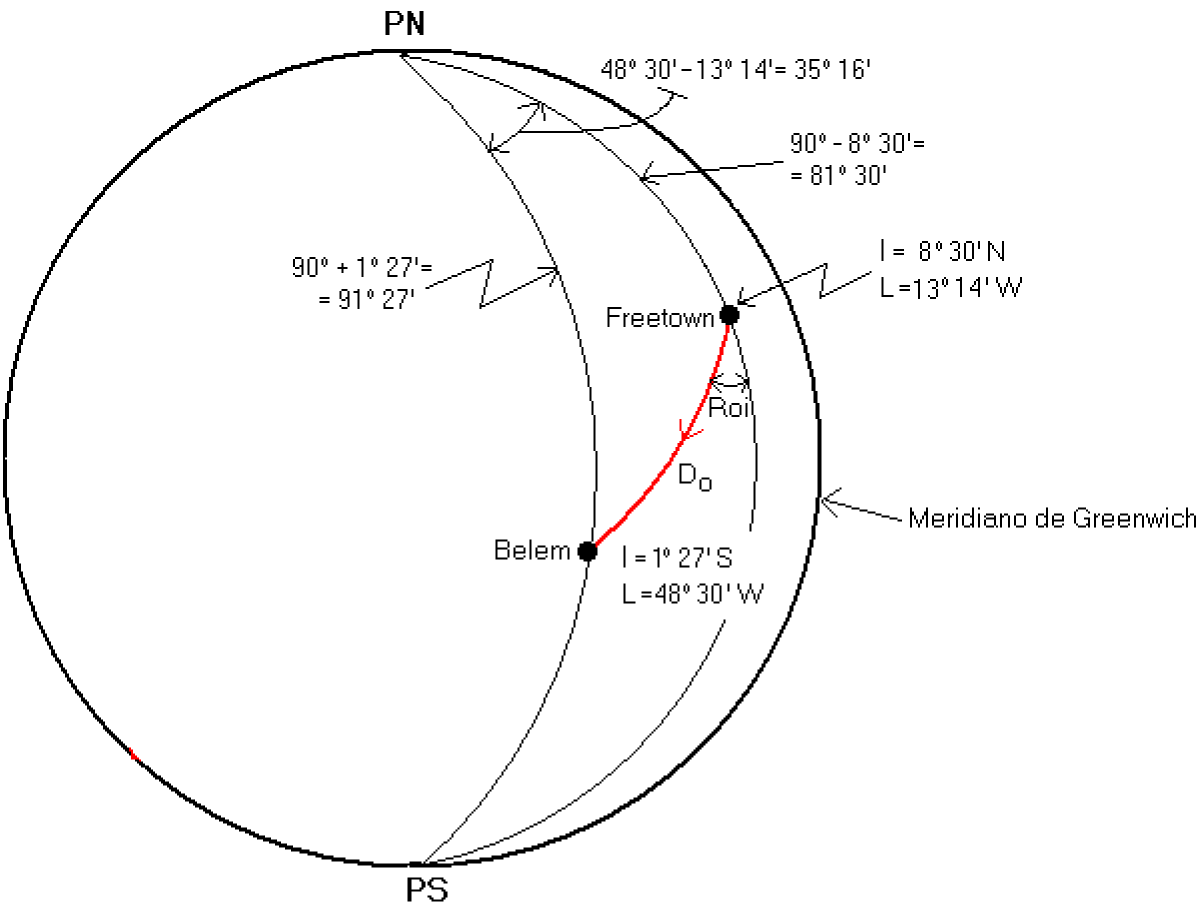
Examen de Capitán de Yate, Asturias 19 de Mayo de 2014
Autor: Pablo González de Villaumbrosia Garcia. 20.01.2014
http://www.villaumbrosia.es

ORTODRÓMICA
Un yate sale de Freetown (l=08º 30' N, L=013º 14'W) con destino a Belem (l=01º 27'S, L=048º 30'W).
Calcular el Rumbo ortodrómico inicial, la distancia ortodrómica, el rumbo loxodrómico y la distancia loxodrómica que hay entre éstos dos puntos.
Nota: latitud aumentada de Freetown 508,46'; latitud aumentada de Belem 86,42'
Se pide:

1) Roi
2) Do
3) Rlox
4) Dlox

SOLUCIÓN ORTODRÓMICA:
Dibujamos en la esfera terrestre los puntos origen (Freetown) y destino (Belem).

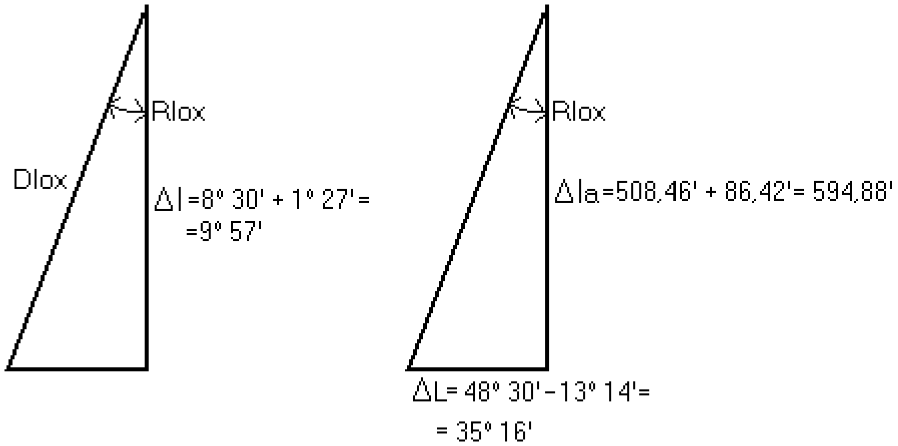


En la figura anterior queda definido el triángulo esférico de posición formado por PN (Polo Norte), Freetown y Belem.
Aplicando las fórmulas de la cotangente y el coseno sale:

Roi=rumbo ortodrómico inicial=S75,8ºW

Do=distancia ortodrómica= 36,5337º= 2192 millas

SOLUCIÓN LOXODRÓMICA LATITUDES AUMENTADAS:



De las figuras anteriores sale:

Rlox = rumbo loxodrómico = arc tang $\dfrac{594{,}88'}{35^\circ\ 16'}$ = S74,297ºW

Dlox=distancia loxodrómica= $\dfrac{\Delta l}{\cos \text{Rlox}} = \dfrac{9^\circ 57'}{\cos 74{,}297^\circ}$ =2205,8 millas

CINEMATICA

El buque "A" navega con Rv=110º y Vb=12 nudos, observa en la pantalla de su radar el eco de un buque "B" con las siguientes demoras verdaderas:

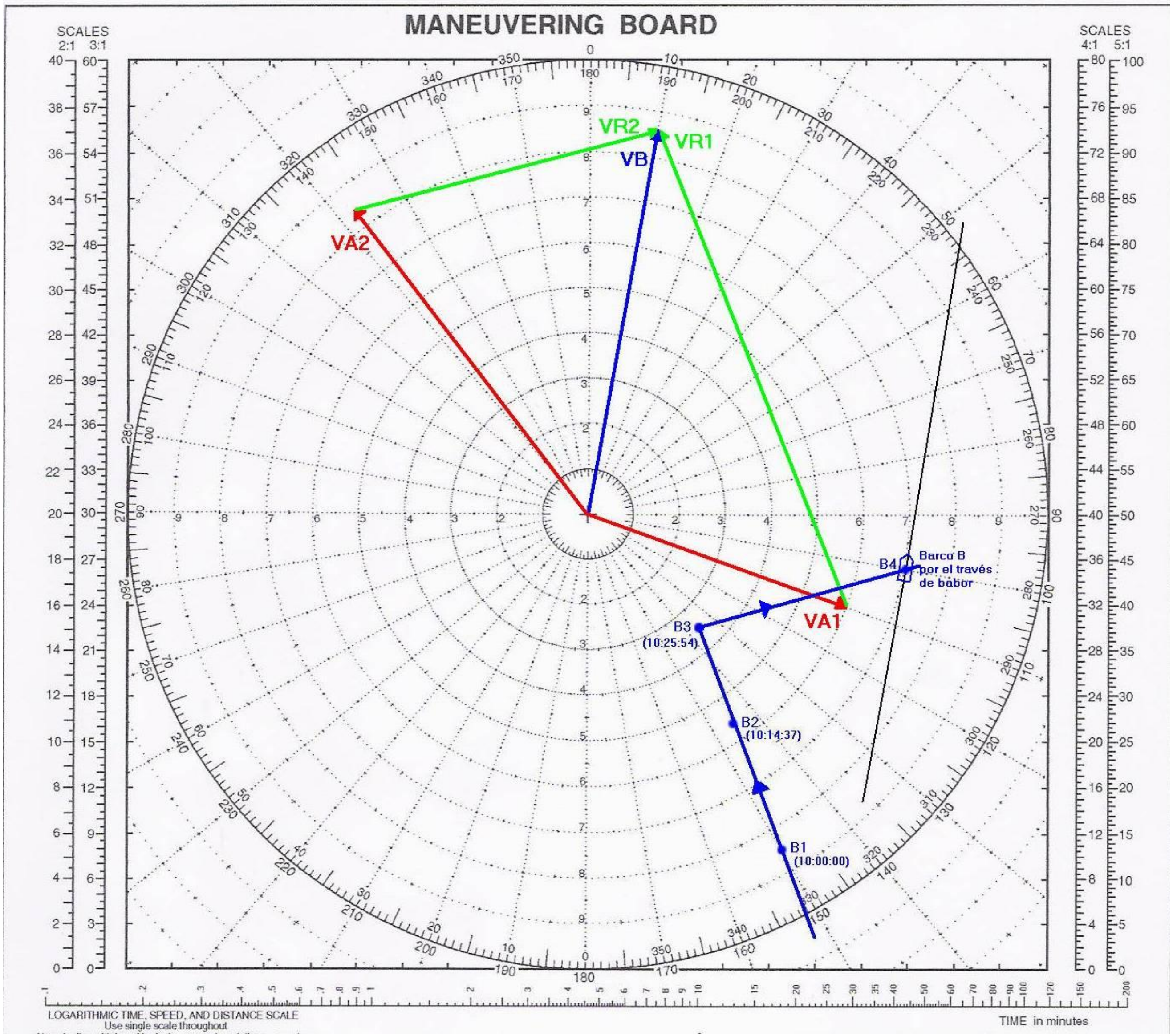
- Hrb=10:00:00, DvB=150º, d=17 millas
- Hrb=10:14:37, DvB=145º, d=11,3 millas
- Hrb=10:25:54, DvB=136º, d=7 millas

En ese instante el buque "A" enmienda el rumbo y modifica la velocidad para ponerse a 14 millas por el través de "B", y poder hacerlo en 42 minutos.

Preguntas:

1) Rumbo verdadero del buque "B"
2) Velocidad del buque "B"
3) Segundo rumbo de "A"
4) Segunda velocidad de "A"
5) Hora del reloj de bitácora al estar "A" en la posición pedida
6) Demora de "B" con respecto a "A" en el instante de estar éste a 14 millas por el través de babor de aquel.

<u>1) y 2) Rumbo y velocidad del buque "B"</u>



En la rosa de maniobras utilizamos para las distancias una escala 1/2, es decir que los círculos de distancia representan el doble de distancia de la indicada en la rosa de maniobras.

Para escala de velocidades utilizamos la escala de la izquierda (enmarcada en rojo).

En la figura anterior, la línea azul B1-B2-B3 es la indicatriz del movimiento del buque "B" respecto del "A" en los tiempo indicados.

- Intervalo B1-B2= 10h 14m 37s – 10h 0m 0s= 0,2436 horas

  Distancia relativa de "B" respecto a "A"=17 – 11,3= 5,7 millas

  $$VR1(B1\text{-}B2)=\frac{5,7}{0,2436}=23,4 \text{ nudos}$$

- Intervalo B2-B3= 10h 25m 54s – 10h 14m 37s = 0,1880 horas

  Distancia relativa de "B" respecto a "A"=11,3 – 7= 4,3 millas

  $$VR1(B2\text{-}B3)=\frac{4,3}{0,188}=22,87 \text{ nudos}$$

La velocidad relativa (vector VR1) de "B" respecto de "A" es de 23 nudos aproximadamente, que es el promedio aproximado de las velocidades anteriores.

- El vector VA1 de color rojo indica el rumbo y velocidad del barco "A" (rumbo 110º, Vb=12 nudos).

- Desde el extremo de VA1 trazamos un vector VR1 paralelo a la indicatriz B1-B2-B3 y de magnitud 23 nudos.
- El vector VB que define el rumbo y velocidad del barco B se encuentra uniendo el centro de la rosa de maniobras con el extremo del vector VR1.

Resultado:

- Rumbo de “B”= 10º
- Velocidad de “B”=17,3 nudos

<u>3) y 4) Segundos rumbos y velocidad del buque “A”</u>

Ahora el buque “A” maniobra para ponerse del través de “B” en 42 minutos. Trazamos una paralela al vector VB que sea tangente al círculo de 14 millas (círculo nº 7 ya que para las distancias estamos utilizando una escala 1/2). Es la línea negra en la figura anterior.

La figura anterior indica la situación del barco “B” (punto B4) cuando se encuentre a 14 millas del “A” por el través del “B”.

La distancia B3-B4 se mide en la rosa de maniobras=9,5 millas. Puesto que el barco “A” debe ponerse del través del “B” en 42 minutos (0,7 horas), la nueva velocidad relativa VR2 de “B” respecto del “A” será:

$$\text{VR2(B3-B4)}=\frac{9{,}5}{0{,}7}=13{,}57 \text{ nudos}$$

- Por el extremo de VB trazamos el vector VR2, que es una paralela a la nueva indicatriz del movimiento B3-B4, y de magnitud 13,57 nudos.
- Desde el centro de la rosa de maniobras trazamos un vector VA2 que una dicho centro con el extremo opuesto de VR2. El vector VA2 define el nuevo rumbo y velocidad de “A”.

Resultado:

- Nuevo rumbo de “A”= 324º
- Nueva velocidad de “A”=16,7 nudos

<u>5) Hora del reloj de bitácora al estar “A” en la posición pedida</u>

Hrb=10h 25m 54s + 42m= 11h 7m 54s

<u>6) Demora de de “B” con respecto a “A” en el instante de estar éste a 14 millas por el través de babor de aquel.</u>

En la rosa de maniobras el barco “B” se encuentra en una demora de 110º al estar éste de través por babor y a 14 millas del “A”.

MERIDIANA
Fecha: Lunes 19 Mayo del 2014
Situación de estima: latitud= 58º 00’S; Longitud= 064º 00’W
Navegando al rumbo de aguja=300º, con velocidad= 7 nudos, sin viento ni corriente, siendo la Hora Legal= 11:00:00
Se observa:
Altura instrumental del Sol limbo superior= 11º 6,3’, Acimut de aguja del Sol= 022,3º.
Se continúa navegando en estas condiciones, hasta el momento del paso del Sol por el meridiano superior del lugar, en cuyo instante se tomó altura instrumental del Sol limbo inferior= 12º 7,2’

Error instrumental= −3’; Elevación del observador= 4 mts.

Se pide calcular:

1) Situación observada final a la hora del paso del Sol por el meridiano superior del lugar.
2) Hora civil del lugar y fecha en ese mismo instante.

Cálculo Tiempo Universal TU de la observación del Sol por la mañana

Hz= hora legal= 11h 0m 0s

Le= 64ºW → Huso nº 4 → TU= Hz + Z= 11h 0m 0s + 4h=15h 0m 0s día 19 de Mayo de 2014

Cálculo altura verdadera de la observación del Sol por la mañana

ai☼ limbo superior =11º 6,3'

ao=altura observada= ai + Ei= 11º 6,3'– 3'= 11º 3,3'

aa=altura aparente= ao + Cd

Cd=Corrección por depresión (para eo=4 mts.)= – 3,6'

aa= 11º 3,3'−3,6'= 10º 59,7'

Csd+refr+par=corrección por semidiámetro-refracción-paralaje= +11,3' − 0,2'= +11,1'

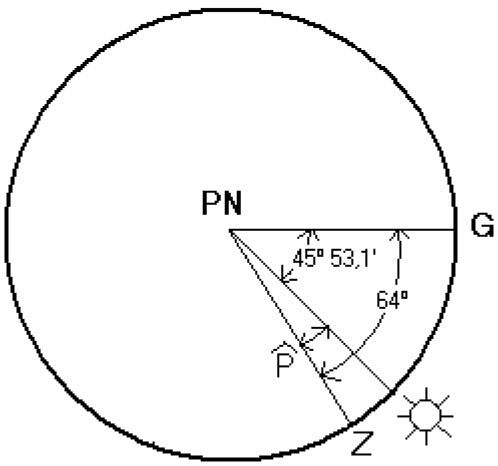
SD=semidiámetro del Sol el 19 de Mayo de 2014= 15,8'

av=altura verdadera= aa+Csd+refr+par – 2xSD= 10º 59,7'+ 11,1' – 2x15,8'= 10º 39,2'

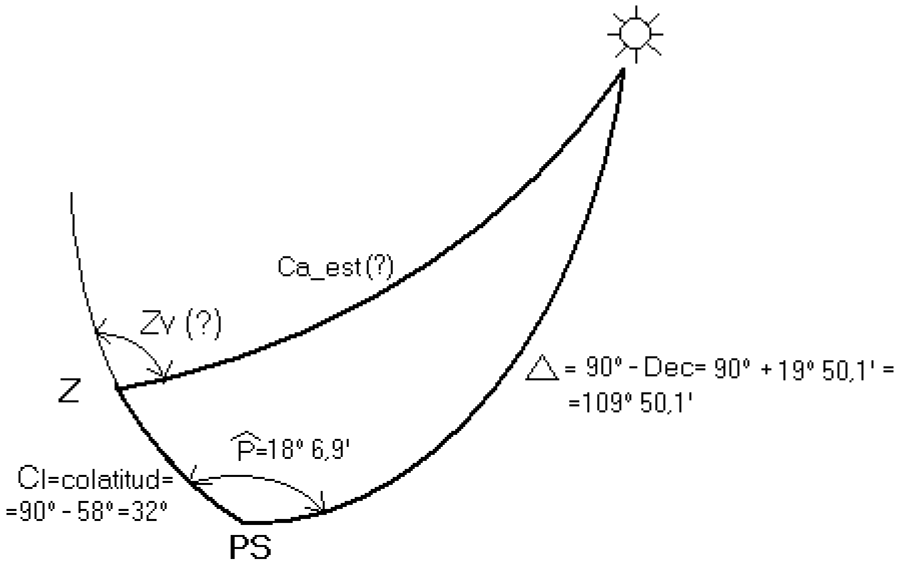
Cálculo determinante del Sol a TU=15h 0m 0s

En tablas diarias del AN para el día 19 de Mayo de 2014

TU	**hG☼**	**Dec**
15h	45º 53,1'	+19º 50,1'



Del círculo horario de la figura anterior sale: P= 64º − 45º 53,1'= 18º 6,9'



Aplicando las fórmulas de la cotangente y el coseno al triángulo esférico de la figura anterior:

cotg 109º 50,1’ x sen 32º= cos 18º 6,9’ x cos 32º + sen 32º x cotg (180º − Zv)

Zv= 17,32º → Ct= corrección total= Zv – Za= 17,32º − 22,3º≈ −5º

cos Ca_est=cos 109º 50,1’ x cos 32º + sen 109º 50,1’ x sen 32º x cos 18º 6,9’

Ca_est=Co-altura estimada=79,2794º → ae=90º – 79,2794º = 10º 43,2’

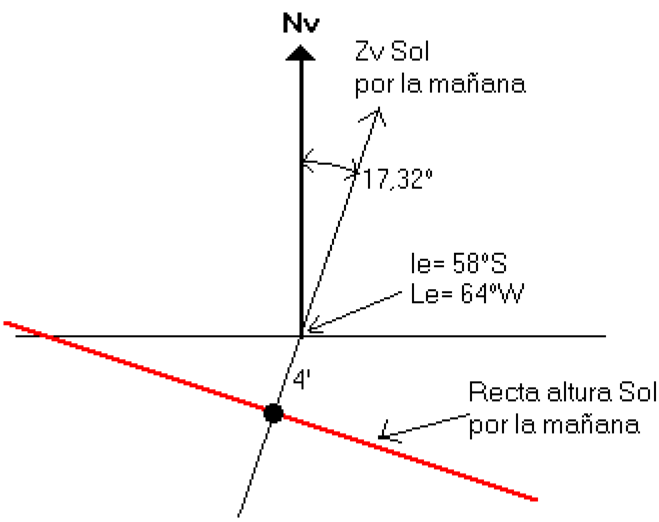
Q=coeficiente de Pagel= $\dfrac{1}{\text{tang } \Delta \text{ x sen P}} - \dfrac{\text{cotg Cl}}{\text{tang P}}$ =6,05 (el signo se hace siempre positivo)

Δa= av – ae= 10º 39,2’– 10º 43,2’= −4’

Determinante del Sol por la mañana:

Zv= 17,32º

Δa= −4’



Navegación hasta paso del Sol por la meridiana

Ra=rumbo aguja=300º

Ct=corrección total= −5º→ Rv= rumbo verdadero= Ra + Ct= 300º −5º= 295º= N65ºW

En el Almanaque Náutico PMG=paso del Sol por el meridiano de Greenwich el día 19 de Mayo de 2014=11h 56,5m

Primera aproximación al cálculo del TU del paso del Sol por el meridiano del lugar. Barco parado en L= 64ºW

HcL=Hora Civil del Lugar= 11h 56,5m

HcG= Hora Civil en Greenwich=TU= HcL + L= 11h 56,5m + $\frac{64º}{15º}$ = 16h 12,5m. Este es el tiempo en Greenwich del paso del Sol por el meridiano superior del barco en primera aproximación.

Δt=intervalo de tiempo navegado desde TU=15h 0m 0s hasta paso del Sol por la meridiana=
= 16h 12,5m – 15h =1,20833 horas; el barco en ese tiempo habrá recorrido una distancia D=distancia navegada=Vb x Δt=7 x 1,20833 = 8,458 millas.

			Δl		**A**	
	Ref	**D**	**N**	**S**	**E**	**W**
Barco	N65ºW	8,458’	3,574’	—	—	7,665’
Determinate	S17,32ºW	4’	—	3,82’	—	1,19’
				0,246’		8,855’

Δl= 0,246’S
A=apartamiento= 8,855’W
lm=latitud media= 58ºS + $\frac{\Delta l}{2} \approx$ 58ºS

$\Delta L = \frac{A}{\cos lm} = \frac{8,855'}{\cos 58º}$ =16,71’W

Lo=longitud al paso del Sol por la meridiana en primera aproximación= 64ºW + 16,71’W=
= 64º 16,71’W

Segunda aproximación al cálculo del TU del paso del sol por el meridiano del lugar. Barco en L= 64º 16,71’W

HcL=11h 56,5m

HcG= TU= HcL + L= HcL=11h 56,5m + $\frac{64º\ 16,71'}{15º}$ = 16h 13,614m. Este es el tiempo en Greenwich del paso del Sol por el meridiano superior del barco en segunda aproximación.

Δt=intervalo de tiempo navegado desde TU=15h 0m 0s hasta paso del Sol por la meridiana=
= 16h 13,614m – 15h =1,2269 horas; el barco en ese tiempo habrá recorrido una distancia D=distancia navegada=Vb x Δt=7 x 1,2269 = 8,5883 millas.

			Δl		**A**	
	Ref	**D**	**N**	**S**	**E**	**W**
Barco	N65ºW	8,5883’	3,63’	—	—	7,78’
Determinate	S17,32ºW	4’	—	3,82’	—	1,19’
				0,19’		8,97’

Δl= 0,19’S

A=apartamiento= 8,97'W

lm=latitud media= 58ºS + $\frac{\Delta l}{2} \approx$ 58ºS

$\Delta L = \frac{A}{\cos lm} = \frac{8{,}97'}{\cos 58º}$ =16,93'W

Lo=longitud al paso del Sol por la meridianan en segunda aproximación= 64ºW + 16,93'W=

= 64º 16,93'W

lo=latitud al paso del Sol por la meridiana en segunda aproximación= 58ºS + 0,19'S= 58º 0,19'S

Cálculo altura verdadera del Sol al mediodía

ai☼ limbo inferior =12º 7,2'

ao=altura observada=ai + Ei= 12º 7,2'– 3'= 12º 4,2'

aa=altura aparente= ao + Cd

Cd=Corrección por depresión (para eo=4 mts.)= – 3,6'

aa= 12º 4,2'− 3,6'= 12º 0,6'

Csd+refr+par=corrección por semidiámetro-refracción-paralaje= +11,7' − 0,2'= +11,5'

av=altura verdadera= aa + Csd+refr+par = 12º 0,6'+ 11,5'= 12º 12,1'

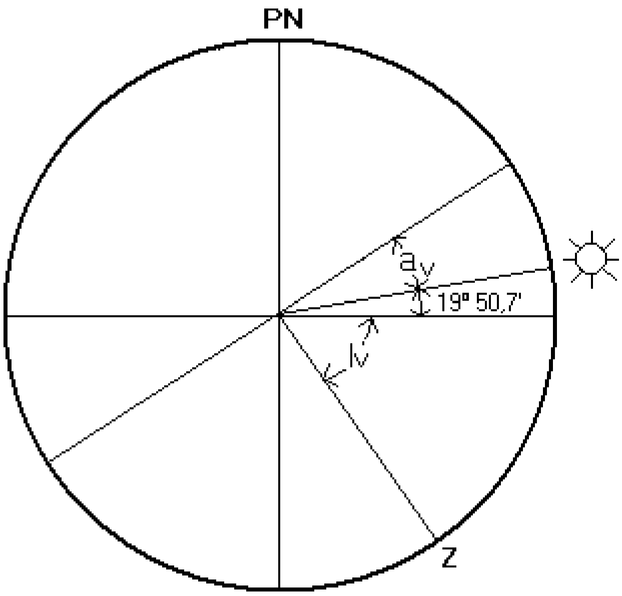
Cálculo de la declinación del Sol al mediodía

TU=tiempo universal del paso del Sol por el meridiano=16h 13,614m

En tablas AN para TU=16h 13,614m del día 19 de Mayo de 2014

TU	Dec
16h	+19º 50,6'
17h	+19º 51,2'

Interpolando para TU=16h 13,614m → Dec= +19º 50,7'

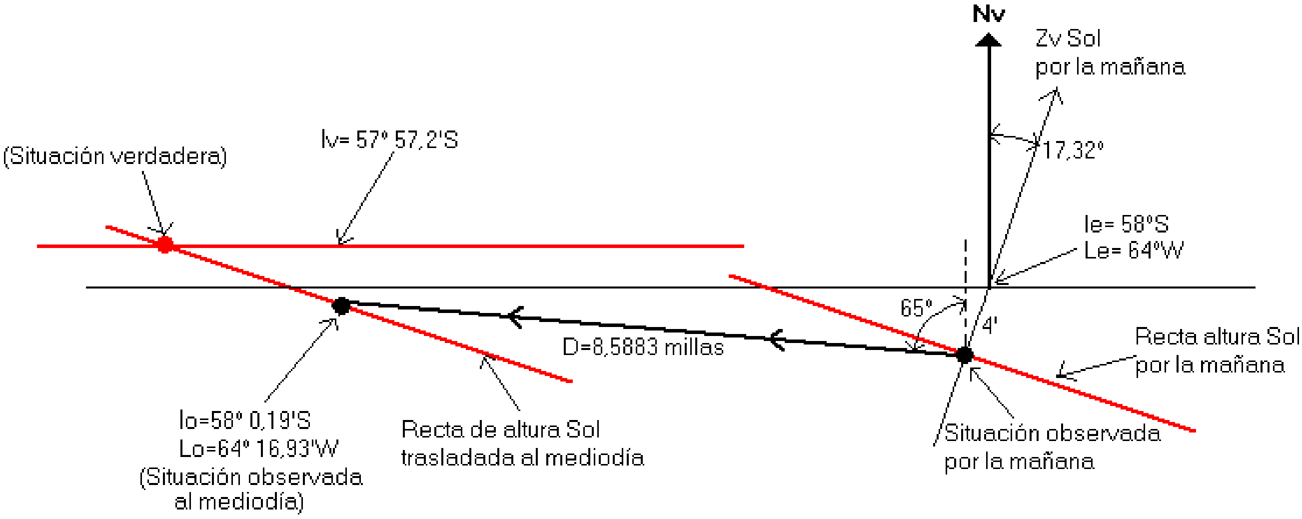


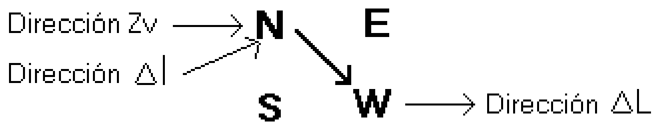
De la figura anterior se desprende:

lv=latitud verdadera al mediodía= 90º − 19º 50,7' − 12º 12,1'= 57º 57,2'S

Cálculo de la situación verdadera al mediodía por Pagel

$\Delta l = lv - lo = 57^\circ\ 57{,}2'S - 58^\circ\ 0{,}19'S \approx -3'$





$\Delta L = Q \times \Delta l = 6{,}05 \times 3' = 18{,}15'W$

$lv = 57^\circ\ 57{,}2'S$

$Lv = Lo + \Delta L = 64^\circ\ 16{,}93'W + 18{,}15'W' = 64^\circ\ 35{,}08'W$

Cálculo de la situación verdadera al mediodía por cálculo

$\Delta l = lv - lo = 57^\circ\ 57{,}2'S - 58^\circ\ 0{,}19'S \approx -3'$

A=apartamiento de situación verdadera respecto a situación observada= $\dfrac{\Delta l}{\tan 17{,}32^\circ} = 9{,}62'$

$\Delta L = \dfrac{A}{\cos lm} \approx \dfrac{9{,}62'}{\cos 58^\circ} = 18{,}15'W$, que concuerda con el resultado calculado anteriormente por Pagel

$lv = 57^\circ\ 57{,}2'S$

$Lv = Lo + \Delta L = 64^\circ\ 16{,}93'W + 18{,}15'W' = 64^\circ\ 35{,}08'W$

Hora civil del lugar al mediodía=HcL=PMG=11h 56,5m del día19 de Mayo de 2014

CALCULO ASTRO DESCONOCIDO

Fecha de resolución del cálculo: domingo 19 de Mayo del 2014.
Situación de estima: latitud=13º N; Longitud=144º E
Navegando al Rumbo de aguja=030º, con velocidad del propulsor=9 nudos, sin viento ni corriente, siendo la Hora Civil del Lugar=04:57:36.
Se observa:
Altura instrumental de la estrella Antares= 17º 12,7'; Acimut de la estrella= 231,7º, y simultáneamente altura instrumental de un astro desconocido= 36º 31,3'; Acimut de aguja del astro desconocido=138º.

Error instrumental= +2', elevación del observador=5 m

Se pide calcular:
1) Situación observada final por corte de rectas de altura
2) Hora legal correspondiente a la Hora Civil en Greenwich

1) **Situación observada final por corte de rectas de altura**

Cálculo del tiempo TU de la medición
HcL=Hora Civil del Lugar= 4h 57m 36s día 19 de Mayo de 2014

L=144ºE

TU= HcG= HcL – L= 4h 57m 36s $-\frac{144º}{15º}$ = 19h 21,6m día 18 de Mayo de 2014

Cálculo altura verdadera estrella Antares
a_i = altura instrumental = 17º 12,7'
E_i = error de índice del sextante = +2'
a_o = altura observada = a_i + E_i = 17º 12,7' + 2'= 17º 14,7'
C_d = Corrección por depresión (para eo = 5 mts.) = – 4'
a_a =altura aparente = a_o + C_d = 17º 14,7' – 4' = 17º 10,7'
C_r = Corrección por refracción (para a_a = 17º 10,7') = – 3,1'
a_v = altura verdadera estrella Antares = a_a + C_r = 17º 10,7' – 3,1' = 17º 7,6'

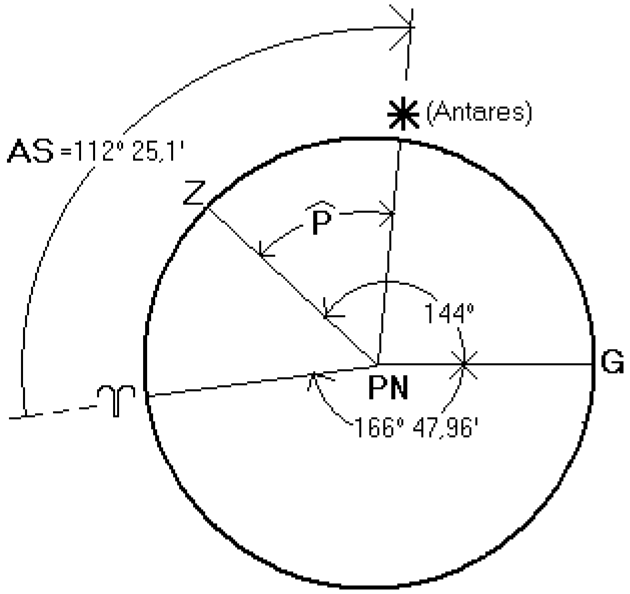
Datos AS y Dec de estrella Antares
En el AN para la estrella nº 76 Antares en Mayo de 2014 aparece:

AS= 112º 25,1'
Dec= –26º 27,7'

Cálculo hGγ y ángulo horario de Antares para el TU calculado anteriormente
En tablas AN del día 18 de Mayo de 2014

TU	**hGγ**
19h	161º 23,1'
20h	176º 25,5'

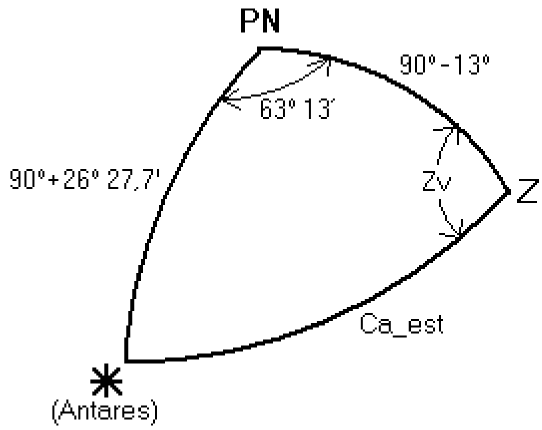
Interpolando para TU=19h 21,6m → hGγ= 166º 47, 96'



De la figura anterior se deduce el ángulo P en el polo.

P= 112º 25,1’ – (360º – (144º + 166º 47,96’))= 63º 13’

El triángulo de posición para la estrella Antares quedará así:



Cálculo determinante Antares y Corrección total

Aplicando las fórmulas de la cotangente y el coseno se deduce:

Zv=azimut estrella Antares= S56,7ºW= 236,7º

Ct=corrección total= Zv –Za= 236,7º – 231,7º= +5º

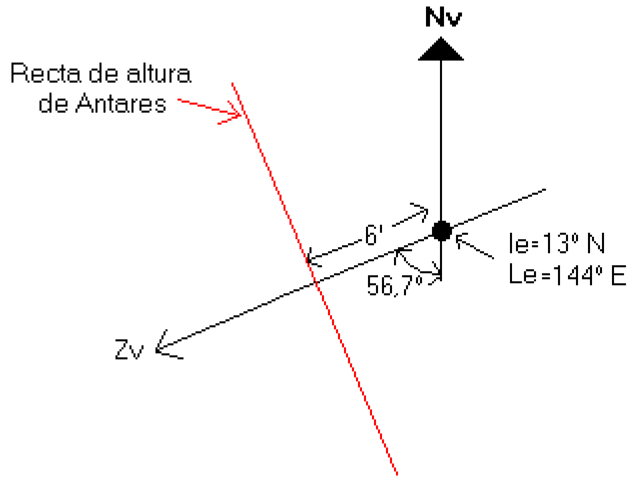
Ca_est=co-altura estimada = 90º – aest= 72,9725º → aest= 17º 1,65’

Por lo tanto: Δa= av – aest = 17º 7,6’– 17º 1,65’≈ +6’

Determinante de Antares

Δa= +6’

Zv=S56,7ºW



Cálculo altura verdadera astro desconocido

ai = altura instrumental = 36º 31,3’

Ei = error de índice del sextante = +2’

ao = altura observada = ai + Ei = 36º 31,3’+ 2’= 36º 33,3’

Cd = Corrección por depresión (para eo = 5 mts.) = – 4’

aa =altura aparente = ao + Cd = 36º 33,3’– 4’ = 36º 29,3’

Cr = Corrección por refracción (para aa = 36º 29,3’) = – 1,3’

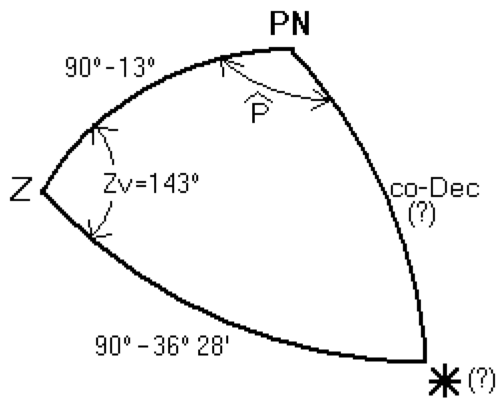
av = altura verdadera estrella Antares = aa + Cr = 36º 29,3’– 1,3’ = 36º 28’

Cálculo ángulo horario astro desconocido

Hemos visto anteriormente que Ct=corrección total= +5º, por lo tanto:

Zv astro desconocido= Za + Ct= 138º + 5º= 143º

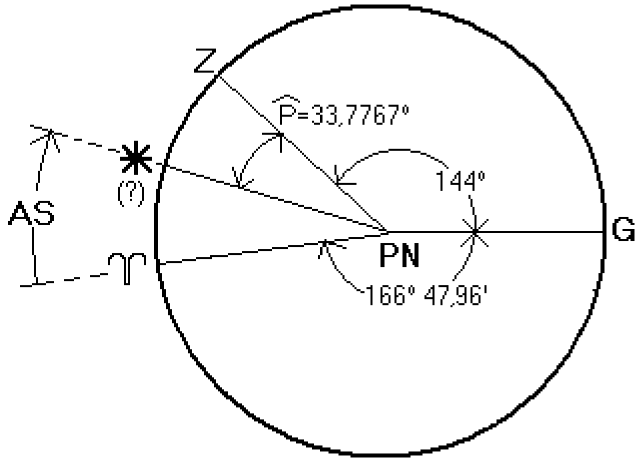
Dibujamos el triángulo esférico de posición según los datos de Zv=143º, y co-altura= 90º – 36º 28’



De dicho triángulo, aplicando la fórmula de la cotangente y el coseno se deduce:

P=ángulo horario en el polo= 33,7767º
co-Dec= co-declinación del astro= 119,4789º → Dec=declinación del astro= 90º –119,4789º=
= –29º 28,7’

Hemos visto antes que para TU=19h 21,6m → hGγ= 166º 47, 96’



De la figura anterior se deduce el valor del Angulo Sidéreo AS del astro desconocido.

AS= 360º – (33,7767º + 144º + 166º 47,96’)= 15º 25,4’

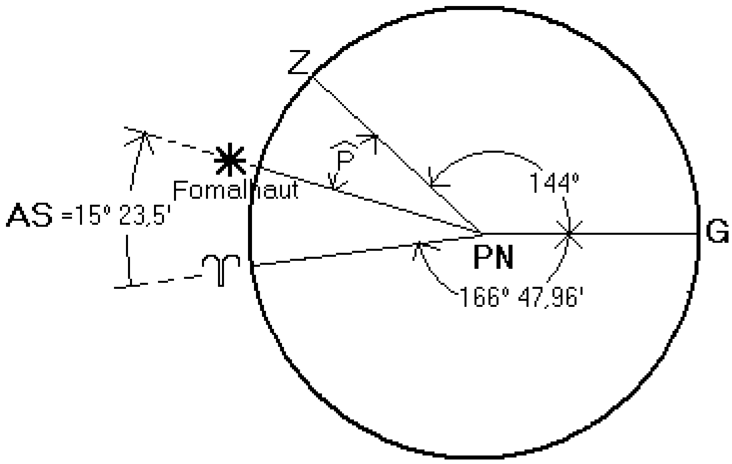
Con los datos de:
AS=15º 25,4’
Dec= –29º 28,7’

En el AN (Almanaque Náutico) aparece la estrella nº 97 Fomalhaut.

Cálculo determinante de Fomalhaut

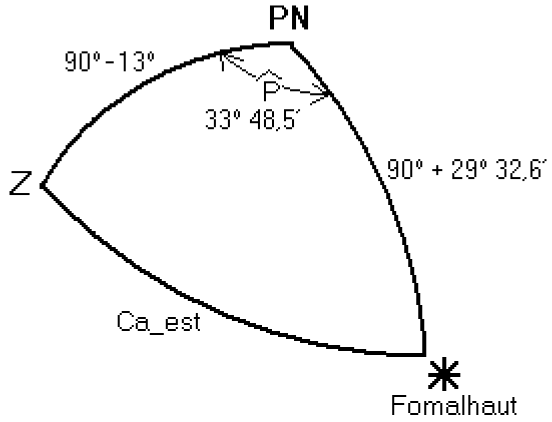
Datos de Fomalhaut:

AS=15º 23,5’
Dec= –29º 32,6’



Del círculo horario de Fomalhaut se deduce:

P= 360º – (15º 23,5’ + 144º + 166º 47,96’)= 33º 48,5’



Del triángulo esférico de posición de la figura se deduce:

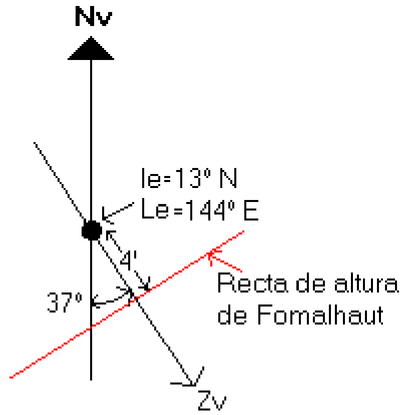
Ca_est=co-altura estimada = 90º – aest= 53,6º → aest= 36º 24’

Por lo tanto: Δa= av – aest = 36º 28’– 36º 24’= +4’

Determinante de Fomalhaut

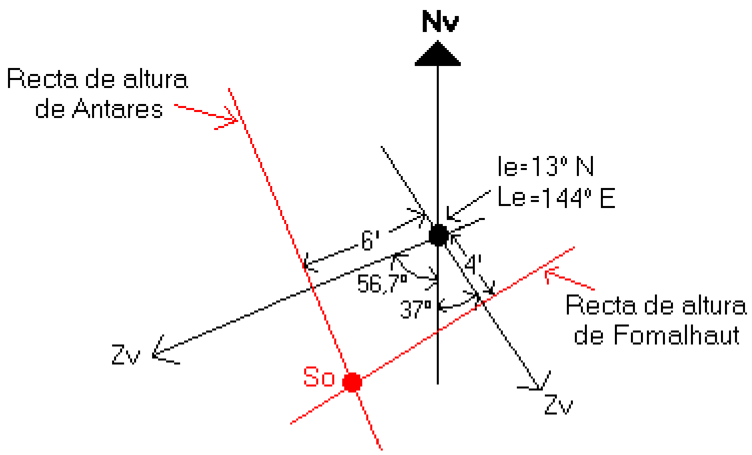
Δa= +4’

Zv=143º= S37ºE

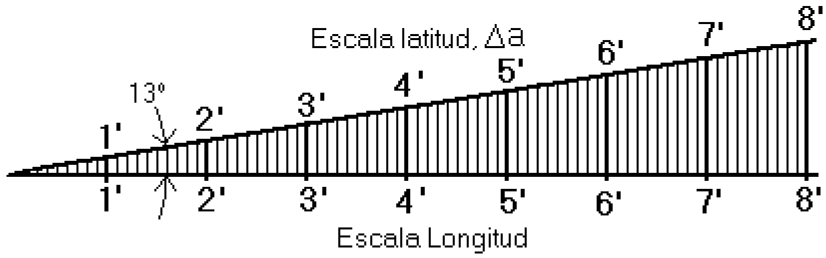


Punto de cruce de las dos rectas de altura

La situación observada So se encuentra en el punto de cruce de las rectas de altura de Antares y Fomalhaut, según indica la figura de abajo.



Para ver gráficamente el punto de cruce de las dos rectas construimos la siguiente escala:



Dibujando con la escala anterior en papel milimetrado se encuentra que So se encuentra respecto a Se (situación estimada) a unos incrementos de:
Δl= 7'S
ΔL= 2,7'W

Por lo tanto, la situación observada será:

l= 13ºN – 7'S= 12º 53'N

L= 144ºE – 2,7'W= 143º 57,3'E

2) **<u>Hora legal correspondiente a la Hora Civil en Greenwich</u>**

Ya hemos visto en el punto anterior que:

HcL=Hora Civil del Lugar de la medición= 4h 57m 36s día 19 de Mayo de 2014

TU= HcG= HcL – L= 4h 57m 36s $-\frac{144º}{15º}$ = 19h 21,6m día 18 de Mayo de 2014

TU= Hz – Z (se resta ya que Greenwich está más hacia el oeste del barco)

L=144ºE → Z=10h (Huso horario nº 10)

Hz=hora legal=TU + Z= 19h 21,6m + 10h= 5h 21,6m del día 19 de Mayo de 2014