

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 792331 A7**

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

(21) Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application 792331

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
H03H

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 25.07.1979

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 25.07.1979

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 27.01.1980

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 12.06.2019

(32) (33) (31) Etu oikeus - Prioritet - Priority

26.07.1978 DE P_2832849.6

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Siemens Aktiengesellschaft, Berlin/München, Wittelsbacherplatz 2, 8000 München, SAKSA, (DE)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Betzl, Hermann, TOWN UNKNOWN, SAKSA, (DE)

2 • Hebenstreit, Ernst, TOWN UNKNOWN, SAKSA, (DE)

3 • Schreiber, Roland, BRD, SAKSA, (DE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Berggren Oy Ab, Antinkatu 3 C, 00100 Helsinki

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

Sähköinen suodatuskytkentä, jossa on yksittäisistä CTD-elementeistä muodostettuja CTD-johtimia.

Elektrisk filterkoppling med av enskilda CTD-element bestående CTD-ledningar.

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, Berlin und München, D-8000 München 2,
Wittelsbacherplatz 2, Saksan liittotasavalta

Sähköinen suodatuskytkentä, jossa on yksittäisistä CTD-elementeistä muodostettuja CTD-johtimia - Elektrisk filterkoppling med av en-skilda CTD-element bestående CTD-ledningar

Keksinnön kohteena on sähköinen suodatuskytkentä, jossa on yksittäisistä CTD-elementeistä muodostettuja CTD-johtimia, ja jossa käytetään nelinaparesonaattoreita, jotka on kulloinkin muodostettu suljettuna johdinsilmukkana ja jotka määrittävät suodatuskytkennän taajuudesta riippuvaisen siirtokäyttäytymisen, ja jossa suodatuskytkennässä on edelleen peräkkäiset nelinaparesonaattorit liitetty liitoskytkennän kautta toisiinsa.

Edellä mainitun laatuista suodatuskytkentöjä tunnetaan esimerkiksi jo periaatteeltaan DE-patenttijulkaisusta 24 53 669. Tällaisten kytkentöjen rakennelmia on lisäksi kuvattu DE-kuulutusjulkaisussa 25 34 319 sekä myös DE-kuulutusjulkaisussa 26 08 582. Näissä julkaisuissa on viitattu mm. myös siihen, että CTD-johtimilla toisaalta tarkoitetaan nk. BBD-laitteita (Bucked Brigade Devices), siis nk. kauhaketjukytkentöjä, ja toisaalta myös nk. CCD-laitteita (Charged Coupled Devices). CCD-kytkennät ovat sellaisia laitteita, jotka toimivat kytkettyjen varausten periaatteen mukaan. Näistä

molemmista kytkentätavoista käytetään ammattikielessä myös nimeä "CTD-laite" (Charge Transfer Device), ja tämän tyyppisille siirtolaitteille on mm. ominaista, että niillä on yksisuuntainen siirtokäyttäminen. CTD-laitteet muodostuvat suurehkosta kokonaislukuisesta määrästä, siis esimerkiksi n yksittäisestä CTD-elementistä, jotka voidaan toteuttaa täysin integroitavissa olevilla kokonaisjärjestelmillä. Tunnetusti tällaisia CTD-järjestelmiä on käytettävä tahtisignaalin avulla, jolla on ennalta määrätty toistotaajuus f_T , jolloin tahtisignaali syötetään BBD-laitteiden yksittäisille varauskondensaattoreille tai CCD-johtimien varauskapasitansseille. Käytännössä pidetään etusijalla tällöin nk. monivaihe-CTD-laitteita, joiden tahtisignaali on toistensa suhteen vaihesiirrettyjä, nimittäin siten, että viereisiä varauskapasitansseja käytetään vaihesiirretyillä tahdeilla. Jos tämän mukaisesti käytetään nk. p -vaihetajajärjestelmää ($p = 2, 3, 4, \dots$), CTD-elementti muodostuu tällöin p viereisestä varauskapasitanssista. Lisäyksityiskohtia edellä olevasta on löydettävissä esimerkiksi kirjasta "Charged Transfer Devices", Academic Press. Inc., New York, San Francisco, London 1975.

DE-PS 24 53 669 tai DE-AS 25 34 319 tai myös DE-AS 26 08 582 mukaisia suodatuskytkentöjä käytetään resonanssiakykyisinä rakenteina suljetuissa johdinsilmukoissa, joita nimitetään seuraavassa nelinaparesonaattoreiksi. DE-AS 25 34 319 on esitetty vielä sisään- ja uloskytkennät, jotka on muodostettu ristielinkytkentöjen topologiassa, jolloin kytkentärakennetta varten on huomioitava CTD-laitteiden ominaisuudet. DE-AS 26 08 582 esitetyissä sisään- ja uloskytkennöissä käytetään kytkentärakenteena π -elinten topologiaa. Kuten seuraavassa kuvion 1 avulla vielä osoitetaan, soveltuvat tällaiset sisään- ja uloskytkennät myös välilytkennöiksi, kun on toteutettava useista elimistä muodostuva suodatuskytkentä, jossa kaksi tai useampia nelinaparesonaattoreita on kytketty sopivien liitoskytkentöjen avulla ketjuun. Suodatuskarakteristiikalle on tällöin määräävää syöttöjohdoissa käytettyjen CTD-laitteiden varauskapasitanssien suhde suljetussa johdinsilmukassa olevien CTD-laitteiden varauskapasitanssiin, so. siis nelinaparesonaattorissa käytettyyn CTD-laitteeseen.

Vaikkakin tunnetut suodatuskytkennät tarvitsevat vain suhteellisen vähän tilaa niiden integroidun rakennetavan ansiosta, osoittautuu kuitenkin, että etenkin liitoskytkentää varten tarvitaan suhteellisen useita CTD-elementtejä.

Keksinnön tehtävänä on esittää suodatuskytkentöjä, jotka muodostuvat useista ketjuun kytketyistä CTD-nelinaparesonaattoreista, ja joissa on yksittäisten nelinaparesonaattoreiden välissä olevien liitoskytkentöjen mahdollisimman yksinkertainen rakenne, niin että tarvitaan siis mahdollisimman vähäinen määrä CTD-elementtejä tai CTD-johtimia tai vahvistimia.

Lähdettäessä alussa mainituista suodatuskytkennöistä tämä tehtävä ratkaistaan keksinnön mukaisesti siten, että yksittäisen nelinaparesonaattorin sisäänmenon ja/tai ulostulon rinnalle on kytketty vahvistimia, joiden signaalin virtaussuunta on yhtäpitävä rinnakkaisen CTD-johtimen signaalin virtaussuunnan kanssa, ja että peräkkäiset nelinaparesonaattorit yhdistävillä liitoskytkennän pitkittäisjohtimilla on yksisuuntainen siirtokäyttäytyminen ja vähintään yhdessä näistä pitkittäisjohtimista on invertoiva vahvistin.

Alavaatimuksissa on esitetty muita edullisia sovellutusmuotoja.

Seuraavassa esitetään keksintöä lähemmin suoritusesimerkkien avulla.

Piirustuksessa nähdään:

kuvio 1: kaaviomainen esitys suodatuskytkentöjen perusluonnoksesta, kuten se tunnetaan DE-PS 24 53 669, DE-AS 25 34 319 ja DE-AS 26 08 582;

kuvio 2: keksinnön mukaisen liitoskytkennän peruseriaate, jossa kytkennässä on käytetty neljää vahvistinta;

kuvio 3: liitoskytkennän eräs toinen rakenne, jossa peräkkäiset nelinaparesonaattorit on liitetty CTD-pitkittäisjohtimien avulla toisiinsa, josta syötetään välittömästi signaali poikittaishaarassa olevalle vahvistimelle;

kuvio 4: eräs toinen kytkentämahdollisuus, jossa syötetään signaali poikittaishaarassa olevalle vahvistimella eteenkytketyn nelinaparesonaattorin rinnakkaisesta johdinhaarasta.

Kuten jo mainittiin, kuviossa 1 on esitetty keksinnön kohteen parempaa ymmärtämistä varten tunnettu kytkentärakenne, jonka perusluonnos on kuvattu DE-AS 26 08 582. Leveästi vedetyt viivat esittävät tällöin CTD-johtimia, joiden yksisuuntainen siirtokäyttäytyminen on esitetty yksittäisiin johdinjaksoihin merkityllä nuolilla. Myös varauskapasitanssien C1, C2 jne. kapasitanssiarvot on merkitty yksittäisiin

CTD-johdinjaksoihin. Kuviossa ohuesti merkityt viivat ovat galvaanisia johdinliitoksia, joiden yksisuuntainen siirtokäyttäytyminen määräytyy näihin johtimiin kytkettyjen vahvistimien signaalin virtausuunnilla. Esimerkkinä on esitetty kaksipiirinen suodatin, jonka nelinaparesonaattorit 6 ja 6' on yhdistetty liitoskytkennän kautta toisiinsa. Esityksen yksinkertaistamiseksi oletetaan, että nelinaparesonaattorit 6 ja 6' ovat rakenteeltaan samanlaiset, niin että kytkennässä muodostuvat jaksot 3, 4 ja 3. Kytkennässä on lisäksi havaittavissa ottoliitanta 1 sekä antoliitanta 2 ja edelleen antoliitanta 2' ja toinen ottoliitanta 1'. Otto- tai antoliitantojen eteen tai jälkeen voidaan tällöin kytkeä sinänsä tunnettuja kytkentöjä, jotka soveltuvat muuntamaan analogiasignaalin CTD-johtimille sopivaksi signaaliksi tai päinvastoin muuntamaan takaisin CTD-johtimilla siirretty signaali analogiasignaaliksi. Tähän tarkoitukseen mahdollisia kytkentöjä on esimerkiksi kuvattu alussa mainitussa kirjassa "Charged Transfer Devices", etenkin kirjan sivuilla 47-61. Kytkentäjaksoissa 3 on CTD-pitkittäisjohtimilla varauskapasitanssi C1, kun taas CTD-poikittaisjohtimilla on varauskapasitanssi C2. Suljetulla piirillä halutaan osoittaa, että jokaisella nelinaparesonaattoreista 6, 6' on n CTD-elementtiä, jonka avulla kulloinkin suljetulle johdinsilmukalle on myös määrätty resonanssitaajuus f_R . Liitoskytkentä 4 muodostuu puolestaan kytkentärenkaasta 7, jonka eteen on kytketty kytkentäjakso 8 ja jonka jälkeen on kytketty kytkentäjakso 9. Kytkentärenkaassa 7 on osoitettu, että siellä oleva, samoin suljettua johdinsilmukkaa esittävä kytkentä on käytettyihin CTD-johtimiin nähdessä rakennettu siten, että kaikkiaan esiintyy $n/2$ CTD-elementtiä.

Eteenkytketyssä johdinkytkennässä 8 käytetyllä CTD-johtimella on varauskapasitanssi C3, samoin voi olla myös jälkeenkytketyn kytkennän 9 CTD-johtimella varauskapasitanssi C3. Kytkentärenkaassa 7 on edelleen havaittavissa kaksi viitenumerolla 5 merkittyä kytkinsymbolia, jotka esittävät nk. tehotonta uloskytkentää. Esimerkkinä on tällaisia tehottomia CCD-kytkennöille tarkoitettuja uloskytkentöjä kuvattu etenkin mainitun kirjan "Charged Transfer Devices" sivuilla 53-57 ja ne voidaan muodostaa myös vastaavana muunnelmana BBD-kytkennöille, kun selllaisten BBD-kytkentöjen varauskondensaattoreiden avainnusta varten käytetään vahvistimia, joiden ottovastus on mahdollisimman lähellä arvoa ääretön. Alemmassa haarassa olevalta uloskytkennältä 5 johtaa vahvistin, jonka vahvistustekijä on R_A ylempään johtimeen ja samanaikaisesti vaihvistin, jonka vahvistustekijä on $-(1+R_A)$, nelinaparesonaattoriin, niin että sen signaalin virtausuunta siis osoittaa ulostulon 2 suuntaan.

Vastaavasti on ylemmän uloskytkennän 5 jälkeen kytketty vahvistin R_B , jonka signaalin virtaussuunta osoittaa ylemmältä alempaan CTD-johtimeen, ja kytkentäjakson 9 ylemmässä pitkittäishaarassa on vahvistin, jonka vahvistustekijä on $-(1+R_B)$. Kytkennän mitoitus varten pätevät vielä seuraavat suhteet:

R_A, R_B = nelinaparesonaattorin pitkittäishaarassa olevasta varauksesta sen poikittaishaaraan johdettu osuus

$(Q_{\text{poik}} = R \cdot Q_{\text{pit}}; R = R_A = R_B = \frac{C_2}{C_2+C_3} \ll 1; (1-R) \cdot Q_{\text{pit}} = \text{edelleen johdettu varaus})$

C_1, C_2, C_3 = varauskapasitanssien kapasitanssiarvot vasemman nelinaparesonaattorin haaraumakohdassa

n = nelinaparesonaattorien CTD-rengaselementtien lukumäärä

$n/2$ = kytkentärenkaan 7 CTD-elementtien lukumäärä

f_R = nelinaparesonaattorin (6, 6') resonanssitaajuus

$= k \cdot f_T / n$ ($k = 1, 2, \dots, n$)

f_T = toistotaajuus

Esillä olevassa on siis esitetty R_A ja R_B varausjaot tai myös varausvahvistukset ja yksittäisiin osajohtimiin on esitetty paremman yleiskuvan saamiseksi välittömästi vielä varausosuus R_A tai R_B , niin että siten nelinaparesonaattorin poikittaisessa CTD-johtimessa 10 kulkee varausosuus R_A , kun taas nelinaparesonaattorin 6' samoin poikittaishaarassa olevassa CTD-johtimessa 10' kulkee varausosuus R_B . On vain huomioitava, että CTD-johtimilla 10 tai 10' on vastakkainen yksisuuntainen siirtokäyttäytyminen. Jo edellä mainituissa saksalaisissa patentti- tai kuulutusjulkaisuissa on viitattu siihen, että tällaisten suodatuskytkentöjen luonnos pohjautuu mikroaaltokytkentöihin, kuten niitä on kuvattu esimerkiksi Matthaei-Young Jones'in kirjassa "Microwave Filters Impedance Matching and Coupling Systems", Mc Graw Hill Book Company Corp. 1964. Tämä liittyy siihen, että myös CTD-johtimet voidaan käsittää siirtojohtimina, joiden johtamislaatu on aivan samalla tavoin otettava huomioon, kuten mikroaaltosuodattimissa. Tästä syystä on kuviossa 1 esitetyllä kytkennällä seuraava toimintatapa:

Kytkenä itse on laadultaan suodinkytkenä, ja sisäänmenoon 1 syötetty energia esiintyy siten aina täydellisesti ulostulossa 2', kun sen signaalitaajuus f_s on yhtäpitävä edellä määritellyn resonanssitaajuuden f_R kanssa. Mitä enemmän signaalitaajuus f_s poikkeaa reso-

nanssitaajuudesta f_R , sitä enemmän esiintyy signaalienergiaa ulostuloon 2. Jos käytetään vain sisäänmenoa 1 ja ulostuloa 2, silloin kytkentä on laadultaan kaistanpäästösuodin.

Kuvioissa 2-4 on esitetty keksinnön mukaisia kytkentärakenteita, ja vaikutukseltaan samanlaiset elementit on merkitty samoilla viitemerkeillä, niin että sikäli voidaan heti viitata kuvion 1 selitykseen. Kuvion 2 kytkennässä toteutetaan nyt nelinaparesonaattorit 6 ja 6' yhdistävä liitoskytkentä 4 pääasiassa vahvistimilla V1-V4. Yleisessä pitkitäisjohdossa, siis katsottaessa sisäänmenolta 1 ulostuloon 2', on ensimmäinen tehoton signaalinsyöttökytkentä 5 ja vastaavasti samoin alemmassa pitkittäisjohtimessa, siis katsottaessa sisäänmenolta 1' ulostuloon 2. Signaalinsyöttökytkennät 5 voivat tällöin olla välittömästi nelinaparesonaattorien 6 tai 6' vieressä, tai niiden kytkentä voi tapahtua lyhyiden CTD-johdinjaksojen kautta. Nelinapaan 6 kuuluvan CTD-johtimen 10 rinnalle kytketään nyt välittömästi vahvistin V1, niin että tämä vahvistin on siis nelinaparesonaattorin 6 ulostulossa. Vastaavasti kytketään CTD-johtimen 10' rinnalle vahvistin V4. Peräkkäisten nelinaparesonaattoreiden vastaavat pitkittäisjohdot on yhdistetty johtimien 11 tai 11' avulla toisiinsa. Näissä pitkittäisjohtimissa ovat vahvistimet V2 ja V3. Vahvistimen V2 kohdalla on huomattava, että sen siirtosuunta, so. siis sen yksisuuntainen käyttäytyminen osoittaa sisäänmenolta 1 ulostuloon 2', kun taas vahvistimen V3 kohdalla on huomattava, että sen siirtosuunta osoittaa sisäänmenolta 1' ulostuloon 2. Vahvistimien V1 tai V4 siirtosuuntien on oltava yhtäpitäviä rinnakkaisten CTD-johtimien 10 tai 10' yksisuuntaisten siirtosuuntien kanssa, niin että vahvistin V1 siirtää siis ylemmän pitkittäishaaran signaalinsyöttökytkennältä 5 alemmaan pitkittäishaaraan, kun taas vahvistin V4 siirtää alemman pitkittäishaaran signaalinsyöttökytkennältä 5 ylemmän pitkittäishaaran suuntaan. Vahvistimien V1 - V4 vahvistustekijät voidaan laskea seuraavilla suhteilla:

$$V1 = \frac{R_B(1+R_A)}{1+R_A R_B}$$

$$V3 = \frac{1+R_A}{1+R_A R_B}$$

$$V2 = \frac{1+R_B}{1+R_A R_B}$$

$$V4 = \frac{R_A(1+R_B)}{1+R_A R_B}$$

V1-V4 ovat tällöin puolestaan varausvahvistuksia tai varausjakoja,

ja joko V2 tai V3 voidaan toteuttaa negatiivisella etumerkillä invertoivana vahvistimena, niin että V2 ja V3 ovat etumerkeiltään vastakkaiset.

Kuvion 2 kytkentärakenteessa havaitaan, että myös liitoskytkennän 4 yksittäisillä osajaksoilla on yksisuuntainen siirtokäyttäytyminen, mikä on varmistettu tällöin vahvistinten V1-V4 signaalin virtaus-suunnan avulla.

Tämän ajatuksen edelleenkehittelyssä on esitetty kuvioissa 3 ja 4 vielä kytkennät, joissa voidaan säästää vahvistustekijöiden sopivalla mitoituksella vielä kaksi vahvistinta. Jos annetaan esimerkiksi varauskapasitanssien C2 tai C3 sopivalla mitoituksella vahvistimille V2 tai V4 vahvistustekijä 1, silloin voivat nämä molemmat vahvistimet jäädä pois. Yksisuuntaisen siirtokäyttäytymisen varmistamiseksi kuvioiden 3 ja 4 mukaisissa kytkennöissä on ylemmässä pitkittäishaarassaoleva liitosjohto 11 nelinaparesonaattoreiden 6 ja 6' pitkittäishaarojen yhdistämistä varten muodostettu samoin CTD-johtimeksi, jonka siirtosuunta on puolestaan osoitettu merkityllä nuolella. Kuvion 3 kytkennässä on signaalin syöttökytkentä 5 kytketty tällöin välittömästi pitkittäishaarassa olevaan CTD-johtimeen 11, kun taas kuvion 4 kytkennässä signaalin syöttökytkentä 5 on kytketty nelinaparesonaattorin 6 rinnakkaiseen CTD-johtimeen 10. Kytkentöjen suhteen on joka tapauksessa huolehdittava siitä, että poikittaishaaroja varten syötetään alussa mainittuja suhteita vastaava varaus.

Edellä esimerkkinä kaksipiirisestä suodattimesta esitetyt ajatukset pätevät vastaavasti myös silloin, kun on toteutettava useita elimiä sisältäviä suodatuskytkentöjä, joiden yksittäiset nelinaparesonaattorit on yhdistetty keskenään liitoskytkentöjen kautta.

Patenttivaatimukset

1. Sähköinen suodatuskytkentä, jossa on yksittäisistä CTD-elementeistä muodostettuja CTD-johtimia, ja jossa käytetään nelinaparesonaattoreita, jotka on muodostettu kulloinkin suljettuna johdinsilmukkana ja jotka määräävät suodatuskytkennän staajuudesta riippuvaisen siirtokäyttäytymisen, ja jossa laitteessa on edelleen yhdistetty peräkkäiset nelinaparesonaattorit liitoskytkennän avulla toisiinsa, t u n n e t t u siitä, että yksittäisen nelinaparesonaattorin (6, 6') sisäänmenon ja/tai ulostulon rinnalle on kytketty vahvistimia (V1, V4), joiden singaalin virtaussuunta on yhtäpitävä rinnakkaisten CTD-johdinten (10, 10') signaalin virtaussuunnan kanssa, ja että peräkkäisiä nelinaparesonaattoreita (6, 6') yhdistävillä liitoskytkennön (4) pitkittäisjohtimilla (11, 11') on yksisuuntainen siirtokäyttäytyminen ja vähintään yhdessä näistä pitkittäisjohtimissa (esim. 11') on invertoiva vahvistin (V3) (kuv. 2).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen suodatuskytkentä, t u n n e t t u siitä, että vain eteenkytketyn CTD-nelinaparesonaattorin (6) ulostulon rinnalle on kytketty vahvistin (V1) ja yksi liitoskytkennän (4) pitkittäisjohtimista (esim. 11) on muodostettu täydellisesti CTD-johtimeksi.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen suodatuskytkentä, t u n n e t t u siitä, että rinnakkaisten vahvistimien (V1) syöttökytkentä (5) tapahtuu välittömästi nelinaparesonaattorin (6) viereisestä CTD-johtimesta (10).

