

ПРОБЛЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДІВ ДЛЯ МЕРЕЖ 5G МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

Свіржевська А. І.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: angelina.svirzhevskaya@gmail.com

Problems of designing devices for 5g millimeter networks

Designing devices for 5G millimeter networks requires a compromise between a number of parameters and characteristics.

Область міліметрових хвиль добре зарекомендувала себе в «розумних» автомобільних системах, а можливість забезпечити робочу смугу від 30 до 300 ГГц є дуже перспективним напрямком, особливо в порівнянні з мережами LTE. Проте побудова мереж 5G, що використовують всі переваги міліметрового діапазону, вимагає збільшення рівнів потужності переданих сигналів, а це значить, що ключову роль у розвитку нових систем буде грати доступність відповідних підсилювачів потужності (ПП).

Сучасні мережі орієнтовані на передачу великих обсягів даних, що, відповідно, вимагає великої швидкості передачі даних та пропускної здатності мереж. Поява і розвиток Інтернету речей (IoT) також веде до створення пристроїв з низьким енергоспоживанням, оскільки велика їх частина постійно знаходиться у включеному стані з безперервним бездротовим підключенням до інтернету. Це відрізняє пристрої IoT від смартфонів, які можуть перебувати в режимі очікування без постійного споживання ресурсів мережі. За різними оцінками, кількість пристроїв IoT, які повинні будуть знаходитися в підключеному до мережі стані, може досягати декількох трильйонів вже через кілька років - при цьому не враховується зростання кількості смартфонів, що працюють в тих же мережах. У зв'язку з цим необхідність в мережах з високою пропускною спроможністю стає нагальною проблемою.

Пропускна здатність мережі залежить від ряду факторів, що включають доступну смугу, кількість каналів зв'язку, кількість сот і відношення сигнал / шум. Збільшення робочої смуги за рахунок переходу в міліметрову область спектра дозволить підвищити пропускну здатність, однак при цьому

розробники сподіваються уникнути серйозного збільшення енергоспоживання, що є важливою вимогою до проектування ПП для 5G не тільки на високих, але і на відносно низьких частотах.

Як правило, ПП описується рядом характеристик, серед яких - коефіцієнт підсилення, стабільність підсилення, рівень вихідної потужності, лінійність, ККД, вхідний і вихідний коефіцієнти стоячої хвилі по напрузі (КСХН) і коефіцієнт шуму. Робоча смуга конкретного ПП визначається здатністю підсилювача зберігати значення цих параметрів в необхідному діапазоні.

Проектування підсилювача для мереж 5G міліметрового діапазону вимагає досягнення компромісу між рядом параметрів і характеристик, а особливо лінійності і ККД. Висока лінійність більшості ПП досягається при роботі на рівнях потужності вхідного сигналу нижче максимального - таким чином ПП не переходить в режим компресії. З іншого боку, ККД підсилювачів максимальний при роботі саме в режимі компресії, а саме в точці, де режим роботи ПП вважається насиченим і його вихідна потужність максимальна, оскільки подальше збільшення вхідного сигналу не приведе до істотного збільшення вихідної потужності. Високий ККД необхідний для мінімізації споживання електроенергії базової станції або мікростільника. Аналогічно підсилювачі в мобільних пристроях, що працюють від батарей, повинні працювати в лінійному режимі без шкоди значенням ККД по доданій потужності.

Для забезпечення високої лінійності ПП при збереженні достатнього ККД часто використовуються методи цифрової корекції передспотворень. Оскільки підсилювач володіє найбільшим ККД в області точки насичення, цифрова корекція дозволяє змінювати форму модульованих сигналів таким чином, щоб він працював з високим ККД, але без спотворень або підвищеної нелінійності.

Залежно від технології активного пристрою типовою є задача вибору конструкції підсилювача, кількості каскадів і т.д. Кінцевий результат буде визначатися набором вимог до підсилювача: частотний діапазон, коефіцієнт посилення, вихідна потужність, лінійність і ККД.

Отримання оптимальних характеристик залежить від якості рішення задачі узгодження вхідного і вихідного імпедансу транзистора до

характеристичного імпедансу системи. Як правило, з цією метою проводять виміри S-параметрів пристрою на векторному аналізаторі для отримання малосигнальних характеристик на вході, а також load-pull-вимірювання за допомогою відповідного тюнера для нелінійного узгодження вихідного імпедансу на основі даних, отриманих в режимі великого сигналу. Оптимальний імпеданс джерела дозволяє зменшити коефіцієнт шуму ПП, в той час як узгодження навантаження необхідно для отримання необхідних параметрів вихідної потужності, ККД і лінійності.

Залежно від конкретного застосування (стаціонарного або портативного) підсилювач для мереж 5G повинен відповідати різним вимогам до частотного діапазону, рівня потужності, ККД і лінійності. Стандартні лінійні симуляції дозволяють оцінити коефіцієнт підсилення, поворотні втрати та інші параметри в залежності від частоти.

Незважаючи на те, що міліметровий діапазон частот може забезпечити дуже широкі робочі смуги для пристроїв мереж 5-го покоління і інших застосувань, включаючи автомобільні радары і системи безпеки, підсилювачі потужності для цих областей, ймовірно, будуть обмежені в робочій смузі. Багато організацій, які планують введення мереж 5G, пропонують використання вузьких каналів передачі даних навколо центральних частот 24, 28 або 60 ГГц. Крім цього, проектування узгоджувальних схем у вузькій смузі значно простіше, ніж в широкій, особливо в тому випадку, якщо мова йде про пристрої, що працюють в міліметровому діапазоні хвиль.

Література

1. <https://digital.gov.ru/uploaded/files/proekt-kontseptsii-sozdaniya-i-razvitiya-setej-5g-imt-2020-v-rossijskoj-federatsii.pdf>.
2. <https://www.analog.com/ru/landing-pages/001/national-instruments.html#>.
3. https://niir.ru/wp-content/uploads/2018/12/ES-12_butenko.pdf.