

ДВОКАНАЛЬНІ ІДЕНТИФІКАТОРИ ЧАСТОТНИХ МІТОК

*Кононов С. П., к.т.н., доцент; Миргородський М. М., магістрант
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна*

Важливим в роботі панорамних приладів для визначення частотних характеристик є достовірність і оперативність отримання даних про частоту. Для цього в таких приладах встановлюють вузол ідентифікації частотних міток. В ньому формуються в часі послідовності імпульсів і знаходиться їх «частота», іншими словами, миттєва частота світл-генератора в моменти їх появи.

Існують різні способи побудови такого вузла: від непрямого виміру частоти за напругою керування світл-генератора до визначення частоти за кодом прямого цифрового синтезатора із ЗІГ-резонатором [1], але вони не забезпечують достатньої точності та швидкодії панорамних приладів.

В продовження [2] з метою збільшення робочої частоти вище за НВЧ діапазон пропонуються двоканальні ідентифікатори з частотно-частотним перетворенням (рис. 1, 2): частота міток обчислюється без зупинки гойдання світл-генератора за вимірними миттєвими різницевиими частотами на виходах стробоскопічних змішувачів.

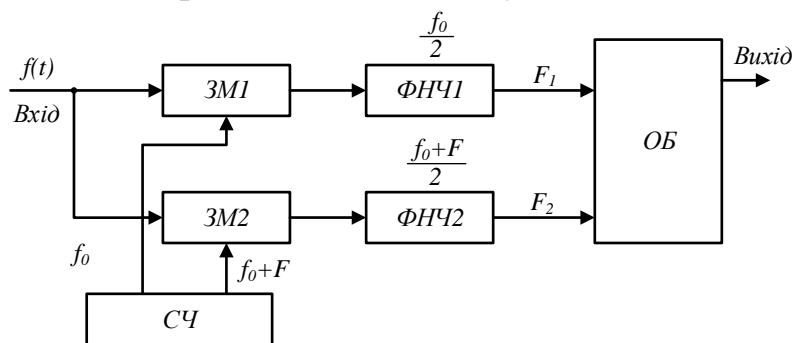


Рисунок 1. Структурна схема ідентифікатора з однократним перетворенням частоти

Виділимо два основних способи двоканальної ідентифікації частотних міток: з однократним (рис. 1) і двократним перетворенням частоти (рис. 2). При однократному перетворенні вихідні напруги двох стробоскопічних змішувачів (ЗМ1, ЗМ2) через фільтри нижніх частот (ФНЧ) потрапляють в обчислювальний блок (ОБ). У вузлі з двократним перетворенням вихідна напруга одного з фільтрів додатково потрапляє на третій стробоскопічний змішувач (ЗМ3) з напругою частотою $\frac{f_0}{N}$ на опорному вході, де N — ціле число. На виході додаткового змішувача ЗМ3 через фільтр ФНЧ3 виділяється коливання з частотою, що перевищує F .

Ідентифікатор з однократним перетворенням вимірює частоту міток, кратну опорній частоті f_0 синтезатора (СЧ). Більш універсальним є вузол з двократним перетворенням частоти. Для нього не обов'язковою є умова

Виділимо два основних способи двоканальної ідентифікації частотних міток: з однократним (рис. 1) і двократним перетворенням частоти (рис. 2). При однократному перетворенні вихідні напруги двох стробоскопічних змішувачів (ЗМ1, ЗМ2) через фільтри

потрапляння в смугу гойдання вхідної частоти кратної f_0 . За допомогою додаткового перетворення формуються мітки з кроком менше f_0 . В обчислювальному блоці визначається їх частота.

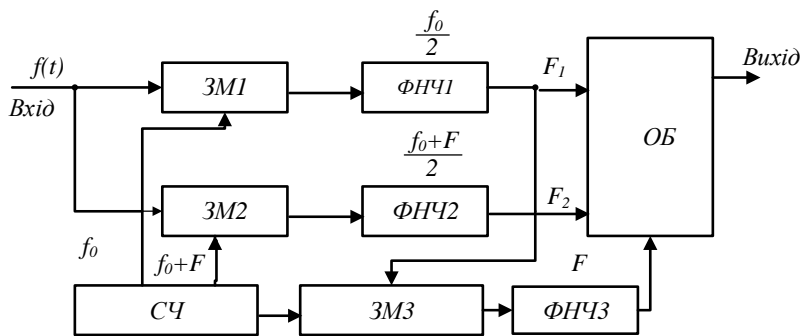


Рисунок 2. Структурна схема ідентифікатора з двократним перетворенням частоти

Частота $f(t)$ вхідного сигналу змінюється в часі майже за лінійним законом. СЧ формує послідовності коротких імпульсів з частотами кроку f_0 і $f_0 + F$. Частота F_1 напруги на виході ФНЧ1, а також F_2 на виході ФНЧ2 змінюється за близьким до трикутного законом. В точках, де $f(t) = nf_0$ ($n = 1, 2, \dots, n_{\text{макс}}$), F_1 рівна нулю, а в точках, де $f(t) = n(f_0 + F)$, частота F_2 рівна нулю. Через ФНЧ1 не проходять складові перетворення з частотами вище $\frac{f_0}{2}$, через ФНЧ2 — з частотами вище $\frac{f_0 + F}{2}$. Частота зсуву F , на яку відрізняються опорні частоти СЧ, вибирається такою, що $n_{\text{макс}}F = f_0$.

Максимальний номер гармоніки $n_{\text{макс}}$ визначає максимальну виміряну частоту мітки $F_{\text{макс}} = n_{\text{макс}}f_0$ у вузлах як з однократним, так і двократним перетворенням.

Можливі різні алгоритми роботи блоку ОБ. Наприклад, найпростіший у вузлах з однократним перетворенням (рис.1) наступний. В моменти, коли частота F_1 приходить через нуль, можливі три форми зміни F_2 . По отриманій інформації вираховується номер гармоніки, а, відповідно, і частота мітки.

Якщо F_2 зменшується в часі, маємо $nf_0 = n(f_0 + F) - F_2$, звідки $n = \frac{F_2}{F}$.

У випадку, коли F_2 збільшується:

$$nf_0 = (n - 1)(f_0 + F) - F_2, \quad n = \frac{1}{F}(f_0 + F - F_2).$$

Особливою є ситуація, при якій в момент переходу F_1 через нуль $F_2 = \frac{1}{2}(f_0 + F)$. Це має місце коли $nf_0 = n(f_0 + F) - \frac{1}{2}(f_0 + F)$, $n = \frac{f_0 + F}{2F}$.

Якщо вибирати f_0, F парними, то всі можливі значення F_2 будуть також парними. Користуючись цим, можна зменшити похибку обчислень: в ході обробки ОБ результат виміру частоти F_2 округлюється до найближчого парного числа.

Номер гармоніки може приймати лише цілі значення, після обчислення n округлюється до найближчого цілого. Цією операцією компенсуються похибки вимірування F_2, F_2

Запропоновані ідентифікатори частотних міток можуть бути застосовані в панорамних приладах, до складу яких входять свіп-генератори з робочими частотами до 100 ГГц НВЧ і НЗВЧ діапазонів. Вони забезпечать швидке, за період розгортки менший 20 мс, отримання точних даних про частоту при нелінійному її розгортанні в часі та смугах гойдання менших за 50 МГц.

Література

1. Chenakin A. A PXI fast switching LO synthesizer enables 26.5 GHz synthetic instruments / A. Chenakin, S. Ojha, C. Mahal // International Automatic Testing Conference — AUTEST, 2008. 133—137.

2. Кононов С.П. Метод визначення поточної частоти в системах із частотною розгорткою. / С.П. Кононов, В.Л. Кофанов, В.Я. Ніколаєв // Ж. Вісник Вінницького політехнічного інституту — Вінниця, №1, 1993. — с. 77—80.

Анотація

Представлені структурні схеми ідентифікаторів з однократним і двократним перетворенням частоти, розглянуто принципи роботи вузлів, вказані їхні переваги та сфера застосування.

Ключові слова: стробоскопічний змішувач, свіп-генератор, частота мітки, синтезатор частоти.

Аннотация

Представлено структурные схемы идентификаторов с однократным и двукратным преобразованием частоты, рассмотрены принципы работы узлов, указаны их преимущества и сфера применения.

Ключевые слова: стробоскопический смеситель, свип-генератор, частота метки, синтезатор частоты.

Abstract

Presents a structural scheme of identifiers with single and double frequency conversion, it is considered the operating principles of the nodes, determined the advantages and the sphere at their usage.

Keywords: stroboscopic mixer, sweep generator, frequency of mark, frequency synthesizer.