<u>Examen Cálculos Náuticos Capitán de Yate, Madrid 20 Febrero 2014</u>
Autor: Pablo González de Villaumbrosia García 20.11.2013
http://www.villaumbrosia.es

El día 20 de Febrero de 2014 al ser la hora del crepúsculo náutico vespertino, estando en situación de estima latitud=10º 00' N y Longitud=058º 00'W, observamos altura instrumental de la estrella Polar ai=10º 56'. Azimut de aguja de dicha estrella Za=011º,5, y simultáneamente altura instrumental de un astro desconocido ai *?=46º 43,5'y azimut de aguja de dicho astro desconocido Za*?=072º.

Después de navegar a distintos rumbos y velocidades, al ser Hrb=10:00 en situación de estima latitud=10º 48'N y Longitud=56º 12'W, observamos altura instrumental del Sol limbo inferior ai *?= 53º 43,2'. Navegamos al Rumbo verdadero 075º, velocidad 10 nudos hasta la hora de paso del Sol por el meridiano en que tomamos altura instrumental meridiana del Sol limbo inferior ai *?= 68º 32,6'.

Cambiamos de rumbo al 090º y velocidad 10 nudos. En un momento dado, detectamos en el radar el eco de un buque "B", abierto 30º por Babor y a una distancia de 10 millas. 15 minutos más tarde el buque "B" nos demora por los 060º verdaderos y a 7 millas de distancia. En este instante nos ponemos a navegar al 050º verdadero y a 5 nudos.

(Elevación del observador: 10,5 metros. Corrección o error de índice=3'(-)

Se pide:

1º) Situación observada por la estrella Polar y desconocido (con tipeo y reconocimiento del mismo).

2) Situación y hora legal a la meridiana.

3) Rumbo y velocidad del "B" y mínima distancia a que pasaremos del buque "B".

<u>1º) Situación observada por la estrella Polar y desconocido (con tipeo y reconocimiento del mismo).</u>

<u>Cálculo altura verdadera estrella Polar</u>

ai * Polar= 10º 56'
Ei=error de índice del sextante= –3'
ao=altura observada= ai + Ei=10º 56'– 3'= 10º 53'
Cd=Corrección por depresión (para eo=10,5 m.)= – 5,8'
aa=altura aparente= ao + Cd=10º 53'–5,8'= 10º 47,2'
Cr=Corrección por refracción (para aa =10º 47,2')= –4,93'
av= aa + Cr=10º 47,2'– 4,93'= 10º 42,27'
av =altura verdadera estrella Polar= 10º 42,27'

<u>Cálculo TU de la medición</u>

HcL crepúsculo náutico vespertico día 19 Febrero 2014=18h 55m
HcL crepúsculo náutico vespertico día 21 Febrero 2014=18h 56m

Promediando ambos para el 20 de Febrero de 2014, HcL medición=18h 55,5 m

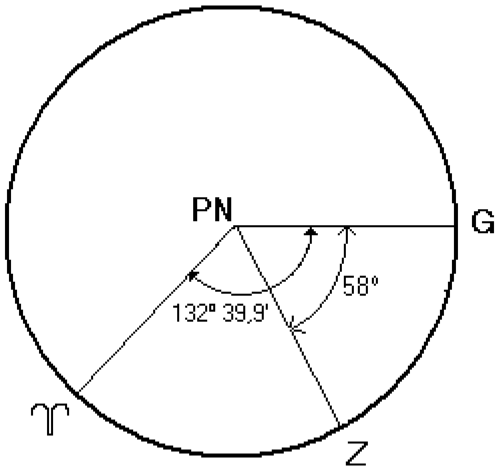
TU de la medición=18h 55,5 m + $\frac{58º}{15º}$ =22h 47,5 m

<u>Cálculo $h_{L\gamma}$ y corrección total</u>

En tablas AN (Almanaque Náutico) para el día 20 de Febrero de 2014

TU	**$h_{G\gamma}$**
22	120º 45,4’
23	135º 47,9’

Interpolando part TU=22h 47,5 m → $h_{G\gamma}$=132º 39,9’

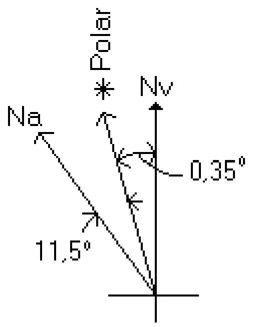


De la figura anterior: $h_{L\gamma}$ =132º 39,9’ − 58º= 74º 39,9’

En tablas del AN (pag. 385) de Azimutes de la Polar, con los datos de:

- $h_{L\gamma}$ = 74º 39,9’’
- le=10º N

encontramos Zv * Polar= –0,35º



De la figura anterior se deduce: Ct=corrección total= –(11,5º+0,35º) = –11,85º

Cálculo latitud por la Polar

Con los datos de:

- $h_{L\gamma}$ = 74º 39,9’
- a_v =altura verdadera estrella Polar=10º 42,27’
- Fecha: 20 Febrero 2014

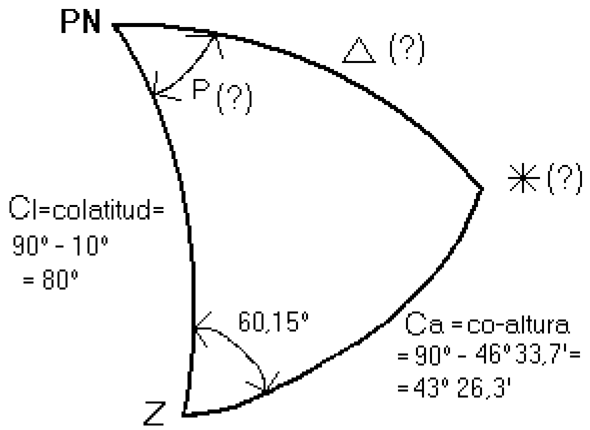
En tablas del AN (pag. 382-384)de latitud por observación de la Polar encontramos:
C1=corrección nº 1= –34,4’
C2=corrección nº 2= 0
C3=corrección nº 3= +0,2’

Por lo tanto:
l_v=latitud verdadera= a_v + C1 + C2 + C3=10º 42,27’ –34,4’ +0 + 0,2’=10º 8,07’

Cálculo del astro desconocido

a_i * ? = 46º 43,5’
E_i=error de índice del sextante= –3’
a_o=altura observada= a_i + E_i= 46º 43,5’– 3’= 46º 40,5’
C_d=Corrección por depresión (para e_o=10,5 m.)= – 5,8'
a_a=altura aparente= a_o + C_d= 46º 40,5’–5,8'= 46º 34,7’
C_r=Corrección por refracción (para a_a =46º 34,7’)= –1,0’
a_v= a_a + C_r= 46º 34,7’– 1,0’= 46º 33,7’
a_v =altura verdadera * ?= 46º 33,7’

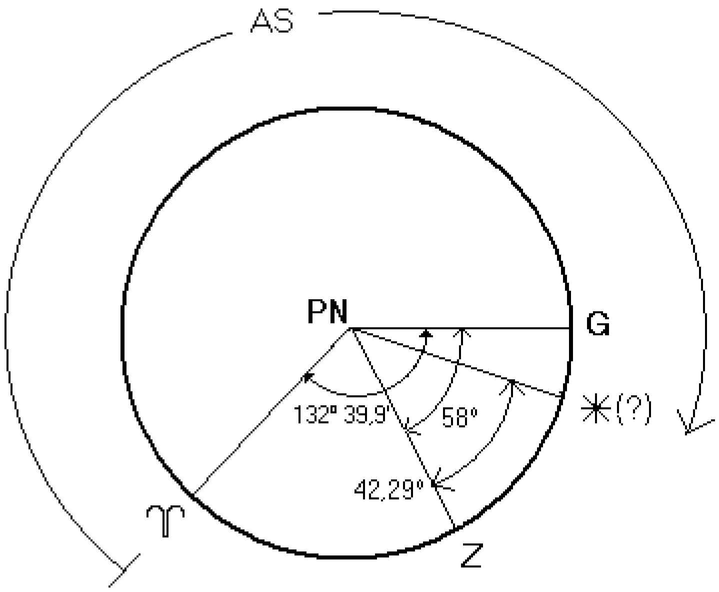
Z_v=azimut verdadero * ?= Z_a + C_t= 72º – 11,85º= 60,15º



Del triángulo esférico de posición de la figura:

cotg 43º 26,3’ x sen 80º=cos 80º x cos 60,15º + sen 60,15º x cotg P → P= 42,29º
cos Δ= cos 80º x cos 43º 26,3’ + sen 80º x sen 43º 26,3’ x cos 60,15º → Δ=co-declinación=
=62,412º

Dec=declinación del astro=90º – 62,412º= +27º 35,3’



Según la figura anterior:
AS=ángulo sidéreo astro desconocido= 360º – [132º 39,9’ – (58º – 42,29º)]= 243º 2,7’

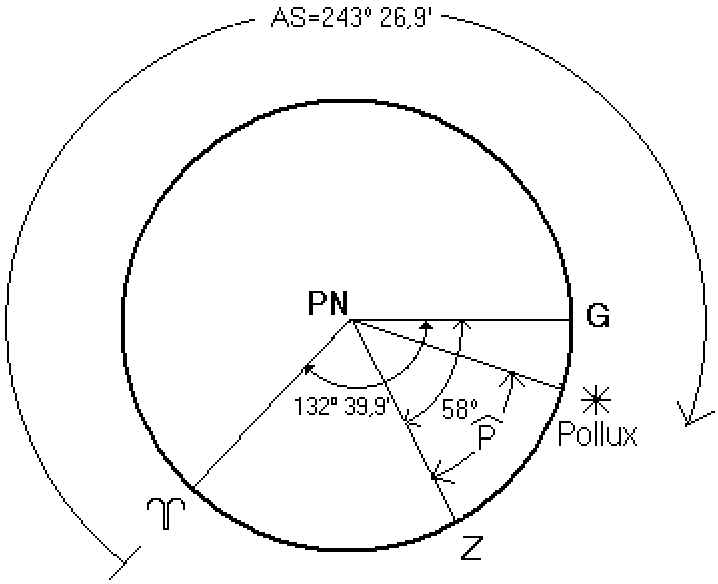
Con los datos de:

- AS= 243º 2,7’
- Dec= +27º 35,3’

En el AN aparece la estrella nº 39 Pollux

<u>Cálculo determinante de Pollux</u>
Datos exactos de Pollux según el AN:

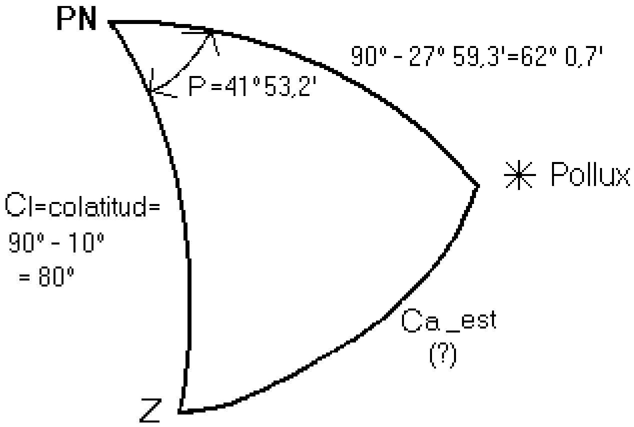
- AS= 243º 26,9’
- Dec= +27º 59,3’



Según la figura anterior:

P=ángulo horario en el Polo de la estrella Pollux= 360º – 243º 26,9’ – (132º 39,9’ – 58º)=
= 41º 53,2’

El triángulo de posición queda ahora así:



Ca_est=co-altura estimada

cos Ca_est= cos 80º x cos 62º 0,7’ + sen 80º x sen 62º 0,7’ x cos 41º 53,2’

Ca_est=43,2057º → aest =altura estimada de Pollux= 90º – 43,2057º= 46º 47,7’

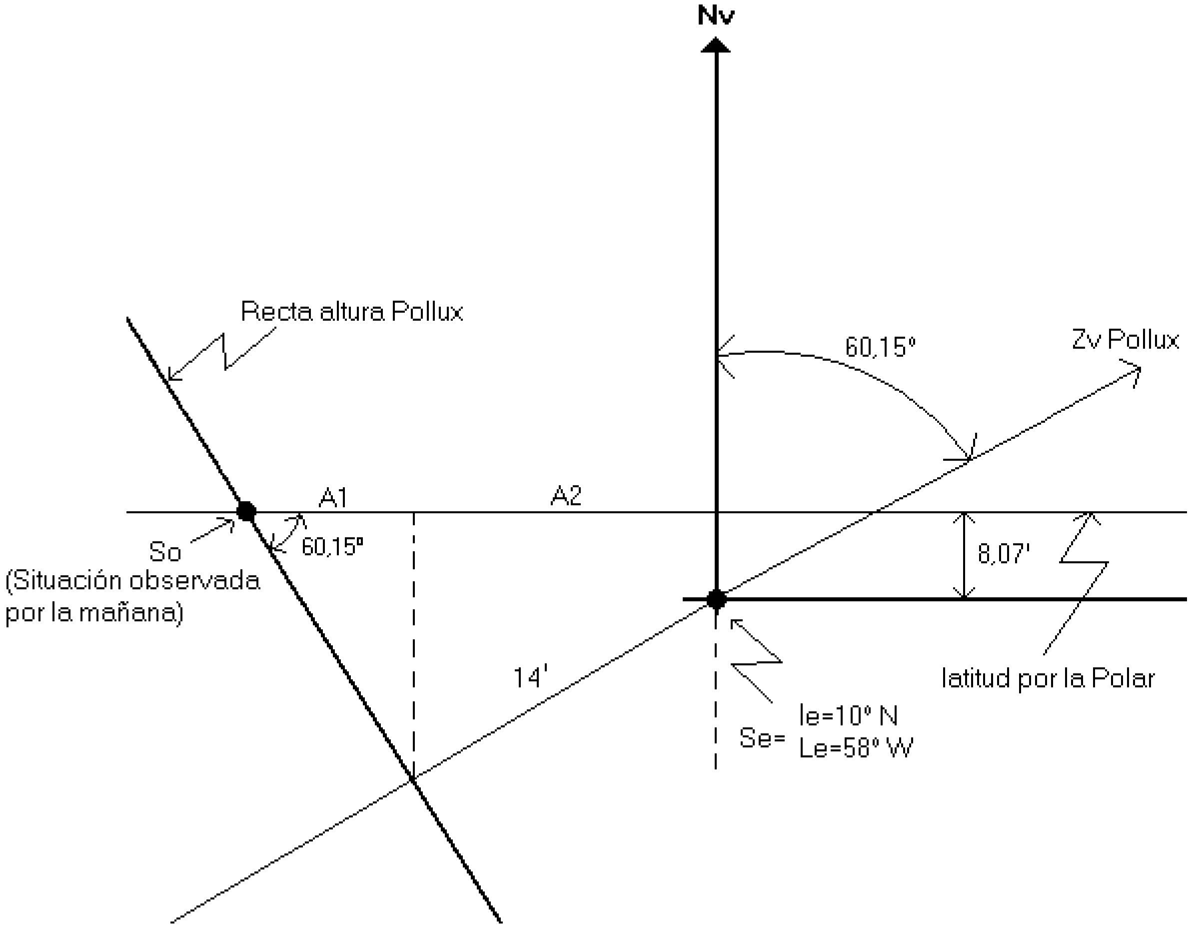
Δa= av – aest = 46º 33,7’ – 46º 47,7’= –14’

Determinante Pollux:
Zv= 60,15º
Δa= av – aest= –14’

<u>Cálculo por Polar y Pollux</u>

Datos:

- lv=latitud verdadera por la Polar=10º 8,07’
- Determinante Pollux:
  Zv= 60,15º
  Δa= –14’



La intersección entre la recta de altura de Pollux y la latitud por la Polar nos da la situación observada. Algebraicamente la longitud observada se puede calcular calculando los apartamientos A1 y A2 indicados en la figura anterior:

A2=14 x sen 60,15º'= 12,14' W

$$A1=\frac{14 \text{ x } \cos 60{,}15^\circ + 8{,}07'}{\tan 60{,}15^\circ}= 8{,}63' \text{ W}$$

A=apartamiento= A1+ A2=12,14' + 8,63'=20,77' W

$$\Delta L=\frac{20{,}77'}{\cos 10^\circ}= 21{,}09'\text{W}$$

Lo=longitud observada=58º W + 21,09'W= 58º 21,09' W
lo= latitud observada= 10º 8,07'N

Respuestas 1ª pregunta
lo= latitud observada= 10º 8,07'N
Lo=longitud observada= 58º 21,09' W

2) Situación y hora legal a la meridiana.

Cálculo Tiempo Universal TU de la observación del Sol por la mañana
HRB=10h 00m
Le=56º 12'W → Huso nº 4 → TU=Hz+Z=HRB+4=14h 0m día 21 de Febrero de 2014

¡Ojo!, hay cambio de día, ya que la observación de Pollux y la Polar se efectúa el 20 de Febrero de 2014 por la noche, y ahora es ya de día, o sea, que hemos pasado al 21 de Febrero de 2014

Cálculo altura verdadera de la observación

ai☼ limbo inferior =53º 43,2'

ao=altura observada= ai + Ei=53º 43,2'– 3'=53º 40,2'

aa=altura aparente= ao+ Cd

Cd=Corrección por depresión (para eo=10,5 mts.)= – 5,8'

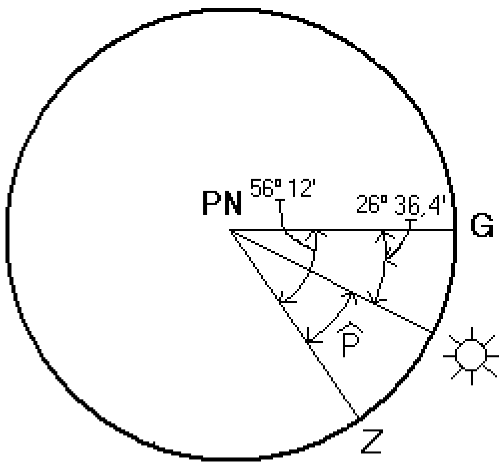
aa= 53º 40,2'−5,8'=53º 34,4'

Csd+refr+par=corrección por semidiámetro-refracción-paralaje= +15,4' +0,2'= +15,6'

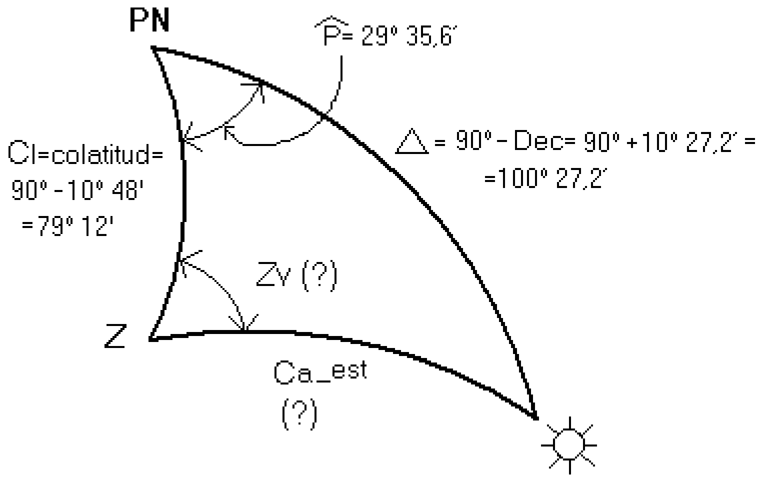
av=altura verdadera= aa+Csd+refr+par = 53º 34,4'+ 15,6'=53º 50'

Cálculo determinante del Sol a HRB=10 00
En tablas diarias del AN para el día 21 de Febrero de 2014

TU	**hG☼**	**Dec**
14h	26º 36,4'	−10º 27,2'



P=ángulo horario en el Polo=56º 12' – 26º 36,4'=29º 35,6'



Del triángulo esférico de posición de la figura se deduce:

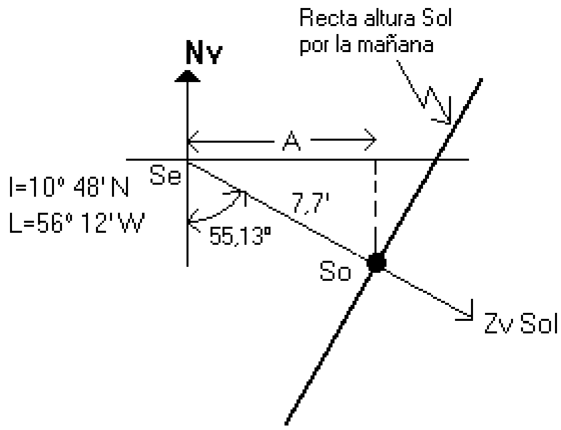
cotg 100º 27,2’ x sen 79º 12’=cos 79º 12’ x cos 29º 35,6’ + sen 29º 35,6’ x cotg Zv
Zv=124,87º=S55,13º E

cos Ca_est=cos 79º 12’ x cos 100º 27,2’ + sen 79º 12’ x sen 100º 27,2’ x cos 29º 35,6’
Ca_est=Co-altura estimada=36,2953º → ae=90º – 36,2953º=53º 42,3’

Q=coeficiente de Pagel= $\dfrac{1}{\text{tang } \Delta \text{ x sen P}} - \dfrac{\text{tg l}}{\text{tang P}}$ =0,7094 (el signo se hace siempre positivo)

Δa=av – ae=53º 50’– 53º 42,3’= +7,7’

Determinante Sol por la mañana y cálculo de la posición observada:
Zv= S55,13º E
Δa= +7,7’



Δl=7,7 x cos 55,13º=4,4’N
A= apartamiento=7,7 x sen 55,13º=6,32’
lm=latitud media=10º 48’N – $\dfrac{\Delta l}{2}$ = 10º 45,8’

ΔL= $\dfrac{A}{\text{cos lm}}$ = 6,43’E

lo= latitud observada por la mañana=10º 48’N – 4,4’S = 10º 43,6’N

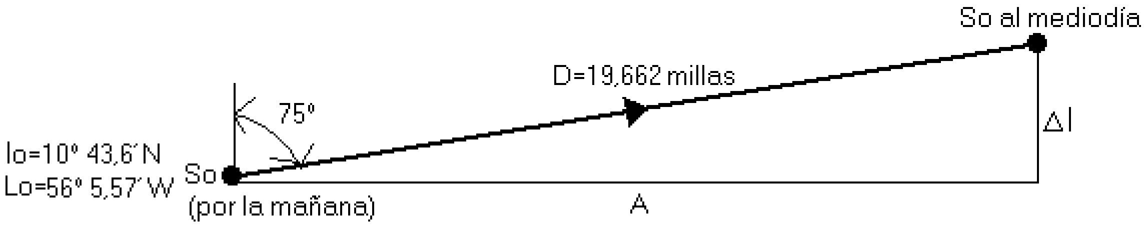
Lo=longitud observada por la mañana=56º 12'W – 6,43'E = 56º 5,57'W

Cálculo tiempo navegado, distancia navegada y hora UTC al paso del Sol por la meridiana
A TU=14h 0m estamos en situación observada L= 56º 5,57'W y navegamos con velocidad de barco 10 nudos, con rumbo verdadero=N75ºE.

Según el Almanaque Naútico de 2014, pag.61, PMG=paso del Sol por el meridiano de Greenwich=12h 13,6m

- En primera aproximación suponemos el barco parado en la posición L= 56º 5,57'W. El Sol pasaría por el meridiano del barco en un intervalo de tiempo $\frac{56º\ 5{,}57'}{15º}$ =3,7395 horas después del mencionado PMG (el movimiento aparente del Sol es de Este a Oeste a razón de 15º por hora), o sea, pasaría por el meridiano del barco a TU=12h 13,6m + 3,7395h=15h 57,97m

  Δt=intervalo de tiempo navegado desde HRB=10:00 (TU=14h 0m) hasta paso del Sol por la meridiana=15h 57,97m – 14h 0m=1,9662 horas, el barco en ese tiempo se habrá movido una distancia D=distancia navegada=Vb x Δt=10 x 1,9662=19,662 millas.



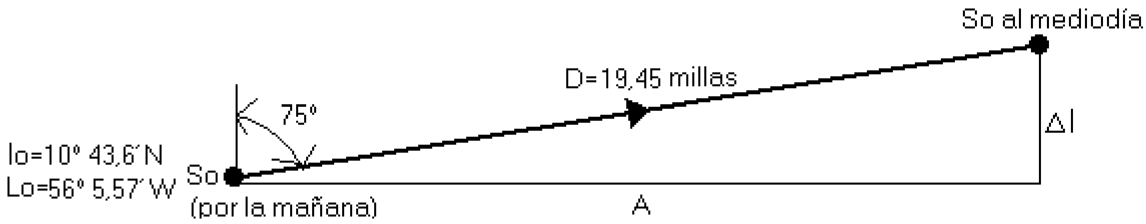
  Δl=19,662 x cos 75º=5,09'N
  A=apartamiento=19,662 x sen 75º =18,99'
  lm=latitud media=10º 43,6'N + $\frac{\Delta l}{2}$ = 10º 46,14'
  $\Delta L = \frac{A}{\cos lm}$ = 19,33'E

  Lo=longitud observada al mediodía en primera aproximación=
  56º 5,57'W – 19,33'E = 55º 46,24'W

- En segunda aproximación el barco está en la posición Lo= 55º 46,34'W. El Sol pasaría por el meridiano del barco en un intervalo de tiempo $\frac{55º\ 46{,}24'W}{15º}$ =3,718 horas después del mencionado PMG, o sea, pasaría por el meridiano del barco a:
  TU=12h 13,6m + 3,718h=15h 56,7m
  Consideramos ésta aproximación suficiente buena ya que no difiere mucho de la anterior.

  Respuesta:
  Hora TU paso del Sol por la meridiana del barco en movimiento=15h 56,7m

Δt=intervalo de tiempo navegado desde HRB=10:00 (TU=14h 0m) hasta paso del Sol por la meridiana=15h 56,7m – 14h 0m=1,945 horas, el barco en ese tiempo se habrá movido una distancia D=distancia navegada=Vb x Δt=10 x 1,945=19,45 millas.



Δl=19,45 x cos 75º=5,03'N

A=apartamiento=19,45 x sen 75º =18,79'

lm=latitud media=10º 43,6'N + $\frac{\Delta l}{2}$ = 10º 46,1'

$\Delta L = \frac{A}{\cos lm}$ = 19,13'E

lo=latitud observada al mediodía en segunda aproximación=10º 43,6'N + 5,03'N= =10º 48,63'N

Lo=longitud observada al mediodía en segunda aproximación= =56º 5,57'W – 19,13'E = 55º 46,44'W

Nota: otra manera de calcular el tiempo navegado hasta el paso del Sol por la meridiana del barco en movimiento:

he=P=29º 35,6'

$$\Delta t = \text{tiempo navegado} = \frac{he}{15^{\circ} + \frac{Vb \times \text{sen } R_V}{60 \times \cos lm}} = \frac{29^{\circ}\ 35{,}6'}{15^{\circ} + \frac{10 \times \text{sen } 75^{\circ}}{60 \times \cos 10^{\circ}\ 8{,}07'}} = 1{,}9516 \text{ horas} =$$

=1h 57,1m

D=distancia navegada=Vb x Δt=10 x 1,9516=19,516 millas

Vemos que el resultado es muy parecido al del método de las aproximaciones visto anteriormente. El método de la fórmula anterior se considera más inexacto.

Cálculo altura verdadera del Sol al mediodía

ai☼ limbo inferior =68º 32,6'

ao=altura observada=ai+ Ei=68º 32,6'– 3'= 68º 29,6'

aa=altura aparente= ao+ Cd

Cd=Corrección por depresión (para eo=10,5 mts)= – 5,8'

aa= 68º 29,6'− 5,8'=68º 23,8

Csd+refr+par=corrección por semidiámetro-refracción-paralaje= +15,7' + 0,2'= +15,9'

av=altura verdadera= aa + Csd+refr+par = 68º 23,8'+ 15,9'= 68º 39,7'

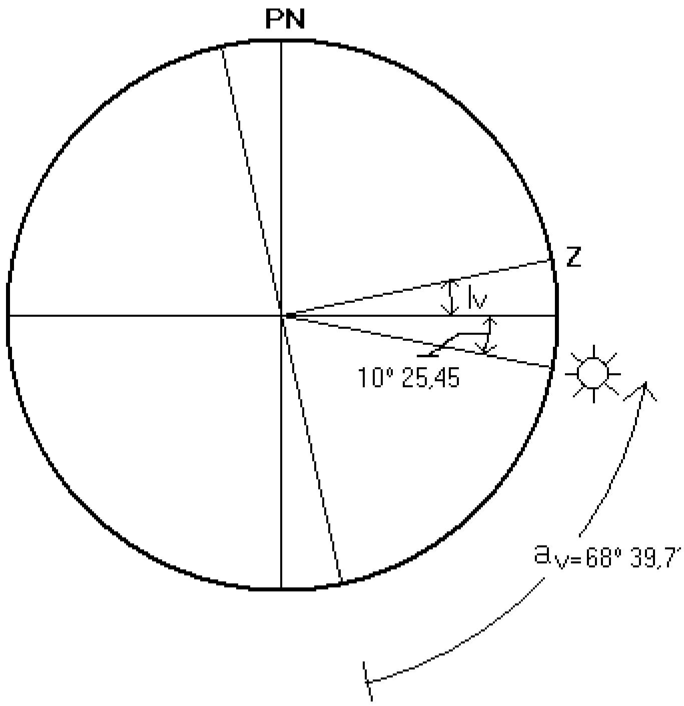
Cálculo de la declinación del Sol al mediodía

TU=tiempo universal=14h 0m + intervalo de tiempo navegado=14h 0m + 1h 56,7m = =15h 56,7m

En tablas AN para TU=15h 56,7m del día 21 de Febrero de 2014

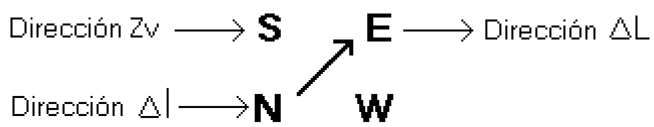
TU	**Dec**
15h	−10º 26,3’
16h	−10º 25,4’

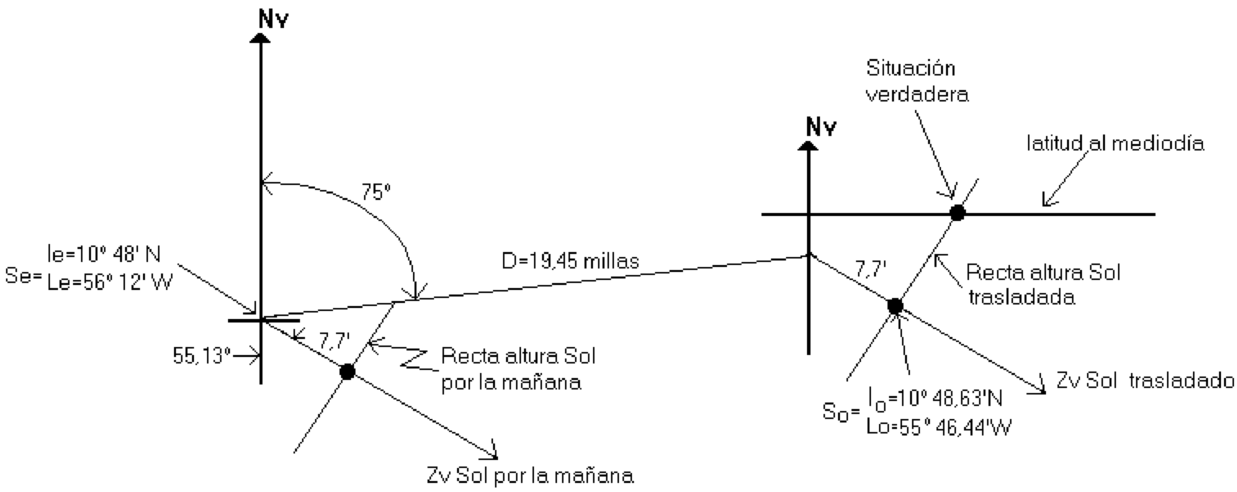
Para TU=15h 56,7m → Dec≈ −10º 25,45’



De la figura anterior se desprende:
lv=latitud verdadera al mediodía=90º − 68º 39,7’− 10º 25,45’=10º 54,85’N

Cálculo de la longitud por Pagel
Δl= lv– lo=10º 54,85’N – 10º 48,63’N = 6,22’N
Q=coeficiente Pagel (calculado en la medición de la mañana)=0,7094
ΔL= Q x Δl =0,7094 x 6,22’= 4,41’E

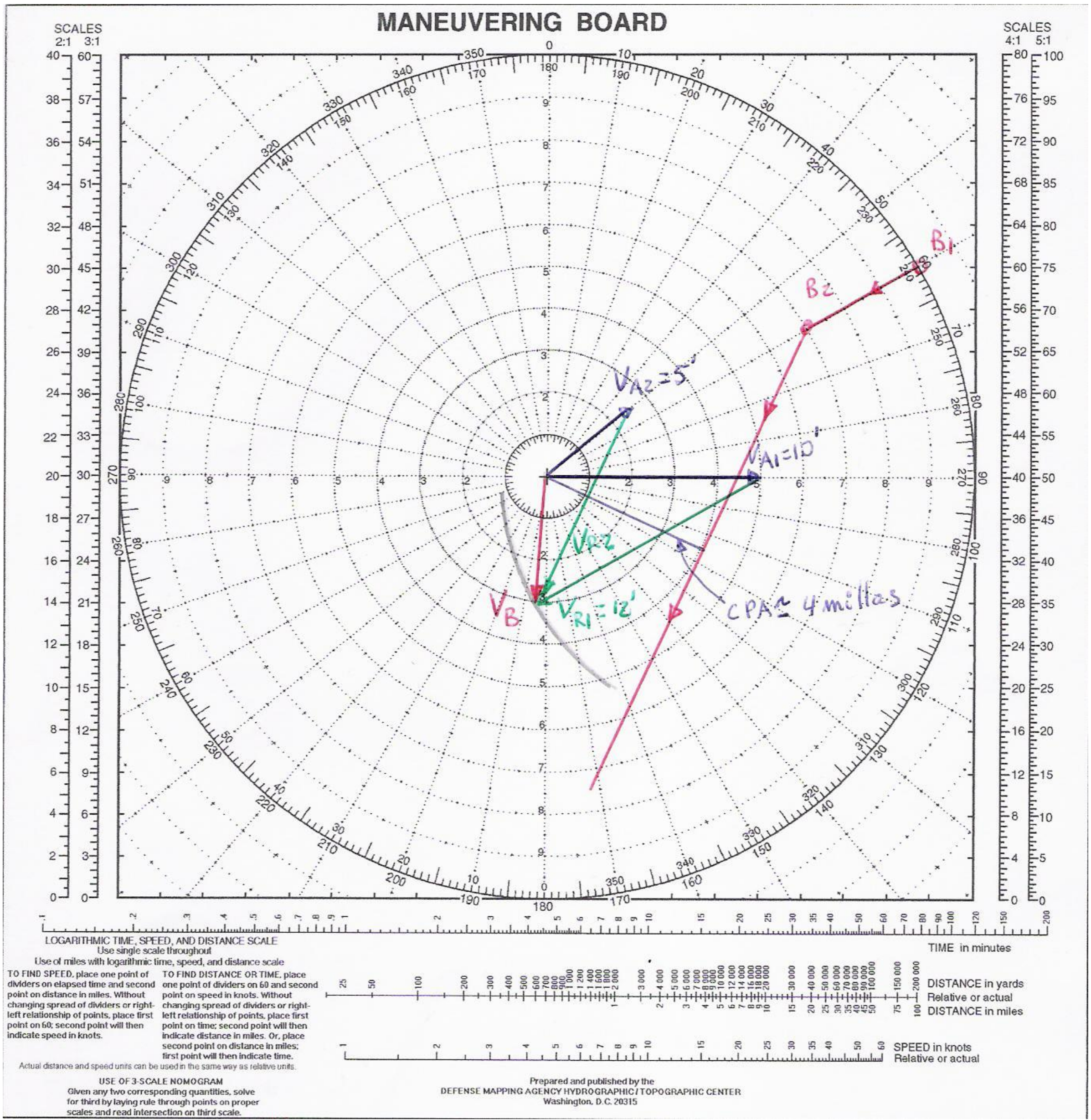




Situación al mediodía:
lv=10º 54,85'N
Lv= Lo +ΔL=55º 46,44'W − 4,41'E =55º 42,03'W

Hora legal a la meridiana:
TU=15h 56,7m
Lv=55º 42,03'W → Huso nº 4
Hz=hora legal=15h 56,7m – 4h = 11h 56,7 del día 21 de Febrero de 2014

3º) Rumbo y velocidad del "B" y mínima distancia a que pasaremos del buque "B".



- Trazar vector VA1=10 nudos a 90º
- VR1=Velocidad relativa de B=3' x 4=12 nudos. Recta B1–B2=indicatriz del movimiento relativo de B respecto de A.
- Desde el extremo del vector VA1 trazar un círculo de 12 nudos de velocidad
- Desde el extremo del vector VA1 trazar una recta paralela a la indicatriz B1–B2
- El punto de corte de la recta y el círculo define el vector velocidad. VB=6 nudos, RB=185º
- Trazar el nuevo vector VA2=5 nudos a 50º. Unir el extremo del vector VA2 con el de VB; tendremos la nueva indicatriz del movimiento VR2.
- Desde B2 trazar paralela a la indicatriz anterior. CPA=Closest Point of Approach =mínima distancia de paso ≈4 millas.

Respuestas: VB=6 nudos, RB=185º, CPA=4 millas