

KRALJEVINA JUGOSLAVIJA

UPRAVA ZA ZAŠTITU



INDUSTRIJSKE SVOJINE

Klasa 21 (I)

Izdan 1 aprila 1933.

PATENTNI SPIS BR. 9930

Radio Corporation of America, New-York, U. S. A.

Direkcionalne antene i antenski sistemi.

Prijava od 12 septembra 1930.

Važi od 1 juna 1931.

Traženo pravo prvenstva od 11 juna 1930 (U. S. A.).

Ovaj se pronalazak odnosi na antene a naročito na antene ili antenske sisteme za zračenje u određeni pravac.

Ako se jedna duga žica, duga relativno prema radnoj talasnoj dužini, t. j. duga veći broj polutalasnih dužina, nadraži tako, da se na njoj proizvedu stojeći talasi, nastaje zračenje poglavito u pravcu simetričnih kupa, čiji su vrhovi u sredini žice. U poprečnom preseku karakteristika zračenja javiće se kao simetrične putanje kupe oko žice.

Cilj je ovom pronalasku iskorišćenje ove pojave za direktivno zračenje elektromagnetske energije. U tome cilju par žica ili pravih provodnika, koji su relativno dugi prema radnoj talasnoj dužini, raspoređuju se pod takvim uglom, da glavno zračenje biva duž srednje presečne linije ugla. Ovaj ugao, uopšte, odgovara uglu glavne kupe zračenja oko jednog od provodnika.

Dalji je cilj ovom pronalasku da pokaže pravi ugao za provodnike ili radiatore (zračeća tela), koji su dugi bilo paran broj polutalasnih dužina ili neparan broj polutalasnih dužina, i uopšte da pokaže ugao za najbolje direkcionalno otpravljanje za žice neke određene dužine.

Par provodnika, raspoređen na opisani način, zračiće podjednako dobro u oba pravca, naime prema divergentnom kraju žice i prema konvergentnom kraju tih žica, t. j. tako opisani antenski sistem je za dva pravca.

Dalje je cilj pronalasku da stvori jednoserijski raspored. Ovo se postiže stavljanjem istovetnog paralelnog para žica, na odstojanju neparnog broja četvrt-talasnih dužina od žica, koje obrazuju samu antenu, u pravcu koji je uzet duž srednje presečne linije ugla obrazovanog žicama. Druzi par žica može se ostaviti ne energizovan ali da samo stoji, ili se on može energizovati sa pravilnom fazom tako, da se za jedan pravac ništi zračenje, dok u drugom pravcu postoji pojačanje propagiranih elektro-magnetskih talasa.

Dalje je cilj pronalasku koncentrisanje snopa talasa u poprečnoj ravni koja je relativna prema ravni parova žica, a ona je obično vertikalna ravan, pošto su parovi obično raspoređeni u horizontalnim ravnima. Ovo se postiže stavljanjem istovetnih parova žice u ravni, koje su paralelne ravnima prvo-pomenutih parova žice. Ove su ravni obično razmaknute jedna od druge, najmanje za jednu polutalasnu dužinu.

Da bi se uz to skoncentrisao snop talasne zračene energije, to se sistemi pre pomenute vrste mogu staviti u ravni zračenja čime se povećava koncentracija zračenog snopa energije u horizontalnoj ravni i postavljanjem više sistema ili grupe sistema jednog iznad drugog postiže se koncentracija snopa u vertikalnoj ravni.

Pronalazak je dalje opisan, u vezi sa priloženim nacrtima u kojima:

Sl. 1a pokazuje, u opšte, glavnu koničnu

karakteristiku zračenja dugog provodnika na kome se proizvode stojeći talasi.

Sl. 1b pokazuje, u poprečnom preseku, karakteristiku zračenja žice (provodnika) koja je duga pet talasnih dužina.

Sl. 2a, 2b i 2c pokazuje razne oblike osnovne jedinice ovog pronalaska, gde su dugi pravolinijski provodnici sa stojećim talasima raspoređeni pod uglom tako, da glavno zračenje biva duž pravca srednje presečne linije ugla.

Sl. 3 pokazuje karakteristiku zračenja u dva pravca jedne od jedinica pokazanih u sl. 2.

Sl. 4 pokazuje antenski sistem za koncentrisanje direkcionalnog snopa zračenog sa jedne od jedinica pokazanih u sl. 2.

Sl. 5 pokazuje raspored većeg broja jedinica pokazanih u sl. 2 za dobijanje zračenja u jednom pravcu.

Sl. 6 i 7 pokazuju raspodelu energije u horizontalnoj i vertikalnoj ravni sa antenskog sistema pokazanog u sl. 5.

Sl. 8 pokazuje raspored jedinica za zračenje u jednom pravcu u cilju daljeg povećanja direktivnosti zračenog snopa elektro-magnetskih talasa.

Sl. 9 je izgled jednog rasporeda za povećavanje direktivnosti jednog snopa talasa.

Sl. 10 i 10a pokazuju rombične rasporede jedinica za dobijanje zračenja u jednom pravcu.

Sl. 11 pokazuje bolji oblik pronalaska za koncentrisanje jednosmernog snopa energije u horizontali i vertikali, kad je dužina žica od 6 do 12 talasnih dužina.

Sl. 12 je diagram, koji pokazuje pravilan odnos, po ovom pronalasku, između dužine jednog provodnika iz para provodnika i ugla, koji treba dati provodniku, a koji se odnosi na željeni pravac zračenja.

U opšte, kao što je pokazano u sl. 1a, ako žice 2, koja je duga u odnosu na radnu talasnu dužinu, postoje u glavnom dve šuplje kupe 4, 6 zračenja. Kupe su simetrične oko žice 2 i osa kupa poklapa se sa osom žice 2 (radiatora). Za jednu datu žicu, pri datoj talasnoj dužini, ugao α između osa Y—Y svake zamke kupe, koja se kao takva javlja u poprečnom preseku, i žice 2 stalna je veličina.

Poprečni presek diagrama zračenja sa provodnika, koji je dug izvestan broj talasnih dužina i ima stojeće talase, ima onoliko zamki (petlji) na jedan kvadrant, koliko ima talasnih dužina u provodniku. Kao što je pokazano u sl. 1b za jednu žicu, dugu pet talasnih dužina, postoje pet zamke u svakom kvadrantu, pri čem se glavna krila zračenja nalaze duž ose y—y. Kao što je pokazano, momentani pravac

polja, prestavljenog svakom zamkom, je obrnut (suprotan).

Ako se sad želi zračenje energije poglavito u pravcu ose x—x iz sl. 2 onda treba provodnike okrenuti za ugao α prema pravcu ose x—x da bi se još više povećala karakteristika duž te ose. Po ovom pronalasku uzete su dve žice koje zaklapaju ugao α sa osom x—x i to na suprotnim stranama od ose tako, da osa i par žica iče u jednoj ravni. U pravcima drugim, izuzev pravca x—x, zračenje će se potrti, usled čega će par žica pod uglom α u odnosu na osu x—x imati karakteristiku zračenja u ravni para žica kao što je to pokazano u sl. 3.

Ako posmatramo dugu žicu, koja je jednaka velikom broju vrlo kratkih (Hertzovih) oscilatora, i ako sumiramo u nekoj tački P komponente polja, čiji je ugao, prema osi žice Θ , pošto je tačka P tako daleko od žice u sravnjenju sa dužinom žice, da su sve linije od tačke P do neke tačke na žici skoro paralelne, onda možemo pokazati, da je jačina polja H za provodnik dug neparan broj polutalasnih dužina izražena sledećim odnosom:

$$H \propto \frac{\cos \left(n \frac{\pi}{2} \cos \Theta \right)}{\sin \Theta}$$

Oznaka »n« pokazuje broj polutalasnih dužina u žici.

Za žicu, dugu paran broj polutalasnih dužina, na isti način dobija se jačina polja H, t. j. data je odnosom:

$$H \propto \frac{\sin \left(n \frac{\pi}{2} \cos \Theta \right)}{\sin \Theta}$$

gde n označava broj polutalasnih dužina u žici.

Vrednost za koju ugao Θ bilo u jednom ili u drugom slučaju čini izraz maksimumom, daje naravno vrednost za ugao α pod kojim se treba postaviti žica prema pravcu x—x, ako se želi odašiljanje talasa. Dobijanje kritične vrednosti za bilo koju od gornjih jednačina, može se lako postići, njena veličina za žice duge do četrnaest talasnih dužina data je grafički u sl. 12. Za praktične svrhe empirijski obrazac:

$$\alpha = 50.9 \left(\frac{1}{\lambda} \right) - 0.513 \text{ stepeni}$$

je dovoljno tačan; tu je 1 dužina žice λ talasna dužina i to obe dužine u jedinici merenja. Gde se upotrebljuje par žica po ovom pronalasku, onda njih treba razmaknuti pod uglom, koji je dvaputa veći od α koji se određuje na gore pokazani način.

Za dobijanje jedinice za dvosmerno zra-

čenje, koja ima karakteristiku pokazanu u slici 3 može se upotrebiti ma koji od rasporeda pokazanih u slici 2. Osnovna jedinica pokazana je u slici 2a gde transmisivna linija daje visoko frekventnu energiju paru žica A, B, koje međusobno zaklapaju ugao 2α . Ugao α je ugao koji zaklapa jedan od provodnika sa $x-x$ osom duž koje se želi da žice A, B zrače energiju. Ove žice A, B spojene su pri vrhu, koji pada u osi $x-x$. Žice dobijaju energiju između svojih krajeva na način isti na koji se polutalasni oscilator napaja između svojih krajeva. Ako se želi, naravno, transmisivna linija 10, kao u sl. 2b, može primiti krajeve provodnika A, B što je bolje nego da se oni spoje.

Raspored pokazan u sl. 2c bolji je, jer on omogućava akordiranje (podešavanje) antenske jedinice, koja se sastoji iz para žica A, B. Transmisivna linija 10 daje energiju zamki 12 oblika U, čiji su kraci kratko vezani pomoću jedne podešljive trake 14, koja predstavlja naponski čvor. Krajevi 16 zamke 12 dovode energiju, sa suprotnom fazom, provodnicima A, B. Podešavanje impedanse tako, da ne bude odbijanja duž linije 10, vrši se duž krakova zamke pomoću podesnih mesta 18 za odvod.

Upotreba zamke omogućava podešavanje antenskih žica time, što se celokupna stvarna dužina akordiranja svake žice jedinice »V« ili zračeće jedinice pravi jednakom sa neparnim brojem četvrt-talasnih dužina. Stvarna (efektivna) dužina zračenja je dužina žice, koja se nalazi samo u »V«, pošto zamka ne zrači i može se načiniti svake proizvoljne dužine.

Kad se akordiranje »V« pravilno izvede pomoću zamke oblika U, onda sistem predstavlja čisto otporno opterećenje za transmisivnu liniju. Ako se sa linije, na kracima U na podesnom odstojanju od trake za kratku vezu, odvodi energija, onda se efektivni otpor antenskog sistema može načiniti jednakim sa impedansom linije, što je potreban uslov za maksimalni prenosni stepen dejstva.

Ovde napominjemo, da se energija radiatorima (žicama) A, B uvek treba dovoditi vanfazno, jer biva inače na udaljenom mestu P duž ose $x-x$ potiranje zračenja, i napominjemo, da tako opisana jedinica nije samo korisna za zračenja već se može upotrebiti podjednako i za prijem. Antenski sistem po ovom pronalasku je podjednako podesan za svaku vrstu zračenja, bilo da se skuplja energija zračenja bilo da se ista otporavlja. Osim toga napominjemo, da žice svake jedinice mogu biti proizvoljno duge, ako se vodi računa da se stave pod

pravilnim uglom, koji odgovara njihovoj dužini. Radi najboljeg akordiranja celokupna dužina obeju žica i zamke oblika U, koja čini kraj žica, treba da je ceo broj polutalasnih dužina, ali deo koji obrazuje element zračenja, može biti proizvoljne dužine. Zakon, koji daje pravilan ugao za dužine između neparnog i parnog broja polutalasnih dužina, nije ovde dat zbog svoje komplikovanosti ali empirijski obrazac i kriva iz sl. 12 tačna je za sve praktične svrhe, gde dužina posmatrane žice ne odgovara celom broju polutalasnih dužina.

Da bi se sprečilo neželjeno više-ugaono zračenje i da bi se željeni snop skoncentrisao u vertikalnoj ravni, upotrebljuje se šema po sl. 4. Ovde su parovi žica A, B i A' B' stavljeni u paralelne horizontalne ravni i držane od katarki (stubova) 20 od kojih su podesnim izolatorima 22 izolovane. Oba para žica kofazno se napajaju sa transmisivne linije 24 preko provodnika 26, pri čem se žice svakog para napajaju suprotnim fazama. Da bi se povećala koncentracija zračene energije u vertikalnoj ravni par A, B i A' B' postavljaju se razmaknute u horizontalnim ravnima i to bar za odstojanje od jedne polutalasne dužine. Donji par mora biti bar za jednu polutalasnu dužinu iznad zemlje. Dvo-smerno rasprostiranje ide duž ose $x-x$ ali u mnogo koncentrisanijem obliku nego sa jednom jedinicom.

Vertikalno razmicanje jedinica jedne iznad druge ne mora biti ceo broj polutalasnih dužina. Uz to napominjemo, da je za žice, duge nekoliko talasnih dužina, vertikalno zračenje ili nula ili stvarno vrlo malo. Nula je za žice čije su dužine jednake parnom broju polutalasnih dužina i malo za žice koje su duge neparni broj talasnih dužina. Za žice, čija se dužina približuje veličini od 6 do 10 talasnih dužina bolja je razmaknutost, koja je veća od jedne polutalasne dužine.

U praksi gde je visina antene ograničena usled ekonomskih razloga i gde se želi, da se apsorpcija zemlje što više smanji, dobro je rešenje i otstojanje od jedne polutalasne dužine. Za prenos energije sa talasnom dužinom od 17 ili 18 metara može se dobiti dobra izvodljiva antena, gde su donje žice oko tri-četvrtine talasne dužine iznad zemlje, a otstojanje između žica je jedna polutalasna dužina. Katarke (stubovi) od oko 26 metara mogu se upotrebiti za nošenje žice.

Da bi se dobila karakteristika jednosmernog zračenja par jedinica, pokazan na pr. u sl. 2, može postaviti paralelno i razmaknuti duž ose $x-x$ ili srednje presečne linije ugla, koga zaklapa svaki par

žica u svakoj jedinici, i to za odstojanje ravno neparnom broju četvrt-talasnih dužina.

Takav sistem kombinovan sa srestvima za koncentrisanje snopa u pravcu, koji preseca ravan žice svake jedinice pokazan je u sl. 5, t. j. sl. 5 pokazuje sistem kao u sl. 4 koji je udvojen u pravcu ose $x-x$, usled čega se u horizontalnoj ravni dobija direkionalna karakteristika takva kakva je pokazana u sl. 6 a u vertikalnoj ravni karakteristika podele snage, kakva je pokazana u sl. 7.

Sistem iz sl. 5, koji se sastoji iz para žica A, B, sa kojima je paralelan istovetan par a, b, koji je u pravcu $x-x$ razmaknut za neparan broj četvrt-talasnih dužina i kao što je pokazano za devet-četvrtina jedne talasne dužine iza vrha 28 žica A, B, nadražen je tako, da žice a, b imaju stojeće strujne talase za 90 stepeni napred u fazi od faze suprotnih talasa na žicama A, B. Prema tome, energija će biti odašiljana poglavito duž ose $x-x$ ka divergentnim krajevima žice. Da bi se koncentrisao snop tako zračene energije istovetni parovi ica postavljeni su ispod parova A, B i a, b u ravnima, koje su podesno razmaknute od prvo pomenutih parova žica, da bi se dobilo vertikalno koncentrisanje. Donji parovi žica draže kofazno sa gornjim parovima preko provodnika 26, 26', koje napaja transmisiona linija 24. Da bi se akordirale razne jedinice predviđene su zamke 30, 30' oblika U, koje se kratko vezuju pomoću traka 32, 32'.

Naravno draženjem žica a, b, koje zaoštaje za 90° iza draženja žica A, B može se postići jedno-smerno odašiljanje u suprotnom pravcu ili prema konvergirajućim krajevima ili vrhovima jedinica.

Ako se želi veća koncentracija energije žice, onda se više sistema pokazanih u sl. 5 na pr. — koji se sastoje iz stvarne zračee jedinice A, B i odbijajuće jedinice a, b, — mogu staviti prema strani odašiljanja i dražiti istofazno. Na taj način, u sl. 8 svaka od zračeeh jedinica A, B, pokazana u horizontalnoj ravni, ima odbojnu jedinicu a, b. Preko granastih transmisioh linija, kakve su šematički pokazane kod T, svaki sistem se napaja istofazno, usled čega se vrlo koncentrisani snop energije, u ravni jedinica, otpavlja u pravcu od odbojnih jedinica ka zračeeim jedinicama ili obrnuto, što zavisi od faze talasa u jedinicama.

Jedinice se mogu rasporediti redom ili koaksialno kao što je pokazano u sl. 9, gde je svaka jedinica U razmaknuta u pravcu željenog otpavljanja. Ako je fazna razlika između svake jedinice ravna

$Zn \frac{s}{\lambda}$ gde je s razmaknutost svake jedinice mereno duž ose, onda se koncentrisano jedno-smerno otpavljanje može postići u jednom ili drugom pravcu duž $x-x$ ose, što zavisi od toga da li su ili ne talasi na sledećim jedinicama u zakašnjenju ili idu napred jedan ispred drugog usled fazne razlike dobivene na osnovu gornjeg izraza.

Druge kombinacije lako će biti ostvarene od strane stručnjaka, na pr. jedinice U mogu se postaviti u rombičnom obliku kao na pr. u sl. 10 ili se mogu staviti jedna iznad druge kao u sl. 10a, pri čem žice svake jedinice poprečno idu preko druge jedinice.

Da bi se dobilo veće koncentrisanje zračenog snopa energije u pravcu koji preseca ravan svake jedinice, sistemi se mogu proširiti na način pokazan u sl. 11. Ovde je sistem iz sl. 5 udvostručen u vertikalnom pravcu. Čime se postiže povećana koncentracija u tom pravcu. Energija se dovodi sistemu preko naprave 40 i onda kofazno ka odbojnim jedinicama preko podesne veze 42. Energija se na isti način dovodi zračeeim jedinicama preko podesne veze 44. Podesnim akordiranjem i podesnim razmicanjem zračeeh parova žica i odbijajućih parova žica, može se postići jednosmerno otpavljanje u jednom ili drugom pravcu duž presečne linije ugla, koga zaklapaju žice svakog para.

Razmicanje antene i žica sistema po sl. 11, gde su žice duge 6 do 12 talasnih dužina, obično je devet četvrti talasne dužine. Za žice duže od 10 talasnih dužina, bolje je da se predvidi veća razmaknutost između antene i žica na pr. dve i tri četvrtine ili tri i jedna četvrtina talasnih dužina. Za žice duge od tri ili četiri talasnih dužina razmaknutost žica od antena treba da je jedna i jedna četvrt talasne dužine ili manje od toga. U opšte, za najveću koncentraciju, treba da se otstojanje između žica i antene poveća.

U svakom sistemu, naravno za prijem treba transmisioh liniju prosto vezati za podesni prijemnik i da se antena upravi prema otpavnoj stanici. Žice, ako i obično postavljene u horizontalnim ravnima, mogu se staviti pod svaki željeni ugao a da se ipak ne izade iz okvira pronalaska, i za vreme otpavljanja često je korisno ravni žica skrenuti sa zemlje i upraviti u smeru, u kome treba otpavljeti snop energije.

Patentni zahtevi:

1. Direkionalna antena (antena za pravo) za radio prijem i otpavljanje, nazna-

čena time, što se ona sastoji iz para provodnika, koji međusobno zaklapaju ugao i od kojih je svaki dug nekoliko polutalasnih dužina, a koji imaju stojeće talase, usled čega se glavno zračenje vrši duž srednje presečne linije ugla između provodnika.

2. Direkionalna antena po zahtevu 1, naznačena time, što su krajevi provodnika otvoreni i imaju stojeće talase suprotnog trenutnog polariteta.

3. Antenski sistem po zahtevu 1 ili 2, naznačen time, što se sastoji iz većeg broja antena, koje su raspoređene paralelno jedna drugoj i koje su razmaknute duž srednje presečne linije ugla, koji zaklapaju provodnici svake antene, za neparan broj četvrt — talasnih dužina.

4. Antenski sistem po zahtevima 1—3, naznačen time, što su antene raspoređene tako, da provodnici antene leže u paralelnim ravnima.

5. Antenski sistem po zahtevu 1—4, naznačen time, što su antene raspoređene jedna pored druge.

6. Antenski sistem po zahtevima 1—5, naznačen time, što su provodnici svakog para provodnika raspoređeni pod uglom koji je jednak dvaputa $5,09 \left(\frac{1}{\lambda}\right) - 0,513$ stepeni.

7. Antenski sistem po zahtevu 1—5, naznačen time, što su provodnici svakog para, dugi neparan broj polutalasnih dužina, raspoređeni pod uglom koji je jednak dvaputa uglu za koga je izraz $\frac{\cos(n \frac{\pi}{2} \cos \theta)}{\sin \theta}$

maksimum.

8. Antenski sistem po zahtevu 1—5, naznačen time, što su provodnici svakog para, dugi paran broj polutalasnih dužina, raspoređeni pod uglom koji je jednak dva-

put uglu za koji je izraz $\frac{\sin(n \frac{\pi}{2} \cos \theta)}{\sin \theta}$

maksimum.

Fig. 2. b

Fig. 2. a

Fig. 2. c

Fig. 1a

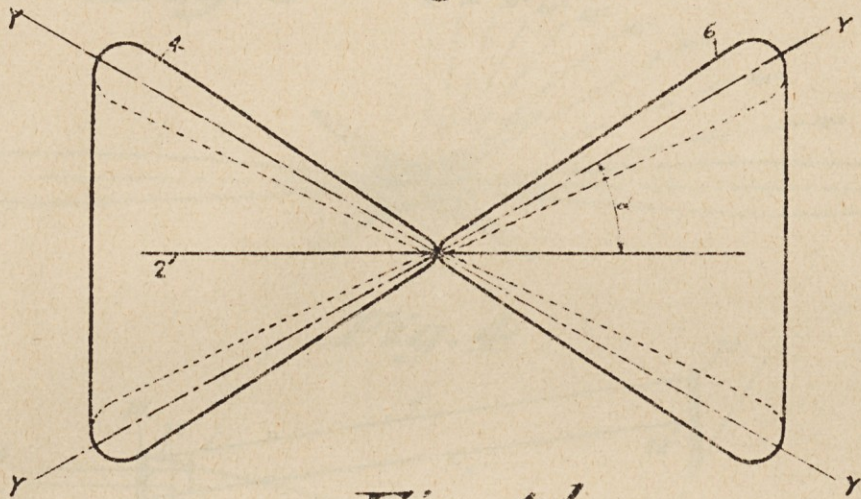


Fig. 1 b

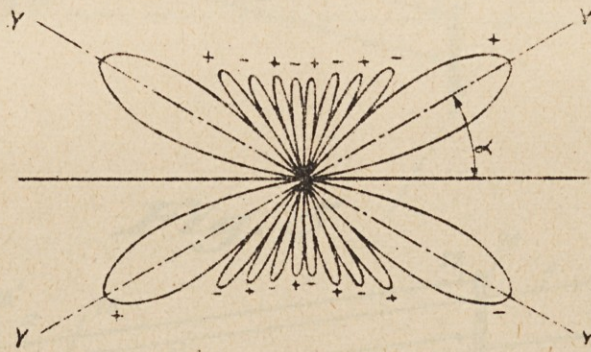


Fig. 2 b

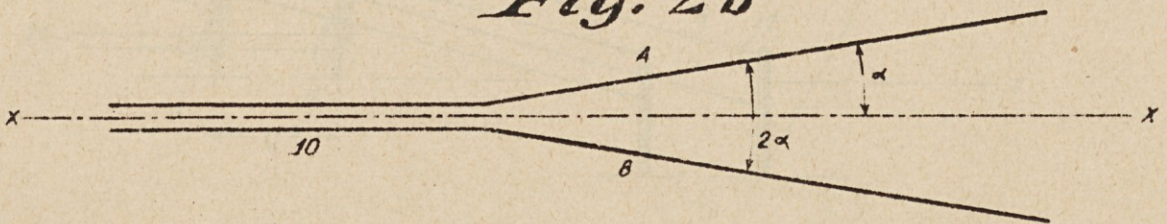


Fig. 2a

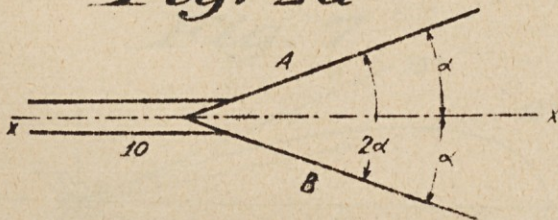


Fig. 2c

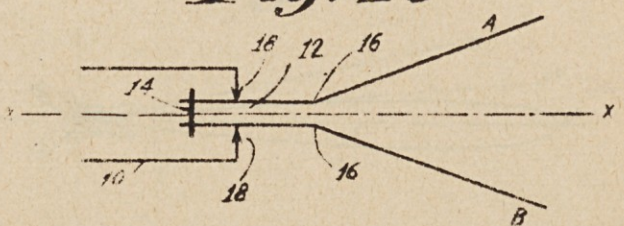


Fig. 3

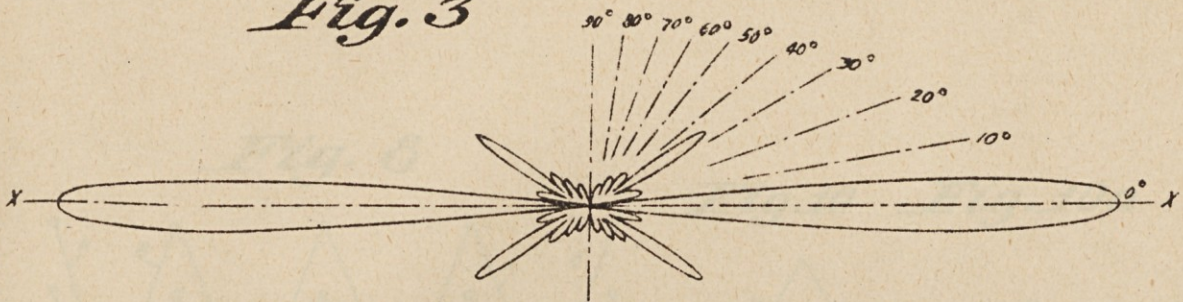


Fig. 4

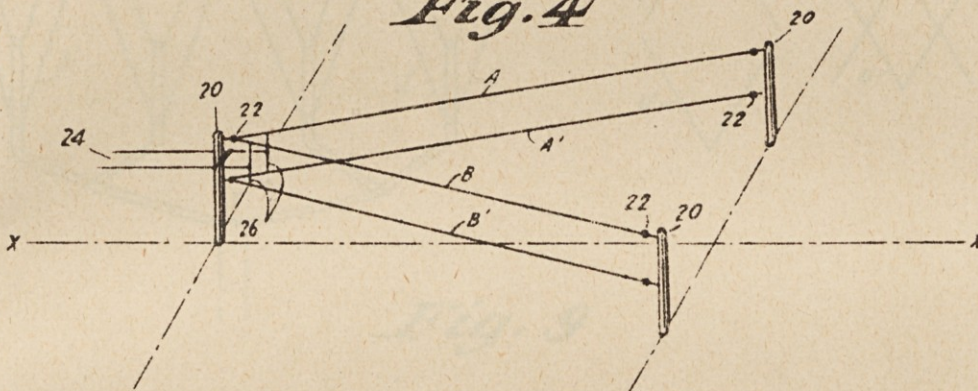


Fig. 5

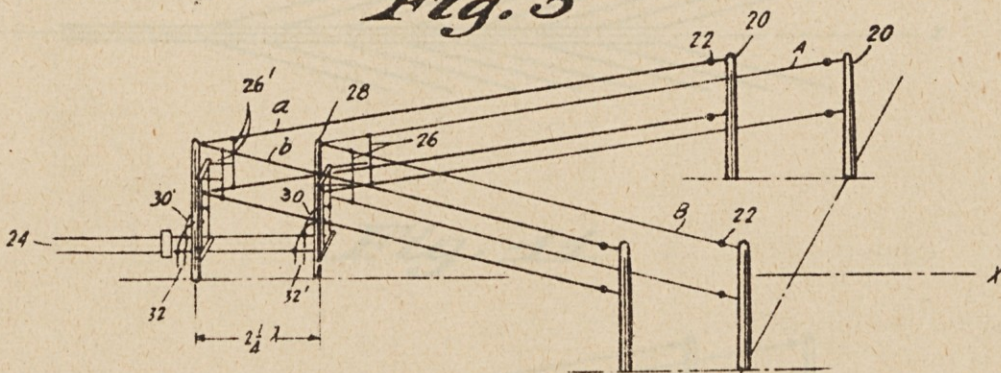


Fig. 6

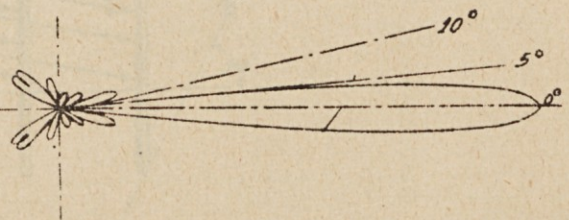


Fig. 7

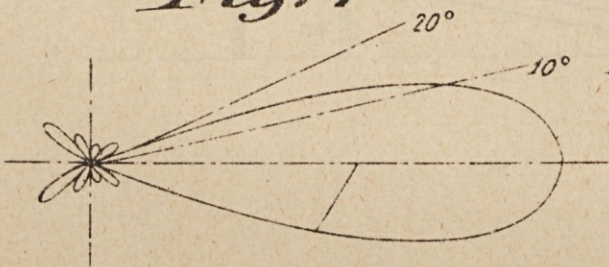


Fig. 8

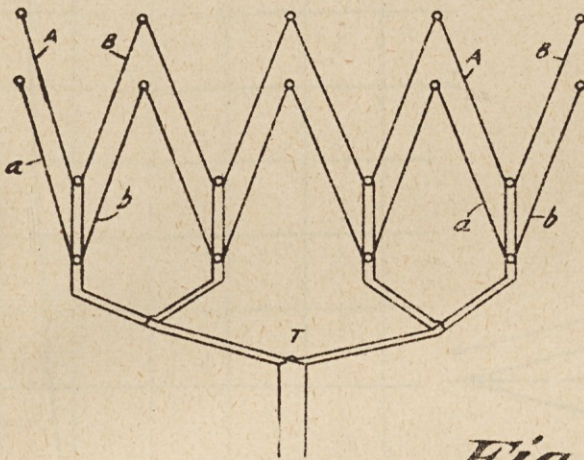


Fig. 10 Fig. 10a

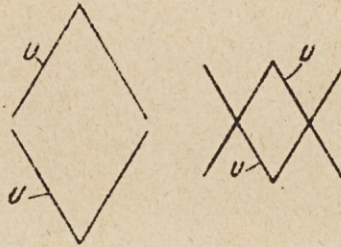


Fig. 9

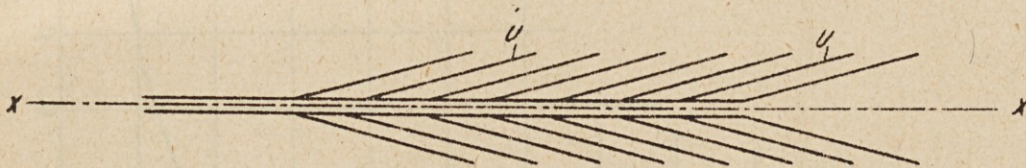


Fig. 11

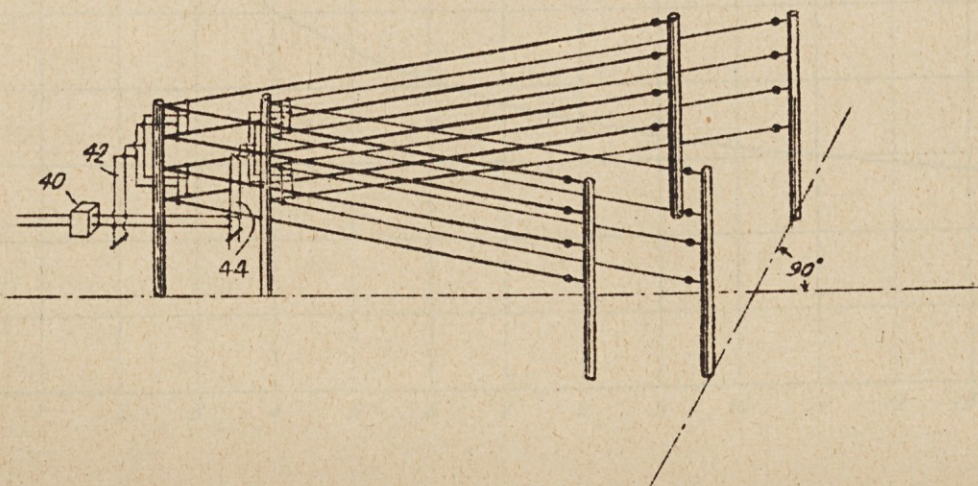


Fig. 12

