

## SISTEMA DE APOYO PARA FAMILIARES Y PERSONAS AL CUIDADO DE ADULTOS MAYORES (KANAN)

Jesús Leonel Arce Valdez\*; Osbaldo Aragón Banderas\*; \*José Luis Rodríguez Álvarez; José Antonio Martínez Rivera\*\*;

Francisco Javier Godínez García  
\*Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos (ITSRLI)  
Calle Tecnológico #200 Ote. Guadalupe Victoria, Durango  
CP. 34700

Tel: (676) 882-37-12

\*\*Instituto Tecnológico de Durango

Departamento de Ing. Eléctrica y Electrónica  
Felipe Pescador 1830 Ote. Col. Nueva Vizcaya Durango, Dgo. México  
C.P. 34080

Tel: (618) 8172303

Email: jlairsrl@hotmail.com

### RESUMEN.

El envejecimiento conlleva un incremento de enfermedades degenerativas y una serie de necesidades a las que se ha de enfrentar la sociedad actual, por eso es importante ofrecer servicios sociosanitarios y profesionales especializados que ayuden a mantener una óptima calidad de vida en personas mayores y su entorno, KANAN es un producto/servicio que aplica IoT para ayudar a los cuidadores, enfermeros o familiares, de personas con enfermedades relacionadas a la demencia senil y el Alzheimer. Utiliza como núcleo central la tarjeta NodeMCU que es la encargada de recibir los datos del sensor de geolocalización que realiza el monitoreo en exteriores de la ubicación del paciente, por medio de un módulo GPS, también recibe datos por medio de radio frecuencia para realizar el monitoreo de la ubicación del paciente en las diferentes áreas de su hogar, estos datos se almacenan con un reloj en tiempo real para el registro exacto del tiempo en que suceden los eventos. La NodeMCU por medio de un protocolo MQTT manda la información a la nube para la alimentación de nuestra base de datos, la información recabada es capaz de detectar los comportamientos anómalos del paciente para enviar alarmas e información de ayuda al cuidador, esta información llega a las manos del cuidador primario del paciente por medio de nuestra app "KANAN" en donde además de ver la información mencionada se puede hacer un monitoreo en tiempo real de las variables censadas.

Palabras Clave: envejecimiento, Alzheimer, GPS, IoT, comportamiento.

### ABSTRACT.

Aging leads to an increase in degenerative diseases and a series of needs that today's society has to face, which is why it is important to offer specialized health and professional services that help maintain an optimal quality of life in older people and their environment, KANAN is a product / service that applies IoT to help caregivers, nurses or family members of people with diseases related to senile dementia and Alzheimer's. It uses the NodeMCU card as its central core, which is in charge of receiving the data from the geolocation sensor that performs the outdoor monitoring of the patient's location, through a GPS module, it also receives data through radio frequency to perform the monitoring. of the patient's location in the different areas of his home, this data is

stored with a real-time clock for the exact record of the time in which the events occur. The NodeMCU through an MQTT protocol sends the information to the cloud to feed our database, the information collected is capable of detecting abnormal behavior of the patient to send alarms and information to help the caregiver, this information reaches the hands of the patient's primary caregiver through our app "KANAN" where, in addition to viewing the aforementioned information, real-time monitoring of the census variables can be done.

Keywords: aging, alzahaimer, GPS, IoT, behavior.

### 1. INTRODUCCIÓN

El Alzheimer es una demencia que en los primeros estados se manifiesta con alteraciones del lenguaje, falta de memoria y desorientación. Es una enfermedad frecuente en adultos mayores de 65 años, los cuales manifiestan deterioro en la memoria, en el pensamiento y en el comportamiento. [1]

El proyecto que en este trabajo se describe consiste en la elaboración de un dispositivo inteligente que auxilie en las labores de cuidado de los pacientes con Alzheimer, para ello, el aparato será capaz de proporcionar la ubicación en tiempo real en exteriores utilizando para ello tecnología de posicionamiento global (GPS), además, se incluyen módulos de identificación por radiofrecuencia (RFID) para el monitoreo de la ubicación del paciente dentro del hogar. La información recabada a través de los módulos mencionados permitirá realizar un análisis de las rutinas del usuario portador del dispositivo (paciente), de esta manera, se mantendrá al tanto de la situación a actual al cuidador, y ante comportamientos anómalos en el paciente se dará una notificación de esto al cuidador, con el fin de que se tomen las medidas necesarias y así evitar posibles accidentes.

### 2. PROBLEMA

El Alzheimer y la demencia senil, se caracterizan por una disminución continua de las habilidades cognitivas, la memoria y el comportamiento social que altera la capacidad de una persona para cuidar de sí misma, las necesidades de cuidado del

paciente superan los recursos (físicos, emocionales, económicos, etc.) de quienes asumen el cuidado.[2]

Existen estimaciones que cerca de 60 millones de personas han sido diagnosticadas con demencia. Para el año 2050 esta cifra podría alcanzar los 152 millones de personas en el Mundo. [3]

En México, el 80% de los pacientes son tratados en sus hogares, lo que demuestra la importancia de apoyar a la familia y orientarla para el cuidado de los enfermos. La dimensión del problema impone la necesidad de soporte psicosocial, sociosanitario y socioeconómico, para aliviar la carga que la enfermedad ocasiona.[4]

El cuidador primario es la persona que la mayor parte del tiempo realiza tareas de apoyo, cuidado y asistencia, que asume la responsabilidad sobre el cuidado del paciente. Shultz define el papel de los cuidadores como:

“la prestación de servicios extraordinarios superando los límites de lo que es normal o habitual en las relaciones familiares. Por lo general implica un gasto significativo de tiempo, energía y dinero, en periodos potencialmente largos; involucra tareas que pueden ser desagradables e incómodas y que son psicológicamente estresantes y físicamente agotadoras.” [5]

La creciente carga que se acumula en el cuidador puede degenerar en el síndrome de Burnout el cual es un problema característico de los trabajos donde se está en contacto con las personas, por ejemplo, doctores, maestros, psicólogos, etc. Por ello, el dispositivo que proporcionará un soporte adicional para el cuidador, esto por el hecho de que es muy importante apoyar a las personas que están en primera línea apoyando la mayor parte del día al paciente, con el fin evitar posibles problemas que pueden agravarse a causa de las conductas erráticas que se manifiestan en los pacientes con esta afección.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. NodeMCU

NodeMCU es una placa de desarrollo totalmente abierta, a nivel de software y de hardware. Al igual que ocurre con Arduino, en NodeMCU todo está dispuesto para facilitar la programación de un microcontrolador o MCU (del inglés “Microcontroller Unit”).



Figura 1. Placa de desarrollo NodeMCU 12-E

Se compone de un SOC (Sistema en Chip) ESP8266. Básicamente consiste en un chip que tiene todo integrado para funcionar de forma autónoma. NodeMCU es un módulo formado por un ESP8266-12 con la electrónica necesaria para facilitar su uso, como la alimentación con micro-USB que se conecta al ordenador y con la que podemos transmitir más fácilmente los programas. Esta placa de desarrollo se integra con el IDE de Arduino permitiéndonos programarlo de la misma manera y con la misma filosofía que este. [6]

Tabla 1 Características técnicas del NodeMCU 12-E.

CPU	RISC 32 bits 80MHz/160MHz
Alimentación	5V
Pines digitales E/S	16 GPIO
Vel. Reloj	16MHz
Conectividad Wifi	2.4GHz 802.11b/g/n
ROM	4MB
RAM	128Bytes

#### 3.2. RTC DS1307

Un reloj de tiempo real (RTC) es un dispositivo electrónico que permite obtener mediciones de tiempo en las unidades temporales que empleamos de forma cotidiana. El término RTC se creó para diferenciar este tipo de relojes de los relojes electrónicos habituales, que simplemente miden el tiempo contabilizando pulsos de una señal, sin existir relación directa con unidades temporales.

Por el contrario, los RTC son más parecidos a los relojes y calendarios que usamos habitualmente, y que funcionan con segundos, minutos, horas, días, semanas, meses y años. Los RTC normalmente están formados por un resonador de cristal integrado con la electrónica necesaria para contabilizar de forma correcta el paso del tiempo. La electrónica de los RTC tiene en cuenta las peculiaridades de nuestra forma de medir el tiempo, como por ejemplo el sistema sexagesimal, los meses con diferentes días, o los años bisiestos.

En el mundo de la electrónica casera y Arduino existen dos RTC habituales el DS1307 y el DS3231, ambos fabricados por Maxim (anteriormente Dallas Semiconductor). El DS3231 tiene una precisión muy superior y puede considerarse sustituto del DS1307.

En el modelo DS1307 las variaciones de temperatura que afectan a la medición del tiempo de los cristales resonadores se traducen en errores en un desfase acumulado. Esto hace que el DS1307 sufra de un desfase temporal, que puede llegar a ser 1 o 2 minutos al día. [7]

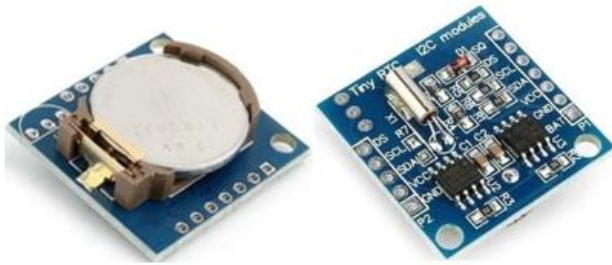


Figura 2. Módulo RTC DS1307

### 3.3. SL032F RFID

La identificación de radio frecuencia (RFID) es una tecnología de identificación automatizada que utiliza etiquetas que son colocadas en objetos de diferentes tipos, para transmitir datos al comunicarse con los lectores RFID. Las etiquetas RFID proporcionan un identificador único, el cual asegura la privacidad de los usuarios. En su versión original, una etiqueta RFID responde al lector con su número serial único. En adición al número serial único algunas etiquetas almacena información sobre los objetos a las que están incorporadas.

Con desarrollo basado en los IC NXP transponder (respondedor) de bajo consume, el Módulo SL032 es un mini Lector/Escritor MIFARE. Este Módulo RFID OEM soporta MIFARE Classic® 1K, MIFARE Classic® 4K, MIFARE Ultralight®, Mifare DESFire® y es aplicable para 13.56MHz. Su máxima corriente de funcionamiento y corriente de suspensión (sleep) son 45mA y 10uA respectivamente. Además, integra todos los componentes necesarios y antena en una PCB. [8]



Figura 3 Módulo SL032

### 3.4. GPS U-Blox NEO

Las posiciones se obtienen mediante la determinación de las distancias de los satélites visibles. Este proceso se conoce como trilateración (figura 4). El momento de la transmisión de la señal en el satélite se compara con el momento que la señal llega al receptor. La diferencia de estos dos tiempos indica

cuánto tiempo tomó para que la señal viaje desde el satélite al receptor.

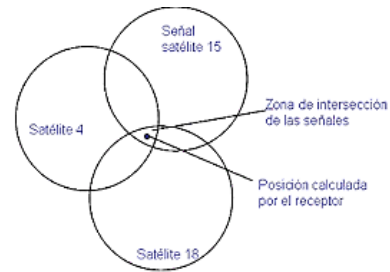


Figura 4 Cálculo de posición a partir de las señales de tres satélites GPS.

Este módulo de GPS ya viene incluido con su antena cerámica para conectarse directamente a la PCB. No necesitas de ningún accesorio extra para hacer funcionar este componente si deseas solamente transmitir las señales a tu microcontrolador. El módulo se basa en receptor Ublox NEO-7M el cual tiene una alta precisión en los datos y viene con una batería de respaldo que permite conservar los datos recolectados si le deja de llegar alimentación por parte de la fuente de poder.

Este módulo es una versión más nueva del módulo de GPS Ublox 6-M

#### Características

- NEO-7M-C en la placa, con antena activa de alta ganancia.
- Interfaz IPX, para conectar diferentes antenas activas
- Batería de respaldo recargable, mantiene los datos recolectados cuando se apaga, admite arranques en caliente.

[9]



Figura 6 Módulo GPS U-Blox Neo

### 3.5. Firebase

Firebase es una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles y web creada por Firebase Inc. en 2011 y más tarde adquirida por Google en 2014. Su primer producto fue Firebase Real-time Database, aunque actualmente posee 18 productos

que son usados por 1.5 millones de aplicaciones. La plataforma se encuentra integrada en la nube en Google Cloud Platform, lo que aporta una gran cantidad de ventajas a los desarrolladores que la utilizan:

- Está integrada en la infraestructura de Google, permitiendo escalar automáticamente cualquier tipo de tamaño de aplicación. Sincronización sencilla de los datos de los proyectos sin necesidad de administrar conexiones o escribir lógica compleja para sincronización.
- Usa un conjunto de herramientas multiplataforma que se integran fácilmente tanto en web como en aplicaciones móviles. Es compatible con grandes plataformas como Android, iOS, aplicaciones web, Unity y C++.
- Como servicio BaaS, permite crear proyectos sin necesidad de servidor, por lo que no es necesario un esfuerzo extra de administración de un backend tradicional. Las herramientas se incluyen en las librerías, que se comunican automáticamente con los servidores necesarios.

[10]



Figura 7 Logotipo de Firebase.

#### 4. DESARROLLO DEL PROYECTO.

En el diagrama de la figura 8 se muestra el esquema eléctrico del dispositivo portátil KANAN.

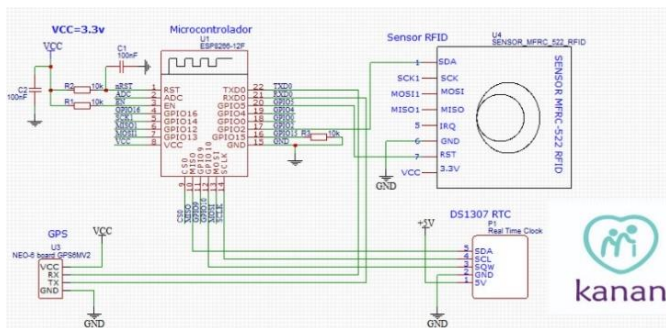


Figura 8 Esquema eléctrico del dispositivo portátil KANAN

A su vez, fue diseñada la placa de circuito impreso, donde se incluyen los diferentes módulos que integraran la unidad portátil (figura 9).

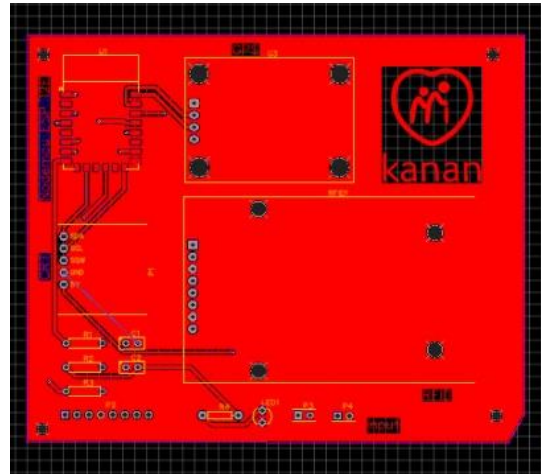


Figura 9 Diseño de Placa de Circuito Impreso (PCB)

La información recabada a través de los distintos módulos será reunida por la placa NodeMCU 12-E, para posteriormente ser enviada a la nube a por medio del protocolo de comunicación MQTT, debido a su sencillez y ligereza, la información será guardada en una base de datos en tiempo real, dicha base de datos fue creada en la plataforma Firebase (figura 10).

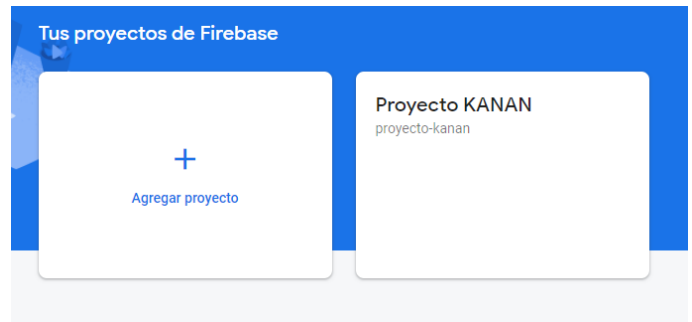


Figura 10 Creación de una base de datos en tiempo real en Firebase

Finalmente, los datos de ubicación del paciente llegarán a la cuenta personal del cuidador que este dado de alta en la aplicación móvil de KANAN (figura 11).





Figura 11 Pantalla de inicio de aplicación móvil.

El prototipo que incluye el circuito se monta en una carcasa diseñada específicamente para el sistema embebido; en la figura 12 se muestra la carcasa diseñada en SolidWorks para su posterior fabricación con impresora 3D.



Figura 12. Diseño de carcasa tipo clip

En la figura 13 se puede apreciar un ejemplo de la interfaz de la aplicación a la hora de solicitar conocer la ubicación del paciente portador del dispositivo KANAN.

## 5. RESULTADOS

En la figura 13 se observa el flujo de datos dentro de la arquitectura del sistema KANAN.

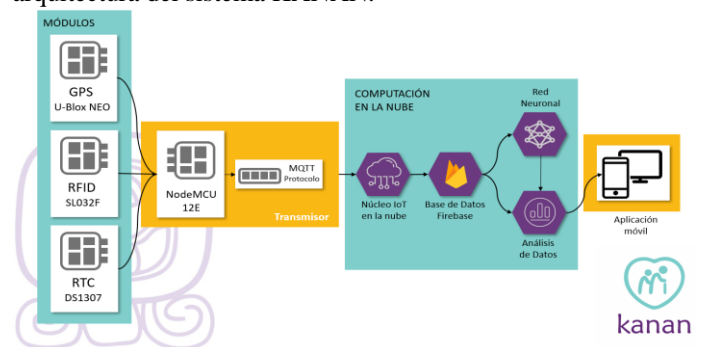


Figura 13. Diagrama de flujo de datos del sistema KANAN

En este primer prototipo se realizaron pruebas de funcionalidad primero de los componentes del sistema embebido, que son la geolocalización, detección por medio de radiofrecuencia y el registro de datos en tiempo real, se logró comunicarse de manera efectiva a la nube por medio de la interfaz NodeMCU, logrando alimentar de manera efectiva la base de datos Firebase. Con los datos recabados se pudo mandar la información al cuidador del paciente a través de la app desarrollada.

En la figura 14 se muestra una distribución de los elementos dentro de la app desarrollada.

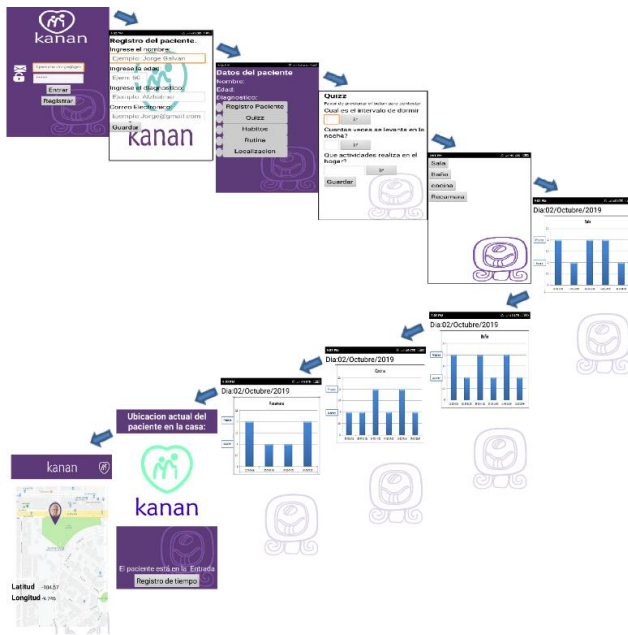


Figura 14. Distribución de elementos de la APP KANAN.

Observamos también en la figura 15 un ejemplo de la interfaz de la aplicación a la hora de solicitar conocer la ubicación del paciente portador del dispositivo KANAN.

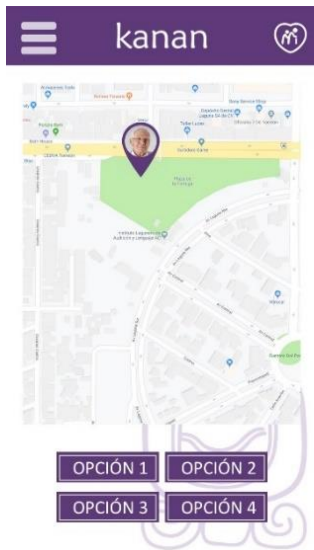


Figura 13 Interfaz de aplicación donde se muestra la ubicación del paciente.

Lo único restante que falta por realizar de la solución planteada para esta problemática es la implementación de redes neuronales para poder aprender patrones de conducta exclusivos de cada paciente y a partir de ellos poder generar

una serie de consejos que serán de mucha utilidad para el cuidador primario, consejos tales como el saber que patrones de conducta desatan o evitan la crisis en el paciente y de esta manera evitar que se entre en situaciones indeseables.

## 6. CONCLUSIONES

El desarrollo de sistemas inteligentes capaces de auxiliar al cuidador de los pacientes con una enfermedad como el Alzheimer resulta muy útil, esto debido a que dentro del tratamiento de los enfermos se deja de lado la condición física y mental del cuidador, para que éste mantenga la mayor atención y concentración posible en el tratamiento. Es muy común que el papel de cuidador le sea dado a la persona más cercana al paciente debido a la capacidad económica del paciente y su familia, por lo que no se tiene un buen criterio para designar a la persona adecuada para el enfermo, capaz de soportar la carga física y psicológica que requiere el tratar con un paciente con esta enfermedad.

La tecnología IoT en conjunto con la aplicación de una red neuronal son conocimientos que están cada vez más integrados en la sociedad y la industria, por ende, deberían ser impartidos como materias importantes en diversas ramas de la ingeniería al margen del desarrollo tecnológico que implican dichos conocimientos.

El uso de los controladores inteligentes representa un reto interesante de llevar a cabo, esto debido a que su éxito puede significar que este modelo se puede adecuar quizás a pacientes con otras enfermedades o discapacidades físicas, podemos llevarlo a personas con ceguera, por poner un ejemplo, donde el dispositivo portátil contara con funciones diferentes al del proyecto aquí propuesto o inclusive llegar a tener más funciones.

## 7. REFERENCIAS

- [1] E. M. Molina-Trinidad, G. M. Reyes, M. A. B. Flores, J. L. I. Palafox, and J. C. R. J. E. y. S. B. C. I. d. C. d. I. S. U. A. d. E. d. H. Ledezma, "La enfermedad de Alzheimer," vol. 8, no. 15, pp. 54-63, 2019.
- [2] ANMM. (2017). La Enfermedad de Alzheimer y otras demencias, como problema nacional de salud. Mexico D.F: Intersistemas S.A. de C.V.
- [3] Mehdi, R., Paul, R., & J, P. J. (2018). A Wearable IoT with Complex Artificial Perception Embedding. IEEE, 28-33. doi:10.23919/WAC.2018.8430403
- [4] AMAES, "La Asociación Mexicana De Alzheimer y Enfermedades Similares," *ConadicInforma*, 2018.
- [5] Schulz, Richard, and Lynn M. Martire. "Family caregiving of persons with dementia: prevalence, health effects, and support strategies." *The American journal of geriatric psychiatry : official journal of the*

- American Association for Geriatric Psychiatry* vol. 12,3. 240-9, 2004.
- [6] I. Gallego "Internet de las cosas. Sistema electrónico de control basado en Arduino." 2017. [En línea]. Available:  
<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/101248/IRIGOYEN%20-%20Internet%20de%20las%20cosas.%20Sistema%20electr%C3%B3nico%20de%20control%20basado%20en%20Arduino.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [7] L. Llamas, "Reloj y Calendario en Arduino con RTC DS1307 y DS3231." 2018. [En línea]. Available:  
<https://www.luisllamas.es/reloj-y-calendario-en-arduino-con-los-rtc-ds1307-y-ds3231/>
- [8] T. Urey, Y. Miranda, A. Salinas, "Propuesta de sistema automatizado de control de préstamos de libros para las bibliotecas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León) empleando tecnología RFID para la lectura de códigos de libros y estudiantes" 2018. [En línea]. Available:  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/7599/1/241734.pdf>
- [9] C. Bucheli, G. Quishpe, M. Vinuesa, "Construcción de un prototipo de sistema de visualización del tiempo aproximado de llegada de los autobuses a las paradas." mayo, 2017. [En línea]. Available:  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17305/1/CD-7799.pdf>
- [10] S. Sucino, "Aplicación Android para compartir coche basada en la tecnología Firebase." 2019. [En línea]. Available:  
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/91524/TFG-2667-SUCINO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>