

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ СИНТЕЗАТОРІВ З ФАПЧ У NI MULTISIM

Синтезатори побудовані на основі системи фазового автопідстроювання частоти знайшли широке застосування у багатьох галузях науки та техніки. Це мобільний і проводований зв'язок, телекомунікаційні системи, вимірювальні прилади і багатого іншого. Тому часто виникають задачі оптимізувати роботу таких пристроїв, або обрати інтегральну схему з потрібними параметрами. Сформувати параметри та вимоги до синтезатора дозволяє комп'ютерне моделювання.

Для аналізу роботи синтезаторів можна використовувати велику кількість програм. Але якщо це такі програми як System Vue або Advanced Design System від компанії Agilent, то для їх використання треба пройти непростий шлях навчання роботи з ними.

Математичні програми, наприклад Matlab, теж потребують високої кваліфікації від користувача. У той же час інженери, що займаються розробкою електронних пристроїв, найчастіше використовують спрощені симулятори у своїй практиці. Найбільш зручний для користувачів інтерфейс програми Ni Multisim дозволяє швидко освоїти роботу з цією програмою. Однак потрібно враховувати деякі особливості моделювання при використанні цієї чи аналогічних їй програм.

Для аналізу роботи синтезаторів на основі системи фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ) у NI Multisim є всі необхідні компоненти. На рис. 1 наведена спрощена функціональна схема синтезатора на основі ФАПЧ [1].

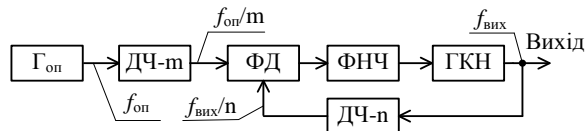


Рис. 1. Спрощена функціональна схема синтезатора частоти з ФАПЧ

Частота сигналу на виході синтезатора розраховується за формулою $f_{\text{вих}} = f_{\text{оп}} n / m$, де n та m коефіцієнти ділення частоти дільників ДЧ- n та ДЧ- m , відповідно.

Для побудови дільників частоти, фазового детектора (ФД), генератора опорної частоти ($\Gamma_{\text{оп}}$) та ФНЧ у NI Multisim представлена велика кількість моделей як реальних, так і віртуальних компонентів і труднощів при моделюванні цих вузлів легко уникнути. А от для використання генератора, керованого напругою (ГКН), на частотах більших ніж 10 кГц потрібно змінювати стандартні (за замовчуванням) налаштування параметрів моделювання.

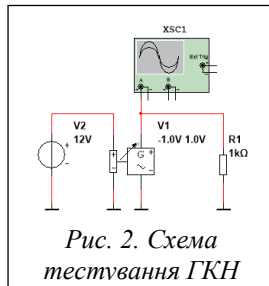


Рис. 2. Схема тестування ГКН

У якості ГКН потрібно використовувати контрольоване напругою джерело гармонічного сигналу VOLTAGE_CONTROLLED_SINE_WAVE. На рис. 2 наведена схема для тестування цього джерела. Якщо двічі клацнути мишею по значку V1, то відкриється вікно налаштування параметрів ГКН [2], де задається мінімальна і максимальна напруги управління (на схемі формується джерелом постійної напруги V2) і відповідні їм частоти сигналу на виході V1, а також значення амплітуди вихідного сигналу (по замовчуванню ± 1 В).

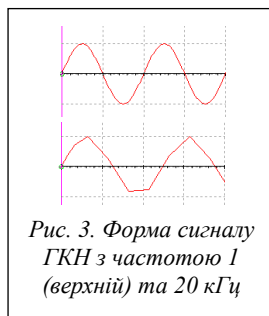


Рис. 3. Форма сигналу ГКН з частотою 1 (верхній) та 20 кГц

Якщо задати максимальну частоту на виході ГКН рівною 1 кГц, то форма сигналу (рис. 3) точно відтворює синусоїду. При ГКН 20 кГц отримуємо сигнал зі значними спотвореннями форми (нижня осцилограма на рис. 3).

Для відтворення форми сигналу без спотворень бажано, щоб частота відліків, з яких формується сигнал, була більше частоти сигналу принаймні у 100 разів.

Перевіримо це для сигналу ГКН. Якщо потрібно сформувати сигнал на виході ГКН з частотою 10 МГц, то частота відліків повинна дорівнювати 1 ГГц, тобто період слідування відліків повинен дорівнювати 10^{-9} с. У програмі NI Multisim треба вибрати у пункт меню Simulate/Interactive Simulation Settings і встановити крок аналізу у часі (Initial time step) рівним 1e-009. Тестування показало, що такий підхід дозволяє формувати синусоїдальний сигнал без спотворень на будь-якій частоті в діапазоні частот до 100 ГГц.

- Кузменков А. С. Обзорный анализ современных архитектур синтезаторов частот с ФАПЧ / А. С. Кузменков // Радиотехника и телекоммуникации. – 2013. – № 3. – С. 121–133.
- Макаренко В.В. Моделирование радиоэлектронных устройств с помощью программы NIMultisim // Электронный журнал "Радиоэжегодник" – Выпуск: апрель, 2013 (23), с.141-267 – <http://www.rlocman.ru>.