



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 132065

(51) Int. Cl.² H 01 Q 11/04

(21) Patentsøknad nr. 3456/72

(22) Inngitt 27.09.72

(23) Løpedag 27.09.72

(41) Alment tilgjengelig fra 03.04.73

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 02.06.75

(30) Prioritet begjært 01.10.71, Finland, nr. 2754/71

(54) Oppfinnelsens benevnelse Antenne.

(71)(73) Søker/Patenthaver
TIURI, Martti E.,
Takoiantie 1 F,
Tapiola, Espoo, Finland.

(72) Oppfinner
TIURI, Martti E., Tapiola, Espoo,
URPO, Seppo Ilmari, Karakallio, Espoo,
TALLQVIST, Henry Stefan, Helsinki 25,
Finland.

(74) Fullmektig Siv.ing. Rolf Larsen.

(56) Anførte publikasjoner Ingen.

Formålet med oppfinnelsen er å tilveiebringe en vandre-bølge-antenne med høy vinning og omfattende et jordplan. Retningen av strålingen fra antennen avhenger generelt sett av frekvensen.

Når det kreves en antenne med høy vinning spesielt i HF, VHF, UHF og SHF-områdene brukes det vanligvis dipol-grupper. Når antallet av dipoler er stort blir imidlertid matningssystemet for antennegruppen overordentlig komplisert og kostbart. Likeledes blir båndbredden av arrangementet vanligvis alvorlig begrenset av matningssystemet. Vandrebølge-antennen har fordelen av å bruke et enkelt matningssystem. En ulempe ved tidligere kjente antenner av denne type, såsom lang-tråds-antennen,

V-antennen og rombe-antennen er at retningen av strålingen bestemmes av antennens lengde og derfor kan strålen for antennen ikke rettes fritt mot den ønskede retning. For å oppnå en smal stråle må også lengden av en lang-tråds-antenne for eksempel være flere bølgelengder. Det resulterende strålingsdiagram er fingerformet, det vil med andre ord si at det har flere side-lober i tillegg til hovedstrålen. Noen av de tidligere antenner av resonans-typen som spesielt ble brukt i kortbølgeområdet kan mates i et enkelt punkt. Disse antenner omfatter Franklin-antennen, Sterba-antennegruppen og Bruce-antennegruppen (Jasik: Antenna Engineering Handbook, kapitlene 4 og 21). Da disse antenner er av resonans-typen arbeider de effektivt bare ved en frekvens og vanligvis bare som tverrstrålere. På grunn av vanskelighetene med å kontrollere strålingsegenskapene for disse antenner er deres lengde begrenset i praksis til noen få bølgelengder og strålingsbredden kan ikke reduseres meget. Trådmask-antennen som beskrevet av J.D. Kraus (U.S.-patent nr. 3.290.688) består av et bredt nettverk dannet av rektangulære trådmasker og matning i et enkelt punkt. En ulempe ved denne antenne er at den ikke er effekt-tilpasset. Dette bevirker en reduksjon i vinning og en økning i bakoverstrålen på grunn av refleksjoner. Fordelingen av strømmen ved matningsenden av antennen er bare god når det arbeides ved midtfrekvensen, og dessuten kan antennen ikke brukes med sirkulær polarisasjon.

Formålet med antennenifølge denne oppfinnelse er å eliminere de foran omtalte ulemper. Nærmere bestemt tar således oppfinnelsen utgangspunkt i en kjedeantenne av vandrebølgetypen med et tilhørende jordplan og hvis strålingslobe har en retning som forandres med frekvensen.

Det som er nytt og særegent ved antennenifølge oppfinnelsen er at denne antenne består av firkantede, lukkede ledd og mellom disse forbindelsesdeler som alle er laget av et ledende materiale og sammen danner enten en rett rekke i hvilken forbindelsesdelene og leddenes langsider danner en rett vinkel med hverandre, eller en skrå rekke i hvilken forbindelsesdelene og leddenes langsider danner en skrå vinkel med hverandre, at midtpunktene på leddenes langsider er elektrisk forbundet med det følgende ledds langside-midtpunkt gjennom forbindelsesdeler med samme retning som leddenes kortsider og at antennen mates fra en

av endene av kjeden med en ledning hvis ene pol er koblet til antenne-kjedens ende og hvis annen pol er koblet til jordplanet samt at den motsatte ende av matningspunktet enten er åpen eller belastet med en belastningsimpedans innkoblet mellom antennen og jordplanet.

Strukturen av denne antenne er enkel og krever bare et matningspunkt. Ved å variere frekvensen kan strålingsloben for antennen bringes til å dreies over et stort område. Høy antennevinning kan bli oppnådd med antennen hvis det kreves og likeledes en smal stråle uten at det opptrer sterke forstyrrende sidelover. Antennen kan lett brukes som element i store antennegrupper og kan brukes både for sending og mottagning av lineær eller sirkulær polarisasjon.

En spesiell utførelsesform av den her angitte kjedeantenne er karakterisert ved at de kortere sider av antennekjedens ledd og forbindelsesdelene i annethvert ledd og leddmellomrom er $l + l_1$ lange og i annethvert ledd og leddmellomrom $l - l_1$ lange, hvor l ved midtfrekvensen i anvendelsesområdet hvor leddenes lengre sider er omtrent så lange som en bølgelengde, er omtrent en halv bølgelengde lang og l_1 ved midtfrekvensen i anvendelsesområdet vanligvis er mellom 0,05 ... 0,40 bølgelengder, idet en større verdi av l_1 tilsvarer en mer bredbåndet antenne og en mindre verdi av l_1 tilsvarer en mer smalbåndet antenne.

Oppfinnelsen skal beskrives i detalj nedenfor under henvisning til tegningene hvor:

Figur 1 viser et planriss av det grunnleggende arrangement i antennen,

figur 2 viser et sideriss av det grunnleggende arrangement

Figur 3 viser en antenne med ledd som har parallelle sider,

figur 4 viser en antenne i hvilken avstanden fra jordplanet varierer kontinuerlig,

figur 5 viser en antenne med en strålingsstruktur som har økende dimensjoner,

figur 6 viser en antenne i hvilken alternerende ledd har samme størrelse,

132065

figur 7 viser en parallell kobling av to kjedeantennner

figur 8 viser en parallell kobling av to kjedeantennner

og

figur 9 viser en parallell kobling av to kjedeantennner for å tilveiebringe sirkulært polarisert stråling.

Som vist på figurene 1, 2 og 3 består det grunnleggende arrangement av antennen av en kjedeformet struktur 1 laget av elektrisk ledende materiale og plassert over et jordplan 2 laget av elektrisk ledende materiale. Kjeden dannes av ledd 3 og forbindelsesdeler 6 som er elektrisk forbundet med leddene. De firkantede ledd 3 som er rektangulære på figur 1 eller parallelogram-formede som på figur 3, er anordnet i en rekke på slik måte at langsidene 4 av leddene er parallelle med hverandre og midtpunktene av alle langsidene ligger på samme linje. Midtpunktene av langsidene i tilstøtende ledd er forbundet med hverandre ved hjelp av forbindelsesdelene 6. Jordplanet 2 er for eksempel dannet av en massiv metallplate, en perforert metallplate, en trådnetting med maskestørrelse på 0,1 bølgelengde eller et gitter dannet av tråder beliggende side om side og parallelt med delene 5 og 6. Typiske dimensjoner av antennen regnet i bølgelengder svarende til midtfrekvensen av arbeidsområdet er som følger: Kortsidene 5 av leddene og forbindelsesdelene 6 mellom leddene er 0,4 bølgelengder, langsidene 4 av leddene er 1 bølgelengde, avstanden fra jordplanet er 0,1 bølgelengde og den totale lengde av antennen er for eksempel 10 bølgelengder. Antennen mates ved den ene ende 7 av kjeden ved hjelp av for eksempel en koaksial kabel på slik måte at midtlederen er forbundet med kjedestrukturen 1 og ytterlederen med jordplanet 2. Matningen kan også skje ved hjelp av en tvillinglederstruktur.

Antennen kan også mates i begge ender. Flere mottagere eller sendere som arbeider på forskjellige frekvenser kan forbindes samtidig med antennen.

Målinger har vist at en antenne utformet i overensstemmelse med de ovenforgitte dimensjoner stråler på slik måte at den

maksimale stråle er rettet med en bakover-gående elevasjonsvinkel på $\Theta = 75^\circ$ ved midtfrekvensen. Endring av frekvensen med $\pm 10\%$ bevirker dreining av strålen over området $\Theta = 45^\circ \dots 85^\circ$ uten at vinningen i antennen endres nevneverdig.

Det er essensielt for virkemåten av antennen at det eksisterer en effektbølge som beveger seg bort fra matningspunktet på antennen. I en ideelt konstruert antenne må av denne grunn den karakteristiske impedans av den transmisjonslinje som dannes av delene 6 og jordplanet være lik halvparten av den karakteristiske impedans av den transmisjonslinje som dannes av delene 4 og 5 og jordplanet. Denne betingelse kan oppfylles på mange forskjellige måter, f.eks. ved å utforme delene 6 med betydelig tykkere tverrsnitt enn delene 4 og 5, ved å tildanne delene 6 av brede flate-tverrsnitt eller av to eller flere nærliggende tråder, ved å redusere avstanden mellom jordplanet og delene 6 eller på en eller annen måte hvorunder induktansen av delene 6 blir redusert eller kapasiteten mellom delene 6 og jordplanet øket. Prøver med forskjellige antenner har vist at tilfredsstillelse av den ovenfornevnte impedansbetingelse med en nøyaktighet av omkring 10% er tilstrekkelig for de mer vanlige antenne-anvendelser. I en antenne for midtfrekvens 3 GHz med deler 4 og 5 laget av $0,5\text{ mm}$ diameter rund tråd og deler 6 laget av $0,5 \times 10\text{ mm}$ flatt profil, er det blitt målt en effekt-bølge som er ideel innenfor målenøyaktighetens grenser, og som beveger seg bort fra matningspunktet.

Når den ovenfor angitte impedans betingelse er oppfylt kan hele antennen representeres ved en transmisjonslinje med tap, som har konstant impedans og hvor størrelsen av tapene avhenger av den utstrålte effekt pr. lengdeenhet av antennen. Hvis impedansbetingelsen ikke oppfylles finner det sted effekt-refleksjoner i transmisjonslinjen og den effektbølge som reflekteres bakover bevirker en tilbakestrålingslobe i strålingsdiagrammet og en reduksjon av hovedstrålen. Tilbakestrålingen som bevirkes av den effektbølge som reflekteres fra den motsatte ende i forhold til matningsenden av antennen kan elimineres ved å belaste den fjerne ende av antennen. Dette kan f.eks. gjøres ved å bruke en avslutning som er lik den karakteristiske

impedans av antennen, ved å anbringe absorberende materiale mellom den fjerne ende av antennen og jordplanet eller ved å gjøre antennen tilstrekkelig lang.

Strålingsegenskapene for antennen kan reguleres ved å variere avstanden til jordplanet. En øket avstand gir større utstrålingseffekt for hver lengdeenhet av antennen, og en mindre avstand til jordplanet betyr lavere utstrålingseffekt pr. lengdeenhet av antennen. En kjedeantenne som er lang sammenlignet med bølgelengden blir plassert nær jordplanet, f.eks. i en avstand på 0,5 bølgelengder fra dette, og følgelig blir det oppnådd en smal strålingslobe med høy vinning. En kortere antenne med mindre vinning og en bredere stråle blir plassert lenger bort fra jordplanet, f.eks. med en avstand på 0,15 bølgelengder. Strålingseffekten pr. lengdeenhet kan også økes ved å bøye delene 5 og 6 til en oppad buet form på slik måte at midtpartiene av disse deler befinner seg lenger bort fra jordplanet enn endene, eller på annen måte å arrangere delene 5 og 6 slik at de kommer lenger bort fra jordplanet og delene 4 over hele eller deler av sin lengde.

Fordelingen av strømmen i antennen kan forbedres samtidig som antennens virkningsgrad forhøyes ved å øke avstanden fra jordplanet enten trinnvis eller kontinuerlig i retning bort fra matningspunktet. Et sideriss av en slik kjedeantenne er vist på figur 4. Den korteste avstand fra jordplanet kan være omkring 0,05 bølgelengder og den maksimale avstand omkring 0,25 bølgelengder. Den totale lengde av denne antenne-type kan være omkring 20 bølgelengder.

Strømfordelingen og strålingsegenskapene for antennen kan endres ved å tildanne jordplanet eller den utstrålende antennestruktur selv eller begge disse buet. Hvis for eksempel jordplanet og antennen begge er buet i samme retning i et plan parallelt med antennens lengdeakse og antennen anbringes på den konkave side av jordplanet, kan strålen fra antennen rettes i samme vinkel over hele området av arbeidsfrekvenser, og hvis antennen ligger på den konvekse side av jordplanet blir det oppnådd en sirkulært utstrålende antenne med stort vinkelområde.

Den geometriske form av antennen har vist seg å være slik at de lange deler 4 i leddene oppveier hverandre nesten fullstendig og de korte deler 5 samt forbindelsesdelene 6 virker som

effektive utstrålingselementer. Fra et funksjonelt synspunkt er delene 4 i antennen transmisjonslinjer som bevirker ytterligere faseforskyvning ved overgang til det neste strålings-element.

Retningen av hovedstrålen kan innstilles i ønsket vinkel ved midtfrekvensen ved å dimensjonere delene slik at delene 4 har en lengde lik en bølgelengde og delene 5 og 6 er 0,25 ... 0,75 bølgelengder. Elevasjonsvinkelen θ for strålingsloben som målt i henhold til figur 2, er liten når lengden av strålings-elementene 5 og 6 er liten, og stor når disse elementer er lange. Når delene 5 og 6 har en lengde på f.eks. 0,3 bølgelengder er elevasjonsvinkelen θ omkring 48° og når disse deler er 0,4 bølgelengder lange er vinkelen 75° . Den matematiske formel som gir den omtrentlig retning av strålen er

$$\theta = \arcsin ((n \cdot \lambda - 0,5 \cdot l_2) / l_1)$$

hvor n er et helt tall, λ er bølgelengden, l_1 er lengden av delene 5 og 6 og l_2 er lengden av delene 4.

En viss faseforskyvning opptrer mellom to nærliggende strålingselementer 5 og 6 på grunn av de fysikalske dimensjoner av antennen. Den elektriske lengde mellom begynnelsespunktet av delen 5 og begynnelsen av den følgende del 6 kan økes eller reduseres kunstig, hvorved retningen av hovedstrålen endres ved en viss frekvens. Konvensjonelle elektrotekniske metoder for endring av faseforskyvningen kan brukes, såsom å bruke en variabel serie induktivitet eller en shunt kapasitet. Ytterligere faseforskyvning kan også være innstillbar slik at retningen av strålen kan fjern-reguleres uten endring av frekvensen.

Frekvensbåndet for antennen, eller med andre ord det frekvensområde som gir maksimal vinning i antennen, kan økes ved å øke dimensjonene av leddene 3 og forbindelsesdelene 6 kontinuerlig, slik at dimensjonene ved den ene ende av antennen er minst og de øker med omkring 2 % i hvert ledd og i hvert mellomliggende element når det beveges mot den annen ende. En slik struktur er vist på figur 5.

Arbeidsfrekvensområdet kan også økes ved å bruke den utformning som er vist på figur 6. I hvert annet ledd 3 og det mellomliggende element 6 er lengden av delene 10 % større enn i tilstøtende ledd.

Vidden av antennestrålen i antennens lengdeakse-plan,

kan justeres ved å endre den totale lengde av antennen. En lengre antenne gir en smalere stråle enn en kort antenne. Bredden av strålingen i retning vinkelrett på lengdeaksen kan reduseres på konvensjonell måte ved å koble antenner i parallell for å danne en antenne-gruppe. Matningspunktene i de forskjellige antenne-elementer blir koblet til hverandre ved bruk av konvensjonelle parallell koblingsmetoder for belastninger, f.eks. med kabler av samme lengde. Parallelle antenne-elementer kan også plasseres ganske nær hverandre og sammenkobles elektrisk slik som vist på figur 7. På denne figur er elementene sammenkoblet ved hjelp av kabler 8 med samme lengde til et forbindelsespunkt 9, til hvilket punkt en generator 10 eller mottageren også er koblet. De parallelle ledd 3 er forbundet med hverandre i punkter 11 på slik måte at avstandene mellom de parallelle deler 5 er slike at den karakteristiske impedans av transmisjonslinjen 12 bestående av de parallelle deler og jordplanet 2 er halvparten av den karakteristiske impedans av den transmisjonslinje som dannes av delene 4 og jordplanet. Koblingene og impedansekravene kan også bli oppnådd ved hjelp av den metode som er vist på figur 8, hvor forbindelsene blir utført ved å bruke deler 12 som har den samme fysikalske form og dimensjoner som forbindelsesdelene 6 mellom naboled.

De antenner som er vist på figurene 1 og 3 arbeider med lineær polarisasjon. Ved å bruke to antenner i henhold til figur 3 med leddene 3 i form av parallelogrammer kan det bli oppnådd elliptisk polarisasjon og to typer sirkulær polarisasjon som grense tilfelle, slik som vist på figur 9. Med to kjeder antenner hvor leddene 3 er parallelogrammer med tilsvarende form men skråttstilt i motsatt retning, blir matningspunktene 7 koblet til forbindelsespunktet 9 ved hjelp av transmisjonslinjer 8 slik at det fremkommer et ytterligere faseforskyvningselement 13 i en av disse. Målinger har vist at strålingsdiagrammet for antenne-gruppen på figur 9 er stort sett elliptisk polarisert i planet gjennom antennens speilbildeakse 14. I tilfelle av at den spisse vinkel α i parallelogrammene er 45° og den ytterligere faseforskyvning er $13 \pm 90^\circ$ er strålingen sirkulært polarisert. For andre verdier av vinkelen α og ytterligere faseforskyvning er strålingen elliptisk eller lineært polarisert. Begge de skrå kjeder som er vist på figur 9 kan også erstattes

med antenne-grupper utformet ved hjelp av parallell-forbindelser av tilsvarende kjedeantennner.

Når det kreves en ren sirkulær polarisasjon må det også tas hensyn til retningen av strålingsloben. Vanligvis kan den spisse vinkel α i parallellogrammene beregnes ut fra formelen $\cot \alpha = \sin \theta$, hvor θ er elevasjonsvinkelen av hovedstrålingsloben. For den antenne som er vist på figur 9 har for eksempel strålingselementene 5 og 6 en lengde på 0,4 bølgelengder, delene 4 har en lengde på en bølgelengde, elevasjonsvinkelen θ er omkring 70° og skråvinkelen α er omkring 47° .

I henhold til figur 7 er delene 5 sammenkoblet ved sine endepunkter 11, mens i henhold til figur 8, disse deler 5 er sammenkoblet langs hele sin lengde 12.

P a t e n t k r a v:

1. Kjedeantenne av vandrebølgetypen med et tilhørende jordplan og hvis strålingslobe har en retning som forandres med frekvensen, k a r a k t e r i s e r t ved at antennen består av firkantede, lukkede ledd (3) og mellom disse forbindelsesdeler (6) som alle er laget av et ledende materiale og sammen danner enten en rett rekke i hvilken forbindelsesdelene (6) og leddenes langsider (4) danner en rett vinkel med hverandre, eller en skrå rekke i hvilken forbindelsesdelene (6) og leddenes langsider (4) danner en skrå vinkel med hverandre, at midtpunktene på leddenes (3) langsider (4) er elektrisk forbundet med det følgende ledds langside-midtpunkt gjennom forbindelsesdeler (6) med samme retning som leddenes kortsider (5) og at antennen mates fra en av endene av kjeden med en ledning hvis ene pol er koblet til antenne-kjedens ende (7) og hvis annen pol er koblet til jordplanet samt at den motsatte ende av matningspunktet enten er åpen eller belastet med en belastningsimpedans innkoblet mellom antenne-enden og jordplanet.

2. Kjedeantenne ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at forbindelsesdelene (6) er utført med betydelig grovere profil, av betydelig bredere strimmel, av flere parallelle profiler enn leddenes sider (4 og 5) eller at forbindelsesdelene forøvrig er konstruert slik at den karakteristiske impedans av den transmisjonslinje som dannes av forbindelsesdelene og jordplanet er betydelig mindre enn den karakteristiske impedans av den transmisjonslinje som dannes av leddenes sider og jordplanet.

3. Kjedeantenne ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t ved at ved arbeidsområdets midtfrekvens er den elektriske lengde av leddenes (3) langsider (4) omtrent lik en bølgelengde samt kortsidenes (5) og leddenes forbindelsesdelers (6) elektriske lengde lik $0,25 \dots 0,75$ bølgelengder og kjedekonstruksjonens avstand fra jordplanet er konstant og omtrent lik $0,1$ bølgelengde.

4. Kjedeantenne ifølge krav 1, 2 eller 3, k a r a k t e r i s e r t ved at den karakteristiske impedans av den transmisjonslinje som dannes av leddenes forbindelsesdeler (6) og jordplanet er halvparten av den karakteristiske impedans av den transmisjonslinje som dannes av leddenes sider (4 og 5) og jordplanet, hvorved det i antennen bare forekommer en fra matningspunktet (7) fremadskridende effektbølge.

5. Kjedeantenne ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t ved at den av ledd og forbindelsesdeler mellom disse bestående, strålende konstruksjon eller jordplanet eller begge, er bueformet.

6. Kjedeantenne ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t ved at sidelengdene (4 og 5) av de firkantede ledd og forbindelsesdelenes (6) lengder øker kontinuerlig fra et ledd eller en forbindelsesdel til det neste slik at lengdetillegget er omtrent 2 %.

7. Kjedeantenne ifølge krav 1, 2, 4 eller 5, k a r a k t e r i s e r t ved at de kortere sider av antennekjedens ledd (5) og forbindelsesdelene (6) i annethvert ledd og leddmellomrom er $l + l_1$ lange og i annethvert ledd og leddmellomrom $l - l_1$ lange, hvor l ved midtfrekvensen i anvendelsesområdet hvor leddenes lengre sider (4) er omtrent så lange som en bølgelengde, er omtrent en halv bølgelengde lang og l_1 ved midtfrekvensen i anvendelsesområdet vanligvis er mellom $0,05 \dots 0,40$ bølgelengder, idet en større verdi av l_1 tilsvarer en mer bredbåndet antenne og en mindre verdi av l_1 tilsvarer en mer smalbåndet antenne.

8. Kjedeantenne ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t ved at antennens ledd er parallelogramformet.

9. Kjedeantenne ifølge et av kravene 1, 2, 4, 5, 6, 7 eller 8, k a r a k t e r i s e r t ved at jordplanets avstand fra den utstrålende konstruksjon øker trinnvis eller kontinuerlig slik at avstanden er minst ved matningspunktet og størst i antennens motsatte ende, hvorunder jordplanets avstand kan variere fra 0,05 bølgelengder til og med 0,30 bølgelengder i avhengighet av hele kjedens lengde.

10. Antennegruppe bestående av kjedeantennener ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t ved at de ved siden av hverandre plasserte antennekjeder er elektrisk sammenkoblet med hverandre ved de tilgrensende ledds kortsider slik at den karakteristiske impedans av den transmisjonslinje som dannes av leddenes felles-side og jordplanet er omtrent halvparten av den karakteristiske impedans av den transmisjonslinje som dannes av de lengre sider i leddene og jordplanet, og at de parallelle kjeders matningspunkter forenes ved sending til generatoren eller ved mottagning til mottageren under anvendelse av regulære metoder for parallellkobling av belastninger.

11. Antennegruppe ifølge krav 10, k a r a k t e r i s e r t ved at de etterhverandre og ved siden av hverandre beliggende ledds forbindelsesdeler er like.

12. Antennegruppe bestående av kjedeantennener ifølge krav 8 eller krav 8 og 9, k a r a k t e r i s e r t ved at elliptisk polarisasjon og spesialtilfellet av denne, med begge sirkelpolarisasjonene og lineær polarisasjon, er tilveiebragt med to antenner bestående av parallellogramformede ledd, hvilke parallellogram er like og deres lengre sider i begge antenner er parallelle og deres korte sider står omtrent vinkelrett på hverandre og antennene er speilbilder av hverandre i forhold til den akse som står vinkelrett på parallellogrammenes langsider og antennenes matningspunkter samles til et felles punkt ved hjelp av transmisjonslinjer av hvilke i den ene en faseforskyvningslinje er innsatt, hvilken faseforskyvningslinje tilveiebringer en enten konstant eller variabel faseforskjell mellom antennegruppens to ulikt rettede deler.

132065

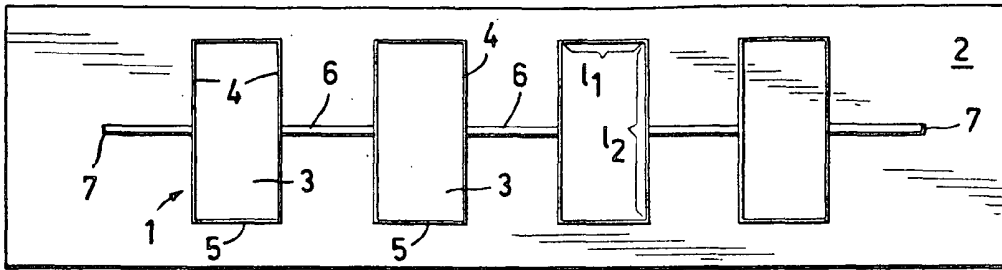


FIG. 1

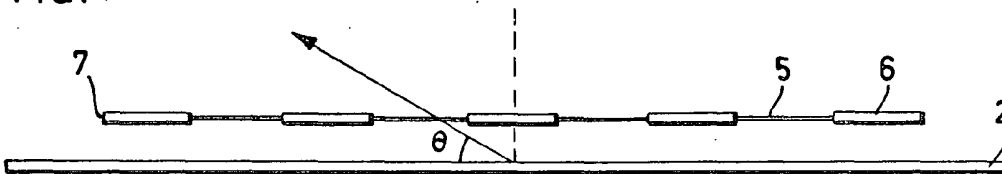


FIG. 2

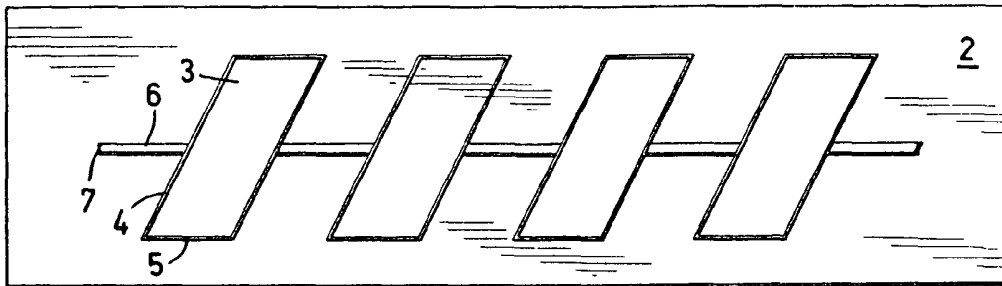


FIG. 3

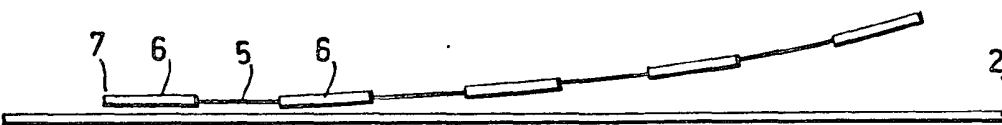


FIG. 4

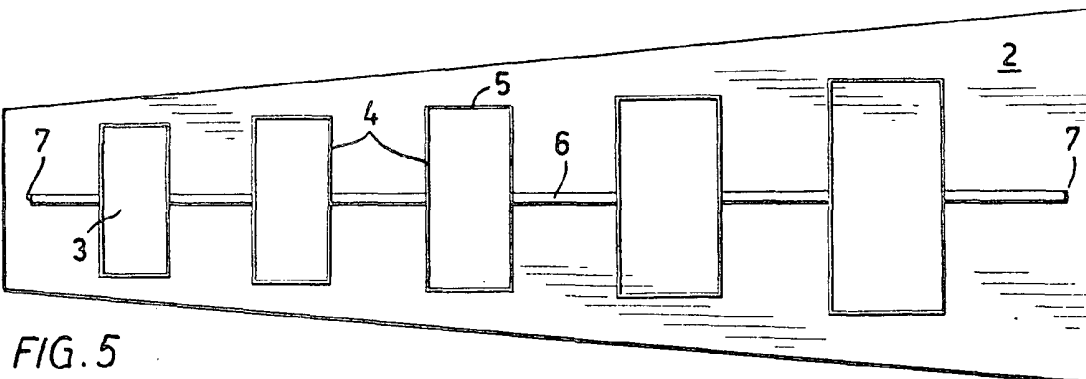


FIG. 5

132065

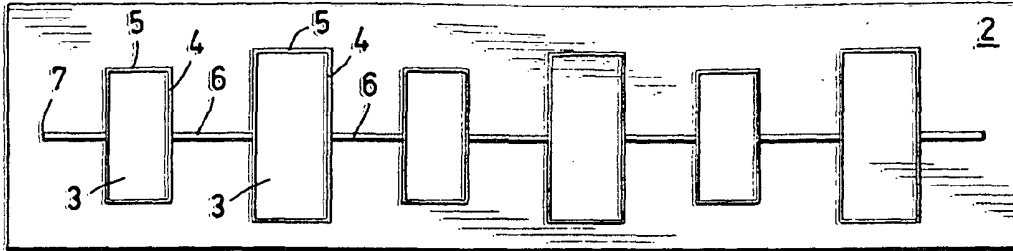


FIG. 6

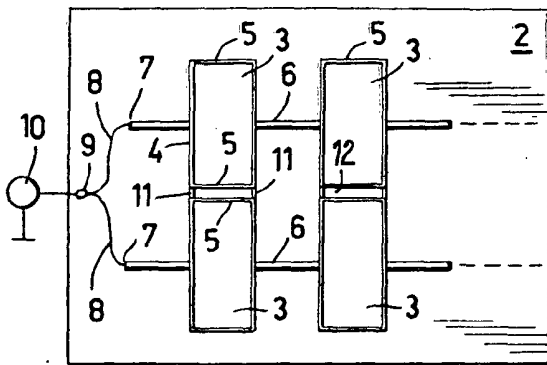


FIG. 7

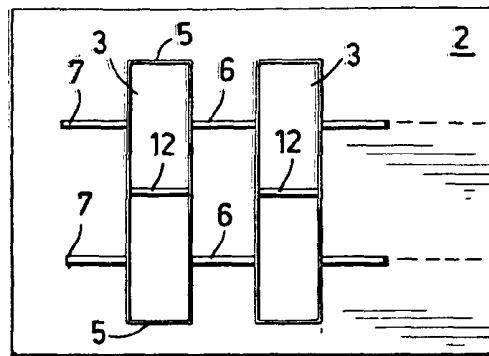


FIG. 8

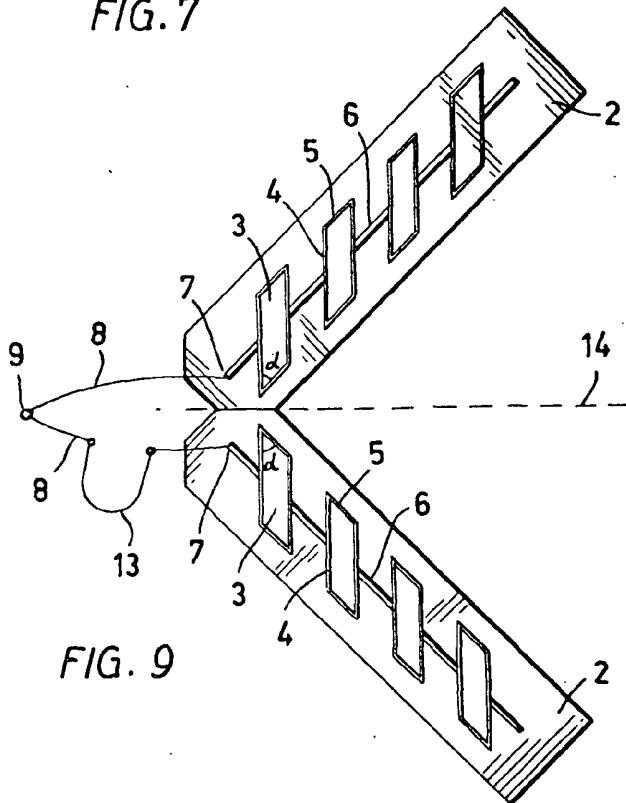


FIG. 9