

УДК 631.371

## ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИНТЕЗАТОРІВ ЧАСТОТИ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ РЕФЛЕКТОМЕТРІЇ

Борохов І.В., к.т.н.

e-mail: [Vogdan110378@rambler.ru](mailto:Vogdan110378@rambler.ru)*Таврійський державний агротехнологічний університет*

**Постановка проблеми.** При прагненні поліпшити показники з тих чи інших експлуатаційно-технічних характеристик системи синтезу частот (ССЧ), як правило, виникають протиріччя. Так, наприклад, щоб зменшити час установлення частоти вихідних коливальних систем, може виявитися необхідним примиритися з деяким підвищенням рівня побічних спектральних складових; розширення перекриваємого діапазону може змусити збільшити крок сітки частот. Пошуки рішень, що дозволяють отримати високі показники тому чи іншому комплексу основних експлуатаційно-технічних характеристик, вимагають створення численних типів ССЧ.

**Постановка завдання.** Обґрунтування методу синтезу частот для подальшого створення збудника рефлектиметричної системи для дистанційного вимірювання діелектричних параметрів біоб'єктів.

**Основні матеріали дослідження.** Проаналізувавши існуючі способи синтезу частот, було виявлено ряд переваг та недоліків за різними показниками, що представлено нижче.

Синтез методом гармонік може бути виконаний з використанням пасивного або активного фільтра, за рахунок неперебудови якого можна отримати високі добротності. За рахунок цього забезпечується низький рівень фазових шумів у вихідному каскаді. Але при цьому частота вихідного сигналу відхиляється далеко від відповідної частоти.

У приладах з прямим методом синтезу частот використовується стабільний генератор з кількома каскадами гармонійних множувачів і змішувачів, що забезпечує широкий вибір частот на виході. Великого поширення набули декадні синтезатори, в яких сітка частот визначається співвідношенням

$$f_{\text{вих}} = f_0 [M + 10^m (n_1 + 0,1n_2 + 0,01n_3 + 0,001n_4 + \dots)], \quad (1)$$

де  $n_1, n_2, n_3, \dots$  - цілі числа натурального ряду від 0 до 9;

$M$  і  $m$  - фіксовані величини, які визначають діапазон частот синтезатору.

При малих кроках вже не має значення, що  $f_{\text{вих}}$  змінюється дискретно, а не плавно. Частотна декада перетворює одну з опорних час-

тот  $f_i$  в кілька частот в межах одного десяткового розряду. Число цих частот визначається конкретним видом співвідношення.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2)$$

При прямому синтезі кожна декада є генератор гармонік  $f_i$ , які виділяються за допомогою смугових фільтрів. Декади вміщують у собі зазвичай один або два змішувача в поєднанні з дільником частоти в 10 разів і включаються послідовно або паралельно. Верхня межа частоти в таких синтезаторах досягає сотень мегагерц (500 МГц).

При непрямому синтезі частот кожна декада має кільце фазової автопідстройки частоти (ФАПЧ) і може виконуватися як з множенням, так і з розподілом частоти. На рис. 1 показана одна з можливих схем непрямого синтезу частот. Напряга частотою  $f_n/K_d$  ( $K_d$  - коефіцієнт ділення УДЧ) з виходу керованого генератора (УГ) через керований дільник частоти (УДЧ) надходить на один вхід фазового детектора (ФД), на другий вхід якого з кварцевого генератора (КГ) через дільник частоти (ДЧ) надходять опорні коливання з частотою  $f_0/n$  ( $n$  - коефіцієнт розподілу ДЧ). В результаті порівняння фаз двох коливань на виході ФД формується напруга, яка, змінює вихідну частоту УГ і пропорційно інтегралу від різниці частот  $f_n/K_d$  і  $f_0/n$ .

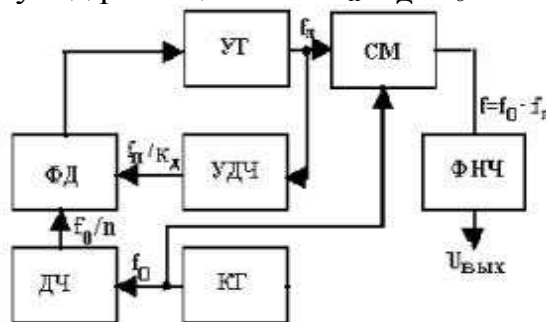


Рисунок 1. Можлива схема непрямого синтезу частот

Вихідні коливання УГ і КГ змішуються в змішувачі (СМ), на виході якого буде сигнал з частотою  $f=f_0-f_n$ . ФНЧ призначений для пригнічення вищих гармонік різницевої частоти. Змінюючи коефіцієнт ділення УДЧ, можна перебудувати частоту вихідних сигналів в широких межах. При відповідному виборі значення  $f_0$  (для деяких схем  $f_0$  в межах 1-10 МГц) можна за допомогою одного синтезатора перекрити діапазони інфранизських, низьких і високих частот.

**Висновок.** На основі аналізу різних способів синтезу частот, можна зробити висновок про те, що для забезпечення необхідних для дистанційної рефлектометрії біооб'єктів характеристик, доцільно використовувати тільки синтезатори частоти, які засновані на непрямому методі.