



УДК 631.371

АНАЛІЗ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ ЧАСТОТ ДЛЯ МОЖЛИВОГО ЗАСТОСУВАННЯ В ДИСТАНЦІЙНІЙ РЕФЛЕКТОМЕТРІЇ

Борохов І.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: (06192)42-11-74

Анотація – проведено порівняльний аналіз методів синтезу частот для створення збуджувача рефлектометра дистанційного вимірювання діелектричних параметрів біологічних об'єктів. Наведено можливі схеми реалізації методів і їх порівняння.

Ключові слова: синтез частот, дистанційна рефлектометрія, збуджувач рефлектометра.

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 установаження частоти вихідних коливачів, може виявитися необхідним примиритися з деяким підвищенням рівня побічних спектральних складових, а розширення діапазону, що перекривається, може змусити збільшити крок сітки частот і т. п. Пошуки рішень, що дозволяють отримати високі показники тому чи іншому комплексу основних експлуатаційно-технічних характеристик, вимагають створення численних типів ССЧ.

Аналіз останніх досліджень. В даний час існують безліч схем синтезу частот, які знаходять широке застосування для вимірювання електрофізичних параметрів речовин і матеріалів, але вони не можуть бути використані для дистанційного вимірювання діелектричних параметрів біологічних об'єктів через відсутність високої стабільності вихідного сигналу і малої широкополосності [1, 2].

Формулювання цілей статті. Обґрунтування вибору методу синтезу частот для подальшого створення збудника рефлектометричної системи для дистанційного вимірювання діелектричних параметрів біологічних об'єктів.

Основна частина. На основі аналізу різних способів синтезу частот була складена табл. 1. Синтез методом гармонік може бути виконаний з використанням пасивного або активного фільтра, що дозволяє отримати високі добротності. За рахунок цього забезпечується низь-



кий рівень фазових шумів у вихідному каскаді. Але при цьому частота вихідного сигналу відхиляється далеко від відповідної частоти [3, 4].

У приладах з прямим методом синтезу частот (рис. 1) використовується стабільний генератор з кількома каскадами гармонійних множувачів і змішувачів, що забезпечує широкий вибір частот на виході. При множенні та діленні f_0 отримують ряд сигналів частот $f_0 n_1$ і f_0 / n_2 , де n_1 і n_2 будь-які цілі числа. Послідовне застосування цих операцій дозволяє отримати сигнали з частотами $f_0 n_1 / n_2$. За допомогою змішувача утворюються сигнали комбінаційних частот. 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.

Таблиця 1 – Переваги методів синтезу [1, 3, 4, 6].

Методи синтезу	Характеристики						
	Діапазон частот	Крок сітки частот	Стабільність частоти	Швидкість дії	Спектральна чистота	Споживана потужність	Габаритно-масові характеристики
Синтез гармонік	см, мм				+		
Прямий	см	+		+			
Непрямий	см, мм		+		+	+	+

При малих кроках (наприклад, 0,01 Гц) вже не має значення, що $f_{\text{вих}}$ змінюється дискретно, а не плавно. Частотна декада перетворює одну з опорних частот f_i в кілька частот в межах одного десяткового розряду. Число цих частот визначається конкретним видом співвідношення (2)

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

При прямому синтезі кожна декада є генератором гармонік f_i , які виділяються за допомогою смугових фільтрів. Декади вміщують у собі зазвичай один або два змішувача в поєднанні з роздільником частоти в 10 разів і включаються послідовно або паралельно. Верхня межа частоти в таких синтезаторах досягає сотень мегагерц (500 МГц) [3].

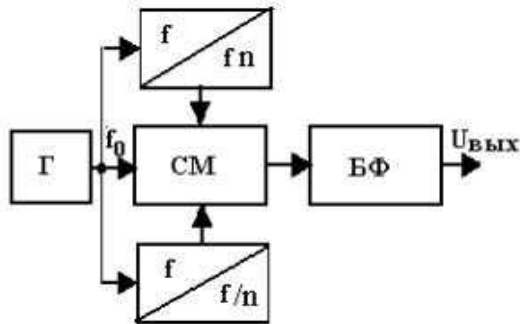


Рис. 1. Можлива схема прямого методу синтезу

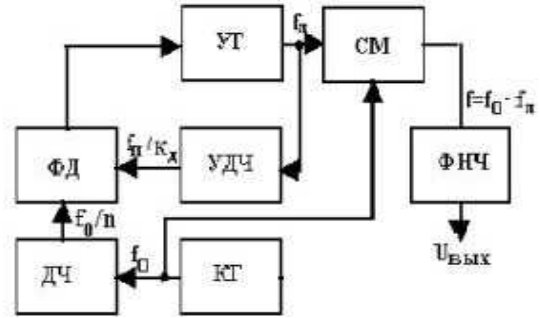


Рис. 2. Можлива схема непрямого синтезу частот

При непрямому синтезі частот кожна декада має кільце фазової автопідстроики частоти (ФАПЧ) і може виконуватися як з множенням, так і з розподілом частоти. На рис. 2 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 .

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 перебудовувати 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 інфранизьких, низьких і високих частот [3, 5].

Слід зазначити, що метод непрямого синтезу ефективний і в СВЧ діапазоні, але при цьому схеми фазового автопідстроювання значно ускладнюються і передбачають послідовне перетворення частот НВЧ генератора. Похибка установки частоти в таких синтезаторах може бути $(10^{-5}-10^{-3})\%$. Недоліком є відносно високий рівень нелінійних викривлень (0,2 - 0,5)%.

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

Список використаних джерел.

1. Завьялов А.С. Измерение параметров материалов на СВЧ / А.С. Завьялов. – Томск.: Издательство Томского университета, 1985.–215 с.



2. Щеголева Т.Ю. Исследование диэлектрических характеристик биообъектов / Т.Ю. Щеголева. – К.: Наукова думка, 2006. – 285с.

3. Зарецкий М.М. Синтезаторы частоты с кольцом фазовой автоподстройки / М.М. Зарецкий, М.Е. Мовшович. – Л.: «Энергия», 1974. – 256 с.

4. Губернаторов О.И. Цифровые синтезаторы частот радиотехнических систем. / О.И. Губернаторов, Ю.Н. Соколов. – Л.: «Энергия», 1973. – 176с.

5. Белов С. И. Расширение диапазонов субмиллиметрового синтезатора частот до 820 ГГц. / С. И. Белов, Л. И.Герштейн, А. С. Масловский // Тезисы 3-го Всесоюзного симпозиума по ММ и СВ волнам. – Горький. – 1980. – С. 191 – 192.

6. Андриянов А.В. Радиоимпульсный рефлектометр наносекундного диапазона / Андриянов А.В., Булатов Е.И., Введенский Ю.В. // Приборы и техника эксперимента. – 1977. – № 2. – С. 141 – 154.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СИНТЕЗА ЧАСТОТ ДЛЯ ВОЗМОЖНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ

Борохов И. В.

Аннотация – проведен сравнительный анализ методов синтеза частот для создания возбудителя рефлектометра дистанционного измерения диэлектрических параметров биологических объектов. Приведены возможные схемы реализации методов и проведено их сравнение.

ANALYSIS OF THE METHODS OF FREQUENCY SYNTHESIS FOR POSSIBLE USE OF REMOTE REFLECTOMETRY

I. Borochov

Summary

A comparative analysis of methods for synthesis of frequencies to create a exciter remote measurement of dielectric parameters of biological objects. The possible implementation schemes and methods of comparison.