

СХЕМОТЕХНІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕНЕРАТОРІВ UWB СИГНАЛІВ ДЛЯ БЕЗПРОВОДОВИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Авдєєнко Г. Л., Бунін С. Г., Наритник Т. М.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського

E-mail: djang02006@ukr.net

Modeling of UWB signal generators for wireless communication systems

Structural and electrical diagrams for UWB generator based on the step recovery diode (SRD) usage are presented. The simulation results of the SRD UWB generator indicate the possibility of receiving at its output an UWB signal with a duration less than 1 ns and an amplitude that does not exceed 0.3...0.45 V. This thesis may be useful for UWB wireless communication system developers.

На даний час на світовому ринку електронних компонентів доступні для продажу інтегральні мікросхеми трансиверів з використанням над широко-смугових (UWB) сигналів DW1000 фірми Decawave стандарту IEEE 802.15.4-2011, що призначені для застосування у пристроях визначення місцеположення та системах передачі інформації [1].

Зазвичай, генератор UWB сигналів є невід'ємною частиною будь-якого сучасного передавально-приймального пристрою безпроводової системи зв'язку, що використовує UWB сигнали. Аналіз літератури [2-12] по генераторам UWB сигналу показує, що його узагальнену структурну схему можна подати у вигляді, що відображений на рис. 1.

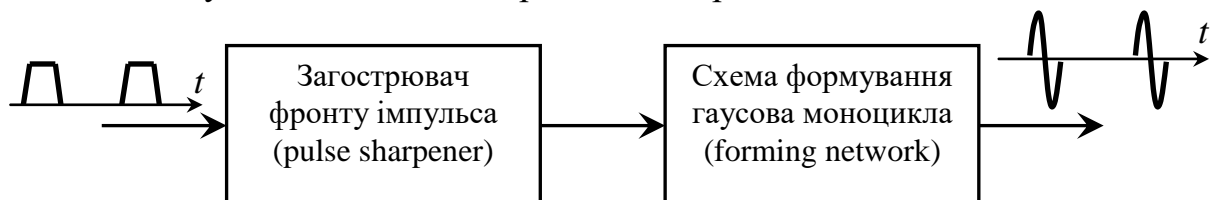


Рис.1. Структурна схема генератора UWB сигналів

В якості загострювача фронтів імпульсу вхідного сигналу генератора як правило використовуються спеціальні напівпровідникові пристрої: лавинний транзистор, біполярний діод, тунельний діод, імпульсний діод з накопиченням заряду (ДНЗ) та польовий транзистор. Лавинний транзистор має перевагу в тому, що дозволяє отримати загострення фронту для імпульсу значної потужності, але має недоліком обмежену частоту повторення імпульсу через значний рівень дисипативних втрат в транзисторі. Тунельні діоди мають найменший час перемикання – декілька пікосекунд, але при дуже малій потужності в декілька мВт. Діод з накопиченням заряду є компромісним варіантом, оскільки він має надмалий час перемикання близько 100 пс при середньому рівні потужності від сотень мВт до десятків Вт з високою частотою повторення імпульсів. Ці властивості роблять актуальним саме їхнє використання в генераторах UWB сигналів.

ДНЗ працює як контрольований перемикач, який дуже швидко може змінювати свій опір з малого на великий. Ця властивість ДНЗ використовується для загострення тривалих фронтів вхідних інформаційних імпульсних сигналів.

Схема формування моноциклу представляє собою диференціюючий ланцюг, який як правило реалізується на базі використання зосереджених елементів (конденсаторів та резисторів) або короткозамкненого відрізка мікросмушкової лінії передачі.

При використанні короткозамкненої мікросмушкової лінії, електрична схема генератора UWB в САПР AWR Microwave Office матиме вигляд, показаний на рис. 2.

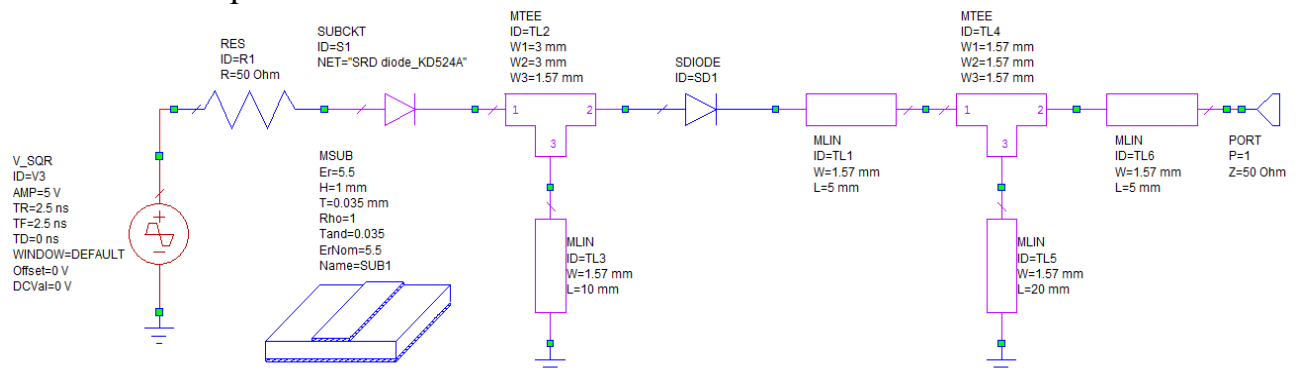


Рис. 2. Електрична схема генератора, що формує моноцикл за допомогою диференціюючого кола у вигляді короткозамкненої мікросмушкової лінії

Вхідним сигналом UWB генератора (рис.2) від джерела V_SQR є періодична послідовність двополярних імпульсів (меандр) з частотою слідування $f = 10$ МГц (періодом $T = 100$ нс), скважністю $\sigma = 2$, тривалістю імпульсу $\tau = 50$ нс, часом нарощування переднього фронту $t_R = 2,5$ нс, часом спадання заднього фронту $t_F = 2,5$ нс, амплітудою $U_m = 5$ В.

На рис. 3 зображено часові форми моноциклу на виході UWB генератору при різних значеннях довжини другої короткозамкненої мікросмушкової лінії при його моделюванні за допомогою САПР AWR Microwave Office. З рис. 3 видно, що тривалість моноциклу не перевищує 1 нс, а амплітуда $U_m \approx 0,3..0,45$ В.

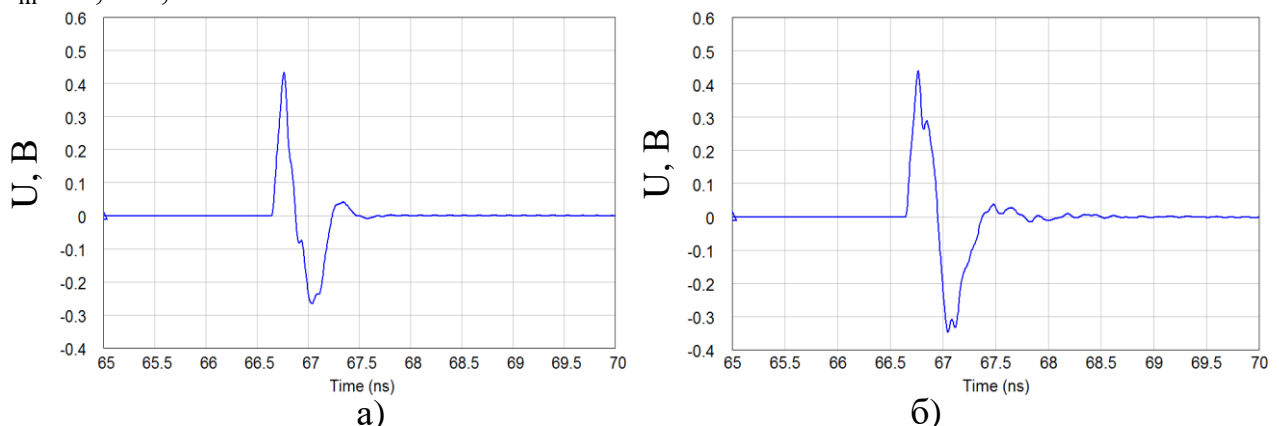


Рис.3. Часові форми моноциклу на виході UWB генератору для різних значень довжини другої короткозамкненої лінії: а) при $L = 10$ мм; б) при $L = 20$ мм.

Формування UWB сигналу у вигляді гаусівського моноциклу як правило обумовлено тим фактом, що спектр такого радіосигналу, що зображений на рис. 4 має малий рівень низькочастотних складових (вони майже відсутні), що в свою чергу дозволяє випромінювати та приймати такий сигнал малогабаритною широкопasmовою антеною, забезпечуючи малий рівень його спотворення в приймачі UWB сигналів.

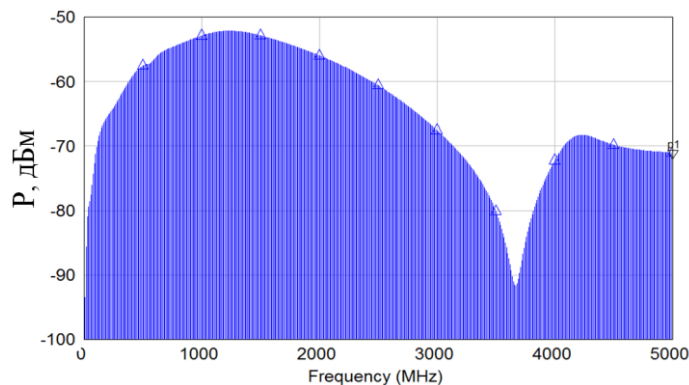


Рис. 4. Спектр моноциклу на виході генератору при довжині короткозамкненої лінії $L = 20$ мм

Література

1. ScenSor DW1000 Unrivalled Indoor Precision Location and Communication for Numerous Markets [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.decawave.com/products/dw1000> – Назва з екрана.
2. Pavel Protiva, Jan Mrkvica, Jan Macháč «Universal Generator of Ultra-Wideband Pulses», Radioengineering, Vol. 17, №.4, December 2008, p.74-78.
3. Sertac Yilmaz, Ibrahim Tekin “Ultra-Wideband N-bit Digitally Tunable Pulse Generator”, IEEE International Conference on Ultra-Wideband, 5-8 Sept, 2005. Zurich, Switzerland, p.438-442.
4. Bo Qin, Xin Wang, Haolu Xie, Lin Lin, He Tang, Albert Wang, Hongyi Chen, Bin Zhao, Liwu Yang, Yumei Zhou, "1.8 pJ/Pulse Programmable Gaussian Pulse Generator for Full-Band Noncarrier Impulse-UWB Transceivers in 90-nm CMOS", *Industrial Electronics IEEE Transactions on*, vol. 57, pp. 1555-1562, 2010, ISSN 0278-0046.
5. C. Zhang and A. E. Fathy, “Reconfigurable Pico-Pulse Generator for UWB Applications” in IEEE MTT-S Int. Microw. Symp. (IMS), San Francisco, CA, Jun. 2006, pp. 407 – 410.
6. Erika Pittella “UWB Radar System for Breath Activity Monitoring”, Dottorato di Ricerca in Ingegneria Elettronica XXIII Ciclo, Department of Information Engineering, Electronics and Telecommunications, SAPIENZA, University of Rome, December, 2010
7. Y.W. Yeap, “Ultra Wideband Signal Generation”, Microwave Journal, September 2006.
8. Дьяконов В. П. Сверхскоростная твердотельная электроника. Т. 1: Приборы общего назначения – М.: ДМК Пресс, 2013. – 600 с.
9. Гордеев Б.Н., Зивенко А.В., Наконечный А.Г. Формирование зондирующих импульсов для полиметрических измерительных систем // Автоматика. Автоматизация. Электротехнічні комплекси та системи, 2010, №1(25), стр. 69-72
10. Hewlett-Packard Application Note AN918: Pulse and Waveform Generation with Step Recovery Diodes. Hewlett-Packard, 1984.
11. Jianming Zhou, Qiuyuan Lu, Fan Liu, Yinqiao Li «A Novel Picosecond Pulse Generation Circuit Based on SRD and NLTL», PLOS ONE, February 2016, p.1-10.
12. Han, J., Nguyen, C. A new ultra-wideband, ultra-short monocycle pulse generator with reduced ringing. *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, 2002, vol. 12, no. 6, p. 206 - 208.