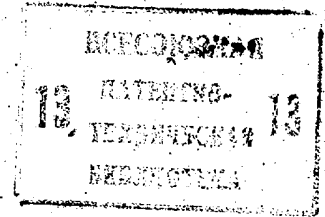




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

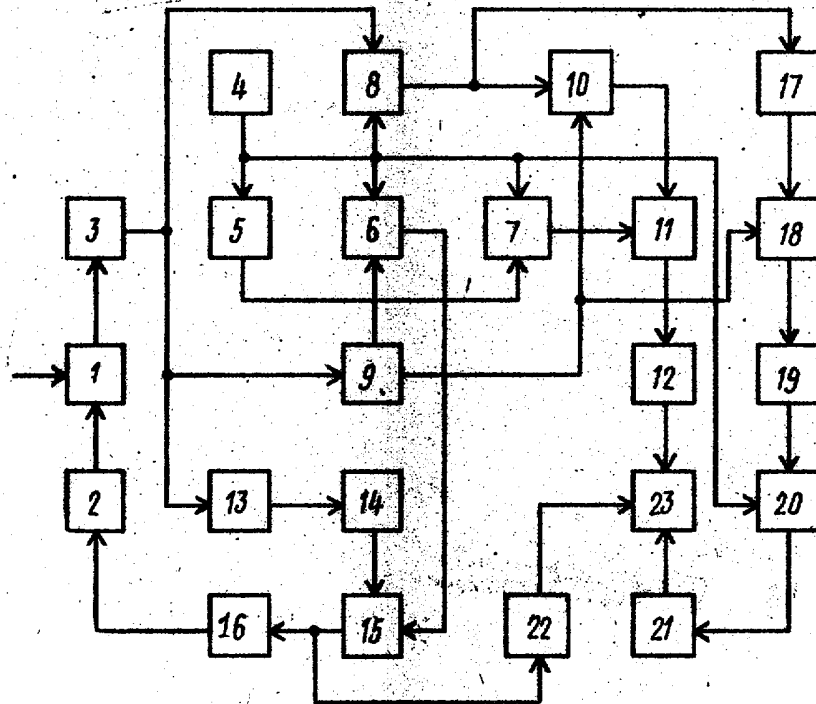


ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) 978288
(21) 3417806/18-09
(22) 05.04.82
(46) 15.10.83. Бюл. № 38
(72) В.И.Дикарев, В.А.Романенко
и А.Е.Кузин
(53) 621.376.52(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство
№ 978288, кл. Н 04 Л 27/22, 1981
(прототип).

(54)(57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИНХРОННОГО
ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННЫХ
СИГНАЛОВ по авт. св. № 978288, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с
целью детектирования сигналов с ам-
плитудной и частотной модуляцией,
введены последовательно соединенные

амплитудный ограничитель, перемножи-
тель, фильтр нижних частот, синхрон-
ный детектор, первый анализатор мо-
дулирующей функции и блок регистра-
ции, к второму входу которого под-
ключен введенный второй анализатор
модулирующей функции, причем третий
вход блока регистрации соединен с
выходом дешифратора, выход третьего
фазового детектора соединен с выходом
второго анализатора модулирующей
функции, выход первого фазового де-
тектора соединен с входом амплитуд-
ного ограничителя, второй вход пе-
ремножителя соединен с выходом вто-
рого фазового детектора, а выход
опорного генератора соединен с дру-
гим входом синхронного детектора.



Изобретение относится к радиотехнике, может использоваться в аппаратуре, предназначенной для приема и анализа широкополосных фазоманипулированных (ФМН) сигналов.

По основному авт.св. № 978288 известно устройство для синхронного детектирования фазоманипулированных сигналов, содержащее первый фазовый детектор, дешифратор, опорный генератор, выход которого соединен с одним входом второго фазового детектора, последовательно соединенные умножитель частоты, узкополосный фильтр, третий фазовый детектор, управляющий блок, гетеродин, смеситель и полосовой фильтр, а также дополнительный умножитель частоты, первый и второй формирователи опорного напряжения, сумматор и четвертый фазовый детектор, причем выход полосового фильтра соединен с объединенными входами умножителя частоты, первым входом первого фазового детектора и другим входом второго фазового детектора, выход которого через последовательно соединенные сумматор и четвертый фазовый детектор соединен с входом дешифратора, выход дополнительного умножителя частоты соединен с объединенными вторым входом первого фазового детектора и первыми входами формирователей опорной частоты, вторые входы которых объединены и соединены с выходом опорного генератора, соединенным с входом дополнительного умножителя частоты, выход первого формирователя опорной частоты соединен с другим входом третьего фазового детектора, выход второго формирователя опорного напряжения соединен с другим входом четвертого фазового детектора, выход первого фазового детектора соединен с другим входом сумматора, причем другой вход смесителя является входом устройства [1].

Однако известное устройство обеспечивает помехоустойчивое детектирование только ФМН сигналов.

Цель изобретения - детектирование сигналов с амплитудной и частотной модуляцией.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство для синхронного детектирования фазоманипулированных сигналов введены последовательно соединенные амплитудный ограничитель, перемножитель, фильтр нижних частот, синхронный детектор, первый анализатор модулирующей функции и блок регистрации, к второму входу которого подключен введенный второй анализатор модулирующей функции, причем третий вход блока регистрации соединен с выходом дешифратора, выход третьего фазового детектора соединен с входом второго анализатора

модулирующей функции, выход первого фазового детектора соединен с входом амплитудного ограничителя, второй вход перемножителя соединен с выходом второго фазового детектора, а выход опорного генератора соединен с другим входом синхронного детектора.

На чертеже изображена структурная электрическая схема предлагаемого устройства.

Устройство содержит смеситель 1, гетеродин 2, полосовой фильтр 3, опорный генератор 4, дополнительный умножитель 5 частоты, формирователи 6 и 7 опорного напряжения, фазовые детекторы 8 и 9, сумматор 10, фазовый детектор 11, дешифратор 12, умножитель 13 частоты, узкополосный фильтр 14, фазовый детектор 15, управляющий блок 16, амплитудный ограничитель 17, перемножитель 18, фильтр 19 нижних частот, синхронный детектор 20, анализаторы 21 и 22 модулирующей функции, блок 23 регистрации.

Устройство работает следующим образом.

Принимаемый сигнал с фазовой манипуляцией

$$U_c(t) = U_c \cos[\omega_c t + \varphi_k(t)],$$

где U_c , ω_c - амплитуда и несущая частота сигнала;

$\varphi_k(t)$ - манипулируемая составляющая фазы, отображающая закон фазовой манипуляции в соответствии с модулирующим кодом, причем $\varphi_k(t) = \text{const}$ при $kT_3 < t < (k+1)T_3$ и может изменяться скачком при $t = kT_3$, т.е. на границах между элементарными посылками ($k = 0, 1, 2, \dots -1$);

T_3, N - длительность и количество элементарных посылок, из которых составлен сигнал длительностью $T_d(T_c) = NT_3$;

поступает на первый вход смесителя 1, на второй вход которого подается напряжение гетеродина 2

$$U_r(t) = U_r \cos \omega_r t.$$

В результате преобразования по частоте образуется ФМН сигнал на первой промежуточной частоте

$$U_{np}(t) = U_1 \cos[\omega_{np} t + \varphi_k(t)],$$

где $U_1 = \frac{1}{2} K_1 U_c U_r$;

K_1 - коэффициент передачи преобразователя частоты;

$\omega_{np} = \omega_c - \omega_r$ первая промежуточная частота.

Указанный сигнал выделяется полосовым фильтром 3 и разделяется по двум каналам. На опорный вход фазового

детектора 8 первого канала подается от опорного генератора 4 опорный сигнал

$$U_{r1}(t) = U_0 \cos \omega_{r1} t.$$

Данный сигнал умножается по частоте на два в умножителе 5

$$U_{r2}(t) = U_0 \cos 2 \omega_{r1} t = U_0 \cos \omega_{r2} t.$$

и поступает на опорный вход фазового детектора 9 второго канала. Причем частоты ω_{r1} и ω_{r2} выбираются симметрично относительно первой промежуточной частоты ω_{np} , т.е. $\omega_{np} - \omega_{r1} = \omega_{r2} - \omega_{np}$. Фазовый детектор представляет собой последовательно соединенные перемножитель и фильтр нижних частот, поэтому после перемножения в каждом канале образуются следующие напряжения:

$$U_1'(t) = U_2 \cos [(\omega_{np} - \omega_{r1})t + \psi_k(t)]$$

$$+ U_2 \cos [(\omega_{np} + \omega_{r1})t + \psi_k(t)]$$

$$U_1''(t) = U_2 \cos [(\omega_{r2} - \omega_{np})t - \psi_k(t)] -$$

$$+ U_2 \cos [(\omega_{r2} + \omega_{np})t + \psi_k(t)]$$

где $U_2 = \frac{1}{2} K_2 U_1 U_0$,

K_2 - коэффициент передачи фазовых детекторов 8 и 9.

Из указанных напряжений фильтрами нижних частот выделяются напряжения разностных частот, поэтому на выходе фазовых детекторов 8 и 9 образуются следующие напряжения соответственно

$$U_2^I(t) = U_2 \cos [(\omega_{np} - \omega_{r1})t + \psi_k(t)]$$

$$U_2^{II}(t) = U_2 \cos [(\omega_{r2} - \omega_{np})t - \psi_k(t)],$$

где $U_2^I(t)$ - напряжение разностной частоты в первом канале;

$U_2^{II}(t)$ - напряжение разностной частоты во втором канале.

Напряжения $U_2^I(t)$ и $U_2^{II}(t)$ суммируются в сумматоре 10

$$U_2(t) = U_2^I(t) + U_2^{II}(t) = U_2 \cos [\omega_{np} t -$$

$$\frac{1}{2} (\omega_{r2} + \omega_{r1})t + \psi_k(t)] \cos \frac{\omega_{r2} - \omega_{r1}}{2} t$$

и поступают на информационный вход фазового детектора 11, на опорный вход которого подается с выхода формирователя 7 опорное напряжение

$$U_0(t) = U_0 \cos \frac{\omega_{r2} - \omega_{r1}}{2} t,$$

частота которого равна полуразности частот опорных сигналов $U_{r1}(t)$ и $U_{r2}(t)$. В результате синхронного детектирования на выходе фазового детектора 11 образуется следующее напряжение

$$U_H(t) = U_H \cos [\omega_{np} t - \frac{\omega_{r2} - \omega_{r1}}{2} t + \psi_k(t)] = U_H \cos \psi_k(t),$$

где $U_H = \frac{1}{2} K_3 U_2 U_0$,
 K_3 - коэффициент передачи фазового детектора 11,

$\omega_{np} - \frac{\omega_{r2} + \omega_{r1}}{2} = 0$, так как частоты ω_{r1} и ω_{r2} симметричны относительно частоты ω_{np} .

Низкочастотное напряжение $U_H(t)$ является аналогом модулирующего кода, в соответствии с которым изменяется фаза $\psi_k(t)$ принимаемого сигнала $U_C(t)$. Оно поступает в дешифратор 12, где определяются основные параметры модулирующего кода (длительность элементарных посылок T_3), их количество N и закон кодирования фазы). Эти параметры регистрируются в блоке 23.

Для обеспечения симметричности частот ω_{r1} и ω_{r2} опорных сигналов $U_{r1}(t)$ и $U_{r2}(t)$ относительно первой промежуточной частоты ФМН сигнала $\omega_{np}(t)$ используется система фазовой автоподстройки, состоящая из последовательно включенных умножителя 13 частоты, фазового детектора 15, второй вход которого подключен к гетеродину 2.

Преобразованный по частоте ФМН сигнал

$$U_{np}(t) = U_1 \cos [\omega_{np} t + \psi_k(t)]$$

с выхода полосового фильтра 3 поступает на вход умножителя 13 частоты (на два), на выходе которого образуется следующее гармоническое колебание

$$U_{01}(t) = U_1 \cos [2 \omega_{np} t + 2 \psi_k(t)] = U_1 \cos 2 \omega_{np} t,$$

где $2 \psi_k(t) = 0, 2\pi$, которое в фазовом детекторе 15 сравнивается по фазе с опорным напряжением

$$U_{02}(t) = U_0 \cos (\omega_{r1} + \omega_{r2})t = U_0 \cos 2 \omega_{np} t,$$

поступающим с выхода формирователя 6. Если указанные напряжения отличаются друг от друга по фазе, то на выходе фазового детектора 15 выделяется управляющее напряжение. Причем амплитуда и полярность этого напряжения зависят от степени и направления отклонения промежуточной частоты от суммы частот $\omega_{r1} + \omega_{r2}$ опорных сигналов. Управляющее напряжение через управляющий блок 16 воздействует на гетеродин 2, изменяя его частоту так, чтобы сохранялась симметричность промежуточной частоты ω_{np} относительно частот ω_{r1} и ω_{r2} опорных сигналов.

При появлении на входе устройства частотно-модулированного (ЧМ) сигнала параметры системы фазовой автоподстройки частоты выбраны так, чтобы гетеродин 2 отслеживал изменение частоты принимаемого ЧМ сигнала в соответствии с законом частотной

модуляции. Низкочастотное напряжение на выходе фазового детектора 15 при этом отображает закон частотной модуляции принимаемого ЧМ сигнала. Данное напряжение анализируется анализатором 22 модулирующей функции и фиксируется блоком 23.

Если на вход устройства поступает амплитудно-модулированный (АМ) сигнал

$$U_c(t) = U_m(t) \cos(\omega_c t + \psi_c),$$

где ω_c , ψ_c - частота и начальная фаза сигнала;

$U_m(t)$ - модулирующая функция, то он также преобразуется по частоте в смесителе 1; выделяется полосовым фильтром 3 на первой промежуточной частоте

$$U_{np}(t) = U_1(t) \cos(\omega_{np} t + \psi_c),$$

где $U_1(t) = \frac{1}{2} K_1 U_m(t) U_{r1}$

а затем разделяется по двум каналам, в каждом из которых осуществляется второе преобразование сигнала по частоте. На выходе фазовых детекторов 8 и 9 выделяются следующие напряжения

$$U_2'(t) = U_2(t) \cos[(\omega_{np} - \omega_{r1})t + \psi_c]$$

$$U_2''(t) = U_2(t) \cos[(\omega_{r2} - \omega_{np})t - \psi_c],$$

где $U_2(t) = \frac{1}{2} K_2 U_1(t) U_0$.

Указанные напряжения после предварительного ограничения по амплитуде одного из них в амплитудном ограничителе 17 перемножаются в перемножителе 18; на выходе которого образуется результирующее колебание

$$U_3(t) = U_3(t) \cos(\omega_{r2} - \omega_{r1})t + U_3(t) \cos[2\omega_{np}t - (\omega_{r1} + \omega_{r2})t + 2\psi_c],$$

где $U_3(t) = \frac{1}{2} K_3 U_2^2(t)$,

K_3 - коэффициент передачи перемножителя 18.

Из полученного результирующего колебания фильтром 19 нижних частот выделяется напряжение разностной частоты

$$U_p(t) = U_3(t) \cos(\omega_{r2} - \omega_{r1})t = U_3(t) \cos \omega_{r1} t.$$

Выделенное напряжение подается на информационный вход синхронного детектора 20, на опорный вход которого поступает когерентное напряжение с постоянной амплитудой с выхода опорного генератора

$$U_r(t) = U_0 \cos \omega_{r1} t.$$

Синхронный детектор 20 осуществляет синхронное детектирование принимаемого АМ сигнала, и полезная информация об амплитудной модуляции анализируется в анализаторе 21 модулирующей функции и регистрируется в блоке 23.

Таким образом, предлагаемое устройство обеспечивает помехоустойчивое детектирование не только фазоманипулированных сигналов, но и сигналов с амплитудной и частотной модуляцией. Тем самым функциональные возможности устройства по сравнению с прототипом значительно расширены.

При этом устраняется нестабильность несущей частоты, возникающая за счет воздействия различных дестабилизирующих факторов, например, за счет эффекта Доплера, изменения условий распространения радиоволн, аппаратной нестабильности и т.п.

Составитель Н. Лазарева

Редактор Л. Авраменко

Техред И. Гайдун

Корректор М. Демчик

Заказ 7948/60

Тираж 677

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

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