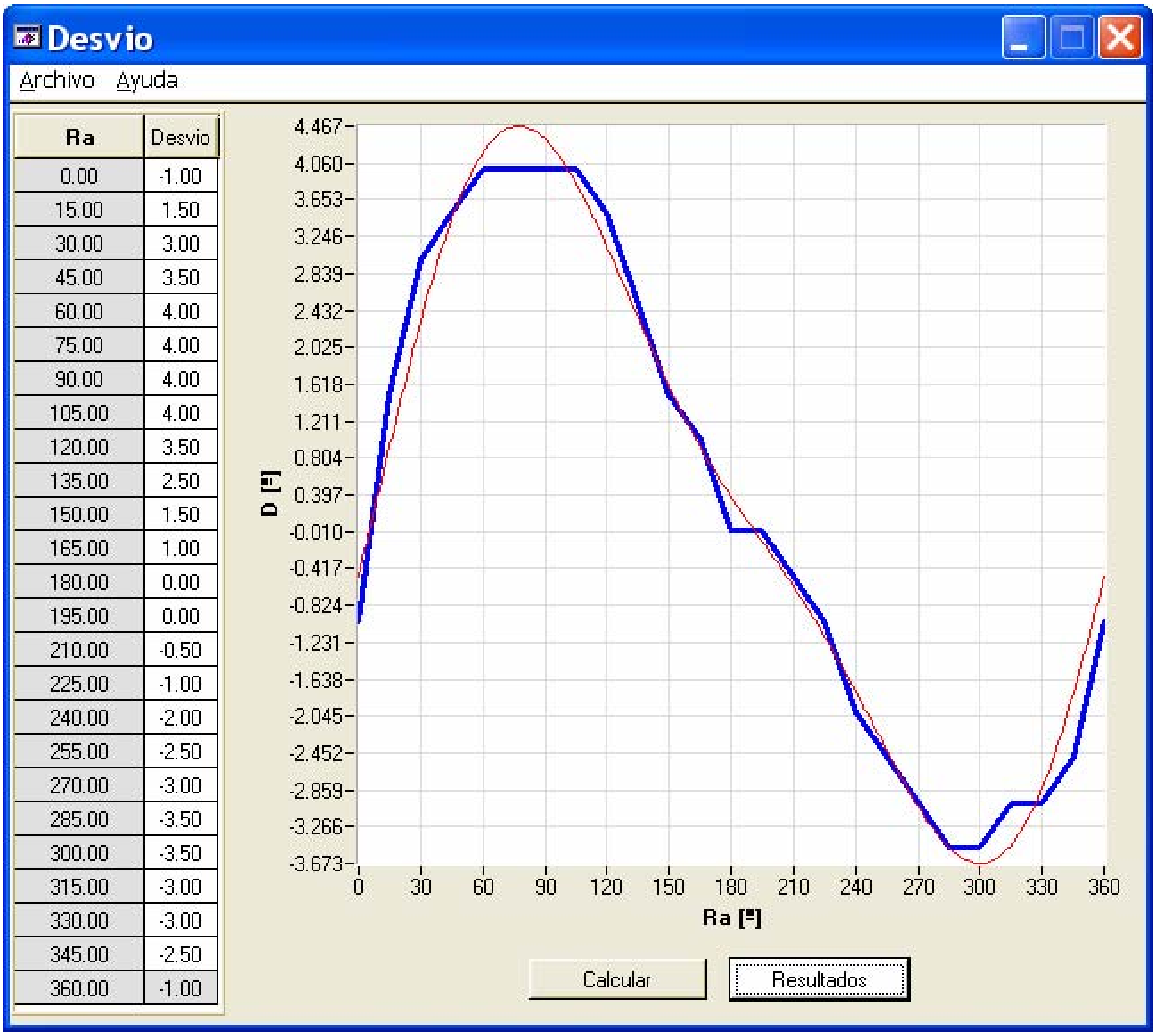
NAVIGATIONAL ALGORITHMS

El desvío del compás magnético



© Andrés Ruiz

San Sebastián – Donostia
43º 19'N 002ºW
http://www.geocities.com/andresruizgonzalez

Indice

Resumen

Se presenta un método analítico para obtener la curva de desvío del compás magnético en su forma general y simplificada, permitiendo así obtener el valor del desvío para cualquier rumbo de aguja.

© Andrés Ruiz
Junio 1999
San Sebastián – Donostia
43º 19'N 002ºW
http://www.geocities.com/andresruizgonzalez

Variables

Ra Rumbo de aguja

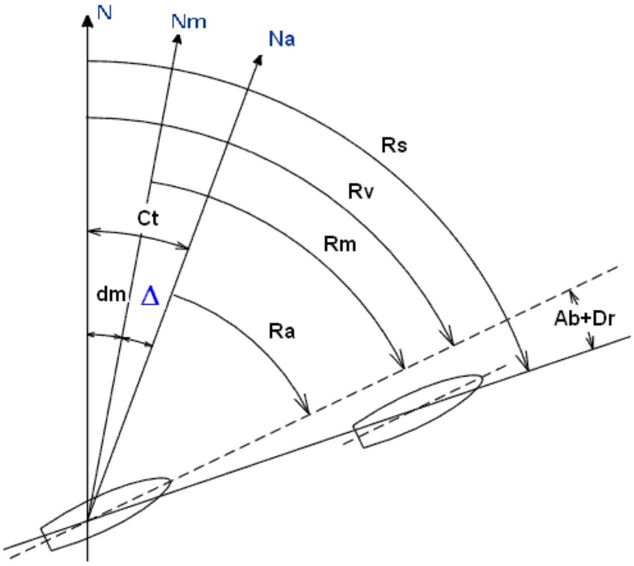
Δ Desvio

NE (+) y NW (–)

El desvío del compás magnético

El desvió del compás magnético Δ, es el ángulo que forma el meridiano magnético del lugar, es decir, el norte magnético, con el norte de aguja. Es debido a los campos magnéticos locales, generados por corrientes eléctricas, grandes estructuras de hierro, (abordo el casco metálico y los aparatos electrónicos).

$$\Delta = \text{ANG}(\text{Nm}, \text{Na})$$



Na al **E** del Nm ⇨ **Δ = (+)**

Na al **W** del Nm ⇨ **Δ = (-)**

Curva de desvío

Una vez confeccionada de la tradicional tablilla de desvíos, que indica este para cada rumbo, dado que el desvío es función únicamente del rumbo de aguja, Ra, se pueden ajustar los valores obtenidos por una curva trigonométrica de la forma que se indica.

$$\Delta = \Delta(Ra)$$

$$\Delta = A + B * \sin Ra + C * \cos Ra + D * \sin 2Ra + E * \cos 2Ra$$

Para calcular los coeficientes A, B, C, D, E, se minimiza el error entre el valor real y el de la función de ajuste:

$$S = \sum_{i=1}^{n} \left[\Delta_i - \Delta(Ra_i)\right]^2$$

$$S = \sum_{i=1}^{n} \left[\Delta_i - A - B \cdot \sin Ra_i - C \cdot \cos Ra_i - D \cdot \sin 2Ra_i - E \cdot \cos 2Ra_i\right]^2$$

$$\frac{\partial S}{\partial \lambda_r} = 0, r = 1,5$$

$$\lambda_r = A, B, C, D, E$$

Resultando un sistema de cinco ecuaciones con cinco incógnitas, que en forma matricial queda:

$$[A] = \begin{bmatrix} n & \sum \sin Ra & \sum \cos Ra & \sum \sin 2Ra & \sum \cos 2Ra \\ \sum \sin Ra & \sum \sin^2 Ra & \sum \cos Ra * \sin Ra & \sum \sin 2Ra * \sin Ra & \sum \cos 2Ra * \sin Ra \\ \sum \cos Ra & \sum \cos Ra * \sin Ra & \sum \cos^2 Ra & \sum \sin 2Ra * \cos Ra & \sum \cos 2Ra * \cos Ra \\ \sum \sin 2Ra & \sum \sin 2Ra * \sin Ra & \sum \sin 2Ra * \cos Ra & \sum \sin^2 2Ra & \sum \cos 2Ra * \sin 2Ra \\ \sum \cos 2Ra & \sum \cos 2Ra * \sin Ra & \sum \cos 2Ra * \cos Ra & \sum \cos 2Ra * \sin 2Ra & \sum \cos^2 2Ra \end{bmatrix}$$

$$\{X\} = \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{bmatrix} \qquad \{L\} = \begin{bmatrix} \sum \Delta \\ \sum \Delta * \sin Ra \\ \sum \Delta * \cos Ra \\ \sum \Delta * \sin 2Ra \\ \sum \Delta * \cos 2Ra \end{bmatrix}$$

[A]{X} = {L}

$$\begin{bmatrix} n & \sum \sin Ra & \sum \cos Ra & \sum \sin 2Ra & \sum \cos 2Ra \\ \sum \sin Ra & \sum \sin^2 Ra & \sum \cos Ra * \sin Ra & \sum \sin 2Ra * \sin Ra & \sum \cos 2Ra * \sin Ra \\ \sum \cos Ra & \sum \cos Ra * \sin Ra & \sum \cos^2 Ra & \sum \sin 2Ra * \cos Ra & \sum \cos 2Ra * \cos Ra \\ \sum \sin 2Ra & \sum \sin 2Ra * \sin Ra & \sum \sin 2Ra * \cos Ra & \sum \sin^2 2Ra & \sum \cos 2Ra * \sin 2Ra \\ \sum \cos 2Ra & \sum \cos 2Ra * \sin Ra & \sum \cos 2Ra * \cos Ra & \sum \cos 2Ra * \sin 2Ra & \sum \cos^2 2Ra \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum \Delta \\ \sum \Delta * \sin Ra \\ \sum \Delta * \cos Ra \\ \sum \Delta * \sin 2Ra \\ \sum \Delta * \cos 2Ra \end{bmatrix}$$

La matriz [A] es simétrica. Resolviendo el sistema de ecuaciones, se obtienen los cinco coeficientes.

El tener una expresión analítica de la curva de desvío permite calcular para cualquier Ra el Δ, y obtener una gráfica con los valores obtenidos.

<u>Se puede hacer la **simplificación** siguiente:</u>

Para Ra de 0º a 360º, tomado de 15º en 15º, la matriz es diagonal; Dij = 0. Entonces se cumple que:

$$A = 1/n \sum \Delta_i \qquad B = \frac{\sum \Delta_i \sin Ra_i}{\sum \sin^2 Ra_i} \qquad C = \frac{\sum \Delta_i \cos Ra_i}{\sum \cos^2 Ra_i} \qquad D = \frac{\sum \Delta_i \sin 2Ra_i}{\sum \sin^2 2Ra_i} \qquad E = \frac{\sum \Delta_i \cos 2Ra_i}{\sum \cos^2 2Ra_i}$$

A1. Ejemplo

Ra	des
0º	1.0
30º	3.0
60º	4.0
90º	4.0
120º	3.0
150º	2.0
180º	-1.0
210º	-3.0
240º	-5.0
270º	-6.0
300º	-4.0
330º	-2.0

des sin Ra	(sin Ra)2	des cos Ra	(cos Ra)2	des sin 2Ra	(sin 2Ra)2	des cos 2Ra	(cos 2Ra)2
0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0
1.5	0.3	2.6	0.8	2.6	0.8	1.5	0.3
3.5	0.8	2.0	0.3	3.5	0.8	-2.0	0.3
4.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.0	1.0
2.6	0.8	-1.5	0.3	-2.6	0.8	-1.5	0.3
1.0	0.3	-1.7	0.8	-1.7	0.8	1.0	0.3
0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	-1.0	1.0
1.5	0.3	2.6	0.8	-2.6	0.8	-1.5	0.3
4.3	0.8	2.5	0.3	-4.3	0.8	2.5	0.2
6.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	1.0
3.5	0.8	-2.0	0.3	3.5	0.8	2.0	0.3
1.0	0.3	-1.7	0.8	1.7	0.8	-1.0	0.2
28.9	6.0	4.7	6.0	0.0	6.0	3.0	6.0

Ra	des	Error
0º	1.0	0.0
30º	3.0	0.0
60º	4.0	0.0
90º	4.0	0.0
120º	3.2	0.1
150º	1.6	-0.2
180º	-0.6	-0.6
210º	-3.2	0.1
240º	-5.1	0.0
270º	-5.6	-0.1
300º	-4.4	0.1
330º	-1.8	-0.1

A =	-0.33
B =	4.81
C =	0.79
D =	0.00
E =	0.50