***FORMATO DE PRESENTACIÓN DE PROYECTOS INVESTIGACION - VINCULACIÓN – ESPOCH***

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PROYECTO DE VINCULACIÓN**

1. **DATOS GENERALES**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **NOMBRE DEL PROGRAMA:** INTEGRACIÓNDE LAS CAPACIDADES INVESTIGATIVAS Y DE DOCENCIA PARA LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO 2018-2021 | | | |
|  | | | |
| **NOMBRE DEL PROYECTO:** Análisis, diseño e implementación de algoritmos de control inteligente en controladores con una red de sensores IoT en vehículos para mejorar la seguridad vial. | | | |
|  | | | |
| **NOMBRE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN RELACIONADO:** | | | |
|  | | | |
| **REALIZADO POR:** | | | |
| GRUPO DE INVESTIGACIÓN | **X** | EQUIPO DE VINCULACIÓN |  |
| Nombre del grupo: Grupo de Investigación en Tecnologías de Electrónica y Automatización (GITEA) | |  |  |

* 1. **INFORMACIÓN DEL COORDINADOR/INVESTIGADOR RESPONSABLE**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Apellidos y Nombres:** | Zea Orellana Danny José | |
| **Cargo:** | Docente Ocasional | |
| **Correo electrónico:** | danny.zea@espoch.edu.ec | |
| **Teléfono:** | Celular: 0979071851 | Convencional: |
| **Facultad, Carrera /Extensión:** | Informática y Electrónica, Electrónica y Automatización, Matriz ESPOCH | |

**TIPO DE INVESTIGACIÓN** (Podrá Seleccionar solamente una)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Investigación Científica |  | Desarrollo Tecnológico |  | Innovación tecnológica | **X** |

* 1. **SECTOR EN EL QUE TENDRÁ IMPACTO EL PROYECTO:** (Podrá seleccionar más de una)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Desarrollo humano y social |  | Fomento agropecuario y desarrollo productivo |  | Biodiversidad y ambiente |  |
| Recursos naturales |  | Energía |  | Tecnología de la información y comunicación | **X** |

* 1. **ÁREA DE INVESTIGACIÓN /VINCULACIÓN: (DE ACUERDO A LA UNESCO)** (Podrá seleccionar más de una)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ciencias Exactas y naturales |  | Ingeniería y Tecnología | **X** | Ciencias Médicas |  |
| Ciencias Agrícolas |  | Ciencias Sociales |  | Humanidades |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Área del conocimiento**  (Ver el instructivo 1) | **Sub Área del conocimiento**  (Ver el instructivo 1) | **Sub Área Específica**  (Ver el instructivo 1) |
| 07 Ingeniería, Industria y Construcción | 071 Ingeniería y Profesiones Afines | Tecnología de la información y comunicación |

* 1. **INDIQUE EL O LOS OBJETIVOS DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2017 – 2021 TODA UNA VIDA, EN EL QUE EL PROYECTO SE IDENTIFICA CON SU EJECUCIÓN:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Garantiza una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas |  | Afirmar la interculturalidad y plurinacionalidad, revalorizando las identidades |  |
| Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones |  | Consolidar la sostenibilidad del sistema económico, social y solidario y afianzar la dolarización |  |
| Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible, de manera redistributiva y solidaria | **X** | Desarrollar las capacidades productivas y del entorno, para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural |  |
| Incentivar una sociedad participativa, con un Estado cercano al servicio de la ciudadanía |  | Promover la transparencia y la corresponsabilidad para una nueva ética social |  |
| Garantizar la soberanía y la paz, y posicionar estratégicamente al país en la región y el mundo |  |  |  |

* 1. **LÍNEA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN/VINCULACIÓN**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Administración y Economía Popular |  | Tecnologías de la Información, Comunicación | **X** | Energías Renovables y Protección Ambiental |  |
| Gestión y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales |  | Arte Cultura y patrimonio |  | Las que se generen en los próximos años |  |
| Procesos tecnológicos Artesanales e Industriales |  |  |  |  |  |
| Salud y Nutrición |  |  |  |  |  |
| Ciencias básicas y aplicadas |  |  |  |  |  |

* 1. **TIEMPO DE DURACIÓN DEL PROYECTO**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **DURACIÓN DEL PROYECTO:** Tiempo total: 2 años | **Fecha de Inicio:**  03/01/2020 | **Fin planificado:**  31/12/2021 | **Fin Real:**  dd/mm |

* 1. **LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Lizarzaburu.

* 1. **TIPO DE COBERTURA**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nacional |  | Regional |  | Provincial |  | Cantonal | **X** | Parroquial |  |

Describa: Dentro del desarrollo del proyecto se ha definido la implementación de sensores IoT en vehículos que circularán en las instalaciones de la ESPOCH (Facultad de Informática y Electrónica).

* 1. **Tipo de proyecto:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nuevo** | **X** | **Continuación** |  |

* 1. **PROPUESTA RELACIONADA CON UN PROYECTO EN EJECUCIÓN O YA EJECUTADO**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **En ejecución** |  | **Ejecutado** |  |

Título del proyecto anterior:

Institución ejecutora principal:

Director/a del proyecto:

* 1. **DATOS DE LAS INSTITUCIONES EJECUTORAS DEL PROYECTO PRESENTADO**

**ESPOCH:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Facultad de Ciencias |  | Facultad de Mecánica |  |
| Facultad de Informática y Electrónica | **X** | Facultad de Administración de Empresas |  |
| Facultad de Salud Pública |  | Facultad de Ciencias Pecuarias |  |
| Facultad de Recursos Naturales |  | Extensión Norte Amazónica |  |
| Extensión Morona Santiago |  |  | |

Nota: Puede escoger más de una Facultad u Extensión

* 1. **OTRAS INSTITUCIONES NACIONALES O INTERNACIONALES QUE PARTICIPEN EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO:**
  2. **PERSONAL DEL PROYECTO\***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Cargo** | **Facultad** | **Cédula de Identidad** | **Nombre completo** | **Correo electrónico** | **Teléfono celular** | **Carga Horaria semanal** |
| Coordinador | FIE | 060381683-6 | Deysi Margoth Guanga Chunata | [deysiguanga@gmail.com](mailto:deysiguanga@gmail.com) | 0989707031 | 4 |
| Investigador 1 | FIE | 060467279-0 | Danny José Zea Orellana | [danny.zea@espoch.edu.ec](mailto:danny.zea@espoch.edu.ec) | 0979071851 | 6 |
| Investigador 2 | FIE | 060235505-9 | Mercedes Leticia Lara Freire | [leticia.lara@espoch.edu.ec](mailto:leticia.lara@espoch.edu.ec) | 0995625413 | 4 |
| Investigador 3 | FIE | 172065952-1 | Sandra Gabriela Barrazueta Rojas | sbarrazueta@espoch.edu.ec | 0986009263 | 4 |
| Investigador 4 | FIE | 060304793-7 | Oswaldo Geovanny Martínez Guashima | omartinez@espoch.edu.ec | 0999090414 | 4 |
| Investigador 5 | FIE | 060333153-9 | Diego Ramiro Ñacato Estrella | [diego.nacato@espoch.edu.ec](mailto:diego.nacato@espoch.edu.ec) | 0995851744 | 4 |
| Investigador 6 | FIE | 060394636-9 | Jhon Jairo Cevallos Medina | [jhon.cevallosm@espoch.edu.ec](mailto:jhon.cevallosm@espoch.edu.ec) | 0984535255 | 4 |
| Investigador 7 | FIE | 060380358-6 | Fabián Israel Heredia Moreno | [fabian.heredia@espoch.edu.ec](mailto:fabian.heredia@espoch.edu.ec) | 0998952390 | 4 |
| Investigador 8 | FIE | 160051770-8 | Bryan Stefano Guevara Bermeo | bsguevara@espe.edu.ec | 0988575072 | 4 |
| Investigador 9 | FIE | 171789316-6 | Luis Fernando Recalde Simancas | lfrecalde1@espe.edu.ec | 0991398168 | 4 |

* 1. **Apoyo administrativo y técnico\***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Cargo** | **Facultad/Dependencia** | **Cédula de Ciudadanía** | **Nombre completo** | **Correo electrónico** |
|  |  |  |  |  |

\*Adjuntar Hojas de vida en formato institucional

**RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO**

Actualmente, la captación de un entorno real en particular se hace posible gracias a la utilización de tecnologías de Redes de Sensores Inalámbricos (Wireless Sensor Network, WSN). La ampliación en el uso de estos dispositivos en una red de comunicaciones para actuación crea el Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT), en donde los sensores están conectados y forman una Red de Sensores IoT.

El IoT es la siguiente tecnología que revolucionará un Internet totalmente integrado, en donde muchos objetos que nos rodean estarán de una u otra forma totalmente integrados a la red. La industria automovilística desde sus inicios hasta el presente ha ido agregando funcionalidades y servicios que han permitido que cada vez sea más fácil adquirir un vehículo, esto ha desencadenado un crecimiento en la demanda, incrementándose la producción de automóviles, lo que ha desatado problemas cada vez más complicados y difíciles de resolver en cuanto a la movilidad y el flujo vehicular se refiere, de igual forma sucede con los accidentes de tránsito que cada vez se vuelve una tarea complicada de controlar, debido a los diferentes elementos que están involucrados en los entornos de tráficos urbanos y/o rurales.

Los problemas antes mencionados, pueden ser mitigados mediante la integración de información sensorial a los vehículos, estos datos proporcionados por los sensores son recibidos en un controlador, el mismo que cuenta con módulos de comunicación, todo aquello logra integrar una Red de sensores IoT. El uso de sensores IoT en la industria automotriz permite brindar una localización precisa en las vías urbanas y rurales, permitiendo perfeccionar el flujo vehicular al disminuir la siniestralidad de vehículos.

La evaluación y fiabilidad en el uso de estos datos se pueden ver afectados ya sea por la perturbación producida en la señal por obstáculos, edificios o elementos en el tráfico urbano. Por lo tanto, se hace indispensable la interacción de los demás vehículos y elementos del entorno en la Red de Sensores IoT para asegurar la fiabilidad de los datos recibidos en la red.

Al presente, la investigación en la industria automotriz se ve obstaculizada por los costos de infraestructura y las dificultades logísticas de los sistemas de entrenamiento y pruebas en el mundo físico. Instrumentar y operar un vehículo requiere de fondos y mano de obra significativos, además un vehículo no es suficiente para recopilar todos los datos necesarios que cubren la gran cantidad de casos del entorno que deben procesarse y recopilarse. Por ello, la validación de algoritmos de control en los vehículos está fuera del alcance de los grupos de investigación.

Una alternativa es entrenar y validar estrategias de conducción en la simulación, pudiendo así democratizar la investigación en la conducción urbana y rural. También es posible validar algunos escenarios peligrosos, en donde se ven involucrados peatones o conductores imprudentes que irrespetan o desconocen las señales de tránsito, de igual forma, está la ausencia de señalización horizontal o vertical. El uso de un software de simulación 3D que emule el tráfico vehicular de un entorno real, es fundamental para evaluar los nuevos enfoques que mejoren la seguridad vial. La simulación de un escenario de tráfico resulta muy útil antes de realizar investigaciones reales en vehículos convencionales, debido a que las simulaciones son más fáciles de configurar, menos caras, más rápidas y más fáciles de usar. Todo esto permite una mejor exploración del diseño a implementar. Posteriormente, los resultados de la simulación son transferibles a vehículos reales con la implementación e instrumentación del hardware necesario.

El presente proyecto se enfoca principalmente en proponer soluciones para mejorar la confiabilidad y la seguridad vial. De esta manera se intentará lograr una mayor tasa de seguridad y comodidad tanto de los conductores como de sus pasajeros. En base a esto, el presente proyecto propone ciudades con un tráfico inteligente y seguro mediante la integración sensores IoT en vehículos convencionales. La finalidad de esta propuesta, es implementar algoritmos de control con los datos recibidos por la red de sensores IoT que solucionen los problemas que ocasionan los accidentes de tránsito ya sea por el desacato a las reglas establecidas para conducir un vehículo como también está el irrespeto de los peatones.

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar y evaluar la fiabilidad de datos recibidos de una red de sensores IoT en algoritmos de control tanto en controladores como en un servidor, primero se desarrollará en un software de simulación y luego se implementará en vehículos convencionales reales, que permita mejorar de manera eficiente la seguridad vial. Para ello se integran módulos electrónicos y sensores IoT en los vehículos, que brindarán información sobre el comportamiento del vehículo, pudiendo esta información ser compartida con los demás vehículos involucrados en el entorno. Para el desarrollo de los controladores en los módulos electrónicos se hará uso de técnicas de Machine-Learning que permitan plantear estrategias (algoritmos de control) para un eficiente flujo vehicular en función del aprendizaje tanto de la red de sensores IoT como de las conductas en la conducción de los vehículos. El desarrollo de los mecanismos de control se desarrollará y se evaluará su fiabilidad mediante un software de simulación de tráfico vehicular.

Considerando que se busca la disminución de los factores que provocan la siniestralidad en el tráfico urbano y rural en la industria automovilística, será fundamental el estudio y evaluación de:

* Las causas que provocan las colisiones entre vehículos, especialmente en las intersecciones entre una vía principal y secundaria, como también están los accidentes en la vía panamericana.
* Los controladores y los sensores IoT, que una vez instalados en todos los vehículos que estén involucrados en una zona determinada, se analizará las mejoras en la contribución para perfeccionar la seguridad vial.
* La disminución en las colisiones entre vehículos, y también el bajo índice de heridos y muertes de conductores y pasajeros, una vez que esté integrada la propuesta de este proyecto en cada vehículo.

Se definirá un escenario de tráfico de un entorno real, el mismo que será simulado en un software simulación 3D que permita representar todos y cada uno de los elementos que se vean involucrados (peatones, señales de tránsito, semáforos, edificaciones, vegetación, vehículos estacionados, rotondas, las mismas vías de circulación, etc), y se modelarán los controladores y la red de sensores IoT descritos anteriormente. Centrándose en la búsqueda de mejorar la seguridad vehicular y disminuir las colisiones entre vehículos, se desarrollarán algoritmos de control inteligente que pueden ser implementados en controladores, estos algoritmos estarán orientados a generar señales preventivas en cada conductor para que tome acciones frente a un eventual accidente que pueda producirse y efectuar una aceleración o un frenado adecuado en cada vehículo.

Para evaluar y medir su fiabilidad de los datos recibidos de la red de sensores IoT integrados en los vehículos, será necesario realizar la emulación tanto del tráfico vehicular en un software de simulación como la implementación de un servidor en un software externo que interactué con el software de simulación, este servidor será el encargado de administrar los datos suministrados por los sensores IoT, posteriormente será indispensable la implementación de este método haciendo uso de vehículos convencionales, los cuales serán conducidos por un conductor en particular. Cada vehículo estará integrado con sensores IoT y la información producida será compartida con los demás vehículos y con el servidor descrito anteriormente, de igual forma desde el servidor hacia cada uno de los vehículos, este servidor contiene un mapa dinámico local con todos los datos recibidos por la red de sensores IoT. Toda esta información será compartida mediante un protocolo de comunicación eficiente y sobre todo seguro que brinde todas las capacidades para mantener un flujo adecuado de los datos producidos en la red de sensores IoT. Para evitar la generación excesiva de datos, una posible solución es determinar áreas específicas que sectorizan la generación de estos datos en cuanto se refiere a la ubicación y orientación, solo los vehículos que se encuentren en esta área recibirán la información tanto del servidor como de los demás vehículos.

La arquitectura antes mencionada será simulada previamente. Adicionalmente, se integrarán también eventos en la simulación que provoquen situaciones imprevistas, como por ejemplo la circulación indebida de vehículos, el irrespeto de señales de tránsito, un niño corriendo en la carretera delante del vehículo, etc.

El enfoque del proyecto está en ofrecer a los conductores de vehículos públicos y privados, módulos electrónicos, módulos de comunicación, sensores IoT y una pantalla que le permita tomar acciones preventivas para disminuir los accidentes de tránsito, logrando ciudades y carreteras con un tráfico vehicular seguro y mucho más eficiente.

1. **CONTENIDO DEL PROYECTO**
   1. **ANTECEDENTES**

Actualmente, la captación de un entorno real en particular se hace posible gracias a la utilización de tecnologías de Redes de Sensores Inalámbricos (Wireless Sensor Network, WSN). La ampliación en el uso de estos dispositivos en una red de comunicaciones para actuación crea el Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT), en donde los sensores están conectados y forman un Red de Sensores IoT [1]. El IoT es la siguiente tecnología que revolucionará un Internet totalmente integrado, en donde muchos objetos que nos rodean estarán de una u otra forma totalmente integrados a la red [2]. . La industria automovilística desde sus inicios hasta el presente ha ido agregando funcionalidades y servicios que han permitido que cada vez sea más fácil adquirir un vehículo, esto ha desencadenado un crecimiento en la demanda, incrementándose la producción de automóviles, lo que ha desatado problemas cada vez más complicados y difíciles de resolver en cuanto a la movilidad y el flujo vehicular se refiere, de igual forma sucede con los accidente de tránsito que cada vez se vuelve una tarea complicada de controlar, debido a los diferentes elementos que están involucrados en los entornos de tráficos urbanos y/o rurales.

Los problemas antes mencionados, pueden ser mitigados mediante la integración de información sensorial a los vehículos, estos datos proporcionados por los sensores son recibidos en un controlador, el mismo que cuenta con módulos de comunicación, todo aquello logra integrar una Red de sensores IoT. El uso de Sensores IoT en la industria automotriz permite brindar una localización precisa en las vías urbanas y rurales, permitiendo perfeccionar el flujo vehicular al disminuir la siniestralidad de vehículos.

Hoy por hoy, los vehículos se conducen de manera tal que se toman acciones independientes, sin esperar la coordinación adecuada para mantener un flujo constante pudiendo así predecir los accidentes de tránsito y evitando atascos en el tráfico vehicular. La información brindada por la red de sensores IoT en los vehículos puede mitigar en gran medida estos problemas, pero la falta de capacitación y difusión sobre los grandes beneficios que tendría la implementación de información sensorial IoT en los vehículos, no ha permitido que se tengan ciudades y carreteras más inteligentes y seguras que solucionen los problemas que ocasionan los siniestros de tránsito.

* 1. **JUSTIFICACIÓN**

Analizando los sistemas de transporte en el sector público y privado, tanto a nivel mundial como en países de América Latina y en especial el Ecuador, se tiene que el parque automotor ha ido en aumento y complica cada vez más la movilidad. Los vehículos que circulan en entornos urbanos y rurales son conducidos por un conductor, que en la actualidad solo cumplen un papel pasivo. Dicho vehículo no cuenta con la capacidad de interactuar con el resto de vehículos y porque no decirlo con los demás elementos que se ven involucrados en el tráfico urbano o rural. Así, cada vehículo circula de manera independiente y se limita a esperar que los demás actúen de manera adecuada sin tener la capacidad de tomar acciones preventivas que le permitan circular de manera eficiente, segura y confiable. Además de aquello, está la circulación de vehículos de emergencia, que muchas veces tienen que transitar hacia un punto específico sin tener la información adecuada que le permita tomar vías alternas, o en su defecto contar con una comunicación adecuada con el resto de vehículos para informarles que se encuentran en la vía de circulación del vehículo de emergencia. Por otro lado, está el mal funcionamiento de semáforos ya sea por el uso o problemas relacionados con la energía eléctrica, como también está el deterioro de la señalización horizontal y vertical de las señales de tránsito, todo esto conlleva a que algún conductor lo reporte a la autoridad competente, pero muchos de los casos no sucede así, por lo que es importante que los conductores que circulen en ese instante puedan reportar el problema. De esta manera, el reporte sobre el problema en particular llega a ser confiable, y además se puede ubicar de manera exacta la dirección para poder solucionarlo.

El proyecto propone soluciones para mejorar la confiabilidad y la seguridad vial. De esta manera se intentará lograr una mayor tasa de seguridad y comodidad tanto de los conductores como de sus pasajeros. En base a esto, el presente proyecto propone ciudades y carreteras con un tráfico inteligente y seguro mediante la integración sensores IoT en vehículos convencionales. La finalidad de esta propuesta, es implementar algoritmos de control con los datos recibidos por la red de sensores IoT que solucionen los problemas que ocasionan los accidentes de tránsito ya sea por el desacato a las reglas establecidas para conducir un vehículo como también está el irrespeto de los peatones.

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar y evaluar la fiabilidad de datos recibidos de una red de sensores IoT en algoritmos de control tanto en controladores como en un servidor, primero se desarrollará en un software de simulación y luego se implementará en vehículos convencionales reales, que permita mejorar de manera eficiente la seguridad víal. Para ello se integran módulos electrónicos y sensores IoT en los vehículos que brindan información sobre el comportamiento del vehículo, pudiendo esta información ser compartida con los demás vehículos involucrados en el entorno. Para el desarrollo de los controladores en los módulos electrónicos se hará uso de técnicas de Machine-Learning que permitan plantear estrategias (algoritmos de control) para un eficiente flujo vehicular en función del aprendizaje tanto de la red de sensores IoT como de las conductas en la conducción de los vehículos. El desarrollo de los mecanismos de control se desarrollará y se evaluará su fiabilidad mediante un software de simulación de tráfico vehicular.

Para evaluar y medir su fiabilidad de los datos recibidos de la red de sensores IoT integrados en los vehículos, será necesario el aumento de vehículos convencionales que cuenten con información sensorial IoT. La información producida por la red de señores IoT será compartida con cada vehículo y con un servidor, de igual forma desde el servidor hacia cada uno de los vehículos, este servidor contendrá un mapa dinámico local con todos los datos recibidos por la red de sensores IoT. Toda esta información será compartida mediante un protocolo de comunicación eficiente y sobre todo seguro que brinde todas las capacidades para mantener un flujo adecuado de los datos producidos en la red de sensores IoT.

De esta manera se logrará ciudades y carreteras más inteligentes, seguras y confiables que mejorarán drásticamente los problemas de siniestralidad. Haciendo uso de algoritmos inteligentes con la información recibida por la red de sensores IoT se podrá enviar señales preventivas hacia el conductor de manera más eficiente frente a cualquier evento en particular que pueda ocurrir en tráfico urbano o rural.

* 1. **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Actualmente, los vehículos del sector público y privado que circulan en las ciudades y carreteras de nuestro país cumplen un papel pasivo. Esto quiere decir que el conductor actúa de manera autónoma, circulando sin brindar información sobre su velocidad, ubicación y dirección. Los constantes problemas que existen en el tráfico vehicular ocasionan fatiga, estrés o cansancio en el conductor, estos problemas muchas ocasionan los accidentes de tránsito que provocan un atasco en el flujo vehicular. Los tipos de accidentes se dan por varias razones: por ejemplo está el excesivo frenado o aceleración de los vehículos ocasionando colisiones por la parte delantera o trasera según corresponda, también está las colisiones en las intersecciones debido a que los vehículos no respetan la prioridad de estar en un vía principal y/o secundaria, por otro lado están los accidentes que se dan entre los vehículos que circulan en direcciones contrarias en las vías urbanas, en donde el exceso de velocidad o el cansancio provocan que los conductores se queden sin pista o invadan el carril contrario ocasionando graves accidentes de tránsito. Cabe mencionar que existen aplicaciones que actúan únicamente informando el tráfico existente en la ruta de circulación del vehículo, pero no permiten tomar acciones preventivas ante un eventual accidente de tránsito.

Adicionalmente, está el ineficiente funcionamiento del servicio de transporte público en cuanto a horarios y rutas definidas se refiere, lo que imposibilita la difusión sobre el uso del mismo, esto conlleva a una utilización más frecuente de vehículos privados, lo que significa un aumento de los vehículos privados en el tráfico vehicular y por ende se elevará la probabilidad de que ocurran accidentes. Los problemas antes descritos van en aumento día tras día y a pesar de las pocas medidas tomadas por la autoridad competente, poco o nada se mitigan estos problemas.

A todo esto se suma el deterioro o la falta de señales de tránsito, como por ejemplo está el mal funcionamiento de semáforos, la pésima y anti técnica colocación de la señalización horizontal y vertical en las vías urbanas y rurales.

En la vida moderna, en donde se ha tenido importantes avances para buscar sociedades más eficientes e inteligentes por medio de la tecnología, es necesario que se plantee soluciones a los problemas de movilidad mediante la conectividad entre vehículos por medio de sensores IoT.

* 1. **OBJETIVOS**

1. **Objetivo General**

Analizar, diseñar, e implementar algoritmos de control inteligente en controladores con una red de sensores IoT en vehículos con el fin de mejorar la seguridad vial.

1. **Objetivos Específicos**

* Analizar el estado del arte de las soluciones implementadas para mejorar la movilidad y la seguridad vial, tanto en entornos de simulación como en entornos reales en donde se haya implementado y validado dichas soluciones.
* Analizar el tráfico vehicular local con una potencial integración de sensores IoT y la situación actual de los índices de siniestralidad vehicular.

* Diseñar la arquitectura para la red de sensores IoT tomando en cuenta los elementos necesarios: tipo y ubicación de los sensores en los vehículos, tipos de comunicación inalámbrica entre los vehículos, distintos módulos electrónicos y medios de visualización para el conductor.
* Diseñar la arquitectura de control para el tratamiento de los datos provenientes de la red de sensores IoT de los vehículos, tomando en cuenta el comportamiento individual de cada conductor.
* Diseñar la arquitectura de comunicaciones y conectividad entre los vehículos y estos hacia y desde el servidor.
* Analizar comparativamente y seleccionar los equipos para la arquitectura: sensores IoT + módulo electrónico + módulo de comunicación + servidor, así como los vehículos para el caso de estudio en un entorno de tráfico vehicular en particular.
* Diseñar los modelos para representar un entorno de tráfico vehicular en un software de simulación, tomando en cuenta los elementos que se vean involucrados (vehículos convencionales, vehículos con sensores IoT, semáforos, rotondas, vías de circulación vehicular, aceras, edificaciones, peatones, vegetación, etc).
* Implementar el entorno de tráfico vehicular real con algoritmos de control inteligente para la validación de los datos de la red de sensores IoT en los vehículos, mediante un modelo de simulación tomando en cuenta todos y cada uno de los elementos que se ven involucrados en el entorno de tráfico real.
* Diseñar e implementar en el software de simulación los algoritmos de control inteligente aplicando técnicas de machine learning, control predictivo y optimizado para la identificación de patrones en los hábitos y conductas generadas en los conductores.
  + - * Evaluar la fiabilidad del tráfico de datos generado entre la red de sensores IoT en el software de simulación y el servidor.
* Desarrollar un Servidor en la ESPOCH que permita gestionar todo el tráfico de datos generado en la red de sensores IoT.
* Instrumentar todo el hardware en 5 vehículos convencionales, cada vehículo estará integrado por la arquitectura: sensores IoT + modulo electrónico + módulo de comunicación.
* Diseñar las estrategias de monitoreo, control, cyber-seguridad y participación de los vehículos aplicando técnicas de optimización en el servidor para identificar la manera más eficiente de generar señales preventivas a los conductores.
* Validar y evaluar experimentalmente el software desarrollado haciendo uso de la arquitectura y técnicas de control inteligente desarrolladas mediante la simulación.

* 1. **MATRIZ DE MARCO LÓGICO**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Resumen de objetivos** | **Línea base** | **Indicadores** | **Fuentes de verificación** | **Supuestos** |
| **FIN**  Contribuir en la mejora de la seguridad vial a través de la integración de sensores IoT en vehículos convencionales. | Los vehículos convencionales en la actualidad transitan de manera individual y son dirigidos por un conductor que actúa de manera independiente.  Los conductores carecen de la posibilidad de establecer una comunicación automática para coordinar las acciones y conductas que toman de manera individual los vehículos, teniendo así un papel pasivo, sin aportar información necesaria para poder coordinar acciones que disminuyan los problemas de seguridad vial. | Hasta Diciembre del 2021 los conductores incrementarán su nivel de participación dentro del flujo vehicular, pudiendo enviar información sobre los datos referentes a su velocidad, ubicación, orientación, etc.  Los conductores disminuirán la probabilidad de que ocurra un accidente permitiendo mejorar la movilidad.  La implementación de información sensorial IoT no afectará el normal uso y funcionamiento de los vehículos. | Estadísticas de nivel de interés y aceptación de los conductores a la implementación de información sensorial IoT.  Estadísticas e informes de percepción positivos por parte de los conductores que hagan uso de la propuesta. | Se supone un apoyo por parte de conductores privados para la implementación de información sensorial IoT.  Se supone un apoyo económico por parte de la entidad gubernamental a cargo del control y monitoreo del flujo vehicular para financiar (total o parcialmente) la implementación de información sensorial en todos los vehículos del sector público y privado (por lo menos en el sector privado).  Se supone un apoyo gubernamental para la implementación de un servidor y su posterior escalabilidad, que será el encargado de recibir, gestionar y enviar los datos a la red de sensores IoT. |
| **PROPÓSITO**  Apoyar en la implementación de información sensorial IoT en los vehículos mediante el estudio, diseño, simulación y validación experimental para mejorar el seguridad víal. | Los vehículos en la actualidad no cuentan con información sensorial IoT, aun sabiendo que los mismos vehículos pueden contribuir en la mejora de la seguridad vial. | Hasta diciembre del 2021 se validará los siguientes puntos:  Mediante el modelo de simulación se validará la operatividad durante el flujo de datos generados en la red de sensores IoT entre los vehículos y estos desde y hacia el servidor.  Mediante el modelo de simulación se validará las mejoras en la implementación de información sensorial IoT en un vehículo convencional versus uno que no cuente con este sistema.  Mediante la instrumentación experimental de sensores IoT en algunos vehículos convencionales se validará la operación y escalabilidad del sistema implementado mediante la evaluación de la fiabilidad de los datos que transitan en la red de sensores IoT. | Informes del proyecto incluyendo resultados de diseño, simulación e implementación, así como resultados experimentales. | Hay continuidad de los integrantes del equipo técnico y se mantienen las políticas institucionales. |
| **Componente 1: Estado del arte de las soluciones implementadas para mejorar la seguridad vial.**  Documentar el estado del arte de las soluciones implementadas para mejorar la seguridad vial y la situación actual de los índices de siniestralidad vehicular local. |  | Hasta abril del 2020 se contará con el estado del arte de las soluciones implementadas para mejorar la seguridad vial y la situación actual de los índices de siniestralidad vehicular local. | Informe del proyecto detallando el estado del arte. | Se cuenta con el apoyo y participación de docentes interesados en analizar y aportar información para el estado del arte. |
| **Componente 2: Diseño de arquitectura.**  Diseñar la arquitectura sensores IoT, vehículos, servidor y comunicaciones para vehículos convencionales. |  | Desde mayo hasta agosto del 2020 se contará con el diseño teórico de la arquitectura sensores IoT, vehículos, servidor y comunicaciones para vehículos convencionales. | Informes del proyecto documentando el diseño en detalle de la arquitectura. | Se cuenta con el apoyo y participación de docentes y estudiantes interesados en desarrollar actividades de investigación en la temática del proyecto. |
| **Componente 3: Modelado de sistemas.**  Modelar los diferentes agentes que integran el tráfico vehicular real (vehículos, semáforos, rotondas, vías de circulación vehicular, aceras, edificaciones, peatones, vegetación, etc) desde el punto de vista IoT en los sensores y de igual forma con la integración del servidor. |  | Desde septiembre hasta diciembre del 2020 se contará con modelos (vehículos, semáforos, rotondas, vías de circulación vehicular, aceras, edificaciones, peatones, vegetación, etc) que se implementarán en la plataforma del software de simulación de los diferentes agentes que integrarán en el tráfico vehicular real. | Informes de proyecto documentando el diseño en detalle del modelado de los diferentes agentes que integran el tráfico vehicular real.  Ficheros parametrizables de los modelos (código fuente y ejecutables) de los distintos agentes desarrollados en el software de simulación. | Se cuenta con el apoyo y participación de docentes interesados en desarrollar actividades de investigación y estudiantes interesados en realizar proyectos de grado y/o posgrado en la temática del proyecto. |
| **Componente 4: Plataforma de simulación.**  Desarrollar una plataforma de simulación que integra los diferentes modelos y algoritmos de control inteligente aplicando técnicas de machine learning, control predictivo y optimizado para por un lado evaluar la fiabilidad de los datos de la red de sensores IoT y por otro identificar los hábitos y conductas en los conductores para generar señales preventivas que contribuyan en la mejora de la seguridad vial. |  | Desde enero hasta abril del 2021 se implementará una plataforma de simulación para integrar los diferentes modelos y que permita evaluar las técnicas de control inteligente y optimizado en la plataforma de simulación para así obtener señales preventivas en cada vehículo que contribuyan a mejorar la seguridad víal en el tráfico vehicular. | Informes de proyecto documentado el diseño de la plataforma de simulación y la integración de los diferentes modelos desarrollados.  Conjunto de ficheros (.m, .slx) correspondientes a la plataforma de simulación y los modelos y sub-modelos que integra.  Artículo de revista indexada. | Se cuenta con el apoyo y participación de docentes y estudiantes interesados en desarrollar actividades de investigación en la temática del proyecto. |
| **Componente 5: Control inteligente.**  Desarrollar un Servidor en la ESPOCH en donde se implemente algoritmos de control que permitan evaluar la fiabilidad de los datos generados en la red de sensores IoT en el software de simulación, y estos datos hacia y desde el servidor. |  | Desde mayo hasta agosto del 2021 se implementarán estrategias, empleando técnicas de control inteligente y optimizado en la plataforma de simulación y en el servidor que se desarrollará en el software externo, para el control y gestión de la información generada en la red de sensores IoT en el tráfico vehicular. | Informes de proyecto documentado el diseño en detalle de los algoritmos de control inteligente desarrollados.  Ficheros parametrizables (código fuente y ejecutables) de los algoritmos de control inteligente desarrolladas en la plataforma de simulación y en software externo. | Se cuenta con el apoyo y participación de docentes interesados en desarrollar actividades de investigación y estudiantes interesados en realizar proyectos de grado y/o posgrado en la temática del proyecto. |
| **Componente 6: Prototipo experimental.**  Instrumentar los sensores IoT, controladores y módulos de comunicación en 5 vehículos que se comunican entre ellos y estos con el servidor, simulando un tráfico vehicular con sus diferentes elementos que se vean involucrados, de esta manera se validará y evaluará experimentalmente el tráfico de datos de toda la red de sensores IoT. |  | Desde septiembre hasta diciembre del 2021 se implementará sensores IoT, controladores y módulos de comunicación en 5 vehículos que se comunican entre ellos y estos con el servidor, que simularán un tráfico vehicular con sus diferentes elementos que se ven involucrados (vehículos, semáforos, rotondas, vías de circulación vehicular, aceras, edificaciones, peatones, vegetación, etc). Luego se evaluara y validará el tráfico de datos de toda la red de sensores IoT | Prototipo experimental conformado por 5 vehículos simulando un tráfico vehicular (incluyendo las conductas inadecuadas por parte de los conductores y las situaciones imprevistas en la carretera), 1 servidor, arquitectura de control y comunicaciones y seguridad en tráfico de datos para prevenir, bloquear, detectar y eliminar información maliciosa. | Se cuenta con el apoyo y facilidades necesarias para la importación de aquellos equipos que no se consigan localmente.  Se cuenta con las facilidades de infraestructura y espacio para la circulación de los vehículos emulando un tráfico urbano dentro de la ESPOCH. |
| **Actividad 1.1:** Estudio del estado del arte de las soluciones implementadas para mejorar la seguridad vial. |  | Se contará con el estado del arte de las soluciones implementadas para mejorar la seguridad vial. | Informes del proyecto, documentos generados por los integrantes del equipo del proyecto. | Se dispone de recursos bibliográficos y acceso a bases de datos (Scopus). |
| **Actividad 1.2:** Estudio del tráfico vehicular local y la potencial integración de sensores IoT en los vehículos. |  | Se contará con un análisis bibliográfico de los índices registrados en el tráfico vehicular y las normas que rige la autoridad competente para controlar el flujo vehicular. | Informes del proyecto, documentos generados por los integrantes del equipo del proyecto. | Se dispone de recursos bibliográficos, normativas y acceso a bases de datos (Scopus). |
| **Actividad 2.1:** Diseño de arquitectura para la red de sensores IoT |  | Se contará con un detalle de la arquitectura para la red de sensores IoT. | Informes del proyecto, informes técnicos. | Se dispone de recursos bibliográficos y acceso a bases de datos (Scopus).  Se cuenta con el apoyo de docentes para el desarrollo de la tarea. |
| **Actividad 2.2:** Diseño de una arquitectura de control para el tratamiento de los datos de la red de sensores IoT. |  | Se contará con un detalle de la arquitectura de control para el tratamiento de los datos de la red de sensores IoT. | Informes del proyecto, informes técnicos. | Se dispone de recursos bibliográficos y acceso a bases de datos (Scopus).  Se cuenta con el apoyo de docentes para el desarrollo de la tarea. |
| **Actividad 2.3:** Diseño de arquitectura de comunicaciones. |  | Se contará con un detalle de la arquitectura de comunicaciones dentro de la red de sensores IoT y estos desde y hacia el servidor. | Informes del proyecto, informes técnicos. | Se dispone de recursos bibliográficos y acceso a bases de datos (Scopus).  Se cuenta con el apoyo de docentes para el desarrollo de la tarea. |
| **Actividad 3.1:** Modelado de los vehículos con la información sensorial IoT integrada y los elementos de un tráfico vehicular real en el entorno de simulación |  | Se modelará los vehículos con la información sensorial IoT integrada en el entorno de tráfico vehicular definido. | Informes del proyecto, informes técnicos, ficheros (código fuente y ejecutables) de los modelos de simulación, informe de proyecto de titulación. | Se dispone de licencia libre de Webots y toolboxes requeridos, acceso a bases de datos (Scopus).  Se cuenta con la colaboración de docentes y alumnos interesados en el tema. |
| **Actividad 4.1:** Integración de modelos en la plataforma de simulación. |  | Se integrará los modelos desarrollados en la plataforma de simulación. | Informes del proyecto, informes técnicos, ficheros (código fuente y ejecutables) de los modelos de simulación. | Se dispone de licencia libre de Webots y toolboxes requeridos, acceso a bases de datos (Scopus).  Se cuenta con la colaboración de docentes y alumnos interesados en el tema. |
| **Actividad 4.2:** Modelados matemáticos de los conductores (para representar los hábitos y conductas al conducir un vehículo) |  | Se modelará la representación de los hábitos y conductas de los conductores. | Informes del proyecto, informes técnicos, ficheros (código fuente y ejecutables) de los modelos de simulación, informe de proyecto de titulación. | Se dispone de licencia libre de Webots y toolboxes requeridos, acceso a bases de datos (Scopus).  Se cuenta con la colaboración de docentes y alumnos interesados en el tema. |
| **Actividad 4.3:** Diseño de algoritmos de control inteligente para evaluar la fiabilidad de la red de sensores IoT. |  | Se contará con estrategias de control inteligente orientadas a conductores para evaluar la fiabilidad de la red de sensores IoT. | Informes del proyecto, informes técnicos, ficheros (código fuente y ejecutables) de los modelos de simulación, informe de proyecto de titulación. | Se dispone de licencia libre de Webots y toolboxes requeridos, acceso a bases de datos (Scopus).  Se cuenta con la colaboración de docentes y alumnos interesados en realizar proyectos de grado en la temática del proyecto |
| **Actividad 5.1:** Modelado del servidor. |  | Se modelará el servidor que administra la información de la red de sensores IoT. | Informes del proyecto, informes técnicos, ficheros (código fuente y ejecutables) de los modelos de simulación, informe de proyecto de titulación. | Se dispone de licencia libre de Webots y toolboxes requeridos, acceso a bases de datos (Scopus).  Se cuenta con la colaboración de docentes y alumnos interesados en el tema. |
| **Actividad 5.2:** Dimensionamiento y selección de equipos para implementación a escala real. |  | Se contará con el estudio comparativo, dimensionamiento y selección de equipos para una implementación en escala real (caso de estudio: 5 vehículos convencionales). | Informes del proyecto, informes técnicos. | Se dispone de acceso a bases de datos (Scopus).  Se dispone de acceso a información técnica de los equipos seleccionados. |
| **Actividad 5.3:** Implementación en el servidor de algoritmos de control que permitan evaluar la fiabilidad de los datos generados en la red de sensores IoT en el software de simulación, y estos datos hacia y desde el servidor. |  | Se implementará sobre el servidor que gestionara todo el tráfico de datos generados en la red de sensores IoT, algoritmos de control. | Informes del proyecto, informes técnicos, ficheros (código fuente y ejecutables) los modelos de simulación, manual de usuario de la plataforma. | Se dispone de licencia C++ con librerías de Qt para la visualización. |
| **Actividad 6.1:** Implementación de la propuesta en el caso de estudio (5 vehículos) |  | Se contará con un diseño de la implementación de toda la instrumentación en cada vehículo. | Informes del proyecto, planos electrónicos y layout. | Se dispone de la infraestructura electrónica y espacio en el laboratorio para el ensamblaje de los equipos, disponibilidad de una zona externa para instalar el controlador, los sensores IoT y los módulos de comunicación. Existe colaboración por parte de docentes y estudiantes. |
| **Actividad 6.2:** Implementación y puesta en marcha de los 5 vehículos. |  | Se implementará y pondrá en marcha los vehículos con sensores IoT. | Informes del proyecto, informes técnicos, manual de usuario. | Existe colaboración e interés por parte de docentes y estudiantes. |
| **Actividad 6.3:** Validación y evaluación experimental de la circulación de los vehículos. |  | Haciendo uso de las vías con las que cuenta la Espoch, se validará la generación de los datos IoT entre los 5 vehículos y estos desde y hacia el servidor. | Informes del proyecto, informes técnicos incluyendo resultados experimentales. | Se dispone de las vías de la Espoch para realizar las pruebas experimentales.  Existe colaboración e interés por parte de docentes y estudiantes. |
| **Actividad 6.4:** Validación de los datos recibidos en el servidor por los vehículos instrumentados con sensores IoT |  | Haciendo uso del servidor instalado, se validará los datos enviados por la red de sensores IoT del caso de estudio (5 vehículos). | Informes del proyecto, informes técnicos incluyendo resultados de simulación. | Se dispone de licencia C++ con librerías de Qt para la visualización.  Existe colaboración e interés por parte de docentes y estudiantes. |

* 1. **SOSTENIBILIDAD**

Los beneficios que derivan de la ejecución del presente proyecto aportan desde diferentes puntos de vista. Desde el aspecto investigativo-formativo, existen un sinnúmero de temas en donde se pretende desarrollar las diferentes ramas del conocimiento como son la electrónica, control, automatización, IoT, redes y comunicaciones inalámbricas, de igual forma el estudio y análisis en la mejora de la seguridad vial en el flujo vehicular. Desde este punto de vista, se espera la derivación de nuevas líneas de investigación y futuros proyectos. En estos proyectos complementarios se podrían considerar el desarrollo de nuevos enfoques que permita mejorar la seguridad vial y disminuir los accidentes de tránsito, mediante la integración de vehículos en la Red IoT

Desde el aspecto de visibilización y posicionamiento nacional e internacional, la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo impulsa el desarrollo y la investigación. Por lo tanto, la ejecución del presente proyecto, con una nueva visión pionera en el campo del IoT en aplicaciones en la industria automovilística, ubicará a la ESPOCH como referencia en el desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar la seguridad vial en el flujo vehicular. Tomando en cuenta que el concepto propuesto es novedoso incluso a nivel internacional, señalando por ejemplo que actualmente los problemas en el tráfico vehicular son cada día más notorios y difíciles de resolver; la ejecución local del presente proyecto ubica a Ecuador y por ende a la ESPOCH en el mapa de los desarrollos tecnológicos en el IoT en las aplicaciones en la industria automovilística.

Desde el aspecto social, dependiendo de la aceptación de los resultados del proyecto, se abren nuevas posibilidades sobre la implementación en futuras fases que permita la implementación a gran escala del IoT en vehículos. Todo esto puede llevar incluso a discutir de un modelo de negocio que podría desencadenar en emprendimientos propios de la ESPOCH o de sus estudiantes.

* 1. **METODOLOGÍA**

Como punto inicial se integrará un equipo multidisciplinario integrado por Docentes y estudiantes de la Facultad de Informática y Electrónica. Los integrantes conforme a sus conocimientos, experiencia y habilidades contribuirán en el desarrollo de cada una de las actividades programadas en el proyecto.

Los docentes con una formación en el campo de Control y Automatización abordarán los temas relacionados con el desarrollado de algoritmos de control inteligente para predecir las señales preventivas que serán enviadas a los conductores para tomar acciones frente a un eventual accidente de tránsito.

De igual manera los profesores en el campo Control y Automatización con conocimientos y experticia en Telecomunicaciones y Redes aportarán con su conocimiento para definir las arquitecturas de la red IoT, control, comunicaciones, conectividad y estrategias para el control y monitoreo de los datos que fluirán en la red de sensores IoT, también abarcarán el desarrollo del servidor que se comunicará con la red de sensores IoT.

Se ha optado como primer punto el análisis de las diferentes soluciones existentes para mejorar la seguridad vial, tanto a nivel internacional como en el Ecuador, ya sea en un software de simulación como en entornos reales. Adicionalmente se analizará el tráfico vehicular local buscando las posibles causas que ocasionan las colisiones entre los vehículos.

Se definirá de forma conceptual la arquitectura que deberá tener la red de sensores IoT en los vehículos que se propone en este proyecto. Para ello se analizará como instrumentar los diferentes elementos (sensores IoT, modelos electrónicos (controlador), módulos de comunicación) dentro de los vehículos que circulan locamente. De esta manera se logra que el impacto en la integración de sensores IoT sea mínimo y garantice la escalabilidad, y sobre todo el normal funcionamiento del vehículo.

De igual forma se analizará y se diseñará la arquitectura de control y monitoreo que tendrá el flujo de datos desde y hacia el servidor. En este servidor se definirán técnicas de optimización para evitar la generación excesiva de datos.

Otro punto importante es el diseño de la arquitectura de comunicaciones y conectividad que adoptará el flujo de datos que se genere en la red de sensores IoT y desde aquí hacia y desde el servidor.

Luego se desarrollarán modelos de simulación pata emular el tráfico vehicular, las comunicaciones, la red de sensores IoT. En estos modelos se definirá las configuraciones necesarias para representar los hábitos y conductas de los conductores.

Una vez que estén definidos los modelos de simulación, se desarrollarán algoritmos de control inteligente aplicando técnicas de machine learning y control predictivo para identificar los patrones en los hábitos y conductas generadas en los conductores.

Paralelamente se desarrollarán algoritmos de control inteligente para generas señales preventivas a cada conductor aplicando técnicas de optimización en el flujo de datos, ya sea entre los mismo vehículos o estos recibiendo información desde y hacia el servidor.

El conjunto de modelos y estrategias de control desarrolladas se integrarán en una herramienta de simulación que permita parametrizar la red de sensores IoT en los vehículos y adicionalmente que permita emular un tráfico urbano real. Este software de 3D deberá contar con herramientas y modelos para representar de manera eficiente aplicaciones en la industria automotriz. Conjuntamente se desarrollará un servidor en un software externo, este software externo tendrá la capacidad de interactuar con el software de simulación para establecer una comunicación y permitir el flujo normal y eficiente de los datos.

Una vez validado el concepto mediante la simulación se diseñará e implementará el caso de estudio planteado:

* 5 vehículos convencionales con la arquitectura: sensores IoT, módulos electrónicos, módulos de comunicación, dispositivos de visualización y electrónica asociada para el correcto funcionamiento del sistema.
* 1 servidor en la Espoch que administre y gestione los datos generados en la red de sensores IoT.
* Arquitectura de control y comunicación.

Para ello se hará uso de las instalaciones del laboratorio de la Facultad de Informática y Electrónica y de zonas aledañas para la instrumentación de los vehículos. Sobre estos se validarán en tiempo real los desarrollos teóricos y conceptuales a nivel de arquitecturas y algoritmos de control.

Finalmente se extraerán conclusiones tanto de los desarrollos teóricos, simulaciones y validaciones experimentales para definir principalmente las potenciales ventajas (seguridad vial) a corto-mediano que tendrían los conductores al pertenecer y participar en la red de sensores IoT. De la misma forma se establecerán conclusiones referentes a la factibilidad, retos e inconvenientes de la implementación de las diferentes arquitecturas analizadas en un entorno real de tráfico vehicular.

En las diferentes etapas del desarrollo del proyecto se hará uso de la estrategia de transferencia de resultados para divulgar los mismos en diferentes medios (noticias, conferencias, artículos científicos).

* 1. **RESULTADOS ESPERADOS**

Como consecuencia del desarrollo del presente proyecto se espera conseguir los siguientes resultados:

* Desarrollar un nuevo enfoque en la mejorar de seguridad vial desde un punto de vista técnico y económico mediante la integración de sensores IoT en los vehículos.
* Desarrollar una arquitectura para una red de sensores IoT, control, comunicaciones y conectividad enfocada en el caso de estudio del tráfico vehicular ecuatoriano para una potencial implementación IoT en los vehículos convencionales.
* Desarrollar nuevo conocimiento desde el punto de vista teórico sobre técnicas de control inteligente, machine learning y optimización online que será aplicada por docentes, investigadores y alumnos tanto aquellos que participen dentro del proyecto como su extrapolación a otras aplicaciones o escenarios.
* Implementar modelos de simulación que permitan representar un tráfico vehicular real con los hábitos y conductas de los conductores para representar el impacto del IoT en aplicaciones automotrices. De esta manera se podrá validar el concepto propuesto en este proyecto, así como evaluar la fiabilidad de los datos en una red de sensores IoT y, todo aquello permite realizar ensayos antes de llevarlos al mundo real.
* Validar experimentalmente en el caso de estudio (5 vehículos) el concepto sensores IoT en vehículos mediante la implementación de los desarrollos teóricos y de simulación. En base a la instrumentación experimental de sensores IoT en los vehículos, se podrá probar nuevas estrategias y técnicas de control que genere señales preventivas para evitar los accidentes de tránsito. En este caso de estudio, puede ser también aprovechado para realizar nuevas investigaciones que contribuyan en la mejora del flujo vehicular.
* Posicionar a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y la FIE en el mapa mundial sobre la investigación del IoT en aplicaciones en la industria automovilística que mejoren el flujo vehicular.
  1. **TRANSFERENCIA DE RESULTADOS**

Los resultados que se obtengan de este proyecto se transferirán por medio de publicaciones científicas en revistas internacionales de alto impacto (Q1-Q3) relacionadas con la temática. Se participará además de conferencias nacionales e internacionales por medio de la presentación de artículos y posters. De la misma forma se intentará divulgar el contenido y resultados del proyecto por medio de noticias tanto a nivel Institucional, local y nacional para conseguir un mayor impacto sobre todo a nivel social.

Adicionalmente se realizarán charlas y foros dirigidas al público en general y especializado. Dentro de la diseminación a nivel de público en general se promoverá la comunicación de los resultados más relevantes respecto al potencial beneficio en cuanto a la seguridad vial en el tráfico vehicular se refiere, mediante la integración de sensores IoT en los vehículos. Además, se comunicarán las principales ventajas sociales y económicas de estar integrado en una red de sensores IoT.

Se intentará conseguir el mayor impacto social ya que al tratarse de un nuevo concepto de seguridad vial (que salva vidas), mediante el uso y aprovechamiento de sensores IoT en los vehículos resulta importante conocer el grado de aceptación de los potenciales conductores que deseen adherirse.

Referente a la comunicación de resultados hacia público especializado se organizarán charlas con contenido técnico acerca de los métodos y técnicas de control inteligente que se desarrollen. Esto sobre todo enfocado a la posibilidad de que dichos desarrollos puedan ser empleados tanto por los docentes como estudiantes en otros proyectos. Dichas charlas podrán ser tanto a nivel de Facultad como Institucional. Adicionalmente se realizarán charlas para transmitir los resultados parciales y finales tanto de los estudios teóricos, los modelos en la simulación, la validación del entorno que emula el tráfico vehicular, como de los resultados experimentales en vehículos reales sobre el caso de estudio que se ha descrito.

Como principales foros de difusión se conciben las conferencias y eventos organizados por la FIE y ESPOCH y aquellos en los que a nivel nacional pueda encajar la temática.

Finalmente se intentará establecer una relación con centros y grupos de investigación que estén interesados en la temática de este proyecto. El proyecto tiene como objetivo principal el demostrar y desarrollar un enfoque de replicabilidad a gran escala del concepto sensores IoT en vehículos para mejorar la seguridad vial. En base a esto, el enfoque del proyecto podría resultar interesante como ejemplo en la mejorar de la seguridad vial en Latinoamérica. De esta manera se lograr mayor visibilización internacional de la ejecución y resultados de la investigación, así como a nivel de Institución que apuesta por la innovación tecnológica.

* 1. **BENEFICIARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS**

Mediante la ejecución del presente proyecto se prevé contar con los siguientes beneficiarios:

Beneficiarios inmediatos: Este proyecto será dirigido de forma inmediata a los alumnos de la Facultad de Electrónica (FIE) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ya que se centra en investigación abordando temas relacionados con el control, automatización, IoT, redes y telecomunicaciones, tanto teóricos como experimentales. De forma similar, los beneficiarios inmediatos serán los investigadores y docentes tanto de pregrado como posgrado, a los que el desarrollo del presente proyecto les permitirá incrementar sus conocimientos en temas de control inteligente, electrónica, comunicaciones, redes y conectividad en el IoT mediante la integración de sensores IoT en vehículos para mejorar la seguridad vial. Por consiguiente, se pretende crear una sinergia entre el cuerpo docente, investigadores y estudiantes ya sea por medio de colaboración directa o desarrollo de proyectos de titulación de grado y posgrado.

 Tanto la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, FIE, y el Instituto de Investigaciones (IDI) se verán beneficiados al seguir aportando al desarrollo del país dejando en alto el valor que tiene la institución como pionera en el campo de la tecnología en el Ecuador.

Beneficiarios mediatos: Dado el contexto social del proyecto de investigación, los potenciales beneficiarios mediatos (a corto-mediano plazo) serán los propios conductores. Principalmente aquellas ciudades en donde existe un alto índice de siniestralidad en el tráfico vehicular. Dependiendo de la aceptación social y viabilidad técnico-económica del proyecto, posteriormente se podría incrementar la integración de nuevos vehículos en la red de sensores IoT disminuyendo drásticamente la probabilidad de que ocurra un accidente de tránsito.

* 1. **IMPACTOS**

El desarrollo del presente proyecto permitirá generar impacto en los siguientes ámbitos:

**Social. –** El enfoque en la contribución en la mejora de seguridad vial en el que se enmarca esta propuesta hace que su enfoque sea principalmente social. De esta manera el impacto será proponer un cambio en la conectividad de los vehículos para lograr una integración de una red IoT para lograr un transporte seguro y confiable. El nuevo modelo de sensores IoT en vehículos está enfocado en promover a los conductores por medio de sus vehículos un papel más activo y con capacidad de contribuir con información necesaria que sea utilizada en algoritmos de control inteligente para generar señales preventivas a los conductores para tomen acciones para disminuir los accidentes de tránsito.

**Científico. –** Dado que se trata de un proyecto de investigación avanzado y desarrollos a nivel de pruebas en prototipos reales, el principal impacto será generar nuevos conocimientos tecnológicos dentro de la FIE y por ende en la ESPOCH. Este nuevo conocimiento en software de simulación, sensores IoT en vehículos, modelado, comunicaciones, fiabilidad de datos, técnicas de control inteligente y optimizado, será transferido tanto al cuerpo docente, investigadores y estudiantes, permitiendo incrementar la competitividad del nivel profesional y formativo de la FIE. Por otro lado, también se considera como impacto científico tanto las publicaciones derivadas de la investigación, así como la visibilización nacional e internacional del trabajo realizado en temáticas innovadoras de sensores IoT en vehículos para mejorar la seguridad vial. Dentro de este aspecto es importante el posicionamiento de la ESPOCH como universidad de referencia en dichas temáticas.

**Económico. –** Este aspecto se puede valorar analizando la disminución de colisiones de los vehículos, ya que con la integración de sensores IoT en los vehículos se puede tomar acciones preventivas. Esto conlleva a que baje drásticamente la colisión de los vehículos, lo que permite mantener en condiciones normales los vehículos y disminuyendo el mantenimiento y mano de obra que ocasionaría un accidente de tránsito. Por otro lado, si el concepto de sensores IoT en vehículos llegase a una implementación a gran escala en casi todos los vehículos, se requerirá de personal capacitado (técnicos e ingenieros) para la instrumentación, puesta en marcha y mantenimiento de la red de sensores IoT de los vehículos. De esta manera se logra generan plazas de empleo y la posibilidad de generar nuevos emprendimientos (importación, distribución y venta de equipos, asesoría técnica, etc). Adicionalmente, está el desarrollo del servidor que administrará y gestionará el flujo de datos proveniente de la red de sensores IoT. En este punto también se logra generar plazas de empleo que monitoreen y controlen el correcto uso y funcionamiento del servidor.

**Ambiental.-** En vista de que el proyecto en cierta medida también evita los atasco en el flujo vehicular por lo accidentes de tránsito que puedan causarse, permite que se disminuyan las emisiones de CO2 al permitir un adecuado flujo en el tránsito vehicular. Tomando en cuenta el atasco vehicular en horas pico, y que es ahí en donde los conductores conducen con un nivel de estrés y fatiga elevado, se puede a futuro tomar la información generada en la red de sensores IoT para generar algoritmos de control inteligente que permita mejorar el flujo vehicular y por ende disminuir el consumo de combustible para mejorar los problemas de la contaminación ambiental

* 1. **ASPECTOS BIOÉTICOS Y SOCIALES**

El presente proyecto no involucra temas biológicos ni tampoco lleva implícito pruebas con seres vivos. De la misma forma, el proyecto no compromete valores morales o éticos que puedan afectar la honra ni el buen vivir de las personas.

1. **PRESUPUESTO DEL PROYECTO**
   1. **Presupuesto General por años del proyecto**

|  |  |
| --- | --- |
| MONTO AÑO 1 (2019-2020) | $ 4.740,01 |
| MONTO AÑO 2 (2020-2021) | $ 3.375,00 |
| MONTO TOTAL DEL PROYECTO | $ 8.115,01 |

* 1. **RECURSOS HUMANOS**

**(Año 1: 2019-2020)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **AÑO 1** |  |  |
| **NOMBRES** | **HORAS / SEMANA** | **COSTO MENSUAL\*** |
| **COORDINADOR:** Ing. Danny Zea | 6 | $ 510,00 |
| **INVESTIGADOR 1:** Ing. Mercedes Leticia Lara | 4 | $ 271,50 |
| **INVESTIGADOR 2:** Dr. Víctor Isaac Herrera | 4 | $ 340,00 |
| **INVESTIGADOR 3:** Ing. Sandra Gabriela Barrazueta | 2 | $ 105,75 |
| **INVESTIGADOR 4:** Ing. Oswaldo Geovanny Martínez | 4 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 5:** Ing. Diego Ramiro Ñacato | 4 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 6:** Ing. Jennyfer Katherine Erazo | 4 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 7:** Ing. Jhon Jairo Cevallos Medina | 3 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 8:** Ing. Fabián Israel Heredia Moreno | 4 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 9:** Ing. Deysi Margoth Guanga Chunata | 2 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 10**: Ing. Bryan Stefano Guevara Bermeo | 20 | $ 211,50 |
| **PRACTICANTE 1:** Susana Patricia Aragadvay Yungan | 25 | $ 211,50 |
| **PRACTICANTE 2:** Alexander Sebastian Yanza Quingatuña | 25 | $ 211,50 |
| **TOTAL** | 28 | $ 3.130,75 |

**(Año 2: 2020-2021)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **AÑO 2** |  |  |
| **NOMBRES** | **HORAS / SEMANA** | **COSTO MENSUAL\*** |
| **COORDINADOR:** Ing. Deysi Margoth Guanga | 4 | $ 510,00 |
| **INVESTIGADOR 1:** Ing. Danny José Zea | 6 | $ 271,50 |
| **INVESTIGADOR 2:** Ing. Mercedes Leticia Lara | 4 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 3:** Ing. Sandra Gabriela Barrazueta | 4 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 4:** Ing. Oswaldo Geovanny Martínez | 4 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 5:** Ing. Diego Ramiro Ñacato | 4 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 6:** Ing. Jhon Jairo Cevallos Medina | 4 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 7:** Ing. Fabián Israel Heredia Moreno | 4 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 8**: Ing. Bryan Stefano Guevara Bermeo | 4 | $ 211,50 |
| **INVESTIGADOR 9:** Sr. Fernando Recalde | 4 | $ 211,50 |
| **TOTAL** | 42 | $ 2.473,50 |

* Para los docentes investigadores/ coordinadores con carga horaria, calcular, según el tiempo de dedicación a la investigación, la RMU dividida para el número de horas total de dedicación y multiplicado por las horas al mes dedicados a la investigación. Este rubro no será considerado en el monto total del proyecto.
  1. **DETALLE DE LOS REQUERIMIENTOS Y SERVICIOS UTILIZADOS POR EL PROYECTO** Realizar una matriz por cada año.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año 1 (2019-2020)** | | | | | | | | | | |
| **COMPONENTES** | **ACTIVIDAD** | **REQUERIMIENTO** | **TIPO COMPRA (Bien, obra, servicio o consultoría)** | **CANTIDAD ANUAL** | **UNIDAD (metros, litros, etc.)** | **COSTO UNITARIO SIN INVA** | **PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA** | **CUATRIMESTRE 1** | **CUATRIMESTRE 2** | **CUATRIMESTRE 3** |
| COMPONENTE 1  COMPONENTE 2  COMPONENTE 3 | Actividad 1.1  Actividad 1.2 Actividad 2.1 Actividad 2.2  Actividad 2.3  Actividad 3.1 | Computadora especializada para algoritmos de control en vehículos con sensores IoT: Core i9, 32GB RAM, 8GB tarjeta de video, 500 GB SSD | Bien | 1 | U | $ 3.607,15 | $ 3.607,15 | 100% |  |  |
| Monitor LCD 7” tactil con resolución de 1024 × 600 pixeles para raspberry Pi 3 Model B+ | Bien | 5 | U | $ 125,00 | $ 6250,00 | 100% |  |  |
|  |  |  |  |  |  | **TOTAL CON IVA** | $ 4.740,01 |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año 2 (2020-2021)** | | | | | | | | | | |
| **COMPONENTES** | **ACTIVIDAD** | **REQUERIMIENTO** | **TIPO COMPRA (Bien, obra, servicio o consultoría)** | **CANTIDAD ANUAL** | **UNIDAD (metros, litros, etc.)** | **COSTO UNITARIO SIN INVA** | **PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA** | **CUATRIMESTRE 1** | **CUATRIMESTRE 2** | **CUATRIMESTRE 3** |
| COMPONENTE 4  COMPONENTE 5  COMPONENTE 6 | Actividad 4.1 Actividad 4.2  Actividad 4.3  Actividad 5.1  Actividad 5.2  Actividad 5.3  Actividad 6.1  Actividad 6.2  Actividad 6.3  Actividad 6.4 | Módulo de comunicación ZealMax SX1278 | Bien | 5 | u | $ 125,00 | $ 625,00 | 100% |  |  |
| Raspberry Pi 4 Model B+ (kit completo) | Bien | 5 | U | $ 225,00 | $ 1125,00 | 100% |  |  |
| Módulo para Raspberry GSM – GPS: SIM7600E-H | Bien | 5 | U | $ 225,00 | $ 1125,00 | 100% |  |  |
| Modulo Brújula digital HMC5883L | Bien | 5 | u | $ 50,00 | $ 250,00 | 100% |  |  |
| Material para:  -Fuente de alimentación Raspberry para veículo  - Cableado interno del vehículo - Cableado entre los elementos de la raspberry pi. | Bien | 5 | U | $ 50,00 | $ 250,00 | 100% |  |  |
|  |  |  |  | **TOTAL CON IVA** | $ 3.375,00 |  |  |  |

**PRESUPUESTO GENERAL**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ACTIVIDAD** | **AÑO** | **AÑO** |
| **I** | **II** |
| Recursos humanos | $ 3.130,75/mes | $ 2.473,50/mes |
| Viajes técnicos | - |  |
| Equipos | $ 4.740,01 | $ 3.375,00 |
| Bibliografía y software | - | - |
| Materiales suministros | - |  |
| Transferencias de resultados | - | - |
| Subcontratos y servicios, etc. | - |  |
| **Total** | $ 4.740,01 | $ 3.375,00 |

1. **CRONOGRAMA**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año 1 (2020)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **DETALLE** | **Mes 1**  **(Enero-2020)** | | | | **Mes 2**  **(Febrero-2020)** | | | | | **Mes 3**  **(Marzo-2020)** | | | | | **Mes 4**  **(Abril-2020)** | | | | |
| **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** |
| **Actividad 1.1** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 1.2** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 2.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 3.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.4** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año 1 (2020)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **DETALLE** | **Mes 1**  **(Mayo-2020)** | | | | **Mes 2**  **(Junio-2020)** | | | | | **Mes 3**  **(Julio-2020)** | | | | | **Mes 4**  **(Agosto-2020)** | | | | |
| **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** |
| **Actividad 1.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 1.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.1** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 2.2** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 2.3** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 3.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.4** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año 1 (2020)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **DETALLE** | **Mes 1**  **(Septiembre-2020)** | | | | **Mes 2**  **(Octubre-2020)** | | | | | **Mes 3**  **(Noviembre-2020)** | | | | | **Mes 4**  **(Diciembre-2020)** | | | | |
| **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** |
| **Actividad 1.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 1.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 3.1** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 4.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.4** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año 2 (2021)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **DETALLE** | **Mes 1**  **(Enero-2021)** | | | | **Mes 2**  **(Febrero-2021)** | | | | | **Mes 3**  **(Marzo-2021)** | | | | | **Mes 4**  **(Abril-2021)** | | | | |
| **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** |
| **Actividad 1.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 1.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 3.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.1** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 4.2** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 4.3** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 5.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.4** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |

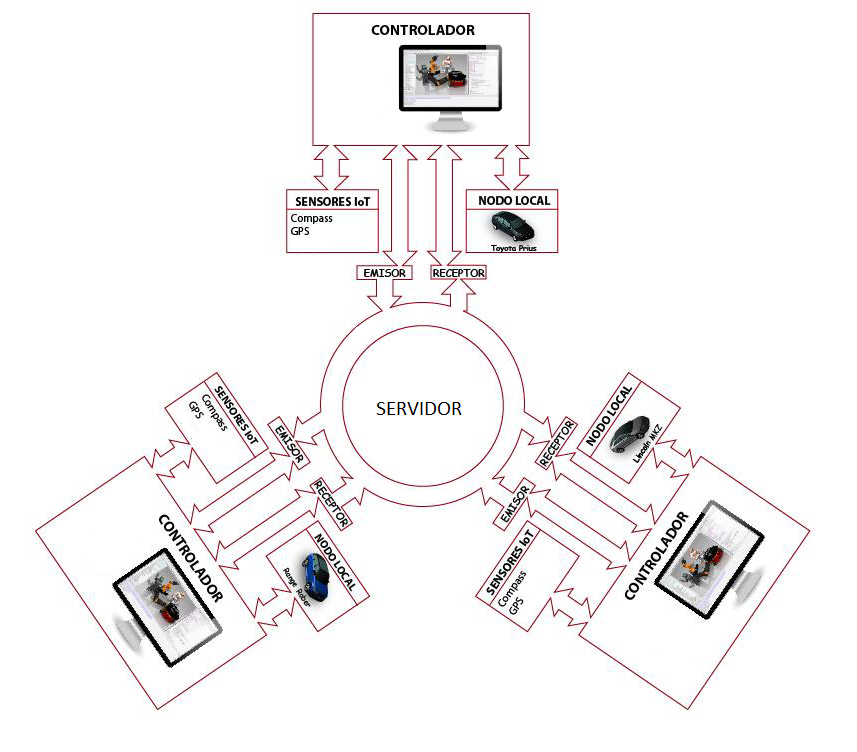
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año 1 (2021)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **DETALLE** | **Mes 1**  **(Mayo-2021)** | | | | **Mes 2**  **(Junio-2021)** | | | | | **Mes 3**  **(Julio-2021)** | | | | | **Mes 4**  **(Agosto-2021)** | | | | |
| **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** |
| **Actividad 1.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 1.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 3.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.1** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 5.2** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 5.3** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 6.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.4** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 7.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 7.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año 1 (2021)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **DETALLE** | **Mes 1**  **(Septiembre-2021)** | | | | **Mes 2**  **(Octubre-2021)** | | | | | **Mes 3**  **(Noviembre-2021)** | | | | | **Mes 4**  **(Diciembre-2021)** | | | | |
| **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** |
| **Actividad 1.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 1.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 2.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 3.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 4.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.1** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.2** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 5.3** |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| **Actividad 6.1** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 6.2** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 6.3** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **Actividad 6.4** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** | **X** |

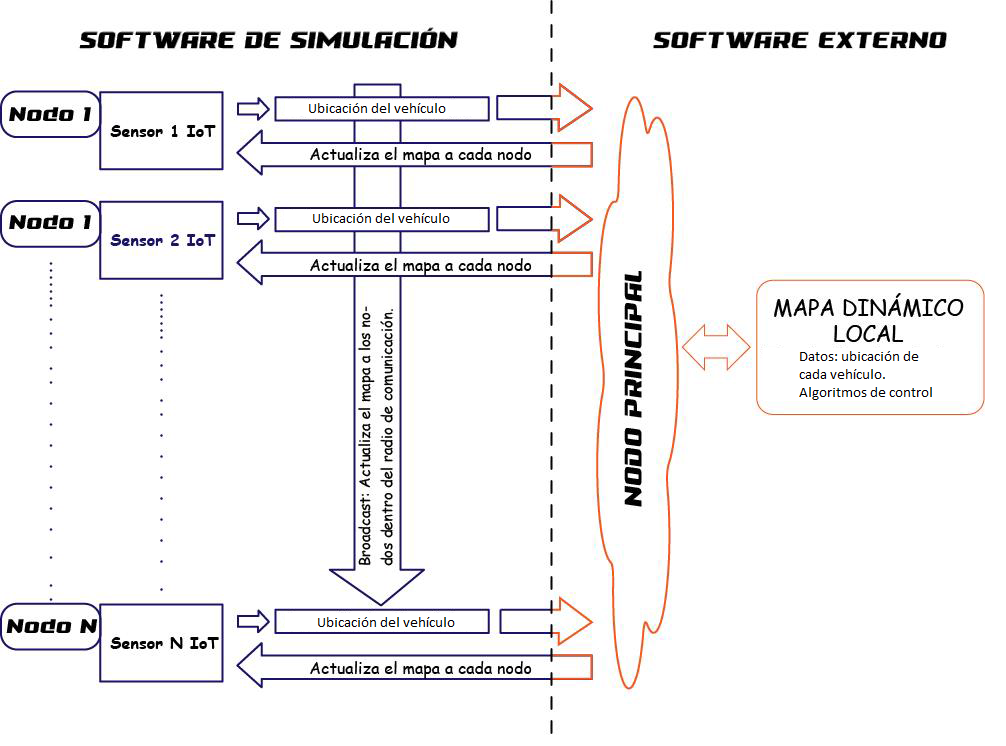
1. **BIBLIOGRAFÍA Y PRODUCCIONES CIENTÍFICAS CITADAS**
2. Gubbi, J., et al., *Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions.* Future Generation Computer Systems, 2013. **29**(7): p. 1645-1660.
3. Ashton, K., *Internet of Things’’ thing.* RFiD, 2009.
4. H. Sundmaeker, P.G., P. Friess, S. Woelfflé, *Vision and challenges for realising the Internet of Things.* Cluster of European Research Projects on the Internet of Things—CERP IoT, 2010.
5. E. Welbourne, L.B., G. Cole, K. Gould, K. Rector, S. Raymer, *Building the Internet of Things using RFID The RFID ecosystem experience.* 2009: p. 48-55.
6. Gluhak, S.K., M. Nati, D. Pfisterer, N. Mitton, T. Razafindralambo, *A survey on facilities for experimental Internet of Things research.* 2011: p. 58–67.
7. Krasniqi, X. and E. Hajrizi, *Use of IoT Technology to Drive the Automotive Industry from Connected to Full Autonomous Vehicles.* IFAC-PapersOnLine, 2016. **49**(29): p. 269-274.
8. Castaño, F.B., G.; Villalonga, A.; Haber, R.E., *Self-Tuning Method for Increased Obstacle Detection Reliability Based on Internet of Things LiDAR Sensor Models.* 2018.
9. Ninan, S., Gangula, B., von Alten, Mathias and Sniderman, B. *Who owns the road? The IoT-connected car of today—and tomorrow.* 2015; Available from: http://dupress.com/articles/internet-of-things-iot-in-automotive-industry.
10. Haber., F.C.R., *IoSense: Flexible FE/BE Sensor Pilot Line for the Internet of Everything.* 2016.
11. Vivacqua, R., R. Vassallo, and F. Martins, *A Low Cost Sensors Approach for Accurate Vehicle Localization and Autonomous Driving Application.* Sensors, 2017. **17**(10): p. 2359.
12. Zeng, Y., et al., *An Improved Calibration Method for a Rotating 2D LIDAR System.* Sensors, 2018. **18**(2): p. 497.
13. Castaño, F., et al., *Obstacle Recognition Based on Machine Learning for On-Chip LiDAR Sensors in a Cyber-Physical System.* Sensors, 2017. **17**(9): p. 2109.
14. Simon Ninan, B.G., Matthias von Alten, Brenna Sniderman, *Who owns the road? The IoT-connected car of today—and tomorrow.* 2015.
15. Paden, B., et al., *A Survey of Motion Planning and Control Techniques for Self-Driving Urban Vehicles.* IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, 2016. **1**(1): p. 33-55
16. Michel, O., *Cyberbotics Ltd. Webots™: Professional Mobile Robot Simulation.* International Journal of Advanced Robotic Systems, 2004. **1(1): p. 5.**
17. Premebida, C.; Ludwig, O.; Nunes, U. In Exploiting LIDAR-based features on pedestrian detection in urban scenarios, 2009 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, 4-7 Oct. 2009, 2009; 2009; pp 1-6.
18. Ahmad, M. In Reliability Models for the Internet of Things: A Paradigm Shift, 2014 IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering Workshops, 3-6 Nov. 2014, 2014; 2014; pp 52-59.

|  |  |
| --- | --- |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Ing. Danny José Zea Orellana, MsC.  Firma y Nombre del Director/ Coordinador | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Presidente de la Comisión de Investigación |

**Anexo A:** Desarrollos esperados del proyecto.



**Anexo B:** Desarrollos bajo simulación por software y validación experimental.



**Anexo C**: Arquitectura Red de sensores IoT 