



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 133685

(51) Int. Cl.² G 01 S 9/66

(21) Patentsøknad nr. 2140/71

(22) Inngitt 07.06.71

(23) Løpedag 07.06.71

(41) Alment tilgjengelig fra 27.12.71

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 01.03.76

(30) Prioritet begjært 24.06.70, Frankrike, nr. 70/23489

(54) Oppfinnelsens benevnelse Fremgangsmåte og apparat for bestemmelse av den bane som følges av et fartøy i forhold til en referanseflate.

(71)(73) Søker/Patenthaver
INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE,
DES CARBURANTS ET LUBRIFIANTS,
1 & 4, avenue de Bois-Préau,
92 Rueil-Malmaison (Hauts-de-Seine),
Frankrike.

(72) Oppfinner
BARRET, JEAN-PIERRE, Chambourcy, (Yvelines),
MONNOT, MAX, Chatou, (Yvelines),
Frankrike.

(74) Fullmektig
Siv. ing. Rolf Larsen,
Bryn & Aarflot A/S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner
Ingen.

Denne oppfinnelse angår bestemmelse av den bane som følges av et fartøy i forhold til en referanseflate, ved anvendelse av informasjoner som frembringes vedrørende fartøyet's hastighet ved måling av frekvensforskyvningen av akustiske eller elektromagnetiske bølger på grunn av Doppler-Fizeau-effekten.

Oppfinnelsen har særlig anvendelse for bestemmelse av den bane som følges av et fartøy som beveger seg i eller på vann i forhold til sjøbunnen som utgjør den nevnte referanseflate.

Metoder for bestemmelse av den relative hastighet

av et fartøy i forhold til en overflate og den bevegelsesbane som fartøyet gjennomløper, baseres på den velkjente effekt som går ut på at den relative hastighet er proporsjonal med frekvensforskyvningen i en akustisk bølge utsendt fra fartøyet og den bølge som reflekteres fra denne overflate.

Blandt disse metoder kan nevnes den som består i på kontinuerlig måte å utsende ultralydbølger med konstant frekvens mot sjøbunnen og med skråttliggende retninger i forhold til vertikalen fra fartøyet. En eller flere mottagertransdusere som kan være innbyrdes sammenkoblet, mottar de ultralydbølger som reflekteres. Disse mottagere er koblet til en anordning som detekterer avvikelsen mellom frekvensen av den utsendte bølge og frekvensen av den mottatte bølge, og angir hastigheten og den distanse som er gjennomløpet av fartøyet.

De anordninger som brukes for utførelse av disse metoder arbeider bare tilfredsstillende når dybden av vannlaget mellom fartøyet og bunnen er forholdsvis liten. Av praktiske grunner er mottagerne for de akustiske bølger oftest plassert i nærheten av sendere og mottar av denne grunn sekundære og direkte utstrålinger som skriver seg fra disse siste. Når de akustiske bølger som reflekteres fra bunnen er for svake blir de maskert og fullstendig forstyrret av disse direkte utstrålinger. En kjent metode for å unngå disse ulemper består i å utsende de akustiske bølgetog på diskontinuerlig måte. Sende-intervallet etterfølges av et lytte-intervall som også er betegnet som lyttevindu, hvorunder mottagerne bare innfanger de bølger som er reflektert fra bunnen.

Det er kjent at kvaliteten og nøyaktigheten av målingen av frekvensforskyvningen av de akustiske bølger på grunn av Doppler-effekten, er desto bedre jo lengere målingen varer og følgelig har varigheten av de utsendte akustiske bølgetog en maksimalverdi i avhengighet av vann dybden mellom fartøyet og refleksjonsflaten.

For i størst mulig grad å øke varigheten av utsendelsen blir det til hver transduser som utsender bølger i skråttliggende retninger i forhold til vertikalen, tilordnet en dybdemåler eller en ekko-sonde for bestemmelse av den distanse langs vertikalen som adskiller fartøyet fra

referanseflaten. Ut fra denne distanse avledes lengden av forplantningsveiene langs de skråttliggende senderetninger som funksjon av hellningsvinkelen av disse i forhold til vertikalen. På denne måte gjøres varigheten av utsendelsen proporsjonal med lengden av de beregnede forplantningsveier. Imidlertid tillater ikke denne metode at det blir tatt hensyn til den eventuelle hellning av referanseflaten eller lokale ujevnheter som denne omfatter, hvilket medfører variasjoner i distansene langs skråttliggende retninger som ikke er forutsigbare med måleprosedyrer for distansen langs en vertikal retning.

Når distansene langs skråttliggende retninger ikke er kjent med nøyaktighet kan det på transdusernes nivå fremkomme overlapping mellom slutten av de utsendte bølgetog og begynnelsen av de reflekterte bølgetog, hvilket er ødeleggende for kvaliteten av de utførte målinger.

Formålet med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for navigering ved anvendelse av Dopplereffekten og med sikte på å unngå de ovenfor omtalte ulemper, samt et apparat særlig egnet for utførelse av denne fremgangsmåte.

Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen består i å måle den distanse som er gjennomløpet av et fartøy i forhold til en referanseflate, under suksessive perioder som hver omfatter en sendefase og en mottagningsfase.

Under sendefasen utsendes målesignaler med bestemt frekvens mot den nevnte overflate og langs i det minste en skråttliggende retning i forhold til denne overflate. Under mottagerfasen for bølger reflektert fra overflaten bestemmes den distanse som fartøyet har beveget seg ved å anvende differansen mellom frekvensen av utsendte målesignaler og frekvensen av deres ekko.

Denne fremgangsmåte utmerker seg ved at sendefasen består i utsendelse av et hjelpe- eller kjenningssignal langs den skråttliggende sendeakse, ved bestemmelse av det tidsintervall som adskiller sendetidspunktet fra mottagnings-tidspunktet for hjelpesignalet og ved utsendelse av målesignaler med en varighet som er i det vesentlige lik det

nevnte tidsintervall.

På denne måte blir varigheten av de utsendte pulser holdt på en maksimal verdi som er forenlig med lengden av den virkelige forplantningsvei som følges av de akustiske bølger langs sende- og mottagningsretningene.

Da bestemmelsen av tidsintervallet for de akustiske bølgers tur og retur, utsendelsen av de signaler som brukes for målingen av Doppler-frekvensdifferansen og mottagningen av ekko-signalpulsene utføres langs den samme retning, kan disse suksessive operasjoner foretas ved hjelp av en eneste sender/mottager-transduser.

Et av de spesielle trekk ved fremgangsmåten består f.eks. i for hver periode eller syklus å foreta måling av den frekvensavvikelse som er resultatet av Doppler-effekten, under et tidsintervall som er lengere enn varigheten av sendingen, ut fra signaler detektert under et effektivt deteksjons-tidsintervall som i varighet er valgt maksimalt lik varigheten av sendingen.

Da målingen skjer over et tidsintervall som kan være meget lengere enn det effektive deteksjonsintervall, blir det mulig å øke nøyaktigheten av målingen såvel som signal/støy-forholdet. Denne egenskap er fordelaktig når avstanden mellom fartøyet og den nevnte overflate er liten og følgelig den effektive varighet av deteksjonen som er knyttet til varigheten av sendingen, er meget kort.

Andre fordeler som er resultatet av anvendelse av denne fremgangsmåte såvel som særlige trekk ved et apparat for utførelse av denne skal forklares nærmere i den følgende beskrivelse under henvisning til tegningene hvor:

figur 1 viser arrangementet av sendeakser i forhold til vertikalen i tilfelle av anvendelse av fremgangsmåten på et sjøgående fartøy,

figur 2 viser bølgeformer i en sendeperiode og en mottagningsperiode i følge en første utførelsesform av fremgangsmåten,

figur 3 viser bølgeformer i en sendeperiode og en mottagningsperiode ifølge en annen utførelsesform av fremgangsmåten,

figur 4 viser skjematisk et apparat for utførelse av den annen utførelsesform av fremgangsmåten,

figur 5 viser skjematisk et automatisk synkroniseringsselement for de forskjellige operasjoner som utføres av apparatet.

På figur 1 sees det at fartøyet omfatter to sende/mottager-innretninger som f.eks. er festet på skroget. Aksene for sender/mottager-transduserne for akustiske bølger er f.eks. lagt i et vertikalt plan gjennom fartøyets lengdeakse og langs to symmetriske og skråttliggende retninger i forhold til vertikalen, som vist med vinkelen θ på figur 1. Dette kjente arrangement gjør det mulig å redusere innvirkningen av sjøgang på målingenes regularitet. Ifølge den første variant av fremgangsmåten som illustrert på figur 2, utføres sendefasen samtidig med målingen av varigheten av de akustiske bølgers forplantning frem og tilbake. Sendefasen består i utsendelse av et bølgetog E etter en forutgående kort puls I som har en annen frekvens enn frekvensen av bølgetoget (kurve a på figur 2). Denne korte puls er i det følgende betegnet som kjenningsignal. Sendingen avbrytes når ekkosignalet av kjenningsignal oppfanges av sender/mottager-transduseren. Dette kjenningsignal kan ha en eneste eller en sammensatt frekvens, oppnådd ved kombinasjon eller modulasjon av frekvenser og valgt slik at dette signal lett skal kunne gjenkjennes.

Tidsintervallet mellom begynnelsesøyeblikket for sendingen av kjenningsignal og fronten av dettes ekko definerer varigheten T_{AR} av bølgenes forplantning frem og tilbake langs sendeaksen.

Ekkoet av utsendte signaler blir mottatt av transduseren under et tidsintervall T som er i det vesentlige lik T_{AR} (kurve b på figur 2). Måleanordningen for frekvensforskyvningen er imidlertid ikke forbundet med mottagerinnretningen for disse bølger fra det øyeblikk kjenningsignal blir mottatt. Etter et tidsintervall $\frac{T}{a}$ (med $a > 1$) tilstrekkelig for mottagelse av kjenningsignal i sin helhet (kurve c på figur 2), blir måleinnretningen under et tidsintervall $\frac{T}{b}$ (med $b > 1$) tilkoblet. Under dette tidsintervall telles

133685

6

differansen mellom det kumulerte eller oppsamlede antall perioder henholdsvis av sendefrekvensen og av mottagningsfrekvensen. Resultatet av denne telling er proporsjonal med den bevegelsesbane som er gjennomløpet av fartøyet under varigheten av målingen, nemlig tiden $\frac{T}{b}$. Måleintervallet $\frac{T}{b}$ etterfølges av et sikkerhetsintervall $\frac{T}{c}$ (med $c > 1$), valgt slik at:

$$\frac{T}{a} + \frac{T}{b} + \frac{T}{c} \leq T \quad (1)$$

og slik at måleintervallet eller "målevinduet" følgelig ligger godt innenfor mottagningsintervallet T .

Det opprettholdes et konstant forhold mellom varigheten av sendingen og varigheten av "målevinduet" og følgelig et konstant forhold mellom dette siste og repetisjonsintervallet T_{REP} for sende/mottagningsperiodene. Intervallet T_{REP} defineres ved relasjonen:

$$T_{REP} = T_{AR} + T = 2T \quad (2)$$

Forholdet mellom varigheten av målingen og intervallet T_{REP} er lik $\frac{1}{2b}$.

Ifølge en annen foretrukken variant av fremgangsmåten som illustrert på figur 3, består hver sende- og mottagningsperiode av:

- a) en målefasen for skrå-avstanden mellom fartøyet og bunnen langs retningen av sendeaksen eller -aksene, hvilket består i å måle varigheten T_n frem og tilbake langs forplantningsveien i denne eller disse retninger, for en kort puls I_n utsendt ved begynnelsen av hver periode (kurve a på figur 3)
- b) en egentlig sendefase som består i utsendelse av et bølgetog E_n med bestemt frekvens, fra mottagelsesøyeblikket for ekkopulsen for den foregående puls I_n og under et tidsintervall T_{ne} proporsjonalt med tidsintervallet T_n for tur retur a. bølgene som nettopp målt og registrert eller innlest i en hukommelse (kurve b på figur 3). Tidsintervallet T_n og T_{ne} er knyttet til hverandre gjennom relasjonen:

$$T_{ne} = k_1 T_n \quad (k_1 \text{ er mindre eller lik enn } 1) \quad (3)$$

Ved slutten av tidsintervallet T_{ne} blir mottageren frakoblet;

c) en mottagningsfase som begynner ved avslutningen av sendeperioden, hvis den målte distanse langs den skråttliggende retning mellom fartøyet og bunnen ikke har variert siden den foregående måling utført ved hjelp av puls I_n .

Etter et tidsintervall $k_2 T_n$ (k_2 er mindre enn 1) under hvilket mottageren forblir frakoblet, åpnes denne siste under et tidsintervall T_M for aktivering av mottagerkretsene, svarende til relasjonen:

$$T_M = k_3 T_n \quad (k_3 \text{ er mindre enn } 1) \quad (4) \quad (\text{kurve c}),$$

under hvilket det foretas en telling av differansen mellom antallet av oppsamlede perioder ved sendefrekvensen og ved mottagerfrekvensen, hvilket gjør det mulig å beregne den distanse som fartøyet har gjennomløpet under dette intervall.

Sikkerhetsintervallet $k_2 T_n$ er nødvendig i tilfelle av at signalekkoet for det utsendte signal E_n blir forsinket som følge av en forlengelse av distansen langs den skråttliggende akse, mellom sendetidspunktet for en puls I_n og sendetidspunktet for dette signal under innvirkning av en senkning av bunnen eller av sjøgang.

Utløsnings- eller aktiveringstidsintervallet $k_3 T_n$ kan etterfølges av et eventuelt sikkerhetsintervall $k_4 T_n$. Koeffisientene k_2 , k_3 og k_4 justeres på slik måte at:

$$(k_2 + k_3 + k_4) \leq 1 \quad (5)$$

Etter et tidsintervall lik $(1 + k_1 + k_2 + k_3 + k_4) T_n$ som begynner ved sendetidspunktet for pulsen I_n , begynner en ny sende- og mottagningsperiode.

Denne nye periode begynner med utsendelse av en hjelpepuls I_{n+1} . Denne sending blir etter et tidsintervall $k_5 T_n$ (k_5 er et tall mindre enn 1) beregnet etter det tidsintervall T_n som er bestemt under den foregående periode,

etterfulgt av et lytteintervall som i det følgende er betegnet som "lyttevindu" med varighet $k_6 T_n$ (k_6 er et tall mindre enn 1) under hvilket mottagerkretsene er i funksjon (kurve d).

Sikkerhetsintervallet $k_5 T_n$ gjør det mulig i mottagerkretsene å unngå støy bevirket av en eventuell forsinkelse av ekkosignalet av bølgetoget E_n som utsendes under den foregående periode. I tilfelle av at sikkerhetsintervallet $k_4 T_n$ utelates blir pulsene som pulsene I_{n+1} utsendt ved slutten av intervallet $k_3 T_n$.

En annen variant av den beskrevne fremgangsmåte omfatter utsendelse av pulser såsom I_n , I_{n+1} i hver sende- og mottagningsperiode. Man kommer ikke utenom rammen for denne oppfinnelse ved bare å foreta en måleperiode for distansen langs en skråttliggende akse for et antall av m sende- og mottagningsperioder etter hverandre, hvis varigheter er avpasset etter den eneste måleperiode. Dette antall m kan eventuelt ligge mellom en og ti. I dette tilfelle og i det tilfelle som er illustrert på figur 3 blir det annet signal som anvendes for måling av den avstand som fartøyet har beveget seg, utsendt fra begynnelsen av sikkerhetsintervallet med varighet $k_4 T_n$ og eventuelt fra utløsningsintervallet med varighet $k_3 T_n$.

Anvendelse av fremgangsmåten tillater videre andre interessante anvendelser. Kjennskap til avstandene mellom fartøyet og den nevnte overflate langs to symmetriske skråttliggende akser i forhold til en referanseakse - f.eks. vertikalen - gjør det mulig ved triangulering å bestemme den midlere hellning av overflaten når fartøyet beveger seg horisontalt.

Hvis τ og τ' er forplantningstidene mellom fartøyet og den undersjøiske overflate langs de respektive to akser, kan den midlere hellning p beregnes etter relasjonen:

$$p = \frac{\tau - \tau'}{\tau + \tau'}$$

En annen anvendelse består i ved hjelp av den samme prosedyre å bestemme den eventuelle rullingsvinkel av fartøyet i forhold til horisontalen.

Apparatet for utførelse av den annen variant av fremgangsmåten, som illustrert på figur 4, svarer til det tilfelle hvor fartøyet har to sender/mottager-transdusere orientert i symmetriske skråttliggende retninger i forhold til vertikalen.

Apparatet omfatter en oscillator 1 som leverer et signal av frekvens f_0 . Perioden av dette signal kan anvendes som tidsbasis i en synkronisator 2 som frembringer den rekke av signaler som styrer de forskjellige operasjoner som utføres av apparatet. Oscillatoren er forbundet med to forsterkere 3a og 3b gjennom et rele 42 som er lukket under de suksessive tidsintervaller for utsendelse av distanse-målepulser I_n, I_{n+1} etc. og signaler T_{ne} (figur 3) langs en skråttliggende akse, idet releet lukkes av signaler fra synkronisatoren. Forsterkerne 3a og 3b er forbundet med respektive to transdusere 4a og 4b for sending og mottagning.

Ekkosignalene fra de utsendte signaler, som oppfanges av transduserne, blir forsterket og filtrert i forsterkere 5a og 5b hvis passbånd er sentrert om sendefrekvensen f_0 og har en bredde som er forenlig med de Doppler-frekvensavvikelser Δf_n som skal detekteres. De signaler som frembringes av forsterkerne 5a og 5b har f.eks. henholdsvis frekvenser lik $(f_0 + \Delta f_n)$ og $(f_0 - \Delta f_n)$. De mater hver sin frekvensfølger 6a og 6b av kjent type, gjennom to kommuterings-elementer 10a og 10b som styres av synkronisatoren 2.

Et av de karakteristiske trekk ved dette apparat for utførelse av fremgangsmåten består i arrangementet av kommuteringselementene.

Hver frekvensfølger omfatter i serie en fase-sammenligner 7a, 7b, en integrator 8a, 8b og en frekvensstyrt oscillator 9a, 9b hvis utgang er forbundet med en av inngangene på fasesammenligneren.

Den annen inngang av hver fasesammenligner er under eksiterings-tidsintervallet R_n med varighet $k_3 T_n$ (figur 3) for hver kommuteringskrets, forbundet med utgangen

av en av forsterkerne 5a og 5b. Utenom dette tidsintervall er den annen inngang på hver fasesammenligner direkte forbundet med utgangen av oscillatoren 9a henholdsvis 9b.

Hvis f.eks. ekkoet av signalet E_n (figur 3) har en frekvens sentrert på $f_0 \pm \Delta f_n$, vil frekvensfølgeren 6a frembringe et signal av frekvens $f_0 \pm \Delta f_n$ etter en gradvis justering under det tilsvarende måleintervall R_n . Mellom to eksiterings- eller aktiveringsintervaller for kommuteringskretsen 10a arbeider frekvensfølgerne 6a og 6b i en lukket krets og holder de detekterte frekvenser $f_0 \pm \Delta f_n$ i minne. Det er tilstrekkelig å velge høye tidskonstanter for de båndpassfiltere som inngår i integratorene 8a og 8b. Med $f_0 \pm \Delta f_{n+1}$ betegnes de frekvenser rundt hvilke f.eks. ekkoene av det følgende signal E_{n+1} (figur 3) er sentrert. Når repetisjonsperioden av sendingen varierer som funksjon av distansen mellom fartøyet og referanseflaten, kan frekvensavvikelsen $\Delta f_{n+1} - \Delta f_n$ holdes på en liten verdi. Det følger av dette at frekvensfølgerne innstiller seg meget hurtig på frekvensene av de mottatte signaler selv når avstanden mellom fartøyet og det nevnte overflate er liten og at derfor mottagningsintervallene R_n er av kort varighet.

Det skal likeledes bemerkes at passbåndet for de filtere som inngår i integratorene kan velges meget smalt i betraktning av de små frekvenssprang- eller variasjoner som oscillatorene 9a og 9b må følge. Resultatet av dette er en øking av signalstøy-forholdet.

Fastholdelsen av mottagningssekvensene ved hjelp av frekvensfølgerne 6a, 6b gjør det likeledes mulig å tolerere eller overvinne et momentant bortfall av ekkosignaler for de utsendte signaler.

Videre gjør anordningen av frekvensfølgerne i en lukket krets det mulig å transformere signaler av kort varighet mottatt under mottagningsintervallene, til et permanent signal. Dette trekk blir utnyttet ved å forbinde utgangsklemmene av frekvensfølgerne med innganger på en synkron demodulator 11 som er forbundet med et lavpassfilter 12. Dette filter frembringer et signal av frekvens $2\Delta f$ lik det dobbelte av størrelsen av Doppler-frekvensforskyvningen. Senteret er

forbundet med en teller/nedteller 13 som teller antallet av perioder med frekvens $2\Delta f$ under et tidsintervall lik repetisjonsperioden for de utsendte målesignaler E_n . Telleren 13 kan være forbundet med en skala-endringsinnretning 14 som transformerer det opptelte antall perioder til en indikasjon av gjennomløpet distanse, uttrykt i konvensjonelle enheter, såvel som en fremvisningsinnretning 15 for måleresultatene.

Apparat ifølge oppfinnelsen omfatter likeledes en teller 16 forbundet med oscillatoren 1, som teller antallet av perioder av et signal ved frekvensen f_0 under et forutbestemt tidsintervall. En annen teller 17 som f.eks. er forbundet med utgangsklemmen av frekvensfølgeren 6a, teller under det samme tidsintervall antallet av perioder av signaler med mottagningsfrekvensen. En numerisk komparator 18 som er forbundet med de to tellere 16 og 17, frembringer pulser som styrer tellingen eller nedtellingene i telleren 13 avhengig av hvorvidt differansen mellom sendefrekvensen og mottagningsfrekvensen er positiv eller negativ. Tellerne 16 og 17 og komparatoren 18 er likeledes forbundet med synkronisatoren 2 som styrer deres automatiske nullstilling med faste tidsmellomrom. Endelig er utgangsklemmene av forsterkerne 5a og 5b likeledes forbundet med synkronisatoren 2 som derved mottar ekkopulsene av målepulsene I_n langs den skråttliggende akse og bestemmer tur/retur-tiden langs sendeaksene.

Synkronisatoren 2 som vist på figur 5 omfatter for det første en oscillator 19 som frembringer et signal med frekvens $40 F$ (F er en referansefrekvens), forbundet med et pulsformingselement 20 som bevirker omdannelse av signalet til pulser. Dette element 20 er forbundet med fire frekvensdelere 21, 22, 23 og 24 som er anordnet i serie og på sine utganger leverer pulser med frekvenser lik henholdsvis $8F$, $2F$, F og $\frac{F}{4}$. Frekvensen F kan velges lik den som brukes for sendingen. I dette tilfelle blir pulsformingselementet forbundet direkte med oscillatoren 1 (figur 4).

En bistabil vippe 25 er forbundet med utgangen av frekvensdeleren 24.

I et begynnelsestidspunkt for en sende/mottagningsperiode blir vippen 25 innstilt slik at den gir klar-

133685

signal for sending. Et tidsintervall ΔT etter dette begynnelsestidspunkt vil en puls som leveres av frekvensdeleren 24 sprengre den bistabile vippe 25 til å omstilles. Det pulsformede signal som leveres av denne vippe styrer lukking av releet 42 (figur 4) og sending av målesignalet I_n langs de to skråttliggende senderetninger.

Synkronisatoren omfatter videre et første rele 26 som i hvilestilling forbinder utgangsklemmen av frekvensdeleren 23 med inngangsklemmen på en nummerisk teller 27. I begynnelsestidspunktet t_0 (se figur 3) ligger releet 26 i hvilestilling og telleren 27 teller pulser av frekvens F .

En anordning 28 som er forbundet med utgangsklemmene av forsterkerne 5a og 5b (figur 4) forsterker blander og former ekkosignalene fra målesignalene langs de skråttliggende akser. Utgangsklemmen av denne forsterker er over et rele 29 som er lukket i hvilestilling, forbundet med en av inngangsklemmene på en bistabil vippe 30 hvis utgangsklemme er forbundet med releet 26.

Den puls som frembringes av anordningen 28 og som svarer til ankomsten av ekkosignaler omstiller den bistabile vippe 30. Denne energiserer releet 26 og avslutter tellingen av pulser med frekvens F i telleren 27.

Anordningen 28 er likeledes gjennom releet 29 forbundet med en av inngangsklemmene på en bistabil vippe 31 og med en av inngangsklemmene på en bistabil vippe 32. En av utgangsklemmene på vippen 31 er forbundet med et rele 33 som er lukket under eksiteringsperioden. Lukkingen av dette rele forbinder utgangsklemmen av frekvensdeleren 23 på den ene side med inngangsklemmen på en teller 41 og på den annen side med en inngangsklemme på en teller/nedteller 40. Telleren 41 er likeledes forbundet med utgangsklemmen på frekvensdeleren 21 gjennom et rele 34 som er lukket når det energiseres av et signal avgitt av den bistabile vippe 32.

Ankomsten av ekkosignaler som skyldes distanse-målepulsene I_n langs en skråttliggende akse medfører omstilling av den bistabile vippe 31 som på den ene side frembringer et styresignal for begynnelsen av utsending av signaler

for måling av Doppler-frekvensavvikelsen, og på den annen side et signal for energisering av releet 33 som forbinder telleren 41 med utgangsklemmen av frekvensdeleren 23. Telleren 41 lagrer så pulser av frekvens F. Utgangene av de to tellere 27 og 41 er forbundet med et element 35 betegnet som "ordgjenkjennelseelement" for deteksjon av sammenfallende antall pulser opptellet av de to tellere.

Utgangsklemmen av dette element 35 er forbundet med en inngangsklemme betegnet RAZ på telleren 41 og med en annen inngangsklemme på de bistabile vipper 31 og 32.

Ved deteksjon av det nevnte sammenfall frembringer elementet 35 en nullstillingssignal for telleren 41 og bringer de bistabile vipper 31 og 32 til å omstilles.

Utløsningen av vippen 31 medfører avbrytelse av utsendingen av målesignalet for Doppler-effekten. Det tidsintervall som adskiller to omstillinger av vippen 31 er lik forplantningstiden for distansemålesignalet langs en skråttliggende akse.

Utløsningen av den bistabile vippe 32 energiserer releet 34 som så forbinder telleren 41 med utgangen av frekvensdeleren 21 som frembringer pulser med frekvens 8F.

Det signal som leveres fra utgangsklemmen av den bistabile vippe 32 energiserer likeledes et rele 36 som i lukket stilling forbinder en av utgangsklemmene av telleren 41 med en gruppe bistabile vipper 37. Telleren avgir når releet 36 er blitt lukket ved utløsning av den bistabile vippe 32, signaler med periode lik åttendedelen av tidsintervallet T_{ne} (figur 3) som er valgt lik T_n i dette utførelseseksempel. Gruppen 37 frembringer ut fra disse signaler et pulsformet signal som er klarsignal for mottagningen - f.eks. R_n - hvis begynnelse er forsinket med et tidsintervall $\frac{3T_n}{8}$ i forhold til det øyeblikk sendingen E_n ble avbrutt.

Dette pulsformede signal har en varighet lik $\frac{4T_n}{8}$ og blir automatisk plassert innenfor det tidsintervall som avgrenser mottagningen av f.eks. ekkoet R_n . I dette spesielle eksempel er de tidligere definerte koeffisienter k_1 , k_2 , k_3 og k_4 lik henholdsvis 1, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$ og $\frac{1}{8}$.

De signaler som svarer til dette pulsformede

133685

signal styrer lukkingen av releene 10a og 10b (se figur 4).

Når gruppen 37 har mottatt åtte pulser av periode $\frac{T_n}{8}$ etter lukking av releet 36 i tidspunktet t_3 (figur 3) avgir den et generelt nullstillingssignal som nullstiller telleren 27 og gjenutløser de bistabile vipper 25 og 30.

Synkronisatoren omfatter likeledes kretser for stans av mottagningen under et tidsintervall av varighet $k_5 T_n$ (figur 3). Disse kretser omfatter teller/nedtelleren 40 hvis inngangsklemme for telling er forbundet med utgangen av frekvenstelleren 23 som frembringer pulser av frekvens F og hvis inngangsklemme for nedtelling er forbundet med utgangen av frekvenstelleren 22 som frembringer pulser av frekvens $2F$, gjennom et rele 39 som energiseres av signaler avgitt på den ene av utgangsklemmene på en bistabil vippe 38.

Ordrene om telling og nedtelling leveres til teller/nedtelleren 40 ved signaler avgitt henholdsvis fra utgangsklemmen på vippen 31 som frembringer de pulsformede sendesignaler E_n og fra utgangsklemmen av den bistabile vippe 38. Denne siste påvirkes samtidig av de signaler som leveres av telleren 40 og av de generelle nullstillingssignaler fra elementet 37.

Telleren 40 teller pulser av frekvens F mellom tidspunktene t_2 og t_3 i hver periode (se figur 3) hvor vippen 31 er energisert. Nullstillingspulsene fra elementet 35 i tidspunktet t_4 utløser vippen 38 som energiserer releet 39. Pulser av frekvens $2F$ nedtelles i telleren 35.

Tilbakeføringen av denne siste teller til null, hvilket skjer i tidspunktet $t_4 + \frac{T_n}{2}$ ($k_5 = \frac{1}{2}$ i dette spesielle tilfelle), resulterer i et signal som på ny utløser vippen 38. Releet 29 som styres av en annen utgangsklemme på vippen 38 blir så åpnet mellom to suksessive utløsningstidspunkter for vippen 38, det vil si mellom tidspunktene t_4 og $t_4 + \frac{T_n}{2}$ i dette spesielle tilfelle.

For tydlighets skyld er kommutatorene på figurene 4 og 5 representert ved elektromekaniske releer. Det er imidlertid helt klart at det kan anvendes elektroniske kommutatorer eller brytere.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for bestemmelse av den bane som følges av et fartøy i bevegelse, i forhold til en referanseflate, under suksessive perioder som hver omfatter en sendefase med utsending av målesignaler av bestemt frekvens mot referanseflaten langs i det minste en skråttliggende akse i forhold til flaten, og en mottagningsfase for signaler som reflekteres fra referanseflaten, under hvilken det blir foretatt måling av differansen mellom frekvensen av de utsendte målesignalers og frekvensen av disse signalers ekko og den distanse som fartøyet har beveget seg i forhold til referanseflaten blir bestemt, k a r a k t e r i s e r t ved at sendefasen består i utsending av en kjenningsignal langs den skråttliggende sendeakse, i bestemmelse av det tidsintervall som ligger mellom sendingstidspunktet for dette kjenningsignal og tidspunktet for mottagningen av dettes ekko, og deretter i utsending av målesignaler med en varighet i det vesentlige lik det nevnte tidsintervall.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at målingen utføres i hver periode under et tidsintervall som er lengere enn varigheten av utsendelsen av de signaler som anvendes for målingen, ut fra signaler som detekteres under et effektivt deteksjonstidsintervall hvis varighet er valgt maksimalt lik varigheten av utsendelsen av de nevnte signaler og proporsjonalt med denne.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 2,
k a r a k t e r i s e r t ved at sendingen av kjenningssignal
skjer i hver periode.
4. Fremgangsmåte ifølge krav 2,
k a r a k t e r i s e r t ved at det anvendes flere av de
nevnte perioder i rekkefølge etter en eneste måling av for-
plantningstiden av kjenningssignalet.
5. Apparat for utførelse av fremgangsmåten ifølge
krav 1 omfattende en anordning for frembringelse av signaler
av bestemte frekvens, en anordning for utsendelse av disse
signaler langs i det minste en skråttliggende akse i forhold
til bunnen, en anordning for mottagning av ekkoer av de ut-
sendte signaler, en anordning for demodulering av mottatte
signaler og en anordning for telling av utsendte signaler og
mottatte signaler, en anordning for deteksjon av frekvensen
av mottatte signaler og en anordning for fastholdelse eller
lagring av verdien av de mottatte signalers frekvens,
k a r a k t e r i s e r t ved at apparatet omfatter en
synkroniseringsanordning for styring av kommuterings- eller
venderanordninger som forbinder de nevnte anordninger for
frembringelse av signaler med sendeanordningen på suksessiv
måte under et første tidsintervall og under et annet tids-
intervall med varighet hele tiden lik den nevnte varighet av
forplantningen og hvis begynnelse i det vesentlige svarer til
begynnelsetidspunktet for mottagningen av signaler utsendt
under det første tidsintervall, en kommuterings- eller vender-
anordning som forbinder deteksjonsanordningen med mottagnings-
anordningen under et tredje tidsintervall som er kortere enn
og proporsjonalt med den nevnte varighet av forplantningen og
en kommuterings- eller venderanordning som forbinder lager-
anordningen med demoduleringsanordningen fra avslutningstids-
punktet av det tredje tidsintervall inntil avslutningen av
hver periode.
6. Apparat ifølge krav 5,
k a r a k t e r i s e r t ved at det videre omfatter en
sammenligningsanordning for frekvensen av utsendte signaler
med frekvensen av mottatte signaler for å frembringe ordre om
telling eller nedtelling i avhengighet av hvorvidt fortegnet
av differansen mellom de nevnte frekvenser som sammenlignes

er positiv eller negativ, og en fremvisningsanordning for resultatene av tellingene presentert i valgte enheter.

7. Apparat ifølge krav 5,

k a r a k t e r i s e r t ved at synkroniseringsanordningen omfatter innretninger for frembringelse av signaler av referansefrekvenser, innretninger for forsterkning og pulsforming av ekkosignaler frade signaler som utsendes under et første tidsintervall, forbundet med mottagningsanordningen for signaler, en første teller forbundet med innretningene for frembringelse av signaler av en første referansefrekvens ved hjelp av et første venderement som påvirkes under det tidsintervall som adskiller to suksessive utløsninger av en første bistabil vippe, en annen teller som er forbundet med innretningene for frembringelse av signaler av den første referansefrekvens ved hjelp av et annet venderement under det tidsintervall som adskiller to suksessive utløsninger av en annen bistabil vippe, et element for deteksjon av koinsidens eller sammenfall og innrettet til å frembringe en puls når det detekteres sammenfall mellom antall pulser i den første og den annen teller, et tredje venderement for å forbinde den annen teller med innretningene for frembringelse av et signal med frekvens åtte ganger den første referansefrekvens under det tidsintervall som adskiller to suksessive utløsninger av en tredje bistabil vippe, innretninger for frembringelse av et signal av pulsform med den varighet lik det nevnte tredje tidsintervall og en generell nullstillingspuls ved slutten av dette, forbundet med den annen teller gjennom et fjerde venderement som styres av den tredje bistabile vippe, et femte venderement for å forbinde forsterkerinnretningene med inngangsklemmene på den første og den annen bistabile vippe, under påvirkning av to suksessive utløsninger av en fjerde bistabil vippe, en teller/nedteller hvis inngangsklemmer for telling og nedtelling er forbundet henholdsvis med innretningene for frembringelse av signaler med referansefrekvens og et signal med dobbelt frekvens i forhold til denne siste, gjennom henholdsvis det annet venderement og et sjette venderement påvirket av suksessive utløsninger av den fjerde bistabile vippe, en femte bistabil vippe forbundet med

innretningene for frembringelse av et signal av frekvens lik en fjerdedel av referansefrekvensen og med innretningene for frembringelse av den generelle nullstillingspuls, hvilket frembringer et styresignal under det første tidsintervall, et sjette venderement for å forbinde forsterkerinnretningene med de respektive inngangsklemmer på den første og den annen bistabile vippe og styrt av den fjerde bistabile vippe, hvor inngangsklemmene på den første bistabile vippe er forbundet med det første venderement og med utgangsklemmen av innretningene for frembringelse av den nevnte generelle nullstillingspuls, og den annen og den tredje bistabile vippe er forbundet med det første venderement og med utgangsklemmen av elementet for deteksjon av koinsidens, mens den fjerde og den femte bistabile vippe er forbundet med innretningene for frembringelse av den generelle nullstillingspuls henholdsvis med en utgangsklemme av teller/nedtelleren ved dennes overføring til nullstilling og med en utgangsklemme på innretningen for frembringelse av signaler hvis frekvens er en fjerdedel av referansefrekvensen, samt utgangsklemmene av den fjerde og den annen bistabile vippe er forbundet med kommuterings- eller venderanordningene for forbindelse av innretningene for frembringelse av signaler med sendeanordningen på suksessiv måte under det første og det annet tidsintervall.

133685

FIG.1

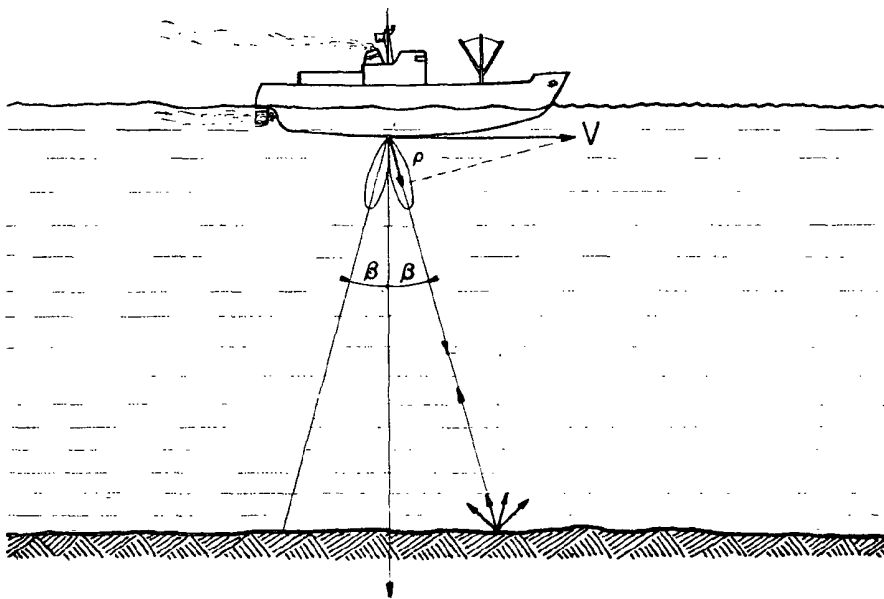
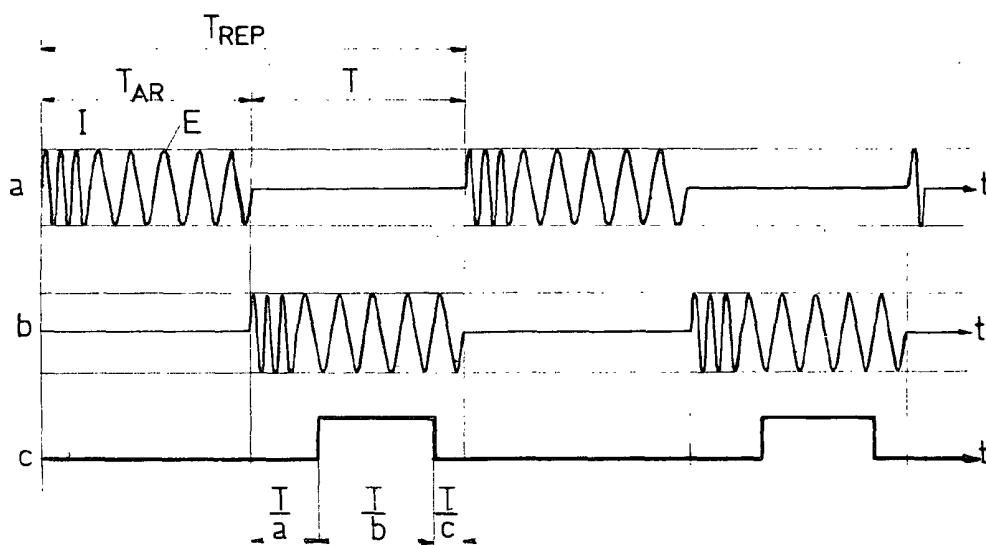


FIG.2



133685

FIG.3

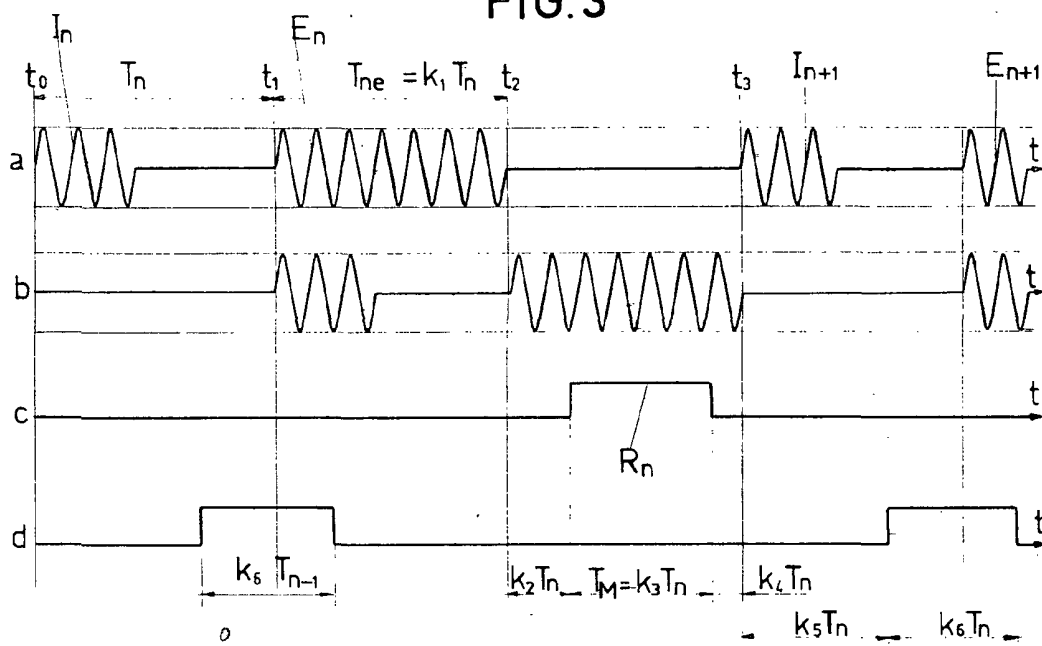


FIG.5

