

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 913**

51 Int. Cl.:

H04L 29/06 (2006.01)

H04L 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2013** **E 13193319 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016** **EP 2739001**

54 Título: **Procedimiento y equipo con múltiples conexiones físicas ("multi-homed") para establecer una conexión multi-trayecto**

30 Prioridad:

30.11.2012 EP 12306499

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

27.10.2016

73 Titular/es:

THOMSON LICENSING (100.0%)
1-5, rue Jeanne d'Arc
92130 Issy-les-Moulineaux, FR

72 Inventor/es:

GOUACHE, STÉPHANE;
MONTALVO, LUIS y
TAIBI, CHARLINE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 587 913 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

Procedimiento y equipo con múltiples conexiones físicas ("multi-homed") para establecer una conexión multi-trayecto

La presente invención se refiere a la transmisión de paquetes de datos entre unos equipos con múltiples conexiones físicas ("multi-homed"), primero y segundo, a través de una o más redes de comunicación.

5 En particular, la presente invención se refiere, aunque no exclusivamente, al establecimiento de una conexión multi-trayecto que funciona bajo el protocolo de control de transmisión multi-trayecto (MultiPath Transmission Control Protocol, MPTCP) sobre el protocolo de Internet (Internet Protocol, IP) entre un primer equipo "multi-homed" y un segundo equipo "multi-homed" remoto. El protocolo MPTCP se define en el proyecto "TCP Extensions for Multipath Operation with Multiple Addresses" (A. Ford et. Al.), publicado el 25 de Abril de 2012 por el grupo de trabajo de ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force).

En el marco de la presente invención, debería entenderse por:

- 15 – "Equipo multi-homed", un equipo que comprende al menos dos interfaces de comunicación (por cable y/o inalámbricas), en el que cada interfaz tiene su propia dirección de comunicación (tal como por ejemplo una dirección IP), con el fin de poder intercambiar paquetes de datos con un equipo de comunicación remoto (posiblemente de un tipo diferente) en el modo multi-trayecto. Por consiguiente, el equipo "multi-homed" puede implicar un teléfono fijo o móvil (posiblemente de tipo "teléfono inteligente"), un ordenador fijo o portátil, un asistente digital personal (Personal Digital Assistant, PDA), un receptor de contenidos (tal como un decodificador, una puerta de enlace residencial o un dispositivo decodificador (Set-Top Box, STB)), o un elemento de equipo de red, tal como un servidor de contenidos;
- 20 – "Trayecto de comunicación", un trayecto que conecta dos equipos de comunicación (posiblemente "multi-homed") gracias a dos interfaces de comunicación (una por equipo), de manera que un trayecto de comunicación será identificado por el par de direcciones de comunicación de las dos interfaces de comunicación correspondientes; y
- 25 – "Sub-flujo", un flujo de paquetes TCP que operan sobre un solo trayecto, que forma parte de una conexión MPTCP más grande. Un sub-flujo de este tipo es iniciado y terminado de manera similar a una conexión TCP regular.

Además, el protocolo MPTCP es una extensión del protocolo TCP regular para proporcionar un servicio TCP multi-trayecto y, especialmente, para ser compatible con el uso concurrente de múltiples direcciones IP de un equipo "multi-homed". El protocolo MPTCP permite que una conexión de transporte funcione a través de múltiples trayectos simultáneamente de una manera compatible con equipos "multi-homed", diseñados inicialmente para ser compatible con una conexión TCP de un único trayecto.

Una conexión MPTCP entre un primer equipo "multi-homed" y un segundo equipo "multi-homed" se compone normalmente de una conexión TCP regular principal asociada con un trayecto de comunicación principal y una o más conexiones TCP auxiliares (vinculadas a la conexión TCP regular principal) que están asociadas con los trayectos de comunicación auxiliares. Dicha una conexión MPTCP sigue apareciendo como una única conexión TCP para las aplicaciones en ambos extremos. Además, tal como ya se conoce, un equipo "multi-homed" (compatible con la implementación del protocolo MPTCP (denominado también MPTCP compatible)) tiene normalmente una interfaz de comunicación fija asignada como la interfaz principal a ser usada para iniciar una conexión MPTCP. Con el fin de ser eficaz, esta interfaz principal debería estar conectada al trayecto de comunicación más rápido o más fiable de entre los trayectos disponibles que conducen a un segundo equipo "multi-homed" remoto.

50 Sin embargo, si el trayecto principal entre el primer equipo y el segundo equipo se interrumpe temporalmente o es inusualmente lento cuando se inicia la conexión MPTCP, el retraso para establecer dicha una conexión MPTCP será largo, con los inconvenientes de retrasar el establecimiento de la conexión MPTCP o conduciendo, en el peor de los casos, a un fallo de esta última. Además, podría retrasar también el establecimiento de las conexiones auxiliares, ya que los requisitos del protocolo MPTCP especifican que la conexión TCP principal estará en un estado establecido antes de iniciar las conexiones auxiliares.

La presente invención propone una solución para superar al menos algunas de las desventajas indicadas anteriormente.

Las soluciones conocidas en la técnica son:

50 El documento de la técnica anterior "Improvement of SCTP Performance during Handshake Process" (Cheng-feng Tai, Lin-huang Chang y Ting-wei Hou. 22ª Conference on Advanced Information Networking and Applications - AINA 2008, IEEE Workshops) presenta el establecimiento de una conexión multi-trayecto entre dos dispositivos que son compatibles con un protocolo multi-trayecto mediante el envío de solicitudes de establecimiento de conexión principal a través de al

menos dos trayectos de comunicación y mediante la determinación como el trayecto de comunicación principal, el primero que envía un mensaje de acuse de recibo de vuelta a dicha solicitud.

5 De manera similar, en el documento "Evaluation of Concurrent Multipath Transfer over Dissimilar Paths" (Hakim Adhari, Thomas Dreibholz, Martin Becke, Erwin P. Rathgeb, AINA 2011, IEEE Workshops) se muestra un análisis con relación al transporte multi-trayecto en el establecimiento de un trayecto disimilar en el mundo real por medio de los protocolos SCTP y MPTCP para dispositivos con varias direcciones IP, en las que se selecciona un primer trayecto y todos los demás trayectos permanecen como respaldo y sólo se usan en caso de fallos.

10 Además, en un contexto similar de conexiones multi-trayecto entre dos dispositivos que son compatibles con un protocolo multi-trayecto, el documento US2007005787 (Gareshi Ken, Saito y Kentaro Ochi Daisuke, NTT DOCOMO, 2007) presenta el envío de solicitudes de reserva de cancelación para aquellos trayectos desde los que no se ha recibido ninguna señal de acuse de recibo y que cumplen una determinada condición de orden de secuencia.

La invención se refiere a un procedimiento para establecer una conexión multi-trayecto a través de múltiples trayectos de comunicación entre un primer equipo y un segundo equipo (por ejemplo, "multi-homed") dentro de al menos una red de comunicación, en el que ambos equipos son compatibles con un protocolo multi-trayecto.

15 Según la presente invención, dicho procedimiento es reseñable en el sentido de que comprende las etapas sucesivas de:

- enviar, desde el primer equipo, solicitudes de establecimiento de conexión principal a través de al menos dos trayectos de comunicación entre dicho primer equipo y dicho segundo equipo;
- recibir, desde el segundo equipo, al menos un mensaje de acuse de recibo a través de uno de dichos trayectos de comunicación; y
- 20 – determinar, en el primer equipo, como un trayecto de comunicación principal, el trayecto de comunicación mediante el cual el primer mensaje de dichos al menos un mensaje de acuse de recibo desde el segundo equipo ha sido recibido por el primer equipo, con el fin de establecer la conexión principal de dicha conexión multi-trayecto a través de dicho trayecto de comunicación principal.

25 De esta manera, gracias a la presente invención, el primer equipo "multi-homed" es capaz de descubrir (preferiblemente de manera automática) el trayecto más rápido disponible en el momento del establecimiento de conexión multi-trayecto para considerarlo como el trayecto principal para la conexión multi-trayecto. Entonces, puede reducirse el tiempo necesario para establecer una conexión multi-trayecto.

En una realización preferida, el procedimiento comprende además las etapas de:

- 30 – enviar, desde el primer equipo, un mensaje de acuse de recibo junto con un primer mensaje de datos a través de dicho trayecto de comunicación principal determinado; y
- recibir, desde el segundo equipo, un mensaje de acuse de recibo de establecimiento para establecer la conexión principal de dicha conexión multi-trayecto entre el primer equipo y el segundo equipo.

35 En un primer aspecto, dicho procedimiento puede comprender además la etapa de enviar, desde el primer equipo, una solicitud de reinicio a través de cada uno de los trayectos de comunicación auxiliares, que difieren del trayecto de comunicación principal determinado, para anular la conexión a lo largo de esos trayectos de comunicación auxiliares.

En un segundo aspecto, dicho procedimiento puede comprender además las etapas de:

- enviar, desde el primer equipo, una solicitud de establecimiento de conexión auxiliar a través de al menos uno de los trayectos de comunicación auxiliares;
- 40 – recibir, desde el segundo equipo, al menos un mensaje de acuse de recibo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar; y
- enviar, desde el primer equipo, un mensaje de acuse de recibo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar, de manera que se establezca una conexión auxiliar de dicha conexión multi-trayecto entre el primer equipo y el segundo equipo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar.

En un tercer aspecto, dicho procedimiento puede comprender además las etapas de:

- 45 – enviar, desde el primer equipo, un mensaje de información representativo de los posibles trayectos de comunicación auxiliares del primer equipo, a través de dicho trayecto de comunicación principal;
- recibir, desde el segundo equipo, una solicitud de establecimiento de conexión auxiliar a través de al menos uno

de los trayectos de comunicación auxiliares;

- recibir, desde el primer equipo, al menos un mensaje de acuse de recibo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar; y
- enviar, desde el segundo equipo, un mensaje de acuse de recibo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar, de manera que se establezca una conexión auxiliar de dicha conexión multi-trayecto entre el primer equipo y el segundo equipo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar.

De manera ventajosa, dichas solicitudes de establecimiento de conexión principal pueden ser enviadas de manera esencialmente simultánea por el primer equipo.

Preferiblemente, el protocolo multi-trayecto es el protocolo de control de transmisión multi-trayecto sobre el protocolo de Internet.

En otro aspecto, dicho procedimiento puede comprender la etapa de enumerar los trayectos de comunicación entre el primer equipo y el segundo equipo, según al menos un criterio de rendimiento.

La presente invención se refiere también a un primer equipo (por ejemplo, “multi-homed”) adaptado para establecer una conexión multi-trayecto a través de múltiples trayectos de comunicación entre dicho primer equipo “multi-homed” y un segundo equipo “multi-homed” dentro de al menos una red de comunicación, en el que ambos equipos son compatibles con un protocolo multi-trayecto.

Según la presente invención, dicho equipo comprende:

- un emisor configurado para enviar al segundo equipo, solicitudes de establecimiento de conexión principal a través de al menos dos trayectos de comunicación entre dichos equipos;
- un receptor configurado para recibir desde el segundo equipo, al menos un mensaje de acuse de recibo a través de uno de dichos trayectos de comunicación conocidos;
- un estimador configurado para determinar como un trayecto de comunicación principal, el trayecto de comunicación de manera que el primero de dichos al menos un mensaje de acuse de recibo desde el segundo equipo ha sido recibido por dicho primer equipo, con el fin de establecer la conexión principal de dicha conexión multi-trayecto a través de dicho trayecto de comunicación principal.

Además, el emisor puede estar configurado además para enviar al segundo equipo una solicitud de reinicio a través de cada uno de los trayectos de comunicación auxiliares, que difiere del trayecto de comunicación principal determinado, para anular la conexión a lo largo de esos trayectos de comunicación.

A continuación, se describen ciertos aspectos que corresponden al alcance de las realizaciones. Debería entenderse que estos aspectos se presentan meramente para proporcionar al lector un breve resumen de ciertas formas que podría adoptar la invención y que estos aspectos no pretenden limitar el alcance de la invención.

La invención se comprenderá mejor y se ilustrará por medio de la realización y los ejemplos de ejecución siguientes, en modo alguno restrictivos, con referencia a las figuras adjuntas entre las que:

- La Figura 1 es un diagrama esquemático de un ejemplo de una red de comunicación en la que podría implementarse la presente invención;
- La Figura 2 representa esquemáticamente las etapas habituales implementadas para establecer una conexión TCP regular entre un equipo cliente y un servidor dentro de la red de comunicación de la Figura 1;
- Las Figuras 3A y 3B es un diagrama de flujo que ilustra las etapas habituales implementadas para iniciar una conexión MPTCP entre un equipo cliente y un servidor dentro de una red de comunicación, según una manera implícita (Figura 3A) y una manera explícita (Figura 3B), respectivamente;
- La Figura 4A ilustra las etapas de una realización preferida del procedimiento para establecer una conexión multi-trayecto, según la presente invención;
- La Figura 4B es un diagrama de flujo del procedimiento según dicha realización preferida; y
- La Figura 5 es un diagrama de bloques de un dispositivo conforme a la presente invención, que es capaz de implementar el procedimiento tal como se ha descrito en la Figura 4.

Siempre que sea posible, se usarán los mismos números de referencia a lo largo de todas las figuras para hacer

referencia a las mismas partes o a partes similares.

Según una realización preferida, la presente invención se representa con respecto al protocolo MPTCP multi-trayecto sobre el protocolo de Internet. Naturalmente, la invención no se limita a dicha una realización particular y, por supuesto, podrían considerarse e implementarse otros protocolos multi-trayecto.

- 5 En la realización preferida, se consideran dos equipos “multi-homed” y multi-dirección (respectivamente, un cliente C y un servidor S) que se comunican entre sí a través de una red N de comunicación (representados en la Figura 1).

10 Cada equipo C o S es compatible con MPTCP y comprende varias interfaces de conexión identificadas por su dirección IP. En el ejemplo particular de las Figuras 1 a 4, el cliente C y el servidor S tienen dos interfaces a las que se hace referencia, respectivamente, como A1, A2 y B1, B2: por lo tanto, hay hasta cuatro trayectos diferentes entre el cliente C y el servidor S, concretamente A1-B1, A1-B2, A2-B1 y A2-B2. Obviamente, en una variante, el número de interfaces podría ser diferente.

15 En el ejemplo de la Figura 1, el cliente C puede alcanzar el servidor S remoto a través de Internet a través de una red de acceso celular y una red de acceso ADSL. La red de acceso celular (por ejemplo, 3G y/o 4G) es accesible directamente por el cliente C, mientras que la red de acceso ADSL es accesible por el cliente C a través de una puerta de enlace. El cliente C puede comunicarse con dicha una puerta de enlace a través de interfaces inalámbricas y/o por cable (tal como por ejemplo Wi-Fi, Ethernet, etc.).

Tal como se muestra en la Figura 2, el establecimiento de una conexión TCP de trayecto único entre el cliente C y el servidor S se define generalmente por un protocolo de conexión de tres estados (denominado frecuentemente protocolo de intercambio de tres vías):

- 20 – en un primer estado, el cliente C envía (flecha 1 en la Figura 2) un paquete (SYN) de sincronización (correspondiente a una solicitud de establecimiento de conexión) al servidor S que especifica el número de puerto del servidor S al cual desea conectarse el cliente C y el número de secuencia inicial (Initial Sequence Number, ISN) del cliente. Entonces, el cliente C está en un estado embrionario o inicial (SYN_SENT) y espera una respuesta desde el servidor S. Se representan dos interfaces A1, A2 y B1, B2 de comunicación para cada equipo S, C;
- 25 – en el segundo estado, el servidor S responde (flecha 2) con un paquete (SYN/ACK) de acuse de recibo del primer tipo que contiene el número de secuencia inicial (ISN) del servidor y un paquete (ACK) de acuse de recibo para el paquete SYN del cliente (que comprende el ISN del cliente más uno, en el que el paquete SYN consume un número de secuencia). En este segundo estado, el servidor S está también en un estado embrionario o inicial (SYN_RCVD); y
- 30 – en un tercer estado, el cliente C debe enviar (flecha 3) un paquete (ACK) de acuse de recibo del segundo tipo con el ISN del servidor más uno, para reconocer la recepción del paquete SYN desde el servidor S. En este tercer estado, el cliente C entra en un estado de conexión establecida y, tras la recepción del paquete ACK desde el cliente C, el servidor S entra también a un estado de conexión establecida. Entonces, una conexión TCP (A2-B1 en la Figura 2) está completamente abierta.
- 35

Las Figuras 3A y 3B ilustran el establecimiento de una conexión MPTCP entre el cliente C “multi-homed” y compatible con MPTCP y el servidor S “multi-homed” y compatible con MPTCP. Tal como ya se conoce, dicho establecimiento se compone de las tres fases siguientes:

- 40 – en una primera fase (representada por las flechas 1 a 3 en las Figuras 3A y 3B), el cliente C inicia una conexión TCP regular, pero los paquetes SYN, SYN/ACK y ACK + DATA enviados transportan además una opción compatible con multi-trayecto (MP_CAPABLE). Esta opción permite que el cliente C y el servidor S intercambien cierta información usada para autenticar el establecimiento de conexiones TCP auxiliares (o sub-flujos) y para comprobar si el servidor S remoto es compatible o no con el protocolo MPTCP;
- 45 – en una segunda fase (flecha 4), el servidor S compatible con MPTCP debe responder al paquete ACK+DATA de segundo tipo desde el cliente C con un paquete ACK de establecimiento, que puede contener datos o no si no tiene datos a ser enviados inmediatamente. Si el cliente C no recibe dicho un paquete ACK de establecimiento dentro del tiempo de retransmisión (Retransmission Timeout, RTO), volverá a enviar el paquete ACK de establecimiento que contiene la opción MP_CAPABLE. La conexión MPTCP en el lado del cliente está en un estado pre-establecido (PRE_ESTABLISHED), mientras espera este paquete ACK de establecimiento.
- 50 Preferiblemente, tras la recepción del paquete ACK de establecimiento desde el servidor S, el cliente C cambiará a un estado establecido (ESTABLISHED); y
- en una tercera fase (representada respectivamente por las flechas 5A, 6A, 7A en la Figura 3A y por las flechas

5B, 6B, 7B, 8 en la Figura 3B), una nueva conexión TCP o varias conexiones TCP nuevas se crean y se vinculan a la conexión TCP principal establecida al final de la primera fase. Básicamente, hay dos procedimientos principales para establecer estas conexiones TCP auxiliares:

- 5 • un procedimiento implícito (Figura 3A), en el que el cliente C inicia (flechas 5A, 6A y 7A) una nueva conexión TCP auxiliar desde una segunda dirección A2 IP a la dirección B1 IP del servidor conocido; y
- un procedimiento explícito (Figura 3B), en el que el cliente C proporciona (flecha 8) al servidor S las direcciones IP disponibles (en el ejemplo A2) para la conexión MPTCP, de manera que el servidor S inicia (flecha 5B, 6B y 7B) una nueva conexión TCP auxiliar con una de estas direcciones IP disponibles.

10 En ambos casos (implícito y explícito), los paquetes SYN, SYN/ACK y ACK (representados respectivamente por las flechas 5A, 6A y 7A en la Figura 3A y las flechas 5B, 6B y 7B en la Figura 3B) transportan además una opción de unión (MP_JOIN).

Además, el diagrama de flujo representado en la Figura 4B describe las diversas etapas del procedimiento para establecer una conexión MPTCP entre el cliente C y el servidor S, según la realización preferida de la presente invención.

15 En particular, en una etapa E0 preliminar, el cliente C puede obtener los diversos trayectos de comunicación existentes entre éste y el servidor S. En una alternativa, puede imaginarse que el cliente C podría conocer ya los trayectos de comunicación.

20 En una primera etapa E1, el cliente C envía de manera esencialmente simultánea paquetes 1 SYN sincronización (correspondientes a las solicitudes de establecimiento de conexión) que transportan la opción MP_CAPABLE al servidor S a través de todos los trayectos de comunicación conocidos entre el cliente C y el servidor S. En otras palabras, un paquete SYN que incluye la opción MP_CAPABLE es transmitido desde el cliente C al servidor S a través de cada trayecto de comunicación conocido (A1-B1, A1-B2, A2-B1 y A2-B2 en el ejemplo). En aras de la claridad, sólo se ha ilustrado un paquete 1 SYN (MP_CAPABLE) en la Figura 4A.

Obviamente, como una variante, los paquetes SYN podrían ser enviados a través de sólo algunos de los trayectos de comunicación conocidos.

25 En una etapa E2 adicional, el cliente C (que está en un estado de espera) recibe al menos un paquete 2 SYN/ACK de acuse de recibo de primer tipo que transporta la opción MP_CAPABLE desde el servidor S a través de uno de dichos trayectos de comunicación conocidos.

30 Tras la recepción de dicho un paquete 2 SYN/ACK, el cliente C determina, en una etapa E3 adicional, el trayecto mediante el cual el paquete 2 SYN/ACK ha sido recibido primero por el cliente C, como un trayecto de comunicación principal de la conexión multi-trayecto a establecer.

En una etapa E4 adicional, el cliente C transmite un paquete 3 ACK+DATA de acuse de recibo de segundo tipo que transporta la opción MP_CAPABLE al servidor S a través de dicho transporte de comunicación principal determinado. Entonces, el cliente se encuentra en un estado preestablecido (PRE-ESTABLISHED).

35 En una etapa E5 opcional adicional, el cliente C envía al servidor S una solicitud RST de reinicio a través de cada uno de los trayectos de comunicación auxiliares (que no han sido determinados como el trayecto de comunicación principal de la comunicación MPTCP multi-trayecto) para cancelar la conexión a lo largo de esos trayectos auxiliares.

En una etapa E6 adicional, el cliente C recibe un paquete 4 ACK de acuse de recibo de establecimiento (enviado por el servidor S tras la recepción del paquete ACK (MP_CAPABLE) de segundo tipo (para establecer la conexión principal de dicha conexión MPTCP multi-trayecto). Entonces, el cliente C se encuentra en un estado establecido (ESTABLISHED).

40 En las etapas adicionales (sólo representadas en la Figura 4A), las conexiones TCP auxiliares (vinculadas a la conexión MPTCP multi-trayecto establecida) podrían ser establecidas según uno de los dos procedimientos (implícito o explícito) descritos anteriormente con referencia a la Figura 3A (flechas 5A, 6A y 7A) y la Figura 3B (flechas 5B, 6B, 7B y 8). El procedimiento implícito solo se representa en la Figura 4A.

45 Además, podría crearse una lista de rendimientos de los trayectos de comunicación conocidos entre el cliente C y el servidor S, en una etapa E7 adicional, en la que los trayectos de comunicación conocidos se clasifican según uno o varios criterios, por ejemplo, la fiabilidad y/o la velocidad de cada trayecto. La lista de rendimientos podría ser actualizada periódicamente midiendo el tiempo de ida y vuelta (Round-Trip Time, RTT) y la tasa de error de paquete (Packet Error Rate, PER) de cada trayecto de comunicación (trayectos principal y auxiliares).

50 Gracias a dicha lista de rendimientos, el cliente C es capaz de enviar o solicitar datos en un trayecto de comunicación preferido con el fin de optimizar el intercambio de datos con el servidor S.

Además, el diagrama de bloques mostrado en la Figura 5 representa un dispositivo compatible con la presente invención y que corresponde al cliente C, que es capaz de implementar el procedimiento tal como se ha descrito anteriormente con referencia a las Figuras 4A y 4B.

En particular, el cliente C comprende:

- 5 – interfaces A1 y A2 de comunicación (por cable y/o inalámbricas), en el que cada interfaz tiene su propia dirección IP;
- un módulo M1, denominado también emisor, configurado para enviar al servidor S al menos:
 - solicitudes 1 SYN de establecimiento de conexión principal que transportan la opción MP_CAPABLE a través de al menos algunos de los trayectos de comunicación conocidos, en el que de manera ventajosa dichas solicitudes son enviadas simultáneamente;
 - 10 • un mensaje 3 ACK+DATA de acuse de recibo de segundo tipo que transporta la opción MP_CAPABLE a través del trayecto principal determinado;
 - una solicitud RST de reinicio a través de cada uno de los trayectos de comunicación auxiliares para anular la conexión a lo largo de esos trayectos de comunicación auxiliares;
 - 15 • una solicitud 5A SYN de establecimiento de conexión que transporta la opción MP_JOIN a través de un trayecto de comunicación auxiliar;
 - un mensaje 6B SYN/ACK de acuse de recibo que transporta la opción MP_JOIN a través de un trayecto de comunicación auxiliar;
 - 20 • un mensaje 7A ACK de acuse de recibo de segundo tipo que transporta la opción MP_JOIN a través de un trayecto auxiliar;
 - un mensaje 8 de información representativo de los posibles trayectos de comunicación auxiliares.
- un módulo M2, denominado también receptor, configurado para recibir desde el servidor S al menos:
 - un mensaje 2 SYN/ACK de acuse de recibo de primer tipo que transporta la opción MP_CAPABLE a través de uno de dichos trayectos de comunicación conocidos;
 - 25 • un paquete 4 ACK de acuse de recibo de establecimiento para establecer una conexión principal de dicha conexión MPTCP multi-trayecto;
 - una solicitud 5B SYN de establecimiento de conexión que transporta la opción MP_JOIN a través de un trayecto de comunicación auxiliar;
 - un mensaje 6A SYN/ACK de acuse de recibo de primer tipo que transporta la opción MP_JOIN a través de un trayecto de comunicación auxiliar;
 - 30 • un mensaje 7B ACK de acuse de recibo de segundo tipo que transporta la opción MP_JOIN a través de un trayecto auxiliar;
- un módulo M3, denominado también estimador, configurado para determinar como un trayecto de comunicación principal, el trayecto mediante el cual un mensaje SYN/ACK de acuse de recibo de primer tipo desde el servidor S ha sido recibido primero por el cliente C; y
- 35 – un módulo M4, denominado también calculador, configurado para establecer la lista de rendimientos.

Los bloques M1 a M4 representados en la Figura 5 son unidades puramente funcionales, que no corresponden necesariamente a unidades físicas separadas. Concretamente, podrían ser desarrolladas en forma de software, o podrían ser implementadas en uno o varios circuitos integrados que comprenden uno o más procesadores.

- 40 El diagrama de flujo y/o los diagramas de bloques en las Figuras 1 a 5 ilustran la configuración, el funcionamiento y la funcionalidad de posibles implementaciones de sistemas, procedimientos y productos de programas de ordenador según diversas realizaciones de la presente invención. En este sentido, cada bloque en el diagrama de flujo o en los diagramas de bloques puede representar un módulo, segmento o parte de código, que comprende una o más instrucciones ejecutables para implementar la función lógica o las funciones lógicas especificadas. Cabe señalar también que, en algunas implementaciones alternativas, las funciones indicadas en el bloque pueden realizarse en un orden distinto al indicado en las figuras. Por ejemplo, dos bloques mostrados en sucesión pueden ser ejecutados, de hecho, de manera
- 45

- 5 sustancialmente concurrente, o algunas veces los bloques pueden ser ejecutados en el orden inverso, o los bloques pueden ser ejecutados en un orden alternativo, dependiendo de la funcionalidad implicada. Cabe señalar también que cada bloque de los diagramas de bloques y/o la ilustración de diagrama de flujo, y combinaciones de los bloques en los diagramas de bloques y/o la ilustración de diagrama de flujo, puede ser implementado por sistemas de propósito especial basados en hardware (por ejemplo, que comprenden uno o más procesadores) que realizan las funciones o acciones especificadas, o combinaciones de hardware de propósito especial e instrucciones de ordenador.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para establecer una conexión multi-trayecto a través de múltiples trayectos de comunicación entre dos equipos (C, S), primero y segundo, dentro de al menos una red (N) de comunicación, en el que los dos equipos son compatibles con un protocolo multi-trayecto, que comprende:

- 5 – enviar (E1), desde el primer equipo (C), solicitudes (1) de establecimiento de conexión principal a través de al menos dos trayectos de comunicación entre dichos equipos (C, S) primero y segundo;
- recibir (E2), desde el segundo equipo (S), al menos un mensaje (2) de acuse de recibo a través de uno de dichos trayectos de comunicación;
- 10 – determinar (E3), en el primer equipo (C), como un trayecto de comunicación principal, el trayecto de comunicación mediante el que el primero de dichos al menos un mensaje (2) de acuse de recibo desde el segundo equipo (S) ha sido recibido por el primer equipo (C), con el fin de establecer la conexión principal de dicha conexión multi-trayecto a través de dicho trayecto de comunicación principal;
- enviar (E5), desde el primer equipo (C), una solicitud (RST) de reinicio a través de cada uno de los trayectos de comunicación auxiliares, que difieren del trayecto de comunicación principal determinado, para anular la conexión a lo largo de esos trayectos de comunicación auxiliares.
- 15

2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

- enviar (E4), desde el primer equipo (C), un acuse de recibo con un primer mensaje (3) de datos a través de dicho trayecto de comunicación principal determinado; y
- 20 – recibir (E6), desde el segundo equipo (S), un mensaje (4) de acuse de recibo de establecimiento para establecer la conexión principal de dicha conexión multi-trayecto entre los equipos (C, S) primero y segundo.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, que comprende además:

- enviar, desde el primer equipo (C), una solicitud (5A) de establecimiento de conexión auxiliar a través de al menos uno de los trayectos de comunicación auxiliares;
- 25 – recibir, desde el segundo equipo (S), al menos un mensaje (6A) de acuse de recibo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar; y
- enviar, desde el primer equipo (C), un mensaje (7A) de acuse de recibo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar, de manera que se establezca una conexión auxiliar de dicha conexión multi-trayecto entre el primer equipo (C) y el segundo equipo (S) a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar.
- 30

4. Procedimiento según la reivindicación 2, que comprende además:

- enviar, desde el primer equipo (C), un mensaje (8) de información representativo de los posibles trayectos de comunicación auxiliares del primer equipo (C), a través de dicho trayecto de comunicación principal;
- 35 – recibir, desde el segundo equipo (S), una solicitud (5B) de establecimiento de conexión auxiliar a través de al menos uno de los trayectos de comunicación auxiliares;
- recibir, desde el primer equipo (C), al menos un mensaje (6B) de acuse de recibo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar; y
- enviar, desde el segundo equipo (S), un mensaje (7B) de acuse de recibo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar, de manera que se establezca una conexión auxiliar de dicha conexión multi-trayecto entre el primer equipo (C) y el segundo equipo (S) a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar.
- 40

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dichas solicitudes (1) de establecimiento de conexión principal son enviadas de manera esencialmente simultánea desde el primer equipo (C).

45 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el protocolo multi-trayecto es el protocolo de control de transmisión multi-trayecto (MultiPath Transmission Control Protocol) sobre el protocolo de Internet.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además enumerar (E7) los trayectos de comunicación entre el primer equipo (C) y el segundo equipo (S), según al menos un criterio de rendimiento.

5 8. Un primer equipo adaptado para establecer una conexión multi-trayecto a través de múltiples trayectos de comunicación entre dicho primer equipo (C) "multi-homed" y un segundo equipo (S) "multi-homed" dentro de al menos una red (N) de comunicación; en el que ambos equipos (C, S) son compatibles con un protocolo multi-trayecto, que comprende:

- un emisor (M1) configurado para enviar al segundo equipo (S), solicitudes (1) de establecimiento de conexión principal a través de al menos dos trayectos de comunicación entre dichos equipos (C, S);
- 10 – un receptor (M2) configurado para recibir desde el segundo equipo (S), al menos un mensaje (2) de acuse de recibo a través de uno de dichos trayectos de comunicación conocidos;
- un estimador (M3) configurado para determinar como un trayecto de comunicación principal, el trayecto de comunicación mediante el que el primero de dichos al menos un mensaje (2) de acuse de recibo desde el segundo equipo (S) ha sido recibido por dicho primer equipo (C), con el fin de establecer la conexión principal de dicha conexión multi-trayecto a través de dicho trayecto de comunicación principal,
- 15

en el que el emisor (M1) está configurado además para enviar al segundo equipo (S) una solicitud de reinicio a través de cada uno de los trayectos de comunicación auxiliares, que difieren del trayecto de comunicación principal determinado, para anular la conexión a lo largo de esos trayectos de comunicación.

9. Un primer equipo según la reivindicación 8, en el que:

- 20 – el emisor (M1) está configurado además para enviar, desde el primer equipo (C), un acuse de recibo con un primer mensaje (3) de datos a través de dicho trayecto de comunicación principal determinado; y
- el receptor (M2) está configurado además para recibir, desde el segundo equipo (S), un mensaje (4) de acuse de recibo de establecimiento para establecer la conexión principal de dicha conexión multi-trayecto entre los equipos (C, S) primero y segundo.

25 10. Primer equipo según la reivindicación 9, en el que:

- el emisor (M1) está configurado además para enviar, desde el primer equipo (C), una solicitud (5A) de establecimiento de conexión auxiliar a través de al menos uno de los trayectos de comunicación auxiliares;
- el receptor (M2) está configurado además para recibir, desde el segundo equipo (S), al menos un mensaje (6A) de acuse de recibo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar; y
- 30 – el emisor (M1) está configurado además para enviar, desde el primer equipo (C), un mensaje (7A) de acuse de recibo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar, de manera que se establezca una conexión auxiliar de dicha conexión multi-trayecto entre el primer equipo (C) y el segundo equipo (S) a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar.

35 11. Primer equipo según la reivindicación 9, en el que:

- el emisor (M1) está configurado además para enviar, desde el primer equipo (C), un mensaje (8) de información representativo de los posibles trayectos de comunicación auxiliares del primer equipo (C), a través de dicho trayecto de comunicación principal;
- el receptor (M2) está configurado además para recibir, desde el segundo equipo (S), una solicitud (5B) de establecimiento de conexión auxiliar a través de al menos uno de los trayectos de comunicación auxiliares;
- 40 – el receptor (M2) está configurado además para recibir, desde el primer equipo (C), al menos un mensaje (6B) de acuse de recibo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar; y
- el emisor (M1) está configurado además para enviar, desde el segundo equipo (S), un mensaje (7B) de acuse de recibo a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar, de manera que se establezca una conexión auxiliar de dicha conexión multi-trayecto entre el primer equipo (C) y el segundo equipo (S) a través de dicho trayecto de comunicación auxiliar.
- 45

12. Primer equipo según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que el emisor (M1) está configurado

además para enviar de manera esencialmente simultánea dichas solicitudes (1) de establecimiento de conexión principal.

13. Primer equipo según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el protocolo multi-trayecto es el protocolo de control de transmisión multi-trayecto sobre el protocolo de Internet.

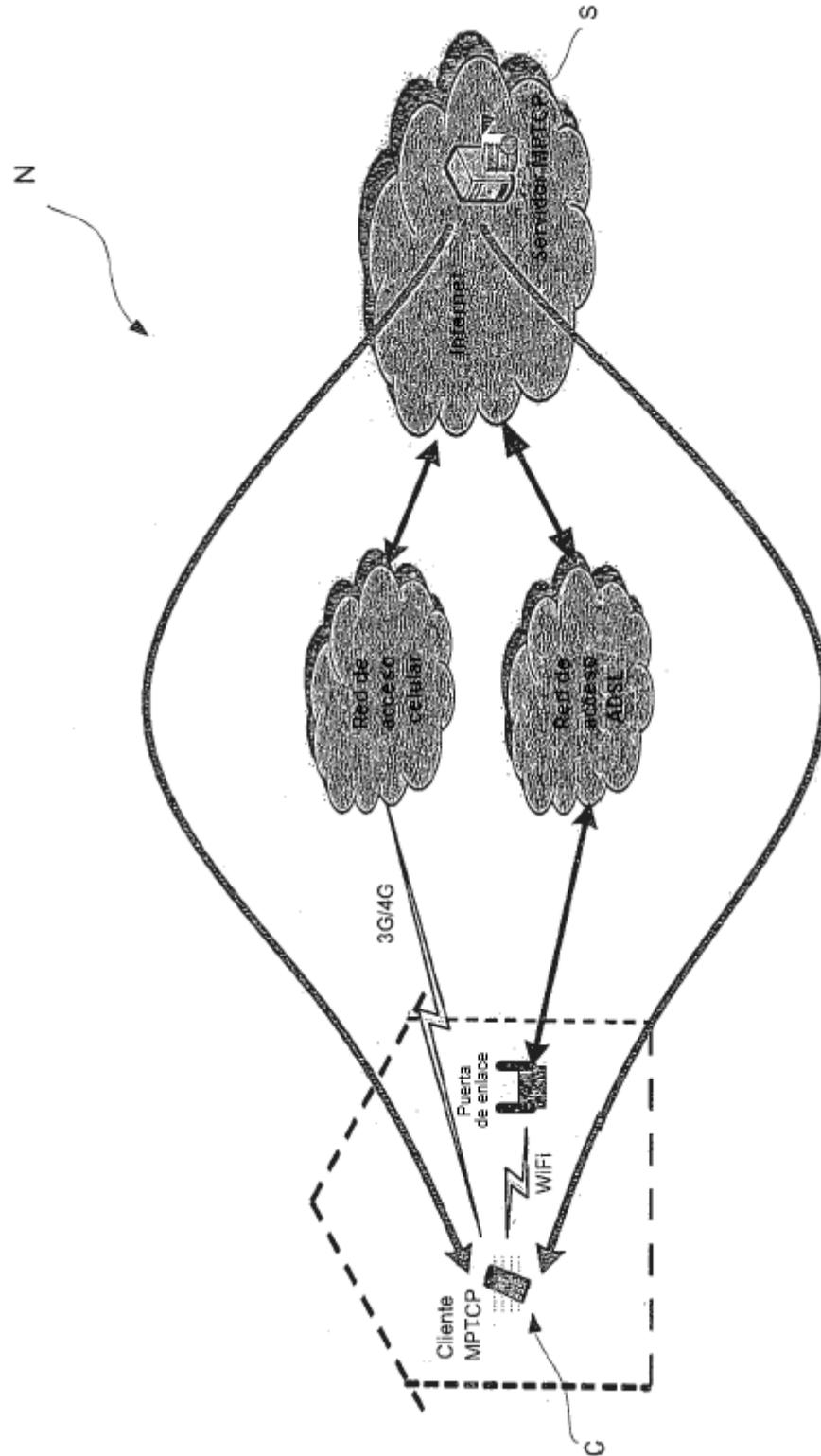


Figura 1

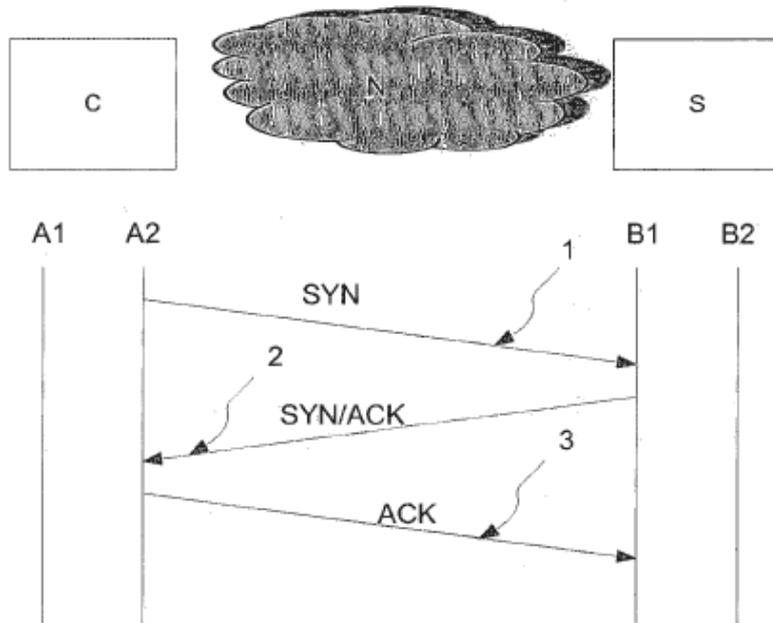


Figura 2

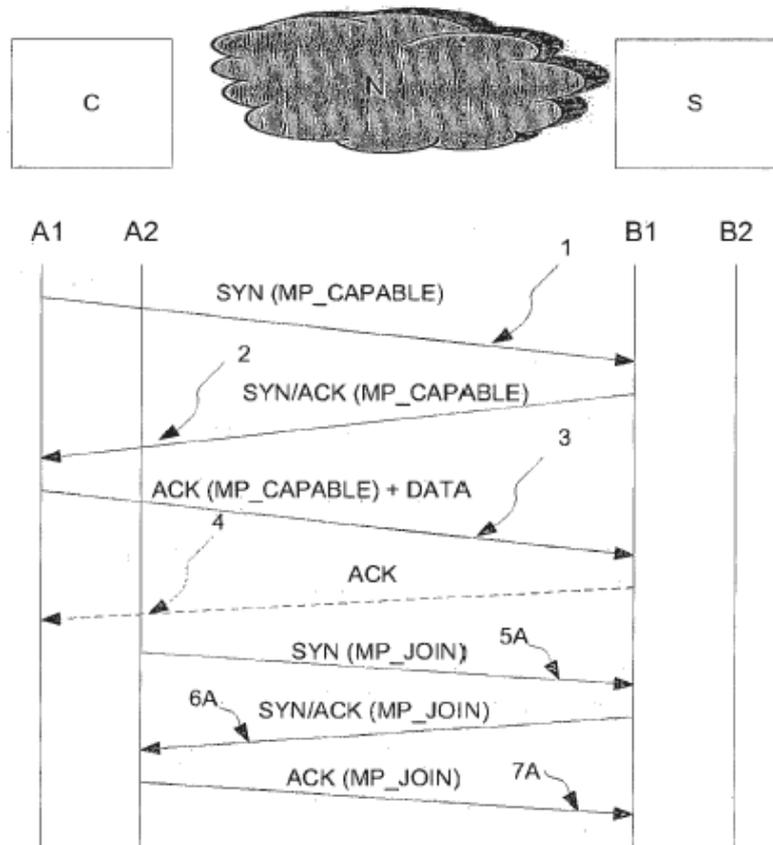


Figura 3A

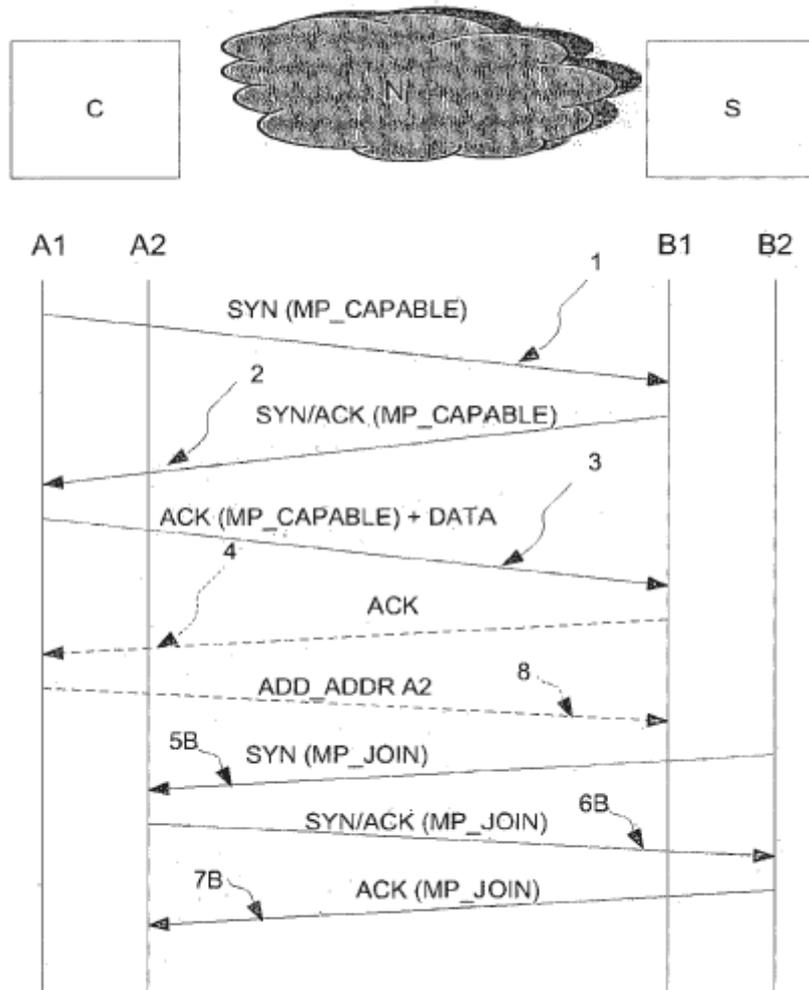


Figura 3B

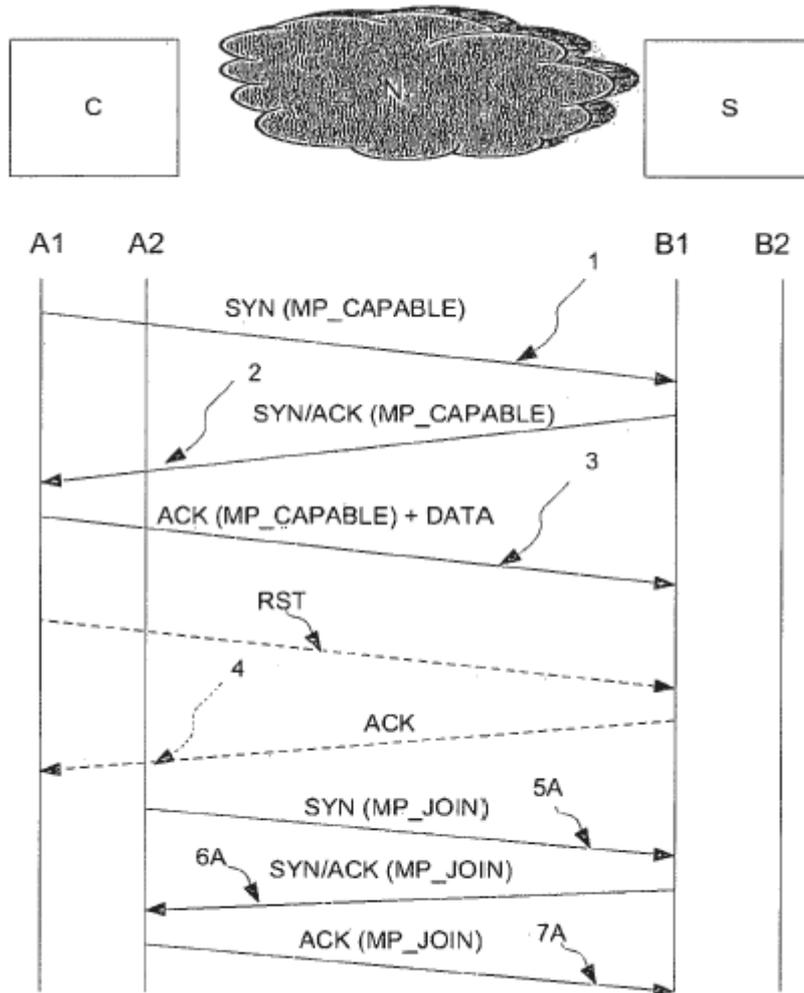


Figura 4A

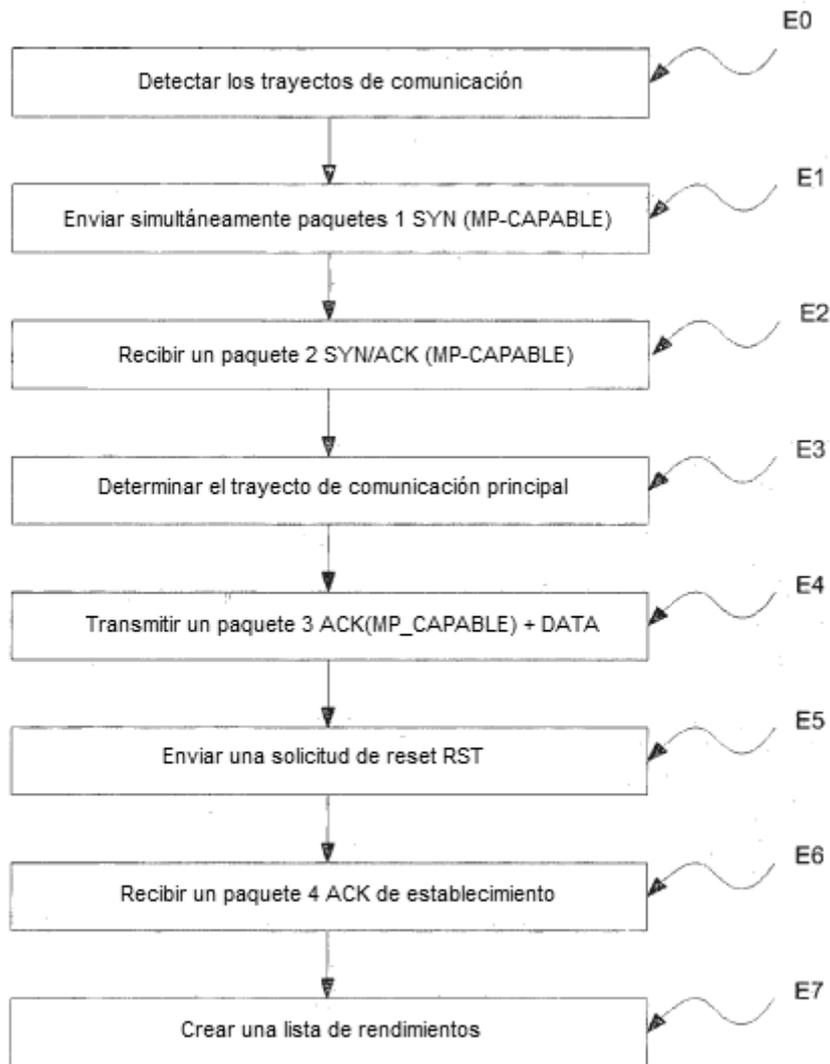


Figura 4B

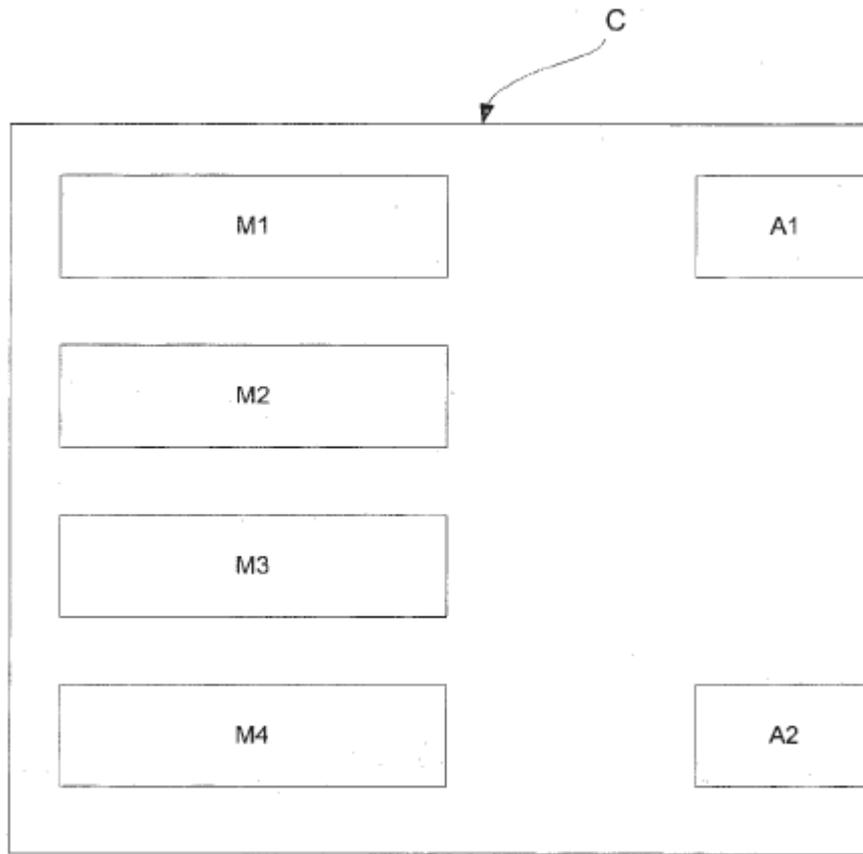


Figura 5