

дових елементів дерев'яних будинків за допомогою впровадження у виробництво автоматичних ліній; обґрунтування системи параметрів якості дерев'яних будинків і методів їх оцінки; створення систем автоматизованого проектування елементів різних типів дерев'яних конструкцій з подальшим їхнім розрахунком.

Література

1. **Сорока Л.Я.** Структура і аналіз технологічних процесів виготовлення елементів та дерев'яних будинків / Л.Я. Сорока, І.В. Полоз // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. збірник. – Львів : УкрДЛТУ. – 2004. – № 29. – С. 172-176.
2. **Пушовський А.** Деревянное домостроение : материалы, технологии, конструкционные решения / А. Пушовський // Снабженец : еженедельник. – 2004. – № 3(404). – С. 117-121.
3. **Самойлов В.С.** Деревянные дома / В.С. Самойлов. – М. : ООО "Адалант", 2004. – С. 224.
4. **Юхани К.** Деревянный дом. Каркасные работы от фундамента до крыши / К. Юхани. – М. : Изд-во "Алфамер Паблишинг", 2004. – С. 195.

Сорока Л.Я., Сорока Н.Л. Конструктивные особенности деревянных домов и технологий их изготовления

Дана характеристика основным методам изготовления деревянных домов. Проведен анализ технологий изготовления, а также конструктивных особенностей стен деревянных домов. Установлено, что дома, изготовленные из сруба, преобладают по долговечности как брусевые, так и каркасные дома, но большие трудозатраты, значительная усадка в процессе эксплуатации, а также, с экологической точки зрения, большая затрата древесины, дает основания утверждать о целесообразности изготовления домов каркасной конструкции или из склеенного бруса.

Soroka L.Ya., Soroka N.L. The analysis of design features of wooden houses and technologies of their manufacturing

The characteristic to the basic methods of manufacturing of wooden houses is given. The analysis of manufacturing techniques, and also designs features of walls of wooden houses is made. It is set that houses, made from a frame, prevail both squared beam and framework houses after longevity, but large work, considerable lowering in the process of exploitation, and also, from the ecological point of view, heavy toll of wood, grounds to assert about expedience of making of houses of framework construction or from glued the squared beam.

УДК 681.322

*Доц. П.В. Тимошук, д-р техн. наук –
НУ "Львівська політехніка";*

ст. викл. Т.Б. Хім'як – Львівський ДУНТіУ ім. В. Чорновола

ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ЧАСТОТИ ГАРМОНІЧНИХ СИГНАЛІВ

Розглянуто деякі сучасні методи перетворення частоти гармонічних сигналів. Описано принципи проектування і функціонування перетворювачів частоти гармонічних сигналів. Сформульовано переваги і обмеження наявних підходів до розв'язання зазначених задач, а також відкриті питання у цій галузі. Встановлено, що амплітуда вихідних сигналів подільників не залежить від частоти, перетворення сигналів здійснюється лінійно, без спотворення амплітуди для довільних скінченних значень вхідних сигналів, тобто схеми не породжують гармонік.

Ключові слова: помножувач частоти, подільник, гармонічний сигнал, синхронізація, мультиплексор, мікшер.

Вступ. Подільники частоти гармонічних сигналів використовуються для точного формування, перетворення і вимірювання параметрів сигналів низької частоти, як основи для електронних пристроїв і систем. Зокрема, подільники частоти можна застосовувати для побудови різноманітних електронних елементів синхронізації в системах зв'язку. Подільники частоти гармонічних сигналів часто використовують для побудови елементів синхронізації в системах, призначених для передачі та прийому сигналів із фазовою модуляцією.

Огляд існуючих подільників частоти гармонічних сигналів. У [1] розроблено регенеративний (відновлювальний) подільник частоти, принцип роботи якого можна пояснити на основі функціональної схеми (рис. 1). Для реалізації поділу частоти F на n схема повинна містити помножувач частоти з кратністю $n-1$, змішувач і підсилювач, який компенсує втрати під час перетворення сигналу в мультиплексорі та змішувачі. Якщо в колі зворотнього зв'язку на виході підсилювача є сигнал із частотою коливань F , то після перетворення сигнал матиме частоту коливань $(n-1) \cdot F$. Вихідний сигнал зі змішувача і сигнал із коефіцієнтом $(n-1)$ будуть утворювати вихідний сигнал F_{in}/n .

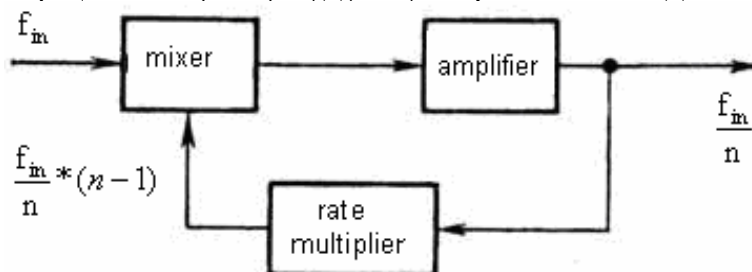


Рис. 1. Функціональна схема регенеративного подільника частоти

У [2] описано динамічний подільник частоти, розроблений з використанням біполярної технології на основі SiGe з номінальною напругою живлення 3,8 В (рис. 2). Подільник використовує регенеративний метод ділення частоти [3]. Схема пристрою (без вхідного і вихідного каскаду) побудована на основі двох послідовних емітерних повторювачів ввімкнених у протилежних напрямках. Такий подільник частоти застосовують в обмеженому діапазоні частот 50-100 ГГц [4].

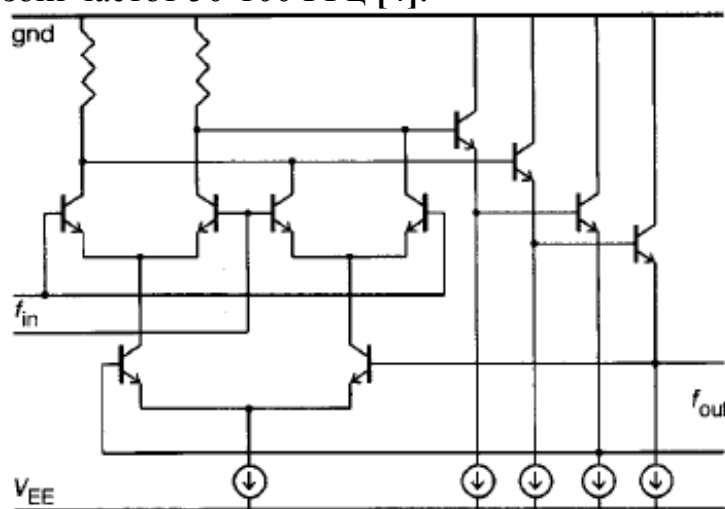


Рис. 2. Принципова схема аналогового динамічного подільника частоти гармонічних сигналів

Інший вид аналогового помножувача/подільника гармонічних сигналів розроблено на основі підсилювача на одному кристалі [5] (рис. 3 а, б). Особливості цієї схеми полягають в тому, що такий перетворювач може виконувати як множення, так і ділення частоти гармонічних сигналів у широкому діапазоні частот, без зміни форми сигналу.

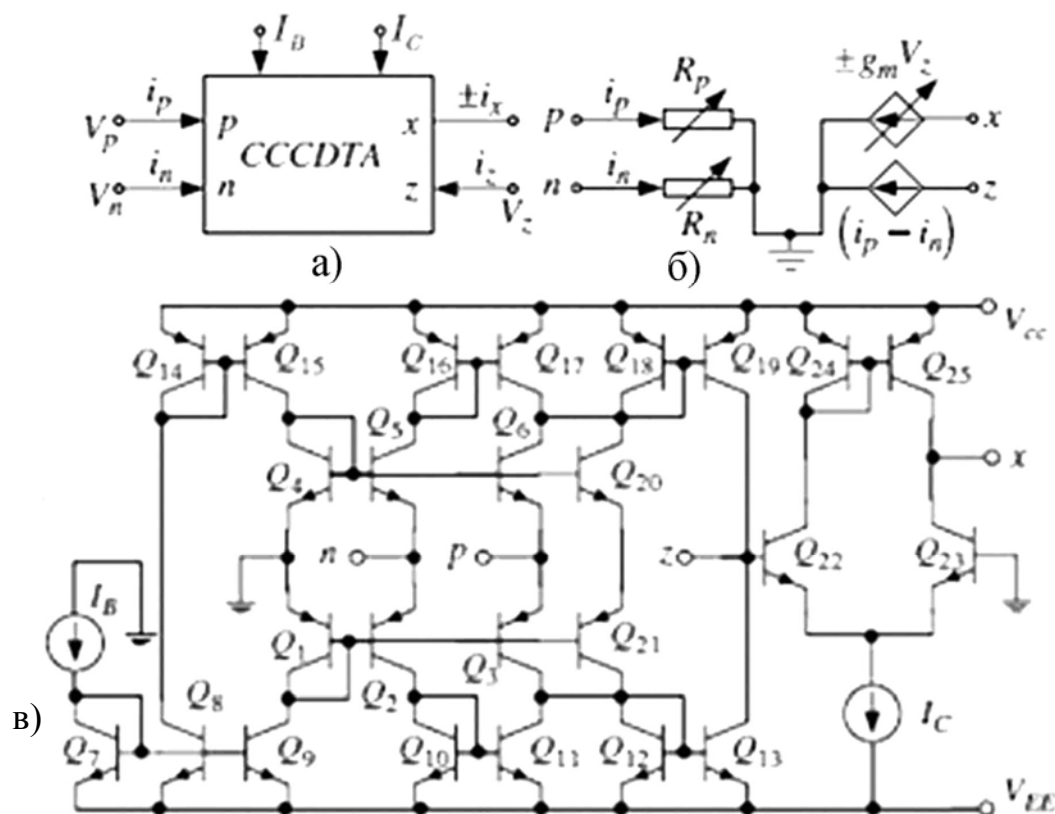


Рис. 3. Аналоговий перетворювач гармонічних сигналів:

а – умовне позначення, б – еквівалентна схема, в – принципова схема

Принципову схему пристрою зображено на рис. 3, в. Результати моделювання свідчать про те, що під час живлення $\pm 1,5$ В загальне спотворення гармонік становить близько 0,1 %, за 3 дБ досягається смуга пропускання більш ніж 26,94 МГц, максимальний діапазон вхідних сигналів становить близько 100 мА, при цьому вихідний струм сигнал малочутливий до змін температури. Такі пристрої також можуть виконувати вимірювання і модуляцію гармонічних сигналів, які використовувалися б у бездротових системах зв'язку.

Запропоновано схеми подільників частоти гармонічних сигналів на два [6-8], розроблені на основі диференціаторів, інтеграторів, суматорів, помножувачів, функціональних перетворювачів, керованих перемикачів та ланок затримки (рис. 4, 5). На рис. 4 показано структурно-функціональну схему подільника частоти дискретизованих гармонічних сигналів на два, яка сконструйована на базі цифрових інтеграторів (ЦІ), суматорів, перемножувачів, блоків видобування квадратного кореня, керованих перемикачів та ланок затримки.

На рис. 5 зображено аналоговий подільник частоти на два, який містить послідовно з'єднані односмуговий амплітудний модулятор, підсилювач та суматор, генератор високої частоти, амплітудний обмежувач, помножувач та фільтр нижніх частот. Для зменшення нелінійних спотворень до пристрою введено амплітудний детектор, диференціювальне коло та тригер.

Таким чином, подільники частоти гармонічних сигналів можна реалізувати в різній елементній базі, залежності від діапазону зміни амплітуди і частоти сигналу, від технічних вимог та інших критеріїв.

Описані схеми подільників частоти із цілим та дробовим коефіцієнтами ділення, на відміну від наявних аналогів, призначені для функціонування у широких межах зміни амплітуд та частот входніх сигналів без зміни параметрів подільників, мають вищу точність і не потребують фільтрування вихідних сигналів [9]. Амплітуда вихідних сигналів таких схем не залежить від частоти, перетворення коливань виконується лінійно, без спотворення амплітуди. Підхід дав змогу отримати нерекурсивні схеми пристроїв, а отже, позбутись зворотних зв'язків і перейти до нерегенеративних схем.

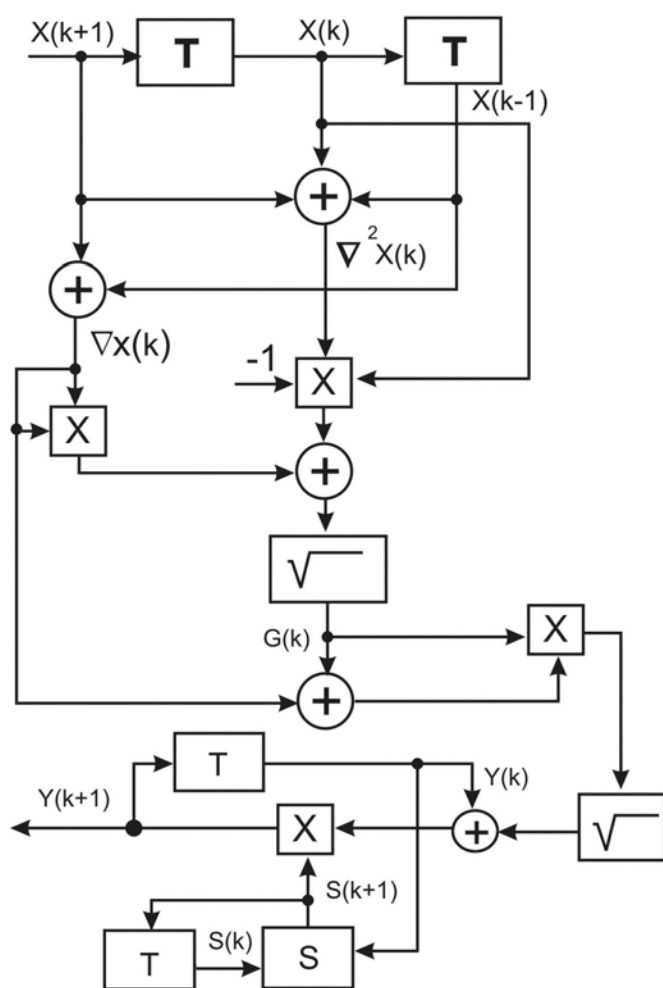


Рис. 4. Структурно-функціональна схема подільника частоти дискретизованих гармонічних сигналів на два

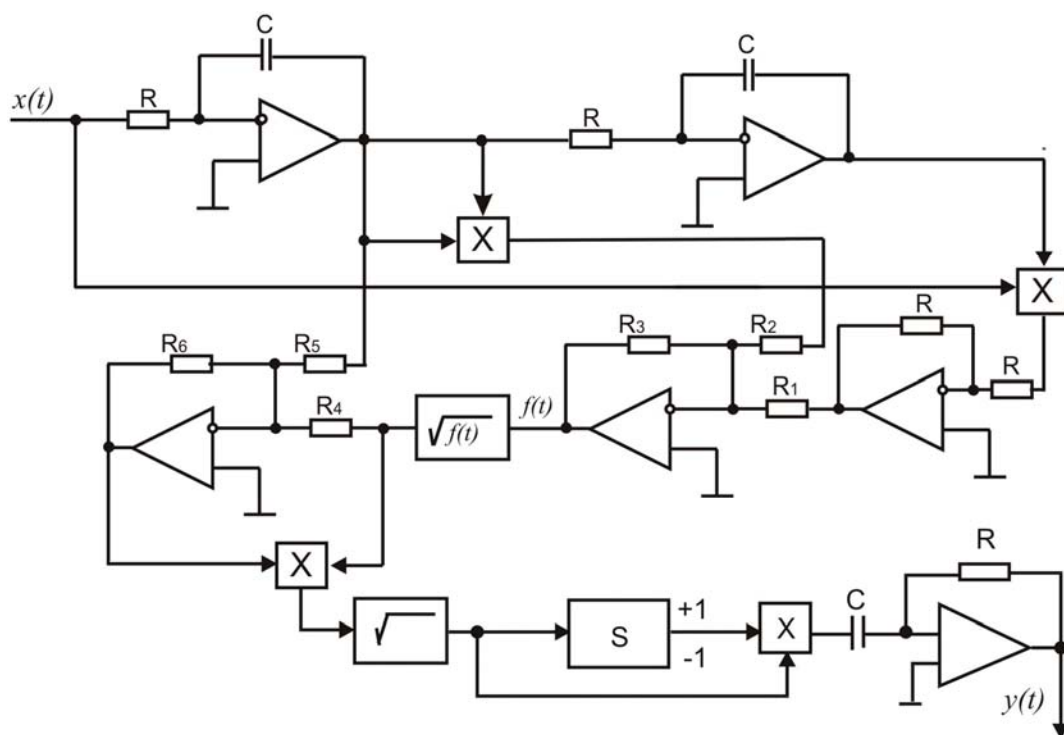


Рис. 5. Структурно-функціональна схема аналогового подільника частоти на два гармонійних сигналів

Висновок. У роботі розглянуто наявні перетворювачі частоти гармонічних сигналів, реалізовані за різними принципами. Наведено їхні переваги й обмеження. Схеми характеризуються високою точністю і не потребують фільтрування вихідних сигналів [8]. Амплітуда вихідних сигналів подільників не залежить від частоти, перетворення сигналів здійснюється лінійно, без спотворення амплітуди для довільних скінченних значень вхідних сигналів, тобто схеми не породжують гармонік. Будучи реалізовані на інтегральних мікросхемах, такі подільники можуть функціонувати у широкій смузі частот за незначного енергоспоживання [10]. Серед обмежень треба виділити малу чутливість, складність реалізації, обмежений робочий діапазон частот, залежність від температури навколишнього середовища, невисоку точність, залежність фазового зсуву між вхідними та вихідними сигналами від частоти, необхідність додаткового фільтрування вихідних сигналів, спотворення вихідних сигналів у процесі перетворення.

Актуальним залишається розв'язання задачі розширення перелічених вище обмежень і застосування розроблених перетворювачів частоти в різноманітних галузях науки і техніки.

Література

1. **Enrico Rubiola.** Phase Noise in the Regenerative Frequency Dividers / Enrico Rubiola, Marcel Olivier and Jacques Gros Lambert // IEEE Transactions on instrumentataion and measurement. – Vol. 41, № 3, June 1992.
2. **Rylyakov, A.** 100 GHz dynamic frequency divider in SiGe bipolar technology / A. Rylyakov, L. Klapproth, B. Jagannathan and G., Freeman // ELECTRONICS LETTERS. 23rd January 2003. – Vol. 39 No. 2
3. **Knap, P.H.** A 79 GHz dynamic frequency divider in SiGe bipolar technology / Knap, P. H., Meister, T.F., Wurzer, M., Zoschg, D., Aufinger, K., and Twitlinger, L. // Dig. Tech. Pap.-IEEE Int. Solid-State Circuits Con\$, 2000. – PP. 208-209.
4. **Jagannathan, B.** Self-aligned site NF / Jagannathan, B., Hater, M., Pagette, F., Rieh, J.-S., Angell, D., Chen, H., Florkey, J., Golan, F., Greenberg, D.R., Groves, R., Jeng, S., Johnson, J., Mengistu, E., Schonenbrg, K., Schnabel // Transistors with 285 GHz f_{sub} AX / and 207 GHz f_{sub} T / in a manufacturable technology', ZEEE Electronic Device Lett., 2002, 23. – PP. 258-260
5. **Montree Siripruchyanuna.** A current-mode analog multiplier/divider based on CCCDTA / Siripruchyanuna Montree, Jaiklab Winai // aDepartment of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's Institute of Technology, North Bangkok 10800, Thailand Received 22 January 2007; accepted 14 March, 2007
6. **Tymoshchuk P.V.** Analog structure-functional schemes of wide-range frequency dividers of harmonic signals / P.V. Tymoshchuk, V.I. Karkul'ovsky and S.I. Bobalo // In Proc. X Int. Conf. "The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics". – Polyana-Svalyava, Ukraine, February 24-28, 2009. – PP. 165-167.
7. **Tymoshchuk P.V.** Structure-functional schemes of wide-range frequency dividers of sampled harmonic signals" / P.V. Tymoshchuk, V.I. Karkul'ovsky and S.I. Bobalo // In Proc. Vth Int. Conf. "Perspective technologies and methods in MEMS design". – Lviv-Polyana, Ukraine, April, 22-24, 2009. – PP. 79-81.
8. **Тимошук П.В.** Синтез подільника частоти на два / П.В. Тимошук // Радіоелектроніка і телекомунікації. – 2000. – № 399. – С. 97-100. (Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка").
9. **Букашкин С.А.** Численные методы оптимального синтеза линейных и нелинейных рекурсивных электронных схем : дисс.... д-ра техн. наук: спец. 05.09.05. – Рига, 1989. – 516 с.
10. **Радиоприемные устройства** / под ред. А.П. Жуковского. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1989. – 344 с.

Тимошук П.В., Химьяк Т.Б. Преобразователи частоты гармонических сигналов

Рассмотрены некоторые современные методы превращения частоты гармонических сигналов. Описаны принципы проектирования и функционирования преобра-

зователей частоты гармонических сигналов. Сформулированы преимущества и ограничения имеющихся подходов к решению отмеченных задач, а также открыты вопросы в этой отрасли. Установлено, что амплитуда исходных сигналов поделщиков не зависит от частоты, превращение сигналов осуществляется линейно, без искажения амплитуды для произвольных конечных значений входных сигналов, то есть схемы не порождают гармоники.

Ключевые слова: умножитель частоты, поделщик, гармонический сигнал, синхронизация, мультиплексор, микшер.

Tymoshchuk P.V., Khimyak T.B. Frequency transformers of harmonic signals

Briefly explain some modern methods of transformation frequency harmonic signals. We describe the design principles and operation of frequency converters harmonic signals. Formulated the advantages and limitations of existing approaches to solving these problems and open questions in this area. It is set that amplitude of initial signals of dividers does not depend on frequency, transformation of signals is carried out arcwise, without distortion of amplitude for the arbitrary eventual values of entrance signals, that charts do not generate accordions.

Keywords: frequency multiplier, divider, harmonic signal; synchronization; multiplexer; mixer.

