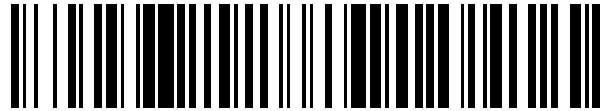


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 440 331**

51 Int. Cl.:

H04W 52/02 (2009.01)

H04L 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2010 E 10801087 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013 EP 2529582**

54 Título: **Dispositivo informático móvil y método para mantener la continuidad de aplicación**

30 Prioridad:

26.01.2010 US 694244

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

28.01.2014

73 Titular/es:

**MOTOROLA MOBILITY LLC (100.0%)
600 North US Highway 45
Libertyville, IL 60048, US**

72 Inventor/es:

**BLACK, GREGORY R., y
BOOS, JOHN P.,**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 440 331 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

Dispositivo informático móvil y método para mantener la continuidad de aplicación

5 Referencia cruzada a casos relacionados

Esta solicitud está relacionada con las Solicitudes de Patente provisionales del Solicitante tituladas: Dispositivo informático móvil y método con gestión de interrogación mejorada (Expediente número CML07453), presentada el 21 de Mayo de 2009, que tiene número de serie de Estados Unidos 61/180.301; y Dispositivo informático móvil y método con gestión push inteligente (Expediente número CS37274), presentada el 30 de Noviembre de 2009, que tiene el número de serie de Estados Unidos 61/265.211.

Campo de la invención

15 El campo de la invención se refiere a un dispositivo informático móvil y un método para mantener la continuidad de aplicación.

Antecedentes de la invención

20 Al operar un dispositivo móvil en comunicación síncrona con un servidor de aplicación, hay un compromiso entre el buen funcionamiento de la aplicación que requiere intercambios de datos más frecuentes, por ejemplo, un intervalo de sincronización corto, y la buena duración de la batería que requiere intercambios de datos menos frecuentes, por ejemplo, un intervalo de sincronización largo.

25 El problema que se afronta en esta solicitud de patente, es que, después de un cierto período de tiempo umbral de inactividad de comunicación entre un servidor y un dispositivo informático móvil, el servidor terminará la aplicación, lo que puede dar lugar a pérdida de datos deseados. Sería una mejora en la técnica que, antes del período umbral, se pudiese idear un método de mantener la aplicación.

30 Los dispositivos informáticos móviles, tal como las estaciones móviles o inalámbricas, los teléfonos celulares, las radios, los ordenadores portátiles, los dispositivos de comunicaciones inalámbricas y análogos, operan con un dispositivo de almacenamiento de potencia con un suministro de energía limitado, tal como una batería, pila de combustible o análogos. Un dispositivo informático móvil necesita una fuente de potencia y, en muchos casos, esta fuente de potencia es una batería. Por ejemplo, los teléfonos celulares utilizan varios tipos de baterías para operar. La cantidad de tiempo que una estación móvil puede operar típicamente antes de que la energía de la batería se consuma (que a menudo se denomina "duración de la batería"), es a menudo un criterio importante que los consumidores utilizan al elegir una marca o un tipo de dispositivo informático móvil en vez de otro. Los términos batería, dispositivo de almacenamiento de energía y dispositivo de almacenamiento de potencia se usan aquí de forma intercambiable.

40 Aunque el dispositivo de almacenamiento de potencia es generalmente recargable, puede no ser conveniente o incluso posible que el usuario lo recargue. Consiguientemente, hay que maximizar el tiempo operativo útil de un dispositivo informático inalámbrico.

45 Adicionalmente, diferentes entornos operativos pueden producir la sorpresa y/o la frustración del usuario cuando la batería se agota mucho más rápidamente de lo que esperaría de ordinario el usuario. Así, una variación o duración corta inesperada de la batería es muy indeseable desde la perspectiva del usuario.

50 Éste es un problema especialmente relevante en los dispositivos informáticos móviles que ejecutan aplicaciones soportadas por un servidor de aplicaciones a causa del drenaje de potencia debido al intercambio inalámbrico de datos entre el dispositivo móvil y el servidor, dado que cada carga o descarga consume energía en el dispositivo móvil y el servidor. El problema es especialmente agudo en el dispositivo móvil, que suele ser de batería y dispone de una cantidad finita de energía. Por ejemplo, un dispositivo móvil puede emplear un servidor de correo electrónico para cargar y descargar correo electrónico en apoyo de una aplicación de correo electrónico, un servidor de contacto para cargar y descargar el estado de contacto en soporte de una aplicación de red social, un servidor de información para descargar películas, noticias, música, etc, en apoyo de una aplicación de reproducción de medios, y un servidor de copia/almacenamiento para cargar datos de dispositivo móvil en apoyo de una aplicación de copia de datos. Típicamente, el dispositivo móvil y el servidor de aplicación sincronizan regular o periódicamente, es decir comunican, cargan, descargan o intercambian información a intervalos de tiempo esencialmente regulares o fijos, y en este documento, el intercambio de datos entre un dispositivo móvil que ejecuta una aplicación y un servidor de aplicación se denomina "sincronización", y la cantidad de tiempo entre intercambios de datos se denomina el "intervalo de sincronización" o "intervalo sinc", para una aplicación dada y un servidor de aplicación. Así, se necesita incrementar la longitud del intervalo de sincronización, con el fin de ahorrar energía en un dispositivo de almacenamiento de potencia de un dispositivo informático inalámbrico, tal como una estación móvil, con el fin de prolongar la vida útil del dispositivo de almacenamiento de potencia o de la batería.

Por lo general, hay un compromiso entre el buen funcionamiento de la aplicación que requiere intercambios de datos más frecuentes, es decir un intervalo de sincronización corto, y la buena duración de la batería que requiere intercambios de datos menos frecuentes, es decir un intervalo de sincronización largo. Por ejemplo, el funcionamiento de una aplicación de correo electrónico puede ser determinado por la cantidad de tiempo que tarda en recibir un correo electrónico, y el funcionamiento de una aplicación de red social puede ser determinado por el retardo al recibir un cambio en un estado de contacto social.

El intercambio de datos con un servidor de aplicación puede ser iniciado por el servidor, es decir un servicio de datos "push", o por el móvil, es decir un servicio de datos "pull". En el caso de un servicio de datos "pull", el dispositivo móvil proporciona típicamente un temporizador que puede operar para disparar la expiración del intervalo de sincronización, tiempo en el que el dispositivo móvil puede interrogar a la aplicación sobre la disponibilidad de nuevos datos de aplicación. Así, con un servicio de datos "pull", el dispositivo móvil controla el intervalo de sincronización, también conocido como el intervalo de descarga o interrogación. A la inversa, en el caso de un servicio de datos "push", el dispositivo móvil responde a las peticiones de sincronización procedentes del servidor que pueden ser o no ser periódicas.

Es conocido variar el intervalo de sincronización según la aplicación, dado que el funcionamiento de algunas aplicaciones puede ser más sensible a la frecuencia de sincronización que otras. También se conoce que el requisito de una sincronización oportuna varía con el estado de la aplicación. La sincronización también puede ser iniciada de forma aperiódica por la aplicación que se ejecuta en el dispositivo móvil, o por el usuario. Así, cuando se están ejecutando múltiples aplicaciones, es probable que cada aplicación requiera diferentes intervalos de sincronización, que pueden ser controlados o no por el dispositivo móvil.

La sincronización de una aplicación con un servidor de aplicación implica la carga o la descarga de datos de aplicación entre el dispositivo móvil y el servidor de aplicación por la infraestructura de comunicación. Antes de que los datos de aplicación sean intercambiados con el servidor de aplicación, hay que ejecutar algunas actividades de inicio, tales como alimentar los circuitos de comunicación, y el establecimiento de una sesión de comunicación de datos con la infraestructura de comunicación. Igualmente, después de que los datos son intercambiados con el servidor de aplicación, hay que ejecutar algunas actividades de fin, tales como terminar la sesión de comunicación de datos con la infraestructura de comunicación y cortar la alimentación a los circuitos de comunicación de datos. Estas actividades de inicio y fin producen drenaje de potencia en el dispositivo móvil. Así, hay tendencia a la sincronización no coordinada que produce drenaje de potencia debido a las actividades de parada y arranque asociadas con cada intercambio de datos. Así, hay que minimizar las actividades de inicio y parada coordinando los tiempos de sincronización para múltiples aplicaciones.

Al operar un dispositivo móvil en comunicación síncrona con un servidor de aplicación, hay un compromiso entre el buen funcionamiento de la aplicación que requiere intercambios de datos más frecuentes, es decir un intervalo de sincronización corto, y una buena duración de la batería que requiere intercambios de datos menos frecuentes, es decir, un intervalo de sincronización largo

Es conocido variar el intervalo de sincronización según un programa, de tal manera que el período entre descargas aumente cuando sea menos probable que algunas aplicaciones requieran descargas frecuentes. Sin embargo, dado que el uso de una aplicación es un comportamiento humano, el período de descarga óptimo no siempre se puede prever y programar. Además, el drenaje de potencia debido al intercambio inalámbrico de datos con el servidor de aplicación puede ser impredecible. Las redes inalámbricas disponibles pueden ser tales que solamente estén disponibles métodos de transmisión de datos que requieran alto consumo de potencia. Por lo tanto, el intervalo de sincronización óptimo no siempre se puede prever y programar. Así, hay que proporcionar un intervalo o período de sincronización de descarga más largo para disminuir el consumo de energía en algunos "tiempos latentes", proporcionando también al mismo tiempo intervalos de sincronización de descarga más cortos en "tiempos activos", cuando una aplicación requiera información oportuna.

Además, hay que proporcionar un intervalo o período de sincronización de descarga más largo para disminuir el consumo de energía cuando la energía requerida para sincronización sea más alta, proporcionando también al mismo tiempo un intervalo de sincronización de descarga más corto cuando la energía requerida para sincronización sea más baja, aprovechando por ello la ventaja de las condiciones favorables de la red que pueden ser temporales.

En conexión con aplicaciones push, se envían datos a un intervalo regular desde un servidor de aplicación, y el solicitante no es consciente de un método disponible en ningún cliente móvil para regular el intervalo de envío. Se consideraría una mejora en la técnica que un dispositivo móvil pudiese regular de forma autónoma la tasa a la que aceptaría datos enviados. Además, también se consideraría una mejora en la técnica que un dispositivo móvil pudiese controlar aplicaciones en las que los datos sean enviados desde un servidor de aplicación al dispositivo móvil.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema con gestión de interrogación mejorada para reducir el drenaje

de energía, según la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un acercamiento para mejorar la gestión de interrogación para reducir el drenaje de energía, según la presente invención.

La figura 3 es una serie de diagramas de tiempo que ilustran la operación de interrogación de un dispositivo informático móvil según una primera realización de la presente invención.

La figura 4 es una serie de diagramas de tiempo que ilustran la operación de interrogación de un dispositivo informático móvil según una segunda realización de la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de bloques de un dispositivo informático móvil que proporciona una mayor duración de la batería según la presente invención.

La figura 6 es un diagrama de flujo de un dispositivo informático móvil que ejecuta una aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación según una realización de la presente invención.

La figura 7 es un diagrama de bloques simplificado de un método de ahorrar energía en un dispositivo móvil que ejecuta una aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación, para reducir el drenaje de energía, según una realización de la presente invención.

La figura 8 es un diagrama de bloques simplificado de un método de ahorrar energía en un dispositivo móvil que ejecuta una aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación, para reducir el drenaje de energía, según una realización de la presente invención.

La figura 9 es un diagrama de bloques simplificado de un método de ahorrar energía en un dispositivo móvil que ejecuta una aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación, para mantener la continuidad de la aplicación, según una realización de la presente invención.

Los expertos apreciarán que los elementos de las figuras se ilustran por razones de simplicidad y claridad y no se representan necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones y/o la colocación relativa de algunos elementos de las figuras pueden haberse exagerado con relación a otros elementos para contribuir a mejorar la comprensión de varias realizaciones de la presente invención. Además, los elementos comunes, pero conocidos, que son útiles o necesarios en una realización factible desde el punto de vista comercial, a menudo no se ilustran con el fin de facilitar una visión menos obstruida de estas varias realizaciones de la presente invención. También se apreciará que algunas acciones y/o pasos se pueden describir o ilustrar en un orden de aparición concreto aunque los expertos en la técnica entenderán que tal especificidad con respecto a la secuencia no es realmente necesaria. También se entenderá que los términos y las expresiones aquí usados tienen el significado ordinario otorgado a tales términos y expresiones con respecto a sus respectivos ámbitos de consulta y estudio correspondientes excepto cuando aquí se expongan significados específicos distintos.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Se describe un sistema y un método que controlan la longitud del intervalo de sincronización asociado con un dispositivo informático móvil (o estación móvil, dispositivo de comunicaciones inalámbricas, dispositivo informático inalámbrico, estación móvil o inalámbrica, teléfono celular, radio, ordenador portátil y análogos; dichos términos se utilizan aquí de forma intercambiable) que ejecuta una aplicación en comunicación periódica o síncrona con un servidor de aplicación, con el fin de conservar y mejorar la duración de un dispositivo de almacenamiento de energía en conexión con un dispositivo informático móvil. Los acercamientos aquí descritos permiten que un dispositivo informático móvil opere en varias condiciones y proporcione varios servicios de uso intensivo de anchura de banda sin poner sustancialmente en peligro el dispositivo de almacenamiento de energía asociado con la estación móvil.

La coordinación del intervalo de sincronización de la comunicación periódica o síncrona entre el dispositivo informático móvil que ejecuta múltiples aplicaciones con respectivos servidores de aplicación se puede hacer de varias formas diferentes. En un ejemplo, el dispositivo móvil está equipado con un gestor de interrogación que: recibe para cada aplicación un intervalo de interrogación ideal y una ventana de tolerancia; supervisa la actividad de comunicación del dispositivo informático móvil; determina el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior para cada aplicación; y sincroniza la aplicación si el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior es sustancialmente igual al intervalo de interrogación ideal para la aplicación, o se detecta actividad de comunicación y el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior está dentro de la ventana de tolerancia para la aplicación.

En otro ejemplo, el gestor de interrogación: recibe para cada aplicación un intervalo de interrogación ideal y una ventana de tolerancia; supervisa la actividad de comunicación del dispositivo informático móvil; determina el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior para cada aplicación; selecciona un intervalo de sincronización preferido entre el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior y un intervalo de sincronización futuro, y sincroniza la aplicación si el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior es sustancialmente igual al intervalo de

interrogación ideal para la aplicación, o se detecta actividad de comunicación, el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior está dentro de la ventana de tolerancia para la aplicación y es el intervalo de sincronización preferido. La longitud del intervalo de sincronización puede ser dinámicamente disminuida o incrementada a partir del intervalo ideal, dependiendo de la actividad de comunicación supervisada y la preferencia determinada.

5 También se puede hacer más ajustes. Por ejemplo, la ventana de tolerancia para una primera aplicación puede ser regulada dependiendo del intervalo de sincronización ideal de una segunda aplicación, como se expone en detalle más adelante.

10 Así, se describen métodos con los que el dispositivo de almacenamiento de potencia del dispositivo informático móvil se mejora incluso en condiciones operativas inferiores a las ideales y diferentes modos de operación, tal como múltiples aplicaciones que se ejecutan en comunicación síncrona con un servidor de aplicación. En consecuencia, el dispositivo informático móvil puede operar en varias condiciones operativas.

15 Con referencia a la figura 1, se describe un ejemplo de un sistema con gestión de interrogación mejorada para incrementar la duración de la batería de un dispositivo informático móvil. El sistema incluye un primer dispositivo informático móvil 102 que está acoplado a una primera red de acceso por radio (RAN) 104. La primera RAN 104 está acoplada a una infraestructura de comunicación 106. La infraestructura puede incluir una pluralidad de servidores de aplicación, para ejecutar varias aplicaciones, como se expone en detalle más adelante. Un segundo dispositivo informático móvil 110 está acoplado a una segunda RAN 108. La segunda RAN 108 también está acoplada a la infraestructura 106. Los principios aquí descritos se pueden aplicar a una variedad de sistemas de red de área ancha, tal como los sistemas de evolución a largo plazo (LTE), banda móvil ultra ancha (UMB), 802.16e y m, datos en paquetes a alta tasa (HRPD), o sistemas tales como el sistema universal de comunicaciones móviles (UMTS), así como redes inalámbricas de área local, redes de área personal, y redes por cable.

20 Los dispositivos informáticos móviles 102 y 110 pueden ser de cualquier tipo de dispositivo inalámbrico móvil. Los dispositivos informáticos móviles 102 y 110 incluyen un módulo de gestión de interrogación 112 para coordinar comunicaciones síncronas entre aplicaciones de interrogación de servidor de aplicación, como se expone en detalle más adelante. Por ejemplo, los dispositivos informáticos móviles 102 y 110 pueden ser teléfonos celulares, localizadores personales, radios, estaciones móviles, ordenadores personales, o asistentes digitales personales. Como deberán entender los expertos en la técnica, otros ejemplos de dispositivos informáticos móviles son posibles.

25 Las RANs 104 y 108 pueden ser cualquier dispositivo o combinación de dispositivos que permita que los dispositivos informáticos móviles 102 y 110 tengan acceso a la infraestructura de comunicación 106. Por ejemplo, las RANs 104 y 108 pueden incluir puntos de acceso, estaciones base, controladores de estación base, antenas, y otros tipos de dispositivos que faciliten dichas comunicaciones.

30 La infraestructura de comunicación 106 incluye preferiblemente dispositivos y/o redes que permitan realizar comunicaciones entre estaciones móviles. Por ejemplo, la infraestructura 106 puede incluir conmutadores, servidores, dispositivos de almacenamiento, y redes (por ejemplo, redes inalámbricas, Internet, redes telefónicas de línea terrestre) que faciliten las comunicaciones entre los dispositivos informáticos móviles 102 y 110.

35 Con referencia ahora a la figura 2, se muestra un método ejemplar de mejorar la gestión de interrogación para prolongar la vida útil de un dispositivo de almacenamiento de energía en un dispositivo informático móvil. El método 150 está configurado para ayudar a alargar la duración de la batería de un dispositivo informático móvil que ejecuta una pluralidad de aplicaciones en comunicación síncrona o asíncrona de datos con un servidor de aplicación. El método 150 incluye los pasos de: proporcionar 155 un gestor de interrogación configurado para recibir para cada una de la pluralidad de aplicaciones un intervalo de interrogación predeterminado y una ventana de tolerancia; supervisar 160 la actividad de comunicación de datos del dispositivo informático móvil; determinar 165, para cada una de la pluralidad de aplicaciones en ejecución, el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior; y sincronizar 170 la aplicación si tiene lugar al menos una de las condiciones siguientes: el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior es sustancialmente igual al intervalo de interrogación predeterminado para la aplicación; y se detecta actividad de comunicación, y el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior está dentro de la ventana de tolerancia para la aplicación.

40 Ventajosamente, este método puede proporcionar ahorros sustanciales de energía en un dispositivo de almacenamiento de energía en aplicaciones de dispositivos informáticos móviles, por ejemplo, sincronizando y ejecutando múltiples aplicaciones conjuntamente, lo que ahorra energía del dispositivo de almacenamiento o de la batería encendiendo la circuitería del transceptor cuando sea necesario y minimizando o eliminando la sincronización innecesaria o redundante, mediante el uso de técnicas dinámicas e inteligentes de gestión de interrogación, como se expone aquí en detalle. Esto se puede realizar proporcionando un intervalo de interrogación para cada aplicación que esté dentro de su ventana de tolerancia, por ejemplo.

45 En una disposición, el paso de sincronización 170 se dispara detectando actividad de sincronización iniciada por al menos uno de: una aplicación; un servidor de aplicación; y un usuario. Esto proporciona a cada aplicación la oportunidad de sincronizar con su servidor de aplicación respectivo en coordinación con la actividad de

comunicación detectada. Con más detalle, el paso de sincronización 170 puede ser disparado sustancialmente inmediatamente después de la terminación de la actividad de sincronización detectada, evitando así la parada y el nuevo arranque de los circuitos de comunicación, y por ello ahorrando energía.

5 Con referencia a la figura 3, se representan cuatro sincronizaciones de arriba abajo de la figura, en el tiempo cero, seis, doce y dieciocho, respectivamente. La aplicación 1 tiene un intervalo de sincronización de 24 unidades y una ventana de tolerancia de 11 unidades. Las unidades pueden ser en milisegundos. La aplicación 2 tiene un intervalo de sincronización de 21 unidades y una ventana de tolerancia de 6 unidades. La aplicación 3 tiene un intervalo de sincronización de 8 unidades y una ventana de tolerancia de 3 unidades. La aplicación 4 tiene un intervalo de sincronización de 6 unidades y una ventana de tolerancia de 2 unidades. Con referencia a la figura 3a, en el tiempo 0, tiene lugar sinc para las aplicaciones 1, 2, 3 y 4. En el tiempo 6, tiene lugar una sincronización, disparada por la cantidad de tiempo que transcurre desde la sincronización anterior igual al intervalo de sincronización para la aplicación 4. Las aplicaciones 3 y 4 son sincronizadas porque son las aplicaciones para las que la ventana de tolerancia incluye el tiempo 6. Con referencia ahora a la figura 3b, la ventana de tolerancia se ha desplazado a partir de la figura 3a para las aplicaciones 3 y 4, para tener en cuenta el tiempo de la sincronización anterior que ha cambiado del tiempo 0 al tiempo 6. En el tiempo 12, tiene lugar una sincronización, disparada por la cantidad de tiempo que pasa desde la sincronización anterior igual al intervalo de sincronización para la aplicación 4. Las aplicaciones 3 y 4 son sincronizadas de nuevo porque son las aplicaciones para las que la ventana de tolerancia incluye el tiempo 12. Con referencia ahora a la figura 3c, la ventana de tolerancia se ha desplazado de la figura 3b para las aplicaciones 3 y 4, para tener en cuenta el tiempo de la sincronización anterior que ha cambiado desde el tiempo 6 al tiempo 12. En el tiempo 18, tiene lugar una sincronización, por lo que las aplicaciones 1, 2, 3 y 4 son sincronizadas porque son las aplicaciones para las que la ventana de tolerancia incluye el tiempo 18. Así, la sincronización de las cuatro aplicaciones se coordina reduciendo por ello el drenaje de potencia en el dispositivo de comunicaciones de datos.

25 Mediante la utilización de técnicas inteligentes de gestión de interrogación, como se expone aquí en detalle, sincronizar y ejecutar múltiples aplicaciones conjuntamente puede proporcionar ahorros sustanciales de energía. Por ejemplo, la circuitería del transceptor se enciende en los tiempos 0, 6, 12 y 18, cuando sea necesario para obtener una descarga, etc. Con referencia de nuevo a la figura 3a, no tienen lugar sincronizaciones innecesarias o redundantes, como sucedería en el tiempo 8, por ejemplo, si la sincronización para la aplicación 3 no avanzase desde el tiempo 8 al tiempo 6.

35 En una realización, el método 150 puede incluir avanzar más el intervalo de interrogación predeterminado de una segunda aplicación dentro de la ventana de tolerancia, para sincronizar sustancialmente de forma inmediata después de una primera aplicación, como se representa en los tiempos 6, 12 y 18 en la figura 3, por ejemplo. Esto es beneficioso puesto que puede proporcionar actividad de sincronización coordinada dentro de la ventana de tolerancia para ambas aplicaciones.

40 En otra realización, el paso de sincronización 170 se puede avanzar o regular a partir de su intervalo de interrogación predeterminado o ideal en el caso de que se detecte actividad de sincronización dentro de la ventana de tolerancia. Esto permite que una aplicación se sincronice inmediatamente después de las operaciones de comunicación que no son necesarias para las operaciones de interrogación del servidor de aplicación, tal como una sincronización iniciada por el servidor de aplicación, es decir una sincronización "push", u otras comunicaciones asíncronas tales como la disparada por un evento de aplicación de prioridad alta o por el usuario.

45 En una realización, el intervalo de interrogación predeterminado es un intervalo de interrogación máximo.

50 En una realización, el método 150 puede incluir incrementar el intervalo de interrogación predeterminado cuando una conexión a un cierto servidor de aplicación o red no está disponible, evitando por ello intentos de interrogación fallidos o innecesarios, lo que ahorra energía.

55 En otra realización, el método 150 incluye regular el intervalo de interrogación predeterminado fuera de la ventana de tolerancia en base a una condición de red, reduciendo por ello sincronizaciones innecesarias cuando la comunicación sea especialmente costosa desde el punto de vista del gasto de energía.

60 Con más detalle, en una realización, la condición de red puede incluir al menos uno de nivel de potencia de transmisión, nivel de la señal recibida, calidad de la señal recibida, tipo de modulación, nivel de codificación, y tasa de datos de comunicación. Estas condiciones pueden afectar al drenaje de potencia asociado con cada comunicación. Por ejemplo, si la red requiere un nivel de potencia de dispositivo móvil más alto, puede ser preferible retardar la sincronización fuera de la ventana de tolerancia.

65 En otra realización, el método 150 puede incluir regular el intervalo de interrogación predeterminado fuera de la ventana de tolerancia cuando esté disponible un cierto modo de comunicación. Por ejemplo, en una red celular que proporcione servicio de tercera generación, por ejemplo CDMA de banda ancha, así como servicio de segunda generación, por ejemplo TDMA, el intervalo de interrogación puede ser regulado fuera de la ventana de tolerancia si uno de los servicios no está disponible. Por ejemplo, si la aplicación carga o descarga típicamente archivos grandes,

y no está disponible el servicio 3G de mayor anchura de banda, la sincronización se puede posponer. Esta característica proporciona flexibilidad para cambiar el intervalo de sincronización dependiendo del drenaje de potencia anticipado que es una función de la disponibilidad de servicio y de las condiciones operativas.

5 En otra realización, el modo de comunicación puede ser al menos uno de un modo de comunicación de red por cable, un modo de comunicación de red inalámbrica de área local, un modo de comunicación de red inalámbrica, y un modo de comunicación de red óptica. Así, la sincronización se puede avanzar, dentro o fuera de la ventana de tolerancia, si el modo de comunicación es de uso de energía a un costo especialmente razonable, tal como un modo de comunicación por red por cable de área local (LAN), o una LAN inalámbrica.

10 Ventajosamente, estas características permiten que el dispositivo informático móvil cargue datos de aplicación en coordinación con otra comunicación para otras aplicaciones. Por ejemplo, una primera aplicación podría ser una aplicación de red social tal como facebook o twitter, y una segunda podría ser una aplicación de copia de datos. Las aplicaciones de red social, que incluyen comunicación en tiempo real de mensajes personales, estado y otros datos personales, son la aplicación de prioridad más alta que requiere comunicaciones periódicas o síncronas del servidor con un período o un intervalo de sincronización del orden de 10 minutos. La aplicación de copia de datos es la aplicación de prioridad inferior que requiere un intervalo de sincronización del orden de 12 horas. La ventana de tolerancia para la aplicación de copia de datos es típicamente muy superior a 10 minutos, el intervalo de interrogación ideal para la aplicación de red social. Así, la sincronización de copia de datos tiene lugar inmediatamente después de la sincronización de la aplicación de red social, después de abrir la ventana de tolerancia para la aplicación de copia de datos, por ejemplo. Éste es un tiempo oportuno desde el punto de vista del drenaje de potencia, puesto que se evita la parada y el arranque innecesarios de los circuitos de comunicación.

25 Con referencia de nuevo con más detalle a la figura 3, donde se representa una primera serie de diagramas de tiempo correspondientes a un dispositivo ejemplar que ejecuta cuatro aplicaciones en comunicación síncrona con un servidor de aplicación. Cada diagrama de tiempo ilustra el tiempo creciente en el eje horizontal con un intervalo de retícula de 1 a 26. Así, para un intervalo de retícula de 30 minutos, los 26 intervalos en el eje horizontal representan 13 horas de operación. Para cada aplicación hay un intervalo de sincronización predeterminado correspondiente y una ventana de tolerancia de intervalo de sincronización predeterminada. La primera aplicación tiene un intervalo de sincronización predeterminado de 24 intervalos de retícula (por ejemplo 12 horas) y una ventana de tolerancia de 11. La segunda aplicación tiene un intervalo predeterminado de 21 intervalos de retícula (por ejemplo 10,5 horas) y una ventana de tolerancia de 6. La tercera aplicación tiene un intervalo predeterminado de 8 intervalos de retícula (por ejemplo 4 horas) y una ventana de tolerancia de 3. Y, la cuarta aplicación tiene un intervalo predeterminado de 6 intervalos de retícula (por ejemplo 3 horas) y una ventana de tolerancia de 2. Para cada aplicación, se define la ventana de tolerancia que tiene un tiempo máximo determinado por el tiempo de sincronización anterior más el intervalo predeterminado, y un tiempo mínimo determinado por el tiempo máximo menos la ventana de tolerancia. Con referencia ahora al diagrama de tiempo 3a, el arranque tiene lugar con la sincronización de las cuatro aplicaciones en el tiempo de retícula $T = 0$. Así, después de la sincronización a $T = 0$, la primera aplicación tiene un tiempo máximo de 24 y un tiempo mínimo de 13, la segunda aplicación tiene un tiempo máximo de 21 y un tiempo mínimo de 15, la tercera aplicación tiene un tiempo máximo de 8 y un tiempo mínimo de 5, y la cuarta aplicación tiene un tiempo máximo de 6 y un tiempo mínimo de 4. En el intervalo de retícula = 6 (por ejemplo 3 horas), el tiempo llega al intervalo predeterminado para la cuarta aplicación, que dispara la sincronización de datos. Entonces, se verifica cada aplicación para determinar si el tiempo está entre el tiempo mínimo y máximo, o, en otros términos, si la ventana de tolerancia está abierta. En este ejemplo, se determina que la ventana de tolerancia está abierta para las aplicaciones 3 y 4, y por lo tanto las aplicaciones 3 y 4 son sincronizadas con sus respectivos servidores de aplicación en el tiempo $T = 6$.

50 Con referencia ahora al diagrama 3b, las ventanas de tolerancia se han redibujado para las aplicaciones 3 y 4, teniendo en cuenta la sincronización anterior en el tiempo $T = 6$. En el intervalo de retícula = 12 (por ejemplo 6 horas), el tiempo llega al intervalo predeterminado para la cuarta aplicación, que dispara la sincronización de datos, y se verifica cada aplicación para determinar si la ventana de tolerancia está abierta. Se determina que la ventana de tolerancia está abierta para las aplicaciones 3 y 4, y por lo tanto las aplicaciones 3 y 4 son sincronizadas con sus respectivos servidores de aplicación en el tiempo $T = 12$.

55 Con referencia ahora al diagrama 3c, las ventanas de tolerancia se han redibujado para las aplicaciones 3 y 4, teniendo en cuenta la sincronización anterior en el tiempo $T = 12$. En el intervalo de retícula = 18 (por ejemplo 9 horas), el tiempo llega al intervalo predeterminado para la cuarta aplicación, que dispara la sincronización de datos, y se verifica cada aplicación para determinar si la ventana de tolerancia está abierta. Se determina que la ventana de tolerancia está abierta para las aplicaciones 1, 2, 3, y 4, y por lo tanto las aplicaciones 1, 2, 3 y 4 son sincronizadas con sus respectivos servidores de aplicación en el tiempo $T = 18$. Así, los tiempos de sincronización de cuatro aplicaciones se agrupan conjuntamente de tal manera que el número de apariciones de sincronización se minimice a 3 tiempos en 18 intervalos de retícula, mientras que en los casos no coordinados el número de apariciones de sincronización podría ser de hasta 9.

65 En otra disposición, el método 150 puede incluir reducir la ventana de tolerancia de una primera aplicación cuando el intervalo de interrogación predeterminado para una segunda aplicación esté por debajo de un umbral. En el primer

ejemplo anterior, la aplicación de copia de datos puede tener una ventana de tolerancia del orden de 2 horas. La sincronización para la aplicación de copia de datos es disparada por la actividad de comunicación de la aplicación de red social, que tiene lugar cada 10 minutos. Por lo tanto, la sincronización de la aplicación de copia de datos tiene lugar dentro de los primeros 10 minutos de la abertura de su ventana de tolerancia, reduciendo por ello el intervalo de sincronización para la aplicación de copia de datos en una cantidad casi igual a la ventana de tolerancia. En situaciones como ésta, es ventajoso reducir la ventana de tolerancia para la aplicación de prioridad inferior a una cantidad del orden del intervalo de sincronización ideal de las aplicaciones de prioridad más alta.

Con más detalle, el paso de reducción puede incluir proporcionar una ventana de tolerancia para la segunda aplicación, reducida a partir de una ventana de tolerancia predeterminada, cuando un intervalo de interrogación predeterminado recibido de la primera aplicación esté por debajo de un umbral. En el ejemplo anterior, la ventana de tolerancia de la aplicación de copia de datos se puede reducir de 2 horas a 10 o 20 minutos, que es una o dos veces el intervalo ideal de 10 minutos para la aplicación de red social. Con más detalle, el umbral puede ser proporcional a la ventana de tolerancia recibida de la segunda aplicación. Por ejemplo, el umbral puede ser una fracción, tal como $3/4$, de la ventana de tolerancia predeterminada de la segunda aplicación. Así, si el gestor de interrogación recibe de la segunda aplicación una ventana de tolerancia de dos horas, y el intervalo de sincronización ideal es inferior a $3/4 * 2$ horas, o 1,5 horas, entonces la ventana de tolerancia para la segunda aplicación se puede reducir a una a dos veces el intervalo ideal para la primera aplicación, o de 10 a 20 minutos.

En una realización alternativa, el método 150 para prolongar la duración de la batería de un dispositivo informático móvil que ejecuta una pluralidad de aplicaciones en comunicación síncrona de datos con un servidor de aplicación, incluye los pasos de: proporcionar un gestor de envío que tiene, para cada aplicación, un intervalo de envío y una ventana de tolerancia predeterminados; supervisar la actividad de comunicación de datos del dispositivo informático móvil; determinar, para cada aplicación, el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior; seleccionar un intervalo de sincronización preferido, de entre al menos el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior y un intervalo de sincronización futuro; y sincronizar la aplicación si tiene lugar al menos una de las condiciones siguientes: a) el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior es sustancialmente igual al intervalo de interrogación predeterminado para la aplicación; y b) se detecta actividad de comunicación, el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior está dentro de la ventana de tolerancia para la aplicación y es el intervalo de sincronización preferido. Así, para una aplicación de prioridad inferior que tiene un intervalo predeterminado o ideal más largo, la sincronización puede tener lugar inmediatamente después de la comunicación de datos para una aplicación de prioridad más alta, o se puede posponer a un tiempo posterior dentro de la ventana de tolerancia, seleccionando por ello un intervalo de sincronización que esté más próximo al intervalo de sincronización predeterminado o ideal. El intervalo de sincronización preferido puede ser el tiempo que esté más próximo al intervalo de descarga predeterminado. Se hace notar que, en esta realización, la ventana de tolerancia puede ser una ventana de dos lados, por lo que un intervalo de sincronización seleccionado para la aplicación de prioridad inferior puede ser menor o mayor que el intervalo de sincronización predeterminado. En este caso, el intervalo predeterminado puede ser un intervalo ideal, y la sincronización puede tener lugar antes o después del intervalo predeterminado. Alternativamente, la ventana de tolerancia puede ser de un lado y el intervalo predeterminado es un intervalo máximo, en cuyo caso el intervalo de sincronización siempre se avanza a partir del intervalo predeterminado. Alternativamente, la ventana de tolerancia puede ser de un lado y el intervalo de sincronización es un intervalo mínimo, en cuyo caso la sincronización siempre se retarda con respecto al intervalo predeterminado.

Para una realización alternativa del segundo ejemplo se hace referencia a la figura 4, donde se representa una primera serie de diagramas de tiempo correspondientes a un dispositivo ejemplar que ejecuta cuatro aplicaciones en comunicación síncrona con un servidor de aplicación. Cada una de las aplicaciones tiene el mismo intervalo predeterminado y ventana de tolerancia como se expone en detalle en la figura 3, y los tiempos de sincronización máximo y mínimo se calculan de la misma forma.

Con referencia al diagrama de tiempo 4a, tiene lugar arranque con la sincronización de las cuatro aplicaciones en el tiempo de retícula $T = 0$. En el intervalo de retícula = 6 (por ejemplo 3 horas) el tiempo llega al intervalo predeterminado para la cuarta aplicación, que dispara la sincronización de datos. Entonces, se verifica cada aplicación para determinar si la ventana de tolerancia está abierta. A diferencia del ejemplo de la figura 3, si la ventana está abierta, se elige un tiempo de sincronización preferido de entre el tiempo presente o la sincronización anticipada siguiente, que es el tiempo presente más el intervalo mínimo predeterminado. En este ejemplo, se determina que la ventana de tolerancia está abierta para las aplicaciones 3 y 4, y para ambas aplicaciones, el tiempo presente ($T = 6$) se prefiere al tiempo de sincronización anticipado siguiente ($T = 12$) porque el tiempo presente está más próximo al tiempo predeterminado. Por lo tanto, las aplicaciones 3 y 4 se sincronizan con sus respectivos servidores de aplicación en el tiempo $T = 6$.

Con referencia al diagrama 4b, las ventanas de tolerancia se han redibujado para las aplicaciones 3 y 4, teniendo en cuenta la sincronización anterior en el tiempo $T = 6$. En el intervalo de retícula = 12 (por ejemplo 6 horas) el tiempo llega al intervalo predeterminado para la cuarta aplicación, que dispara la sincronización de datos, y se verifica cada aplicación para determinar si la ventana de tolerancia está abierta. En este ejemplo, se determina que la ventana de tolerancia está abierta para las aplicaciones 3 y 4, y para ambas aplicaciones, el tiempo presente ($T = 12$) se prefiere al tiempo de sincronización anticipado siguiente ($T = 18$) porque el tiempo presente está más próximo al tiempo

predeterminado. Por lo tanto, las aplicaciones 3 y 4 son sincronizadas con sus respectivos servidores de aplicación en el tiempo $T = 12$.

Con referencia ahora al diagrama 4c, las ventanas de tolerancia se han redibujado para las aplicaciones 3 y 4, teniendo en cuenta la sincronización anterior en el tiempo $T = 12$. En el intervalo de retícula =18 (por ejemplo 9 horas), el tiempo llega al intervalo predeterminado para la cuarta aplicación, que dispara la sincronización de datos, y se verifica cada aplicación para determinar si la ventana de tolerancia está abierta. Se determina que la ventana de tolerancia está abierta para las aplicaciones 1, 2, 3, y 4, y para las aplicaciones 2, 3 y 4, el tiempo presente ($T = 18$) se prefiere al tiempo de sincronización anticipado siguiente ($T = 24$) porque el tiempo presente está más próximo al tiempo predeterminado. Para la aplicación 1, el tiempo presente ($T = 18$) no se prefiere porque el tiempo de sincronización anticipado siguiente ($T = 24$) está más próximo al tiempo predeterminado. Por lo tanto, las aplicaciones 2, 3 y 4 son sincronizadas con sus respectivos servidores de aplicación en el tiempo $T = 18$.

Con referencia ahora al diagrama 4d, en el intervalo de retícula = 24 (por ejemplo 12 horas) el tiempo llega al intervalo predeterminado para la cuarta aplicación, que dispara la sincronización de datos, y se verifica cada aplicación para determinar si la ventana de tolerancia está abierta. Se determina que la ventana de tolerancia está abierta para las aplicaciones 1, 3, y 4, y para las aplicaciones 1, 3 y 4, el tiempo presente ($T = 24$) se prefiere al tiempo de sincronización anticipado siguiente ($T = 30$) porque el tiempo presente está más próximo al tiempo predeterminado. Por lo tanto las aplicaciones 1, 3 y 4 son sincronizadas con sus respectivos servidores de aplicación en el tiempo $T = 24$. Así, de forma análoga al ejemplo de la figura 3, los tiempos de sincronización de cuatro aplicaciones se agrupan conjuntamente de tal manera que el número de apariciones de sincronización se minimice, y en este ejemplo para las aplicaciones que tienen ventanas de tolerancia grandes e intervalos predeterminados más largos, la sincronización tiene lugar más próxima al intervalo predeterminado, lo que reduce la frecuencia de sincronización para dicha aplicación, y por ello reduce el drenaje de energía.

En una realización, el intervalo de sincronización incluye un intervalo para el que el número de aplicaciones que tienen ventanas de tolerancia solapadas es un máximo local. De esta forma, la sincronización puede ser determinada de forma simple. Esto implica contar el número de aplicación para la que el tiempo está dentro de la ventana de tolerancia, no disparar la sincronización cuando el recuento esté aumentando o sea constante, y disparar la sincronización cuando el recuento se reduzca, como sucederá cuando el tiempo exceda de una ventana de tolerancia para una aplicación. Con referencia de nuevo a los ejemplos de la figura 3 y la figura 4, el número de ventanas de solapamiento se representa como una serie de números encima de cada diagrama de tiempo, y la sincronización tiene lugar en el intervalo de retícula donde la serie es máxima.

Con más detalle, el intervalo de sincronización futuro puede ser determinado añadiendo el intervalo de interrogación predeterminado más corto de cada una de las aplicaciones en ejecución al tiempo transcurrido desde la aplicación anterior. Así, en una disposición, el gestor de interrogación también puede estar configurado para recibir para cada una de la pluralidad de aplicaciones un intervalo de interrogación ideal, y el paso de seleccionar puede incluir además seleccionar el intervalo que esté más próximo al intervalo de interrogación ideal, por las razones detalladas anteriormente.

Igualmente, en una disposición, el intervalo de interrogación predeterminado es un intervalo de interrogación máximo, como se ha detallado anteriormente. En una realización alternativa, el paso de seleccionar un intervalo de sincronización preferido incluye consultar a la aplicación sobre qué intervalo de sincronización es el intervalo preferido. En este caso, la aplicación puede seleccionar simplemente el intervalo que esté más próximo al intervalo predeterminado o ideal, o puede seleccionar el intervalo preferido en base a otros criterios. Esto proporciona una ventaja porque los criterios de selección pueden cambiar dependiendo del estado o contexto de la aplicación.

En una realización, el intervalo de sincronización óptimo incluye un intervalo para el que el número de aplicaciones que tiene ventanas de tolerancia solapadas es un máximo local.

El término aplicación, en el sentido en que se usa aquí, puede incluir al menos uno de correo electrónico, mensajería instantánea, redes sociales, noticias, juegos de azar, carga de medios (por ejemplo carga de fotos), descarga de medios (por ejemplo, descarga de música), y copia de datos, o cualquier otra aplicación que requiera sincronización de datos o que de otro modo tengan comunicación regular con un servidor de aplicación.

En otra realización, el método 150 puede incluir proporcionar un dispositivo informático móvil en comunicación síncrona del servidor de aplicación para una primera aplicación en un primer intervalo de comunicación síncrona, y en comunicación síncrona del servidor de aplicación para una segunda aplicación de prioridad inferior en un segundo intervalo nominal de comunicación síncrona, igual al primer intervalo de comunicación síncrona por un número entero nominal, donde el entero nominal es la parte entera de un intervalo predeterminado para la segunda aplicación dividido por el intervalo predeterminado para la primera aplicación.

Con más detalle, el paso de sincronización 170 puede incluir comunicación síncrona incluyendo al menos uno de cargar datos de aplicación de un dispositivo informático móvil a un servidor de aplicación y descargar datos de aplicación al dispositivo informático móvil desde un servidor de aplicación.

Ventajosamente, estas características permiten que el dispositivo informático móvil cargue datos de aplicación a un servidor, cuando las condiciones de la red u otros factores de determinación de energía sean favorables. Por ejemplo, la primera aplicación podría ser una aplicación de red social tal como facebook o twitter y la segunda podría ser una aplicación de copia de datos. Las aplicaciones de red social, que incluyen comunicación en tiempo real de mensajes personales, estado y otros datos personales, es la aplicación de prioridad más alta que requiere comunicaciones periódicas o síncronas del servidor con un período o un intervalo de sincronización del orden de 10 minutos. La aplicación de copia de datos es la aplicación de prioridad inferior que requiere un intervalo de sincronización del orden de 12 horas. En este ejemplo, en el transcurso de 12 horas mientras la aplicación de red social sincroniza del orden de 72 veces, las condiciones de la red pueden variar de forma significativa. Por ejemplo, el nivel de potencia RF de la red de área ancha puede variar debido a la variación en la pérdida de trayecto entre el dispositivo móvil y la estación base de la red, o debido a tráfico de red, o debido al paso a una red con diferentes capacidades, tal como a una red de área ancha diferente, o una red de área local. Así la sincronización de copia de datos puede tener lugar en los tiempos más oportunos desde el punto de vista del drenaje de potencia, las ventanas de tolerancia, las condiciones de la red de comunicaciones y varían otras condiciones.

Con referencia ahora a la figura 5, se representa un diagrama de bloques ejemplar de un dispositivo informático móvil 200, tal como los dispositivos informáticos móviles 102 o 110, según una realización. El dispositivo informático móvil 200 puede incluir un alojamiento 210, un dispositivo de almacenamiento de energía 215, un controlador 220 acoplado al alojamiento 210, circuitería de entrada y salida audio 230 acoplada al alojamiento 210, una pantalla 240 acoplada al alojamiento 210, uno o más transceptores 250 acoplados al alojamiento 210, una interfaz de usuario 260 acoplada al alojamiento 210, una memoria 270 acoplada al alojamiento 210, una antena 280 acoplada al alojamiento 210, y un módulo extraíble de identidad de abonado (SIM) 285 acoplado al controlador 220. El dispositivo informático móvil 200 emplea el controlador 220 y la memoria 270 para ejecutar aplicaciones en comunicación síncrona con un servidor de aplicación mediante el transceptor 250. El dispositivo informático móvil 200 incluye además un gestor de interrogación 290, acoplado al controlador 220. Con más detalle, el gestor de interrogación 290 puede residir dentro del controlador 220, puede residir dentro de la memoria 270, puede ser un módulo autónomo, puede ser una aplicación, puede ser software, puede ser hardware, o puede estar en cualquier otro formato útil para un módulo en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas 200. En una realización, el gestor de interrogación 290 puede ser definido como un controlador para coordinar la comunicación del servidor de aplicación, en base a intervalos de interrogación y tolerancias nominales para cada aplicación.

La pantalla 240 puede ser una pantalla de cristal líquido (LCD), una pantalla de diodos fotoemisores (LED), una pantalla de plasma, o cualesquiera otros medios para presentar información. El transceptor 250 puede incluir un transmisor y/o un receptor. La circuitería de entrada y salida audio 230 puede incluir un micrófono, un altavoz, un transductor, o cualquier otra circuitería de entrada y salida audio. La interfaz de usuario 260 puede incluir un teclado, botones, un teclado táctil, un joystick, una pantalla adicional, o cualquier otro dispositivo útil para proporcionar una interfaz entre un usuario y un dispositivo electrónico. La memoria 270 puede incluir una memoria de acceso aleatorio, una memoria de lectura solamente, una memoria óptica o cualquier otra memoria que pueda estar acoplada a un dispositivo de comunicaciones inalámbricas.

Con más detalle, en una realización, el dispositivo informático móvil 200 con un dispositivo de almacenamiento de energía de la figura 5 incluye: un alojamiento 210; un controlador 220 acoplado al alojamiento 210, estando configurado el controlador 220 para aplicaciones en comunicación síncrona desde uno o más servidores de aplicación; memoria 270 acoplada al controlador 220; un transceptor inalámbrico 250 acoplado al controlador 220 para sincronizar datos de aplicación entre el dispositivo informático móvil 200 y el uno o más servidores de aplicación (que podría residir en la infraestructura 106 de la figura 1); y un módulo de gestión de interrogación 290, estando configurado el módulo de gestión de interrogación para: recibir para cada una de la pluralidad de aplicaciones un intervalo de interrogación predeterminado y una ventana de tolerancia; supervisar la actividad de comunicación de datos del dispositivo informático móvil; determinar, para cada una de la pluralidad de aplicaciones en ejecución, el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior; y sincronizar la aplicación si tiene lugar al menos una de las condiciones siguientes: el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior es sustancialmente igual al intervalo de interrogación predeterminado para la aplicación, y se detecta actividad de comunicación, y el tiempo transcurrido desde la sincronización anterior está dentro de la ventana de tolerancia para la aplicación. Ventajosamente, el módulo de gestión de interrogación 290 puede permitir que el dispositivo informático móvil 200 gestione dinámicamente la comunicación con aplicaciones en ejecución. Esta disposición puede proporcionar una vida útil más larga a dispositivos informáticos móviles antes de tener que recargar un dispositivo de almacenamiento de potencia 215 del usuario. Es beneficioso que el módulo de gestión de interrogación 290 pueda servir para coordinar la actividad de comunicación y por ello reducir el arranque y la parada innecesarios de los circuitos de comunicación, tal como el transceptor 250, prolongando por ello la vida útil del dispositivo de almacenamiento de energía en aplicaciones de dispositivos informáticos móviles.

En una realización, el módulo de gestión de interrogación 290 incluye: un procesador configurado para interrogar y sincronizar aplicaciones; y un módulo de regulación configurado para avanzar o retardar el intervalo de interrogación predeterminado de una segunda aplicación dentro de la ventana de tolerancia, para sincronizar sustancialmente inmediatamente después de una primera aplicación, para mayor ahorro de potencia.

En una realización, el módulo de gestión de interrogación 290 está configurado además para: recibir con respecto a cada una de la pluralidad de aplicaciones un intervalo de interrogación ideal; y seleccionar un intervalo que esté más próximo al intervalo de interrogación ideal, para mayores ahorros de potencia.

En una realización, la presente invención se incorpora a la infraestructura de comunicación y, en otra, se puede incorporar a un dispositivo de comunicaciones inalámbricas. Más específicamente, el módulo de gestión de interrogación 290 se puede incorporar a un dispositivo informático móvil 200 o alternativamente a la infraestructura 106. Otras disposiciones son posibles, tal como la inclusión de ambos.

Con más detalle, el controlador 220 incluye un procesador de aplicación para ejecutar programas de aplicación. Los programas de aplicación pueden ser programas autónomos o programas que se ejecutan en comunicación con un servicio de aplicación, en cuyo caso el programa de aplicación se denomina un daemon de servicio de aplicación. Cada aplicación que se ejecuta en comunicación síncrona con un servidor de aplicación puede tener un daemon de servicio de aplicación correspondiente que se ejecute en el controlador 220. Alternativamente, el daemon de servicio de aplicación se puede ejecutar en cualquier componente del dispositivo móvil 200 que tenga capacidad de procesado de aplicación incluyendo la pantalla 240 que puede incluir un controlador de pantalla inteligente, transceptor 250, memoria 270, SIM 285, o módulo de gestión de interrogación 290.

En otra realización, el módulo de gestión de interrogación 290 proporciona una función de gestión push autónoma, para regular la tasa a la que el dispositivo móvil recibe datos "enviados" desde un servidor de aplicación. En una realización preferida, las comunicaciones de un servicio de aplicación son interrumpidas durante los períodos de latencia. Más específicamente, el módulo 290 puede estar configurado además para proporcionar un programador (no representado) para proporcionar, establecer o determinar los períodos de latencia. Las comunicaciones síncronas que son normalmente "enviadas" por el servidor de aplicación al dispositivo móvil pueden ser suspendidas durante los períodos de latencia programados, reduciendo por ello el drenaje de potencia por el funcionamiento en vacío el transceptor 250 durante estos períodos. El drenaje de potencia se puede reducir más por el funcionamiento en vacío del daemon de servicio de aplicación durante estos períodos.

En consecuencia, el dispositivo informático móvil puede utilizar varias aplicaciones y servicios de consumo de potencia con diferentes requisitos de sincronización, manteniendo al mismo tiempo y mejorando la duración de un dispositivo de almacenamiento de energía de un dispositivo informático móvil. A causa del método, la estructura y métodos aquí descritos y detallados, la experiencia del usuario puede mejorar de forma significativa.

Con referencia a la figura 6, se representa un diagrama de flujo 600 de una realización preferida según la presente invención. El proceso empieza en el nodo 605 desde el que el proceso se bifurca a las aplicaciones simultáneamente en ejecución 610. En 610 se ilustran cuatro aplicaciones en ejecución: correo electrónico, comunicación de noticias, carga de fotos, y copia de datos, que tienen el número de aplicación A =4, 3, 2 y 1, respectivamente. Cada aplicación escribe un intervalo predeterminado, Int(A) en un registro de intervalo de interrogación 615, y una ventana de tolerancia predeterminado Win(A) en el registro de ventanas de tolerancia 620. Estos valores predeterminados pueden ser cambiados por la aplicación según el estado de la aplicación. Por ejemplo, la aplicación de correo electrónico puede reducir el intervalo durante el horario comercial, o la aplicación de comunicación de noticias puede aumentar su intervalo cuando el usuario esté leyendo activamente las noticias. El nodo de inicio también se bifurca al proceso de gestión de interrogación (en transparencia) 625, comenzando con la inicialización 635 a la que se ponen los contadores siguientes para cada aplicación:

$$T_{\text{PREVIOUS}}(A) = 0$$

$$T_{\text{Min}}(A) = \text{Int}(A) - \text{Win}(A)$$

$$T_{\text{IDEAL}}(A) = \text{Int}(A)$$

$$T = 0.$$

El proceso sigue al rombo de decisión 640 donde se determina si la comunicación está actualmente activa. Si en el rombo de decisión 640 la comunicación no está activa, o "No", entonces el proceso continúa a poner el contador de aplicación 645 a A igual al número de aplicaciones en ejecución, Appcount, que en este ejemplo es igual a 4. A partir de allí, el proceso pasa al rombo de decisión 650 donde se determina si para la aplicación A el tiempo presente T es igual a $T_{\text{IDEAL}}(A)$. Si en el rombo de decisión 650 se determina que $T = T_{\text{IDEAL}}(A)$, se determina que deberá tener lugar sincronización y el proceso pasa a poner el segundo contador de aplicación 655 a A' igual al número de aplicaciones en ejecución, Appcount. Además, en el rombo de decisión 640, si se determina que la comunicación está activa, o "Sí", el proceso continúa a poner el segundo contador de aplicación 655 a A' = Appcount. El proceso continúa al rombo de decisión 660 donde se determina si $T > T_{\text{Min}}(A')$. Si se decide que $T > T_{\text{Min}}(A')$, o "Sí", el proceso continúa a sincronizar la aplicación A' 665 y luego a la reinicialización 670 de los temporizadores para la aplicación A':

$$T_{\text{PREVIOUS}}(A') = T$$

$$T_{\text{Min}}(A') = T + \text{Int}(A') - \text{Win}(A')$$

$$T_{\text{IDEAL}}(A') \approx T + \text{Int}(A')$$

5 El proceso continúa a decrementar el contador A' 675, seguido del rombo de decisión 680 en el que se determina si A' = 0. Si en el rombo de decisión 680 se determina que A' = 0, o "Sí", el proceso continúa a decrementar A' 685, seguido del rombo de decisión 690 donde se determina si A = 0. Si en 690 se determina que A = 0, o "Sí", el proceso continúa al recuadro de retardo 695. A partir del recuadro 695, el proceso continúa a incrementar T en el recuadro 697, y desde allí el proceso vuelve al rombo de decisión 640. Si en 640 se determina que la comunicación está activa, o "Sí", el proceso salta a poner el segundo contador de aplicación en el recuadro 655 a A' = el número de aplicaciones en ejecución, Appcount. Si en el rombo de decisión 660 se determina que $T \neq T_{\text{Min}}(A')$, o "No", el proceso salta a decrementar el recuadro A' 675. Si en el rombo de decisión 680 se determina que $A' \neq 0$, o "No", el proceso vuelve al rombo de decisión 660. Si en el rombo de decisión 690 se determina que $A \neq 0$, el proceso continúa al rombo de decisión 650. El control del flujo para realizaciones alternativas se puede demostrar de manera similar.

15 Con referencia a la figura 7, se representa una realización de un método 700 de ahorrar energía en un dispositivo móvil que ejecuta una aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación. En su forma más simple, incluye los pasos de: operar 710 una aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación mediante una sesión persistente de protocolo Internet (IP), definiendo un modo activo, donde la comunicación síncrona es habilitada automáticamente estableciendo una sesión IP persistente según un programa configurado previamente; y proporcionar 720 un modo latente donde la comunicación síncrona es inhabilitada automáticamente en el dispositivo móvil cerrando la sesión IP persistente según el programa configurado previamente. En una realización alternativa, el método 700 incluye el paso de programar 730 un programador de modo latente programable por el usuario para programar el período del modo latente. Ventajosamente, un usuario puede proporcionar tiempos fuera de pico o tranquilos (modo latente) y/o tiempos de pico o activos (modo activo) usando un programador programable.

25 Con referencia de nuevo a la figura 1, la infraestructura 106 emplea típicamente técnicas de cortafuegos para inhabilitar el establecimiento de conexiones TCP/IP a los dispositivos móviles desde Internet. Esto ayuda a evitar o minimizar que los dispositivos móviles reciban tráfico espurio de Internet que originaría un drenaje de potencia indeseado. Así, ningún servidor de aplicación puede establecer por lo general una sesión IP con el servidor de aplicación. Se debe establecer desde el dispositivo móvil. Los dispositivos móviles 102 y 110 pueden iniciar una sesión IP comunicando con una puerta de enlace de Internet (no representada) en la infraestructura inalámbrica 106. En una realización preferida, una sesión IP, incluyendo una conexión de protocolo de control de transferencia/protocolo de Internet (TCP/IP), puede ser iniciada por un dispositivo móvil 102 o 110 activando un contexto de protocolo de datos en paquetes (PDP) con puerta de enlace de Internet en la infraestructura inalámbrica 106. El contexto PDP define una única dirección IP por la que el servidor de aplicación puede comunicar con el dispositivo móvil.

40 Después de establecer una sesión TCP/IP, la sesión permanece activa una cantidad de tiempo determinada por un temporizador de sesión en el servidor de aplicación o la puerta de enlace de Internet en la infraestructura inalámbrica 106. Si no hay más comunicación desde el dispositivo móvil, la sesión permanece abierta hasta que el temporizador de sesión expire, y luego se cierra la conexión TCP/IP. Esto permite ventajosamente que el servidor deje de enviar datos de aplicación si el cliente sale del servicio, sin cerrar aiosamente la conexión TCP/IP, como suele suceder en clientes de dispositivos móviles por varias razones incluyendo condiciones de señal débil, y repentina pérdida de potencia de la batería.

45 Cada comunicación desde el dispositivo móvil cliente con el servidor de aplicación hace que el temporizador de sesión se resetee. El dispositivo móvil puede mantener una sesión IP persistente enviando mensajes de seguir vivo al servidor de aplicación a intervalos inferiores al período de tiempo de expiración de la sesión. El período de expiración de la sesión lo determina el servidor o la puerta de enlace, y es típicamente de 30 minutos. Así, el servidor de aplicación es capaz de enviar, o "push", datos de aplicación al dispositivo móvil mientras la sesión IP se mantiene activa.

55 A veces, cuando los datos de aplicación "no se necesitan", el dispositivo móvil puede evitar que se "envíen" datos cambiando el contexto PDP. Con más detalle, el dispositivo móvil puede cerrar la sesión TCP/IP enviando una cabecera de conexión TCP/IP incluyendo el token de conexión 'cerrar'. Con ello se cierra la sesión TCP/IP, privando al servidor de aplicación de una conexión por la que pueda enviar datos de aplicación.

Ventajosamente, se puede ahorrar energía en el dispositivo informático móvil, prolongando por ello la vida de un dispositivo de almacenamiento de energía o una batería. Mediante la utilización de gestión push inteligente, se

puede lograr ahorros sustanciales de energía, usando programación previa de los modos latente y activo.

Así, los protocolos PDP y los protocolos de sesión persistente TCP/IP o UDP están adaptados para reducir el drenaje de potencia en el dispositivo móvil. Para una definición más detallada de las operaciones TCP/IP persistentes, véase el documento de la especificación de protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) 1.1 publicado bajo la especificación RFC2616, por la sociedad de Internet.

En una realización preferida, el paso de operación 710 incluye recibir notificaciones push del servidor de aplicación durante la sesión IP persistente. En otra disposición, el paso de operación 710 puede incluir que la sesión IP persistente se mantenga activa mediante mensajes periódicos de seguir vivo del dispositivo móvil al servidor de aplicación.

El paso de provisión 720 puede incluir cerrar la sesión IP persistente, terminando por ello las notificaciones push adicionales. Ventajosamente, esta característica permite que el dispositivo móvil programe tiempos latentes o tranquilos y tiempos activos, independientemente del servidor de aplicación. En otra realización, el paso de provisión 720 puede incluir que la sesión IP persistente se cierre permitiendo que la sesión expire, no enviando un mensaje de seguir vivo desde el dispositivo móvil al servidor de aplicación.

Con más detalle y en una realización preferida, el método 700 puede incluir una función de gestión push autónoma en el módulo 290, por ejemplo. Se puede considerar cuándo “se necesita” o “no se necesita” comunicación de datos, y especifica los disparos para entrar en un modo activo, donde un programa de aplicación se ejecuta en comunicación con el servidor de aplicación, y para entrar en un tranquilo o latente en el que la comunicación síncrona se para o interrumpe.

En una realización preferida, un contexto PDP es necesario al operar en un período de pico. Así, se da especial atención a la experiencia del usuario siempre activo, y se mantiene el contexto PDP, y mientras haya al menos una sesión TCP o UDP activa. Por otra parte, el contexto PDP no es necesario al operar en un período fuera de pico o latente, cuando la aplicación puede ser sacrificada en favor de un reducido drenaje de potencia. En este caso, se libera el contexto PDP, a no ser que se detecte cierta actividad del usuario. Por ejemplo, cuando el usuario tenga una aplicación activa (o de fondo o en segundo plano) que mantenga una toma TCP persistente, el contexto PDP será necesario.

Con más detalle, una estrategia de gestión de contexto PDP preferida puede incluir lo siguiente:

1. Cuando el dispositivo móvil se conecte a un suministro de potencia, el contexto PDP siempre permanecerá activo. Un suministro de potencia podría ser un cargador de batería, o un adaptador de potencia CA, o un dispositivo host tal como un ordenador personal que proporcione potencia mediante una conexión, tal como una conexión bus universal serie (USB).

2. Cuando el dispositivo móvil obtenga su potencia de una batería interna durante un período de pico (modo activo):

Si se establece el contexto PDP, permanecerá establecido mientras haya al menos una sesión TCP o UDP activa.

Si se establece el contexto PDP y todas las sesiones TCP y UDP se desactivan, el contexto PDP se liberará.

Si no se establece el contexto PDP y una aplicación hace una petición de una sesión TCP o UDP nueva, se establecerá el contexto PDP. Si el contexto PDP no se establece, permanecerá sin establecer mientras no haya sesión TCP o UDP activa.

3. Cuando UE opere por batería y durante el período fuera de pico:

Cuando la pantalla se apague (no hay actividad del usuario), el contexto PDP se liberará y permanecerá liberado mientras no se detecte actividad del usuario y el período fuera de pico no termine. Cuando la pantalla se encienda (se detecte actividad del usuario), el contexto PDP se establecerá y permanecerá establecido hasta que la pantalla se apague de nuevo.

Alternativamente, el contexto PDP se puede mantener o restablecer en horas fuera de pico si se detecta un estado de detección de usuario activo.

Ejemplos de detección de usuario activo son detectar una interfaz de usuario activo tal como una pantalla, pantalla táctil, teclado o retroiluminación; detectar movimiento de o cerca del dispositivo, tal como movimiento o aceleración del dispositivo propiamente dicho, o de un objeto cerca del dispositivo; y detectar una conexión inalámbrica con el dispositivo tal como una activación de auriculares inalámbricos.

En una realización preferida, el método 700 puede incluir además mantener otras comunicaciones entre el móvil y otras entidades de comunicación en los modos activo y latente. Ventajosamente, esta característica permite apagar

ciertas comunicaciones, tal como aplicaciones de red social,, mientras que otros servidores de aplicación están encendidos. Por ejemplo, el método 700 puede incluir además mantener otras comunicaciones entre el móvil y otras entidades de comunicación, mientras se está en el modo latente, incluyendo las otras comunicaciones al menos uno de comunicaciones de voz, comunicaciones del servicio de mensajes cortos, y comunicaciones de datos, empleando una sesión IP diferente de la sesión IP persistente con el servidor de aplicación.

Con referencia a la figura 8, se describe y representa un sistema 800 con gestión push inteligente para incrementar la duración de la batería de un dispositivo informático móvil. El sistema 800 puede incluir dispositivos informáticos móviles 810 y 812 que están acoplados a una infraestructura de comunicación inalámbrica 820. La infraestructura inalámbrica incluye una conexión de conmutación de datos en paquetes 822, tal como un nodo de servicio de puerta de enlace de abonado (SGSN) hallado en una infraestructura de servicio general de paquetes por radio (GPRS). La infraestructura inalámbrica 820 también puede incluir una conexión de circuito 822 para conectar aplicaciones de voz así como conectar aplicaciones de datos legado tal como servicios de mensajes cortos (SMS). Los dispositivos móviles 810 y 812 se pueden configurar para conectar, mediante una puerta de enlace de Internet 822 en la infraestructura inalámbrica 820, con un extremo delantero 832 de servidores de agregación de servicio de aplicación 830, y un servidor de aplicación autónomo 840 mediante Internet. El extremo trasero de servicio de aplicación 836 del servidor de agregación 830 conecta mediante Internet con servidores de aplicación autónomos 850 y 860. El servidor de agregación de aplicación 830 incluye una cache de datos 834 para almacenar datos de aplicación a y de los servidores de aplicación 850 mediante el extremo trasero 836, para transmisión eventual mediante el extremo delantero 832 y la infraestructura inalámbrica 820 a y de clientes móviles 810, 812. Los dispositivos móviles 810 y 812 también se pueden configurar para comunicar por la infraestructura inalámbrica 820 mediante una infraestructura de conmutación de circuito 824. La infraestructura de conmutación de circuito se usa para servicios de comunicación legado tal como llamada de voz, servicios de mensajes cortos (SMS) y servicios de datos de circuitos conmutados. Los principios aquí descritos se pueden aplicar a varios sistemas de red de área ancha, tales como evolución a largo plazo (LTE), banda móvil ultra ancha (U MB), 802,16e y m, sistemas de datos en paquetes a tasa alta (HRPD), o sistemas tales como el sistema universal de comunicaciones móviles (UMTS), así como redes inalámbricas de área local, redes de área personal, y redes por cable.

Los dispositivos informáticos móviles 810 y 812 pueden ser cualquier tipo de dispositivo inalámbrico móvil. Los dispositivos informáticos móviles 810 y 812 incluyen un módulo de gestión push inteligente 112 o 290 para coordinar comunicaciones síncronas entre aplicaciones de interrogación de servidor de aplicación, como se expone en detalle más adelante. Por ejemplo, los dispositivos informáticos móviles 810 y 812 pueden ser teléfonos celulares, localizadores personales, radios, estaciones móviles, ordenadores personales, o asistentes digitales personales. Como entenderán los expertos en la técnica, otros ejemplos de dispositivos informáticos móviles son posibles.

Los dispositivos móviles 810 y 812 pueden conectar con la infraestructura inalámbrica 820 mediante redes de acceso por radio (RANs), como se representa en la figura 1. Las RANs pueden ser cualquier dispositivo o combinación de dispositivos que permita que los dispositivos informáticos móviles 810 y 812 tengan acceso a la infraestructura de comunicación 820. Por ejemplo, las RANs pueden incluir puntos de acceso, estaciones base, controladores de estación base, antenas, y otros tipos de dispositivos que faciliten dichas comunicaciones.

La infraestructura de comunicación 820 incluye preferiblemente dispositivos y/o redes que permitan realizar comunicaciones entre estaciones móviles. Por ejemplo, la infraestructura 106 puede incluir conmutadores, servidores, dispositivos de almacenamiento, y redes (por ejemplo, redes inalámbricas, Internet, redes telefónicas de línea terrestre) que faciliten las comunicaciones entre los dispositivos informáticos móviles 810 y 812 y dispositivos de Internet tales como servidores de aplicación 830 y 840.

El servidor de agregación de servicio de aplicación 830 realiza la función de los servidores de aplicación de interrogación periódica 850 y 860 para nuevos datos, y luego proporcionar los datos de aplicación a los dispositivos móviles 810 y 812 mediante el conmutador de datos en paquetes 822 en la infraestructura inalámbrica 820. Por ejemplo, los servidores de aplicación 850 y 860 pueden ser aplicaciones de red social convencionales, tal como Facebook, Twitter, etc. El servidor de agregación 830 puede pedir notificaciones de estado a contactos sociales en el servicio Facebook, y nuevos mensajes en el servicio Twitter. Guarda los datos nuevos en una memoria y lo pone a disposición del dispositivo móvil mediante infraestructura inalámbrica con métodos push o pull, como se expone aquí en detalle.

Los dispositivos móviles 810 y 812 se pueden configurar para conectar simultáneamente con múltiples servidores de datos y los métodos aquí descritos incluyen mantener comunicaciones entre un dispositivo móvil y un primer servidor de aplicación, mientras se está en un modo latente o tranquilo con un segundo servidor de aplicación. Por ejemplo, los dispositivos móviles 810 y 812 pueden conectar mediante una puerta de enlace de Internet 822 en la infraestructura inalámbrica 820, con un servidor de agregación de servicio 830, y también pueden conectar con un servidor o servidores de aplicación autónomo(s) 840, poniendo en derivación el servidor de agregación de servicio de aplicación 830. El servidor de aplicación autónomo puede ser una aplicación de correo electrónico tal como Gmail, por ejemplo.

Los métodos aquí descritos pueden incluir mantener comunicaciones entre el móvil y el servidor autónomo de

aplicación de correo electrónico, mientras está en el modo latente de suspensión de comunicaciones con el servidor de agregación 830, por ejemplo. Esto se puede llevar a cabo estableciendo diferentes contextos PDP entre el dispositivo móvil y la infraestructura inalámbrica para conectar con los diferentes servicios, y aplicar los disparos de latencia de forma diferente a los diferentes contextos PDP. Por ejemplo, las conexiones con el servidor de aplicación autónomo 840 pueden permanecer activas durante las horas tranquilas o fuera de pico cuando se cierran las conexiones con el servidor de agregación 830.

A la inversa, por razones de simplicidad y de conveniencia del usuario, se puede aplicar un solo programador de latencia y política a diferentes servicios de aplicación con diferentes contextos PDP. Así, en una comunicación en modo latente, las comunicaciones con todos los servidores de datos pueden estar suspendidas, aunque se usen diferentes contextos PDP. De esta forma, se puede programar convenientemente un modo latente que sea muy efectivo para reducir el drenaje de potencia.

En una realización preferida, las comunicaciones de voz y comunicaciones del servicio de mensajes cortos no quedan afectadas por el cierre de contextos PDP, dado que estos pueden emplear la infraestructura de conmutación de circuitos 824 en la infraestructura inalámbrica 820, no requiriendo un contexto PDP.

En una realización preferida, se puede facilitar un controlador de modo automático, donde el dispositivo móvil se conmuta al modo activo cuando se detecta actividad del usuario. Ventajosamente, esta característica proporciona una función de anulación por el usuario al objeto de permitir al usuario entrar al instante en el modo activo, cuando sea deseable.

Con más detalle y como un ejemplo, la actividad detectada del usuario puede incluir al menos uno de: detectar movimiento cerca del dispositivo móvil; detectar la pulsación de una tecla; detectar la pulsación de una pantalla táctil; detectar que una pantalla está activa; y detectar una comunicación entrante. Ventajosamente, esto permite al usuario usar una aplicación durante un tiempo fuera de pico o tranquilo preprogramado, sin tener que volver a programar las horas tranquilas.

En otro ejemplo, el método 700 puede incluir proporcionar un controlador de modo automático donde el dispositivo es conmutado al modo activo cuando el dispositivo está conectado a un dispositivo de carga. Un dispositivo de carga puede incluir al menos uno de un adaptador CA, un cargador de batería, y un dispositivo host. Un dispositivo host puede incluir un PC, o cualquier dispositivo que proporcione un suministro de potencia CC mediante un conector de datos tal como un conector USB. Un cargador de batería puede ser una fuente de alimentación por cable o inalámbrica.

En otro ejemplo, el método 700 puede incluir proporcionar un controlador de modo automático donde el dispositivo es conmutado al modo activo cuando se recibe una comunicación. La comunicación puede ser una comunicación entrante de la red celular, una red de área local o de un dispositivo de red de área personal tal como un caso auricular inalámbrico.

En otro ejemplo, el método 700 puede incluir proporcionar un controlador de modo automático donde el dispositivo está conectado a un dispositivo accesorio. Por ejemplo, el dispositivo accesorio podría ser un cargador alámbrico o inalámbrico, una fuente de alimentación, un adaptador CA, un cargador de batería, un dispositivo de interfaz de usuario tal como un ratón externo, controlador táctil, un dispositivo audio o acústico, un cable de datos, o un dispositivo de memoria externo.

En una realización, el método 700 puede incluir el paso de operación 710 incluyendo operar un procesador de aplicación en el dispositivo móvil, y suspender la operación del procesador de aplicación. Igualmente, en otra disposición, el paso de operación 710 puede incluir operar un daemon de servicio de aplicación en un procesador de aplicación en el dispositivo móvil, y suspender la operación del daemon de servicio de aplicación. Ventajosamente, esto proporciona reducciones del drenaje de potencia debido a la inhabilitación, marcha en vacío o reducción de las operaciones del procesador de aplicaciones.

En otra realización, el método 700 puede incluir los pasos de: operar 710 una aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación mediante una sesión IP persistente, definiendo un modo activo; proporcionar 720 un modo latente donde la comunicación síncrona es inhabilitada en el dispositivo móvil; y programar 730 un programador de modo latente programable por el usuario para programar el período del modo latente. Ventajosamente, un usuario puede proporcionar tiempos tranquilos (modo latente) y/o tiempos activos (modo activo) usando un programador programable. Esto permite que un dispositivo móvil opere en una forma personalizada, en base a varias preferencias, personalidades y programas de los usuarios.

En una realización preferida, como se representa en la figura 5, se muestra un dispositivo informático móvil 200. Puede incluir: un alojamiento 210; un controlador 220 acoplado al alojamiento 210, estando configurado el controlador 220 para ejecutar aplicaciones en comunicación síncrona de uno o más servidores de aplicación; memoria 270 acoplada al controlador 220; un transceptor inalámbrico 250 acoplado al controlador 220 para sincronizar datos de aplicación entre el dispositivo informático móvil 200 y el uno o más servidores de aplicación; y

un módulo de gestión push 290 configurado para: operar una aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación mediante una sesión IP persistente, definiendo un modo activo, donde la comunicación síncrona es habilitada automáticamente estableciendo una sesión IP persistente según un programa configurado previamente; y proporcionar un modo latente donde la comunicación síncrona es inhabilitada automáticamente en el dispositivo móvil cerrando la sesión IP persistente según el programa configurado previamente. Ventajosamente, el dispositivo informático móvil 200 proporciona ahorros de energía y duración más útil más larga de la batería, dando lugar a una mejor experiencia del usuario. Ventajosamente, se puede ahorrar energía en el dispositivo informático móvil, prolongando por ello la vida de un dispositivo de almacenamiento de energía o una batería. Mediante la utilización de gestión push inteligente, se puede lograr ahorros sustanciales de energía, usando programación previa de los modos latente y activo.

En la figura 5, el bloque 290 dice "Módulo de gestión de interrogación"; sin embargo, en la realización anterior, el módulo tiene forma de un "módulo de gestión push".

En una realización, el módulo de gestión push 290 incluye un programador de modo latente programable por el usuario para programar el período del modo latente, lo que ayuda a prolongar la duración de la batería como se ha detallado previamente.

En una realización, el módulo de gestión push 290 está configurado además para mantener otras comunicaciones entre el dispositivo informático móvil 200 y otras entidades de comunicación tal como servicios de voz o servicios de datos a entidades con diferentes contextos PDP, como se ha detallado previamente. De esta forma, el usuario puede seleccionar o establecer individualmente aplicaciones de modo que sean latentes durante las horas fuera de pico o tranquilas.

En una realización, el módulo de gestión push 290 está configurado para conmutar al modo activo cuando se detecta cierta actividad del usuario. Esta característica de anulación permite al usuario pasar al instante a modo activo, si lo desea.

En una realización, el módulo de gestión push 290 puede incluir una o más de las características detalladas previamente con respecto al método 700, para una mejor experiencia del usuario.

Surge un problema potencial si la cantidad de tiempo en modo latente excede de un límite en el servidor de aplicación para ejecutar la aplicación en la ausencia de comunicación, es decir en comunicación cero, con el dispositivo móvil cliente. Con referencia ahora a la figura 9 se representa un método de ahorrar energía en un dispositivo móvil que ejecuta una aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación 900. La aplicación tiene un período nulo de comunicación umbral para mantener la continuidad de la aplicación. El método 900 puede incluir los pasos de: operar 910 la aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación, definiendo un modo activo, donde la comunicación síncrona es habilitada automáticamente; proporcionar 920 un modo latente donde la comunicación síncrona es inhabilitada automáticamente en el dispositivo móvil durante una duración predeterminada; e interrumpir 930 el modo latente comunicando momentáneamente con el servidor de aplicación antes del período nulo de comunicación umbral, para mantener la continuidad de la aplicación.

Ventajosamente, antes de un período umbral de inactividad de comunicación, se interrumpe el modo latente, para mantener la conectividad de la aplicación, así el servidor no parará la aplicación y no se perderán datos.

Por ejemplo, con referencia a la figura 8, el dispositivo móvil cliente 810 está ejecutando aplicaciones en comunicación síncrona con un extremo delantero 832 del servidor de agregación de servicio de aplicación 830. Mientras tanto, un extremo trasero 836 del servidor de agregación de servicio de aplicación 830 está en comunicación por Internet con uno o más servidores de aplicación 850 y 860. Por ejemplo, el servidor de aplicación 850 es el servicio Twitter. Cuando el dispositivo móvil cliente 810 está latente para ahorrar energía, deja de comunicar con el extremo delantero del servidor de agregación de servicio de aplicación 830. Mientras tanto, el extremo trasero del servicio servidor de agregación 830 sigue aceptando nuevos datos o información, de los servidores de aplicación 850 y 860, y almacenando los datos en una cache de datos 834, para envío eventual al dispositivo móvil cliente 810 mediante el extremo delantero 832 del servidor de agregación de servicio de aplicación 830.

El problema es que el servidor de agregación de servicio de aplicación 830 puede suspender el servicio después de un período de tiempo en el que no haya comunicación con el dispositivo móvil cliente 810. Esto puede ser necesario con el fin de no desperdiciar memoria, recursos de procesado y recursos de comunicación para clientes que han dejado de usar el servicio. Ventajosamente, antes de un período umbral de inactividad de comunicación, el modo latente puede ser interrumpido, para mantener la conectividad de la aplicación, así el servidor de agregación de servicio de aplicación 830 no parará la aplicación y no se perderán datos.

Por ejemplo, el extremo trasero 836 del servidor de agregación de servicio de aplicación 830 puede continuar la comunicación IP con un servicio Twitter desde el servidor de aplicación 850, por ejemplo, y almacenar mensajes entrantes, o 'tweets' de Twitter, en la cache de datos 834 durante un período T después de parar la comunicación

con el dispositivo del cliente. Por ejemplo, T puede ser 2 a 4 horas. En este caso, el servidor de agregación de servicio de aplicación 830 deja de almacenar mensajes nuevos, y también puede borrar mensajes existentes. Así, un período de latencia superior a T da lugar a una pérdida de datos.

5 Así, en este ejemplo, puede ser beneficioso proporcionar, antes de un período umbral de inactividad de comunicación, que el modo latente sea interrumpido, para mantener la conectividad de la aplicación, así el servidor de agregación de servicio de aplicación 830 no parará la aplicación y evitará la pérdida de datos.

10 El método es aplicable a varias aplicaciones. En otro ejemplo, el servidor de aplicación 860 es un servicio de comunicación de noticias. Cuando el dispositivo móvil cliente 810 está latente para ahorrar energía, deja de comunicar con el extremo delantero 832 del servidor de agregación de servicio de aplicación 830. Mientras tanto, el extremo trasero 836 del servidor de agregación de servicio 830 sigue aceptando noticias procedentes de los servidores de aplicación 860, y almacenando en una cache de datos 834, para envío eventual al dispositivo móvil cliente 810 mediante el extremo delantero 832 del servidor de agregación de servicio de aplicación 830. El servidor de agregación de servicio de aplicación 830 puede suspender el servicio después de un período de tiempo en que no haya comunicación con el dispositivo móvil cliente 810. Puede dejar de almacenar datos de noticias, borrar los datos de noticias almacenados, o podría seguir almacenando nuevos datos mientras borra datos más viejos. En cualquier caso, se perderán indeseablemente datos. Ventajosamente, antes de un período umbral de inactividad de comunicación, el modo latente puede ser interrumpido, para mantener la conectividad de la aplicación, así el servidor de agregación de servicio de aplicación 830 no parará la aplicación y no se perderán datos.

20 Por ejemplo, el extremo trasero 836 del servidor de agregación de servicio de aplicación 830 puede continuar la comunicación IP con el servicio de comunicación de noticias desde el servidor de aplicación 860, por ejemplo, y almacenar relatos de noticias entrantes en la cache de datos 834, durante un período T después de parar la comunicación con el dispositivo cliente. Por ejemplo, T puede ser 10 horas. En este caso, el servidor de agregación de servicio de aplicación 830 deja de almacenar mensajes nuevos, y también puede borrar mensajes existentes. Así, un período de latencia superior a T da lugar a una pérdida de datos.

25 Así, en este ejemplo, puede ser beneficioso proporcionar, antes de un período umbral de inactividad de comunicación, que el modo latente sea interrumpido, para mantener la conectividad de la aplicación, así el servidor de agregación de servicio de aplicación 830 no parará la aplicación y evitará la pérdida de datos.

30 Indicado de forma diferente, en el ejemplo anterior, puede ser ventajoso evitar que el servidor 830 salga de aplicaciones debido a largos períodos de comunicaciones suspendidas con el dispositivo móvil cliente 810, reanudando brevemente la comunicación con el servidor 830 en un intervalo periódico inferior al tiempo de expiración T de la aplicación.

35 Por ejemplo, si el dispositivo móvil cliente 810 comienza un período de latencia de 8 horas, y si el período de tiempo de expiración T de la aplicación es 3 horas, el dispositivo móvil cliente 810 enviaría un "mensaje de seguir vivo" al servidor 830 en un intervalo de menos de 3 horas. El mensaje de seguir vivo puede ser similar al mensaje existente usado para mantener la sesión TCP/IP activa en el modo no latente. El mensaje de seguir vivo puede ser una petición de resetear o incrementar el valor de un temporizador de inactividad de la aplicación. Puede ser una petición de controlar los temporizadores de inactividad para todas las aplicaciones actualmente en ejecución, o de continuar la operación de una o más operaciones. Alternativamente, el mensaje puede ser un mensaje para pedir la continuidad de una o más aplicaciones específicas, y puede especificar una cantidad de tiempo durante el que la aplicación deberá permanecer activa durante un período inactivo, tal como una comunicación cero. Además, un límite de tiempo de otros controles puede ser útil, tal como un límite de almacenamiento de datos, un límite de utilización de recursos de procesado, un límite de anchura de banda de canal, etc. Como tal, el mensaje de seguir vivo puede contener campos de datos para identificar aplicaciones o grupos de aplicaciones, y para llevar un límite por debajo del que la aplicación deberá permanecer activa, tal como una cantidad de tiempo, o una cantidad de datos que una aplicación puede almacenar, una cantidad de capacidad de almacenamiento, recursos de procesador por ejemplo ciclos de microprocesador o MIPs, o anchura de banda de canal que una aplicación puede utilizar durante un período inactivo, tal como una comunicación cero. Por ejemplo, puede haber un límite a la cantidad de datos almacenados en la memoria cache 834.

40 Ventajosamente, en una realización preferida, el dispositivo móvil cliente 810 puede implementar de forma autónoma el modo de latencia para reducir el drenaje de potencia en modo latente. Además, el dispositivo móvil cliente 810 puede enviar un mensaje de seguir vivo en un periodo menor que el período de tiempo de expiración de la aplicación, y por ello mantener la continuidad de la aplicación durante períodos de latencia más grandes que el período de tiempo de expiración de la aplicación.

45 En una realización, el paso de operación 910 puede incluir establecer una sesión IP persistente con el servidor de aplicación y recibir notificaciones push del servidor de aplicación en la sesión IP persistente, el paso de provisión incluye cerrar la sesión IP persistente y por ello terminar más notificaciones push, y el paso de interrupción incluye establecer y cerrar una sesión IP persistente. De esta forma, el dispositivo móvil cliente 810 puede notificar al servidor de aplicación 830 que todavía está presente y necesita servicios de aplicación, a pesar de una interrupción

en las comunicaciones que de otro modo podría ser interpretada como corte de la alimentación del dispositivo móvil 810 o como salida de la red.

5 En un escenario, en el paso de provisión 920 y en el paso de interrupción 930, la sesión IP persistente se puede cerrar enviando una cabecera de conexión TCP/IP incluyendo un token de conexión cerrar según el estándar HTTP 1.1. Ventajosamente, esta característica puede proporcionar conformidad con un estándar. Así, el dispositivo móvil cliente 810 puede cerrar aiosamente la sesión TCP/IP manteniendo al mismo tiempo la continuidad de la aplicación en el servidor 830 para reanudación inmediata del servicio después de un largo período de inactividad de comunicación, al objeto de ahorrar energía.

10 En una disposición, la sesión IP tiene un período nulo de comunicación umbral para mantener la persistencia de la sesión IP, y en el paso de operación 910, la sesión IP persistente se mantiene activa comunicando momentáneamente con el servidor de aplicación antes del período nulo de comunicación umbral, para mantener la sesión IP deseada.

15 En otra realización, el paso de operación 910 incluye recibir notificación push por un canal no IP y el paso de provisión 920 incluye enviar un mensaje de control al servidor de aplicación, por lo que la notificación push se puede parar. Ventajosamente, esta característica anticipa los servicios de aplicación que no dependen de que la sesión IP persistente se mantenga activa por el dispositivo móvil cliente. Por ejemplo, si se usase USSD para enviar datos, sería apropiado abrir una sesión IP solamente para pedir datos (por ejemplo, descarga) desde el servidor, y cerrar la sesión IP después de cada operación de descarga. En este caso, el dispositivo móvil cliente iniciaría un modo latente enviando un mensaje de control 'dejar de enviar datos indefinidamente' o "dejar de enviar datos hasta un tiempo designado". Son posibles otras limitaciones, además de las limitaciones de tiempo, tal como límites del procesador, la memoria o la anchura de banda en el servidor 830.

25 En una realización, el dispositivo móvil ejecuta una primera y segunda aplicación en comunicación síncrona con el servidor de aplicación. Cada aplicación puede tener un período nulo de comunicación umbral para mantener la continuidad de la aplicación. En este caso, el paso de interrupción 930 tendría lugar a la expiración de un temporizador de latencia programado a un valor menor que el período nulo de comunicación umbral para mantener la continuidad de la aplicación para la primera y la segunda aplicación.

30 En otra disposición, el método 900 puede incluir mantener otras comunicaciones entre el móvil y otras entidades de comunicación en los modos activo y latente, para mejorar la experiencia del usuario.

35 En otra disposición, el método 900 puede proporcionar un controlador de modo automático donde el dispositivo es conmutado al modo activo cuando se detecta actividad del usuario, para una mejor experiencia del usuario.

40 En una realización, el método 900 puede incluir programar un programador de modo latente programable por el usuario, para permitir al usuario programar un período de modo latente deseado.

45 En una disposición preferida, como se representa en la figura 5, el dispositivo informático móvil 200 puede incluir: un alojamiento 210; un controlador 220 acoplado al alojamiento, estando configurado el controlador 220 para ejecutar aplicaciones en comunicación síncrona de uno o más servidores de aplicación, teniendo cada aplicación un período nulo de comunicación umbral para mantener la continuidad de la aplicación; memoria acoplada al controlador; un transceptor inalámbrico 250 acoplado al controlador 220 para sincronizar datos de aplicación entre el dispositivo informático móvil y el uno o más servidores de aplicación; y un módulo de gestión push 290 configurado para: operar una aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación, definiendo un modo activo; proporcionar un modo latente donde la comunicación síncrona es inhabilitada automáticamente en el dispositivo móvil según el programa configurado previamente; e interrumpir el modo latente comunicando momentáneamente con el servidor de aplicación antes de un período nulo de comunicación umbral, para mantener la continuidad de la aplicación. Ventajosamente, antes de un período umbral de inactividad de comunicación, se interrumpe el modo latente, para mantener la conectividad de la aplicación, así el servidor no parará la aplicación y no se perderán datos.

55 En una realización preferida, el dispositivo informático móvil 200 puede incluir: el módulo de gestión push 290 incluyendo un programador de modo latente programable por el usuario para programar el período del modo latente; estando configurado además el módulo de gestión push para mantener otras comunicaciones entre el móvil y otras entidades de comunicación en los modos activo y latente; estando configurado el módulo de gestión push para conmutar al modo activo cuando se detecte cierta actividad del usuario; y el módulo de gestión push incluye un temporizador de latencia programado a un valor menor que el período nulo de comunicación máximo más corto para mantener la continuidad de la aplicación para cada aplicación, y el paso de interrupción tiene lugar a la expiración del temporizador de latencia, para mejorar funcionalidad, como se ha detallado previamente.

60 Los expertos en la técnica reconocerán que se puede hacer una amplia variedad de modificaciones, alteraciones, y combinaciones con respecto a las realizaciones antes descritas sin apartarse del amplio alcance de la invención, y que tales modificaciones, alteraciones y combinaciones se han de considerar incluidas dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de ahorrar energía en un dispositivo móvil (200, 810, 812) que ejecuta una aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación (840, 850, 860), teniendo la aplicación un período nulo de comunicación umbral para mantener la continuidad de la aplicación, incluyendo el método los pasos de:
- 10 operar (910) la aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación, definiendo un modo activo, el paso de operar incluye establecer una sesión IP persistente con el servidor de aplicación y donde la comunicación síncrona es habilitada automáticamente;
- 15 proporcionar (920) un modo latente donde la comunicación síncrona es inhabilitada automáticamente en el dispositivo móvil durante una duración predeterminada cerrando la sesión IP persistente, **caracterizándose** el método por:
- 20 interrumpir (930) el modo latente comunicando momentáneamente con el servidor de aplicación antes del período nulo de comunicación umbral, el paso de interrupción incluye establecer y cerrar una sesión IP persistente, para mantener la continuidad de la aplicación.
- 25 2. El método de la reivindicación 1, donde el paso de operación incluye recibir notificaciones push del servidor de aplicación en la sesión IP persistente, y el paso de provisión incluye cerrar la sesión IP persistente y por ello terminar otras notificaciones push.
3. El método de la reivindicación 1 o 2, donde en el paso de provisión y en el paso de interrupción, la sesión IP persistente se cierra enviando una cabecera de conexión TCP/IP incluyendo un token de conexión cerrar según un estándar HTTP1.1.
- 30 4. El método de la reivindicación 1 o 2, donde la sesión IP tiene un período nulo de comunicación umbral para mantener la persistencia de la sesión IP, y en el paso de operación, la sesión IP persistente se mantiene activa comunicando momentáneamente con el servidor de aplicación antes de un período nulo de comunicación umbral para mantener la sesión IP.
- 35 5. El método de la reivindicación 1, donde el paso de operación incluye recibir notificación push por un canal no IP, el paso de provisión incluye enviar un mensaje de control al servidor de aplicación por lo que se para la notificación push.
- 40 6. El método de la reivindicación 1, donde el dispositivo móvil ejecuta una primera y una segunda aplicación en comunicación síncrona con el servidor de aplicación, teniendo cada aplicación un período nulo de comunicación umbral para mantener la continuidad de la aplicación, y el paso de interrupción tiene lugar a la expiración de un temporizador de latencia programado a un valor menor que el período nulo de comunicación umbral para mantener la continuidad de la aplicación para la primera y la segunda aplicación.
- 45 7. El método de la reivindicación 1, incluyendo además mantener otras comunicaciones entre el móvil y otras entidades de comunicación en los modos activo y latente.
- 50 8. El método de la reivindicación 1, incluyendo además proporcionar un controlador de modo automático donde el dispositivo se conmuta al modo activo cuando se detecta actividad del usuario.
9. El método de la reivindicación 1, incluyendo además proporcionar un controlador de modo automático donde el dispositivo es conmutado al modo activo cuando se detecta una actividad del usuario incluyendo al menos uno de: detectar movimiento cerca del dispositivo móvil; detectar la pulsación de una tecla; detectar la pulsación de una pantalla táctil; detectar que una pantalla está activa; y detectar una comunicación entrante.
- 55 10. El método de la reivindicación 1, incluyendo además proporcionar un controlador de modo automático donde el dispositivo es conmutado al modo activo cuando el dispositivo se conecta a un dispositivo de carga.
- 60 11. El método de la reivindicación 10, donde el dispositivo de carga es al menos uno de un adaptador CA, un cargador de batería, y un dispositivo host.
12. El método de la reivindicación 1, donde el paso de operación incluye operar un procesador de aplicación en el dispositivo móvil, y el paso de provisión incluye suspender la operación del procesador de aplicación.
- 65 13. El método de la reivindicación 1, donde el paso de operación incluye operar un daemon de servicio de aplicación en un procesador de aplicación en el dispositivo móvil, y el paso de provisión incluye suspender la operación del daemon de servicio de aplicación.
14. Un dispositivo informático móvil (200), incluyendo:

un alojamiento (210);

5 un controlador (220) acoplado al alojamiento (210), estando configurado el controlador (220) para ejecutar aplicaciones en comunicación síncrona desde uno o más servidores de aplicación, teniendo cada aplicación un período nulo de comunicación umbral para mantener la continuidad de la aplicación;

memoria (270) acoplada al controlador (220);

10 un transceptor inalámbrico (250) acoplado al controlador (220) para sincronizar datos de aplicación entre el dispositivo informático móvil y el uno o más servidores de aplicación; y

15 un módulo de gestión push (290) configurado para: operar una aplicación en comunicación síncrona con un servidor de aplicación incluyendo establecer una sesión IP persistente con el servidor de aplicación, definiendo un modo activo, donde la comunicación síncrona es habilitada automáticamente según un programa configurado previamente; proporcionar un modo latente donde la comunicación síncrona es inhabilitada automáticamente en el dispositivo móvil según el programa configurado previamente cerrando la sesión IP persistente,

20 **caracterizándose** el dispositivo informático móvil porque el módulo de gestión push (290) está configurado para interrumpir el modo latente comunicando momentáneamente con el servidor de aplicación antes de un período nulo de comunicación umbral, para mantener la continuidad de la aplicación, incluyendo la interrupción establecer y cerrar una sesión IP persistente.

25 15. El dispositivo informático móvil de la reivindicación 14, donde el módulo de gestión push (290) incluye un programador de modo de latencia programable por el usuario para programar el período del modo latente.

30 16. El dispositivo informático móvil de la reivindicación 14, donde el módulo de gestión push (290) está configurado además para mantener otras comunicaciones entre el móvil y otras entidades de comunicación en los modos activo y latente.

35 17. El dispositivo informático móvil de la reivindicación 14, donde el módulo de gestión push (290) está configurado para conmutar al modo activo cuando se detecte cierta actividad del usuario.

18. El dispositivo informático móvil de la reivindicación 14, donde el módulo de gestión push (290) incluye un temporizador de latencia programado a un valor menor que el período nulo de comunicación máximo más corto para mantener la continuidad de la aplicación para cada aplicación, y el paso de interrupción tiene lugar a la expiración del temporizador de latencia.

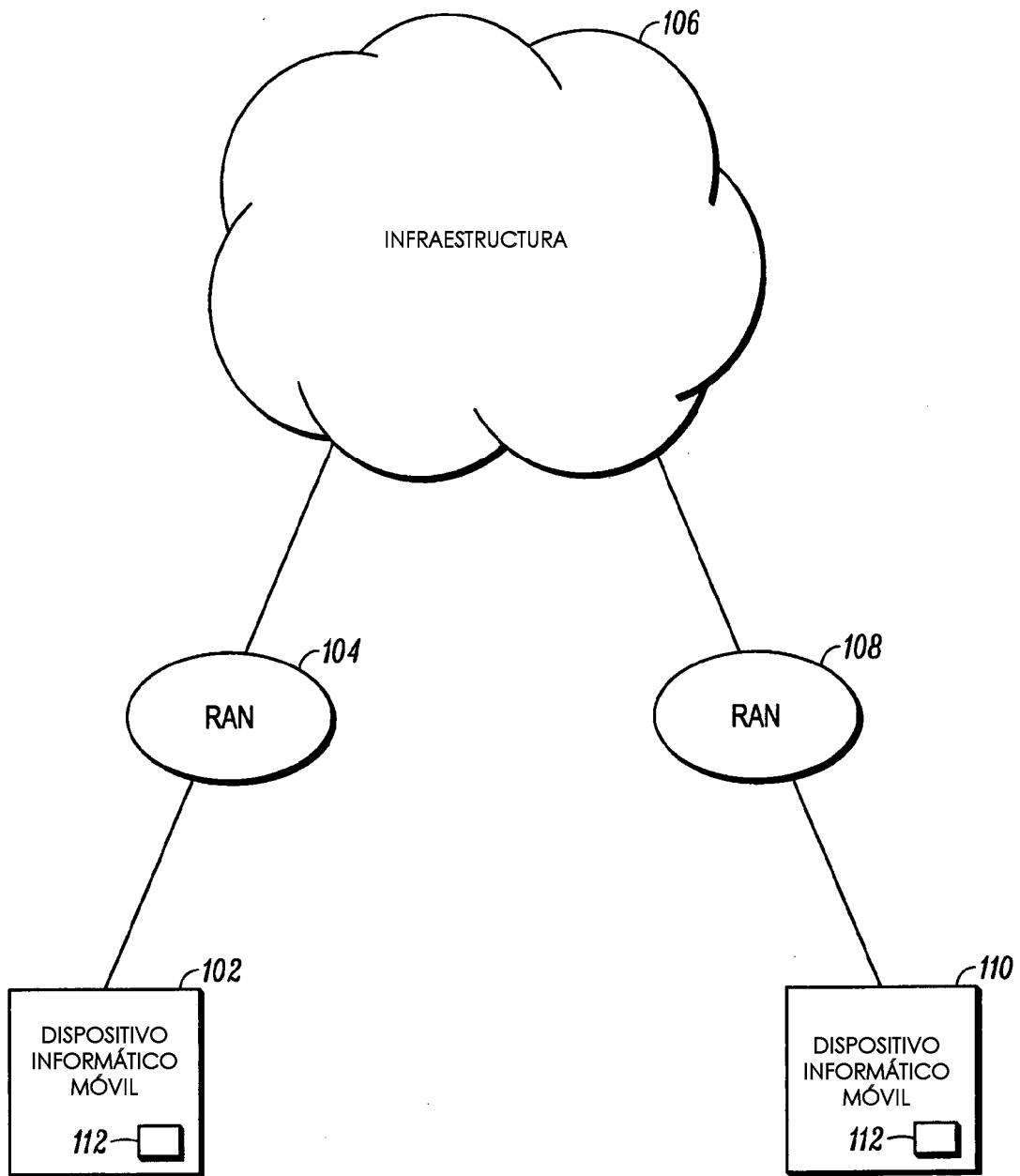


FIG. 1

150

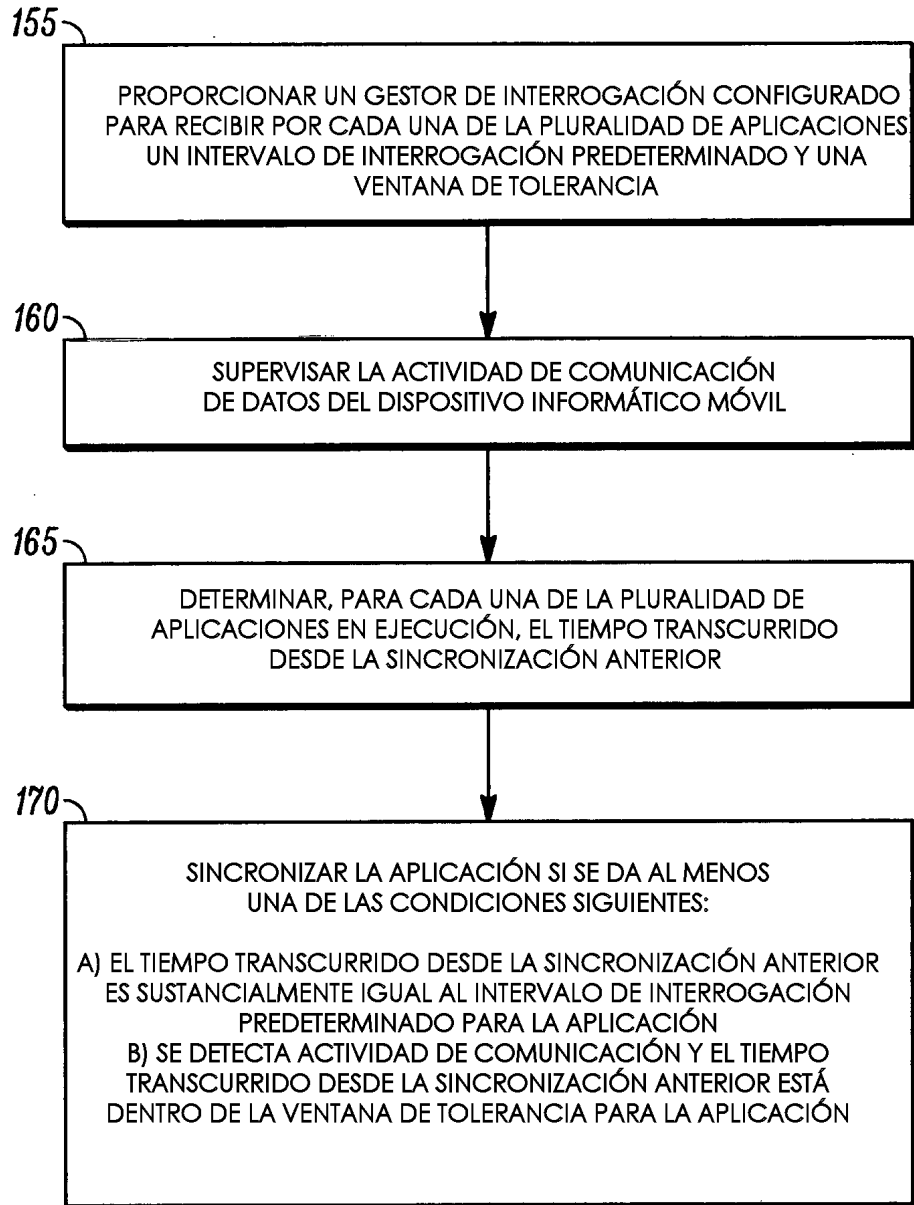


FIG. 2

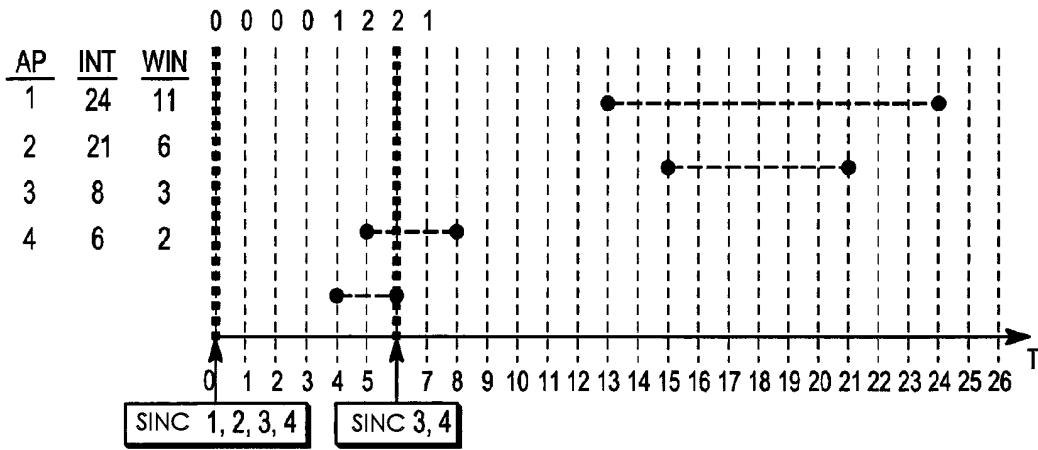


FIG. 3A

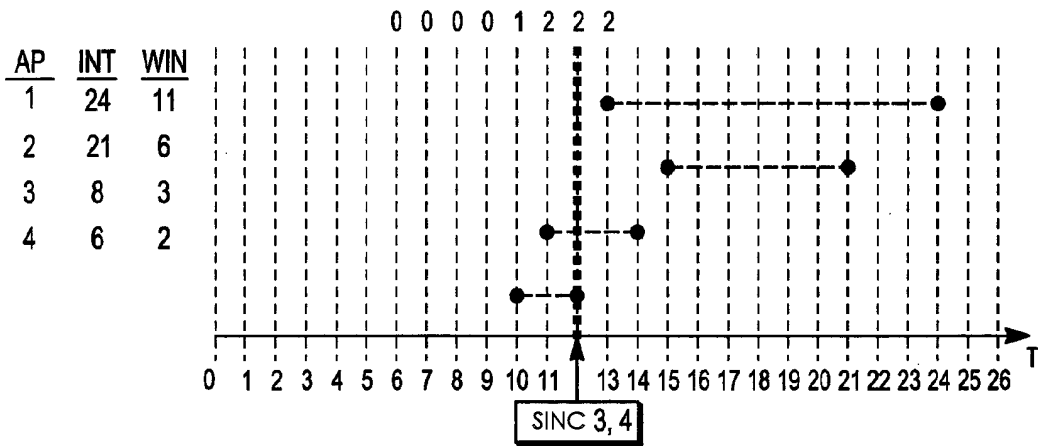


FIG. 3B

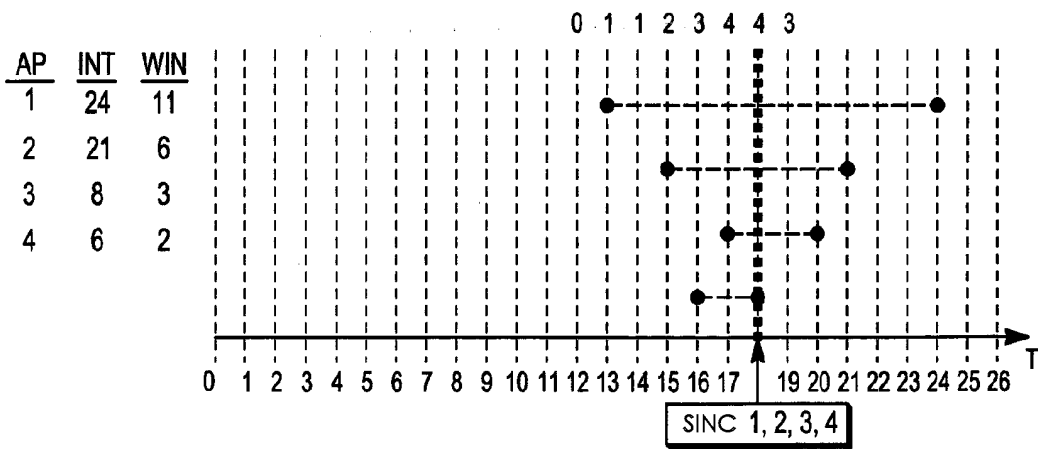


FIG. 3C

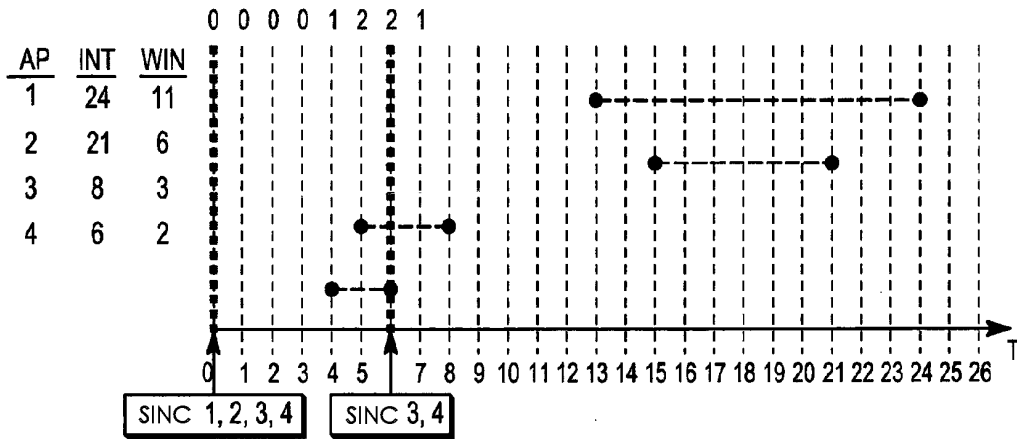


FIG. 4A

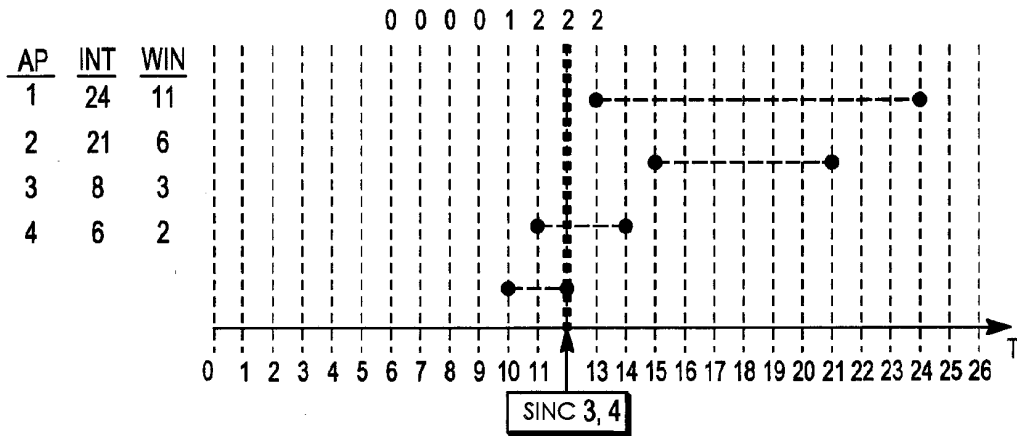


FIG. 4B

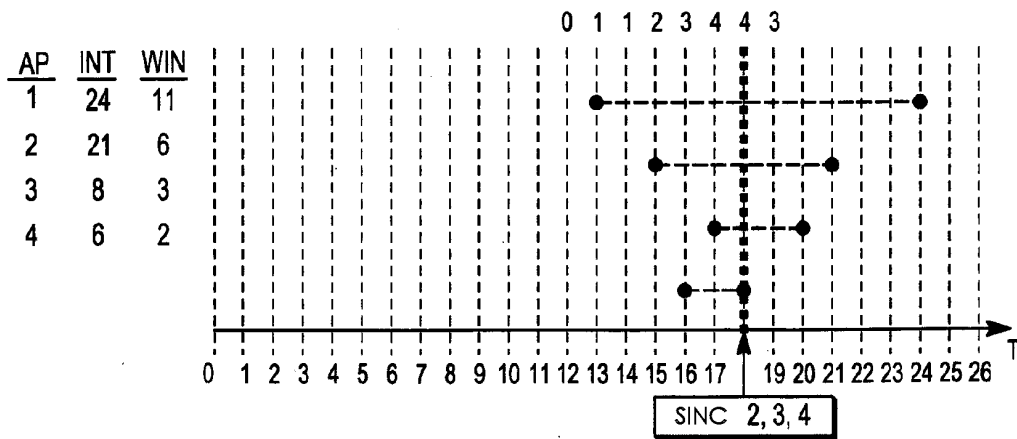


FIG. 4C

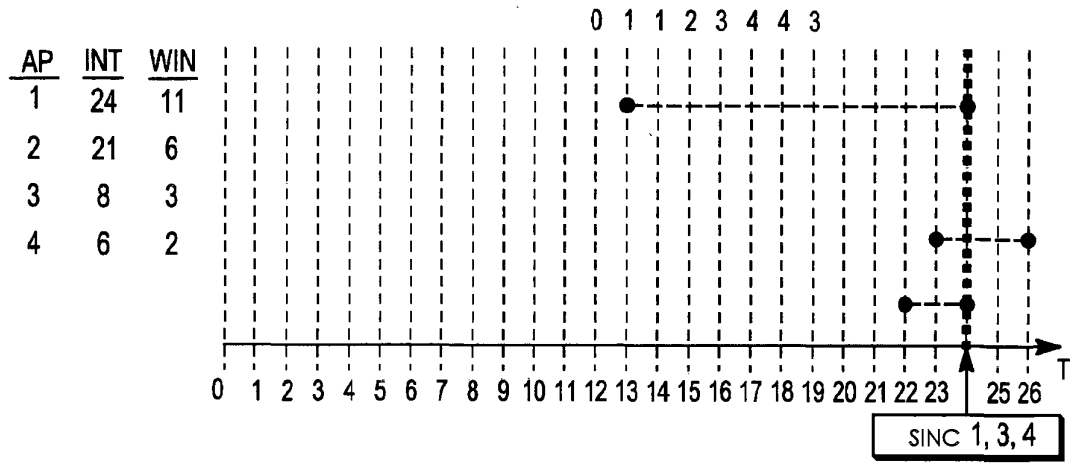


FIG. 4D

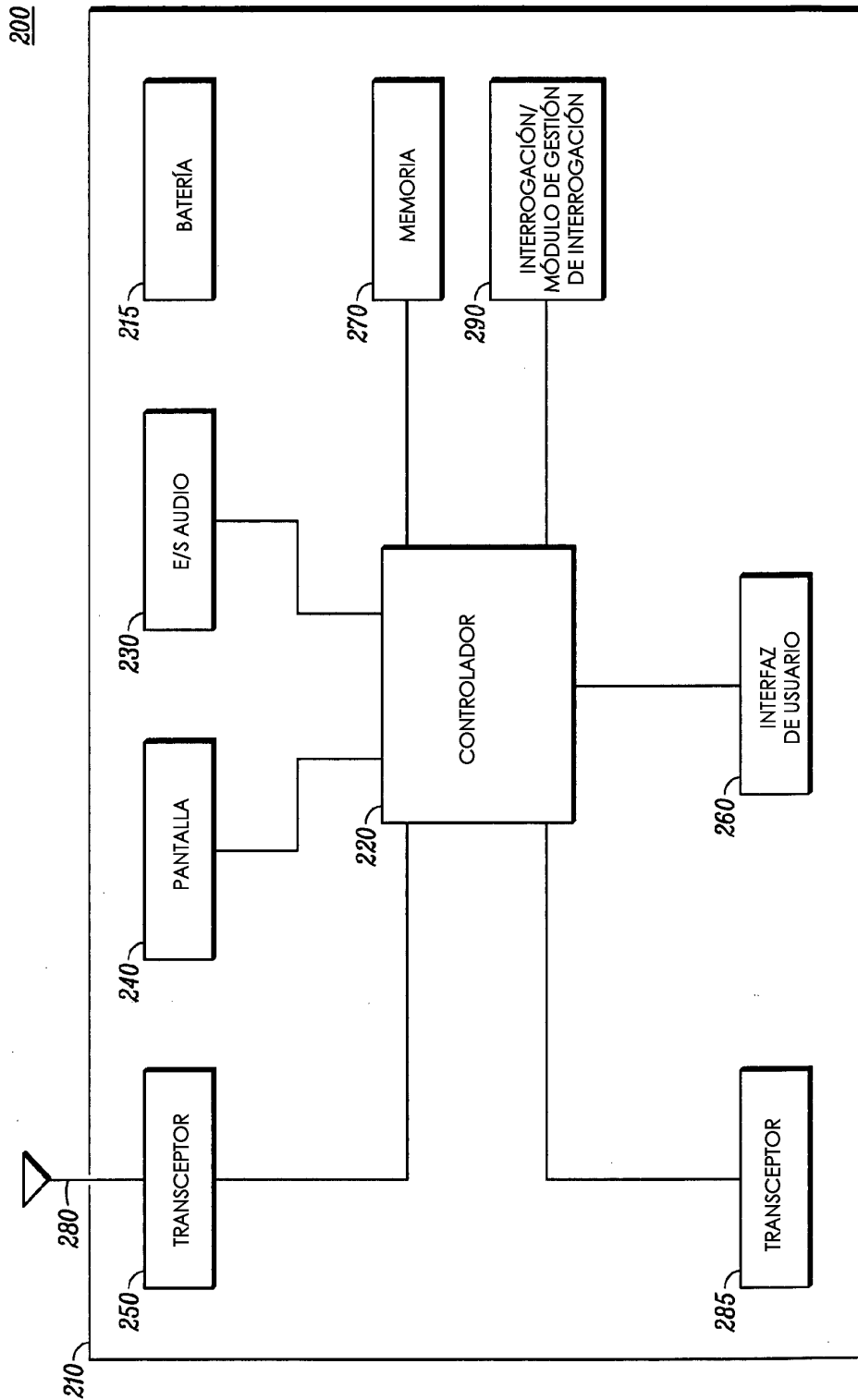


FIG. 5

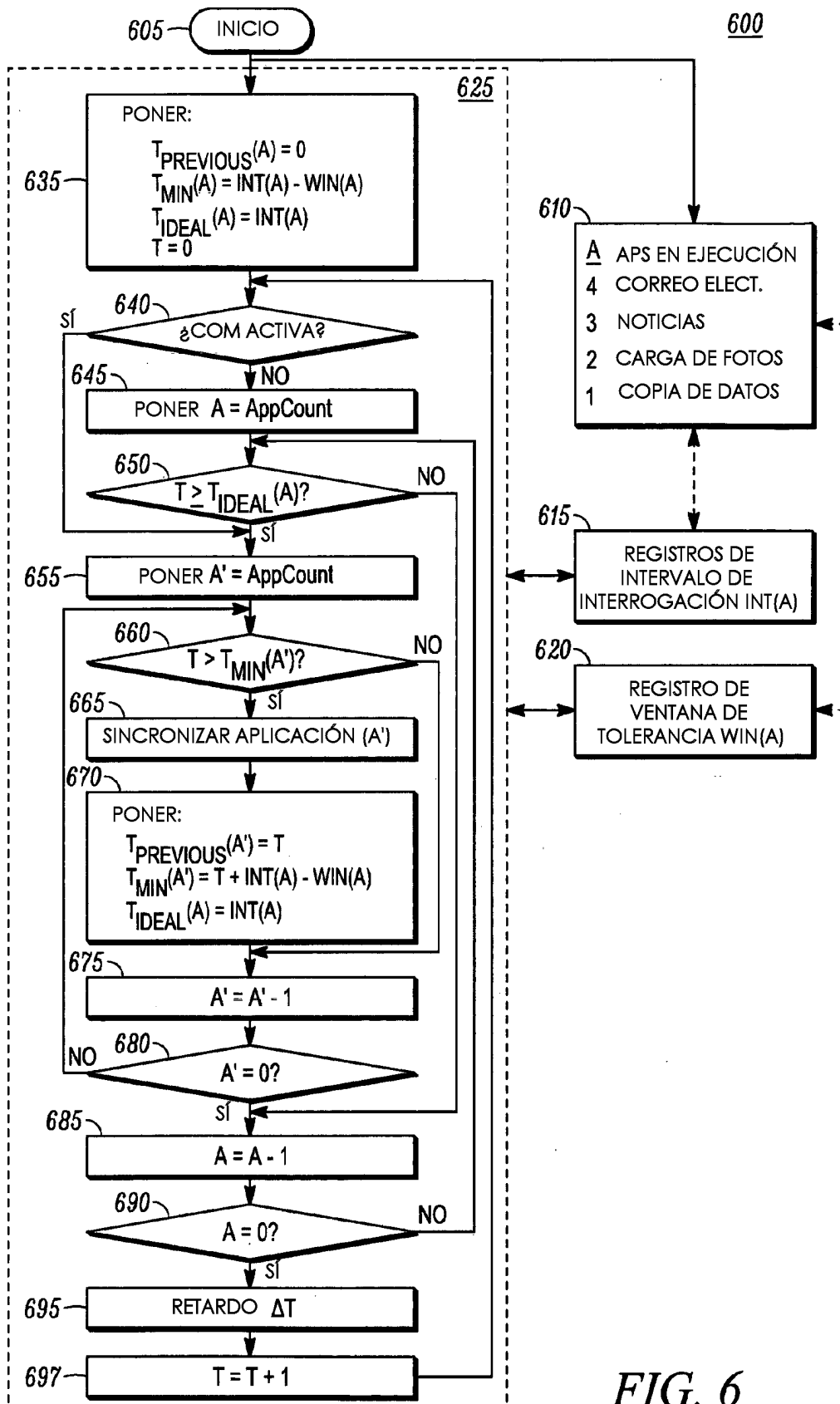


FIG. 6

700

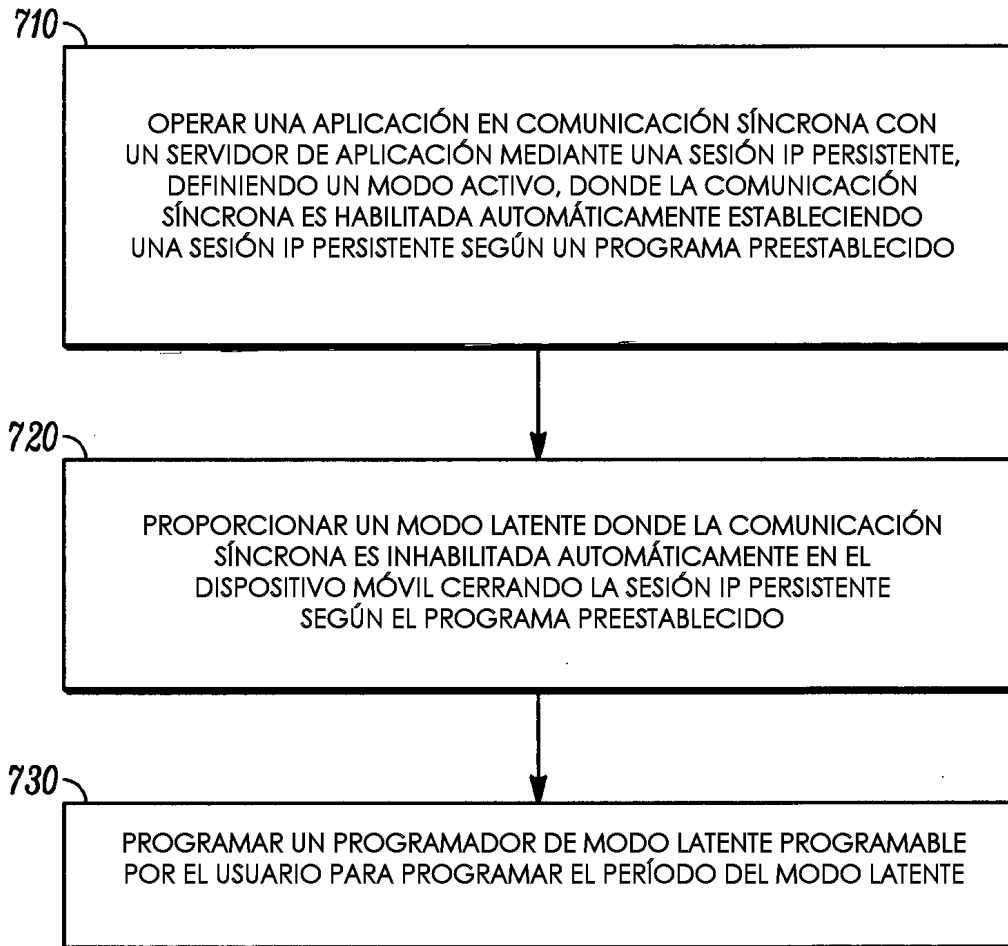


FIG. 7

800

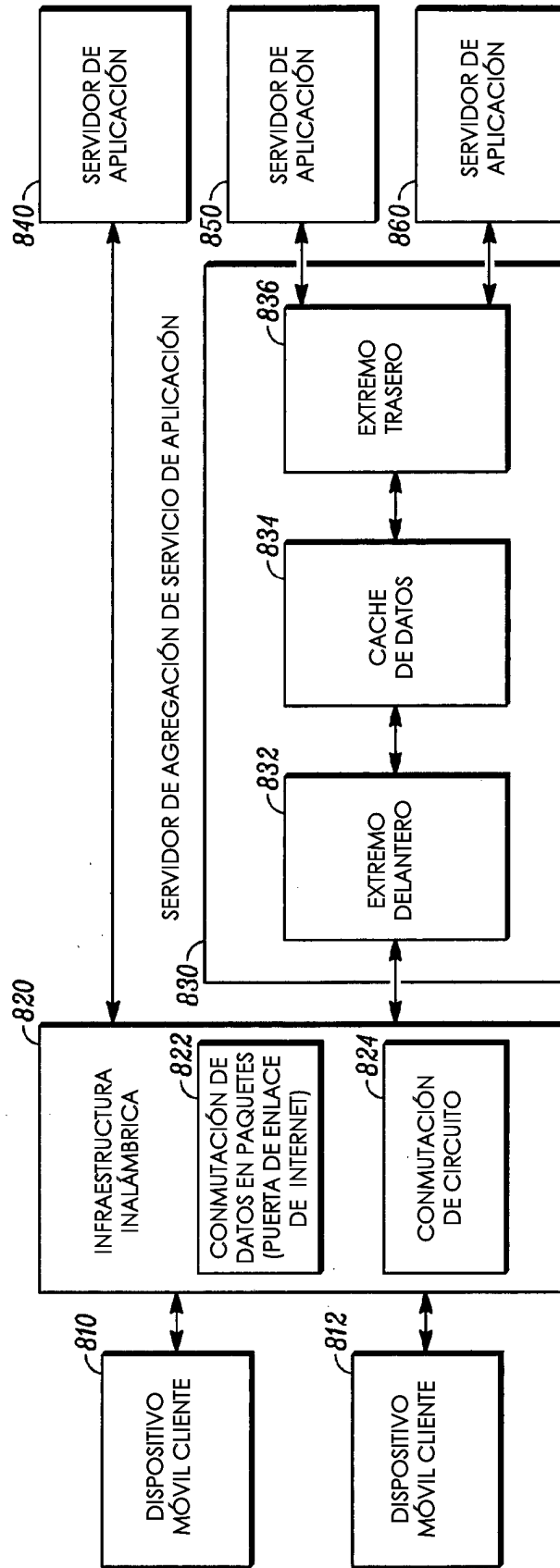


FIG. 8

900

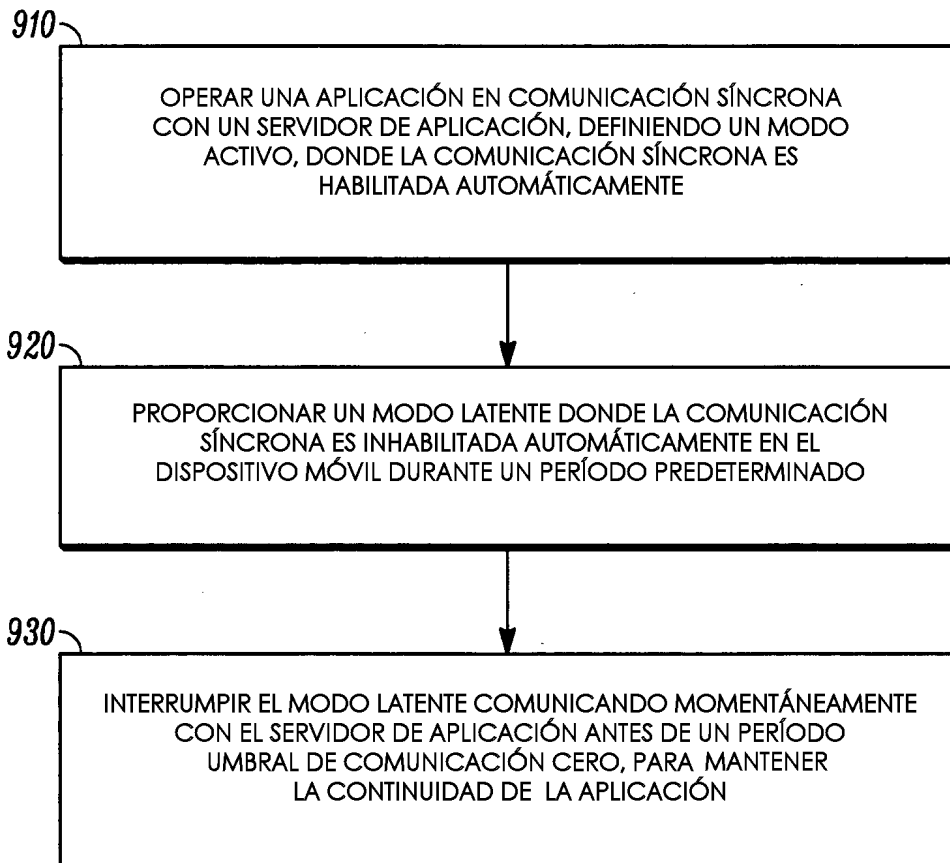


FIG. 9