

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

(19) BG

(11) 64659 B1
7(51) H 01 Q 21/00



ОПИСАНИЕ КЪМ ПАТЕНТ

ЗА

ИЗОБРЕТЕНИЕ

ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО

(21) Регистров № 105597

(22) Заявено на 14.06.2001

(24) Начало на действие
на патента от:

Приоритетни данни

(31) (32) (33)

(41) Публикувана заявка в
бюлетин №12 на 29.12.2002

(45) Отпечатано на 31.10.2005

(46) Публикувано в бюлетин № 10
на 31.10.2005

(56) Информационни източници:
WO1998/005089

(62) Разделена заявка от рег. №

(73) Патентоприитежател(и):

RAYSAT CYPRUS LIMITED, NICOSIA,
POSEIDONOS 3, EMERGO HOUSE (CY)

(72) Изобретател(и):

Александър Георгиев Тошев
София (BG)

(74) Представител по индустриална
собственост:

Татяна Боянова Лекова, 1202 София,
бул. "Христо Ботев" 136

(86) № и дата на PCT заявка:

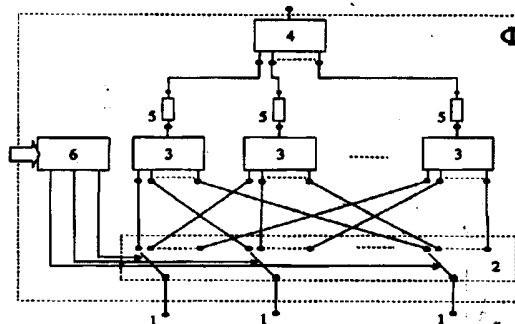
(87) № и дата на PCT публикация:

**(54) МЕТОД ЗА СКАНИРАНЕ НА АНТЕННА
РЕШЕТКА И ФАЗОРЕГУЛИРАЩО УСТ-
РОЙСТВО ЗА ОСЪЩЕСТВЯВАНЕТО МУ**

(57) Изобретението се отнася до метод за сканиране на антенна решетка, при който изходните сигнали от излъчвателните елементи на решетката се дефазират така, че да се получат сигнали с по същество еднаква фаза. Следва сумиране на сигналите, като преди да се приложи фазов контрол, изходните сигнали от излъчвателните елементи се групират чрез сумиране на сигналите с приблизително еднакви фази, така че да се формира един групов сигнал. Груповият сигнал от всяка група се дефазира, след което резултантните сигнали се сумират. Устройството включва фазоизместващи елементи (5), обединени в блок за фазово регулиране, управляващ блок (6), блок превключватели (2), свързан между входовете за сигнали от излъчващите елементи (7) на антената и блока за фазово регулиране. Изходите

на управляващия блок (6) са свързани към управляващите входове на блока превключватели (2). Блокът за фазово регулиране включва вътрешни суматори (3), чиито входове са свързани към блока превключватели (2), а изходите им са свързани към обща сумираща схема (4) през съответен фазоизместващ елемент (5).

8 претенции, 5 фигури



BG 64659 B1

(54) МЕТОД ЗА СКАНИРАНЕ НА АНТЕННА РЕШЕТКА И ФАЗОРЕГУЛИРАЩО УСТРОЙСТВО ЗА ОСЪЩЕСТВЯВАНЕТО МУ

Област на техниката

Настоящото изобретение се отнася до метод за сканиране на антенна решетка и фазорегулиращо устройство за реализиране на метода, намиращи приложение в системите за телекомуникации.

Предшестващо състояние на техниката

От публикация WO19980/05089 е известно фазорегулиращо устройство, изградено от фазоизместващи елементи, свързани електрически към система от ключове, електрически взаимно свързани помежду си и отделени от фазоизместващите елементи. Устройството е предназначено за използване във фазиращи антенни решетки, съставени от множество излъчващи/приемащи елементи. При използване на това устройство към всеки излъчвател/приемник се включва един вход на фазорегулатора. Елементите за фазово изместване могат да бъдат свързани последователно или паралелно, а множеството от фазоизместващи елементи и множеството от превключватели могат да бъдат секционирани в блокове за фазово регулиране, които от своя страна могат да бъдат свързани паралелно, последователно, или част от тях да бъдат свързани паралелно, а друга част - последователно.

Недостатъкът на това известно устройство е сравнително големият брой фазорегулиращи елементи, което води съответно до усложняване на архитектурата на антенната решетка като цяло.

Техническа същност на изобретението

Целта на настоящото изобретение е да се създадат метод за сканиране на антенна решетка и фазорегулиращо устройство, реализиращо метода, които да позволяват намаляване на броя на фазорегулиращите елементи и съответно опростяване на архитектурата на антенната решетка при запазване на нейните технически показатели и основни параметри.

Целта е постигната с метод за сканиране на антенна решетка, при който изходните сигнали от излъчвателните елементи на решет-

ката се дефазира така, че да се получат сигнали с по същество еднаква фаза, след което тези сигнали се сумират. За метода е характерно това, че преди да се приложи фазов контрол, изходните сигнали от излъчвателните елементи се групират посредством сумиране на сигналите с приблизително еднакви фази, така че да се формира един групов сигнал. Груповият сигнал от всяка група се дефазира, след което резултантните сигнали се сумират.

В един предпочитан вариант на изпълнение на метода изходните сигнали от излъчвателните елементи формират две ортогонални съставлящи на електромагнитното поле, всяка от които се групира в сигнал за съответната ортогонална компонента, след което двата групови сигнала се усилват и фазовият контрол се прилага върху всеки от сигналите поотделно.

Целесъобразно е ортогоналните сигнали да са за вертикална и хоризонтална съставляща на електромагнитното поле.

Целесъобразно е групирането на сигналите да се осъществи, като в едната група попаднат сигналите с дефазиране от 0° до 180° , а в другата група - сигналите с дефазиране от 180° до 360° .

Целта е постигната и с фазорегулиращо устройство, включващо фазоизместващи схеми, обединени в блок за фазово регулиране, управляващ блок, блок превключватели, свързан между входове за сигнали от излъчващите елементи на антената и блока за фазово регулиране, като изходите на управляващия блок са свързани към управляващите входове на блока превключватели. За устройството е характерно, че блокът за фазово регулиране включва вътрешни суматори, чиито входове са свързани към блока превключватели, а изходите им са свързани към обща сумираща схема през съответен фазоизместващ елемент.

В един предпочитан вариант на изпълнение на фазорегулиращото устройство към входовете са свързани групи от излъчвателни елементи.

В един вариант на изпълнение на фазорегулиращото устройство входовете за сигнали от излъчващите елементи са разделени за две ортогонални съставлящи на сигнала.

Целесъобразно е изходите на излъчвателните елементи да бъдат свързани към входовете на фазорегулиращото устройство през

усилватели на сигнала.

Предимствата на метода за сканиране на антенна решетка и на фазорегулиращото устройство, реализиращо този метод, се състоят в значителното намаляване на броя на дефазиралите елементи, поради предвиденото динамично групиране на сигналите. Намаленият брой на дефазиралите елементи позволява изграждането на фазирани антенни решетки с опростена архитектура, като в същото време може да бъде увеличен броят на антенните елементи, управлявани от едно фазорегулиращо устройство.

Пояснение на приложените фигури

Фигура 1 представлява блокова схема на основния вариант на изпълнение на фазорегулиращото устройство съгласно изобретението;

Фигура 2 е принципна схема на антенната решетка;

Фигура 3 е схема на група от излъчвателни елементи с изходи за хоризонтална и вертикална съставяща на сигнала;

Фигура 4 илюстрира един вариант на изпълнение на фазорегулиращото устройство съгласно изобретението;

Фигура 5 е схема на антенна решетка с множество фазорегулиращи устройства, подобни на това, илюстрирано на фиг. 4.

Примери за изпълнение на изобретението

Фазорегулиращото устройство съгласно изобретението (фиг. 1) има няколко входа 1, към които се свързват изходите на групите С от излъчвателни елементи 7 на антената (показани на фиг. 2 и 3). Входовете 1 са свързани към блок превключватели 2, чиито изходи са свързани към вътрешни суматори 3. На изхода на всеки от суматорите 3 се получава групов сигнал, който е резултат от управлението на състоянието на ключовете от състава на блока превключватели 2. По този начин се осъществява динамично групиране на сигналите. Изходът на всеки от суматорите 3 е свързан към съответен вход на общата сумираща схема 4 през фазоизместващи елементи 5. Изходът на схемата 4 е изход на фазорегулиращото устройство. Към управляващите входове на блока превключватели 2 са свързани изходите на

блок за управление на фазата 6. Фазорегулиращото устройство от фиг. 1 е обозначено с буквата "Ф".

Една принципна схема на антенна решетка (фиг. 2) включва няколко фазорегулиращи устройства $\Phi_1, \Phi_2 \dots \Phi_n$, от типа на описаното по-горе, към входовете на които са свързани изходите на групите G от излъчвателни елементи 7. Изходите на фазорегулиращите устройства са свързани към входовете на сумираща схема 8 на антенната решетка.

Фигура 3 показва начин на групиране на излъчвателни елементи 7 на антенната решетка, като на фигурата е илюстрирана група G от дванадесет излъчвателни елемента 7 на антенната решетка. Това е статично групиране, тъй като то не се променя в процеса на работа на антената. Всеки излъчвателен елемент 7 има изход V за вертикалната съставяща на електромагнитното поле и изход H за хоризонталната съставяща. Изходите V се сумират от сумираща схема 9, а изходите H - от сумираща схема 10. Груповите сигнали за хоризонталната и вертикалната съставяща на електромагнитното поле, получавани на изходите на сумиращите схеми 9 и 10, се усилват чрез усилвателите 11 и 12. Върху тези сигнали се прилага фазовият контрол от съответното фазорегулиращо устройство за дадената група излъчвателни елементи 6. Схемата на групиране на излъчвателните елементи от фиг. 3 е обозначена като "G"

Показаното на фиг. 4 фазорегулиращо устройство е подобно на това, показано на фиг. 1. На този чертеж фазорегулиращото устройство има осем високочестотни входа 1 $RFI_1, \dots, RFI_8$, два високочестотни изхода RFO_1 и RFO_2 , блок превключватели 2 и осем осемвходови вътрешни суматори 3. Изходите на първите четири суматора 3 са свързани към първа сумираща схема 4 през първи набор от фазоизместващи елементи 5, а изходите на вторите четири суматора 3 са свързани към входовете на втора сумираща схема 4 през втори набор от фазоизместващи елементи 5. Възможно е двата набора от фазоизместващи елементи 5 да са с еднакви стойности, но това не е задължително. Към управляващите входове на блока превключватели 2 са свързани изходите на блока за управление 6.

Схемата на антенната решетка, показана на фиг. 5, илюстрира цялостната архитектура на решетката, реализирана чрез фазорегулира-

щи устройства Φ съгласно настоящото изобретение. Общият сигнал на антенната решетка се получава на изхода на сумиращата схема 14, към чиито входове са свързани изходите на всяко фазорегулиращо устройство

Използване на изобретението

Принципът на действие на фазорегулиращото устройство съгласно изобретението е следният.

Сигналите от групите G от излъчвателни елементи 7 постъпват на входовете на фазорегулиращото устройство Φ (фиг. 1). По сигнали от блока за управление 6 се установява положението на всеки един от ключовете от съставата на блока превключватели 2. По този начин се групират сигналите с приблизително еднакви фази. Груповите сигнали на изхода на всеки от суматорите 3 се дефазира чрез съответния фазоизместващ елемент 5, при което всички групови сигнали се оказват в по същество едно и също фазово състояние, така че да могат да се сумират от сумиращата схема 4. Същите операции се извършват за всяка една от групите излъчвателни елементи, свързани към определено фазорегулиращо устройство (фиг. 5). Така формираните изходни сигнали са в по същество еднакво фазово състояние и се сумират от сумиращата схема 14, която формира изходния сигнал на антенната решетка.

Принципът на действие на групата излъчвателни елементи G (фиг. 3) е следният. Всеки един от излъчвателните елементи 7 има два изхода, съответно за вертикална и хоризонтална съставяща на електромагнитното поле. Сигналите от всички изходи за вертикалната съставяща на електромагнитното поле се сумират от сумиращата схема 9, като формират общ за групата от дванадесет излъчвателни елементи 7 сигнал за вертикална съставяща на електромагнитното поле. Аналогично сигналите от всички изходи за хоризонтална съставяща се сумират от сумиращата схема 10, формирайки по този начин общия за групата сигнал за хоризонталната съставяща на електромагнитното поле. След това двете компоненти на електромагнитното поле се усилват чрез усилвателите 11 и 12, които формират двата изхода на групата от излъчвателни елементи G, съответно за вертикална V и хоризонтална H съставяща на електромагнитното поле. Фазов контрол се при-

лага върху тези два изходни сигнала, а сканиране на лъча на антенната решетка се постига чрез фазов контрол върху двата изхода на групата от излъчвателни елементи като цяло. Необходимите поляризационни характеристики на антената се постигат чрез подходящо подбиране на фазовите съотношения между хоризонталната и вертикалната съставяща на електромагнитното поле на група от излъчвателни елементи. Вижда се, че контролът върху лъча на антената и контролът на поляризацията на антената се постига чрез фазов контрол върху двата изхода на групата G от излъчвателни елементи 7. В случая са разглеждани хоризонталната и вертикалната съставяща на електромагнитното поле, но същият принцип е приложим за всеки две ортогонални съставящи на полето.

Необходимо и достатъчно условие за работа на антената е да се подберат две ортогонални компоненти на електромагнитното поле, които да се получават на изхода на излъчвателните елементи 7 и на изхода на групата от излъчвателни елементи G. При това не е необходимо двете ортогонални компоненти на изхода на излъчвателните елементи 7 да съвпадат с тези на изхода на групата G. Възможно е да има трансформация на поляризацията в сумиращите схеми 9 и 10. Основното предназначение на групата от излъчвателни елементи G е да редуцира броя на сигналите, върху които се прилага фазов контрол и по този начин допълнително да се намали броят на фазоизместващите елементи.

Фазорегулиращото устройство от фиг. 4 действа по следния начин:

Входните сигнали, които са с различни фази, случайно разпределени в интервала от 0° до 360° , се усилват от усилвателите 13 и постъпват на входовете на блока превключватели 2. Чрез подходяща комбинация на ключовете от този блок, определена от блока за управление 6 (например чрез подходяща кодова дума), входните сигнали, които са с близки фази в интервала от 0° до 180° , се насочват към първата група суматори 3 и съответно към първия набор фазоизместващи елементи 5, докато сигналите с близки фази в интервала от 180° до 360° се насочват към втората група суматори 3 и съответно към втория набор фазоизместващи елементи 5. Така входните сигнали се разделят на две групи, като

фазовата разлика на всеки два сигнала в една група не е по-голяма от 180° . Комбинацията на ключовете от блока 2 се подбира така, че сигналите с фазови разлики, не по-големи от 45° , се сумират от суматорите 3 преди фазоизместващите елементи 5. Така на входа на елементите 5 постъпват сигнали с фазова разлика помежду им, приблизително равна на стъпката на фазоизместващите елементи 5, при което изходните сигнали от фазоизместващите елементи 5 от всяка една от двете групи са с приблизително еднаква фаза, а фазовата разлика между двете групи сигнали е приблизително 180° . Сигналите от всяка една от двете групи се сумират от двата суматора 4, а сумарните сигнали на изхода на суматорите 4 представляват двата високочестотни изхода RFO1 и FRO2 на фазорегулиращото устройство Ф. Фазовата разлика на двата изходни сигнала е приблизително 180° . Чрез прилагане на допълнителна 180° дефазираща секция двата изходни сигнала на фазорегулиращото устройство Ф могат да се направят с по същество еднаква фаза и да се сумират. Основно предназначение на фазорегулиращото устройство е да се приложи фазов контрол върху сигналите, получавани от излъчвателните елементи 7. В показаната конкретна реализация фазов контрол се прилага върху груповия сигнал от група от излъчвателни елементи 7, но такъв контрол може да бъде приложен и върху сигнала от отделен излъчвателен елемент.

Сумиращите схеми за СВЧ обхваща представляват съвкупност от микровълнови суматори на мощност.

Основното предназначение на тези схеми е да сумират сигналите от изходите на фазорегулиращите устройства и да внесат допълнително дефазиране от 180° за определени сигнали.

Схемата, показана на фиг.5, действа по следния начин.

На входа на излъчвателните елементи 7 постъпва сигнал с различна фаза, зависеща от конкретното местоположение на излъчвателния елемент 7 върху апертурата на антената. Постъпилният на входа сигнал съдържа информация за две ортогонални компоненти на електромагнитното поле. На изхода на излъчвателните елементи 7 се получават разделени сигнали за двете ортогонални компоненти на полето (в конкретния случай V и H). Компонен-

тите на електромагнитното поле от един и същи тип на групи от дванадесет излъчвателни елемента се сумират и усилват от вътрешните суматори 9, 10 (виж фиг. 3) и усилватели 11 и 12 на групата от излъчвателни елементи. По този начин се получават два сигнала, които съдържат информация за средната стойност на двете ортогонални компоненти от съответните дванадесет излъчвателни елемента. На изхода на групата от излъчвателни елементи сигналите са с различни фази, зависещи от поляризацията на антената и от положението на излъчвателните елементи 7 върху нейната апертюра. По-нататък целта е да се внесе допълнително дефазиране на сигналите, идващи от групите от излъчвателни елементи, така че различията в техните фази да бъдат компенсирани и да се получат еднакви фази за всички сигнали. Сигналите от групите от излъчвателни елементи G постъпват на входа на фазорегулиращите устройства Ф. Посредством вътрешните за фазорегулиращите устройства блок превключватели 2 и суматори 3 сигналите на входовете им с фази в интервала 0° - 360° се разделят на две групи от сигнали с фази, съответно в интервалите 0° - 180° и 180° - 360° . Сигналите, участващи в определена група, се изравняват по фаза посредством вътрешните за фазорегулиращите устройства фазоизместващи елементи 5 и след това се сумират, а сумарният сигнал се усилва и излиза на един от изходите на фазорегулиращото устройство, в зависимост от това дали фазите на сигналите преди сумиране са били в интервала 0° - 180° или 180° - 360° . На първите изходи на фазорегулиращите устройства (следвайки техния принцип на работа) се получават сигнали с фаза, приблизително равна на 0° , докато на втория им изход се получават сигнали с фаза, приблизително равна на 180° . По-нататък в суматорите на мощност 8 се въвежда допълнително дефазиране за сигналите от вторите изходи на фазорегулиращите устройства, така че те да се изравнят по фаза с тези от първите изходи и след това всички сигнали се сумират от общата сумираща схема 14.

Посредством неравномерно сумиране в общата сумираща схема 14 може да се осъществи неравномерно амплитудно разпределение между отделните части от апертурата на антената. Този ефект може да се постигне посредством сумиране на енергията от отделните

части чрез използване на различни тегловни коефициенти за различните части.

Фазорегулиращото устройство съгласно изобретението, когато се използва по описания по-горе начин, е в състояние да мести лъча на антената в ограничен пространствен ъгъл, определящ се от размера на групата излъчвателни елементи, както и да мени поляризацията на антената, в зависимост от селектираните фазоизместващи елементи 5 във фазорегулиращите устройства Ф.

Описаните по-горе примерни изпълнения са само илюстративни. За специалистите в областта са очевидни и други варианти и модификации, които могат да бъдат направени, без да се излиза извън обхвата на закрила, така както е определен в патентните претенции.

Патентни претенции

1. Метод за сканиране на антенна решетка, при който изходните сигнали от излъчвателните елементи на решетката се дефазират така, че да се получат сигнали с по същество еднаква фаза, след което тези сигнали се сумират, характеризиращ се с това, че преди да се приложи фазов контрол, изходните сигнали от излъчвателните елементи се групират посредством сумиране на сигналите с приблизително еднакви фази, така че да се формира един групов сигнал, при което груповият сигнал от всяка група се дефазира, след което резултатните сигнали се сумират.

2. Метод съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че изходните сигнали от излъчвателните елементи формират две ортогонални съставлящи на електромагнитното поле, всяка от които се групира в сигнал за съответната ортогонална компонента, след което двата групови сигнала се усилват и фазовият контрол се прилага върху всеки от сигналите поотделно.

3. Метод съгласно претенция 2, характеризиращ се с това, че ортогоналните сигнали са за вертикална и хоризонтална съставляща на електромагнитното поле.

4. Метод съгласно една от претенциите от 1 до 3, характеризиращ се с това, че групирането на сигналите се осъществява, като в едната група попадат сигналите с дефазиране от 0° до 180° , а в другата група - сигналите с дефазиране от 180° до 360° .

5. Фазорегулиращо устройство, включващо фазоизместващи елементи, обединени в блок за фазово регулиране, управляващ блок, блок превключватели, свързан между входовете за сигнали от излъчвателните елементи на антената и блока за фазово регулиране, като изходите на управляващия блок са свързани към управляващите входове на блока превключватели, характеризиращо се с това, че блокът за фазово регулиране включва вътрешни суматори (3), чиито входове са свързани към блока превключватели (2), а изходите им са свързани към обща сумираща схема (4) през съответен фазоизместващ елемент (5).

6. Фазорегулиращо устройство съгласно претенция 5, характеризиращо се с това, че към входовете (1) са свързани групи (G) от излъчвателни елементи (7).

7. Фазорегулиращото устройство съгласно претенция 5 или 6, характеризиращо се с това, че входовете (1) за сигнали от излъчвателните елементи (7) са разделени за две ортогонални съставлящи на сигнала.

8. Фазорегулиращо устройство съгласно една от претенциите от 5 до 7, характеризиращо се с това, че изходите на излъчвателните елементи (7) са свързани към входовете (1) на фазорегулиращото устройство през усилватели на сигнала (13).

Приложение: 5 фигури

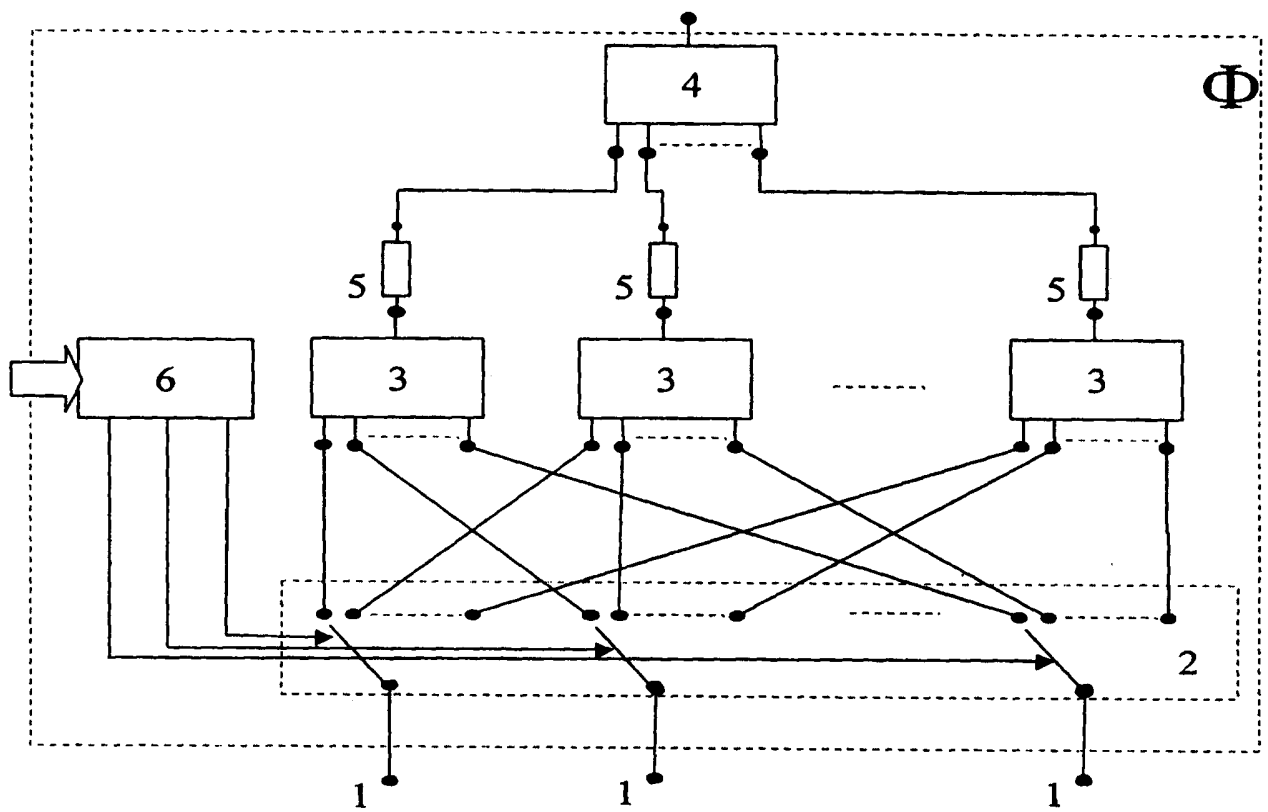
Издание на Патентното ведомство на Република България
1113 София, бул. "Д-р Г. М. Димитров" 52-Б

Експерт: В.Бабалева

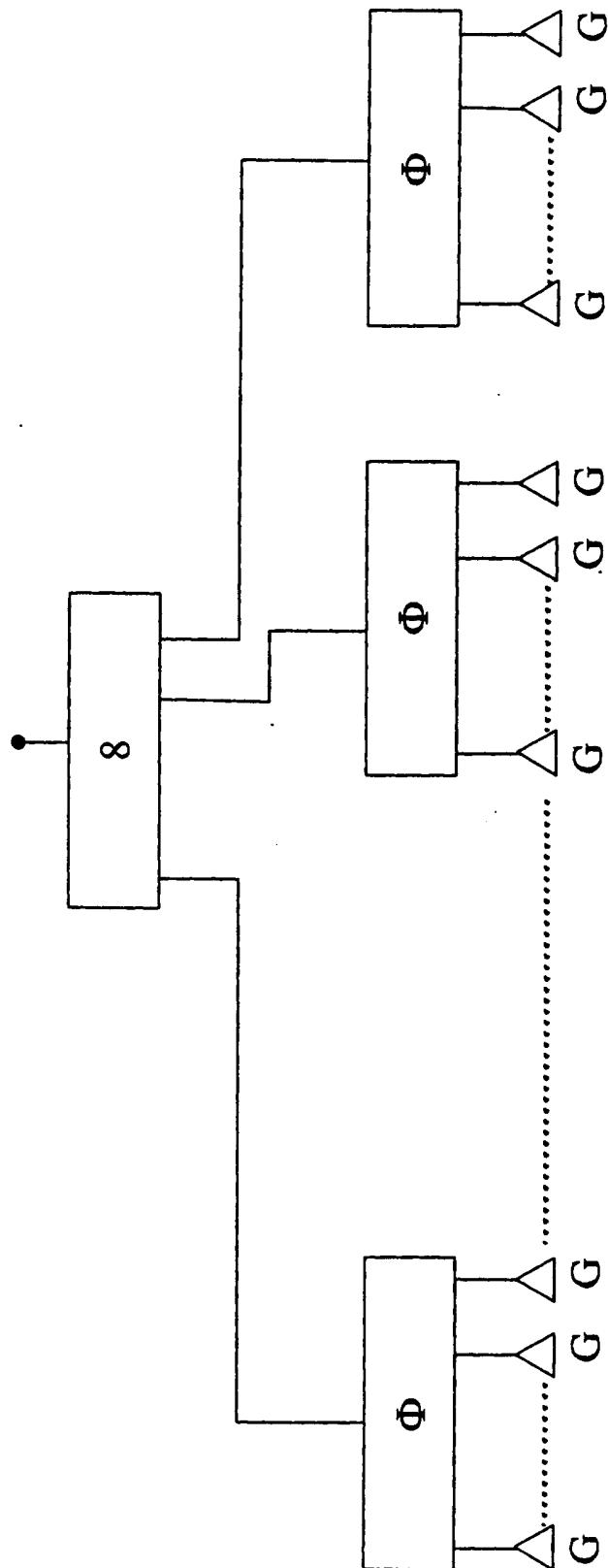
Редактор: В.Алтаванова

Пор. № 42937

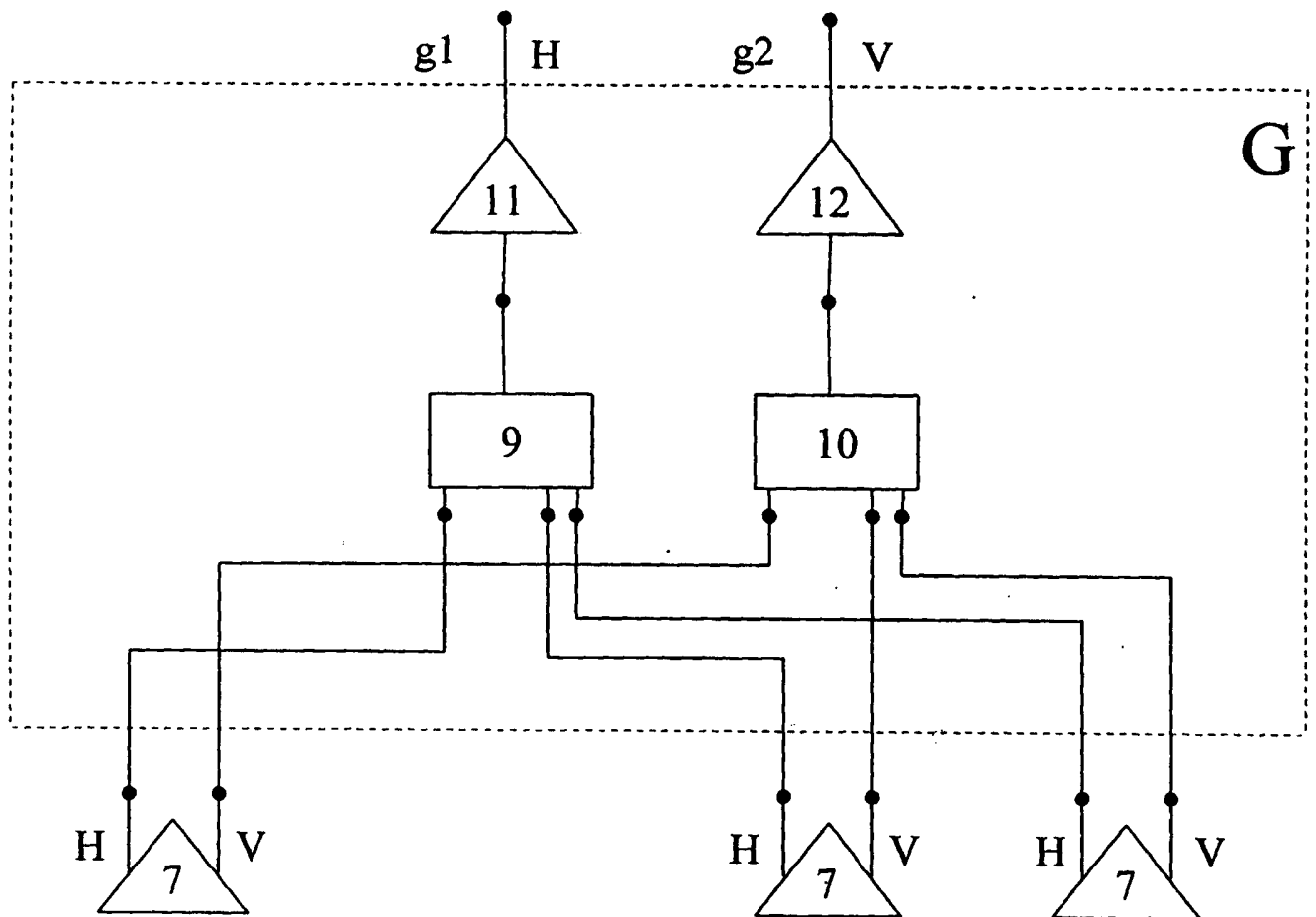
Тираж: 40 СР



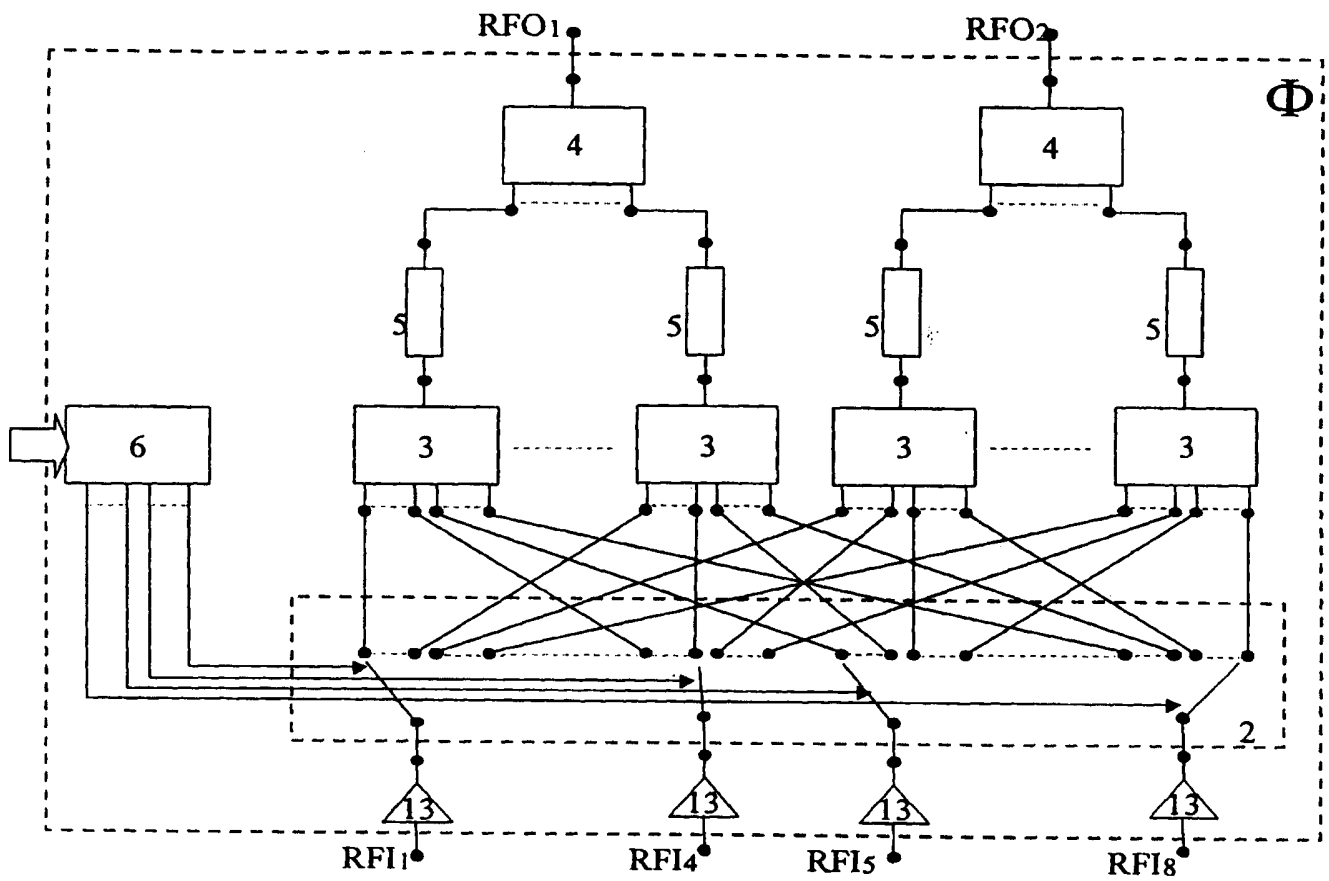
Фиг. 1



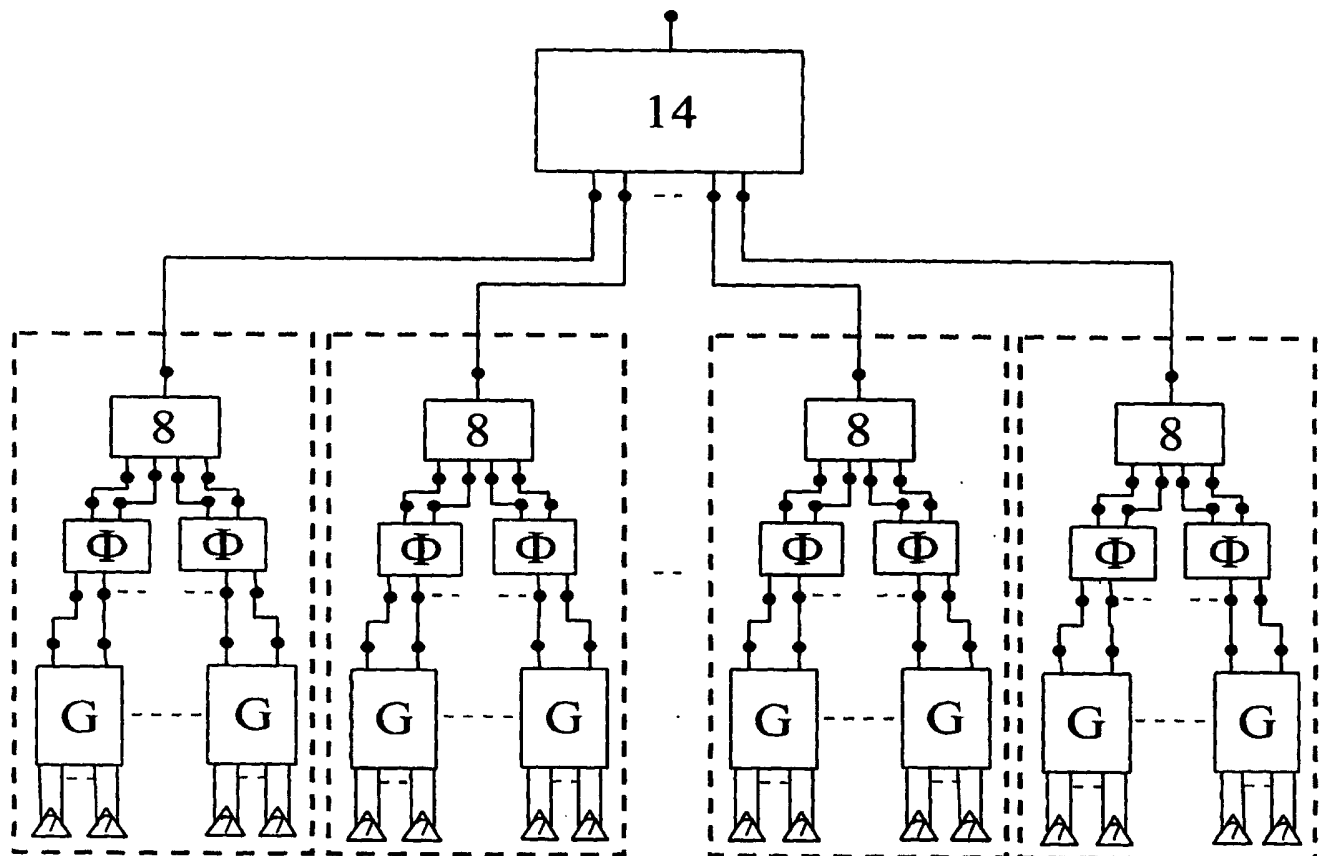
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг.5