

6

DETERMINAÇÃO DA POSIÇÃO POR MARCAÇÕES SUCESSIVAS

6.1 CONCEITOS PRELIMINARES

No estudo das técnicas da navegação costeira foi abordada a determinação da posição por **linhas de posição** (LDP) simultâneas. Foi visto que, embora na maioria das vezes as LDP não sejam realmente simultâneas, procura-se tornar o intervalo de tempo entre elas o mínimo possível, de modo que, na prática, as linhas de posição possam ser consideradas simultâneas.

Entretanto, há ocasiões em que navega-se ao longo de uma costa onde só é possível identificar, de cada vez, um único **ponto notável** representado na Carta Náutica. Nessas situações, pode-se determinar a posição do navio (ou embarcação) utilizando-se duas **linhas de posição** obtidas em instantes diferentes.

Para isso, aplica-se a técnica de **determinação da posição por LDP sucessivas**, isto é, com um **intervalo de tempo** considerável entre elas. Neste caso, conhecendo o intervalo de tempo decorrido entre as duas linhas de posição, a **velocidade** do navio e o seu **rumo verdadeiro**, pode-se determinar a **distância percorrida** entre as observações, em uma **direção conhecida** (o rumo verdadeiro), e, então, **transportar** a primeira LDP para o instante da segunda, obtendo a **posição por LDP sucessivas**.

A determinação da posição por LDP sucessivas utiliza os conceitos da **navegação estimada**, estudada no Capítulo anterior. Neste Capítulo será estudada a técnica de determinação da posição por LDP sucessivas aplicada à **navegação costeira**. Entretanto, os conceitos formulados, especialmente os relativos ao **transporte de LDP**, aplicam-se a outros tipos de navegação, em particular à **navegação astronômica**, conforme será visto no Volume II.

6.2 TRANSPORTE DE UMA LINHA DE POSIÇÃO

Uma **linha de posição** resultante de uma observação feita em determinado instante t , pode ser traçada novamente em um instante t' , posterior a t . Para tanto, usa-se **transportar**, como se diz, a LDP do instante t para o instante t' .

Para o transporte de uma linha de posição, é necessário conhecer o rumo verdadeiro e a distância navegada no intervalo de tempo $(t' - t)$. Esta distância percorrida poderá ser obtida por meio do odômetro ou pelo produto da velocidade pelo tempo.

É importante salientar o significado real do transporte de uma LDP, ou seja: se no instante t um navio estava sobre uma LDP e, a partir deste instante, tiver navegado, durante um tempo Δt , uma certa distância d , sobre um rumo R , no instante $t' = (\Delta t + t)$ estará sobre a mesma LDP deslocada da mesma distância d , segundo o mesmo rumo R .

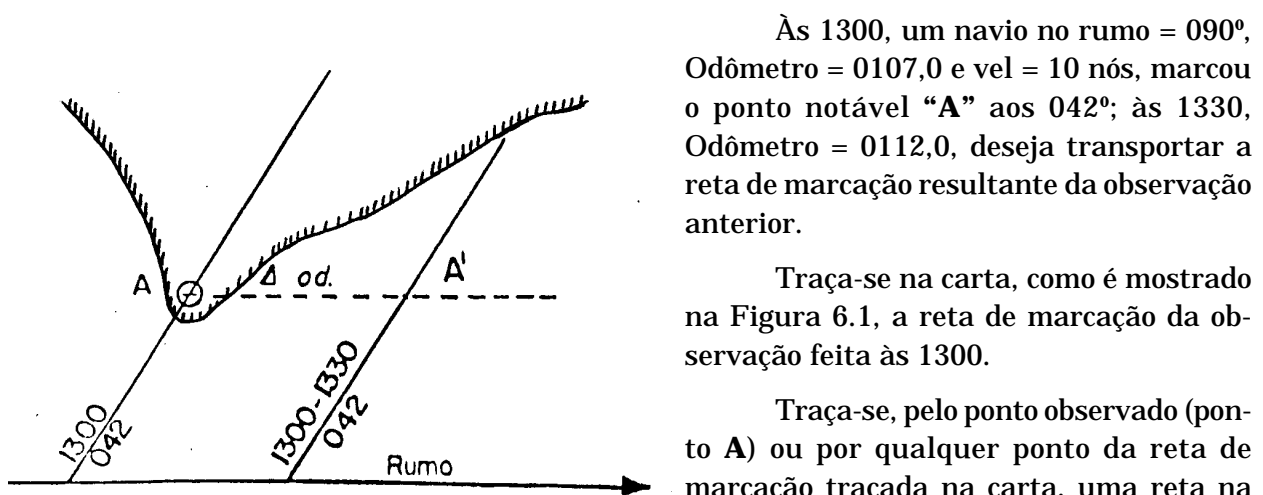
Identifica-se a linha de posição transportada repetindo-se a identificação da LDP original e anotando-se o instante t' , em seguida ao instante t . Como vimos, para o transporte de uma linha de posição é necessário conhecer o rumo e a distância navegados no intervalo de tempo $\Delta t = t' - t$ (Figura 6.1).

É preciso notar que, durante este intervalo de tempo $(\Delta t = t' - t)$, o navio (ou embarcação) pode ter o seu rumo e velocidade alterados por ação da corrente, vento, estado do mar (ação das vagas), erros do timoneiro, etc. Assim, o transporte de linhas de posição é um processo estimado, devendo ser evitado, na navegação costeira, transporte de LDP com diferenças de tempo superiores a 30 minutos.

Embora qualquer LDP possa ser transportada, o nosso estudo se limitará aos casos mais comuns das **retas de marcação** e de **alinhamentos**.

O transporte de uma **reta de marcação** está ilustrada na Figura 6.1.

Figura 6.1 – Transporte de LDP – Reta de Marcação



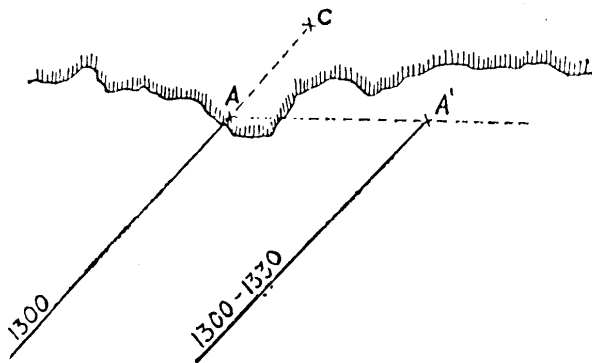
Às 1300, um navio no rumo = 090° , Odômetro = 0107,0 e vel = 10 nós, marcou o ponto notável “A” aos 042° ; às 1330, Odômetro = 0112,0, deseja transportar a reta de marcação resultante da observação anterior.

Traça-se na carta, como é mostrado na Figura 6.1, a reta de marcação da observação feita às 1300.

Traça-se, pelo ponto observado (ponto A) ou por qualquer ponto da reta de marcação traçada na carta, uma reta na

direção do $R = 090^\circ$. Sobre esta reta, marca-se a distância percorrida entre 1300 e 1330, que a diferença de leituras do odômetro indicou ser de 5 milhas. Do ponto obtido, traça-se uma reta paralela à marcação inicial. Obtém-se, assim, uma reta de posição às 1330, que nada mais é que a marcação de 1300 transportada para 1330.

Figura 6.2 – Transporte de LDP – Alinhamento



Se, em vez de marcar um ponto, o navio tivesse cruzado um alinhamento, o transporte da **reta de alinhamento** seria igual ao feito para a **reta de marcação**, conforme mostrado na Figura 6.2.

6.3 POSIÇÃO POR MARCAÇÕES SUCESSIVAS

6.3.1 INTRODUÇÃO

Na determinação da posição do navio (ou embarcação) por **marcações sucessivas**, as **linhas de posição** usadas ou são **retas de marcação transportadas** ou são **retas de marcação** resultantes de **marcações polares** que satisfazem condições especiais.

Nestes casos, três situações podem ocorrer:

- Dois marcações** de um **mesmo objeto**, tomadas com um **intervalo de tempo** entre elas.
- Dois marcações** de **objetos diferentes**, tomadas com um **intervalo de tempo** entre elas.
- Uma **série de marcações** de um mesmo objeto.

6.3.2 POSIÇÃO POR DUAS MARCAÇÕES DE UM MESMO OBJETO, TOMADAS COM UM INTERVALO DE TEMPO ENTRE ELAS

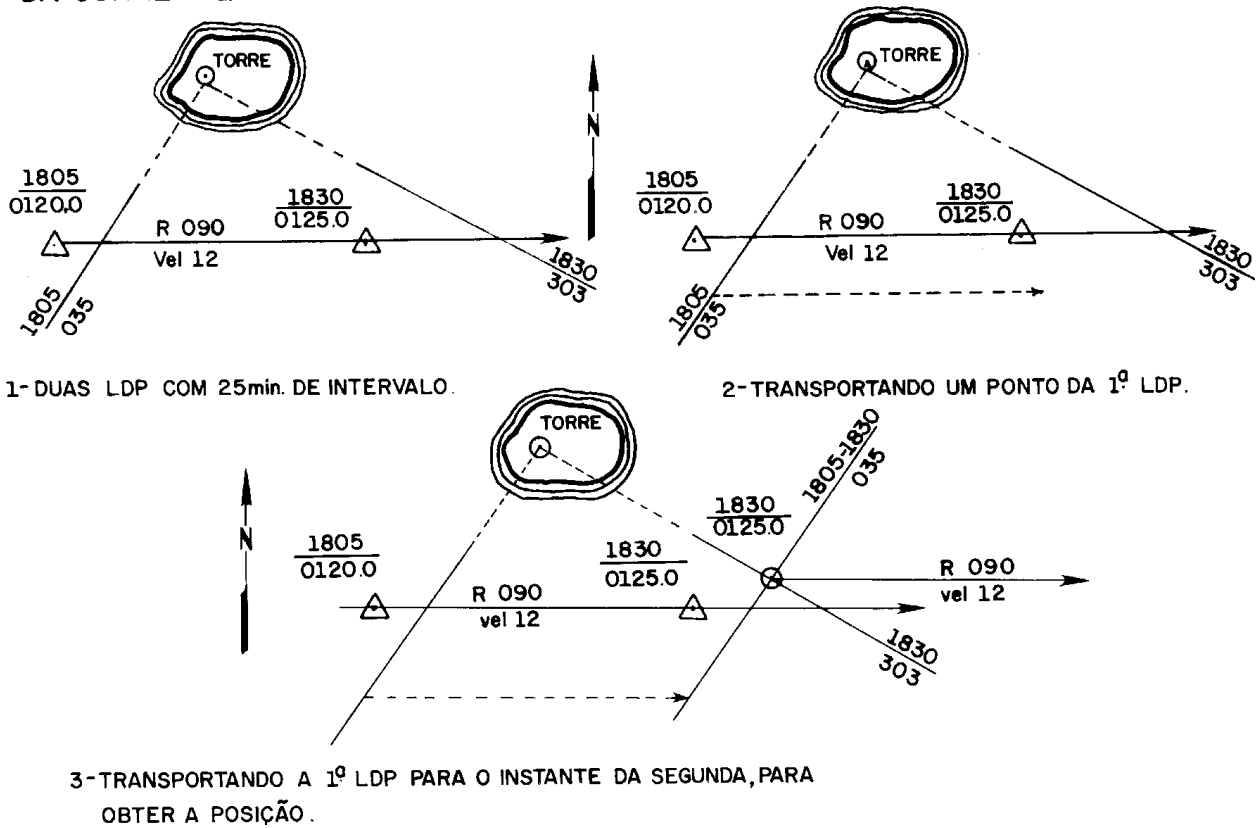
Se duas LDP são obtidas em tempos diferentes, a posição do navio (ou embarcação) no instante da segunda observação pode ser determinada, transportando-se a primeira linha de posição para o instante em que se obteve a segunda. O ponto de interseção da **Segunda LDP** com a **LDP transportada** é a **posição do navio no instante da Segunda observação**. O processo está detalhadamente explicado na Figura 6.3.

OBSERVAÇÕES:

- Quando se usa este método, normalmente não se leva em consideração o efeito da corrente sobre o movimento do navio (ou embarcação) no intervalo de tempo entre a primeira e a segunda marcação. Por isto, devem ser evitados intervalos de tempo superiores a **30 minutos** entre as marcações. Ademais, é necessário que o navegante tenha sempre em mente que a determinação da posição por marcações sucessivas constitui um processo aproximado, melhor que a **navegação estimada** pura, porém menos preciso que uma boa **determinação de posição por LDP simultâneas**.

Figura 6.3 – Posição por marcações sucessivas

DUAS MARCAÇÕES DE UM MESMO OBJETO, DESCONHECENDO-SE OS ELEMENTOS DA CORRENTE



b. Assim, este método apresenta melhores resultados quando se conhece uma posição observada não muito distante do ponto em que se fez a primeira marcação e em uma área onde a corrente não seja muito significativa.

DUAS MARCAÇÕES DE UM MESMO OBJETO, COM MUDANÇA DE RUMO E VELOCIDADE NO INTERVALO

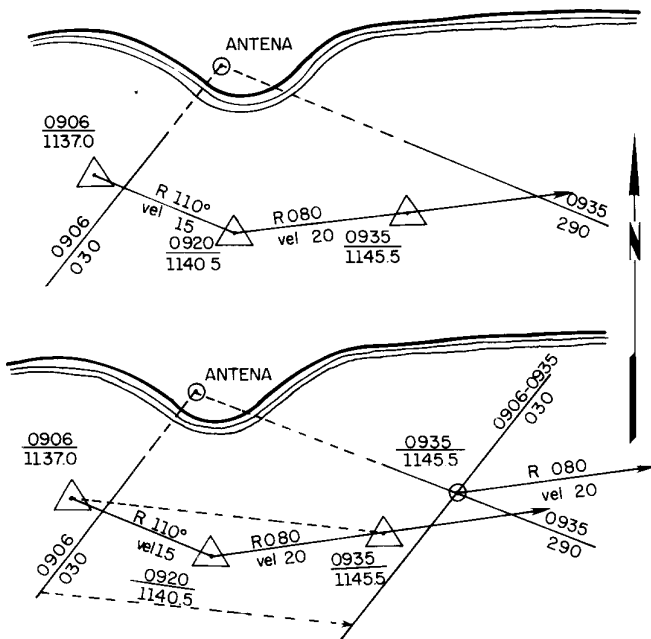
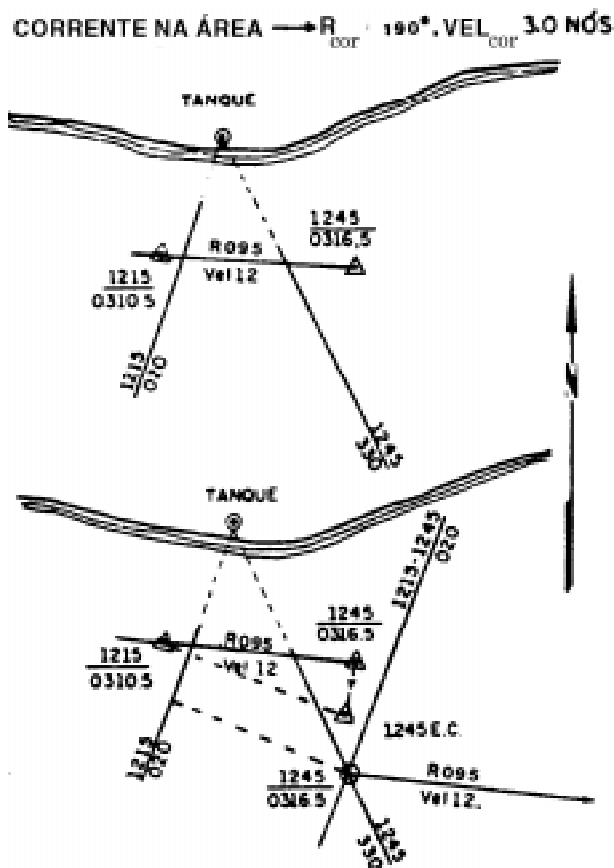


Figura 6.4 – Posição por marcações sucessivas com mudanças de rumo e velocidade

c. Se houver mudança de **rumo**, de **velocidade** ou de **ambos** no intervalo de tempo entre as duas LDPs, o processo é o mesmo, bastando que se unam as **posições estimadas** do navio nos instantes correspondentes às duas LDP e se avance a primeira LDP numa direção paralela à linha obtida unindo-se as duas posições, como mostrado na Figura 6.4.

- d. Conhecendo-se os **elementos da corrente** na área, deve-se aplicá-los ao movimento do navio entre as duas LDP, a fim de aumentar a precisão da **posição por marcações sucessivas**. O processo de obtenção da posição por marcações sucessivas conhecendo-se os elementos da corrente está ilustrado na Figura 6.5, onde o navio governava no rumo 095° , velocidade 12 nós. A **corrente** era estimada em $R_{cor} = 190^\circ$, $vel_{cor} = 3.0$ nós.

Figura 6.5 - Posição por marcações sucessivas conhecendo-se os elementos da corrente



- Às 1215 horas (Odômetro 0310.5) um **tanque** notável (caixa-d'água), representado na carta, foi marcado aos $M_V = 020^\circ$.
- Às 1245 horas (Odômetro 0316.5) o mesmo **tanque** foi marcado aos $M_V = 330^\circ$.
- Determinar a posição às 1245, levando em conta a corrente estimada.

Solução:

Após plotar as duas LDP e as posições estimadas nos instantes correspondentes, aplica-se à posição estimada no instante da segunda observação o efeito da corrente no intervalo de tempo entre as duas observações (no caso em pauta, 30 minutos). Obtém-se, assim, a posição estimada corrigida no instante da segunda observação.

Une-se, então, a posição estimada no instante da primeira LDP à posição estimada corrigida correspondente à segunda LDP.

Em seguida, basta avançar a primeira LDP em uma direção paralela à linha obtida, de uma distância igual à distância que separa as duas posições, conforme mostrado na Figura 6.5.

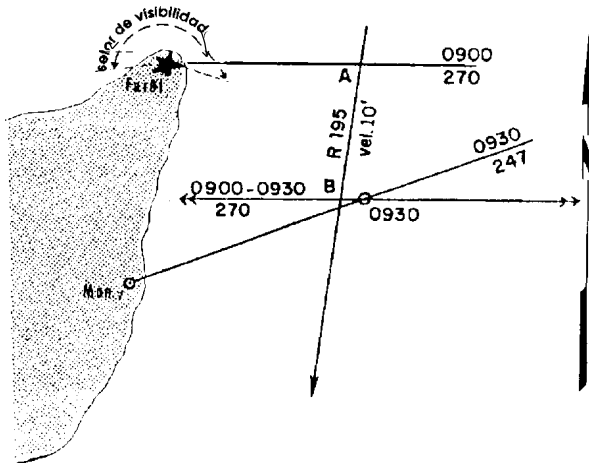
O ponto em que a primeira LDP, transportada, cruza com a segunda LDP será a posição do navio às 1245.

6.3.3 POSIÇÃO POR DUAS MARCAÇÕES DE OBJETOS DIFERENTES, TOMADAS COM INTERVALO DE TEMPO ENTRE ELAS

Nem sempre é possível observar-se o mesmo ponto durante um intervalo de tempo tal que permita a utilização do método anteriormente explicado.

Se tivermos dois pontos notáveis representados na carta, mas que não possam ser observados simultaneamente, é possível determinar-se a **posição por marcações sucessivas**, mesmo tratando-se de objetos diferentes, tal como mostrado nas Figuras 6.6 e 6.7.

Figura 6.6 - Posição por marcações sucessivas de pontos diferentes



Na Figura 6.6, às 0900 horas um navio no **rumo verdadeiro** 195°, velocidade 10 nós, marcou o farol aos $M_V = 270^\circ$, pouco antes de ele se ocultar. Às 0930 horas, mantendo rumo e velocidade, marcou o monumento aos $M_V = 247^\circ$.

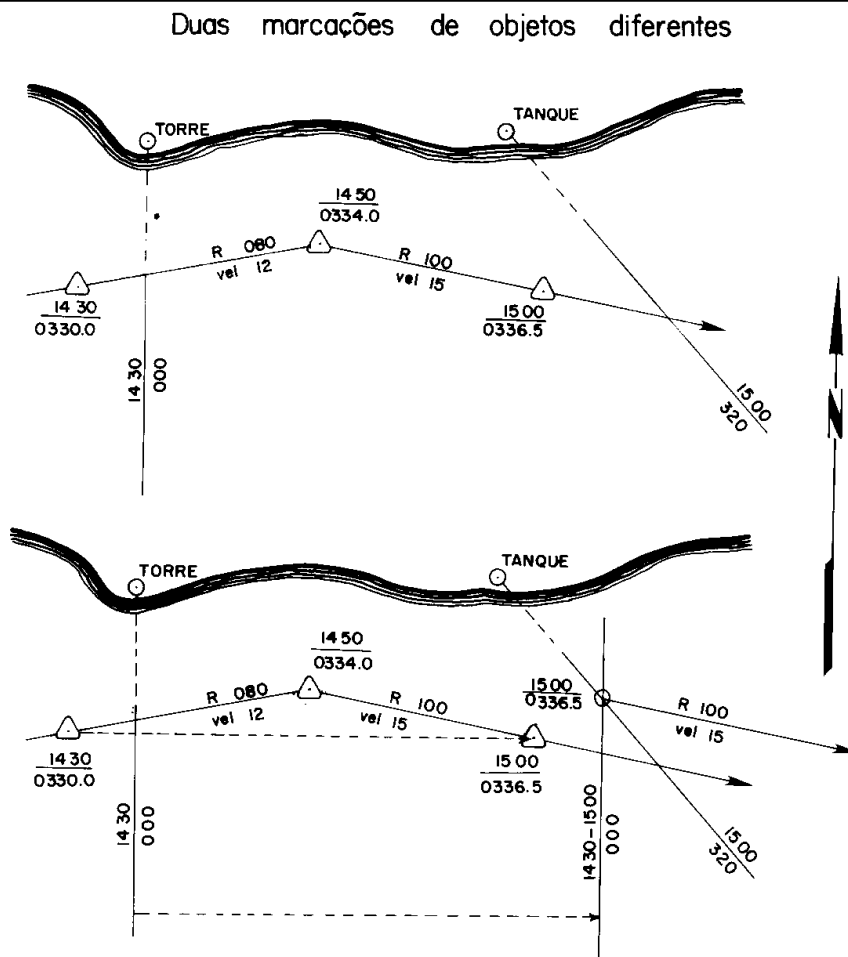
Determinar a posição do navio às 0930 horas.

Solução (acompanhar na Figura 6.6):

- Traçar a LDP de 0900 (para o farol) e a LDP de 0930 (para o monumento).
- Transportar a LDP de 0900 para 0930, avançando-a, no **rumo verdadeiro** 195°, de uma **distância** igual a $AB = 5$ milhas (distância navegada em 30 minutos, na velocidade de 10 nós).
- A posição de 0930 estará no cruzamento da **LDP de 0930** com a **LDP transportada**.

A figura 6.7 mostra a posição determinada por duas marcações sucessivas de objetos diferentes, havendo mudança de rumo e velocidade no intervalo de tempo entre as duas LDP.

Figura 6.7 - Posição por marcações sucessivas de objetos diferentes



6.3.4 POSIÇÃO POR SÉRIES ESPECIAIS DE MARCAÇÕES SUCESSIVAS DE UM MESMO OBJETO

Marcando-se um mesmo objeto com determinados valores pré-fixados de **marcações polares** sucessivas, é possível obter diversos elementos de distância, que nos permitirão determinar a posição do navio por **marcações e distância**.

Dois casos especiais se apresentam:

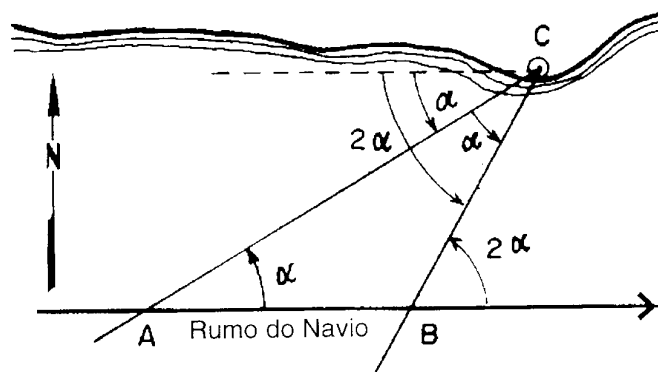
- Quando se têm duas **marcações polares** e o valor da Segunda marcação é o **dobro** do valor da primeira (**posição por marcações duplas**).
- Quando as marcações obedecem a valores pré-fixados.

a. Posição por marcações duplas (posição por duas marcações polares, sendo o valor da Segunda o dobro da primeira)

Neste caso, como se pode verificar na Figura 6.8, a distância do navio ao ponto observado, no instante da Segunda marcação, é igual à distância percorrida pelo navio no intervalo de tempo entre as marcações.

Figura 6.8 – Posição por série de marcações (marcações duplas)

POSIÇÃO POR DUAS MARCAÇÕES POLARES, SENDO O VALOR DA SEGUNDA O DOBRO DO DA PRIMEIRA



Se a primeira marcação polar for a e a segunda $2a$, pode-se concluir que $AB = BC$, pois o triângulo ABC é isósceles. Assim, a distância do navio ao ponto observado no instante da Segunda marcação é igual à distância percorrida pelo navio no intervalo de tempo entre as marcações. Desta forma, pode-se determinar a posição do navio no instante da Segunda marcação, utilizando-se o valor da marcação e a distância ao ponto (igual à distância percorrida entre as marcações).

Desta forma, pode-se determinar a posição do navio no instante da Segunda marcação, utilizando-se o valor da marcação e a distância ao ponto marcado (igual à distância percorrida pelo navio, ou embarcação, no intervalo de tempo entre as marcações).

A distância entre as marcações é obtida pela diferença de odômetro ou pelo produto **velocidade x intervalo de tempo**.

As **marcações polares** mais usadas para este fim são:

22,5° e 45°;

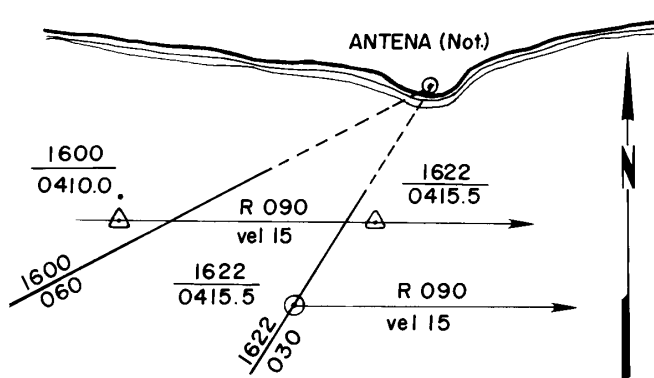
30° e 60°; e

45° e 90°.

As **marcações polares** 45° BE / 90° BE e 45° BB são muito usadas na prática, pois constituem um caso especial, em que a distância navegada entre as duas marcações é igual à **distância pelo través** (distância do objeto quando este estiver pelo nosso través). Assim, obtém-se a posição do navio quando o objeto marcado está pelo través, o que é conveniente.

A Figura 6.9 apresenta um exemplo de posição por marcações duplas.

Figura 6.9 – Posição por duas Marcações Polares, sendo a segunda marcação o dobro da primeira

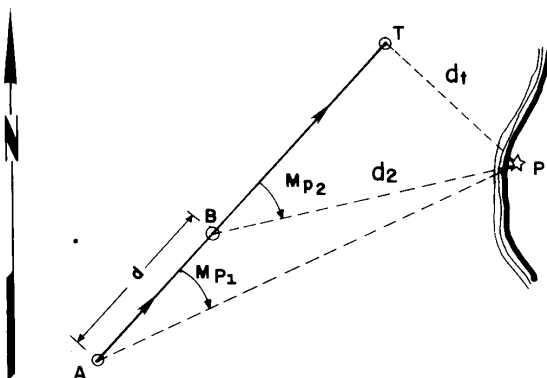


O navio navega no rumo 090º, vel. 15 nós. Às 1600 é marcada a antena (Not.) obtendo-se: $M = 060^\circ$ ($M_p = 030^\circ$ BB). Neste instante o odômetro indica 0410.0. Às 1622 a antena (Not.) é marcada aos 030° ($M_p = 060^\circ$ BB) com o odômetro indicando 0415.5.

A posição do navio às 1622 pode ser determinada pela marcação da antena neste instante ($M = 030^\circ$) e a distância do navio à antena, que será igual à distância percorrida entre as marcações, dada pela diferença de odômetro, isto é, 5,5 milhas.

Ademais, pode-se determinar a posição por duas **marcações polares** sucessivas quaisquer e o caminho entre elas, conforme mostrado na Figura 6.10.

Figura 6.10 – Posição e distância por duas marcações e caminho percorrido



Com duas marcações polares sucessivas do mesmo objeto (M_{p1} no instante A e M_{p2} no instante B) e a distância percorrida no intervalo de tempo entre as marcações (fornecida pela diferença de odômetro ou pela resolução da equação que relaciona distância, velocidade e tempo) pode-se obter d_2 (distância ao objeto no instante da segunda marcação) e d_t (distância pelo través), utilizando as fórmulas:

$$d_2 = d \frac{\text{sen } M_{p1}}{\text{sen } (M_{p2} - M_{p1})} \quad dt = \frac{d}{\text{cotg } M_{p1} - \text{cotg } M_{p2}}$$

Com M_{p2} e d_2 determina-se a posição do navio no instante da Segunda marcação.

A TÁBUA X da publicação DN 6p-1 TÁBUAS PARA NAVEGAÇÃO ESTIMADA, aqui reproduzida, fornece, em função das **marcações polares**, dois coeficientes (c_1 e c_t) que multiplicados pela **distância percorrida** entre as marcações (d), proporcionam, respectivamente, a distância ao ponto marcado, por ocasião da Segunda marcação (d_2) e a **distância pelo través** (d_t), isto é, a distância ao ponto, quando este estiver pelo través.

Exemplo:

Um navio marcou um farol **P** na **marcação polar** 30º BE, navegou 4,0 milhas no mesmo rumo e marcou novamente o mesmo farol, na **marcação polar** 50º BE. Determinar a distância ao farol por ocasião da Segunda marcação (d_2) e a distância pelo través (d_t).

Solução:

Entrando na Tábua X com 30º e 50º, obtêm-se: $c_1 = 1,46$; $c_t = 1,12$; sabe-se que $d = 4,0$ milhas. Daí:

$$d_2 = c_1 \times d = 1,46 \times 4 = 5,84 \text{ milhas}$$

$$d_t = c_t \times d = 1,12 \times 4 = 4,48 \text{ milhas}$$

Figura 6.10 (a) – Distância por duas marcações e caminho percorrido

Coeficiente c ₁	2ª marcação polar [Mpz]																									
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	
20°	1,97	1,32	1,02	0,8	0,60	0,53	0,48	0,45	0,42	0,39	0,38	0,36	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,36	0,36	0,36	0,36	0,39	0,42	0,45
c ₁	0,98	0,76	0,64	0,57	0,52	0,49	0,46	0,44	0,42	0,40	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34	0,35	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22	
25	2,43	1,63	1,24	1,00	0,85	0,74	0,66	0,60	0,55	0,52	0,49	0,47	0,45	0,44	0,44	0,43	0,42	0,42	0,42	0,43	0,43	0,44	0,45	0,47	0,49	0,52
c ₁	1,40	1,05	0,87	0,77	0,69	0,64	0,60	0,56	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45	0,45	0,41	0,40	0,39	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,39	0,40	0,42	
30	2,86	1,93	1,46	1,18	1,00	0,87	0,78	0,71	0,65	0,61	0,59	0,55	0,53	0,53	0,52	0,51	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,52	0,53	0,55	0,58
c ₁	1,86	1,37	1,12	0,97	0,87	0,80	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,55	0,53	0,52	0,50	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,49	0,50	0,52	
35	3,20	2,22	1,70	1,36	1,15	1,00	0,89	0,81	0,75	0,70	0,66	0,63	0,61	0,60	0,60	0,58	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57	0,58	0,59	0,61	0,63	
c ₁	2,44	1,70	1,32	1,04	0,94	0,84	0,78	0,73	0,68	0,65	0,62	0,60	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,56	0,58	
40	3,70	2,48	1,85	1,32	1,28	1,20	1,08	0,99	0,91	0,84	0,78	0,74	0,71	0,69	0,68	0,67	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,67	0,68	
c ₁	2,54	2,03	1,65	1,38	1,21	1,06	0,96	0,91	0,84	0,78	0,73	0,69	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,61	0,62	0,64	
45	4,07	2,73	2,07	1,67	1,41	1,23	1,10	1,00	0,92	0,85	0,80	0,76	0,73	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,70	
c ₁	3,34	2,37	1,87	1,57	1,37	1,21	1,10	1,00	0,92	0,85	0,79	0,75	0,72	0,70	0,69	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,69	0,71	0,73	
50	4,41	2,96	2,24	1,81	1,53	1,32	1,19	1,08	0,98	0,90	0,84	0,79	0,75	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,70	0,71	0,72	
c ₁	3,82	2,68	2,10	1,75	1,51	1,29	1,19	1,08	0,98	0,90	0,84	0,78	0,74	0,71	0,70	0,69	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,69	0,70	0,71	
55	4,72	3,16	2,40	1,94	1,64	1,42	1,27	1,16	1,07	1,00	0,93	0,87	0,82	0,78	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,73	0,74	0,75	
c ₁	4,26	2,97	2,31	1,91	1,63	1,43	1,27	1,13	1,03	0,94	0,86	0,80	0,75	0,71	0,70	0,69	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,69	0,70	0,71	
60	4,99	3,35	2,53	2,05	1,73	1,51	1,35	1,22	1,13	1,06	1,00	0,94	0,88	0,83	0,79	0,77	0,76	0,75	0,74	0,74	0,74	0,74	0,75	0,76	0,77	
c ₁	4,69	3,23	2,49	2,04	1,73	1,50	1,33	1,18	1,08	1,02	0,96	0,90	0,84	0,79	0,75	0,74	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,73	0,74	0,75	
65	5,22	3,50	2,65	2,14	1,81	1,58	1,41	1,28	1,19	1,11	1,04	0,97	0,91	0,85	0,80	0,76	0,74	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,73	0,74	0,75	
c ₁	5,34	3,45	2,64	2,14	1,81	1,56	1,36	1,20	1,10	1,02	0,94	0,87	0,81	0,75	0,70	0,66	0,64	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,64	0,65	0,66	
70	5,41	3,65	2,75	2,22	1,89	1,64	1,46	1,33	1,23	1,15	1,07	1,00	0,93	0,87	0,81	0,76	0,72	0,70	0,69	0,68	0,68	0,68	0,69	0,70	0,71	
c ₁	5,35	3,62	2,75	2,22	1,88	1,58	1,37	1,20	1,08	0,98	0,90	0,83	0,77	0,71	0,65	0,60	0,54	0,49	0,44	0,39	0,34	0,29	0,24	0,19	0,14	
75	5,66	3,73	2,82	2,29	1,93	1,68	1,50	1,37	1,26	1,18	1,10	1,02	0,95	0,88	0,82	0,76	0,71	0,65	0,60	0,54	0,49	0,44	0,39	0,34	0,29	
c ₁	5,54	3,73	2,81	2,29	1,93	1,67	1,48	1,32	1,19	1,08	0,99	0,91	0,84	0,78	0,72	0,66	0,60	0,54	0,49	0,44	0,39	0,34	0,29	0,24	0,19	
80	5,68	3,81	2,85	2,35	1,97	1,72	1,55	1,39	1,27	1,18	1,10	1,02	0,95	0,88	0,82	0,76	0,71	0,65	0,60	0,54	0,49	0,44	0,39	0,34	0,29	
c ₁	5,67	3,79	2,84	2,25	1,85	1,56	1,38	1,14	0,98	0,85	0,77	0,70	0,64	0,58	0,52	0,46	0,40	0,34	0,28	0,22	0,16	0,10	0,04	0,01	0,01	
85	5,74	3,85	2,91	2,36	1,99	1,74	1,56	1,39	1,26	1,17	1,09	1,01	0,93	0,86	0,80	0,74	0,68	0,62	0,56	0,50	0,44	0,38	0,32	0,26	0,20	
c ₁	5,70	3,78	2,81	2,22	1,81	1,50	1,31	1,10	0,94	0,81	0,72	0,65	0,59	0,53	0,47	0,41	0,35	0,29	0,23	0,17	0,11	0,05	0,00	0,00	0,00	
90	5,76	3,88	2,92	2,37	2,00	1,74	1,56	1,37	1,24	1,15	1,07	1,00	0,92	0,85	0,79	0,73	0,67	0,61	0,55	0,49	0,43	0,37	0,31	0,25	0,19	
c ₁	5,67	3,73	2,75	2,14	1,73	1,43	1,19	0,94	0,84	0,76	0,68	0,62	0,56	0,50	0,44	0,38	0,32	0,26	0,20	0,14	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	
95	5,75	3,91	2,95	2,41	2,04	1,78	1,59	1,41	1,28	1,19	1,11	1,03	0,95	0,88	0,82	0,76	0,70	0,64	0,58	0,52	0,46	0,40	0,34	0,28	0,22	
c ₁	5,70	3,78	2,81	2,22	1,81	1,50	1,31	1,10	0,94	0,81	0,72	0,65	0,59	0,53	0,47	0,41	0,35	0,29	0,23	0,17	0,11	0,05	0,00	0,00	0,00	
100	5,76	3,88	2,92	2,37	2,00	1,74	1,56	1,37	1,24	1,15	1,07	1,00	0,92	0,85	0,79	0,73	0,67	0,61	0,55	0,49	0,43	0,37	0,31	0,25	0,19	
c ₁	5,67	3,73	2,75	2,14	1,73	1,43	1,19	0,94	0,84	0,76	0,68	0,62	0,56	0,50	0,44	0,38	0,32	0,26	0,20	0,14	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	
105	5,76	3,88	2,92	2,37	2,00	1,74	1,56	1,37	1,24	1,15	1,07	1,00	0,92	0,85	0,79	0,73	0,67	0,61	0,55	0,49	0,43	0,37	0,31	0,25	0,19	
c ₁	5,67	3,73	2,75	2,14	1,73	1,43	1,19	0,94	0,84	0,76	0,68	0,62	0,56	0,50	0,44	0,38	0,32	0,26	0,20	0,14	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	
110	5,76	3,88	2,92	2,37	2,00	1,74	1,56	1,37	1,24	1,15	1,07	1,00	0,92	0,85	0,79	0,73	0,67	0,61	0,55	0,49	0,43	0,37	0,31	0,25	0,19	
c ₁	5,67	3,73	2,75	2,14	1,73	1,43	1,19	0,94	0,84	0,76	0,68	0,62	0,56	0,50	0,44	0,38	0,32	0,26	0,20	0,14	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	
115	5,76	3,88	2,92	2,37	2,00	1,74	1,56	1,37	1,24	1,15	1,07	1,00	0,92	0,85	0,79	0,73	0,67	0,61	0,55	0,49	0,43	0,37	0,31	0,25	0,19	
c ₁	5,67	3,73	2,75	2,14	1,73	1,43	1,19	0,94	0,84	0,76	0,68	0,62	0,56	0,50	0,44	0,38	0,32	0,26	0,20	0,14	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	

DISTÂNCIA AO PONTO MARCADO, POR OCASIÃO DA SEGUNDA MARCAÇÃO: $d_2 = c_1 \times d$

d = distância navegada entre as marcações

DISTÂNCIA PELO TRAVÉS (DISTÂNCIA AO PONTO, QUANDO ESTIVER NO TRAVÉS) $d_1 = c_1 \times d$

b. Série de marcações polares pré-fixadas. Série de Traub:

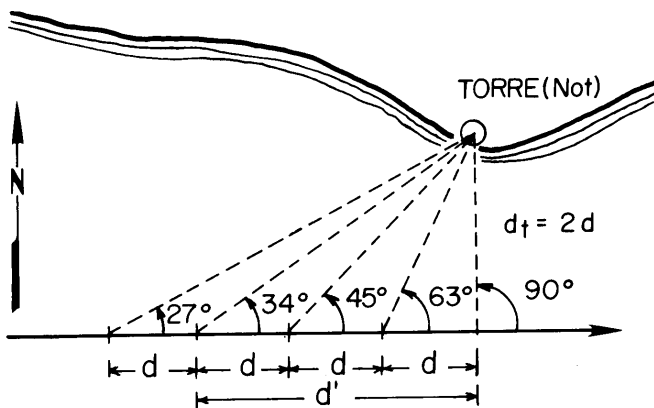
A série de TRAUB é constituída pela série de **marcações polares** 14°, 16°, 22°, 27°, 34°, 45°, 63° e 90° a um mesmo objeto, que apresentam as seguintes propriedades:

As distâncias navegadas entre duas marcações consecutivas são iguais.

A distância do objeto quando estiver pelo través é o dobro da distância navegada entre duas marcações consecutivas.

As Figuras 6.11 e 6.12 ilustram as propriedades da Série TRAUB.

Figura 6.11 – Série de Traub



Propriedades:

1. As distâncias navegadas entre as marcações polares consecutivas da série são iguais.
2. A distância pelo través (distância ao objeto quando estiver pelo través) é o dobro da distância navegada entre duas marcações consecutivas.

Fórmulas utilizadas:

1. Distância pelo través (d_t):

$$d_t = \frac{d}{\cotg M_{p1} - \cotg M_{p2}}$$

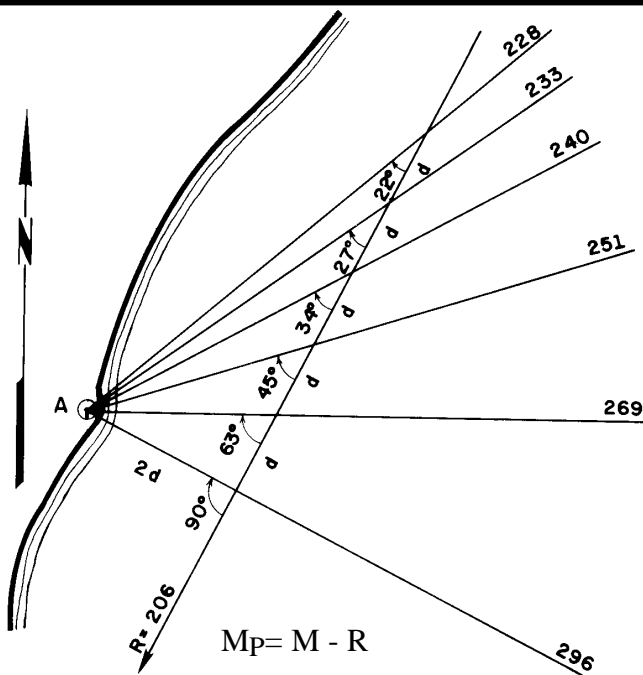
2. Distância da Segunda marcação (d_2);

$$d_2 = d \frac{\text{sen } M_{p1}}{\text{sen } (M_{p2} - M_{p1})}$$

3. Distância a navegar até o través (d'):

$$d' = \frac{d \text{ sen } M_{p1} \cos M_{p2}}{\text{sen } (M_{p2} - M_{p1})}$$

Figura 6.12 – Série de Traub



Distâncias navegadas entre duas marcações consecutivas são iguais

Distância pelo través é o dobro da distância navegada entre duas marcações consecutivas da série: $d_t = 2d$

A Tábua IX publicação DN 6-1 – TÁBUAS PARA NAVEGAÇÃO ESTIMADA, reproduzida na Figura 6.13, fornece coeficientes que, multiplicados pela distância navegada entre um par de **marcações polares** consecutivas da **Série de TRAUB** (obtida da diferença de odômetro ou da solução da equação que relaciona distância, velocidade e tempo), fornece:

- Distância na 2ª marcação;
- Distância pelo través;
- Distância a navegar até o través.

Figura 6.13 – Distância por marcações sucessivas (Série de Traub)

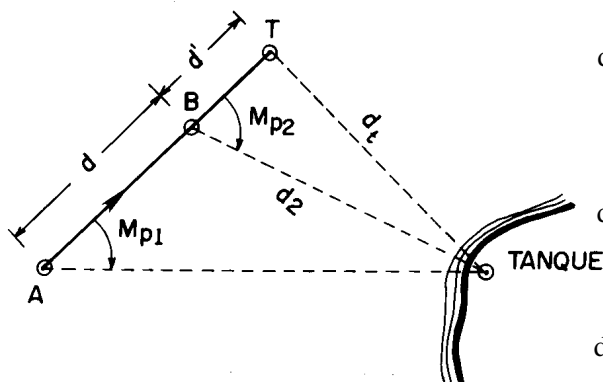
	MARCAÇÕES POLARES SUCESSIVAS									DISTÂNCIA
	14°	16°	18°	22°	27°	34°	45°	63°	90°	
c_1	-	7,3	6,4	5,3	4,4	3,6	2,8	2,2	2	ao ponto marcado, na ocasião da 2ª marcação
c'	-	7	6	5	4	3	2	1	0	a navegar, da segunda marcação ao través.
c_t	-	2	2	2	2	2	2	2	2	ao ponto marcado, quando pelo través.

MARCAÇÕES POLARES SUCESSIVAS

14° e 18°	16° e 22°	18° e 27°	22° e 34°	27° e 45°	34° e 63°	45° e 90°
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Distância navegada entre cada par de marcações = distância ao objeto marcado, quando estiver pelo través.

As fórmulas que foram utilizadas são as seguintes:



$$d_t \text{ (través)} = \frac{d}{\cotg M_{p1} - \cotg M_{p2}}$$

$$d_2 \text{ (na 2ª marcação)} = \frac{d \text{ sen } M_{p1}}{\cotg M_{p1} - \cotg M_{p2}}$$

$$d' \text{ (a navegar até o través)} = \frac{d \text{ sen } M_{p1} \text{ cos } M_{p2}}{\text{sen } (M_{p2} - M_{p1})}$$

c. Série de TRAUB; Exercícios.

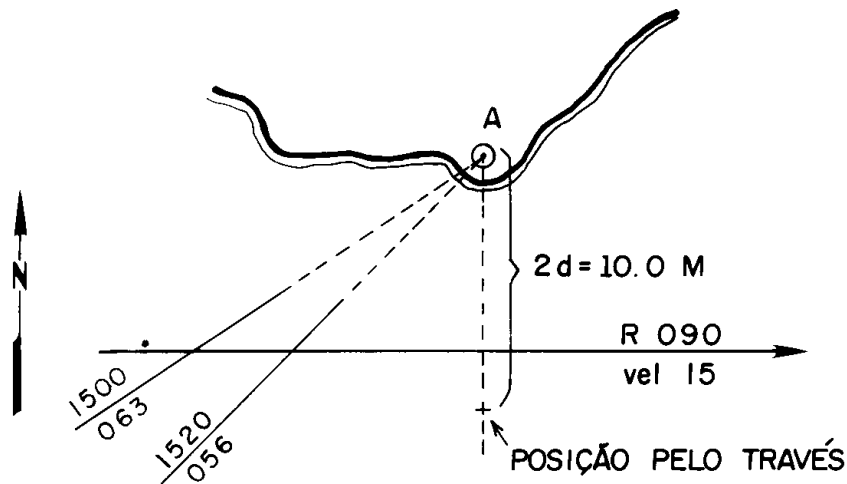
Exercício 1 (Figura 6.14):

O navio está no rumo 090°, velocidade 15 nós. Nas horas indicadas, são obtidas as seguintes marcações do farol ALFA:

HORA	FAROL ALFA	ODÔMETRO
1500	M 1 = 063°	0060.0'
1520	M 2 = 056°	0065.0'

determinar:

Figura 6.14 – Série de Traub – Exercício



Navio no rumo 090°, velocidade 15 nós. Nas horas indicadas são obtidas as seguintes marcações do Farol Alfa:

HORA	FAROL ALFA	ODÔMETRO
1500	MT - 063	0060.0
1520	M2 - 056	0065.0

Determinar:

1. A distância ao ponto marcado, por ocasião da Segunda marcação;

$$d_2 = c_2 \cdot d = 3.6 \times 5.0 = 18.0 \text{ M}$$

2. A distância a navegar, da Segunda marcação ao través:

$$d' = c' \cdot d = 3.0 \times 5.0 = 15.0 \text{ M}$$

3. A distância ao ponto marcado, quando este estiver pelo través:

$$d_t = c_t \cdot d = 2 \times 5.0 = 10.0 \text{ M}$$

4. A hora em que o ponto marcado estará pelo través:

$$d' = 15.0 \text{ M, vel.} = 15 \text{ nós} \rightarrow T = 1 \text{ hora. Então: } H = 1620 \text{ horas}$$

Solução:

Calculam-se as marcações polares correspondentes às marcações verdadeiras, utilizando-se a fórmula:

$$M_p = M - R$$

$$M_{p1} = M_1 - R = 063 - 090 = 27^\circ \text{ BB}$$

$$M_{p2} = M_2 - R = 056 - 090 = 34^\circ \text{ BB}$$

É uma **Série de TRAUB**. Obtêm-se, pela tábua IX (Figura 6.13) os coeficientes, para a $M_{p2} = 34^\circ$:

$$c_1 = 3.6$$

$$c' = 3$$

$$c_t = 2$$

Calcula-se, pela diferença de odômetro, a distância percorrida pelo navio no intervalo entre as marcações: $d = 5.0 \text{ M}$

Então:

1. $d_2 = 3.6 \times 5.0 = 18.0 \text{ M}$
2. $d' = 3.0 \times 5.0 = 15.0 \text{ M}$
3. $d_t = 2 \times 5.0 = 10.0 \text{ M}$
4. $d' = 15.0 \text{ milhas}$; $v = 15 \text{ nós}$. Portanto: $t = 1 \text{ hora}$

Então, o ponto estará pelo través às 1620.

Exercício 2:

O **rumo** do navio é 128° e sua **velocidade** é 15.5 nós . São obtidas as seguintes marcações de um tanque notável representado na Carta Náutica da área, nas horas indicadas:

HORA	MARCAÇÃO	MARCAÇÃO POLAR
1008	150°	22° BE
1017	155°	27° BE
1026	162°	34° BE
1035	173°	45° BE

Determinar:

1. A **distância pelo través**
2. A distância a ser navegada desde o instante da última marcação até o instante em que o tanque estiver pelo través.
3. O instante em que o tanque estará pelo través
4. A distância ao tanque do ponto em que foi determinada a última marcação.

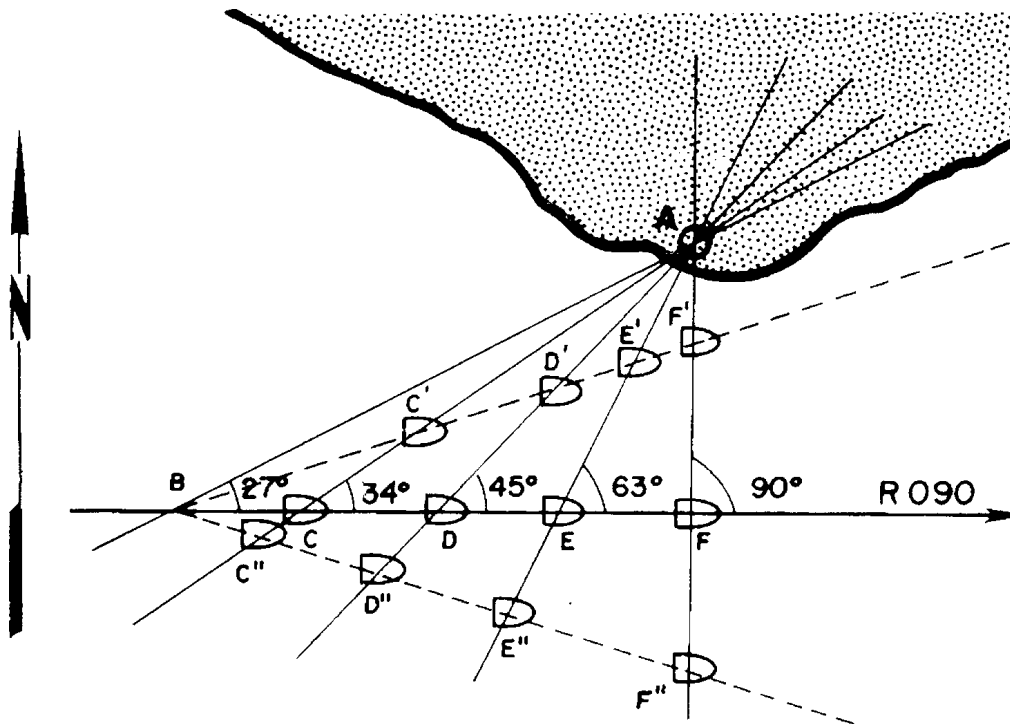
Solução:

$$\Delta t = 9 \text{ min}; \text{ vel} = 15.5 \text{ nós} \longrightarrow d = 2.33 \text{ M}$$

1. $d_t = 2d = 2 \times 2.33 = 4.66 \text{ M} \longrightarrow 4.7 \text{ M}$
2. $d' = \text{coeficiente } c' \times d = 2 \times 2.33 = 4.66 \longrightarrow 4.7 \text{ M}$
3. $10:35 + 18 \text{ min} = 10:53$
5. $d_2 = \text{coeficiente } c_1 \times d = 2.8 \times 2.33 = 6.5 \text{ M}$

Observação final: A Série de TRAUB é pouco usada em veleiros ou outras pequenas embarcações, devido à falta de precisão na leitura de suas agulhas (bússolas). Mesmo se usarmos alidades manuais ou taxímetros, haverá, em embarcações menores, necessidade de boa prática para conseguir observar um objeto nos valores determinados na Série. O uso da Série de TRAUB havendo corrente está ilustrado na Figura 6.15, com as explicações pertinentes.

Figura 6.15 – Uso da série de Traub havendo corrente



Havendo corrente, a série de Traub não pode ser utilizada para determinação de distância e posições. Poderá, ser usada pelo navegante para obter indicações sobre a corrente existente na área, aplicando as seguintes propriedades:

- se os intervalos de tempo entre duas marcações consecutivas são decrescentes, há uma corrente empurrando o navio para a costa.
- Se os intervalos de tempo entre duas marcações consecutivas aumentam, há uma corrente empurrando o navio para o largo.