

ВПЛИВ НЕТОЧНОСТІ ФОРМУВАННЯ ФАЗОВОГО ЗСУВУ НА ВИХІДНУ ЧАСТОТУ ДИСКРЕТНОГО ФАЗООБЕРТАЧА ПРИ ЗМІЩЕННІ ЧАСТОТИ.

*Яненко О. П., д.т.н., професор; Горшков А. В., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Частотозміщуючі перетворювачі (ЧЗП) сигналів можна класифікувати за принципом зміни фазового кута: аналогові перетворювачі (фаза сигналу змінюється неперервно) та дискретні (стрибокподібна зміна) [1]. В останні роки більш поширеними стали дискретні системи на основі керованих фазообертачів (гармонійних та тригерних подільників частоти), які мають низку переваг: значне придушення несучої частоти та широкі межі зміщення частоти. До недоліків цих ЧЗП слід віднести пониження несучої частоти та втрату амплітудної інформації в процесі перетворення (зміщення) вхідного сигналу [2].

Дискретні фазообертачі (ДФО) на основі ліній передач, які не мають цих недоліків, представляють собою каскадне з'єднання елементарних чарунок на величини приросту фаз згідно виразу $\frac{360^\circ}{2^N}$, де $N = [1 \dots N]$, а N — кількість секцій фазообертача.

Принцип перетворення фази ДФО на довгих лініях дуже простий: одна з двох ліній працює як «зв'язуюча» лінія, а інша як лінія «затримки». Саме довжина лінії затримки визначає значення зміни фази. Один каскад реалізує конкретно заданий зсув фази. Для збільшення дискретизації фазових стрибків (розрядності) необхідно послідовно підключати додаткові секції. Сучасні системи використовують розрядність 4 або 8, якщо є підвищені вимоги до якості формування сигналу.

Фазообертач напряму впливає на фазову та амплітудну похибку (див. рис.1.) [3]. Розрядність впливає на швидкість переключення між фазовими дискретами, оскільки при цьому збільшується рівень небажаних спектральних складових. Вимоги до рівня цих складових в певній мірі диктує вибір розрядності. З іншої сторони зміщення частоти вимагає утвердженого часу, в межах якого всі фази будуть переключені.

Розглянемо вплив неточності встановлення фазового дискрета і фазових спотворень на вихідний спектр ЧЗП, при якому спостерігається нерівномірність стрибків фази в межах одного періоду перемикавання.

Нехай на виході фазообертача є сигнал з фазовим зсувом $\varphi_{\phi o}(t)$:

$$U_{\phi o}(t) = U_0 \cdot \cos(w_c t + \varphi_{\phi o}(t)). \quad (1)$$

Фазові спотворення приводять до нерівномірних стрибків фази і фазової модуляції, яка розширює спектр бокових паразитних складових.



Рис.1. Фазові та амплітудні відхилення в залежності від розрядності

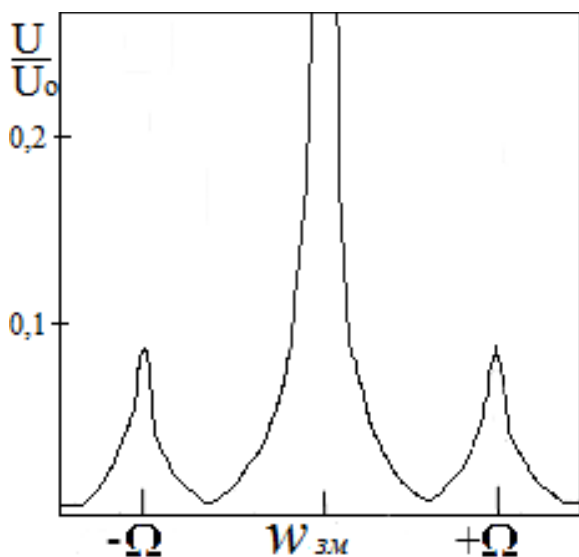


Рис.2 Спектр неідеального ФО

Знаючи $n=1,2...2^N$, кількість стрибків, та за умови, що фаза $\varphi_{\phi_0}(t)$ зростаюча функція з частотою $w_m = 2\pi\Omega(n)$, формулу (1) можемо записати у вигляді:

$$U_{\phi_0}(t) = U_0 \cdot \sum_{K=0}^{\infty} C_K \cos(w_{zm} \pm Kw_m)t, \quad (2)$$

$$C_K = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} e^{j\varphi_{\phi_0}(t)} e^{-j\frac{2\pi K}{T}t} dt$$

де,

$$w_{zm} = (w_c + \frac{\Omega}{n}), \quad K=1,2,3...$$

Аналізуючи формулу (2) можемо зробити висновки, що чим більший фазовий розкид встановлення фази дискрета, тим більше розширюється спектр бічних гармонік. На рис.2 приведенний вихідний спектр ФО з частотою переключення $\Omega=16кГц$ та фазовими спотвореннями $\Delta\varphi_{\phi_0} = \pm 5^\circ$.

Література

1. Автоматизація фазовимірювальних пристроїв і систем / Скрипник Ю. О., Яненко О. П., Скрипник Ю. І., Глазков Л. О. — К. : НМК ВО, 1992с. — 172 с. — Бібліогр. : С. 169 — 170. — ISBN 5-7763-0812-7
2. Яненко О. П. Пристрої зміщення частоти сигналів вимірювальних пристроїв НВЧ-діапазону // Вісник ЖІТІ. — 1998. — №7. — С. 168 — 171
3. Shamsur Mazumder, Carl Isham. Frequency translation by phase shifting // applied microwave & wireless. — 1995. — FALL. — pp. 59 — 71.