



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (II) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 145255

(51) Int. Cl.³ H 01 Q 21/06, G 01 S 3/28

(21) Patentsøknad nr. 783602

(22) Inngitt 24.10.78

(23) Løpedag 24.10.78

(41) Alment tilgjengelig fra 26.04.79

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 02.11.81

(30) Prioritet begjært 25.10.77, Sverige, nr. 7711967

(54) Oppfinnelsens benevnelse Anordning som er følsom for elektromagnetisk stråling.

(71)(73) Søker/Patenthaver SAAB-SCANIA AB,
S-581 88 Linköping,
Sverige.

(72) Oppfinner ARNE TÖRBY,
Linköping,
Sverige.

(74) Fullmektig A/S Oslo Patentkontor Dr. ing. K. O. Berg, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner Ingen.

Foreliggende oppfinnelse vedrører en anordning som er følsom for elektromagnetisk stråling, fortrinnsvis radarstråling, omfattende en oppstilling innbyrdes mot hverandre skelende anordnede, endestrålende, logperiodiske antenneelementer, f.eks. av typen konisk spiral eller dipolrekke, hvilke tilsammen definerer et referanseplan og en langs referanseplanet gående symmetrilinje, og en til antenneoppstillingen koblet signalmottager som er anordnet for ved hjelp av signaler fra antenneoppstillingen å lokalisere en sender utsendende elektromagnetisk stråling, fortrinnsvis ved bestemmelse av en vinkel mellom nevnte symmetrilinje og projeksjonen på nevnte referanseplan av siktelinjen mellom antenneoppstillingen og senderen, hvilken signalmottager for hvert antenneelementpar omfatter et hybridnett, kretser for detektering og logaritmisk forsterkning av signaler utgående fra hybridnettene og organer for ved sammenligning av amplitudene hos de således mottatte signaler å tilveiebringe et mål på og indikering av den nevnte vinkel mellom symmetrilinjen og siktelinjens projeksjon på referanseplanet.

Når en pulset elektromagnetisk stråling, f.eks. fra en monopulsradar, faller inn mot et antenneelementpar, kan de mottatte signalers absolutte fase- og amplitudeverdier variere avhengig av faktorer som påvirker såvel senderen som strålingen under dens vei fra senderen til mottageren. Derimot er signalenes relative fase- og amplitudeverdier bare avhengige av strålingens innfallsvinkel, dvs. man kan av forholdet mellom signalene beregne retningen til senderen.

En ulempe med kjente mottagere av foran nevnte slag er at de ikke er i stand til å angi en entydig verdi av innfallsvinkelen idet man får flere, like sannsynlige vinkelverdier innenfor antenne-

oppstillingens følsomhetslob. Da denne må være forholdsvis bred for å kunne dekke så stor romvinkel som mulig, er en slik antenneoppstilling uegnet for bestemmelse av senderens retning.

Det er blitt foreslått forskjellige måter for å tilveiebringe en smal følsomhetslob hos antenneoppstillingen for derved å lette en akseptabelt nøyaktig lokalisering av senderen. En måte går ut på å anvende en geometrisk stor antenneoppstilling. En smal følsomhetslob er i mange tilfeller neppe en akseptabel løsning bl.a. med hensyn til at det i hvert øyeblikk kan mottas elektromagnetisk stråling innenfor bare en liten romvinkel. Senderen utenfor denne romvinkel oppdages ikke. En annen måte innebærer at man ved hjelp av ekstra antenneelementer tilveiebringer en undertrykkelse av antenneoppstillingens sidelober, hvilket imidlertid ikke påvirker hovedlobens utstrekning.

Formålet med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en anordning som er følsom for elektromagnetisk stråling og som har en antenneoppstilling hvis antenneelementer er anordnet på en slik måte at det med en mottager koblet til antenneoppstillingen kan tilveiebringes en signalbehandling som er ensbetydende med en kontinuerlig skjerpning av antenneoppstillingens sidelober.

Et annet formål med oppfinnelsen er å tilveiebringe en anordning av foran nevnte slag hvis signalmottager er anordnet for å behandle antenneoppstillingens signaler slik at man får en enstydig lokalisering av senderen. Dette tilveiebringes ved at anordningen har de i kravene angitte karakteristiske trekk.

Oppfinnelsen vil det i etterfølgende bli forklart ytterligere under henvisning til tegningene, hvor

fig. 1 viser i perspektiv en antenneoppstilling ifølge foreliggende oppfinnelse,

fig. 2 viser et sideriss og fig. 3 et planriss av antenneoppstillingen,

fig. 4 er et blokkskjema som viser oppbyggingen av en mottager ifølge foreliggende oppfinnelse med symmetrisk oppbygget signal-

behandlingsdel,

fig. 5 er et blokkskjema som viser en alternativ utførelse av signalbehandlingsdelen, og

fig. 6 og 7 viser signalamplitude som funksjon av den elektromagnetiske strålings innfallsvinkel for signaler i visse punkter angitt i blokkskjemaene i fig. 4 og 5.

I fig. 1, 2 og 3 markerer 1, 2, 3 og 4 endestrålende antenneelementer av typen konisk spiral. Antenneelementene er anordnet parvis; 1 og 2 resp. 3 og 4 danner par, og i hvert par skjeler elementene mot hverandre slik det fremgår av fig. 3. Formålet med skjelingen er på i og for seg kjente måte å tilveiebringe frekvensuavhengighet hos antenneelementparet. Denne frekvensuavhengighet oppnås når avstanden mellom antenneelementenes fase-sentra er konstant regnet i bølgelengder. Sammen danner antenneelementparene en antenneoppstilling og definerer et referanseplan 5 og en symmetrilinje 6 som går langs referanseplanet. Antenneelementene antas fikserte i sine relative stillinger i et plan 7 vinkelrett på referanseplanet.

Ifølge oppfinnelsen har antenneelementparene 1, 2 resp. 3, 4 forskjellige skjelingsvinkler a resp. b, som ifølge et spesielt kjennetegn for oppfinnelsen står i et forhold til hverandre som er mindre enn 2 fortrinnsvis 1,5. Dette størrelsesforhold har empirisk vist seg å gi optimal sidelobsundertrykkelse. Videre ligger antenneelementparene på begge sider av referanseplanet 5 i hvert sitt plan 8 resp. 9, symmetrisk hellende mot referanseplanet 5 som vises i fig. 2. Ifølge andre spesielle trekk for oppfinnelsen gjelder dels at skjelingsvinklenes a, b bissektiser, som betegnes 10 resp. 11, er rettet inn mot et punkt 12 på symmetrilinjen 6 dels at planene 8, 9 skjærer hverandre langs en linje 13 i referanseplanet 5, hvilken linje krysser symmetrilinjen 6 under tilnærmelsesvis rett vinkel (se fig. 1). Dette innebærer at antenneelementparene 1, 2 resp. 3, 4 er rettet i samme retning og anordnet slik at antenneelementenes skjæringspunkter med planet 7 ligger i hjørnene av et parallelltrapes, dvs. at full symmetri foreligger, hvilket letter den efterfølgende signalbehandling. I figuren er med 14 markert en sender, og det antas at mottageren

fra denne fanger opp radarpulser eller lignende elektromagnetisk stråling. 15 er en siktelinje mellom senderen 14 og antenneoppstillingen og 16 siktelinjens projeksjon på referanseplanet 5. Med v betegnes en vinkel mellom linjen 16 og symmetrilinjen 6.

Det vil av fagmannen innses at det i antenneoppstillingen kan anvendes andre slag av logperiodiske, endestrålende antenneelementer f.eks. en såkalt dipolrekke, hvis E-plan skal orienteres relativt planene 8, 9 med hensyn til den innfallende strålings polarisasjon.

Oppbyggingen og funksjonen hos en signalmottager ifølge foreliggende oppfinnelse skal nu forklares under henvisning til fig. 4, i hvilken antenneelementparene 1, 2 og 3, 4 gjenfinnes skjematisk markert lengst oppe i figuren. Antenneelementparet 1, 2 er koblet til en 90° -hybrid 17 med to utganger 18, 19. Til utgangen 18 er en detektor 20 og en logaritmisk forsterker 21 koblet i serie. På tilsvarende måte er en detektor 22 og en logaritmisk forsterker 23 seriekoblet til utgangen 19.

90° -hybriden 17 har til oppgave å konvertere faseforskjell mellom antenneelementenes 1 og 2 signaler til en tilsvarende amplitdeforskjell mellom hybridens utgangssignaler på utgangene 18 og 19. Ved hjelp av detektoren 20 og den logaritmiske forsterker 21 tilveiebringes et signal C_1 som på en flertydig måte varierer med den mottatte strålings innfallsvinkel i referanseplanet 5, dvs. med vinkelen v mellom symmetrilinjen 6 og projeksjonen 16 av siktelinjen 15 på referanseplanet 5.

På analog måte dannes av hybridens 17 utgangssignal på utgang 19 ved hjelp av detektoren 22 og den logaritmiske forsterker 23 et signal S_1 som også på en flertydig måte varierer med vinkelen v . I en til utgangen av forsterkeren 21, 23 koblet forskjellsdanner 24 dannes ifølge oppfinnelsen et forskjellssignal L_1 som er likt $C_1 - S_1$. Forskjellssignalets L_1 amplitude er avhengig av vinkelen v og av skjelingsvinkelen b mellom antenneelementene 1, 2, men er uavhengig av styrken hos den av nevnte antenneelement mottatte elektromagnetiske stråling.

På samme måte som foran beskrevet dannes av signalene fra antenne-

elementene 3 og 4, ved hjelp av en 90° -hybrid 25 og til dennes utganger koblete detektorer 26 resp. 27 og logaritmiske forsterker 28 resp. 29 signaler C_2 resp. S_2 samt ved hjelp av en forskjellsdanner 30 et andre forskjellssignal L_2 som er likt $C_2 - S_2$. Hvorledes signalene C_1 , S_1 resp. C_2 , S_2 varierer som funksjon av vinkelen v vises i fig. 6. Det kan observeres at signalene C_1 og S_1 resp. C_2 og S_2 er hverandres speilbilder relativt koordinataksen, dvs. full symmetri foreligger.

Ved hjelp av en forskjellsdanner 31, koblet til forskjellsdanneren 24 og 30 tilveiebringes ifølge oppfinnelsen et tredje forskjellssignal L_3 som er likt $L_2 - L_1$. I fig. 7 illustreres signalenes L_1 , L_2 og L_3 forløp som funksjon av positive verdier av vinkelen v . For negative verdier av vinkelen v vil nevnte signaler med omvendt tegn være symmetriske relativt koordinataksen. Av figuren fremgår at for nesten alle vilkårlig valgte positive verdier av L_1 eller L_2 har vinkelen v to helt forskjellige verdier da nesten hver linje parallell med og ovenfor v -aksen skjærer kurvene L_1 og L_2 i to punkter.

For ifølge oppfinnelsen å tilveiebringe en entydig, indikering av vinkelen v mellom symmetrilinjen 6 og siktelinjens 15 projeksjon på referanseplanet 5, påføres forskjellssignalene L_1 , L_2 og L_3 et signalbehandlingsorgan 32, hvis oppbygning og funksjon skal forklares nedenfor i store trekk.

Signalbehandlingsorganet 32 omfatter tre sammenlignere 33, 34 og 35, hver med to innganger av hvilke den ene er forbundet med en referanseverdidanner 36. Sammenlignernes andre inngang er koblet til resp. utganger hos forskjellsdannerne 24, 30 og 31. Referanseverdidanneren 36 er anordnet for ved hjelp av et forinnstillingsorgan 37 å frembringe innstillbare referanseverdier med hvilke forskjellssignalene L_1 , L_2 og L_3 sammenlignes i resp. sammenligner. Til sammenlignerne 32, 33, 34 er det koblet en logisk krets 38 som i sin tur er forbundet med to analoge porter 39 og 43, som er anordnet for under visse forutsetninger å la ett av forskjellssignalene L_1 , L_2 passere til et indikeringsorgan 41.

Av fig. 7 kan man utlese at en enstydig indikering av verdien av vinkelen v kan baseres på verdien av forskjellssignalet L_1 innen-

145255

for det område i hvilket L_1 er mindre enn L_2 , dvs. innenfor det område av positive v -verdier i hvilket L_3 er positiv. På samme måte kan man, hvis L_1 er negativ tilveiebringe en entydig bedømmelse av v ved hjelp av L_1 innenfor det område av negative v -verdier i hvilket L_3 er negativ.

Det er innplysende at bare en sammenligning av verdiene hos L_1 og L_2 ikke er tilstrekkelig til å tilveiebringe tegnentydighet hos verdien av vinkelen v . Av fig. 7 fremgår imidlertid at i området 0 til v_1 har alle forskjellssignalene L_1 , L_2 og L_3 positive verdier og åpenbart negative verdier innenfor tilsvarende område med negative verdier av v . Ved bestemmelse av vinkelen v aksepteres ifølge oppfinnelsen således forskjellssignalet L_1 bare for verdier som ligger innenfor området 0 til v_1 . Dette er i praksis ensbetydende med lobskjerping og sidelobundertrykkelse uten faktisk å gjøre antenneoppstillingens følsomhetslob smalere. Fordringen som stilles til et L_1 -signal for at det skal kunne utgjøre et mål på v innenfor det foran nevnte område, er at verdien av tilhørende L_2 - og L_3 -signaler skal ligge på samme side av verdien 0 som verdien av signalet L_1 .

Med referanseverdidanneren 36 og sammenlignerne 33, 34 og 35 kontrolleres hvorvidt forskjellssignalene L_1 , L_2 og L_3 oppfyller foran nevnte betingelse. Hvis så er tilfellet, påvirkes den til sammenlignerens utganger koblete logiske krets 38 og den av den logiske krets styrte analoge port 39 slik at signalet L_1 får passere til indikeringsorganet 41. Ved denne kontroll avgir hver av sammenlignerne 33, 34 og 35 et binært signal som enten svarer til "en" eller "null", avhengig av om forskjellssignalene L_1 og L_2 eller L_3 som påføres sammenlignerne, er større eller mindre enn signalet fra referanseverdidanneren. F.eks. gjelder det at hvis vinkelen v skal bestemmes av forskjellssignalet L_1 og full symmetri hersker, skal referanseverdidanneren 36, ved hjelp av forinnstillingsorganet 37 stilles inn slik at dens utgangssignal har en verdi som svarer til verdien null hos forskjellssignalene. Hvis L_1 har en positiv verdi og tilsvarende en verdi av v innenfor området 0 til v_1 , vil i så fall utgangssignalet fra hver av sammenlignerne være av samme slag f.eks. "en". Hvis verdien av forskjellssignalet L_1 er negativ og svarer til en vinkelverdi innenfor den negative tilsvarende til området 0 til v_1 , vil utgangs-

signalet hos samtlige sammenlignere være av motsatt slag, f.eks. "null". Hvis verdien av v ligger utenfor området 0 til v_1 , vil utgangssignalet fra én av sammenlignerne 33, 34 og 35 være forskjellig fra dem fra de to øvrige.

Den logiske krets 38 er anordnet for sammen med den analoge port 39 å virke slik at porten åpnes hvis og bare hvis sammenlignernes 33, 34 og 35 utgangssignaler er av samme slag. Når analogporten 39 er åpen, kan L_1 -signalet passere fra forskjellsdanneren 24 til indikeringsorganet 41, idet på dette fås en entydig indikering av vinkelen v .

Hvis den elektromagnetiske stråling som faller inn på antenneelementene 1, 2, 3 og 4 er radarstråling f.eks. fra en monopulsradar, består denne av meget korte pulser. Hvis signalet fra forskjellsdanneren 24 derved skulle gå direkte til indikeringsorganet 41 ville signalet ha altfor kort varighet til at indikeringen ville bli tilfredsstillende, og det ville også finnes en viss risiko for at et så kortvarig signal ikke ville passere gjennom porten 39 nettopp i den tid denne var åpen. Derfor mates forskjellssignalet L_1 fra forskjellsdanneren 24 via en pulsforlenger 40 til porten 39.

Det fremgår av fig. 7 at verdien hos L_1 varierer temmelig lite for en gitt endring av v_1 , hvilket innebærer at nøyaktigheten hos den vinkelverdi som fås av L_1 innenfor området 0 til v_1 kanskje ikke er tilstrekkelig for visse formål. Men når man har fått en approksimativ verdi av vinkelen v på basis av forskjellssignalet L_1 , kan en mere presis indikering tilveiebringes på basis av forskjellssignalet L_2 , som har et steilere forløp enn L_1 , dvs. dets verdi endres hurtigere for en gitt endring av v . Denne mere presise indikering fås imidlertid bare innenfor et mindre vinkelområde og innebærer således en ytterligere lob-skjerping.

For å kunne anvende forskjellssignalet L_2 for en slik mere nøyaktig indikering, justeres referanseverdidanneren ved hjelp av forinnstillingsorganet slik at dens referanseverdisignal får en verdi skilt fra null. Hvis vinkelverdien v ligger innenfor det positive 0- v_1 -område, justeres referanseverdien oppad mot posi-

tive verdier, er v negativ justeres referanseverdien nedad mot negative verdier. Formålet med dette er å gjøre en ny sammenligning, denne gang mellom forskjellssignalets L_2 absolutte verdi og den absolutte verdi hos referanseverdisignalet. Denne sammenligning gjøres i sammenligneren 34, som avgir et utgangssignal (f. eks. binær "en") til den logiske krets 38 hvis og når den absolutte verdi hos referanseverdisignalet er større enn det aktuelle L_2 -signals verdi. Den logiske krets 38 er også forbundet med referanseverdidanneren 36 slik at den kan fås til å frembringe et styresignal til den andre analoge port 43 under forutsetning av at referanseverdisignalet ikke er null og at utgangssignal mottas fra sammenligneren 34. Forskjellssignalet L_2 mates fra forskjellsdanneren 30 til porten 43 via en pulsforlenger 42 og indikeres på indikeringsorganet 41 slik som foran beskrevet.

Da referanseverdidanneren kan frembringe såvel positive som negative referanseverdier og sammenligneren 34 er følsom for den absolutte verdi av forskjellen mellom referanseverdisignalet og forskjellssignalet L_2 , er den lobskjerping som tilveiebringes symmetrisk med hensyn til positive og negative verdier av v .

Fig. 5 viser en signalbehandling som er noe forenklet i forhold til den ovenfor beskrevne. I fig. 5 har detaljer med samme funksjon som i fig. 4 fått samme henvisningsbetegnelser. Forenklingen innebærer først og fremst at til forskjellsdanneren 30 mates ikke signalet C_2 som stammer fra antenneelementparet 3, 4 med den større skjelingsvinkel a , men signalet C_1 som stammer fra antenneelementparet 1, 2 med den mindre skjelingsvinkel b . For å kunne tilveiebringe denne forenkling er den utgang av 90° -hybriden 25 som i fig. 4 er koblet til detektoren 26, forsynt med en avslutning 44, dvs. en anordning som er anordnet for å absorbere signalet i nevnte utgang uten å reflektere noe signal tilbake til hybriden 25. Derved tilveiebringes en viss usymmetri hos forskjellssignalene som i fig. 5 betegnes L_2^1 resp. L_3^1 . I signalbehandlingsorganet 32 tilveiebringes en kompensering for usymmetrien ved å velge andre referanseverdier for referanseverdidanneren 36 ved hjelp av forinnstillingsorganet 37. Indikeringen av L_1^1 og L_2^1 skjer som beskrevet i forbindelse med fig. 4.

P a t e n t k r a v

Anordning som er følsom for elektromagnetisk stråling, fortrinnsvis radarstråling, omfattende en oppstilling innbyrdes mot hverandre skjelende anordnede, endestrålende, logperiodiske antenneelementer, f.eks. av typen konisk spiral eller dipolrekke, hvilke sammen definerer et referanseplan og en langs referanseplanet gående symmetrilinje, og en til antenneoppstillingen koblet signalmottager som er anordnet for ved hjelp av signaler fra antenneoppstillingen å lokalisere en sender som sender ut elektromagnetisk stråling, fortrinnsvis ved bestemmelse av en vinkel mellom nevnte symmetrilinje og projeksjonen på nevnte referanseplan av siktelinjen mellom antenneoppstillingen og senderen, hvilken signalmottager for hvert antenneelementpar omfatter et hybridnett, kretser for detektering og logaritmisk forsterkning av signaler utgående fra hybridnettet og organer for ved sammenligning av amplitudene hos de således mottatte signaler å tilveiebringe et mål på og indikering av den nevnte vinkel mellom symmetrilinjen og siktelinjens projeksjon på referanseplanet, k a r a k t e r i s e r t v e d at antenneoppstillingen har to på begge sider av referanseplanet (5) anordnede antenneelementpar (1, 2; 3, 4) som har forskjellig store skjelingsvinkler (a, b) og ligger i plan (8, 9) som danner vinkel med referanseplanet (5) og er symmetriske til dette, at nevnte organer er anordnet for av signaler stammende fra hybridnett tilhørende antenneelementparet med den mindre (b) respektive den større (a) skjelingsvinkel å danne dels et første (L_1) respektive et andre ($L_2; L_2^1$) forskjellssignal, hvis amplituder er mål på den nevnte vinkel (v) idet forskjellssignalene ($L_1, L_2; L_2^1$) har positivt eller negativt tegn hvis siktelinjens (15) projeksjon (16) på referanseplanet (5) faller på den ene eller andre side av symmetrilinjen (6) dels et tredje forskjellssignal ($L_3; L_3^1$) som utgjør forskjellen mellom det første (L_1) og det andre ($L_2; L_2^1$) forskjellssignal og å sammenligne forskjellssignalene med forvalgte referanseverdier, idet som et mål på vinkelen (v) indikeres den verdi hos det første (L_1) og/eller det andre ($L_2; L_2^1$) forskjellssignal for hvilken verdi ved indikering av det første forskjellssignal (L_1) skal gjelde at de tre forskjellssignaler ($L_1, L_2, L_3; L_2^1, L_3^1$) samtlige er større enn sine positive referanseverdier eller mindre enn sine negative referanseverdier og for hvilken ved

145255

10

indikering av det andre forskjellssignal (L_2, L_2^1) skal gjelde at den absolutte verdi av dette er mindre enn en forutbestemt verdi.

FIG 1

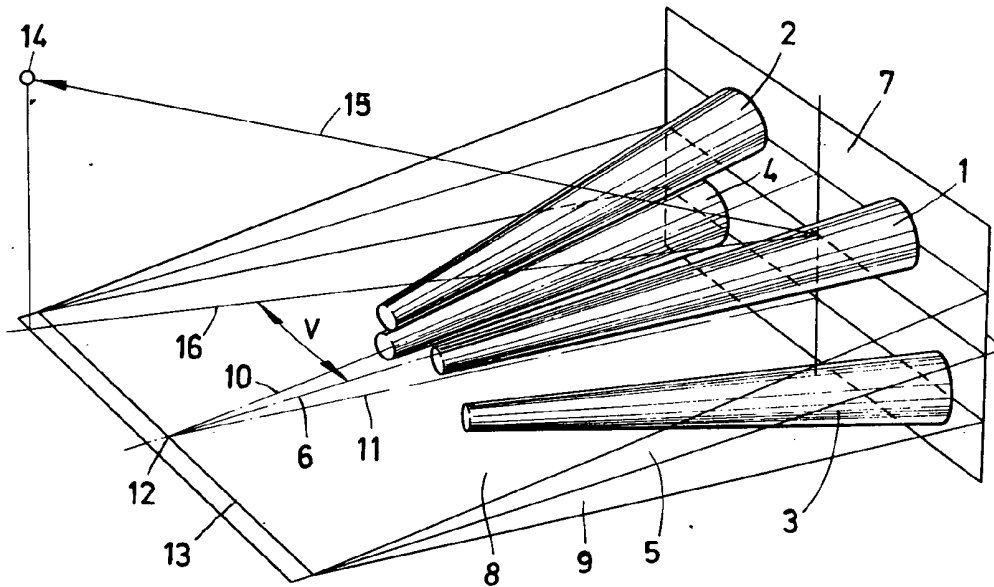


FIG 3

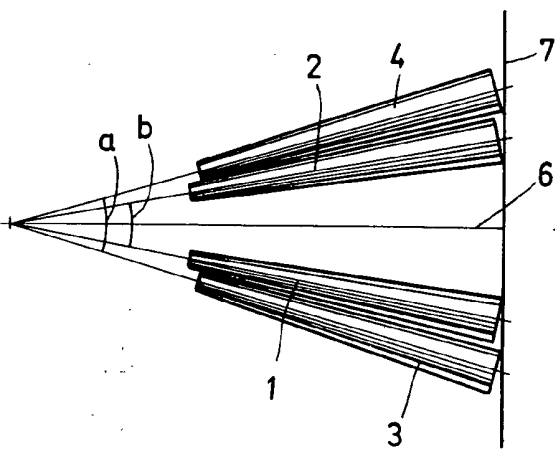


FIG 2

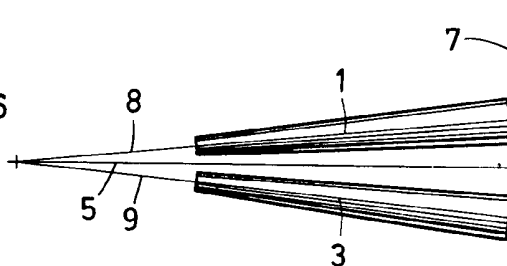


FIG 4

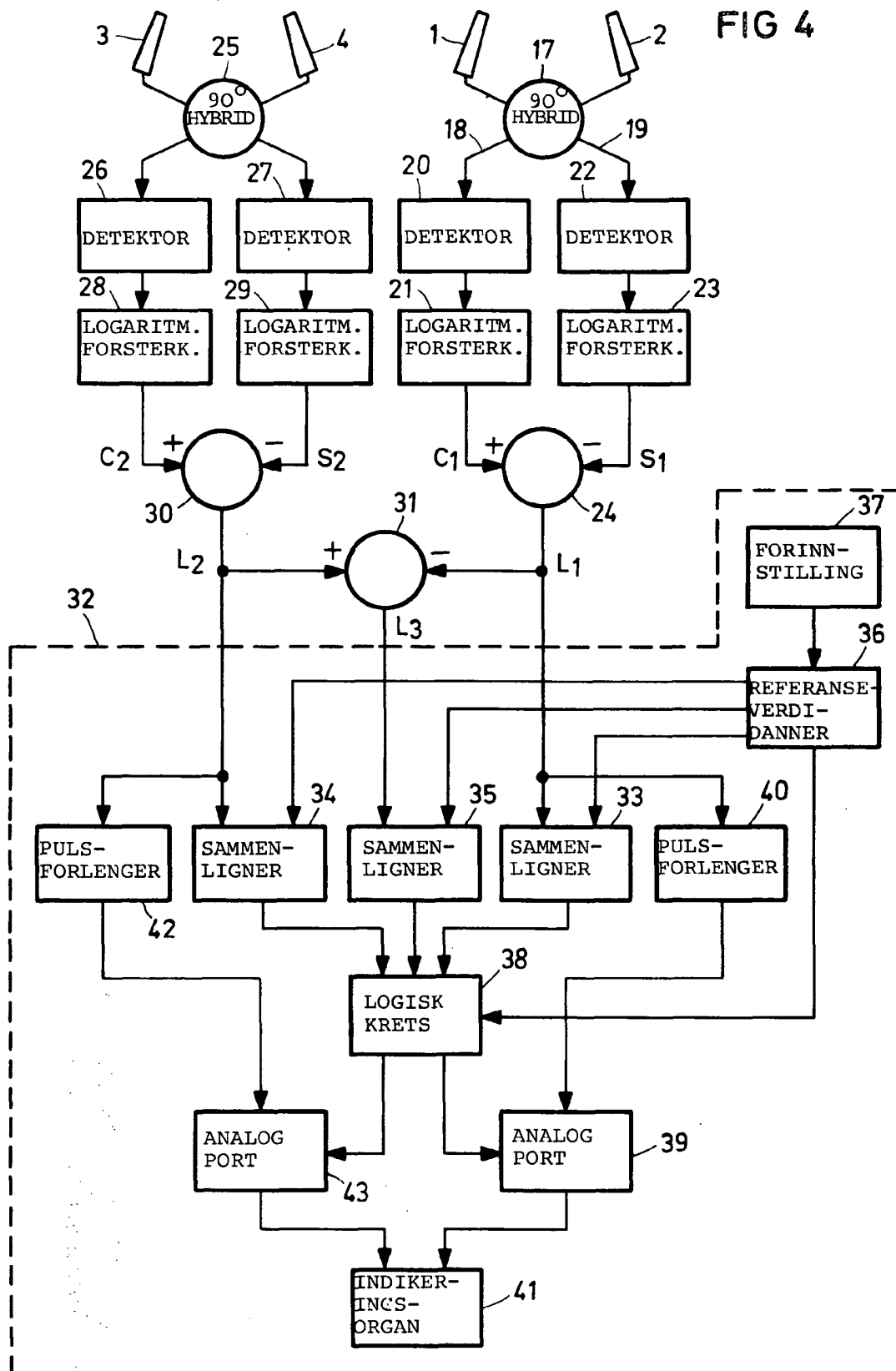
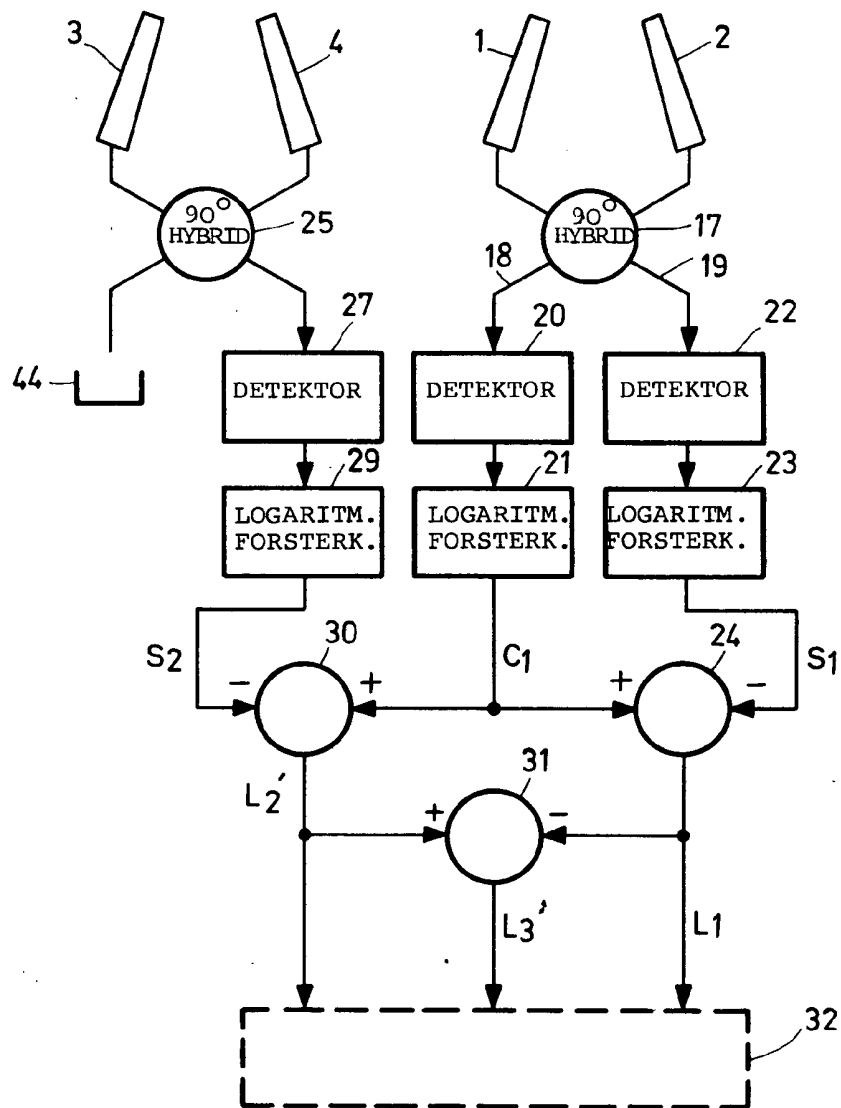


FIG 5



145255

FIG 6

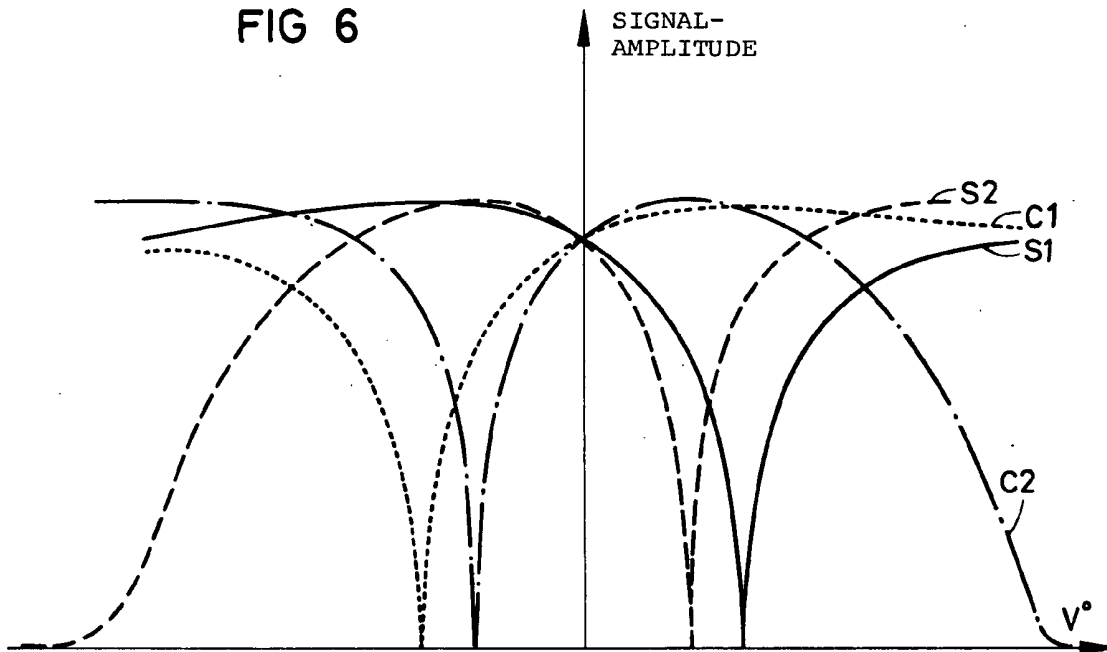


FIG 7

