

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 085**

51 Int. Cl.:

H04B 3/44 (2006.01)

H04B 10/2575 (2013.01)

H01R 13/66 (2006.01)

H04W 52/02 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2014 PCT/US2014/055800**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2015 WO15042023**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2014 E 14845872 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3047577**

54 Título: **Métodos para la entrega de potencia mejorada a cabezas de radio remotas montadas en torre y montadas remotamente de otra manera, y sistemas y cables de alimentación relacionados**

30 Prioridad:
17.09.2013 US 201361878821 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.06.2020

73 Titular/es:
**COMMSCOPE TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
1100 CommScope Place SE
Hickory, NC 28602, US**

72 Inventor/es:
**SMENTEK, DAVID J.;
GUERIN, MICHAEL R.;
KURK, MORGAN C. y
CHAMBERLAIN, JOHN C.**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 767 085 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

Métodos para la entrega de potencia mejorada a cabezas de radio remotas montadas en torre y montadas remotamente de otra manera, y sistemas y cables de alimentación relacionados

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere generalmente a cabezas de radio remotas, y más concretamente a la entrega de potencia a cabezas de radio remotas en la parte superior de torres de antena y/o en otras ubicaciones que están separadas de la fuente de alimentación.

Antecedentes

- 10 Las estaciones base celulares típicamente incluyen, entre otras cosas, una radio, una unidad de banda base, y una o más antenas. La radio recibe información digital y señales de control procedentes de la unidad de banda base y modular esta información a una señal de radio frecuencia ("RF") que es transmitida a través de las antenas. La radio también recibe señales de RF procedentes de la antena y desmodula estas señales y las envía a la unidad de banda base. La unidad de banda base procesa las señales desmoduladas recibidas desde de la radio a un formato adecuado para la transmisión sobre un sistema de comunicaciones de red de retorno. La unidad de banda base
15 también procesa las señales recibidas desde el sistema de comunicaciones de red de retorno y suministra las señales procesadas a la radio. Está dispuesta una fuente de alimentación que genera señales de potencia de una corriente continua ("DC") adecuadas para alimentar la unidad de banda base y la radio. La radio es a menudo alimentada por una fuente de alimentación de corriente continua de 48 voltios (nominal).

- 20 Para aumentar la cobertura y la calidad de la señal, las antenas en muchas estaciones base celulares están situadas en la parte superior de una torre, que puede ser, por ejemplo, de aproximadamente de quince a sesenta metros de altura. En sistemas celulares más antiguos, la fuente de alimentación, la unidad de banda base y la radio estaban todos situados en un recinto de equipo en la parte inferior de la torre para proporcionar un fácil acceso para el mantenimiento, reparación y/o mejoras posteriores del equipo. Un cable(s) coaxial era conducido desde recinto del equipo hasta la parte superior de la torre, que transportaba las transmisiones de señal entre la radio y las antenas.
25 Sin embargo, en los últimos años, se ha producido un cambio y la radio está ahora más típicamente situada en la parte superior de la torre de antena y denominada como cabeza de radio remota ("RRH"). Utilizando cabezas de radio remotas se puede mejorar de forma significativa la calidad de las señales de datos celulares que son transmitidas y recibidas por la estación base celular, ya que el uso de cabezas de radio remotas puede reducir las pérdidas de transmisión de señal y el ruido. En particular, dado que el cable coaxial que discurre hasta la torre puede ser de 30-60 m o más, la pérdida de señal que se produce en la señal de transmisión a frecuencias celulares (por ejemplo, 1,8 GHz, 3,0 GHz, etc.) sobre el cable coaxial puede ser significativa. Debido a esta pérdida en la potencia de señal, la relación entre la señal y el ruido de las señales de RF puede ser degradada en sistemas que ubican la radio en la parte inferior de la torre en comparación con las estaciones de base celulares en donde las cabezas de radio remotas están situadas en la parte superior de la torre junto a las antenas (nótese que las pérdidas de señal en la conexión del cableado entre la unidad de banda base de la parte inferior de la torre y la cabeza de radio remota en la parte superior de la torre pueden ser mucho menores, dado que estas señales son transmitidas a frecuencias de banda base o como señales ópticas sobre un cable de fibra óptica y después convertidas a frecuencias de RF en la parte superior de la torre).

- 40 La Fig. 1 ilustra esquemáticamente una estación base celular convencional 10 en la que las radios están implementadas como cabezas de radio remotas. Como se muestra en la Fig. 1, la estación base celular 10 incluye un recinto de equipos 20 y una torre 30. El recinto de equipos 20 está típicamente situado en la base de la torre 30, y una unidad de banda base 22 y una fuente de alimentación 26 están situadas dentro del recinto del equipos 20. La unidad de banda base 22 puede estar en comunicación con un sistema de comunicaciones de red de retorno o "backhaul" 28. Una pluralidad de cabezas de radio remotas 24 y una pluralidad de antenas 32 (por ejemplo, tres antenas sectoriales 32) están situadas en la parte superior de la torre 30. Aunque el uso de cabezas de radio remotas montadas en torre 24 puede mejorar la calidad de la señal, también requiere que sea entregada potencia de corriente continua en la parte superior de la torre 30 para alimentar las cabezas de radio remotas 24.

- 50 Un cable de fibra óptica 38 conecta la unidad de banda base 22 a las cabezas de radio remotas 24, dado que los enlaces de fibra óptica pueden proporcionar mayor anchura de banda y menores pérdidas de transmisión. Un cable de alimentación 36 está también dispuesto para entregar la señal de energía de corriente continua ascendiendo a la parte superior de la torre 30, a las cabezas de radio remotas 24. El cable de alimentación 36 puede incluir un primer conductor de fuente de alimentación aislado y un segundo conductor de retorno aislado. El cable de fibra óptica 38 y el cable de alimentación 36 pueden estar dispuestos juntos en un cable "troncal" híbrido de alimentación/fibra óptica 40. El cable troncal 40 puede incluir una pluralidad de cables de alimentación individuales que alimenta cada una una de las cabezas de radio remotas 24 respectiva sobre la torre 30 de antena. El cable troncal 40 puede incluir un recinto de desconexión 42 en un extremo del mismo (el extremo en la parte superior de la torre 30). Las fibras ópticas individuales procedentes del cable de fibra óptica 38 y los conductores individuales del cable de alimentación 36 son separados en el recinto de desconexión 42 y conectados a las cabezas de radio remotas 24 por medio de cordones de desconexión 44 (que pueden o no ser integrales con el cable troncal 40) que discurren entre las

cabezas de radio remotas 24 y el recinto de desconexión 42. Los cables coaxiales 46 son utilizados para conectar cada cabeza de radio remota 24 a una respectiva de las antenas 32.

El voltaje de corriente continua de la señal de alimentación que es suministrada a una cabeza de radio remota 24 desde la fuente de alimentación 26 sobre el cable de alimentación 36 puede ser determinado como sigue:

$$V_{RRH} = V_{PS} - V_{Caída} \quad (1)$$

En donde V_{RRH} es el voltaje de corriente continua de la señal de potencia que es entregada a la cabeza de radio remota 24, V_{PS} ese voltaje de corriente continua de la señal de potencia que es producida por la fuente de alimentación 26, y $V_{Caída}$ es la disminución de voltaje de corriente continua que se produce cuando la señal de potencia de corriente continua atraviesa el cable de alimentación 36 y el cordón de desconexión 44 que conecta la fuente de alimentación 26 con la cabeza de radio remota 24. $V_{Caída}$ puede ser determinado de acuerdo con la ley de Ohm como sigue:

$$V_{Caída} = I_{RRH} * R_{Cable} \quad (2)$$

en donde R_{Cable} es la resistencia eléctrica acumulativa (en ohmios) a lo largo de la fuente de alimentación y los conductores de retorno del cable de alimentación 36 y el cordón de desconexión 44 que conectan la fuente de alimentación 26 a la cabeza de radio remota 24 e I_{RRH} es la corriente promedio (en amperios) que fluye a través del cable de alimentación 36 hasta la cabeza de radio remota 24. Como resultará fácilmente evidente a partir de la Ecuación (2), a medida que la corriente extraída por una cabeza de radio remota 24 aumenta, la caída de voltaje $V_{Caída}$ a lo largo del cable de alimentación 36 aumentará también. La caída de voltaje $V_{Caída}$ de la Ecuación 2 es también denominada en la presente memoria como la caída de voltaje $I * R$.

Los cables de alimentación 36 empleados en las torres de antena 30 típicamente utilizan conductores de fuente de alimentación y de retorno de cobre (o aleaciones de los mismos) que tienen propiedades físicas que son familiares para los expertos en la técnica. Una importante propiedad de estos conductores es su resistencia eléctrica. La resistencia eléctrica de un conductor del cable de alimentación 36 es inversamente proporcional al diámetro del conductor (suponiendo un conductor que tenga una sección transversal circular). De este modo, cuanto mayor es el diámetro de los conductores (es decir, menor medida del conductor), menor es la resistencia del cable de alimentación 36. La resistencia del cobre está especificada en términos de longitud unitaria, típicamente $m\Omega/m$; como tal la resistencia eléctrica acumulativa R_{Cable} de cable alimentación 36 y del cordón de desconexión 44 aumenta con la longitud del cable 36 y del cordón de desconexión 44. De este modo, cuanto más largo es el cable de alimentación 36, mayor es la caída de voltaje $V_{Caída}$. Este efecto es bien entendido y es típicamente tenido en cuenta por la ingeniería y los arquitectos de sistema.

Las cabezas de radio remotas 24 están típicamente diseñadas para funcionar adecuadamente si son alimentadas con una señal de potencia de corriente continua que tenga un voltaje dentro de un rango específico. Convencionalmente, la fuente de alimentación 26 en la base de la torre 30 será establecido para producir una señal de potencia de corriente continua que tenga un voltaje fijo V_{PS} . Dado que $V_{Caída}$ es una función de la corriente I_{RRH} que es suministrada a la cabeza de radio remota 24 (véase la Ecuación 2 anterior), el voltaje V_{RRH} de la señal de potencia que es enviado a la cabeza de radio remota 24 cambiará con la variación de corriente extraída por la cabeza de radio remota 24 debido a la variación de la caída de voltaje $V_{Caída}$. Si $V_{Caída}$ se hace demasiado grande, entonces el voltaje de la señal de potencia que es suministrada a la cabeza de radio remota 24 caerá por debajo del voltaje mínimo que es necesario para alimentar apropiadamente la cabeza de estación remota 24.

El Documento de Patente WO2012/083746 se refiere a un sistema de fuente de alimentación inalámbrico distribuido para una estación base e incluye: una batería, un convertidor de corriente alterna a corriente continua, una barra colectora, una unidad de distribución de potencia utilizada para distribuir la energía eléctrica, un cable remoto, y una carga; la unidad de distribución de potencia incluye un circuito de elevación de voltaje y un primer conmutador; la batería está conectada con el convertidor en paralelo por medio de un terminal de entrada de la barra colectora, con el terminal de salida de la barra colectora conectado a un terminal de entrada del circuito de elevación de voltaje, en donde un terminal de salida del circuito de elevación de voltaje está conectado al terminal de entrada del primer conmutador, con el terminal de salida del mismo conectado a un terminal de entrada del cable remoto, y un terminal de salida del cable remoto está conectado a la carga; el circuito de elevación de voltaje tiene un punto de ajuste de elevación, y el circuito de elevación de voltaje deja de trabajar cuando el voltaje de la barra colectora es mayor que o igual a el punto de ajuste de elevación y empieza a trabajar cuando el voltaje es menor que el punto de ajuste de elevación.

Compendio

De acuerdo con la invención, el problema se resuelve mediante la materia objeto explicada en la reivindicación independiente. Desarrollos adicionales ventajosos de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de las Figuras

La Fig. 1 es una vista simplificada esquemática de una estación base celular en la que varias cabezas de radio

remotas están situadas en la parte superior de una torre de antena.

Las Figs. 2A y 2B son gráficos que ilustran el voltaje de corriente continua y la corriente, respectivamente, de una señal de potencia de corriente continua en función del tiempo, en una cabeza de radio remota bajo unas condiciones de estado estables.

5 La Fig. 3A es un gráfico que ilustra la corriente de una señal de potencia de corriente continua en función del tiempo, en una cabeza de radio remota durante un evento de punta de corriente. La Fig. 3B es un gráfico que ilustra cómo el voltaje de corriente continua de la señal de potencia varía en función del tiempo en una estación de radio remota debido a la caída de voltaje I^*R como respuesta al pico de corriente de la Fig. 3A. La Fig. 3C es un gráfico que ilustra el voltaje de corriente continua de la señal de potencia de corriente continua función del tiempo, en una cabeza de radio remota como respuesta al pico de corriente de la Fig. 3A cuando las caídas de voltaje I^*R y dI/dt son tenidas en cuenta.

10 La Fig. 4 es un gráfico que ilustra el voltaje de corriente continua de la señal de potencia de corriente continua en función del tiempo, en una cabeza de radio remota como respuesta al pico de corriente de la Fig. 3A cuando las caídas de voltaje I^*R y dI/dt son tenidos en cuenta cuando una capacitancia derivada es utilizada para amortiguar el efecto de la caída dI/dt .

15 Las Figs. 5 a 5C son diagramas de circuito que ilustran ubicaciones a modo de ejemplo en donde una unidad de capacitancia de derivación puede estar situada a lo largo de un cable de alimentación que envía una señal de potencia de corriente continua a la parte superior de una torre de antena hasta una cabeza de radio remota.

20 Las Figs. 6A y 6B son diagramas esquemáticos de estaciones base celulares que ilustran ubicaciones a modo de ejemplo en donde una unidad de capacitancia del derivación puede estar situada en la parte superior de la torre de antena.

La Fig. 7 es un diagrama esquemático que ilustra una estación base celular de acuerdo con realizaciones adicionales de la presente invención, que utiliza un cable de alimentación que tiene unidades de capacitancia de derivación integradas en el cable de alimentación.

25 La Fig. 8 es una vista en perspectiva de una parte extrema de un cable híbrido de alimentación/fibra óptica que puede ser utilizado para implementar el cable troncal de la Fig. 7.

La Fig. 9 es un diagrama de bloques esquemático de una estación base celular de acuerdo con realizaciones adicionales de la presente invención.

Descripción detallada

30 Como se ha descrito anteriormente, cuando las cabezas de radio remotas son utilizadas en una estación base celular, se produce una caída del voltaje a lo largo de los cables de alimentación que conectan una fuente de alimentación en la base de la torre de antena con las cabezas de radio remotas en la parte superior de la antena. Esta caída de voltaje puede producir varios problemas, como se explicará más adelante.

35 En primer lugar, cuando la corriente extraída por una de las cabezas de radio remotas aumenta, la caída de voltaje $V_{Caída}$, en el cable(s) de alimentación individual que conecta la fuente de alimentación con la cabeza de radio remota aumenta igualmente. En consecuencia, el voltaje la señal de potencia que es suministrada a la cabeza de radio remota puede, si la caída de voltaje se vuelve demasiado grande, caer por debajo del voltaje mínimo que es necesario para alimentar apropiadamente la cabeza de radio remota. De este modo, para un cable alimentación que tiene conductores de cobre de tamaño fijo, la caída de voltaje $V_{Caída}$ puede limitar de forma efectiva la longitud del cable de alimentación que puede ser utilizado. Aunque esta limitación sobre longitud del cable alimentación puede ser superada utilizando conductores más grandes para el cable de alimentación, el uso de conductores más grandes da lugar a costes de materiales e instalaciones incrementados, carga incrementada sobre la torre y diversas otras desventajas.

45 En segundo lugar, la caída de voltaje a lo largo del cable de alimentación también aumenta el coste de funcionamiento de la cabeza de radio remota, ya que se pierde potencia cuando se envía la señal de potencia a la cabeza de radio remota, y la cantidad de potencia perdida es función de la corriente que discurre a través del cable de alimentación. En particular, la potencia que se pierde ($P_{Pérdida}$) en el envío de la señal de potencia a la cabeza de radio remota sobre un cable alimentación se puede calcular como sigue:

$$P_{Pérdida} = V_{Caída} * I_{RRH} \tag{3}$$

50 en donde $V_{Caída}$ = caída de voltaje media en voltios a lo largo del cable de alimentación. Dado que las torres de antena para estaciones de base celulares pueden tener varias decenas de metros de altura y el voltaje y las corrientes requeridas para alimentar cada cabeza de radio remota pueden ser bastante elevadas (por ejemplo, aproximadamente 50 voltios a aproximadamente 20 amperios de corriente), la pérdida de potencia que se puede producir a lo largo de decenas de metros de cable puede ser significativa.

En tercer lugar, otra propiedad física del cable de alimentación que puede dar lugar a una caída de voltaje es la inductancia por unidad de longitud de los conductores del cable. En particular, la inductancia acumulativa de los conductores del cable alimentación puede producir una caída de voltaje que se expresa como:

$$V_{dl/dt \text{ Caída}} = L*(dl/dt) \quad (4)$$

5 en donde L es la inductancia acumulativa de los conductores y dl/dt es la velocidad de cambio en la corriente que fluye a través de los conductores con respecto al tiempo. En la presente memoria, $V_{dl/dt \text{ Caída}}$ está denominada como "la caída de voltaje dl/dt". Por consiguiente, no sólo está la caída de voltaje influenciada por los cambios en la corriente (véase la ecuación 2), está también influenciada por cuán rápidos son los cambios de corriente (véase la Ecuación 4). Ejemplos de escenarios en los que la extracción de potencia por una cabeza de radio remota puede variar rápidamente (un "pico de corriente") de manera que en la caída de voltaje dl/dt puede tener impacto sobre el rendimiento son: (1) cuando múltiples equipos móviles se conectan y demandan velocidad de datos elevada simultáneamente y (2) cuando la cabeza de radio remota es desconectada o conectada, o cuando pasa del estado en reposo al estado operativo. Los picos de corriente rápidos pueden conducir a valores de $V_{dl/dt \text{ Caída}}$ grandes que pueden tener el potencial de influir negativamente sobre el rendimiento de la cabeza de radio remota.

15 De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, se proporcionan diversos métodos que pueden reducir el impacto de las caídas de voltaje anteriormente descritas. Estas técnicas pueden ser utilizadas individualmente o de forma conjunta para mejorar el rendimiento de las estaciones base celulares que utilizarán cabezas de radio remotas que están montadas en la parte superior de torres de antena. Se apreciará también que existen estaciones base celulares en las que las cabezas de radio remotas y las antenas están montadas en ubicaciones remotas respecto del equipo de banda base y fuentes de alimentación distintas de las torres tales como, por ejemplo, cabezas de radio y antenas remotas que están montadas en tejados, encima de postes de instalaciones, túneles de metro y similares. Se apreciará que las técnicas descritas en la presente memoria son igualmente aplicables a estas ubicaciones remotas "no situadas en torres" para las cabezas de radio remotas. De este modo, aunque las realizaciones de la presente invención están descritas más adelante con referencia a cabezas de radio remotas montadas en torres, se apreciará que todas las realizaciones descritas más adelante puede ser implementadas en estaciones base celulares que sitúen las cabezas de radio remotas en otras ubicaciones tales como tejados, encima de postes de instalaciones y en túneles u otras ubicaciones que son remotas respecto al suministro de energía y al equipo de banda base a lo largo de una dirección "horizontal".

Por ejemplo, en algunas realizaciones, una unidad de capacitancia de derivación tal como, por ejemplo, un condensador, puede estar dispuesto entre los dos conductores de un cable alimentación que es utilizado para proporcionar una señal de potencia de corriente continua a una cabeza de radio remota. Esta capacitancia de derivación puede reducir la caída de voltaje dl/dt que de otro modo se produciría como respuesta a picos de corriente. En algunas realizaciones, estas unidades de capacitancia de derivación pueden estar integradas en un cable de alimentación o en un cable troncal que incluye una pluralidad de cables de alimentación individuales que son utilizados para alimentar una pluralidad de cabezas de radio remotas sobre una torre de antena. Las unidades de capacitancia de derivación pueden, en algunas realizaciones, estar dimensionadas en base a, por ejemplo, la longitud del cable de alimentación y la resistencia por unidad de longitud de los conductores de la fuente de alimentación y de retorno incluidos en el cable de alimentación.

En algunas realizaciones, el cable de alimentación que incluye las unidades de capacitancia de derivación puede ser utilizado en combinación con una fuente de alimentación programable que está configurada para: (1) medir la corriente que está siendo extraída por la cabeza de radio remota (u otro parámetro adecuado) y (2) ajustar el voltaje de la señal de potencia que es producida por la fuente de alimentación para mantener sustancialmente el voltaje de la señal de potencia que es suministrado a la cabeza de radio remota en o cerca de un valor deseado. Este voltaje deseado puede ser, por ejemplo, a un valor que esté próximo al voltaje máximo para la señal de potencia que puede ser enviada a la cabeza de radio remota. En algunas realizaciones, la fuente de alimentación programable puede establecer que el voltaje de la señal de potencia de corriente continua se ha producido por la fuente de alimentación en base a la resistencia del cable de alimentación y a la corriente de la señal de potencia que es producida desde la fuente de alimentación, de manera que el voltaje de la señal de potencia en la parte superior de la torre será sustancialmente mantenido en un nivel deseado. La resistencia del cable de alimentación puede, por ejemplo, ser introducida en la fuente de alimentación, calculada en base a la información que es introducida en la fuente alimentación o medida. Dado que la corriente extraída por la cabeza de radio remota varía, la fuente de alimentación programable puede ajustar el voltaje de su señal de potencia de salida a un nivel de voltaje que enviará una señal de potencia a la cabeza de radio remota que está en o cerca del voltaje máximo para una señal de potencia que puede ser introducida en la cabeza de radio remota. Como se muestra por la Ecuación (5) más adelante, que amplía la Ecuación (3), la pérdida de potencia varía como el cuadrado de la corriente extraída por la cabeza de radio remota. Aumentando el voltaje de la señal que es enviada a la cabeza de radio remota, la corriente I_{RRH} de la señal de potencia es reducida correspondientemente, reduciendo con ello que la pérdida de potencia. Dado que una cabeza de radio remota típica puede requerir aproximadamente un kilovatio de potencia y puede funcionar 24 horas al día, siete días a la semana, y dando que un gran número de cabezas de radio remotas pueden estar dispuestas en cada estación base celular (por ejemplo, de tres a doce), el ahorro de potencia puede ser significativo.

$$P_{Pérdida} = V_{Caída} * I_{RRH} = (I_{RRH} * R_{Cable}) * I_{RRH} = I_{RRH}^2 * R_{Cable} \quad (5)$$

Aunque la fuente de alimentación programable descrita anteriormente alterará el voltaje de la señal de potencia que se produce como respuesta a la extracción de corriente por la cabeza de radio remota, el cambio del voltaje de la señal de potencia de salida puede rezagarse con respecto al cambio de corriente. De este modo, incluso cuando son utilizadas fuentes de alimentación programables, las pérdidas dI/dt pueden todavía producirse, lo que puede degradar el rendimiento de la cabeza de radio remota. De este modo, en algunas realizaciones, tanto las fuentes de alimentación programables como los cables de alimentación que tienen unidades de capacitancia de derivación pueden ser utilizados para contrarrestar los efectos negativos de las caídas de voltaje I^*R y dI/dt .

El uso de un condensador para ayudar a mantener el nivel de voltaje de una señal durante un pico de corriente es conocido en la técnica. Además, las cabezas de radio remotas comercialmente disponibles pueden incluir una capacitancia de entrada interna a través de los terminales de entrada para los cables de alimentación de potencia que es utilizada para reducir la oscilación y el ruido de la línea de señal de potencia de corriente continua. Sin embargo, no se cree que la apreciación del impacto de las caídas de voltaje dI/dt sobre el rendimiento de la cabeza de radio remota se entienda correctamente, ni se cree que se entiendan los beneficios que se pueden conseguir proporcionando, por ejemplo, una capacidad de proporcionar una cantidad variable de capacitancia de derivación entre los conductores de un cable alimentación para una cabeza de radio remota en donde la unidad de capacitancia de derivación puede ser dimensionada en base a la longitud del cable de alimentación, la resistencia acumulativa de los conductores del cable de alimentación y/o diversos otros factores, de manera que la unidad de capacitancia de derivación puede ser diseñada para superar el problema de las caídas de voltaje dI/dt . De acuerdo con algunas realizaciones, las unidades de capacitancia de derivación pueden estar integradas directamente en el cable de alimentación.

Las realizaciones de la presente invención se describirán a continuación, detalle con referencia a las Figs. 2-8, en las que se muestran realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención.

Como se ha mencionado anteriormente, de acuerdo con la realizaciones de la presente invención pueden ser proporcionados cables de alimentación que tienen unidades de capacitancia de derivación relativamente grandes que pueden ser utilizadas para mantener el voltaje de la señal de potencia enviada a una cabeza de radio remota en o por encima de un nivel mínimo deseado durante los picos de corriente. El efecto de la inclusión de una capacitancia de derivación grande sobre el voltaje de la señal de potencia enviada a la cabeza de radio remota se ilustra las Figs. 2-4.

Las Figs. 2A y 2B ilustran la señal de potencia recibida en la cabeza de radio remota bajo condiciones de estado estables. En particular, la Fig. 2A es un gráfico que representa el voltaje de corriente continua de la señal de potencia (V_{RRH}) enviada a una cabeza de radio remota en función del tiempo cuando la cabeza de radio remota está funcionando bajo condiciones de estado estables, y la Fig. 2B es un gráfico que representa la corriente de la señal de potencia (I_{RRH}) extraída por la cabeza de radio remota en función del tiempo durante dichas condiciones de estado estables. Como se muestra en las Figs. 2A-2B, bajo tales condiciones de estado estables, el voltaje V_{RRH} y la corriente I_{RRH} pueden permanecer constantes.

Las Figs. 3A-3C ilustran cómo el voltaje y la corriente de la señal de potencia en la cabeza de radio remota cambian como respuesta a un pico de corriente. En particular, la Fig. 3A ilustra un pico de corriente que puede ocurrir en la señal de potencia cuando los requisitos de corriente de la cabeza de radio remota son incrementados. Como se muestra en la Fig. 3A, el pico de corriente puede ser aproximado como una función de etapa. Tal pico de corriente puede dar lugar, por ejemplo, si múltiples portadoras se incorporan a la transmisión simultáneamente. Asumiendo que la fuente de alimentación está produciendo una señal de potencia V_{PS} que tiene un voltaje constante, la Fig. 3B muestra el efecto que la extracción de corriente incrementada tendrá sobre el voltaje la señal de potencia V_{RRH} en la cabeza de radio remota. Específicamente, como se muestra en la Fig. 3B, la extracción de corriente incrementada dará lugar a una disminución del voltaje de la señal de potencia V_{RRH} en la cabeza de radio remota en base a la ley de Ohm. El gráfico de la Fig. 3C ilustra cómo la caída dI/dt puede tener un impacto adicional sobre el voltaje de la señal de potencia V_{RRH} suministrada a la cabeza de radio remota. Como se muestra en la Fig. 3C, la caída de voltaje dI/dt puede dar lugar a una profunda disminución temporal en el voltaje V_{RRH} que se recupera gradualmente hasta el nuevo voltaje de estado estable que se aplica. La línea discontinua de la Fig. 3C indica el nivel de voltaje en el que la señal de potencia puede ser inadecuada para alimentar adecuadamente en la cabeza de radio remota. Como se muestra en la Fig. 3C, la caída de voltaje dI/dt puede ser suficiente en algunos casos para hacer que la cabeza de radio remota funcione inadecuadamente temporalmente debido a un nivel de voltaje suficiente para la señal de potencia.

La Fig. 4 es un gráfico que ilustra cómo la unidad de capacitancia de derivación puede ser utilizada para reducir el espectro de la caída de voltaje dI/dt que se muestra en la Fig. 3C. Como se muestra en la Fig. 4, la unidad de capacitancia de derivación puede disminuir el efecto del pico de corriente sobre el voltaje V_{RRH} . El pico de voltaje de la Fig. 3C es disipado enormemente por la unidad de capacitancia de derivación, de manera que el nivel de voltaje V_{RRH} no cae por debajo de la línea discontinua que indica problemas de funcionamiento con la cabeza de radio remota. La unidad de capacitancia de derivación actúa de forma efectiva como una fuente de alimentación auxiliar que ayuda a mantener el voltaje descargando las cargas almacenadas durante el evento de pico de corriente. Una vez que se han alcanzado condiciones de estado estables, la unidad de capacitancia de derivación se puede recargar para estar disponible para reducir el siguiente efecto del pico de corriente. Incluyendo la unidad de

capacitancia de derivación, los elementos indeseables (por ejemplo, la desconexión de la cabeza de radio remota) que el pico de voltaje indeseado podría de otra forma ocasionar, se pueden reducir o evitar.

Las Figs. 5A-5C son diagramas de circuito que ilustran ubicaciones a modo de ejemplo en donde puede estar situada una unidad de capacitancia de derivación 48 a lo largo de un cable de alimentación 36 que envía una señal de potencia a la parte superior de una torre de antena 30 a una cabeza de radio remota 24. En cada una de las Figs. 5A-5C, una fuente de alimentación 26 está conectada por medio de un cable alimentación 36 a una cabeza de radio remota 24 que está montada en una torre de antena 30. Como se muestra en cada una de las Figs. 5A-5C, el cable de alimentación 36 para cada cabeza de radio remota 24 puede comprender un conductor de fuente de alimentación 36-1 y un conductor de retorno 36-2. Los conductores 36-1, 36-2 pueden cada uno estar modelizados como una pluralidad de inductores están dispuestos en serie. En la realización de la Fig. 5A, la unidad de capacitancia de derivación 48 está insertada entre el conductor de fuente de alimentación 36-1 y el conductor de retorno 36-2 cerca de la fuente de alimentación 26 (es decir, en la base de la torre 30). Como una alternativa, la Fig. 5B muestra que la unidad de capacitancia de derivación 48 puede ser insertada como una serie de condensadores de derivación 48 que están interpuestos en diferentes puntos a lo largo del conductor de fuente de alimentación 36-1 y el conductor de retorno 36-2. La Fig. 5C muestra que la unidad de capacitancia de derivación 48 puede estar insertada entre el conductor de fuente de alimentación 36-1 y el conductor de retorno 36-2 cerca de la cabeza de radio remota 24 en o cerca de la parte superior de la torre 30.

En algunas realizaciones, tales como la realización mostrada en la Fig. 5C, la unidad de capacitancia de derivación 48 está situada muy cerca de la cabeza de radio remota 24. Las Figs. 6A y 6B identifican dos ubicaciones cerca de una cabeza de radio remota 24 que pueden ser consideradas ambas accesibles y funcionales como ubicaciones para la unidad de capacitancia de derivación 48. Como se muestra la Fig. 6A, la torre 30 puede incluir una caja de desconexión 50 (que típicamente incluye una barra colectora, unidades de desconexión de fibra, y similares) que está situada adyacente a una cabeza de radio remota 24 cerca de la parte superior de la torre 30. La cabeza de radio remota 24 está conectada a la caja de desconexión 50 por medio del cordón de desconexión 44. Una fuente de alimentación 26 está conectada a la caja de desconexión 50 por medio del cable de alimentación 36 (que puede ser un cable troncal híbrido de alimentación/fibra óptica 40). Como se muestra en la Fig. 6A, una ubicación a modo de ejemplo para la unidad de capacitancia de derivación 48 está dentro de o en la caja de desconexión 50, que estaría situada a una distancia relativamente larga hacia la parte superior de la torre 100. En la Fig. 6B, se muestra una estación base celular que tiene los mismos componentes de la estación base celular de la Fig. 6C, con la excepción de que la capacitancia de derivación 48 está conectada a la entrada de la cabeza de radio remota 24. Ambas ubicaciones son relativamente accesibles.

La Fig. 7 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una estación base celular 100 de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención que incluye unidades de capacitancia de derivación en un cable de alimentación 136 que suministra señales de potencia de corriente continua desde una fuente de alimentación 26 hasta una pluralidad de cabezas de radio remotas 24. Como se muestra en la Fig. 7, un total de tres cabezas de radio remotas 24 están montadas en una torre de antena 30. El cable de alimentación 136 incluye tres pares de conductores de cobre aislados 136A-136C (es decir, tres cables de alimentación individuales 136A-136C están incluidos en el cable de alimentación compuesto 136) que son utilizados para enviar señales de potencia de corriente continua desde la fuente de alimentación 26 a las respectivas cabezas de radio remotas 24. Cada par de conductores de cobre aislados 136A-136C incluye un conductor de fuente de alimentación 136-1 y un conductor de retorno 136-2. La fuente de alimentación 26 incluye tres salidas 27A-27C. Un extremo de cada uno de los cables de alimentación individuales 136A-136C está conectado a una respectiva de las salidas 27A-27C en la fuente de alimentación 26, mientras que el otro extremo de cada uno de los cables de alimentación individuales 136A-136C está conectado a una respectiva de las cabezas de radio remotas 24. Las tres salidas 27A-27C en la fuente de alimentación 26 son independientes una de la otra y cada una puede enviar una señal de potencia que cumple con las necesidades de una respectiva de las cabezas de radio remotas 24. De este modo, a través de las salidas 27, la fuente de alimentación 26 puede proporcionar tres señales de potencia independientes con características de montaje y corriente que son adecuadas para cumplir los requisitos de potencia instantánea de cada una de las cabezas de radio remotas 24.

La Fig. 8 es un diagrama esquemático que ilustra un conjunto de cable troncal 200 que puede ser utilizado, por ejemplo, para implementar el cable de alimentación 136 (así como el cable de fibra óptica 38) de la Fig. 7. El conjunto de cable troncal 200 de la Fig. 8 comprende un cable híbrido de alimentación/fibra óptica 210, un primer bote de desconexión 230 y un segundo bote de desconexión 250. El cable híbrido de alimentación/fibra óptica 210 tiene nueve cables de alimentación individuales 212 (véase el detalle de la Fig. 8, que muestra tres de los cables de alimentación individuales 212), que pueden estar trenzados juntos para formar un cable de alimentación compuesto 218, y un cable de fibra óptica 220 que incluye treinta y seis fibras ópticas 222. El cable de fibra óptica 220 puede comprender un cable de fibra óptica con funda o desnudo, de cualquier diseño convencional apropiado. El cable de alimentación compuesto 218 y el cable de fibra óptica 220 pueden estar encerrados en una funda 224. Aunque un cable híbrido de alimentación/fibra óptica 210 a modo de ejemplo se muestra en la Fig. 8, se apreciará que puede ser utilizado cualquier cable híbrido convencional de alimentación/fibra óptica, y que el cable puede tener más o menos cables de alimentación y/o fibras ópticas. Un cable híbrido de alimentación/fibra óptica a modo de ejemplo es el cable HTC-24SM-1206-618-APV disponible de CommScope, Inc. (Hickory, Carolina del Norte).

El primer bote de desconexión 230 comprende un cuerpo 232 y una tapa 236. El cuerpo 232 incluye un vástago hueco 234 en un extremo que recibe el cable híbrido de alimentación para fibra óptica 210, y un receptáculo cilíndrico el extremo opuesto. La tapa 236 está montada en el receptáculo cilíndrico para formar el bote de desconexión 230 que tiene un interior abierto. El cable híbrido de alimentación/fibra óptica 210 entra en el cuerpo 232 a través del vástago 234. El cable de alimentación compuesto 218 está dividido en los nueve cables de alimentación individuales 212 dentro del primer bote de desconexión 230. Cada cable de alimentación individual 212 incluye un conductor de fuente de alimentación 214 y un conductor de retorno 216. Los nueve cables de alimentación individuales 212 son conducidos a través de respectivos enchufes 238 en la tapa 236, en donde son recibidos con conductos protectores 240 tales como un conducto de nailon que puede ser suficientemente duro para resistir el daño ocasionado por los pájaros. De este modo, cada cable de alimentación individual 212 se extiende desde el primer bote de desconexión 230 dentro del respectivo conducto protector 240. Las fibras ópticas 222 se mantienen como un único grupo y son conducidas a través de un enchufe específico 238 sobre la tapa 236, en donde son insertadas en un grupo dentro de un conducto 242. De este modo, el primer bote de desconexión 230 se utiliza para individualizar los nueve cables de alimentación 212 del cable de alimentación compuesto 218 en cables de alimentación individuales 212 que pueden ser tendidos hasta las respectivas cabezas de radio remotas 24, mientras pasan todas las fibras ópticas 222 a un bote de desconexión separado 250.

Como se muestra en el detalle de la Fig. 8, una pluralidad de unidades de capacitancia de derivación en forma de condensadores cerámicos 248 están dispuestas dentro del primer bote de desconexión 230. Cada condensador de derivación 248 está conectado entre el conductor de fuente de alimentación 214 y el conductor de retorno 216 de uno respectivo de los cables de alimentación individuales 212. El bote de desconexión puede incluir una pluralidad de enchufes que pueden recibir cada uno, uno de los condensadores 248. Cada cable de alimentación individual puede estar física y eléctricamente conectado a estos enchufes. Para señales de baja frecuencia, tales como una señal de alimentación de corriente continua, los condensadores de derivación 248 aparecen como un circuito abierto, y de este modo la señal de potencia de corriente continua que es portada sobre cada cable de alimentación individual 212 pasará por el respectivo condensador de derivación 248 a las cabezas de radio remotas 24. Sin embargo, como se ha descrito anteriormente, durante los periodos en los que la corriente transportada por un cable de alimentación individual 212 produce picos como respuesta a un requisito de corriente incrementado en la cabeza de radio remota 24, el condensador de derivación 248 puede actuar de manera similar a una fuente de alimentación auxiliar para reducir la magnitud de la caída de voltaje de dI/dt sobre la señal de potencia de corriente continua.

Como se ha observado anteriormente, las fibras ópticas 222 pasan a través del primer bote de desconexión 230 como una única unidad en el conducto 242 que se conecta al segundo bote de desconexión 250. En el segundo bote de desconexión 250, las treinta y seis fibras ópticas 222 son separadas en nueve subgrupos de fibras ópticas 252. Los subgrupos de fibra óptica 252 están cada uno protegido dentro de un respectivo conducto 254. El segundo bote de desconexión 250 puede ser similar al primer bote de desconexión 230, y por tanto no será descrito con detalle. El segundo bote de desconexión 250, sin embargo no incluye los condensadores de derivación 248.

Como es sabido por los expertos en la técnica, las cabezas de radio remotas comercialmente disponibles pueden tener capacitancias a través de los terminales que reciben un cable de alimentación que alimenta la cabeza de radio remota. Sin embargo, esta capacitancia es típicamente pequeña y puede no ser suficiente para reducir la caída de voltaje dI/dt . Proporcionando cables de alimentación tales como el conjunto de cable híbrido de alimentación/fibra óptica 200 de la Fig. 8, que tiene condensadores de derivación 248 integrados en cada cable de alimentación individual 212, es posible asegurar que se proporciona una capacitancia de derivación suficiente en cada caso. Por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, la caída de voltaje se hace más significativa cuanto más largo es el cable alimentación, ya que las caídas de voltaje basado en $I \cdot R$ aumentan linealmente con la longitud del cable de alimentación. De este modo, los cables de alimentación más largos son más propensos a experimentar la situación ilustrada en la Fig. 3C anterior, en donde la combinación de caída de voltaje $I \cdot R$ y la caída de voltaje dI/dt pueden hacer que el voltaje de la señal de potencia descienda temporalmente por debajo de un nivel de voltaje mínimo requerido, perturbando con ello el funcionamiento de la cabeza de radio remota. Implementando las capacitancias de derivación dentro de los cables de alimentación - que pueden ser vendidos en longitudes conocidas - las capacitancias de derivación pueden ser predimensionadas apropiadamente para proporcionar una cantidad suficiente de capacitancia a la vez que no se proporciona un exceso de capacitancia que puede incrementar el coste, el tamaño y/o el peso del cable de alimentación.

Adicionalmente, implementando las capacitancias de derivación dentro del cable de alimentación y, más concretamente, dentro de un recinto de desconexión del cable de alimentación, es posible tener capacitancias de derivación que pueden ser dimensionadas apropiadamente en el momento de la instalación. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la capacitancia de derivación puede ser condensadores enchufables o roscables que son conectados a través de los conductores de cada cable de alimentación, de manera que el condensador dimensionado apropiadamente puede ser instalado en el bote de desconexión en base a los requisitos específicos de la estación base celular. Adicionalmente, dado que los botes de desconexión se pueden abrir, si es necesario, después de la instalación, los condensadores defectuosos o dañados pueden ser sustituidos si es necesario.

Los expertos en la técnica apreciarán que las capacitancias de derivación utilizadas en las realizaciones de la presente invención pueden ser proporcionadas en cualquier número de formas. Por ejemplo, una unidad de capacitancia de derivación puede tener la forma de componentes individuales, tales como uno o más

condensadores, o la forma de otras estructuras físicas tales como conductores paralelos separados por una separación de aire que pueden actuar de manera similar a un condensador. La cantidad de capacitancia de derivación proporcionada puede variar dependiendo de un cierto número de factores que incluyen, por ejemplo, la longitud de los conductores y el diámetro de los conductores. Hablando en términos generales, la cantidad de capacitancia de derivación puede ser de cientos, miles, decenas de miles, o cientos de miles de microfaradios en algunas realizaciones.

Los beneficios que se pueden obtener de usar capacitancias de derivación de la manera descrita en la presente memoria pueden incluir los siguientes. Desde una perspectiva de sistema, los conductores de un cable de alimentación para una cabeza de radio remota no necesitan estar sobredimensionados, ni sobrediseñados para compensar las caídas de voltaje dI/dt grandes; en consecuencia, son posibles conductores más largos que discurren utilizando menos material conductor. El uso de menos material conductor también permite conjuntos de cable de alimentación de cable más ligero, lo que también puede ser ventajoso debido a que la demanda de corriente incrementada en la parte superior de la torre es una cuestión que se desarrolla rápidamente. Además, las arquitecturas de torre existentes pueden ser modernizadas con este enfoque con un impacto mínimo en el equipo montado si se presenta la cuestión de las caídas de voltaje dI/dt . En particular, las realizaciones de esta invención pueden permitir una cantidad variable de capacitancia requerida basada en, por ejemplo, la longitud del conductor a la vez que se permite también la capacidad de actualizar una torre existente, un cable de alimentación, o la arquitectura de cabeza de radio remota.

De acuerdo con realizaciones adicionales de la presente invención, los cables de alimentación que incluyen capacitancias de derivación pueden ser utilizados en estaciones base celulares que emplean fuentes de alimentación programables que son utilizadas para reducir la caída de voltaje $I \cdot R$ manteniendo los voltajes de las señales de potencia en las cabezas de radio remotas en o cerca de un voltaje máximo para la señal de potencia, que es específico para cada cabeza de radio remota. Ejemplos de tal realización se describirán con referencia la Fig. 9.

En particular, la Fig. 9 es un diagrama de bloques esquemático de una estación base celular 300 de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. Como se muestra en la Fig. 3, la estación base celular 300 incluye un recinto de equipos 20 y una torre 30. Una unidad de banda base 22, una primera fuente de alimentación 326 y una segunda fuente de alimentación 328 están situadas dentro del recinto de equipos 20. Una pluralidad de cabezas de radio remotas 24 y una pluralidad de antenas 32 están montadas en la torre 30.

Cada cabeza de radio remota 24 recibe información digital y señales de control procedentes de la unidad de banda base 22 sobre un cable de fibra óptica 38. La cabeza de radio remota 24 modula esta información y la convierte en una señal de radio frecuencia ("RF") a una frecuencia celular apropiada que es después transmitida a través de unas antenas 32. Cada cabeza de radio remota 24 también recibe señales de RF procedentes de una antena 32, desmodula estas señales, y envía las señales desmoduladas a la unidad de banda base 22 sobre el cable de fibra óptica 38. La unidad de banda base 22 procesa las señales desmoduladas recibidas desde la cabeza de radio remota 24 y envía las señales procesadas al sistema de comunicaciones de red de retorno 28. La unidad de banda base 22 también procesa las señales recibidas desde el sistema de comunicaciones de red de retorno 28 y las envía a las cabeza de radio remotas 24. Típicamente, la unidad de banda base 22 y las cabezas de radio remotas 24 incluyen cada una convertidores de óptico a digital y de eléctrico a óptico que conectan la información digital y las señales de control a y desde el cable de fibra óptica 38.

La primera fuente de alimentación 326 genera señales de potencia de corriente continua ("DC"). La segunda fuente de alimentación 328 es un convertidor de corriente continua a corriente continua que acepta la señal de potencia de corriente continua producida por la primera fuente de alimentación 326 como una entrada y produce una señal de potencia de corriente continua que tiene un voltaje diferente. Un cable de alimentación 336 está conectado a la salida de la segunda fuente de alimentación 328 y es conducido a la parte superior de la torre 30. En algunas realizaciones, el cable de fibra óptica 38 y el cable de alimentación 336 pueden estar implementados juntos como un cable híbrido de alimentación/fibra óptica 340 que puede estar implementado, por ejemplo, utilizando el conjunto de cable híbrido de alimentación/fibra óptica 200 de la Fig. 8. Aunque el primer cable de alimentación 326 y el segundo cable de alimentación 328 están ilustrados como unidades de fuente de alimentación separadas en la realización de la Fig. 9, se apreciará que la dos fuentes de alimentación 326, 328 pueden estar combinadas en una única unidad de fuente de alimentación en otras realizaciones.

La fuente de alimentación 328 es una fuente de alimentación programable que recibe señales de potencia de corriente continua de entrada procedentes de la fuente de alimentación 326 y produce señales de potencia de corriente continua a cada uno de los cables de alimentación individuales dentro del cable de alimentación 336. El voltaje de la señal de potencia de corriente continua producida por la fuente de alimentación 328 puede variar como respuesta a las variaciones de la corriente de la señal de potencia de corriente continua extraída desde la fuente de alimentación 328 por las cabezas de radio remotas 24 que están conectadas a cada cable de alimentación individual. El voltaje de la señal de potencia de corriente continua producida por la fuente de alimentación 328 puede ser establecido de manera que el voltaje de la señal de potencia de corriente continua en el extremo lejano de cada cable de alimentación individual en el cable de alimentación 336 (es decir, el extremo adyacente a las cabezas de radio remotas 24) se mantiene en o cerca del voltaje especificado máximo para la señal de potencia de las cabezas de radio remotas 24. Esto puede reducir la pérdida de potencia asociada con el suministro de la señal de potencia

de corriente continua a la cabeza de radio remota 24, dado que, para un nivel de potencia dado, un voltaje más elevado para la señal de potencia de corriente continua corresponde a una corriente más baja, y valores de corriente más bajos dan lugar a pérdidas de potencia reducidas. En algunas realizaciones, la fuente de alimentación programable 328 puede estar diseñada para mantener el voltaje de la señal de potencia de corriente continua en o
5 cerca de un voltaje para la señal de potencia que puede ser suministrada a la cabeza de radio remota 24.

En algunas realizaciones, el voltaje de la señal de potencia de corriente continua en el extremo alejado de los cables de alimentación individuales en el cable de alimentación 336 puede ser mantenido en o cerca de un valor predeterminado estableciendo el nivel de voltaje de la señal de potencia producida por la fuente de alimentación 328 en base a (1) la corriente de la señal de potencia de corriente continua extraída desde la fuente de alimentación
10 (nótese de las Ecuaciones 1 y 2 que V_{RRH} es una función de I_{RRH}) y (2) la resistencia R_{Cable} del cable de alimentación. Las fuentes de alimentación programables de acuerdo con las realizaciones de la presente invención pueden estar configuradas para medir, estimar, calcular o recibir ambos valores. La Solicitud de Patente de Estados Unidos N° de serie 14/321.897 ("la solicitud '897"), presentada el 2 de julio de 2014, describe diversas fuentes de alimentación programables que pueden ser utilizadas para implementar la fuente de alimentación programable 328.

En otras realizaciones, un bucle de retroalimentación puede ser utilizado para controlar el voltaje de la señal de potencia de corriente continua producida por la fuente de alimentación de corriente continua, de manera que el voltaje entre la señal de potencia de corriente continua en el extremo lejano del cable de alimentación que conecta la fuente de alimentación 328 y la cabeza de radio remota 24 se mantiene a un nivel deseado. El uso de bucles de retroalimentación se expone también en la solicitud '897.
15

El uso de tales fuentes de alimentación programables puede reducir tanto las pérdidas de potencia como las caídas de voltaje de $I \cdot R$, dado que suministra señales de potencia que tienen voltajes que son mantenidos cerca de un valor aceptable máximo para cada cabeza de radio remota, reduce la corriente media de la señales de potencia, reduciendo con ello la caída de voltaje $I \cdot R$. Adicionalmente, las estaciones base celulares de acuerdo con las realizaciones de la presente invención también pueden emplear capacitancias de derivación en cada cable de
20 alimentación individual de la manera descrita anteriormente con referencia a las Figs. 2-8 para reducir el impacto de las caídas de voltaje dI/dt .

La presente invención ha sido descrita con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran ciertas realizaciones de la invención. Esta invención puede, sin embargo, ser llevada a la práctica de muchas formas diferentes y no debe ser interpretada como limitada a las realizaciones que están mostradas y descritas en la
30 presente memoria; en su lugar, estas realizaciones se proporcionan para que esta exposición sea completa, y para transmitir totalmente el campo de la invención a los expertos en la técnica. Los números de referencia iguales se refieren a elementos iguales en toda la memoria y en los dibujos. También se apreciará que las realizaciones descritas anteriormente pueden ser combinadas de una forma y/o combinación para proporcionar muchas realizaciones adicionales. Por ejemplo, las unidades de capacitancia de derivación descritas en la presente memoria pueden ser utilizadas en cualquiera de las realizaciones a modo de ejemplo descritas en la solicitud '897 descrita
35 anteriormente.

Se entenderá que, aunque los términos primero, segundo, etc. son utilizados en la presente memoria para describir diversos elementos, estos elementos no deben estar limitados por estos términos. Estos términos son utilizados solo para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo, un primer elemento podría ser denominado un segundo elemento,
40 y, de manera similar, un segundo elemento podría ser denominado como un primer elemento, sin que por ello se salgan del alcance de la presente invención. Como se ha utilizado la presente memoria, el término "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los elementos asociados enumerados.

A menos que se especifique lo contrario, todos los términos técnicos y científicos que son utilizados en esta descripción tienen el mismo significado como entiende normalmente por un experto en la técnica a la que esta
45 invención pertenece. La terminología utilizada en la descripción anterior tiene únicamente la finalidad de describir las realizaciones particulares y no está destinada a limitar la invención. Como se ha utilizado en esta descripción, las formas singulares "un", "una" y "el", "la" están destinadas a incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá también que cuando un elemento (por ejemplo, un dispositivo, circuito, etc.) está referido como que está "conectado" o "acoplado" a otro elemento, puede estar
50 directamente conectado o acoplado al otro elemento o pueden estar presentes elementos interpuestos. Por el contrario, cuando un elemento está denominado como que está "conectado directamente" o "acoplado directamente" a otro elemento, no hay presentes elementos interpuestos.

Se entenderá además que los términos "comprende", "que comprende", "incluye" y/o "que incluye" cuando son utilizados en la presente memoria especifican la presencia de características, operaciones, elementos y/o
55 componentes expuestos, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

En los dibujos y en la memoria, han sido descritas realizaciones típicas de la invención y, aunque se han empleado términos específicos, han sido utilizados en un sentido genérico y descriptivo únicamente y no con la finalidad de limitar el alcance de la invención que está establecido en las siguientes reivindicaciones.
60

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de torre que comprende:
 - una torre (30);
 - una antena (32) montada en la torre;
 - 5 una cabeza de radio remota (24) montada en la torre (30);
 - una fuente de alimentación (26);
 - un cable de alimentación (36) que tiene un conductor de fuente de alimentación (36-1) y un conductor de retorno (36-2) conectados entre la fuente alimentación (26) y la cabeza de radio remota (24); y
 - 10 una unidad de capacitancia de derivación (48) está separada de la cabeza de radio remota (24) que está eléctricamente acoplada entre el conductor de fuente de alimentación (36-1) y el conductor de retorno (36-2) del cable de alimentación (36),
 - caracterizado por que
 - la unidad de capacitancia de derivación (48) tiene una capacitancia de derivación que está seleccionada en base a las longitudes y diámetros del conductor de fuente de alimentación y del conductor de retorno y;
 - 15 la capacitancia de derivación está configurada para relucir una caída de voltaje en la cabeza de radio remota (24) debida a un pico de corriente en una señal de potencia portada por el cable de alimentación (36), y
 - en donde la unidad de capacitancia de derivación (48) está conectada a la entrada de la cabeza de radio remota (24) o dentro de un recinto de desconexión que está situado adyacente a la cabeza de radio remota (24).
2. El sistema de torre de la Reivindicación 1, en donde el cable de alimentación (36) termina en un recinto de desconexión, y en donde la unidad de capacitancia de derivación (48) está montada dentro del recinto de desconexión.
3. El sistema de torre de la Reivindicación 2, en donde el recinto de desconexión es una parte integral del cable de alimentación (36).
4. El sistema de torre de la Reivindicación 1, en donde el cable de alimentación (36) comprende un cable híbrido de alimentación/fibra óptica (210) y el cable de alimentación (36) es uno de una pluralidad de cables de alimentación individuales incluidos en el cable híbrido de alimentación/fibra óptica (210), cada uno de los cuales incluye un respectivo conductor de fuente de alimentación (36-1) y un respectivo conductor de retorno (36-2).
5. El sistema de torre de la Reivindicación 4, en donde el cable híbrido de alimentación/fibra óptica (210) incluye un recinto de desconexión en el que los conductores de fuente de alimentación (36-1) y los conductores de retorno (36-2) de la pluralidad de cables de alimentación individuales están individualizados, y en donde la unidad de capacitancia de derivación (48) comprende una pluralidad de unidades de capacitancia de derivación, y en donde cada cable de alimentación individual (36) tiene una respectiva de las unidades de capacitancia de derivación acoplada entre en su conductor de fuente de alimentación (36-1) y su conductor de retorno (36-2) dentro del recinto de desconexión.
6. El sistema de torre de la Reivindicación 1, la Reivindicación 2 o la Reivindicación 3, en donde el cable de alimentación (36) comprende un cable híbrido de alimentación/fibra óptica (210) y el cable de alimentación (36) es uno de una pluralidad de cables de alimentación individuales incluidos en el cable híbrido de alimentación/fibra óptica (210), cada uno de los cuales incluye un respectivo conductor de fuente de alimentación (36-1) y un respectivo conductor de retorno (36-2).
7. El sistema de torre de la Reivindicación 5, en donde las unidades de capacitancia de derivación (48) comprenden cada una un condensador enchufable que es recibido dentro de uno respectivo de una pluralidad de enchufes en el recinto de desconexión.
8. El sistema de torre de la Reivindicación 7, en donde una capacitancia de cada unidad de capacitancia de derivación (48) está seleccionada, al menos en parte, en base a la longitud del cable híbrido de alimentación/fibra óptica (210).
9. El sistema de torre de la Reivindicación 5, la Reivindicación 7, o la Reivindicación 8, en donde el recinto de desconexión comprende un primer bote de desconexión que recibe la pluralidad de cables de alimentación individuales, el cable híbrido de alimentación/fibra óptica (210) que incluye además un segundo bote de desconexión que recibe la pluralidad de fibras ópticas y divide la pluralidad de fibras ópticas en grupos más pequeños de fibras ópticas.

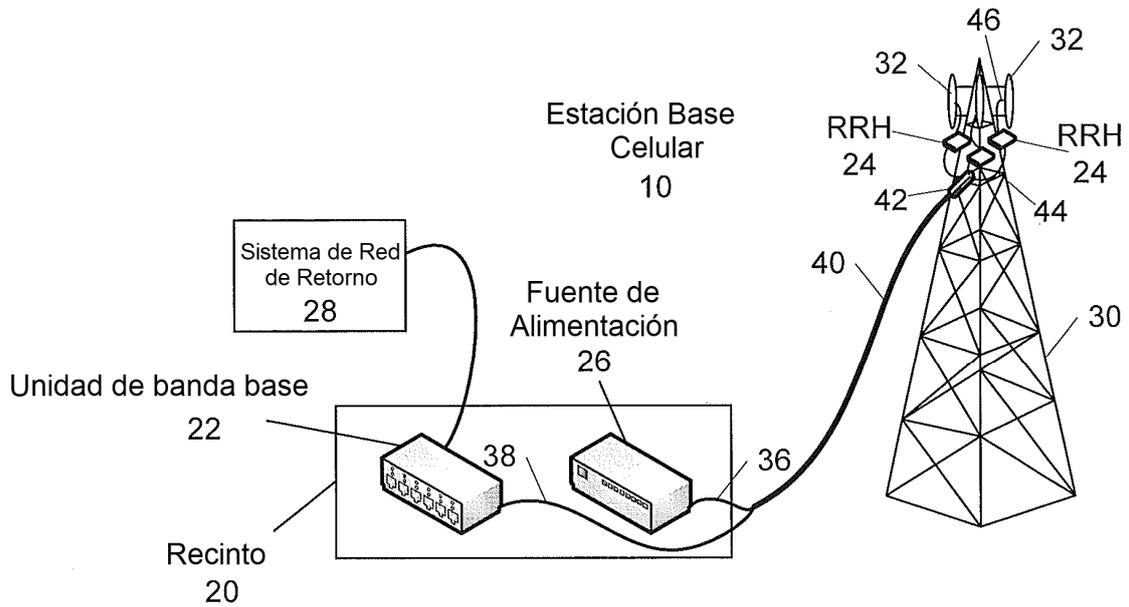


FIG. 1
(Técnica Anterior)

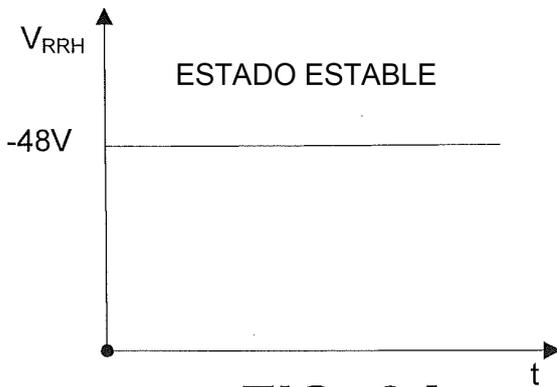


FIG. 2A



FIG. 2B

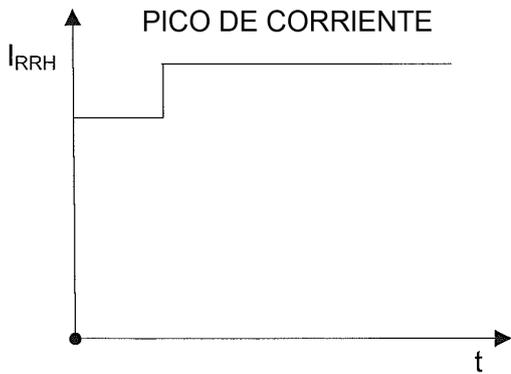


FIG. 3A

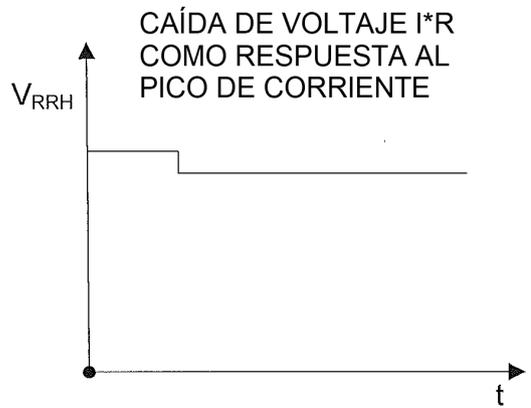


FIG. 3B

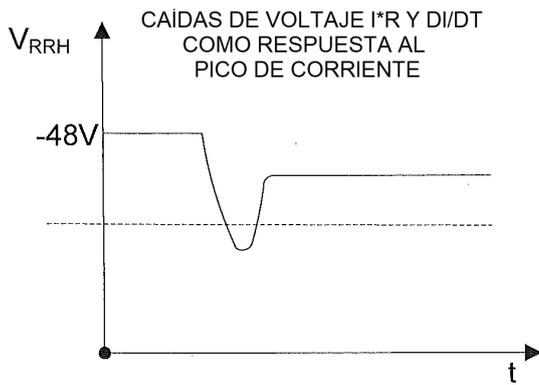


FIG. 3C

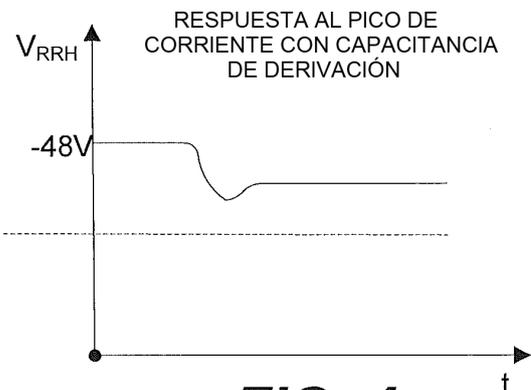


FIG. 4

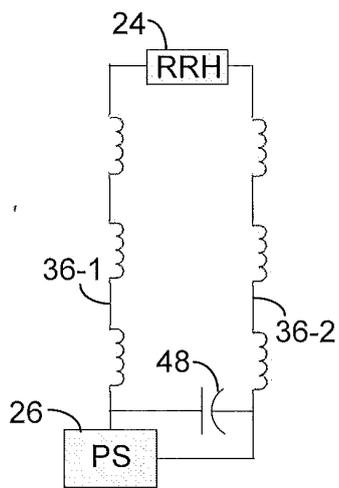


FIG. 5A

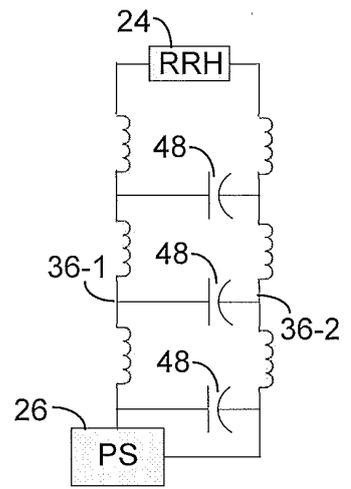


FIG. 5B

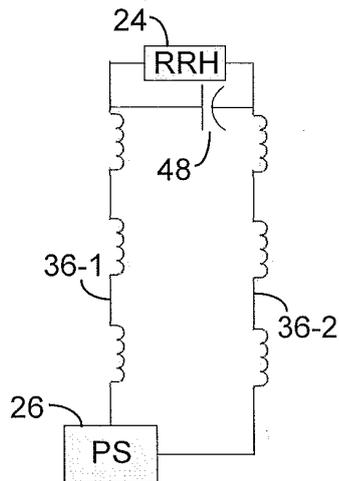


FIG. 5C

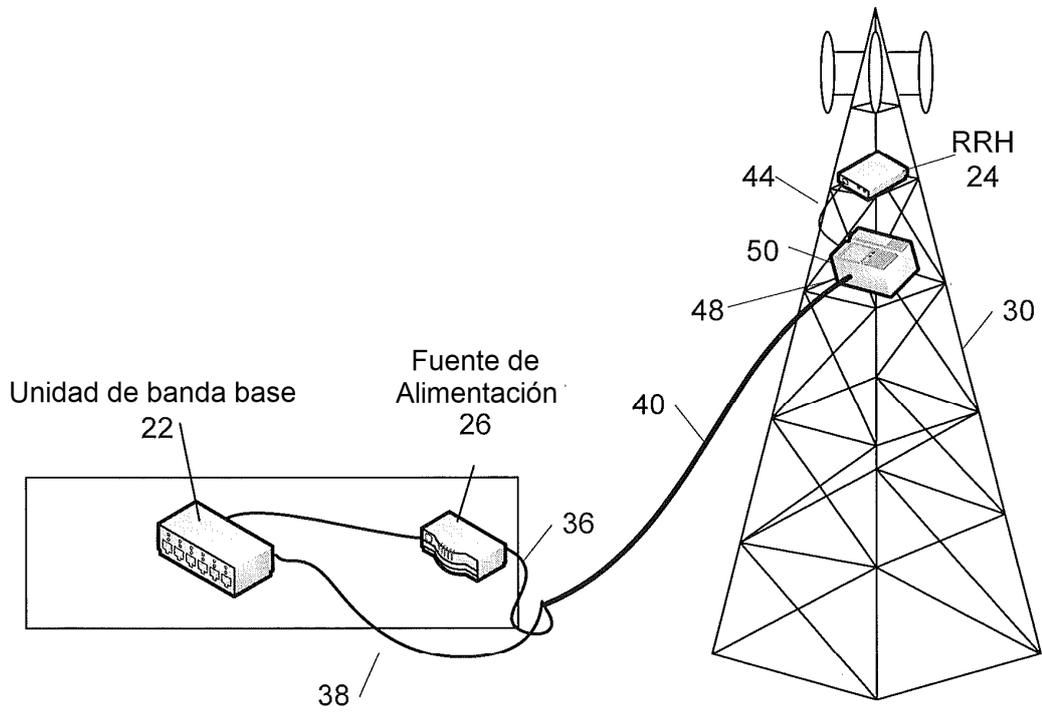


FIG. 6A

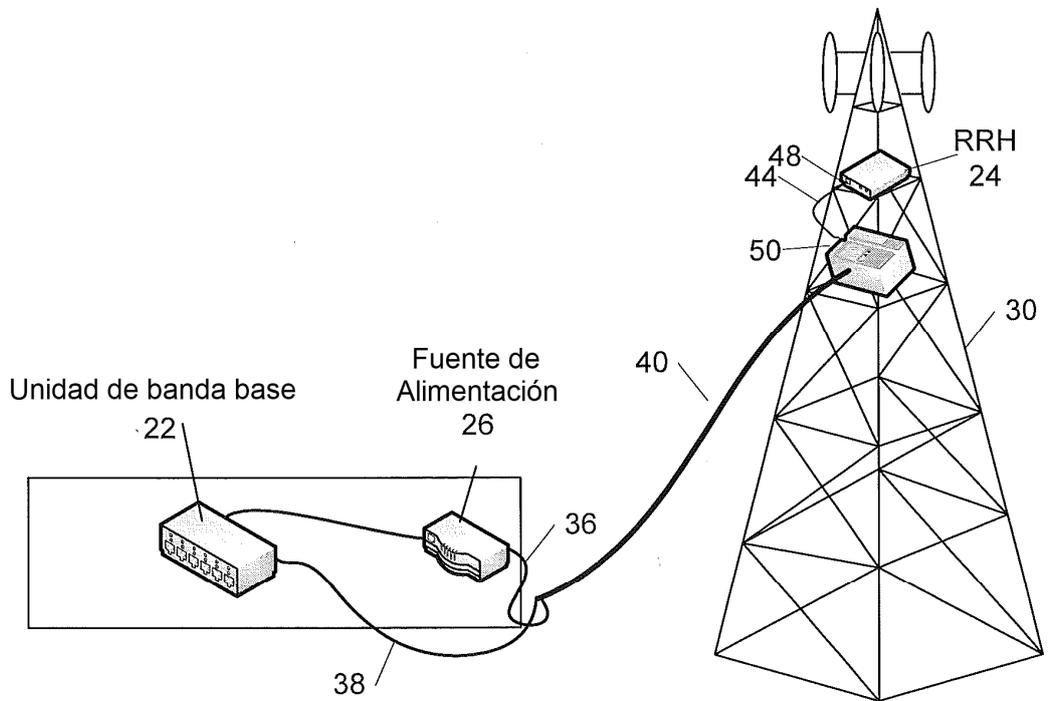


FIG. 6B

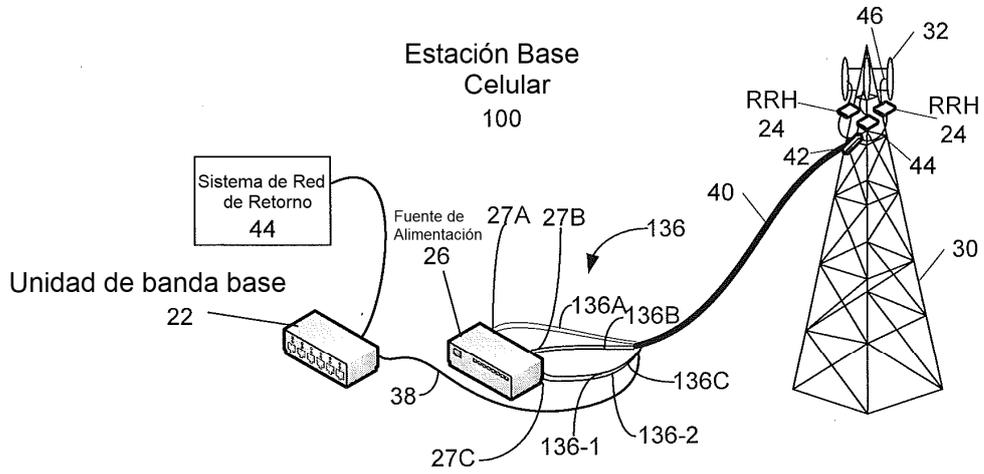


FIG. 7

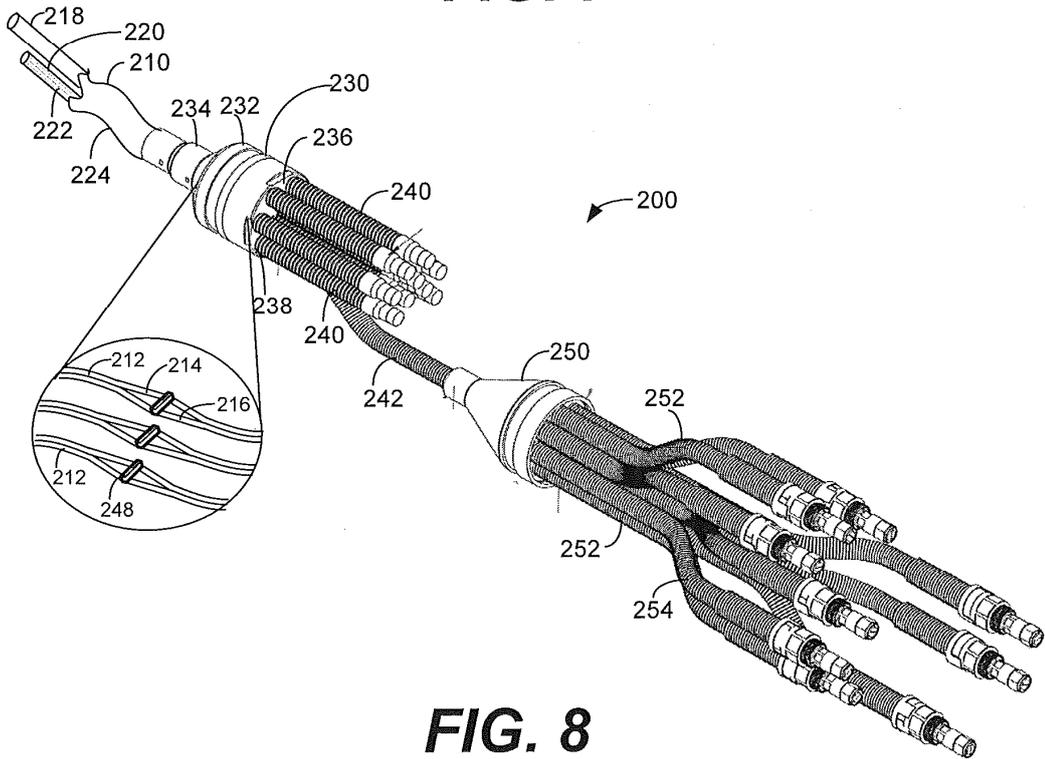


FIG. 8

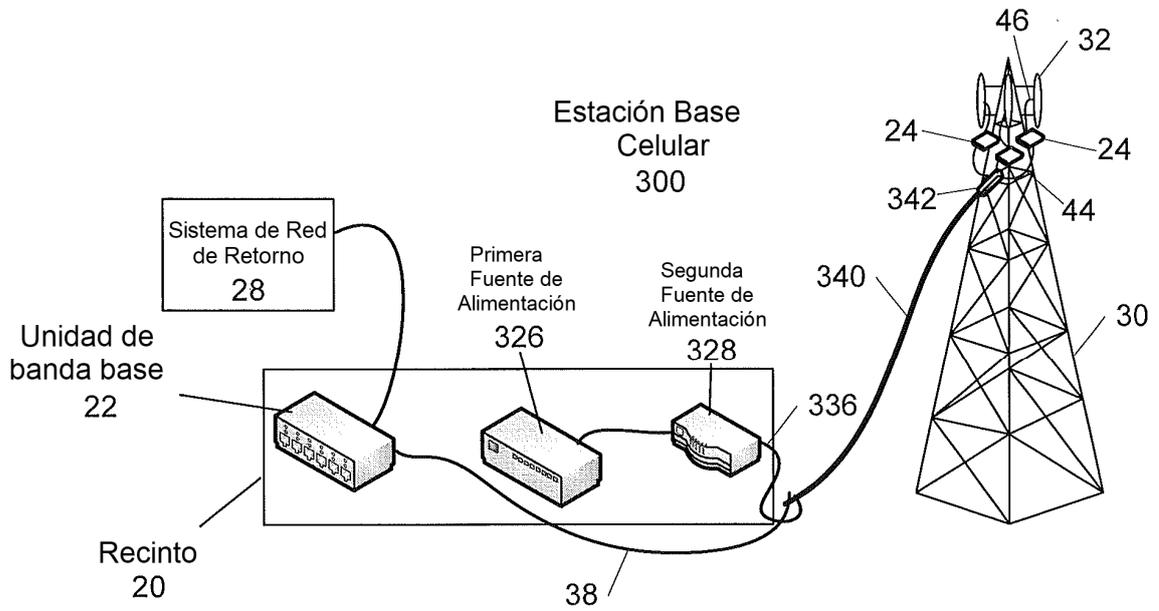


FIG. 9