

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041666**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.11.21

(51) Int. Cl. **F42D 1/055** (2006.01)

(21) Номер заявки
202191716

(22) Дата подачи заявки
2019.12.17

(54) СПОСОБ ПОДРЫВА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ДЕТОНАТОРОВ

(31) **1873012**

(56) **WO-A1-2006076777**

(32) **2018.12.17**

WO-A1-0167031

(33) **FR**

WO-A1-2005052498

(43) **2021.10.11**

(86) **PCT/FR2019/053118**

(87) **WO 2020/128300 2020.06.25**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

КОММИССАРИАТ А Л'ЭНЕРЖИ

АТОМИК Э О ЭНЕРЖИ

АЛЬТЕРНАТИВ; ДЕЙВИ БИКФОРД

(FR)

(72) Изобретатель:

Бьяр Лионель (FR)

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) Способ подрыва системы электронных детонаторов (1) включает прием (E10) приемным устройством (10; 30'), связанным с одним или несколькими электронными детонаторами (1), команды подрыва из последовательности (100, 100') отправленных команд подрыва, содержащей по меньшей мере две команды подрыва, при этом каждой команде подрыва соответствует своя задержка синхронизации (t_2 , t_4); обратный отсчет, начиная с момента приема указанной команды подрыва, задержки синхронизации (t_2 , t_4), связанной с указанной принятой командой подрыва; обратный отсчет указанной задержки подрыва (t_{retard}), соответствующей каждому электронному детонатору (1), начиная с момента (I_s) синхронизации, соответствующего моменту (t_2 , t_4) окончания отсчета задержки синхронизации, и подрыв каждого электронного детонатора (1) по окончании обратного отсчета задержки подрыва.

B1**041666****041666****B1**

Изобретение относится к способу подрыва системы электронных детонаторов.

Изобретение относится также к электронному детонатору, передающему устройству и системе подрыва системы электронных детонаторов.

Изобретение применимо в области инициирования пиротехники в любом секторе, где традиционно должна применяться система из нескольких электронных детонаторов. Типичные примеры применения относятся к добычанию руды, разработке карьеров, сейсмической разведке или к сектору строительства и общественных работ.

При установке системы подрыва на земле или на рабочей площадке электронные детонаторы размещаются соответственно в местах, приспособленных для их вмещения, и заряжаются взрывчаткой. Эти места представляют собой, например, отверстия, пробуренные в почве. Затем осуществляется подрыв электронных детонаторов в заданной последовательности.

Для этого каждому электронному детонатору индивидуально сопоставляется задержка подрыва, и общая команда подрыва распределяется на систему электронных детонаторов с помощью пульта управления. Этот порядок подрыва или команда подрыва позволяет синхронно запустить обратный отсчет задержки подрыва для системы электронных детонаторов. После приема команды подрыва каждый электронный детонатор управляет отсчетом конкретной задержки, связанной с ним, а также своим подрывом.

Поскольку традиционно электронные детонаторы являются проводными, они подсоединяются к пульта управления проводами или кабелями. Проводка, используемая для соединения электронных детонаторов с пультом управления, обеспечивает связь между пультом управления и электронными детонаторами, например, для обмена с ними командами или сообщениями, относящимися к диагностике, а также для отправки им команды подрыва.

Иногда система подрыва содержит несколько пусковых пультов, расположенных вблизи линии взрыва и соединенных соответственно с несколькими системами электронных детонаторов. Пусковые пульта сообщаются с пультом дистанционного управления обычно посредством беспроводных средств связи. Этот пульт управления направляет сообщения, такие, как команда подрыва, на пусковые пульта, соединенные с электронными детонаторами. В свою очередь, каждый пусковой пульт отправляет сообщения на связанную с ним систему электронных детонаторов.

Иногда среда, в которой размещены электронные детонаторы, а также неисправности в используемых соединительных элементах могут стать источником неисправностей электропроводки (плохие контакты, токи утечки и т.д.), что приводит к ухудшению качества передаваемых электрических сигналов. Кроме того, использование большого количества детонаторов, подключенных к одной кабельной сети, может вызвать ослабление и искажение модулированных электрических сигналов, передаваемых по кабелю, что иногда может затруднить для электронных детонаторов демодуляцию сообщений, принятых от пульта управления.

Известны также беспроводные электронные детонаторы, которые позволяют обойтись без электропроводки между системой детонаторов и пультом управления и, таким образом, предотвратить риски, связанные с этой проводкой.

Связь между пультом управления и электронными детонаторами может осуществляться, например, с помощью радиоволн.

Хотя для этого типа электронных детонаторов отсутствуют вышеупомянутые трудности, связанные с электропроводкой, связь между пультом управления и электронными детонаторами остается подверженной рискам, иногда трудно предсказуемым, таким, как пространственно-временное "замирание" сигнала (фединг, по-английски fading) или интерференции. Эти эффекты ведут к значительным изменениям отношения сигнал/шум на входе демодулятора, что может помешать своевременному получению электронными детонаторами сообщений с пульта управления.

Таким образом, как для проводных, так и для беспроводных электронных детонаторов могут возникнуть проблемы связи между пультом управления и электронными детонаторами.

Пульт дистанционного управления и пусковые пульта, связанные с электронными детонаторами, обычно сообщаются также через беспроводные средства связи.

Таким образом, связь между пусковыми пультами, соединенными с электронными детонаторами, и пультом дистанционного управления также создает вышеупомянутые проблемы.

Эти проблемы влияют на прием команды подрыва детонаторов. Иногда некоторые детонаторы не получают команды подрыва и поэтому не срабатывают. Это считается системным сбоем.

Задачей настоящего изобретения является предложить способ подрыва системы электронных детонаторов, позволяющий повысить надежность подрыва.

В этой связи настоящее изобретение относится согласно первому аспекту к способу подрыва системы электронных детонаторов, причем каждый электронный детонатор имеет соответствующую ему задержку подрыва.

Согласно изобретению способ включает следующие этапы:

прием приемным устройством, связанным с одним или несколькими электронными детонаторами, команды подрыва из последовательности отправленных команд подрыва, содержащей по меньшей мере

две команды подрыва, при этом каждой команде подрыва соответствует своя задержка синхронизации;

обратный отсчет, начиная с момента приема указанной команды подрыва, задержки синхронизации, связанной с указанной принятой командой подрыва;

обратный отсчет задержки подрыва, соответствующей каждому электронному детонатору, начиная с момента синхронизации, соответствующего моменту окончания обратного отсчета задержки синхронизации, и

подрыв каждого электронного детонатора по окончании обратного отсчета задержки подрыва.

Таким образом, последовательность команд подрыва выдается, например, пультом управления так, чтобы по меньшей мере одна из команд подрыва была принята приемным устройством.

Каждая команда подрыва имеет соответствующую задержку синхронизации, при этом продолжительность, представленная обратным отсчетом задержки синхронизации, является разной для разных команд подрыва. Действительно, продолжительность, представленная обратным отсчетом задержки синхронизации, зависит от момента, когда выдается команда подрыва, относительно целевого момента синхронизации.

Отметим, что для обратного отсчета задержки синхронизации приемное устройство учитывает момент, в который получена команда подрыва. Действительно, поскольку время распространения команд подрыва является пренебрежимо малым, момент выдачи команды подрыва и момент приема команды приемным устройством близки.

Момент синхронизации определяется как момент времени, в который обратный отсчет задержки синхронизации заканчивается, и начиная с которого осуществляется обратный отсчет задержки подрыва, связанный с электронным детонатором. Другими словами, задержка синхронизации, соответствующая команде подрыва, позволяет получить момент синхронизации путем отсчета задержки синхронизации, начиная с приема команды подрыва.

В реальности время выполнения (или время обработки) является величиной, заключенной между концом обратного отсчета задержки синхронизации и моментом, когда активируется обратный отсчет задержки подрыва, соответствующий электронному детонатору. Поскольку это время выполнения является пренебрежимо малым, далее в описании считается, что обратный отсчет времени задержки, соответствующего детонатору, начинается, когда достигается конец обратного отсчета задержки синхронизации.

Этот момент синхронизации должен быть общим для активации обратного отсчета задержки подрыва для всех электронных детонаторов. Действительно, чтобы подрыв всех детонаторов осуществлялся синхронно, очень важно, чтобы обратный отсчет задержек подрыва запускался синхронно, начиная с этого момента синхронизации.

Следовательно, связывая задержку синхронизации с каждой командой подрыва из последовательности, можно получить момент синхронизации независимо от полученной команды подрыва.

Кроме того, множественность выданных команд подрыва позволяет приемному устройству повысить вероятность приема по меньшей мере одной команды подрыва.

В результате повышается надежность приема информации о подрыве, то есть надежность срабатывания всех электронных детонаторов, при сохранении хорошей синхронизации подрыва.

Согласно одному признаку, этап приема реализуется приемным устройством, которое ассоциировано с единственным электронным детонатором и является составной частью электронного детонатора, при этом этап обратного отсчета задержки синхронизации и этап обратного отсчета задержки подрыва выполняются электронным детонатором.

Таким образом, в этом варианте осуществления детонатор содержит приемное устройство, и команда подрыва принимается электронным детонатором. Следовательно, момент синхронизации соответствует моменту, в который завершается обратный отсчет задержки синхронизации, связанный с принятой командой подрыва.

Отметим, что модули, образующие электронный детонатор, могут размещаться в одном и то же корпусе или в разных корпусах. Например, в одном возможном варианте осуществления некоторые модули, такие как модули радиосвязи, помещаются в отдельный корпус от остальных модулей детонатора, чтобы можно было разместить модуль радиосвязи над землей, тогда как остальная часть электронного детонатора находится в отверстии, пробуренном в земле.

Согласно одному признаку, этап приема выполняется приемным устройством, которое связано с несколькими электронными детонаторами, при этом способ подрыва включает, кроме того, этап приема каждым электронным детонатором момента синхронизации, этап обратного отсчета задержки синхронизации выполняется приемным устройством, и этап обратного отсчета задержки подрыва выполняется каждым электронным детонатором после приема момента синхронизации.

В этом варианте осуществления после того, как обратный отсчет задержки синхронизации, связанный с полученной командой подрыва, завершился, приемное устройство опрашивает полученные моменты синхронизации на соответствующие электронные детонаторы, чтобы они начали обратный отсчет задержки подрыва.

Отметим, что обратный отсчет задержки подрыва в детонаторе не начинается до тех пор, пока детонатор не получит момент синхронизации. Таким образом, существует небольшое расхождение между временем синхронизации, определяемым приемным устройством как момент, в который завершен подсчет задержки синхронизации, и временем, когда начинается обратный отсчет задержки подрыва. Поскольку это расхождение незначительно, считается, что обратный отсчет задержки срабатывания начинается с момента синхронизации, определенного приемным устройством.

Согласно одному признаку способ подрыва включает этапы дополнительного приема команд подрыва из указанной последовательности выданных команд подрыва, содержащей по меньшей мере две команды подрыва, при этом отсчет задержки синхронизации обновляется при каждом дополнительном приеме команды подрыва с задержкой синхронизации, соответствующей полученной команде подрыва.

Например, способ подрыва может включать этап приема второй команды подрыва, при этом отсчет задержки синхронизации обновляется с задержкой синхронизации, соответствующей указанной второй принятой команде подрыва.

Следовательно, при каждом приеме команды подрыва обратный отсчет задержки синхронизации обновляется со значением задержки синхронизации, связанной с последней принятой командой подрыва.

Таким образом, временной дрейф в отсчете задержки синхронизации сводится к минимуму. Действительно, чем больше задержка синхронизации, тем больше временной дрейф. Таким образом, обновление задержки синхронизации ограничивает временной дрейф.

Как следствие, точность синхронизации еще больше повышается.

Согласно одному признаку каждая команда подрыва содержит набор характеристик, относящихся к последовательности команд подрыва.

Согласно одному признаку каждая команда подрыва содержит ассоциированную с ней задержку синхронизации.

Таким образом, приемное устройство выполнено с возможностью извлечения задержки синхронизации при приеме команды подрыва.

Согласно другому признаку способ подрыва включает предварительный этап сохранения в приемном устройстве набора характеристик, относящихся к последовательности команд подрыва.

Этот предварительный этап сохранения позволяет приемному устройству узнавать характеристики, относящиеся к последовательности отправленных команд подрыва и полученных команд подрыва.

Согласно одному признаку каждая команда подрыва содержит информацию об опознавании команды.

Таким образом, каждая команда подрыва может быть идентифицирована в последовательности команд подрыва.

Например, информация относительно опознавания команды содержит идентификационный номер, позволяющий идентифицировать команду среди команд последовательности.

Идентификационный номер может быть порядковым номером в последовательности, при этом в разных вариантах осуществления порядковый номер может возрастать или уменьшаться в последовательности команд.

В одном варианте осуществления все характеристики содержат число команд подрыва в последовательности команд.

Согласно одному признаку набор характеристик включает данные по синхронизации, относящиеся к последовательности команд подрыва, и указанные данные по синхронизации позволяют определить задержки синхронизации, связанные с соответствующими командами подрыва.

Таким образом, приемное устройство знает задержки синхронизации, которые связаны соответственно с полученными командами подрыва.

Согласно одному признаку, данные по синхронизации содержат список задержек синхронизации, связанных с соответствующими командами подрыва.

В этом варианте осуществления приемное устройство хранит таблицу, в которой задержки синхронизации связаны соответственно с командами подрыва. Например, как указано выше, каждая команда подрыва может быть идентифицирована по идентификационному номеру или по порядковому номеру в последовательности. Этот идентификационный номер или порядковый номер в последовательности включен в команду подрыва. Таким образом, когда приемное устройство получает команду подрыва, оно получает из таблицы задержку синхронизации, связанную с полученной командой подрыва.

Согласно одному признаку, данные по синхронизации включают значение временного интервала между выдачей двух последовательных команд подрыва.

В этом варианте осуществления приемное устройство, зная время, прошедшее между передачей последовательных команд, может определить задержку синхронизации, связанную с принятой командой подрыва, зная при этом информацию, относящуюся к опознаванию полученной команды подрыва и, возможно, полное число команд подрыва, имеющихся в последовательности, чтобы определить местонахождение полученной команды подрыва в последовательности.

Отметим, что значение временного интервала между отправкой двух команд подрыва является

постоянным.

Отметим, кроме того, что когда информация, относящаяся к опознаванию команды, содержит идентификационный номер команды, убывающий в последовательности команд подрыва, не требуется знать количество команд подрыва в последовательности команд.

В этом случае необходимо сохранять единственный параметр или данные по синхронизации, причем этот параметр представляет собой временной интервал между двумя последовательными выдачами.

Согласно одному признаку данные по синхронизации содержат список временных интервалов, причем каждый временной интервал связан с двумя последовательными командами подрыва, и временной интервал представляет собой время, прошедшее между передачей двух последовательных команд подрыва.

В этом варианте осуществления величина временных интервалов между выдачами двух последовательных команд подрыва может быть переменной. Так, например, интервал времени между первой и второй командами подрыва может отличаться от интервала времени между второй и третьей командой подрыва.

Таким образом, благодаря данным по синхронизации приемное устройство знает временной интервал, связанный с двумя последовательными командами подрыва, и может определить задержку синхронизации, связанную с полученной командой подрыва, зная также информацию, относящуюся к опознаванию команды, такую как идентификационный номер полученной команды подрыва и, возможно, полное число команд подрыва, имеющих в последовательности, чтобы определить место полученной команды подрыва в последовательности.

Как указывалось ранее, когда информация, относящаяся к опознаванию команды, содержит идентификационный номер команды, убывающий в последовательности команд подрыва, не требуется знать число команд подрыва в последовательности команд.

Согласно одному признаку набор характеристик содержит число команд подрыва в последовательности подрыва.

Этот признак позволяет приемному устройству определить место полученной команды подрыва в последовательности команд подрыва.

Согласно одному признаку набор характеристик включает параметры модуляции, используемые при выдаче команд подрыва последовательности.

Приемное устройство, зная параметры, использовавшиеся для модуляции команды подрыва, может соответствующим образом демодулировать команду подрыва.

Согласно одному признаку параметры модуляции отличаются для разных команд подрыва.

Для модуляции каждой команды подрыва из последовательности можно выбрать наиболее подходящие параметры модуляции.

Согласно одному признаку способ подрыва включает этапы:

определения качества связи между приемными устройствами и устройством, передающим команды подрыва из последовательности подрыва, и

определение по меньшей мере одной характеристики из набора характеристик в зависимости от определенного качества связи.

Таким образом, параметры модуляции, используемые для выдачи каждой команды подрыва, адаптируются в зависимости от качества связи между приемными устройствами и передающим устройством, выдающим команды подрыва.

Передающее устройство, или передатчик, может представлять собой пульт управления или релейное устройство, при этом релейное устройство может быть пусковым устройством или электронным детонатором.

Согласно одному признаку, этап определения качества связи выполняется на основе сообщений, отправленных приемными устройствами на устройство выдачи команд подрыва из последовательности подрыва.

Согласно одному признаку, этап определения качества связи реализуется на основе сообщений, отправленных устройством выдачи команд подрыва из последовательности подрыва на приемные устройства.

В этом варианте осуществления время, затрачиваемое на определение качества связи между устройством передачи команд подрыва из последовательности подрыва и приемными устройствами, сокращается. Действительно, не нужно ждать приема большого числа сообщений от каждого приемного устройства, что позволяет иметь надежную статистику качества связи, как в предыдущем варианте осуществления.

Согласно одному признаку способ подрыва включает этап выдачи устройством выдачи команд подрыва из последовательности подрыва набора характеристик, относящихся к последовательности команд подрыва.

Устройство выдачи команд подрыва из последовательности подрыва отправляет на приемные устройства набор характеристик, например, при развертывании электронных детонаторов в полевых

условиях.

Согласно одному варианту осуществления способ подрыва включает этапы выдачи последовательности команд подрыва устройством выдачи команд подрыва из последовательности подрыва.

Например, устройство выдачи команд подрыва из последовательности подрыва является пультом управления.

Согласно другому варианту осуществления, способ подрыва включает этапы выдачи части команд подрыва из последовательности пультом управления и этапы выдачи части команд подрыва последовательности передающим устройством, отличным от пульта управления.

Согласно второму аспекту настоящее изобретение относится к электронному детонатору, содержащему

приемное средство для приема команды подрыва из последовательности выданных команд подрыва, содержащей по меньшей мере две команды подрыва, причем с каждой командой подрыва связана своя задержка синхронизации;

первое средство обратного отсчета, выполненное с возможностью осуществлять обратный отсчет, начиная с момента получения указанной по меньшей мере одной команды подрыва, указанной задержки синхронизации, связанной с указанной полученной командой подрыва;

второе средство обратного отсчета, выполненное с возможностью осуществлять обратный отсчет задержки подрыва, связанной с электронным детонатором, начиная с момента синхронизации, соответствующего моменту, в который заканчивается указанный отсчет задержки синхронизации, и

средство подрыва для подрыва, когда указанный отсчет указанной задержки подрыва завершен.

В одном варианте осуществления первое и второе средство обратного отсчета образуют единственное средство обратного отсчета, которое предназначено для обратного отсчета задержки синхронизации и задержки подрыва.

Согласно одному признаку электронный детонатор содержит средство хранения для хранения набора характеристик, относящихся к последовательности команд подрыва.

В третьем аспекте настоящее изобретение относится к передающему устройству, содержащему средство передачи, способное выдавать последовательность команд подрыва системы электронных детонаторов, причем указанная последовательность команд подрыва содержит по меньшей мере две команды подрыва, задержка синхронизации, связанная с каждой командой подрыва, используется для получения момента синхронизации, начиная с которого запускается обратный отсчет задержки подрыва для подрыва электронных детонаторов.

Передающее устройство может быть пультом управления или релейным устройством, выдающим по меньшей мере часть команд подрыва из последовательности подрыва.

В случае релейного устройства оно должно быть способно синхронизироваться с последовательностью команд подрыва, чтобы выдавать некоторые приказы на подрыв в нужный момент.

В четвертом аспекте настоящее изобретение относится к системе подрыва, содержащей передающее устройство согласно изобретению и систему электронных детонаторов согласно изобретению, причем передающее устройство является пусковым пультом.

Электронный детонатор, передающее устройство и система подрыва имеют признаки и преимущества, аналогичные описанным выше в связи со способом подрыва.

Другие особенности и преимущества изобретения выявляются из нижеследующего описания.

На чертежах, приводящихся в качестве неограничивающих примеров,

фиг. 1a схематически показывает систему подрыва нескольких электронных детонаторов, реализующую способ подрыва согласно одному варианту осуществления изобретения;

фиг. 1b является деталью фиг. 1a и показывает элементы электронного детонатора согласно одному варианту осуществления изобретения;

фиг. 1c иллюстрирует детали системы подрыва согласно второму варианту осуществления;

фиг. 2a и 2b показывают диаграммы, иллюстрирующие передачу во времени последовательности команд подрыва;

фиг. 3 схематически показывает площадку с элементами системы подрыва согласно одному варианту осуществления изобретения и

фиг. 4 показывает схему способа подрыва согласно одному варианту осуществления изобретения.

Фиг. 1a схематически показывает систему подрыва 200 нескольких электронных детонаторов 1, реализующую способ подрыва согласно одному варианту осуществления изобретения.

Система подрыва 200 содержит блок или пульт управления 2 и совокупность детонаторов 1. В показанной схеме пульт управления 2 соединен с электронными детонаторами 1 посредством электрических проводов или кабелей 4. Разумеется, изобретение применимо и к системам подрыва, в которых пульт управления и электронные детонаторы соединены друг с другом беспроводными средствами связи.

Система подрыва 200 может содержать один или несколько пусковых пультов (не показаны), сообщающихся обычно по радио с пультом управления 2 в системе подрыва.

Отметим, что для упрощения чертежей и описания здесь показан всего один пульт 2, соединенный с системой детонаторов 1. Однако система подрыва 200 может содержать несколько пусковых пультов, соединенных соответственно с системами детонаторов 1. Пульт управления 2 выдает сообщения, предназначенные для пусковых пультов, эти сообщения затем передаются пусковыми пультами на систему электронных детонаторов 1.

Пульт управления 2 согласно изобретению содержит передающее средство 20, предназначенное для передачи последовательности команд подрыва на электронные детонаторы 1. Последовательность команд подрыва содержит по меньшей мере две команды подрыва.

С каждой командой подрыва из последовательности связана задержка синхронизации. Эта задержка синхронизации используется для получения момента синхронизации, начиная с которого включается обратный отсчет задержки подрыва для подрыва электронных детонаторов 1.

Отметим, что задержки синхронизации, связанные соответственно с командами подрыва из последовательности, отличаются.

На фиг. 1b показаны элементы электронного детонатора 1 согласно одному варианту осуществления.

Каждый электронный детонатор 1 содержит по меньшей мере следующие средства, способные осуществить способ подрыва согласно изобретению.

Так, электронный детонатор 1 содержит приемное средство 10, предназначенное для приема команд подрыва, поступающих, например, с пульта управления 2.

В частности, приемное средство 10 является приемным устройством, предусмотренным для получения команд подрыва из последовательности команд подрыва. Приемное средство 10 в зависимости от вариантов осуществления является устройством проводного или беспроводного типа.

Как указано выше, с каждой командой подрыва связана разная задержка синхронизации, чтобы получить в конце обратного отсчета каждой задержки синхронизации единый момент синхронизации, начиная с которого все электронные детонаторы 1 запускают синхронизировано обратный отсчет задержки подрыва.

Чтобы реализовать обратный отсчет задержки синхронизации, каждый электронный детонатор 1 содержит первое средство обратного отсчета 11 (называемое также счетчиком задержки синхронизации), предназначенное для обратного отсчета, начиная с момента получения команды подрыва, задержки синхронизации, связанной с полученной командой подрыва.

Электронный детонатор 1 содержит также второе средство обратного отсчета 12 (также называемое счетчиком задержки подрыва), предназначенное для обратного отсчета задержки подрыва, связанной с электронным детонатором 1.

Обратный отсчет задержки подрыва начинается с момента синхронизации, соответствующего моменту времени, в который завершается указанный обратный отсчет задержки синхронизации.

Средства обратного отсчета могут содержать интегральные схемы, известные специалисту, предназначенные для осуществления обратного отсчета задержки. В зависимости от вариантов осуществления, первое средство обратного отсчета 11 отличается от второго средства обратного отсчета 12, или они реализованы как общее средство обратного отсчета.

Кроме того, электронный детонатор 1 содержит переключатель 13, расположенный между средством подрыва, или головкой капсюля, или капсюлем 14 и модулем 15 аккумуляции энергии, хранящим источник энергии, необходимый для подрыва электронного детонатора 1. Переключатель 13 по умолчанию находится в открытом положении в фазах, на которых электронный детонатор 1 не срабатывает. Переключатель 13 находится в закрытом положении, когда электронный детонатор 1 срабатывает. Таким образом, как только обратный отсчет задержки подрыва будет завершен, переключатель 13 приводится в закрытое положение, и энергия, содержащаяся в модуле 15 аккумуляции энергии, разряжается в головку капсюля 14, вызывая подрыв электронного детонатора 1.

На фиг. 1c показаны элементы системы подрыва согласно второму варианту осуществления. В этом варианте осуществления система подрыва содержит по меньшей мере одно приемное устройство 30', связанное с несколькими электронными детонаторами 1a', 1b'. В частности, приемное устройство 30' соединено проводами с одним или несколькими электронными детонаторами 1a', 1b'. В других вариантах осуществления приемное устройство 30' и электронные детонаторы не соединены проводами, но сообщаются по беспроводной связи.

Приемное устройство 30' может представлять собой пусковой пульт, предназначенный для обмена сообщениями с электронными детонаторами 1a', 1b', для выполнения операции тестирования, программирования или подрыва.

Приемное устройство 30' содержит средство приема 10', предусмотренное для приема команд подрыва из последовательности подрыва. Это средство приема 10' аналогично описанному в связи с фигурой 1b.

Кроме того, приемное устройство 30' содержит первое средство отсчета 11', аналогичное описанному в связи с фигурой 1b.

В этом варианте осуществления электронный детонатор 1a', 1b' содержит второе средство отсчета 12', модуль 15' аккумуляирования энергии, средство подрыва 14' и переключатель 13', похожие на описанные в связи с фиг. 1b.

Способ подрыва согласно изобретению описывается ниже с обращением к фиг. 2a и 2b.

Способ описывается в связи с системой подрыва, какая показана на фиг. 1a и 1b. Способ, реализуемый системой подрыва, представленной на фиг. 1c, является аналогичным, но некоторые этапы осуществляются другими элементами системы подрыва.

Как описывается ниже, электронный детонатор 1, реализующий способ подрыва согласно изобретению, принимает одну или несколько команд подрыва из команд подрыва последовательности 100 команд подрыва, выдаваемых, например, пультом управления 2.

Последовательность 100 команд подрыва или последовательность 100 подрыва содержит переменное число команд подрыва, но это число больше или равно двум. В варианте осуществления, показанном на фиг. 2a, последовательность 100 подрыва содержит пять команд подрыва 101, 102, 103, 104, 105.

В этом варианте осуществления каждая команда подрыва выдается пультом управления 2 в моменты передачи $T \times 1$ - $T \times 5$, соответственно. Среди пяти команд подрыва 101, 102, 103, 104, 105 последовательности 100 принимаются только две команды подрыва (вторая и четвертая) 102, 104 в моменты приема $R \times 2$, $R \times 4$.

Отметим, что обычно моменты выдачи близки к соответствующим моментам приема из-за незначительности времени, затрачиваемого на передачу команд подрыва.

Каждая команда подрыва 101, 102, 103, 104, 105 имеет соответствующую задержку синхронизации. В показанном варианте осуществления вторая 102 и четвертая 104 команды подрыва последовательности 100 имеют связанные с ними задержки синхронизации, обозначенные t_2 и t_4 .

Когда команда подрыва 102, 104 получена электронным детонатором 1, соответствующая задержка синхронизации t_2 , t_4 отсчитывается первым средством отсчета 11, начиная с момента приема $R \times 2$, $R \times 4$ команды подрыва 102, 104.

Как только отсчет задержки синхронизации заканчивается (обновленный или нет), вторым средством отсчета 12 начинает отсчитываться задержка подрыва, связанная с электронным детонатором 1. Другими словами, задержка подрыва t_{retard} отсчитывается, начиная с момента синхронизации $1s$.

Когда отсчет задержки подрыва t_{retard} завершен, электронный детонатор 1 срабатывает.

В варианте осуществления, показанном на фиг. 2a, задержка синхронизации t_2 отсчитывается, когда детонатором 1 получена вторая команда 102 из последовательности 100 в момент приема $R \times 2$.

В варианте осуществления, когда вторая команда подрыва 104 принята электронным детонатором 1, отсчет задержки синхронизации обновляется с задержкой синхронизации t_4 , связанной с указанной полученной второй командой подрыва 104 (или четвертой командой подрыва из последовательности).

В представленном варианте осуществления четвертая команда подрыва 104 из последовательности 100 принимается в момент приема $R \times 4$ электронным детонатором 1. Отсчитываемая задержка синхронизации, соответствующая задержке синхронизации t_2 , соответствующей второй команде подрыва 102, обновляется с задержкой синхронизации t_4 , соответствующей четвертой команде подрыва 104.

Таким образом, поскольку отсчет обновляется с задержкой синхронизации, соответствующей команде подрыва, принятой позже, временной дрейф в отсчете задержки синхронизации уменьшается.

Поскольку временной дрейф минимизирован, точность синхронизации электронных детонаторов 1 повышается.

Обновление обратного отсчета задержки синхронизации является необязательным. Другими словами, обратный отсчет задержки синхронизации выполняется с момента приема первой команды подрыва 102.

Задержка синхронизации, связанная с командой подрыва, является частью набора характеристик, относящихся к соответствующей команде подрыва. Набор характеристик, относящихся к команде подрыва, включает данные по синхронизации, относящиеся к последовательности команд подрыва. Эти данные синхронизации содержат задержку синхронизации или данные, позволяющие определить задержки синхронизации, связанные с соответствующими командами подрыва.

Набор характеристик, относящихся к команде подрыва, содержит, помимо данных по синхронизации, другие характеристики, относящиеся к команде подрыва 101-105, как будет описано ниже.

Например, данные по синхронизации содержат список задержек синхронизации t_1 - t_5 , связанных соответственно с командами подрыва 101-105.

В одном варианте осуществления набор характеристик, относящихся к каждой команде подрыва 101-105, включает информацию, относящуюся к опознаванию команды. Например, команда подрыва 101-105 может быть идентифицирована в последовательности 100 подрыва по идентификационному номеру.

Идентификационный номер может быть порядковым номером, указывающим место команды подрыва 101-105 в последовательности 100 подрыва.

В последовательности 100 подрыва порядковые номера команд подрыва могут быть возрастающими или убывающими, в зависимости от разных вариантов осуществления.

Отметим, что когда идентификационный номер команды убывает в последовательности 100 подрыва, нет необходимости знать число команд подрыва в последовательности 100 подрыва.

В одном варианте осуществления набор характеристик, относящихся к команде подрыва, таких как задержки синхронизации, связанные с командами подрыва, может быть включен соответственно в команды подрыва 101-105. Когда команда подрыва 101-105 получена электронным детонатором 1, задержка синхронизации t_{1-15} извлекается из полученной команды подрыва 102, 104, чтобы выполнить отсчет.

В другом варианте осуществления набор характеристик, относящихся к последовательности 100 подрыва, заранее сохранен в электронных детонаторах 1. Таким образом, в этом варианте осуществления задержки синхронизации, связанные с командами подрыва 101-105, хранятся в электронном детонаторе 1.

В одном варианте осуществления данные синхронизации включают в себя список задержек синхронизации, связанных с соответствующими командами подрыва.

Следовательно, когда команда подрыва 101-105 принята электронным детонатором 1, задержка синхронизации, связанная с порядковым номером команды, определяется из списка задержек синхронизации.

Согласно другим вариантам осуществления, данные по синхронизации содержат значение временного интервала между выдачей двух последовательных команд подрыва.

Фиг. 2b показывает случай способа подрыва, в котором задержка синхронизации, связанная с командой подрыва, определяется из значений временных интервалов между выдачей двух последовательных команд подрыва 101'-109'.

Временные интервалы между каждой выдачей двух последовательных команд из последовательности могут быть одинаковыми или разными.

Если интервалы разные, данные по синхронизации могут содержать список временных интервалов.

В этом варианте осуществления набор характеристик содержит число команд подрыва 101'-109' в последовательности 100' подрыва.

В этом варианте осуществления электронный детонатор 1 способен определять задержку синхронизации, связанную с полученной командой подрыва 101'-109', зная идентификационный номер полученной команды подрыва, число команд подрыва 101'-109' в последовательности 100' подрыва и временной интервал между командами подрыва 101'-109'.

На фиг. 2b показана выдача последовательности 100' команд подрыва на временной шкале t . Последовательность 100' содержит девять команд 101'-109' подрыва, выданных соответственно в моменты выдачи $T \times 1 - T \times 9$.

Из девяти команд подрыва 101'-109' в последовательности 100' подрыва пять получены электронным детонатором 1 в моменты получения $R \times 2 - R \times 4$, $R \times 6$ и $R \times 7$.

Временные интервалы $\Delta t_1 - \Delta t_8$ между каждой выдачей двух последовательных команд подрыва, а также временной интервал Δt_9 , соответствующий последней выдаче в этом примере, были ранее сохранены в электронном детонаторе 1.

В этом варианте осуществления обратный отсчет задержки синхронизации начиная с момента приема команды подрыва, содержит несколько отсчетов частичных задержек, при этом частичные задержки соответствуют временным интервалам $\Delta t_1 - \Delta t_9$.

Другими словами, задержка синхронизации формируется суммой временных интервалов между моментами $T \times 1 - T \times 9$ выдачи команд подрыва.

По окончании обратного отсчета последней частичной задержки, или временного интервала, соответствующего последней команде подрыва (здесь девятой команде 109'), выполняется обратный отсчет задержки подрыва, связанный с электронным детонатором 1, при этом подрыв электронного детонатора 1 реализуется сразу по завершении обратного отсчета задержки подрыва.

Отметим, что хотя электронным детонатором 1 получены не все команды, выполняются частичные отсчеты, соответствующие отсчетам интервалов времени, связанных со всеми командами подрыва последовательности 100', начиная с первого приема команды подрыва.

Следует отметить, кроме того, что электронный детонатор 1 должен знать число команд подрыва 101'-109' в последовательностях 100' подрыва, чтобы можно было определить подлежащую отсчету задержку синхронизации.

На показанной схеме первая полученная команда подрыва соответствует второй команде 102' последовательности. Эта команда принимается в момент приема $R \times 2$. В этот момент начинается отсчет частичной задержки Δt_2 , связанной с этой командой (соответствует временному интервалу между выдачей второй и третьей команд подрыва). В момент приема третьей команды подрыва 103' реализуется

частичный отсчет временного интервала Δt_3 , связанного с этой командой (соответствует временному интервалу между выдачей третьей и четвертой команды подрыва). Это же справедливо для получения четвертой команды подрыва 104'.

В конце обратного отсчета временного интервала, связанного с четвертой командой подрыва 104', активируется временной интервал Δt_5 , связанный с пятой командой подрыва 105', хотя и не полученной электронным детонатором 1. Для этого обновляется первое средство обратного отсчета 11.

Аналогично выполняются отсчеты временных интервалов Δt_8 , Δt_9 , связанных с восьмой 108' и девятой 109' командами подрыва, хотя и не полученными электронным детонатором 1.

Альтернативно, электронные детонаторы 1 выполняют, до выдачи последовательности 100' подрыва, этап определения задержек синхронизации, связанных с соответствующими командами подрыва 101'-109' последовательности 100'. Для этого для каждой команды подрыва определяется сумма частичной задержки, связанной с командой подрыва, и частичных задержек, связанных со следующими командами подрыва в последовательности 100'. В конце этого этапа определения в каждом электронном детонаторе 1 задержка синхронизации ассоциирована с каждой командой подрыва 101'-109' последовательности 100'.

Например, для второй команды подрыва 102' последовательности 100' подрыва определяется сумма частичной задержки Δt_2 (задержка, связанная со второй командой подрыва 102') и частичных задержек Δt_3 - Δt_9 , связанных со следующими командами подрыва.

Как и для варианта осуществления, описанного в связи с фиг. 2а, когда каждая команда подрыва 102', 103', 104', 106', 107' принимается электронным детонатором 1, соответствующая определенная задержка синхронизации отсчитывается первым средством отсчета 11, начиная с момента приема $R \times 2$, $R \times 3$, $R \times 4$, $R \times 6$, $R \times 7$ команды подрыва 102', 103', 104', 106', 107'.

Кроме того, чтобы уменьшить временной дрейф, отсчет задержки синхронизации, связанной с командой подрыва, может обновляться с задержкой синхронизации, связанной с командой подрыва, полученной позднее.

В этом варианте осуществления и, опять со ссылкой на пример, показанный на фиг. 2b, когда вторая команда подрыва 103' принимается электронным детонатором 1, отсчет задержки синхронизации обновляется с задержкой синхронизации, связанной с указанной принятой второй командой подрыва 103' (или третьей командой подрыва в последовательности). Этот процесс обновления отсчета задержки синхронизации осуществляется, когда команды 104', 106' и 107' принимаются электронным детонатором 1.

В одном варианте осуществления сохранение в электронных детонаторах 1 набора характеристик, относящихся к последовательности 100' команд подрыва, осуществляется на этапе сохранения.

Указанный этап сохранения может быть реализован при изготовлении электронных детонаторов 1.

В некоторых вариантах осуществления набор характеристик может обновляться позднее, во время эксплуатации системы подрыва.

В одном варианте осуществления этап сохранения выполняется после получения данных, содержащих набор характеристик, отправленных, например, пультом управления 2.

Например, после того как система подрыва была установлена на площадке и до ее использования пульт управления 2 передает набор характеристик каждому электронному детонатору 1.

Набор характеристик, относящихся к команде подрыва, может также содержать параметры модуляции, используемые при выдаче команд подрыва из последовательности 100, 100'.

В зависимости от вариантов осуществления параметры модуляции могут быть одинаковыми для выдачи всех команд последовательности 100, 100' или могут отличаться для разных выданных команд подрыва.

Под параметрами модуляции понимается способ формирования и отправки сообщений по каналу передачи. Например, параметры модуляции включают в себя тип модуляции, несущую частоту, ширину полосы частот, коэффициент разброса спектра, порядок модуляции, тип корректирующего кодирования.

В некоторых вариантах осуществления характеристики в наборе характеристик могут быть определены на основе качества связи между пультом управления 2 или другим передающим устройством и электронными детонаторами 1.

Качество связи между пультом управления 2 и электронными детонаторами 1 можно определить разными способами.

Так, в зависимости от определенного качества связи, определяются характеристики, относящиеся к последовательности 100, 100' команд подрыва, например, число команд подрыва в последовательности 100, 100' подрыва, которые должны использоваться, чтобы гарантировать уровень надежности прима команд подрыва, задержка синхронизации или данные по синхронизации, такие, как временной интервал между каждой командой подрыва и используемый формат модуляции.

В одном варианте осуществления определение качества связи реализуется на основе сообщений, которыми обмениваются пульт управления 2 и электронные детонаторы 1.

В одном варианте осуществления определение качества связи реализуется на основе сообщений,

отправленных электронными детонаторами 1 на пульт управления 2.

В другом варианте осуществления определение качества связи реализуется на основе сообщений, отправленных пультом управления 2 на электронные детонаторы 1. Этот вариант осуществления выгоден тем, что он реализуется быстрее, чем предыдущий вариант осуществления. Действительно, в предыдущем варианте осуществления необходимо дожидаться получения значительного числа сообщений от каждого электронного детонатора 1, что позволяет иметь надежную статистику качества связи. Когда сообщения, используемые для определения качества связи, отправляются пультом управления 2, только пульт управления должен отправлять большое количество сообщений.

Для определения качества связи каждый электронный детонатор 1 может включать согласно одному варианту осуществления элемент, позволяющий собрать статистику по качеству связи, например, элемент, позволяющий подсчитывать количество сообщений, правильно принятых от пульта управления 2. Это значение может быть позднее отправлено на пульт управления 2, например, по его особому запросу, чтобы рассчитать коэффициент пакетных ошибок (или PER от Packet Error Rate) для каждого электронного детонатора 1.

В качестве неограничивающего примера, приводимого для иллюстрации описания, если желательная вероятность отказа ниже 10^{-3} для каждого электронного детонатора 1, и частота ошибок, полученная для системы электронных детонаторов, увеличивается на 10^{-1} , необходимо повторить команду подрыва минимум 3 раза, чтобы обеспечить желаемую надежность.

Разумеется, в зависимости от выбранного критерия количество сообщений, которыми обмениваются пульт управления 2 и электронные детонаторы 1, должно адаптироваться на основе заданного критерия надежности. Критерием надежности может быть условие, что полная вероятность отказа системы электронных детонаторов не превышает определенное пороговое значение. Можно также проанализировать изменение во времени канала связи, например, для радиосвязи, подверженной внешним помехам.

Как указано ниже, в зависимости от определенного качества связи определяются характеристики, относящиеся к последовательности 100, 100' подрыва, например, число команд подрыва, которое необходимо использовать, чтобы гарантировать уровень надежности приема команды подрыва, задержка синхронизации или данные по синхронизации, такие, как временной интервал между каждой командой подрыва, и используемый формат модуляции.

В варианте осуществления, показанном на фиг. 2b, используются разные параметры модуляции для выдачи разных команд подрыва.

Отметим, что в зависимости от типа используемой модуляции, команды подрыва принимаются электронными детонаторами 1 с большей или меньшей временной точностью. Преимущество высокой точности времени приема напрямую связано с точностью синхронизации электронных детонаторов 1. Однако более высокая точность времени приема получается обычно в ущерб другим критериям, обычно чувствительности приемника, то есть радиусу действия или надежности связи.

С учетом этого последовательность 100' команд подрыва может содержать группы команд подрыва, выдаваемые с разными параметрами модуляции.

В одном варианте осуществления первая группа 100a' команд подрыва отправляется с параметрами модуляции, обеспечивающими хорошую надежность связи. Параметры модуляции этой первой группы выбираются так, чтобы гарантировать надежность приема по меньшей мере одной команды подрыва из этой первой группы 100a'. Выбор этих параметров модуляции специалистам известен и не требует здесь описания.

Дополнительные группы команд подрыва могут быть отправлены позднее с параметрами модуляции, позволяющими лучшую временную точность приема первой группы команд подрыва, несмотря на более низкую надежность приема.

В примере, показанном на фиг. 2b, первая группа команд 100a' подрыва использует первые параметры модуляции, позволяющие иметь высокую надежность приема. Вторая группа команд 100b' подрыва использует вторые параметры модуляции, позволяющие иметь лучшую временную точность приема, но более низкую надежность приема, чем первые параметры модуляции. Третья группа команд 100c' подрыва использует третьи параметры модуляции, позволяющие иметь еще лучшую временную точность приема, но более низкую надежность приема, чем вторые параметры модуляции.

В других вариантах осуществления параметры модуляции различаются для каждой команды подрыва последовательности 100, 100' и меняются от параметров, позволяющих лучшую надежность и самую низкую временную точность приема до параметров, позволяющих самую низкую надежность и самую высокую временную точность приема.

Как указано выше, выдача последовательности подрыва реализуется пультом управления 2. Кроме того, в зависимости от вариантов осуществления пульт управления 2 может отправлять на электронные детонаторы 1 набор характеристик, относящихся к последовательности 100, 100' команды подрыва.

В других вариантах осуществления часть команд подрыва из последовательности 100, 100' выдается пультом управления, а другие части команд подрыва последовательности 100, 100' выдаются одним или несколькими передающими устройствами, отличными от пульта управления.

В других вариантах осуществления, использующихся, например, когда электронные детонаторы особенно удалены от пульта управления или когда имеются препятствия для сигнала между пультом управления и детонаторами (для радиосвязи), система подрыва содержит релейные устройства, предназначенные для отправки части команд последовательности 100, 100' подрыва. В некоторых вариантах осуществления электронный детонатор может представлять собой релейное устройство, то есть он содержит средства, необходимые для осуществления передачи команд подрыва.

Фиг. 3 схематически показывает площадку, на которой установлена система подрыва 200' согласно одному варианту осуществления, содержащая электронные детонаторы 1, пульт управления 2 и релейные устройства 3.

На фиг. 3 электронные детонаторы 1 и пульт управления 2 такие же, как описанные в связи с фиг. 1a и 1b. Однако электронные детонаторы могут быть подключены к одному или нескольким пусковым пультам или, например, так, как в варианте осуществления, описанном в связи с фиг. 1c.

Например, пульт управления 2 выдает часть команд из последовательности команд 100, 100' подрыва. Релейные устройства 3, зная набор характеристик $t1-t5$; $\Delta t1-\Delta t9$ последовательности 100, 100' подрыва, после приема команды подрыва рассчитывают моменты выдачи $T \times 1-T \times 5$; $T \times 1-T \times 9$ будущих команд подрыва. Каждое релейное устройство 3, в свою очередь, выдает часть команд подрыва из последовательности подрыва. Для этого релейные устройства 3 должны быть идентифицированы заранее, и их вклад в передачу последовательности подрыва должен быть заранее спланирован.

Порядок вмешательства релейного устройства 3 в последовательности подрыва и количество команд, выданных каждым релейным устройством 3, могут быть, конечно, переменными и зависят от топологии сети. Например, каждое из релейных устройств 3 может выдавать все команды подрыва по очереди, или же выдавать, каждое, единственную команду подрыва по очереди перед повторением несколько раз этой последовательности передачи единственной команды подрыва.

Пульт управления 2 обязательно должен выдать, по крайней мере, первую команду последовательности подрыва, чтобы инициировать последовательность.

Пульт управления 2 и каждое релейное устройство 3 могут выдавать команды подрыва, используя близкие или разные параметры модуляции.

Фиг. 4 показывает схему, иллюстрирующую вариант осуществления способа команды подрыва.

Отметим, что, как описывается ниже, некоторые этапы способа являются факультативными и что они выполняются или не выполняются в зависимости от вариантов осуществления. Кроме того, выполнение этапов способа было описано выше. Способ описывается в отношении первого варианта осуществления системы подрыва 200, показанной на фиг. 1a и 1b.

Способ, показанный на фиг. 4, включает этап определения качества связи E01 между приемным устройством и передающим устройством. В первой варианте осуществления (фиг. 1a и 1b) определенное качество связи соответствует качеству связи между электронными детонаторами 1 и пультом управления 2.

Затем способ включает этап E02 определения по меньшей мере одной характеристики из набора характеристик в зависимости от качества связи, определенного на предыдущем этапе определения E01.

В одном, непоказанном, варианте осуществления набор характеристик последовательности подрыва передается на электронные детонаторы пультом управления.

В показанном варианте осуществления способ подрыва включает предварительный этап E03 сохранения в электронных детонаторах 1 набора характеристик, относящихся к последовательности команд 100, 100' подрыва.

После того, как характеристики последовательности 100, 100' подрыва определены и сохранены, передающее устройство, такое как пульт управления 2, выполняет этап E100 выдачи последовательности 100, 100' подрыва.

Способ подрыва включает этап приема E10 команды подрыва. Эта команда подрыва является частью последовательности выданных команд подрыва, содержащей по меньшей мере две команды подрыва.

После получения команды подрыва способ включает этап E20 обратного отсчета задержки синхронизации, связанной с полученной командой подрыва, реализуемый с момент получения команды подрыва.

Факультативно, способ подрыва включает этапы получения дополнительных команд подрыва в последовательности 100, 100' подрыва. В показанном примере способ подрыва включает этап E11 приема второй команды подрыва (например, четвертой команды подрыва 104 в случае, показанном на фигуре 2a).

Согласно показанному варианту осуществления способ подрыва включает этап E21 обновления отсчета задержки синхронизации с задержкой синхронизации (например, $t4$ в случае фиг. 2a), связанной со второй полученной командой подрыва.

После завершения обратного отсчета задержки синхронизации способ подрыва инициирует этап E30 обратного отсчета задержки подрыва, связанной с электронным детонатором 1, начиная с момента синхронизации Is .

После завершения обратного отсчета задержки подрыва способ подрыва инициирует этап E40 подрыва электронного детонатора 1.

Когда способ реализуется системой подрыва, какая показана на фиг. 1с, этап приема E10 команды подрыва и этап E20 отсчета задержки синхронизации выполняются приемным устройством или устройствами 30'.

Кроме того, набор характеристик, относящихся к последовательности команд 100, 100' подрыва, хранится в приемном устройстве или устройствах на этапе хранения E03. В этом варианте осуществления, после того как момент синхронизации будет определен, он передается на электронные детонаторы 1, 1a', 1b', которые с ним связаны. Таким образом, каждый электронный детонатор 1, 1a', 1b' выполняет этап приема момента синхронизации, за которым следует этап обратного отсчета (E30) задержки подрыва.

Разумеется, возможны и другие варианты осуществления способа подрыва. Например, характеристики последовательности подрыва могут не определяться на основе качества связи. Кроме того, эти характеристики могут не передаваться пультом до отправки последовательности подрыва. В этом случае характеристики, относящиеся к последовательности, такие как задержки синхронизации, связанные с каждой командой подрыва, включаются в команду подрыва.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ подрыва системы электронных детонаторов, причем каждый электронный детонатор (1) имеет соответствующую ему задержку подрыва (t_{retard}), причем способ отличается тем, что он включает следующие этапы:

прием (E10) приемным устройством (10; 30'), связанным с одним или несколькими электронными детонаторами (1), команды подрыва из последовательности (100, 100') отправленных команд подрыва, содержащей по меньшей мере две команды подрыва, при этом каждой команде подрыва соответствует своя задержка синхронизации (t_2, t_4);

обратный отсчет (E20), начиная с момента приема упомянутой команды подрыва, задержки синхронизации (t_2, t_4), связанной с упомянутой принятой командой подрыва;

обратный отсчет (E30) упомянутой задержки подрыва (t_{retard}), соответствующей каждому электронному детонатору (1), начиная с момента (I_s) синхронизации, соответствующего моменту окончания обратного отсчета задержки синхронизации (t_2, t_4), и

подрыв (E40) каждого электронного детонатора (1) по окончании обратного отсчета задержки подрыва.

2. Способ подрыва по п.1, отличающийся тем, что этап приема выполняется приемным устройством (10), связанным с единственным электронным детонатором (1) и являющимся частью электронного детонатора, этап обратного отсчета (E20) задержки синхронизации и этап обратного отсчета (E30) задержки подрыва выполняются электронным детонатором (1).

3. Способ подрыва по п.1, отличающийся тем, что этап приема выполняется приемным устройством (30'), связанным с несколькими электронными детонаторами (1), причем способ подрыва дополнительно включает в себя этап приема каждым электронным детонатором момента синхронизации, при этом этап обратного отсчета (E20) задержки синхронизации выполняется приемным устройством (30'), и этап обратного отсчета (E30) задержки подрыва выполняется каждым электронным детонатором после приема момента синхронизации.

4. Способ подрыва по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что он включает дополнительные этапы приема (E11) команд подрыва из упомянутой выданной последовательности команд подрыва, содержащей по меньшей мере две команды подрыва, причем обратный отсчет задержки синхронизации обновляется (E21) при каждом дополнительном приеме команды подрыва с задержкой синхронизации (t_2, t_4), связанной с упомянутой принятой командой подрыва.

5. Способ подрыва по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что каждая команда подрыва содержит набор характеристик, относящихся к последовательности (100, 100') команд подрыва.

6. Способ подрыва по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что команда подрыва содержит информацию, относящуюся к опознаванию команды.

7. Способ подрыва по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что он включает предварительный этап сохранения (E03) в приемных устройствах (10; 30') набора характеристик, относящихся к последовательности (100, 100') команд подрыва.

8. Способ подрыва по любому из пп.5-7, отличающийся тем, что упомянутый набор характеристик включает в себя данные по синхронизации, относящиеся к последовательности (100, 100') команд подрыва, причем упомянутые данные по синхронизации позволяют определить задержку синхронизации (t_2, t_4), связанную соответственно с командами подрыва.

9. Способ подрыва по п.8, отличающийся тем, что упомянутые данные по синхронизации включают список задержек синхронизации (t_1 - t_5), связанных соответственно с командами подрыва.

10. Способ подрыва по п.8, отличающийся тем, что упомянутые данные по синхронизации включа-

ют в себя значение интервала времени между выдачей двух последовательных команд подрыва.

11. Способ подрыва по п.8, отличающийся тем, что упомянутые данные по синхронизации содержат список временных интервалов ($\Delta t_1 - \Delta t_9$), каждый временной интервал ($\Delta t_1 - \Delta t_9$) соответствует двум последовательным командам подрыва, причем временной интервал ($\Delta t_1 - \Delta t_9$) означает время между выдачей двух последовательных команд подрыва.

12. Способ подрыва по любому из пп.5-11, отличающийся тем, что упомянутый набор характеристик включает число команд подрыва в последовательности подрыва (100, 100').

13. Способ подрыва по любому из пп.5-12, отличающийся тем, что упомянутый набор характеристик включает в себя параметры модуляции, используемые при отправке команд подрыва последовательности (100, 100').

14. Способ подрыва по п.13, отличающийся тем, что упомянутые параметры модуляции для разных команд подрыва разные.

15. Способ подрыва по любому из пп.5-14, отличающийся тем, что он включает следующие этапы:
определение (E01) качества связи между приемными устройствами (10; 30') и устройствами (2, 3) передачи команд подрыва последовательности подрыва и
определение (E02) по меньшей мере одной характеристики из набора характеристик в зависимости от упомянутого определенного качества связи.

16. Способ подрыва по п.15, отличающийся тем, что упомянутый этап определения качества связи (E01) выполняется в зависимости от сообщений, отправленных приемными устройствами (10; 30') на устройство (2, 3) передачи команд подрыва последовательности подрыва.

17. Способ подрыва по любому из пп.15 или 16, отличающийся тем, что упомянутый этап определения качества связи (E01) выполняется в зависимости от сообщений, посланных устройством (2, 3) передачи команд подрыва последовательности подрыва на приемные устройства (10; 30').

18. Способ подрыва по любому из пп.7-17, отличающийся тем, что он включает в себя этап выдачи упомянутого набора характеристик устройством (2, 3) выдачи команд подрыва из последовательности подрыва.

19. Способ подрыва по любому из пп.1-18, отличающийся тем, что он включает в себя этапы выдачи (E100) упомянутой последовательности (100, 100') команд подрыва устройством (2, 3) выдачи команд подрыва из последовательности подрыва.

20. Способ подрыва по любому из пп.1-18, отличающийся тем, что он включает в себя этапы выдачи части команд подрыва последовательности (100, 100') пультом управления (2) и этапы выдачи части команд подрыва последовательности (100, 100') передающим устройством, отличным от пульта управления.

21. Электронный детонатор, отличающийся тем, что он содержит
приемное средство (10) для приема команды подрыва из последовательности (100, 100') выданных команд подрыва, содержащей по меньшей мере две команды подрыва, причем каждой команде подрыва соответствует задержка синхронизации (t_2 , t_4);

первое средство обратного отсчета (11), выполненное с возможностью осуществления обратного отсчета, начиная с момента приема упомянутой команды подрыва (100, 100'), задержки синхронизации (t_2 , t_4), соответствующей упомянутой принятой команде подрыва;

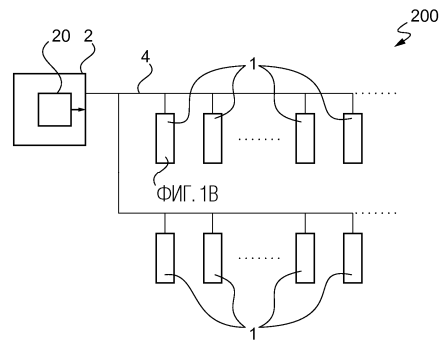
второе средство обратного отсчета (12), выполненное с возможностью осуществления обратного отсчета задержки подрыва (t_{retard}), соответствующей электронному детонатору (1), начиная с момента синхронизации (I_s), соответствующего моменту окончания упомянутого обратного отсчета задержки синхронизации (t_2 , t_4); и

средство подрыва (14) для осуществления подрыва, когда упомянутый отсчет упомянутой задержки подрыва (t_{retard}) завершен.

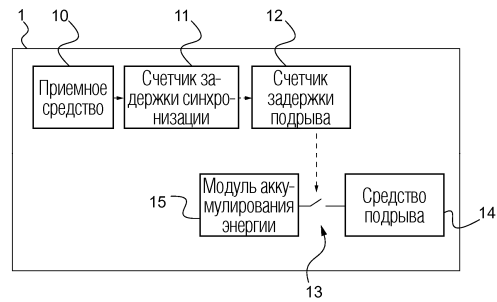
22. Электронный детонатор по п.21, отличающийся тем, что он содержит средство хранения для хранения набора характеристик, относящихся к последовательности (100, 100') команд подрыва.

23. Передающее устройство, отличающееся тем, что оно содержит средство (20) выдачи, предназначенное для выдачи последовательности (100, 100') команд подрыва на систему электронных детонаторов (1), причем упомянутая последовательность (100, 100') команд подрыва содержит по меньшей мере две команды подрыва, при этом каждой команде подрыва соответствует задержка синхронизации (t_2 , t_4), используемая для получения момента синхронизации (I_s), с которого начинается обратный отсчет задержки подрыва (t_{retard}) для подрыва электронных детонаторов (1).

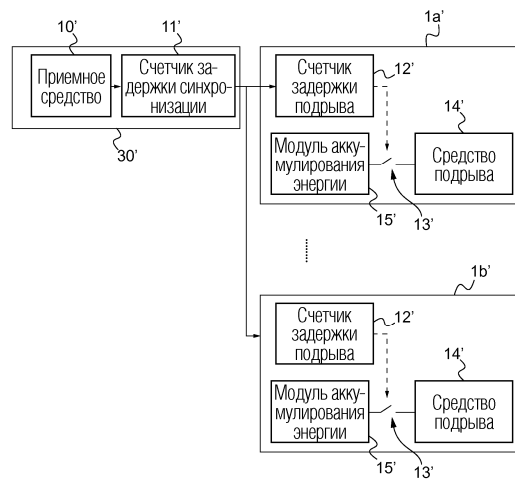
24. Система подрыва для осуществления способа по п.1, содержащая передающее устройство по п.23 и систему (1) электронных детонаторов, причем электронные детонаторы (1) соответствуют одному из пп.21 или 22, а передающее устройство представляет собой пульт подрыва.



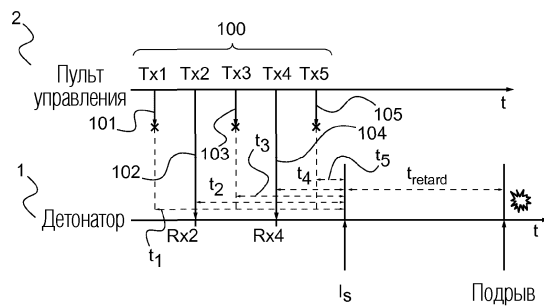
Фиг. 1А



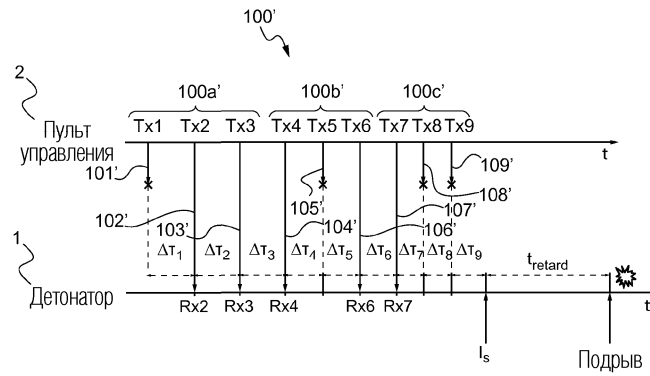
Фиг. 1В



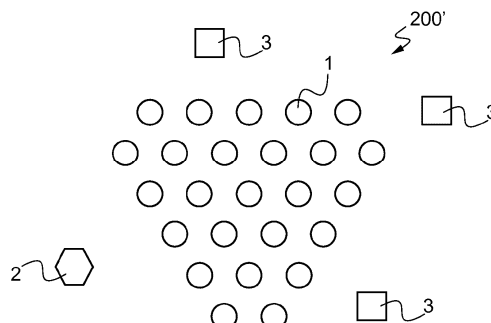
Фиг. 1С



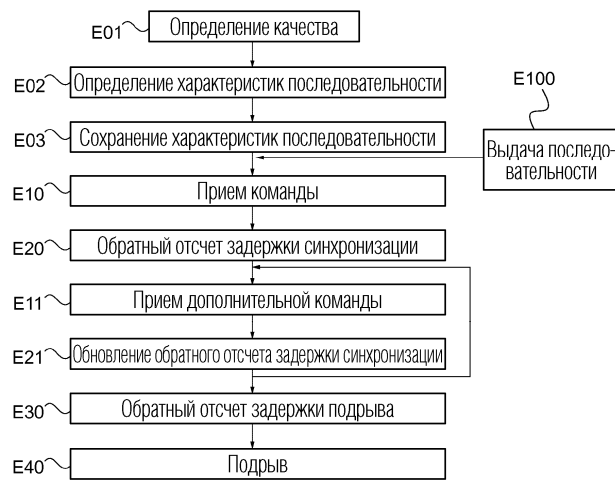
Фиг. 2А



Фиг. 2В



Фиг. 3



Фиг. 4

