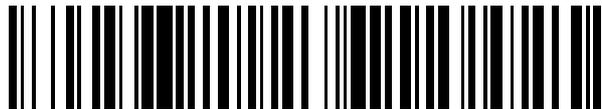


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 756**

51 Int. Cl.:

H03F 3/68 (2006.01)

H03F 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2012 PCT/EP2012/062692**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2013 WO2013001059**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2012 E 12731436 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2727239**

54 Título: **Amplificador de Doherty con optimización del grado de eficacia**

30 Prioridad:

30.06.2011 DE 102011078410

22.07.2011 DE 102011079613

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

25.05.2017

73 Titular/es:

ROHDE&SCHWARZ GMBH&CO. KG (100.0%)

Mühdorfstrasse 15

81671 München, DE

72 Inventor/es:

DALISDA, UWE y

MÜHLBACHER, PETER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 613 756 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

Amplificador de Doherty con optimización del grado de eficacia

5 La invención se refiere a un amplificador, en particular a un amplificador de Doherty.

Los amplificadores de Doherty habitualmente están compuestos por dos ramas de amplificador, un amplificador principal y un amplificador auxiliar. Las dos salidas de amplificador principal y amplificador auxiliar se agrupan a través de una línea de $\lambda/4$ en la rama de amplificador principal. La resistencia de carga se transforma de este modo dinámicamente en amplificador principal y auxiliar, lo que conduce a un aumento del grado de eficacia. A este respecto, la señal de entrada que se va a amplificar se suministra a través de un divisor de señal al amplificador principal y al amplificador auxiliar. El desplazamiento de fase de las señales de entrada divididas para amplificador principal y amplificador auxiliar a este respecto asciende a 90° para compensar el desplazamiento de fase en la rama de amplificador principal debido a la transformación de línea de $\lambda/4$ necesaria que se encuentra en la salida.

15 Por la patente europea EP 1 609 239 B1 se conoce un amplificador de Doherty de este tipo. En el amplificador de Doherty conocido es desventajoso que por la división de señal así como por tolerancias de los amplificadores individuales no tiene lugar una separación de señal óptima entre amplificador principal y auxiliar. La consecuencia es un grado de eficacia reducido.

20 Además, el documento US 2008/0111622 A1 muestra un amplificador de Doherty con un amplificador principal y un amplificador auxiliar. También aquí se agrupan las señales de salida de los amplificadores mediante un combinador hasta dar una señal de salida común. A este respecto, a los amplificadores se suministran en cada caso señales de entrada que se han generado a partir de una señal de entrada común mediante división de la señal de entrada y procesamiento previo correspondiente.

La invención se basa en el objetivo de crear un amplificador que presente un alto grado de eficacia.

30 El objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante un amplificador con las características de la reivindicación independiente 1. Son objeto de las reivindicaciones referidas a esto los perfeccionamientos ventajosos.

Un amplificador de acuerdo con la invención dispone de un circuito de amplificador principal, un circuito de amplificador auxiliar y un equipo de generación de señal. Las conexiones de salida del circuito de amplificador principal y del circuito de amplificador auxiliar están unidas de acuerdo con el principio de Doherty. El equipo de generación de señal está configurado para generar directamente una señal de amplificador principal como señal de entrada del circuito de amplificador principal y una señal de amplificador auxiliar como señal de entrada del circuito de amplificador auxiliar. Así se consigue un amplificador con un grado de eficacia muy alto.

40 A continuación se describe a modo de ejemplo la invención mediante el dibujo en el que está representado un ejemplo de realización ventajoso de la invención. En el dibujo muestran:

La Fig. 1, un amplificador de Doherty ilustrativo;

45 La Fig. 2, un primer recorrido ilustrativo de grado de eficacia;

La Fig. 3, un segundo recorrido ilustrativo de grado de eficacia;

50 La Fig. 4, un primer ejemplo de realización del amplificador de acuerdo con la invención;

La Fig. 5, un primer recorrido de grado de eficacia en un ejemplo de realización del amplificador de acuerdo con la invención;

55 La Fig. 6, un segundo ejemplo de realización del amplificador de acuerdo con la invención y

La Fig. 7, un segundo recorrido de grado de eficacia en un ejemplo de realización del amplificador de acuerdo con la invención.

60 En primer lugar, mediante la Fig. 1 - Fig. 3 se expone la problemática subyacente a la presente invención. A continuación, mediante la Fig. 4 - Fig. 7 se muestra la estructura y el funcionamiento de distintos ejemplos de realización del amplificador de acuerdo con la invención. Los elementos idénticos en figuras similares en parte no se han representado ni descrito de forma reiterada.

65 La Fig. 1 muestra un amplificador de Doherty ilustrativo. Un divisor de señal 10 está unido con un circuito de amplificador principal 11 y un circuito de amplificador auxiliar 12. El circuito de amplificador principal 11 está unido además con una línea de $\lambda/4$ 13. El circuito de amplificador auxiliar 12 y la línea de $\lambda/4$ 13 están unidos con otra

línea de $\lambda/4$ 14.

5 Se suministra una señal de entrada que se va a amplificar al divisor de señal 10. Este la divide en una señal de amplificador principal y una señal de amplificador auxiliar. La señal de amplificador principal y la señal de amplificador auxiliar a este respecto presentan un desplazamiento de fase de 90° . A este respecto, la señal de amplificador principal se corresponde con la señal que se va a amplificar. A este respecto, la señal de amplificador auxiliar se corresponde a estos picos de señal. El circuito de amplificador principal 11 amplifica la señal de amplificador principal, mientras que el circuito de amplificador auxiliar 12 amplifica la señal de amplificador auxiliar.

10 La línea de $\lambda/4$ 13 en el circuito de amplificador principal lleva a cabo una transformación de línea. Por ello tiene lugar una transformación de resistencia de carga dinámica, de tal manera que el circuito de amplificador principal 11 pasa a saturación con un valor umbral, habitualmente 6 dB. Con un aumento adicional de potencia, el circuito de amplificador auxiliar realiza asimismo una aportación a la potencia de salida, lo que conduce a una reducción dinámica de la resistencia de carga para el circuito de amplificador principal 11. Con modulación total, los dos
15 amplificadores proporcionan en cada caso el 50 % de la potencia total.

Entonces, para el amplificador de Doherty según la Fig. 1 resulta el recorrido teórico de grado de eficacia 21
mostrado en la Fig. 2. En el caso del valor umbral 20 ajustado, el circuito de amplificador principal pasa a saturación.
20 Hasta este momento, el circuito de amplificador auxiliar no realiza ninguna aportación a la potencia de salida. Para la comparación, en este caso está dibujado adicionalmente el recorrido de grado de eficacia 26 de un amplificador de clase B.

Debido a la división de señal en la entrada así como debido a tolerancias de los amplificadores individuales,
25 diferente ajuste de corriente de reposo de los amplificadores, etc., no puede tener lugar ninguna separación óptima de señal entre el circuito de amplificador principal y el circuito de amplificador auxiliar. En parte, el circuito de amplificador auxiliar ya proporciona potencia, a pesar de que el circuito de amplificador principal todavía no está en saturación. Por eso no se consigue de forma fiable la eficiencia máxima alrededor del valor umbral. Esto está representado en la Fig. 3. El recorrido de grado de eficacia 31 se corresponde con el recorrido de grado de eficacia 21 de la Fig. 2. Adicionalmente está representado un recorrido de grado de eficacia 33 alcanzable real. Además, para la
30 comparación está representado el recorrido de grado de eficacia 36 de un amplificador de clase B habitual. Frente a este amplificador de clase B, el recorrido de grado de eficacia 33 del amplificador de Doherty real, sin embargo, alcanza todavía un grado de eficacia medio claramente mayor.

En la Fig. 4 está representado un primer ejemplo de realización del amplificador de acuerdo con la invención. Un
35 equipo de generación de señal 40 está unido con un circuito de amplificador principal 41 y un circuito de amplificador auxiliar 42. El circuito de amplificador principal 41 además está unido con una línea de $\lambda/4$ 43. La línea de $\lambda/4$ 43 y el circuito de amplificador auxiliar 42 están unidos con una línea de $\lambda/4$ 44 adicional. El equipo de generación de señal 40 está unido además con un equipo de control 46.

40 En lugar de dividir una señal analógica que se va a amplificar en una señal de amplificador principal y una señal de amplificador auxiliar, tal como se realiza por el divisor de señal 10 de la Fig. 1, aquí se genera mediante el equipo de generación de señal 40 una señal de amplificador principal y una señal de amplificador auxiliar. A este respecto se puede realizar la generación a partir de señales digitales que se van a amplificar. Ventajosamente, a este respecto,
45 la generación de señal se realiza directamente. Ventajosamente, en el caso del equipo de generación de señal se trata de un equipo de modulación o de un transmisor de control. La señal de amplificador principal y la señal de amplificador auxiliar a este respecto se generan por el equipo de generación de señal 40 ya con un desplazamiento de fase de 90° .

El equipo de control 46, a este respecto, controla el equipo de generación de señal 40. Así ajusta el valor umbral con
50 el que el equipo de generación de señal 40 divide la señal que se va a amplificar en la señal de amplificador principal y la señal de amplificador auxiliar. Dependiendo de este valor umbral, el equipo de control 46 puede ajustar por tanto diferentes recorridos de grado de eficacia. Esto se detalla más en particular mediante la Fig. 5.

En la Fig. 5 se muestran varios recorridos de grado de eficacia 50, 51, 52 resultantes a partir de varios valores
55 umbral 53, 54, 55 diferentes. Mediante ajuste de estos valores umbral 53, 54, 55, el equipo de control 46 de la Fig. 4 ajusta al mismo también los respectivos recorridos de grado de eficacia 50, 51, 52. Para la comparación, en este caso está registrado adicionalmente el recorrido de grado de eficacia 56 de un amplificador de clase B convencional.

60 Gracias a la omisión de un divisor de señal analógico se consigue así una clara mejora del grado de eficacia. Los recorridos de grado de eficacia 50, 51, 52 que se pueden conseguir se encuentran cerca del máximo recorrido de grado de eficacia que se puede conseguir en teoría. Además, mediante ajuste del valor umbral es posible una optimización para la señal que actualmente se va a amplificar. Así, para señales con valores máximos muy altos frente al valor medio de señal, por ejemplo, 9-12 dB, preferentemente 10 dB, se podría ajustar un recorrido de grado de eficacia 50. En caso de señales con altos valores máximos frente al valor medio de señal, por ejemplo, 7-9 dB,
65 preferentemente 8 dB, se podría ajustar un recorrido de grado de eficacia 51. En caso de señales con valores máximos menos elevados frente al valor medio de señal, por ejemplo, 5-7 dB, preferentemente 6 dB, se podría

ajustar un recorrido de grado de eficacia 52.

5 En la Fig. 6 se muestra un segundo ejemplo de realización del amplificador de acuerdo con la invención. El amplificador representado se corresponde sustancialmente con el amplificador de la Fig. 4. Las referencias 60-64 y 66 se corresponden con las referencias 40-44 y 46 de la Fig. 4. Además, el amplificador mostrado en este caso incluye un equipo de generación de corriente de reposo 65. Este está unido con el equipo de control 66, el circuito de amplificador principal 61 y el circuito de amplificador auxiliar 62. El equipo de generación de corriente de reposo 65 a este respecto genera la corriente de reposo bias_main del circuito de amplificador principal 61 y la corriente de reposo bias_aux del circuito de amplificador auxiliar 62. La generación de las corrientes de reposo bias_main y bias_aux a este respecto se realiza dependiendo del valor umbral deseado de la división de señal. La determinación de las corrientes de reposo que se van a generar bias_main y bias_aux se realiza también mediante el equipo de control 66. Así se consigue otra aproximación del recorrido de grado de eficacia al máximo recorrido de grado de eficacia que se puede conseguir en teoría.

15 Es particularmente ventajoso el amplificador mostrado en la Fig. 4 y la Fig. 6 en la amplificación de señales con modulación digital (por ejemplo, QAM-OFDM, COFDM, etc.). Estos tipos de modulación digital se usan en muchas aplicaciones. A modo de ejemplo, en este caso cabe mencionar DVB-T, DVB-H, DVB-T2, MediaFlo, ISDB-T, ATSC, CMMB, CDMA, WCDMA, GSM, etc. Estos tipos de modulación disponen de diferentes factores de cresta o de diferentes estadísticas de señal. La estadística de señal de estas señales se conoce, se puede medir o se puede calcular en la generación de señal. La señal de amplificador principal y la señal de amplificador auxiliar ahora se pueden calcular de tal manera que el punto con el máximo grado de eficacia pico esté ajustado de forma óptima con respecto a la estadística de señal para conseguir un máximo grado de eficacia sumado de la disposición de amplificador. Esto está representado en la Fig. 7. Así, la curva 71 muestra una distribución estadística de amplitudes de un procedimiento de modulación empleado. El recorrido de grado de eficacia 70, que se ajusta mediante el equipo de control 46 o 66 de la Fig. 4 o la Fig. 6, maximiza el grado de eficacia sumado promedio de los símbolos de transmisión que se van a transmitir.

30 Se puede conseguir otra ligera mejora del grado de eficacia promedio mediante supervisión permanente de la estadística de la señal que se va a transmitir y una adaptación del recorrido de grado de eficacia que se va a ajustar.

35 La invención no está limitada al ejemplo de realización representado. Aparte del procedimiento de modulación ya mencionado se pueden concebir también otros procedimientos de transmisión. Todas las características descritas anteriormente o características mostradas en las figuras se pueden combinar entre sí ventajosamente de forma discrecional en el marco de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Amplificador con un circuito de amplificador principal (41, 61) y un circuito de amplificador auxiliar (42, 62), estando unidas las conexiones de salida del circuito de amplificador principal (41, 61) y del circuito de amplificador auxiliar (42, 62) de acuerdo con el principio de Doherty, incluyendo el amplificador además un equipo de generación de señal (40, 60) que está configurado para generar directamente una señal de amplificador principal como señal de entrada del circuito de amplificador principal (41, 61) y una señal de amplificador auxiliar como señal de entrada del circuito de amplificador auxiliar (42, 62), estando configurado el equipo de generación de señal (40, 60) para generar la señal de amplificador principal y la señal de amplificador auxiliar mediante modulación y/o a partir de datos digitales que se van a transmitir, correspondiéndose la señal de amplificador principal con una señal que se va a amplificar, correspondiéndose la señal de amplificador auxiliar con los picos de señal de la señal que se va a amplificar, **caracterizado por que** el amplificador incluye además un equipo de control (46, 66), **por que** el equipo de control (46, 66) está configurado para controlar el equipo de generación de señal (40, 60) y **por que** el equipo de control (46, 66) está configurado para determinar, mediante la señal que se va a amplificar, un valor umbral (53, 54, 55) para la determinación de la señal de amplificador principal y de la señal de amplificador auxiliar.
2. Amplificador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el equipo de generación de señal (40, 60) es un modulador o un transmisor de control.
3. Amplificador de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la señal de amplificador principal y la señal de amplificador auxiliar presentan desplazamiento de fase.
4. Amplificador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el equipo de control (46, 66) está configurado para ajustar el valor umbral (53, 54, 55) mediante informaciones previas estadísticas, que afectan a la señal que se va a amplificar, optimizando el grado de eficacia.
5. Amplificador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el amplificador incluye además un equipo de generación de corriente de reposo (65) y **por que** el equipo de generación de corriente de reposo (65) está configurado para generar corrientes de reposo del circuito de amplificador principal (61) y del circuito de amplificador auxiliar (62).
6. Amplificador de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el equipo de control (66) está configurado para controlar el equipo de generación de corriente de reposo (65).
7. Amplificador de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado por que** el equipo de control (66) está configurado para ajustar las corrientes de reposo del circuito de amplificador principal (61) y del circuito de amplificador auxiliar (62) mediante informaciones previas estadísticas, que afectan a la señal que se va a amplificar, optimizando el grado de eficacia.
8. Amplificador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** el equipo de control (46, 66) está configurado para maximizar un grado de eficacia medio a lo largo de una totalidad de símbolos de transmisión que se van a transmitir.

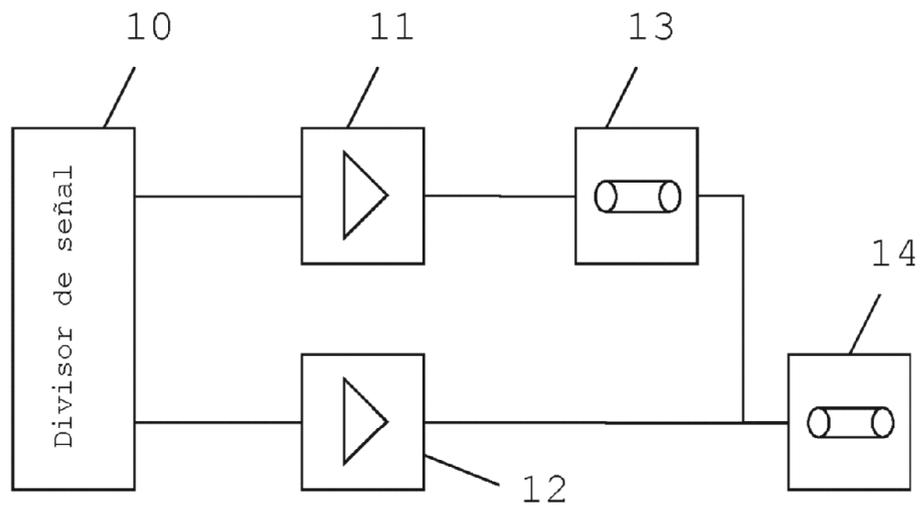


Fig. 1

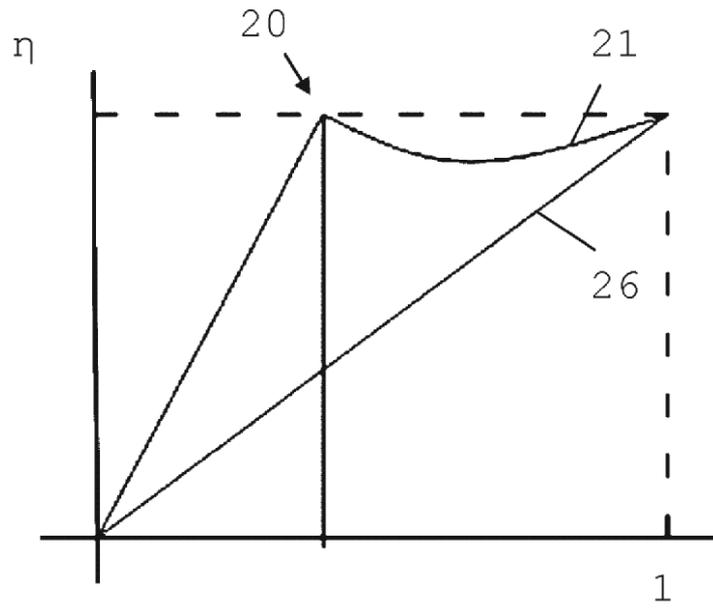


Fig. 2

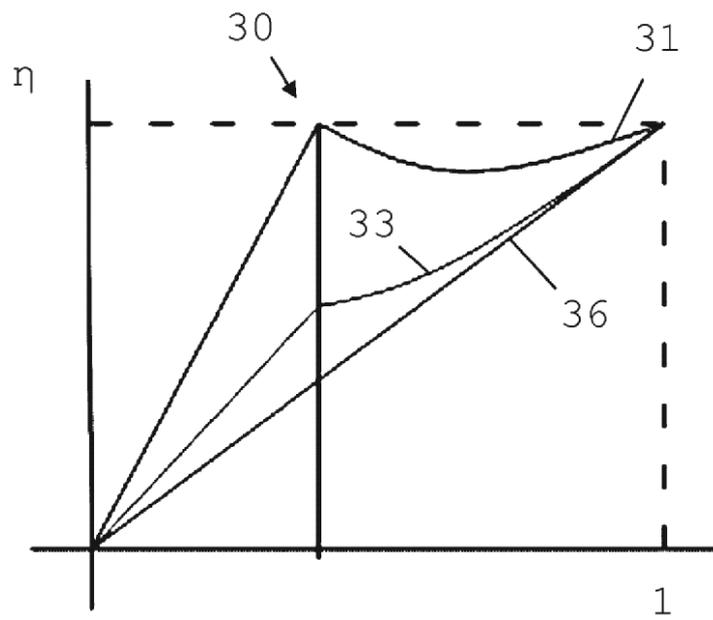


Fig. 3

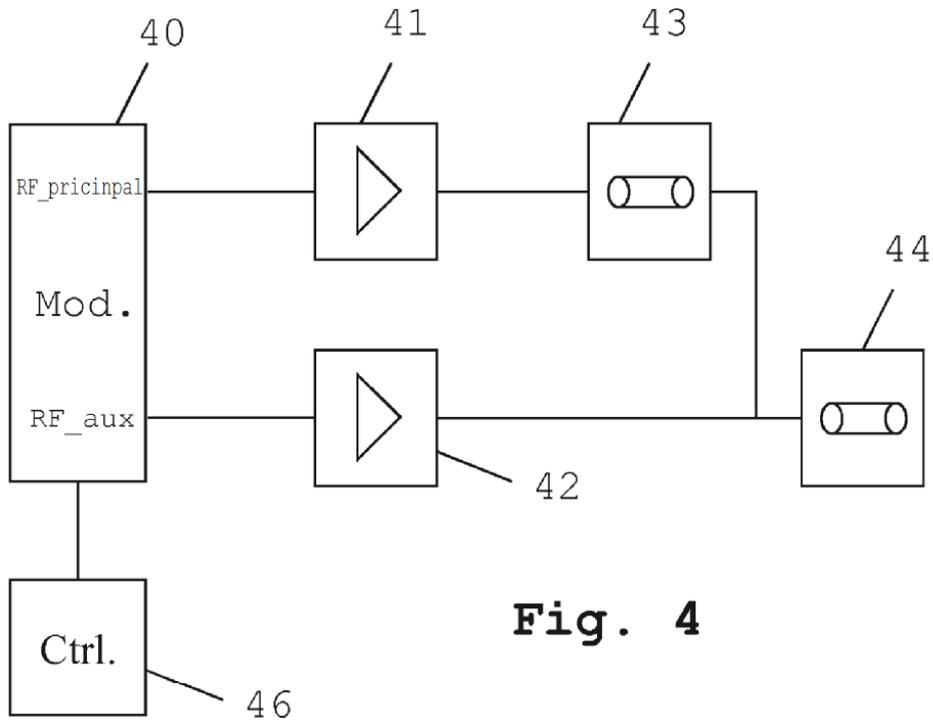


Fig. 4

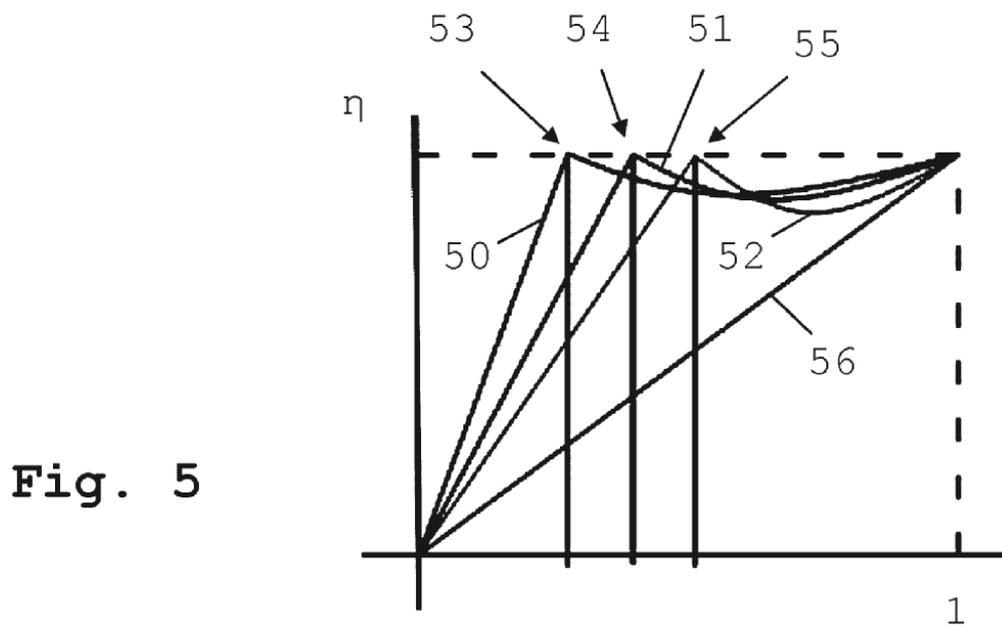


Fig. 5

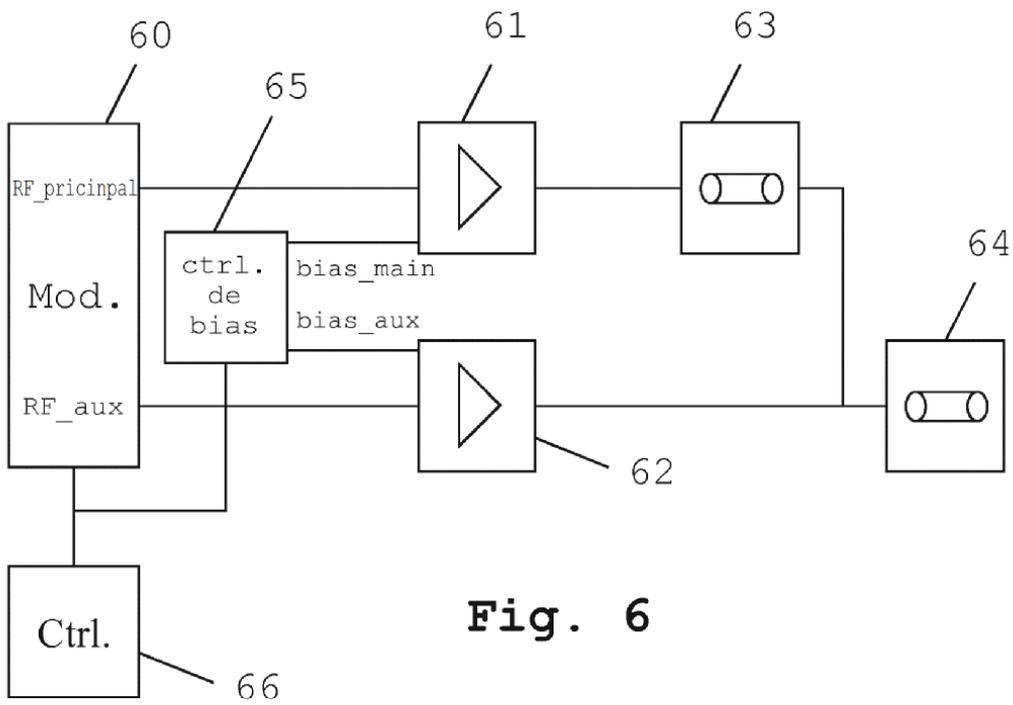


Fig. 6

Fig. 7

