

УДК 621.385.69

НВЧ – синтезатор частоти з опорним генератором довільної форми сигналу

Леонюк П.В., Грамарчук Ю. О., к.т.н., доц. Кобак М. М.

Для генерації надвисоких частот зазвичай застосовується спосіб, побудований на принципі поєднання схеми синтезатора частоти з генератором, що керується напругою та кварцевий задавальний генератор. Для цього винайдено безліч схем поєднання цих структурних компонент, проте для стабілізації надвисоких частот застосовуються діелектричні високодобротні резонатори [1].

Розвиток прийнятно – перетворювальних систем призводить до пошуку рішень до НВЧ-пристроїв, що мають малі розміри, високу продуктивність та забезпечення енергоефективності. Застосування традиційних схем опорного генератора, таких як поверхнево – акустичні хвилі або кварцовий задавальний елемент не забезпечує вимог до стабільності, а також завдає проблем при переналаштуванні частот, що призводить до обмеження застосування радіопристроїв, як наприклад обмеження багатоканальності.

Пристрої на основі генерації сигналів довільної форми застосовуються для пошуку рішень широкого спектру задач. Такі

генератори є досить стабільні та здатні швидко виконувати переналаштування частот. Для НВЧ-синтезаторів, що вимагають

майже негайного перемикавання сигналів, такий генератор є досить доступним та оптимальним.

Опорний генератор сигналів довільної форми має ряд переваг:

Створює стабільні сигнали стандартних функцій, у т. ч. синусоїди і меандри – яким притаманні висока точність та швидке переналаштування по частоті.

Це дозволяє забезпечувати покращене керування фазовими, частотними та амплітудними характеристиками вихідного сигналу. Розглядається концепція пристрою, що має у своєму складі джерело опорних коливань, що видає довільну форму сигналу. Такий вид джерела опорних коливань дозволяє формувати високостабільний вихідний сигнал та забезпечувати оперативне переналаштування частот.

В реєстрі пам'яті опорного генератора зберігається декілька стандартних сигналів. Зазвичай, найбільше застосування мають синусоїдальні сигнали та меандри.

Комірки пам'яті, в яких зберігаються форми сигналів, є доступні для перепрограмування.

Архітектура НВЧ – синтезатора прямого цифрового циклу забезпечує високу швидкість переналаштування

частоти, що впливає на спрощення задавання частотних та фазових змін, що в свою чергу підходить для частотного калібрування приймально – перетворювальних модулів.

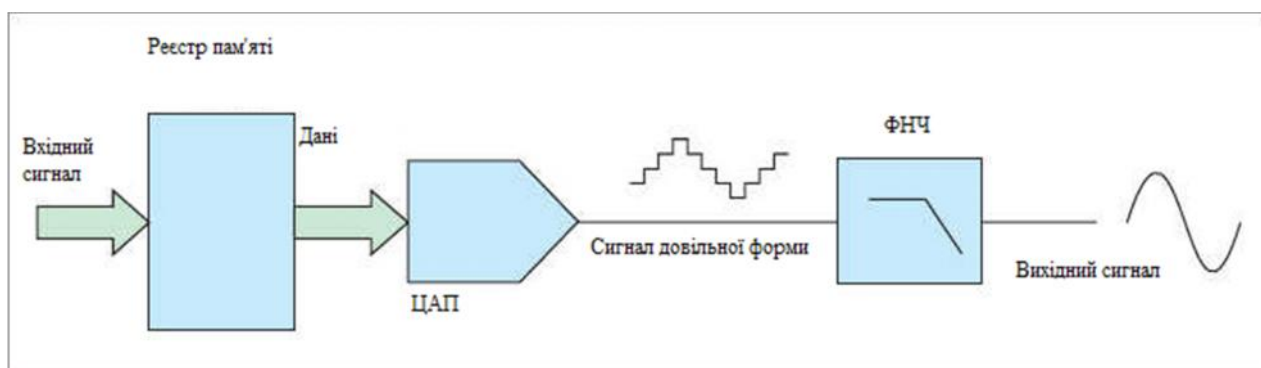


Рис. 1. Формування опорного сигналу

Принцип роботи такого пристрою засновано на принципі прямого цифрового синтезування коливань, іншими словами DDS (direct digital synthesis). Принцип полягає у тому, що цифрові дані, які представляють цифровий еквівалент сигналу необхідної форми, послідовно зчитується з пам'яті сигналу і поступають на вхід цифро-аналогового перетворювача (ЦАП). Такий перетворювач тактується з частотою дискретизації генератора і видає послідовність ступенів напруги, що апроксимує необхідну форму сигналу. Ступенева напруга потім згладжується фільтром нижніх частот (ФНЧ), в результаті чого відновлюється остаточна форма сигналу[2].

Загальні принципи, що лежать в основі побудови перетворювачів частоти на основі синтезатора, є:

- схеми засновані на використанні одного високостабільного опорного коливання з деякою частотою f_0 , джерелом якого зазвичай є опорний кварцовий генератор або генератор об'ємно – акустичних хвиль;
- синтез частот здійснюється широким використанням подільників, помножувачів та перетворювачів, що забезпечують використання одного опорного коливання для формування сітки частот;
- декадне встановлення частоти збудника сигналів.
- По методу формування вихідних коливань синтезатори підрозділяються на дві групи: виконані за методом прямого (пасивного) синтезу і виконані

за методом непрямого (активного) синтезу.

До першої групи належать синтезатори, в яких вихідні коливання формуються шляхом ділення та множення частоти опорного генератора з подальшим складанням і відніманням частот, отриманих в результаті ділення та множення.

До другої групи належать синтезатори, що формують вихідні коливання в діапазоні автогенератора гармонійних коливань з параметричною стабілізацією частоти, нестабільність якого усувається системою автоматичного підстроювання частоти (АПЧ) за еталонними (високостабільними) частотами[3].

Синтезатори обох груп можуть бути виконані з використанням аналогової або цифрової компонентної бази.

Високостабільний кварцовий генератор сигналів довільної форми ОГ формує коливання з частотою f_0 , які надходять на дільники та помножувачі частоти ДЧ і ПЧ. Дільники частоти знижують частоту ОГ f_0 в ціле число разів (d), а помножувачі частоти збільшують її в ціле число разів (k). Частоти, отримані в результаті ділення та множення частоти опорного генератора (f_0), використовуються для формування опорних частот у спеціальних пристроях, які називають датчиками опорних частот (ДОЧ).

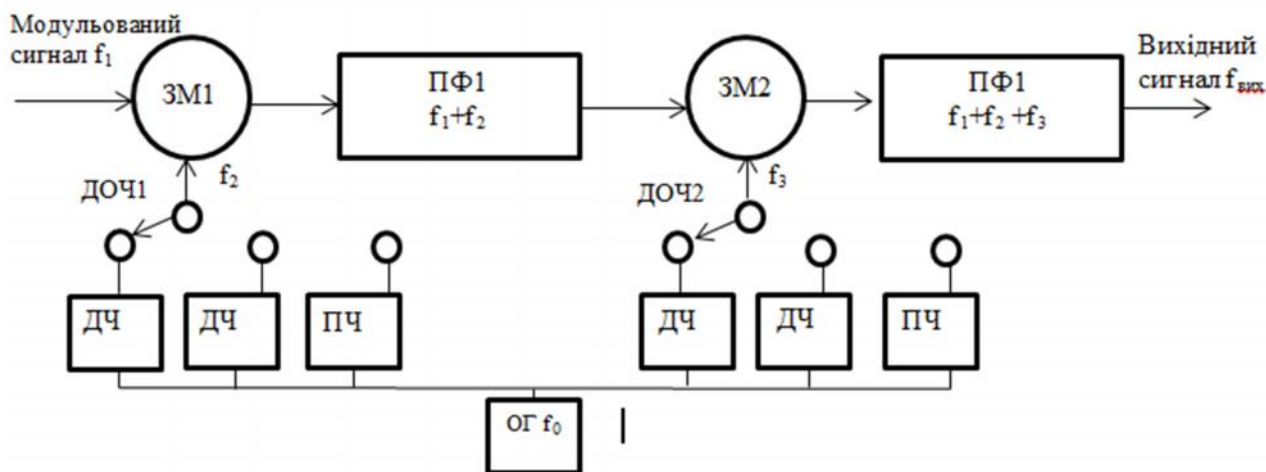


Рис. 2. Датчики опорних частот

Загальна кількість ДОЧ у синтезаторі частот СЧ залежить від діапазону формованих синтезатором частот і інтервалу між сусідніми частотами: чим ширше діапазон

частот СЧ і менше інтервал, тим більша кількість ДОЧ потрібно.

При декадній установці частоти кожен ДОЧ формує десять опорних частот з певним інтервалом між сусідніми частотами. Загальна

кількість необхідних датчиків визначається кількістю цифр (розрядів) в записі максимальної частоти синтезатора [4]. Наприклад, максимальна частота синтезатора, що формує сітку частот з інтервалом $\Delta f = 1$ кГц, 5 МГц = 5000 кГц, тобто містить чотири розряду. Тому синтезатор повинен мати чотири датчика опорних частот:

ДОЧ I, формує десять частот з інтервалом $\Delta f_1 = 1$ кГц,

ДОЧ II - 10 частот з інтервалом $\Delta f_2 = 10\Delta f_1 = 10$ кГц,

ДОЧ III - 10 частот з інтервалом $\Delta f_3 = 10\Delta f_2 = 100$ кГц,

ДОЧ IV формує частоти з інтервалом $\Delta f_4 = 10\Delta f_3 = 1000$ кГц = 1 МГц.

Кількість опорних частот з інтервалом 1 МГц в даному прикладі тільки п'ять. Опорні частоти, сформовані у датчиках, подаються на змішувачі. Смугові перемикаючі фільтри, ввімкнені на виході змішувачів, виділяють в даному прикладі сумарну частоту: на виході першого $f_1 + f_2$, на виході другого $f_1 + f_2 + f_3$, на вихід третього $f_1 + f_2 + f_3 + f_4$. Частота на виході збудника при декадній установці визначається положеннями перемикачів кожної декади.

Висновки

Відносна нестабільність частоти на виході синтезатора дорівнює нестабільності опорного генератора. Недоліком такого типу синтезаторів є

наявність на його виході великого числа комбінаційних частот, що пояснюється широким використанням змішувачів, проте цей недолік компенсується більш стабільним опорним сигналом, що у поєднанні з пристроями частотного перетворення дають можливість їх використання у системах, які потребують швидкого і точного перемикання каналів.

Література

1. Диэлектрические резонаторы/ М.Е. Ильченко, В.Ф. Взятыхшев, Л.Г. Гассанов и др.; Под ред. М.Е. Ильченко. – М.: Радио и связь, 1989. – 328 с.
2. Твердотільні нвч генератори малої потужності, 2012 р.мальцев В. А., Мякинков В. Ю., Рудый Ю. Б., Горюнов И. В., Гусев А. П. Лебедев В. Н., Тыртышников А. В. Чугуй А. П. ФГУП «НПП «ИСТОК» 191120
3. Монолитный генераторы свч-диапазона, электроника: наука, технология, бизнес, А. Галдецкий, 4/2005
4. Soluch W. Scattering matrix approach to one-port SAW resonators // IEEE Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control Society. – 2000. – Vol. 47, no. 6. – P. 1615-1618.