

LA NAVEGACION LOXODROMICA DE MAS DE 600 MILLAS

José M. García Palma
Capitán de Fragata

En la Escuela Naval aprendimos navegación y se nos enseñó las reglas para trazar las derrotas más convenientes y eficientes. En distancias cortas lo práctico es trazar los rumbos directamente en las cartas Mercator y para grandes distancias, especialmente en altas latitudes, es conveniente calcular las rutas ortodrómicas si hay una gran diferencia entre las longitudes de origen y destino.

Si no se dispone de carta *plotting* o de la carta adecuada, para distancias menores de 600 millas se puede construir una con la fórmula de la latitud aumentada en base al coseno de la latitud media.

Incluso, recuerdo que en los cálculos astronómicos que se nos exigió durante el crucero en el buque-escuela *Esmeralda* este era el método para construir la carta en la misma hoja y lo hacíamos gráficamente

Pero ahora existen las computadoras y calculadoras programables de bolsillo, algunas incluso, son especializadas en navegación y resuelven todos los problemas sin necesidad de graficar nada, y esto mismo obliga a los marinos a usarlas para incrementar su eficiencia y estar al día.

Se presenta el problema de que no todas las computadoras vienen con programas de navegación y el papel no se puede introducir en la memoria de cálculo de estas máquinas, sino que hay que introducir las relaciones que existen entre las variables y las condiciones de validez de las mismas.

Lo que antes era difícil, ahora es fácil. La navegación ortodrómica que requería de tablas especiales, ahora sólo requiere de unos cinco segundos de paciencia. Basta con introducir las coordenadas del punto de origen y destino y la máquina entrega la distancia y el rumbo de salida. Si se programa el número de puntos intermedios de la ruta o las distancias de estos tramos, la calculadora entrega rápidamente las coordenadas de estos puntos y los rumbos loxodrómicos entre ellos. En el *Manual de Navegación* están las ecuaciones esféricas que solucionan el problema, y para los que no tengan el manual a mano las incluyo en el Anexo "A".

Pero el *Manual de Navegación* no trae las ecuaciones completas para calcular la latitud aumentada, por lo que o se usa la tabla provista por la Oficina Internacional de Mónaco, lo que no es eficiente para las calculadoras, o se usa la fórmula del coseno de la latitud media, que es útil hasta para 600 millas, lo que no soluciona nuestro problema, el cual es comparar la ruta ortodrómica con la loxodrómica para decidir cuál utilizar.

Después de un análisis llegué a la conclusión que considerar la Tierra como una esfera en vez de un elipsoide no produce un gran error y simplifica enormemente los algoritmos, y para quienes se interesen los describo a continuación:

Ecuación de navegación loxodrómica

—Definiendo:

L1 = Latitud del punto de origen, en grados

L2 = Latitud del punto de destino, en grados

G1 = Longitud del punto de origen, en grados

G2 = Longitud del punto de destino, en grados

— Considerar como positiva (+) la latitud norte y la longitud este de G; negativa (-) la latitud sur y la longitud oeste de G

— La diferencia de longitud es: $Q = G2 - G1$

— Si Q es mayor de 180 grados, entonces $Q = Q - 360^\circ$

— Si Q es menor de - 180 grados, entonces $Q = Q + 360^\circ$

Lo anterior limita la diferencia de longitud a 180° hacia el este o hacia el oeste del punto, lo cual es obvio y no requiere mayor explicación.

— Si $L1 = 90^\circ$ se está en el Polo Norte y por lo tanto el rumbo siempre será sur, esto es, $R = 180$. La distancia D a navegar será:

$$D = 60 (90 - L2)$$

— Igualmente, si $L1 = - 90^\circ$ se está en el Polo Sur y entonces $R = 000$, $D = (90 + L2)60$.

Lo anterior, es conveniente definirlo para evitar errores en los cálculos, pues se introduce una división por cero en la ecuación siguiente en esas condiciones.

$$P = \text{Lg nat} \left(\frac{\text{tang} (45 + L2/2)}{\text{tang} (45 + L1/2)} \right)$$

— Si $P = 0$, $R = 90$ signo de Q

$$D = 60 \cos L1 Q$$

$$R = \text{arco tangente} \left(\frac{\pi}{180} \frac{Q}{P} \right)$$

$$D = \left| \frac{M - L}{\cos R} \right| 60$$

El emplear estas ecuaciones tiene la ventaja de que no se requiere hacer diferencia entre loxodrómica menor o mayor de 600 millas, ya que sirve para ambas.

Además, da resultados aproximados hasta en las cercanías de los polos.

ANEXO

Ecuaciones ortodrómicas

$$D = 60 * \arccos \{ \sin L1 * \sin L2 + \cos L1 * \cos L2 * \cos Q \}$$

$$R = \arccos \left\{ \frac{\sin L2 - \sin L1 * \cos D/60}{\sin (D/60) \cos L1} \right\}$$

SI $Q < 0$, entonces $R = 360 - R$

Q es la diferencia de longitudes, tal como está definida en el cálculo de la loxodrómica.

D = distancia en millas.

R = rumbo inicial.

BIBLIOGRAFIA

— Publicación IHA 3030, 2a edición, 1980.