Determinación y desarrollo de un concepto de control aplicado a un sistema distribuido para gestión de dispositivos y objetos en espacios mediante IoT

Christian Andrés Mosquera Gil
christian.mosquera01@usc.edu.co

Nicolas Minotta Rodríguez
nicolas.minotta00@usc.edu.co

Fernando Vélez Varela
Fernando.velez00@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Sistemas

Resumen

En los últimos años, el Internet ha sido una herramienta que ha permitido colocar en convergencia absolutamente todo, lo que involucra aplicar tecnologías en diferentes escenarios, objetos y situaciones; esto ha permitido integrar y dar solución a diferentes problemáticas, las cuales benefician tanto a usuarios como a empresas. Existe la finalidad de aplicar el concepto de IoT (Internet de las Cosas), para solucionar problemáticas que se presentan en el contexto local; en este proceso que se abordó, se construyó un modelo prototipal aplicado a un sistema distribuido, el cual permite gestionar los tiempos que se les brindan a los usuarios que tienen que compartir un concepto de espacio y de medio usando un servicio o funcionalidad; asociando a esto como objetivo, el mejorar el control de dichos usuarios, y a su vez facilitar el trabajo de los gestores de dicho espacio para mejorar el servicio y el negocio; el ejemplo de aplicación de esto se hizo sobre una pista de patinaje. Para este logro, se diseñó un dispositivo inalámbrico que se incorporó en cada uno de los cascos que deben llevar los usuarios del escenario, el cual está integrado por un dispositivo auditivo que informa que el tiempo que se ha solicitado ha terminado y un dispositivo lumínico que notifica al supervisor o gestor de dicho escenario (pista), a identificar los usuarios que tienen esta condición. Estos cascos, se administran por medio de una plataforma Web, ya que permite la fácil integración de los mismos, además por su usabilidad, en la cual se pueden aprovechar la presencia de widgets, con los cuales se pueden añadir funcionalidades, lo que implica más facilidad de adaptar y operar; lo anterior es pensando en el tratamiento del usuario final. En este documento se explicará el diseño y desarrollo del prototipo, el impacto en la gestión de tiempo de usuarios en la pista de patinaje con el uso del dispositivo creado.

Palabras Clave: **Aplicación Web, Casco, Gestión de usuarios, Pista de patinaje, Telemetría.**

Abstract

In recent years, the Internet has been a tool that has allowed to place in convergence absolutely everything, what it involves to apply technologies in different scenarios, objects and situations; This has allowed to integrate and give solution of different problematics, which benefit both users like companies. There is the purpose to apply the concept of IoT (*Internet of Things*), to solve problematics that are presented in the local context; In this process that was addressed, it was built a prototypal model applied to a distributed system, which allows to manage the times that are provided to users who have to share a concept of space and of media using a service or functionality; associating this as an objective, to improve the control of said users, and in turn to ease the work of the managers of said space to improve the service and the business; the example of application of this was done on a skating rink. For this achievement, it was designed a wireless device that was incorporated in each one of the helmets that must to bring the users of the scenario, which is integrated by a hearing device which reports that the time has been requested has finished and a lighting device that notifies the supervisor or manager of said scenario (clue), to identify the users who have this condition. These helmets, are managed by means of a Web platform, since it allows the easy integration of the same, in addition for its usability, in which the can be taken advantage of presence of widgets , with which can be added functionalities, which implies more ease to adapt and operate; The above is thinking about the treatment of the end user. In this document will explain the design and development of the prototype, the impact on the time management of users on the skating rink with the use of the device created.

Keywords: **Helmet, Skating rink, Telemetry, Users management, Web Application.**

1. INTRODUCCIÓN

Desde el momento en el que el Internet hizo parte de la humanidad, se usó como una herramienta para facilitar la comunicación de diferentes personas sin importar las distancias; pero hoy en día, el avance de este mismo, además de los múltiples desarrollos tecnológicos, ha permitido que hoy muchas soluciones, las cuales antes se creían muy difíciles

de tener a la mano, sean una posibilidad que cada día permite desarrollar nuevas ideas que traen múltiples beneficios al ser humano, inclusive, aprovechando las ventajas del Internet al aplicarlo a diferentes objetos que hoy permiten hacer más sencilla la cotidianidad de este mismo.

Una de las mayores bondades que ofrece el IoT, es el control de múltiples objetos de manera remota, ya que, conectándose estos a Internet, se puede facilitar su control, beneficiando la eficiencia, la productividad y la creatividad para generar nuevas ideas beneficiosas y nichos de negocios. Esto obliga a que cada día el Internet debe ser más veloz, y tener mejor conectividad hacia éste mismo, para tener la capacidad de soportar los elementos necesarios para implementar un sistema distribuido soportado sobre él. Además de tener y controlar todos estos elementos por Internet, a su vez se puede aprovechar tal instancia para obtener información, cosas que en principio no son de forma fácil de percibir por el ser humano, y por esto se componen mediante tecnologías ideas para hacerlo de una manera convergente, con lo que de forma derivada se pueden tomar decisiones más acertadas sobre el sistema, para así realizar estrategias de mejora que sean benéficas para el usuario final.

Hoy en día, el mundo se ve enfrentado a una situación muy compleja cuando se trata de hacer gestión de tiempo en un sistema de uso masivo de usuarios. Las empresas requieren que el tiempo que se le ofrece a éstos, se regule de manera precisa, ya que esto incrementa el margen de ganancias y optimiza la productividad de un negocio. En tanto para un usuario es importante saber cómo su situación frente al recurso que está solicitando, el cual es el tiempo; esto dará satisfacción a las partes involucradas en el mencionado sistema; además con esto se hace la mejora de los tiempos de espera, cuando el servicio que se preste con este control se halle en un punto máximo de ocupación, y esto evitará inconformidades o quejas. Esta problemática se presenta actualmente en la gestión de espacios, el cual se define como un bien que puede ser administrado, como lo es el caso de una pista de patinaje, la cual se destaca por ser un entorno de entretenimiento interesante para compartir con amigos y familia, cosa que puede ser explotada de forma comercial. Sin embargo, este tipo de idea de negocio, no cuenta con un sistema adecuado para gestionar los tiempos en los que un usuario hace uso del ambiente de esparcimiento, lo que ha provocado dificultad en las labores administrativas de los gestores de éste, generando malestar en los clientes que esperan pacientemente su turno para poder disfrutar del servicio que ellos han solicitado.

Los colaboradores de la pista de patinaje han implementado un sistema que controle medianamente el asunto por medio de cascos de diferentes colores, los cuales se asignan a un número determinado de clientes, quienes entran a cierta hora, con el fin de identificar a cada grupo y los tiempos en los que estos acceden al servicio son tomados de forma manual con un cuaderno y un reloj; a raíz de esto los clientes que esperan por un turno se verán con inconformidad por no poder acceder al servicio comprado de forma adecuada, esto se da por la mala gestión de tiempos, porque pueden haber personas que intenten quedarse patinando más del tiempo requerido, haciendo que están en la citada cola, les toque esperar un poco más ya que el espacio gestionado tiene un límite de personas que pueden ingresar a disfrutar del servicio pagado.

Por este motivo se construyó un sistema con la finalidad de mejorar el proceso de gestión de tiempos de usuario para dar una mejor sensación al cliente, con el fin de que pueda disfrutar de forma más eficiente lo que adquiere. De esta forma, para este proyecto se implementa una plataforma Web, que se conecta con los dispositivos controlados en el espacio, ya que por medio de esta se gestionan los turnos de los clientes que usan el espacio o pista de patinaje. Los dispositivos dispuestos para los usuarios establecen una comunicación inalámbrica con el sistema de gestión, y el mecanismo de interfazamiento que se incorpora en los cascos de protección, lo cual garantiza un mejor manejo de la situación, en tal circunstancia, se cuenta con un dispositivo auditivo y visual, que le informe al usuario que el tiempo pagado ya se ha terminado; además se anexa un dispositivo lumínico, que le permite a los gestores visualizar mejor a los usuarios en la pista de patinaje cuando que ya se les haya cumplido el tiempo.

La finalidad del este proyecto es brindar una solución aplicando el concepto de IoT, en este caso a un modelo de negocio especifico, pero no limitando su implantación para dar solución a otros problemas, que en el potencial escenario trata la gestión de usuarios para un servicio dentro de un espacio que sea abierto o cerrado, ya que esto podría abrir

muchas posibilidades y mejorar múltiples ideas de negocio, con el fin de que estos se puedan adaptar a los nuevos desafíos que plantea la sociedad actual.

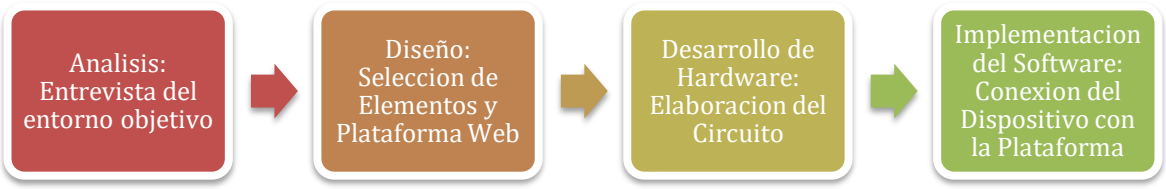
2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del dispositivo, fue necesario realizar una investigación de tipo cuantitativa, debido a que es necesario tener en cuenta los factores que afectan el proceso del espacio a gestionar, que para el caso son los usuarios, la pista, y el horario. El paso a seguir fue realizar una investigación de tipo descriptiva y evaluativa, ya que se analizaron las diferentes variables que inciden en la problemática del espacio en mención, por lo que fue necesario realizar múltiples observaciones para establecer la mejor solución para el desarrollo del dispositivo adecuado para operar dicho entorno.

Una vez completado la fase de análisis, se inició la parte del diseño del prototipo, en lo cual se estableció como referencia el desarrollo de esto por medio de un sistema de telemetría, esto se determinó como base para establecer el modelo de comunicación, con el cual se podrán administrar los elementos remotos (cascos), que sean necesarios desde una posición distante. (K., Vidhya; M., Kasiselavanathan. 2018). Para el caso del hardware, se eligió trabajar con dispositivos basados en el sistema Arduino, esto debido a su bajo coste y alta implementación práctica, lo cual permite múltiples adaptaciones a las necesidades del mundo actual.

Para la parte lógica, se eligió trabajar por medio de una plataforma on-line reconocida como UBIDOTS, con el fin de comunicar y gestionar los tiempos de los cascos, debido a que permite adaptar diferentes *Widgets*, lo que permite controlar el dispositivo y los módulos que estén conectados a éste, facilitando la gestión que permitirá una buena usabilidad por parte del operador. Se puede observar el esquema de desarrollo metodológico en la Figura 1.

Figura 1: Esquema del Desarrollo Metodológico



Fuente: Los Autores

La telemetría involucrada, consiste en la medición de variables físicas a través de un mecanismo de adquisición de datos, los cuales serán enviados posteriormente para su manipulación y/o interpretación desde una central de control. Esto normalmente se hace de manera inalámbrica, pero también es posible por medio de diferentes medios cableados. Los sistemas de telemetría tienen la capacidad de recibir las instrucciones y datos necesarios desde un centro de control definida en una plataforma adecuada por medio del Internet.

Características de la telemetría

- Medición: En este proceso se capturan la información necesaria de la fuente, un proceso o máquina, la cual, se hace por medio de sensores y/o hardware
- Comunicación: Esta consiste en la transmisión de los datos previamente adquiridos a través de un medio adecuado hacia la central de control
- Visualización: Los datos adquiridos son almacenados en una estructura de almacenamiento, y estos son presentados por medio de una plataforma de visualización.
- Analítica: Por medio de la plataforma, se hace el uso y la manipulación de la información con el fin de facilitar

la toma de decisiones de la misma.

3. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

El desarrollo del prototipo requirió de 4 fases, las cuales se realizaron rigurosamente, con el fin de realizar un dispositivo que pueda satisfacer las necesidades de la empresa y de los usuarios. Las fases para ello fueron: Análisis, Diseño, Desarrollo de Hardware e Implementación del Software

3.1. FASE DE ANALISIS

Se realizaron diferentes visitas al entorno de aplicación (pista de patinaje), en el que se pudo recolectar la información pertinente, con las cuales se conocieron detalles importantes, en cuanto a los diferentes procesos que se realizan dentro de esta, del funcionamiento de la empresa para observar la viabilidad del desarrollo del proyecto, y que este brinde una solución acertada a los empleados encargados de supervisar a los usuarios que ingresan a dicho entorno

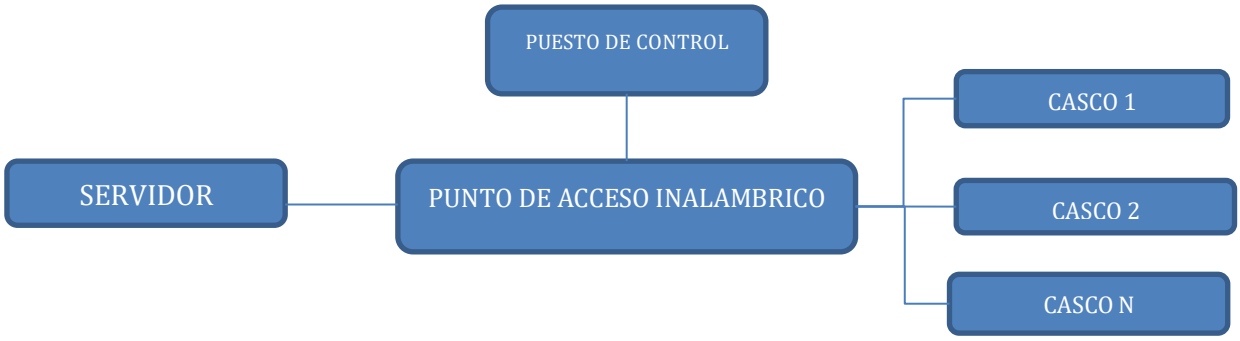
En cuanto al espacio escogido, la pista de patinaje para observación cuenta con un área de 36 metros de largo por 11 metros de ancho, dando como referencia de que su punto más lejano con respecto a la entrada es un equivalente de 40 metros. En esta por lo general pueden ingresar alrededor de 100 usuarios al mismo tiempo, pero por cuestiones seguridad de los mismos y de agilidad en el trabajo de los supervisores, se permite el ingreso de un aproximado entre 60 y 70 usuarios. La pista solo puede ofrecer un plan de 40 minutos debido a esta problemática.

Para evitar las confusiones al momento de supervisar a los usuarios, los supervisores permiten el ingreso de éste cada cierto tiempo, en un lapso de diferencia de 10 minutos por grupo, dándole a cada conjunto un color de casco diferente, y anotando el tiempo de entrada de cada uno de estos, para así poder diferenciar y evitar confusiones. La pista cuenta con 11 grupos de cascos diferentes, destacándose el casco amarillo que es el que se usa cuando ingresa un gran grupo, aproximadamente más de 10 usuarios al mismo tiempo. Los cascos por promedio en un día de alto flujo de usuarios se usan entre 2 y 3 veces cada uno.

3.2. DISEÑO DEL PROTOTIPO

El primer objetivo es el desarrollo de un circuito que permite por medio de una red Wi-Fi establecer conexión con los objetos distribuidos y dispersos, y el fin es el de monitorear los usuarios a los que se les preste el servicio, ya que, por normatividad, estos deben usar el casco durante el tiempo que permanezcan en la pista. Este dispositivo establece conexión a la red al momento que se dé su activación a través de un punto de acceso inalámbrico, el cual a su vez está conectado al computador maestro desde donde se observa el estado de la conexión del casco y el tiempo de duración del cliente dentro de la pista. (K., Shravya y otros. 2019). El casco funciona como dispositivo esclavo que brindará el estado de la conexión de este periódicamente. El esquema conceptual se puede observar en la Figura 2 (Don y Otros.2017).

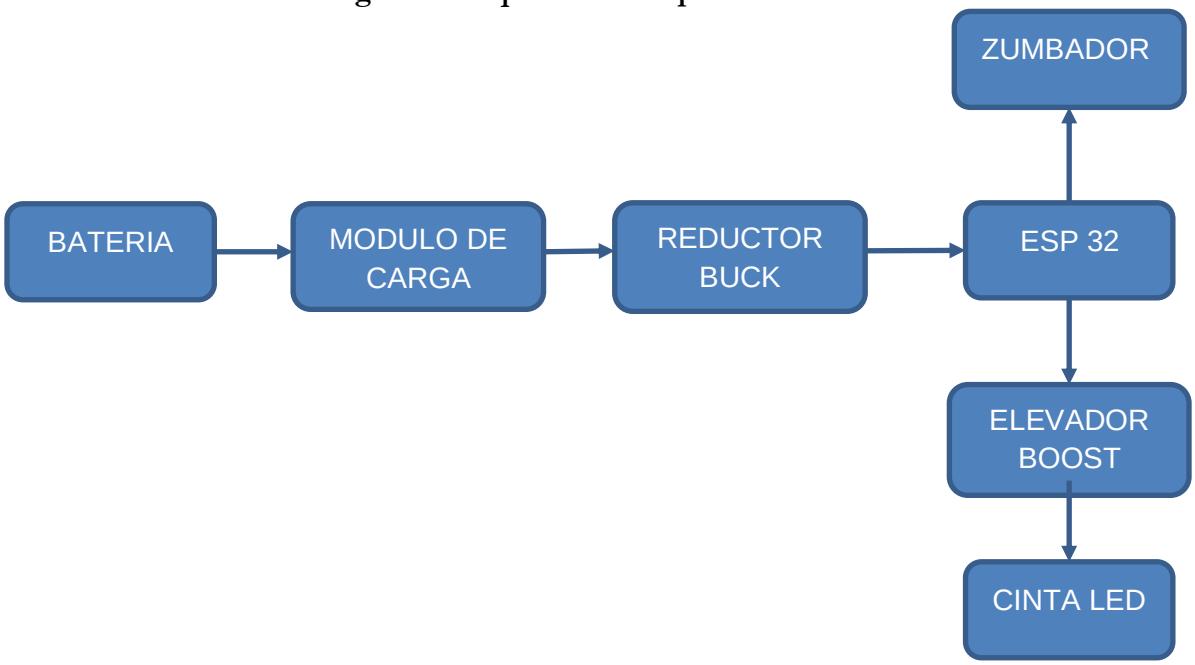
Figura 2: Esquema Conceptual del Sistema



Fuente: Los Autores

Desde el computador maestro, el supervisor de la pista se encarga de monitorear que los cascos que están dentro de la pista estén conectados por medio del aplicativo, quien además le mostrará por cada casco el tiempo de duración que el usuario ha cancelado antes de ingresar a la pista, la hora de ingreso, y el tiempo que lleva dentro de esta. Una vez se haya cumplido el tiempo de uso del servicio, el sistema se encargará de enviar un mensaje, el cual, activa el aviso lumínico que son las tiras de luces LED que están adheridas en la parte frontal del casco, con el fin de que el supervisor pueda identificar sin problemas los usuarios que ya se les ha finalizado el tiempo, la tira se apagará una vez el usuario se haya retirado de la pista, lo cual debe ser validado por el administrador. Esto se puede apreciar en la Figura 3.

Figura 3: Esquema Conceptual del Circuito



Fuente: Los Autores

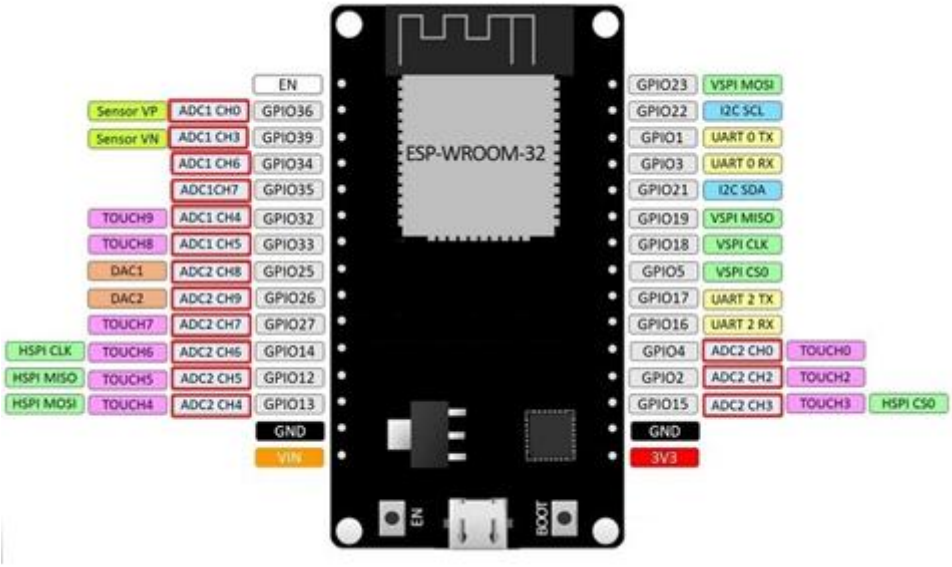
De forma consecuente, al mismo instante de encenderse la tira de luces, se activa el zumbador que se encuentra en la parte interna del casco, que cumple la función de aviso sonoro, y que alerta al usuario de la culminación del tiempo solicitado, y esto indica que debe abandonar la pista en el menor tiempo posible. El zumbador se activa tres veces con una duración de 3 segundos, con un lapso de tiempo de 10 segundos entre cada activación. El sonido está regulado a una frecuencia de 200 Hz, lo cual no afecta la salud del usuario, ni hace que que este reaccione de manera inesperada.

3.3. DESARROLLO DEL HARDWARE

Para el desarrollo del hardware del dispositivo que se instalará en los cascos, se tuvieron en cuenta 2 etapas:

- La etapa de comunicación es la parte que se encargará de establecer la asociación con el servidor maestro, además de activar el módulo lumínico y el módulo auditivo cuando sea requerido, esto se puede ver en la Figura 6. De este se pueden destacar los siguientes componentes:
    - **Módulo de desarrollo ESP32:** Como se puede observar en la Figura 4 y en la Figura 5, esta una placa de desarrollo de bajo consumo la cual incluye dentro de su diseño los pertinentes protocolos de los estándares de Wi-Fi (IEEE 802.11) y Bluetooth (IEEE 802.15), este elemento es fundamental dentro del circuito ya que es el que se encarga de comunicar el prototipo con la plataforma, para así, poder activar los módulos cuando se active el *timer* de control que tiene asignado.

Figura 4: Esquema Interno del ESP 32

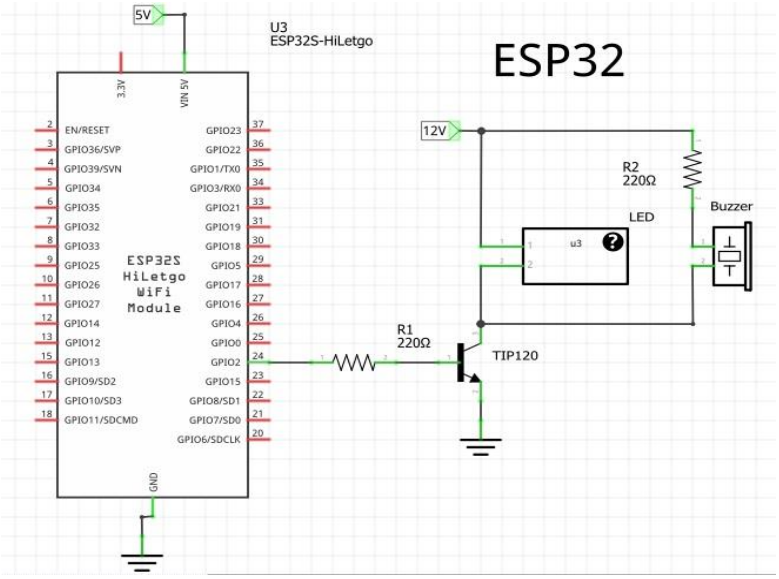


Fuente: https://forum.arduino.cc/index.php?topic=674644.0

Figura 5: Vista del Chip del ESP 32

Fuente: https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/hw-reference/modules-and-boards.html

Figura 6: Esquemático del Circuito de Comunicación



Fuente: Los Autores

- La etapa de energía es con la cual se garantiza la correcta alimentación del circuito, debido a que éste, si bien no consume mucha energía, es necesario tener un robusto sistema ya que este debe soportar la autonomía durante el tiempo de uso, además de evitar una sobrecarga que afecte el circuito, esto se puede ver en la Figura 9, del cual se pueden destacar los siguientes componentes:

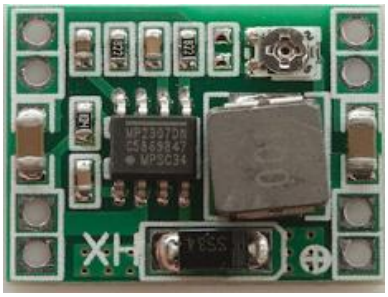
  - **Convertidor elevador DC-DC XL6009 tipo Booster DC-DC**: Como se puede observar en la Figura 7, este módulo permite elevar el voltaje de entrada de un circuito garantizando la intensidad de corriente del mismo, el cual es implementado para hardware que requieren más alimentación, evitando alterar el voltaje de entrada inicial del chip principal o el uso de una segunda fuente de carga, este módulo se implementó con el fin de alimentar las cintas LED, ya que estas requieren una alimentación de 12V.

    - **Figura 7: Chip del Convertidor Elevador XL6009**

    - **Fuente:** https://components101.com/modules/xl6009-dc-dc-step-down-voltage-regulator-module

  - **Convertidor DC-DC Buck Mp23070n:** Como se puede observar en la Figura 8, este módulo permite reducir el voltaje de entrada de un circuito garantizando la intensidad de corriente de éste, lo cual se hace con el fin de garantizar la alimentación de un elemento del circuito que requiera un voltaje menor al de la alimentación. Este chip se implemento para garantizar el voltaje de alimentación del ESP 32, y garantizar su correcto funcionamiento

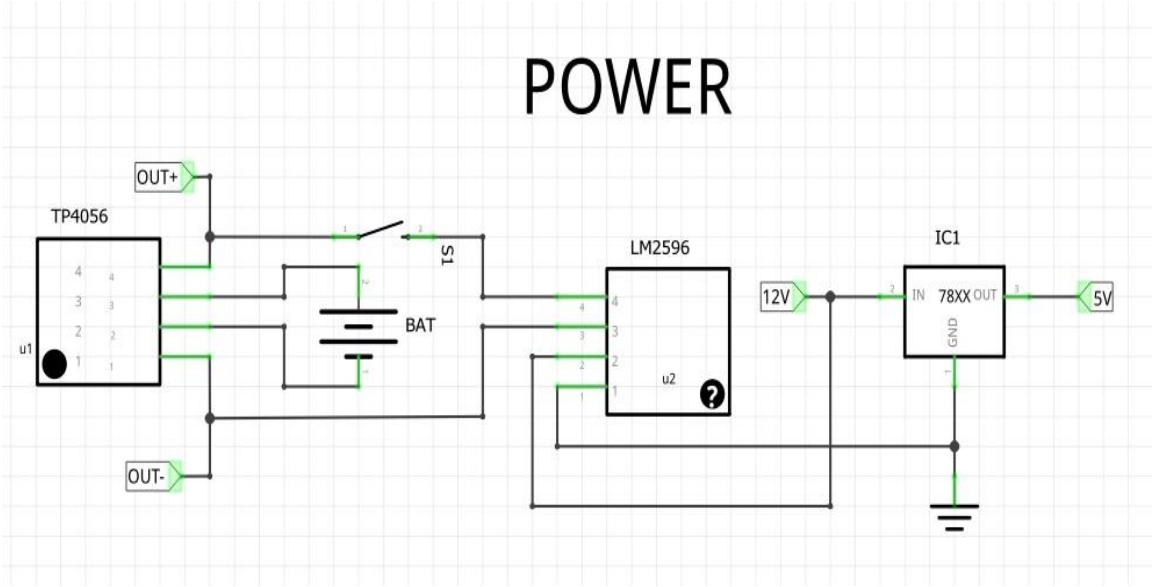
Figura 8: Chip del Convertidor Buck Mp23070n



Fuente: https://lygte-info.dk/review/Converter%20DC-DC%203A%204.75-23V%20to%201.0-17V%20UK.html

  - **Módulo cargador batería de litio por USB con Protección BMS:** Como se nota en la Figura 9, este módulo además de permitir la carga de la batería de litio por medio de una entrada de micro USB, protege la misma en casos de sobrecargas, evitando la afectación del producto.
  - **Batería Recargable De LIPO 3.7V 1000mAh:** Esta batería se encarga de proporcionar energía a todo el circuito, ya que posee la característica de trabajar a 3.7V, voltaje ideal para trabajar con el Módulo ESP 32, es una batería de tipo recargable y que brinda una gran autonomía de trabajo, lo cual es ideal ya que estará trabajando gran parte del día.

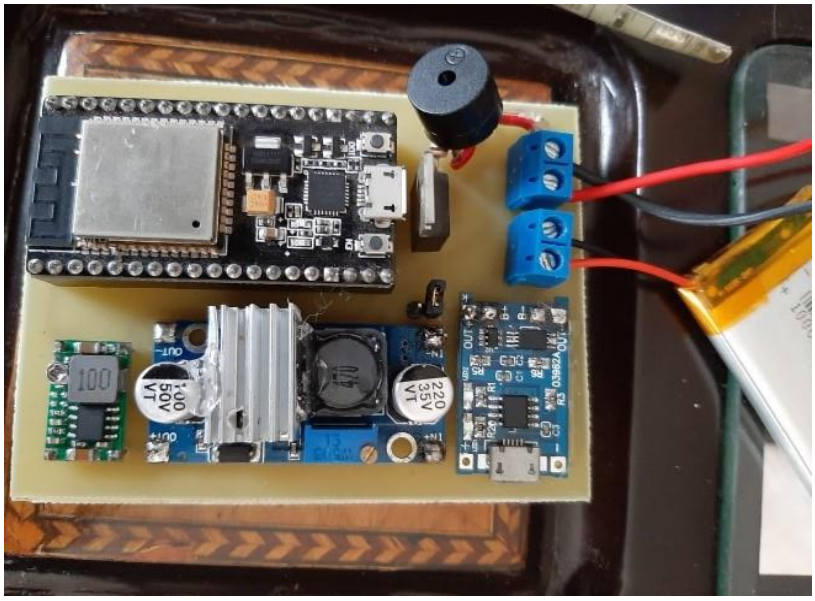
Figura 9: Esquemático del Circuito de Energía



Fuente: Los Autores

Para completar el circuito se añadieron un transistor tipo Darlington, para regular la corriente de la cinta LED que se colocó en la parte externa del casco, la cual funcionará como aviso luminoso, para avisar al supervisor del espacio sobre los usuarios que se les ha culminado el tiempo de uso dentro de la misma, además se conectará un zumbador como aviso auditivo, el cual permitirá avisar al usuario por medio de un tono suave que se le ha culminado el tiempo de servicio, esto lo podemos observar en la figura 10. (Wang y otros, 2017).

Figura 10: Vista del Circuito Finalizado



Fuente: Los Autores

3.4. DISPOSICION Y ASOCIACIÓN DEL SOFTWARE

Uno de los elementos cruciales fue el momento de determinar el entorno web con el que se implementa el sistema, ya que este es determinante para el correcto funcionamiento de este, porque debe garantizar la administración de los dispositivos conectados, además de permitir realizar las funciones necesarias para el desarrollo del proyecto. Para ello se usó UBIDOTS, que es una plataforma Web orientada a soluciones por medio de IoT, debido a que permite añadir múltiples dispositivos para su posterior control. Esta solución cuenta con la característica de ser multiplataforma, es decir, puede usarse desde una computadora, celular o Tableta, lo que permite un control remoto de los dispositivos y esto se presta para realizar un constante monitoreo sobre el funcionamiento y rendimiento sobre los dispositivos activados. (Charu y otros. 2017).

Esta plataforma permite añadirles a los dispositivos una serie de *widgets*, lo que permite desarrollar múltiples funciones que se deseen implementar en los diferentes objetos conectados, además, permite desarrollar acciones remotas que se deseen controlar por medio de estas, y cuenta con un ambiente de desarrollo y uso muy intuitivo, esto permite que sea muy fácil de usar para el usuario.

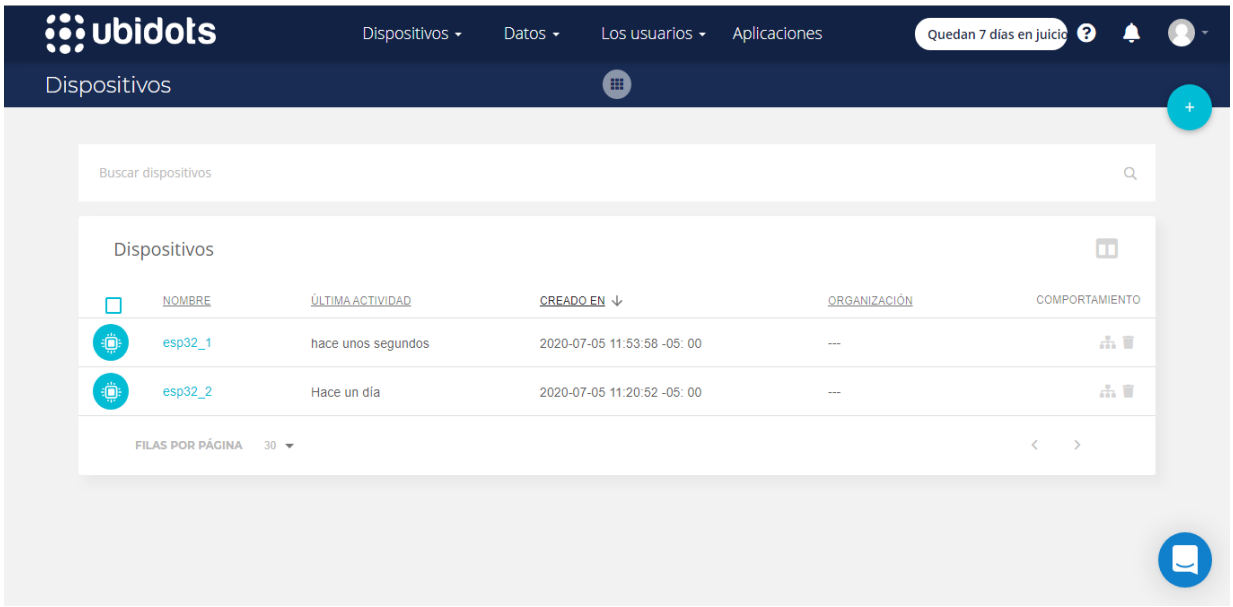
Una vez culminado el proceso del diseño del hardware, se inició la programación correspondiente para el correcto funcionamiento del circuito, para ello se comienza con la programación del módulo ESP 32, ya que este es el dispositivo se facilita la comunicación con el dispositivo maestro y este a su vez se encarga de activar tanto el dispositivo lumínico como el dispositivo auditivo.

Para realizar el desarrollo del código se implementó lenguaje C, el cual es compatible con las últimas versiones de Arduino, además de contar con la ventaja de que se pueden agregar las librerías *PubSubClient*, la cual está basada en la arquitectura MQTT (Message Queue Telemetry Transport), el cual es un protocolo creado por IBM, que tiene como función facilitar la comunicación Machine-to-Machine (M2M). Este se enfoca en el envío de datos en aplicaciones donde se requiere muy poco ancho de banda, lo cual es un referente de IoT. Además, sus características le permiten disponer de un consumo realmente bajo, así como precisar de muy pocos recursos para su funcionamiento.

Las características que hacen de la arquitectura MQTT la más idónea para la implementación del prototipo es la facilidad de uso que tiene con dispositivos que cuentan con poco ancho de banda para la conexión, ya que, al manejar varios dispositivos de manera simultánea, permite administrar varios al mismo tiempo, lo que lo hace una técnica muy idónea para el manejo de soluciones basadas en IoT. Además, al requerir poco ancho de banda para su implementación, esto se ve reflejado en el consumo de energía, lo que es una característica potencial para soluciones donde se requiera un bajo consumo de esta.

Estas características han hecho que rápidamente se convierta en un protocolo estándar para la comunicación de sensores y las redes WSN (Wireless Sensor Netowrks), que son elementos particulares del Internet de las Cosas. La librería es fundamental para establecer la comunicación entre la plataforma y los dispositivos, ya que es necesario añadir las credenciales para que estos establezcan la conexión con la plataforma, para su posterior uso, esto se puede observar en la Figura 11. (R., Revindran y Otros 2018)

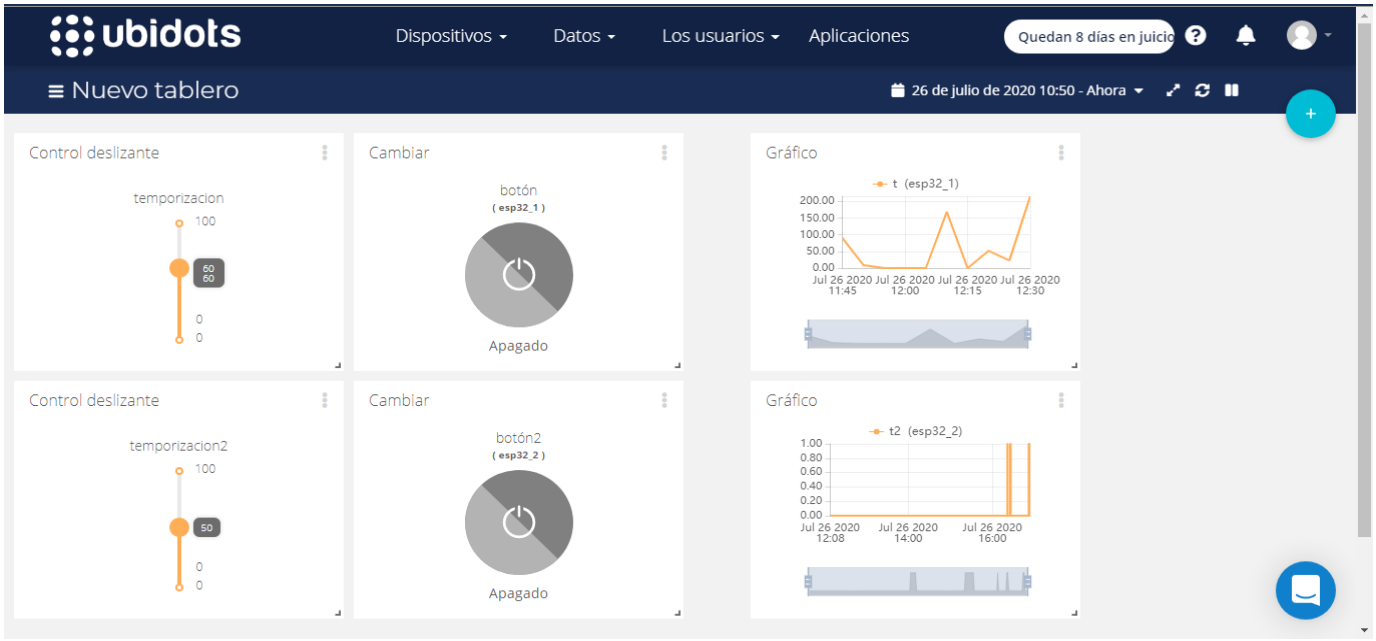
Figura 11: Plataforma de Ubidots con los dispositivos conectados



Fuente: Los Autores

Una vez se conectaron los dispositivos a la plataforma web, se procedió a añadir un *widget* de On/Off, el cual se encargará de establecer la conexión con los cascos, estos deben estar encendidos y deben tener correctamente activadas las credenciales de Wi-Fi, para comunicarse correctamente. Para activar el tiempo de gestión, fue necesario establecer un *timer*, con el cual se programa el tiempo que se le asigna al casco, este tiempo se dispuso para que se modifique por minutos, y una vez establecido el tiempo, solo es cuestión de que este finalice para ver el zumbador y los cascos activados, una vez concluido esto, es necesario presionar el *widget* On/Off para que este desactive el sonido y con esto se pueda reiniciar el sistema. Podemos apreciar esto en la Figura 12.

Figura 12: Vista de Ubidots con widgets configurados

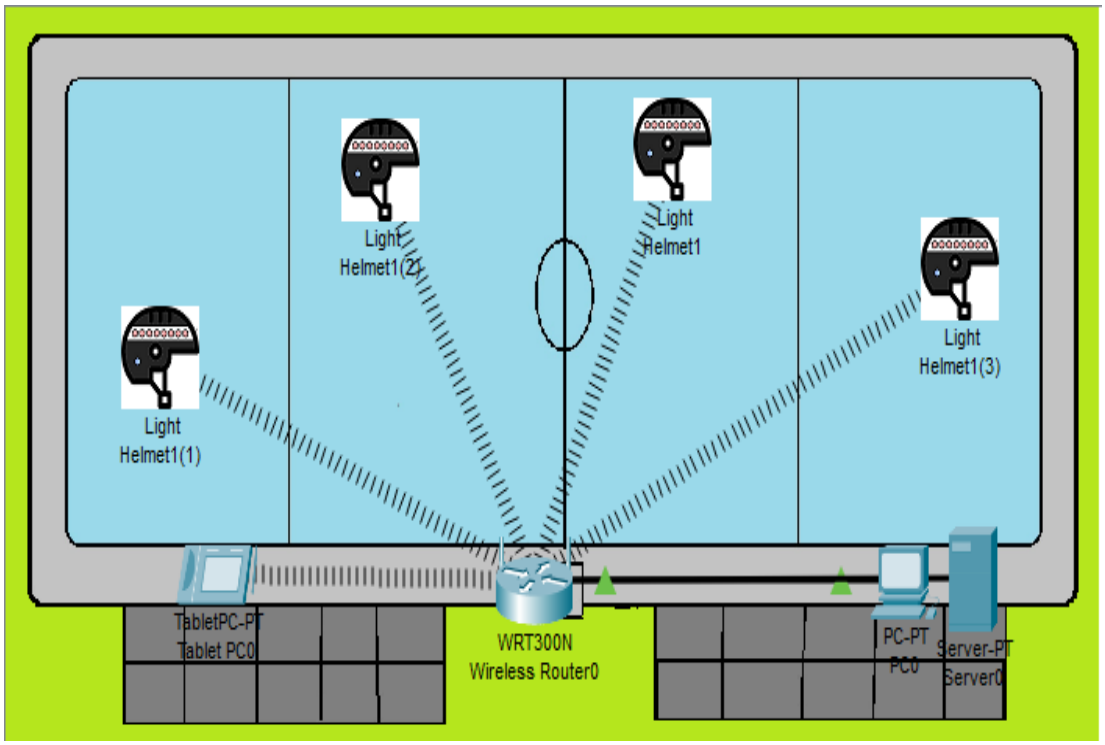


Fuente: Los Autores

4. PRUEBAS DEL PROTOTIPO

Como método para demostrar el funcionamiento del sistema construido, se escogió para el modelamiento el programa de Cisco PacketTracer, el cual es un programa que permite realizar simulaciones de redes y de sistemas basados en IoT, para esto fue necesario crear el apropiado objeto, el cual se configuró para que mostrara la apariencia de los estados de los cascos cuando están en funcionamiento, posteriormente, se implementó el código dentro de éste para establecer la activación por medio de la red. El sistema simula desde el momento en el que se ingresa desde un dispositivo de control a la página, para posteriormente mostrar los estados del mismo, y así manipularlos de la manera correcta. Esto se puede observar en la Figura 13 (Naticchia, B., Vacarini, M., & Carbonari, A. 2013).

Figura 13: Vista de la modelación del sistema en Cisco Packet Tracer



Fuente: Los Autores

5. RESULTADOS

En este proceso de desarrollo, se construyó un prototipo de un sistema distribuido, el cual se conecta y asocia mediante un esquema de red inalámbrica, que al tenerse configurada, y en relación con el software UBIDOTS, éste le permite a un usuario ingresar a dicha plataforma, y así poder establecer los adecuados parámetros que permitan temporizar y hacerle control al sistema, para que de esta forma se inicie la cuenta regresiva de los tiempos, y que a su vez se activen los actuadores lumínicos y auditivos cuando se finalice el servicio administrado por cada usuario, lo cual se puede apreciar en la Figura 14.

Figura 14. Modelo final del Prototipo

Fuente: Los Autores

El sistema se implementó en una plataforma que se diseñó considerando elementos de IoT, lo cual permitió de esta manera, manipular varios dispositivos de manera simultánea, con lo que se pudo disponer de capacidades de gestión y de análisis de datos. El sistema está soportado en conexiones IEEE 802.11 (Wi-Fi), con la que se puede asociasr a los dispositivos y así gestionarlos desde un puesto de mando que realiza el control del funcionamiento de estos. Para el casco, se adaptó un dispositivo en el cual se dispuso de un módulo que le permite conectarse al mencionado esquema de red y activar los actuadores en el caso de cumplirse la condición de los usos administrados, facilitando la visualización para el gestor del sistema de control distribuido del espacio y una alerta auditiva para el usuario, esto se puede observar en la Figura 15. (He, Wei y otros. 2016).

Figura 15. Prototipo Activado

Fuente: Los Autores

6. CONCLUSIONES

El prototipo diseñado muestra una solución, la cual integró hardware y software desde lo cual se definió un modelo de solución para un negocio de gestión y manejo de espacios, lo cual se pudo realizar cuando se integró un dispositivo en un casco, en el que se incluyeron funcionalidades que lo hicieron visible y gestionable a una determinada distancia, adaptando esto a la disposición de resistencia requerida de golpes y colisiones.

El desarrollo de este tipo de trabajos permite la implementación de conceptos concurrentes y de matices altamente novedosos, que por ende son llamativos para dar soluciones a problemáticas que puedan presentarse en diferentes nichos de negocios, ya que de una manera acertada brindan comodidad al cliente y al usuario gestor, dando un valor agregado al aspecto funcional del bien que puede explotar una empresa. Actualmente, la aplicación de la telemetría está planteada para grandes negocios, en el caso, se planteó para un problema con un espacio reducido, pero que permite el monitoreo constante de múltiples usuarios.

La ingeniería asociada al control de software y hardware determinada en el Arduino y que se aplicó, a pesar de llevar poco tiempo en el mercado, ha permitido brindar soluciones acertadas para problemáticas, a un costo muy reducido, lo que permite que más ideas de emprendimiento y de negocios, puedan acceder a este tipo de tecnologías, como se realizó con el prototipo, el cual brinda una solución que permite realizar múltiples tareas.

Se deja abierta la posibilidad de poderse plantear a futuro, ideas diferentes para el monitoreo de usuarios por medio de sistemas de localización, que permitan ubicar a los usuarios dentro de la pista, además de acomodar a éstos mismos dentro del espacio dispuesto, según se requiera, además de determinar cómo tarificar dinámicamente para que el usuario del servicio pague el tiempo que desee.

Este prototipo presenta un gran potencial, debido a su adaptación de multiusuarios, ya que con creatividad e implementando correctamente los *widgets*, se da una gran facilidad para su uso en otros escenarios, puede ser implementado en espacios principalmente donde los usuarios usen mecanismos de reservas y agendamiento para adquirir los servicios, esto con el fin de gestionar correctamente los tiempos de los mismos, y que incluyendo esto en el panorama actual, esto se aprovecha pensando en controlar la cantidad de usuarios que pueden acceder a este tipo de sistemas de estos al mismo tiempo, y donde el modelo de muchos negocios ya pueden ir migrando.

REFERENCIAS

Andena, L, Caimmi, F, Leonardi, L, Ghisi, A, Mariani, S, Braghin, F. (2016). Towards Safer Helmets: Characterisation, Modelling and Monitoring. *Procedia Engineering*, 2-5. Obtenido de https://usc.elogim.com:2119/science/article/pii/S1877705816306713

Charu, Verma; Priya, Yadav; Pooja, Samrit; Supreeti, Karashi; Dharmendra, Singh. (2017). Smart Helmet and Fingerprint Based Ignition System for Vehicles. Obtenido de https://search.proquest.com/docview/2023639726/84AF92F4980645BBPQ/1?accountid=201395

Don, Shuang; Li, Heng; Yin, Qin. (2017). Building information modeling in combination with real time location systems and sensors for safety performance enhancement. *Safety Science*. Obtenido de https://usc.elogim.com:2119/science/article/pii/S092575351730704X

He, Wei; Wang, Liping; Li, Guiqiang; Ji, Jie; Chen, Hongbing; Zhang, Gan. (2016). Design, fabrication and feasibility analysis of a thermo-electric wearable helmet. *Applied Thermal Engineering*. Obtenido de https://usc.elogim.com:2119/science/article/pii/S135943111631403X

J., Byeon; M., Jang; S., Choi; E., Lee. (2018). A study on smart helmet to efficiently cope with the operation and safety of workers in industrial settings. Obtenido de https://usc.elogim.com:2092/record/display.uri?eid=2-s2.0-85045015010&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=wireless+helmets&nlo=&nlr=&nls=&sid=9b9f1561429a685df4fe35da6b048280&sot=b&sdt=b&sl=31&s=TITLE-ABS-KEY%28wireless+helmets%29&relpos=25&citeCnt=0&

K., Shravya; Y., Mandapati; D., Keerthi; K., Harika; R., Senapati. (2019). Smart helmet for safe driving. Obtenido de https://usc.elogim.com:2092/record/display.uri?eid=2-s2.0-85062465424&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=wireless+helmets&st2=&sid=f3e41d7a414ade25683e3e9c1aaa964a&sot=b&sdt=b&sl=31&s=TITLE-ABS-KEY%28wireless+helmets%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=

K., Vidhya; M., Kasiselavanathan. (2018). Smart helmet and bike system. Obtenido de https://usc.elogim.com:2092/record/display.uri?eid=2-s2.0-85060934431&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=wireless+helmets&nlo=&nlr=&nls=&sid=9b9f1561429a685df4fe35da6b048280&sot=b&sdt=b&sl=31&s=TITLE-ABS-KEY%28wireless+helmets%29&relpos=24&citeCnt=0&

Maw, Sean; Lun, Victor; Clarke, Aaron. (2012). The influence of helmet size and shape on peak linear decelerations when impacting crash pads. *Procedia Engineering*. Obtenido de https://usc.elogim.com:2119/science/article/pii/S1877705812017535

Melcher, Vivien; Maestre, Rafael; Hofmann, Christian; Maria, Jose; Kusic, Dragan; Zagar, Bostjan. (2015). Smart Vital Signs and Accident Monitoring System for Motorcyclists Embedded in Helmets and Garments for Advanced eCall Emergency Assistance and Health Analysis Monitoring. *Procedia Manufacturing*. Obtenido de https://usc.elogim.com:2119/science/article/pii/S2351978915008720

Naticchia, B., Vacarini, M., & Carbonari, A. (2013). A monitoring system for real-time interference control on large construction sites. *Automation in Construction*. Obtenido de https://usc.elogim.com:2119/science/article/pii/S0926580512001689

R., Revindran; H., Vijayaraghavan; M., Huang. (2018). Smart Helmets for Safety in Mining Industry. Obtenido de https://usc.elogim.com:2092/record/display.uri?eid=2-s2.0-85060044192&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=wireless+helmets&st2=&sid=f3e41d7a414ade25683e3e9c1aaa964a&sot=b&sdt=b&sl=31&s=TITLE-ABS-KEY%28wireless+helmets%29&relpos=10&citeCnt=0&searchTerm

S. T., Jerlin Jose; A. S., Rahul; S., Sajin. (2017). Safety and Alerting System of Vehicles Using a Smart Helmet. Obtenido de https://search.proquest.com/docview/2039788190/98F3183411EB4EDCPQ/1?accountid=201395

S., Choi; J., Beyon; H., Lee; M., Jang. (2018). Obtenido de https://usc.elogim.com:2092/record/display.uri?eid=2-s2.0-85045015010&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=wireless+helmets&nlo=&nlr=&nls=&sid=9b9f1561429a685df4fe35da6b048280&sot=b&sdt=b&sl=31&s=TITLE-ABS-KEY%28wireless+helmets%29&relpos=25&citeCnt=0&

S., Sajin; A., Rahul; S., Jerlin Jose. (2017). Safety and Alerting System of Vehicles Using a Smart Helmet. Obtenido de https://search.proquest.com/docview/2039788190/FDF57A9B109A4B2FPQ/1?accountid=201395

Sengupta, A., Schiller, S., & Wang, L. (2009). Saving Lives: The Case of RFID-Based Personnel Tracking in a Chinese Coal Mine. Obtenido de https://search.proquest.com/docview/199954708/A309032A3F964DB2PQ/1?accountid=201395

Wang, Pengbo; Sun, Jiajing; Jiang, Qian; Li, Ting. (2017). Cooling-controlled and reliable driving module for low-level light therapy LED helmet. *Microelectronics Reliability*. Obtenido de https://usc.elogim.com:2119/science/article/pii/S0026271417304626