APUNTES DE NAVEGACIÓN ASTRONOMICA

Yourbestsail

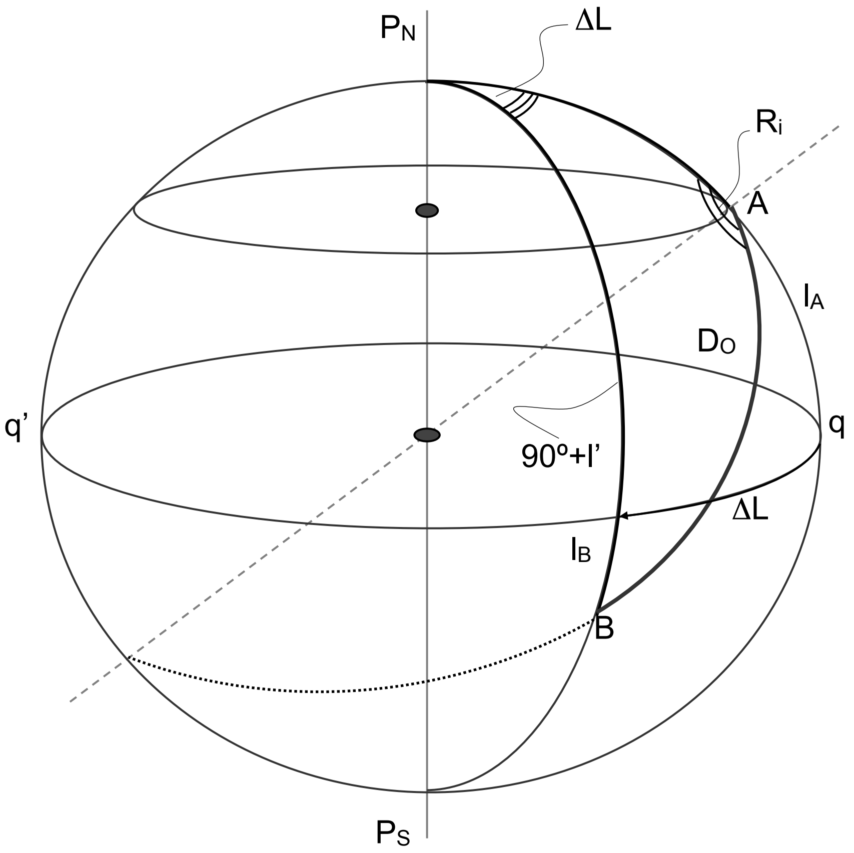
The science and engineering of sailing

enero 2006

Calculo de la Derrota Ortodromica

Características de la derrota Ortodromica:

1. Es la mínima distancia entre dos puntos de la superficie terrestre;
2. Corta a cada meridiano con distintos angulos.



$l=l_A$ = latitud de salida;
L= latitud de salida;

$l' = l_B$= latitud de llegada;
L'= latitud de llegada;

S (l,L) = situación de salida;

S' (l',L')= situación de llegada.

L'-L = ΔL (siempre < 180º)

$\Delta L=$ ……W

$l=$ ……N

l: se pone en la formula siempre con signo +
ΔL: se pone en la formula siempre con signo +
l': se pone en la formula con signo (+) si del mismo hemisferio que l, con signo (–) si del hemisferio opuesto;

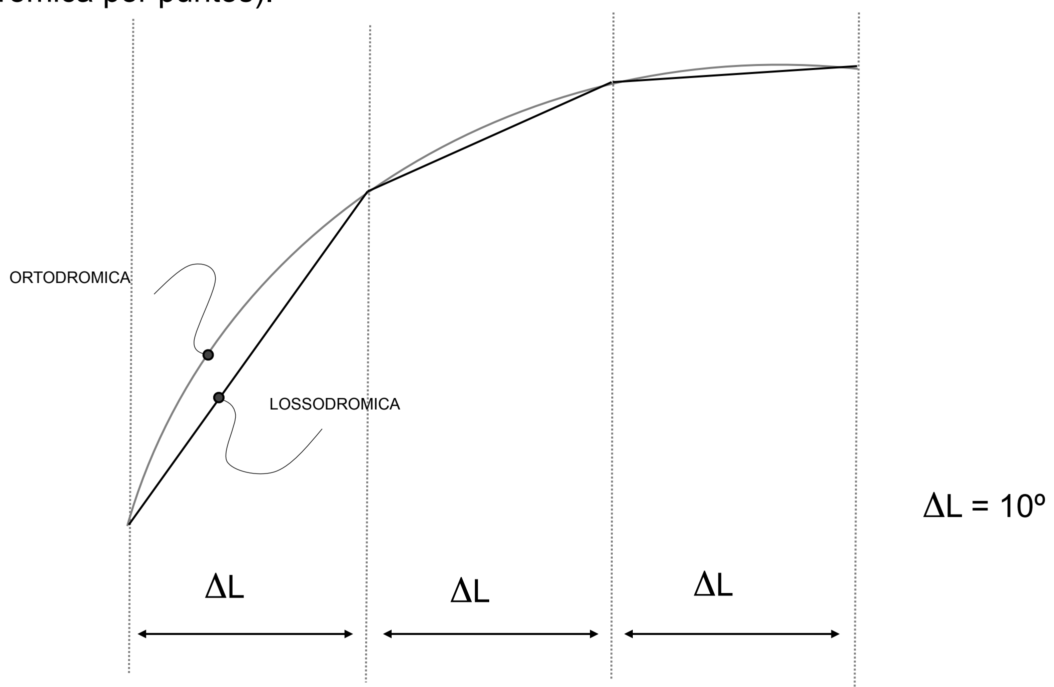
$$\cos D = \sin l' \cdot \sin l + \cos l' \cdot \cos l \cdot \cos \Delta L$$

$$\operatorname{cotg} R_i = \frac{\operatorname{tg} l' \cdot \cos l}{\sin \Delta L} - \frac{\sin l}{\operatorname{tg} \Delta L} = N………W$$ (<u>notación semicircular !</u>)

D: representa la Distancia de la ortodromica, expresada en grados de circulo máximo;

R_i : representa el *Rumbo Inicial* en notación semicircular.

Para navegar por una derrota ortodrómica deberíamos poner todos y cada uno de los ángulos que la derrota forma con los diferentes meridianos. Con lo cual en la practica es imposible realizar tal procedimiento. En la practica se procede de esta forma: se coge un ΔL constante (normalmente ΔL de aproximadamente unos 10º o 15º), se trazan los meridianos correspondientes y se calculan los puntos de corte con los meridianos escogidos. Se substituye finalmente la derrota ortodrómica por varias loxodrómicas que unen estos puntos (estas loxodrómicas serán secantes muy próximas a las ortodrómicas parciales). Este método se llama: sistema de derrota por puntos (o calculo de la derrota ortodrómica por puntos).



Calculo de la Derrota Lossodromica

Característica de la derrota Lossodromica:

- Es la derrota que corta todos los meridianos con el mismo angulo;

Las formulas de la derrota Lossodromica se usan en lugar de la las formulas de estima inversa, en el caso que $\Delta l > 5^{o}$.

$l' - l = \Delta l = \ldots\ldots N$ ($\Delta l \times 60 = \ldots NM$)
$l_a' - l_a = \Delta l_a$
$L' - L = \Delta L = \ldots\ldots W$

l_a : representa la *latitud aumentada*

$\mathrm{tg}\, R_d = \dfrac{\Delta L}{\Delta l_a}$; $R_d = \mathrm{arctg}\left(\dfrac{\Delta L}{\Delta l_a}\right)$;

Con Δl_a expresado en minutos aumentados y ΔL en minutos.

$R_d = N \ldots\ldots\ldots W$ (rumbo cuadrantal!)

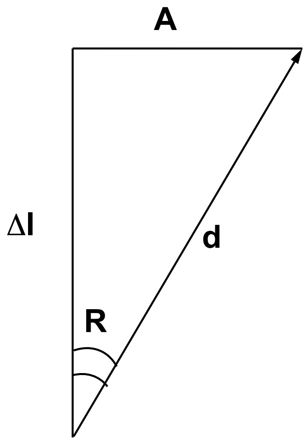
$D_d = \dfrac{\Delta l}{\cos R_d}$ (Δl calculado con las latitudes <u>no aumentadas</u>)

Se define como Ganancia la diferencia entre la longitud del recorrido lossodromico y el recorrido ortodromico:

GANANCIA = $D_{lossodromica} - D_{ortodromica}$

Navegación por Estima

ESTIMA DIRECTA:



A: Apartamento
l_m: latitud media

$\Delta l = d \cdot \cos R$

$l' = l + \Delta l;$

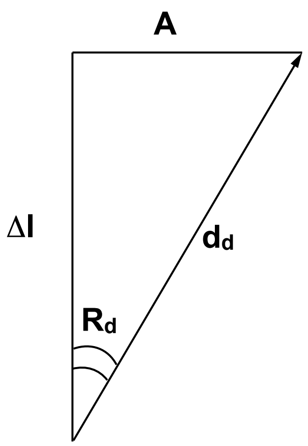
$A = d \cdot \sin R$

$\Delta L = \dfrac{A}{\cos l_m}$, con $l_m = \dfrac{l + l'}{2}$

$L' = L + \Delta L$

Recordándose que $L_E(+)$, $L_W(-)$, $l_N(+)$, $l_S(-)$

ESTIMA INVERSA (valida si Δl<5º):



$l' - l = \Delta l$ (minutos)

$L' - L = \Delta L$ (minutos)

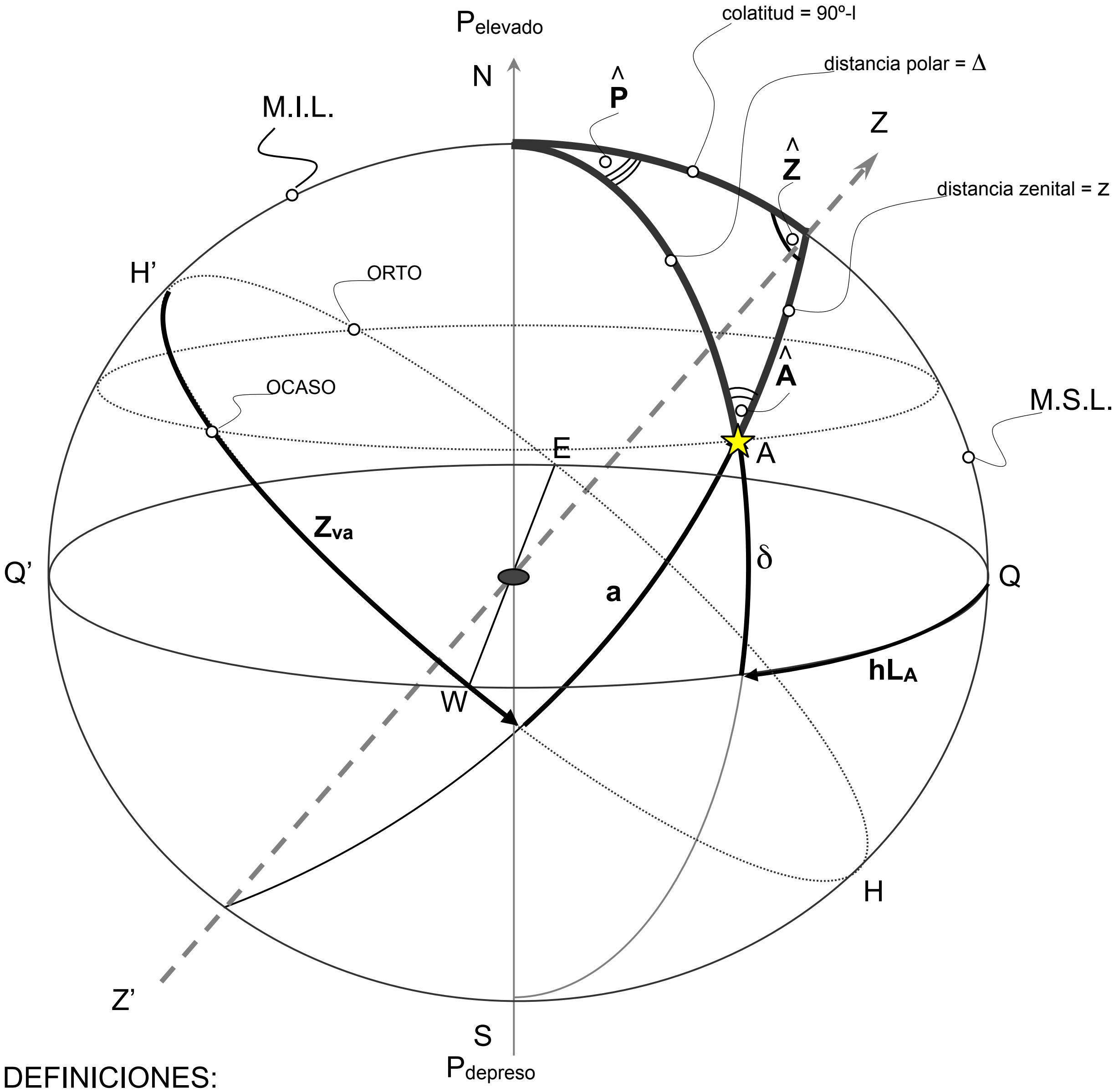
$l_m = \dfrac{l + l'}{2}$

$\text{tg } R_d = \dfrac{A}{\Delta l}$; $A = \Delta L(\text{min}) \cdot \cos l_m$

R_d rumbo cuadrantal !!

$d_d = \dfrac{\Delta l \text{ (min)}}{\cos R_d}$

Trigonometría esférica

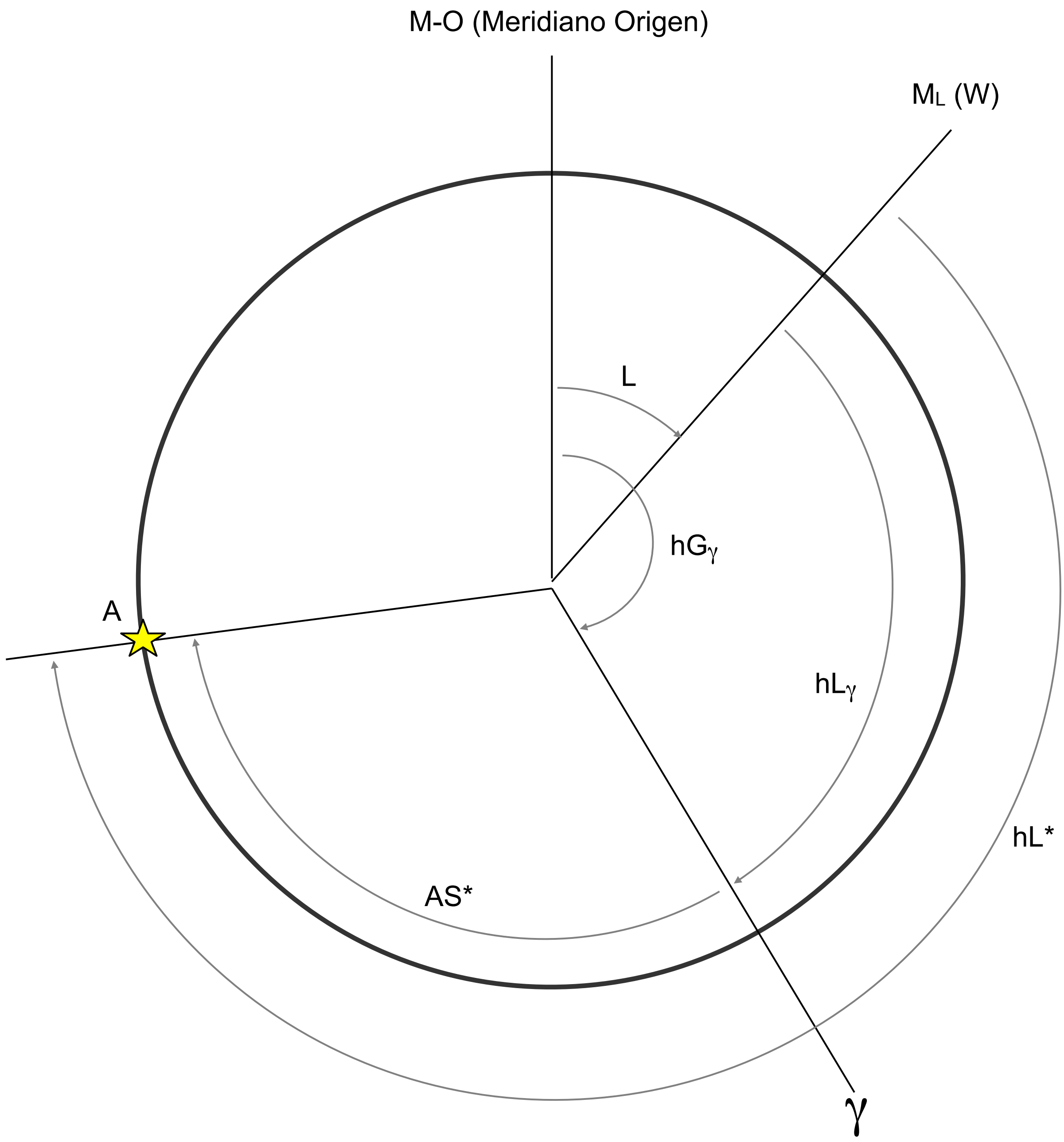


DEFINICIONES:

$Z = 90º - a$ = distancia zenital
$\Delta = 90º \pm \delta$ = distancia polar
$90º - l$ = colatitud
$Z = Z_{va}$ = angulo cenital
P= angulo en el polo = hL (si $hL < 180º$) $\Rightarrow P_W$
360º-hL (si $hL > 180º$) $\Rightarrow P_E$
A= angulo paralactico

Recordemos que:
$hL_A = hG_\gamma + AS^* - L$ (ove L es L_e, longitud estimada y para hG_γ el T.U. exacto)

Relación entre coordinadas medidas en el Ecuador



$$hL^* = hG_\gamma - L + AS^*$$

Relación entre ángulos y lados de posición

$$\sin a = \sin \delta \cdot \sin l + \cos \delta \cdot \cos l \cdot \cos P$$

$$\delta \text{ con signo} \begin{cases} (\mathbf{+}), \text{ si} \neq \text{nombre que la latitud} \\ (\mathbf{-}), \text{ si} = \text{nombre que la latitud} \end{cases}$$

l = siempre (+)
P= siempre (+)

$$\text{cotg } Z = \frac{\text{tg } \delta \cdot \cos l}{\sin P} - \frac{\sin l}{\text{tg } P};$$

$$\text{tg } Z = \frac{1}{\text{cotg } Z};$$

$$Z = \text{arctg}\left(\frac{1}{\text{cotg } Z}\right);$$

$Z_{Va} = Z + 180º$ (si Z negativo)

$Z_{Va} = Z$ (si Z positivo)

$Z_{Va=}$ (N o S)..............(E u W) semicircular

nombre l   nombre P

Un <u>astro desconocido</u> requiere doble calculo: primero se tiene que proceder al reconocimiento del astro y luego se usan las formulas para determinar las rectas de altura.

$$\sin \delta = \sin a \cdot \sin l + \cos a \cdot \cos l \cdot \cos Z_{Va}$$

$$\text{cotg } P = \frac{\text{tg } a \cdot \cos l}{\sin Z_{Va}} - \frac{\sin l}{\text{tg } Z_{Va}};$$

$$\text{tg } P = \frac{1}{\text{cotg } P};$$

$$P = \text{arctg}\left(\frac{1}{\text{cotg } P}\right);$$

$P = P_W$ si Z_{Va} es W

$P = P_E$ si Z_{Va} es E

Calculo recta de altura por astro conocido

HcL=
+ $L_e/15$=

T.U.=

hGγ=
$C_{m\ y\ s}$=
----
hGγ=
- L_e=
----
hLγ=
+ A.S.=
----
hL*=

P_E = ...E

l_e = ...N

δ = con signo (+) si =l_e, con signo (-) si ≠ l_e

$$\sin a_e = \sin \delta \cdot \sin l_e + \cos \delta \cdot \cos l_e \cdot \cos P$$

$$\operatorname{cotg} Z = \frac{\operatorname{tg} \delta \cdot \cos l_e}{\sin P} - \frac{\sin l_e}{\operatorname{tg} P};$$

Z_{Va} = N .... E

a_i =
+e_i =
+c_{xd} =
+c_{xr} =
----
a_v =
- a_e =

$$\boxed{\begin{array}{l}\Delta a = \\ Z_v = \end{array}} \longrightarrow \boxed{\begin{array}{l} l_o = l_e + \Delta l_o \\ l_m = \dfrac{l_e + l_o}{2} \\ L_o = \dfrac{A}{\cos l_m} \end{array}}$$

Calculo recta de altura por astro desconocido

(Primera Parte)

$H_C L =$
$+ L_e/15 =$

T.U.=

$hG\gamma =$
$C_{m\ y\ sG} =$

$hG\gamma =$
$- L_e =$

$hL\gamma =$

$a_i =$
$+e_i =$
$+c_{xd} =$
$+c_{xr} =$

$a_v =$

$l_e =$ .... N   todo con signo (+)

$Z_{Va} =$ N .... E

$$\sin \delta = \sin a_v \cdot \sin l_e + \cos a_v \cdot \cos l_e \cdot \cos Z_{va}$$

δ = si (+) = que l_e; si (-) $\neq$ l_e

$$\text{cotg } P = \frac{\text{tg } a_v \cdot \cos l_e}{\sin Z_{va}} - \frac{\sin l_e}{\text{tg } Z_{va}};$$

$P_E =$ .... E

$hL^* =$
$+ L =$

$hG^* =$ Planeta? δ real, hG^* real
$- hG\gamma =$

A.S.   *=, δ=, A.S.= valores exactos en las tablas

Calculo recta de altura por astro desconocido

(Segunda Parte)

Una vez hayamos determinado exactamente *, δ, A.S. (estrella) o hG* (planeta) se procede a determinar la recta de altura.

hLγ=
+ A.S.=
----
hL*=

P_E = ...E

l_e = ...N

δ = con signo (+) si =l_e, con signo (-) si ≠ l_e

$$\sin a_e = \sin \delta \cdot \sin l_e + \cos \delta \cdot \cos l_e \cdot \cos P$$

$$\operatorname{cotg} Z = \frac{\operatorname{tg} \delta \cdot \cos l_e}{\sin P} - \frac{\sin l_e}{\operatorname{tg} P};$$

Z_{Va} = N .... E

a_v =
- a_e =

Δa =
Z_v =

$$l_o = l_e + \Delta l_o$$

$$l_m = \frac{l_e + l_o}{2}$$

$$L_o = \frac{A}{\cos l_m}$$

En el caso de Planeta, al principio:

hG*=
- L_e=
----
hL*=

Diferentes tipos de hora

1. H_cL: Hora civil del lugar
2. H_z= HRB: Hora legal (Hora Reloj Bitacora), también Hora Zulu
3. T.U.: Tiempo Universal = H_cG (H_cL del meridiano de Greenwich)

1) HORA CIVIL DEL LUGAR:

Tiempo transcurrido desde el ultimo paso del *sol medio* por el meridiano inferior del lugar. Por tanto es una hora que está variando de meridiano en meridiano. Debido a que la hora civil del lugar varia para cada meridiano, dos observadores muy proximos entre si tendrian diferentes horas. Para subsanar este problema, se acordó, mediante un convenio internacionál, dividir la Tierra en 24 husos horarios de 15º de longitud cada uno de ellos, correspondiendo al huso 0 aquel que tiene como meridiano central el meridiano de Greenwich. Así como su opuesto, el huso 12 es aquel que tiene como meridiano central el meridiano 180º. Los husos toman el signo de la longitud del meridiano central, siendo positivos aquellos con longitudes oeste y negativos los de longitudes este. Como unica excepción el huso 12 queda subdividido en dos semi-husos, el huso +12 para longitudes oeste y – 12 para longitudes este.

2) HORA LEGAL:

Tiempo transcurrido desde el ultimo paso del *sol medio* por el antimeridiano central de cada uso horario, Se corresponde con la hora civil del lugar del meridiano central de dicho huso.

2) TIEMPO UNIVERSAL:

Tiempo transcurrido desde el ultimo paso del *sol medio* por el meridiano 180º. Hora civil del lugar del meridiano de Greenwich. Comun a todos los observadores independientemente de su posición en la superficie terrestre.

1. $T.U. = H_cL + \frac{L}{15}$; L_W (+), L_E (-)

2. $z = \frac{L + 7.5º}{15}$ (*despreciando los decimales*); z= huso (+ si L_W, - si L_E)

3. $T.U. = HRB + z$

H_o : Hora oficial es la que, como su nombre indica, queda establecida oficialmente por el gobierno de un país para su territorio, en función de un adelanto o atraso sobre la Hora Legal.

Descripción del sextante

El sextante es un instrumento de precisión que consta de un armazón (o cuerpo) en la cuya parte inferior hay un arco de circunferencia graduado que recibe nombre de limbo, en el cual hay una cremallera por la que discurre un tornillo micrometrico. En el centro de la circunferencia del limbo está el eje de giro de la alidada (brazo móvil) en cuya parte superior está un espejo afirmado a la alidada y con la parte inferior el mencionado tornillo micrometrico con el tambor de medición de los minutos de arco. Un visor se afirma al cuerpo del sextante mediante un tornillo y es alineado con una lente totalmente transparente y convexa, para que refleje el imagen del espejo. Entre la lente y el espejo hay 4 filtros y 3 por delante de la lente. El sextante sirve para medir la altura instrumental de los astros. Su nombre viene de que inicialmente su limbo se desplazaba hasta la sexta parte del círculo, es decir 60º.