

РАДІОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ ТА ПРИСТРОЇ

УДК 621.376.33

Блажкевич Іван

ДУ “Львівська політехніка”, кафедра радіотехнічних пристроїв

РОБОТА ГЕНЕРАТОРА ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАНЬ В РЕЖИМІ ЗАХОПЛЕННЯ ЧАСТОТИ

© Блажкевич Іван, 2000

Розглянута робота генератора гармонічних коливань в режимі захоплення частоти. Одержані умови правильної синхронізації.

Harmonic oscillator operation in frequency capture mode is described in this paper. Conditions of correct synchronization are achieved.

Для побудови телеметричних систем (ТМС) апаратури геофізичних, океанологічних досліджень, а також інших аналогових систем, що працюють з провідним каналом зв'язку, використовується частотна модуляція та частотне розділення каналів. Високі метрологічні характеристики каналів можуть бути одержані при використанні для розділення каналів синхронізованих генераторів у режимі захоплення частоти (ГЗЧ). Їх високі селективні особливості дають змогу значно спростити схему розділення каналів і практично позбавитись від багатоланкових громіздких пасивних фільтрів.

Синхронне підсилення частотно-модульованого (ЧМ) сигналу можливе, лише якщо девіація частоти сигналу синхронізації (Δf_c) менша від смуги захоплення ((Δf_r)) і швидкість зміни фази синхронізованого генератора більша від швидкості зміни миттєвої частоти сигналу. Результати роботи ГЗЧ можна одержати, тільки вивчивши процеси, під час яких на генератор надходить монохроматичний сигнал з частотою $F_M \ll f_c$ (та частотою генератора f_r).

Виходячи із узагальненого рівняння генератора другого порядку, синхронізованого зовнішньою ЕРС $e = E \sin \tau$, при поліномальній апроксимації передавальної характеристики його активного елемента (транзистор, операційний підсилювач) можна записати у вигляді:

$$\ddot{x} + x = \varepsilon (1 - k_2 x^2) \cdot \dot{x} + hx + (1 - h)nE \sin \tau, \quad (1)$$

де ε – малий параметр; h – параметр, що залежить від розстроювання; x, \dot{x}, \ddot{x} – нормована вхідна напруга та її похідні; k_2 – коефіцієнт апроксимації полінома; E – амплітуда зовнішньої ЕРС; n – коефіцієнт, що залежить від місця підведення зовнішньої ЕРС; τ – нормований час.

При використанні методу повільно змінних амплітуд [1] рівняння для квазістаціонарного режиму (для $F_M \ll f_c$) записується:

$$\begin{cases} \Phi_0 = (1 - A_*^2)A_* - E_*' \cdot \cos V, \\ \Psi_0 = H + E_* / A_* \cdot \sin V, \end{cases} \quad (2)$$

де Φ_0 , Ψ_0 – відповідно похідні амплітуди та фази.

$$H = h / \varepsilon; \quad \omega = 2 / \sqrt{k_2}; \quad A_* = A / A_0; \quad E_* = \frac{E}{\varepsilon A_0}.$$

Резонансна характеристика із (2) записується:

$$A_*^6 - 2A_*^4 + (1 - H^2)A_*^2 = E_*^2 \quad (3)$$

При невеликих значеннях E смугу захоплення можна визначити із (3):

$$h_{z.p.} = \frac{\sqrt{k_2}}{2} \cdot nE, \quad (4)$$

де $h_{гр.}$ – граничне розладнання.

Спектр ЧМ сигналу більш широкий, ніж $2\Delta f_c = 2\Delta h_{гр.}$, і його ширина залежить від індексу ЧМ - $m = \Delta f_c / F_M$.

Інформаційний сигнал з частотою F_{MH} надходить на вхід частотного модулятора [1,2] з центральною частотою $f_c \gg F_M$, потім ЧМ сигнал з відомим m подається на вхід ГЗЧ і далі на частотний детектор. Спотворення вихідного сигналу не виникають, коли $\Delta f_c \geq h_{гр.}$

Ввімкнення на вході ГЗЧ смугового фільтра із смугою $2\Delta f_c$ приводить до обмеження спектра ЧМ сигналу та супроводжується погіршенням роботоздатності каналу при великих значеннях m . Збільшення E в 1,6÷1,8 раза відновлює роботу каналу, але при цьому виникає нелінійна похибка загальної передавальної характеристики, що досягає 5÷8% при $m=5÷12$. При фіксованій F_M ця похибка є систематичною, що дає змогу провести її корекцію шляхом нелінійного перетворення сигналу [3]. Загальну похибку каналу можна зменшити до 0,5÷1%.

Отже, використання ГЗЧ для обробки ЧМ сигналу при побудові багатоканальної телеметричної апаратури перспективне, оскільки при цьому значно покращуються метрологічні характеристики каналів, а похибка, що виникає при великих значеннях індексу ЧМ m , має систематичний характер і може бути компенсована порівняно нескладними методами [4].

1. Демяненко А.Г. Синхронизация генераторов гармонических колебаний. М. 1976. 2. Зенькович А.В. Искажения частотно-модулированных колебаний. М. 1974. 3. Бодунов В.П. Повышение эффективности системы телеизмерения методом нелинейного преобразования сигнала // Вопросы передачи информации. 1962. Вып.1. С. 35-46. 4. Бодунов В.П., Блажкевич И.И. Синхронизация гармонического генератора частотно-модулированным сигналом // Вестн. Львов. политехн. ин-та. Львов. 1981. С.13-15.