



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LAS TECNOLOGÍAS DE IOT PARA EL
RASTREO Y MONITOREO DE VEHÍCULOS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Ciencias de la Computación

AUTOR: NATHALY NOEMI VALLEJO PIMENTEL.

TUTOR: ING. MIGUEL ANGEL QUIROZ MARTÍNEZ, MSC.

Guayaquil – Ecuador

2022

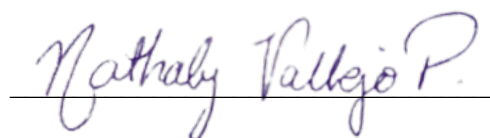
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Nathaly Noemi Vallejo Pimentel con documento de identificación N°0932470750 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 27 de febrero del año 2022

Atentamente,



Nathaly Noemi Vallejo Pimentel

0932470750

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Nathaly Noemi Vallejo Pimentel con documento de identificación No. 0932470750, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor(a) del Artículo Académico: “Estudio de factibilidad de las tecnologías de IoT para rastreo y monitoreo de vehículos”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Ciencias de la Computación, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de febrero del año 2022

Atentamente,



Nathaly Noemi Vallejo Pimentel

0932470750

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Miguel Angel Quiroz Martínez con documento de identificación N° 0922799655, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LAS TECNOLOGÍAS DE IOT PARA EL RASTREO Y MONITOREO DE VEHÍCULOS, realizado por Nathaly Noemi Vallejo Pimentel con documento de identificación N° 0932470750, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de febrero del año 2022

Atentamente,



Ing. Miguel Angel Quiroz Martínez, Msc.

C.I.: 0922799655

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que estuvieron brindándome su apoyo incondicional y que creyeron en mí, a mis hermanos motivándome a lograr mis objetivos de vida, a mi futuro hogar que sea fuente de impulso y motivación al estudio.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por ser la fuente de vida para escalar cada etapa de mi carrera, a mis padres por ser un apoyo incondicional e irremplazable cuyos frutos se ven reflejados al día de hoy, a la Universidad Politécnica Salesiana especialmente a los docentes involucrados en la Carrera de Computación quienes han aportado con sus conocimientos en los procesos de formación para ser posible mi desarrollo como profesional, a mis compañeros por haber compartido gran parte de mi vida diaria y formar un gran equipo en esta carrera.

RESUMEN

Las tecnologías se han convertido en una herramienta indispensable que nos permite estar conectados y en constante comunicación. El Internet de las cosas (IoT) es una innovación que permite la interacción entre objetos conectados a través del Internet y de esta forma facilitar la vida cotidiana. La IoT se puede implementar dependiendo de sus necesidades personales, se las puede usar para distintas aplicaciones, como en el sector industrial, ganadero, ciudades inteligentes, salud.

Mediante una revisión bibliográfica de fuentes que han implementado un sistema de rastreo empleando la conectividad IoT se identifica varios modelos de arquitectura IoT utilizan GPS para tener una ubicación precisa en tiempo real de los autos, permiten la conectividad con el internet de las cosas. Se realiza un análisis de documentos, revistas, trabajos, publicaciones entre otros, identificando las necesidades de cada tecnología haciendo la comparativa de sus características entre pequeña, baja y gran escala de cada una de ellas.

Palabras claves: IoT, Tecnología, rastreo, monitoreo, vehículos.

ABSTRACT

Technologies have become an indispensable tool that allows us to be connected and in constant communication. The Internet of Things (IoT) is an innovation that allows the interaction between connected objects through the Internet and thus facilitate everyday life. The IoT can be implemented depending on your personal needs, it can be used for different applications, such as in the industrial sector, livestock, smart cities, health.

Through a literature review of sources that have implemented a tracking system using IoT connectivity, several models of IoT architecture are identified using GPS to have an accurate real-time location of cars, allowing connectivity with the internet of things. An analysis of documents, magazines, works, publications, among others, is performed, identifying the needs of each technology making a comparison of their characteristics between small, low and large scale of each one of them.

Key words: IoT, Technology, tracking, monitoring, vehicles.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 11 |
| 3. METODOLOGÍA..... | 13 |
| 3.1. Métodos y técnicas de Recopilación de datos empleadas..... | 13 |
| 3.2. Métodos y técnicas de Análisis de datos..... | 13 |
| 4. RESULTADOS | 15 |
| 6. CONCLUSIÓN | 21 |
| 7. REFERENCIAS | 22 |

1. INTRODUCCIÓN

La IoT hizo su aparición de forma pública en el año 2005 en un informe de la UIT de las Naciones Unidas titulado "Internet de las Cosas" por Kevin Ashton (Chin J. et al., 2019) y si bien es cierto la IoT permite la comunicación entre objetos mediante el internet. El rastreo vehicular es importante para llevar una seguridad notable ya que generalmente estos sistemas son contruidos utilizando datos en tiempo real para controlar los datos de ubicación.

En los últimos años, la tecnología se ha convertido en un segmento cada vez más importante con distintos usos tanto laboral, educativo, etc. Este artículo se centra en conocer el uso de las tecnologías IoT que en la actualidad puede servir como un plan de mejora continua para las pequeñas, medianas y grandes empresas que prestan servicios de rastreo manteniendo una eficiencia de relación no solo con el cliente, sino también en una misma empresa que se dedique a la transportación de mercaderías y se necesite llevar un control del estado del vehículo desde su punto de partida hasta su lugar de destino.

Los robos en cuanto a vehículos puede ser una pérdida totalmente desfavorable para el bolsillo de cualquier persona y empresa, sin embargo, los beneficios de la tecnología pueden ayudar a minorar este tipo de hurtos ya que existen dispositivos que determinan el tiempo y lugar exacto de donde se encuentre el vehículo. En muchas ocasiones la falta de conocimiento en el uso de las nuevas tecnologías puede ser la causante de hacer más probable el robo. Actualmente el Internet de las Cosas incrementa las posibilidades de recuperar un auto robado mediante la obtención de los datos en tiempo real y así proceder con el análisis para llevar a cabo la localización del vehículo.

Este estudio pretende analizar la factibilidad de las tecnologías IoT implementadas para el rastreo y monitoreo de vehículos en donde se aplicará la metodología investigativa-interpretativa y descriptiva usando fuentes como Scopus, Springer, IEEEExplore, ScienDirect entre otras. Este estudio tiene como base la estructura IMRC que son las fases de Introducción o Antecedentes, Metodología, Resultados y Conclusiones. En la metodología se desarrollará un estudio sistemático de las publicaciones científicas referentes al presente trabajo investigativo en donde se observará las tecnologías IoT empleadas para el rastreo y monitoreo de vehículos. Para los resultados se realizará un estudio de factibilidad para determinar la eficiencia de los datos en el rastreo y monitoreo vehicular. Al final se presentarán las conclusiones del estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Para la selección de artículos se escogió dentro de una amplia base de datos correspondiente a las revistas Springer, Scopus, IEEE Xplore y Sciencedirect. El primer filtro seleccionado fue relacionado con el tema del presente artículo, comenzando con el término “Tecnología IoT” arrojando un resultado total entre todas las revistas de 14.106; teniendo como resultado 1.080 publicaciones de Springer, 12.911 de Scopus, 13 de Sciencedirect, 102 IEEE Xplore.

El rastreo vehicular es importante para llevar una seguridad notable ya que generalmente estos sistemas son construidos utilizando datos en tiempo real para controlar los datos de ubicación, entre otros beneficios.

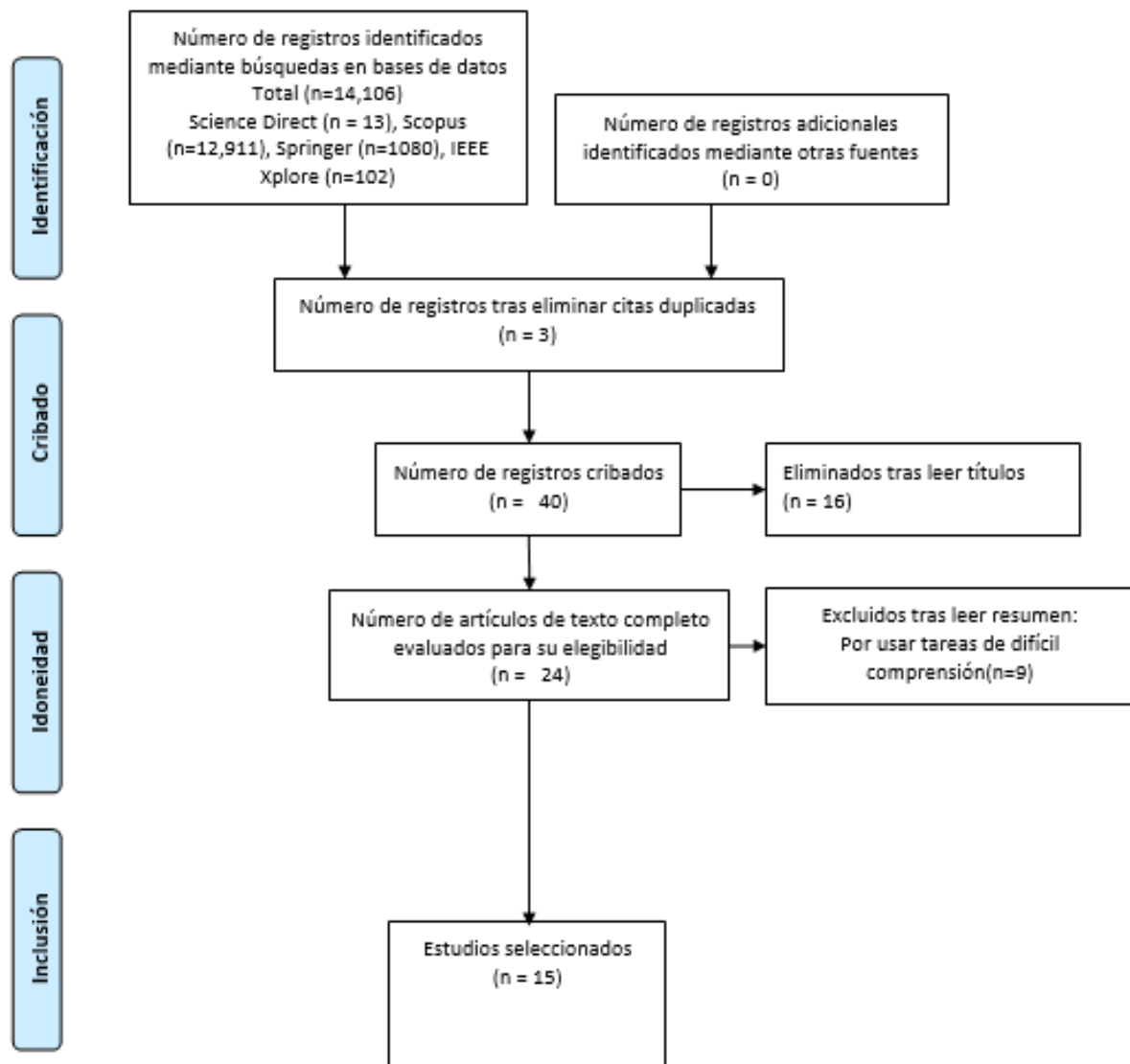


Figura 1 Flujo prisma de Revisión de Literatura

En la Figura 1 se muestra las fuentes donde se obtuvieron los artículos para realizar el mapeo sistemático de las tecnologías IoT con respecto a los componentes arquitectónicos utilizados.

Cada uno de estos artículos seleccionados tienen modelos arquitectónicos donde nos permitirá analizar sobre como la IoT está conectada para un rastreo vehicular además de verificar que componentes son los más usados para esta tecnología. Para el análisis de costos de los dispositivos implementados serán a través de la página web Alibaba que brindan infraestructuras tecnológicas que ayudan a los comerciantes, marcas, empresas a interactuar con sus usuarios de forma más eficiente.

Con esta tecnología es posible nivelar los sensores de temperatura en tiempo real, así mismo crear alarmas o botones de pánico en momentos de robos, es posible que detecte los niveles de combustible para que estos notifiquen tanto por teléfonos inteligentes como en el mismo vehículo.

3. METODOLOGÍA

Se realiza una investigación interpretativa y descriptiva, con un enfoque cualitativo, teniendo un diseño documental, como principal método de investigación dado que analizaremos varias investigaciones relacionadas al rastreo vehicular implementando el internet de las cosas. Se realiza la investigación a partir la revisión de artículos científicos encontrados en bases de datos confiables como Scopus, Springer, IEEE Explorer entre otras, sobre el rastreo y monitoreo vehicular.

Tabla 1 Preguntas para el desarrollo del artículo. (Elaboración propia)

| Preguntas de Investigación | Motivación |
|--|--|
| ¿Es factible implementar tecnología IoT para rastreo y monitoreo de vehículos? | Indagar acerca de las tecnologías de conectividad que permitan geolocalizar al vehículo. |
| ¿Qué tecnología de comunicación se debe usar para dar seguimiento a un vehículo en tiempo real? | Categorizar los protocolos de comunicación para un análisis de distancias que sea factible para el rastreo de autos mediante la revisión de la literatura. |

3.1. Métodos y técnicas de Recopilación de datos empleadas

Para lograr cumplir el objetivo propuesto se desarrollará un mapeo sistemático que permitirá describir las tecnologías usadas en la IoT para conocer las diferentes integraciones referentes al sistema tradicional de rastreo consultando distintas alternativas planteadas por distintos autores y organizaciones dedicadas a la geolocalización de objetos, para ello se consideró los criterios de elegibilidad, fuentes de información, filtros de búsqueda y criterios de inclusión y exclusión.

3.2. Métodos y técnicas de Análisis de datos

Se realiza una investigación interpretativa y descriptiva, con un enfoque cualitativo, teniendo un diseño documental, como principal método de investigación se utilizó la revisión bibliográfica de trabajos relacionados con el tema central, lo que ayudó generar puntos de vista, criterios y enfoques desde diversas perspectivas en base al tema de investigación.

Se consultó en la base de datos de las revistas Springer, Scopus, IEEEExplore y Sciencedirect, utilizando para el filtro de búsqueda, palabras claves y características como tecnología IoT, tipo de documento, rama de computación, periodo de fecha desde el 2017 al 2022.

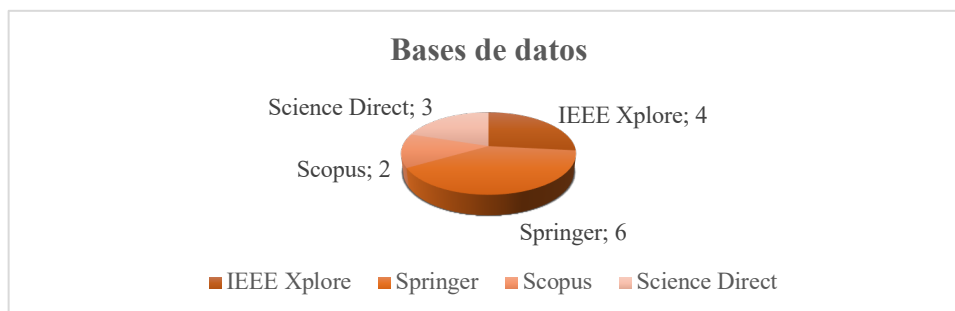


Figura 2 Búsqueda de trabajos relacionados

4. RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos durante la revisión bibliográfica. Se procede con la identificación de las evidencias obtenidas de las distintas bases de datos de las fuentes seleccionadas. Del mismo modo se realiza la interpretación de los resultados de la revisión sistemática.

El diseño de la investigación comprende de 5 fases, la búsqueda de información permite identificar documentos que son los resultados de investigaciones o literaturas científicas que aportan con el tema de estudio, los documentos en su totalidad fueron electrónicos para la elaboración de este artículo académico.

La selección de información se llevó a cabo mediante la elaboración de una tabla de trabajos relacionados que se vieron filtrados por el área de estudio, los últimos 5 años y el tipo de documento. La sistematización de la información se trata de ver el contenido de cada artículo, en este caso se tomaron en cuenta 15 artículos por su título que venían de acorde al tema relacionado al presente artículo.

El análisis de la información se realizó una revisión bibliográfica que aportó al desarrollo de investigación para analizar cada componente arquitectónico utilizados en su modelo de red y también a conocer los alcances de las tecnologías IoT para el rastreo de vehículos



Figura 3 Diseño de la investigación

El internet de las cosas conecta a los dispositivos inteligentes para recolectar información importante del estado actual de un vehículo u objeto, para la industria de la construcción tiene activos de necesario control en las cargas que estos vehículos contienen. Puede ser una alternativa de solución imprescindible el aplicar estas tecnologías de seguimiento de activos para empresas grandes y pequeñas.

Varias investigaciones hicieron la comparativa de las tecnologías llegando a analizarlas de acuerdo a Cobertura, Banda ancha, Velocidad máxima de datos, Consumo de energía, Seguridad. La demostración de los datos ayuda entender cómo se comporta cada tecnología y de que manera se puede aplicar dependiendo las necesidades.

Tabla 2 Comunicación IoT

| | Sigfox | NB-IoT | LoRaWAN | WiFi | ZigBee | Bluetooth |
|--|-------------------------|--------------------|--------------------|--|---------------------|------------------|
| Cobertura | 10–40 kilómet ros | 2–20 kilómetros | 1–10 kilómetros | 10–100 m | 10–100 m | 10–100 m |
| Banda ancha | 100 Hz | 200kHz | 125kHz, 250kHz | 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz, 160 MHz | 2 MHz | 1 MHz |
| Velocidad máxima de datos | 100 bps | 200 kbps | 50 kbps | Gbps | 250 kb a 2,4 GHz | 2 Mbps |
| Consumo de energía | Bajo | Bajo | Bajo | Elevado | Bajo | Bajo |
| Seguridad | Bajo | Elevado | Elevado | bajo-alto | Elevado | bajo-alto |

En la Tabla 2 se refleja que la tecnología IoT LoRa cuenta con un rango de 10 kilómetros, posicionándolo como la tecnología de mayor alcance junto con Sigfox además de poseer un bajo costo en su infraestructura. Por otra parte, Sigfox tiene una limitación diaria de 140 mensajes lo cual sería buena opción para incorporar dentro de una compañía pequeña como un concesionario a nivel de ciudad.

Alguna de las tecnologías de conectividad encontradas fue de corto alcance conocidas por sus siglas WPAN, las de medio alcance conocidas como WLAN y las de largo alcance denominadas WWAN, todas con respecto al internet de las cosas. Para el estudio de caso se considera establecer las características de cada red para conocer en función del tema a investigar (Lalle et al., 2019).

Tabla 3 Clasificación de tecnologías por su alcance.

| | Corto alcance | Mediano alcance | Largo Alcance |
|-------------------|---------------|-----------------|---------------|
| Zigbee 3.0 | ✓ | | |
| Wifi | ✓ | | |
| LTE | | ✓ | |
| BLE | ✓ | | |
| NB-IOT | | ✓ | |
| LoRaWAN | | | ✓ |
| Sigfox | | | ✓ |

Componentes Arquitectónicos usados en los artículos seleccionados

Tabla 4 Tabla de Hardware utilizados en los artículos seleccionados (Elaboración propia)

| Item | Artículo | Componentes (Hardware) |
|------|---|---|
| 1 | Monitoring the Dynamics and Tracking of a Vehicle Using Internet of Things (IoT) | Arduino UNO Módulo HX711 Módulo GPS U BLOX NEO 6M GPS U BLOX NEO 6M BLYNK |
| 2 | Vehicle communication network in intelligent transportation system based on Internet of Things. | Sensores de presión Sensores de temperatura Sensores de radar de microondas Sensores ultrasónicos equipos de captura de video. |
| 3 | Secure Identification, Traceability and Real-Time Tracking of Agricultural Food Supply During Transportation Using Internet of Things | RFID GPS y GPRS |
| 4 | GPS-Based Vehicle Tracking and Theft Detection Systems using Google Cloud IoT Core & Firebase | Módulo GSM Módulo GPS ESP32 SIM800L (SoC) IP5306 u-Blox NEO-6M NEO6M OBDII Google Cloud Iot Firebase. |
| 5 | Vehicle tracking system for intelligent and connected vehicle based on radar and V2V fusion | Radar esr Ibeo lidar Lidar de hokuyo Cámara óptica Cámara de bajo nivel de luz Cámara infrarroja Cámara de 7 giros, inclinación y zoom Gps y dispositivo DSRC |
| 6 | An IoT Enabled Real-Time Communication and Location Tracking System for Vehicular Emergency | Raspberry Pi 3 Modelo B y protocolo de comunicación UMTS-HSDPA |
| 7 | Increasing Efficient Usage of Real-Time Public Transportation Using IOT, Cloud and Customized Mobile App. | Módulo IR, Módulo GPS |
| 8 | A low-cost physical location discovery scheme for large-scale Internet of Things in smart city through joint use of vehicles and UAVs | Módulo GPS vehículos aéreos no tripulados sensores sumideros y nodo de sensores |
| 9 | Vehicle tracking and detection techniques using IoT | Un módulo de adquisición de vídeo Un módulo de preprocesamiento de imágenes , Como módulo de segmentación y reconocimiento Un módulo de detección e identificación de vehículos. |
| 10 | IoT Powered Vehicle Tracking System (VTS) | módulo GPS Microcontrolador Arduino Módulo GSM |
| 11 | An IOT-Based Vehicle Tracking System with User Validation and Accident Alert Protocol | Sensor de huellas dactilares sensor de vibracion Arduino uno NodeMCU |
| 12 | Unified Automotive Location Tracking Using Android Things (IoT) | Raspberry Pi Grove pi Módulo GPS Firebase Authentication |
| 13 | IoT based framework for the detection of vehicle accident | RFID Nodo MCU MPU 6050 Thingspeak Módulo Wifi |
| 14 | Safety and Security for School children's Vehicles using GPS and IoT Technology | Sensor de temperatura NTC Alcohol sensor MQ3 Sensor de gases Detector de obstáculos Módulo de detección de infrarrojos Micro-electro-mechanical sensor (MEMS) Módulo GPS Módulo GSM ESP8266 |
| 15 | Proof of Concept of an IoT-Based Public Vehicle Tracking System, Using LoRa (Long Range) and Intelligent Transportation System (ITS) Services | OLED HiLetgo ESP32 LoRa Ublox Neo 6M RAK831LoRa/LoRaWAN Dragino LG01. |

Mediante el análisis documental y la técnica cualitativa encontramos la siguiente lista de componentes utilizados para su modelo de infraestructura IoT para el seguimiento vehicular. Ver Figura 4.

Los componentes de hardware que se usaron en los artículos sirven como recurso para determinar que componentes son los que tienen en común. Dando como resultados los siguientes.

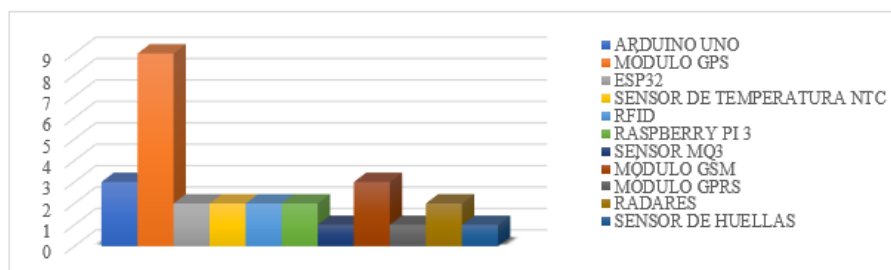


Figura 4 Componentes arquitectónicos en Común.

De acuerdo con el diagrama de barras la Tecnología GPS es el más común entre 9 de 15 artículos como mecanismo para detectar las coordenadas de ubicación del vehículo a nivel mundial, actualmente se puede trabajar en conjunto con teléfonos inteligentes ya que de por sí estas tecnologías ya vienen integradas.

A continuación, se muestra una tabla de precios consultados en la página Alibaba Tabla 5.

Tabla 5. Costo de módulos en precio unitario

| Módulos | Precio |
|-----------------------------|----------------------|
| GPS | Entre \$11 a \$12,50 |
| GSM | Entre \$11 a \$12,50 |
| ARDUINO UNO | Entre \$11 a \$13 |
| ESP32 | Entre \$22 a \$45 |
| Sensores de Temperatura NTC | Entre \$3 a \$12,50 |
| RFID | Entre \$51 a \$95 |
| RASPBERRY PI 3 | Entre \$36 a \$70 |
| Sensor MQ3 | Entre \$3 a \$5 |
| GPRS | Entre \$11 a \$12,50 |
| Sensor Lidar | Entre \$400 a \$8000 |
| Sensor de huellas | Entre \$50 a \$100 |

Fuente: alibaba.com

Se hace referencia de los equipos que se usaron en las investigaciones relacionadas, los cuales determinaban con que equipos trabajan para realizar el rastreo y de acuerdo a eso se realizó la

búsqueda de estos componentes en la página de Alibaba para determinar su costo en valor unitario.

¿Es factible implementar tecnología IoT para rastreo y monitoreo de vehículos?

En la Figura 4 se observa que la tecnología satelital GPS es un buen complemento para desarrollar un sistema de rastreo a nivel mundial, esto implica para servicios que ofrecen monitorear vehículos en caso de robo en donde la recuperación se puede hacer a nivel internacional, pero estas tecnologías trabajan en conjunto con la GPRS/GSM y la RFID esta última con tecnología de radiofrecuencia (Rohit et al., 2019).

¿Qué tecnología de comunicación se debe usar para dar seguimiento a un vehículo en tiempo real?

La IoT se la conoce como la mejora del futuro para empresas, ayudando a procesos con óptimos resultados y en respuesta inmediata debido a su funcionamiento entre objetos sin intermediario humano, sin embargo, son desafíos que actualmente se están enfrentando para generar conjunto de redes comunicándose entre sí para intercambiar datos. Se necesita tener una señal con constante disponibilidad para imprimir estos modelos a largo plazo. Para una compañía que necesite monitorear inteligente sus productos son de mucha efectividad y a bajo costo (Mekki et al., 2018).

5. DISCUSIÓN

Se implementa una tecnología de comunicación inalámbrica para una red autoorganizada de vehículo tienen un gran costo debido a la investigación, el desarrollo y la implementación (Zhang & Lu, 2020).

Mediante un modelo experimental se determinó la conectividad de un sistema compacto de seguimiento de vehículos que utiliza un sensor GPS y la red IoT rastrea la ubicación en vivo del vehículo que es visible en la aplicación BLYNK (Dorapudi et al., 2019).

Por otra parte, se desarrolló un sistema que permitió realizar un rastreo y monitoreo de los artículos de una cadena de suministro durante la vida útil de toda la entrega. Este sistema fue basado en marcos IoT y blockchain (Bhutta & Ahmad, 2021).

El diseño de sistemas incorporando GPS y GPRS como método de seguimiento de la ubicación de los turismo es capaz de detectar un robo vehicular por medio de 2 situaciones que permiten la ejecución de esta tarea, se trata desde que el motor se enciende y avance 50 m desde su posición de partida, brindando esta información gracias al rastreador que envía los datos a una interfaz de aplicación web, no obstante el proyecto posee una limitante ya que solo es posible entre autos de pasajeros con puertos OBDII (Crisgar et al., 2021).

Para una mejora de reducción de accidentes vehiculares en el artículo (Tian et al., 2018) ofrecen un sistema inteligente de comunicación V2V donde se incorpora un radar que permite comunicarse con otros vehículos, esta comunicación alerta al conductor si el vehículo que se aproxima se acerca de manera rápida enviando un sonido que impulse al usuario pausar su curso (Tian et al., 2018).

Existen la posibilidad de contactar a emergencias en caso de un accidente vehicular , por tal motivo en el artículo (Koley & Ghosal, 2017) desarrollaron un prototipo especializado para ciudades inteligentes y con vehículos con tecnología IoT, este prototipo envía información a emergencia desde el vehículo alertando a los centros de cercano más cercanos, es decir sólo alerta más no evita el accidente.

Para el área de transporte público se estableció un sistema que permite que lleguen a tiempo implementando la tecnología GPS por la ubicación exacta del autobús que se coloca en el GPS y el número de pasajeros (Harini et al., 2020).

6. CONCLUSIÓN

Entre los resultados obtenidos para el estudio de factibilidad de la IoT como método de rastreo para vehículos se obtiene que la mayoría de los artículos que se analizaron se tiene una visión del internet de las cosas como una adaptación que ayuda a las personas a mejorar la calidad de servicio en cuestiones de accidente, conectando ideas interesante para llevar a cabo un conjunto de redes interconectadas enviando información de la ubicación en tiempo real, de por sí el GPS lidera en cuestión de localización. En conclusión, para obtener posibles mejoras en el campo IoT se deben analizar a profundidad sobre las tecnologías en pleno crecimiento que hacen posible la comunicación entre máquinas antes de ser tomado para proyectos futuros se debe considerar los costos que conllevan los equipos que estos ofrecen y la forma de operar entre ellos.

Mediante el análisis de la información obtenida se encontraron 15 artículos que aportaron con el tema de investigación en muchos de estos documentos presentan a la IoT como alternativa de solución que puede incrementar la productividad de las empresas, optimizando procesos y reduciendo los costos por errores ya que estas tecnologías benefician el rastreo con su localización y posicionamiento de activos en tiempo real.

La determinación de costos se realizó tomando en cuenta los modelos arquitectónicos que se usaron para cada artículo, para los sectores empresariales debe ser una gran inversión a futuro porque a medida que el mundo se actualiza las empresas deben tener un plan de mejora para adaptarse a ciertos cambios con respecto a tecnologías de la nueva era.

Para evaluar los artículos se realizó la comparativa de componentes hardware usados en cada modelo arquitectónico donde entre el más común fue el Módulo GPS. Es impresionante ver que estas tecnologías lo vemos en un dispositivo común que es un celular inteligente.

7. REFERENCIAS

- Bhutta, M. N. M., & Ahmad, M. (2021). Secure Identification, Traceability and Real-Time Tracking of Agricultural Food Supply during Transportation Using Internet of Things. *IEEE Access*, 9, 65660–65675. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3076373>
- Chin J., Callaghan V., & Ben Allouch S. (2019). Scopus - Document details - The Internet-of-Things: Reflections on the past, present and future from a user-centered and smart environment perspective. *IOS Press*. <https://doi.org/10.3233/AIS-180506>
- Crisgar, P. V., Wijaya, P. R., Pakpahan, M. D. F., Syamsuddin, E. Y., & Hasanuddin, M. O. (2021). GPS-based vehicle tracking and theft detection systems using google cloud IoT Core Firebase. *Proceeding - 2021 International Symposium on Electronics and Smart Devices: Intelligent Systems for Present and Future Challenges, ISESD 2021*. <https://doi.org/10.1109/ISESD53023.2021.9501928>
- Dorapudi, H., Buddharaju, V. V., Vimal Varma, V. V, Ramesh, R., Dorapudi, S. H., Buddharaju, V. V, & Ramesh, · R. (2019). Monitoring the Dynamics and Tracking of a Vehicle Using Internet of Things (IoT). *Springer*, 699–707. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9417-2_59
- Harini, B. K., Parkavi, A., Supriya, M., Kruthika, B. C., & Navya, K. M. (2020). Increasing Efficient Usage of Real-Time Public Transportation Using IOT, Cloud and Customized Mobile App. *SN Computer Science 2020 1:3, 1(3)*, 1–8. <https://doi.org/10.1007/S42979-020-00161-8>
- Koley, S., & Ghosal, P. (2017). An IoT Enabled Real-Time Communication and Location Tracking System for Vehicular Emergency. *Proceedings of IEEE Computer Society Annual Symposium on VLSI, ISVLSI, 2017-July*, 671–676. <https://doi.org/10.1109/ISVLSI.2017.122>
- Lalle, Y., Fourati, L. C., Fourati, M., & Barraca, J. P. (2019). A Comparative Study of LoRaWAN, SigFox, and NB-IoT for Smart Water Grid. *2019 Global Information Infrastructure and Networking Symposium, GIIS 2019*. <https://doi.org/10.1109/GIIS48668.2019.9044961>
- Mekki, K., Bajic, E., Chaxel, F., & Meyer, F. (2018). Overview of Cellular LPWAN

- Technologies for IoT Deployment: Sigfox, LoRaWAN, and NB-IoT. *2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, PerCom Workshops 2018*, 197–202. <https://doi.org/10.1109/PERCOMW.2018.8480255>
- Rohit, S. S., Jamkhandi, A. G., Rao, A., Krishna, V., Naik, A., & Parathodiyil, M. (2019). IOT based identification and assessment of industrial assets. *2018 International Conference on Computing, Power and Communication Technologies, GUCON 2018*, 378–383. <https://doi.org/10.1109/GUCON.2018.8675004>
- Tian, Z., Cai, Y., Huang, S., Hu, F., Li, Y., & Cen, M. (2018). Vehicle tracking system for intelligent and connected vehicle based on radar and V2V fusion. *Proceedings of the 30th Chinese Control and Decision Conference, CCDC 2018*, 6598–6603. <https://doi.org/10.1109/CCDC.2018.8408291>
- Zhang, H., & Lu, X. (2020). Vehicle communication network in intelligent transportation system based on Internet of Things. *Computer Communications*, *160*, 799–806. <https://doi.org/10.1016/J.COMCOM.2020.03.041>
- Balaji, S., Gumber, A., Santhakumar, R., Kumar, M. R., Tiwari, A., & Debnath, H. (2020). An IOT-Based Vehicle Tracking System with User Validation and Accident Alert Protocol. *Springer*, https://bibliotecas.ups.edu.ec:2582/10.1007/978-981-15-0184-5_61.
- Dantu, V. V., Dasaradha, V. V., & Sasikumar, P. (2021). Unified Automotive Location Tracking Using Android Things (IoT). *Springer*, *120*, 63–79. Obtenido de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:2582/10.1007/s11277-021-08434-y>
- Dashora, C., Sudhagar, P. E., & Marietta, J. (2020). IoT based framework for the detection of vehicle accident. *Springer*, *23*, 1235-1250.
- Jagwani, P., & Kumar, M. (2018). IoT Powered Vehicle Tracking System (VTS). *Springer*, 488-498. Obtenido de https://bibliotecas.ups.edu.ec:2582/10.1007/978-3-319-95171-3_38
- N., S. D., K.S.R, R., Madhu A., R. S., & R, R. S. (2018). Safety and Security for School children's Vehicles using GPS and IoT. *Pages 91 - 952018*, *7*, 91-95.
- Punyavathi, G., Neeladri, M., & Singh, M. K. (2022). Vehicle tracking and detection techniques using IoT. *Volume 51*,, 909-913.

R., S.-C., Á., P. D., & J.M., M. M. (2019). Proof of Concept of an IoT-Based Public Vehicle Tracking System, Using LoRa (Long Range) and Intelligent Transportation System (ITS) Services. *Scopus*, 2019(9198157).

Tenga, Haojun, Dong, M., Liua, Y., Tianc, W., & Liu, X. (2021). A low-cost physical location discovery scheme for large-scale Internet of things in smart cities by joint use of vehicles and UAVs. *ScienceDirect*, 118, 310-326.