



SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU**
UTLÄGKNINGSSKRIFT 64873

C Patentti myönnetty 20.01.1984
(45) Patent meddelat

(51) Kv.lk.³/Int.Cl.³ H 04 B 3/14

(21) Patentihakemus — Patentansökning	770622
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	25.02.77
(23) Aikupäivä — Giltighetsdag	25.02.77
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	02.09.77
(44) Nähtäväksiapanon ja kuuljulkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utskriften publicerad	30.09.83
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	01.03.76

Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken
Tyskland(DE) P 2608388.5

- (71) Siemens Aktiengesellschaft, Berlin/München, DE; Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2, Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (72) Wolfgang Ulmer, München, Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (74) Berggren Oy Ab
- (54) Taajuusmoduloidun radiolinkkijärjestelmän differentiaalisen vahvistuksen korjain - Korrektionsdon för differentiaalförstärkningen i ett FM-rikt-radiosystem

Keksinnön kohteena on taajuusmoduloidun radiolinkkijärjestelmän differentiaalisen vahvistuksen korjain, jossa pääsignaaliin lisätään itseensä nähde ajallisesti viivästetty ja vaimennettu signaali. Differentiaalinen vahvistus (Differential Gain - DG) on tällöin määritelty mittaussignaalin tällä mittaussignaalin taa-juusmoduloidun kantoaallon välitaajuudesta riippuvana tason muutok-sena taajuusilmaisimen kantataajuisessa ulostulossa.

Vaimennusvääristymät tai kulkuaikavääristymät voivat yksinään tai yhdessä AM-PM-muutoksen kanssa aiheuttaa differentiaalisen vahvis-tuksen vääristymiä, ilman että tätä voitaisiin havaita vaimennus-tai kulkuaikakäyristä, kun signaalitiellä on myös epälineaarisia nelinapoja, esim. vt-rajoitin tai kulkuaaltovahvistin. Tämän vuoksi riittävän pienen keskeismodulaatiokohinan saavuttamiseksi ei riitä vaimennus- ja kulkuaikavääristymien korjaus vastaanottopuolella. Tä-män lisäksi tarvitaan vielä korjain, joka ainakin tasaa differentiaa-lisen vahvistuksen käyrän kaltevuuden.

Artikkelista "IF Variable Equalizers for FM Microwave Radio Links", jonka Shiki, Koyama ja Kurokawa ovat esittäneet julkaisussa IEEE Transactions on Communications, Vol. Com-22, n:o 7, July 1974 on tunnettua saada aikaan säädettävä DG-kaltevuus parabolisen kulku-aikavääristymän ja epälineaarisen elimen, jossa on aseteltava AM-PM-muunnos, avulla. Haittana tällöin on kuitenkin, että kiertyminen tapahtuu vain toiseen suuntaan ja että laitteet tulevat suhteellisen monimutkaisiksi.

Keksinnön pohjana on tehtävä saada aikaan korjain, jolla differentiaalisien vahvistuksen käyrien kaltevuudet voidaan korjata yksinkertaisella tavalla.

Tämä tehtävä ratkaistaan taajuusmoduloidun radiolinkkijärjestelmän differentiaalisien vahvistuksen korjaamalla, joka toimii periaatteella, jossa signaaliin lisätään itseensä nähden ajallisesti viivästetty ja vaimennettu signaali, keksinnön mukaisesti signaalitielle kytketyllä, päistään epäsovitetulla kaapelilla, joka on pituudeltaan sellainen, että kaapelin lähdössä syntyvät vaimennusvääristymät ja differentiaalisien vahvistuksen vääristymät vastaavat likimain sinifunktiota, jonka nollakohta on kaistan keskellä. Kaapeli antaa pääsignaaliin lisättynä kaapelin kaksinkertaisen kulkuajan verran viivästyneen signaalin, joka on vaimentunut heijastuskertoimien tulon määrällä. Muuttamalla heijastuskerrointa kaapelin toisessa päässä voidaan sinimäisen aaltoisuuden sekä suuruutta että etumerkkiä muuttaa.

Kaapeli voi lisäksi edullisesti olla muodostettu olemassa olevasta sopivasti pidennetystä radiolinkkijärjestelmän kahden yksikön välistä yhdyskaapelista, jolloin kytkennän toteutus yksinkertaistuu huomattavasti.

Lisäksi ennen kaapelia voi olla kytketty vastuskytkentä, jossa on potentiometri pitkittäishaarassa ja potentiometrin liukuun yhdistetty ohminen vastus poikittaishaarassa. Tällä saadaan aikaan, että heijastuskerroin muuttuu voimakkaasti yhtä tasauselementtiä muuttamalla vaimennuksen keskitaajuudella pysyessä käytännöllisesti katsoen vakiona.

Potentiometrin ja poikittaisvastuksen hajainduktanssit voidaan

edullisesti kompensoida vastuskytkennän ulostulopuolelle rinnankytketyllä aseteltavalla kondensaattorilla.

Keksintöä selitetään seuraavassa lähemmin kuvioissa esitettyihin suoritusesimerkkeihin liittyen.

Kuvio 1 esittää korjainkytkennän periaatekytkentäkaaviota, jossa on kaapeli signaalitiellä, kuvio 2 esittää korjainkytkennän periaatekytkentäkaaviota, jossa on kaapeli signaalitiellä ja syöttöpiiri, ja kuvio 3 esittää differentiaalisen vahvistuksen vaihtelua potentio- metrin asentoa muutettaessa.

Kuvion 1 kytkentäkaaviossa G on syöttöpiirin generaattori, jolla on jännite U_0 , R1 on syöttöpiirin vastus ja R2 vastaanottopuolen vastus. Syöttöpiirin napojen 1 ja 2 sekä vastuksen R2 napojen 3 ja 4 välille on kytketty kaapeli K, jonka sähköinen pituus on l_E ja aaltovastus Z_0 . Tämän kaapelin avulla, joka on molemmista päistään epäsovitettu, synnytetään pääsignaaliin superponoitu ja siihen nähden ajallisesti viivästetty ja vaimennettu signaali. Tällöin syntyy vaimennusvääristymiä, kulkuvaikavääristymiä ja differentiaalisen vahvistuksen vääristymiä. Viivästetyn signaalin amplitudia muuttamalla voidaan differentiaalisen vahvistuksen vääristymisiä muuttaa.

Kytkenän toimintatapaa selitetään lähemmin seuraavassa. Generaattori G, jonka jännite on U_0 , synnyttää kaapelin K tuloon aallon, jonka jännite on

$$U_{G1} = \frac{U_0}{2} (1+r_1) \quad (1)$$

missä r_1 on heijastuskerroin kaapelista päin katsottuna, jolle on voimassa: $r_1 = \frac{1-m_1}{1+m_1}$, jossa $m_1 = \frac{R1}{Z_0}$, jossa Z_0 on kaapelin aaltovastus. Jos kaapeli oletetaan häviöttömäksi saadaan kaapelin lähtöpäässä jänniteaalto

$$U_{G2} = U_{G1} \cdot e^{-j\tau_0 \omega} \quad (2)$$

missä kaapelin kulku-aika $\tau_0 = \frac{l_E}{c_0}$, jossa c_0 = valonnopeus. Vastuksen R2 kohdalla osa aallosta absorboituu ja osa heijastuu. Absorboitumelle jänniteaallolle on voimassa

$$U_{2G} = U_{G2} + U_{R2} = U_{G2} (1 - r_2) \quad (3)$$

jossa $r_2 = \frac{1-m_2}{1+m_2}$ ja $m_2 = \frac{R_2}{Z_0}$. Heijastunut aalto $U_{R2} = -r_2 \cdot U_{G2}$

palaa kaapelin tulopäähän ja heijastuu siellä toisen kerran. Sillä on tällöin kaapelin lähtöpäässä jännite

$$U_{RR2} = r_1 \cdot r_2 \cdot U_{G2} \cdot e^{-j2\tau_0\omega} \quad (4)$$

Vastuksen R_2 absorboituvalle heijastuneelle aallolle on voimassa

$$U_{2RR} = U_{RR2} (1 - r_2) \quad (5)$$

Jättämällä seuraavat heijastukset huomioon ottamatta saadaan vastuksen R_2 jännitteeksi

$$U_2 = U_{2G} + U_{2RR} \quad (6)$$

Sijoittamalla U_{2G} :n ja U_{2RR} :n arvot yhtälöstä (3) ja (5) saadaan

$$U_2 = U_{G2} (1 - r_2) + U_{RR2} (1 - r_2) \quad (7)$$

ja edelleen

$$\frac{U_2}{U_{0/2}} = (1 + r_1) (1 - r_2) (1 + r_1 r_2 e^{-j2\tau_0\omega}) e^{-j\tau_0\omega} \quad (8)$$

Kaapeli antaa siten pääsigaanlin superponoituneen, kaapelin kaksinkertaisen kulkuajan verran viivästyneen signaalin, joka on vaimentunut heijastuskertoimien tulon määrällä. Jos $r_1 \cdot r_2 \ll 1$ saadaan itseisarvolle hyvänä likiarvona

$$\left| \frac{U_2}{U_{0/2}} \right| = (1 + r_1) (1 - r_2) (1 + r_1 r_2 \cos 2\tau_0\omega) \quad (9)$$

Kaapelin pituus valitaan tällöin siten, että syntyvät vaimennusvääristymät vastaavat kaapelin lähtöpäässä hyvänä likiarvona sinifunktiota, jonka nollakohta on kaistan keskellä ja jonka jakso on niin suuri, että korjattava taajuuskaista tulee sinifunktion likimain suoralle osalle. Toisin sanoen kaapelin pituus l_E valitaan siten, että $2\tau_0\omega_0 = (2n-1) \cdot \frac{\pi}{2}$, missä $\tau_0 = \frac{l_E}{c_0}$; $\omega_0 = 2\pi f_0$ ja f_0 on kaistan keskitaajuus ja n on positiivinen kokonaisluku. Tällöin on voimassa itseisarvolle

$$\left| \frac{U_2}{U_{0/2}} \right| = (1 + r_1) (1 - r_2) \left[1 + (-1)^n r_1 r_2 \sin 2\tau_0 \Delta\omega \right] \quad (10)$$

jossa on merkitty $\Delta\omega = \omega - \omega_0$.

Differentiaaliselle vahvistukselle, joka on määritelty vaihesiirron muutoksen $\delta\eta$ ja vaihesiirron η suhteena voidaan laskea

$$DG = \frac{\delta\eta}{\eta} = p (-1)^n r_1 r_2 (1 - \cos 2\tau_0 \omega_s) \cdot \sin 2\tau_0 \Delta\omega \quad (11)$$

jossa $\omega_s = 2\pi f_s$ ja f_s on DG-mittauksen mittaustaajuus. Siten syntyy samanaikaisesti myös differentiaalisen vahvistuksen sinimäinen aaltoisuus. Muuttamalla heijastuskerrointa toisessa kaapelin päässä voidaan sinimäisen aaltoisuuden sekä suuruutta, että etumerkkiä muuttaa.

Kuviossa 2 on esitetty eräs keksinnön mukaisen laitteen edullinen kehitysmuoto, jossa yhden ainoan tasauselementin muuttaminen muuttaa voimakkaasti heijastuskerrointa vaimennuksen keskitaajuudella pysyessä käytännöllisesti katsoen vakiona. Kaapelin K eteen on tässä kytketty vastuskytkentä, jossa on potentiometri R3 pitkittäishaarassa ja potentiometrin liukuun yhdistetty ohminen vastus R5 poikittaishaarassa. Generaattorin G, sisäisen vastuksen Z_0 ja edellä kuvatun vastuskytkennän muodostamalla syöttöpiirillä on säädettävä lähteen sisäinen vastus.

R_Q ($R_Q = R_3 - R_4 + \frac{R_5(R_4 + Z_0)}{R_5 + R_4 + Z_0}$) ja laajalti vakio lähtötaso, kun R3

ja R5 valitaan sopivasti, nimittäin siten, että heijastuskertoimet potentiometrin ääriasennoissa tulevat suunnilleen yhtäsuuriksi mutta vastakkaismerkkisiksi $r_{11} = -r_{12}$. Tällöin saadaan seisovan

aallon suhteelle $m_{11} = \frac{1}{m_{12}}$; samanaikaisesti on voimassa $m_{11} = \frac{R_{Q1}}{Z_0}$

ja $m_{12} = \frac{R_{Q2}}{Z_0}$, jossa R_{Q1} ja R_{Q2} ovat lähteen sisäiset vastukset potentiometrin ääriasennoissa. Keksinnön mukaisella syöttöpiirin toteutuksella saadaan suuri heijastuskertoimen muutos vaimennuksen muuttuessa suhteellisen vähän ja käytännöllisesti katsoen merkityksettömästi. Heijastuskertoimen tulon $r_1 r_2$ suuruudesta riippuu myös differentiaalisen vahvistuksen käyrän maksimaalinen saavutettavissa oleva kaltevuus. Vastuskytkennän ulostulopuolelle rinnankytketyn trimmerin C tehtävänä on potentiometrin R3 ja poikittais-

vastuksen R_5 hajainduktanssien kompensointi. Lisäksi se mahdollistaa lähdevastuksen R_Q tarkan asettelun aaltovastukseen Z_0 yhdessä potentiometrin R_3 osavastuksen R_4 oikean asettelun kanssa.

Kuviossa 3 on esitetty differentiaalinen vahvistus $\frac{\delta \eta}{\eta} \Delta f$:n funktiona erilaisilla potentiometrin R_3 osavastuksen R_4 arvoilla ja siten heijastuskertoimen r_1 erilaisilla arvoilla. Käyräparvesta havaitaan, että aaltoisuus on suurimmillaan osavastuksen R_4 minimi- ja maksimiarvoilla (osavastusta voidaan muuttaa tarkastellussa kytkennässä välillä $0 - 47\Omega$) eli siis potentiometrin R_3 kummassakin ääriasennossa.

Patenttivaatimukset

1. Taajuusmoduloidun radiolinkkijärjestelmän differentiaalisen vahvistuksen korjain, jossa pääsignaaliin lisätään itseensä nähden ajallisesti viivästetty ja vaimennettu signaali, t u n n e t t u signaalitielle kytketystä, päistään epäsovitetusta kaapelista (K), joka on pituudeltaan (l_E) sellainen, että kaapelien lähdössä syntyvät vaimennusvääristymät ja differentiaalisen vahvistuksen vääristymät vastaavat likimain sinifunktiota, jonka nollakohta on kaistan keskellä.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen korjain, t u n n e t t u siitä, että kaapeli on muodostettu olemassa olevasta, sopivasti pidennetystä radiolinkkijärjestelmän kahden yksikön välisestä yhdyskaapelista.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen korjain, t u n n e t t u siitä, että ennen kaapelia (K) on kytketty vastuskytkentä, jossa on potentiometri (R3) pitkittäishaarassa ja potentiometrin liukuun yhdistetty ohminen vastus (R5) poikittaishaarassa.
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen korjain, t u n n e t t u siitä, että vastuskytkentään on ulostulopuolelle rinnankytketty aseteltava kondensaattori (C).

Patentkrav

1. Korrektör för den differentiella förstärkningen i ett FM-radiolänksystem, varvid en huvudsignal är överlagrad med samma, tidsmässigt fördröjda och förminskade signal, k ä n n e t e c k n a d av en i signalvägen inkopplad, vid sina ändar felanpassad kabel (K) av en sådan längd (l_E), att de vid kabelns utgång uppkomna dämpningsdistorsionerna och distorsionerna i den differentiella förstärkningen approximativt motsvarar en sinusfunktion, vars nollgenomgång ligger vid bandmitten.
2. Korrektör enligt kravet 1, k ä n n e t e c k n a d av att kabeln utgörs av en befintlig, avpassat förlängd förbindningskabel mellan två enheter i radiolänksystemet.
3. Korrektör enligt kravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d av att ett motståndsnät är kopplat före kabeln (K), vilket består

av en potentiometer (R3) i en seriegren och ett till potentiometers uttag kopplat ohmskt motstånd (R5) i en shuntgren.

4. Korrektör enligt kravet 3, k ä n n e t e c k n a d av att en inställbar kondensator (C) är parallellkopplad över motståndsnätets utgångssida.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

—

Fig. 1

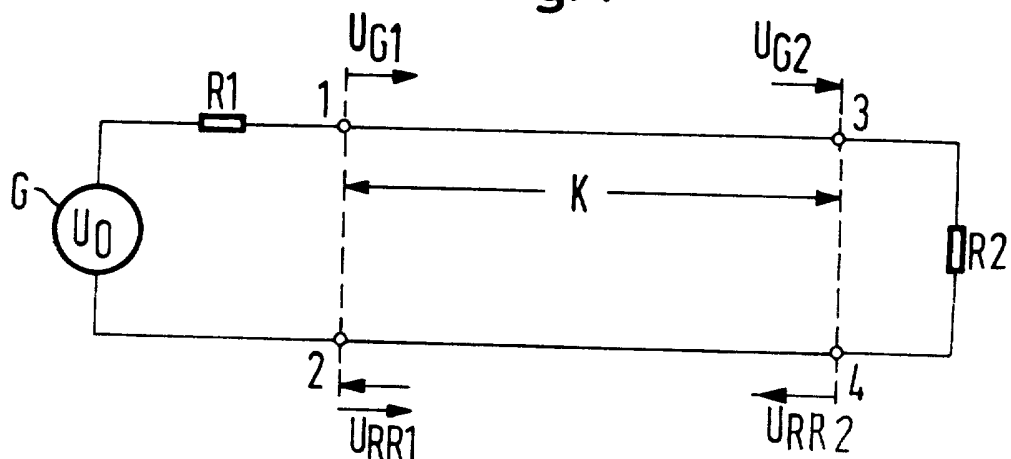


Fig. 2

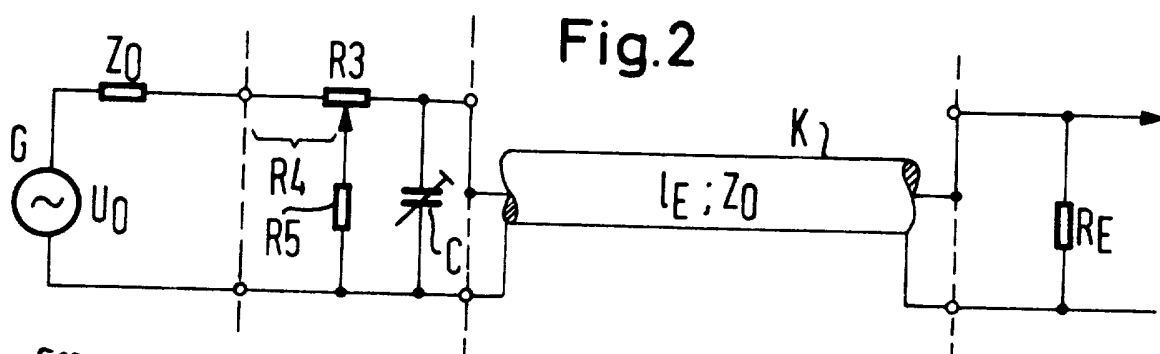


Fig. 3

