

NORGE



**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

Utlegningskrift nr. 122691

Int. Cl. H 04 b 11/00 Kl. 74d-6/09
G 08 c 23/00 74b-8/05

Patentsøknad nr. 170 038 Inngitt 9.X 1967

Løpedag -

Søknaden alment tilgjengelig fra 1.VII 1968

Søknaden utlagt og utlegningsskrift utgitt 26.VII 1971

Prioritet begjært fra: 10.X 1966 USA,
nr. 585 580

Benthos, Inc.,
Main Street, North Falmouth, Mass., USA.

Oppfinner: Samuel O. Raymond,
Ocean Avenue, Cataumet, County of Barnstable, Mass., USA.

Fullmektig: Siv.ing. Erik Bugge.

System for akustisk fjernmåling under vann.

Foreliggende oppfinnelse vedrører et system for akustisk fjernmåling under vann, særlig hvor akustiske signaler som er proporsjonale med temperatur, trykk og/eller andre variable, utsendes av en undervannssender til en mottager ved eller nær overflaten.

Oppfinnelsen er særlig anvendelig ved fjernoverføring av data fra en fisketrål til en tråler. Den her beskrevne utførelse av oppfinnelsen omfatter en lydpulessender som er festet til trålen og omfatter en trykkføler. Pussenderen arbeider ved en frekvens på 12 kHz som er forenlig med lydpulessmottagere som i dag finnes på de fleste skip. Senderen utsender korte akustiske pulser med en frekvens på 12 kHz ved en repetisjonsfrekvens på omtrent 1 puls/sek. En annen puls utsendes mellom de nevnte 1 p/s pulser etter et intervall som er proporsjonalt med det trykk som skal måles ved trålen. Tiden mellom mottagelsen av en av de først-

nevnte pulser og de mellomliggende pulser er således proporsjonal med senderens dybde under overflaten og kan indikeres ombord i skipet ved hjelp av konvensjonelt mottagerutstyr.

Mange systemer har vært foreslått for fjernmåling av informasjon gjennom vann ved hjelp av akustiske bølger. En måte omfatter en frekvensmodulert bærebølge. Ved denne metode overføres en frekvens kontinuerlig og små forandringer av denne frekvens i forhold til en referansefrekvens, er proporsjonale med den variable som skal overføres. En annen metode som ofte er blitt foreslått, omfatter såkalt pulsfrekvensmodulasjon. Ved denne metode utsendes akustiske bølger i korte støt eller pulser som hver inneholder et visst antall bølger av grunnfrekvensen. Disse pulsers repetisjons-hastighet påvirkes slik at den er proporsjonal med den variable størrelse som skal overføres.

Det frekvensmodulerte bærebølgesystem nødvendiggjør at senderen sender kontinuerlig og således også forbruker elektrisk energi kontinuerlig. For å spare elektrisk energi må den akustiske utgangseffekt for et sådant system nødvendigvis være lav. Ved anordningen ifølge oppfinnelsen kan derimot den akustiske utgangseffekt under selve pulseringen være temmelig høy, idet informasjonene overføres i pulsform. Følgelig vil det midlere energiforbruk her være forholdsvis lite.

Det prinsipielle problem ved pulsfrekvensmodulasjon er at pulsekkoer ofte mottas enten som følge av at lydimpulsene når havbunnen og reflekteres fra denne til mottageren, eller de når et lag med betydelig forandring med hensyn til lydhastighet, hvilket også forårsaker et ekko. Disse ekkoer mottas av mottageren, ofte med samme amplitude som de direkte signaler, hvilket skyldes variasjoner med hensyn til absorpsjonen i de forskjellige baner i sjøen som signalene passerer. Følgelig er det undertiden umulig å skille mellom ekkoer og det direkte signal, således at man ikke kan få noen sann måling.

I de senere år er det blitt mer og mer alminnelig å anvende tråling til havs for fangning av fisk. Ved denne havtråling slepes et stort nett (trålen) ved hjelp av en lang kabel helt opp til 1800 m etter skipet (tråleren) i dybder ned til 500 m og mer. I henhold til den for tiden anvendte praksis er det meget vanskelig for kapteinen ombord i tråleren å vite hvor dybt trålen befinner seg og hvordan tilstanden er ved trållåpningen. Det er også av interesse å kjenne temperaturen på det sted hvor trålen befinner seg. Man har anbragt følere på trålen og overført måleverdiene til tråleren over en elektrisk kabel. Disse systemer

har imidlertid vist seg ubekvemme i et havmiljø, hvorfor der allerede lenge har foreligget i et behov for et undervanns-fjernmålesystem til bruk for trålere. De ovenfor omtalte frekvensmodulasjons- og pulsrepetisjonsfrekvenssystemer har tatt sikte på dette formål, men de har ikke funnet noen nevneverdig utbredelse som følge av de beskrevne problemer.

Et formål med oppfinnelsen er derfor å skaffe et akustisk fjernmålesystem under vann; ennvidere å skaffe et sådant system som overvinner de vanskeligheter som er forbundet med store vannmassers lydoverføringsegenskaper.

Hensikten med oppfinnelsen er ennvidere å skaffe et akustisk fjernmålesystem for overføring av dybdeverdier for bruk i en tråler med måleverdisenderen anordnet på et trålnett, og hvor systemet tillater anvendelse av det vanlige utstyr for ekkolodding.

Ved et akustisk fjernmålesystem av den innledningsvis nevnte type utsendes et første tog av akustiske pulser med en i hovedsaken fast frekvens, og minst ett ytterligere akustisk pulstog hvor hver puls opptrer på et tidspunkt etter en puls i det første pulstog som er en funksjon av den variable som avføles og fjernmåles.

Systemet ifølge oppfinnelsen er kjennetegnet ved at mottageren er synkronisert med senderen, idet de akustiske pulser registreres i mottageren på en oscillograf som er frittstående i forhold til det første pulstog, og som arbeider med en frekvens som i det vesentlige er et helt multiplum eller en faktor av de akustiske pulstogs frekvens, slik at verdien av den variable som fjernmåles kan bestemmes ved måling av avstanden mellom linjene på et diagram som produseres av oscillografen, og som angir mottagelse av det første og andre pulstog.

Andre særtrekk ved oppfinnelsen vil fremgå av patentkravene og av den følgende beskrivelse under henvisning til tegningen, på hvilken fig. 1 viser et akustisk fjernmålesystem anvendt i forbindelse med et trålnett, fig. 2 viser et blokkskjema av den anvendte sender, fig. 3 viser et tidsdiagram av de akustiske signaler som utsendes av senderen ifølge fig. 2, fig. 4 viser et blokkdiagram av mottageren og fig. 5 viser en del av en papirstrimmel som frembringes av en grafisk skriver som er knyttet til mottageren på fig. 4.

På fig. 1 er vist en tråler 20 som sleper et trålnett 22 ved hjelp av en slepekabel 24. På trålnettet befinner der seg i nærheten av dettes åpning en sender 26 med en følersender ifølge oppfinnelsen. Utenpå skipsbunnen er der anordnet en akustisk

mottager 28 som kan være av den type som anvendes ved ekkolodding.

Fölersenderen på fig. 2 er generelt betegnet med 30 og omfatter en föler 32 som kan være en trykk- eller temperaturföler som over forbindelsen 34 overfører en elektrisk störrelse, fortrinnsvis en spenning, som er proporsjonal med den variable störrelse som avföles. Den elektriske störrelse styrer en variabel forsinkelses-krets 36 som skal beskrives nærmere i det følgende. Föler-senderen omfatter også en oscillator 38 som frembringer en kontinuerlig svingning med en frekvens på f.eks. 12 kHz og som tilføres linjen 40. Denne linje fører til en OG-port 44 som er forbundet med en vanlig akustisk svinger 42. Föler-senderen omfatter også en oscillator 46 som over en linje 48 overfører en kort puls hvert sekund med en pulsvarighet f.eks. på 10 ms. Denne puls overføres også til den variable forsinkelseskrets 36.

Som svar på den ene puls pr. sek. på linjen 48 og den variable elektriske störrelse på linjen 34, vil den variable forsinkelseskrets 36 frembringe en kort puls på et tidspunkt etter at den har mottatt en puls som opptrer på linjen 48, hvilken tidsforskjell er proporsjonal med den elektriske störrelse på linjen 34. Disse forsinkede pulser overføres til en ELLER-port 52. Linjen 48 er forbundet med denne ELLER-ports annen inngang. På denne måte vil de pulser som ELLER-porten 52 slipper gjennom til linjen 54, være en kombinasjon av 1 puls/sek fra oscillatoren 46 og den forsinkede puls fra kretsen 36.

OG-porten 44 styrer de kontinuerlige 12 kHz signaler på linjen 40 fra oscillatoren 38 til svingeren 42, slik at det frembringes pulser som vist skjematisk på fig. 3. Disse pulser kan fortrinnsvis benevnes som 1. lydpuls P_1 og 2. lydpuls P_2 . Som vist på fig. 3 opptrer 1. lydpulsene i faste tidsintervaller T_1 (f.eks. 1 puls/s) og 2. lydpuls i et tidsintervall T_2 etter 1. lydpuls. T_2 er en funksjon av den variable störrelse som avföles.

Dette system kan uten videre anvende de mottagere for vanlig ekkolodd som er vist på fig. 4 og betegnet med 56. Denne mottager omfatter en svinger 58, en demodulator 60 og en fremviser-innretning, såsom en skriver 62. Som vist på fig. 5 beveges en penn 64 med konstant hastighet fra venstre mot høyre og utfører en avsökning på tvers av en papirstrimmel 66. Når pennen når den høyre kant, vender den hurtig tilbake til venstre kant og samtidig beveges papirstrimmelen et kort stykke i retning av den på venstre side viste pil, slik at den er klar for den neste avsökning på tvers av strimmelen. Når lydpulsene mottas, bringes pennen til å avsette merker på strimmelen 66. Den horisontale avstand D mellom to

merker vil således være et mål for den variable størrelse som måles.

Ved de vanlige dybdemålinger ved hjelp av ekkolodding, startes pennens 64 bevegelse ved en linjes begynnelse av en første akustisk puls som genereres på skipet og som skaffer det første merke, og retur- eller ekkopulser forårsaker registrering av det andre merke. Således er oscillografen ikke frittstående, men drives i stedet under kontroll av den første pulsgenerering. Ved systemet ifølge oppfinnelsen er dette selvsagt ikke mulig, da alle pulsene genereres fjernt fra skipet, og i alle tilfelle ville slike signaler ikke ha noen mening. I overensstemmelse med oppfinnelsen er oscillografen "frittstående", det vil si at under drift følger hver avsporing av pennen 64 kontinuerlig etter den foregående, med en forutbestemt avspørings- og pennhastighet.

Pennens 64 bevegelse synkroniseres fortrinnsvis med utsendelsen av 1. lydpuls. Selv om fig. 5 ikke viser en perfekt synkronisering, er den god nok til at de linjer som angir tidspunktene for pulsene P_1 og P_2 , lett kan skilles fra støypulser (ikke vist) som vil mottas helt tilfeldig.

Ved korrelasjon mellom operasjonshastigheten for en frittstående oscillograf og gjentakelseshastigheten for den første lydpuls, oppnås således den fordel at også et svakt signal lett kan skilles fra tilfeldig støy, da de suksessive lydpulser opptrer som to lett merkbare, adskilte linjer som vist ved P_1 og P_2 på fig. 5. I ovenstående sammenheng betyr uttrykket "frittstående" at oscillografen svinger med sin naturlige hastighet, selv om denne hastighet bevisst innstilles i overensstemmelse med lydpulssenderens repetisjonshastighet.

Det er innlysende at pennens bevegelseshastighet på tvers av strimmelen 66 kan være et helt multiplum eller en faktor av utsendelseshastigheten for 1. lydpuls. Som følge av denne synkronisering er det mulig å gjøre en opptegnelse av den fjernmålte størrelse, selvom støyen har et høyere nivå enn selve signalet. Dette skyldes at støypulsene opptrer tilfeldig, mens de fjernmålte lydpulser ankommer på tidspunkter som bare varierer lite. De to sett lydpulser vil følgelig opptre som linjer, hvis innbyrdes avstand er et mål for den variable størrelse som fjernmåles. Dette kalles automatisk korrelasjon.

For å skille mellom 1. lydpuls og 2. lydpuls velges den tidsforsinkelse som tilveiebringes ved hjelp av forsinkelseskretsen 36, således at den ligger innenfor grenser som alltid vil bevirke at 2. lydpuls ligger nærmere den foregående enn den etterfølgende 1. lydpuls. Hvis således T_1 er 1 sek, kan forsinkelsen variere

mellom 20 og 400 ms.

Et instrument for én variabel av den type som er beskrevet, er meget nyttig for trålere dersom det overfører dybden. I dette tilfelle er føleren 32 en trykKFøler, såsom trykKFøler type R som fremstilles av firma Bourns, Inc., Riverside, California, U.S.A.

Oscillatorene 38 og 46, OG-porten 44 og ELLER-porten 52 er av konvensjonell type. Den variable forsinkelseskreTS 36 kan være en variabel forsinkelseslinje eller bestå av to énforløpsmultivibratorer som er seriekoblet, idet første multivibratorers forsinkelse er proporsjonal med den elektriske størrelse på linje 34. Den puls som frembringes av annen forsinkelse etter den variable tidsforsinkelse har da en fast lengde, fortrinnsvis lik den som frembringes av oscillatoren 46. Svingeren 42 er også konvensjonell og kan omfatte en forsterker, hvis dette anses nødvendig.

Det vil være innlysende at systemet ifølge oppfinnelsen også kan anvendes ved overføring av andre variable størrelser, såsom temperatur og saltholdighet, idet passende følere anvendes. Ytterligere lydpulser kan også anvendes for fjernmåling av flere enn én variabel størrelse og disse lydpulser kan ha forskjellig frekvens for lettere å skille dem ad.

Det er ennvidere innlysende at andre former for fremvisningsanordninger 62 kan kombineres med mottageren 56, såsom digitale fremvisere som gir en digital avlesning av den variable som overføres.

Tiden T_2 kan være en hvilken som helst hensiktsmessig funksjon av den variable som avføles og behøver ikke være direkte proporsjonal som ved det ovenfor beskrevne eksempel. Ennvidere kan anvendes andre former for synkroniserte mottagere for å oppnå den automatiske korrelasjon som oppnås med den grafiske skriver på fig.

5.

P a t e n t k r a v

1. System for akustisk fjernmåling i et støyfylt eller ekko-produserende akustisk miljø, hvor akustiske signaler som er proporsjonale med temperatur, trykk eller andre variable, sendes fra en sender til en mottaker, idet det utsendes et første akustisk pulstog med en i hovedsaken fast frekvens, og minst ett ytterligere pulstog hvor hver puls opptrer på et tidspunkt etter en puls i det første pulstog som er en funksjon av den variable som avføles og fjernmåles, k a r a k t e r i s e r t ved at mottakeren (56) er synkronisert med senderen (26, 30), idet de akustiske pulser registreres i mottakeren (28, 56) på en oscillograf (62) som er frittstående i forhold til det første pulstog, og som arbeider med en frekvens som i det vesentlige er et helt multiplum eller en faktor av de akustiske pulstogs frekvens, slik at verdien av den variable som fjernmåles kan bestemmes ved måling av avstanden mellom linjene på et diagram som produseres av oscillografen (62), og som angir mottagelse av det første og andre pulstog.

2. System ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at senderen (30) består av en føler (32) for avfølging av en variabel og frembringelse av en elektrisk størrelse som er en funksjon av den variable, en oscillator (46) som frembringer et første pulstog med en fast frekvens, en variabel forsinkelseskrets (36) i form av en forsinkelseslinje som reagerer på den elektriske størrelse og på pulsene fra oscillatoren (46), og frembringer et forsinket pulstog hvor hver puls opptrer på et tidspunkt etter en puls i det første pulstog som er en analog funksjon av den elektriske størrelse, en andre oscillator (38) som frembringer et bæreølgesignal med forholdsvis høy frekvens sammenliknet med den første oscillators (46) frekvens, en portanordning (44) som styrer signalene fra den andre oscillator (38) ved hjelp av pulsene fra den første oscillator (46) og den variable forsinkelseskrets (36), og en akustisk svinger (42) som drives fra portanordningens (44) utgang og genererer det første og andre akustiske pulstog.

3. System ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t ved at senderens (30) variable forsinkelseskrets (36) består av en første og en andre forsinkelsesmultivibrator som er koplet i serie, hvor den første multivibrator reagerer på den elektriske størrelse og på pulsene fra oscillatoren (46), og frembringer et forsinket utgangssignal som er en funksjon av den variable, og hvor den andre multivibrator reagerer på de forsinkede utgangssignaler og produserer det nevnte forsinkede pulstog.

4. System ifölge krav 1 - 3, k a r a k t e r i s e r t ved at hver puls i det andre pulstog alltid opptreer nærmere den foregående enn den etterfølgende puls i det første pulstog.
5. System ifölge krav 1 - 3, k a r a k t e r i s e r t ved at bærefrekvensen for det første tog av akustiske pulser er forskjellig fra det andre pulstogs bærefrekvens.
6. System ifölge krav 1 - 3, k a r a k t e r i s e r t ved at det første tog av akustiske pulser frembringes med en hastighet på ca. 1 puls/sek.
7. System ifölge krav 1 - 3, k a r a k t e r i s e r t ved at bærefrekvensen for de akustiske pulser er ca. 12 kHz.
8. System ifölge krav 1 - 3, k a r a k t e r i s e r t ved at føleren (32) er en temperaturføler.

Anførte publikasjoner:
Norsk patent nr. 75 922
U.S.patent nr. 2.656.524

122691

