



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 275 828**

⑤1 Int. Cl.:  
**H02H 3/05** (2006.01)  
**H02H 7/26** (2006.01)  
**H02J 13/00** (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **02405116 .1**  
⑧6 Fecha de presentación : **14.02.2002**  
⑧7 Número de publicación de la solicitud: **1339151**  
⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **27.08.2003**

⑤4 Título: **Recepción óptima en tiempo de órdenes de protección en un aparato de disparo a distancia.**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.06.2007**

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.06.2007**

⑦3 Titular/es: **ABB Schweiz AG.**  
**Brown Boveri Strasse 6**  
**5400 Baden, CH**

⑦2 Inventor/es: **Spiess, Hermann y**  
**Benninger, Hans**

⑦4 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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

Recepción óptima en tiempo de órdenes de protección en un aparato de disparo a distancia.

5 **Campo técnico**

La invención se refiere al campo de la técnica de protección para redes de alta y media tensión. Se refiere a un procedimiento para la recepción óptima en tiempo de órdenes de protección en un aparato de disparo a distancia y a un aparato de disparo a distancia según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 3.

10

**Estado de la técnica**

Los aparatos de disparo a distancia o aparatos de transmisión de señales de protección sirven para transmitir órdenes de protección o de conmutación para una protección a distancia en redes e instalaciones eléctricas de alta y media tensión. Las órdenes de protección producen, por ejemplo, una apertura directa o indirecta de un interruptor de protección y, por tanto, una separación eléctrica de una parte de la red o de la instalación. Recíprocamente, otras órdenes de protección provocan un bloqueo de la apertura de un interruptor de protección. Las órdenes de protección tienen que ser transmitidas, por ejemplo, de un tramo de una línea de alta tensión a otro. A este fin, un emisor genera en un aparato de disparo a distancia, en correspondencia con las órdenes de protección, unas señales analógicas que se transmiten a través de un enlace de señales. Un receptor en otro aparato de disparo a distancia detecta las señales transmitidas y determina el número y naturaleza correspondientes de las órdenes de protección.

Las señales analógicas están situadas, por ejemplo, en un dominio de frecuencia comprendido entre 0,3 y 4 kHz. Se transmiten directamente en este dominio de frecuencia o bien se modulan a una frecuencia portadora y se desmodulan antes del receptor, o bien se transmiten por un canal digital y se reconstruyen antes del receptor. En cualquier caso, se aplica al receptor una señal de recepción analógica en la que tiene que detectarse una presencia de señales individuales de frecuencia diferente.

La figura 1 muestra a título de ejemplo una señal de reposo y varias señales de órdenes en el dominio de la frecuencia y en el dominio del tiempo para una transmisión de señales de órdenes A, B, C que corresponden a órdenes de protección o combinaciones de señales de protección que han de ser transmitidas. Un eje de amplitud de la representación está designado con Amp, un eje de frecuencia con f y un eje de tiempo con t. Las señales transmitidas son preferiblemente de forma sinusoidal y presentan cada una de ellas una distancia en frecuencia de una a otra de, por ejemplo, 100 Hz a 300 Hz. En un caso de reposo, es decir, cuando no tiene que transmitirse ninguna orden de protección, se envía continuamente en lugar de ésta una señal de reposo o señal de guarda G. En el caso de una orden entre los instantes t1 y t2 se transmiten una o varias señales de órdenes; en la figura 1 se ha representado a título de ejemplo en el sistema de coordenadas de la derecha la emisión de señales a dos frecuencias. El receptor detecta continuamente una presencia o una ausencia de las señales de órdenes o de la señal de reposo G y genera una señal de alarma en caso de una calidad insuficiente de las señales o en caso de que se reciban ambas conjuntamente o en caso de que no se reciba en absoluto ninguna señal.

La señal de reposo G sirve para incrementar la seguridad, ya que indica que no está presente ninguna señal de orden A, B, C. Se considera como recibida una señal de orden cuando ya no se detecta la señal de reposo G.

Por tanto, es necesario detectar la presencia o la ausencia de señales periódicas individuales. Hay que tener en cuenta a este respecto que la transmisión es influenciada en general por perturbaciones que pueden caracterizarse por una distancia de ruido, es decir, una relación SNR entre potencia de señal y potencia de perturbación. Dependiendo de la naturaleza de la orden de protección, se imponen requisitos diferentes a una detección, que puede caracterizarse, entre otros, por los parámetros siguientes:

50 Puc Coeficiente de seguridad, es decir, probabilidad de que se reciba erróneamente una orden aun cuando ni siquiera haya sido emitida. Un valor bajo de Puc corresponde a una alta seguridad de la transmisión.

55 Pmc Coeficiente de fiabilidad, es decir, probabilidad de que no se reciba una orden que se haya emitido. Un valor bajo de Pmc corresponde a una alta fiabilidad de la transmisión.

$T_{ac}$  Tiempo de transmisión real máximo. Éste depende de la fiabilidad requerida y de la distancia de ruido SNR y se define más adelante con mayor precisión.

60 Es común a todos los procedimientos de transmisión y detección conocidos el hecho de que al aumentar la potencia de perturbación, es decir, al disminuir SNR,

- disminuye la seguridad y ésta vuelve a aumentar después de vez en cuando, es decir que aumenta el coeficiente de seguridad Puc y éste vuelve a disminuir después de vez en cuando, y

65 - disminuye permanentemente la fiabilidad, es decir que aumenta permanentemente el coeficiente de fiabilidad Pmc.

Se realiza una detección de una señal con una frecuencia determinada, por ejemplo por medio de una correlación numérica de la señal suma recibida con una señal de comparación de la misma frecuencia, o bien mediante filtrado en paso de banda de la señal suma recibida. Se compara un valor de salida preparado de la correlación o del filtro de paso de banda con un valor umbral. En caso de que el valor de salida preparado sea mayor que el valor umbral, se considera la señal como detectada. Por tanto, parámetros esenciales en la detección son una duración de correlación de un correlacionador o una inversa del ancho de banda de un paso de banda, que en lo que sigue se designa en forma resumida como constante de tiempo o tiempo de transmisión de la detección, así como la altura del valor umbral.

Para un detector para una constante de tiempo dada resulta la dependencia mostrada en la figura 2 entre la distancia de ruido SNR y el tiempo de transmisión real máximo  $T_{ac}$  con una fiabilidad dada. Se requiere, por ejemplo, un coeficiente de fiabilidad  $P_{mc}$  de 1%. A una distancia de ruido dada se obtiene después de la emisión de una señal la duración en tiempo en la que se detecta en el receptor el 99% de todas las señales emitidas. La duración en tiempo obtenida experimental o teóricamente de esta manera es el tiempo de transmisión real máximo  $T_{ac}$ . Para varios valores de la distancia de ruido SNR resulta la curva representada en la figura 2. Típicamente, el tiempo de transmisión  $T_0$  con el que se han diseñado la detección se encuentra en la zona de un punto de inflexión de la curva; A alta distancia de ruido, el tiempo de transmisión real máximo  $T_{ac}$  no desciende sensiblemente por debajo de  $T_0$  y con una distancia de ruido decreciente dicho tiempo aumenta muy rápidamente. La probabilidad de recibir todavía una orden de duración limitada después de transcurrido  $T_0$  es relativamente pequeña.

En caso de que la distancia de ruido sea conocida, se hace que la constante de tiempo del detector sea tan pequeña como sea posible, consiguiéndose todavía la fiabilidad requerida. Sin embargo, cuando la distancia de ruido es desconocida y ésta puede variar a lo largo de un amplio intervalo, no es posible entonces una detección óptima. Según esto, resulta un tiempo de transmisión demasiado largo o bien la fiabilidad no es suficiente. Esto es lo que ocurre, por ejemplo, en el aparato de disparo a distancia descrito en el documento "NSD 70 - A new family of programmable, digital protection signalling equipment", ABB Review, No. 6, 1992. Este aparato presenta exactamente un detector para cada frecuencia. Por último, la patente US 3643160 muestra un aparato de disparo a distancia con un detector para tres frecuencias diferentes.

### Exposición de la invención

Por este motivo, el cometido de la invención consiste en crear un procedimiento para la recepción óptima en tiempo de órdenes de protección en un aparato de disparo a distancia y un aparato de disparo a distancia de la clase citada al principio que presenten una menor dependencia respecto de una distancia de ruido de señales recibidas.

Resuelven este problema un procedimiento para la recepción óptima en tiempo de órdenes de protección en un aparato de disparo a distancia y un aparato de disparo a distancia con las características de las reivindicaciones 1 y 3.

Por tanto, en el procedimiento según la invención para la recepción óptima en tiempo de órdenes de protección en un aparato de disparo a distancia se hacen funcionar al menos dos detectores parciales que están diseñados todos ellos para una señal de la misma frecuencia, pero para diferentes tiempos de transmisión, y se considera la señal como detectada cuando al menos uno de estos detectores parciales detecte una presencia de la señal.

El aparato de disparo a distancia según la invención presenta al menos dos detectores parciales que están diseñados todos ellos para una señal de la misma frecuencia, pero para diferentes tiempos de transmisión, y una unión O no exclusiva de salidas de los al menos dos detectores parciales para formar una salida del detector.

Se pone de manifiesto que, en función de la distancia de ruido que se presente realmente en el momento considerado, cada uno de los detectores parciales presenta un tiempo de transmisión más pequeño que el del otro o los otros detectores parciales, de modo que, debido a la unión O de las salidas de los detectores parciales, el tiempo de transmisión del detector es igual al tiempo de transmisión del respectivo detector parcial más rápido. De este modo, el tiempo de transmisión es mucho menos dependiente de la distancia de ruido que en el caso de que se emplee solamente un único detector parcial.

En una forma de realización preferida de la invención los al menos dos detectores parciales presentan todos ellos aproximadamente la misma seguridad. De este modo, se adapta también la seguridad del detector de la mejor manera posible a los requisitos de la transmisión de órdenes.

Otras formas de realización preferidas se desprenden de las reivindicaciones subordinadas.

### Breve descripción de los dibujos

En lo que sigue, se explica el objeto de la invención con más detalle haciendo referencia a un ejemplo de realización preferido que está representado en los dibujos adjuntos. Muestran:

La figura 1, esquemáticamente, una evolución de señales de protección en el dominio de la frecuencia y en el dominio del tiempo;

La figura 2, una dependencia entre la distancia de ruido y el tiempo de transmisión real máximo en el caso de un detector individual;

La figura 3, esquemáticamente, una estructura de un detector según la invención;

La figura 4, dependencias entre la distancia de ruido y el tiempo de transmisión real máximo en el caso de varios detectores parciales que están diseñados para tiempos de transmisión diferentes; y

La figura 5, las curvas de la figura 4, complementadas con una dependencia para un detector según la invención que está diseñado para la misma seguridad que los detectores parciales.

Los símbolos de referencia empleados en los dibujos y su significado están relacionados en forma resumida en la lista de símbolos de referencia. En principio, las partes iguales en las figuras están provistas de los mismos símbolos de referencia.

## Modos de ejecución de la invención

La Figura 3 muestra esquemáticamente una estructura de un detector según la invención. La estructura se puede implementar por medio de componentes individuales o por medio de un programa que materializa un flujo de señales correspondiente a la estructura. Un detector 7 según la invención presenta un primer detector parcial 1 y un segundo detector parcial 2. Una primera salida 3 del primer detector parcial 1 y una segunda salida 4 del segundo detector parcial 2 conducen a una unión O no exclusiva 5 que forma a partir de ellas una salida 6 del detector 7. Las entradas de los dos detectores parciales 1, 2 son alimentadas por una entrada de señal de recepción 8 del detector 7.

El detector 7 y los detectores parciales 1, 2 están diseñados para detectar una presencia de una oscilación periódica de una frecuencia determinada en una señal analógica que se aplica a la entrada de señal de recepción 8. Para detectar señales a varias frecuencias, son necesarios correspondientemente varios detectores 7. Los principios de actuación de detectores monótono en el sentido de los detectores parciales 1, 2 son en general conocidos y se indican dos de ellos en lo que sigue:

En una primera forma de realización de la invención un detector monótono de esta clase está constituido por un paso de banda con una frecuencia de paso correspondiente a la señal a detectar, seguido por un rectificador para obtener una envolvente de la señal filtrada en paso de banda. La salida del rectificador es filtrada en paso bajo y comparada en un comparador con un valor umbral. Mediante la salida del comparador se indica, en el caso de una amplitud de la señal filtrada en paso de banda, la detección de una señal. El tiempo de transmisión del detector es igual a la inversa del ancho de banda del filtro de paso de banda.

En otra forma de realización de la invención se correlaciona la señal recibida, durante una ventana de tiempo de longitud constante, en un primer correlacionador con una señal de referencia a la frecuencia de la señal a detectar y en un segundo correlacionador con la señal de referencia desfasada en 90°. Se elevan al cuadrado las señales de salida de los dos correlacionadores y se suman éstas para dar una señal suma. Esta señal suma corresponde a una porción independiente de la fase de la señal a detectar en la señal recibida, es decir, a una desmodulación asíncrona. Se compara la señal suma en un comparador con un valor umbral. Mediante la salida del comparador se indica, en el caso de una amplitud suficiente de la señal suma, la detección de una señal. El tiempo de transmisión o el tiempo de evaluación de señal del detector es igual a la longitud de la ventana de tiempo de los dos correlacionadores.

Se explica el funcionamiento de la invención con ayuda de la figura 4. La figura 4 muestra dependencias entre la distancia de ruido y el tiempo de transmisión real máximo  $T_{ac}$  en el caso de varios detectores parciales que están diseñados para tiempo de transmisión diferentes. Una primera curva característica 11 indica el tiempo de transmisión real máximo  $T_{ac}$  del primer detector parcial 1, que presenta un primer tiempo de transmisión  $T_1$ . Una segunda curva característica 12 caracteriza el segundo detector parcial 2, que presenta un segundo tiempo de transmisión  $T_2$ . Como ya se ha mencionado al principio, las curvas características 11, 12 se obtiene, por ejemplo, mediante mediciones realizadas con variación de la distancia de ruido SNR. Es posible una determinación teórica de una curva característica individual, por ejemplo como se indica en "Detection, Estimation, and Modulation Theory, part I", Harry L. van Trees, John Wiley and Sons, Nueva York, 1968-1971, páginas 246-253.

Para que las curvas sean comparables una con otra, los dos detectores parciales 1, 2 están diseñados convenientemente para el mismo coeficiente de seguridad  $P_{uc}$ . Dado que, como se ha mencionado al principio, el coeficiente de seguridad  $P_{uc}$  varía en función de la distancia de ruido, se emplea en lo que sigue para caracterizar un detector parcial 1, 2 el máximo valor del coeficiente de seguridad  $P_{uc}$  que se obtiene al variar la distancia de ruido. Esto corresponde a la norma IEC IEC60834-1, apartado 2.4. Conforme a esta norma, en una transmisión analógica los valores del coeficiente de seguridad  $P_{uc}$  deberán ser de  $10^{-3}$  a  $10^{-6}$ . Sin embargo, se pueden alcanzar valores de hasta  $10^{-30}$ . Los valores para la fiabilidad deberán estar comprendidos entre  $10^{-2}$  y  $10^{-4}$ .

Puede apreciarse con ayuda de la figura 4 que, según la distancia de ruido SNR, uno de los detectores parciales 1, 2 es superior al otro. En el caso de un canal fuertemente perturbado, es decir, con baja distancia de ruido SNR, el primer detector parcial 1 presenta el tiempo de transmisión real máximo  $T_{ac}$  más pequeño. En el caso de un canal fuertemente perturbado, es decir, con altos valores de la distancia de ruido SNR, el segundo detector parcial 2 presenta el tiempo de

transmisión real máximo  $T_{ac}$  más pequeño. El detector 7 según la invención presenta siempre el tiempo de transmisión real máximo  $T_{ac}$  más pequeño posible debido a la unión O de las salidas 3, 4 de los detectores parciales.

Para poder comparar el detector 7 con los detectores parciales 1, 2, hay que tener en cuenta que, debido a la unión O 5, se reduce la seguridad del detector 7, es decir que se incrementa la probabilidad de que se detecte una señal no emitida. En el peor de los casos, resulta una reducción de la seguridad a la mitad. En el caso de  $n$  detectores parciales 1, 2 se reduce la seguridad en el factor  $n$  o bien se incrementa el coeficiente de seguridad  $P_{uc}$  en el factor  $n$ . Para conseguir la misma seguridad del detector 7 que cuando se emplea solamente un detector parcial 1, 2, se incrementa la seguridad de los detectores parciales 1, 2, con lo que la seguridad total es igual a la seguridad original de los detectores parciales 1, 2. Es necesario como máximo un incremento hasta el doble del coeficiente de seguridad. Se conocen por la teoría de la detección procedimientos para la determinación correspondiente de los parámetros de los detectores parciales 1, 2.

La figura 5 muestra las curvas de la figura 4 complementadas con una dependencia para un detector según la invención que está diseñado para la misma seguridad que en los detectores parciales. Se pone de manifiesto que, debido al incremento de la seguridad, se hace algo más pequeña la fiabilidad o bien que aumenta algo el tiempo de transmisión real máximo  $T_{ac}$ , es decir, el tiempo de transmisión para una fiabilidad prefijada. Sin embargo, en canales de transmisión en los que la distancia de ruido SNR puede variar de una manera imprevisible dentro de un amplio intervalo, el detector 7 sigue siendo superior a los dos detectores parciales originales 1, 2 diseñados para la misma seguridad.

En una forma de realización preferida de la invención los al menos dos detectores parciales presentan todos ellos al menos aproximadamente la misma seguridad. Así, se adapta también la seguridad del detector del mejor modo posible a los requisitos de la transmisión de señales. Si la seguridad de un detector parcial individual 1, 2 fuera más pequeña que la del detector o los detectores parciales restantes, ésta dominaría entonces a la seguridad del detector 7. Una seguridad relativamente alta de los restantes detectores parciales repercutiría solamente en pequeña medida sobre la seguridad del detector 7. Los compromisos respecto de otros parámetros de los restantes detectores parciales que serían necesarios para conseguir su alta seguridad empeorarían su comportamiento, por ejemplo, respecto de fiabilidad y tiempo de transmisión. Se empeoraría así también innecesariamente el comportamiento del detector 7 como un todo.

En caso de que se empleen más de dos detectores parciales 1, 2, se seleccionan constantes de tiempo de los varios detectores parciales, por ejemplo según una secuencia aritmética o geométrica, y se unen en conexión lógica O las salidas de todos los detectores parciales.

Los elementos del detector 7 que materializan el flujo de señales según la figura 3 se materializan preferiblemente por medio de una unidad de procesamiento de datos correspondientemente programada o por medio de circuitos integrados de aplicaciones específicas (ASICs, FPGAs). Sin embargo, pueden ser implementados también por componentes analógicos y/o en combinación con elementos lógicos discretos y/o circuitos de mando programados. En una forma de realización preferida de la invención el detector 7 está implementado por medio de un procesador de señales digitales correspondientemente programado.

Un programa de ordenador para la recepción óptimo en tiempo de órdenes de protección en un aparato de disparo a distancia según la invención puede ser cargado en una memoria interna de una unidad de procesamiento de datos digitales y presenta medios de código de programa de ordenador que, cuando se ejecutan en una unidad de procesamiento de datos digitales, hacen que ésta ejecute el procedimiento según la invención. En una forma de realización preferida de la invención un producto de programa de ordenador presenta un medio legible por ordenador en el que están almacenados los medios de código del programa de ordenador.

Empleando un detector 7 según la invención ya no es necesario ningún ajuste de un tiempo de evaluación de señal o de una constante de tiempo de un detector. Por tanto, no se tienen que efectuar tampoco supuestos -afectados siempre de incertidumbre- sobre las condiciones de perturbación de una aplicación prevista.

#### Lista de símbolos de referencia

- 1 Primer detector parcial
- 2 Segundo detector parcial
- 3 Primera salida del detector parcial
- 4 Segunda salida del detector parcial
- 5 Unión O
- 6 Salida del detector
- 7 Detector

## ES 2 275 828 T3

8 Entrada de señal de recepción

11 Primera curva característica

5 12 Segunda curva característica

13 Tercera curva característica

10  $T_{ac}$  Tiempo de transmisión real máximo

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la recepción óptima en tiempo de órdenes de protección en un aparato de disparo a distancia, en el que se hace funcionar un primer detector parcial (1) que está diseñado para la detección de una señal de una primera frecuencia con un primer tiempo de transmisión, **caracterizado** porque se hace funcionar al menos un segundo detector parcial (2) que está diseñado para la detección de la señal de la primera frecuencia con un segundo tiempo de transmisión diferente del primer tiempo de transmisión, y porque se considera la señal como detectada cuando al menos uno de estos detectores parciales (1, 2) detecte una presencia de la señal.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los al menos dos detectores parciales (1, 2) están diseñados para coeficientes de seguridad Puc iguales.

3. Aparato de disparo a distancia con un detector (7) para la recepción óptima en tiempo de órdenes de protección, en el que el detector (7) presenta un primer detector parcial (1) que está diseñado para una señal de una primera frecuencia y para un primer tiempo de transmisión, **caracterizado** porque el detector (7) presenta al menos un segundo detector parcial (2) que está diseñado para la señal de la primera frecuencia y para un segundo tiempo de transmisión diferente del primer tiempo de transmisión, y porque el detector presenta una unión O no exclusiva de salidas (3, 4) de los al menos dos detectores parciales (1, 2) para formar una salida (6) del detector (7).

4. Aparato de disparo a distancia según la reivindicación 3, **caracterizado** porque los al menos dos detectores parciales (1, 2) están diseñados para coeficientes de seguridad Puc iguales.

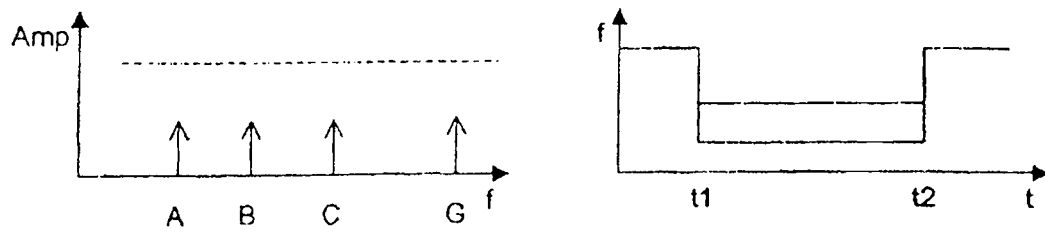


Fig. 1

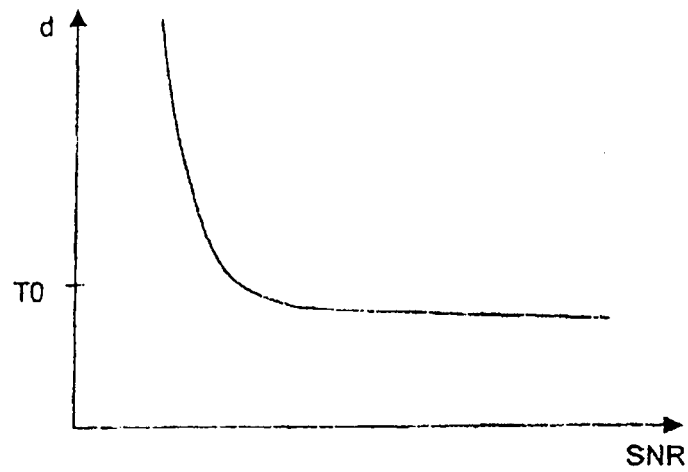


Fig. 2

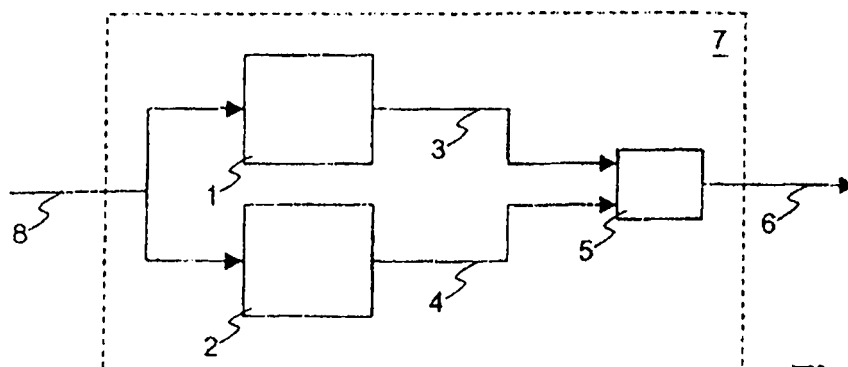
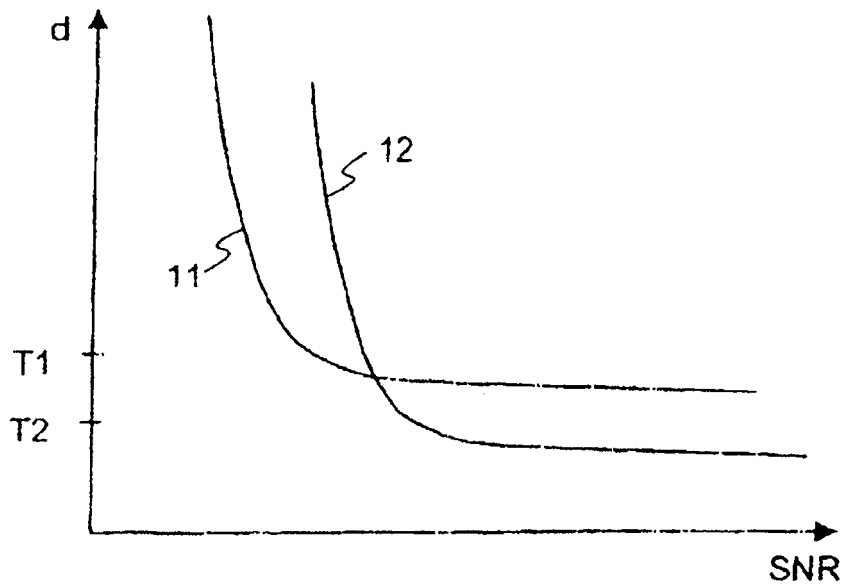
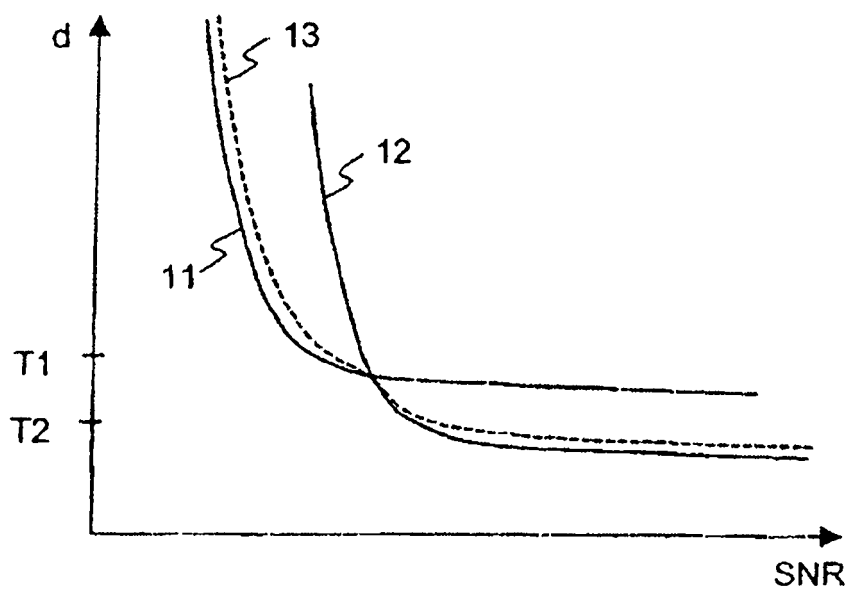


Fig. 3





**Fig. 4**



**Fig. 5**