Switch infrarrojo utilizado para disminuir el consumo innecesario de energía eléctrica del hogar y empresa

José Francisco Moreno de la Fuente[1]; María de los Ángeles Robledo Arias[1]

[1]Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Ciudad Victoria, Tamaulipas.
Autor responsable: tenaltam@gmail.com

Área: Informática

RESUMEN

La investigación surge por la preocupación del uso innecesario de energía eléctrica en el hogar o negocio, y ayudar a personas discapacitadas a mejorar su vida y movilidad. El sector energético emite el 77% de emisiones de gases de efecto invernadero, del cual, el sector residencial y servicios emite el 14%, incrementándose en temporada de verano e invierno. Se requiere disminuir 18% el consumo residencial y el 31% de la población mexicana presenta alguna discapacidad o es adulto mayor y tiene la necesidad de movilidad y confort en su hogar. Diseñar un switch infrarrojo para accionar cualquier dispositivo electrónico que controle el consumo de energía eléctrica en el hogar y negocio para disminuir el uso innecesario de luz y mejorar la vida del discapacitado y su movilidad. El tipo de investigación es cuantitativa. La variable independiente es la radiación electromagnética infrarroja y las variables dependientes son la señalización de control de la función específica a realizar. Se realiza un bosquejo del switch y montaje del circuito a prueba y error. Se diseñan dos instrumentos de recolección de datos: cuestionario de necesidades del discapacitado y la hoja de registro y seguimiento. Se elige una muestra piloto de 50 hogares. Desarrollo TRL-8 del prototipo, el discapacitado permite tener el control de encendido y apagado de todos los dispositivos electrónicos de su casa y el consumo de energía eléctrica se reduce 20%. Se diseñó y desarrolló un dispositivo electrónico para controlar el encendido y apagado de aparatos eléctricos del hogar y negocio, incluyendo el consumo stand-by, con la finalidad de disminuir el consumo innecesario de energía eléctrica y ayudar en la movilidad y confort al discapacitado.

Palabras clave: *sensor infrarrojo, fototransistor, movilidad del discapacitado.*

ABSTRACT

This research stems from concerns regarding unnecessary electricity consumption in homes and businesses, as well as the desire to improve the lives and mobility of people with disabilities. The energy sector accounts for 77% of greenhouse gas emissions; within this, the residential and services sectors contribute 14%, with usage peaking during the summer and winter seasons. There is a need to reduce residential consumption by 18%, and 31% of the Mexican population consists of individuals with disabilities or older adults who require mobility and comfort within their homes. The project aims to design an infrared switch capable of operating any electronic device to manage electricity consumption in homes and businesses, thereby reducing unnecessary lighting use and enhancing the mobility and quality of life for people with disabilities. This is a quantitative study. The independent variable is infrared electromagnetic radiation, while the dependent variables are the control signals governing specific functions. A preliminary switch design and circuit assembly were developed using a trial-and-error approach. Two data collection instruments were created: a questionnaire regarding the needs of individuals with disabilities and a tracking and recording log. A pilot sample of 50 households was selected. The prototype reached TRL-8 development status, enabling users with disabilities to control the power (on/off) of all household electronic devices and resulting in a 20% reduction in electricity

Recibido: 02 de octubre de 2024. **Aceptado:** 30 de octubre de 2024. **Publicado:** 30 de diciembre de 2024.

consumption. An electronic device was designed and developed to control the power status of electrical appliances in homes and businesses—including standby power usage—with the goal of minimizing unnecessary electricity consumption and improving mobility and comfort for individuals with disabilities.

Keywords: *infrared sensor, phototransistor and movility of the disabled.*

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, "una persona es discapacitada si su integridad física o mental se ve afectada temporal o permanentemente, ya sea de forma congénita o como consecuencia de la edad o de un accidente, de modo que se ve comprometida su autonomía, su capacidad para asistir a la escuela o para desempeñar un trabajo". Y las estadísticas de personas con discapacidad tienden a aumentar debido al envejecimiento de la población, el aumento de los trastornos de la motricidad, las enfermedades crónicas y el aumento de los trastornos del estilo de vida como son la obesidad, el sedentarismo, entre otros.

La sociedad debe planificar la readaptación de la accesibilidad para las personas con discapacidad y las industriales deben diseñar equipos de alta tecnología que les proporcionen la máxima autonomía, seguridad y confort; los equipos para personas con discapacidad satisfacen múltiples necesidades, entre ellas contar con el equipo doméstico ajustable para mejorar su autonomía e independencia en su hogar y alcanzar un movimiento fluido, seguro y confortable.

OBSERVACIÓN

En el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, preocupados por mejorar el día a día del minusválido en su hogar y a la vez el consumo innecesario de la energía eléctrica en el hogar o negocio, se planteó el poder mitigar ese uso utilizando los conocimientos en electrónica, para ahorrar energía eléctrica y colaborar con el cuidado y protección al medio ambiente, y a la vez, ayudar al minusválido en su movilidad y confort.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Determinar,

¿Cuáles son las necesidades de movilidad del discapacitado en su día a día en el hogar?,

¿Cuáles son las opciones para evitar el consumo innecesario de energía eléctrica en el hogar y negocio a través de un dispositivo electrónico?,

¿Cuál sería el diseño del dispositivo electrónico?,

¿Cuál es la eficiencia y costo del dispositivo electrónico? y

¿Cuál es la efectividad del dispositivo electrónico en relación a las necesidades de movilidad y confort del discapacitado en su hogar y la reducción del consumo innecesario de energía eléctrica?

HIPÓTESIS

H_1: Al averiguar cuáles son las actividades diarias del minusválido en su hogar, se conocerán sus necesidades de movilidad y confort, así como también, las opciones de dispositivos electrónicos que a la vez disminuyan el consumo innecesario de energía eléctrica

H_2: Al averiguar cuáles son las opciones de dispositivos electrónicos que ayudan a disminuir el consumo innecesario de luz en el hogar y negocio, y a la vez cubran las necesidades de movilidad y confort del discapacitado, se conocerán los componentes electrónicos más adecuados

H_3: Al contar con los conocimientos sobre los componentes electrónicos, se diseñará un dispositivo electrónico que ayude en las necesidades de movilidad y confort al discapacitado y reduzca el consumo innecesario de energía eléctrica

H_4: Al diseñar el dispositivo electrónico, se evaluará su eficiencia en el consumo de energía eléctrica en el hogar y negocio y su efectividad en las necesidades de movilidad y confort del discapacitado, y determinarán costos

JUSTIFICACIÓN

- El 15% de la población mundial sufre de discapacidad y 75 millones de personas necesitan una silla de ruedas para hacer frente a un trastorno de la motricidad
- El 31% de la población mexicana presenta alguna discapacidad o es adulto mayor
- EL sector energético emite el 77% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
- El sector residencial y servicios emite el 14% de GEI
- En las temporadas de frío o calor, el consumo doméstico tiene un incrementa del 7%
- El CO_2 es la principal emisión de GEI emitidos por las centrales eléctricas que queman combustibles fósiles
- México emite 804 millones de toneladas de bióxido de carbono
- México está el ranking de países que más contaminan por emisiones de CO_2
- Cada vez son más frecuentes y prolongadas las olas de calor, lo que ocasiona mantener encendido el aire acondicionado por más tiempo
- Se requiere des-carbonizar el sector enérgico, para lo cual, el consumo residencial debe disminuir 18%

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un switch infrarrojo para accionar cualquier dispositivo electrónico que controle el consumo de energía eléctrica en el hogar y negocio para disminuir el uso innecesario de energía eléctrica y mejorar la vida del discapacitado y su movilidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un prototipo electrónico para controlar el uso de la energía eléctrica y aparatos eléctricos en el hogar y negocio, y a la vez ayude al discapacitado en sus necesidades de movilidad y confort en su hogar
- Desarrollar un dispositivo electrónico para disminuir el consumo innecesario de energía eléctrica y ayude en la movilidad y confort del discapacitado en su hogar
- Evaluar el dispositivo electrónico en función del consumo en KW para determinar su eficacia en el cuidado al medio ambiente y su eficiencia en las necesidades de movilidad y confort del discapacitado

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño metodológico (Fig. 1) se llevó en dos fases: investigación documental e investigación experimental.

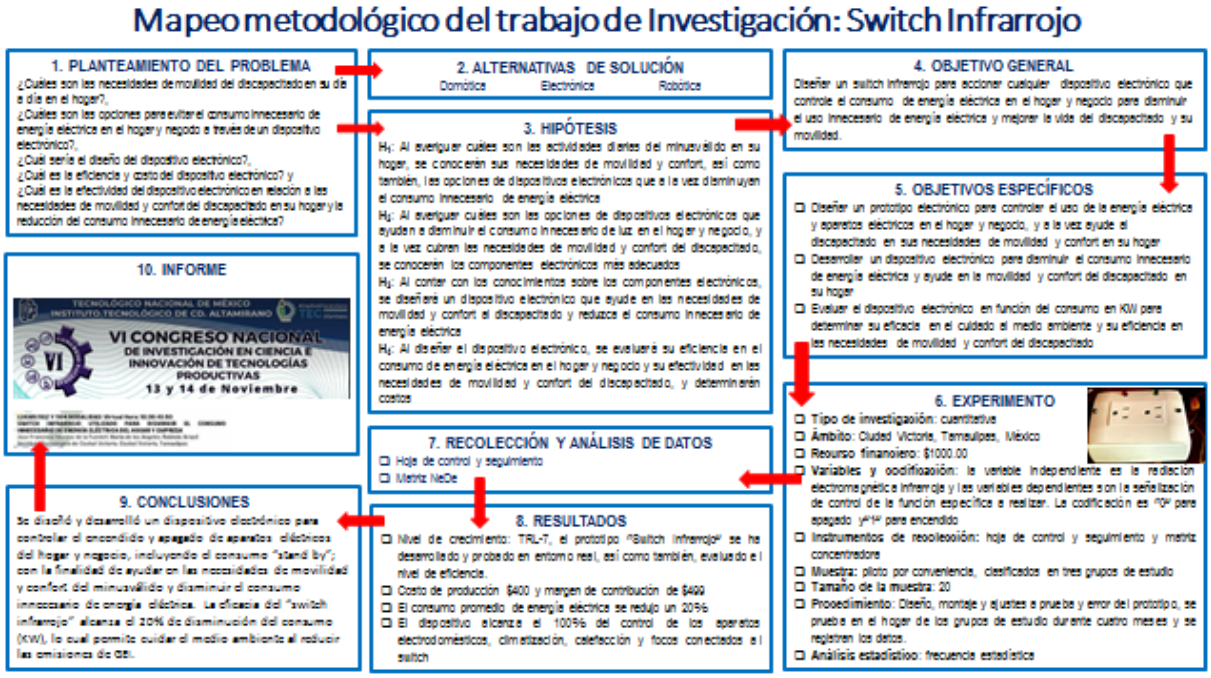


Figura 1. Mapeo del diseño metodológico de "Switch Infrarrojo"

FASE I: INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

- **Tipo de investigación**: Informativa
- **Duración**: 4 meses
- **Inicio y término de la investigación**: 1 de septiembre al 31 de diciembre de 2022
- **Lugar de la investigación**: Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México
- **Recurso Material**: laptop, memoria USB, impresora, hojas tamaño carta e internet
- **Instrumentos de recolección**: fichas bibliográficas, hemerográficas y de contenido
- **Procedimiento**:
  - ✓ Se inicia la bitácora de investigación
  - ✓ A través de las consultas se determina que dispositivos existen para controlar el consumo de energía eléctrica y cuáles ayudan al discapacitado en sus necesidades de movilidad y confort en el hogar
  - ✓ Se construye la matriz de Necesidades y Deseos del discapacitado en el hogar (Tabla 1)

Tabla 1 *Matriz NeDe del discapacitado*

Tipo de hogar	Necesidad de movilidad	confort
Con minusválido (grupo A) y con discapacidad (grupo B)	▪ Seguridad en el desplazamiento	▪ Encender y apagar focos ▪ Abrir y cerrar persianas ▪ Encender y apagar el clima y/o calefacción ▪ Control de encendido y apagado del televisor ▪ Encendido y apagado de los aparatos electrodomésticos

- ✓ Se realiza una lluvia de ideas para seleccionar los componentes electrónicos y en base a ello, se construye la matriz integradora componente-atributo-beneficio y se muestra en la Tabla 2, el marco teórico y se elige la bibliografía más relevante

Tabla 2 *Matriz integradora componente-atributo-beneficio*

No.	Componente	Atributo	Beneficio
1	Sensor infrarrojo	▪ Capta el movimiento	▪ Detecta cuerpos incluso en la obscuridad ▪ No le afecta la interferencia de luz del ambiente ▪ Larga vida útil ▪ No requiere mantenimiento
2	LED rojo	▪ Indicador (apagado o falla)	▪ Se enciende cuando se apagan los focos y/o dispositivos electrónicos ▪ Parpadea cuando no recibe suficiente energía, por lo que representa falla en el aparato electrodoméstico
3	LED verde	▪ Indicador de ejecución o acción (encendido)	▪ Indica encendido de focos y/o dispositivos electrónicos
4	Conector tipo contacto	▪ Toma de corriente 110v	▪ Mas eficientes, al utilizar menos energía eléctrica

- ✓ Se establece la metodología del diseño electrónico (Fig. 2)

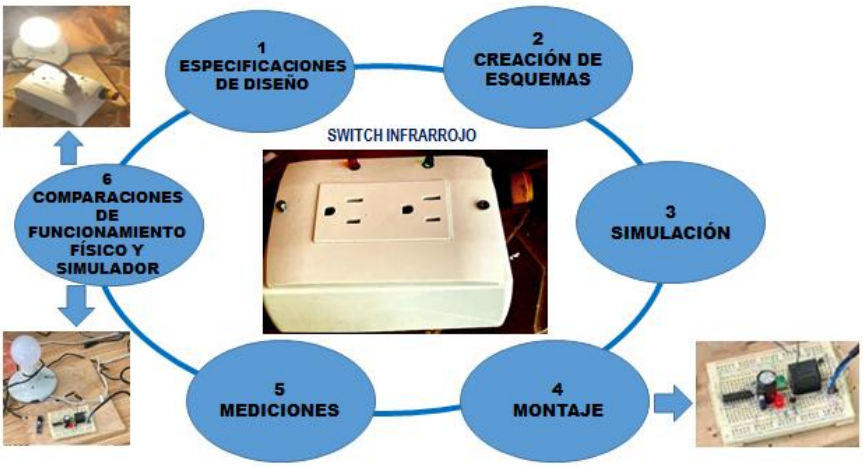


Figura 2. Metodología del diseño del prototipo

- ✓ Se inicia con la metodología para el bosquejo del prototipo
- ✓ Se consultaron las Bases de Datos Internacionales de patentes sobre los dispositivos electrónicos destinados para el control de la energía eléctrica del hogar y negocio, así como también, los equipos domésticos ajustables para discapacitados que mejoran su autonomía e independencia en el hogar. proporcionándole una movilidad fluida y segura
- ✓ Se construye el objetivo general (Fig. 3) y se valida con la metodología SMART (Fig. 4), al igual que los objetivos específicos

SWITCH INFRARROJO
Construyendo el Objetivo General

Acción	Qué o Con quién	Partes o cuándo	Para qué
DISEÑAR	❑ UN SWITCH INFRARROJO	❑ CUALQUIER DISPOSITIVO ELECTRÓNICO ❑ 1 AÑO	❑ PARA CONTROLAR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOGAR Y NEGOCIO ❑ MEJORAR LA VIDA DEL DISCAPACITADO Y SU MOVILIDAD

Objetivo General:
Diseñar un switch infrarrojo para accionar cualquier dispositivo electrónico que controle el consumo de energía eléctrica en el hogar y negocio para disminuir el uso innecesario de energía eléctrica y mejorar la vida del discapacitado y su movilidad.

Figura 3. Construcción del objetivo general

SWITCH INFRARROJO
Validación del Objetivo General SMART

S	Diseñar un switch infrarrojo para accionar cualquier dispositivo electrónico que controle el consumo de energía eléctrica y mejore la vida del discapacitado y su movilidad
M	❑ Matriz comparativa de las necesidades de movilidad y comfort del discapacitado en su hogar que cubre el dispositivo ❑ Tabla comparativa del consumo de energía eléctrica en el hogar o negocio durante los 4 meses de prueba del dispositivo ❑ Varianza promedio del consumo de energía eléctrica ❑ Calidad de vida: Tabla comparativa del cuestionario al inicio y al final de la prueba del prototipo
A	❑ Muestra piloto por conveniencia de hogares y negocios, clasificadas en 3 grupos (con minusválidos, con discapacitados y sin discapacidad) ❑ Los componentes para el dispositivo se encuentran en el mercado local y nacional, con alta disponibilidad ❑ Presupuesto $1,000.00 ❑ Apoyo material y de equipo por parte del ITCV
R	❑ El 16% de la población mundial sufre de discapacidad y 76 millones de personas necesitan una silla de ruedas para hacer frente a un trastorno de la motricidad ❑ El 21% de la población mexicana presenta alguna discapacidad o es adulto mayor ❑ EL sector energético emite el 77% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) ❑ El sector residencial y servicios emite el 14% de GEI ❑ En las temporadas de frío o calor, el consumo doméstico tiene un incremento del 7% ❑ El CO_2 es la principal emisión de GEI emitidos por las centrales eléctricas que queman combustibles fósiles ❑ México emite 504 millones de toneladas de bióxido de carbono ❑ México está el ranking de países que más contaminan por emisiones de CO_2 ❑ Cada vez son más frecuentes y prolongadas las olas de calor, lo que ocasiona mantener encendido el aire acondicionado por más tiempo ❑ Se requiere des-carbonizar el sector energético, para lo cual, el consumo residencial debe disminuir 18%
T	❑ Fase I: 4 meses, del 1 de septiembre al 31 de diciembre de 2022 ❑ Fase II: 8 meses, del 1 de enero al 31 de agosto de 2023

Figura 4. Objetivo general SMART

- **Entregables**:
  - ✓ SMART del objetivo general
  - ✓ Matriz NeDe del discapacitado en su hogar
  - ✓ Matriz integradora componente-atributo-beneficio
  - ✓ Diagrama metodológico del diseño del prototipo
  - ✓ Informe de la invención más cercana al prototipo propuesto
  - ✓ Marco teórico
  - ✓ Referencias bibliográficas

1.1. FASE II: INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

- **Tipo de investigación**: cuantitativa
- **Duración**: 8 meses
- **Inicio y terminación de la Investigación**: 1 de enero al 31 de agosto de 2023
- **Ámbito**: Ciudad Victoria, Tamaulipas, México
- **Instrumentos de recolección**: Hojas de control y seguimiento y Matriz NeDe
- **Recurso financiero**: $1000.00
- **Recurso humano**: los autores del proyecto
- **Recurso material**: laptop, memoria USB, impresora y hojas tamaño carta, multímetro, fuente de poder DV, conector a 110V, sensor infrarrojo, indicador led de encendido, indicador led de apagado y conector tipo contacto

- **Variables y codificación**: la variable independiente es la radiación electromagnética infrarroja y las variables dependientes son la señalización de control de la función específica a realizar. La codificación es “0” para apagado y”1” para encendido.
- **Muestra**: piloto por conveniencia, clasificados en tres grupos de estudio (minusválidos, discapacitados y sin discapacidad)
- **Tamaño de la muestra**: 20
- **Procedimiento**:

De acuerdo a las especificaciones del dispositivo y el bosquejo, se procede al montaje
Se lleva a cabo el montaje del circuito, se muestra en Fig. 5
Se llevan a cabo las pruebas al sensor infrarrojo, para su correcta función
Se adiciona un foco para hacer la prueba de funcionamiento y llevar a cabo los ajustes necesarios a prueba y error, se muestra en Fig. 6



Figura 5. Montaje del dispositivo



Figura 6. Prueba del dispositivo

Se registran las mediciones
Se concluye el dispositivo electrónico “Switch Infrarrojo”, se muestra en Fig. 7



Figura 7. Prototipo del dispositivo

Se instala y prueba en un hogar con un integrante minusválido y un adulto mayor discapacitado, se registran los KW de consumo de energía eléctrica, para prueba del funcionamiento del dispositivo en un entorno real

Se determina la ventaja competitiva y beneficios del dispositivo

Ventaja Competitiva

- Detecta cuerpos incluso en la obscuridad de manera continua y regular
- Alerta si hay fallas en el refrigerador, aire acondicionado y otros sistemas
- No le afecta la interferencia de la luz del ambiente
- Bajo costo de materiales
- El sensor infrarrojo tiene larga vida
- No requiere mantenimiento
- Capacidad de carga: superior a 2500w

Beneficios

- Contribuir con la disminución de GEI
- Disminuir el monto por consumo de energía eléctrica
- Para el minusválido y discapacitado, facilita el apagado y encendido de los focos y aparatos eléctricos , contribuyendo a la necesidad de movilidad y confort en su hogar

Se prueba el dispositivo en el hogar de los dos grupos de estudio, se lleva a cabo el registro del consumo de KW, tomada del recibo, por un periodo de 4 meses

A los minusválidos y discapacitados se les aplica un cuestionario para determinar la efectividad del dispositivo con respecto a sus necesidades de movilidad y confort en el hogar

Se elabora el manual de uso del dispositivo, se muestra en Fig. 8



Figura 8. Instructivo de uso del dispositivo

Se determinan los costos, estrategia del precio de venta y margen de contribución

- **Tratamiento estadístico**: varianza
- **Análisis estadístico**: frecuencia estadística
- Se cierra la bitácora de la investigación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

- Nivel de maduración: TRL-7, el prototipo “Switch Infrarrojo” se ha desarrollado y probado en entorno real, así como también, evaluado el nivel de eficiencia

- Margen de contribución, se muestra en la Fig. 9



Figura 9. Distribución de costos y utilidad

- Se muestra en la Tabla 3, el comparativo del consumo promedio de energía eléctrica y su variación, por grupo de estudio

Tabla 3

Consumo promedio mensual de la energía eléctrica

Grupo	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Consumo promedio	Variación promedio	% reducción
A	6035.00	4948.70	4572.22	4803.14	4785.00	4777.26	1257.74	18
B	250.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	50.00	20
C	12077.00	10420.06	9380.05	9000.01	9120.00	9480.03	2596.97	21.5

- El dispositivo alcanza el 100% del control de los aparatos electrodomésticos, climatización, calefacción y focos conectados al switch

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En relación a la **H_1**: Las opciones de dispositivos electrónicos utilizados hoy en día para controlar el consumo de energía eléctrica en la casa y negocio, permite seleccionar los componentes para el diseño del prototipo. Se seleccionó el sensor infrarrojo por su larga vida útil y fácil instalación.

En relación a la **H_2**: Se elaboró un bosquejo del switch electrónico como prototipo

En relación a la **H_3**: Se desarrolló el prototipo "switch infrarrojo" y se evaluó su eficiencia en función de del consumo en kw en un periodo de 4 meses. El consumo se redujo 20%.

CONCLUSIONES

Se diseñó y desarrolló un dispositivo electrónico para controlar el encendido y apagado de aparatos eléctricos del hogar y negocio, incluyendo el consumo "stand by"; con la finalidad de ayudar en las necesidades de movilidad y confort del minusválido y disminuir el consumo innecesario de energía eléctrica. La eficacia del "switch infrarrojo" alcanza el 20% de disminución del consumo (KW), lo cual permite cuidar el medio ambiente al reducir las emisiones de GEI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Censo de Población y Vivienda 2020, Prontuario de resultados de INEGI. La discapacidad en México. Recuperado de: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825090203.pdf

DER STARK. (2020, noviembre 21). *Sensores y Transductores.* Fecha: 19 de mayo del 2021. Recuperado de: https://guiademecatronica.com/sensores-transductores/

Discapnet. (2022, septiembre 5). Necesidades de las personas con discapacidad. Fecha: 5 de septiembre de 2022. Recuperado de: https://www.discapnet.es/innovacion/tecnologias-necesidades-humanas/necesidades-personas-discapacidad#:~:text=En%20primer%20lugar%2C%20%C2%BFqu%C3%A9%20entendemos,el%20ordenador%2C%20etc

EDS/Robotics. (2021, diciembre 16). Detector infrarrojo: què es, funcionamiento y aplicaciones. Fecha: 16 de diciembre de 2022. Recuperado de: https://www.edsrobotics.com/blog/detector-infrarrojo-que-es-funcionamiento-aplicaciones/

Logicbus. (2020). Sensores de temperatura de tipo infrarrojos. Fecha: 28 de diciembre de 2022. Recuperado de: https://www.logicbus.com.mx/infrarrojos.php