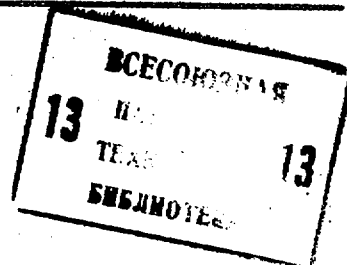




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3658214/24-09

(22) 26.09.83

(46) 23.11.85. Бюл. № 43

(71) Минский радиотехнический институт

(72) А.А.Петровский и В.Б.Клюс

(53) 621.373.42 (088.8)

(56) Алешин В.Г., Алехин Ю.И. Жодзишский М.И. Конспект лекций по курсу - Радиопередающие устройства. Синтезаторы частоты. Изд-во Московского энергетического института, 1978, с. 32-37.

Петровский А.А., Клюс В.Б. Цифровой генератор синусоидальных функций для анализатора спектра. Известия вузов СССР. - Приборостроение, 1981, № 8, с. 65-68.

(54) (57) 1. ЦИФРОВОЙ ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ, содержащий последовательно соединенные первый блок элементов И, первый накапливающий сумматор, последовательно соединенные первый регистр памяти и второй блок элементов И, синхронизатор, первый, второй и третий выходы которого соответственно соединены с установочным входом первого накапливающего сумматора, управляющим входом первого блока элементов И и с управляющим входом второго блока элементов И, и блок умножения кодов, при этом прямой и инверсный выходы первого накапливающего сумматора подключены соответственно к первому и второму входам блока умножения кодов, отличающийся тем, что, с целью обеспечения изменения по частоте выходных сигналов, в него введены последовательно соединенные

второй регистр памяти, третий блок элементов И, блок элементов ИЛИ и второй накапливающий сумматор, выход которого соединен с информационным входом первого блока элементов И, выход второго блока элементов И подключен к второму входу блока элементов ИЛИ, управляющий вход третьего блока элементов И соединен с четвертым выходом синхронизатора, управляющий вход и управляющий выход второго накапливающего сумматора соединены соответственно с первым выходом синхронизатора и входом синхронизатора,

2. Генератор по п.1, отличающийся тем, что синхронизатор содержит последовательно соединенные генератор тактовых импульсов, первый и второй элементы И, счетчик и дешифратор, последовательно соединенные генератор одиночного импульса и RS-триггер, выход которого подключен к второму входу первого элемента И, инвертор, элемент задержки, третий, четвертый и пятый элементы И, первые входы третьего, четвертого и пятого элементов И объединены с входом элемента задержки и подключены к выходу первого элемента И, вторые входы третьего, четвертого и пятого элементов И соответственно подключены к первому, второму и третьему выходам дешифратора, вход и выход инвертора соответственно подключены к выходу пятого элемента И и к второму входу второго элемента И, установочный вход счетчика соединен с выходом генератора

одиноким импульсом, а второй вход RS-триггера является входом синхронизатора, выходы третьего элемента И, элемента задержки, четвертого элемен-

та И и пятого элемента И являются соответственно первым, вторым, третьим и четвертым выходами синхронизатора.

1

Изобретение относится к радиотехнике и может использоваться в цифровых системах формирования синусоидальных сигналов с изменяющейся во времени частотой.

Цель изобретения - обеспечение изменения по частоте выходных сигналов.

На фиг.1 представлена структурная электрическая схема цифрового генератора синусоидальных сигналов; на фиг.2 - структурная схема синхронизатора.

Цифровой генератор синусоидальных сигналов содержит первый блок элементов И 1, первый накапливающий сумматор 2, блок 3 умножения кодов, первый регистр 4 памяти, второй блок элементов И 5, второй регистр 6 памяти, третий блок элементов И 7, второй накапливающий сумматор 8, блок элементов ИЛИ 9, синхронизатор 10. При этом синхронизатор содержит генератор 11 тактовых импульсов, первый элемент И 12, второй элемент И 13, счетчик 14, дешифратор 15, генератор 16 одиночного импульса, RS-триггер 17, элемент 18 задержки, инвертор 19, третий элемент И 20, четвертый элемент И 21 и пятый элемент И 22.

Цифровой генератор синусоидальных сигналов работает следующим образом.

В основу работы цифрового генератора синусоидальных сигналов положен алгоритм, основанный на соотношении $x(\pi-x) \approx \frac{b}{\pi} \sin x$ 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

$$\omega_0 = \frac{\pi}{M \Delta t}$$

где $A = 8 M^2 / n^3$ - амплитуда синусоиды;

2

Δt - период дискретизации;

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

M - емкость первого накапливающего сумматора 2 без знакового разряда;

K - число переполнений первого накапливающего сумматора 2.

Аргумент синусоиды $A = \omega_0 n \Delta t$ и его приращение постоянны и пропорциональны частоте ω_0 генерируемой синусоиды.

Для n -го отсчета синусоиды аргумент A_n равен

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

Для получения синусоиды с изменяющейся частотой во времени вместо постоянной частоты ω_0 нужно подставлять значения частоты ω_n , изменяющейся при переходе от одного отсчета к другому

$$A_n = A_{n-1} + \Delta A_n = A_{n-1} + \omega_n \Delta t. \quad (3)$$

Для равномерного изменения частоты формируемой синусоиды значения ω_n задаются следующим образом

$$\omega_n = \omega_{n-1} + \Delta \omega, \quad (4)$$

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

На основании (4) приращение аргумента ΔA будет определяться следующим образом

$$\Delta A_n = \Delta A_{n-1} + \Delta A, \quad \Delta A = \Delta \omega \Delta t. \quad (5)$$

Из соотношений (3) и (5) определяются формулы изменения аргумента формируемой синусоиды, положенные

в основу цифрового генератора синусоидальных сигналов

$$\begin{cases} A_n = A_{n-1} + \Delta A_n; \\ \Delta A_n = \Delta A_{n-1} + \Delta A. \end{cases} \quad (6)$$

При этом начальные условия следующие

$$\begin{aligned} A_0 &= 0, \\ \Delta A_1 &= \frac{\omega_0 M \Delta t}{2\pi}; \\ \Delta A &= \frac{\Delta \omega M \Delta t}{2\pi}. \end{aligned} \quad (7)$$

Количество формируемых отсчетов синусоиды пропорционально емкости первого накапливающего сумматора 2. При этом, чем больше скорость изменения частоты $\Delta \omega$ синусоиды, тем меньше можно получить отсчетов при фиксированной емкости первого накапливающего сумматора 2.

Минимальное значение $\Delta \omega$ за период дискретизации определяется из равенства

$$\begin{aligned} \Delta A_1 &= 1, \\ \Delta A &= 1 \end{aligned}$$

и соответственно равны

$$\Delta \omega_{\min} = \omega_{0 \min} = \frac{2\pi}{\Delta t M}.$$

Максимальная частота синусоиды определяется из соотношения $\Delta A_n = M$ и равна

$$\omega_{\max} = \frac{2\pi}{\Delta t}.$$

По сигналу с первого выхода синхронизатора 10 обнуляются первый и второй накапливающие сумматоры 2 и 8 и по сигналу с второго выхода синхронизатора 10 к содержимому первого накапливающего сумматора 2 добавляется содержимое второго накапливающего сумматора 8. Таким образом формируется начальное значение аргумента $A_0 = 0$. На выходе блока 3 умножения кодов получаются отсчеты функции синуса. По сигналу с третьего выхода синхронизатора 10 содержимое первого регистра 4 памяти складывается с содержимым второго накапливающего сумматора 8. Так получается первое приращение аргумента и по сигналу с второго выхода синхронизатора 10 содержимое второго накапливающего сумматора 8 добавляется к содержимому первого накапливающего сумматора 2 и получается значение аргумента и на выходе блока 3 умножения

кодов формируется значение первого дискретного отсчета синусоиды. Далее по сигналу с четвертого выхода синхронизатора 10 содержимое второго регистра 6 памяти через третий блок элементов И 7 и блок элементов ИЛИ 9 складывается с содержимым второго накапливающего сумматора 8, в котором образуется очередное приращение аргумента. Это значение аргумента по сигналу с второго выхода синхронизатора 10 складывается с содержимым первого накапливающего сумматора 2 и на выходе блока 3 умножения кодов получается очередное значение синусоиды.

Этот процесс может повторяться до тех пор, пока не переполнится второй накапливающий сумматор 8, который имеет на один разряд меньше, чем первый накапливающий сумматор 2. Дополнительный разряд первого накапливающего сумматора 2 является знаковым и используется для определения знака синуса. Так как второй накапливающий сумматор 8 имеет на один разряд меньше, чем первый накапливающий сумматор 2, то на одном переходе синусоиды всегда будет не менее двух отсчетов. Сигнал переполнения на управляющем выходе второго накапливающего сумматора 8 свидетельствует о достижении максимальной верхней частоты. Этот сигнал переполнения поступает на вход синхронизатора 10 и устанавливает RS-триггер 17 в нуль, тем самым прекращая работу цифрового генератора синусоидальных сигналов.

Далее можно формировать новую синусоиду с другими значениями начальной частоты ω_0 и скорости изменения частоты $\Delta \omega$, либо повторить формирование той же самой синусоиды, подав с генератора одиночного импульса 16 сигнал "Пуск" на RS-триггер 17.

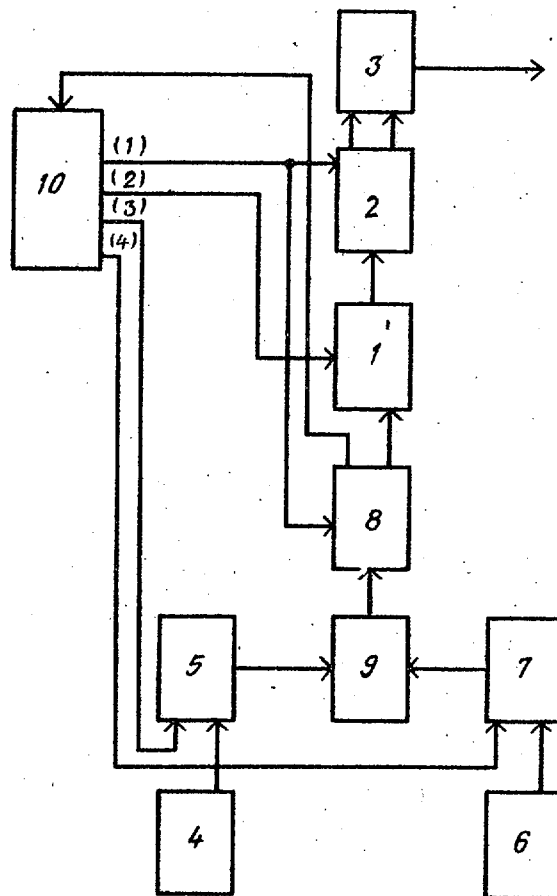
Если в выражении (6) $\Delta A = 0$, то формируемая синусоида будет иметь постоянную частоту ω_0 , а когда ΔA имеет отрицательное значение, то сканирование синусоиды по частоте начинается в сторону уменьшения частоты. Введение второго накапливающего сумматора 8 обусловлено необходимостью вычисления приращения аргумента ΔA_n , начальное значение которого ΔA_1 хранится в первом

регистре 4 памяти, а во втором регистре 6 памяти хранится значение изменения приращений аргумента ΔA . Записывая в регистры 4 и 6 различные значения аргумента и его приращения; возможно формирование синусоиды с различными законами изменения по частоте. Если в качестве второго регистра 6 памяти использовать оперативное запоминающее устройство, в ячейках которого записаны различные значения приращений аргумента, то в цифровом генераторе синусоидальных функций возможно программное управление скоростью качания синусоиды и частотным диапазоном посредством изменения содержания запоминающего устройства.

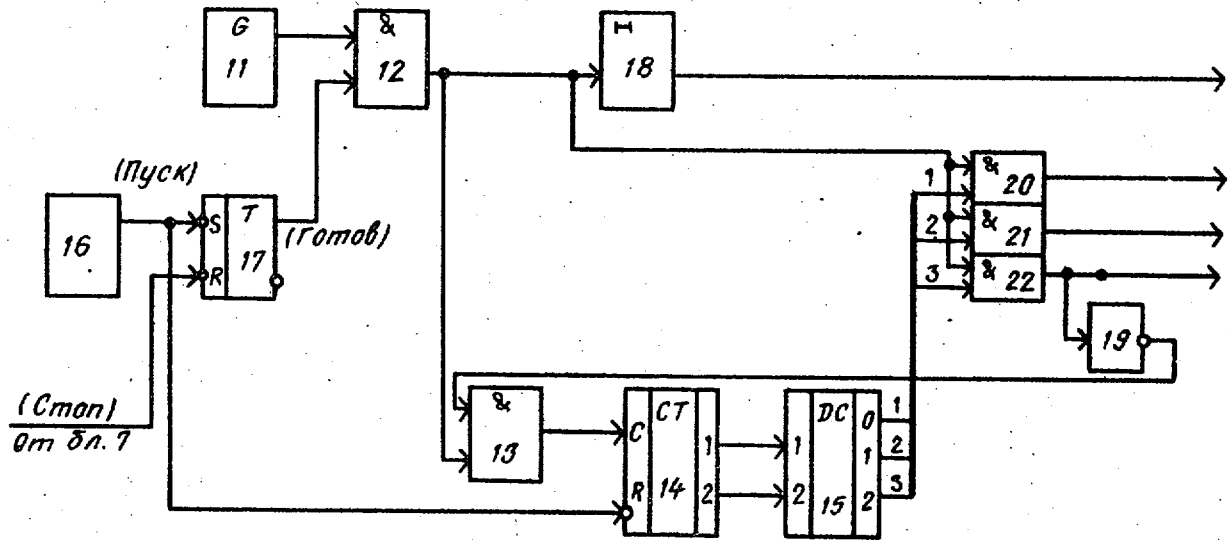
В синхронизаторе 10 осуществляется формирование необходимых последовательностей управляющих сигналов. Управляющие сигналы формируются путем дешифрации соответствующих состояний счетчика 14, на вход которого поступают импульсы с генератора 11 тактовых импульсов. На первом-четвертом выходах синхронизатора при

этом формируются последовательности тактовых импульсов с различной задержкой по отношению друг друга. Дешифратор 15, инвертор 19, третий, четвертый, пятый элементы И 20-22 и второй элемент И 13 образуют схему демультимплексора, который коммутирует выход генератора 11 тактовых импульсов на первый, третий и четвертые выходы синхронизатора 10. Сигнал "Пуск" обнуляет счетчик 14 и после того, как счетчик 14 просчитывает три импульса, сигналы с выхода инвертора 19/Через второй элемент И 15 И 13 запрещают работу счетчика 14.

Таким образом, предлагаемый цифровой генератор синусоидальных сигналов позволяет формировать синусоидальные сигналы как фиксированной, так и переменной частоты, при этом можно программно управлять законом изменения частоты синусоидальных сигналов, скоростью качания синусоиды и частотным диапазоном посредством изменения содержания регистров памяти.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор В.Иванова Составитель Ю.Ковалев
 Техред С.Мигунова Корректор Л.Пилипенко

Заказ 7322/56 Тираж 871 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