

Examen Cálculos Náuticos Capitán de Yate, Madrid 20 Junio 2009

Autor: Pablo González de Villaumbrosia García 08.12.2009

El día 04 de Abril de 2009, a la HRB: 01:00, en situación estimada: latitud=30° N y Longitud=70° W, en zona de corriente de Rumbo NW e Intensidad horaria 3 nudos, navegamos al Rv 115°, con velocidad 15 nudos. A las HRB: 03:00 nos ponemos al Rv 175° hasta la HRB 06:00 momento en el que volvemos al rumbo anterior para navegar hasta las 08:00.

Después de navegar a otros rumbos y velocidades, al ser la HRB=09:00 en situación de estima l=29° 00'N y L=069° 00'W, nos ponemos al rumbo 110° manteniendo la velocidad de 15 nudos y navegamos en estas condiciones hasta el paso del Sol por el meridiano superior del lugar, instante en el que obtenemos altura instrumental del Sol limbo inferior 66° 52,2' y rectificamos la situación de estima.

Navegamos en las condiciones anteriores de rumbo y velocidad, al ser HRB 16:00 observamos en la pantalla del radar el eco de un buque B en demora 180° y a 10 millas de distancia, doce minutos más tarde, B está abierto de nuestra proa 70° por Estribor y a 7 millas de distancia. Al estar a 2 millas de B maniobramos cayendo a estribor para pasar a una milla de B.

Encontrándonos en situación de estima l=28° 00'N y L=067° W y en el momento del crepúsculo civil, tomamos Za (azimut de aguja) de la estrella polar 005,7°, altura instrumental de dicha estrella 28° 20,5' y simultáneamente altura instrumental de un astro desconocido 57° 12,8' y Za (azimut de aguja) de dicho astro 306,5°.

Error de índice 3'(+), elevación del observador 8,8 metros.

Se pide:

1º) Situación estimada a HRB 08:00

2º) HRB y Situación estima corregida en el momento del paso del Sol por el meridiano del lugar.

3º) HRB y Demora del B al estar a la mínima distancia de nuestro yate.

4º) Situación por la polar y astro desconocido

1º) Situación estimada a HRB 08:00

D1 = distancia navegada entre HRB=01:00 y HRB: 03:00

$\Delta t_1 = 2$ horas

$D_1 = V_b \times \Delta t_1 = 15 \times 2 = 30'$

D2 = distancia navegada entre HRB=03:00 y HRB: 06:00

$\Delta t_2 = 3$ horas

$D_2 = V_b \times \Delta t_2 = 15 \times 3 = 45'$

D3 = distancia navegada entre HRB: 06:00 y HRB: 08:00

$$\Delta t_3 = 2 \text{ horas}$$

$$D_3 = V_b \times \Delta t_3 = 15 \times 2 = 30'$$

Corriente: $\Delta t =$ intervalo entre 01:00 y HRB: 08:00 = 7 horas

$$\text{Distancia arrastre corriente} = I_{hc} \times \Delta t = 3 \times 7 = 21'$$

Construimos la tabla de Rumbos, distancias, incrementos de latitud y apartamientos.

	Ref	D	Δl		A	
			N	S	E	W
Barco	115°	30'	—	12,68'	27,19	—
Corriente	315°	21'	14,85	—	—	14,85
Barco	175°	45'	—	44,83	3,92	—
Barco	115°	30'	—	12,68	27,69	—
				55,34	43,95	

$$\Delta l = 55,34'S$$

$$A = \text{apartamiento} = 43,95'E$$

$$l_m = \text{latitud media} = 30^\circ N - \Delta l/2 = 29,54^\circ N$$

$$\Delta L = \frac{A}{\cos l_m} = \frac{43,95'}{\cos 29,54^\circ} = 50,52'E$$

$$l_e = \text{latitud estimada a HRB 08:00} = 30^\circ N - 55,34'S = 29^\circ 4,66'N$$

$$L_e = \text{longitud estimada a HRB 08:00} = 70^\circ W - 50,52'E = 69^\circ 9,48'W$$

Respuestas 1ª pregunta:

$$l_e = 29^\circ 4,66'N$$

$$L_e = 69^\circ 9,48'W$$

2º) HRB y Situación estima corregida en el momento del paso del Sol por el meridiano del lugar.

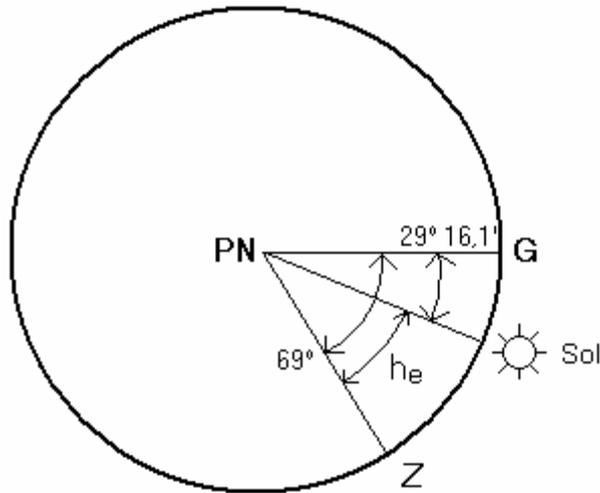
Cálculo Tiempo Universal TU de la observación del Sol por la mañana

$$\text{HRB} = 09h 00m$$

$$L_e = 69^\circ W \rightarrow \text{Huso } n^\circ 5 \rightarrow \text{TU} = \text{Hz} + Z = 9h 00m + 5h = 14h 00m \text{ día 4 de Abril 2009}$$

En tablas Almanaque Náutico:

TU	hG☀
14h	29° 16,1'



$h_e = \text{ángulo horario en el Polo entre el Sol y el barco} = 69^\circ - 29^\circ 16,1' = 39^\circ 43,9'$

Cálculo exacto del intervalo de tiempo y distancia navega:

$$\Delta t = \text{tiempo exacto navegado} = \frac{h_e}{15 + \frac{V_{ef} \times \text{sen Ref}}{60 \times \cos l_m}} = \frac{39^\circ 43,9'}{15 + \frac{15 \times \text{sen } 110^\circ}{60 \times \cos 29^\circ}} = 2,6022h = 2h 36,13m$$

Nota: Suponemos que no hay corriente, por lo que la velocidad efectiva y el rumbo efectivo coinciden con los del barco.

Cálculo HRB al paso del Sol por el meriano superior del lugar

$$\text{HRB paso Sol} = 9h 0m + \Delta t = 9h 0m + 2h 36,13m = 11h 36,13m$$

Cálculo longitud al paso del Sol por el meriano superior del lugar

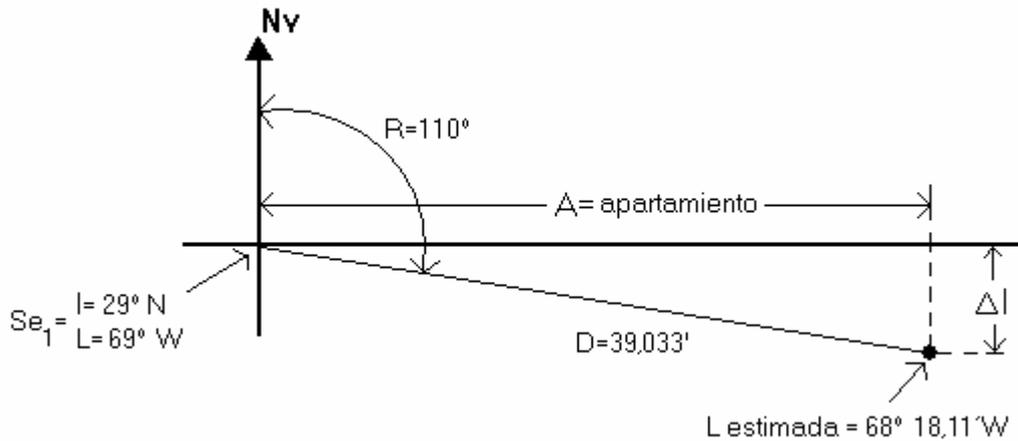
$$D = \text{distancia navegada} = V_b \times \Delta t = 15 \times 2,6022 = 39,033 \text{ millas}$$

$$A = \text{apartamiento} = D \times \text{sen } R = 39,033 \times \text{sen } 110^\circ = 36,68'E$$

$$\Delta l = D \times \text{cos } R = 39,033 \times \text{cos } 110^\circ = 13,35'S$$

$$l_m = \text{latitud media} = 29^\circ \text{ N} - \frac{\Delta l}{2} = 28^\circ 53,325' \text{ N}$$

$$\Delta L = \frac{A}{\cos l_m} = \frac{36,68'}{\cos 28^\circ 53,325'} = 41,89'E$$



Le=longitud estimada al paso Sol por el meridiano superior del lugar =
 $= 69^\circ \text{ W} - 41,89' \text{ E} = 68^\circ 18,11' \text{ W}$

Ahora nos queda calcular la latitud observada mediante la observación de la altura del Sol

Cálculo altura verdadera de la observación del Sol

a_i ☉ limbo inferior = $66^\circ 52,2'$

a_o = altura observada = $a_i + E_i = 66^\circ 52,2' + 3' = 66^\circ 55,2'$

C_d = Corrección por depresión (para $e_o = 8,8$ mts.) = $-5,3'$

a_a = altura aparente = $a_o + C_d = 66^\circ 55,2' - 5,3' = 66^\circ 49,9'$

$C_{sd+refr+p}$ = Corrección por Semidiámetro-refracción-paralaje (para $a_a = 66^\circ 49,9'$) =
 $= +15,6' + 0,0' = +15,6'$

a_v = altura verdadera = $a_a + C_{sd+refr+p} = 66^\circ 49,9' + 15,6' = 67^\circ 5,5'$

Cálculo TU de paso del Sol por el meridiano superior del lugar

$TU = 14\text{h} + \Delta t = 14\text{h} + 2\text{h } 36,13\text{m} = 16\text{h } 36,75\text{m}$

Cálculo declinación del Sol al paso de este por el meridiano superior del lugar

En tablas diarias del AN para el día 4 de Abril de 2009

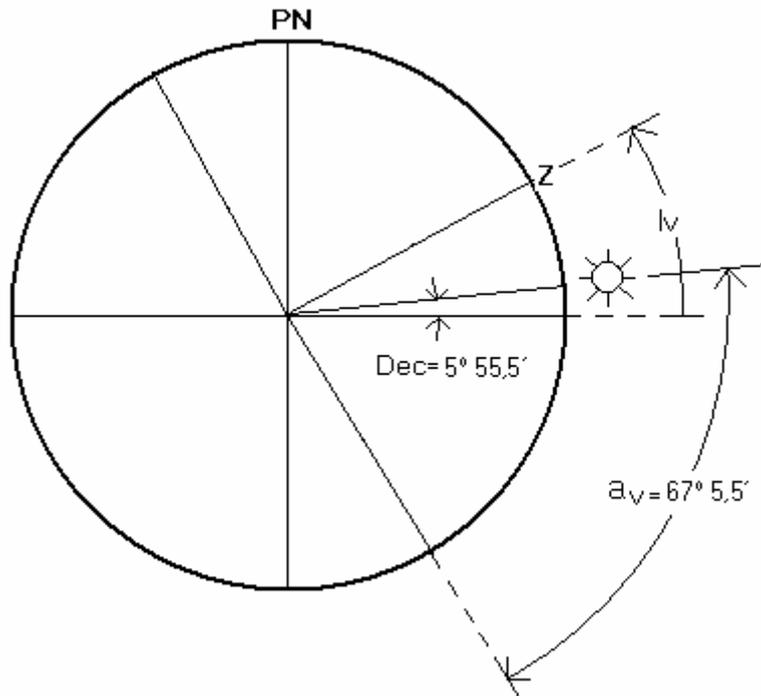
<u>TU</u>	<u>Dec</u>
16h	$+5^\circ 55,0'$
17h	$+5^\circ 55,9'$

Interpolando, para $TU = 16\text{h } 36,13\text{m}$:

Dec = $+5^\circ 55,5'$

Cálculo latitud verdadera

l_v = latitud verdadera al mediodía = $90^\circ - 67^\circ 5,5' + 5^\circ 55,5' = 28^\circ 50' \text{ N}$



Respuestas 2ª pregunta:

$I = 28^{\circ} 50'N$

$L = 68^{\circ} 18,11'W$

HRB paso Sol = 11h 36,13m

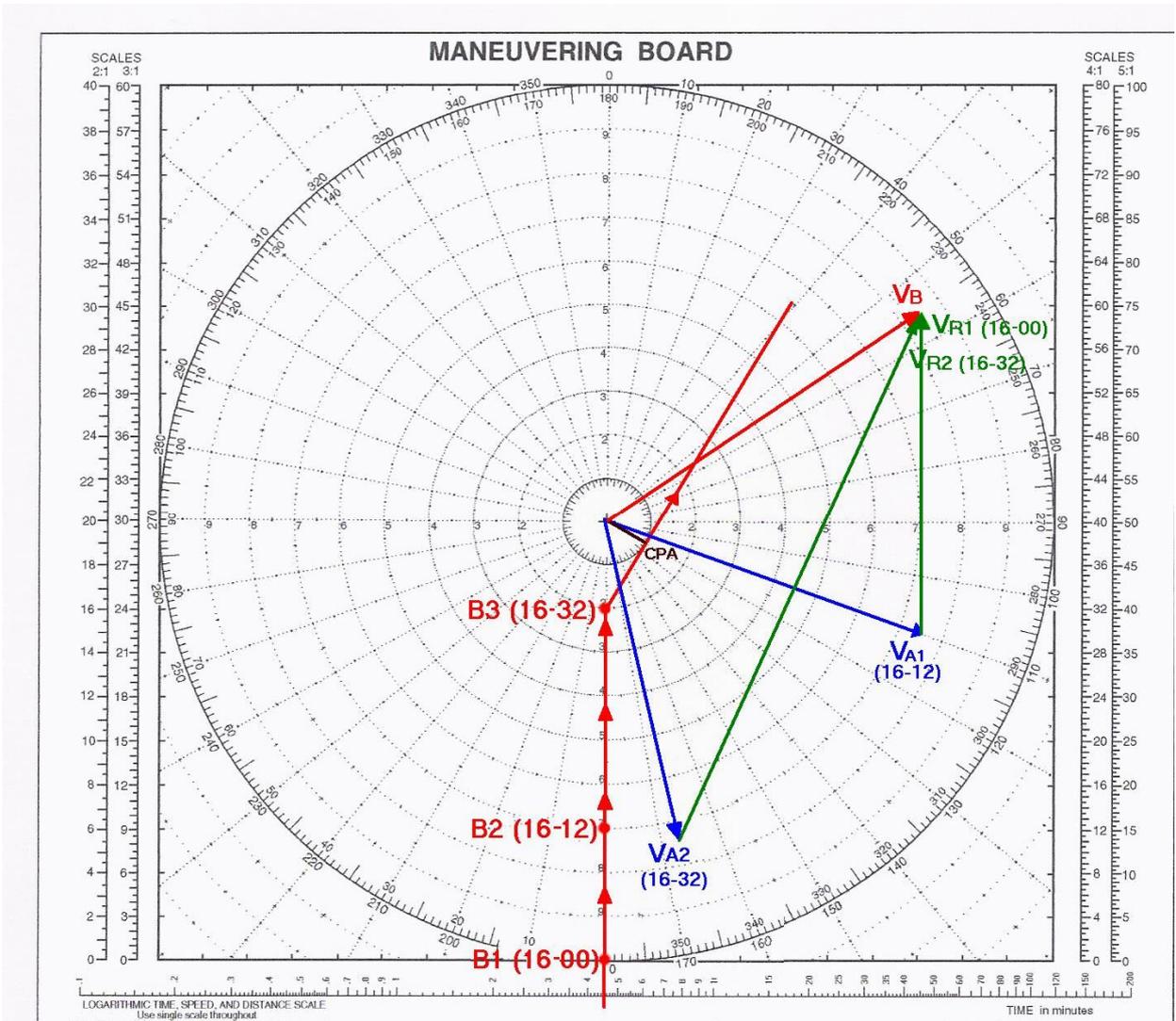
3º) HRB y Demora del B al estar a la mínima distancia de nuestro yate.

- Trazar indicatriz del movimiento del buque “B” respecto del buque “A”, B1-B2-B3
- Trazar vector $VA1$ del buque A, demora = 110° , velocidad 15 nudos
- $VR1$ = velocidad relativa de B respecto de A = $3 \times 5 = 15$ nudos. Trazar dicho vector desde el extremo de VA , paralelo a la indicatriz del movimiento anterior.
- Trazar vector VB desde el centro de la rosa de maniobras al extremo de $VR1$. Ello define el movimiento (demora y velocidad) del buque B.
- $HRB (B3) = 16h 0m + \frac{8 \text{ millas}}{15 \text{ nudos}} \text{ horas} = 16h 32m$
- Trazar desde B3 nueva indicatriz del movimiento del buque “B” respecto del buque “A”, línea tangente al círculo de 1 milla.
- Trazar desde el extremo de VB una paralela a la indicatriz de movimiento anterior. El punto de corte de esta recta con el círculo de radio 15 nudos del buque A, define el nuevo vector $VA2$ de dicho buque, o sea, la demora que ha de tomar el buque A para que el B le pase a 1 milla (la velocidad del buque A no cambia).
- CPA = Close Point of Approach = 1 milla, recta perpendicular a la indicatriz de movimiento anterior. La recta desde el centro de la rosa de maniobras al CPA define la demora de B al estar a 1 milla de distancia del A. Resultado: 120° .
- $VR2$ = velocidad relativa de B respecto de A a partir de HRB 16:32 = 27 nudos.
Distancia B3-CPA = 1,8 millas. Tiempo desde B3 a CPA = $\frac{1,8 \text{ millas}}{27 \text{ nudos}} \text{ horas} =$

- = 4 minutos.
- HRB en CPA = 16h 32m + 4m = 16h 36m

Respuestas 3ª pregunta:

- HRB en CPA = 16h 36m
- Demora de B en CPA = 120°



4º) Situación por la polar y astro desconocido

Cálculo de la corrección total

En tablas AN el día 4 Abril de 2009 encontramos:

- Crepúsculo civil vespertino en $l = 20^\circ N \rightarrow HcL = 18h 37m$
- Crepúsculo civil vespertino en $l = 30^\circ N \rightarrow HcL = 18h 45m$

Interpolando para $l = 28^\circ N \rightarrow HcL = 18h 43,4m$

TU=tiempo universal crepúsculo civil vespertino =

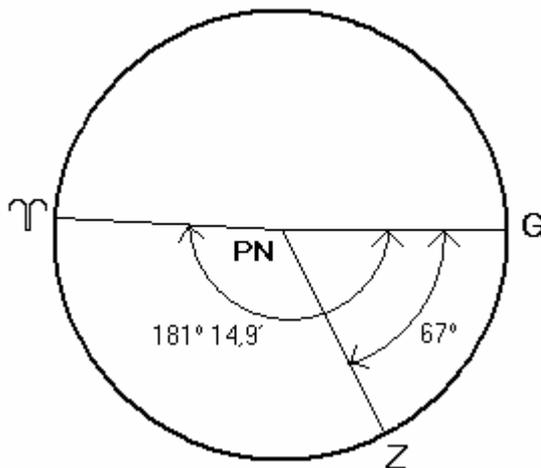
$$= 18^{\text{h}} 43,4 \text{ m} + \frac{67^{\circ}}{15^{\circ}} = 23^{\text{h}} 11,4 \text{ m día 4 Abril de 2009}$$

En tablas AN para TU = 23h 11,4m día 4 Abril de 1009

<u>TU</u>	<u>hGγ</u>
23h	178° 23,4'
0h	193° 25,8'

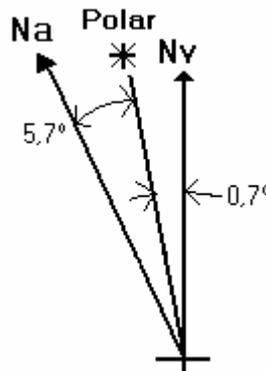
Interpolando para TU = 23h 11,4m

$$\begin{aligned} \text{hG}\gamma (\text{TU} = 23^{\text{h}} 11,4\text{m}) &= 178^{\circ} 23,4' + \left(\frac{11,4}{60}\right) \times (193^{\circ} 25,8' - 178^{\circ} 23,4') = \\ &= 181^{\circ} 14,9' \end{aligned}$$



De la figura anterior: $\text{hLY} = 181^{\circ} 14,9' - 67^{\circ} = 114^{\circ} 14,9'$

Con los datos de $\text{hLY} = 114^{\circ} 14,9'$ y $l = 28^{\circ} \text{ N}$ en las tablas del AN de Azimuts de la Polar, sale $Z_v^* \text{Polar} = -0,7^{\circ}$



De la figura anterior se desprende que $C_t = \text{corrección total} = -(5,7^{\circ} + 0,7^{\circ}) = -6,4^{\circ}$

Cálculo de la latitud verdadera

$$a_i^* \text{ Polar} = 28^{\circ} 20,5'$$

$$E_i = \text{error de índice del sextante} = +3'$$

$a_o = \text{altura observada} = a_i + E_i = 28^\circ 20,5' + 3' = 28^\circ 23,5'$
 $C_d = \text{Corrección por depresión (para } e_o = 8,8 \text{ mts.)} = -5,3'$
 $a_a = \text{altura aparente} = a_o + C_d = 28^\circ 23,5' - 5,3' = 28^\circ 18,2'$
 $C_r = \text{Corrección por refracción (para } a_a = 28^\circ 18,2') = -1,8'$
 $a_v = a_a + C_r = 28^\circ 18,2' - 1,8' = 28^\circ 16,4'$
 $a_v = \text{altura verdadera estrella Polar} = 28^\circ 16,4'$

Cálculo latitud por la Polar

$l_v = \text{latitud verdadera} = a_v + C_1 + C_2 + C_3$

En tablas AN, con los datos de $hLy = 114^\circ 14,9'$, $a_v = 28^\circ 16,4'$ y la fecha del 4 de Abril de 2009, se encuentran los valores de las correcciones C_1 , C_2 y C_3

$C_1 = -11,9'$

$C_2 = +0,1'$

$C_3 = +0,35'$

$l_v = 28^\circ 16,4' - 11,9' + 0,1' + 0,35' = 28^\circ 4,95'N$

Observaciones estrella desconocida

$a_i * ? = 57^\circ 12,8'$

$E_i = \text{error de índice del sextante} = +3'$

$a_o = \text{altura observada} = a_i + E_i = 57^\circ 12,8' + 3' = 57^\circ 15,8'$

$C_d = \text{Corrección por depresión (para } e_o = 8,8 \text{ mts.)} = -5,3'$

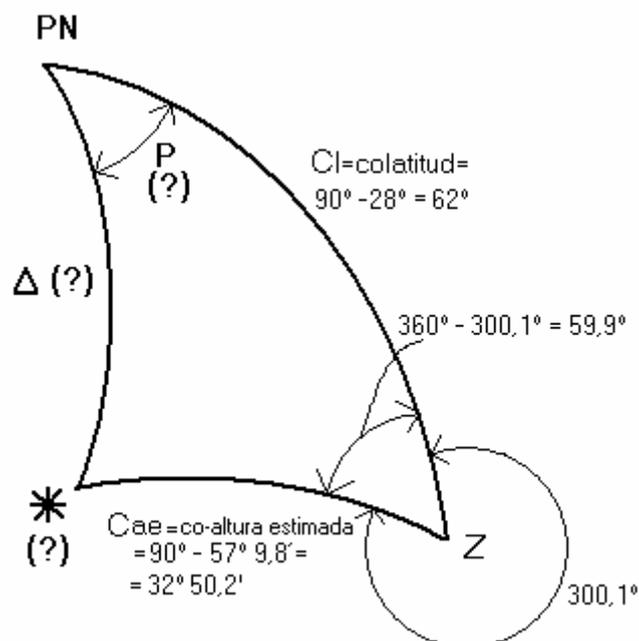
$a_a = \text{altura aparente} = a_o + C_d = 57^\circ 15,8' - 5,3' = 57^\circ 10,5'$

$C_r = \text{Corrección por refracción (para } a_a = 57^\circ 10,5') = -0,7'$

$a_v = a_a + C_r = 57^\circ 10,5' - 0,7' = 57^\circ 9,8'$

$a_v = \text{altura verdadera estrella desconocida} = 57^\circ 9,8'$

$Z_v * ? = Z_a + C_t = 306,5^\circ - 6,4^\circ = 300,1^\circ$



Del triángulo esférico de posición de la figura sale:

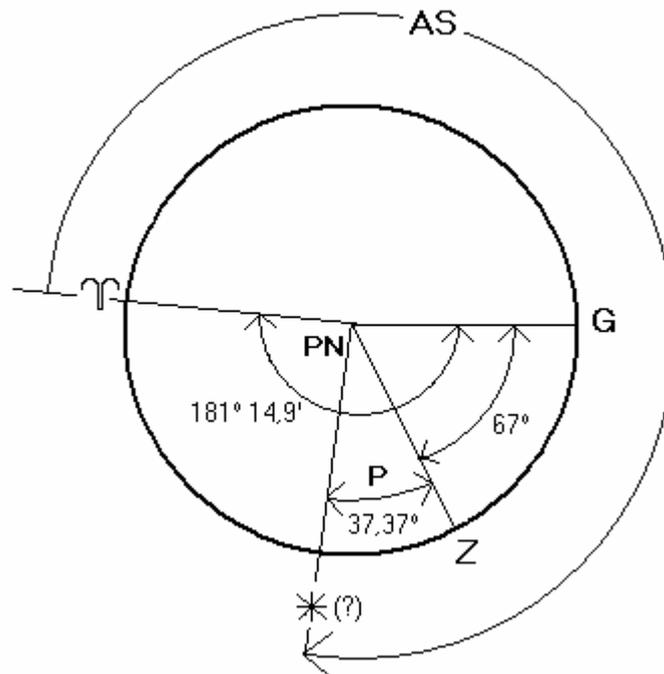
$$\cotg 32^{\circ} 50,2' \times \sen 62^{\circ} = \cos 62^{\circ} \times \cos 59,9^{\circ} + \sen 59,9^{\circ} \times \cotg P$$

$$\cos \Delta = \cos 62^{\circ} \times \cos 32^{\circ} 50,2' + \sen 62^{\circ} \times \sen 32^{\circ} 50,2' \times \cos 59,9^{\circ}$$

De donde:

$$P = \text{ángulo horario en el Polo} = 37,37^{\circ}$$

$$\Delta = \text{Co-Declinación} = 50,61^{\circ} \rightarrow \text{Dec} = 90^{\circ} - \Delta = +39^{\circ} 23,3'$$



Del círculo horario de la figura:

$$AS = \text{ángulo sidéreo} = 360^{\circ} - 181^{\circ} 14,9' + 67^{\circ} + 37,37^{\circ} = 283^{\circ} 7,3'$$

Reconocimiento estrella desconocida

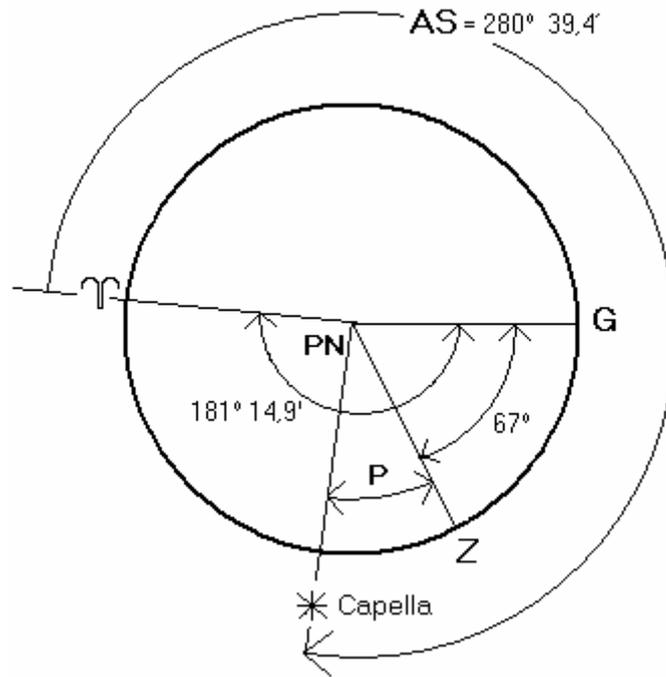
Con los datos de $AS = 283^{\circ} 7,3'$ y $Dec = +39^{\circ} 23,3'$, en el AN, aunque bastante apartada de los valores anteriores, aparece la estrella n° 21 Capella

Cálculo determinante estrella Capella

Datos estrella Capella en AN en Abril 2009

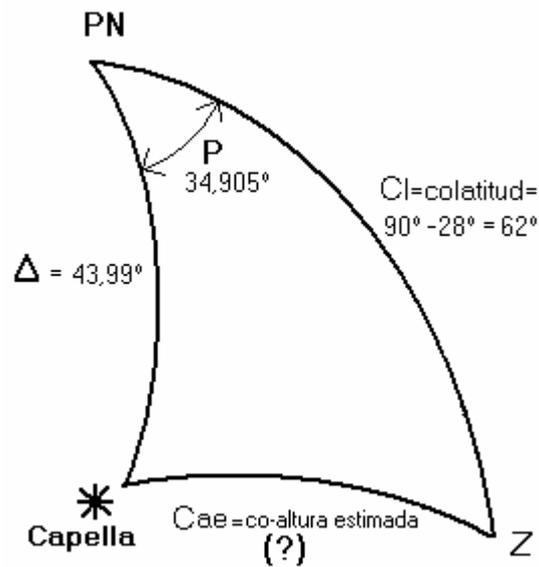
$$AS = 280^{\circ} 39,4'$$

$$Dec = +46^{\circ} 0,6'$$



$$P = \text{ángulo horario en el Polo} = 181^{\circ} 14,9' - 360^{\circ} + 280^{\circ} 39,4' - 67^{\circ} = 34,905^{\circ}$$

$$\Delta = 90^{\circ} - \text{Dec} = 90^{\circ} - 46^{\circ} 0,6' = 43,99^{\circ}$$



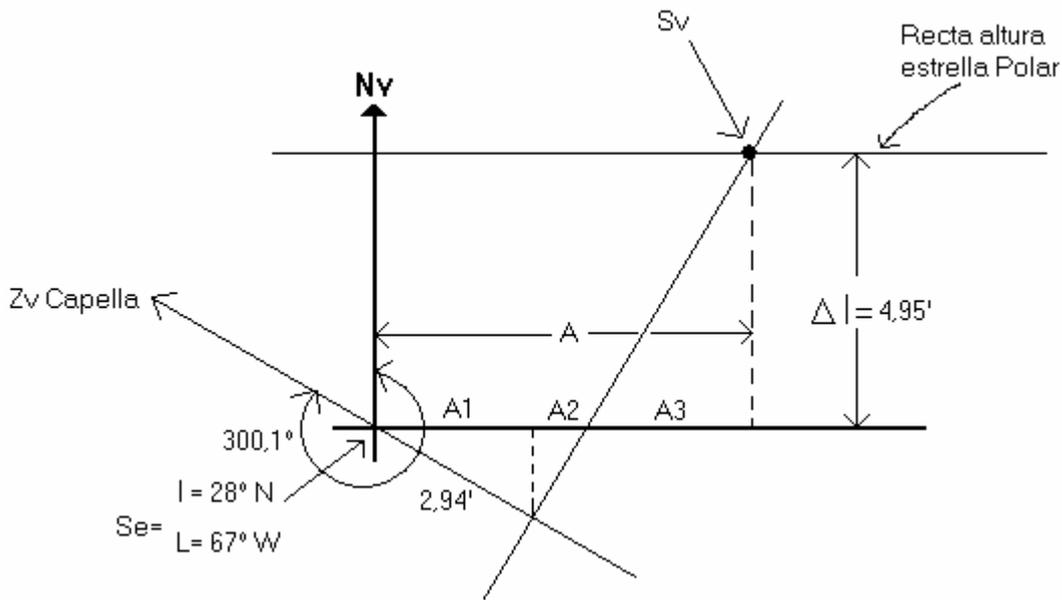
$$\cos Cae = \cos 43,99^{\circ} \times \cos 62^{\circ} + \sin 43,99^{\circ} \times \sin 62^{\circ} \times \cos 34,905^{\circ}$$

$$Cae = \text{Co-altura estimada} = 32,79^{\circ} = 90^{\circ} - ae \rightarrow ae = \text{altura estimada} = 57^{\circ} 12,74'$$

Determinante estrella Capella:

$$Zv = 300,1^{\circ}$$

$$\Delta a = av - ae = 57^{\circ} 9,8' - 57^{\circ} 12,74' = -2,94'$$



Forma analítica de encontrar la longitud verdadera

$$A1 = 2,94 \times \cos 30,1^\circ = 2,54'$$

$$A2 = (2,94 \times \sen 30,1^\circ) \times \tan 30,1^\circ = 0,85'$$

$$A3 = 4,95 \times \tan 30,1^\circ = 2,87'$$

$$A = \text{apartamiento} = A1 + A2 + A3 = 2,54' + 0,85' + 2,87' = 6,26'$$

$$\Delta L = \frac{A}{\cos l_m} = \frac{6,26'}{\cos 28^\circ} = 7,1'$$

Respuestas 4ª pregunta:

$$l_v = 28^\circ 4,95' N$$

$$L_v = 67^\circ W - 7,1' E = 66^\circ 52,9' W$$