

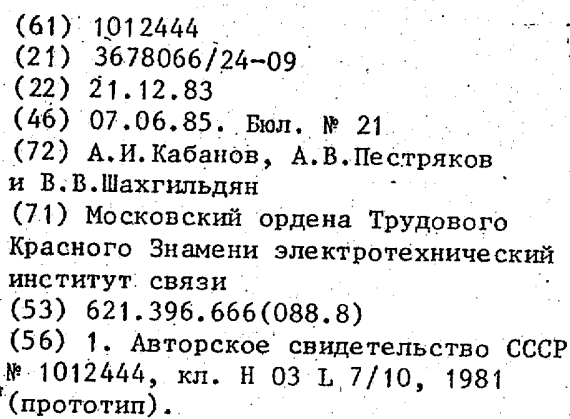


(19) **SU** (11) **1160564** A

4(51) H 03 L 7/10

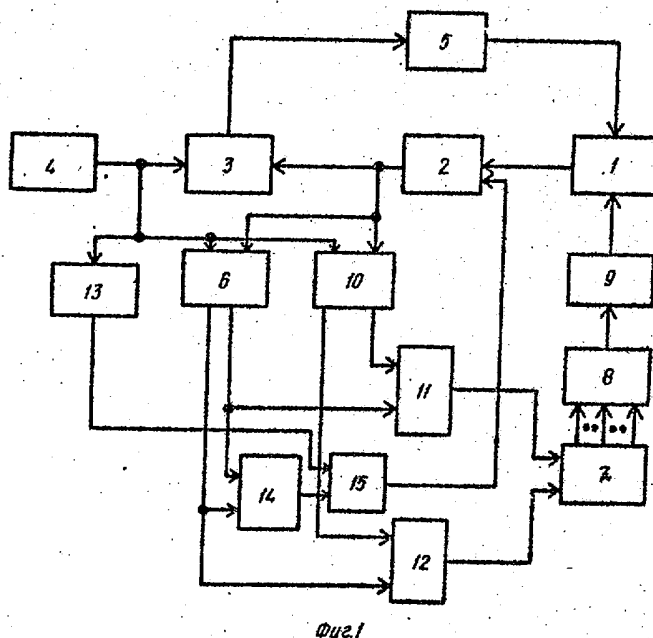
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОВРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(54) (57) УСТРОЙСТВО ФАЗОВОЙ АВТОПОД-
СТРОЙКИ ЧАСТОТЫ по авт. св.

№ 1012444, отличающееся тем, что, с целью повышения быстродействия, между выходом эталонного генератора и входом установки нуля делителя частоты включены последовательно соединенные формирователь импульсов и элемент И, а между выходами выделителя разностной частоты и другим входом элемента И включен третий элемент ИЛИ.



 ⁽¹⁹⁾ **SU** ⁽¹¹⁾ **1160564** **A**

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в быстродействующих широкодиапазонных системах синхронизации, синтезаторах частоты радиоизмерительных устройств, где требуется установившаяся ошибка по фазе, близкая к нулю.

По основному авт. св. № 1012444 известно устройство фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), содержащее соединенные в кольцо перестраиваемый генератор, делитель частоты, фазовый детектор, первый фильтр нижних частот, выход которого соединен с первым управляющим входом перестраиваемого генератора, причем первый вход фазового детектора соединен с выходом делителя частоты, а второй - с выходом эталонного генератора, канал грубой подстройки частоты перестраиваемого генератора, включающий соединенные последовательно выделитель разностной частоты, входы которого соединены с выходами эталонного генератора и делителя частоты, реверсивный счетчик, преобразователь цифра - аналог, второй фильтр нижних частот, выход которого соединен с вторым управляющим входом перестраиваемого генератора, а также фазовый компаратор и два элемента ИЛИ, причем входы фазового компаратора соединены с выходами эталонного генератора и делителя частоты, а выходы фазового компаратора соединены с первыми входами двух элементов ИЛИ, вторые входы которых подключены к выходам выделителя разностной частоты, при этом выходы элементов ИЛИ соединены с входами реверсивного счетчика [1].

Однако известное устройство обладает значительным временем переходного процесса при перестройке генератора по диапазону. Это объясняется тем, что при больших частотных расстройках сигналов эталонного и перестраиваемого генераторов изменение состояния реверсивного счетчика происходит в основном за счет импульсов, поступающих с выделителя разностной частоты (один раз за период разностной частоты). При уменьшении расстройки (разностной частоты) основной причиной изменения состояния реверсивного счетчика становится поступление импульсов с фазового компаратора (с частотой эталонного сиг-

нала). Учитывая, что разность фаз сигналов, поступающих на фазовый компаратор в процессе подстройки принимает как положительные, так и отрицательные значения, код реверсивного счетчика изменяется как в сторону увеличения, так и уменьшения. Поэтому в течение части периода сигнал, поступающий на перестраиваемый генератор по грубому каналу подстройки, производит не подстраивающее, а расстраивающее действие. При увеличении инерционности (уменьшении полосы удержания) точного канала подстройки за счет этого эффекта существенно увеличивается длительность переходного процесса.

Цель изобретения - повышение быстродействия.

Для этого в устройстве ФАПЧ, содержащем соединенные в кольцо перестраиваемый генератор, делитель частоты, фазовый детектор, первый фильтр нижних частот, выход которого соединен с первым управляющим входом перестраиваемого генератора, причем первый вход фазового детектора соединен с выходом делителя частоты, а второй с выходом эталонного генератора, а также канал грубой подстройки частоты перестраиваемого генератора, включающий последовательно соединенные выделитель разностной частоты, входы которого соединены с выходами эталонного генератора и делителя частоты, реверсивный счетчик, преобразователь цифра - аналог, второй фильтр нижних частот, выход которого соединен с вторым управляющим входом перестраиваемого генератора, а также фазовый компаратор и два элемента ИЛИ, причем входы фазового компаратора соединены с выходами эталонного генератора и делителя частоты, а выходы фазового компаратора соединены с первыми входами двух элементов ИЛИ, вторые входы которых подключены к двум выходам выделителя разностной частоты, при этом выходы элементов ИЛИ соединены с входами реверсивного счетчика, между выходом эталонного генератора и входом установки нуля делителя частоты включены последовательно соединенные формирователь импульсов и элемент И, а между выходами выделителя разностной частоты и другим входом элемента И включен третий элемент ИЛИ.

На фиг. 1 показана схема предлагаемого устройства ФАПЧ; на фиг. 2 — временные диаграммы работы устройства ФАПЧ.

Устройство содержит перестраиваемый генератор 1, делитель 2 частоты, фазовый детектор 3, эталонный генератор 4, первый фильтр 5 нижних частот, выделитель 6 разностной частоты, реверсивный счетчик 7, преобразователь 8 цифра — аналог, второй фильтр 9 нижних частот, фазовый компаратор 10, первый 11 и второй 12 элементы ИЛИ, формирователь 13 импульсов, третий элемент ИЛИ 14 и элемент И 15.

Устройство работает следующим образом.

При расстройках, больших полосы захвата кольца ФАПЧ, на выходе фазового детектора 3 имеется переменное напряжение, частота которого равна частоте биений, периодически изменяющее через первый фильтр 5 нижних частот частоту перестраиваемого генератора 1 в пределах полосы удержания кольца ФАПЧ. Подстройка частоты перестраиваемого генератора 1 к частоте эталонного генератора 4 осуществляется в основном по грубому каналу. Поскольку узлы выделителя 6 разностной частоты и фазового компаратора 10 обычно выполняются в цифровом виде, считаем, что формирование импульсов требуемой длительности происходит в блоках 6 и 10.

При больших частотных расстройках подстройка по грубому каналу производится в основном за счет действия выделителя 6 разностной частоты, а при меньших расстройках преобладающее влияние оказывает сигнал, поступающий с фазового компаратора 10.

Для устранения расстраиваемого действия грубого канала подстройки, в предлагаемом устройстве производится принудительная циклическая установка разности фаз сравниваемых сигналов ($\varphi \approx \pi$) всякий раз, когда изображающая точка переходит на участок движения, соответствующий обратному изменению кода в реверсивном счетчике (участки $\mathcal{C}_1$ фиг. 2). В результате этого сигналы, поступающие на фазовый детектор 3 и фазовый компаратор 10, всегда имеют такое фазовое несогласование, при котором обеспечивается изменение состояния реверсивного счетчика 7 только в направлении,

уменьшающем начальную частотную расстройку (фиг. 2б, кривая 2).

Для определения момента принудительной установки разности фаз используются сигналы с выходов выделителя 6 разностной частоты. Они появляются именно в те моменты времени, когда разность фаз сравниваемых сигналов превышает значения кратные $\pm 2\pi$, после этого в известном устройстве изображающая точка попадает на участок движения с возрастанием частотной расстройки. В предложенном устройстве эти участки движения ликвидируются за счет принудительного воздействия на фазу сигнала, поступающего от перестраиваемого генератора 1, путем сброса в "0" делителя 2 частоты.

Момент сброса в "0" делителя 2 определяется элементом И 15 при условии появления импульса на одном из выходов выделителя 6 разностной частоты (в зависимости от знака начальной частотной расстройки) и поступлении импульса с выхода формирователя 13 импульсов. Причем для реализации условия $\varphi_k = \pi$ необходимо иметь форму сигнала эталонного генератора 4, близкую к меандровой, и формировать импульсы, поступающие на элемент И 15 из соответствующего фронта сигнала эталонного генератора 4.

Для нормальной работы устройства необходимо, чтобы длительность импульсов, поступающих с выделителя 6 разностной частоты, была не менее половины периода эталонного сигнала.

На фиг. 2а приведены диаграммы работы известного устройства и приняты следующие обозначения: $F(\varphi(t))$ — нормированное напряжение биений на выходе фазового детектора 3 при пилообразной характеристике фазового детектора); $U_{\text{эг}}$ — импульсы, сформированные из сигнала эталонного генератора 4, частота следования которых равна частоте эталонного генератора; U_+ — импульсы, поступающие с фазового компаратора 10 на вход сложения реверсивного счетчика 7; U_- — импульсы, поступающие на вход вычитания реверсивного счетчика 7; $U_{\text{фрч}}$ — импульсы на выходе выделителя 6 разностной частоты; $\mathcal{C}_{1,2,3}$ — интервалы времени, в течение которых происходит обратный счет

реверсивного счетчика 7 (цифровой интегратор увеличивает частотную расстройку).

На фиг. 2б иллюстрируется работа предложенного устройства ФАПЧ. На фиг. 2в показано изменение частотной расстройки в известном устройстве (кривая 1) и предложенном (кривая 2) и приняты следующие обозначения: Ω - частотная расстройка между сравниваемыми сигналами; Ω_0 - начальная частотная расстройка; Δ - изменение частотной расстройки при смене кода реверсивного счетчика из единицы;

$2\Delta z$ - полоса захвата кольца ФАПЧ по точному каналу управления.

Преимущество предложенного устройства ФАПЧ по сравнению с известным состоит в повышении быстродействия.

Как видно из фиг. 2в время переходного процесса в предложенном устройстве при одинаковых начальных условиях в данном случае в 3 раза меньше, чем в известном устройстве, при этом выигрыш от использования предложения возрастает с увеличением начальных частотных расстроек и инерционности точного канала управления.

