



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 108 681** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **H 04 L 27/22, H 03 D 3/02**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 95118724/09, 30.10.1995

(30) Приоритет: 31.10.1994 US 08/332,159

(46) Дата публикации: 10.04.1998

(56) Ссылки: Петрович Н.Г., Размахин М.К. Системы связи с шумоподобными сигналами. - М.: Сов.радио, 1969, с. 101 - 118.

(71) Заявитель:
Моторола, Инк. (US)

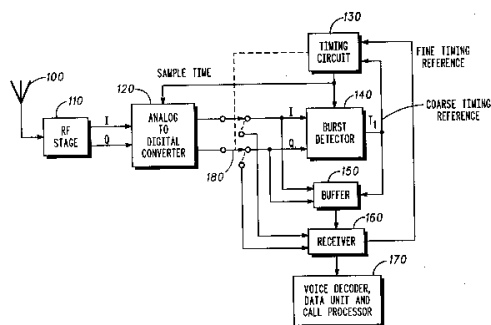
(72) Изобретатель: Бредли Б.Бакк[US],
Джон В.Аренс[US]

(73) Патентообладатель:
Моторола, Инк. (US)

(54) ПАКЕТНЫЙ ДЕТЕКТОР И СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ПАКЕТНОГО СИГНАЛА

(57) Реферат:

Детектор пакетного сигнала обнаруживает появление пакетного сигнала в приемнике сигналов. Фильтр (220), имеющий импульсную характеристику ожидаемого пакетного сигнала, фильтрует принимаемый сигнал. Вычитатель (230) вычитает отфильтрованную версию принимаемого сигнала из задержанной и отфильтрованной версии принимаемого сигнала для обеспечения сигнала обнаружения. Детектор фронта пакетного сигнала (250) обнаруживает передний фронт пакетного сигнала на основе сигнала обнаружения. 2 с. и 8 з.п.ф-лы, 7 ил.



Фиг. 1

RU 2 108 681 C1

RU 2 108 681 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 108 681** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁶ **H 04 L 27/22, H 03 D 3/02**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 95118724/09, 30.10.1995
 (30) Priority: 31.10.1994 US 08/332,159
 (46) Date of publication: 10.04.1998

(71) Applicant:
Motorola, Ink. (US)
 (72) Inventor: **Bredli B.Bakk[US],
 Dzhon V.Arens[US]**
 (73) Proprietor:
Motorola, Ink. (US)

(54) **BURST DETECTOR AND BURST SIGNAL DETECTION METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: electronic engineering. SUBSTANCE: detector responds to burst signal appearing in signal receiver. Filter 220 having pulse characteristic of expected burst signal filters off signal received. Subtractor 230 subtracts filtered-off version of received signal from delayed and filtered-off version of received signal to provide for detecting signal. Detector of leading edge of burst signal 250 functions to detect it basing on detecting signal. EFFECT: improved reliability of signal burst detection. 10 cl, 7 dwg

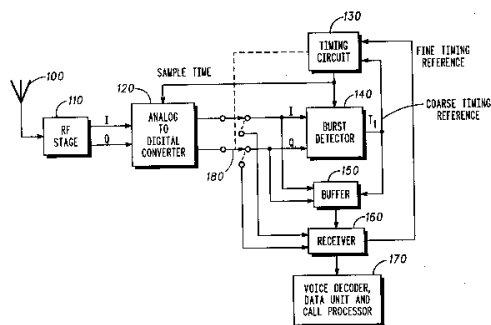


Fig. 1

RU 2 1 0 8 6 8 1 C 1

RU 2 1 0 8 6 8 1 C 1

Изобретение относится к приемнику сигналов и, в частности, к приемнику сигналов, в котором используется пакетный детектор для обнаружения пакетного сигнала.

Приемник импульсной связи, например, цифровой приемник или приемник радиолокационной станции, должен получать опорный синхронизирующий сигнал для декодирования принимаемого сигнала. Для обеспечения опорного синхронизирующего сигнала в принимаемом сигнале можно выявлять пакетный сигнал. В цифровой системе связи, такой как система связи TDMA (многостанционный доступ с временным разделением каналов), блоки данных (фреймы) принимаются периодически. Опорный синхронизирующий сигнал для принимаемого фрейма может быть получен путем обнаружения какого-либо ожидаемого пакетного сигнала на определенной позиции внутри блока данных. Например, пакетный сигнал, появляющийся в начале либо другом месте в блоке данных, может быть детектирован для получения опорного синхронизирующего сигнала для декодирования принимаемого сигнала. Если пакетный сигнал обнаружен, из блока данных может быть извлечена информация либо другие части принимаемого сигнала. Эта информация может также быть использована для обеспечения синхронизации последующих блоков данных. Такая синхронизация блока данных необходима для выявления информации, чтобы обеспечить выходной сигнал для пользователя приемника.

В существующих приемниках принимаемый сигнал сопоставляется с ожидаемым образцом для установления опорного синхронизирующего сигнала. В частности, вслед за сопоставлением принимаемого сигнала с ожидаемым сигналом следует обнаружение корреляционного пика для установления опорного синхронизирующего сигнала. В такой системе требуется передача от передатчика к приемнику заданных образцов, занимающих значительный частотный спектр и ограничивающих пропускную способность системы. Если в системе не установлены заданные образцы для создания опорного синхронизирующего сигнала, пропускная способность системы увеличивается и сохраняется частотный спектр.

Если передатчик и приемник имеют большое различие в частотах, описанный выше способ корреляции становится ненадежным. Эти большие частотные различия могут быть вызваны различием в опорных частотах передатчика и приемника из-за, например, погрешностей кристаллического детектора. Кроме того, такая большая разница в частотах может возникнуть, когда приемник движется относительно передатчика с большой скоростью. Например, самолет или спутник движется очень быстро, и обычно при связи с наземной станцией или другим самолетом или спутником могут иметь место частотные погрешности из-за эффекта Доплера. Когда передатчик и приемник имеют большое различие по частоте, принимаемый сигнал выходит за диапазон корреляции с ожидаемым образцом. Таким образом, если частотное различие возрастает, принимаемый

сигнал и ожидаемый образец становятся все более некоррелированными и, следовательно, труднее установить опорный синхронизирующий сигнал.

В другом известном приемнике, например, приемнике Рэйка (Rake), множество приемных каналов, имеющих каждый различный частотный сдвиг, выполняют одновременное сопоставление с ожидаемым образцом для установления опорного синхронизирующего сигнала. В результате наличия множества приемных каналов различие в частотах, наблюдаемое в одном из приемных каналов, может быть не таким уж большим, что позволяет адекватно обнаружить корреляционный пик. Однако этот подход требует дополнительных затрат на несколько приемных каналов и усложняет приемник. Кроме того, несколько приемных каналов требуют дополнительного времени на обработку сигналов и могут вызвать задержки, прежде чем будет сделан выбор между множеством каналов.

Характеристики каждого из вышеупомянутых способов также ухудшаются, если уменьшается отношение сигнал/шум. Это ухудшение функционирования вызывается неправильным обнаружением корреляционного пика. Когда отношение сигнал/шум уменьшается, корреляционные пики из-за шума с трудом отличимы от корреляционного пика с ожидаемым образцом.

На фиг. 1 показана блок-схема радиоприемника с обнаружением пакетного сигнала согласно настоящему изобретению; на фиг. 2 - блок-схема варианта реализации пакетного детектора согласно настоящему изобретению; на фиг. 3 - временные диаграммы сигналов $P(n)$, $A(n)$ и $D(n)$ согласно настоящему изобретению; на фиг. 4 - блок-схема реализации детектора фронта; на фиг. 5 - блок-схема альтернативного варианта пакетного детектора согласно настоящему изобретению; на фиг. 6 и 7 представлены подробные блок-схемы, представляющие альтернативные варианты реализации фильтров и задержек согласно настоящему изобретению.

На фиг. 1 показана блок-схема радиоприемника с обнаружением пакетного сигнала согласно настоящему изобретению. Антенна 100 принимает радиочастотный сигнал, а радиочастотный (RF) блок 110 преобразует радиочастотный сигнал в синфазный (I) и квадратурный ((Q) сигналы. Аналого-цифровой преобразователь 120 дискретизирует синфазный и квадратурный сигналы для получения цифрового синфазного и цифрового квадратурного сигналов в соответствии с синхросигналами дискретизации, поступающими от схемы синхронизации 130. Пакетный детектор 140 устанавливает грубый опорный синхронизирующий сигнал T1 в соответствии с цифровым синфазным и цифровым квадратурным сигналами от аналого-цифрового преобразователя 120 и в соответствии с временными интервалами дискретизации от схемы синхронизации 130. Цифровой синфазный и цифровой квадратурный сигналы от аналого-цифрового преобразователя 120 хранятся в буфере 150.

При обнаружении пакетного сигнала, на

что указывает грубый опорный синхронизирующий сигнал T1 от пакетного детектора 140, сигналы, хранящиеся в буфере 150, передаются на приемник 120. Вслед за этим приемник выдает точный опорный синхронизирующий сигнал в схему синхронизации 130 и может передать полученные данные в речевой декодер, блок данных и процессор вызовов 170, например, радиоприемника.

Настоящее изобретение увеличивает пропускную способность системы и сохраняет частотный спектр, на требуя при этом заданных образцов для установления опорного синхронизирующего сигнала. Надежное обнаружение пакетного сигнала посредством настоящего изобретения возможно даже, если передатчик и приемник имеют большие частотные различия из-за доплеровского смещения или погрешностей кристаллического детектора. Это объясняется тем, что фильтр настоящего изобретения надежно обнаруживает пакетные сигналы без использования заданных образцов или запрограммированной корреляционной последовательности. Настоящее изобретение не ухудшает отношение сигнал/шум из-за неправильного определения корреляционных пиков. В настоящем изобретении распознаются характеристики самого сигнала. Например, может распознаваться переходная характеристика постоянной мощности, когда проходит сигнальный пакет. В настоящем изобретении не используется множество приемных каналов для установления опорного синхронизирующего сигнала, как в приемнике Рэйка, что сохраняет время обработки.

Когда пакетный детектор 140 обнаруживает пакетный сигнал, что индицируется грубым опорным синхронизирующим сигналом T1, схема синхронизации 130 производит изменение режима: от режима обнаружения пакета на режим стробированного приема. При режиме обнаружения пакета опорный синхронизирующий сигнал еще не получен пакетным детектором 140 и не может быть выделена информация для обеспечения выходного сигнала для пользователя приемника. После того как пакетным детектором 140 получен опорный синхронизирующий сигнал, из сигнала, принимаемого приемником 160, может быть затем получена информация при допущении, что синхронизация будет варьироваться медленно. Переключатель режима 180 переключает режимы с режима обнаружения пакета на режим стробированного приема в соответствии с работой схемы синхронизации 130. При работе в режиме стробированного приема медленные отклонения при синхронизации будут корректироваться приемником 160 с помощью точного опорного синхронизирующего сигнала. Приемник 160 генерирует точный опорный синхронизирующий сигнал из своей синхронизации, выделяя информацию из принимаемого сигнала, чтобы компенсировать медленные отклонения при синхронизации.

Схема синхронизации 130 обеспечивает время дискретизации для синхронизации дискретизации, осуществляемой аналого-цифровым преобразователем 120, а

также обеспечивает время дискретизации для цифровых схем пакетного детектора 140. Схема синхронизации 130 может содержать, например, защелку и счетчик. При обнаружении пакета, что индицирует грубый опорный синхронизирующий сигнал T1, защелка переключается, вызывая изменения режима с помощью переключателя 180. Счетчик сбрасывается и начинается счет в ответ на грубый опорный синхронизирующий сигнал T1 для генерирования времени дискретизации для синхронизации аналого-цифрового преобразователя 120 и пакетного детектора 140.

На фиг. 2 показана блок-схема варианта реализации пакетного детектора согласно настоящему изобретению. Детектор мощности сигнала 210 определяет уровень мощности $P(n)$ комбинации цифрового синфазного и цифрового квадратурного сигналов. Цифровой фильтр 220, имеющий импульсную характеристику, соответствующую уровню и длительности ожидаемого пакетного сигнала, фильтрует уровень мощности $P(n)$ и формирует сигнал $A(n)$. Вычитатель 230 вычитает версию задержанного сигнала $A(n)$, формируемого схемой задержки 240, из сигнала $A(n)$ для получения сигнала обнаружения $D(n)$. Детектор фронта 250 определяет фронт сигнала обнаружения $D(n)$.

Цифровой фильтр 220 отфильтровывает уровень мощности $P(n)$ для уменьшения мощности шума. В результате этой фильтрации возрастает отношение сигнал/шум и таким образом улучшается качество детектора. Цифровой фильтр 220 может представлять собой фильтр с конечной импульсной характеристикой (FIR), имеющий характеристики, совпадающие или близкие к характеристикам ожидаемого пакета. Цифровой фильтр 220, согласованный с ожидаемым пакетным сигналом, может обеспечить максимальное отношение сигнал/шум. Однако в качестве цифрового фильтра 220 может быть использован любой фильтр, увеличивающий отношение "сигнал/шум".

Детектор фронта 250 определяет фронт сигнала обнаружения $D(n)$ и синхронизируется по времени дискретизации схемы синхронизации 130. В детекторе фронта 250 могут быть использованы пороговые значения для определения фронта сигнала обнаружения $D(n)$. Как вариант, примерный детектор фронта 250 в данном варианте реализации использует максимальный или минимальный первый, второй, третий или четвертый подход для определения переднего фронта пакетного сигнала, как будет описано ниже со ссылками на фиг. 4. Детектор фронта 250 может также использовать пятый подход, такой как сопоставление с образцом.

На фиг. 3 представлена временная диаграмма для пакетного детектора, иллюстрирующая сигналы $A(n)$ и $D(n)$, генерируемые в ответ на идеальный прямоугольный сигнал $P(n)$. Максимум и/или минимум сигнала обнаружения $D(n)$ по фиг. 3 может быть обнаружен детектором фронта 250 при ниже описанных первом, втором или третьем подходах для определения переднего фронта пакетного сигнала. Длительность сигнала $A(n)$ может вместо этого быть обнаружена в четвертом подходе

для определения переднего фронта сигнала, что будет рассмотрено ниже в связи с фиг. 4. Кроме того, сопоставляется форма сигнала обнаружения $D(n)$ с ожидаемой формой сигнала, например, с формой для сигнала $D(n)$, показанной на фиг. 3.

На фиг. 4 представлена реализация детектора фронта, в котором используются максимальные и/или минимальные пороговые детекторы 260, 280 и детектор интервала синхронизации 270. Детектор фронта 250 выявляет либо максимум, либо минимум сигнала обнаружения $D(n)$, либо и то и другое при использовании описанных ниже первого, второго и третьего подходов. Хотя максимальный пороговый детектор 260 и минимальный пороговый детектор 280 предпочтительно являются пороговыми детекторами, здесь годится любой селектор, который идентифицирует максимум и минимум. В первом, втором и третьем подходах момент максимума и/или момент минимума может быть определен посредством сравнения с пороговым значением. Максимальный пороговый детектор 260 сравнивает с порогом сигнал обнаружения $D(n)$, чтобы определить, превышает ли максимум сигнала обнаружения $D(n)$ максимальный порог. Минимальный пороговый детектор 280 определяет, меньше ли сигнал обнаружения $D(n)$ минимального порога.

Первый подход при определении переднего фронта пакетного сигнала необходим для определения момента максимума и момента минимума сигнала обнаружения $D(n)$. Если разница между моментом максимума и моментом минимума приблизительно равна длительности ожидаемых пакетных сигналов, передний фронт пакетного сигнала может быть определен по моменту максимума, моменту минимума и длительности ожидаемых пакетных сигналов. Максимум определяется максимальным пороговым детектором 260, а момент минимума определяется минимальным пороговым детектором 280. Интервал между моментом максимума и моментом минимума определяется детектором временного интервала 270. Детектор временного интервала 270 снабжен схемой определения, подсоединенной к максимальному пороговому детектору 260 и минимальному пороговому детектору 280, для определения переднего фронта пакетного сигнала на основе среднего значения интервала времени между максимумом и минимумом. Среднее время между максимумом и минимумом предпочтительно сравнивается с увеличенной в полтора раза ожидаемой длиной пакетных сигналов. Таким образом, передний фронт пакетных сигналов определяется на основе среднего времени между максимумом и минимумом, меньшем в полтора раза ожидаемой длины пакетного сигнала.

Второй подход необходим для определения момента максимума сигнала обнаружения $D(n)$. По моменту максимума, который обнаруживается максимальным пороговым детектором, и длительности ожидаемого пакетного сигнала может быть определен передний фронт пакетного сигнала. Показанный минимальный пороговый детектор 280 и детектор

временного интервала 270 не требуются при втором подходе.

Третий подход необходим для определения момента минимума сигнала обнаружения $D(n)$. По моменту минимума, определяемому минимальным пороговым детектором 280, и длительности ожидаемого пакетного сигнала может быть определен передний фронт пакетного сигнала. Показанный максимальный пороговый детектор 260 и детектор временного интервала 270 не требуются при третьем подходе.

Как вариант, в четвертом подходе передний фронт пакетного сигнала может быть определен по обнаруженному моменту максимума сигнала $A(n)$. По моменту максимума и длительности пакетного сигнала может быть определен передний фронт пакетного сигнала. В четвертом подходе момент максимума может быть определен путем сравнения с пороговым значением для выяснения того, больше ли максимум сигнала обнаружения $D(n)$ максимального порога. В таком случае максимальный пороговый детектор 260 подсоединяется к принимаемому сигналу $A(n)$.

На фиг. 5 показан пакетный детектор согласно альтернативному варианту реализации настоящего изобретения, имеющий другую конфигурацию, обеспечивающую достижение того же самого результата, что и вариант по фиг. 2. Вариант реализации по фиг. 4 математически эквивалентен варианту по фиг. 2. В варианте по фиг. 4 детектор мощности сигнала 310 определяет уровень мощности $P(n)$ комбинации цифрового синфазного и цифрового квадратурного сигналов. Цифровой фильтр 320, имеющий импульсную характеристику, соответствующую уровню и длительности ожидаемого пакетного сигнала, отфильтровывает уровень мощности $P(n)$ и формирует сигнал $A(n)$. Схема задержки 340 задерживает сигнал уровня мощности $P(n)$, а фильтр скользящего среднего 360 отфильтровывает задержанный сигнал уровня мощности $P(n)$. Также фильтр скользящего среднего 360 имеет импульсную характеристику, соответствующую уровню и длительности ожидаемого пакетного сигнала. Вычитатель 330 вычитает выходной сигнал фильтра скользящего среднего 360 из сигнала $A(n)$, обеспечивая сигнал обнаружения $D(n)$. Детектор фронта 350 определяет фронт сигнала обнаружения $D(n)$.

Детектор фронта 350 по фиг. 5 показан в качестве примера в виде детектора фронта по принципу сопоставления с образцом, использующего пятый подход. Детектор фронта по принципу сопоставления с образцом в блоке 350 фиг. 5 содержит схему сопоставления с образцом для сопоставления формы сигнала обнаружения $D(n)$ с ожидаемой формой сигнала, например, с формой сигнала, показанной для сигнала $D(n)$ на временной диаграмме на фиг. 3. Однако детектор фронта 350 может представлять собой детектор фронта максимума и/или минимума, как обсуждалось выше в связи с первым, вторым, третьим и четвертым подходами. Кроме того, для фильтров и схем задержки могут использоваться эти и другие подходы для обнаружения фронта.

На фиг.6 представлена подробная

блок-схема, показывающая альтернативный вариант реализации фильтров и схем задержки согласно настоящему изобретению. Фильтры скользящего среднего и схемы задержки по фиг. 2 и 5 могут быть реализованы, например, с помощью показанных структур для схем задержек 410, 420, 430 и 440 и с помощью показанных соединений между сумматорами и вычитателями 450, 460, 470, 480 и 490.

На фиг. 7 для примера показана подробная блок-схема, иллюстрирующая другой альтернативный вариант реализации фильтров и схем задержки по фиг. 2 и 5 согласно настоящему изобретению. Сумматоры и вычитатели 545, 550 и 560 соединены со схемами задержки 510, 520 и 530, как показано на схеме. Умножитель 570 умножает выходной сигнал схемы задержки 510 на два перед подачей его на элемент 540.

Хотя данное изобретение было раскрыто и проиллюстрировано в приведенном выше описании и чертежах, ясно, что это описание является лишь примером и что специалисты могут предложить многочисленные изменения и модификации, не отклоняясь от существа и объема изобретения. Так, выходные сигналы схемы синхронизации 130 могут потребоваться для других схем и не использоваться во всех остальных. Хотя настоящее изобретение имеет допуск на доплеровское смещение, оно дает дополнительные преимущества, как упоминалось выше, и таким образом применимо ко всем системам радиосвязи, не считаясь с необходимостью в допуске на доплеровское смещение, например, таких как приемники пейджерной, сотовой и спутниковой систем связи.

Формула изобретения:

1. Пакетный детектор для обнаружения пакетного сигнала, отличающийся тем, что содержит фильтр, имеющий импульсную характеристику ожидаемого пакетного сигнала и фильтрующий принимаемый сигнал, вычитатель, оперативно подсоединенный к указанному фильтру и имеющий выход, формирующий сигнал обнаружения, равный отфильтрованной версии принимаемого сигнала за вычетом задержанной и отфильтрованной версии принимаемого сигнала, и детектор фронта пакетного сигнала, оперативно подсоединенный к сигналу обнаружения указанного вычитателя для обнаружения переднего фронта пакетного сигнала.

2. Детектор по п.1, отличающийся тем, что фильтр представляет собой фильтр скользящего среднего, выдающий усредненный сигнал на основе принимаемого сигнала, при этом детектор включает блок задержки, оперативно подсоединенный к вычитателю и фильтру скользящего среднего и имеющий выход, который образует задержанный усредненный сигнал, причем вычитатель выполнен с возможностью выдачи сигнала обнаружения, равного усредненному сигналу за вычетом задержанного усредненного сигнала.

3. Детектор по п.2, отличающийся тем, что блок задержки имеет задержку, соответствующую длительности ожидаемого

пакетного сигнала.

4. Детектор по п.1, отличающийся тем, что блок задержки подсоединен к вычитателю и принимаемому сигналу и имеет выход, формирующий задержанный принимаемый сигнал, при этом фильтр включает первый фильтр скользящего среднего, выдающий усредненный сигнал на основе принимаемого сигнала, и второй фильтр скользящего среднего, оперативно подсоединенный к блоку задержки и имеющий выход, выдающий задержанный усредненный сигнал на основе задержанного принимаемого сигнала, при этом вычитатель выполнен с возможностью выдачи сигнала обнаружения, равного усредненному сигналу за вычетом задержанного усредненного сигнала.

5. Детектор по п.1, отличающийся тем, что детектор фронта пакетного сигнала представляет собой селектор максимума/минимума, оперативно подсоединенный к вычитателю для отбора максимума/минимума сигнала обнаружения.

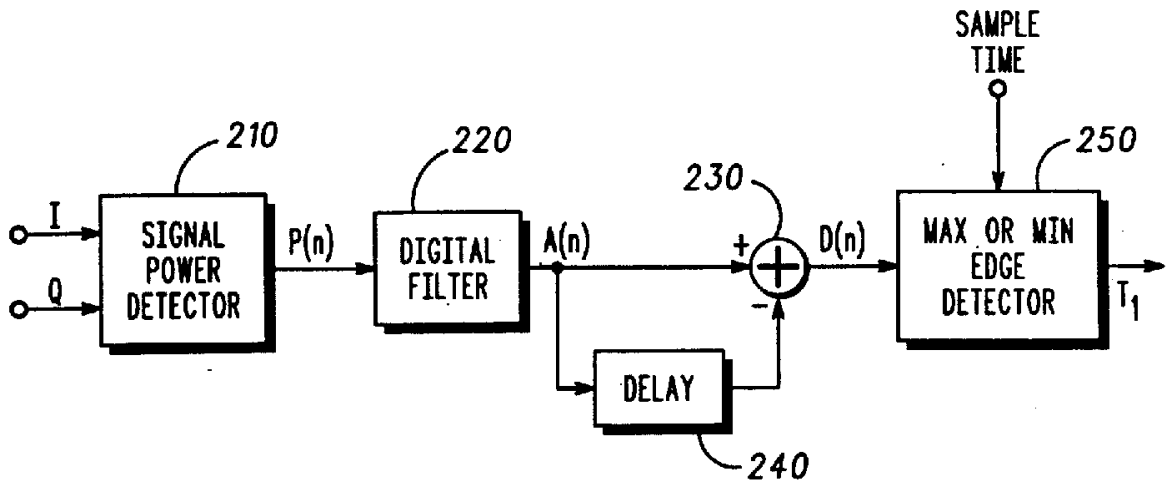
6. Детектор по п.1, отличающийся тем, что детектор фронта пакетного сигнала представляет собой схему сопоставления с образцом, оперативно подсоединенную к вычитателю, для сопоставления формы сигнала обнаружения с ожидаемой формой как образцом.

7. Детектор по п.1, отличающийся тем, что фильтр представляет собой цифровой фильтр, имеющий импульсную характеристику, соответствующую уровню и длительности ожидаемого пакетного сигнала.

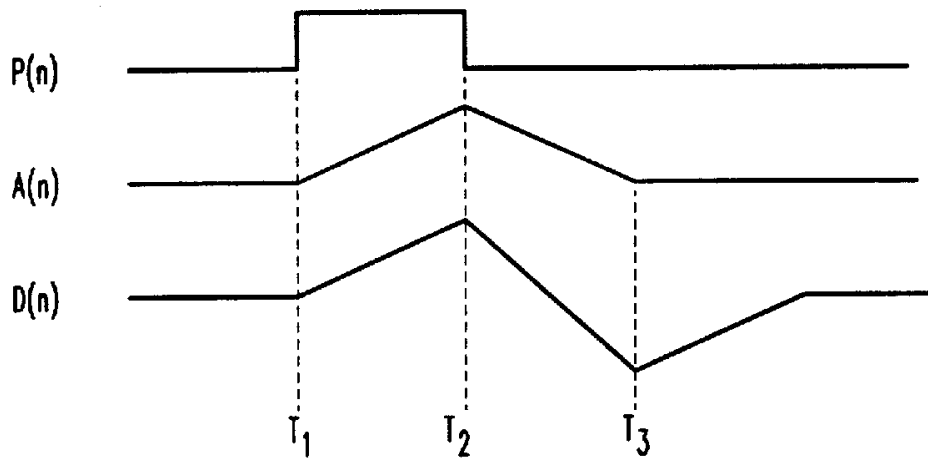
8. Способ обнаружения пакетного сигнала, отличающийся тем, что включает шаги вычитания задержанной и отфильтрованной версии принимаемого сигнала из отфильтрованной версии принимаемого сигнала, при этом принимаемый сигнал фильтруется фильтром, имеющим импульсную характеристику ожидаемого пакетного сигнала, и обнаружения переднего фронта пакетного сигнала в результате указанного шага вычитания.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что шаг вычитания включает подшаги фильтрации скользящего среднего для обеспечения усредненного сигнала на основе принимаемого сигнала, задержки усредненного сигнала, полученного на шаге формирования скользящего среднего для обеспечения задержанного усредненного сигнала, и вычитания задержанного усредненного сигнала, полученного на шаге формирования скользящего среднего.

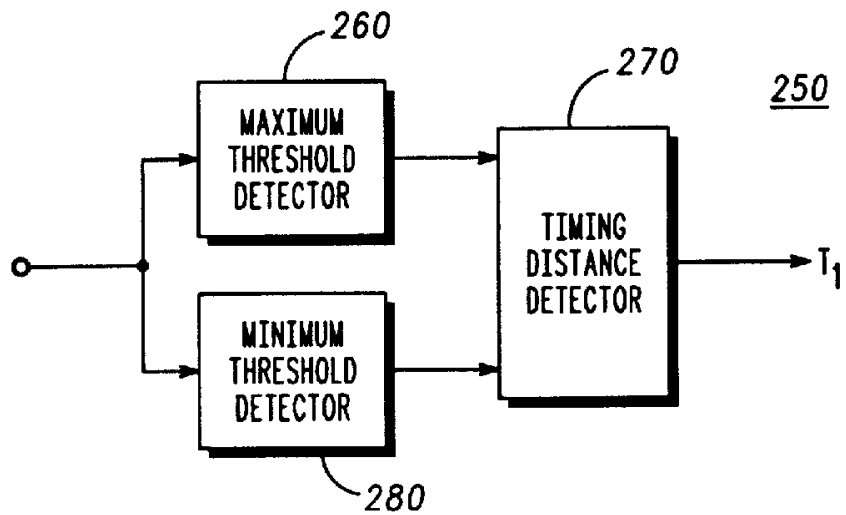
10. Способ по п.8, отличающийся тем, что шаг вычитания включает подшаги задержки принимаемого сигнала для обеспечения задержанного принимаемого сигнала, фильтрации скользящего среднего принимаемого сигнала для обеспечения усредненного сигнала, фильтрации скользящего среднего задержанного принимаемого сигнала для обеспечения задержанного усредненного сигнала на основе задержанного принимаемого сигнала и вычитания задержанного усредненного сигнала из усредненного сигнала.



Фиг.2



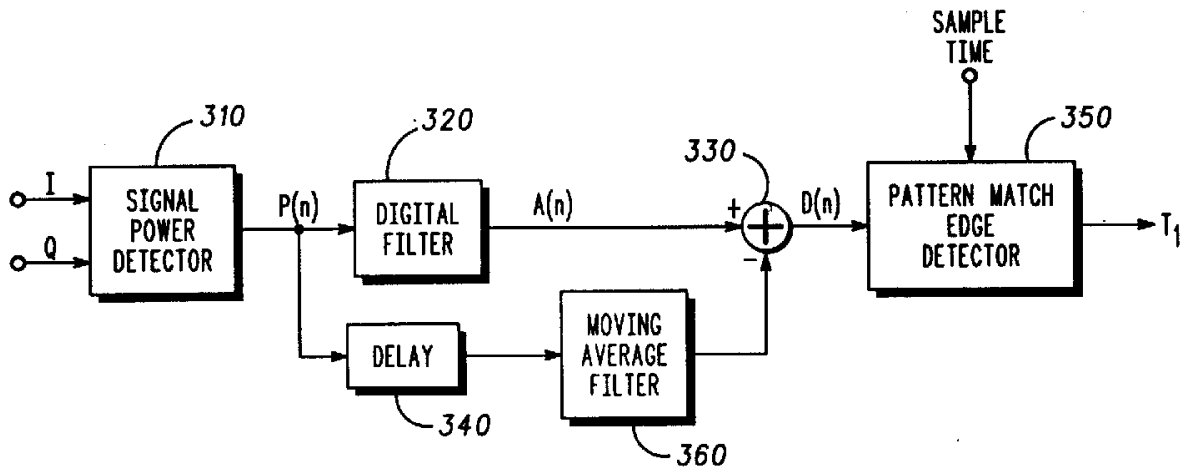
Фиг.3



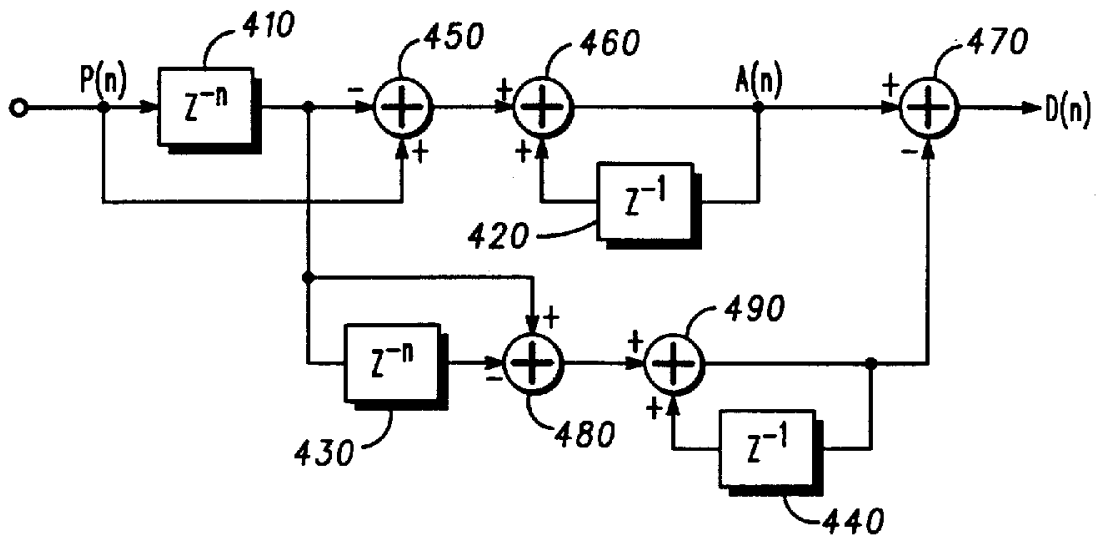
Фиг.4

RU 2108681 C1

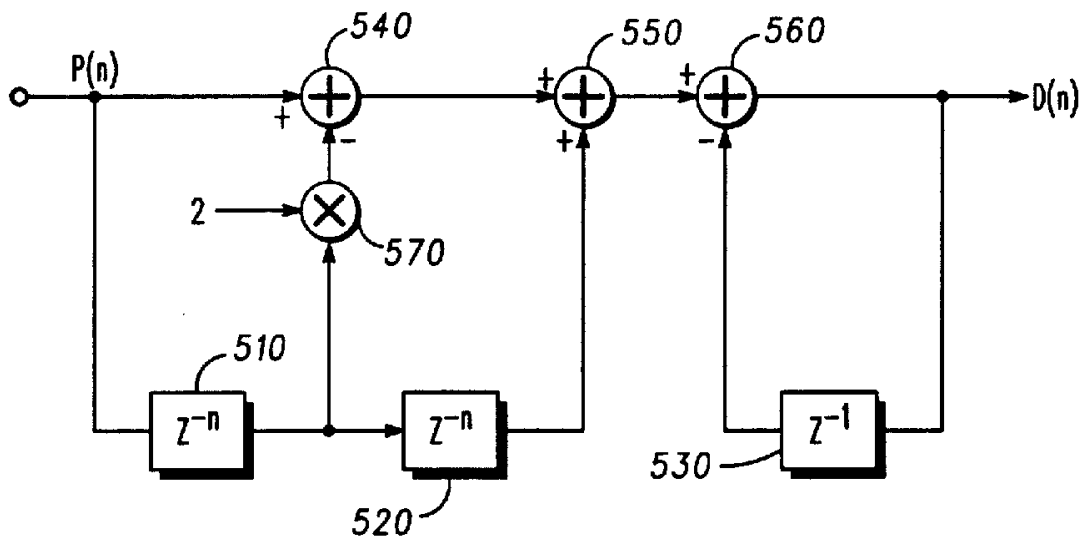
RU 2108681 C1



Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7

RU 2108681 C1

RU 2108681 C1