

422008



P.- 56.244

WE Case No. 43.971

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.²: G01N

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

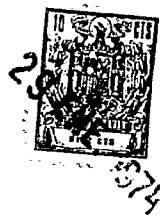
a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en Westinghouse Building, Gateway Center,
Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados
Unidos de América

por: "UN METODO DE VIGILAR UN OBJETO PARA DETECTAR LA
PRESENCIA DE UN ARMA DE FUEGO O DE UNA BALA"

(Clase Internacional G01n)



5 El invento se refiere a una técnica para vigilar
objetos tales como paquetes o equipaje para comprobar la pre
sencia de una clase predeterminada de objetos, tales como ar
mas de fuego y balas tomando como base la detección de con-
traste de rayos X de alta energía transmitidos.

10 Los puestos de vigilancia de la técnica anterior
que emplean técnicas de contraste de rayos X utilizan típi-
camente una pantalla de fósforo o una pantalla de fósforo en
combinación con un tubo de imagen de televisión para ver di-
rectamente un objeto y confiar en la decisión de un operador
humano para determinar el contenido del objeto. La técnica an
terior no expone un sistema totalmente automatizado para de-
terminar electrónicamente la presencia de una clase predeter-
minada de objetos tales como un arma de fuego vigilando simul-
15 táneamente la característica de transmisión de rayos X de una
pluralidad de porciones separadas de un objeto.

20 El invento reside en un método para vigilar un ob
jeto para detectar la presencia de un arma de fuego o una ba-
la, que comprende las operaciones de someter dicho objeto a un
haz colimado de energía de radiación en la gama de 200 a 400 keV,
vigilar las características de transmisión de radiación de por
ciones predeterminadas de dicho objeto, correspondiendo en ta
maño dichas porciones predeterminadas a un arma de fuego o bala,
y generar señales individuales indicativas de las mismas, y eva
25 luar dichas señales para determinar si dichas señales correspon



den a las características de transmisión de radiación de un arma de fuego o una bala.

5 El invento reside adicionalmente en un aparato que utiliza el método anterior y que comprende: una fuente de energía de radiación para someter dicho objeto a un haz colimado de energía de radiación en la gama de 200 a 400 keV, medios de vigilancia de radiación separados de dicha fuente de energía de radiación y alineados con dicho haz colimado para vigilar las características de transmisión de radiación de un objeto colocado entre ellos y generar señales de salida indicativas de las características de transmisión de radiación de dicho objeto, siendo tales las dimensiones de dichos medios de vigilancia de radiación que permiten que dichos medios de verificación de radiación generen señales de salida adecuadas para distinguir armas de fuego o balas de otros efectos asociados con dicho objeto. El invento será puesto de manifiesto más fácilmente por la siguiente descripción a modo de ejemplo tomada en combinación con los dibujos que se acompañan, en donde:

20 La figura 1 es una representación ilustrativa de una realización preferida del invento;

La figura 2 es una ilustración esquemática de la realización de la figura 1;

25 La figura 3 es una ilustración de un conjunto de detectores de cristal como variante para la realización de



la figura 1;

La figura 4 es una ilustración esquemática de una realización alternativa del invento de la figura 1;

5 Las figuras 5-8 son ilustraciones gráficas de las características operacionales de la realización de la figura 1; y

Las figuras 9A-9B son ilustraciones esquemáticas de circuitos de tratamiento de señal para la realización de la figura 1.

10 El invento se expone aquí con referencia a una realización que utiliza un haz colimado de rayos X que tiene un ancho horizontal pequeño y una dimensión vertical suficiente para irradiar la dimensión vertical de un objeto de interés. Alineado con el haz de rayos X vertical y desplazado de la fuente de energía de rayos X en una distancia suficiente para alojar un objeto entre ellos está un conjunto vertical de una pluralidad de detectores de radiación para vigilar la característica de transmisión de rayos X de aquella porción del objeto comprendida dentro de su campo óptico de captación. El objeto es desplazado en una dirección horizontal entre la fuente de rayos X y los detectores de radiación para asegurar la vigilancia de la totalidad del objeto.

15 Los detectores de radiación están representados típicamente como un convertidor de cristal (convertidor de



rayos X a luz) en combinación con un tubo fotomultiplicador. Cada cristal en combinación con un tubo fotomultiplicador produce una señal de salida indicativa de la característica de transmisión de rayos X de la porción del objeto entre la fuente y el cristal. La señal de salida producida por cada una de las combinaciones de cristal y fotomultiplicador es comparada con una señal de referencia o señal de umbral representativa de una clase particular de artículo para el cual se desea una indicación de detección. La presencia de una señal procedente de cualquier cristal, que satisface las características de transmisión del artículo de interés da lugar a la generación de una indicación de detección. Es de particular interés la aplicación del invento para la detección de balas y armas de fuego, cargadas o descargadas, como sistema para registrar objetos en búsqueda de armas ocultas. En esta aplicación la presencia de una bala de plomo que absorbe una cantidad sustancial de la energía de rayos X en contraste con otros materiales que es probable encontrar en un paquete, maleta o equipaje, origina una señal de salida del cristal que vigila aquella porción de los objetos dentro de la cual está situada la bala, que es indicativa de una característica de transmisión muy baja. La totalidad de los otros cristales que no "ven" balas producirá una señal de salida indicativa de características de trans



misión relativamente altas.

En la aplicación del sistema de detección de
contraste por rayos X para verificar objetos densos o re-
lativamente gruesos tales como armas de fuego, cargadas o
5 descargadas, la energía de rayos X en la gama de 200 a 400
keV ha proporcionado los resultados de funcionamiento mas
deseables.

Además, aun cuando pueden ser utilizados nume-
rosos sistemas según el estado de la técnica para propor-
10 cionar los Rayos X de alta energía necesarios, es decir
entre 200 y 400 keV, incluyendo una máquina de rayos X y
fuentes de isótopos radiactivos hermetizados que incluyen
las fuentes de radio 226 y bario 133, son preferidas las
fuentes de isótopos a la máquina de rayos X.

En aún otra realización, la pluralidad de de-
15 tectores puede ser sustituida por un único detector de ban
da y un explorador de punto móvil que somete secuencialmen
te porciones discretas del detector de banda a energía ra-
diente. Esta realización no proporciona, sin embargo, visua
20 lización simultánea de la dimensión vertical de un objeto.

En la figura 1 está ilustrada una representación
gráfica de un puesto 10 de vigilancia de paquetes en donde
un sistema C transportador hace pasar objetos tales como
equipajes entre una fuente 20 de radiación de rayos X y una
25 unidad 30 de detección de radiación. Una abertura 22 vertical



alargada en la fuente 20 de radiación somete a un objeto L insertado entre la fuente 20 de radiación y la unidad 30 detectora de radiación a un haz colimado de energía de rayos X correspondiente a la configuración de la abertura

5 22. La unidad 30 detectora de radiación incluye un conjunto vertical de detectores 32 de radiación situado para vigilar las características de transmisión de rayos X del objeto L correspondiente a aquella porción del objeto L "vista" por el respectivo detector de radiación a medida

10 que el objeto L es desplazado a lo largo de la unidad 30 detectora de radiación. Cada uno de los detectores 32 de radiación transmite al circuito 40 de tratamiento de señal una señal indicativa de las características de transmisión de rayos X de la correspondiente porción del objeto L. El

15 circuito 40 de tratamiento de señal evalúa las señales de salida de los respectivos detectores 32 de radiación para determinar si el objeto L contiene un artículo comprendido en una clase predeterminada. En la aplicación del puesto 10 de detección para verificar objetos en cuanto a presencia de

20 armas de fuego ocultas cargadas o descargadas, el circuito 40 de tratamiento de señal está ajustado para responder a señales de salida de los detectores 32 de radiación indicativas de características de transmisión de rayos X correspondientes a armas de fuego o munición.

25 Con referencia a la figura 2, se ilustra esque-



máticamente la realización del invento de la figura 1. La fuente 20 de radiación está representada estando compuesta por un miembro 24 recipiente de plomo que tiene una cavidad 26 en el mismo para alojar la fuente 28 de rayos X en una posición opuesta a la parte abierta de la abertura 22. El miembro 24 recipiente es típicamente un cilindro de plomo que tiene la abertura 22 de ranura necesaria para proporcionar un haz vertical colimado de energía de rayos X para irradiar el objeto L mientras proporciona una protección adecuada del ambiente restante circundante.

La degradación de contraste debida a dispersión es mantenida en un mínimo colimando la energía de rayos X en un haz de pequeña divergencia a través de la ranura 22 de configuración adecuada de modo que solamente es irradiado el área que coincide con la forma del conjunto de detectores. El conjunto vertical de detectores 32 de radiación, cada uno de los cuales está compuesto por un cristal SC de escintilación y un tubo PM fotomultiplicador asociado, está alineado verticalmente con la abertura 22 para captar la radiación transmitida por el objeto L. Son cristales de escintilación adecuados para convertir la radiación de rayos X en luz visible los cristales convencionales de escintilación de ioduro de sodio e ioduro de cesio. El conjunto vertical de detectores de radiación está compuesto típicamente por un conjunto lineal vertical de un número de detectores de radiación suficiente para abarcar en su campo óptico



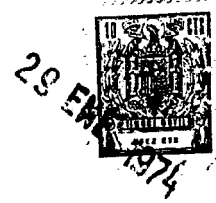
la totalidad del objeto a ser vigilado con la resolución espacial deseada. En la aplicación del sistema para vigilar equipaje de mano transportado por pasajeros de aerolíneas, una ejecución típica del conjunto de detectores de radiación incluiría un conjunto lineal vertical de detectores de radiación muy próximos que incorporan cristales de escintilación de aproximadamente 10 milímetros de diámetro. La exploración horizontal del equipaje es proporcionada por el movimiento del sistema transportador.

10 La figura 3 ilustra un conjunto vertical alternativo de detectores de radiación compuesto por un primer y un segundo conjunto lineal vertical situados de manera escalonada. El conjunto de la figura 3 asegura una cobertura completa de la totalidad del objeto eliminando el efecto del espacio muerto comprendido entre detectores de radiación adyacentes de un único conjunto lineal vertical. Si el objeto a ser verificado está en posición fija, entonces el conjunto vertical de detectores de radiación sería sustituido por un conjunto de detectores de radiación en disposición X-Y y la fuente de radiación sería modificada para exponer la totalidad del objeto.

20 El tubo PM fotomultiplicador asociado con cada uno de los cristales SC de escintilación amplifica efectivamente la señal luminosa desarrollada por el cristal de escintilación en respuesta a radiación de rayos X incidente. Esta



radiación es de tal intensidad (actividad) que permite la "acumulación" de impulsos individuales creando así una señal de corriente continua sobre la cual está superpuesta una señal de corriente alterna debida a la emisión aleatoria de los fotones de rayos X. Un circuito 42 convertidor de corriente a tensión está conectado con acoplamiento de corriente continua a la salida de cada uno de los tubos PM fotomultiplicadores, representado aquí como un amplificador OP operacional conectado para este modo de funcionamiento. El límite de banda de corriente alterna está establecido por la combinación en paralelo de la resistencia RF y el condensador CF. La salida de cada uno de los convertidores 42 de corriente a tensión está conectada con acoplamiento en corriente continua a un circuito 44 comparador que incluye un amplificador DA diferencial que tiene como función comparar la señal de salida con una señal R de umbral de referencia procedente de una fuente 43 de señal de referencia. La magnitud de la señal de umbral está establecida para representar la característica de transmisión de rayos X de un dispositivo de interés particular. En la aplicación del sistema 10 para verificar la presencia de un arma de fuego oculta, esté cargada o descargada, la magnitud de la señal R de umbral es tal que corresponde con la característica de transmisión prevista de un arma de fuego. Si la señal de entrada suministrada al circuito 44 comparador por el circuito 42 convertidor de corriente a tensión satisfi



ce una relación predeterminada con la señal R de referencia de umbral, indicando así la presencia de un artículo de interés dentro del objeto L, el circuito 44 comparador transmite una señal para activar el circuito 50 de alarma de detección. En la aplicación para vigilar la presencia de armas de fuego, la señal R de umbral es de una magnitud relativamente baja puesto que la presencia de un arma de fuego entre la fuente 28 y uno o más de los detectores 32 de radiación dará lugar a una absorción importante de la energía de radiación por el arma de fuego y de este modo a un nivel relativamente bajo de actividad de radiación en contacto con el cristal SC de escintilación de los detectores de radiación bajo cuyo campo óptico está el arma G de fuego. De este modo, la señal de salida generada por los detectores 32 de radiación bajo cuyo campo óptico está el arma de fuego será relativamente baja mientras que las señales de salida de los detectores 32 de radiación bajo cuyo campo óptico no está el arma de fuego serán sustancialmente más altas. La señal de referencia de umbral está establecida de modo tal que una señal de salida del detector 32 de radiación que sea igual o menor que la señal R de umbral dará lugar a la activación del correspondiente circuito 50 de alarma de detección, mientras que una señal de salida de un detector 32 de radiación, que sea mayor que la referencia R de umbral, no dará lugar a la activación del correspondiente circuito 50 de alarma de detección. La activación de uno o más de los circuitos 50 de alarma

29



de detección indica la presencia de un dispositivo de una clase predeterminada definida por la señal R de referencia de umbral.

5 En la figura 4 está ilustrada esquemáticamente otra ejecución del puesto de vigilancia de paquetes. La fuente de radiación y la pluralidad de detectores separados de la figura 1 están sustituidos por un explorador 100 de punto móvil compuesto por un tubo 102 de rayos X, un colimador 104 de ranura y un disco 106 giratorio de colimación, y una única banda 110 vertical continua de detectores de radiación. El haz explorador vertical pro-
10 ducido por el explorador 110 de punto móvil tiene como función irradiar secuencialmente porciones separadas de la banda 110 detectora. La banda 110 detectora produce una señal de salida indicativa de la energía de radiación transmitida por el equipaje L a una porción discreta de la banda detectora. Esta realiza-
15 ción carece de la capacidad de producir simultáneamente señales de salida que representan la característica de transmisión de radiación de la dimensión vertical completa del equipaje L.

Debido a que el conjunto de detectores separados de la figura 1 hace uso simultáneo de la radiación contenida en el ángulo sólido subtendido por la exploración de las áreas de cada uno de los detectores, es adecuado para utilización con la intensidad de radiación limitada que puede obtenerse de una fuente radiactiva práctica. Para equipaje de mano cuya dimensión vertical esté limitada a 33 centímetros, se requiere un conjunto
20 de aproximadamente 40 detectores individuales para proporcionar
25



la resolución espacial necesaria para detectar armas de fuego solamente por contraste. Consideraciones preliminares indican que puede obtenerse una ventaja de coste importante utilizando la combinación de un conjunto de detectores separados con una fuente de radio en comparación con la combinación de un explorador de punto móvil y un detector de banda única. Sucede esto debido al coste relativamente alto y al hecho de no ser portátil el equipo generador de rayos X a potencial constante disponible en general, que funciona a una tensión de 150 kV o mayor.

El cristal SC de escintilación presenta preferiblemente las características de alta densidad, número atómico alto, alto rendimiento fotoelectrónico y alta transparencia a la luz. La característica de alta densidad asegura la detección de sustancialmente todos los rayos gamma, mientras que el número atómico alto produce una probabilidad alta de interacción entre el cristal de escintilación y los rayos gamma. Los requerimientos de capacidad de alto rendimiento fotónico, así como de transparencia a la luz, aseguran la generación y transmisión de una cantidad importante de energía luminosa desde el cristal SC de escintilación al tubo fotomultiplicador y la generación de una señal de salida relativamente alta por el tubo PM fotomultiplicador. Puede conseguirse una ejecución variante del detector 32 de radiación mediante la sustitución del tubo fotomultiplicador por un diodo PIN (positivo-intrínseco-negativo). El diodo PIN está acoplado internamente con un amplificador operacional para suministrar una señal de tensión continua al circuito 44 comparador.



Se ha determinado experimentalmente que la mayoría de los artículos encontrados en equipajes están hechos de materiales que tienen longitudes de recorrido tales que su transmisión de rayos X es desde moderada hasta casi completa en la gama de energía de 225 a 350 keV. De este modo, la utilización de una fuente 28 de radiación de rayos X que produce energía de rayos X en la gama comprendida entre 200 y 400 keV dará como resultado señales de salida significativamente altas de los detectores 32 de radiación que "ven" artículos típicos contenidos en equipajes. En contraste, sin embargo, un material tal como el plomo representado por balas contenidas en armas de fuego es casi completamente opaco a energías de rayos X comprendidas entre 200 y 400 keV incluso para las longitudes de recorrido relativamente cortas encontradas con una bala del calibre 0,22. Puesto que es poco probable que exista en cualquier otro objeto común una concentración de plomo en grado similar a la encontrada en una bala, el contraste en las características de transmisión de rayos X entre una bala y artículos convencionales encontrados en equipajes proporciona una base fiable para detectar un arma de fuego cargada. Si, por ejemplo, el diámetro del cristal SC de escintilación se hace más pequeño que las dimensiones de una bala o una concentración de balas tal como la que se encontraría en el tambor o cargador de un arma de fuego, la ausencia de una señal significativa de uno o más de los detectores 32 de radiación indicaría con un alto grado de probabilidad de que estaba pasando un arma cargada entre la



fuente 28 de rayos X y el conjunto de detectores 32 de radiación.

Las unidades de tubo de rayos X en existencia pueden generar intensidades de radiación relativamente grandes. Serían adecuados para utilización con unidades de tubo de rayos X, detectores de sulfuro de cadmio o detectores del tipo de ionización de gas, que son característicamente dispositivos de bajo coste de sensibilidad media. Aún cuando la configuración geométrica de estos detectores los haría muy apropiados para el conjunto lineal vertical anteriormente descrito, la combinación de estos detectores con unidades de tubo de rayos X en existencia, representa un sistema relativamente costoso y adicionalmente, debido a los requerimientos de intensidad del detector, se plantea un problema potencial resultante del ennegrecimiento de película fotográfica no revelada presente dentro del objeto L. Las fuentes de radioisótopos tales como el radio 226 y el bario 133 representan una fuente relativamente poco costosa de emisiones de rayos gamma y rayos X de alta energía en la gama deseada de 200 a 400 keV. La poca exigencia de mantenimiento para una fuente de radio, junto con el hecho de que la combinación de la fuente de radioisótopo y el detector del tipo de escintilación elimina el problema potencial de exposición de una película no revelada, hace preferible tal combinación.

La transmisión T de rayos X monocromáticos a través de materiales está definida como $T = \exp(-\mu px) = \exp(-\rho x)$, donde μ es el coeficiente de absorción de masa y ρ es la densidad



del material. El producto $\mu \rho = \sigma$, que es el coeficiente de absorción lineal, está representado gráficamente en coordenadas cartesianas en función de la energía correspondiente a los materiales de interés como se representa en la figura 5. En la región de energía de interés (200-400 keV), los coeficientes de absorción lineal para el hierro y el cobre son tan próximamente iguales que los cálculos subsiguientes están basados sobre una curva media. Las densidades listadas normalmente de los metales son utilizadas para calcular sus coeficientes de absorción lineal. Para el carbono, es utilizada una densidad unidad. En la figura 6 están representadas a partir de los valores de σ establecidos en 250 keV las características de transmisión en función de la longitud de recorrido para los materiales.

Puesto que la discriminación ha de estar basada únicamente en las transmisiones relativas de los diversos artículos, debe considerarse el material de los objetos así como la distribución de probabilidad de longitud de recorrido máxima a través de los objetos en la dirección de la radiación colimada. Pueden estimarse curvas de distribución como se ilustran en la figura 7 partiendo de consideraciones de tamaño, forma y orientación. Se expone a continuación el estudio razonado utilizado para generar las curvas correspondientes a cada clase de objeto.



BALA

5 Puesto que una bala del calibre 22, por ejemplo, no puede tener una longitud de recorrido menor que su diámetro ($\sim 0,6$ cm.) o mayor que su longitud ($\sim 1,5$ cm.), la curva de probabilidad cae bruscamente a cero en cada extremo con un máximo situado aproximadamente centrado.

ARMA DE FUEGO

10 A partir de medidas actuales de un Smith and Wesson Chief 38 Special (revolver de acero inoxidable de cinco cartuchos) la longitud de recorrido máximo para una vista de costado es de dos centímetros. Cualquiera otra orientación la aumenta de modo que se alcanza una longitud de 5 centímetros paralelamente al eje del cañón. Una aproximación brusca a cero en cada extremo con un máximo desplazado hacia un límite de cinco centímetros caracteriza esta distribución. El desplazamiento del máximo es debido a la función coseno de variación lenta en la región de ángulos de recorrido pequeños o moderados con respecto al eje del tambor.

15

20

MONEDAS

25 Cuando están en un espacio limitado, las monedas tienden a agruparse en un "artículo" de aproximadamente una dimensión de 1 centímetro. La distribución cae a cero, por supuesto, para una ausencia completa (dimensión cero) pero



se extiende mas allá de tres centímetros para confinamientos poco usuales tales como un rollo de monedas pequeñas.

OBJETOS NO METALICOS

5

Los libros y revistas pueden presentar un espesor que se aproxima al ancho máximo admisible de equipaje de mano. La curva de distribución está caracterizada por un alto grado de asimetría con una "cola" muy larga sobre el lado de longitud de recorrido largo.

10

La figura 8, que se deriva de las figuras 6 y 7, representa la probabilidad de una transmisión dada para cada uno de los objetos indicados. La curva de distribución para la bala es tan estrecha sobre la escala de transmisión, que está representada como una línea vertical totalmente separada de la curva de distribución de las monedas. En un dispositivo práctico, sin embargo, entrará en los detectores alguna radiación dispersa de modo que las balas parecerán tener una pequeña cantidad de transmisión (probablemente 0,05) de modo que podría producirse un solape muy pequeño con el flanco posterior de la curva correspondiente a monedas. Recordando que las salidas de señal de los detectores 32 de radiación son medidas directas de las transmisiones de radiación, una reducción en la salida de cualquier detector por debajo de un ajuste de umbral (es decir de 0,05), durante el paso de una maleta, indicaría la presencia de una bala con

15

20

25



una probabilidad de detección próxima al 100% y con una probabilidad de falsa alarma próxima a cero, siempre que cada uno de los detectores en el conjunto tenga dimensiones que sean iguales o menores que la mitad de las dimensiones de una bala. Si el coste por detector es un factor importante, se podría tratar de llegar a un compromiso en funcionamiento para detectores mayores y, por consiguiente, en menor número. Una vez que un presunto terrorista decidiese poner en su equipaje de mano un arma de fuego cargada, es poco probable que hubiese puesto mucho menos que la dotación completa de cartuchos en el tambor o cargador del arma. Con esta condición, las dimensiones de cada detector podrían ser significativamente mayores (la mitad de las dimensiones del tambor o cargador) sin comprometer el rendimiento del sistema.

El pequeño solape (área rayada en diagonal) entre la curva de distribución del arma de fuego y la de las monedas indica una probabilidad próxima al 100% de detectar un arma de fuego descargada con una probabilidad de falsa alarma bastante pequeña para un ajuste de umbral próximo a 0,1. Puesto que un arma de fuego podría ser cargada posteriormente, es valiosa la capacidad de detectar un arma de fuego descargada. El problema de tamaño máximo de detector es mitigado en forma importante para esta situación porque las áreas de corte transversal de longitudes de



recorrido a través de porciones gruesas de un arma de fuego son mucho mayores que las de balas individuales.

Como se ha indicado, el analisis anterior está basado en la utilización de rayos X monocromáticos de 250 keV.

5 Las energías mas bajas amontonan las curvas de la figura 8 hacia la izquierda, mientras que energías mayores las dispersan hacia la derecha. De la inspección de curvas calculadas para varias energías en la gama de 200 a 400 keV, el grado de discriminación basado en un ajuste óptimo de umbral parece
10 cambiar bastante lentamente. Esto es ventajoso porque la mayoría de las fuentes de rayos X tienen características de energía espectral de banda ancha.

Aún cuando la realización del invento ilustrada en la figura 1 proporciona identificación adecuada de armas de fuego descargadas y balas sobre la base de detección de contraste de energía de rayos X transmitida, en la figura 9A está ilustrada esquemáticamente una realización de circuitos para proporcionar discriminación adicional de objetos. Como resulta evidente de la información proporcionada por los gráficos de las figuras 5-8, objetos tales como los representados por una agrupación de monedas pueden, en las condiciones adecuadas, producir una detección falsa si el nivel de umbral está ajustado para proporcionar detección de una pequeña pistola descargada situada de modo que expone un área mínima a los detectores 32.
20 Los circuitos DC de discriminación ilustrados en la figura 9A
25

29
1974

asociados con cada uno de los canales de detector de radiación contribuyen a la reducción de falsas alarmas que resultan de la actuación de alarma en respuesta a objetos distintos a armas de fuego y balas. Por cuanto los circuitos DC de discriminación asociados con cada uno de los canales de detector de radiación son idénticos, la siguiente descripción se limitará al circuito DC de discriminación asociado con el primer canal que consiste en el cristal SCl de escintilación y el tubo PML fotomultiplicador. Cada uno de los circuitos DC de discriminación incluye un circuito BT de umbral de bala, un primer circuito GT de umbral de arma de fuego, un circuito I integrador y un segundo circuito GT' de umbral de arma de fuego. Los circuitos BT, GT y GT' de umbral son comparables al circuito 44 detector de umbral de la figura 2 y no se considera por ello necesaria una descripción adicional del circuito de umbral. La señal de salida del tubo PML fotomultiplicador que corresponde a la característica de transmisión de rayos X de aquella porción del equipaje L situada directamente bajo el campo óptico del cristal SCl de escintilación, es aplicada como señal de entrada tanto al circuito BT de umbral de bala como al circuito GT de umbral de arma de fuego. En el caso en que la señal de salida del tubo PML fotomultiplicador excede a una señal de referencia indicativa de la característica de transmisión de una bala, el circuito BT de detector de umbral de bala transmite una señal de salida a

29 Ene 1974

través de la puerta "O" ORI para activar el circuito AII de
alarma. Están dispuestas entradas adicionales a la puerta
"O" ORI para las señales de salida desarrolladas por los cir-
citos de umbral de bala y los circuitos de discriminación
5 asociados con los canales de radiación adicionales. La pre-
sencia de una señal de salida indicativa de una bala proce-
dente de cualquiera de los canales de radiación dará lugar a
la activación del circuito AII de alarma.

El nivel de umbral indicativo de un arma de fue-
10 go descargada en la orientación de la figura 9D puede no ser
distingible del de otros objetos tales como una agrupación
de monedas, de modo que se requieren características adicio-
nales del objeto para proporcionar una discriminación acep-
table. Por cuanto la mayoría de las armas de fuego presentan
15 dimensiones que son mayores que las de los objetos de carac-
terísticas similares de transmisión de radiación encontrados
típicamente en equipajes, se produciría la actuación del cir-
cuito AII de alarma, indicativa de la presencia de un arma de
fuego, solamente cuando se transmitiese una señal de detección
20 de arma de fuego por un número de circuitos GT de umbral de
arma de fuego adyacentes, correspondiente a la dimensión de
un arma de fuego.

Se ilustran en las figuras 9B, 9C y 9D diversas
orientaciones de un arma G de fuego a medida que entra en el
25 campo de visión del conjunto lineal de cristales SC1, SC2,
SC3 etc, de escintilación de los respectivos canales de ra-



diación. Si se supone que la dimensión mínima para la cual puede ser discriminada un arma de fuego de otros objetos de características similares de transmisión de radiación corresponde a tres canales de radiación adyacentes, entonces

5 las señales de salida de los detectores de umbral de arma de fuego de tres canales de radiación adyacentes, es decir los canales 1, 2, 3, son aplicadas a una puerta "Y" Al que, a su vez, transmitirá una señal de activación a través de la puerta "O" OR2 al circuito AI2 de alarma solamente cuando

10 los circuitos DC de discriminación asociados con los primeros tres canales de radiación proporcionen coincidentemente señales de entrada a la puerta "Y" A1 que son indicativas de la presencia de un arma de fuego. De un modo similar, las salidas de los circuitos de umbral de arma de fuego de

15 los canales 2, 3 y 4 de detección de radiación están conectadas a la puerta "Y" A2, los canales 3, 4 y 5 de detección de radiación están conectados a la puerta "Y" A3, y así sucesivamente. Esto satisface la orientación del arma de fuego como se ilustra en las figuras 9B y 9C pero no satisface la orientación

20 representada en la figura 9D. Por cuanto el paso del arma G de fuego en la orientación ilustrada en la figura 9D da lugar a una respuesta únicamente del canal de radiación correspondiente al cristal SCl de escintilación, no se satisfará el requerimiento correspondiente a una indicación de arma de fuego por parte de tres canales adyacentes. Con el fin

25 de compensar esta orientación para el arma de fuego, la señal



de salida producida por el circuito GT de umbral de arma
de fuego del primer canal de radiación es aplicada al cir
cuito I integrador que integra la señal en un período de
tiempo correspondiente a la dimensión del arma de fuego pre
5 vista para captación óptica por el cristal SCl de escinti-
lación durante el movimiento del sistema transportador y
subsiguientemente aplica la señal integrada a un segundo
circuito GT^o de umbral de arma de fuego. Si la señal desa-
rrollada por el circuito I integrador iguala o excede a la
10 señal de umbral correspondiente a la señal integrada espe-
rada para un arma de fuego en la posición ilustrada en la fi-
gura 9D, el circuito GT^o de umbral de arma de fuego transmi-
te una señal activadora a través de la puerta "O" OR3 para
activar el circuito AII de alarma.

15 Aún cuando el circuito DC de discriminación asocia-
do con los respectivos canales de radiación y los circuitos
lógicos asociados representados por las puertas "O" OR1, OR2
y OR3 y las puertas "Y" A1, A2, A3, etc proporcionan una técni-
ca para discriminar con precisión armas de fuego y balas de
20 otros objetos que presentan características de transmisión de
radiación similares, es evidente que están disponibles otras
numerosas técnicas para conseguir la discriminación deseada.
Por ejemplo, la salida de cada uno de los detectores de radia-
ción en el conjunto puede ser muestreada repetidamente por un
25 circuito de muestreo adecuado a una velocidad que sea mayor



que la velocidad de desplazamiento del equipaje. Las señas
 les que resultan de la operación de muestreo pueden apli-
 carse entonces a varios registros de desplazamiento con el
 fin de determinar el tamaño y forma de objetos que producen
 5 alarmas de detección.

La presente solicitud, que corresponde a la pre-
 sentada en Estados Unidos de América, el 5 de Enero de 1973,
 bajo el N° 321.403, se acoge a los beneficios del Artículo
 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.
 10

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva, que se
 presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente
 de Invención en España, por VEINTE años, son los que se re-
 15 cogen en las reivindicaciones siguientes:

- 1.- Un método de vigilar un objeto para detectar la presen-
 cia de un arma de fuego o de una bala, que comprende las ope-
 20 raciones de someter dicho objeto a un haz colimado de energía
 de radiación en la gama de 200 a 400 keV, caracterizado por
 vigilar las características de transmisión de radiación de
 porciones predeterminadas de dicho objeto, correspondiendo en
 tamaño dichas porciones predeterminadas a un arma de fuego o
 bala, y generar señales individuales indicativas de las mis-
 25 mas, y evaluar dichas señales para determinar si dichas señas





les corresponden a las características de transmisión de radiación de un arma de fuego o bala.

5

2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada detector de radiación de un conjunto de detectores de radiación produce simultáneamente una señal de salida representativa de la característica de transmisión de radiación de una porción predeterminada del objeto visto por el respectivo detector de radiación.

10

3.- Un método de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde dicho objeto es sometido a un haz vertical colimado de energía de rayos X producido por una fuente de isótopos.

15

4.- Un método de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2 o 3, en donde dichas porciones predeterminadas comprenden porciones discretas de dicho objeto alineadas con dicho haz colimado.

20

5.- Un aparato que utiliza el método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende: una fuente de energía de radiación para someter dicho objeto a un haz colimado de energía de radiación en la gama de 200 a 400 keV, medios de vigilancia de radiación separados de dicha fuente de energía de radiación y alineados con dicho haz colimado para vigilar las características de transmisión de radiación de un

25





objeto colocado entre ellos y generar señales de salida in-
dicativas de las características de transmisión de radiación
de dicho objeto, siendo las dimensiones de dichos medios de
vigilancia de radiación tales que permiten que dichos medios
5 de vigilancia de radiación generen señales de salida adecua-
das para distinguir armas de fuego o balas de otros efectos
asociados con dicho objeto.

6.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en donde
dichos medios de vigilancia de radiación incluyen un conjunto
10 de una pluralidad de detectores de radiación separados de di-
cha fuente de radiación y alineados con la misma de tal modo
que cada uno de los detectores de radiación mide la energía
de radiación transmitida por una porción predeterminada de un
objeto colocado entre dicha fuente de radiación y dicho conjun-
15 to.

7.- Un método de vigilar un objeto para detectar la presen-
cia de un arma de fuego o de una bala.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante-
cede, representado en los dibujos que se acompañan y para los
20 fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veintisiete hojas escritas a
máquina por una sola cara.

Madrid, 29 ENE. 1974
P.A. Oscar de Elzaburu
Per Rec. *[Handwritten signature]*

25

EBI/



29

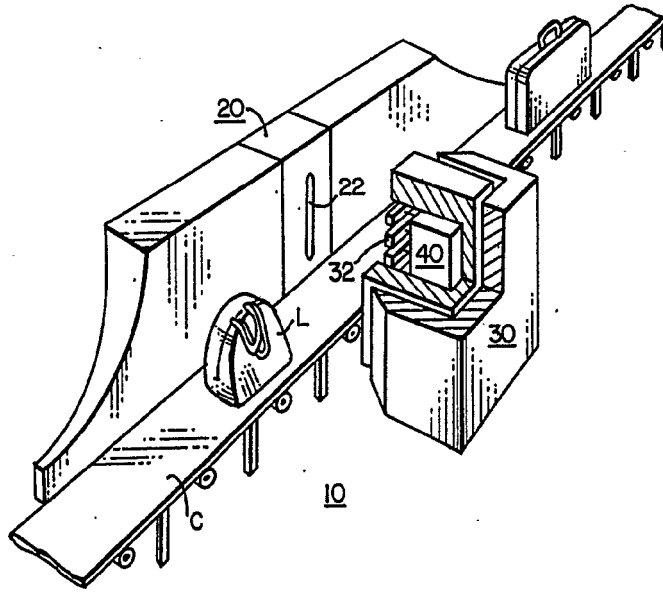


FIG. 1

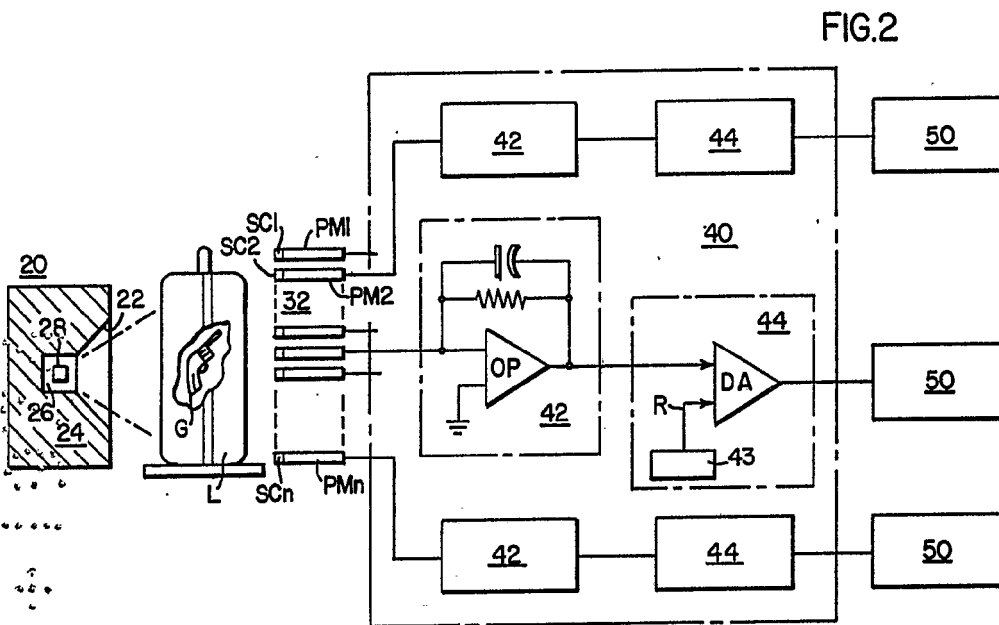


FIG. 2

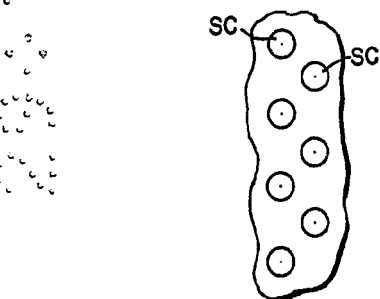


FIG. 3

Oscar de Elzaburu
Pat. Eng.

29

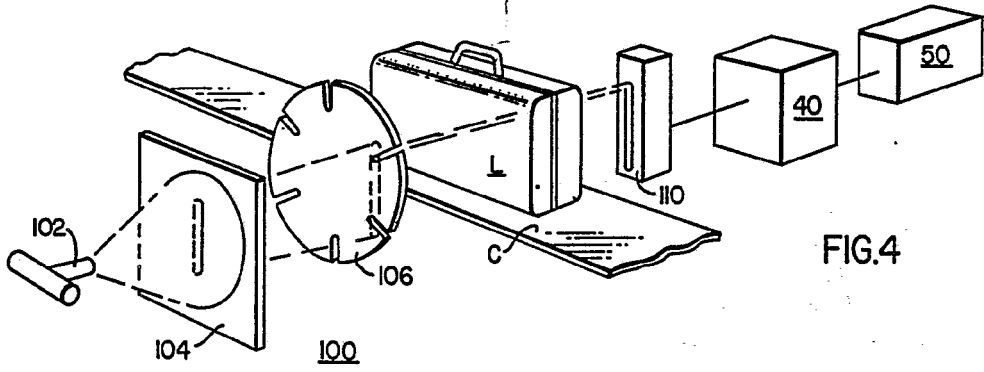


FIG. 4

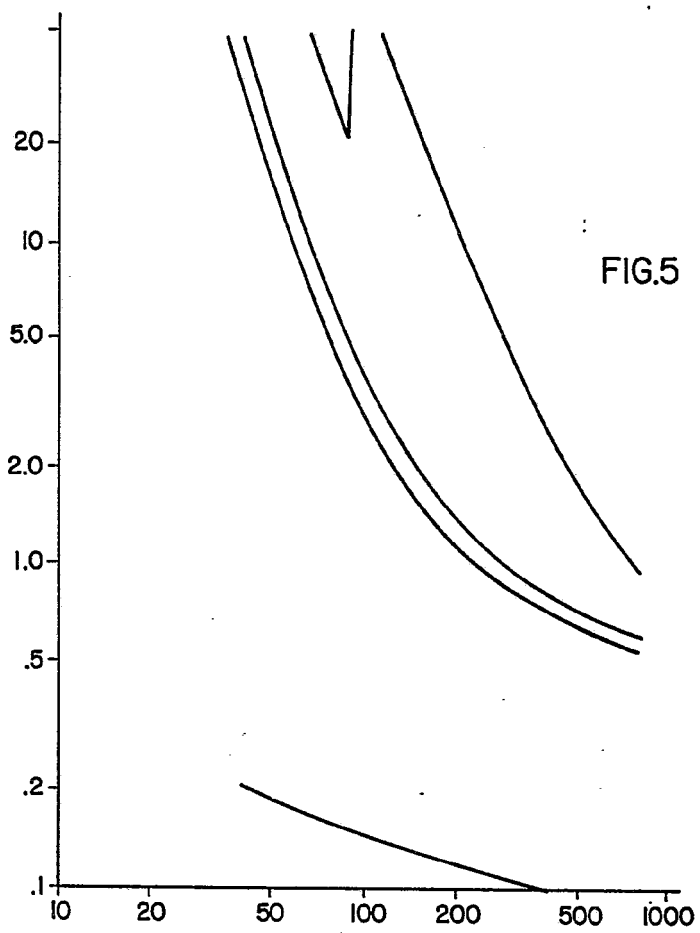


FIG. 5

Oscar de Elzaburu
Por Patente

29



FIG.9B



FIG.9C

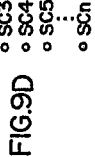


FIG.9D

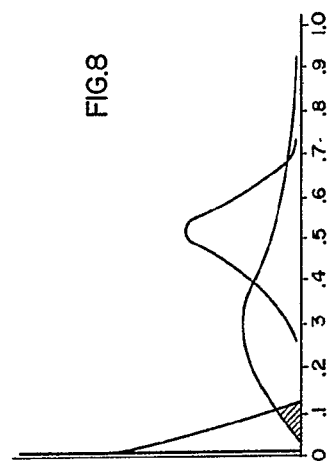


FIG.8

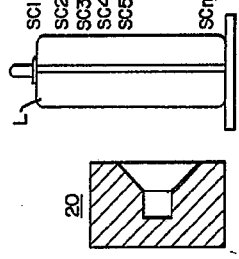


FIG.9A

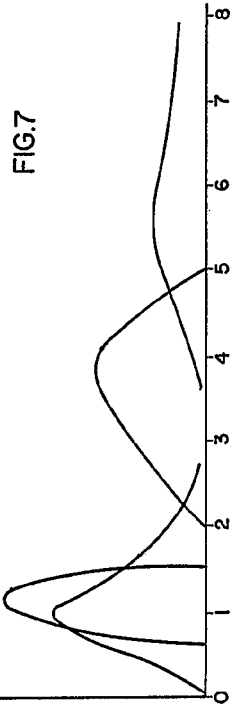
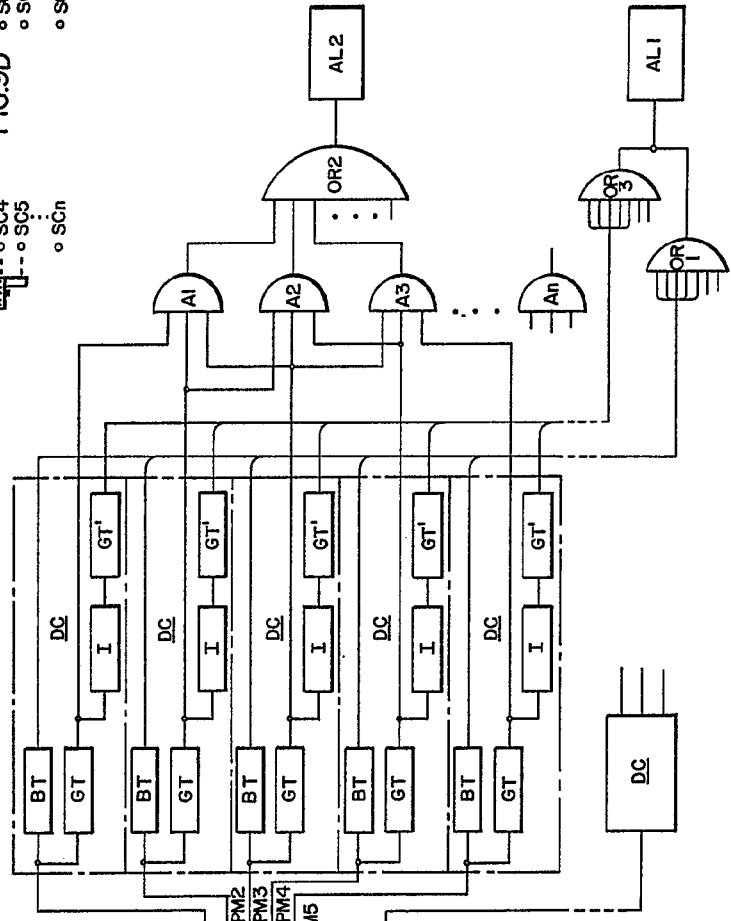


FIG.6

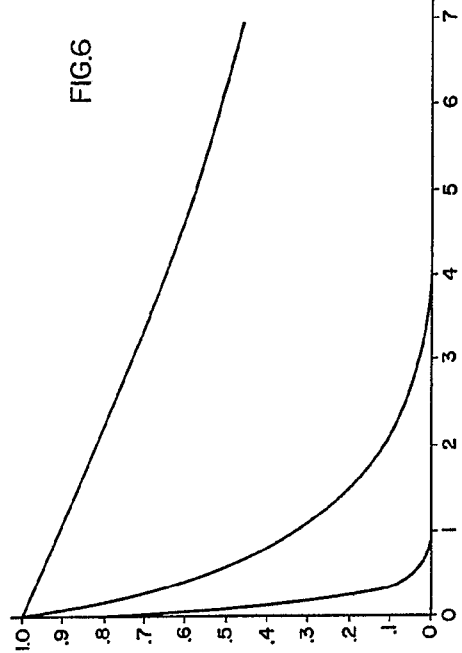
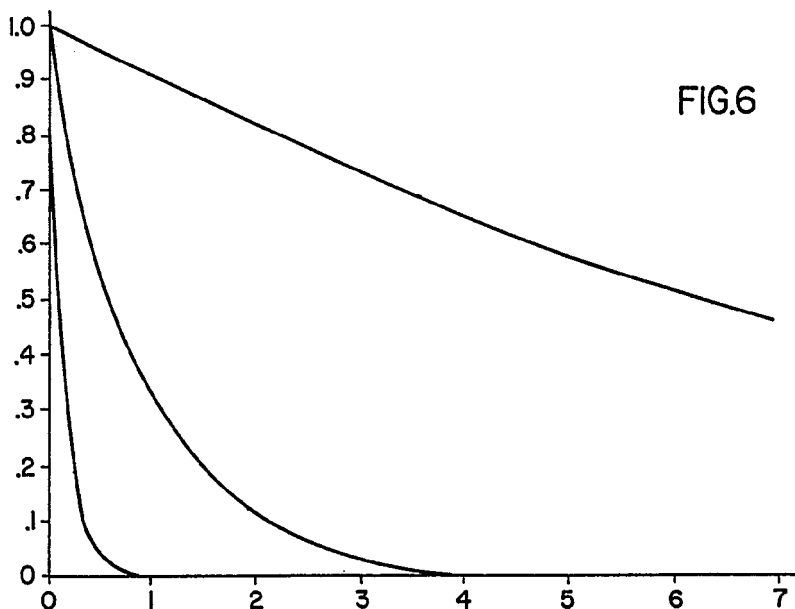
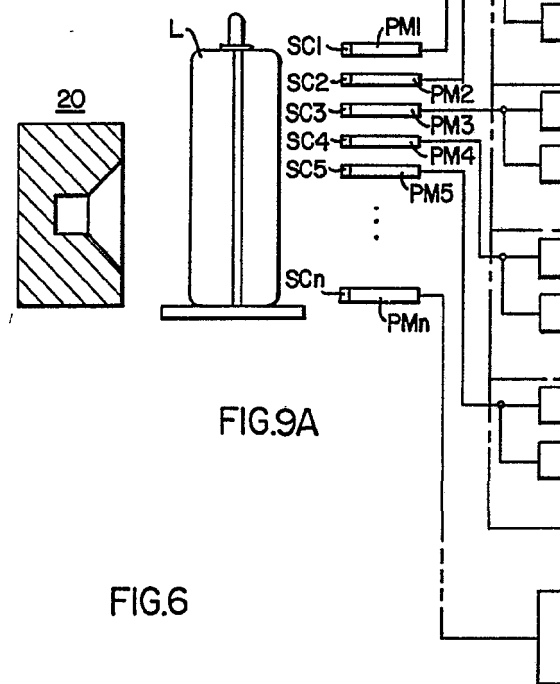
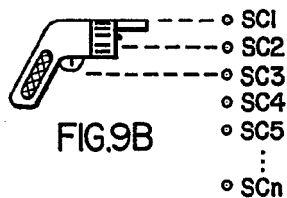
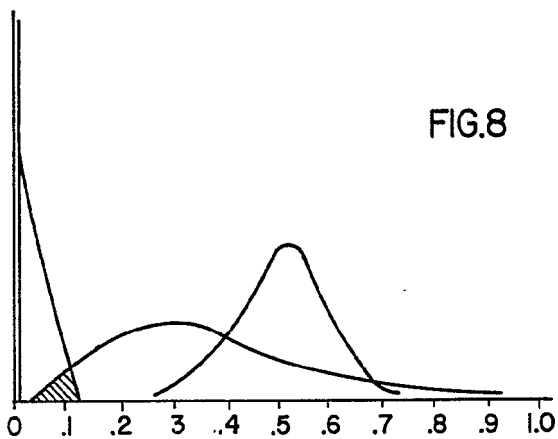


FIG.7

SECURITY
Per 1.2.1



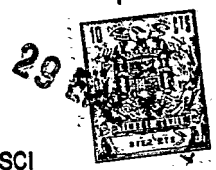


FIG.9C

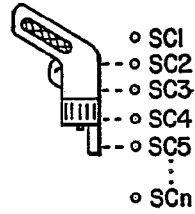


FIG.9D

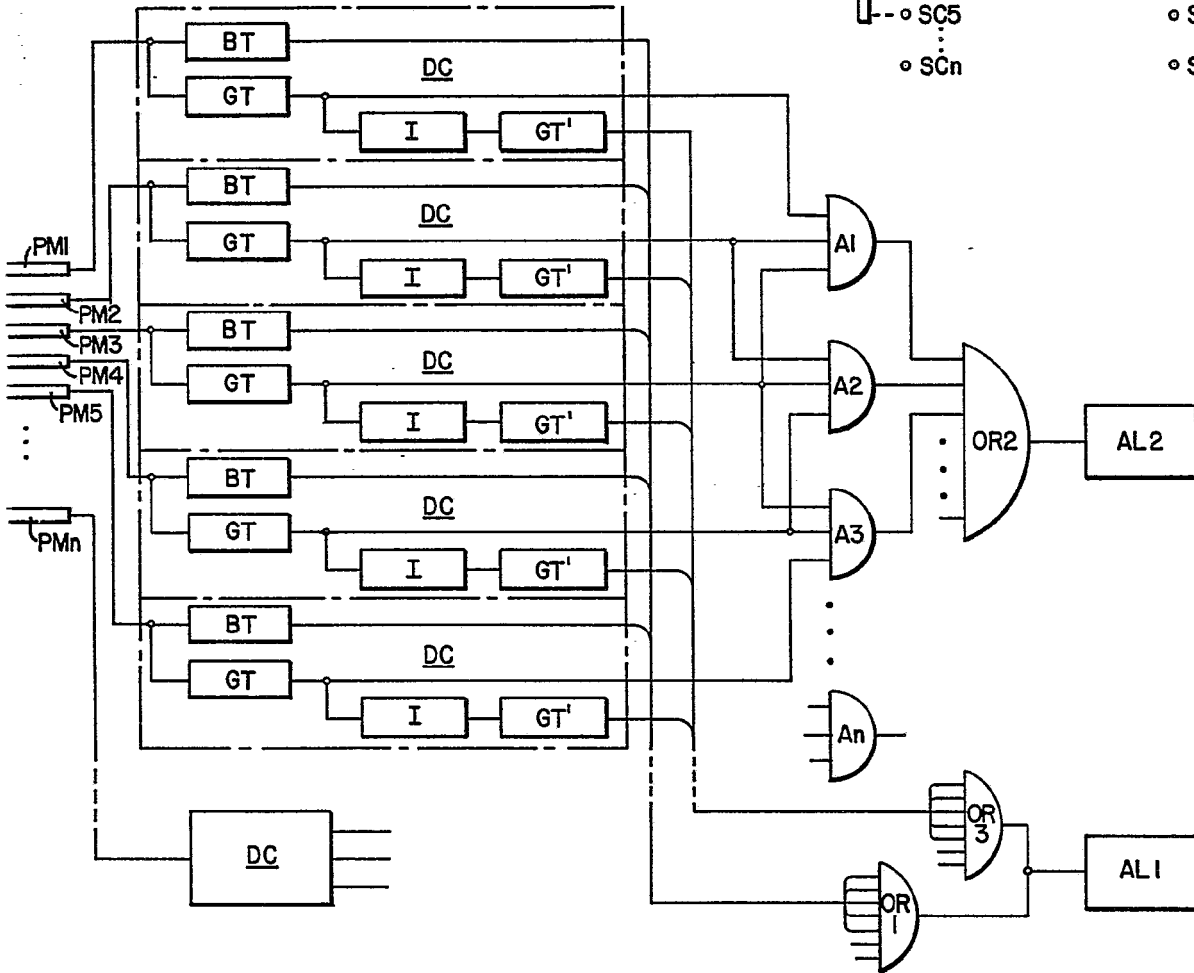
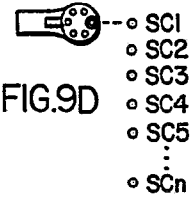
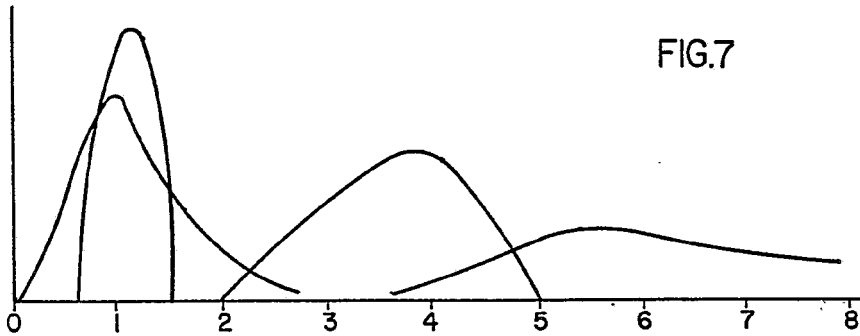


FIG.7



Oscar de Eizaburu
Per Pocat