

Diseño de alarma de seguridad para casas habitación.

Security alarm design for house rooms.

Juan Pablo Baena Ramos (1).
Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
201721824@tese.edu.mx.

Waldo Castellanos Guzmán (2). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,
201721472@tese.edu.mx.

Oscar Adrián López Arellano (3). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 201720134@tese.edu.mx.

Jorge Jair López Martínez (4). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,
201710181@tese.edu.mx.

Derlis Hernández Lara* (5). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,
dderlis-lara@tese.edu.mx.

*corresponding author.

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

Resumen.

La seguridad en los hogares conduce a una mejor vida en la sociedad, ya que existe una alta tasa de robos a estos. Es por eso que se desarrolló un sistema integrado para proteger los hogares del robo. Este sistema cuenta con un microcontrolador, el cual fue programado para detectar a un individuo sospechoso cuando intente ingresar a la casa, este será controlado por un dispositivo móvil e Internet de las Cosas, donde el usuario podrá manipular la alarma. Para la etapa de diseño conceptual se utilizó la metodología “Quality Function Deployment” (QFD), en la cual se consideran las necesidades del cliente y sus requerimientos, es decir, se diseñan en base a la voz del cliente o de los usuarios finales.

Palabras clave: Sistemas Embebidos, Internet de las Cosas (IoT), Hogar.

Abstract.

Security in homes conduce to a better life in society, since there is a high rate of robberies to them. That is why an integrated system was developed to secure homes from theft. This system has a microcontroller, which was programmed to detect a suspicious individual when he tries to enter the house, which will be controlled by a mobile device and the Internet of Things, where the user can manipulate the alarm. For the conceptual design stage, the Quality Function Deployment (QFD) methodology was used, in which the needs of the customer and their requirements are considered, that is, they are designed based on the voice of the customer or the end users.

Keywords: Embedded systems, Internet of things (IoT), Home.

1. Introducción.

El robo a casa habitación es un delito patrimonial que además de dañar la economía de las familias transmite sentimientos de inseguridad, riesgo o vulnerabilidad frente a los embates de la delincuencia. En esta investigación se reflexiona la situación de este crimen en diferentes países, el impacto que ha tenido desde México, así como el trabajo legislativo para afrontarlo (Quezada, 2019).

Antecedentes: En marzo el Estado de México abrió 637 carpetas de investigación (CI), lo que lo posicionó como el estado con mayor incidencia de robo a casa habitación en el mes, seguido por Ciudad de México, con 446, y por Jalisco, con 418. Las entidades con menor número de casos fueron: Nayarit (9), Campeche (10), junto con Tlaxcala (12). Lo anterior se puede apreciar en la gráfica 1. Considerando los casos por cada cien mil habitantes, Colima tuvo la mayor tasa de registros, con 18.85, mientras que Chiapas, con 0.4, observó la menor incidencia por tamaño poblacional. Jalisco quedó en la posición número 13, con una tasa de 4.97 CI por cada cien mil habitantes, en la Figura 1 se puede apreciar la gráfica que contiene dicha información (IEG, 2020).

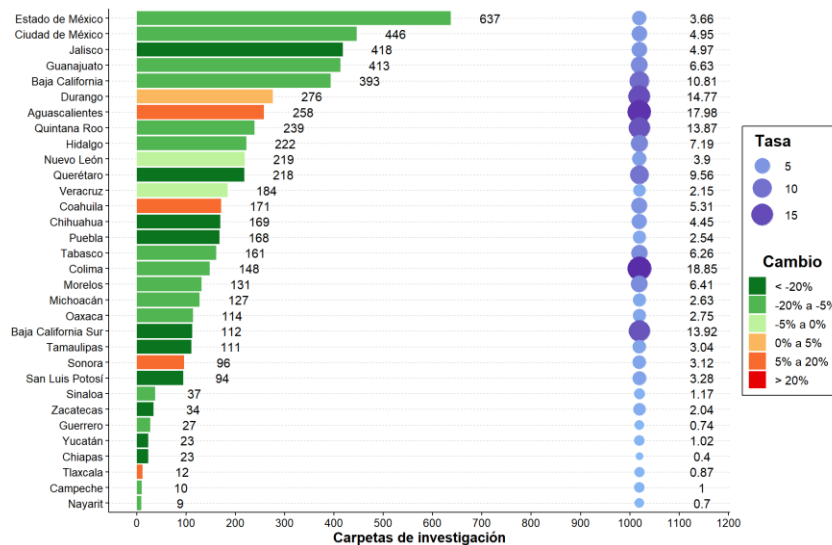


Figura 1. Gráfica en casas en todo el país.

Planteamiento del problema: La inseguridad que se vive hoy en día en la ciudad ha alcanzado los niveles más extremos para combatir este delito, lo cual no es un buen ejemplo de ello, puesto que hay mejores soluciones. Para la prevención de un índice más alto.

Justificación: Debido a la necesidad de integrar nuevas tecnologías para la seguridad de los mexicanos se ha optado por desarrollar este proyecto. Con el diseño e implementación se busca mejorar el control de seguridad, cumpliendo con los requerimientos que un hogar necesita para llevar una correcta vigilancia, debido al alto índice de delincuencia, pudiendo mantenerse seguro en tiempo real y a distancia a través de un dispositivo móvil y con ayuda de un dispositivo oculto colocado en esquinas inferiores del hogar.

Objetivo: Diseñar e implementar un sistema de seguridad a distancia de bajo costo utilizando las nuevas tecnologías que permita al usuario darse cuenta de manera inmediata las irrupciones dentro del hogar y que ofrezca a su vez un sistema versátil y funcional, mediante la utilidad de dispositivos de uso frecuente que, además, esté al alcance de la economía de todos los usuarios que estarán comprando este artefacto de suma importancia para el bienestar familiar.

De acuerdo a lo siguiente primero se consideró realizar una investigación sobre los sistemas de este tipo que han sido realizados anteriormente, para contar con un referente tanto del sistema como del funcionamiento del mismo, con la

información recabada se llevó a cabo un análisis de los aspectos positivos y negativos de cada una de ellos para realizar los cambios o mejoras pertinentes de acuerdo a los requerimientos del cliente.

A continuación, se menciona brevemente los puntos más importantes sobre esta información:

El primero de ellos hace referencia a utilizar los sensores de movimiento dispuestos en un prototipo de “SMART HOME” como alarma de seguridad en caso de detectar la presencia de intrusos, dicha alarma solo estaría presente en la puerta de entrada a la vivienda (Cano Lara, Armenta Loredo, Cabal Yopez, & Juárez Ríos, 2016).

También otra investigación realizada nombrada “Casa Inteligente y Segura” hace énfasis en que usando únicamente el microprocesador para llamadas es común el error de que estas llamadas no lleguen a ejecutarse, por lo tanto, es una mejor opción agregar un comunicador digital el cuál confirmará si la llamada ha sido recibida, así como del uso de sensores imantados para puertas y/o ventanas para emitir la alarma en el caso de que este se llegue a separar (Lima Ortega, 2015).

Un Artículo de la revista virtual de la Universidad Católica del Norte, habla sobre diferentes proyectos realizados para alarmas con el uso de Wifi, así como de un robot de vigilancia implementado anteriormente, en el caso del sistema realizado por esta institución consta de un dispositivo Raspberry (González Godoy & Salcedo Parra, 2017).

2. Metodología.

Para la obtención del diseño conceptual del prototipo, se utilizó la metodología QFD (del inglés, *Quality Function Deployment*) (Hernández Lara *et al.* 2019). Con la cual se puede llegar a un diseño funcional y competitivo, señalando que éste puede ser mejorado en la etapa de diseño a detalle (Ortega, 2017). A continuación, se muestran las consideraciones más significativas de dicha metodología de diseño.

A. Determinación y clasificación de los requerimientos del cliente.

La clasificación permite identificar 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.

Con la Figura 2, podrá tomarse en cuenta la cantidad de robos a casa habitación que hubo en el año 2019, por lo cual se ha encuestado a personas aleatoriamente y a familiares que vivan en zonas peligrosas o de alto índice de delitos de robo para saber qué sistema se debe implementar y además buscar un bajo costo (Vela, 2019).

Al día hay 20 casos

En el primer cuatrimestre de Claudia Sheinbaum como jefa de Gobierno, en la capital hubo 2 mil 468 robos a casa habitación, 20 por día.

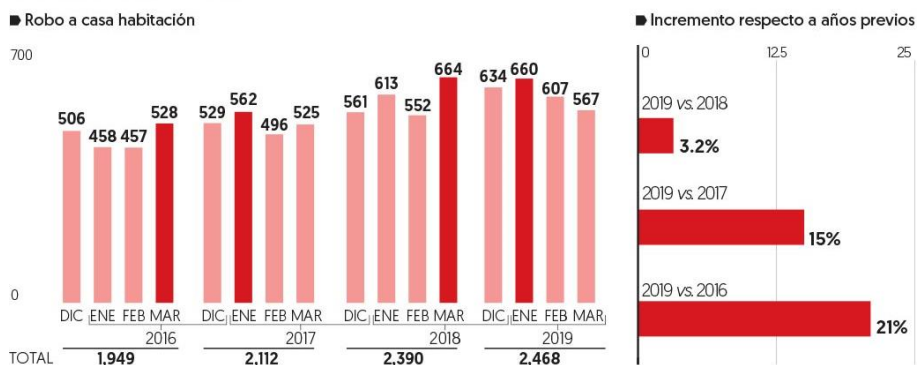


Figura 2. Gráfica de Robos a casa habitación en la CDMX.

Los requerimientos se obtuvieron mediante encuestas a personas de entre 18 y 50 años, aproximadamente el número de la muestra fue de 80 personas residentes de la Ciudad de México y el Estado de México, a quienes se les preguntó entre otras cuestiones, ¿Qué características debería tener un sistema que brinde la seguridad a una entrada de casa habitación?, especialmente en momentos donde los dueños no se encuentran en casa por motivos de trabajo o en cualquier otra circunstancia. De las respuestas de dicha encuesta se obtuvieron: los requerimientos funcionales, físicos, instalación, mantenimientos y económicos, como se muestra en la Tabla 1. Para esto se hace el uso de la ecuación (1). Donde X son los requerimientos obligatorios e Y son los requerimientos deseables.

$$p_i - p_i = 2 \Delta Y(X_i - X_i) - 2 \Delta X(Y_i - Y_i) \quad (1)$$

Tabla 1. Clasificación de Requerimientos.

Obligatorios(X)	Deseables(Y)
A1.- Ser manejable, amigable la aplicación móvil.	A3.- Oculta o discreta.
A2.- Cuento con números de emergencia.	A5.- El sistema deberá conectarse a internet.
A4.- El sistema deberá contar con un <i>display</i> .	B4.- El Sistema se pueda monitorear desde cualquier lugar
A6.- Rápida	B5.- El dispositivo deberá ser de fácil mantenimiento.
B1.- El dispositivo deberá conectarse a la corriente de cualquier hogar.	C1.- Las refacciones deberán ser fáciles de conseguir.
B2.- Deberá ser de fácil instalación.	C2.- El costo de venta deberá ser menor a \$500.
B3.- El sistema deberá enviar notificación del funcionamiento a la aplicación.	

Una vez identificados los requerimientos deseables se ponderan para saber su orden de importancia en el sistema y establecer cuáles son más prioritarios para ser incluidos en el diseño, lo ideal es que se incluyan todos, pero esto dependerá de que no interfieran en el cumplimiento de los requerimientos obligatorios.

B. Traducción de los requerimientos a términos de ingeniería.

Los requerimientos se deben llevar a un nivel de traducción en términos de ingeniería, es decir, todos aquellos requerimientos hechos por el cliente tienen que ser definidos en términos que sean comunes en Ingeniería donde se puedan conocer unidades de medición ya que estos se asociarán directamente con una unidad de medición; aquellos que no puedan ser asociados directamente a una unidad de medición, lo harán con un significado explícito, donde se referirá a la actividad que éste implica. En esta traducción todavía no se registran cantidades a menos que desde un principio el cliente las haya pedido, de lo contrario estas se establecerán en las metas de diseño; una vez establecidos los términos mensurables de ingeniería, se decretan cantidades específicas que se pretenden lograr en el diseño.

Metas de diseño:

- Ofrecer una mayor seguridad en una casa habitación.
- Tener una App móvil para el encendido y apagado de la alarma.
- Crear un producto que cuente con las características necesarias.
- Contar con sensores para la detección de intrusos
- Alertar a la aplicación cuando alguien intente entrar.
- Ver la información que mande el sistema en la aplicación

C. 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 o principal del sistema y las subfunciones que se tienen que realizar para que ésta se pueda llevar a cabo. La función global de servicio del sistema en el proceso de diseño describe el papel a desempeñar del mismo, 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, como se muestra en la Figura 3. Como las que podemos destacar su forma de comunicación, sus principales características y la forma en que va alertar al usuario de algún individuo.

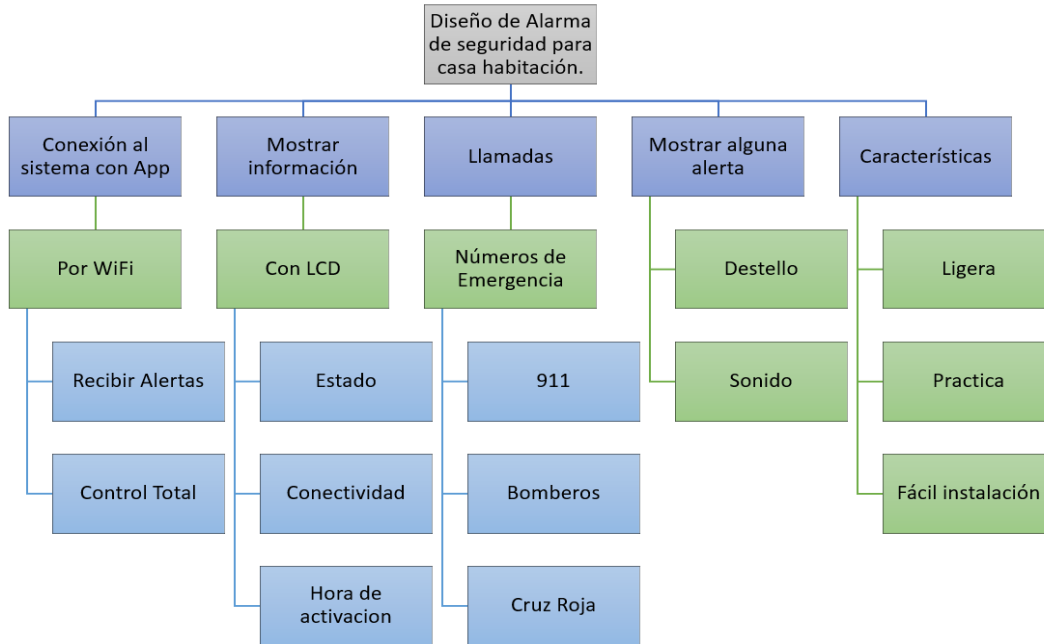


Figura 3. Árbol de funciones del diseño conceptual.

D. Generación y evaluación de conceptos.

Una vez establecido el análisis funcional, se proponen soluciones para resolver cada función, esto mediante una lluvia de ideas como se muestra en la Tabla 2, de esta forma se generarán los conceptos que ayudarán a dar forma al sistema a diseñar. Ya que se generaron las posibles soluciones a cada una de las funciones, se deberá de realizar una etapa de evaluación, para lo cual se utilizan tres filtros que ayudan a obtener el diseño que contemple de mejor manera las funciones y las expectativas del cliente. El primer filtro es el de factibilidad, donde las posibles soluciones se evalúan con base en que sean elementos que puedan cumplir con las funciones y no se contrapongan con algún otro requerimiento obligatorio dado por el cliente.

En la Tabla 3, se realizó una matriz de decisión, para la cual se necesitarán los requerimientos deseables y su calificación relativa, con lo que se obtendrá como resultado el concepto ganador, para esto se selecciona el concepto “A” como el concepto pivote, es decir, el que servirá como punto de comparación, si un concepto cumple de mejor manera en el requerimiento se colocará un signo (+), y si lo cumple de igual o menor forma se colocará un signo (-).

Recordando que la fase de diseño a detalle corresponde a la generación de todas las especificaciones necesarias para la realización del producto-solución, basándose en la tecnología disponible se llegó al siguiente diseño:

Después de realizar los filtros correspondientes se obtiene como ganador el concepto **A**, este se dividirá en dos partes, la parte del *hardware* y la parte del *software*. Para el *software* se diseñará una aplicación que notificará cuando exista

un movimiento fuera de la casa o alguna persona sospechosa que este más de 5 minutos fuera del hogar. Del lado del *hardware*, se contará con una bocina y un flasheo o destello para advertir de que alguien está entrando o está fuera del hogar.

Tabla 2. Generación de conceptos.

Funciones	A	B	C
1.- El sistema debe de contar con números de emergencia.	Llamar al 911.	Sugerir un número de emergencia	Contar con un marcaje rápido.
2.- Conexión del sistema con la aplicación.	Por medio de Wi-Fi.	Por medio de Bluetooth	Radiofrecuencia
3.- Envío de alertas a la aplicación.	Enviar alertas sólo cuando alguien intente entrar.	Enviar alertas cada vez que se detecte un movimiento.	Enviar alertas siempre que se haga una prueba
4.- Control de la alarma.	Manejo total de la alarma, conexión y llamadas.	Control manual a través de la aplicación.	Encender y apagar la alarma de manera remota.
5.- El sistema debe de contar con fecha y hora.	La fecha y hora, con un reloj montado.	La fecha y hora reflejada en la LCD.	La fecha y hora actualizada automáticamente.

Tabla 3. Evaluación basada en matrices de decisión.

FUNCIONES	Conceptos			
	Calificación relativa	A	B	CD
B3.- El sistema deberá enviar notificación del funcionamiento a la aplicación.	25	*	+	+
B2.- Deberá ser de fácil instalación.	21.4	*	+	+
A1.- Ser manejable, amigable la aplicación móvil.	17.8	*	+	+
C3.- El sistema deberá ser de fácil mantenimiento.	14.2	*	+	-
A2.- Cuento con números de emergencia.	10.7	*	+	-
C1.- Las refacciones deberán ser fáciles de conseguir.	7.1	*	+	-
B4.- El Sistema se pueda monitorear desde cualquier lugar	3.5	*	+	-
C2.- El costo de venta deberá ser menor a \$500.	0	*	-	-
$\Sigma+$		*	7	3
Peso total	100	*	92	56
Mejor concepto (Ranking)		3	1	2

A continuación, se explicará el proceso de funcionamiento del sistema embebido implementado, este será descrito por medio del Algoritmo 1 (lógico) el cual está construido por las necesidades y requerimientos del cliente, por ejemplo, la hora, notificación y llamadas:

Algoritmo 1. Proceso de funcionamiento de la alarma.

BEGIN /*Inicio del programa*/

Obtener información:

- Por medio de LCD.
 - Fijar tiempo de activación de la alarma.
 - Mostrar en pantalla: «Ingrese la hora».
 - Registro de hora.
 - Mostrar en pantalla: «Ingrese tipo de alerta».
 - Leer tipo de alerta.
 - Fin del proceso programación tiempo.

Mostrar menú:

- Opción de alerta.
 - Alarma activada.
 - Notificar.
 - Llamado de autoridades.
- Indicación de abertura de puerta o ventana.
 - A través del módulo PIR
 - Por medio de un mensaje al usuario a través de la App.
- Recibir información.
 - A qué hora se activó la alarma.
- Ejecutar proceso.
 - Llamado a emergencias.

Fin y reinicio del Sistema.

3. Desarrollo.

Para la implementación del diseño detallado, en la Figura 4 se puede observar que la alarma para seguridad en casas habitación, se compone con un módulo PIR el cual sirve para la detección de movimiento y un LCD para el muestreo de mensajes. A continuación, en la Figura 5 se observa una simulación con AutoCAD (Conejos, 2014) de una casa en donde se ubicaría la alarma en modo físico, para que esta sea más discreta y no sea llamativa.



Figura 4. Sensor montado en *protoboard*.



Figura 5. Vista exterior de casa habitación para ubicación de la alarma.

En la Figura 6 se observa una simulación de donde estará ubicada la alarma, se hará un diseño minimalista para su camuflaje. Por medio del *software* de simulación *Proteus*, se desarrolló el sistema embebido teniendo como principal elemento un Arduino UNO R3 (Gutiérrez, 2012). La simulación ayuda a ver detalles y características del sistema, para poder determinar si lo realizado funciona adecuadamente en una primera instancia, usando los dispositivos correctos que cumplan las necesidades del sistema o si estos podrían cambiar de acuerdo con las necesidades del cliente.

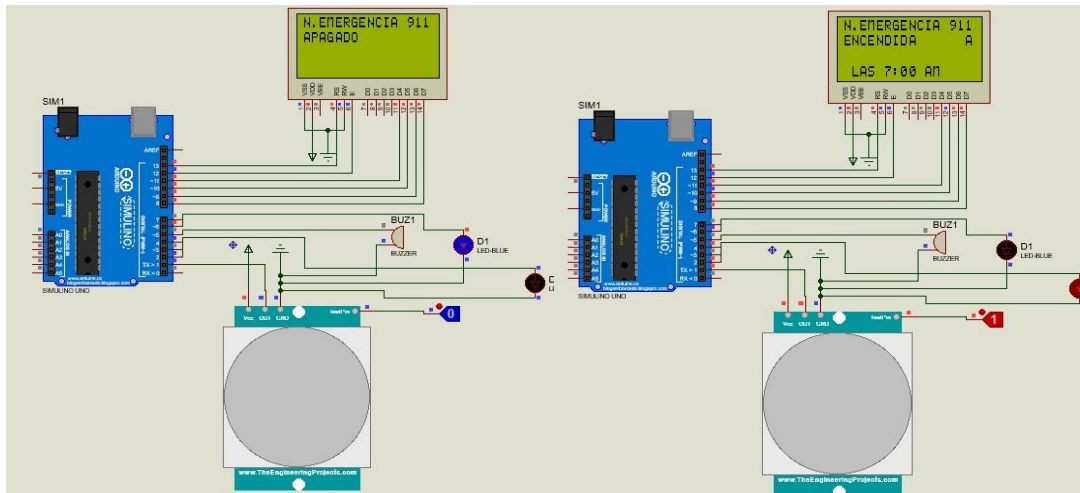


Figura 6. Simulación del sistema embebido diseñado.

Después de haber simulado el sistema, se hizo una prueba de los datos que se tienen que reflejar en pantalla (LCD del inglés, *Liquid Cristal Display*), cuando este reciba la información de si hay movimiento (con la ayuda del LOGIC STATE) (Lara D. H., 2019) se mostrara en la pantalla, como se muestra en la Figura 7. Además de como se muestra el sistema se encuentre apagado o llamando a las autoridades.

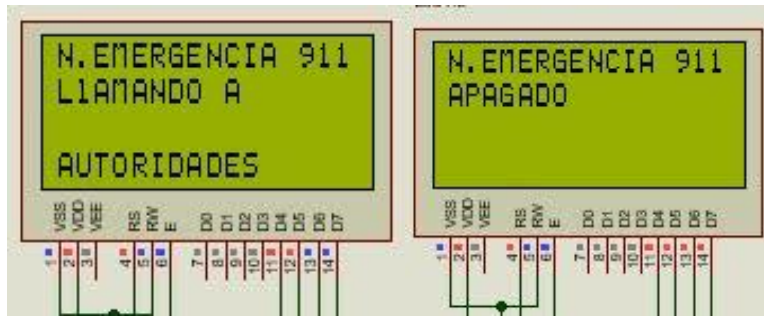


Figura 7. Simulación en LCD, prueba de la alarma (Llamado de emergencia).

A continuación, en la Figura 8, se muestra el diseño de la aplicación móvil para tener un control total con la alarma cumpliendo los requerimientos del cliente, de igual manera la prueba de que funciona, al detectar un movimiento. Además del diseño de la alarma mostrado en la Figura 9 con la que cuenta el sensor PIR al exterior este es para que la pongas a tu gusto y tenga un alcance entre paredes. Por último, en la Figura 10 se muestra el diagrama de Flujo de funcionamiento de la alarma, los pasos que se hacen en caso de una emergencia.

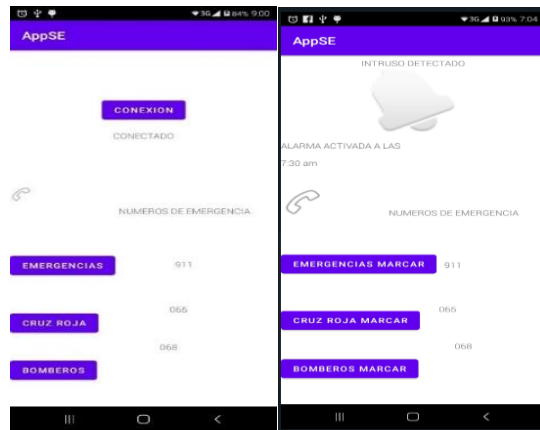


Figura 8. Aplicación móvil para el control de la Alarma y detección de movimiento.

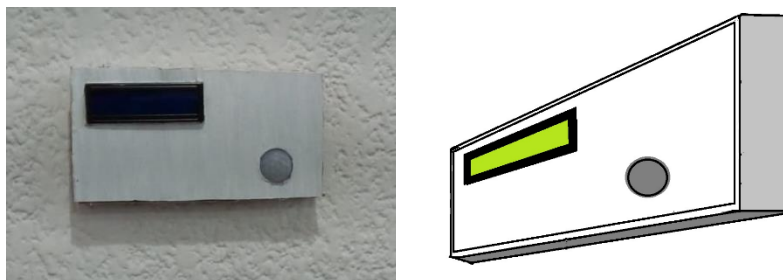


Figura 9. Diseño de la Alarma.

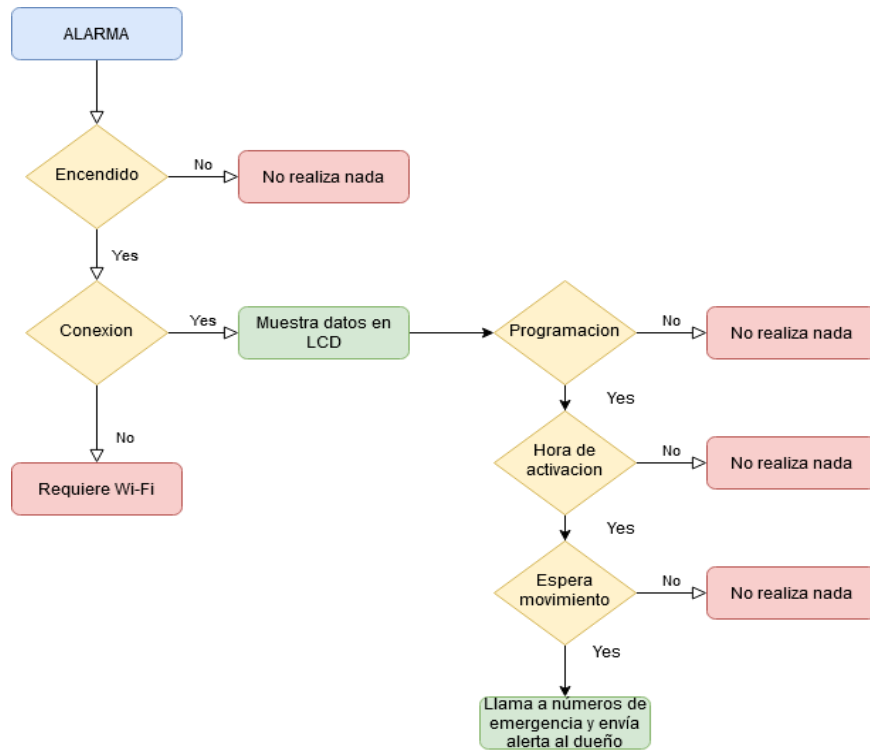


Figura 10. Diagrama de flujo de funcionamiento de la Alarma.

Conclusiones.

La inseguridad hoy en día es un tema muy delicado, es por ello que se deben de tomar diversas medidas de precaución, para la seguridad tanto personal como en la vivienda, dado lo anterior, es que es una opción el uso de diferentes sistemas, por ejemplo: «alarmas», para bajar el índice de delincuencia en la ciudad de manera creativa y eficiente. Con ayuda de la metodología QFD se llegó a diseñar conceptualmente un sistema que cumple con los requerimientos del cliente, satisfaciendo a cada usuario por su facilidad de uso de la “Alarma”. Una de las ventajas, es que funciona por medio de una conexión vía wifi. Las opciones tan falibles que se otorgan a través del internet (o wifi) y la ingeniería, permiten adquirir conocimientos y habilidades para dar una solución a este tipo de situaciones, también estas deben tener una manera sencilla de manejar para que el cliente no tenga problemas al configurarlo. Entonces el bien común se puede otorgar sabiendo cómo utilizar dichas herramientas, de ese modo no se tendrá que utilizar algo costoso, y que esté al alcance de muchas personas, el resultado obtenido cumple satisfactoriamente con el objetivo, de ayudar a la seguridad, así que no habrá ninguna preocupación por parte de los clientes, con el dispositivo ellos se sienten más seguros en altas horas de la noche o en eventos infortunados cercanos a la vivienda.

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.

- Cano Lara, M., Armenta Loredo, M., Cabal Yopez, E., & Juárez Ríos, H. (Junio de 2016).** Diseño y simulación de un sistema de control Smart Home. *Revista de Aplicación Científica y Técnica*, 13-19. Recuperado el Noviembre de 2020, de http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Aplicacion_Cientifica_y_Tecnica/vol2num4/Revista_de_Aplicacion_Cientifica_y_Tecnica_V2_N4_3.pdf
- Conejos, J. B. (2014).** *Sistema de seguridad perimetral programable inteligente*. Valencia: Universidad PolitécnicaEltimaValencia.
- González Godoy, C., & Salcedo Parra, O. (Agosto de 2017).** Sistema de seguridad para locales comerciales mediante Raspberry Pi, cámara y sensor. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 175-193.
- Gutiérrez, J. M. (2012).** *LabVIEW+Arduino*. CDMX: Creative Commons Attribution.
- IEEG. (26 de Mayo de 2020).** *Instituto de Información Estadística y Geografía de Jalisco*. Recuperado el 2020, de https://ieeg.gob.mx/ns/wpcontent/uploads/2020/05/reporte_mensual_robo_casa_marzo_2020.html#:~:text=En%20marzo%2C%20Estado%20de%20M%C3%A9xico,y%20por%20Jalisco%2C%20con%20418.
- Hernández Lara, D., Trejo Villanueva, C. A., Juárez 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. (2019).** *Tecnologías e Interfases de Computadoras*. Ecatepec: TESE.
- Lima Ortega, E. (2015).** *Diseño e Implementación de un Sistema Integral de Seguridad, Controlado y Monitoreado en Forma Local y Remota Mediante las Redes de Comunicación para las Agencias de Caja Rural - Los Andes S.A.* Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú: Repositorio Institucional UNA-PUNO. Obtenido de Ingeniería y Tecnología: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2804/Lima_Ortega_Edgar_Joaquin_Espillico_Condori_Jose_Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ortega, C. T. (2017).** *Ptolomeo UNAM*. Recuperado el Noviembre de 2020, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/12562/Tesis.pdf?sequence=2>
- Quezada, J. P. (2019).** *Robo a casa habitación*. Ciudad de México: Instituto Belisario Domínguez .
- Vela, D. S. (15 de Mayo de 2019).** Crece 83% robo con violencia a casa habitación en la CDMX. *El Financiero*. Recuperado el 15 de 5 de 2019, de <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/crece-83-robo-con-violencia-a-casa-habitacion-en-la-cdmx>

Información de los autores.



Baena Ramos, Juan Pablo, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, desde 2019 se encuentra colaborando en proyectos de investigación y sistemas embebidos. Sus principales intereses son el comercio electrónico y nuevas tecnologías.



Castellanos Guzmán Waldo, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, desde 2019 se encuentra colaborando en proyectos de investigación y sistemas embebidos. Sus principales intereses son las bases de datos, los sistemas computacionales y las nuevas tecnologías.



López Arellano Oscar Adrián, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, desde 2019 se encuentra colaborando en proyectos de investigación y sistemas embebidos. Sus principales intereses son las bases de datos y las nuevas tecnologías.



López Martínez Jorge Jair, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, desde 2019 se encuentra colaborando en proyectos de investigación y sistemas embebidos. Sus principales intereses son los sistemas embebidos, comercio electrónico y las nuevas tecnologías.



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.