

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 125**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/28 (2006.01)

H01Q 1/36 (2006.01)

H01Q 9/14 (2006.01)

H01M 4/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2017** **E 17187297 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019** **EP 3322033**

54 Título: **Sistema y método para antenas de polímero reconfigurables**

30 Prioridad:

11.11.2016 US 201615349769

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

27.02.2020

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**KINLEN, PATRICK J. y
URCIA, MANNY S.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 745 125 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para antenas de polímero reconfigurables

Antecedentes

La presente divulgación se refiere, en general, a antenas de polímero reconfigurables.

- 5 Las antenas tienen una frecuencia de funcionamiento correspondiente (por ejemplo, frecuencia resonante) para recibir y transmitir señales de comunicación. La frecuencia de funcionamiento de una antena se basa en dimensiones (por ejemplo, tamaño y forma) de la antena. Por motivos de ilustración, las antenas más grandes tienen, generalmente, frecuencias de funcionamiento más bajas (por ejemplo, mayores longitudes de onda). Los dispositivos electrónicos pueden incluir múltiples antenas para permitir su funcionamiento a diferentes frecuencias de funcionamiento. Por ejemplo, un dispositivo electrónico (por ejemplo, un teléfono móvil o un *router*) pueden incluir una primera antena para transmitir y recibir señales en una primera banda de frecuencia (por ejemplo, una banda de evolución a largo plazo (LTE)) y una segunda antena para transmitir y recibir señales en una segunda banda de frecuencia (por ejemplo, una banda del estándar del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE) 802.11 o una banda de tercera generación (3G) inalámbrica).
- 10
- 15 Para permitir la miniaturización de dispositivo electrónicos, pueden usarse antenas reconfigurables para permitir que una única antena funcione (por ejemplo, transmita y reciba) en múltiples frecuencias cambiando una propiedad física de la antena, tal como un tamaño o una forma de la antena. Por ejemplo, una antena reconfigurable (por ejemplo, una antena reconfigurable mecánicamente) puede cambiar de longitud usando conmutadores integrados, estirando, o moviendo fluidos conductores. Sin embargo, una antena reconfigurable mecánicamente puede ser más grande y presentar costes más elevados en comparación con una disposición de múltiples antenas.
- 20

- El documento US 2004/0256644 A1 según su resumen afirma: se proporciona un dispositivo electroquímico, que comprende un contacto de fuente conectado a una primera almohadilla de antena, un contacto de drenaje conectado a una segunda almohadilla de antena, al menos un electrodo de compuerta, un elemento activo electroquímicamente dispuesto entre, y en contacto eléctrico directo con, los contactos de drenaje y de fuente, elemento activo electroquímicamente que comprende un canal de transistor y está realizado de un material que comprende un material orgánico que tiene la capacidad de alterar electroquímicamente su conductividad a través del cambio de estado de reducción-oxidación del mismo, y un electrolito solidificado en contacto eléctrico directo con el elemento activo electroquímicamente y el al menos un electrodo de compuerta e interpuesto entre los mismos de tal manera que se impide el flujo de electrones entre el elemento activo electroquímicamente y el/los electrodo(s) de compuerta. En el dispositivo, el flujo de electrones entre el contacto de fuente y el contacto de drenaje puede controlarse por medio de una tensión aplicada al/a los electrodo(s) de compuerta.
- 25
- 30

Sumario

- En una implementación particular tal como se define en la reivindicación 1, una antena incluye un material de intercambio iónico y al menos un elemento polimérico acoplado a un circuito de comunicación. El al menos un elemento polimérico está configurado para, en respuesta a la recepción de una tensión de polarización, interaccionar con el material de intercambio iónico para cambiar la conductividad eléctrica del al menos un elemento polimérico.
- 35

- En otra implementación particular tal como se define en la reivindicación 9, un sistema de comunicaciones incluye un circuito de comunicación, una fuente de tensión de polarización, y una antena. La antena incluye un material de intercambio iónico y al menos un elemento polimérico acoplado al circuito de comunicación. El al menos un elemento polimérico está configurado para, en respuesta a la recepción de una tensión de polarización procedente de la fuente de tensión de polarización, interaccionar con el material de intercambio iónico para cambiar la conductividad eléctrica del al menos un elemento polimérico
- 40

- En otra implementación particular tal como se define en la reivindicación 14, un método de comunicación incluye aplicar una tensión de polarización a al menos un elemento polimérico para cambiar la conductividad eléctrica del al menos un elemento polimérico. El método también incluye, al tiempo que se aplica la tensión de polarización, transmitir o recibir señales de comunicación por medio del al menos un elemento polimérico.
- 45

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones que incluye una antena de polímero reconfigurable eléctricamente;
- 50 la figura 2 es un diagrama que ilustra ejemplos de una o más antenas de polímero reconfigurables eléctricamente;
- la figura 3 es un diagrama que ilustra una configuración a modo de ejemplo de una antena de polímero reconfigurable eléctricamente;
- la figura 4 es un diagrama que ilustra un circuito a modo de ejemplo que incluye una antena de polímero reconfigurable eléctricamente;

la figura 5 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método de funcionamiento de un sistema de comunicaciones que incluye una antena de polímero reconfigurable eléctricamente; y

la figura 6 es un diagrama de bloques de una implementación ilustrativa de una aeronave que incluye un sistema de comunicaciones que incluye una antena de polímero reconfigurable eléctricamente.

5 Descripción detallada

Las implementaciones dadas a conocer en el presente documento se refieren a antenas de polímero reconfigurables (por ejemplo, antenas de polímero reconfigurables eléctricamente). Una antena de polímero reconfigurable eléctricamente ilustrativa incluye al menos un elemento polimérico acoplado a un material de intercambio iónico. El al menos un elemento polimérico incluye un polímero conductor, tal como polianilina, un poli (3,4-etilendioxitiofeno) (PEDOT), un poli (3,4-propilenodioxipirrol) (poli(ProDOP)). Los polímeros conductores pueden ser conductores de manera intrínseca o tener propiedades semiconductoras, y los conductores de polímero pueden tener propiedades eléctricas ajustables. El al menos un elemento polimérico está acoplado a una fuente de tensión de polarización que proporciona una tensión de polarización. En algunas implementaciones, el al menos un elemento polimérico está acoplado a la fuente de tensión de polarización por medio de uno o más conmutadores. Adicional o alternativamente, la fuente de tensión de polarización puede ser ajustable (por ejemplo, puede configurarse para emitir múltiples tensiones de polarización diferentes). Por ejemplo, la fuente de tensión de polarización puede emitir tensiones de polarización que tienen diferentes polaridades, diferentes magnitudes, o ambas.

El al menos un elemento polimérico puede conmutar entre una primera conductividad eléctrica y una segunda conductividad eléctrica en respuesta a la recepción de una tensión de polarización. Por ejemplo, el al menos un elemento polimérico puede ser conductor en respuesta a la recepción de una primera tensión de polarización (por ejemplo, una tensión de polarización positiva) y puede ser no conductor en respuesta a la recepción de una segunda tensión de polarización (por ejemplo, una tensión de polarización negativa). Por motivos de ilustración, la aplicación de la primera tensión de polarización al al menos un elemento polimérico puede oxidar el polímero (por ejemplo, provocar que el polímero pierda electrones en favor del material de intercambio iónico) para cambiar la conductividad eléctrica del al menos un elemento polimérico. El al menos un elemento polimérico puede ser conductor cuando se encuentra en un estado oxidado. La aplicación de la segunda tensión de polarización al al menos un elemento polimérico puede reducir el polímero (por ejemplo, provocar que el polímero gane electrones procedentes del material de intercambio iónico) para cambiar la conductividad eléctrica del al menos un elemento polimérico. El al menos un elemento polimérico puede ser no conductor (por ejemplo, aislante) cuando se encuentra en un estado reducido. El material de intercambio iónico es un donante de iones o es un receptor de iones dependiendo de una polaridad de la tensión de polarización.

Al variar la tensión de polarización, pueden activarse uno o más elementos poliméricos de una antena de polímero reconfigurable eléctricamente (por ejemplo, volverse conductores) o desactivarse (por ejemplo, volverse no conductores). La variación de la conductividad de uno o más elementos poliméricos puede usarse para cambiar una frecuencia de funcionamiento de la antena de polímero reconfigurable eléctricamente. Por ejemplo, al activar diferentes longitudes de elementos poliméricos en momentos diferentes, puede cambiarse una frecuencia de funcionamiento de la antena de polímero reconfigurable eléctricamente. Como otro ejemplo, al activar uno o más elementos poliméricos acoplados entre sí, por ejemplo, en serie, puede ajustarse una longitud y/o tamaño, y/o forma de una parte activa (por ejemplo, los elementos poliméricos activados) de la antena de polímero reconfigurable eléctricamente provocando un cambio en la frecuencia de funcionamiento de la antena de polímero reconfigurable eléctricamente. Por tanto, la antena de polímero reconfigurable eléctricamente puede reconfigurarse (por ejemplo, conmutarse) en respuesta a una tensión o a un cambio de tensión aplicado a la antena de polímero reconfigurable eléctricamente, de manera contraria al uso de un cambio dimensional o de tamaño para reconfigurar mecánicamente la antena para cambiar las frecuencias de funcionamiento. En comparación con las antenas reconfigurables mecánicamente, una antena de polímero reconfigurable eléctricamente utiliza menos espacio y tiene menos partes en movimiento o ninguna. Adicionalmente, las antenas de polímero reconfigurables eléctricamente pueden usar menos energía para reconfigurar (por ejemplo, cambiar las frecuencias de funcionamiento) en comparación con las antenas reconfigurables mecánicamente. Las antenas de polímero reconfigurables eléctricamente pueden cambiar o conmutar entre frecuencias de funcionamiento (por ejemplo, reconfigurarse) más rápido que las antenas reconfigurables mecánicamente. Dado que las antenas de polímero reconfigurables eléctricamente utilizan menos espacio y menos energía, las antenas de polímero reconfigurables eléctricamente pueden permitir la miniaturización de antenas reconfigurables.

Una antena de polímero reconfigurable eléctricamente puede estar incluida en un circuito flexible, y el al menos un elemento polimérico puede adaptarse mejor, ser más elástico, y más tolerante a la deformación que los materiales de antena (por ejemplo, metal) de antenas reconfigurables mecánicamente. Adicionalmente, dado que los polímeros son, normalmente, menos costosos que los metales conductores (por ejemplo, cobre, plata, oro, platino, etc.) usados en antenas no realizadas de polímero, el coste de una antena de polímero reconfigurable eléctricamente puede reducirse en comparación con antenas no realizadas de polímero. En comparación con las antenas fijas, las antenas de polímero reconfigurables eléctricamente permiten su funcionamiento a múltiples frecuencias (por ejemplo, múltiples bandas de frecuencia). Adicionalmente, las antenas de polímero reconfigurables eléctricamente pueden reducir el tamaño de un sistema de comunicaciones o de un dispositivo electrónico. Por ejemplo, la antena de

polímero reconfigurable eléctricamente y los circuitos de comunicación pueden sustituir a una pluralidad de antenas que tienen cada una circuitos de comunicación dedicados, tal como transceptores.

La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema 100 de comunicaciones que incluye una antena de polímero reconfigurable eléctricamente (denominada en el presente documento "antena ERP"). El sistema 100 de comunicaciones permite la transmisión de señales de comunicación que tienen múltiples frecuencias, la recepción de señales de comunicación que tienen múltiples frecuencias, o ambas. El sistema 100 de comunicaciones incluye un material 102 de intercambio iónico, al menos un elemento 104 polimérico, una fuente 106 de tensión de polarización, y un circuito 108 de comunicación. El sistema 100 de comunicaciones en la figura 1 también incluye uno o más conmutadores 110 y un controlador 112. El sistema 100 de comunicaciones (o una parte del mismo) puede estar incluido en un circuito flexible. Como ejemplo no limitativo, ilustrativo, el material 102 de intercambio iónico y el al menos un elemento 104 polimérico pueden estar incluidos en un sustrato flexible. En una implementación particular, el sistema 100 de comunicaciones se incorpora en o dentro de una aeronave. En tales implementaciones, la antena ERP (por ejemplo, el material 102 de intercambio iónico y el al menos un elemento 104 polimérico) puede estar incluida en un aplique que se acopla a un exterior de la aeronave.

El material 102 de intercambio iónico incluye iones móviles y está configurado para intercambiar iones con el al menos un elemento 104 polimérico para oxidar y reducir (por ejemplo, ganar electrones) el al menos un elemento 104 polimérico. El material 102 de intercambio iónico pueden incluir o corresponder con una disolución electrolítica, un líquido iónico (por ejemplo, una sal orgánica que existe en estado fundido a temperatura ambiente), un gel iónico, o un medio iónico polimérico. Como ejemplo no limitativo, ilustrativo, el material 102 de intercambio iónico incluye 1-etil-3-metilimidazoliumbis(trifluorometilsulfonil)imida (EMI-IM). En una implementación particular, el material 102 de intercambio iónico se acopla a o se encapsula por una o más capas de un material no reactivo. En algunas implementaciones, el material no reactivo incluye un polímero no reactivo, tal como fluoruro de polivinilideno (PVDF).

El al menos un elemento 104 polimérico se acopla al material 102 de intercambio iónico. Por ejemplo, al menos una parte del al menos un elemento 104 polimérico está en contacto eléctrico o en conexión con el material 102 de intercambio iónico. Por motivos de ilustración, iones (por ejemplo, cationes, aniones, o ambos) del material 102 de intercambio iónico fluyen hacia el al menos un elemento 104 polimérico para interactuar con (por ejemplo, someterse a oxidación o reducción) el al menos un elemento 104 polimérico. Acoplamiento a modo de ejemplo entre el al menos un elemento 104 polimérico y el material 102 de intercambio iónico se describen adicionalmente con referencia a la figura 2. El al menos un elemento 104 polimérico puede incluir polímeros conductores, tales como polímeros intrínsecamente conductores (ICP). Como ejemplos no limitativos, ilustrativos, los polímeros conductores incluyen polianilina, PEDOT, y poli(ProDOP).

La antena ERP incluye el material 102 de intercambio iónico y el al menos un elemento 104 polimérico. La antena ERP puede corresponder con una antena monopolo, una antena dipolo, una red de antenas, una antena de cuadro, una antena de abertura, o una combinación de las mismas. En una implementación particular, la antena ERP se incluye en una red de antenas.

En algunas implementaciones, el al menos un elemento 104 polimérico incluye múltiples elementos poliméricos. En una implementación particular, el al menos un elemento 104 polimérico incluye un primer elemento 122 polimérico, un segundo elemento 124 polimérico, y un tercer elemento 126 polimérico. En otras implementaciones, la antena ERP puede incluir más de tres o menos de tres elementos poliméricos. Cada elemento polimérico del al menos un elemento 104 polimérico puede tener una configuración física diferente. Por ejemplo, un tamaño, una forma, o ambas, de un elemento polimérico pueden diferir de otro elemento polimérico. Por motivos de ilustración, el primer elemento 122 polimérico es más largo que el segundo elemento 124 polimérico y más corto que el tercer elemento 126 polimérico, tal como se ilustra en la figura 1. En otras implementaciones, cada uno de los elementos 122, 124, 126 poliméricos puede tener la misma longitud y una forma diferente. Como ejemplos no limitativos, ilustrativos, las formas de los elementos 122, 124, 126 poliméricos pueden incluir o corresponder a un bucle, una bobina, un hexágono, o una espiral. Por motivos de ilustración, el primer elemento 122 polimérico puede ser recto y el segundo elemento 124 polimérico puede ser una bobina o estar curvado. Las diferentes formas de los múltiples elementos poliméricos pueden corresponder con diferentes tipos de antenas. Por ejemplo, el primer elemento 122 polimérico puede ser una antena monopolo que tiene una primera forma, y el segundo elemento 124 polimérico puede ser una antena dipolo o una antena de cuadro que tiene una segunda forma.

Adicional o alternativamente, uno o más elementos poliméricos del al menos un elemento 104 polimérico pueden incluir diferentes materiales. Por ejemplo, el primer elemento 122 polimérico realizado incluye un primer polímero, y el segundo elemento 124 polimérico puede incluir un segundo polímero que es diferente del primer polímero. Como ejemplo no limitativo, ilustrativo particular, el primer polímero puede ser una polianilina y el segundo polímero puede ser PEDOT o poli(ProDOP).

La fuente 106 de tensión de polarización se acopla al al menos un elemento 104 polimérico. La fuente 106 de tensión de polarización puede incluir o corresponder a una fuente de tensión de polarización de corriente continua (CC). La fuente 106 de tensión de polarización está configurada para generar (o emitir) una o más tensiones de polarización que se aplican al al menos un elemento 104 polimérico. Por ejemplo, la fuente 106 de tensión de polarización puede emitir dos tensiones de polarización: una primera tensión de polarización (por ejemplo, +1 volt

(V)) y una segunda tensión de polarización (por ejemplo, -1 V) al mismo tiempo. En otras implementaciones, la fuente 106 de tensión de polarización puede estar configurada para emitir más de dos tensiones de polarización.

En algunas implementaciones, la fuente 106 de tensión de polarización está configurada para ajustar una magnitud de tensión de polarización. Por ejemplo, la fuente 106 de tensión de polarización puede estar configurada para ajustar la primera tensión de polarización (por ejemplo, +1 V) a una tercera tensión de polarización (por ejemplo, 3 V, 5 V, etc.). En tales implementaciones, el controlador 112 puede estar acoplado a la fuente 106 de tensión de polarización y puede estar configurado para ajustar la magnitud, una polaridad, o ambas, de la tensión de polarización emitida por la fuente 106 de tensión de polarización. Adicionalmente, la fuente 106 de tensión de polarización puede ajustar o regular la tensión de polarización para optimizar o regular el al menos un elemento 104 polimérico. Por motivos de ilustración, la fuente 106 de tensión de polarización puede ajustar la primera tensión de polarización (por ejemplo, +1 V) a una cuarta tensión de polarización (por ejemplo, +1.1 V) para optimizar o regular el al menos un elemento 104 polimérico a la primera frecuencia de comunicación.

La aplicación de las tensiones de polarización al al menos un elemento 104 polimérico puede provocar que el material 102 de intercambio iónico y el al menos un elemento 104 polimérico intercambien iones (por ejemplo, se sometan a oxidación o reducción). Haciendo referencia al diagrama 150, mostrado en la figura 1, se muestra una representación ilustrativa de una reacción de reducción-oxidación a modo de ejemplo de una polianilina particular (por ejemplo, sal 160 emeraldina y sal 170 leucoemeraldina) provocada por la aplicación de tensiones de polarización al primer elemento 122 polimérico. En el diagrama 150, el primer elemento 122 polimérico se oxida mediante cationes radicales del material 102 de intercambio iónico que fluyen hacia la sal 160 emeraldina en respuesta a la recepción de la primera tensión de polarización. En el diagrama 150, el primer elemento 122 polimérico se somete a reducción mediante aniones radicales del material 102 de intercambio iónico que fluyen hacia la sal 170 leucoemeraldina en respuesta a la recepción de la segunda tensión de polarización. En el diagrama 150, "n" representa un grado de polimerización.

El circuito 108 de comunicación se acopla al al menos un elemento 104 polimérico. El circuito 108 de comunicación incluye uno o más componentes configurados para permitir una comunicación inalámbrica, tal como uno o más transceptores, uno o más filtros, uno o más amplificadores, uno o más mezcladoras, uno o más moduladores, uno o más desmoduladores, uno o más conversores, etc. Los transceptores pueden incluir uno o más transmisores y uno o más receptores. El circuito 108 de comunicación puede estar incluido en un dispositivo de comunicación inalámbrica, tal como un teléfono móvil, un dispositivo informático portátil, un router inalámbrico, etc. En algunas implementaciones, el sistema 100 de comunicaciones incluye múltiples circuitos de comunicación. En una implementación particular, cada circuito de comunicación de los múltiples circuitos de comunicación se acopla a un elemento polimérico diferente del al menos un elemento polimérico.

El uno o más conmutadores 110 se acoplan al al menos un elemento 104 polimérico y la fuente 106 de tensión de polarización para permitir que el al menos un elemento 104 polimérico pueda acoplarse de manera selectiva con (por ejemplo, acoplarse a y desacoplarse de) la fuente 106 de tensión de polarización. El uno o más conmutadores 110 pueden incluir o corresponder a una red de conmutación o una red de permutación, como ejemplos no limitativos, ilustrativos. El uno o más conmutadores 110 pueden incluir uno o más elementos de conmutación (por ejemplo, relés). Como ejemplo no limitativo, ilustrativo, el uno o más conmutadores 110 incluyen uno o más transistores. El uno o más conmutadores 110 están configurados para proporcionar de manera selectiva la tensión de polarización emitida por la fuente 106 de tensión de polarización al al menos un elemento 104 polimérico. Por ejemplo, el uno o más conmutadores 110 reciben una o más señales de control desde el controlador 112 y proporcionan la primera tensión de polarización al primer elemento 122 polimérico y pueden proporcionar la segunda tensión de polarización al segundo elemento 124 polimérico y al tercer elemento 126 polimérico en respuesta a la una o más señales de control. En respuesta a señales de control que indican desactivación, el uno o más conmutadores 110 pueden aislar uno o más elementos poliméricos de una tensión de polarización.

El controlador 112 se acopla al uno o más conmutadores 110 y se configura para controlar el uno o más conmutadores 110 basándose en un ajuste de frecuencia de comunicación. El ajuste de frecuencia de comunicación puede introducirse mediante un usuario o puede determinarse por el controlador 112 basándose en un ajuste de funcionamiento del dispositivo electrónico. Por ejemplo, el controlador 112 puede recibir el ajuste de funcionamiento desde otro componente (por ejemplo, un procesador) del dispositivo electrónico o puede determinar el ajuste de funcionamiento basándose en uno o más parámetros o condiciones. Como ejemplos no limitativos, ilustrativos, el ajuste de funcionamiento puede incluir o corresponder a un tipo de señal de comunicación (por ejemplo, una señal de comunicación de banda estrecha, una señal de comunicación de banda ancha, una señal de comunicación de banda amplia), un canal (por ejemplo, un canal de 2,4 gigahercios (GHz) o un canal de 5,8 GHz) de un dispositivo multicanal, o una banda de una red celular (por ejemplo, evolución a largo plazo (LTE), comunicación inalámbrica de cuarta generación (4G), comunicación inalámbrica de tercera generación (3G), etc.). En una implementación particular, el ajuste de funcionamiento se asocia con un protocolo de comunicación, tal como un protocolo de comunicación de IEEE o un protocolo celular (por ejemplo, un protocolo LTE, un protocolo de sistema global para comunicaciones móviles (GSM), o un protocolo de acceso múltiple por división de código (CDMA), etc.).

Durante el funcionamiento, el controlador 112 puede recibir o determinar un primer ajuste de funcionamiento. El controlador 112 puede enviar (o ajustar) una o más señales de control al uno o más conmutadores 110. En

respuesta a la una o más señales de control, el uno o más conmutadores 110 proporcionan (por ejemplo, transfieren desde la fuente 106 de tensión de polarización) la primera tensión de polarización (por ejemplo, +1 V) al primer elemento 122 polimérico. Adicionalmente, en respuesta a la una o más señales de control, el uno o más conmutadores 110 proporcionan la segunda tensión de polarización (por ejemplo, -1 V) al segundo elemento 124 polimérico y al tercer elemento 126 polimérico. La primera tensión de polarización cambia la conductividad eléctrica del primer elemento 122 polimérico a una primera conductividad eléctrica de manera que el primer elemento 122 polimérico está en un estado conductor. Al colocar el primer elemento 122 polimérico en el estado conductor se activa el primer elemento 122 polimérico para transmitir o recibir primeras señales de comunicación asociadas con un primer intervalo de frecuencia. Aunque la primera tensión de polarización se está aplicando al primer elemento 122 polimérico, las primeras señales de comunicación pueden recibirse por el primer elemento 122 polimérico y se retransmiten al circuito 108 de comunicación para procesamiento. Adicional o alternativamente, el circuito 108 de comunicación puede generar las primeras señales de comunicación y puede transmitir las primeras señales de comunicación por medio del primer elemento 122 polimérico al tiempo que la primera tensión de polarización se está aplicando al primer elemento 122 polimérico.

Adicionalmente, la segunda tensión de polarización cambia la conductividad eléctrica del segundo elemento 124 polimérico y el tercer elemento 126 polimérico a una segunda conductividad eléctrica de manera que el segundo elemento 124 polimérico y el tercer elemento 126 polimérico están en un estado no conductor (por ejemplo, aislante). La primera conductividad eléctrica puede ser mayor que la segunda conductividad eléctrica. La segunda tensión de polarización desactiva el segundo elemento 124 polimérico y el tercer elemento 126 polimérico. Al tiempo que se está aplicando la segunda tensión de polarización al segundo elemento 124 polimérico y al tercer elemento 126 polimérico, el segundo elemento 124 polimérico y el tercer elemento 126 polimérico no pueden transmitir o recibir señales de comunicación. Aunque se describen como correspondientes a un estado conductor y a un estado no conductor, en otras implementaciones, la primera conductividad eléctrica y la segunda conductividad eléctrica pueden corresponder a otros estados (por ejemplo, estados parcialmente conductores) o a diferentes grados de conductividad eléctrica.

Tras haber transmitido o recibido las primeras señales de comunicación, el controlador 112 puede recibir o determinar un segundo ajuste de funcionamiento. Como ejemplo no limitativo, ilustrativo, el segundo ajuste de funcionamiento puede introducirse mediante un usuario. El controlador 112 puede enviar (o ajustar) la una o más señales de control al uno o más conmutadores 110. En respuesta a la una o más señales de control, el uno o más conmutadores 110 proporcionan la primera tensión de polarización (por ejemplo, +1 V) al tercer elemento 126 polimérico y la segunda tensión de polarización (por ejemplo, -1 V) al primer elemento 122 polimérico y al segundo elemento 124 polimérico. La primera tensión de polarización cambia la conductividad eléctrica del tercer elemento 126 polimérico. Por motivos de ilustración, la primera tensión de polarización activa el tercer elemento 126 polimérico para transmitir o recibir segundas señales de comunicación asociadas con un segundo intervalo de frecuencia. Al tiempo que se aplica la primera tensión de polarización al tercer elemento 126 polimérico, las segundas señales de comunicación pueden recibirse por el tercer elemento 126 polimérico y retransmitirse al circuito 108 de comunicación para procesamiento. Adicional o alternativamente, el circuito 108 de comunicación puede generar las segundas señales de comunicación y transmitir las segundas señales de comunicación por medio del tercer elemento 126 polimérico al tiempo que se aplica la primera tensión de polarización al tercer elemento 126 polimérico.

Adicionalmente, la segunda tensión de polarización puede cambiar la conductividad eléctrica del primer elemento 122 polimérico, el segundo elemento 124 polimérico, o ambos para estar en un estado no conductor (por ejemplo, aislante). La segunda tensión de polarización desactiva el primer elemento 122 polimérico y el segundo elemento 124 polimérico. Al tiempo que se aplica la segunda tensión de polarización al primer elemento 122 polimérico y al segundo elemento 124 polimérico, el primer elemento 122 polimérico y el segundo elemento 124 polimérico no pueden transmitir o recibir señales de comunicación.

Una velocidad de respuesta (por ejemplo, una velocidad de conmutación entre estados conductor y no conductor) del al menos un elemento 104 polimérico pueden ser unos pocos milisegundos. Debido a la velocidad de respuesta del al menos un elemento 104 polimérico, el al menos un elemento 104 polimérico puede recibir señales de corriente alterna (CA) de gran tensión (por ejemplo, mayor que la tensión de polarización) para transmitir señales de comunicación de alta frecuencia (por ejemplo, señales en megahercios) al tiempo que se encuentra en el estado conductor sin conmutar al estado no conductor. Por motivos de ilustración, debido a que una frecuencia de la señal de CA de gran tensión es superior (por ejemplo, más rápida) a la velocidad de respuesta del al menos un elemento 104 polimérico, una polaridad negativa temporal de la señal de CA de gran tensión puede no cambiar la conductividad eléctrica del al menos un elemento 104 polimérico. Por motivos de ilustración, cuando la señal de CA de gran tensión se aplica al al menos un elemento 104 polimérico, el al menos un elemento 104 polimérico puede no responder lo suficientemente rápido (por ejemplo, la sal 160 emeraldina puede no someterse a reducción a la sal leucoemeraldina 170 al tiempo que la señal de CA de gran tensión tiene una polaridad negativa) de manera que la señal de CA de gran tensión no conmutará el al menos un elemento 104 polimérico entre estados conductor y no conductor.

En algunas implementaciones, el sistema 100 de comunicaciones incluye una segunda fuente de tensión de polarización. En tales implementaciones, la segunda fuente de tensión de polarización puede proporcionar la tercera tensión de polarización (por ejemplo, +3V) al tiempo que la fuente 106 de tensión de polarización proporciona la primera tensión de polarización (por ejemplo, +1V) y la segunda tensión de polarización (por ejemplo, -1V). En algunas implementaciones, la fuente 106 de tensión de polarización corresponde a una fuente energética flotante (por ejemplo, una fuente energética sin conexión a tierra). En otras implementaciones, la fuente 106 de tensión de polarización tiene conexión a tierra. Adicional o alternativamente, el al menos un elemento 104 polimérico puede ser flotante o estar conectado a tierra. Adicional o alternativamente, uno o más componentes del circuito 108 de comunicación se acoplan a tierra.

En algunas implementaciones, el al menos un elemento 104 polimérico puede incluir múltiples elementos poliméricos dispuestos como o correspondientes a electrodos. Por ejemplo, el primer elemento 122 polimérico puede funcionar como un cátodo, es decir, en respuesta a la primera tensión de polarización, y el segundo elemento 124 polimérico, el tercer elemento 126 polimérico, o ambos, pueden funcionar como un ánodo, es decir, en respuesta a la segunda tensión de polarización.

Adicionalmente, un elemento polimérico puede funcionar como un conmutador (por ejemplo, un relé) en un circuito o en un circuito flexible. Por motivos de ilustración, el primer elemento 122 polimérico puede estar configurado para conmutar entre el estado conductor para permitir el flujo de corriente y el estado no conductor para desactivar el flujo de corriente. En una implementación particular, un elemento polimérico funciona como un conmutador integrado en antenas reconfigurables no realizadas de polímero. Por ejemplo, el primer elemento 122 polimérico puede estar acoplado a dos partes de metal (por ejemplo, trozos de metal) de la antena reconfigurable no realizada de polímero. La aplicación de una tensión de polarización puede acoplar eléctricamente las dos partes de metal en junto con el primer elemento 122 polimérico y alterar una longitud activa (por ejemplo, una longitud conductora) de la antena reconfigurable no realizada de polímero.

La antena ERP del sistema 100 de comunicaciones proporciona beneficios en comparación con antenas reconfigurables mecánicamente. Por ejemplo, una antena ERP puede estar incluida en un circuito flexible, y el al menos un elemento polimérico puede adaptarse mejor, es más elástico, y más tolerante a la deformación que los componentes de antena metálicos. Adicionalmente, una antena ERP puede tener un coste de materiales más bajo que las antenas de metal porque los polímeros son menos costosos que los metales conductores (por ejemplo, cobre, plata, oro, platino, etc.) usados en antenas no realizadas de polímero. En comparación con antenas reconfigurables mecánicamente, una antena ERP utiliza menos espacio y puede tener menos partes en movimiento. Adicionalmente, las antenas ERP pueden usar menos energía para reconfigurar (por ejemplo, cambiar frecuencias de funcionamiento) en comparación con antenas reconfigurables mecánicamente. Además, las antenas ERP pueden cambiar o conmutar entre frecuencias de funcionamiento (por ejemplo, reconfigurarse) más rápido que las antenas reconfigurables mecánicamente.

La figura 2 ilustra diagramas a modo de ejemplo de configuraciones de antena ERP. En la figura 2, se representan tres configuraciones 202, 204, 206 ilustrativas de materiales de intercambio iónico y elementos poliméricos y se designan, generalmente, con 200. En una primera configuración 202, el primer elemento 122 polimérico y el segundo elemento 124 polimérico se acoplan (por ejemplo, se acoplan eléctricamente) al material 102 de intercambio iónico. Tal como se ilustra en la figura 2, una parte de cada uno de los elementos 122 y 124 poliméricos se acopla a un lado de una única capa del material 102 de intercambio iónico.

En una segunda configuración 204, el primer elemento 122 polimérico y el segundo elemento 124 polimérico se encapsulan por el material 102 de intercambio iónico. El material 102 de intercambio iónico también se acopla a (o se encapsula por) dos capas 222, 224 de material no reactivo, tal como PVDF. En comparación con la primera configuración 202, la segunda configuración 204 tiene una zona de contacto de mayor superficie entre los elementos 122 y 124 poliméricos y el material 102 de intercambio iónico. Por consiguiente, la segunda configuración 204 proporciona más zona de superficie para el intercambio de electrones (o iones) entre el material 102 de intercambio iónico y los elementos 122 y 124 poliméricos durante la oxidación o reducción de los elementos 122 y 124 poliméricos en comparación con la primera configuración 202. Por tanto, los elementos 122 y 124 poliméricos en la segunda configuración 204 pueden conmutar entre el estado conductor y el estado no conductor (u otros estados conductores) más rápido, pueden ser más conductores, o ambas, en comparación con la primera configuración 202.

En una tercera configuración 206, el primer elemento 122 polimérico y el segundo elemento 124 polimérico se acoplan a (y se colocan entre) una primera capa del material 102 de intercambio iónico y una segunda capa de material 234 de intercambio iónico. Aunque el primer elemento 122 polimérico y el segundo elemento 124 polimérico se ilustran como teniendo secciones transversales circulares (o elípticas) y formas en línea recta, en otras implementaciones uno o más de los elementos 122, 124 poliméricos pueden tener una forma en sección transversal diferente (por ejemplo, plana, rectangular, etc.), pueden tener una forma diferente (bobina, hexágono, etc.), pueden tener diferentes dimensiones (por ejemplo, anchura o longitud), o una combinación de las mismas. La tercera configuración 206 proporciona más zona de superficie para el intercambio de electrones (o iones) entre las capas de material 102, 234 de intercambio iónico y los elementos 122 y 124 poliméricos durante la oxidación o reducción de los elementos 122 y 124 poliméricos en comparación con la primera configuración 202 y puede ser menos costosa y compleja de fabricar que la segunda configuración 204.

Adicionalmente, una o más de las configuraciones 202, 204, 206 pueden incluir una o más capas adicionales, tales como una capa 242 protectora (por ejemplo, un revestimiento), una capa 244 adhesiva, o ambas, tal como se ilustra en la tercera configuración 206. La capa 242 protectora está configurada para proteger y/o aislar los elementos 122, 124 poliméricos y el material 102, 234 de intercambio iónico frente a otros componentes, condiciones ambientales, o ambas. La capa 242 protectora está en contacto con la primera capa de material 102 de intercambio iónico tal como se ilustra en la tercera vista 306. En otras implementaciones, la capa 242 protectora puede estar en contacto con los elementos 122, 124 poliméricos o una capa de material no reactivo (por ejemplo, las capas 222, 224). Tal como se ilustra en la tercera configuración 206, la capa 242 adhesiva está en contacto con la segunda capa del material 234 de intercambio iónico. En otras implementaciones, la capa 242 adhesiva puede estar en contacto con los elementos 122, 124 poliméricos o una capa de material no reactivo (por ejemplo, las capas 222, 224). La capa 244 adhesiva puede estar configurada para acoplarse o adherirse a una superficie (por ejemplo, una superficie de un vehículo o una estructura) por medio de tensión de superficie (por ejemplo, tensión de superficie de fuerzas intermolecular de moléculas de la capa 244 adhesiva), electricidad estática (por ejemplo, adhesión electrostática o fenómeno estático), o un material adhesivo.

Las configuraciones 202, 204, 206 pueden producirse por medio de pulverización, revestimiento por evaporación, deposición química de vapor (CVD), deposición física de vapor (PVD), impresión (por ejemplo, impresión 3D), etc. En tales implementaciones en las que las configuraciones 202, 204, 206 se producen mediante impresión, una impresora (por ejemplo, una impresora 3D) puede depositar materiales en uno o más pases para formar uno o más de los elementos 122, 124 poliméricos, las capas del material 102, 234 de intercambio iónico, las capas 222, 224 del material no reactivo, la capa 242 protectora, o la capa 244 adhesiva. En una implementación particular, las configuraciones 202, 204, 206 pueden producirse como un aplique. Por ejemplo, las configuraciones 202, 204, 206 pueden incluir una o más de la capa 242 protectora o la capa 244 adhesiva. El aplique es flexible y puede adaptarse a una forma de una superficie a la que se acopla el aplique. El aplique puede incluir o corresponder a una antena conforme y puede estar acoplado a un vehículo, tal como una aeronave.

La figura 3 ilustra una configuración 300 a modo de ejemplo de una antena ERP. La configuración 300 de la antena ERP puede estar incluida en un sistema de comunicaciones, tal como el sistema 100 de comunicaciones de la figura 1. En la figura 3, un sustrato 302 incluye dos materiales 102, 234 de intercambio iónico colocados entre cuatro elementos 122, 124, 126, 328 poliméricos. El material 102 de intercambio iónico (por ejemplo, un primer material de intercambio iónico) se coloca entre el primer elemento 122 polimérico y el segundo elemento 124 polimérico. Un segundo material 234 de intercambio iónico se coloca entre el tercer elemento 126 polimérico y un cuarto elemento 328 polimérico. Como ejemplo no limitativo, ilustrativo, el sustrato 302 pueden incluir o corresponder a una placa de circuito impreso flexible. En otras implementaciones, el sustrato 302 puede incluir más de dos materiales de intercambio iónico o menos de dos materiales de intercambio iónico. Adicional o alternativamente, el sustrato 302 puede incluir más elementos poliméricos o menos elementos poliméricos.

Los elementos 122, 124, 126, 328 poliméricos están configurados para recibir una tensión de polarización procedente de la fuente 106 de tensión de polarización y para transmitir y recibir señales de comunicación de manera inalámbrica. Los elementos 122, 124, 126, 328 poliméricos reciben una tensión de polarización (por ejemplo, señales de CC) desde la fuente 106 de tensión de polarización en una primera ubicación (por ejemplo, un extremo superior tal como se ilustra en la figura 3) y están configurados para transmitir señales de comunicación recibidas a y recibir señales de comunicación que van a transmitirse (por ejemplo, señales de CA) del circuito 108 de comunicación desde una segunda ubicación (por ejemplo, tal como un extremo inferior tal como se ilustra en la figura 3).

Tal como se ilustra en la figura 3, la fuente 106 de tensión de polarización emite tensión de polarización en cuatro líneas 342, 344, 346, 348 a los elementos 122, 124, 126, 328 poliméricos. En otras implementaciones, la fuente 106 de tensión de polarización puede emitir más de cuatro líneas o menos de cuatro líneas y las líneas se controlan mediante conmutadores, tales como el uno o más conmutadores 110 de la figura 1.

Durante el funcionamiento, la fuente 106 de tensión de polarización proporciona una primera tensión de polarización (por ejemplo, una tensión de polarización positiva) al primer elemento 122 polimérico y el cuarto elemento 328 polimérico por medio de las líneas 342, 348 y proporciona una segunda tensión de polarización (por ejemplo, una tensión de polarización negativa) al segundo elemento 124 polimérico y al tercer elemento 126 polimérico por medio de las líneas 344, 346. La primera tensión de polarización provoca que el primer elemento 122 polimérico y el cuarto elemento 328 polimérico se oxiden y se encuentren en un estado conductor. La segunda tensión de polarización provoca que el segundo elemento 124 polimérico y el tercer elemento 126 polimérico se reduzcan y se encuentren en un estado no conductor (por ejemplo, aislante). Cuando el segundo elemento 124 polimérico y el tercer elemento 126 polimérico se encuentran en el estado aislante, el segundo elemento 124 polimérico y el tercer elemento 126 polimérico no transmiten ni reciben señales de comunicación.

La fuente 106 de tensión de polarización o la disposición de conmutación entre la fuente de tensión de polarización y los elementos 122, 124, 126, 328 poliméricos está configurada para conmutar las tensiones de polarización proporcionadas a uno o más de los elementos 122, 124, 126, 328 poliméricos para permitir la transmisión y recepción de señales de comunicación. Por motivos de ilustración, para permitir la transmisión, recepción, o ambas, de señales de comunicación, la fuente 106 de tensión de polarización proporciona la segunda tensión de

polarización (por ejemplo, la tensión de polarización negativa) al primer elemento 122 polimérico y al cuarto elemento 328 polimérico por medio de las líneas 342, 348 y proporciona la primera tensión de polarización (por ejemplo, una tensión de polarización positiva) al segundo elemento 124 polimérico y al tercer elemento 126 polimérico por medio de las líneas 344, 346. La segunda tensión de polarización provoca que el primer elemento 122 polimérico y el cuarto elemento 328 polimérico se reduzcan y se encuentren en el estado no conductor (por ejemplo, aislante). La primera tensión de polarización provoca que el segundo elemento 124 polimérico y el tercer elemento 126 polimérico se oxiden y se encuentren en el estado conductor. Al tiempo que el segundo elemento 124 polimérico y el tercer elemento 126 polimérico se encuentran en el estado conductor, el segundo elemento 124 polimérico y el tercer elemento 126 polimérico pueden transmitir y/o recibir señales de comunicación. Como ejemplo no limitativo, ilustrativo, el segundo elemento 124 polimérico puede transmitir señales de comunicación y el tercer elemento 126 polimérico puede recibir señales de comunicación. Como otro ejemplo, el segundo elemento 124 polimérico puede transmitir y/o recibir primeras señales de comunicación que tienen una primera frecuencia y el tercer elemento 126 polimérico puede transmitir y/o recibir segundas señales de comunicación que tienen una segunda frecuencia.

Aunque los elementos 122, 124, 126, 328 poliméricos se ilustran del mismo tamaño en la figura 3, en otras implementaciones uno o más de los elementos 122, 124, 126, 328 poliméricos tienen un tamaño diferente (por ejemplo, longitud). Por ejemplo, los elementos 122, 124 poliméricos pueden ser más cortos que los elementos 126, 328 poliméricos para permitir la transmisión y/o recepción de señales que tienen diferentes frecuencias. En tales implementaciones, la fuente 106 de tensión de polarización puede proporcionar diferentes tensiones de polarización de magnitud a uno o más de los elementos 122, 124, 126, 328 poliméricos. Por ejemplo, la fuente 106 de tensión de polarización puede proporcionar una tensión de polarización de mayor magnitud a los elementos 126, 328 poliméricos. La configuración 300 puede producirse por medio de pulverización, evaporación revestimiento, deposición química de vapor (CVD), deposición física de vapor (PVD), impresión (por ejemplo, impresión 3D), etc. la configuración 300 puede producirse como un aplique, tal como se describe con referencia a la figura 2.

La figura 4 ilustra un ejemplo de un circuito 400 que incluye una antena ERP a modo de ejemplo. El circuito 400 puede estar incluido en un sistema de comunicaciones, tal como el sistema 100 de comunicaciones de la figura 1. El circuito 400 incluye múltiples elementos poliméricos que pueden acoplarse de manera selectiva entre sí. En la figura 4, el primer elemento 122 polimérico puede acoplarse de manera selectiva en serie con el segundo elemento 124 polimérico. Por motivos de ilustración, el circuito 400 incluye un primer conmutador 412 y un segundo conmutador 414 configurados para desacoplar el segundo elemento 124 polimérico del primer elemento 122 polimérico. Tal como se ilustra en la figura 4, el primer conmutador 412 y el segundo conmutador 414 son conmutadores unipolares, de dos direcciones (por ejemplo, conmutadores de tres vías). En otras implementaciones, pueden usarse otros tipos de conmutadores (por ejemplo, transistores, conmutadores de tres posiciones, conmutadores bipolares de dos direcciones, etc.) y/o pueden usarse más de dos conmutadores o menos de dos conmutadores. Adicional o alternativamente, el circuito 400 puede incluir múltiples elementos poliméricos acoplados en paralelo entre sí. Los conmutadores 412, 414 se controlan mediante un controlador (no se muestra), tal como el controlador 112 de la figura 1.

Durante el funcionamiento, los conmutadores 412, 414 pueden estar en una primera posición tal como se ilustra en un primer diagrama 402. Cuando los conmutadores 412, 414 están en la primera posición, la fuente 106 de tensión de polarización puede proporcionar una tensión de polarización al primer elemento 122 polimérico y puede no proporcionar la tensión de polarización al segundo elemento 124 polimérico. En respuesta a la recepción de una primera tensión de polarización, el primer elemento 122 polimérico puede cambiar al estado conductor, tal como se describe con referencia a la figura 1. Al tiempo que el primer elemento 122 polimérico recibe la primera tensión de polarización, el primer elemento 122 polimérico puede transmitir y/o recibir primeras señales de comunicación, tal como se describe con referencia a la figura 1. Las primeras señales de comunicación están asociadas con una primera banda o tipo de comunicación, tal como una banda Wi-Fi.

El circuito 400 puede cambiar entre la primera banda (por ejemplo, la banda Wi-Fi) y una segunda banda (por ejemplo, una banda LTE). El controlador activa los conmutadores 412, 414 de la primera posición (tal como se ilustra en el primer diagrama 402) a una segunda posición (tal como se ilustra en un segundo diagrama 404) para conectar el segundo elemento 124 polimérico a la fuente 106 de tensión de polarización y para conectar el primer elemento 122 polimérico y el segundo elemento 124 polimérico en serie. Cuando los conmutadores 412, 414 están en la segunda posición, la fuente 106 de tensión de polarización puede proporcionar una tensión de polarización al primer elemento 122 polimérico y al segundo elemento 124 polimérico. En respuesta a la recepción de la primera tensión de polarización (o una segunda tensión de polarización), el primer elemento 122 polimérico y el segundo elemento 124 polimérico pueden cambiar al estado conductor, tal como se describe con referencia a la figura 1.

Dado que el primer elemento 122 polimérico y el segundo elemento 124 polimérico están en el estado conductor y se acoplan en serie, una longitud activa del ERP aumenta y una frecuencia de funcionamiento del ERP puede cambiar (por ejemplo, disminuir). Al tiempo que el primer elemento 122 polimérico y el segundo elemento 124 polimérico reciben la primera tensión de polarización (o la segunda tensión de polarización), los elementos 122, 124 poliméricos acoplados pueden transmitir y/o recibir segundas señales de comunicación, tal como se describe con referencia a la figura 1. Las segundas señales de comunicación están asociadas con la segunda banda o tipo de comunicación (por ejemplo, la banda LTE).

En algunas implementaciones, los conmutadores 412, 414 pueden implementarse como elementos poliméricos (por ejemplo, conmutadores poliméricos) y pueden conmutarse entre la primera posición y la segunda posición en respuesta a la recepción de una tensión de polarización procedente de la fuente 106 de tensión de polarización u otra fuente de tensión de polarización. En una implementación particular, los elementos 122, 124 poliméricos pueden

5 sustituirse por elementos de antena de metal y los conmutadores poliméricos pueden funcionar para acoplar de manera selectiva un segundo elemento de antena de metal a un primer elemento de antena de metal para cambiar entre la primera banda y la segunda banda. Adicionalmente, pueden usarse conmutadores poliméricos como alternativa a conmutadores metálicos en circuitos flexibles o en circuitos no metálicos y pueden proporcionar más flexibilidad que los conmutadores metálicos.

10 El circuito 400 (o una parte del mismo) puede producirse como un aplique, tal como se describe con referencia a la figura 2. Por ejemplo, uno o más de los múltiples elementos 122, 124 poliméricos pueden formarse en o como una capa de un aplique. Mediante la conmutación entre la primera banda y la segunda banda reconfigurando el circuito 400, el circuito 400 puede reducir el consumo de energía en comparación con circuitos que funcionan en más de una banda sin apagar una antena o circuitería para procesar las más de una bandas.

15 La figura 5 ilustra un método 500 de funcionamiento de un sistema de comunicaciones que incluye una antena ERP. El método 500 puede realizarse mediante el sistema 100 de comunicaciones de la figura 1 o el controlador 112 de la figura 1. El método 500 incluye, en 502, aplicar una tensión de polarización al al menos un elemento polimérico para cambiar la conductividad eléctrica del al menos un elemento polimérico. La tensión de polarización puede generarse y proporcionarse mediante una fuente de tensión de polarización. La fuente de tensión de polarización puede incluir

20 o corresponder a la fuente 106 de tensión de polarización de la figura 1, y el material de intercambio iónico pueden incluir o corresponder al material 102 de intercambio iónico de la figura 1.

El al menos un elemento polimérico puede incluir o corresponder al al menos un elemento 104 polimérico de la figura 1. En algunas implementaciones, al menos un elemento polimérico incluye múltiples elementos poliméricos que incluyen un primer elemento polimérico y un segundo elemento polimérico. Por ejemplo, el primer elemento

25 polimérico puede incluir o corresponder al elemento 122 polimérico de la figura 1, y el segundo elemento polimérico puede incluir o corresponder al elemento 124 polimérico de la figura 1. En algunos ejemplos, el primer elemento polimérico se asocia con un primer intervalo de frecuencia de comunicación, y el segundo elemento polimérico se asocia con un segundo intervalo de frecuencia de comunicación. Por motivos de ilustración, el primer intervalo de frecuencia de comunicación y el segundo intervalo de frecuencia de comunicación pueden corresponder a un

30 intervalo de frecuencia de banda estrecha, un intervalo de frecuencia de banda ancha, un intervalo de frecuencia de banda extensa, un canal de 2,4 GHz, un canal de 5,8 GHz, o una banda celular (por ejemplo, LTE 4G, 3G, etc.), tal como se describe con referencia a la figura 1. En una implementación particular, el primer intervalo de frecuencia de comunicación se asocia con un protocolo de comunicación IEEE 802.11 y el segundo intervalo de frecuencia de comunicación se asocia con un protocolo celular de comunicación (por ejemplo, LTE, GSM, CDMA, etc.).

35 El método 500 incluye, además, al tiempo que se aplica la tensión de polarización, transmitir o recibir señales de comunicación por medio del al menos un elemento polimérico, en 504. Tal como se describió anteriormente, la aplicación de la tensión de polarización al al menos un elemento polimérico puede activar el al menos un elemento polimérico, permitir que el al menos un elemento polimérico transmita o reciba señales de comunicación. En algunos ejemplos, el sistema de comunicaciones incluye un circuito de comunicación, tal como el circuito 108 de

40 comunicación descrito anteriormente con referencia a la figura 1. El circuito de comunicación puede transmitir y/o recibir señales de comunicación, tal como se describió anteriormente con referencia a la figura 1.

La tensión de polarización puede aplicarse al al menos un elemento polimérico tal como se describió anteriormente con referencia a la figura 1. Por motivos de ilustración, el sistema de comunicaciones puede incluir uno o más conmutadores, tales como el uno o más conmutadores 110 de la figura 1, y puede incluir un controlador, tal como el

45 controlador 112 de la figura 1. El controlador puede estar acoplado al uno o más conmutadores y el uno o más conmutadores pueden estar acoplados a la fuente de tensión de polarización. El controlador puede transmitir señales de control al uno o más conmutadores para aplicar la tensión de polarización al al menos un elemento polimérico tal como se describió anteriormente con referencia a la figura 1.

En algunas implementaciones en las que el al menos un elemento polimérico incluye un primer elemento polimérico y un segundo elemento polimérico, el método 500 incluye, además, seleccionar la primera frecuencia de comunicación y aplicar una tensión de polarización correspondiente al primer elemento polimérico para configurar el primer elemento polimérico para que funcione a la primera frecuencia de comunicación. Por ejemplo, la primera

50 frecuencia de comunicación puede seleccionarse mediante el controlador 112, tal como se describió anteriormente con referencia a la figura 1. La aplicación de la primera tensión de polarización al primer elemento polimérico puede cambiar la conductividad eléctrica del primer elemento polimérico, tal como de un primer estado (por ejemplo, no conductor o un estado menos conductor) a un segundo estado (por ejemplo, un estado conductor o un estado más conductor).

El método 500 también puede incluir aplicar una segunda tensión de polarización a un segundo elemento polimérico del al menos un elemento polimérico para cambiar la conductividad eléctrica del segundo elemento polimérico. Por

60 ejemplo, la aplicación de la segunda tensión de polarización al segundo elemento polimérico puede cambiar la

conductividad eléctrica del segundo elemento polimérico a un estado no conductor (o a un estado menos conductor), tal como se describió anteriormente con referencia a la figura 1. Además, para transmitir o recibir señales de comunicación por medio del primer elemento polimérico, el método 500 incluye, además, transmitir o recibir segundas señales de comunicación por medio del segundo elemento polimérico. Las segundas señales de comunicación tienen un segundo intervalo de frecuencia que es diferente de un primer intervalo de frecuencia asociado con las señales de comunicación. Por ejemplo, el primer intervalo de frecuencia puede estar asociado con un protocolo de comunicación IEEE 802.11 y el segundo intervalo de frecuencia puede estar asociado con un protocolo celular de comunicación. Al utilizar una antena ERP para transmitir o recibir señales de comunicación, puede reducirse un tamaño de un dispositivo electrónico en comparación con un dispositivo electrónico que utiliza múltiples antenas o antenas reconfigurables mecánicamente para transmitir o recibir señales de comunicación.

En algunas implementaciones, el método 500 incluye, además, activar al menos un conmutador, en donde, en respuesta a la activación del al menos un conmutador, un primer elemento polimérico del al menos un elemento polimérico se acopla en serie con un segundo elemento polimérico del al menos un elemento polimérico. El al menos un conmutador puede incluir o corresponder al conmutador 412 de la figura 4, el conmutador 414 de la figura 4, o ambos. Una longitud activa del al menos un elemento polimérico tras activar el al menos un conmutador puede ser mayor que una longitud activa del al menos un elemento polimérico antes de activar al menos un conmutador, tal como se describe con referencia a la figura 4.

Haciendo referencia a la figura 6, se muestra un diagrama de bloques de una realización ilustrativa de una aeronave 600 (por ejemplo, un avión o un *drone*). Tal como se muestra en la figura 6, la aeronave 600 incluye un fuselaje 618, un interior 622, una antena 602, y una pluralidad de sistemas 620. Los sistemas 620 pueden incluir uno o más de un sistema 624 de propulsión, un sistema 626 eléctrico, un sistema 630 hidráulico, un sistema 628 ambiental, y un sistema 660 de comunicaciones. Puede incluirse cualquier número de sistemas adicionales en la aeronave 600. El sistema 660 de comunicaciones incluye la fuente 106 de tensión de polarización, el circuito 108 de comunicación, el uno o más conmutadores 110, y el controlador 112 de la figura 1. El sistema 660 de comunicaciones puede incluir la antena 602, o la antena 602 puede estar separada del sistema 660 de comunicaciones. La antena 602 incluye el material 102 de intercambio iónico y el al menos un elemento 104 polimérico de la figura 1. La antena 602 puede instalarse, o acoplarse a la aeronave 600 como un aplique. En tales implementaciones, la antena 602 puede incluir un sustrato flexible y puede corresponder a una antena conforme. La antena conforme puede estar acoplada a una superficie exterior curva de la aeronave 602. La antena 602, la fuente 106 de tensión de polarización, el circuito 108 de comunicación, el uno o más conmutadores 110, y el controlador 112 están configurados para transmitir o recibir una o más señales de comunicación tal como se describió anteriormente con referencia a las figuras 1-5. Por ejemplo, el controlador 112 puede estar configurado para ejecutar instrucciones ejecutables por ordenador (por ejemplo, un programa de una o más instrucciones) almacenadas en una memoria. Las instrucciones, cuando se ejecutan, provocan que el controlador 112 realice una o más operaciones del método 500.

Las ilustraciones de los ejemplos descritos en el presente documento están destinadas a proporcionar una comprensión general de la estructura de las diversas implementaciones. Las ilustraciones no están destinadas a servir de descripción completa de todos los elementos y características del aparato y los sistemas que utilizan las estructuras o métodos descritos en el presente documento. Muchas otras implementaciones pueden resultar evidentes para los expertos en la técnica tras revisar la divulgación. Otras implementaciones pueden utilizarse y derivar de la divulgación, de manera que puedan realizarse sustituciones y cambios estructurales y lógicos sin alejarse del alcance de la divulgación. Por ejemplo, pueden realizarse operaciones del método en un orden diferente del mostrado en las figuras o pueden omitirse una o más operaciones del método. Por consiguiente, la divulgación y las figuras deben considerarse como ilustrativas en lugar de restrictivas.

Además, aunque se hayan ilustrado y descrito ejemplos específicos en el presente documento, debe apreciarse que cualquier disposición posterior diseñada para lograr los mismos resultados o similares puede sustituirse por las implementaciones específicas mostradas. Esta divulgación está destinada a incluir todas y cada una de las adaptaciones o variaciones posteriores de diversas implementaciones. Las combinaciones de las implementaciones anteriores, y de otras implementaciones no descritas específicamente en el presente documento, resultarán evidentes para los expertos en la técnica tras la revisión de la descripción.

El resumen de la divulgación se presenta con la suposición de que no se usará para interpretar o limitar el alcance o significado de las reivindicaciones. Además, en la descripción detallada anterior, diversas características pueden agruparse o describirse en conjunto en una única implementación con el fin de optimizar la divulgación. Los ejemplos descritos anteriormente ilustran, pero no limitan la divulgación. También debe comprenderse que son posibles numerosas modificaciones y variaciones según los principios de la presente divulgación. Tal como reflejan las siguientes reivindicaciones, el contenido reivindicado puede estar dirigido a menos de todas las características de cualquiera de los ejemplos dados a conocer. Por consiguiente, el alcance de la divulgación se define por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Antena que comprende:
un material (102; 234) de intercambio iónico; y
al menos un elemento (104; 122, 124, 126) polimérico para acoplarse a un circuito de comunicación,
- 5 en la que el al menos un elemento polimérico está configurado para, en respuesta a la recepción de una tensión (106) de polarización, interactuar con el material (102) de intercambio iónico para cambiar la conductividad eléctrica del al menos un elemento polimérico, en la que el al menos un elemento polimérico es una antena de polímero configurada para, de manera inalámbrica, transmitir y recibir señales de comunicación.
- 10 2. Antena según la reivindicación 1, en la que el al menos un elemento polimérico tiene una primera conductividad eléctrica en respuesta a una primera tensión de polarización y tiene una segunda conductividad eléctrica en respuesta a una segunda tensión de polarización, y en la que la primera conductividad eléctrica es superior a la segunda conductividad eléctrica, y en la que la primera conductividad eléctrica del al menos un elemento polimérico se asocia con un estado conductor de la antena, y en la que la segunda conductividad eléctrica del al menos un elemento polimérico se asocia con un estado no conductor de la antena.
- 15 3. Antena según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en la que el al menos un elemento (104; 122, 124, 126) polimérico comprende un material que incluye al menos uno de polianilina, poli(3,4-etilendioxitiofeno), PEDOT, o poli(3,4-propilendioxi pirrol), poli(ProDOP), y en la que el material de intercambio iónico comprende 1-Etil-3-metilimidazolium bis(trifluorometilsulfonil)imida, EMI-IM, y que comprende además una capa de fluoruro de polivinilideno, PVDF, acoplado a o que encapsula el material de intercambio iónico.
- 20 4. Antena según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el al menos un elemento (104; 122, 124, 126) polimérico incluye múltiples elementos poliméricos que incluyen un primer elemento polimérico y un segundo elemento polimérico, en la que el primer elemento polimérico tiene una primera longitud y el segundo elemento polimérico tiene una segunda longitud, siendo la segunda longitud diferente de la primera longitud.
- 25 5. Antena según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el material (102; 234) de intercambio iónico comprende un medio iónico de polímero, en la que el material de intercambio iónico comprende dos capas de intercambio iónico, y en la que el al menos un elemento polimérico se coloca entre las dos capas de intercambio e iones.
- 30 6. Antena según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el al menos un elemento polimérico puede acoplarse de manera selectiva con una fuente (106) de tensión de polarización por medio de uno o más conmutadores (110).
7. Antena según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además un aplique que incluye el material de intercambio iónico y el al menos un elemento polimérico.
8. Antena según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que el al menos un elemento (104; 122, 124, 126) polimérico incluye múltiples elementos poliméricos que incluyen un primer elemento polimérico y un segundo elemento polimérico que pueden acoplarse en serie por medio de dos o más conmutadores.
- 35 9. Sistema de comunicaciones que comprende:
un circuito (108) de comunicación;
una fuente (106) de tensión de polarización; y
una antena según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
- 40 10. Sistema de comunicaciones según la reivindicación 9, que comprende además una red de antenas, incluyendo la red de antenas dicha antena, en la que cada antena de la red de antenas puede conmutar entre un estado conductor y un estado no conductor basándose en la recepción de una tensión de polarización correspondiente procedente de la fuente (106) de tensión de polarización.
- 45 11. Sistema de comunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones 9 o 10, en la que el al menos un elemento (122, 124, 126) polimérico incluye múltiples elementos poliméricos, y en la que la fuente (106) de tensión de polarización está configurada para emitir una tensión de polarización correspondiente a cada elemento polimérico de los múltiples elementos poliméricos para cambiar la conductividad eléctrica de cada elemento polimérico de los múltiples elementos poliméricos.
12. Sistema de comunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, que comprende, además:
50 uno o más conmutadores (110) acoplado al al menos un elemento polimérico y la fuente (106) de tensión de

polarización; y

un controlador (112) acoplado al uno o más conmutadores y configurado para controlar el uno o más conmutadores basándose en un ajuste de frecuencia de comunicación, en la que el uno o más conmutadores transfieren la tensión de polarización procedente de la fuente de tensión de polarización al al menos un elemento polimérico en respuesta a una o más señales de control procedentes del controlador.

5

13. Aeronave que comprende el sistema de comunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en la que el circuito de comunicación, la fuente de tensión de polarización, y la antena están incorporados en la aeronave, y en la que la antena se incluye en un aplique que se acopla a una superficie exterior de la aeronave.

14. Método que comprende: aplicar, a una antena según cualquiera de las reivindicaciones 1 to 8, una tensión de polarización a al menos un elemento polimérico para cambiar conductividad eléctrica del al menos un elemento polimérico; y al tiempo que se aplica la tensión de polarización, de manera inalámbrica, transmitir o recibir señales de comunicación por medio del al menos un elemento polimérico, en la que el al menos un elemento polimérico es una antena de polímero.

10

15. Método según la reivindicación 14, en la que el al menos un elemento polimérico comprende múltiples elementos poliméricos que incluyen un primer elemento polimérico y un segundo elemento polimérico, en la que el primer elemento polimérico se asocia con una primera frecuencia de comunicación, en la que el segundo elemento polimérico se asocia con una segunda frecuencia de comunicación, y que comprende además: seleccionar la primera frecuencia de comunicación; y aplicar una tensión de polarización correspondiente al primer elemento polimérico para configurar el primer elemento polimérico para funcionar a la primera frecuencia de comunicación.

15

20

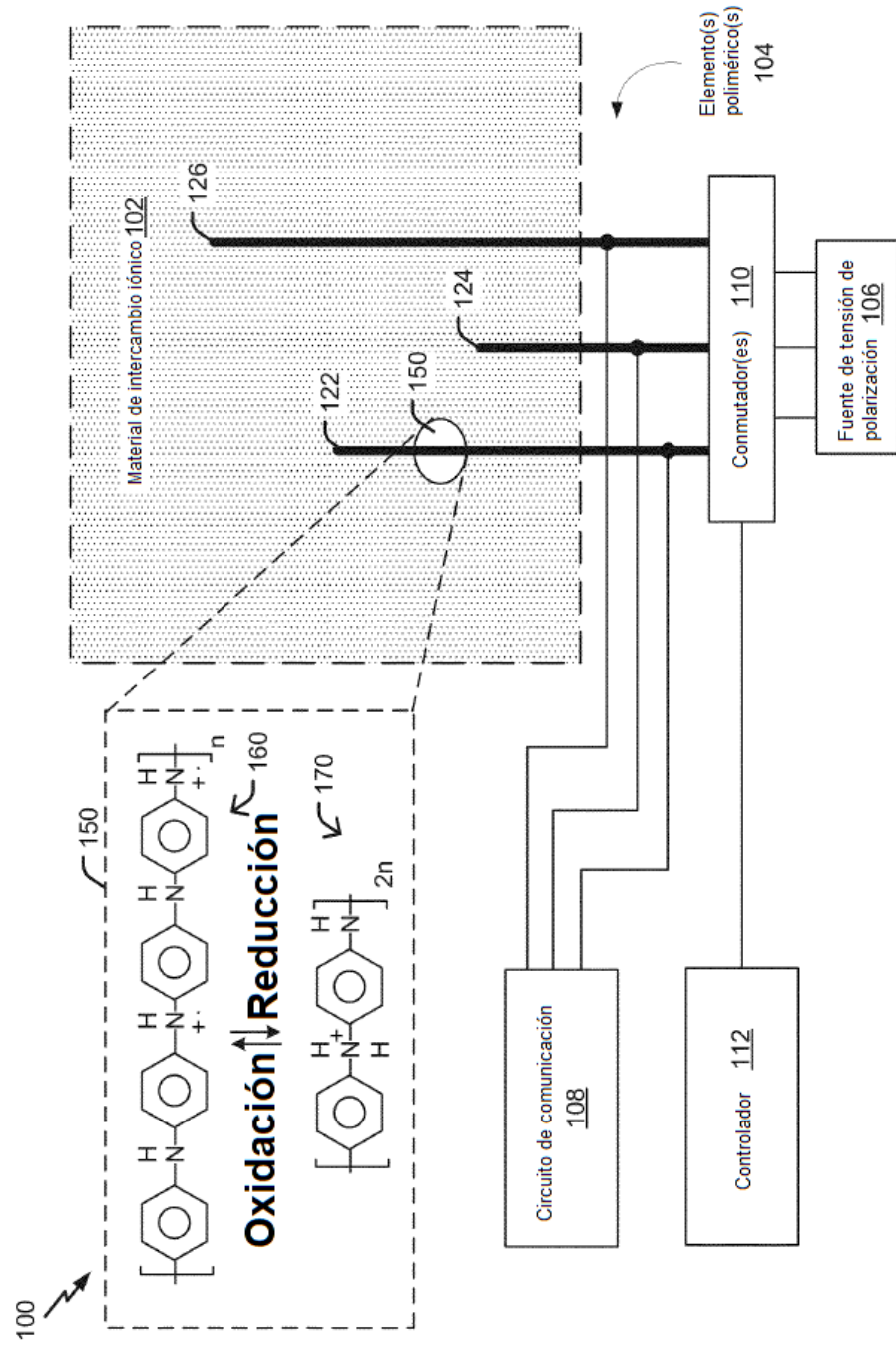


FIG. 1

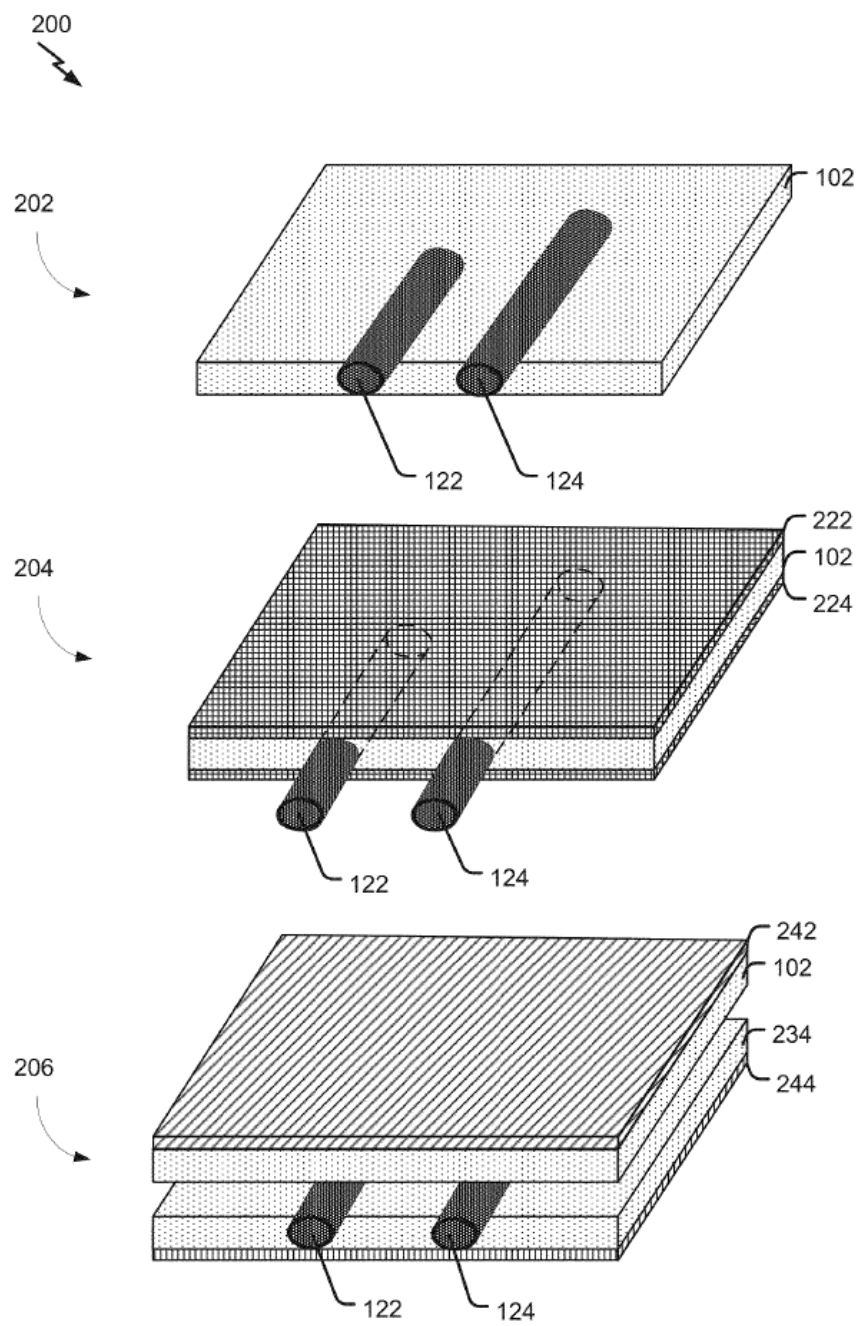


FIG. 2

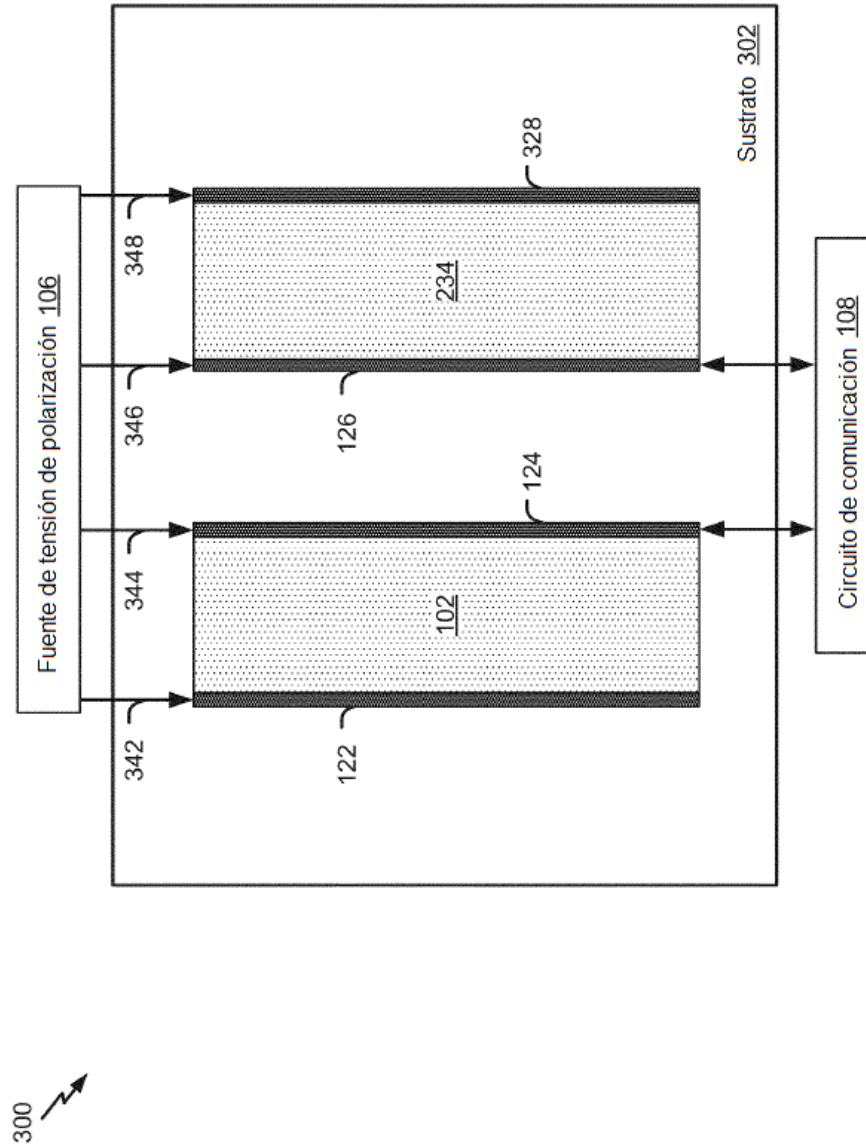


FIG. 3

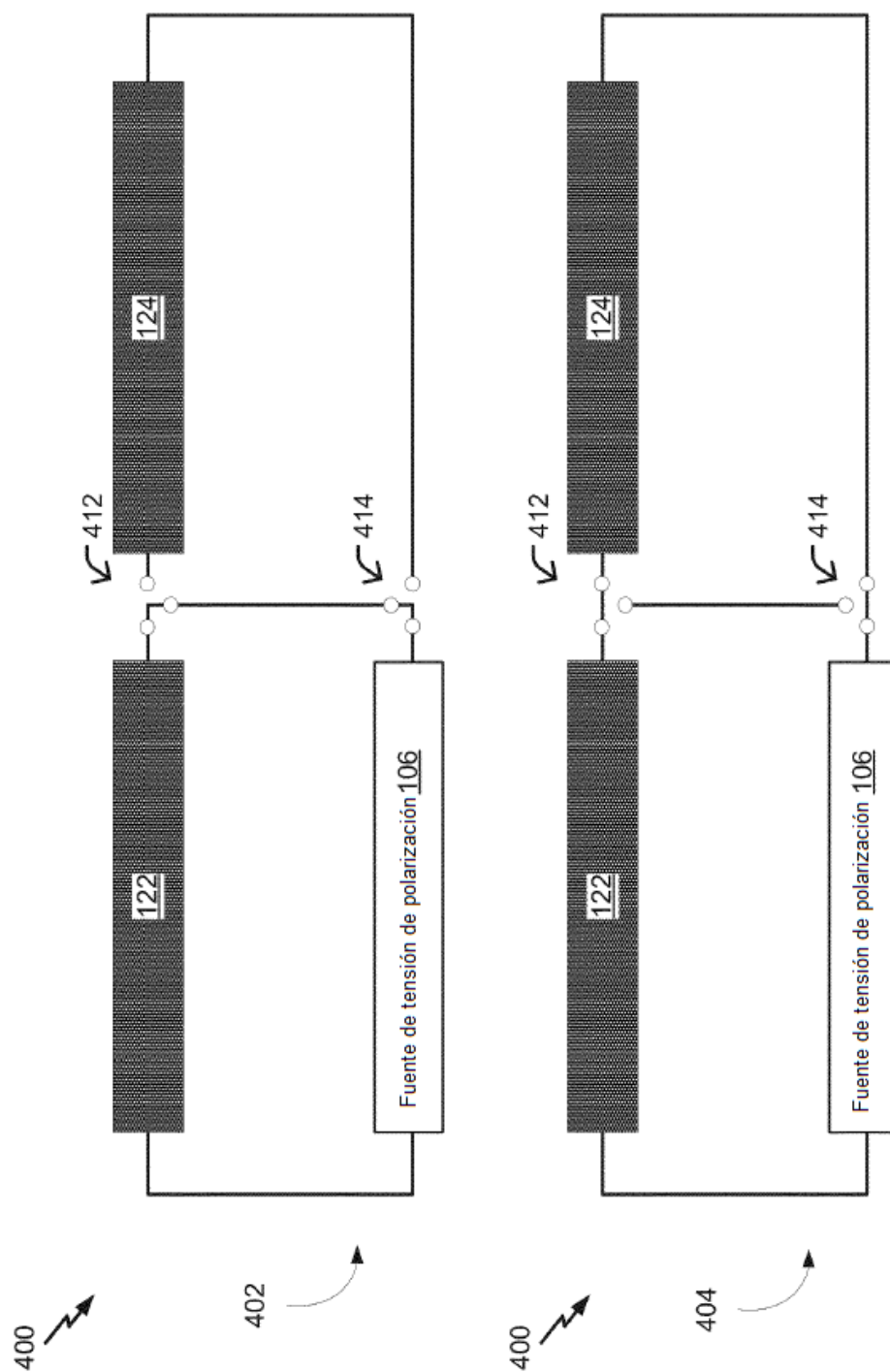


FIG. 4

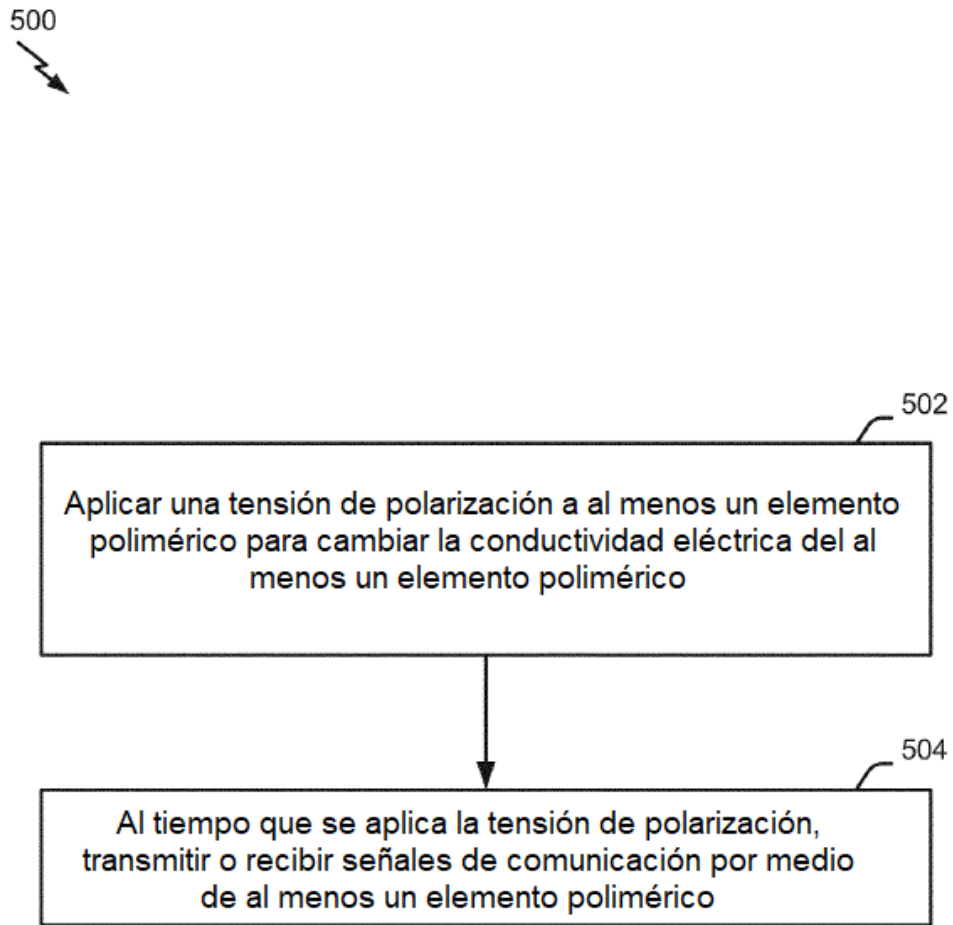


FIG. 5

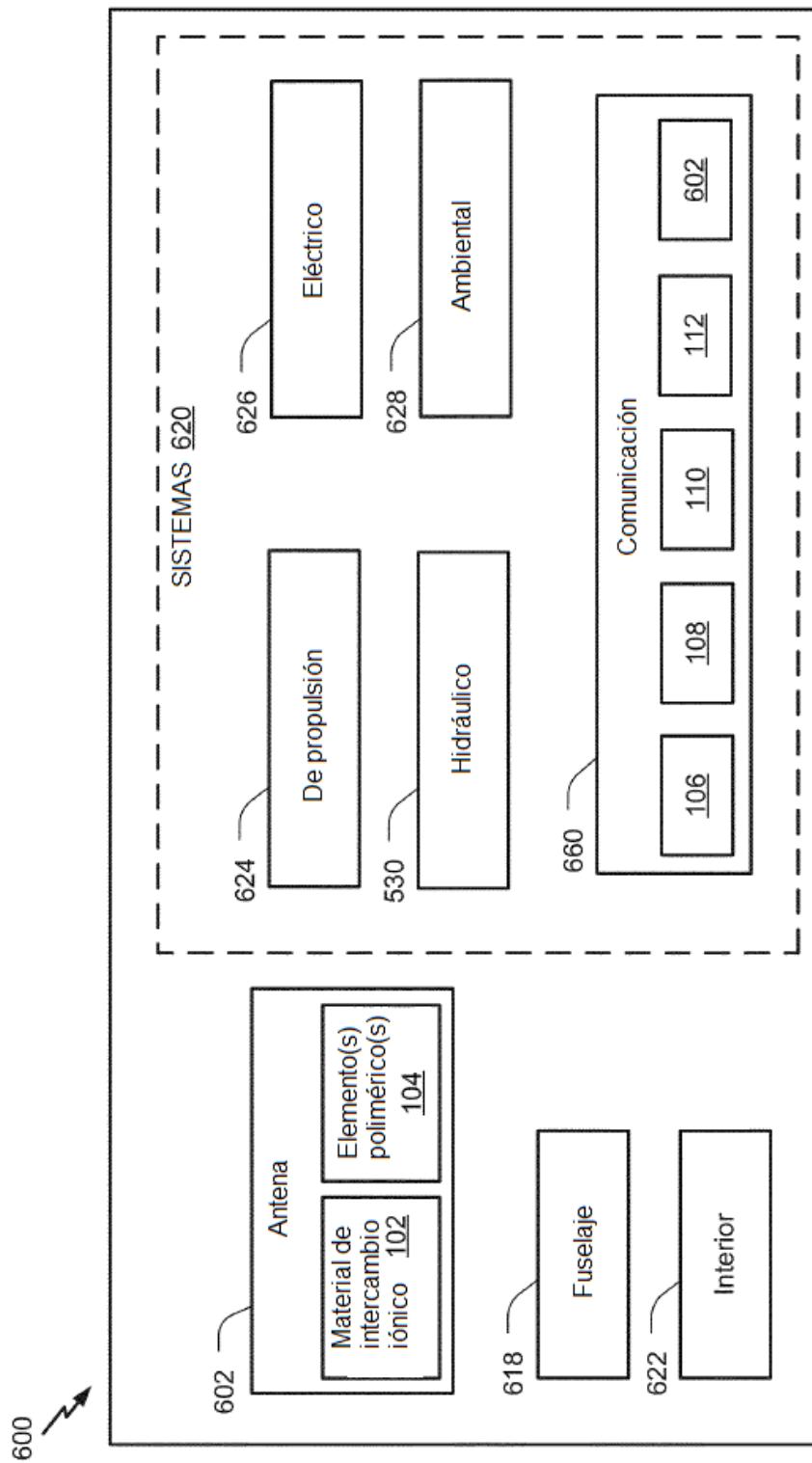


FIG. 6