



SZABADALMI LEÍRÁS

179062

Bejelentés napja: 1979. VII. 25. (SI-1710)

Nemzetközi osztályozás:
H 03 H 11/00

Német Szövetségi Köztársaság-beli elsőbbsége:
1978. VII. 26. (P 28 32 849.6)

Közzététel napja: 1981. XI. 28.

Megjelent: 1983. XI. 30.

Feltalálók:

Betzl Hermann okleveles mérnök, Hebenstreit Ernst okleveles mérnök, München, Dr. Schreiber Roland okleveles mérnök, Ottobrunn-Riemerling, Német Szövetségi Köztársaság

Szabadalmas:

Siemens Aktiengesellschaft, Nyugat-Berlin és München, utóbbi a Német Szövetségi Köztársaságban

Elektromos szűrőkapcsolás töltéstovábbító eszközökből álló töltéstovábbító vonalakkal

1

A találmány tárgya elektromos szűrőkapcsolás, amely töltéstovábbító eszközökből (CTD) álló töltéstovábbító vonalakkal épül fel, amelyek a szűrőkapcsolás frekvencia-átvitelét meghatározó, önmagukban zárt vonalhurokként vannak kialakítva, és az egymást követő négy pólusú rezonátorok egymással csatoló áramkörtön keresztül vannak egymással összekötve.

A bevezetőben körülírt szűrőkapcsolások alapelve például a 2 453 669 számú Német Szövetségi Köztársaság-beli szabadalmi leírásból már ismert volt korábban is. Ilyen kapcsolások különleges kialakításai ismerhetők meg a 2 534 319 számú, valamint a 2 608 582 számú Német Szövetségi Köztársaság-beli közzétételi iratokból. Ezekben a nyomtatványokban arra is felhívják a figyelmet, hogy töltéstovábbító eszközök (CTD) alatt egyrészt az úgynevezett „vederlanc kapcsolásokat” (BBD, Bucked Brigade Devices), másrészt az úgynevezett töltéscsatolásos eszközöket (CCD) értik. A töltéscsatolásos kapcsolások olyan készülékek, amelyek a töltéscsatolás elvén működnek. Ezekre a kapcsolási elrendezésekre a szaknyelvben az „CTD készülékek” (Charge Transfer Devices) vált szokásossá, és ezekre az átviteli készülékekre jellemző, hogy egyirányú átviteli tulajdonságuk van. A töltéstovábbító eszközök vagy készülékek töltéstovábbító elemek egész számú többszöröséből, például n -szereséből állnak, amelyek teljes mértékben integrálva valósíthatók meg. A töltéstovábbító elrendezések ismert módon egy előre

2

meghatározott f_T ütemfrekvenciájú ütemező jellel működnek, amelynél az ütemező jelet a vederlanc (BBD) elrendezéseknél az egyes áttöltő kondenzátorokhoz, illetve a töltéscsatolásos vezetékeknél (CCD) az áttöltő kapacitásokhoz vezetik. Gyakorlatban az úgynevezett többfázisú töltéstovábbító eszközös elrendezéseket részesítik előnyben, amelyeknek az ütemező jelei egymáshoz képest fázisban el vannak tolvá oly módon, hogy a szomszédos áttöltő kapacitások fázisban eltolt ütemezést kapnak. Ha ennek megfelelően egy úgynevezett p -fázisütem-rendszert ($p = 2, 3, 4 \dots$) alkalmaznak, akkor létrejön egy töltéstovábbító elem, amely p -számú szomszédos áttöltő kapacitásból áll. További részletek ezzel kapcsolatban megismerhetők a „Charged Transfer Devices” című könyvben, amely az Academic Press Inc., New York, San Francisco, London kiadó gondozásában jelent meg, 1975-ben.

A 2 453 669 számú Német Szövetségi Köztársaság-beli szabadalmi leírás, illetve a 2 534 319 számú, és a 2 608 582 számú Német Szövetségi Köztársaság-beli közzétételi iratok szerinti szűrőkapcsolásokban rezonáló, önmagukban zárt vonalhurokat alkalmaznak, amelyeket a továbbiakban négy pólusú rezonátorokként említünk. A 2 534 319 számú Német Szövetségi Köztársaság-beli közzétételi iratban olyan be- és kicsatoló áramkörök vannak ismertetve, amelyek a kereszttag kapcsolás topológiája szerint vannak felépítve, amelyik kapcsolás felépítésénél a

töltéstovábbító eszközös elrendezés sajátosságaira figyelemmel kell lenni.

A 2 608 582 számú Német Szövetségi Köztársaság-beli közzétételi irat szerint bemutatott be- és kicsatoló áramköröknél a kapcsolás felépítése szempontjából a n -tagú topológiát alkalmazzák. Amint a későbbiekben az 1. ábra kapcsán majd még ismertetjük, ezek a be- illetve kicsatolások közbenső csatlásokra is alkalmasak többtagú szűrő realizálásánál, amelynél két vagy több négypólusú rezonátorokat csatoló áramkörökön keresztül láncbakapcsolunk. A szűrőkarakterisztikát eközben befolyásolja a hozzávezető vonalakban alkalmazott töltéstovábbító eszközös elrendezés áttöltő kapacitásának a zárt vonalhurokban levő áttöltő kapacitásokhoz, vagyis a négypólusú rezonátorokban alkalmazott töltéstovábbító elrendezéshez való viszonya,

Jóllehet, az ismert szűrőkapcsolások — integrált felépítésük következtében — csak viszonylag kis helyszükségletűek, látható, hogy különösen a csatoló áramkörökben, viszonylag sok töltéstovábbító elemre van szükség.

A találmány elé célul tűztük ki olyan szűrőkapcsolás kidolgozását, amely több, egymással láncbakapcsolt töltéstovábbító elemekből felépített négypólusú rezonátorokból áll, és amelyeknél az egyes négypólusú rezonátorok között levő csatoló áramkörök lehető egyszerű kialakításúak, ily módon amelyeknél lehető kisszámú töltéstovábbító elemre, illetve töltéstovábbító vonalra, illetve erősítőre van szükség.

Kiindulva a bevezetőben körülírt szűrőkapcsolásokból, a kitűzött feladatot a találmány szerint úgy oldottuk meg, hogy az egyes négypólusú rezonátorok be- és/vagy kimenetével párhuzamosan erősítők vannak kapcsolva, amelyekben a jel haladási iránya megegyezik a vele párhuzamos töltéstovábbító vonalban haladó jel irányával, az egymás után következő négypólusú rezonátorokat összekötő csatlakozó áramkör hosszirányú vonalai egyirányú átvitelűek, és ezek közül a hosszirányú vonalak közül legalább az egyik egy invertáló erősítőt tartalmaz.

Az aligénypontokban további előnyös kiviteli adatokat határoztunk meg.

A találmányt az alábbiakban kiviteli példák kapcsán ismertetjük részletesebben.

A mellékelt rajzokon az

1. ábrán ismert szűrőkapcsolások alapelvének vázlatos ábrázolása látható, a

2. ábra a találmány szerinti csatoló áramkör alapelvét mutatja négy erősítő alkalmazásával, a

3. ábrán a csatoló áramkör egy további kialakítása látható, amelynél az egymást követő négypólusú rezonátorok egymással egy töltéstovábbító hosszirányú vonallal vannak összekötve, amelyből a jel közvetlenül egy keresztágban levő erősítőre van kicsatolva, és végül a

4. ábra egy további kapcsolási lehetőséget mutat be, amelynél a jelet a keresztágban levő erősítőhöz az eléje kapcsolt négypólusú rezonátor párhuzamosan fekvő vonalágából csatoljuk ki.

Amint azt már említettük, az 1. ábrán a találmány tárgyának jobb érthetősége céljából egy ismert

kapcsolási elrendezést mutatunk be, amelynek az alapelvét a 2 608 582 számú Német Szövetségi Köztársaság-beli közzétételi irat ismerteti. A vastagon kihúzott vonalak töltéstovábbító vonalakat jelentenek, amelyek egyirányú átviteli tulajdonságát az egyes vonalszakaszokba berajzolt nyilak jelölik. A C_1 , C_2 , stb. áttöltő kapacitások értékét közvetlenül az egyes töltéstovábbító vonalszakaszokkal adtuk meg. Az ábrán vékonyan kihúzott vonalak galvanikus összeköttetéseket jelentenek, amelyeknek egyirányú átviteli tulajdonságait a vonalakban a jel haladási irányába beiktatott erősítők határozzák meg.

Példaképpen egy kétkörös szűrőt ábrázoltunk, amelynek négypólusú 6 és 6' rezonátorai egymással egy csatoló áramkörön keresztül vannak összekötve. Az egyszerűbb ábrázolás érdekében feltételezzük, hogy a négypólusú 6 és 6' rezonátorok egymással azonos felépítésűek, ily módon a kapcsolásban 3, 4 és 3 metszetek keletkeznek. A kapcsolásnak 1 és 1' bemeneti csatlakozói, valamint 2 és 2' kimeneti csatlakozói vannak. A be- és kimeneti csatlakozókra önmagában ismert, olyan kapcsolások csatlakoztathatók, amelyek alkalmasak analóg jelnek a töltéstovábbító számára alkalmas jellé történő átalakítására, illetve fordítva: a töltéstovábbító vonalakon átvitt jeleknek analóg jellé történő visszaalakítására. Erre a célra alkalmas kapcsolásokat ismertet például a már bevezetőben említett, „Charged Transfer Devices” című könyv, különösen a 47–61. oldalakon. A 3 szakaszokban a hosszirányú töltéstovábbító vonalnak C_1 áttöltő kapacitásuk, míg a keresztirányú töltéstovábbító vonalnak C_2 áttöltő kapacitásuk van. Az önmagában zárt vonalú hurokban, vagyis a négypólusú 6 és 6' rezonátorokban n -számú töltéstovábbító elem van, ami által az önmagában zárt vonalhurokban az f_R rezonancia frekvenciája is meg van határozva. Önmagában a 4 csatoló áramkör egy 7 csatológyűrűből áll, amely elé a 8 kapcsolási metszet, utána pedig a 9 kapcsolási metszet van kapcsolva. A 7 csatológyűrűben látható, hogy az ott adódó, szintén önmagában zárt vonalhurokot alkotó kapcsolás az alkalmazott töltéstovábbító vonalak szempontjából úgy van kialakítva, hogy összesen $n/2$ számú töltéstovábbító elemre van szükség. Az elé kapcsolt 8 kapcsolási metszetben alkalmazott töltéstovábbító vonalnak C_3 áttöltő kapacitása van, ugyanilyen módon az utána kapcsolt 9 kapcsolási metszetnek C_3 áttöltő kapacitása van. A 7 csatológyűrűben látható továbbá az 5 kicsatolás, amely úgynevezett teljesítmény-nélküli kicsatolást szimbolizál. Ilyen teljesítmény-nélküli kicsatolásokat töltéscsatolt eszközökhöz ismerteti a már említett „Charged Transfer Devices” című könyv 53–57. oldalain, amelyeket analóg módon a vederláncos kapcsolásokhoz is ki lehet alakítani, ha a kondenzátorok letapogatásához olyan vederlánc-kapcsolású erősítőket alkalmazunk, amelyeknek a bemenő ellenállása lehető jól megközelíti a végtelen értéket. Az alsó ágban levő 5 kicsatolás egy erősítőhöz csatlakozik, amelynek R_A erősítési tényezője van, és amely erősítő a felső ághoz csatlakozik, valamint ugyanezen 5 kicsatolásról egy $-(1 + R_A)$ erősítési tényezőjű erősítő csatlakozik a négypólusú 6 rezonátorhoz, oly módon, hogy a jel haladási iránya a 2 kimeneti csatlakozó felé mutat. Ennek megfelelően

a felső 5 kicsatoláshoz egy R_B erősítő csatlakozik, amelyben a jel haladási iránya a felső töltéstovábbító vonaltól az alsó töltéstovábbító vonal felé mutat, továbbá a 9 kapcsolási metszet felső hosszágában egy $-(1 + R_B)$ erősítési tényezőjű erősítő van. A kapcsolás méretezéséhez a következő összefüggések használhatók:

R_A, R_B = egy négypólusú rezonátor hosszirányú ága töltésének a keresztágába vezetett töltésrésze

$$|Q_+ = R \cdot Q_{\text{hossz}}, \quad R = R_A = R_B = \frac{C_2}{C_2 + C_3} \cdot 1,$$

$(1-R) \cdot Q_{\text{hossz}}$ = továbbított töltés).

C_1, C_2, C_3 = a bal oldali négypólusú rezonátor elágazási helyén levő áttöltő kapacitás kapacitás-értékei.
 n = a négypólusú rezonátorok töltéstovábbító gyűrű-elemeinek száma.

$n/2$ = a 7 csatológyűrű töltéstovábbító elemeinek száma.

f_R = a négypólusú 6, 6' rezonátorok rezonancia frekvenciája = $k \cdot f_T(n)k = 1, 2, \dots, n$.

f_T = ütemfrekvencia.

A fentiekben említett R_A és R_B töltés-felosztásokat, illetve töltéserősítéseket is jelent, és ezért az egyes rész-vonalakban a könnyebb áttekinthetőség érdekében az R_A illetve R_B töltés-részeket írtuk be, így módon a négypólusú rezonátor keresztirányú töltéstovábbító 10 vonalában szintén az R_A töltésrész áramlik, míg a négypólusú 6' rezonátor keresztirányú töltéstovábbító 10' vonalában az R_B folyik. Csupán arra kell figyelemmel lenni, hogy a töltéstovábbító 10 illetve 10' vonalaknak egymáshoz képest ellentétes irányú, egyirányú átviteli tulajdonságuk van. Már a fentiekben említett német szabaddalmi leírásban, illetve közzétételi iratban felhívták a figyelmet arra, hogy az ilyen szűrőkapcsolások a mikrohullámú szűrőkapcsolásoknál alkalmazhatók, amint az például a Matthaei-Young Jones: Micro-wave Filters Impedance Matching and Coupling Structures, Mc Graw Hill című könyven, amely ennek gondozásában jelent meg, 1964-ben, le van írva. Ezzel függ össze az, hogy a töltéstovábbító vonalakat – mint olyan átviteli vonalakat – lehet felfogni, amelyek vonali jellemzőit pontosan azonos módon lehet figyelembe venni, amint azt a mikrohullámú szűrőknél teszik. Ezen az alapon az 1. ábrán bemutatott kapcsolás működése a következő.

A kapcsolásnak magának váltószűrő-jellege van, és ez abban jelentkezik, hogy az 1 bemeneti csatlakozóra betáplált energia mindig teljes egészében a 2' kimeneti csatlakozón megjelenik, ha annak f_S frekvenciája megegyezik a fentiekben definiált f_R rezonancia frekvenciával. Minél jobban eltér az f_S jel-frekvencia a rezonancia frekvenciától, annál nagyobb jelenergia jelenik meg a 2 kimeneti csatlakozón. Abban az esetben, ha csak az 1 bemeneti csatlakozót és a 2 kimeneti csatlakozót használjuk ki, akkor a kapcsolásnak sáváteresztő jellege van.

A 2–4. ábrákon a találmány szerinti kapcsolási elrendezéseket mutatjuk be, ahol az azonos hatású elemeket az 1. ábrán alkalmazottal azonos hivatko-

zási számokkal láttuk el, így módon egyszerűen csak az 1. ábra leírására hivatkozunk.

A 2. ábrán látható kapcsolásnál a négypólusú 6 és 6' rezonátorokat összekötő csatoló áramkör lényegében a V1–V4 erősítőkkel van realizálva. A felső hosszirányú vonalban, vagyis az 1 bemeneti csatlakozótól a 2' kimeneti csatlakozóhoz vezető vonalban van az első teljesítmény-nélküli 5 kicsatolás, és ennek megfelelően egy ugyanilyen található az alsó hosszirányú vonalban az 1 bemeneti csatlakozótól a 2 kimeneti csatlakozóhoz vezető szakaszon. Az 5 kicsatolások közvetlenül a négypólusú 6 illetve 6' rezonátorok közelében helyezhetők el, vagy ezek csatlakoztatása rövid töltéstovábbító vonalszakaszokon keresztül történhet. A négypólusú 6 rezonátorhoz tartozó töltéstovábbító 10 vonallal közvetlenül a V1 erősítő van párhuzamosan kapcsolva, így módon a V1 erősítő is a négypólusú 6 rezonátor kimenetére csatlakozik. Hasonlóképpen, a töltéstovábbító 10' vonallal kapcsolódik párhuzamosan egy V4 erősítő. Az egymást követő négypólusú rezonátorok egymásnak megfelelő hosszirányú vonalai a 11, illetve 11' vonalakkal vannak egymással összekötve. Ezekben a hosszirányú vonalakban vannak a V2 és V3 erősítők. A V2 erősítőnél figyelemmel kell lenni arra, hogy annak átviteli iránya, vagyis annak egyirányú viselkedése az 1 bemeneti csatlakozótól a 2' kimeneti csatlakozó felé mutat, míg a V3 erősítőnél lényeges, hogy annak átviteli iránya az 1' bemeneti csatlakozótól a 2 kimeneti csatlakozó felé mutasson. A V1 illetve V4 erősítők átviteli iránya meg kell, hogy egyezzen a velük párhuzamosan kapcsolódó töltéstovábbító 10 illetve 10' vonalak átviteli irányával, így módon a V1 erősítő a felső hosszirányú ág 5 kicsatolásától az alsó hosszirányú ág felé visz át, míg a V4 erősítő az alsó hosszirányú ágban levő 5 kicsatolástól a felső hosszirányú ág felé visz át. A V1–V4 erősítők erősítési tényezői a következő képletekkel méretezhetők:

$$V1 = \frac{R_B(1 + R_A)}{1 + R_A R_B} \quad V3 = \mp \frac{1 + R_A}{1 + R_A R_B}$$

$$V2 = \pm \frac{1 + R_B}{1 + R_A R_B} \quad V4 = \frac{R_A(1 + R_B)}{1 + R_A R_B}$$

A V1–V4 erősítő egyben töltéserősítéseket illetve töltésfelosztásokat is jelent, és a V2 vagy V3 erősítő negatív előjellel invertáló erősítőként realizálható oly módon, hogy V2 és V3 erősítő erősítésének előjele egymáshoz képest ellentétes.

A 2. ábrán szemléltetett kapcsolási elrendezésnél látható, hogy a 4 csatoló áramkör egyes részműszeteinek is egyirányú átviteli tulajdonságuk van, amit a jel haladási irányában levő V1–V4 erősítők biztosítanak.

További lehetséges kiviteli alakok láthatók a 3. és 4. ábrán, amelyeknél az erősítési tényezők helyes megválasztásával további két erősítő takarítható meg. A C2 illetve C3 áttöltő kapacitások megfelelő méretezésével a V2 illetve V4 erősítők erősítési tényezője egységnyire választható, és ekkor ezek az

erősítők elhagyhatók. Annak érdekében, hogy a 3. és 4. ábrán bemutatott kapcsolási elrendezéseknél az egyirányú jelátvitelt biztosítani lehessen, a négy-pólusú 6 és 6' rezonátorok hosszirányú ágait összekötő, a felső hosszirányú ágban levő összekötő 11 vonalat szintén töltéstovábbító vonalból alakítjuk ki, amelynek az átviteli iránya a rajzon bejelölt nyíl irányába mutat. A 3. ábra szerinti kapcsolásnál az 5 kicsatolás közvetlenül a hosszirányú ágban levő töltéstovábbító vonalhoz csatlakozik, míg a 4. ábra szerinti kapcsolási elrendezésnél az 5 kicsatolás a négy-pólusú 6 rezonátor párhuzamosan fekvő töltéstovábbító 10 vonalához csatlakozik. A kicsatolások szempontjából minden esetben arra kell ügyelni, hogy a keresztirányú ágakba a fentiekben megadott összefüggéseknek megfelelő töltés legyen kicsatolva.

A fentiekben példaképpen kétkörös szűrőelrendezést ismertettünk, amelyeknél alkalmazott megfontolások többszörös szűrőkapcsolások realizálásánál is érvényesek, és amely szűrőkapcsolásoknál az egyes négy-pólusú rezonátorok csatoló áramkörökön keresztül vannak egymással összekötve.

Szabadalmi igénypontok:

1. Elektromos szűrőkapcsolás, amely töltéstovábbító eszközökből (CTD) álló töltéstovábbító vonalokból épül fel, amelyek a szűrőkapcsolás frekvencia

átvitelét meghatározó, önmagukban zárt vonalhurokként vannak kialakítva, és az egymást követő négy-pólusú rezonátorok egymással csatolóáramkörön keresztül vannak összekötve, azzal jellemezve, hogy az egyes négy-pólusú rezonátorok (6, 6') be- és/vagy kimenetével párhuzamosan erősítők (V1, V4) vannak kapcsolva, amelyekben a jel haladási iránya megegyezik a vele párhuzamos töltéstovábbító vonalban (10, 10') haladó jel irányával, továbbá az egymás után következő négy-pólusú rezonátorokat (6, 6') összekötő csatolóáramkör (4) hosszirányú vonalai (11, 11') egyirányú átvitelűek, és ezek közül a hosszirányú vonalak közül legalább az egyik vonal (például 11') egy invertáló erősítőt (V3) tartalmaz.

2. Az 1. igénypont szerinti elektromos szűrőkapcsolás kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy a töltéstovábbító négy-pólusú rezonátor (6) kimenetével egy erősítő (V1) van párhuzamosan kapcsolva, és a csatolóáramkör (4) hosszirányú vonalai (például 11) teljesen töltéstovábbító vonalokból vannak kialakítva.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti elektromos szűrőkapcsolás kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy a párhuzamosan kapcsolt erősítőhöz (V1) a kicsatolás (5) közvetlenül a négy-pólusú rezonátorral (6) szomszédos töltéstovábbító vonalról (10) van csatlakoztatva.

1 rajz, 4 ábra

