

## Implementación de modelo de prototipo para el desarrollo de un sistema de alarma comunitaria IoT controlada desde dispositivos móviles

### Prototype model implementation for the development of a IoT community alarm system controlled from mobile devices

Luis Alberto Aldana<sup>1</sup>, Jhonattan García Buitrago<sup>2</sup>

#### **Resumen:**

Este artículo describe una propuesta de la implementación del modelo de prototipos para el desarrollo de un sistema de alarma comunitaria basada en IoT que es controlada desde dispositivos móviles, en la primera parte del artículo se contextualizan algunos conceptos relacionados con la seguridad ciudadana para luego profundizar en las etapas de modelo de prototipos, aplicando cada una de las fases para su elaboración, por último se realizan conclusiones de la aplicación del modelo y se proponen mejoras para el sistema.

**Palabras clave:** Alarmas comunitarias, internet de las cosas, modelo de prototipo, seguridad ciudadana.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Telemático, Universidad distrital Francisco José de Caldas, CBIT - Contact & Business IT, <https://orcid.org/0000-0001-7953-6913>, [laaldana@correo.udistrital.edu.co](mailto:laaldana@correo.udistrital.edu.co), Colombia

<sup>2</sup> Ingeniero Telemático, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Mercado Libre Colombia LTDA , <https://orcid.org/0000-0001-7025-2957>, [jgarciaab@correo.udistrital.edu.co](mailto:jgarciaab@correo.udistrital.edu.co), Colombia

**Abstract:**

*This article describes a proposal for the implementation of the prototyping model for the development of a community alarm system based on IoT that is controlled from mobile devices, in the first part of the article some concepts related to public safety are contextualized and then delve into the stages of prototyping model, applying each of the phases for its development, finally conclusions of the application of the model are made and improvements are proposed for the system.*

**Keywords:** *community alarms, internet of things, prototype model, public safety.*

**I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente existe un sistema de alarma comunitaria basada en IoT que es controlada desde dispositivos móviles, el cual fue una iniciativa realizada como proyecto para optar al título de Ingeniería Telemática, se desarrolló como una herramienta de apoyo a la ciudadanía ante eventos de inseguridad o de riesgos ambientales, el principal objetivo de este artículo es mostrar la aplicación del modelo de prototipos para el desarrollo del sistema, mostrando las ventajas en cuanto al costo, herramientas y enfoque que ofrece este modelo.

La implementación de modelos de desarrollo es muy importante en la construcción de software, ya que facilita la planeación, el desarrollo y la culminación del prototipo que se requiere.

**II. MARCO TEÓRICO****2.1. Seguridad humana medioambiental y personal**

La seguridad humana se basa en una visión multisectorial de las inseguridades, entendiendo las posibles amenazas y causas de inseguridad, donde encontramos un tipo de seguridad medioambiental con amenazas como desastres naturales, contaminación, degradación medioambiental, agotamiento de recursos y un tipo de seguridad personal con amenazas como

violencia física, delitos, terrorismo, violencia doméstica, entre otros. Definiendo la seguridad humana como la protección a las personas de situaciones y amenazas críticas creando sistemas políticos, sociales, medioambientales, económicos, militares y culturales que en conjunto aporten a las personas los fundamentos para la supervivencia, el sustento y la dignidad.[1]

## **2.2 Alarma Comunitaria**

Una alarma comunitaria es un sistema de alerta común a un grupo de vecinos de una cuadra de casas bajas o de un edificio. Por medio de un control remoto inalámbrico, cada vecino puede activar una sirena, encender luces o, en el caso de tratarse de un edificio, abrir la puerta del garaje, entre otras opciones. En la mayoría de los casos, estos sistemas operan como elementos disuasivos, ya que cuando “alguien” hace sonar la sirena, en realidad, no se sabe “quién fue” y el resto de los vecinos no saben si deberían hacer algo o llamar a la policía, por lo que, generalmente, terminan ignorando el hecho cuando algún vecino podría estar siendo víctima de una situación de inseguridad.[2]

## **2.3. Plan Nacional De Vigilancia Comunitaria Por Cuadrante**

Es una estrategia operativa del servicio de Policía, orientada a asegurar las condiciones de seguridad y convivencia ciudadana, con la asignación de responsabilidades en un área específica potencializando el conocimiento y accionar policial, a través de un modelo integral de servicio de policía, que se soporta en herramientas tecnológicas y de gestión enmarcada en principios de calidad. [3]

## **2.4. Tecnología e innovación hacia la ciudad inteligente**

Los efectos del crecimiento demográfico, producto del desplazamiento de la población hacia los centros urbanos, continúan siendo un reto para las ciudades. La ONU señala que en la actualidad el 54% de la población mundial vive en áreas urbanas y se estima que para 2050 se incrementará a un 66% (United Nations, 2014). El crecimiento acelerado de la población urbana y los procesos de urbanización no planificados han generado ciudades complejas que enfrentan desafíos cada vez mayores. Esto nos obliga a repensar, reorientar y reorganizar nuestros sistemas de ciudades para adaptarnos a las demandas actuales, mediante nuevos modelos, planes y estrategias de

desarrollo sostenible. En este contexto surge el modelo de ciudad inteligente o *smart city* que busca resolver los desafíos de la ciudad contemporánea a través de sistemas inteligentes interconectados, basados en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). No obstante, el concepto de ciudad inteligente ha sido redefinido de manera diferenciada en diversos informes e investigaciones de la academia, consultoras y organismos gubernamentales [4].

## **2.5. IoT – Internet de las cosas**

Hoy en día, la arquitectura de la información basada en Internet permite el intercambio de bienes y servicios entre todos los elementos, equipos y objetos conectados a la red. La IoT se refiere a la interconexión en red de todos los objetos cotidianos, que a menudo están equipados con algún tipo de inteligencia. En este contexto, Internet puede ser también una plataforma para dispositivos que se comunican electrónicamente y comparten información y datos específicos con el mundo que les rodea. Así, la IoT puede verse como una verdadera evolución de lo que conocemos como Internet añadiendo una interconectividad más extensa, una mejor percepción de la información y servicios inteligentes más completos. En su mayor parte, se utilizó la Internet para protocolos orientados a la conexión de aplicaciones como HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto) y SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*). Sin embargo, hoy en día un gran número de dispositivos inteligentes se comunican entre ellos y con otros sistemas de control.[5]

## **2.6. Prototipo**

Un prototipo es un modelo experimental de un sistema o de un componente de un sistema que tiene los suficientes elementos que permiten su uso, siendo un medio eficaz para aclarar los requisitos de los usuarios e identificar las características de un sistema que deben cambiarse o añadirse y que permite verificar la viabilidad del diseño de un sistema.[6]

## **2. 7. Modelo de Prototipos**

Pertenece a la rama de los modelos evolutivos tales como el modelo incremental, en este modelo se hace el uso de prototipos los cuales represe tan partes esenciales del software, sin embargo, a diferencia del modelo incremental los prototipos no son funcionales y en su mayoría únicamente corresponden a representaciones del diseño visible para el usuario y no del diseño interno tales

como algoritmos y manejo de la Información, a al desarrollador una mejor comprensión de lo que hay que hacer[7].

Es frecuente que un cliente defina un conjunto de objetivos generales para el software, pero que no identifique los requerimientos detallados para las funciones y características. En otros casos, el desarrollador tal vez no esté seguro de la eficiencia de un algoritmo, de la adaptabilidad de un sistema operativo o de la forma que debe adoptar la interacción entre el humano y la máquina. En estas situaciones, y muchas otras, el paradigma de hacer prototipos tal vez ofrezca el mejor enfoque.[8]

### 2.7.1 8. Etapas Generales del Modelo de Prototipo

El modelo de prototipos consta de las siguientes etapas:

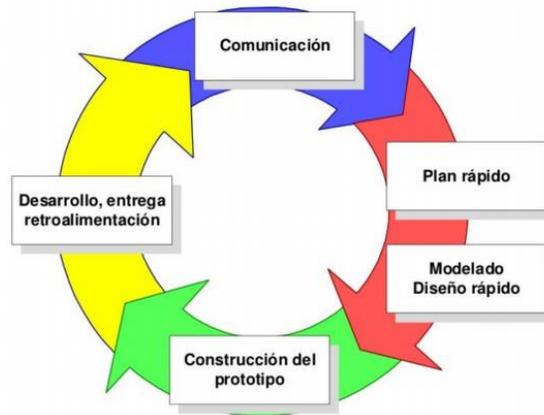


Figura 1. Etapas del modelo de prototipo. Fuente:[9].

La **comunicación** es la etapa inicial donde se tiene una interacción con el cliente para evaluar la petición del software y determinar si el programa a desarrollar es un buen candidato para construir un prototipo. Debido a que el cliente debe interactuar con el prototipo para determinar el refinamiento del proyecto.

En el **plan rápido** cuando los resultados de un proyecto son aceptables, se procede a desarrollar una representación abreviada de los requerimientos. Antes de que pueda comenzar la construcción de un prototipo, en este se debe representar los dominios funcionales y de información del programa. La aplicación de estos principios de análisis fundamentales, pueden realizarse mediante los métodos de análisis de requerimientos.

En el **modelo diseño rápido** después de que se haya revisado la representación de los requerimientos, se crea un conjunto de especificaciones de diseño abreviadas para el prototipo. El diseño debe ocurrir antes de que comience la construcción del prototipo. Sin embargo, el diseño de un prototipo se enfoca normalmente hacia la arquitectura a nivel superior y a los aspectos de diseño de datos.

Luego en la **construcción del prototipo** el software del prototipo se crea, se prueba y se corrigen idealmente todos los posibles errores, los bloques de construcción de software preexistentes se utilizan para crear el prototipo de una forma rápida y se determina si un prototipo es funcional o no. Para las aplicaciones interactivas con el usuario, es posible frecuentemente crear un prototipo en papel que describa la interacción hombre-máquina.

Finalmente, en el **desarrollo, entrega y retroalimentación** una vez que el prototipo ha sido probado, se presenta al cliente, el cual "conduce la prueba" de la aplicación y sugiere modificaciones. Este paso es el núcleo del método de construcción de prototipo. Es aquí donde el cliente puede examinar una representación implementada de los requerimientos del programa, sugerir modificaciones que harán al programa cumplir mejor las necesidades reales.[9]

### 2.7.2 Ventajas del modelo prototipo

- Permiten mostrar al cliente una versión parcial preliminar que permita obtener retroalimentación y evite problemas con la integración de un código muy grande.
- Los clientes pueden comenzar a utilizar un sistema que tiene los requerimientos prioritarios para ponerlo a prueba y reportar sus fallas, aumentando la probabilidad de entregar un software que opere satisfactoriamente.
- Permite comenzar con algunos requerimientos prioritarios y dejar para los ciclos posteriores los demás requerimientos.
- Incluye la participación del usuario, quien debe dedicar tiempo a evaluar y retroalimentar las entregas parciales.
- Tiene la ventaja de que la especificación del sistema se puede desarrollar de forma creciente. [10]

## 2. 10. Desventajas del modelo prototipo

- No se conoce cuando se tendrá un producto aceptable.
- No se sabe cuántas iteraciones serán necesarias.
- Da una falsa ilusión al usuario sobre la velocidad del desarrollo.
- Se puede volver el producto aún y cuando no esté con los estándares. [11]

## 2.11. Implementación de modelo de prototipo en el sistema de alarma comunitaria controlada desde dispositivos móviles

A continuación, se desarrollan las etapas aplicadas en el transcurso del proyecto:

### a. Comunicación

En esta etapa se hizo una sesión para analizar las características, los requisitos y el alcance que iba a tener el prototipo del sistema de alarma comunitaria, concluyendo que por el tamaño y el tiempo que se tenía para el desarrollo de este, el modelo de prototipo era viable, entre los requisitos están:

- Prototipo de interfaz hardware en *protoboard*[12].
- Aplicación móvil del receptor.
- Aplicación móvil del emisor
- Aplicación Web para el administrador.

### b. Plan rápido

Se realiza mediante la representación abreviada de los requerimientos del sistema donde se pueden encontrar:

- Una aplicación cliente que activa la alarma.
- Una aplicación receptora que recibe las peticiones de activación/desactivación de la alarma.
- Una interfaz (*Protoboard*) que conecta al receptor con la alarma y la bocina.
- Un módulo de administración para la visualización de datos tomados al activar la alarma.

Se realizó el diagrama general del sistema, donde se especifican los componentes y la interacción que existe entre cada uno (Figura 2).

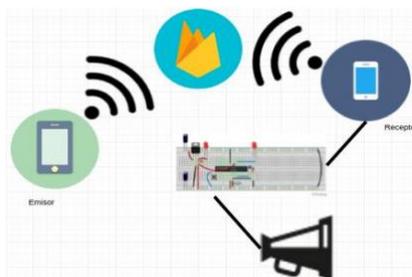


Figura 2. Diagrama general del sistema. Fuente: Los autores.

Para el módulo de administración se diseña un diagrama donde se muestran las tecnologías a utilizar y el flujo de información (Figura 3).

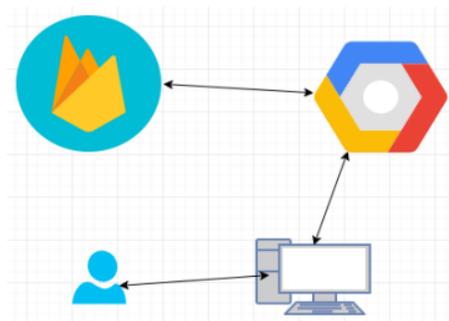


Figura 3. Diagrama del sistema administrador. Fuente: Los autores.

Esta etapa facilitó la identificación de componentes y tecnologías basados en los requerimientos para la implementación del prototipo del sistema.

### c. Modelo diseño rápido

Se crea un conjunto de especificaciones de diseño abreviadas para el prototipo entre las cuales se definieron:

- Aplicación que funcione en diferentes Sistemas operativos.
- Registro de usuario
- Inicio de sesión
- Asociación de emisores a receptores específicos.

- Intuitivo.
- Sencillo.

Se realizan casos de uso que nos permiten identificar los actores y acciones que pueden realizar [13] (Figura 4).

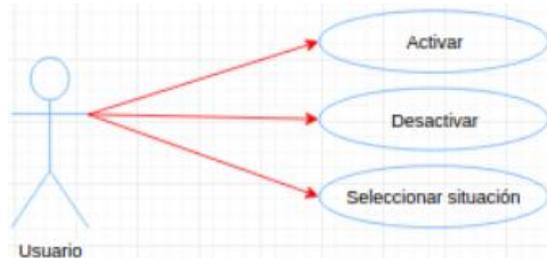


Figura 4. Caso de uso activación y desactivación alarma. Fuente: Los autores.

Se diseñaron mockups para tener una visualización de cómo se verían las aplicaciones y evaluar el flujo de la aplicación [14] (Figura 5).

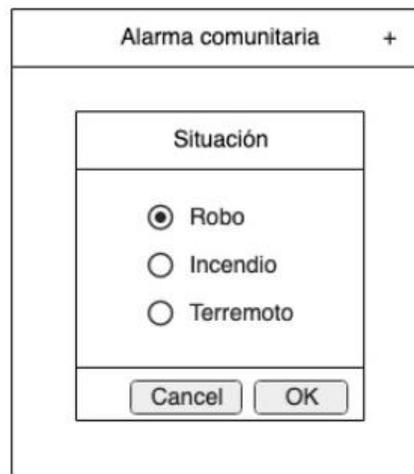


Figura 5. Mockup selección situaciones de riesgo. Fuente: Los autores.

Para la interfaz física se especifica la necesidad de identificación de un pulso [15] a través de la salida del audio a través de una conexión de *jack* [16] de sonido, que activará la alarma, por medio de llamadas, sms[17] o desde la aplicación receptora (Figura 6).

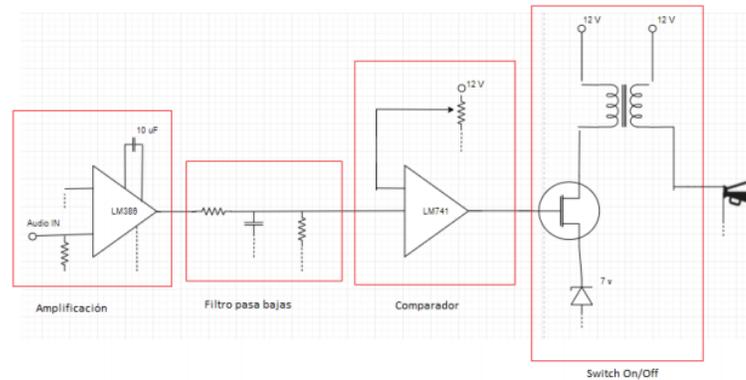


Figura 6. Diagrama prototipo interfaz física. Fuente: Los autores.

#### d. Construcción del prototipo

Se crea el prototipo para la aplicación emisora, receptora, administración, interfaz física de comunicación de receptor con alarma y finalmente el módulo de visualización de datos registrados. Se realizaron sus respectivas pruebas, corrección de errores y se realizaron ajustes necesarios al momento de ir integrando cada parte del sistema, logrando la construcción del prototipo.

El prototipo de interfaz física que comunica el receptor con la alarma se desarrolló en una *protoboard* que permite montar y modificar fácil y rápidamente circuitos electrónicos sin necesidad de soldaduras sin la necesidad de alguna herramienta [18] (Figura 7).

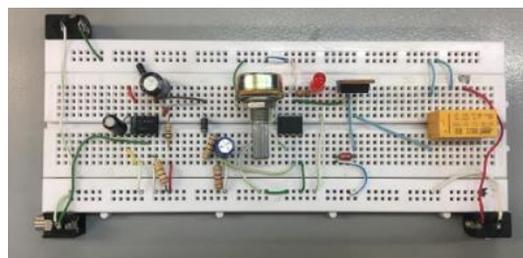


Figura 7. Prototipo interfaz física. Fuente: Los autores.

Basado en los mockups que se diseñaron, se desarrollan las aplicaciones, en este caso la activación y desactivación de la alarma (Figura 8).

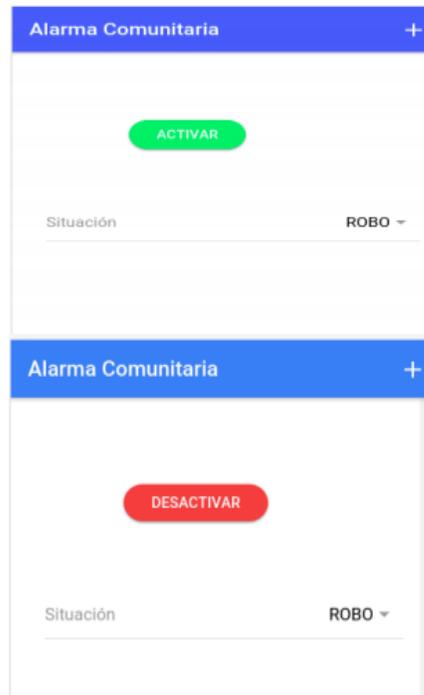


Figura 8. Botones de activación y desactivación de alarma. Fuente: Los autores.

Finalmente se desarrolla el módulo para administración de usuarios y visualización de registros de eventos registrados por los usuarios (Figura 9).



Figura 9. Modulo administración. Fuente: Los autores.

### e. Desarrollo, entrega y retroalimentación

El prototipo fue probado y se valida con el cliente que cumpla con todos los requerimientos del sistema, en este caso el tutor y jurado, quienes previamente validaron y comprendieron su

funcionamiento, sugiriendo algunas modificaciones finales para su presentación en la sustentación del trabajo de grado.

### **III. CONCLUSIONES**

El modelo de prototipo aplicado en el proyecto de alarma comunitaria, con base al desarrollo de cada una de sus etapas ayudó a ser una buena alternativa para el desarrollo de este proyecto, debido a la rapidez con que se pudieron definir las características que tendría el sistema a partir de unos requisitos y definiciones generales, reduciendo la incertidumbre en cuanto a la implementación del software. También facilitó su diseño y construcción, sin embargo, fue necesario realizar algunos ajustes al final, integrando cada componente, pero gracias a sus características de flexibilidad y adaptabilidad, se pudieron efectuar y lograr que se cumplieran los objetivos propuestos.

La participación del cliente es importante ya que prueba los avances, ve su comportamiento y luego lo modifica, logrando a partir de esta interacción proporcionar una retroalimentación instantánea, permitiendo ver inmediatamente resultados y hacer modificaciones tantas veces como sea necesario antes de su terminación.

### **IV. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

Se recomienda para derivados de este proyecto o para una nueva versión, tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se aconseja utilizar otras herramientas que permitan su uso en cualquier sistema operativo.
- Recolectar más datos para su análisis.
- El análisis de datos para generar métricas y estadísticas.
- Un módulo de reportes para los datos analizados.

## Referencias

- [1] TEORÍA Y PRÁCTICA DE LA SEGURIDAD HUMANA - Instituto  
<https://www.iidh.ed.cr/multic/WebServices/Files.ashx?fileID=6445>. Se consultó el 9 may. 2021.
- [2] "Alarmas comunitarias - Revista Negocios de Seguridad."  
[http://www.rnds.com.ar/articulos/078/RNDS\\_104w.pdf](http://www.rnds.com.ar/articulos/078/RNDS_104w.pdf). Se consultó el 25 may. 2021.
- [3] "ESTRATEGIA INSTITUCIONAL PARA LA SEGURIDAD ...."  
<http://www.oas.org/es/sap/dgpe/innovacion/banco/anexo%20i.%20pnvcc.pdf>. Se consultó el 25 may. 2021. P 14
- [4] "Tecnología e innovación hacia la ciudad ... - SciELO Colombia." 16 oct. 2017,  
<http://www.scielo.org.co/pdf/biut/v29n2/0124-7913-biut-29-02-59.pdf>. Se consultó el 25 may. 2021.
- [5] "INTERNET DE LAS COSAS - CORE." <https://core.ac.uk/download/pdf/81581111.pdf>. Se consultó el 25 may. 2021.
- [6] "INGENIERÍA DE SOFTWARE I." 5 ene. 2021,  
[https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/2190/1/IS\\_I%20Tema%203%20-%20Modelos%20de%20Proceso.pdf](https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/2190/1/IS_I%20Tema%203%20-%20Modelos%20de%20Proceso.pdf). Se consultó el 23 may. 2021.
- [7] "Revista de Simulación Computacional Aplicación del ... - ECORFAN®." 29 ago. 2018,  
[http://www.ecorfan.org/taiwan/research\\_journals/Simulacion\\_Computacional/vol2num5/Revista\\_de\\_Simulaci%C3%B3n\\_Computacional\\_V2\\_N5\\_2.pdf](http://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Simulacion_Computacional/vol2num5/Revista_de_Simulaci%C3%B3n_Computacional_V2_N5_2.pdf). Se consultó el 26 may. 2021.
- [8] "(PDF) Ingenieria de software enfoque practico 7ed Pressman PDF ...."  
[https://www.academia.edu/15231805/Ingenieria\\_de\\_software\\_enfoque\\_practico\\_7ed\\_Pressman\\_PD\\_F](https://www.academia.edu/15231805/Ingenieria_de_software_enfoque_practico_7ed_Pressman_PD_F). Se consultó el 23 may. 2021.
- [9] S.-M. Vidal, H.-D. Cortes, J.-A. Duarte, M.-S. Parra, J.-E. Torres, "Modelos de Procesos De Desarrollo de Software," Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, 2019.
- [10] "Fundamentos de Ingeniería de Software - UAM Cuajimalpa."  
[http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/Fundamentos\\_Ing\\_SW-VF.pdf](http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/Fundamentos_Ing_SW-VF.pdf). Se consultó el 24 may. 2021.
- [11] "Metodologías de desarrollo de software - Repositorio UCA."  
<https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/522/1/metodologias-desarrollo-software.pdf>. Se consultó el 24 may. 2021.

- [12] "El protoboard - Eduteka - Universidad Icesi." 11 oct. 2011,  
<http://eduteka.icesi.edu.co/proyectos.php/2/7835>. Se consultó el 1 jun. 2021.
- [13] "UML - Casos de uso." <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1155/1/UML%20-%20Casos%20de%20uso.pdf>. Se consultó el 26 may. 2021.
- [14] "Sketchs, mockups, wireframes y prototipos - MOSAIC-UOC ...." 15 sept. 2015,  
<https://mosaic.uoc.edu/2015/09/15/proceso-de-desarrollo-de-un-proyecto-digital/>. Se consultó el 26 may. 2021.
- [15] "procesamiento análogo de audio - Dialnet."  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5038427.pdf>. Se consultó el 1 jun. 2021.
- [16] "Interruptores y configuraciones de los conectores de audio | DigiKey." 7 may. 2019,  
<https://www.digikey.com/es/articles/a-deep-dive-into-audio-jack-switches-and-configurations>. Se consultó el 1 jun. 2021.
- [17] "El SMS y la mensajería instantánea - Dialnet - Universidad de La ...."  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2648896>. Se consultó el 1 jun. 2021.
- [18] "Uso del protoboard.pdf - Escuela de Ingeniería Electrónica."  
<http://www.ie.tec.ac.cr/acotoc/Ingenieria/Lab%20CC/Uso%20del%20protoboard.pdf>. Se consultó el 26 may. 2021.

Publicación Facultad de Ingeniería y Red de Investigaciones de Tecnología Avanzada – RITA

**REVISTA**

**TIA**



