ELTECdata # 110

TECNOLOGIA DE LOS INFRARROJOS PASIVOS APLICADA A LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD

by
Hans J. Keller

Reprint from a presentation at the
«1er congreso español de la seguridad»
AES, Madrid, Spain, 5–8 March, 1984

AES ASOCIACION DE EMPRESAS DE SEGURIDAD — 1er congreso español de la seguridad

© Eltec Instruments SA

1. INTRODUCCION

Los sistemas de infrarrojo pasivo detectan la mínima diferencia de radiación térmica entre la superficie del cuerpo humano y su entorno. Pueden detectarse diferencias tan bajas como 1º C. Dado que las temperaturas del entorno varian en la misma proporción que los factores de emisión, la probabilidad de detección es muy elevada y existen pocas posibilidades de superar tales sistemas.

La radiación propia del cuerpo humano es débil, lejana a la de la luz visible y a la de los LED'S de infrarrojos normalmente conocidos. (Fig. 1)

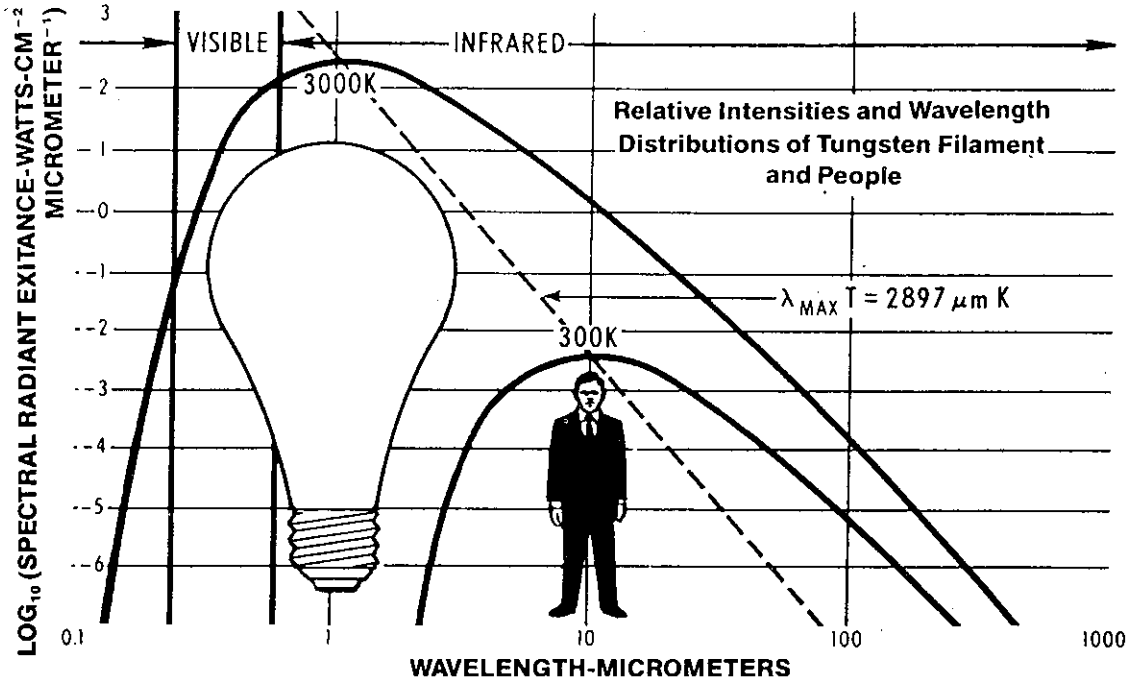


Fig. 1

En consecuencia, las células detectoras (o transductoras) a utilizar, no serán fotocélulas ordinarias, porque estas, no podrán detectar la radiación infrarroja en el margen comprendido entre 7 y 14 micras. En consecuencia se utilizan los detectores térmicos.

Un detector térmico se hace de un material absorvente y transforma las radiaciones recibidas en variaciones de energía térmica. (Fig. 2)

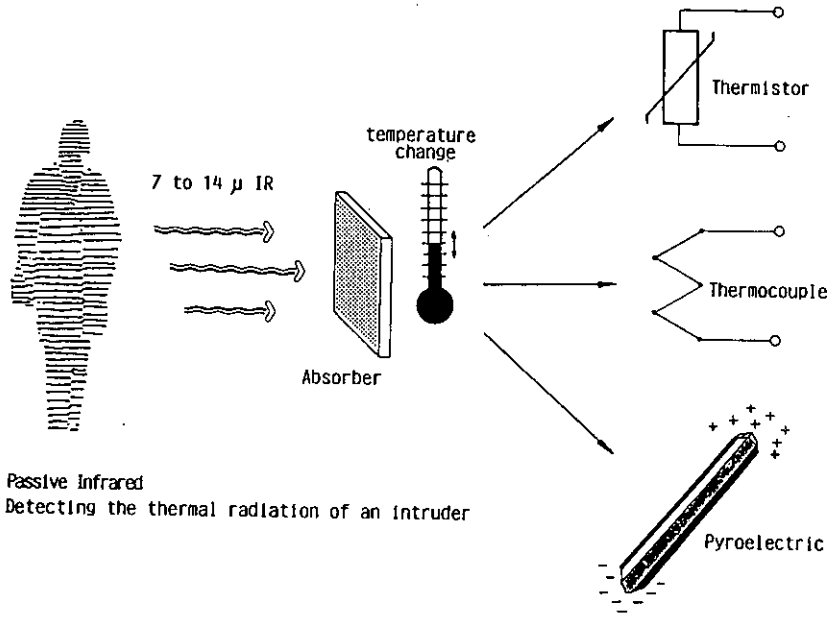


Fig. 2

El incremento de temperatura es registrado por sensores normales tales como termistores o termopares, o más recientemente por cristales piroeléctricos.

2. EL EFECTO PIROELECTRICO

Ciertos materiales con polarización inherente (electret) generan una carga eléctrica en su superficie cuando sufren cambios de temperaturas. En esto consiste el efecto piroeléctrico parecido al efecto piezoeléctrico utilizado en transductores de presión y sonido.

Los materiales plásticos como PVF y cerámicos como PZT son a la vez piezoeléctricos como transductores de sonido, no tienen la sensibilidad y estabilidad adecudas para detección por infrarrojos en alarmas de intrusión, y desde luego, tales dispositivos podrían ser muy útiles como detectores micofónicos.

Se encontró un material mejor en el tantalato de litio, no microfónico, estable y cristalino, similar al cuarzo. Los cristales de tantalato de Litio se procesan de forma similar a los materiales semiconductores como el silicio. (Fig. 3)

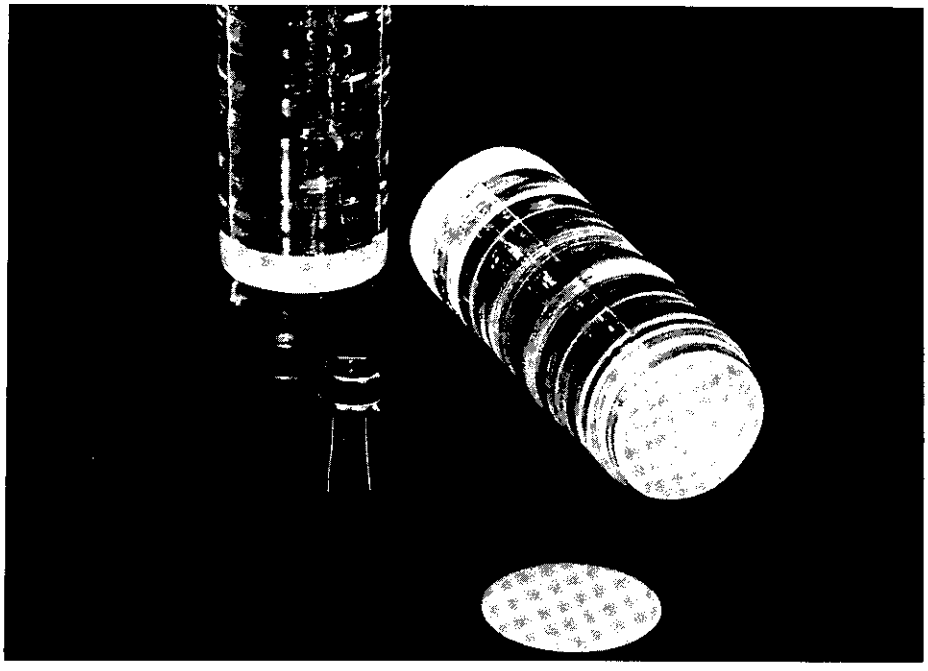


Fig. 3

Aunque de excelente funcionamiento, los detectores de tantalato de litio poseen una impedancia eléctrica extremadamente alta. Esto constituye una seria complicación a la hora de utilizarles. En consecuencia se necesita emplear un especial convertidor de impedancia híbrido. Para ello se han desarrollado transistores de efecto de Campo de bajo ruido y consumo y resistencias de elevadísimo valor (10^{11}) con tecnología de película gruesa.

3. DISEÑO DEL DETECTOR

Un detector típico se compone de una oblea de tantalato de litio con electrodos sobre ambas caras. Cuando la oblea se calienta por la radiación incidente, se generan cargas eléctricas en las caras opuestas que son recogidas por los electrodos.

La oblea de cristal se monta sobre unos cables suspensores que limitan el calentamiento del sustrato y reducen su efecto microfónico (figura 4)

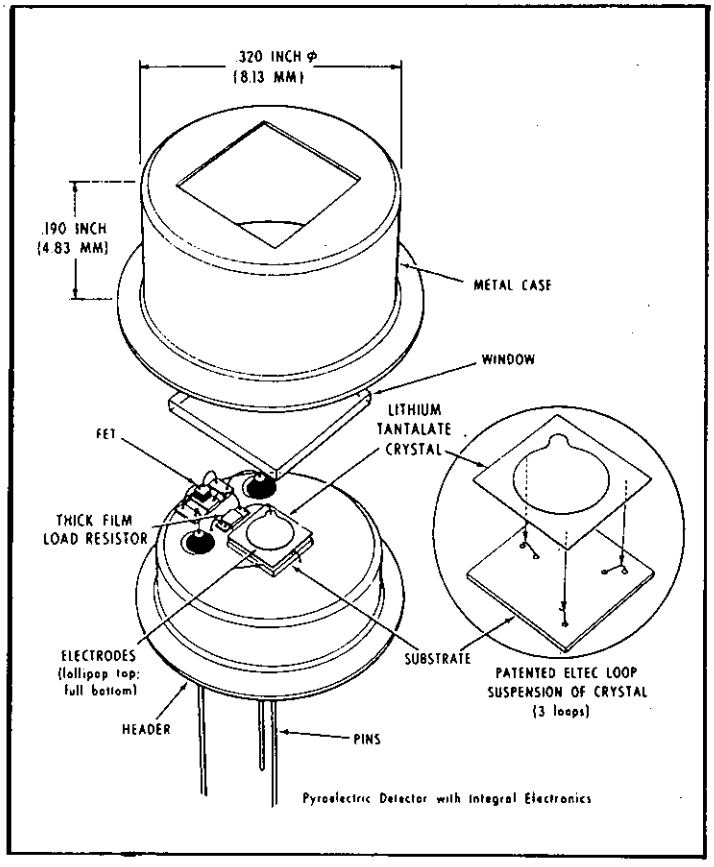


Fig. 4

En el caso más común, se utiliza como convertidor de impedancia un amplificador de tensión funcionando en modo "seguidor de fuente" (figura 5).

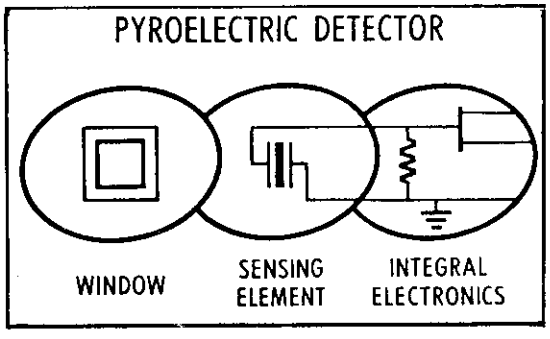


Fig. 5

Este circuito se integra en el dispositivo detector. Cuando se requieren elevadas señales de salida, cabe la posibilidad de integrar conjuntamente circuitos amplificadores y de tratamiento de señal (Fig. 5)

El detector completo se ensambla en una cápsula de transistor del tipo TO 5, herméticamente cerrada y se llena de un gas inerte. Está provisto de una ventana de germanio o silicio (filtro óptico) que cumple las características de la banda de paso -longitudes de onda comprendidas - entre 7 y 14μm-. El filtro se hace conductor eléctricamente y proporciona un total blindaje electromagnético al detector (fig. 6)

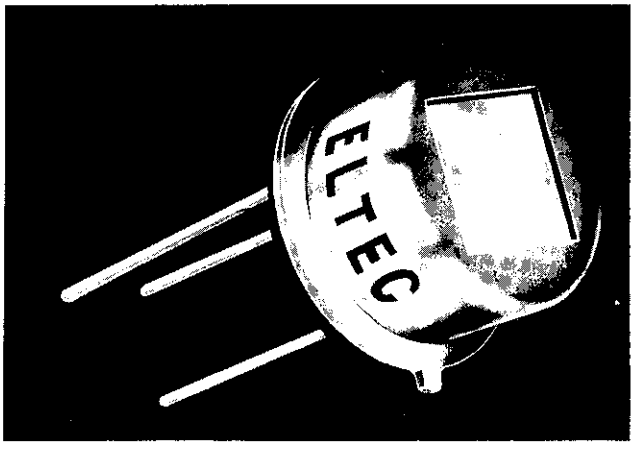
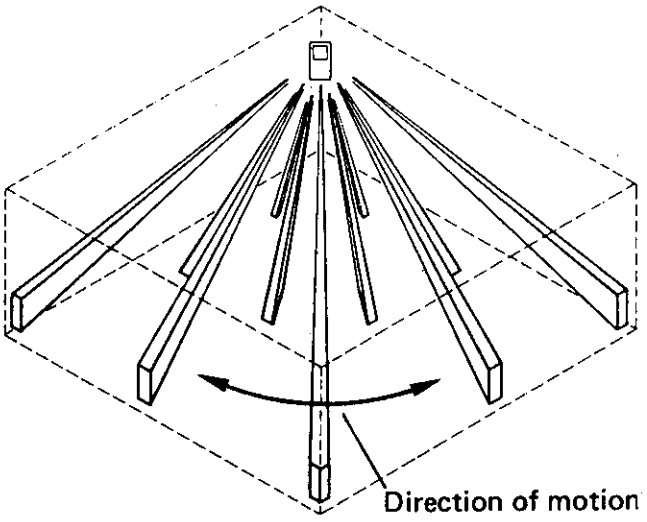


Fig. 6

4. OPTICA

El detector de infrarrojos no puede ser utilizado como dispositivo detector de intrusión sin incorporarle una óptica. Dicha óptica, con enfoque sobre áreas por donde se espera pase el intruso, proporciona no sólo una fuerte intensidad de la señal del orden de 1:50, sino tambien la modulación de la señal cuando el intruso entra y sale de la zona.Es típica la utilización de 1 a 20 áreas de detección que se distribuyen a la manera de varillas de abanico sobre el área bajo protección. (Fig. 7)



Los plásticos y cristales normales no transmiten la larga longitud de onda del infrarrojo en el margen de 7 a 10 m. Los espejos plásticos metalizados y las lentes de Fresnel de plástico delgado se han revelado como prácticos y económicos. Los espejos y lentes se segmentan normalmente, de forma que cada segmento genere un haz diferente enfocando hacia áreas diferentes.

La importancia de la potencia óptica y criterios específicos de diseño se indican en la referencia 3.

5. DETECTORES DOBLES

Los avances en la detección de intrusión por infrarrojo pasivo aparecieron con la introducción del detector doble. El detector simple responde a cualquier perturbación accidental de la radiación infrarroja causada por la luz solar, sistemas de aire acondicionado, calefactores, etc., presentando índices de falsas alarmas inaceptables.

El detector doble o diferencial proporciona una suma analógica de las señales recibidas por dos células detectoras con polaridades opuestas. Las señales ambientales que incidan sobre ambas células son canceladas, no generándose entonces señal a la salida. Sin embargo, las dos células no poseen iguales campos de visión cuando se combinan con espejos o lentes segmentados, de forma que un intruso en movimiento, genera una secuencia de pulsos positivo-negativo. En otras palabras, cada zona del dispositivo se divide en una positiva y otra negativa (Fig. 8).

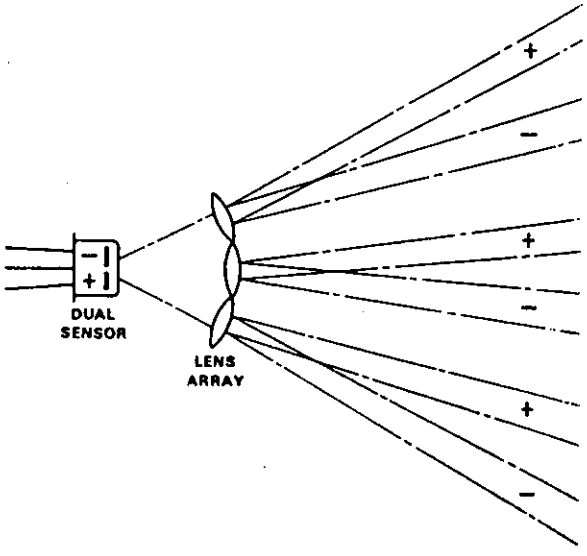


Fig. 8

6. AGRUPACION DE DETECTORES

Las aplicaciones en Sistemas de Seguridad de alto nivel, como protecciones perimetrales externas, necesitan una buena discriminación entre perturbaciones del entorno y una intrusión real. Para estas aplicaciones, se han desarrollado una gama amplia de sofisticados detectores.

Los mejores resultados se obtienen cuando las señales proporcionadas por un conjunto de células adyacentes se comparar unas con otras en discriminadores adecuados de señal o bien en un microprocesador.

Las agrupaciones de detectores comprenden de 2 a 10 células cada una de-ellas con su correspondiente salida. La figura 9 muestra un conjunto de-8 utilizadas en un sistema de vigilancia. Cada célula incorpora su amplificador de señal, ensamblándose el conjunto en un encapsulado de circuito integrado normal. Como las células detectoras se producen en grandes-cantidades para sistemas comerciales de seguridad, cada conjunto puede - ser fabricado con relativa economía, excepcional funcionamiento y fiabilidad. (Fig. 9)

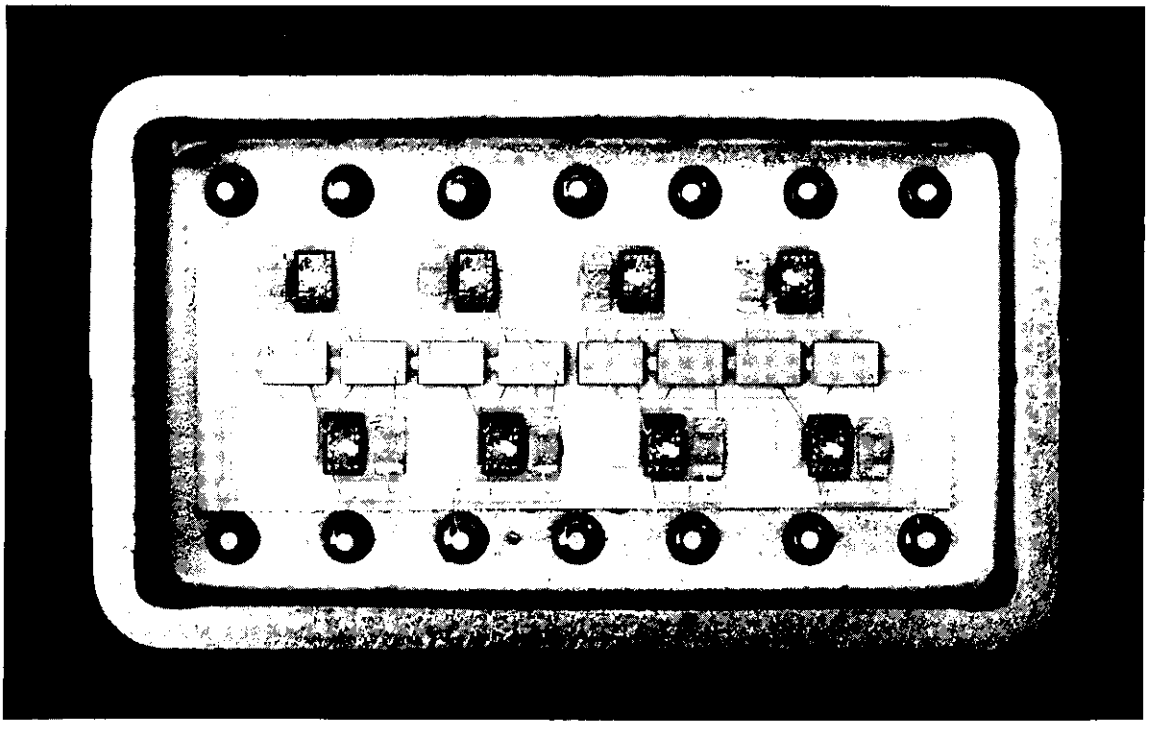


Fig. 9

7. CIRCUITOS ELECTRONICOS

El empleo de dispositivos electrónicos junto a detectores piroeléctricos debe hacerse bajo cuidadosas consideraciones ya que pequeñísimas variaciones de señal en la circuiteria podrían generar la situación de alarma. En consecuencia, una amplia variedad de fallos en los componentes, soldaduras débiles o interferencias electromagnéticas, pueden generar falsas-alarmas.

El circuito básico de la fig. 10 posee un doble regulador de tensión que equilibra los cambios en la alimentación del sensor hasta fracciones de 1 mV.

Existen además dos amplificadores en cascada con ganancias comprendidas entre 1000 y 5000 (de 60 a 75 dB) y con banda de paso en el margen de frecuencias bajas de 0,4 a 4 Hz.

Esta banda de paso se adapta al tipo de señales generadas por el detector para caso de un intruso andando por la zona.

La discriminación de señal se hace con un simple comparador, detectando un pulso que excede un cierto nivel. La fiabilidad puede mejorarse si se detectan las excursiones positiva y negativa de la señal disparándose la alarma cuando ocurren un número minimo de pulsos en un tiempo prefijado. (Fig. 10)

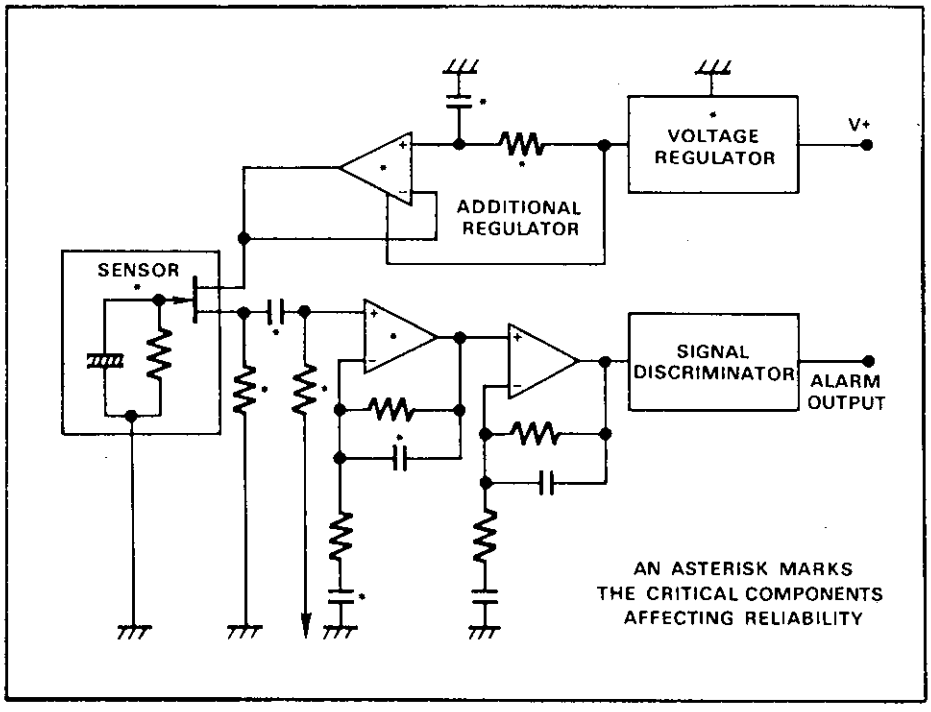


Fig. 10

8. FIABILIDAD

La fiabilidad, o dicho de otra manera, la alta probabilidad de detección y bajo índice de falsas alarmas, es de primordial importancia en los Sistemas de Seguridad.

En general se pensó que los sistemas de infrarrojo fallarían cuando la temperatura ambiente y la superficial del intruso coincidieran. Sin embargo, esta posibilidad se descarta pues ni una ni otra alcanzan esa uniformidad existiendo siempre diferencias que pueden detectarse.

Por otro lado, algunos sistemas de detección de intrusión basados en el infrarrojo pasivo, presentan elevados e inaceptables índices de falsas alarmas. Las razones y fuentes de estas son hoy perfectamente conocidas. (Referencia 3)

El estudio cuidadoso de estos factores permite producir dispositivos detectores de intrusión con indices de falsas alarmas excelentes -estadísticamente, una falsa alarma cada diez años-

Entre los factores más importantes se encuentran:

- Sensores piroeléctricos dobles de Tantalato de Litio
- Opticas potentes
- Cuidada selección de los componentes electrónicos críticos
- Total protección y apantallamiento electromagnético
- Sofisticados discriminadores de señal.

Incluso la radiactividad natural de los materiales utilizados en detectores de intrusión, aunque extremadamente baja, ha sido identificada como fuente espúrea de falsas alarmas. Tratamientos avanzados pueden hacer inmunes a los detectores contra esto.

9. SISTEMAS DE DETECCION DE INTRUSION

Con la introducción en 1.979 de los detectores piroeléctricos dobles de Tantalato de Litio de alta fiabilidad, la protección volumétrica por infrarrojo pasivo llegó a ser el sistema más popular y esto por ser el único sistema pasivo. No emiten microondas, ultrasonidos o luz, con la consiguiente complejidad circuital, alto consumo y posibles radiaciones perjudiciales o detectables.

El sistema de infrarrojo pasivo es inherentemente mejor que otros porque no sólo detecta el tamaño, forma y movimiento del intruso, sino tambien la característica inevitable de su temperatura corporal.

La figura 11 muestra una unidad típica de protección volumétrica por infrarrojo pasivo para aplicaciones comerciales. La caja, pequeña y compacta, tiene una ventana de película plástica especial que es transparente al infrarrojo bloqueando la luz visible. Debajo puede verse la unidad con la circuitería asociada al detector piroeléctrico, situado a la izquierda, y a la derecha, el sistema de espejos. (Fig. 11)

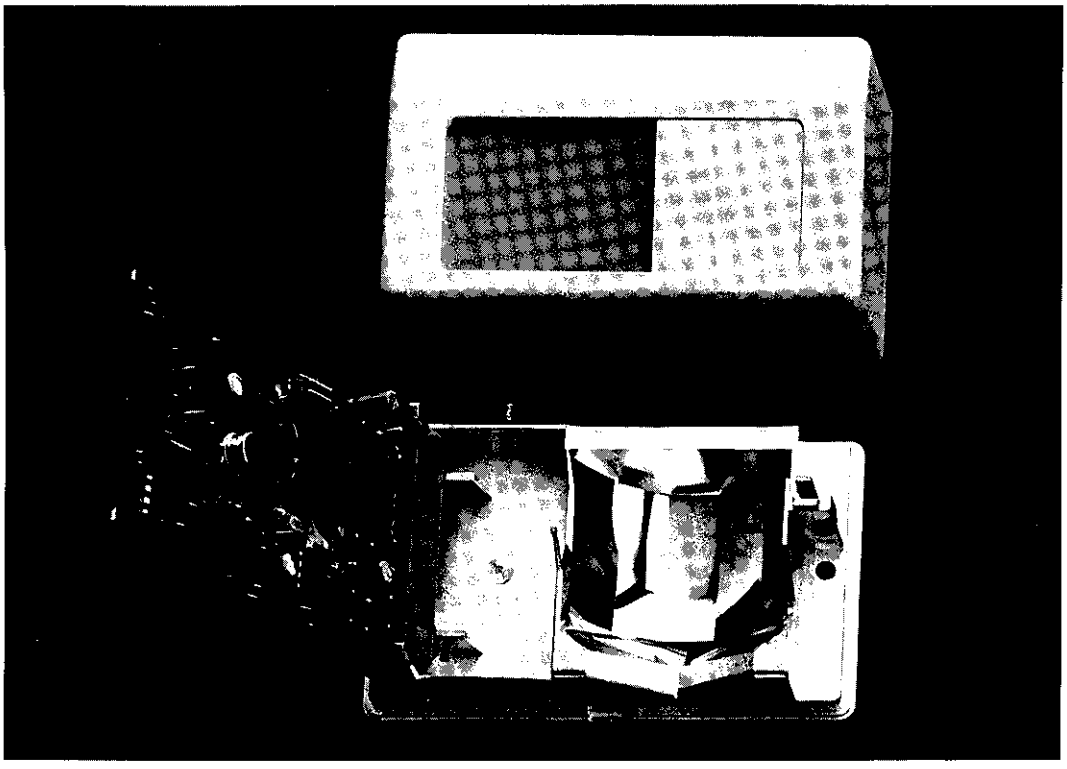


Fig. 11

La figura 12 muestra una unidad para zona simple y aplicaciones externas. Va montada en una carcasa para intemperie de 3 cm. de diámetro. Es de difícil localización y presenta mejoras significativas sobre las abultadas barreras luminosas o los sistemas de microondas. Se utilizan en protección perimetral de alto nivel como plantas nucleares, zonas militares, o vigilancias de fronteras. El alcance de la unidad se extiende hasta los 50 metros. Se encuentra conectada a un dispositivo enterrado de proceso de señal y debido a su modo pasivo de operar y a las bajas corrientes que utilizan los detectores, puede funcionar durante 10 años con una simple batería de Litio. Equipándola con un transmisor de radio constituye un sistema efectivo y simple de vigilancia a distancia de cualquier objeto. (Fig. 12)

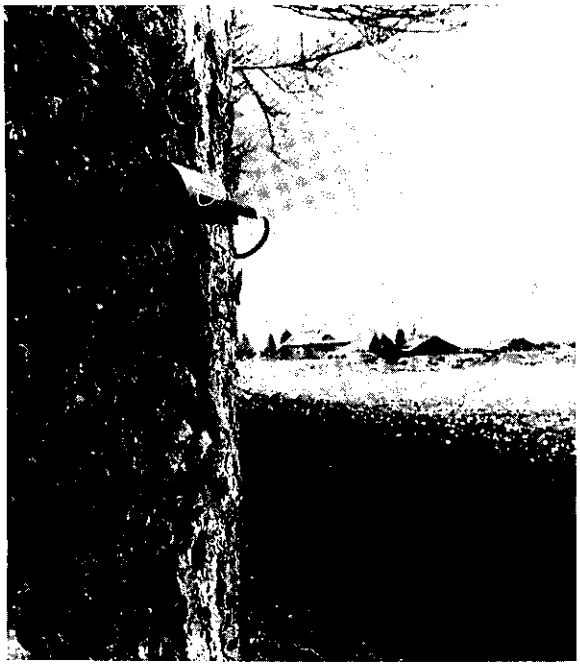


Fig. 12

Otra unidad de infrarrojo Pasivo, que originalmente se diseñó, consistía en un dispositivo de control industrial para contar y localizar objetos en procesos automáticos de facturación, así como para detectar sobrecalentamientos de conjuntos y piezas desgastadas, (Fig. 13) aunque debido a su versatilidad y compacto diseño puede ser práctico para otras aplicaciones: así, en áreas industriales, podría usarse como dispositivo de seguridad evitando lesiones provocadas por robots y otras máquinas peligrosas. Puede ser utilizado tambien para control de tráfico peatonal y de vhículos o incluso para trenes de alta velocidad y aviones. (Fig. 13)

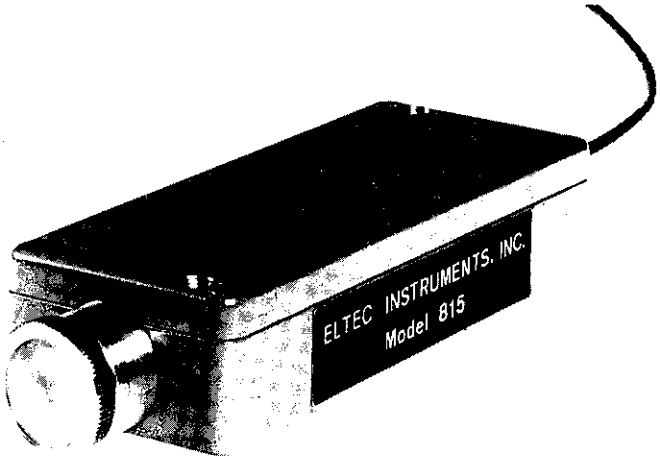


Fig. 13

10. TERMOVISION

La termovisión consiste en la conversión directa en imágen visible de una fuente de radiación térmica. Tales sistemas son utilizados por ejemplo en medicina, para hacer visible la distribución de temperaturas del cuerpo o en aplicaciones similares y de seguridad como en los dispositivos de visión nocturna.

La mayoría de los sistemas utilizan hoy cualquiera de las dos técnicas siguientes: o el tubo de cámara vidicón piroeléctrico o el detector de exploración mecánica de aire líquido M.C.T. (Mercurio cadmio teluro) pero son voluminosos y caros.

Surgen posibilidades alternativas con las agrupaciones de detectores piroeléctricos de Tantalato de Litio. Estos detectores están disponible incorporando amplificadores integrados que activaran directamente pantallas de diodos LED.

La fig. 14 indica el principio de funcionamiento de estos sistemas: La radiación objeto es registrada por lentes plásticas de Fresnel sobre una agrupación lineal de detectores piroeléctricos. Cada célula detectora activa un LED situado en la parte posterior del conjunto. Los LED proporcionan una información visual y directa de la radiación infrarroja que incide sobre el conjunto un movimiento oscilatorio adicional - proporciona la aparición de la imágen completa. (Fig. 14)

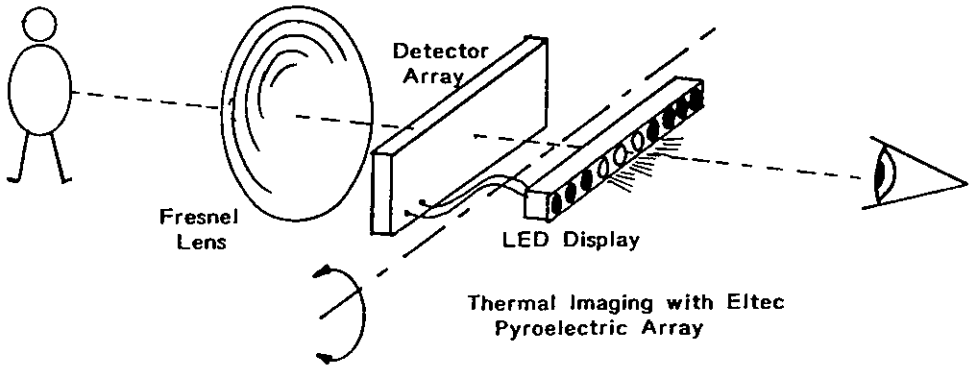


Fig. 14

Aunque tal sistema tiene tan solo unos 100 elementos de imágen y en - consecuencia es pobre de calidad de imágen y resolución, puede ser muy útil para localizar intrusos y vehículos en la oscuridad y en presencia de niebla, siendo relativamente barato, funcionando a batería y compacto como una pequeña cámara.

REFERENCIAS

1) (-) "Introduction to Infrared Pyroelectric Detectors" Data No. 100, ELTEC INSTRUMENTS SA, P.O. Box 564, Neugutstrasse 4, CH- 8304 Wallisellen-Zurich, 1981

2) H. J. Keller, D. Cima, "Choosing and Using Pyroelectric Detectors", Data No. 101, ELTEC INSTRUMENTS SA, P.O. Box 564, Neugutstr. 4 CH- 8304 Wallisellen-Zurich, 1981

3) H. J. Keller, D. Cima, "Achieving High Reliability in Passive Infrared Intruder Alarms with Lithium Tantalate Pyroelectric Detectors". Proc. SPIE 395, 1983 (ELTEC data 104)

4) J. Muggli, P. Wägli, "Infrared Technology Applied to Security Systems", Proc. SPIE 395, 1983

5) P. Steiner, P. Wägli, "New Developments in Ultrasonic and Infrared Motion Detectors", Proc. Carnahan Conference, 132, Oct. 1983, OES Publ., University of Kentucky, Lexington

6) H. J. Keller, "Advanced Pyroelectric Sensors for Passive Infrared Intruder Alarms", Proc. Carnahan Conference, 132, Oct. 1983, OES Publ., University of Kentucky, Lexington

Fig. 7 and Fig. 11 by courtesy of Cerberus Ltd., CH- 8708 Männedorf

silverlight
Worldwide Product Distribution and Technical Support:
Silverlight Ltd., CH- Winterthur, Switzerland
info@silverlight.ch www.silverlight.ch