

Criterios de diseño de un sistema de alarma contra intrusiones para la sala de profesores de la FACI – UTLVTE

Design criteria for an intrusion alarm system for the FACI – UTLVTE Teachers' Room

Carlos Iván Rueda-Panchano

ivan.rueda@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5067-6277>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

RESUMEN

La sala de profesores de la Facultad de Ingenierías (FACI) de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas (UTLVTE), continuamente es visitada por estudiantes que se acercan a este espacio a hacer consultas a sus profesores, pero también, se ha identificado que hay personal externo a la UTLVTE que puede ingresar al mismo, sin ninguna restricción, lo cual representa un riesgo para la seguridad. El presente artículo identifica los criterios de diseño de un sistema de seguridad electrónico pasivo ("Sistema de Alarma") para la sala de profesores de la FACI que permita aminorar los riesgos de seguridad en este recinto. La identificación de estos criterios de diseño permite proponer un sistema idóneo para el área que se desea resguardar. Se trata entonces de encontrar un sistema avanzado de seguridad, con equipos que cumplan especificaciones técnicas adecuadas y sigan una filosofía de operación apropiada de acuerdo a las actividades rutinarias o normales que en el día a día se desarrollan en este lugar.

Palabras claves: sistema electrónico de seguridad, sistema de alarma, criterios de diseño, especificaciones técnicas.

ABSTRACT

The faculty room of the Faculty of Engineering (FACI) of the Luis Vargas Torres de Esmeraldas Technical University (UTLVTE), is continually visited by students who come to this space to ask questions to their professors, but it has also been identified that There are personnel from outside the UTLVTE who can enter it without any restrictions, which represents a security risk. This article identifies the design criteria for a passive electronic security system ("Alarm System") for the FACI teachers' room that allows reducing security risks in this facility. The identification of these design criteria makes it possible to propose an ideal system for the area to be protected. It is then a matter of finding an advanced security system, with equipment that meets adequate technical specifications and follows an appropriate operating philosophy according to the routine or normal activities that take place in this place on a day-to-day basis.

Keywords: electronic security system, alarm system, design criteria, technical specifications.

INTRODUCCIÓN

Un sistema de alarma proporciona protección contra robos, intrusiones y otros peligros potenciales, brinda tranquilidad a los propietarios y les permite supervisar y controlar su vivienda de manera remota.

En el presente artículo se realiza una revisión literaria de los componentes de un sistema de alarma para la sala de profesores de la FACI, para obtener criterios de diseño, que permitan proponer en forma idónea las especificaciones técnicas de los dispositivos utilizados y la respectiva filosofía de operación del sistema de seguridad. Vale la pena mencionar, que en (Rueda-Panchano, 2023a) se ha desarrollado información adicional relacionada con la presente investigación. En el mencionado artículo, se trata información complementaria que permite llevar a cabo la construcción del sistema de seguridad, así como también, su configuración.

Metodología

La presente investigación utiliza la metodología propuesta en (Rueda-Panchano, 2023b):

Para el desarrollo del presente artículo se ha utilizado el método deductivo de investigación científica y la técnica de investigación documental. Con esta metodología se ha podido obtener y clasificar información centrada en la identificación de un problema de investigación bajo un contexto en el que se ha buscado deducir o plantear una propuesta de solución a través del estudio de diversas fuentes de información escrita o de otra índole. (p. 3)

Desarrollo

Planteamiento del problema

A lo largo del tiempo, el ser humano ha utilizado diversos métodos y procedimientos que han evolucionado hasta convertirse en sistemas inteligentes de seguridad. Así en la actualidad, se ha hecho común instalar este tipo de sistemas de seguridad en lugares residenciales, comerciales e incluso industriales. Estos sistemas detectan situaciones peligrosas, disuaden a intrusos y registran o informan los eventos según su programación o configuración. En resumen, un sistema de alarma es fundamental en un lugar por varias razones, entre las cuales destacan, la protección contra robos e intrusiones, la disuasión de intrusos, el monitoreo remoto, la detección temprana de incendios (en caso de que sea requerido), y la

integración con otros sistemas domóticos (ej. control de accesos, iluminación, aire acondicionado, etc.). Con lo hasta aquí mencionado, se puede deducir que es deseable contar en la sala de profesores de la FACI con un sistema de alarma para detectar y disuadir intrusos y también, a la vez, reducir el riesgo de robo de objetos puesto que es fundamental proteger los activos de los docentes y estudiantes. Por esta razón, el presente artículo aborda esta problemática brindando las bases para encontrar una solución, a través de la propuesta de los criterios de diseño de un sistema de alarma para la mencionada sala de profesores de la FACI.

Revisión Literaria

Variables físicas del sistema de seguridad electrónico.

En un sistema de seguridad electrónico o sistema de alarma, hay variables físicas que deben ser monitoreadas. De entre estas variables, destacan el movimiento y la posición, las cuales deben ser monitoreadas de forma constante, es decir, con alta frecuencia. Por esto, estos sistemas, por lo general, siempre constan de sensores de posición y movimiento. Además, en el sistema no pueden faltar una o varias unidades de procesamiento (controladores) y un sistema de actuación que lleva a cabo una acción específica (ej. encender una alarma audible, luminarias, enviar una notificación a un celular, etc.). de acuerdo a los valores provenientes desde los sensores, los cuales son datos recibidos y procesados por el controlador del sistema (Ramírez et al., 2014; Wikipedia contributors, 2023b).

Descripción del sistema de alarma.

Un primer paso en el diseño de un sistema de alarma, consiste en determinar las magnitudes o variables físicas que deben ser supervisadas. Determinando aquello, se pueden identificar los equipos adecuados que cumplan con las especificaciones técnicas deseadas satisfaciendo los requisitos de servicio de un hardware de seguridad. En el artículo actual, se propone la implementación de un sistema alarma "a prueba de intrusos" en la sala de profesores de la FACI. Por lo tanto, las funciones principales para este sistema, son la de monitorear el sitio con cámaras de seguridad y actuar de manera disuasiva ante la presencia de intrusos usando sensores de posición, de movimiento y una alarma audible (sirena). Este sistema de seguridad utiliza dispositivos elaborados principalmente por el fabricante DSC, puesto que el mismo tiene una amplia gama de productos para sistemas de seguridad electrónicos, y además es un fabricante confiable en este ámbito y lo más importante es que ofrece productos con precios accesibles.

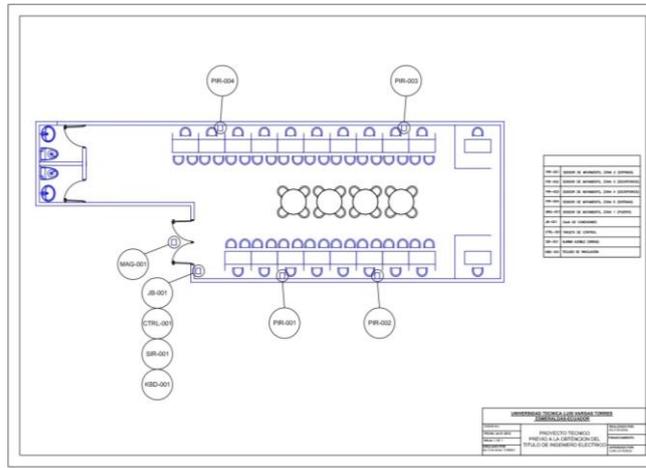
Filosofía de operación del sistema de alarma

El sistema de alarma, opera en tres modos que son: detección, disuasión y reporte/registro de eventos de intrusión en el área protegida (Pinza & Rueda, 2018). Estos tres modos suceden en forma cronológica, es decir por fases. En la primera fase, el sensor monitorea el área asegurada detectando al intruso en la sala de profesores de la FACI; luego, en una segunda fase, al detectarse a un intruso se activa una sirena para disuadirle; y finalmente, en la última fase se registra en la memoria del controlador del sistema el evento de intrusión, activado de sirena, y otra acción que haya sido realizada por el sistema de alarma.

Para conseguir este tipo de operación el sistema de alarma consta de detectores (sensores) de posición y/o movimientos ubicados estratégicamente en zonas vulnerables o accesibles para los delincuentes, como son las puertas y ventanas del recinto a proteger. En el caso específico de la sala de profesores de la FACI, se coloca un sensor de posición magnético (TAG: MAG-001) en la puerta de entrada a la sala, para detectar si esta puerta está abierta o cerrada. Además, se utilizan cuatro sensores de movimiento (TAGs: PIR-001/002/003/004) para detectar el movimiento de intrusos que hayan logrado ingresar a la sala mientras el sistema de alarma se encuentre activado. Cuando la zona de detección es violada, se completa la primera fase (detección) y se activa la sirena (alarma audible) como parte de la segunda fase, disuadiendo al intruso. Posteriormente, el sistema de seguridad pasa a la tercera fase de operación y registra el evento en la tarjeta de control (TAG: CTRL-001).

Además de las señales provenientes de sensores, el sistema de alarma también registra las funciones ingresadas por una persona a través del teclado de control (TAG: KBD-001). Por otro lado, la tarjeta de control tiene la capacidad de comunicarse con una central telefónica, ya sea ésta un teléfono convencional o un celular. La tarjeta de control, se interconecta con un teclado y una batería de respaldo de energía. La tarjeta, el teclado y la batería van colocados dentro de una caja de conexiones (TAG: JB-001). La sirena para disuadir intrusos (TAG: SIR-001) se ubica preferiblemente, en una posición de difícil acceso y a una altura que dificulte ser alcanzada por actos vandálicos que la destruyan. En base a la filosofía de operación aquí presentada, el plano mostrado en la Figura 1 propone la ubicación de los dispositivos del sistema de alarma para la sala de profesores. La Tabla 1 presenta la lista de instrumentos y señales de este sistema de alarma preparado de acuerdo al plano de ubicación de instrumentos y a la filosofía de operación aquí planteada.

Figura 1. Plano de ubicación de instrumentos.



Nota. Basado en (Arroyo & Rueda, 2018)

Tabla 1 Lista de instrumentos y señales

ITEM	Tag	Descripción del Instrumento o Equipo	Descripción de la Señal
1	CTRL-001	Tarjeta de Control. Fabricante: DSC. Modelo: PC1832	-
2	SIR-001	Alarma audible. Fabricante: DSC. Modelo: 1832	Hardwired
3	KBD-001	Teclado de vinculación. Fabricante: DSC. Modelo: LCD5511	Señal resistiva: Inactivo 0 Ω. Activo 5.35 kΩ
4	PIR-001	Sensor pasivo infrarrojo. Fabricante: DSC. Modelo: 1832 LC 100PI	Señal resistiva: Inactivo 0 Ω. Activo 5.35 kΩ
5	PIR-002	Sensor pasivo infrarrojo. Fabricante: DSC. Modelo: 1832 LC 100PI	Señal resistiva: Inactivo 0 Ω. Activo 5.35 kΩ
6	PIR-003	Sensor pasivo infrarrojo. Fabricante: DSC. Modelo: 1832 LC 100PI	Señal resistiva: Inactivo 0 Ω. Activo 5.35 kΩ
7	PIR-004	Sensor pasivo infrarrojo. Fabricante: DSC. Modelo: 1832 LC 100PI	Señal resistiva: Inactivo 0 Ω. Activo 5.35 kΩ
8	MAG-001	Sensor magnético para puerta. Fabricante: Local. Modelo: Genérico	Señal resistiva: Inactivo 0 Ω. Activo Muy alta resistencia

Nota. Basado en (Arroyo & Rueda, 2018; Quiñónez & Rueda, 2018)

Especificaciones técnicas del sistema de seguridad electrónico.

En el ámbito de la seguridad, es crucial disponer de dispositivos muy confiables y duraderos. Los dispositivos mencionados en la Tabla 1 deben cumplir estas dos características esenciales. A continuación, se identifican especificaciones técnicas requeridas para cada uno de los componentes del sistema de alarma. Estas mismas especificaciones técnicas (o similares) deben ser ubicadas dentro de las características proporcionadas en datasheets o manuales de los fabricantes para cada uno de los componentes del sistema de alarma.

A continuación, se proporciona una descripción de las principales especificaciones técnicas deseables para cada componente del sistema de seguridad electrónico, determinándose posteriormente al fabricante y modelo requerido respectivo del componente.

Tarjeta de control.

La central de proceso o tarjeta de control, desempeña un papel fundamental en el sistema de seguridad electrónico. Su función principal es monitorear y controlar automáticamente los elementos sensores y actuadores del sistema. Esto quiere decir que recopila información sobre el estado de los diferentes sensores de movimiento o posición y activa la sirena en caso de intrusión en el área protegida. Esta tarjeta debe contar con una protección por cableado de al menos 8 zonas, ampliable hasta a 32 zonas mediante módulos adicionales. La tarjeta de control también debe basarse en un microprocesador y tener una memoria EEPROM que almacena todas las instrucciones y datos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema. Estas instrucciones deben poder programarse durante la instalación del sistema a través del teclado de vinculación.

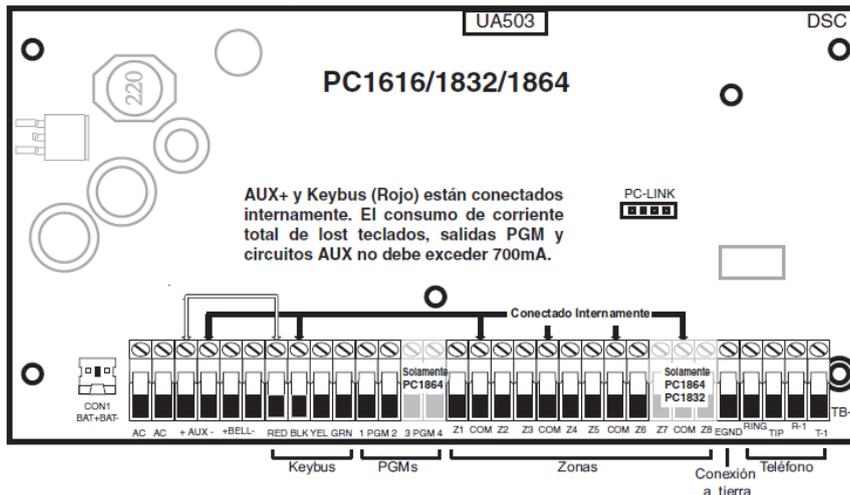
En este trabajo se utiliza la tarjeta de control ilustrada en la Figura 2, fabricada por la marca DSC con el modelo PC 1832 Versión 4.7 ya que cumple las especificaciones técnicas mencionadas con anterioridad.

Principales especificaciones técnicas de la tarjeta de control (Quiñónez & Rueda, 2018):

- Cantidad de zonas en la tarjeta de control: 8.
- Protocolos de comunicación: Contact ID y SIA.
- Detección de corte de línea de teléfono: Sí.
- Soporte de comunicación celular añadiendo un módulo GSM 1000: Sí.
- Salida de sirena: 12 VDC / 700 mA.
- Memoria EEPROM (no pierde programación en corte de energía): Sí.

Temperatura de operación: 0 a 55 °C

Figura 2.
Tarjeta de control DSC PC 1832 V 4.7.



Nota. Tomado de (DSC, 2013b).

Teclado.

El teclado es un dispositivo de entrada numérico similar al teclado de un teléfono. Está equipado con una pantalla LCD que muestra símbolos y números, lo que le permite al usuario verificar si el sistema está funcionando correctamente. Tiene como principal función facilitar la programación y control del sistema de alarma. Permite al usuario introducir comandos utilizando códigos predefinidos o contraseñas numéricas para activar o desactivar funciones del sistema. El teclado también tiene botones que pueden activar instantáneamente una llamada de emergencia a servicios como bomberos, policía o paramédicos (DSC, 2003).

En este trabajo se utiliza el teclado modelo LCD5511, fabricado por la marca DSC, con el cual se cumplen las especificaciones técnicas requeridas mencionadas con anterioridad. A continuación, se mencionan las principales especificaciones técnicas de este tipo de teclado (Quiñónez & Rueda, 2018):

- Voltaje nominal: 12 VDC.
- Consumo de corriente: 22 mA (normal) / 85 mA (máximo).
- Teclas de funciones programables: Sí.
- Backlight: Sí.
- Dimensiones: 75 mm x 120 mm x 25 mm.
- Temperatura de operación: -10 a +55 °C.
- Zonas de seguridad: Hasta 64.

Sensor de posición magnético para puertas y ventanas.

Los sensores magnéticos son dispositivos compactos que operan utilizando el campo magnético generado por un imán permanente. Estos sensores constan de dos piezas que se colocan separadas una de la otra. Una pieza, la imantada, se coloca en el marco de la puerta o ventana, mientras que la otra se coloca directamente en la puerta o ventana en la cual se desea capturar el cambio de posición. Cuando ambas piezas se unen, un contacto seco cierra un circuito que lleva una señal eléctrica a la tarjeta de control. Si el circuito se cierra o se abre, la tarjeta de control interpreta que la posición del objeto

supervisado (ventana o puerta) ha cambiado.

El sensor magnético elegido se puede conseguir con algún fabricante local (genérico), pero debe cumplir o superar las siguientes especificaciones técnicas (Quiñónez & Rueda, 2018):

- Distancia máxima de apertura entre imán: 6 cm.
- Vaina plástica flexible para protección del cable: Sí.
- Dimensiones: 6 cm x 1.5 cm x 1.3 cm.
- Peso: 70 gr.

Sensor pasivo infrarrojo.

La detección de movimiento a través de este tipo de sensores se basa en la detección de las emisiones de radiación térmica, (Wikipedia contributors, 2023a). El sensor debe capturar las radiaciones térmicas y así detectar el movimiento en las zonas monitoreadas. Debe ser configurable en cuanto a su sensibilidad para evitar la detección indeseable de mascotas.

Para cumplir las especificaciones técnicas previamente mencionadas, se elige al sensor LC-100-PI del fabricante DSC, el mismo que capta la diferencia de temperatura en el entorno que supervisa, y así detecta el movimiento de objetos calientes (personas, animales, etc.). Este sensor emplea un transductor PIR, que captura la radiación térmica en su entorno. La sensibilidad del transductor de este sensor es configurable de manera que se puede evitar la detección no deseada de animales (ej. mascotas) de hasta 25 kg (DSC, 2013a).

Principales especificaciones técnicas del sensor infrarrojo LC-100-PI (Quiñónez & Rueda, 2018):

- Voltaje de alimentación: 9.6 VDC hasta 16 VDC.
- Campo visual cónico: 90°, 120° y 180°.
- Consumo de corriente: activo 12 mA (\pm 5%), reposo 8 mA (\pm 5%).
- Salida: Contacto seco forma A (N.O.).
- Tamper switch: Sí, N.C. Se activa cuando se retira la tapa.
- Indicador LED: LED activado (ON) durante la alarma.
- Temperatura de funcionamiento: 0 hasta 55 °C.
- Dimensiones: 92 mm x 62.5 mm x 40 mm.
- Peso: 61 g.
- Distancia de detección: 15 m x 15m.

Sirena SD-20W.

Se desea que el sistema de seguridad emita una alarma sonora de alta intensidad (100 decibelios) a través de una sirena, que advierta acerca de la presencia de un intruso y le conmine a este intruso a abandonar al área asegurada.

Una sirena que cumple esta especificación técnica es la del fabricante DSC modelo SD-20W. Esta sirena además cuenta con protección para evitar manipulaciones, y en todos los casos funciona con una batería, lo que le permite seguir operando incluso si se retira la fuente de alimentación principal del sistema de alarma o se corta el cable que conecta la sirena con la tarjeta de control.

Principales especificaciones técnicas de la sirena SD-20W (DSC, 1999; Quiñónez & Rueda, 2018):

- Alto nivel sonoro (\geq 100 dB): Sí.
- Tonos: 2.
- Dimensiones: 14 cm x 18 cm x 6 cm..
- Tamper switch: Sí.
- Voltaje de alimentación: 12 VDC, 700 mA.
- Potencia: 20 W.

Transformador de pared.

La función principal de un transformador de sistema de alarma es suministrar energía eléctrica al panel del sistema

de alarma y cargar su batería de respaldo. Por lo tanto, en este caso es recomendable seleccionar un transformador de voltaje específico para aplicaciones de paneles de sistemas de alarma. En base a lo anterior, se ha elegido el transformador PS-1640 del fabricante SFIRE, el cual de acuerdo a (Syscom, 2023), está dedicado a aplicaciones específicas de este tipo.

Principales especificaciones técnicas del transformador PS-1640 (Quiñónez & Rueda, 2018):

- Alto nivel sonoro (≥ 100 dB): Sí.
- Tonos: 2.
- Dimensiones: 14 cm x 18 cm x 6 cm..
- Tamper switch: Sí.
- Voltaje de alimentación: 12 VDC, 700 mA.
- Potencia: 20 W.

Batería de respaldo.

El propósito de este componente es garantizar un suministro eléctrico continuo al sistema de alarma, evitando que un corte en la energía convencional provoque un malfuncionamiento y permitiendo que el sistema siga protegiendo de manera completamente operativa.

Las especificaciones técnicas de la batería modelo PL-4.5-12 del fabricante ecom cumplen con los requerimientos del sistema de alarma:

- Batería de ácido-plomo sellado: Sí.
- Voltaje de alimentación: 12 VDC, 4 Ah, 7 Ah o 14 Ah.
- Dimensiones: 15.2 cm x 6.6 cm x 9.9 cm.
- Peso: 2.4 kg.

Conclusiones

La instalación del sistema de alarma en la sala de profesores de la FACI – UTLVTE tiene como principal objetivo prevenir o reducir pérdidas por robo. En base a esta premisa, en este artículo se han descrito los criterios del diseño de un sistema de alarma para esta locación; estos criterios de diseño han sido descritos y a través del análisis de los mismos se han identificado las especificaciones técnicas de los dispositivos requeridos para esta instalación. Se identificaron los sensores necesarios, el actuador y el controlador y sus especificaciones técnicas requeridas, así como también su respectiva ubicación y etiquetado para una correcta identificación en listados. En el artículo (Rueda-Panchano, 2023a) se mencionan otros temas relevantes relacionados con este sistema de alarma, como son su implementación y configuración.

REFERENCIAS

- Arroyo, E., & Rueda, C. (2018). *Diseño e Implementación de un Sistema de Alarma Anti-Intrusos en la Sala de Profesores de la Facultad de Ingenierías y Tecnologías - PARTE 3* [Pregrado, Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas]. Ecuador.
- DSC. (1999). *Sirens & Buzzers*. Digital Security Controls Ltd. <https://objects.eanixter.com/PD484542.PDF>
- DSC. (2003). *Using the LCD5511 Keypad*. Digital Security Controls Ltd. <https://cms.dsc.com/download.php?t=1&id=12353>
- DSC. (2013a). *Detector PIR Digital Inmune a Mascotas LC-100-PI*. Digital Security Controls Ltd. <https://cms.dsc.com/download.php?t=1&id=17300>
- DSC. (2013b). *PC1616/PC1832/PC1864 versión 4.7: Guía de Instalación*. Digital Security Controls Ltd. <https://cms.dsc.com/download.php?t=1&id=17309>
- Pinza, J., & Rueda, C. (2018). *Diseño e Implementación de un Sistema de Alarma Anti-Intrusos en la Sala de Profesores de la Facultad de Ingenierías y Tecnologías - PARTE 2* [Pregrado, Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas]. Ecuador.
- Quiñónez, L., & Rueda, C. (2018). *Diseño e Implementación de un Sistema de Alarma Anti-Intrusos en la Sala de Profesores de la Facultad de Ingenierías y Tecnologías - PARTE 1* [Pregrado, Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas]. Ecuador.
- Ramírez, L. G. C., Jiménez, G. S. A., & Carreño, J. M. (2014). *Sensores y Actuadores*. Grupo Editorial Patria. <https://books.google.com.ec/books?id=wMm3BgAAQBAJ>
- Rueda-Panchano, C. I. (2023a). Implementación de un Sistema de Alarma contra Intrusiones en la Oficina de Profesores de la FACI - UTLVTE. *Manuscript submitted for publication*.
- Rueda-Panchano, C. I. (2023b). Investigación sobre la Aplicación de la Automatización Residencial con el Objetivo de Reducir el Riesgo de Robo en una Vivienda Común. *Manuscript submitted for publication*.
- Syscom. (2023). *Transformador de pared de 16.5 Vca, 40 VA*. syscom.mx. Retrieved May 18 from <https://syscom.mx/product/PS1640-SFIRE-76984.html>
- Wikipedia contributors. (2023a). *Radiación térmica*. wikipedia.com. Retrieved May 17 from https://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_t%C3%A9rmica
- Wikipedia contributors. (2023b). *Sistema de alarma*. wikipedia.com. Retrieved May 24 from https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_alarma