



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **738486** **A**

(51) 4 Н 04 В 1/10; Н 03 С 3/04
Н 03 D 3/18

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 2583575/18-09

(22) 31.01.78

(46) 07.11.87. Бюл. № 41

(72) М.А.Быховский

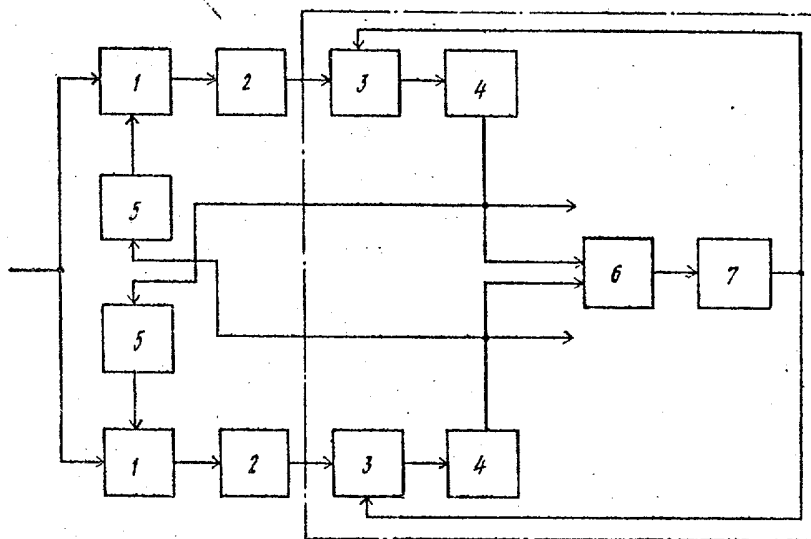
(53) 621.396.62(088.8)

(56) Виноцкий А.С. Модулированные фильтры и следящий прием ЧМ сигналов. М., "Советское радио", 1969, с.425-428, рис.17,5.

Патент США № 3873931,
кл. 329-122, 1975.

(54) (57) ПОДАВИТЕЛЬ РАДИОПОМЕХ ДЛЯ СИСТЕМ СВЯЗИ С УГЛОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ, содержащий два канала приема, каждый из которых содержит фильтр нижних частот, вход которого подключен к выходу фазового детектора, а выход - к входу управляемого генератора, о т -

личающийся тем, что, с целью повышения помехоустойчивости приема, в него введены вычитатель и дополнительный управляемый генератор, и в каждый канал приема режекторный фильтр и смеситель, выход которого соединен через режекторный фильтр с первым входом фазового детектора, первый вход объединен с входом смесителя другого канала приема и является общим входом, а второй вход подключен к выходу управляемого генератора другого канала приема, при этом входы вычитателя соединены с выходами фильтров нижних частот, а выход - с входом дополнительного управляемого генератора, выход которого подключен к вторым входам фазовых детекторов.



(19) **SU** (11) **738486** **A**

Изобретение относится к радиоприемным устройствам и может быть использовано для повышения помехоустойчивости приема систем связи с угловой модуляцией при действии радиопомех и для повышения эффективности использования радиоспектра.

Известны устройства, позволяющие разделять слабый и сильный сигналы с частотной модуляцией.

Первое из известных устройств содержит один канал приема, состоящий из смесителя и режекторного фильтра.

Недостатком известного устройства является низкая помехоустойчивость, обусловленная отсутствием компенсации слабого сигнала на входе демодулятора сильного сигнала и применением в качестве демодуляторов частотных детекторов, имеющих, как известно, высокий порог приема.

Известен подавитель радиопомех для систем связи с угловой модуляцией, содержащий два канала приема, каждый из которых содержит фильтр нижних частот, вход которого подключен к выходу фазового детектора, а выход - к входу управляемого генератора.

Недостатком данного подавателя радиопомех также является низкая помехоустойчивость.

Целью изобретения является повышение помехоустойчивости приема. Это достигается тем, что в подавитель радиопомех для системы связи с угловой модуляцией, содержащий два канала приема, каждый из которых содержит фильтр нижних частот, вход которого подключен к выходу фазового детектора, а выход - к входу управляемого генератора, введены вычитатель и дополнительный управляемый генератор, а в каждый канал приема - режекторный фильтр и смеситель, выход которого соединен через режекторный фильтр с первым входом фазового детектора, первый вход объединен с входом смесителя другого канала приема и является общим входом, а второй вход подключен к выходу управляемого генератора другого канала приема, при этом входы вычитателя соединены с выходами фильтров нижних частот, а выход - с входом дополнительного управляемого генератора, выход которого подключен к вторым входам фазовых детекторов.

На чертеже представлена структурная электрическая схема подавителя радиопомех для систем связи с угловой модуляцией.

Подавитель радиопомех содержит два канала для разделения сигналов с угловой модуляцией, каждый из которых состоит из последовательно соединенных смесителя 1, режекторного фильтра 2, фазового детектора 3, фильтра нижних частот 4 и управляемого генератора 5.

Выход генератора 5 связан с вторым входом смесителя 1 в том же канале приема. Кроме того, выход фильтров нижних частот 4, являющиеся выходами устройства, соединены с входами вычитателя 6, подсоединенного к входу дополнительного управляемого генератора 7, выход которого подключен к вторым входам фазовых детекторов 3 в обоих каналах приема.

Подавитель радиопомех работает следующим образом.

Если на его входе действует сумма двух сигналов с угловой модуляцией независимыми сообщениями

$$S(t) = A_1 \cos[\omega_1 t + \theta_1(t)] + A_2 \cos[\omega_2 t + \theta_2(t)]$$

Здесь A_1 и A_2 амплитуды принимаемых сигналов, а $\theta_1(t)$ и $\theta_2(t)$ - их фазы, изменяющиеся в соответствии с законом модуляции.

Если верхний канал приема настроен на прием первого сигнала, а нижний - второго сигнала и параметры фильтров нижних частот и полосы удержания в каждом канале выбраны исходя из точного слежения за соответствующим сигналом, то фаза $\theta_1^*(t)$ каждого из управляемых генераторов 5 оказывается весьма близкой к фазе соответствующего полезного сигнала $\theta_1(t)$, т.е. $\theta_1^*(t) \cong \theta_1(t)$, $\theta_2^*(t) \cong \theta_2(t)$. Таким образом, на выходе каждого из управляемых генераторов 5 имеем

$$V_1(t) = 2 \sin[\omega_1 t + \theta_1^*(t)];$$

$$V_2(t) = 2 \sin[\omega_2 t + \theta_2^*(t)]$$

Кроме того, на выходе дополнительного управляемого генератора 7 будет действовать напряжение

$$V_{\text{дон}}(t) = 2 \sin[\omega_{\text{дон}}(t) + \theta_2^*(t) - \theta_1^*(t)]$$

Пусть для определенности несущие частоты разделяемых сигналов удовлетворяют условию $\omega_1 > \omega_2$.

Выберем несущие частоты управляемых генераторов 5, исходя из условия $\omega_2 - \omega_1 = \omega_2' - \omega_1' = \omega_{\text{дон}}$.

Полезным продуктом преобразования на выходе смесителей 1 являются разностные частоты смешиваемых колеба-

$$S_1(t) = A_1 \sin[\omega_{\text{доп}} t + \theta_2^*(t) - \theta_1(t)] + A_2 \sin[\Delta\omega t + \theta_2^*(t) - \theta_2(t)]$$

$$S_2(t) = A_1 \sin[\Delta\omega t + \theta_1(t) - \theta_1^*(t)] + A_2 \sin[\omega_{\text{доп}} t + \theta_2(t) - \theta_2^*(t)]$$

Здесь $\Delta\omega = \omega_{\text{доп}} (\omega_1 - \omega_2)$. Поскольку $\theta_1^*(t) - \theta_1(t) \approx 0$ и $\theta_2^*(t) - \theta_2(t) \approx 0$, то второй компонент в сигнале $S_1(t)$ и первый в сигнале $S_2(t)$ весьма близки к чисто гармоническим колебаниям, которые эффективно ослабляются узкополосными режекторными фильтрами 2, установленными на выходах смесителей 1. Вследствие широкополосности компонентов с несущей $\omega_{\text{доп}}$ в сигналах $S_1(t)$ и $S_2(t)$ они проходят через узкополосные фильтры практически без искажений. Поэтому на входах фазовых детекторов 3 будут действовать на-

$$S_1'(t) = A_1 \cos[\omega_{\text{доп}} t + \theta_2^*(t) - \theta_1(t)] + \mathcal{E}_1(t);$$

$$S_2'(t) = A_2 \cos[\omega_{\text{доп}} t + \theta_2(t) - \theta_1^*(t)] + \mathcal{E}_2(t)$$

Здесь $|\mathcal{E}_1(t)| \ll A_1$ и $|\mathcal{E}_2(t)| \ll A_2$ - остатки режектируемых сигналов на выходах фильтров 2, которые выбором достаточной глубины режекции могут быть сделаны весьма малыми.

Сигналы $S_1'(t)$ и $S_2'(t)$ совместно с $V_{\text{доп}}$ подаются на фазовые детекторы 3, на выходе которых будем иметь

$$\omega_1(t) = A_1 \sin(\theta_1 - \theta_1^*) + \mathcal{E}_1'(t);$$

$$\omega_2(t) = A_2 \sin(\theta_2 - \theta_2^*) + \mathcal{E}_2'(t),$$

где $\mathcal{E}_1'(t)$ и $\mathcal{E}_2'(t)$ - продукты преобразований $\mathcal{E}_1(t)$ и $\mathcal{E}_2(t)$ в фазовых детекторах 3. Паразитные компоненты $\mathcal{E}_1'(t)$ и $\mathcal{E}_2'(t)$ на выходе фазовых детекторов 3 существенно подавлены относительно полезных компонентов $A_1 \sin(\theta_1 - \theta_1^*)$ и $A_2 \sin(\theta_2 - \theta_2^*)$. Напряжения $\omega_1(t)$ и $\omega_2(t)$ через фильтры нижних частот 4 с передаточными характеристиками $K_1(P)$ и $K_2(P)$ подаются на вход управляемых генераторов 5. Таким образом, уравнения, описывающие работу устройства, имеют вид

ний. Поэтому на их выходах будем иметь соответственно

$$\frac{d\theta_1^*}{dt} + \Delta_1 K_1(P) \sin(\theta_1^* - \theta_1) = \Delta_1 K_1(P) \left[\frac{\mathcal{E}_1'(t)}{A_1} \right];$$

$$\frac{d\theta_2^*}{dt} + \Delta_2 K_2(P) \sin(\theta_2^* - \theta_2) = \Delta_2 K_2(P) \left[\frac{\mathcal{E}_2'(t)}{A_2} \right]$$

Эти уравнения (здесь $\Delta i = S A_i$ - полоса удержания в соответствующей ветви приема, S - крутизна модуляционной характеристики генераторов 5) при соблюдении условий $\left| \frac{\mathcal{E}_1'(t)}{\Delta_1} \right| \ll 1$

и $\left| \frac{\mathcal{E}_2'(t)}{\Delta_2} \right| \ll 1$ весьма близки к обычным уравнениям синхроннофазового демодулятора.

Таким образом, предлагаемый подаватель радиопомех имеет по сравнению с известными более высокую помехоустойчивость приема обоих разделяемых сигналов, так как в нем осуществляется компенсация паразитных сигналов на входе обоих демодуляторов и реализуется синхронное выделение полезных сообщений $\theta_1(t)$ и $\theta_2(t)$ с помощью цепи синхронного детектирования, образованной вычитателем 6 и дополнительным управляемым генератором 7.

Его применение позволяет в два-три раза повысить эффективность использования радиоспектра, так как в общей полосе частот может быть передано в два раза больше число сообщений, либо может быть в два-три раза уменьшено координационное расстояние между радиосредствами, работающими в одной и той же полосе и создающими помехи друг другу.