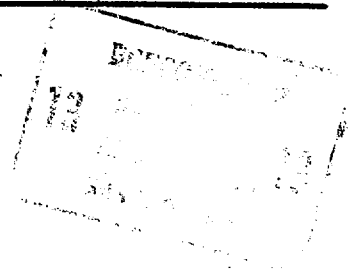




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

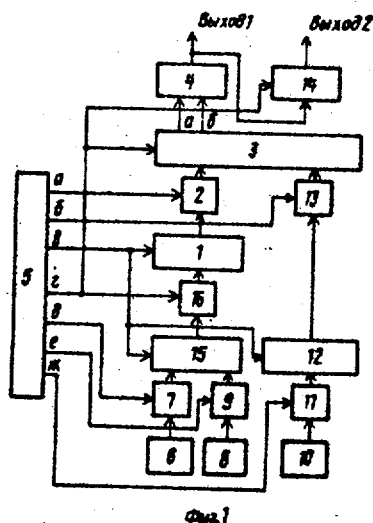


- (21) 3702359/24-09
 - (22) 14.02.84
 - (46) 28.02.86. Бюл. № 8
 - (71) Минский радиотехнический институт
 - (72) А.А.Петровский и В.Б.Клюс
 - (53) 621.373.42(088.8)
 - (56) Петровский А.А., Клюс В.Б.
- Цифровой генератор синусоидальных функций для анализатора спектра. Известия вузов СССР, Приборостроение, 1981, № 8, с. 65-68.

Авторское свидетельство СССР
№ 3658214, кл. Н 03 В 19/00, 1983.

- (54) ЦИФРОВОЙ ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ
- (57) Изобретение относится к радиотехнике и может использоваться в устройствах анализа х-к случайных процессов. Обеспечивается формирование полигармонических сигналов с изменяющейся во времени частотой. Устройство содержит пять накапливающих сумматоров (НС) 1,3,12,14,

15, шесть блоков 2,7,9,11,13 и 16 элементов И, блок 4 умножения кодов, синхронизатор (С) 5 и три регистра памяти (РП) 6,8,10. По сигналам с 1-го, 3-го и 2-го выходов С 5 с помощью НС 1,3,12,14, 15 и блока 16 элементов И формируется начальное значение аргумента нулевой гармоники $\bar{A}_0^0=0$, а по сигналам с 6-го выхода С 5 с помощью НС 3 и 12 формируются начальные значения аргументов всех гармоник \bar{A}_0^m , при этом на выходе блока 4 умножения кодов получают отсчеты отдельных гармоник, а на выходе НС 14 - начальный отсчет полигармонического сигнала. По сигналам с 4-го и 3-го выходов С 5 с помощью РП 6 и НС 1,3,14,15 формируется первое значение аргумента нулевой гармоники \bar{A}_1^0 , а по сигналам с 4-го и 6-го выходов С 5 с помощью РП 10 и НС 3,12 формируются 1-е значения аргументов всех гармоник \bar{A}_0^m , при



(19) SU (11) 1215162 A

этом на выходе блока 4 умножения кодов получаются 1-е отсчеты составляющих полигармонического сигнала, а на выходе НС 14 - 1-й отсчет полигармонического сигнала. Далее по сигналу с 5-го выхода С 5 содержимое РП 8 добавляется в НС 15, где образуется очередное значение

приращения аргумента и т.д. Последовательность сигналов с 5-го, 3-го, 2-го и 6-го выходов С 5 повторяется и на выходе устройства формируются очередные значения полигармонического сигнала до поступления с выхода С 5 сигнала "Стоп". Дан пример выполнения С 5. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.

1

Изобретение относится к радиотехнике и может использоваться в устройствах анализа характеристик случайных процессов.

Цель изобретения - обеспечение формирования полигармонических сигналов с изменяющейся во времени частотой.

На фиг. 1 представлена структурная электрическая схема цифрового генератора синусоидальных сигналов; на фиг. 2 - то же, синхронизатор.

Цифровой генератор синусоидальных сигналов содержит первый накапливающий сумматор 1, первый блок 2 элементов И, второй накапливающий сумматор 3, блок 4 умножения кодов, синхронизатор 5, первый регистр 6 памяти, второй блок 7 элементов И, второй регистр 8 памяти, третий блок 9 элементов И, третий регистр 10 памяти, четвертый блок 11 элементов И, третий накапливающий сумматор 12, пятый блок 13 элементов И, четвертый накапливающий сумматор 14, пятый накапливающий сумматор 15, шестой блок 16 элементов И. При этом синхронизатор содержит первый генератор 17 одиночных импульсов, второй генератор 18 одиночных импульсов, RS-триггер 19, тактовый генератор 20, первый элемент И 21, второй элемент И 22, регистр 23 частоты, первый 24 и второй 25 счетчики, дешифратор 26 инвертор 27, первый 28, второй 29 и третий 30 элементы задержки, третий 31, четвертый 32, пятый 33 и шестой 34 элементы И.

Цифровой генератор синусоидальных сигналов работает следующим образом.

2

В основу работы положен алгоритм, основанный на соотношении

$$x(\pi-x) \approx 8/\pi \cdot \sin x$$

5 для $0 < x < \pi$ или в дискретном виде

$$(-1)^k (n-kM) [M-(n-kM)] \approx A \sin \omega_0 n \Delta t \quad (1)$$

для любого n ,

10 где $\omega_0 = \frac{\pi}{M \Delta t}$ - частота синусоиды;

$A = 8 \cdot M^2 / \pi^3$ - амплитуда синусоиды;

Δt - период дискретизации;

$n = 0, 1, 2, \dots$ - текущий номер вырабатываемой дискреты;

15 M - емкость второго накапливающего сумматора 3 без знакового разряда;

20 k - число переполнений второго накапливающего сумматора 3.

Из (1) видно, что аргумент синусоиды равен $\omega_0 n \Delta t$.

25 Для n -го отсчета синусоиды аргумент A_n можно выразить через аргумент A_{n-1} предыдущего $(n-1)$ -го отсчета и его приращение $\omega_0 \Delta t$ следующим образом

$$30 \quad A_n = A_{n-1} + \omega_0 \Delta t. \quad (2)$$

Для получения синусоиды с изменяющейся во времени частотой (вместо постоянной частоты ω_0) необходимо подставить значения частоты ω_n изменяющейся при переходе от одного отсчета к другому.

Для линейного закона

$$35 \quad \omega_n = \omega_{n-1} + \Delta \omega, \quad (3)$$

40 где $\Delta \omega$ - изменение частоты за время Δt , т.е. скорость сканирования синусоиды по частоте.

Аргумент функции равен

$$\begin{cases} A_n = A_{n-1} + \Delta A_n \\ \Delta A_n = \omega_n \cdot \Delta t \end{cases} \quad (4)$$

На основании (3) приращение аргумента ΔA_n находится следующим образом

$$\begin{cases} \Delta A_n = \Delta A_{n-1} + \Delta A \\ \Delta A = \Delta \omega \cdot \Delta t \end{cases} \quad (5)$$

Начальные условия

$$\begin{cases} A_0 = 0 \\ \Delta A_1 = \omega_1 \cdot \Delta t \\ \Delta A = \Delta \omega \cdot \Delta t, \end{cases} \quad (6)$$

где ω_1 - начальная частота формируемой синусоиды.

Для формирования полигармонических сигналов с гармониками, отстоящими одна от другой по частоте на $\delta \omega$, необходимо к уравнениям (4), (5) и (6) добавить выражение для определения значения аргумента m -й гармоники по значениям аргумента $(m-1)$ -й гармоники, для чего в формулы (5) и (6) вместо ω_1 подставляют значения $\omega_1^m = \omega_1^{m-1} + \delta \omega_1$,

$$\begin{cases} \Delta A_1^m = \Delta A_1^{m-1} + \delta A \\ \Delta A_n^m = \Delta A_n^{m-1} + \delta A \\ \delta A = \delta \omega \cdot \Delta t, \end{cases} \quad (7)$$

т.е. приращение аргумента двух соседних гармоник отличается на величину $\delta \omega \cdot \Delta t$.

Подставив значения ΔA_n^m в уравнение (4), получаем

$$\begin{cases} A_n^m = A_n^{m-1} + \Delta A_n^m, \\ \delta A_n = \delta A_{n-1} + \delta A \\ \delta A_0 = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Соотношения (4), (5) и (8) определяют рекуррентные соотношения для вычисления аргументов гармонических составляющих формируемого полигармонического сигнала

$$\begin{cases} \bar{A}_n^m = \bar{A}_n^{m-1} + \delta \bar{A}_n \\ \bar{A}_n^0 = \bar{A}_{n-1}^0 + \Delta \bar{A}_n \\ \delta \bar{A}_n = \delta \bar{A}_{n-1} + \delta \bar{A} \\ \Delta \bar{A}_n = \Delta \bar{A}_{n-1} + \Delta \bar{A}, \end{cases} \quad (9)$$

где начальные условия равны

$$\begin{cases} \bar{A}_0 = 0 \\ \delta \bar{A}_0 = 0 \\ \Delta \bar{A}_1 = \omega_1 / \omega_0 \\ \Delta \bar{A} = \Delta \omega / \omega_0 \\ \delta \bar{A} = \delta \omega / \omega_0 \end{cases} \quad (10)$$

где $\omega_0 = \pi / M \Delta t$ - минимальная частота формируемой синусоиды при заданных M и Δt .

Количество формируемых отсчетов прямо пропорционально емкости второго накапливающего сумматора 3. При этом, чем больше скорость изменения частоты $\Delta \omega$, тем меньше можно получить отсчетов при фиксированной емкости второго накапливающего сумматора 3.

По сигналу с первого выхода синхронизатора 5 обнуляются первый, третий и пятый накапливающие сумматоры 1, 12 и 15, а по сигналу с третьего выхода синхронизатора 5 обнуляются второй и четвертый накапливающие сумматоры 3, 14, и содержимое пятого накапливающего сумматора 15 через шестой блок 16 элементов И, добавляется к содержимому первого накапливающего сумматора 1, а по сигналу со второго выхода синхронизатора 5 содержимое первого накапливающего сумматора 1 складывается с содержимым второго накапливающего сумматора 3 и таким образом формируется начальное значение аргумента нулевой гармоники $\bar{A}_0^0 = 0$. По сигналу с шестого выхода синхронизатора 5, содержимое третьего накапливающего сумматора 12 заданное число раз добавляется во второй накапливающий сумматор 3, в котором формируются начальные значения аргументов всех гармоник \bar{A}_0^m . Вторым накапливающим сумматором 3 имеет $p+1$ разряд и два выхода, с выхода α снимаются все $p+1$ разряды в прямом коде, при этом старший разряд является знаковым и служит для определения знака синусоиды, а младшие p разряды являются информационными. С выхода β снимается p разрядов в инверсном коде. На выходе блока 4 умножения получаются отсчеты отдельных гармоник, а на выходе четвертого накапливающего сумматора 14 - начальный отсчет полигармонического сигнала. По сигналу с четвертого выхода синхронизато-

ра 5 содержимое первого регистра 6 ($\Delta \bar{A}$) добавляется в пятый накапливающий сумматор 15, в котором получается значение $\Delta \bar{A}_1$, а содержимое третьего регистра 10 ($\delta \bar{A}$) добавляется в третий накапливающий сумматор 12, в котором получается значение $\delta \bar{A}_1$. По сигналу с третьего выхода синхронизатора 5 обнуляются второй и четвертый накапливающие сумматоры 3, 14 и содержимое пятого накапливающего сумматора 15 складывается с содержимым первого накапливающего сумматора 1, которое затем добавляется в обнуленный второй накапливающий сумматор 3, в котором получаем первое значение аргумента нулевой гармоники \bar{A}_1 . По сигналу с шестого выхода синхронизатора 5 к содержимому второго накапливающего сумматора 3 добавляется содержимое третьего накапливающего сумматора 12, и, таким образом, получаются первые значения аргументов всех гармоник \bar{A}_1^m , а на выходе блока 4 умножения получают первые отсчеты составляющих полигармонического сигнала. На выходе четвертого накапливающего сумматора 14 формируется первый отсчет полигармонического сигнала. Далее по сигналу с пятого выхода синхронизатора 5 содержимое второго регистра 8 ($\Delta \bar{A}$) добавляется в пятый накапливающий сумматор 15, где образуется очередное значение приращения аргумента и т.д. Последовательность сигналов с пятого, третьего, второго и шестого выходов синхронизатора 5 повторяются и на выходе цифрового генератора синусоидальных сигналов формируются очередные значения полигармонического сигнала. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будет подан сигнал "Стоп" с выхода второго генератора 18 одиночных импульсов в синхронизаторе 5.

Третий, четвертый, пятый и шестой элементы И 31-34 и дешифратор 26 образуют схему демультиплексора, который коммутирует вход первого счетчика 24 на соответствующие выходы синхронизатора 5 с определенным временным сдвигом на каждом из выходов. Работа синхронизатора 5 начинается по сигналу "Пуск" с выхода первого генератора 17 оди-

ночных импульсов, который устанавливает RS-триггер 19 в единичное состояние и обнуляет второй счетчик 25. Когда второй счетчик 25 просчитает два импульса, потенциал с одного из выходов дешифратора 26 запретит поступление импульсов через второй элемент И 22 на вход второго счетчика 25. Таким образом, первый импульс с выхода первого счетчика 24 пройдет на первый выход синхронизатора 5, а второй импульс - на четвертый выход синхронизатора 5, а все последующие импульсы через шестой элемент И 34 пройдут на пятый выход синхронизатора 5. Эти же импульсы с выхода первого счетчика 24, но задержанные на четверть периода тактового генератора 20 первым элементом задержки 28, поступят на третий выход синхронизатора 5, а задержанные еще на четверть периода вторым элементом 29 задержки поступают на второй выход синхронизатора 5. Коэффициент деления первого счетчика 24 заносится в регистр 23 частоты и импульсами с выхода переноса первого счетчика 24 в него из регистра частоты 23 заносится начальное значение. Коэффициент деления определяет число гармоник в полигармоническом сигнале. Импульсы с тактового генератора 20 через первый элемент И 21 поступают на счетный вход первого счетчика 24 и задержанные на три четверти своего периода третьим элементом задержки 30 - на шестой выход синхронизатора 5.

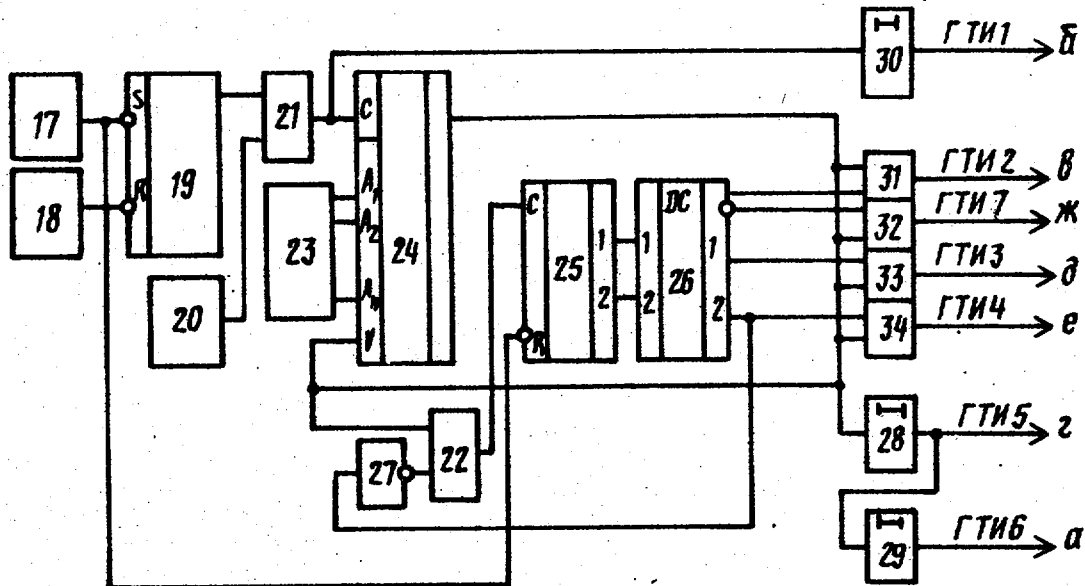
Если содержимое второго регистра 8 $\Delta \bar{A}$ равно нулю, то формируется полигармонический сигнал, частота составляющих которого постоянна, а если во второй регистр 8 занесена величина $\Delta \bar{A}$ в дополнительном коде, то частота полигармонического сигнала не возрастает, а убывает.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Цифровой генератор синусоидальных сигналов, содержащий последовательно соединенные первый накапливающий сумматор, первый блок элементов И и второй накапливающий сумматор, последовательно соединенные первый регистр памяти и второй блок элементов И, последовательно соеди-

ненные второй регистр памяти и третий блок элементов И, блок умножения кодов, первый и второй входы которого подключены соответственно к прямому и инверсному выходам второго накапливающего сумматора, и синхронизатор, первый, второй, третий, четвертый и пятый выходы которого соединены соответственно с установочным входом первого накапливающего сумматора, управляющим входом первого блока элементов И, установочным входом второго накапливающего сумматора, управляющим входом второго блока элементов И и управляющим входом третьего блока элементов И. Отличается тем, что, с целью обеспечения формирования полигармонических сигналов с изменяющейся во времени частотой, в него введены последовательно соединенные третий регистр памяти, четвертый блок элементов И, третий накапливающий сумматор и пятый блок элементов И, четвертый накапливающий сумматор, а между выходом второго блока элементов И и входом первого накапливающего сумматора введены последовательно соединенные пятый накапливающий сумматор и шестой блок элементов И, при этом выход блока умножения кодов соединен с входом четвертого накапливающего сумматора, установочный вход которого объединен с управляющим входом шестого блока элементов И и подключен к третьему выходу синхронизатора, установочные входы третьего и пятого накапливающих сумматоров объединены и подключены к первому выходу синхронизатора, шестой выход синхронизатора соединен с управляющим входом пятого блока элементов И, выход которого подключен к второму входу второго накапливающего сумматора, выход третьего блока элементов И соединен с вторым входом пятого накапливающего сумматора, а управляющий вход четвертого блока элементов И подключен к седьмому выходу синхронизатора.

2. Генератор по п. 1, отличающийся тем, что синхронизатор содержит последовательно соединенные первый генератор одиночных импульсов, RS-триггер, первый элемент И, первый счетчик, второй элемент И, второй счетчик и дешифратор, последовательно соединенные первый элемент задержки и второй элемент задержки, а также третий элемент задержки, инвертор, третий, четвертый, пятый и шестой элементы И, второй генератор одиночных импульсов, тактовый генератор и регистр частоты, поразрядные выходы которого подключены к соответствующим информационным входам первого счетчика, первый вход третьего элемента И объединен с первым входом четвертого элемента И, с первым входом пятого элемента И, с первым входом шестого элемента И, входом первого элемента задержки и установочным входом первого счетчика и подключен к выходу первого счетчика, вторые входы третьего, четвертого, пятого и шестого элементов И подключены к соответствующим выходам дешифратора, вход и выход инвертора соединены соответственно с вторым входом шестого элемента И и с вторым входом второго элемента И, выход второго генератора одиночных импульсов подключен к R-входу RS-триггера, выход тактового генератора соединен с вторым входом первого элемента И, выход которого подключен к входу третьего элемента задержки, выход первого генератора одиночных импульсов подключен к установочному входу второго счетчика, при этом выходы третьего элемента И, второго элемента задержки, первого элемента задержки, пятого элемента И, шестого элемента И, третьего элемента задержки и четвертого элемента И являются соответственно первым вторым, третьим, пятым, четвертым, шестым и седьмым выходами синхронизатора.



Фиг. 2

Редактор М. Келемеш Составитель Ю. Ковалев Корректор М. Самборская
 Техред. О. Неце

Заказ 911/59 Тираж 818 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4