

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 488**

51 Int. Cl.:

H04W 40/36 (2009.01)

H04B 17/00 (2015.01)

H04Q 3/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2014** **E 14167527 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2019** **EP 2943011**

54 Título: **Sistema de comunicación inalámbrica para vehículos en movimiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.12.2019

73 Titular/es:
ICOMERA AB (100.0%)
Odinsgatan 28
411 03 Göteborg, SE

72 Inventor/es:
EIKMAN, VIKTOR;
THUNBERG, ANDREAS y
ULMESTRAND, ARON

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 734 488 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de comunicación inalámbrica para vehículos en movimiento

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de comunicación inalámbrica para vehículos en movimiento.

10 Antecedentes

10 En interconexión de redes informáticas, hay muchas razones por las que un sistema de cliente puede conseguir una conexión a un sistema anfitrión remoto, pero obtiene rendimiento pobre con respecto a esa conexión. Algunas de las métricas comúnmente usadas para indicar rendimiento son pérdida de paquetes (fallo intermitente de paquetes de datos que van a llegar), latencia (tiempo de respuesta de ida y vuelta, por lo tanto capacidad de respuesta), y caudal (tasa global de transmisión de datos).

15 Numerosas soluciones conocidas en tecnología de interconexión de redes informáticas ocultan problemas temporales por medio de abstracción en software, creando una separación de escala artificial. La interconexión en red del protocolo de Internet (IP) y numerosas invenciones relacionadas reducen riesgos inherentes, principalmente permitiendo que se vuelva a encaminar una conexión y se reestablezca cuando se interrumpe o rompe de manera grave, con la condición de que hayan rutas alternativas y que cualquier congestión sea temporal.

20 Estas herramientas normales para mejorar la estabilidad de conexión y rendimiento bajo cobertura de abstracción, que incluyen tiempos de espera creados en el protocolo de control de transmisión (TCP), se optimizan para la gama de estabilidades halladas en soluciones alámbricas. Están mal adaptadas en correspondencia a comunicación inalámbrica móvil. Consiguen poco en el caso sencillo de un cliente que esté conectado a su anfitrión a través de un único nodo de red, de manera que todo el tráfico debe encaminarse, en la práctica, a través de una ruta fijada a través de esa parte de su viaje, y cualquier respuesta de tomar la misma ruta de vuelta. El segmento individual más lento de una ruta de este tipo tiene el impacto más grande en el rendimiento global.

25 Las tecnologías de comunicación de red de área extensa inalámbrica (WWAN), tales como HSPA y LTE, a menudo producen rendimiento pobre a pesar de las herramientas normales. Estas tecnologías proporcionan un enlace inalámbrico entre un cliente, tal como un teléfono celular, y una estación base. La estación base, comúnmente denominada una torre celular, tiene una conexión cableada a otras partes de la infraestructura del operador de red. Puesto que las tecnologías de WWAN requieren una etapa inalámbrica en la interconexión en red, la conexión de red general se vuelve susceptible a la degradación de una diversidad de fenómenos físicos ampliamente o totalmente ausentes en comunicación alámbrica. Un ejemplo es la aparición de desvanecimiento de Rayleigh como resultado de movimiento en el entorno radiofísico, tal como cuando un teléfono celular (cliente) en un vehículo en movimiento comunica con una o más estaciones base a lo largo de la ruta del vehículo.

30 Muchas de las razones por las que una conexión de red inalámbrica puede ser pobre son difíciles o imposibles para que lo diagnostique un único cliente. Por ejemplo, puede haber muchos clientes WWAN competidores a los que cada uno está asignado un canal estrecho del espectro de radio con licencia para la tecnología, o que los transfieran a estaciones base más distantes, produciendo una señal más débil. Únicamente algunos módems permiten que un usuario identifique tal congestión directamente. Como otro ejemplo, el cable de enlace de retroceso entre la estación base y la conexión del operador de red a la infraestructura de Internet núcleo puede ser inadecuado para el volumen de tráfico, forzando a que el operador de red aplique algún método de triaje desconocido para el cliente.

35 En particular, se presentan problemas en vehículos en movimiento, y en particular cuando múltiples usuarios/clientes viajan juntos en vehículos más grandes, tales como autobuses, trenes y similares. Al mismo tiempo, hoy en día existe una demanda creciente para que los pasajeros puedan comunicar a través de teléfonos móviles y otros terminales portátiles cuando viajan en, por ejemplo, trenes, y también pueden tener acceso a Internet con portátiles, PDA, etc. Además, con los nuevos teléfonos inteligentes, y la manera en la que estos se usan, con, por ejemplo, aplicaciones que funcionan continuamente, muchos teléfonos están activos en todos los momentos, lo que significa que se requieren muchos traspaño cuando el tren se mueve. Incluso aunque este problema sea común para todos los vehículos en movimiento, es especialmente pronunciado para vehículos que se mueven a alta velocidad, tales como trenes.

40 El documento EP 1 175 757 por el mismo solicitante describe un método mediante el cual muchas de estas debilidades resultantes de comunicación inalámbrica pueden superarse a través del uso concurrente de múltiples enlaces, incluyendo tanto tecnologías alámbricas como inalámbricas. Se mencionan optimizaciones para rendimiento y coste. Sin embargo, la solución anteriormente mencionada a menudo es insuficiente para obtener un rendimiento de transmisión óptimo. Los trenes y otros vehículos en movimiento a menudo pasan a través de áreas con mal cobertura de radio, y las soluciones actuales a menudo no pueden manejar el tráfico requerido.

45 Por lo tanto existe una necesidad de un sistema de comunicación inalámbrica mejorado para vehículos en movimiento,

que proporciona mejor utilización de capacidad. Incluso aunque el análisis anterior se centre en trenes, se encuentran soluciones y problemas similares en muchos otros tipos de vehículos en movimiento, y en particular vehículos de pasajeros en movimiento, tales como autobuses, barcos y aviones.

5 Sumario de la invención

Es por lo tanto un objeto de la presente invención proporcionar un método para comunicación inalámbrica y un sistema de comunicación inalámbrica para vehículos en movimiento que alivia todas o al menos algunas de las desventajas anteriormente analizadas de los sistemas actualmente conocidos.

10 Este objeto se consigue por medio de un método de comunicación inalámbrica y sistema para un vehículo en movimiento como se define en las reivindicaciones adjuntas.

15 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para comunicación inalámbrica entre un vehículo en movimiento y un servidor remoto a través de al menos una red móvil externa, proporcionando dicha al menos una red móvil exterior al menos dos enlaces de datos actualmente usables, que comprende:

20 proporcionar al menos un encaminador en el vehículo en movimiento para recibir y transmitir comunicación de datos inalámbrica a y desde un servidor de comunicación estacionario fuera de dicho vehículo en movimiento a través de dicha al menos una red móvil exterior;
 evaluar la calidad de dichos enlaces de datos en una capa de anfitrión enviando de manera repetitiva solicitudes dispuestas para activar una respuesta automatizada determinable a dicho servidor de comunicación estacionario mediante dichos enlaces de datos, y medir el tiempo hasta que se reciben las respuestas automatizadas activadas;
 y
 25 asignar flujos de datos a dichos enlaces de datos basándose al menos parcialmente en dicha calidad evaluada.

30 En el contexto de la presente invención, "capa anfitrión" hace referencia a uno de los niveles superiores en un modelo de sistema de comunicación, tal como las capas 7-4, o incluso 7-5 en el modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos), ISO/IEC 7498-1, excluyendo por lo tanto la capa física, la capa de enlace de datos y la capa de red, y preferentemente también la capa de transporte.

El "encaminador" es un encaminador de interconexión en red, que es una máquina que reenvía paquetes de datos entre redes informáticas, en al menos un enlace de datos en cada dirección.

35 Los "flujos de datos" son tráfico en necesidad de encaminamiento. Un flujo es en el contexto de la presente solicitud para que se observe como cualquiera y toda la comunicación con una combinación específica de direcciones de IP de origen y destino último y destino último y tipos de red, o sea cual sea el equivalente que esto pudiera ser en un esquema de interconexión en red donde estos identificadores no se usan o no de manera suficientemente distintiva. Un flujo se "crea" cuando cualquier entidad en un lado del sistema busca comunicarse con cualquier entidad en el otro
 40 lado, usando cualquier combinación específica de puertos. Los paquetes en un flujo no necesitan inspeccionarse. Para los fines de esta invención, un flujo puede considerarse "destruido" un periodo de tiempo arbitrario (segundos o decenas de segundos) después de que los datos han dejado de fluir en él.

45 Las "solicitudes dispuestas para activar una respuesta automatizada determinable" son cualquier envío activo de una solicitud u otra provocación a través de una red, a través de un enlace específico, con la expectativa de recibir una respuesta predeterminada, y preferentemente bajo un periodo de espera o salvaguarda correspondiente. La implementación específica de tales solicitudes puede variar, dependiendo de qué información debiera determinarse, protocolos de comunicación, localización de anfitrión objetivo, la cantidad de tráfico enviado y solicitado, y el límite preciso establecido por la función de tiempo de espera. De manera evidente, factores externos a la prueba individual, tales como el intervalo entre repeticiones del mismo tipo de prueba, también son un objeto potencial de ajuste
 50 perfeccionado.

55 El encaminador puede ser un encaminador de acceso móvil, y preferentemente un encaminador de acceso móvil y de aplicaciones. El encaminador es preferentemente al menos parcialmente responsable de realizar la evaluación de calidad y asignación de flujos de datos.

60 El servidor de comunicación estacionario puede ser cualquier servidor accesible a través de la red exterior, tal como un servidor de DNS, una pasarela a través del cual se transfiere la comunicación del vehículo en movimiento, un servidor de proveedor de contenido o similares.

65 La medición del tiempo hasta que se reciben las respuestas automatizadas activadas puede realizarse de diversas maneras. Una manera es medir el tiempo exacto (latencia) entre el envío de la solicitud y la recepción de la respuesta. Sin embargo, el tiempo puede determinarse también determinando si se recibe la respuesta dentro de una o varias tramas de tiempo. Por ejemplo, puede determinarse si se recibe una respuesta antes de un tiempo de espera determinado. Esto proporciona una estimación aproximada del tiempo. Puede obtenerse una estimación más perfeccionada por la alteración de la trama o tramas de tiempo, por la alteración del tamaño de la solicitud enviada,

por ejemplo añadiendo relleno adicional y similares.

El encaminador y el servidor remoto están conectados preferentemente a través de una pluralidad de redes móviles exteriores, que pueden usarse simultáneamente. También, el encaminador está preferentemente dispuesto para comunicarse con el servidor de comunicación en al menos dos enlaces de datos diferentes (rutas de comunicación) que tienen diferentes características, y para separar automáticamente el tráfico de comunicación entre dichos enlaces de datos basándose en la evaluación. La comunicación puede optimizarse automáticamente basándose en la evaluación, y también opcionalmente en otras condiciones, tales como el precio, velocidad, latencia, etc. Por lo tanto, además de la evaluación, puede realizarse priorización y asignaciones basándose en otros parámetros estáticos o dinámicos, tales como intensidad de señal y similares. Tales optimizaciones adicionales son conocidas por sí mismas a partir del documento EP 1 175 757 por el mismo solicitante, dicho documento incorporado por la presente por referencia. A continuación se realiza una selección automática entre los enlaces de datos disponibles para usar la combinación más eficaz. Por lo tanto, se obtiene una distribución de los datos sin interrupciones entre los diferentes enlaces de datos.

El encaminador puede usar cualesquiera enlaces de datos disponibles, tal como dos o más de por ejemplo GSM, Satélite, DVB-T, HSPA, EDGE, 1X RTT, EVDO, LTE, WiFi (802.11) y WiMAX; y combinarlos en una conexión de red virtual. En particular, se prefiere usar enlaces de datos proporcionados a través de tecnologías de comunicación de red de área ancha inalámbrica (WWAN).

La selección se realiza preferentemente una vez para cada flujo de datos. Sin embargo, también puede realizarse la re-selección para flujos de datos que han fallado. Además, los flujos de datos pueden dividirse también entre dos o más enlaces de datos, por ejemplo transfiriendo una primera parte de un flujo de datos en un enlace de datos para con el que comenzar, y a continuación continuar la transferencia del resto del flujo de datos en otro enlace de datos, basándose en una decisión de reasignación. La re-selección y/o re-asignación también pueden estar basadas en otros criterios distintos del fallo completo del enlace de datos actualmente usado, tal como cuando la calidad evaluada del enlace actualmente usado se deteriora significativamente, cae por debajo de un cierto umbral, o similares.

El controlador que realiza la evaluación está preferentemente dispuesto en el vehículo en movimiento. Sin embargo, adicionalmente o como alternativa, el controlador puede estar también dispuesto en al menos una red exterior, y por ejemplo estar dispuesto dentro de una pasarela, como la analizada en el documento EP 1 175 757. Sin embargo, a diferencia de la solución presentada en esta patente, la presente solución no requiere el uso de una pasarela, aunque es completamente compatible con un dispositivo de este tipo.

La idea general que subyace la presente invención son dos partes de interbloqueo: evaluación de enlace y optimización de encaminamiento en reacción a dicha evaluación. La evaluación se realiza evaluando la calidad de dichos enlaces de datos en una capa de anfitrión enviando de manera repetitiva solicitudes dispuestas para activar una respuesta automatizada determinable a dicho servidor de comunicación estacionario mediante dichos enlaces de datos, y medir el tiempo hasta que se reciben las respuestas automatizadas activadas. Se ha hallado que esta es una manera muy eficaz de determinar las características relevantes de un enlace de datos empíricamente. El fin de esto es detectar y solucionar los problemas, no diagnosticarlos. Las pruebas por lo tanto funcionan en las capas superiores de abstracción - las capas de anfitrión del modelo de OSI - para probar la robustez de las capas inferiores.

Los métodos de prueba pueden complementarse por el conocimiento del caudal máximo nominal (en lo sucesivo NMT) asignado al sustrato de hardware de cada enlace de datos, por tipo. Por ejemplo, la norma IEEE 802.3-2008 define Gigabit Ethernet, que podría tener un NMT de aproximadamente 10^9 bits por segundo.

Las pruebas de evaluación empírica se repiten de manera regular. Por ejemplo, una nueva instancia de cada prueba en cada enlace se iniciaría típicamente a intervalos de unos pocos segundos. Estos intervalos pueden ajustarse adicionalmente basándose en probabilidades de que los cambios en la situación en el encaminador, tal como su movimiento físico, hayan hecho que los resultados más antiguos sean irrelevantes. Sin embargo, preferentemente las pruebas no deberían ejecutarse demasiado a menudo que la cantidad de datos transferida por ellas degrade significativamente la función primaria del encaminador, a través de la congestión.

La asignación de flujos de datos a los enlaces de datos basándose al menos parcialmente en la calidad evaluada puede tener lugar de diversas maneras. En una realización preferida, los enlaces de datos disponibles están conectados a valores de mérito, por ejemplo valores de mérito de números enteros, basándose en la calidad evaluada, basándose a su vez en los resultados de prueba medidos, y opcionalmente también basándose en el caudal máximo nominal (NMT) de los enlaces. Preferentemente, los valores de mérito separados se asignan en cada dirección de tráfico a cada enlace. Los enlaces pueden a continuación ponderarse entre sí al menos parcialmente, y preferentemente de manera completa, por estos valores de mérito. Por lo tanto, en una realización, todos los flujos a enlaces pueden asignarse en proporción lineal a los valores de mérito de los enlaces.

Sin embargo, pueden usarse también otros algoritmos de asignación y posiblemente más avanzados. De la misma manera que pueden aplicarse varias pruebas empíricas diferentes para evaluar la calidad de los enlaces, puede aplicarse cualquiera de varios algoritmos diferentes para llevar a cabo la asignación o reasignación de cada flujo basándose en dicha calidad evaluada. Preferentemente, el algoritmo de asignación satisface al menos algunos, y

preferentemente todos, los siguientes criterios:

1. La asignación es superficialmente aleatoria o pseudo-aleatoria, en la medida que dos flujos con números de puerto de origen o destino contiguos tienen aproximadamente la misma probabilidad de que se asignen a dos enlaces diferentes, como si fueran dos flujos sin esta relación. Esta característica mejora el rendimiento de aplicaciones que abren múltiples puertos contiguos.
2. Observado con el tiempo en condiciones variables, la probabilidad de asignación a un enlace es proporcional al valor de mérito de ese enlace como una fracción de la suma de todos los valores de mérito en el momento de la asignación. Esta característica adapta el encaminamiento a niveles medidos de rendimiento.
3. La asignación se registra de tal manera que puede contarse el número de flujos asignados a cada enlace. Cada asignación puede volverse a evaluar cuando las circunstancias lo soliciten, por ejemplo cuando los enlaces se desconecten completamente o caigan tan lejos en valor de mérito que debiera considerarse una nueva asignación.

La presente invención proporciona un uso muy eficaz y dinámico de la capacidad de los enlaces de datos disponibles, y también es rentable de implementar y utilizar. Por ejemplo, el método/sistema de la invención no necesita configuración más allá del posible conocimiento de NMT y las particularidades de las pruebas a aplicarse, tal como objetivos de ICMP. Es altamente internacional, puesto que la evaluación de enlace tiene lugar en las capas de anfitrión, agnósticas de peculiaridades locales. De manera similar, funciona con cualquier tipo de enlace de datos que soporte TCP/IP o cualquier pila de protocolo comparable, en cualquier combinación. Además, puesto que las solicitudes dispuestas para activar una respuesta automatizada determinable a dicho servidor de comunicación estacionario mediante los enlaces de datos son rápidas y fáciles de medir, y pueden repetirse a frecuencia relativamente alta, la asignación de enlace se vuelve muy rápida, dinámica y adaptativa.

La evaluación de la calidad de los enlaces puede determinarse solamente basándose en las respuestas medidas a las solicitudes enviadas, y la asignación de flujos de datos a los enlaces de datos puede realizarse solamente basándose en esta calidad evaluada. Sin embargo, otros parámetros estáticos o dinámicos pueden tenerse en consideración para evaluar la calidad de los enlaces y/o para realizar las asignaciones. Por ejemplo, pueden considerarse parámetros tales como costes asignados a los diferentes enlaces, ancho de banda, calidad de señal (por ejemplo relación de señal a ruido), número de flujos que se asignan a los enlaces, etc. Pueden considerarse también parámetros tales como pérdida de paquetes y caudal. La información acerca de tales parámetros adicionales puede determinarse por pruebas adicionales. Sin embargo, la información acerca de estos parámetros puede obtenerse también de otras fuentes. De manera similar, el encaminamiento de acuerdo con la presente invención puede tener en cuenta otros factores, incluyendo consideraciones más categóricas en las que los enlaces disponibles están en niveles, limitando el conjunto de enlaces disponibles en cualquier momento dado, independientemente de sus valores de mérito.

En caso de que se realicen varias pruebas para evaluar la calidad de enlace, tales pruebas pueden combinarse en cualquier orden, en serie o en paralelo.

Las solicitudes que activan una respuesta automatizada determinable pueden ser solicitudes a un servidor de sistema de nombres de dominio (DNS). Un proveedor de servicio de Internet WWAN (ISP) ofrecerá normalmente las direcciones de uno o más servidores de sistema de nombres de dominio (DNS), como un servicio esencial. Las consultas de DNS pueden vincularse a cada enlace, para intentar resolver un nombre de dominio ampliamente arbitrario usando uno de los servidores proporcionados de los ISP o cualquier otro. Se toma el fallo al responder dentro de un marco de tiempo dado para significar cualquiera de un problema general que transfiere la pequeña cantidad de datos, o un problema más específico con el servidor de DNS consultado.

Como alternativa, la solicitud que activa una respuesta automatizada determinable puede usar el protocolo de ICMP. En particular, se prefiere que las solicitudes que activan una respuesta automatizada determinable sean datagramas de SOLICITUD_ECO, usados para activar una RESPUESTA_ECO de un anfitrión remoto arbitrario. Además, las SOLICITUDES_ECO pueden proporcionarse con una cantidad variable de datos de relleno adicionales. Tales solicitudes de eco a menudo denominadas como "ping" o "realizar ping".

Las solicitudes de ICMP sin relleno es probable que reciban una prioridad muy alta, puesto que ICMP es una prueba convencional de latencia de red. Cuando están altamente priorizadas, proporcionan la ilusión de buena capacidad de respuesta global, mientras que los datos de carga útil en otros tipos de contenedores obtienen una prioridad inferior y rendimiento relativamente pobre en caso de congestión. Para proporcionar información adicional, y para posibilitar incluso mejor uso de los enlaces disponibles, los paquetes de ICMP pueden rellenarse con bytes de datos adicionales. Esto proporciona un método universalmente reconocido sencillo de cargar un enlace con una ráfaga de tráfico muy precisa, y temporizar la respuesta. El hecho de que uno y el mismo paquete constituya la carga y esté temporizado es la virtud más grande de esta prueba, puesto que mide cuánto tráfico intenso en un enlace se tratará realmente.

La evaluación se realiza preferentemente basándose en un tiempo promedio para un número predeterminado de solicitudes a dicho servidor de comunicación estacionario mediante dichos enlaces de datos para que se reciba dicha respuesta automatizada, estando dicho número predeterminado de solicitudes preferentemente en el intervalo de 3-10 solicitudes, tal como 5 solicitudes.

En caso de que el tiempo se mida determinando si se recibe una respuesta dentro de un cierto marco de tiempo, o dentro de ciertos marcos de tiempo, la evaluación puede ser basándose en la determinación de que un número predeterminado de respuestas se están obteniendo dentro de uno o varios marcos de tiempo.

5 Las solicitudes a dicho servidor de comunicación estacionario se envían preferentemente al menos cada 5 segundos, y preferentemente al menos cada 3 segundos, y más preferentemente al menos cada 1 segundo.

10 La frecuencia de envío de solicitudes al servidor de comunicación estacionario puede ser también ajustable de acuerdo con al menos otro parámetro de calidad de los enlaces. Por ejemplo, la frecuencia puede ajustarse de acuerdo con la magnitud y/o volatilidad de la relación de señal a ruido (SNR) de los enlaces. Por lo tanto, la frecuencia puede aumentarse cuando la volatilidad de la SNR aumenta y/o cuando se reduce la SNR, por ejemplo por debajo de un cierto umbral. En correspondencia, la frecuencia puede reducirse cuando la volatilidad es inferior y/o cuando la SNR es superior. La frecuencia ajustable hace las etapas de evaluación y asignación más dinámicas y ajustables cuando las condiciones de SNR son malas.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de comunicación inalámbrica para un vehículo en movimiento, que comprende:

20 al menos un encaminador en el vehículo en movimiento para recibir y transmitir comunicación de datos inalámbrica a y desde un servidor de comunicación estacionario fuera de dicho vehículo en movimiento a través de al menos una red móvil exterior, en el que dicha al menos una red móvil exterior proporciona al menos dos enlaces de datos actualmente usables, y
 25 al menos un controlador dispuesto para evaluar la calidad de dichos enlaces de datos en una capa de anfitrión, y para asignar flujos de datos a dichos enlaces de datos basándose al menos parcialmente en dicha calidad evaluada, en el que dicha evolución se realiza en una capa de anfitrión, y está basada en tiempos medidos hasta que se reciba la respuesta automatizada de solicitudes dispuestas para activar una respuesta automatizada determinable de manera repetitiva enviada a dicho servidor de comunicación estacionario mediante dichos enlaces de datos.

30 Con este aspecto de la invención, están presentes ventajas similares y características preferidas como en el primer aspecto previamente descrito de la invención.

35 Estas y otras características y ventajas de la presente invención se aclararán adicionalmente a continuación con referencia a las realizaciones descritas en lo sucesivo.

Breve descripción de los dibujos

40 Para fines ejemplares, la invención se describirá en mayor detalle a continuación con referencia a realizaciones de la misma ilustradas en los dibujos adjuntos, en los que:

- 45 La Figura 1 es una ilustración esquemática de un tren que tiene un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 2 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra una secuencia de evaluación de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 3 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra una secuencia de evaluación usando relleno adaptativo de acuerdo con otra realización de la presente invención; y
- La Figura 4 es una ilustración del principio de asignación de enlace de acuerdo con una realización de la presente invención.

50 Descripción detallada de realizaciones preferidas

55 En la siguiente descripción detallada, se describirán realizaciones preferidas de la presente invención. Sin embargo, se ha de entender que las características de las diferentes realizaciones son intercambiables entre las realizaciones y pueden combinarse de diversas maneras, a menos que alguna otra cosa se indique específicamente. Incluso aunque en la siguiente descripción, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar un entendimiento más minucioso de la presente invención, será evidente para un experto en la materia que la presente invención puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otras instancias, construcciones o funciones bien conocidas no se describen en detalle, para no oscurecer la presente invención. En los siguientes ejemplos, se desvela una
 60 realización relacionada con un tren. Sin embargo, ha de reconocerse por el experto lector que el método y sistema pueden usarse de manera correspondiente en otros vehículos en movimiento, tales como autobuses y similares.

65 En la Figura 1, se proporciona una ilustración esquemática de un vehículo 1, tal como un tren, que tiene un sistema de comunicación. El sistema de comunicación comprende un encaminador de comunicación de datos 2 para recibir y transmitir datos entre una red de área local (LAN) interna 3, y una o varias redes de área extensa (WAN) externas 4a, 4b, 4c. Se proporciona comunicación a y desde las WAN a través de una o varias antenas 5 a-n en el techo del

vehículo. Están disponibles dos o más enlaces de datos, ya sea entre el tren y una de las WAN, y/o usando varias WAN de manera simultánea.

La LAN es preferentemente una red inalámbrica, que usa una o varias antenas internas para comunicar con unidades 6 de terminal dentro del vehículo. También es posible usar una red alámbrica dentro del vehículo. La LAN puede establecerse como punto o puntos de acceso inalámbrico. El cliente o los clientes 6 pueden ser dispositivos informáticos tal como portátiles, teléfonos móviles, PDA y así sucesivamente.

El encaminador de comunicación de datos comprende una pluralidad de módems 21 an. La asignación de flujos de datos a diferentes WAN y/o a diferentes enlaces de datos en una WAN se controla por un controlador 23. El controlador se realiza preferentemente como un procesador controlado por software. Sin embargo, el controlador puede realizarse como alternativa en su totalidad o en parte en hardware.

El sistema puede comprender también un receptor 7 de sistema de posicionamiento global (GPS) para recibir señales de GPS indicativas de la posición actual del vehículo, y en el que el controlador puede estar dispuesto para asignación de datos a diversos enlaces de datos también parcialmente en dependencia de dichas señales de GPS recibidas.

El encaminador de comunicación de datos puede denominarse también MAR (Encaminador de Acceso Móvil) o MAAR (Encaminador de Acceso Móvil y de Aplicaciones).

La transferencia de flujos de datos a través de diferentes enlaces de datos comprende dos etapas principales: evaluación y asignación. Cada una de estas permite alguna variabilidad. Podrían realizarse numerosos tipos de pruebas, que generan una respuesta predecible, tal como un eco, para evaluar calidad de enlace, y tales pruebas pueden combinarse en cualquier orden, en serie o en paralelo. Lo siguiente son únicamente ejemplos.

Puede tomarse cualquiera de una diversidad de funciones de Internet comunes para indicar la utilidad de un enlace. Por ejemplo, un proveedor de servicio de internet (ISP) de WWAN normalmente ofrecerá las direcciones de uno o más servidores de sistemas de nombres de dominio (DNS), un servicio esencial. Las consultas de DNS pueden vincularse a cada enlace, para intentar resolver un nombre de dominio ampliamente arbitrario usando uno de los servidores proporcionados de los ISP o cualquier otro. Se toma el fallo al responder dentro de un marco de tiempo dado para significar cualquiera de un problema general que transfiere la pequeña cantidad de datos, o un problema más específico con el servidor de DNS consultado.

Si el servidor de DNS consultado pertenece al ISP, el último a menudo indicará un problema grave en el ISP para ese enlace específico. Puesto que una solicitud de DNS típicamente consiste en un único paquete de UDP o TCP que va en cada sentido, este tipo de prueba es muy ligera. La infraestructura típicamente prioriza consultas de DNS y respuestas de DNS altamente en algoritmos de control de tráfico, que es otra razón por la que este tipo de prueba puede esperarse que se complete muy rápidamente, si es que lo hace. El tiempo de respuesta en ella por lo tanto puede establecerse muy bajo, produciendo alta capacidad de respuesta. La ligereza de una prueba de DNS es tanto una ventaja como, hasta cierto punto, una desventaja. Detecta problemas cualitativos y es muy rápida. También da como resultado una transferencia de datos baja, y no restringe el enlace, que a su vez significa que las pruebas pueden repetirse de manera muy frecuente. Sin embargo, puesto que no restringe el enlace, es un indicador pobre de rendimiento cuantitativo.

Otro ejemplo de una realización por lo tanto usa el protocolo de ICMP. En este protocolo, se usa un datagrama SOLICITUD_ECO para obtener una RESPUESTA_ECO de un anfitrión remoto arbitrario, preferentemente uno muy estable.

En uso normal, la prueba de ICMP es ligera de la misma manera que la prueba de DNS. Además, es más fácil que los ISP prioricen ICMP de maneras desconocidas, puesto que es un protocolo especial y no representa un servicio esencial. Las solicitudes de ICMP sin relleno es probable que reciban una prioridad muy alta, puesto que ICMP es una prueba convencional de latencia de red. Cuando están altamente priorizadas, proporcionan la ilusión de buena capacidad de respuesta global, mientras que los datos de carga útil en otros tipos de contenedores obtienen una prioridad inferior y rendimiento relativamente pobre en caso de congestión.

Como parte del protocolo, los paquetes de ICMP pueden rellenarse con bytes adicionales de datos. Esto proporciona un método universalmente reconocido sencillo de cargar un enlace con una ráfaga de tráfico muy precisa, y temporizar la respuesta. El hecho de que uno y el mismo paquete constituya la carga y esté temporizado es la virtud más grande de esta prueba, puesto que mide cuánto tráfico intenso en un enlace se tratará realmente. En la práctica, a menudo hay una diferencia sustancial en cómo se trata un flujo de paquetes de ICMP, dependiendo de su tamaño. Cuando los paquetes rellenos fallan al llegar bajo un tiempo de espera dado, esto es un indicador de problemas de rendimiento.

La solicitud de ICMP puede enviarse a cualquier tipo de servidor de comunicación estacionario accesible a través de la red exterior, tal como un servidor de DNS, una pasarela a través de la cual se transfiere la comunicación del vehículo en movimiento, un servidor de proveedor de contenido o similares.

Las dos realizaciones de los métodos para su evaluación mencionada hasta ahora pueden generalizarse como uno: cualquier envío activo de una solicitud u otra provocación a través de una red, a través de un enlace específico, con la especificación de recepción de una respuesta bajo un tiempo de espera o salvaguarda correspondiente. Las variaciones en este tema incluyen factores tales como protocolo, localización de anfitrión objetivo, la cantidad de tráfico enviado y solicitado, y el límite preciso establecido por la función de tiempo de espera. De manera evidente, factores externos a la prueba individual, tales como el intervalo entre repeticiones del mismo tipo de prueba, también son un objeto potencial de ajuste perfeccionado.

La evaluación puede seguir las etapas como se indican en la Figura 1, donde los enlaces de datos disponibles están conectados con valores de mérito, por ejemplo valores de mérito de números enteros, basándose en la calidad evaluada, basándose a su vez en los resultados de prueba medidos, y opcionalmente también basándose en el caudal máximo nominal (NMT) de los enlaces. Preferentemente, los valores de mérito separados se asignan en cada dirección de tráfico a cada enlace.

Una realización adicional puede incluir también algún tipo de estructura adaptativa alrededor de una o más de tales variables. Por ejemplo, esto podría ser una influencia histórica en los parámetros de una prueba de ICMP. La Figura 3 muestra un ejemplo, donde el relleno de tamaño del paquete y el tiempo de espera impuesto en la prueba se establecen ambos como resultado de un análisis sencillo realizado en los resultados de las últimas n pruebas anteriores de la misma clase, en el mismo enlace. Suponiendo que $n = 5$, podemos hacer referencia a la cantidad de pruebas satisfactorias en ese conjunto como s . A continuación dejamos el tiempo de espera (en segundos) $t = 13 - 2^s$ y el relleno (en bytes totales) $p = 17000 \div 2^{(n-s)}$. En este ejemplo concreto, se deduce que la primera prueba ($s = 0$) tendrá lugar con 531 bytes de relleno bajo un tiempo de espera de 13 segundos. Si esto falla, la segunda prueba será idéntica. Si tiene éxito ($s = 1$), la siguiente prueba será más dura, con 1063 bytes de relleno bajo un tiempo de espera de 11 segundos, y así sucesivamente. Si el enlace rinde perfectamente, cada iteración usará eventualmente 17000 bytes de relleno y requiere una respuesta de ICMP en 3 segundos o menos.

Este ejemplo, cuando la dificultad de una prueba varía con cada éxito y fallo en la memoria reciente, es aplicable a una amplia diversidad de tecnologías de enlace. Por ejemplo, las tecnologías de WWAN más antiguas como EDGE o UMTS es poco probable que pasen la forma más difícil de la prueba de manera consistente o en absoluto, pero aún pueden evaluarse significativamente por las formas más fáciles. Bajo condiciones perfectamente estables, s será recíproca alrededor de un "umbral de dolor" en algún nivel.

En una realización adicional, continuando desde el ejemplo concreto anterior, la prueba de ICMP adaptativa puede verse afectada y manipular el número entero s de manera que $0 \leq s \leq n$. Este valor puede servir también para influenciar el valor de mérito del enlace, como se ilustra en la Figura 2. Dado un valor de mérito de base m_B , basándose directamente en el NMT asignado al sustrato de hardware del enlace para tráfico en una dirección, el valor de mérito efectivo puede ser entonces $m_E = m_B \div 2^{(n-s)}$ en esa dirección. En este ejemplo, se usa m_E finalmente para comparar diferentes enlaces en la porción de encaminamiento de la invención.

El diagrama 3 muestra tres enlaces numerados 1, 2 y 3, que tienen m_E valores proporcionados como son 1, 5 y 2, respectivamente. Como un resultado directo de tener un NMT inferior o que tiene más pruebas fallidas, o ambas, el enlace 1 únicamente es la mitad de probable que el enlace 3 para recibir un nuevo flujo de tráfico.

Los enlaces pueden a continuación ponderarse entre sí al menos parcialmente, y preferentemente de manera completa, por estos valores de mérito. Por lo tanto, en una realización, todos los flujos a enlaces pueden asignarse en proporción lineal a los valores de mérito de los enlaces.

Una metodología similar puede usarse también para reasignar flujos de datos ya asignados a un enlace de datos a otro enlace de datos. Esto es particularmente útil para flujos de datos largos, tal como llamadas telefónicas realizadas por voz sobre IP, medio de envío por flujo continuo, llamadas de vídeo y similares. Sin embargo, para evitar demasiados re-asignaciones, la re-asignación a otro enlace de datos se realiza preferentemente únicamente cuando se cumple/cumplen uno o varios criterios predeterminados. Por ejemplo, la re-asignación puede tener lugar cuando se satisfacen una o varias de las siguientes condiciones:

- Los enlaces de datos actualmente usados han fallado.
- Un valor de calidad, tal como el valor de mérito anteriormente analizado, de los enlaces de datos actualmente usados ha caído por debajo de un valor mínimo predeterminado.
- La calidad del enlace actualmente usado se ha deteriorado hasta un punto predeterminado en relación con otros enlaces de datos disponibles. Por ejemplo, puede determinarse que el valor de mérito de los enlaces de datos actualmente usados haya caído por debajo de un porcentaje predeterminado, por ejemplo el 50 %, del valor de mérito promedio para todos los enlaces de datos actualmente disponibles.

Además de estos diversos métodos de llamada y respuesta activos de evaluación de enlace, puede haber muchos otros tipos. Por ejemplo, los valores de mérito de enlace pueden verse afectados por el número de flujos de tráfico que ya se están encaminando a través del enlace, por la cantidad de datos que fluye como resultado de estos flujos con relación al NMT, por la cantidad de errores de red informados de los niveles inferiores (no de anfitrión) de abstracción

por un controlador de interfaz de red, etc. Tales métodos pasivos tendrían la ventaja de ser bajos en coste, puesto que no añaden cobros de datos, y de no reducción de rendimiento actuando como tara.

A lo largo de las pruebas de rendimiento probable, pueden ajustarse valores de mérito de acuerdo con criterios arbitrarios, basándose en parámetros dinámicos o estáticos, y que pueden obtenerse por pruebas adicionales o recibiendo información de fuentes externas. Por ejemplo, para tener en cuenta el coste, pueden ajustarse valores de mérito sin realizar ninguna prueba en absoluto. Por ejemplo, si el enlace 1 está asociado con un coste por unidad de datos enviados a través del mismo, mientras que el enlace 2 es libre, el valor de mérito del enlace 1 puede reducirse el 30 % todas las veces, para cumplir un análisis de coste-beneficio.

Otro tipo de realización sería combinar las ventajas de pruebas activas y pasivas monitorizando de cerca datos útiles enviados por el encaminador mismo, o por su pasarela, si tiene una. Por ejemplo, si el encaminador informa datos de uso por cada uno de sus clientes en la red local a un servidor central, el tamaño de cada tal informe y el tiempo requerido para enviar a través de un enlace específico puede usarse por sí mismo como una prueba de ese enlace. Si el encaminador no opera con una pasarela, el protocolo específico necesario para coordinar optimizaciones de encaminamiento entre el encaminador y la pasarela puede expandirse para incluir realimentación mutua en datos enviados y recibidos desde el último intercambio, tomando cualquier discrepancia negativa en el mismo, o alta latencia, como un signo de problema.

Otro tipo de realización más con respecto una evaluación sería tener en cuenta mediciones precisas de latencia. Algunas aplicaciones de interconexión en red son más sensibles a la capacidad de respuesta que a ancho de banda, siendo un ejemplo la carga de una página web que contiene únicamente docenas de pequeños recursos, tal como imágenes de baja resolución, ficheros de CSS y guiones cortos. En la optimización de rendimiento para tales aplicaciones, las latencias significativamente inferiores que el suelo de tres segundos usado en el ejemplo de tiempo de espera de ICMP anterior son relevantes. Por lo tanto, a los valores de mérito puede proporcionarse un ajuste adicional de acuerdo con los hallazgos de las últimas pocas solicitudes de ICMP satisfactorias, el tiempo necesario preciso para completar una consulta de DNS, etc.

Moviéndose desde el objeto de evaluación de enlace, puede haber también numerosas realizaciones de la segunda parte de la invención, que es optimizar la asignación de flujos a enlaces de datos. Dado que el proceso de evaluación de enlace produce valores de mérito escalares para cada enlace, la asignación puede conseguirse por cualquiera de varios algoritmos de mezcla y selección muy comunes conocidos en ciencias informáticas, con la condición de que se cumplan los requisitos de la invención. Por ejemplo, tratando valores de mérito como la aptitud física, puede aplicarse un algoritmo genético, tal como selección de torneo, para elegir un enlace para cada nuevo flujo. Sin embargo, el algoritmo no necesita ser literalmente aleatorio. Puede seleccionarse con la serie de pares de clave-valor formados por el conjunto de enlaces y sus valores de mérito, produciendo un sistema determinista que es más fácil de solucionar problemas.

En el caso de evaluación ajustada para casos de uso específicos, tal como las mediciones precisas de latencia anteriormente mencionadas, una realización de esta invención puede intentar determinar las necesidades especiales de cada nuevo flujo de tráfico. Por ejemplo, un flujo que parece típico de voz sobre IP (VOIP), determinando por sus números de puerto, sus contenidos u otros factores, pueden asignarse a un enlace con latencia especialmente baja. Un flujo que parece típico de envío por flujo continuo de vídeo no en directo bajo demanda, que es menos sensible a latencia, puede encaminarse con énfasis en ancho de banda. Una realización de este tipo de esta invención puede requerir varias implementaciones paralelas de sus ideas, manteniendo registros de valores de mérito separados para aplicaciones separadas, y encaminando cada flujo de acuerdo con el tipo de su fuente, sin embargo, se obtiene este conocimiento.

La invención se ha descrito ahora con referencia a realizaciones específicas. Sin embargo, son factibles varias variaciones del sistema de comunicación. Por ejemplo, puede usarse otra prueba o pruebas que generan una respuesta predecible, puede realizarse la asignación de flujos de datos a enlaces de datos, basándose en la evaluación y pruebas, de diversas maneras, y puede incluir también otros parámetros, etc. Además, el sistema de comunicación puede usarse en diversos tipos de vehículos. Tales modificaciones y otras evidentes pueden considerarse que están dentro del alcance de la presente invención, ya que se define por las reivindicaciones adjuntas. Debería observarse que las realizaciones anteriormente mencionadas ilustran la invención en lugar de limitarla, y que los expertos en la materia podrán designar muchas realizaciones alternativas sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, cualesquiera signos de referencia colocados entre paréntesis no deberán interpretarse como que se limitan a la reivindicación. La expresión "que comprende" no excluye la presencia de otros elementos o etapas que aquellas indicadas en la reivindicación. La palabra "un" o "una" precediendo a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. Además, una única unidad puede realizar las funciones de varios medios indicados en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para comunicación inalámbrica entre un vehículo (1) en movimiento y un servidor remoto a través de al menos una red (4a-c) móvil externa, proporcionando dicha al menos una red móvil exterior al menos dos enlaces de datos actualmente usables, que comprende:
- 10 proporcionar al menos un encaminador (2) en el vehículo en movimiento para recibir y transmitir comunicación de datos inalámbrica a y desde un servidor de comunicación estacionario fuera de dicho vehículo (1) en movimiento a través de dicha al menos una red (4a-c) móvil exterior; caracterizado por que comprende adicionalmente:
- 15 evaluar la calidad de dichos enlaces de datos en una capa de anfitrión enviando de manera repetitiva solicitudes dispuestas para activar una respuesta automatizada determinable a dicho servidor de comunicación estacionario mediante dichos enlaces de datos, y medir el tiempo hasta que se reciben las respuestas automatizadas activadas; y asignar flujos de datos a dichos enlaces de datos basándose al menos parcialmente en dicha calidad evaluada.
- 20 2. El método de la reivindicación 1, en el que las solicitudes que activan una respuesta automatizada determinable son solicitudes a un servidor de sistema de nombres de dominio (DNS).
3. El método de la reivindicación 1, en el que la solicitud que activa una respuesta automatizada determinable usa el protocolo de ICMP.
- 25 4. El método de la reivindicación 3, en el que las solicitudes que activan una respuesta automatizada determinable son datagramas de SOLICITUD_ECO, usados para activar una RESPUESTA_ECO de un anfitrión remoto arbitrario.
5. El método de la reivindicación 4, en el que las SOLICITUDES_ECO se proporcionan con una cantidad variable de datos de relleno adicionales.
- 30 6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la evaluación se realiza basándose en un tiempo promedio para un número predeterminado de solicitudes a dicho servidor de comunicación estacionario mediante dichos enlaces de datos para que se reciba dicha respuesta automatizada, estando dicho número predeterminado de solicitudes preferentemente en el intervalo de 3-10 solicitudes, tal como 5 solicitudes.
- 35 7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las solicitudes a dicho servidor de comunicación estacionario se envían al menos cada 5 segundos, y preferentemente al menos cada 3 segundos, y más preferentemente al menos cada 1 segundo.
- 40 8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la frecuencia de envío de solicitudes a dicho servidor de comunicación estacionario puede ajustarse de acuerdo con al menos otro parámetro de calidad de los enlaces.
- 45 9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente determinar un valor de mérito a cada uno de dichos enlaces de datos, basándose en la calidad evaluada de dichos enlaces de datos, en el que la asignación de flujos de datos a los enlaces de datos se realiza en proporción, y preferentemente en proporción lineal, a los valores de mérito determinados.
- 50 10. El método de la reivindicación 9, en el que los valores de mérito también están basados en el caudal máximo nominal (NMT) de los enlaces.
11. El método de la reivindicación 9 o 10, en el que valores de mérito separados se determinan para cada dirección de tráfico de cada enlace.
- 55 12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la asignación de flujos de datos a los enlaces de datos basándose en dicha calidad evaluada tiene lugar aleatoriamente o pseudo-aleatoriamente.
- 60 13. Un sistema de comunicación inalámbrica para un vehículo (1) en movimiento, que comprende: al menos un encaminador (2) en el vehículo (1) en movimiento para recibir y transmitir comunicación de datos inalámbrica a y desde un servidor de comunicación estacionario fuera de dicho vehículo (1) en movimiento a través de al menos una red (4a-c) móvil exterior, en el que dicha al menos una red (4a-c) móvil exterior proporciona al menos dos enlaces de datos actualmente usables, caracterizado por que comprende adicionalmente:
- 65 al menos un controlador (23) dispuesto para evaluar la calidad de dichos enlaces de datos en una capa de anfitrión, y para asignar flujos de datos a dichos enlaces de datos basándose al menos parcialmente en dicha calidad evaluada, en el que dicha evaluación se realiza en dicha capa de anfitrión, y está basada en tiempos medidos hasta que se

recibe respuesta automatizada de solicitudes dispuestas para activar una respuesta automatizada determinable de manera repetitiva enviada a dicho servidor de comunicación estacionario mediante dichos enlaces de datos.

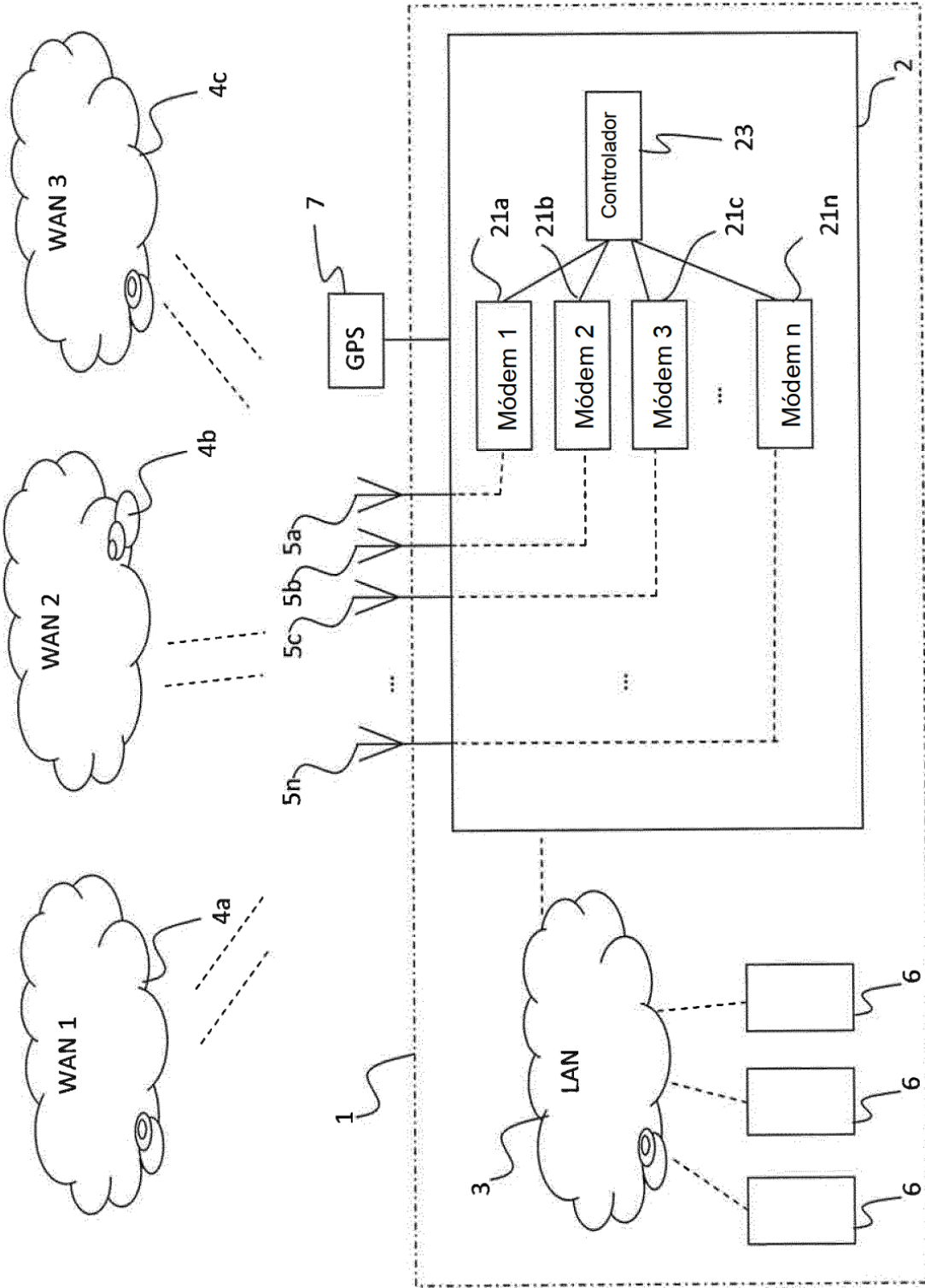


Fig. 1

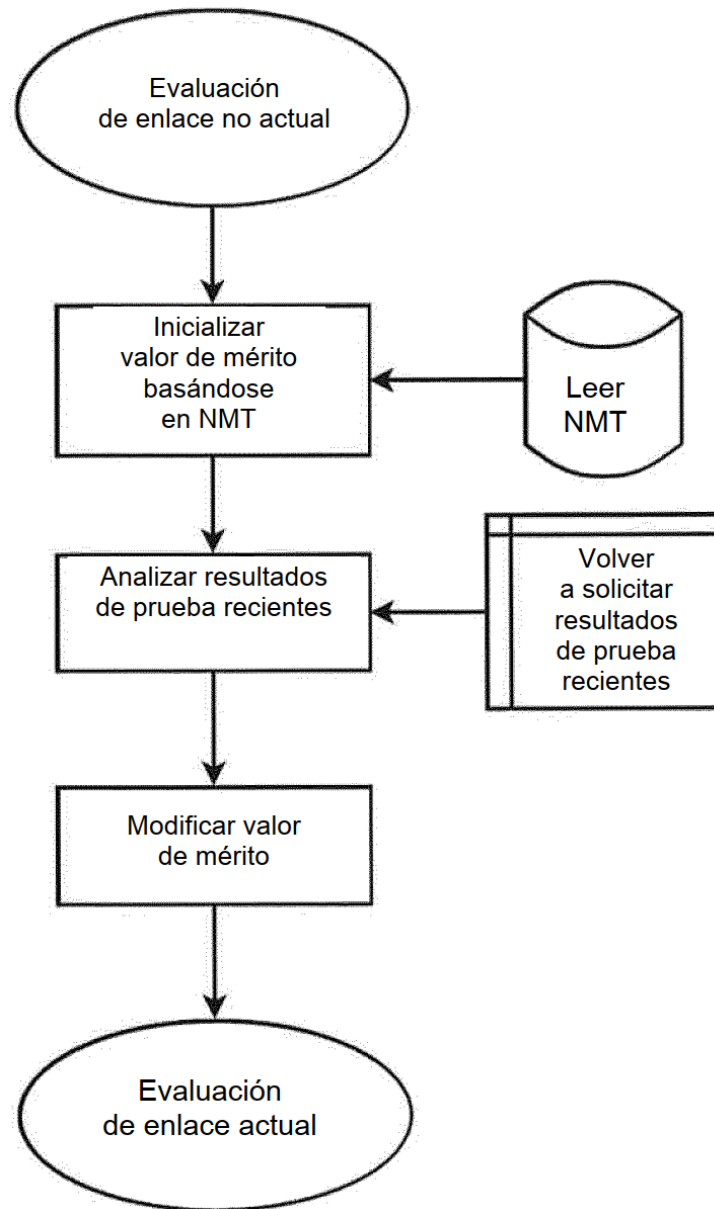


Fig. 2

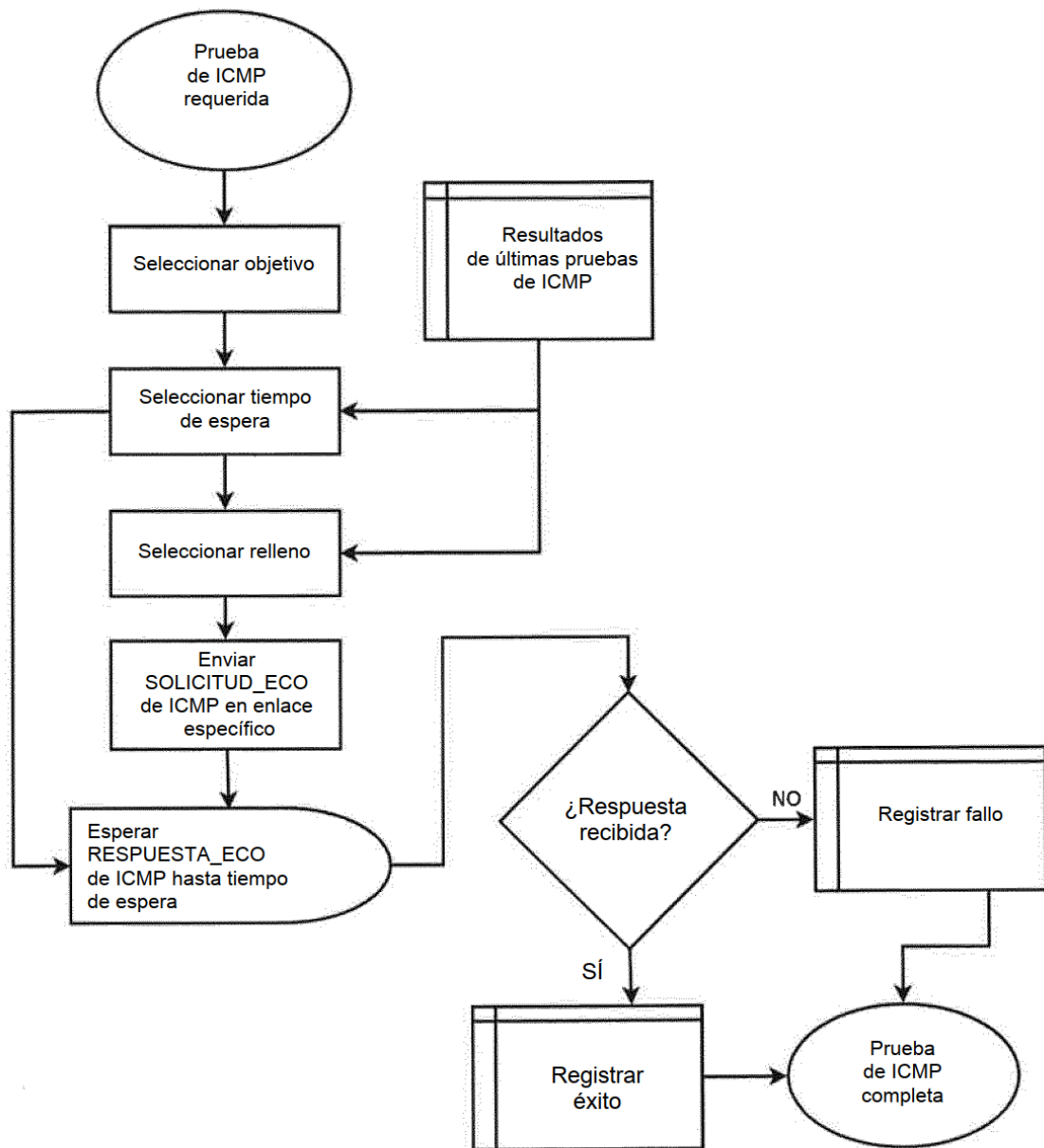


Fig. 3

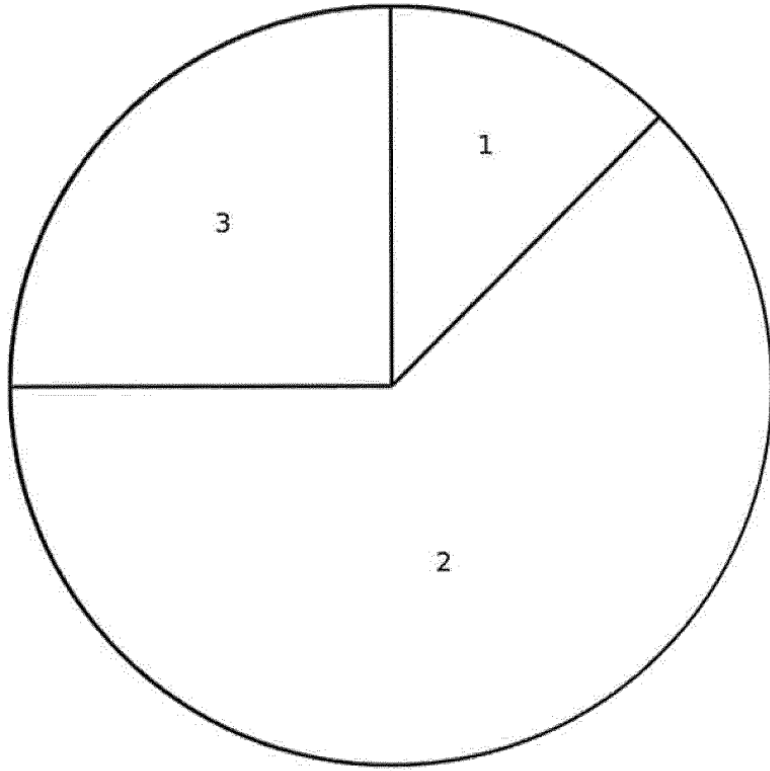


Fig. 4