

(19) DANMARK



DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT (11) 144868 B

- (21) Ansøgning nr. 5450/74 (51) Int.Cl.³ G 01 S 15/60
(22) Indleveringsdag 17. okt. 1974
(24) Løbedag 17. okt. 1974
(41) Alm. tilgængelig 19. apr. 1975
(44) Fremlagt 21. jun. 1982
(86) International ansøgning nr. -
(86) International indleveringsdag -
(85) Videreførelsesdag -
(62) Stamansøgning nr. -
(30) Prioritet 18. okt. 1973, 407729, US

(71) Ansøger RAYTHEON COMPANY, Lexington, US.

(72) Opfinder Peter Jordan Clifford, US.

(74) Fuldmægtig Ingeniørfirmaet Hofman-Bang & Boutard.

(54) Sonarhastighedsmåleanlæg.

Den foreliggende opfindelse angår et hastighedsmåleanlæg af den art, hvor dopplerforskydningen af reflekterede sonarbølger måles.

Skibes hastighed måles ofte ved hjælp af Doppler-sonar-systemer, i hvilke en stråle af lydenergi bliver rettet nedefter mod bunden af en vandmasse, i hvilket skibet sejler, til frembringelse af reflekser fra bunden, idet lydstrålen også afgives i en retning fremefter eller agterud fra skibet, således at ekkoer, der modtages fra havbunden, får en Doppler-forskydning svarende til skibets hastighed.

Der opstår et problem ved måling af den Doppler-forskydning, der tilvejebringes ved et typisk Doppler-sonar-system med impulser,

idet måling af Doppler-frekvens-forskydningen må foretages under de forholdsvis kortvarige lydimpulser, medens der ikke tilvejebringes information under de forholdsvis lange impulsmellemrum. For eksempel kræver spændingsstyrede oscillatorer, der anvendes i faselåste kredsløb til behandling af bærefrekvensen for sådanne sonar-siglaner, en eller anden form for en eksemplerings- og holdes-kreds til bevaring af oscillatorfrekvensen i impulsmellemrummene, og dette medfører den kendte tendens til at sådanne oscillatorer undergår frekvensdrift i impulsmellemrummene.

Et yderligere problem ved måling af Doppler-forskydningen ved sådanne impulssystemer skyldes, at sådanne systemer eller anlæg ofte anvendes i omgivelser med ydre støj, såsom den der frembringes ved skibets skruer og ved turbulent strømning, og følgelig kan nogle eller mange af de modtagne ekkoer kun give en dårlig bestemmelse af Doppler-forskydningen som følge af for stærk støj. Et sådant problem vil kunne være skærpet i et modtageanlæg med en faselåst kreds med eksemplering, hvor indgangssignalet til denne kreds kun er disponibelt under de forholdsvis kortvarige modtagne impulser.

Fra USA patentskrift nr. 3.539.978 kendes en teknik til detektering af målefejl som følge af støj, hvor der benyttes to tællere, som er indrettet til at indeholde hver sin værdi, og hvor der findes organer til sammenligning af disse værdier. De nævnte værdier udgør ved denne kendte teknik måleresultater, som hidrører fra en refleksion af to særskilte impulser, som er udsendt med henblik på at måle en afstand. Den ene tæller indeholder således en værdi for den målte afstand, medens den anden tæller indeholder den samme eller en anden værdi for den tilsvarende afstand. Såfremt der hersker en tilstrækkelig overensstemmelse mellem de to måleværdier, som altså hver for sig repræsenterer en afstand, benyttes måleværdien som et endeligt måleresultat. De nævnte måleværdier er alene baseret på en tidsafhængig amplitudemåling af et reflekteret signal, og det er ved denne kendte teknik kun muligt at konstatere en eventuel fejl i en måleværdi, som hidrører fra et fuldstændigt impulstog.

Opfindelsen har til formål at angive et anlæg, ved hvilket de foran nævnte ulemper undgås, og som medfører både en støjuafhængig og

hurtig måling af hastigheden. Dette opnås ved et anlæg af den i krav 1's kendetegnende del angivne udformning.

I modsætning til den nævnte, kendte teknik sammenlignes der ved anlægget ifølge opfindelsen ikke resultater hidrørende fra hvert sit af de udsendte og reflekterede impulstog, men hvert impulstog opdeles i et stort antal grupper af et forudbestemt antal svingninger af impulstoget. Hvert impulstog kan f.eks. omfatte ca. 5 000 svingningsperioder, og ved den foretrukne udførelsesform foretages successive sammenligninger mellem par af fire på hinanden følgende svingningsperioder, således at der ialt vil blive foretaget ca. 1 000 sammenligninger pr. impulstog. Ved den foretrukne udførelsesform tilvejebringes der kun sammenligning mellem et par af sådanne fire på hinanden følgende svingningsperioder, men det vil kunne forstås, at sammenligningerne ville kunne foretages mellem flere end to sådanne grupper. På grund af det store antal sammenligninger kan der derfor opnås en hurtigere og mere pålidelig måling end det hidtil har kunnet opnås.

Når først der er opnået en pålidelig værdi for Doppler-forskydningen kan den endelige hastighed beregnes på mange og også i og for sig kendte måder.

Opfindelsen omfatter endvidere midler til på særlig hensigtsmæssig måde at viderebehandle signaler fra de nævnte skilleorganer. Ved hjælp af den i krav 2 angivne tæller opnås et uafbrudt, periodisk signal, der repræsenterer fartøjets hastighed. Fordelen ved at frembringe et sådant signal fremgår blandt andet af, hvor simpelt der ved hjælp af de i krav 3 angivne midler kan opnås et yderst pålideligt måleresultat, som er uafhængigt af fartøjets duvende bevægelser. Under forudsætning af det uafbrudte, periodiske signal kan et mål for hastigheden frembringes blot ved hjælp af frekvensmålende organer, således som det er anført i krav 4.

Opfindelsen vil blive forklaret nærmere ved den følgende beskrivelse af en udførelsesform, idet der henvises til tegningen, hvor

fig. 1 viser skematisk et skib der er udstyret med et hastighedsmåleanlæg ifølge opfindelsen,

fig. 2 et blokskema for en modtager i fig. 1,

fig. 3 et blokskema for en elektronisk enhed i fig. 1 til udskillelse af Doppler-data fra signaler, der er modtaget i modtageren ifølge fig. 1, og til frembringelse af signaler til udsendelse i en sender i fig. 1,

fig. 4 et blokskema for en skillekreds i fig. 3 til udskillelse af Doppler-data fra modtageren i fig. 1,

fig. 5 et blokskema for en kombineringskreds i fig. 3 til kombinerung af de Doppler-data, der afledes fra signaler, der modtages i de to i fig. 1 viste transorer, medens

fig. 6 viser et blokskema for en beregningskreds for dybden til måling af den forløbne tid mellem udsendelse af energi fra senderen i fig. 1 og modtagning af reflekteret energi i modtageren i fig. 1.

Fig. 1 viser et skib 20, der sejler på havet 22 og som er forsynet med et hastighedsmåleanlæg 24, der ifølge opfindelsen omfatter en fremadrettet transor 26 og en agterudrettet transor 28, som begge er indesluttet i et oliefyldt hus 30, der danner forbindelse for lydenergi mellem transorerne 26 og 28 og havvandet. Anlægget 24 omfatter endvidere en modtager 32, en sender 34, T-R-kredse 36 og 38 til kobling af lydenergi mellem transorerne og modtageren 32 og senderen 34, et overvågningspanel 40 (fig. 5) i skibets førerhus, et temperaturmåleorgan, såsom en termistor 42, anbragt i olien i huset 30, samt en elektronisk enhed 44, der er forbundet til modtageren 32, senderen 34, panelet 40 og termistoren 42. Enheden 44 frembringer signaler til udsendelse gennem senderen 34 og behandler de Doppler-forskydninger, der er indeholdt i de signaler, der rammer transorerne 26 og 28, og angiver på panelet 40 et mål for skibets hastighed.

Transoren 26 er forbundet til kredsen 36 over en ledning 46 og transoren 28 er forbundet til kredsen 38 over en ledning 48. Senderen 34 er koblet til kredsen 36 over en ledning 50, til kredsen 38 over en ledning 52 og til enheden 44 over en ledning 54. Modtageren 32 er forbundet til kredsen 36 over en ledning 56, til kredsen 38 over en ledning 58 og til enheden 44 over en ledning 60, medens enheden 44 er forbundet til panelet 40 over et kabel 62.

Transorerne 26 og 28 er orienteret således, at de udsender deres respektive stråler af lydenergi under vinkler på 30° henholdsvis foran og bag en normal på skibets køl. Lydstrålerne er så snævre, at omfanget af efterklang begrænses, fortrinsvis med en strålebredde på 4° . Lydenergien rammer havbunden 64 og reflekteres derfra i forskellige retninger, og en del af den reflekterede lydenergi sendes tilbage imod transorerne 26 og 28. Som følge af lydstrålernes vinkelstilling har hver stråle en komponent i skibets længderetning, hvilket medfører, at skibets bevægelse fremad eller agterover vil bevirke en Doppler-forskydning i frekvensen for den reflekterede energi. Når skibet bevæger sig fremad, vil den lydstråle, der er koblet til den forreste transor 26, undergå en positiv Doppler-forskydning, medens den stråle, der er koblet til den agterste transor 28, vil undergå en negativ Doppler-forskydning. Denne orientering af transorerne 26 og 28 er fordelagtig derved, at den vil ophæve eller udligne de variationer i Doppler-forskydningen, der skyldes duvende bevægelse af skibet, hvilken udligning opnås ved, at den til den agterste transor 28 svarende Doppler-forskydning subtraheres fra den til den forreste transor 26 svarende.

Som vist i fig. 2 indeholder modtageren 32 to kanaler, der hver omfatter en forstærker 66 med automatisk forstærkningsregulering, et båndpasfilter 68, en sammenligningskreds 70 til sammenligning af udgangssignalet fra båndpasfilteret 68 med signalet fra en referencesignalkilde 72, en blandingskreds 74, et lavpasfilter 76 samt en anden sammenligningskreds 78 og en anden referencesignalkilde 80. Hver af modtagerens kanaler har som vist fire signalklemmer, betegnet henholdsvis A, B, E og L samt indekstallene 1 og 2 svarende til de to kanaler. Indgangssignalerne til modtageren

over ledningerne 56 og 58 føres som vist til klemmerne A1 og A2, medens udgangssignaler ved klemmerne E1, E2 og L1 over kablet 60 føres til den elektroniske enhed 44. Et signal til blandingskredsen 74 føres via klemmerne B1 og B2 fra en leder i kablet 60.

Ved en foretrukken udførelsesform består de udsendte og modtagne signaler af en impulsmoduleret bæreølge med en nominel frekvens på 200 kHz. Denne frekvens ændres ved modtagning i transorerne 26 og 28 med en Doppler-forskydning, der skyldes skibets bevægelse. I modtagerens kanal nr. 1 (og ligeledes i kanal nr. 2) bliver det modtagne signal forstærket i forstærkeren 66 til et passende niveau til påvirkning af sammenligningskredsen 70. Filteret 68 har et passbånd på ca. 5 kHz omkring 200 kHz. Forholdsvis kraftige signaler ved udgangen fra filteret 68 med en amplitude højere end værdien af signalet fra referencekilden 72 bevirker, at sammenligningskredsen 70 ved sin udgang afgiver et logisk 1 eller et "højt" signal, hvilke to udtryk anvendes i samme betydning i det følgende, medens kredsen vil frembringe et logisk 0 eller et "lavt" signal ved et forholdsvis lavt signal ved udgangen fra filteret 68 med en værdi lavere end signalet fra referencekilden 72. Sammenligningskredsen 70 tjener således til at udskille signaler, der har højere amplitude end baggrundsstøjen, for derved at sikre forhøjet pålidelighed af hastighedsmålingen. Referencekilden 72 er forsynet med en indstillingsknap 82 til manuel indstilling af værdien af referencesignalet.

Det signal med digital bølgeform, der udgår fra sammenligningskredsen 70, har en frekvens lig med frekvensen af det signal, der kommer ind ved klemmen A, når dette signal er kraftigt nok til at påvirke sammenligningskredsen 70. Ellers vil udgangen fra sammenligningskredsen 70 forblive ved en logisk 0-tilstand, således at der intet signal afgives til blandingskredsen 74. I den følgende beskrivelse forudsættes, at det signal, der kommer ind ved klemmen A, er kraftigt nok til at påvirke sammenligningskredsen 70, i hvilket tilfælde 200 kHz signalet med digital bølgeform i blandingskredsen 74 bliver kombineret med et referencesignal med firkantbølge med en frekvens på 208 kHz, hvorved der fra blandingskredsen 74 frembringes et udgangssignal, der bl.a. indeholder et signal med en bærefrekvens på 8 kHz. Lavpasfilteret 76 har en afskærfingsfrekvens lidt over 8 kHz, således at det vil overføre 8 kHz signalet til sammenligningskredsen 78, mens andre produkter fra blandingsoperationen udelukkes. Ved en foretrukken

udførelsesform anvender blandingskredsen 74 simpelthen en EXCLUSIV-ELLER-kreds til frembringelse af 8 kHz signalet. Sammenligningskredsen 78 og referencekilden 80 virker på tilsvarende måde som sammenligningskredsen 70 og referencekilden 72 og anvendes til at konvertere den i hovedsagen sinusformede bølgeform for udgangssignalet fra lavpasfilteret 76 til en firkantbølge med samme impuls-frekvens, hvilket signal fremkommer ved klemmen E.

Udgangssignalet fra den første sammenligningskreds 70 bliver også ført til klemmen L og udnyttes som senere beskrevet til måling af vanddybden.

Den maksimale impulslængde for hver af de lydimpulstog, der udsendes af senderen 34 i fig. 1, er 24 millisekunder og anvendes ved dybder større end 30 meter. Ved mindre dybder nedsættes impulslængden, således at der ved en dybde på kun 1,2 m anvendes en impulslængde på 1 millisekund. Impulstogsrepetitionsfrekvensen bliver ligeledes valgt svarende til den forventede vanddybde, således at der anvendes en impulstogsrepetitionsfrekvens på to impulser pr. sekund ved dybder mellem 60 og 300 meter, medens der ved mindre dybder anvendes en impulshyppighed på 10 impulser pr. sekund. Den forhøjede impulstogsrepetitionsfrekvens ved mindre vanddybder vil kompensere for det mindre energiindhold i de kortere impulser og giver derved en samlet modtaget energimængde pr. sekund, der er tilstrækkelig til nøjagtig måling af dybden.

Som vist i fig. 3 indeholder den elektroniske enhed 44 en skillekreds 84 for Doppler-data, med to kanaler til behandling af de data, der fås fra de signaler, der afgives fra de to kanaler i modtageren 32, en kombineringskreds 86 til kombinerings af data fra de to kanaler i skillekredsen 84, en beregningskreds 88 til behandling af signaler fra modtageren 32 til bestemmelse af vanddybden, samt en taktkreds 90, der frembringer signalet til klemmen B i de to kanaler i modtageren 32 og endvidere taktsignaler til de andre kredse i enheden 44. Desuden indeholder den elektroniske enhed 44 en monostabil vippe 92, som frembringer en impuls, der kan varieres ved hjælp af en drejeknap 94 samt en OG-kreds 96. Taktkredsen 90 frembringer ved sin klemme N et firkantbølgesignal ved 200 kHz, der overføres af OG-kredsen 96 under varigheden af den fra vippekredsen 92 afgivne impuls. Der afgives således over ledningen 54

et impulsmoduleret signal på en 200 kHz bæreølge, hvilket signal forstærkes i senderen 34 i fig. 1 og derefter udstråles af transducerne 26 og 28. Vippekredsen 92 bliver aktiveret ved et signal over en ledning 98 fra beregningskredsen 88 som senere beskrevet i forbindelse med fig. 6. Taktkredsen 90 giver endvidere ved hver af sine klemmer J1 og J2 et signal med frekvensen 1 MHz, af hvilket signalet ved klemmen J1 er ved en første fasevinkel, medens signalet ved klemmen J2 er ved en anden fasevinkel, hvilket muliggør, at de to signaler samtidig kan tilføres en reversibel tæller i kredsen 86 som senere beskrevet i forbindelse med fig. 5. Taktsignalerne ved klemmen J2 bliver som senere beskrevet udnyttet ved måling af løbetiden for et signal i vandet.

Til kompensering for den variation i lydhastigheden i havet, der skyldes variationer i temperaturen som målt ved termistoren 42, fig. 1, anvendes en analog-digital-omsætter 100 og en multiplikator 102 til ændring af middelværdien for impulsfrekvensen for taktsignalet fra klemmen J2. Termistoren 42 giver et analogt signal, der over en ledning 104 føres til omsætteren 100. Denne afgiver over en ledning 106 et digitalt signal, der repræsenterer værdien af det analoge signal på ledningen 104. Multiplikatoren 102 modtager taktimpulser over en ledning 108 fra klemmen J2 og det digitale signal fra ledningen 102, der repræsenterer vandtemperaturen. Multiplikatoren 102 er et kendt apparat, der f.eks. kan fås fra firmaet Texas Instruments under betegnelsen nr. SN7497 og giver ved sin udgangsklemme M en række impulser med en gennemsnitlig impulsfrekvens, der er proportional med impulsfrekvensen for taktimpulserne over ledningen 108 og også proportionalt med værdien af det digitale tal på ledningen 106. Termistoren 42 bestemmer temperaturen i olien i huset 30, fig. 1, hvilken temperatur giver en tilstrækkelig korrektion for taktimpulser ved klemmen M, uafhængigt af en derfra forskellig temperatur i havvandet, eftersom en temperaturforskelle mellem havvandet og olien i huset 30 vil bevirke forskellig grad af brydning af lydenergi ved overfladen af huset 30, hvilket kompenserer for temperaturforskellen og dermed giver en passende korrektion til taktsignalet ved klemmen M.

Fig. 3 viser endvidere forbindelsesledninger mellem klemmerne i taktkredsen 90 og forskellige klemmer i de andre kredse inden for enheden 44. For eksempel er taktkredsens klemme F forbundet til klemmerne F1 og F2 i kanalerne henholdsvis nr. 1 og nr. 2 i skillekredsen 84.

Fig. 4 viser et blokskema for skillekredsen 84. Denne har to ens kanaler hver med klemmer F, G, E, H og P, yderligere betegnet med tallene 1 og 2 for de to kanaler nr. 1 og nr. 2. Som vist for kanalen nr. 1 indeholder kredsen 84 tællere 110, 112, 114 og 116, OG-kredse 118, 120, 122, 124 og 126, en inverterkreds 128, en EL-LER-kreds 130, et forsinkelsesled 132, en subtraktionskreds 134, en sammenligningskreds 136, et register 138, samt en koder 140 med en indstillingsknap 142 til indstilling af et digitalt tal. Skillekredsen 84 foretager en måling af varigheden af et fast antal perioder, f.eks. fire perioder, i signalet ved klemmen E1. Desuden bliver to sådanne målinger lagret i tællerne 114 og 116 og sammenlignet i subtraktionskredsen 134 til bestemmelse af den grad, i hvilken de to målinger stemmer overens. Væsentlig eller fuldstændig overensstemmelse mellem to efter hinanden følgende målinger viser, at signalet er i hovedsagen fri for støj, og at der kan opnås en nøjagtig bestemmelse. Ved en situation med høj efterklang, hvor f.eks. signalet ved klemmen E1 bliver delvis dækket af sådan efterklang, vil kredsen 84 kassere målingerne fra et fire-perioders interval og derved sikre, at kun målinger, der er i hovedsagen fri for støj, bliver afgivet ved udgangsklemmen G1. Det skal bemærkes, at ved den blanding, der sker i modtageren 32, hvor 200 kHz signalet bliver omsat til 8 kHz vil Doppler-forskydningen i fase og frekvens blive bevaret under blandingsoperationen. Da imidlertid målingen foretages på perioder i en bæreølge ved 8 kHz og ikke ved en bæreølge ved 200 kHz, kan målingen udføres med væsentlig forhøjelse af nøjagtigheden.

Tællerne 110 og 112 anvendes til fastlæggelse af måleintervaller og vil ved hjælp af OG-kredsene 118, 120, 122 og 124 aktivere tællerne 114 og 116 til udførelse af konsekutive målinger af successive fire-perioders intervaller i 8 kHz signalet ved klemmen E. I betragtning af modtageren 32's båndbredde på 5 kHz er varigheden

af fire-perioders intervallerne ved 8 kHz tilstrækkelig lang til at repræsentere uafhængige prøver af de signaler, der modtages ved transorerne 26 og 28. Tælleren 110 er en femdelende tæller, der som vist ved den nederste linie i det indføjede diagram 144 frembringer et impulssignal på en ledning 146, i hvilket der er et højt signal, når tælleren viser 0, efterfulgt af et lavt signal under beløbene 1 - 4, efterfulgt af et højt signal ved beløbet 5 og et lavt signal ved beløbene 6 - 9. Tælleren 112 er en todelende tæller, som over en udgangsledning 148 afgiver vekselvis høje og lave signaler over intervaller, der hvert svarer til beløbet 5 som vist i diagrammet 144.

Signalet på ledningen 148 føres til tællerne 114 og 116 gennem OG-kredsene 118, 120, 122 og 124, idet dette signal bliver komplementeret ved indgangen til OG-kredsene 120 og 124. Som følge af denne komplementering bliver OG-kredsene 118 og 120 aktiveret vekselvis ved signalet fra ledningen 148, og på tilsvarende måde bliver OG-kredsene 122 og 124 vekselvis aktiveret ved dette signal. Udgangene fra OG-kredsene 118 og 120 er forbundet til taktindgangene til tællerne henholdsvis 114 og 116, og vil derved vekselvis aktivere disse tællere til udførelse af de konsekutive målinger af de fire-perioders intervaller i signalet ved klemmen El. Det er ønskeligt at indføre en død tid mellem de successive målinger for at tillade sammenligning af disse målinger og tilbagestilling af tællerne 114 og 116. Signalet på ledningen 146 bliver derfor også ført til OG-kredsene 118, 120, 122 og 124, idet signalet føres gennem inverterkredsen 128, som komplementerer dette signal inden det indføres i OG-kredsene 118 og 120. Herved vil tælleren 110 afgive et lavt impulssignal til OG-kredsene 118 og 120, imens den afgiver et højt impulssignal til OG-kredsene 122 og 124. Den lave impuls til OG-kredsene 118 og 120 bevirker den foran nævnte døde tid, idet OG-kredsene 118 og 120 spærrer under beløbene 0 og 5 som vist i diagrammet 144. Imens OG-kredsene 118 og 120 således bliver spærret, bliver OG-kredsene 122 og 124 aktiveret til tilbagestilling af tællerne 114 og 116 til 0.

Tælleren 110 tæller de enkelte impulser fra sammenligningskredsen

78, medens tællerne 114 og 116 tæller et 4 MHz taktimpulssignal fra klemmen H i taktkredsen 90, hvorhos tilbagestilling af tælleren 114 og 116 bliver bevirket ved en taktimpuls i 1 MHz taktsignalet ved taktkredsens klemme F. Tælleren 110 tæller modulo 5 og afgiver en høj impuls ved hvert beløb 5. Som ovenfor nævnt vil derfor impulserne for tælleren 110 som vist i diagrammet 114 fremkomme ved beløbene 0 og 5. Tælleren 112 tæller de impulser der afgives af tælleren 110.

Når der fremkommer et signal ved klemmen E, vil tælleren 110 begynde at tælle ved det beløb, som den forinden måtte være sluttet ved, hvorved OG-kredsene 118 og 120 bliver aktiveret vekselvis, i det OG-kredsen 118 bliver aktiveret til overføring af taktimpulser fra klemmen H til tælleren 114 under tælleintervallet 1 - 4. Tælleren 116 bliver aktiveret under tællerintervallet 6 - 9 som vist i diagrammet 144. Tælleren 114 bliver tilbagestillet ved beløbet 0 og tælleren 116 bliver tilbagestillet ved beløbet 5. I tællerintervallet 1 - 4, når signalet fra ledningen 148 er højt og signalet på ledningen 146 er lavt, vil taktimpulserne fra klemmen H passere gennem OG-kredsen 118 og blive talt af tælleren 114. I tælleintervallet 6 - 9, når signalet på ledningen 148 er lavt og signalet på ledningen 146 også er lavt, vil taktimpulserne fra klemmen H passere gennem OG-kredsen 120 for at blive talt i tælleren 116.

De beløb, der fremkommer i tællerne 114 og 116, bliver kontinuerligt subtraheret i subtraktionskredsen 134. Udgangsledningerne fra disse tællere er vist som brede linier for at angive et sæt ledninger, en ledning for hver bit eller ciffer i beløbet. Denne signatur med brede linier anvendes også andetsteds i figurerne med den anførte betydning. Eftersom en af de to tællere 114 og 116 vil begynde at tælle først, vil subtraktionskredsen 134 vise en differens D, som er større end en værdi R, der udgør referencesignalet til sammenligningskredsen 136. Værdien af R kan f.eks. sættes lig med 2 ved hjælp af drejeknappen 142 og koderen 140. Såfremt subtraktionskredsen viser en differens lig med eller mindre end 2, vil et signal blive overført gennem sammenligningskredsen 136 gennem ELLER-kredsen 130 til OG-kredsen 126. Aktiveringen af OG-kredsen 126 muliggør, at en taktimpuls fra klemmen F1 kan strobe registreret 138. En

bistabil vippe 150 tjener til at spærre OG-kredsen 126 efter strobningen af registeret 138. Vippekredsen 150 bliver indstillet ved et nøgle-signal på ledningen 98, fig. 3, over klemmen P. Som senere beskrevet i forbindelse med fig. 6 vil nøgle-signalet iværksætte hver udsendelse af lydenergi fra transorerne 26 og 28, fig. 1. Vippekredsen 150 bliver tilbagestillet ved strobe signalet ved udgangen fra OG-kredsen 126, hvorved det sikres, at registeret 138 bliver strobet til én gang for hver af udsendelserne af lydenergi. Dette bevirker immunitet over for signaler, der modtages fra efterklang i vandet 22. Desuden bliver signalet fra ledningen 146 ført til OG-kredsen 126 for at sikre, at strobningen af registeret 138 kun sker under den foran nævnte døde tid. Såfremt det ønskes, kan der anvendes yderligere, ikke viste, tællere i forbindelse med tællerne 114 og 116 til tilvejebringelse af en sammenligning mellem tre eller flere målinger til yderligere beskyttelse mod støj og efterklang.

Det skal fremhæves, at data forbliver kontinuerligt lagret i registeret 138 indtil det tidspunkt, da nye data, der er verificeret som nøjagtige ved sammenligning af beløbene i tællerne 114 og 116, gennem OG-kredsen 126 bliver indført i registeret 138. Selv om der ved anlægget ifølge opfindelsen således anvendes en impulsmodulret Doppler-sonar, ved hvilken der kun modtages data, når et ekko af lydenergi rammer transorerne 26 og 28, vil registeret 138 tjene som et lagringsmedium, ved hvilket de tidligere modtagne data er til rådighed indtil disse data bliver ført á jour. Skillekredsen 84 bevirker således frekvens-parallelløb og repræsenterer en væsentlig forbedring i sammenligning med kendte analoge faselåste parallelløbssystemer, der forsøger at faselåse til de data, der måtte foreligge, uden de her beskrevne midler til verificering af data, og som har tilbøjelighed til drift i perioder uden data. Anlægget ifølge opfindelsen er ikke udsat for sådan drift, eftersom det anvender lagrede data på tidspunkter, hvor der ikke foreligger nye data.

Fig. 5 viser et blokskema for kombineringskredsen 86, med klemmer G1, G2, J1, J2, K og M, der er forbundet med de tilsvarende betegnede klemmer i fig. 3. Kredsen 86 indeholder tællere 152, 154, 156, 158, 160 og 162, registre 164 og 166, et forsinkelsesled 168,

en vælgerkreds 170, en multiplikator 172 samt en koder 174 med en drejeknap 176 til indstilling af et tal i koderen. Tællerne 152 og 154, der er ens, udgør hver en "modulo M tæller", der hver bliver forindstillet til et tal M ved en klemme P og som hver kontinuerligt tæller de impulser, der kommer ind ved en klemme C og afgiver en udgangsimpuls 180, så snart der opnås et beløb M. Taktimpulserne til tælleren 152 fås fra klemmen J1 i taktkredsen 90, med en impulsfrekvens på 1 MHz, medens taktimpulserne i tælleren 154 fås over klemmen J2 med samme frekvens, men med en anden fase end taktimpulserne ved klemmen J1. Denne faseforskel er i figuren antydnet ved betegnelserne Ø1 og Ø2. Tælleren 152 bliver forindstillet med det tal, der er lagret i registeret 138 i kanal nr. 1 i skillekredsen 84, fig. 4, over klemmen G1, medens tælleren 154 bliver forindstillet af det tilsvarende register i kanal nr. 2 over klemmen G2. Som foran omtalt i forbindelse med fig. 4 bliver der kontinuerligt lagret tal i registeret 138 i kanal nr. 1 og ligeledes i det tilsvarende register i kanal nr. 2, således at de to tællere 152 og 154 kontinuerligt tæller modulo de respektive tal, til hvilke de er blevet forindstillet, indtil de i registre 138 lagrede data bliver fornyet, hvorefter tællerne 152 og 154 tæller modulo de nye data.

Som foran nævnt vil signalerne i den lydenergi, der rammer den forreste transor og behandles af den første kanal i skillekredsen 84, vise en positiv Doppler-forskydning ved fremadgående bevægelse af skibet 20, medens de tilsvarende signaler fra den agterste transor 28, der behandles i den anden kanal i skillekredsen 84, viser en negativ Doppler-forskydning. Til kombineret af Doppler dataene fra de to kanaler bliver data fra kanal nr. 2 subtraheret fra data fra kanal nr. 1 ved hjælp af den reversible tæller 156. Impulserne 180 fra tælleren 152 føres til indgangsklemmen C1 i tælleren 156. Denne er en reversibel tæller, der tæller frem ved de impulser, der kommer til klemmen C1, medens den tæller tilbage ved de impulser, der kommer ind over den anden klemme C2. Impulserne 180 fra tælleren 154 føres til klemmen C2, med det resultat, at det samlede beløb i tælleren 156 er proportionalt med differensen mellem impulsfrekvenserne for impulserne fra de to tællere 152 og 154.

Impulserne ved klemmen C1 ankommer som følge af faseforskellen mellem taktsignalerne ved klemmerne J1 og J2 på andre tidspunkter end impulserne 180 ved klemmen C2, og herved udelukkes en situation, i hvilken tælleren 156 skulle tælle frem og tilbage samtidig.

Af den måling af Doppler-frekvensen eller Doppler-forskydningen, der fås ved tælleren 156, dannes en middelværdi over et tidsinterval, f.eks. 6 sekunder. Et taktsignal fra taktkredsen 90 ved klemmen K består af en række taktimpulser med mellemrum på 6 sekunder. Signalet fra klemmen K føres over forsinkelsesleddet 168 til tilbagestillingsklemmerne i 156 og 160, hvorved disse slettes hvert sjette sekund. Det samlede beløb, der akkumuleres i tælleren 156, er således proportionalt med den samlede Doppler-forskydning, der akkumuleres over et interval på 6 sekunder, hvilket interval er langt nok til, at virkningerne af støj og efterklang reduceres væsentligt.

Til bestemmelse af, hvorvidt det samlede beløb i tælleren 156 repræsenterer et positivt eller et negativt tal, bliver beløbet i tælleren strobet ind i registeret 164 ved seks sekunders taktsignalet over klemmen K. Forsinkelsesleddet 168 giver en sådan forsinkelse, at denne strobing afsluttes, inden tælleren 156 stilles tilbage. Registeret 164 lagrer beløbet og forsyner to sæt udgangsledninger. På det ene sæt af ledninger, det er betegnet Q-udgangen, er udgangssignalet det samme tal, som blev indført i registeret 164 fra tælleren 156, medens den anden udgang $\bar{Q}$ udgør et sæt ledninger, på hvilke cifrene i det lagrede beløb er blevet komplementeret. Som bekendt er komplementet til et tal omtrent lig med en enhed minus tallet, idet der kun er en afvigelse i den mindst betydende bit, hvilken afvigelse er forsvindende for store værdier af beløbet i tælleren 156. Ved den foretrukne udførelsesform giver tælleren 156 et binært tal med 12 bit, medens det maksimale beløb ved en hastighed på 40 knob i løbet af tællerintervallet på 6 sekunder er mindre end 2048, hvilket er et tal med 11 bit. Såfremt skibet bevæger sig i retning agterover, vil der først blive registreret et beløb på 4096, medens de påfølgende beløb udgør tal mindre end 4096, men højere end 2048, hvilket betyder at

den tolvte bit er høj eller 1. Den tolvte bit betegnes ved signalet MSB (most significant bit), der over en ledning 182 sendes til vælgerkredsen 170 for at bringe denne til at vælge den komplementerede udgang $\bar{Q}$ fra registeret 164. Vælgerkredsen 170 er en kendt elektronisk omskifter til at vælge mellem to grupper af binære signaler. Det tal, der vælges af kredsen 170, føres til multiplikatoren 172.

Multiplikatoren 172 er af samme form som den foran beskrevne multiplikator 102. I afhængighed af de temperaturkorrigerede taktimpulser fra klemmen M, der føres til multiplikatoren 172, fremkommer der ved dennes udgang på en ledning 184 en række taktimpulser, hvis gennemsnitlige frekvens er proportional med det tal, der af vælgerkredsen 170 afgives til multiplikatoren 172. Denne gennemsnitlige impulsfrekvens for impulserne på ledningen 184 repræsenterer således en genskabt bæreølge med en Doppler-forskydning, der er kompenseret for havvandets temperatur.

Til omsætning af denne gennemsnitlige impulsfrekvens til udgangsdata udtrykt i fod eller meter pr. sekund eller knob anvendes en tæller 158, der over en klemme P bliver forindstillet med et tal fra koderen 174. Tælleren 158 tæller modulo M, hvor M er et tal, til hvilket tælleren blev forindstillet. Hver gang tælleren 158 når et beløb på M, giver den en udgangsimpuls 186. Udgangsimpulserne 186 fremkommer med en gennemsnitlig impulsfrekvens, der er proportional med den gennemsnitlige impulsfrekvens på ledningen 184.

Som bekendt er der som følge af karakteren af åbningskredsløb og vippekredsløb i en multiplikator såsom multiplikatoren 172, en betydelig variation i de enkelte intervaller mellem impulserne på ledningerne 184, medens optællingen af et stort antal af sådanne impulser over et langt tidsinterval, der omfatter mange sådanne impulser, er et meget nøjagtigt mål for den forløbne tid. Tælleren 158 dividerer i realiteten impulsfrekvensen på ledningen 184 med tallet M, og udligner derved i det væsentlige den nævnte uregelmæssighed i den øjeblikkelige impulsfrekvens på ledningen 184,

til tilvejebringelse af et gennemsnit over M impulser i signalet på ledningen 184, hvilket giver en jævn impulsfrekvens for impulserne 186.

Impulserne 186 bliver derefter talt over det foran nævnte interval på seks sekunder for at give et samlet beløb, der repræsenterer skibets hastighed, hvilke data over en ledning 188 føres til panelet 40 og der viser hastigheden på et indikatorinstrument 190. Det seks sekunders taktsignal over klemmen K strober beløbet i tælleren 160 ind i registeret 166 og bevirker derefter, efter den nævnte forsinkelse i forsinkelsesleddet 168, sletning eller tilbagestilling af tælleren 160. Doppler-dataene bliver lagret i registeret 166 til aktivering af hastighedsindikatoren 190, indtil registeret 166 bliver ført á jour.

Den distance, der tilbagelægges af skibet 20, bestemmes ved tælling af impulserne 186 over skibets samlede sejltid. Denne tælling foretages af tælleren 162, der bliver nulstillet ved et manuelt indstillingsorgan 192 ved begyndelsen af rejsen. Det i tælleren 162 akkumulerede beløb vil på ethvert tidspunkt repræsentere den til dette tidspunkt tilbagelagte distance og føres over ledninger 194 til panelet 40 til visning på en indikator 196. Endvidere har panelet 40 en indikator 198, der viser om skibet sejler fremad eller agterefter, hvilke data ved signalet MSB på ledningen 182 føres til indikatoren 198.

Fig. 6 viser et blokskema for dybdeberegningsenheden 88, der indeholder tællere 200, 202, 204 og 206, kodere 208 og 210, med tilhørende drejeknapper henholdsvis 212 og 214 til indstilling af tal i koderne, forsinkelsesled 216 og 218, registre 220 og 222, en bistabil vippe 224, en multiplikator 226, svarende til den foran beskrevne multiplikator 102, samt en OG-kreds 228 og en taktkreds 229, med variabel frekvens. Denne enhed tæller de taktsignaler, der afgives fra taktkredsen 90 ved klemmen J2, som mål for tiden mellem sonar-signalerne og til afgivelse af et signal på ledningen 98 til vippekredsen 92, fig. 3, hvorved senderen 34 bringes til at udsende impulser. Enheden 88 giver også et mål for den tid, der

er forløbet mellem et signal fra senderen 34 og modtagelsen af et ekko af lydenergi ved transorerne 26 og 28. Enheden 88 virker på følgende måde.

Tælleren 200 tæller modulo M, hvor tallet M er forindstillet ved klemmen P af koderen 208. Tælleren 200 tæller de taktimpulser, der kommer ind over klemmen J2, og afgiver ved hvert beløb på M et impulssignal 230, der over ledningen 98 overføres til vippekredsen 92, fig. 3. Impulssignalet 230 føres også til en indstillingsklemme i vippekredsen 224 til indstilling af denne, og til tilbagestillingsklemmen R i tælleren 202 til sletning af beløbet i denne. Når vippekredsen 224 sættes overfører OG-kredsen 228 taktimpulser fra klemmen J2 til indgangsklemmen C i tælleren 202. Denne tæller de over klemmen C indkommende taktimpulser og afgiver beløbet til registeret 220. Tælleren 202 fortsætter at tælle, indtil der modtages et ekko ved den forreste transor 26, hvilket angives ved et signal i modtageren ved klemmen L1, hvilket signal overføres til tilbagestillingsklemmen i vippekredsen 224 til tilbagestilling af denne, hvorved der spærres for overføring af taktimpulser gennem OG-kredsen 228. Signalet ved klemmen L1 føres også, gennem forsinkelsesleddet 216, til strobning af registeret 220, hvorved beløbet i tælleren 202 føres ind i dette register 220. Forsinkelsen i forsinkelsesleddet 216 tillader tilbagestilling af vippekredsen 224 og standsning af tællingen i tælleren 202, inden indføringen i registeret 220. Tælleren 202 bevarer sit beløb indtil det næste udsendte signal fra senderen 34, hvorefter den slettes ved impulssignalet 230. Registeret 220 vil således lagre et tal, der repræsenterer det tidsrum, der er forløbet mellem et signal fra senderen 34 og modtagelsen af et ekko ved den forreste transor 26.

Det i registeret 220 indførte tal bliver korrigeret for virkningen af vandtemperaturen ved hjælp af en multiplikator 226, der modtager taktimpulssignaler fra taktkredsen 229. Denne er forsynet med en drejeknap 231 til indstilling af frekvensen for de taktimpulser, der føres til multiplikatoren 226 for at kompensere for variationer i udbredelseshastigheden for den lydenergi, der udsen-

des fra transoren 26, som følge af temperaturvariationer ved forskellige vanddybder. Tallet i registeret 220 føres til en indgangsklemme i multiplikatoren 226, som i afhængighed heraf over en ledning 232 afgiver et impulssignal, hvis gennemsnitlige frekvens er proportional med tallet i registeret 220. Impulserne på ledningen 232 vil derfor have en gennemsnitlig impulsfrekvens, der repræsenterer en temperaturkorrigeret løbetid for en lydimpuls fra den forreste transor 26 til havbunden 64 og tilbage til den forreste transor 26. Denne frekvens af signalet på ledningen 232 repræsenterer således vanddybden.

Tælleren 204 anvendes til at omsætte den aflæste dybde til værdier i fod eller meter på samme måde som beskrevet i forbindelse med tælleren 158 i fig. 5. Tælleren 204 bliver således forindstillet til et tal M ved koderen 210 og vil derefter tælle impulserne på ledningen 232 modulo M og afgive et impulssignal 234, hver gang et beløb M opnås. Frekvensen for impulserne 234 er således proportional med dybden.

Det tal, der repræsenterer dybden, fås ved at tælle impulserne 234 over det seks-sekunders interval, der frembringes ved det foran beskrevne signal ved klemmen K. Dette sker i tælleren 206, der tæller impulserne 234. Seks-sekunders signalet strober registreret 222 til aflæsning af beløbet i tælleren 206 og dette signal føres også gennem forsinkelsesleddet 218 til tilbagestillingsklemmen i tælleren 206 til sletning af beløbet ved afslutningen af de seks sekunder. Forsinkelsen i forsinkelsesleddet 218 tillader overføring af beløbet til registeret 222, inden tælleren 206 slettes. Registeret 222 vil således indeholde et antal af impulserne 234 svarende til seks sekunder. Tallet i registeret 222 svarer til dybden til havbunden 64 og føres over ledninger 236 til panelet 40 til angivelse af dybden på en indikator 238.

P a t e n t k r a v:

1. Sonarhastighedsmåleanlæg som er indrettet til at måle Doppler-forskydningen af reflekterede sonarbølger og omfattende en sende- og modtagetransor til henholdsvis udsendelse og modtagelse af strålingsenergi i et medium, i hvilket et fartøj bevæger sig, og med en signalbehandlingskreds til udledning af hastighedsdata ud fra de modtagne, reflekterede lydbølger, k e n d e t e g n e t ved, at signalbehandlingskredsen indeholder signalskilleorganer (84), som omfatter organer (110, 112), som er indrettet til at opdele et reflekteret bølgetog i på hinanden følgende grupper af et forud bestemt antal svingninger, samt omfatter et antal mellemlagringsorganer (114, 116), som hver er indrettet til succesivt at lagre et tidsmål for varigheden af de nævnte grupper af på hinanden følgende antal perioder af strålingsenergiens reflekterede bølgetog, hvorhos der findes sammenligningsorganer (134, 136), som er indrettet til, under forudsætning af tilstrækkelig indbyrdes overensstemmelse mellem mellemlagringsorganernes (114, 116) indhold, at overføre et signal fra et af mellemlagringsorganerne (114, 116) til et dopplerlagerorgan (138) hvilket overførte signal svarer til det indeholdte tidsmål i det respektive mellemlagringsorgan og repræsenterer information om en hastighedsafhængig Doppler-forskydning i den modtagne strålingsenergi.

2. Anlæg ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at der findes en tæller (152, 154), som er indrettet til at tælle referencesignaler med en i afhængighed af signalet fra signalskilleorganerne (84) variabel modulus til frembringelse af et uafbrudt, periodisk signal, der repræsenterer fartøjets hastighed.

3. Anlæg ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at der findes et par af de nævnte signalskilleorganer (84), som er forbundet til hver sin af to transorer med indbyrdes forskellige modtageretninger, og at der findes en frem- og tilbageløbstæller (156), som er forbundet til respektive modulustællere (152, 154), og som er indrettet til at tælle frem i afhængighed af signalet fra den ene tæller (152) og til at tælle tilbage i afhængighed af signalet fra den anden tæller (154).

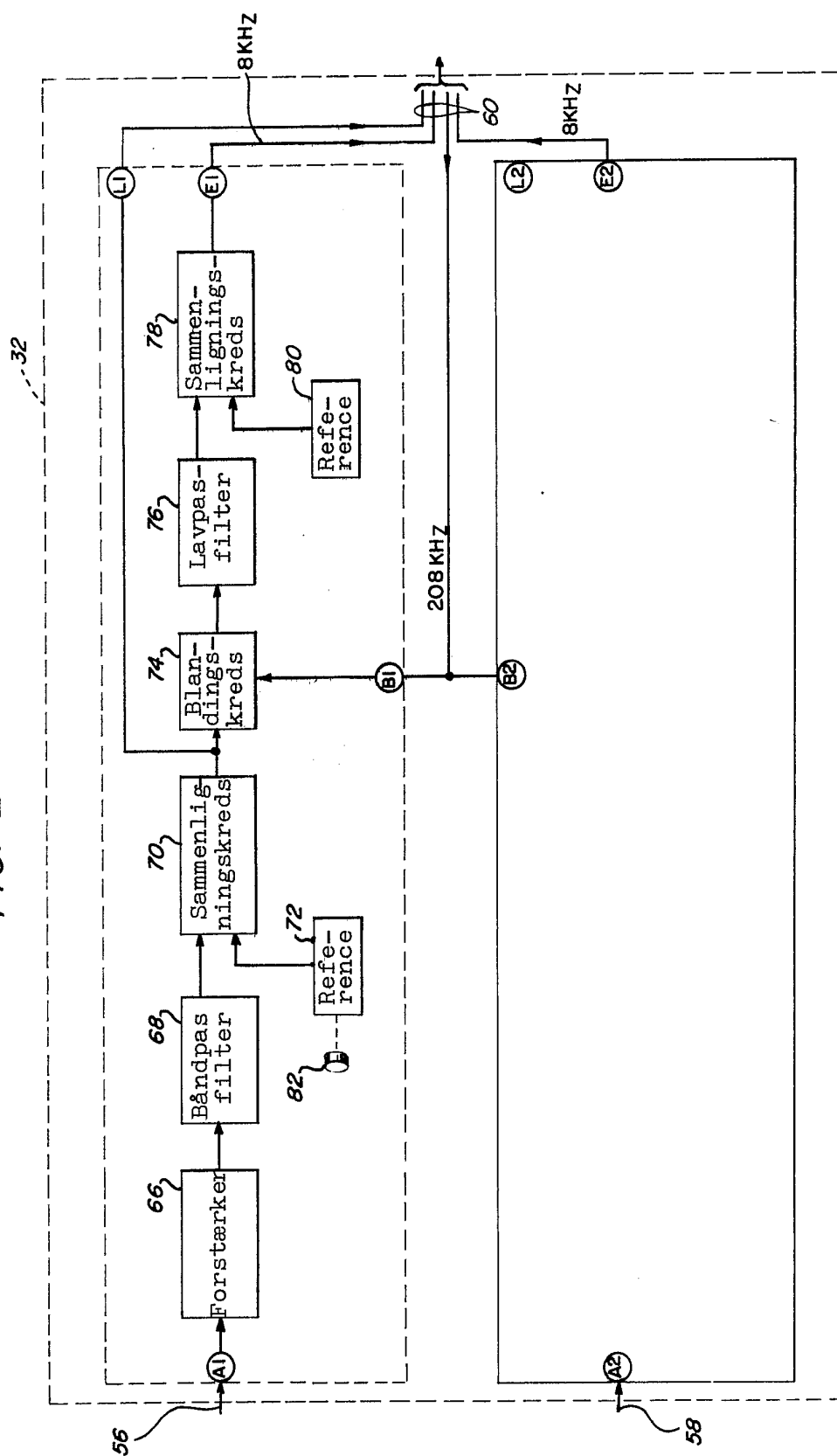
4. Anlæg ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t ved, at der findes

frekvensmålende organer (158, 160, 166), som er indrettet til at frembringe et mål for fartøjets hastighed i afhængighed af udgangssignalet fra frem- og tilbageløbstælleren (156).

Fremdragne publikationer:

US patenter nr. 3594716, 3795893 og 3539978.

FIG. 2



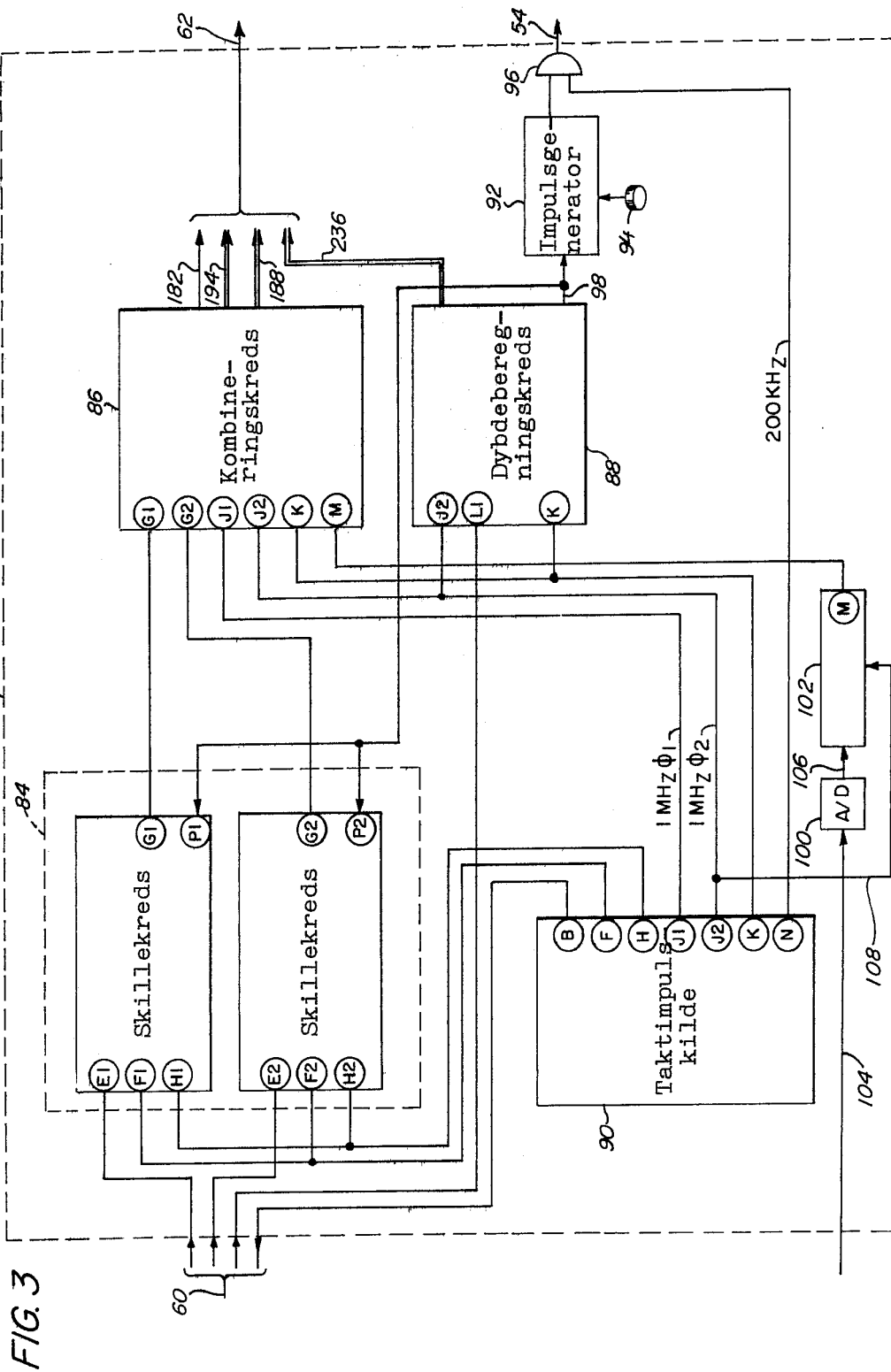


FIG. 4

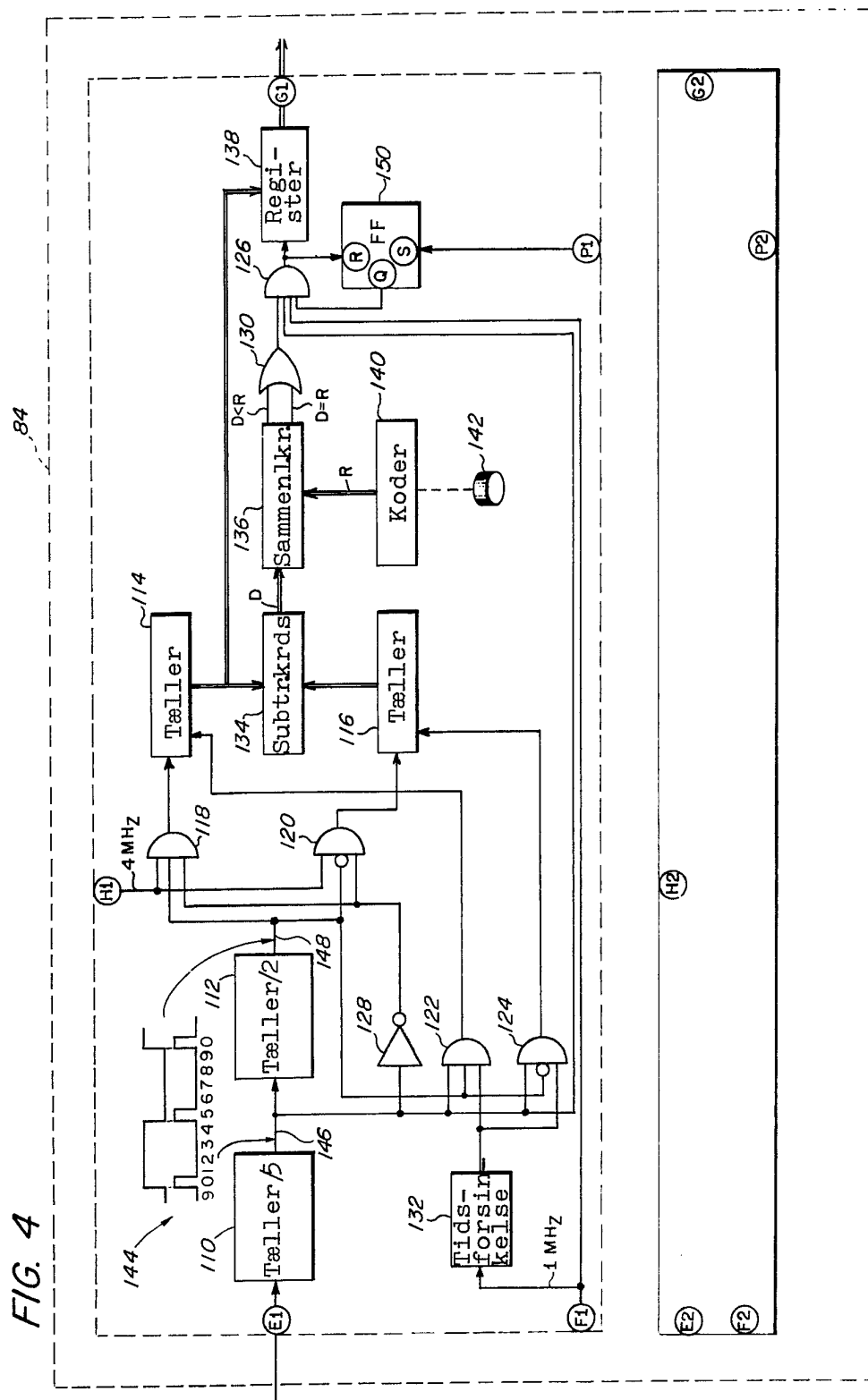


FIG. 5

