

Examen de Capitán de Yate, Valencia Julio de 2009

Autor: Pablo González de Villaumbrosia Garcia. 18.12.2009

Fecha de inicio del cálculo: 20/02/2009

En el crepúsculo de la tarde a Hcr = 00-37-46 en situación estimada $l = 01^{\circ} 43,0'S$ y $L = 073^{\circ} 30,0'E$ con un cielo parcialmente cubierto, se tomó ai de astro desconocido = $41^{\circ} 43,9'$ y $Za = 076^{\circ}$, $dm = 4NE$ y $desv\acute{o} = 0^{\circ}$, $Ra = 302^{\circ}$, Velocidad = 18 nudos.

Se sigue navegando al mismo rumbo y velocidad hasta el paso de Antares por el meridiano del lugar. Momento en que se toma su ai = $63^{\circ} 5,3'$

Se sigue navegando al mismo rumbo y velocidad hasta el paso de Antares por el meridiano del lugar. Momento en que se toma su ai = $63^{\circ} 05,3$.

Situados se da rumbo loxodrómico a un punto P de situación $l = 13^{\circ} 36,0 N$ y $L = 054^{\circ} 35,0 E$. Velocidad 18 nudos.

Por la tarde navegando al mismo rumbo y velocidad, dentro de un chubasco en la que visibilidad no excede de 1 milla, se hacen las siguientes observaciones en el radar a un eco B:

| <u>HRB</u> | <u>DEMORA</u> | <u>DISTANCIA</u> |
|------------|---------------|------------------|
| 1700 | 115° | 10,0 MILLAS |
| 1706 | 114,5° | 8,8 MILLAS |
| 1712 | 114,0° | 7,6 MILLAS |

EA a 00-00-00 del 20/02/09 = 00-54-15, $m = 4''$ atraso, $EO = 4$ mts., $ei = 2'$ derecha.

Se pide:

- 1° Astro desconocido (1,0 puntos)
- 2° HRB al ser Hcr = 00-37-46 (0,5 puntos)
- 3° Punto determinante o situación estimada considerando la recta de altura calculada con el astro desconocido (1,5 puntos)
- 4° Rumbo verdadero a Hcr= 00-37-46 0,5 puntos
- 5° HRB al pasar Antares por el meridiano 0,5 puntos
- 6° latitud verdadera y Zv al paso de Antares por el meridiano. 1,5 puntos
- 7° Situación verdadera al paso de Antares por el meridiano. 1,5 puntos
- 8° Situación estimada y HRB al paso del sol por el meridiano del lugar en la ruta iniciada cuando Antares pasó por el meridiano. 1,0 puntos
- 9° Rumbo que tenemos que hacer para que pase a 1,5 millas sobre nuestra derrota. La maniobra se realiza cuando el eco está a 4 millas. 2,0 puntos.

Notas:

Para que por la suma de puntos se obtenga la calificación de APTOS (5 puntos) es imprescindible contestar de forma correcta a las preguntas 3 y 6

Resolución:

1° Astro desconocido

Cálculo del TU de la medición

Hcro = 0h 37m 46s

$$EA (a TU = 00-00-00) = 0h 54m 15s \rightarrow TU = Hcro + EA = 1h 32m 1s$$

Se trata del crepúsculo vespertino (por la tarde-noche, que es cuando se pueden ver las estrellas), por lo que el cronómetro está afectado por el error de 12 horas ya que no es lógico el horario del TU anterior. Por lo tanto:

$$TU = 1h 32m 1s + 12h = 13h 32m 1s$$

Ahora hay que corregir el cronómetro por el atraso diario de 4 seg. sumándole una cantidad de segundos proporcional al tiempo transcurrido desde que se tomó el EA (Estado Absoluto) del reloj:

$$ppm = \text{parte proporcional del movimiento} = 4 \text{ seg} \times \frac{13h 32m 1s}{24h} \approx 2,3 \text{ seg.}$$

$$TU = 1h 32m 1s + 2,3s = 13h 32m 3,3s$$

Cálculo altura verdadera astro desconocido

$$a_i = \text{altura instrumental} = 41^\circ 43,9'$$

$$E_i = \text{error de índice del sextante} = +2'$$

$$a_o = \text{altura observada} = a_i + E_i = 41^\circ 43,9' + 2' = 41^\circ 45,9'$$

$$C_d = \text{Corrección por depresión (para } e_o = 4 \text{ mts.)} = -3,6'$$

$$a_a = \text{altura aparente} = a_o + C_d = 41^\circ 45,9' - 3,6' = 41^\circ 42,3'$$

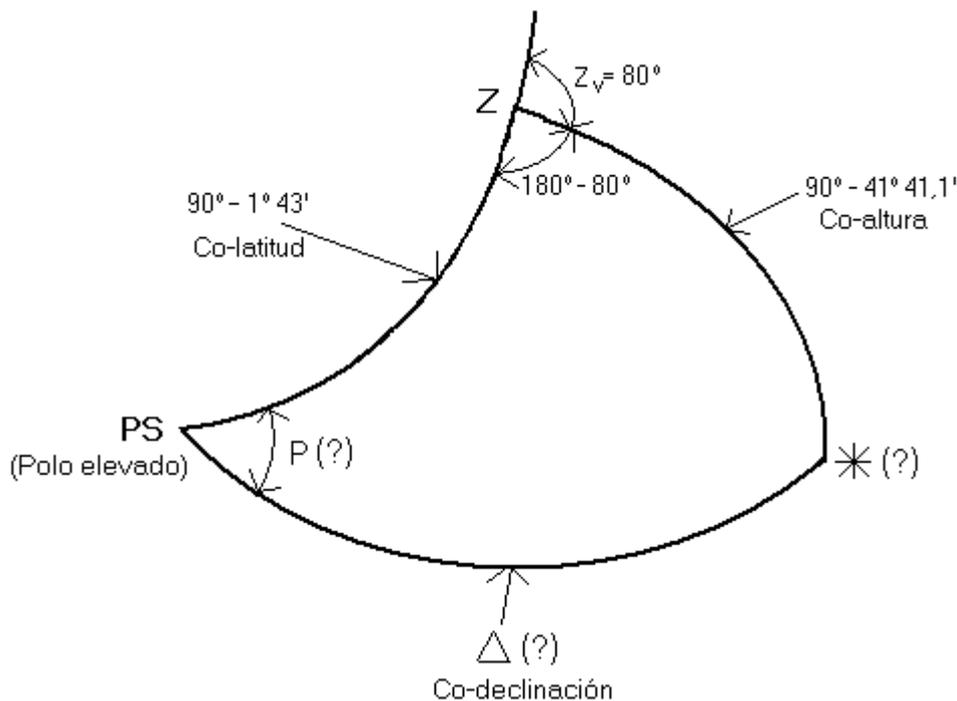
$$C_r = \text{Corrección por refracción (para } a_a = 41^\circ 42,3') = -1,2'$$

$$a_v = a_a + C_r = 41^\circ 42,3' - 1,2' = 41^\circ 41,1'$$

$$a_v = \text{altura verdadera estrella desconocida} = 41^\circ 41,1'$$

Cálculo AS y Dec del astro desconocido a TU = 13h 32m 3,3s

$$C_t = d_m + \Delta = 4^\circ + 0^\circ = 4^\circ \rightarrow Z_v = Z_a + C_t = 76^\circ + 4^\circ = 80^\circ$$



Dibujamos el triángulo esférico de posición según la figura anterior, poniendo los lados correspondientes a la co-latitud ($90^\circ - 1^\circ 43'$) y co-altura ($90^\circ - 41^\circ 41,1'$), así como el ángulo diedro que forman dichos lados que es $180^\circ - Z_v = 180^\circ - 80^\circ = 100^\circ$.

Resolviendo dicho triángulo sale:

$P = \text{Angulo en el polo de la estrella desconocida} = 47^\circ 43,54'$

$\Delta = \text{co-declinación del astro} = 96,2981^\circ \rightarrow \text{Dec} = \text{Declinación astro} = + (96,2981^\circ - 90^\circ) = +6^\circ 17,9'$

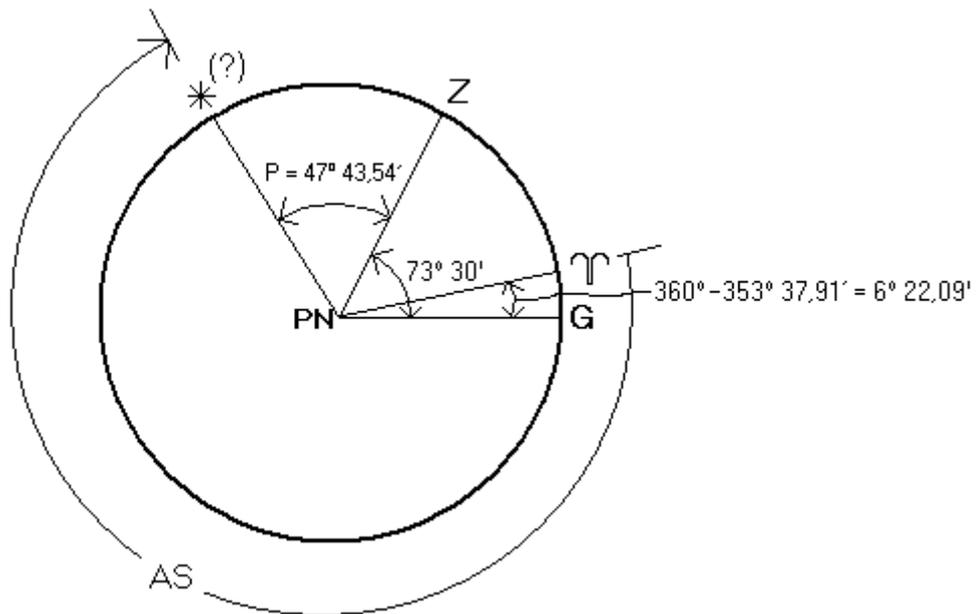
En tablas diarias del AN para el día 20 de Febrero de 2009

| <u>TU</u> | <u>hGy</u> |
|-----------|------------|
| 13h | 345° 35,8' |
| 14h | 0° 38,2' |

Interpolando para TU = 13h 32m 3,3s sale:

$hGy = 353^\circ 37,91'$

Dibujamos ahora el círculo horario con los datos que tenemos hasta ahora:



De la figura anterior: $AS = \text{ángulo sidéreo} = 360^\circ - (47^\circ 43,54' + 73^\circ 30' - 6^\circ 22,09') = 245^\circ 8,55'$

Averiguación estrella desconocida

Con los datos de:

$AS = 245^\circ 8,55'$

$\text{Dec} = +6^\circ 17,9'$

En el AN aparece la estrella n° 38 Procyon

Respuesta 1ª pregunta

Estrella desconocida = **Procyon**

2º) HRB al ser Hcr = 00-37-46

$Le = 73^\circ 30' E \rightarrow \text{Huso n}^\circ 5 \rightarrow \text{HRB} = \text{TU} + 5h = 13h 32m 3,3s + 5h = 18h 32m 3,3s$

Respuesta 2ª pregunta

$\text{HRB} = 18h 32m 3,3s$

3º) Punto determinante o situación estimada considerando la recta de altura calculada con el astro desconocido

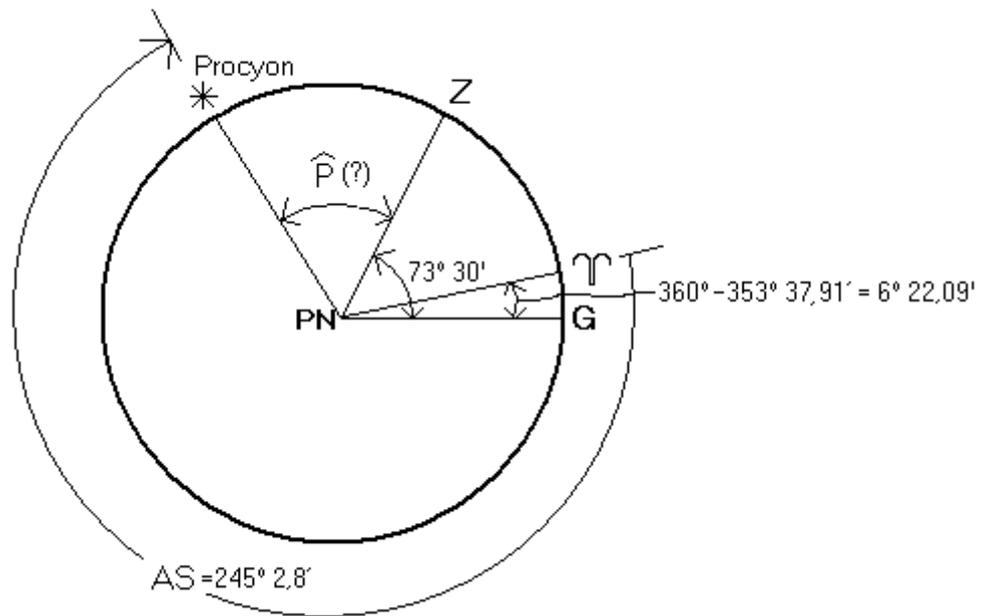
Cálculo del determinante de Procyon

Datos de Procyon:

AS = 245° 2,8'

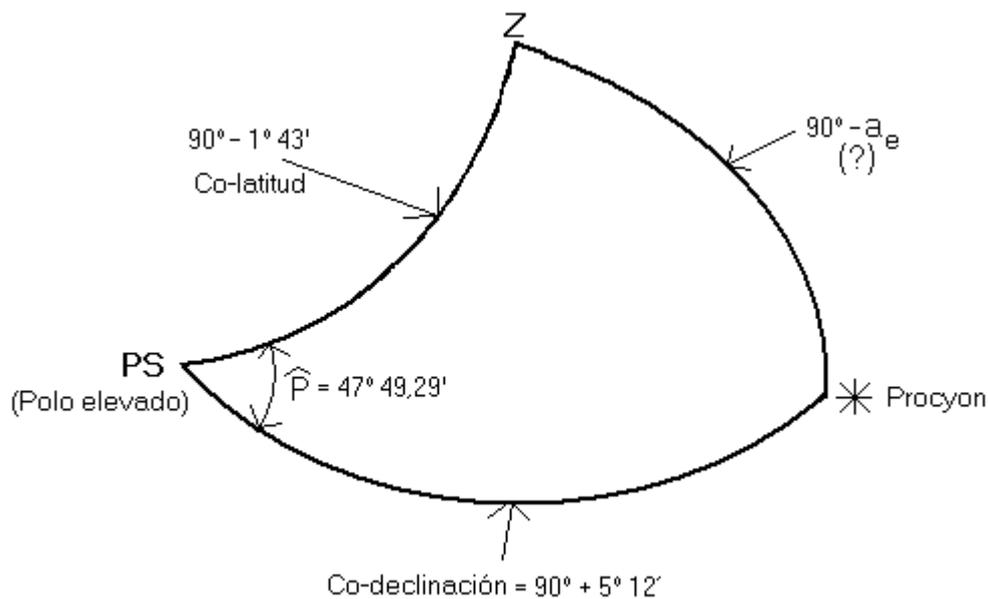
Dec = +5° 12'

Actualizamos el círculo horario con los datos del AS de Procyon y calculamos el nuevo ángulo horario en el polo P.



De la figura anterior: $P = \text{ángulo horario en el polo} = 360^\circ - 245^\circ 2,8' - 73^\circ 30' + 6^\circ 22,09' = 47^\circ 49,29'$

Actualizamos ahora el triángulo de posición con los datos de $P = 47^\circ 49,29'$ y de $\text{Dec} = +5^\circ 12'$



Resolviendo el triángulo de posición sale:

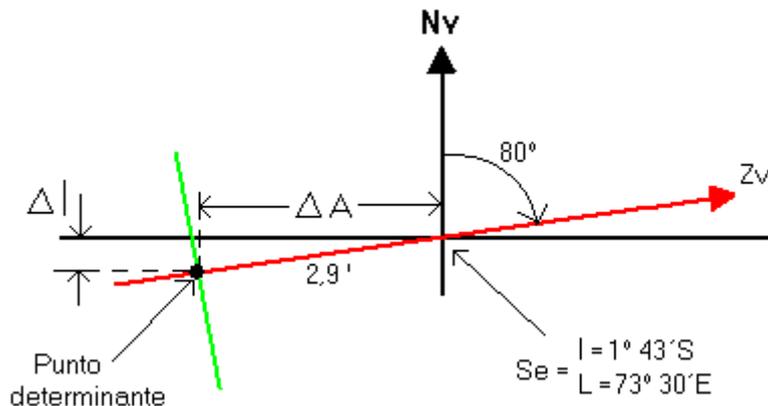
$$90^\circ - ae = 48,2667^\circ \rightarrow ae = \text{altura estimada} = 41^\circ 44'$$

$$\Delta a = av - ae = 41^\circ 41,1' - 41^\circ 44' = -2,9'$$

Determinante de Procyon

$$Z_v = 80^\circ$$

$$\Delta a = -2,9'$$



$$\Delta A = 2,9 \times \cos 10^\circ + 2,9 \times \tan 10^\circ \times \sin 10^\circ = 2,94'$$

$$\Delta L = \frac{2,94'}{\cos 1^\circ 43'} = 2,95' \text{ W}$$

$$\Delta l = 2,9 \times \sin 10^\circ = 0,5' \text{ S}$$

Respuesta 3ª pregunta

$$L = 73^\circ 30' \text{ E} - 2,95' \text{ W} = 73^\circ 27,05' \text{ E}$$

$$l = 1^\circ 43' \text{ S} + 0,5' \text{ S} = 1^\circ 43,5' \text{ S}$$

4º) Rumbo verdadero a Hcr= 00-37-46

$$C_t = dm + \Delta = 4^\circ + 0^\circ = 4^\circ \rightarrow R_v = R_a + C_t = 302^\circ + 4^\circ = 306^\circ$$

Respuesta 4ª pregunta

$$R_v = 306^\circ$$

5º) HRB al pasar Antares por el meridiano

Cálculo altura verdadera estrella Antares

$$a_i = \text{altura instrumental} = 63^\circ 5,3'$$

$$E_i = \text{error de índice del sextante} = +2'$$

$$a_o = \text{altura observada} = a_i + E_i = 63^\circ 5,3' + 2' = 63^\circ 7,3'$$

$$C_d = \text{Corrección por depresión (para } e_o = 4 \text{ mts.)} = -3,6'$$

$$a_a = \text{altura aparente} = a_o + C_d = 63^\circ 7,3' - 3,6' = 63^\circ 3,7'$$

$$C_r = \text{Corrección por refracción (para } a_a = 63^\circ 3,7') = -0,5'$$

$$a_v = a_a + C_r = 63^\circ 3,7' - 0,5' = 63^\circ 3,2'$$

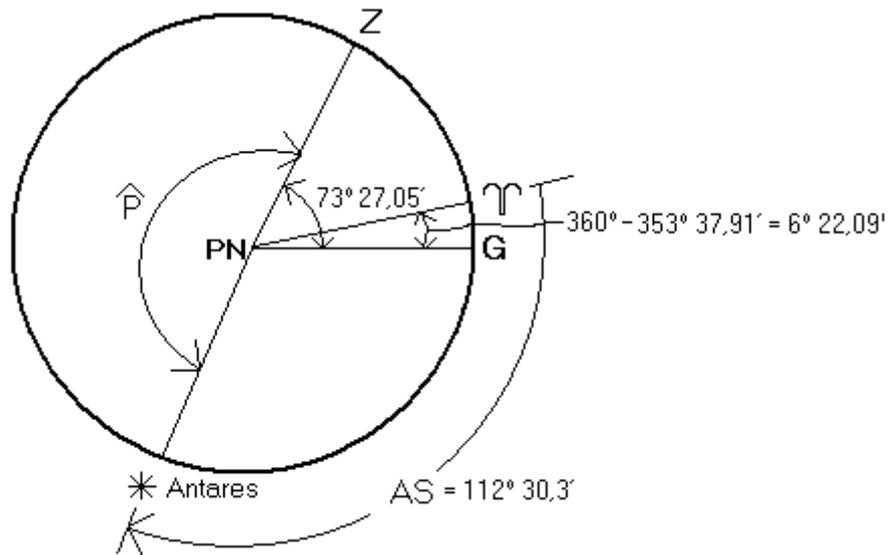
$$a_v = \text{altura verdadera estrella Antares} = 63^\circ 3,2'$$

Cálculo ángulo horario Antares

Datos en AN estrella nº 76 Antares:

$$AS = 112^{\circ} 30,3'$$

Como hemos visto anteriormente, para TU = 13h 32m 3,3s hGy = 353° 37,91'



Como vemos en la figura P = ángulo horario Antares =
 $= 360^{\circ} - (73^{\circ} 27,05' - 6^{\circ} 22,09' + 112^{\circ} 30,3') = 180^{\circ} 24,74'$

El tiempo que Antares tardará en recorrer éste arco de 180° 24,73' hasta pasar por el meridiano superior del lugar es:

$$\Delta t = \text{tiempo exacto navegado} = \frac{he}{15^{\circ} + \frac{Vb \times \text{sen } R}{60 \times \cos lm}} = \frac{180^{\circ} 24,74'}{15^{\circ} + \frac{18 \times \text{sen } 306^{\circ}}{60 \times \cos 0^{\circ}}} =$$

$$= 12,2253h = 12h 13m 31s$$

TU salida = 13h 32m 3,3s

Le salida = 73° 27,21' → Huso nº 5 → HRB salida = 13h 32m 3,3s + 5h = 18h 32m 3,3s

HRB paso Antares por meridiano el meridiano superior del lugar =
 $= 18h 32m 3,3s + 12h 13m 31s = 6h 45m 34,3s$ día **21** Febrero de 2009

Respuesta 5ª pregunta

HRB = 6h 45m 34,3s día **21** Febrero de 2009

6º) latitud verdadera y Zv al paso de Antares por el meridiano

Cálculo latitud verdadera

Datos en AN estrella nº 76 Antares:

$$Dec = -26^{\circ} 27,2'$$

Respuesta 7ª pregunta

$l = 0^\circ 29,6' N$

$L = 70^\circ 29,05' E$

8º) Situación estimada y HRB al paso del sol por el meridiano del lugar en la ruta iniciada cuando Antares pasó por el meridiano

Cálculo ángulo horario del Sol en el Polo cuando pasa Antares por el meridiano superior

Situación barco al paso de Antares por el meridiano superior:

$l = 0^\circ 29,6' N$

$L = 70^\circ 29,05' E$

TU al paso de Antares por meridiano superior:

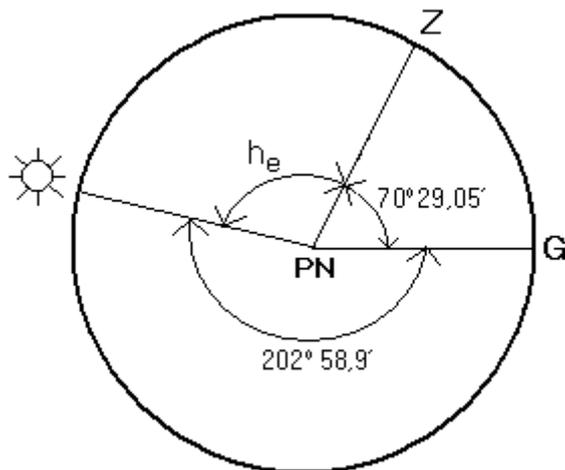
$TU = TU \text{ salida} + \text{ tiempo navegado} = 13h 32m 3,3s + 12h 13m 31s = 1h 45,57m \text{ día 21 Febrero 2009.}$

En tablas diarias del AN para el día 21 de Febrero de 2009

| <u>TU</u> | <u>hG☉</u> |
|-----------|-------------------|
| 1h | $191^\circ 35,4'$ |
| 2h | $206^\circ 35,4'$ |

Interpolando, para $TU = 1h 45,57m$:

$hG☉ = 202^\circ 58,9'$



De la figura anterior:

$h_e = \text{ángulo horario Sol} =$

$$= 360^\circ - (202^\circ 58,9' + 70^\circ 29,05') = 86^\circ 32,05'$$

Cálculo del rumbo Rv

Salida:

$l = 0^\circ 29,6' N$

$L = 70^\circ 29,05' E$

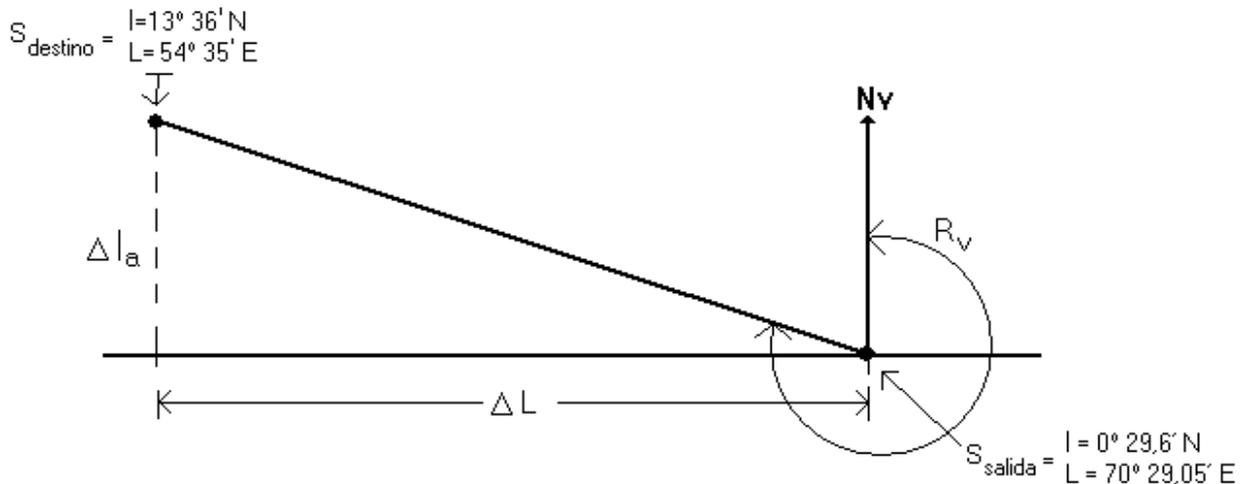
Destino:

$$l = 13^\circ 36' \text{ N}$$

$$L = 54^\circ 35' \text{ E}$$

Al ser la distancia salida-destino mayor de 300 millas, hay que calcular la loxodrómica utilizando latitudes aumentadas.

$$la = \text{latitud aumentada} = 7915,7 \times \log\left[\tan\left(45^\circ + \frac{l}{2}\right)\right] - 23 \times \text{sen } l$$



$$la_salida = 7915,7 \times \log\left[\tan\left(45^\circ + \frac{0^\circ 29,6'}{2}\right)\right] - 23 \times \text{sen } (0^\circ 29,6') = 29,4 \text{ millas}$$

$$la_destino = 7915,7 \times \log\left[\tan\left(45^\circ + \frac{13^\circ 36'}{2}\right)\right] - 23 \times \text{sen } (13^\circ 36') = 818,36 \text{ millas}$$

$$\Delta la = la_salida - la_destino = 818,36' - 29,4' = 788,96'$$

$$\Delta L = 70^\circ 29,05' - 54^\circ 35' = 15^\circ 54,05' \text{ W}$$

$$Rv = \text{rumbo verdadero} = 270^\circ + \text{arc tang } \frac{788,96'}{15^\circ 54,05'} = 309^\circ 35,36'$$

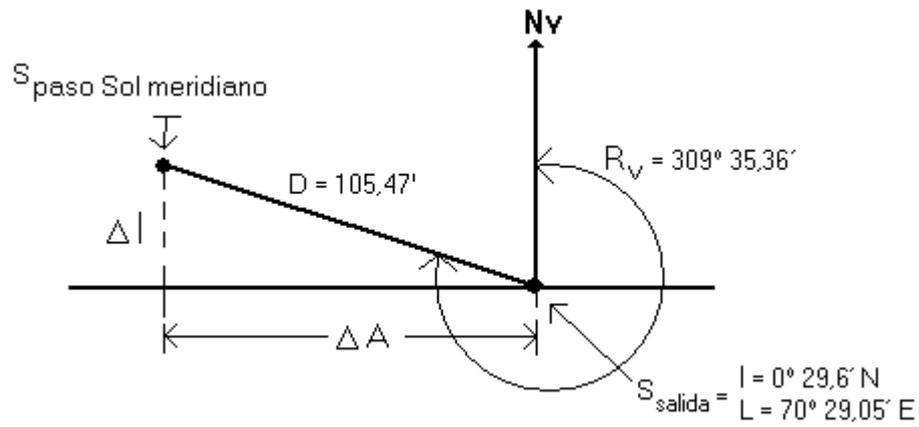
Cálculo distancia y tiempo navegados

$$\Delta t = \text{tiempo exacto navegado} = \frac{he}{15^\circ + \frac{Vb \times \text{sen } R}{60 \times \cos lm}} = \frac{86^\circ 32,05'}{15^\circ + \frac{18 \times \text{sen } (309^\circ 35,36')}{60 \times \cos 0^\circ}} =$$

$$= 5,8592 \text{ horas}$$

$$D = \text{distancia navega} = Vb \times \Delta t = 18 \times 5,8592 = 105,47 \text{ millas}$$

Cálculo situación a paso del Sol por meridiano superior



$$\Delta A = 105,47' \times \cos(309^\circ 35,36' - 270^\circ) = 81,28' W$$

$$\Delta l = 105,47' \times \sin(309^\circ 35,36' - 270^\circ) = 67,2' N$$

$$l_m = 0^\circ 29,6' + \frac{67,2'}{2} = 1^\circ 3,2'$$

$$\Delta L = \frac{\Delta A}{\cos l_m} = \frac{81,28'}{\cos 1^\circ 3,2'} = 81,29' W$$

Respuesta 8ª pregunta

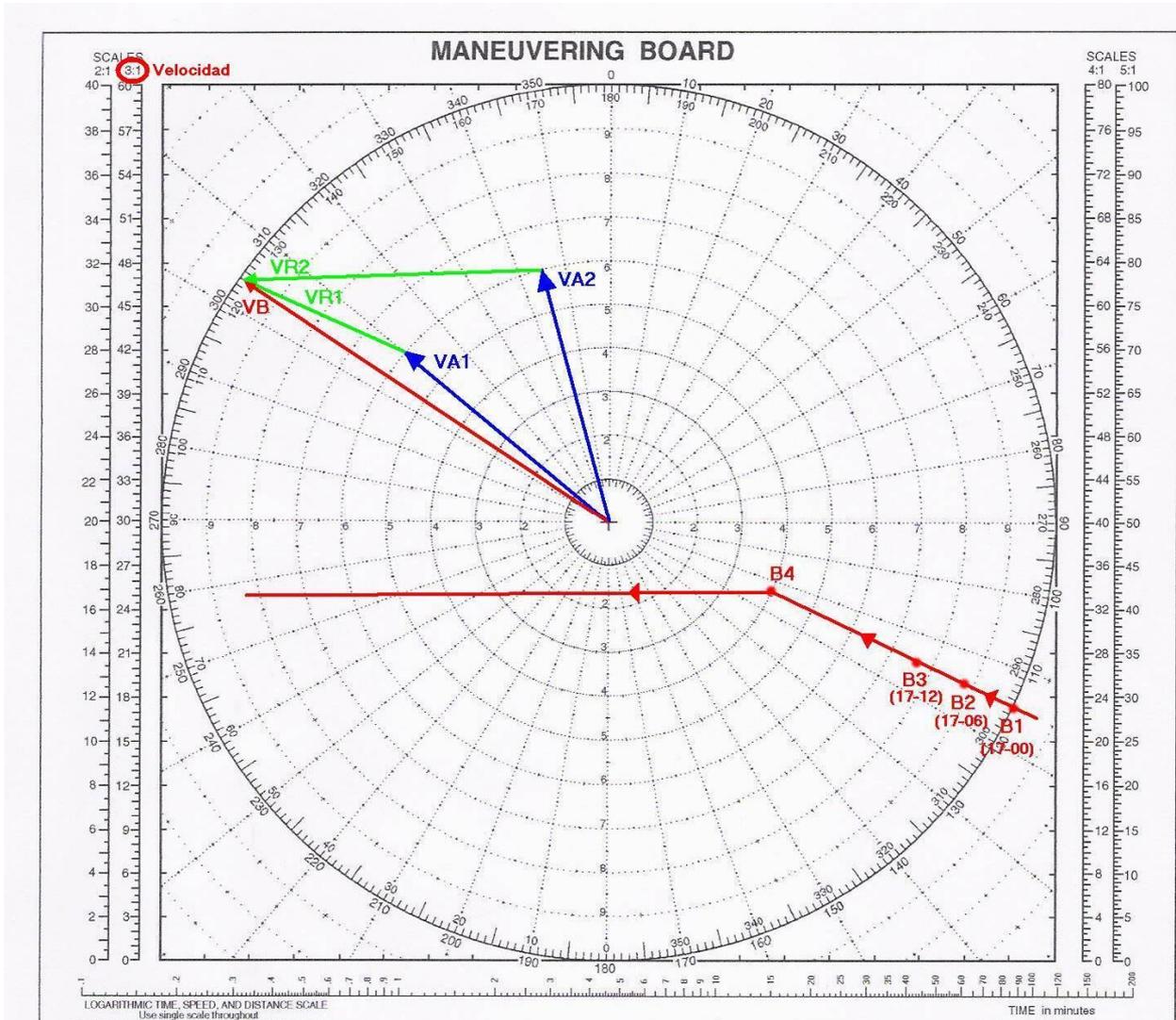
$$l = 0^\circ 29,6' N + 67,2' N = 1^\circ 36,8' N$$

$$L = 70^\circ 29,05' E - 81,29' W = 69^\circ 7,8' E$$

9º) Rumbo que tenemos que hacer para que pase a 1,5 millas sobre nuestra derrota y calcular la mínima distancia que se producirá una vez al nuevo rumbo.

La maniobra se realiza cuando el eco está a 4 millas.

- La velocidad de nuestro barco (barco “A”) es de 18 nudos, $R_v \approx 309,5^\circ$



- La figura superior muestra la indicatriz del movimiento B1-B2-B3. La velocidad relativa del barco “B” respecto al nuestro (barco “A”) es de $1,2 \times 10 = 12$ nudos.
- Dibujamos el vector VA1 del barco A (18 nudos, rumbo $309,5^\circ$)
- Dibujamos desde el extremo de VA1 el vector VR1, paralelo a la indicatriz B1-B2-B3 y de magnitud 12 nudos.
- El vector VB velocidad-rumbo de “B” es el vector desde el centro de la rosa de maniobras al extremo de VR1.

Cuando el barco B esta a 4 millas, trazamos la nueva indicatriz del movimiento para que pase a 1,5 millas por la aleta de babor. Ahora trazamos desde el extremo de VB una paralela a esta nueva indicatriz, y el punto de corte con el círculo de VA1 (el barco A no varía la velocidad) definirá el nuevo rumbo a seguir por el barco A, VA2.

Respuesta 9ª pregunta:

Caer aproximadamente 35° a estribor