NORGE
[NO]

STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

[B] (11) **UTLEGNINGSSKRIFT** Nr. 142932

(51) Int. Cl.³ G 01 S 7/28, 7/12

(21) Patentsøknad nr. 743856
(22) Inngitt 25.10.74
(23) Løpedag 25.10.74

(41) Alment tilgjengelig fra 06.05.75
(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 04.08.80

(30) Prioritet begjært 05.11.73, USA, nr. 413130

(54) Oppfinnelsens benevnelse

Fremgangsmåte og apparat til behandling av radarsignaler i et anlegg med en radarskjerm av PPI-typen.

(71)(73) Søker/Patenthaver

RAYTHEON COMPANY,
141 Spring Street,
Lexington, MA 02173,
USA.

(72) Oppfinner

FRITZ ADOLF GROSS, Weston, MA,
WILLIAM MONROE PEASE, Weston, MA,
JOHN EDWARD MEADE, Lexington, MA,
HARRY VICKERS, Oakham, MA,
USA.

(74) Fullmektig

Bryns Patentkontor A/S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner

BRD (DE) utl. skrift nr. 1932346
USA (US) patent nr. 3569966, 3631483

Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte til behandling av radarsignaler i et anlegg med en radarskjerm av PPI-typen, der signalene gjengis ved hjelp av lysstyrkevariasjoner og der det kan veksles mellom fler rekkevidder, slik at skjermens radius representerer avstander, alt etter rekkeviddeinnstilling, og der radaranleggets pulsgjentagelsesfrekvens er konstant for i det minste noen rekkevidder, og der fremgangsmåten omfatter frembringelse av digitalrepresentasjon i sann tid av på hverandre følgende avtastninger av de mottatte radarsignaler.

Videre angår oppfinnelsen et apparat til utførelse av fremgangsmåten der radaranleggets indikatordel er innrettet til å bli omkoplet for et flertall forskjellige avstandsmåleområder, slik at indikatorens radius alt etter det innstilte måleområdet, representerer forskjellige avstander, idet radaranleggets pulsgjentagelsesintervall er konstant ved i det minste noen av de innstilte måleområder og der man av mottatte radarekkosignaler i sann tid, frembringer digitale representasjoner av signalamplitudene innenfor på hverandre følgende avstandssamplinger.

Ved tidligere kjente radaranlegg for mindre fartøyer er radardata blitt gjengitt i sann tid. Når radarekkosignaler på denne måte behandles i sann tid blir skrivehastigheten for katodestrålerørets stråle for radarskjermen omvendt proporsjonal med det innstilte rekkeviddeområde, noe som medfører at radarskjermens lysstyrke vil forandre seg ved forandring av ønsket rekkevidde. Når en kort rekkevidde er stilt inn, kan skrivehastigheten på radarskjermen bli så høy at skjermens fluorescerende belegg ved elektronstrålens sveiping over skjermen ikke får tilstrekkelig energi til å kunne overvinne lyset fra omgivelsene. Problemet med omgivelseslys har ofte gjort det vanskelig å anvende kjente radaranlegg ombord på båter eller fly, idet man ved begge disse anvendelser ofte har sterkt lys fra omgivelsene.

Blant forsøk på å løse disse problemer kan det nevnes at man lar de data som skal gjengis først bli gjengitt i sann tid på et memoreringsrør eller lagerrør, hvoretter data

utleses og gjengis på et katodestrålerør. Derved skjer utlesningen fra lagerrøret i langsommere takt enn den takt hvormed mønstret ble skrevet inn i lagerrøret. Anlegg av denne art har imidlertid et stort antall iboende svakheter. Først og fremst blir slike anlegg dyre ved at man for hver radarindikator må anvende to separate avbøynings- og katodestrålerørsystemer. Til dette kommer at anleggets yteevne blir mindre enn det man kan oppnå med bare ett rør, og årsaken til dette er at ytterligere brus og tap innføres sammen med det annet rørsystem.

En annen vesentlig ulempe ved tidligere kjente anlegg følger av at man ved endring av avstandsområde eller rekkevidde også må forandre avbøyningsbølgeformene slik at de passer til den sveipetid som stemmer overens med den rekkevidde som i øyeblikket er innstilt. Ved korte rekkevidder får man derved meget steile avbøyningsbølgeformer for sveipespolene i en gjengivelsesanordning med katodestrålerør. For forflytning av strålen fra skjermens sentrum og til dens kant kreves det derved høye verdier for strømgradienten i sveipespolene. Dette medfører på sin side høye spenninger i avbøyningskretsene, noe som gjør at disse blir vanskelige å konstruere og derfor kostbare. Ved at man har en annen strålesveipetid for hver innstilt rekkevidde må man dessuten konstruere sveipekretser som kan arbeide innenfor et bredt frekvensområde. Til dette kommer at båndbredden for sveipeforsterkerne må være større ved kortere rekkevidder enn ved lange rekkevidder.

Fremgangsmåten i henhold til oppfinnelsen utmerker seg ved at de digitale representasjoner innleses i lagerorgener i løpet av et første tidsintervall av hvert pulsgjentagelsesintervall, der det første tidsintervall er proporsjonalt med den aktuelle rekkeviddeinnstilling og at de digitale representasjoner utleses fra lagerorganet i løpet av et annet tidsintervall med lavere utlesningshastighet enn innlesningshastigheten over et antall rekkeviddeinnstillinger, slik at det annet tidsintervall i det minste er like langt som det første tidsintervall og hvor det annet tidsintervall er konstant for et antall forskjellige rekkeviddeinnstillinger, samt at de ut-

leste digitale representasjoner omformes til et amplitudemodulert signal som fremvises på PPI-skjermen.

Det som karakteriserer apparatet til utførelse av fremgangsmåten er en klokkesignalgenerator som er innrettet til å frembringe digitale klokkesignalpulser, en anordning for, som svar på klokkesignalpulsene, å frembringe en kontinuerlig syklisk binær telling, der den sykliske tellende anordning er forsynt med en utgang for hvert binære siffer i telleverdien, samt anordninger innrettet til å velge ut en av utgangene i den tellende anordning som kilde til tidsstyresignaler for innskrivning av de digitale representasjoner i en lageranordning,med en til den innstilte rekkevidde proporsjonal første deltidsperiode av hvert pulsgjentagelsesintervall, idet de utvelgende anordninger er innrettet til å fullføre utvalget i overensstemmelse med den rekkeviddeinnstilling det gjelder, en anordning til frembringelse av tidsstyresignaler for utlesning av de digitale representasjoner fra lageranordningen under den annen deltidsperiode med en lavere takt enn innskrivningstakten, samt organ for omformning av de utleste representasjoner til analoge signalamplituder som gjengis på radarskjermen.

Lysstyrken ved gjengivelsen blir sterkt forbedret ved anordningen i henhold til oppfinnelsen der digitale representasjoner av radarekkosignalene frembringes ved at man tar radarekkosignaler som er registrert i lageranordninger. Registreringen foregår i en takt som er avhengig av den innstilte rekkevidde. Etterat de digitale radarekkosignaler er blitt registrert i lageret, blir de, ved en foretrukken utførelsesform, før starten av neste radarsending utlest i et på forhånd bestemt konstant tidsrom som er uavhengig av den innstilte radarrekkevidde. Den forbedring av lysstyrken som oppnås på denne måte viser seg spesielt ved korte rekkeviddeinnstillinger, idet man derved øker tidsrommet for gjengivelsen av radarekkosignalene i forhold til det som gjelder ved tidligere kjente radaranlegg. Lageranordningen kan være ett eller flere skyveregistre eller et lager med vilkårlig adgang. Ved en foretrukken utførelsesform for oppfinnelsen anvendes en flerhet av skyveregistre der de digitale signaler fordeles i tur og

orden mellom disse, idet man da kan la hvert skyveregister arbeide i en lavere takt enn det det er behov for om man anvender bare ett skyveregister. Gjengivelsesanordningen er hensiktsmessig en skjerm på et PPI-rør som arbeider etter PPI-prinsippet. Man kan anvende enten en enesteroterende avbøyningsspole eller to spoler med sveipedeler. Ved anordningen i henhold til oppfinnelsen kan også en indikator i form av et flatt panel anvendes, f.eks. et plastpanel eller et lysdiodepanel. Dessuten kan det finnes anordninger for innstilling av indikatorens styrkenivå separat for hver særskilt digitalverdi som radarekkosignalene blir digitalisert til.

Et radaranlegg med kjennetegn i henhold til sidekravets karakteristikk skal i det følgende beskrives nærmere som et eksempel og under henvisning til tegningene der:

Fig. 1 viser et blokkdiagram for et radarsystem ifølge oppfinnelsen,

fig. 2A viser delene av et slikt radarsystem i perspektiv,

fig. 2B viser anvendelse av oppfinnelsen, sett i perspektiv, til manøvrering i en havn,

fig. 3A og 3B viser skjematisk et diagram av radarsystemets digitale signalbehandling, mens

fig. 4A-4G viser en rekke signalformer til behandling av radarsignalene i overensstemmelse med oppfinnelsen.

I fig. 2A og 2B er vist en antenneenhet 100 anbrakt på båt 120 slik at det kan sendes og mottas uten hindringer. Senderen 106 og mottakeren 102 samt antennen 104 er anbrakt på en mast 105 og roteres av en ikke vist motor. Under rotasjonen sender antennen 104 ut pulser som er frembrakt ved hjelp av senderen 106. Pulsene treffer gjenstander, såsom et skip 103 og reflekteres derfra til antennen 104. Mottakeren 102 forsterker deretter det mottatte signal og omdanner signalet til f.eks. et videosignal som føres gjennom en overføringslinje 108 til indikatorenheten 109. Indikatorenheten 109 gjengir radarsignalet på en PPI-skjerm hvis katodestrålerør 112 avbøyes radielt med samme vinkel i forhold til et referansepunkt som den vinkel antennen 104 danner med skipets baug. Ved dette system

sender katodestrålerøret ut et sveip for hver puls som sendes ut fra antennen 104. Katodestrålens intensitet og dermed skjermens lysstyrke moduleres med videosignalet på overføringslinjen 108.

Med et radarsystem av den beskrevne art har indikatorenheten 109 en rekkeviddevelger 111 ved hjelp av hvilken det kan velges hvor mange nautiske mil PPI-skjermens radius skal svare til. Rekkevidden kan være av en størrelsesorden 32 mil og ned til under 1 mil. Som tidligere forklart er katodestrålens sveipehastighet ved kjente radarsystemer omvendt proporsjonal med rekkevidden idet sveipehastigheten er bestemt av radarpulsenes refleksjonstid innenfor det område som er valgt ved hjelp av velgeren 111. På grunn av den store strålehastighet ved korte rekkevidder vil lysstyrken for de kjente radarsystemer være liten ved slike rekkevidder. Det er imidlertid oftest bruk for stor nøyaktighet og lysstyrke ved de korte rekkevidder, f.eks. når fartøyet skal manøvrere i tåke gjennom en havn som vist på fig. 2B. Problemet er ennu større når indikatorenheten er anbrakt i et kraftig opplyst kontrollrom. I motsetning til hva som tidligere er kjent oppnås ifølge oppfinnelsen en konstant lysstyrke for indikatorenheten 109 uavhengig av rekkevidden, slik at radaren kan anvendes i en situasjon som den som er vist på fig. 2B.

PÅ fig. 1 er det vist et blokkdiagram for et radarsystem som oppfinnelsen med fordel kan anvendes sammen med. Pulsgeneratoren 216 sørger for radarutsendelsen ved å frembringe en radarutløserpuls som koples til modulatoren 215, der radarpulsens bølgeform genereres. Bølgeformen overføres fra modulatoren 215 via en pulstransformator 214 til magnetronen 212, der radarsignalet forsterkes. Signalet føres deretter gjennom en duplekser 210 til antennen 208. Duplekseren 210 er innrettet slik at radarsignalene som skal sendes ut kan passere i én retning mens signaler som mottas fra entennen 208 tillates å passere gjennom i den annen retning til et blandetrinn 226. Antennen 208 arbeider både som sender- og mottakerantenne. De mottatte radarsignaler blandes med et referansesignal fra klystronoscillatoren 222 i blandetrinnet 226. Utgangssignalet

fra blandetrinnet 226 er et uforsterket mellomfrekvens- eller videosignal som forsterkes i mellomfrekvensforsterkeren 224 til en slik verdi at det kan foregå en analog til digital omsetning i radarens digitale sentralenhet 230. Pulsgiveren 216 frembringer også en med den første puls sammenfallende annen puls som overføres til sentralenheten 230 for å angi at radarutsendelsen er begynt.

Filteret 218 jevner ut likespenningen til hver av enhetene innenfor den stiplede linje 204. Tett ved sende/mottakerenheten 100 finnes en kursretningskontakt 206. Kontakten 206 frembringer en utgangspuls hver gang antennens utstrålingsretning er parallell med skipets lengderetning. Pulsen frembringer et merke slik at det indikeres for operatøren hvorledes radarskjermen er orientert i forhold til skipets kurs.

Fra mellomfrekvensforsterkeren 224 føres de mottatte radarsignaler som hver omfatter ekko fra utsendelse av en enkel radarpuls via overføringslinjen 223 til radarens digitale sentralenhet 230, som er anbrakt i indikatorenheten 109. Sentralenheten 230 omdanner de innkommende signaler til digital form, lagrer den i den rekkefølge de mottas fra mellomfrekvensforsterkeren 224 og leser dem ut på en CRT-skjerm 233, etterat mottagningen av en radarpuls er avsluttet. Den hastighet hvormed de mottatte radarsignaler innleses til sentralenheten 230 er bestemt av den stilling rekkeviddevelgeren 232 har. Utlesningstiden er i det minste for noen rekkevidder uavhengig av den hastighet hvormed de mottatte radarsignaler innleses til sentralenheten 230 og kan gjøres større enn innlesningstiden, hvorved man oppnår at skjermen får større lysstyrke. Ved hjelp av taktpulsgeneratoren 228 frembringes de nødvendige tids- og taktpulser til behandling av signalene i sentralenheten 230.

Etter utlesning fra lagerorganene i sentralenheten 230 omsettes de digitale signaler til analog form og forsterkes i videoforsterkeren 236. Katodestrålerørets 246 elektronstråle avbøyes ved hjelp av avbøyningsspoler 248 som drives av avbøyningsforsterkeren 234. Avbøyningsspolene 248 bringes til å rotere om halsen på katodestrålerøret 246 ved hjelp av en motor 242 via en mekanisk koplings- og sperreanordning 244. Det for-

sterkede avbøyningssignal overføres fra avbøyningsforsterkeren 234 via sleperingen 250 til avbøyningsspolene 248. Dette system benevnes PPI med roterende spole, men det kan også anvendes et PPI-system av typen med oppløst avbøyning. Pulsene fra bryteren 206 i antenneenheten 100 anvendes til synkronisering av motoren 242 med antennens 208 retning.

Ifølge oppfinnelsen kan man oppnå en vesentlig enklere utforming for avbøyningsforsterkeren 234 idet det ikke skal kunne frembringes de meget hurtige avbøyningssignaler som er nødvendige i de tidligere kjente systemer når rekkevidden er liten. Avbøyningsforsterkeren 234 behøver kun å være innrettet til de langsommere avbøyningssignaler som anvendes når et radarsignal utleses og fremvises med mindre hastighet. Da en vesentlig del av utgiftene til fremstilling av avbøyningsforsterkere skyldes slike foranstaltninger som tillater forsterkeren å arbeide med hurtige signaler, vil den til oppfinnelsen nødvendige avbøyningsforsterker være vesentlig billigere å fremstille enn de hittil anvendte avbøyningsforsterkere.

Høyspenningsforsyningen 240 forsynes katodestråleրørets 246 anode mens avbøyningsforsterkeren 234 mates fra strømforsyningen 238. Strømforsyningens 238 utformning vil også være enklere, idet strømforsyningen kan overføre effekt til avbøyningsforsterkeren 234 under stråleavbøyningen ved en mindre hastighet enn det tidligere har vært krevet i de kjente systemer med et hurtig avbøyningsforløp.

På fig. 3A og 3B er radarsystemets digitale sentralenhet vist. De mottatte radarsignaler overføres via en ledning 223 til den digitale sentralenhet og overføres til den ene inngangsklemme på hver av spenningskomparatorene 304a-c. Komparatorene er innrettet til å frembringe en første utgangsspenning som representerer et logisk null når signalet på den første inngangsklemme er mindre enn et spenningsnivå på den annen inngangsklemme og til å frembringe et annet utgangsnivå, som representerer logisk 1, når spenningen på den første inngangsklemme er større enn spenningen på den annen inngangsklemme. Hver av komparatorenes 304a-c andre inngangsklemme er forbundet med uttak på en regulerbar motstand 306a-c. Hver motstands ene

ytre klemme er forbundet med en spenningskilde +V som alltid er større enn en mulig spissverdi av signalene på ledningene 223, mens motstandenes andre ytre klemmer er forbundet med jord. På denne måte er inngangsspenningen til hver av spenningskomparatorenes andre inngangsklemmer regulert mellom 0 og +V volt, slik at hver komparator skifter logisk utgangsverdi for forskjellige nivåer på ledningen 223. Når signalet på ledningen 223 er mindre enn en på forhånd bestemt minimumsverdi, vil utgangsspenningen fra hver spenningskomparator ved en foretrukken utførelsesform være i tilstanden null, representert ved lite spenningsnivå. Når signalet på ledningen 223 overskrider dette minimumsnivå som er innstilt ved hjelp av motstanden 306a, men er mindre enn et første mellomnivå som er bestemt ved motstanden 306b, vil komparatorens 304a utgangssignal være i tilstand 1, mens utgangssignalene fra de andre komparatorer vil være i tilstand 0. Når inngangssignalet på ledningen 223 overskrider det første mellomnivå, men er mindre enn et annet mellomnivå som velges ved hjelp av motstanden 306c, vil utgangssignalene fra komparatorene 304a og 304b være i tilstand 1, mens utgangssignalet fra komparatoren 304c vil være i tilstand 0. Når spenningen på ledningen 223 overskrider det annet mellomnivå, vil utgangssignalene fra alle tre komparatorer 304a-c være i tilstand 1.

Utgangssignalene fra spenningskomparatorene 304a-c overføres fra analog til digitalomsetteren 302 til en kodeomsetter 310. Komparatorenes 304a-c utgangssignaler overføres som inngangssignaler til to sett registre 312a og b, tilføres en taktpuls på 40 MHz, slik at pulsene til det ene sett av registre er faseforskjøvet 180^{O} i forhold til pulsene til det annet sett registre. På denne måte innleses eksempleringen av det mottatte radarsignal i først det ene og deretter det annet av registrene 312a og b med en effektiv hastighet som er dobbelt så stor som taktpulshastigheten, det vil si 80 MHz. Det registrerte signal overføres deretter til dekodere 314a og b som omdanner signalet til en binær kode med to biter. Hvis alle tre innkommende signaler er i tilstand 0, vil signalet på både ledningen 315a og b eller for dekoderens 314 vedkommende signalene på ledningene 317a

og b være i tilstand 0. Hvis det første av de tre signaler er i tilstand 1 mens de andre signaler er i tilstand 0 vil signalet på ledningene 315a eller 317a være i tilstand 0, mens signalene på ledningene 315b eller 317b vil være i tilstand 1. Hvis to av de innkommende signaler er i tilstand 1 mens det ene er i tilstand 0 vil signalene på ledningen 315a eller 317a være i tilstand 1 mens signalene på ledningene 315b eller 317b vil være i tilstand 0. Endelig vil signalene på ledningene 315a og 315b eller 317a og 317b være i tilstand 1 når alle tre innkommende signaler er i tilstand 1. De på denne måte kodede mottatte radarsignaler lagres i utgangsregistret 316a og b som også tilføres taktpulser med 40 MHz slik at utgangssignalene fra registrene 316 a og b forekommer en taktpulsperiode senere enn det tidspunkt til hvilket inngangssignalene ble innført i inngangsregistret 312a og b.

Taktpulsene for alle kretser i sentralenheten frembringes ved hjelp av pulsgeneratoren 228. Det frembringes et 40 MHz firkantsignal ved hjelp av en oscillator som omfatter en forsinkelseslinje 356 og en omvendende forsterker 357. Firkantsignalet lagres og forsterkes igjen ved hjelp av omvendere og forsterkere 358 og 359 til frembringelse av taktpulser til andre deler i sentralenheten. Ved hjelp av monostabile multivibratorer 360, 362a og b og omvendere 363a-d frembringes firkanttaktsignaler Φ_1-Φ_4. Multivibratorene 360 skiftes ved hjelp av 40 MHz-signalet til frembringelse av 180° faseforskjøvede firkantsignaler ved 20 MHz (Q og $\overline{Q}$). Hvert av 20 MHz-signalene skifter monostabile multivibratorer 362a og b til frembringelse av et 10 MHz slik at det ved utgangen Q og $\overline{Q}$ frembringes fire utgangssignaler Φ_1-Φ_4, som er faseforskjøvet 90° i forhold til hverandre.

Fra registrene 316a og b overføres det samplede radarekkosignal til holderegistret 320a-d i lagerseksjonen 318. De fire 4-bits registre 320a-d tilføres taktpulsene henholdsvis Φ_1, Φ_3, Φ_2 og Φ_4, hvorved det overføres et tobits signal fra hvert av registrene 316a og b i registrene 320a-d i løpet av hver taktpulsperiode. I registrene 320a-d vil det derfor bli lagret åtte på hverandre følgende tobits signaler som er klar

til innlesning i skifteregistrene 322a-d.

Deretter overføres tallene fra registrene 320a-d til skifteregistrene 322a-d. Den hastighet hvormed tallene overføres til skifteregistrene 322a-d er avhengig av den på velgeren 232 innstilte rekkevidde og er styrt av taktpulshastigheten for skifteregistrene via en skrivekontroll 364, les/skrivekontroll 370 og skifteregistrenes taktpulsgenerator 398. For rekkevidder mellom 3 og 32 mil varieres den hastighet hvormed tallene innleses eller skrives i skiftergistrene 322a-d i overensstemmelse med rekkevidden, mens hastigheten er konstant for rekkevidder mellom 0,25 og 1,5 mil. Innlesningshastighetene er angitt i den nedenstående tabell 1.

TABELL 1

Rekkevidde	Skrivehastighet	Lesetid
0,25 nautiske mil	10 MHz	µs
0,50	10	
1,50	10	205
3	5	205
6	2,5	205
12	1,25	205
24	0,625	205
32	0,3125	205

Skifteregistrene 322a-d er med fordel hver et firetrinns 256-bit MOS skifteregister med en tofaset taktstyring forskjøvet 180°. Det er imidlertid også mulig å anvende TTL-skifteregistre eller et direktelager med en adresseteller.

Når de digitale representasjoner for radarsignalet er innført i skifteregistrene 322a-d, utleses de via utgangsholderegistre 324a-d. Utlesningshastigheten og dermed utlesningstiden er konstant for de seks største rekkevidder og variable for de to minste rekkevidder. Utlesningstidene er også gjengitt i tabell 1. Taktpulsene for utlesningsperioder frembringes ved hjelp av lese/skrivekontrollen 370, lesekontrollen og taktgeneratoren 398. Utgangsholderegistrene 324a-d tilføres taktpulser som genereres ut fra de taktpulser som tilføres til det tilhørende skifteregister 322a-d. Taktsig-

nalet til skifteregistret 324b er faseforskjøvet 180° i forhold til taktsignalet til registret 324a, og taktpulsene til registret 324d er faseforskjøvet 180° i forhold til taktpulsene til registret 324c.

Når de i skifteregistrene 322a-d inneholdte digitale samplinger utleses via holderegistrene 324a-d, er det nødvendig å blande de 16 utgangsledninger som fører åtte samplinger fra holderegistrene 324a-d til et par ledninger som bærer de tobits samplinger i korrekt rekkefølge. Dette utføres ved hjelp av en multiplekskrets 326 som inneholder tre særskilte multipleksere 328a, 328b og 330. Multiplekserne 328a og b utvelger signaler fra de fire utgangsledninger fra holderegistrene 324a-d. Styreledninger 352a og b til multiplekserne 328a og b bærer det samme styresignal som til styreregistrene 324a og c, men forsinket og lagret ved hjelp av to inversjoner. Når signalet på ledningen 352a er i tilstand 0, er registrets 324a fire utgangsledninger forbundet til multiplekserens 328a fire utgangsledninger 329a-d, og når signalet på ledningen 352b er i tilstand 0, er registrets 324c utgangsledninger forbundet med multiplekserens 328b utgangsledninger 329e-h. Når signalet på ledningene 352a og b er i tilstand 1, vil registrenes 324b og d utgangsledninger være forbundet med multipleksernes henholdsvis 328a og 328b utgangsledninger, henholdsvis 328a-d og 329e-h. På et hvilket som helst tidspunkt vil det til multiplekseren 330 være forbundet fire par ledninger som skal avtastes sekvensielt, hvilket par er 329a og b, 329c og d, 329e og f og 329g og h. Multiplekseren 330 som styres via ledningene 331a og b utvelger sekvensielt hvilket av disse par som skal koples til utgangsledningene 341a og b. Når signalet på ledningene 331a og b begge er i tilstand 0, vil ledningene 329a og b være forbundet til ledningene 341a og b.

Når signalet på ledningen 331a er i tilstand 0 og signalet på ledningen 331b er i tilstand 1, vil ledningene 329c og d være forbundet med ledningene 341a og b. Når signalet på ledningen 331a er i tilstand 1 og signalet på ledningen 331b er i tilstand 0, vil ledningene 329e og f være forbundet med ledningene 341a og b. Endelig vil ledningene 329g og h være

forbundet til ledningene 341a og b, når signalet på ledningen 331a og b begge er i tilstand 1. Resultatet er at ledningene 341a og b følger en datastrøm av digitale samplinger av de mottatte radarsignaler, hvilken datastrøm har en hastighet som er forskjellig fra den hastighet hvormed radarsignalet opprinnelig ble innlevert.

Signalene på ledningene 341a og b omdannes deretter til analog form som representerer inngangssignalet. For i det minste noen rekkevidder er det omdannede signal en kopi av det opprinnelig mottatte signal bortsett fra at det er utstrakt over en lengre tid svarende til at katodestrålerørets sveipehastighet er mindre, hvilket medfører en større lysintensitet for bildet på radarskjermen. Signalene på ledningene 341a og b overføres til dekoderen 342 hvis utgangssignal er forbundet med tre regulerbare motstander 344a, b, c. Hvis signalene på både ledningen 341a og b er i tilstand 0, vil ingen av dekoderens 342 utgangsledninger ha spenning og det løper ikke noen strøm gjennom de regulerbare motstander 344a, b og c. Når signalet på ledningen 341 er i tilstand 0 og signalet på ledningen 341b er i tilstand 1, vil det flyte en strøm gjennom den regulerbare motstand 344a der strømmens størrelse er avhengig av motstandens 344a innstilling. Når signalet på ledningen 341a er i tilstand 0 og signalet på ledningen 341b er i tilstand 1, vil kun den midterste av dekoderens 342 utganger føre en strøm som flyter gjennom motstanden 344b. Hvis signalene på både ledningen 341a og 341b er i tilstand 1, vil det kun flyte en strøm gjennom motstanden 344c. Strømmen flyter fra disse motstander til inngangsklemmen på videforsterkeren 350 som er en drivforsterker med høy inngangsimpedans. Forsterkeren 350 motkoples ved hjelp av den variable motstand 346 hvorved forsterkerens forsterkning kan reguleres. Videoforsterkerens 350 utgangssignal overføres til katodestrålerørets 246 katode 352. Elektronstrålens intensitet vil være avhengig av den fra videoforsterkeren 350 avgitte strøm og spenning.

Rekkeviddevelgeren 365 er delt opp i to seksjoner 365a og b. Seksjonene har innbyrdes mekanisk sammenkoplede vendere med ti stillinger, en for hvert område mellom en kvart

mil og 32 mil. Velgerens 365 øverste seksjon 365a styrer innlesningen av de digitale radarsignaler til skifteregistrene 322a-d. Kontaktseksjonenes 365a, b skiftearm er forbundet med jord. Kontaktpunktene som svarer til en kvart, en halv og 1,5 milområdene er innbyrdes forbundet idet det for disse områder anvendes konstant taktpulsfrekvens til innlesning av radarsignalene. Disse tre kontakter og hver av de andre kontakter er forbundet med omformere og buffere 366a-f. Da jordpotensialet representerer den logiske tilstand 0, vil den omformer hvis inngangsklemme er jordet, ha et utgangssignal svarende til logisk 1, mens de andre omformere 366a-f vil ha et utgangssignal svarende til logisk 0. Hvis velgeren f.eks. er innstilt på 1,5 milområdet som vist på fig. 3B, vil omformerens 366a utgangssignal være logisk 1, mens omformernes 366b-f utgangssignal er logisk 0. Ved hjelp av tellere 369a og b frembringes utgangssignaler som betegnes med 2^0 til 2^4, hvilke signaler i sekvens sammenliknes med det fra en tilhørende omformer 366a-f avgitte signal ved hjelp av NAND-kretser 367a-f. Tellerens 369a 2^0 utgangssignal skiftes for hver annen gang ϕ_1 taktsignalet ved 10 MHz forekommer, mens tellerens andre utgangssignaler skifter for hver annen gang det foregående signal skifter. Den av omformerne 366a-f hvis utgangssignal er logisk 1 bestemmer hvilken taktpulsfrekvens som kan føres videre. Alle NAND-kretsene 367a-f er av typen med åpen kollektor der alle utgangene har en felles belastningsmotstand 368, hvilket koplingsmøster vanligvis betegnes som en "ELLER"-kopling på tråd (wire "OR"). Frekvensen for taktsignalet på ledningen 364 er således avhengig av den valgte rekkevidde og er nærmere betegnet proporsjonal med rekkevidden når det gjelder de fem lengste rekkevidder.

Velgerens 365 nedre seksjon 365b styrer taktsignalene til utlesning av data fra lagerseksjonen 326. Da data for en kvart, en halv og 1,5 milsområdene innleses i skifteregistrene 322a-d med samme hastighet (svarende til 10 MHz), mens det til de andre rekkevidder svarer forskjellige takthastigheter, er det nødvendig at data utleses fra skifteregistret 322a-d med en taktpulshastighet som er forskjellig for de korte

rekkevidder for å oppnå den samme utlesningstid for alle rekkeviddeområder. På ledningen 386 har man en "wire - OR"-forbindelse ved hjelp av NAND-porter 384 og 385 og ved hjelp av belastningsmotstanden 388 til frembringelse av korrekt taktpulshastigheter for utlesningen. Når rekkeviddevelgeren 365 står i en av stillingene mellom 1,5 og 32 mil, vil inngangssignalet til omformeren 382 være i tilstand 0 svarende til at utgangssignalet er i tilstand 1 til aktivering av NAND-portens 385 annen inngangsklemme, som bærer 2^2 utgangssignalet fra telleren 381 ført gjennom omformeren 387. Når velgerens 365 stilling svarer til rekkeviddene en kvart eller en halv mil, vil det ene av inngangssignalene til NAND-porten 383 være i tilstand 0 svarende til at portens utgangssignal er i tilstand 1, til aktivering av NAND-portens 384 annen inngangsklemme som fører 2^1 utgangssignalet fra telleren 381.

Inngangspulsene til telleren 381 frembringes ved hjelp av monostabile multivibratorer 375 og 376 og overføres via porter 377 og 380 eller 378 og 380. Porten 377 aktiveres når velgeren 365 er i en kvart mils stilling, mens porten 378 aktiveres med omformeren 379. De monostabile multivibratorer 375 og 376 er etter tur styrt av den monostabile lese/skrive-multivibrator 372 og styrer multivibratoren 373. Et logisk 1 på $\overline{Q}$ utgangsklemmen på multivibratoren 372 indikerer at det skal utføres en leseoperasjon. Sålenge denne ledning bærer et logisk 0, fastholdes de monostabile multivibratorer 373, 375 og 376 med et logisk 0 på deres utgangsklemmer og logisk 1 på deres $\overline{Q}$ utgangsklemmer og endrer ikke tilstand med taktpulssignalet. Når signalet på utgangsklemmen $\overline{Q}$ på multivibratoren 372 skifter fra logisk 0 til 1, vil alle tre multistabile multivibratorer 373, 375 og 376 være aktivert. Da multivibratorens 375 $\overline{Q}$ utgangsklemme er forbundet med multivibratorens 373 J inngangsklemme, vil dette styre multivibratorens 373 skiftetilstand ved neste fase to taktpulser etterat den er aktivert.

Når venderen 365 er i en stilling svarende til enten 1/4 eller 1/2 mils rekkevidde, vil tilstanden på den nederste ledning til NAND-porten 374 være i logisk tilstand 1 og multi-

vibratorens 373 $\overline{Q}$ utgangsklemme vil være i logisk tilstand 1 før den første Φ_2 taktpulsskifting etterat signalet på multivibratorens 372 $\overline{Q}$ utgangsklemme skifter fra tilstanden 0 til 1. Med logisk 1 på begge NAND-portens 374 inngangsklemmer i en taktpulsperiode vil multivibratorens 375 J inngangsklemme være i tilstand 0 den første taktpulsperiode etterat multivibratorens 372 $\overline{Q}$ utgangsklemme skifter fra tilstand 0 til 1. Deretter forblir multivibratorens 372 J inngangsklemme i tilstand 1 mens multivibratoren 375 vil skifte med Φ_2 taktpulsens halve frekvens, det vil si 5 MHz. På den annen side vil, når velgeren 365 er i en stilling svarende til 1,5 til 32 mil, NAND-portens 374 nederste inngangsklemme være i tilstand 0, og dens utgangssignal vil være fastholdt på logisk 1 slik at multivibratoren 375 begynner å skifte med taktpulsens Φ_2 halve frekvens så snart multivibratorens 372 $\overline{Q}$ utgangsklemme skifter fra tilstand 0 til 1. Multivibratoren 376, hvis J- og K-inngangsklemmer fastholdes i logisk tilstand 1 og hvis taktpulsinngang er forbundet til multivibratorens 375 $\overline{Q}$ utgangsklemme, skifter med multivibratorens 375 halve frekvens eller 1/4 av Φ_2 taktsignalets frekvens som er 10 MHz. Når velgeren 365 er i stilling for 1/4 mil, vil omformerens 379 utgangssignal svare til logisk 1 og multivibratorens 376 Q utgangsklemme vil føre tellerens 381 taktsignal. I alle andre områder blir multivibratorens 375 Q utgangsklemme bærende for taktpulsene til telleren 381.

Taktpulsgeneratoren 398 forsyner skifteregistrene 322a-d med taktpulser både for lese- og skriveoperasjoner. Ved begynnelsen av en radarutsendelse settes multivibratoren 372 til logisk 1 på Q utgangsklemmen og logisk 0 på $\overline{Q}$ utgangsklemmen ved hjelp av en utløserpuls på ledningen 261. Denne utløserpuls klargjør også telleren 371 og multivibratorene 329a-d. Multivibratorens 372 Q utgangsklemmes logiske tilstand 1 aktiverer de andre inngangsklemmer på NAND-portene 390a og 391a, hvilke porter andre inngangsklemmer tilføres skrivetaktsignalet på ledningen 364. Dette signal overføres deretter, via NAND-portene 390c og 391c til skifting av multivibratorene 392a og c og via omformerne 390d og 391d til skifting av multivibratorene 392b og d. Multivibratorene 392a-d er innrettet til å

frembringe de tofasede taktpulser til styring av skifteregistrene 322a-d, som i den foretrukne utførelsesform er MOS skifteregistrere som krever et tofaset taktsignal. Taktsignalene til multivibratorene 392a-d og multivibratorenes Q og $\overline{Q}$ utgangsklemmer fører til NAND-portene 394a-h. Hver av disse NAND-porters utgangssignaler omformes ved hjelp av omformere 395a-h og lagres ved hjelp av bufferforsterkere 396a-h. Deretter føres signalene gjennom motstander 397a-h til skifteregistrenes 322-d taktpulsinnganger som angitt med bokstavene A-D. Skifteregistrene 322a-d tilføres derfor i sekvens taktsignaler ved hjelp av de fra multivibratorene 392a-d frembrakte signaler. Først føres en taktpuls til skifteregistret 322a, deretter til 322b, 322c og endelig til skifteregistret 322d. Ved hjelp av OG-porter 393a og b adderer portene 394a og b henholdsvis 394e og f taktsignaler logisk til frembringelse av taktsignalene for holderegistrene 234a og d og styresignaler til multiplekserne 328a og b på ledningene E og F.

Videre anvendes NAND-portens 393a utgangssignal som taktsignal for telleren 371. Telleren 371 som er en 256-bit binær teller begynner å telle når den første digitale sampling innleses i skifteregistrene 322a-d og frembringer en logisk 1 på 2^8 utgangsledningen når det er innlest 256 samplinger. Det logiske 1 omdannes til logisk 0 som anvendes til å tilbakeføre multivibratoren 372 til logisk 0 på Q utgangsklemmen og logisk 1 på $\overline{Q}$ utgangsklemmen, hvilken tilstand opprettholdes inntil det forekommer en puls på ledningen 261. Som tidligere nevnt angir en endring i multivibratorens 372 stilling begynnelsen av leseoperasjonen.

På fig. 4A-E er det vist en rekke signalforløp for tidsstyringen av lese- og skriveoperasjonen for områdene 6 og 12 mil. På fig. 4A er vist den puls som starter radarsendingen slik den ville forekomme på ledningen 261. Denne puls gjentas med en frekvens på ca. 1500 Hz, hvilket er den foretrukne utførelsesforms repetisjonsfrekvens. Fig. 4B viser det mottatte videosignal slik det ville fremkomme på ledningen 233. Toppene 410-418 representerer ekko fra forskjellige gjenstander innenfor det av antennen sveipede område. For 6 mils områdets ved-

kommende skrives 256 digitaliserte samplinger av det mottatte radarsignal i datalagerenheten 318 i løpet av en tid på 39,6 mikrosekunder. Deretter utleses samplingene fra datalagerenheten 318 i løpet av en fast tidsperiode på 215 mikrosekunder som vist på fig. 4C. Det på fig. 4C viste signal forekommer på videoforsterkerens 350 utgang, det vil si ledningen 351. Signalet 4C begynner 39,6 mikrosekunder etter signalet på fig. 4B og svarer til en tidsforlengelse av signalet på fig. 4B. På fig. 4C forekommer kun toppene 410 og 412 på fig. 4B ettersom disse ekko er frembrakt av gjenstander innenfor en avstand på 6 mil. På fig. 4D er rekkeviddevelgeren satt til 12 mil og de digitaliserte samplinger av det mottatte radarsignal skrives inn i datalagerenheten 318 i løpet av 73,8 mikrosekunder, det vil si dobbelt så hurtig som for 6 mils området. Når samplingene utleses fra datalageret 318 med samme utlesningstid på 205 mikrosekunder som angitt på fig. 4B, vil videosignalet forekomme med halvparten så stor oppløsning som videosignalet på fig. 4B og inneholde topper fra ekko innenfor 12 mils avstand.

På fig. 4F og G er vist signalene til avbøyningsspolene 248 gjeldende for 6 og 12 mils området.

Patentkrav.

1. Fremgangsmåte til behandling av radarsignaler i et anlegg med en radarskjerm av PPI-typen, hvorpå signalene gjengis ved hjelp av lysstyrkevariasjoner og der det kan veksles mellom flere rekkevidder, slik at skjermens radius representerer forskjellige avstander alt etter rekkeviddeinnstillingen og der radaranleggets pulsgjentagelsesfrekvens er konstant for i det minste noen rekkevidder, hvilken fremgangsmåte omfatter frembringelse av digitalrepresentasjon i sann tid av på hverandre følgende avtastninger av de mottatte radarsignaler, k a r a k t e r i s e r t v e d at de digitale representasjoner innleses i lagerorganer i løpet av et første tidsintervall av hvert pulsgjentagelsesintervall, der det første tidsintervall er proporsjonalt med den aktuelle rekkeviddeinnstilling og at de digitale representasjoner utleses fra

lagerorganet i løpet av et annet tidsintervall, med lavere utlesningshastighet enn innlesningshastigheten over et antall rekkeviddeinnstillinger, slik at det annet tidsintervall i det minste er like langt som det første tidsintervall og hvor det annet tidsintervall er konstant for et antall forskjellige rekkeviddeinnstillinger, samt at de utleste digitale representasjoner omformes til et amplitudemodulert signal som fremvises på PPI-skjermen.

2. Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det første tidsintervall bringes til å begynne hovedsakelig samtidig med begynnelsen av hvert pulsgjentagelsesintervall, og at det annet tidsintervall bringes til å begynne etter fullført mottagning av radarsignalet for en bestemt rekkevidde, men før den neste radarpuls sendes ut.

3. Fremgangsmåte som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at det annet tidsintervall bringes til å svare til den størst mulige rekkevidde med uforandret pulsgjentagelsesintervall.

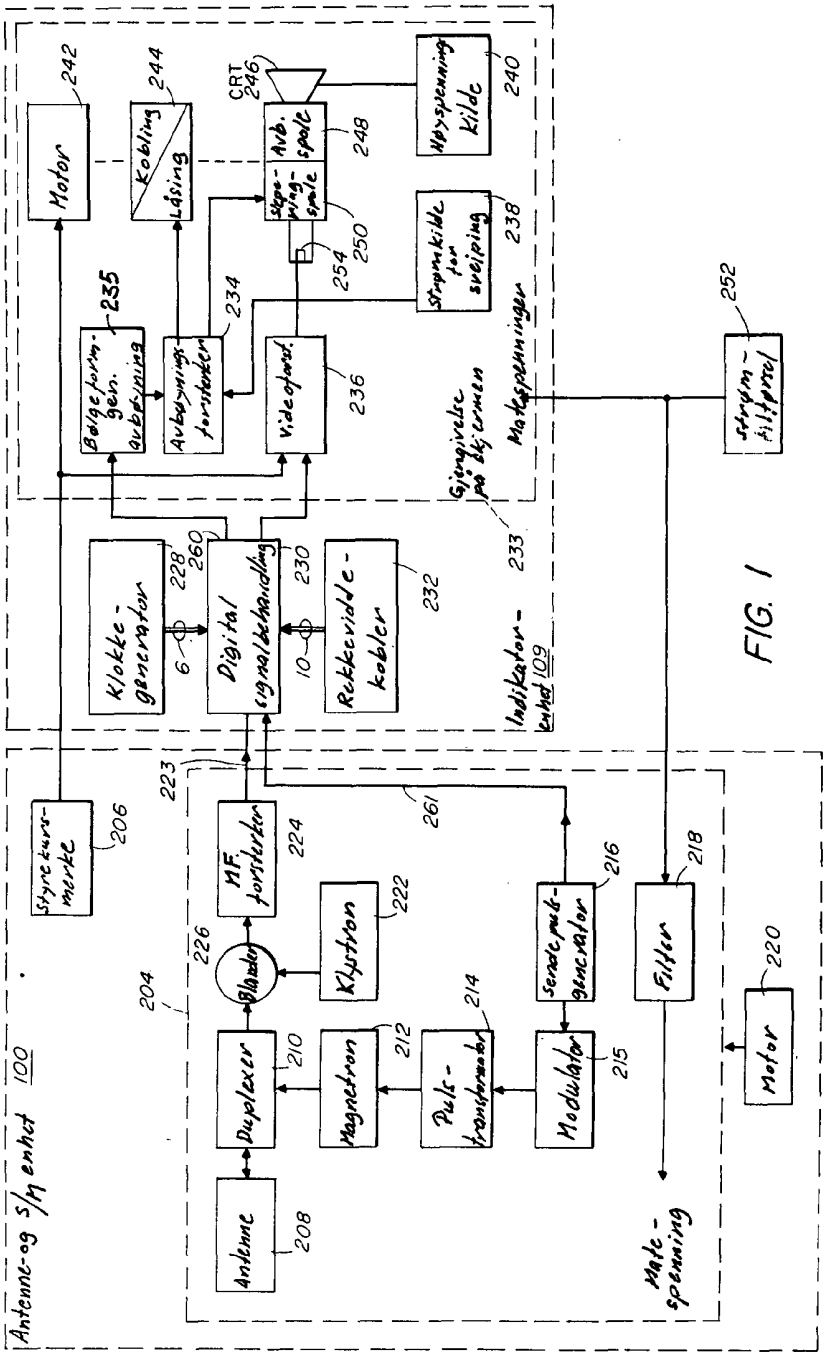
4. Apparat til utførelse av den fremgangsmåte som er angitt i krav 1 til signalbehandling ved et radaranlegg med radarskjerm av PPI-typen, der radaranleggets indikatordel er innrettet til å kunne omkoples for et antall forskjellige rekkevidder, slik at skjermens radius i avhengighet av den innstilte rekkevidde representerer forskjellige avstander, idet radaranleggets pulsgjentagelsesintervall er konstant ved i det minste noen av de innstilte rekkevidder, og der man av mottatte radarekkosignaler i sann tid frembringer digitale representasjoner av signalamplituder innenfor på hverandre følgende avstandssamplinger, k a r a k t e r i s e r t v e d en klokkesignalgenerator (228) som er innrettet til å frembringe digitale klokkesignalpulser, en anordning (369a, 369b) for som svar på klokkesignalpulsene å frembringe en kontinuerlig syklisk binær telling, der den syklisk tellende anordning er forsynt med en utgang for hvert binært siffer i telleverdien, samt anordninger (365a, 366a-f, 367a-f, 368) som er innrettet til å velge ut en av utgangene for den tellende anordning som kilde til tidsstyresignaler for innlesning av de

digitale representasjoner i en lageranordning (318) i løpet av en til den innstilte rekkevidde proporsjonell første tidsperiode av hvert pulsgjentagelsesintervall, idet de valgte anordninger er innrettet til å fullføre utvelgningen i overensstemmelse med den rekkeviddeinnstilling det gjelder, en anordning til frembringelse av tidsstyresignaler for utlesning av de digitale representasjoner fra lageranordningen i løpet av en annen deltidsperiode med en lavere takt enn innlesningstakten, samt organer for omforming av de utleste representasjoner til analoge signalamplituder som gjengis på radarskjermen.

5. Apparat som angitt i krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at den digitale lageranordning omfatter et antall inngangslagerregistre (320a-d) som hvert er innrettet til å lagre bare en eneste digital sampling av det mottatte radarekkosignal, idet hvert inngangslagerregister har et flertall bitposisjoner samt en flerhet grupper av skyveregistre (322a-d), der gruppene av skyveregistre er koplet til utgangen for inngangslagerregistrene slik at de enkelte skyveregistre er koplet til hver sin bitposisjon.

6. Apparat som angitt i krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at anordningen til frembringelse av de digitale representasjoner av radarsignaler innbefatter en anordning (302, 310) for sampling av de mottatte radarsignaler i en på forhånd bestemt takt og til omformning av samplingene til digitale representasjoner.

7. Apparat som angitt i et hvilket som helst av kravene 4-6, k a r a k t e r i s e r t v e d en flerhet av anordninger (340) til innstilling av skjermens lysstyrke, og ved at en anordning til regulering av lysstyrken er tilknyttet hver digital verdi i de digitale representasjoner.


Antenne-og s/h enhet 100
Indikator-enhet 109
Styre-kurs-merke
206
Motor
242
Kobling
Løsing
244
CRT
246
Avb. spole
248
Stop-ring-spole
250
254
Høyspennings kilde
240
Strømkilde for svieping
238
Bølgeform-gen. avbøyning
235
Avbøynings forsterker
234
Video forst.
236
Giringsrate på skjermen
233
Markspenninger
Strøm-filterrel
262
Klokke-generator
228
260
Digital/signalbehandling
230
6
10
Rekkevidde-kobler
232
223
261
HF forsterker
224
Klystron
222
Bølgeleder
226
204
Duplexer
210
Magnetron
212
Puls-transformator
214
Modulator
215
Serrasjons-generator
216
Filter
218
Motor
220
Antenne
208
Mate-spenning
FIG. 1

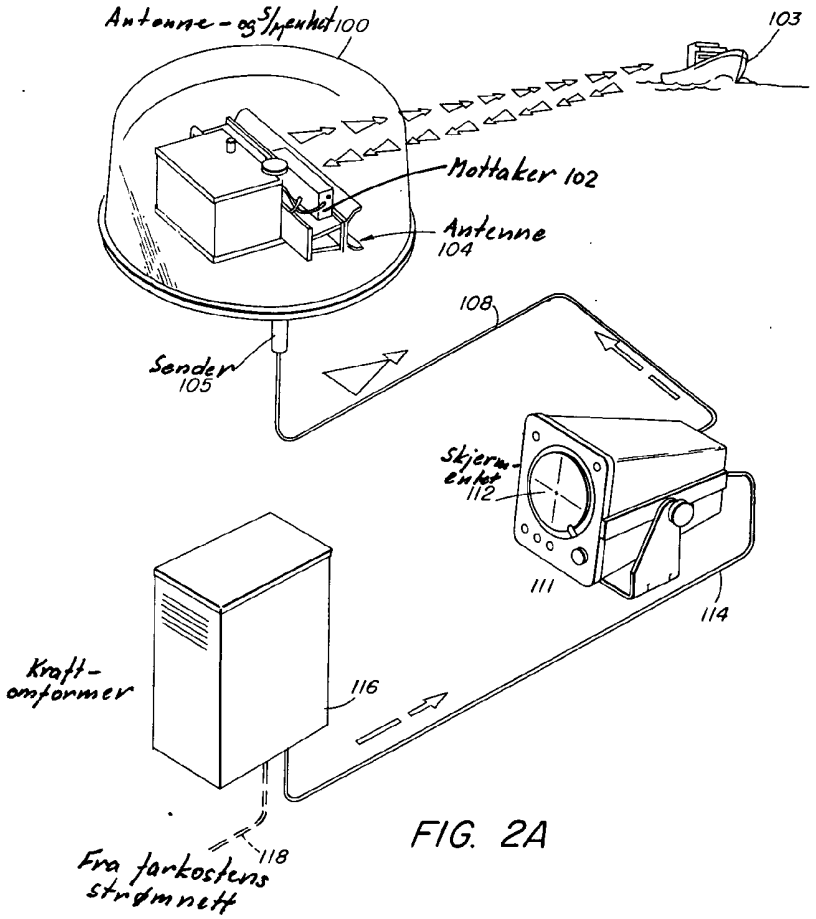

Antenne - og Styreenhet 100
103
Mottaker 102
Antenne 104
108
Sender 105
Skjerm-enhet 112
111
114
Kraft-omformer
116
118
Fra farkostens strømnett

FIG. 2A

142932

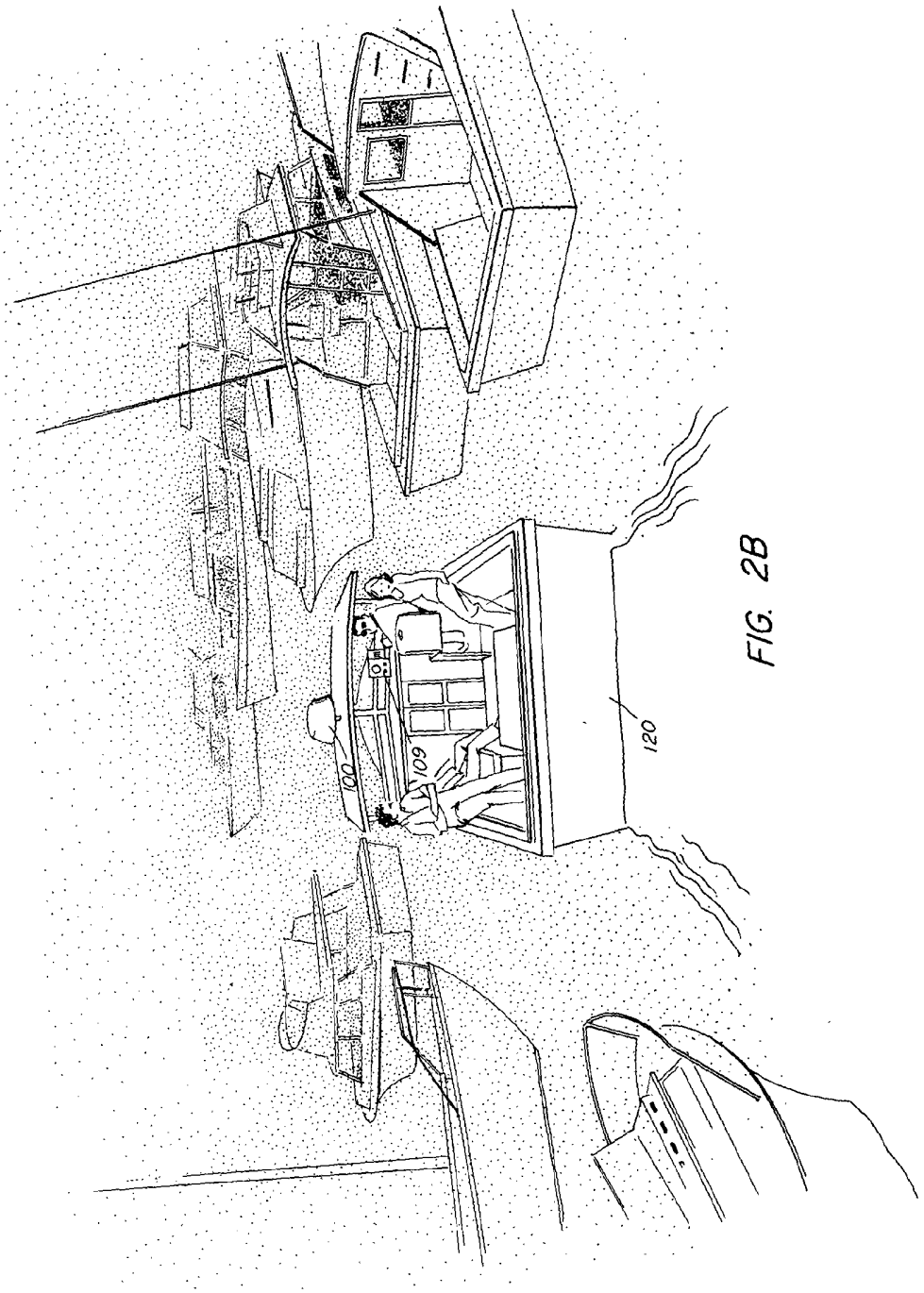


FIG. 2B

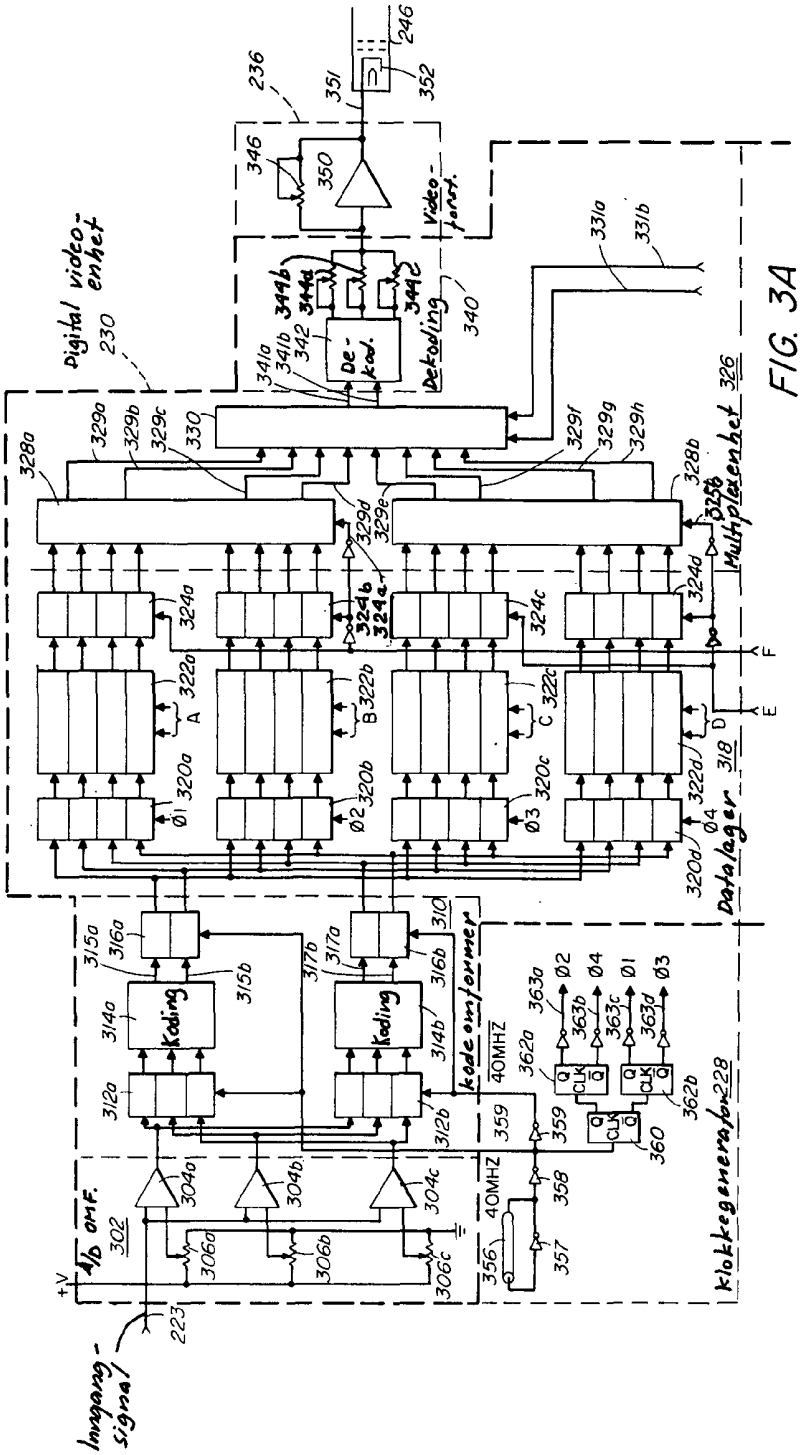

Digital video-enhet
230
A/D omf.
302
Klokkegenerator
228
Kode omformer
Kodning
Dekodning
Video-forst.
Multiplexenhet
326
Datalager
318
Ingang-signal
40MHZ
+V

FIG. 3A

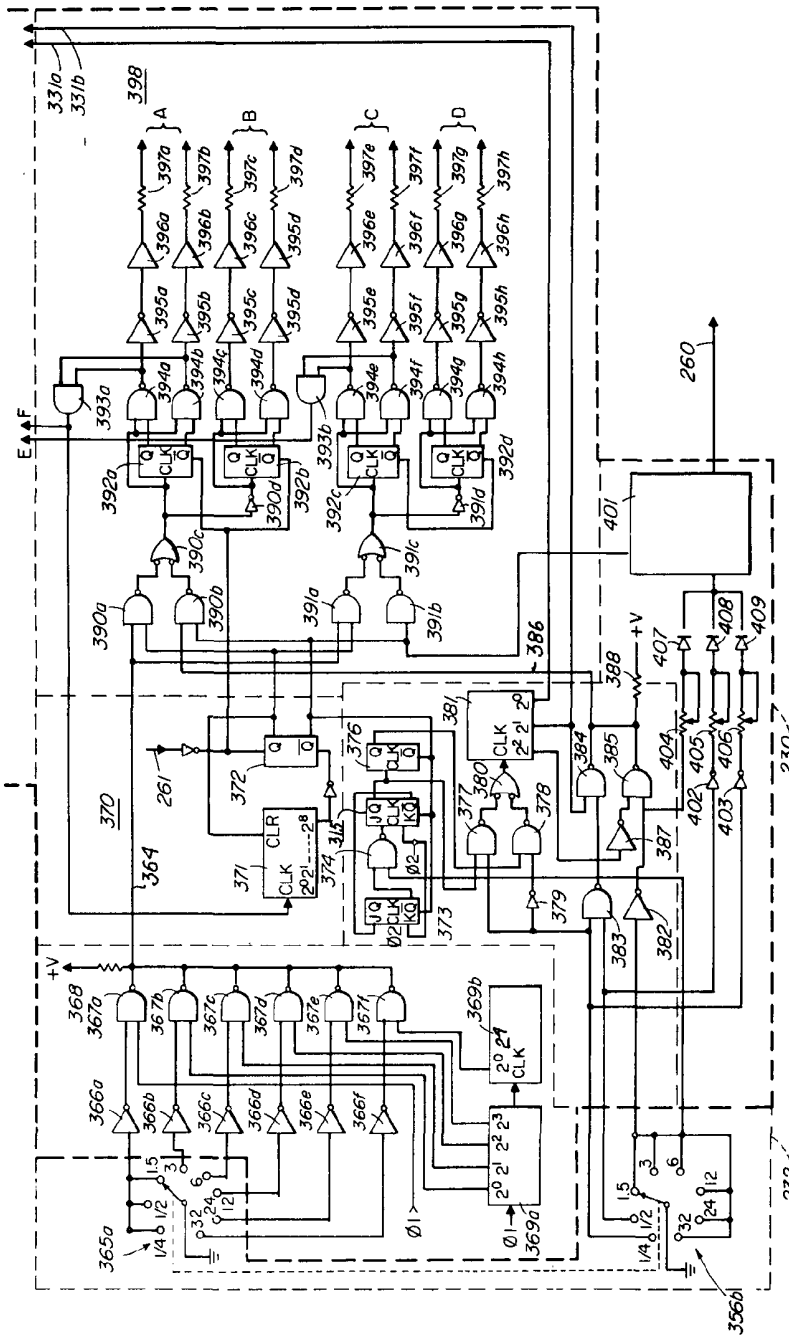
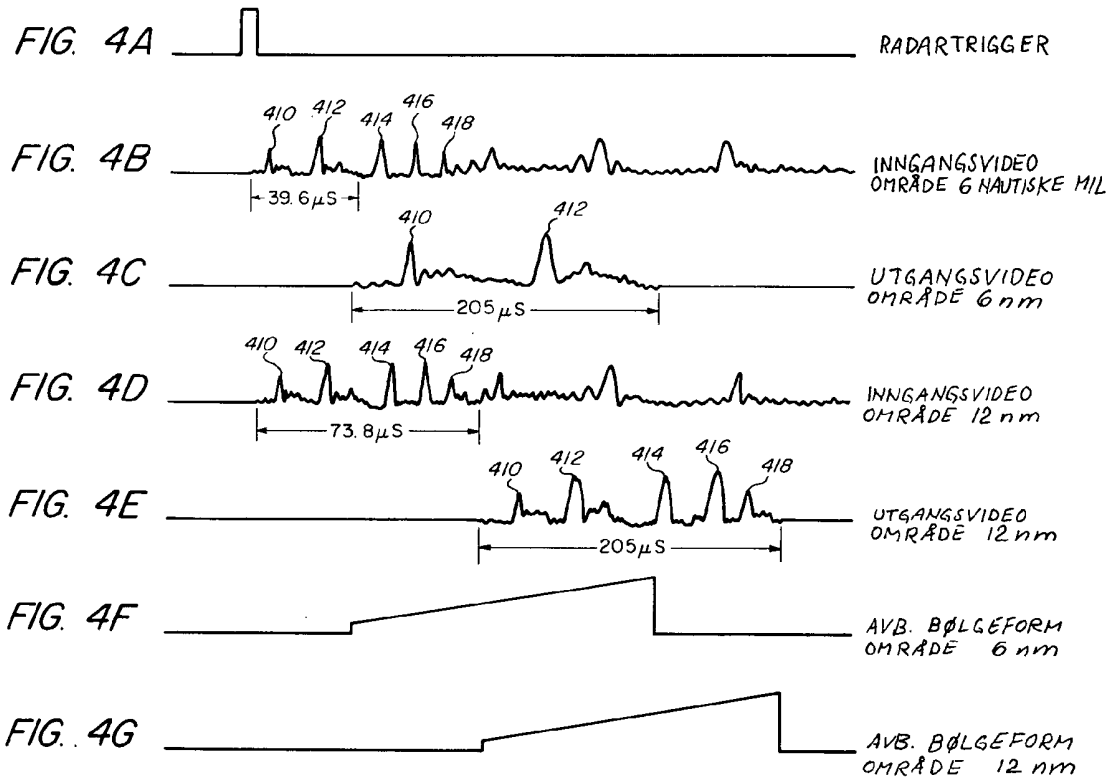


FIG. 3B


FIG. 4A
RADARTRIGGER
FIG. 4B
410
412
414
416
418
39.6μS
INNGANGSVIDEO
OMRÅDE 6 NAUTISKE MIL
FIG. 4C
410
412
205μS
UTGANGSVIDEO
OMRÅDE 6 nm
FIG. 4D
410
412
414
416
418
73.8μS
INNGANGSVIDEO
OMRÅDE 12 nm
FIG. 4E
410
412
414
416
418
205μS
UTGANGSVIDEO
OMRÅDE 12 nm
FIG. 4F
AVB. BØLGEFORM
OMRÅDE 6 nm
FIG. 4G
AVB. BØLGEFORM
OMRÅDE 12 nm

142932