

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 827**

51 Int. Cl.:
G08B 29/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05725717 .2**

96 Fecha de presentación: **15.03.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1866883**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.12.2007**

54 Título: **Filtro de falsas alarmas**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.11.2012

73 Titular/es:
**CHUBB INTERNATIONAL HOLDINGS LIMITED
(100.0%)
9 FARM SPRINGS
FARMINGTON CT 06034, US**

72 Inventor/es:
**KANG, PENGJU;
LIN, LIN;
XIONG, ZIYOU;
GILLIS, THOMAS M.;
TOMASTIK, ROBERT N.;
FINN, ALAN M. y
PENG, PEI-YUAN**

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 391 827 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

Filtro de falsas alarmas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere de forma general a sistemas de alarma. De forma más específica, la presente invención se refiere a sistemas de alarma con un mejor comportamiento en la reducción de falsas alarmas.

10 En sistemas de alarma convencionales, las falsas alarmas (denominadas también alarmas inexistentes) constituyen un problema principal que puede provocar la movilización cara e innecesaria de personal de seguridad. Las falsas alarmas pueden ser activadas por multitud de causas, incluyendo la instalación inadecuada de detectores, el ruido ambiental y actividades de terceras partes. Por ejemplo, el motor de un vehículo que pasa puede activar un detector sísmico, el movimiento de un pequeño animal puede activar un detector de movimiento o un sistema de aire acondicionado puede activar un detector de infrarrojos pasivo. EP 1079350 describe uno de estos tipos de detectores.

15 De forma típica, los sistemas de alarma no tienen características de verificación de alarma in situ y, por lo tanto, se envían falsas alarmas a un centro de control remoto en el que un operario ignora la alarma o moviliza el personal para investigar la alarma. Un centro de control que controla un gran número de locales puede verse sobrepasado con datos de alarma, lo que reduce la capacidad del operario de detectar y asignar recursos a las situaciones de alarma auténticas.

De este modo, existe una necesidad continua de sistemas de alarma que reduzcan la incidencia de falsas alarmas.

BREVE RESUMEN DE LA INVENCION

20 La presente invención da a conocer un filtro de alarmas según la reivindicación 1, un sistema de alarma según la reivindicación 6 y un método según la reivindicación 11.

Con la presente invención, las falsas alarmas se filtran modificando de forma selectiva señales de detector para producir señales de detector verificadas. Las señales de detector se modifican de forma selectiva en función de una salida de opinión sobre la autenticidad de una situación de alarma.

25 **BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS**

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de una realización de un sistema de alarma de la presente invención, incluyendo un detector de verificación y un filtro de alarmas capaz de producir señales de detector verificadas.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de una arquitectura de fusión de detector para usar con un filtro de alarmas de la FIG. 1 para producir señales de detector verificadas.

30 La FIG. 3 es una representación gráfica de un modelo matemático para usar con la arquitectura de fusión de detector de la FIG. 2.

La FIG. 4A es un ejemplo de un método para usar con la arquitectura de fusión de detector de la FIG. 2 para agregar opiniones.

35 La FIG. 4B es un ejemplo de otro método para usar con la arquitectura de fusión de detector de la FIG. 2 para agregar opiniones.

La FIG. 5 muestra un método para usar con la arquitectura de fusión de detector de la FIG. 2 para producir opiniones de verificación en función de una señal de detector de verificación.

La FIG. 6 muestra una realización del sistema de alarma de la FIG. 1 que incluye tres detectores de movimiento para detectar un intruso.

40 **DESCRIPCION DETALLADA**

La presente invención incluye un dispositivo de filtrado para usar con un sistema de alarma para reducir la incidencia de falsas alarmas. La FIG. 1 muestra un sistema 14 de alarma de la presente invención para controlar el entorno 16. El sistema 14 de alarma incluye unos detectores 18, un detector 20 de verificación opcional, un filtro 22 de alarmas, un panel 24 de alarma local y un sistema 26 de control remoto.

45 El filtro 22 de alarmas incluye entradas para recibir señales de los detectores 18 y del detector 20 de verificación e incluye salidas de comunicación con el panel 24 de alarma. Tal como se muestra en la FIG. 1, los detectores 18 y el detector 20 de verificación están conectados para su comunicación con el filtro 22 de alarmas, que está conectado a su vez para su comunicación con el panel 24 de alarma. Los detectores 18 controlan las condiciones asociadas al entorno 16 y producen señales S_1 - S_n de detector (siendo n el número de detectores 18) representativas de las condiciones, que se comunican al filtro 22 de alarmas. De forma similar, el detector 20 de verificación también

50

- 5 controla las condiciones asociadas al entorno 16 y comunica una señal o señales S_v de detector de verificación representativas de las condiciones al filtro 22 de alarmas. El filtro 22 de alarmas filtra las situaciones de falsa alarma modificando de forma selectiva las señales S_1-S_n de detector para producir señales $S_1'-S_n'$ de detector verificadas, que se comunican al panel 24 de alarma local. Si las señales $S_1'-S_n'$ de detector verificadas indican la incidencia de una situación de alarma, esta información se comunica a su vez al sistema 26 de control remoto que, en la mayor parte de casos, es un centro de llamadas que incluye un operario humano. Por lo tanto, el filtro 22 de alarmas permite que el sistema 14 de alarma verifique de forma automática alarmas sin movilizar personal de seguridad al entorno 16 ni requerir personal de seguridad que controle vídeos del entorno 16.
- 10 El filtro 22 de alarmas genera señales $S_1'-S_n'$ de detector verificadas en función de (1) señales S_1-S_n de detector o (2) señales S_1-S_n de detector y una o más señales S_v de verificación. En la mayor parte de realizaciones, el filtro 22 de alarmas incluye un procesador de datos para ejecutar un algoritmo o serie de algoritmos para generar señales $S_1'-S_n'$ de detector verificadas.
- 15 El filtro 22 de alarmas puede ser incorporado en sistemas 14 de alarma instalados previamente para mejorar el comportamiento del sistema existente. En tales aplicaciones de reajuste, el filtro 22 de alarmas se instala entre los detectores 18 y el panel 24 de alarma y es invisible desde la perspectiva del panel 24 de alarma y el sistema 26 de control remoto. Además, es posible instalar uno o más detectores 20 de verificación conjuntamente con el filtro 22 de alarmas. Por supuesto, el filtro 22 de alarmas también puede incorporarse en nuevos sistemas 14 de alarma.
- 20 Ejemplos de detectores 18 para usar en un sistema 14 de alarma incluyen detectores de movimiento, tal como, por ejemplo, detectores de movimiento de microondas o de infrarrojos pasivos (PIR); detectores sísmicos; detectores de calor; detectores de contacto de puerta; detectores de proximidad; cualquier otro detector de seguridad conocido en la técnica y cualquiera de los mismos en cualquier número o combinación. Ejemplos de detector 20 de verificación incluyen detectores visuales, tal como, por ejemplo, videocámaras o cualquier otro tipo de detector conocido en la técnica que usa tecnologías de detección diferentes a los detectores 18 específicos utilizados en una aplicación de alarma específica.
- 25 Los detectores 18 y los detectores 20 de verificación pueden estar comunicados con el filtro 22 de alarmas a través de un enlace de comunicación por cable o de un enlace de comunicación inalámbrico. En algunas realizaciones, el sistema 14 de alarma incluye una pluralidad de detectores 20 de verificación. En otras realizaciones, el sistema 14 de alarma no incluye un detector 20 de verificación.
- 30 La FIG. 2 muestra una arquitectura 31 de fusión de detector que representa una realización de lógica interna para usar en un filtro 22 de alarmas para verificar la incidencia de una situación de alarma. Tal como se muestra en la FIG. 2, un detector 30 de vídeo es un ejemplo de detector 20 de verificación de la FIG. 1. La arquitectura 31 de fusión de detector muestra un método en el que el filtro 22 de alarmas de la FIG. 1 puede usar lógica subjetiva para imitar procesos de razonamiento humanos y modificar de forma selectiva las señales S_1-S_n de detector para producir señales $S_1'-S_n'$ de detector verificadas. La arquitectura 31 de fusión de detector incluye los siguientes bloques funcionales: procesadores 32 de opinión, analizador 34 de contenidos de vídeo, procesador 36 de opinión, operador 38 de opinión, calculadora 40 de probabilidad, comparador 42 de umbral y puertas Y 44A-44C. En la mayor parte de realizaciones, estos bloques funcionales de la arquitectura 31 de fusión de detector se ejecutan mediante uno o más procesadores de datos incluidos en el filtro 22 de alarmas.
- 35 Tal como se muestra en la FIG. 2, las señales S_1-S_3 de detector procedentes de los detectores 18 y la señal S_v de detector de verificación procedente del detector 30 de vídeo se introducen en la arquitectura 31 de fusión de detector. De conformidad con los estándares de detector en la industria de alarmas/seguridad, las señales S_1-S_3 de detector son señales de detector binarias en las que un "1" indica la detección de una situación de alarma y un "0" indica la no detección de una situación de alarma. Cada señal S_1-S_3 de detector se introduce en un procesador 32 de opinión para producir opiniones O_1-O_3 en función de cada señal S_1-S_3 de detector.
- 40 La señal S_v de detector de verificación, en forma de datos de vídeo sin tratar generados por el detector 30 de vídeo, se introduce en el analizador 34 de contenidos de vídeo, que extrae información I_v de verificación de la señal S_v de detector. El analizador 34 de contenidos de vídeo puede estar incluido en el filtro 22 de alarmas o puede ser externo con respecto al filtro 22 de alarmas y estar en comunicación con el filtro 22 de alarmas. Después de ser extraída, la información I_v de verificación se introduce a continuación en un procesador 36 de opinión, que produce una opinión O_v de verificación en función de la información I_v de verificación. En algunas realizaciones, la opinión O_v de verificación se calcula en función de la información I_v de verificación usando funciones no lineales, lógica difusa o redes neuronales artificiales.
- 45 Las opiniones O_1-O_3 y O_v representan cada una opiniones separadas sobre la autenticidad (o credibilidad) de una situación de alarma. Las opiniones O_1-O_3 y O_v son entradas al operador 38 de opinión, que produce una opinión final O_F en función de las opiniones O_1-O_3 y O_v . A continuación, la calculadora 40 de probabilidad produce una salida PO de probabilidad en función de una opinión final O_F y envía la salida PO de probabilidad al comparador 42 de umbral. La salida PO de probabilidad representa una creencia, en forma de probabilidad, sobre la autenticidad de la situación de alarma. A continuación, el comparador 42 de umbral compara una magnitud de la salida PO de probabilidad con un valor V_T de umbral predeterminado y envía una salida O_T de umbral binaria a las puertas lógicas
- 55

Y 44A-44C. Si la magnitud de la salida PO de probabilidad excede el valor V_T de umbral, la salida O_T de umbral se ajusta a 1. Si la magnitud de la salida PO de probabilidad no excede el valor V_T de umbral, la salida O_T de umbral se ajusta a 0.

5 Tal como se muestra en la FIG. 2, cada puerta lógica Y 44A-44C recibe la salida O_T de umbral y una de las señales S_1 - S_3 de detector (en forma de un 1 o un 0) y produce una señal S_1' - S_3' de verificación en función de las dos
10 entradas. Si la salida O_T de umbral y la señal S_1 - S_3 de detector específica son ambas igual a 1, la puerta lógica Y 44A-44C respectiva produce un 1. En todas las demás circunstancias, la puerta lógica Y 44A-44C respectiva produce un 0. De este modo, el filtro 22 de alarmas filtra una situación de alarma detectada por los detectores 18 a no ser que la salida PO de probabilidad calculada exceda el valor V_T de umbral. En la mayor parte de realizaciones, el valor V_T de umbral es determinado por el usuario del filtro 22 de alarmas, que permite al usuario ajustar el valor V_T de umbral para conseguir un equilibrio deseado entre el filtrado de falsas alarmas y la conservación de alarmas auténticas.

15 Tal como se ha descrito anteriormente, la salida PO de probabilidad es la probabilidad de que una situación de alarma sea una situación de alarma auténtica (o no falsa). En otras realizaciones, la salida PO de probabilidad es la probabilidad de que una alarma sea una falsa alarma, y el funcionamiento del comparador 42 de umbral se modifica en consecuencia. En algunas realizaciones, la salida PO de probabilidad incluye una pluralidad de salidas (p. ej., tal como la creencia o incertidumbre de una situación de alarma) que se comparan con una pluralidad de valores V_T de umbral.

20 Ejemplos de información Iv de verificación extraída por el analizador 34 de contenidos de vídeo incluyen la naturaleza del objeto (p. ej., humana o no humana), el número de objetos, el tamaño del objeto, el color del objeto, la posición del objeto, la identidad del objeto, la velocidad y la aceleración del movimiento, la distancia a una zona de protección, la clasificación del objeto y combinaciones de cualquiera de estos factores. La información Iv de verificación extraída de la señal S_v de detector de verificación puede variar dependiendo de la aplicación de alarma deseada. Por ejemplo, si es necesario detectar fuego en una aplicación de sistema 14 de alarma determinada, es posible extraer una frecuencia parpadeante (ver Huang, Y et al. *On- Line Flicker Measurement of Gaseous Flames by Image Processing and Spectral Analysis*, Measurement Science and Technology, v. 10, págs. 726- 733, 1999). De forma similar, si es necesario detectar intrusiones en una aplicación de sistema 14 de alarma determinada, es posible extraer información relacionada con la posición y el movimiento.

30 En algunas realizaciones, el detector 20 de verificación de la FIG. 1 (es decir, el detector 30 de vídeo en la FIG. 2) puede ser un detector de verificación que no es de vídeo, que es heterogéneo con respecto a los detectores 18. En algunas de estas realizaciones, el detector 20 de verificación usa una tecnología de detección diferente para medir el mismo tipo de parámetro que uno o más detectores 18. Por ejemplo, los detectores 18 pueden ser detectores de movimiento PIR, mientras que el detector 20 de verificación es un detector de movimiento basado en microondas. Tal heterogeneidad en los detectores permite reducir falsas alarmas y mejorar la detección de situaciones de alarma auténticas.

35 En una realización de la presente invención, las opiniones O_1 - O_3 , O_v y O_f se expresan cada una en términos de creencia, incredulidad e incertidumbre de la autenticidad de una situación x de alarma. En la presente memoria, una situación de alarma "auténtica" se define como una situación de alarma auténtica que no es una situación de falsa alarma. La relación entre estas variables puede expresarse tal como sigue:

40
$$b_x + d_x + u_x = 1 \text{ (Ecuación 1)}$$

donde b_x representa la creencia en la autenticidad de la situación x, d_x representa la incredulidad sobre la autenticidad de la situación x y u_x representa la incertidumbre sobre la autenticidad de la situación x.

45 La arquitectura 31 de fusión permite asignar valores para b_x , d_x y u_x basándose, por ejemplo, en ensayos empíricos que implican los detectores 18, el detector 20 de verificación, el entorno 16 o combinaciones de estos elementos. Además, es posible asignar valores predeterminados a b_x , d_x y u_x para un detector 18 determinado basándose en conocimientos previos sobre el comportamiento de ese detector específico en el entorno 16 o basándose en la información del fabricante relacionada con ese tipo específico de detector. Por ejemplo, si se sabe que un primer tipo de detector es más susceptible de generar falsas alarmas que un segundo tipo de detector, es posible asignar al primer tipo de detector una incertidumbre u_x superior, una incredulidad d_x superior, una creencia b_x inferior o combinaciones de las mismas.

50 La FIG. 3 muestra una representación gráfica de un modelo matemático para usar con la arquitectura de fusión de detector de la FIG. 2. La FIG. 3 muestra un triángulo 50 de referencia definido por la Ecuación 1 y que tiene un esquema de coordenadas baricéntricas. Para una descripción adicional del esquema de coordenadas baricéntricas, ver Audun Josang, *A LOGIC FOR UNCERTAIN PROBABILITIES*, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, Vol. 9, No. 3, junio 2001. El triángulo 50 de referencia incluye un vértice 52, un vértice 54, un vértice 56, un eje 58 de creencia, un eje 60 de incredulidad, un eje 62 de incertidumbre, un eje 64 de probabilidad, un director 66 y un proyector 68. Los diferentes puntos de coordenadas (b_x , d_x , u_x) en el triángulo 50 de referencia representan diferentes opiniones ω_x sobre la autenticidad del estado x del detector (ya sea 0 o 1). En la

FIG. 3 se muestra un ejemplo de un punto ω_x de opinión con unas coordenadas (0,4, 0,1, 0,5). Estas coordenadas son proyecciones ortogonales del punto ω_x en el eje 58 de creencia, en el eje 60 de incredulidad y en el eje 62 de incertidumbre.

5 Los vértices 52-56 se corresponden, respectivamente, con situaciones de 100% de creencia, 100% de incredulidad y 100% de incertidumbre sobre el estado x del detector. Tal como se muestra en la FIG. 3, los vértices 52-56 se corresponden con las opiniones ω_x de (1, 0, 0), (0, 1, 0) y (0, 0, 1), respectivamente. Las opiniones ω_x situadas en los vértices 52 o 54 (es decir, cuando la creencia b_x es igual a 1 o a 0) se denominan opiniones absolutas y se corresponden con una proposición 'VERDAD' O 'FALSO' en lógica binaria.

10 El modelo matemático de la FIG. 3 puede usarse para proyectar opiniones ω_x en un espacio de probabilidad tradicional de 1 dimensión (es decir, el eje 64 de probabilidad). Al hacer esto, el modelo matemático de la FIG. 3 reduce medidas de opinión subjetivas a probabilidades tradicionales. La proyección da como resultado un valor $E(\omega_x)$ de expectativa de probabilidad definido por la ecuación:

$$E(\omega_x) = a_x + u_x b_x \quad (\text{Ecuación 2})$$

15 donde a_x es una desviación de decisión definida por el usuario, u_x es la incertidumbre y b_x es la creencia. El valor $E(\omega_x)$ de expectativa de probabilidad y la desviación a_x de decisión se representan ambos gráficamente como puntos en el eje 64 de probabilidad. El director 66 une el vértice 56 y la desviación a_x de decisión, que es introducida por un usuario del filtro 22 de alarmas para desviar las opiniones hacia la creencia o la incredulidad de las alarmas. Tal como se muestra en la FIG. 3, la desviación a_x de decisión para el punto ilustrativo ω_x se establece igual a 0,6. El proyector 68 discurre paralelo al director 66 y pasa a través de la opinión ω_x . La intersección del proyector 68 y el eje 64 de probabilidad define el valor $E(\omega_x)$ de expectativa de probabilidad para una desviación a_x de decisión determinada.

20 Por lo tanto, tal como se ha descrito anteriormente, la Ecuación 2 permite obtener unos medios para convertir una opinión lógica subjetiva que incluye creencia, incredulidad e incertidumbre en una probabilidad clásica que puede ser usada por el comparador 42 de umbral de la FIG. 2 para valorar si una alarma debería ser filtrada como una falsa alarma.

Las FIGS. 4A y 4B muestran cada una un método diferente para agregar opiniones múltiples para producir una opinión agregada (o fusionada). Estos métodos pueden ser usados en la arquitectura 31 de fusión de la FIG. 2. Por ejemplo, los métodos de agregación de las FIGS. 4A y 4B pueden ser usadas por el operador 38 de opinión de la FIG. 2 para agregar las opiniones O_1 - O_3 , y O_v o un subconjunto de las mismas.

30 La FIG. 4A muestra una multiplicación (a la que se hace referencia también como una "multiplicación y") de dos medidas de opinión (O_1 y O_2) representada de conformidad con el modelo matemático de la FIG. 3, y la FIG. 4B muestra una co-multiplicación (a la que se hace referencia también como una "multiplicación o") de las mismas dos medidas de opinión representada de conformidad con el modelo matemático de la FIG. 3. El método de multiplicación de la FIG. 4A funciona como un operador "y", mientras que el método de co-multiplicación de la FIG. 4B funciona como un operador "o". Tal como se muestra en la FIG. 4A, la multiplicación de O_1 (0,8, 0,1, 0,1) y O_2 (0,1, 0,8, 0,1) da como resultado una opinión agregada O_A (0,08, 0,82, 0,10), mientras que, tal como se muestra en la FIG. 4B, la co-multiplicación de O_1 (0,8, 0,1, 0,1) y O_2 (0,1, 0,8, 0,1) da como resultado una opinión agregada O_A (0,82, 0,08, 0,10).

40 Las operaciones matemáticas para llevar a cabo los anteriores métodos de multiplicación y co-multiplicación se describen a continuación.

La opinión $Q_{1\wedge 2}$ ($b_{1\wedge 2}$, $d_{1\wedge 2}$, $u_{1\wedge 2}$, $a_{1\wedge 2}$) resultante de la multiplicación de las opiniones O_1 (b_1 , d_1 , u_1 , a_1) y O_2 (b_2 , d_2 , u_2 , a_2) correspondientes a dos detectores diferentes se calcula tal como sigue:

$$\begin{aligned}
 b_{1\wedge 2} &= b_1 b_2 \\
 d_{1\wedge 2} &= d_1 + d_2 - d_1 d_2 \\
 u_{1\wedge 2} &= b_1 u_2 + b_2 u_1 + u_1 u_2 \\
 a_{1\wedge 2} &= \frac{u_1 a_2 b_1 + b_2 u_2 a_1 + a_1 a_2 u_1 u_2}{u_{1\wedge 2}}
 \end{aligned}$$

50 La opinión $Q_{1\vee 2}$ ($b_{1\vee 2}$, $d_{1\vee 2}$, $u_{1\vee 2}$, $a_{1\vee 2}$) resultante de la conexión-multiplicación de las opiniones O_1 (b_1 , d_1 , u_1 , a_1) y O_2 (b_2 , d_2 , u_2 , a_2) correspondientes a dos detectores diferentes se calcula tal como sigue:

$$b_{1v2} = b_1 + b_2 - b_1b_2$$

$$d_{1v2} = d_1d_2$$

$$u_{1v2} = d_1u_2 + d_2u_1 + u_1u_2$$

$$a_{1v2} = \frac{u_1a_1 + u_2a_2 - a_2b_1u_2 - a_1b_2u_1 - a_1a_2u_1u_2}{u_1 + u_2 - b_1u_2 - b_2u_1 - u_1u_2}$$

- 5 Es posible usar otros métodos para agregar medidas de opinión para agregar medidas de opinión de la presente invención. Ejemplos de estos otros métodos incluyen operadores de fusión, tal como recuento, descuento, recomendación, consenso y negación. Los procedimientos matemáticos detallados para estos métodos pueden encontrarse en Audun Josang, *A LOGIC FOR UNCERTAIN PROBABILITIES*, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, Vol. 9, No. 3, junio 2001.
- 10 Las Tablas 1-3 mostradas a continuación ilustran una realización de la arquitectura 31 de fusión de la FIG. 2. Los datos en las Tablas 1-3 son generados por una realización del sistema 14 de alarma de la FIG. 1 que controla un entorno 16 que incluye un cajero automático (ATM). El sistema 14 de seguridad incluye un detector 30 de vídeo con detector de movimiento incorporado y tres detectores sísmicos 18 para obtener una detección combinada de ataques contra el ATM. Los detectores 18 sísmicos están situados en los tres lados del ATM. El detector 30 de vídeo está situado en una posición del entorno 16 en línea con la vista del ATM y las partes del entorno 16 que lo rodean.
- 15 El operador 38 de opinión de la arquitectura 31 de fusión de detector de la FIG. 2 produce una opinión final O_F en función de las opiniones O_1 - O_3 y la opinión O_V de verificación (basada en el detector 30 de vídeo) usando un proceso de dos etapas. En primer lugar, el operador 38 de opinión produce una opinión O_{1-3} sísmica fusionada en función de las opiniones sísmicas O_1 - O_3 usando el método de co-multiplicación de la FIG. 4B. A continuación, el operador 38 de opinión produce la opinión final O_F en función de la opinión O_{1-3} sísmica fusionada y la opinión O_V de verificación usando el método de multiplicación de la FIG. 4A. En el ejemplo de las Tablas 1-3, para enviar una señal de alarma al panel 24 de alarma mediante el filtro 22 de alarmas, el comparador 42 de umbral de la arquitectura 31 de fusión de detector requiere que la opinión final O_F incluya una creencia b_x superior a 0,5 y una incertidumbre u_x inferior a 0,3. Cada una de las opiniones O_1 - O_3 , O_V y O_F de las Tablas 1-3 se calcularon usando una desviación a_x de decisión de 0,5.
- 20
- 25

Tabla 1

	O_1	O_2	O_3	O_{1-3}	O_V	O_F
b_x	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
d_x	0,8	0,8	0,8	0,512	0,8	0,9
u_x	0,2	0,2	0,2	0,488	0,2	0,1

- 30 La Tabla 1 muestra una situación en la que ninguno de los detectores sísmicos ha sido activado, lo que produce una opinión final O_F de (0,0, 0,9, 0,1) y una expectativa de probabilidad de ataque de 0,0271. Debido a que la opinión final O_F tiene un valor b_x de creencia de 0,0, que no supera el valor b_x de creencia umbral de 0,5, el filtro 22 de alarmas no envía una alarma al panel 24 de alarma.

Tabla 2

	O_1	O_2	O_3	O_{1-3}	O_V	O_F
b_x	0,05	0,8	0,05	0,8195	0,85	0,70
d_x	0,85	0,1	0,85	0,0722	0,05	0,12
u_x	0,1	0,1	0,1	0,10825	0,1	0,18

- 35 La Tabla 2 muestra una situación en la que el ATM es atacado, provocando que el detector 30 de vídeo y uno de los detectores sísmicos 18 detecten el ataque. En consecuencia, el operador 38 de opinión produce una opinión final O_F de (0,70, 0,12, 0,18), que se corresponde con una expectativa de probabilidad de ataque de 0,8. Debido a que la opinión final O_F tiene un valor b_x de creencia de 0,70 (que supera el valor b_x de creencia umbral de 0,5) y un valor u_x de incertidumbre de 0,18 (que es inferior al valor u_x de incertidumbre umbral de 0,3), el filtro 22 de alarmas envía una alarma positiva al panel 24 de alarma.

40

Tabla 3

	O ₁	O ₂	O ₃	O ₁₋₃	O _V	O _F
b _x	0,8	0,8	0,8	0,992	0,85	0,84
d _x	0,1	0,1	0,1	0,001	0,05	0,05
u _x	0,1	0,1	0,1	0,007	0,1	0,11

5 La Tabla 3 muestra una situación en la que el ATM es atacado nuevamente, provocando que el detector 30 de vídeo y todos los detectores sísmicos 18 detecten el ataque. En consecuencia, el operador 38 de opinión produce una opinión final O_F de (0,84, 0,05, 0,11), que se corresponde con una expectativa de probabilidad de ataque de 0,9. Debido a que la opinión final O_F tiene un valor b_x de creencia de 0,84 (que supera el valor b_x de creencia umbral de 0,5) y un valor u_x de incertidumbre de 0,11 (que es inferior al valor u_x de incertidumbre umbral de 0,3), el filtro 22 de alarmas envía una alarma positiva al panel 24 de alarma.

10 La FIG. 5 muestra un método para producir una opinión O_V de verificación de la FIG. 2 en función de la información I_V de verificación. La FIG. 5 muestra un detector 30 de vídeo de la FIG. 2 que controla un entorno 16 que, tal como se muestra en la FIG. 5, incluye una caja fuerte 60. En esta realización, el detector 30 de vídeo se usa para obtener una opinión O_V de verificación relacionada con la detección de un objeto intrusivo 62 cerca de la caja fuerte 60. La opinión O_V de verificación incluye la creencia b_x, la incredulidad d_x y la incertidumbre u_x de ataque, definidas en función de la distancia entre el objeto intrusivo 62 y la caja fuerte 60 usando las posiciones de píxel del objeto intrusivo 62 en el plano de imagen de la escena. Dependiendo de la distancia entre el objeto intrusivo 62 y la caja fuerte 60, la incertidumbre u_x y la creencia b_x de ataque varían entre 0 y 1. Si el detector 30 de vídeo está conectado a un analizador 34 de contenidos de vídeo capaz de clasificar objetos, entonces es posible usar la clasificación de objetos para reducir la incertidumbre u_x y aumentar la creencia b_x.

20 Tal como se muestra en la FIG. 5, la parte del entorno 16 visible por parte del detector 30 visual se divide en cinco zonas Z₁-Z₅, que se asignan cada una a una opinión O_V de verificación predeterminada diferente. Por ejemplo, en una realización, las diferentes opiniones O_V de verificación para las zonas Z₁-Z₅ son (0,4, 0,5, 0,1), (0,5, 0,4, 0,1), (0,6, 0,3, 0,1), (0,7, 0,2, 0,1) y (0,8, 0,1, 0,1), respectivamente. A medida que el objeto 62 de intrusión se mueve de la zona Z₁ a una zona más cercana a la caja fuerte 60, la creencia b_x de ataque aumenta y la incredulidad d_x de ataque disminuye.

25 Algunas realizaciones del filtro 22 de alarmas de la presente invención permiten verificar una alarma como auténtica incluso cuando el detector 30 de vídeo de la FIG. 2 falla en la detección de la situación de alarma. Además, otras realizaciones del filtro 22 de alarmas permiten verificar una situación de alarma como auténtica incluso cuando el sistema 14 de alarma no incluye ningún detector 20 de verificación.

30 Por ejemplo, la FIG. 6 muestra una realización del sistema 14 de alarma de la FIG. 1 que incluye tres detectores MS₁, MS₂ y MS₃ de movimiento y un detector 30 de vídeo para detectar un intruso humano 70 en un entorno 16. Tal como se muestra en la FIG. 6, los detectores MS₁-MS₃ de movimiento están instalados en orden espacial no solapado y detectan cada uno una zona Z₁-Z₃ diferente. Cuando un intruso humano 70 entra en la zona Z₁ a través del acceso 72, el intruso 70 activa el detector MS₁ de movimiento, que produce una señal de detección. En una realización, con la recepción por parte del filtro 22 de alarmas de la señal de detección procedente del MS₁, el detector 30 de vídeo se orienta para detectar y seguir al intruso 70. La opinión O_V de verificación (relacionada con el detector 30 de vídeo) y las opiniones O₁-O₃ (relacionadas con los detectores MS₁-MS₃ de movimiento) se comparan a continuación para valorar la naturaleza de la situación de alarma de intrusión. Si el detector 30 de vídeo y el detector MS₁ de movimiento dan como resultado ambas opiniones positivas de que la intrusión es una intrusión humana auténtica, entonces se envía un mensaje de alarma desde el filtro 22 de alarmas al panel 24 de alarma.

40 Si el detector 30 de vídeo falla en la detección y seguimiento del intruso 70 (es decir, la opinión O_V indica una opinión negativa sobre la intrusión), las opiniones O₁-O₃ correspondientes de los detectores MS₁-MS₃ de movimiento se fusionan para verificar la intrusión. Debido a que el intruso humano 70 no puede activar todos los detectores de movimiento no solapados simultáneamente, es posible introducir un retraso en la arquitectura 31 de fusión de detector de la FIG. 2, de modo que, por ejemplo, la opinión O₁ del detector MS₁ de movimiento tomada en primer lugar puede ser comparada con la opinión O₂ del detector MS₂ de movimiento tomada después de que transcurra el tiempo de retraso. El tiempo de retraso puede establecerse según la distancia física en el entorno 16 entre los detectores MS₁ y MS₂ de movimiento. Después de que transcurre el tiempo de retraso, es posible comparar la opinión O₂ con la opinión O₁ usando, por ejemplo, el operador de multiplicación de la FIG. 4A. Si ambas opiniones O₁ y O₂ indican una opinión positiva sobre la intrusión, se envía una alarma correspondiente al panel 24 de alarma. En algunas realizaciones, si una alarma procedente del detector MS₃ de movimiento no es recibida dentro de un tiempo de retraso adicional, las alarmas procedentes de los detectores MS₁ y MS₂ de movimiento son filtradas por el filtro 22 de alarmas. Asimismo, en algunas realizaciones, si dos o más detectores no solapados se activan casi al mismo tiempo, entonces se considera que esas alarmas son falsas y se filtran.

El procedimiento anterior también se aplica en situaciones en las que el sistema 14 de alarma no incluye un detector 20 de verificación opcional. En estas situaciones, el filtro 22 de alarmas solamente considera los datos procedentes de los detectores 18 (p. ej., los detectores MS₁-MS₃ de movimiento en la FIG. 6).

5 Además, para obtener características de detección y verificación adicionales, el sistema 14 de alarma de la FIG. 6 puede equiparse con detectores de movimiento adicionales que tienen zonas solapadas de cobertura con los detectores MS₁-MS₃ de movimiento. En tales situaciones, múltiples detectores de movimiento para la misma zona deberían activarse simultáneamente en respuesta a un intruso. Las opiniones resultantes procedentes de los detectores múltiples, tomadas al mismo tiempo, pueden ser comparadas posteriormente usando el operador de multiplicación de la FIG. 4A.

10 En algunas realizaciones de la presente invención, el operador 38 de opinión de la arquitectura 31 de fusión de detector usa un esquema de votación para producir una opinión final O_F en forma de opinión votada. La opinión votada es el consenso de dos o más opiniones y refleja todas las opiniones procedentes de los diferentes detectores 18 y del detector o detectores 20 de verificación opcionales, en caso de estar presentes. Por ejemplo, si dos detectores de movimiento han detectado el movimiento de objetos intrusivos, unos procesadores 32 de opinión crean dos opiniones independientes sobre la probabilidad de una situación específica, tal como una intrusión. Dependiendo del grado de solapamiento entre la cobertura de varios detectores, es posible introducir un tiempo o tiempos de retraso en la arquitectura 31 de fusión de detector, de modo que las opiniones basadas en señales de detector generadas en intervalos de tiempo diferentes se usan para generar la opinión votada.

20 En un escenario de dos detectores, la votación se lleva a cabo según el siguiente procedimiento. La opinión asignada al primer detector se expresa como una opinión O₁, que tiene las coordenadas (b₁, d₁, u₁, a₁), y la opinión asignada al segundo detector se expresa como una opinión O₂, que tiene las coordenadas (b₂, d₂, u₂, a₂), donde b₁ y b₂ son la creencia, d₁ y d₂ son la incredulidad, u₁ y u₂ son la incertidumbre y a₁ y a₂ son desviaciones de decisión. Las opiniones O₁ y O₂ se asignan según las características de detección de amenaza individuales del detector correspondiente, que pueden obtenerse, por ejemplo, a través de ensayos de laboratorio o datos históricos. El operador 38 de opinión produce una opinión votada O_{1⊗2} que tiene las coordenadas (b_{1⊗2}, d_{1⊗2}, u_{1⊗2}, a_{1⊗2}) en función de la opinión O₁ y la opinión O₂. La opinión votada O_{1⊗2} se produce usando el siguiente operador de votación (asumiendo un solapamiento entre la cobertura del primer y segundo detectores):

Cuando $k = u_1 + u_2 - u_1u_2 \neq 0$

$$30 \quad b_{1\otimes 2} = \frac{b_1u_2 + b_2u_1}{k}$$

$$d_{1\otimes 2} = \frac{d_1u_2 + d_2u_1}{k}$$

$$u_{1\otimes 2} = \frac{u_1u_2}{k}$$

$$35 \quad a_{1\otimes 2} = \frac{u_1a_2 + u_2a_1 + (a_1 + a_2)u_1u_2}{u_1 + u_2 - 2u_1u_2}$$

Cuando $k = u_1 + u_2 - u_1u_2 = 0$

$$40 \quad b_{1\otimes 2} = \frac{b_1 + b_2}{2}$$

$$d_{1\otimes 2} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$u_{1\otimes 2} = 0$$

$$45 \quad a_{1\otimes 2} = \frac{a_2 + a_1}{2}$$

El operador (⊗) de votación puede aceptar del mismo tipo y/o múltiples opiniones. El número de detectores instalados en una instalación de seguridad está determinado por Independientemente del número de sigue siendo el mismo.

múltiples opiniones correspondientes a detectores correspondientes a tipos diferentes de detectores. zona determinada de un área protegida en una la vulnerabilidad del espacio físico. detectores instalados, el esquema de votación

En un escenario de múltiples detectores con una cobertura de detectores redundante, la votación se lleva a cabo según el siguiente procedimiento:

$$O_{1\otimes 2, \otimes n} = O_1 \otimes O_2 \otimes \dots \otimes O_i \otimes \dots \otimes O_n$$

50 donde O_{1⊗2, ⊗n} es la opinión votada, O_i es la opinión del detector número i, n es el número total de detectores instalados en una zona de protección y ⊗ representa el procedimiento de consenso matemático (votación).

En algunas realizaciones, si los detectores están dispuestos para cubrir múltiples zonas con un solapamiento de cobertura de detectores mínimo o nulo, entonces se incorporarán retrasos de tiempo en el esquema de votación. Cada retraso de tiempo puede determinarse, por ejemplo, mediante la velocidad típica que un objeto intrusivo presentaría en el área protegida y las distancias espaciales entre los detectores. En este caso, la opinión votada $O_{1 \otimes 2, \dots, \otimes n}$ se expresa como:

$$O_{1 \otimes 2, \dots, \otimes n} = O_1(T_1) \otimes O_2(T_2) \otimes \dots \otimes O_i(T_i) \otimes \dots \otimes O_n(T_n)$$

donde T_1, \dots, T_n son las ventanas de tiempo específicas dentro de las que se evalúan las opiniones de los detectores. En este caso, el número de secuencia 1, 2, \dots , n no se corresponde con el número real de los detectores físicos, sino con el número de secuencia lógica de los detectores activados dentro de un periodo de tiempo específico. Si un detector se activa fuera de la ventana de tiempo, entonces su opinión no se tiene en cuenta en el operador de opinión.

En algunas realizaciones del operador de votación, es posible combinar las opiniones correspondientes a una pluralidad de detectores 18 que no son de vídeo usando, por ejemplo, el operador de multiplicación de la FIG. 4A, votando a continuación contra la opinión de uno o más detectores de vídeo (u otro detector o detectores 20 de verificación) usando el operador de votación descrito anteriormente.

Tal como se ha descrito anteriormente haciendo referencia a realizaciones ilustrativas, la presente invención da a conocer unos medios para verificar señales de detector de un sistema de alarma para filtrar falsas alarmas. En una realización, un filtro de alarmas aplica lógica subjetiva para crear y comparar opiniones basadas en datos recibidos procedentes de cada detector. Basándose en esta comparación, el filtro de alarmas verifica si los datos de detector que indican la incidencia de una situación de alarma son suficientemente creíbles. Si se determina que los datos de detector no son suficientemente creíbles, el filtro de alarmas modifica de forma selectiva los datos de detector para filtrar la alarma. Si se determina que los datos de detector son suficientemente creíbles, entonces el filtro de alarmas comunica los datos de detector a un panel de alarma local.

REIVINDICACIONES

1. Filtro (22) de alarmas para filtrar falsas alarmas en un sistema (14) de seguridad que incluye una pluralidad de detectores (18) para controlar un entorno (16) y detectar situaciones de alarma, comprendiendo el filtro de alarmas:
 - entradas para recibir señales (S_n) de detector procedentes de la pluralidad de detectores (18),
 - 5 medios para modificar de forma selectiva las señales (S_n) de detector para producir señales (S_n') de detector verificadas, comprendiendo los medios para modificar de forma selectiva las señales de detector procesadores (32, 36) de opinión que reciben las señales (S_n) de detector y producen opiniones (O_n) sobre las señales de detector en función de las señales de detector y producen las señales (S_n') de detector verificadas en función de las señales de detector y las opiniones,
 - 10 en el que los procesadores (32, 36) de opinión están configurados para producir opiniones (O_n) que comprenden indicaciones de incertidumbre sobre la autenticidad de las señales de detector basándose en el conocimiento previo del comportamiento del detector en el que se produce la señal (S_n) en el entorno (16) o basándose en información relacionada con el tipo de detector en el que se produce la señal (S_n); y
 - 15 en el que las opiniones (O_n) se introducen en un operador (38) de opiniones que está configurado para producir una opinión final (O_F) en función de las opiniones (O_n),
 - en el que dichos medios están configurados para usar la opinión final (O_F) para modificar las señales (S_n) de detector y producir las señales (S_n') de detector verificadas,
 - comprendiendo el filtro salidas para comunicar las señales de detector verificadas a un panel (24) de alarma.
2. Filtro de alarmas según la reivindicación 1, y que comprende además:
 - 20 una entrada de verificación para recibir señales (S_v) de detector de verificación procedentes de un detector (20) de verificación, siendo modificadas de forma selectiva las señales (S_n) de detector en función de las señales de detector de verificación y las señales (S_n) de detector para producir las señales (S_n') de detector verificadas.
3. Filtro de alarmas según la reivindicación 1, en el que los medios para modificar de forma selectiva las señales (S_n) de detector para producir señales (S_n') de detector verificadas comprenden un procesador de datos en comunicación con las entradas y salidas de detector.
- 25 4. Filtro de alarmas según la reivindicación 1, en el que los medios para modificar de forma selectiva las señales de detector para producir las señales (S_n') de detector verificadas comprenden un procesador de datos que usa un algoritmo para generar las señales de detector verificadas.
5. Filtro de alarmas según la reivindicación 4, en el que el algoritmo produce opiniones sobre las señales (S_n) de detector y modifica de forma selectiva las señales de detector en función de las opiniones para producir las señales (S_n') de detector verificadas.
- 30 6. Sistema (14) de alarma para controlar un entorno (16) para detectar situaciones de alarma y comunicar alarmas basándose en las situaciones de alarma a un centro (26) de control remoto, comprendiendo el sistema (14) de alarma:
 - 35 una pluralidad de detectores (18) para controlar condiciones asociadas al entorno (16) y producir señales (S_n) de detector en respuesta a situaciones de alarma;
 - un detector (20) de verificación para controlar condiciones asociadas al entorno (16) y producir señales (S_v) de detector de verificación representativas de las condiciones; y
 - 40 un filtro (22) de alarmas según la reivindicación 1 en comunicación con la pluralidad de detectores (18) para producir la opinión final (O_F) en función de las señales (S_n) de detector y las señales (S_v) de detector de verificación, comprendiendo la opinión final (O_F) una indicación de incertidumbre sobre la autenticidad de las señales de detector; y
 - en el que se producen señales (S_n') de detector verificadas en función de las señales de detector y la opinión final (O_F).
- 45 7. Sistema de alarma según la reivindicación 6, y que comprende además:
 - un panel (24) de alarma en comunicación con el filtro (22) de alarmas.
8. Sistema de alarma según la reivindicación 6, en el que el detector (20) de verificación comprende un detector (30) de vídeo.
9. Sistema de alarma según la reivindicación 8, en el que el sistema de alarma incluye un analizador (34) de

contenidos de vídeo para recibir datos de detector sin tratar procedentes del detector (30) de vídeo y generar las señales (S_v) de detector de verificación en función de los datos de detector sin tratar.

10. Sistema de alarma según la reivindicación 6, en el que el detector (20) de verificación detecta un parámetro diferente a la pluralidad de detectores (18) para controlar condiciones asociadas al entorno (16).

5 11. Método para reducir la 4) de alarma que incluye una pluralidad de detectores (18) para controlar condiciones asociadas a un entorno (16), comprendiendo el método:

recibir señales (S_n) de detector procedentes de la pluralidad de detectores (18) que representan condiciones asociadas al entorno (16);

10 disponer procesadores (32, 36) de opinión que reciben las señales (S_n) de detector y producen opiniones (O_n) sobre las señales de detector en función de las señales de detector, produciendo los procesadores (32, 36) de opinión opiniones (O_n) que comprenden indicaciones de incertidumbre sobre la autenticidad de las señales de detector basándose en el conocimiento previo del comportamiento del detector en el que se produce la señal (S_n) en el entorno (16) o basándose en información relacionada con el tipo de detector en el que se produce la señal (S_n); y

15 en el que las opiniones (O_n) se introducen en un operador (38) de opiniones que produce una opinión final (O_F) en función de las opiniones (O_n);

en el que la opinión final (O_F) se usa para modificar las señales (S_n) de detector y producir señales (S_n') de detector verificadas.

12. Método según la reivindicación 11, en el que la opinión final (O_F) se genera en función de una pluralidad de opiniones intermedias (O_n).

20 13. Método según la reivindicación 11, en el que la opinión final (O_F) comprende una indicación de creencia sobre la autenticidad de una situación de alarma.

14. Método según la reivindicación 11, en el que la opinión final (O_F) comprende una indicación de incredulidad sobre la autenticidad de una situación de alarma.

15. Método según la reivindicación 11, y que comprende además:

25 comparar una magnitud de la opinión final (O_F) con un valor umbral (V_T), siendo modificadas de forma selectiva las señales (S_n) de detector en función de la comparación.

16. Método según la reivindicación 11, y que comprende además:

comunicar las señales (S_n') de detector verificadas a un panel (24) de alarma.

30 17. Método según la reivindicación 11, en el que la pluralidad de señales (S_n) de detector incluye al menos una señal (S_v) de detector de verificación generada por un detector (20) de verificación que usa una tecnología de detección diferente a otros detectores de la pluralidad de detectores (18).

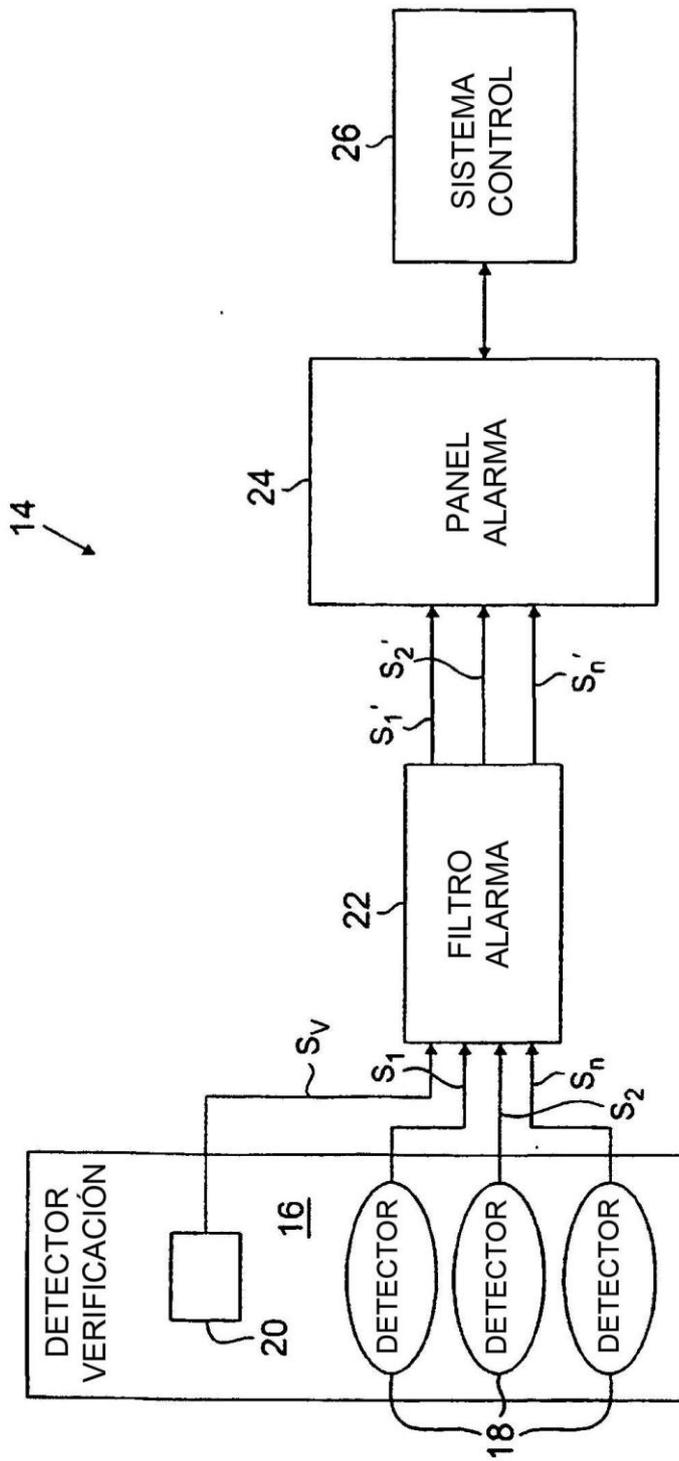


FIG. 1

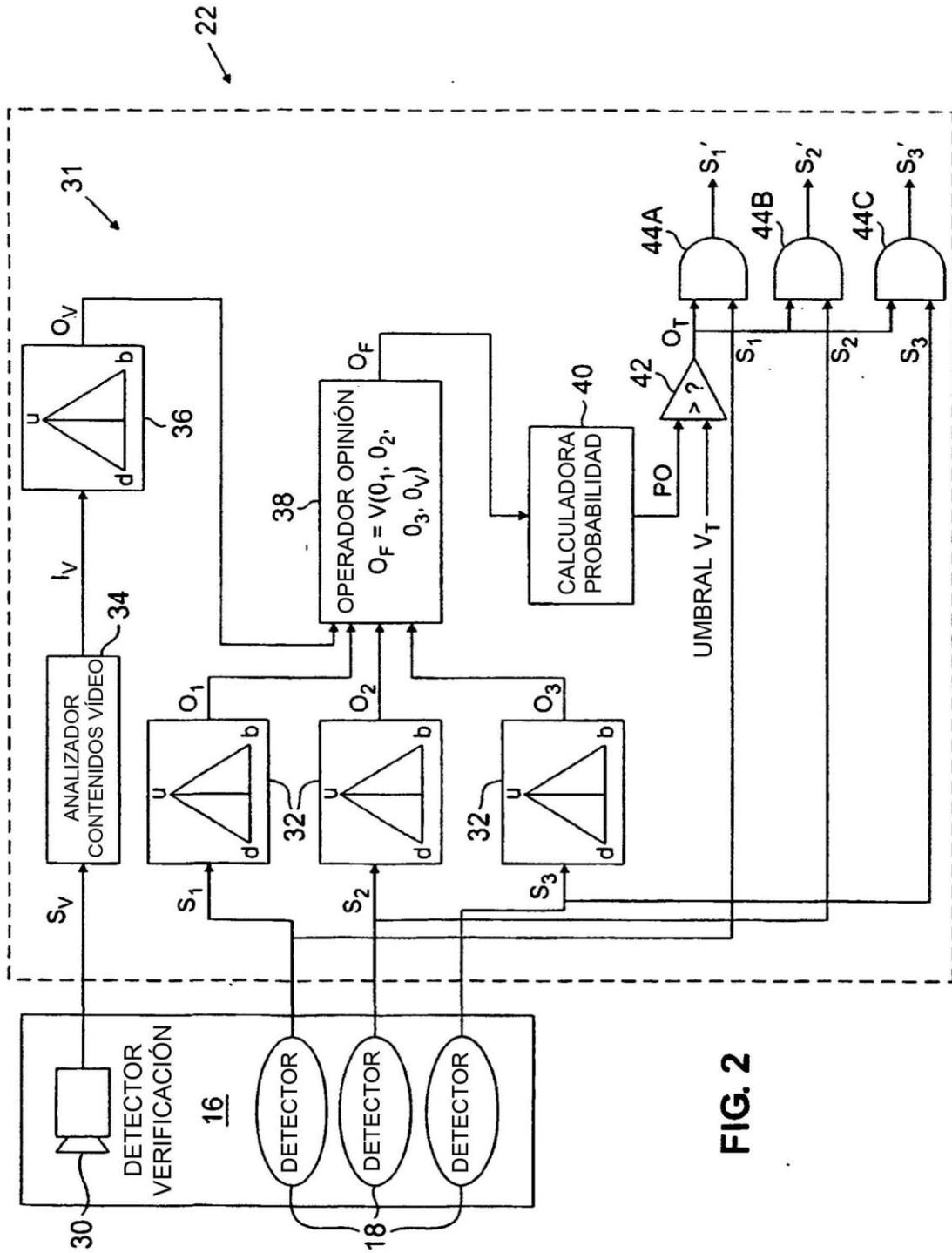
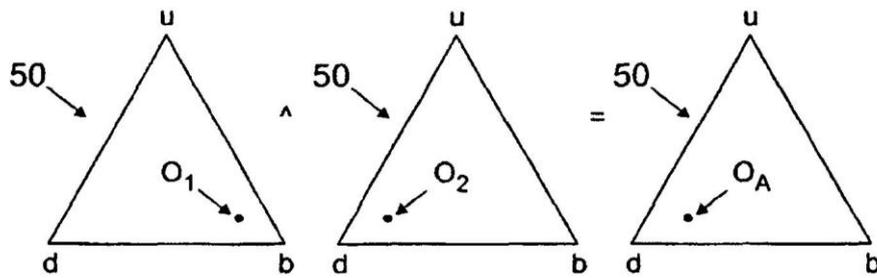
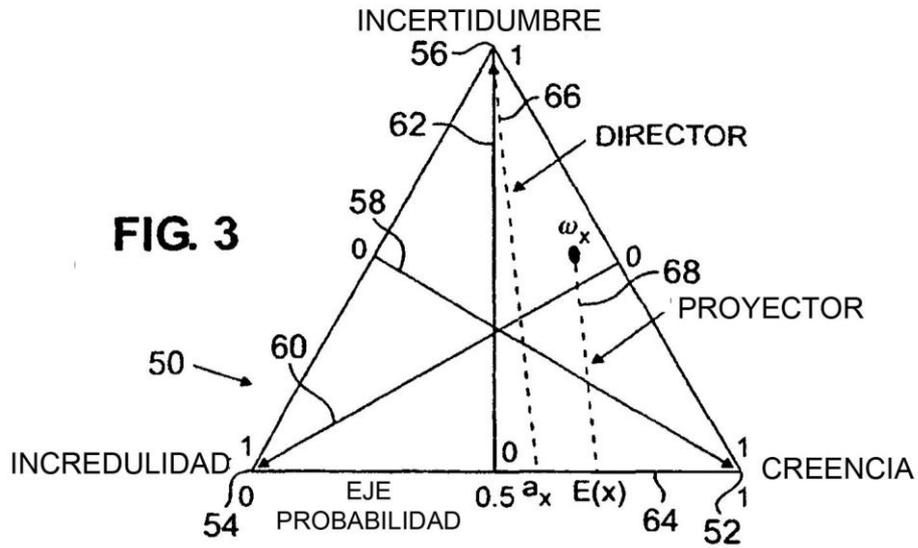
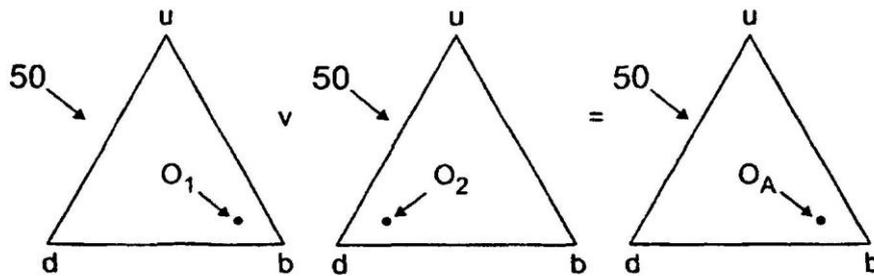


FIG. 2



MULTIPLICACIÓN Y (^) DE DOS OPINIONES:
 $O_1\{0.8 \ 0.1 \ 0.1\} \wedge O_2\{0.1 \ 0.8 \ 0.1\} = O\{0.08 \ 0.82 \ 0.10\}$

FIG. 4A



MULTIPLICACIÓN O (v) DE DOS OPINIONES:
 $O_1\{0.8 \ 0.1 \ 0.1\} \vee O_2\{0.1 \ 0.8 \ 0.1\} = O\{0.08 \ 0.08 \ 0.10\}$

FIG. 4B

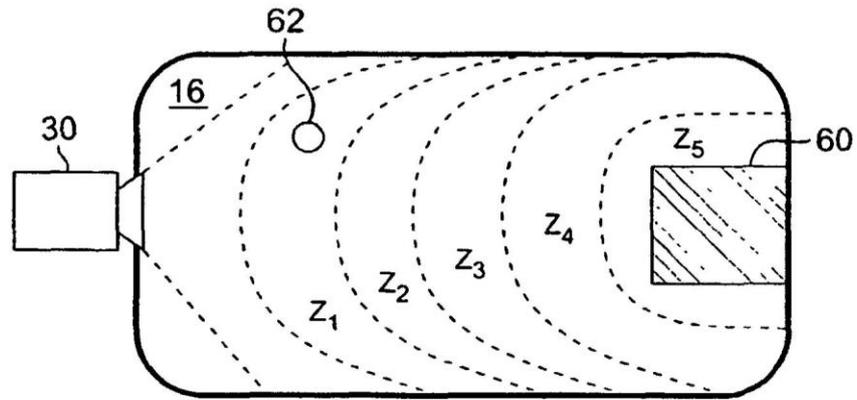


FIG. 5

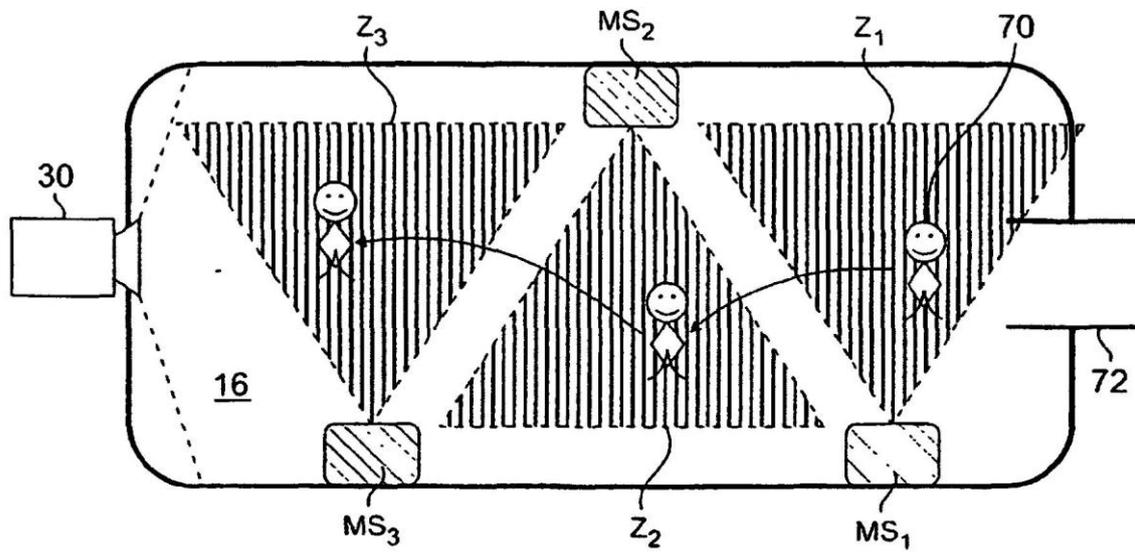


FIG. 6