

Винахід відноситься до схеми та способу контролю передачі і/або прийому сигналів в системі радіозв'язку, особливо, для застосування в базових станціях систем мобільного радіозв'язку.

В системах радіозв'язку сигнали передаються між радіостанціями та базовими станціями за допомогою так званого радіоінтерфейсу або ефірного спряження. Радіостанції є головним чином мобільними або стаціонарними абонентськими терміналами (UE - абонентська апаратура), оскільки базові станції (NB-Вузол В) є пристроями вибірки, зв'язаними з наземною комунікаційною мережею. Прикладами відомих систем радіозв'язку є цифрові системи мобільного радіозв'язку другого покоління, такі як GSM (Глобальна Система для Мобільного Зв'язку) на основі TDMA (Множинний Доступ з Часовим Розподілом), що забезпечують швидкості передачі даних до 100 Кбіт/с, та системами мобільного радіозв'язку третього покоління, такі як UMTS (Універсальна Мобільна Телекомунікаційна Система) на основі CDMA (Множинний Доступ з Кодовим Розподілом) з швидкостями передачі даних до 2 Мбіт/с.

Антенні решітки можуть використовуватися в будь-якого типу системі, що передає і/або приймає радіочастотні сигнали, використовуючи одну або принаймні дві антени. Використання антенних решіток у вищеописаних системах забезпечує покращення в роботі антени порівняно з використанням єдиного антенного елемента, включаючи покращену діаграму направленості, співвідношення „сигнал-шум” та заглушення завад для прийнятих сигналів, а також захист та знижені вимоги до потужності для переданих сигналів. Антенні решітки можуть використовуватися тільки для прийому сигналу, тільки для передачі сигналу або як для прийому так і для передачі сигналу. Більшість систем антенних решіток складаються з антенної решітки та процесора для обробки сигналів, що обробляє сигнали, які поширюються до та надходять від окремих антенних елементів.

Таким чином, антенна решітка складається з ряду так званих антенних елементів, кожен з яких під'єднаний до радіочастотного (RF) трансивера (передавач/приймач). В режимі прийому приймачі одержують радіочастотні (RF) сигнали від кожного антенного елемента та здійснюють перетворення із зниженням частоти прийнятих сигналів з формуванням сигналів смуги частот модулюючих сигналів. В смузі частот модулюючих сигналів демодульовані сигнали потім порівнюють один з одним по амплітуді та фазі. Інформація про напрямок надходження (DOA) сигналу, що надходить, тобто, напрям передачі сигналів станцією, міститься у співвідношенні між прийнятими сигналами. В режимі передачі цю інформацію потім використовують для формування діаграми направленості (BF) в напрямі прийнятого сигналу шляхом вірного визначення вагових коефіцієнтів сигналів зі смуги частот модулюючих сигналів для різних передавачів, підключених до антенних елементів.

Вищеописана процедура може реалізуватися тільки з певною точністю, якщо відомі характеристики окремих передавачів та приймачів так, що ці характеристики можуть використовуватися для DOA та алгоритмів (BF) формування діаграми направленості. Для уточнення повинні бути відомі передавальні функції (по амплітуді та фазі) від антенних елементів до виходів приймачів смуги частот модулюючих сигналів, а також передавальні функції від входів передавачів смуги частот модулюючих сигналів до антенних елементів. Під час роботи ці передавальні функції піддаються змінам параметрів (зсув) активних та пасивних елементів в трансиверах та кабелях. Тому, передавальні функції повинні безперервно або принаймні періодично визначатися під час роботи трансиверів.

В рівні техніки відомі два різних наближення процедур калібрування. Згідно з першою процедурою, відомий сигнал надсилають до тестової антени (калібрувальна антена), яка розміщена поруч з або є частиною антенної решітки (відома з документа попереднього рівня техніки US-A-6236839) або відділена від антенної решітки (відома з документа попереднього рівня техніки US-A-5546090). Сигнали смуги частот модулюючих сигналів переносять інформацію про передавальні функції окремих трактів приймача, які можуть потім порівнюватися та регулюватися. Цю процедуру називають калібруванням приймача (RX).

Згідно з другою процедурою, відомі сигнали надсилають до окремих антенних елементів та приймають тестовою антеною. Таким чином, тестова антена могла б розміщуватися, як описано вище. Прийняті сигнали переносять інформацію про окремі передавальні функції трактів передавача, які потім порівнюють та регулюють. Цю процедуру називають калібруванням передавача (TX).

Обидві процедури калібрування можуть реалізовуватися або одночасно, що є переважним рішенням в системах, які використовують частотний розподіл (FDD), або відповідно як переважні процедури в системах, які використовують часовий розподіл (TDD).

Конфігурації, які роблять можливими вищеописані процедури, зображені на ФІГ.2 та 3. Згідно з цими конфігураціями, калібрувальну антену під'єднують за допомогою дуплексера або комутатора до калібрувального передавача (TXс) та до приймальних контурів (RXс), які працюють в радіочастотному діапазоні. Сигнали від/до калібрувальної антени обробляються в калібрувальному процесорі, який працює в смузі частот модулюючих сигналів. Калібрувальний процесор під'єднаний до процесора формування діаграми направленості, що обробляє сигнали від/до окремих антенних елементів (#1...#n) антенної решітки, наприклад, базової станції. Коефіцієнти, що представляють визначені зміни, зберігаються в таблицях перетворень.

В процедурі калібрування приймача (RX) (ФІГ.2, потік сигналів представлений пунктирними лініями) калібрувальний процесор ініціює передачу тестових сигналів від калібрувальної антени по радіоінтерфейсу до окремих антенних елементів антенної решітки. Прийняті тестові сигнали потім надсилають назад до калібрувального процесору за допомогою процесора формування діаграми направленості. В калібрувальному процесорі передавальні функції окремих трактів приймача визначаються, оцінюються та зберігаються в таблиці перетворень для застосування в стандартній операції визначення напрямів надходження.

В процедурі калібрування передавача (TX) (ФІГ.3, потік сигналів зображений пунктирними лініями) калібрувальний процесор ініціює передачу тестових сигналів від кожного з антенних елементів, які приймаються калібрувальною антеною. Прийняті сигнали, які містять інформацію про передавальні функції окремих трактів передавача, потім оцінюються в калібрувальному процесорі і зберігаються в таблиці перетворень для використання в стандартному керуванні діаграмою направленості.

Описані процедури страждають від того факту, що спеціалізовані калібрувальні засоби повинні включатися в кожну базову станцію, таким чином призводячи до додаткових витрат та до потреби у додатковому просторі. Тому, задачею винаходу є надання калібрувальних схем, які не страждають від вищезгаданих недоліків. Ця задача вирішується схемою та способом згідно з ознаками незалежних пунктів формули винаходу.

Згідно з першим та другим аспектом винаходу надається схема та спосіб контролю передачі і/або прийому сигналів в системі радіозв'язку. Таким чином, схема складається із засобів передачі та прийому даних та антенних елементів, у якій принаймні один із засобів передачі та прийому даних додатково під'єднаний до калібрувальної антени. Окрім того, схема складається з калібрувального процесора для визначення змін тестових сигналів в засобах передачі та прийому даних та процесора формування діаграми направленості для використання визначених змін при формуванні діаграми направленості і/або визначенні напрямку надходження відповідним чином переданих та прийнятих антенними елементами радіосигналів.

Використання засобів передачі та прийому даних, зазвичай використовуваних для передачі та прийому радіосигналів до/від інших радіостанцій для передачі і/або прийому тестових сигналів за допомогою калібрувальної антени в процедурах калібрування, дозволяє зберігати додатковий простір та витрати, необхідні для окремих калібрувальних засобів передачі та прийому даних, використовуваних в попередньому рівні техніки.

Подальші аспекти винаходу розкриті в наступному описі фігур.

Винахід можна більш легко зрозуміти і різні інші аспекти та ознаки винаходу можуть стати очевидними з розгляду наступного опису та фігур, як зображено на листах із супровідними кресленнями, на яких:

ФІГ. 1 зображає блок-схему мережі радіозв'язку,

ФІГ. 2 зображає потік сигналів для калібрування приймача (RX) в схемі, відомій з рівня техніки,

ФІГ. 3 зображає подальший потік сигналу для калібрування передавача (TX) в схемі, відомій з рівня техніки,

ФІГ. 4 зображає схему згідно з винаходом в процедурі калібрування передавача (TX),

ФІГ. 5 зображає схему згідно з винаходом в процедурі калібрування приймача (RX),

ФІГ. 6 зображає структуру часового циклу системи радіозв'язку з часовим розподілом,

ФІГ. 7 зображає схему згідно з винаходом з додатковими підсилювачами, розміщеними біля антенних елементів,

ФІГ. 8 зображає схему згідно з винаходом з принаймні двома калібрувальними процесорами для одночасного калібрування в різних діапазонах радіочастот, і

ФІГ. 9 зображає схему з ФІГ. 8 з оптичною лінією зв'язку між мультиплексорними засобами.

ФІГ. 1 зображає основну структуру системи мобільного радіозв'язку, наприклад систему GSM. Система складається з центрального комутатора мобільного зв'язку (MSC), який підключений до телефонної комутованої мережі загального користування (PSTN) та інших комутаторів мобільного зв'язку (MSCs). Принаймні два контролери (BSC) базової станції підключені до комутатора мобільного зв'язку (MSC), які між іншим координують розподіл радіоресурсів, наданих базовими станціями BTS (Базова Станція Передачі та Прийому Даних). Базові станції (BTS) передають по лінії зв'язку ЛА-Земля (DL) та приймають по лінії зв'язку Земля-ЛА (UL) сигнали відповідно до або від абонентського обладнання (UE), розташованого в зоні, що покривається ними. На ФІГ. 1 базова станція (BTS) містить антенну решітку А, яка складається з ряду антенних елементів. Антенна решітка, яка залежить від конфігурації та інколи також називається інтелектуальною антеною, використовується для формування діаграми направленості сигналів, переданих до окремої абонентської апаратури для зниження рівня завад, спричинених передачами сигналів по паралельним з'єднанням з іншою абонентською апаратурою.

Схема згідно з винаходом, як зображено на ФІГ. 4 та 5, базується на структурі з вищеописаними ФІГ. 2 та 3. Напротивагу до схем, відомих з рівня техніки, один із засобів (TX, RX) передачі та прийому даних, підключений не тільки до одного з окремих антенних елементів #1...#n, а й також до калібрувальної антени за допомогою комутатора S. В процедурі калібрування тестові сигнали спрямовуються до/від калібрувальної антени, оскільки при нормальній роботі сигнали передаються і/або приймаються за допомогою антенного елемента, підключеного до засобів передачі та прийому даних. Перемикання здійснюється на радіочастоті будь-яким можливим способом, відомим експерту.

Надалі, процедури калібрування приймача (RX) та передавача (TX), які використовують схеми згідно з винаходом, описані з посиланням на ФІГ. 4-9. Ці процедури можуть виконуватися безперервно або періодично під час роботи трансиверів.

В процедурі калібрування приймача (RX), тобто, при калібруванні приймальних трактів трансиверів, калібрувальний процесор або окреме джерело генерує тестові сигнали в смузі частот модулюючих сигналів, які конвертуються в сигнали радіочастотного діапазону за допомогою передавача (TX) (на ФІГ. 4 передавач знаходиться праворуч) та надсилаються до калібрувальної антени за допомогою комутатора S. Після передачі по радіоінтерфейсу тестові сигнали приймаються окремими антенними елементами #1...#n та конвертуються із зниженням частоти в окремих приймачах (RX) знов у сигнали смуги частот модулюючих сигналів. Процесор діаграми направленості, підключений до засобів передачі та прийому сигналів, формує прийняті сигнали, що містять інформацію про передавальні функції окремих трактів сигналу до калібрувального процесора, у якому визначаються відмінності в характеристиках приймача. Інформацію про визначені відмінності потім зберігають в таблиці перетворення коефіцієнтів приймача (RX) та надсилають назад до процесора формування діаграми направленості для використання під час процедури визначення напрямів надходження радіосигналів від абонентського обладнання, підключеного до базової станції. Калібрувальним процесором визначаються коефіцієнти, такі як, наприклад, максимум фази та різниці амплітуд коефіцієнтів зв'язку.

З ФІГ. 4 можна побачити, що схема згідно з винаходом одночасно використовує передавальний, а також приймальний тракт трансивера, що знаходиться праворуч.

В процедурі калібрування передавача (TX), тобто, при калібруванні передавальних трактів трансиверів,

калібрувальний процесор або окреме джерело генерує тестові сигнали смуги частот модулюючих сигналів, що надсилаються до передавальних засобів (TX) трансиверів за допомогою процесора формування діаграми направленості. Таким чином, калібрувальний процесор виконаний в процесорі формування діаграми направленості або як окремий блок, що підключений до процесора формування діаграми направленості.

Тестові сигнали конвертуються з підвищенням частоти в радіочастотні сигнали за допомогою передавальних засобів (TX) і надсилаються до окремих антенних елементів #1...#n. Після передачі по радіоінтерфейсу тестові сигнали приймаються калібрувальною антеною, надсилаються до приймача (RX) за допомогою комутатора S і конвертуються із зниженням частоти в приймачі (RX) знову в сигнали смуги частот модулюючих сигналів. З цих прийнятих тестових сигналів калібрувальний процесор визначає відмінності в характеристиках передавача та зберігає інформацію про визначені відмінності в таблиці перетворення коефіцієнтів передавача (TX) для використання при формуванні діаграми направленості радіосигналів до абонентського обладнання за допомогою процесора діаграми направленості. Калібрувальним процесором визначаються коефіцієнти, такі як, наприклад, максимум фази та різниці амплітуд коефіцієнтів зв'язку.

ФІГ. 6 зображає структуру часового циклу системи TDD (з Часовим Розподілом), відомої із стандарту UMTS TDD-LCR третього покоління (Часовий Розподіл-Низька Швидкість Передачі Елементів Сигналу) та китайського стандарту TD-SCDMA. Часовий цикл складається з семи таймслотів TS0...TS6, які надсилаються або по лінії зв'язку Земля-ЛА ($\uparrow$), тобто, від абонентського обладнання до базової станції, або по лінії зв'язку ЛА-Земля ($\downarrow$), тобто, від базової станції до абонентського обладнання. Після першого таймслоту TS0, який відповідно до стандарту, завжди використовується для передачі сигналів по лінії зв'язку ЛА-Земля, першому комутаційному пункту присвоюється спеціальний таймслот контрольного сигналу лінії зв'язку ЛА-Земля (DwPTS), таймслот контрольного сигналу лінії зв'язку Земля-ЛА (UpPTS) і подовжений захисний період між ними. Згідно з винаходом цей подовжений захисний період частково або повністю використовується для передачі тестових сигналів (у так званому циклі виклику) для калібрування приймача (RX) та передавача (TX). Як перевага, використання подовженого захисного періоду для передачі та прийому калібрувальних тестових сигналів не знижує ні уся потужність передачі часового циклу, ні ефективність системи.

Подальша схема згідно з винаходом розкрита на ФІГ. 7. У цьому випадку підсилювачі потужності PA, LNA, які працюють в радіочастотному діапазоні, встановлені поблизу антенних елементів #1...#n і зазвичай змонтовані на вищій, віддаленій від базової станції. Ці підсилювачі потужності часто називають вишковими підсилювачами. Зв'язок між віддаленими підсилювачами потужності та трансиверами, встановленими в базовій станції, здійснюється, наприклад, за допомогою окремих коаксіальних кабелів, як зображено на ФІГ. 7. Відповідно, також калібрувальна антена, розташована поблизу антенних елементів, під'єднана до одного з трансиверів за допомогою коаксіального кабеля. Не потрібно встановлювати окремі підсилювачі потужності для передачі та прийому тестових сигналів, оскільки необхідна потужність передачі обмежена і могла б легко генеруватися передавачем (TX) в засобах передачі та прийому даних. Більше того, втрата коаксіальних кабелів головним чином не буде мати жодного негативного впливу на вимірювання і, наприклад, на шум-фактори приймача. У цій конфігурації зміни передавальних та приймальних трактів, які враховують усі приймальні та передавальні засоби, можуть визначатися в калібрувальному процесорі.

Через те, що засоби (TX, RX) передачі та прийому даних працюють в даний момент часу тільки в одному радіочастотному діапазоні, то процедура калібрування передавача (TX) сформована так, що калібрувальний процесор контролює передавальні засоби (TX) так, що тільки один передавальний засіб (TX) передає тестові сигнали до калібрувальної антени в даний момент часу для вчасного відокремлення прийнятих сигналів окремих передавальних засобів (TX). Посилаючись на ФІГ. 6, наприклад, різні передавальні засоби (TX) послідовно передають тестові сигнали в часовому інтервалі передачі даних.

В процедурі калібрування приймача (RX) тестові сигнали передаються від калібрувальної антени в певному частотному діапазоні, приймаються одночасно усіма приймальними засобами (RX) і одночасно аналізуються в калібрувальному процесорі. Від одного часового циклу до іншого тестові сигнали передаються в різних частотних діапазонах для калібрування передавальних і/або приймальних трактів для усіх використовуваних носіїв.

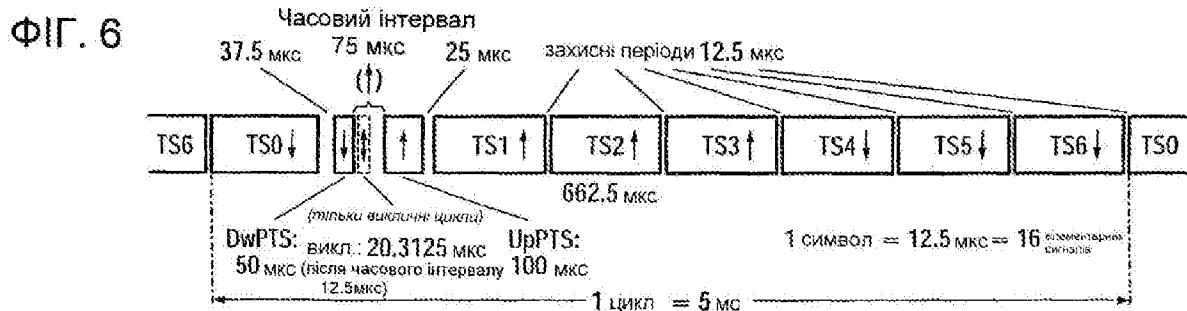
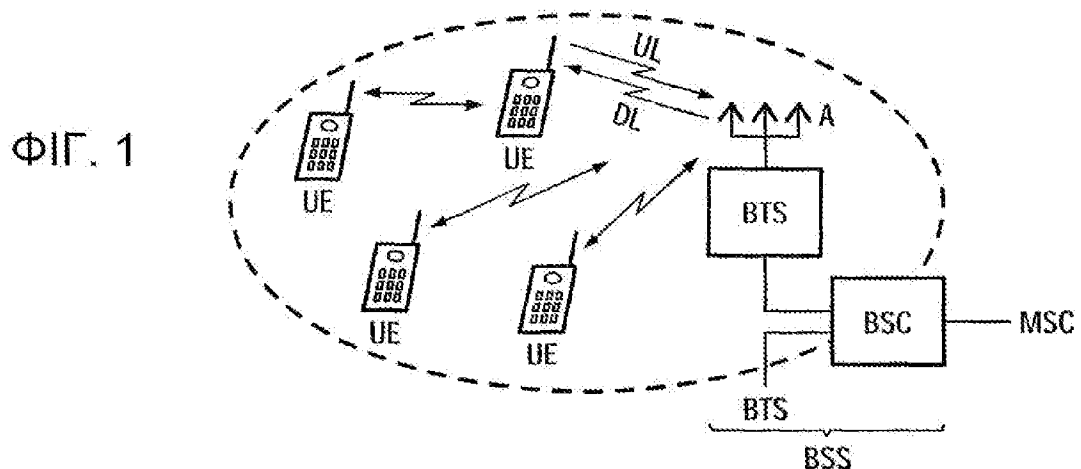
Оскільки, виконання процедур калібрування передавача (TX) та приймача (RX) для принаймні двох частотних діапазонів повинно вимагати використання великої кількості послідовних часових циклів, то ФІГ. 8 розкриває подальше альтернативне виконання винаходу. Замість тільки одного калібрувального процесора та відповідних таблиць перетворень для збереження визначених коефіцієнтів, виконується ряд m блоків обробки сигналу смуги частот модулюючих сигналів і вони під'єднуються до засобів (TX, RX) передачі та прийому даних, наприклад, за допомогою мультіплексора смуги частот модулюючих сигналів. Переважно кількість блоків обробки сигналу смуги частот модулюючих сигналів, які між іншим містять процесор формування діаграми направленості та калібрувальний процесор, а також таблиці перетворень, вибирають відповідно до кількості частотних діапазонів, у яких працюють трансивери з декількома несучими.

Використання принаймні двох блоків обробки сигналу смуги частот модулюючих сигналів дозволяє застосування одночасних калібрувальних процедур по ряду частотних діапазонів. Це могло б здійснюватися у такий спосіб, щоб трансивери (TX, RX) одночасно обробляли m носіїв, а відповідні сигнали смуги частот модулюючих сигналів розподілялися по різним блокам обробки сигналу, кожен з яких працює для конкретного діапазону частот. Потім блоки обробки сигналу здійснюють калібрування для окремих частотних діапазонів відповідних носіїв.

В процедурі калібрування передавача (TX) тестові сигнали в різних частотних діапазонах послідовно передаються рядом або усіма трансиверами, наприклад, в залежності від кількості блоків обробки сигналу смуги частот модулюючих сигналів. Ці тестові сигнали приймаються калібрувальною антеною та приймальним трактом одного з трансиверів і розподіляються по окремим блокам обробки для різних частотних діапазонів. Від однієї процедури калібрування до іншої окремі трансивери використовують різні частоти для передачі тестового сигналу так, що характеристики кожного передавального тракту можуть аналізуватися для кожного частотного діапазону у відносно короткий час.

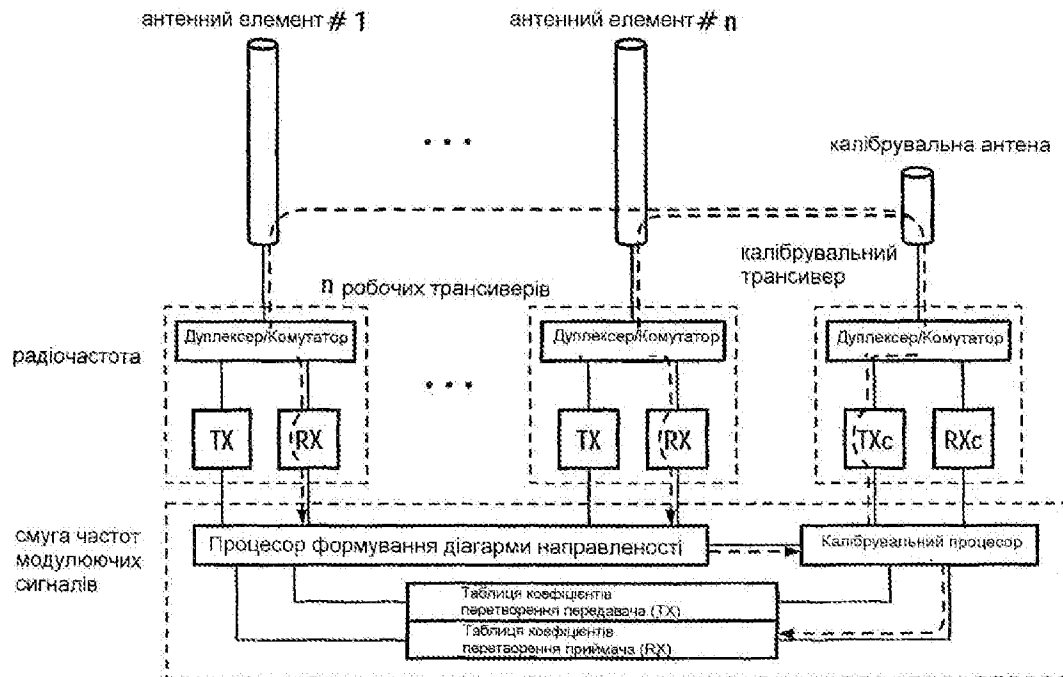
В процедурі калібрування приймача (RX) тестові сигнали передаються за допомогою калібрувальної антени і приймаються окремими приймальними трактами трансиверів. Для кожного частотного діапазону або носія, використовуваного для передачі тестових сигналів, один з калібрувальних процесорів визначає окремі зміни характеристик приймальних трактів.

Згідно з іншим альтернативним виконанням схеми винаходу, зображеної на ФІГ. 9, блоки обробки сигналу смуги частот модулюючих сигналів підключені до n віддалених трансиверів за допомогою оптичної лінії зв'язку. Ця схема оптичної лінії зв'язку могла б рівноцінно використовуватися замість коаксіальних кабелів, описаних з посиланням на ФІГ. 7. У випадку з ФІГ. 9 мультиплексор смуги частот модулюючих сигналів, описаний з посиланням на ФІГ. 8, ділять на мультиплексор трансивера смуги частот модулюючих сигналів, розташований поблизу вишкових трансиверів, та на антенні елементи, і на мультиплексор каналу смуги частот модулюючих сигналів, розташований поблизу блоків обробки сигналу смуги частот модулюючих сигналів, переважно в базовій станції. Таким чином, оптична лінія зв'язку формується оптичними трансиверами, підключеними до мультиплексорів та до одного або принаймні двох оптичних кабелів. Перевагою використання оптичних ліній зв'язку замість коаксіальних кабелів є, наприклад, те, що потрібно встановлювати меншу кількість кабелів для здійснення зв'язку між базовою станцією та віддаленими вишковими трансиверами і антенними елементами, і те, що відбуваються менші втрати, що вносяться.



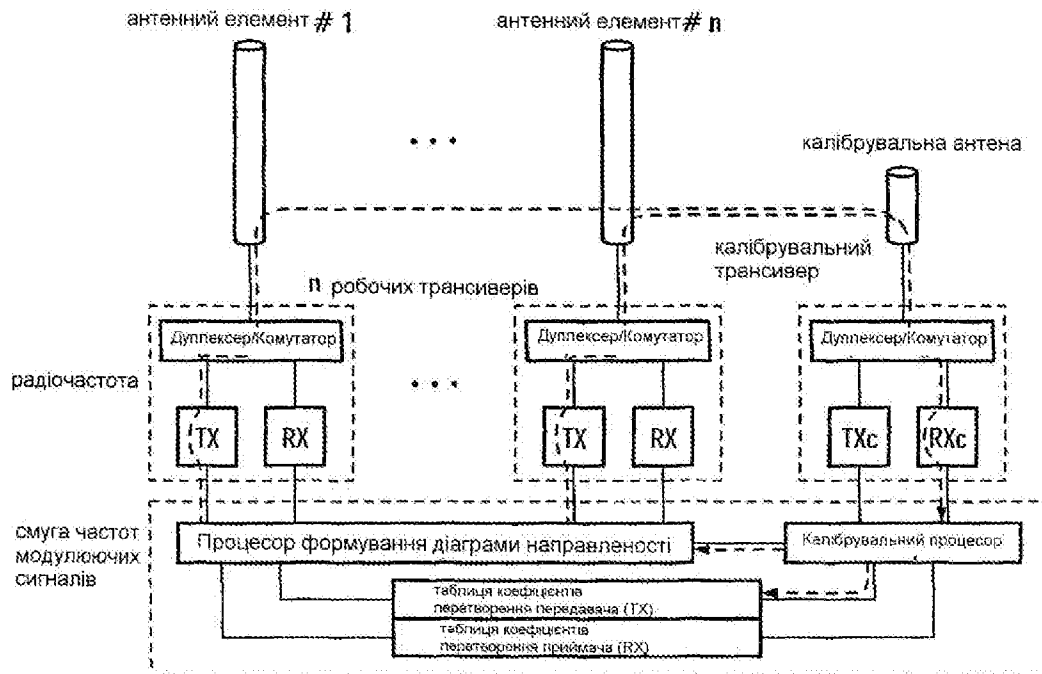
ФІГ. 2

(попередній рівень техніки)

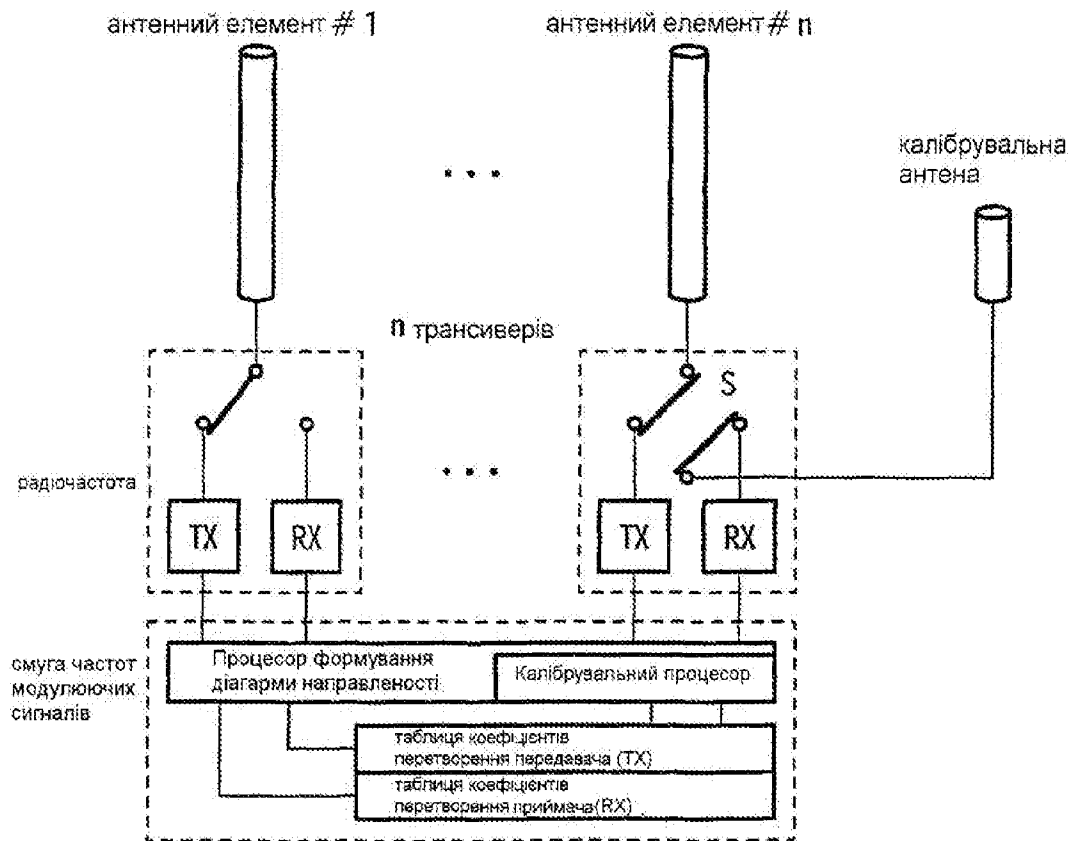


ФІГ. 3

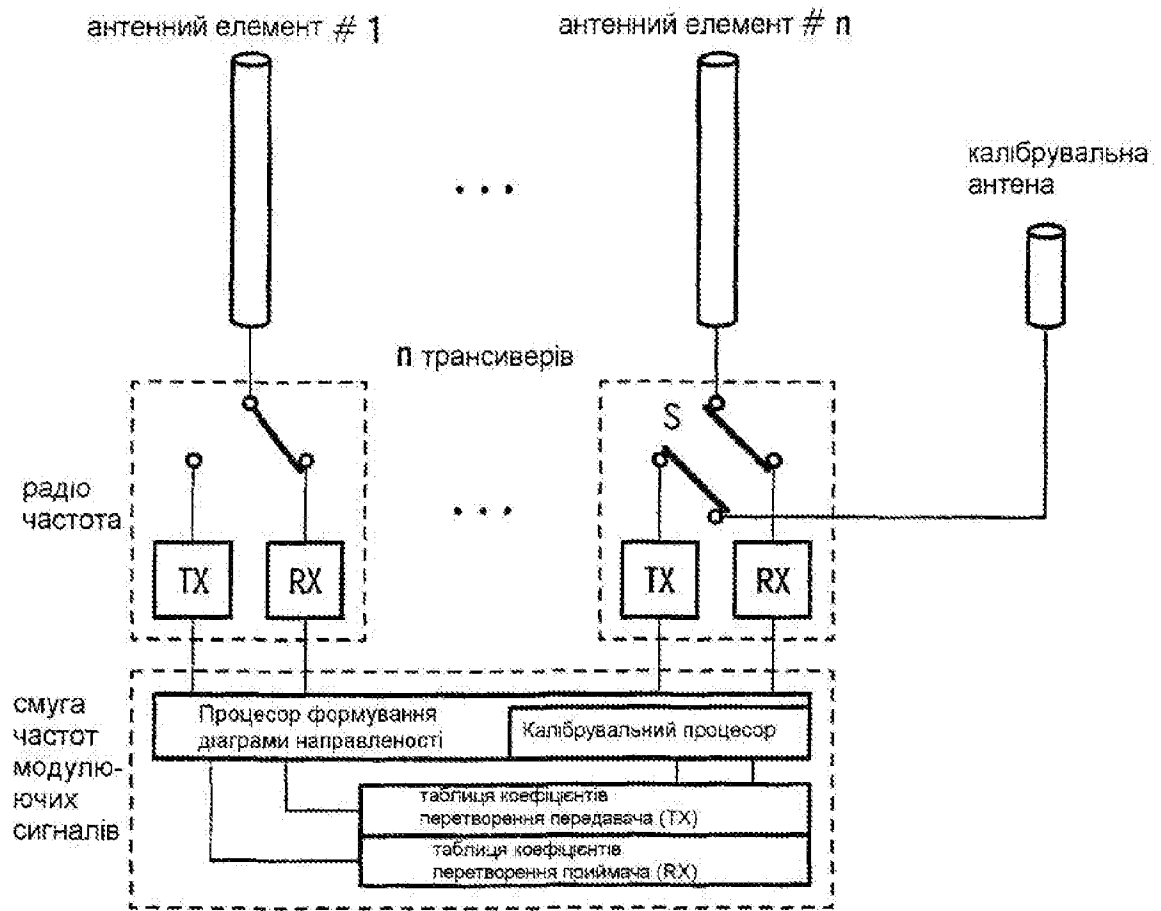
(попередній рівень техніки)



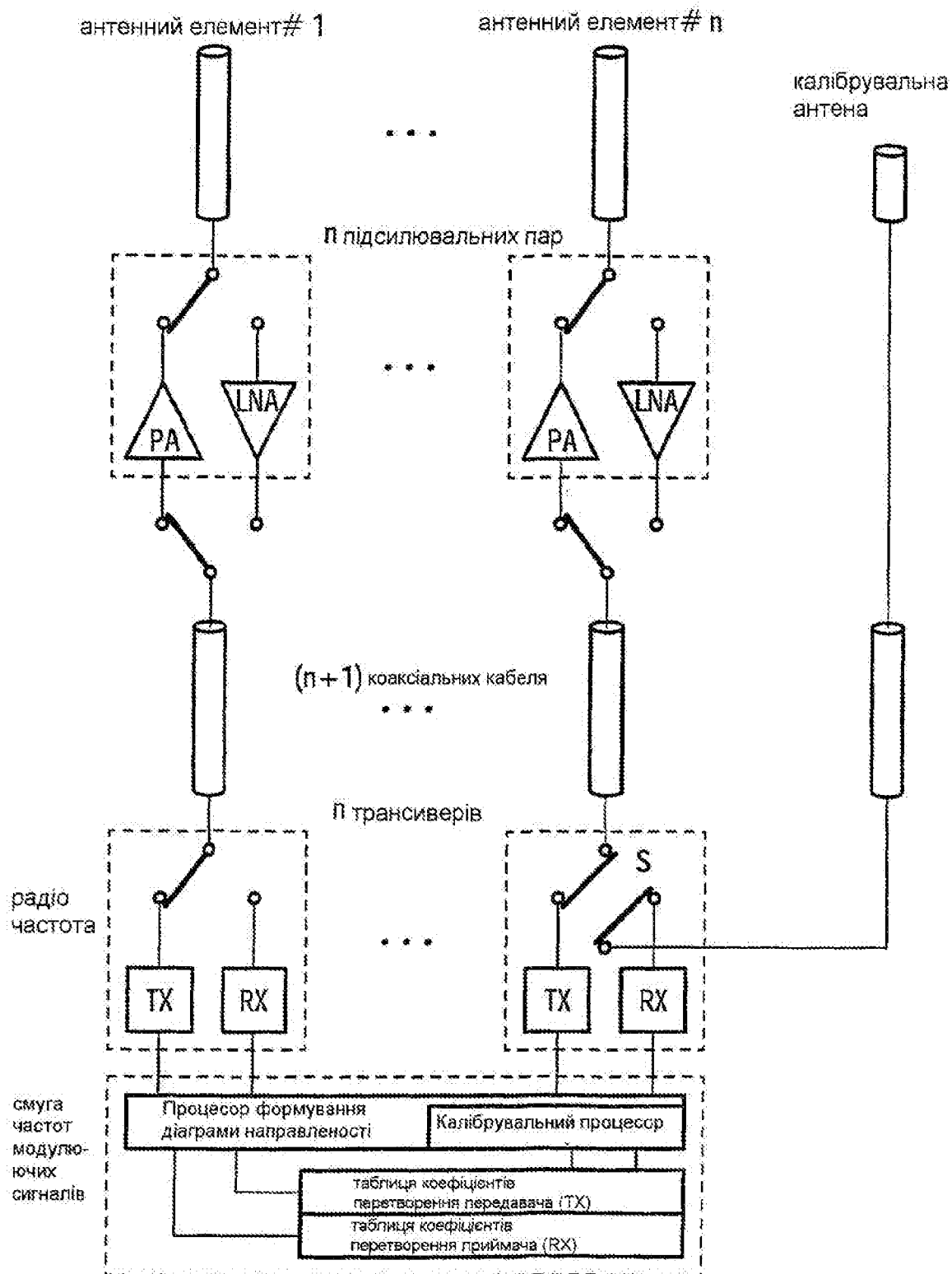
ФІГ. 4



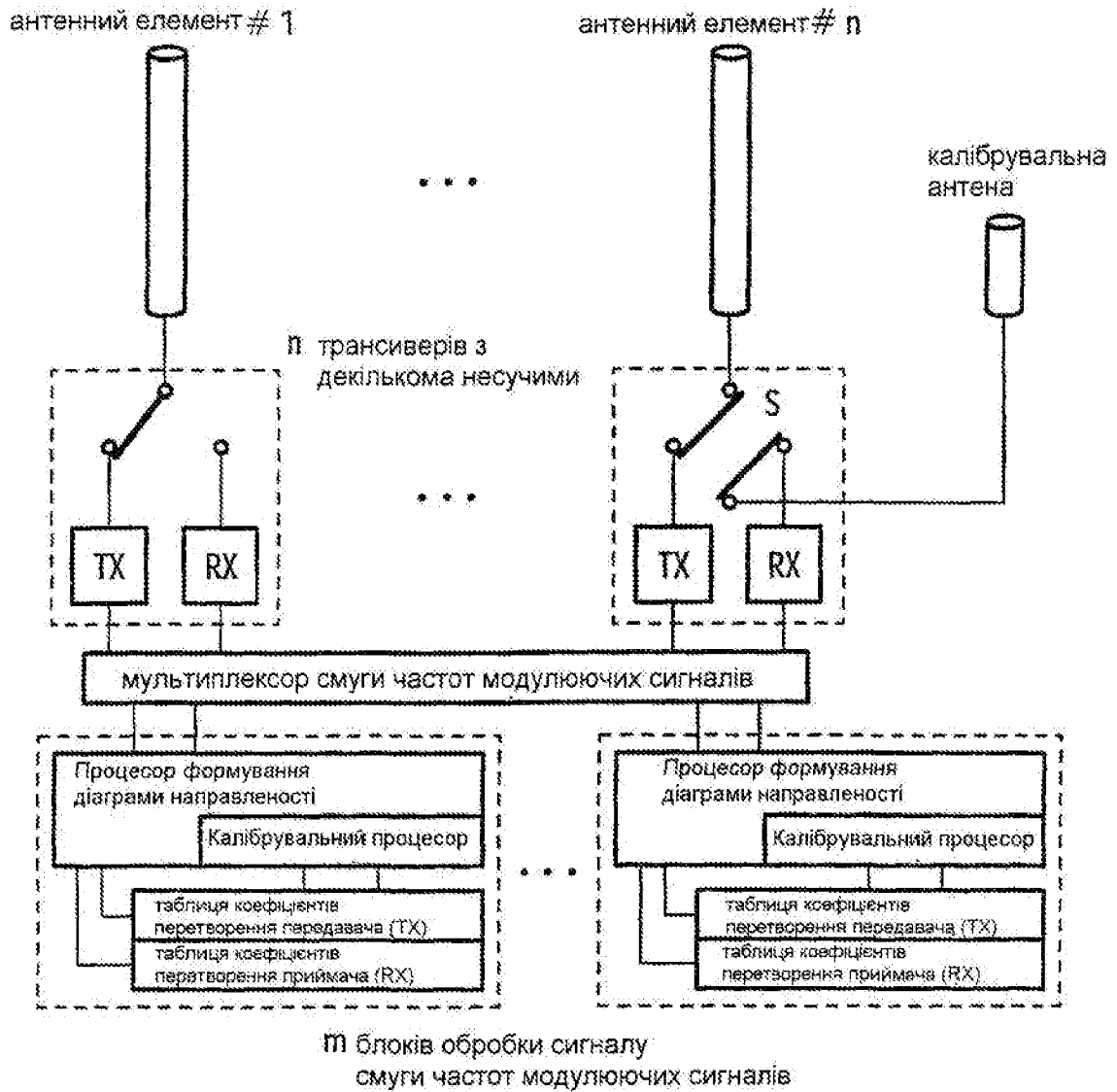
ФІГ. 5



ФІГ. 7



ФІГ. 8



ФІГ. 9

