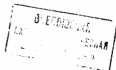




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

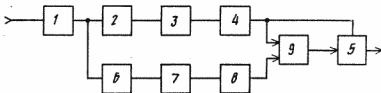


- (21) 4388103/24-21
 (22) 04.03.88
 (46) 15.12.89. Бюл. № 46
 (71) Рязанский радиотехнический институт
 (72) Р.А. Ваккер и О.Н. Дорогов
 (53) 621.317.75(088.8)
 (56) Авторское свидетельство СССР № 819753, кл. G 01 R 29/26, 1981.
 Авторское свидетельство СССР № 1038898, кл. G 01 R 29/26, 1983.

(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Изобретение может быть использовано в многоканальных системах радиосвязи для получения текущих оценок отношения сигнал/шум при действии шума и широкополосной помехи. Цель изобретения - улучшение линейности и расширение динамического диапазона измерений отношения сигнал/помеха при действии гауссовского некоррелированного шума и широкополосной помехи с изменяющейся интенсивностью - достигается путем линейной фильтрации в двух частотных диапазонах нелинейно преобразованной

смеси сигнал + помеха. Согласно способу смесь сигнала и шума преобразуют с помощью нелинейного элемента с квадратичной характеристикой и находят значения спектральной плотности мощности полученного процесса в двух частотных диапазонах, границей разделения которых является половинное значение ширины спектра входного шума, вычисляют функцию от этих величин (например, частное), по которой судят об искомой величине. В устройстве смесь сигнала и шума преобразуется в нелинейном элементе 1. Из его выходного сигнала с помощью последовательно соединенных первого полосового фильтра 2, первого квадратора 3 и первого фильтра 4 нижних частот формируется напряжение, пропорциональное мощности шума, а с помощью последовательно соединенных второго полосового фильтра 6, второго квадратора 7 и второго фильтра нижних частот - мощность сигнала и шума. В вычитателе 9 формируется напряжение, пропорциональное мощности сигнала, которое подается на один из входов делителя 5. 2 с.п. ф-лы, 2 ил.



фиг.1

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в многоканальных системах радиосвязи для получения текущих оценок отношения сигнал/шум при действии шума и широкополосной помехи изменяющейся интенсивности.

Целью изобретения является улучшение линейности и расширение динамического диапазона измерения отношения сигнал/шум при действии гауссовского шума и широкополосной помехи с изменяющейся интенсивностью путем линейной фильтрации в двух частотных диапазонах нелинейно преобразованной смеси сигнал плюс шум.

На фиг. 1 представлена блок-схема устройства для измерения отношения сигнал/шум; на фиг. 2 - эсперы, поясняющие предлагаемый способ измерения.

Устройство для измерения отношения сигнал/шум содержит последовательно соединенные нелинейный элемент 1, вход которого является входом устройства, первый полосовой фильтр 2, первый квадратр 3, первый фильтр 4 низких частот и делитель 5, выход которого является выходом устройства. Кроме того, устройство содержит последовательно соединенные второй полосовой фильтр 6, вход которого подключен к выходу нелинейного элемента 1, второй квадратр 7, второй фильтр 8 низких частот и вычитатель 9, второй вход которого подключен к выходу первого фильтра 4 низких частот, а выход подключен к другому входу делителя 5.

Предлагаемый способ рассмотрим на примере работы устройства для его реализации.

Пусть на вход нелинейного элемента 1 поступает нормальный шум с полосой ΔF , спектральной плотностью мощности $b_n^2/\Delta F$, центральной частотой f_n (фиг. 2а) и гармонический сигнал $U_s = A_s \cos(2\pi f_s t + \psi_s)$ (фиг. 2б).

Приводимые расчеты получены для нелинейного элемента с параболической характеристикой вида $u = ax^2$, где a - масштабный коэффициент. Запишем непрерывную низкочастотную часть спектра шума на выходе нелинейного элемента 1 в виде

$$S(f) = S_{\text{шн}}(f) + S_{\text{фшн}}(f), \quad (1)$$

где $S_{\text{шн}}(f)$ - спектральная плотность мощности шума, образованная взаимодействием шума с самим собой

$$S_{\text{шн}}(f) = \begin{cases} \frac{a^2 b_n^2}{\Delta F} (1 - f/\Delta F), & f \in [0, \Delta F] \\ 0 & \text{для других } f \end{cases} \quad (2)$$

$S_{\text{фшн}}(f)$ - спектральная плотность мощности шума, образованная взаимодействием сигнала и шума

$$S_{\text{фшн}}(f) = \begin{cases} A_s^2 b_n^2 / \Delta F, & f \in [0, 0,5\Delta F] \\ 0 & \text{для других } f \end{cases} \quad (3)$$

График спектральной плотности мощности шума в диапазоне видеочастот на выходе нелинейного элемента показан на фиг. 2 в. Как следует из диаграммы, при действии полезного сигнала происходит перекоз спектра вблизи частоты $0,5\Delta F$. При этом в диапазоне частот $(0 - 0,5\Delta F)$ происходит увеличение спектральной плотности шума, пропорциональное мощности воздействующего полезного сигнала. Положим, что центральные частоты первого и второго полосовых фильтров 2 и 6 (фиг. 1) равны соответственно f_1 и f_2 . Эти частоты выбираются из соотношений $0 < f_1 < 0,5\Delta F$, $0,5\Delta F < f_2 < \Delta F$. Для упрощения выкладок положим, что полосовые фильтры 2 и 6 имеют идеальные амплитудно-частотные характеристики, которые определяются следующим образом

$$H_1(f) = \begin{cases} 1, & f \in [\Delta F/2, \Delta F] \\ 0, & f \notin [\Delta F/2, \Delta F] \end{cases} \quad (4)$$

$$H_2(f) = \begin{cases} 1, & f \in [0, \Delta F/2] \\ 0, & f \notin [0, \Delta F/2] \end{cases} \quad (5)$$

Тогда мощности шума на выходах полосовых фильтров 2 и 6 равны соответственно

$$P_{f_1} = 2 \int_0^{\Delta F} H_1^2(f) S(f) df; \quad (6)$$

$$P_{f_2} = 2 \int_0^{\Delta F} H_2^2(f) S(f) df. \quad (7)$$

Используя соотношения (1)-(3) для значений спектральной плотности мощности шума, на выходе нелинейного элемента получаем

$$P_{f_1} = 4a^2 (b_n/2)^4 \quad (8)$$

$$P_{\bar{y}} = 4a^2 [0,25 A_s^2 \delta_n^2 + 3(\delta_n/2)^4] \quad (9)$$

Напряжения $U_{\bar{y}}$ и $U_{\bar{z}}$ на выходах фильтров 4 и 8 нижних частот пропорциональны мощности процессов на входах квадраторов 3 и 7. Поэтому с точностью до постоянного множителя можно записать

$$U_{\bar{z}} = \delta_n^2; \quad U_{\bar{y}} = 4A_s^2 \delta_n^2 + 3\delta_n^4 \quad (10)$$

Таким образом, напряжение $U_{\bar{z}}$ пропорционально только мощности шума, а напряжение $U_{\bar{y}}$ является функцией мощностей сигнала и шума. Для получения напряжения, пропорционального только мощности сигнала используется вычитатель 9, напряжение на выходе которого равно $U_{\bar{y}} - \alpha U_{\bar{z}}$, где α - постоянный весовой коэффициент. Данное напряжение и напряжение $U_{\bar{z}}$ подаются на входы делителя; напряжение на выходе которого равно

$$U_{\text{вых}} = \frac{U_{\bar{y}} - \alpha U_{\bar{z}}}{U_{\bar{z}}} = \frac{4A_s^2 \delta_n^2 + (3-\alpha)\delta_n^4}{\delta_n^2} \quad (11)$$

Для весового коэффициента $\alpha = 3$ получаем

$$U_{\text{вых}} = 4A_s^2 / \delta_n^2 = 8P_s / P_n, \quad (12)$$

где $P_s = A_s^2/2$ - мощность сигнала;
 $P_n = \delta_n^2$ - мощность шума.

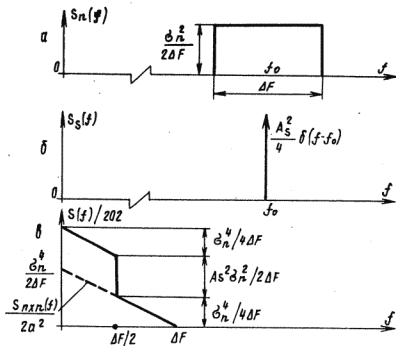
Таким образом, напряжение на выходе устройства измерения отношения сигнал/шум пропорционально отношению сигнал/шум на входе.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ измерения отношения сигнал/шум, при котором смесь сигнала и шума преобразуют с помощью

нелинейного элемента с квадратичной характеристикой, отличаясь от предыдущего тем, что, с целью повышения линейности и расширения динамического диапазона измерения, производят измерение значений спектральной плотности мощности процесса на выходе нелинейного элемента в двух частотных диапазонах, границей разделения которых является половинное значение ширины спектра шума (сигнала), вычисляют функцию от этих величин, по которой судят об искомой величине.

2. Устройство для измерения отношения сигнал/шум, содержащее нелинейный элемент с квадратичной характеристикой, вход которого является входом устройства, последовательно соединенные первый квадратор, первый фильтр нижних частот и делитель, выход которого является выходом устройства, а также второй фильтр нижних частот, отличаясь от предыдущего тем, что, с целью улучшения линейности и расширения динамического диапазона устройства, введены первый полосовой фильтр, последовательно соединенные второй полосовой фильтр, вход которого подключен к выходу нелинейного элемента, и второй квадратор, а также вычитатель, первый вход которого подключен к выходу второго фильтра нижних частот, второй вход - к выходу первого фильтра нижних частот, а выход к второму входу делителя, при этом входы первого и второго полосовых фильтров подключены к выходу нелинейного элемента, выход первого полосового фильтра подключен к входу первого квадратора, а выход второго квадратора - к входу второго фильтра нижних частот.



Фиг. 2

Составитель И. Михалев

Редактор Т. Парфенова

Техред Л. Сердюкова Корректор М. Пожо

Заказ 7637/41

Тираж 714

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101