

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 913441 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **913441**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification (IPC⁶)
H03H 7/48

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **17.07.1991**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **17.07.1991**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **29.01.1992**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

28.07.1990 DE 4024023

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Richard Hirschmann GmbH & Co., Richard-Hirschmann-Strasse 19 D-7300 Esslingen am Neckar, BRD, SAKSA, (DE)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Epple, Ralf, BRD, SAKSA, (DE)

2 •Wendel, Wolfgang, BRD, SAKSA, (DE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

DI Antti Impola, Ruoholahdenkatu 16 B 26, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Suurtaajuuksinen jakolaite

Högfrekvens-fördelningsanordning

Suurtaajuuksinen jakolaite - Högfrekvens-fördelningsanordning

Esillä olevan keksinnön kohteena on patettivaatimuksen 1
5 johdanto-osan mukainen laite suurtaajuusenergian jakamista varten.

Tällainen kaksoisjakolaite tunnetaan patenttijulkaisun DE
34 05 113 C2 perusteella. Valitsemalla vastaavalla tavalla
10 liitäntäkohta sovitustuuntajassa sekä kytkentätasavirtavastuksen suuruus on tämän kytkennän yhteydessä mahdollista saavuttaa Saksan liittotasavallan postilaitoksen BK-laitteita varten annetun ohjeen 1R8-15 mukaiset vaatimukset täyttävä molempien TV-ulostulojen erotus (kytkentävaimennus vierek-

15 kääisten rasialliitöntöjen välillä ≥ 40 dB taajuusalueella 47 - 300 MHz).

Käytön tapahtuessa koko VHF/UHF-alueella (47 - 860 MHz) ei
tämän ratkaisun yhteydessä voida kuitenkaan saavuttaa tätä
20 arvoa matalilla tai korkeilla taajuuksilla.

Lisäksi jakolaitteen asentamisen yhteydessä antennipistorsiaan tulee lisääntyvässä määrin kysymykseen ohjeen 1R8-15 sisältämä lisävaatimus, jonka mukaisesti vierekkäisten rasialiitöntöjen, joilla on erilaiset taajuusalueet, nimittäin RF-
25 ja TV-liitöntöjen, välillä on RF-alueella säilytettävä ≥ 50 dB ja TV-alueella ≥ 46 dB oleva kytkentävaimennus, kun taas jakolaitteeseen jälkikytketystä valintalaitteesta lähtien käytetään ylimääräistä laajakaistaista jakolaitetta tai pääterasiat voidaan jopa liittää perusjakolaitteen ulostuloihin,
30 jolloin tämä jakolaite on jo varustettava koko irtikytkentäarvolla tai siitä on ainakin vähennettävä jälkikytketyn jakolaitteen jakovaimennus.

35 Tämän tunnetun jakolaitteen käyttömahdollisuudet ovat siten

erityisesti vastaisuudessa tapahtuvia sovellutuksia ajatellen erittäin rajoitettuja.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on siten kehittää edel-
 5 leen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaista suurtaa-
 juuksista jakolaitetta sillä tavoin, että leveiden kaistojen
 (VHF/UHF) yhteydessä molempien ulostulojen mahdollisimman
 absoluuttinen irtikytkentä, kuitenkin vähintään ≥ 50 dB:n
 kytkentävaimennus UKW-alueella ja vielä ≥ 46 dB:n kytkentä-
 10 vaimennus TV-alueilla, tulevat varmistetuiksi arvoon yli 108
 MHz.

Tämä tarkoitus saavutetaan patenttivaatimuksen 1 tunnusmer-
 killisen osan perusteella.

15

Keksinnön mukaisen kompensaation avulla on mahdollista mää-
 rittää kompleksivastuksen läpi virtaava kompensaatiovirta
 siten, että leveiden kaistojen yhteydessä ensimmäisessä tai
 vastaavasti suurohmisessa ulostulossa saavutetaan lähes nol-
 20 lajännite (äärettömän suuri kytkentävaimennus), kun jakolait-
 teen sisäänmeno suljetaan aaltovastuksellisesti ja toiseen
 tai vastaavasti pienohmiseen ulostuloon asetetaan jännite.
 Tämä rajatapaus voidaan kuitenkin toteuttaa vain sangen monia
 pätö- ja loisvastuksia sisältävän verkon avulla, jota on
 25 vaikea määrittää empiirisesti ja laskennallisesti ja joka ei
 käytännössä tule yleensä myöskään kysymykseen taloudellisista
 syistä johtuen.

Teoreettisesti äärettömän suurta kytkentävaimennusta varten
 30 vaadittavan kompleksivastuksen laskeminen on mahdollista
 kuvion 1 mukaisen sijaiskytkentäkaavion avulla, josta saadaan
 seuraava lopullinen kaava:

$$35 \quad Z = X + jY \cdot n_1 \cdot Z_B \cdot \frac{Z_A + Z_C + j \sigma L_C}{Z_C - n_1 (Z_A + Z_B)} - j \sigma L_B$$

(Tämän kaavan laskennallista johtamista varten on ensin saatava kuvion 1 mukainen sovitinmuuntaja kuvion 2 muunnoksen välityksellä). Tällöin käytetään seuraavia lyhenteitä:

$$5 \quad Z_A = \frac{R_A \cdot j\omega(1 - \sigma)L_A}{R_A + j\omega(1 - \sigma)L_A} + j\omega L_A$$

$$10 \quad Z_B = \frac{R_B \cdot j\omega(1 - \sigma)L_B}{R_B + j\omega(1 - \sigma)L_B} \quad Z_C = \frac{R_W j\omega(1 - \sigma)L_C}{R_W + j\omega(1 - \sigma)L_C}$$

$$15 \quad R_A = n_2^2 \cdot \frac{Z_L}{1 + \frac{Z_L}{R_V}} \quad R_B = n_3^2 \cdot \frac{Z_L}{1 + \frac{Z_L}{R_V}}$$

$$20 \quad L_A = n_2^2 \cdot L_1; \quad L_B = n_3^2 \cdot L_1$$

jolloin:

$$25 \quad n_1 = \frac{W_5}{W_4}; \quad n_2 = \frac{1}{W} \cdot \sqrt{W_1^2 + 2W_2 W_3}; \quad n_3 = \frac{W_3}{W}$$

$$30 \quad W_1, W_2, W_3 = \text{sovitinmuuntajan kolmen osittaiskäämityksen} \\ W_1, W_2, W_3 \text{ kierrosluvut;}$$

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

$$35 \quad W_4, W_5 = \text{differentiaalimuuntajan molempien osakäämitysten} \\ W_4, W_5 \text{ kierrosluvut;}$$

$$Z_L = \text{aaltovastus;}$$

$$R_V, R_W = \text{sovitin- ja differentiaalimuuntajan häviö-} \\ \text{vastukset;}$$

$$40 \quad \sigma = \text{likimääräisesti taajuudesta riippuvana ja} \\ \text{molemmille muuntajille samana oletettu hajon-} \\ \text{takerroin, joka sallitaan painotekniikkaan}$$

perustuvien muuntajien käytön yhteydessä.

Todellisten sovitin- ja differentiaalimuuntajien mitattujen taajuudesta riippuvien impedanssiarvojen perusteella laske-
 5 taan häviövastusten ja pääinduktanssien taajuuskulku. Kierrosluvut on annettu ennakolta toteuttamiskelpoisten käytännön olosuhteiden ja kokemusperäisten arvojen mukaisesti. Tällöin on hajainduktanssia varten tarkoitettujen mitattujen tai parametreinä oletettujen arvojen yhteydessä mahdollista saada
 10 selville edellä mainituista yhtälöistä X:n ja Y:n kulloinenkin taajuudesta riippuva kulku.

Tämä on mahdollista myös erityisen käytännöllisellä ja tarkalla tavalla seuraavan menetelmän avulla:

15

Kuvion 1 mukaisessa ilman kompleksivastusta Z olevassa kytkenässä sisäänmeno E ja ulostulo A₂ suljetaan aaltovastuksellisesti, jännite U asetetaan ulostuloon A₁ ja kulloinenkin jännite $U_1 \cdot e^{j\phi_1}$ sekä $U_2 \cdot e^{j\phi_2}$ joutokäyvissä kytkentäpisteissä
 20 3 ja 4 mitataan. Tämän jälkeen suljetaan ulostulo A₁ aaltovastuksellisesti ja impedanssi Z₁, Z₂ kytkentäpisteissä 3 ja 4 mitataan. Impedanssi $Z = X + jY$ saadaan sitten seuraavasta yhtälöstä:

$$25 \quad Z = X + j = -(Z_1 + Z_2 \cdot \frac{U_1}{U_2} \cdot e^{j(\phi_1 - \phi_2)})$$

Näiden nimelliskäyräkulkujen avulla voidaan periaatteessa Y-arvon yhteydessä todentaa rinnakkaisresonanssi noin 1 MHz
 30 suuruisilla alhaisilla taajuuksilla, sarjaresonanssi VHF-alueella (pienillä häviötaajuuksilla korkeampiin taajuuksiin asti) ja maksimiarvo noin UHF-alueen yläpäässä. X-arvo jää pitkäksi aikaa UHF-alueella vakioksi ja vähenee sitten hieman UHF-alueen yläpäässä.

35

Näistä käyräkuluista voidaan ensin johtaa periaatekytkentä,

jota sitten parannetaan asteettaisesti, kunnes irtikytkentäverkon impedanssin Z todellisen ja imaginäärisen osan taajuuskulut lähestyvät mahdollisimman suuressa määrin nimelliskäyräkulkua. Tämä voi esimerkiksi tapahtua laskentaohjelmien avulla.

Tämä lähestyminen ja siten kompleksivastuksen rakenneosiin kohdistuvat kulut ovat riippuvaisia irtikytkentää ja kaistaleveyttä varten halutuista arvoista sekä maksimaalisista kustannuksista. Patenttivaatimuksen 2 mukaisen verkon (periaatekytkennän) avulla saavutetaan kompromissi kustannusten, kaistaleveyden ja irtikytkennän välillä. Vain neljä rakenneosaa käsittävässä kompensatioverkossa voidaan saavuttaa ulostulojen erottaminen, joka on ≥ 50 dB UKW-alueella ja ≥ 46 dB:tä 860 MHz:in asti.

Minimimustannus saavutetaan patenttivaatimuksen 3 mukaisen sovellutusmuodon yhteydessä, jonka avulla voidaan saavuttaa ≥ 50 dB oleva kytkentävaimennus koko VHF-alueella, siis erityisesti myös UKW:n yhteydessä. Tätä varten riittävä kompensatiovaikutus syntyy siten, että ohminen vastus ja kapasitanssi muodostavat todelliset rakenneosat yhdessä häviövastusten, hajainduktanssien ja liitäntäkapasitanssien kanssa.

Painotekniikkaan perustuvia, erityisesti eurooppalaisen patenttijulkaisun 01 34 950 mukaisia muuntajia käytettäessä voidaan aina edullisella tavalla valita käyttöön korkean erotuksen suhteen optimaalinen liitäntäpiste, mikä käämittyjen muuntajien yhteydessä ei useinkaan ole mahdollista. Lisäksi valittu kompensatio tulee säilytetyksi tällaisen muuntajan vähäisten valmistustoleranssien ja hyvän toistettavuuden ansiosta myös sarjavalmistuksen yhteydessä.

Keksinnön mukaisen suurtaajuuksisen jakolaitteen erästä sovellutusmuotoa, joka on tarkoitettu antennirasioihin asennus-

ta varten, kuvataan oheisessa piirustuksessa, jossa:

5 Kuvio 1 esittää häviövastuksilla ja hajainduktansseilla varustetun jakolaitteen periaatteellista sijaiskytkentäkaaviota;

10 Kuvio 2 esittää ilman häviövastuksia ja hajainduktansseja olevan sovitinmuuntajan sijaiskytkentäkaaviota, josta näkyvät osakäämitykset ja joka toimii lähtökohtana kuvion 1 mukaiselle vastaavalle, muuntamisen avulla saadulle sijaiskytkentäkaaviolle; ja

15 Kuvio 3 esittää suurtaajuuksisen jakolaitteen kytkentäkaaviota.

20 Kaksoisjakolaite käsittää sisäänmenon E ja maadoituksen välissä olevan sovitinmuuntimen AÜ sekä suurtaajuusenergiaa kahteen ulostuloon A₁ ja A₂ epäyhtenäisesti jakavan erotusmuuntimen DÜ. Nämä molemmat muuntimet on tarpeettomien häviöiden välttämiseksi muodostettu sinänsä tunnetulla tavalla säästömuuntajina varustettuina putkisydämissä kulkevilla, eurooppalaisen patenttijulkaisun 01 34 950 mukaisesti painotekniikan avulla valmistetuilla kierrosluvultaan pienemmillä käämityksillä W₁ - W₅.

25 Jakovaimennukseltaan pienempi ulostulo A₁ on varustettu ylimääräisellä antennipistorasialla kuviossa näkymättömän samantyyppisen jakolaitteen sisäänmenoliitäntää varten, suurohmiseman ulostulon A₂ ollessa taas tarkoitettuna jälkikytketyn, kuviossa näkymättömän laajakaistajakolaitteen liitäntää varten, jonka molemmat ulostulot muodostavat antennipistorasian RF- ja TV-liitäntään.

35 Paluuvaimennuksen parantamiseksi matalien taajuuksien yhteydessä on sisäänmenon E ja sovitinmuuntajan AÜ väliin kytket-

ty kondensaattori C_3 . Muuntajien AÜ ja DÜ molempien väliotto-
pisteiden välisessä liitännäjohdossa oleva maadoitukseen
liitetty kondensaattori C_4 lisää tunnetulla tavalla ylempää
rajataajuutta.

5

Jakolaitteulostulojen A_1 ja A_2 välisen kytkentävaimennuksen
laajakaistaista parantamista varten koko käyttötaajuusalueel-
la 47 - 860 MHz on suurohmisen ulostulon A_2 ja sovitinmuun-
tajan AÜ liitännäkohdan P väliin kytketty erotusverkko Z,
10 joka käsittää kelalla L ja ensimmäisellä kondensaattorilla C_1
varustetun rinnakkaisresonanssipiirin muodostaman sarjakyt-
kennän ja toisella kondensaattorilla C_2 varustetun ohmisen
vastuksen R muodostaman rinnakkaiskytkennän. Tämän vain nel-
jän rakenne-elementin muodostaman verkon avulla, joka on
15 tarkoitettu molempien muuntajien AÜ ja DÜ häviövastusten ja
piilokomponenttien kompensatiota varten, synnytetään tämän
kytkennän kautta virtaava kompensatiovirta, joka ei vain saa
aikaan kummankin ulostulon A_1 ja A_2 tehokasta erotusta toi-
sistaan, vaan myös parantaa ulostulon A_2 korkean impedanssin
20 kanssa rinnan kytkettynä vastuksena sen paluuvirtausvaimen-
nusta.

Rakenneosarvojen ($R = 33 \Omega$, $L = 0,2 \mu H$, $C_1 = 3,9 nF$ ja $C_2 =$
5,1 pF) valinnan avulla saavutetaan ≥ 50 dB oleva kytkentä-
25 vaimennus molempien ulostulojen A_1 , A_2 välillä UKW-alueella
ja vielä ≥ 46 dB oleva kytkentävaimennus TV-alueilla 3 - 5.
Tällöin on edellä mainitun Saksan liittovaltion postilaitok-
sen ohjeen 1R8-15 mukainen vaatimus vasta sitten täytetty,
kun keksinnön mukaiseen jakolaitteeseen ei ole jälkikytketty
30 taajuusvalinnoisia välineitä eikä laajakaistaista jakolaitet-
ta, vaan ulostuloon A_2 on liitetty suoraan kulloinkin yksi
pääterasia runkojohtimeen peräkkäin kytketyistä keksinnön
mukaisista jakolaitteista.

35 Edulliset arvot säilytetään ilman erityisiä tasaustoimenpi-

teitä myös sarjavalmistuksen yhteydessä erityisesti siitä
 syyistä, koska kummatkin muuntaajat AÜ ja DÜ on tehty painotek-
 niikan mukaisesti, jolloin niillä on erittäin pienet valmis-
 tustoleranssit ja ei vaadita mitään erityisiä toimenpiteitä
 5 väliottopisteiden valmistamista varten.

Edellä selostetun rakennejärjestelyn avulla saavutetaan edul-
 linen kompromissi rakenneosien kustannusten, kaistaleveyden
 ja erotuksen välillä. Mikäli kuitenkin jossain yksittäisessä
 10 tapauksessa vaaditaan korkeampia arvoja kaistaleveyttä ja/tai
 erotusta varten, voidaan tämä saada aikaan monimutkaisten
 verkkojen avulla. Verkkorakenteen muodostamiseksi lasketaan
 tällöin ensin sen kompleksivastus 2 yhdestä edellä seloste-
 tusta kaavasta, jolloin muuntajien ja hajainduktanssien kier-
 15 roslukuja varten käytetään kokemuseräisiä arvoja ja en-
 simmäisen kaavan yhteydessä oletetaan, että hajontakerroin
 kaikkia muuntaajakäämityksiä varten on sama ja taajuudesta
 riippumaton. Vielä suurempien kaistaleveyksien ja/tai erotuk-
 sien saavuttamiseksi käytettyjen monimutkaisten verkkojen
 20 yhteydessä nämä yksinkertaistukset eivät ole enää riittäviä;
 vaan näissä tapauksissa on edellä mainitut suureet joko mi-
 tattava tai otettava huomioon laskelmissa muuttuvina paramet-
 reinä.

25 Seuraavana vaiheena saadaan selville peruskytkentä kompleksi-
 vastuksen Z todellisen ja imaginäärisen osan nimellistaajuus-
 kulusta, kuten edellä olevassa kuvion 3 mukaisessa sovellu-
 tusesimerkissä on selostettu, jolloin sen rakenneosarvot
 määritetään sen taajuuskulun optimaalisen, nimellistaajuus-
 30 kulkuun kohdistuvan lähentymisen avulla käyttämällä apuna
 esimerkiksi laskentaohjelmaa.

Lisärakenne-elementtien laajentamien peruskytkentöjen avulla
 on mahdollista - myös laskentaohjelmien avulla - rakenneosar-
 35 voja muuttamalla suorittaa toinen mainittuun nimellistaa-

juuskulkuun kohdistuva lähestyminen, jolloin kuitenkin kustannukset tällaisten kytkentöjen muodostamista varten sekä myös niiden aiheuttamat kustannukset lisääntyneiden vaatimusten ja siten myös suuremman monimutkaisuuden johdosta nousevat suhteettoman korkeiksi.

Patenttivaatimukset:

1. Laite suurtaajuuksisen energian jakamiseksi HF/UHF-alueel-
5 la kahteen toisistaan erotettuun ulostuloon sovitin- ja ero-
tusmuuntajan, jotka kumpikin on varustettu väliottokäämityk-
sellä, väliottojen ollessa liitettyinä johtavina keskenään
yhteen, sekä suurimman mahdollisen erotuksen saavuttamista
varten tarkoitetun sovitinmuuntajan optimaalisen liitäntäkoh-
10 dan ja yhden ulostulon (symmetrisen jaon yhteydessä) tai vas-
taavasti suurohmisen ulostulon (epäsymmetrisen jaon yh-
teydessä) väliin kytketyn erotusvastuksen avulla,
t u n n e t t u siitä, että erotusvastuksena on kompleksi-
vastus ($Z = X + jY$), jonka taajuudesta riippuvan, vaaditun
15 ohmisen erotusvastuksen muodostama resistanssi (X) kompensoi
leveäkaistaisesti häviövastukset ja niiden reaktanssin (Y)
sekä molempien muuntajien ($A\ddot{U}$, $D\ddot{U}$) pää- ja hajainduktanssit.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u
20 siitä, että kompleksivastus (2) on muodostettu kelan (L) ja
ensimmäisen kondensaattorin (C_1) käsittävän rinnakkaisreso-
nanssiipiirin ja toisella kondensaattorilla (C_2) varustetun
ohmisen vastuksen (R) rinnakkaiskytkennän sarjakytkennän
avulla.
- 25 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u
siitä, että kompleksivastus käsittää ohmisen vastuksen ja
kondensaattorin sarjakytkennän.
- 30 4. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 - 3 mukainen laite,
t u n n e t t u siitä, että molemmat muuntajat ($A\ddot{U}$, $D\ddot{U}$) in-
tehty painotekniikan avulla.

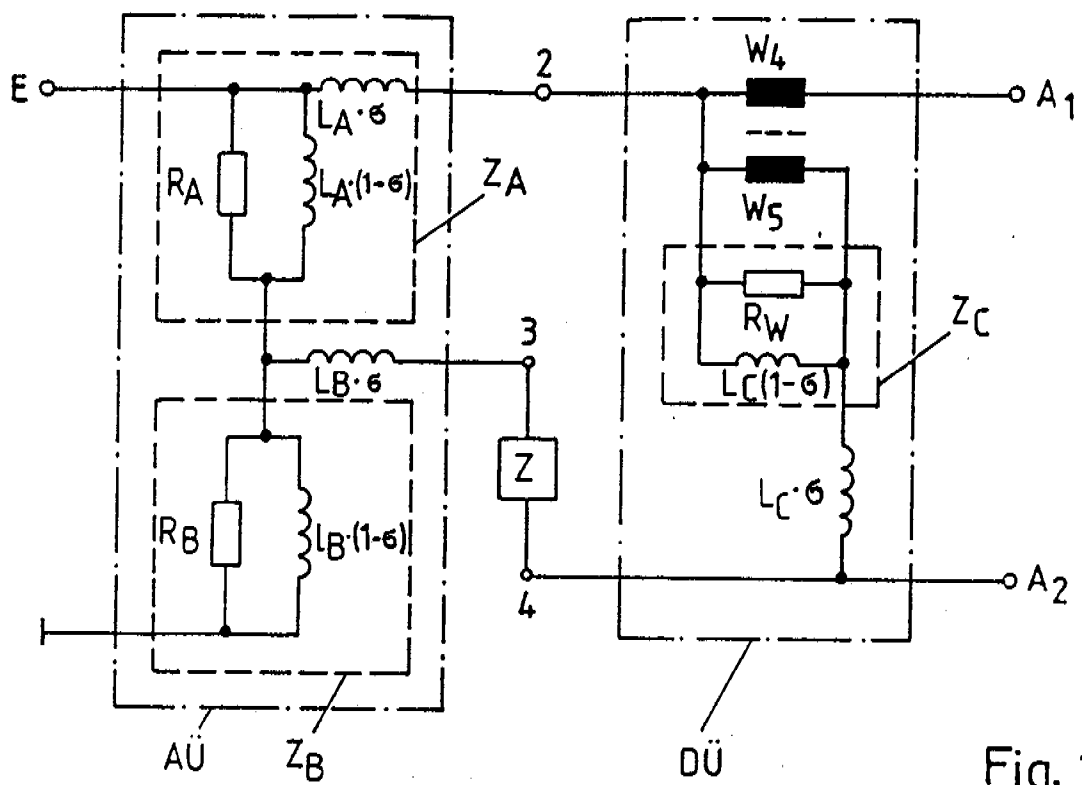


Fig. 1

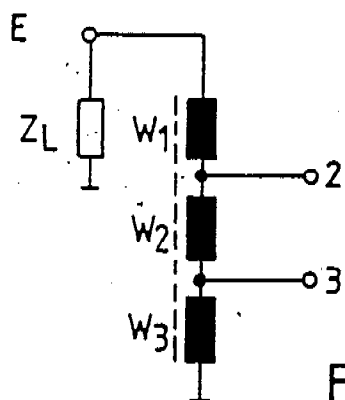


Fig. 2

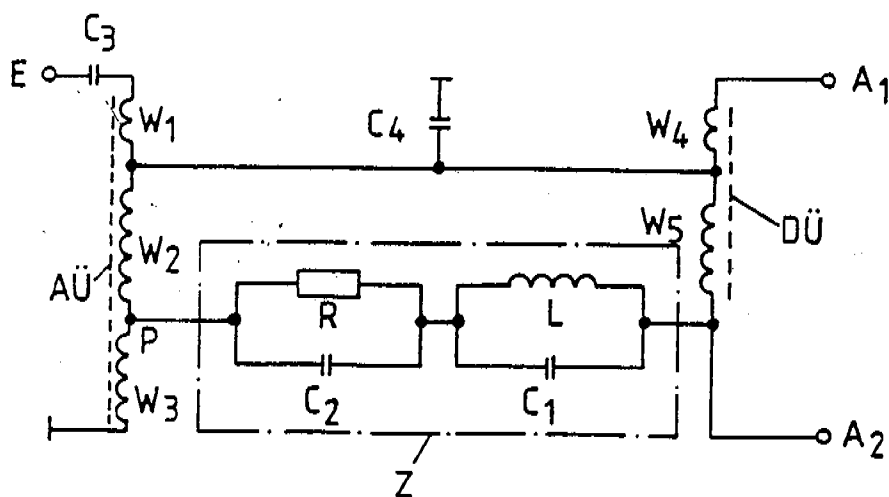


Fig. 3