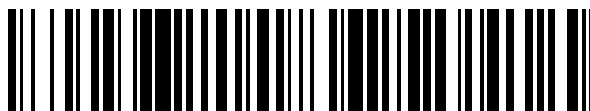


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 828 664**

51 Int. Cl.:

H01P 5/16 (2006.01)

H01P 5/12 (2006.01)

H03H 7/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.12.2013** **PCT/SE2013/051511**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015** **WO15088413**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2013** **E 13899198 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2020** **EP 3080865**

54 Título: **Divisor de potencia y combinador de potencia**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
27.05.2021

73 Titular/es:

SAAB AB (100.0%)
581 88 Linköping, SE

72 Inventor/es:

VICKES, HANS-OLOF

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 828 664 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

Divisor de potencia y combinador de potencia

Campo técnico

La invención se refiere a un dispositivo para dividir o combinar señales de banda ancha, a través de un circuito de potencia que puede usarse como un divisor de potencia o combinador de potencia que comprende dos secciones diferentes que dividen una línea de transmisión en dos líneas de transmisión o que combinan dos líneas de transmisión en una línea de transmisión. El circuito de potencia es especialmente adecuado para circuitos de microondas y ondas milimétricas tales como por ejemplo amplificadores de potencia, conjunto de antenas en fase, mezcladores y circuladores activos.

Técnica anterior

Los divisores de potencia y los combinadores de potencia, también conocidos como distribuidores de potencia son dispositivos pasivos que se usan para dividir o combinar la cantidad de potencia electromagnética en una línea de transmisión a la que se conecta el dispositivo. Los circuitos de potencia tales como los divisores de potencia y los combinadores de potencia son útiles para distribuir la potencia entre varios caminos y son de importancia en una amplia gama de equipos electrónicos tales como amplificadores de potencia, conjunto de antenas en fase, mezcladores y circuladores activos. También pueden usarse para medir o monitorear la alimentación hacia y desde las antenas, o usarse en televisión por cable o líneas telefónicas.

Hay muchos diseños conocidos de divisores/combinadores de potencia, y uno que se emplea comúnmente, especialmente en frecuencias superiores a 500 MHz, es uno que se conoce comúnmente como un Divisor de Potencia Wilkinson, descrito en "An N-way Power Divider" por E. Wilkinson, Transacciones IEEE sobre teoría y técnicas de microondas, MTT-8, Núm. 1, enero de 1960, páginas 116-118. El divisor de potencia Wilkinson común comprende dos líneas de transmisión que van desde un puerto de entrada hasta dos puertos de salida. Las líneas de transmisión se conectan por una resistencia de aislamiento.

El divisor de potencia Wilkinson tiene numerosas ventajas sobre otros divisores de potencia, tales como estar construido a partir de componentes pasivos, haciéndolo recíproco, lo que le permite usarse también como un combinador de potencia. Además, el diseño permite un alto grado de aislamiento entre puertos, lo que puede ser crucial durante ciertas implementaciones. Además, el divisor de potencia Wilkinson no tiene pérdidas en un grado muy alto.

Para aplicaciones que requieren un ancho de banda mayor, a menudo se emplea un desarrollo del divisor de potencia Wilkinson, llamado divisor Wilkinson multisección en el que, después de la primera resistencia de aislamiento, se implementan impedancias adicionales en ambas líneas de transmisión, así como otra resistencia de aislamiento que las conecta, o estructuras equivalentes.

En función de la aplicación o las frecuencias usadas, tal divisor de potencia Wilkinson puede llegar a ser relativamente grande. En varias aplicaciones donde el espacio es un bien escaso, implementar tal divisor de potencia Wilkinson o un combinador de potencia similar puede entonces resultar difícil o imposible.

Por tanto hay espacio para un circuito de potencia mejorado que puede usarse como un divisor de potencia o combinador de potencia.

La técnica anterior relevante de la presente divulgación se divulga en el documento CN 103259 072, en "Foundations for microwave engineering", por Robert E. Collin, 1 de enero de 1992, McGraw-Hill, Inc., Singapur, XP002771489, ISBN: 0-07-112569-8, en el documento "A Class of Broadband Three-Port TEM - Mode Hybrids", por Cohn, Seymour B, Transacciones IEEE de teoría y técnicas de microondas, vol. 16, núm. 2, 1 de febrero de 1968, XP001366526, y en el documento US 2008 150 832.

El documento CN 103259 072 divulga un divisor de potencia de banda ultra ancha en base a un gradiente exponencial. El divisor de potencia de banda ultra ancha se compone por líneas de microcinta y puertos de las líneas de microcinta, en el que las líneas de microcinta se ubican en una placa dieléctrica y se usan como un cuerpo divisor de potencia, y logran una transformación de característica de transmisión y adaptación. El divisor de potencia de banda ultra ancha se provee con un puerto de entrada, dos puertos de salida en fase y de igual amplitud, un circuito de conversión de impedancia y un circuito de distribución de potencia de banda ultra ancha, en el que el circuito de conversión de impedancia y el circuito de distribución de potencia de banda ultra ancha se ubican entre el puerto de entrada y los puertos de salida. La impedancia característica de cada una de las líneas de microcinta de los tres puertos es 50 omega, y todos los circuitos son verticalmente simétricos. Se adopta una línea de microcinta en base al gradiente exponencial para el puerto de entrada, la línea de microcinta con una impedancia característica de 50 omega se adapta a un extremo de entrada del circuito de distribución de potencia de banda ultra ancha, las líneas de microcinta con una impedancia característica de 25 omega se dividen en dos caminos de salida simétricos verticalmente, cuatro secciones de líneas de microcinta semicirculares están en conexión en cascada para emitir señales en fase y de igual amplitud, la impedancia característica de cada sección de la línea de microcinta semicircular es 50 omega, la longitud

eléctrica de cada sección de la línea de microcinta semicircular es $\pi/2$, una resistencia de aislamiento se conecta entre cada par de líneas de microcinta dispuestas arriba y abajo, y las resistencias de aislamiento son diferentes entre sí. El divisor de potencia de banda ultra ancha en base al gradiente exponencial es bueno en rendimiento de transmisión, y el ancho de banda relativo puede alcanzar más del 100 %.

- 5 El documento US 2008 150 832 divulga realizaciones que incluyen aparatos de conjunto de antenas en fase y procedimientos para fabricarlos. En una realización, un aparato de conjunto de antenas en fase incluye al menos una placa de circuito impreso que tiene múltiples capas, al menos un módulo generador de haz con al menos un combinador/divisor de haz, al menos un amplificador y al menos un elemento radiante integral. El PWB incluye colectores de RF integrados dentro de las múltiples capas entre los puertos correspondientes de los
10 combinadores/divisores de haz. El al menos un elemento radiante integral se ubica próximo a un borde del PWB y se orienta en paralelo con el eje de puntería del aparato de conjunto de antenas en fase. En una realización, los combinadores/divisores de haces pueden incluir un combinador en forma de H. Una abertura en el PWB se adapta para permitir que el amplificador contacte directamente un disipador de calor, en una realización.

Sumario de la invención

- 15 Un objeto de la presente divulgación es proporcionar un divisor de potencia y/o un combinador de potencia mejorado.

El objeto de la invención se consigue mediante un circuito de potencia de acuerdo con la reivindicación 1. Este circuito de potencia comprende una sección de impedancia escalonada y una sección de núcleo, estando dicha sección de impedancia escalonada y dicha sección de núcleo conectadas por una interconexión. El circuito de potencia tiene un primer, un segundo y un tercer puerto. La sección de impedancia escalonada comprende el primer puerto y una primera
20 línea de transmisión que va desde dicho primer puerto hasta la interconexión. La sección de núcleo comprende el segundo puerto y el tercer puerto, y una segunda línea de transmisión que va desde dicha interconexión hasta el segundo puerto y una tercera línea de transmisión que va desde la interconexión hasta el tercer puerto. La segunda y la tercera línea de transmisión tienen cada una al menos una primera y una segunda subsección de núcleo. La segunda y la tercera línea de transmisión tienen un número igual de subsecciones de núcleo, teniendo cada subsección de
25 núcleo una impedancia. Las subsecciones de núcleo forman pares de subsecciones de núcleo, donde el primer par de subsecciones de núcleo comprende la primera subsección de núcleo de la segunda línea de transmisión y la primera subsección de núcleo de la tercera línea de transmisión y el segundo par de subsecciones de núcleo comprende la segunda subsección de núcleo de la segunda línea de transmisión y la segunda subsección de núcleo de la tercera línea de transmisión. Cada par de subsecciones de núcleo comprende además medios de resistencia
30 que conectan dicha segunda y tercera línea de transmisión. El circuito de potencia se caracteriza porque la primera línea de transmisión comprende al menos dos subsecciones de impedancia escalonada; donde difieren la impedancia de la línea de transmisión en cada una de las al menos dos subsecciones de impedancia escalonada; las impedancias de cada subsección de núcleo de la segunda y tercera línea de transmisión son iguales; la resistencia de cada uno de los medios de resistencia que conectan la segunda y la tercera línea de transmisión en cada par de subsecciones de
35 núcleo también difieren, y el número de subsecciones de impedancia escalonada de la sección de impedancia escalonada y el número de pares de subsecciones de núcleo de la sección de núcleo es el mismo.

Un circuito de potencia de acuerdo con la invención reduce las impedancias asociadas de las líneas de transmisión cerca del puerto-RF de excitación. Esto significa que la cantidad de dieléctrico u otros agentes aislantes del circuito pueden reducirse, ya que hay menos necesidad de aislamiento. Esto permite reducir el tamaño del circuito de potencia.
40 Alternativamente, esto permite usar más potencia y/o mayores anchos de banda con el circuito de potencia sin un aumento en el tamaño del circuito de potencia. Esto permite que el circuito de potencia se use en aplicaciones donde el espacio es un bien escaso y donde los circuitos de potencia diseñados convencionalmente son demasiado grandes. En sistemas complejos, la cantidad de componentes puede ser muy grande, y por lo tanto incluso una pequeña mejora en el tamaño puede resultar en mejoras notables, especialmente cierto para las disposiciones multicapas.

- 45 En un desarrollo de la invención, las impedancias de las subsecciones de impedancia escalonada de la sección de impedancia escalonada disminuyen escalonadamente desde el primer puerto hacia la interconexión.

En un desarrollo de la invención, las impedancias de las subsecciones de impedancia escalonada son más bajas que las impedancias de puerto del primer, segundo y tercer puerto. En otro desarrollo más de la invención, las impedancias de las subsecciones de impedancia escalonada son mayores que la mitad de las impedancias de puerto del primer,
50 segundo y tercer puerto.

En un desarrollo de la invención, el número de subsecciones de impedancia escalonada de la subsección de impedancia escalonada y el número de pares de subsecciones de núcleo de la sección de núcleo son iguales a tres.

- En un desarrollo de la invención, las impedancias de las subsecciones de núcleo son iguales a 50 Ohmios. En un desarrollo adicional de la invención, las impedancias de las subsecciones de núcleo son iguales a las impedancias de
55 puerto del primer, segundo y tercer puerto. Establecer las impedancias de la línea de transmisión a 50 Ohmios permite que el circuito de potencia se use en sistemas de 50 Ohmios sin requerir demasiada modificación de la señal. Preferentemente, el circuito tiene una división de potencia uniforme, con un factor de acoplamiento de -3,0 dB.

Preferentemente, las señales a combinarse o dividirse por el circuito de potencia son señales de banda ancha que tienen una frecuencia en el rango entre 4 GHz y 20 GHz. En una realización de la invención, el circuito de potencia se implementa como una línea TEM o microcinta. La invención también puede realizarse como una placa de circuito impreso. La invención también puede realizarse como guía de onda coplanar. La invención también puede implementarse en MMIC.

En un desarrollo preferido de la invención, el circuito de potencia se usa como un divisor de potencia. En este desarrollo, el primer puerto es un puerto de entrada y el segundo y tercer puerto son puertos de salida. Esto también define la impedancia de puerto del primer puerto como una impedancia de entrada, y las impedancias de puerto del segundo y tercer puerto como impedancias de salida. En otro desarrollo de la invención, el circuito de potencia se usa como un combinador de potencia. En este desarrollo, el segundo y tercer puerto son puertos de entrada y el primer puerto es un puerto de salida. Esto también define las impedancias de puerto del segundo y tercer puerto como impedancias de entrada, y la impedancia de puerto del primer puerto como impedancia de salida.

El objeto de la invención también se consigue mediante un sistema de circuito de potencia de acuerdo con la invención, comprendiendo dicho sistema al menos un primer y un segundo circuito de potencia de acuerdo con la invención. Esto se realiza conectando el segundo o el tercer puerto del primer circuito de potencia al primer puerto del segundo circuito de potencia. Esto tiene la ventaja de permitir la combinación de potencia o la división de potencia entre puertos adicionales. Puede usarse un número adicional de circuitos, como por ejemplo si un primer circuito de potencia se conecta a un segundo y un tercer circuito de potencia conectando el segundo y tercer puerto del primer circuito de potencia al primer puerto del segundo y tercer circuito de potencia, se realiza un sistema de circuito de potencia que podría combinar o dividir la potencia en o entre los cuatro puertos respectivamente. Además, los circuitos podrían conectarse de modo que solo uno del segundo y tercer puerto del primer circuito de potencia se conecta a un segundo circuito de potencia, mientras que el otro del segundo y tercer puerto se conecta a un componente diferente. Esto podría proporcionar por ejemplo una división de potencia desigual, o un punto de medición adecuado. La invención también se refiere a un conjunto de antenas, que comprende un circuito de potencia de acuerdo con la divulgación.

Breve descripción de los dibujos

Figura 1 muestra una imagen esquemática de un circuito de potencia para comprender la invención,

Figura 2 muestra un circuito de potencia de acuerdo con la invención donde el número de subsecciones de impedancia escalonada y el número de pares de subsecciones de núcleo son iguales a tres,

Figura 3 muestra un circuito de potencia de acuerdo con la invención donde el número de subsecciones de impedancia escalonada y el número de pares de subsecciones de núcleo son iguales a N, y

Figura 4 muestra una imagen esquemática de un sistema de circuito de potencia de acuerdo con la invención.

Descripción detallada

En lo sucesivo se describirán varios aspectos de la divulgación junto con las figuras adjuntas para ilustrar y no limitar la divulgación, en la que las designaciones similares denotan elementos similares, y las variaciones de los aspectos descritos no se limitan a la realización específicamente mostrada, sino que son aplicables en otras variaciones de la divulgación.

La Figura 1 muestra una imagen esquemática de un circuito de potencia 10 para comprender la invención. El circuito de potencia 10 tiene un primer puerto 11, un segundo puerto 12 y un tercer puerto 13. El circuito de potencia 10 tiene impedancias de puerto Z_0 . El circuito de potencia 10 tiene una sección de impedancia escalonada 20 y una sección de núcleo 30 interconectadas en una interconexión 14. La sección de impedancia escalonada 20 comprende el primer puerto 11 y una primera línea de transmisión 21 que va desde el primer puerto 11 hasta la interconexión 14. La sección de núcleo 30 comprende el segundo y tercer puerto 12, 13, una segunda línea de transmisión 31 que va desde la interconexión 14 hasta el segundo puerto 12 y una tercera línea de transmisión 32 que va desde la interconexión 14 hasta el tercer puerto 13. La sección de núcleo 30 también comprende medios de resistencia que conectan la segunda y la tercera línea de transmisión 31, 32.

La Figura 2 muestra un circuito de potencia 10 de acuerdo con la invención. En el ejemplo mostrado en la Figura 2, el circuito de potencia 10 se usa como divisor de potencia. El divisor de potencia 10 tiene un primer puerto 11, un segundo puerto 12 y un tercer puerto 13. El primer puerto del divisor de potencia tiene una impedancia de entrada Z_0 y el segundo y tercer puerto tienen impedancias de salida Z_0 . El divisor de potencia comprende una sección de impedancia escalonada 20, y una sección de núcleo 30. La sección de impedancia escalonada 20 y la sección de núcleo 30 se interconectan en una interconexión 14. La sección de impedancia escalonada 20 comprende el primer puerto 11, y una primera línea de transmisión 21 que va desde el primer puerto 11 hasta la interconexión 14.

La sección de núcleo 30 comprende el segundo y tercer puerto 12, 13, y una segunda y tercera línea de transmisión 31, 32. La segunda línea de transmisión 31 va desde la interconexión 14 hasta el segundo puerto 12, y la tercera línea de transmisión 32 va desde la interconexión hasta el tercer puerto 13. La segunda y tercera línea de transmisión 31, 32 tienen tres subsecciones de núcleo cada una. La segunda línea de transmisión 31 tiene tres subsecciones de

núcleo 311, 312, 313 y la tercera línea de transmisión 32 también tiene tres subsecciones de núcleo 321, 322, 323. El número de subsecciones de núcleo de la segunda y tercera línea de transmisión 31, 32 es preferentemente el mismo. Cada una de las subsecciones de núcleo tiene una impedancia Z . Las subsecciones de núcleo forman tres pares 361, 362, 363 de subsecciones de núcleo, donde el primer par 361 de subsecciones de núcleo comprende la primera subsección de núcleo 311 de la segunda línea de transmisión 31 y la primera subsección de núcleo 321 de la tercera línea de transmisión 32, el segundo par 362 de subsecciones de núcleo comprende la segunda subsección de núcleo 312 de la segunda línea de transmisión 31 y la segunda subsección de núcleo 322 de la tercera línea de transmisión 32 y el tercer par 363 de subsecciones de núcleo comprende la tercera subsección de núcleo 313 de la segunda línea de transmisión 31 y la tercera subsección de núcleo 323 de la tercera línea de transmisión 32. Cada par de subsecciones de núcleo comprende medios de resistencia 371, 372, 373 que conectan las subsecciones de núcleo de cada par. Como se ilustra en la Figura 2, las subsecciones de núcleo que componen un par de subsecciones de núcleo se ubican esencialmente en la misma ubicación en sus respectivas líneas de transmisión 31, 32. Los medios de resistencia del par se conectan a las líneas de transmisión 31, 32 al final de las subsecciones de núcleo más cercanas a los puertos de salida. El circuito de potencia es ventajosamente simétrico en su estructura.

La primera línea de transmisión 21 comprende tres subsecciones de impedancia escalonada 251, 252, 253 donde cada subsección de impedancia escalonada tiene una impedancia Z_{T1} , Z_{T2} , Z_{T3} . La impedancia Z_{T1} , Z_{T2} , Z_{T3} , de cada una de las subsecciones de impedancia escalonada difieren. El número de subsecciones de impedancia escalonada, y el número de pares de subsecciones de núcleo es preferentemente el mismo. Las impedancias Z_{T1} , Z_{T2} , Z_{T3} de cada una de las subsecciones de impedancia escalonada 251, 252, 253 preferentemente disminuyen escalonadamente desde el primer puerto 11 hacia la interconexión 14. Las impedancias Z_{T1} , Z_{T2} , Z_{T3} de la primera línea de transmisión 21 en cada una de las subsecciones de impedancia escalonada 251, 252, 253 son menores que las impedancias de entrada y salida Z_0 , y también son mayores que la mitad de las impedancias de entrada y salida Z_0 . Estas relaciones producen la relación de la siguiente manera:

$$\frac{Z_0}{2} < Z_{T1} < Z_{T2} < Z_{T3} < Z_0 ; \forall (Z_{T1}, Z_{T2}, Z_{T3}) \in \left\{ \frac{Z_0}{2}, Z_0 \right\}$$

Las subsecciones de núcleo 311, 312, 313, 321, 322, 323 de cada par 361, 362, 363 de subsecciones de núcleo tienen igual impedancia Z . Además, cada par de subsecciones de núcleo tiene igual impedancia. Por tanto, el primer par 361 tiene la misma impedancia Z_1 en ambas subsecciones de núcleo 311, 321 del par 361, el segundo par 362 tiene la misma impedancia Z_2 en ambas subsecciones de núcleo 312, 322 del par 362 y el tercer par 363 tiene la misma impedancia Z_3 en ambas subsecciones de núcleo 313, 323 del par 363, y además, todas las impedancias Z_1 , Z_2 , Z_3 de cada uno de los pares de subsecciones de núcleo de la segunda y tercera línea de transmisión 31, 32 son todas iguales. Las impedancias Z_1 , Z_2 , Z_3 de cada uno de los pares de subsecciones de núcleo de la segunda y tercera línea de transmisión 31, 32 son todas iguales a las impedancias de entrada y salida asociadas Z_0 del divisor de potencia. Las impedancias Z_1 , Z_2 , Z_3 de cada uno de los pares de subsección de núcleo de la segunda y tercera línea de transmisión 31, 32 y las impedancias de entrada y salida asociadas Z_0 del divisor de potencia son iguales a 50 Ohmios. Esta relación produce la relación de la siguiente manera:

$Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_0 = 50 \text{ Ohmios } [\Omega]$ 50 Ohmios se usa en este ejemplo, pero también es posible diseñar el circuito de potencia 10 para otras impedancias de entrada y salida Z_0 tales como por ejemplo 25, 30, 60, 70 o 90.

Las resistencias R_1 , R_2 , R_3 de cada uno de los medios de resistencia 371, 372, 373 que conectan la segunda y tercera línea de transmisión 31, 32 difieren. Las resistencias R_1 , R_2 , R_3 de cada uno de los medios de resistencia disminuyen desde el segundo y tercer puerto 12, 13 hacia la interconexión 14. Esto produce la relación de la siguiente manera:

$$R_3 < R_2 < R_1$$

El circuito de potencia 10 es recíproco. En función de que los puertos 11, 12, 13 se conectan al circuito de potencia pueden usarse como divisor de potencia o como combinador de potencia. Usando el primer puerto 11 como un puerto de entrada y el segundo y tercer puerto 12, 13 como puertos de salida, se forma un divisor de potencia que divide la potencia introducida en el primer puerto 11 entre el segundo y tercer puerto 12, 13, como se muestra en el ejemplo de acuerdo con la Figura 2. En un ejemplo adicional, el circuito de potencia se usa como un combinador de potencia, usando el segundo y tercer puerto 12, 13 como puertos de entrada y el primer puerto 11 como puerto de salida, combinando la potencia introducida en el segundo y tercer puerto 12, 13 y emitiendo la potencia combinada en el primer puerto 11.

La Figura 3 muestra un circuito de potencia 100 de acuerdo con la invención. El circuito de potencia 100 mostrado en la Figura 3 es similar en estructura al circuito de potencia 10 mostrado en la Figura 2 y discutido anteriormente. En este ejemplo, el circuito de potencia es un divisor de potencia. El divisor de potencia tiene un primer puerto 11, un segundo puerto 12 y un tercer puerto 13. El primer puerto del divisor de potencia tiene una impedancia de entrada Z_0 y el segundo y tercer puerto tienen impedancias de salida Z_0 . El divisor de potencia comprende una sección de impedancia escalonada 20, y una sección de impedancia escalonada 20 y la sección de núcleo 30 se interconectan en una interconexión 14. La sección de impedancia escalonada 20 comprende el primer puerto 11, y una primera línea de transmisión 21 que va desde el primer puerto 11 hasta la interconexión 14.

La sección de núcleo 30 comprende el segundo y tercer puerto 12, 13, y una segunda y tercera línea de transmisión 31, 32. La segunda línea de transmisión 31 va desde la interconexión 14 hasta el segundo puerto 12, y la tercera línea de transmisión 32 va desde la interconexión hasta el tercer puerto 13. La segunda y tercera línea de transmisión 31, 32 tienen N número de subsecciones de núcleo cada una. La segunda línea de transmisión 31 tiene N número de subsecciones de núcleo 311, 312, 313, 31N y la tercera línea de transmisión 32 también tiene N número de subsecciones de núcleo 321, 322, 323, 32N. El número de subsecciones de núcleo de la segunda y tercera línea de transmisión 31, 32 es preferentemente el mismo. Cada una de las subsecciones de núcleo tiene una impedancia Z. Las subsecciones de núcleo forman N pares 361, 362, 363, 36N de subsecciones de núcleo, donde el primer par 361 de subsecciones de núcleo comprende la primera subsección de núcleo 311 de la segunda línea de transmisión 31, y la primera subsección de núcleo 321 de la tercera línea de transmisión 32, el segundo par 362 de subsecciones de núcleo comprende la segunda subsección de núcleo 312 de la segunda línea de transmisión 31 y la segunda subsección de núcleo 322 de la tercera línea de transmisión 32 y el tercer par 363 de subsecciones de núcleo comprende la tercera subsección de núcleo 313 de la segunda línea de transmisión 31 y la tercera subsección de núcleo 323 de la tercera línea de transmisión 32, y donde el N-ésimo par de subsecciones de núcleo comprende la N-ésima subsección de núcleo 31N de la segunda línea de transmisión y la N-ésima subsección de núcleo 32N de la tercera línea de transmisión. Cada par de subsecciones de núcleo comprende N medios de resistencia 371, 372, 373, 37N que conectan las subsecciones de núcleo de cada par. Como se ilustra en la Figura 2, las subsecciones de núcleo que componen un par de subsecciones de núcleo se ubican esencialmente en la misma ubicación en sus respectivas líneas de transmisión 31, 32. Los medios de resistencia del par de subsecciones de núcleo se conectan a las líneas de transmisión 31, 32 en el extremo de las subsecciones de núcleo más cercanas a los puertos de salida. El circuito de potencia es ventajosamente simétrico en su estructura.

La primera línea de transmisión 21 comprende N número de subsecciones de impedancia escalonada 251, 252, 253 donde cada subsección de impedancia escalonada tiene una impedancia $Z_{T1}, Z_{T2}, Z_{T3}, \dots, Z_{TN}$. La impedancia $Z_{T1}, Z_{T2}, Z_{T3}, \dots, Z_{TN}$ de cada una de las subsecciones de impedancia escalonada difieren. Las impedancias $Z_{T1}, Z_{T2}, Z_{T3}, \dots, Z_{TN}$ de cada una de las subsecciones de impedancia escalonada 251, 252, 253 preferentemente disminuyen escalonadamente desde el primer puerto 11 hacia la interconexión 14. Las impedancias $Z_{T1}, Z_{T2}, Z_{T3}, \dots, Z_{TN}$ de la línea de transmisión 21 en cada una de las subsecciones de impedancia escalonada 251, 252, 253 son menores que las impedancias de entrada y salida Z_0 , y también mayores que la mitad de las impedancias de entrada y salida Z_0 .

La Figura 3 muestra un circuito de potencia 100 donde el número de subsecciones de impedancia escalonada de la sección de impedancia escalonada 20 y el número de pares de subsecciones de núcleo de la sección de núcleo 30 es igual a N. Esto cambia las relaciones matemáticas relevantes a:

$$\frac{Z_0}{2} < Z_{T1} < Z_{T2} < Z_{T3} < \dots < Z_{TN} < Z_0; \forall (Z_{T1}, Z_{T2}, Z_{T3}, \dots, Z_{TN}) \in \left\{ \frac{Z_0}{2}, Z_0 \right\}$$

$$Z_1 = Z_2 = Z_3 = \dots = Z_N = Z_0 = 50 \text{ Ohmios } [\Omega]$$

$$R_N < \dots < R_3 < R_2 < R_1$$

El circuito de potencia 100 es recíproco y puede usarse como divisor de potencia o como combinador de potencia. En el ejemplo discutido y mostrado en la Figura 3, el circuito de potencia 100 es un divisor de potencia. En lugar de usar el segundo y tercer puerto 12, 13 como puertos de entrada y el primer puerto 11 como puerto de salida, el circuito de potencia 100 puede usarse como un combinador de potencia.

Las impedancias $Z_{T1}, Z_{T2}, Z_{T3}, \dots, Z_{TN}$ de la primera línea de transmisión 21 pueden sintetizarse usando cualquiera de las ecuaciones de síntesis o filtros apropiados tales como por ejemplo ecuaciones o filtros de Butterworth, Chebyshev, Cauer o Bessel. Las más adecuadas para la presente solicitud son las ecuaciones de Chebyshev también llamadas transformadas de Chebyshev, y preferentemente, el orden de las transformadas de Chebyshev es igual al número de pares de subsecciones de núcleo. Preferentemente, el circuito de potencia tiene un factor de acoplamiento de - 3,0 dB, es decir, igual división de potencia.

Mientras los ejemplos descritos en lo anterior divulgan circuitos donde el número de subsecciones de impedancia escalonada, y el número de pares de subsecciones de núcleo son iguales a tres o más, para algunas aplicaciones es suficiente usar un circuito con dos subsecciones de impedancia escalonada, y dos pares de subsecciones de núcleo. Por tanto la invención se refiere a un circuito de potencia que comprende al menos dos subsecciones de impedancia escalonada y al menos dos pares de subsecciones de núcleo.

Los circuitos de potencia mostrados en las Figuras 2 y 3 se implementan preferentemente en línea TEM, pero también son posibles otras implementaciones tales como una microcinta, guía de onda coplanar, a través de componentes discretos en una placa de circuito impreso, etc. En ciertas implementaciones tales como por ejemplo línea TEM, diseñar el circuito de potencia 10 para impedancias de entrada y salida Z_0 de 70 Ohmios o por encima es difícil. Por tanto las impedancias de entrada y salida Z_0 se prefieren menores de 70 Ohmios.

Preferentemente, el circuito se usa para señales de banda ancha con una frecuencia en el rango entre 4 y 20 GHz como ejemplo. A medida que aumenta el número de subsecciones de impedancia escalonada y pares de subsecciones de núcleo, aumenta el ancho de banda.

5 Preferentemente, la longitud de cada una de las subsecciones de impedancia escalonada y la longitud de cada una de las subsecciones de núcleo es igual a un cuarto de la longitud de onda de la frecuencia central del circuito de potencia.

10 La Figura 4 muestra una vista esquemática de un sistema de circuito de potencia 50 de acuerdo con la invención. El sistema de circuito de potencia 50 comprende un primer 70, un segundo 80 y un tercer 90 circuito de potencia correspondientes al circuito de potencia 10 de acuerdo con la invención. El segundo y tercer puerto del primer circuito de potencia 70 se conectan al primer puerto del segundo y el tercer circuito de potencia 80, 90 respectivamente por medio de líneas de transmisión de conexión 59. En este ejemplo, el sistema de circuito de potencia es un sistema de división de potencia 1:4, en el que el primer puerto del primer circuito se usa como puerto de entrada y el segundo y tercer puerto del segundo y tercer circuito de potencia se usan como puertos de salida. El sistema de circuito de potencia tiene un puerto de entrada 51, y los puertos de salida 52, 53, 54, 55. El puerto de entrada 51 del sistema de circuito de potencia es el mismo que el primer puerto del primer circuito de potencia, y los puertos de salida del sistema de circuito de potencia son los mismos que el segundo y tercer puerto del segundo y tercer circuito de potencia. Las líneas de transmisión de conexión tienen una impedancia Z_0 . Cuando se implementa el sistema de circuito de potencia 50 en una línea TEM, microcinta, guía de onda coplanar o similares, las líneas de transmisión de conexión 59 tienen preferentemente una longitud igual a un cuarto de longitud de onda de la frecuencia central del circuito multiplicado por un coeficiente k. El coeficiente k es preferentemente un número impar que depende del análisis numérico del circuito, especialmente influenciado por el número de subsecciones de impedancia escalonada y los pares de subsecciones de núcleo. Para un sistema de potencia con tres circuitos de potencia, k es preferentemente igual a tres. Este valor de k resultará en una buena correspondencia en los puertos del sistema de circuito de potencia, especialmente el puerto de entrada. En otro ejemplo, el sistema de circuito de potencia se usa en cambio como un sistema de combinación de potencia 4:1, en el que el segundo y tercer puerto del segundo y tercer circuito de potencia se usan como puertos de entrada y el primer puerto del primer circuito se usa como un puerto de salida.

30 El sistema de circuito de potencia también puede construirse en otras variantes para cumplir con otros requisitos del sistema. El sistema de circuito de potencia puede incluir circuitos de potencia adicionales conectados para lograr una división de potencia o combinación de potencia 1:M o M:1 diferente respectivamente. El sistema de circuito de potencia también puede incluir un número de circuitos de potencia con una división de potencia o combinación de potencia desiguales, lo que permite otras combinaciones. M suele ser un número par. Un sistema de circuito de potencia puede comprender tanto circuitos de potencia usados como divisores de potencia como circuitos de potencia usados como combinadores de potencia para conseguir una combinación de potencia o división de potencia 1:M o M:1 deseada.

35 Los circuitos de potencia usados en el sistema de circuito de potencia pueden ser cualquier circuito de potencia de acuerdo con la invención tales como por ejemplo el descrito en la Figura 2 o el descrito en la Figura 3.

El circuito de potencia y el sistema de circuito de potencia pueden implementarse en un conjunto de antenas para su uso por ejemplo en aplicaciones de radio que requieren transmisión de señales en varios canales.

REIVINDICACIONES

1. El circuito de potencia (10, 100) adecuado para combinar o dividir señales de banda ancha, comprendiendo el circuito (10, 100): una sección de impedancia escalonada (20), una sección de núcleo (30) y un primer, segundo y tercer puerto (11, 12, 13), dicha sección de impedancia escalonada (20) y dicha sección de núcleo (30) que se interconectan en una interconexión (14), y en el que dicha sección de impedancia escalonada (20) comprende el primer puerto (11) y una primera línea de transmisión (21) que va desde dicho primer puerto (11) hasta dicha interconexión (14), y en el que dicha sección de núcleo (30) comprende el segundo puerto (12) y el tercer puerto (13), y una segunda línea de transmisión (31) que va desde dicha interconexión (14) hasta el segundo puerto (12) y una tercera línea de transmisión (32) que va desde dicha interconexión (14) hasta el tercer puerto (13), y en el que la segunda y la tercera línea de transmisión (31, 32) tienen cada una al menos una primera y una segunda subsección de núcleo (311, 312, 313, 31N, 321, 322, 323, 32N), en el que el número de subsecciones de núcleo (311, 312, 313, 31N) de la segunda línea de transmisión (31) y el número de subsecciones de núcleo (321, 322, 323, 32N) de la tercera línea de transmisión (32) es el mismo, teniendo cada subsección de núcleo (311, 312, 313, 31N, 321, 322, 323, 32N) una impedancia de línea, dichas subsecciones de núcleo (311, 312, 313, 31N, 321, 322, 323, 32N) que forman al menos dos pares (361, 362, 363, 36N) de subsecciones de núcleo en el que el primer par (361) de subsecciones de núcleo (311, 312, 313, 31N, 321, 322, 323, 32N) comprende la primera subsección de núcleo (311) de la segunda línea de transmisión (31) y la primera subsección de núcleo (321) de la tercera línea de transmisión (32) y el segundo par (362) de subsecciones de núcleo comprende la segunda subsección de núcleo (312) de la segunda línea de transmisión (31) y la segunda subsección de núcleo (322) de la tercera línea de transmisión (32), y cada par (361, 362, 363, 36N) de subsecciones de núcleo (311, 312, 313, 31N, 321, 322, 323, 32N) comprende medios de resistencia (371, 372, 373, 37N) que conectan las subsecciones de núcleo, **caracterizado porque**
 - la primera línea de transmisión (21) comprende al menos dos subsecciones de impedancia escalonada (251, 252, 253, 25N), cada subsección de impedancia escalonada (251, 252, 253, 25N) tiene una impedancia de línea, y en el que las impedancias de línea de al menos dos subsecciones de impedancia escalonada (251, 252, 253, 25N) difieren, y **porque**,
 - las impedancias de línea de cada subsección de núcleo (311, 312, 313, 31N, 321, 322, 323, 32N) de dicha segunda y tercera línea de transmisión (31, 32) son iguales, y la resistencia de cada uno de los medios de resistencia (371, 372, 373, 37N) que conecta dicha segunda y tercera línea de transmisión (31, 32) en cada par (361, 362, 363, 36N) de subsecciones de núcleo (311, 312, 313, 31N, 321, 322, 323, 32N) difieren, y **porque**
 - el número de subsecciones de impedancia escalonada (251, 252, 253, 25N) de la sección de impedancia escalonada (20) es igual al número de pares (361, 362, 363, 36N) de subsecciones de núcleo (311, 312, 313, 31N, 321, 322, 323, 32N) de la sección de núcleo (30), y **porque** las resistencias de los medios de resistencia (371, 372, 373, 37N) de la sección de núcleo (30) disminuyen desde el segundo y tercer puerto (12, 13) hacia la interconexión (14).
2. El circuito de potencia (10, 100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las impedancias de línea de cada una de las subsecciones de impedancia escalonada (251, 252, 253, 25N) disminuyen escalonadamente desde el primer puerto (11) hacia la interconexión (14).
3. El circuito de potencia (10, 100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las impedancias de línea de cada una de las subsecciones de impedancia escalonada (251, 252, 253, 25N) son menores que las impedancias de puerto del primer, segundo y tercer puerto (11, 12, 13).
4. El circuito de potencia (10, 100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las impedancias de línea de cada una de las subsecciones de impedancia escalonada (251, 252, 253, 25N) son mayores que la mitad de las impedancias de puerto del primer, segundo y tercer puerto (11, 12, 13).
5. El circuito de potencia (10, 100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el número de subsecciones de impedancia escalonada (251, 252, 253, 25N) de la sección de impedancia escalonada (20) y el número de pares de subsecciones de núcleo (311, 312, 313, 31N, 321, 322, 323, 32N) de la sección de núcleo (20) son ambos iguales a tres.
6. El circuito de potencia (10, 100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las impedancias de línea de las subsecciones de núcleo (311, 312, 313, 31N, 321, 322, 323, 32N) de la sección de núcleo (30) es igual a las impedancias de puerto del primer, segundo y tercer puerto (11, 12, 13).
7. El circuito de potencia (10, 100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las impedancias de línea de las subsecciones de núcleo (311, 312, 313, 31N, 321, 322, 323, 32N) de la sección de núcleo (30) es igual a 50 Ohmios.
8. El circuito de potencia (10, 100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas señales de banda ancha tienen una frecuencia en el rango entre 4 y 20 GHz.

9. El circuito de potencia (10, 100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer puerto (11) es un puerto de entrada y el segundo y tercer puerto (12, 13) son puertos de salida, formando un divisor de potencia, o
5 en el que el segundo y tercer puerto (12, 13) son puertos de entrada y el primer puerto (11) es un puerto de salida, formando un combinador de potencia.
10. El circuito de potencia (10, 100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho circuito de potencia (10, 100) se implementa sobre un sustrato como una línea TEM, una microcinta o una guía de onda coplanar.
- 10 11. El circuito de potencia (10, 100) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que cada subsección de impedancia escalonada (251, 252, 253, 25N) de dicha sección de impedancia escalonada (20) y cada subsección de núcleo (311, 312, 313, 31N, 321, 322, 323, 32N) de la sección de núcleo (30) tienen una longitud igual a un cuarto de longitud de onda de la frecuencia central del circuito de potencia (10, 100).
- 15 12. El sistema de circuito de potencia (50), comprendiendo el sistema de circuito de potencia (50) al menos un primer y un segundo circuito de potencia (70, 80) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo puerto del primer circuito de potencia (70) se conecta al primer puerto del segundo circuito de potencia (80).
- 20 13. El sistema de circuito de potencia (50) de acuerdo con la reivindicación 12, comprendiendo además el sistema de circuito de potencia (50) un tercer circuito de potencia (90) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que el tercer puerto del primer circuito de potencia (70) se conecta al primer puerto del tercer circuito de potencia (90).
- 25 14. El sistema de circuito de potencia (50) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 y 13, en el que los circuitos de potencia (70, 80, 90) se conectan mediante líneas de transmisión de conexión (59),
en el que las líneas de transmisión de conexión (59) tienen una longitud igual a un cuarto de longitud de onda de la frecuencia central de los circuitos de potencia (70, 80, 90) del sistema de circuito de potencia (50) multiplicado por un coeficiente k.
15. El conjunto de antenas, que comprende un circuito de potencia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11.

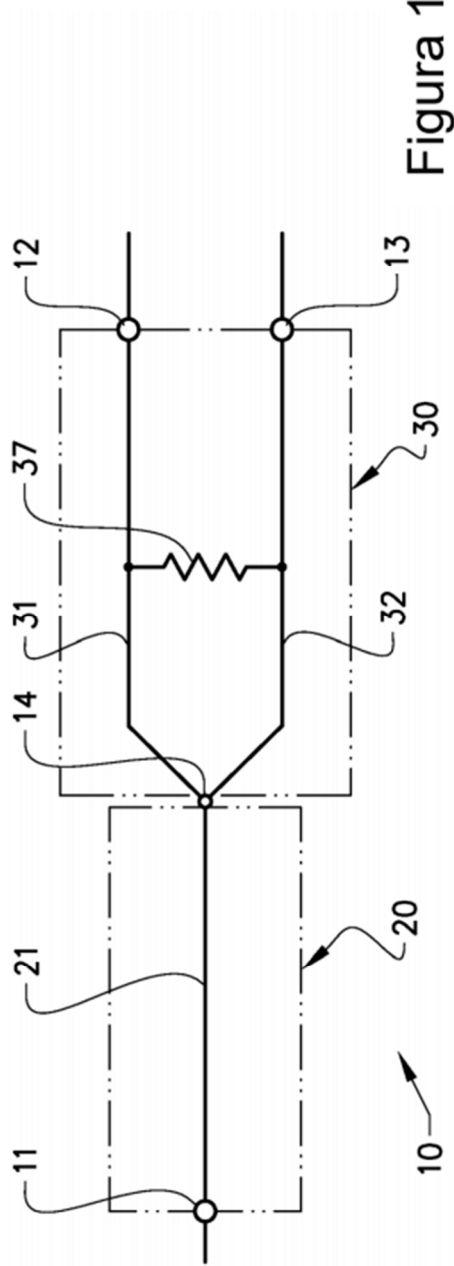


Figura 1

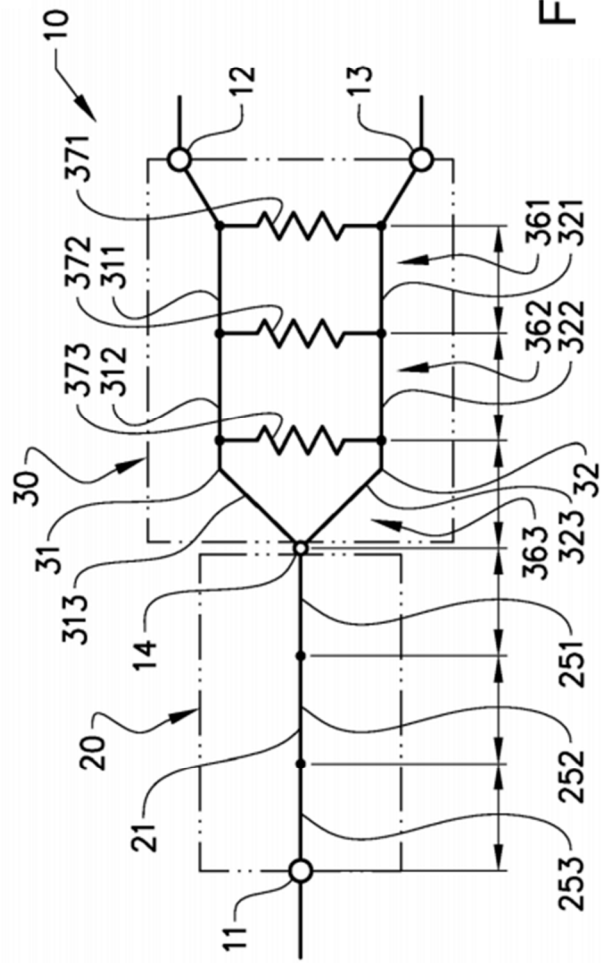


Figura 2

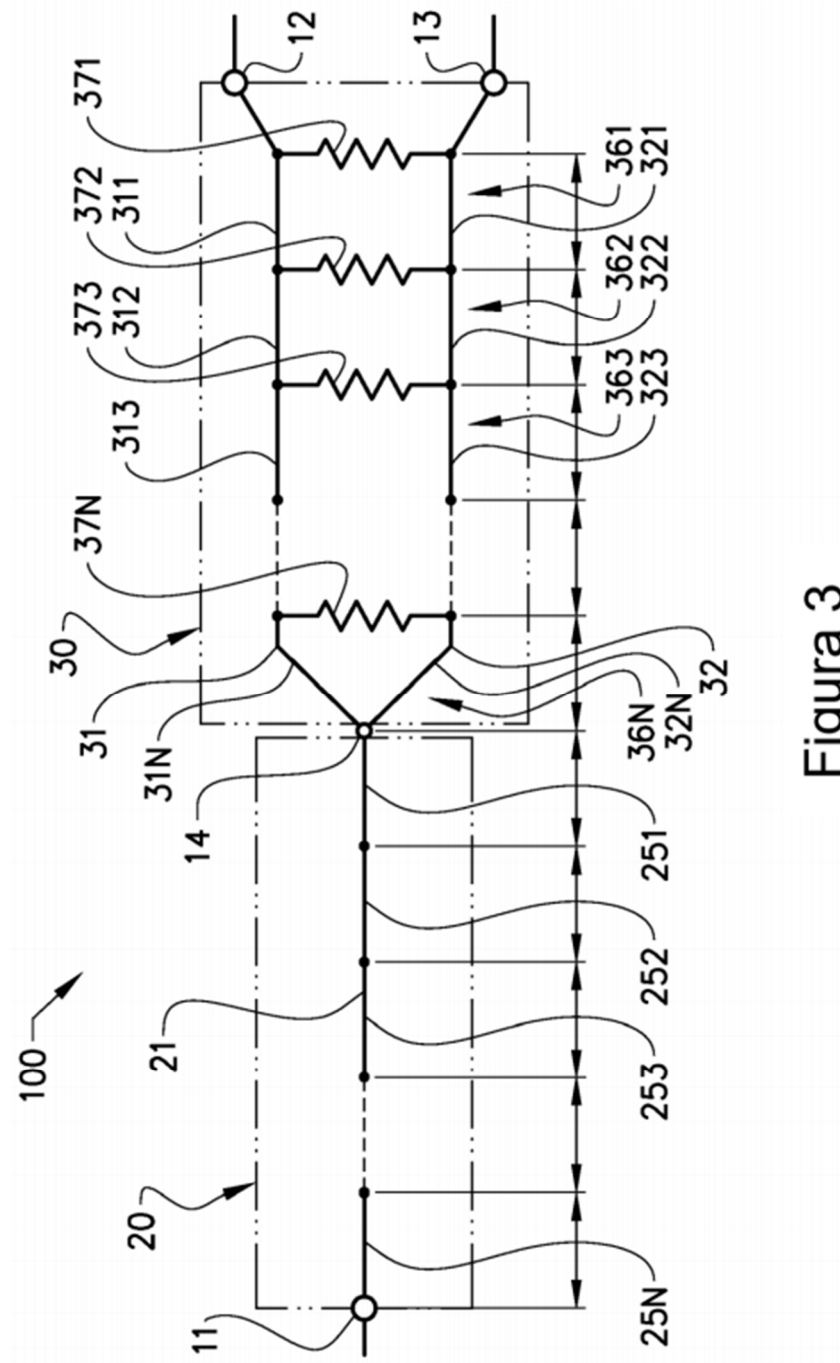


Figura 3

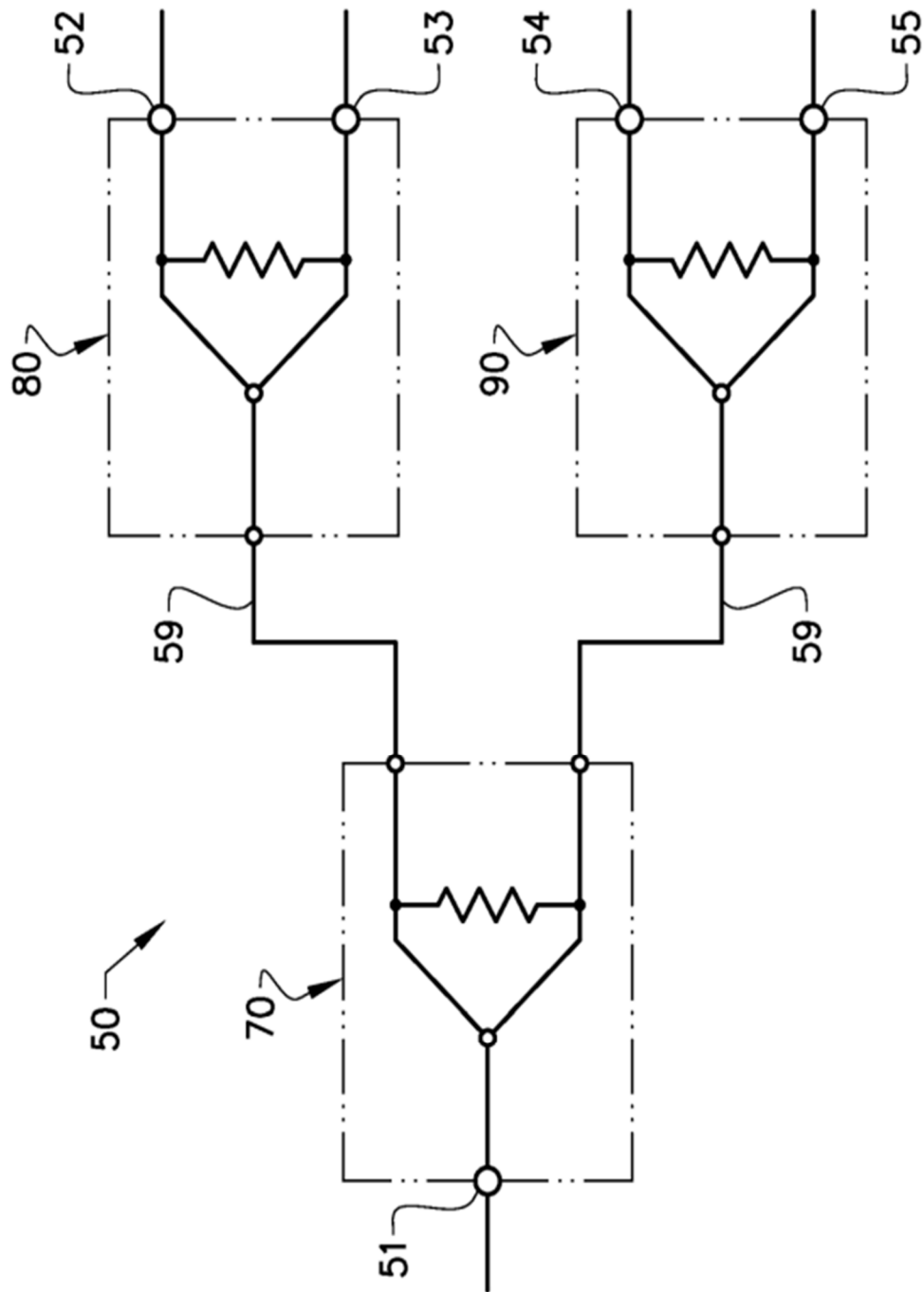


Figura 4