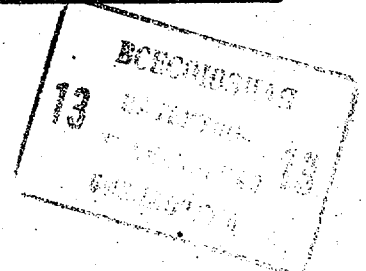




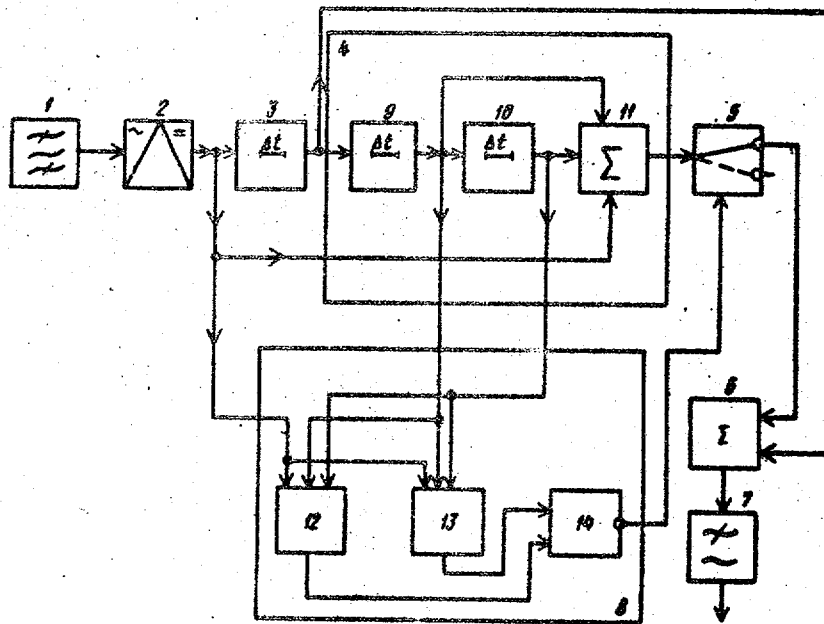
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3326372/18-09
- (22) 11.08.81
- (46) 23.11.84. Бюл. № 43
- (72) В.И.Кириллов и С.В.Иванович
- (71) Минский радиотехнический институт
- (53) 621.397 (088.8)
- (56) 1. Суслонов С.А. и др. Исследование телевизионной системы с сокращенной полосой частот. - "Техника кино и телевидения", 1967, № 3, с. 45-50.
- 2. Авторское свидетельство СССР № 882025, кл. Н 04 N 7/12, 1979 (прототип).
- (54) (57) 1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИЕМА ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА В СОКРАЩЕННОЙ

ПОЛОСЕ ЧАСТОТ, содержащее последовательно соединенные полосовой фильтр и демодулятор, а также фильтр нижних частот, отличающееся тем, что, с целью повышения помехозащитности, в него введены линия задержки, интерполятор, коммутатор и сумматор, включенные последовательно между выходом демодулятора и входом фильтра нижних частот, а также анализатор, включенный между выходом демодулятора и управляющим входом коммутатора, при этом выход линии задержки подключен к другому входу сумматора, а выход демодулятора соединен с вторым входом интерполятора; второй и третий выходы которого подключены соответственно к второму и третьему входам анализатора.



09 **SU** (11) **1125777** **A**

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что интерполятор содержит последовательно соединенные первую линию задержки, вход которой является первым входом интерполятора, вторую линию задержки и сумматор, второй вход которого подключен к выходу первой линии задержки, третий вход и выход являются соответственно вторым входом и первым выходом интерполятора, а выход первой линии задержки и выход второй линии задержки являются соответственно вторым и третьим выходами интерполятора.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что анализатор содержит первый компаратор, первый вход которого объединен с первым входом второго компаратора и является первым входом анализатора, второй вход объединен с вторым входом второго компаратора и является вторым входом анализатора, третий вход объединен с третьим входом второго компаратора и является третьим входом анализатора, а выход подключен к первому входу элемента ИЛИ, второй вход которого соединен с выходом второго компаратора, а выход является выходом анализатора.

1

Изобретение относится к телевизионной технике и может использоваться в прикладном телевидении.

Известно устройство для приема телевизионного сигнала в сокращенной полосе частот, содержащее преобразователь частоты, фильтр нижних частот, генератор, блок выделения пилот-сигнала, блок фазовой автоподстройки частоты, блоки формирования и замешивания сигналов строчной и кадровой синхронизации [1].

Основным недостатком устройства является сложность его построения. Действительно, в данном устройстве необходимо применять преобразователь частоты, генератор на частоту f_0 , блок выделения пилот-сигнала, с помощью которого в устройстве фазовой автоподстройки частоты осуществляется жесткая синхронизация частоты и фазы колебаний частоты f_0 приемника с частотой и фазой колебаний аналогичного генератора частоты f_0 передатчика, специальные блоки формирования и замешивания сигналов строчной и кадровой синхронизации и т.д.

Наиболее близким по технической сущности является устройство для приема телевизионного сигнала в сокращенной полосе частот, содержащее полосовой фильтр, к выходу которого подключены две последовательные цепи, первая из которых состоит из

2

первого демодулятора, первого фильтра нижних частот и блока замешивания синхросигнала, выход которого является выходом устройства, а вторая цепь - из второго демодулятора, второго фильтра нижних частот и амплитудного селектора, выход которого подключен к второму входу блока замешивания синхросигнала [2].

Основным недостатком известного устройства является существенное ухудшение помехозащищенности (отношения сигнал/шум) на выходе приемного устройства по сравнению с помехозащищенностью сигнала на выходе датчика телевизионного сигнала (телевизионной передающей камеры). Объясняется это тем, что шум имеет не дискретный, как полезный видеосигнал, а непрерывный спектр, поэтому при перенесении сигнала и шума в область частоты f_0 и суммировании с исходным сигналом высокочастотные и низкочастотные составляющие шума не перемежаются, а накладываются друг на друга, что не дает возможность их разделить; кроме того, если сигнал в одной и той же строке для двух соседних кадров практически одинаков (высокая межкадровая корреляция), то шум в соседнем кадре практически не коррелирован. Поэтому в спектре видеосигнала, полученного усреднением одной строки двух сосед-

них кадров, практически отсутствуют комбинационные составляющие, преобразованные в область частоты f_0 и остаются только составляющие видеоспектра и составляющие, преобразованные в область частоты $2f_0$ (последние подавляются фильтром низких частот).

Для шумовых составляющих вследствие их некоррелированности не происходит компенсация комбинационных продуктов за два кадра. В общем случае можно принять, что усредненный за два кадра шум равен среднеквадратичному от шумов отдельных кадров.

Таким образом, в сравнении с сигналом датчика сигнал на выходе известного устройства дополнительно "зашумливается" комбинационными составляющими шума, образованными за счет преобразования в область частоты f_0 . При этом в область нижних частот видеоспектра попадают высокочастотные составляющие исходного шума.

Наиболее заметно ухудшение помехозащищенности сигнала на выходе известного устройства при косом спектре шума (неравномерном спектре с подъемом в области верхних частот), который характерен для видеоконных передающих камер, получивших наибольшее распространение в телевизионном вещании и промышленных телевизионных установках (ПТУ). В этом случае ухудшение помехозащищенности может достигать до 2-5 дБ, что зачастую неприемлемо и ставит под сомнение саму возможность использования подобных систем передачи с сокращенной полосой частот.

Цель изобретения - повышение помехозащищенности.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство для приема телевизионного сигнала в сокращенной полосе частот, содержащее последовательно соединенные полосовой фильтр и демодулятор, а также фильтр нижних частот, введены линия задержки, интерполятор, коммутатор и сумматор, включенные последовательно между выходом демодулятора и входом фильтра нижних частот, а также анализатор, включенный между выходом демодулятора и управляющим входом коммутатора, при этом выход линии задержки подключен к другому входу сумматора, а

выход демодулятора соединен с вторым входом интерполятора, второй и третий выходы которого подключены соответственно к второму и третьему входам анализатора.

При этом интерполятор содержит последовательно соединенные первую, линию задержки, вход которой является первым входом интерполятора, вторую линию задержки и сумматор, второй вход которого подключен к выходу первой линии задержки, третий вход и выход являются соответственно вторым входом и первым выходом интерполятора, а выход первой линии задержки и выход второй линии задержки являются соответственно вторым и третьим выходами интерполятора.

Кроме того, анализатор содержит первый компаратор, первый вход которого объединен с первым входом второго компаратора и является первым входом анализатора, второй вход объединен с вторым входом второго компаратора и является вторым входом анализатора, третий вход объединен с третьим входом второго компаратора и является третьим входом анализатора, а выход подключен к первому входу элемента ИЛИ, второй вход которого соединен с выходом второго компаратора, а выход является выходом анализатора.

На чертеже представлена структурная электрическая схема устройства для приема телевизионного сигнала в сокращенной полосе частот.

Устройство содержит полосовой фильтр 1, демодулятор 2, линию 3 задержки, интерполятор 4, коммутатор 5, сумматор 6, фильтр 7 нижних частот, анализатор 8. Интерполятор 4 содержит первую 9 и вторую 10 линии задержки и сумматор 11. Анализатор 8 содержит первый 12 и второй 13 компараторы и элемент ИЛИ 14.

Устройство работает следующим образом.

Входной сигнал, передаваемый на несущей частоте f_0 , удовлетворяющий условиям

$$F_B < f_0 < 2F_B \text{ и } f_0 = (2k+1) \frac{F_{стр}}{2},$$

где F_B - верхняя частота спектра видеосигнала;

$F_{стр}$ - частота строчных синхроимпульсов видеосигнала,

уплотненный за счет перемежения высокочастотных и низкочастотных составляющих и вследствие этого имеющий сокращенную полосу частот, поступает на вход полосового фильтра 1. Полосовой фильтр 1 дополнительно ограничивает спектр входного сигнала в области верхних и нижних частот, что повышает защищенность сигнала от внешних флюктуационных шумов, низкочастотных помех и наводок. После прохождения через демодулятор 2 и линию 3 задержки сигнал поступает на первый вход интерполятора 4, который формирует вспомогательные выборки, смещенные относительно основных выборок на половину периода дискретизации $T_g = 1/f_0$. Амплитуды этих вспомогательных выборок определенным образом связаны с амплитудами ближайших трех соседних выборок. Формирование интерполирующих выборок производится в интерполяторе 4 с помощью первой 9 и второй 10 линий задержки и сумматора 11. Первая линия 9 задержки, так же как и линия 3 задержки, имеет время задержки, равное $T_g/2$, вторая линия 10 задержки имеет время задержки, равное T_g . Сигнал на выходе сумматора 11 получается за счет сложения выборок с выходов демодулятора 2, первой 9 и второй 10 линий задержки. Если присвоить трем соседним выборкам на выходе демодулятора № 1, 2, 3, а их амплитудам - значения U_1, U_2, U_3 , то интерполируемая выборка, размещаемая посередине между выборками № 2 и 3, имеет амплитуду

$$U_{2,3} = \frac{3}{4}U_2 + \frac{3}{8}U_3 - \frac{1}{8}U_1.$$

Это выражение получено из условия, что в момент времени t_2 мгновенное значение видеосигнала точно равно амплитуде выборки № 2, а в интервале $t_1 < t < t_3$ мгновенное значение видеосигнала $U(t)$ может быть аппроксимировано выражением

$$U(t) \approx U_2 + \frac{dU(t)}{dt}|_{t=t_2} \cdot (t-t_2) + \frac{1}{2} \frac{d^2U(t)}{dt^2}|_{t=t_2} \cdot (t-t_2)^2,$$

где

$$\frac{dU(t)}{dt}|_{t=t_2} = \frac{U_3 - U_1}{2T_g}, \quad \frac{d^2U(t)}{dt^2}|_{t=t_2} = \frac{U_1 + U_3 - 2U_2}{T_g^2}$$

Совокупность линий 3 задержки, интерполятора 4 и сумматора 6 может быть представлена как некоторый линейный фильтр, который имеет амплитудно-частотную характеристику коэффициента передачи $K(\omega)$, описываемую выражением

$$|K(\omega)| = \frac{1}{4} \left[5 + 12 \cos \frac{\omega T_g}{2} + 6 \cos^2 \frac{\omega T_g}{2} - 4 \cos^3 \frac{\omega T_g}{2} - 3 \cos^4 \frac{\omega T_g}{2} \right]^{1/2}.$$

Очевидно, линейный фильтр с такой характеристикой осуществляет существенное подавление мощности шума, причем подавляется не только избыточный шум, обусловленный преобразованием в области f_0 , но и основной. Поэтому при использовании интерполятора 4 можно получить отношение сигнал/взвешенный шум на выходе устройства даже более высокое, чем в исходном видеосигнале (если мал уровень внешних шумов). В зависимости от характера спектра шума в исходном видеосигнале ("плоский" шум или "косой") выигрыш составляет 1,3-2,5 дБ. Если же сравнивать с отношением сигнал/взвешенный шум, получаемым на выходе известного устройства, то выигрыш в предлагаемом устройстве составит от 3,4 дБ для "плоского" и до 5,5-6 дБ "косого" шума.

Однако интерполятор 4 наряду с подавлением шумов производит также и подавление высокочастотных компонентов полезного сигнала, что ведет к снижению четкости, резкости и детальности изображения на выходе устройства. Действительно, если изменение видеосигнала между выборками мало, то интерполируемая выборка будет близка (равна) точному значению выборки видеосигнала, получаемому в следующем кадре этой строки. Если же изменение $U(t)$ велико, то интерполируемая выборка будет значительно отличаться от истинной выбор-

ки соседнего кадра и ее появление ухудшает качество передачи видеосигнала.

С целью устранения этого дефекта в устройство введен анализатор 8, который определяет в применяемом видеосигнале участки с повышенным уровнем высокочастотных компонентов (крутые фронты, мелкие одиночные детали, высокочастотные групповые структуры и т.д.) и на время появления этих участков отключает дополнительный сигнал с выхода интерполятора 4. Отключение производится с помощью коммутатора 5, на управляющий вход которого поступает сигнал с анализатора 8. Таким образом, подавление шумов производится на участках изображения с медленно изменяющейся яркостью, где они наиболее заметны, и не производится на границах перепадов яркости и мелких деталях, где заметность шумов существенно меньше. Учитывая, что передача фронтов и мелких деталей составляет не более 1,5-2% всего времени передачи изображения, можно утверждать, что в предлагаемом устройстве осуществляется эффективное подавление шумов.

Анализатор 8 содержит два компаратора 12 и 13 и элемент ИЛИ 14. Одноименные входы компараторов 12 и 13 объединены и на них поступают сигналы с выхода демодулятора 2, с второго выхода интерполятора 4 (выхода первой линии 9 задержки) и с третьего выхода интерполятора 4 (выхода второй линии 10 задержки).

Алгоритм работы компараторов 12 и 13 можно записать в виде:

первый компаратор 12: если $\left| \frac{U_3 - U_1}{2U_2} \right| > \Delta_1$ или $|U_3 - U_1| > 2\Delta_1 U_2$, то сигнал на его выходе равен "1", в противном случае - "0"; - второй компаратор 13: если $\left| \frac{U_1 + U_3 - 2U_2}{2U_2} \right| > \Delta_2$ или $|U_1 + U_3| > 2(1 + \Delta_2)U_2$, или $(U_1 + U_3) < 2(1 - \Delta_2)U_2$, то сигнал на его выходе равен "1", в противном случае - "0".

Здесь Δ_1 и Δ_2 - некоторые условные пороги срабатывания первого и второго компараторов 12 и 13.

Указанные алгоритмы работы компараторов 12 и 13 выбраны такими, чтобы осуществлять "отслеживание" за относительным изменением первой и

второй производной видеосигнала (dU/dt и d^2U/dt^2) во время каждой выборки. Если относительные изменения первой или второй производной превышают соответствующий порог Δ_1 или Δ_2 , то срабатывает первый или второй компараторы 12 или 13, на выходе элемента ИЛИ 14 появится сигнал логической "1" и коммутатор 5, который подавляющую часть времени открыт, закроется, при этом прекратится поступление интерполирующих выборок с интерполятора 4.

Наличие двух компараторов 12 и 13 существенно повышает надежность анализа и уменьшает ложное срабатывание анализатора 8.

Выбор порогов срабатывания обоих компараторов 12 и 13 производится в следующем порядке. Выбирается граничная частота F_k , для которой спад АЧХ устройства с включенным интерполятором 4 не превышает заданной величины (обычно не более 5-10%). Выбирается пороговый контраст $b_{пор}$ для детали изображения, длительность которой в видеосигнале составляет $1/2 F_k$ (нетрудно показать, что такая деталь имеет угловой размер в минутах порядка $1200 F_{стр}/F_k$), рассчитывается максимальное относительное значение первой $\Phi_{1,м}$ и второй $\Phi_{2,м}$ производной сигнала на частоте F_k :

$$\Phi_{1,м} = \frac{b_{пор}}{(1-b_{пор})^{0,5}} |\sin 2\pi F_k / f_0|;$$

$$\Phi_{2,м} = \frac{b_{пор}}{1-b_{пор}^2} | -1 + \cos 2\pi F_k / f_0 |$$

Принимается $\Delta_1 \leq \Phi_{1,м}$, $\Delta_2 \leq \Phi_{2,м}$. Если $\Delta_1 = \Phi_{1,м}$, $\Delta_2 = \Phi_{2,м}$, то все различимые по контрасту элементы изображения, спектр которых выше F_k (групповые структуры с частотой $F > F_k$, фронты и одиночные детали длительностью менее $1/2 F_k$), будут передаваться без интерполяции. Интерполироваться будут те элементы, для которых при максимально возможном контрасте b_m не превышаются пороги анализа Δ_1 и Δ_2 . Для этих элементов из уравнений (1,2) при $b_{пор} = b_m$ и $\Delta_1 \Phi_{1,м}$, $\Delta_2 = \Phi_{2,м}$ определяются граничные частоты F_{k1} и F_{k2} . Если положить, например, что $F_{k1} < F_{k2}$, то, следовательно, для всех элементов, спектр которых ниже F_{k1} , интерполяция будет производиться. Наконец,

видно, что есть некоторый промежуточный класс элементов изображения, граничная частота спектра которых находится в пределах $F_{K1} - K_K$, которые в зависимости от контраста и взаимного расположения элементов и импульсов дискретизации, могут передаваться как с интерполяцией, так и без нее. При практической настройке порогов компараторов 12 и 13 по испытательной таблице без заметных искажений изображения можно получить область граничных значений F_{K1} и F_K порядка 0,5 и 2 МГц соответственно.

В компараторах 12 и 13 перед выполнением анализа относительного уровня первой и второй производной сигнала выполняется функция ограничения сигнала по минимуму. Порог ограничения выбирается на уровне черного (видеосигнал имеет положительную полярность без потерь постоянной составляющей), поэтому анализируются только элементы видеосигнала, лежащие в области от черного до белого. Синхросигнал не анализируется (для него всегда выполняется $\Delta_1 < F_{1M}$ и $\Delta_2 < F_{2M}$, поэтому при передаче синхросигнала интерполятор 4 всегда включен. В результате синхросигнал на выходе

сумматора 6 имеет практически одинаковый вид в любой строке любого кадра. Он не "чувствует" скачков фазы несущего колебания с частотой f_0 . Это дает возможность исключить из предлагаемого устройства какие-либо дополнительные устройства формирования и замешивания синхросигнала. Поскольку дискретизация синхросигнала производится как бы с частотой $2f_0$ для его фильтрации вполне достаточно использовать общий фильтр 7 нижних частот, который имеет частоту среза порядка 6,0 МГц.

Основным преимуществом предлагаемого устройства является повышение помехозащищенности выделяемого полезного видеосигнала. Это расширяет области применения и внедрения устройства в различные системы промышленного телевидения, и, кроме того, не требует существенного усложнения приемного устройства. Введенные блоки при современной элементной базе не намного сложнее, чем блоки второго демодулятора, второго фильтра нижних частот, амплитудного селектора и замешивания синхросигнала известного устройства, необходимость которых в предлагаемом устройстве отпадает.

Редактор Е. Папп

Составитель Т. Афанасьева

Техред А. Бабинец

Корректор О. Тигор

Заказ 8559/45

Тираж 634

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4