

NAVIGATIONAL ALGORITHMS

Cálculo analítico de la Situación por 2 Rectas de Altura



© Andrés Ruiz
San Sebastián – Donostia
43° 19' N 002° W
<http://www.gepcities.com/andresruizgonzalez>

Índice

Variables	3
Ecuación de la Recta de Altura.....	3
Posición a partir de dos Rectas de Altura Simultáneas	3
Rectas de altura no simultáneas	3
Apéndice	
A1. Algoritmo.....	5
A2. Ejemplos.....	6
A3. Software	6
A4. Código fuente	7
A5. Referencias	7

Resumen

El presente artículo describe la solución numérica del problema clásico en navegación astronómica de calcular la situación a partir de dos rectas de altura.

Se trata el caso en que las dos observaciones puedan considerarse como simultáneas, y el más general en el cual debido al tiempo transcurrido entre las dos mediciones con el sextante, hay que trasladar la primera al instante de la segunda.

© Andrés Ruiz

1999 - 2007

San Sebastián – Donostia

43° 19'N 002°W

<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez>

Variables

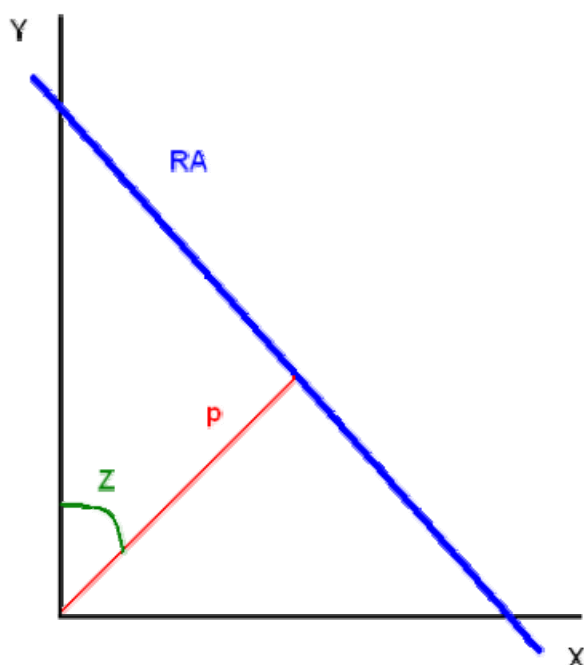
P	$p = H_o - H_c$
	Diferencia de alturas observada y calculada
Z	Azimut (circular)
B	Latitud
L	Longitud

Ecuación de la Recta de Altura

La ecuación de una recta en el plano cartesiano viene dada por:

$$y = f(x) = m x + b$$

Donde m es la pendiente de la recta, y b es la ordenada en el origen.



Recta de Altura en el plano cartesiano

De la figura se deduce la relación de m y b , con los parámetros que caracterizan a la recta de altura, RA : p y Z .

$$m = \tan(180^\circ - Z) = -\tan Z$$

$$b = p / \cos Z$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación y reorganizando términos, se llega a la ecuación de la Recta de Altura:

$$p = x \sin Z + y \cos Z$$

Posición a partir de dos Rectas de Altura Simultáneas

La posición (B, L) se puede calcular analíticamente como intersección de dos rectas de altura, tomando la posición estimada como origen de coordenadas cartesianas. El proceso no hace más que formular matemáticamente el método gráfico empleado en la carta náutica.

Si ambas son simultáneas se cumple que:

$$p_1 = x \sin Z_1 + y \cos Z_1$$

$$p_2 = x \sin Z_2 + y \cos Z_2$$

Resolviendo este sistema de dos ecuaciones se obtiene el punto (x, y) de corte entre las dos RA. La latitud y la longitud correspondientes se obtienen a partir de la posición estimada (B_e, L_e).

Si p está en millas náuticas:

$$B = B_e + y/60$$

$$L = L_e + x/60/\cos(B)$$

El proceso de cálculo se detalla en el apéndice. Los **datos necesarios** son:

- Posición estimada: B_e, L_e
- Determinante RA1: p_1, Z_1
- Determinante RA2: p_2, Z_2

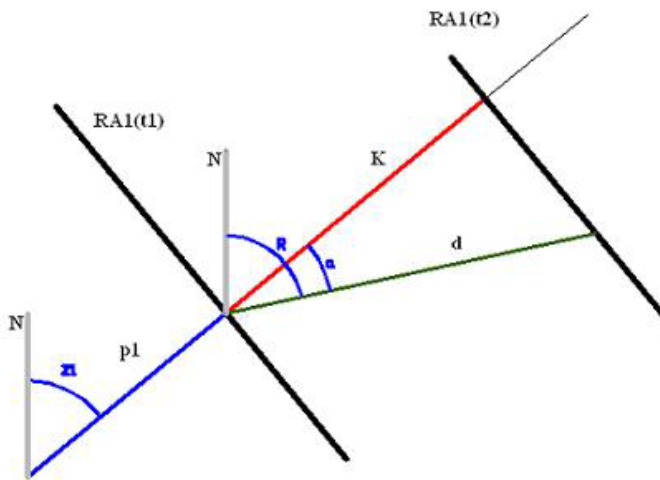
Rectas de altura no simultáneas

En el caso más general las dos rectas de altura se obtendrán para instantes de tiempo diferentes: t_1 y t_2 .

Sean R y d , el rumbo y la distancia navegada entre t_1 y t_2 . La primera recta de altura, $RA_1(t_1)$, tiene que ser trasladada al instante de la segunda observación; $RA_1(t_2)$. De esta forma la intersección de $RA_1(t_2)$ y $RA_2(t_2)$ nos da la posición.

La distancia navegada se puede calcular en función del tiempo transcurrido entre ambas observaciones y la velocidad navegada a rumbo constante:

$$d = V (t_2 - t_1)$$



Traslado de una Recta de Altura

En la figura, sea K la distancia que hay que trasladar la primera recta de altura.

$$\begin{aligned}\cos \alpha &= K/d \\ Z1 + \alpha &= R \\ K &= d \cos(R-Z1)\end{aligned}$$

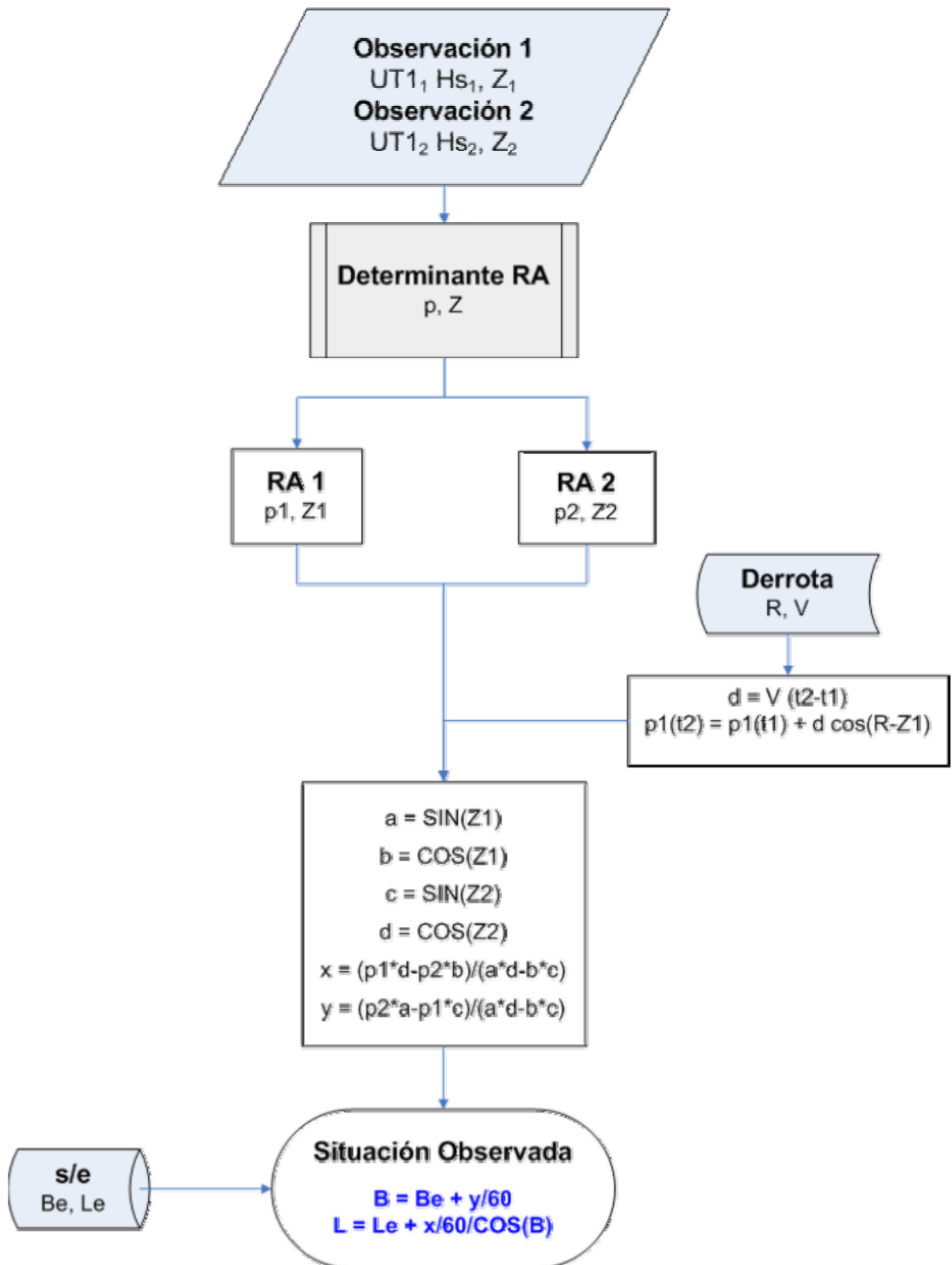
Con lo que la diferencia de alturas corregida queda: $p1(t2) = p1(t1) + K$

$$\mathbf{p1(t2) = p1(t1) + d \cos(R-Z1)}$$

Por supuesto, si ambas observaciones son simultáneas; $t1 = t2$, la distancia $d = 0$, y la diferencia de alturas no cambia.

A1. Algoritmo

Situación por dos rectas de altura



A2. Ejemplos

$B_e = 12.00$

$L_e = -17.75$

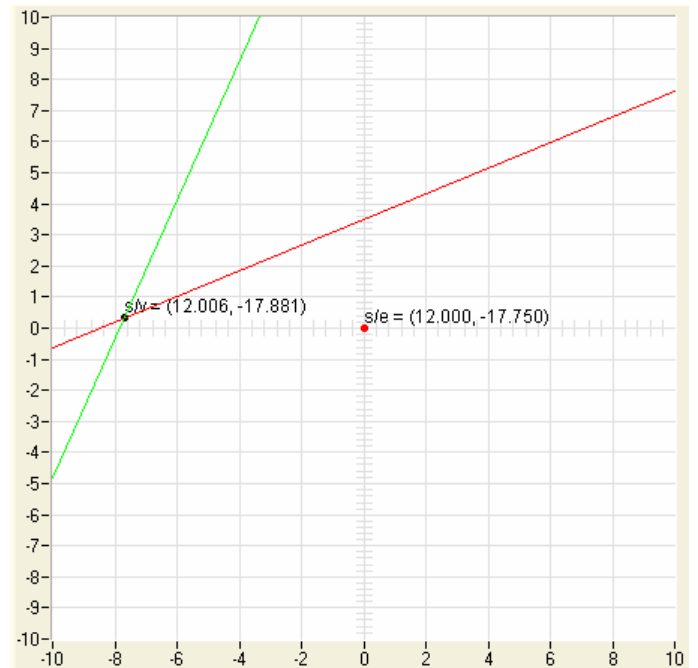
$R = 343^\circ$

$V = 0$

Z (°)	p (mn)
337.5854	3.24
294.1474	7.152

$B = 12.0056^\circ$

$L = -17.8810^\circ$



A3. Software

Almanaque Nautico

Efemerides El Sol La Luna Navegación Astronomica Rumbos Ayuda

Fecha: 05/02/2009 UT1 = 9:28:14

Cuerpo Celeste: Sol Planeta Luna Estrella Aries

Calcular Efemerides t = UT1

Date	UT1	Body	HT [m]	illum

Posición por dos Rectas de Altura

Posición Asumida en 1

$B_e = 43.31666^\circ$

$L_e = -2^\circ$

Calcular Borrar

Rectas Altura: 1 2

Z = °

p = '.

Derrota entre las dos RA

R = °

d = millas nauticas

Situación: s/e

Observación: $H_s = 0^\circ$ Parametros

Reconocimiento: Cielo visible Hc Z

Navegación: Recta Altura Insertar tmp Posicion

Se puede descargar desde el sitio web del autor.

A4. Código fuente

```

/*
FILE: 2RA.c

Posición por 2 Rectas de Altura

This file contains proprietary information of Andrés Ruiz Gonzalez
Andrés Ruiz. San Sebastian - Donostia. Gipuzkoa
Copyright (c) 1998
*/

#include <math.h>
#include "../Nav/angulos.hpp"

void Posicion2LOPSimultaneas( double Lat, double Lon, double p1, double Z1, double p2, double Z2,
                             double *B, double *L )
{
    double x, y; // [nm]

    *B = *L = 0;

    double a = SIN(Z1);
    double b = COS(Z1);
    double c = SIN(Z2);
    double d = COS(Z2);

    x = (p1*d-p2*b)/(a*d-b*c);
    y = (p2*a-p1*c)/(a*d-b*c);

    *B = Lat + y/60.0;
    *L = Lon + x/60.0/COS(*B);

    if ( *L > +180.0 ) *L -= 360.0;
    if ( *L < -180.0 ) *L += 360.0;
}

void Posicion2LOPNoSimultaneas ( double Lat, double Lon, double p1, double Z1, double p2, double Z2,
                                 double R, double D,
                                 double *B, double *L )
{
    Posicion2LOP( Lat, Lon, p1+D*COS(R-Z1), Z1, p2, Z2, B, L );
}

```

A5. Referencias

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Recta>