

Винахід відноситься до галузі радіотехніки та вимірювальної техніки і призначений для використання у різноманітній радіоелектронній апаратурі. Синхронізовані на основному тоні LC-автогенератори широко застосовуються як перетворювачі змін частоти сигналу у фазовий зсув, автогенераторні стежні фільтри, підсилювачі частотно-модульованих і фазо-модульованих сигналів.

Відомий синхронізований на основному тоні одноконтурний LC-автогенератор (далі також просто синхронізований автогенератор) коли зовнішній сигнал, який є сигналом синхронізації, у вигляді напруги подається на базу або затвор транзистора [1] (тобто на ті самі електроди, що і напруга оберненого зв'язку). Недоліком цього пристрою є відносна складність практичної реалізації способу подачі синхронізуючого сигналу та велика тривалість перехідного процесу становлення фази сигналу синхронізованого автогенератора при зміні частоти зовнішнього сигналу, тобто сигналу синхронізації.

Відомий також синхронізований на основному тоні одноконтурний LC-автогенератор коли зовнішній сигнал у вигляді току подається у контур автогенератора (наприклад, на колектор чи стік транзистора або на анод лампи, як це показано у [2]). Недоліком цього пристрою також є велика тривалість перехідного процесу становлення фази сигналу синхронізованого автогенератора при зміні частоти зовнішнього сигналу.

В основу винаходу поставлена задача створення синхронізованого автогенератора з негативним фазовим оберненим зв'язком, у якій у синхронізованому на основному тоні одноконтурному LC-автогенераторі шляхом введення негативного фазового оберненого зв'язку досягають зменшення тривалості перехідного процесу становлення фази його сигналу при зміні частоти зовнішнього сигналу. Поставлена задача рішається завдяки тому, що у синхронізований автогенератор з негативним фазовим оберненим зв'язком, що містить власне синхронізований автогенератор, згідно з винаходом, введені п послідовно з'єднаних однакових блоків формування сигналу синхронізації і узгоджувальний каскад, причому зовнішній сигнал подається на перший вхід першого блоку формування сигналу синхронізації, а вихід останнього блоку формування сигналу синхронізації підключений до входу узгоджувального каскаду, вихід якого зв'язаний із входом синхронізації синхронізованого автогенератора, а його вихід підключений до інших входів блоків формування сигналу синхронізації, кожний блок формування сигналу синхронізації складається із послідовно з'єднаних пристрою піднесення до квадрату, роз'єднувального кола, перемножувача, фільтра низьких частот, фазозсувного пристрою, причому вхід пристрою піднесення до квадрату є першим входом блоку формування сигналу синхронізації, а другий вхід перемножувача є другим входом блоку формування сигналу синхронізації.

У технічному рішенні використовуються п однакових блоків формування сигналу синхронізації, тому що чим більше їх тим більше зменшується тривалість перехідного процесу становлення фази сигналу синхронізованого автогенератора при зміні частоти зовнішнього сигналу, а також узгоджувальний каскад, який перетворює вихідний сигнал останнього блоку формування сигналу синхронізації у струм для забезпечення роботи автогенератора у режимі синхронізації. Складові елементи блоку формування сигналу синхронізації формують його вихідний сигнал таким чином, щоб забезпечити зменшення тривалості перехідного процесу становлення фази сигналу синхронізованого автогенератора.

На фіг. 1 зображена структурна схема синхронізованого автогенератора з негативним фазовим оберненим зв'язком.

На фіг. 2 зображена структурна схема блоку формування сигналу синхронізації.

Синхронізований автогенератор з негативним фазовим оберненим зв'язком містить п послідовно з'єднаних однакових блоків формування сигналу синхронізації 1, 2, 3, 4 (п блок), узгоджувальний каскад 5 та синхронізований автогенератор 6, причому зовнішній сигнал надходить на перший вхід блоку формування сигналу синхронізації 1, його вихід зв'язаний з першим входом блоку формування сигналу синхронізації 2, вихід цього блоку з'єднаний з першим входом блоку формування сигналу синхронізації 3 і так далі. Вихід останнього блоку формування сигналу синхронізації 4 (п блок), підключений до входу узгоджувального каскаду 5, вихід якого зв'язаний з входом синхронізації синхронізованого автогенератора 6. Вихід цього автогенератора зв'язаний з другими входами блоків формування сигналу синхронізації 1, 2, 3, 4 (п блок).

Структурна схема блоку формування сигналу синхронізації містить послідовно з'єднані пристрій піднесення до квадрату 7, роз'єднувальне коло 8, перемножувач 9, фільтр низьких частот 10, фазозсувний пристрій 11, причому вхід пристрою піднесення до квадрату 7 є першим входом блоку формування сигналу синхронізації, другий вхід перемножувача 9 є другим входом блоку формування сигналу синхронізації, а вихід фазозсувного пристрою 11 є виходом блоку формування сигналу синхронізації.

Пристрій працює так.

Зовнішній сигнал  $u_0 = A_0 \cos(\omega_c t + \varphi_0)$ , подається на перший вхід блоку формування сигналу синхронізації 1, тобто на вхід пристрою піднесення до квадрату 7, на виході якого маємо  $u_1 = A_1 \cos(2\omega_c t + 2\varphi_0) + A_1$ . Роз'єднувальне коло 8 вилучає постійну складову  $A_1$  і його вихідний сигнал  $u_1 = A_0 \cos(2\omega_c t + 2\varphi_0)$  поступає на перший вхід перемножувача 9. На другий вхід перемножувача 9, який також є другим входом блоку формування сигналу синхронізації, поступає вихідний сигнал синхронізованого автогенератора 6 у вигляді  $u_9 = A_9 \cos(\omega_c t + \varphi)$ .  $u_9 = A_9 \cos(3\omega_c t + \varphi + 2\varphi_0) + A_9 \cos(\omega_c t + \varphi + 2\varphi_0 - \varphi)$  є вихідним сигналом перемножувача 9, який обробляється фільтром низьких частот 10, що вилучає третю гармоніку. Оскільки зміна частоти зовнішнього сигналу мала, то додатковий фазовий зсув, який додає цей фільтр, може вважатися постійним, і він компенсується у фазозсувному пристрої 11. Таким чином функція  $u_{11} = A_{11} \cos(\omega_c t + \psi)$ , де  $\psi = 2\varphi_0 - \varphi$  є вихідним сигналом як фазозсувного пристрою 11 так і вихідним сигналом блоку формування сигналу синхронізації 1. Цей сигнал поступає на перший вхід блоку формування сигналу синхронізації 2 і піддається обробці, що описана вище. У наслідок на його виході сигнал матиме вигляд  $u^{(2)} = A^{(2)} \cos(\omega_c t + \psi^{(2)})$ , де  $\psi^{(2)} = 4\varphi_0 - 3\varphi$ . У разі п

послідовно з'єднаних блоків формування сигналу синхронізації на виході останнього блоку формування сигналу синхронізації 4 (n блок) сигнал буде мати вигляд  $u^{(n)} = A^{(n)} \cos(\omega_c t + \psi^{(n)})$ , де  $\psi^{(n)} = 2^n \varphi_0 - (2^n - 1)\varphi$ . Далі він поступає на вхід узгоджувального каскаду 5. Тут встановлюється його вид - струм та амплітуда, виходячи з потрібної смуги синхронізації синхронізованого автогенератора 6. Вихідний сигнал узгоджувального каскаду 5 у вигляді струму  $i = I \cos(\omega_c t + \psi^{(n)})$ , де  $\psi^{(n)} = 2^n \varphi_0 - (2^n - 1)\varphi$  подається у контур цього автогенератора. Тоді фаза сигналу синхронізованого автогенератора 6 при сигналі синхронізації і з малою амплітудою стосується, як свідчить [2], рівнянням (5.41), яке після введення безрозмірного часу  $\tau = \omega_c t$  набуває вигляду:

$$\frac{d\varphi}{dt} + \frac{1}{I_0 T \omega_0} \sin(\varphi - \psi^{(n)}) = -\frac{\omega_c - \omega_0}{\omega_0}$$

Розглядаючи тільки найбільш важливу з практичної точки зору лінійну ділянку залежності фазового зсуву  $\varphi - \psi^{(n)}$  від розстройки, де  $\sin(\varphi - \psi^{(n)}) \approx \varphi - \psi^{(n)}$ , маємо:

$$\frac{d\theta}{dt} + b 2^n \theta = -\frac{\Delta\omega}{\omega_0} - \frac{d\varphi_0}{dt}$$

де  $\theta = \varphi - \varphi_0$  - фазовий зсув,  $b = 1/(I_0 T \omega_0)$ , T - константа часу контуру,  $I_0 = A_0/R$ ,  $A_0$  - амплітуда коливань сигналу автогенератора 6 у автономному режимі, R,  $\omega_0$  - опір та резонансна частота контуру синхронізованого автогенератора,  $\Delta\omega/\omega_0 = (\omega_c - \omega_0)/\omega_0$ .

Якщо  $\Delta\omega/\omega_0 = \text{const}$ ,  $\varphi_0 = \text{const}$ , та  $\theta(0) = 0$  рішенням його є функція:

$$\theta_{(\tau)} = -\frac{1}{2^n b} \frac{\Delta\omega}{\omega_0} (1 - \exp(-2^n b \tau)) \quad (1)$$

При відсутності негативного фазового оберненого зв'язку рівняння (5,41) для вищевказаних припущень записується у вигляді:

$$\frac{d\theta}{dt} + b\theta = -\frac{\Delta\omega}{\omega_0} - \frac{d\omega_0}{dt}$$

Рішенням його є функція:

$$\theta_{(\tau)} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta\omega}{\omega_0} (1 - \exp(-b\tau)) \quad (2)$$

Оскільки фаза сигналу синхронізованого автогенератора 6  $\varphi = \theta_{(\tau)} + \varphi_0$ , то порівнюючи вирази (1) та (2) легко бачити, що завдяки негативному фазовому оберненому зв'язку тривалість перехідного процесу становлення цієї фази зменшується у  $2^n$  разів.

Джерела інформації

1. Капранов М.В., Кулешов В.Н., Уткин Г.М. Теория колебаний в радиотехнике. - М.: Наука, 1984.
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Сов. радио, 1967. - Ч. 2.

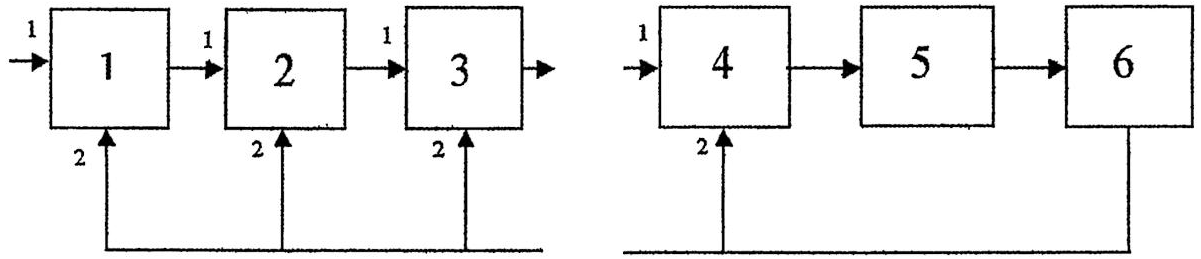


Fig. 1

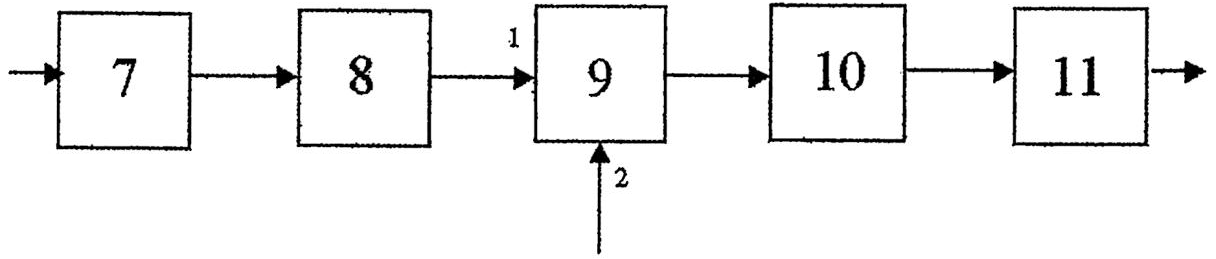


Fig. 2