



Республика Таджикистан

(19)TJ (11)336

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(51) 7 H04B 10/08, G01M 11/00

(12) Описание изобретения К ПАТЕНТУ

1

2

(21) 98000509
(22) 15.09.95
(31) РСТ/IT95/00150
(32) 15.09.95
(33) IT
(46) 01.07.2002, Бюл.№2 (26)
(86) РСТ/IT95/00150, 15.09.95
(72) Серджо ЛЕАЛИ (IT)
(71)(73) ПЛЛБ ЭЛЕТТРОНИКА С.П.А. (IT)
(56) JP 3053141, 1991
JP 62137535, 1987
US 418366, 1980

(54) СИСТЕМА, СПОСОБ И ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ

(57) Изобретение относится к системе для контроля волоконно-оптического кабеля (2), подсоединенного между передающим (TX) и принимающим (RX) оптические сигналы оборудованием и включает первый (3) и второй (4) электро-оптические приборы для измерения мощности оптического излучения, оба подсоединенные к центральному блоку (14) управления через шину (13) и постоянно подсоединенные к началу и к концу, соответственно, волоконно-оптического кабеля (2) вблизи от вышеупомянутого передающего (TX) и принимающего (RX) оборудования.

Изобретение также относится к компактному электро-оптическому прибору (3) для измерения рабочей мощности (P) волоконно-оптического кабеля (2), имеющего оптический вход (5) и оптический выход (7), а также электрический вход (9) и электрический выход (11) и представляющий собой такой тип приборов, которые содержат цепь (20) для измерения мощности оптического излучения, имеющую вход (19), подсоединенный к оптическому входу (5), и выход (21), подсоединенный к электрическому выходу (11). Измерительный прибор (3) далее содержит оптический расщепитель (15), подсоединенный между оптическим входом (5) и оптическим выходом (7).

Оптический расщепитель (15) имеет вторичный выход (16), подсоединенный через электро-оптический детектор (17) к цепи (20) измерения мощности оптического излучения, и отделяет на вторичном выходе (16) часть (P_{TX}) рабочей мощности (P) оптического излучения в соответствии с предопределенным отношением расщепления (RR). Часть (P_{TX}) рабочей мощности оптического излучения обрабатывается цепью (20) измерения мощности оптического излучения и подается на электрический выход (21) измерительной цепи.

Данное изобретение относится к системе для контроля волоконно-оптического кабеля. В частности, это изобретение касается системы для контроля волоконно-оптического кабеля, подсоединенного между передающим и принимающим оптические сигналы оборудованием, эта система подключена к центральному управляющему устройству посредством шины и включает в себя компактные электрические приборы для измерения мощности оптического излучения, которые постоянно соединены с противоположными концами волоконно-оптического кабеля.

Это изобретение также относится к способу контроля волоконно-оптического звена, которое включает вышеупомянутую систему контроля. Кроме того, изобретение относится к компактным электро-оптическим приборам для измерения мощности оптического излучения, которые постоянно подключены к сети волоконно-оптических кабелей, эти устройства имеют оптический вход и оптический выход также, как и электрический вход и электрический выход, и представляют собой такой тип приборов, которые содержат цепь для измерения мощности оптического излучения, вход которой соединен с оптическим входом, а выход - с электрическим выходом, причем электрический выход дает значение рабочей мощности оптического излучения, пропускаемой через волоконно-оптический кабель.

Как известно, волоконно-оптические кабели широко используются в телекоммуникационных сетях. Фактически, обмен информацией с помощью таких оптических средств может улучшить качество телекоммуникационных систем в целом и их скорость передачи. В этой конкретной области применения существует необходимость быстрого устранения помех. Особый интерес представляет возможность предотвращения возникновения сбоев посредством выявления изменений в затухании в каждом волоконно-оптическом кабеле, рассматриваемых как неоспоримое свидетельство ухудшения кабельного звена. С этой целью предусмотрены устройства контроля волоконно-оптических систем, которые дают полезную информацию об оценке характеристик кабеля. Первое известное техническое решение обеспечивает измерение затухания в волоконно-оптическом кабеле в "нерабочем режиме", то есть в кабеле, который отключен от оборудования, с которым он обычно связан. Данное известное решение основано на использовании измерительной системы, которая моделирует систему передатчик-приемник и подает тест-сигнал на волоконно-оптический кабель. Состояние кабеля может быть проверено замерами переданных и принятых сигналов.

Однако, это решение не позволяет проверять состояние волоконно-оптических кабелей в "режиме работы", то есть во время их нормального функционирования. Кроме того, управление каждым кабелем и всей сетью в целом требует времени.

Второе известное техническое решение обеспечивает измерение затухания в волоконно-оптиче-

ском кабеле путем использования рефлектометра или ОРВД (Оптического Рефлектометра Временной Области). Рефлектометр подсоединяется к первому концу волоконно-оптического кабеля и посылает оптический тест-сигнал через него. На этом первом конце измеряются мощность и время возвращения оптической волны, отраженной назад по кабелю. По этим значениям можно определить величины затухания волоконно-оптического кабеля и/или установить места возможного его повреждения.

Измерения с помощью испытательной установки ОРВД легко выполняются на "отключенных" кабелях и осуществимы на действующих. В последнем случае, оптический тест-сигнал добавляется к рабочему оптическому сигналу посредством подходящего оптического связывающего устройства. Именно поэтому длины волн оптического тест-сигнала и рабочего оптического сигнала должны отстоять далеко друг от друга с тем, чтобы свести к минимуму интерференцию вышеуказанного сигнала.

Хотя это второе известное решение и достигает своей цели, оно не совсем свободно от недостатков, главным из которых является массивность и высокая стоимость ОРВД тест-установки.

Вследствие этих ограничений одна тест-установка ОРВД используется обычно на множество кабелей, которые поэтому возможно контролировать только циклически. Это, однако, требует использования большого количества оптических переключателей. Кроме того, наличие двух оптических сигналов с дискретными длинами волн может вызвать появление помех на принимающем конце, которые не могут быть полностью подавлены без оптического фильтра.

Аннотация к японскому патенту N JP-A-3 053 141 описывает способ измерения затухания в волоконно-оптическом кабеле, основанный на детектировании передаваемых и принимаемых мощностей оптических излучений. В сущности, этот способ выявляет интенсивность какой-то части мощности оптического излучения на передающем (TX) конце, но измеряет всю мощность оптического излучения на принимающем (RX) конце. Такой способ не может быть использован в течение рабочей фазы волокна, т.е. соответствующий прибор может обеспечить контроль оптического волокна только "в нерабочем режиме". Кроме того, аннотация к японскому патенту N JP-A-62 137 535 описывает способ, использующий лазерный луч, направляемый в или испускаемый из оптического волокна для измерения трансмиссионной характеристики оптического волокна, т.е. коэффициента поглощения или изменений по длине волокна.

Наконец, американский патент N 4,183,66 Тахара и др. иллюстрирует способ измерения потерь световой трансмиссии оптических материалов, в частности оптического волокна. Такой способ основывается на замере мощности рассеивания, т.е. применением для оптических волокон, содержащих рассеи-

вающие элементы. Однако, это не относится к оптическому волокну транмиссионной системы.

Техническая проблема, лежащая в основе данного изобретения, заключается в том, чтобы создать электро-оптический измерительный прибор и связанную с ним систему для непрерывного контроля волоконно-оптического кабеля, которые имеют такие структурные и функциональные характеристики, которые позволяют преодолеть недостатки, присущие известным техническим системам контроля.

Основная идея, на которой основывается данное изобретение - это обеспечение непрерывного измерения во времени затухания в волоконно-оптическом устройстве путем использования компактных электро-оптических измерительных приборов, установленных постоянно на концах волоконно-оптического кабеля.

На основе вышеизложенного, данная техническая задача решается системой для контроля волоконно-оптического кабеля, подключенного между передающим и принимающим оборудованием, как определено в пункте 1 формулы изобретения.

Техническая задача решается также способом контроля волоконно-оптического кабеля, в котором затухание в волокне определяется путем измерения предопределенных частей мощности оптического излучения, распространяемого через волокно, в начале и в конце волокна, как определено в пункте 4 формулы изобретения.

Поставленная задача далее решается использованием электро-оптических приборов для измерения мощности оптического излучения, которые выполнены в весьма компактной форме и отводят определенные части рабочего оптического сигнала в начале и в конце испытываемого волокна для определения среднего значения мощности, пропускаемой через данное волокно, как определено в пункте 15 формулы изобретения.

Характеристики и преимущества данной системы контроля и электро-оптических измерительных приборов согласно данному изобретению станут очевидными из последующего подробного описания, данного в виде примеров, неограничивающих данное изобретение, со ссылками на соответствующие чертежи.

На чертежах:

на фиг. 1 представлено графическое изображение системы контроля двунаправленного соединения волоконно-оптических кабелей в соответствии с данным изобретением;

на фиг. 2 представлена диаграмма, схематически изображающая систему контроля, данную на фиг. 1;

на фиг. 3 представлено схематическое изображение электро-оптического прибора для измерения мощности оптического излучения в соответствии с данным изобретением в весьма компактной форме реализации и

на фиг. 4 схематически изображено модифицированное воплощение электро-оптического прибора для измерения мощности оптического излучения в соответствии с данным изобретением.

На фиг. 1 в общих чертах показана система для контроля двунаправленного соединения волоконно-оптических кабелей 2, подключенных между передающим TX и принимающим RX оборудованием.

В частности, волоконно-оптические кабели 2 соединены с оптическим входом 80 оптико/электрического преобразователя О/Е, включенного в принимающее оборудование RX, и с оптическим выходом 50 лазерного передатчика LD, включенного в передающее оборудование TX.

Самый простой способ контроля затухания в волоконно-оптическом кабеле 2 заключается в вычислении отношения (или разности, если величины выражены в dBm) между значением передаваемой рабочей мощности P_T и соответствующим значением принимаемой рабочей мощности P_R оптического излучения.

Преимуществом способа в соответствии с данным изобретением является то, что отношение между упомянутыми мощностями оптического излучения выражается через части P_{TX} и P_{RX} полной мощности оптического излучения, протекающей через волоконно-оптический кабель 2, относительно которой эти части находятся в заданном фиксированном отношении расщепления так, чтобы величина затухания в волоконно-оптическом кабеле могла быть определена правильно.

С этой целью система 1 контроля включает в себя первый 3 и второй 4 электро-оптические приборы для измерения мощности оптического излучения, которые соответственно соединены с началом и концом волоконно-оптического кабеля 2 в передающем оборудовании TX и в принимающем оборудовании RX.

Электро-оптические приборы 3 и 4 для измерения мощности оптического излучения имеют, по меньшей мере, два оптических входа 5, 6 и, по меньшей мере, два оптического выхода 7, 8, а также соответствующие электрические входы 9,10 и электрические выходы 11,12.

В частности, электро-оптический измерительный прибор 3 имеет оптический вход 5, соединенный с выходом 50 передающего оборудования TX, и оптический выход 7 для подключения к волоконно-оптическому кабелю 2.

Аналогично, электро-оптический измерительный прибор 4 имеет оптический вход 6, связанный с волоконно-оптическим кабелем 2, и оптический выход 8, соединенный со входом 80 принимающего оборудования RX.

Как показано на фиг.1 и 2, система контроля 1 соединена посредством шины 13 с центральным блоком 14 управления, который является внешним или расположенным на расстоянии от системы 1 контроля и в котором оценивается затухание в волоконно-оптическом кабеле 2.

На фиг. 3 показано предпочтительное исполнение электро-оптического прибора для измерения мощности оптического излучения в соответствии с данным изобретением, например, прибора 3.

Электро-оптический прибор 3 включает в себя оптический расщепитель 15, который размещается между оптическим входом 5 и оптическим выходом

7 и имеет вторичный выход 16, подсоединенный к электро-оптическому детектору 17, в свою очередь подсоединенному к входу 19 цепи 20 для измерения мощности оптического излучения.

В частности, оптический расщепитель 15, в соответствии с заданным отношением расщепления RR , отделяет часть P_{TX} рабочей мощности оптического излучения с выхода 50 передающего оборудования TX .

В предпочтительном варианте реализации оптический расщепитель 15 эффективно распределяет мощность оптического излучения, поступающую на оптический вход 5, между оптическим выходом 7 и вторичным выходом 16 с отношением расщепления RR . 90:10.

Преимуществом является то, что электро-оптический прибор 3 использует оптический расщепитель 15, имеющий низкую дополнительную потерю мощности при его включении в систему, т.е. меньше, чем 0,25 dB.

Преимуществом является также то, что электро-оптический прибор 3, благодаря использованию высокочувствительного электро-оптического детектора 17 и высокоимпедансного предусилителя 18, способен детектировать мощности оптического излучения, имеющие уровень ниже, чем 50 dB. Таким образом, измерительная цепь 20 будет подавать на выход 21 часть P_{TX} мощности оптического излучения, присутствующей на входе 19. Выход 21 подсоединен к аналого-цифровому преобразователю 22, который преобразует величину части P_{TX} мощности оптического излучения в двоичный код DP_{TX} и передает его посредством процессора 23 согласования протокола передачи, на электрический выход 11 электрооптического измерительного прибора 3, и оттуда - на центральный блок 14 управления.

Процессор 23 согласования протокола передачи соединен с процессором 24 согласования протокола приема, который, в свою очередь, соединен с электрическим входом 9 электрооптического прибора 3 и с центральным блоком 14 управления.

Процессор 23 согласования протокола передачи передает на центральный блок 14 управления двоичное значение исходящего измерения OP_{TX} части мощности оптического излучения наряду с идентифицирующим двоичным кодом COD_3 , связанным с электро-оптическим измерительным прибором 3 и узнаваемым центральным блоком 14 управления. Аналогично, процессор 24 согласования протокола приема может узнавать идентифицирующий двоичный код COD_3 , связанный с ним и передаваемый с центрального блока 14 управления.

Преимуществом изобретения является то, что электро-оптический измерительный прибор 3 далее включает в себя цепь 25 дистанционного питания, которая работает на постоянном токе величиной I_C , который передается по шине 13, для генерирования напряжения V_S , эффективно питающего электро-оптический измерительный прибор 3.

Таким образом, дополнительные устройства могут полезно быть подсоединены к шине 13 как приспособленные для одной и той же функции или для измерения различных величин мощности опти-

ческого излучения, и все они дистанционно питаемы и управляемы по шине 13.

Цепь 25 дистанционного питания подсоединена к электрическому входу 9 и к электрическому выходу 11 через первый резистор R_1 и второй развязывающий резистор R_2 соответственно. Развязывающие резисторы R_1 и R_2 отделяют все полезные электрические сигналы, такие как COD_3 или OP_{TX} , присутствующие на шине 13, от постоянного тока I_C дистанционного питания.

Работа системы 1 контроля согласно данному изобретению описана ниже.

Центральный блок 14 управления опрашивает электро-оптические измерительные приборы 3 и 4, используя процедуру упорядоченного опроса или типа прерывания. И в том и в другом случае электро-оптические измерительные приборы 3 и 4 вводят идентифицирующий код COD_3 , COD_4 и будут выводить двоичное значение DP_{TX} , DP_{RX} , соответствующее измеренным частям оптической мощности P_{TX} , P_{RX} , с той точки, где подсоединен оптический прибор 3 и 4 и идентифицирующий код COD_3 или COD_4 отвечающего измерительного прибора.

В частности, в предпочтительном варианте реализации изобретения обмен информацией с центральным блоком 14 управления происходит с использованием протокола серийного типа HDCL (контроль звеньев с данными высокого уровня), что соответствует конфигурации системы контроля, в которой электро-оптические измерительные приборы 3, 4 соединены друг с другом и с центральным блоком 14 управления посредством одной шины 13.

Основываясь на значениях полученных частей мощности DP_{TX} и DP_{RX} оптического излучения, центральный блок 14 управления может вычислить затухание в волоконно-оптическом кабеле 2 и, соответственно, проверить его работоспособность или возможные его повреждения.

На практике телекоммуникационные сети часто используют двунаправленные линии связи в виде пары волоконно-оптических кабелей 2, 2', соединенных с соответствующими парами принимающего RX , RX' и передающего TX , TX' оборудования, как показано на фиг. 1.

Центральный блок 14 управления принимает в этом случае пары двоичных значений входящих DP_{RX} , DP'_{TX} и выходящих DP_{TX} , DP'_{TX} частей оптической мощности и оценивает общие затухания в двунаправленных звеньях 2, 2' для обоих направлений.

Система контроля согласно этому изобретению применима также к пропусканиям через волоконную оптику, с соединениями, в однонаправленной конфигурации, точка к точке, или в однонаправленной конфигурации, точка - к множеству точек.

Особенно важным является применение системы контроля в оптических распределительных сетях с деревоподобной структурой. Всяма сложная конструкция оптических звеньев в таких сетях требует, фактически, чтобы любые повреждения, наиболее значимым признаком которых являются изменения в затухании протекающей через соединение мощности

оптического излучения, были своевременно обнаружены.

Возможно подсоединять электро-оптические измерительные приборы, согласно данному изобретению, к выходам оптических усилителей, используемых в распределительных сетях с многоточечными контактами, чтобы повысить надежность всей системы. Фиг. 4 иллюстрирует модифицированный электро-оптический измерительный прибор 3" в соответствии с данным изобретением, который может быть использован на выходе передающего оборудования ТХ в телекоммуникационных сетях, снабженного автоматической оптической защитой для персонала.

В таких системах, фактически, рабочий источник оптического излучения, который генерирует рабочую мощность оптического излучения и установлен в передающем оборудовании ТХ (оупущен на фиг. 4, потому что является серийным), автоматически отключается в случае разрыва в волокне, вызванного поломкой или обрывом.

При условии отсутствия рабочей мощности Р оптического излучения от передающего оборудования ТХ невозможно отличить нарушения из-за разрыва волоконно-оптических кабелей (что заставило бы источник оптического сигнала передающего оборудования ТХ отключиться) от нарушений, имеющих место в самом передающем оборудовании ТХ.

Чтобы преодолеть этот недостаток, электро-оптический измерительный прибор 3 также включает в себя оптическое соединительное устройство 26, подсоединяемое к оптическому расщепителю 15, и оптический выход 7. Оптическое соединительное устройство 26 используется для добавления к рабочему оптическому сигналу с мощностью Р, пропускаемому через волоконно-оптический кабель 2, вспомогательного оптического сигнала с мощностью РА, уровень которого ниже порога опасности для обслуживающих систему работников.

Оптический соединитель 26 присоединяется к вспомогательному оптическому источнику 27, такому, как оптический передатчик с низкой мощностью или СИД, или лазер с низкой мощностью, в свою очередь подсоединенный к выходу 21 измерительной цепи 20 через детектор 28 средней мощности.

Работа этого модифицированного электро-оптического прибора 3" будет рассмотрена в соответствии с данным изобретением ниже. Всякий раз, когда нет рабочей мощности Р оптического излучения, детектор 28 средней мощности будет включать вспомогательный источник 27 мощности оптического излучения, чтобы подавать вспомогательную мощность РА значительно более низкого уровня, чем рабочая мощность, на звено, формируемое волоконно-оптическим кабелем 2. Таким образом, становится возможным выделить следующие операционные условия:

- нормальная работа - часть P_{RX} мощности принимаемого оптического излучения имеет величину,

близкую к величине части FP рабочей мощности Р, получаемой в соответствии с отношением расщепления RR , вводимого оптическим расщепителем 15;

- неисправность кабеля - отсутствует часть P_{RX} мощности принимаемого оптического излучения;

- неисправность передатчика - часть P_{RX} мощности принимаемого оптического излучения имеет уменьшенную величину, определяемую вспомогательной мощностью РА оптического излучения.

Электро-оптический измерительный прибор 3" согласно данному изобретению способен оценивать затухание волоконно-оптического кабеля и отличать неудовлетворительное функционирование передающего оборудования от неудовлетворительного функционирования, вызванного разрывом оптического волокна.

Электро-оптические измерительные приборы 3, 3" согласно данному изобретению могут эффективно использоваться в весьма компактной форме на одном миниатюрном модуле или на одной интегральной схеме, тем самым облегчая их установку в телекоммуникационных сетях и способствуя уменьшению стоимости и габаритов.

Электро-оптические измерительные приборы 3 и 3" могут выполняться по гибридной технологии, используя оптический компонент и полупроводниковые чипы, собранные на корундовой или кремниевой подложке.

В частности, оптический расщепитель 15 и оптический соединитель 26 могут быть выполнены по технологии "расплавленного волокна", обеспечивая очень низкие затухания, связанные с потерями при установке, приближающиеся к теоретическим расчетным значениям.

Там, где используется кремниевая подложка, оптический расщепитель 15 и оптический соединитель 26 могут быть выполнены с использованием техники "оптический волновод" - метода, когда световоды формируются на той же подложке.

Подводя итог, можно сказать, что электро-оптические приборы для измерения мощности оптического излучения и система контроля волоконно-оптических кабелей согласно данному изобретению позволяют проверить затухание, а следовательно, и возможное ухудшение звеньев, сформированных волоконно-оптическими кабелями, в режиме нормальной работы, не прерывая и никоим образом не нарушая передачу рабочего сигнала.

К тому же, электро-оптические приборы для измерения мощности оптического излучения, используемые в телекоммуникационных сетях, которые включают автоматическую оптическую защиту, в соответствии с данным изобретением могут отличать недостатки в функционировании, обусловленные поврежденным волоконно-оптическим кабелем, от недостатков в работе, вызванных несрабатыванием передающего оборудования.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система контроля волоконно-оптического кабеля, подсоединенного между передающим (TX) и принимающим (RX) оптический сигнал оборудованием, *отличающаяся* тем, что она содержит первый и второй идентичные электро-оптические приборы для непрерывного измерения мощности оптического излучения, оба подсоединенные к центральному блоку управления через шину и постоянно соединенные с началом и концом, соответственно, волоконно-оптического кабеля вблизи от вышеупомянутого передающего (TX) и принимающего (RX) оборудования.

2. Система контроля по п. 1, *отличающаяся* тем, что она имеет оптические входы, подсоединенные к выходу упомянутого передающего оборудования (TX) и к упомянутому волоконно-оптическому кабелю, оптические выходы, подсоединенные к указанному волоконно-оптическому кабелю и к выходу принимающего оборудования (RX), электрические входы и электрические выходы, присоединенные к упомянутой шине.

3. Система контроля по п. 2, отличающаяся тем, что дополнительные измерительные приборы подсоединены к указанной шине, и тем, что упомянутые развязывающие резисторы (R1, R2), отделяют каждый полезный сигнал, присутствующий на шине, от тока питания (I_c), способного дистанционно питать указанные дополнительные измерительные приборы.

4. Способ контроля волоконно-оптического звена, установленного между передающим (TX) и принимающим (RX) оптический сигнал оборудованием, обеспечивающим измерение затухания рабочей мощности (P) оптического излучения в волоконно-оптическом звене, *отличающийся* тем, что затухание упомянутой мощности измеряется как отношение между частями (P_{TX} , P_{RX}) мощности оптического излучения с подъемом тона на передающем и принимающем концах в соответствии с заданным фиксированным отношением расщепления (RR) для оценки эксплуатационных качеств волоконно-оптического кабеля.

5. Способ контроля по п. 4 и осуществляемый системой контроля, содержащей первый и второй электро-оптические измерительные приборы, постоянно подсоединенные к началу и к концу волоконно-оптического звена вблизи передающего (TX) и принимающего (RX) оптический сигнал оборудования, и подсоединенные к центральному блоку управления через шину, *отличающийся* тем, что центральный блок управления запрашивает электро-оптические измерительные приборы подать на электрический вход двоичный код (COD_3 , COD_4), идентифицирующий измерительный прибор; электро-оптические измерительные приборы подают на электрический выход, соединенный с центральным блоком управления, первый и второй двоичные коды (DP_{TX} , DP_{RX}) соответственно, соответствующие

первой и второй частям мощности оптического излучения (P_{TX} , P_{RX}), как они измерены в точке, где электро-оптический измерительный прибор подсоединен, и код идентификации (COD_3 , COD_4) отвечающего прибора; и центральный блок управления оценивает затухание в волоконно-оптическом звене как отношение между частью мощности (P_{TX}) передаваемого оптического излучения, измеренной первым электро-оптическим измерительным прибором, и частью (P_{RX}) мощности принимаемого оптического излучения, измеренной вторым электро-оптическим измерительным прибором, причем указанные первый и второй электро-оптические измерительные приборы идентичны.

6. Способ контроля по п. 5 *отличающийся* тем, что обмен информацией с центральным блоком управления происходит через процессор согласования протокола передачи и процессор согласования протокола приема, причем оба процессора используют протокол высокоуровневого управления каналом передачи данных (типа HDLC).

7. Способ контроля по п. 5 *отличающийся* тем, что центральный блок управления запрашивает электро-оптические измерительные приборы посредством упорядоченного опроса или процедуры прерывания.

8. Способ контроля по п. 4 и приспособленный для применения даже при включенной автоматической защите для оптической безопасности в сети волоконно-оптических звеньев, *отличающийся* тем, что в отсутствии рабочей мощности (P) оптического излучения на волоконно-оптическом звене вспомогательная мощность (PA), уровень которой ниже, чем уровень рабочей мощности (P), является входной по отношению к волоконно-оптическому звену с целью распознавания следующих трех состояний: нормальная работа - часть (P_{RX}) мощности принимаемого оптического излучения имеет значение, близкое к значению части (FP) рабочей мощности (P), получаемой в соответствии с отношением расщепления RR, неисправность волоконно-оптического звена - отсутствие части (P_{RX}) мощности принимаемого оптического излучения; и неисправность передающего оборудования (TX) - часть (P_{RX}) мощности принимаемого оптического излучения имеет уменьшенное значение, определяемое вспомогательной мощностью (PA) оптического излучения.

9. Способ контроля по п. 8 и осуществляемый системой контроля, состоящей из первого и второго электро-оптических измерительных приборов, постоянно подключенных к началу и концу волоконно-оптического звена вблизи передающего (TX) и принимающего (RX) оптический сигнал оборудования и подсоединенных к центральному блоку управления через шину, *отличающийся* тем, что указанный первый электро-оптический измерительный прибор содержит детектор средней мощности, подсоединенный к вспомогательному источнику оптического

сигнала, пригодному для подачи указанной вспомогательной оптической мощности (РА).

10. Способ контроля по п. 9 *отличающийся* тем, что вышеупомянутый детектор средней мощности включает указанный вспомогательный источник оптического сигнала всякий раз, когда на волоконно-оптическом звене отсутствует рабочая мощность (Р) оптического излучения.

11. Способ контроля по п. 4 *отличающийся* тем, что волоконно-оптическое звено содержит волоконно-оптический кабель.

12. Способ контроля по п. 4 *отличающийся* тем, что упомянутое волоконно-оптическое звено является двунаправленным и содержит пару волоконно-оптических кабелей, подключаемых между соответствующими парами передающего (ТХ, ТХ') и принимающего (RX, RX') оптический сигнал оборудования.

13. Способ контроля по п. 12 *отличающийся* тем, что упомянутое двунаправленное звено имеет однонаправленную конфигурацию "точка-к-точке".

14. Способ контроля по п. 12 *отличающийся* тем, что упомянутое двунаправленное волоконно-оптическое соединение имеет однонаправленную конфигурацию "точка-к-множеству точек".

15. Компактный электро-оптический прибор для измерения рабочей мощности (Р) оптического излучения волоконно-оптического кабеля, имеющий оптический вход и оптический выход, а также электрический вход и электрический выход и такого типа, который содержит цепь измерения мощности оптического излучения, имеющую вход, подсоединенный к указанному оптическому входу и выход, подсоединенный к указанному электрическому выходу, *отличающийся* тем, что он содержит оптический расщепитель, подключенный между указанным оптическим входом и указанным оптическим выходом и имеющий вторичный выход, подсоединенный через электро-оптический детектор к указанной цепи измерения мощности оптического излучения, причем оптический расщепитель отделяет на указанном вторичном выходе часть (Р_{ТХ}) рабочей мощности (Р) оптического излучения в соответствии с заданным отношением расщепления (RR) и указанная часть (Р_{ТХ}) рабочей мощности оптического излучения обрабатывается в цепи измерения мощности оптического излучения и выдается на электрический выход вышеуказанной цепи.

16. Прибор по п. 15, *отличающийся* тем, что выход указанной цепи измерения мощности оптического излучения подсоединен к аналого-цифровому преобразователю, преобразующему значение части (Р_{ТХ}) мощности оптического излучения в двоичный код (DP_{ТХ}), который передается на электрический выход вместе с дальнейшим двоичным кодом (COD₃), идентифицирующим измерительный прибор.

17. Прибор по п. 16, *отличающийся* тем, что упомянутые двоичные коды (DP_{ТХ}) передаются через процессор согласования протокола передачи, подсоединенный к процессору согласования протокола приема, подсоединенному, в свою очередь, к упомянутому электрическому входу для приема идентифицирующего двоичного кода (COD₃).

18. Прибор по п. 15, *отличающийся* тем, что упомянутый оптический расщепитель подсоединен к упомянутой цепи измерения мощности оптического излучения через предусилитель.

19. Прибор по п. 15, *отличающийся* тем, что он содержит цепь дистанционного питания генерирующую достаточное напряжение (V_s) для питания электро-оптического измерительного прибора и подсоединенную к электрическому входу и электрическому выходу через первый (R1) и второй (R2) блокирующие резисторы соответственно.

20. Прибор по п. 15, *отличающийся* тем, что вышеупомянутый оптический расщепитель оптического излучения производит разделение мощности оптического излучения, присутствующей на оптическом входе, к оптическому выходу и вторичному выходу в отношении (RR) 90:10.

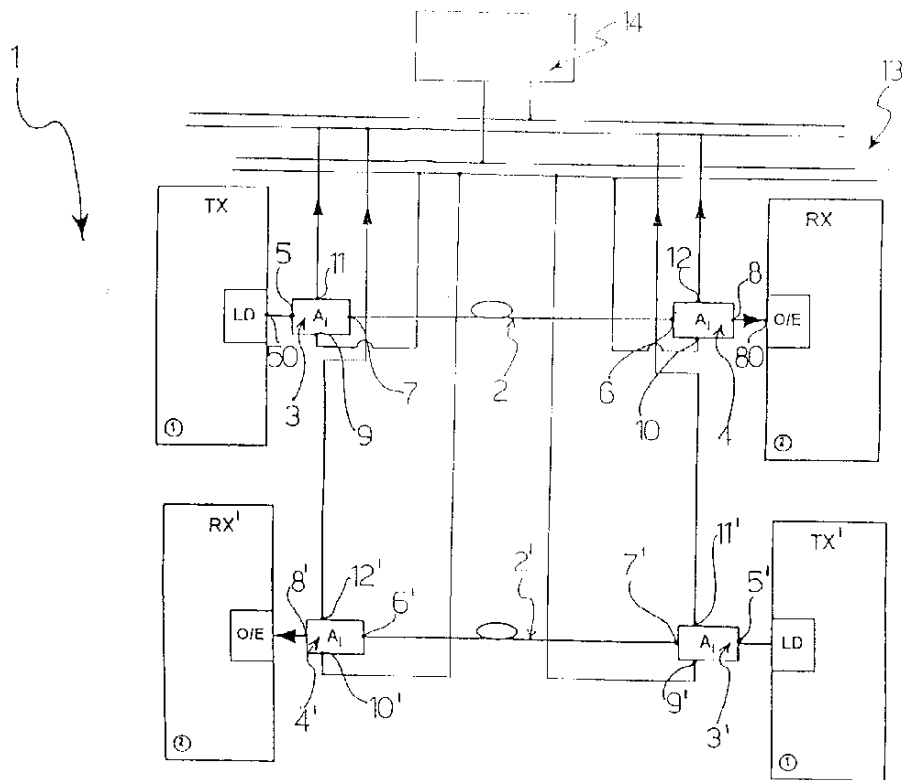
21. Прибор по п. 18, *отличающийся* тем, что вышеупомянутый электрооптический детектор является высокочувствительным, а вышеупомянутый предусилитель - высокоимпедансным.

22. Прибор по п. 15, *отличающийся* тем, что вышеупомянутый оптический расщепитель имеет дополнительную вносимую потерю менее, чем 0,25 dB.

23. Прибор по п. 19 и такого типа, который остается активным даже после того, как сработала автоматическая защита оптической сети волоконно-оптических кабелей, *отличающийся* тем, что он содержит оптический соединитель, подсоединенный между оптическим расщепителем и оптическим выходом и подсоединенный к упомянутой измерительной цепи мощности оптического излучения, причем указанный оптический соединитель добавляет вспомогательный сигнал мощности (РА) оптического излучения, уровень которого лежит ниже порога опасности, к сигналу с рабочей мощностью (Р), распространяемому через волоконно-оптический кабель.

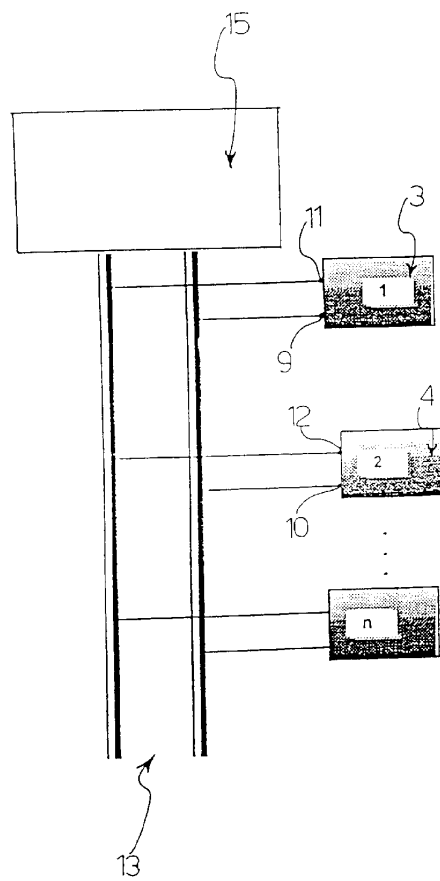
24. Прибор по п. 23, *отличающийся* тем, что вышеупомянутый оптический соединитель подсоединен к вспомогательному источнику оптического излучения, в свою очередь, подсоединенному к выходу измерительной цепи через детектор средней мощности.

25. Прибор по п. 24, *отличающийся* тем, что вышеупомянутым вспомогательным источником оптического излучения является маломощный светодиод (СИД) оптического передатчика или маломощный лазер.

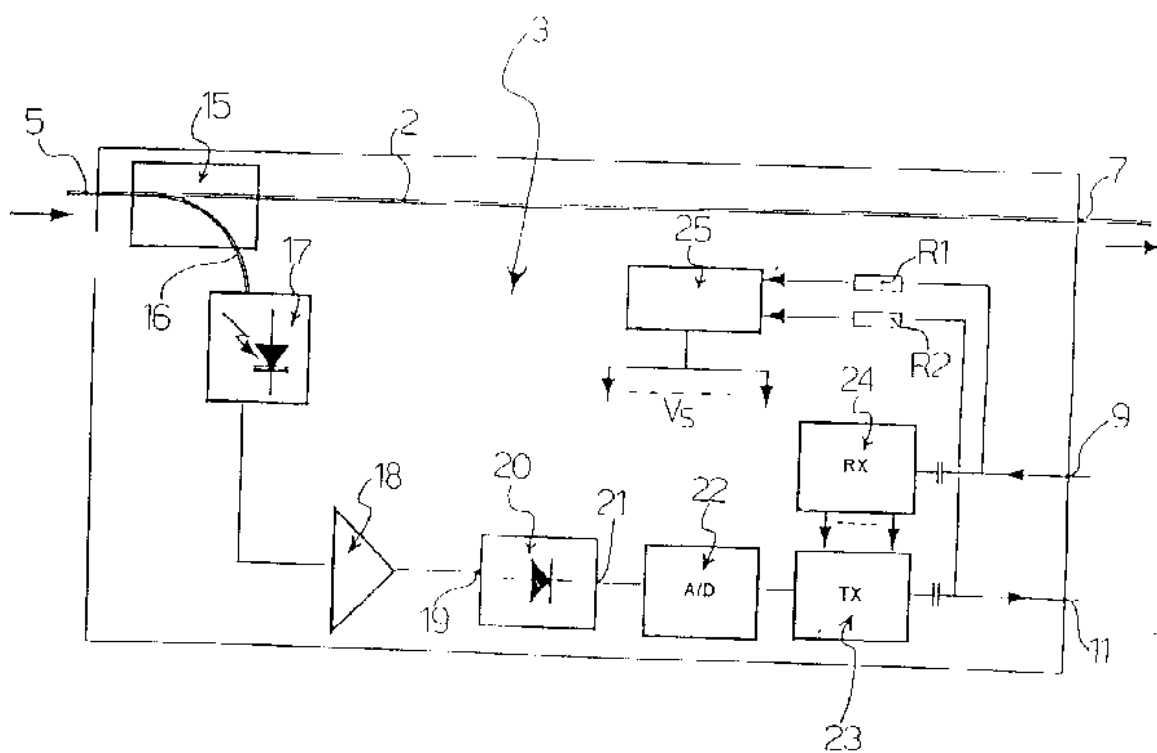


Фиг. 1

336

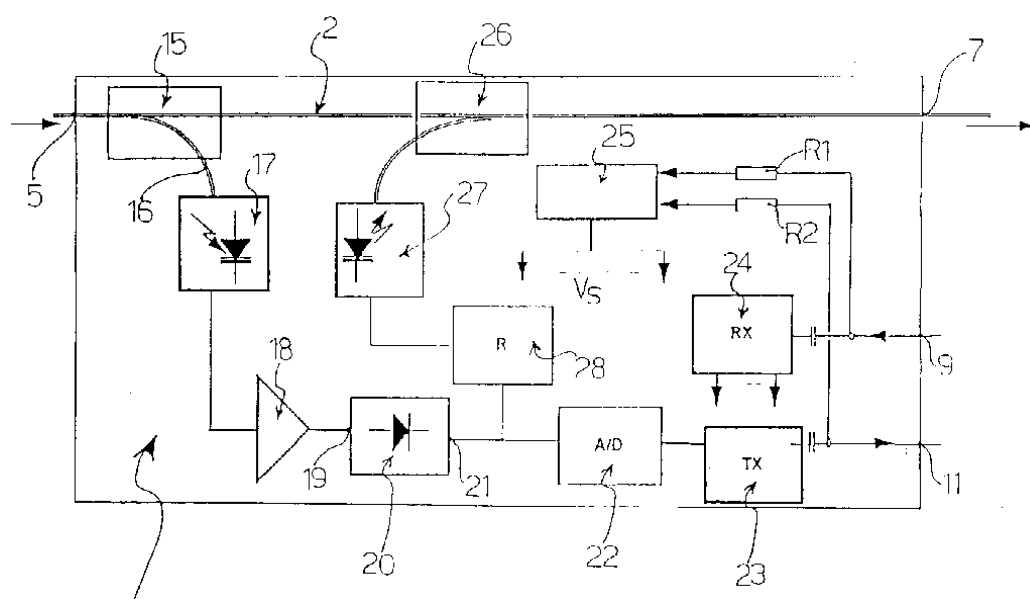


Фиг. 2



Фиг. 3

336



ФИГ. 4