



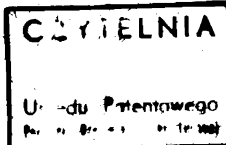
Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 80 08 14 (P. 226233)

Pierwszeństwo: 79 08 14 Szwajcaria

Zgłoszenie ogłoszono: 81 06 19

Opis patentowy opublikowano: 1987 06 30



Int. Cl.³ G01S 15/74

Twórcy wynalazku: Philippe Eberlin, Mario Rossi

Uprawniony z patentu: Philippe Eberlin, Genewa (Szwajcaria)

**Nadajnik elektroakustyczny sygnalizacji i identyfikacji podwodnej
statku**

1

Przedmiotem wynalazku jest nadajnik elektroakustyczny sygnalizacji i identyfikacji podwodnej statku, przeznaczony do zapobiegania, w przypadku konfliktu zbrojnego, niewłaściwemu atakowi podmorskiemu na statki neutralne, sanitarne, ratunkowe, a ogólnie na statki chronione Konwencją Genewską, przez nadawanie podwodnego sygnału akustycznego.

Do wykrywania i identyfikacji statków przez łodzie podwodne służą sonary, które stanowią kierunkowe układy nasłuchowe, pokrywające horyzont sektorami. Są one złożone zasadniczo z hydrofonów, układów kompensacyjnych, wzmacniaczy i różnych układów do obróbki sygnałów. Są one obsługiwane przez wyćwiczonych operatorów, którzy nasłuchują wylapywane hałasy i którzy są dublowani przez wskaźniki automatyczne. Wzmocnienie poziomu hałasu z sonara przy danym namiarze prowadzi do wykrycia potencjalnego celu. Parametry spektralne sygnału, to jest sygnatura akustyczna, umożliwiają zidentyfikowanie typu statku, jak towarowiec, ścigacz okrętów podwodnych, okręt wojenny itp., co w praktyce jest realizowane tylko dla pewnych znanych statków.

Znane są różne układy sygnalizacji i identyfikacji podwodnej statku.

Znany jest z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 3205475 układ detekcji i lokalizacji torped, który jest układem stałym.

Z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych Ame-

2

ryki nr 3860900 znany jest system elektroakustyczny do kontroli położenia holowanego urządzenia podwodnego. Położenie trzech wymiarów (położenie geograficzne i głębokość) wyposażenia holowanego pod wodą przez płynący statek jest w sposób ciągły i dokładny kontrolowane przez układ akustyczny, który zawiera zespół podwodnych, akustycznych przekaźników impulsów i oddalony przetwornik akustyczny, zasilany z baterii i związany z zawieszonym wyposażeniem. Początkowo zespół sztucznych satelitów ustala położenie statku a bezpośrednio informacje z przekaźników impulsów są wykorzystywane przez układy maszyny matematycznej na statku do określania trzech wymiarów. Wówczas, gdy statek porusza się powyżej zespołu przekaźników impulsów z holowanym wyposażeniem, przekaźniki impulsów są okresowo kontrolowane ze statku. Uzyskiwane informacje o drodze akustycznej i położeniach przekaźników impulsów umożliwiają w sposób ciągły obliczanie i przewidywanie położenia geograficznego statku. Uzyskiwane czasy drogi akustycznej, położenia przekaźników impulsów i przewidywane położenia statku są wykorzystywane przez układy maszyny matematycznej do kontroli trzech wymiarów położenia oddalonego przetwornika i holowanego wyposażenia.

Z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 3830103 znany jest układ szukający zawieszonych min, zdolny do dostarczenia z powie-

trza i zawierający zespół podnoszący zamocowany do statku powietrznego poprzez pierwszy zespół szukający i łódź podwodną zamocowaną do zespołu podnoszącego poprzez drugi zespół szukający. Zespół podnoszący i łódź podwodna są usytuowane tak, żeby umożliwić łodzi podwodnej umieszczenie jej w zespole podnoszącym podczas wyrzucenia i odbioru układu. Źródło hydraulicznej energii napędowej jest umieszczone w zespole podnoszącym i jest zamocowane do łodzi podwodnej poprzez drugi zespół szukający tak, aby umożliwić łodzi podwodnej posiadanie bardzo małych oznaczeń akustycznych i magnetycznych. Ponadto zespół podnoszący zawiera wyposażenie nośne i przetworniki elektroakustyczne.

Z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 3967233 znany jest sonar do klasyfikacji zanurzonych przedmiotów, który jest zastosowany w pobliżu dna oceanu. Wykorzystano przetworniki nadawcze i odbiorcze zamocowane na wspólnym zespole wsporczym, zawierającym urządzenie do podpierania obrotowo przetworników względem osi pionowej. Sygnały z przetwornika odbiorczego są wzmacniane i zapewniane jest właściwe przesunięcie fazowe dla utworzenia bardzo wąskich, bliskich torów kontrolnych skupionych w obszarze Fresnela przetwornika. Układ próbkowania do kolejnego próbkowania torów kontrolnych dostarcza sygnał do monitora ekranowego i soczewki pamięciowej. Możliwe zastosowania obejmują wykrywanie i identyfikację zbliżonych min dennych.

Znany jest z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 4009463 system kontroli emisji akustycznych, który służy do identyfikowania położenia źródła fal akustycznych wytwarzanych w przewodzącym akustycznie środku podzielonym na wiele czworokątnych stref kontrolnych. Wiele odbiorników akustycznych jest dołączonych komunikacyjnie do powierzchni tego środka w rogach stref. Każdy odbiornik jest czuły na odbiór fal akustycznych dla zapewnienia odpowiedniego elektrycznego sygnału wyjściowego. Odpowiedzi elektryczne odbiorników są doprowadzane do liczników w sposób umożliwiający licznikom kolejne przechodzenie przez poszczególne stany zliczania. Wyjścia odbiornika są kontrolowane dla identyfikowania pierwszej strefy mającej odbiór we wszystkich czterech rogach. Po zidentyfikowaniu takiej strefy wszystkie liczniki zostają zatrzymane i zablokowane w ostatnim stanie zliczania. Określa się położenie źródła fal akustycznych. Układy elektroniczne urządzenia są wykonane w postaci modułowej z blokadami przystosowanymi do dołączenia do blokad na podobnych modułach w celu możliwości rozszerzenia układu dla obsługi nieskończonej ilości stref.

Nadajnik według wynalazku zawiera przetwornik elektroakustyczny zamontowany w kadłubie statku tak, że jest zanurzony i jest dołączony do elektronicznego układu sterującego, korzystnie zawierającego w połączeniu szeregowym generator, koder, układ kształtujący, wzmacniacz i przekładniki dołączone do przetworników elektroakustycznych, przy czym połączenie to współpracuje z zespołem

sterującym automatycznej regulacji i układem pośredniczącym. Nadajnik jest przystosowany do nadawania przy częstotliwości akustycznej sygnału identyfikacyjnego statku w postaci ciągu liter lub cyfr nadawanych kodem, korzystnie w alfabecie Morse'a, z częstotliwością w zakresie od 4 do 6 kHz, w widmie hałasu własnego statku, ale powyżej częstotliwości prążków tego widma i różną od harmonicznych prążków i o mocy takiej, że poziom natężenia akustycznego sygnału sygnalizacyjnego jest zwiększony względem poziomu hałasu o parametr

$$\Delta = 40 a_s + 10 \log \frac{B_{cs}}{B_{cb}} - 15 \log \frac{f_s}{f_b} + 6$$

W korzystnym wykonaniu nadajnik zawiera wiele przetworników elektroakustycznych, a układ sterujący jest dołączony dla zasilania tych przetworników co najmniej po dwa tak, że horyzont jest pokrywany wieloma sektorami.

Układ sygnalizacji i identyfikacji wykorzystuje nadawanie alfabetem Morse'a kodu identyfikacyjnego, zawierającego sygnał wywoławczy statku. Nadawanie jest przeprowadzane przez modulację zero-jedynkową sygnału o częstotliwości akustycznej. Częstotliwości, moc, czasy trwania i rytm sygnałów Morse'a nadawanego kodu są parametrami znamionowymi układu. Zostały one określone na podstawie dwu kryteriów. Pierwsze kryterium stanowi to, że kod identyfikacyjny bezwzględnie musi być rozpoznawany przez okręt podwodny, gdy ten ostatni wykrywa podwodny hałas własny statku wyposażonego w układ. Drugie kryterium stanowi to, że emitowana moc powinna być możliwie jak najmniejsza, dla ograniczenia wymiarów i kosztu układu i dla umożliwienia instalowania go na małych statkach, ale wystarczająco duża dla spełnienia pierwszego kryterium.

Określanie parametrów przeprowadza się przez obliczenia, modelowanie i badania, przy uwzględnieniu pewnych czynników, jak np. podwodny hałas własny statku, identyfikacja statku, podwodne rozchodzenie się dźwięku, nieregularności rozchodzenia się dźwięku i maskowanie kodu identyfikacyjnego.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia ogólny rozkład typowego widma podwodnego hałasu własnego, emitowanego przez statek powierzchniowy w odległości co najmniej kilkudziesięciu metrów, fig. 2 — graficzną reprezentację podstawowego kodu sygnalizacji i identyfikacji określonego statku, przy czym kod ten jest utworzony z liter nadawanych alfabetem Morse'a, fig. 3 — w przekroju pionowym nadajnik elektroakustyczny, zawierający cztery przetworniki zamontowane w podwójnym dnie statku, przy czym nadajnik emituje sygnały sygnalizacji i identyfikacji przez otwór wykonany w tym celu pod kadłubem, fig. 4 — w widoku od dołu nadajnik przedstawiony w przekroju na fig. 3, z pokazaniem czterech nadawczych przetworników elektroakustycznych, zamontowanych na płycie podstawy

tworzącej część szczelnej obudowy połączonej trwa-
le z kadłubem statku, w której jest zamontowany
nadajnik, fig. 5 — schemat funkcjonalny ilustru-
jący sposób wybierania horyzontu przez nadawa-
nie kodu sygnalizacji i identyfikacji w czterech
kolejnych sektorach stanowiących sekwencję na-
dawczą i fig. 6 — schemat blokowy układu ste-
rującego przetworników przedstawionych na fig.
3 i 4.

Widmo podwodnego hałasu własnego statku jest
przedstawione na fig. 1. Typowe widmo składa się
z linii ciągłej 1, to jest hałasu od śladu torowego
dziobnicy, od posuwu i od śrub napędowych, oraz
z prążków 2, to jest hałasu silnika i urządzeń po-
mocniczych, odpowiadających poszczególnym czę-
stotliwościom, a zmniejszających się ze wzrostem
częstotliwości. Hałas związany z posuwaniem się
statku, oznaczony linią ciągłą 1 jest złożony z sy-
gnałów o częstotliwościach dochodzących do 20
kHz. Prążki 2 reprezentujące hałas silnika i urzą-
dzeń pomocniczych wewnątrz kadłuba mają na
ogół częstotliwości tym wyższe, im statek jest
szybszy lub o mniejszym tonażu. Poza tym, prążki
2 mają zawsze harmoniczne, które należy uwzględ-
niać. Po wielu obliczeniach i badaniach ustalono,
że pasmo częstotliwości nadawanych sygnałów
identyfikacyjnych powinno być usytuowane w za-
kresie między 4 kHz i 6 kHz. To pasmo 3 czę-
stotliwości jest pokazane na wykresie hałasu wła-
snego statku.

Sygnał akustyczny statku składa się zasadniczo
z prążków w zakresie widma hałasu własnego.
Aby statek mógł być zidentyfikowany, prążki te
muszą być znane. Nadawanie sygnału rozpoznaw-
czego w widmie hałasu własnego statku jest nie-
zbędne dla stwierdzenia sygnału akustycznego te-
go statku, tym bardziej, że ten sygnał może zmie-
niać się w zależności od warunków zewnętrznych,
jak to wyjaśniono poniżej.

Normalne rozchodzenie się dźwięku jest znie-
kształcone przez zmniejszenie natężenia dźwięku
wskutek dywergencji geometrycznej, zgodnie z za-
sadą r^{-1} lub r^{-2} , gdzie r jest odległością od źródła,
oraz wskutek tłumienia przez absorpcję, przy czym
to tłumienie narasta wykładniczo z odległością r
i wzrasta bardzo szybko z częstotliwością dźwię-
ku.

Wskutek warunków rozchodzenia się dźwięku w
ośrodku morskim, takich jak odbicia od dna i od
powierzchni, ciągłe mieszanie się, zakrzywienia
promieni dźwiękowych wskutek zjawisk batyter-
micznych, sygnał akustyczny odbierany w danym
punkcie podlega znacznym zmianom poziomem, ana-
logicznym z fadingiem fal radioelektrycznych w
atmosferze. W szczególności, sygnał o krótkim
czasie nadawania, na przykład kropka lub kreska
w alfabecie Morse'a, może dawać przy odbiorze
dwa sygnały. W ten sposób kropka może być po-
dwójona przez silne echa i przy odbiorze może
być interpretowana jako dwie kropki, kreska mo-
że być pocięta na dwa odcinki i interpretowana
jako dwie kropki lub zestaw kreska-kropka bądź
kropka-kreska, itp.

Dla odebrania i zidentyfikowania kodu przez
operatora lub przez analizator automatyczny w

hałasie własnym statku lub w szumie tłowym oto-
czenia, czyli w szumie tłowym morza, sygnał ten
musi mieć przy odbiorze natężenie uzależnione od
jego częstotliwości i od widma hałasu maskują-
cego. Na fig. 2 przedstawiono kod identyfikacyjny
C, który powinien spełniać kryteria i warunki wy-
mienione wyżej.

Podstawowy kod C, stanowiący sygnał iden-
tyfikacyjny w paśmie częstotliwości od 4 do 6 kHz,
jest złożony z sygnału rozpoczęcia nadawania i sy-
gnału wywoławczego statku nadającego ewentual-
nie powtórzonego po raz drugi. Sygnał rozpocze-
cia nadawania ułatwia rozpoznawanie sygnałów
morsowskich, kropek i kresek, których czasy trwa-
nia i wzajemne stosunki są odmienne od stoso-
wanych w telegrafii, gdyż są one określone w
uzależnieniu od warunków rozchodzenia się dźwię-
ku w wodzie. Przykładowo fig. 2 przedstawia kod
szwajcarskiego statku M/S Regina, którego radio-
wym sygnałem wywoławczym jest HBDR. Kod C
jest nadawany alfabetem Morse'a w zakresie czę-
stotliwości od 4 do 6 kHz. Czasy trwania sygna-
łów morsowskich wynoszą 200 ms dla kropki i 700
ms dla kreski. Odstęp między znakami wynosi
800 ms, a między literami — 1600 ms. W zale-
żności od szczególnych warunków rozchodzenia się
dźwięku, czasy trwania mogą być programowane
i zmieniane skokami co 100 ms w zakresie od 100
do 800 ms dla kropek i kresek oraz skokami co
200 lub 400 ms w zakresie od 200 do 3200 ms dla
odstępów.

Dla każdego statku będą wybierane dwie różne
częstotliwości nadawcze f_1 i f_2 w zakresie od 4
do 6 kHz, przy czym te częstotliwości będą różniły
się od kilkudziesięciu do 200 Hz. Oczywiście, bę-
dą one wybierane w zależności od sygnału aku-
stycznego wyposażonych w nie statków w taki
sposób, aby nie pokrywały się z prążkami widma
własnego lub z ich harmonicznymi i przy uwzględ-
nieniu wymiarów nadajnika. Dla każdego sygnału
kodu C_1 to jest dla kropki lub kreski, nadaje się
serię sinusoid o właściwym czasie trwania na
przemiach o jednej lub drugiej z dwu częstotliwo-
ści f_1 i f_2 . Serie znaków nieparzystych są nade-
wane z częstotliwością f_1 , a serie znaków parzy-
stych z częstotliwością f_2 . Między dwoma znaka-
mi nadawanie jest przerywane na czas trwania
bądź odstępu międzyznakowego, bądź odstępu mię-
dzyliterowego.

Dla uniknięcia stosowania nadajnika dookołne-
go o dużej mocy, nadawanie jest kierunkowe i ma
oś kierunku zmienianą skokowo. Cały horyzont
jest więc pokrywany sektorami przez sekwencyj-
ne przełączanie osi kierunku, przy czym w każ-
dej pozycji jest nadawany kompletny kod.

Sekwencja nadawcza S jest tworzona przez pew-
ną ilość kodów C oddzielonych pauzami P, to jest
okresami ciszy o programowanym czasie trwania
10, 20, 30, 40 lub 60 sekund. Przykładowo, dla
wybierania horyzontu czterema sektorami sekwen-
cja nadawcza składa się z czterech kodów C i z
trzech pauz P, to jest C-P-C-P-C-P-C. Sposób
wybierania horyzontu czterema sektorami zostanie
wyjaśniony poniżej w odniesieniu do fig. 5.

Nadawanie sekwencji S jest całkowicie zauto-

matyzowane. Podstawa czasu umożliwia nastawienie ilości sekwencji na godzinę na 1, 2, 3, 4 lub 8. Dla maksymalnego zasięgu 40 km moc nadawcza P_a powinna być taka, aby $LI_{s1} \geq LI_{b1} + \Delta$ [dB], gdzie LI_{s1} jest poziomem natężenia dźwięku, sprowadzonym do odległości jednostkowej, sygnału identyfikacyjnego o częstotliwości średniej f_s [Hz], przy czym ten poziom jest określany jako wartość minimalna w kierunkach nadawania odpowiadających przecięciom przylegających listków kierunkowości nadajnika, w przypadku wybierania horyzontu sektorami, natomiast LI_{b1} jest poziomem natężenia dźwięku, sprowadzonym do odległości jednostkowej, hałasu w pasmie wokół częstotliwości f_b [Hz], odbieranego w dużej odległości od statku nadającego, wskutek jego podwodnego hałasu własnego w otaczającym hałasie tłowym morza. LI_{s1} i LI_{b1} są wyrażane w decybelach w stosunku do natężenia odniesienia I_r , równego w akustyce podmorskiej 6,5 nW/m². Wartość parametru Δ oblicza się z ogólnego wzoru

$$\Delta = \Delta\alpha \cdot r + 10 \log \frac{B_{cs}}{B_{cb}} - 15 \log \frac{f_s}{f_b} + \Delta M - \Delta, \text{ [dB]},$$

gdzie $\Delta\alpha$ [dB/km] jest różnicą współczynników absorpcji dźwięku w wodzie morskiej dla częstotliwości f_s i f_b , r [km] jest maksymalnym zasięgiem wykrycia statku nadającego za pomocą pasma częstotliwości wokół częstotliwości f_b , jego podwodnego hałasu własnego w otaczającym hałasie tłowym morza, B_{cs} i B_{cb} [Hz] są krytycznymi pasmami maskowania odpowiednio przy częstotliwościach f_s i f_b , ΔM [dB] jest różnicą współczynników wykrywania sygnału w szumie wyjściowym sonara pasywnego dla częstotliwości f_s i f_b , natomiast ΔD [dB] jest różnicą kierunkowości sonaru pasywnego dla częstotliwości f_s i f_b .

Uwzględniając największy wymagany zasięg 40 km i najbardziej korzystne sytuacje dla wykrycia statku a najbardziej niekorzystne dla odbioru sygnału identyfikacyjnego, otrzymuje się uproszczony wzór praktyczny

$$\Delta = 40\alpha_s + 10 \log \frac{B_{cs}}{B_{cb}} - 15 \log \frac{f_s}{f_b} + 6, \text{ w którym } B_{cs}, B_{cb}, f_s \text{ i } f_b$$

są jak wyżej a α_s jest współczynnikiem absorpcji dźwięku w morzu przy częstotliwości f_s .

Przykładowo dla $f_b = 1$ kHz i dla częstotliwości f_s równych odpowiednio 4, 5 i 6 kHz otrzymuje się wartości Δ równe 7, 14 i 19 dB.

Energia emitowana musi być jednak ograniczona, aby unikać kawitacji na wprost przetworników. W szczególności w przypadku małej głębokości statek przyjmuje prędkość marszową a energia emitowana zostaje zmniejszona.

Na fig. 3, 4 i 5 jest przedstawiony nadajnik elektroakustyczny 5 i układ elektryczny zawierający układ sterujący 6 nadajnika 5. Nadajnik elektroakustyczny 5 jest usytuowany w podwójnym dnie statku i promieniuje energię bezpośrednio do morza poprzez otwór 7, wykonany w tym celu w kadłubie 8.

Układ sterujący jest usytuowany w maszynowni lub w przyległych pomieszczeniach albo w innym pomieszczeniu o wymaganych warunkach. Jest on dołączony z jednej strony do sieci elektrycznej pokładowej statku, a z drugiej strony do nadajnika elektroakustycznego 5 odpowiednimi kablami energetycznymi 30.

Nadajnik elektroakustyczny 5 zawiera cztery przetworniki elektroakustyczne 10, 11, 12 i 13, usytuowane pionowo, skierowane w stronę dna morza, zamontowane na wierzchołkach kwadratu i zasilane każdy oddzielnie kablami 30 prowadzonymi z układu sterującego 6. Te przetworniki elektroakustyczne 10, 11, 12 i 13 tworzą matrycę nadawczą. Konfiguracja tej matrycy, to jest odległości między osiami i fazy napięć zasilających, są dobrane w taki sposób, aby były uzyskiwane różne wymagane ukierunkowania przy przewidywanych częstotliwościach pracy. Zmieniane skokowo ukierunkowania, pokrywające horyzont sektorami, realizowane są przez komutowanie zasilania przetworników.

Figura 5 przedstawia sposób, w jaki jest komutowane zasilanie czterech przetworników elektroakustycznych 10, 11, 12 i 13 dla nadawania kompletnych kodów identyfikacyjnych zgodnie z konfiguracją podaną na fig. 2, kolejno zgodnie z czterema różnymi osiami. Zgodnie ze schematem z fig. 5a, dwa przetworniki elektroakustyczne 10, 11 są zasilane z przeciwną fazą, to jest przy przesunięciu fazy o 180°, co jest oznaczone znakami + i —. Uzyskuje się więc nadawanie w dwu przeciwnych kierunkach, zgodnie z osią 14 z fig. 5a. Zostaje nadany cały kod stanowiący sygnał z fig. 2, po czym układ sterujący z fig. 6 zmienia połączenie przetworników na połączenie według schematu z fig. 5b. Po tej zmianie połączenia, ponownie zostaje nadany kod C w kierunkach zgodnych z osią 15 z fig. 5b. Pomiędzy tymi dwiema emisjami przewidziana jest pauza, jak to opisano powyżej. Następnie przechodzi się do kolejnych emisji z pauzami pomiędzy nimi, w kierunkach przedstawionych na fig. 5c i 5d. Cztery nadane kody zgodnie z fig. 5a do 5d stanowią sekwencję. W drugiej sekwencji emituje się cztery kody zgodnie z fig. 5e, 5f, 5g i 5h, ponownie zgodnie z tymi samymi czterema osiami, lecz z innych przetworników. W rzeczywistości, według fig. 5e emituje się zgodnie z osią 16 równoległą do osi 14 z fig. 5e, z przetworników 12 i 13 zamiast z przetworników 10 i 11. Ten sposób komutowania umożliwia wyrównywanie czasów wykorzystywania wszystkich przetworników i unikanie w ten sposób szybszego zużywania jednego przetwornika w stosunku do innego. Po dwu sekwencjach po cztery kody każda, powraca się do połączenia z fig. 5a i cykl rozpoczyna się ponownie. Opisane sekwencje umożliwiają, za pomocą czterech przetworników komutowanych po dwa, wybieranie horyzontu czterema sektorami zgodnie z czterema osiami przedstawionymi na fig. 5, przy zapewnieniu dobrego rozprzestrzeniania sygnału wokół statku sygnalizującego. Oczywiście można również wybierać horyzont za pomocą większej ilości przetworników komutowanych po dwa lub po trzy. Możliwe są

różne kombinacje a ograniczenie wynika tylko z kosztów i wymiarów.

Zadawalający może być też nadajnik zawierający trzy przetworniki komutowane po dwa lub też zasilane według kombinacji jeden przetwornik, potem dwa, itd. W przypadku krańcowym może być stosowany jeden przetwornik. W tym przypadku zasadnicza składowa emisji pionowej skierowana w dół będzie tracona. Pojedynczy przetwornik musi więc mieć moc znacznie większą, jeżeli duża część nadawanej z niego mocy jest przeznaczona na straty przy skierowaniu do dna morza.

W przypadku, gdy stosowany jest pojedynczy przetwornik, możliwe jest umieszczenie go poziomo na nie przedstawionym urządzeniu napędzanym dla obracania o kąt pełny wokół osi pionowej.

Opisane w wykonaniu z fig. 3 do 6 połączenie czterech przetworników dało bardzo dobre wyniki dzięki temu, że łączenie przetworników po dwa przy przeciwnych fazach wprowadza składowe promieniowanie zasadniczo poziome.

Nadajnik elektroakustyczny 5 jest montowany w otworze kołowym kadłuba w podwójnym dnie statku, korzystnie w zbiorniku z wodą balastową. Jest on usytuowany na około jednej trzeciej długości statku od tyłu i w bok od śródki w odległości dostatecznej do uniknięcia uszkodzenia przez bloki śródkowe, gdy statek znajduje się w doku suchym lub w doku pływającym.

Fig. 3 i 4 przedstawiają typowe rozwiązanie konstrukcyjne nadajnika elektroakustycznego 5. W tym przykładzie cztery przetworniki elektroakustyczne 10, 11, 12 i 13 są dostępnymi na rynku przetwornikami piezoelektrycznymi typu TR-61A firmy Massa, przy czym mogą być stosowane wszelkie inne przetworniki o parametrach podobnych lub lepszych. Przetworniki 10, 11, 12 i 13 są zamontowane pionowo na płycie podstawy 21. W widoku od dołu, od strony morza, są rozmieszczone na wierzchołkach kwadratu, przy czym odstęp boczny d między sąsiednimi przetwornikami jest jak najmniejszy, przy uwzględnieniu możliwości konstrukcyjnych zestawu. Kołowy otwór 7 jest wycięty w kadłubie statku, a jego brzeg jest wzmocniony pierścieniem wzmacniającym 22. Płyta podstawy 21 jest przytwierdzona do pierścienia wzmacniającego 22 śrubami 23. Możliwe są dwa rozmieszczenia. W pierwszym z nich boki kwadratu utworzonego przez przetworniki są równoległe i prostopadłe do osi wzdłużnej statku, a w drugim przekątne tego kwadratu są odpowiednio prostopadłe i równoległe do tej osi statku. Między pierścieniem wzmacniającym 22 a płytą podstawy 21 jest umieszczony pierścień dystansowy 24, dający między czołami przetworników a brzegiem zewnętrznym kadłuba 8 odstęp e równy od 25 do 35 mm. Nadajnik elektroakustyczny 5 jest otoczony szczelną obudową 25, przyspawaną do pierścienia wzmacniającego 22 i zamkniętą pokrywą 27 przy zastosowaniu śrub 26. Między obudową 25 a pokrywą 27 jest umieszczona uszczelka 28. Gdy nadajnik nie jest używany, w otworze 7 kadłuba 8 jest przymocowana śrubami zdejmowalna płyta ochronna 29. Kable 30 doprowadzeniowe przetwor-

ników 10, 11, 12 i 13 przechodzą przez szczelną obudowę 25 poprzez dławice 31 i są doprowadzone do elektrycznego układu sterującego, nie pokazanego, poprzez rurę ochronną 32 i tunel orurowania statku. Po wprowadzeniu w wycięcie 34 w płycie 21 przetworniki 10, 11, 12 i 13 są utrzymywane na płycie podstawy 21 śrubami 33. Wymienione wycięcia mają profil stożka ściętego, starannie wykrojonego tak, że są dopasowane do przetworników, co zapewnia uszczelnienie nadajnika. Jak przedstawiono na fig. 3 przetworniki 10, 11, 12 i 13 są jeszcze utrzymywane w ich górnej części przez ramę 35 połączoną sztywno z płytą 21 za pomocą śrub 36, przy czym odległość między płytą 21 a ramą 35 jest utrzymywana za pomocą tulejek dystansowych 37. Kable 30 są połączone ze sobą wewnątrz obudowy 25 szczelnymi złączkami 9.

Wymiary i rozmieszczenie konstrukcyjne zespołu są ustalane indywidualnie, w zależności od dysponowanego miejsca i instrukcji towarzystw klasyfikacyjnych.

Fig. 6 przedstawia schemat blokowy elektrycznego układu sterującego 6.

Zasilacz 41 jest dołączony do sieci pokładowej 40 poprzez nie pokazane wyłączniki ręczne i samoczynne oraz dostarcza różne napięcia potrzebne do działania układu. Zespół sterujący 42 umożliwia użytkownikowi sterowanie układem i nastawianie parametrów nadawania. Jest on wyposażony w nie pokazane przełączniki i przyciski, z których pewne są dostępne bezpośrednio na płycie czołowej a inne nie są. Zespół sterujący 42 jest dołączony do generatora 43 i umożliwia dobieranie czasów trwania sygnałów morsowskich, to jest kropek i kresek, czasów trwania pauz między kodami, odstępów czasowych między sekwencjami, itp.

Koder 45 jest dołączony z jednej strony do generatora 43 a z drugiej strony do układu sekwencyjnego 44 i do zespołu sterującego 42 i wytwarza ciągi sygnałów prostokątnych o częstotliwości na przemian f_1 i f_2 , przy czym czasy trwania i rytm tych sygnałów odpowiadają nadawanemu kodowi sygnalizacyjnego C. Kod ten jest zawarty w pamięci stałej, zaprogramowanej specjalnie dla każdego statku, która później nie może być zmieniana.

Układ pośredniczący 46 pobudza sygnałem wyjściowym przełączniki 50 na podstawie wejściowych sygnałów z układu sekwencyjnego 44 dołączonego także do generatora 43. Układ kształtujący 47 przekształca ciągi sygnałów prostokątnych z wyjścia kodera 45 na ciągi sygnałów sinusoidalnych, których amplitudy są sterowane przez dołączony układ 49 automatycznej regulacji, do którego jest dołączony wzmacniacz 48 dostarczający potrzebną energię czynną do nadajnika i kompensujący energię bierną za pomocą odpowiednich reaktancji.

Układ 49 automatycznej regulacji jest dołączony również do zespołu sterującego 42 i umożliwia regulację energii dostarczanej do nadajnika przez oddziaływanie na wzmocnienie układu kształtującego 47 dołączonego do wzmacniacza 48, zabez-

pieczanego przed przeciążeniem, na przykład wskutek zwarcia.

Przełączniki 50 dołączone, do wzmacniacza 48 i pobudzane przez układ pośredniczący 46 zapewniają komutację zasilania przetworników nadajnika, dla sekwencyjnego wybierania horyzontu sektorami, jak to opisano w odniesieniu do fig. 5.

Wentylatory 51 dołączone do zasilania 41 zapewniają chłodzenie wzmacniacza 48.

Układ jest wykonany w postaci szuflad umieszczonych w metalowej szafie. Szafa ta posiada otwory wentylacyjne wyposażone w filtry przeciwpyłowe. Zespół sterujący 42, generator 43, układ sekwencyjny 44, koder 45 i układ pośredniczący 46 są wykonane w technice cyfrowej, natomiast układ kształtujący 47 i układ 49 automatycznej regulacji są wykonane w technice analogowej. Układy te są wykonane z analogowych i cyfrowych obwodów scalonych oraz dyskretnych elementów elektronicznych i elektrycznych, zamontowanych na płytkach drukowanych.

Zasilacz 41, wzmacniacz 48 i przełączniki 50 są wykonane przy zastosowaniu dostępnych aktualnie elementów elektronicznych, elektrycznych i elektromechanicznych.

W miarę postępu technologicznego, możliwe będzie zmodyfikowanie rozwiązania układów, w szczególności przez zastąpienie całej części cyfrowej mikroprocesorem.

Zastrzeżenia patentowe

1. Nadajnik elektroakustyczny sygnalizacji i identyfikacji podwodnej statku, zawierający układ elektroniczny dołączony przynajmniej do jednego przetwornika, **znamienny tym**, że przetwornik elektroakustyczny (10, 11, 12, 13) jest zamontowany w kadłubie (8) statku tak, że jest zanurzony i jest dołączony do elektronicznego układu sterującego (6), korzystnie zawierającego w połączeniu szeregowym generator (43), koder (45), układ kształtujący (47), wzmacniacz (48) i przełączniki (50) dołączone do przetworników elektroakustycznych (10, 11, 12, 13), połączenie to współpracujące z zespołem sterującym (42) automatycznej regulacji i układem pośredniczącym (46), przystosowane do nadawania przy częstotliwości akustycznej sygnału identyfikacyjnego statku w postaci ciągu liter lub cyfr nadawanych kodem, korzystnie w alfabecie Morse'a, z częstotliwością w zakresie od 4 do 6 kHz, w widmie hałasu własnego statku, ale powyżej częstotliwości prążków tego widma i różną

od harmonicznych prążków i o mocy takiej, że poziom natężenia akustycznego sygnału sygnalizacyjnego jest zwiększony względem poziomu hałasu o parametr

$$A = 40a_s + 10 \log \frac{B_{cs}}{B_{cb}} - 15 \log \frac{f_s}{f_b} + 6,$$

gdzie a_s jest współczynnikiem absorpcji dźwięku w morzu przy częstotliwości f_s , B_{cs} i B_{cb} w Hz są parametrami krytycznymi maskowania przy częstotliwościach f_s i f_b , f_s jest częstotliwością średnią w Hz dla sygnału identyfikacyjnego i f_b jest częstotliwością w Hz skupionego pasma hałasu.

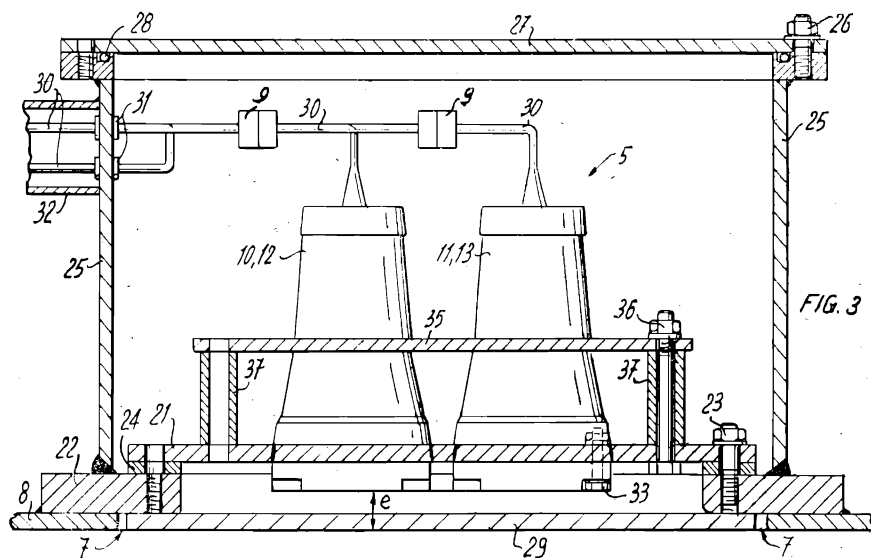
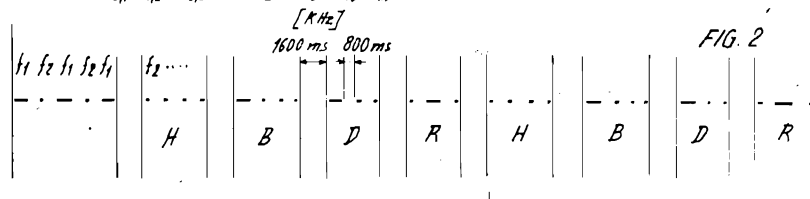
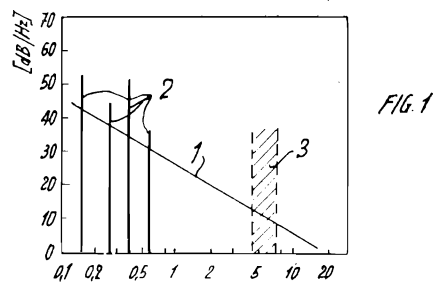
2. Nadajnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera wiele przetworników elektroakustycznych (10, 11, 12, 13), a układ sterujący (6) jest dołączony dla zasilania tych przetworników co najmniej po dwa tak, że horyzont jest pokrywany wieloma sektorami.

3. Nadajnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera cztery przetworniki elektroakustyczne (10, 11, 12, 13), rozmieszczone na wierzchołkach kwadratu; układ sterujący (6) zawiera przełączniki przystosowane do łączenia przetworników (10, 11, 12, 13) po dwa w przeciwfazie, stosując dwa razy cztery kolejne połączenia stanowiące dwie sekwencje, tak, że horyzont jest pokrywany dwukrotnie czterema sektorami nadawania.

4. Nadajnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jest zamontowany w szczelnej obudowie (25) umieszczonej w dnie statku powyżej otworu (7) wykonanego w kadłubie (8), a przetwornik lub przetworniki (10, 11, 12, 13) są ustawione pionowo, przy czym ich membrany emitujące leżą w płaszczyźnie otworu (7) w kadłubie (8).

5. Nadajnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że generator (43) impulsów stanowi generator zegarowy dołączony do układu sekwencyjnego (44) i do kodera (45) dołączonego do wzmacniacza (48), przy czym wejście generatora (43) jest dołączone do zespołu sterującego (42).

6. Nadajnik według zastrz. 5, **znamienny tym**, że koder (45) jest dołączony do wzmacniacza (48) za pośrednictwem układu kształtującego (47) impulsy prostokątne w impulsy sinusoidalne, między wzmacniaczem (48) i przetwornikami (10, 11, 12, 13) są włączone przełączniki (50) dołączone do układu pośredniczącego (46) połączone poprzez układ sekwencyjny (44) z zespołem sterującym (42).



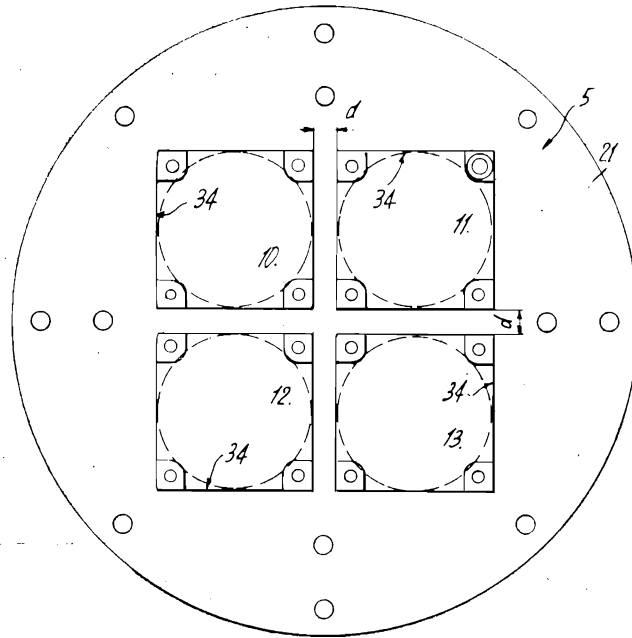


FIG. 4

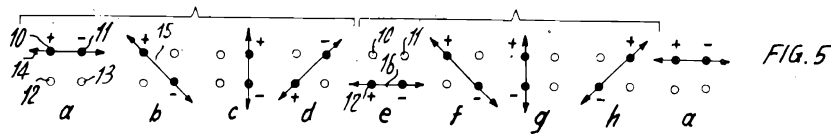


FIG. 5

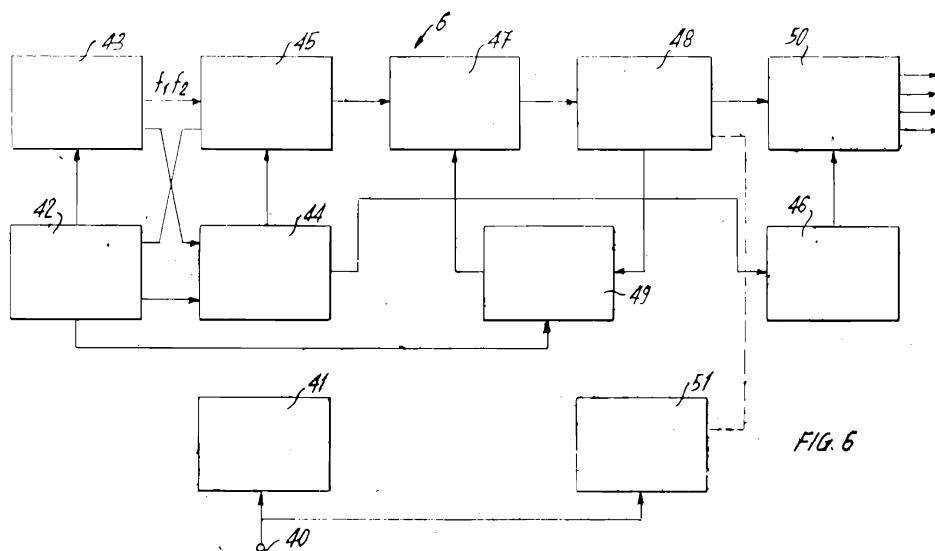


FIG. 6