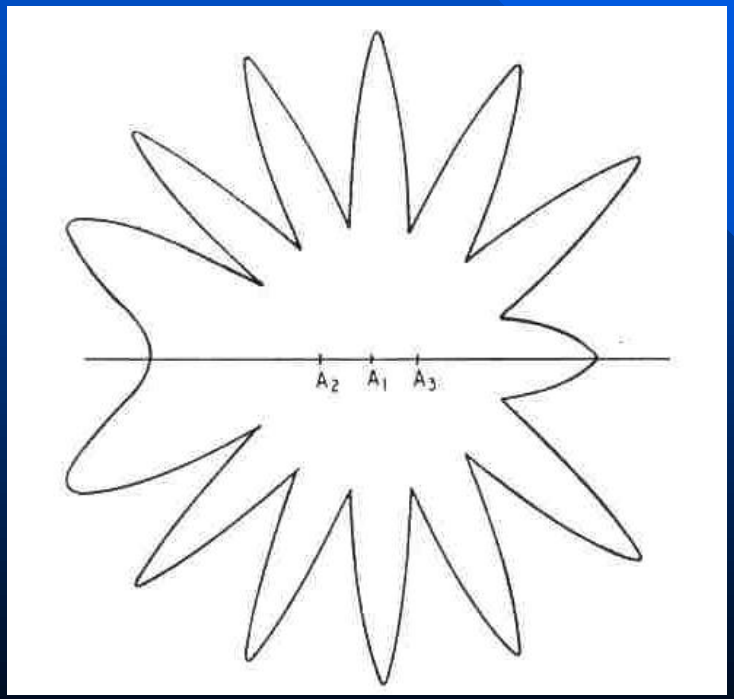
Naziemne systemy nawigacyjne

Wykorzystywane w nawigacji

Systemy wykorzystujące radionamiary (CONSOL)

Stacja systemu Consol składała się z trzech masztów antenowych umieszczonych w jednej linii w odległości równej kilku długościom fali;

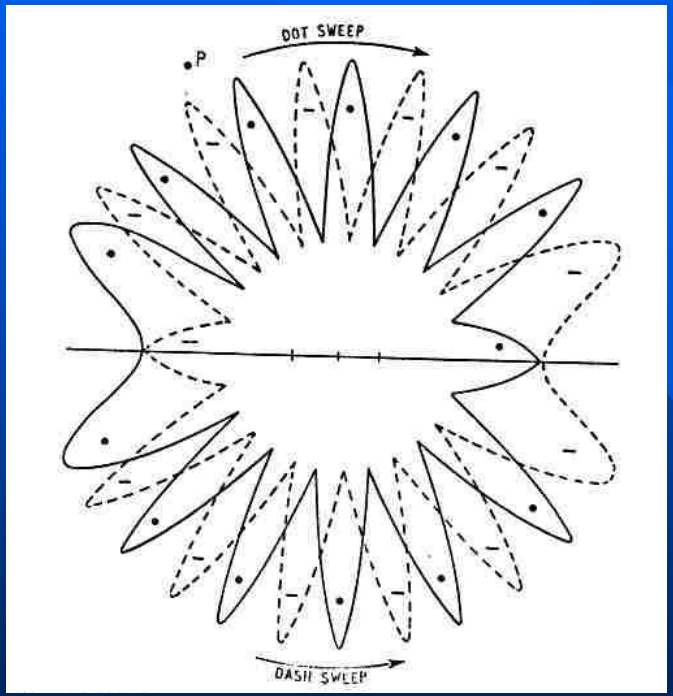


Sygnał emitowany przez anteny zewnętrzne był przesunięty w fazie względem anteny środkowej;

Faza sygnału jednej z anten była przesunięty o 90 stopni w przód, sygnał drugiej był o tyle samo opóźniony.

Przełączanie zależności fazowych dawało efekt obrotu, a właściwie zbiegania się listków ku przedłużeniu linii anten.

Systemy wykorzystujące radionamiary (CONSOL)



Sygnał radiolatarni był kluczowany w ten sposób, że listki charakterystyki dawały na przemian kropki i kreski. Pod koniec fazy obracania charakterystyk kropki i kreski zbiegały się w sygnał ciągły.

Nie mierzono czasu od początku cyklu, tylko liczono kreski lub kropki do momentu usłyszenia sygnału ciągłego.

Znając kierunek linii anten i wiedząc że każdy listek (kropka lub kreska) ma szerokość 7,5 stopnia, można było określić namiar własnej pozycji.

Istniały też aparaty do automatycznego liczenia znaków

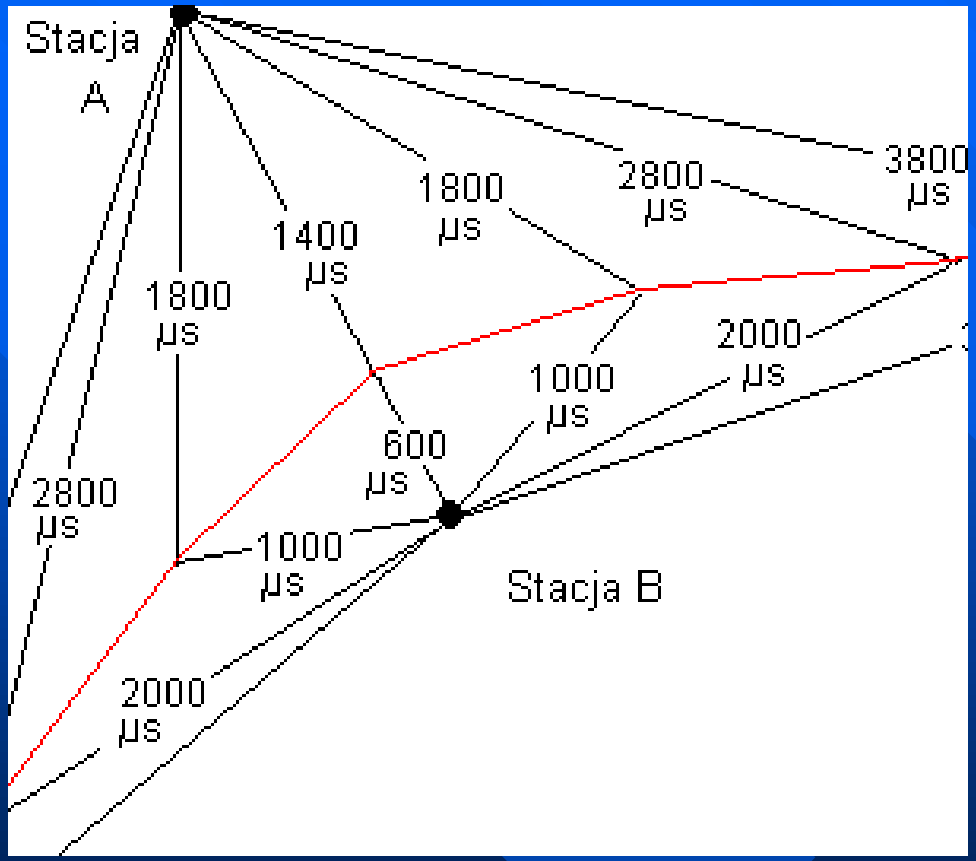
Systemy wykorzystujące radionamiary (CONSOL)

Zasięg sygnałów radiolatarni wynosił około 2000 km.
Wady systemu

- "niepewna" dokładność (od 3 do 15 stopni, szczególnie zaraz po zachodzie Słońca i w obecności linii brzegowej);
- "martwe" sektory radiolatarni na przedłużeniu linii anten;
- niejednoznaczność pomiaru.

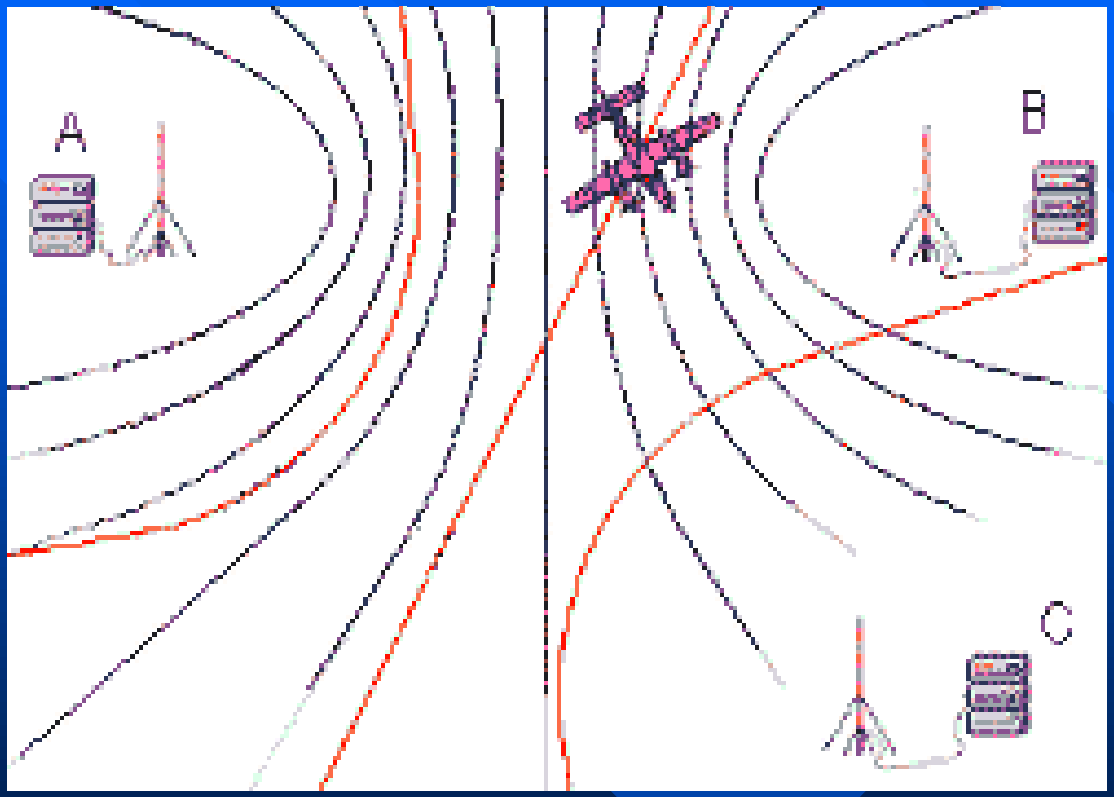
Niejednoznaczność wynikała z możliwości pomyłki co do tego po której stronie radiolatarni znajduje się obserwator. Dla określenia pozycji potrzeba było albo linii pozycyjnej innej stacji.

Systemy hiperboliczne



Sposób wyznaczania linii pozycyjnej

Systemy hiperboliczne



Sposób wyznaczania pozycji na mapie z siatką hiperboliczną

Systemy hiperboliczne stosowane w nawigacji morskiej

- DECCA
- OMEGA
- LORAN A
- LORAN C

DECCA

System opracowany w Wielkiej Brytanii jako rozwinięcie systemu Gee. Po raz pierwszy został użyty w 1944 roku podczas lądowania wojsk alianckich w Normandii.

System tworzą łańcuchy w skład których wchodzą 4 stacje. Stacja główna (Master) i 3 stacje podległe (Slave) oddalone od stacji głównej o 100 do 200 km. Łańcuch wytwarza 3 siatki hiperbol dla poszczególnych par stacji: Master-Slave, które oznacza się kolorami: Red, Green i Purple.

DECCA

Podział częstotliwości w systemoie Decca:

- stacje główne 84 – 86 kHz (24 pasy na strefę)
- stacje Red 70 – 72 kHz (18 pasy na strefę)
- Stacje Green 112 – 115 kHz (30 pasy na strefę)
- Stacje Purpurowe 126 – 129 kHz

Stacje emitują niemodulowana falę nośną.

Po odebraniu sygnału z poszczególnej stacji podległej jest on mnożony (mieszanie częstotliwości) w celu wytworzenia częstotliwości porównawczej identyfikującej siatkę hiperboliczną.

Dokładność systemu zależała od warunków propagacji fali elektromagnetycznej i wynosiła od 50m w pobliżu linii bazy do 4 Mm na granicy zasięgu łańcucha.

DECCA

31 marca 2000 roku brytyjski Zarząd Latarni Morskich (*General Lighthouse Authorities*) ogłosił że wszystkie stacje systemu Decca zostały wycofane z eksploatacji.

OMEGA

Naziemny system hiperboliczny o globalnym zasięgu (pokrycie 95% powierzchni globu). Stosowany w nawigacji morskie i lotniczej oraz jako wzorzec czasu. Utrzymywany przez 6 państw: USA, Norwegię, Francję, Argentynę, Japonię i Związek Australijski. Nadzór nad Omegą sprawowało Centrum Nawigacji Straży Przybrzeżnej NAVCEN.

Został uruchomiony w połowie lat siedemdziesiątych. Składał się z 8 stacji oznaczonych literami A – H emitujących falę nośna niemodulowana w zakresie fal bardzo długich 10.2 do 13.6 kHz. Zasięg sygnałów stacji wynosił około 7000Mm. Sygnały mogły być odbierane przez okręty podwodne w zanurzeniu.

Dokładność wyznaczania pozycji wynosiła 1 Mm w dzień i 4 Mm 2 w nocy

OMEGA

Sygnały były emitowane cyklicznie co 10 sekund powtarzanymi sekwencjami niemodulowanych fal, nadawanych z częstotliwościami 10.2, 11.05, 11.333 i 13.6 kHz oraz jednej częstotliwości charakterystycznej dla danej stacji.

Sekwencja sygnałów Omegi [kHz]

A Norwegia	10.2	13.6	11.3	12.1	12.1	11.05	12.1	12.1
B Liberia	12.0	10.2	13.6	11.3	12.0	12.0	11.05	12.0
C Hawaje	11.8	11.8	10.2	13.6	11.3	11.8	11.8	11.05
D Płn. Dakota	11.05	13.1	13.1	10.2	13.6	11.3	13.1	13.1
E w. Reunion	12.3	11.05	12.3	12.3	10.2	13.6	11.3	12.3
F Argentyna	12.9	12.9	11.05	12.9	12.9	10.2	13.6	11.3
G Australia	11.3	13.0	13.0	11.05	13.0	13.0	10.2	13.6
H Japonia	13.6	11.3	12.8	12.8	11.05	12.8	12.8	10.2
	0.9s	1 s	1.1 s	1.2 s	1.1 s	0.9 s	1.2 s	1.0 s

przerwy po 0.2 s

OMEGA

Początek nadawania i czas emisji poszczególnych segmentów są takie same we wszystkich stacjach. Idealną zgodność uzyskiwano przez stosowanie cezowych zegarów atomowych w każdej stacji, co umożliwiało używanie Omegi także jako uniwersalnego wzorca czasu.

Działanie systemu Omega polegało na pomiarze faz sygnałów odbieranych stacji naziemnych. Typowe odbiorniki pokładowe pozwalały na wyznaczanie pozycji na dwa sposoby: metodą bezpośrednią i metodą hiperboliczną.

Eksploatację systemu nawigacyjnego Omega zakończono 30 listopada 1997 roku.

OMEGA

Metoda bezpośrednia opiera się na porównaniu fazy częstotliwości zasadniczej 10.2 kHz z fazą pokładowego generatora wzorcowego. Ponieważ dla 10.2 kHz długość fali wynosi około 16 mil morskich pomiar dla tej jednej częstotliwości określa tylko położenie wewnątrz 16-milowego pierścienia (pasa), nic nie mówiąc o tym który to jest pas licząc od stacji. W tanich odbiornikach, korzystających tylko z częstotliwości zasadniczej tę niejednoznaczność usuwano przez zliczanie pełnych pasów przebytych od miejsca o znanych współrzędnych. Odbiorniki wieloczęstotliwościowe mogły przez mieszanie odbieranych częstotliwości uzyskiwać bardzo duże długości fali. Tak np. z 10.2 i 11,333 kHz otrzymuje się częstotliwość różnicową 1.133 kHz , czyli falę o długości około 140 NM.

OMEGA

Metoda hiperboliczna w systemie Omega polega na pomiarze różnicy faz między sygnałami dwóch dowolnych par stacji (jedna może być wspólna). Pełne cykle różnicy faz (od 0 do 360 stopni) dla pary stacji formują pasy hiperboliczne o szerokości na linii łączącej stacje równej pół długości fali (8 mil dla 10.2 kHz). Pomiar różnicy faz pozwala na określenie hiperboli (izofazy) w obrębie pasa hiperbolicznego. Niejednoznaczność wynikającą z braku informacji co do samego pasa wyjaśniało się zliczaniem pełnych pasów hiperbolicznych przebytych od punktu o znanych współrzędnych (miejsca startu lub pozycji określonej innymi metodami) albo metodą wieloczęstotliwościową, analogicznie jak w metodzie bezpośredniej.