

Sistema de verificación de voltaje de baterías y recarga de proveedores para simuladores de tiro de pistola Sig Sauer SP2022

Supplier Recharging and Battery Voltage Verification System for Sig Sauer SP2022 Pistol Shooting Simulators

Sistema de verificação de tensão de baterias e recarga de carregadores para simuladores de tiro com pistola Sig Sauer SP2022

Yazmin Jattin Vargas Capacho ^{a*} | Wilmer David Parada Jaimes ^b | Freeman Alejandro Garzón Urbina ^c | Juan Carlos Riaño Forero ^d | Joján Daniel Prado Fula ^e | Sergio René Cardona Duarte ^f | César Alonso Martínez Ortiz ^g

^a <https://orcid.org/0000-0003-0200-1210> Policía Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

^b <https://orcid.org/0000-0003-2470-0207> Policía Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

^c <https://orcid.org/0000-0002-3068-4525> Policía Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

^d <https://orcid.org/0000-0002-7243-978X> Policía Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

^e <https://orcid.org/0000-0003-4311-9880> Policía Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

^f <https://orcid.org/0000-0001-5544-2269> Policía Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

^g <https://orcid.org/0000-0001-9735-1031> Policía Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

- **Fecha de recepción:** 2020-06-09
- **Fecha concepto de evaluación:** 2021-01-12
- **Fecha de aprobación:** 2021-02-23
<https://doi.org/10.22335/rlct.v13i2.1268>

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Vargas, Y. J., Parada, W. D., Garzón, F. A., Riaño, J. C., Prado, J. D., Cardona, S. R., & Martínez, C. A. (2021). Sistema de verificación de voltaje de baterías y recarga de proveedores para simuladores de tiro de pistola Sig Sauer SP2022. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 13(2), 148-157. <https://doi.org/10.22335/rlct.v13i2.1268>

RESUMEN

El presente estudio se centró en el planteamiento de una solución tecnológica que contribuyera en el mejoramiento del sistema de verificación de la carga exacta de las baterías del kit láserico, la calibración y carga de los proveedores de las pistolas que funcionan con CO₂ y la organización de los componentes que permiten el funcionamiento de la pistola del simulador de tiro del centro de entrenamiento de la Policía Nacional de Colombia. En este sentido, en el marco de la investigación adaptativa, siguiendo los lineamientos establecidos por la metodología para la innovación *Design Thinking*, se llevó a cabo el desarrollo de un prototipo electrónico funcional, que posibilita la validación del voltaje exacto de baterías de kit láserico para las pistolas tipo Sig Sauer SP2022 y la recarga automática múltiple de proveedores con CO₂ para simuladores de tiro, de forma automática y segura en la manipulación, que además unifica la ubicación de los componentes de la pistola en un solo espacio de fácil acceso, logrando contribuir de esta manera tanto en la reducción de gastos en materia prima como en la disminución de la contaminación ambiental.

Palabras clave: prototipo, recarga de proveedores, seguridad, simulación, verificación de voltaje

* Autor para correspondencia. Correo electrónico: yazmin.vargas1070@correo.policia.gov.co



ABSTRACT

The present study focused on the proposal of a technological solution that would contribute to the improvement of the verification system of the exact charge of the batteries of the laser kit, the calibration and charging of the suppliers of the guns that work with CO₂ and the organization of the components that allow the operation of the gun of the shooting simulator of the training center of the National Police of Colombia. In this sense, within the framework of adaptive research, following the guidelines established by the Design Thinking methodology for innovation, the development of a functional electronic prototype was carried out, which enables the validation of the exact voltage of laser kit batteries for Sig Sauer SP2022 type pistols and multiple suppliers automatic recharging with CO₂, for shooting simulators in an automatic and safe way in handling, which also unifies the location of the pistol components in a single easily accessible space, managing to contribute this way both in the reduction of expenses in raw materials, as in the reduction of environmental pollution.

Keywords: Prototype, supplier recharge, security, simulation, voltage verification

RESUMO

O presente estudo teve como foco a proposta de uma solução tecnológica que contribuisse para o aprimoramento do sistema de verificação da carga exata das baterias do kit laser, a calibração e carga dos carregadores das armas que trabalham com CO₂ e da organização dos componentes que permitem o funcionamento da arma do simulador de tiro do centro de treinamento da Polícia Nacional da Colômbia. Nesse sentido, no âmbito da pesquisa adaptativa, seguindo as diretrizes estabelecidas pela metodologia de inovação do Design Thinking, foi realizado o desenvolvimento de um protótipo eletrônico funcional, que possibilita a validação da tensão exata das baterias do kit laser para as pistolas do tipo Sig Sauer SP2022 e a recarga automática de múltiplos carregadores com CO₂ para simuladores de tiro, de forma automática e segura na manipulação, que também unifica a localização dos componentes da pistola em um único espaço de fácil acesso, conseguindo contribuir dessa forma tanto na redução de gastos de matéria-prima quanto na redução da poluição ambiental.

Palavras-chave: protótipo, recarga de carregadores, segurança, simulação, verificação de tensão

De acuerdo con lo planteado por Galán et al. (2018), se puede apreciar que el área de defensa perteneciente a diversos países ha apropiado el uso de tecnologías relacionadas con las simulaciones con el propósito de fortalecer el entrenamiento de sus fuerzas armadas, mejorando de este modo las competencias del personal militar, estrategia que no solo es medible, sino que contribuye en la disminución de costos. La realidad virtual posibilita la representación de escenarios que integran imágenes, audios, sonidos y animaciones, en secuencias fotorealistas que llevan a que el usuario se vea inmerso en este ambiente, enfrentándose a distintas situaciones de entrenamiento que arrojan resultados favorables, dada la fidelidad de este proceso, en la medida en que se hace interacción con la misma clase de elementos físicos que se encuentran en un contexto real. En estas condiciones, “el entrenamiento puede involucrar la interacción del usuario con otros agentes inteligentes en la

situación simulada, que pueden ser otros usuarios o agentes simulados” (p. 1-2).

Lo anterior es ratificado por Villalba (2015), quien de igual manera manifiesta cómo a nivel militar se han implementado diferentes clases de desarrollos encaminados a fortalecer las prácticas de tiro en eventos virtuales, especializándose en el entrenamiento de disparo tanto en tanques blindados, como en sistemas antiaéreos, lanzagranadas o de artillería. Al respecto, este autor resalta que en lo pertinente al tipo de instrucción personal con fusil y pistola, la realidad virtual ha incrementado la evolución y desarrollo de los factores propicios para la industria y la formación institucional, incluyendo escenarios más realistas, a fin de emplearlos óptimamente con el armamento asignado al personal en su equipo de dotación, con lo que se aumenta la efectividad al realizar la descarga y tomar mejor las

decisiones asertivas en situaciones de vida o muerte, lo que se alcanza a partir de las técnicas y tácticas de tiro que brindan estas innovaciones tecnológicas. Otro aspecto que se destaca es la reducción presupuestal destinada hacia la preparación de los combatientes, dado que en estos sistemas la cantidad de disparos que se proporciona es ilimitada, lo que permite perfeccionar el ejercicio y la puntería de quienes los utilizan.

Por su parte, Blugerman y Seijo (2016) asumen los simuladores como dispositivos tecnológicos empleados en la preparación de fuerzas armadas y de seguridad, que muestran variedad de situaciones a las que estas se han de enfrentar en la prestación de sus servicios. Así, la participación de la persona que afronta esta situación de realidad virtual constituye una forma más incluyente en la labor que se ejerce, haciendo uso de un arma real, adecuadamente adaptada para ser empleada directamente en el simulador de tiro, sin tener necesidad de disparar proyectiles verdaderos, pero contando con un mecanismo especializado que simula esta acción por medio de un efecto vibratorio. Al respecto, los autores destacan que quienes se entrenan por medio de estas tecnologías no deben disparar en cualquier instante o tipo de suceso, dado que el objetivo no se centra únicamente en el ensayo de puntería con armas mecanizadas que se asemejan a las utilizadas realmente por estos funcionarios, sino que este proceso ha de darse bajo principios, valores y protocolos de intervención apropiados por cada institución, que pueden ser testeados y evaluados desde los simuladores. Otro aspecto que citan los autores en mención se centra en la codificación de escenarios asociados a la delincuencia, a los derechos y deberes de la ciudadanía, al reconocimiento de los demás como sujetos de derechos y a las actividades especiales de la entidad. En suma, podría proponerse también en estos ambientes de aprendizaje la integración de diversidad de comportamientos contrarios a la convivencia pacífica, que se reflejan en problemas sociales de la cotidianidad, en aras de mejorar cada vez el servicio a la comunidad. “Es precisamente teniendo esto en cuenta donde la necesidad de ensamblado de una infraestructura tecnológica común se vuelve más estratégica aún a nivel de proyecto tecnológico nacional” (p. 17).

La Policía Nacional de Colombia, en conjunto con la Escuela de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ESTIC), ha implementado a nivel nacional el uso del simulador de tiro con armas de fuego para el entrenamiento e instrucción pedagógica en ambientes y situaciones reales que se presentan durante la prestación del servicio, siendo considerada esta estrategia como una de

las prácticas más exitosas en la formación de sus uniformados (Calvo & Gómez, 2014).

Este simulador, a nivel institucional, es concebido como un sistema que incorpora equipos y programas integrados desde la ESTIC, entre los cuales se destacan: un video proyector, una cámara de video vigilancia, un arma de fuego real, un cartucho de munición electrónica con láser, una tarjeta de adquisición de datos, una computadora, un equipo de amplificación de audio y una unidad electromecánica móvil, expandible y abatible, implementada en la carrocería de un vehículo tipo camión. De igual manera cuenta con dos programas de computador: uno de ambiente gráfico y otro de ejecución, que emulan tres niveles de dificultad y se definen dependiendo de los lugares en los cuales se lleva a cabo el entrenamiento de tiro con arma de fuego dentro de los polígonos de la policía (Policía Nacional, 2018).

Dada la relevancia y pertinencia del uso del simulador de tiro, con el objetivo de optimizar esta herramienta tecnológica se llevó a cabo la presente investigación, mediante la creación de un prototipo electrónico que realice la recarga automática de los proveedores que funcionan con gas CO₂, teniendo en cuenta que esta función se realiza actualmente de forma manual, poniendo en riesgo la integridad física del operador.

En consideración, es necesaria la verificación del voltaje de las baterías del kit láserico, para descartar fallas y evitar la pérdida innecesaria de materia prima. De esta manera se contribuye en la minimización de la contaminación del medio ambiente, teniendo en cuenta que una batería alcalina contamina alrededor de 167 mil litros de agua, dadas las características de sus componentes, pues el mercurio ha sido considerado como un posible agente cancerígeno bioacumulable, y una alta exposición puede dañar partes vitales del cuerpo humano, mientras que el plomo gaseoso, al no ser degradable y ser liberado al aire, llega a transportarse a grandes distancias antes de su sedimentación, adhiriéndose a partículas que se encuentran en el suelo o en aguas subterráneas y contaminando todo a su paso (Ecoportal, 2015). Asimismo, en este portal se hace referencia al litio, neurotóxico y tóxico para el riñón:

La intoxicación por litio produce fallas respiratorias, depresión del miocardio, edema pulmonar y estupor profundo. Daña al sistema nervioso, hasta provocar estado de coma e incluso la muerte. El litio puede lixivarse fácilmente y llegar a los mantos acuíferos (p. 6).

En este sentido, es necesario adaptar un compartimiento que permita la organización de los componentes de la pistola y facilite su búsqueda al momento de las prácticas. En consecuencia con lo anterior, se busca implementar una herramienta tecnológica para realizar la recarga automática de los proveedores y la verificación de los voltajes de las baterías del kit láserico, con el propósito de evitar el desperdicio de estas, así como la creación de un compartimiento que contenga los elementos necesarios para la práctica de tiro.

No se debe obviar el trabajo que se ha realizado en la búsqueda de la solución tecnológica que se podría adaptar para la verificación de las baterías del kit láserico, la recarga de los proveedores de pistola y la organización de los elementos, con el propósito de contribuir a la seguridad integral de los uniformados, mitigar los gastos innecesarios de la materia prima y agilizar el proceso de entrenamiento de los policías.

Atendiendo a esta evolución tecnológica y al objetivo general del proyecto de proponer un sistema que ayude a la verificación del voltaje exacto de las baterías, la calibración y recarga de los proveedores de las pistolas, la completa organización de los componentes que permiten el adecuado funcionamiento de las pistolas, aunado a la seguridad integral del operador del simulador de tiro en el centro de entrenamiento de la institución, se llegó a la creación de un prototipo electrónico denominado “sistema de verificación voltaje de baterías y recarga de proveedores para simuladores de tiro”, que ofrece solución a las necesidades en mención mediante un dispositivo embebido programado en el lenguaje C, el cual permite la interacción del usuario por medio de una interfaz amigable, desplegando un menú muy sencillo para su manipulación y funcionamiento.

■ Diseño metodológico de la investigación

Tipo de investigación

Según lo definido por García (2005), el proyecto se enmarca en un tipo de investigación tecnológica, dado que se centra en la adaptación de conocimiento y tecnología existente con el fin de obtener resultados que incidan de forma efectiva en la solución del problema de investigación, observados en la optimización y agilidad de recarga de cada práctica en la simulación del disparo. Esto va en la línea de la conversión de ideas en acciones que se reflejen en la creación de productos, bienes o servicios que faciliten la vida del hombre, a partir de la gestión del

conocimiento práctico referido a las instrucciones, pasos o procedimientos que se deben seguir para alcanzar la innovación de un objeto, así como de los fundamentos teóricos propios de sus especificaciones.

Área de investigación

La investigación hace parte del Área Técnica y Tecnológica del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Policía Nacional de Colombia (SICTI), la cual “se encuentra vinculada a los Programas Nacionales en Ingeniería, Seguridad y Defensa, Energía y Minería, Ciencias Agropecuarias y Ciencias Básicas, los cuales forman parte del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación” (Policía Nacional, 2017, p. 19)

Se destaca además que, por medio de esta área, se aborda la transferencia tecnológica de los procesos que facilitan un mejor servicio policial. En este orden, el aporte del proyecto a la misma se enmarca en la transferencia tecnológica, dado que involucra al simulador de tiro de la Policía Nacional de Colombia con la adopción de un sistema de recarga de CO₂, un sistema de medición de pilas alcalinas y un dispositivo de recarga para dos proveedores de pistola con un sistema de circuitos automatizados. En suma, la innovación institucional se evidencia en la implementación de un prototipo para el sistema de recarga de CO₂ de los proveedores de pistola que se utilizan en este simulador de tiro y en las estrategias de formación de policías en torno a técnicas para afrontar casos policiales (Mindefensa, 2017).

Línea de investigación

Desde el área técnica y tecnológica el proyecto se despliega en la línea de desarrollo tecnológico e innovación, abordando temáticas de interés enfocadas en la transferencia tecnológica, reflejada en el uso de circuitos electrónicos automatizados, teniendo en cuenta que las máquinas que se encontraron en la vigilancia tecnológica eran de tipo hidráulico; además de esto, al prototipo propuesto se le agrega la verificación del voltaje a las baterías del kit láserico, pues el simulador de tiro no contaba con este sistema (Policía Nacional, 2017).

■ Procedimiento

El proyecto se desarrolló en tres fases:

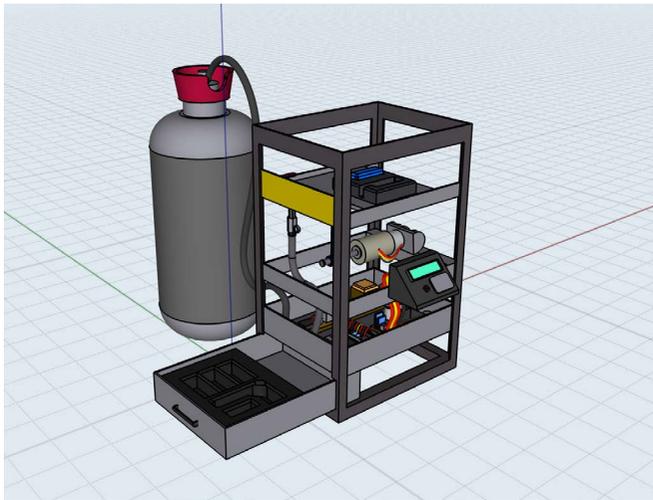
Fase 1. Estudio de materiales

En esta fase se llevó a cabo el estudio de materiales a utilizar para el desarrollo del proyecto.

Fase 2. Diseño propuesto de prototipo dispositivo electrónico

En la construcción del prototipo (figura 1), se hizo la apropiación de la metodología para la innovación *Design Thinking*, la cual, según lo expuesto por Apat (2017), plantea cinco pasos en secuencia.

Figura 1
Diseño de prototipo



Nota. El gráfico ilustra el diseño del prototipo del sistema de verificación de voltaje de baterías y recarga de proveedores para simuladores de tiro.

Fase 3. Pruebas de funcionalidad y adaptabilidad

Las pruebas de funcionalidad y adaptabilidad del prototipo fueron proyectadas para ser realizadas teniendo en cuenta la utilidad de cada uno de los componentes que se investigaron y adecuaron en la manipulación y soporte de esta herramienta electrónica.

■ Análisis e interpretación de resultados

Estudio de materiales

El proceso de investigación partió del estudio de materiales para determinar los elementos a utilizar en el desarrollo del presente proyecto, como son:

- Una válvula doble de CO₂, que permite hacer la conexión del proveedor de pistola con el gas del cilindro para efectuar su recarga.
- Un molde en fibra de nylon, para el alojamiento de los proveedores a recargar.
- Una base metálica, soporte del molde de fibra de nylon para los proveedores.
- Dos mangueras de alta presión: una de 2 metros y otra de 50 centímetros con rosca de 1/4 de pulgada a

1000 psi, que permiten la conexión de la electroválvula con el cilindro de CO₂ y la válvula doble.

- Un motor de actuación lineal, que permite el desplazamiento de la base metálica para mover los proveedores hacia la válvula doble.
- Un transformador primario a 50 voltios y 10 amperios AC, que suministra la energía y controla la potencia del motor (actuador lineal).
- Una estructura metálica que sirve como soporte para el alojamiento de los componentes del prototipo.
- Un microcontrolador PIC18f4550 de 40 pines, de la empresa Microchip Technology Inc., con su respectiva base, que fue programado en lenguaje C para la integración de la funcionalidad del menú de operación del prototipo.
- Circuitos impresos para control de potencia y ruido.
- Una pantalla LCD de 2x20 que posibilita la visualización del menú.
- Acople tipo T empleado en la válvula de escape, que permite recibir el gas CO₂ del suministro y conducirlo a las válvulas que cargarán los proveedores de pistola, así como el paso del gas a la purga del sistema en el proceso de liberación del gas cuando este se halla apagado.
- Compartimiento con una espuma dura, adecuada para guardar elementos que permiten el funcionamiento de la pistola.

■ Desarrollo y propuesta del prototipo

El prototipo se desarrolló siguiendo los cinco pasos de la metodología para la innovación *Design Thinking*, como se describe a continuación:

Empatizar

Siguiendo lo planteado por Bermejo (2017) para el primer paso del *Design Thinking*, el diseño partió de la revisión de los antecedentes del simulador de tiro, implementado desde el 2012 en la ESTIC, con la asesoría de expertos técnicos y metodológicos que orientaron al grupo investigador en el proceso de aprendizaje para el diseño del prototipo, atendiendo las necesidades identificadas en el área de investigaciones de esta entidad.

Definir

Siguiendo los lineamientos de Ortiz (2016), se logró hacer el planteamiento de un punto de vista fundamentado tanto en las necesidades como en las percepciones del área de investigaciones de la ESTIC. El prototipo tiene como propósito dar una solución rápida, efectiva y segura para

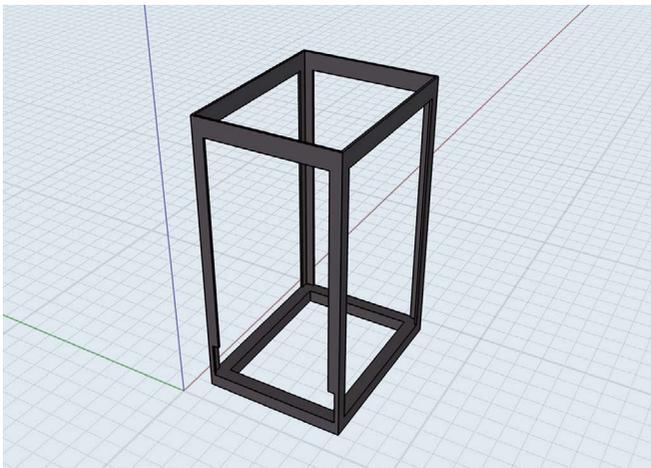
que sea ágil su funcionamiento, y al mismo tiempo brinde protección al operador del mismo a su vida e integridad.

Idear

De acuerdo con lo expuesto por Apat (2017), en este paso el grupo planteó diferentes soluciones creativas, las cuales se plasmaron en un diseño en 3D del prototipo del dispositivo electrónico a escala, con el propósito de establecer las medidas exactas antes de llegar a su impresión en físico y verificar que la integración de sus componentes funcionara adecuadamente, como se puede observar en las figuras 2 a la 6.

Figura 2

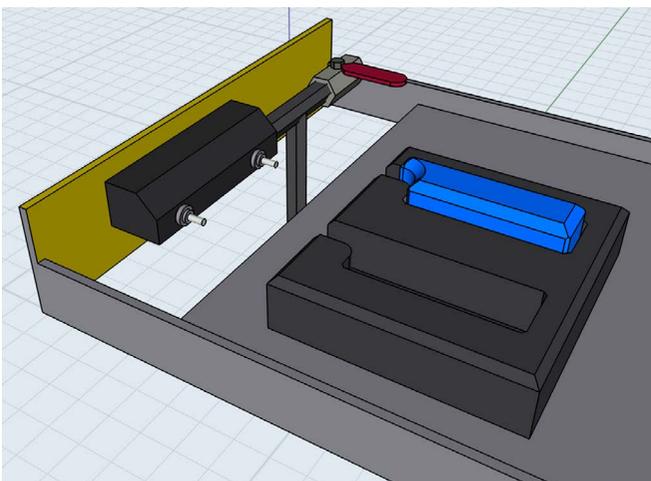
Diseño estructura del prototipo



Nota. El gráfico muestra la propuesta del diseño metálico para el soporte de los componentes del prototipo del sistema de verificación de voltaje de baterías y recarga de proveedores para simuladores de tiro.

Figura 3

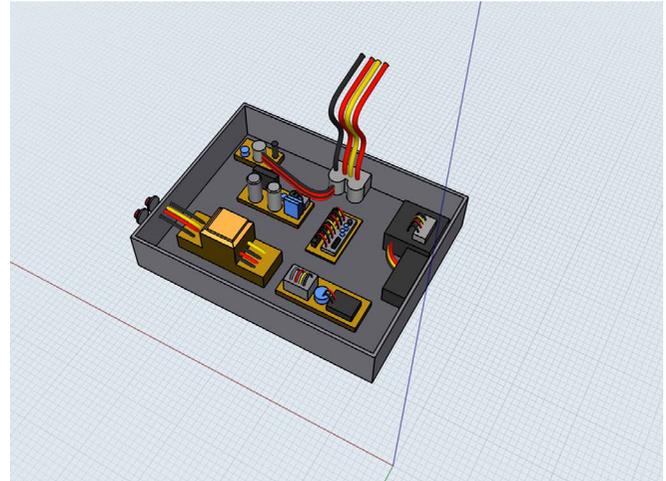
Diseño para alojar los proveedores



Nota. En el diseño se ilustra el soporte metálico donde se ubica el molde en fibra de nylon para alojar los proveedores de la pistola Sig Sauer SP2022 y cargarlos automáticamente con la válvula doble de CO₂.

Figura 4

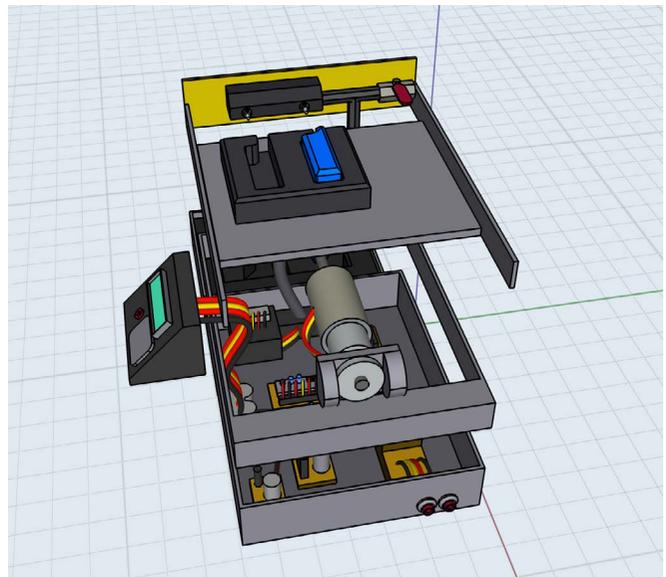
Diseño del sistema de los componentes electrónicos principales



Nota. En el gráfico se ilustra el diseño del soporte metálico ubicado en la parte inferior del sistema, donde se alojan los componentes electrónicos principales.

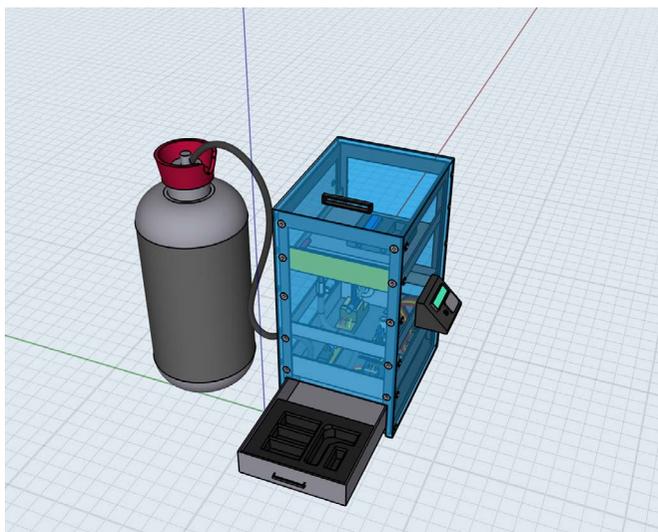
Figura 5

Diseño de estructura metálica para alojar los componentes electrónicos



Nota. En el gráfico se ilustra el diseño de las tres divisiones de la estructura metálica, donde están ubicados la mayor parte de los componentes electrónicos y elementos utilizados para el funcionamiento del prototipo del sistema de verificación de voltaje de baterías y recarga de proveedores Sig Sauer SP2022 para simuladores de tiro.

Figura 6
Diseño general del prototipo del sistema



Nota. En el gráfico, se ilustra el diseño de vista general del prototipo del sistema de verificación de voltaje para baterías del kit láserico y la recarga de proveedores de pistola Sig Sauer SP2022 utilizadas para simuladores de tiro.

Prototipar

Se llevó a cabo la construcción del prototipo en físico, con el fin de demostrar su funcionamiento, partiendo de los lineamientos de Tim (2018), como se aprecia en la figura 7.

Figura 7
Prototipo del sistema



Nota. En la imagen se ilustra el prototipo en físico del sistema de verificación de voltaje de baterías y recarga de proveedores para simuladores de tiro desarrollado en el marco del presente proyecto.

El sistema de verificación de voltaje para baterías del kit láserico y la recarga de proveedores de pistola integra varias tecnologías en un mecanismo automatizado de recarga de gas CO₂ para los proveedores de una pistola tipo Sig Sauer SP2022, como arma estandarizada en la Policía Nacional desde el año 2006, utilizada en la actualidad por todos los funcionarios que hacen parte de ella.

El prototipo cuenta con la verificación de voltaje para las baterías utilizadas en el kit láserico que va dentro de los mecanismos de la pistola relacionada anteriormente.

La verificación de la carga en voltios de las baterías de tipo alcalinas y su estado se muestra en una pantalla LCD, lo que permitirá saber si aún son óptimas para su utilización o si por el contrario es necesario reemplazarlas.

Este sistema cuenta para su funcionamiento con un motor de corriente AC, que debe ser alimentado a través de un tomacorriente de 110 voltios a 60 Hz (línea monofásica). No se requiere toma regulada para su funcionamiento, aunque es muy recomendable utilizarla para prolongar la vida útil del equipo y/o evitar futuras fallas. Cuenta además con una electroválvula de dos vías, acoplada a una manguera de alta presión y una llave manual, para liberar el exceso de gas al final de la práctica con el simulador de tiro. Las funciones mencionadas anteriormente serán operadas a través de un teclado alfanumérico (exceptuando la liberación manual de gas), el cual dará las órdenes a un microcontrolador PIC18f4550, programado en lenguaje C, y a un compilador de microchip XC8 Free, que a su vez dará los pulsos eléctricos a cada circuito para realizar la actividad deseada.

La estación fue desarrollada por VirTra y utiliza un mecanismo de recarga de CO₂ en un solo proveedor de pistola, empleando el mismo gas para realizar sus movimientos mecánicos durante este proceso. Por su parte, el simulador de tiro ESTIC utiliza un motor de actuación lineal durante el proceso de recarga, el cual actúa mediante una presión ejercida por el émbolo para lograr que se empalme la válvula de salida del gas comprimido con la válvula de entrada por medio de una placa adaptadora para dos proveedores, generando con esto una mayor eficiencia, reducción de costos y rendimiento del gas CO₂. Además, la practicidad de poder cargar dos proveedores al mismo tiempo representa una gran ventaja en la agilidad de carga desarrollada por el instructor, aumentando con ello la efectividad de las prácticas y el ahorro del gas CO₂, tanto como del dinero de la institución para este tipo de sistemas.

Adicionalmente, las baterías alcalinas empleadas en el kit láserico de la pistola Sig Sauer SP2022 trabajan a partir de 1.5 voltios, por lo que la verificación de carga en voltios permite descartar las baterías que estén defectuosas o funcionando por debajo de 1 voltio, siendo apartadas y desechadas en los lugares dispuestos para tal fin.

La parte electrónica y de comunicación del prototipo se desarrolló mediante unos esquemas de circuitos creados en distintos programas, como Proteus y Eagle, que posibilitaron el diseño de la parte de potencia y control del dispositivo.

En consecuencia, se trabajó una etapa de control y otra de potencia, utilizando dos transformadores con el fin de reducir el ruido eléctrico.

El circuito de control está constituido por el microcontrolador PIC18f4550, más una interfaz compuesta por un teclado matricial y una pantalla LCD 2*20, mientras que la parte de potencia se encuentra integrada por un par de relevos, los cuales se encargan de realizar la inversión de giro del motor, según sea el caso, con el fin de desplazar la bandeja de los proveedores para realizar la recarga de los mismos. El control de estos relevos se hace por medio de unos transistores MOSFET, los cuales soportan bastante flujo de corriente.

El microcontrolador envía a su vez órdenes al motor por medio de sus pines, los cuales están conectados a una etapa de amplificación de corriente a través de transistores NPN MOSFET, que activan las bobinas de los relevos.

La parte de comunicación del prototipo se realiza a través del microcontrolador, con código en lenguaje C, en el que se usaron distintas librerías y funciones con el fin de programar las diferentes acciones que ejecuta el prototipo, como lo son la verificación de voltaje de batería, la recarga automática de proveedores y la lubricación del eje del motor.

Evaluar

Se hizo la evaluación teniendo en cuenta los requerimientos iniciales y la permanente realimentación de un *feedback* de las partes interesadas, de acuerdo a lo establecido por Apat (2017). Al respecto cabe destacar que, durante la creación del diseño y la ejecución del prototipo, se encontraron problemas relacionados con la corriente necesaria para hacer funcionar toda la estructura electrónica y mecánica, con todas las funciones requeridas para su adecuado funcionamiento, lo cual generó la

necesidad de cambiar diferentes esquemas en las tarjetas electrónicas. En cuanto a la determinación del tiempo ideal de carga de las pipetas de gas CO₂ utilizadas en las pistolas, se encontró que era necesario determinar la carga exacta, a fin de identificar el realismo en el retroceso de los mecanismos de las pistolas, obteniendo el resultado esperado. Por otra parte, se hallaron dificultades adicionales a la hora de calibrar los ajustes en el molde de los proveedores de pistola a recargar, ya que este tenía que ser ajustado a las válvulas dobles de las cuales se iba a alimentar con el gas CO₂.

■ Pruebas de funcionalidad y adaptabilidad

Se hicieron finalmente las pruebas de funcionalidad y adaptabilidad, logrando verificar la utilidad y adecuado uso de cada uno de los componentes del prototipo electrónico funcional que permite la verificación de voltaje de baterías y la recarga automática de proveedores para el simulador de tiro ESTIC, por medio de un menú programado en un microcontrolador, que ejecuta las órdenes a través del teclado numérico.

El desarrollo del proyecto reveló además que el procedimiento de recarga de proveedores se realiza originalmente de forma manual, generando un riesgo a la integridad física del operador, quien debe conectar una manguera de CO₂ directamente a los proveedores por alrededor de siete segundos para cada uno de ellos. Con el sistema de recarga propuesto en este estudio se evita ese riesgo, dado que se realiza de manera automática en diversos proveedores, con un tiempo de siete segundos para una ronda de quince disparos efectivos por proveedor, contribuyendo de este modo con la disminución del riesgo del funcionario, en tanto que no tiene contacto directo con el CO₂. En este sentido, es necesario recalcar que este gas en altas concentraciones puede resultar peligroso si se ingiere o es inhalado, y que gracias a esta solución el agente puede enfocarse en introducir los proveedores a la máquina para que esta los recargue de forma automática.

Por otra parte, es necesario que los procesos sean ejecutados por personal calificado y desarrollados en ambientes con óptima ventilación, para asegurar una dispersión de manera segura, sin perjudicar la calidad del aire. Del mismo modo, este sistema contribuye con el cuidado del medioambiente, en tanto la medición de voltaje de baterías permite identificar cuáles deben ser desechadas, sin necesidad de desperdiciar la materia prima.

En cuanto a la facilidad de uso, el sistema cuenta con una interfaz de usuario amigable y de fácil manejo, que se integra en el uso de las pistolas tipo Sig Sauer SP2022 utilizadas como dotación por la Policía Nacional de Colombia. La recarga de proveedores de CO₂ tarda en total tres segundos, mientras que la realización de la misma actividad de forma manual toma entre seis y siete segundos.

■ Conclusiones

Mediante la presente investigación se logró el desarrollo de una solución automatizada, en la que el prototipo diseñado contribuye al mejoramiento de la práctica de tiro en el simulador. Este dispositivo electrónico cuenta con un sistema embebido que satisface las necesidades descritas, en tanto que realiza la verificación de voltaje exacto de baterías de kit láserico para las pistolas tipo Sig Sauer SP2022, contribuyendo de esta manera a la reducción de gastos en materia prima.

La recarga de los proveedores con CO₂ se realizó eficazmente en forma múltiple, agilizando de este modo el proceso de entrenamiento del personal uniformado, además se unificó la ubicación de los componentes de la pistola en un solo lugar de fácil acceso.

Por otra parte, se pudo constatar que con este sistema el operador cuenta con la seguridad necesaria para la manipulación y recarga de los proveedores, evitando el contacto directo con el gas CO₂ a alta presión durante el procedimiento de recarga, toda vez que este se realiza de manera automática.

Asimismo, dentro del entrenamiento a los policiales en un sistema electrónico de simulación, el desarrollo de un producto tecnológico implementado a nivel nacional en instrucción sobre ambientes y situaciones policiales reales, integrado con el sistema de verificación de voltaje de baterías y recarga de proveedores para simuladores de tiro, reduciría el riesgo y optimizaría el tiempo y costos al momento de su enseñanza y aprendizaje.

■ Referencias

Apat, J. (2017). *Aplicaciones móviles para estudiantes a través de Design Thinking y SCRUM*. <http://documentos.redclara.net/bitstream/10786/1260/1/15->

Aplicaciones móviles para estudiantes a través de Design Thinking y SCRUM.pdf

Bermejo, E. (2017). Inteligencia artificial y pensamiento del diseño o Design Thinking. *Revista de Estudios de Juventud*, (118), 49-57.

Blugerman, L., & Seijo, G. (2016). *Buscando al eslabón perdido de la innovación tecnológica. Algunas consideraciones acerca de la cadena de innovación de los simuladores de CITEDEF*. https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/2018/09/DT_IDEI_16-2016.pdf

Calvo, G., & Gómez, T. (noviembre de 2014). Prácticas pedagógicas exitosas para educar a la Policía de Colombia. <https://studylib.es/doc/7565163/pr%C3%A1cticas-pedag%C3%B3gicas-exitosas-para-educar-a-la-polic%C3%ADa-d>

Ecoportal. (27 de agosto de 2015). *¿Cuánto contamina una pila? Te sorprenderás*. <https://www.ecoportal.net/paises/internacionales/cuanto-contamina-una-pila-te-sorprenderas/?cn-reloaded=1>

Galán, M., Guaycochea, L., Kaltman, J., & Luiso, J. (12 de octubre de 2018). *Simulador de tiro de tanques: Neo-Nahuel II*. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/73178/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García, F. (2005). *La investigación tecnológica*. Limusa.

Indra. (10 de diciembre de 2014). *Simulación de vehículos terrestres*. Dispositivos de entrenamiento para todo tipo de vehículos terrestres: https://www.indracompany.com/sites/default/files/indra-simulador_de_conduccion_de_vehiculos.pdf

Indra. (2018). *Sistemas de seguridad*. Simulador de armas cortas: https://www.indracompany.com/sites/default/files/indra-simulador_de_tiro_policial-sac.pdf

Indra. (2019). *Sistema de seguridad*. Dédalo: https://www.indracompany.com/sites/default/files/indra-sala_de_entrenamiento_tactico-dedalo.pdf

Indra. (2020a). *Plataforma de Simulación iVictrix*. https://www.indracompany.com/sites/default/files/indra_ivictrix_es_2019.pdf

Indra. (2020b). *Simulación civil y militar*. <https://www.indracompany.com/es/sistemas-entrenamiento>

Indra. (2020c). *Sistema de seguridad*. Simulador de armas cortas: https://www.indracompany.com/sites/default/files/indra-simulador_de_tiro_policial-sac.pdf

- Ministerio de Defensa Nacional (Mindefensa). (2017). *Transformación y futuro de la fuerza pública 2010 - 2030*. https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/estrategia_planeacion/proyeccion/documentos/trasnformacion_futuro_FP.pdf
- Ortiz, E. (2016). *Proceso de innovación Design thinking aplicado en el Parque Loro de la ciudad de Puebla* [Tesis de maestría]. Universidad Iberoamericana Puebla. <http://hdl.handle.net/20.500.11777/2114>
- Policía Nacional. (29 de diciembre de 2017). *Resolución 06706. Manual de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Policía Nacional de Colombia*. Policía Nacional de Colombia.
- Policía Nacional. (13 de abril de 2018). *Guía para el desarrollo de la investigación en la Policía Nacional de Colombia*. Policía Nacional.
- Policía Nacional. (2018). *Simulador de tiro con armas de fuego para entrenamiento e instrucción sobre ambientes y situaciones policiales reales*. Informe de ejecución e implementación de Investigación institucional, Área de Investigación ESTEL.
- Tim, B. (2018). Design thinking. *Harvard Business Review*. <https://readings.design/PDF/Tim%20Brown,%20Design%20Thinking.pdf>
- Villalba, P. (2015). *Gerencia de tecnologías de simuladores de polígonos de tiro* [Tesis de maestría]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11121>