

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 479 666**

51 Int. Cl.:

H04K 3/00 (2006.01)

G01S 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2010** **E 10800723 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.05.2014** **EP 2517391**

54 Título: **Sistema y procedimiento de formación de un haz de ondas a partir de antenas móviles unas respecto de otras**

30 Prioridad:

23.12.2009 FR 0906268

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

24.07.2014

73 Titular/es:

THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR

72 Inventor/es:

DEFRANCE, LOUIS y
GERFAULT, BERTRAND

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 479 666 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento de formación de un haz de ondas a partir de antenas móviles unas respecto de otras

La presente invención se refiere a un sistema y a un procedimiento de formación de un haz de ondas a partir de antenas móviles relacionadas unas con otras. Se aplica especialmente a la distorsión de aparatos radioeléctricos terrestres.

La distorsión necesita concentrar una gran energía sobre el aparato de destino con el fin de perturbarlo. Asimismo, los emisores de gran potencia y una antena directiva deben generalmente ser empleados, es decir una antena de grandes dimensiones con un equipamiento que consume una potencia eléctrica considerable y que requiere a veces la instalación de un grupo electrógeno, en consecuencia un material costoso y voluminoso.

Cuando se desea perturbar unos objetivos a partir de una plataforma móvil, por ejemplo un vehículo automóvil, los condicionamientos de espacio resultan todavía más críticos. Especialmente, el espacio disponible en un vehículo no permite generalmente la instalación de una antena directiva de grandes dimensiones. A título de ejemplo, haría falta una antena directiva emisora en HF de varias decenas de metros de longitud para poder distorsionar un aparato con una potencia de 1 kW.

La solicitud de Patente estadounidense publicada con el número US 2003/043086 se refiere a un sistema en el que una antena está especialmente concebida para recibir unas señales GPS emitidas a partir de una pluralidad de satélites.

La solicitud de patente estadounidense publicada con el número US 2006/0105701 divulga un sistema de distorsión a partir de un vehículo terrestre. Sin embargo, este sistema requiere unas antenas directivas, cuyos inconvenientes han sido expuestos con anterioridad.

Una finalidad de la invención es la que de perturbar un objetivo a distancia a partir de unos medios móviles. Con este fin, la invención tiene como finalidad un procedimiento de formación electrónica de un haz de ondas electromagnéticas dirigidas sobre un objeto a partir de varias antenas emisoras omnidireccionales, estando cada antena fijada sobre una plataforma, siendo las plataformas que incorporan las antenas distantes y móviles unas respecto de otras, estando el procedimiento caracterizado porque comprende al menos las siguientes etapas repartidas en el tiempo:

- al menos dos plataformas determinan su posición absoluta por medios de localización;
- determinar las distancias entre las plataformas;
- determinar las posiciones de las plataformas a partir de las posiciones absolutas y de las distancias determinadas anteriormente;
- la antena de cada plataforma emite una onda electromagnética cuya fase se emite en función de la posición de la plataforma, de manera que las ondas emitidas por cada antena llegan en fase sobre el objeto de destino.

La etapa de determinación de las distancias entre las plataformas puede resultar de una simple deducción de las posiciones absolutas, si estas posiciones absolutas son determinadas de manera suficientemente precisa con respecto a la longitud de onda emitida por las antenas. Si estas posiciones absolutas son poco precisas (lo que sucede a menudo cuando se utiliza un sistema de posicionamiento por satélite), entonces pueden ser empleados otros medios de determinación de las distancias, por ejemplo por transmisión de señales entre las plataformas y la medición del tiempo de vuelo de estas señales.

Los medios de determinación de las distancias entre las plataformas permiten evaluar estas distancias con una precisión suficiente teniendo en cuenta la longitud de onda para que la fase de la onda emitida por cada antena pueda ser determinada de forma que las ondas emitidas por cada antena lleguen en fase sobre el objeto de destino.

Las antenas pueden ser configuradas para emitir simultáneamente ondas en las mismas frecuencias. De modo ventajoso, se selecciona una frecuencia de emisión única y común para todas las antenas. No obstante, esta frecuencia de emisión única puede ser modificada en el tiempo.

Las etapas del procedimiento forman un ciclo repetido en el tiempo para adaptarse a la evolución de la situación, debido a los desplazamientos de las plataformas. Según una forma de realización del procedimiento de formación electrónico de haz de ondas según la invención, las etapas del procedimiento son repetidas con una frecuencia que aumenta con:

- la velocidad de desplazamiento de las plataformas;
- la frecuencia de las ondas emitidas por las antenas omnidireccionales. En efecto cuando las plataformas se desplazan rápidamente, las distancias entre ellas son susceptibles de evolucionar rápidamente, lo mismo

que el del desfase que hay que aplicar sobre las ondas emitidas para que se obtenga un efecto máximo sobre el objeto de destino. Así mismo, si la frecuencia de emisión es elevada, la precisión requerida en el desfase que hay que aplicar a las ondas emitidas es elevada.

- 5 La invención tiene igualmente por objeto un sistema de formación electrónica de un haz formado a partir de varias antenas emisores omnidireccionales fijadas sobre varias plataformas omnidireccionales, siendo dichas plataformas móviles unas con respecto a otras, incorporando cada plataforma unos medios de localización, unos medios de determinación de las distancias entre las plataformas y un calculador apto para calcular el desfase que hay que aplicar sobre las ondas emitidas por la antena omnidireccional en función de las distancias determinadas entre las plataformas y las posiciones proporcionadas por los medios de localización.
- 10 Según una forma de realización del sistema según la invención, los sistemas de determinación de las distancias entre las plataformas comprenden unos emisores / receptores radioeléctricos para formar unos enlaces de radiocomunicaciones entre las plataformas. Las radiocomunicaciones entre las plataformas pueden, por ejemplo, ser efectuados en la banda UHF (Frecuencias Ultraaltas).
- 15 Los medios de determinación de las distancias entre las plataformas podrían igualmente ser unos medios ópticos o cualquier otro medio adaptado para una precisión exacta de las distancias, es decir del orden de algunos grados de la fase de las ondas emitidas por las antenas omnidireccionales.
- 20 Según una forma de realización del sistema según la invención, los medios de localización de cada plataforma comprenden un receptor de posición por satélite. Este tipo de receptor, por ejemplo un receptor GPS, permite conocer la posición absoluta, con una precisión sin embargo generalmente mediocre, del orden por ejemplo de una decena de metros horizontalmente.
- De modo ventajoso, la frecuencia de emisión de las antenas se produce en la banda HF (Altas Frecuencias). Cuanto más débil es la frecuencia de emisión de las antenas, menos crítica resulta la precisión del desfase que hay que aplicar a cada emisión. De esta manera, el sistema está satisfactoriamente adaptado a una utilización para frecuencias de emisión inferiores a 30 MHz.
- 25 Según una forma de realización del sistema según la invención, las plataformas móviles son vehículos terrestres.
- El sistema de formación electrónica de haz tal y como se ha descrito con anterioridad puede ser utilizado para distorsionar un objetivo, estando el haz orientado hacia el objetivo cuyo funcionamiento se desea perturbar.
- El sistema según la invención, de modo ventajoso, es puesto en práctica sobre vehículos terrestres, pues estos vehículos tienen generalmente unas dimensiones bastantes reducidas y no pueden acoger fácilmente grandes antenas emisoras. No obstante, el sistema según la invención puede igualmente aplicarse al ámbito naval o aéreo.
- 30 Una ventaja del sistema según la invención es que puede funcionar en un modo degradado, frente a un sistema que no emplea más que una sola plataforma. En efecto, por ejemplo, cuando se utilizan cuatro plataformas, la neutralización o la destrucción de una de estas cuatro plataformas no hace más que reducir la eficacia del sistema en lugar de neutralizarlo totalmente.
- 35 Otra ventaja del sistema según la invención es que se pueden emplear unas antenas omnidireccionales para emitir en dirección al objetivo, pudiendo este tipo de antena ser instalada fácilmente sobre una plataforma de tamaño reducido, frente a antenas directivas, mucho más voluminosas.
- La movilidad de las plataformas impone una buena reactividad del sistema a los cambios de posición de las antenas con relación al objetivo. El sistema según la invención responde de modo satisfactorio a esta exigencia formando electrónicamente el haz, evitando así rotaciones mecánicas permanentes de soportes de antenas que son tradicionalmente instaladas con antenas directivas.
- 40 Otras características se pondrán de manifiesto con la lectura la descripción detallada ofrecida a título de ejemplo no limitativo que se ofrece a continuación en relación con los dibujos adjuntos que representan:
- la figura 1, es un esquema que ilustra la utilización del sistema según la invención:
 - 45 - la figura 2, es un diagrama que presenta un ejemplo de procedimiento según la invención,
 - la figura 3, es un esquema que ilustra la ambigüedad en la determinación de las posiciones de las plataformas de un sistema según la invención;
 - la figura 4, es un esquema que muestra la arquitectura de un sistema según la invención.
- En aras de la claridad, referencias idénticas en las diferentes figuras designan los mismos elementos.
- 50 La figura 1 ilustra, de forma esquemática, la utilización de un sistema según la invención. El sistema 101 comprende tres plataformas móviles 102, 104, 106, por ejemplo vehículos automóviles. Las plataformas 102, 104 están, por

ejemplo, alejadas al menos unas decenas de metros una de otra. Sobre cada una de las plataformas móviles 102, 104, 106 está instalado un distorsionador provisto de una antena omnidireccional 112, 114, 116 que emite unas ondas electromagnéticas 103. Los distorsionadores están acondicionados de forma que las ondas emitidas por cada uno de los distorsionadores formen un haz y llegan en fase al nivel de un objetivo 108, maximizando así la potencia recibida por aquél. De esta forma se puede formar un haz sobre el objetivo 108 a partir de las emisiones omnidireccionales emitidas desde las múltiples plataformas móviles 102, 104, 106.

La figura 2 es un diagrama que muestra un ejemplo de procedimiento según la invención.

En un principio, se determina 201 una posición absoluta de cada plataforma gracias a unos medios de localización. Paralelamente 202 se determinan las distancias entre las plataformas, siendo la precisión de estas distancias mejor que la precisión de los medios de localización, de forma que se puede obtener una determinación de algunos grados de fase cerca de las ondas emitidas por las antenas.

A continuación 203, a partir de las posiciones absolutas aproximadas y de las distancias precisas entre las plataformas determinadas con anterioridad, son determinadas las posiciones relativas precisas de las plataformas. Dicho de otro modo, la ambigüedad de posición ilustrada en la figura 3 es suprimida y la posición de las plataformas una con respecto a otras es determinada con precisión.

La figura 3 ilustra la ambigüedad en la determinación de las posiciones en tres plataformas a partir del solo conocimiento de las distancias que separan unas de otras. En efecto, además de la posición real de las plataformas, representada por un triángulo de trazos continuos en la figura, las plataformas podrían adoptar posiciones alternativas conservando al tiempo los mismos valores de distancias, como se ilustra por los triángulos isométricos de puntos. Por eso, un conocimiento, incluso aproximado, de la posición absoluta de las plataformas, permite suprimir la ambigüedad de posición ofreciendo una configuración aproximada de la situación real.

Una vez que se han determinado las posiciones relativas de las plataformas, un desfase se determina y aplica 204 a las sondas de distorsión en función de la plataforma de emisión. En efecto, conociendo, por un lado, la posición 205 del objetivo 108 gracias a unos medios de detección conocidos de por sí y, por otro lado, la posición de la cada plataforma 102, 104, 106 con relación a las demás plataformas, se aplica un desfase para cada antena, de forma que las ondas emitidas por las diferentes antenas lleguen en fase al objetivo 108.

El procedimiento se repite en el tiempo, a una frecuencia suficientemente elevada para que los desplazamientos de las plataformas y, en consecuencia, los cambios de las posiciones de estas no provoquen una pérdida de potencia de las ondas recibidas en el objetivo.

La figura 4 muestra la arquitectura de un sistema según la invención, apto para poner en práctica el procedimiento según la invención. El sistema se ilustra en la figura 4 con dos plataformas móviles 102, 104 que apuntan a un objetivo 108.

Una primera plataforma móvil 102 comprende unos medios de localización 402, un distorsionador 404 unido a una antena emisora 406, unos medios de comunicaciones 408, 410 con las demás plataformas 104, 106, y un calculador 412. Los medios de comunicaciones incorporan unos medios de emisión / recepción 410 de señales radioeléctricas y un módulo de tratamiento de datos 408, módulo 408 que es, en el ejemplo, una cadena de radio que permite filtrar, desmodular, descodificar las señales recibidas por los medios de emisión / recepción 410 o codificar, modular y emitir señales a través de estos medios de emisión / recepción 410. El calculador 412 está conectado a los medios de localización 402, al distorsionador 404 y al módulo de tratamiento de datos 408. En el ejemplo, cada plataforma 102, 104 tiene la misma arquitectura. De esta manera, se puede establecer una conexión de comunicación 105 entre dos plataformas 102, 104 a través de los medios de emisión / recepción 410, 410' de cada plataforma 102, 104.

La antena omnidireccional 406 del distorsionador 404 emite por ejemplo en la banda de frecuencias HF y, en el caso de que las comunicaciones entre las plataformas 102, 104 se efectúen por conexión radioeléctrica 105, la banda de frecuencias elegida para efectuar estas comunicaciones es, de modo preferente, bien distinta de la banda de frecuencia de distorsión. Por ejemplo, si la antena emisora 406 de distorsión funciona en HF, los medios de comunicaciones 408, 410 pueden utilizar la banda UHF para comunicar.

El sistema de localización 402 es, por ejemplo, un receptor de emisión por satélite, como por ejemplo un receptor GPS ("Global Positioning System"). En el ejemplo, su precisión de localización es, pues, del orden de algunos metros, por ejemplo de 10 metros. Dicho de otro modo, este solo sistema de localización 402 no permite determinar las posiciones de las plataformas 102, 104, 106 de manera suficientemente precisa para poder formar un haz coherente en HF. En efecto, cuanto más pequeñas son las longitudes de onda, tanto más precisa debe ser la sincronización de los emisores. De modo preferente, la frecuencia de emisión de las ondas hacia el objetivo 108 se selecciona de forma que la longitud de onda correspondiente no sea inferior a dos veces la distancia de dos plataformas móviles.

Las plataformas 102, 104 disponen igualmente de una referencia temporal común. Por ejemplo, un reloj puede ser instalado sobre cada plataforma y suspendido en el tiempo gracias al sistema de localización 402, en el ejemplo el reloj del GPS.

La primera plataforma 102 estima su posición aproximada P1 gracias al sistema de localización 402. Esta posición P1 es transmitida al calculador 412.

Paralelamente, los medios de comunicaciones 408, 410 reciben unas señales emitidas desde las otras plataformas 104. Estas señales son utilizadas para sincronizar entre ellos los medios de comunicaciones 408, 410 de las diferentes plataformas 102, 104. De este modo, puede ser efectuado el cálculo de las distancias entre las plataformas por sincronización de los medios de comunicaciones de las diferentes plataformas. La sincronización puede llevarse a cabo a partir de una señal de referencia emitida por una primera plataforma 102 y por una señal recibida a partir de otra plataforma 104. Establecidas las referencias temporales (relojes, por ejemplo) de las plataformas 102, 104, resulta fácil entonces medir la diferencia de fase entre las señales, y por consiguiente la distancia que separa las dos plataformas. Según otra forma de realización del sistema según la invención, las mediciones de las distancias pueden efectuarse por radar anticollision o por mediciones infrarrojas.

Los medios de comunicaciones 408, 410 permiten, no solo determinar la distancia precisa entre las plataformas 102, 104, sino también transmitir informaciones entre las plataformas, por ejemplo transmitir la información P1 de una plataforma 102 hacia otra plataforma 104, o transmitir el valor de la frecuencia utilizada para distorsionar.

Gracias a los medios de comunicaciones 408, 410 cada plataforma 102, 104 puede conocer la posición precisa de las demás plataformas 102, 104 y de esta forma ajustar la fase de las ondas que emite con relación a la fase de las ondas emitidas a partir de las demás plataformas.

Paralelamente, la segunda plataforma 104 determina su posición aproximada P2 con la ayuda de medios analógicos. Esta segunda plataforma 104 transmite una señal que contiene la posición P2 a través de sus medios de emisión / recepción 410' hacia los medios de emisión / recepción 410 de la primera plataforma 102, los cuales transmiten dicha señal en la cadena de radio 408. La cadena de radio 408 descodifica la señal que contiene la posición P2 y transmite esta posición P2 al calculador 412.

A continuación, el calculador 412 determina, a partir de la posición P1 de la primera plataforma 102, de la posición P2 de la segunda plataforma 104 y unos instantes en los cuales estas posiciones P1 y P2 han sido medidas, el desfase $\Delta\phi$ que hay que aplicar a la señal que se debe emitir por la primera plataforma 102. El calculador 412 transmite el desfase $\Delta\phi$ calculado hacia el distorsionador 404 que aplica este desfase sobre las ondas de distorsión emitidas.

El sistema de localización 402 no proporciona más que una estimación aproximada de las plataformas móviles 102, 104 pero permite suprimir la ambigüedad de dirección de la distorsión, como se ha ilustrado más arriba en la figura 3. De forma complementaria, los solos medios de comunicaciones 408, 410 no permiten suprimir la ambigüedad más allá de la longitud de onda de distorsión, pero permiten determinar con precisión la distancia entre las plataformas. El procedimiento según la invención asocia el sistema de localización 402 y los medios de comunicaciones 408, 410 para obtener a la vez una posición cierta de las plataformas y una estimación precisa de las distancias entre las plataformas móviles, dicho de otra manera para obtener las posiciones relativas precisas entre las plataformas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento de formación electrónica de un haz de ondas electromagnéticas dirigidas hacia un objeto (108) a partir de varias antenas emisoras omnidireccionales (112, 114, 116), estando cada antena fijada sobre una plataforma (102, 104, 106), siendo distantes las plataformas que incorporan las antenas y siendo móviles unas respecto de otras, estando dicho procedimiento **caracterizado porque** comprende al menos las etapas siguientes, repetidas en el tiempo:
 - al menos dos plataformas (102, 104) determinan (201) su posición absoluta por medios de localización (402);
 - determinar (202) las distancias entre las plataformas (102, 104, 106);
 - determinar (203) las posiciones de las plataformas a partir de las posiciones absolutas y de las distancias determinadas con anterioridad;
 - la antena de cada plataforma (102, 104, 106) emite una onda electromagnética cuya fase se selecciona (204) en función de la posición de la plataforma, de manera que las ondas emitidas desde cada antena llegan en fase sobre el objeto al que se apunta (108).
- 2.- Procedimiento de formación electrónica de un haz de ondas según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las antenas (112, 114, 116) están configuradas para emitir simultáneamente ondas en las mismas frecuencias.
- 3.- Procedimiento de formación electrónica de un haz de ondas según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** las etapas del procedimiento son repetidas a una frecuencia que aumenta con:
 - la velocidad de desplazamiento de las plataformas (102, 104);
 - la frecuencia de las ondas emitidas por las antenas (112, 114, 116).
- 4.- Sistema de formación electrónica de un haz formado a partir de varias antenas emisores omnidireccionales (112, 114, 116) fijadas sobre unas plataformas distantes (102, 104, 106), **caracterizado porque** dichas plataformas (102, 104, 106) son móviles las unas con respecto a las otras, incorporando cada plataforma unos medios de localización (402), unos medios de determinación de las distancias entre las plataformas (408, 410) y un calculador (412) apto para calcular el desfase que hay que aplicar sobre las ondas emitidas por la antena omnidireccional en función de las distancias determinadas entre las plataformas y de las posiciones suministradas por los medios de localización (402),
- 5.- Sistema de formación electrónica de haz según la reivindicación 4, comprendiendo los medios de localización (402) de cada plataforma (102, 104) un receptor de posición por satélite.
- 6.- Sistema de formación electrónica de haz según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado porque** los medios de determinación de las distancias entre las plataformas (408, 410) comprenden unos emisores / receptores radioeléctricos para formar unas conexiones de radiocomunicaciones (105) entre las plataformas (102, 104, 106).
- 7.- Sistema de formación electrónica de haz según la reivindicación 6, en el que las radiocomunicaciones (105) entre las plataformas (102, 104, 106) son efectuadas en la banda UHF.
- 8.- Sistema de formación electrónica de haz según una de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado porque** la frecuencia de emisión de las antenas está en la banda HF.
- 9.- Sistema de formación electrónica de haz según una de las reivindicaciones 4 a 8, **caracterizado porque** las plataformas móviles (102, 104, 106) son vehículos terrestres.
- 10.- Utilización del sistema de formación electrónica de haz según una de las reivindicaciones 4 a 9 para distorsionar un objetivo, estando el haz orientado hacia el objetivo cuyo funcionamiento se desea perturbar.

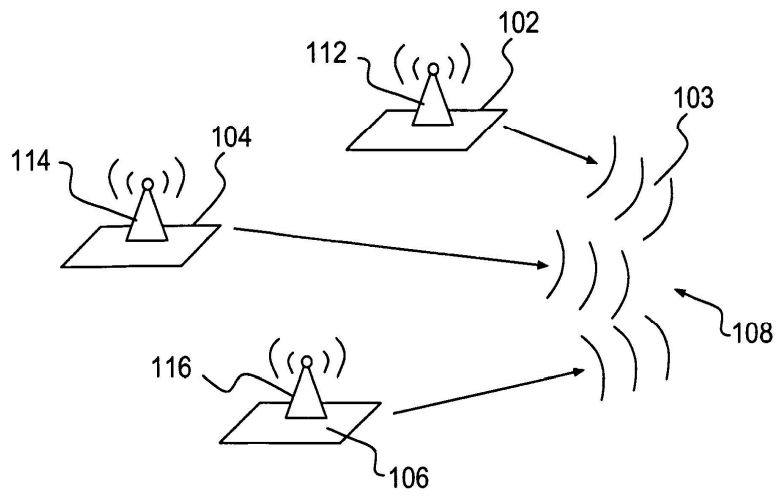


FIG.1

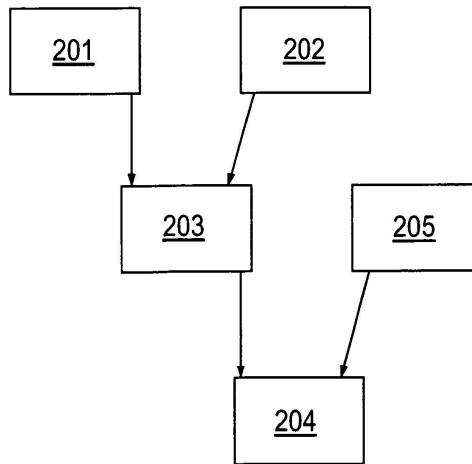


FIG.2

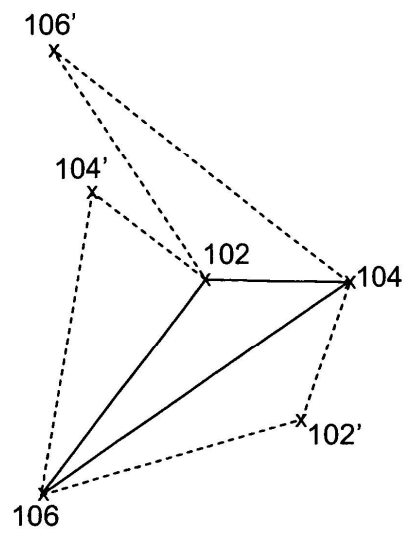


FIG.3

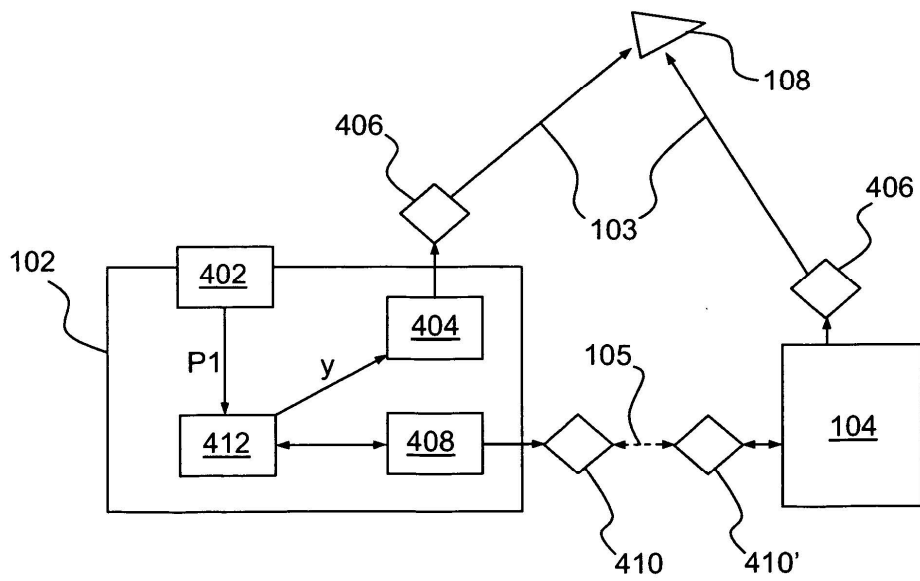


FIG.4