



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **34493** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
G04G 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ СИНХРОНІЗАЦІЇ/ЗВІР'ЯННЯ ШКАЛ ЧАСТОТИ/ЧАСУ РОЗНЕСЕНИХ У ПРОСТОРІ ЗБЕРІГАЧІВ**

1

2

(21) u200803842

(22) 27.03.2008

(24) 11.08.2008

(46) 11.08.2008, Бюл.№ 15, 2008 р.

(72) НЕСТЕРЕНКО ГЕОРГІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA,  
БОНДАР ЄВГЕНІЯ ЮРІЙВНА, UA

(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИ-  
ТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, UA

(57) Пристрій для синхронізації/звіряння шкал часоти/часу рознесених у просторі зберігачів, що містить оборотний і стабільний по затримці канал, а також у ведучому і веденому пунктах - зберігач частоти/часу, вимірювач інтервалів часу каналу синхронізації, синхрогенератор, пристрій обробки інформації, модулятор, широкосмуговий підсилювач каналу синхронізації, генератор короткого імпульсу, антенний комутатор, першу антену каналу синхронізації, другу антену, причому перші виходи зберігача частоти/часу з'єднані з першими входами синхрогенератора, перші виходи синхрогенератора з'єднані з першими входами вимірювача інтервалів часу каналу синхронізації, другі виходи синхрогенератора з'єднані із другими входами антенного комутатора, третій вихід синхрогенератора з'єднаний із входом модулятора, п'яті виходи/входи синхрогенератора з'єднані з п'ятьма входами/виходами пристрою обробки інформації, вихід модулятора з'єднаний із входом генератора короткого імпульсу, вихід "стоп" широкосмугового підсилювача каналу синхронізації з'єднаний із входом "стоп" вимірювача інтервалів часу каналу синхронізації, вихід генератора короткого імпульсу з'єднаний з першим входом антенного комутатора, перший вихід антенного комутатора з'єднаний із

широкосмуговим підсилювачем каналу синхронізації, вихід/вхід антенного комутатора з'єднаний з першою антеною каналу синхронізації, який **відрізняється** тим, що додатково введені коректор ходу і зсуву шкал часу, канал передачі вимірювальної інформації, вимірювач часу реакції, широкосмуговий підсилювач каналу вимірювання часу реакції, причому перші виходи коректора ходу і зсуву шкал часу з'єднані з керуючими входами зберігача частоти/часу, другі виходи зберігача частоти/часу з'єднані із шостими входами пристрою обробки інформації, другі виходи/входи коректора ходу і зсуву шкал часу з'єднані із другими входами/виходами пристрою обробки інформації, четверті виходи синхрогенератора з'єднані з першими входами вимірювача часу реакції, перші виходи/входи каналу прийому-передачі вимірювальної інформації з'єднані із третіми входами/виходами пристрою обробки інформації, другі виходи/входи каналу прийому-передачі вимірювальної інформації ведучого пункту з'єднані із другими входами/виходами каналу прийому-передачі вимірювальної інформації веденого пункту, виходи вимірювача часу реакції з'єднані із четвертими входами пристрою обробки інформації, а вихід модулятора додатково з'єднаний із другим входом вимірювача часу реакції, вихід "стоп" широкосмугового підсилювача каналу вимірювання часу реакції з'єднаний із третім входом вимірювача часу реакції, а вихід другої антени каналу з'єднаний із входом широкосмугового підсилювача каналу вимірювання часу реакції, вихід першої антени каналу синхронізації з'єднаний каналом вимірювання часу реакції із входом другої антени.

Корисна модель відноситься до галузі радіотехніки і метрології та може бути використана при синхронізації/звірянні шкал частоти/часу рознесених у просторі зберігачів, а також у радіонавігації, зв'язку та у системах керування рухом.

Відомий пристрій [див. Синхронизация высокоточных мер времени и частоты. Палий Г.Н., Артемьева Е.В. /Изд-во стандартов, 1976, 168с., С.57-59]. (Див. також Фіг.1 цієї заявки) для синхронізації/звіряння шкал частоти/часу, що здійснюють

вимір зсуву шкал часу в рознесених пунктах за допомогою трансляції сигналів, синхронізованих зі шкалами часу пунктів з наступним визначенням інтервалів часу між відліковими моментами часу, синхронізованими зі шкалою часу в пункті, і моментами фіксації положення у часі сигналів, прийнятих від кореспондентів. Зсув шкал при цьому обчислюють по формулі:

$$\Delta T^{AB} = 0,5(T_1^A - T_1^B) \quad (1)$$

(13) **U**  
(11) **34493**  
(19) **UA**

де  $T_1^A$  і  $T_1^B$  - інтервал часу між відліковим моментом часу, синхронізованим зі шкалою часу в пунктах (А, Б) і моментом фіксації тимчасового положення прийнятого сигналу на входах вимірників інтервалів часу пунктів А, Б.

При реалізації високоточних систем синхронізації (звіряння) шкал рознесених зберігачів часу виявляється, що істотний внесок у загальну похибку часу звіряння вносять затримки в трактах апаратури. Піддаючись впливу різного роду дестабілізуючих факторів, величини цих затримок змінюються в часі або випадковим, або закономірним чином, що приводить до одержання результатів звіряння, що істотно відрізняються від дійсних значень. Швидкість варіації затримок дозволяє виділити дві великі групи, що формують сумарну похибку.

Це систематичні ( $\Delta_c$ ) і випадкові ( $\Delta$ ) складові сумарної похибки  $\Delta$ . Розходження криється в інтервалі часу кореляції нестабільності цих затримок [Див. Метеоры сегодня /Б.Л. Кашеев, Ю.А. Коваль, В.И. Горбач, Б.Г. Бондарь. - К.: Техника, 1996. -196с., С.91-93].

На сьогодні відомо безліч різновидів способів і пристроїв, функціонування яких спрямоване на зменшення цих похибок [див. наприклад, Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники /2-е изд. - К.: Вища школа, Головное изд-во, 1983. с.365-387].

Спеціальні способи і пристрої зменшення систематичних складових похибки звіряння часу передбачають або алгоритмічну компенсацію апаратних затримок, або їх вимір з метою наступної компенсації. Компенсація можлива при великому часі кореляції нестабільностей, а вимір можливий як для довгострокових, так і для короточасних змін параметра затримки (нестабільність).

Так, пристрій для виміру групового часу запізнювання чотириполюсників [а.с. СРСР №1357865 МКИ<sup>4</sup> G01R25/04 опубл. 07.12.87 бюл. №45], включає еталонний генератор (зберігач частоти/часу), вихід якого з'єднаний з генератором, вихід якого з'єднаний з першою клемою досліджуваного чотириполюсника, друга клемма якого підключена до входів вимірювача амплітуди і стабілізатора амплітуди, а також блок виміру затримки, вхід якого з'єднаний з виходом еталонного генератора (зберігач частоти/часу), в який з метою підвищення точності вимірів введені суматор, ключі, кодер пари імпульсів і тригер, причому виходи ключів з'єднані із входами суматора, його вихід з'єднаний із входом блоку переносу спектра, виходи еталонного генератора з'єднані із входами кодера пари імпульсів, а сигнальні входи ключів з'єднані з виходами генератора лінійно-частотно-модульованих коливань і блоку стабілізації амплітуди.

Реалізація сукупності ознак об'єкта по [авт. св. СРСР №1357865 МКИ<sup>4</sup> G01R25/04] дозволяє робити процес високоточного виміру величини затримки чотириполюсника, який входить у тракт формування, передачі і прийому сигналів часу (приймача, підсилювача потужності і інших елементів радіотракту, які вносять затримку поширення радіосигналу), однак у заявленому пристрої за-

тримка часу реакції на запускаючий імпульс двохімпульсним методом не може бути виявлена, тому що форма запускаючого і згенерованого імпульсів розрізняється, а нестабільність затримки має малий інтервал кореляції. Це характерно для генераторів ультракоротких імпульсів на базі твердотільних або газоплазменних пристроїв. Слід зазначити, що якщо затримка носить випадковий характер (інтервал кореляції нестабільності менше, ніж період процесу звіряння), то застосування методу компенсації при формуванні сигналу-мітки, випромінюваної кореспонденту, неприйнятно. Це викликано незалежністю часу реакції вищеписаних генераторів на запускаючі імпульси від періоду до періоду формування останніх.

Компенсація затримок у системі синхронізації можлива тільки для випадку низької величини довгострокової нестабільності затримки чотириполюсника, зокрема, передавача на межімпульсному інтервалі періоду повторення звірянь. Якщо ж величина затримки в чотириполюснику змінюється від періоду до періоду, то її неможливо врахувати заздалегідь, і варто застосовувати способи і пристрої компенсації затримок для кожного періоду звірянь.

З відомих пристроїв найбільш близьким по технічній сутності і за сукупністю ознак до корисної моделі, що заявляється, є пристрій, що реалізує «Спосіб обробки сигналів при звіянні шкал часу» [Патент України 20380А, G04C11/02. опубл. 27.02.98 бюл. №1], який містить зберігач часу, приймач, перемикач, дискримінатор, комутатор сигналів, синхрогенератор, генератор радіоімпульсів, підсилювач потужності, антенний комутатор, першу антену, вимірювач інтервалів часу, запам'ятовувальний пристрій, пристрій виводу даних, причому синхровиходи зберігача часу з'єднані із синхровходами синхрогенератора і синхровходом генератора радіоімпульсів, виходи синхрогенератора з'єднані з керуючими входами генератора радіоімпульсів, вимірювача інтервалів часу, підсилювача потужності, запам'ятовувального пристрою, антенного комутатора, пристрою виводу даних, комутатора сигналів і перемикача, вихід генератора радіоімпульсів з'єднаний з першим входом комутатора сигналів, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом антенного комутатора, третій вхід комутатора сигналів з'єднаний із другим виходом антенного комутатора, перший його вхід з'єднаний з виходом підсилювача потужності, вхід якого з'єднаний із другим виходом комутатора сигналів, перший вихід якого з'єднаний із входом приймача, його вихід з'єднаний із сигнальним входом перемикача, перший вихід якого з'єднаний із входом дискримінатора, а його вихід з'єднаний із входом вимірника інтервалів часу, виходи якого з'єднані із входами запам'ятовувального пристрою, антенна клемма антенного комутатора з'єднана з першою антеною, додатково в нього введені пристрій дзеркальної інверсії радіосигналу, друга антена, кодер інформації, декодер інформації і коректор результату звіряння, причому антенна клемма пристрою дзеркальної інверсії сигналу з'єднана із другою антеною, синхровиход хоронителя часу з'єднаний із синхровходом при-

строю дзеркальної інверсії радіосигналу, а його керуючі входи з'єднані з керуючими виходами синхрогенератора, виходи запам'ятовувального пристрою з'єднані із входами кодера інформації і першими інформаційними входами коректора результатів звіряння, другі інформаційні входи якого з'єднані з виходами декодера інформації, виходи коректора результату звіряння з'єднані із входами запам'ятовувального пристрою, пристрою виводу даних і кодера інформації, керуючі входи коректора результатів звіряння з'єднані з виходами синхрогенератора, виходи кодера інформації з'єднані із входами генератора радіоімпульсів, а другий вихід перемикача з'єднаний із входом декодера інформації (див. Додаток 1 таблиця відповідності об'єктів прототипу винаходу).

До недоліків цього пристрою - прототипу відноситься те, що він тільки теоретично вирішує завдання компенсації апаратних затримок у випадку їхньої рівності в моменти формування первинного (до інверсії сигналу) і вторинного (після інверсії сигналу) випромінювання радіоімпульсів. На практиці ж виявляється, що апаратні затримки в конкретних вузлах його проходження, у першу чергу радіопередавача, не є постійними (стабільними) у часі з ряду технічних причин (наприклад, варіаціями живлячих напруг; при наявності радіосигналу і його відсутності, зміні структури сигналу, фізикою роботи підсилювальних і генераторних елементів). Виникаюча додатково в пристрої-прототипі похибка звіряння складається із суми незалежних значень різностей випадкових складових затримок конкретних пристроїв сигнального тракту:

$$\Delta \sum_{A,B} \text{Ann} = \Delta \sum_{A,B} \text{РПП} + \Delta \sum_{A,B} \text{РпРП} + \Delta \sum_{A,B} \text{АФП} + \dots, \quad (2)$$

де  $\Delta \sum_{A,B} \text{Ann}$  сумарна випадкова апаратна складова похибки звіряння для одного напівкомплекту апаратури, розташованої в пункті А або В (РПП - радіопередаючий пристрій; РпРП - радіоприймальний пристрій; АФП - антенно-фідерний пристрій і т.д.).

Використання в процесі синхронізації/звіряння шкал частоти/часу нового типу сигналів - так званих надширокосмугових сигналів (НШСС) [див. Хармут Х.Ф. Несинусоидальные волны в радиолокации и радиосвязи: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1985. - с.24-29; див. також Астанин Л.Ю., Костылев А.А. Основы сверхширокополосных радиолокационных измерений. -М.: Радио и связь, 1989. -с.7-32], зокрема, ультракоротких імпульсів [див. Дьяконов В.П. Лавинные транзисторы С.155-159; див. <http://www.fidtechnology.com>] дозволило істотно знизити сумарну похибку звіряння за рахунок використання ефектів збільшення співвідношення сигнал/шум на вході прийомних антен з одночасним розширенням спектра використовуваних сигналів. Відомо, що випадкова складова сигнальної похибки визначається співвідношенням [див. Ч. Кук, М. Берндфельд. Радиолокационные сигналы. Пер. с англ. под ред. В.С. Кельзона. М. - Сов. радио, 1971. -568с., С.135].

$$\sigma_{\tau} = \frac{1}{\sqrt{q \Delta F^2_{\text{эфф}}}}, \quad (3)$$

де  $q$  - співвідношення сигнал/шум  $q = \frac{2E}{N_0}$ ;

$\Delta F_{\text{эфф}}$  - ефективна ширина спектра сигналу;

$\sigma_{\tau}^2$  - дисперсія оцінки часового положення прийнятого сигналу.

На тлі загального істотного зниження похибки в порівнянні з вузькосмуговою апаратурою [див. Дистанционные методы и средства исследования процессов в атмосфере Земли //под ред. Кашеева Б.Л, Лагутина М.Ф., Прошкина Е.Г. Харьков, Бизнес информ, 2002. -418С. -с.219-305]. при застосуванні спеціальних технологій формування НШС сигналів в задачах синхронізації/звіряння шкал частоти/часу [див. Бондарь Е.Ю., Нестеренко Г.В., Ткачук А.А. О возможности применения сверхширокополосных ретрансляторов в задачах высокоточного сличения шкал времени //5 Международная научно-техническая конференция «Метрология и измерительная техника (МЕТРОЛОГИЯ-2006)», Харьков, 2006, Т.1, стр.128-130] явище нестабільності моменту формування вихідного сигналу стосовно моментів подачі модулюючих сигналів (див. Додаток 2) приводить до зростання похибки звіряння, викликаного апаратним фактором. Інтервал кореляції затримок цих нестабільностей дуже малий, так що компенсація їх при формуванні неможлива.

Технічним завданням корисної моделі є зниження похибки та підвищення оперативності синхронізації шляхом додаткового введення в пристрій коректора ходу і зсуву шкал часу, каналу передачі вимірювальної інформації, вимірювача часу реакції, широкополосного підсилювача каналу вимірювання часу реакції.

Такий технічний результат може бути досягнутий, якщо в процес формування і випромінювання сигналу в пункті А ввести процедури виміру величини затримки реакції в тракті формування випромінюваного сигналу і трансляції значення цієї величини кореспонденту по додатковому каналі зв'язку із введенням безперервної корекції ходу шкал зберігачів частоти або зсувом шкали часу до його нульового значення.

Ця задача вирішується наступним чином. В пристрій для синхронізації/звіряння шкал частоти/часу рознесених у просторі зберігачів, що містить в собі оборотний і стабільний по затримці канал, а також у ведучому і веденому пунктах зберігач частоти/часу, вимірювач інтервалів часу каналу синхронізації, синхрогенератор, пристрій обробки інформації, модулятор, широкосмуговий підсилювач каналу синхронізації, генератор короткого імпульсу, антенний комутатор, першу антену каналу синхронізації, другу антену, причому перші виходи зберігача частоти/часу з'єднані з першими входами синхрогенератора, перші виходи синхрогенератора з'єднані з першими входами вимірювача інтервалів часу каналу синхронізації, другі виходи синхрогенератора з'єднані із другими входами антенного комутатора, третій вихід син-

хрогенератора з'єднаний із входом модулятора, п'ять виходи/входи синхрогенератора з'єднані з п'ятьма входами/виходами пристрою обробки інформації, вихід модулятора з'єднаний із входом генератора короткого імпульсу, вихід "стоп" широкосмугового підсилювача каналу синхронізації з'єднаний із входом "стоп" вимірювача інтервалів часу каналу синхронізації, вихід генератора короткого імпульсу з'єднаний з першим входом антенного комутатора, перший вихід антенного комутатора з'єднаний із широкосмуговим підсилювачем каналу синхронізації, вихід/вхід антенного комутатора з'єднаний з першою антеною каналу синхронізації, згідно корисної моделі, в нього додатково введені коректор ходу і зсуву шкал часу, канал передачі вимірювальної інформації, вимірювач часу реакції, широкосмуговий підсилювач каналу вимірювання часу реакції, причому перші виходи коректора ходу і зсуву шкал часу з'єднані з керуючими входами зберігача частоти/часу, другі виходи зберігача частоти/часу з'єднані із шостими входами пристрою обробки інформації, другі виходи/входи коректори ходу і зсуву шкал часу з'єднані із другими входами/виходами пристрою обробки інформації, четверті виходи синхрогенератора з'єднані з першими входами вимірювача часу реакції, перші виходи/входи каналу прийому-передачі вимірювальної інформації з'єднані із третіми входами/виходами пристрою обробки інформації, другі виходи/входи каналу прийому-передачі вимірювальної інформації ведучого пункту з'єднані із другими входами/виходами каналу прийому-передачі вимірювальної інформації веденого пункту, виходи вимірювача часу реакції з'єднані із четвертими входами пристрою обробки інформації, а вихід модулятора додатково з'єднаний із другим входом вимірювача часу реакції, вихід "стоп" широкосмугового підсилювача каналу вимірювання часу реакції з'єднаний із третім входом вимірювача часу реакції, а вихід другої антени каналу з'єднаний із входом широкосмугового підсилювача каналу вимірювання часу реакції, вихід першої антени каналу синхронізації з'єднаний каналом вимірювання часу реакції із входом другої антени.

На Фіг.1 приведений основний алгоритм звіряння шкал часу/частоти [див. Синхронизация высокоточных мер времени и частоты. Палий Г.Н., Артемьева Е.В., Изд-во стандартов, 1976, 168с. - С.57-59]. Кореспондент В, що виміряв момент приходу сигналу синхронізації/звіряння  $T_1^B$  коректує значення цієї величини вираховуванням з її значення часу реакції  $\tau_p^A$ . Цей процес може бути реалізований або в пункті А, коли інтервал кореляції нестабільності часу реакції  $\tau_p^A$  великий, або в пункті В, якщо він малий.

На Фіг.2 зображена схема пристрою, що дозволяє синхронізувати годинники (зберігач частоти/часу) пункту В по сигналах годинників пункту А для випадку постійного часу затримки поширення сигналу  $T_p^{A \rightarrow B}$  з пункту А в пункт В (звичайно ця умова виконується) і великим інтервалом кореляції часу реакції генератора коротких імпульсів ведучого пункту А  $GKI^A$ . Це означає, що від періоду до

періоду трансляції мітки часу через першу антену каналу синхронізації пункту А величина часу реакції

$\tau_p^A$   $GKI^A$  змінюється незначним образом, і тому може бути змінена шляхом введення каналу виміру часу реакції (ВЧР), що містить послідовно з'єднані вимірювальну другу антену, встановлену на фіксованій відстані від першої антени каналу синхронізації, широкосмуговий підсилювач, вимірювач часу реакції і пристрій обробки інформації, який формує код сигналу корекції моменту випромінювання на величину, зворотну часу затримки реакції:  $\tau_{кор} \equiv -\tau_p$ .

У цьому випадку відбувається корекція моменту випромінювання кожного наступного моменту випромінювання по попередньому, тобто  $\tau_{кор}^{n+1} \equiv \tau_p^n$ .

Прийнятий у пункті В сигнал синхронізації через першу антену каналу синхронізації В (див. Фіг.3), широкосмуговий підсилювач каналу синхронізації В, поступає на вимірювач часу приходу сигналу синхронізації  $T_1^B$ . Для випадку  $T_p = \text{const}$  хід значень  $T_1^B(t)$  буде показувати взаємний хід шкал частоти/часу в пункті В відносно пункту А. Цей хід може коректуватися вручну або автоматично доти, поки  $T_1^B(t)$  не стане константою. Цей процес забезпечує синхронізацію ходу годинників, але не виявляє величини їхнього взаємного зсуву, оскільки  $T_p$  хоча і постійно, але невідомо, а обмін між пунктами - однобічний, тобто алгоритм (див. Фіг.1) не може бути реалізованим, і відбувається синхронізація по частоті, але не за часом. Пункт А - ведучий, тому коректор ходу годинників у ньому відсутній, зате присутній канал виміру часу реакції. Пункт В - ведений, тому коректор ходу присутній, а весь зворотний канал - відсутній. Така схема побудови системи синхронізації може застосовуватися для опорних генераторів у системах синхронного зв'язку, у т.ч. багатоканального.

На Фіг.4 показана схема пристрою для синхронізації шкал частоти зберігачів, коли час реакції  $\tau_p$  генератора імпульсів у пункті А має малий ін-

тервал кореляції, так що  $\tau_{кор}^{n+1} \neq \tau_p^n$ . У цьому випадку корекція моментів випромінювання в пункті А стає неможливою, і тому обмірюване значення  $\tau_p^n$  передається по додатковому каналу передачі інформації в пункт В. Корекція ходу годинників пункту В у цьому випадку виробляється коректором ходу, керованого сигналами  $T_{1(n)}^B$ , скорегованими

на величину  $\tau_p^n$ . Зсув шкали часу в пункті В стосовно міток сигналів часу пункту А стає постійним, але невідомим, тобто відбувається знову ж синхронізація по частоті, але не за часом. Для здійснення синхронізації сигналів часу в пункті В у пристрій додатково вводиться зворотний канал синхронізації, що дозволяє алгоритмічно виключити величину  $T_p^{A \rightarrow B} = T_p^{B \rightarrow A}$  (див. Фіг.1).

На Фіг.5, 6 наведена загальна структура пристрою, що здійснює синхронізацію шкали частоти в пункті В по сигналах пункту А (Фіг.5) і шкали частоти

ти/часу в пункті В по сигналах пункту А (Фіг.6). Для цього в пунктах А, В вводять керовані антенні комутатори  $AK^{A,B}$ , а в пункті А - прийомний канал сигналів синхронізації/звіряння, який складається з послідовно з'єднаних першої антени каналу синхронізації, широкосмугового підсилювача каналу синхронізації, вимірювача інтервалів часу  $T_{1(n)}^A$ , а також каналу обміну інформацією (прийом і пере-

дача) інформації  $o T_1^A$ ;  $\tau_{IBP}^A$ . У пункті В встановлюють канал виміру часу реакції  $\tau_p^B$ . Його структура ідентична такому ж каналу, як і в пункті А. Якщо пункт А є ведучим, коректори шкал частоти/часу в ньому можуть бути відсутніми.

Пристрій для синхронізації/звіряння шкал частоти/часу рознесених у просторі зберігачів (Фіг.6) містить зберігач частоти/часу (ЗЧЧ) 1, вимірювач інтервалів часу каналу синхронізації (ВІЧ КС) 2, синхрогенератор (СГ) 3, пристрій обробки інформації (ПОІ) 4, модулятор (МОД) 5, широкосмуговий підсилювач каналу синхронізації (ШСП КС) 6, генератор короткого імпульсу (ГКІ) 7, антенний комутатор (АК) 8, першу антену каналу синхронізації (ПАКС) 9, другу антену (ДА) 10, причому перші виходи зберігача частоти/часу з'єднані з першими входами синхрогенератора, перші виходи синхрогенератора з'єднані з першими входами вимірювача інтервалів часу каналу синхронізації, другі виходи синхрогенератора з'єднані із другими входами антенного комутатора, третій вихід синхрогенератора з'єднаний із входом модулятора, п'яті виходи/входи синхрогенератора з'єднані з п'ятьма входами/виходами пристрою обробки інформації, вихід модулятора з'єднаний із входом генератора короткого імпульсу, вихід "стоп" широкосмугового підсилювача каналу синхронізації з'єднаний із входом вимірювача інтервалів часу каналу синхронізації, вихід генератора короткого імпульсу з'єднаний з першим входом антенного комутатора, перший вихід антенного комутатора з'єднаний із широкосмуговим підсилювачем каналу синхронізації, другий вихід антенного комутатора з'єднаний з першою антеною каналу синхронізації, причому в нього додатково введені коректор ходу і зсуву шкал часу 11, канал прийому-передачі вимірювальної інформації 12, вимірювач часу реакції (ВЧР) 13, широкосмуговий підсилювач каналу виміру часу реакції (ШСП каналу ВЧР) 14, причому перші виходи коректора ходу і зсуву шкал часу з'єднані з керуючими входами зберігача частоти/часу, другі виходи зберігача частоти/часу з'єднані із шостими входами пристрою обробки інформації, другі виходи/входи коректори ходу і зсуву шкал часу з'єднані із другими входами/виходами пристрою обробки інформації, четверті виходи синхрогенератора з'єднані з першими входами вимірювача часу реакції, перші виходи/входи каналу прийому-передачі вимірювальної інформації з'єднані із третіми входами/виходами пристрою обробки інформації, другі виходи/входи каналу прийому-передачі вимірювальної інформації ведучого

пункту з'єднані із другими входами/виходами каналу прийому-передачі вимірювальної інформації ведомого пункту, виходи вимірювача часу реакції з'єднані із четвертими входами пристрою обробки інформації, а вихід модулятора додатково з'єднаний із другим входом вимірювача часу реакції, вихід "стоп" широкосмугового підсилювача каналу вимірювання часу реакції з'єднаний із третім входом вимірювача часу реакції, а вихід другої антени з'єднаний із входом широкосмугового підсилювача каналу вимірювання часу реакції, вихід першої антени каналу синхронізації з'єднаний каналом вимірювання часу реакції із входом другої антени.

Пристрій працює таким чином. У режимі синхронізації шкал часу (див. Фіг.4б) по сигналах зберігачів частоти/часу (годинників) у пунктах А, В синхрогенератор 3 формує необхідні послідовності імпульсних сигналів, що забезпечують роботу інших пристроїв, зокрема тактову і стартову послідовності вимірювачів інтервалів часу  $T_1^A$  і  $T_1^B$  каналів синхронізації і виміру часу реакції генераторів коротких імпульсів  $GKI^{A,B}$ , що збуджуються модуляторами  $MOD^{A,B}$ . Короткі імпульси великої пікової потужності через антенний перемикач (комутатор) надходять в перші антени каналу синхронізації і випромінюються кореспонденту. Прийомні канали синхронізації в пунктах містять перші антени каналу синхронізації, скомматовані антенними керованими комутаторами на послідовно з'єднані широкосмугові підсилювачі і потім на входи "стоп" вимірювачів інтервалів часу  $T_1^A$  і  $T_1^B$  в каналах синхронізації пунктів А і В, відповідно. Трансльовані кореспондентами сигнали міток часу, синхронізовані шкалами годинників  $ЗЧ^A$  і  $ЗЧ^B$ , також надходять на вимірювальні другі антени 10, які розташовуються на однаковому віддаленні від перших антен 9 в обох пунктах, причому

$D_B^A = D_A^B = \text{const}$ . Обмірюваний час реакції  $\tau_p^{A,B}$  визначається вимірювачами часу реакції (ВЧР) 13, які запускаються і тактуються синхрогенераторами 3, а зупиняються сигналами ВЧР, посиленними широкосмуговими підсилювачами 14 каналів ВЧР у пунктах А, В. Процеси відбуваються на пунктах симетрично; обмірювані величини часу приходу сигналів  $T_1^{A,B}$  надходять на входи пристроїв обробки інформації (ПОІ) 4. Для синхронізації шкал часу (див. Фіг.1) необхідно врахувати величину часу реакції  $\tau_p^{A,B}$  між пунктами, передавши її значення по каналу прийому-передачі інформації між пунктами, наприклад, по каналу GSM-GPRS. У результаті в пунктах А, В при обробці інформації по алгоритму, наведеному на Фіг.1, з'являються значення зсуву шкал  $\Delta T$ . Оскільки обмірювані значення  $\Delta T$  у пунктах А, В некорельовані, шляхом усереднення їх значень у пунктах похибка «зустрічного» методу, зображеного на Фіг.1, знижується в  $\sqrt{2}$  раз. Для цього по вже організованому каналу обміну інформацією додатково трансльовуються значення  $\Delta T^{A,B} \rightarrow (B); A$ .

$$T_1^B = -\Delta T + T_p^{AB} + \tau_p^B$$

$$T_1^A = -\Delta T + T_p^{BA} + \tau_p^A$$

В пункті А невідомі час реакції

$$\tau_p^B \text{ і зсув шкал } \Delta T$$

В пункті В невідомі час реакції  $\tau_p^A$  і зсув шкал  $\Delta T$

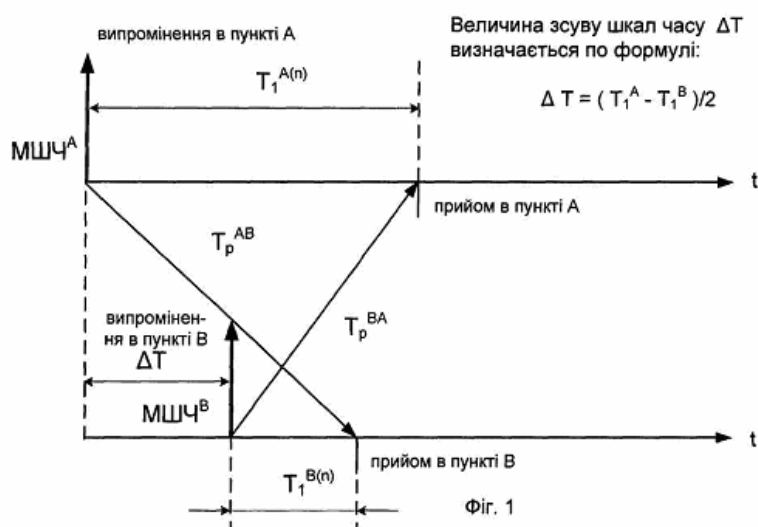
Передбачається рівність часу поширення  $T_p^{AB} = T_p^{BA}$ .

Пристрій для синхронізації/звіряння шкал частоти/часу рознесених у просторі зберігачів.

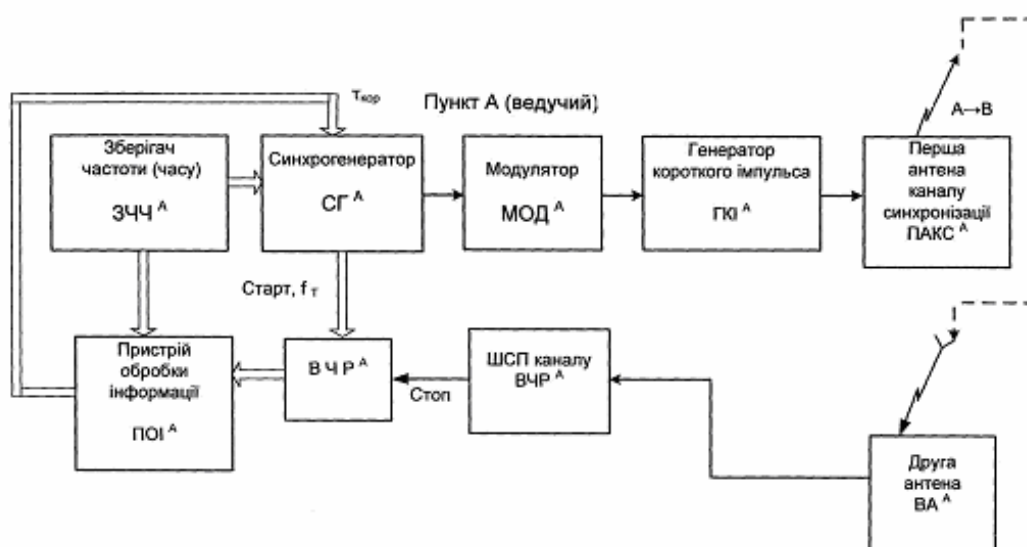
Моменти випромінювання з порядковим номером  $n$ , де  $1 \leq n \leq M$  прив'язані до місцевих шкал часу МШЧ

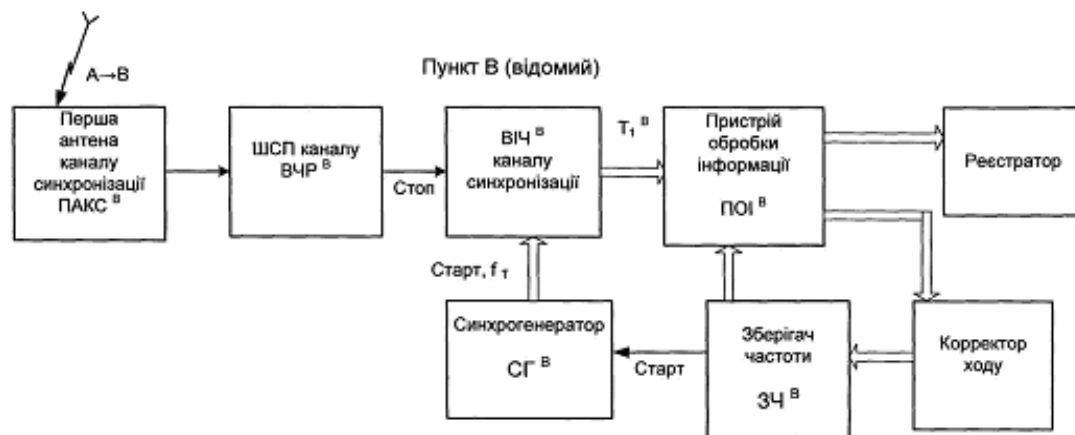
$n$  - номер періоду процедури звіряння

$M$  - число сеансів звіряння

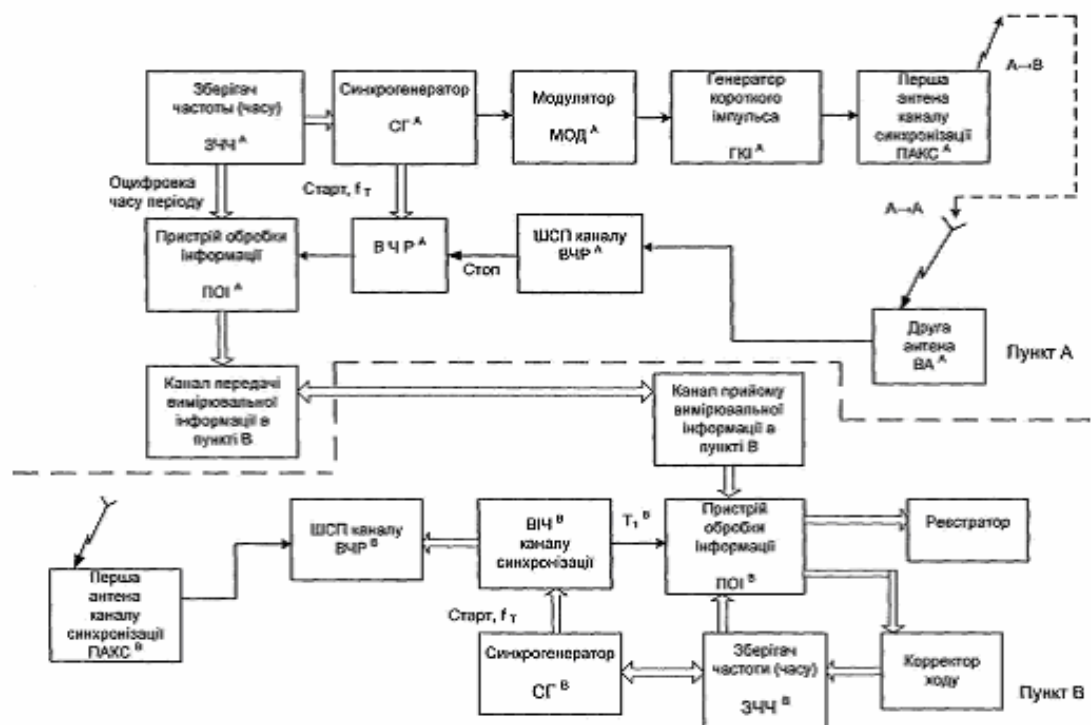


Фіг. 1





Фіг. 3



Фіг. 4

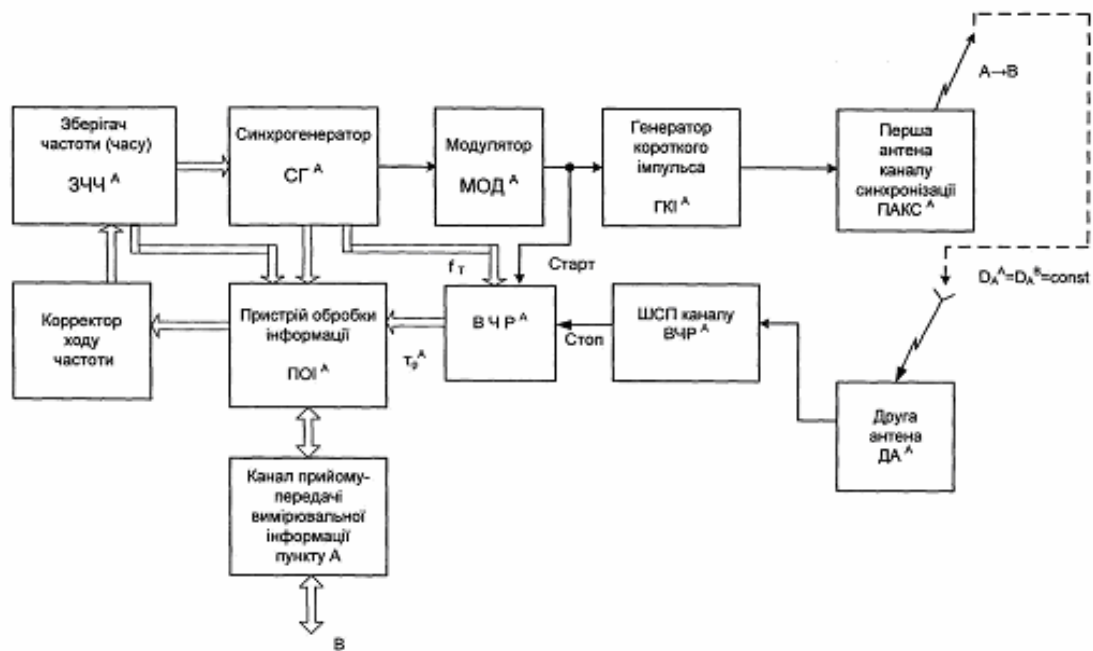


Fig. 5

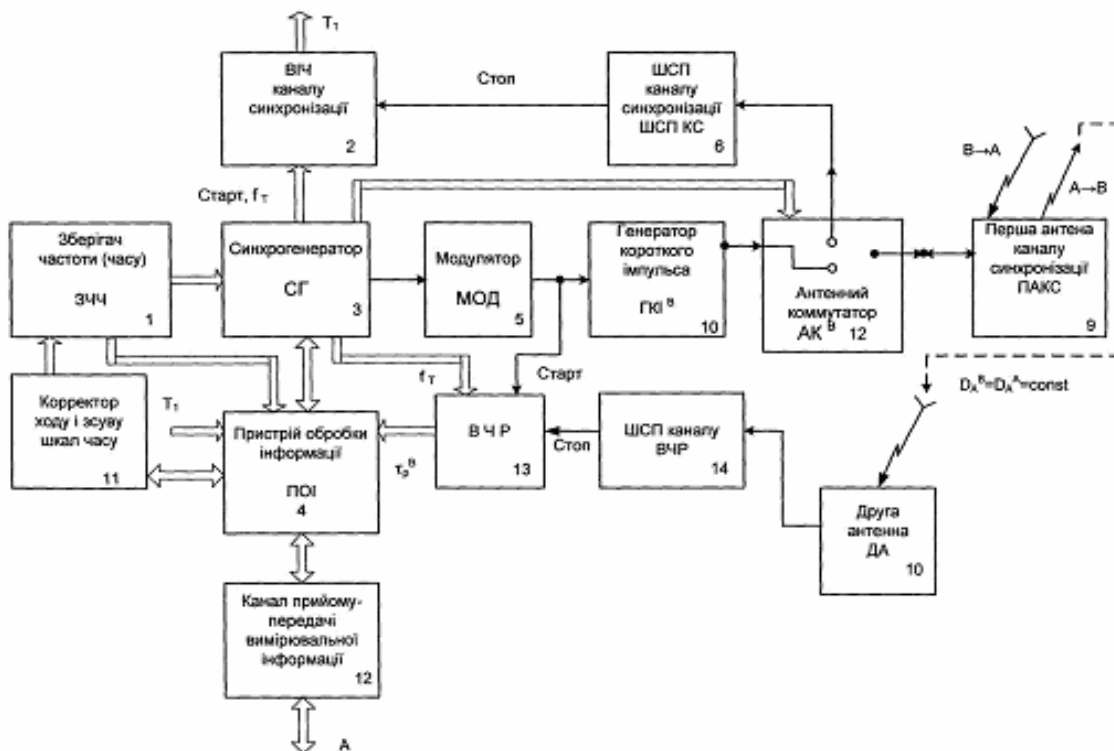


Fig. 6



