



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

88751

C (15) Patentti myönnetty
Patent beviljat 03 03 1988

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

G 01R 31/08

(21) Patentihakemus - Patentansökning	870201
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	19.01.87
(24) Alkuperäpäivä - Löpdag	20.05.86
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	19.01.87
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	15.03.93
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	PCT/CH86/00066
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
21.05.85 CH 2156/85 P	

(71) Hakija - Sökande

1. **Korona Masstechnik Gossau**, St. Galler Strasse 23, 9202 Gossau, Switzerland, (CH)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. **Kosina, Bohumil**, Zeughausstrasse 6, 9202 Gossau, Switzerland, (CH)
2. **Hubacher, Peter**, Sonnenhaldenstrasse 21, 9032 Engelburg, Switzerland, (CH)
3. **Talacko, Radovan**, Sturzeneggstrasse 19, 9015 St. Gallen, Switzerland, (CH)

(74) Asiamies - Ombud: **Oy Heinänen Ab**

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Laite koronapurkausten ilmaisemiseksi vaihtovirta-avojohdoissa
Anordning för detektion av koronaur-laddningar i växelströmsblankledningar

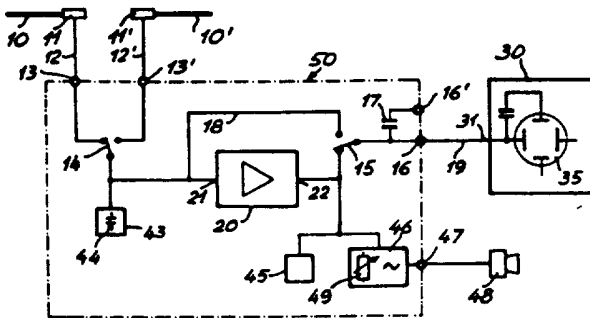
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US A 4006410 (G 01R 31/08), US A 3173086 (324-52)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Valvontalaitteessa on antenni (10), jolla vastaan-
otetaan vaihtovirta-avojohdosta lähtevää sähkömagneet-
tista säteilyä. Antenni (10) on kytketty vahvistimeen (20),
jonka signaaliulostulo (22) on yhteydessä oskilloskooppiin (30)
sitien, että vahvistimen (20) ulostulosignaali vaikuttavat
oskilloskoopin (30) kuvaruudulla olevan kuvapisteen sekä
pysty- että vaakapoikkeutukseen. Vahvistin (20) on kehi-
tetty vahvistamaan taajuuskaistaa, joka ulottuu verkkotaa-
juutta pienemmistä taajuuksista vähintään 20 kHz:n taajuu-
teen asti, jolloin vahvistusta on pienennetty noin 10 kHz:n
taajuudesta alaspäin. Vahvistimien (20) ulostulosignaalien
koko taajuuspektri on johdettu oskilloskooppiin (30). Avoijohdon
valvonnassa näkyy verkkovaihtojännitteen matalataajuinen
signaali tasaisena, suljettuna käyränä, kun taas avoijohdolla
vikapaikassa koronapurkauksista aiheutuvat korkeataajuiset
signaalit näkyvät häiriöinä tasaisessa, suljetussa käyrässä.
Häiriöiden ilmenemismuoto, niiden sijainti suljetulla käyrällä
ja niiden amplitudit sallivat vikapaikkojen laadun ja ominai-
suuden määrittämisen.

I en övervakningsanordning finns en antenn (10), med vilken mottages från en vaxelströmsblankledning utgående elektromagnetisk strålning. Antennen (10) är ansluten till en förstärkare (20) vars signalutgång (22) är kopplat till ett oscilloskop (30) så, att förstärkarens (20) utgångssignaler påverkar både i vertikal- och horisontalavlänkningen för en bildpunkt på oscilloskopets (30) bildskärm. Förstärkaren (20) är utvecklad för att förstärka ett frekvensband som sträcker sig från nätets vaxelströmsfrekvens åtminstone ända till 20 kHz, och där förstärkningen i området nedanför c. 10kHz är reducerad. Hela frekvensspektret hos förstärkarens (20) utgångssignaler är styrt till oscilloskopet (30). Vid övervakningen av en blankledning ses nätströmspänningens lågfrekventa signal som en jämn, sluten kurva när igen de av koronauraddningar förorsakade högfrekventa signalerna ses som störningar på den jämna, slutna kurvan. Störningarnas framträdelseform, deras placering på den slutna kurvan och deras amplitud medger en bestämning av felställets beskaffenhet och egenskaper.



LAITE KORONAPURKAUSTEN ILMAISEMISEKSI VAIHTOVIRTA-AVOJOHDOISSA - ANORDNING FÖR DETEKTION AV KORONAURLADDNINGAR I VÄXELSTRÖMBSBLANKLEDNINGAR

Keksintö koskee valvontalaitetta vaihtovirta-avojohdoilla esiintyvien vikapaikkojen, joissa esiintyy koronapurkauksista aiheutuvia energiahäviöitä, ilmaisemiseksi elektronisesti.

Sähköavojohdoilla, erityisesti suurjänniteavojohdoilla, voivat jo suhteellisen merkityksettömät vauriot johdoissa, eristimissä ja maadoituksissa johtaa huomattaviin virtahäviöihin. Erityinen merkitys on kuitenkin sillä, että sellaisilla vaurioilla on taipumus pahentua, ja että ne voivat aiheuttaa oikosulkuja, jotka irrottavat katkaisemalla kyseisen verkon osan verkosta ja joista olosuhteista riippuen on seurauksena jopa vieläkin suurempia ja vain vastaavilla kustannuksilla korjattavissa olevia vaurioita verkossa. Jotta saavutetaan luotettava käyttö, on siksi tarpeellista valvoa avojohtojen tilaa ja tunnistaa ilmenevät vikapaikat mahdollisesti jo esiasteella, jotta ne voidaan poistaa oikea-aikaisesti ja vielä pienin kustannuksin, ennenkuin niistä kehittyy suuria vaurioita verkolle.

Avojohtojen tarkistuksen suorittavat yleensä ammatti-ihmiset, jotka säännöllisin väliajoin kulkevat avojohtoa pitkin ja valvovat satunnaisesti poiskytkettyneitä verkonosia näköhavaintojen perusteella vikapaikoissa, kun useimmissa tapauksissa suurjännitepylvääseen kiipeäminen ei käy päinsä. Sellainen avojohtojen valvonta ei ole ainostaan aikaavievää ja kallista, vaan asettaa myös korkeat vaatimukset valvojalle, jolla on oltava sekä riittävä ruumiinkunto että myös riittävä ammatillinen kokemus. Sitäpaitsi ei voida olla huomioimatta sitä, että kuitenkin niin huolellisella ja tunnontarkalla valvonnalla nähdään vähän selviä vikapaikkoja ja siitä voi olla seurauksena suuremmat verkkovauriot.

Siksi on jo kauan yritetty päästä eroon tästä vaativasta ja epätaloudellisesta näköhavaintoon perustuvasta valvontamenetelmästä ja korvata se toisilla menetelmillä, jotka sallivat

vikapaikkojen ilmaisemisen vaihtovirta-avojohdoverkoissa matkan päästä kytketyksi jätetystä avojohdosta olennaisesti nopeammin ja luotettavammin ja lisäksi varman verkonvalvonnan tarkastajien avulla, joita tarvitaan vähemmän, ja joille ei ennenkaikkea tarvitse asettaa niin korkeita vaatimuksia.

Se käsitys, että johto-, liitos- ja erotinurat aiheuttavat paikallista kuumenemistä kyseessä olevissa laitososissa, on aiheuttanut sen, että avojohdosten kriittiset paikat kuvataan lämpökuvauksella. Myös tämä valvontamenetelmä on suhteellisen kallis.

Lisäksi on tunnustettu, että mahdolliset avojohdosten vikapaikat ovat sellaisia, joista seuraa purkausten, erityisesti koronapurkausten, vuoksi tapahtuvia virtahäviöitä, jotka ovat sähkömagneettisia säteilylähteitä, joiden taajuudet ovat olennaisesti korkeampia kuin verkkotaajuus, ja jotka eivät ole missään harmonisessa suhteessa verkkotaajuuteen. Tämä toteamus on johtanut elektroniseen valvontamenetelmään, jossa sähkömagneettinen kenttä tarkistetaan pitkin avojohdosta antennin, vahvistimen ja oskilloskoopin avulla. Tällainen laite on tunnettu US-patenttijulkaisusta 4 006 410. Tässä tunnetussa laitteessa tehdään Fourier-analyysi moduloimalla antennin avulla vastaanotettuja korkeataajuisia signaaleita vaihtelevataajuisella sisäisellä signaalilla kaistasuodattimen ja aallon alanemisen avulla. Tätä varten tarvitaan suhteellisen suuret tekniset vaatimukset, mikä aiheuttaa huomattavat kustannukset ja korkean häiriöalttiuden laitteelle.

Tämän keksinnön päämääränä on saada aikaan teknisesti yksinkertaisempi ja vähemmän häiriöaltis valvontalaite avojohdosten vikapaikkojen ilmaisemiseksi elektronisesti.

Esitetty ongelma on ratkaistu keksinnön mukaisesti vaatimuksissa määritellyn elektronisen valvontalaitteen avulla. Keksinnön mukaisessa valvontalaitteessa, joka käsittää antennin, vahvistimen ja oskilloskoopin, on kehitetty vahvistin antennin avulla vastaanotettujen signaalien laajakaistaiseen vahvistukseen taajuuskaistalla, joka ulottuu matalataajuudesta

vähintään 20 kHz:n nousevaan, erikoisesti välillä 200 MHz ja noin 1 GHz, ylärajataajuuteen, jossa alarajataajuuden ja noin 10 kHz:n välisellä alueella vahvistusta on pienennetty. Vahvistimen ulostulosignaalien koko taajuusspektri on ohjattu oskilloskoopin sisääntulokytkentään kuvapisteen pysty- ja vaakapoikkeutusta varten, niin että oskilloskoopin kuvaruudussa esitetään sinimuotoisen verkkovaihtojännitteen avojohdossa tuottama matalataajuinen signaali tasaisena suljettuna käyränä ja koronapurkausten vuoksi aiheutunut korkeataajuinen signaali häiriöinä suljetussa käyrässä. Häiriöiden ilmenemismuoto, voimakkuus ja sijainti suljetulla käyrällä ovat ominaisia avojohdon vikapaikan sijainnille ja laadulle.

Keksinnöllä saavutetut edut ovat erityisesti siinä, että valvontalaite on teknisesti verrattain yksinkertainen, edullinen ja vähän häiriöaltis. Kun valvontalaite käsittää ainoastaan laajakaistavahvistimen eikä taajuusanalysointia, sallii tämä yksinkertaisesti käsiteltävän, siitä huolimatta suorituskykyisen ja suhteellisen kevyen laitteen rakentamisen, joka vaikka silloin, kun se on varustettu omalla käyttövirtavarustuksella, kuten paristoilla, voi olla yhden henkilön mukana ja sallii valvonnan maasta kulkien, mutta myös varsinkin ilmasta lentämällä helikopterilla kaukojohtolla, niin että avojohdon valvonnat voidaan organisoida joskus annettuja olosuhteita, kuten etäisyyksiä, maasto-ominaisuuksia, aiottujen tarkistusten yleisyyttä ja sääennustuksia, ajatellen pitäen silmällä ainoastaan optimaalista taloudellisuutta.

Vikapaikkojen paikallistaminen ja vikapaikkojen laadun, kuten mekaanisen vahingon, korroosion, likaantumisen, ilmakuplan, kuumenemisen jne. määrääminen tapahtuu näköhavainnolla oskilloskoopin kuvaruudussa näkyvästä kuvasta, joka ideaalisella vahingoittumattomalla avojohdolla on tasainen suljettu käyrä, kun taas vikapaikan olemassaolo avojohdossa ilmenee esimerkiksi sakaramaisena häiriönä tällä tasaisella käyrällä kyseisen vikapaikan laadulle tyypillisessä ilmenemismuodossa. Esiintyvät vikapaikkojen laadut ja vastaavat tyypilliset häiriömuodot voidaan koota luetteloon, niin että vikapaikkojen laadun määrääminen vähenee vertailemiseksi eikä tarkastajalla

tarvitse olla asiaankuuluvaa kokemusta, vaan hänelle tulee olla tuttua ainostaan valvontalaitteen käyttö, eli olennaisesti oskilloskoopin käyttö. Oskilloskoopin kuvaruudussa näkyvien vikapaikkojen amplitudit ovat riippuvaisia vikapaikassa esiintyvän elektronisen purkauksen voimakkuudesta ja häiriöamplitudin mittauksella voidaan, ainakin karkeasti, saada tietoa havaitun vikapaikan ominaisuudesta. Tämä vikapaikkojen määrääminen sijainnin, laadun ja ominaisuuden perusteella voidaan tehdä heti, esimerkiksi valvontalennon aikana.

Keksinnön mukainen valvontalaite sallii myös ilman vaikeuksia valvontalennon aikana vikapaikassa oskilloskoopin kuvaruudussa näkyvien kuvien tallentamisen esimerkiksi pylväslaskurin avulla seuraavassa järjestyksessä asianomaisella johtoalueella, esimerkiksi valokuvausfilmille, ja tallennettujen kuvien hyväksikäyttämisen jälkeensä maa-asemalla. Ottamatta huomioon kunnostustöissä tarvittavaa löydetyn vikapaikan dokumentointia aiheuttaa sellainen tallentaminen etujasikäli, kun lisäksi vikapaikan määrittämisessä täysin kokematon valvoja voidaan käyttää lyhimät valvonta-ajat ja lisäksi poistetaan mahdollisuus virheisiin vikapaikan ymmärtämisessä ja arvostelussa, joka totunnaiseen subjektiiviseen, optiseen valvontaan verrattuna yksin jo elektronisen laitteen käyttämisen vuoksi vähenee. Lopuksi tulee avojohdon valvonta keksinnön mukaisen valvontalaitteen vuoksi turvallisemmaksi ja ennenkaikkea vähemmän rasittavaksi, koska johtopylväisiin ei tarvitse kiivetä ja valvonta tapahtuu vaikkakin kytketyllä avojohdolla, kuitenkin riittävällä turvallisuusetäisyydellä tästä, maasta tai ilmasta lentokorkeudella esimerkiksi 30 m avojohdon yläpuolella.

Keksinnön edullisia sovellutusmuotoja on esitetty jäljempänä esitettävissä vaatimuksissa.

Seuraavassa selitetään keksintöä lähemmin aivan esimerkinomaisesti ottaen huomioon oheiset piirustukset:

Kuvio 1 kaavamainen kytkentäkuva keksinnön mukaisesta valvontalaitteen edullisesta sovellutusesimerkistä;

Kuvio 2 valvontalaitteessa käytetyn edullisen vahvistimen kytkinkaava;

Kuvio 3 kuvion 2 mukaisen vahvistimen vahvistuskäyrä;

Kuvio 4 verkkovaihtojännitteestä aiheutuneen signaalin ja vikapaikasta aiheutuneen korkeataajuisen häiriösignaalin ajallinen kulku;

Kuvio 5 vikapaikassa avojohdossa valvontalaitteen kuvaruudussa näkyvä oskillogramma, jossa on tasainen suljettu käyrä, joka vastaa verkkovaihtojännitettä ja häiriö, joka vastaa vikapaikassa esiintyvää sähköistä purkausta;

Kuvio 6 samanlainen oskillogramma avojohdon eristimellä esiintyvistä koronapurkaustapauksesta;

Kuvio 7 oskillogramma vikapaikkana olevan syöpyneen avojohdon osan tapauksesta;

Kuvio 8 oskillogramma vikapaikkana olevan mekaanisesti vaurioituneen avojohdon osan tapauksesta;

Kuvio 9 oskillogramma avojohdon oikosulikutapauksesta;

Kuvio 10 julkisivun perspektiivikuva laitteesta, joka käsittää olennaisesti osia kuvion 1 esitetystä valvontalaitteesta ja joka sopii erityisesti avojohtojen valvontaan helikopterista;

Kuvio 11 analoginen takakuva samasta laitteesta;

Kuvio 12 perspektiivinen esitys kompaktista kannettavasta valvontalaitteesta, joka sopii erityisesti avojohtojen valvontaan maasta; ja

Kuvio 13 kaavamainen kytkentäkuva keksinnön mukaisen valvontalaitteen eräästä toisesta sovellutusesimerkistä.

Kuviossa 1 näkyvä kytkinkaava esittää avojohtojen vikapaikkojen ilmaisemiseen tarkoitettun valvontalaitteen pääosina antennia 10, vahvistinta 20 ja oskilloskooppiä 30. Antenni 10 on varustettu kiinnittimellä 11, jonka avulla antenni on kiinnitettävissä esimerkiksi helikopterin hytin vasemmalle ulkoseinälle. Voi olla edullista, jos on käytettävissä toinen antenni 10', joka on helposti asennettavissa hytin vastakkaiselle ulkoseinälle. Suojatun antennikaapelin 12 ja 12' avulla ovat antennit 10 ja 10' yhdistettävissä liittimiin 13 ja 13' siten, että ne ovat irrotettavissa. Manuaalisesti toimiva vaihtokytkin 14 sallii, vaihtoehtoisesti toisen antennin 10 tai 10' kytkemisen vahvistimen 20 signaalisisääntuloon 21. Viimeksimainitussa on signaaliulostulo 22, joka manuaalisesti toimivan kytkimen 15 avulla on yhdistettävissä ulostuloliittimeen 16. Kondensaattorin 17, jolla on pieni kapasitanssi, esimerkiksi 220 pF, kautta on ulostuloliitin 16 yhteydessä toiseen ulostuloliittimeen 16'. Kääntämällä kytkin 15 toiseen asentoon erotetaan ulostuloliitin 16 vahvistimen 20 signaaliulostulosta ja yhdistetään rinnakkaisjohdon 18 kautta suoraan antennivaihtokytkimeen 14. Oskilloskoopissa 30 on signaalisisääntulo 31, joka suojatun kaapelin 19 avulla on yhdistettävissä valinnanvaraisesti toiseen ulostuloliittimistä 16 ja 16'.

Kuviossa 2 on esitetty esimerkki vahvistimen 20 kytkennästä. Siitä näkyy, että kaksi operaatiovahvistinta 23 ja 24 on kaskadikytkennässä ja että kummallakin näistä operaatiovahvistimista on takaisinkytkentä 25 tai 26 ulostulosta invertoivaan sisääntuloon. Toisen operaatiovahvistimen 24 takaisinkytkennässä 26 on säädettävä vastus 27 vahvistusasteen asettelemiseksi. Vahvistin 20 pystyy vahvistamaan signaaleita laajalla taajuuskaistalla verkkovaihtovirtataajuuden alapuolella olevasta alarajataajuudesta 200 MHz ja noin 1 GHz:n välillä olevaan ylärajataajuuteen asti. Taajuusalueella 5 MHz:stä ylärajataajuuteen on vahvistus vähintään 10 dB ja ultralyhyiden aaltojen alueella, se on taajuusalueella 30 MHz:stä

200 MHz:iin, on vahvistus 40-60 dB, kun säädettävän vastuksen 27 avulla on aseteltu maksimivahvistus. Ensimmäiseen operaatiovahvistimeen 23 yhdistetyllä vastus-kondensaattori-yhdistelmällä 28 on tehtävänä pienentää vahvistusta noin 10 kHz:n alapuolella. Vahvistuksen kulkua signaalitaajuuden funktiona on havainnollistettu esimerkinomaisesti kuviossa 3.

Oskilloskoopille 30, joka voi olla myynnissä yleisesti olevaa paristokäyttöistä mallia, ohjataan kaapelin 19 avulla vahvistimen 20 ulostulosignaalien koko taajuusspektri, ja siten sekä kuvapisteen vaaka- tai X-poikkeutus että pysty- eli Y-poikkeutus kuvaruudussa 35. Sen seurauksena muodostuu verkkotaajuinen sinimuotoinen signaali S_N suljettuna tasaisena käyränä 40 (kuvio 5) kuvaruudulle. Oikealla X- ja Y-poikkeutuksen asettelulla on käyrä 40 ympyrä. Vikapaikoista koeistettavaan avojohdon aiheutuvat korkeataajuiset signaalit S_H näkyvät suljetun, tasaisen käyrän 40 häiriöinä 41. Yleensä on avojohdon vikapaikoista lähtevillä korkeataajuisella säteilyllä huomattavasti pienempi amplitudi kuin avojohdolla matalataajuisesta vaihtojännitteestä lähtevällä säteilyllä. Koska kuitenkin - kuten sanottu - vahvistin 20 vahvistaa 10 kHz:n alapuolella olevia matalataajuisia signaaleja vähemmän kuin korkeataajuisia signaaleita, ovat häiriöiden 41 amplitudit oskilloskoopin 30 kuvaruudussa suurennettuja verrattuna suljetun käyrän 40 halkaisijaan ja ovat siten selvästi nähtävissä. 10 kHz:n alapuolella olevien signaalien pienennetyin vahvistuksen vuoksi vaimennetaan edullisella tavalla myös mahdollisesti esiintyviä verkkotaajuuden harmonisia yliaaltoja oskilloskoopin 30 kuvaruudussa.

Ilmasta, erityisesti helikopterilla, tapahtuvassa avojohdon valvonnassa, lennetään 20-30 m:n sivuttaisetäisyydellä pitkin avojohdon puoleiselle reunalle. Mahdollisuus kytkeä antennit 10 ja 10' vaihtokytkimen 14 avulla on edullista, koska siten on mahdollista lentää lentämisen kannalta avojohdon turvallisemmalla puolella eikä tarvitse koskaan lentää vasten aurinkoa.

Vikapaikan määrittämisen tulkitseminen osoittaa kuvion 4 viivadiagrammissa kaaviollisesti aika-asteikolla t 50 tai 50 Hz:n verkkotaajuuden matalataajuuden signaalin S_N ja korkeataajuuden signaalin S_H , kuinka ne vastaanotetaan antennilla 10, kun vikapaikka, jossa on koronapurkauksen aiheuttamia häviöitä, avojohdossa todetaan kuvatulla valvontalaitteella. Ideaalisella vahingoittumattomalla avojohdolla näkyy vastaanotettu matalataajuinen signaali S_N tasaisena sinimuotoisena sinikäyränä, jonka huippuarvo U on verrannollinen avojohdon vaihtojännitteen amplitudiin. Kun tietyssä paikassa esiintyy koronapurkauksia, häiritään matalataajuuden signaalin S_N tasaista sinimuotoista kulkua korkeataajuuden signaalin S_H häiriövärähtelyillä. Koska koronapurkaukset esiintyvät määrätyn alkujännitteen yläpuolella, kohtaavat häiriöt vain sinikäyrän huippualueella, jolloin suurtaajuuden signaalin S_H alimman arvon U_K korkeus vastaa koronapurkausten alkujännitettä. Korkeataajuuden signaalin S_H heilahdusamplitudit mahdollistavat vastaavat vaikutukset vikapaikassa esiintyvien koronapurkausten voimakkuudesta ja täten vikapaikan laadusta. Kuviossa 4 näytetty korkeataajuinen signaali S_H on aiheutunut positiivisista koronapurkauksista, negatiivisilla koronapurkauksilla esiintyisi häiriö matalataajuuden signaalin S_N negatiivisella puoliallolla.

Kuvio 5 esittää kaavamaisena esityksenä keksinnön mukaisella valvontalaitteella X- ja Y-asteikolla osoitetulle oskillokoopin kuvaruudulle piirrettyä oskillogrammaa, jossa matalataajuuden signaalin suljetulla käyrällä 40 on korkeataajuuden signaalin aiheuttama häiriö. Suljetun käyrän amplitudin U (ympyrän säteen) ja häiriön 41 amplitudin Z suhteesta voidaan havaita näin luetussa vikapaikassa esiintyvät häviöt. Häviöiden havaitsemiseksi laaditaan tarkoituksenmukaiset taulukot, jotka sallivat valvonnan aikana saatujen oskillogrammien nopean tulkitsemisen.

On osoittautunut, että jokaisesta vikapaikan laadusta saadaan ominainen häiriö 41 ja siten voidaan määrittellä yksikäsitteisesti kulloinkin esiintyvän vikapaikan laatu häiriön 41 esiintymismuodosta, sijainnista suljetulla käyrällä 40 ja

voimakkuudesta. Esimerkkejä näistä on esitetty kuvioissa 6-9. Kuvion 6 oskillogrammassa 42a esiintyy häiriötä 41a suljetun käyrän 40 positiivisissa ja negatiivisissa huippuarvoissa. Sellainen oskillogramma esittää koronapurkauksia avojohdon eristimellä.

Oskillogramma 42b kuviossa 7 esittää suljetulle käyrälle tasaisesti jakautuneita häiriötä 41b, joilla kaikilla on likimain sama amplitudi. Sellaiset häiriöt 41b ovat tyypillisiä avojohdon syöpyneelle osalle.

Mekaanisesti vaurioituneissa avojohdon osissa, kuten eristimissä, liittimissä jne, on, kuten kuvio 8 osoittaa, oskillogramman 42c suljettu käyrä 40 positiivisella ja negatiivisella alueella kumpikin terävähampaisen häiriön 41c peittämä, jonka amplitudi ja paljous lisääntyy suuremmalla vauriolla, ja siitä kehittyvällä oikosululla peittävät sellaiset sakaraiset häiriöt 41d koko suljetun käyrän 40 sisään sulkeman alueen, kuten on esitetty kuvion 9 oskillogrammassa 42d, joka esittää siis oikosulkua avojohdossa.

Koska koeistettavassa avojohdossa virran ja jännitteen välillä on huomattava vaihe-ero, vo esiintyä matalataajuisesta signaalikomponentista syntyvän suljetun käyrän 40 vääristymistä. Sellaiset vääristymät on mahdollista poistaa vaiheensiirtoelimellä 43, joka kuvion 2 mukaisesti on kytketty vahvistimen 20 signaalisisääntuloon 21 ja jossa on esimerkiksi vähintään yksi kondensaattori 44. Mahdollisesti vaiheensiirtoelin 43 voi olla päälle- ja poiskytkettävä ja siinä voi olla säädettävä sähköinen rakenneosa tai useampia kytkettäviä sähköisiä rakenneosia, kuten kondensaattoreita. Tarkoituksenmukaista on laittaa vaiheensiirtoelimeen 43 vähintään yksi maadoituksen ja sisääntulon 21 väliin kytketty kondensaattori.

Kuten jo kuviossa 1 on näytetty, on vahvistimen 20 signaaliulostulo 22 myös yhteydessä optoelektroniseen näyttöelimeen 45, joka voi sisältää esimerkiksi rivin valoa emittoivia diodeja tai vastaavan nestekidenäytön, ja jonka avulla on mah-

dollista nähdä kulloinen vahvistimen 20 ulostulosignaalin, erityisesti korkeataajuisien häiriösignaalien, amplitudi. Lisäksi kuvion 1 mukaan on vahvistimen 20 signaaliulostuloon 22 kytketty myös elektroninen kytkentäelin 46 äänitaajuisten audiosignaalin tuottamiseksi, joka on johdettu ulostuloliittimeen 47. Viimeksimainittuun on kytkettävissä kuuloke 48 tai ilmakulkuneuvon radiopuhelinlaitteisto. Kytkentälaitte 46 on rakennettu siten, että korkeataajuisien häiriösignaalien esiintyessä se tuottaa kuuluttavan äänitaajuus- tai audiosignaalin. Lisäksi voi kytkentälaitte 46 sisältää jänniteohjatun äänitaajuusoskillaattorin, joka tuottaa audiosignaalin, jonka taajuus on funktio korkeataajuisten häiriösignaalien S_H verhoikäyrän kulloisestakin amplitudista. Lopuksi voi olla eduksi, jos kytkentälaitte 46 sisältää myös raja-arvoilmaisimen, jolloin audiosignaali esiintyy vasta sitten, kun häiriösignaalien amplitudi ylittää määrätyn raja-arvon. Se voidaan toteuttaa säätöelimellä, esimerkiksi potentiometrillä 49, jolloin raja-arvoa voidaan muuttaa manuaalisesti.

Keksinnön mukaisella, edelläkuvatulla valvontalaitteella voidaan havaita ja arvioida käytännöllisesti katsoen kaikki avojohdoissa esiintyvät vikapaikat, eikä ainoastaan johdoissa ja eristimissä, erityisesti myös läpilyönnin kestävässä eristimissä, vaan myös kytketyissä laitteissa, kuten muuntajissa, kondensaattoreissa jne. Suurjännitejohtojen ohella voidaan keksinnön mukaisella valvontalaitteella valvoa myös muiden avojohdojen, erityisesti vahvavirtajohtojen rautateillä, vikapaikkoja. Puhtaasti ammattimiehen tekemin muutoksin kytkennöissä ja/tai rakenteissa soveltuu valvontalaitte optimaalisesti kuhunkin käyttötarkoitukseen. Mahdollisesti voidaan avojohdojen vikapaikkoja havaita myös silloin, kun yläraajaajuus vahvistimessa on mahdollisesti vähintään 20 kHz.

Käytettäessä valvontalaitetta ilmakulkuneuvoissa on tarkoituksenmukaista rakentaa yhteen olennaisia laitteen osia, lukuunottamatta oskilloskooppia 30, kompaktiksi laitteeksi 50, kuten esimerkinomaisesti kuvioissa 10 ja 11 on havainnollistettu ja kuviossa 1 katkoviivoin myös on osoitettu. Kuvion 11 mukaisesti on kotelon takaseinään kiinnitetty laitteen

pistokosketin 53 laitteen kytkemiseksi ilmakulkuneuvon verkkoon tai muuhun tasavirtalähteeseen, jonka jännite on esimerkiksi 24 V. Samoin on takaseinässä 51 pistorasia 54 syöttövirran ottamiseksi oskilloskooppiin 30. Vielä löytyy takaseinästä 51 molemmat jo mainitut liittimet 16 ja 16' oskilloskoopin 30 signaalikaapelia varten kuten myös kaksi antenniliitintä 13 ja 13'. Lopuksi tasaseinään on vielä järjestetty ulostuloliitin 47 audiosignaalia varten ja käyttönappi 55 äänitaajuuskytkentälaitteen 46 päälle- ja poiskytkemiseksi ja potentiometrin 49 asettelemiseksi audiosignaalin haluttuun raja-arvoon.

Kuvion 10 mukaan on kotelon 52 etuseinässä 56 seuraavat rakenneosat: kääntönappi; 57 säädettävän vastuksen 27 (kuvio 2) asettelemiseksi vahvistuksen säätöä varten, pääkytkin 58 pistokoskettimen 53 kautta tapahtuvan sähköenergian syötön päälle- ja poiskytkemiseksi, kytkin 59 pistorasiaan 54 tapahtuvan oskilloskoopin 30 liitintä varten tapahtuvan sähköenergian syötön päälle- ja poiskytkemiseksi, vaihtokytkimet 14 ja 15 (kuvio 1), optoelektroninen näyttöelin 45 (kuvio 1) ja käyttötuntilaskuri 60, joka toimii silloin, kun pääkytkin 58 on päällekytkettynä. Vaihtokytkimeen 15 voidaan tarkoituksenmukaisesti kytkeä ylimääräinen (ei esitetty) kytkin, jolla voidaan mekaanisesti tehdä vahvistimelle 20 tapahtuvan energiansyötön päälle- ja poiskytkentä, niin että vahvistin on kytketty päälle vain silloin, kun ulostuloliitin 16 on yhdistetty signaaliulostuloon 22 vaihtokytkimen 15 avulla.

Kotelon 52 sisätilasta löytyy vahvistin 20, vaiheensiirtoelin 43, äänitaajuuskytkentälaitte 46 (kuvio 1) ja (ei esitetty) kytkentälaitte operaatiovahvistimien 23 ja 24 (kuvio 2), optoelektronisen näyttölaitteen 45 ja äänitaajuuskytkentälaitteen 46 (kuvio 1) tarvitsemien sähköisten jännitteiden muodostamiseksi, suodattamiseksi ja mahdollisesti stabiloimiseksi, jolloin tämän syöttö-kytkinlaitteen sisääntulo on liitetty pääkytkimen 58 kautta laitteen pistokoskettimeen 53.

Maasta tapahtuvan avojohtojen valvonnan kannalta on edullista rakentaa koko keksinnön mukainen valvontalaite kompaktiksi,

kannettavaksi laitteeksi, jota valvoja kantaa olkahihnan avulla ja voi käyttää helposti. Sellaisen laitteen toteutus-esimerkki on esitetty kuviossa 12 ja selitetty jäljempänä. Mekaanisena perusrakenneosana on myynnissä oleva, paristokäyttöinen oskilloskooppi 30, kuten esimerkiksi "Tektronix Dual-Trace-Oszilloscope 214". Tässä oskilloskoopissa on suuntaussärmiön muotoinen matala kotelo 33, jossa on valosuojuksen 34 ympäröimä oskilloskoopin kuvaruutu 35 järjestetty kotelon kapealle sivulle ja käyttöelimet 36 kotelon leveälle sivulle. Oskilloskoopin 30 kotelon 33 päälle on kiinnitetty matala lisäkotelokotelo 65, jossa on osa 66 vahvistimen 20 (kuvio 1) liittämiseksi ja toinen osa 67, johon sijoitetaan paristot ja mahdollisesti tarvittavat kytkentälaitteet vahvistimen 20 ja - tarvittaessa - myös oskilloskoopin 30 sähköiseksi syöttämiseksi. Lisäkotelon 65 ulkopuolelle on järjestetty käyttönupit 68, 69 ja 70 vahvistimen 20 ja vaiheensiirtoelimen 43 (kuvio 1) käyttämiseksi ja säätämiseksi samoin kuin painonapit 71 kytkimien päälle- ja poiskytkennän tekemiseksi ja virtapiirien kytkemiseksi. Tässä valvontalaitteen kannettavassa sovellutusmuodossa tarvitaan vain yksi ainoa antenni 10. On eduksi, jos tämä on myynnissä oleva värähtelemätön antenni, joka on kiinnitetty välikotelolla 72, joka puolestaan on asennettu sellaisella pistoliitännällä, joka on irroitettavissa lisäkotelon 65 takana olevalle kapealle seinälle. Mainitulla pistoliittimellä saadaan aikaan sähköinen liitäntä antennikaapelin 73 ja vahvistimen 20 signaalisääntuloon 21 (kuvio 1) liitettyyn antenniliittimeen 74. Kuten kuvio 12 näkyy, on antenni 10 siten järjestetty, että se on jonkin matkan päässä lisäkotelosta eikä se häiritse valvontalaitteen käyttämistä eikä oskilloskoopin kuvaruudun näkemistä. Välikotelo 72 on muodostettu sellaisella tavalla, jota ei ole lähemmin esitetty, että se tekee pistoliittimien avulla myös tarvittavat sähköiset liitännät vahvistimen 20 signaaliulostulon ja kuvapisteen X- ja Y-poikkeutukseen tarvittavien oskilloskoopin 30 signaalisääntulojen välillä.

Kuviossa 13 on esitetty kytkentäkuva sovellutusvaihtoehdosta, jossa ottaen huomioon kuviossa 1 kuvattu valvontalaite, käytetään samoja viittemerkkejä, niin kauan kuin yhdenmukaisuus

säilyy. Kuviossa 13 huomataan jälleen kahdella antenniliittimellä 13 ja 13' kuten myös signaaliulostulolla 16 varustettu kytkentälaitte 50 ja signaalisisääntulon 31 sisältävä oskilloskooppi 30. Päinvastoin kuin kuvion 1 sovellutusesimerkissä eivät signaaliulostulo 16 ja signaalisisääntulo 31 ole enää suoraan yhteydessä toisiinsa, vaan nauhurivastaanotin ja toistolaitte 75 ja kaksi sarjassa olevaa alipäästösuodatinta on kytketty väliin. Nauhurissa 75 on kytkentälaitteen 50 signaaliulostuloon 16 kytketty sisääntulo 78 sähköisten signaalien tallettamiseksi magneettinauhalle sekä uostulo 79 signaalien lukemiseksi magneettinauhalta. Mielivaltaisesti toimivan vaihtokytkimen 80 avulla voidaan nauhurin 75 ulostulo 79 tai sisääntulo 78 yhdistää ensimmäisen alipäästösuodattimen 76 signaalisisääntuloon 81. Ensimmäisen alipäästösuodattimen 76 ulostulo 82 on yhdistetty toisen alipäästösuodattimen 77 sisääntuloon 83, jonka ulostulo on liitetty oskilloskoopin 30 signaalisisääntuloon 30. Mielivaltaisesti toimivilla kytkimillä 85 ja 86 ohitetaan ja poiskytketään valinnanvaraisesti toinen tai molemmat alipäästösuodattimista 76 ja 77. Ensimmäisen alipäästösuodattimen avulla vaimennetaan tai poistetaan esimerkiksi 20 kHz:n taajuuden yläpuolella olevat signaalit, kun taas toisella alipäästösuodattimella 77 vaimennetaan tai poistetaan esimerkiksi 15 kHz:n taajuuden yläpuolella olevat signaalit.

Kuvion 13 mukaisen valvontalaitteen käyttötapa eroaa edellisen kuvion 1 mukaisen valvontalaitteen käyttötavasta seuraavasti: Käyttöhenkilö voi tallettaa kytkentälaitteen 50 ulostulosignaalit nauhurin 75 avulla magneettinauhalle, niin kauan kuin laitteen 75 tallettamis- ja toistoalue taajuusominaisuuksiltaan riittää. Vaihtokytkimen 80 asennosta riippuen voidaan oskilloskoopin 30 kuvaruudulle saada näkyviin valinnanvaraisesti kytkentälaitteen 50 antama vastaanottosignaali tai magneettinauhalle talletettu signaali. Tämä mahdollistaa mahdollisesti havaittujen häiriöiden toistot ja jälkeensä tapahtuvat huomiot ja analyysit oskilloskoopin kuvaruudulla. Avaamalla kytkin 85 tai 86 kytketään alipäästösuodatin 76 tai 77 mahdollisesti näköhavaintojen häiritsevien korkeataajuisien signaalien poistamiseksi, jotka ovat peräi-

sin esimerkiksi radiosta tai televisiosta tai joita saavat
aikaan ilmakehän häiriöt tai lämpökohina.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Valvontalaite vaihtovirta-avojohdoverkoissa esiintyvien vikapaikkojen, joissa esiintyy koronapurkauksista aiheutuvia energihäviöitä, ilmaisemiseksi elektronisesti, jossa valvontalaitteessa on antenni koronapurkauksissa esiintyvien korkeataajuisien signaalien vastaanottamiseksi, antenniin kytketty vahvistin vastaanotettujen signaalien vahvistamiseksi ja oskilloskooppi vastaanotettujen signaalien näyttämiseksi, t u n n e t t u siitä, että vahvistin (20) on kehitetty antennin (10;10') avulla vastaanotettujen signaalien laajakaistaiseen vahvistukseen matalataajuisen verkkovaihtovirtataajuuden alapuolella olevasta alarajataajuudesta vähintään 20 kHz:iin nousevaan ylärajataajuuteen asti ulottuvalla taajuuskaistalla, jossa alarajataajuuden ja noin 10 kHz:n välisellä alueella vahvistusta on pienennetty, että koko vahvistimen (20) ulostulosignaalien (S_N ja S_H) taajuusspektri on ohjattu oskilloskoopin (30) sisääntulokytkentään kuvapisteen pysty- ja vaakapoikkeutusta varten, niin että avojohdossa olevan sinimuotoisen verkkovaihtovirtajännitteen tuottama matalataajuinen signaali (S_N) esitetään tasaisena suljettuna käyränä (40) ja koronapurkausten aiheuttamat korkeataajuiset signaalit (S_H) suljetun käyrän (40) häiriöinä oskilloskoopin (30) kuvaruudussa (35), joiden esiintymismuoto, voimakkuus ja sijainti suljetulla käyrällä (40) erottavat avojohdon vikapaikan sijainnin ja laadun.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että vahvistimen (20) ylärajataajuus on välillä 200 MHz ja 1 GHz ja vahvistus on alueella 20 MHz:stä 200 MHz:iin vähintään 40 dB.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että vahvistimen (20) ja oskilloskoopin (30) välillä on vähintään yksi valinnanvaraisesti kiinni- ja auki-kytkettävä alipäästösuodatin (76;77).

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että vahvistimen (20) signaalisisääntuloon

(21) on yhdistetty ainakin yhdellä kondensaattorilla (44) varustettu vaiheensiirtoelin (43) vastaanotetussa matalataajuisessa signaalissa (S_N) esiintyvän vaihesiirron kompensoimiseksi, joka vääristää tasaisen, suljetun käyrän (40) näyttöä oskilloskoopin kuvaruudussa (35).

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen laite, tunnettu siitä, että kondensaattorin (44) sisältävä vaiheensiirtoelin (43) on aseteltavissa manuaalisesti toimivalla käyttönupilla (70).

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen laite, tunnettu siitä, että laitteessa on kaksi antenniliitintä (13,13') ja vaihtokytkin (14), joilla toinen antenniliittimistä on yhdistettävissä vahvistimen (20) sisääntuloon, ja että avojohtojen valvonnan tapahtuessa ilmasta ilmakulkuneuvon, erityisesti helikopterin, avulla on käytettävissä kaksi antennia (10,10'), jotka soveltuvat kiinnitettäväksi ilmakulkuneuvon vasemmalle, vaihtoehtoisesti oikealle, sivulle ja ovat liitettävissä suojatulla kaapelilla (12,12') antenniliittämiin (13,13').

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukainen laite, tunnettu siitä, että vahvistimen (20) ulostuloon (22) on yhdistetty optoelektroninen signaaliasteikolla varustettu näyttölaite (45).

8. Jonkin patenttivaatimuksen 1-7 mukainen laite, tunnettu siitä, että vahvistimen (20) ulostulo (22) on liitettävissä äänitaajuus-kytkentälaitteeseen (46), jossa on liitin (47) sähköakustista signaalianturia (48) varten.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laite, tunnettu siitä, että äänitaajuus-kytkentälaitteessa (46) on elimet signaalien poistamiseksi, joiden amplitudi on annettua, edullisessa sovellutusmuodossa aseteltavaa raja-arvoa pienempi.

10. Patenttivaatimuksen 8 tai 9 mukainen laite, tunnettu siitä, että äänitaajuus-kytkentälaitteessa (46) on eli-

met äänitaajuussignaalin tuottamiseksi, jonka taajuus on riippuvainen korkeataajuisten signaalien (S_H) amplitudista.

11. Jonkin patenttivaatimuksen 1-10 mukainen laite, tunnetaan siitä, että vähintään vahvistin (20) ja virransyöttölaite on yhdistetty kompaktiksi laitteeksi (50), jossa on ainakin vahvistimen (20) sisääntuloon (21) liitetty liitin (12) antennin (10) ja edullisessa sovellutusmuodossa myös käyttötuntilaskurin (60) liittämiseksi.

PATENTKRAV

1. Övervakningsanordning för elektronisk detektering av i växelströmsblankledningsnät förekommande fel, i vilka förekommer energiförluster förorsakade av koronauraddningar, vilken anordning omfattar en antenn för mottagning av de högfrekventa signaler som uppstår vid koronauraddningar, en till antennen kopplad förstärkare för förstärkning av de mottagna signalerna och ett oskilloskop för visande av de mottagna signalerna, k ä n n e t e c k n a d därav, att förstärkaren (20) är utvecklad för bredbandsförstärkning av de med hjälp av antennen (10;10') mottagna signalerna inom ett frekvensband som sträcker sig från en nedanför nätets växelströmsfrekvens befintlig nedre gränshfrekvens till en övre frekvensgräns som åtminstone når till 20 kHz, och där förstärkningen i området mellan den nedre gränshfrekvensen och c. 10kHz är reducerad, att hela frekvensspektret hos förstärkarens (20) utgångssignaler (S_{N} och S_{H}) är styrt till oskilloskopets (30) ingång för bildpunktens vertikal- och horisontalavlänkning så, att den lågfrekventa signalen (S_{N}) som produceras av den i blankledningen befintliga sinusformade växelströmsspänningen presenteras som en jämn slutna kurva (40) och de av koronauraddningarna förorsakade högfrekventa signalerna (S_{H}) som störningar på den slutna kurvan (40) i oskilloskopets (30) bildskärm (35), vilkas framträdelseform, styrka och placering på den slutna kurvan (40) avslöjar blankledningens felställe och dess beskaffenhet.

2. Anordning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att förstärkarens övre gränshfrekvens ligger mellan 200 MHz och 1 GHz och att förstärkningen i området mellan 20 MHz till 200 MHz är minst 40 dB.

3. Anordning enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att det mellan förstärkaren (20) och

oskilloskopet (30) finns åtminstone ett alternativt på- eller avslagbart low-pass-filter (76;77).

4. Anordning enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e - t e c k n a d därav, att det till förstärkarens (20) signalgång (21) har anslutits åtminstone med ett kondensator (44) försett fasskiftningsorgan (43) för kompensering av fasskiftningen som framträder i den mottagna lågfrekventa signalen (S_N), och som förvränger visandet av den jämna, slutna kurvan (40) i oskilloskopets bildskärm (35).

5. Anordning enligt patentkravet 4, k ä n n e t e c k - n a d därav, att fasskiftningsorganet (43) som innehåller kondensatorn (44) kan ställas med en manuell manövrerbar ställknapp (70).

6. Anordning enligt något av patentkraven 1-5, k ä n n e - t e c k n a d därav, att det i anordningen finns två antennanslutningar (13,13') och en omkopplare (14), med vilken den ena antennanslutningen kan kopplas till förstärkarens (20) ingång, och att det då övervakningen av blankledningarna sker från luften med hjälp av ett luftburet fordon, speciellt en helikopter, finns två antenner (10,10'), vilka lämpar sig för att fästas på det luftburna fordonets vänstra, alternativt högra, sida, och vilka medelst skyddade kablar (12,12') är anslutbara till antennanslutningarna (13,13').

7. Anordning enligt något av patentkraven 1-6, k ä n n e - t e c k n a d därav, att det till förstärkarens (20) utgång (22) har anslutits en optoelektronisk med signalgradering försedd displayanordning (45).

8. Anordning enligt något av patentkraven 1-7, k ä n n e - t e c k n a d därav, att förstärkarens (20) utgång (22) har anslutits till en ljudfrekvenskopplingsanordning (46), som

har en anslutning (47) för en elektroakustisk signalgivare (48).

9. Anordning enligt patentkravet 8, k ä n n e t e c k - n a d därav, att det i ljudfrekvenskopplingsanordningen (46) finns organ för avlägsnande av sådana signaler, vilkas amplitud är mindre än ett givet, i en fördelaktig utföringsform inställt gränsvärde.

10. Anordning enligt patentkravet 8 eller 9, k ä n n e - t e c k n a d därav, att det i ljudfrekvenskopplingsanordningen (46) finns organ för producering av en ljudfrekvenssignal, vars frekvens beror på de högfrekventa signalernas (S_{ω}) amplitud.

11. Anordning enligt något av patentkraven 1-10, k ä n - n e t e c k n a d därav, att åtminstone en förstärkare (20) och strömkälla är kombinerade till en kompakt anordning (50) med åtminstone en till förstärkarens (20) ingång (21) kopplad anslutning (13) för anslutning av en antenn (13) och i en fördelaktig utföringsform även en räknare (60) för drifttimmarna.

98751

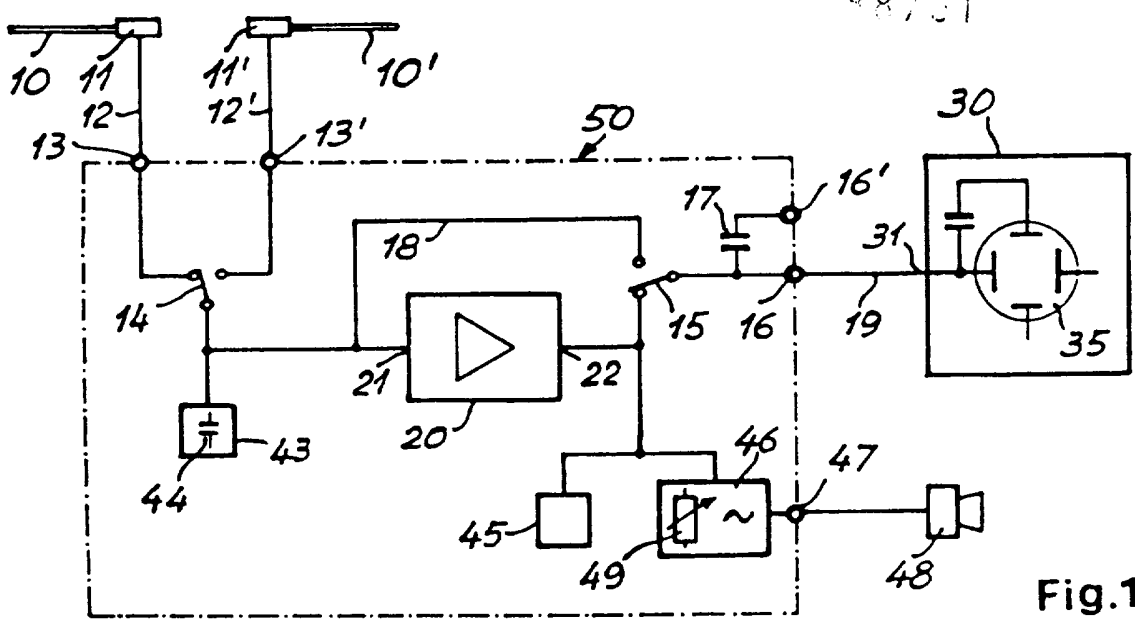


Fig. 1

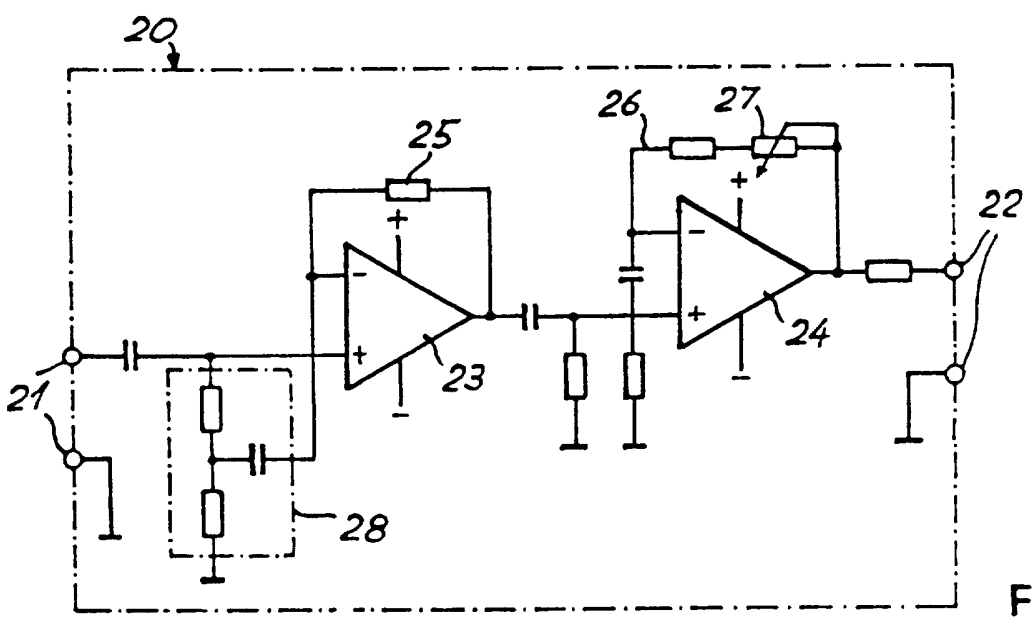


Fig. 2

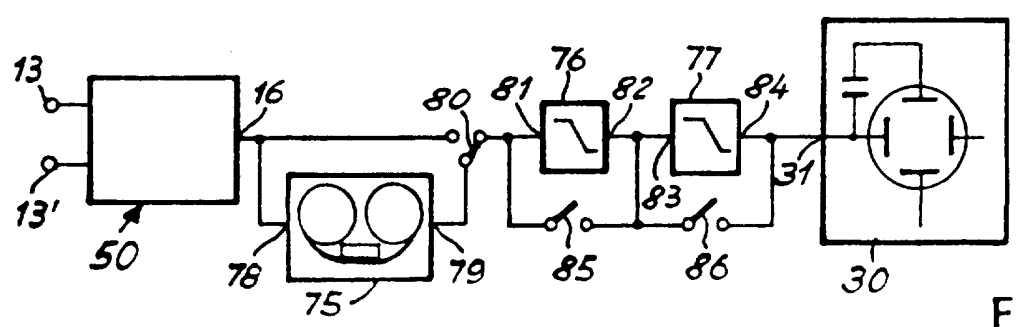


Fig. 13

88751

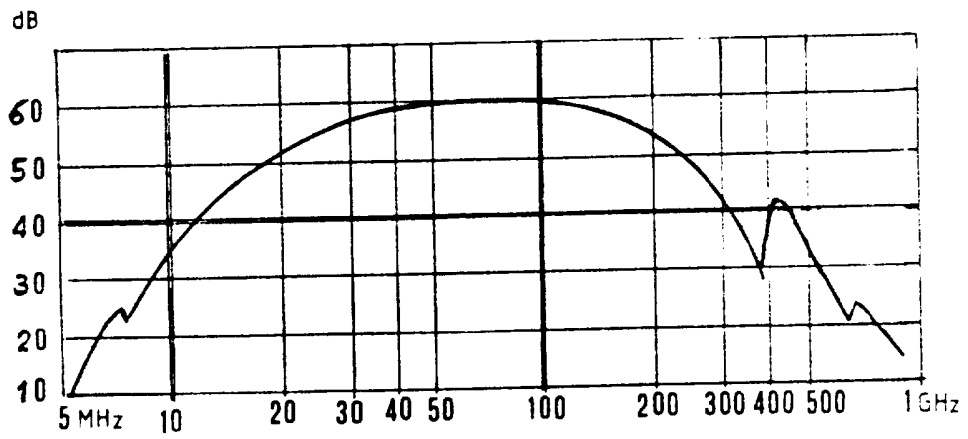


Fig.3

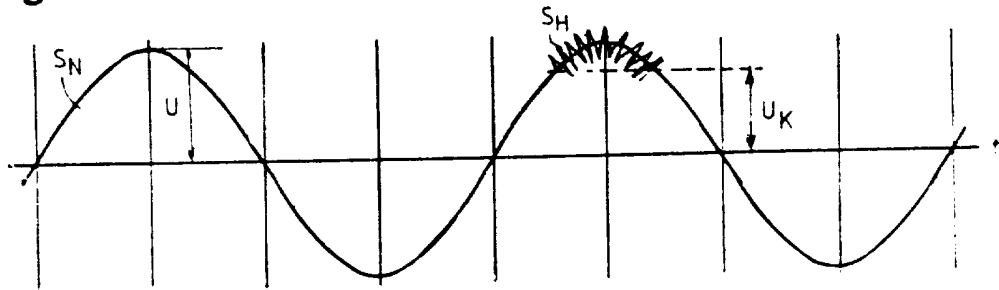


Fig.4

Fig.5

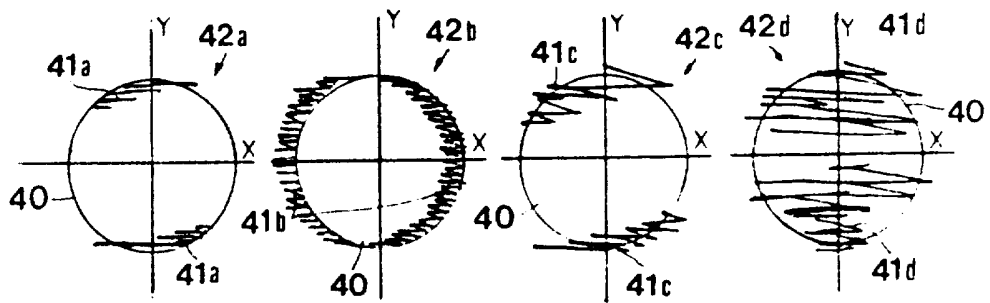
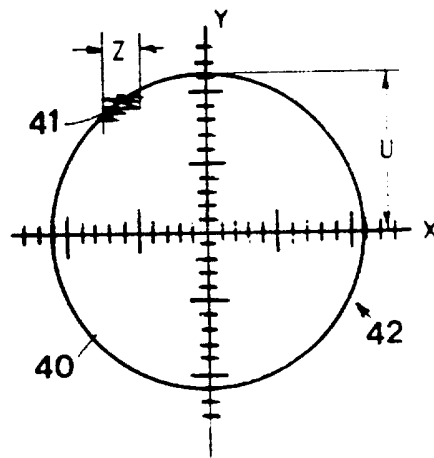


Fig.6

Fig.7

Fig.8

Fig.9

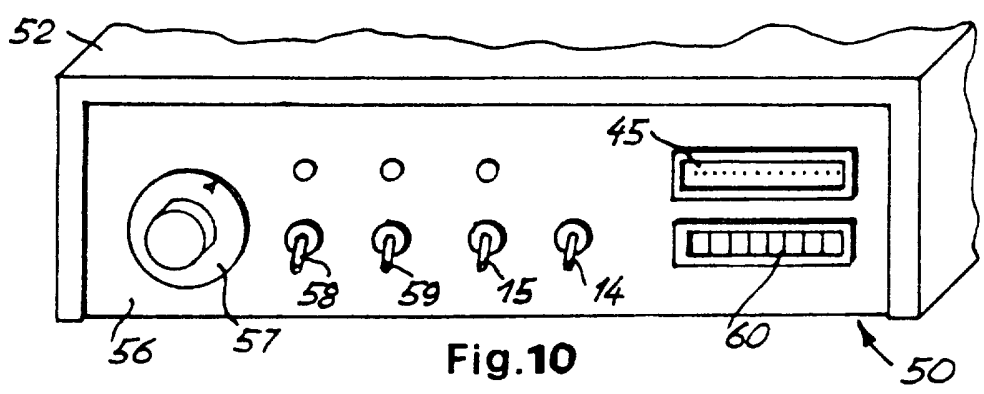


Fig. 10

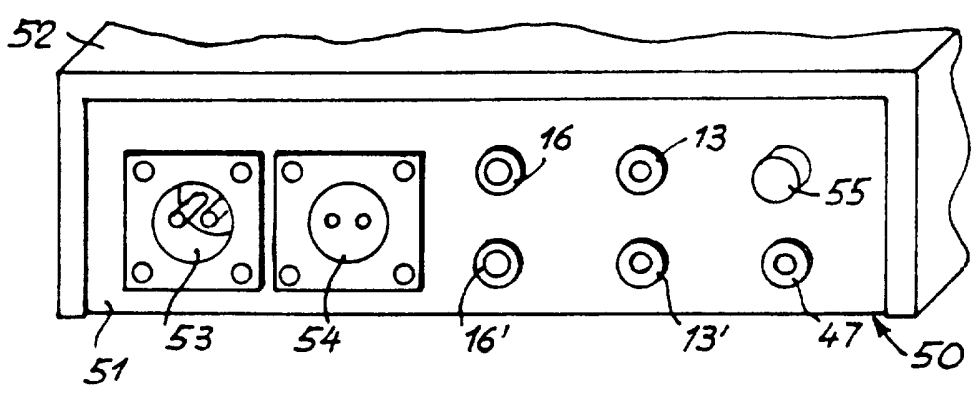


Fig. 11

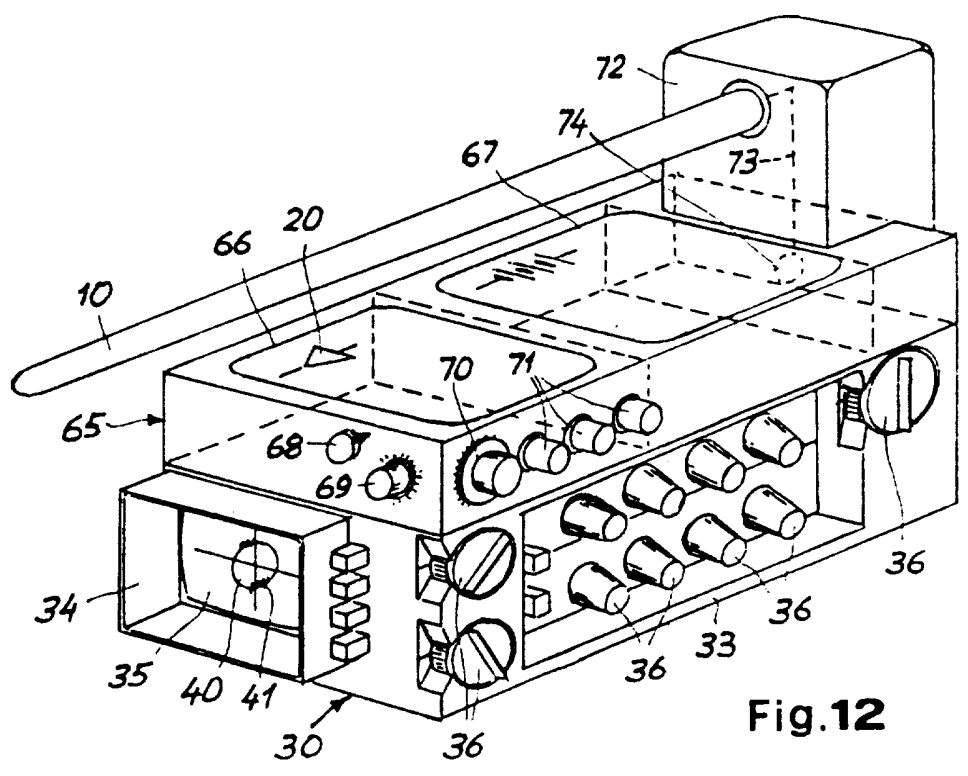


Fig. 12