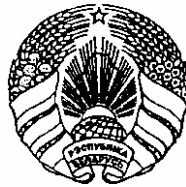


ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9400

(13) С1

(46) 2007.06.30

(51) МПК (2006)

H 04B 3/00

H 04L 27/34

H 04L 5/14

(54) ДВУХПРОВОДНАЯ ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ

(21) Номер заявки: а 20020972

(22) 2002.12.02

(43) 2004.06.30

(71) Заявители: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники"; Производственное частное унитарное предприятие "МИКСТ" (ВУ)

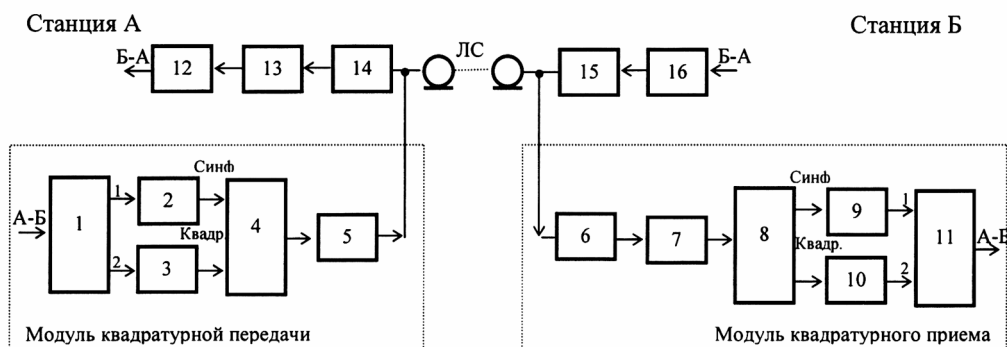
(72) Авторы: Кириллов Владимир Иванович; Белко Андрей Иванович; Дубин Валерий Антонович; Соборова Ирина Гевондовна (ВУ)

(73) Патентообладатели: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники"; Производственное частное унитарное предприятие "МИКСТ" (ВУ)

(56) Кириллов В.И., Белко А.И. Анализ эффективности ЦСП, использующих линейные сигналы типа CAP(QAM) // Веснік сувязі. - 2002. - № 6. - С. 17-23.
RU 2099884 С1, 1997.
RU 2050039 С1, 1995.
SU 1408537 А1, 1988.
US 4236244, 1980.
JP 2164136 А, 1990.

(57)

Двухпроводная цифровая система передачи, состоящая из двух оконечных станций А и Б, соединенных между собой двухпроводной кабельной линией связи с использованием частотного разделения между направлениями передачи, причем станция А содержит первый фильтр нижних частот, вход которого подключен к линии связи, и модуль квадратурной передачи, состоящий из устройства разделения, вход которого является входом цифрового потока направления А-Б, а первый и второй выходы - соединены со входами соответственно первого и второго амплитудно-импульсных модуляторов, при этом выходы последних соединены соответственно с синфазным и квадратурным входами квадратурного модулятора, выход которого через первый фильтр верхних частот подключен к линии связи,



Фиг. 1

ВУ 9400 С1 2007.06.30

ВУ 9400 С1 2007.06.30

а станция Б содержит второй фильтр нижних частот, выход которого подключен к линии связи, и модуль квадратурного приема, состоящий из второго фильтра верхних частот, вход которого подключен к линии связи, а выход через первый корректирующий усилитель соединен со входом квадратурного демодулятора, синфазный и квадратурный выходы которого соединены соответственно через первый и второй амплитудно-импульсные демодуляторы с первым и вторым входами устройства объединения, выход которого является выходом цифрового потока направления А-Б, отличающаяся тем, что на станции А введены последовательно соединенные второй корректирующий усилитель и третий амплитудно-импульсный демодулятор, выход последнего является выходом цифрового потока направления Б-А, а вход второго корректирующего усилителя соединен с выходом первого фильтра нижних частот, а на станции Б введен третий амплитудно-импульсный модулятор, вход которого является входом цифрового потока направления Б-А, а выход подключен ко входу второго фильтра нижних частот.

Областью применения предлагаемого устройства является техника цифровой связи, где оно может быть использовано в качестве цифровой системы передачи (ЦСП), работающей на абонентской линии связи по одной паре симметричного многопарного кабеля, обеспечивая передачу цифрового сигнала в обоих направлениях.

Известна двухпроводная цифровая система передачи (аналог) с линейным сигналом, образованным методами многоуровневой амплитудно-импульсной модуляции, работающая по одной паре симметричного кабеля в однополосном режиме в обоих направлениях передачи с использованием дифференциальных систем и адаптивных эхокомпенсаторов [1, 2].

Недостатком аналога является высокий уровень помех от переходных влияний на ближний конец, которые возникают при параллельной работе нескольких однотипных ЦСП по соседним парам одного кабеля от сигналов с противоположным направлением передачи. Вследствие этого существенно снижается предельная длина участка регенерации при одновременной работе нескольких систем передачи на одном кабеле [1, 2].

Наиболее близким техническим решением (прототипом) к предлагаемому устройству является двухпроводная ЦСП, работающая с использованием частотного разделения линейных сигналов противоположных направлений, которые формируются с помощью одного из видов квадратурной модуляции несущей частоты каждого из направлений: квадратурной амплитудной QAM или квадратурной балансной CAP.

Прототип состоит из двух оконечных станций А и Б, соединенных двухпроводной линией связи, причем каждая станция содержит один модуль квадратурной передачи и один модуль квадратурного приема, при этом каждый модуль квадратурной передачи состоит из устройства разделения, вход которого является входом цифрового потока соответствующего направления (на станции А - направления А-Б, на станции Б - направления Б-А), а первый и второй выходы соединены соответственно через амплитудно-импульсные модуляторы с синфазным и квадратурным входами квадратурного модулятора, выход которого через первый направляющий фильтр (верхних частот на станции А и нижних частот на станции Б) подключен к линии связи, а каждый модуль квадратурного приема состоит из второго направляющего фильтра (верхних частот на станции Б и нижних частот на станции А), вход которого подключен к линии связи, а выход через корректирующий усилитель соединен со входом квадратурного демодулятора, синфазный и квадратурный выходы которого соединены соответственно через два амплитудно-импульсных демодулятора с первым и вторым входами устройства объединения, выход которого является выходом цифрового потока соответствующего направления (на станции А - направления Б-А, на станции Б - направления А-Б).

Преимуществом такого решения является хорошая "развязка" между направлениями передачи, гарантирующая отсутствие переходной помехи на ближний конец. Переходная помеха в этом случае обусловлена влияниями между соседними парами от линейных сигналов с совпадающим направлением передачи. Мощность этой помехи даже для более высокочастотного направления передачи, значительно ниже, чем от переходных влияний на ближний конец [3].

Недостатком прототипа является сложное структурное построение, требующее наличия квадратурных методов обработки в каждом из направлений передачи.

Задачей изобретения является увеличение предельной длины участка регенерации, обеспечение ее независимости от числа параллельно работающих по другим парам одного кабеля однотипных ЦСП, упрощение ЦСП и уменьшение ее стоимости.

Решение поставленной задачи достигается за счет того, что предлагается двухпроводная цифровая система передачи, состоящая из двух оконечных станций А и Б, соединенных между собой двухпроводной кабельной линией связи с использованием частотного разделения между направлениями передачи, причем станция А содержит первый фильтр нижних частот, вход которого подключен к линии связи, и модуль квадратурной передачи, состоящий из устройства разделения, вход которого является входом цифрового потока направления А-Б, а первый и второй выходы - соединены со входами соответственно первого и второго амплитудно-импульсных модуляторов, при этом выходы последних соединены соответственно с синфазным и квадратурным входами квадратурного модулятора, выход которого через первый фильтр верхних частот подключен к линии связи, а станция Б содержит второй фильтр нижних частот, выход которого подключен к линии связи, и модуль квадратурного приема, состоящий из второго фильтра верхних частот, вход которого подключен к линии связи, а выход через первый корректирующий усилитель соединен со входом квадратурного демодулятора, синфазный и квадратурный выходы которого соединены соответственно через первый и второй амплитудно-импульсные демодуляторы с первым и вторым входами устройства объединения, выход которого является выходом цифрового потока направления А-Б, отличающаяся тем, что на станции А введены последовательно соединенные второй корректирующий усилитель и третий амплитудно-импульсный демодулятор, выход последнего является выходом цифрового потока направления Б-А, а вход второго корректирующего усилителя соединен с выходом первого фильтра нижних частот, а на станции Б введен третий амплитудно-импульсный модулятор, вход которого является входом цифрового потока направления Б-А, а выход подключен ко входу второго фильтра нижних частот.

Сущность изобретения заключается в использовании различных методов формирования линейного сигнала для разных направлений передачи: в одном из них (в рассматриваемом случае - в направлении Б-А) линейный сигнал формируется с помощью многоуровневой амплитудно-импульсной модуляции, а в другом (в рассматриваемом случае - в направлении А-Б) - с помощью одного из видов квадратурной модуляции: амплитудной QAM или балансной CAP. Это гарантирует, при условии частотного разделения линейных сигналов обоих направлений, отсутствие помех от переходных влияний на ближний конец, что позволяет увеличить длину участка регенерации и упростить структурное построение ЦСП за счет упрощения построения одного из направлений передачи (в рассматриваемом случае - направления Б-А).

Решение задачи поясняется следующими чертежами: фиг. 1 - структурная схема предлагаемого устройства; фиг. 2 - вид спектральной плотности мощности линейного сигнала предлагаемого устройства.

На фиг. 1 представлена структурная схема предполагаемого устройства.

Предлагаемое устройство состоит из двух оконечных станций А и Б. Станция А содержит модуль квадратурной передачи, состоящий из устройства разделения 1, первого и второго амплитудно-импульсных модуляторов 2 и 3, квадратурного модулятора 4 и пер-

ВУ 9400 С1 2007.06.30

вого фильтра верхних частот 5. Также в ее состав входят первый фильтр нижних частот 14, второй корректирующий усилитель 13 и третий амплитудно-импульсный демодулятор 12.

Станция Б содержит модуль квадратурного приема, состоящий из второго фильтра верхних частот 6, первого корректирующего усилителя 7, квадратурного демодулятора 8, первого и второго амплитудно-импульсных демодуляторов 9 и 10, устройства объединения 11. Также в ее состав входят второй фильтр нижних частот 15 и третий амплитудно-импульсный модулятор 16.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

В направлении передачи А-Б исходный цифровой поток с тактовой частотой F_T поступает на вход устройства разделения 1, на первом и втором выходах которого формируются два равноскоростных подпотока, состоящие из четных и нечетных битов исходного цифрового потока соответственно. Далее оба подпотока поступают на входы первого 2 и второго 3 амплитудно-импульсных модуляторов, формирующих многоуровневые импульсные последовательности в коде mB1Z с символьной частотой $F_{c1} = F_T/2m$. Многоуровневые импульсные последовательности с выходов первого и второго амплитудно-импульсных модуляторов поступают соответственно на синфазный и квадратурный входы квадратурного модулятора 4, который осуществляет перенос их спектральных компонентов на несущую частоту f_{01} , а также формирование суммарного линейного сигнала. С выхода квадратурного модулятора 4 сформированный линейный сигнал через первый фильтр верхних частот 5 поступает на вход линии связи. С выхода линии связи линейный CAP(QAM) - сигнал поступает на вход второго фильтра верхних частот 6, полоса пропускания которого аналогична полосе пропускания первого фильтра верхних частот 5. Далее, после первого корректирующего усилителя 7, осуществляющего усиление сигнала и коррекцию неравномерности частотной характеристики затухания линии связи в полосе частот, которая совпадает с полосой пропускания фильтров верхних частот, сигнал поступает на вход квадратурного демодулятора 8, который осуществляет перенос спектральных компонентов сигнала в область низких частот и его разделение на синфазную и квадратурную составляющую. С синфазного и квадратурного выходов квадратурного демодулятора соответствующие составляющие принятого сигнала, которые представляют собой многоуровневые импульсные последовательности, поступают на входы первого и второго амплитудно-импульсных демодуляторов 9 и 10 соответственно. Последние осуществляют аналого-цифровое преобразование поступающих импульсных сигналов. На их выходах формируются равноскоростные подпотоки, состоящие, например, из четных и нечетных битов принятого цифрового потока, которые поступают затем на первый и второй входы устройства объединения 11. На выходе последнего формируется полный выходной цифровой поток направления А-Б.

В направлении передачи Б-А исходный цифровой поток поступает на вход введенного третьего амплитудно-импульсного модулятора 16. Он формирует многоуровневую импульсную последовательность в коде nB1Z с тактовой частотой $F_{c2} = F_T/n$, которая далее через второй фильтр нижних частот 15 поступает на вход линии связи. С выхода линии связи принятый сигнал поступает на вход первого фильтра нижних частот 14, полоса пропускания которого соответствует полосе пропускания второго фильтра нижних частот 15. Далее сигнал проходит через второй корректирующий усилитель 13, который осуществляет его усиление и коррекцию неравномерности частотной характеристики затухания линии связи в полосе частот, равной полосе пропускания фильтров нижних частот, и поступает на вход третьего амплитудно-импульсного демодулятора 12. На выходе этого демодулятора формируется полный выходной цифровой поток направления Б-А.

Величина несущей частоты f_{01} квадратурного модулятора и полосы пропускания фильтров верхних и нижних частот выбираются таким образом, чтобы обеспечить частотное разделение между линейными сигналами направлений передачи А-Б и Б-А при условии использования минимально возможной величины несущей частоты f_{01} .

ВУ 9400 С1 2007.06.30

Вид спектральной плотности мощности линейных сигналов для каждого из направлений передачи представлен на фиг. 2, где символьные частоты линейных сигналов в направлениях А-Б и Б-А (F_{c1} и F_{c2} соответственно) связаны с тактовой частотой исходного цифрового потока F_T соотношениями $F_{c1} = F_T/2m$, $F_{c2} = F_T/n$. Несущая частота f_{01} выбирается из условия (см. фиг. 2): $f_{01} \geq (F_{c1} + F_{c2}) = F_T(1/2m + 1/n)$.

Технико-экономическая эффективность предлагаемого устройства определяется следующими показателями.

Во-первых, использование различных методов передачи сигналов для противоположных направлений совместно с частотным разделением между ними позволяет обеспечить отсутствие переходной помехи на ближний конец и, следовательно, практическую независимость предельной длины участка регенерации от числа параллельно работающих систем. Во-вторых, оно позволяет упростить и удешевить систему передачи за счет упрощения построения одного из направлений передачи (в рассматриваемом случае - направления передачи Б-А). В-третьих, при выборе определенных типов линейных сигналов (значений n и m) в разных направлениях передачи может быть увеличена величина предельной длины участка регенерации.

По сравнению с представленным аналогом предлагаемое устройство позволяет значительно увеличить предельную длину регенерационного участка при совместной работе по одному кабелю нескольких однотипных ЦСП за счет отсутствия переходной помехи на ближний конец. Основная помеха в этом случае будет обусловлена только переходными влияниями на дальний конец, которые возникают при параллельной работе нескольких однотипных систем на совпадающих направлениях передачи. Мощность ее невелика и сравнима с мощностью собственных шумов даже для более высокочастотного направления передачи. Предлагаемое устройство в целом является более простым и дешевым, чем аналог, за счет отказа от использования адаптивной эхокомпенсации, реализуемой, как правило, методами цифровой обработки сигнала, которые требуют мощных технических и программных средств для обеспечения работы в режиме реального времени.

По сравнению с представленным прототипом предлагаемое устройство позволит значительно упростить структуру ЦСП за счет упрощения одного из направлений передачи (в рассматриваемом случае - направления Б-А). При этом, снижается стоимость оконечных и промежуточных станций. При выборе определенных типов линейных сигналов в разных направлениях передачи (значений n и m) может быть получено дополнительное увеличение длины участка регенерации.

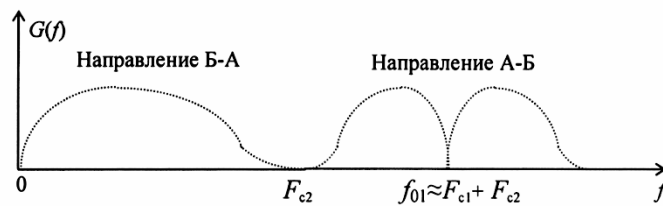
Предполагаемый экономический эффект от внедрения предлагаемого устройства будет состоять, во-первых, в снижении стоимости оконечных и промежуточных пунктов ЦСП за счет упрощения их структуры. Во-вторых, в снижении стоимости оборудования линейного тракта за счет увеличения длины регенерационного участка при одновременной работе на одном кабеле нескольких однотипных цифровых систем передачи, что позволяет уменьшить количество необслуживаемых промежуточных пунктов регенерации. В-третьих, за счет практически полного использования всех пар кабеля обеспечивается максимально возможное число организуемых абонентских линий $N = KM$, где K - число пар в кабеле; M - число уплотненных абонентских сигналов в рамках одной ЦСП, работающей по одной паре.

Достоверность приведенных сведений подтверждаются расчетами, методики и численные результаты которых приведены в [1-3].

ВУ 9400 С1 2007.06.30

Источники информации:

1. Кириллов В.И., Белко А.И. Анализ эффективности ЦСП по технологии MDSL // Веснік сувязі. - 2001.-№ 3. - С. 44-47.
2. Кириллов В.И., Белко А.И. Расчет длины регенерационного участка для ЦСП по технологиям MDSL и SDSL // Электросвязь. - 2001.- № 10. - С. 20-23.
3. Кириллов В.И., Белко А.И. Анализ эффективности ЦСП, использующих линейные сигналы типа CAP(QAM). //Веснік сувязі. - 2002.-№ 6. - С. 17-23.
4. Блушке А., Маттевс М., Панченко Н., "Родословная" xDSL или Попытка классификации технологий xDSL для "последней мили" // Технологии и средства связи. - 2000. - № 1. - С. 37-44.
5. Горальски В. Технологии ADSL и DSL: Пер. с англ. - М.: Лори, 2000. - 296 с.
6. Парфенов Ю.А., Мирошников Д.Г. "Последняя миля" на медных кабелях. - М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2001. - 219 с.
7. Денисьева О.М., Мирошников Д.Г. Средства связи для "последней мили". - М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1998. - 146 с.



Фиг. 2