

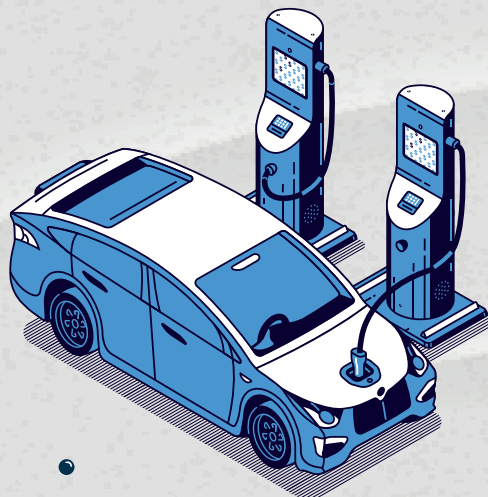
Implementación de software para la gestión de diagnóstico y reparación de tableros automotrices en taller

Electro Hernández •

Autores:

Oscar Orlando Hernández Almeyda.
Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de
Sistemas de Información
control.total@hotmail.es

Oscar Fernando Camargo Amézquita.
Facilitador de seguimiento a Etapa
Productiva
ofcamargo@sena.edu.co



Resumen: En este artículo se presenta: una vigilancia tecnológica, un prototipo de software y hardware; diseñado para monitorear las diversas funciones del tablero de instrumentos del Chevrolet Spark (M200/M250), modelos 2006-2009 (Second Generation 1.0L). La herramienta permite evaluar el comportamiento y estado del tablero durante pruebas de mantenimiento, mediante un control electrónico que interactúa entre la interfaz de usuario y el hardware del vehículo.

Este prototipo facilita la visualización de características clave del tablero de instrumentos, como el: velocímetro, medidor de combustible, medidor de temperatura y display del odómetro. Para ello, se ha desarrollado una interfaz gráfica de usuario en PC, un firmware para el microcontrolador que actúa como puente entre la interfaz de usuario y la parte física del tablero, así como: los periféricos necesarios, el puerto USB y otros componentes integrados; que aseguran una interacción eficaz del sistema.

El prototipo a desarrollar, consta de una interfaz gráfica de usuario (HMI), permitiendo que el operador pueda interactuar con el tablero de instrumentos en prueba; a través del PC y el microcontrolador. Para ello la comunicación se realiza a través del puerto USB del ordenador y la función del microcontrolador, es proporcionar toda la interfaz y circuitería necesaria para la comunicación USB y servir de puente entre el software de control y el hardware; que se comunica con el tablero de instrumentos.

Palabras claves: Tablero de instrumentos, microcontrolador PIC, puerto USB, visual studio, interfaz HMI, autotrónica, electrónica automotriz, chevrolet spark, vigilancia tecnológica.

Abstract:

This article presents: the prototype of a software tool that allows monitoring of the different functions of the dashboard of the Chevrolet Spark brand (M200 / M250) Models: 2006-2007-2008-2009 (Second Generation 1.0L), its behavior and status at the time of performing maintenance tests, and this through an electronic control that interacts between the user interface and the hardware or equipment being tested.

This prototype is a tool that allows viewing some of the characteristics of the operation of the elements that are part of the dashboard, such as the speedometer, fuel gauge, temperature gauge and odometer function display. To do this, there is a graphical user interface created on a PC, a firmware developed for the microcontroller (which serves as a bridge between the user interface and the physical part of the dashboard), the different peripherals such as the USB port, and the integrated components for the effective interaction of the system.

Keywords: Dashboard, PIC microcontroller, USB port, visual studio, HMI interface, autotronics, automotive electronics, chevrolet spark, technology monitoring.

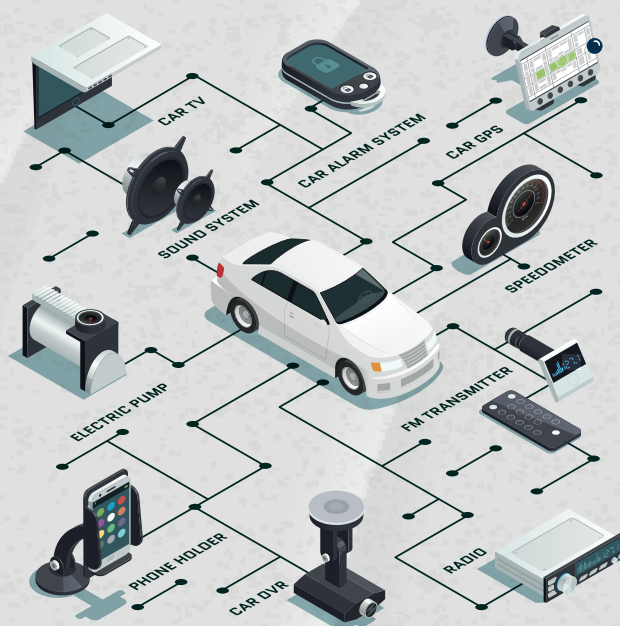
1. Introducción.

Desde sus inicios, la industria automotriz ha incorporado una serie de dispositivos eléctricos esenciales; para el funcionamiento de los automóviles, tales como: baterías, bujías, cables eléctricos e interruptores (Smith, 2010; García & López, 2012). Con el surgimiento de la industria electrónica, la automotriz ha recurrido cada vez más al uso de

dispositivos y circuitos electrónicos para: el control, diagnóstico y automatización de funciones en los vehículos (Johnson, 2015; Martínez, 2018). Un ejemplo representativo de esta evolución es el tablero de instrumentos, cuya función principal es informar al conductor sobre el estado operativo del vehículo. Además, en algunos modelos, el tablero integra dispositivos cruciales para el control del vehículo, como

el sistema de inmovilización, entre otros (Rodríguez & Pérez, 2016).

En los vehículos actuales existen diferentes sistemas de control, como: el aire acondicionado, la inyección electrónica, el sistema de frenos ABS; que trabaja en conjunto con los sistemas de control de tracción y el sistema Airbag, se comunican con el conductor a través del tablero de instrumentos, proporcionando información clave sobre el estado del vehículo (Gómez & Rivera, 2020; Hernández, 2019). Esta tecnología convierte al automóvil en un complejo conjunto de elementos y sistemas, cuyo objetivo final es proporcionar confort y seguridad a los ocupantes, así como mejorar continuamente para cumplir con las normativas ambientales vigentes (López & Santos, 2021).



Este proyecto, enmarcado en un enfoque de I+D+I (Investigación, Desarrollo e Innovación) tiene como objetivo, desarrollar una herramienta de software que permita monitorear las diversas funciones del tablero de instrumentos del Chevrolet Spark (M200/M250), modelos 2006-2009 (Second Generation 1.0L). Esta herramienta evaluará el comportamiento y estado del tablero, durante pruebas de mantenimiento mediante un control electrónico; que interactúa entre la interfaz de usuario (HMI) y el hardware del vehículo (Pérez & Martínez, 2023).

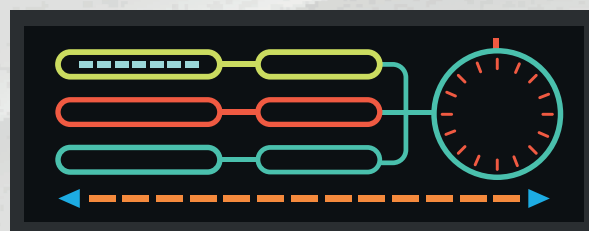
La vigilancia tecnológica desempeña un papel crucial en el desarrollo de este prototipo, ya que satisface dos necesidades fundamentales. En primer lugar, permite conocer y aprovechar la información existente, examinando productos disponibles en el mercado y la tecnología incorporada, evitando así la repetición de esfuerzos y la duplicación de resultados ya estudiados (González, 2022). En segundo lugar, ante la sobrecarga de información, es necesario seleccionar cuidadosamente los datos más relevantes para el avance óptimo del proyecto y la toma de decisiones (Ramírez, 2021).

El prototipo en desarrollo, facilita la visualización de características clave del funcionamiento del tablero de instrumentos. Para ello, se cuenta con una interfaz gráfica de usuario diseñada en PC, un firmware desarrollado para el microcontrolador que actúa como puente entre la interfaz de usuario y el hardware del tablero, así como con los periféricos necesarios, como el puerto USB y otros componentes integrados; que aseguran una interacción eficaz del sistema (Díaz & Castro, 2024).

Este trabajo abarca todo el proceso, desde: la concepción del proyecto, el desarrollo de la interfaz de usuario y el firmware del microcontrolador, hasta el diseño del prototipo en su fase (TRL4) que se refiere a un nivel de madurez tecnológica; en el que una tecnología ha sido probada en un entorno de laboratorio. Esto implica que los componentes individuales, han sido validados y se han realizado pruebas para demostrar que funcionan como se esperaba en condiciones controladas. (Fernández & Ruiz, 2023).

Además, este proyecto busca resaltar la importancia de la electrónica en la industria automotriz, un campo aún poco explorado a nivel universitario en Colombia. A pesar de la

relevancia del sector, son pocas las universidades que han incursionado en esta área, lo que refleja un bajo interés por parte de las instituciones académicas (Torres & Mendoza, 2022).



2. Metodología

Este proyecto se ha desarrollado bajo un enfoque de I+D+I (Investigación, Desarrollo e Innovación). Para llevar a cabo la vigilancia tecnológica, se realizó un proceso exhaustivo de investigación de las tecnologías a utilizar, definió el grado de madurez del proyecto, identificaron los factores críticos del prototipo a monitorear y evaluaron los resultados finales de la vigilancia tecnológica. A continuación, se detallan los aspectos más relevantes de cada etapa.

2.1 Contexto del proyecto I+D+I

Los vehículos actuales están equipados con una cantidad significativa de sistemas de control, entre los cuales destaca el tablero o panel de instrumentos, cuya función

principal es proporcionar al conductor información sobre el estado operativo y funcional del vehículo (Gómez & Rivera, 2020).



En el departamento de Santander, no existe una empresa legalmente constituida que desarrolle herramientas de diagnóstico y tecnología avanzada para la reparación y mantenimiento de componentes automotrices; como los tableros de instrumentos. Sin embargo, algunos talleres de mantenimiento electrónico automotriz, que no están formalmente constituidos, han desarrollado equipos que permiten realizar pruebas de mantenimiento; aunque de manera limitada. Por lo tanto, es necesario implementar una herramienta de software; que permita diagnosticar eficazmente estos tableros automotrices.

Hasta hace menos de dos décadas, las universidades del país no contaban con proyectos relacionados con la ingeniería automotriz, lo que convierte a esta área de investigación en un

campo relativamente nuevo; que requiere atención (López & Santos, 2021).

Según la investigación realizada, se destaca que algunas universidades en Colombia, como la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad Manuela Beltrán (UMB), están ofreciendo programas de especialización que capacitan a los estudiantes para: diseñar, optimizar, construir y mantener equipos y procesos en el sector de la industria automotriz. Estos programas también preparan a los estudiantes para desempeñarse en áreas especializadas de reparación de sistemas eléctricos y electrónicos de vehículos (Díaz & Castro, 2024). Por otro lado, universidades de Ecuador, como la: Universidad de las Fuerzas Armadas, la Universidad Técnica del Norte y el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva; han promovido la investigación en el campo automotriz entre sus estudiantes de pregrado (Torres & Mendoza, 2022).



2.2 Tecnologías y grado de madurez en el proyecto de I+D+i

2.2.1 Tecnologías clave del proyecto de I+D+i

- Plataforma software de interfaz de usuario, entre un equipo de prueba y un módulo de instrumentos del automóvil.
- Tablero de instrumentos del automóvil.
- Tecnología de prueba, para tableros de instrumentos del automóvil.
- Lenguaje de programación de alto y bajo nivel, para el desarrollo de la interfaz de usuario.



2.2.2 Problemáticas del uso de las tecnologías del proyecto de I+D+i

- Pruebas limitadas en el uso del tablero de instrumentos del automóvil, sin ningún sistema de información o plataforma software de diagnóstico.
- La documentación de la información de esta tecnología de desarrollo es exclusiva y por lo tanto escasa. Se requiere realizar pruebas que permitan recolectar dicha información, para poder realizar los procesos de mantenimiento y diagnóstico del tablero de instrumentos.

2.2.3 Grado de madurez de la tecnología (TRL)

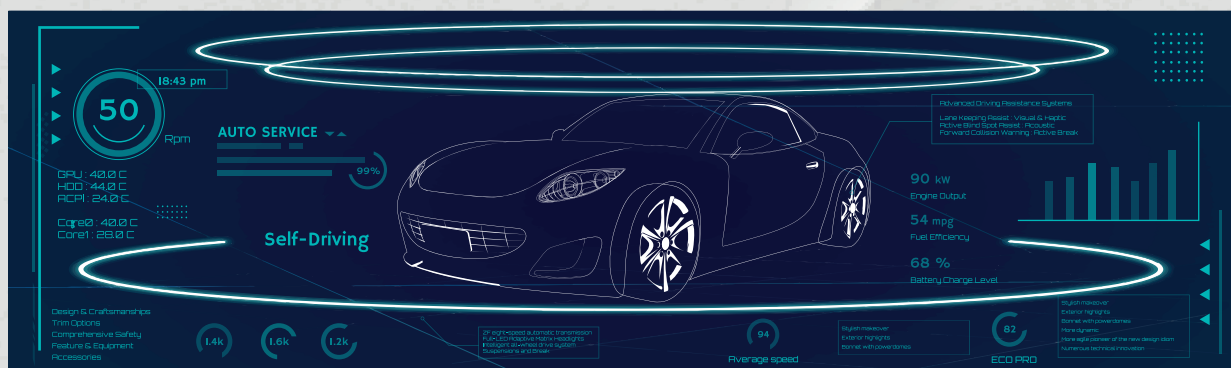
El grado de madurez tecnológica del proyecto es TRL 4, donde se destaca lo siguiente:

- Prueba de concepto tecnológico y validación en laboratorio.
- Desarrollo a pequeña escala y tecnología validada (laboratorio).
- Componentes validados en laboratorio.
- Se obtienen resultados específicos de las pruebas realizadas en laboratorio.

Tabla 1: Definición de grados de madurez tecnológica.

TECNOLOGÍAS	GRADO DE MADUREZ	
	TRL INICIAL	TRL ALCANZADO
1. Plataforma Software de interfaz de usuario, entre un equipo de prueba y un módulo de instrumentos del automóvil.	TRL 1. Se realizan las primeras observaciones y análisis de la tecnología que se va a usar, tanto en software como hardware.	TRL 4. Integración de los diferentes componentes de software y hardware básico, para demostrar que pueden funcionar conjuntamente
2. Tablero de instrumentos del automóvil.	TRL 2. De acuerdo al modelo de tablero de instrumentos seleccionado para el desarrollo del proyecto, y a se tiene claro su principio de funcionamiento y conexión en el automóvil.	TRL 4. Componentes validados en laboratorio.
3. Tecnología de prueba, para tableros de instrumentos del automóvil.	TRL2. Se están realizando las primeras pruebas experimentales del tablero de instrumentos seleccionado. Señal de velocímetro e indicadores.	TRL 4. Prueba de concepto tecnológico y validación de componentes de la plataforma en el laboratorio.
4. Lenguaje de programación de alto y bajo nivel, para el desarrollo de la interfaz de usuario.	TRL 1. Se está realizando la observación y análisis de los principios básicos de programación, que se pueden aplicar al proyecto. Como es el caso de la arquitectura en lenguaje C/C++, Visual Basic .NET y ensamblador.	TRL 4. Desarrollo a pequeña escala y tecnología validada.

Fuente: Elaboración propia.



3. Resultados de la Vigilancia Tecnológica

3.1 Factores Críticos a Vigilar (F.C.V)

Tabla 2. Factores críticos a vigilar

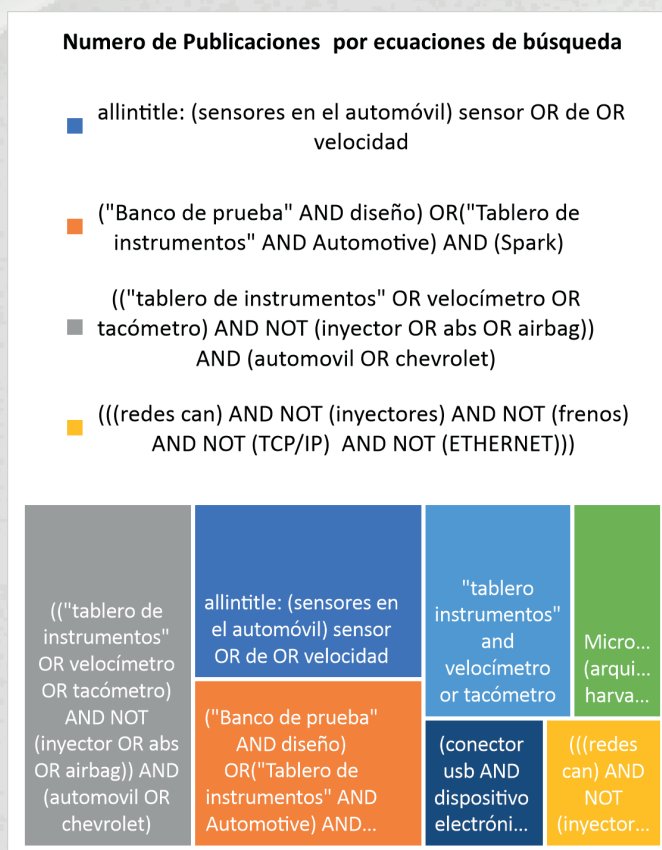
TECNOLOGÍA	FACTOR CRÍTICO TECNOLÓGICO A VIGILAR (FCTV)
Plataforma Software de interfaz de usuario entre un equipo de prueba y un módulo de instrumentos del automóvil.	Protocolos de calidad en el desarrollo de software. Manejo de versiones en los protocolos de calidad.
Tablero de instrumentos del automóvil.	Conexiones del tablero de acuerdo a su marca. Nuevas conexiones en nuevos modelos de la misma línea.
Tecnología de prueba para tableros de instrumentos del automóvil.	Trasmisión de datos seriales entre dispositivos. Tecnología de transmisión inalámbrica.
Lenguaje de programación de alto y bajo nivel para el desarrollo de la interfaz de usuario.	Lenguajes usados como C++, ensamblador, C#. Uso de otros lenguajes de programación como Phyton, Visual Basic .NET, etc.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Gráficos y análisis

La Figura 1, presenta las ecuaciones de búsqueda más relevantes utilizadas en el proceso de vigilancia tecnológica. La ecuación: ("Banco de prueba" AND diseño) OR ("Tablero de instrumentos" AND Automotive) AND (Spark) es la que generó la mayor cantidad de documentación importante y obtuvo la valoración más alta. Esto se debe a que está específicamente orientada a los bancos de prueba desarrollados; para los tableros de la marca Chevrolet; en particular para la línea spark.

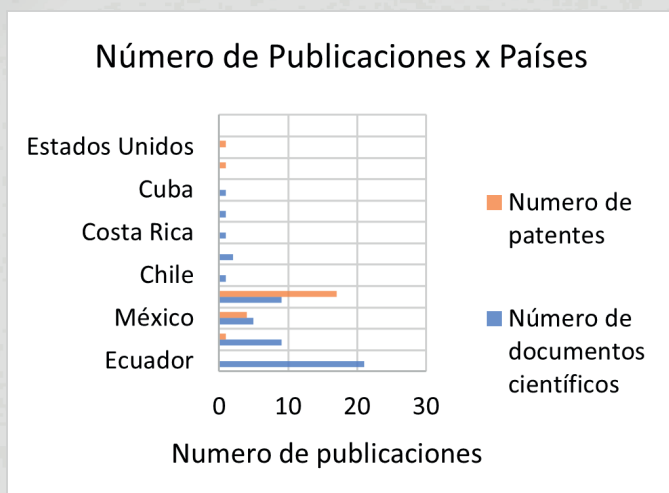
Figura 1. Factores críticos a vigilar



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2, muestra el número de publicaciones científicas por país, destacando que Ecuador es el país con mayor producción en este ámbito. Esto podría deberse a la presencia de un mayor número de universidades dedicadas a la investigación automotriz. Por otro lado, España se posiciona como el país con el mayor número de patentes registradas.

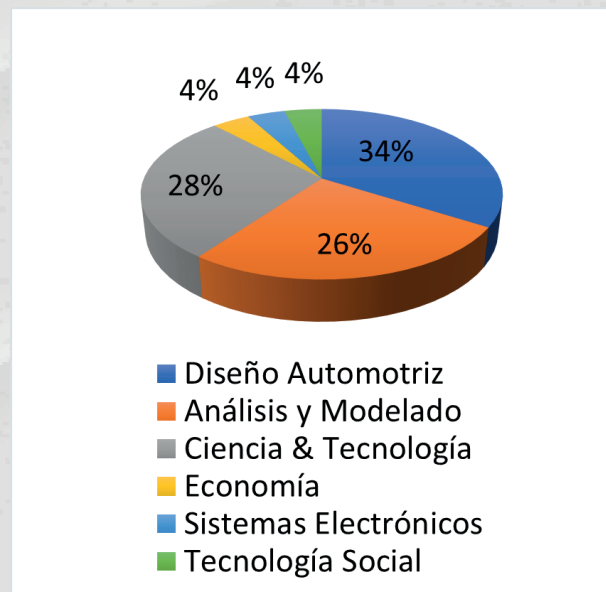
Figura 2. Publicaciones por países.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3, revela que el diseño automotriz es el tema más destacado entre las publicaciones encontradas en la búsqueda. Se puede concluir que, la investigación en esta área está estrechamente relacionada con el desarrollo de equipos automotrices, lo que contribuirá a mejorar el proceso de mantenimiento.

Figura 3. Publicaciones por área técnica.

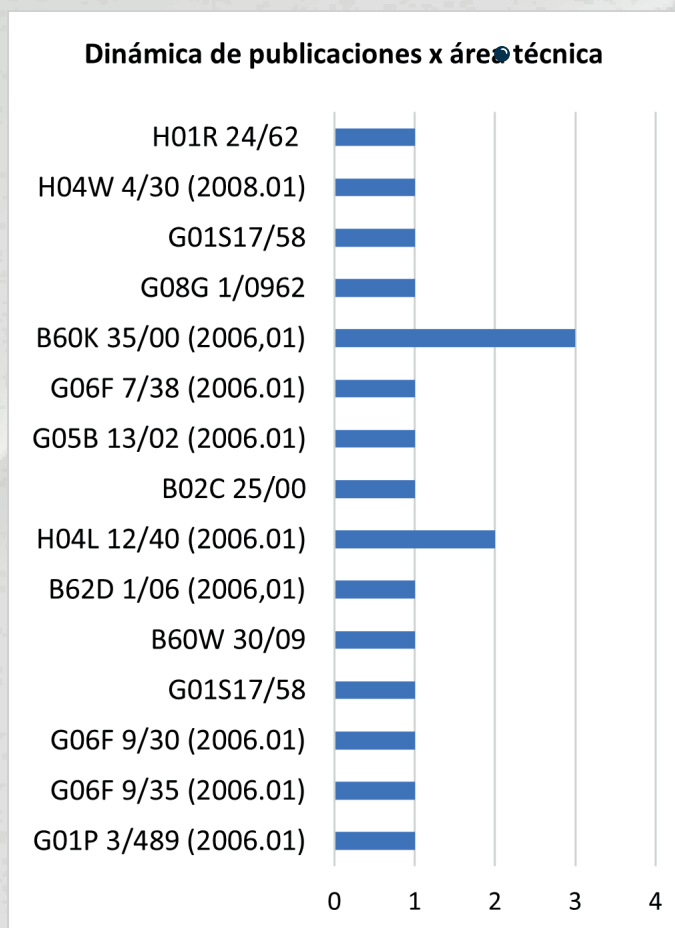


Fuente: Elaboración propia.



La figura 4 muestra que las patentes relacionadas con el IPC: B60k 35/00 son las más relevantes en la investigación científica realizada y se relaciona con las disposiciones o adaptaciones en el tablero de instrumentos:

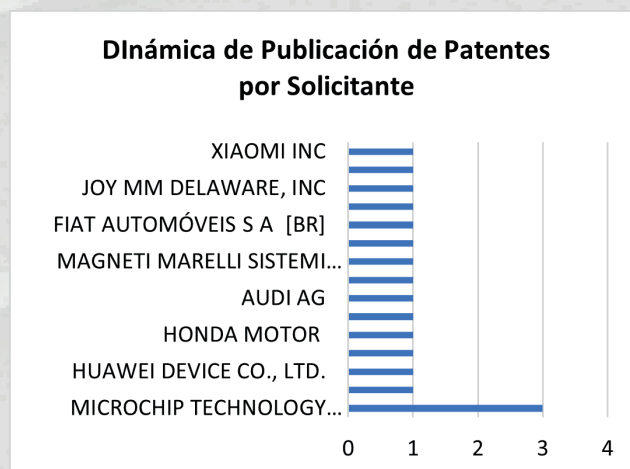
Figura 4: Dinámica de publicación de patentes por área técnica. Fuente autor del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

La figura 5 muestra la solicitud de patentes hecha por fabricantes importantes. La empresa Microchip Technology ha solicitado patentes relacionadas con el diseño y arquitectura de sus microcontroladores. Dicha arquitectura aplica para el PIC18F4550 que es procesador usado en el desarrollo del prototipo.

Figura 5: Dinámica de publicación de patentes por área técnica. Fuente autor del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

4. Prototipo y Características Técnicas

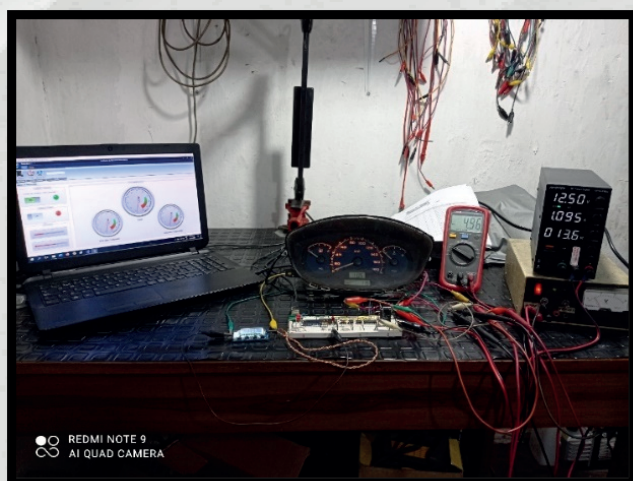
Se puede observar en la figura 7 que el tablero consta de un: marcador o medidor de combustible, velocímetro y medidor de temperatura; además consta de un display de cristal líquido (LCD) que registra el odómetro y el número de kilómetros recorridos por el automóvil.

4.1 Diagrama de bloques del Sistema en desarrollo

El prototipo a desarrollar consta de una interfaz gráfica de usuario (HMI), que permite que el operador pueda interactuar con el tablero de instrumentos en prueba; a través del PC y el microcontrolador. Para ello la comunicación se realiza a través

del puerto USB del ordenador y la función del microcontrolador es proporcionar toda la interfaz y circuitería necesaria para la comunicación USB y servir de puente entre el Software de control y el Hardware; que se comunica con el tablero de instrumentos.

Figura 6: Diagrama de bloques del sistema a desarrollar y montaje final del prototipo



Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

- La innovación tecnológica ofrece una valiosa oportunidad, para que las empresas impulsen su desarrollo y refuercen su compromiso con las tecnologías avanzadas. En el caso del prototipo implementado para el taller Electro Hernández, se demostró la aplicabilidad de estas tecnologías en la creación de herramientas capaces de diagnosticar los tableros de instrumentos de automóviles; mediante la interacción

usuario-máquina.

- El desarrollo del prototipo como herramienta de diagnóstico automotriz, muestra que es posible mejorar su funcionalidad al incorporar pruebas adicionales. Por ejemplo, la implementación de un sistema para diagnosticar tableros de instrumentos de diversas marcas y modelos de automóviles, así como el uso de modulación PWM, resulta fundamental para probar actuadores como: la válvula IAC, inyectores y reguladores de voltaje. Estas mejoras podrían convertir al prototipo en una herramienta integral para los procedimientos de mantenimiento.

- La vigilancia tecnológica ha facilitado el análisis de los productos y tecnologías disponibles en el mercado, además de explorar información de diversas fuentes, como: patentes, bases de datos y artículos científicos. Esta investigación revela que numerosas agencias y empresas globales, están comprometidas con la mejora continua de la industria automotriz, con el objetivo de: reducir costos de producción, mejorar la calidad de fabricación y minimizar el impacto ambiental, especialmente en la reducción de emisiones de CO₂; principal

causante del efecto invernadero.

- Los resultados obtenidos evidencian, la alta aplicabilidad y utilidad del prototipo en pequeños talleres de mantenimiento automotriz. Se recomienda utilizar estos resultados como referencia para perfeccionar el prototipo y desarrollar módulos adicionales; que permitan el diagnóstico de otros dispositivos del automóvil.

6. Bibliografía

1. Chávez Carrillo, Á. R. (2014). Diseño y construcción de un banco de pruebas para el análisis de señales de los sensores y actuadores del automóvil por medio de un osciloscopio. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3137>
2. Corporación Tecnova UEE. (2009). La importancia de la vigilancia tecnológica. Revista CES Psicología, 2(2), 1-2. Universidad CES, Medellín, Colombia. <https://www.redalyc.org/pdf/4235/423539413001.pdf>
3. Díaz, M., & Castro, J. (2024). Desarrollo de sistemas electrónicos en la automoción moderna. Editorial Automotriz.

4. Fernández, P., & Ruiz, A. (2023). Prototipos tecnológicos y madurez TRL: Enfoques prácticos. Editorial Innovación.
5. García, L., & López, A. (2012). Historia de la tecnología automotriz. Ediciones Técnicas.
6. Gómez, R., & Rivera, T. (2020). Sistemas de control y diagnóstico en vehículos modernos. Ingeniería Automotriz.
7. González, F. (2022). Vigilancia tecnológica y su impacto en el desarrollo de proyectos. Ciencia y Tecnología.
8. Hernández, J. (2019). Automatización y electrónica en vehículos: Nuevas tendencias. Revista Automotriz, 15(2), 45-59.
9. Johnson, T. (2015). Electronic systems in modern automobiles. Automotive Press.
10. López, M., & Santos, R. (2021). Seguridad y confort en la automoción: Tecnologías emergentes. Editorial de Ingeniería.
11. Martínez, C. (2018). Innovaciones en la electrónica automotriz. Editorial Técnica.

12. Microchip. (2023). Basic USB concepts and FAQs. <https://www.microchip.com/en-us/products/interface-and-connectivity/usb/basic-usb-concepts-and-faqs>

13. Pérez, S., & Martínez, R. (2023). Desarrollo de software para monitoreo en tableros de instrumentos. Tecnología Automotriz, 22(1), 33-48.

14. Pilco Valente, A. D., & Rodríguez Gaibor, H. D. (2018). Análisis de un modelo de predicción del consumo instantáneo de combustible basado en señales de los sensores del sistema de inyección para el automóvil Chevrolet Aveo Family 1.5L.

15. Ramírez, G. (2021). Gestión de la información en proyectos tecnológicos.