

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2021 536**  
(22) Paraiškos padavimo data: **2021-07-20**  
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2022-04-11**  
(45) Patento paskelbimo data: **2022-05-10**

(73) Patento savininkas:  
**Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius, LT**  
(72) Išradėjas:  
**Karolis KIELA, LT**  
**Romualdas NAVICKAS, LT**  
(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:  
**Reda ŽABOLIENĖ, 7, METIDA, Verslo centras „VERTAS“, Gynėjų g. 16, LT-01109 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

**Perkonfigūruojamas daugelio įėjimų ir daugelio išėjimų plačiajuostis integruotas siųstuvas - imtuvas su lokalaus osciliatoriaus paskirstymo grandine**

(57) Referatas:

Pateikiamas perkonfigūruojamas daugelio įėjimų ir daugelio išėjimų plačiajuostis integruotas siųstuvas-imtuvas su dviem perdavimo, dviem priėmimo traktais ir keturiais vienodais priskirtaisiais lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriais. Taip pat yra numatyta lokalaus osciliatoriaus skirstomoji grandinė, jungianti visus PLL sintezatorių išėjimus su visais perdavimo ir priėmimo trakto kvadratinės signalo generatoriaus įėjimais ir radijo dažnio signalų maišytuvais. Siūloma perdavimo ir priėmimo trakto struktūra bei lokalaus osciliatoriaus paskirstymo grandinė leidžia perkonfigūruoti siųstuvą dviem dažnio konversijos architektūroms - tiesioginiam arba dvigubam dažnio keitimui. Abi dažnio keitimo architektūros gali būti naudojamos dažninio arba laikinio tankinimo duplexo režimu. Pateiktą siųstuvą-imtuvą galima perkonfigūruoti iš viso septynioms skirtingoms dažnio keitimo ir dvipusio režimo konfigūracijoms.

Technikos sritis

Integruoti siųstuvai-imtuvai. IPC: H04B 1/38.

Technikos lygis

Šis išradimas yra susijęs su perkonfigūruojamais plačiajuosčio ryšio integruotais siųstuvais-imtuvais, naudojamais belaidžio radijo ryšio komunikacijose. Išradimas gali būti naudojamas tinklo infrastruktūroje, bandymuose ir matavimuose, tyrimuose ir tobulinime bei panašiose programose, kur priimami ar sugeneruoti radijo signalai, įskaitant, bet neapsiribojant, jų nešlio dažnį, moduliaciją ir pralaidumą, gali keistis plačiame diapazone .

JAV patente 9160396 (EP2641332B1) pateikiama lokalaus osciliatoriaus (LO) generavimo ir paskirstymo grandinė daugiajuosčiam siųstuvui-imtuvui, kurioje kaip LO signalo šaltinis naudojamas vienas fazės derinimo kilpos (PLL) sintezatorius, sujungtas su kvadratūros generatoriumi, dalijančiu signalo dažnį iš 2. Siųstuvai-imtuvai vienu metu palaiko iki dviejų dažnių juostų. Tačiau palaikomose juostose gali būti tik fiksuoto radijo dažnio (RF) atskyrimas, kuris yra lygiai 2 kartus vienas nuo kito, nes aukštesnio dažnio juostos siųstuvo ir imtuvo trakto maišytuvai naudoja buferinį PLL sintezatoriaus kvadratūros signalo generatoriaus išėjimą, o žemesnės dažnių juostos siųstuvai ir imtuvai turi vietinius kvadratūros generatorius, kurie atitinkamai naudoja I ir Q diferencinio PLL sintezatoriaus kvadratūros signalo generatoriaus išėjimus kaip LO įėjimus, o tai apriboja dviejų juostų naudojimą vienu metu. Be to, tokio tipo LO generavimo ir paskirstymo metodas sukelia keletą kvadratūros signalo nukreipimo problemų: reikia nukreipti didesnį LO traktų skaičių, kuris užima vietą ir padidina lusto topologijos sudėtingumą; aukštesnio dažnio juostos siųstuvo I ir Q signalo traktai yra labiau jautrūs gamybos proceso kitimams, o tai savo ruožtu sukelia IQ disbalanso problemas.

JAV patente 8055211 (EP2235849B1) pateikiamas daugiamodis siųstuvai-imtuvai su vienu siųstuvu ir dviem imtuvų traktais, kuriame naudojami du nepriklausomai valdomi PLL sintezatoriai. Vieną iš imtuvų traktų galima prijungti prie vieno iš dviejų PLL sintezatorių, naudojant komutatorių tinklą LO paskirstymo grandinėje, siekiant įgyvendinti daugelio įėjimų arba kelių imtuvų funkcionalumą. Šios siųstuvo-imtuvo struktūros trūkumas yra tas, kad siųstuvai turi būti išjungtas, kad būtų galima įgyvendinti daugelio įėjimų imtuvą, ir nors architektūriniu požiūriu



galimybės yra, galimybė naudoti antrąją priėmimo grandinę Dekarto kilpos įgyvendinimui neminama.

Artimiausias pagal savo techninę esmę yra JAV patente 7684763B2 aprašytas įtaisas, turintis daugiamodį siųstuvą su vienu siųstuvu ir dviem imtuvo traktais ir iš viso naudojantis tris PLL sintezatorius. Nepateikta konkreti LO paskirstymo grandinė - siųstuve-imtuve naudojama konfigūruojama LO daliklio grandinė, susidedanti iš nepriklausomų programuojamų dažnio daliklių, prijungtų prie kiekvienos PLL sintezatoriaus išėjimo, ir jungiklių matricos, kuri įgyvendina signalo nukreipimą nuo daliklio išėjimų į atitinkamus siųstuvo-imtuvo traktus. Šio siųstuvo-imtuvo įgyvendinimo trūkumas yra tas, kad LO signalas iš PLL sintezatoriaus išvesties yra padalijamas naudojant kelių modulių daliklį, kuris savo ruožtu riboja maksimalų LO dažnį, kurį galima nukreipti į siųstuvo-imtuvo kelius, ir padidina schemos sudėtingumą. Kiti trūkumai yra perjungimo matricos grandinės struktūros ir jos aprašymo nebuvimas, nes tokios grandinės įgyvendinimas pats savaime iškeltų sudėtingą problemą, jei bet kuris įėjimas turėtų būti nukreiptas į bet kurį išėjimą, ir tai ypač pasakytina jeigu naudojami ultra arba super aukšto dažnio LO signalai. Vienu iš pavyzdinių atvejų imtuvas iš viso turi šešis veikimo režimus, tačiau trys iš jų pakartotinai naudoja tą pačią LO signalo nukreipimo schemą, taip žymiai supaprastindami jungiklių matricos dizainą. Kitas trūkumas yra tas, kad siųstuve-imtuve naudojami bent du PLL sintezatoriai su skirtingais dažnių derinimo diapazonais, o tai padidina integruotų grandinių projektavimo sudėtingumą.

Taip pat reikėtų pažymėti, kad visi apžvelgti siųstuvai-imtuvai gali veikti radijo dažniu, neviršijančiu pusės didžiausio LO signalo dažnio, jei naudojami kvadratūros signalo generatoriai.

Pateiktu išradimu siekiama išplėsti integruoto siųstuvo-imtuvo radijo dažnių diapazoną ir jo praleidžiamųjų dažnių juostą, naudojant LO paskirstymo grandinę, kuri leidžia įgyvendinti perkonfigūruojamą daugiarežį palaikymą skirtingiems tankinimo ir dažnio perkėlimo architektūroms, ir supaprastinti siųstuvo-imtuvo projektavimą, suvienodinant ir pakartotinai naudojant vidinius blokus ir grandines.

Išradimo esmė

Šis išradimas pateikia naują daugiafunkcio siųstuvo-imtuvo struktūrą, kuri įgalina naują siųstuvo-imtuvo perkonfigūravimo universalumo lygį skirtingiems darbo

režimams ir pateikia LO paskirstymo grandinę, kuri įgyvendina šią funkciją.

Pagal išradimo įgyvendinimo variantą integruotą siųstuvą-imtuvą sudaro du struktūriškai identiški, nepriklausomai valdomi imtuvai, turintys du radijo dažnio įėjimus - žemesnio ir aukštesnio dažnio - kurių kiekvienas turi mažo triukšmo stiprinimo bloką. Žemesnio dažnio įėjimus naudojama tiesioginio dažnio konversijos imtuvo architektūrai įgyvendinti, aukštesnio dažnio įėjimus - dvigubo dažnio konversijos imtuvo architektūrai įgyvendinti, kai nėra apeinamas signalo maišytuvas, prijungtas prie savo mažo triukšmo stiprinimo bloko išėjimo. Žemesnio dažnio įėjimo mažo triukšmo stiprinimo bloko išėjimas yra prijungtas prie kvadratūros maišytuvo su lokalia kvadratūros signalo generatoriaus grandine. Kvadratūros maišytuvas yra prijungtas prie kvadratūros žemųjų dažnių bloko, susidedančios iš kanalų pasirinkimo filtrų ir stiprintuvų bloką, kurio išėjimas yra sujungtas su kitais kvadratūros signalo apdorojimo blokais. Tiek aukštesnio dažnio signalo maišytuvas, tiek kvadratūros maišytuvas turi specialius LO signalo įėjimus, kurie yra prijungti prie LO paskirstymo tinklų.

Pagal dar vieną išradimo ypatybę, integruotą siųstuvą-imtuvą taip pat sudaro du struktūriškai identiški, nepriklausomai valdomi siųstuvai, turintys du radijo dažnio išėjimus - žemesnio ir aukštesnio dažnio - kiekvienas su galios stiprinimo bloku. Žemesnio dažnio išėjimas naudojamas tiesioginio dažnio konversijos siųstuvo architektūros įgyvendinimui, aukštesnio dažnio išėjimas - dvigubo dažnio keitimo siųstuvo architektūros įgyvendinimui, kai nėra apeinamas signalo maišytuvas, prijungtas prie jo galios stiprinimo bloko įėjimo. Žemesnio dažnio išėjimo galios stiprinimo bloko įėjimas yra prijungtas prie kvadratūros maišytuvo su lokalaus kvadratūros signalo generatoriaus grandine. Kvadratūros maišytuvas yra prijungtas prie kvadratūros žemųjų dažnių bloko, sudaryto iš kanalų pasirinkimo filtrų ir stiprintuvų bloką, kurios įėjimai yra sujungti su kitais kvadratūros signalo apdorojimo blokais. Tiek aukštesnio dažnio signalo maišytuvas, tiek kvadratūros maišytuvas turi specialius LO signalo įėjimus, kurie yra prijungti prie LO paskirstymo tinklų.

Pagal dar vieną išradimo ypatybę, integruotą siųstuvą-imtuvą taip pat sudaro keturi struktūriškai identiški nepriklausomai valdomi PLL sintezatoriai, kur lokalaus osciliatoriaus dažnį galima derinti ribose bent nuo  $F_{PLL}$  iki  $F_{PLL} / 2$ , PLL sintezatorius gali veikti sveikojo skaičiaus-N ir trupmeninio-N režimu, o jo išėjime yra  $2n$  daliklis, kur  $n$  yra sveikas skaičius ir yra lygus arba didesnis nei 0. Visi jų išėjimai yra prijungti

prie LO paskirstymo tinklų.

Pagal dar vieną išradimo ypatybę, integruotą siųstuvą-imtuvą taip pat sudaro LO signalo paskirstymo grandinė, sudaryta iš keturių struktūriškai skirtingų LO signalo paskirstymo tinklų, kurie naudojami keturių PLL sintezatorių LO signalams sujungti su dviem imtuvais ir siųstuvais. LO signalo paskirstymo tinkluose naudojamos tik dviejų tipų grandinės - 1–2 signalo skirstytuvai ir 2–1 signalų tankintuvai - tai labai supaprastina visos LO signalo grandinės, skirtos gigahercų dažnio veikimui, projektavimą.

Kitame išradimo įgyvendinimo variante LO signalo paskirstymo grandinė gali būti sukonfigūruota taip, kad integruotas siųstuvas-imtuvas galėtų veikti vienu iš septynių skirtingų režimų, apimančių skirtingas tiesioginio arba dvigubo dažnio keitimo architektūras; dažninio ir laikinio tankinimo duplexus; veikimą vieno daugelio įėjimų ir daugelio išėjimų (MIMO) siųstuvo- imtuvo, arba kaip dviejų nepriklausomų siųstuvų-imtuvų, kada pastarieji veikia laikinio tankinimo duplexe, konfigūracijoje.

Dar kitame išradimo įgyvendinimo variante siųstuvo-imtuvo MIMO kanalų skaičių galima lengvai padidinti pridedant naujus struktūriškai identiškus imtuvų ar siųstuvų blokus prie jau esamų ir nuosekliai sujungiant jų LO signalus.

Dar kitame išradimo įgyvendinimo variante papildomi imtuvai gali būti prijungti prie vieno ar daugiau esamų siųstuvų, nuosekliai sujungiant jų LO signalus, kad būtų užtikrinta nepertraukiama Dekarto kilpos funkcija siuntimo traktui arba nepriklausomai kanalo stebėjimo funkcijai, jei siųstuvas nenaudojamas.

Kiti bruožai, kurie laikomi būdingais išradimui, yra išvardyti formulės apibrėžtyje.

Nors išradimas čia aprašytas ir iliustruojamas kaip integruotas siųstuvas-imtuvas su LO paskirstymo grandine, keturiais PLL sintezatoriais, kurie visi leidžia perkonfigūruoti daugiarežį palaikymą skirtingiems duplexo režimams ir dažnio keitimo architektūroms, vis dėlto jis nėra apribojamas vien tik parodytomis detalėmis, nes skirtingos siųstuvo-imtuvo struktūros arba LO paskirstymo grandinės modifikacijos ir pakeitimai gali būti atliekamos nenukrypstant nuo išradimo dvasios ir pagal apibrėžties punktų ekvivalentų apimtį ir diapazoną. Išradimo struktūra, veikimo būdai, kiti aspektai, išradimo ypatybės ir pranašumai bus geriausiai suprantami iš pateikto detalaus konkrečių įgyvendinimo variantų aprašymo, taip pat iš pateikiamų



brėžinių.

Trumpas brėžinių aprašymas:

1 paveiksle parodyta perkonfigūruojama MIMO integruoto siųstuvo-imtuvo struktūra.

2 paveiksle pavaizduota pirmoji imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo grandinė.

3 paveiksle pavaizduota antroji imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo grandinė.

4 paveiksle pavaizduota pirmoji siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo grandinė.

5 paveiksle pavaizduota antroji siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo grandinė.

6a paveiksle parodytas signalo skirstytuvo simbolis.

6b paveiksle parodyta signalo skirstytuvo struktūra.

6c paveiksle parodyta signalo skirstytuvo buferio grandinė.

7a paveiksle parodytas signalo tankintuvo simbolis.

7b paveiksle parodyta signalo tankintuvo grandinė.

Detalus aprašymas

1 paveiksle pavaizduota perkonfigūruojamo daugelio įėjimų daugelio išėjimų (MIMO) plačiajuosčio integruoto siųstuvo-imtuvo struktūra. Pagal pagrindinį išradimo variantą, imtuvą sudaro du struktūriškai identiški, nepriklausomai valdomi imtuvai [1, 2], du struktūriškai identiški, nepriklausomai valdomi siųstuvai [3, 4], keturi struktūriškai identiški, nepriklausomai valdomi PLL sintezatoriai [9, 10, 11, 12] ir lokalaus osciliatoriaus (LO) paskirstymo grandinė, susidedanti iš keturių struktūriškai skirtingų LO signalo paskirstymo tinklų [5, 6, 7, 8], kurie naudojami sujungiant visų PLL sintezatorių [9, 10, 11, 12] išėjimus į visus imtuvų [1, 2] ir siųstuvų [3, 4] LO įėjimus. Šiame patentiniame dokumente LO paskirstymo grandinės terminas reiškia komponentą, sudarytą iš visų LO signalo paskirstymo tinklų [5, 6, 7, 8], esančių siųstuve-imtuve.

Pagal pagrindinį išradimo variantą, kiekviename imtuve yra du radijo dažnio



(RF) įėjimai - žemesnio dažnio [120, 220] ir aukštesnio dažnio [121, 221] - kiekvienas prijungtas prie mažo triukšmo stiprintuvo (LNA) įėjimo, kuris turi programuojamą stiprinimo valdymo funkcionalumą. Didesnio dažnio LNA [105, 205] išėjimas yra prijungtas prie signalo maišytuvo [104, 204] įėjimo. Didesnio dažnio signalų maišytuvo [104, 204] LO įėjimas yra prijungtas prie vieno iš LO signalo paskirstymo tinklų [6] ir jo išėjimas sujungtas su imtuvo aukštesnio dažnio RF išėjimu [122, 222]. Aukštesnio dažnio signalo maišytuvas [104, 204] naudojamas dvigubo dažnio keitimo imtuvo architektūrai įgyvendinti, kai jo išėjimas yra išoriškai sujungtas su žemesnio dažnio LNA įėjimu [120, 220]. Išorinis ryšys leidžia funkciškai pridėti išorinį komponentą, pvz., tarpinio dažnio (IF) filtrą ar filtrus. Aukštesnio dažnio signalų maišytuvas [104, 204] turi funkciją, leidžiančią jį apeiti, tokiu būdu aukštesnio dažnio LNA [105, 205] galima naudoti kaip įėjimą su papildomu signalo stiprinimu ir turintį stiprinimo valdymo funkciją.

Žemesnio dažnio LNA [105, 205] yra prijungtas prie kvadratūros signalo maišytuvo [102, 202]. Kvadratūros maišytuvas [102, 202] turi vidinę kvadratūros signalo generatoriaus grandinę, kurios įėjimas yra prijungtas prie LO signalo paskirstymo tinklo [5, 6]. Kvadratūros maišytuvo [102, 202] kvadratūros I ir Q signalo išėjimai yra prijungti prie imtuvo kvadratūros žemųjų dažnių bloko [101, 201]. Kvadratūros žemųjų dažnių blokas [101, 201] susideda iš kanalo parinkimo filtrų ir stiprintuvų blokų, turinčių valdomą dažnių juostos pralaidumą ir stiprinimą. Kvadratūros žemųjų dažnių bloko [101, 201] žemo dažnio I ir Q signalo išėjimai [110, 111, 210, 211] yra prijungti prie paskesnių kvadratūros signalo apdorojimo blokų, pavyzdžiui, analoginių-skaitmeninių keitiklių (ADC) arba papildomų analoginių, mišrių, skaitmeninių, ar jų kombinacijų naudojančių signalo apdorojimo blokų.

Pagal pagrindinį išradimo variantą, kiekvienas siųstuvas turi du radijo dažnio (RF) išėjimus - žemesnio dažnio [320, 420] ir aukštesnio dažnio [321, 421] - kiekvienas prijungtas prie galios stiprintuvo (PA) išėjimo, kuris turi programuojamą stiprinimo valdymo funkcionalumą. Aukštesnio dažnio PA [305, 405] įėjimas yra prijungtas prie signalo maišytuvo [304, 404] išėjimo. Aukštesnio dažnio signalų maišytuvas [304, 304] LO įėjimas yra prijungtas prie vieno iš LO signalo paskirstymo tinklų [8] ir jo įėjimas prijungtas prie siųstuvo aukštesnio dažnio RF įėjimo [322, 422]. Aukštesnio dažnio signalo maišytuvas [304, 304] naudojamas dvigubo dažnio konversijos siųstuvo architektūrai įgyvendinti, kai jo įėjimas yra išoriškai sujungtas su

žemesnio dažnio PA išėjimu [320, 420]. Išorinis ryšys leidžia funkciškai pridėti išorinį komponentą, pvz., tarpinio dažnio (IF) filtrą ar filtrus. Aukštesnio dažnio signalų maišytuvas [304, 404] turi funkciją, leidžiančią jį apeiti, tokiu būdu aukštesnio dažnio PA [305, 405] galima naudoti kaip papildomą radijo dažnio stiprinimo bloką turintį stiprinimo valdymo funkciją.

Žemesnio dažnio PA [305, 405] yra prijungtas prie kvadratūros signalo maišytuvo [302, 402]. Kvadratūros maišytuvas [302, 402] turi vidinę kvadratūros signalo generatoriaus grandinę, kurios įėjimas yra prijungtas prie LO signalo paskirstymo tinklo [7, 8]. Kvadratūros maišytuvo [302, 302] kvadratūros I ir Q signalo įėjimai yra prijungti prie siųstuvo kvadratūros žemųjų dažnių bloko [301, 401]. Kvadratūros žemųjų dažnių blokas [301, 401] susideda iš kanalų parinkimo filtrų ir stiprintuvų blokų, turinčių valdomą dažnių juostos pralaidumą ir stiprinimą. Kvadratūros pagrindinės juostos bloko [301, 401] žemo dažnio I ir Q signalo įėjimai [310, 311, 410, 411] yra prijungti prie ankstesnių kvadratūros signalo apdorojimo blokų, pavyzdžiui, skaitmeninių-analoginių keitiklių (DAC) arba papildomų analoginių, mišrių, skaitmeninių, ar jų kombinacijas naudojančių signalo apdorojimo blokų.

Pagal pagrindinį išradimo variantą integruotą siųstuvą-imtuvą taip pat sudaro keturi struktūriškai identiški, nepriklausomai valdomi PLL sintezatoriai [9, 10, 11, 12]. Lokalaus PLL sintezatoriaus osciliatorių galima derinti bent nuo FPLL iki  $FPLL / 2$ , jis taip pat turi funkciją veikti sveikojo skaičiaus-N ir trupmeninio-N režimu. Be to, PLL sintezatoriaus išėjime yra  $2n$  daliklis, kur  $n$  yra sveikas skaičius ir yra lygus arba didesnis nei 0. Vidinė struktūra, PLL sintezatoriaus atraminio signalo šaltinio įgyvendinimas nepatenka į šio patento aprėbtį.

Pagal pagrindinį išradimo variantą lokalaus osciliatoriaus paskirstymo grandynas susideda iš keturių lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklų [5, 6, 7, 8], atitinkamai parodytų 2, 3, 4 ir 5 paveiksluose. Lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklai [5, 6] yra būdingi imtuvui, kiekvienas iš jų yra prijungtas prie PLL sintezatoriaus [9, 10] ir imtuvo [1, 2]. Du lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklai [7, 8] yra būdingi siųstuvui, kiekvienas iš jų yra prijungtas prie PLL sintezatoriaus [11, 12] ir siųstuvo [3, 4].

Pirmąjį imtuvo [1] lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [5] sudaro trys 1–2 signalo skirstytuvai [500, 502, 504] ir du 2–1 signalo tankintuvų [501, 503] grandynai. Jame yra du įėjimai [510, 512] - signalas iš pirmojo lokalaus aukštųjų

dažnių signalo PLL sintezatoriaus [9] ir pirmojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklas [7], ir jis turi tris išėjimus [511, 513, 514] - į pirmąjį imtuvo kvadratūros maišytuvą [102], antrąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6] ir į antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8]. Pirmojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo [5] struktūra parodyta 2 paveiksle.

Antrasis imtuvo [2] lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklas [6] susideda iš keturių 1–2 signalo skirstytuvų [600, 601, 602, 604] ir trijų 2–1 signalo tankintuvų [603, 605, 606] grandynų. Jis turi tris įėjimus [610, 614, 615] - signalą iš antrojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [10], pirmojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo [5] ir antrojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo [8] ir keturis išėjimus [611, 612, 613, 616] - signalą į antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], į pirmąjį ir antrąjį imtuvo maišytuvą [104, 204] ir į antrąjį imtuvo kvadratūros maišytuvą [202]. Antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo [6] struktūra parodyta 3 paveiksle.

Pirmąjį siųstuvo [3] lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [7] sudaro vienas 1–2 signalo skirstytuvas [700] ir vienas 2–1 signalo tankintuvas [701]. Jis turi vieną įėjimą [710] - signalą iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] ir tris išėjimus [711, 712, 713] - signalą į pirmąjį siųstuvo kvadratūros maišytuvą [302], į antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalą paskirstymo tinklą [8] ir pirmojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [5]. Pirmojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo [7] struktūra parodyta 4 paveiksle.

Antrąjį siųstuvo [4] lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8] sudaro penki 1–2 signalo skirstytuvai [800, 802, 803, 805, 806] ir keturi 2–1 signalo tankintuvai [801, 803, 804, 807]. Jame yra keturi įėjimai [810, 812, 813, 816] - signalas iš ketvirtojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [12], antrojo ir pirmojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklų [5, 6] ir pirmojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo [7] ] ir jis turi keturis išėjimus [811, 814, 815, 817] - signalą į pirmąjį ir antrąjį siųstuvo maišytuvą [304, 404], į antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6] ir į antrojo siųstuvo kvadratūros maišytuvą [402]. Antrojo siųstuvo lokalaus aukštųjų



dažnių signalo paskirstymo tinklo [8] struktūra parodyta 5 paveiksle.

Pagal pagrindinį išradimo įgyvendinimo variantą lokalūs aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklai susideda iš sujungtų 1–2 signalo skirstytuvo [13] ir 2–1 signalo tankintuvo grandynų [14]. 1–2 signalo skirstytuvas [13] susideda iš dviejų buferių [131, 132], kurie turi bendrą signalo įėjimą [135], tačiau turi du atskirus išėjimus [133, 134]. Buferio grandinė [131, 132] susideda iš aktyvaus buferinio bloko [137], turi išjungimo grandyną [138], išjungimo valdymą [139], kuris taip pat naudojamas nustatant apibrėžtą buferio išėjimo lygį [137] kai jis išjungtas. 1–2 signalo skirstytuvo [13] simbolis, struktūra ir skirstytuvo buferio grandinė yra atitinkamai parodyti 6a, 6b ir 6c paveiksluose.

2–1 signalo tankintuvas [14] susideda iš trijų loginių IR-NE grandinių su dviem įėjimais [142, 143, 144] ir vieno inverterio [141]. Jame yra du signalo įėjimai [146, 147], vienas signalo išėjimas [148] ir vienas įėjimo pasirinkimo valdymas [145]. 2–1 signalo tankintuvo [14] simbolis ir grandinė yra atitinkamai parodyti 7a ir 7b paveiksluose.

1–2 signalo skirstytuvų [13] ir 2–1 signalo tankintuvų [14] naudojimas supaprastina siųstuvo-imtuvo projektavimą, suvienodindamas ir pakartotinai panaudodamas vidinius blokus ir grandynus, ir netgi įgalina lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo projektavimą taikant skaitmeninę sintezę.

Pagal pagrindinį išradimo variantą LO paskirstymo grandinėje gali būti užprogramuotos skirtingos LO signalo nukreipimo konfigūracijos, kurios leidžia pateiktą siųstuvą-imtuvą sukonfigūruoti septynioms unikaloms radijo konfigūracijoms:

1. Tiesioginio dažnio keitimo architektūra, turinti du nuo radijo dažnio nepriklausomus siųstuvo-imtuvo traktus, sukonfigūruotus dažnio tankinimo duplexui (FDD).

2. Tiesioginio dažnio keitimo architektūra, turinti du po du MIMO siųstuvo-imtuvo traktus, sukonfigūruotus FDD.

3. Dvigubo dažnio keitimo architektūra, turinti mažiausiai du MIMO siųstuvo-imtuvo traktus, sukonfigūruotus FDD.

4. Tiesioginio dažnio keitimo architektūra, turinti du nuo radijo dažnio nepriklausomus siųstuvo-imtuvo traktus, sukonfigūruotus laikinio tankinimo duplexui

(TDD).

5. Tiesioginio dažnio keitimo architektūra, turinti mažiausiai du MIMO siųstuvo-imtuvo traktus, sukonfigūruotus TDD.

6. Dvigubo dažnio keitimo architektūra, turinti du nuo radijo dažnio nepriklausomus siųstuvo-imtuvo traktus, sukonfigūruotus TDD.

7. Dvigubo dažnio keitimo architektūra, turinti mažiausiai du MIMO siųstuvo-imtuvo traktus, sukonfigūruotus TDD.

1 radijo konfigūracija gaunama, kai signalas iš pirmojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [9] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo imtuvo kvadratūros maišytuvo [102] įėjimą per pirmąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [5], naudojant LO signalo kelią nuo [510] iki [511]; ir kai signalas iš antrojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [10] išėjimo yra nukreipiamas į antrojo imtuvo kvadratūros maišytuvo [202] įėjimą per antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6], naudojant LO signalo kelią nuo [610] iki [616]; ir kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo yra nukreipiamas į pirmąjį siųstuvo kvadratūros maišytuvo [302] įėjimą per pirmąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [7], naudojant LO signalo kelią nuo [710] iki [711]; ir kai signalas iš ketvirtojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [12] išėjimo yra nukreipiamas į antrojo siųstuvo kvadratūros maišytuvo [402] įėjimą per antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], naudojant LO signalo kelią nuo [810] iki [817].

2 radijo konfigūracija gaunama, kai signalas iš pirmojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [9] išėjimo nukreipiamas į pirmojo ir antrojo imtuvo kvadratūros maišytuvo [102, 202] įėjimą per pirmąjį ir antrąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [5, 6], naudojant LO signalo kelią [5] nuo [510] iki [511] ir nuo [511] iki [513], ir [6] nuo [614] iki [616]; ir kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo ir antrojo siųstuvo kvadratūros maišytuvo [302, 402] įėjimą per pirmąjį ir antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [7, 8], naudojant LO signalą kelią [7] nuo [710] iki [711] ir [713], ir [8] nuo [816] iki [817].

3 radijo konfigūracija gaunama, kai signalas iš pirmojo lokalaus aukštųjų

dažnių signalo PLL sintezatoriaus [9] išėjimo nukreipiamas į pirmojo ir antrojo imtuvo kvadratūros maišytuvo [102, 202] įėjimus per pirmojo ir antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [5, 6], naudojant LO signalo kelią [5] nuo [510] iki [511] ir nuo [511] iki [513], ir [6] nuo [614] iki [616]; ir kai signalas iš antrojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [10] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo ir antrojo imtuvo maišytuvo [104, 204] įėjimus per antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6], naudojant LO signalo kelią [6] nuo [610] iki [612] ir [613]; ir kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo ir antrojo siųstuvo kvadratūros maišytuvo [302, 402] įėjimus per pirmąjį ir antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [7, 8], naudojant LO signalo kelią [7] nuo [710] iki [711] ir [713], ir [8] nuo [816] iki [817]; ir kai signalas iš ketvirtojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [12] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo ir antrojo siųstuvo maišytuvo [304, 404] įėjimus per antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], naudojant LO signalo kelią [8] nuo [810] iki [811] ir [814].

4 radijo konfigūracija gaunama, kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo nukreipiamas į pirmojo imtuvo kvadratūros maišytuvo [102] įėjimą ir pirmąjį siųstuvo kvadratūros maišytuvą [302] per pirmąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [5] ir pirmojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [7], naudojant LO signalo kelią [5] nuo [512] iki [511], ir [7] nuo [710] iki [711] ir [712]; kai signalas iš ketvirtojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [12] išėjimo nukreipiamas į antrojo imtuvo kvadratūros maišytuvo [202] įėjimą ir antrąjį siųstuvo kvadratūros maišytuvą [402] per antrąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6] ir antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], naudojant LO signalo kelią [6] nuo [615] iki [616], ir [8] nuo [810] iki [817] ir [815].

5 radijo konfigūracija gaunama, kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo nukreipiamas į visus imtuvo ir siųstuvo kvadratūros maišytuvų [102, 202, 302, 402] įėjimus per visus lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [5, 6, 7, 8], naudojant LO signalo kelią [5] nuo [512] iki [511] ir [513], ir [6] nuo [614] iki [616], ir [7] sujungiant [710] su visais kitais išėjimais [711, 712, 713], ir [8] nuo [816] iki [817].



6 radijo konfigūracija gaunama, kai signalas iš pirmojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [9] išėjimo nukreipiamas į antrojo imtuvo maišytuvo [204] ir antrojo siųstuvo maišytuvo [404] įėjimus per pirmojo ir antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [5, 6] ir antrojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [8], naudojant LO signalo kelią [5] nuo [510] iki [513] ir [514], ir [6] nuo [614] iki [613], ir [8] nuo [813] iki [814]; ir kai signalas iš antrojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [10] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo imtuvo maišytuvo [104] įėjimą ir pirmojo siųstuvo maišytuvo [304] įėjimą per antrąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6] ir antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], naudojant LO signalo kelią [6] nuo [610] iki [611] ir [612], ir [8] nuo [812] iki [811]; ir kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo imtuvo kvadratūros maišytuvo [102] įėjimą ir pirmojo siųstuvo kvadratūros maišytuvo [302] įėjimą per pirmojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [5] ir pirmojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [7], naudojant LO signalo kelią [5] nuo [512] iki [511], ir [7] nuo [710] iki [711] ir [712]; ir kai signalas iš ketvirtojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [12] išėjimo nukreipiamas į antrojo imtuvo kvadratūros maišytuvo [202] įėjimą ir antrojo siųstuvo kvadratūros maišytuvo [402] įėjimą per antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6] ir antrojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], naudojant LO signalo kelią [6] nuo [615] iki [616], ir [8] nuo [810] iki [816] ir [817].

7 radijo konfigūracija gaunama, kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo yra nukreipiamas į visus imtuvo ir siųstuvo kvadratūros maišytuvo [102, 202, 302, 402] įėjimus per visus lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [5, 6, 7, 8], naudojant LO signalo kelią [5] nuo [512] iki [511] ir [513], ir [6] nuo [614] iki [616], ir [7] sujungiant [710] su visais kitais išėjimais [711, 712, 713], ir [8] nuo [816] iki [817]; ir kai signalas iš ketvirtojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [12] išėjimo nukreipiamas į visus imtuvo ir siųstuvo maišytuvo [104, 204, 304, 404] įėjimus per antrąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6] ir antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], naudojant LO signalo kelią [6] nuo [610] iki [611], ir nuo [612] iki [613], ir [8] nuo [812] iki [811] ir [814].

Pagal pagrindinį išradimo variantą pateiktos siųstuvo-imtuvo unikalios radijo konfigūracijos taip pat gali būti naudojamos skirtingoms siųstuvo ir imtuvo funkcijoms įgyvendinti, pavyzdžiui, bet neapsiribojant, kanalo stebėjimui, Dekarto kilpai, signalo retransliacijai, radijo signalo dažnio perkėlimui.

Pagal kitą išradimo įgyvendinimo variantą galima lengvai pridėti papildomų imtuvo ar siųstuvo blokų didesniai integruotam MIMO siųstuvo-imtuvo sprendimui, pavyzdžiui, keturis po keturis MIMO arba nepriklausomus du po du MIMO, nes blokus galima naudoti pakartotinai. Tada, papildomi imtuvo ir siųstuvo LO įėjimai yra prijungti prie atitinkamų LO paskirstymo tinklo išėjimų arba bet kokio buferio esančio atitinkamame LO trakte. Pridedant papildomus imtuvus ar siųstuvus į siųstuvo-imtuvo struktūrą, nereikia keisti PLL sintezatoriaus skaičiaus ir LO paskirstymo grandinės struktūros. Be to, tokio tipo masinis MIMO masteliavimas neapsiriboja vienu integruotu sprendimu ir gali būti atliekamas naudojant keletą struktūriškai identiškų integrinių grandynų, jei juose yra numatoma LO signalo įvesties ir išvesties galimybė.

Pagal kitą išradimo įgyvendinimo variantą, jei bent vienas imtuvo trakto LO įėjimas yra prijungtas prie bent vieno siųstuvo trakto LO signalo šaltinio išėjimo, imtuvą galima naudoti kaip stebėjimo imtuvą nepriklausomam Dekarto kilpos įgyvendinimui.

Čia vartojama terminologija skirta tik konkretiems pavyzdžiams apibūdinti ir nėra skirta apriboti pavyzdžius. Programuojamas, valdomas gali būti naudojamas pakaitomis ir skirtas komponentų valdymui iliustruoti bet koku prieinamu metodu, tiek analoginiu, tiek skaitmeniniu. Visi analoginiai signalai čia laikomi diferenciniais signalais, nebent nurodyta kitaip. Nediferencinių signalų naudojimas nekeičia jokių šiame patento dokumente paminėtų bruožų.

Nors aukščiau aprašyti variantai yra pavyzdiniai ir instrukciniais tikslais, šiame patentiniame dokumente atskleistos specifinės struktūrinės ir funkcinės detalės gali būti daug platesnės ir bendrai pritaikomos ir neturėtų apsiriboti aukščiau aprašytais įgyvendinimo variantais. Turėtų būti suprantama, kad įvairios komponentų (tinklo, struktūros, grandinės ar kitos) funkcijos ir terminai, vartojami tokiems komponentams apibūdinti, gali atitikti bet kurį komponentą ar terminą, kurį galima laikyti jų atitikmeniu. Atitinkamai galima atlikti įvairias aprašytų specifinių įgyvendinimo variantų modifikacijas ir derinius, nenukrypstant nuo toliau pateikiamų pridedamų punktų dvasios ir apimties.

## APIBRĖŽTIS

## 1. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas, kurį sudaro:

mažiausiai du struktūriškai identiški, nepriklausomai valdomi imtuvai [1, 2], kiekvienas iš jų yra prijungtas prie imtuvui specifinio lokalaus osciliatoriaus paskirstymo tinklo [5, 6];

mažiausiai du nepriklausomai valdomi lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriai [9, 10] kiekvienam imtuvui [1, 2], kiekvienas iš jų yra prijungtas prie imtuvui specifinio lokalaus osciliatoriaus paskirstymo tinklo [5, 6];

mažiausiai du struktūriškai identiški nepriklausomai valdomi siųstuvai [3, 4], kiekvienas iš jų yra prijungtas prie siųstuvui specifinio lokalaus osciliatoriaus paskirstymo tinklo [7, 8];

mažiausiai du nepriklausomai valdomi lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriai [11, 12] kiekvienam siųstuvui [3, 4], kiekvienas iš jų yra prijungtas prie siųstuvui specifinio lokalaus osciliatoriaus paskirstymo tinklo [7, 8];

lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo grandinė.

2. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad bet kuriame imtuve [1, 2] yra bent du radijo dažnio įėjimai su mažo triukšmo stiprinimo blokais, iš kurių bent vienas yra tiesiogiai sujungtas su kvadratūrinio maišytuvo [102, 202] įėjimu, kuris savo ruožtu yra prijungtas prie kvadratūros žemųjų dažnių bloko, susidedančio iš kanalų parinkimo filtrų ir stiprintuvų blokų [101, 201].

3. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad imtuvo [1, 2] bent vienas iš radijo dažnio įėjime esančio mažo triukšmo stiprintuvo [105, 205] išėjimas yra prijungtas prie maišytuvo [104, 204], kurį galima apeiti, ir kurio išėjimas gali būti išoriškai prijungtas prie kito mažo triukšmo stiprintuvo [103, 203] įėjimo per išorinį sujungimą.

4. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad imtuvo [1, 2] maišytuvo [104, 204] lokalaus osciliatoriaus signalo įėjimas yra prijungtas prie vieno iš imtuvui specifinio lokalaus osciliatoriaus paskirstymo tinklo [6] išėjimų.

5. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 2 punktą, b e s i s k i r i a n t



i s tuo, kad imtuvo [1, 2] kvadratūros maišytuve [102, 202] kvadratūros signalo generatoriaus jėjimas yra prijungtas prie vieno iš imtuvui specifinio lokalių osciliatorių paskirstymo tinklo išėjimų [5, 6].

6. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad imtuvo [1, 2] kvadratūros žemųjų dažnių bloko [101, 201] kanalo pasirinkimo filtro praleidžiamųjų dažnių juosta ir stiprintuvo stiprinimas yra valdomi.

7. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad bet kuriame siųstuve [3, 4] yra bent du radijo dažnio išėjimai su stiprinimo blokais, iš kurių bent vienas yra tiesiogiai sujungtas su kvadratūrinio maišytuvo [302, 402] išėjimu, kuris savo ruožtu yra prijungtas prie kvadratūros žemųjų dažnių bloko, sudaryto iš kanalų parinkimo filtrų ir stiprintuvų blokų [301, 401].

8. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 7 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad siųstuvo [3, 4] bent vienas iš radijo dažnio galios stiprintuvo [303, 403] išėjimas gali būti išoriškai prijungtas prie maišytuvo [304, 404], kurį galima apeiti, ir kurio išėjimas yra sujungtas su papildomu galios stiprintuvo jėjimu [305, 405].

9. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 8 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad siųstuvo [3, 4] maišytuvo [304, 404] lokalaus osciliatoriaus signalo jėjimas yra prijungtas prie vieno iš siųstuvui specifinio lokalaus osciliatoriaus paskirstymo tinklo [8] išėjimų.

10. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 7 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad siųstuvo [3, 4] kvadratūriniame maišytuve [302, 402] kvadratūros signalo generatoriaus jėjimas yra prijungtas prie vieno iš siųstuvui specifinių lokalių osciliatorių paskirstymo tinklo išėjimų [7, 8].

11. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 7 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad siųstuvo [3, 4] kvadratūros žemųjų dažnių bloko [301, 401] kanalo pasirinkimo filtro praleidžiamųjų dažnių juosta ir stiprintuvo stiprinimas yra valdomi.

12. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad jo lokalūs aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriai [9, 10, 11, 12] yra struktūriškai identiški, nepriklausomai valdomi ir sukuria lokalų  $F_{PLL}$  aukštųjų dažnių signalą, kur lokalų osciliatorių galima derinti bent jau nuo  $F_{PLL}$  iki  $F_{PLL} / 2$ , PLL sintezatorius gali veikti sveikojo skaičiaus-N ir trupmeninio-N režimu, o jo išėjimo dalyje yra  $2^n$  daliklis, kur  $n$  yra sveikas skaičius ir yra lygus arba didesnis už 0.

13. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad jo lokalaus osciliatoriaus paskirstymo grandinę sudaro:

mažiausiai du tarpusavyje sujungti imtuvui specifiniai lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklai [5, 6], kurių kiekvienas yra sujungtas su PLL sintezatoriumi [9, 10] ir imtuvu [1, 2];

mažiausiai du tarpusavyje sujungti siųstuvo specifiniai lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklai [7, 8], kurių kiekvienas yra sujungtas su PLL sintezatoriumi [11, 12] ir siųstuvu [3, 4].

14. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 13 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad jo lokalūs aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklai [5, 6, 7, 8] yra sudaryti tik iš 1–2 signalo skirstytuvo [13] ir 2–1 signalo tankintuvo grandynų [14].

15. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 13 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad jo pirmąjį imtuvo [1] lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [5] sudaro trys 1–2 signalo skirstytuvai [500, 502, 504] ir du 2–1 signalo tankintuvai [501, 503]; ir kad jis turi du įėjimus - signalą iš pirmojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [9] ir pirmojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo [7]; ir kad jis turi tris išėjimus - signalą į antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6], pirmojo imtuvo kvadratūros maišytuvą [102] ir į antrojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8].

16. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 13 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad jo antrąjį imtuvo [2] lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6] sudaro keturi 1–2 signalo skirstytuvai [600, 601, 602, 604] ir trys 2–1 signalo tankintuvai [603, 605, 606]; ir kad jis turi tris įėjimus - signalą iš antrojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [10], pirmojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo [5] ir antrojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo [8]; ir kad jis turi keturis išėjimus - signalą į antrąjį imtuvo kvadratūrinį maišytuvą [202], pirmąjį ir antrąjį imtuvo maišytuvą [104, 204] ir į antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8].

17. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 13 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad jo pirmąjį siųstuvo [3] lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [7] sudaro vienas 1-2 signalo skirstytuvas [700] ir vienas 2–1 signalo

tankintuvas [701]; ir kad jis turi vieną įėjimo signalą iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11]; ir kad jis turi tris išėjimus - signalus į antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], pirmąjį siųstuvo kvadratūrinį maišytuvą [302] ir į pirmąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [5].

18. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 13 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad jo antrąjį siųstuvo [4] lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8] sudaro penki 1 - 2 signalo skirstytuvai [800, 802, 803, 805, 806] ir keturi 2 - 1 signalo tankintuvai [801, 803, 804, 807]; ir kad jis turi keturis įėjimus - signalus iš ketvirtojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [12], pirmojo ir antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo [5, 6] ir pirmojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklo [7]; ir kad jis turi keturis išėjimus - signalus į antrąjį siųstuvo kvadratūrinį maišytuvą [402], pirmąjį ir antrąjį siųstuvo maišytuvą [304, 404] ir į antrąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6].

19. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 13 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kai signalas iš pirmojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [9] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo imtuvo kvadratūrinio maišytuvo [102] įėjimą per pirmąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [5]; ir kai signalas iš antrojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [10] išėjimo yra nukreipiamas į antrojo imtuvo kvadratūrinio maišytuvo [202] įėjimą per antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6]; ir kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo yra nukreipiamas į pirmąjį siųstuvo kvadratūrinio maišytuvo [302] įėjimą per pirmąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [7]; ir kai signalas iš ketvirtojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [12] išėjimo nukreipiamas į antrąjį siųstuvą kvadratūrinio maišytuvo [402] įėjimą per antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], jis įgyvendina tiesioginio dažnio keitimo architektūrą, turinčią du nepriklausomus radijo dažnio siųstuvo-imtuvo traktus, sukonfigūruotus dažninio tankinimo duplexui integruotame siųstuvo ir imtuvo grandyne pagal 1 punktą.

20. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 13 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kai signalas iš pirmojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL



sintezatoriaus [9] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo ir antrojo imtuvo kvadratūros maišytuvo [102, 202] įėjimą per pirmojo ir antrojo imtuvo lokalius aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [5, 6]; ir kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo nukreipiamas į pirmojo ir antrojo siųstuvo kvadratūros maišytuvo [302, 402] įėjimą per pirmojo ir antrojo siųstuvo lokalius aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [7, 8], jis įgyvendina tiesioginio dažnio keitimo architektūrą, turinčią mažiausiai du po du daugelio įėjimo daugelio išėjimų siųstuvo ir imtuvo traktą, sukonfigūruotą dažninio tankinimo duplexui integruotame siųstuvo ir imtuvo grandyne pagal 1 punktą.

21. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 13 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kai signalas iš pirmojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [9] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo ir antrojo imtuvo kvadratūrinio maišytuvo [102, 202] įėjimus per pirmojo ir antrojo imtuvo lokalius aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [5, 6]; ir kai signalas iš antrojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [10] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo ir antrojo imtuvo maišytuvo [104, 204] įėjimus per antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6]; ir kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo ir antrojo siųstuvo kvadratūrinio maišytuvo [302, 402] įėjimus per pirmojo ir antrojo siųstuvo lokalius virpesių signalo paskirstymo tinklus [7, 8]; ir kai signalas iš ketvirtojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [12] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo ir antrojo siųstuvo maišytuvo [304, 404] įėjimus per antrojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], jis įgyvendina dvigubo dažnio keitimo architektūrą, turinčią mažiausiai du po du daugelio įėjimų daugelio išėjimų siųstuvo ir imtuvo traktą, sukonfigūruotą dažninio tankinimo duplexui integruotame siųstuvo ir imtuvo grandyne pagal 1 punktą.

22. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 13 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo per nukreipiamas į pirmojo imtuvo kvadratūrinio maišytuvo [102] įėjimą ir pirmojo siųstuvo kvadratūrinio maišytuvo [302] įėjimą per pirmąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [5] ir pirmojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [7]; kai signalas iš ketvirtojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [12] išėjimo nukreipiamas į antrojo imtuvo

kvadratūrinio maišytuvo [202] įėjimą ir antrąjį siųstuvo kvadratūrinio maišytuvo [402] įėjimą per antrąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6] ir antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], jis įgyvendina tiesioginio dažnio keitimo architektūrą, turinčią du nepriklausomus radijo dažnio siųstuvo-imtuvo traktus, sukonfigūruotą laikinio dalijimo duplexui integruotame siųstuvo ir imtuvo grandyne pagal 1 punktą.

23. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 13 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo yra nukreipiamas į visus imtuvo ir siųstuvo kvadratūrinio maišytuvo [102, 202, 302, 402] įėjimus per visus lokalius virpesių signalo paskirstymo tinklus [5, 6, 7, 8], jis įgyvendina tiesioginio dažnio keitimo architektūrą, turinčią mažiausiai du po du daugelio įėjimų ir daugelio išėjimų siųstuvo ir imtuvo traktą, sukonfigūruotą laikinio tankinimo duplexui integruotame siųstuvo ir imtuvo grandyne pagal 1 punktą.

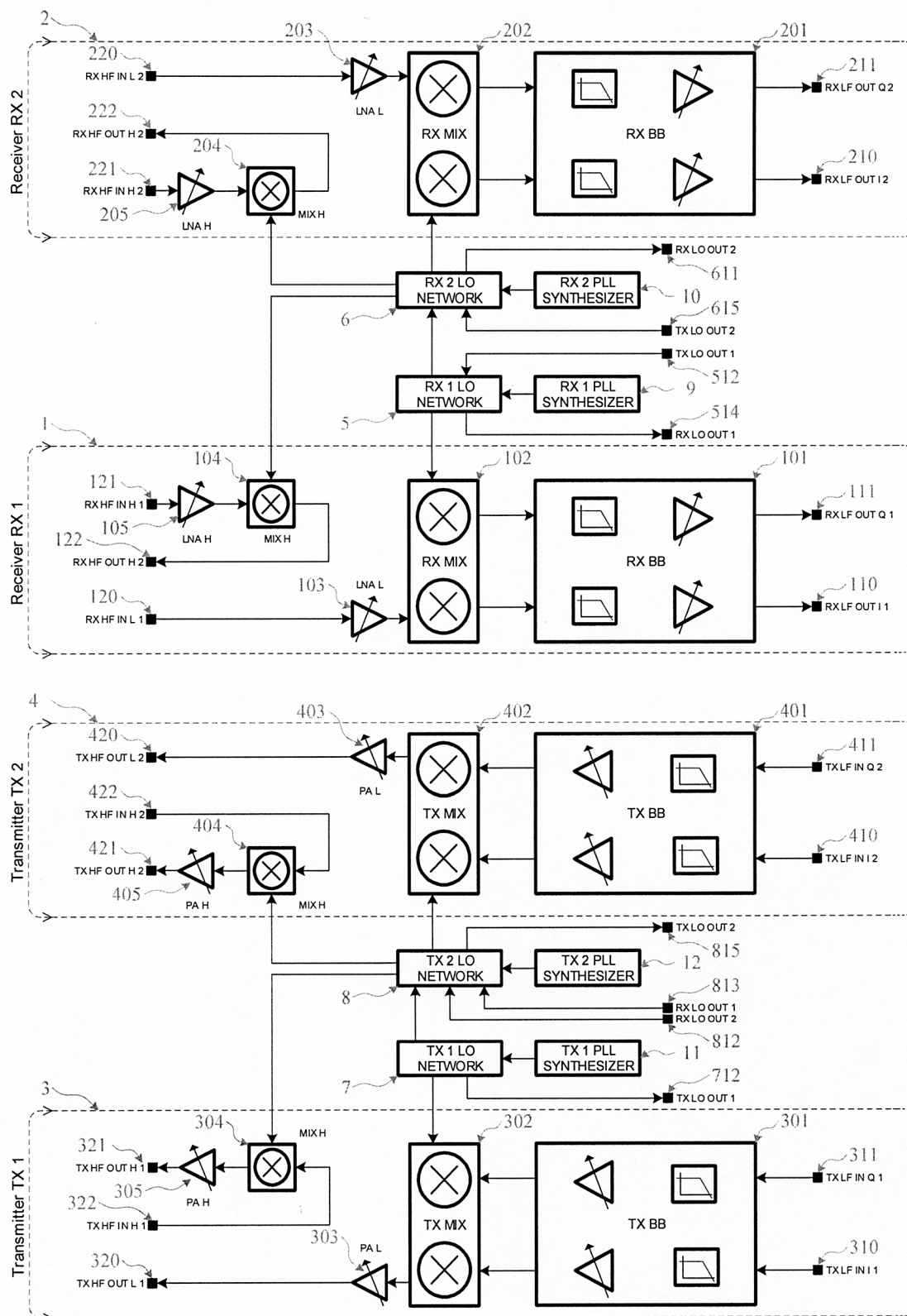
24. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 13 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kai signalas iš pirmojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [9] išėjimo yra nukreipiamas į antrojo imtuvo maišytuvo [204] ir antrojo siųstuvo maišytuvo [404] įėjimus per pirmojo ir antrojo imtuvo lokalius aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [5, 6] ir antrojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8]; ir kai signalas iš antrojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [10] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo imtuvo maišytuvo [104] ir pirmojo siųstuvo maišytuvo [304] įėjimus per antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6] ir antrojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8]; ir kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo yra nukreipiamas į pirmojo imtuvo kvadratūrinio maišytuvo [102] įėjimą ir pirmojo siųstuvo kvadratūrinio maišytuvo [302] įėjimą per pirmojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [5] ir pirmojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [7]; kai signalas iš ketvirtojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [12] išėjimo nukreipiamas į antrojo imtuvo kvadratūrinio maišytuvo [202] įėjimą ir antrojo siųstuvo kvadratūrinio maišytuvo [402] įėjimą per antrojo imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6] ir antrojo siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], jis įgyvendina dvigubo dažnio keitimo architektūrą, turinčią du

nepriklausomus radijo dažnio siųstuvo-imtuvo traktus, sukonfigūruotą laikinio tankinimo duplexui integruotame siųstuvo ir imtuvo grandyne pagal 1 punktą.

25. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 13 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kai signalas iš trečiojo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [11] išėjimo nukreipiamas į visus imtuvo ir siųstuvo kvadratūrinio maišytuvo [102, 202, 302, 402] įėjimus per visus lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklus [5, 6, 7, 8]; ir kai signalas iš ketvirtąjo lokalaus aukštųjų dažnių signalo PLL sintezatoriaus [12] išėjimo yra nukreipiamas į visus imtuvo ir siųstuvo maišytuvų [104, 204, 304, 404] įėjimus per antrąjį imtuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [6] ir antrąjį siųstuvo lokalaus aukštųjų dažnių signalo paskirstymo tinklą [8], jis įgyvendina dvigubo dažnio keitimo architektūrą, turinčią mažiausiai du po du daugelio įėjimų daugelio išėjimų siųstuvo ir imtuvo traktą, sukonfigūruotą laikinio tankinimo duplexui integruotame siųstuvo ir imtuvo grandyne pagal 1 punktą.

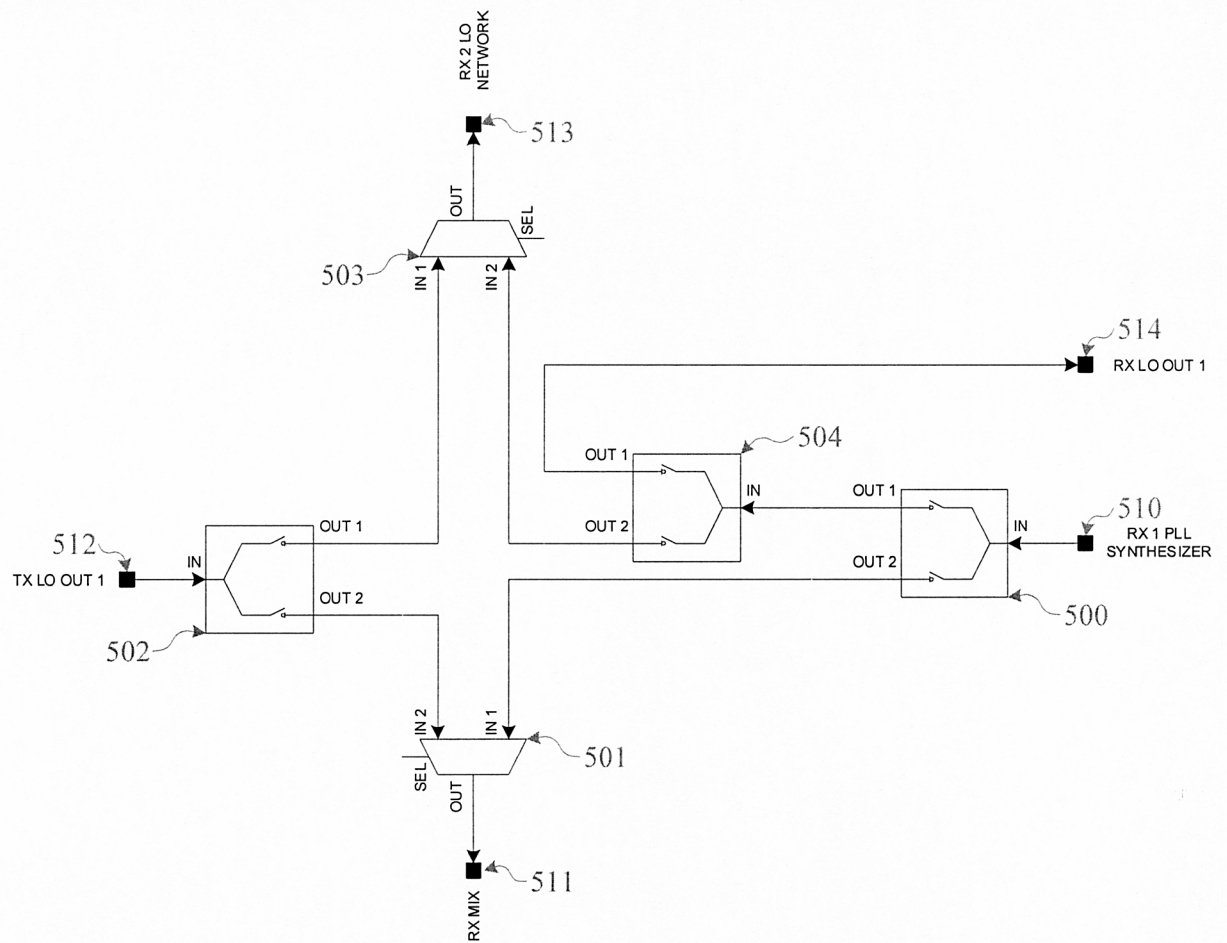
26. Integruoto siųstuvo ir imtuvo grandynas pagal 21, 24 ir 25 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kai jis veikia dvigubo dažnio keitimo architektūroje, jo siųstuvo-imtuvo radijo dažnių diapazonas praplečiamas per  $F_{PLL}$ .





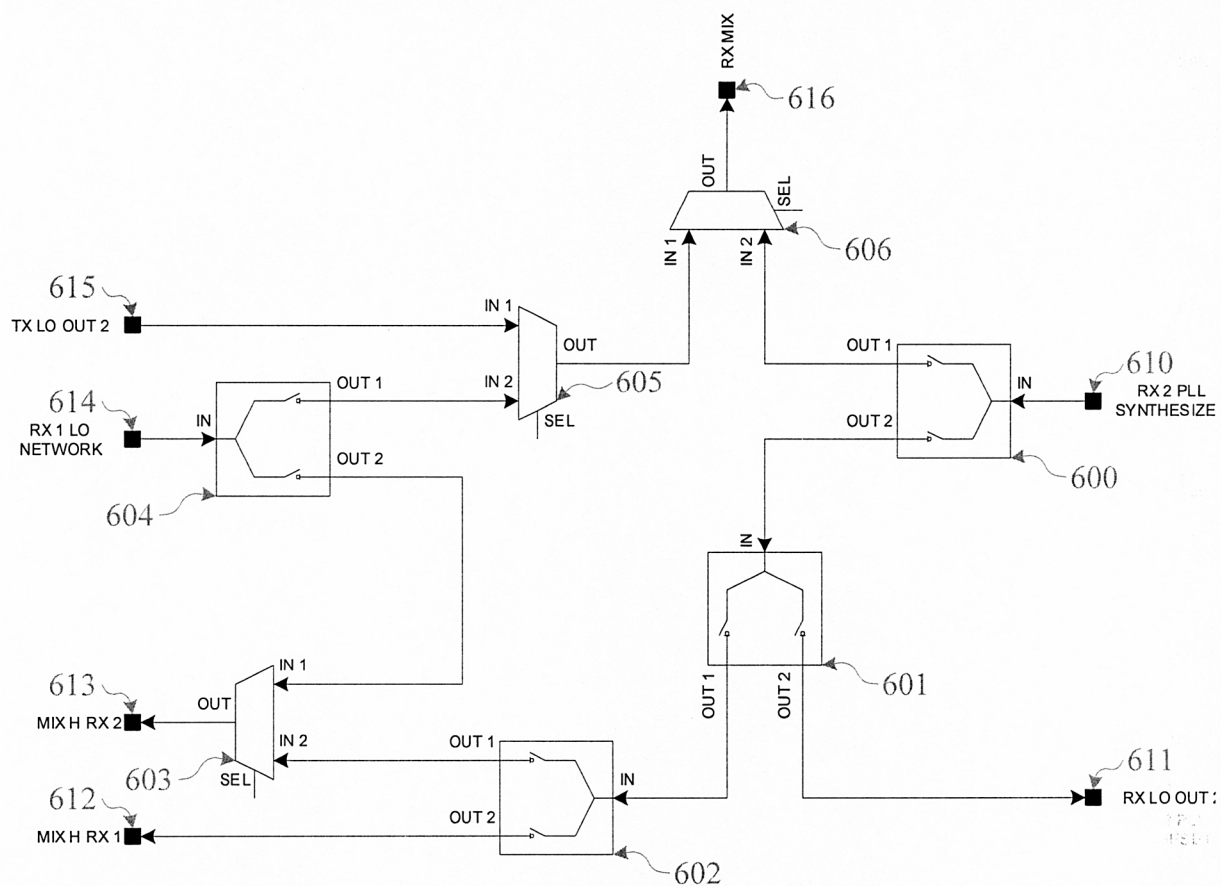
Paveikslas 1

**LT 6910 B**

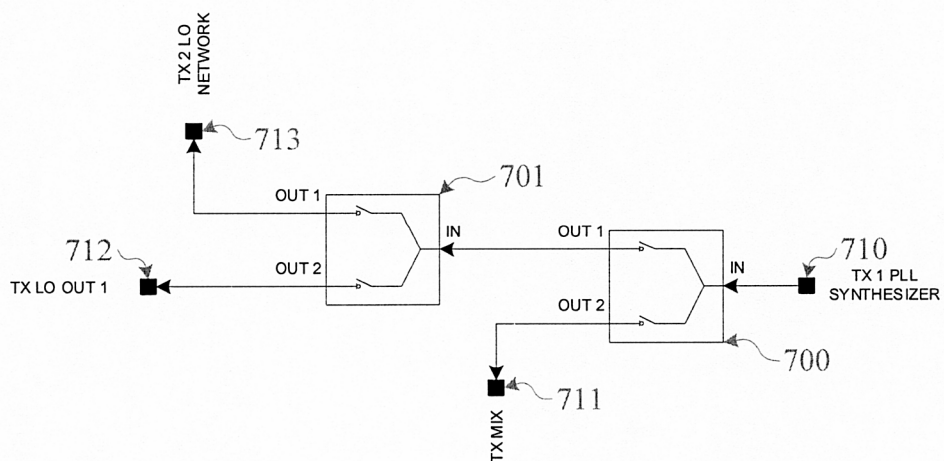


## Paveikslas 2

**LT 6910 B**

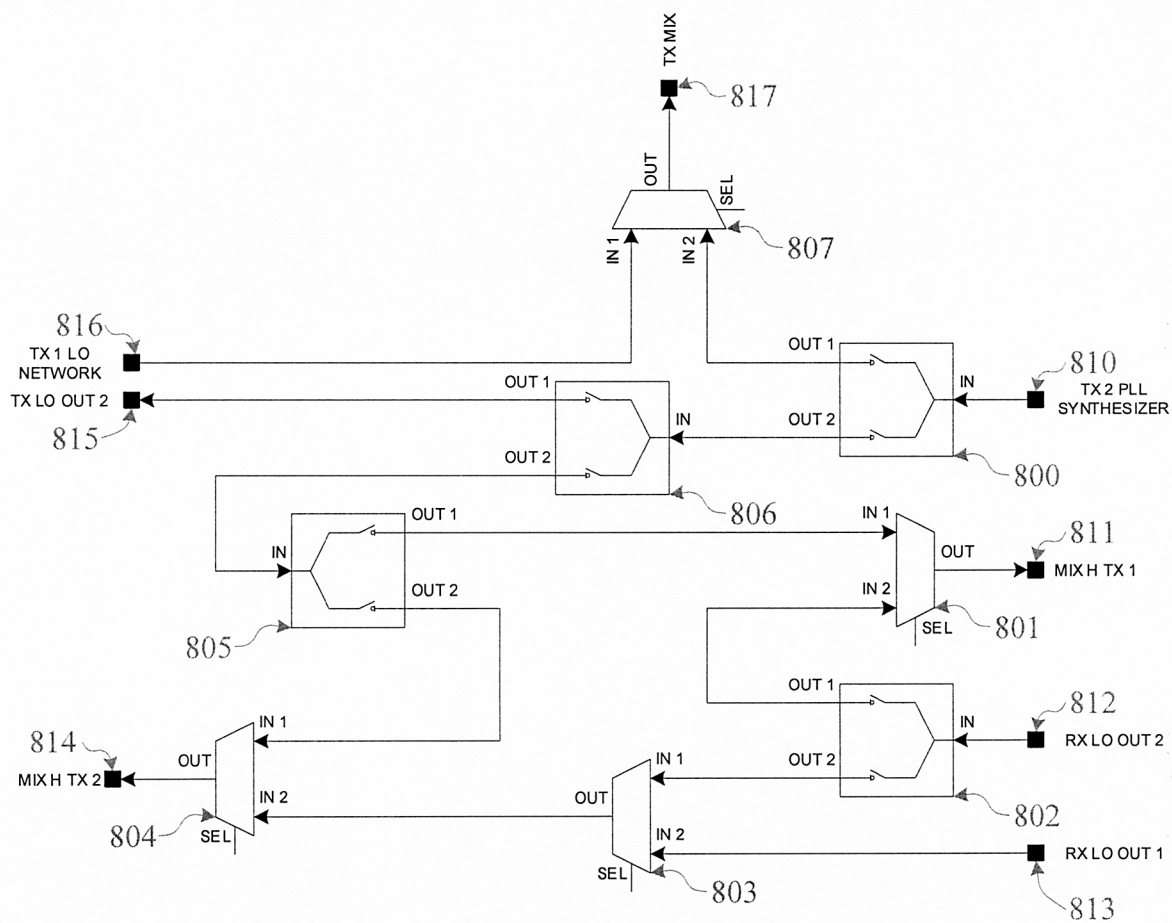


### Paveikslas 3

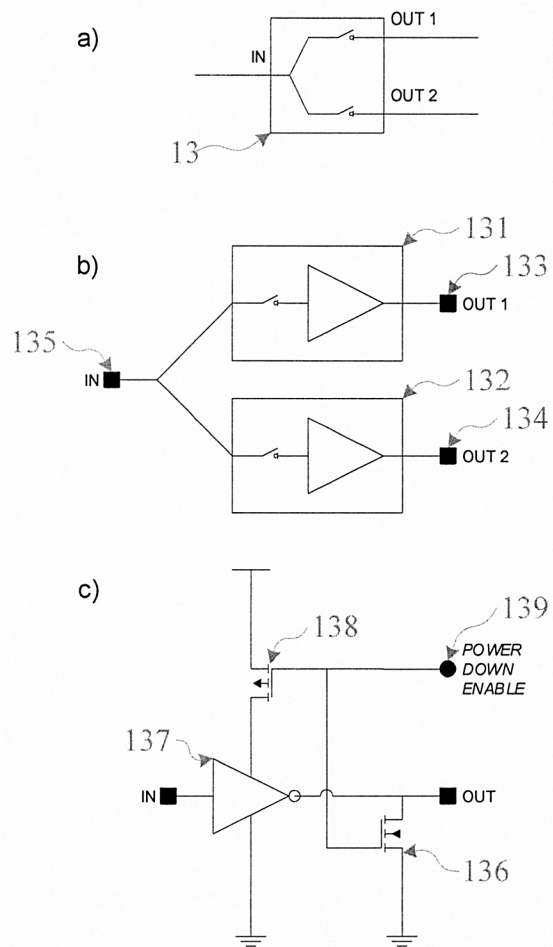


#### Paveikslas 4

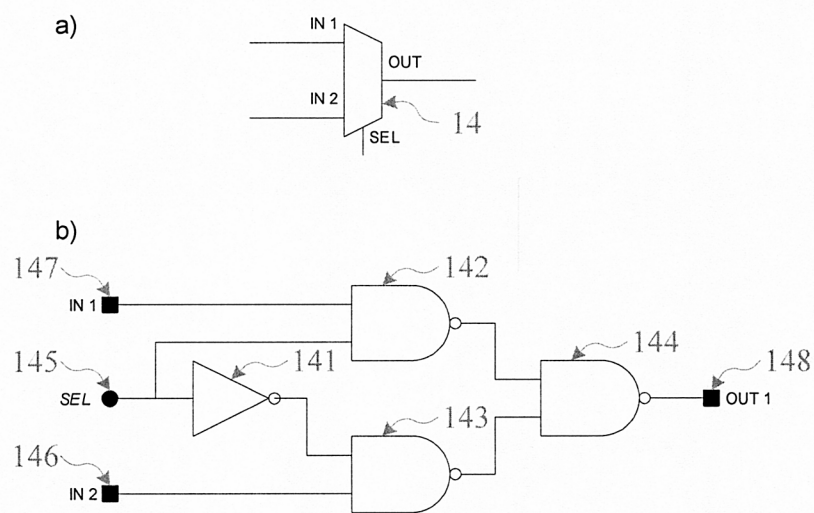




Paveikslas 5



Paveikslas 6



Paveikslas 7