



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3510096/18-21
(22) 09.11.82
(46) 23.05.84. Бюл. № 19
(72) Б.С. Готовский, Г.В. Лобунец,
В.Г. Сидоров и Б.И. Фираго
(71) Белорусский ордена Трудового
Красного Знамени политехнический инс-
титут
(53) 621.374(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 448578, кл. Н 03 К 3/70, 1972.

2. Авторское свидетельство СССР
№ 570188, кл. Н 03 К 3/72, 1973.
(54)(57) **ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ С ЛИНЕЙ-**
НО ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ЧАСТОТОЙ, содержащий
генератор опорной частоты, выход
которого соединен с входом первого
управляемого делителя частоты, пер-
вый счетчик импульсов, выход которо-
го соединен с входом регистра памяти
и входом управления второго управле-
мого делителя частоты, вход которого
соединен с выходом третьего управле-
мого делителя частоты, вход которого
соединен с входом делителя частоты,
а вход управления - с выходом реги-
стра памяти, вход управления которо-
го соединен через элемент задержки
со счетным входом первого счетчика

импульсов, второй счетчик импульсов,
отличающийся тем, что,
с целью повышения точности работы
путем повышения точности воспроиз-
ведения линейного закона изменения
частоты импульсов, в него введены
генератор импульсов высокой частоты,
два элемента ЗАПРЕТ, датчик обнуле-
ния счетчика и генератор образцовой
длительности импульса, а второй
счетчик импульсов выполнен реверсив-
ным, при этом выход регистра памяти
соединен с входом управления перво-
го управляемого делителя частоты,
а выход генератора высокой частоты
соединен с входом делителя частоты,
выход которого через первый элемент
ЗАПРЕТ соединен с вычитающим входом
второго счетчика импульсов, а выход
второго управляемого делителя час-
тоты через второй элемент ЗАПРЕТ
соединен с суммирующим входом второ-
го счетчика импульсов, выход которого
соединен с входом датчика обнуления,
выход которого соединен с входами
элемента задержки и генератора образ-
цовой длительности импульса, выход
которого соединен с управляющими
входами первого и второго элементов
ЗАПРЕТ.

(19) **SU** (11) **1094139 A**

Изобретение относится к импульсной технике и может быть использовано, например, в преобразовательных устройствах.

Известен генератор импульсов с линейно изменяющейся частотой, содержащий генератор опорной частоты, выход которого соединен с входом делителя частоты и входами входного и выходного управляемых делителей частоты, причем вход выходного управляемого делителя частоты соединен с выходом первого счетчика импульсов, вход которого через дополнительный управляемый делитель частоты, вход управления которого соединен с выходом второго счетчика импульсов, соединен с выходом входного управляемого делителя частоты [1].

Однако такой генератор не обеспечивает необходимой точности воспроизведения заданного закона изменения частоты.

Наиболее близким к изобретению является генератор импульсов с линейно изменяющейся частотой, содержащий генератор опорной частоты, выход которого соединен с входом первого управляемого делителя частоты, первый счетчик импульсов, выход которого соединен с входом регистра памяти и входом управления второго управляемого делителя частоты, вход которого соединен с выходом третьего управляемого делителя частоты, вход которого соединен с входом делителя частоты, а вход управления - с выходом регистра памяти, вход управления которого соединен через элемент задержки со счетным входом первого счетчика импульсов и второй счетчик импульсов [2].

Выходная частота такого генератора импульсов с линейно изменяющейся частотой определяется коэффициентом деления выходного управляемого делителя частоты, который в свою очередь, равен коду, записанному на разрядных выходах первого счетчика импульсов. Во время формирования линейной зависимости изменения во времени выходной частоты генератора импульсов этот код уменьшается путем считывания числа, первоначально записанного в первый счетчик импульсов. Считывание происходит импульсами, поступающими с выхода дополнительного управляемого делителя частоты. Частота этих импульсов считыва-

ния определяется коэффициентами деления входного и дополнительного управляемых делителей частоты, причем изменение коэффициентов деления этих управляемых делителей частоты происходит в момент окончания каждого шага, внутри же шага коэффициенты деления входного и дополнительного управляемых делителей частоты постоянны. Поскольку возможно только целочисленное изменение содержания первого счетчика импульсов, то указанное постоянство коэффициентов управляемых делителей частоты приводит к тому, что линейному закону изменения частоты подчиняются только те значения выходной частоты генератора импульсов, которые имеют место только в конце каждого временного шага. Внутри шага закон распределения во времени выходной частоты рассматриваемого генератора импульсов с линейно изменяющейся частотой имеет гиперболический характер, поэтому такой генератор импульсов не обеспечивает необходимой точности формирования линейного закона изменения его выходной частоты во времени.

Целью изобретения является повышение точности работы путем повышения точности воспроизведения линейного закона изменения частоты.

Поставленная цель достигается тем, что в генератор импульсов с линейно изменяющейся частотой, содержащий генератор опорной частоты, выход которого соединен с входом первого управляемого делителя частоты, первый счетчик импульсов, выход которого соединен с входом регистра памяти и входом управления второго управляемого делителя частоты, вход которого соединен с выходом третьего управляемого делителя частоты, вход которого соединен с входом делителя частоты, а вход управления - с выходом регистра памяти, вход управления которого соединен через элемент задержки со счетным входом первого счетчика импульсов, и второй счетчик импульсов, введены генератор импульсов высокой частоты, два элемента ЗАПРЕТ, датчик обнуления счетчика и генератор образцовой длительности импульса, а второй счетчик импульсов выполнен реверсивным, при этом выход регистра памяти соединен с входом управления первого управляемого

делителя частоты, а выход генератора высокой частоты соединен с входом делителя частоты, выход которого через первый элемент ЗАПРЕТ соединен с вычитающим входом второго счетчика импульсов, а выход второго управляемого делителя частоты через второй элемент ЗАПРЕТ соединен с суммирующим входом второго счетчика импульсов, выход которого соединен с входом датчика обнуления, выход которого соединен с входами элемента задержки и генератора образцовой длительности импульсов, выход которого соединен с управляющими входами первого и второго элементов ЗАПРЕТ.

На фиг. 1 приведена структурная электрическая схема устройства; на фиг. 2 - временная диаграмма линейной частотной развертки на выходе устройства.

Устройство содержит генератор 1 опорной частоты, выход которого соединен с входом первого управляемого делителя 2 частоты, первый счетчик 3 импульсов, выход которого соединен с входом регистра 4 памяти и входом управления второго управляемого делителя 5 частоты, вход которого соединен с выходом третьего управляемого делителя 6 частоты, вход которого соединен с входом делителя 7 частоты, а вход управления - с выходом регистра 4 памяти, вход управления которого соединен через элемент 8 задержки со счетным входом первого счетчика 3 импульсов, второй счетчик 9 импульсов, генератор 10 высокой частоты, два элемента ЗАПРЕТ 11 и 12, датчик 13 обнуления счетчика, генератор 14 образцовой длительности импульса, второй счетчик 9 импульсов выполнен реверсивным, при этом выход регистра 4 памяти соединен с управляющим входом управляемого делителя 2 частоты, а выход генератора 10 высокой частоты - с входом делителя 7 частоты, выход которого через первый элемент ЗАПРЕТ 11 соединен с вычитающим счетным входом второго счетчика 9 импульсов, а выход второго управляемого делителя 5 частоты через второй элемент ЗАПРЕТ 12 соединен с суммирующим счетным входом второго счетчика 9 импульсов, выход которого соединен с входом датчика 13 обнуления счетчика, выход которого соединен с входа

ми элемента 8 задержки и генератора 14 образцовой длительности импульса, выход которого соединен с управляющими входами первого 11 и второго 12 элементов ЗАПРЕТ.

По шине 15 подается команда на начало работы устройства, шина 16 предназначена для предварительного ввода в первый счетчик 3 импульсов начального коэффициента деления первого управляемого делителя 2 частоты, шина 17 является выходом устройства.

На временной диаграмме (фиг. 2) обозначены дискретные значения f_1, f_2, f_3, f_4 частоты на выходе устройства (шина 17, фиг. 1) в течение, соответственно первого Δt_1 , второго Δt_2 , третьего Δt_3 и четвертого Δt_4 интервалов времени линейной частотной развертки; дискретные значения f_i, f_{i+1} частоты на выходе устройства в течение соответственно произвольно выбранного интервала времени Δt_i и следующего за ним интервала времени Δt_{i+1} ; промежутков времени t_{3n} для записи информации во второй счетчик 9 импульсов (фиг. 1).

Устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии второй счетчик 9 импульсов обнулен, на выход первого счетчика 3 импульсов предварительно устанавливается цифровой код начального коэффициента деления N_1 первого управляемого делителя 2 частоты, элементы ЗАПРЕТ 11 и 12 блокируют счетные входы второго счетчика 9 импульсов, делитель 7 частоты работает с постоянным коэффициентом деления N_{A4} . Началом работы служит команда на пуск устройства, подаваемая по шине 15. При ее появлении датчик 13 обнуления счетчика вырабатывает короткий импульс, который, воздействуя на вход управления регистром 4 памяти, записывает в него код N_1 , предварительно установленный на выход первого счетчика 3 импульсов, и через элемент 8 задержки по счетному входу первого счетчика 3 импульсов уменьшает на единицу код N_1 на выходе этого счетчика, после чего на выходе первого счетчика 3 импульсов устанавливает новый код $N_2 = N_1 - 1$. В итоге на входе управления первого управляемого делителя 2 частоты устанавлива-

ется код начального коэффициента деления, который хранится в регистре 4 памяти, а на выходе устройства (шина 17) — начальная выходная частота $f_1 = \frac{f_{Г04}}{N_1}$ (фиг. 2), где $f_{Г04}$ — постоянное значение частоты на выходе генератора 1 опорной частоты. Кроме того, на входах управления третьим 6 и вторым 5 управляемыми делителями частоты устанавливаются коды коэффициентов деления соответственно N_1 и $N_2 = N_1 - 1$.

Коротким импульсом с выхода датчика 13 обнуления счетчика запускается генератор 14 образцовой длительности импульса, который на строго определенный и постоянный для всех временных интервалов линейной частотной развертки (фиг. 2) промежуток времени t_{30} открывает второй элемент ЗАПРЕТ 12, а первый элемент ЗАПРЕТ 11 оставляет в закрытом состоянии. В течение короткого промежутка времени t_{30} через суммирующий счетный вход во второй счетчик 9 импульсов импульсами с выхода второго управляемого делителя 5 частоты происходит запись числа K_1 . Поскольку частота следования этих импульсов равна

$$f_{301} = \frac{f_{Г04}}{N_1 \cdot N_2} = \frac{f_{Г04}}{N_1 (N_1 - 1)},$$

где $f_{Г04}$ — выходная частота генератора 10 высокой частоты;

N_1 и N_2 — коды коэффициентов деления второго 5 и третьего 6 управляемых делителей частоты, то за промежуток времени t_{30} во второй счетчик 9 импульсов записывается число

$$K_1 = t_{30} \cdot f_{301} = \frac{t_{30} \cdot f_{Г04}}{N_1 (N_1 - 1)},$$

После истечения промежутка времени t_{30} сигналами с выхода генератора 14 образцовой длительности импульса второй элемент ЗАПРЕТ 12 закрывается, а первый элемент ЗАПРЕТ 11 открывается. Этим самым запрещается поступление импульсов на суммирующий счетный вход второго счетчика 9 импульсов, одновременно разрешается поступление на его вычитающий счетный вход импульсов с выхода делителя 7 частоты. С этого момента начинается непосредственное формирование первого интервала Δt_1 (фиг. 2) путем считывания числа K со второго счет-

чика 9 импульсов выходными импульсами делителя 7 частоты. Так как частота следования этих импульсов равна

$$f_{с4} = \frac{f_{Г04}}{N_{\Delta 4}},$$

где $N_{\Delta 4}$ — коэффициент деления делителя 7 частоты,

то длительность первого интервала времени, определяемая временем считывания числа K_1 , составляет величину

$$\Delta t_1 = \frac{K_1}{f_{с4}} = \frac{t_{30} \cdot N_{\Delta 4}}{N_1 (N_1 - 1)}.$$

Граница первого интервала времени определяется моментом t_1 (фиг. 2), когда происходит обнуление второго счетчика 9 импульсов, фиксируемое датчиком 13 обнуления счетчика, который опять вырабатывает короткий импульсов. Этим импульсом в регистр 4 памяти с выхода первого счетчика 3 импульсов перезаписывается код N_2 и на выходе устройства устанавливается следующее по ходу развертки дискретное значение выходной частоты $f_2 = \frac{f_{Г04}}{N_2} = \frac{f_{Г04}}{N_1 - 1}$ (фиг. 2). Этот же импульс через элемент 8 задержки по счетному входу первого счетчика 3 импульсов уменьшает на единицу код на его выходе: $N_3 = N_2 - 1 = N_1 - 2$, после чего на управляющих входах третьего 6 и второго 5 управляемых делителей частоты устанавливаются коды новых коэффициентов деления соответственно $N_2 = N_1 - 1$ и $N_3 = N_1 - 2$. Кроме того, этим импульсом запускается генератор 14 образцовой длительности импульса, который пять на строго определенный промежуток времени t открывает второй элемент ЗАПРЕТ 12, а первый элемент ЗАПРЕТ 11 закрывает. Теперь выходными импульсами второго управляемого делителя 5 частоты, следующих с новой частотой

$$f_{302} = \frac{f_{Г04}}{(N_1 - 1)(N_1 - 2)},$$

во второй счетчик 9 импульсов за промежуток времени t_{30} записывается число

$$K_2 = \frac{t_{30} \cdot f_{Г04}}{(N_1 - 1)(N_1 - 2)},$$

После истечения промежутка времени t_{30} начинается формирование второго интервала времени Δt_2 путем считывания числа K_2 выходными импуль-

сами делителя 7 частоты. Поскольку частота следования этих импульсов постоянна в течение всего процесса формирования линейной частотной развертки, то обнуление в момент t_2 второго счетчика 7 импульсов происходит через интервал времени (фиг. 2)

$$\Delta t_2 = \frac{K_2}{f_{c4}} = \frac{t_{3n} \cdot N_{A4}}{(N_4 - 1)(N_4 - 2)}$$

Далее датчик 13 обнуления счетчика опять вырабатывает короткий импульс, после чего за очередной промежуток времени t_{3n} устройство переходит на новое дискретное значение выходной частоты

$$f_3 = \frac{f_{r04}}{N_3} = \frac{f_{r04}}{N_4 - 2}$$

Во второй счетчик 9 импульсов импульсами с частотой следования

$$f_{3n3} = \frac{f_{rB4}}{(N_4 - 1)(N_4 - 3)}$$

записывается число

$$K_3 = \frac{t_{3n} \cdot f_{rB4}}{(N_4 - 2)(N_4 - 3)}$$

Длительность третьего интервала времени равна

$$\Delta t_3 = \frac{K_3}{f_{c4}} = \frac{t_{3n} \cdot N_{A4}}{(N_4 - 2)(N_4 - 3)}$$

После третьего интервала времени Δt_3 в момент t_3 на выходной шине устройства устанавливается следующее дискретное значение выходной частоты

$$f_4 = \frac{f_{r04}}{N_4} = \frac{f_{r04}}{N_4 - 3}$$

и далее процесс повторяется.

В общем случае предлагаемое устройство в процессе воспроизведения линейного закона изменения частоты на его выходе производит переключение этой частоты с одного дискретного значения $f_i = \frac{f_{r04}}{N_i}$ на следующее $f_{i+1} = \frac{f_{r04}}{N_{i+1}}$ через определенные интервалы времени Δt_i (фиг. 2), длительность которых формируется в соответствии с соотношением

$$\Delta t_i = \frac{t_{3n} \cdot N_{A4}}{N_i \cdot N_{i+1}} = \frac{t_{3n} \cdot N_{A4}}{[N_i - (i-1)](N_i - 1)}$$

где i - номер интервала времени; $f_i; N_i = N_4 - (i-1)$ - значение частоты на выходе устройства и коэффициент де-

ления управляемого делителя 2 частоты в течение произвольного i -го интервала времени Δt_i ;

$f_{i+1} N_{i+1} = N_i - i$ - значение частоты на входе устройства и коэффициент деления управляемого делителя частоты в течение $(i+1)$ -го интервала времени Δt_{i+1} .

Докажем, что переключение выходной частоты предлагаемого устройства через интервалы времени Δt_i , формируемые в соответствии с последним соотношением, обеспечивает линейную зависимость этой частоты от времени не в отдельных точках (что имеет место в известном устройстве), а в течение всего процесса воспроизведения линейной частотной развертки. Для этого определим для рассмотренных интервалов времени линейной частотной развертки отношение приращения выходной частоты в конце каждого интервала времени к длительности самого интервала времени (фиг. 2): для первого интервала

$$\frac{f_2 - f_1}{\Delta t_1} = \frac{\frac{f_{r04}}{N_1 - 1} - \frac{f_{r04}}{N_1}}{\frac{t_{3n} \cdot N_{A4}}{N_1 \cdot (N_1 - 1)}} = \frac{f_{r04}}{t_{3n} \cdot N_{A4}}$$

для второго интервала

$$\frac{f_3 - f_2}{\Delta t_2} = \frac{\frac{f_{r04}}{N_1 - 2} - \frac{f_{r04}}{N_1 - 1}}{\frac{t_{3n} \cdot N_{A4}}{(N_1 - 1)(N_1 - 2)}} = \frac{f_{r04}}{t_{3n} \cdot N_{A4}}$$

для третьего интервала

$$\frac{f_4 - f_3}{\Delta t_3} = \frac{f_{r04}}{t_{3n} \cdot N_{A4}}$$

для произвольного i -го интервала

$$\frac{f_{i+1} - f_i}{\Delta t_i} = \frac{\frac{f_{r04}}{N_{i+1}} - \frac{f_{r04}}{N_i}}{\frac{t_{3n} \cdot N_{A4}}{N_i \cdot N_{i+1}}} = \frac{f_{r04}}{t_{3n} \cdot N_{A4}}$$

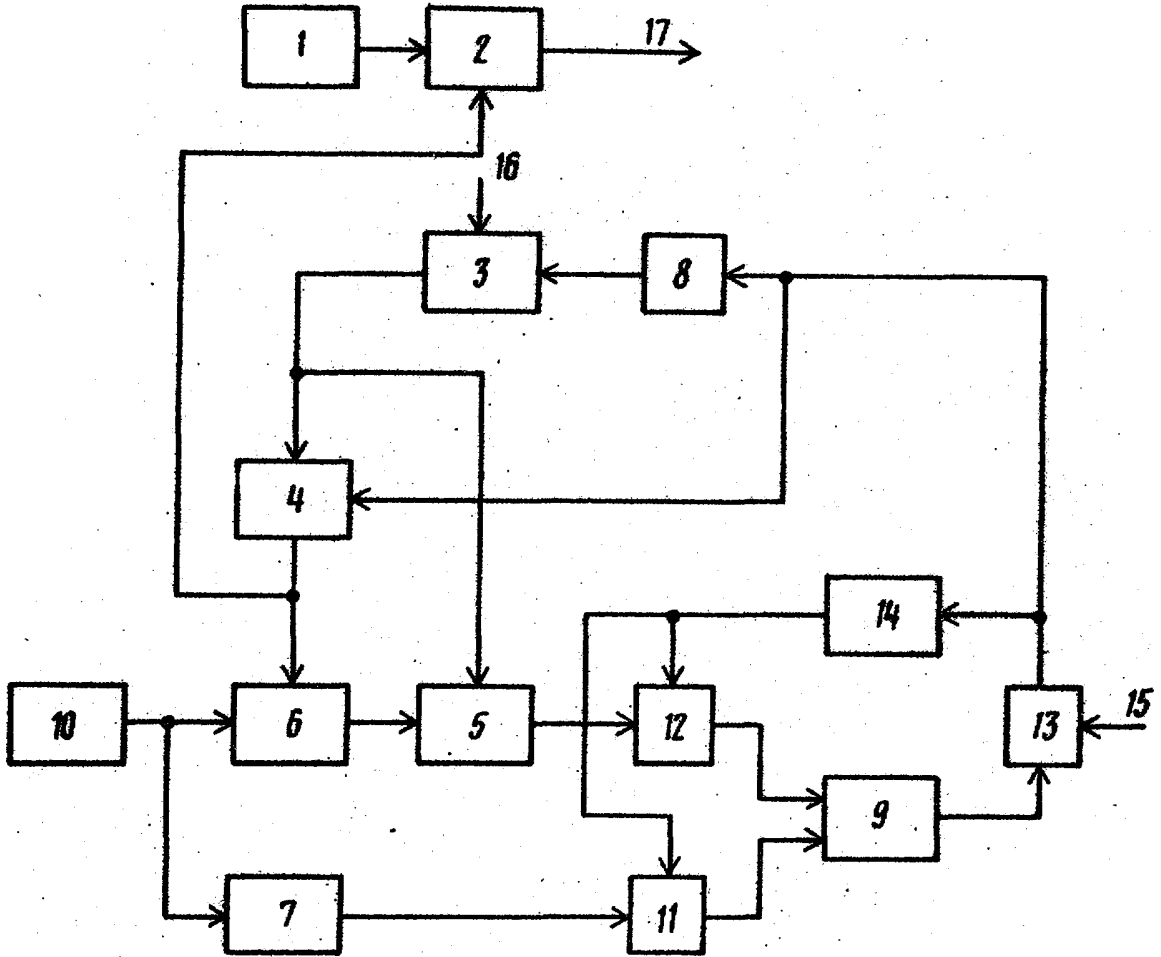
Отношение приращения выходной частоты устройства в конце каждого интервала времени к длительности самого интервала времени является постоянной величиной. Это говорит о том, что линейному закону изменения во времени подчиняются все возможные дискретные значения выходной частоты устройства.

Таким образом, предлагаемый генератор импульсов с линейно изменяющейся частотой при формировании линейной частотной развертки осуществляет каждое переключение его вы-

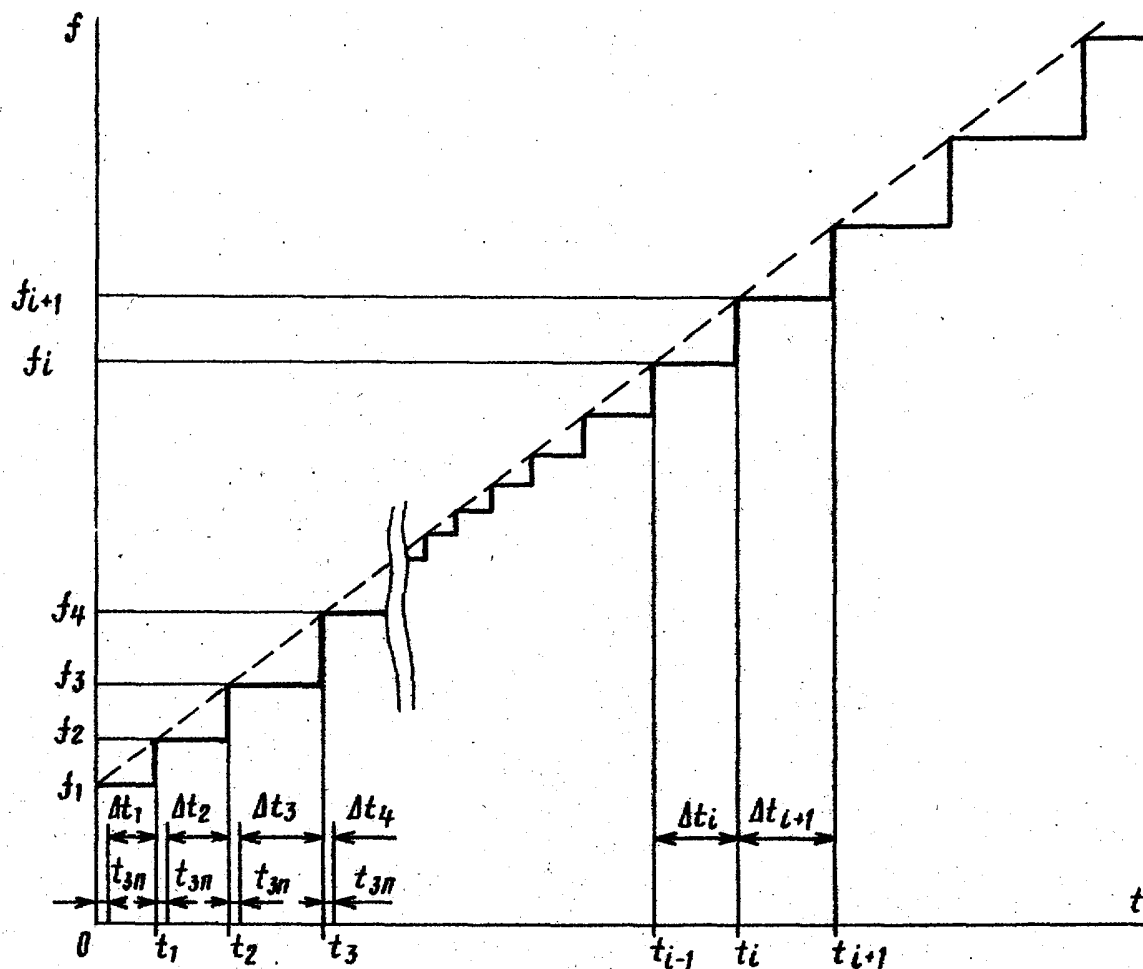
ходной частоты f_i с одного дискретного значения на другое через определенные интервалы времени Δt_i , при которых, в отличие от известного устройства, все возможные значения его выходной частоты подчиняются линейному закону распределения во времени. Этим самым достигается повышение точности формирования ли-

нейного закона изменения частоты.

Темп изменения выходной частоты предлагаемого генератора импульсов с линейно изменяющейся частотой (наклон частотной развертки) при постоянных значениях f_{tot} и $f_{\text{эл}}$ можно менять, задавая различные значения коэффициента деления делителя частоты.



Фиг.1



Фиг. 2

Составитель А. Горбачев

Редактор И. Николайчук

Техред Л. Микеш

Корректор А. Ференц

Заказ 3455/44

Тираж 862

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