

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9225

(13) С1

(46) 2007.04.30

(51)⁷ Н 04В 3/23,
Н 04J 3/04

(54) УСТРОЙСТВО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ ДЛЯ ЧЕТЫРЕХПРОВОДНОЙ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

(21) Номер заявки: а 20030992

(22) 2003.10.31

(43) 2005.06.30

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

(72) Авторы: Кириллов Владимир Иванович; Белко Андрей Иванович; Соболева Ирина Гевондовна; Сухвал Юрий Александрович; Савчук Николай Николаевич (ВУ)

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

(56) Кириллов В.И. Расчет длины для регенерационного участка для ЦСП по технологии MDSL и SDSL // Электро-связь. - 2001. - № 10. - С. 20-23.

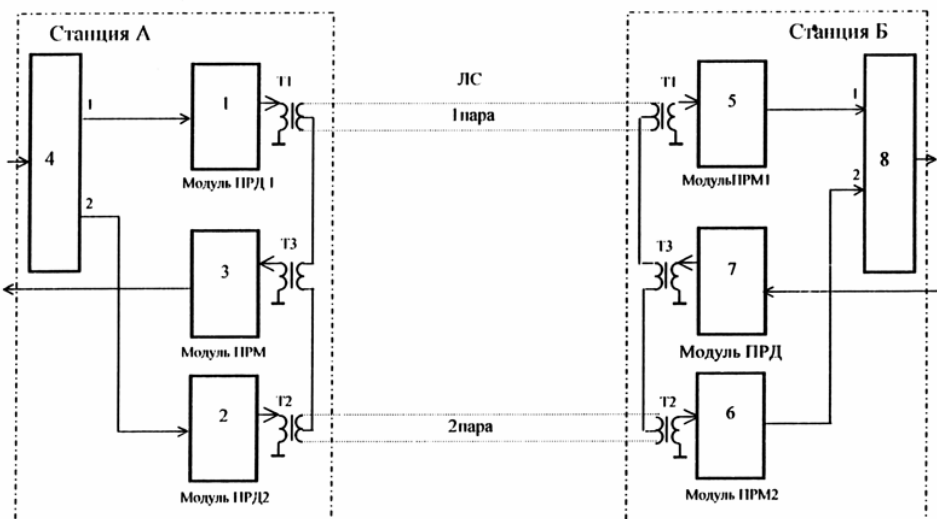
SU 1741277 A1, 1992.

SU 1626411 A1, 1991.

US 4236244 A, 1980.

(57)

Устройство преобразования сигналов для четырехпроводной цифровой системы передачи, содержащее две части, расположенные на двух оконечных станциях А и Б, соединенных между собой четырехпроводной кабельной линией связи, причем часть, расположенная на станции А, содержит модуль приема, устройство разделения полного цифрового потока на два подпотока и два идентичных модуля передачи, входы которых подключены соответственно к первому и второму выходам устройства разделения, а часть, расположенная на станции Б, содержит модуль передачи, устройство объединения двух подпотоков в полный цифровой поток



ВУ 9225 С1 2007.04.30

и два идентичных модуля приема, выходы которых подключены соответственно к первому и второму входам устройства объединения, при этом вход устройства разделения и выход устройства объединения являются соответственно входом и выходом полного цифрового потока направления А-Б, отличающееся тем, что каждая станция содержит три линейных трансформатора, причем вторичные обмотки первого и второго линейных трансформаторов подключены к первой и второй парам четырехпроводной линии связи соответственно, средние точки первого и второго линейных трансформаторов подключены ко вторичной обмотке третьего линейного трансформатора, выходы первого и второго модулей передачи станции А соединены с первичными обмотками одноименных линейных трансформаторов станции А, входы первого и второго модулей приема станции Б соединены с первичными обмотками одноименных линейных трансформаторов станции Б, а выход модуля передачи станции Б и вход модуля приема станции А соединены с первичными обмотками третьих линейных трансформаторов соответствующих станций, при этом вход модуля передачи станции Б и выход модуля приема станции А являются соответственно входом и выходом полного цифрового потока направления Б-А.

Областью применения предлагаемого устройства является техника цифровой связи, где оно может быть использовано в качестве устройства преобразования сигналов (УПС) для цифровой системы передачи (ЦСП), работающей по четырехпроводной линии связи (абонентской или межстанционной соединительной).

УПС любого типа содержит два модуля: передачи (ПРД) и приема (ПРМ), при этом ПРД модуль осуществляет преобразование входного цифрового сигнала в линейный, в общем случае многоуровневый сигнал, а ПРМ модуль, наоборот, осуществляет преобразование линейного сигнала в цифровой.

Известно устройство преобразования сигналов четырехпроводной ЦСП (аналог), в которой каждая пара используется для передачи сигнала только в одном направлении, а линейный сигнал передается в квазитрочном коде [1,2].

Недостатками аналога являются значительное затухание сигнала в линии связи и высокий уровень помех от переходных влияний соседних пар на ближний конец, которые обусловлены высокой частотой передачи символов (символьной частотой) линейного сигнала f_c , равной тактовой частоте исходного цифрового потока f_r . При этом влияющими являются как "своя", вторая пара, по которой работает рассматриваемая ЦСП, так и пары других параллельно работающих на этом кабеле ЦСП. Вследствие этого, как показывает анализ, существенно снижается предельная длина участка регенерации [1, 2].

Наиболее близким техническим решением (прототипом) к предлагаемому устройству является УПС для ЦСП, которая работает по двум парам кабеля и осуществляет передачу по каждой из них в одной полосе частот в разных направлениях с использованием дифференциальных систем и адаптивных эхокомпенсаторов [3]. В качестве линейного сигнала прототипа могут использоваться: а) многоуровневые импульсные сигналы типа $nV1Z$, где n - количество двоичных разрядов исходного цифрового потока, передаваемых одним символом Z -уровневого линейного сигнала; б) сигналы, полученные с помощью одного из методов квадратурной модуляции, например, амплитудно-фазовой модуляцией без несущей (Carrierless Amplitude Phase Modulation - CAP) [3-5] или квадратурной амплитудной модуляцией (Quadrature Amplitude Modulation - QAM [3, 4].

Прототип состоит из двух частей, расположенных соответственно на двух оконечных станциях А и Б, соединенных между собой четырехпроводной кабельной линией связи, причем часть УПС каждой станции содержит устройство объединения двух подпотоков в полный цифровой поток, устройство разделения полного цифрового потока на два подпотока, по два однотипных модуля ПРД и модуля ПРМ, по два адаптивных эхокомпенсатора и по две диффсистемы. При этом вход устройства разделения каждой части УПС является входом

ВУ 9225 С1 2007.04.30

передаваемого цифрового потока соответствующего направления передачи (на станции А - направления А-Б, на станции Б - направления Б-А), а первый и второй выходы соединены соответственно со входами первого и второго модулей ПРД, выходы которых соединены параллельно со входом соответствующей диффсистемы и опорным входом соответствующего адаптивного эхокомпенсатора. Линейный вход-выход каждой диффсистемы соединен с входом-выходом первой и второй симметричных пар кабеля ЛС. Выходы диффсистем соединены с сигнальными входами соответственно первого и второго адаптивных эхокомпенсаторов, выходы которых, в свою очередь, соединены со входами первого и второго модулей ПРМ. Выходы соответствующих модулей ПРМ соединены с первым и вторым входами устройства объединения, выход которого является выходом соответствующего принимаемого цифрового потока (на станции А - направления Б-А, на станции Б - направления А-Б).

Достоинством прототипа является возможность увеличения предельной длины регенерационного участка при одновременной работе на одном кабеле большего числа ЦСП. Это объясняется снижением символьной частоты передаваемого сигнала f_c по сравнению с квазитроичными линейными сигналами: для многоуровневых импульсных линейных сигналов в $2n$ раз (за счет использования Z -уровневого линейного кодирования ($Z = 2^n$)), а для квадратурно-модулированных линейных сигналов - в $4n$ раз (за счет разделения исходного цифротока на два равноскоростных подпотока, последующего их Z -уровневого кодирования и квадратурной обработки сигналов). Применение адаптивной эхокомпенсации и многоуровневого линейного сигнала позволяет значительно снизить мощность помех от переходных влияний и увеличить длину участка регенерации при параллельной работе нескольких однотипных ЦСП по парам одного кабеля [6-8].

Недостатком прототипа является недостаточная в ряде случаев длина участка регенерации l_p и сложное структурное построение модулей ПРМ, ПРД и адаптивного эхокомпенсатора, что заставляет искать новые технические решения для реализации УПС.

Задачей изобретения является разработка нового построения УПС, обеспечивающего увеличение пропускной способности и предельной длины участка регенерации l_p четырехпроводной ЦСП, а также упрощение структуры УПС.

Решение поставленной задачи достигается за счет того, что предлагается устройство преобразования сигналов для четырехпроводной цифровой системы передачи, содержащее две части, расположенные на двух оконечных станциях А и Б, соединенных между собой четырехпроводной кабельной линией связи, причем часть, расположенная на станции А, содержит модуль приема, устройство разделения полного цифротока на два подпотока и два идентичных модуля передачи, входы которых подключены соответственно к первому и второму выходам устройства разделения, а часть, расположенная на станции Б, содержит модуль передачи, устройство объединения двух подпотоков в полный цифротока и два идентичных модуля приема, выходы которых подключены соответственно к первому и второму входам устройства объединения, при этом вход устройства разделения и выход устройства объединения являются соответственно входом и выходом полного цифротока направления А-Б, отличающееся тем, что каждая станция содержит три линейных трансформатора, причем вторичные обмотки первого и второго линейных трансформаторов подключены к первой и второй парам четырехпроводной линии связи соответственно, средние точки первого и второго линейных трансформаторов подключены ко вторичной обмотке третьего линейного трансформатора, выходы первого и второго модулей передачи станции А соединены с первичными обмотками одноименных линейных трансформаторов станции А, входы первого и второго модулей приема станции Б соединены с первичными обмотками одноименных линейных трансформаторов станции Б, а выход модуля передачи станции Б и вход модуля приема станции А соединены с первичными обмотками третьих линейных трансформаторов соответствующих станций, при этом вход модуля передачи станции Б и выход модуля приема станции А являются соответственно входом и выходом полного цифротока направления Б-А.

ВУ 9225 С1 2007.04.30

Сущность изобретения заключается в использовании разделения направлений передачи с помощью специальным образом сформированной фантомной цепи в составе четырехпроводной линии связи. При этом в одном из направлений по фантомной цепи передается линейный сигнал, сформированный из полного цифротока, а в другом - по двум отдельным парам кабеля передаются линейные сигналы, сформированные из двух подпотоков, которые получены из полного цифротока. Это позволяет обеспечить отсутствие мощной помехи от переходных влияний на ближний конец и, соответственно, существенно увеличить длину участка регенерации (или увеличить пропускную способность линии связи).

На фигуре представлена структурная схема предлагаемого устройства.

Предлагаемое устройство состоит из двух частей, расположенных соответственно на двух оконечных станциях А и Б. При этом в состав части, расположенной на станции А, входит устройство разделения полного цифротока на два подпотока, три линейных трансформатора, два из которых имеют выходную обмотку со средним отводом, два идентичных модуля передачи ПРД и модуль приема ПРМ, а в состав части расположенной на станции Б, входит устройство объединения двух подпотоков в полный цифрпоток, три линейных трансформатора, два из которых имеют выходную обмотку со средним отводом, два идентичных модуля ПРМ и модуль ПРД.

Структурная схема предлагаемого устройства представлена на фиг. 1. В состав части УПС, расположенной на станции А, входят: первый 1 и второй 2 модули передачи; модуль 3 приема; устройство 4 разделения полного цифротока на два подпотока; линейные трансформаторы Т1, Т2 и Т3. В состав части УПС, расположенной на станции Б, входят: первый 5 и второй 6 модули приема; модуль 7 передачи; устройство 8 объединения двух подпотоков в полный цифрпоток; линейные трансформаторы Т1, Т2 и Т3.

Предлагаемое устройство работает следующим образом: в направлении передачи А-Б исходный цифровой поток на станции А поступает на вход устройства разделения 4, которое делит его на два подпотока. Полученные подпотоки с первого и второго выходов устройства разделения 4 поступают соответственно на входы модулей передачи 1 и 2. С линейных выходов модулей передачи 1 и 2 полученные сигналы через линейные трансформаторы Т1 и Т2 подаются на вход первой и второй кабельных пар линии связи соответственно. С выхода первой и второй кабельных пар линии связи каждый из принимаемых на станции Б линейных сигналов через линейные трансформаторы Т1 и Т2 поступает на вход соответствующего модуля приема 5 и 6, на выходе которых формируются принятые подпотоки, объединяемые далее в устройстве объединения 8 в полный цифрпоток направления А-Б.

В направлении передачи Б-А исходный цифровой поток поступает на вход модуля передачи 7 станции Б, который формирует линейный сигнал, поступающий через линейный трансформатор Т3 в средние точки выходных обмоток линейных трансформаторов Т1 и Т2, являющиеся входом фантомной цепи на станции Б. С выхода фантомной цепи (со средних точек выходных обмоток линейных трансформаторов Т1 и Т2 станции А) через линейный трансформатор Т3 принимаемый линейный сигнал поступает на вход модуля 3 приема, на выходе которого формируется полный принятый цифрпоток направления Б-А.

Технико-экономическая эффективность заявляемого устройства, в сравнении с прототипом, заключается в следующем:

во-первых, заявляемое устройство позволяет значительно снизить стоимость УПС цифровой системы передачи за счет упрощения его структуры (в частности, исключаются цифровые устройства адаптивной эхокомпенсации отраженных сигналов и сигналов обратного направления каждой пары).

Во-вторых, заявляемое устройство всегда обеспечивает выигрыш ЦСП по основным показателям качества - пропускной способности (скорости передачи V) и длине участка регенерации l_p . Это достигается за счет разделения направлений передачи по виду среды

ВУ 9225 С1 2007.04.30

передачи (в направлении А-Б - по двум физическим парам, в направлении Б-А - по фантомной цепи) и значительного подавления при этом переходной помехи между направлениями передачи (на ближний конец) за счет симметричности линейных трансформаторов Т1 и Т2.

Численные значения показателей эффективности заявляемого устройства V_2 и I_{p2} относительно соответствующих показателей прототипа V_1 и I_{p1} могут принимать разные значения в зависимости от решаемой задачи.

Так, если ставится задача обеспечения $V_1 = V_2$, то есть прежнюю скорость передачи исходного цифрового потока, то предлагаемое устройство при условии отсутствия переходных влияний на ближний конец позволит обеспечить значительный выигрыш по предельной длине участка регенерации. Например, для скорости 784 кбит/с и одновременной работы на одном кабеле двух ЦСП, прототип обеспечивает длину участка регенерации для кабелей КСПП и ТПП соответственно 17,9 км и 8,65 км при использовании линейного кода 2В1Q (см. [6-8]) и 13,5 км и 6,9 км - при использовании квадратурно-модулированного линейного сигнала (см. [6-8]). Для предлагаемого устройства длина участка, как видно из табл. 1 и 2, не зависит от числа работающих систем передачи, а ее величина составляет для кабелей КСПП и ТПП соответственно 28,0 км и 10,7 км при использовании линейного кода 2В1Q (табл. 1 для $n = 2$) и 25,1 км и 9,6 км - при использовании квадратурно-модулированного линейного сигнала (табл. 2 для $n = 2$).

Если ставится задача обеспечения $I_{p1} = I_{p2}$, то по сравнению с предлагаемым устройством, работающим со скоростью передачи 784 кбит/с, аналогичную длину участка регенерации прототип обеспечит только при скорости около 256 кбит/с.

Отметим, что выигрыш в показателях I_p и V особенно существенен при использовании одночетверочных кабелей (например, КСПП, МКС, ЗКП и др.), в которых невозможно улучшить эти показатели за счет введения дополнительных ЦСП на соседних парах кабеля. Так, например, при скорости передачи $V_1 = V_2 = 784$ кбит/с по одночетверочному кабелю КСПП длина участка регенерации при использовании предлагаемого устройства увеличивается практически в 1,6 раз при использовании линейного кода 2В1Q и почти в 2 раза при использовании квадратурно-модулированного линейного сигнала. Это позволяет значительно уменьшить количество промежуточных пунктов регенерации и соответственно, снизить стоимость линейного оборудования ЦСП.

Достоверность приведенных сведений, подтверждаются расчетами, методики, численные результаты которых приведены в [6-8].

Таблица 1

Предельная длина участка регенерации для различных режимов работы предлагаемого устройства, использующего линейные сигналы в коде nВ1Z

Скорость, кбит/с	Кол-во ЦСП	Длина регенерационного участка, км, для линейного кода и типа кабеля									
		Кабель КСПП-1,2					Кабель ТПП-0,4				
		n = 2	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6
2320	1-4	15,5	18,2	20,0	21,0	21,9	6,0	7,0	7,7	8,1	8,4
1168	1-4	22,5	26,5	29,0	31,0	32,0	8,5	10,0	11,0	11,8	12,2
784	1-4	28,0	32,5	36,0	38,5	40,0	10,7	12,4	13,7	14,75	15,1
512	1-4	35,0	41,0	45,5	48,0	50,0	13,5	15,7	17,2	18,4	19,0
256	1-4	51,0	60,0	66,0	70,5	73,0	19,5	22,7	25,0	26,5	27,9

Таблица 2.

Предельная длина участка регенерации для различных режимов работы предлагаемого устройства, использующего CAP(QAM)-модулированные линейные сигналы.

Скорость, кбит/с	Кол-во ЦСП	Длина регенерационного участка, км, для линейного кода и типа кабеля									
		Кабель КСПП-1,2					Кабель ТПП-0,4				
		n = 2	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6
2320	1-4	14,0	16,1	17,6	18,7	19,0	5,3	6,2	6,8	7,1	7,3
1168	1-4	20,3	23,7	25,9	27,2	28,0	7,8	9,0	9,8	10,4	10,8
784	1-4	25,1	29,3	32,0	34,0	35,0	9,6	11,2	12,2	13,0	13,4
512	1-4	32,0	37,0	40,7	43,0	44,5	12,1	14,0	15,5	16,3	16,9
256	1-4	46,0	54,0	59,0	62,5	65,0	17,5	20,5	22,5	24,0	25,0

Источники информации:

1. Кириллов В.И. Анализ переходных влияний при совместной работе по симметричному кабелю разноскоростных цифровых систем передачи // Электросвязь. - 1997. - № 12. - С. 32-35.
2. Кириллов В.И. Проектирование цифровых многоканальных систем передачи: Уч. пособие. - Мн.: БГУИР, 1998.
3. 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.
4. Горальски В. Технологии ADSL и DSL: Пер. с англ. - М.: Лори, 2000.
5. Transmission and Multiplexing High bitrate Digital Subscriber Line (HDSL) transmission systems on metallic local lines // Technical report ETR-152. - ETSI, 1995.
6. Кириллов В.И., Белко А.И. Анализ эффективности ЦСП по технологии MDSL // Веснік сувязі. - 2001. - № 3. - С. 44-47.
7. Кириллов В.И., Белко А.И. Расчет длины регенерационного участка для ЦСП по технологиям MDSL и SDSL // Электросвязь. - 2001. - № 10. - С. 20-23.
8. Кириллов В.И., Белко А.И. Анализ эффективности ЦСП, использующих линейные сигналы типа CAP(QAM) // Веснік сувязі. - 2002. - № 6. - С. 17-23.