

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 821 894**

51 Int. Cl.:

H01Q 9/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.07.2016 PCT/EP2016/067893**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2017 WO17017134**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2016 E 16744394 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020 EP 3329549**

54 Título: **Antena de parche de microbanda acoplada a una línea de alimentación, con polarización circular**

30 Prioridad:

30.07.2015 GB 201513565

03.09.2015 GB 201515664

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

28.04.2021

73 Titular/es:

**DRAYSON TECHNOLOGIES (EUROPE) LIMITED
(100.0%)**

**Grand Union Studios, 332 Ladbroke Grove
London W10 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**SOODMAND, SOHEYL;
FRANCISCATTO, BRUNO ROBERTO y
RANGEL, MANUEL PINUELA**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 821 894 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

Antena de parche de microbanda acoplada a una línea de alimentación, con polarización circular

5 [Campo técnico]

[0001] La presente invención se refiere generalmente al campo de las antenas.

[Antecedentes]

10

[0002] Las antenas se utilizan en numerosos campos tales como la recolección de energía inalámbrica, la transferencia de energía inalámbrica y las telecomunicaciones. Las antenas permiten la transmisión y/o recepción de energía o señales, dependiendo de la aplicación. Las siguientes características pueden ser importantes para una antena:

15

- alta ganancia;

- buena pérdida de retorno;

20 - polarización circular (esto puede ser particularmente importante en el modo de recepción, ya que proporciona una capacidad de recepción independiente de la orientación y permite la recepción de más energía inalámbrica en comparación con una antena de polarización lineal);

- una gran área efectiva de antena (para aumentar la cantidad de energía de RF transmitida o recibida);

25

- una pequeña huella;

- preferentemente capacidad de transmisión y/o recepción multibanda (para permitir que la energía de RF se transmita y/o reciba en diferentes bandas de frecuencia);

30

- preferentemente bajo coste de producción;

- preferentemente ligero.

35 **[0003]** La presente invención pretende proporcionar una antena con una o más de las características anteriores.

[0004] Los siguientes documentos son antecedentes de la técnica útiles para comprender la invención.

40 **[0005]** WU J-F y col.: «Broadband circularly-polarised microstrip antenna with switchable polarisation sense», Electronic Letters, IET Stevenage, GB, vol. 42, n.º 24, 23 de noviembre de 2006, páginas 1374-1375.

[0006] SU C-W y col.: «Slot-coupled microstrip antenna for broadband circular polarisation», Electronic Letters, IET Stevenage, GB, vol. 42, n.º 6, 16 de marzo de 2006, páginas 318-319.

45

[0007] El documento FR 2943185 describe una antena de parche con polarización reconfigurable y acoplada por ranuras.

50 **[0008]** ROW J-S: «Design of Aperture-Coupled Annular-Ring Microstrip Antennas for Circular Polarization», IEEE Transactions on Antennas and Propagation, IEEE Service Center, Piscataway, Nueva Jersey, EE. UU., vol. 53, n.º 5, 1 de mayo de 2005, páginas 1779-1784.

[0009] CHING-WEI LING y col.: «Dual-band circularly polarized dielectric resonator antenna», IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, Nueva York, 22 de junio de 2003, páginas 496-499, vol. 3.

55

[0010] MARIUSZ PERGOL y col.: «Broadband microstrip patch antenna with reduced transversal size», MIKON 2010, 18th International Conference on Microwaves, Radar and Wireless Communications, IEEE, Piscataway, Nueva Jersey, EE. UU., 14 de junio de 2010, páginas 1-3.

60 [Resumen]

[0011] En las reivindicaciones adjuntas se expone un aspecto de la presente invención. Las realizaciones se proporcionan en las reivindicaciones dependientes.

65 [Breve descripción de los dibujos]

[0012] A continuación, se describirán realizaciones de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares designan partes iguales o correspondientes y en los que:

- 5 La figura 1A muestra una vista en despiece de una antena de ejemplo descrita en esta invención, la cual no está cubierta por las reivindicaciones.
La figura 1B muestra una vista en planta de la antena de la figura 1A.
- 10 La figura 2 muestra una modificación de la antena de la figura 1A.
La figura 3A muestra una realización de la presente descripción.
La figura 3B muestra una modificación de la antena de la figura 3A.
- 15 La figura 4A muestra una vista de un radiador de una antena utilizada en simulaciones.
La figura 4B muestra una vista de un plano de tierra de la antena utilizada en simulaciones.
- 20 La figura 4C muestra una vista de una línea de alimentación de la antena utilizada en simulaciones.
La figura 5A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en la anchura de la primera ranura del plano de tierra en la antena.
- 25 La figura 5B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con la frecuencia para cambios en la anchura de la primera ranura del plano de tierra en la antena.
La figura 6A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en la anchura de la segunda ranura del plano de tierra en la antena.
- 30 La figura 6B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con la frecuencia para cambios en la anchura de la segunda ranura del plano de tierra en la antena.
La figura 7A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en el radio de la primera ranura del plano de tierra hasta el centro de la ranura.
- 35 La figura 7B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con la frecuencia para cambios en el radio de la primera ranura del plano de tierra hasta el centro de la ranura.
- 40 La figura 8A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en el radio de la segunda ranura del plano de tierra hasta el centro de la ranura.
La figura 8B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con la frecuencia para cambios en el radio de la segunda ranura del plano de tierra hasta el centro de la ranura.
- 45 La figura 9A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S11 varía con la frecuencia para cambios en el ángulo del arco de la primera ranura del plano de tierra.
- 50 La figura 9B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con la frecuencia para cambios en el ángulo del arco de la primera ranura del plano de tierra.
La figura 10A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en el ángulo de arco de la segunda ranura del plano de tierra.
- 55 La figura 10B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con la frecuencia para cambios en el ángulo de arco de la segunda ranura del plano de tierra.
La figura 11A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en el radio desde el centro de la sección interior del radiador hasta el borde exterior de la sección interior.
- 60 La figura 11B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con frecuencia para cambios en el radio desde el centro de la sección interior del radiador hasta
- 65

el borde exterior de la sección interior.

La figura 12A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en la distancia desde el centro de la sección interior del radiador hasta el borde interior del anillo exterior de la sección exterior del radiador.

La figura 12B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con la frecuencia para cambios en la distancia desde el centro de la sección interior del radiador hasta el borde interior del anillo exterior de la sección exterior del radiador.

La figura 13A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en la distancia desde el centro de la sección interior del radiador hasta el borde exterior del anillo exterior de la sección exterior del radiador.

La figura 13B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con la frecuencia para cambios en la distancia desde el centro de la sección interior del radiador hasta el borde exterior del anillo exterior de la sección exterior del radiador.

La figura 14A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en la anchura del anillo de separación entre las secciones interior y exterior del radiador.

La figura 14B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con la frecuencia para cambios en la anchura del anillo de separación entre las secciones interior y exterior del radiador.

La figura 15A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en la longitud de cada una de las ranuras del radiador interiores primera y segunda.

La figura 15B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con frecuencia para cambios en la longitud de cada una de las ranuras del radiador interiores primera y segunda.

La figura 16A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en la anchura de las ranuras del radiador interiores primera y segunda y/o la anchura de las ranuras del radiador exteriores primera y segunda.

La figura 16B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con frecuencia para cambios en la anchura de las ranuras del radiador interiores primera y segunda y/o la anchura de las ranuras del radiador exteriores primera y segunda.

La figura 17A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en la longitud de cada una de las ranuras del radiador exteriores primera y segunda.

La figura 17B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con frecuencia para cambios en la longitud de cada una de las ranuras del radiador exteriores primera y segunda.

La figura 18A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en la longitud de la alimentación de salida de la línea de alimentación.

La figura 18B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con la frecuencia para cambios en la longitud de la alimentación de salida de la línea de alimentación.

La figura 19A comprende resultados de simulación que muestran cómo la magnitud del parámetro S S11 varía con la frecuencia para cambios en el ángulo entre el diámetro en el que se encuentran las ranuras del radiador interiores primera y segunda y la trayectoria de la alimentación de salida cuando el plano de las ranuras del radiador interiores se proyecta en el plano de la línea de alimentación.

La figura 19B comprende resultados de simulación que muestran una carta de Smith de la variación en el parámetro S S11 con cambios de frecuencia para cambios en el ángulo entre el diámetro en el que se encuentran las ranuras del radiador interiores primera y segunda y la trayectoria de la alimentación de salida cuando el plano de las ranuras del radiador interiores se proyecta en el plano de la línea de alimentación.

La figura 20 muestra una modificación de las antenas anteriores.

5 Las figuras 21A, 21B y 21C muestran una carcasa para alojar una línea de alimentación y un plano de tierra, teniendo la carcasa un radiador impreso o galvanoplastificado en ella.

[Descripción detallada]

[Ejemplo de antena]

10

[0013] Se describirá un ejemplo de antena con referencia a las figuras 1A y 1B, las cuales muestran esquemáticamente los componentes de la antena.

15 **[0014]** La antena comprende una línea de alimentación 101, un plano de tierra 102 con una ranura del plano de tierra 1021 en el mismo y un radiador 103. La línea de alimentación 101, el plano de tierra 102 y el radiador 103 están todos formados a partir de un material conductor de la electricidad, tal como el cobre. Se entenderá que, cuando la antena se utiliza en un modo de recogida de energía, por ejemplo, durante la recolección de energía, el radiador 103 actúa como un colector de radiación.

20 **[0015]** En esta antena ejemplar, la línea de alimentación 101 y el plano de tierra 102 están convenientemente formados como capas a cada lado de un sustrato 104. El sustrato está hecho de un material dieléctrico y proporciona un soporte mecánico adecuado para mantener la línea de alimentación 101 en un primer plano y el plano de tierra 102 en un segundo plano separado y paralelo al primer plano. Aquí, el experto en la técnica entenderá que paralelo a no significa que el ángulo entre el plano de la línea de alimentación 101 y el plano del plano de tierra 102 sea estrictamente
25 de cero grados, sino que se abarcan variaciones en el ángulo hasta 62,5 grados, ya que tales variaciones no reducirán significativamente el rendimiento de la antena. Se entenderá además que el sustrato no es un componente esencial y que se puede proporcionar cualquier estructura mecánica adecuada para mantener la línea de alimentación 101 y el plano de tierra 102 en sus respectivos planos.

30 **[0016]** En esta antena ejemplar, la línea de alimentación 101 es una línea de 50 ohmios y se forma convenientemente a partir de una microbanda, pero también podría formarse utilizando una línea plana de bandas paralelas. La línea de alimentación 101 tiene un primer brazo 1011 que actúa como una alimentación de entrada y un segundo brazo 1012, perpendicular al primer brazo, que actúa como una alimentación de salida. Con referencia a la figura 1B, la trayectoria de la ranura del plano de tierra 1021 interseca la trayectoria de la línea de alimentación 101
35 en una primera posición en el primer brazo 1011 y una segunda posición en el segundo brazo 1012 cuando el plano del plano de tierra se proyecta en el plano de la línea de alimentación (o viceversa).

[0017] Aquí, como a lo largo de la descripción y las reivindicaciones, una proyección es la transformación de puntos y líneas de un plano en otro plano conectando puntos correspondientes en los dos planos con líneas paralelas
40 perpendiculares a los planos. Esto equivale a hacer brillar una fuente de luz puntual ubicada en el infinito a través de uno de los planos para formar una imagen de lo que se proporciona del plano en el otro plano.

[0018] Cada intersección de la ranura del plano de tierra 1021 proyectada con la línea de alimentación 101 actúa como una fuente de radiación electromagnética transversal (TEM). La polarización circular se obtiene cuando
45 una de las fuentes TEM se gira en ángulo recto (90 grados) con respecto a la otra. Por consiguiente, los brazos primero y segundo 1011 y 1012 de la línea de alimentación son perpendiculares entre sí. Sin embargo, el experto en la técnica entenderá que perpendicular no significa que el ángulo entre los brazos primero y segundo 1011 y 1012 sea estrictamente de 90 grados, sino que se abarcan variaciones en el ángulo hasta 62,5 grados, ya que tales variaciones no reducirán significativamente el rendimiento de la antena. Además, para proporcionar la polarización circular, la
50 ranura del plano de tierra 1021 está configurada tal que la distancia entre las dos intersecciones de la ranura del plano de tierra 1021 proyectada con la línea de alimentación 101 (es decir, la distancia entre las fuentes TEM) proporciona un desplazamiento de fase de 90 grados para que la banda de ondas de radiación se transmita y/o reciba. Asimismo, en esta antena ejemplar, la ranura del plano de tierra 1021 es un arco circular, y la línea de alimentación 101 y el plano de tierra 102 están posicionados uno respecto al otro tal que el centro del arco circular de la ranura del plano de tierra
55 1021 se encuentra en la intersección del primer brazo 1011 y el segundo brazo 1012 cuando el plano del plano de tierra 102 se proyecta en el plano de la línea de alimentación 101 (o viceversa). Igualmente, con referencia a la figura 1B, la ranura del plano de tierra 1021 en esta antena ejemplar está orientada tal que la bisectriz 110 del ángulo del arco (el ángulo central) de la ranura del plano de tierra 1021 también biseca el ángulo entre los brazos primero y segundo 1011 y 1012 cuando el plano del plano de tierra 102 se proyecta en el plano de la línea de alimentación 101
60 (o viceversa).

[0019] Por tanto, la antena ejemplar es una antena de alimentación única. Los dos modos resonantes ortogonales requeridos son posibles a través de alimentación en serie.

65 **[0020]** Volviendo ahora al radiador 103, este está separado de la línea de alimentación 101 por el plano de

tierra 102. El radiador 103 se mantiene en un tercer plano separado desde, y paralelo a, al plano de tierra 102. Aquí, el experto en la técnica entenderá nuevamente que paralelo a no significa que el ángulo entre el plano del radiador 103 y el plano del plano de tierra 102 sea estrictamente de cero grados, sino que se abarcan variaciones en el ángulo hasta 62,5 grados, ya que tales variaciones no reducirán significativamente el rendimiento de la antena. El espacio entre el radiador 103 y el plano de tierra 102 es preferentemente un espacio de aire, ya que los autores de la invención han descubierto que esto mejora la pérdida de retorno de la antena.

[0021] En esta antena ejemplar, el radiador 103 es circular y está posicionado respecto a la línea de alimentación 101 tal que el centro del radiador 103 se encuentra en la intersección del primer brazo 1011 y el segundo brazo 1012 cuando el plano del radiador 103 se proyecta en el plano de la línea de alimentación 101 (o viceversa).

[0022] La figura 2 muestra una modificación de la antena ejemplar, en la que el radiador 103 incluye ranuras del radiador primera y segunda 2031 y 2032 opcionales, estando las ranuras del radiador primera y segunda 2031 y 2032 en un diámetro del radiador 103 en lados opuestos del centro y en el borde del radiador 103.

[0023] El diámetro en el que se encuentran las ranuras del radiador primera y segunda 2031 y 2032 forma un ángulo α respecto a la trayectoria de la alimentación de salida 1012 cuando el plano del plano de tierra 102 se proyecta en el plano de la línea de alimentación 101 (o viceversa).

[0024] Los autores de la invención han descubierto que esta modificación tiene el efecto de amplificar aún más las características de polarización circular de la antena.

[Realización]

[0025] La figura 3A muestra una realización de la presente descripción con una capacidad de transmisión y/o recepción de doble banda.

[0026] La realización comprende una línea de alimentación 101, un plano de tierra 102 y un radiador 103, como en la antena ejemplar descrita anteriormente. Sin embargo, para proporcionar la capacidad de transmisión y/o recepción de doble banda, se proporciona una segunda ranura del plano de tierra 3022 además de la primera ranura del plano de tierra 1021. Asimismo, el radiador 103 comprende una sección interior circular 3030 y una sección exterior 3032 formada de un anillo exterior, estando la sección interior 3030 y la sección exterior 3032 separadas eléctricamente mediante un anillo de separación 3033. En esta realización, el radiador 103 está formado como un círculo continuo de cobre (u otro material conductor) y, a continuación, las secciones interior y exterior 3030 y 3032 se forman al retirar un anillo de cobre (u otro material conductor) para formar el anillo de separación 3033. Sin embargo, las secciones interior y exterior 3030 y 3032 podrían formarse por separado, y podrían tener un anillo de separación de material aislante entre ellas.

[0027] La realización proporciona una señal de doble banda o capacidad de transmisión y/o recepción de energía. A modo de ejemplo no limitativo, dicha antena podría utilizarse para transmitir y/o recibir señales (o energía) en la banda de ondas wifi (que opera alrededor de los 2,4 GHz) y, al mismo tiempo, en la banda de ondas GSM (que opera alrededor de los 1,8 GHz, denominada GSM 1800).

[0028] La trayectoria de la ranura del primer plano de tierra 1021 interseca la trayectoria de la línea de alimentación 101 en una primera posición en el primer brazo 1011 y una segunda posición en el segundo brazo 1012 cuando el plano del plano de tierra 102 se proyecta en el plano de la línea de alimentación 101 (o viceversa). La trayectoria de la segunda ranura del plano de tierra 3022 interseca la trayectoria de la línea de alimentación 101 en una tercera posición en el primer brazo 1011 y una cuarta posición en el segundo brazo 1012 cuando el plano del plano de tierra 102 se proyecta en el plano de la línea de alimentación 101 (o viceversa).

[0029] La segunda ranura del plano de tierra 3022 está configurada tal que la distancia entre las dos intersecciones de la ranura del plano de tierra 3022 proyectada con la línea de alimentación proporciona un desplazamiento de fase de 90 grados para que la banda de ondas de radiación en la segunda banda de ondas se transmita y/o reciba. Asimismo, en esta realización, las ranuras del plano de tierra primera y segunda 1021 y 3022 son ambos arcos circulares con el mismo centro. La línea de alimentación 101 y el plano de tierra es 102 están posicionados uno respecto al otro tal que el centro de los arcos circulares de las ranuras del plano de tierra 1021 y 3022 se encuentra en la intersección del primer brazo 1011 y el segundo brazo 1012 cuando el plano del plano de tierra 102 se proyecta en el plano de la línea de alimentación 101 (o viceversa). Por otra parte, ambas de las ranuras del plano de tierra 1021 y 3022 en esta realización están orientadas tal que la bisectriz 110 del ángulo del arco (el ángulo central) de la primera ranura del plano de tierra 1021 es también una bisectriz del ángulo del arco de la segunda ranura del plano de tierra 3022 y, además, biseca el ángulo entre los brazos primero y segundo 1011 y 1021 cuando el plano del plano de tierra 102 se proyecta en el plano de la línea de alimentación 101 (o viceversa).

[0030] La figura 3B muestra una modificación de la realización, en la cual la sección interior 3030 del radiador 103 incluye opcionalmente una primera ranura del radiador interior 3034 y una segunda ranura del radiador interior

3035, estando las ranuras del radiador interiores primera y segunda 3034 y 3035 situadas en un diámetro de la sección interior 3030 del radiador 103 en lados opuestos del centro y en el borde de la sección interior 3030.

[0031] Además, como se muestra en la figura 3B, la sección exterior 3032 del radiador 103 puede incluir opcionalmente una primera ranura del radiador exterior 3036 y una segunda ranura del radiador exterior 3037, estando las ranuras del radiador exteriores primera y segunda 3036 y 3037 sobre un diámetro del radiador 103 en lados opuestos del centro y en el borde exterior de la sección exterior 3032.

[0032] El diámetro en el que se encuentran las ranuras del radiador interiores 3034 y 3035 es preferentemente el mismo diámetro que el diámetro en el que se encuentran las ranuras del radiador exteriores 3036 y 3037. El diámetro en el que se encuentran las ranuras del radiador interiores 3034 y 3035 y las ranuras del radiador exteriores 3036 y 3037 forma un ángulo α respecto a la trayectoria de la alimentación de salida 1012 cuando el plano del plano de tierra 102 se proyecta en el plano de la línea de alimentación 101 (o viceversa).

[0033] Los autores de la invención han descubierto que esta modificación tiene el efecto de amplificar aún más las características de polarización circular de la antena.

[0034] Los presentes autores de la invención realizaron experimentos para determinar los parámetros de la antena mostrados en la figura 3B que afectan su rendimiento.

[0035] Con referencia a las figuras 4A a 4C, los experimentos realizados por los autores de la invención revelaron que los siguientes parámetros afectan el rendimiento de la antena:

d1: la anchura de la primera ranura del plano de tierra 1021;

d2: la anchura de la segunda ranura del plano de tierra 3022;

r1: el radio de la primera ranura del plano de tierra 1021 hasta el centro de la ranura;

r2: radio de la segunda ranura para plano de tierra 3022 hasta el centro de la ranura;

A1: el ángulo del arco (ángulo central) de la primera ranura del plano de tierra 1021;

A2: el ángulo del arco (ángulo central) de la segunda ranura del plano de tierra 3022;

R1: el radio desde el centro de la sección interior 3030 del radiador 103 hasta el borde exterior de la sección interior 3030;

R2: la distancia desde el centro de la sección interior 3030 del radiador 103 hasta el borde interior del anillo exterior de la sección exterior 3032 del radiador 103;

R3: la distancia desde el centro de la sección interior 3030 del radiador 103 hasta el borde exterior del anillo exterior de la sección exterior 3032;

R2 - R1: la anchura del anillo de separación 3033;

w1: la longitud de cada una de las ranuras del radiador interiores primera y segunda 3034 y 3035;

w2: la anchura de las ranuras del radiador interiores primera y segunda 3034 y 3035 y/o las ranuras del radiador exteriores primera y segunda 3036 y 3037;

w3: la longitud de cada una de las ranuras del radiador exteriores primera y segunda 3036 y 3037;

L2: la longitud de la alimentación saliente 1012 de la línea de alimentación 101; y

A3: el ángulo entre el diámetro en el que se encuentran las ranuras del radiador interiores primera y segunda 3034 y 3035 y las ranuras del radiador exteriores primera y segunda 3036 y 3037 y la trayectoria de la alimentación de salida cuando el plano del plano de tierra 102 se proyecta en el plano de la línea de alimentación 101 (o viceversa).

[0036] Los presentes autores de la invención realizaron simulaciones para determinar un intervalo de valores para cada parámetro respectivo anterior que proporcionaría un rendimiento aceptable de la antena. A efectos de las simulaciones, el material del sustrato se modeló con un espesor de 0,76 mm y con las características eléctricas de un material laminado de baja pérdida, tal como el IS680-345, comercializado por ISOLA Group s.a.r.l.

[0037] En el campo del diseño de antenas, las antenas se clasifican en función de su rendimiento mediante parámetros S que describen la relación de entrada y salida de energía o potencia entre los puertos o terminales de la antena. Una de las clasificaciones de rendimiento más utilizadas para las antenas es el parámetro S11. El parámetro S11 se conoce como coeficiente de reflexión del voltaje del puerto de entrada y representa cuánta potencia se refleja desde la antena para una potencia incidente determinada. Si V_{inc} es la amplitud del voltaje de la señal incidente y V_{ref} es la amplitud del voltaje de la señal reflejada, entonces $S_{11} = V_{ref}/V_{inc}$. El coeficiente de reflexión de la potencia puede entonces expresarse en una escala de decibelios (dB) como

$$S_{11} \text{ (dB)} = -20 \cdot \log(S_{11})$$

[0038] Por ejemplo, si $S_{11} = 0$ dB, entonces toda la potencia se refleja desde la antena y no se irradia nada, o si $S_{11} = -10$ dB y se suministra 3 dB de potencia a la antena, entonces la potencia reflejada es de -7 dB.

[0039] El rendimiento aceptable de la antena, tal como lo reconocen los ingenieros de antenas, se obtiene para un coeficiente de reflexión (S_{11}) con una magnitud de al menos 10 dB.

[0040] En consecuencia, en las simulaciones se consideró que el rendimiento aceptable de la antena tenía una magnitud S_{11} de al menos 10 dB en al menos uno de los intervalos de frecuencias GSM1800 (de 1,85 a 1,88 GHz) y wifi (de 2,4 a 2,495 GHz). Las simulaciones se realizaron utilizando una antena que comprende tres capas, en la que la primera capa se relaciona con el radiador 103, como se muestra en la figura 4A, la segunda capa se relaciona con el plano de tierra 102, como se muestra en la figura 4B, y la tercera capa se relaciona con la línea de alimentación de la antena 101, como se muestra en la figura 4C. En las figuras 4A, 4B y 4C, las vistas son vistas en planta que miran a través de las capas como si estuvieran ensambladas en un dispositivo.

[0041] Con referencia a la figura 4B, el plano de tierra 102 se modeló con una anchura de 60 mm y una longitud de 125 mm. Con referencia a la figura 4C, la línea de alimentación 101 se modeló con una anchura de 1,7 mm. La longitud L_1 de la alimentación entrante de la línea de alimentación 101 se modeló como 95,8 mm.

[0042] El espesor del cobre se modeló como 35 micras.

[0043] El espacio entre el plano de tierra 102 y el radiador 103 se modeló como 5 mm.

[0044] Las simulaciones de la antena se realizaron utilizando CST Microwave®.

[0045] A continuación, se describirán los resultados de la simulación para cada uno de estos parámetros. Para cada parámetro, los resultados de la simulación comprenden un gráfico S_{11} (dB) y una carta de Smith correspondiente, que incluye un círculo de Relación de Onda Estacionaria de Voltaje (VSWR) superpuesto con valor 2:1 que representa una magnitud S_{11} de 9,54 dB normalizada para $Z_0 = 50$ ohmios.

[0046] Las figuras 5A y 5B muestran los resultados de la simulación para el parámetro d_1 , es decir, la anchura de la primera ranura del plano de tierra 1021. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S_{11} a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro d_1 . Con referencia a la figura 5A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando d_1 se encuentra entre 0,6 mm y 3,4 mm.

[0047] Las figuras 6A y 6B muestran los resultados de la simulación para el parámetro d_2 , es decir, la anchura de la segunda ranura del plano de tierra 3022. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S_{11} a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro d_2 . Con referencia a la figura 6A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando d_2 se encuentra entre 1 mm y 4 mm.

[0048] Las figuras 7A y 7B muestran los resultados de la simulación para el parámetro r_1 , es decir, el radio de la primera ranura del plano de tierra 1021 hasta el centro de la ranura. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S_{11} a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro r_1 . Con referencia a la figura 7A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando r_1 se encuentra entre 9 mm y 13,6 mm.

[0049] Las figuras 8A y 8B muestran los resultados de la simulación para el parámetro r_2 , es decir, el radio de la segunda ranura del plano de tierra 3022 hasta el centro de la ranura. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S_{11} a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro r_2 . Con referencia a la figura 8A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando r_2 se encuentra entre 15,5 mm y 24 mm.

[0050] Las figuras 9A y 9B muestran los resultados de la simulación para el parámetro A_1 , es decir, el ángulo del arco de la primera ranura del plano de tierra 1021. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S_{11} a

lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro A1. Con referencia a la figura 9A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando A1 se encuentra entre 142° y 174°.

5 **[0051]** Las figuras 10A y 10B muestran los resultados de la simulación para el parámetro A2, es decir, el ángulo del arco de la segunda ranura del plano de tierra 3022. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S11 a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro A2. Con referencia a la figura 10A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando A2 se encuentra entre 116° y 132°.

10

[0052] Las figuras 11A y 11B muestran los resultados de la simulación del parámetro R1, es decir, el radio desde el centro de la sección interior 3030 del radiador 103 hasta el borde exterior de la sección interior 3030. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S11 a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro R1. Con referencia a la figura 11A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando R1 se encuentra entre 20 mm y 24,7 mm.

15

[0053] Las figuras 12A y 12B muestran los resultados de la simulación del parámetro R2, es decir, la distancia desde el centro de la sección interior 3030 del radiador 103 hasta el borde interior del anillo exterior de la sección exterior 3032 del radiador 103. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S11 a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro R2. Con referencia a la figura 12A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando R2 se encuentra entre 20,2 mm y 24,9 mm.

20

[0054] Las figuras 13A y 13B muestran los resultados de la simulación del parámetro R3, es decir, la distancia desde el centro de la sección interior 3030 del radiador 103 hasta el borde exterior del anillo exterior de la sección exterior 3032. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S11 a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro R3. Con referencia a la figura 13A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando R3 se encuentra entre 24 mm y 29 mm.

25

[0055] Las figuras 14A y 14B muestran los resultados de la simulación para el parámetro R2 - R1, es decir, la anchura del anillo de separación 3033. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S11 a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro R2 - R1. Con referencia a la figura 14A, los resultados de la simulación demuestran que se consigue un rendimiento aceptable cuando R2 - R1 se encuentra entre 0,1 mm y 0,7 mm.

30

[0056] Las figuras 15A y 15B muestran los resultados de la simulación para el parámetro w1, es decir, la longitud de cada una de las ranuras del radiador interiores primera y segunda 3034 y 3035. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S11 a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro w1. Con referencia a la figura 15A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando w1 se encuentra entre 7,6 mm y 15,6 mm.

35

40

[0057] Las figuras 16A y 16B muestran los resultados de la simulación para el parámetro w2, es decir, la anchura de las ranuras del radiador interiores primera y segunda 3034 y 3035 y/o las ranuras del radiador exteriores primera y segunda 3036 y 3037. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S11 a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro w2. Con referencia a la figura 16A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando w2 se encuentra entre 0,2 mm y 5 mm.

45

[0058] Las figuras 17A y 17B muestran los resultados de la simulación para el parámetro w3, es decir, la longitud de cada una de las ranuras del radiador exteriores primera 3036 y segunda 3037. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S11 a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro w3. Con referencia a la figura 17A, los resultados de la simulación demuestran que no es necesario que las ranuras del radiador exteriores 3036 y 3037 estén presentes (w3 = 0mm) para obtener un rendimiento aceptable y que, cuando las ranuras del radiador exteriores 3036 y 3037 están presentes, se obtiene un rendimiento aceptable cuando w3 es mayor que 0 mm e inferior o igual a 6 mm.

50

[0059] Las figuras 18A y 18B muestran los resultados de la simulación para el parámetro L2, es decir, la longitud de la alimentación de salida de la línea de alimentación 101. Los resultados de la simulación muestran variaciones en S11 a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del parámetro L2. Con referencia a la figura 18A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando L2 se encuentra entre 24 mm y 26 mm.

55

60

[0060] Las figuras 19A y 19B muestran los resultados de la simulación para el parámetro A3, es decir, el ángulo entre el diámetro en el que se encuentran las ranuras del radiador interiores primera y segunda 3034 y 3035 y las ranuras del radiador exteriores primera y segunda 3036 y 3037 y la trayectoria de la alimentación de salida cuando el plano del plano de tierra se proyecta en el plano de la línea de alimentación (o viceversa). Los resultados de la simulación muestran variaciones en S11 a lo largo del intervalo de frecuencias pertinente para diversos valores del

65

parámetro A3. Con referencia a la figura 19A, los resultados de la simulación demuestran que se obtiene un rendimiento aceptable cuando A3 se encuentra entre -15° y 105° .

[Modificaciones y Variaciones]

5

[0061] En las antenas descritas anteriormente, cada ranura del plano de tierra 1021 y 3022 es un arco circular. Sin embargo, en lugar de ser un arco circular, una o ambas ranuras del plano de tierra pueden tener cualquier forma que se cruce con la trayectoria de la línea de alimentación 101 en una primera posición en el primer brazo 1011 y una segunda posición en el segundo brazo 1012 cuando el plano del plano de tierra 102 se proyecta sobre el plano de la línea de alimentación 101 (o viceversa). Por ejemplo, una ranura del plano de tierra puede formarse como un arco no circular, tal como un arco elíptico. Los presentes autores de la invención han descubierto que el rendimiento se maximiza cuando una ranura del plano de tierra es un arco circular y se deteriora a medida que el arco se vuelve más elíptico. Sin embargo, se puede obtener un rendimiento aceptable cuando la ranura del plano de tierra es solo ligeramente elíptica. De manera alternativa, la ranura del plano de tierra 1021 puede estar formada por líneas rectas.

15

[0062] En las antenas descritas anteriormente, el radiador 103 es circular. Sin embargo, los presentes autores de la invención han descubierto que se puede obtener un rendimiento de antena aceptable cuando el radiador es ligeramente elíptico, con una elipticidad entre 0,97 y 1,03, definiéndose la elipticidad de una elipse como la relación entre el diámetro menor de la elipse y el diámetro mayor de la elipse. En consecuencia, el término «circular» y similares, cuando se refiere al radiador, no debe interpretarse como estrictamente circular, sino que debe interpretarse como que abarca dichas variaciones.

20

[0063] Se pueden proporcionar dos o más ranuras del plano de tierra en el plano de tierra de las antenas descritas anteriormente, proporcionándose una ranura del plano de tierra para cada banda de ondas en la que se vayan a transmitir y/o recibir señales o energía. Por ejemplo, podría proporcionarse una tercera ranura del plano de tierra en el plano de tierra para proporcionar capacidades de transmisión y/o recepción de tres bandas.

25

[0064] En las antenas descritas anteriormente, el espacio entre el plano de tierra 102 y el radiador 103 es un espacio de aire. Sin embargo, en su lugar, el espacio podría llenarse con espuma, material textil, caucho, papel, compuestos, policarbonato, poliimida, kapton, silicio u otro material adecuado.

30

[0065] En las antenas descritas anteriormente, las ranuras del radiador exteriores 3036 y 3037 se encuentran en un diámetro del radiador 103 en lados opuestos del centro del radiador 103 y en el borde exterior de la sección exterior 3032 del radiador 103. Sin embargo, en cambio, las ranuras del radiador exteriores 3036 y 3037 podrían encontrarse en un diámetro del radiador 103 en lados opuestos del centro del radiador 103 y en el borde interior de la sección exterior 3032 del radiador 103.

35

[0066] En la figura 20 se muestra una modificación adicional. En esta modificación, la línea de alimentación 401 no está formada por únicamente dos brazos rectos, como en las antenas descritas anteriormente. En cambio, la línea de alimentación 401 tiene múltiples brazos 4008, 4010, 4011 y 4012 (cuatro en el ejemplo de la figura 20, aunque son posibles otras cifras). Esto tiene la ventaja de liberar espacio en el sustrato 104 sobre el que se forma la línea de alimentación 401. Esto permite que la línea de alimentación 401 evite cualquier circuito que pueda estar presente. En consecuencia, el sustrato puede tener circuitos de transmisión y/o recepción en el mismo, de modo que el circuito y la antena se integran en un solo sustrato. En el ejemplo mostrado en la figura 20, el brazo 4012 es la alimentación de salida.

45

[0067] Las figuras 21A, 21B y 21C muestran una modificación adicional en la que se proporciona una carcasa 500 para alojar el sustrato 104 con la línea de alimentación y el plano de tierra sobre el mismo, y en la que el radiador 103 está impreso o galvanoplastificado en el interior de la carcasa 500. Más particularmente, con referencia a las figuras 21A y 21B, la carcasa 500 comprende una base 502 y una tapa 504. La tapa 504 contiene soportes 506 para acoplar orificios en el sustrato 104 para posicionar y mantener el sustrato 104 en una posición predeterminada con respecto al radiador 103, que está impreso o galvanoplastificado en el interior de la tapa 504. La figura 21C muestra la caja 500 con la base 502 y la tapa 504 conectadas juntas para formar un dispositivo que aloja una antena. Imprimir o galvanoplastificar el radiador 103 en el interior de la carcasa 500 proporciona un soporte mecánico para el radiador, al tiempo que reduce el coste de fabricación y disminuye el tiempo del proceso de fabricación.

55

REIVINDICACIONES

1. Una antena que comprende:
 - 5 una línea de alimentación (101) que tiene una trayectoria en un primer plano, teniendo la trayectoria un primer brazo (1011) y un segundo brazo (1012) perpendicular al primer brazo (1011);
un plano de tierra (102) provisto en un segundo plano separado desde, y paralelo a, el primer plano, teniendo el plano de tierra (102) una primera ranura del plano de tierra (1021) y una segunda ranura del plano de tierra (3022) en el mismo, teniendo cada ranura del plano de tierra una trayectoria en el segundo plano, donde la trayectoria de la primera ranura del plano de tierra (1021) interseca la trayectoria de la línea de alimentación (101) en una primera posición en el primer brazo (1011) y una segunda posición en el segundo brazo (1012) cuando el segundo plano se proyecta en el primer plano, y la trayectoria de la segunda ranura del plano de tierra (3022) interseca la trayectoria de la línea de alimentación (101) en una tercera posición en el primer brazo (1011) y una cuarta posición en el segundo brazo (1012) cuando el segundo plano se proyecta en el primer plano; y
 - 10 un radiador (103) separado de la línea de alimentación (101) por el plano de tierra (102), estando el radiador (103) provisto en un tercer plano separado desde, y paralelo a, el segundo plano; donde el radiador (103) cubre la primera ranura del plano de tierra (1021) y la segunda ranura del plano de tierra (3022).
2. La antena de la reivindicación 1, donde al menos una de las ranuras del plano de tierra primera y
 20 segunda (1021, 3022) está arqueada.
3. La antena de la reivindicación 2, donde al menos una de las ranuras del plano de tierra primera y segunda (1021, 3022) es un arco elíptico.
- 25 4. La antena de la reivindicación 2, donde al menos una de las ranuras del plano de tierra primera y segunda (1021, 3022) es un arco circular.
5. La antena de la reivindicación 4, donde el centro del arco circular de la primera ranura del plano de tierra (1021) se encuentra en la intersección del primer brazo (1011) y el segundo brazo (1012) cuando el segundo plano se
 30 proyecta en el primer plano.
6. La antena de la reivindicación 4 o reivindicación 5, donde la bisectriz del ángulo del arco de la primera ranura del plano de tierra (1021) biseca el ángulo entre el primer y el segundo brazo (1011, 1012) cuando el segundo plano se proyecta en el primer plano.
- 35 7. La antena de cualquier reivindicación anterior, donde el radiador (103) es circular, por ejemplo, donde el centro del radiador (103) se encuentra en la intersección del primer brazo (1011) y el segundo brazo (1012) cuando el tercer plano se proyecta en el primer plano.
- 40 8. La antena de la reivindicación 7, donde el radiador tiene una primera ranura del radiador y una segunda ranura del radiador, estando las ranuras del radiador primera y segunda en un diámetro del radiador (103) en lados opuestos del centro y en el borde del radiador (103).
9. La antena de la reivindicación 4, donde tanto las ranuras del plano de tierra primera y segunda (1021,
 45 3022) son arcos circulares, y donde los arcos circulares de las ranuras del plano de tierra primera y segunda (1021, 3022) tienen el mismo centro y el centro se encuentra en la intersección del primer brazo (1011) y el segundo brazo (1012) cuando el segundo plano se proyecta en el primer plano.
10. La antena de la reivindicación 9, donde la bisectriz del ángulo del arco de la primera ranura del plano de tierra (1021) es también una bisectriz del ángulo del arco de la segunda ranura del plano de tierra (3022) y biseca el
 50 ángulo entre los brazos primero y segundo (1011, 1012) cuando el segundo plano se proyecta en el primer plano.
11. La antena de cualquier reivindicación anterior, donde el radiador (103) comprende: (i) una sección interior (3030) formada de una porción interior del radiador (103), y (ii) una sección exterior (3032) formada de un anillo
 55 exterior del radiador (103); y donde la sección exterior (3032) del radiador (103) tiene una primera ranura del radiador exterior (3036) y una segunda ranura del radiador exterior (3037), situándose las ranuras del radiador exteriores primera y segunda (3036, 3037) en un diámetro del radiador (103) en lados opuestos del centro del radiador (103) y en un borde de la sección exterior (3032).
- 60 12. La antena de la reivindicación 11, donde: la sección interior (3030) del radiador (103) tiene una primera ranura del radiador interior (3034) y una segunda ranura del radiador interior (3035), situándose las ranuras del radiador interiores primera y segunda (3034, 3035) en un diámetro del radiador (103) en lados opuestos del centro del radiador (103) y en el borde de la sección interior (3030).
- 65

13. La antena de la reivindicación 1, donde:

cada ranura del plano de tierra (1021, 3022) tiene una trayectoria que es un arco circular en el segundo plano; los arcos circulares de las ranuras del plano de tierra primera y segunda (1021, 3022) tienen el mismo centro y el centro se encuentra en la intersección del primer brazo (1011) y el segundo brazo (1012) cuando el segundo plano se proyecta en el primer plano; el radiador (103) es circular y comprende:

una sección interior circular (3030); y

una sección exterior (3032) formada por un anillo circular exterior separado eléctricamente de la sección interior (3030) mediante un anillo de separación circular (3033);

y donde:

la sección interior (3030) del radiador (103) tiene una primera ranura del radiador interior (3034) y una segunda ranura del radiador interior (3035), situándose las ranuras del radiador interiores primera y segunda (3034, 3035) en un diámetro del radiador (103) en lados opuestos del centro y en el borde de la sección interior (3030).

14. La antena de la reivindicación 13, donde al menos uno de:

(i) la bisectriz del ángulo del arco de la primera ranura del plano de tierra (1021) es también una bisectriz del ángulo del arco de la segunda ranura del plano de tierra (3022) y biseca el ángulo entre los brazos primero y segundo (1011, 1012) cuando el segundo plano se proyecta en el primer plano; y

(ii) el centro del radiador (103) se encuentra en la intersección del primer brazo (1011) y el segundo brazo (1012) cuando el tercer plano se proyecta en el primer plano.

15. Un dispositivo que comprende una antena según cualquier reivindicación anterior, y que además comprende una carcasa, donde el radiador (103) está grabado o galvanoplastificado en la carcasa (500).

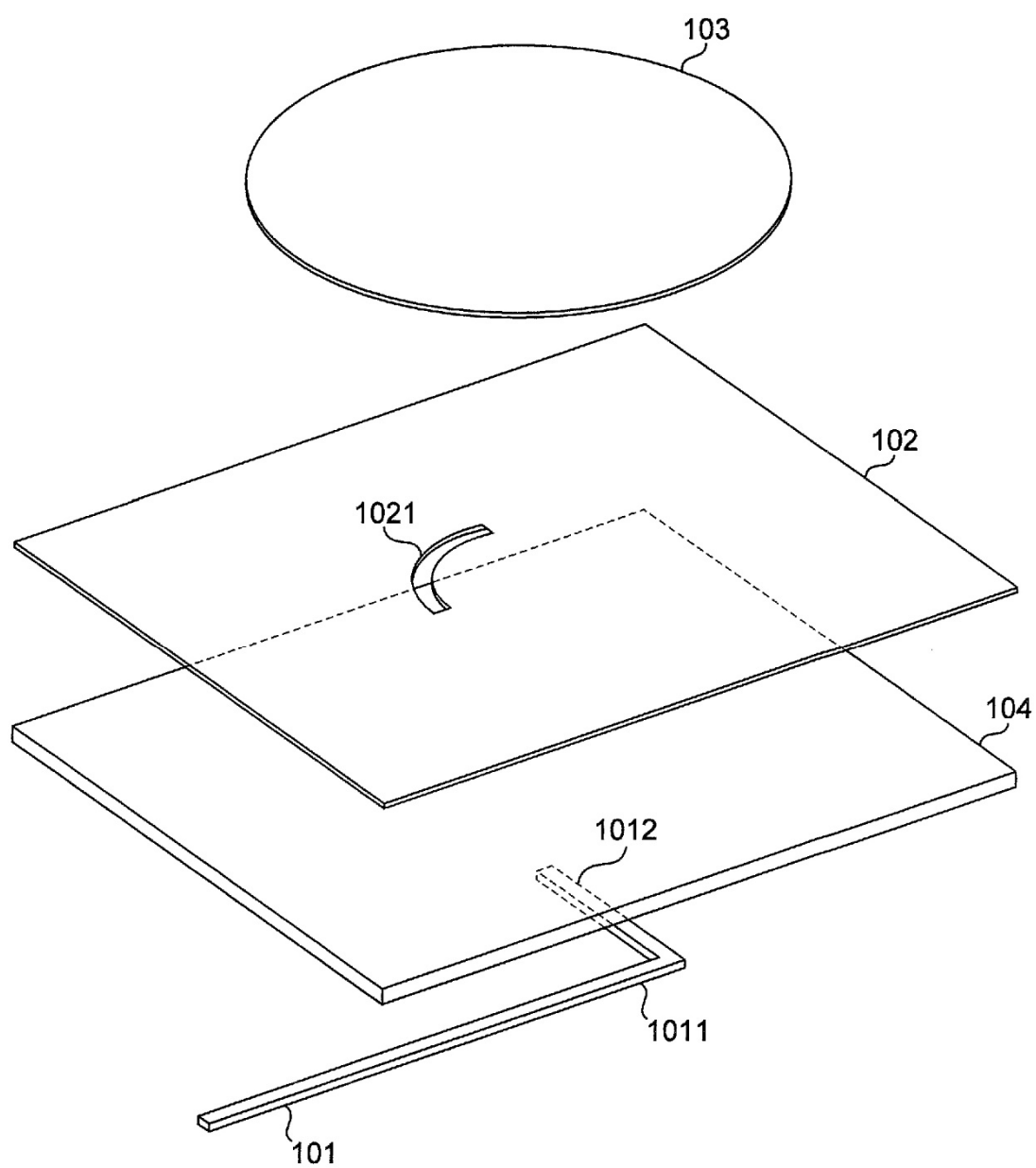


Figura 1A

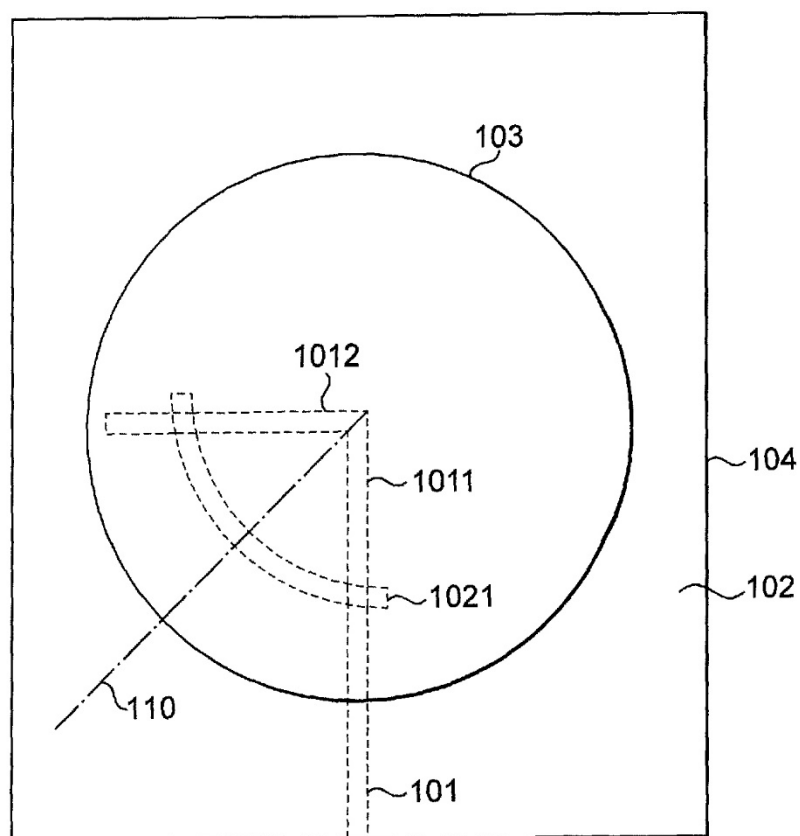


Figura 1B

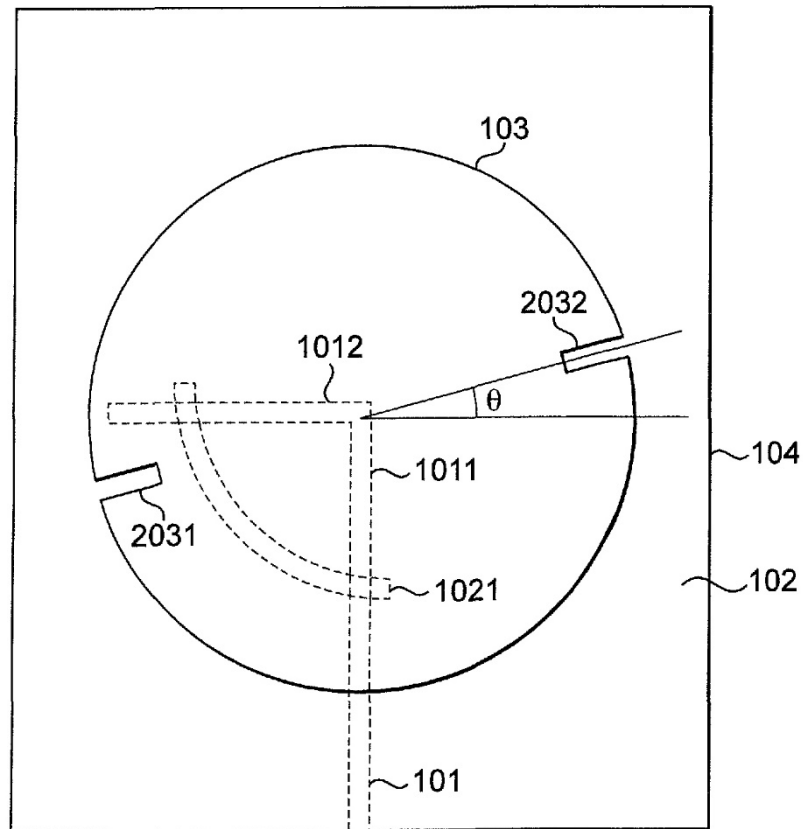


Figura 2

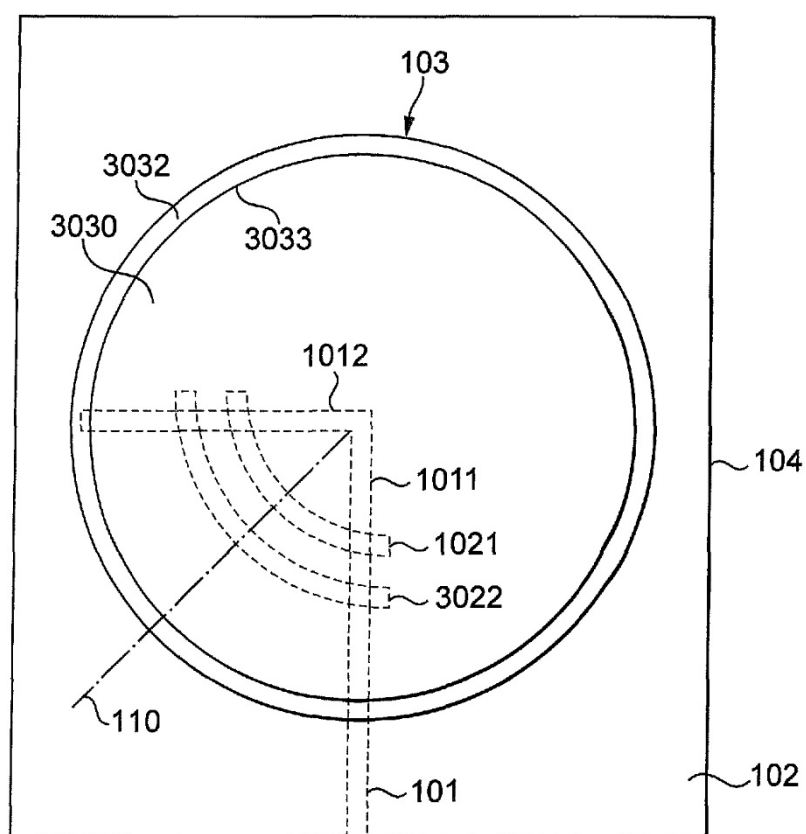


Figura 3A

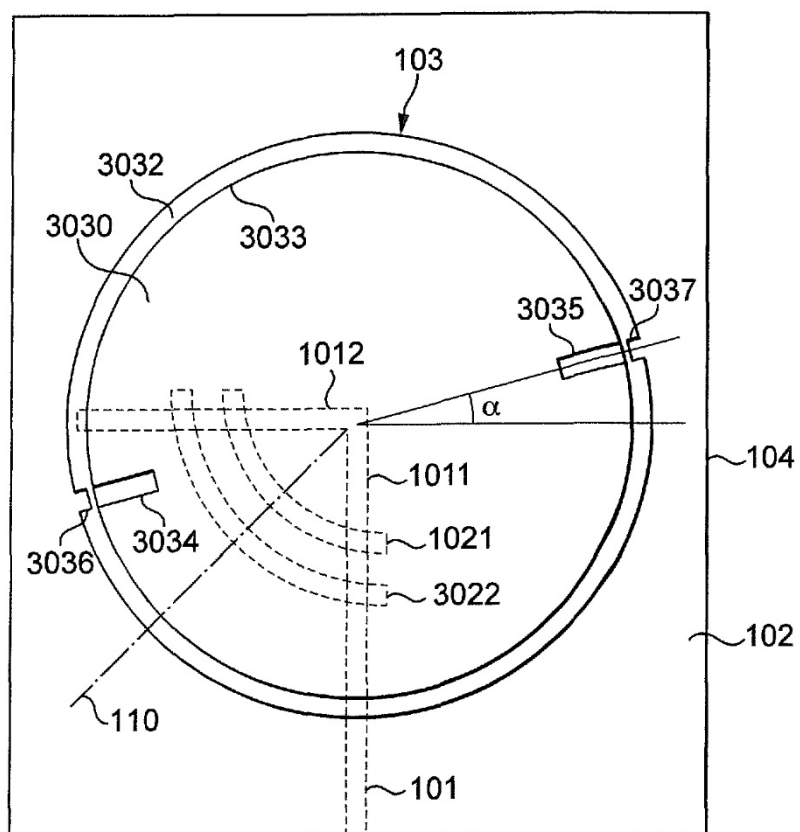


Figura 3B

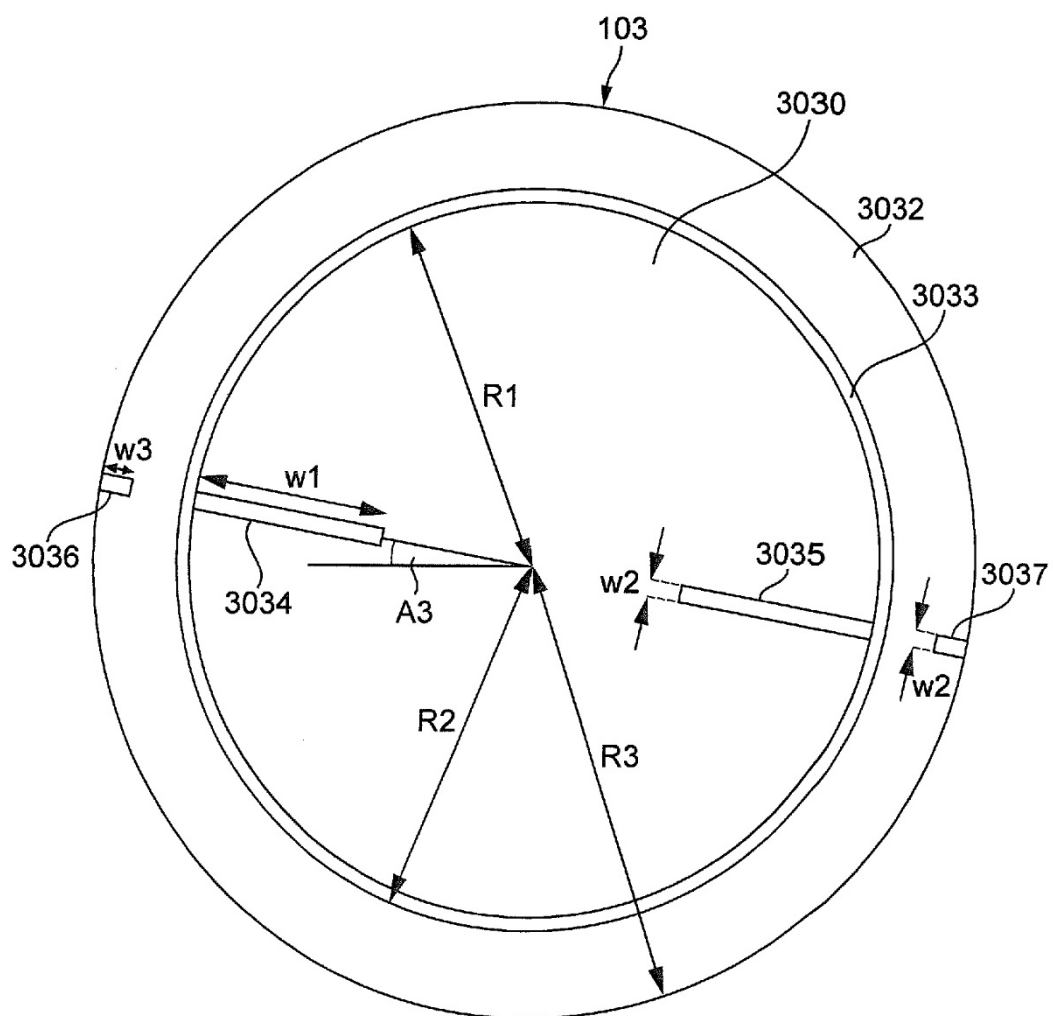


Figura 4A

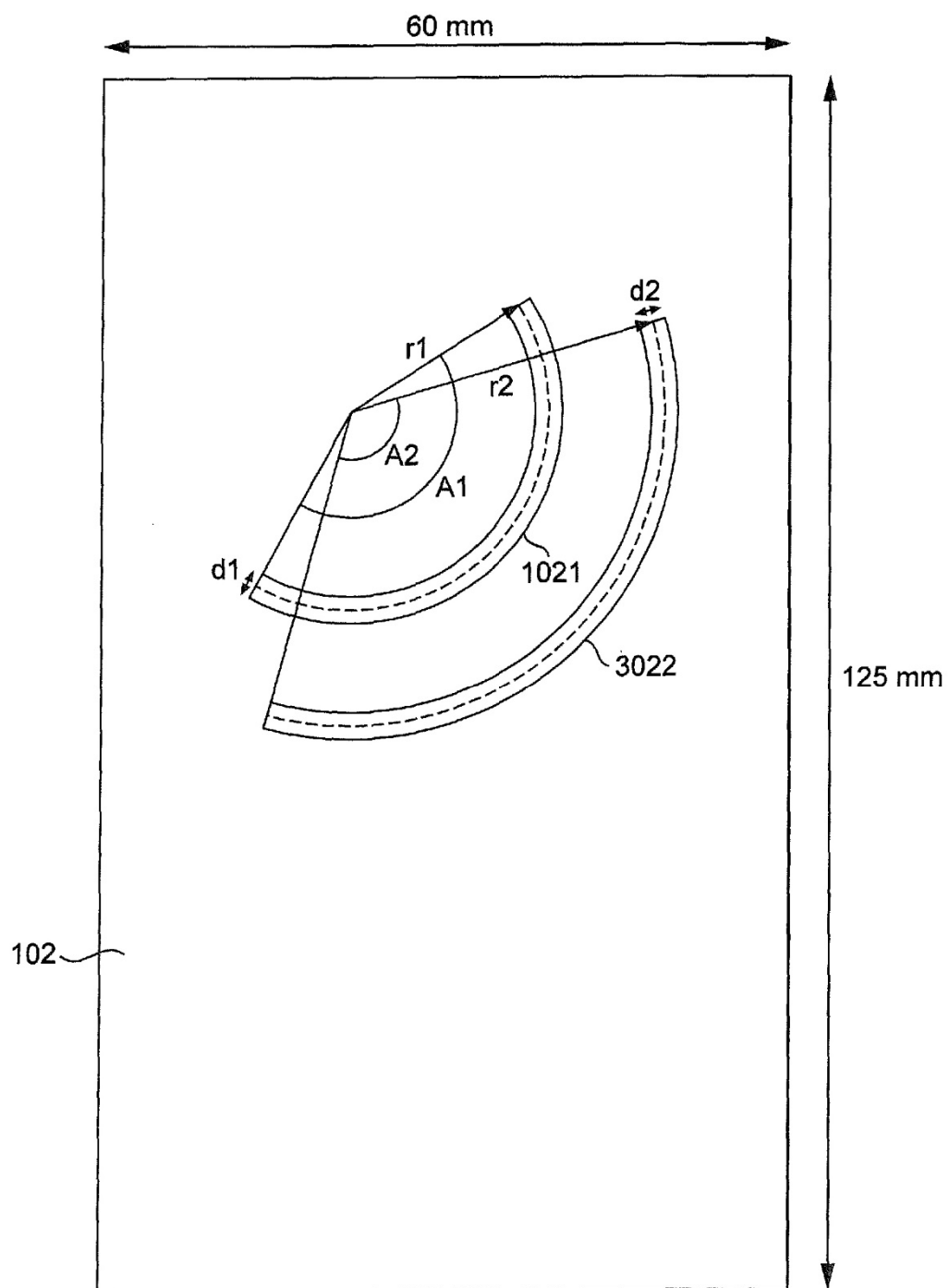


Figura 4B

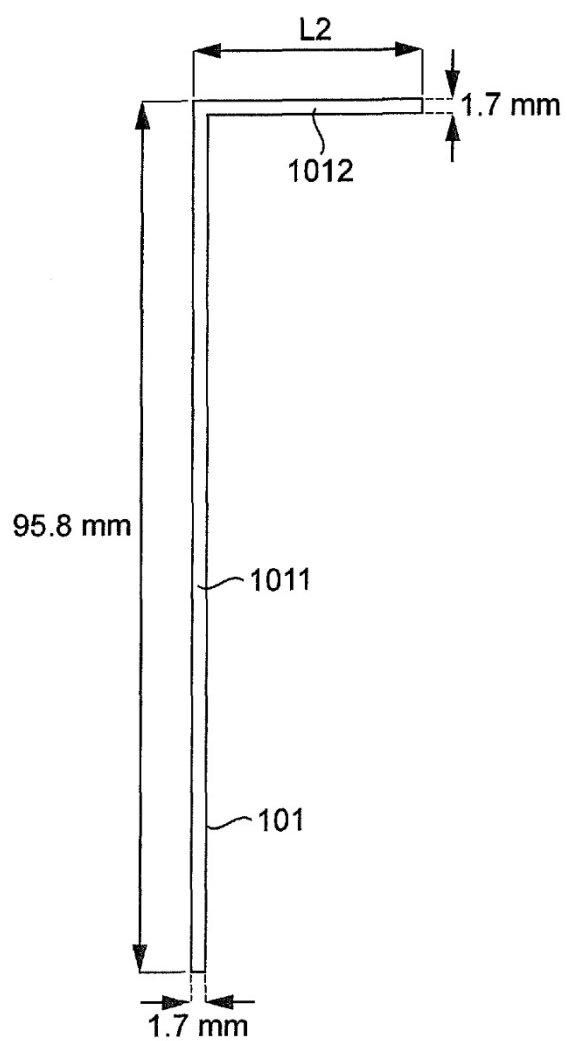


Figura 4C

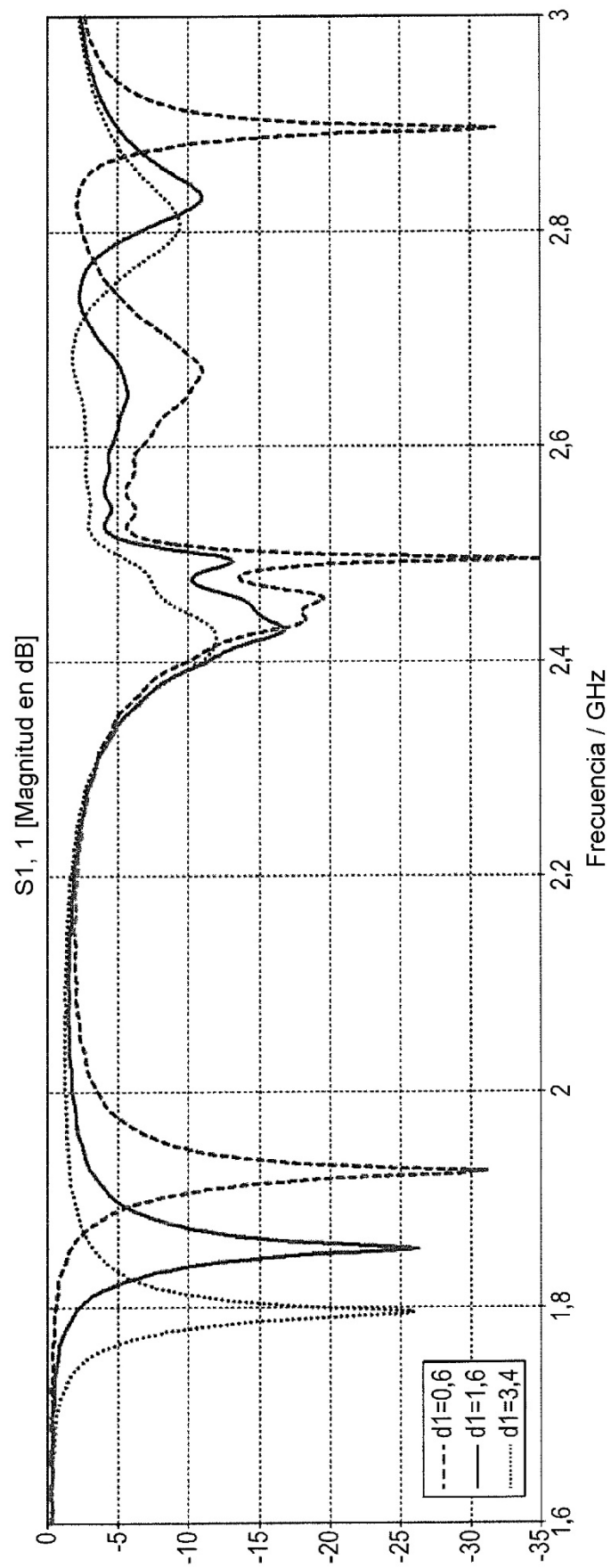


FIG. 5A

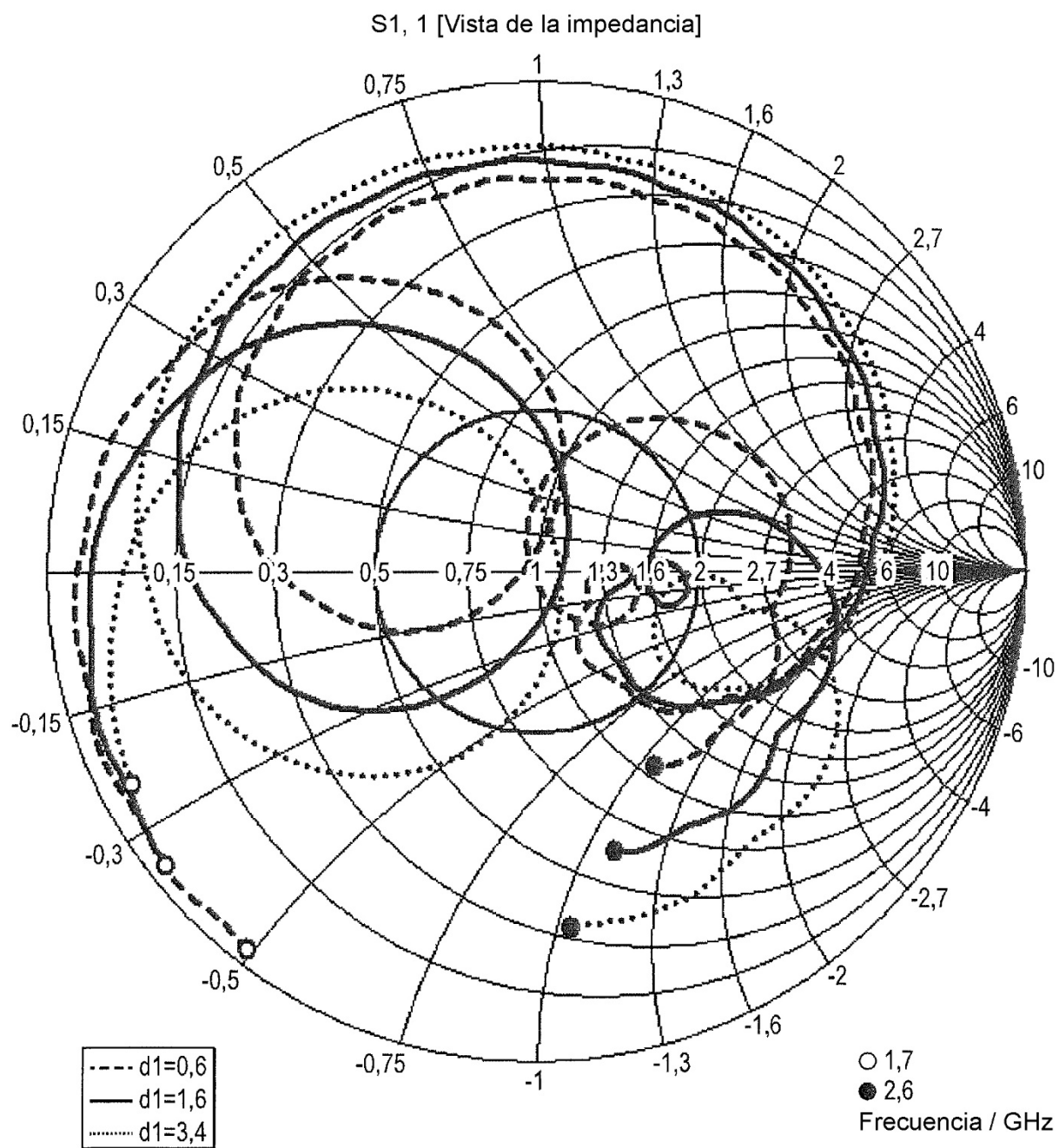


FIG. 5B

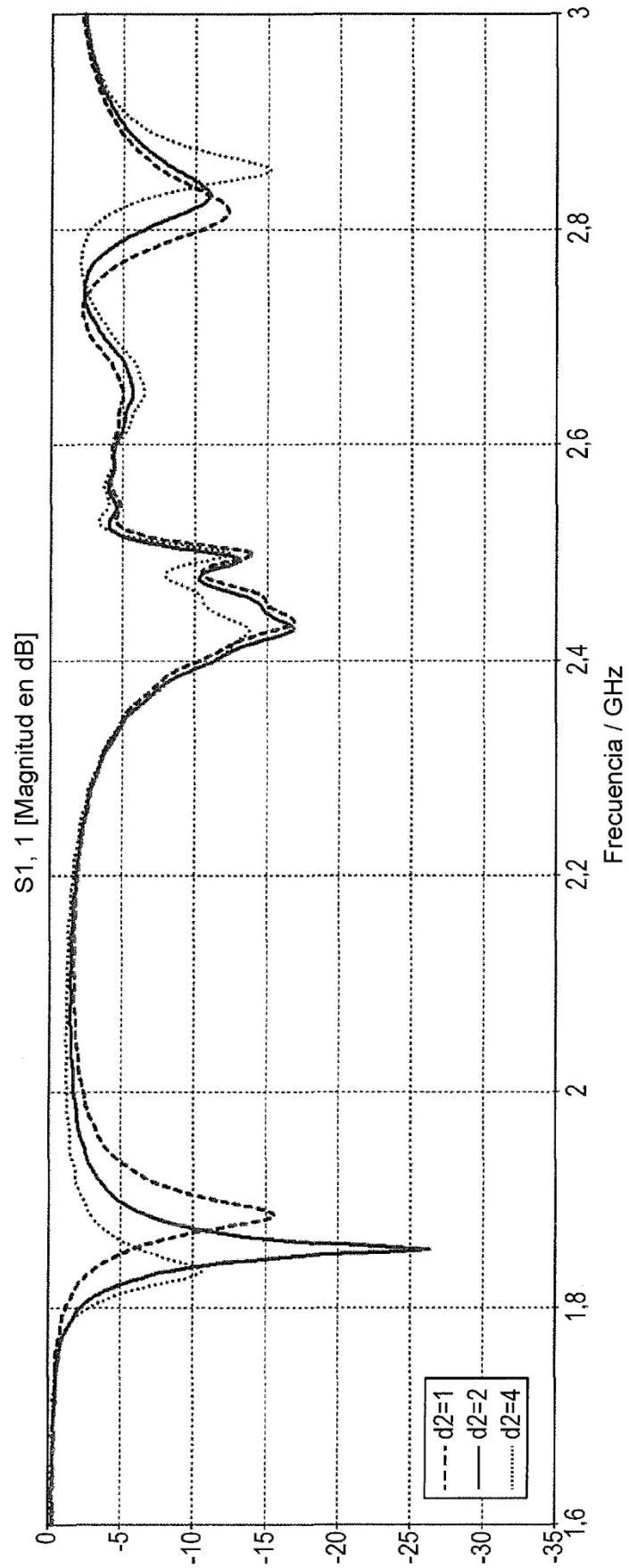


FIG. 6A

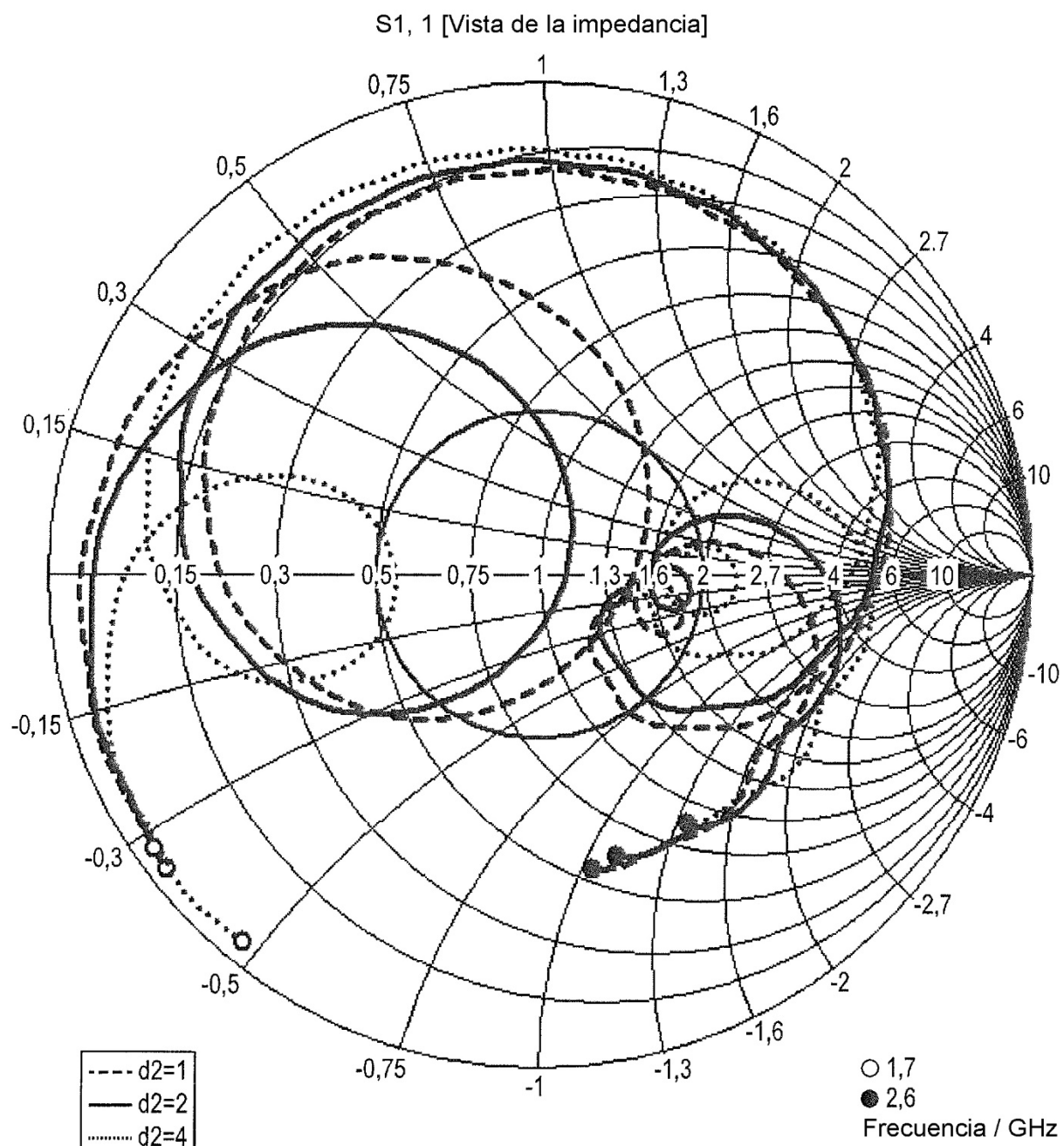


FIG. 6B

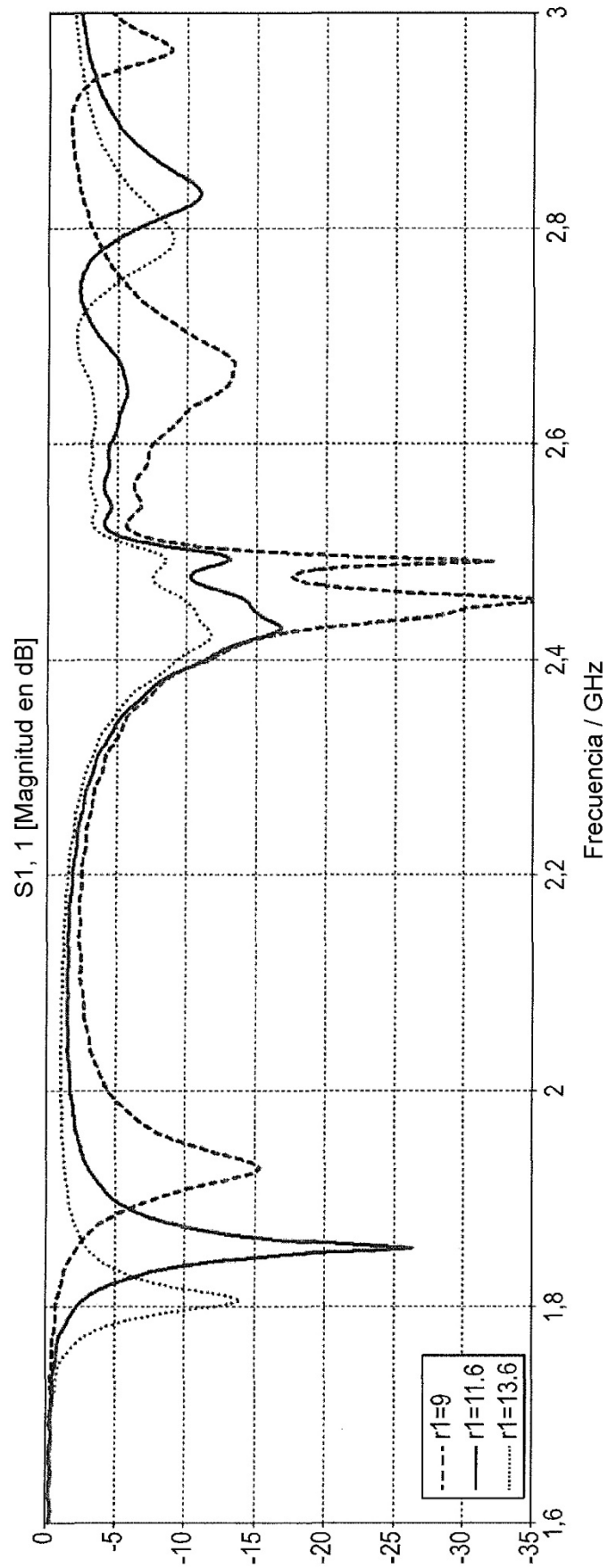


FIG. 7A

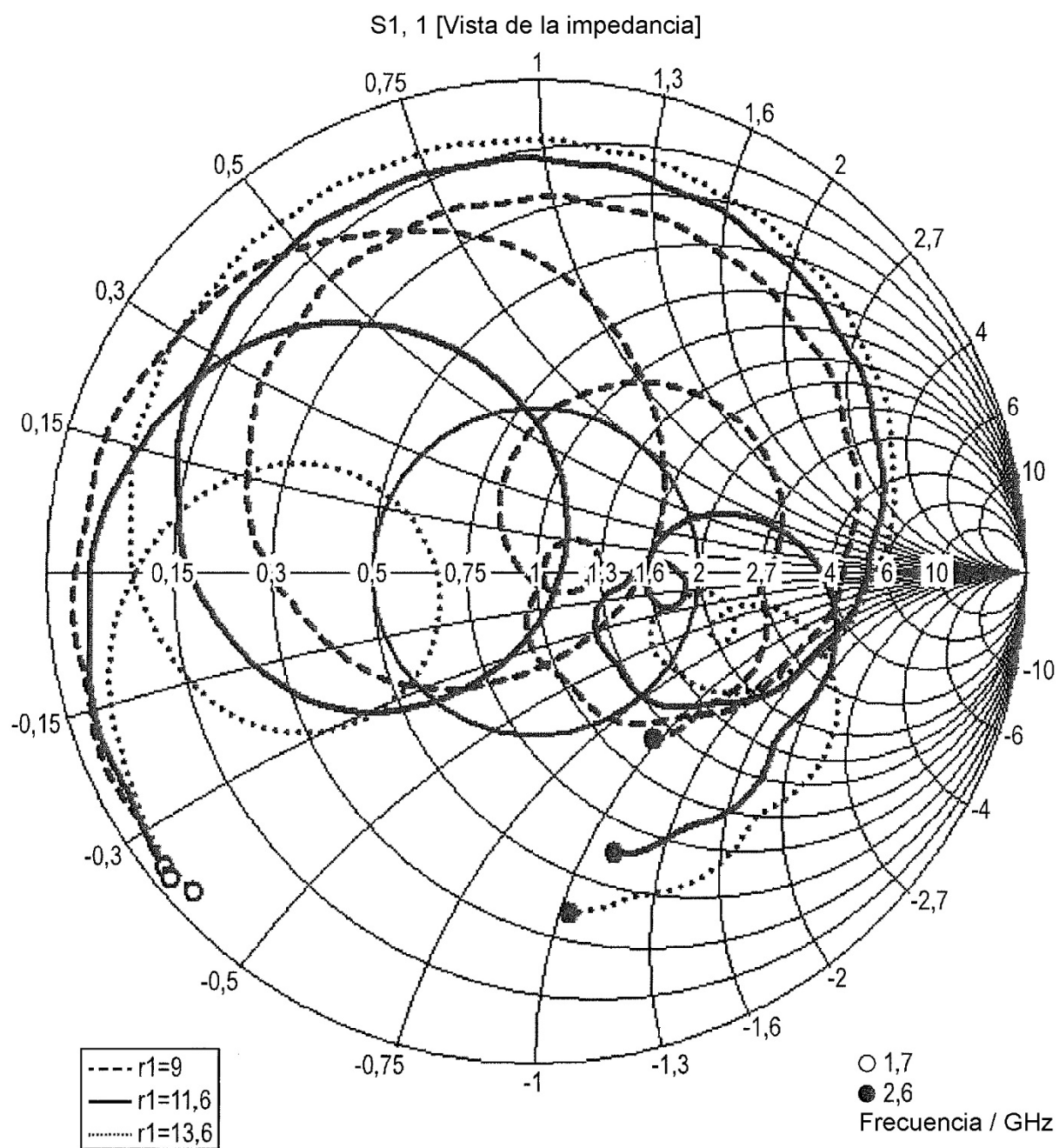


FIG. 7B

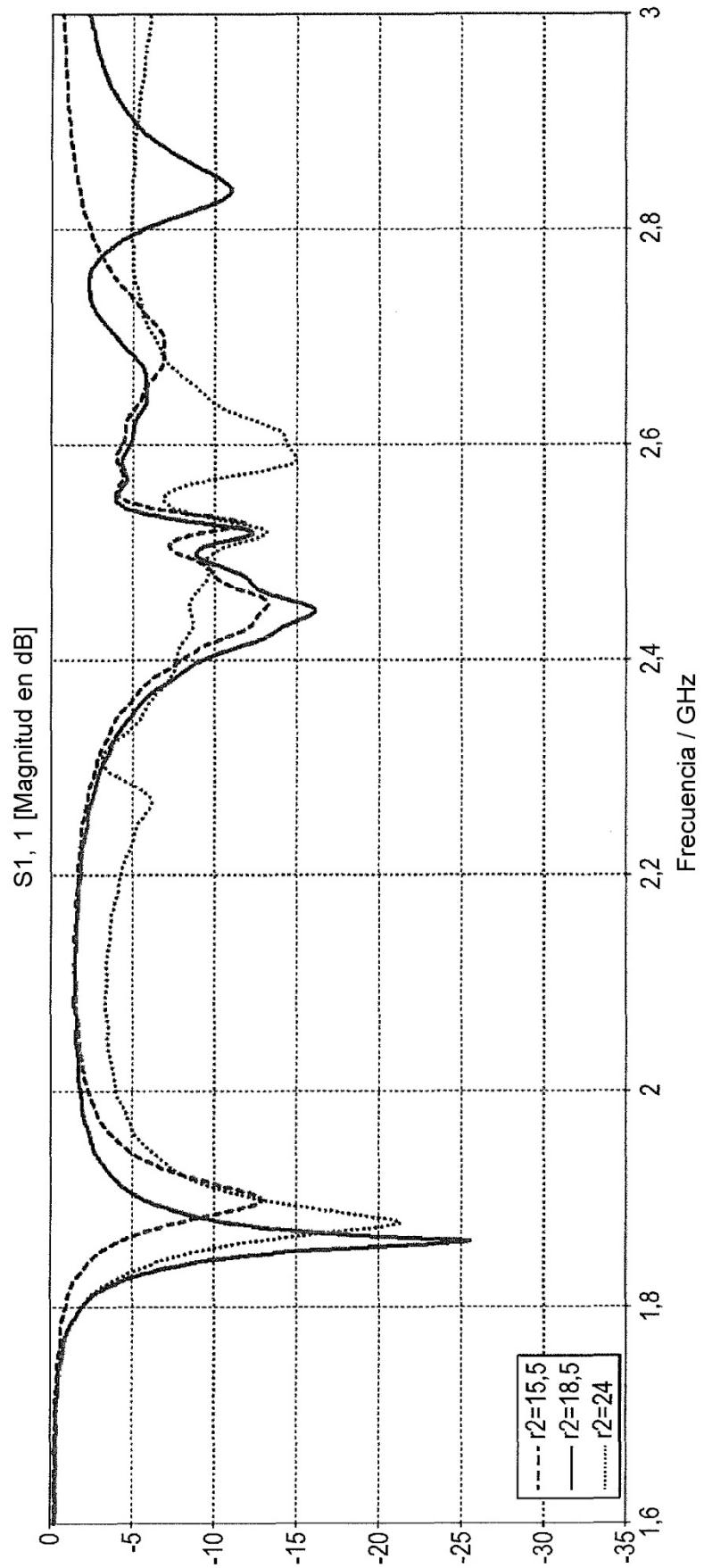


FIG. 8A

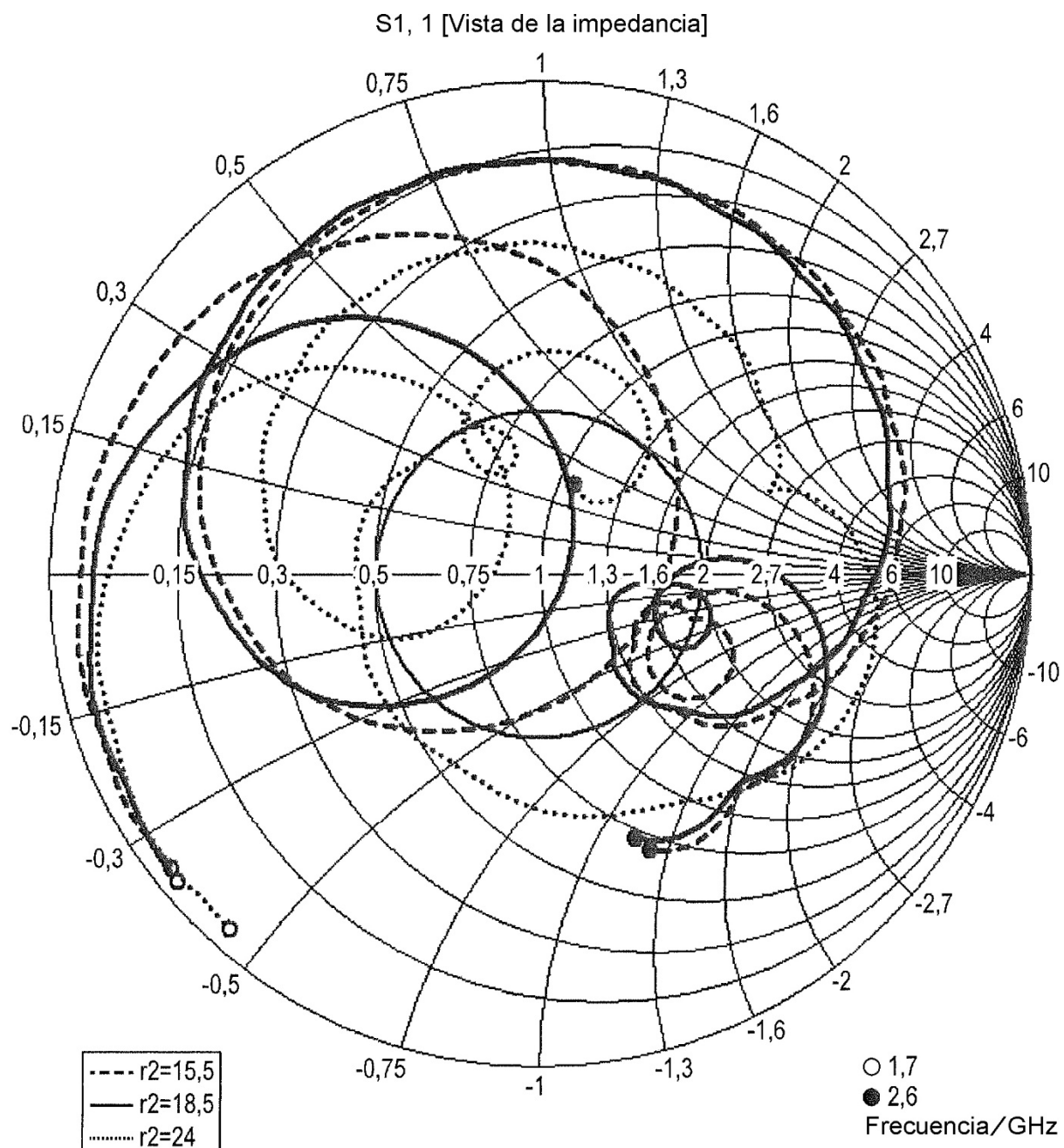


FIG. 8B

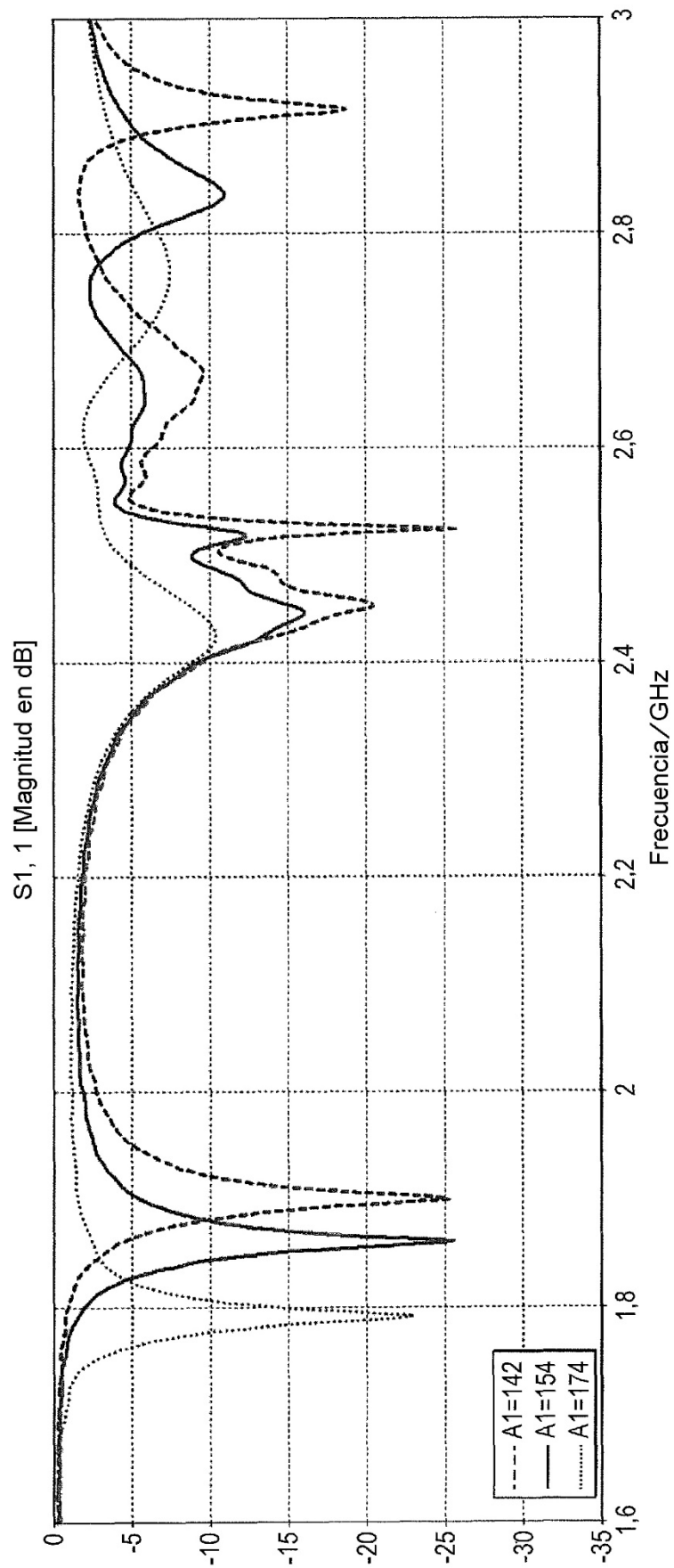


FIG. 9A

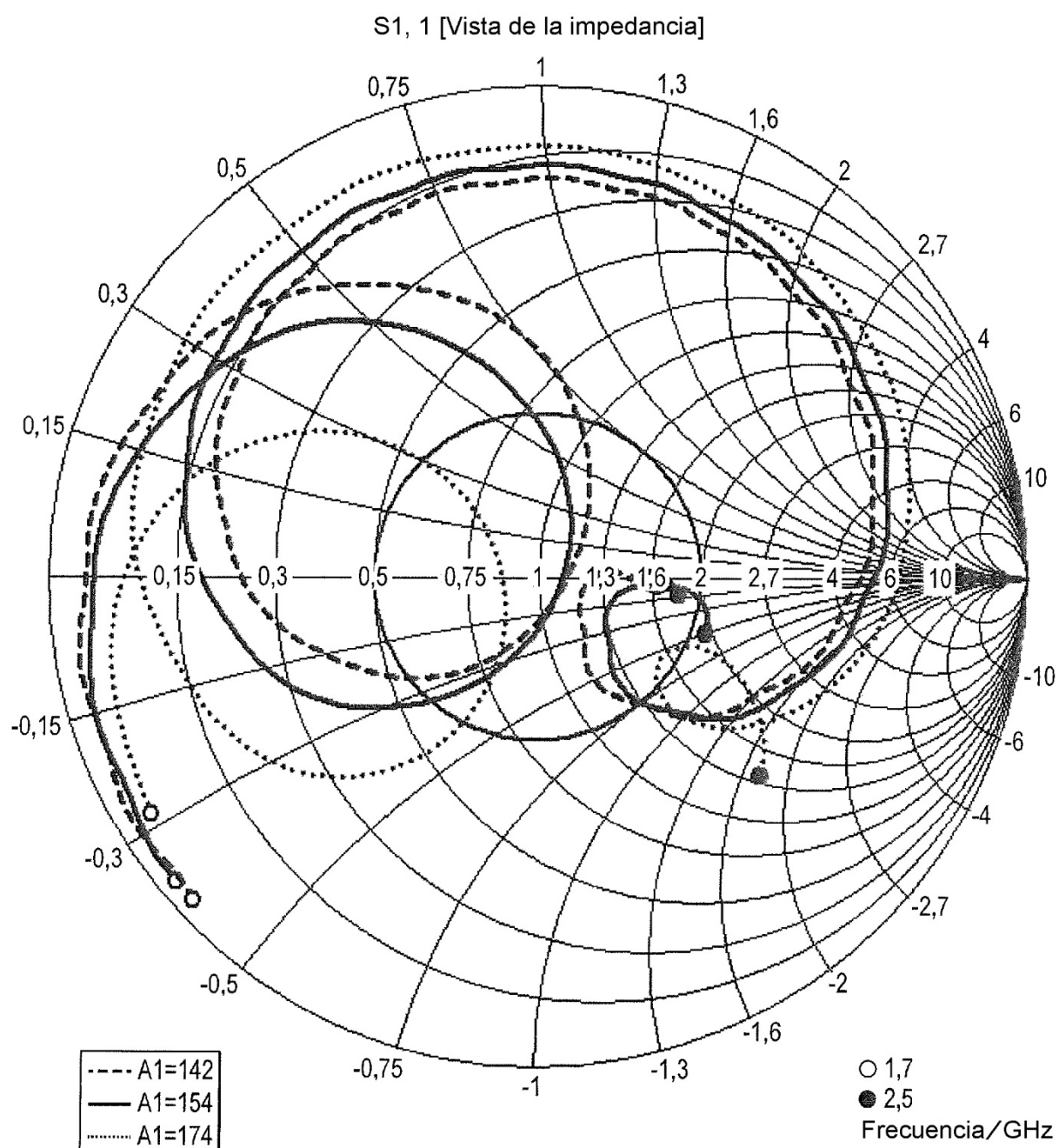


FIG. 9B

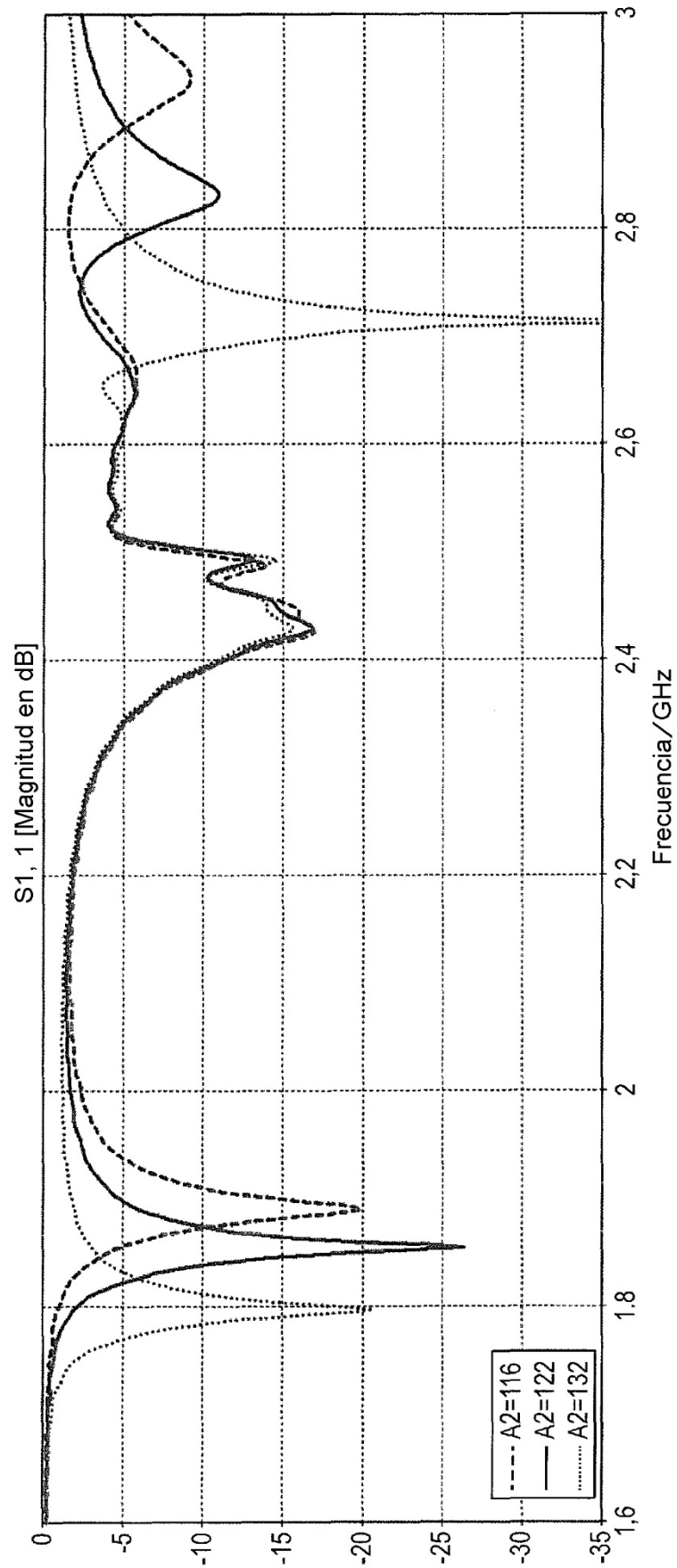


FIG. 10A

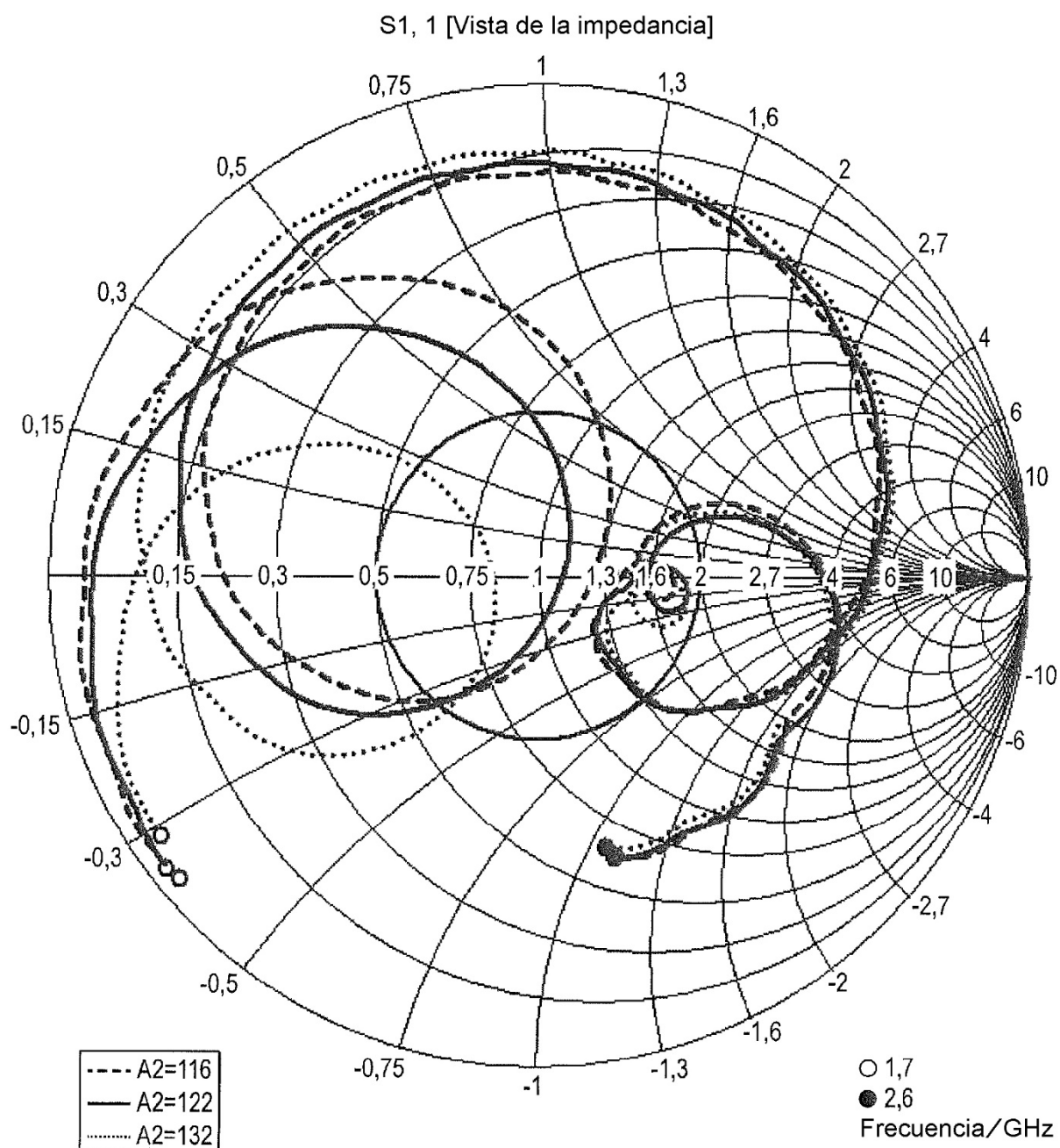


FIG. 10B

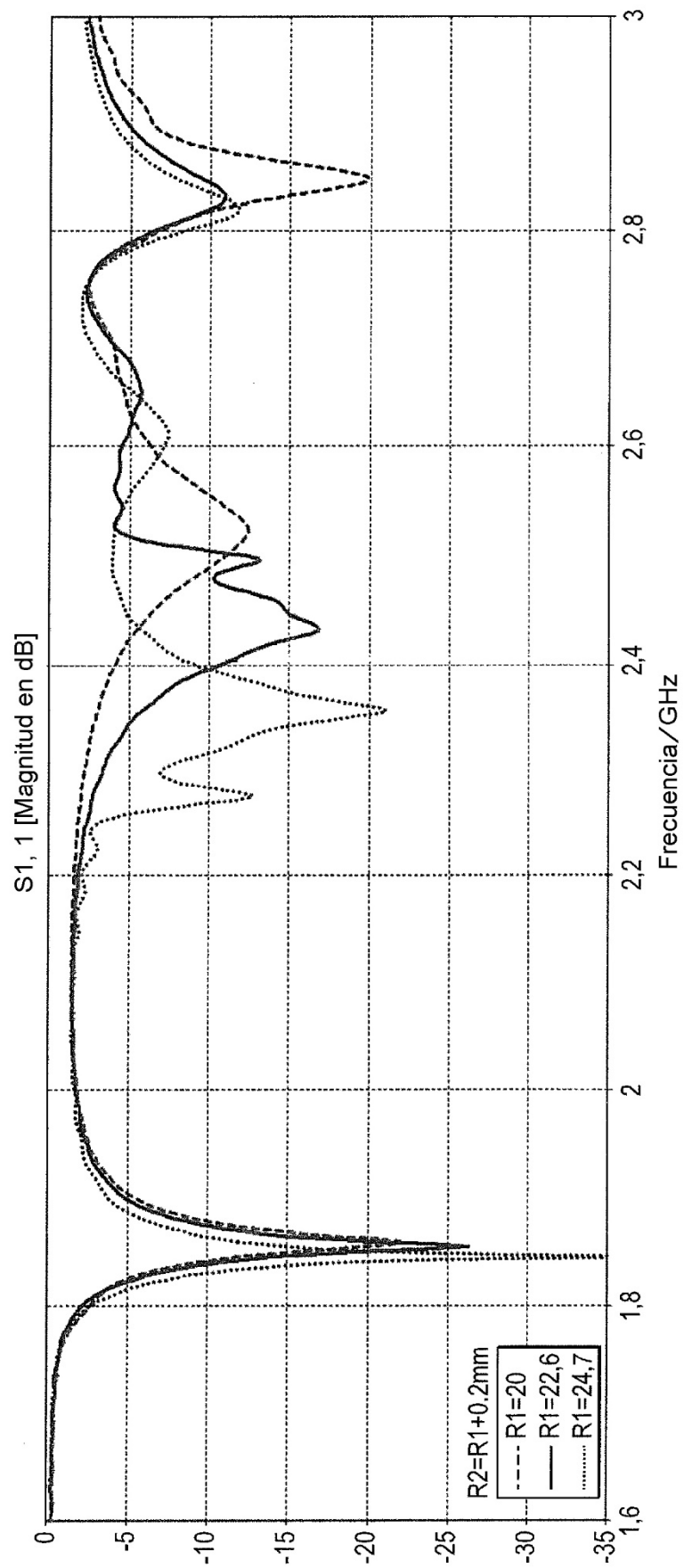


FIG. 11A

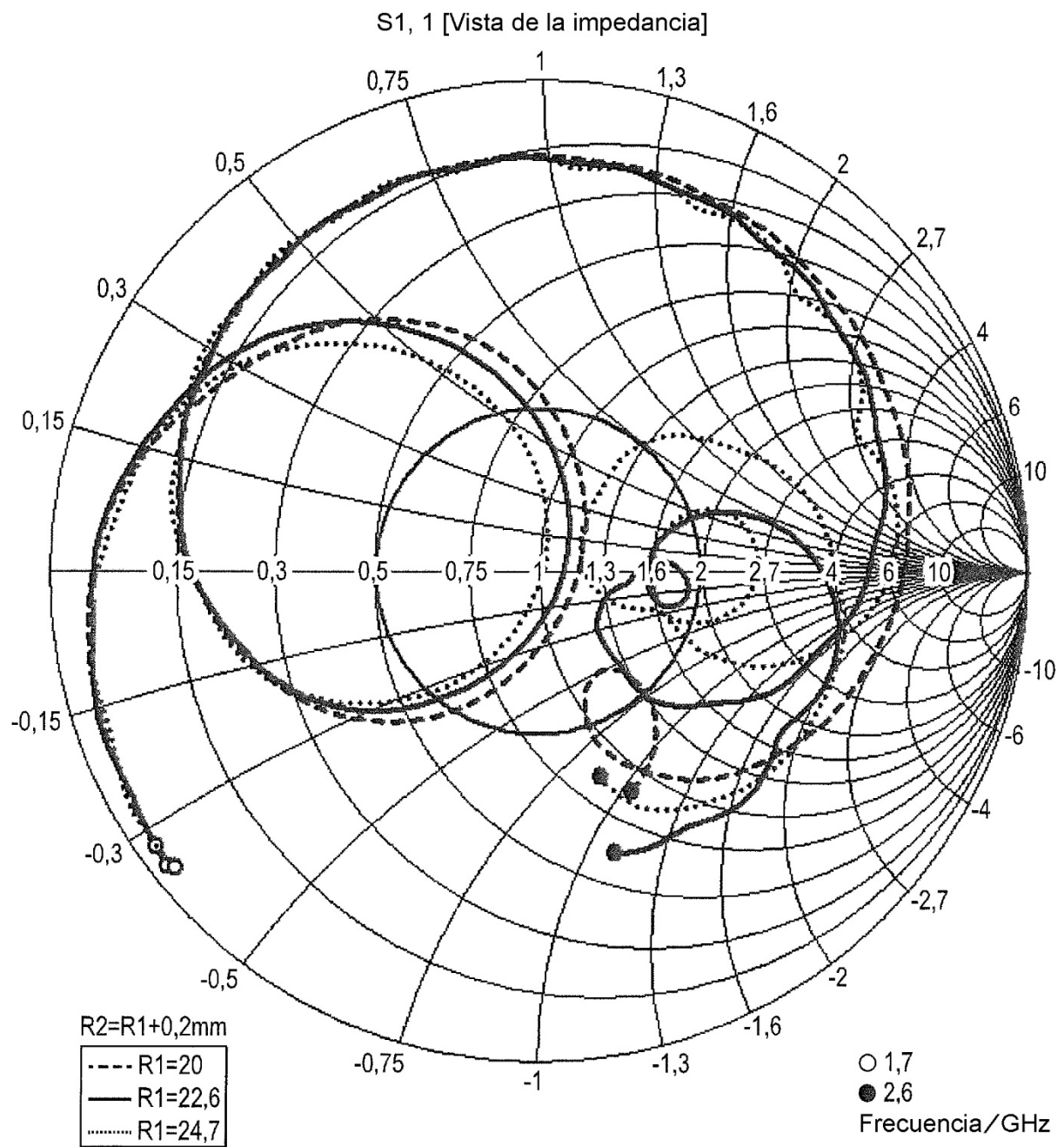


FIG. 11B

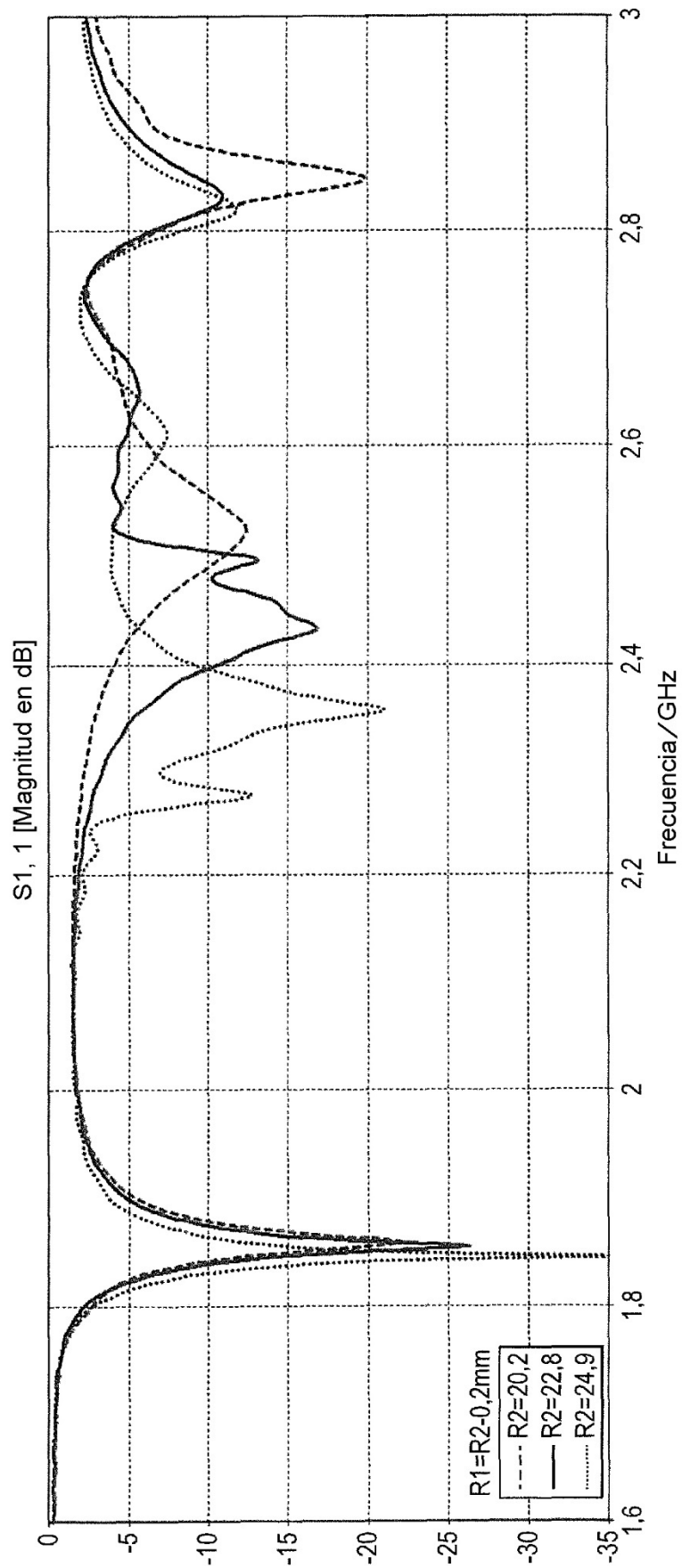


FIG. 12A

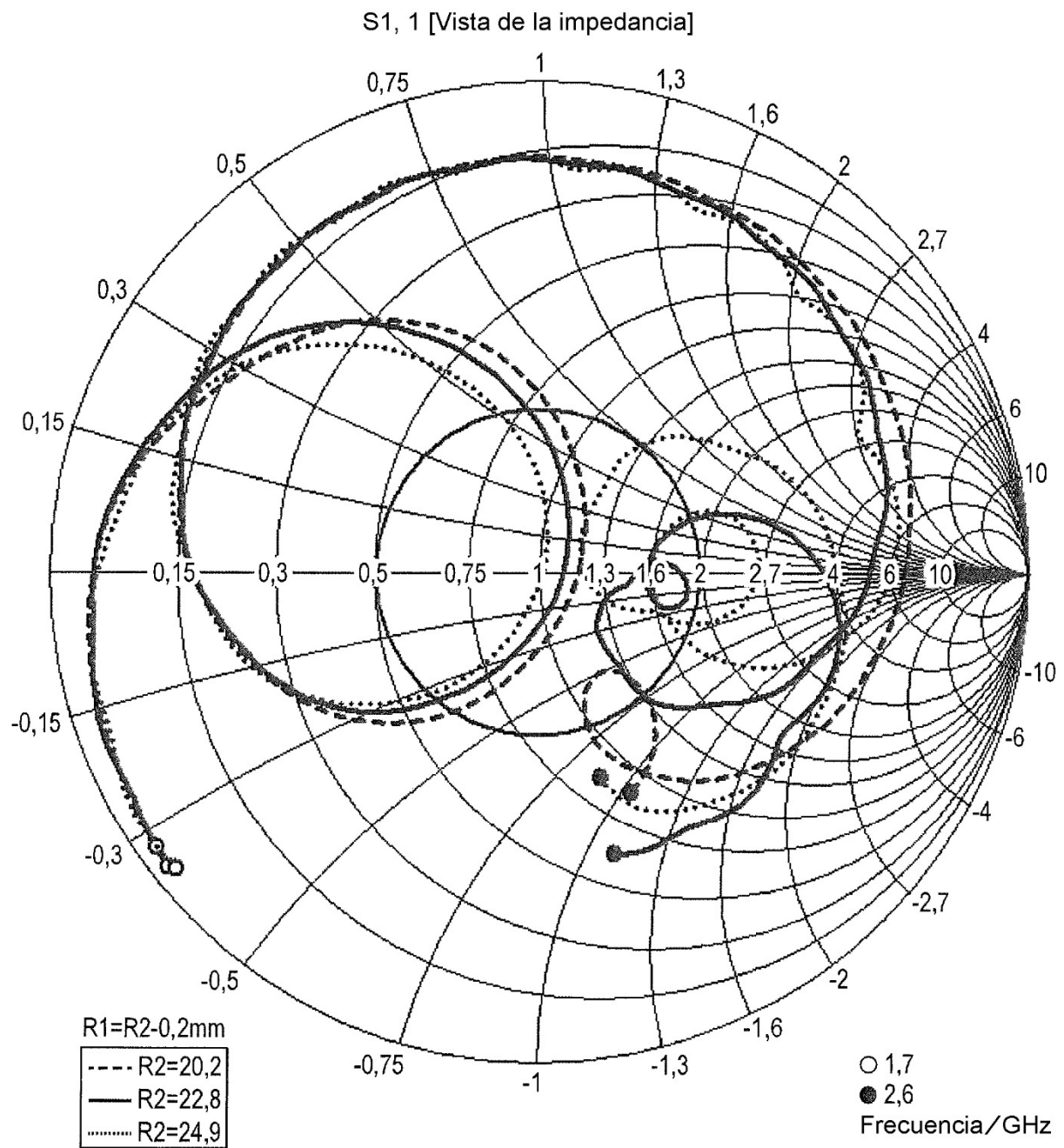


FIG. 12B

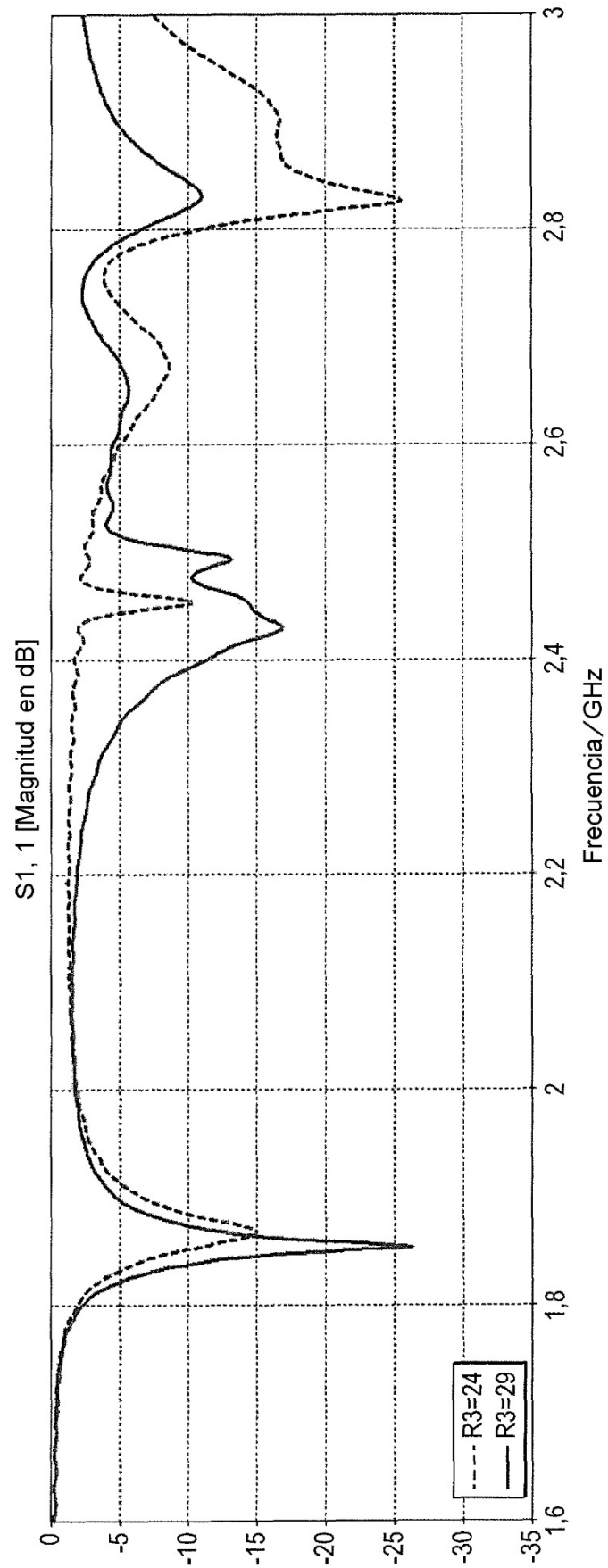


FIG. 13A

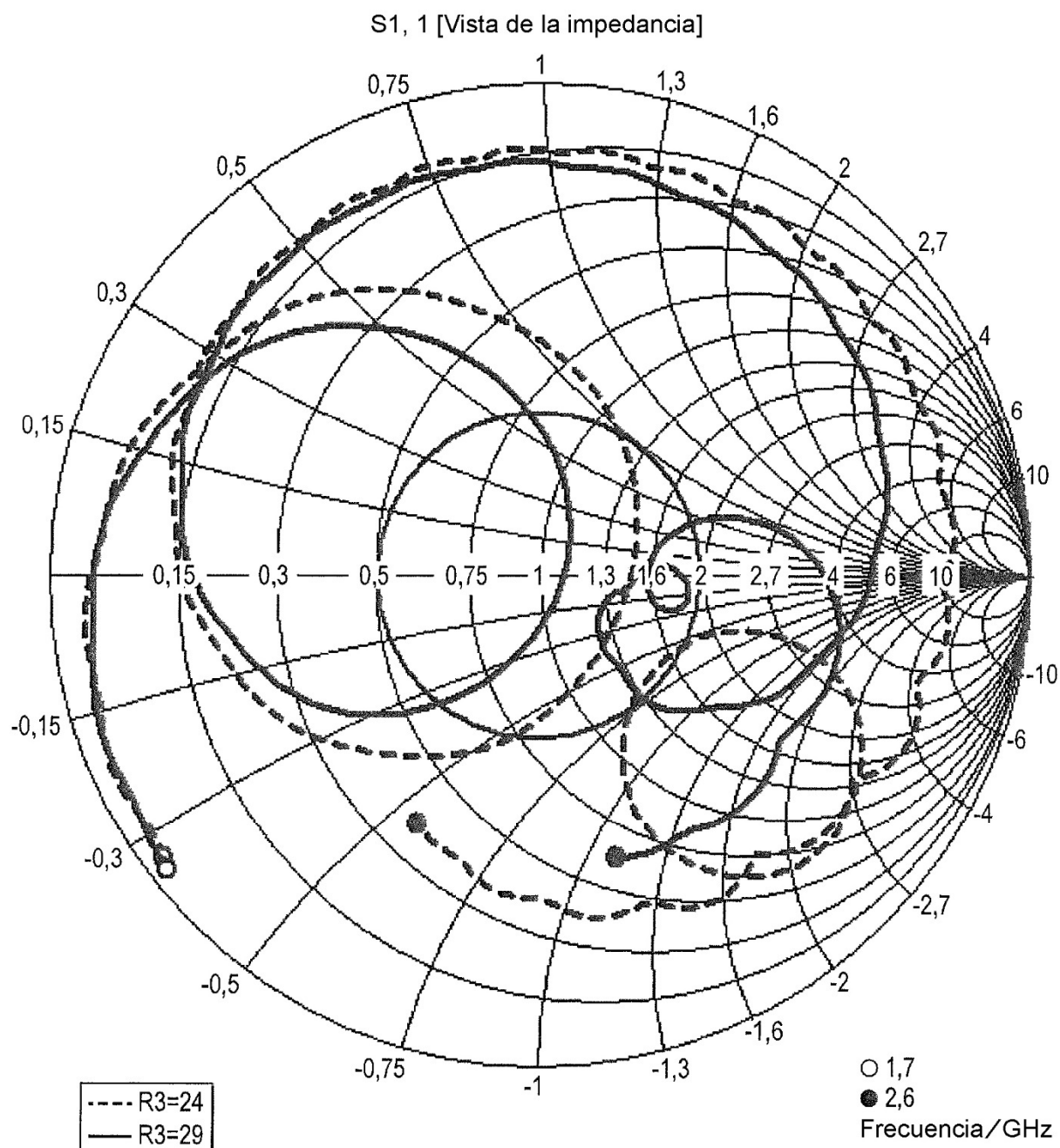


FIG. 13B

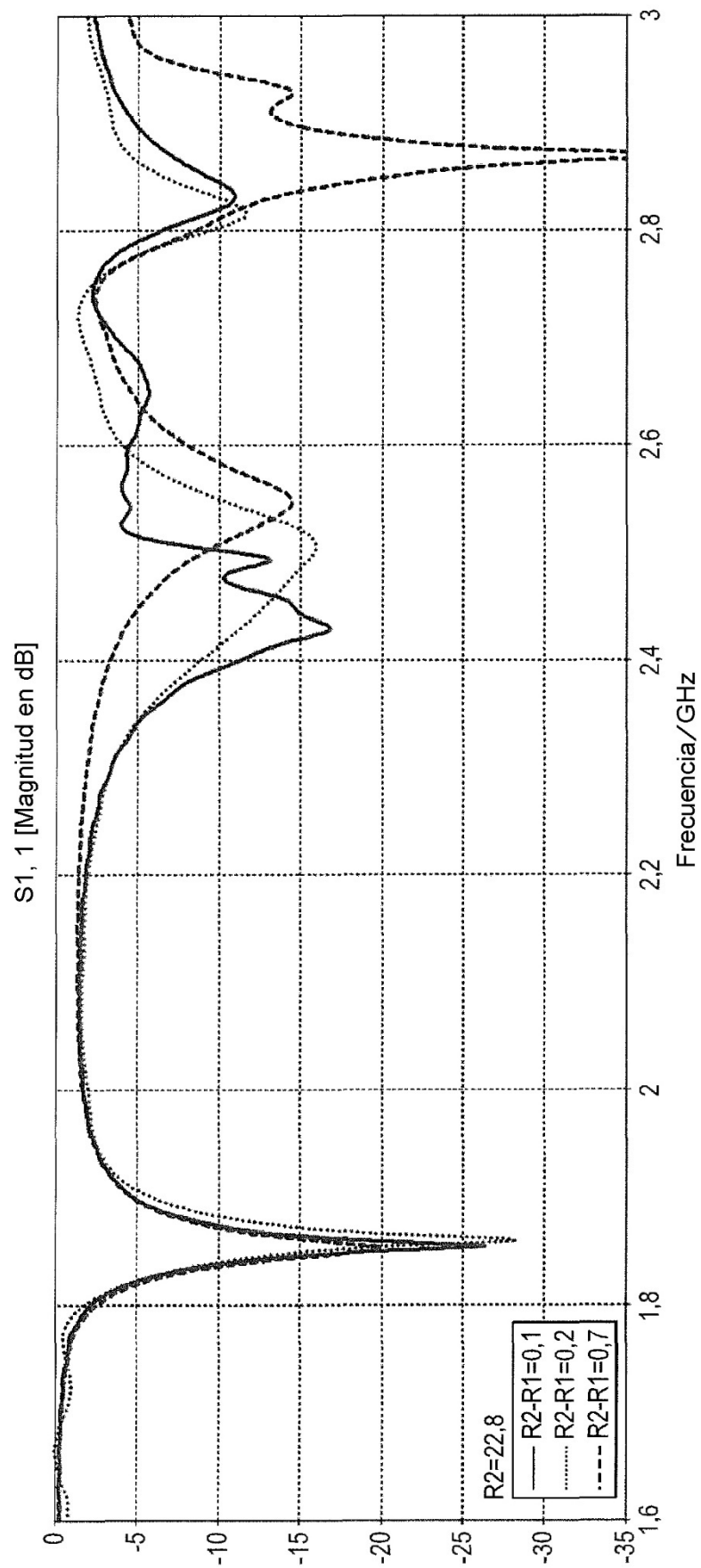


FIG. 14A

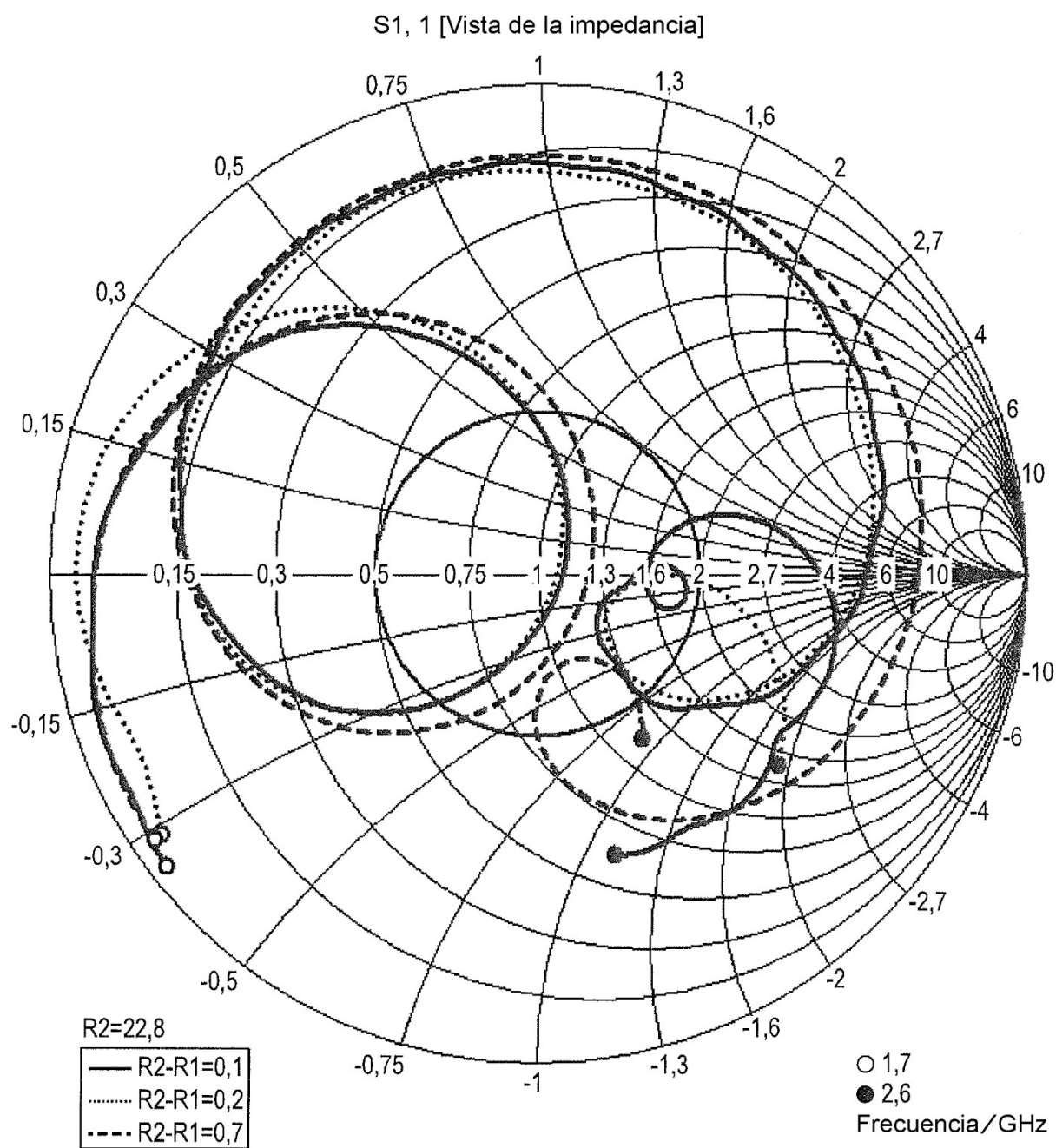


FIG. 14B

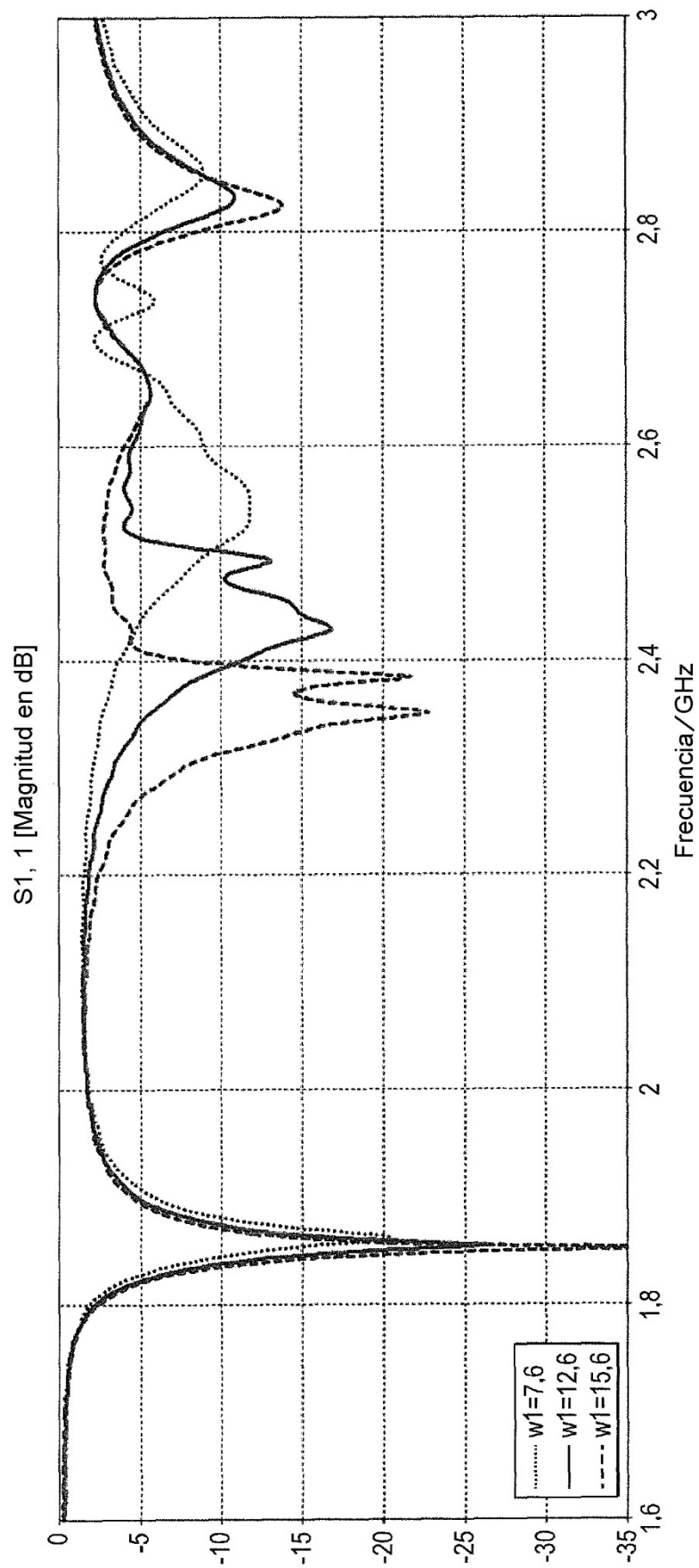


FIG. 15A

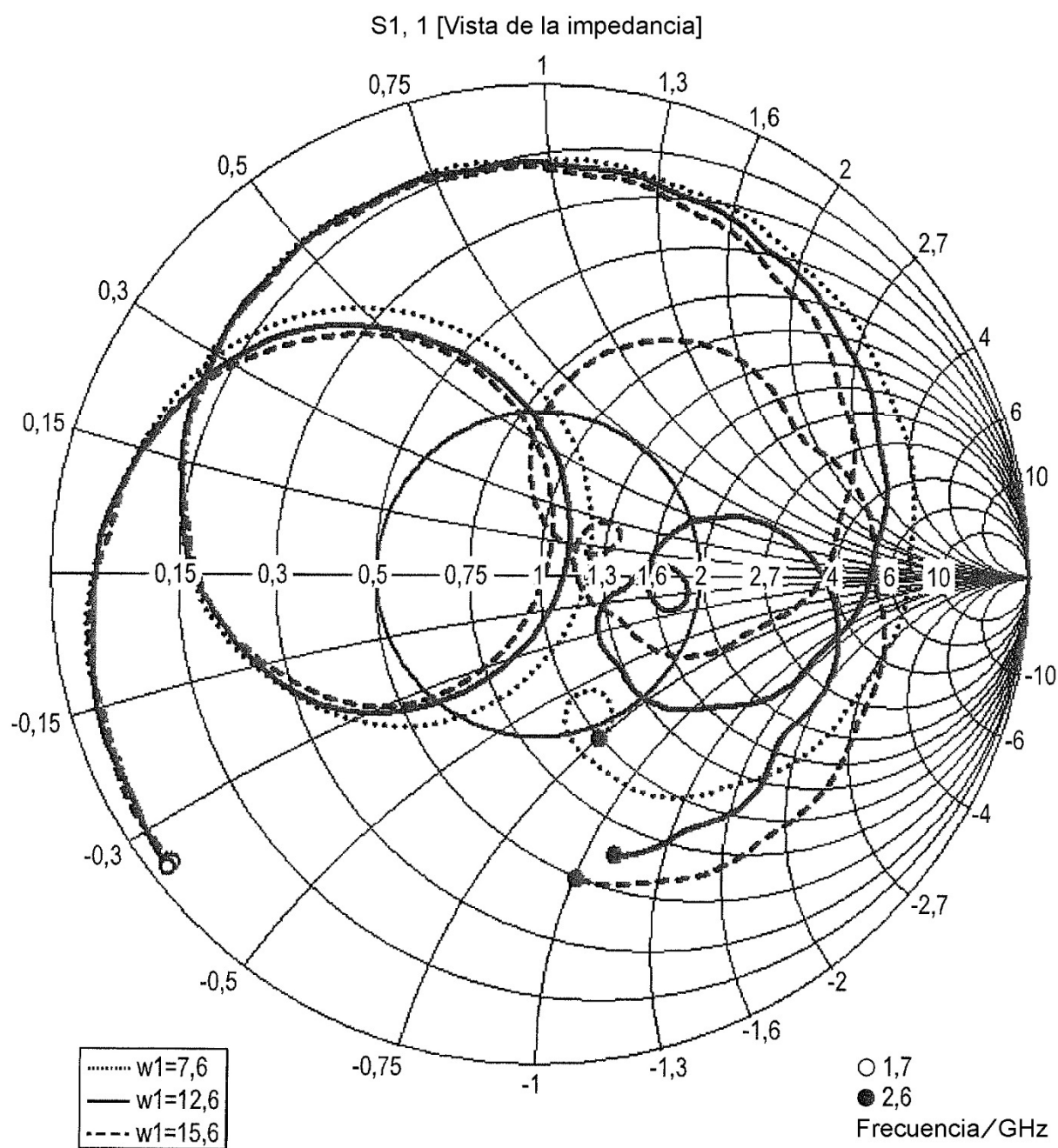


FIG. 15B

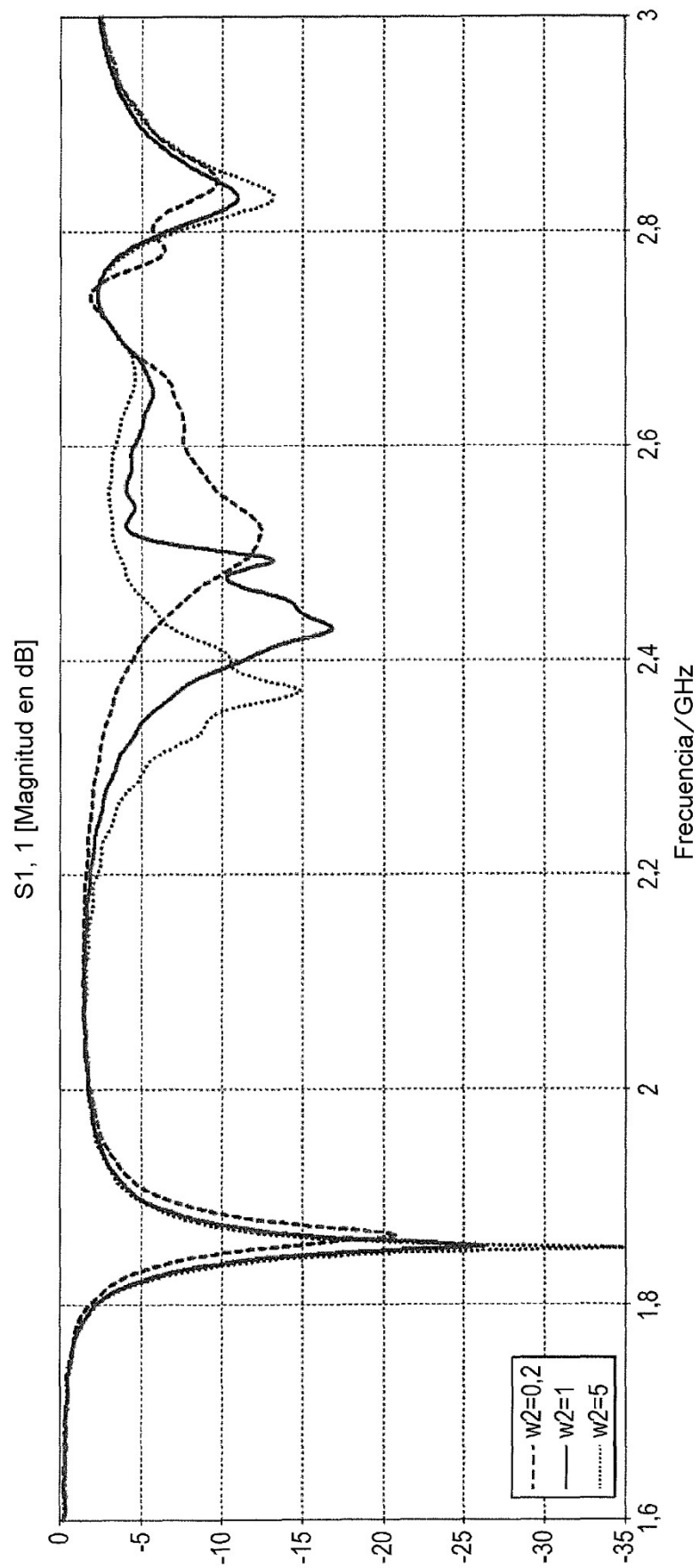


FIG. 16A

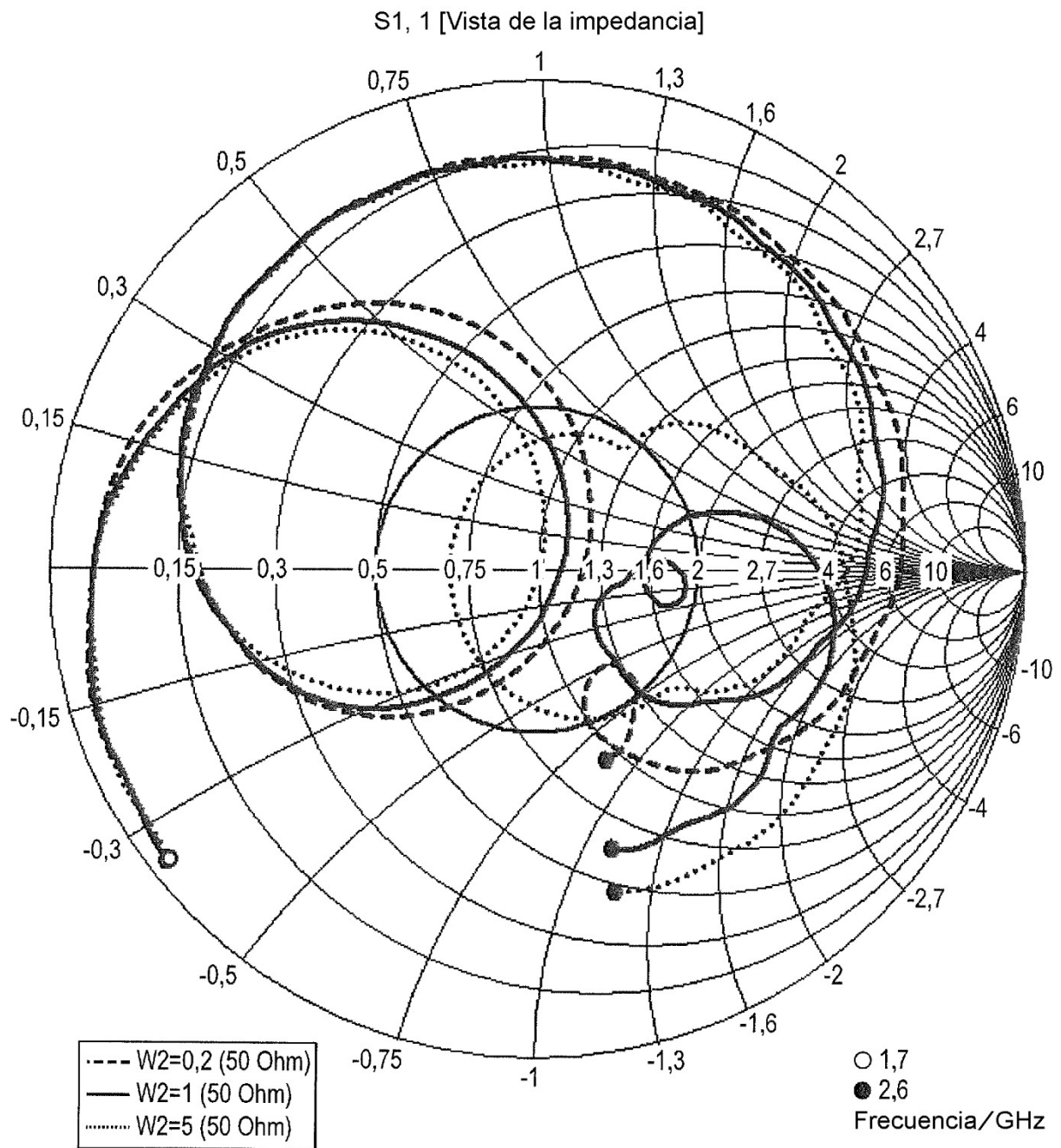


FIG. 16B

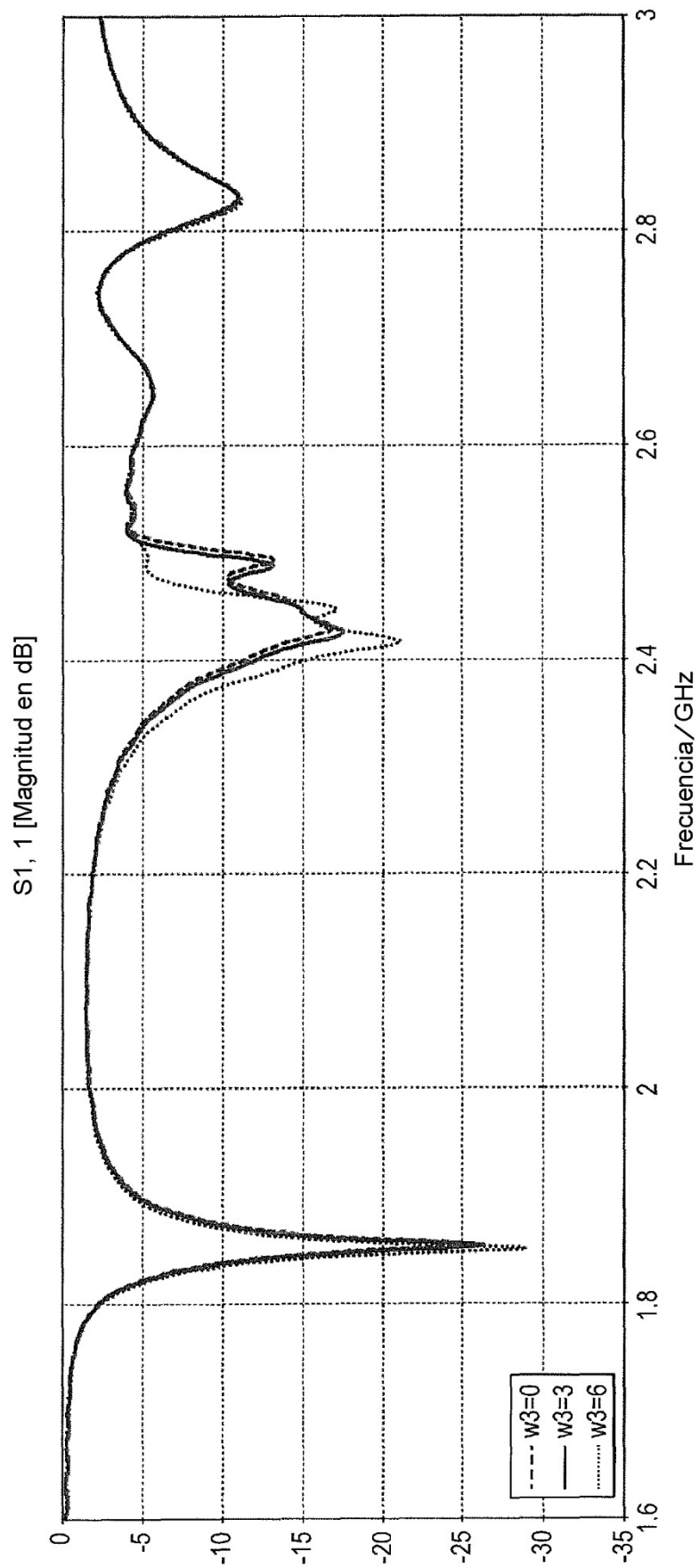


FIG. 17A

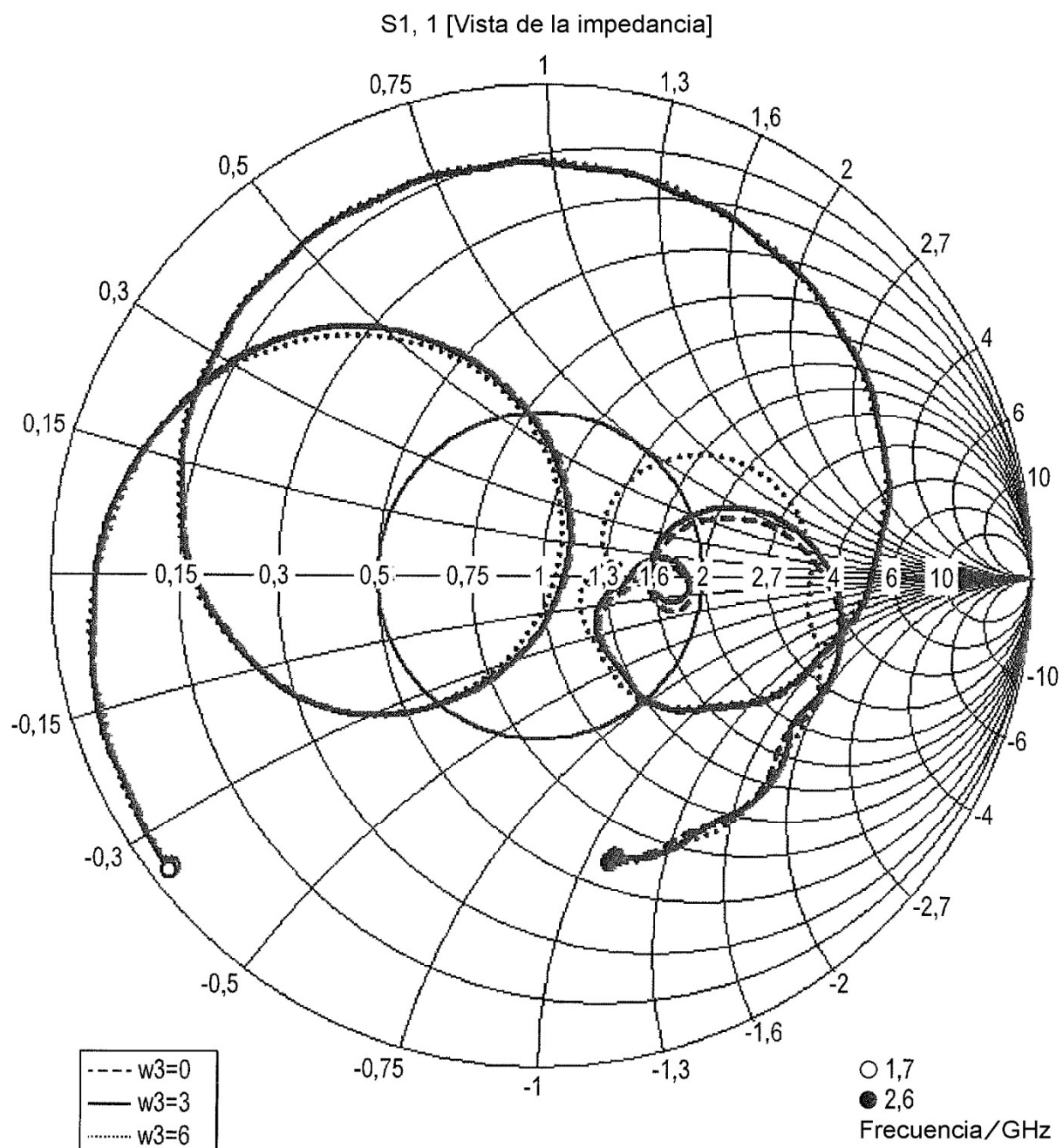


FIG. 17B

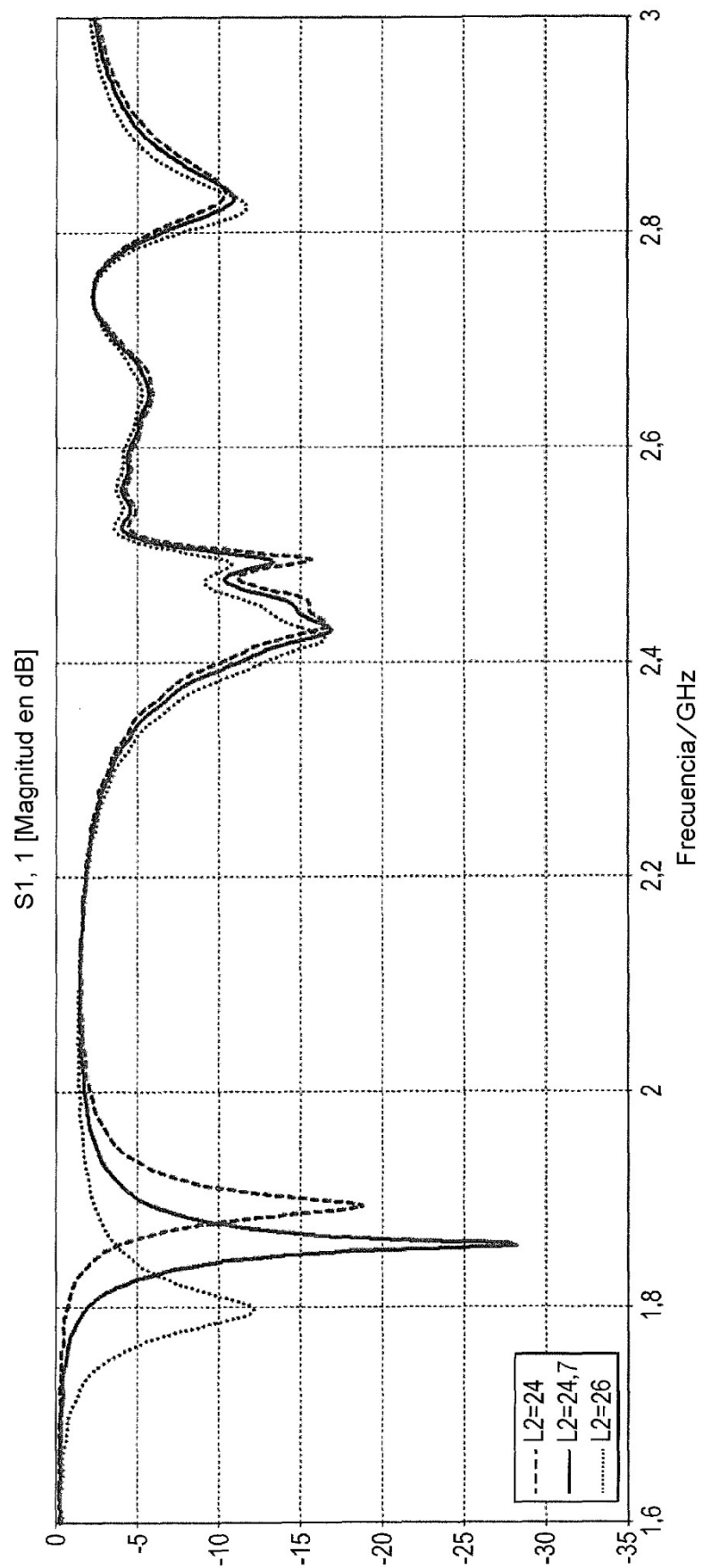


FIG. 18A

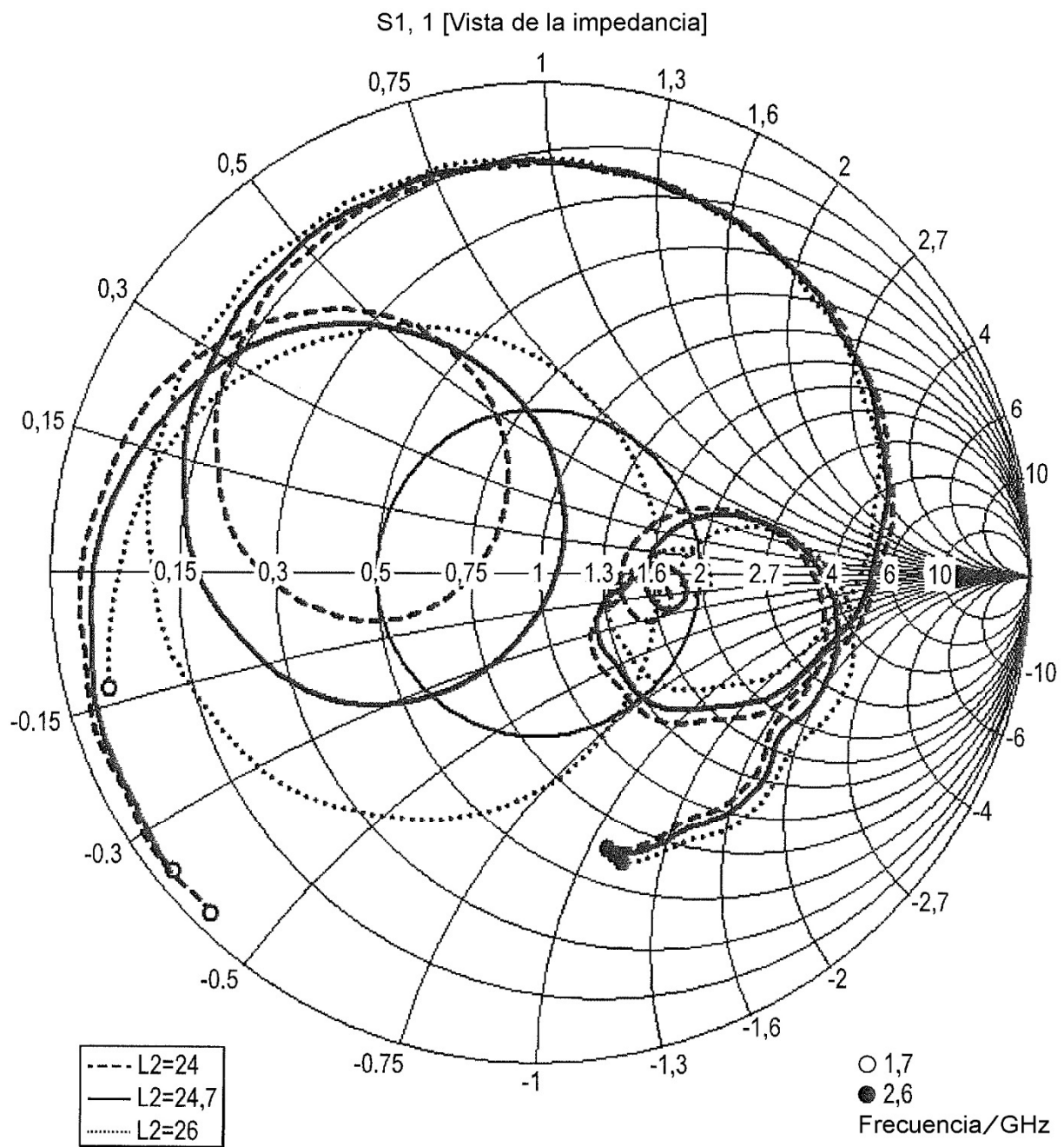


FIG. 18B

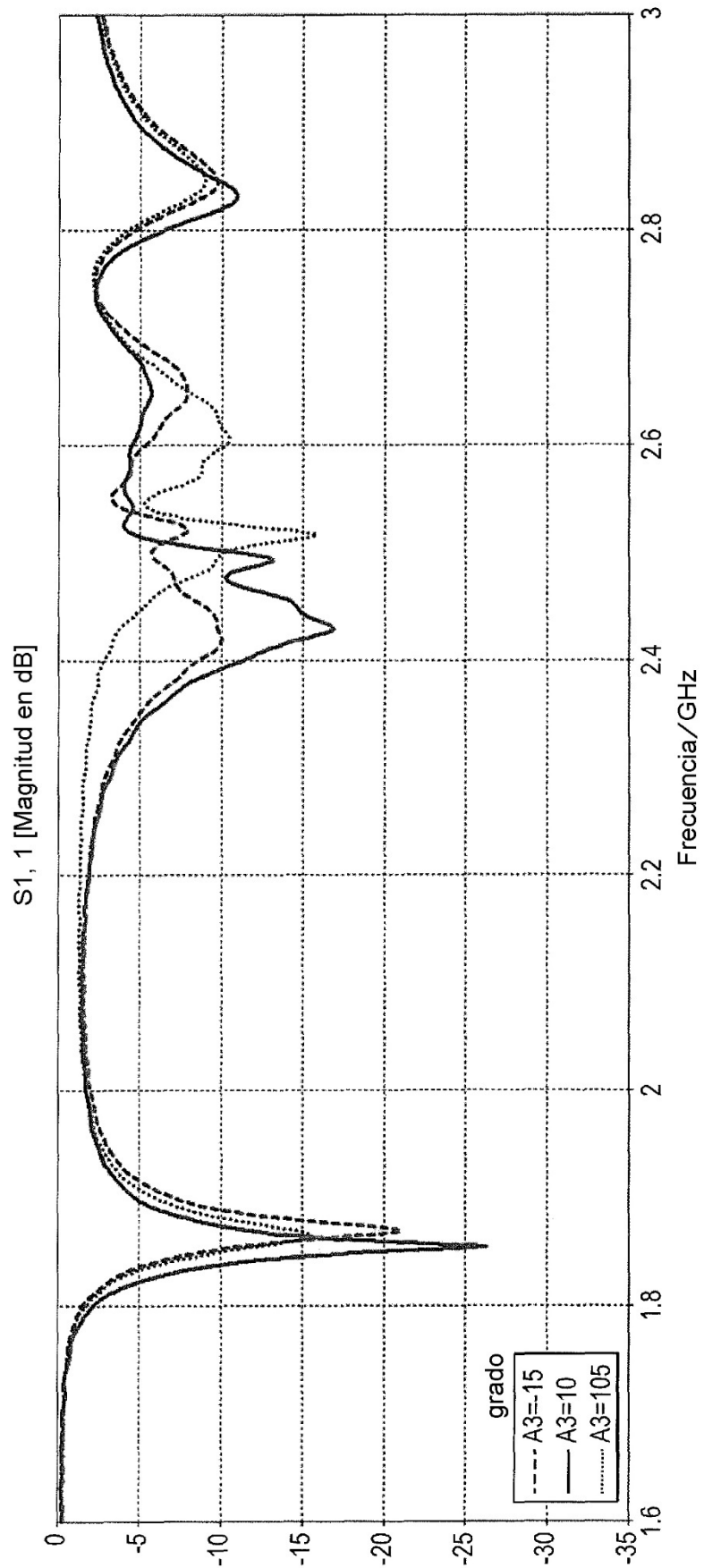


FIG. 19A

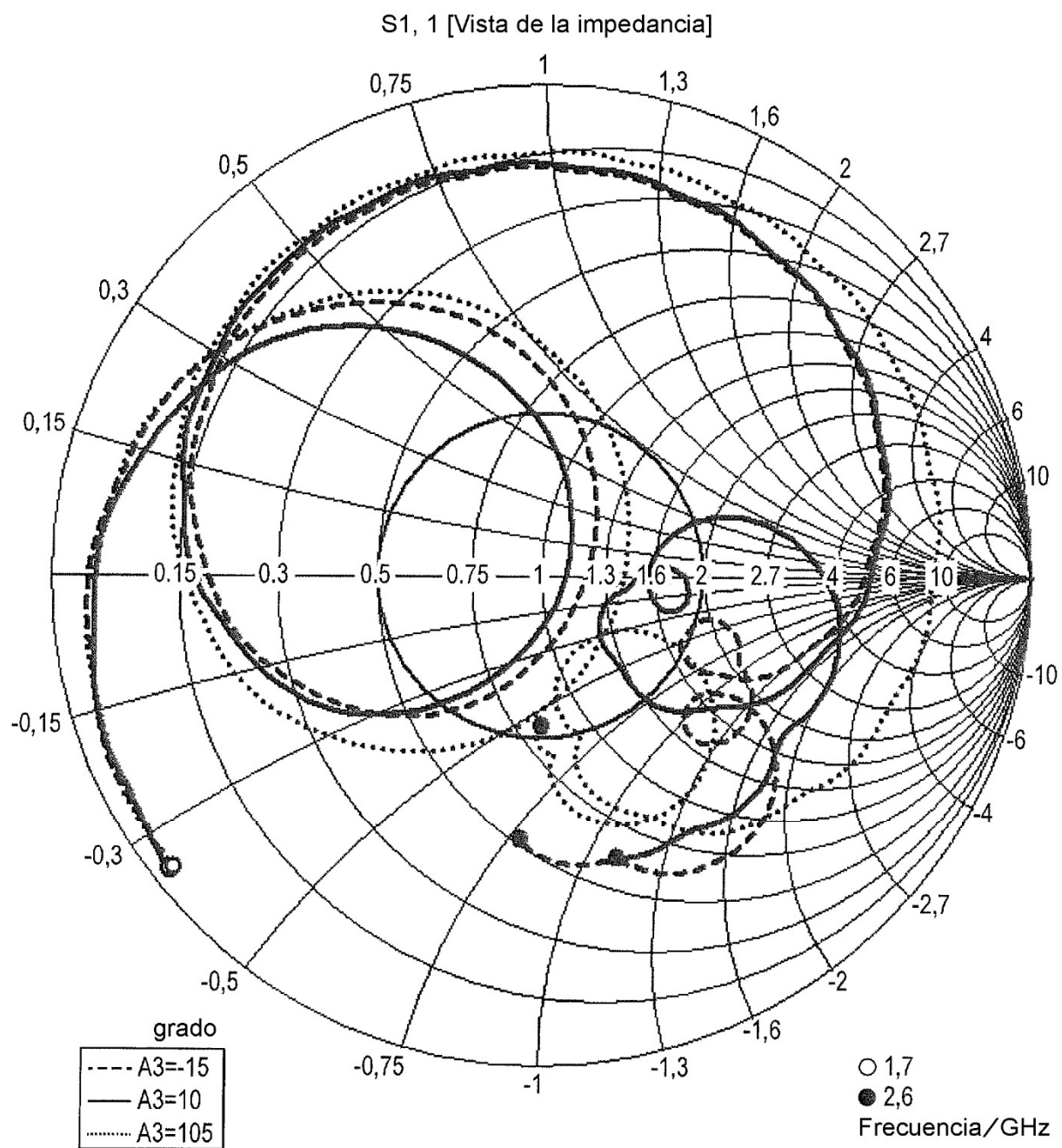


FIG. 19B

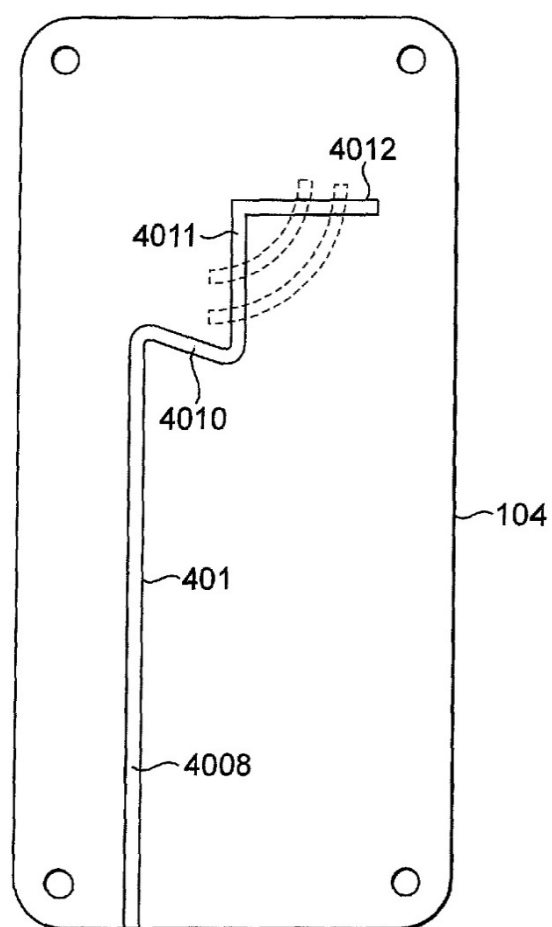


Figura 20

