

Diseño e implementación de un sistema de señalamiento para ciclistas.

Design and Implementation of a Signaling System for Cyclists.

Silvia Noemi Almendares Torres* (1).
Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.
201722061@tese.edu.mx

Alan Moisés Osegueda Godínez (2). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 201720520@tese.edu.mx.

Ricardo Brayan Pérez Saldívar (3). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 201721364@tese.edu.mx.

Alfonso Ramírez Caro (4). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 201722590@tese.edu.mx.

Derlis Hernández Lara (5). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, derlis392@hotmail.com.

*corresponding author.

Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.

Resumen.

*En la sociedad mexicana se tiene una cultura vehicular escasa, el número de percances contra ciclistas y peatones es muy alto, principalmente en lugares con un mayor número de habitantes, por lo cual se propone realizar un sistema de direccionales para cualquier tipo de ciclista, en especial para aquellos que transitan en una ciudad. Para esto se diseñó e implementó un sistema embebido que funciona como direccionales tanto de manera visual para el automovilista como para el ciclista que lo usa. Para la etapa del diseño conceptual, se utilizó la metodología de la función de la calidad (QFD por sus siglas en inglés **Quality Function Deployment**), con esta metodología se consideran las necesidades del cliente, así como sus requerimientos, es decir el diseño se basa en las necesidades del cliente.*

Palabras clave: Sistemas embebidos, direccionales, ciclistas.

Abstract.

In the Mexican society there is a poor vehicle culture, the number of mishaps against cyclists and pedestrians is very high, mainly in places with a very high number of inhabitants, whence a directional system is proposed for any type of cyclist, in especially for those city cyclists. An embedded system was designed and implemented that works as directional signals both visually for the motorist and for the cyclist who uses it. For the conceptual design stage, the quality function methodology (QFD) was used, with this methodology the needs of the client as well as their requirements are considered, that is, the design is based on customer needs.

Keywords: Embedded systems, directional, cyclists.

1. Introducción.

El crecimiento acelerado de las ciudades mexicanas ha generado muchas oportunidades, pero también muchos retos, en los últimos años. El uso de la bicicleta en estas ciudades, como modo de transporte urbano representa una solución para los problemas de movilidad, generado por el uso excesivo de los automóviles. Según datos de la Secretaría de Salud (2016) los peatones y los ciclistas encabezan la jerarquía de la movilidad que ordena los modos de transporte. Una de las problemáticas más importantes es la seguridad vial de los ciclistas, para participar en el tránsito es importante saber que siempre se está rodeado de otros vehículos, estos se coordinan con normas comunes, que todos deberían respetar. En 2019 se reportaron 717 accidentes de ciclistas, solo en la Ciudad de México, siendo los viernes y sábados los días en los que se reportaron estos accidentes con 114 y 138 respectivamente (Datos, 2020).

Este trabajo tiene como objetivo el diseñar un sistema de direccionales para ciclistas elaborado con un sistema embebido que les permita apoyarlos (García, Escamilla, & Severiche, 2018), con el cual se podrá indicar hacia que dirección se esté dirigiendo el ciclista, es decir, cuando darán vuelta, ya sea izquierda, derecha, adelante y cuando se está detenido. Todo esto es de manera manual para facilitar su uso para los ciclistas de la manera más cómoda posible (Montenegro & Romero, 2020).

2. Metodos.

Identificar la necesidad.

Necesidad: Generar herramientas que tener permitan más información sobre la ruta de los ciclistas a la hora de transitar caminos concurridos.

Objetivo: Diseñar e implementar un sistema que aporte herramientas viales a los ciclistas, utilizando un chaleco con señalamientos que los apoyará a brindarles seguridad al momento de usar este medio de transporte.

Definición del problema: De acuerdo con datos recopilados por la organización #ManuVive, la organización, creada después de la muerte de Emmanuel Vara, quien era director de Movilidad del Ayuntamiento de Puebla, destacó que son 10 las entidades con más fallecidos por accidentes a peatones/ciclistas en el primer trimestre del 2019.

Justificación: Con un sistema embebido se obtendrá información que esté al alcance y sea de ayuda para una mejor toma de decisiones por parte del automovilista u otros ciclistas, evitando así en la medida de lo posible las colisiones, aportando de esta forma herramientas innovadoras con tecnología que facilitan el uso de medios de transporte alternativos.

Determinación y clasificación de los requerimientos del cliente.

La clasificación identifica los requerimientos deseables, esto con la finalidad de determinar su importancia relativa y tomarlos en cuenta durante el proceso de diseño, esperando como resultado un grado de satisfacción mayor en el cliente (Hernández Lara *et al.* 2016). Se obtuvieron los datos de los requerimientos a través de una encuesta realizada a personas de entre 21 a 40 años a quienes se les pregunto ¿qué tan atractivo es un sistema de direccionales? y ¿qué tan llamativa sería llevar una prenda con este sistema? Obteniendo los siguientes parámetros de acuerdo a las respuestas:

Requerimientos funcionales:

- A1.- El dispositivo deberá mostrar el cambio de dirección en una pantalla.
- A2.- Botones independientes para cada función.
- A3.- Mostrar el estado de la batería.
- A4.- El dispositivo deberá generar una alerta cuando la batería sea baja.

- A5.- De ser posible detectar el cambio de dirección por medio de movimiento.
- A6.- El dispositivo deberá estar en una prenda de fácil colocación.

Requerimientos físicos:

- B1.- El dispositivo debe pesar menos 350g.
- B2.- Deberá estar en una prenda ligera.
- B3.- Deberá contar con una pila recargable de litio con cualquier cargador Smartphone.
- B4.- El dispositivo debe ser de fácil instalación.
- B5.- La matriz deberá estar en una alimentación paralela.

Requerimientos de instalación

- C1.- El dispositivo requiere fácil instalación.

Requerimientos de mantenimiento

- D1.- Fácil mantenimiento.
- D2.- Refacciones fáciles de conseguir.

En la Tabla 1 se muestra la clasificación de los requerimientos en un orden de importancia y prioridad de inclusión en el prototipo, dando el resultado presentado en las Tablas 2 y 3. Para obtener el cálculo se utilizan dos valores de comparación, con los cuales se calculan los pesos relativos de cada requerimiento mediante la ecuación 1 (Sepulveda, Torriti, & Flores, 2016).

(+) El requerimiento de comparación es más importante.

(-) El requerimiento de comparación no es más importante.

$$Ir(\%) = \frac{\Sigma+}{Total} * 100; \text{ Valor relativo del requerimiento} \tag{1}$$

Tabla 1. Clasificación de Requerimientos.

Obligatorios	Deseables
A1.- El dispositivo deberá mostrar el cambio de dirección en una pantalla.	A3.- Mostrar el estado de la batería.
A2.- Botones independientes para cada función.	A5.- De ser posible detectar el cambio de dirección por medio de movimiento
A4.- El dispositivo deberá generar una alerta cuando la batería sea baja.	B4.- El dispositivo deberá ser fácil de recargar con cualquier cargador de Smartphone.
A6.- El dispositivo deberá estar en una prenda de fácil colocación.	C1.- El dispositivo requiere fácil instalación
B1.- El dispositivo debe pesar menos 350g.	D1.- Fácil mantenimiento
B2.- Deberá estar en una prenda ligera.	D2.- Refacciones fáciles de conseguir.
B3.- Deberá contar con una pila recargable de litio con cualquier cargador Smartphone.	
B4.- El dispositivo debe ser de fácil instalación.	
B5.- La matriz deberá estar en una alimentación paralela.	

Tabla 2. Ponderación de los requerimientos deseables.

	A4	A6	B4	C1	D1	D2	Σ	Ir (%)
A4		+	+	+	-	-	3	21.4
A6	+		-	-	-	-	1	7.1
B4	+	+		+	-	-	3	21.4
C1	-	+	+		-	+	3	21.4
D1	-	+	+	-		-	2	14.3
D2	-	+	+	-	-		2	14.3
Total							14	100.00

Tabla 3. Orden de importancia de los requerimientos deseables.

Orden de importancia	Requerimientos Deseables	$\Sigma(+)$	Ir (%)
1	A4.- Mostrar el estado de la batería.	3	21.4
2	B4.- El dispositivo debe ser de fácil instalación.	3	21.4
3	C1.- El dispositivo requiere fácil instalación	3	21.4
4	D1.- Fácil mantenimiento	2	14.3
6	D2.- Refacciones fáciles de conseguir.	2	14.3
7	A6.- De ser posible detectar el cambio de dirección por medio de movimiento	1	7.1
	Total =	14	100

Traducción de los requerimientos a términos mensurables de ingeniería.

Los requerimientos deben ser cuantificables, es decir, todos aquellos requerimientos hechos por el cliente tienen que ser definidos en términos mensurables de ingeniería, los cuales se puede observar en las metas de diseño siguientes.

Metas de diseño:

- Visualizar la información en la pantalla de 16x2.
- Botones independientes para cada dirección.
- Matriz de 8x8 integrada en una prenda ligera.
- Modulo tp4056 para carga de batería.
- Cinco baterías de litio recargable.
- Peso no mayor a 350g.
- Fácil instalación.

Análisis funcional del sistema.

En el análisis funcional se detallan todas aquellas funciones que el sistema debe cumplir, para esto se delimita la función global, la cual describe el papel a desempeñar del sistema para lo cual se apoya de funciones de servicio que son todas aquellas acciones que serán realizadas por la máquina o sistema que se va a diseñar para dar solución a la necesidad planteada, y que pueden ser globales o de uso (Granados, 2019), como se muestra en la Figura 1 y las subfunciones que se tienen que realizar para que ésta se pueda llevar a cabo.

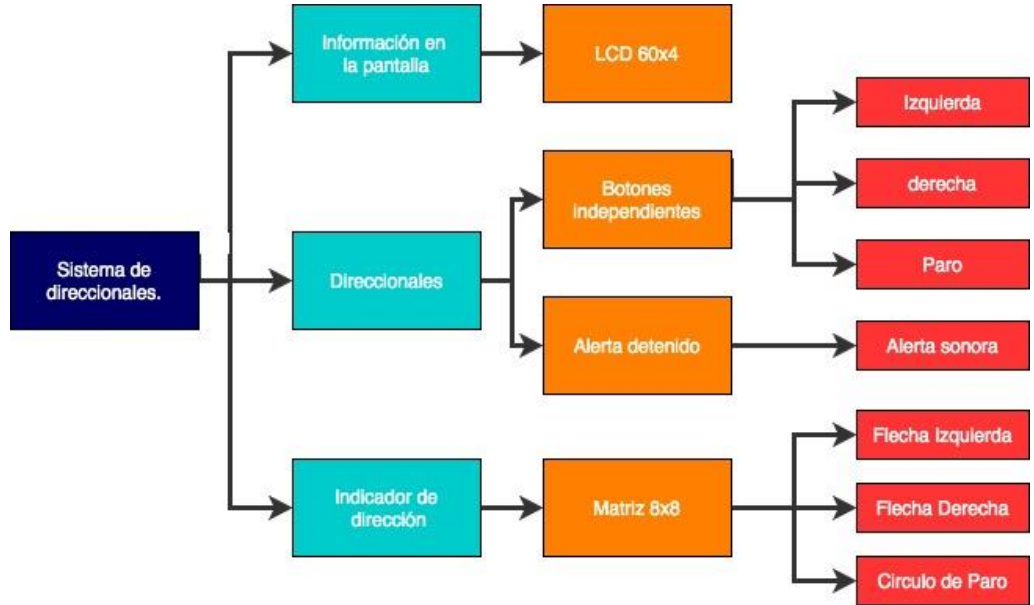


Figura 1. Árbol de funciones del diseño conceptual propuesto.

Generación y evaluación de conceptos.

El primer filtro es el de factibilidad, donde se evalúan las posibles soluciones que puedan cumplir con las funciones y que no se contrapongan con algún otro requerimiento obligatorio dado por el cliente. El segundo filtro es de disponibilidad tecnológica, en el cual se verifica que todas las soluciones a las funciones sean capaces de poderse diseñar o seleccionarse con base en los conocimientos teóricos o la tecnología actual. El tercer y último filtro es el de la evaluación de los conceptos basados en los requerimientos del cliente (Hernández Lara *et al.* 2016).

3. Desarrollo.

Para la implementación del diseño detallado, en la Figura 2 se puede observar el prototipo del sistema de direccionales con las conexiones físicas, utilizando una matriz de 8x8, donde se visualizará la dirección de manera gráfica, así como los botones para cada opción, el sistema de direccionales será controlado por un microcontrolador para indicar las direcciones al momento de presionar un botón.

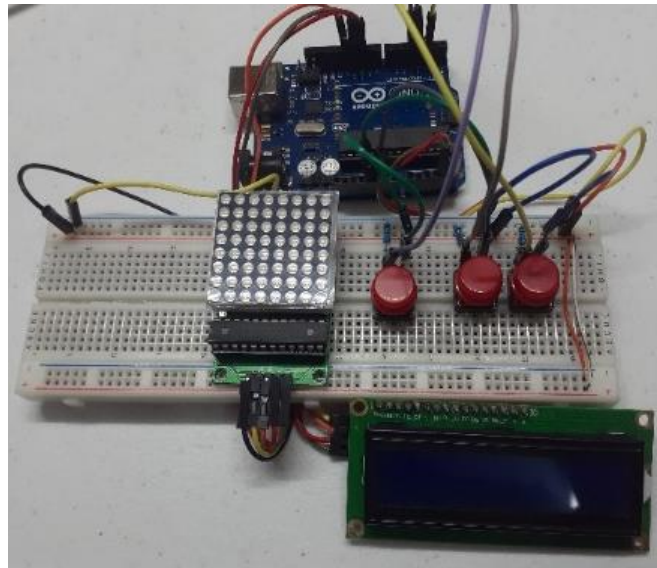


Figura 2. Conexiones físicas del sistema propuesto.

En la Figura 3 se observa el diagrama digital y de control del funcionamiento el cual se realizó por medio del software de simulación Proteus (*Labcenter Electronics Ltd*, 2019), teniendo también el microcontrolador atmega328 montado en un Arduino UNO (Atmel). Mientras que, en la Figura 4 se muestra mediante una pantalla LCD (*Liquid Cristal Display*) las acciones con las que el ciclista cuenta para su activación.

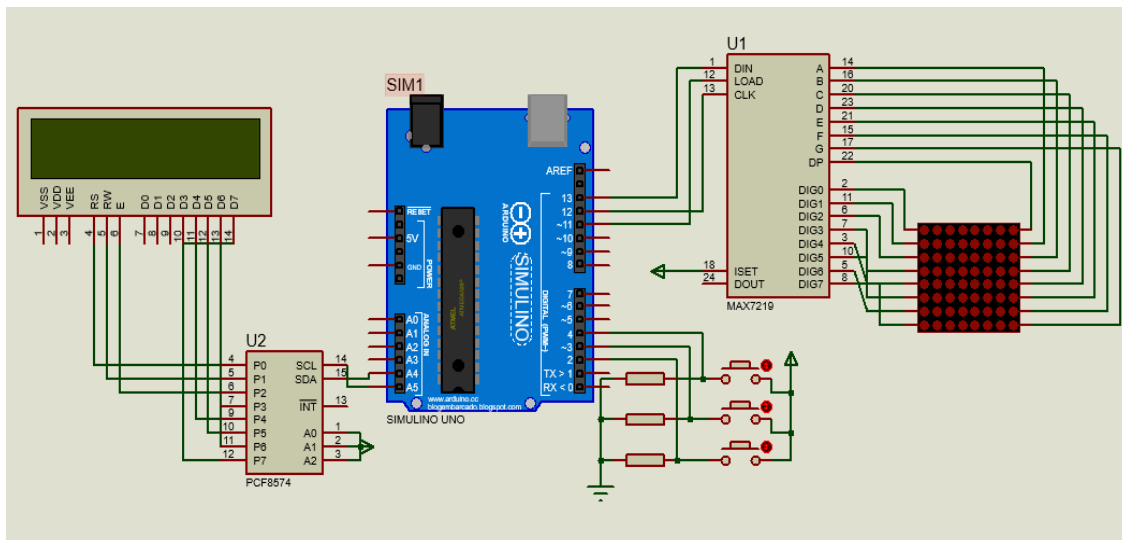


Figura 3. Conexión del circuito electrónico para el sistema de direccionales.

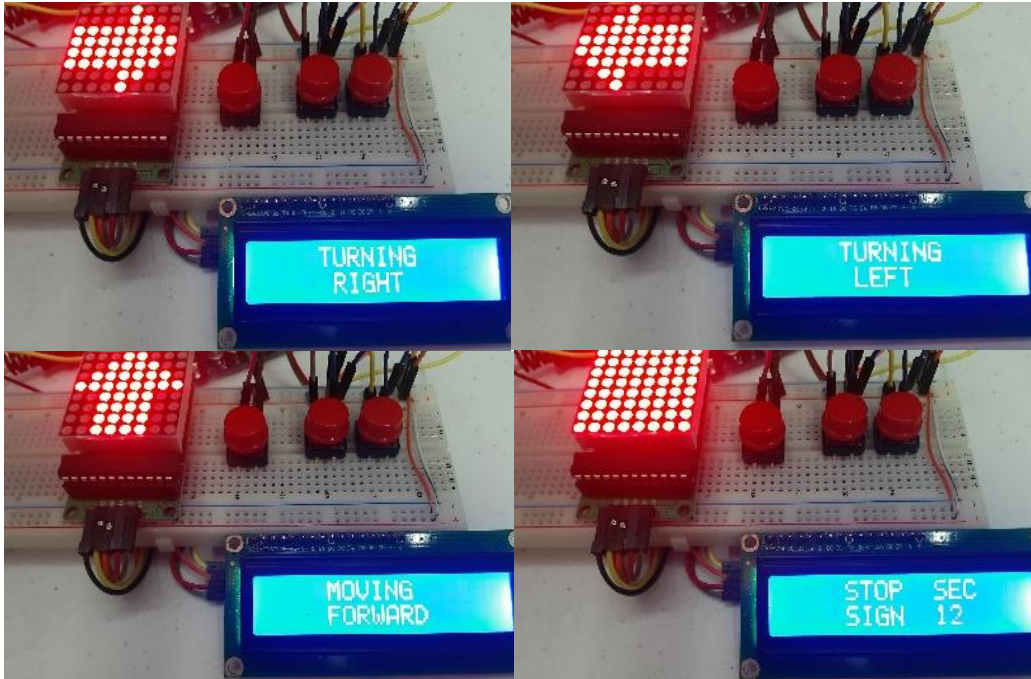


Figura 4. Funcionamiento físico del sistema propuesto.

El prototipo se expandió con diversas pantallas para comprobar el nivel de intensidad que pudiera brindar al tránsito, de igual forma se probó el funcionamiento de los controles básicos, es decir, visibilidad de direcciones tanto izquierda como derecha, al igual que el botón de paro (García, Escamilla, & Severiche, 2018) . Las pruebas realizadas se pueden apreciar en la Figuras 5 y 6 respectivamente.

Es importante resaltar como se mencionó anteriormente, que estas luces LED indicadoras serán portadas por el usuario en un chaleco, donde el podrá presionar los botones de activación de cada una de las opciones, de acuerdo a la trayectoria que seguirá, ya que estos botones estarán en la parte delantera del chaleco y de igual forma cerca de estos estará el módulo de carga, para que el usuario pueda recargar el sistema cuando sea necesario.

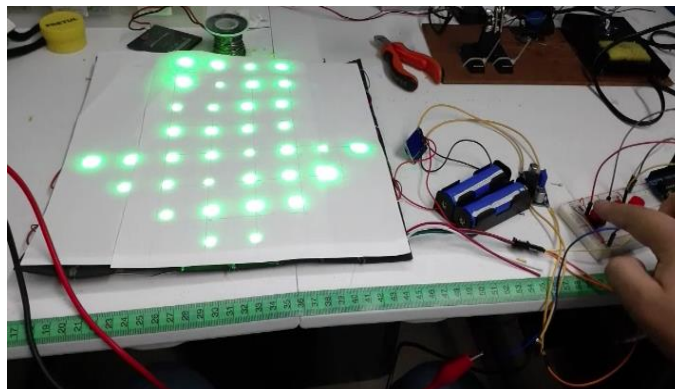


Figura 5. Prueba de direcciones en el prototipo.

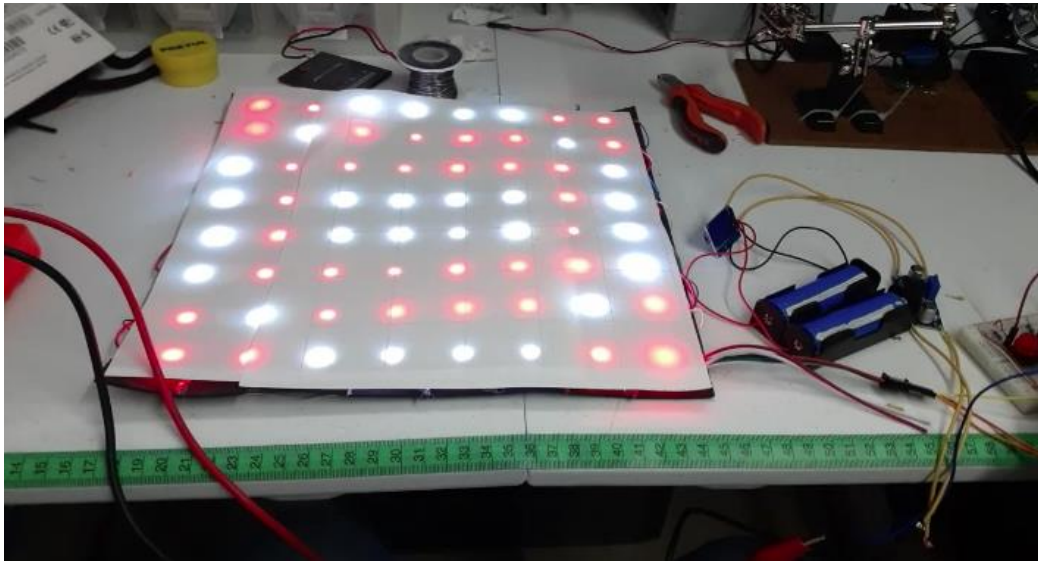


Figura 6. Indicación de alto del sistema propuesto.

Conclusiones.

Este trabajo se desarrolló con la metodología QFD, con el objetivo de poder obtener un diseño conceptual que cumpla con todos los requerimientos dados por el cliente. El sistema obtenido podrá ser para cualquier tipo de ciclistas, esperando sea ocupado incluso por los de grandes urbes, cabe resaltar que este producto no podrá acabar en su totalidad con el problema, pero se espera por lo menos procurar disminuir una fracción de los accidentes, apoyando esta situación mediante los señalamientos que provee el sistema propuesto. Por parte del equipo desarrollador de este proyecto se puede mencionar que tendrá la certeza de haber brindado la información necesaria tanto para tránsito como transeúntes acerca de su próxima acción en la calle o carretera, porque al portar ellos la prenda, que sería mejor que fuera un chaleco, podrán tener las señales en un lugar visible para los automovilistas, en el caso del usuario, el chaleco tendrá un sistema de luces LED como el indicado en los prototipos, el cual estará protegido y tendrá los botones pulsadores por delante del chaleco para que el usuario pueda activarlos según la trayectoria o el cambio en esta que vaya a efectuar.

Agradecimientos.

Los autores agradecen al Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, en específico a la división de Ingeniería Informática por el apoyo brindado.

Referencias Bibliográficas.

Atmel. (s.f.). 8 bit AVR Microcontroller with 32k Bytes In-System programmable Flash. San José, California: Atmel.

Datos. (21 de Septiembre de 2020). (Gobierno de Mexico) Recuperado el 13 de Noviembre de 2020, de <https://lasillarota.com/metropoli/accidentes-de-ciclistas-en-2019-asi-cerraron-las-cifras-accidentes-ciclistas-bicicleta-ciclismo/355586>

Garcia, S. P., Escamilla, C. M., & Severiche, J. A. (2018). *sistema alternativo de movilidad usando enfoques de iot mediante el uso de la bicicleta para un sector de la ciudad de bogota con un entorno simulado* . Colombia.

Granados, D. (2019). Lección 8: Arbol de funciones. *Arbol de Funciones*.

Hernández Lara, D., Trejo Villanueva, C. A., Juarez Velázquez, E. T., & Mojica Mendoza, Y. A. (2019). Implementation of a system embedded with IoT for the administration of water in home room tanks. *XXVIII Reunión Internacional de otoño, ROC&C'2018-2019, IEEE Sección México*. Acapulco Gro. México.

Hernández Lara, D., Trejo Villanueva, C. A., Juarez Velázquez, E. T., & Rodríguez Nicolas, G. (2019). Design of mobile robot of positioning indoor. *XXVIII Reunión Internacional de otoño, ROC&C'2018-2019, IEEE Sección México*. Acapulco Gro. México.

Hernandez Lara, D., Barrera García , A., Álvarez López, J., Hernández Valencia, G., & Benítez Mora, M. (2016). Diseño conceptual de un dispositivo electrónico de almacenamiento y conteo de monedas. *Congreso Internacional de ingeniería electromecánica y de sistemas*.

Labcenter Electronics Ltd. (2019). Proteus Design Suite. Grassington, Inglaterra: Labcenter Electronics.

Montenegro, D. M., & Romero, D. G. (2020). *Desarrollo de un prototipo de radiobaliza para ciclistas, integrado en la bicicleta y el casco, con la capacidad de detección de impactos en la cabeza y emisión de alerta*. Cuenca-Ecuador.

Secretaria de Salud. (07 de Junio de 2016). *Pueblo ciclero*. Recuperado el 13 de Noviembre de 2020, de <https://pueblobiclero.org/wp-content/uploads/2020/07/2016-Secretari%cc%81a-de-Salud-Ma%cc%81s-ciclistas-ma%cc%81s-seguros.pdf>

Sepulveda, G. V., Torriti, M. T., & Flores, M. C. (10 de Septiembre de 2016). *Sistema de detección de señales de tráfico para la localización de intersecciones viales y frenado anticipado* *Traffic sign detection system for locating road intersections and braking advance*. Obtenido de sciencedirect.com: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1697791217300055>

Información de los autores.



Silvia Noemi Almendarez Torres, Alumna de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Sus principales intereses son las bases de datos y los sistemas computacionales.



Alan Moisés Osegueda Godínez, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Sus principales intereses son los sistemas computacionales y programación.



Ricardo Brayan Pérez Saldívar, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Sus principales intereses son la programación y las bases de datos.



Alfonso Ramírez Caro, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Sus principales intereses son los sistemas digitales, redes, electrónica y los sistemas computacionales.



Derlis Hernández Lara, Ing. en robótica industrial egresado de la ESIME UA (2011) y M. en C. en ingeniería de cómputo con opción en sistemas digitales por parte del CIC (2014) en el Instituto Politécnico Nacional, México. Actualmente es profesor del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec y de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Su área de interés es la aplicación de metaheurísticas para el diseño y optimización en ingeniería.