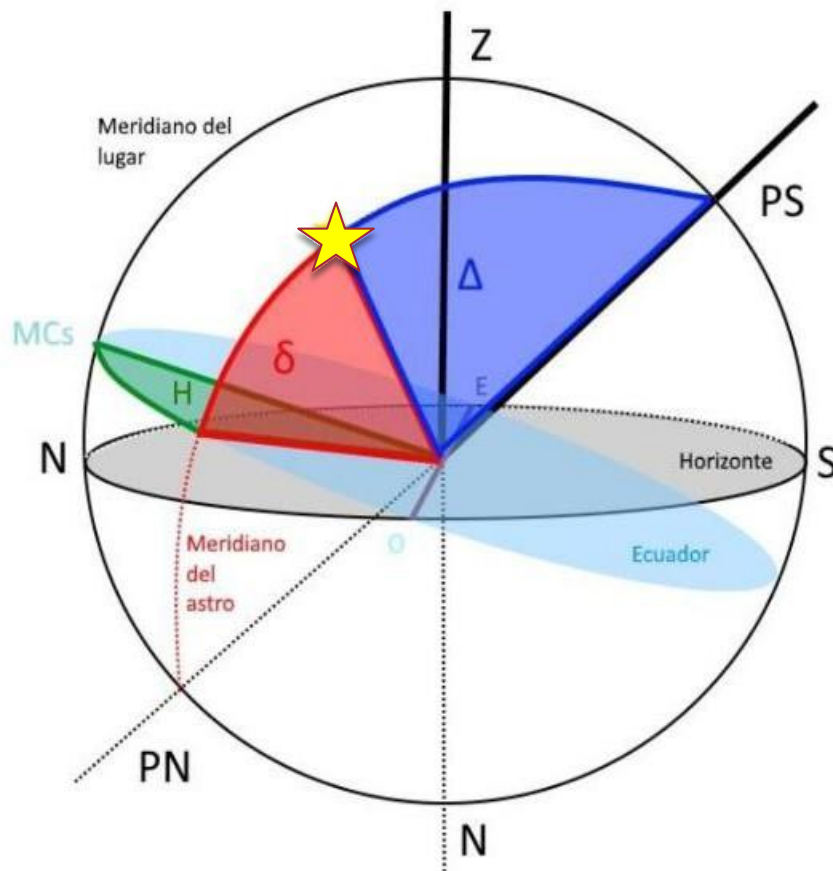
Conocidos?

Sistemas de coordenadas locales



- Coordenadas acimutales u horizontales
- **Coordenadas ecuatoriales horarias**

Coordenadas ecuatoriales horarias



Ángulo horario (H): ángulo diedro que forma el Meridiano del Lugar y el meridiano del astro. Se mide en sentido retrógrado, sobre el paralelo del astro, de 0 a 24 horas, a partir del meridiano del lugar.

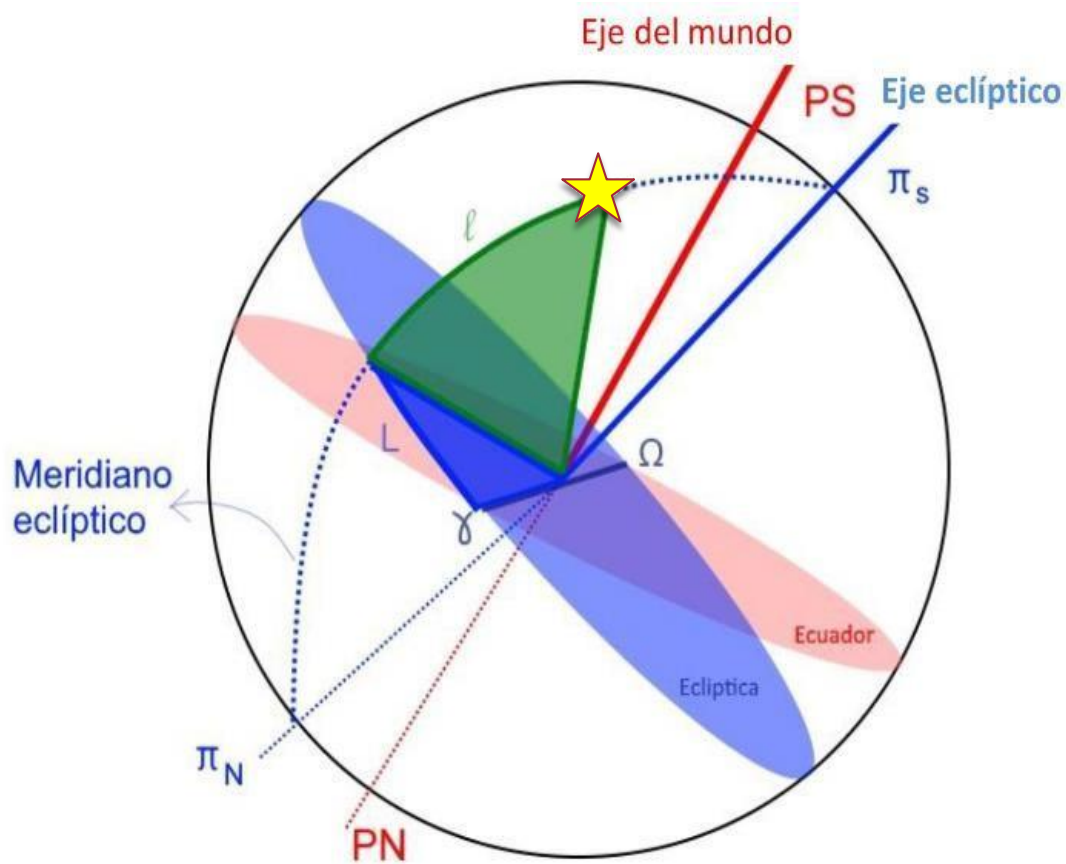
Declinación (δ): ángulo formado por el paralelo celeste que pasa por el astro y el plano del Ecuador Celeste. Varía de 0° a 90° , positiva hacia el Polo Norte Celeste y negativa hacia el Polo Sur Celeste.

Distancia Polar o co-declinación (Δ): es el complemento de la δ . Se mide desde un polo y se calcula como $90^\circ - |\delta|$.

Sistemas de coordenadas absolutas

- Coordenadas eclípticas
- Coordenadas ecuatoriales celestes

Coordenadas eclípticas



$L = 0^\circ$ en γ a 360° //
SONE

$l = 0^\circ$ a 90° // +PN // -PS

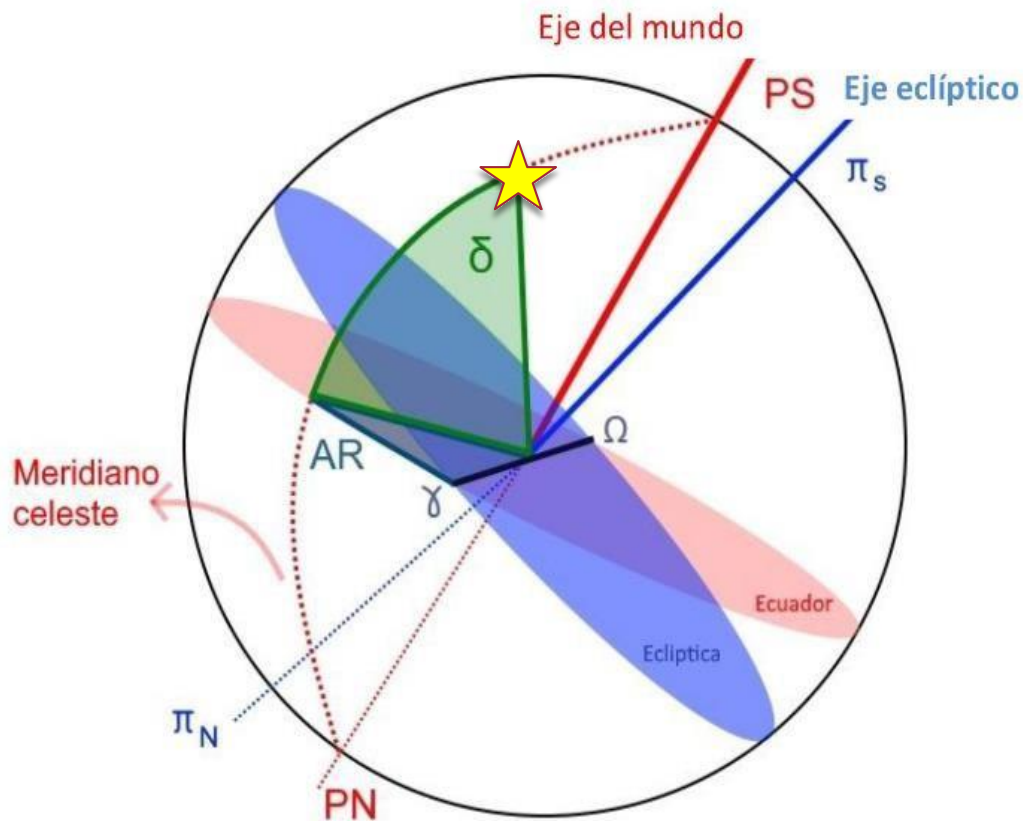
Ejercicios:

- $L=20^\circ$, $l=-60^\circ$
- $L=50^\circ$, $l=23^\circ$
- $L=120^\circ$, $l=87^\circ$
- $L=300^\circ$, $l=-45^\circ$

Sistemas de coordenadas absolutas

- Coordenadas eclípticas
- **Coordenadas ecuatoriales celestes**

Coordenadas ecuatoriales celestes



Ascensión Recta (α o AR): arco formado entre el Meridiano del Punto Aries y el Meridiano del Astro. Se mide a partir del Punto Aries (Υ), de 0 a 24 horas, en sentido directo.

Declinación (δ): ángulo formado por el paralelo celeste que pasa por el astro y el plano del Ecuador Celeste. Idem definida en el sistema Ecuatorial Horario (o local). Se mide a partir del Ecuador Celeste y sobre un meridiano celeste, varía de 0° a 90° , positiva hacia el Polo Norte Celeste y negativa hacia el Polo Sur Celeste.

Sistemas de coordenadas absolutos

- Coordenadas ecuatoriales celestes o absolutas

POSICIONES APARENTES AL PASO SUPERIOR POR GREENWICH

NUM.	353			354			361			1250		
EST.	χ Velorum			α Hydrae			N.Velorum			ι Hydrae		
MAG.	2.50			1.98			3.13			3.91		
UT	AR.		DEC.	AR.		DEC.	AR.		DEC.	AR.		DEC.
	h	m	° /	h	m	° /	h	m	° /	h	m	° /
	9	22	-55 5	9	28	- 8 44	9	31	-57 6	9	40	- 1 13
mes d	s		"	s		"	s		"	s		"
1 -5.9	43.575		18.46	31.277		26.65	49.471		52.09	49.426		45.47
1 4.1	43.890		21.77	31.534		28.90	49.810		55.36	49.696		47.45
1 14.1	44.138		25.34	31.753		31.11	50.079		58.91	49.928		49.33
1 21.9	44.311		28.88	31.926		33.17	50.272		62.58	50.117		51.03
2 3.0	44.411		32.69	32.052		35.07	50.388		66.31	50.259		52.53
2 13.0	44.431		36.31	32.126		36.76	50.422		69.99	50.351		53.80
2 23.0	44.378		39.73	32.151		38.20	50.378		73.49	50.393		54.82
3 4.9	44.259		42.93	32.131		39.39	50.265		76.79	50.390		55.61
3 14.9	44.078		45.81	32.070		40.32	50.086		79.79	50.344		56.16
3 24.9	43.848		48.30	31.976		40.99	49.854		82.42	50.265		56.48

AR y DEC para astro X Velorum

- 03/02/2020
AR= 9°22'44,411"
DEC= -55°5'32,69"
- 05/02/2020
Se debe interpolar entre los segundos de los días 3 y 13.

Sistemas de coordenadas absolutos

- Coordenadas ecuatoriales celestes o absolutas

SOL 2020							
PARA O ^h DE TIEMPO TERRESTRE							
Fecha	Día Juliano	Asc. Recta Aparente	Declinación Aparente	P.H.	Semi Diámetro	Distancia Geocent.	Tránsito Efemérides
		h m s	° ' "	"	' "	UA	h m s
Ene. 01	8849.5	18 43 33.117	-23 03 31.98	8.94	16 15.95	.9832931	12 03 19
02	8850.5	18 47 58.120	-22 58 42.54	8.94	16 15.97	.9832733	12 03 47
03	8851.5	18 52 22.779	-22 53 25.57	8.94	16 15.98	.9832583	12 04 15
04	8852.5	18 56 47.064	-22 47 41.23	8.94	16 15.99	.9832484	12 04 43
05	8853.5	19 01 10.947	-22 41 29.71	8.94	16 16.00	.9832439	12 05 10
06	8854.5	19 05 34.399	-22 34 51.19	8.94	16 16.00	.9832449	12 05 37
07	8855.5	19 09 57.395	-22 27 45.87	8.94	16 15.99	.9832516	12 06 3
08	8856.5	19 14 19.910	-22 20 13.98	8.94	16 15.98	.9832645	12 06 29
09	8857.5	19 18 41.919	-22 12 15.75	8.94	16 15.96	.9832835	12 06 54
10	8858.5	19 23 03.399	-22 03 51.42	8.94	16 15.93	.9833090	12 07 18
11	8859.5	19 27 24.228	-21 55 01.24	8.94	16 15.90	.9833410	12 07 42

Sistemas de coordenadas absolutos

Astros

Movimiento Diurno

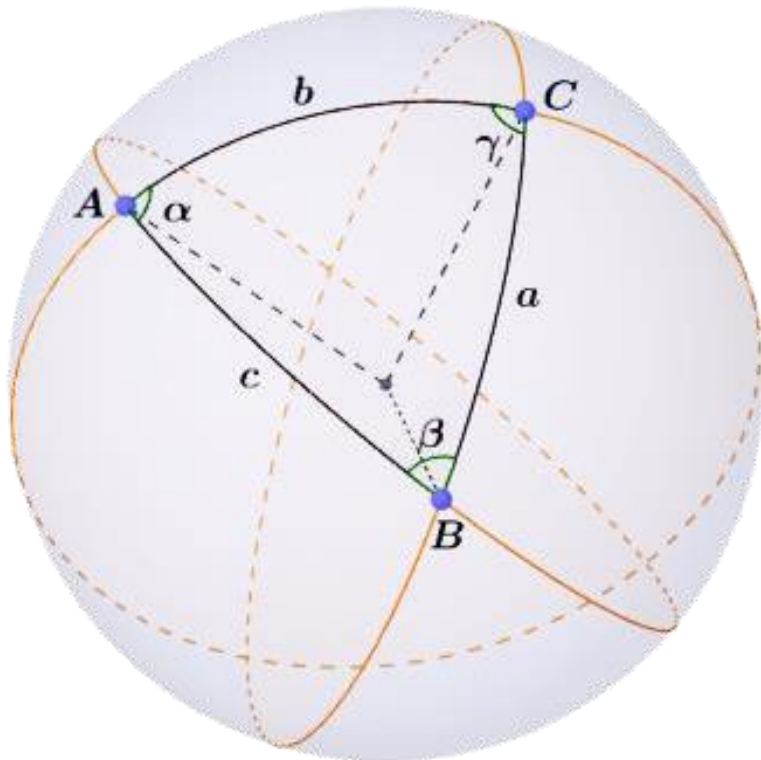


Movimiento Anual



Relación entre sistemas

Trigonometría esférica

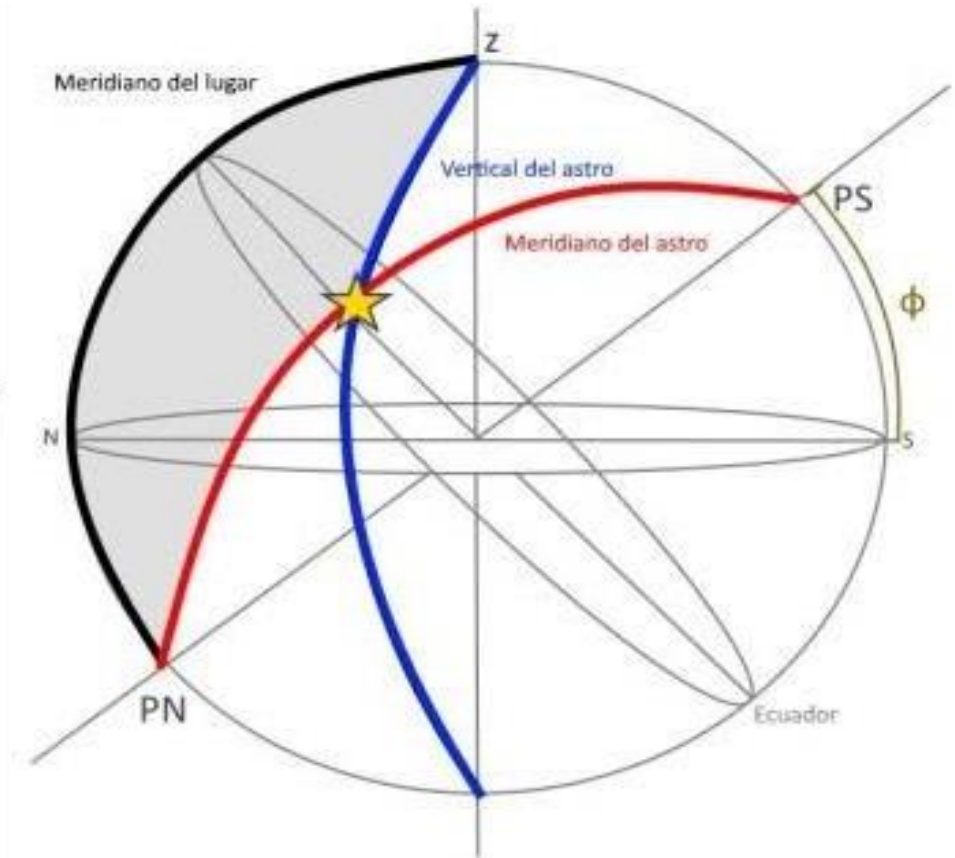
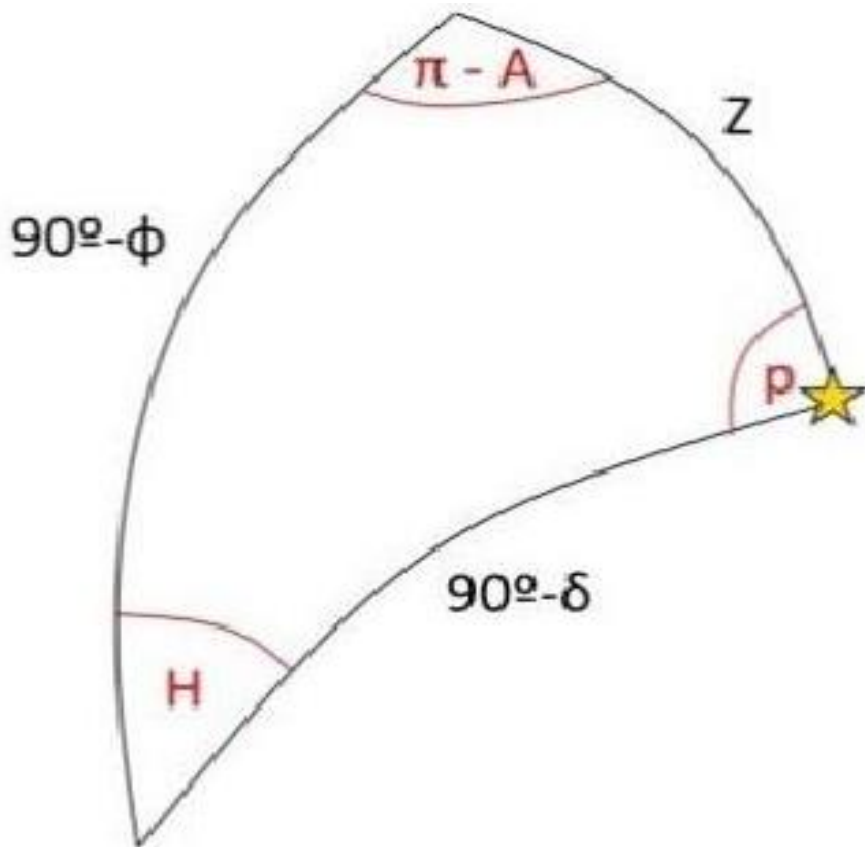


- 3 puntos unidos por
- 3 círculos máximos

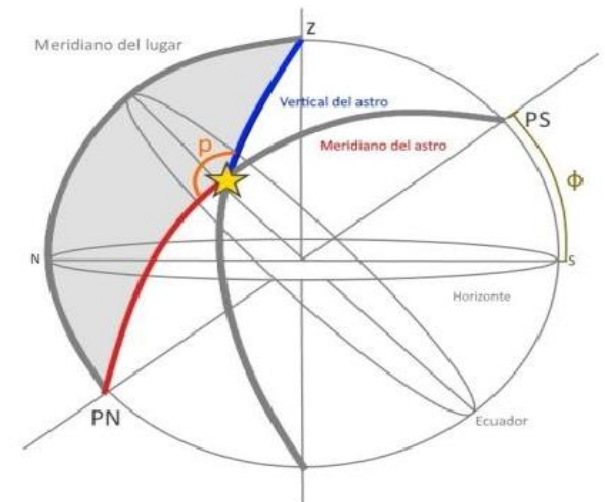
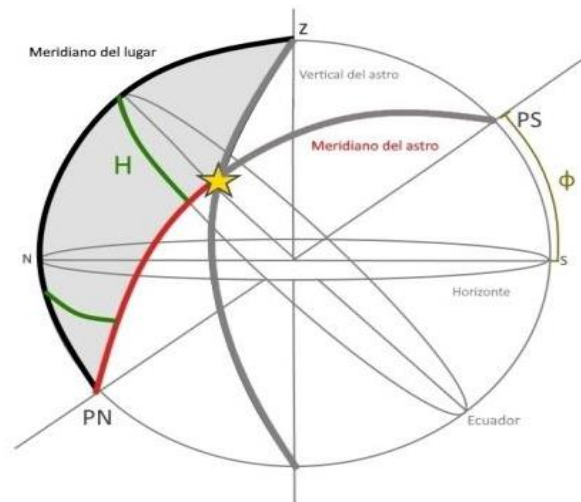
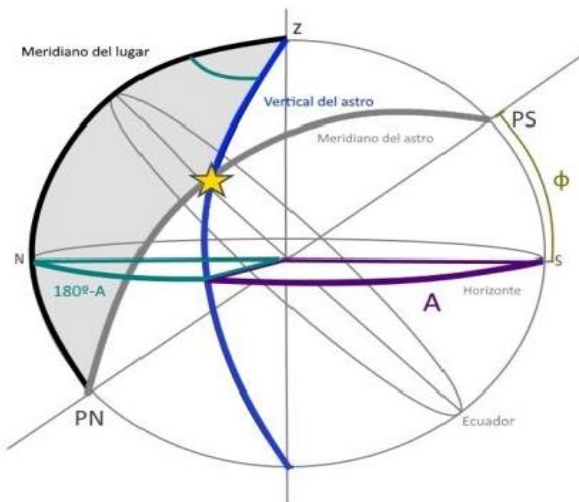
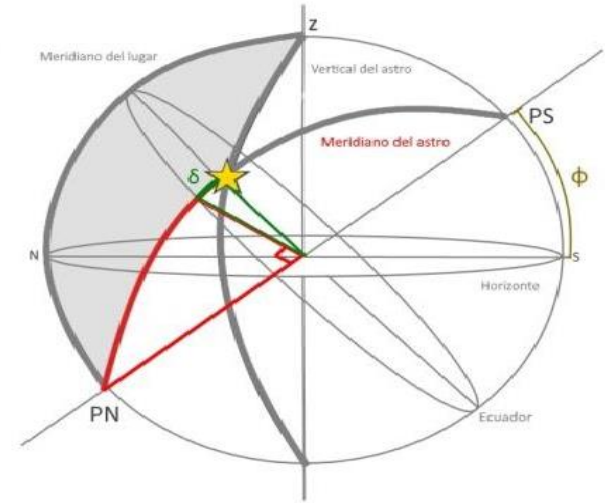
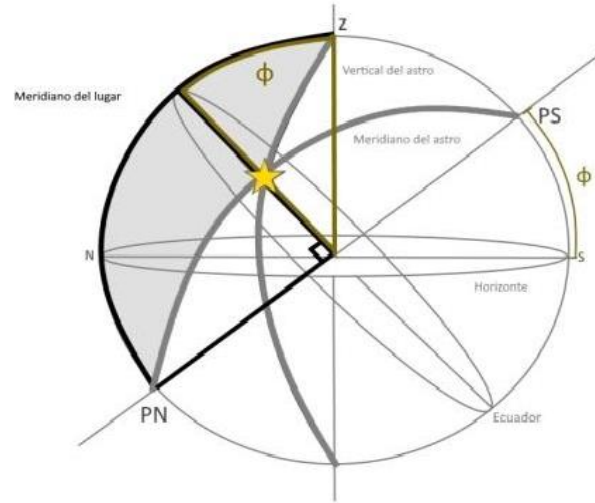
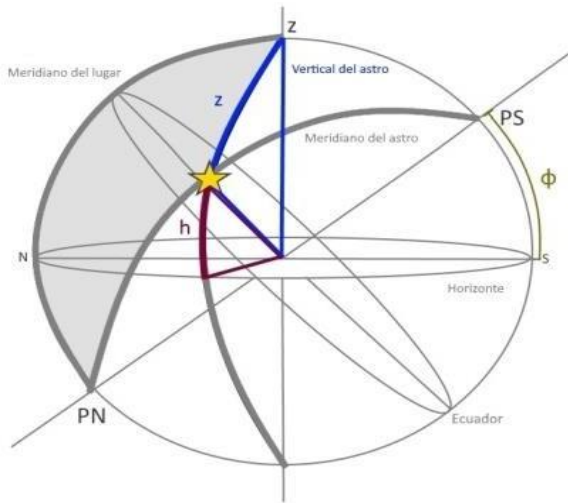
Brinda la posición realtiva de un astro para un momento determinado.

Relación entre sistemas

Triángulo de posición



Triángulo de posición: Lados y ángulos



Transformación entre sistemas locales

De Ecuatoriales horarias a Horizontales

Datos $\begin{cases} H \\ \delta \\ \varphi \end{cases}$ Incógnitas $\begin{cases} Az \\ z \end{cases}$

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H$$



$$\tan Az = \frac{\sin H}{\sin \varphi \cos H - \cos \varphi \tan \delta}$$

- $\tan Az > 0$ y $0^\circ < H < 180^\circ$ (astro al O) $\rightarrow Az \in 1$ er cuadrante ($Azv = AzCalc$)
- $\tan Az > 0$ y $180^\circ < H < 360^\circ$ (astro al E) $\rightarrow Az \in 3$ er cuadrante ($Azv = AzCalc + 180^\circ$)
- $\tan Az < 0$ y $0^\circ < H < 180^\circ$ (astro al O) $\rightarrow Az \in 2$ do cuadrante ($Azv = AzCalc + 180^\circ$)
- $\tan Az < 0$ y $180^\circ < H < 360^\circ$ (astro al E) $\rightarrow Az \in 4$ to cuadrante ($Azv = AzCalc + 360^\circ$)

Transformación entre sistemas locales

De Horizontales a Ecuatoriales horarias

Az
Datos { z Incógnitas { H
 φ δ

$$\sin \delta = \cos z \sin \varphi - \sin z \cos \varphi \cos Az$$



$$\tan H = \frac{\sin A}{\cos \varphi \cot z + \sin \varphi \cos A}$$

- $\tan H > 0$ y $0^\circ < Az < 180^\circ$ (astro al O) $\rightarrow Az \in 1$ er cuadrante ($Hv = HCalc$)
- $\tan H > 0$ y $180^\circ < Az < 360^\circ$ (astro al E) $\rightarrow Az \in 3$ er cuadrante ($Hv = HCalc + 180^\circ$)
- $\tan H < 0$ y $0^\circ < Az < 180^\circ$ (astro al O) $\rightarrow Az \in 2$ do cuadrante ($Hv = HCalc + 180^\circ$)
- $\tan H < 0$ y $180^\circ < Az < 360^\circ$ (astro al E) $\rightarrow Az \in 4$ to cuadrante ($Hv = HCalc + 360^\circ$)

Aplicación de los sistemas de coordenadas

- El *sistema de coordenadas horizontales* se utiliza para determinaciones directas de las posiciones aparentes de los astros con ayuda de instrumentos.
- El *sistema de coordenadas ecuatoriales horarias* se emplea principalmente durante la determinación del tiempo, uno de los problemas fundamentales de la astronomía.
- El *sistema de coordenadas ecuatoriales absolutas* se utiliza para calcular los catálogos estelares y los mapas estelares.
- El *sistema de coordenadas eclípticas*, fundamentalmente, se utiliza en mecánica celeste al determinar las órbitas de los cuerpos celestes.

Lo importante a saber

- 4 sistemas de coordenadas
 - Ángulos
 - Planos donde se mide cada ángulo
 - Puntos principales
 - Sentido de medición
 - Valores máximos y mínimos
- Triángulo de posición
 - Qué es, para qué sirve y cómo se genera
 - Lados y ángulos
- Fórmulas para transformación entre sistemas
- Uso de tablas de posiciones aparentes de astros
- Aplicación de cada sistema