

Винахід відноситься до телебачення, а більш конкретно - до способів і систем передачі телевізійних сигналів споживачам, і може бути використаний для запобігання несанкціонованому доступу до телевізійної інформації в кабельному й ефірному телебаченні.

Відомі способи передачі групового ТВ-сигналу з частотним ущільненням, при якому в передавальному пристрої здійснюється амплітудна модуляція  $N$  високочастотних несучих, кожна з яких модулюється своїм сигналом відео-аудіо, підсумовування  $N$  високочастотних модульованих несучих, подача результуючого сигналу до лінії зв'язку. На приймальному боці приймач виділяє одну з модульованих несучих і перетворює високочастотний сигнал на сигнали відео й аудіо (Станция телевизионная головная «Бета ТВ ком». - ТУ У 30393482.002-2001).

Недолік способу - відсутність кодування телевізійних каналів.

Відомий спосіб формування групового телевізійного сигналу на  $N$  каналів, при якому в передавальному пристрої формування несучих зображення й несучих звука кожного з  $N$  каналів здійснюється незалежно; далі відбувається підсумовування сигналів  $N$  каналів, подача результуючого сигналу до лінії зв'язку, а в приймальному пристрої здійснюється виділення одного з каналів, демодулювання й одержання вихідних сигналів відео й аудіо (Возняк В., Гайович И., Лыпай С. Профессиональная головная станция сети кабельного телевидения IKUSI-TSP-5 // Кабельное телевидение: Справочник. - Телеспутник. - С. 49-51).

Недолік способу - відсутність кодування телевізійних каналів.

Відомий спосіб і пристрій його реалізації - маскування телевізійного сигналу, що складається з послідовно з'єднаних кодувального пристрою, лінії зв'язку й декодувального пристрою (Высоцкий Г. Особенности национального кодирования системы ACS-500 и Grypton. Проблемы и решения // Справочник кабельного телевидения. - Телеспутник, 2000 - 2001. - С. 143-146). Кодувальний пристрій містить скремблер ТВ-сигналу, сигнал із виходу якого надходить на модулюючий вхід (відео) модулятора, високочастотний вихід якого підключений до лінії зв'язку. Вхід скремблера (сигнал відео) є першим входом кодувального пристрою, другим входом є сигнал аудіо, підключений до входу аудіомодулятора. Декодувальний пристрій складається з послідовно з'єднаних ВЧ-підсилювача з регульованим коефіцієнтом підсилення, вхід якого підключений до лінії зв'язку, і ТВ-приймача, відеовихід якого підключений до другого входу ВЧ-підсилювача. Маскування телевізійного сигналу здійснюється в скремблері відеосигналу шляхом видалення/зсуву з повного кольорового телевізійного сигналу рядкових синхросигналів (PCI) із наступною подачею перетвореного сигналу на модулятор. На приймальному кінці ВЧ-підсилювач за сигналом відео з ТВ-приймача відновлює PCI, змінюючи свій коефіцієнт підсилення (у бік збільшення) у ті моменти часу, у які повинні були б знаходитися PCI.

Недолік даного способу - низька криптостійкість, обумовлена можливістю формування PCI за сигналом кадрового імпульсу. Наприклад, для відновлення PCI може бути використаний задавальний генератор із фазовим автопідстроюванням частоти (ФАПЧ). Синхронізація генератора здійснюється PCI, що передаються в кадровому гасильному інтервалі; вони не видаляються й не модифікуються.

Відомий пристрій перетворення телевізійного сигналу (Заявка Російської Федерації №93003728, МК.В Н 04 Н 7/30, 7/16; 1995), що містить послідовно з'єднані через лінію зв'язку передавальну та приймальну частини. Запобігання несанкціонованому доступу досягається за рахунок того, що в запропонованому пристрої для перетворення телесигналу в передавальному та приймальному боках використані ідентичні частотно залежні ланцюги з запізнюванням (частотний фільтр, блок затримки), що є кодом шифрації. Доступ до телевізійної інформації абонентом здійснюється за допомогою використання в частотно залежному ланцюзі приймальної частини фільтра та блока затримки, аналогічних фільтру та блоку затримки передавального боку. Однак відомий пристрій також має низьку криптостійкість і швидше є пристроєм маскування, ніж кодування.

Відомим є спосіб кодування телевізійного сигналу DALVI, запропонований компанією TECHNETIX PLC (Великобританія) (Иллингворс Д. DALVI-новое слово в системах адресного кодирования для телевидения: Справочник по кабельному телевидению. - Телеспутник, 2000- 2001. - С. 149-150), обраний за прототип, який характеризується високою криптостійкістю, складається з послідовно з'єднаних кодувального пристрою, лінії зв'язку, декодувального пристрою. Кодувальний пристрій складається з послідовно з'єднаних скремблера, вхід якого є входом пристрою, і модулятора, ВЧ-вихід якого є виходом пристрою. А декодувальний пристрій складається з послідовно з'єднаного ресивера (ТВ-приймач), вхід якого є входом до пристрою, і дескремблера, що здійснює операцію, зворотну скремблюванню. Вихід дескремблера є виходом пристрою. Суть процесу скремблювання в запропонованому способі полягає в тому, що кожен рядок видимої частини поля ділиться на дві нерівні частини, потім ці частини міняються місцями - спершу передається кінцева частина рядка, потім початкова. Положення точки розриву змінюється від рядка до рядка псевдовипадковим способом. У декодувальному пристрої дескремблер здійснює зворотну операцію.

Недолік запропонованого способу обумовлений рішенням окремо спочатку задачі формування групового ТВ-сигналу, а потім задачі кодування окремих каналів шляхом кодування вихідних низькочастотних сигналів відео, це призводить до зниження криптостійкості всієї системи.

Задачею даного винаходу є створення такого способу формування групового телевізійного сигналу, у якому одночасно з задачею формування групового телевізійного сигналу вирішувалася б задача кодування / декодування, що разом із кодуванням/декодуванням за відеосигналом приведе до загального підвищення криптостійкості всієї системи.

Поставлена задача вирішується тим, що в передавальному пристрої здійснюється амплітудна модуляція  $N$  високочастотних несучих зображення, кожна з яких модулюється своїм відеосигналом, що в загальному випадку може бути кодованим, незалежне формування частотно-модульованих звукових піднесучих кожного з каналів модульованих своїми аудіосигналами, підсумовування отриманих сигналів  $N$  каналів, подача результуючого сигналу до приймального пристрою через лінію зв'язку, а в приймальному пристрої здійснюється виділення однієї з модульованих несучих зображення, перетворення високочастотного коливання на низькочастотне, наступне його декодування, якщо сигнали відео були закодовані на передавальному боці, і одержання вихідних сигналів відео з метою підвищення криптостійкості - уведений режим стрибкоподібної зміни частот несучої зображення, що здійснюється в передавальному пристрої за допомогою перестроюваних за частотою модуляторів, а в

приймальному пристрої - за допомогою приймального пристрою зі стрибаючою частотою.

Поставлена задача вирішується також тим, що зміна частоти і-го перестроюваного за частотою модулятора в передавальному пристрої відбувається за командою центрального процесора відповідно до закладеної в нього програми в момент кадрового імпульсу, що виділяється в кожному з N перестроюваних за частотою модуляторів і передається до центрального процесора передавального пристрою.

Поставлена задача вирішується також тим, що інформація про те, куди буде перебудований і-й перестроюваний за частотою модулятор, включається центральним процесором у вигляді кодової послідовності до одного з рядків кадрового імпульсу і-го перестроюваного за частотою модулятора до колірних піднесучих, а зміна частоти і-го перестроюваного за частотою модулятора здійснюється в одному з рядків цього ж кадрового імпульсу після колірних піднесучих.

Поставлена задача вирішується також тим, що приймальний пристрій зі стрибаючою частотою здійснює синхронне відслідковування стрибаючих частот і-го перестроюваного за частотою модулятора в ті ж моменти часу, у які перебудовується сигнал, що надходить, і-го перестроюваного за частотою модулятора з передавального пристрою, використовуючи для цього інформацію, що передається в кадровому імпульсі.

Поставлена задача вирішується також тим, що перебудова і-го перестроюваного за частотою модулятора в передавальному пристрої та приймального пристрою зі стрибаючою частотою в приймальному пристрої повинні відбуватися за час менший за 30мкс.

Поставлена задача вирішується також тим, що для безконфліктної перебудови частот N перестроюваних за частотою модуляторів потрібно не менше одного додаткового резервного каналу.

Поставлена задача вирішується також тим, що на момент перебудови і-го перестроюваного за частотою модулятора вихідний сигнал цього модулятора не бере участі в підсумовуванні N каналів.

Поставлена задача вирішується також тим, що в приймальному пристрої зі стрибаючою частотою одержання вихідного сигналу аудіо здійснюється незалежно від режиму стрибкоподібної зміни частот несучих зображення.

Уведення до відомого способу формування телевізійного сигналу режиму стрибкоподібної зміни частоти несучого зображення, здійснюваного в передавальному пристрої за допомогою перестроюваних за частотою модуляторів, а в приймальному пристрої за допомогою приймального пристрою зі стрибаючою частотою, дозволяє підвищити криптостійкість усієї системи, тому що залишається додаткова можливість кодування зображення за рахунок кодування за відеосигналами.

Структурна схема пристрою по заявленому способу наведена на фіг. 1. На фіг. 2 наведена функціональна (деталізована) схема пристрою. На фіг. 3, 4, 5 - експериментальні дані.

Пристрій (див. фіг. 1) містить: передавальний пристрій 1, що складається з N перестроюваних за частотою модуляторів - 2 і N звукових модуляторів 3, виходи яких утворюють канал, суматор N каналів 4, вихід якого підключений до лінії зв'язку 5. Модуючим входом модулятора звуку 3 є сигнал аудіо, модуючим сигналом перестроюваного модулятора 2 є сигнал відео, який у загальному випадку може бути кодований у пристрої кодування 6 (скремблер). Центральний процесор 7 керує кожним з N модуляторів 2 за двома виходами. Один з них слугує для передачі інформації про те, куди буде перебудований модулятор 2 (ця інформація включається у виді кодової послідовності в один з рядків кадрового імпульсу модулятора 2, див. п.3, Формула винаходу). Другий вихід процесора 7 дозволяє виключити з процесу підсумовування N каналів (в суматорі 4) сигнал модулятора 2 у момент зміни його частоти (див. п.7, Формула винаходу). Другий вихід кожного модулятора 2 підключен до входу центрального процесора 2 і слугує для подавання кадрового імпульсу, що виділяється в модуляторі 2 (див. п. 2, Формула винаходу). Приймальний пристрій 8, що складається з приймального пристрою зі стрибаючою частотою 9, який здійснює перетворення високочастотного коливання в низькочастотне з наступним його декодуванням у пристрої декодування 10 (декремблер), якщо сигнали відео були закодовані в передавальному пристрої 1, сигнал на виході блоку 10 - вихідний сигнал відео приймального пристрою 8, а вихідний сигнал аудіо приймального пристрою 8 - другий вихід приймального пристрою зі стрибаючою частотою 9.

Функціональна схема (деталізована) пристрою (див. фіг. 2) містить: передавальний пристрій 1, який складається з 1...N передавальних пристроїв зі стрибаючою частотою (ППСЧ), високочастотні сигнали з виходів яких об'єднані й подані до лінії зв'язку 5 та приймального пристрою зі стрибаючою частотою 9 - ресивера, високочастотний вхід якого підключений відповідно до лінії зв'язку 5, а вихід ресивера є виходом приймального пристрою 8. Низькочастотний вхід відео передавального пристрою є входом скремблера 6, вихід якого підключений одночасно до входу суматора 11 та до пристрою виділення кадрових і рядкових імпульсів 12, вихід якого підключений до центрального процесора 7 (на фіг. 2 не показаний), а низькочастотний вхід аудіо передавального пристрою 1 підключений до входу модулятора звука 3. Вихід суматора 11 підключений до входу відео модулятора з фіксованою частотою 13, а його високочастотний вихід підключений до фільтру на поверхнево-акустичних хвилях (ПАХ фільтру) 14, що слугує для формування односмугового сигналу на проміжній частоті, сигнал з виходу якого надходить на вхід змішувача 15, на другий вхід якого надходить сигнал із синтезатора частоти (генератор, що управляється напругою (ГУН) - 16, дільник частоти - 17, фазовий детектор - 18). Сигнал із виходу змішувача надходить на вхід фільтра нижніх частот (ФНЧ) 19. Далі ключ 20. Сигнал на виході ключа 20 можна розглядати як сигнал з виходу перестроюваного за частотою модулятора 2. До цього модулятора входить пристрій виділення кадрових та рядкових імпульсів 12, суматор 11, модулятор з фіксованою частотою 13, ПАХ фільтр 14, змішувач 15, ФНЧ 19, ГУН 16, дільник 17, фазовий детектор 18, ключ 20, синтезатор прямого синтезу 22. Сигнал з перестроюваного за частотою модулятора 2, керований від процесора 7 надходить на перший вхід спрямованого відгалужувача 21, на другий вхід якого підключена модульована звукова піднесуча з виходу модулятора звука 3. Спрямований відгалужувач 21 виконує одночасово роль об'єднання амплітудно-модульованої несучої зображення та частотно-модульованої піднесучої звука з виходів модуляторів 2 і 3 та роль суматора 4. Частота несучої зображення передавального пристрою зі стрибаючою частотою задається процесором 7 шляхом завантаження коду до дільника 17 і синтезатора прямого синтезу 22. Приймальний пристрій зі стрибаючою частотою (ресивер) 9 складається з послідовно з'єднаних селектора каналів 23, вхід якого є входом пристрою, ПАХ фільтра на 38,0МГц 24, відеодетектора 25, перший вихід якого підключений до пристрою виділення кадрових і рядкових імпульсів 26, а другий вихід підключений до другого входу селектора каналів 23

(вхід автоматичного регулювання підсилювання - АРП). Третій вхід селектора каналів 23 підключений до синтезатора частоти (ГУН 27, дільник 28, фазовий детектор 29, синтезатор прямого синтезу 31), код частоти до якого завантажуються за допомогою процесора 30 за інформацією з пристроєм виділення кадрових імпульсів 26. Завантаження кодів здійснюється через синтезатор прямого синтезу 31, що встановлює опорну частоту у фазовому детекторі 29, і через дільник 28; детектор звука 32 підключений до високочастотного входу приймального пристрою зі стрибаючою частотою 9, а вихід детектора звука 32 є аудіовиходом приймального пристрою 8, відеовихід приймального пристрою 8 підключений до виходу дескремблера 10, вхід якого підключений до першого виходу відеодетектора 25.

Принцип роботи ґрунтується на стрибкоподібній зміні несучої частоти зображення кожного з 1...N передавальних пристроїв зі стрибаючою частотою (ППСЧ) (фіг. 2). На приймальному боці ресивер здійснює синхронне відслідковування стрибаючих частот. Зміни частоти перестроюваного модулятора в ППСЧ відбуваються в момент кадрового синхроімпульсу (щоб виключити перешкоди на приймальному боці), для чого в кожному з ППСЧ є блок виділення кадрових імпульсів-  $K_i$  і синхроімпульсів –  $C_i$  (фіг. 2, блок 12). Інформація щодо  $K_i$  кожного з ППСЧ надходить до центрального процесора передавального пристрою (на фіг. 2 процесор 7 не показаний), що й визначає частоти (відповідно до закладеної програми) кожного з ППСЧ. Оскільки інформація про  $K_i$  кожного з ППСЧ надходить до процесора асинхронно, то потрібен один додатковий резервний канал для безконфліктної перестановки частот ППСЧ. Припустимо, необхідно змінити частоту  $i$ -го ППСЧ. (Нехай головна станція складається з N передавальних пристроїв зі стрибаючою частотою, що займають частоти N каналів, при цьому  $N+1$  канал є резервним. Центральний процесор перебудовує  $i$ -й ППСЧ на резервний  $N + 1$  канал у момент приходу від  $i$ -го ППСЧ кадрового синхроімпульсу –  $K_i$ .) На місці  $i$ -го ППСЧ він установлює  $i$ -ий ППСЧ у момент  $K_i$  від  $i$ -го ППСЧ тощо.

Інформація у вигляді кодової послідовності щодо того, куди повинен переключитися передавальний пристрій зі стрибаючою частотою, передається в  $K_i$  (із центрального процесора 7 через суматор 11) кожного перестроюваного за частотою модулятора ППСЧ до колірних піднесучих, див. фіг.3, фрагмент 1 (ця інформація завантажується також до синтезатора ППСЧ, але перемикання синтезатора не відбувається). Ця інформація необхідна на приймальному боці для переключення синтезатора частоти в ресивері 9 (ГУН 27, дільник 28, фазовий детектор 29, синтезатор прямого синтезу 31). Його частота по цій інформації, що виділяє пристрій 26 та процесор 30, буде встановлена такою, що частота несучої зображення на виході селектора каналів 23 завжди буде дорівнювати 38,0МГц. А відразу після колірних піднесучих кадрового імпульсу відбувається одночасне переключення синтезаторів як у ППСЧ. так і в приймальному пристрої зі стрибаючою частотою (керуюча напруга на виході фазового детектора передавача та приймача на фіг.4).

Експериментальне встановлено, що час переключення синтезатора ППСЧ і ресивера не повинен перевищувати  $15 \div 20$  мкс. На цей час у ППСЧ повинен бути розімкнуті ключ 20 із метою заглушення сигналів на виході ППСЧ не менш ніж на 60дБ для виключення перешкод іншим ППСЧ на момент перебудови синтезатора. Відсутність сигналу в приймальному пристрої протягом часу більше за 30мкс виводить із необхідного режиму систему АРР ресивера 9 (фіг.3, фрагмент 2), що повертається до вихідного стану до початку наступного поля. (Синхронне детектування в приймальному пристрої здійснюється, як правило, за допомогою спеціалізованої мікросхеми, що має внутрішню АРР з відеосигналу, не доступну ззовні.) У ППСЧ і ресивері 9 (передавального та приймального пристроїв) основний синтезатор частоти зроблений на основі ФАПЧ (у передавальному пристрої це ГУН 16, дільник 17, фазовий детектор 18, синтезатор прямого синтезу 22; у приймальному пристрої це ГУН 27, дільник 28, фазовий детектор 29, синтезатор прямого синтезу 31), у якому опорний сигнал для фазових детекторів отриманий за допомогою синтезаторів прямого синтезу, що дозволяє здійснювати зміну частоти несучої ППСЧ і приймального пристрою строго за частотною сіткою телевізійних каналів із кроком 8 МГц і часом перебудови  $15 \div 20$  мкс, що визначається основною петлею ФАПЧ. Мінімальний час перебування ППСЧ на фіксованій частоті залежить від кількості каналів і орієнтовно оцінюється як  $20 \text{ мс} \cdot N$ , де  $N$  - кількість каналів. Для восьми каналів цей час складе 160мс. Проведення експерименту, у якому ППСЧ і ресивер 9 змінюють свої частоти через 160мс із розбалансом рівня ВЧ за входом приймального пристрою 6дБ, не виявило розходжень між вихідним і відновленим зображеннями. На фіг. 5 продемонстрована зміна частоти ППСЧ і ресивера 9 після передачі кожного кадру, тобто через 40мс. На фіг. 2 видно, що апаратне збільшення в ППСЧ і ресивері порівняно зі стандартними вузлами, використовуваними в типовому формуванні групового ТВ-сигналу з частотним ущільненням, незначне (темним фоном позначені елементи, використовувані в типовому формуванні групового ТВ-сигналу з частотним ущільненням, коли несучі частоти зображення модуляторів незмінні). Звуковий канал кожного з ППСЧ (сигнал із виходу модулятора 3 підсумовується з перестроюваною несучою зображення й надходить через спрямований відгалужувач 21 до лінії зв'язку) передається незалежно від зображення (фіг. 1), тому що "розриви" у відеосигналі- $15 \div 20$  мкс під час кадрового імпульсу зумовили б переривання звукового супроводу на цей ж час ("клацання") на приймальному боці.

Таким чином, запропонований спосіб формування групового телевізійного сигналу з застосуванням стрибаючих частот підвищує криптостійкість усієї системи, тому що залишається додаткова можливість кодування / декодування зображення за рахунок кодування за відеосигналами (у скремблерах 6 від 1...N) у передавальному пристрої 1 та декодування (у дескремблері 10) у приймальному пристрої 8.

Алгоритм роботи скремблера/дескремблера може бути будь-яким, зокрема як у системі DALVI. Відсутність режиму кодування / декодування за відеосигналами (на фіг. 1 при цьому слід виключити скремблери 6 від 1...N у передавальному пристрої та дескремблер 10 у приймальному пристрої) також дозволяє здійснювати повноцінне кодування / декодування зображення заявленим способом. Цей факт відбитий у формулі винаходу (п. 1) фразою: "...модулюється відеосигналом, що в загальному випадку може бути кодованим..."

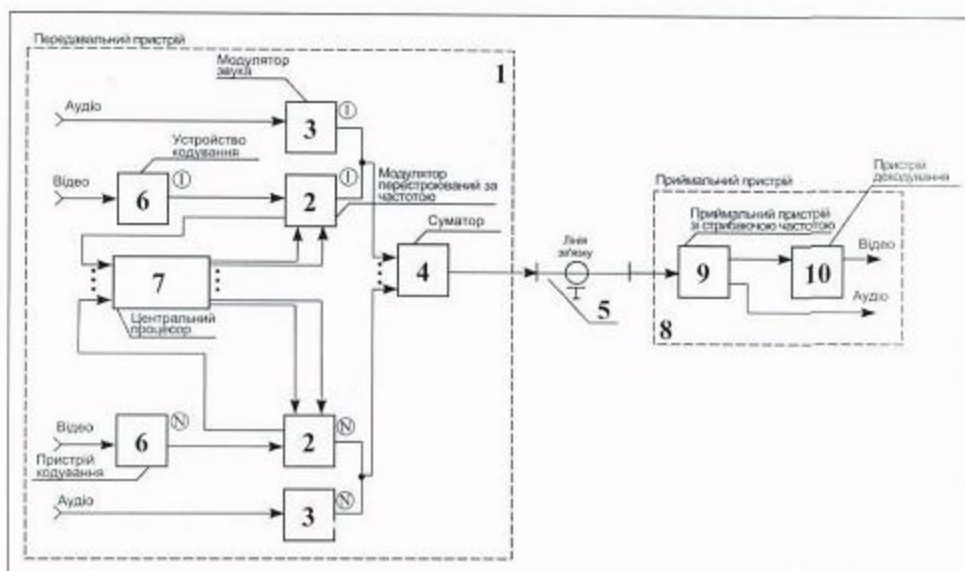


Fig. 1

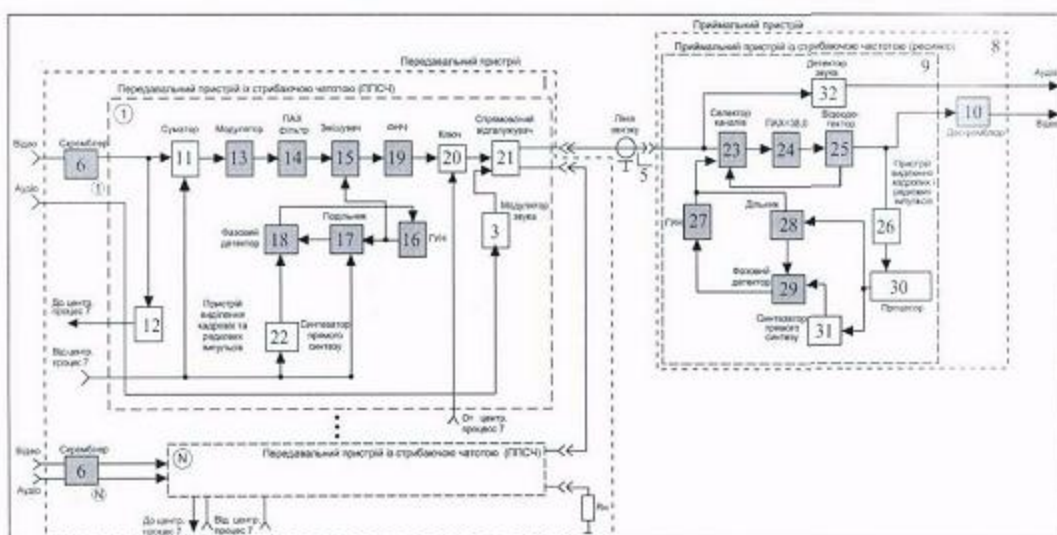


Fig. 2



Fig. 3

Сигнал на виході фазового детектора 18 і 29 відповідно ППСЧ і ресивера (100мкс/поділку)

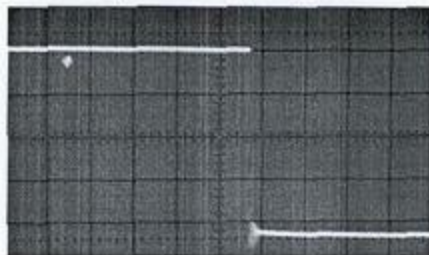


Fig. 4

Сигнал відео на виході ресивера 9.  
Видно результат одночасного переключення частот ППСЧ та ресивера через кожний кадр (два напівкадри)

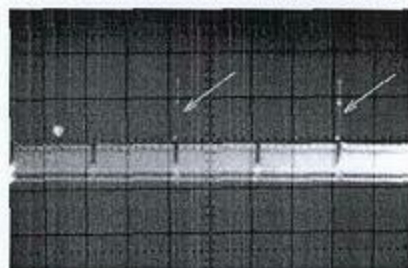


Fig. 5