



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3876568/24-07

(22) 01.04.85

(46) 23.10.86. Бюл. № 39

(71) Белорусский ордена Трудового  
Красного Знамени политехнический  
институт

(72) Г.В. Лобунец и Б.И. Фираго

(53) 621.316.727(088.8)

(56) Преобразователь ТТС-40К.

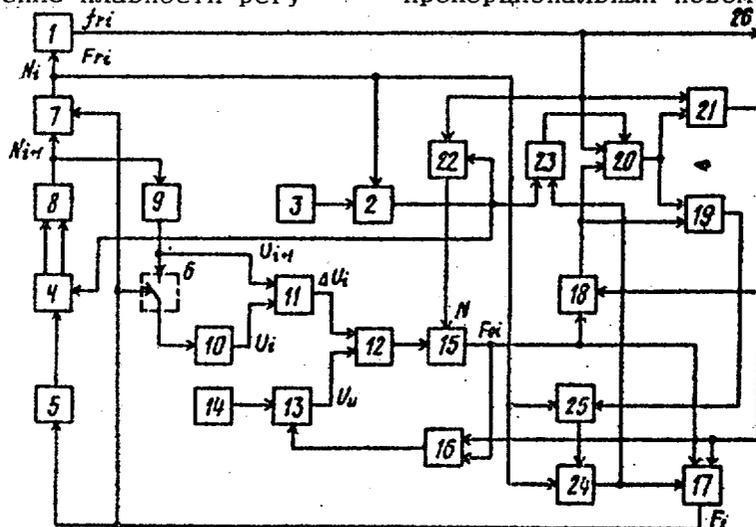
Паспорт 2 АС 947. 307 ПС, 1976,  
с. 21, 22.

Авторское свидетельство СССР  
№ 1072237, кл. Н 02 Р 13/16, 1983.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НЕ-  
ПОСРЕДСТВЕННЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ  
ЧАСТОТЫ

(57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для управления непосредственными преобразователями частоты. Цель изобретения - повышение плавности регу-

лирования частоты и увеличение диапазона изменения во времени выходной частоты. На участке частотной развертки, где интервалы времени между импульсами одновибратора 15, пропорциональные разности переключаемых выходных частот устройства, меньше периодов следования выходных импульсов управляемого генератора 1 низкой частоты, изменение его коэффициента деления производится импульсами с выхода этого генератора. При этом каждое единичное изменение происходит через период, длительность которого пропорциональна текущему значению коэффициента деления, установленному в начале этого периода. Поэтому в процессе формирования частотной развертки путем последовательного единичного изменения коэффициента деления после каждого его изменения на выходе 26 устройства формируется пропорциональный новому значению ко-



Фиг. 1

эфициента деления период следования выходных импульсов, а каждому периоду соответствует дискретное значение выходной частоты устройства. Таким

образом формирование частотной развертки происходит с участием каждого дискретного значения выходной частоты устройства. 3 ил.

1

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для управления частотно-регулируемым электроприводом на базе непосредственного преобразователя частоты с дискретным рядом выходных частот.

Целью изобретения является повышение плавности регулирования частоты и увеличение диапазона изменения во времени выходной частоты.

На фиг. 1 представлена структурная схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - структурная схема логического блока; на фиг. 3 - временные диаграммы работы устройства.

Устройство содержит управляемый генератор 1 низкой частоты, вход управления которого соединен с одним из входов первого элемента 2 сравнения, другой вход которого соединен с выходом задатчика 3 частоты, а выход - с входом управления переключателя 4 выходов, вход которого через элемент 5 задержки соединен с входами управления ключа 6 и первого регистра 7, а первый выход соединен с суммирующим, второй - с вычитающим счетными входами реверсивного счетчика-регистра 8, выход которого соединен с входом обратно пропорционального преобразователя 9 и через первый регистр 7 со входом управления управляемого генератора 1 низкой частоты, выход обратно пропорционального преобразователя 9 соединен с первым, а через ключ 6 и запоминающий блок 10 - с вторым входами блока 11 вычитания, выход которого соединен с одним из входов компаратора 12, другой вход которого через интегратор 13 соединен с задатчиком 14 интенсивности, а выход - с одновибратором 15, выход одновибратора соединен с первыми входами первого элемента ИЛИ 16 и переключателя 17 входов и с входом

2

генератора 18 одиночных импульсов, выход которого соединен с входом первого элемента ЗАПРЕТ 19 и первым входом логического блока 20, второй вход которого соединен с выходом управляемого генератора низкой частоты, с входом второго элемента ЗАПРЕТ 21 и входом триггера 22, выход которого соединен с входом разрешения одновибратора 15, а второй вход - с выходом первого элемента 2 сравнения и входом второго элемента ИЛИ 23, второй вход которого соединен с выходом второго элемента 24 сравнения, а выход - с входом разрешения логического блока 20, выход которого соединен с входами управления двух элементов ЗАПРЕТ 19 и 21, выход элемента ЗАПРЕТ 21 соединен с входом сброса генератора 18 одиночных импульсов, через второй вход первого элемента ИЛИ 16 с входом сброса интегратора 13, а через второй вход переключателя 17 входов - с входом элемента 5 задержки, вход управления переключателя 17 входов соединен с выходом второго элемента 24 сравнения, один из входов которого соединен с выходом первого регистра 7 и входом второго регистра 25, выход которого соединен с другим входом второго элемента 24 сравнения, а вход управления соединен с выходом первого элемента ЗАПРЕТ 19. Выходом 26 устройства является выход управляемого генератора 1 низкой частоты.

На фиг. 1, кроме того, обозначены:  $N_i$  - целочисленный коэффициент деления управляемого генератора 1 низкой частоты;  $N_{i+1} = N_i - 1$  - следующее за  $N_i$  значение коэффициента деления;  $U_i, U_{i+1}$  - уровни сигнала на выходе обратно пропорционального преобразователя 9, соответствующие коэффициентам деления  $N_i$  и  $N_{i+1}$ ;  $\Delta U_i = U_{i+1} - U_i$  - величина

на, пропорциональная абсолютной разности сигналов  $U_i$  и  $U_{i+1}$ ;  $U_n$  - линейно возрастающий сигнал на выходе интегратора 13;  $F_{ri}$ ,  $f_{ri}$  - импульсы и частота их следования на выходе устройства, соответствующие коэффициенту деления  $N_i$ ;  $F_{oi}$  - импульсы, формируемые одновибратором 15;  $F_i$  - импульсы, осуществляющие единичные изменения коэффициентов деления.

Логический блок 20 (фиг. 2) содержит третий элемент ИЛИ 27, двухканальный распределитель 28 импульсов, первый выходной канал 29 распределителя импульсов и вход 30 разрешения работы селектора импульсов.

Управляемый генератор 1 низкой частоты представляет собой источник постоянной, синхронизированной с сетью частоты  $f_{uc}$  и последовательно соединенный с ним управляемый делитель частоты с переменным целочисленным коэффициентом деления  $N_i$ . Вход управления делителя частоты является входом управления управляемого генератора 1.

Формирование частотной развертки на выходе управляемого генератора 1 осуществляется путем целочисленного изменения каждый раз на единицу его коэффициента деления  $N_i$ . При этом предел изменения этого коэффициента деления ограничивается с одной стороны его максимальным значением  $N_i = N_i$ , соответствующим требуемой минимальной дискретной частоте  $f_{rk}$  в начале частотной развертки, с другой стороны - его минимальным значением  $N_i = N_k$ , соответствующим максимальной дискретной частоте  $f_{rk}$  в конце ее формирования.

Команды на формирование частотной развертки и направление изменения выходной частоты устройства вырабатываются первым элементом 2 сравнения в функции соотношения поступающих на его входы кодов. На один вход этого элемента сравнения поступает код коэффициента деления  $N_i$ , установленного на входе управления управляемого генератора 1 низкой частоты, на второй - код  $N_k$  с выхода задатчика 3 частоты. Первый элемент сравнения вырабатывает также сигналы, переводящие устройство в исходное состояние.

Частота, до которой происходит формирование линейной частотной раз-

вертки, задается задатчиком 3 частоты. Выходной информацией задатчика является цифровой код коэффициента деления  $N_k$ .

Переключатель 4 выходов согласно командам первого элемента 2 сравнения пропускает импульсы то на вычитающий счетный вход реверсивного счетчика-регистра 8 при формировании возрастающей частотной развертки, то на его суммирующий счетный вход при спадающей развертке. При равенстве кодов на входах первого элемента сравнения переключатель входов прекращает доступ импульсов на счетные входы реверсивного счетчика-регистра.

Элемент 5 задержки необходим для того, чтобы изменение числа в реверсивном счетчике-регистре 8 происходило после процесса записи информации в запоминающий блок 10.

Первый регистр 7 осуществляет прием и хранение двоичного кода коэффициента деления  $N_i$ . Запись кода в регистр осуществляется импульсом, поступающим на его вход управления.

Реверсивный счетчик-регистр 8, как и первый регистр 7, служит для приема и хранения двоичного кода. Но в отличие от последнего он производит также счет импульсов как в прямом, так и в обратном направлениях. Реверсивный счетчик-регистр используется для монотонного целочисленного изменения коэффициента деления  $N_i$ .

Обратно пропорциональный преобразователь 9, имея в качестве входной информации цифровой код коэффициента деления  $N_i$ , обеспечивает формирование на его выходе сигнала  $U_i$ , обратно пропорционального коду  $N_i$ . В силу этого выходной сигнал преобразователя пропорционален дискретной выходной частоте управляемого генератора 1 низкой частоты. Для случая, когда информация на выходе обратно пропорционального преобразователя может быть представлена в аналоговой форме, его функции может выполнять цифроаналоговый гиперболический функциональный преобразователь.

Запоминающий блок 10 предназначен для приема и хранения информации, поступающей на его вход при замкнутом ключе 6. Для запоминания

аналогового сигнала запоминающий блок можно построить на базе эмиттерного повторителя, параллельно входу которого подключен конденсатор.

На выходе блока 11 вычитания формируется абсолютное значение разности  $\Delta U_i$  двух поступающих на его входы сигналов  $U_i$  и  $U_{i+1}$ . Для получения абсолютной разности в случае построения этого блока на базе дифференциального операционного усилителя он дополняется двухполупериодным выпрямителем среднего значения.

Компаратор 12 предназначен для сравнения двух входных сигналов и изменяет состояние своего выхода в момент их равенства.

Интегратор 13 обеспечивает формирование на своем выходе линейно изменяющегося во времени сигнала  $U_n$  и может быть построен по схеме интегратора с режимом сброса.

Темп нарастания выходного сигнала интегратора устанавливается задатчиком 14 интенсивности. Им может быть переменный резистор, который по потенциометрической схеме регулирует входной сигнал интегратора.

Одновибратор 15 по команде компаратора 12 вырабатывает короткий импульс определенной длительности, достаточной, в частности, для сброса интегратора 13 и записи выходной информации обратно пропорционального преобразователя 9 через ключ 6 в запоминающий блок 10. При запрещающем сигнале на его входе разрешения одновибратор поддерживает интегратор в обнуленном состоянии.

Первый элемент ИЛИ 16 осуществляет логическое суммирование поступающих на его входы единичных импульсов.

Переключатель 17 входов в зависимости от сигнала на входе управления соединяет свой выход то с одним, то с другим собственным входом. При этом формирование частотной развертки осуществляется либо импульсами  $F_{г1}$  с выхода 26 устройства, либо выходными импульсами  $F_{г2}$  одновибратора 15.

Генератор 18 одиночных импульсов пропускает на свой выход только первый из поступающих на его вход импульсов. Для возобновления работы генератор по входу сброса переводится в первоначальное состояние.

Каждый из элементов ЗАПРЕТ 19 и 21 пропускает на свой выход входной импульс только при наличии разрешающего единичного сигнала на их входах управления.

Блок 20 вступает в работу при снятии запрещающего сигнала с его входа разрешения. После этого любой первый входной импульс проходит на его выход и осуществляет пуск всего устройства. В дальнейшем, начиная с этого момента блок 20 пропускает на свой выход каждый второй поступающий на его входы импульс. Блок может быть построен на базе двухвходового элемента ИЛИ 27 и последовательно соединенного с ним двухканального распределителя 28 импульсов. Элемент ИЛИ суммирует поступающие на его входы импульсы. Распределитель импульсов распределяет входные импульсы поочередно на два его выходных канала.

Триггер 22 выходным сигналом первого элемента 2 сравнения по входу его установки поддерживается в исходном состоянии, при котором его выход запрещает работу одновибратора 15. После снятия установочного сигнала триггер переводится в противоположное состояние очередным импульсом с выхода 26 устройства, поступающим на его тактовый вход.

Второй элемент ИЛИ 23 осуществляет логическое суммирование сигналов двух элементов 2 и 24 сравнения, которые по входу разрешения запрещают работу селектора импульсов.

Второй элемент 24 сравнения, как и первый формирует команды на своем выходе в функции соотношения поступающих на его входы кодов. Эти команды через второй элемент ИЛИ 23 разрешают или запрещают работу селектора импульсов, а также переключают входы переключателя 17 входов.

Второй регистр 25 импульсом по входу управления производит прием и хранение кода коэффициента деления  $N_i$ , установленного в данный момент на его входе.

На временной диаграмме (фиг. 3) обозначены:  $f_{г1}$  - частота на выходе устройства;  $f_{г1}$ ,  $f_{г2}$  - начальное и конечное дискретные значения выходной частоты устройства;  $F_{г1}$  - импульсы на выходе устройства;  $T_{г1}$  -

периоды следования выходных импульсов устройства;  $F_{oi}$  - импульсы на выходе одновибратора 15;  $\Delta t_i$  - интервалы времени, формируемые между выходными импульсами одновибратора;  $F_i$  - выходные импульсы переключателя 17 входов, осуществляющие единичные изменения коэффициента деления  $N_i$ ;  $U_n$  - выходной сигнал интегратора 13.

В исходном состоянии в первый регистр 7 и реверсивный счетчик-регистр 8 заносится начальный коэффициент деления управляемого генератора 1 низкой частоты и на выходе 26 последнего устанавливается начальная частота  $f_{r1}$  частотной развертки. Коды на двух входах первого элемента 2 сравнения равны друг другу. В соответствии с его выходными сигналами переключатель входов разъединяет выход элемента 5 задержки со счетными входами реверсивного счетчика-регистра 8, а триггер 22 по входу установки переводится в состояние, при котором сигнал с его выхода запрещает работу одновибратора 15. При этом на выходе одновибратора формируется сигнал, поддерживающий через первый элемент ИЛИ 16 интегратор 13 в обнуленном состоянии. Кроме того, первый элемент 2 сравнения своим выходным сигналом, через второго элемент ИЛИ 23 запрещает работу селектора импульсов и подготавливает его для пропуска начального пускового импульса. Генератор 18 одиночных импульсов установлен в первоначальное состояние. Первый и второй элементы ЗАПРЕТ 19 и 21 закрыты по входам управления выходным сигналом селектора импульсов. Второй регистр 25 обнулен. Сигналом с выхода второго элемента 24 сравнения переключатель 17 входов 45 соединяет свой выход с выходом второго элемента ЗАПРЕТ 21.

Процесс формирования частотной развертки начинается при установке на выходе задатчика 3 частоты кода  $N_k$ , меньшего начального коэффициента деления  $N_1$ . Код  $N_k$  соответствует выходной частоте  $f_{rk}$  управляемого генератора 1 низкой частоты, до которой происходит формирование частотной развертки (фиг. 3а).

При изменении соотношения кодов на входах первого элемента 2 сравне-

ния он снимает установочный сигнал с входа установки триггера 22, разрешает работу селектора импульсов и 5 вырабатывает команду, по которой переключатель 4 выходов соединяет выход элемента 5 задержки с вычитающим входом реверсивного счетчика-регистра 8. В момент  $t_0$  очередным 10 импульсом  $F_{r0}$  (фиг. 3г) с выхода управляемого генератора 1 низкой частоты осуществляется начальный пуск устройства. Этим пусковым импульсом триггер 22 устанавливается 15 в состояние, противоположное исходному. Этим самым снимается запрет с работы одновибратора 15. Одновибратор через первый элемент ИЛИ 16 разрешает работу интегратора 13. 20 Помимо этого импульс  $F_{r0}$  проходит на выход блока 20 и на время его длительности открывает элементы ЗАПРЕТ 19 и 21. Одновременное присутствие импульса  $F_{r0}$  на двух входах, 25 второго элемента ЗАПРЕТ 21 позволяет ему пройти на выход этого элемента. Затем этот импульс по входу сброса генератора 18 одиночных импульсов подтверждает его первоначальное состояние, через первый элемент ИЛИ 16 30 обнуляет интегратор 13 и поступает на выход переключателя 17 входов (фиг. 3б). Далее пусковой импульс на короткое время замыкает ключ 6. 35 При этом напряжение  $U_1$ , обратно пропорциональное начальному коэффициенту деления  $N_1$  и пропорциональное выходной частоте  $f_{r1}$  устройства; записывается с выхода обратно пропорционального преобразователя 9 в запоминающий блок 10. После этого импульсом с выхода элемента 5 задержки, поступающим через переключатель 4 40 выходов на вычитающий вход реверсивного счетчика-регистра 8, уменьшается на единицу, предварительно записанный в него код начального коэффициента деления  $N_1$ . Теперь содержание реверсивного счетчика равно  $N_2 = N_1 - 1$ . 45 Коэффициент деления  $N_2$  соответствует следующему дискретному значению  $f_{r2}$  выходной частоты устройства. В соответствии с новым кодом  $N_2$  на выходе обратно пропорционального преобразователя 9 устанавливается новое 50 напряжение  $U_2$ , пропорциональное дискретной частоте  $f_{r2}$ . Разность напряжений  $\Delta U_1 = U_2 - U_1$  вычисляется бло-

ком 11 вычитания и пропорциональна разности указанных двух соседних дискретных частот, то есть  $\Delta U_1 \equiv f_{r_2} - f_{r_1}$ . В момент  $t_1$ , когда линейно возрастающее напряжение интегратора  $U_{r_1}$  (фиг. 3г) становится равным полученной разности  $\Delta U_1$ , срабатывает компаратор 12. Последний запускает одновибратор 15, импульс  $F_{01}$  с выхода которого через первый элемент ИЛИ 16 обнуляет интегратор 13. Этот же импульс через генератор 18 одиночных импульсов поступает на первый вход блока 20. Интервал времени  $\Delta t_1 = t_1 - t_0$ , отсчитываемый от момента  $t_0$  (фиг. 3б,г), пропорционален разности между текущим значением выходной частоты  $f_{r_1}$  и следующим ее дискретным значением  $f_{r_2}$ , т.е.  $\Delta t_1 \equiv f_{r_2} - f_{r_1}$ . Если интервал времени  $\Delta t_1$  меньше первого периода следования  $T_{r_1}$  (фиг. 3г) выходных импульсов  $F_{r_1}$  устройства, то импульс  $F_{01}$  после пускового импульса  $F_{r_0}$  поступает на вход селектора импульсов первым. Однако на его выход этот импульс не проходит, и элементы ЗАПРЕТ 19 и 21 остаются закрытыми. Следующие импульсы  $F_{0i}$ , генерируемые одновибратором 15 в течение периода  $T_{r_1}$ , генератором 18 одиночных импульсов не пропускаются. Они только периодически обнуляют интегратор 13. Процесс генерации одновибраторов импульсом с постоянным временным интервалом следования  $\Delta t_1$  продолжается до тех пор, пока в момент  $t_2$  на второй вход блока 20 импульсов не поступит импульс  $F_{r_1}$  с выхода 26 устройства. Период  $T_{r_1}$ , отмеряемый этим импульсом от момента  $t_0$ , пропорционален начальному коэффициенту деления  $N_1$ . Импульс  $F_{r_1}$  по отношению к импульсу одновибратора  $F_{01}$  по времени является вторым, пришедшим на входы блока 20. Поэтому он при поступлении его на вход второго элемента ЗАПРЕТ 21, одновременно через блок 20 открывает этот элемент и проходит на его выход. После чего импульс  $F_{r_1}$  приводит в первоначальное состояние генератор 18 одиночных импульсов, обнуляет через первый элемент ИЛИ 16 интегратор 13 и поступает на выход переключателя 17 входов (фиг. 3д). Далее этот импульс записывает в первый регистр 7 коэф-

фициент деления  $N_2$ , до этого установленный на выходе реверсивного счетчика-регистра 8. Управляемый генератор 1 низкой частоты переводится на новое дискретное значение выходной частоты  $f_{r_2}$ . Одновременно в запоминающий блок 10 кратковременным замыканием ключа записывается напряжение  $U_2$ , обратно пропорциональное коэффициенту деления  $N_2$ , т.е. пропорциональное новой дискретной частоте  $f_{r_2}$ . После размыкания ключа 6 выходным импульсом элемента 5 задержки уменьшается еще на единицу код в реверсивном счетчике-регистре 8, который теперь становится равным  $N_3 = N_2 - 1$ . Этот код соответствует следующему дискретному значению  $f_{r_3}$  выходной частоты устройства. Таким образом, на выходе блока 11 вычитания устанавливается новая разность напряжений  $\Delta U_2 = U_3 - U_2$ , пропорциональная разности установленной на выходе устройства частоты  $f_{r_2}$  и следующего ее дискретного значения  $f_{r_3}$ . Очередное срабатывание компаратора 12 в момент  $t_3$  происходит через интервал времени  $\Delta t_2$ , пропорциональный новой разности напряжений  $\Delta U_2$ . Хотя интервал времени  $\Delta t_2$  увеличился по отношению к предыдущему  $\Delta t_1$ , он остается меньшим текущего периода следования выходных импульсов устройства (фиг. 3г,д). Поэтому импульс  $F_{02}$  (фиг. 3б) с выхода одновибратора 15 через генератор 18 одиночных импульсов в момент  $t_3$  опять первым поступает на вход селектора импульсов. Следующим на другой вход селектора в момент  $t_5$  поступает импульс  $F_{r_2}$  с выхода 26 устройства. Период  $T_{r_2}$  следования этого импульса пропорционален следующему после начального коэффициенту деления  $N_2$ . Импульс  $F_{r_2}$  опять поступает на вход второго элемента ЗАПРЕТ. Вследствие его появления на выходе переключателя 17 входов происходят установка на входе управления управляемого генератора 1 низкой частоты коэффициента деления  $N_3$  и перевод устройства на новое дискретное значение  $f_{r_3}$  его выходной частоты, единичное уменьшение кода, записанного в реверсивном счетчике-регистре 8 до  $N_4 = N_3 - 1$ , увеличение интервала времени между выходными импульсами одно-

вибратора до величины  $\Delta t_3$  и в соответствии с новым коэффициентом деления  $N_3$  уменьшается период  $T_{r3}$  следования выходного импульса  $F_{r3}$  устройства. Однако опять импульс  $F_{r3}$  с выхода устройства (в момент  $t_6$ ) поступает на входы блока 20 импульсов только после импульса  $F_{03}$  с выхода одновибратора 15. Очередное появление импульса на выходе второго элемента ЗАПРЕТ 21, а затем и на выходе переключателя 17 входов переводит устройство на следующее дискретное значение выходной частоты  $f_{r4}$ , соответствующее новому коэффициенту деления  $N_4$ . Это, в свою очередь, приводит к увеличению интервала времени  $\Delta t_4$  между выходными импульсами одновибратора и уменьшению периода  $T_{r4}$  следования выходных импульсов устройства, который соответствует коэффициенту деления  $N_4$ . Однако на этот раз интервал времени  $\Delta t_4$  больше периода  $T_{r4}$ . Следовательно, импульс  $F_{04}$  с выхода одновибратора, пройдя генератор 18 одиночных импульсов, поступает в момент  $t_8$  на вход блока 20 после того, как на его другой вход поступил импульс  $F_{r4}$  с выхода устройства, т.е. вторым. Теперь импульс  $F_{04}$  проходит на выход блока 20 и открывает элементы ЗАПРЕТ 19 и 21. Одновременное присутствие этого импульса на двух входах первого элемента ЗАПРЕТ 19 позволяет ему пройти через этот элемент на вход управления вторым регистром 25. При этом перевод генератора 18 одиночных импульсов в первоначальное состояние не производится. Этим импульсом во второй регистр записывается коэффициент деления  $N_i = N_4$ , установленный в данный момент на входе управления управляемого генератора 1 низкой частоты. Равенство кодов на выходах первого и второго регистров 7 и 25 фиксируется вторым элементом 24 сравнения. Выходной сигнал последнего через второй элемент ИЛИ 23 запрещает работу селектора импульсов и подготавливает его для пропуска пускового импульса с выхода 26 устройства, так как генератор 18 одиночных импульсов в первоначальное состояние не переведен. Кроме того, второй элемент 24 сравнения переводит переключатель 17 входов в состоя-

ние, при котором его выход переключается на выход одновибратора 15. Длительность выходных импульсов одновибратора выбирается такой, что производят по переднему фронту все перечисленные операции, импульс  $F_{04}$  успевает пройти на выход переключателя 17 входов. Начиная с этого момента (момент  $t_2$ ) целочисленные изменения коэффициента деления управляемого генератора 1 низкой частоты, а следовательно, и формирование частотной развертки на его выходе 26 производится выходными импульсами одновибратора 15 (фиг.3, ).

В итоге на участке частотной развертки  $t_0 - t_8$ , где интервалы времени  $\Delta t_i$  между импульсами  $F_{0i}$  одновибратора 15, пропорциональные разности переключаемых выходных частот устройства, меньше периодов  $T_{ri}$  следования выходных импульсов  $F_{ri}$  управляемого генератора 1 низкой частоты, изменение его коэффициента деления  $N_i$  производится импульсами  $F_{ri}$  с выхода этого генератора. При этом каждое единичное изменение  $N_i$  происходит через период  $T_{ri}$ , длительность которого пропорциональна текущему значению коэффициента деления, установленному в начале этого периода. Поэтому в процессе формирования частотной развертки путем последовательного единичного изменения коэффициента деления  $N_i$  после каждого его изменения на выходе 26 устройства формируется пропорциональный новому значению  $N_i$  период  $T_{ri}$  следования выходных импульсов. А каждому периоду  $T_{ri}$ , в свою очередь, соответствует дискретное значение выходной частоты  $f_{ri}$  устройства. Следовательно, формирование частотной развертки на рассматриваемом участке происходит с участием каждого дискретного значения выходной частоты устройства.

В дальнейшем начиная с момента  $t_6$  интервалы времени  $\Delta t_i$  между импульсами  $F_{0i}$  одновибратора 15 всегда превышают период  $T_{ri}$ , и неоднократные изменения коэффициента деления  $N_i$  в течение любого из этих периодов невозможны. При этом переключение выходной частоты устройства  $f_{ri}$  с одного дискретного значения на другое производится уже им-

пульсами  $F_{oi}$  с выхода одновибратора через интервалы времени  $\Delta t_i$ , пропорциональные разности дискретных значений переключаемых частот. Поэтому продолжение формирования частотной развертки на выходе 26 осуществляется по линейно-ступенчатому закону с участием всех дискретных значений выходной частоты устройства.

Окончание формирования частот раз-10  
вертки наступает в момент  $t_k$ , когда коэффициент деления  $N_i$  на входе управления управляемого генератора 1 низкой частоты становится равным коду  $N_k$  на выходе задатчика 3 частоты. Первый элемент 2 сравнения при этом вырабатывает команду, по которой переключатель 4 выходов разъединяет выход элемента 5 задержки с вычитающим счетным входом реверсивного счет-20  
чика-регистра 8, триггер 22 запрещает работу одновибратора 15, интегратор 13 обнуляется и поддерживается в таком состоянии до следующего формирования развертки.

При появлении на выходе задатчика 3 частоты кода  $N_k = N_i$  начинается формирование спадающей линейной частотной развертки. В этом случае по команде первого элемента 2 сравнения переключатель 4 выходов соединяет выход элемента 5 задержки уже с суммирующим счетным входом реверсивного счетчика-регистра 8. В остальном процесс формирования частотной развертки останется прежним. Снижение выходной частоты устройства происходит за счет увеличения коэффициента деления  $N_i$  управляемого генератора 1 низкой частоты выходными импульсами  $F_{oi}$  одновибратора 15. В момент, когда коэффициент деления  $N_i$  превышает код  $N_d$ , хранимый вторым регистром 25, переключатель 17 входов по команде второго элемента 24 сравнения переключает свой выход на выход второго элемента ЗАПРЕТ 21. Через второй элемент ИЛИ 23 разрешается работа блока 20. Так как генератор одиночных импульсов в первоначальное состояние еще не приведен, а блок 20 предварительно подготовлен вторым элементом 24 сравнения для пропуска пускового импульса, то следующим на выход переключателя 17 выходов поступает очередной импульс  $F_{ri}$  с выхода 26 устройства. Начиная с этого импульса дальнейшая работа

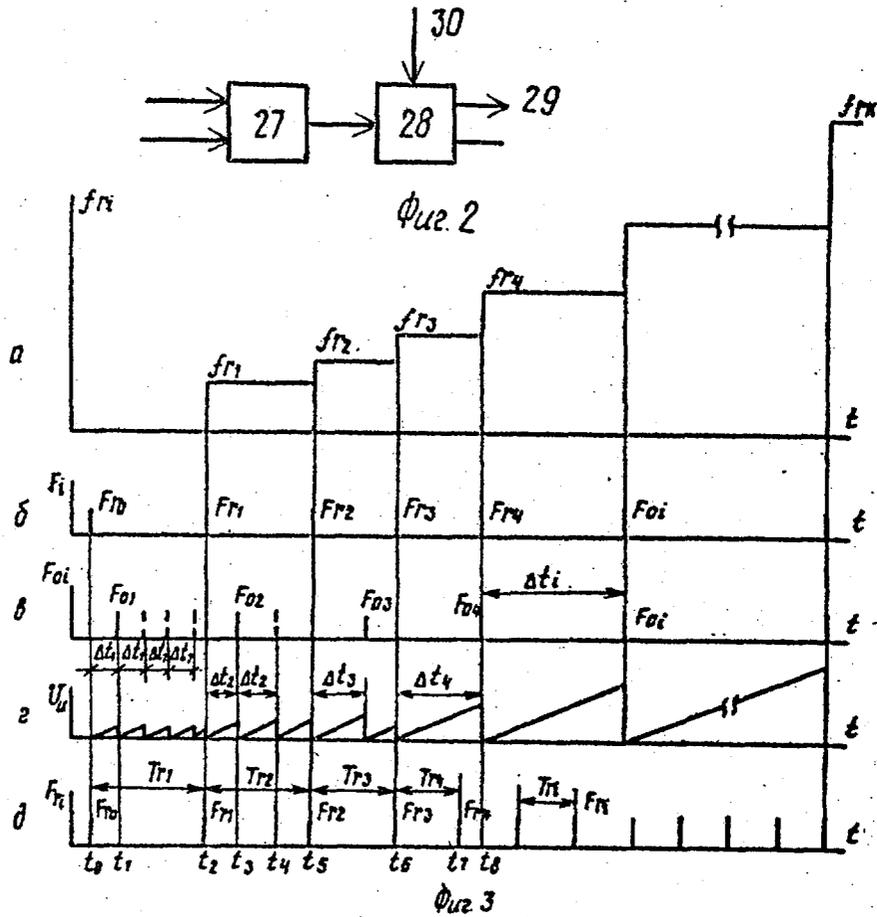
устройства синхронизирована относительно его выходных импульсов  $F_{ri}$ . Этими импульсами продолжается дискретное переключение выходных частот  $f_{ri}$  устройства. Так как периоды следования импульсов  $T_{ri}$  пропорциональны каждому из значений коэффициента деления  $N_i$ , поочередно устанавливаемому на входе управления управляемого генератора 1 низкой частоты, то формирование частотной развертки продолжается с участием всех дискретных значений выходной частоты устройства. В момент нового равенства кодов на входах первого элемента 2 сравнения ( $N_i = N_d$ ) устройство переходит в исходное состояние.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для управления непосредственным преобразователем частоты, содержащее управляемый генератор низкой частоты, вход управления которого соединен с одним входом первого элемента сравнения, другой вход которого соединен с выходом задатчика частоты, а выход - с входом управления переключателя выходов, вход которого через элемент задержки соединен с входами управления ключа и первого регистра, а первый выход соединен с суммирующим, второй - с вычитающим счетными входами реверсивного счетчика-регистра, выход которого соединен с входом обратно пропорционального преобразователя и через первый регистр с входом управления управляемого генератора низкой частоты, выход обратно пропорционального преобразователя соединен с первым, а через ключ и запоминающий блок - с вторым входами блока вычитания, выход которого соединен с одним входом компаратора, другой вход которого через интегратор соединен с задатчиком интенсивности, а выход - с одновибратором, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью повышения плавности регулирования частоты и увеличения диапазона изменения во времени выходной частоты, оно снабжено тремя элементами ИЛИ, переключателем входов, генератором одиночных импульсов, двухканальным распределителем импульсов с входом разрешения, двумя элементами ЗАПРЕТ, триггером, вторым элементом сравне-

ния и вторым регистром, причем выход  
 одновибратора соединен с первыми  
 входами первого элемента ИЛИ и пере-  
 ключателя входов и с входом генера-  
 тора одиночных импульсов, выход ко-  
 торого соединен с входом первого  
 элемента ЗАПРЕТ и с первым входом  
 третьего элемента ИЛИ, второй вход  
 которого соединен с выходом управ-  
 ляемого генератора низкой частоты,  
 с входом второго элемента ЗАПРЕТ и  
 с входом триггера, выход которого  
 соединен с входом разрешения одно-  
 вибратора, а второй вход - с выходом  
 первого элемента сравнения и первым  
 входом второго элемента ИЛИ, второй  
 вход которого соединен с выходом  
 второго элемента сравнения, а выход -  
 с входом разрешения распределителя

импульсов, выход которого соединен  
 с входами управления двух элементов  
 ЗАПРЕТ, а вход - с выходом третьего  
 элемента ИЛИ, выход второго элемен-  
 та ЗАПРЕТ соединен с входом сброса  
 генератора одиночных импульсов,  
 через второй вход первого элемента  
 ИЛИ - с входом сброса интегратора,  
 а через второй вход переключателя  
 входов - с входом элемента задержки,  
 вход управления переключателя вхо-  
 дов соединен с выходом второго эле-  
 мента сравнения, один из входов ко-  
 торого соединен с выходом первого  
 регистра и входом второго регистра,  
 выход которого соединен с другим  
 входом второго элемента сравнения, а  
 вход управления соединен с выходом  
 первого элемента ЗАПРЕТ.



Составитель В. Бунаков  
 Редактор О. Юрковецкая      Техред А. Кравчук      Корректор Т. Колб

Заказ 5678/55      Тираж 631      Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4.