<u>Examen Cálculos Náuticos Capitán de Yate, Murcia 23 Junio 2014</u>
Autor: Pablo González de Villaumbrosia 21.11.2014
http://www.villaumbrosia.es

El día 23 de Junio de 2014 comenzamos la singladura con cielo despejado y horizonte claro. Nuestro régimen de máquinas es de 15 nudos y un Ra=305º.

En el momento de la salida del sol y estando en situación de estima l=25º 00,0'S y L=080º 00,0'W, tomamos Za del sol=67,9º.

Dos horas más tarde caemos al Ra=235º y simultáneamente tomamos ai sol limbo inferior= 21º 34,5' y Za del sol= 51,5º

Continuamos navegando manteniendo el rumbo y velocidad hasta el paso del sol por el meridiano superior momento en el que tomamos ai sol limbo inferior= 40º 56,1'.

Elevación del observador=5m, corrección de índice=2' (derecha)

Días después, estando en situación de estima l=25º 35,4'N y L=035º 42,5'W, siendo HRB=1200 ponemos Rv=S37,35ºW y navegamos por ortodrómica una distancia de 10142,03 millas náuticas.

En posteriores singladuras siendo la HRB=1800, navegando al 360º verdadero y 12 nudos de velocidad, observamos en la pantalla del radar el mega yate "Perla Negra". Dicho yate se encuentra a 18 millas al 270º. A HRB=1806 el yate se encuentra al 270º y 17 millas. Ante el riesgo de abordaje a HRB 1812 maniobramos para pasar a 5 millas del "Perla Negra".

Calcular:
1) HRB salida del sol
2) Corrección total a la salida del sol
3) Determinante del sol dos horas después de la salida
4) Situación observada al paso del sol por el meridiano superior. Si la situación se calcula por Pagel la pregunta tendrá un valor de 2 puntos.
5) Posición de llegada
6) Latitud de corte con el Meridiano de Greenwich
7) Latitud de corte con el Meridiano de 180º
8) Rumbo y velocidad del mega yate "Perla Negra"
9) Rumbo que pondremos si queremos pasar a 5 millas del "Perla Negra" en el menor tiempo posible

1) HRB salida del sol

En tablas del AN para los días 22 y 24 de Junio de 2014 y latitud 25ºS, encontramos:
- 22 de Junio de 2014. Hora salida del Sol= 6h 45m
- 23 de Junio de 2014. Hora salida del Sol= 6h 45,5m

Promediando para el día 23 de Junio de 2014 HcL salida del sol= 6h 45,25m

HcG=TU=HcL + L= 6h 45,25m + $\frac{80º}{15º}$ = 12h 5,25m. Este es el tiempo en Greenwich de la salida del Sol en Longitud= 80ºW.

L=80ºW → Z=5 (Huso horario nº 5)

HcG= Hz + Z

HRB=Hz= 12h 5,25m – 5h= **7h 5,25m**

2) Corrección total a la salida del sol

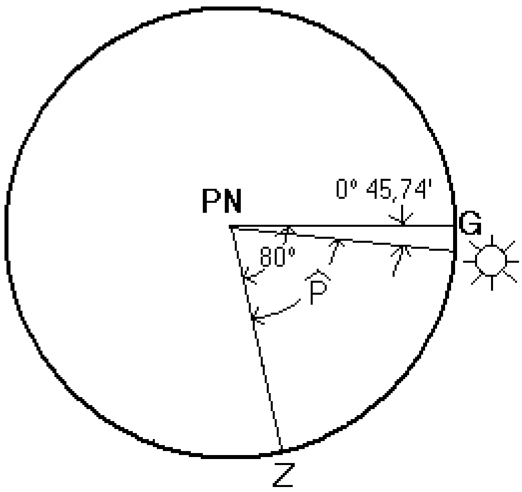
En tablas del AN para el día 23 de Junio de 2014 encontramos:

TU	**hG☼**	**Dec**
12	359º 27’	+23º 25,2’
13	14º 26,9’	+23º 25,2’

Interpolando para TU= 12h 5,25m:

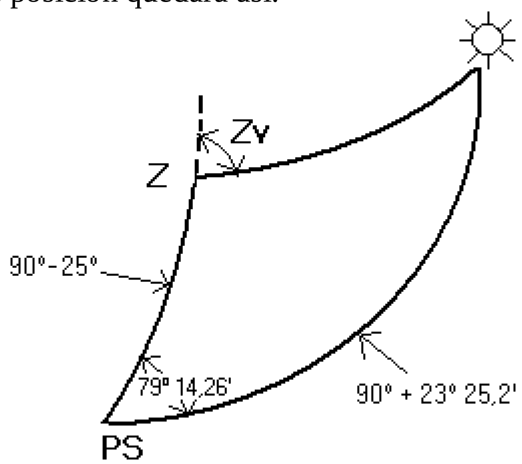
hG☼= 0º 45,74’

Dec= declinación del sol= +23º 25,2’



P=ángulo horario en el Polo= 80º − 0º 55,74’= 79º 14,26’

El triángulo esférico de posición quedará así:

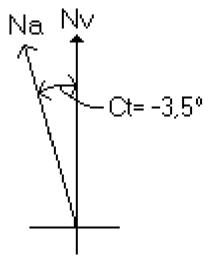


Del triángulo esférico de posición de la figura se deduce:

cotg (90º + 23º 25,2’) x sen (90º – 25º)= cos (90º – 25º) x cos 79º 14,26’+
+ sen(79º 14,26’) x cotg(180º – Zv)

Zv= 64,4º

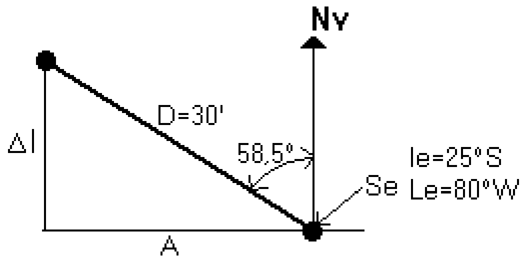
Ct=corrección total= Zv – Za=64,4º – 67,9º= –3,5º



3) Determinante del sol dos horas después de la salida

Ra=305º → Rv=rumbo verdadero=Ra + Ct= 305º – 3,5º= 301,5º=N58,5ºW

D=distancia navegada en dos horas= Vb x 2=15 x 2= 30 millas



Según la figura de arriba:

Δl=30 x cos 58,5º= 15,67'N

A=apartamiento=30 x cos 58,5º= 25,58'W

lm= latitud media= 25ºS – $\frac{\Delta l}{2}$ = 24º 52,165'S

$\Delta L = \frac{A}{\cos lm} = \frac{25{,}58'}{\cos 24^{\circ}\ 52{,}165'}$ = 28,19'W

le=latitud estimada dos horas más tarde = 25ºS − 15,67'N= 24º 44,33'S

Le=longitud estimada dos horas más tarde = 80ºW + 28,19'W= 80º 28,19'W

TU (Tiempo universal) dos horas más tarde= 12h 5,25m + 2h= 14h 5,25m

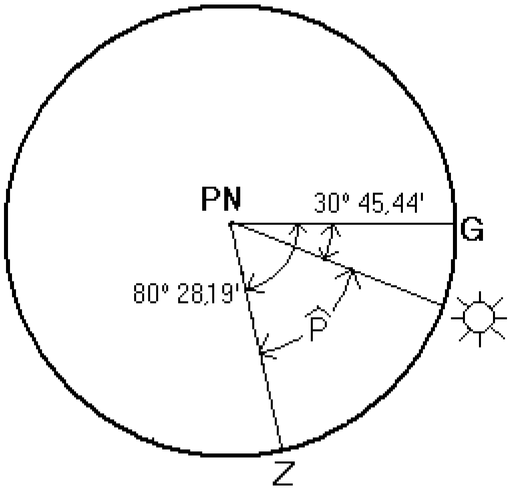
En tablas del AN para el día 23 de Junio de 2014 encontramos:

TU	**hG☼**	**Dec**
14	29º 26,7'	+23º 25,2'
15	44º 26,6'	+23º 25,1'

Interpolando para TU=14h 5,25m:

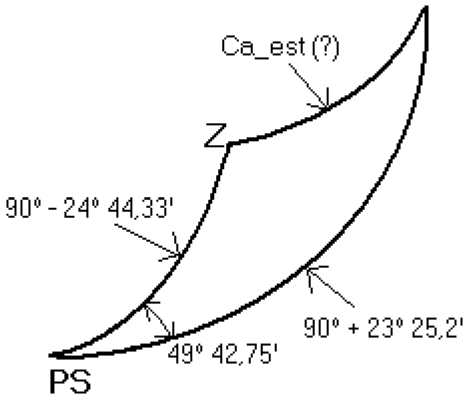
hG☼= 30º 45,44'

Dec=declinación del sol= +23º 25,2'



P=ángulo horario en el Polo= 80º 28,19’ − 30º 45,44’= 49º 42,75’

El triángulo esférico de posición quedará así:



cos Ca_est= cos (90º + 23º 25,2’) x cos (90º – 24º 44,33’) +
+ sen (90º + 23º 25,2’) x sen (90º – 24º 44,33’) x cos 49º 42,75’

Ca_est=co-altura estimada=68,1262º → a_{est} =altura estimada del sol= 90º – 68,1262º = 21º 52,43’

Cálculo altura verdadera del sol por la mañana

a_i☼ limbo inferior= 21º 34,5’

a_o= altura observada= a_i + E_i= 21º 34,5’ + 2’= 21º 36,5’

a_a=altura aparente= a_o + C_d

C_d=Corrección por depresión (para altura observador= 5 mts)= – 4’

a_a= 21º 36,5’− 4’= 21º 32,5’

$C_{sd+refr+par}$=corrección por semidiámetro-refracción-paralaje= +13,7’ − 0,3’= +13,4’

a_v=altura verdadera= a_a + $C_{sd+refr+par}$ = 21º 32,5’+ 13,4’= 21º 45,9’

Cálculo del determinante del sol por la mañana, y coeficiente de Pagel

Δa= a_v – a_{est} = 21º 45,9’– 21º 52,43’= –6,53’

Δ= co-declinación= 90º + 23º 25,2'

l=latitud=24º 44,33'

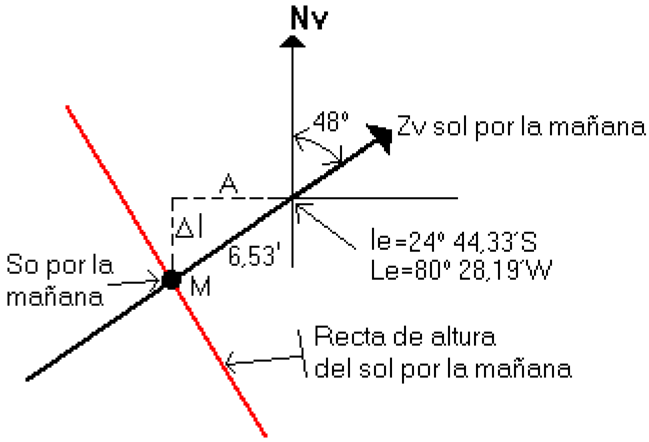
P=ángulo horario en el Polo= 49º 42,75'

Q=coeficiente de Pagel= $\frac{1}{\text{tg } \Delta \text{ x sen P}} - \frac{\text{tg l}}{\text{tg P}}$ = 0,9584 (el signo se hace siempre positivo)

Za sol=51,5º →Zv sol dos horas después= Za + Ct=51,5º – 3,5º= 48º

Determinante del sol dos horas después:
Zv= 48º
Δa= –6,53'

Cálculo de la posición observada So dos horas más tarde (punto determinante)



Δl=6,53' x cos 48º= 4,37'S

A=apartamiento=6,53' x sen 48º = 4,85'W

lm= latitud media= 24º 44,33'S + $\frac{\Delta l}{2}$ = 24º 46,515'S

ΔL= $\frac{A}{\cos lm} = \frac{4{,}85'}{\cos 24º\ 46{,}515'}$ = 5,34'W

lo=latitud observada = 24º 44,33'S + 4,37'S= 24º 48,7'S
Lo=longitud observada= 80º 28,19'W + 5,34'W= 80º 33,53'W
TU (Tiempo universal) dos horas más tarde= 14h 5,25m

4) Situación observada al paso del sol por el meridiano superior. Si la situación se calcula por Pagel la pregunta tendrá un valor de 2 puntos.

Ahora le barco toma rumbo Ra=235º→ Rv=Ra + Ct= 235º – 3,5º=231,5º= S51,5ºW

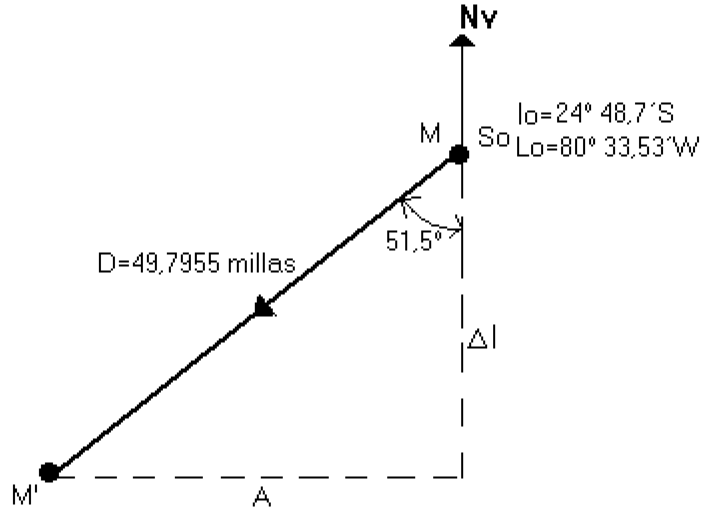
En tablas del AN para el 23 de Junio de 2014 PMG (Paso Meridiano Greenwich)= 12h 2,2m

Primera aproximación al cálculo del TU del paso del sol por el meridiano del lugar. Barco en L= 80º 33,53'W

HcL=12h 2,2m

HcG=TU=HcL + L= 12h 2,2m + $\frac{80º\ 33,53'}{15º}$ = 17h 24,43m. 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=14h 5,25m hasta paso del Sol por la meridiana=
= 17h 24,43m – 14h 5,25m =3,3197 horas; el barco en ese tiempo habrá recorrido una distancia
D=distancia navegada=Vb x Δt=15 x 3,3197 = 49,7955 millas



Δl=49,7955' x cos 51,5º = 31'S

A=apartamiento= 49,7955' x sen 51,5º = 38,97'

lm=latitud media= 24º 48,7'S + $\frac{\Delta l}{2}$ = 25º 4,2'

ΔL= $\frac{38,97'}{\cos 25º\ 4,2'}$ = 43,02'W

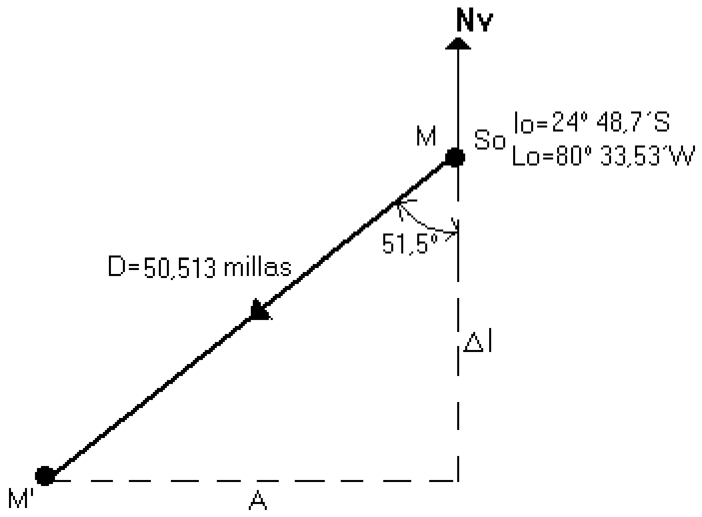
Le=longitud estimada al mediodía en primera aproximación=
= 80º 33,53'W + 43,02'W= 81º 16,55'W

Segunda aproximación al cálculo del TU del paso del sol por el meridiano del lugar. Barco en L= 81º 16,55'W

HcL=12h 2,2m

HcG=TU=HcL + L= 12h 2,2m + $\frac{81º\ 16,55'}{15º}$ = 17h 27,303m. 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=14h 5,25m hasta paso del Sol por la meridiana=
= 17h 27,303m – 14h 5,25m =3,36755 horas; el barco en ese tiempo habrá recorrido una distancia
D=distancia navegada=Vb x Δt=15 x 3,36755 = 50,513 millas



Δl=50,513’ x cos 51,5º= 31,44’S

A=apartamiento= 50,513’ x sen 51,5º = 39,53’

lm=latitud media= 24º 48,7’S + $\frac{\Delta l}{2}$ = 25º 4,42’

$\Delta L = \frac{39,53'}{\cos 25º\ 4,42'}$ = 43,64’W

Le=longitud estimada al mediodía en segunda aproximación=
= 80º 33,53’W + 43,64’W= 81º 17,17’W

le= latitud estimada al mediodía en segunda aproximación=
= 24º 48,7’S + 31,44’S= 25º 20,14’S

Cálculo altura verdadera del Sol al mediodía

ai☼ limbo inferior= 40º 56,1’

ao= altura observada= ai + Ei= 40º 56,1’+ 2’= 40º 58,1’

aa=altura aparente= ao + Cd

Cd=Corrección por depresión (para altura observador= 5 mts)= – 4’

aa= 40º 58,1’− 4’= 40º 54,1’

Csd+refr+par=corrección por semidiámetro-refracción-paralaje= +15’ − 0,3’= +14,7’

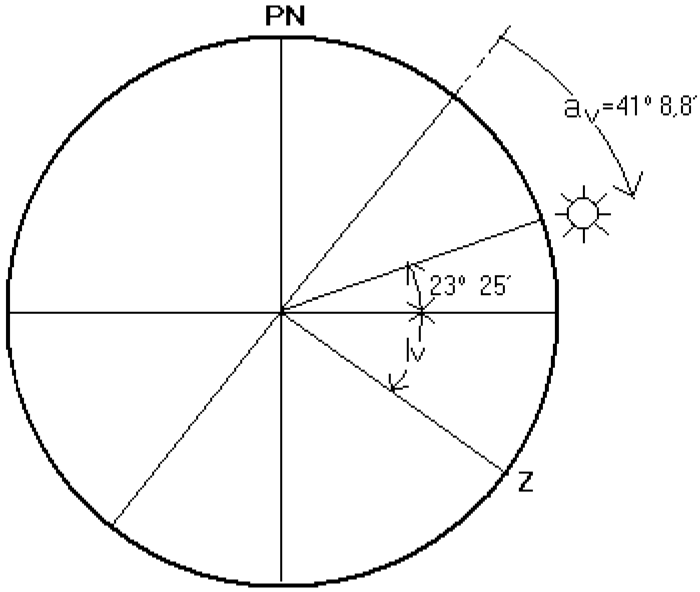
av=altura verdadera= aa + Csd+refr+par = 40º 54,1’+ 14,7’= 41º 8,8’

Cálculo de la declinación del Sol al mediodía (paso de éste por la meridiana del barco)
Hemos visto antes que el paso del Sol por la meridiana del barco se produce a:
TU=17h 27,303m

En tablas AN para el día 23 de Junio de 2014

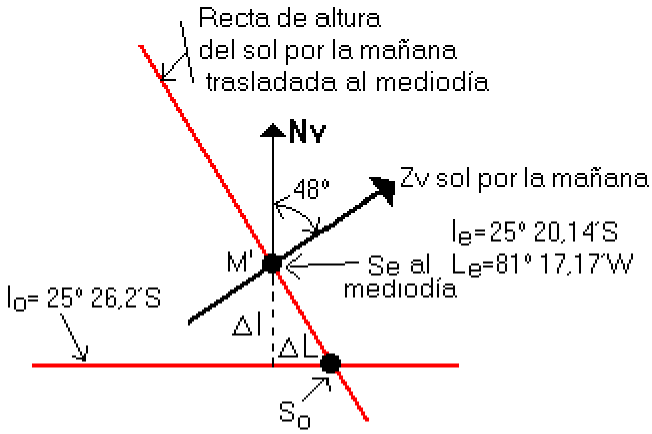
TU	Dec
17h	+23º 25’
18h	+23º 25’

Para TU=17h 27,303m → Dec= +23º 25’

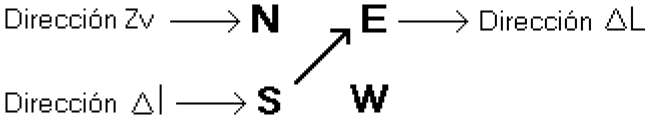


De la figura anterior se desprende:
lo=latitud verdadera al mediodía= 90º − (23º 25’ + 41º 8,8’)= 25º 26,2’S

Cálculo de la longitud verdadera por Pagel
Δl= lo– le= 25º 26,2’S – 25º 20,14’N = 6,06’S



La dirección en la que se incrementa la longitud L respecto al punto M’ (situación observada al mediodía) es evidente por la figura anterior que es hacia el Este, pero también se deduce por el método Pagel:

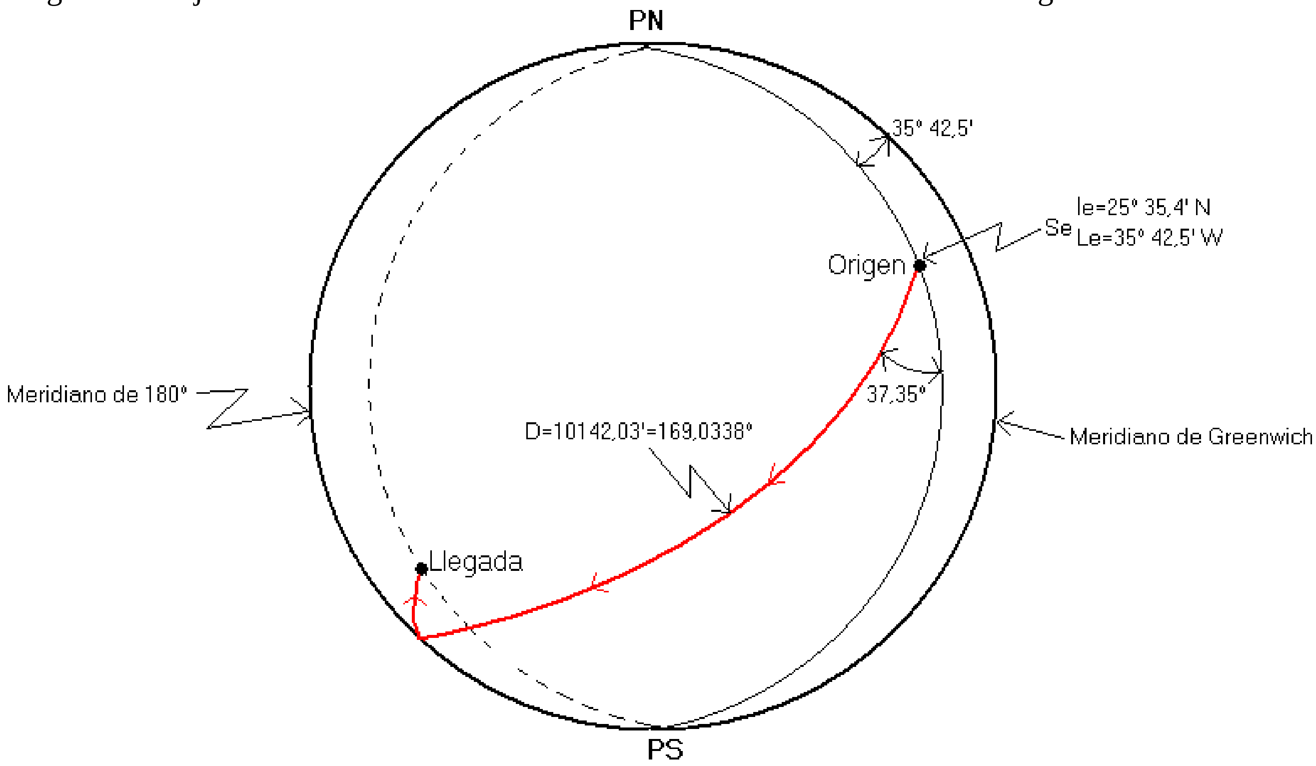


Aplicando el coeficiente Q Pagel encontrado en la medición de la mañana:
ΔL= Q x Δl = 0,9584 x 6,06’ = 5,81’E

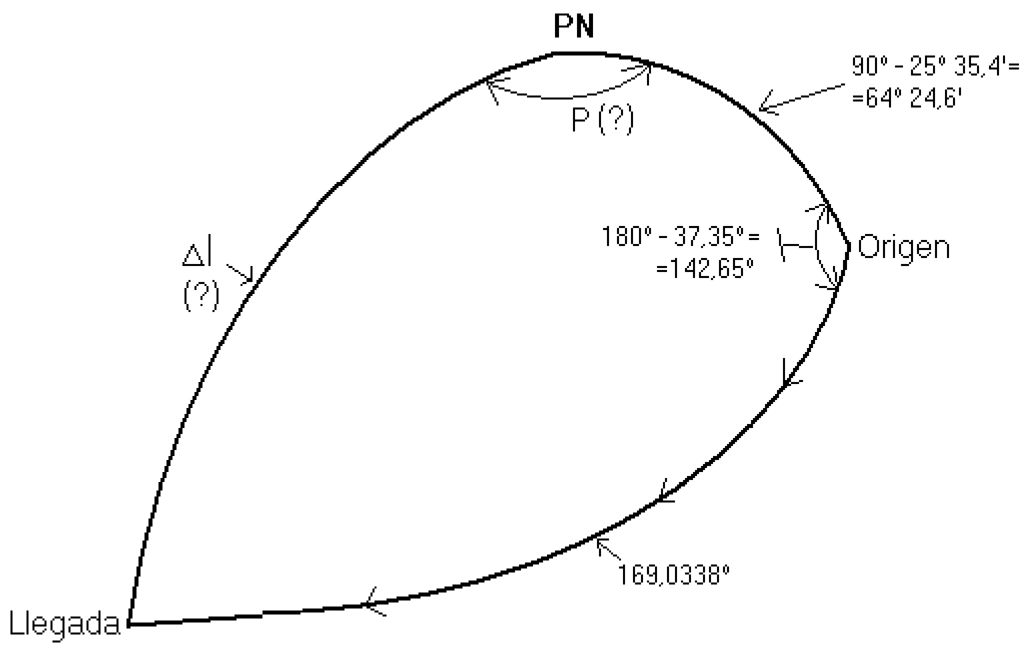
Situación observada al mediodía y hora TU paso por la meridiana:
lo= 25º 26,2’S
Lo= Le + ΔL= 81º 17,17’W – 5,81’E = 81º 11,36’W
TU= 17h 27,303m

5) Posición de llegada

La figura de abajo indica los datos a tener en cuenta en la derrota ortodrómica a seguir



El triángulo esférico de posición quedará como en la figura de abajo.



Las incógnitas son el ángulo horario P en el polo (diferencia de longitudes entre el origen y destino) y el valor de Δl (diferencia de latitudes entre el origen y el destino).

Aplicando las fórmulas de la cotangente y el coseno tendremos:

cotg 169,0338º x sen 64º 24,6’= cos 64º 24,6’ x cos 142,65º + sen142,65º x cotg P

P=171,99º= 171º 59,4’

cos Δl= cos 169,0338º x cos 64º 24,6’ + sen 169,0338º x sen 64º 24,6’ x cos 142,65º

Δl=124,0855º= 124º 5,1’

Por lo tanto el punto de llegada tendrá de coordenadas:

l= 124º 5,1’S – 90º= 34º 5,6’S

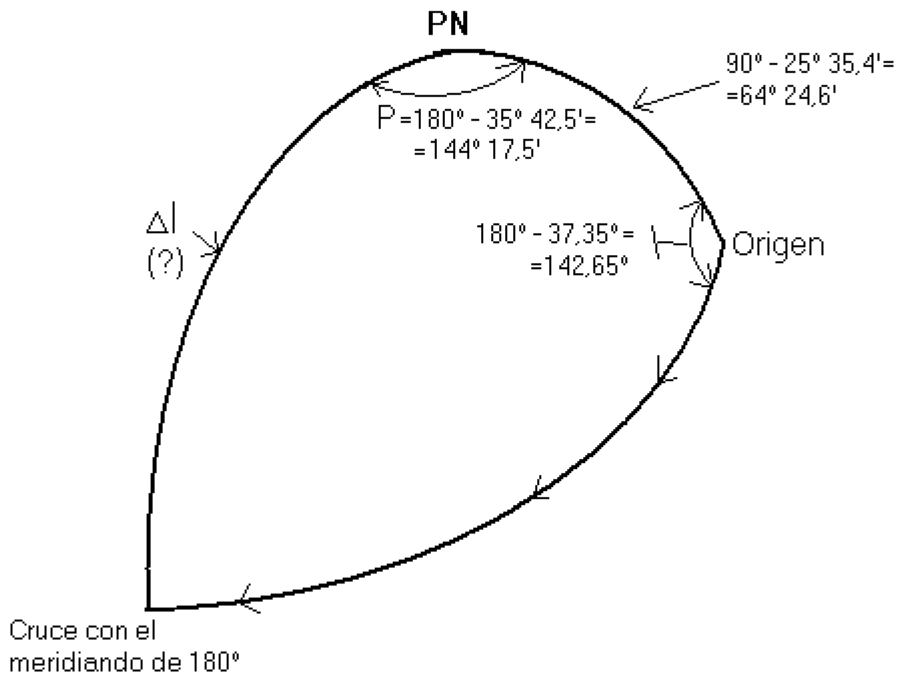
L=35º 42,5’W + 171º 59,4’W= 152º 18,1’E

6) Latitud de corte con el Meridiano de Greenwich

Respuesta: no cruza el meridiano de Greenwich

7) Latitud de corte con el Meridiano de 180º

Ahora el triángulo esférico tiene un ángulo en el polo de 180º – 35º 42,5’=144º 17,5’



cotg Δl x sen 64º 24,6’= cos 64º 24,6’ x cos 144º 17,5’ + sen 144º 17,5’ x cotg 142,65º

Δl= 141º 2,6’

Por lo tanto el punto de cruce con el meridiano de 180º será:

l= 141º 2,6’S – 90º= 51º 2,6’S

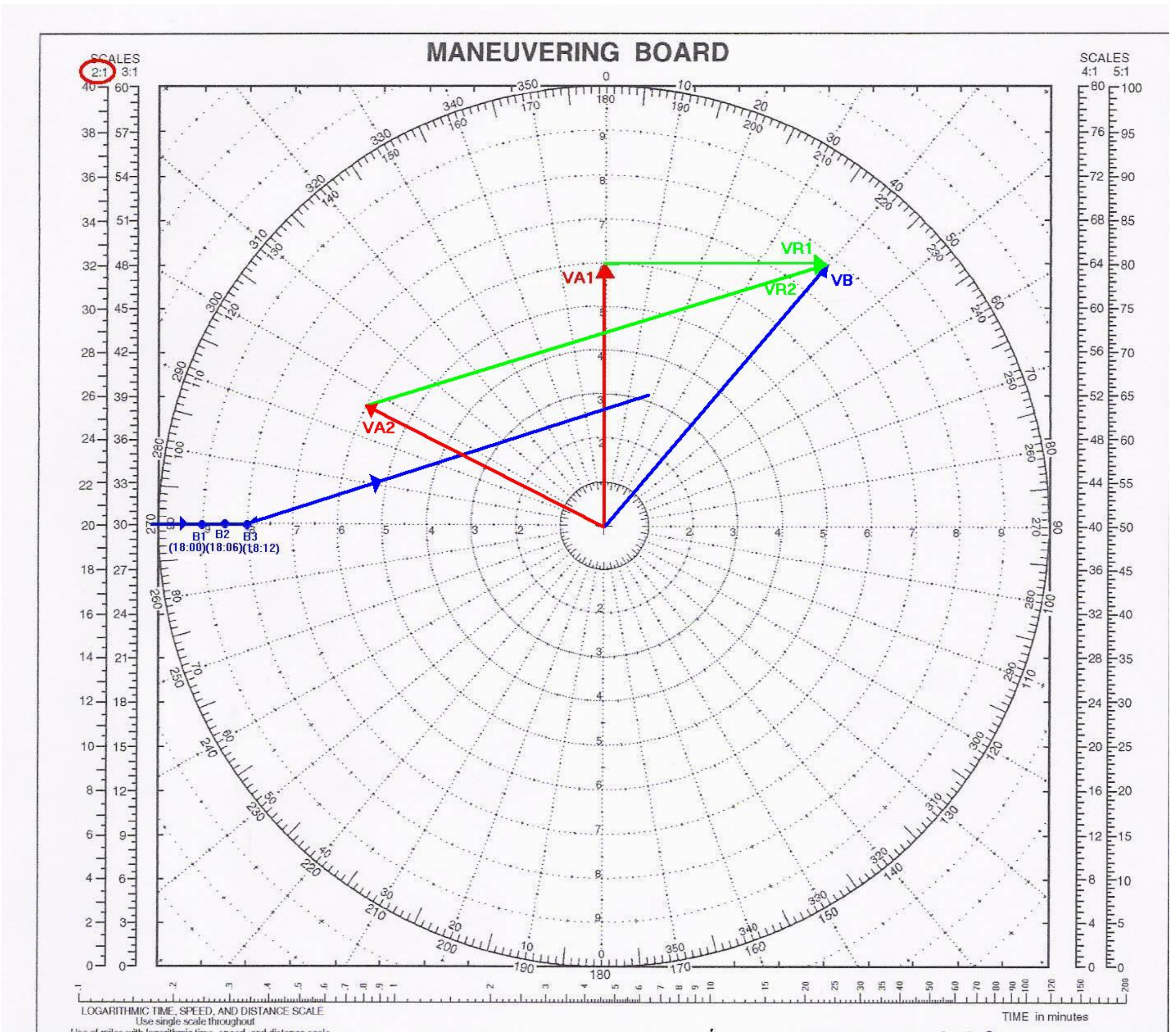
L=180º

Hay que hacer resaltar que la latitud máxima no se alcanza en el punto de llegada, ya que es un derrota ortodrómica.

8) **Rumbo y velocidad del mega yate "Perla Negra"**

- Utilizamos como escala de velocidades la escala 2:1 de la izquierda de la rosa de maniobras. La escala de posiciones es ½ respecto a la escala indicada en la rosa de maniobras, de manera que e.g. cuando el barco B esté a 18 millas de distancia (punto B1), en la rosa de maniobras señalará una distancia de 9 millas.
- Los puntos B1-B2-B3 indican en la figura de abajo la indicatriz del movimiento del barco B (Perla Negra) respecto del nuestro (barco A).
- El vector VA1 indica la velocidad y el rumbo del barco A justo antes del instante HRB=18:06.
- La velocidad relativa VR1 del barco B respecto del A es de 10 nudos, ya que cada 6 minutos la distancia se decrementa en 1 milla.
- Desde el extremo del vector VA1 trazamos una paralela a la indicatriz del movimiento B1-B2-B3 y de magnitud 10 nudos.
- El vector VB que define el rumbo y la velocidad del barco B (Perla Negra) es el que une el centro de la rosa de maniobras con el extremo de VR1.

  Resultado: Velocidad del Perla Negra= 15,6 nudos, rumbo= 40º



9) Rumbo que pondremos si queremos pasar a 5 millas del Perla Negra en el menor tiempo.

- Desde el punto B3 (a HRB=1812), que se encuentra a 16 millas de distancia, trazamos una tangente al círculo de 5 millas (2,5 millas en la rosa de maniobras, ya que estamos utilizando una escala ½ para las distancias). Esta será la nueva indicatriz del movimiento de B respecto de A, para que el barco A pase por la popa del B a 2,5 millas de distancia.
- Desde el extremo del vector VB trazamos una paralela a la indicatriz del movimiento anterior (VR2), y el punto de corte con el círculo de magnitud VA1 será el vector VA2 que define el rumbo y velocidad del barco A (la velocidad de A no ha cambiado, solamente el rumbo).

  Respuesta: Nuevo rumbo del barco A=297º.