

2

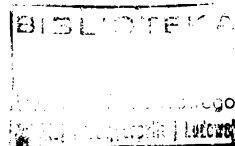
POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

48 610



Kl. 21 a⁴, 48/63

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 22. III. 1963 (P 101 106)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 5. XII. 1964

MKP ~~11 01 P~~
GO 15 7/04

UKD

Twórca wynalazku: mgr inż. Janusz Brożyna

Właściciel patentu: Warszawskie Zakłady Radiowe, Warszawa (Polska)

Wskaźnik radarowy

1

Przedmiotem wynalazku jest wskaźnik radarowy dający łatwe porównanie obserwacji wzrokowej z obrazem na wskaźniku.

Współczesne radary morskie do zobrazowania informacji o położeniu wykrytych obiektów używają t.zw. wskaźników panoramicznych (typ P). Zobrazowanie na takim wskaźniku przypomina mapę i jest „rysowane” w biegunowym układzie współrzędnych. W praktyce nawigacyjnej bardzo często istnieje potrzeba porównania sytuacji wykrytej przez radar i zobrazowanej na jego wskaźniku z sytuacją obserwowaną okiem nie uzbrojonym. W tym przypadku postrzegany obraz rządzi się zupełnie inną geometrią aniżeli ta, która opisuje stosunki na mapie, czy klasycznym wskaźniku radaru morskiego. Powstawanie obrazu obserwowanego okiem objaśnia fig. 1, gdzie A—A jest płaszczyzną (pozorną) obrazu, a oko obserwatora widać z lewej strony rysunku. Obiekt O leżący w odległości AO (odcinek a można tu pominąć jako mały w porównaniu z AO) zostanie zobrazowany jako punkt O₁. Im obiekty leżą dalej tym ich obrazy widać coraz bliżej siebie i bliżej punktu H, który odwzorowuje punkt leżący daleko na linii horyzontu.

Porównywanie wyników takiej perspektywicznej obserwacji wzrokowej z obrazem na ekranie radaru w układzie polarnym, wymaga więc transformacji układu współrzędnych, a dopiero potem wykonywania dalszych operacji, zaczynając od i-

2

dentyfikacji poszczególnych obiektów. Transformacja ta wymaga od nawigatora niezłej umiejętności abstrakcyjnego myślenia, co nie zawsze jest osiągalne (np. załogi kutrów rybackich), zawsze jest poważnym obciążeniem umysłu nawigatora i tak przeciążonego różnymi obowiązkami, oraz kryje w sobie poważne niebezpieczeństwo błędnego dokonania takiej transformacji. Wagę tego zagadnienia powiększa fakt, że w praktyce nawigator często nie ma czasu na analizę sytuacji z ołówkiem w rękę, lecz dokonuje jej syntetycznego szacunku bazując na swym doświadczeniu i wiedzy i na tej podstawie podejmuje odpowiednie decyzje nawigacyjne. Jest istotne, że doświadczenie to wiąże się z oceną sytuacji w zobrazowaniu objaśnionym na fig. 1, które jest przez każdego wyeksperymentowane od dzieciństwa (porównaj pracę kierowcy w ruchu wielkomiejskim). Wymienione okoliczności są podstawową przyczyną tak częstych t.zw. złych interpretacji obrazu radarowego, co z kolei powoduje że wprowadzenie radarów na statki nie zmniejszyło ilości kolizji pomimo pełnej sprawności technicznej tych urządzeń.

Wskaźnik według wynalazku, dający zobrazowanie cineramiczne przedstawia nawigatorowi informacje radarowe z taką geometrią, do jakiej jest on przyzwyczajony od dzieciństwa przy obserwacji okiem nie uzbrojonym, dając obraz podobny do telewizyjnego, lub filmowego (oczywiście bez zdolności rozdzielczej tych ostatnich). Zobra-

zowanie to stanowi obraz prostokątny, gdzie oś pozioma jest osią azymutów, a oś pionowa osią odległości. W odróżnieniu jednak od typowego wskaźnika typu „P” stosowanego do innych celów w radiolokacji, wskaźnik cimeramiczny ma podziałkę liniową na osi poziomej, a na osi pionowej odpowiednio zagęszczającą się ku horyzontowi.

Na rysunku uwidoczniono schematycznie i przykładowo wskaźnik radarowy według wynalazku, przy czym fig. 1 przedstawia zasadę zobrazowania wzrokowego, fig. 2 — schemat blokowy wskaźnika radarowego według wynalazku i fig. 3 — wygląd ekranu tego wskaźnika.

Ekran wskaźnika radarowego według wynalazku (fig. 2 i 3) stanowi prostokątny kineskop 1 z luminoforem o długiej poświacie. Obraz radarowy jest tu zapisywany w prostokątnym układzie współrzędnych czego dokonuje się przez zastosowanie dwóch zespołów cewek odchylających płamkę piszącą, pionowej cewki 2 (fig. 2) podstawy czasu i poziomej cewki 3 podstawy czasu.

Pionową podstawę czasu t uzyskuje się w układzie następującym: Nadajnik 4 rozpoczyna cykl pracy radaru wysyłając impuls sondujący i równocześnie wytwarza impuls wyzwalający dalsze układy (blok synchronizujący 5). Impuls ten rozpoczyna pracę generatora 6 funkcji $F(t)$, który wytwarza przebieg napięciowy o kształcie, który będzie omówiony poniżej.

Generator 7 pionowej podstawy czasu wytwarza sygnał prądowy o kształcie odpowiadającym funkcji $F(t)$, który jest przyłożony na cewkę odchylania pionowego.

Pozioma podstawa czasu jest generowana odpowiednio do danych o kącie, które wytwarza zespół 8. Dane te są przetwarzane w następnym zespole 9 w sygnał liniowy sterujący generator 10 poziomej podstawy czasu.

Pozostałe bloki wskaźnika wprowadzają na zobrazowanie znaczniki pomagające do orientacji obrazu. I tak blok 11 wytwarza znacznik kierunku kursowego, a blok 12 znaczniki trawersów — obydwie w momentach czasowych wyznaczonych przez generator 8 danych kątowych. Sygnały te poprzez mieszacz 13 są podawane do toru odbiorczego radaru 14.

Generator 8 danych kątowych współpracuje z antenowym zespołem 15 radaru, wypracowując odpowiednie informacje w sposób konwencjonalny (np. selsyn, potencjometr, zespół elementów stykowych).

Funkcję $F(t)$ można znaleźć wychodząc z zależności widocznych na fig. 1:

Oznaczając jak na fig. 1 z podobieństwa trójkątów otrzymuje się:

$$\frac{r}{R} = \frac{h - r}{a} \quad (1)$$

a stąd

$$r = \frac{Rh}{a + R} \quad (2)$$

Jak można odczytać z Fig. 1 następujące wielkości występujące we wzorze (2) mają praktyczną interpretację fizyczną jak następuje:

r — odległość obrazu punktu O , czyli O_1 mierzona od dołu zobrazowania

R — przybliżona odległość punktu obserwowanego O od oka obserwatora, równa odległości tego punktu od radaru.

h — wysokość zawieszenia anteny radaru (od poziomemu morza)

Odległość R jest proporcjonalna do czasu (t) potrzebnego na przebycie przez sygnał radarowy (impuls sondujący) drogi od anteny do obiektu O , czyli

$$R = ct \quad (3)$$

w ten sposób zależność (2) przekształca się w:

$$F(t) = r = \frac{hct}{a + ct} \quad (4)$$

gdzie a i c są stałe.

Przebiegi takiego typu najłatwiej realizować w radiotechnice posługując się ładowaniem lub rozładowywaniem kondensatora, czyli przybliżając tę hiperbolę funkcjami wykładniczymi. Można wykazać, że z przybliżeniem wystarczającym do celów praktycznych (oko ludzkie jest mało wrażliwe na zniekształcenia nieliniowe) odpowiedni wykładnik potęgowy określa wzór.

$$n = \frac{ch}{A(a + ct)} \quad (5)$$

gdzie A — amplituda pionowej podstawy czasu (pozostałe oznaczenia, jak poprzednio)

Z drugiej strony posługując się układem RC:

$$n = \frac{I}{RC} \quad (6)$$

Z wzoru (2) widać, że dla dalszych odległości (większe t) wykładnik n musi przybierać mniejsze wartości. W praktyce można to łatwo uzyskać dzieląc cały zakres obserwacji np. na trzy podzakresy, włączając w każdym z nich przy pomocy konwencjonalnych układów (poprzez spolaryzowane różnymi napięciami diody) dodatkowe oporniki, lub pojemności (układ działa automatycznie dzięki wykładniczo zmiennemu napięciu na swych elementach). Podobnie można też realizować, np. przez włączanie odpowiedniego kondensatora, dostosowywanie tego przebiegu do aktualnej wysokości zawieszenia anteny na statku.

Jak wynika z geometrii postrzegania wzrokowego, pozioma podstawa czasu powinna być liniową funkcją kąta (kierunku) obserwacji. Dla spełnienia postulatu łatwości porównania obrazu radarowego z obserwacją wzrokową, środek tego obrazu powinien odpowiadać kierunkowi kursowemu, część lewa obszarowi widzianemu z lewej burty, a część prawa obszarowi z prawej burty. Przyjęcie do zobrazowania na płaskim ekranie całego kąta 2π dałoby obraz trudny w interpretacji przez obserwatora, który jest przyzwyczajony, że obszar poza jego plecami jest dla niego na ogół niewidoczny, w przeciwieństwie do kierunków na burty, które obserwuje wykonując podświadomie lekkie zwroty głowy. Jako kierunek graniczny okre-

ślający kąt, który musi być objęty wskaźnikiem cineramicznym można przyjąć kąty $\pm 112\frac{1}{2}^\circ = \pm 10$ rumbów czyli po dwa rumby w tył od trawersu. Z punktu widzenia prawa drogi morskiej, statki znajdujące się poza tym sektorem są statkami doganiającymi i nigdy nie mają pierwszeństwa drogi. Kąt równy dokładnie wartościom ± 10 rumbów w stosunku do kierunku kursowego k (fig. 2) jest celowe zobrazować w przypadku radarów posiadających stabilizację azymutalną bloku antenowego. W przeciwnym, a bardziej typowym przypadku statek na skutek szeregu okoliczności porusza się nie ruchem prostoliniowym, lecz wężykowym, czyli myszkuje. Amplituda tego myszkowania zależy od stanu morza, charakterystyki manewrowej statku, kwalifikacji sternika itp. i wynosi przeciętnie $2-4^\circ$. Tak więc kierunki wyznaczone na statku (a więc i na radarze), mogą się przesunąć w przestrzeni o wartości $\pm(2-4)^\circ$. Dlatego też kąt obserwacji na zobrazowaniu cineramicznym proponuje się powiększyć do $\pm 115^\circ$, zaciemniając jednak na maskownicy obszary skrajnych $2\frac{1}{2}^\circ$ (obszar zakreskowany na ekranie na fig. 3) jako wystarczający w praktyce przy przeciętnych kwalifikacjach sternika.

Dla umożliwienia kontroli zobrazowania i ułatwienia jego interpretacji, wskaźnik powinien być wyposażony oprócz elektronowego znacznika kursu k w elektronowe znaczniki trawersu tr . Interpretację relacji na obrazie ułatwiają skale: u dołu liniowa dla kątów i po bokach przybliżone do hiperbolicznych odległości; wszystkie podświetlone czerwono z lewej strony obrazu, a zielono z prawej.

Dalsze ułatwienie stanowią nacięte na maskownicy krzywe d (fig. 2 i 3) wyznaczające pas bezpieczeństwa o szerokości np. ± 1 Mm (mili morskiej) w stosunku do aktualnego kierunku kursowego na głównym zakresie obserwacji (rzędu 20 Mm). Oprócz głównego zakresu dla żeglugi na wodach otwartych, wskaźnik cineramiczny powinien mieć tylko jeszcze jeden zakres obserwacji (rzędu 5 Mm) dla żeglugi na wodach ograniczonych. Nacięty dla niego linią przerywaną pas powinien odpowiadać szerokości $\pm 0,5$ Mm. Jak widać wskaźnik cineramiczny dodatkowo daje obraz bardzo dogodny dla żeglugi w kanałach dzięki rozciągnięciu najbliższego obszaru.

W celu bardziej pełnego złudzenia, że obraz na ekranie cineramicznym odpowiada obrazowi postrzeganemu przy bezpośredniej obserwacji wzrokowej powinien on być tak duży, aby nie był cały wyraźnie obejmowany wzrokiem przy skierowaniu wzroku w określony punkt ekranu (jak i oko nie obejmuje kąta 20 rumbów). Warunek ten zostaje osiągnięty już przy zastosowaniu typowego kineskopu telewizyjnego 21 cali (oczywiście z luminoforem o długiej poświacie). Użyteczna szerokość obrazu u podstawy dla tej lampy wynosi 282 mm. Wygodna odległość obserwacji ekranu z luminoforem typu P7 (lub podobnym) wynosi 300–350 mm. Oko ludzkie wyraźnie postrzega obraz w kącie rzędu 50° , co w tych warunkach daje około 50% powierzchni ekranu. Oczywiście nie koncentrując uwagi na szczegółach można oko odsunąć dalej, co

pozwoли objąć wzrokiem cały ekran, a więc ocenić sytuację.

W świetle dotychczasowego opisu pozostaje poza obserwacją strefa 12 rumbów w kierunku na rufę. Wskaźnik cineramiczny przewiduje dla tej strefy tylko informowanie nawigatora, czy są w niej, czy nie jakieś obiekty, oraz orientacyjnie w jakim kierunku nie dając jednak żadnych informacji o odległości, bądź też dając informacje orientacyjne. Zrealizowane to jest w sposób następujący. Pozioma podstawa czasu po przebiegnięciu od lewego brzegu ekranu do prawego brzegu powraca na stronę lewą. Plamka pisząca jest jednak w tym okresie odchyłona nieco ku dołowi w stosunku do linii odległości zerowej i kreśli linię p (fig. 3) na której — przez modulację jasności — zaznacza się położenie ech z tego sektora.

Przy zastosowaniu dodatkowego układu podstawy czasu można tę linię rozciągnąć w pas umożliwiający orientacyjny szacunek odległości. Pas ten musi być jednak dostatecznie wąski, aby nie zakłócał odczytu zobrazowania zasadniczego. W przypadku radarów zasilanych z sieci o podwyższonej częstotliwości (np. 2 kHz) tę podstawę czasu można uzyskać wykorzystując bezpośrednio połówkę sinusoidy napięcia zasilającego.

Wygląd ekranu wskaźnika cineramicznego według wynalazku wraz z opisanymi akcesoriami ułatwiającymi interpretację obrazu przedstawia rys. 3. Jest oczywiste, że z dwóch skal odległości oświetlona jest zawsze tylko jedna, odpowiadająca aktualnie pracującej pionowej podstawie czasu. Walory eksploatacyjne wskaźnika cineramicznego znacznie podniesie wbudowanie skali repetytora i żyrokompasu w sposób pokazany na fig. 3, to znaczy taki, w którym kąt kursowy odczytuje się na dodatkowym wskaźniku na przedłużeniu kierunku kursowego.

Opisany wskaźnik cineramiczny jest też znacznie tańszy od typowych wskaźników typu P i może być stosowany zarówno jako tani wskaźnik wynośny, oraz jako wskaźnik główny tanich wersji radaru.

Zastrzeżenia patentowe

1. Wskaźnik radarowy ze zobrazowaniem we współrzędnych prostokątnych znamieny tym, że ma zespoły wytwarzające pionową podstawę czasu, której przebieg jest technicznym przybliżeniem hiperboli.
2. Wskaźnik według zastrz. 1, znamieny tym, że ma zespoły wytwarzające poziomą podstawę czasu która jest liniową funkcją kąta (azymutem) a jej środek odpowiada kierunkowi kursowemu statku.
3. Wskaźnik według zastrz. 1 lub 2, znamieny tym, że pozioma podstawa czasu obejmuje zakres na boki w kącie $\pm 112,5^\circ$, lub nieco więcej po obu bokach kierunku kursowego.
4. Wskaźnik według zastrz. 1–3, znamieny tym, że ma na ekranie narysowaną krzywą (d) wyznaczającą pas bezpieczeństwa.
5. Wskaźnik według zastrz. 1–4, znamieny tym, że ma po bokach dwie przełączalne skale odległości.

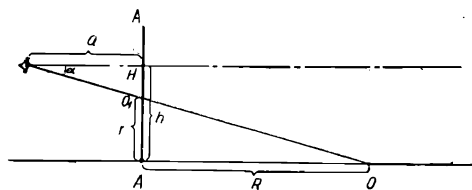


Fig.1

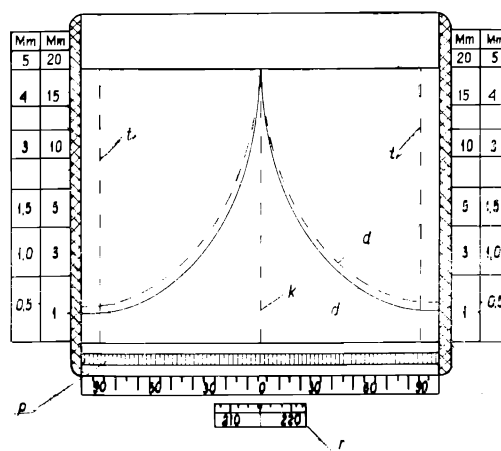
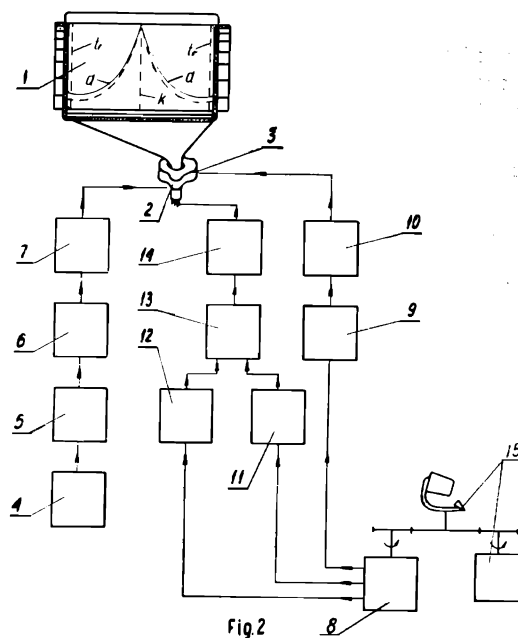


Fig. 3