



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **325941**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

H01Q 13/04 (2006.01)

H01Q 1/12 (2006.01)

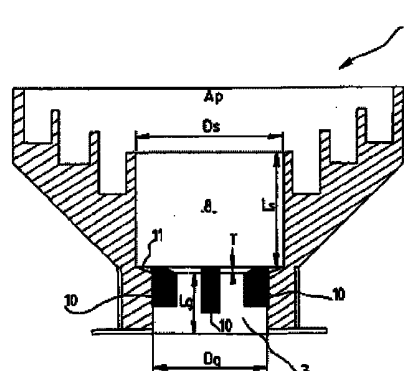
H01Q 19/13 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20023461	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2002.07.19	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2002.07.19	(30)	Prioritet	2001.07.20, EP, 01401959
(41)	Alm.tilgj	2003.01.21			
(45)	Meddelt	2008.08.18			
(73)	Innehaver	Eutelsat SA, 70, rue Balard, 75015 PARIS, FR			
(72)	Oppfinner	Daniel Tits, 16, rue de Chaleine, F-28230 Droue-sur-Drouette, FR			
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS, Postboks 7085 Majorstua, 0306 OSLO			

(54)	Benevnelse	Antenne med lav pris og høy ytelse for bruk i satellitt-terminal
(56)	Anførte publikasjoner	EP 1 018 781 A2, GB 1 525 514
(57)	Sammendrag	

Antenne med høy ytelse for bruk i en satellitterminal og omfattende et matehorn (2). Særlig kjennetegnes denne antenne av å omfatte en elliptisk hovedreflektor 1 og et korrugert matehorn 2 med en ytre elliptisk appertur og en indre, sylindrisk bølgeleder, hvilken bølgeleder omfatter en indre bølgelederdel 7 og en utvidet midtre del 8, og hvor denne midtre del omfatter kavitetsselementer 10 for kompensasjon av krysspolariserende komponenter. Antennen er velegnet for bruk i et større antennesystem.



Denne oppfinnelse gjelder en antenne som har et matehorn og er optimalisert for bruk i såkalte interaktive satellitt-terminaler.

5 For den vellykkede introduksjon av store interaktive kommunikasjonsnett som omfatter flere titusentalls enkeltvis interaktive brukerterminaler, hver bestående av innendørsutstyr og tilhørende utendørsutstyr (så som antennen og elektronikk for sending/mottaking), vil det være vesentlig å ha tilgjengelig på markedet, kostnads-
effektive, høytytelses sender/mottaker antenner. Det er kjent at antennen utgjør en
10 nøkkelkomponent i slike terminaler. Forøvrig har man alltid tatt det for gitt at man ikke kan lage senderantenner med høy ytelse og samtidig lave kostnader.

Målet med denne oppfinnelse er å foreslå et høytytelsesantennesystem som møter eksisterende spesifikasjoner for forskrifter og drift, men som likevel kan produseres ved et rimelig kostnadsnivå.

15 I følge oppfinnelsen, løses de overnevnte problemer ved et system angitt i krav 1 og som har de karakteristiske trekk som angitt i den kjennetegnende del av kravet.

Dette mål nås med oppfinnelsens antenne, er kalt et antennesystem for en interaktiv satellitt terminal. Denne antenne omfatter et matehorn og er særlig kjennetegnet ved en elliptisk hovedreflektor 1 og et korrugert matehorn 2 med en ytre elliptisk
20 appertur og en indre, sylindrisk bølgeleder, hvilken bølgeleder omfatter en indre bølgelederdel 7 og en utvidet midtre del 8, og hvor denne midtre del omfatter kavitets-elementer 10 for kompensasjon av krysspolar komponenter. I tillegg må viktige mekaniske trekk være inkorporert for å kunne gjøre optimaliseringen av antennen eller antennesystemet effektiv.

25 Oppfinnelsen vil lettere forstås, og dens mål, trekk, detaljer og fordeler vil fremgå klarere av den detaljbeskrivelse som er satt opp nedenfor, idet beskrivelsen støtter seg til tegninger som særlig viser utførelseseksempler, og hvor fig. 1-3 viser oppfinnelsens antenne forfra, fra siden og bakfra, fig. 4 viser skjematisk et elliptisk matehorn som passer til denne antenne, forfra henholdsvis i to lengdesnitt, fig. 5 og 6 viser skjematisk en
30 foretrukket utførelse av et slikt matehorn med tilhørende kavitets-elementer i form av spalter, og fig. 7 viser et kart med indikasjonslinjer for vinkelstillingen av antenne-reflektorens gradeskala, for innregulering av antennenopolisasjonsplanet.

En skjematisk tegning av en satellitt terminalantenne ifølge oppfinnelsen er således gitt ved fig. 1, 2 og 3. Antennen har som hovedkomponent en elliptisk hoved-
35 reflektor 1 for frontmating av signaler (eller for tilsvarende uttak i en mottakersituasjon), et kompensert matehorn 2 som holdes på plass ved hjelp av en bærearmer 3 festet til den nedre kant på reflektoren 1, en dreieplate 4 som reflektoren er montert på og som eventuelt også et andre mateelement 5 er montert på, nær matehornet 2, for mottaking av

en annen satellitt i nærheten av en hovedsatellitt. Reflektoren 1 kan være av kommersielt tilgjengelig type.

Ved å velge en elliptisk konfigurasjon får man en god intersatellittisolasjon, slik at man kan arbeide med flere satellitter. Frontmategeometrien gir forbindelse med reflektoren har imidlertid ulempen på grunn av den korte brennvidde at krysspolar-
 5 diagrammet får relativt store loper eller maksima, og disse kan ligge godt høyere enn 20 dB og dessuten nær antennens hovedretning. Dette betyr at man selv ved temmelig nøyaktig innretting ikke får særlig god krysspolar diskriminering, det vil si at nærliggende satellitter ikke så lett blir skilt fra hverandre allerede i antennen.

10 Dette problem unngås imidlertid med det kompenserte matehorn 2 som elektrisk motvirker den depolarisasjon som skyldes hovedreflektoren, det vil si ved å etablere en nærmere bestemt mikrobølgeomodus som har samme amplitude, men motsatt fase i forhold til den depolarisasjonskomponent som innføres av hovedreflektoren.

Fig. 4-6 illustrerer utførelsen av et matehorn og innrettet for å kompensere denne
 15 komponent nevnt ovenfor. Konseptet er utviklet for å kunne brukes sammen med elliptiske antenner for å bedre krysspolariskrimineringen, for å kunne masseproduseres og for ikke å behøve noen avstemning. Som vist på fig. 4 brukes et matehorn med generell form som et korrugert horn og med en elliptisk appertur A_p med stor diameter D_w og liten apperturdiameter D_n , vist henholdsvis på fig. 4b og 4c, og en indre
 20 bølgelederdel 7 med bølgelederdiameter D_g , som en indre del og med overgang til en utvidet midtre del 8 (en trinnseksjon) med noe større diameter D_s . I denne "halsdel" av matehornet 2 avviker mateelementkonstruksjonen relativt mye fra en konvensjonell korrugert tilsvarende konstruksjon.

Man har funnet at kompensasjonen nevnt ovenfor kan oppnås ved å eksitere en
 25 TE_{21} modus i den sylindriske bølgelederdel med å etablere en asymmetri i denne. TE_{21} -modusen er i seg selv en av symmetrisk modus og krever asymmetri i matestrukturen. Den beste måte man har funnet for å innføre den nødvendige asymmetri er å bruke langsgående kavitetselementer i form av spalter 10 i bølgelederen, slik det er illustrert på fig. 5 og 6. Disse spalter er utformet i overgangen der diameteren øker fra den indre
 30 bølgelederdel 7 til den utvidede midtre del 8, og spaltene er anordnet parallelle med bølgelederens sentrale lengdeakse i den indre bølgelederdel 7 og utvidet over et avskrådd parti 11. Ved å endre spaltenes 10 dimensjoner kan amplituden av denne overføringsmodus reguleres.

Fig. 5 og 6 viser oppbyggingen av et korrugert matehorn med tre spalter 10. En av
 35 disse spalter er lagt til y-aksen slik at denne spalte frembringer det nødvendige krysspolarfelt for horisontal polarisasjon, mens de øvrige to spalter er anordnet i $\pm 45^\circ$ i forhold til den sentrale spalte.

Spaltesdimensjonene er kritiske når det gjelder å bestemme nivået av den modus som genereres. Spaltenes lengde S og bredde W spiller således en viktig rolle, sammen

med bølgelederstørrelsen. Jo lenger spaltene er desto større nivå for modus TE_{21} får man. Spaltenes dybde D er i prinsippet halvparten av forskjellen mellom bølgelederdiameteren D_g i delen 7 og den tilsvarende diameter D_s av den midtre del 8. Dybden D må være noe mindre enn dette for å sikre at spaltens ytterkant alltid ligger innenfor den utvidede diameter D_s i delen 8. Dette gjøres for å sikre at denne del 8 kan støpes i form. Tykkelsen T av det avskrådde partiet 11 er ikke kritisk for hornets arbeidsfunksjon, men kan innstilles på optimal måte for å sikre at hornet er lettere å støpe. Dersom det brukes en perpendikulær seksjon i dette punkt kan verktøyet nemlig henge fast og være vanskelig å fjerne under støpingen.

Man har funnet at de to sideliggende spalter ved 45° vinkelavstand gir betydelige nivåer av høyere ordens modi TE_{21} . Nivået av den modus som genereres av disse to spalter for vertikal polarisasjon ble funnet å være meget tilsvarende det som ble generert av den enkle spalte for horisontal polarisasjon. Man har funnet at krysspolarkanselleringen kan oppnås i begge polarisasjonsretninger og med samme oppstilling av matehorn. Som et eksempel var lengden av den midtre spalte 10 7,5 mm og lengden av de ytre spalter 6,5 mm. Den midtre spalte 10 hadde bredde 3 mm, mens de to sideliggende spalter hadde bredden 2 mm. Lengden L_s av den utvidede midtre bølgelederdel 8 var i dette tilfellet 19 mm, mens lengden L_g av den indre bølgelederdel 7 var 10 mm, mens diameterne D_s og D_g henholdsvis var 24 og 18 mm. Aperturens ellipseform hadde sin store akse normalt på dens lille akse som spaltene 10 var orientert langs.

Det skal her bemerkes at den midtre spalte av de tre spalter 10 er den spalte som styrer modusgenereringen for horisontal polarisasjon langs hornets hovedakse. De to sideliggende spalter ved $\pm 45^\circ$ i forhold til hornets lille akse frembringer den høyere modus for vertikal polarisasjon. Lengden av den midtre bølgelederdel 8 innstilles for å få fasen av krysspolarlobene i fase eller motfase til krysspolararmønsteret.

Det skal videre bemerkes at siden kompenseringen ikke har noen tapselementer vil den absolutte sender- og mottakeroverføring ikke påvirkes. Endelig skal her nevnes at kompensasjonsvirkningen er frekvensavhengig, men har vist seg å arbeide bra over i det minste 5% frekvensbånd. Ved 14 GHz vil således omkring 500 MHz kunne dekkes, og ved 30 GHz omkring 1000 MHz. Med dette vil senderkrysspolarisasjonen hos antennen være vesentlig forbedret, og krysspolarlobene blir samtidig redusert i stor utstrekning, ned til 30 deler eller bedre.

I det følgende skal enkelte ytterligere trekk og fordeler med oppfinnelsen gjennomgåes, idet det vises til fig.1-3.

Siden den kompenserte matehornmekanisme er tilpasset og motvirker den depolarisasjon som bevirkes av hovedreflektoren 1, sperres det mot å påtrykke materotasjon for innregulering av antennesens polarisasjonsplan. For dette formål foreslås ifølge oppfinnelsen derfor å dreie hele antennesystemet, og en slik dreining kan oppnås på en meget kostnadsrimelig måte ved hjelp av en dreieplate 4 som er utrustet med avlange

(buede) hull 12 som strekker seg i omkretsretningen av skiven, og en gradeskala 13 langs periferien. Innstillingen av vinkelposisjonen av dreieplaten 4 vil være avhengig av posisjonen av terminalen og kan overføres som informasjon til installatøren, for eksempel sammen med et enkelt kart som viser vinkelkonturene for dreieplaten. Fig. 7 viser et eksempel på et slikt kart.

Prinsipielt vil man altså kunne utføre en vinkelforskyvning ved hjelp av dreieplaten 4, enten rundt den elektriske eller rundt den mekaniske hovedakse i antennen. Forskjeller i nødvendig dreieplatevinkel kan ta hensyn til generering av forskjellige konturinnplottinger. I begge tilfeller kan man oppnå korrekt innretting eller flukting.

Innretting på den måte som beskrevet ovenfor betyr effektivt at den elliptiske reflektors 1 hovedakse rettes inn parallelt med den geostasjonære bane slik denne kan betraktes fra en bakkestasjon. Dette gir to hovedfordeler:

For det første muliggjøres mottaking av en annen satellitt i nærheten, rett og slett ved monteringen av et andre matehorn 2, uten noen ytterligere vertikal forskyvning, og dette skyldes det faktum at antennen er innrettet i forhold til banen. En slik fasilitet gjør det mulig å arbeide med flere satellitter.

For det andre skal bemerkes at man i henhold til industrireguleringer og – forskrifter må kunne gå ned fra den maksimalt autoriserte ekvivalente isotropiske utstrålingseffekt (EIRP) for elliptiske antenner, under den forutsetning at hovedantenneaksen er i flukt med den geostasjonære bane. I dette tilfelle er det bare det mest fordelaktige azimuthstrålemønster som vil bli betraktet for å bestemme denne effekt EIRP, hvilket fører til høyere autoriserte effektnivåer. Åpenbart møter den foreslåtte konfigurasjon kravene som er satt opp for oppfinnelsen, nettopp å gi en maksimalt tillatt EIRP-allokering.

Som konklusjon får man altså med oppfinnelsen mulighet til å lage antenner på kommersiell basis, med elliptiske referansereflektorer og basert på bruken av matehorn som kan frembringes ved standardiserte og masseprodukttilrettelagte teknikker, uten noen behov for etteravstemning.

P a t e n t k r a v

5 1. Antennesystem som omfatter:

en elliptisk parabolisk hovedreflektor (1) og

et matehorn (2) med en ytre elliptisk appertur som står vendt mot den elliptiske paraboliske hovedreflektor (1) for å motta et reflektert elektromagnetisk felt,

idet matehornet (2) er innrettet med en indre, sylindrisk bølgeleder, hvilken
10 bølgeleder omfatter en indre bølgelederdell (7) fulgt av et avskrådd parti (11) og en utvidet midtre dell (8) med en større diameter enn den indre bølgelederdell (7),

karakterisert ved at minst én langsgående spalte (10) strekker seg i den indre bølgelederdell (7) og munner ut i det avskrådde parti (11) og den midtre bølgelederdell (8) er innrettet for å eksitere en høyere modus enn grunnmodusen av det reflekterte
15 elektromagnetiske felt mottatt i matehornet.

2. System ifølge krav 1, **karakterisert ved** at hver spalte (10) har en lengde valgt for å eksitere en høyere modus med en amplitude tilpasset for å kansellere de krysspolare komponenter.

3. System ifølge krav 1 eller 2, **karakterisert ved** at minst en spalte (10) munner
20 ut i retning av den lille eller den store akse i den elliptiske appertur.

4. System ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at det kompenserte matehorn (2) i sin indre bølgelederdell (7) omfatter tre spalter (10) i en av hver langs den store eller den lille akse, de øvrige to anordnet i vinkler på +/- 45° i forhold til denne sentrale spalte.

25 5. System ifølge ett av kravene 1 - 4, **karakterisert ved** at dreiningen av hele antennesystemet utføres ved hjelp en dreieplate (4) som systemet er vinkelinnstillbart med, for innretting av azimuthplanet tett opp til satellittbaneplan.

6. Antennesystem ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** å kunne omfatte et andre mateelement (5) anordnet på siden av det kompenserte matehorn (2) for
30 mottaking av signaler fra en andre nærliggende satellitt.

FIG. 3

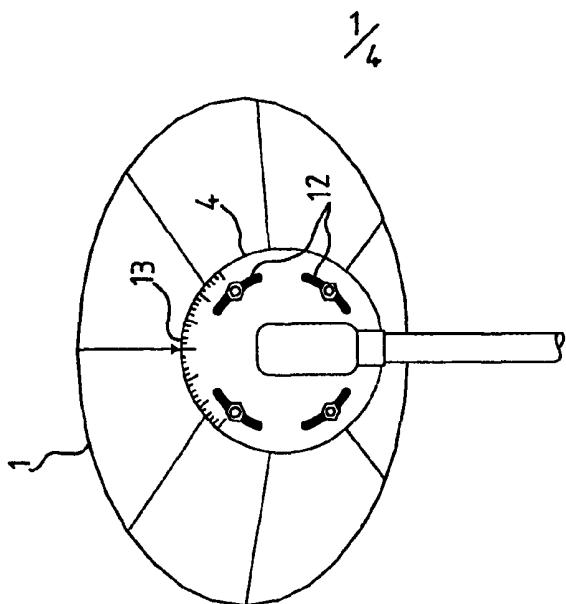


FIG. 1

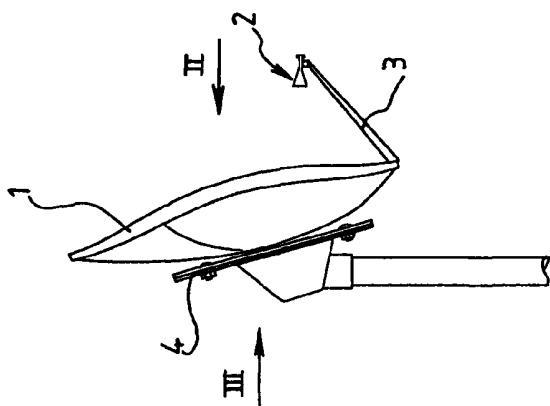


FIG. 2

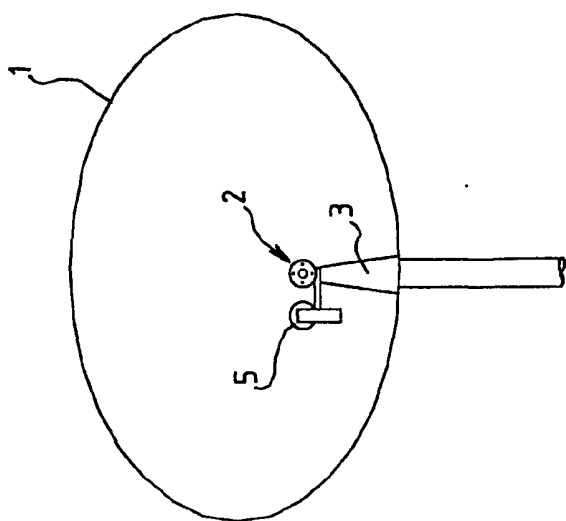


FIG. 4 A

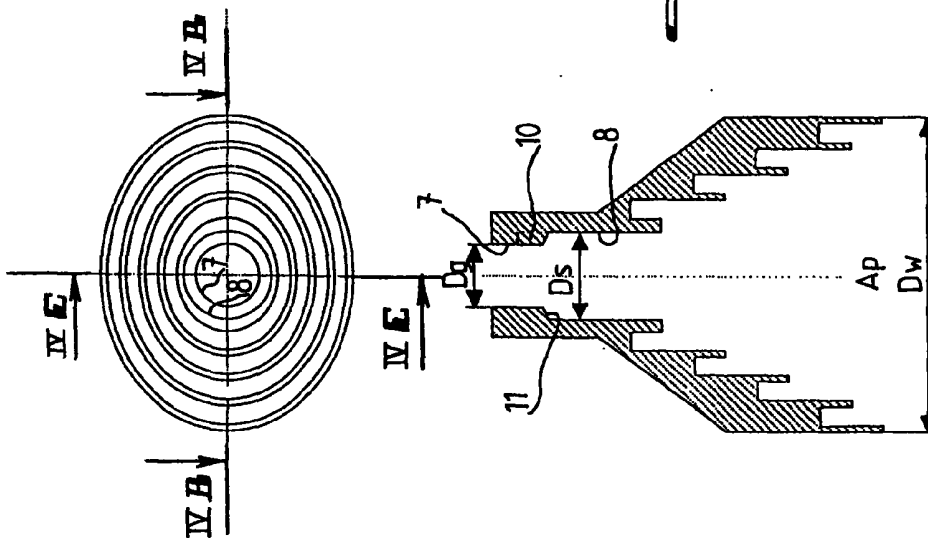
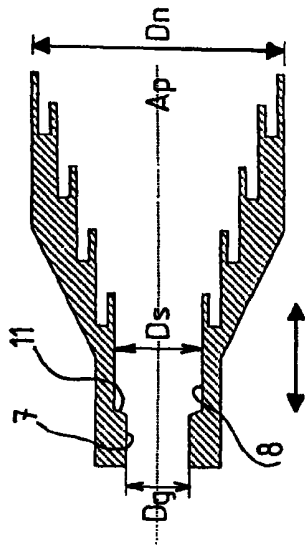


FIG. 4 B



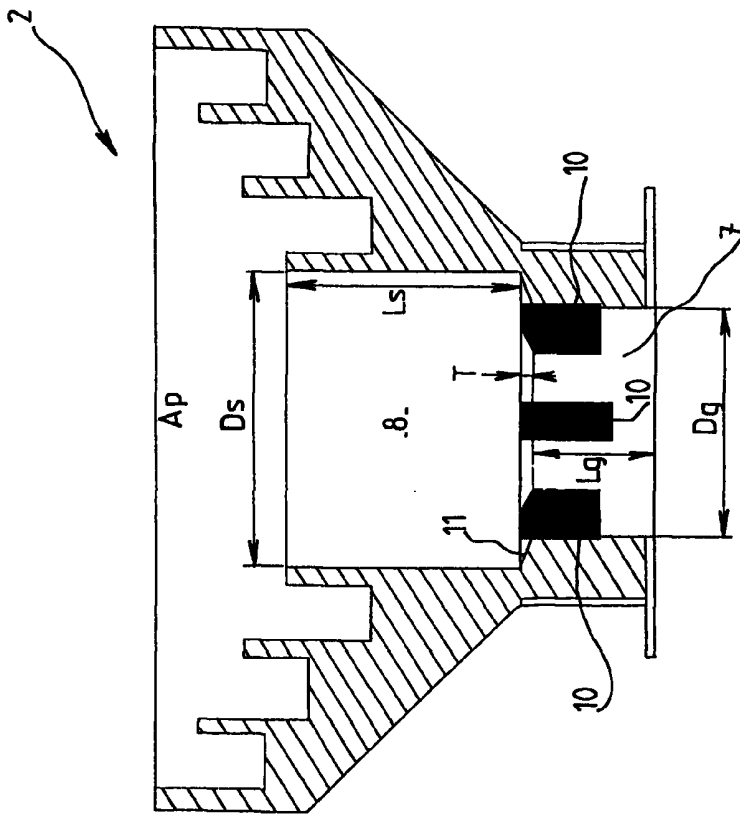


FIG. 5

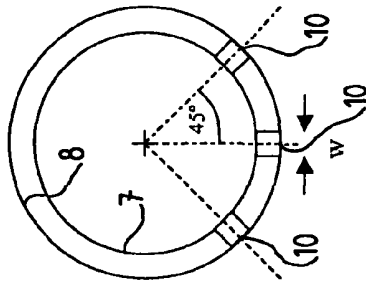
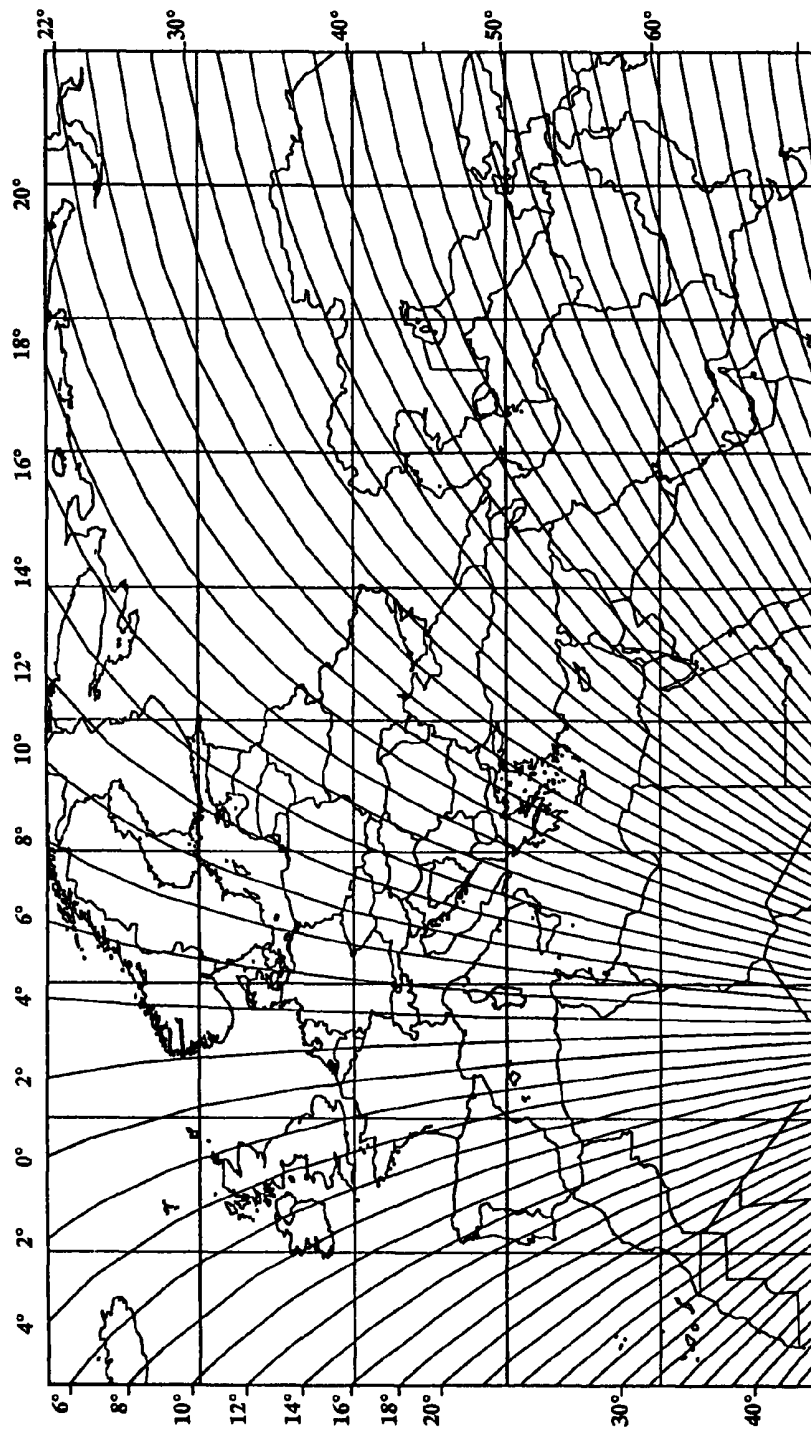


FIG. 6



4/4

FIG. 7