



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93264 (13) C2
(51) МПК (2011.01)
H01P 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) РОЗДІЛЮВАЧ ПОЛЯРИЗАЦІЇ

1

(21) а200901243

(22) 16.02.2009

(24) 25.01.2011

(46) 25.01.2011, Бюл.№ 2, 2011 р.

(72) ЛУЦЕНКО ВЛАДИСЛАВ ІВАНОВИЧ, ЯНОВСЬКИЙ МУСІЙ СОЛОМОНОВИЧ, КРИВЕНКО ОЛЕНА ВЛАДИСЛАВІВНА, ДЕЙНЕКО ІГОР ІВАНОВИЧ

(73) ІНСТИТУТ РАДІОФІЗИКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ ІМ. О.Я. УСИКОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(56) SU 1735944 A1; 23.05.1992

UA 28747 A; 16.10.2000

SU 1370685 A1; 30.01.1988

UA 39412 C2; 15.10.2003

UA 40135 A; 16.07.2001

SU 132685 A; 29.12.1966

RU 2139612 C1; 10.10.1999

RU 2018997 C1; 30.08.1994

US 4293829 A; 06.10.1981

GB 1531553 A; 08.11.1978

2

Справочник по спутниковой связи. Под ред. Л.Я.Кантора, - М.: Радио и связь, 1983. - С.184

(57) Розділювач поляризації, що містить розгалуження круглого хвильоводу, замкненого поршнем, і чотирьох відрізків прямокутних хвильоводів, осі яких взаємно перпендикулярні, а широкі стінки паралельні осі круглого хвильоводу, який **відрізняється** тим, що в нього введений співвісний із круглим хвильоводом перехід прямокутного хвильоводу із хвилею H_{10} до хрестоподібного хвильоводу із хвилею квазі H_{01} , що примикає до розгалуження відрізків прямокутних хвильоводів з можливістю кутового повороту щодо останніх, при цьому у вузьких стінках відрізків прямокутних хвильоводів, що примикають до зчленування із хрестоподібним хвильоводом, виконані отвори зв'язку, а поршень являє собою круглу металеву пластину, товщиною менше 0,1 довжини хвилі, закріплену на торці циліндра з пінистого діелектрика, який встановлено всередині зчленування хрестоподібного і прямокутного хвильоводів з можливістю осьового переміщення.

Винахід відноситься до області радіотехніки, а саме до хвильоводних пристроїв, які призначені для перетворення та вимірювання поляризації електромагнітної хвилі, і може бути використаний в трактах надвисоких частот (НВЧ) для розподілу сигналів по поляризації.

При створенні розділювачів поляризації існує проблема підвищення точності розподілу на ортогонально поляризовані компоненти й виміру поляризаційних параметрів аналізованої хвилі. Для однозначного виміру всіх поляризаційних параметрів необхідний вимір амплітуд і різностей фаз компонентів. Фазові виміри можуть реалізуватися як на високій, так і на проміжній частоті. В останньому випадку, найбільше поширеному через простоту, для переносу різниці фаз коливань з високої частоти на проміжну застосовується спільний гетеродин для перетворення ортогонально поляризованих компонентів. При високоточних вимірах необхідно забезпечити подачу в прийомні канали опорного сигналу гетеродину однакового по величині й із твердою прив'язкою фаз. При цьому, для підвищення чутливості за рахунок компенсації шумів

гетеродину необхідно реалізувати балансовий супергетеродинний прийом. Крім того, для зниження помилок визначення поляризації необхідно забезпечити найкраще узгодження всіх хвильоводних плечей розділювача поляризації й взаємну розв'язку каналів ортогонально поляризованих компонентів.

Відомі пристрої для розподілу хвилі на ортогональні лінійно-поляризовані компоненти. Для розподілу в загальному випадку еліптично поляризованої хвилі на два ортогональні лінійно-поляризовані компоненти, здебільше, застосовуються різного роду гібридні зчленування хвильоводу круглого перетину з двома ортогонально розташованими прямокутними хвильоводами або переходи із хвильоводу квадратного перетину на два прямокутних хвильоводи, які розташовані один до одного під прямим кутом.

Так у пристрої, що використовується в апаратурі релейного зв'язку для розподілу інформації, переданої по загальному тракту двома ортогональними лінійно поляризованими компонентами [див. Канарейкин Д.Б., Павлов Н.Ф., Потехин В.А

(13) C2

(11) 93264

(19) UA

Поляризация радиолокационных сигналов. М.: Сов. Радио. 1966, 439с.] електромагнітні коливання надходять у квадратний хвильовод, орієнтований таким чином, що вектори ортогональних компонентів розташовані по діагоналях хвильоводу. Складаюча, вектор якої орієнтований вертикально, безперешкодно проходить повз горизонтально розташовану металеву пластину й через двоступінчастий узгоджуючий трансформатор надходить на вихід. Горизонтально орієнтований компонент відбивається від металевої пластини й через отвір зв'язку надходить у вихідний хвильовод другого каналу. Для поліпшення узгодження у вихідному хвильоводі другого каналу встановлюється індуктивна діафрагма. Можливе виконання розділювача поляризації з вихідними хвильоводами, розміщеними перпендикулярно стінкам квадратного хвильоводу. При цьому відбувається поділ ортогональних компонентів, вектори яких орієнтовані перпендикулярно стінкам хвильоводу. Пристрій, що описано, володіє рядом достоїнств: є широкосмуговим, має добру розв'язку (краще 25дБ) каналів ортогонально поляризованих компонентів. Однак він не дозволяє без підключення додаткових НВЧ елементів здійснити супергетеродинний прийом сигналів, які аналізуються, для чого, як уже вказувалося, необхідна подача в кожний з каналів сигналу гетеродину.

Відзначений недолік усунутий у трьох каналовому турнікетному з'єднанні [див. Антенны эллиптической поляризации сб. пер. под ред. А.И. Шпунтова. М.: Иностранная литература, 1961, 269с.]. Воно являє собою гібридний хвильоводно-коаксіальний пристрій, у якому з'єднанні круглий хвильовод і коаксіальна лінія, осі яких співпадають, і розташовані перпендикулярно їм широкими стінками два пересічних під прямим кутом прямокутні хвильоводи. При цьому круглий хвильовод і коаксіальна лінія не мають гальванічного з'єднання. Круглий хвильовод використовується для подачі досліджуваного сигналу, а коаксіальна лінія - для подачі гетеродину. Повна симетрія пристрою відносно двох ортогональних площин у сполученні з можливістю синфазної подачі гетеродину й протифазної (на кожну пару плечей) сигналу дозволяє використати його із чотирма змішувальними камерами в якості здвоєного балансового змішувача, що широко застосовується в антенно-хвильоводних трактах поляриметрів. Основним недоліком, що є принциповим для трьох каналного турнікету, є можливість його налаштування одночасно тільки для будь-яких двох із трьох високочастотних ліній. При цьому, залежно від того, яка пара високочастотних ліній настроєна, будуть визначатися властивості турнікету (характеристики зв'язку). Найбільше поширення в поляриметрах знайшов турнікет, що має настроєну коаксіальну лінію й круглий хвильовод. Неможливість повного налаштування турнікету позначається на розв'язні між каналами. При настроєних коаксіальній лінії й круглому хвильоводі розв'язка каналів ортогонально поляризованих компонентів має величину - 12дБ, що не завжди прийнятно, а її поліпшення для розглянутого пристрою, як вже говорилося, принципово неможливе.

Найбільш близьким до даного винаходу по технічній сутності й позитивному ефекті, що досягається (прототипом), є розділювач поляризації, який описано у кн. Справочник по спутниковой связи. Под ред. Л.Я. Кантора, М.: Радио и связь. 1983. с.184, маючий зчленування двох співвісних відрізків круглого хвильоводу, до одного з яких підключені чотири відрізки прямокутного хвильоводу, розташовані рівномірно, по його окружності через кут 90° , широкі стінки яких, лежать у площинах, паралельних осі круглого хвильоводу. Перший відрізок круглого хвильоводу, до якого підключені чотири відрізки прямокутного хвильоводу, використовується для подачі досліджуваного сигналу й має перетин більше, ніж підключений до нього через перехід другий відрізок круглого хвильоводу, який, у свою чергу, використовується для подачі другого сигналу, наприклад, гетеродину. Для більш ясного розуміння достоїнств і недоліків розглянутого пристрою проаналізуємо коротко його роботу. Другий відрізок хвильоводу є позамежним для сигналу, що надходить із першого відрізку круглого хвильоводу. Нехай, для визначеності, осі першого й третього відрізків прямокутних хвильоводів лежать у горизонтальній площині, а другого й четвертого відрізків відповідно у вертикальній площині. У першому відрізку круглого хвильоводу поширюється хвиля типу H_{11} , поляризаційні характеристики якої досліджуються. Якщо поляризація досліджуваної хвилі буде вертикальною, то на вході першого й третього відрізків прямокутних хвильоводів на деякій відстані від місця з'єднання з першим відрізком круглого хвильоводу силові лінії електричного поля виявляються орієнтованими уздовж вузької стінки прямокутного хвильоводу, чим забезпечується умова ефективного збудження хвилі H_{10} , причому синфазної в першому й третьому відрізках прямокутного хвильоводу. Другий і четвертий відрізки прямокутного хвильоводу при цьому не будуть жити, тому що силові лінії перпендикулярні їм вузьким стінкам. Деполяризовані відбиття, що виникли в місцях зчленування першого й третього відрізків прямокутного хвильоводу з першим відрізком круглого хвильоводу, будуть надходити на вхід другого (а також четвертого) відрізку прямокутного хвильоводу з однаковими фазами (через симетрію виконання згаданого розгалуження). Оскільки другий і четвертий відрізки прямокутного хвильоводу стосовно першого й третього відрізків представляють трикутне розгалуження в Е- площині, то виниклі деполяризовані відбиття взаємно компенсуються, чим і забезпечується високий рівень розв'язки каналів ортогонально поляризованих компонентів. Якщо в першому відрізку круглого хвильоводу поширюється лінійно поляризована хвиля з кутом поляризації $\beta=45^\circ$, то потужність хвилі буде ділитися нарівно між ортогональними каналами. Це ж буде мати місце при поширенні в круглому хвильоводі поляризованої по колу хвилі. При розкладанні довільно поляризованої хвилі потужності в ортогональних каналах визначаються амплітудами, відповідних їй компонент. Оскільки розміри другого відрізку круглого хвильоводу обрані таким чином, щоб він був позамежним для хвилі, що поширюється в першому відрізку круглого хви-

левоводу, то вона в ньому поширюватися не буде. Тобто місце зчленування відрізків першого і другого круглих хвильоводів виступають у вигляді поршня, що відбиває, для хвилі, що поширюється по першому відрізку круглого хвильоводу. При живленні другого відрізка круглого хвильоводу лінійно поляризованою хвилею з кутом поляризації $\beta=45^\circ$ вона синфазно живить відрізки прямокутного хвильоводу, причому рівень другого сигналу, наприклад, гетеродину, який поступив у згадані відрізки із другого відрізка круглого хвильоводу, також буде однаковий. Це дозволяє в розглянутому пристрої, при підключенні до відрізків прямокутних хвильоводів змішувачів, реалізувати перенесення досліджуваного сигналу в каналах ортогонально поляризованих компонентів на проміжну частоту, на якій і будемо здійснювати подальшу обробку сигналу, що приймається. Розглянутий розділювач поляризації має наступні переваги:

1. Має істотно більш високу розв'язку між каналами ортогонально поляризованих компонентів, чим триканальний турнікет, що забезпечується симетрією виконання чотирьохплечого розгалуження відрізків прямокутних хвильоводів у Н площині (щодо першого відрізка круглого хвильоводу).

2. На відміну від широкосмугового розділювача поляризації на квадратному й двох взаємно перпендикулярних прямокутних хвильоводах він забезпечує без підключення додаткових НВЧ пристроїв подачу другого сигналу, наприклад, гетеродину в робочі канали.

Разом з тим він має такі недоліки:

1. Обмежений діапазон частот, у якому реалізовано розглянутий розділювач поляризації, без погіршення його технічних характеристик. При його реалізації існує низка суперечливих вимог, які необхідно виконати. Діаметр другого відрізка круглого хвильоводу доцільно зменшувати, щоб погіршити умови для його живлення хвилею, що поширюється, у першому відрізку круглого хвильоводу, і, тим самим, знизити втрати корисного сигналу. З іншої сторони при цьому зростає критична частота для другого відрізка круглого хвильоводу, а, виходить, і різницева частота між частотою хвилі, що поширюється в першому відрізку круглого хвильоводу сигналу й частотою другого сигналу. При вимозі до розв'язки між каналами ортогонально поляризованих компонентів більше 45дБ і частоті сигналу в першому відрізку круглого хвильоводу 4ГГц, частота другого сигналу (гетеродину) повинна бути не менш 6ГГц. [див. Справочник по спутниковой радиосвязи под ред. Л.Я. Кантора. М.: Радио и связь, 1983. - с.184]. При цьому різницева частота, (проміжна) дорівнює 2ГГц тобто є вже досить висока. При переході із сантиметрового (для розглянутого прикладу $\lambda_c=7,5\text{см}$, $\lambda_r=5\text{см}$, де λ_c , λ_r - довжина хвилі сигналу й гетеродину) в міліметровий діапазон навіть для його довгохвильової частини $\lambda_c\sim 8\text{мм}$ обрана з тих же міркувань (тобто забезпечення такої ж розв'язки між каналами) λ_2 повинна бути не більше 5,4мм (частоти відповідно 37ГГц й 56ГГц). Різницева частота перевищує 18ГГц, тобто перебуває у НВЧ діапазоні, що ускладнює наступний аналіз поляризаційної структури електромагнітної хвилі, який необхідно здійснювати на частотах одного порядку із частотою сигналу, що прийма-

ється. При цьому втрачається перевага, що власноруч розділювачам поляризації, у яких обробка ортогонально поляризованих компонентів ведеться на досить низьких проміжних частотах (простої та реалізації), з іншої сторони вибір прийнятної проміжної частоти обмежує діапазон розділювача поляризації. Оскільки проміжна частота не може бути більше декількох гігерц, то в міліметровому діапазоні пристрій не реалізується у всьому діапазоні частот хвильоводу. Але й спроба реалізувати такий пристрій у діапазоні сантиметрових хвиль у широкому діапазоні частот натрапляє на те ускладнення, що хвиля гетеродину (що є істотно більше високочастотної) у великому хвильоводі (сигнальному) може перетворюватися у вищі моди.

2. У розглянутому пристрої принципово не реалізується балансовий супергетеродинний прийом компонентів, оскільки відрізки прямокутних хвильоводів перший і третій (а також другий і четвертий) живляться синфазно, як з боку першого відрізка круглого хвильоводу, по якому поширюється хвиля, що аналізується, так і з боку другого відрізка круглого хвильоводу, по якому подається другий сигнал (гетеродин). Для балансового супергетеродинного прийому необхідно реалізувати синфазну подачу сигналу й протифазну гетеродину в перший (другий) і третій (четвертий) відрізки прямокутного хвильоводу, або, що еквівалентно - протифазну подачу сигналу й синфазну гетеродину (що, наприклад, і реалізовано в триканальному турнікеті).

3. При зміні частоти аналізованої хвилі від критичної довжини, характерної для першого відрізка круглого хвильоводу до критичної довжини хвилі для другого відрізка круглого хвильоводу місце розташування еквівалентного короткозамикача, в якості якого виступає перехід між відрізками круглих хвильоводів, змінюється в межах всієї довжини переходу - від торця першого відрізка до початку другого відрізка круглого хвильоводу, що приводить до зміни ефективності живлення відрізків прямокутних хвильоводів. Із цього погляду доцільно довжину переходу робити мінімальною. Однак при цьому з боку другого сигналу, що подається через другий відрізок круглого хвильоводу, погіршуються умови узгодження, що знижує ефективність передачі сигналу гетеродину у відрізки прямокутного хвильоводу. Крім того, відсутність еквівалентного короткозамикача в першому відрізку круглого хвильовода стосовно сигналу гетеродину, що тут принципово нездійснено, також не дозволяє реалізувати ефективну подачу гетеродину в робочі канали. Таким чином, при реалізації розглянутого розділювача поляризації виникає ряд суперечливих вимог - з одного боку, необхідно використати близькі за розмірами (діаметром) відрізки круглих хвильоводів для одержання прийнятних значень проміжних частот, і таким чином, розширення діапазону застосовності пристрою, а з іншого боку, при цьому зростають втрати корисного сигналу;

- необхідне зменшення розмірів переходу для поліпшення умов узгодження першого відрізка круглого хвильоводу з відрізками прямокутних хвильоводів, а з іншого боку - необхідно збільшувати його розміри для поліпшення узгодження першого й другого відрізків круглого хвильоводу, що дозво-

ляє більш ефективно використати другий сигнал (гетеродин).

Виниклі протиріччя нерозв'язні в рамках існуючої конструкції відомого розділювача поляризації.

В основу винаходу поставлено задачу - удосконалити поляризаційний розділювач шляхом використання різних типів хвиль, що дозволить розширити діапазон робочих частот і забезпечити чутливий балансовий супергетеродинний прийом компонентів поляризованого сигналу при збереженні високої розв'язки між ортогонально поляризованими каналами.

Поставлена задача вирішується тим, що в розділювач поляризації, що містить розгалуження круглого хвильоводу, замкненого поршнем, і чотирьох відрізків прямокутних хвильоводів, осі яких взаємо-перпендикулярні, а широкі стінки паралельні осі круглого хвильоводу, згідно винаходу, введено співвісний із круглим хвильоводом перехід прямокутного хвильоводу із хвилею H_{10} до хрестоподібного хвильоводу із хвилею квазі H_{01} що примикає до розгалуження відрізків прямокутних хвильоводів з можливістю кутового повороту щодо останніх, при цьому у вузьких стінках відрізків прямокутних хвильоводів, що примикають до зчленування із хрестоподібним хвильоводом, виконані отвори зв'язку, а поршень являє собою круглу металеву пластину, товщиною менш 0,1 довжини хвилі, закріплену на торці циліндра з пінистого діелектрика, який встановлено усередині зчленування хрестоподібного й прямокутного хвильоводів з можливістю осьового переміщення.

Порівняльний аналіз із прототипом показав, що заявлений пристрій відрізняється наявністю збудника хвилі квазі - H_{01} у хрестоподібному хвильоводі, який підключено безпосередньо до місця розгалуження відрізків прямокутних і круглих хвильоводів, а також поршня у вигляді тонкої металеві пластинки на торці циліндра з діелектрика в місці зчленування круглого й прямокутного хвильоводів. Використання різних типів хвиль - для сигналу: H_{11} у круглому хвильоводі й квазі - H_{01} у хрестоподібному хвильоводі для гетеродину, приводить до появи в пристрої, який заявляється, можливостей, не властивих відомим технічним рішенням: можливості розкладання прийнятого сигналу на ортогонально поляризовані компоненти й одночасно із цим протифазно подачею сигналу гетеродину в робочі канали в широкій смузі частот. Порівняння рішення, що заявляється, з іншими технічними рішеннями показує, що окремі його вузли (збудники хвилі H_{01} підстроєчні поршні) відомі й широко застосовуються в техніці НВЧ, однак їхнє введення в зазначеному зв'язку, раніше невідомому, з іншими елементами в розділювач поляризації, приводить до появи в нього нових якостей, не властивих відомим пристроям. Так використання різних типів хвиль: хвилі H_{11} , поляризація якої аналізується у відрізку круглого хвильоводу й хвилі квазі H_{01} - у хрестоподібному хвильоводі, що забезпечує протифазне живлення гетеродином робочих каналів ортогональних компонентів, дозволяє зняти обмеження на застосування частоти сигналу й гетеродину. Вони можуть бути будь-якими, зокрема, однаковими. Тим самим розширюється діапазон робочих частот. Одночас-

но із цим забезпечується можливість чутливого балансового супергетеродинного прийому ортогональних компонентів при збереженні гарної розв'язки між каналами. Досягнення позитивного ефекту в заявленому пристрої забезпечується не тільки за рахунок сполучення гібридного зчленування різних ліній передачі (що мало місце в прототипі й ряді аналогів), але й використанням різних мод коливань H_{11} і H_{01} .

Сутність винаходу пояснюється ілюстраціями. На Фіг.1 представлена фотографія загального виду пристрою, що заявляється, на Фіг.2 показаний загальний вид пристрою; на Фіг.3 - розріз по А-А на Фіг.2; на Фіг.4 - розріз по Б-Б на Фіг.3; на Фіг.5 - приклад виконання збудника хвилі квазі H_{01} на Фіг.6 - перетин по С-С, В-В, Е-Е, Р-Р на Фіг.3, Фіг.5.

Розділювач поляризації містить розгалуження круглого хвильоводу 1, замкненого поршнем 2. До нього підключені чотири відрізки прямокутних хвильоводів 3, 4, 5, 6, осі яких взаємо-перпендикулярні, а широкі стінки паралельні осі круглого хвильоводу 1. Співвісний із круглим хвильоводом 1 перехід 7 прямокутного хвильоводу із хвилею H_{10} до хрестоподібного хвильоводу із хвилею квазі H_{01} що примикає до розгалуження відрізків прямокутних хвильоводів 3, 4, 5, 6 з можливістю кутового повороту щодо останніх, при цьому у вузьких стінках відрізків прямокутних хвильоводів 3, 4, 5, 6, що примикають до зчленування із хрестоподібним хвильоводом, виконані отвори зв'язку 8, 9, 10, 11, а поршень 2 являє собою круглу металеву пластину 12, товщиною менш 0,1 довжини хвилі, закріплену на торці циліндра 13 з пінистого діелектрика, який встановлено усередині зчленування хрестоподібного й прямокутного хвильоводів з можливістю осьового переміщення.

Збудники хвилі H_{01} у круглому хвильоводі - переходи Мар'є є відомими елементами НВЧ пристроїв, див. кн. Лебедев Н.В. Техника і прибори СВЧ. М: Высшая школа, - 1970. гл.5, с.98, рис. 5.5. У запропонованому технічному рішенні здійснюється трансформація хвилі H_{10} прямокутного хвильоводу (розріз С-С на Фіг.6) до хвилі H_{20} прямокутного хвильоводу (розріз Е-Е на Фіг.6) з наступною її трансформацією у хвилю квазі - H_{01} хрестоподібного хвильоводу (розріз Р-Р на Фіг.6).

Пристрій працює в такий спосіб. Припустимо, що у відрізок круглого хвильоводу 1 поширюється довільно поляризована хвиля типу H_{11} з кутом поляризації β . На входах відрізків 3, 5 і відповідно 4, 6 прямокутних хвильоводів, розташованих в ортогональних площинах на деякій відстані від місця їхнього зчленування з відрізком круглого хвильоводу 1, будуть збуджуватися хвилі H_{10} . Поршень 2 служить для узгодження прямокутних хвильоводів 3, 4, 5, 6 із круглим хвильоводом 1. Для визначеності будемо думати, що розділювач поляризації орієнтований у просторі таким чином, що відрізки 3, 5 прямокутного хвильоводу розташовуються в вертикальній, а відрізки 4, 6 прямокутного хвильоводу у горизонтальній площинах. При цьому горизонтально й вертикально поляризовані компоненти падаючої хвилі збуджують відповідно відрізки 3, 5 й 4, 6 прямокутного хвильоводу. Переміщення поршня 2 з тонкої металеві пластини 12, закріпленої на діелектричному циліндрі 13 у порожнині

круглого хвилеводу 1, дозволяє змінювати фазу відбитої хвилі в області підключення відрізків 3, 4, 5, 6 прямокутних хвилеводів й у такий спосіб зміщати положення максимуму стоячої хвилі, що утвориться, щодо місця розгалуження. У тому випадку, коли положення максимуму стоячої хвилі збігається з осями відрізків 3, 4, 5, 6 прямокутних хвилеводів здійснюється найбільш ефективно їх збудження компонентами поля падаючої хвилі, колінеарними вузьким стінкам відповідних відрізків 3, 5 й 4, 6 прямокутних хвилеводів. Іншими словами настроювання поршня 2 здійснюється таким чином, щоб відстань від місця короткого замикання відрізка круглого хвилеводу 1 до осей відрізків 3, 4, 5, 6 прямокутних хвилеводів становила $\lambda/4 + n\lambda/2$, де λ - довжина хвилі в круглому хвилеводі, n - ціле. Взаємно перпендикулярні відрізки 3 й 4, а також 5 й 6 прямокутного хвилеводу, внаслідок збудження їх відповідно горизонтальною й вертикальною компонентами поля, здійснюють поділ прийнятої хвилі на ортогонально поляризовані компоненти, причому збудження відрізків 3, 5 й 4, 6 прямокутних хвилеводів здійснюється синфазно, що обумовлено симетрією щодо осі структури поля хвилі H_{11} . Оскільки основні погіршеності виникають при вимірі характеристик слабко поляризованої хвилі, то на прикладі розгляду цього випадку й проаналізуємо роботу пристрою, що заявляється. Припустимо, що у відрізку круглого хвилеводу 1 поширюється, для визначеності, горизонтально поляризована хвиля одиначної амплітуди. Положення короткозамикаючого поршня 2 обрано таким чином, щоб забезпечити найкращі умови для збудження відрізків 3, 4, 5, 6 прямокутного хвилеводу. При цьому у відрізках 3, 5 прямокутного хвилеводу буде забезпечуватися одержання найбільшої величини вихідного сигналу. Сигнали у відрізках 3, 5 прямокутного хвилеводу мають однакову величину й синфазні, оскільки згадані відрізки прямокутного хвилеводу й відрізок круглого хвилеводу 1 утворюють трійникове розгалуження в H площині. З іншої сторони це може бути пояснено, як уже вказувалося, симетричною структурою поля хвилі H_{11} у відрізку круглого хвилеводу 1 й симетричним розташуванням, щодо неї, відрізків 3, 5 прямокутного хвилеводу. Внаслідок відбиття від неоднорідності в місці зчленування відрізків 3, 5 прямокутного хвилеводу й відрізка круглого хвилеводу 1, з-за неповного узгодження їхніх хвильових опорів виникає деполяризована хвиля. Однак виниклі деполяризовані відбиття надходять до входу відрізка 4, а так само відрізка 6 прямокутного хвилеводу маючи однакові амплітуди й у протифазі, що обумовлено симетричним розташуванням відрізків 4, 6 прямокутного хвилеводу стосовно відрізка 3 і відрізка 5 прямокутного хвилеводу, а також тим, що названі відрізки прямокутного хвилеводу представляють чотириохплече розгалуження у E площині. Протифазні сигнали, що надійшли на вхід відрізка 4 прямокутного хвилеводу, взаємно компенсуються й на його виході сигнал відсутній, тобто деполяризовані відбиття, що виникли в місці зчленування відрізків 3, 5 прямокутного хвилеводу й відрізка круглого хвилеводу 1 не попадають в канал ортогонально поляризованого компонента. Таким чином відбувається компенсація деполяри-

зованих відбиттів у відрізку 6 прямокутного хвилеводу.

Другий сигнал (гетеродину) надходить на перехід 7 збудника хвилі квазі - H_{01} , що здійснює перетворення хвилі типу H_{10} в хвилю типу квазі - H_{01} У хрестоподібному хвилеводі, що має осесиметричну структуру поля. Перехід 7 збудника хвилі квазі - H_{01} підключений до розгалуження відрізків 3, 4, 5, 6 прямокутних хвилеводів через отвори зв'язку 8, 9, 10, 11, чим і забезпечується протифазна подача сигналу гетеродину у хвилеводи 3, 5 й 4, 6. Обертанням навколо осі хрестоподібного хвилеводу збудника хвилі квазі - H_{01} можна регулювати узгодження й рівень подаваного сигналу гетеродину у відрізки 3, 4, 5, 6 прямокутних хвилеводів. Якщо хрестоподібний хвилевод збудника хвилі квазі - H_{01} збігається із хрестоподібним розгалуженням відрізків 3, 4, 5, 6 прямокутних хвилеводів, то живлення цих хвилеводів гетеродином максимальне. Повернувши його щодо осі на 45° , можна домогтися того, що хвилеводи збудника й розгалуження будуть не збігатися й живлення їх здійснюватися гетеродином не буде. Змінюючи в деяких межах кут між площинами хрестоподібних хвилеводів збудника хвилі квазі - H_{01} і хрестоподібним розгалуженням прямокутних хвилеводів 3, 4, 5, 6 можна регулювати (у деяких межах) рівень сигналу гетеродину. Корисний сигнал хвилі типу H_{10} живить хвилеводи 3, 5 й 4, 6 синфазно, а це означає, що вони не будуть жити хрестоподібний хвилевод збудника хвилі квазі - H_{01} і він буде розв'язаний по сигналу. Смуга частот по сигналу визначається місцем розташування поршня 2 щодо розгалуження відрізків 3, 4, 5, 6 прямокутних хвилеводів. Якщо його розташувати на відстані $\lambda/4$ відносно осі відрізків 3-6 хвилеводів, то вдається реалізувати широку смугу. Смуга гетеродину визначається смуговими властивостями збудника хвилі квазі - H_{01} . При якісному його виконанні може бути реалізована робота в смузі частот хвилеводу.

При протифазному живленні другим сигналом (гетеродином) відрізків 3 й 5 прямокутного хвилеводу (також, як і відрізків 4 й 6 прямокутного хвилеводу) сигнал гетеродину не надходить у відрізок круглого хвилеводу 1, оскільки його розміри обрані таким чином, щоб вищі типи хвиль у ньому не поширювалися. Сигнал гетеродину, протифазно поданий у відрізки 3, 5 (4 й 6) прямокутних хвилеводів, надходить на їхні виходи, не живлючи при цьому відрізка круглого хвилеводу 1. З іншого боку синфазно живлені з боку відрізка круглого хвилеводу 1 відрізки 3 й 5 (4 й 6) прямокутних хвилеводів не живлять збудник хвилі квазі - H_{01} оскільки для хвилі H_{11} він еквівалентний коротко замикаючому поршню, поставленому на вхід переходу 7. Таким чином, наявність симетрично розташованих щодо осі хрестоподібних хвилеводів збудника хвилі квазі H_{01} при синфазному їх живленні з боку відрізка круглого хвилеводу 1 не погіршує розв'язки між каналами ортогонально поляризованих компонентів. Одночасно із цим використання в розділювачі поляризації різних типів хвиль: хвилі H_{11} у відрізку круглого хвилеводу 1, поляризація якої аналізується, і хвилі квазі - H_{01} у хрестоподібному хвилеводі збудника хвилі квазі - H_{01} знімають

обмеження на частоти сигналу й гетеродину, які застосовуються, що було властиве устрою-прототипу. Частоти сигналу можуть бути будь-якими, у межах смуги відрізка круглого хвильоводу 1 для хвилі типу H_{11} . Частоти гетеродину також можуть бути будь-якими в межах смуги частот збудника хвилі квазі - H_{01} , причому відпрацьовані конструкції в міліметровому діапазоні хвиль працюють у смузі частот не менш $\pm 15\%$ від центральної частоти [див., наприклад, Волноводы дальней связи. Под ред. Н. П. Керженцевой, М.: Связь, 1972, с.103-105, рис. 5.5-5.7]. Це дозволяє розширити діапазон робочих частот пристрою, що заявляється, знявши при цьому обмеження на застосовувані частоти сигналу й гетеродину, які можуть бути, зокрема, близькими, або навіть однаковими, що принципово неможливо в устрої-прототипі. Це означає, що заявлений розділювач поляризації дозволяє здійснити перенос сигналів ортогонально поляризованих компонентів на проміжну частоту, зручну для наступної їхньої обробки при збереженні фазових співвідношень компонент. Застосування різних типів хвиль у заявленому розділювачі поляризації приводить до того, що тракт подачі гетеродину, утворений переходом 7 до збудника хвилі квазі - H_{01} розв'язаний з відрізком круглого хвильоводу 1, а відрізки 3, 5 й 4, 6 прямокутного хвильоводу також розв'язані. Застосування збудника хвилі квазі - H_{01} , не приводить до обмеження частотного діапазону пристрою, що заявляється. Результати експериментальних досліджень представлені на мал. 5.5, 5.7 у кн., Волноводы дальней связи." Под ред. Н.П. Керженцевой. М.: Связь, 1972. с.103-105 показують, що при $K_{СХН} \leq 1,1$ смуга робочих частот збудника хвилі у восьмиміліметровому діапазоні перевищує $\pm 15\%$ при сумарних втратах перетворення менш 1,3дБ. Необхідно відзначити, що при збудженні переходу 7 з боку перетину В-В на Фіг.6 хвилею квазі - H_{01} для хвилі H_{11} він еквівалентний коротко замикаючому поршню, розташованому між перетинами С-С й Е-Е на Фіг.6.

Таким чином, у запропонованому пристрої, на відміну від прототипу, відсутні принципові обмеження у виборі частот сигналу й гетеродину. Використання різних типів хвиль, в заявленому пристрої, дозволяє реалізувати більше широкі смуги

частот сигналу й гетеродину, знявши обмеження на можливість використання близьких частот, властиві прототипу. У цілому, заявлений пристрій розділювача поляризації, зберігаючи переваги, властиві пристрою, обраному як прототип (високу розв'язку між каналами ортогонально поляризованих компонентів і можливість подачі сигналу гетеродину в робочі канали), володіє в порівнянні з ним наступними перевагами:

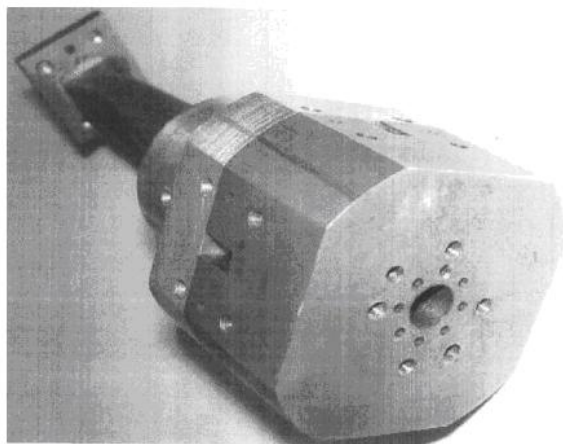
1. Розширює діапазон робочих частот, не тільки дециметровий й сантиметровий, як для пристрою прототипу при розумних значеннях проміжних частот, але й міліметровий діапазон, включаючи його короткохвильову частину, а також дає можливість вибору й зміни в широких межах (не менш $\pm 15\%$ від центральної частоти) частот досліджуваного сигналу й гетеродину. У тому числі можливе використання близьких, або навіть однакових частот.

2. Забезпечує протифазну подачу сигналу гетеродину однакового по потужності в робочі канали, що дозволяє реалізовувати балансовий супергетеродинний прийом, за рахунок чого підвищити чутливість і точність виміру поляризаційних характеристик електромагнітної хвилі.

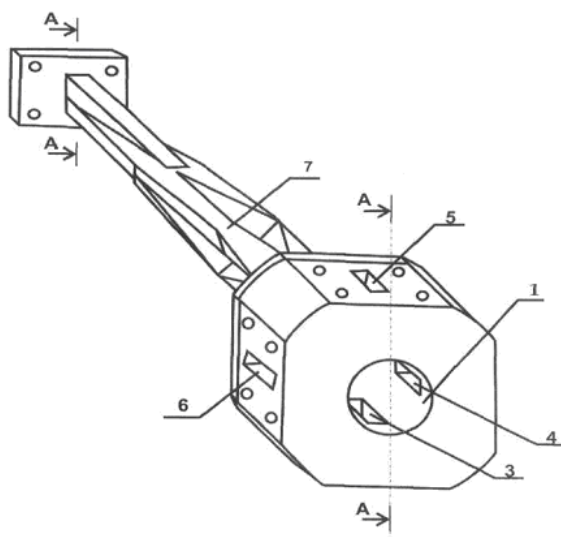
3. Забезпечує максимальне використання сигналу гетеродину, оскільки, на відміну від пристрою прототипу, у якого більша частина потужності гетеродину через відрізок круглого хвильоводу 1 випромінювалася, у заявленому пристрої цей відрізок круглого хвильоводу 1 сигналом гетеродину не живиться, а подається тільки в робочі канали (відрізки прямокутного хвильоводу).

4. Забезпечує регулювання рівня поданого сигналу гетеродину в робочі канали шляхом осьового переміщення збудника хвилі квазі - H_{01} щодо осі.

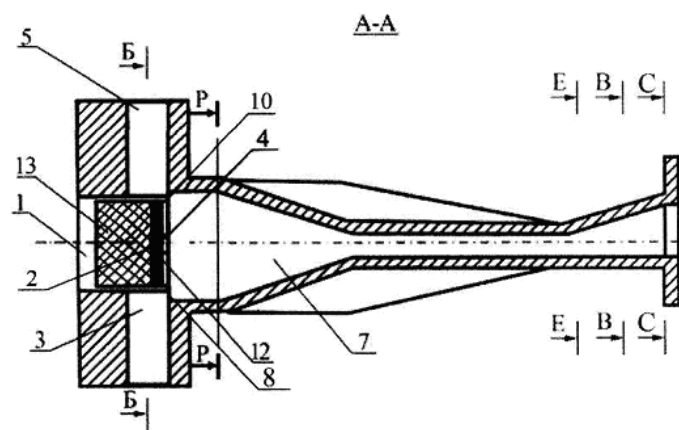
Порівняльний аналіз відомого (прототипу) і запропонованого розділювача поляризації показав, що використання запропонованого пристрою дозволяє розширити діапазон робочих частот і забезпечити чутливий балансовий супергетеродинний прийом компонентів поляризованого сигналу при збереженні високої розв'язки між ортогонально поляризованими каналами.



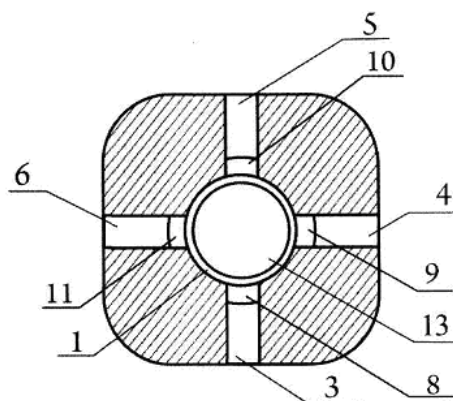
Фиг. 1



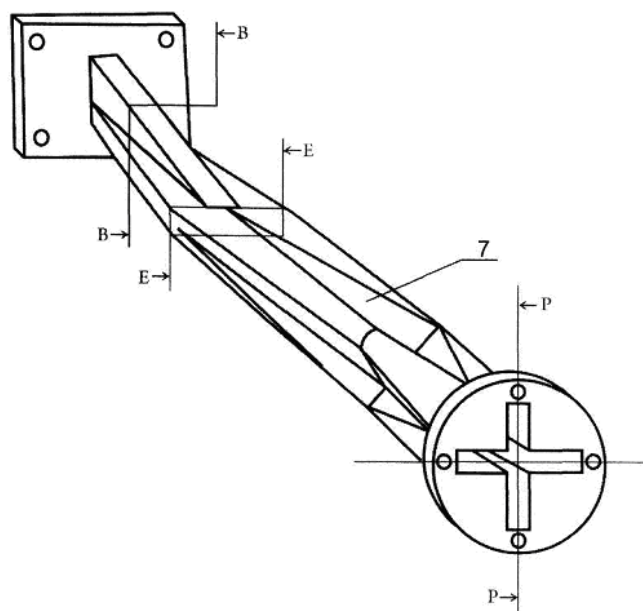
Фиг. 2



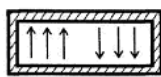
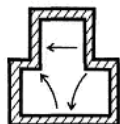
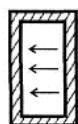
Фиг. 3

Б-Б

Фиг. 4



Фиг. 5

С - СВ - ВЕ - ЕР - Р

Фиг. 6