

USO DEL RADAR A CORTA DISTANCIA

Jorge Molina Hernández *
Capitán de Corbeta (R)

INTRODUCCION

El uso de radar para obtener informaciones para maniobras en la mar, especialmente en períodos de visibilidad restringida, ha originado la opinión general de considerar superados los problemas de colisión. Sin embargo, es necesario observar que en la presentación de una pantalla del radar las dimensiones del buque propio, así como las del buque contacto, no son prácticamente consideradas, y si bien es cierto que esta omisión carece de importancia cuando se trata de contactos a gran distancia, se observará en este artículo cómo este detalle adquiere singular importancia a corta distancia con el nuevo concepto de buque virtual, que puede explicar un buen número de colisiones que han ocurrido hasta el presente, lo cual permitiría colaborar con su estudio en la prevención de futuras colisiones, fenómeno de gran importancia, especialmente en zonas de concentración de tráfico marítimo.

Nos ha parecido interesante hacer llegar a los lectores este enfoque, desarrollado en una de las clases magistrales del Capitán K.D. Jones en el Politécnico de Liverpool, considerando la trascendencia de estudios analíticos de navegación, con el fin de evitar el alto porcentaje estadístico de colisiones comprobado en estudios de la Organización Marítima Consultiva Intergubernamental (OMCI) a pesar de los avanzados y sofisticados equipos de radar existentes.

Etapas de aproximación

Para entrar en materia, vamos a considerar primeramente un encuentro teórico de tres VLCC, en que dos petroleros en línea tienen una separación entre ellos de tres esloras, interceptando al petrolero propio en ángulo recto y siendo la velocidad de todos los buques participantes de seis nudos. La figura 1a muestra la presentación de contactos para el

* PROFESOR U.T.E., Sede VALDIVIA.

buque propio y la figura 1b el movimiento relativo de esos dos contactos.

Podría suceder que nuestro petrolero tuviera una colisión secuencial con ambos contactos, a pesar del espacio existente entre ellos, pero pareciera que este tipo de situaciones no significan un gran peligro. Sin embargo, la representación rectangular de los gráficos indica la potencialidad de los buques participantes, y la distancia entre la proa del primer contacto y la popa del segundo permite la visualización del buque virtual que se presenta al buque propio, cuyas dimensiones son considerables.

Dos buques de cualquier tipo a rumbos de colisión pasarán por tres etapas definidas si no toman ninguna acción para evitarla. Pero los límites exactos de estas etapas no son precisos y su existencia más bien puede considerarse en cuanto a la reacción que ocasionarán a sus mandos, que a imprecisas cantidades de distancia o tiempo.

Estas tres etapas pueden ser clasificadas como sigue:

a. *Etapas a gran distancia.* La cual es representada por el deseo de pasar claro *maximizando el viaje*, de modo que el desvío del track establecido sea reducido al mínimo.

b. *Etapas a corta distancia.* Existente cuando la intención es *maximizar la posible distancia mínima*, sin considerar los efectos que esa acción tendrá en el viaje. La capacidad para efectuar esta maximización aun depende de la intención de los mandos participantes.

c. *Etapas extrema.* Cuando la efectividad de la acción para anular la colisión *depende de la conducta*

e intención del otro buque que participa en el encuentro. En este caso, aun cuando puede existir el intento de maximizar la distancia mínima, la capacidad para hacerlo no tendrá mayor importancia y la seguridad sólo puede lograrse con la elección de una acción conjunta de ambos buques.

Cabe agregar que las dos primeras etapas se presentan normalmente en alta mar, mientras la tercera en situaciones especiales de mal tiempo, navegación de canales o en aproximación a puerto y zonas de confluencia.

Etapas a gran distancia.

Durante esta fase de un encuentro el contacto es considerado como un punto, ya que la idea de maniobra está basada en la conducta de buques que se supone que efectuarán movimientos prudentes. Desgraciadamente, la exactitud de la información de radar es poca durante este período, lo cual está compensado en alguna forma por la tendencia de algunos oficiales a efectuar maniobras tempranas, pero limitada hasta que la distancia mínima de aproximación sea lograda con seguridad. Maniobras a gran distancia no revisten originalidad y forman parte de prácticas normales a bordo. Esta acción no se restringe, ya que sólo es necesaria ante la evidencia de colisión, lo cual no es el caso; y realmente son efectuadas en un sentido superficial o para lograr una ventaja estratégica, más bien que para evitar una colisión, por lo que no da origen a una doctrina de maniobra. Con buena visibilidad, el buque puede considerarse en esta etapa obligado o beneficiado por el reglamento de choques y abordajes, lo mismo que al existir mala visibilidad, ya que

puede tomar la acción recomendada para perfeccionar el paso seguro. Durante esta etapa hay una amplia área de maniobras, sea cual fueren las obligaciones impuestas por el riesgo de navegación o las condiciones de tráfico. En este aspecto, puede observarse que encuentros de este tipo a veces nunca son experimentados.

Etapa a corta distancia.

La distancia exacta o tiempo en que el buque traspasa el límite de corta distancia no pueden ser definidos, pero ese límite puede relacionarse al cambio en la política de maniobras. No hay libre área de maniobras, ya que hay existencia de otros riesgos de navegación; por ejemplo, la proximidad de otros buques en el área. Las reglas de gobierno son ahora definidas sobre las obligaciones del buque propio en forma más o menos clara, así que puede ser necesario continuar la navegación y esperar consecuencias de la acción del contacto. En esta etapa, aunque se puede obtener una apreciación muy precisa del movimiento entre los buques participantes, no es posible o permitido explotar ese inteligente beneficio. Pero en esta fase no es razonable ignorar aun las dimensiones de los buques participantes o sus características condiciones de maniobra. Estas maniobras son esencialmente tácticas y frecuentemente dependen de la exacta contribución de la intención del contacto para su éxito. La ayuda que se logra consiste, generalmente, en maximizar la distancia mínima y no debe considerarse la utilidad del viaje; entretanto, la seguridad inmediata está dada por el buen criterio de maniobras.

Etapa extrema.

En este caso, la definición exacta de su límite es difícil. En alta mar dos buques a gran velocidad con un agudo rumbo de interceptación, la aproximación puede mantenerse durante una larga distancia, en tanto que en canales estrechos esta situación puede existir continuamente. Quizás un medio de definir este límite se base en la identificación del punto cuando las dos áreas de maniobra varíen rápidamente, debido a las caídas violentas de los dos buques participantes. Alternativamente, se puede considerar la existencia de este límite cuando cualquiera de los buques crea que solamente una determinada acción de escape será un éxito, si no hay una contradictoria acción del contacto, lo cual implica que la situación ha pasado el punto que permita al buque propio la elección de una acción con la cual se logre una consecuencia segura, sin considerar cualquiera acción que sea tomada por el contacto. En cualquier caso, la definición parece depender de si el buque propio será capaz de identificar los mayores valores críticos, que son función de la capacidad de maniobra de ambos buques. En esta etapa puede haber la intención de maximizar la mínima distancia, pero en la práctica el escapar con seguridad y la distancia mínima son inevitablemente aceptadas a cambio de un menor riesgo durante la interceptación. En la fase final de la etapa extrema, la intención puede ser simplemente disminuir el daño o intentar una maniobra que haga la inevitable colisión menos peligrosa.

El buque virtual y la influencia del tamaño de los buques a corta distancia.

En la etapa a gran distancia la aproximación teórica supone que los dos buques son puntos solamente, o en caso de buques de gran tamaño alcanzarían a ser representadas por un círculo alrededor del contacto de radar. Si este círculo de peligro es suficientemente grande, sería razonable discutir el problema en detalle.

Por ejemplo: cuando los tracks de dos buques se interceptan y sus dimensiones físicas y velocidades son conocidas, puede demostrarse que hay franjas de posibles posiciones en las cuales el contacto parece relacionado al buque propio y puede originarse una colisión. El mayor avance límite de esta franja está definido por la posición inicial del track del buque propio y evita el choque oblicuo de la proa del buque propio con la popa del contacto (fig. 2a). El otro extremo es definido por la posición inicial de la proa del contacto, lo cual permitiría pasar clara la popa del buque propio en el instante en que la proa del contacto llega a la intersección (fig. 2b).

Volviendo a la figura 1b, se muestra que la franja de posiciones del contacto es considerable y que la distancia entre sus límites puede ser mucho mayor que un contacto propiamente tal. Entonces, es razonable suponer para cualquier encuentro que si el buque propio es considerado como un punto, el contacto debe ser interpretado como un buque virtual cuyas dimensiones son determinadas por el ángulo de intersección de los rumbos, la razón entre las velocidades y las dimensiones de los buques; y esa sería la forma de determinar el diámetro del círculo que hay que evitar.

La figura 3 muestra la forma cómo las dimensiones del diámetro del círculo peligroso que representa al contacto deben variar con la velocidad relativa y el ángulo de intersección para pésimas condiciones.

Dimensiones de un buque virtual.

Suponiendo cascos rectangulares, en la figura 4 existen los siguientes componentes:

θ = ángulo de intersección, cuando $0 < \theta < \pi$

$L_{a,b}$ = eslora de los buques

$B_{a,b}$ = manga de los buques

$V_{a,b}$ = velocidad de los buques

$K1$ = tiempo de A cruzándose al buque B

$K2$ = tiempo de B cruzándose al buque A.

Caso 1:

Cuando $\theta > \pi/2$, el tiempo para A al cruzar el track de B, proa en N hasta la popa en T, será:

$$K1 = \underbrace{\frac{L_a}{V_a}}_a - \underbrace{\frac{B_a}{V_a} \cotg \theta}_b + \underbrace{\frac{B_b}{V_a} \operatorname{cosec} \theta}_c$$

siendo $b = -a \cotg \theta$

$$a = \frac{B_a}{V_a}$$

$$\text{luego, } b = -\frac{B_a}{V_a} \cotg \theta$$

y en igual forma se obtiene que

$$c = \frac{B_b}{V_a} \operatorname{cosec} \theta$$

Similarmente, para B al cruzar el track de A, tenemos:

$$K2 = \frac{L_b}{V_b} - \frac{B_b}{V_b} \cotg \theta + \frac{B_a}{V_b} \operatorname{cosec} \theta$$

En este caso la colisión puede ocurrir si cualquier parte de uno de los buques se presenta en el camino del otro simultáneamente. Es evidente que el riesgo de colisión durará un período K_t , cuando $K_t = K_1 + K_2$.

Si la velocidad relativa del contacto es V_R , esto indica que la proa del contacto podría ser representada durante un largo recorrido por una línea $V_R K_t$ en la distancia medida en la demarcación de colisión, o que el contacto podría tener una distancia virtual $V_R K_t + L_b$ sobre la pantalla de radar.

Cuando el contacto se aproxima a corta distancia, el eco podría ser visto como un riesgo de colisión aunque la demarcación pareciera estar cambiando. Esto podría ser el caso presentado en la figura 5, donde la comparación del aspecto del eco al plotear su movimiento relativo da una indicación de pasar a muy corta distancia, siendo entonces la colisión considerada probable.

Es evidente que todos los ecos situados en un sector de colisión deben ser considerados como un riesgo de que ello ocurra. En otros casos, cuando $0 < \theta < \pi/2$, el período de riesgo es más dependiente sobre cualquier buque que sea más rápido y la alternativa del valor de K_t será su consecuencia.

Caso 2:

Si el buque que cruza a otro es más rápido, la componente de su velocidad a lo largo del rumbo del buque propio debe ser suficiente para aclarar del track, aunque sea un cruce parcial cuando el buque propio llega a la línea de daño nominal N . Si $V_a < V_b \cos \theta$ y la proa del buque A llega a N cuando la popa de B pasó M , entonces no habrá chance de colisión; pero si la

proa de A llega a N antes de tiempo, la colisión entonces puede ocurrir. Lo anterior define el primer límite y el último límite se obtiene a la llegada de la proa de B hasta S , cuando la popa de A esté clara de T , como lo indica la figura 6a.

Caso 3:

Cuando la componente de velocidad del buque B en la dirección del rumbo del buque A es mayor, entonces $V_a > V_b \cos \theta$. Así, A efectivamente alcanza a tener contacto con B ; se hace necesario entonces un mayor ajuste del período de riesgo. Esto es posible estableciendo el primer límite al imaginar la popa de B en la línea R cuando la proa del buque A alcance la línea N . Durante este tiempo el extremo de proa-babor de A alcanza el track de B , pero la popa de B habrá alcanzado a cruzar. Con lo anterior se logra el primer límite y la popa de B debe mantener clara la línea de avance de A cuando la proa de A llegue a T . El límite final se logra con otra consideración, que es cuando V_a es mayor que $V_b \cos \theta$, y la situación se aclarará si la proa de B llega a M cuando la popa de A cruce la línea N , como lo indica la figura 6b anterior.

Rumbos para anular el buque virtual.

Siguiendo el análisis del tamaño del buque virtual, es interesante observar que cuando las maniobras son a corta distancia no hay un rumbo exacto que sea peligroso, pero eso sí que existirá un sector considerable en que se podría ocasionar la colisión de una parte de uno de los buques con alguna parte del otro.

La influencia de las características de maniobra en corta distancia.

Aunque las dimensiones del buque virtual pueden requerir de una maniobra que sea mucho mayor que la que podría suponerse del análisis anterior, si la maniobra se ha hecho con el contacto a gran distancia hemos visto que poco se puede decir sobre el no considerar la dimensión virtual. Efectivamente, en la mayoría de los casos de errores de radar, el buque virtual podría igualar o causar gran dificultad al producirse otro error de cálculo debido al tamaño de los buques. Tampoco en casos a gran distancia es necesario tomar en cuenta el factor tiempo para efectuar la maniobra. Particularmente, en los cambios de rumbo deben considerarse los efectos de la caída en la mayoría de los casos.

Sin embargo, si la maniobra se atrasa hasta que el contacto esté mucho más cerca, entonces las consecuencias reales pueden ser ocasionadas no solamente por las dimensiones del buque virtual, sino también por el problema de la posible maniobra del otro buque, lo cual alteraría toda posible solución. La razón del atraso de la maniobra hasta corta distancia puede ocasionarse debido a un buen número de influyentes factores, tales como el dilema de mantener el rumbo del buque propio aplicando el Reglamento Internacional de Choques y Abordajes de 1972. Este reglamento indica mantener el rumbo y velocidad para permitir la acción evasiva del otro buque, pero si ese buque no toma una acción adecuada no se podrá evitar la colisión.

Es importante deducir que son discutibles las responsabilidades de mantener el rumbo y velocidad, considerando la evaluación de las caracte-

terísticas de maniobra no sólo del buque propio, sino también del otro buque contacto, al que debe darse paso seguro. También esto requiere la mantención del rumbo y velocidad a diversas distancias durante la aproximación, lo cual en la práctica requiere diferentes consideraciones. Primero, hay que definir la corta distancia a la cual el buque propio puede efectuar una maniobra evasiva, sin considerar la peligrosa acción que debe tomar el otro buque para ceder el paso, y luego hay que definir la distancia a la cual el buque propio puede escapar cuando el contacto mantiene su rumbo y velocidad. Pero el evidente peligro que se presenta en estos casos solamente puede anularse con la acción conjunta de ambos buques; en caso contrario la colisión toma el carácter de inevitable y las maniobras deben ser entonces para reducir los daños, más que para anular la colisión. Esto último requiere de un procedimiento totalmente distinto, ya que consiste en reducir el efecto de la colisión al mínimo posible, tratando de reducir lo que se pueda la velocidad y presentar la sección más reforzada o menos peligrosa a los efectos del impacto.

Conclusión.

Considerando este incompleto enfoque en el uso de radar a corta distancia, es posible que se hayan expuesto aspectos demasiado teóricos en relación a las reales prácticas marineras de maniobra. Sin embargo, la conclusión más importante que se puede obtener es lo fundamental del contacto virtual en el uso práctico de radar, lo que requiere la maniobra conjunta de dos buques a rumbo de colisión para evitar sus efectos, y con ello se plantea la discusión del reglamento internacional en vigencia, teniendo como único objeto la obtención de una disminución de riesgos en la mar.

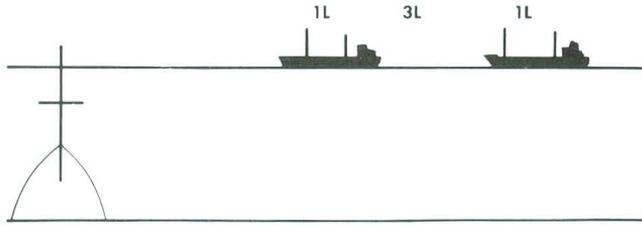


Fig. 1a.

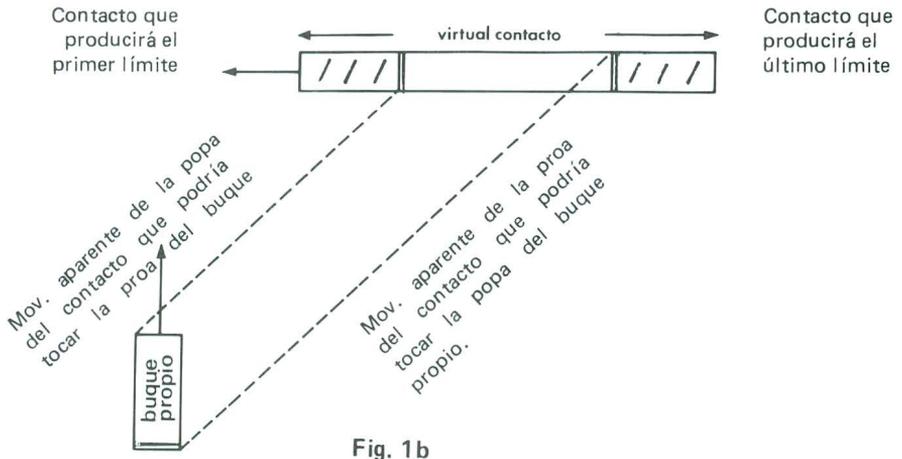


Fig. 1b

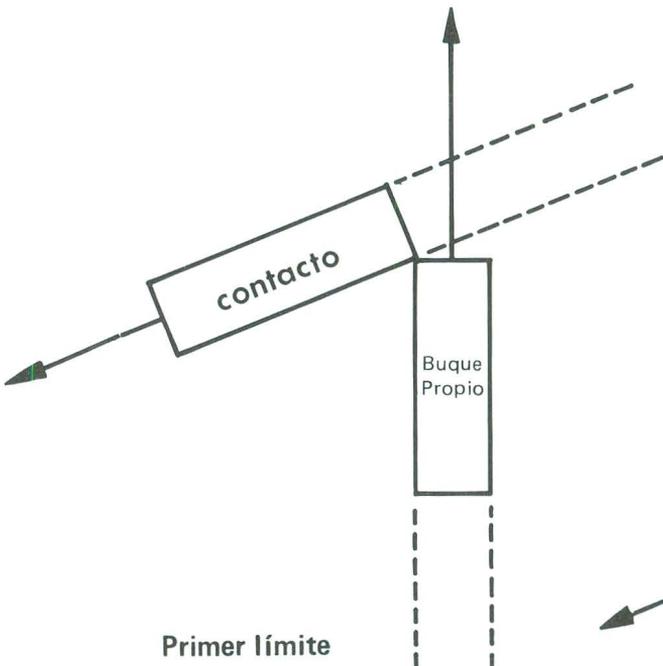


Fig. 2a

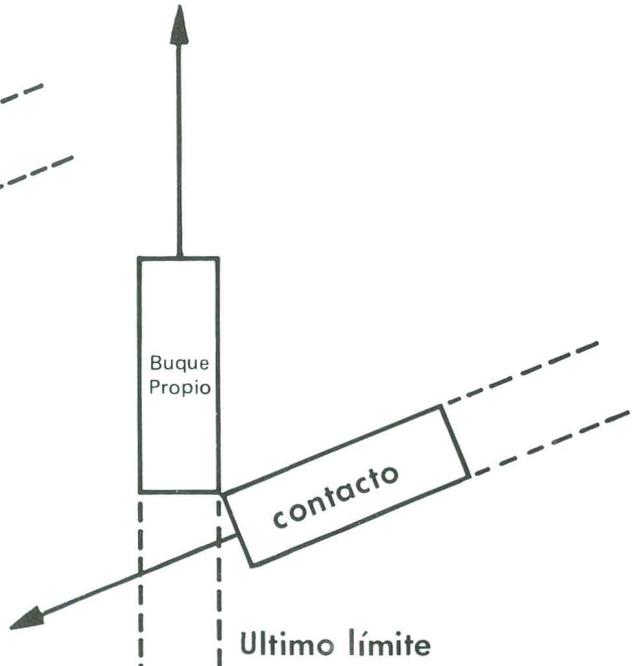
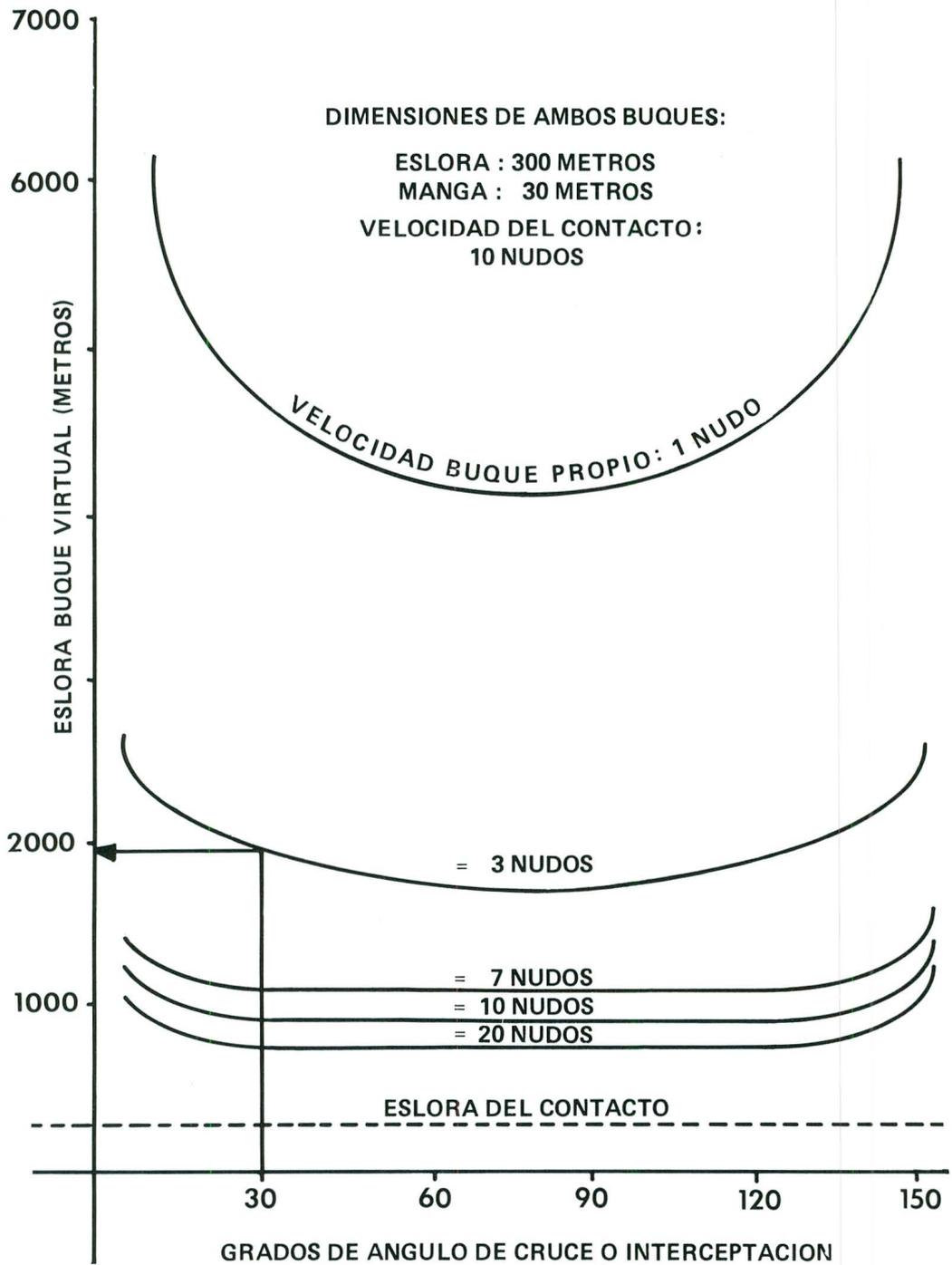


Fig. 2b



Ejemplo: Eslora buque virtual es 2.000 mts. cuando el ángulo de interceptación es 30° y la velocidad del buque propio es de 3 nudos.

Fig. 3

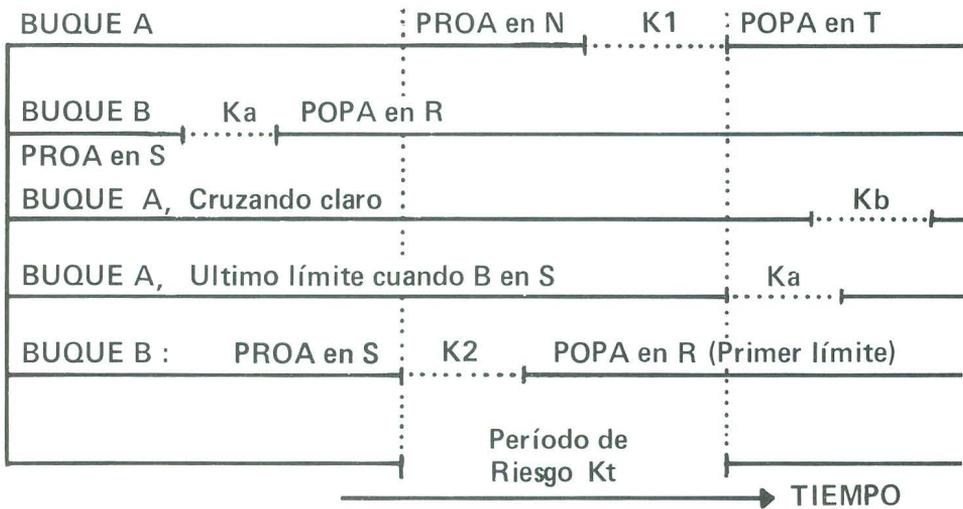
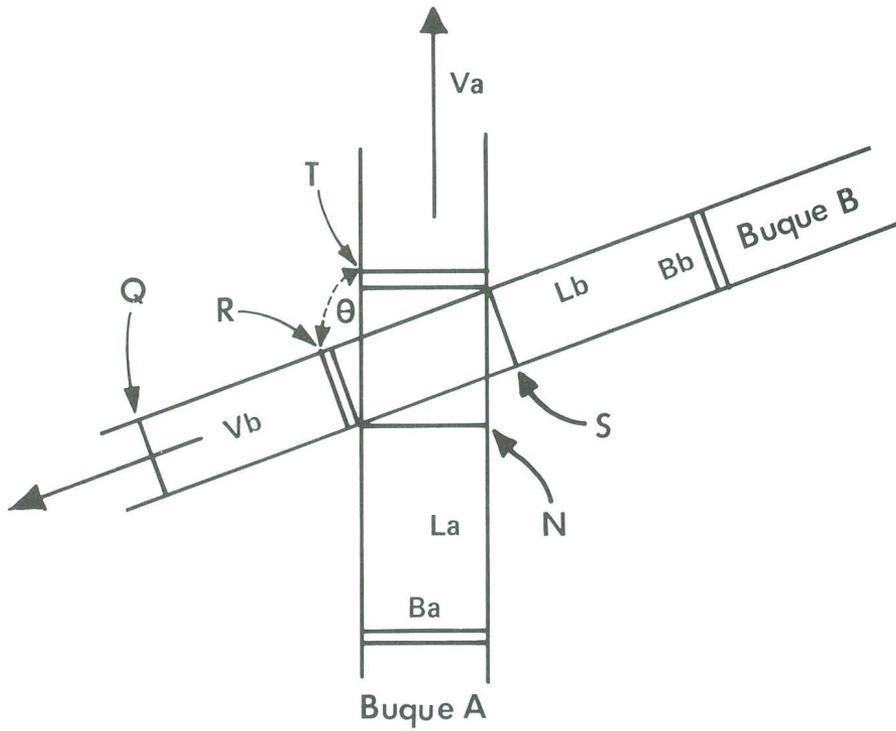


Fig. 4

Período de Riesgo cuando $\theta > \pi / 2$

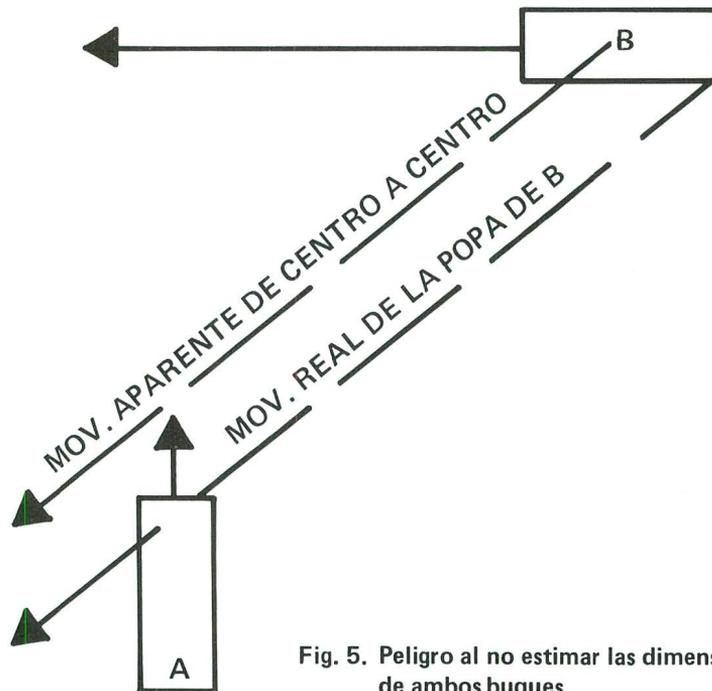
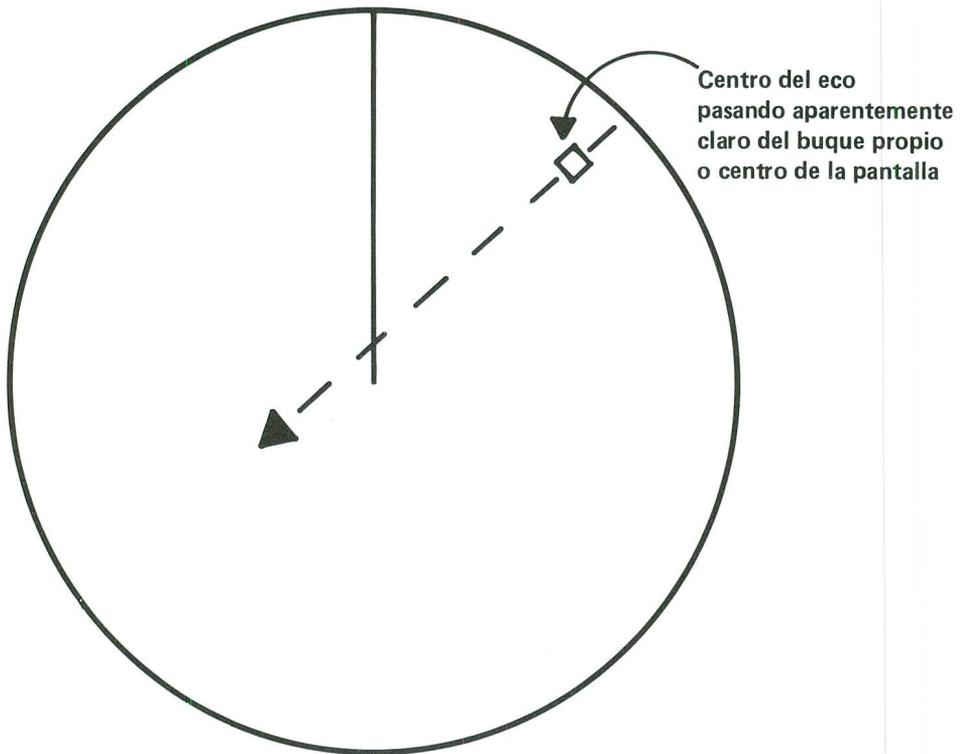
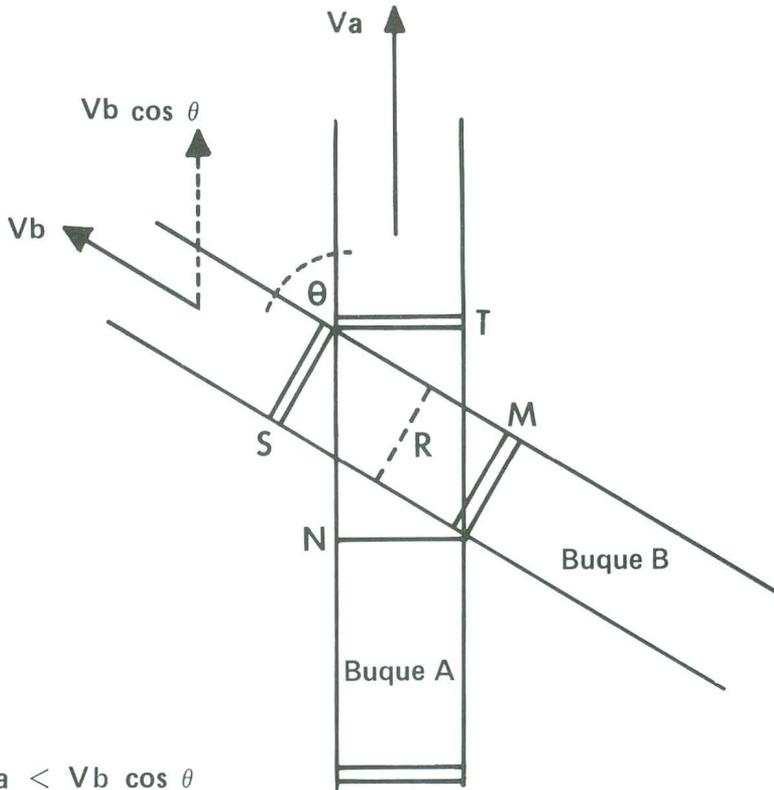
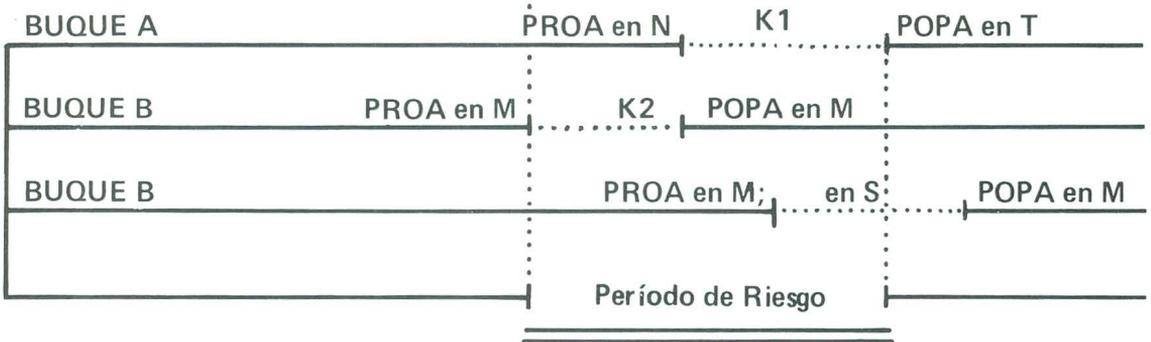


Fig. 5. Peligro al no estimar las dimensiones de ambos buques.



(a) Cuando $V_a < V_b \cos \theta$



(b) Cuando $V_a > V_b \cos \theta$

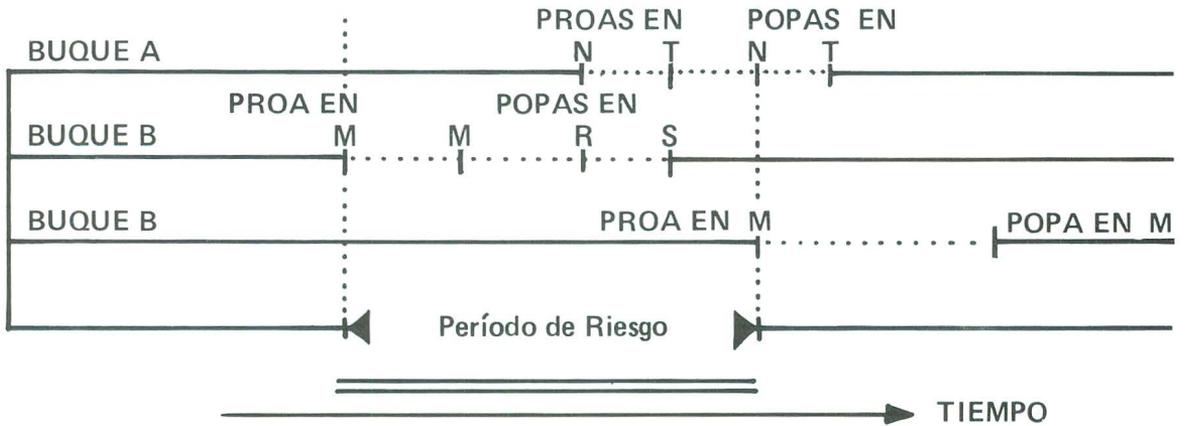


Fig. 6. Períodos de Riesgo cuando $\theta < \pi/2$