

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 931**

51 Int. Cl.:

H03F 3/60 (2006.01)

H01P 5/12 (2006.01)

H03H 11/02 (2006.01)

H03F 3/62 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06717087 .8**

96 Fecha de presentación: **05.04.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1875606**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.01.2008**

54 Título: **CIRCUITO DE MICROONDAS PROGRAMABLE.**

30 Prioridad:
05.04.2005 SE 0500746

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.12.2011

73 Titular/es:
**Totalförsvarets Forskningsinstitut
164 90 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:
**OUACHA, Aziz y
SAMUELSSON, Carl**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 369 931 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).

DESCRIPCION

Circuito de microondas programable.

5 El presente invento se refiere a un circuito de microondas programable, llamado aquí PROMFA, PROgrammable Microwave Function Array, y a combinaciones de circuitos de este tipo. Estos circuitos pueden ser útiles en varias aplicaciones diferentes. El PROMFA se ha derivado de un circuito de microondas para ser usado en un sistema sensor en el rango de las microondas, no obstante, el principio del invento se puede usar en otras aplicaciones, como por ejemplo en redes de distribución para los elementos de antena de una antena direccional que tenga conformado analógico del haz y en otros casos. Es la intención explícita del solicitante que la presente patente se refiera a un circuito de microondas programable con independencia de su campo de aplicación. En el documento US 2003/0169113 se proporciona un ejemplo de un circuito de microondas reconfigurable de la técnica anterior que tiene en cuenta diferentes configuraciones de un transformador de microondas.

15 Los sensores actuales y en especial los sensores de microondas se diseñan y se construyen para un escenario específico y se optimizan para una cierta aplicación. Esta forma convencional de diseñar circuitos de microondas limita sus posibilidades de adaptarse a nuevas exigencias y, como consecuencia de ello, su funcionalidad en un sistema sensor es limitada.

20 La defensa del futuro basada en redes requiere nodos de red móviles y flexibles, en los cuales estén situados sensores. Un factor crucial para una red eficaz y robusta será el acceso a canales de comunicación seguros, datos de sensores fiables y la posibilidad de modificar de manera dinámica los roles de los nodos individuales de la red. Una manera de hacer esto posible es desarrollar frontales de RF reconfigurables, y en ciertos aspectos completamente nuevos, que tengan la capacidad de adaptarse en tiempo real, controlados por software, a nuevas tareas, y que de ese modo se optimicen a sí mismos para las demandas operativas planteadas. Esta capacidad requiere nuevas clases de circuitos y arquitecturas de sistemas fácilmente adaptables y que tenga características multifuncionales.

25 El presente invento proporciona una solución al problema de fabricar un circuito de microondas programable y reconfigurable al estar diseñado dicho invento en la forma que resulta evidente a partir de las siguientes reivindicaciones independientes. El resto de reivindicaciones definen realizaciones ventajosas del invento.

Se describirá ahora el invento con mayor detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales

35 La figura 1 muestra cuatro células básicas conectadas entre sí de acuerdo con el invento que están controladas por lógica digital,
La figura 2 muestra el diseño principal de una célula básica,
La figura 3 muestra cómo se puede implementar la célula básica de acuerdo con la figura 2 usando transistores como elementos amplificadores y conmutadores,
40 La figura 4 muestra la célula de la figura 2 suplementada por elementos para interrumpir señales no deseadas,
La figura 5 muestra de manera esquemática una célula básica configurada como un amplificador con dos etapas,
La figura 6a muestra de manera esquemática una célula básica configurada como un combinador/divisor de potencia pasivo,
45 La figura 6b muestra de manera esquemática una célula básica configurada como un combinador/divisor de potencia amplificador,
La figura 7 muestra de manera esquemática una célula básica configurada como un enrutador, y
La figura 8 muestra cuatro células básicas interconectadas que forman un filtro activo.

50 La idea básica del invento es que diferentes funciones se realizan utilizando únicamente una célula básica analógica genérica general de tipo multipuerto, la cual se puede controlar para conseguir diferentes características. Un conjunto de células de este tipo se puede reconfigurar a sí mismo de forma dinámica, ya sea colectivamente de acuerdo a un plan establecido con anterioridad o de una manera necesaria temporalmente para llevar a cabo una cierta tarea.

55 En la figura 1 se muestra cómo cuatro células 1 básicas conectadas entre sí son controladas por la lógica digital 2. Las cuatro células básicas pueden generar varias funciones diferentes, por ejemplo, como un amplificador, un divisor de potencia, un combinador de potencia y un enrutador. Las células conectadas entre sí pueden crear funciones más complejas, por ejemplo, filtros.

60 La célula PROMFA básica está diseñada como una célula de cuatro puertos. Esto facilita la conexión de varias células a un conjunto mayor. La ruta de señal a usar se elige polarizando el circuito de formas diferentes y, dependiendo de la ruta de señal elegida, la célula puede ser amplificadora, enrutadora, monodireccional o bidireccional. El número de puertos activos se elige dependiendo de la función deseada.

En la figura 2 se muestra el diseño principal de una célula básica. Los puertos se denominan con el número 3. A cada puerto le sigue una etapa 4 de entrada – un conmutador – de manera que los puertos se pueden activar o desactivar. Los puertos 3 deben poderse conectar entre sí. Esto se hace mediante etapas amplificadoras bidireccionales, las cuales, como en la figura, pueden adoptar la forma de dos etapas 5 y 6 amplificadoras monodireccionales dirigidas en direcciones opuestas paralelas. Con el fin de poder conectar puertos entre sí de forma pasiva es necesaria una conexión con un conmutador 7 situado entre los puertos. De esta manera se pueden conectar puertos entre sí sin amplificación, lo cual es necesario para enrutar señales y para generar retardos necesarios en ciertas aplicaciones. Una célula puede tener diferentes retardos dependiendo de la ruta de señal elegida entre dos puertos, por medio de los conmutadores 7.

En la figura 3 se muestra cómo se puede implementar la célula básica usando transistores como elementos amplificadores y conmutadores. Los transistores están conectados de una manera conocida mediante líneas de transmisión. La dirección para la amplificación entre dos puertos se elige polarizando los transistores 5 y 6 que forman los elementos amplificadores. La polarización se realiza de una manera conocida por medio de resistencias y bobinas, y para mayor claridad no se ha dibujado en las figuras. De la misma manera, la polarización de un transistor que forma un conmutador 4 ó 7 controlará si el transistor está o no conduciendo. Con el fin de conseguir un mayor grado de linealidad o para cubrir un mayor rango de frecuencias cada transistor dibujado se podría sustituir por conjuntos de transistores, de entre los cuales se elige el transistor más apropiado para cada aplicación.

Con el fin de evitar reflexión de señales en la célula, podría ser apropiado conectar elementos que permitan que una señal sea interrumpida. En la figura 4 se muestra un ejemplo de esto en el que los transistores 8 interrumpen señales en los puertos desactivados y los transistores 9 interrumpen señales en la conexión pasiva entre puertos contiguos. En el último caso se usan preferiblemente dos transistores 7' y 7'' de paso, uno a cada lado de la interrupción 9, de manera que la célula se vuelve completamente simétrica, lo cual lleva a características simétricas entre todos los puertos 4.

Polarizando los transistores participantes de formas diferentes se puede configurar el PROMFA para varias funciones, de las cuales en lo que sigue se muestran las funciones amplificador, divisor de potencia/combinador de potencia y enrutador.

Como amplificador de 2 puertos el circuito se puede controlar con respecto a la amplificación y al rango de frecuencias. La amplificación tiene lugar en los elementos 5 y 6 de amplificación. La cantidad de amplificación se controla conectando una o más etapas, y, en los casos en que sea apropiado, mediante cuáles y cuántos de los transistores de los sistemas de transistores están conectados. De la misma manera se controla el rango de frecuencias dentro del cual debería trabajar el amplificador. En la figura 5 se muestra un ejemplo que tiene dos elementos amplificadores en serie. Los bloques negros representan etapas desactivadas.

Como divisor de potencia/combinador de potencia el circuito puede ser amplificador o sólo ser enrutador. En la figura 6a se muestra un divisor de potencia o combinador de potencia pasivo. En este caso, los transistores 7 de paso situados entre los tres puertos 3 se activan al mismo tiempo que se cierran las otras rutas de señal. En la figura 6b se muestra el mismo caso con amplificación. Dependiendo de que el circuito deba ser un divisor de potencia o un combinador de potencia, las etapas amplificadoras se activan en una u otra de las direcciones indicadas en la figura, los elementos 5 ó 6 amplificadores.

Como enrutador, obsérvese la Figura 7, el circuito está configurado para recibir y enviar señales de manera bidireccional. Para este fin se usan los transistores 7 de paso. Se puede usar la función de enrutador, además de para enrutar señales, también para crear desplazamientos de tiempo o desplazamientos de fase para la señal.

Un filtro activo es una aplicación que se puede crear mediante un conjunto de células PROMFA. En la figura 8 se muestra un ejemplo de esto. En dicho ejemplo se usan cuatro células PROMFA, la célula A como combinador de potencia, la célula B como divisor de potencia y las células C y D como enrutadores para crear un retardo. Por supuesto, se podría variar el número de enrutadores desde uno a un número mayor con el fin de proporcionar el retardo deseado. Controlando el retardo en la realimentación se puede controlar la frecuencia central del filtro. Ya que existe una demanda de algo de amplificación en el bucle, se usan los elementos de amplificación del divisor de potencia y del combinador de potencia.

Cuando se diseña una realización concreta del invento, se podría usar un proceso GaAs, ed02ah, del fabricante de semiconductores OMMIC. La longitud de las líneas de transmisión entre los transistores no es crítica para el funcionamiento.

Un ejemplo de un circuito de microondas que se puede usar en la banda X (8-12 GHz) se ha calculado por medio de este proceso GaAs, en el cual los transistores tenían una longitud de puerta de 0,2 μm . Ya que la célula es simétrica, varios de los transistores son del mismo tamaño. Todos los elementos 5 y 6 amplificadores son del mismo tamaño. Asimismo, todos los transistores de entrada son de otro tamaño, pero del mismo tamaño entre sí. Lo mismo ocurre con los transistores de paso. Las señales de interrupción de los transistores en puertos desactivados y entre

transistores de paso son de la misma manera del mismo tamaño grupo por grupo, pero de diferente tamaño entre los grupos y diferente a los grupos anteriormente mencionados.

En el ejemplo mencionado los transistores se calcularon como sigue:

5

- Los transistores amplificadores 4 dedos de puerta con ancho de puerta 36 μm ,
- Los transistores de entrada 4 dedos de puerta con ancho de puerta 47 μm ,
- Los transistores de paso 2 dedos de puerta con ancho de puerta 15 μm ,
- Los transistores para interrupción en una conexión pasiva 2 dedos de puerta con ancho de puerta 50 μm y
- Los transistores para interrupción en las entradas 2 dedos de puerta con ancho de puerta 40 μm .

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un circuito de microondas reconfigurable que tiene cuatro puertos (3), **caracterizado porque** entre cada par de puertos existe al menos una conexión sin amplificación, teniendo al menos una conexión amplificación desde un primer puerto del par de puertos hasta un segundo puerto del par de puertos y teniendo al menos una conexión amplificación desde el segundo puerto hasta el primer puerto, y porque existe electrónica (2) de control con la capacidad de abrir y cerrar la conexión respectiva y el puerto respectivo, mediante la cual se podría configurar el circuito de microondas para diferentes propósitos, tales como amplificador, divisor de potencia/combinador de potencia y enrutador.
10
- 15 2. Un circuito de microondas reconfigurable como se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado porque** uno o más transistores se utilizan como etapa de entrada – conmutador – (4) directamente después del puerto respectivo con el fin de abrir y cerrar el puerto dependiendo de su polarización, porque uno o más transistores se utilizan como elemento (5, 6) amplificador que se usan, dependiendo de la polarización, para amplificar una señal en la conexión respectiva con amplificación o para cerrar la conexión para la señal, y porque se utilizan uno o más transistores como conmutadores (7) con el fin de abrir y cerrar la respectiva conexión sin amplificación dependiendo de su polarización.
20
- 25 3. Un circuito de microondas combinado que comprende al menos dos circuitos de microondas reconfigurables conectados entre sí como se reivindica en la reivindicación 1 ó 2.
30
4. Un circuito de microondas combinado como se reivindica en la reivindicación 3, **caracterizado porque** es un filtro activo al estar compuesto por al menos tres circuitos de microondas reconfigurables, de los cuales el primero (A) es un combinador de potencia con amplificación, siendo una primera entrada del mismo una entrada del filtro, y una salida del cual lleva a un segundo circuito (B) de microondas reconfigurable que es un divisor de potencia con amplificación, siendo una primera salida del mismo una salida del filtro, y conduciendo una segunda salida del mismo a una entrada de un tercer circuito (C) de microondas reconfigurable que es un enrutador con una cierta cantidad de retardo, este circuito de microondas reconfigurable con forma de enrutador podría ser seguido por ninguno, uno o varios enrutador (D) similares con el fin de aumentar el retardo, por último una salida del último enrutador está conectada a una segunda entrada de dicho primer circuito (A) de microondas reconfigurable, es decir, el combinador de potencia, el cual crea un bucle para una señal de entrada.

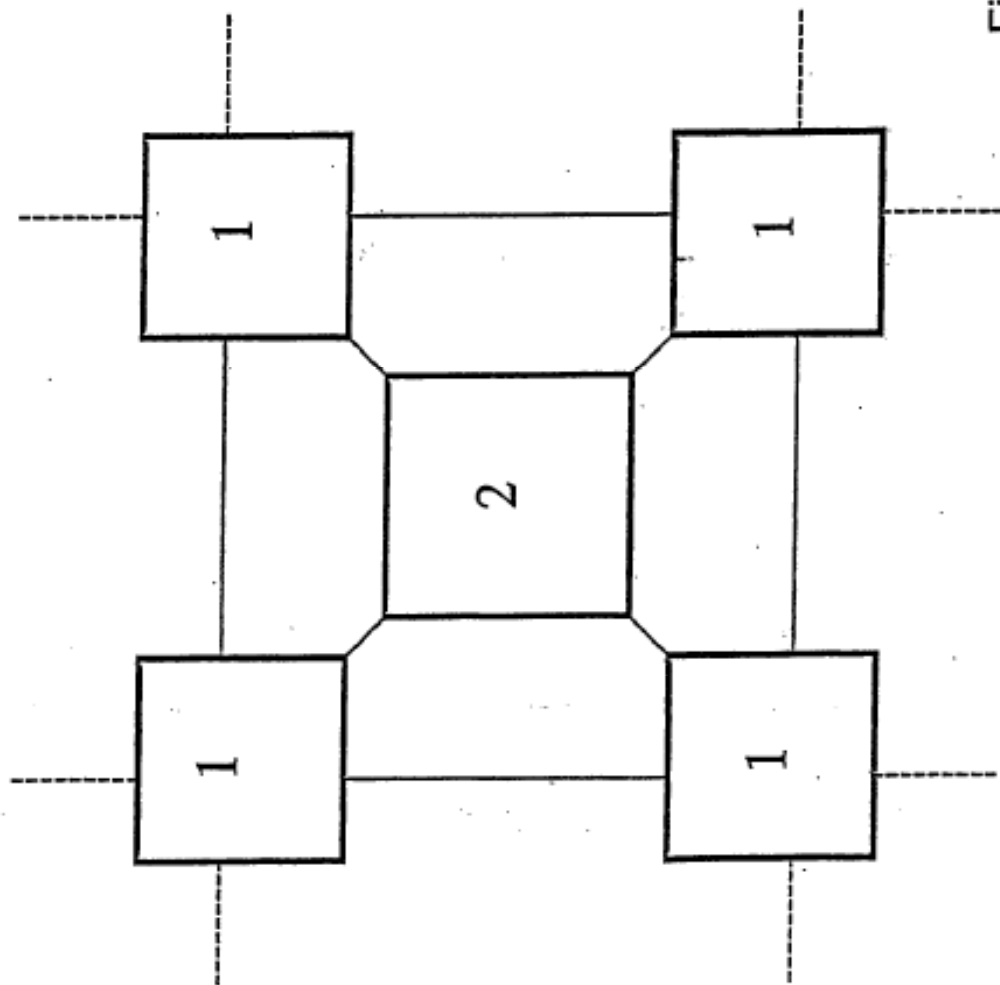


Fig. 1

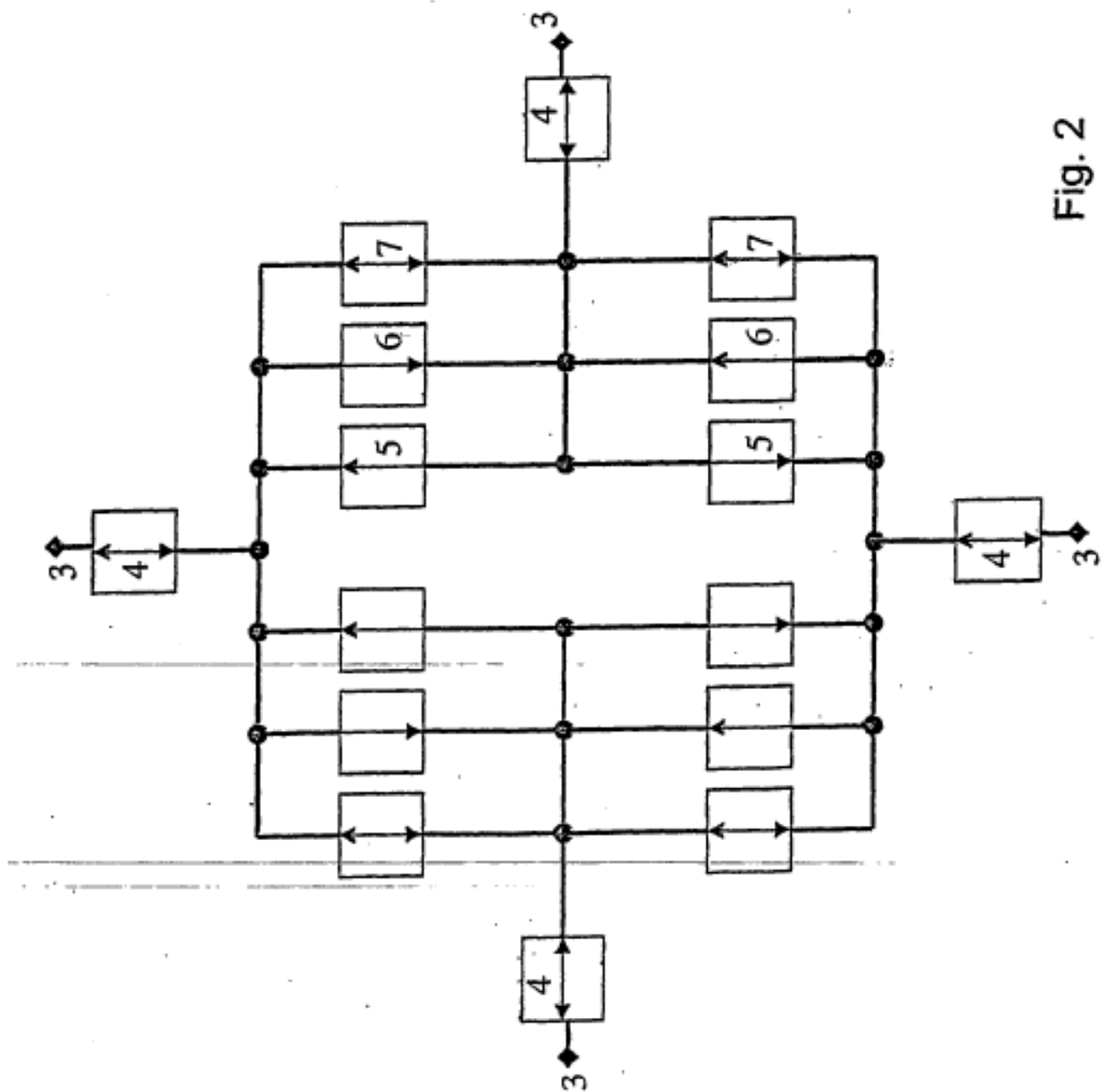


Fig. 2

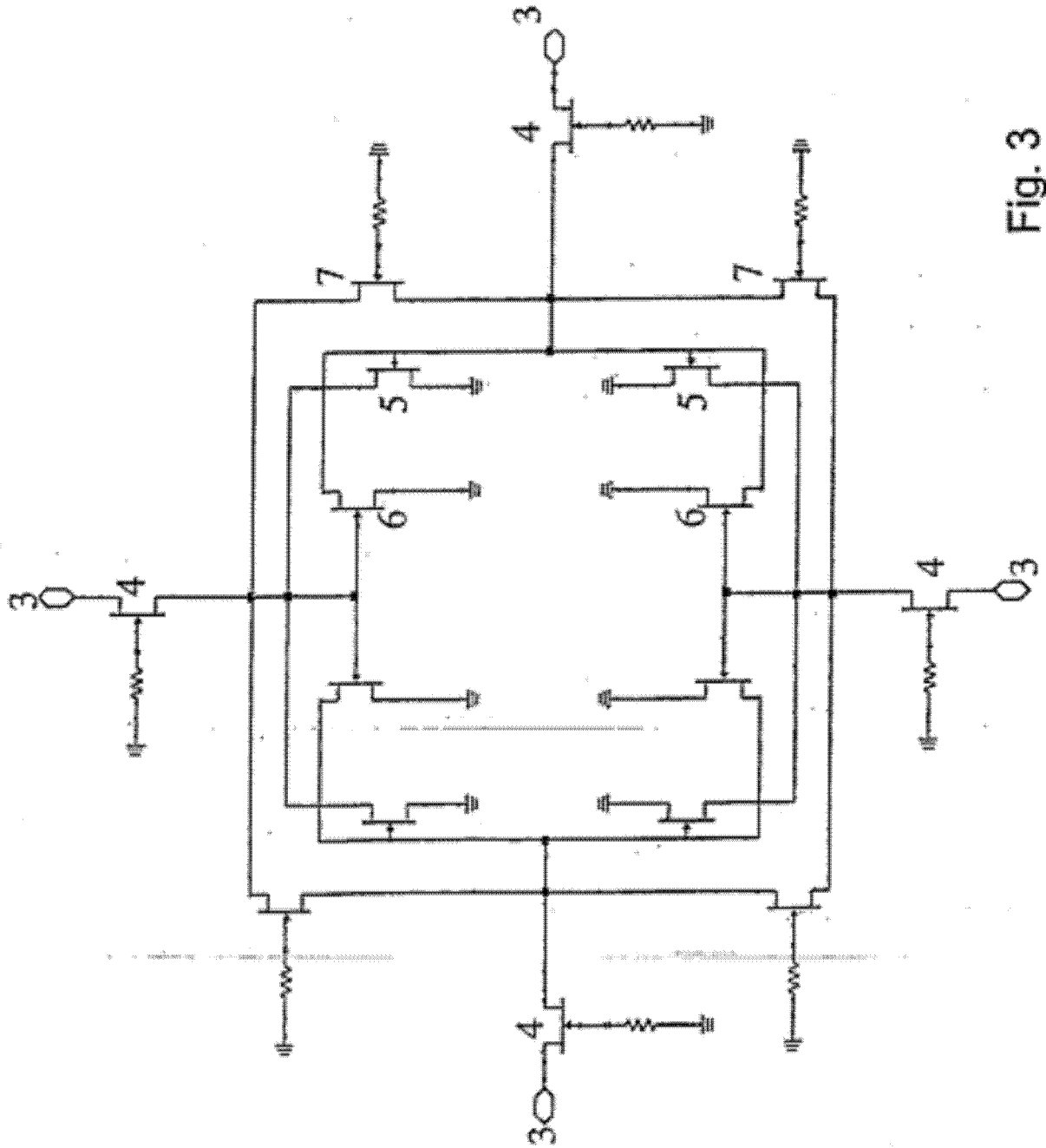


Fig. 3

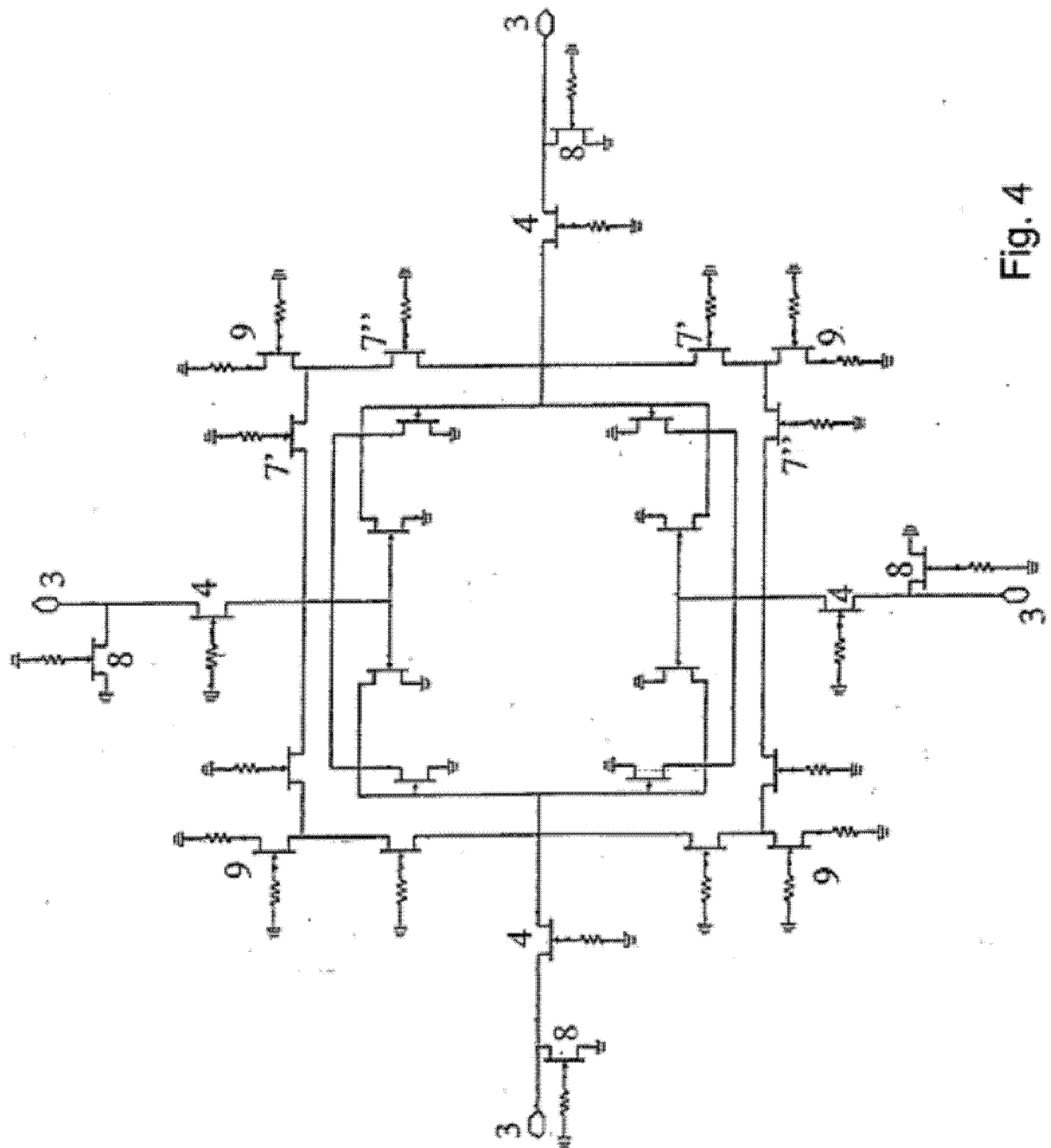


Fig. 4

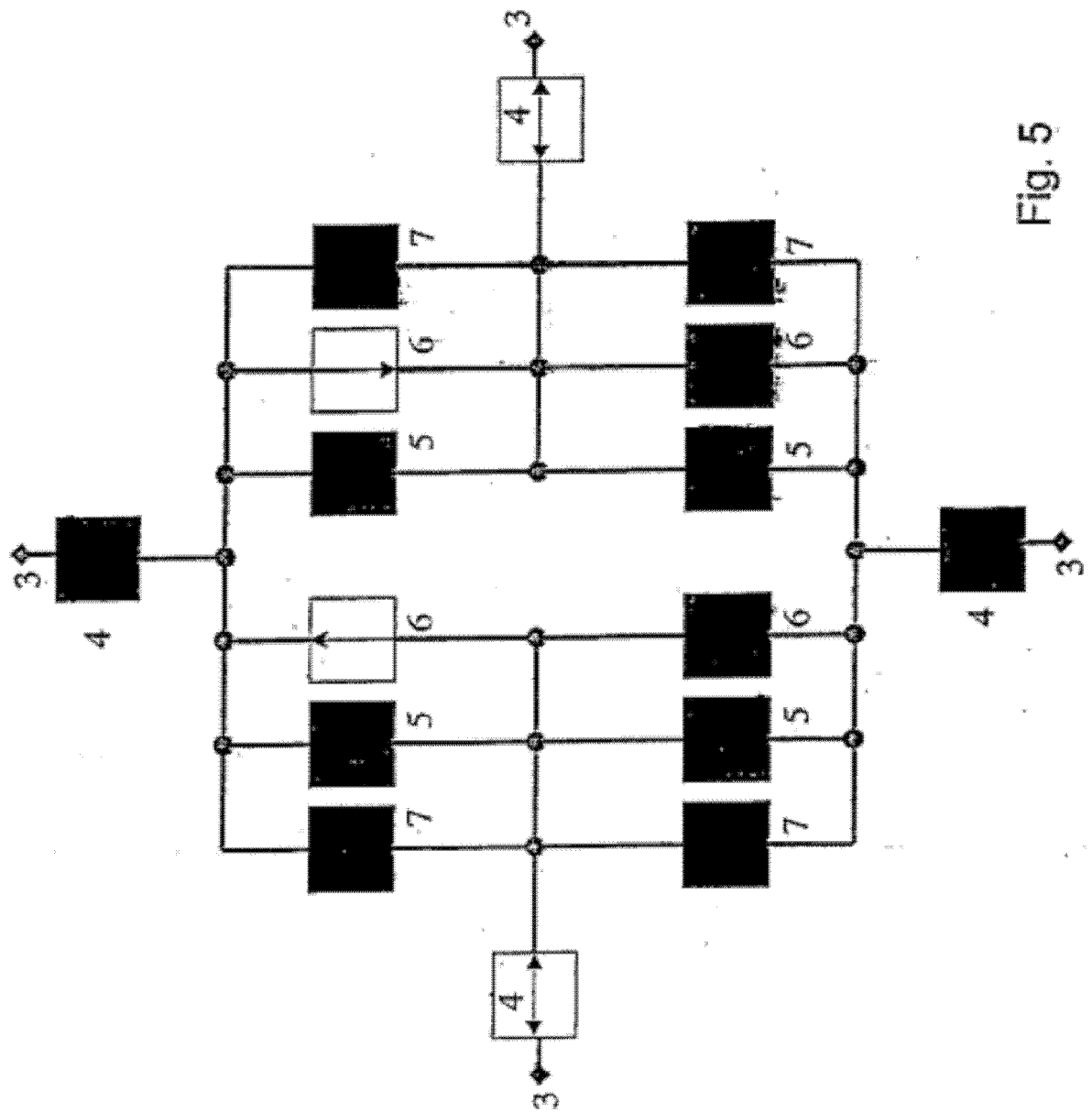


Fig. 5

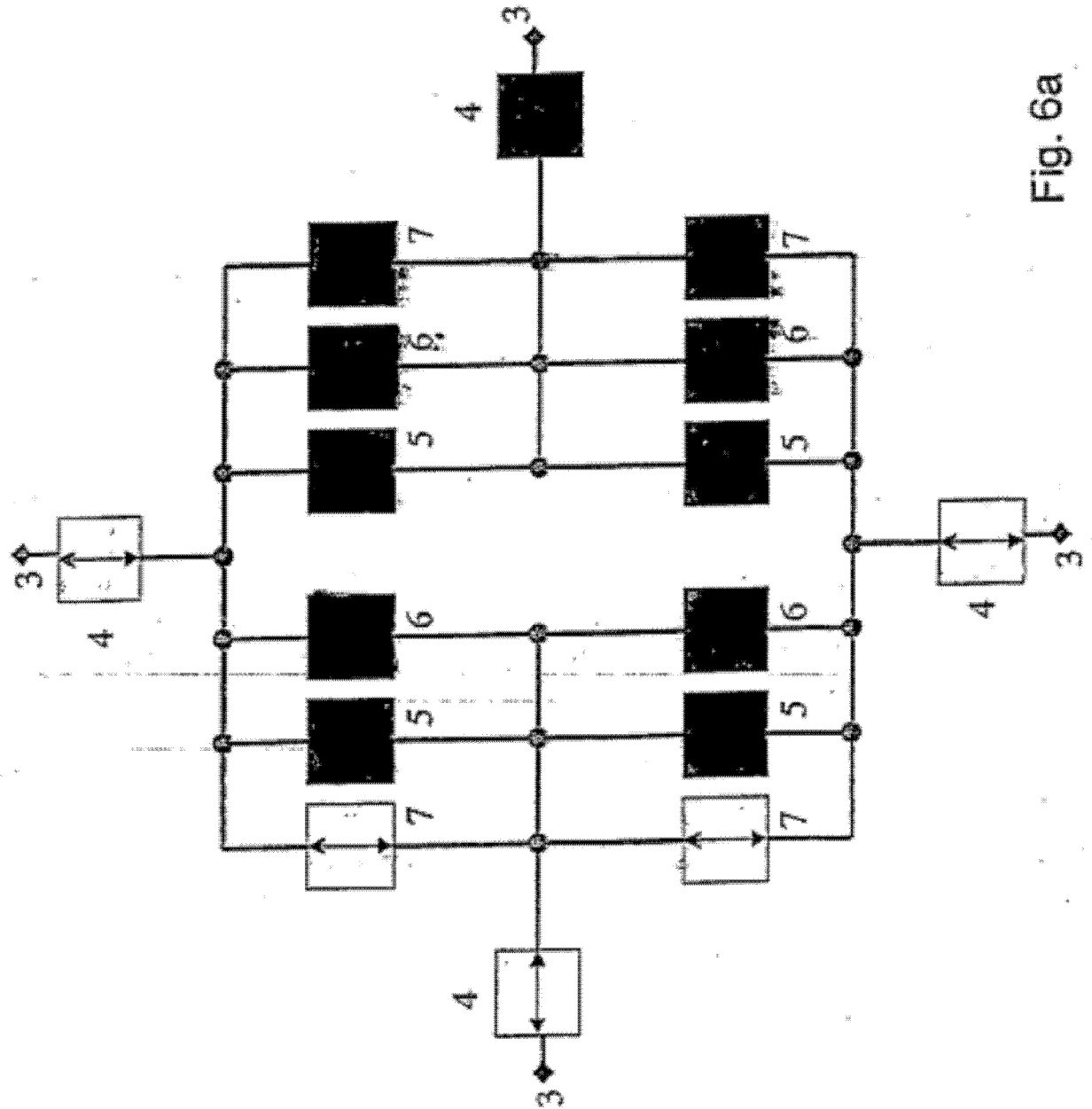


Fig. 6a

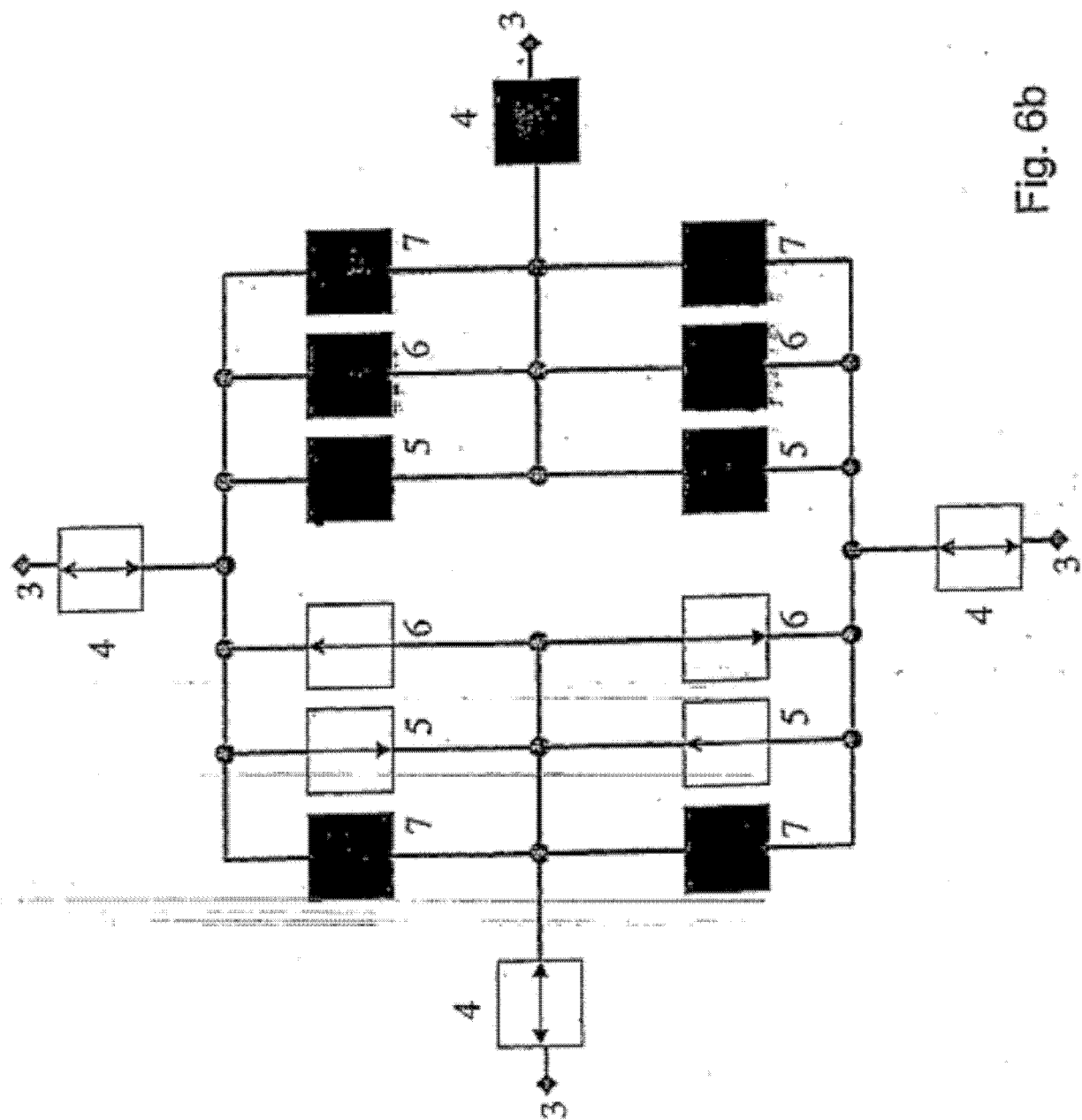


Fig. 6b

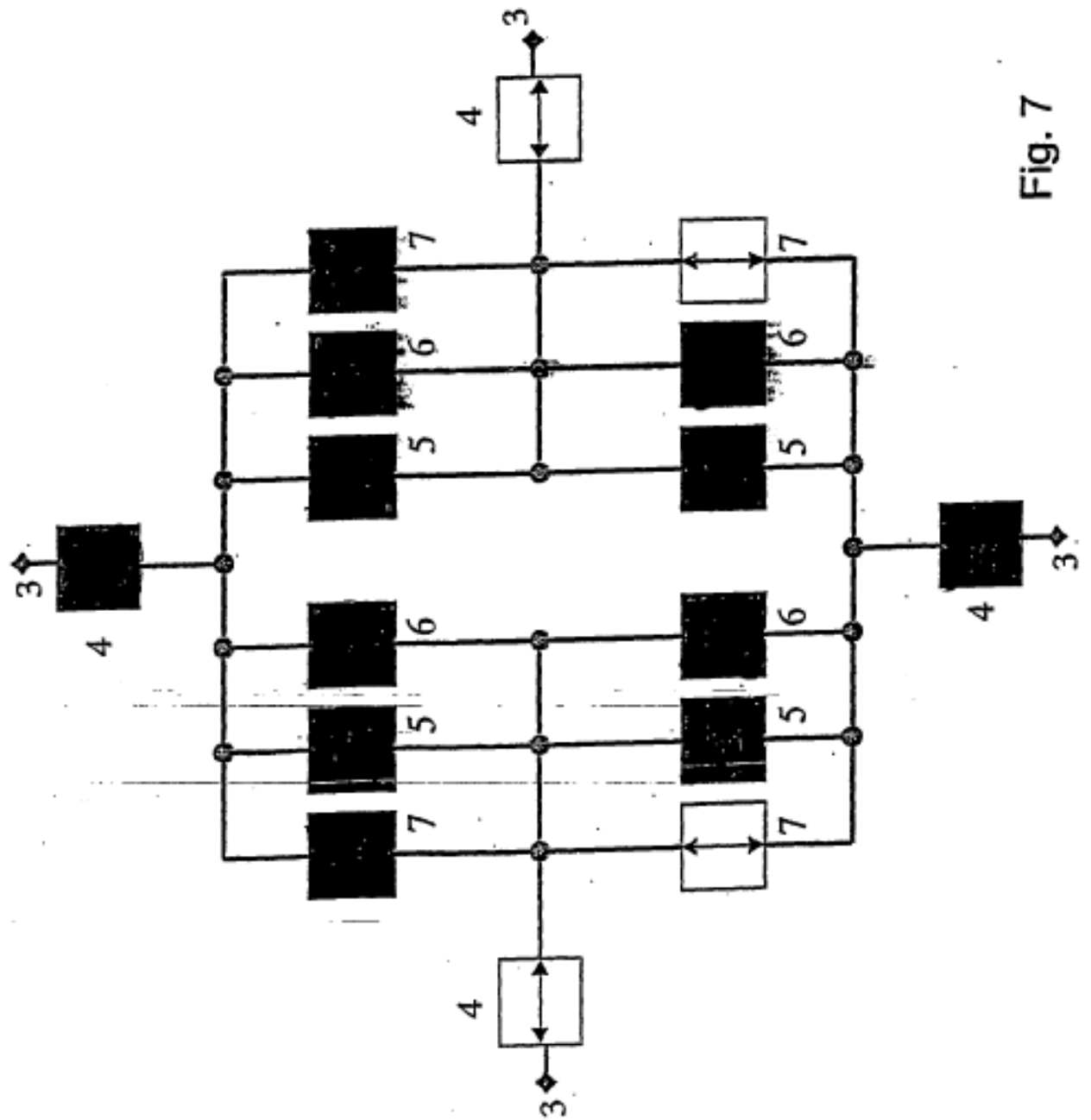


Fig. 7

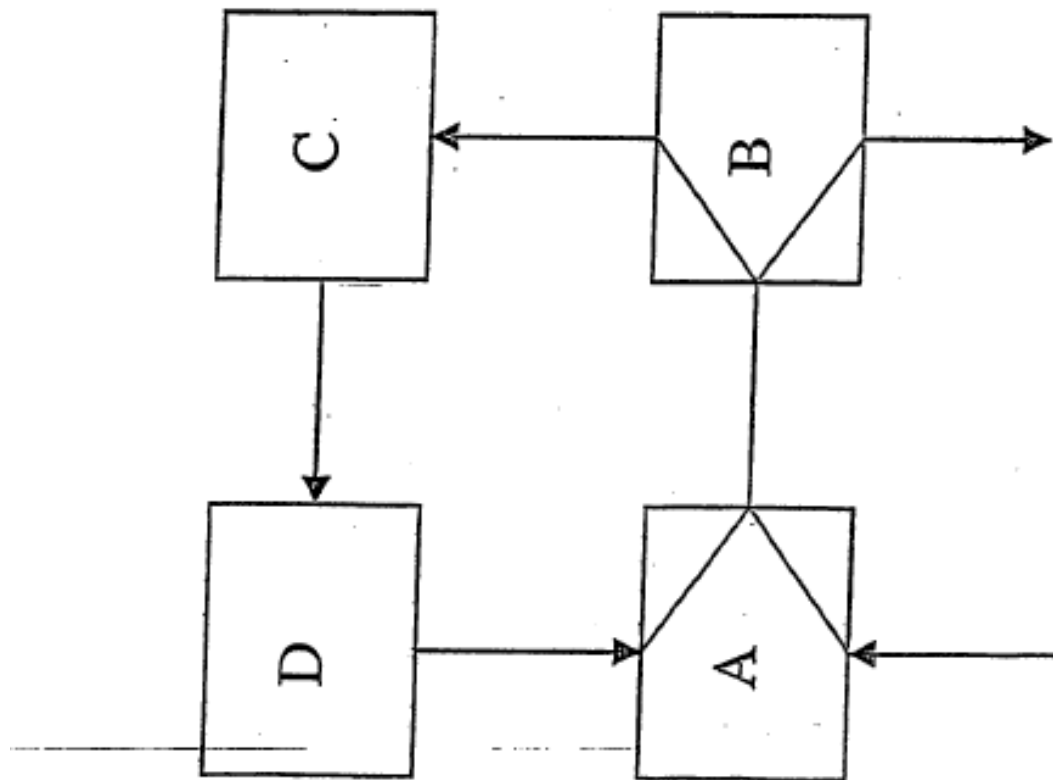


Fig. 8