

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040333**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.05.20

(21) Номер заявки
202190449

(22) Дата подачи заявки
2019.09.06

(51) Int. Cl. **G01S 13/00** (2006.01)
G01S 7/02 (2006.01)
G01S 7/282 (2006.01)
G01S 7/292 (2006.01)
G01S 7/00 (2006.01)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ГЕНЕРИРОВАНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОГО СИГНАЛА И СООТВЕТСТВЕННЫЕ СПОСОБ И СИСТЕМА РАДИОЛОКАЦИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ

(31) 1858055

(32) 2018.09.07

(33) FR

(43) 2021.06.30

(86) PCT/FR2019/052049

(87) WO 2020/049260 2020.03.12

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ТДФ (FR)

(72) Изобретатель:
Кассер Пьер (FR)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) US-A1-2014035774
US-A1-2017310758

BOK DOMINIK. "Reconstruction and Reciprocal Filter of OFDM Waveforms for DVB-T2 Based Passive Radar" 2018 INTERNATIONAL CONFERENCE ON RADAR (RADAR), IEEE, 27 August 2018 (2018-08-27), pages 1-6 DOI: 10.1109/RADAR.2018.8557339 XP033466140 the whole document

ZHIWEN GAO ET AL. "DVB-T Signal Cross-Ambiguity Functions Improvement for Passive Radar" RADAR 2006: PROCEEDINGS OF 2006 CIE INTERNATIONAL CONFERENCE ON RADAR ; OCT. 16 -19, 2006, SHANGHAI, CHINA, IEEE OPERATIONS CENTER, PISCATAWAY, NJ, 01 October 2006 (2006-10-01), pages 1-4 ISBN: 978-0-7803-9582-4. XP031073317 the whole document

(57) Изобретение относится к способу и устройству для генерирования радиолокационного сигнала. Способ отличается тем, что он содержит этап (18) получения сигнала связи, содержащего кадры, выделенные для связи, и кадры, не выделенные для связи, и этап (20) вставки радиолокационного импульса по меньшей мере в один не выделенный кадр сигнала связи, называемый радиолокационным кадром, для формирования упомянутого радиолокационного сигнала.

B1

040333

040333 B1

Область техники

Изобретение относится к способам и системам радиолокационного обнаружения. В частности, изобретение относится к способам и системам мультистатического радиолокационного обнаружения.

Уровень техники

Система радиолокационного обнаружения позволяет обнаруживать объекты в области, подлежащей контролю, с помощью электромагнитных волн, посылаемых передатчиком в эту область. Электромагнитные волны, которые вступают в контакт с объектом в зоне наблюдения, отражаются этим объектом, и это отражение улавливается приемником. Обработка данных, принятых приемником, позволяет определить такие характеристики объекта, как его положение, скорость, его сущность и т.д. Обнаруженные объекты - это, например, летающие объекты, такие как самолеты, или плавающие объекты, например корабли.

Современные радиолокационные системы подразделяются на разные категории по элементам, которые их составляют: например, радиолокационная система квалифицируется как моностатическая, если передатчик радиолокационной системы и приемник радиолокационной системы подключены к одной и той же антенне и, следовательно, находятся в одном и том же месте. И напротив, радиолокационная система называется мультистатической (многопозиционной), если один или более передатчиков подключены к другой антенне и, как правило, находятся в другом месте относительно антенны приемника.

Среди мультистатических радиолокационных систем обычно используются две технологии: активные радиолокационные системы и пассивные радиолокационные системы.

Активная мультистатическая радиолокационная система использует один или несколько передатчиков, называемых совместными, которые излучают определенный радиолокационный сигнал в направлении контролируемой области, предназначенный для контроля приемником после отражения от обнаруживаемого объекта. Активные мультистатические радиолокаторы обеспечивают, в частности, хорошее радиолокационное обнаружение в зоне наблюдения благодаря использованию конкретного радиолокационного сигнала, при этом позволяя улучшить скрытность приемника, и местоположение последнего не обнаруживается, поскольку он не излучает волны. С другой стороны, передатчики не имеют такой скрытности, и установка системы оказывается сложной и дорогостоящей, поскольку требует создания полной инфраструктуры, служащей для радиолокационного излучения и обнаружения.

Пассивная мультистатическая радиолокационная система использует один или несколько так называемых несовместных передатчиков, которые излучают во множестве направлений сигнал, не предназначенный изначально для случая радиолокационного обнаружения, например сигнал радиовещания или сигнал мобильной телефонии. Приемник улавливает эти сигналы, а также отражения этих сигналов от обнаруживаемого объекта, и соответствующая обработка позволяет их различить. Пассивные мультистатические радиолокаторы обеспечивают повышенную скрытность, поскольку единственная установка, предназначенная для радиолокации - это приемник, который не излучает волн. С другой стороны, отсутствие контроля передаваемого сигнала приводит к потере необходимой точности, по сравнению с активными радиолокаторами, а принятые сигналы требуют значительной обработки для их использования.

Таким образом, эти две технологии различаются в основном сигналами, которые они генерируют и передают в направлении контролируемой области: активная система использует радиолокационный сигнал, предназначенный для радиолокационного обнаружения, который является эффективным, но делает систему обнаруживаемой, а пассивная система использует радиолокационный сигнал, не предназначенный для радиолокатора, что делает систему не обнаруживаемой, но менее эффективной. Следовательно, специалистам в данной области техники необходимо делать выбор между этими двумя типами сигналов в зависимости от того, хотят ли они высокоэффективной или не обнаруживаемой технологии.

Цели изобретения

Изобретение направлено на преодоление, по меньшей мере, некоторых недостатков известных радиолокационных сигналов, используемых в системах и способах обнаружения.

В частности, изобретение также направлено на предоставление по меньшей мере в одном варианте осуществления изобретения способа генерирования радиолокационного сигнала, позволяющего реализовать более эффективное радиолокационное обнаружение.

Изобретение также направлено на предоставление по меньшей мере в одном варианте осуществления способа генерирования радиолокационного сигнала, гарантирующего систему и способ дискретного радиолокационного обнаружения.

Изобретение также направлено на предоставление по меньшей мере в одном варианте осуществления способа генерирования радиолокационного сигнала, который можно использовать благодаря простым и недорогим конфигурациям уже существующей инфраструктуры.

Изобретение также направлено на предоставление по меньшей мере в одном варианте осуществления способа генерирования радиолокационного сигнала, позволяющего увеличить дальность передаваемого радиолокационного сигнала при одновременном улучшении разрешения обнаружения (так называемое "разрешение по дальности" ("range resolution")).

Раскрытие изобретения

Таким образом, изобретение относится к способу генерирования радиолокационного сигнала, отли-

чающемуся тем, что он содержит следующие этапы:

этап получения по меньшей мере одного сигнала связи, содержащего кадры, выделенные для связи, и кадры, не выделенные для связи,

этап вставки радиолокационного импульса по меньшей мере в один кадр, не выделенный для связи, упомянутого по меньшей мере одного сигнала связи, называемый радиолокационным кадром, для формирования упомянутого радиолокационного сигнала.

Таким образом, способ генерирования в соответствии с изобретением позволяет генерировать радиолокационный сигнал, интегрируя один или несколько радиолокационных импульсов в не выделенные кадры по меньшей мере одного сигнала связи, что позволяет объединить преимущества активных и пассивных мультистатических радиолокаторов: упомянутый по меньшей мере один используемый сигнал связи выполнен с возможностью содержания информации о связи, например информации радиосвязи. Упомянутый по меньшей мере один сигнал связи содержит кадры, не выделенные для связи, которые поэтому не используются с целью связи и не принимаются во внимание приемным оборудованием, выполненным с возможностью приема сигнала связи. Тогда, один или несколько не выделенных кадров используются для вставки одного или нескольких радиолокационных импульсов. Эти радиолокационные импульсы позволяют получить более эффективный радиолокационный сигнал, чем сигнал, посланный пассивным радиолокатором, поскольку они специально адаптированы для радиолокационного использования.

Кроме того, радиолокационные импульсы трудно обнаружить внешней системой, которая будет распознавать сигнал связи целиком, и не будет распознавать легко вставленный радиолокационный импульс.

Использование сигнала связи также позволяет использовать уже существующие инфраструктуры связи для излучения радиолокационного сигнала, полученного таким образом, и при этом не требует создания специализированной инфраструктуры, дорогостоящей и сложной в установке.

Преимущественно и в соответствии с изобретением способ генерирования радиолокационного сигнала содержит этап получения команды на передачу радиолокационного импульса, которая обуславливает упомянутый этап вставки.

В соответствии с этим аспектом изобретения радиолокационный импульс вставляется в сигнал связи для формирования радиолокационного сигнала, только если получена команда. Эта команда позволяет управлять вставкой радиолокационного импульса, как это требуется в контексте радиолокационного обнаружения, и, возможно, разрешать удаленное управление этой вставкой.

Преимущественно и в соответствии с изобретением упомянутая команда на излучение радиолокационного импульса содержит одну или несколько из следующих характеристик радиолокационного импульса:

- форма волны радиолокационного импульса,
- возникновение и периодичность радиолокационного импульса,
- длительность радиолокационного импульса,
- мощность радиолокационного импульса,
- продолжительность периода молчания после радиолокационного импульса.

В соответствии с этим объектом изобретения команда также позволяет настроить множество параметров, которым должен соответствовать способ генерирования радиолокационного сигнала: таким образом, оказывается возможным адаптировать, например, мощность, форму, возникновение и длительность радиолокационного импульса, необходимые для радиолокационного обнаружения. Определение характеристик радиолокационного импульса также позволяет лучшее обнаружение последнего, и облегчает различение между радиолокационными кадрами и кадрами, выделенными для связи.

Преимущественно и в соответствии с изобретением способ генерирования радиолокационного сигнала содержит этап добавления заголовка по меньшей мере в один радиолокационный кадр упомянутого по меньшей мере одного радиолокационного сигнала, причем упомянутый заголовок содержит информацию о сущности радиолокационного импульса.

В соответствии с этим аспектом изобретения заголовки позволяют, в частности, предупреждать любое приемное оборудование, предназначенное для использования кадров, выделенных для связи, сигнала связи, о том, что радиолокационные кадры не выделены для связи и, следовательно, содержащиеся в них данные, в данном случае радиолокационный импульс, не должны приниматься во внимание. Это гарантирует то, что вставка радиолокационных импульсов не повлияет на связь, осуществляемую с помощью сигнала связи.

Преимущественно и в соответствии с изобретением упомянутый по меньшей мере один сигнал связи, полученный на упомянутом этапе получения, представляет собой сигнал, использующий протокол связи в соответствии со стандартом DVB-T2, например в соответствии со стандартом ETSI EN 302 755 V1.2.1, и не выделенные кадры упомянутого по меньшей мере одного сигнала связи являются кадрами типа Future Extension Frame (FEF, кадр будущего расширения), определенными в упомянутом стандарте.

В соответствии с этим аспектом изобретения кадры Future Extension Frame - это кадры, предусмотренные в стандарте радиовещания DVB-T2, которые будут предметом будущего использования, связан-

ного, например, с улучшением или расширением первоначально запланированного стандарта, например, для мобильной связи. В этом случае способ в соответствии с изобретением использует эти пустые кадры для вставки радиолокационного импульса, который не имеет отношения к радиовещанию, тем самым отклоняя эти кадры от их первоначального назначения, без прочих последствий для первоначальной службы связи.

В качестве альтернативы, рассматриваемым стандартом связи является американский стандарт ATSC (Advanced Television Systems Committee). В этом случае, упомянутый по меньшей мере один сигнал связи, полученный на этапе получения способа в соответствии с изобретением, является сигналом, использующим протокол связи в соответствии со стандартом ATSC, в частности в соответствии с версией 3.0. Не выделенные кадры упомянутого по меньшей мере одного сигнала связи являются кадрами, аналогичными кадрам FEF (Future Extension Frame) протокола DVB-T2. Следует отметить, что протокол ATSC 3.0 основан на физическом уровне протокола DVB-T2.

В соответствии с другим аспектом изобретения радиолокационный импульс вставляется, по меньшей мере, в радиолокационный кадр из множества сигналов связи, каждый из которых предназначен для излучения на отдельной частоте.

В соответствии с другим признаком изобретения команда на излучение радиолокационного импульса дополнительно содержит частоту, на которой должен излучаться упомянутый по меньшей мере один сигнал связи.

В соответствии с другим признаком изобретения после этапа вставки радиолокационного импульса, множество сигналов связи мультиплексируется для формирования упомянутого радиолокационного сигнала.

В соответствии с другим признаком изобретения радиолокационный импульс вставляется для каждого сигнала из упомянутого множества сигналов связи с задержкой, специфичной для каждого сигнала.

В соответствии с другим признаком изобретения радиолокационный импульс вставляется для данного сигнала связи в момент времени $T_n = T_0 + n \cdot \Delta T$, где ΔT обозначает опорный интервал времени и T_0 обозначает общий опорный момент времени для упомянутого множества сигналов.

В соответствии с другим признаком изобретения опорный интервал времени ΔT равен нулю.

В соответствии с другим признаком изобретения радиолокационный импульс вставляется для каждого сигнала, предназначенного для передачи на частоте $f_n = f_0 + n \cdot \Delta f$, где Δf обозначает опорный частотный интервал, и n обозначает натуральное число, связанное с упомянутым сигналом.

Изобретение также относится к способу радиолокационного обнаружения, отличающемуся тем, что он содержит:

этап генерирования радиолокационного сигнала в соответствии со способом генерирования в соответствии с изобретением,

этап излучения упомянутого сгенерированного радиолокационного сигнала,

этап приема излученного радиолокационного сигнала,

этап извлечения радиолокационного импульса из принятого радиолокационного сигнала.

Радиолокационный сигнал, принятый на этапе приема излученного радиолокационного сигнала, это или радиолокационный сигнал, излучаемый непосредственно, или радиолокационный сигнал, излучаемый и затем отраженный любым объектом, находящимся в зоне наблюдения, в которой радиолокационное обнаружение осуществляется с использованием способа радиолокационного обнаружения.

Изобретение также относится к устройству для генерирования радиолокационного сигнала, отличающемуся тем, что оно содержит:

средство для получения по меньшей мере одного сигнала связи, содержащего кадры, выделенные для связи, и кадры, не выделенные для связи,

средство для вставки радиолокационного импульса по меньшей мере в один кадр, не выделенный для связи, упомянутого по меньшей мере одного сигнала связи, именуемый радиолокационным кадром, для формирования упомянутого радиолокационного сигнала.

Преимущественно, способ генерирования радиолокационного сигнала в соответствии с изобретением реализуется устройством для генерирования радиолокационного сигнала в соответствии с изобретением.

Преимущественно, устройство для генерирования радиолокационного сигнала в соответствии с изобретением реализует способ генерирования радиолокационного сигнала в соответствии с изобретением.

В соответствии с конкретным вариантом осуществления устройство для генерирования радиолокационного сигнала в соответствии с изобретением дополнительно содержит средство мультиплексирования, выполненное с возможностью мультиплексирования множества сигналов связи, в которых посредством упомянутого средства для вставки был вставлен радиолокационный импульс для формирования радиолокационного сигнала.

Изобретение также относится к системе радиолокационного обнаружения, отличающейся тем, что она содержит:

по меньшей мере одно устройство для генерирования радиолокационного сигнала в соответствии с изобретением;

по меньшей мере один передатчик, выполненный с возможностью излучения упомянутого радиолокационного сигнала, сгенерированного устройством для генерирования радиолокационного сигнала,

по меньшей мере один приемник, выполненный с возможностью приема упомянутого радиолокационного сигнала, излучаемого передатчиком,

средство выделения радиолокационного импульса из радиолокационного сигнала, принятого приемником.

Предпочтительно, способ радиолокационного обнаружения в соответствии с изобретением реализуется системой радиолокационного обнаружения в соответствии с изобретением.

Преимущественно в системе радиолокационного обнаружения реализован способ радиолокационного обнаружения.

В соответствии с конкретным вариантом осуществления система радиолокационного обнаружения в соответствии с изобретением дополнительно содержит средство демультиплексирования для демультиплексирования упомянутого радиолокационного сигнала, принятого на выходе упомянутого по меньшей мере одного приемника, во множество сигналов связи, из которых упомянутый радиолокационный импульс извлекается упомянутым средством извлечения.

Изобретение также относится к способу генерирования радиолокационного сигнала, способу радиолокационного обнаружения, устройству для генерирования радиолокационного сигнала и системе радиолокационного обнаружения, отличающимися в совокупности всеми или некоторыми из признаков, упомянутых выше или ниже.

Список чертежей

Другие задачи, признаки и преимущества изобретения будут понятнее при чтении нижеследующего описания, приведенного без ограничения объема изобретения и относящегося к прилагаемым чертежам, на которых:

фиг. 1 изображает схематический вид кадров сигнала связи, полученных в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения,

фиг. 2a - способ генерирования радиолокационного сигнала в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения,

фиг. 2b - устройство для генерирования радиолокационного сигнала в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения,

фиг. 3 - схематический вид радиолокационного сигнала в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения,

фиг. 4 - способ радиолокационного обнаружения в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения,

фиг. 5 - устройство радиолокационного обнаружения в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения,

фиг. 6 - устройство для генерирования радиолокационного сигнала в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения с использованием стандарта DVB-T2,

фиг. 7 - схематическая иллюстрация вставки радиолокационного импульса в набор сигналов связи, предназначенных для мультиплексирования, перед излучением.

Подробное описание варианта осуществления изобретения

Нижеследующие варианты осуществления являются примерами. Хотя описание относится к одному или нескольким вариантам осуществления, это не обязательно означает, что каждая ссылка относится к одному и тому же варианту осуществления или то, что признаки применимы только к одному варианту осуществления. Простые признаки различных вариантов осуществления также могут быть объединены для предоставления других вариантов осуществления.

На фиг. 1 схематично показан сигнал 10 связи, содержащий кадры 12, выделенные для связи, и кадры 14, не выделенные для связи. В данном случае, показанный сигнал 10 связи является сигналом в соответствии со стандартом DVB-T2. Кадры 12, выделенные для связи, называются в соответствии с упомянутым стандартом "кадры T2", тогда как кадры 14, не выделенные для связи, представляют собой, например, кадры типа "Future Extension Frame" (сокращенно FEF), определенные в упомянутом стандарте. Эти кадры FEF 14 присутствуют в стандарте для предвосхищения их изменения, предлагая пустые кадры, которые могут использоваться в качестве возможного расширения стандарта. Символы P1, предшествующие каждому кадру, позволяют различать сущность кадров T2 и FEF, а также их параметры.

Изобретение состоит из способа 16 генерирования радиолокационного сигнала с использованием кадров, не выделенных для связи, сигнала связи, например кадров FEF 14 сигнала 10 связи типа DVB-T2 для вставки радиолокационных импульсов. Как показано на фиг. 2a, способ 16 генерирования радиолокационного сигнала содержит этап 18 получения сигнала 10 связи, содержащего кадры 12, выделенные для связи, и кадры 14, не выделенные для связи, например сигнала DVB-T2, показанного на фиг. 1, и этап 20 вставки радиолокационного импульса по меньшей мере в одном невыделенном кадре 14 сигнала связи, называемом радиолокационным кадром, для формирования упомянутого радиолокационного сиг-

нала. Радиолокационный кадр обозначает, поэтому, не выделенный кадр 14, в который вставлен радиолокационный импульс.

Способ 16 генерирования радиолокационного сигнала преимущественно реализуется устройством 22 для генерирования радиолокационного сигнала, показанным на фиг. 2b, содержащим средство 24 для получения сигнала 10 связи, содержащего кадры 12, выделенные для связи, и кадры 14, не выделенные для связи, и средство 26 для вставки радиолокационного импульса по меньшей мере в один невыделенный кадр 14 сигнала связи, называемый радиолокационным кадром, для формирования упомянутого радиолокационного сигнала. Средство 24 получения и средство 26 вставки устройства для генерирования радиолокационного сигнала представляют собой, например, модули, встроенные в электронный блок управления, компьютер или, более конкретно, модулятор DVB-T2, который может быть предназначен для других задач, в частности для обработки сигнала связи до его получения и обработки радиолокационного сигнала после его генерирования. Модули могут присутствовать в электронном блоке управления, компьютере или модуляторе DVB-T2 в аппаратной или программной форме или в виде комбинации программных и аппаратных средств.

Пример радиолокационного сигнала в результате способа генерирования радиолокационного сигнала показан на фиг. 3. Радиолокационный сигнал 28 показан разделенным на две части для лучшей видимости: коммуникационная часть 30 радиолокационного сигнала 28 и чисто радиолокационная часть 32 радиолокационного сигнала 28. В коммуникационной части 30 радиолокационного сигнала 28 легко видна разница между кадрами 12, выделенными для связи, и кадрами 14, не выделенными для связи: в течение выделенных кадров 12 сигнала связи имеется модуляция коммуникационной части 30 радиолокационного сигнала 28, позволяющая передавать информацию. В течение кадров 14, не выделенных для связи, коммуникационная часть 30 радиолокационного сигнала 28 имеет минимальное постоянное значение и не модулируется: она не содержит информации для связи. Способ 16 генерирования радиолокационного сигнала, представленный на фиг. 2a, позволяет, таким образом, вставить дополнительную информацию в эти кадры 14, не выделенные для связи, причем дополнительной информацией здесь являются радиолокационные импульсы 34, представленные в чисто радиолокационной части 32 радиолокационного сигнала 28. В отличие от коммуникационной части 30 радиолокационного сигнала 28, чисто радиолокационная часть 32 радиолокационного сигнала 28 не содержит какой-либо модулированный сигнал, несущий информацию, т.е. радиолокационные импульсы 34, которые находятся в невыделенных кадрах 14 сигнала. Как видно из фиг. 3, эти радиолокационные импульсы 34 чисто радиолокационной части 32 радиолокационного сигнала 28 обычно имеют меньшую продолжительность, чем кадры 12, выделенные для связи.

На практике, коммуникационная часть 30 сигнала и чисто радиолокационная часть 32 радиолокационного сигнала 28 группируются вместе и, возможно, не разделяются до тех пор, пока не будет обработан радиолокационный сигнал 28, например во время приема радиолокационного сигнала 28.

На фиг. 4 показан способ 36 радиолокационного обнаружения, позволяющий, например, наблюдение за зоной и обнаружение объектов, которые могут в ней перемещаться, а также позволяющий обнаружение характеристик этих объектов, таких как их положение, скорость, характер и т.д.

Способ 36 радиолокационного обнаружения содержит:

этап 38 генерирования радиолокационного сигнала в соответствии со способом 16 генерирования сигнала в соответствии с изобретением, описанным выше в связи с фиг. 2a,

этап 40 излучения радиолокационного сигнала, например, с помощью одного или нескольких передатчиков,

этап 42 приема радиолокационного сигнала, например, приемником,

этап 44 извлечения радиолокационного импульса из радиолокационного сигнала.

Способ 36 радиолокационного обнаружения реализуется, например, системой 46 радиолокационного обнаружения, как показано на фиг. 5.

Система 46 радиолокационного обнаружения является мультистатической радиолокационной системой, содержащей по меньшей мере один передатчик, в данном случае три передатчика 48a, 48b, 48c, которые размещены на антеннах и относительно друг друга в различных местах и отличных от размещения приемника 50. Система 46 радиолокационного обнаружения также содержит по меньшей мере одно устройство 22 генерирования радиолокационного сигнала, реализующее способ 16 генерирования радиолокационного сигнала в соответствии с изобретением. В данном случае, каждый передатчик 48a, 48b, 48c содержит устройство 22a, 22b, 22c для генерирования радиолокационного сигнала и выполнено с возможностью излучения радиолокационного сигнала 28, сгенерированного своим устройством 22a, 22b, 22c для генерирования радиолокационного сигнала во время этапа генерирования радиолокационного сигнала в способе радиолокационного обнаружения. В другом варианте осуществления, не показанном, радиолокационный сигнал может генерироваться одним устройством генерирования радиолокационного сигнала и затем передаваться на все передатчики для его излучения.

Радиолокационный сигнал 28, излучаемый передатчиками, на этапе передачи радиолокационного сигнала способа радиолокационного обнаружения, позволяет обнаруживать в контролируемой зоне объект, в данном случае самолет 52, пересекающий эту зону, посредством отражения радиолокационного сигнала 28 самолетом 52 и приема приемником 50 отраженного радиолокационного сигнала 54. Прием-

ник 50 также обычно непосредственно принимает радиолокационный сигнал 28, излучаемый одним из передатчиков 48a, 48b, 48c.

Средство 56 для выделения радиолокационного импульса из радиолокационного сигнала позволяет обрабатывать радиолокационный импульс отраженного радиолокационного сигнала 54 для определения присутствия объекта и, возможно, его положения, скорости, направления его перемещения, его характера и т.д.

Для повышения эффективности радиолокационного обнаружения приемник 50 должен иметь возможность легко изолировать радиолокационный импульс от радиолокационного сигнала. Таким образом, радиолокационные импульсы могут контролироваться приемником 50, например, посредством формирования команды 58 излучения радиолокационного импульса и передачи этой команды 58 излучения радиолокационного импульса на каждый передатчик 48a, 48b, 48c. Эта команда 58 излучения радиолокационного импульса позволяет проверить несколько параметров или характеристик радиолокационного импульса, в частности:

- форму волны радиолокационного импульса,
- возникновение и периодичности радиолокационного импульса,
- длительность радиолокационного импульса,
- длительность периода молчания после импульса, позволяющего принять эхо, отраженное целью, и т.д.

Эти характеристики, в частности форма волны и длительность радиолокационного импульса, позволяют генерировать радиолокационный сигнал 28, радиолокационный импульс которого адаптирован в кадре для минимального нарушения исходного сигнала связи, в который вставлен упомянутый импульс и, в частности, полезной мощности упомянутого исходного сигнала связи.

Кроме того, устройство 22 для генерирования сигнала может быть сконфигурировано так, чтобы не вставлять радиолокационный импульс в сигнал связи, если он не получает команду 58 излучения радиолокационного импульса, например если не ведется наблюдение за контролируемой зоной. Это позволяет не изменять сигнал связи, если радиолокационное обнаружение не требуется. В связи с фиг. 2a, этап 60 получения команды излучения радиолокационного импульса позволяет учитывать эту команду в способе генерирования радиолокационного сигнала. Как показано на фиг. 2b, этот этап получения реализуется средством 62 для получения команды излучения радиолокационного импульса.

Модификация сигнала связи также может быть достигнута путем отправки команды 58 с использованием параметров возникновения и периодичности, с использованием ограниченного количества невыделенных кадров, например каждого второго кадра, если использование каждого невыделенного кадра не является необходимым.

Передатчики 48a, 48b, 48c, используемые в системе 46 радиолокационного обнаружения, являются, по существу, передатчиками, предназначенными для передачи сигналов связи на аппаратуру приема сигналов связи (не показано). В данном случае передатчики 48a, 48b, 48c, по существу, предназначены для передачи сигнала 10 связи, полученного на этапе 18 получения способа 16 генерирования радиолокационного сигнала, в направлении аппаратуры приема. Таким образом, относительно способа 16 радиолокационного обнаружения, необходимо, чтобы эта передача осуществлялась без каких-либо помех для аппаратуры приема, иначе говоря, чтобы способ 16 генерирования радиолокационного сигнала выполнял модификацию сигнала 10 связи для формирования радиолокационного сигнала 28, который был бы доступен для аппаратуры приема.

Для этого, один или более невыделенных кадров 14, в которые был вставлен радиолокационный импульс, называемые радиолокационными кадрами, содержат заголовок (иначе называемый преамбулой), содержащий информацию о сущности непосредственно следующего сигнала, в этом случае радиолокационного импульса и, в частности, указание аппаратуре приема не принимать во внимание упомянутые радиолокационные кадры, поскольку они не содержат никакой информации о связи, причем упомянутая информация присутствует только в кадрах 12, выделенных для связи. Этот заголовок 30, присутствующий в каждом начале радиолокационного кадра, либо присутствует с самого начала, если это предусмотрено протоколом или стандартом, либо добавляется на этапе 64 добавления заголовка в радиолокационный кадр способа генерирования радиолокационного сигнала, как показано в связи с фиг. 2a. В соответствии с другим вариантом осуществления этот этап добавления может выполняться перед этапом 20 вставки радиолокационного импульса. Этот этап добавления реализуется, например, посредством средства 66 добавления заголовка устройства 22 генерирования сигнала, как показано в связи с фиг. 2b. Например, в стандарте DVB-T2, описанном в документе технических условий ETSI EN 302 755 V1.2.1, кадры FEF указываются в заголовке типа P1, общем для всех типов кадров, но его значение позволяет различать выделенные кадры от кадров FEF. Эти заголовки P1, например, представлены в связи с фиг. 1. Приемное устройство, считывающее заголовок, указывающий на наличие кадра FEF, поэтому не будет учитывать кадр FEF, следующий за заголовком. На практике, кадр P1 в соответствии со стандартом DVB-T2 содержит два слова, первое слово S1 из трех битов и второе слово S2 из четырех битов. В этом варианте осуществления, заголовок P1 указывает кадр FEF, который не должен быть прочитан приемным оборудованием, когда первое слово S1 содержит значение "010", указывающее на наличие кадров, отличных от T2, а второе слово S2 содержит зна-

чение "0001", указывающее, что заголовок P1 является заголовком кадра FEF и что сигнал содержит другие типы заголовков P1, в частности заголовки кадров T2, выделенных для связи. Другой тип заголовка, называемый заголовком P2, присутствует только в кадрах T2, выделенных для связи. Тем не менее, он содержит информацию, касающуюся кадров FEF, не выделенных для связи, в частности, посредством слова L1, содержащего переменные, указывающие тип кадра FEF (FEF_TYPE), интервал появления между двумя кадрами FEF (FEF_INTERVAL) и длину кадров FEF (FEF_LENGTH). Точнее, интервал появления между двумя кадрами определяется количеством кадров T2 между двумя кадрами FEF.

В соответствии с одним вариантом осуществления изобретения, если используемый сигнал связи является сигналом в соответствии со стандартом DVB-T2, то его можно сконфигурировать так, чтобы его пропускная способность составляла 33,1 Мбит/с (мегабит в секунду), а продолжительность кадра, выделенного на связь, составляла 243,9 мс. Чтобы минимизировать нарушение пропускания сигнала связи, кадры, не выделенные для связи, имеют, например, длительность порядка 1,1 мс. Кадры, не выделенные для связи, поэтому приводят к падению пропускной способности на $33,1 * 1,1 / 243,9 = 150$ кбит/с (килобит в секунду) по сравнению с сигналом связи, содержащим только кадры, выделенные для связи, что представляет собой потерю приблизительно 0,5%, т.е. незначительную потерю.

Поскольку заголовок P1 длится 224 мкс, время, оставшееся в кадрах, не выделенных для связи, для вставки радиолокационного импульса составляет 876 мкс. После радиолокационного импульса обычно следует период молчания, во время которого прием радиолокационного импульса возможен после отражения упомянутого радиолокационного импульса объектом в зоне наблюдения. Для радиолокационного импульса длительностью несколько микросекунд, например 10 мкс, продолжительность периода молчания составляет $876 - 10 = 866$ мкс, что, следовательно, позволяет импульсу проходить $c * 866 * 10^{-6} = 260$ км, при этом c , обозначает скорость распространения радиолокационного сигнала, приблизительно равная 300000 км/с, т.е. дальность радиолокационного обнаружения $260 / 2 = 130$ км.

В соответствии с одним вариантом осуществления изобретения передатчики 48a, 48b, 48c системы обнаружения являются частью сети, называемой одночастотной (англ. Single Frequency Network или SFN), т.е. передатчики 48a, 48b, 48c передают все сигналы на одной и той же частоте и с синхронизацией по времени. В соответствии с другим вариантом осуществления изобретения узел может излучать на нескольких передатчиках несколько радиолокационных сигналов с разными частотами, что позволяет осуществлять так называемое псевдоширокополосное излучение, при этом радиолокационный импульс излучается в слоте радиолокационного сигнала N раз синхронно, с N числом различных частот, используемых на данном узле. Этот вариант осуществления позволяет суммировать фазу и амплитуду отдельных импульсов для получения высокой мгновенной мощности и обеспечивает лучшее частотное разнесение и лучшее разрешение разделения эхо-сигналов. Реализация этого режима требует идеальной синхронизации времени передачи кадров FEF каждого исходного сигнала.

На фиг. 6 представлено устройство для генерирования радиолокационного сигнала в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения с использованием стандарта DVB-T2. Средство 24 получения и средство 26 вставки встроены в модулятор 68 DVB-T2. Модулятор 68 DVB-T2 принимает сигнал связи в виде потока 70, причем упомянутый поток T2-MI содержит передаваемые данные связи для связи с аппаратурой приема сигналов связи. Модулятор 68 DVB-T2 после приема сигнала передает сигнал 72 синхронизации, указывающий на генератор 74 радиолокационных импульсов, когда радиолокационные импульсы могут быть сгенерированы для вставки в кадры, не выделенные для связи. Генератор 74 радиолокационных импульсов содержит средство 62 для получения команды 58 излучения радиолокационного импульса, причем упомянутая команда 58 поступает, например, как описано в связи с фиг. 5, от приемника 50. Генератор 74 радиолокационных импульсов генерирует радиолокационный импульс 34 с учетом характеристик радиолокационного импульса, содержащихся в команде 58, синхронизирует радиолокационные импульсы 34 в соответствии с принятым сигналом синхронизации 72, и передает радиолокационные импульсы 34 на модулятор 68 DVB-T2. Средство 26 вставки вставляет радиолокационный импульс в кадры, не выделенные для связи, сигнала связи для формирования упомянутого радиолокационного сигнала 28. Средство 66 для добавления заголовка добавляет соответствующие заголовки к радиолокационному сигналу 28, как описано выше. Затем, радиолокационный сигнал передается, например, на усилитель (не показан) для излучения передатчиками 48a, 48b, 48c.

Изобретение не ограничивается только описанными вариантами осуществления. В частности, можно использовать другие типы сигналов связи, отличные от DVB-T2, такие как ATSC 3.0, при условии, что они дают возможность использовать кадр, не выделенный для связи, либо потому, что он никогда не выделяется, либо потому, что можно изменить его выделение, не поставив под угрозу исходную связь: более конкретно, любой невыделенный кадр может быть использован, если оборудование для приема сигнала связи, для которого предназначен сигнал связи, определяет, что радиолокационный кадр для него не предназначен и не учитывает его.

В соответствии с конкретным вариантом осуществления используются сигналы связи, соответствующие стандарту ATSC, в частности, в соответствии с версией 3.0, выпущенной в октябре 2017 года. В этом случае, кадры, не выделенные для связи, сигнала связи, являются кадрами, аналогичными кадрам FEF (Future Extension Frame) протокола DVB-T2.

Выбор используемых сигналов связи и, следовательно, связанных передатчиков выполняется в соответствии с различными параметрами, например охватом контролируемой зоны: в этом случае передатчики сигналов связи, охватывающие максимально возможную зону наблюдения, являются предпочтительными, эти сигналы являются, например, ширококвещательными сигналами радио или телевизионного типа, или сигналы сетей мобильной телефонной связи, причем это примеры сигналов уже хорошо развитых и охватывающих большие территории.

Для увеличения мощности радиолокационного сигнала при одновременном улучшении его разрешающей способности обнаружения (или "разрешения по дальности", "range resolution"), авторы предлагают воспользоваться мультиплексированием сигналов связи, например тех, которые передаются в рамках службы ширококвещания цифрового наземного телевидения, Digital Terrestrial Television (DTT), например по стандарту DVB-T.

Известным образом, каждый цифровой видеосигнал от телевизионного канала подается оператору мультиплексирования, который отвечает за компоновку сжатых потоков нескольких каналов в одном и том же канале, соответствующем диапазону частот, для формирования мультиплекса, например, в соответствии со стандартом DVB-T2. В настоящее время во Франции существует шесть "мультиплексов" стандарта DVB-T, позволяющих одновременно передавать около тридцати программ или телеканалов.

В соответствии с конкретным вариантом осуществления радиолокационный сигнал 28' является мультиплексным, как определено выше. Он содержит множество сигналов 10.0, 10.1, 10.2 связи. Каждый из этих сигналов передается или принимается на отдельной частоте, обозначаемой f_0 , f_1 , f_2 соответственно. Например, три сигнала 10.0, 10.1, 10.2, формируют мультиплекс с тремя телевизионными каналами. Этот мультиплекс передается в том же канале передачи, который включен в заданную полосу частот.

На фиг. 7 схематично показана вставка радиолокационного импульса 34 в три сигнала 10.0, 10.1, 10.2 связи, предназначенных для мультиплексирования перед излучением, в соответствии с этим другим конкретным вариантом осуществления.

Как описано ранее в связи с фиг. 1, каждый сигнал 10.0, 10.1, 10.2 связи содержит кадры 12, выделенные для связи, и кадры 14, не выделенные для связи. Это подразумевает вставку радиолокационного импульса в эти невыделенные кадры 14.

В соответствии с этим конкретным вариантом осуществления радиолокационный импульс 34, как описано выше, вставляется синхронно в кадры 14, не выделенные для связи, сигналов 10.0, 10.1, 10.2.

Синхронная вставка означает, что радиолокационный импульс излучается в соответствии с временной базой, общей для каждого сигнала. Иначе говоря, радиолокационный импульс может быть вставлен в моменты времени T_n , общие для каждого сигнала. Например, определяется $T_n = T_0 + n \cdot \Delta T$, где n обозначает натуральное число, которое может быть нулем, а ΔT обозначает заранее определенный опорный временной интервал. Таким образом, вставка радиолокационного импульса 34 может быть выполнена точно только в заранее определенные моменты T_n .

Обычно, радиолокационный импульс 34 вставляется в n -й сигнал 10. n в момент времени $T_n = T_0 + n \cdot \Delta T$, в кадре, не выделенном для связи, например в кадре FEF 14, в случае когда сигнал соответствует стандарту DVB-T2. В соответствии с примером, показанным на фиг. 7, радиолокационный импульс 34 вставляется последовательно в моменты времени $T_0 = T_0 + 0 \cdot \Delta T$, $T_1 = T_0 + 1 \cdot \Delta T$ и $T_2 = T_0 + 2 \cdot \Delta T$, соответственно, в первый 10.0, второй 10.1 и третий 10.2 сигналы.

В целом, частота f_n n -го сигнала 10. n , в который радиолокационный импульс 34 вставляется, такова, что $f_n = f_0 + n \cdot \Delta f$, где n обозначает натуральное число, а Δf обозначает опорный частотный интервал.

В соответствии с примером, показанным на фиг. 7, соответствующие частоты сигналов 10.0, 10.1, 10.2 таковы, что $f_0 = f_0 + 0 \cdot \Delta f$, $f_1 = f_0 + 1 \cdot \Delta f$ и $f_2 = f_0 + 2 \cdot \Delta f$.

Таким образом, радиолокационный импульс 34 вставляется в каждый сигнал 10.0, 10.1, 10.2 с заданной задержкой, которая характерна для рассматриваемого сигнала, соответственно 0, ΔT , $2\Delta T$ относительно к общему опорному времени T_0 .

Каждый сигнал 10.0, 10.1, 10.2 предназначен для передачи на частоте f_0 , f_1 , f_2 соответственно. Все эти три сигнала мультиплексируются для формирования мультиплекса, предназначенного для отправки по одному и тому же каналу. Этот мультиплекс формирует радиолокационный сигнал 28'.

В целом, полученный таким образом радиолокационный сигнал 28' является составным сигналом, содержащим набор из n радиолокационных импульсов, распределенных во времени по n сигналам от 10.0 до 10. $n-1$ с различными частотами в пределах одного и того же канала передачи.

В каждом цикле излучения радиолокационный сигнал 28' рассматривается как составной многочастотный сигнал, содержащий множество радиолокационных импульсов, каждый из которых переносится на отдельной частоте, содержащейся в полосе пропускания канала передачи.

Этот канал передачи может быть заранее идентифицирован посредством частоты (f_0 ; f_1 ; f_2) несущего канала, в который предполагается излучать радиолокационный импульс. Эта частота вставляется в команду 58 передачи, описанную ранее.

Отсюда следует, что совокупная мощность радиолокационных импульсов за цикл передачи тем выше, чем больше количество сигналов, используемых для излучения радиолокационных импульсов.

Это преимущественно позволяет увеличить расстояние распространения излучаемого радиолокационного сигнала и, таким образом, увеличить дальность действия радиолокатора.

Еще одно преимущество, предоставляемое таким составным радиолокационным сигналом, состоит в том, что он позволяет значительно повысить разрешающую способность радиолокационного обнаружения по сравнению со случаем, когда радиолокационный импульс вставляется в одночастотный сигнал.

В случае использования одночастотного сигнала разрешающая способность радиолокатора R_s зависит от длительности τ радиолокационного импульса в соответствии со следующей формулой: $R_s = c \cdot \tau / 2$, где c обозначает скорость света в вакууме равную $3 \cdot 10^8$ м/с. В этом случае для повышения разрешающей способности требуется уменьшение длительности радиолокационных импульсов.

В случае использования составного сигнала в соответствии с изобретением, как описано выше, разрешающая способность становится: $R_s = c / (2 \cdot n \cdot \Delta f)$, где n обозначает количество сигналов определенной частоты, в которые был вставлен радиолокационный импульс 34. В этом случае разрешение более не зависит от длительности τ радиолокационных импульсов, а зависит от числа используемых сигналов (т.е. от числа частотных компонентов, составляющих составной сигнал) и от частотного шага Δf , задаваемого между двумя последовательными частотами. Таким образом, разрешающая способность может быть значительно улучшена за счет увеличения числа каналов, в которые вставляется радиолокационный импульс, и/или посредством увеличения частотного шага.

Например, рассматривая импульсы длительностью, равной 1 мкс, разрешение радиолокатора составляет 150 м в случае, когда радиолокационный импульс вставляется на одной частоте (т.е. в одночастотный сигнал), тогда как это разрешение преимущественно уменьшается до 4,6 м в случае сигнала, состоящего из 4 частотных составляющих, т.е. $n=4$.

Таким образом, этот вариант осуществления имеет главное преимущество в существенном улучшении разрешения радиолокатора (т.е. минимизируется параметр R_s) в обмен на ограничение мощности импульса и более длительное время обработки.

Как только радиолокационный импульс 34 вставлен в кадры, не выделенные для связи, различных сигналов 10.0, 10.1, 10.2, последние мультиплексируются для формирования радиолокационного сигнала 28' перед его излучением.

В этом примере сигналы мультиплексируются в соответствии со стандартом DVB-T2, например, передатчиком DVB-T2, содержащим средства мультиплексирования, соответствующие стандарту DVB-T2. Вообще говоря, может рассматриваться любой другой известный метод мультиплексирования, который позволяет комбинировать различные сигналы, содержащие радиолокационные импульсы, в контексте настоящего изобретения и в зависимости от используемого стандарта.

Перед мультиплексированием, все или часть сигналов связи, в которые был вставлен радиолокационный импульс 34, могут быть усилены с помощью каскада усиления A , как показано на фиг. 7. Например, каскад усиления содержит множество радиочастотных усилителей.

Согласованное излучение радиолокационных импульсов с заданной последовательностью $T_n = T_0 + n \cdot \Delta T$ и на заранее определенных частотах $f_n = f_0 + n \cdot \Delta f$, как описано выше, в соответствии с одним объектом изобретения позволяет улучшить разрешающую способность и функцию неоднозначности радиолокатора, причем n обозначает целое число. Это особенно полезно для эффективного разделения близких целей или для различения цели и помех, вызванных отражением радиолокационных волн от земли или препятствий (например, рельефа или зданий).

В соответствии с альтернативным вариантом осуществления, не показанным, радиолокационный импульс 34 вставляется в тот же опорный момент T_m в кадр, не выделенный для связи, всех или части сигналов связи. Этот вариант осуществления можно рассматривать как частный случай варианта осуществления, описанного выше, где задержка ΔT равна нулю. Например, $T_n = T_0 + n \cdot \Delta T$ с $\Delta T = 0$. В этом случае можно вставить в тот же момент T_0 радиолокационный импульс в кадры, не выделенные для связи, разных сигналов. Эту операцию можно повторять через равные промежутки времени, например $T_m = m \cdot T_0$, где m - ненулевое натуральное число.

Этот вариант осуществления преимущественно позволяет максимизировать мощность радиолокационного сигнала за счет одновременного излучения одного и того же импульса на разных частотах (т.е. в разных сигналах на разных частотах в пределах одного канала). Это увеличивает дальность действия радиолокатора.

При приеме система радиолокационного обнаружения, описанная выше в связи с фиг. 5, остается действующей, но дополнительно содержит средство демультимплексирования (не показано) для демультимплексирования составного радиолокационного сигнала 28', принятого на выходе упомянутого по меньшей мере одного приемника 50. Средство демультимплексирования выполнено с возможностью демультимплексирования принятого составного радиолокационного сигнала во множество сигналов связи, из которых радиолокационный импульс 34 извлекается упомянутым средством 56 извлечения. Это средство демультимплексирования может быть включено в детектор, соответствующий стандарту DVB-T2 или ATSC 3.0, или любому другому аналогичному стандарту.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ генерирования радиолокационного сигнала (28; 28'), отличающийся тем, что он содержит следующие этапы:

этап (18) получения по меньшей мере одного сигнала (10) связи, содержащего кадры (12), выделенные для связи, и кадры (14), не выделенные для связи,

этап (20) вставки радиолокационного импульса (34) по меньшей мере в один кадр (14), не выделенный для связи, упомянутого по меньшей мере одного сигнала (10) связи, называемый радиолокационным кадром, для формирования упомянутого радиолокационного сигнала (28; 28').

2. Способ генерирования радиолокационного сигнала по п.1, отличающийся тем, что он содержит этап (60) получения команды (58) излучения радиолокационного импульса, которая обуславливает упомянутый этап (20) вставки.

3. Способ генерирования радиолокационного сигнала по п.2, отличающийся тем, что упомянутая команда (58) излучения радиолокационного импульса содержит одну или несколько из следующих характеристик радиолокационного импульса (34):

форма радиолокационного импульса (34),

возникновение и периодичность радиолокационного импульса (34),

длительность радиолокационного импульса (34),

мощность радиолокационного импульса (34),

длительность паузы после радиолокационного импульса (34).

4. Способ генерирования радиолокационного сигнала по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что он содержит этап (64) добавления заголовка (P1) по меньшей мере в один радиолокационный кадр радиолокационного сигнала (28; 28'), причем упомянутый заголовок содержит информацию о природе радиолокационного импульса (34).

5. Способ генерирования радиолокационного сигнала по одному из пп.1-4, отличающийся тем, что упомянутый по меньшей мере один сигнал (10; 10.0, 10.1, 10.2) связи, полученный на упомянутом этапе (18) получения, является сигналом с использованием протокола связи по стандарту DVB-T2, и кадры (14), не выделенные для связи, упомянутого по меньшей мере одного сигнала (10; 10.0, 10.1, 10.2) связи, являются кадрами типа Future Extension Frame, определенными в упомянутом стандарте.

6. Способ генерирования радиолокационного сигнала по одному из пп.1-4, отличающийся тем, что упомянутый по меньшей мере один сигнал (10; 10.0, 10.1, 10.2) связи, полученный на упомянутом этапе (18) получения, является сигналом с использованием протокола связи по стандарту ATSC 3.0.

7. Способ генерирования радиолокационного сигнала по одному из пп.1-6, отличающийся тем, что радиолокационный импульс (34) вставлен по меньшей мере в один радиолокационный кадр (14) множества сигналов (10.0, 10.1, 10.2) связи, каждый из которых предназначен для передачи на отдельной частоте (f_0, f_1, f_2).

8. Способ по пп.3 и 7, отличающийся тем, что упомянутая команда (58) излучения радиолокационного импульса дополнительно содержит частоту ($f_0; f_1; f_2$), на которой упомянутый по меньшей мере один сигнал связи предназначен для излучения.

9. Способ генерирования радиолокационного сигнала по п.8, отличающийся тем, что после этапа (20) вставки радиолокационного импульса (24), множество сигналов (10.0, 10.1, 10.2) связи мультиплексируются для формирования упомянутого радиолокационного сигнала (28').

10. Способ генерирования радиолокационного сигнала по любому из пп.7-9, отличающийся тем, что упомянутый радиолокационный импульс (24) вставляется для каждого сигнала из упомянутого множества сигналов (10.0, 10.1, 10.2) связи с задержкой, характерной для каждого сигнала ($0.\Delta T; 1.\Delta T, 2.\Delta T$).

11. Способ генерирования радиолокационного сигнала по п.10, отличающийся тем, что радиолокационный импульс (24) вставляется для данного сигнала (10.n) связи в момент времени $T_n = T_0 + n.\Delta T$, где ΔT обозначает опорный интервал времени и T_0 обозначает общий опорный момент времени (T_0) для упомянутого множества сигналов.

12. Способ генерирования радиолокационного сигнала по п.11, отличающийся тем, что опорный интервал времени ΔT равен нулю.

13. Способ генерирования радиолокационного сигнала по любому из пп.7-12, отличающийся тем, что радиолокационный импульс (24) вставлен для каждого сигнала (10.n), предназначенного для излучения на частоте $f_n = f_0 + \Delta f$, где Δf обозначает опорный частотный интервал и n обозначает натуральное число, связанное с упомянутым сигналом.

14. Способ радиолокационного обнаружения, отличающийся тем, что он содержит:

этап (38) генерирования радиолокационного сигнала (28; 28') в соответствии со способом (16) генерирования по одному из пп.1-10,

этап (40) излучения упомянутого сгенерированного радиолокационного сигнала (28; 28'),

этап (42) приема излученного радиолокационного сигнала (28; 28'),

этап (44) выделения радиолокационного импульса (34) из принятого радиолокационного сигнала (28; 28').

15. Устройство для генерирования радиолокационного сигнала, отличающееся тем, что оно содержит:

средство (24) для получения по меньшей мере одного сигнала (10, 10.0, 10.1, 10.2) связи, содержащего кадры (12), выделенные для связи, и кадры (14), не выделенные для связи,

средство (26) для вставки радиолокационного импульса (34) по меньшей мере в один кадр (14), не выделенный для связи, упомянутого по меньшей мере одного сигнала связи, называемый радиолокационным кадром, для формирования упомянутого радиолокационного сигнала (28; 28').

16. Устройство для генерирования радиолокационного сигнала по п.15, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит средство мультиплексирования, выполненное с возможностью мультиплексирования множества сигналов связи, в которые был вставлен радиолокационный импульс с помощью упомянутого средства для вставки, для формирования радиолокационного сигнала (28').

17. Система радиолокационного обнаружения, отличающаяся тем, что она содержит:

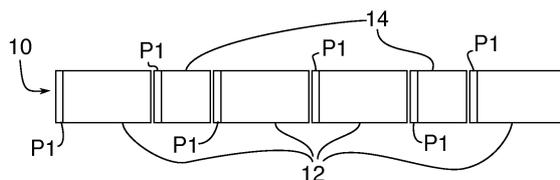
по меньшей мере одно устройство (22) для генерирования радиолокационного сигнала по п.15 или 16,

по меньшей мере один передатчик (48a, 48b, 48c), выполненный с возможностью излучения упомянутого радиолокационного сигнала (28; 28'), сгенерированного устройством для генерирования радиолокационного сигнала,

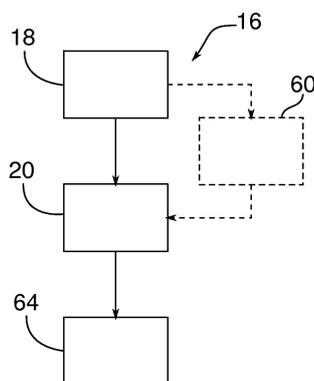
по меньшей мере один приемник (50), выполненный с возможностью приема упомянутого радиолокационного сигнала (28; 28'), испускаемого передатчиком,

средство (56) для извлечения радиолокационного импульса (34) из радиолокационного сигнала (28; 28'), принятого приемником.

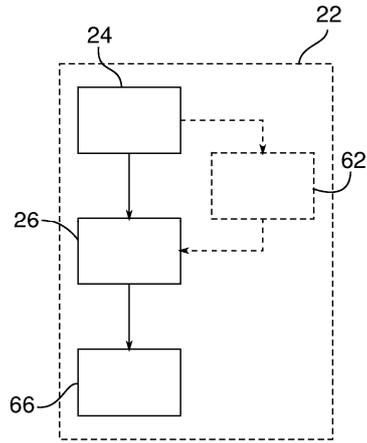
18. Система по п.17, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит средство демультиплексирования для демультиплексирования упомянутого радиолокационного сигнала (28'), принятого на выходе упомянутого по меньшей мере одного приемника (50), во множество сигналов связи, из которых радиолокационный импульс (34) извлекается упомянутым средством (56) извлечения.



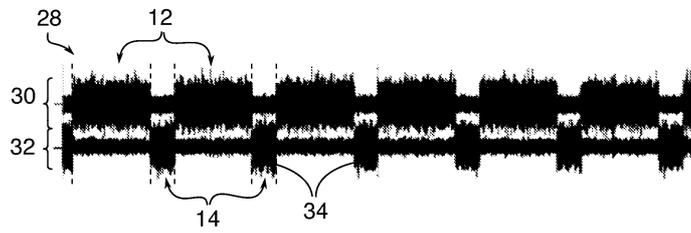
Фиг. 1



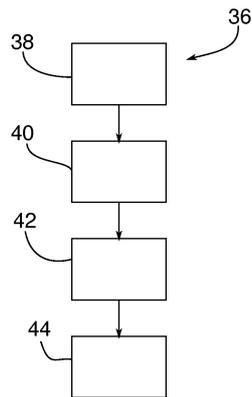
Фиг. 2а



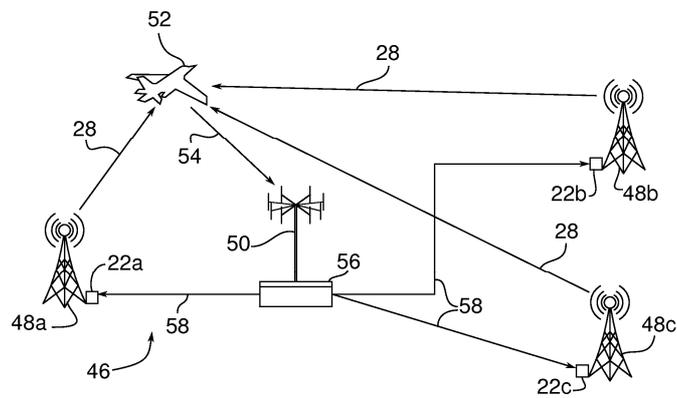
Фиг. 2b



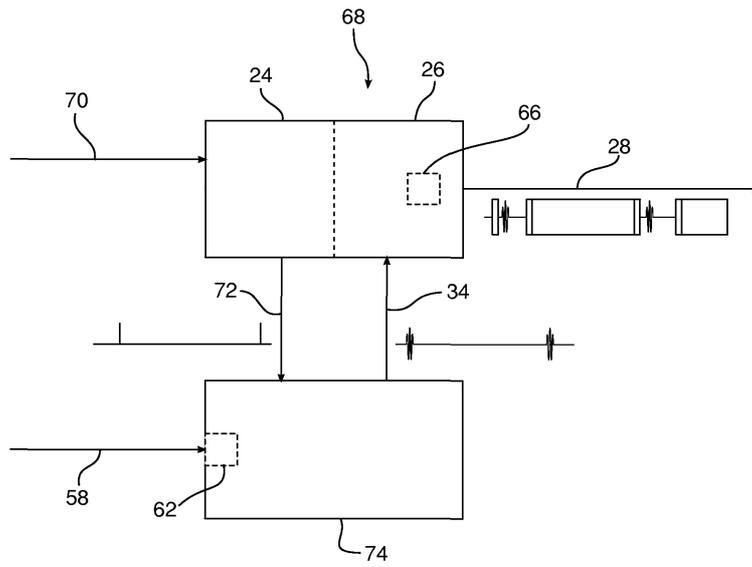
Фиг. 3



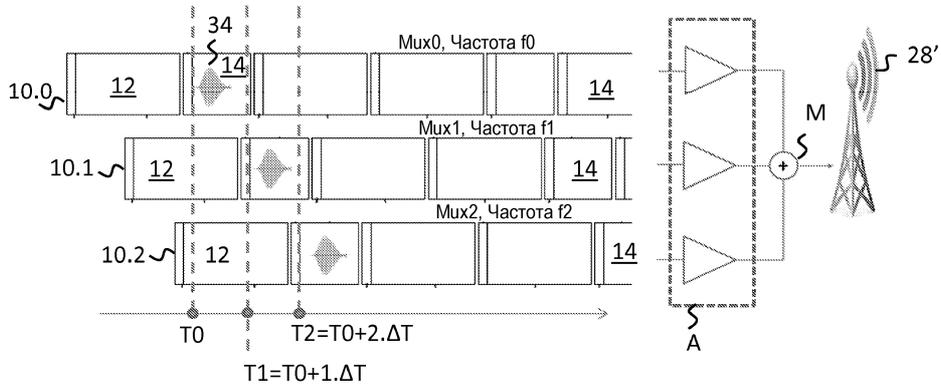
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2