



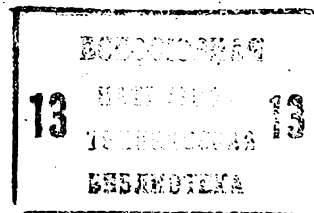
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1129540** **A**

3 (50) G 01 R 23/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3596357/24-21

(22) 23.05.83

(46) 15.12.84. Бюл. № 46

(72) К.Р. Савв и В.П. Яцевич

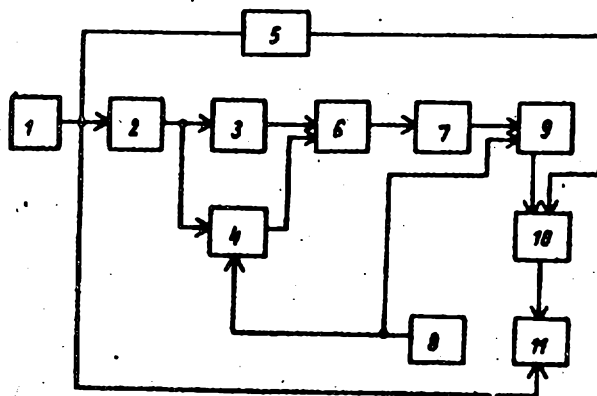
(53) 621.317(088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 842613, кл. G 01 R 23/00, 1979.

2. Авторское свидетельство СССР
№ 828104, кл. G 01 R 23/00, 1979.

(54) (57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ
ЧАСТОТНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ С ЛИНЕЙНОЙ
ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ, содержащее
последовательно соединенные генера-
тор пилообразного напряжения, контро-
лируемый генератор, линию задержки,
смеситель, усилитель-ограничитель,
а также модулятор одной боковой,
первый вход которого соединен с выхо-
дом контролируемого генератора, а
выход - с вторым входом смесителя,
индикатор, первый вход которого сое-

динен с выходом генератора пилообраз-
ного напряжения, опорный генератор,
выход которого соединен с вторым
входом модулятора одной боковой,
отличающееся тем, что,
с целью расширения диапазона изме-
рений скорости перестройки частоты
и расширения пределов измерения не-
линейности модуляционных характерис-
тик, в него введены блок вычитания
и масштабирующий усилитель, фазо-
вый детектор, первый вход фазового
детектора соединен с выходом усили-
теля-ограничителя, а второй - с выхо-
дом опорного генератора, первый
вход блока вычитания соединен с вы-
ходом фазового детектора, а выход -
с вторым входом индикатора, вход
масштабирующего усилителя соединен
с выходом генератора пилообразного
напряжения, а выход - с вторым вхо-
дом блока вычитания.



09 **SU** (11) **1129540** **A**

Изобретение относится к радионизмерительной технике и может быть использовано для проверки и настройки генераторов с линейной частотной модуляцией.

Известно устройство для контроля генераторов с линейной частотной модуляцией, содержащее последовательно соединенные модулятор, управляемый генератор, линию задержки, смеситель, второй вход которого подключен к выходу управляемого генератора непосредственно, усилитель-ограничитель, дифференцирующую цепь, счетчик, дополнительный блок сравнения, временной дискриминатор, основной счетчик числа импульсов, а также блок управления, формирователь эталонных импульсов и генератор счетных импульсов. причем вход блока управления подключен к выходу модулятора, а выходы его - к входам формирователя эталонных импульсов и дополнительного блока сравнения, второй вход формирователя эталонных импульсов подключен к выходу дополнительного блока сравнения, а выход - к второму входу временного дискриминатора, выход генератора счетных импульсов подключен к третьему входу временного дискриминатора [1].

Однако техническая реализация этого устройства при малых скоростях частотной модуляции сложна из-за требования большой частотно-независимой задержки. Величина задержки должна быть такой, чтобы обеспечивалась необходимая разность частот на выходе смесителя. Имеют место неконтролируемые участки в начале и конце частотно-модулированного радиоимпульса. Устройство имеет небольшие пределы измерения нелинейности модуляционной характеристики, ограниченные частотными свойствами узлов, начиная с усилителя-ограничителя. Контроль линейности изменения частоты производится дискретно, т.е. не обеспечивается непрерывный контроль модуляционной характеристики.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности является устройство для измерения средней скорости изменения частоты и линейности модуляционных характеристик частотно-модулированных (ЧМ) генераторов, содержащее последовательно соединенные делитель частоты, генератор пилообразного напряжения,

ЧМ генератор, первый основной смеситель, первый основной усилитель, второй основной смеситель и второй основной усилитель промежуточной частоты, выход которого подключен к входу частотного детектора, первый вход которого подключен к первому входу основного смесителя, второй вход первого смесителя подключен к выходу модулятора, первый вход которого через блок задержки соединен с выходом ЧМ генератора, последовательно соединенные интегратор, видеоусилитель и индикатор, второй вход которого подключен к выходу делителя частоты, последовательно соединенные фильтр нижних частот, усилитель сигнала ошибки, блок управления и гетеродин, выход которого подключен к входу частотомера, а также генератор высокой частоты, выход которого соединен с входом делителя частоты, с вторым входом модулятора и через фазовращатель - с третьим входом модулятора, первый и второй переключатели, последовательно соединенные дополнительный смеситель и дополнительный усилитель промежуточной частоты, последовательно соединенные умножитель частоты и дополнительный частотный детектор, выход которого подключен к первым входам первого и второго переключателей, вторые входы которых соединены с выходом основного частотного детектора, причем выход первого генератора подключен к входу фильтра нижних частот, выход второго переключателя соединен с входом интегратора, первый вход дополнительного смесителя подключен к выходу генератора высокой частоты, выход дополнительного усилителя промежуточной частоты соединен с вторым входом второго основного смесителя, а вход умножителя частоты подключен к входу основного частотного детектора [2].

Диапазон допустимых скоростей перестройки ЧМ генератора, характеристики которого измеряются, принципиально ограничен возможным диапазоном перестройки используемого гетеродина в цепи системы импульсной автоподстройки частоты. Гетеродин должен иметь электронную перестройку по частоте, существующие же генераторы с электронной перестройкой имеют диапазон перестройки частоты не более одной октавы.

Пределы измерения модуляционных характеристик ЧМ генератора ограничены пределами и линейностью характеристик частотных детекторов. Частотные детекторы работают в прототипе на низкой второй промежуточной частоте, которая существенно ниже частоты ЧМ генератора, а характеристика частотного детектора линейна лишь в пределах $\pm 10\% f_d$, где $f_d = F_{\text{пр2}}$ — частота настройки детектора. Следовательно, пределы измерения нелинейности модуляционных характеристик ЧМ генератора не превышают единиц процентов от частоты ЧМ генератора.

Цель изобретения — расширение диапазона измерений скорости перестройки частоты и расширение пределов измерения нелинейности модуляционных характеристик.

Цель достигается тем, что в устройстве, содержащее последовательно соединенные генератор пилообразного напряжения, контролируемый генератор, линию задержки, смеситель, усилитель-ограничитель, а также модулятор одной боковой, первый вход которого соединен с выходом контролируемого генератора, а выход — с вторым входом смесителя, индикатор, первый вход которого соединен с выходом генератора пилообразного напряжения, опорный генератор, выход которого соединен с вторым входом модулятора одной боковой, введены фазовый детектор, блок вычитания и масштабирующий усилитель, первый вход фазового детектора соединен с выходом усилителя-ограничителя, а второй — с выходом опорного генератора, первый вход блока вычитания соединен с выходом фазового детектора, а выход — с вторым входом индикатора, вход масштабирующего усилителя соединен с выходом генератора пилообразного напряжения, а выход — с вторым входом блока вычитания.

На чертеже представлена схема устройства.

Устройство содержит генератор 1 пилообразного напряжения, контролируемый генератор 2, линию 3 задержки, модулятор 4 одной боковой, масштабирующий усилитель 5, смеситель 6, усилитель-ограничитель 7, опорный генератор 8, фазовый детектор 9, блок вычитания 10, индикатор 11.

Выход генератора 1 пилообразного напряжения подключен к управляющему входу контролируемого генератора 2, к первому входу индикатора 11 и через масштабирующий усилитель 5 к одному из входов блока вычитания 10. Выход контролируемого генератора 2 подключен к входам линии 3 задержки и модулятора 4 одной боковой, выходы которых подключены к входам смесителя 6. Выход смесителя 6 подключен через усилитель-ограничитель 7 к одному из входов фазового детектора 9. Выход опорного генератора 8 подключен к модулирующему входу модулятора 4 одной боковой и к другому входу фазового детектора 9. Выход фазового детектора 9 подключен к второму входу блока вычитания. Выход блока вычитания 10 подключен к второму входу индикатора 11.

Устройство работает следующим образом.

Сигнал контролируемого генератора 2, перестраиваемого по частоте генератором 1 пилообразного напряжения, поступает на смеситель 6 через линию 3 задержки и модулятор 4 одной боковой. Сигналы на входах смесителя 6 сдвинуты по частоте на величину, равную частоте опорного генератора 8. Начальная фаза сигнала на выходе линии 3 задержки линейно зависит от частоты контролируемого генератора 2. Следовательно, на выходе смесителя 6 имеется сигнал промежуточной частоты, равной частоте опорного генератора 8, начальная фаза которого линейно зависит от частоты контролируемого генератора 2. Фазовый детектор 9 выделяет эту разность фаз $\Delta\varphi = \omega\tau_z$, где τ_z — величина задержки сигнала.

При линейной частотной модуляции контролируемого генератора 2 напряжение на выходе фазового детектора 9 также линейно. Отклонение закона частотной модуляции от линейного вызывает пропорциональное отклонение от линейности выходного напряжения фазового детектора 9, являющегося дискриминатором ключевого типа.

Напряжение генератора 1 пилообразного напряжения масштабируется в масштабирующем усилителе 5 таким образом, чтобы размах напряжения с выхода масштабирующего усилителя 5 был равен размаху напряжения с выхо-

да фазового детектора 9. В этом случае напряжение на выходе блока вычитания 10 прямо пропорционально отклонению закона частотной модуляции от линейного и индицируется в форме непрерывной зависимости индикатором 11, представляющим собой электронно-лучевую трубку, на горизонтальные пластины которой подается пилообразное напряжение, пропорциональное частоте контролируемого генератора 2, а на вертикальные — напряжение с выхода блока вычитания 10, пропорциональное отклонению закона частотной модуляции от линейного.

Величина задержки τ_3 в линии 3 задержки выбирается таким образом, чтобы изменение сдвига фаз $\Delta\varphi$ в диапазоне частот, в том числе, и за счет отклонений закона модуляции от линейного, не превышало 360° , т.е.:

$$\Delta\varphi = 2\pi \Delta f \tau_3 < 360^\circ;$$

$$\tau_3 = \frac{\Delta\varphi}{2\pi \Delta f} \quad (1)$$

Такая задержка легко реализуется радиочастотным кабелем. Например, если частота контролируемого генератора 2 изменяется при модуляции от 100 до 200 МГц, то $\tau_3 = 10^{-8}$ с реализуется кабелем длиной всего

$$l = \frac{\tau_3 c}{\sqrt{\epsilon}} = \frac{10^{-8} \text{ с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{1,41} \approx 2,2 \text{ м.}$$

Никакой узел предложенного устройства не требует перестройки при изменении скорости частотной модуляции, следовательно, ограничения по диапазону скоростей перестройки, обусловленные в прототипе ограниченным диапазоном перестройки гетеродина, отсутствуют.

Пределы измерения закона частотной модуляции в предложенном устройстве могут составлять до 100% от частоты контролируемого генератора 2. Для этого необходимо выбрать время задержки в линии 3 задержки таким образом, чтобы изменение разности фаз при линейной модуляции сигналов на входах смесителя 6 не превышало 180° . В этом случае допустимы отклонения от линейности, равные текущей частоте контролируемого генератора 2, поскольку суммарный сдвиг фаз за счет линейной модуляции и отклонений частоты от линейности не превышает 360° , т.е. соблюдается требование выражения (1).

Предложенное устройство позволяет производить измерения отклонений закона частотной модуляции от линейного в том же диапазоне частот в 5–200 МГц с точностью 3%. Возможно снижение погрешности измерения до 1% при уменьшении пределов измерения до 2,5–100 МГц.

Составитель В. Новоселов

Редактор Т. Веселова Техред Л. Коцюбняк

Корректор В. Сеницкая

Заказ 9444/35

Тираж 710

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

1130350 Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

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