



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 04.04.79 (21) 2745523/18-21

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 07.07.81. Бюллетень № 25

Дата опубликования описания 10.07.81

(11) 845113

(51) М. Кл.³

G 01 R 23/20

(53) УДК 621.317.
.33(088.8)

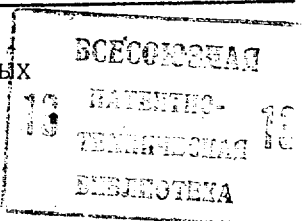
(72) Авторы
изобретения

В. С. Богдановский, А. И. Воронов и И. И. Забеньков

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫХ
ИСКАЖЕНИЙ ШИРОКОПОЛОСНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ



Изобретение относится к радиоизмерительной технике и предназначено для измерения нелинейных характеристик усилительных каскадов и трактов.

Известно устройство, имеющее низкую точность измерения малых величин продуктов интермодуляционных искажений и не позволяющее без замены блока полосового фильтра измерять продукты искажений второго порядка [1].

Наиболее близким по технической сущности является устройство, которое состоит из блока задающих сигналов, содержащего два генератора частот f_0 и $f_0 + \sigma$, модуляторов, каскада управления медленно меняющейся частоты, усилителей, схемы сложения, аттенюатора, схемы автоматического управления уровнем выходного напряжения упомянутого блока, измерительного блока, содержащего входной ответвитель, детектор, промежуточный ответвитель, полосовой фильтр частоты 2σ , фазовращатель, схему сложения, полосовой фильтр частоты σ , осциллографический индикатор, управляемый каскадом медленно меняющейся частоты генератора блока [2].

Устройство имеет низкую чувствительность и не имеет возможности одновременного измерения характеристик интермодуляционных искажений второго и третьего порядка. Чувствительность устройства при условии высокой разрешающей способности осциллографа ограничивается уровнем внешних и внутренних шумов, попадающих на вход измерительного блока. Последние локализуются в области полосы пропускания полосового фильтра частоты 2σ и маскируют продукты искажения малой величины. При этом чувствительность измерительного блока ограничивается величиной, которая для точности измерений $\pm 10\%$ должна на порядок превышать уровень шумов локализованных полосовым фильтром частоты 2σ . При измерении продуктов интермодуляционных искажений, превышающих уровень шумов меньше, чем на порядок, резко ухудшается точность измерения. Тем более данное устройство не позволяет измерять продукты интермодуляционных искажений величины, меньших чем уровень шумов и полоса фильтра частоты 2σ . Кроме этого детектор измерительного блока не защищен от воздействия на-

пряжения частот f_0 и $f_0 + \delta$, проходящих через объект измерения. Последние вызывают появление дополнительной величины продуктов интермодуляционных искажений, которые складываются с продуктами искажений, обусловленными только объектом измерения.

Целью изобретения является повышение чувствительности и точности измерения малых величин продуктов интермодуляционных искажений и их одновременного автоматического контроля. Достигается это тем, что в устройство для измерения интермодуляционных искажений широкополосных усилителей, содержащее генераторный блок, состоящий из последовательно соединенных первого кварцевого автогенератора, первого умножителя частоты на два, последовательно соединенных первого регулируемого усилителя, первого смесителя и первого фильтра нижних частот, выход которого подключен к входу линейного сумматора и через первый блок автоматической регулировки выходного напряжения и управляющему входу первого регулируемого усилителя, ответвителя, вход которого подключен к выходу первого кварцевого автогенератора, а также последовательно соединенных второго кварцевого автогенератора, второго умножителя частоты на два, второго регулируемого усилителя, второго смесителя, второго фильтра нижних частот, выход которого через второй блок автоматической регулировки выходного напряжения подключен к управляемому входу второго регулируемого усилителя, и через последовательно соединенные линейный сумматор и аттенюатор подключен к входу объекта измерения, а выход второго умножителя частоты на два подключен к входу синхронизации синтезатора частоты, выход которого подключен к второму входу второго смесителя и входу делителя частоты на два, выход которого подключен к входу третьего фильтра нижних частот, и измерительный блок, состоящий из последовательно соединенных согласующего каскада, четвертого фильтра нижних частот, маломощного усилителя, вход согласующего каскада соединен с выходом объекта измерения, первого усилителя постоянного тока, первого и второго индикаторов, в генераторный блок введены формирователь опорного сигнала, первый и второй коммутаторы и генератор коммутационных импульсов, а в измерительный блок введены синхронный детектор, третий коммутатор, блок фазовой автоподстройки частоты, причем формирователь опорного сигнала состоит из последовательно соединенных третьего смесителя и полосового фильтра, выход которого соединен через блок фазовой автоподстройки частоты

с вторым входом синхронного детектора, первый и второй входы формирователя опорного сигнала подключены к выходам первого и второго умножителя частоты на два, выходы генератора коммутационных импульсов подключены к управляющим входам первого, второго и третьего коммутаторов, сигнальные входы первого коммутатора подключены к выходам первого умножителя частоты на два и ответвителя, а выход - к входу первого регулируемого усилителя, сигнальные входы второго коммутатора подключены к выходам синтезатора частоты и третьего фильтра нижних частот, а выход - к второму входу первого смесителя, выход маломощного усилителя подключен к первому входу блока фазовой автоподстройки частоты и к первому входу синхронного детектора, второй вход которого подключен к выходу блока фазовой автоподстройки частоты, а выход - к входу первого усилителя постоянного тока, выход которого подключен к входу третьего коммутатора, а его выходы подключены к первому и второму индикаторам. Кроме того, блоки фазовой автоподстройки частоты содержат последовательно соединенные фазовращатель, фазовый детектор, второй усилитель постоянного тока, управляемый фазовращатель и ограничитель, выход которого подключен к второму входу фазового детектора.

На фиг. 1 дана структурная схема устройства; на фиг. 2 - диаграмма, поясняющая формирование тестового сигнала.

Устройство содержит генераторный блок 1, первый кварцевый автогенератор 2, ответвитель 3, первый умножитель частоты на два 4, первый коммутатор 5, первый регулируемый усилитель 6, первый смеситель 7, первый фильтр нижних частот 8, первую схему 9 автоматической регулировки выходного напряжения, второй коммутатор 10, третий фильтр нижних частот 11, делитель частоты на два 12, формирователь опорного сигнала 13, полосовой фильтр 14, третий смеситель 15, второй кварцевый автогенератор 16, второй умножитель частоты на два 17, второй регулируемый усилитель 18, второй смеситель 19, второй фильтр нижних частот 20, второй блок 21 автоматической регулировки выходного напряжения, генератор коммутационных импульсов 22, линейный сумматор 23, калиброванный аттенюатор 24, объект измерений 25. Измерительный блок 26 содержит согласующий каскад 27, четвертый фильтр нижних частот 28, маломощный усилитель 29, синхронный детектор 30, первый усилитель постоянного тока 31, а третий коммутатор 32, индикаторы 33 и 34, фазовращатель 35, фазовый детектор

36, второй усилитель постоянного тока 37, ограничитель 38, управляемый фазовращатель 39 образуют схему фазовой автоподстройки частоты 40, синтезатор частоты 41.

Рассмотрим функции, выполняемые основными структурными элементами устройства. В генераторном блоке 1 формируется двухчастотный тестовый сигнал. Кварцевые автогенераторы 2 и 16 генерируют сигналы двух частот f_1 и f_2 , которые удваиваются умножителями частоты 4 и 17. После удвоения сигналы поступают на формирователь опорного сигнала 13, в котором формируется разностный сигнал $2(f_1 - f_2)$, совпадающий по частоте с продуктами интермодуляционных искажений второго и третьего порядков. Выход формирователя опорного сигнала 13 связан через блок фазовой автоподстройки частоты 40 с вторым входом синхронного детектора 30. Коммутаторы 5, 10 и 32 управляются синхронно коммутационными импульсами генератора 22. На первый вход первого коммутатора 5 подается напряжение с частотой $2f_1$ с выхода умножителя частоты 4, а на второй вход напряжение частоты f_1 от кварцевого автогенератора 2 через ответвитель 3. Это позволяет получать поочередно тестовые сигналы, продукты искажений второго и третьего порядков которых имеют одинаковую частоту, равную частоте опорного сигнала блока 13. Для измерения продукта интермодуляционных искажений второго порядка $2(f_1 - f_2)$ генерируется двухчастотный тестовый сигнал с разном частоты, равным частоте опорного сигнала (фиг. 2а). Для измерения продукта интермодуляционного искажения третьего порядка $2f_1 - f_2$ (фиг. 2б) генерируется двухчастотный тестовый сигнал, частота f_2 которого совпадает с частотой $2f_2$ в случае измерения продукта второго порядка, а частота f_1 равна половине частоты $2f_1$.

Для исследования характеристики искажений объекта 25 в диапазоне частот используется синтезатор 41, на вход синхронизации которого поступает сигнал с умножителя на два 17, а выход связан с первым входом смесителя 19 и первым входом смесителя 7 через делитель частоты на два 12, фильтр нижних частот 11 и коммутатор 10, управляемый коммутационными импульсами генератора 22 при измерении интермодуляционных продуктов третьего порядка, или только через коммутатор 10 при измерении продуктов второго порядка. На вторые входы первого и второго смесителей 7 и 19 подаются сигналы соответственно с выходов первого и второго регулируемых усилителей 6 и 18, которые управляются первым и вторым блоками автоматической регулировки выходного напряжения 9 и 21. Выход

ды смесителей 7 и 19 через первый и второй фильтры нижних частот 8 и 20 соответственно связаны с первым и вторым входами линейного сумматора 23, выход которого через калиброванный аттенюатор 24 связан с входом объекта измерений 25.

Выходной сигнал объекта измерений, содержащий продукты интермодуляционных искажений поступает на измерительный блок 26, на входе которого стоит согласующий каскад 27 и фильтр 28 нижних частот. Продукты интермодуляционных искажений попадают в полосу прозрачности фильтра 28, а напряжение тестового сигнала ослабляется. Выход фильтра 28 связан с входом малощумящего усилителя 29, затем сигнал поступает на первый вход синхронного детектора 30 и вход схемы фазовой автоподстройки частоты 40. Последняя состоит из фазовращателя 35, фазового детектора 36, второго усилителя 37 постоянного тока, управляемого фазовращателя 39 и ограничителя 38 и предназначена для автоматического управления фазой опорного сигнала, поступающего от формирователя опорного сигнала 13, в соответствии с фазой продукта интермодуляционных искажений. Измерительный блок имеет возможность ручного управления фазовращателем 39. Выход управляемого фазовращателя 39 связан с входом ограничителя 38, а выход последнего с вторым выходом синхронного детектора 30 и вторым входом фазового детектора 36. Выход синхронного детектора связан с входом первого усилителя постоянного тока 31, выход которого связан с входом третьего коммутатора 32, генератором 22 синхронно с коммутаторами 5 и 10. Выходы коммутатора 32 связаны с индикаторами 33 и 34 величин продуктов интермодуляционных искажений.

Устройство работает следующим образом. С генераторного блока 1 двухчастотные тестовые сигналы заданной аттенюатором 24 величины поочередно подаются на объект измерения 25 - широкополосный усилитель. Искаженный сигнал, имеющий в своем спектре тестовый сигнал и продукты искажений, поступает на измерительный блок 26, где выделяются поочередно только продукты искажений второго или третьего порядков в соответствии с синхронной работой коммутатора 5, 10 и 32. Величины продуктов искажений одновременно регистрируются индикаторами 33 и 34, имеющими постоянную времени запоминания больше длительности периода коммутационных импульсов генератора 22.

Использование новых каскадов-формирователя опорного сигнала, синхронного детектора, имеющих структурную связь между собой через блок фазовой

автоподстройки, а также синхронных коммутаторов сигналов в генераторном и измерительных блоках, выгодно отличается предполагаемое устройство от прототипа, так как позволяет измерять продукты интерполяционных искажений в динамическом диапазоне порядка 140 дБ, существенно снижает уровень шумов, что позволяет повысить точность измерения малых величин продуктов искажений, а также проводить одновременный контроль величин продуктов интермодуляционных искажений второго и третьего порядков без перестройки измерительного блока.

Формула изобретения

1. Устройство для измерения интермодуляционных искажений широкополосных усилителей, содержащее генераторный блок, состоящий из последовательно соединенных первого кварцевого автогенератора, первого умножителя частоты на два, последовательно соединенных первого регулируемого усилителя, первого смесителя и первого фильтра нижних частот, выход которого подключен ко входу линейного сумматора и через первый блок автоматической регулировки выходного напряжения к управляющему входу первого регулируемого усилителя, ответвителя, вход которого подключен к выходу первого кварцевого автогенератора, а также последовательно соединенных второго кварцевого автогенератора, второго умножителя частоты на два, второго регулируемого усилителя, второго смесителя, второго фильтра нижних частот, выход которого через второй блок автоматической регулировки выходного напряжения подключен к управляющему входу второго регулируемого усилителя, и через последовательно соединенные линейный сумматор и аттенюатор подключен ко входу объекта измерения, а выход второго умножителя частоты на два подключен к входу синхронизации синтезатора частоты, выход которого подключен к второму входу второго смесителя и входу делителя частоты на два, выход которого подключен к входу третьего фильтра нижних частот, и измерительный блок, состоящий из последовательно соединенных согласующего каскада, четвертого фильтра нижних частот, малошумящего усилителя, вход согласующего усилителя каскада соединен с выходом объекта измерения, первого усилителя постоянного тока, первого

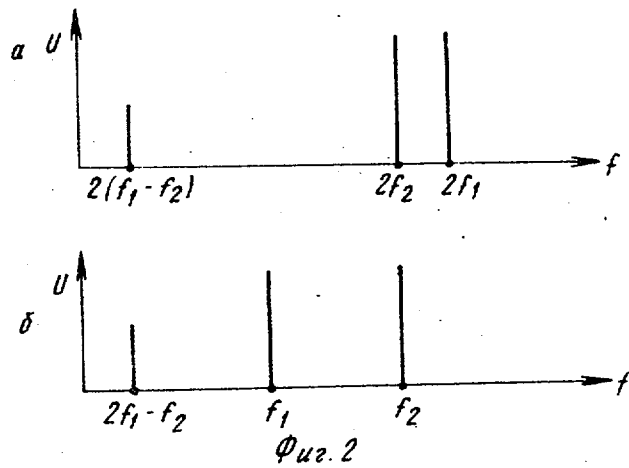
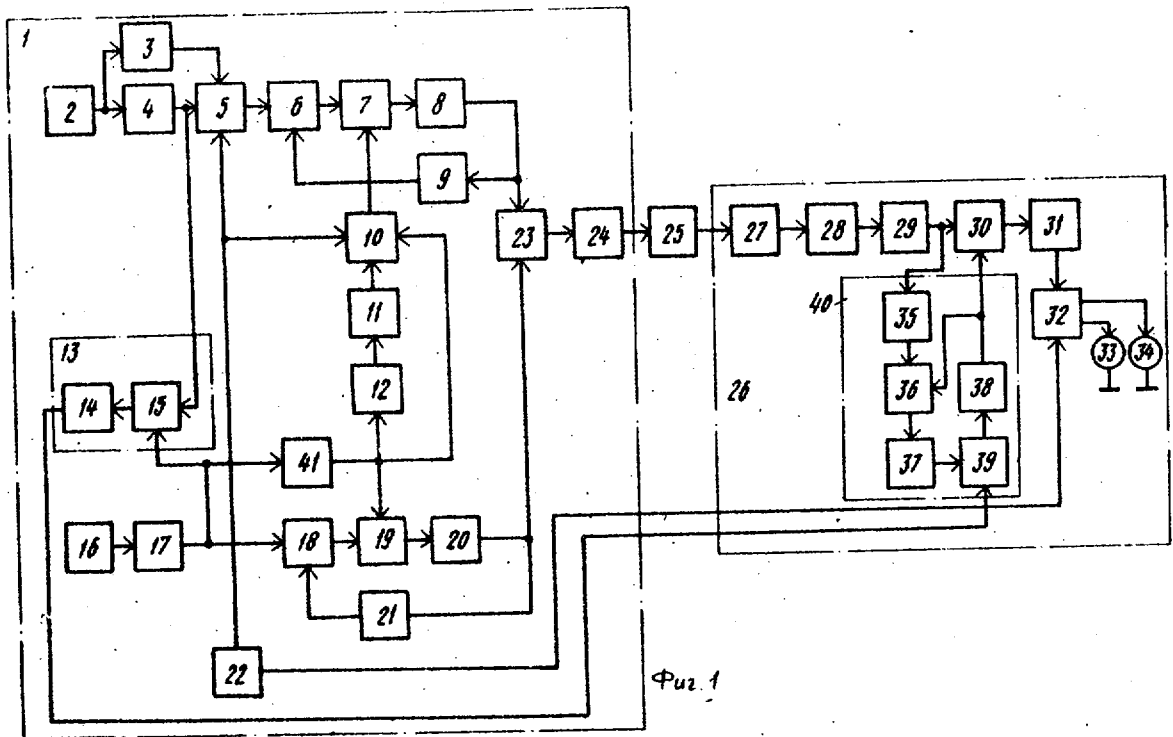
и второго индикаторов, отличающаяся тем, что, с целью повышения чувствительности и точности измерения малых величин продуктов интермодуляционных искажений и их одновременного автоматического контроля, в генераторный блок введены формирователь опорного сигнала, первый и второй коммутаторы и генератор коммутационных импульсов, а в измерительный блок введены синхронный детектор, третий коммутатор, блок фазовой автоподстройки частоты, причем формирователь опорного сигнала состоит из последовательно соединенных третьего смесителя и полосового фильтра, выход которого соединен через блок фазовой автоподстройки частоты с вторым входом синхронного детектора, первый и второй входы формирователя опорного сигнала подключены к выходам первого и второго умножителя частоты на два, выходы генератора коммутационных импульсов подключены к управляющим входам первого, второго и третьего коммутатора, сигнальные входы первого коммутатора подключены к выходам первого умножителя частоты и на два и ответвителя, а выход - к входу первого регулируемого усилителя, сигнальные входы второго коммутатора подключены к выходу синтезатора частоты и третьего фильтра частот, а выход - к второму входу первого смесителя, выход малошумящего усилителя подключен к первому входу блока фазовой автоподстройки частоты и к первому входу синхронного детектора, второй вход которого подключен к выходу блока фазовой автоподстройки частоты, а выход - к входу первого усилителя постоянного тока, выход которого подключен к входу третьего коммутатора, выходы которого подключены к первому и второму индикаторам.

2. Устройство по п. 1, отличающаяся тем, что блок фазовой автоподстройки частоты содержит последовательно соединенные фазовращатель, фазовый детектор, второй усилитель постоянного тока, управляемый фазовращатель и ограничитель, выход которого подключен к второму входу фазового детектора.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Финей. Расширение диапазона измерений интермодуляционных искажений. "Электроника", № 16, 1978, с. 61-62.

2. Патент США № 4048559, кл. 324.57, опублик. 1977 (прототип).



Составитель О. Панчерников
 Редактор Е. Гончар Техред С. Мигунова Корректор Н. Швыдкая

Заказ 4137/3

Тираж 732

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