

УДК 629.396

РОЗРОБКА ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ТА ПРИЙМАЛЬНОГО ТРАКТІВ РАДІОРЕЛЕЙНОЇ СИСТЕМИ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДІАПАЗОНУ

Ільченко М.Ю., Наритник Т. М., Радзіховський В.М.,
Кузьмін С.Є., Лутчак О.В.

НДІ телекомунікацій НТУУ «КПІ»
e-mail:director@mitris.com

Анотація – Наведені результати досліджень приймального та передавального трактів цифрової телекомунікаційної системи з гігабітною пропускнуою здатністю в діапазоні частот 130-134ГГц, створених на основі розроблених вузлів (гетеродина, побудованого на базі ланцюга у складі задаючого високостабільного генератора з помножувальними та підсилювальними каскадами, частотних перетворювачів, підсилювача проміжної частоти, смуго-проникного фільтра, конічної рупорної антени).

DEVELOPMENT OF THE TRANSMITTING AND RECEIVING CHANNELS RELAY SYSTEMS TERAHERTZ RANGE

Ichenko M.Ye., Narytnik T/N., Radzikhovsky V.N.,
Kuzmin S.Ye., Lutchak A.V.

SRI of telecommunications NTUU “KPI”
e-mail:director@mitris.com

Abstract - the results of investigations of receiving and transmitting channels of the digital telecommunications system with Gigabit bandwidth in the frequency range 130-GHz created on the basis of the developed sites (to, built on the basis of a circuit composed of a highly stable oscillator with panagoulia and amplification cascades, frequency converters, intermediate frequency amplifier, Smuga-pass filter, conical ruporno antenna).

І ВСТУП

Однією із перспективних сфер застосування терагерцових технологій є системи зв'язку і телекомунікацій [4, 9]. Зокрема передбачається створення принципово нових за габаритами, заводо захищеності та енергоефективності пристроїв суб- та терагерцового діапазону для високошвидкісної передачі відеосигналів, для радіорелейних систем прямої видимості, для транспортних мереж мобільного зв'язку п'ятого покоління (5G), для сенсорних мереж та високоточних радарів. Такі розробки ведуться в США під егідою DARPA, в Англії, Німеччині, Росії, Китаї для застосування у військових і цивільних цілях. Тому тема розробки передавального та приймального трактів радіорелейної системи терагерцового діапазону є надзвичайно важливою.

ПОСНОВНА ЧАСТИНА

Передавальний та приймальний тракти складають аналогову (лінійну) частину радіорелейної системи. Ці тракти побудовані за гетеродинною схемою в терагерцовому діапазоні частот в межах 130...134 ГГц, діапазон проміжних

частот складає 2...4 ГГц. В роботі на основі проведеного комп'ютерного та фізичного моделювання проведена розробка та експериментальне дослідження основних функціональних вузлів приймального та передавального трактів: частотні перетворювачі сигналу, високочастотні підсилювачі, гетеродин на основі використання високостабільного задаючого кварцового генератора з подальшим ланцюгом помножувальних і підсилювальних каскадів, підсилювач проміжної частоти, високочастотний смугопропускаючий фільтр конічна рупорна антена.

Одержано наступні результати: Вимірне значення втрат перетворення частотних перетворювачів сигналу складає - 11 дБ, що відповідає кращим досягненням зарубіжних аналогів; підсилювач на монолітній ріп мікросхемі забезпечував в частотному діапазоні 87...100 ГГц підсилення сигналу на 27дБ з коефіцієнтом шуму 5,5 дБ; виміряні значення вихідних потужностей гетеродина (рисунок 1) для трактів прийому і передачі перевищували 15 мВт, що цілком достатньо для нормальної роботи частотних перетворювачів приймального та передавального трактів; фільтр задовольняє вимогам вибіркості, з метою забезпечення достатнього придушення дзеркального каналу та другої гармоніки гетеродина, а його втрати в терагерцовому частотному діапазоні передавача не перевищують 4 дБ; коефіцієнт підсилення антени в діапазоні робочих частот 130 – 134 ГГц не менше 47 дБ.

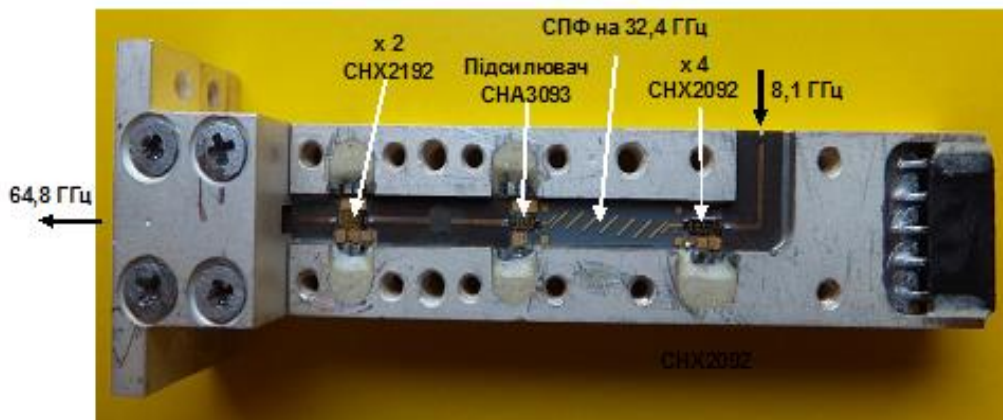


Рисунок 1 - Конструкція високо стабільного гетеродина

На базі розроблених функціональних вузлів були побудовані приймальний та передавальний тракти радіорелейної системи. Приймач та передавач системи мають однакову конструктивну побудову. Модульне виконання окремих вузлів з максимальним використанням монолітних мікросхем забезпечує компактність конструкції, а також зручність її зборки і монтажу. Тракти мають коаксіальні вхід (вихід) з роз'ємами SMA на проміжних частотах, і хвилеводний вхід (вихід) в каналі 1,6 x 0,8 мм на терагерцових частотах. Для забезпечення якісної роботи приймача та передавача було розроблено вторинні джерела живлення, які формують необхідні високостабільні напруги для всіх вузлів трактів.

Проведено експериментальні дослідження коефіцієнту передачі приймально-передавального тракту радіорелейної системи в цілому.

Експериментальні дослідження трактив радіорелейної системи цілому (рисунок 2) показали наступні значення головних характеристик в робочому діапазоні частот:

- шумова температура приймального тракту $T_{ш} = 5000 \text{ К}$;
- вихідна потужність передавального тракту $P_{вих} = 40 \text{ мкВт}$.
- сумарний коефіцієнт передачі не менше 18 дБ.
- нерівномірність коефіцієнта передачі не перевищує 3 дБ.

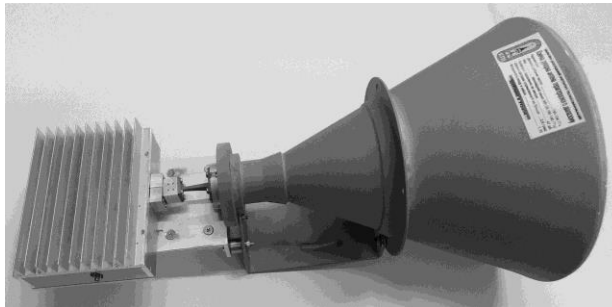


Рисунок 2 - Зовнішній вигляд приймального (передавального) тракту

III ВИСНОВКИ

На основі узагальнення результатів, аналізу наявної радіорелейної елементної бази та теоретичних досліджень і експериментальних робіт проведено проектування основних вузлів і всього приймально-передавального тракту телекомунікаційної системи із гігабітною пропускною здатністю в діапазоні частот 130-134 ГГц, розроблена структурна схема приймально-передавального тракту системи: частотні перетворювачі з субгармонійною накачкою, гетеродин, що використовує високостабільний задаючий кварцовий генератор з подальшим ланцюгом помножувальних і підсилювальних каскадів, смугопропускаючий фільтр з використанням тонкої металевої пластини в Е-площині хвилеводного каналу.

Вперше в практичному плані виготовлено та проведено експериментальні дослідження лабораторного зразка цифрової симплексної радіорелейної системи терагерцового діапазону у складі: приймальний та передавальний радіотракти в діапазоні частот 130-134 ГГц, цифровий модем з пропускною каналною здатністю до 1200 Мбіт/с.

IV Література

1. Transceiver for 130-134 GHz band and digital radiorelay system. M.Ye. Ilchenko, T.N. Narytnik, S.Ye. Kuzmin, A.I. Fisun, O.I. Belous, V.N. Radzikhovsky// Telecommunications and Radio Engineering.- Volume 72.- Number 17.- 2013.-P.1623-1638.
2. Ильченко М.Е., Нарытник Т.Н., Кузьмин С.Е., Радзиховский В.Н. Моделирование функциональных узлов радиорелейной системы терагерцового диапазона// Электронное научное специализированное издание – журнал «Проблемы телекоммуникаций».- №2 (11) .-2013.-с. 95-113.
3. Ильченко М.Е., Кузьмин С.Е., Нарытник Т.Н., Радзиховский В.Н. Приемо-передатчик для цифровой радиорелейной системы терагерцового диапазона// TELECOMMUNICATION SCIENCES Volume 72, Number 18, 2013.-P.1651-1663.

4. *Ильченко М.Е., Нарытник Т.Н., Кузьмин С.Е., Радзиховский В.Н* Моделирование функциональных узлов радиорелейной системы терагерцового диапазона// Электронное научное специализированное издание – журнал «Проблемы телекоммуникаций».- №2 (11) .-2013.-с. 95-113.
5. *Ильченко М.Е., Кузьмин С.Е., Нарытник Т.Н., Радзиховский В.Н.* Приемо-передатчик для цифровой радиорелейной системы терагерцового диапазона //Матеріали 23-ої Міжнародної Кримської конференції (КриМіко-2013) «СВЧ-техніка і телекомунікаційні технології». 2013. т.1,с.318-319.
6. *Нарытник Т.Н., Ильченко М.Е., Радзиховский В.Н* Исследование радиосигнала связи для перспективных телекоммуникационных систем терагерцового диапазона// Матеріали Восьмої Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми телекомунікацій».- К.:НТУУ «КПІ», с.137-140.
7. Приемально-передавальний формувач інформаційного потоку для каналу зв'язку із підвищеною спектральною ефективністю та пропускною здатністю/ Ильченко М.Ю., Нарытник Т.М., Казіміренко В.Я., Войтенко О.Г., Радзіховський В.В., Свириденко В.В. Патент України на корисну модель №849923, Бюл.№.21 з пріоритетом від 11.11.2013р.
8. Канал передачі даних в терагерцовому діапазоні з пропускною здатністю більше 1 Гбіт/с / Ильченко М.Ю., Нарытник Т.М., Казіміренко В.Я., Радзіховський В.В, Кузьмін С.Є./ Патент України на корисну модель №849923, Бюл.№.21 з пріоритетом від 11.11.2013р.