



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 4170602/24-21  
(22) 30.12.86  
(46) 30.11.88. Бюл. № 44  
(72) А.А. Кириллов  
(53) 621.317.75(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1071976, кл. G 01 R 29/26, 1984.  
Тихонов В.И. Оптимальный прием  
сигналов. М.: Радио и связь, 1983,  
с. 91, рис. 2.14.

### (54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ

(57) Изобретение относится к технике изобретений и может быть использовано для измерения отношения сигнал/шум аддитивной смеси сигнала и шума в различных технических системах, а также при разработке средств технического контроля устройства. Цель изобретения - повышение точности - достигается за счет исключе-

ния частотной погрешности. Другой целью является повышение быстродействия при одновременном упрощении устройства для реализации способа. Способ предусматривает разложение принимаемой смеси сигнала с шумом на квадратурные составляющие и получение при этом двух некоррелированных смесей сигнала с шумом. Шумы в этих смесях являются независимыми, а сигналы - функционально зависимыми. Если квадратурные смеси сигналов с шумами сдвинуты по фазе на  $90^\circ$ , то некоррелированная разность сигналов исчезнет. Это позволяет получить при наличии сигнала выходное напряжение, пропорциональное отношению сигнал/шум на выходе. При отсутствии сигнала выходное напряжение будет равно нулю. Устройство, реализующее способ, приводится в описании изобретения. 1 з.п.ф-лы, 1 ил.

Изобретение относится к технике измерений и может быть использовано для измерения отношения сигнал/шум аддитивной смеси сигнала и шума в различных технических системах, а также при разработке средств технического контроля устройств.

Цель изобретения - повышение точности за счет исключения частотной погрешности и повышение быстродействия при одновременном упрощении реализации.

На чертеже определена структурная схема устройства, реализующего предлагаемый способ.

Устройство содержит последовательно соединенные блок 1 селекции и нормирования уровня принимаемой смеси сигнала с шумом, выполненный по известным техническим решениям в виде фильтров и схем АРУ, блок 2 разложения на квадратурные составляющие, блок 3 снятия некоррелированности регулярных составляющих, выполенный в виде схемы сдвига по фазе на  $90^\circ$  или другим способом, переключатель 4 и усредняющее звено 5.

Техническая сущность способа состоит в том, что при разложении принимаемой смеси сигнала с шумом на квадратурные составляющие получают две некоррелированные смеси сигнала с шумом, шум в этих смесях является независимыми, а сигналы - функционально зависимыми, причем если квадратурные смеси сигналов с шумами сдвинуты по фазе на  $90^\circ$  по отношению одна к другой, то некоррелированность сигналов исчезнет, а некоррелированность шумов останется. Это позволяет получить при наличии сигнала выходное напряжение, пропорциональное отношению сигнал/шум на входе, а при отсутствии сигнала выходное напряжение равно нулю.

$$a_s(t) = A_s(t) \cdot \sin \omega t + A_o \cdot \sin \omega t;$$

$$a_c(t) = A_c(t) \cdot \cos \omega t + A_o \cdot \cos \omega t,$$

где  $A_s(t)$  и  $A_c(t)$  - независимые гауссовские огибающие.

В блоке 3 снятия некоррелированности регулярных составляющих про-

$$a_s(t) = A_s(t) \sin \omega t + A_o \sin \omega t;$$

$$a_c(t + \Delta t) = A_c(t + \Delta t) \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) + A_o \cdot \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}).$$

При этом отсутствует трудно реализуемая операция задержки принимаемой смеси сигнала с шумом на время, большее времени корреляции шума, что упрощает реализацию.

Требование к неизменности сигнала в течение времени корреляции шума, необходимое в известном способе, переходит в требование неизменяемости (или слабой изменяемости) сигнала на протяжении полупериода несущего колебания радиосигнала при осуществлении задержки по фазе на  $90^\circ$ , что легко выполнимо для многих сигналов, в том числе и с изменяющимися характеристиками во времени, равном времени корреляции шума. Таким образом, эти времена соотносятся как  $\frac{1}{f}$  и  $\frac{1}{\Delta f}$  для известного способа, где  $f \gg \Delta f$  - средняя частота радиосигнала;  $\Delta f$  - ширина спектра радиосигнала.

Более подробно рассмотрим сущность способа на примере работы устройства для его реализации.

Устройство работает следующим образом.

Входная смесь сигнала с шумом и помехами поступает на вход блока 1 селекции и нормирования уровня  $\alpha$ , после прохождения через нее смесь сигнала с шумом отфильтровывается от помех и нормируется по уровню таким образом, что сумма  $P_s + P_m = \text{const}$ . Это позволяет получить в дальнейшем выходной эффект, пропорциональный отношению сигнал/шум и независимый от уровней принимаемых сигнала и шума.

Блок 2 разложения на квадратурные составляющие раскладывает шум и сигнал на квадратурные составляющие, например, в случае входного гармонического сигнала:

исходит сдвиг по фазе одной из квадратурных составляющих по отношению к другой составляющей, т.е. при этом, например:

Кроме того, сняв ортогональность и некоррелированность можно умножением по частоте в  $2n$  раз, где  $n = 1, 2, \dots$ . Это возможно потому, что при умножении по частоте в  $n$  раз фаза каждого колебания и в том числе разность фаз между колебаниями умножается в  $2n$  раз. Так, например, при  $\Delta\varphi = \pi/2$  и  $n = 1$  разность фаз, умноженных по частоте колебаний, будет  $2\Delta\varphi = 2\pi/2 = \pi$  и колебания в квадратурных каналах,

$$U_{\text{вых}} = \int_0^T A_0 \cdot \sin \omega t \cdot A_0 \cdot \cos \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) dt = \\ = \int_0^T A_0^2 \cdot \sin \omega t \cdot A_0 \cdot \sin \omega t \cdot dt = \frac{A_0^2}{2} T$$

независимо от частоты сигнала дает выходное напряжение, пропорциональное отношению сигнал/шум на входе устройства. При наличии сигнала без шумов это напряжение максимально, при наличии шумов на входе напряжение на выходе уменьшается, так как блок 1 селекци и нормирования уровня обеспечивает выполнение равенства

$$P_s + P_u = A,$$

где  $P_s$  - мощность сигнала;  
 $P_u$  - мощность шума в полосе приема;  
 $A$  - постоянная величина.

При возрастании  $P_u$  и постоянной  $A$   $P_s$  уменьшается, что приводит также к уменьшению  $U_{\text{вых}}$ , свидетельствующему об уменьшении отношения сигнал/шум.

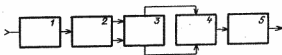
умноженных по частоте, будут находиться в противофазе.

При перемножении  $a_s(t)$  с  $a_s(t+\Delta t)$  в перемножителе 4 и усреднении в усредняющем звене 5 шумовые квадратурные составляющие при перемножении сами с собой и с сигналами дадут эффект, близкий к нулю, а перемножение и усреднение  $A_s \sin \omega t$  и  $A_0 \cos \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right)$

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ измерения отношения сигнал/шум путем частотной селекции принимаемой смеси сигнала и шума, нормирования ее по уровню, формирования из нее двух сумм сигнала с шумом с зависимыми сигнальными составляющими и независимыми шумовыми составляющими, перемножения полученных сумм и усреднения результата перемножения, отличающийся тем, что, с целью повышения точности и быстродействия измерения, две суммы сигнала с шумом формируют в виде некоррелированных квадратурных составляющих смеси сигнала с шумом, поворачивают их по фазе по отношению друг к другу на  $90^\circ$ .

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что, поворот фаз на  $90^\circ$  осуществляют умножением по частоте в  $2n$  раз, где  $n = 1; 2, \dots$



Составитель И. Михалев

Редактор М. Петрова

Техред А. Кравчук

Корректор Л. Пилипенко

Заказ 6284/49

Тираж 772

Подписное

ВИНИПИ 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