

(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 163077 B

Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 0852/84

(51) Int.Cl.5

G 01 S 5/28

(22) Indleveringsdag: 21 feb 1984

(41) Alm. tilgængelig: 25 aug 1984

(44) Fremlagt: 13 jan 1992

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 24 feb 1983 SE 8301018

(71) Ansøger: *Bofors Electronics AB; Nettovägen 6; S-175 88 Järfälla, SE

(72) Opfinder: Bengt Gunnar *Gustafson; SE

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Anlæg til lokalisering af en lydkilde i et havområde

tioner, der har kendt position. Lytteapparaterne kan hensigtsmæssigt udstyres med modtagere til modtagelse af radiostyresignaler, der f.eks. har relation til ordrer til aktivering, udvælgelse af radiokanal osv.

(56) Fremdragne publikationer

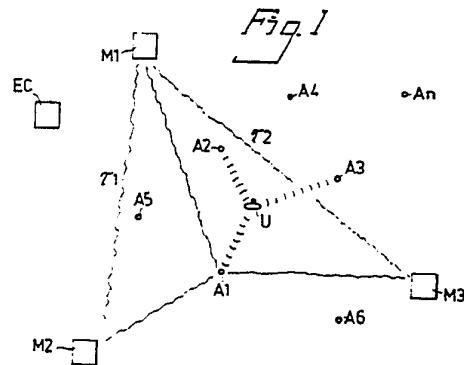
US pat. nr. 3723960

(57) Sammendrag

852-84

Med henblik på overvågning af et havområde og lokalisering af ukendte mål, der udsender lyd, eksempelvis ubåde, anvendes der mindst tre lytteapparater (A1, A2, A3), der spredes indenfor et område, hvor der er indikation om tilstedeværelsen af et ukendt mål. Lytteapparaterne er udstyret med hydrofoner og med radiosendere til udsendelse af modtagen lyd ved modulation på en bæreølge. Apparaterne samvirker med tre stationære radiostationer (M1, M2 og M3), hvor lydbølgerne demoduleres. Tidskorrelation mellem de lydbølger, der fra en genstand modtages hos tre valgte lytteapparater giver information om positionen af genstanden i relation til disse tre valgte lytteapparater. Hvis positionen af lytteapparaterne er ukendt, dvs. hvis apparaterne eksempelvis er frit flydende, kan denne position bestemmes ved sammenligning af den relative tidsposition for et givet radiosignal, der udsendes fra hvert lytteapparat, når det modtages hos tre stationære radiosta-

852-84



DK 163077 B

Opfindelsen angår et anlæg til lokalisering af en lydkilde i et havområde, og af den art, der omfatter mindst tre hydrofon-lytteapparater, hvert med en hydrofon-modtager og en radiosender forbundet med en antenne, 5 hvilken sender er indrettet til at udsende radiosignaler, der moduleres af lydinformation fra den pågældende hydrofon-modtager, når lytteapparaterne er spredt ud i det havområde, der skal overvåges, en masterstation på kendt geografisk position, og omfattende:

- 10 (i) radiomodtagemidler til detektering af radiosignalerne fra lytteapparaterne,
(ii) korrelatormidler indrettede til for hvert par af mindst to par af lytteapparater at bestemme den respektive korrelationstidsforsinkelse mellem den lydinformation, der udledes fra de detekterede radiosignaler, 15 der hidrører fra de to sendere i det pågældende par,
(iii) behandlingsmidler indrettede til at bestemme positionen af lydkilden på basis af korrelationsforsinkelserne og positionerne af lytteapparaterne.

20 Fra beskrivelsen til US patent nr. 3.723.960 kender man et anlæg til lokalisering af en lydkilde ved hydrofonaflytning, hvor der anvendes tre hydrofontransducere, der er forbundet med en masterstation gennem en radioforbindelse. Der foretages korrelation 25 mellem de hos masterstationen modtagne signaler med henblik på identifikation af en fælles lydkilde. Derefter foretages der sammenligning mellem ankomsttiderne for et fra lydkilden ankommende, diskret lydsignal med henblik på bestemmelse af kildens geografiske beliggenhed. En vanskelighed ved dette system er, at man på 30 forhånd og med en vis præcision må kende koordinaterne for hydrofontransducerne, eftersom lydkildens position bestemmes i relation til hydrofonen og den præcision, hvormed kildens position kan bestemmes, afhænger af 35 hydrofonens position.

Formålet med opfindelsen er at gøre det muligt at overvåge et havområde med henblik på detektering og lokaliserings af en lydkilde inden for dette område, hvilken overvågning skal kunne foretages i et vilkårligt havområde, og i forhold til kendte metoder have en forlænget levetid, dvs. kan holdes funktionsdygtig i længere tid med begrænset arbejde for kvalificeret personale og ved hjælp af forenkede og dermed billigere lytteapparater.

10 Dette opnås ved hjælp af et anlæg af den indledningsvis angivne art, hvilket anlæg ifølge opfindelsen er ejendommeligt ved, at det udover masterstationen indbefatter mindst to relæstationer på kendte geografiske positioner i afstand fra hinanden og fra masterstationen, hvilke relæstationer er indrettede til at overføre radiosignalerne fra lytteapparaterne til masterstationen, at hvert lytteapparat indbefatter skifteorganer, der skiftevis aktiveres fra en første tilstand, hvor radiosignalet fra apparatet moduleres af lydinformation, til en anden tilstand, hvori radiosignalet moduleres med en for det pågældende lytteapparat éntydig identitetsinformation, og at behandlingsmidlerne hos masterstationen er indrettede til på basis af den 20 detekterede identitetsinformation og de kendte positioner for masterstationen og relæstationerne at bestemme lytteapparaternes geografiske positioner og udnytte disse positioner til at bestemme lydkildens geografiske position.

30 Dette formål kan også opnås med et anlæg af den indledningsvis angivne art, hvilket anlæg ifølge opfindelsen er ejendommeligt ved, at det udover masterstationen indbefatter mindst to relæstationer på kendte geografiske positioner i afstand fra hinanden og fra masterstationen, hvilke relæstationer er indrettede til at overføre radiosignalerne fra lytteapparaterne til masterstationen, at masterstationen desuden indbefatter sende-

midler, indrettede til at udsende aktiveringssignaler, der hvert indeholder identitetsinformation, der éntydigt gælder for hver sit lytteapparat, at hvert lytteapparat desuden indbefatter skifteorganer, indrettede
5 til at igangsætte transmissionen af radiosignalerne fra det pågældende lytteapparat, når der modtages et aktiveringssignal, hvis identitetsinformation gælder for dette lytteapparat, og at behandlingsmidlerne hos masterstationen er indrettede til at identificere hvert
10 enkelt lytteapparat på basis af det modtagne radiosignal og identitetsinformationen i det aktiveringssignal, der har bevirket udsendelse af det pågældende radiosignal, og til at bestemme lytteapparaternes geografiske positioner ud fra de repsektive radiosignaler og de
15 kendte positioner af masterstationen og relæstationerne, og til at udnytte de geografiske positioner for at bestemme lydkildens geografiske position.

Opfindelsen giver mulighed for hurtigt at iværksætte en overvågning i et vilkårligt havområde langs en
20 kyst uden at skulle anvende stationære, kostbare apparater. Ved meddelelse om tilstedeværelse af ukendte mål i havområdet anbringes der et eller flere lytteapparater i dette område, hvorpå bestemmelsen af lydkildens position foretages ved radiotransmission fra nogle bestemte
25 lytteapparater, der befinder sig i nærheden af det ukendte mål. Efter anbringelse af lytteapparaterne på plads og oprettelsen af de fornødne stationære radiostationer, kan hele overvågningsarbejdet udføres ved en hvilken som helst af radiostationerne eller ved en
30 speciel vurderingscentral. Overvågningen i henhold til opfindelsen kan derfor udføres med en høj grad af "holdbarhed" ("endurance"). Når man anvender et stort antal af lytteapparater, behøver disse kun en begrænset rækkevidde, hvorfor lytteapparaterne kan være af enkel og
35 billig konstruktion.

For hurtigt at sætte et havområde under overvågning, kan lytteapparaterne anbringes i deres position

med fly eller helikoptere. I så fald er det hensigtsmæssigt at lade lytteapparaterne indtage arbitære positioner som man ikke kender på forhånd, f.eks. frit flydende, i hvilket tilfælde positionen af hvert lytteapparat i henhold til en hensigtsmæssig udførelsesform bestemmes ved udnyttelse af differensen i vandretiden for radiobølger fra mindst tre radiostationer, der har kendte positioner.

Opfindelsen forklares nærmere i det følgende under henvisning til den skematiske tegning, hvor

fig. 1 viser et overvågningsanlæg, der arbejder efter opfindelsens princip, og som omfatter et stort antal frit flydende lytteapparater og tre stationære radiostationer, hvoraf den ene er masterstationen, medens de to andre er relæstationer,

fig. 2 et blokdiagram over en udførelsesform for et lytteapparat i et anlæg ifølge fig. 1,

fig. 3 et forenklet diagram over masterstationens signalbehandlingsdel til bestemmelse af positionen af en lydkilde i forhold til tre valgte lytteapparater,

fig. 4 et forenklet diagram over masterstationens signalbehandlingsdel til bestemmelse af positionen af et givet lytteapparat, og

fig. 5 viser et forenklet blokdiagram over et lytteapparat, som arbejder med digitaliseret lyd-signal.

Det i fig. 1 viste overvågningsanlæg omfatter et antal geografisk fordelte lytteapparater A1, A2 ... An, der tilsammen dækker et havområde, som skal overvåges for den eventuelle tilstedeværelse af lydkilder. En sådan lydkilde er vist ved U. Afstanden mellem lytteapparaterne afhænger af omstændighederne, og hvis det f.eks. drejer sig om et skærgårdsområde, kan denne afstand være på ca. 5 kilometer. Det antages, at lytteapparaterne bæres i vandet af frit flydende bølger.

Hvert lytteapparat omfatter en hydrofon og en radiosender/modtager med tilhørende antenne. De enkelte lytteapparater identificeres ved en given identifikationsadresse (ID-adresse). En udførelsesform for et lytteapparat vil blive beskrevet nærmere under henvisning til fig. 2.

I henhold til fig. 1 omfatter overvågningsanlægget yderligere mindst tre radiostationer M1, M2 og M3, hvoraf stationen M1 er masterstationen, medens stationerne M2 og M3 er relæstationer. Radiostationerne kan udgøres af stationære udstyr, men der kan også være tale om mobile stationer i den forstand, at de midlertidigt kan placeres forskellige steder i tilknytning til et havområde, der skal overvåges. Under hver måling har radiostationerne faste og kendte positioner. Masterstationen omfatter en sender/modtager til transmission af kontrolinformation til lytteapparaterne og til modtagelse af informationssignaler fra disse apparater og fra relæstationerne. Masterstationen omfatter desuden signalbehandlingsmidler til gennemførelse af en hvis tids-tro signalbehandling. Gennem et radioled eller på anden måde, kan masterstationen kommunikere med en vurderingscentral EC, hvor den endelige signalbehandling og positionsbestemmelse finder sted. Relæstationerne M2 og M3 kan også omfatte en sender/modtager, og de er indrettet til at modtage visse signaler fra lytteapparaterne og til at genudsende dem til masterstationen over forskellige radiokanaler.

Positionsbestemmelsen finder i princippet sted på følgende måde.

Det antages, at det kun er lytteapparaterne A1, A2 og A3 som befinder sig i den bedste position til lokalisering af lydkilden U, som er aktive. Disse lytteapparater udsender simultant og over hver sin radiokanal den detekterede lyd på en bærebølge til master-

stationen. I masterstationen demoduleres bærebølgen, og de opnåede lydbølger korreleres parvis. Hver korrelation giver en tidsforskel, der repræsenterer en given hyperbel. Den lydkilde, der så befinder sig ved krydspunktet mellem de to opnåede hyperbler (i visse tilfælde kan der teoretisk opnås to krydspunkter, hvoraf det ene imidlertid kan ekskluderes). Ved denne positionsbestemmelse tages der ikke hensyn til forskellen i vandretiden for de forskellige radiobølger, eftersom vandretiden for lydbølgerne i vandet er væsentligt større end vandretiden for radiobølgerne.

I regelmæssige intervaller afbryder hvert enkelt lytteapparat sin udsendelse af lydbølger, og den udsender i stedet for sin ID-adresse over en given radiokanal. Disse ID-adresser føres videre af relæstationerne M2 og M3 over nye radiokanaler. Det antages så, at der på et givet tidspunkt kun er ét lytteapparat, f.eks. apparatet A1, der udsender sin ID-adresse. Masterstationen modtager så denne ID-adresse direkte over den ene radiokanal, og den samme adresse gennem stationen M2 over en anden kanal, og gennem stationen M3 over en tredje kanal. Da stationerne M1, M2 og M3 har kendte positioner, kender man vandretiderne mellem M2 og M1 ($= \tau_1$) og mellem M3 og M1 ($= \tau_2$). Ved at korrelere ID-signalet direkte fra A1 med det signal, der opnås gennem M2 under kompensering for den kendte vandretid τ_1 opnår man en tidsforskel, der repræsenterer en hyperbel. Ved på tilsvarende måde at korrelere ID-signalet direkte fra A1 med det signal, der opnås gennem M3 under kompensering for den kendte vandretid τ_2 , opnår man en tidsforskel, der repræsenterer en anden hyperbel. I så fald vil apparatet A1 befinde sig ved krydspunktet mellem disse to hyperbler. Lytteapparaterne A2 og A3 lokaliseres derefter på samme måde under de intervaller, hvori de udsender ID-signalet. Når man nu bestemmer positionen af lydkilden U i forhold til

lytteapparaterne A1, A2 og A3 og positionen af hvert enkelt af disse apparater får man fuld oplysning om den absolutte position af lydkilden U.

Til forklaring af virkemåden angives herefter en tabel, der viser de forskellige signaler, der forekommer i anlægget, idet de givne båndbredder og modulationstyper gælder for en udførelsesform, der som eksempel beskrives nærmere nedenfor.

Signal nr. 1

- 10 Formål: at udsende lyden fra genstanden til lyttebøjerne.
- Strækning: fra genstand til mindst tre valgte bøjer.
- Grundtype: lydbølger i vand.
- Spektrum: 10 Hz eller mindre op til 1000 Hz.
- 15 Modulation: ingen. Ingen bærebølge

Signal nr.2

- Formål: positionsbestemmelse af genstanden i forhold til de valgte bøjer.
- Strækning: fra bøjerne til en radiomodtager på land.
- 20 Grundtype: radiobølger. Moduleret bærebølge (f.eks. 300 MHz).
- Spektrum: af størrelsesordenen 10 kHz.
- Modulation: underbærebølge, en for hver bøje moduleret med signalet no. 1 på en hovedbærebølge.

Signal nr.3

- 25 Formål: positionsbestemmelse af bøjer.
- Strækning: fra den pågældende bøje til mindst tre radiomodtagere på land.
- Grundtype: radiobølger. Moduleret bærebølge (f.eks. 300 MHz).
- Spektrum: f.eks. 1-10 MHz.
- 30 Modulation: impulsmoduleret nøglesignal.
- Notabene: en af landsstationerne kan være masterstationen, idet signalerne fra de to andre modtagere overføres til masterstationen.

Signal nr.4

- 35 Formål: ordrer til bøjeaktivering; aktivering og kanaludvælgelse.
- Strækning: fra en landstation til en bøje (en ad gangen).

	Grundtype:	radiobølge. Moduleret bærebølge (300 MHz).
	Spektrum:	afhænger af den fornødne kommandohastighed; f.eks. 10 kHz, hvis kommandohastigheden skal kunne ændres.
5	Modulation:	impulsmoduleret nøglesignal.
	<u>Signal nr.5</u>	
	Formål:	selektiv områdeaktivering.
10	Strækning:	fra tre landstationer til samtlige bøjer indenfor et område, der specificeres af signalet.
	Grundtype:	radiobølger. Moduleret bærebølge (f.eks. 300 MHz).
	Spektrum:	afhænger af den ønskede nøjagtighed i områdetudvælgelsen; (f.eks. 1-10 MHz).
15	Modulation:	impulsmodulation.

Af denne tabel fremgår det, at det kun er signallerne no. 3 og 5, der er bredbandede, medens alle de andre signaler har et snævert spektrum, dvs. smal båndbredde. Signalet no. 5, der har relation til område-

20 selektiv aktivering af bøjerne, dvs. aktivering af samtlige bøjer indenfor et valgt område, er indbefattet for fuldstændigheds skyld, men skal ikke omtales nærmere i beskrivelsen. Hvad angår signalet no. 5, kan der henvises til svensk fremlæggeskrift nr. 435 978, hvori et

25 eksempel på en sådan områdeselektiv aktivering er beskrevet.

Fig. 2 viser skematisk opbygningen af en udførelsesform for et lytteapparat i form af en bøjse indrettet til at være frit flydende i et havområde som skal over-

30 våges.

Bøjen omfatter en antenne 10, der holdes flydende på vandoverfladen ved hjælp af et flydelegeme 10a, samt et legeme 11 med en sådan vægt, og med et til-

35 koblingskabel af en sådan længde, at det holdes flydende i en passende dybde under vandoverfladen. Ved bunden har bøjen en hydrofon 12 til detektering af lydbølger eller trykbølger i vandet.

Legemet 11 indeholder de elektriske kredse, der indgår i lytteapparatet nemlig en med antennen forbundet sender/modtageenhed 13. På tegningen er enheden vist med en modtager 14 og to separate sendere 15 og 5 16. Senderen 15 er indrettet til at overføre ID-informationen til masterstationen og den har en indgang forbundet med et lager 17 gennem en omskifter 18 og en skanderingskreds 19. Lageret 14 indeholder et éntydigt ID-nummer for hvert enkelt lytteapparat, og 10 denne information detekteres og omdannes til seriel form ved hjælp af skanderingskredsen 19. Senderen 16 er indrettet til at overføre en detekteret lyd og den har en indgang forbundet med hydrofonen 12 gennem en omskifter 20 og en signalkonverter 21. Omskifterne 15 18 og 20 aktiveres synkront mellem en første stilling I, hvori omskifteren 20 er lukket og omskifteren 18 er åben, og en anden stilling II, hvori omskifteren 18 er lukket og omskifteren 20 er åben. Aktiveringen af omskifterne udføres ved hjælp af en takt- 20 giver 22 gennem et drivtrin 23. Tidsstyringen kan foregå således, at omskifterne normalt befinder sig i positionen I og kun skifter over til positionen II i konstante tidsintervaller og for en kort tidsperiode, idet det f.eks. antages, at positionen II hvert tiende 25 sekund holdes i 10 ms. Taktgiverne i de enkelte bøjler kan fungere lidt forskelligt fra hinanden for at forhindre, at flere apparater udsender ID-informationen simultant i en vilkårlig, lang tidsperiode.

Informationsoverføringen gennem senderne 15 og 30 16 sker ved modulation af en HF-bærebølge, idet senderen 16 er indrettet til at sende over flere forskellige kanaler, medens senderen 15 har sin egen kanal. Den kanal, der anvendes af senderen 16, kan vælges ved hjælp af et styresignal til en styreindgang 35 24. I realiteten er det ikke nødvendigt at have to separate sendere, idet der kan anvendes en fælles sender i hvilket tilfælde 16 repræsenteres af en given kanal for denne sender. Kanalsepareringen sikres ved, at hver

kanal har sin bærebølge eller sin underbærebølge på en fælles HF-bærebølge.

Modtageren 14, der også er forbundet med antennen 10 er indrettet til at modtage styreinformation, og den har en udgang forbundet med et register 25 gennem en detektor 26. Styreinformationen kan være formet som et tog af HF-impulser, der repræsenterer en digital meddelelse og i så fald kan registeret 25 være udformet som et skifteregister, der modtager og oplagrer meddelelsen. Som et eksempel på, hvorledes en sådan meddelelse kan være udformet, viser fig. 2 et register 25, der består af et antal trin. Et første trin 27 oplagrer en bitsekvens, der repræsenterer ID-nummeret for det lytteapparat, der skal styres. Denne del af skifteregisteret er forbundet med en komparator 31, hvis anden indgang modtager information fra ID-lageret 17. Et andet trin 28 oplagrer et ciffer, der repræsenterer en aktiveringsordre, medens et trin 29 oplagrer et ciffer, der repræsenterer en desaktiveringsordre. Endelig oplagrer et trin 30 et nummer, der repræsenterer den aktuelle kanal, der skal anvendes. Udgangen på komparatoren 31 er forbundet med den ene indgang til en AND-port 32, hvis anden indgang er forbundet med trinnet 28 i skifteregisteret 25. Udgangssignalet fra komparatoren 31 føres også til den ene indgang til en AND-port 33, hvis anden indgang er forbundet med trinnet 29 i registeret 25. Udgangssignalet fra AND-porten 32 føres til en set-styreindgang til en styrbar omskifter 34, medens udgangssignalet fra AND-porten 33 er ført til reset-styreindgangen til den samme omskifter. Når der fås et signal fra AND-porten 32 lukkes omskifteren 34 for at forbinde en strømkilde 35 med en blok 36, der repræsenterer de elementer, i senderen, der kræver aktiveringsspænding. Herved aktiveres senderen. Når der er et signal fra AND-porten 33 åbnes omskifteren 34, hvorved senderen desaktiveres. De elementer i modtageren, der kræver aktiveringsspænding er

vedvarende forbundet med strømkilden og modtageren aktiveres kontinuert. Det sidste trin 30 i skifteregisteret 25 er tilsluttet styreindgangen til senderen 16 gennem en konverter 37 indrettet til at omdanne kanal-ciffernummeret i registeret 25 til en passende styrespænding til senderen.

Virkemåden forklares nærmere herefter.

Når et lytteapparat aktiveres udsender masterstationen et impulstog, hvoraf den første del, der når frem til trinnet 27 indeholder ID-nummeret for det pågældende lytteapparat, medens den anden del af impulstoget, der når frem til trinnet 28 repræsenterer aktiveringsordren, hvorhos den del af impulstoget, der når frem til trinnet 30 repræsenterer den kanal, der skal vælges. Senderen aktiveres og den lyd hydrofonen måtte detektere, udsendes over den valgte kanal. Hvert tiende sekund afbrydes udsendelsen af lydinformation og i stedet for udsendes ID-informationen fra lageret 17 over den specielle kanal. Under denne ID-transmission finder positionsbestemmelsen for det pågældende lytteapparat sted. Dette fortsætter indtil masterstationen igen udsender ID-nummeret for det pågældende apparat sammen med et signal, der når frem til trinnet 29 i registeret 25, hvorved senderen desaktiveres.

Fig. 3 viser skematisk den signalbehandlende del af modtageren hos masterstationen M1, der sørger for positionsbestemmelse af en lydkilde i forhold til tre valgte lytteapparater. Hvis kanalerne er frekvenskanaler, dvs. en speciel bærebølge eller underbærebølge for hver kanal, består modtageren i princippet af et antal båndpasfiltre, der hvert er afstemt til sin frekvens og med, såfremt der er tale om underbærebølge, et foranliggende filter- og blandingstrin til undertrykkelse af hovedbærebølgen. Fig. 3 viser modtagekanalerne for tre valgte lytteapparater, hvilke kanaler repræsenteres af båndpasfiltrene F1, F2 og F3 med tilhørende detektorer D1, D2 og D3. Detektorerne har forbindelse med

hver sin udgang 01, 02 og 03; hvor de respektive kanalers lavfrekvente modulationssignaler opstår. På udgangene 01, 02 og 03 har man således den samme lydinformation, men på forskellige tidspunkter, der afhænger af de forskellige vandretider for lyden i vandet frem til de pågældende lytteapparater (i så fald tages der ikke hensyn til forskellene i vandretid for radiobølgerne i luften). I princippet udføres signalbehandlingen således, at lydsignalerne korreleres parvis med henblik på bestemmelse af deres indbyrdes tidsforskell. Som vist i fig. 3 vil signalererne på udgangene 01 og 02 således kobles til en første korrelator K1 gennem en skiftekrede SW, medens signalererne på udgangene 01 og 03 gennem skiftekrede SW føres til en anden korrelator. Korrelatoren K1 giver tidsforskellen T1 og korrelatoren K2 giver tidsforskellen T2. Tidsforskellene T1 og T2 repræsenterer hver en hyperbel og lydkilden U befinder sig på det punkt, hvor disse to hyperbler krydser hinanden.

Fig. 4 viser skematisk, hvorledes positionen af de forskellige lytteapparater kan bestemmes, idet den viser de fornødne bestanddele hos masterstationen til lokalisering af det første lytteapparat A1 (fig. 1). Lokaliseringen af lytteapparaterne finder som nævnt sted i de korte afbrydelser af lydtransmissionen, når ID-informationen udsendes over en speciel kanal. Det antages, at apparatet A1 på et givet tidspunkt er det eneste der udsender ID-informationen. Denne information udsendes som et impulstog over den givne kanal, dvs. på en given kanalfrekvens, og den genudsendes af de valgte relæstationer M2 og M3 på to andre kanaler. Med henblik på separering af disse signaler indbefatter masterstationen tre båndpasfiltre, et første filter F4 afstemt til den kanalfrekvens, der anvendes af lytteapparatet A1 (og også af de øvrige lytteapparater) til transmission af sin ID-information samt to filtre F5 og F6, der er afstemt til de kanalfrekvenser til hvil-

ke nævnte frekvens omsættes hos relæstationerne M2
henholdsvis M3. Filtrene F4, F5 og F6 er forbun-
det med hver sin detektor D4, D5, D6 med hver sin
udgang 04, 05, 06. Over disse udgange er det den
5 samme ID-information, der opstår, nemlig i det fore-
liggende eksempel ID-adressen for lytteapparatet A1,
men med forskellige tidspositioner. I princippet udfø-
res signalbehandlingen til bestemmelse af positionen af
apparatet A1 således, at ID-signalerne over disse ud-
10 gange sammenlignes parvis efter korrektion for de kendte
vandretider fra M2 til M1 og fra M3 til M1, med
henblik på bestemmelse af deres indbyrdes tidsforskel,
når de ankommer til de respektive stationer M1, M2 og
M3. Signalet på den første udgang 04 kobles således
15 til den første indgang til en komparator J1 gennem en
tidsforsinkelseskreds B1, der forsinker signalet med
den kendte vandretid τ_1 fra M2 til M1, medens
signalet på udgangen 05 direkte føres til den anden
indgang til komparatoren J1. På tilsvarende måde føres
20 signalet på udgangen 04 til den første indgang til en
anden komparator J2 gennem tidsforsinkelseskredsen B2,
der forsinker signalet med den kendte vandretid τ_2 fra
M3 til M1, medens signalet på udgangen 06 direkte
kobles til den anden indgang til komparatoren J2. Kom-
25 paratoren J1 afgiver et udgangssignal, der repræsente-
rer en tidsforskel T3, medens komparatoren J2 afgi-
ver et signal, der repræsenterer en tidsforskel T4.
Tidsforskellene T3 og T4 repræsenterer hver en hyperbel
og apparatet A1 befinder sig på det punkt, hvor disse
30 hyperbler krydser hinanden. Tidsforskellene T3 og T4
eller muligvis den kalkulerede position oplagres sammen
med ID-nummeret hos apparatet A1.

På forskellige efter hinanden følgende tidspunkter,
vil den tilsvarende information nå frem fra apparaterne
35 A2 og A3, der lokaliseres på samme måde og med de sam-
me kredse. Hvert tiende sekund vil ID-nummeret fra A1
igen ankomme og den oplagrede information om positionen

af apparatet opdateres kontinuerligt.

Virkemåden for hele anlægget forklares nærmere herefter.

Efter anbringelse af lytteapparaterne på deres
5 positioner i et havområde, hvor der muligvis findes en
lydkilde, og efter opstilling af de stationære ra-
diostationer M1, M2 og M3, går den første fase ud
på en generel opsamling af information for at se, om der
er pålidelige indikationer om en lydkilde, i det område
10 der overvåges, og i så fald lydkildens tilnærmede posi-
tion. Denne informationsindsamlingsfase kan f.eks. gå
ud på, at lytteapparaterne kaldes op og aktiveres i succes-
siv rækkefølge. Så snart et lytteapparat aktiveres, vil
det udsende den detekterede lyd og sit ID-nummer, hvorved
15 stationens position kan bestemmes. ID-nummeret, positio-
nen og en grov information om detekteret lyd oplagres.
Hvis det nu viser sig, at et antal hosliggende lytte-
apparater detekterer en lyd, der overskrider en hvis
tærskelværdi eller er af lignende karakter, er det kun
20 disse lytteapparater, der aktiveres og målingen af lyd-
kildens position udføres som beskrevet. Med henblik på
optimering af informationstransmissionen i relation til
den fornødne båndbredde, kan lydsignalerne digitaliseres,
og kanalsepareringen opnås ved tidsmultipleks. Fig. 5
25 viser et forenklet blokdiagram over et lytteapparat, der
fungerer efter dette princip. Lytteapparaterne (bøjerne)
antages at samvirke med et antal stationære radiostatio-
ner, hvoraf den ene, nemlig masterstationen, omfatter en
præcisionstaktgiver og udsender synkroniserings- eller
30 justeringsimpulser til samtlige bøjer samt en aktive-
ringsstyreordre til visse udvalgte bøjer. Hver bøje har
en modtager 100 og en sender 101. Modtageren 100
er forbundet med en antenne 104 gennem to omskifttere
102 og 103, der normalt befinder sig i den viste stil-
35 ling. Senderen 101 kan kortvarigt kobles til antennen
104 gennem de samme omskifttere. Udgangen på modtageren
100 er koblet til tre detektorer, nemlig en ID-detektor

105, en kanaldetektor 106 og en synkroniseringsdetektor 107. Synkroniseringsdetektoren 107 styrer en taktgiver 108, hvis udgangssignal i kombination med udgangssignalet fra kanaldetektoren 106 er udformet til
5 styring af en kanaludvælgelseskreds 109. Et lager 110 oplagrer kontinuerligt sampler af det lydssignal, der detekteres af en hydrofon 111, hvilke sampler frembringes ved hjælp af en forstærker 112 og en A/D-konverter 113. Informationen i lageret 110 føres til ind-
10 gangen til senderen 101 gennem en aflæsekreds 114. Lageret 110 nulstilles ved hjælp af signalet fra synkroniseringsdetektoren 107, medens aflæsekredsen 114 aktiveres af kanaludvælgelseskredsen 109. Denne kreds styrer også omskifteren 103, medens omskifteren 102
15 styres ved hjælp af et signal fra ID-detektoren 105.

Virkemåden forklares nærmere herefter.

I regelmæssige tidsintervaller på f.eks.

0,1 - 10 sekunder ankommer en synkroniserings- eller justeringsimpuls til nulstilling af taktgiverne hos samtlige bøjere. Derfor behøver disse taktgivere ikke at være
20 særligt præcise, og de kan være af billig konstruktion. Med de antagne, udvidede tidsintervaller, vil forskellen i vandretiden for synkroniseringsimpulsen til de forskellige bøjere være ubetydelig, og det kan antages, at
25 taktgiverne arbejder synkront. Simultant foretages der nulstilling af lageret som har en sådan kapacitet, at det kan oplagre samtlige sampler, der repræsenterer lydssignalet, i hele tidsintervallet mellem to synkimpulser. Dette tidsinterval mellem to synkimpulser deles op i et
30 antal sub-intervaller, f.eks. 10, der hvert repræsenterer en kanal, og som eksempelvis har en længde på 0,01 - 1 sekund. Til hvert sub-interval er knyttet et kanalnummer 1, 2 ... 10. Når masterstationen ønsker, at en given bølge skal udsende den detekterede lyd, ud-
35 sender den først ID-nummeret til bølgen og umiddelbart derefter et signal, der repræsenterer en aktiveringsordre. ID-detektoren 105 i den pågældende bølge reagerer

og stiller omskifteren 102 om i den anden stilling i forhold til den på tegningen viste. Bøjen er nu aktiveret til transmission. Umiddelbart derefter udsender masterstationen en impulssekvens, der repræsenterer det kanalnummer, der tilordnes bøjen. Denne impulssekvens detekteres hos kanaldetektoren 106, der styrer kanaludvælgelseskredsen 109, således at denne kreds 109 afgiver et signal, et antal sub-intervaller efter en synkimpuls, hvilket antal er lig med kanalnummeret. Signalet fra kredsen 109 stiller omskifteren 103 i den anden position i forhold til den på tegningen viste, og aktiverer aflæsekredsen 114. Når aflæsekredsen 114 modtager et styresignal, skanderes lageret 110 med høj hastighed og det samlede lydssignal udsendes i komprimeret form gennem antennen 104 ved modulation på en radio-bærebølge i den aktuelle tidskanal. Den samme proces gentages for en anden bøje i en anden kanal. Hos masterstationen og de øvrige stationære radiostationer oplagres kanal/ID-nummer-forholdet. Derfor kan de oplagrede frekvenser, der repræsenterer de lydssignaler, der detekteres af de forskellige bøjer tidsforskydes under hensyntagen til tidspositionerne af de forskellige kanaler og der foretages korrelation på samme måde som beskrevet i det foregående. Om ønsket kan der foretages en yderligere forskydning med henblik på korrigerende for tidsfejl, der skyldes de forskellige vandretider for synkimpulsen til forskellige bøjer.

I stedet for en individuel selektiv aktivering som i de beskrevne udførelsesformer, er det alternativt muligt at aktivere lytteapparaterne gruppevis, eksempelvis i afhængighed af deres geografiske position, jf. beskrivelsen til svensk fremlæggelsesskrift nr. 435 978.

Hvis der i nærheden af det område, der skal overvåges findes stationære lytteapparater, er det også muligt at anvende disse apparater i kombination med en eller flere frit flydende bøjer, der har radiosendere.

P A T E N T K R A V

1. Anlæg til lokalisering af en lydkilde i et havområde, og af den art, der omfatter:

- 5 - mindst tre hydrofon-lytteapparater (An), hvert med en hydrofon-modtager (12) og en radiosender (15, 16) forbundet med en antenne (10), hvilken sender er indrettet til at udsende radiosignaler, der moduleres af lyd-information fra den pågældende hydrofon-modtager, når lytteapparaterne er spredt ud i det havområde, der skal
10 overvåges,
 - en masterstation (M1) på kendt geografisk position, og omfattende:
 - (i) radiomodtagemidler (F1-F3, D1-D3) til de-
15 tektering af radiosignalerne fra lytteapparaterne,
 - (ii) korrelationsmidler (K1, K2) indrettede til for hvert par af mindst to par af lytteapparater at bestemme den respektive korrelationstidsforsinkelse mellem den lydinformation, der udledes fra de detekterede radiosignaler, der hidrører fra de to sendere i det på-
20 gældende par,
 - (iii) behandlingsmidler indrettede til at bestemme positionen af lydkilden på basis af korrelationstidsforsinkelserne og positionerne af lytteapparaterne,
k e n d e t e g n e t ved,
25 - at det udover masterstationen (M1) indbefatter mindst to relæstationer (M2, M3) på kendte geografiske positioner i afstand fra hinanden og fra masterstationen, hvilke relæstationer er indrettede til at overføre radiosignalerne fra lytteapparaterne til masterstationen,
30 nen,
 - at hvert lytteapparat indbefatter skifteorganer (18, 20), der skiftevis aktiveres fra en første tilstand, hvor radiosignalet fra apparatet moduleres af lydinformationen, til en anden tilstand, hvori radiosignalet moduleres med en for det pågældende lytteapparat éntydig
35 identitetsinformation, og
 - at behandlingsmidlerne hos masterstationen (M1)

er indrettede til på basis af den detekterede identitetsinformation og de kendte positioner for masterstationen og relæstationerne at bestemme lytteapparaternes geografiske positioner og udnytte disse positioner
 5 til at bestemme lydkildens geografiske position.

2. Anlæg til lokalisering af en lydkilde i et havområde, og af den art, der omfatter:

- mindst tre hydrofon-lytteapparater (An), hvert med en hydrofon-modtager (12) og en radiosender (15, 16)
 10 forbundet med en antenne (10), hvilken sender er indrettet til at udsende radiosignaler, der moduleres af lydinformation fra den pågældende hydrofon-modtager, når lytteapparaterne er spredt ud i et havområde, der skal overvåges,

15 - en masterstation (M1) på kendt geografisk position, og omfattende:

(i) radiomodtagemidler (F1-F3, D1-D3) til detektering af radiosignalerne fra lytteapparaterne,

(ii) korrelationsmidler (K1, K2) indrettede til
 20 for hvert par af mindst to par af lytteapparater at bestemme den respektive korrelationstidsforsinkelse mellem den lydinformation, der udledes fra de detekterede radiosignaler, der hidrører fra de to sendere i det pågældende par,

25 (iii) behandlingsmidler indrettede til at bestemme positionen af lydkilden på basis af korrelationstidsforsinkelserne og positionerne af lytteapparaterne,

k e n d t e g n e t v e d,

- at det udover masterstationen (M1) indbefatter
 30 mindst to relæstationer (M2, M3) på kendte geografiske positioner i afstand fra hinanden og fra masterstationen, hvilke relæstationer er indrettede til at overføre radiosignalerne fra lytteapparaterne til masterstationen,

35 - at masterstationen (M1) desuden indbefatter sendemidler, indrettede til at udsende aktiveringssignaler, der hvert indeholder identitetsinformation, der éntydigt gælder for hver sit lytteapparat,

- at hvert lytteapparat (An) desuden indbefatter skifteorganer (101, 102), indrettede til at igangsætte transmissionen af radiosignalerne fra det pågældende lytteapparat, når der modtages et aktiveringssignal, hvis
5 identitetsinformation gælder for dette lytteapparat, og

- at behandlingsmidlerne hos masterstationen (M1) er indrettede til at identificere hvert enkelt lytteapparat på basis af det modtagne radiosignal og identitetsinformation i det aktiveringssignal, der har bevirket
10 udsendelse af det pågældende radiosignal, og til at bestemme lytteapparaternes geografiske positioner ud fra de respektive radiosignaler og de kendte positioner af masterstationen og relæstationerne, og til at udnytte de geografiske positioner for at bestemme lydkildens
15 geografiske position.

3. Anlæg ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at skifteorganerne i hvert lytteapparat indbefatter to omskiftere (18, 20), der synkront kobles sammen for at overføre enten identitetsinformation eller lydinformation til radiosenderen i det pågældende lytteapparat
20 ved slutning af den ene omskifter og brydning af den anden omskifter.

