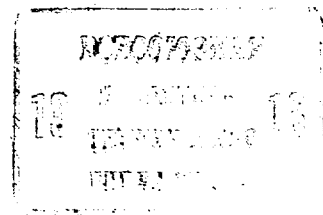




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3664499/24-21
(22) 16.11.83
(46) 07.08.85. Бюл. № 29
(72) И.И.Забеньков, В.К.Крайко,
Э.Г.Попов и Н.И.Шатило
(71) Минский радиотехнический инсти-
тут
(53) 621.317(088.8)
(56) Техника средств связи. Сер. ТРПА;
1978, № 3, с. 24.

Нелинейные искажения в приемно-уси-
лительных устройствах. - Материалы
I Всесоюзного симпозиума, 1977, с. 248.

(54) (57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ РАДИОПРИЕМНИ-
КОВ, содержащее индикатор и последо-
вательно соединенные источник сиг-
нала и исследуемый радиоприемник,
отличающееся тем, что, с
целью повышения точности, в него
введены два синхронных фильтра, два
детектора, два сумматора, сравнива-
ющий блок, источник опорного нап-
ряжения, регулируемый усилитель, а
также последовательно соединенные

блок формирования опорных сигналов,
блок синхронных детекторов, блок
масштабных преобразователей и ком-
мутатор, выход которого соединен
с индикатором, при этом два вы-
хода сигналов модуляции источника
сигнала соединены с входами блока
формирования опорных сигналов и че-
рез последовательно соединенные
соответствующие синхронный фильтр
и детектор - с первым и вторым вхо-
дами первого сумматора, к выходу
которого подключен сравнивающий
блок, второй вход которого соеди-
нен с источником опорного напря-
жения, а выход - с управляющим вхо-
дом регулируемого усилителя, к вы-
ходу которого подключен информа-
ционный вход блока синхронных детек-
торов, другой вход регулируемого уси-
лителя соединен с вторыми входами
синхронных фильтров и выходом второ-
го сумматора, входы которого подклю-
чены к выходу исследуемого радиопри-
емника и к выходам синхронных филь-
тров соответственно.

Изобретение относится к радиоизмерительной технике и может быть использовано для измерения нелинейных искажений в радиоприемниках с амплитудой частотной модуляцией.

Цель изобретения - повышение точности измерений нелинейных искажений приемников.

На чертеже изображена блок-схема предлагаемого устройства.

Устройство для измерения нелинейных искажений радиоприемников содержит источник 1 сигнала в виде двух модулирующих генераторов 2, соединенных с высокочастотными генераторами 3 и 4, смеситель 5 (не показан), последовательно соединенные блок 6 формирования опорных сигналов блок 7 синхронных детекторов, блок 8 масштабных преобразователей, коммутатор 9, индикатор 10, а также смеситель 11, радиоприемник 12, сумматор 13, регулируемый усилитель 14, синхронные фильтры 15 и 16, детекторы 17 и 18, сумматор 19, блок 20 сравнения, источник 21 опорного напряжения. При этом источник 1 сигнала, исследуемый радиоприемник 12, сумматор 13, усилитель 14, блок 7 синхронных фильтров соединены последовательно. Выходы двух модулирующих генераторов 2 источника сигналов соединены с входами блока 6 формирования опорных сигналов и через последовательно соединенные синхронный фильтр 15(16) и детектор 17(18) - с входом первого сумматора 19, к выходу которого подключен блок 20 сравнения, второй вход которого соединен с источником 21 опорного напряжения а выход - с управляющим входом регулируемого усилителя 14, другой вход которого соединен с вторыми входами синхронных фильтров 15 и 16, выходы которых соединены с входами второго сумматора.

Устройство работает следующим образом.

Два сигнала f_1 и f_2 с выходов высокочастотных генераторов 3 и 4 преобразуются в смесителе 11 в сигнал с частотой $f_1 - f_2$, который имеет, например, частотную модуляцию с двумя низкочастотными сигналами F_1 и F_2 и используется в качестве испытательного для контролируемого радиоприемника 12. Нелинейность

тракта радиоприемника 12 приводит к возникновению комбинационных составляющих вида $mF_1 \pm nF_2$ на его выходе. Уровень комбинационных составляющих в высококлассных радиоприемниках мал и составляет 60 дБ и менее относительно сигналов с частотами F_1 и F_2 . Чтобы исключить возникновение дополнительных комбинационных составляющих между сигналами F_1 и F_2 в регулируемом усилителе 14, искажающих результат измерений, в устройстве предусмотрена режекция сигналов с частотами F_1 и F_2 . Синхронные фильтры 15 и 16 из сигналов на выходе сумматора 13 выделяют сигналы с частотными F_1 и F_2 , усиливают их, инвертируют и подают на другие входы сумматора 13.

Во втором сумматоре 13 сигналы с выходов контролируемого радиоприемника 12 и синхронных фильтров 15 и 16 суммируются и на выходе сумматора появляются сигналы только комбинационных составляющих и неподавленные остатки сигналов частот F_1 и F_2 , которые соизмеримы с уровнем комбинационных составляющих. Режекция сигналов с частотами F_1 и F_2 резко ослабляет требования к динамическому диапазону регулируемого усилителя 14 и блока 7 синхронных детекторов и повышает точность измерений.

Сигнал с выхода второго сумматора 13 через регулируемый усилитель 14 поступает на информационный вход блока 7 синхронных детекторов. На управляющие входы этого блока поступают опорные сигналы с частотами $F_1 + F_2$; $2F_1 + F_2$; $3F_1 + F_2$... $mF_1 \pm nF_2$ с выходов блока 6 формирования опорных сигналов. Указанные сигналы формируются в блоке 6 формирования опорных сигналов из сигналов с частотами F_1 и F_2 .

Блок 7 синхронных детекторов из сложного сигнала, поступающего на его вход, выделяет спектральные составляющие, совпадающие по частоте с управляющими сигналами, и преобразует их в постоянное напряжение. Таким образом, на выходе блока 7 синхронных детекторов появляются постоянные напряжения, пропорциональные уровню комбинационных составляющих

ющих на выходе контролируемого радиоприемника 12.

Для определения коэффициента гармоник необходимо осуществить нормировку комбинационных составляющих относительно суммы сигналов $U_{F_1} + U_{F_2}$. Здесь U_{F_1} и U_{F_2} уровни сигналов с частотами F_1 и F_2 на выходе контролируемого радиоприемника 12. Указанную нормировку в предлагаемом устройстве осуществляет цепь, состоящая из детекторов 17 и 18, первого сумматора 19, сравнивающего блока 20, источника 21 опорного напряжения и регулируемого усилителя 14. Сигналы с выходов синхронных фильтров 15 и 16, равные сигналам с частотами F_1 и F_2 на выходе контролируемого радиоприемника 12, детектируются детекторами 17 и 18 и суммируются в первом сумматоре 19. Напряжение на выходе сумматора 19 при этом равно

$U_{19} = K (U_{F_1} + U_{F_2})$,
где U_{F_1} , U_{F_2} — напряжение сигналов F_1 , F_2 на выходе контролируемого радиоприемника;
 K — коэффициент пропорциональности.

Сигналы с выходов первого сумматора 19 и источника 21 опорного напряжения поступают на входы сравнивающего блока 20, выходной сигнал которого управляет коэффициентом передачи регулируемого усилителя 14.

Выходное напряжение U_{20} блока 20 сравнения зависит от соотношения сигналов на его входах

$U_{20} = K_{20} \frac{U_{21}}{U_{19}} = \frac{K_{20}}{K} \frac{U_{21}}{(U_{F_1} + U_{F_2})}$,
где K_{20} и U_{21} — коэффициент пе-

редачи сравнивающего блока 20 и напряжение на выходе источника 21 опорного напряжения (далее по тексту используются аналогичные обозначения, причем индекс соответствует номеру блока).

В регулируемом усилителе 14 коэффициент передачи прямо пропорционален величине напряжения на управляющем входе

$K_{14} = \frac{U_{вх}}{U_{вк}} = a U_{20} = \frac{a K_{20} U_{21}}{K (U_{F_1} + U_{F_2})}$,
где a — коэффициент пропорциональности.

Постоянные напряжения на выходах блока 7 синхронных детекторов равны

$$U_7 = \frac{a K_{20} U_{21} K_7}{K} \cdot \frac{U_{mF_1 \pm nF_2}}{U_{F_1} + U_{F_2}}$$

где $U_{mF_1 \pm nF_2}$ — напряжение спектральной составляющей с частотой $mF_1 \pm nF_2$ на выходе контролируемого радиоприемника 12.

Для определения коэффициентов гармоник 2-5 порядков достаточно измерить комбинационные составляющие с частотами

$F_1 + F_2$; $2F_1 + F_2$; $3F_1 + F_2$; $4F_1 + F_2$.

$$K_{r_2} = 2 \frac{U_{F_1 + F_2}}{U_{F_1} + U_{F_2}};$$

$$K_{r_3} = \frac{8}{3} \frac{U_{2F_1 + F_2}}{U_{F_1} + U_{F_2}};$$

$$K_{r_4} = 4 \frac{U_{3F_1 + F_2}}{U_{F_1} + U_{F_2}};$$

$$K_{r_5} = \frac{32}{5} \frac{U_{4F_1 + F_2}}{U_{F_1} + U_{F_2}},$$

где $U_{F_1 + F_2}$; $U_{2F_1 + F_2}$; $U_{3F_1 + F_2}$; $U_{4F_1 + F_2}$ — напряжение комбинационных составляющих с частотами $F_1 + F_2$, $2F_1 + F_2$, $3F_1 + F_2$, $4F_1 + F_2$, соответственно.

При реализации в блоке 8 масштабных преобразователей коэффициентов передачи 2 ; $\frac{8}{3}$; $\sqrt{\frac{32}{5}}$ для напря-

жений с соответствующих выходов блока 7 синхронных детекторов на выходах блока 8 получают постоянные напряжения, пропорциональные коэффициентам гармоник 2-5 порядков.

Непосредственное измерение суммарного коэффициента гармоник в соответствии с формулой

$$K_r = \sqrt{K_{r_2}^2 + K_{r_3}^2 + K_{r_4}^2 + K_{r_5}^2}$$

в предлагаемом устройстве обеспечивается при помощи коммутатора 9 и индикатора 10, в качестве которого необходимо использовать вольтметр среднеквадратических эффективных значений.

Коммутатор 9 поочередно подключает выходы блока 8 масштабных преобразователей к выходу индикатора 10. Среднеквадратическое значение сигнала на выходе коммутатора 9 при этом

равно

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \left(\sum_{i=1}^P \int_{t_i}^{t_i + \frac{T}{P}} U_i^2 dt \right)},$$

где T - период работы коммутатора;
 P - количество коммутируемых выходов блока 8 масштабных преобразователей;

U_i - постоянное напряжение на i -м выходе блока 8;

t_i - момент времени, в который i -й выход блока 8 подключается к входу индикатора.

Так как сигнал U_i постоянен в интервале от t_i до

$t_i + \frac{T}{P}$, то

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \left(\sum_{i=1}^P U_i^2 \frac{T}{P} \right)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \times$$

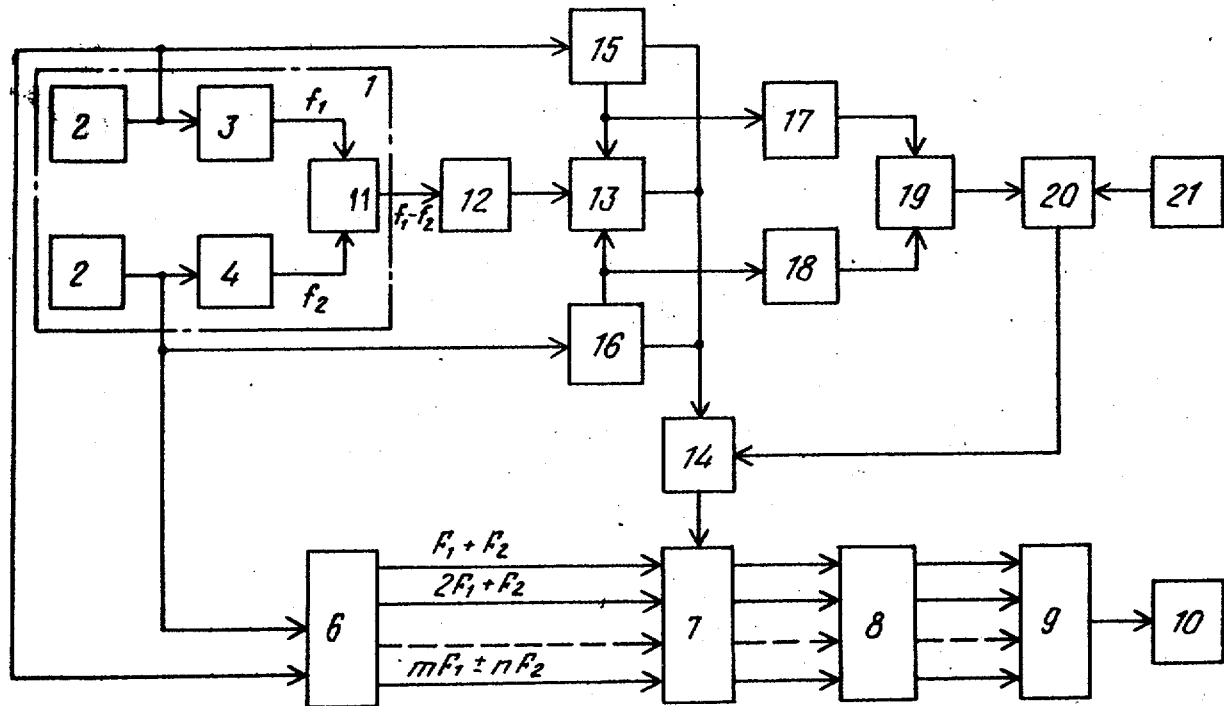
$$\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_p^2}$$

Таким образом, среднеквадратическое значение сигнала на выходе ком-

мутатора 9, регистрируемое индикатором 10, пропорционально коэффициенту гармоник.

5 Автоматизация измерений нелинейных искажений предлагаемым устройством позволяет повысить производительность труда в 50-100 раз по сравнению с известным устройством.

Синхронные методы обработки сигналов позволяют измерять сигналы, лежащие ниже уровня шумов на 10-20 дБ, с погрешностью 5-10%. В радиоприемниках высших классов соотношение сигнал/шум на выходе 70-80 дБ. При этом предлагаемое устройство позволяет измерить комбинационные составляющие на уровне - (80-10) дБ относительно основных сигналов с указанной погрешностью.



Составитель В.Новоселов

Редактор А.Шिशкина Техред Т.Фанта

Корректор М.Демчик

Заказ 4856/37

Тираж 748

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