

СХЕМА ЧАСТОТНОГО КАЧАННЯ ПРОМЕНЯ

Шосткинський інститут Сумського Державного Університету

Анотація

Подано схему формування променя у лінійній решітці із частотним качанням променя із керуванням на перетвореній частоті.

Ключові слова: антенні решітки, випромінювання, качання променя, діаграма спрямованості.

Abstract

The scheme of beam formation in a linear lattice with frequency oscillation of a beam with control on the transformed frequency is given.

Keywords: antenna arrays, radiation, beam swing, radiation pattern.

Вступ

В лінійній антенній решітці з послідовним збудженням випромінювачів зміна частоти призводить до зміни фаз збудження випромінювачів, і відповідно, до качання променю. Цей ефекти використовують для електричного качання променя [1-2].

Практичне використання антен з частотним качанням променя в значній мірі ускладнюється внаслідок відносно високих втрат у сповільнюючі структурах, а також складності конструкцій якісних сповільнюючих структур на НВЧ. Ці недоліки особливо різко проявляються за високої кутової частотності чутливості. Тому методи частотного керування діаграмою спрямованості на перетвореній частоті [3-10].

Результати дослідження

На рис. 1 наведена схема, що використовується в приймальних антенах. В ній сигнал гетеродина надходить на лінію затримки у вигляді секцій, що створена таким чином, щоб час затримки між сусідніми виводами був пропорційний періоду решітки [4].

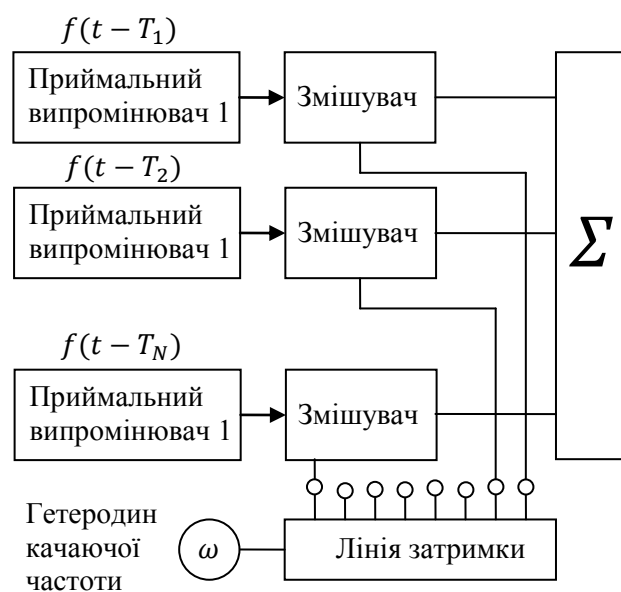


Рис. 1. Схема формування променя

Сигнали з виводів подаються на змішувачі в каналах приймальних випромінювачів, перетворені сигнали додаються та підсилюються. Качання променю здійснюється шляхом зсуву частоти гетеродина.

Прийняті випромінювачами антени сигнали мають вигляд $A_n e^{-j\omega_0(t-T_n)}$, де A_n – амплітуда, ω_0 – носійна частота, T_n – час проходження через тракт, що враховує просторове запізнення; сигнали гетеродина $e^{-j\omega(t-\tau_n)}$, де ω – частота гетеродина, τ_n – час затримки.

Після додавання перетворених сигналів різницевої частоти маємо

$$E = e^{j(\omega_0-\omega)t} \sum_{n=0}^N A_n e^{-j(\omega_0 T_n - \omega \tau_n)} = \\ = e^{-j(\omega_0-\omega)t} e^{-j(\omega_0 T_m - \omega \tau_m)} \sum_{n=0}^N A_n e^{-j[\omega_0(T_n - T_m) - \omega(\tau_n - \tau_m)]},$$

де m – номер випромінювача, що прийняли за відліковий.

Синфазне додавання коливань буде за частоти гетеродина ω , що задовольняє умові

$$\omega_0(T_n - T_m) - \omega(\tau_n - \tau_m) = 2\pi l, \quad n = 0, 1, \dots, N.$$

Оскільки для еквідистантної лінійної решітки з трактами однакової довжини

$$\omega_0(T_n - T_m) = (n - m) \frac{2\pi a}{\lambda_0} \sin\theta,$$

а за умовою

$$\tau_n - \tau_m = \beta \phi(n - m),$$

Де β – коефіцієнт пропорційності.

Для $-l$ -ї просторової гармоніки $l = -(n - m)$ маємо

$$\sin(\beta) = \theta \cdot \frac{\omega}{\omega_0} \beta - \frac{\lambda_0}{a}.$$

Висновки

Таким чином, змінюючи частоту гетеродина, можна забезпечити приймання сигналу з будь-якого напрямку θ у просторі. Але однозначна відповідність ω між та θ буде лише при фіксованій частоті ω_0 . Конструкція сповільнюючої структури лінії затримки в цій схемі може бути значно простіше, ніж звичайно, за рахунок припустимості значних втрат в ній, оскільки рівень сигналу гетеродина значно високий.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Croney J. New techniques in the construction of frequency scanning arrays / J. Croney, D. Foster D. // Microwave Journal.- 1964.- № 5. – pp. 72–74.
2. Shnitkin H. Survey of electronically scanned antennas / H. Shnitkin // Microwave Journal.- 1961.– Vol. 4. – pp. 57–64.
3. Saeidi-Manesh H. Dual-Polarized Perpendicularly Fed Balanced Feed Antenna With High Polarization Purity / H. Saeidi-Manesh, G. Zhang, S. Saeedi // IEEE Antennas and Propagation Letters. – 2020. – Vol. 19, No. 2 – pp. 368–372. DOI: 10.1109/LAWP.2020.2963958.
4. Karimkashi S. Cylindrical polarimetric phased array radar demonstrator: Design and analysis of a frequency scanning antenna array / S. Karimkashi, G. Zhang, R. Kelley, D. Marin // 2013 IEEE International Symposium on Phased Array Systems and Technology. – Waltham, USA 2013.– P. 457–460. DOI: 10.1109/ARRAY.2013.6731874.
5. Пільтяй С.І. Вплив випадкових помилок на діаграму спрямованості нееквідистантних решіток / С.І. Пільтяй, А.В. Булашенко // Матеріали V Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 23 квітня 2020 року. – Суми: Сумський державний університет, 2020. — С. 78–79.
6. Булашенко. А.В. Принципи формування променя інтелектуальних антен / А.В. Булашенко // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2010. – №1. – С. 111-120.

7. Булашенко А.В. Модифікований алгоритм для цифрового формування діаграми спрямованості антенних решіток / А.В. Булашенко// 5-а Міжнародна молодіжна науково-технічна конференція «Сучасні проблеми радіотехніки та телекомунікацій РТ-2009», 20-25 квітня 2009р, Севастополь, Україна. – с. 167.

8. Булашенко А.В. Вибір типу опромінювачів ФАР / А. В. Булашенко // Науково-методична конференція викладачів, співробітників і студентів: тези доповідей, 23 квітня 2009 року / Відп. за вип. Т.М. Гричановська. - Суми : СумДУ, 2009. - Ч.1. - С. 58-60.

9. Sonkki M. Improved planar wideband antenna element and its usage in a mobile MIMO system / M. Sonkki, E. Antonino-Daviu, M. Cabedo-Fabrés, M. Ferrando-Bataller, E. Salonen // IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. – 2012.– Vol. 11. – pp. 826-829. DOI: 10.1109/LAWP.2011.2167589.

10. Булашенко А. В. Багатопробленеві антенні решітки на основі лінз Ротмана / А.В. Булашенко// Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка, Радіоапаратобудування. – 2010– № 42. – С. 178-186. doi: 10.20535/RADAP.2010.42.178-186.

Клімов Едуард Вікторович — студент групи СУ-21ш, Шосткинський інститут Сумського державного університету, Шостка, e-mail: edklimofff@rambler.ru;

Забегалов Ігор Вікторович — викл. кафедри системотехніки та інформаційних технологій, Шосткинський інститут Сумського державного університету, Шостка.

Klimov Eduard V. — Shostka Institute of Sumy State University, Shostka, e-mail: edklimofff@rambler.ru;

Zabegalov Igor V. — lecture of the chair of systems engineering and information technology, Shostka Institute of Sumy State University, Shostka.