

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v6i12.0113>

ACTUALIDAD DE LA UNIDAD DE CONTROL DEL MOTOR. AVANCES Y FUNCIONALIDAD

UPDATE OF THE ENGINE CONTROL UNIT. ADVANCES AND FUNCTIONALITY

Guilcamaigua-Tarco Miguel Ángel ¹; Suntaxi-Suntaxi Víctor Giovanni ²;
Lema-Parra Edison Fabricio ³; Maldonado-Páez Fernando Enrique ⁴

¹ Docente Investigador del Instituto Superior Francisco de Orellana. Orellana, Ecuador.
Correo: miguel.guilcamaigua@itsfo.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3617-753X>

² Instituto Tecnológico Universitario ISMAC. Quito, Ecuador.
Correo: vsuntaxi@tecnologicoismac.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-8171-9974>

³ Docente Investigador del Instituto Superior Tecnológico Nikola Tesla. Cayambe, Ecuador.
Correo: edison.lema@istnikolatesla.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-3161-2441>

⁴ Docente Investigador del Instituto Superior Tecnológico Nikola Tesla. Cayambe, Ecuador.
Correo: fernando.maldonado@istnikolatesla.edu.ec.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8657-634X>

Resumen

Se detalla extensivamente sobre la Unidad de Control del Motor (ECU), una parte integral del ecosistema automotriz moderno que es a menudo considerada como el cerebro de un vehículo. El objetivo de la investigación es comprender la evolución, avances y funcionalidad de la ECU. Inicialmente focalizada en el control de emisiones, la ECU ahora gestiona seguridad, asistencia al conductor, conectividad y ciberseguridad, fortaleciendo su significancia en el funcionamiento del vehículo. También se explora la creciente tendencia hacia las ECU conectadas que, a través de Internet o otras redes, proporciona actualizaciones inmediatas y conocimiento detallado sobre el rendimiento del motor y el comportamiento del conductor. Se reconoce la aparición de nuevos desafíos con estas funcionalidades ampliadas, incluyendo la necesidad de optimizar las ECU para manejar mayor demanda, garantizar seguridad ante fallos catastróficos o ataques, y cómo contribuyen al medio ambiente al ayudar a cumplir con regulaciones de emisiones. Se aborda la evolución de la estandarización OBD (On-Board Diagnostics), enfocándose en su transición a OBD III, que, integrando el Internet de las Cosas (IoT), Big Data y el Machine Learning permite el acceso en tiempo real a la información del vehículo.

Palabras clave: unidad de control del motor, ECU, avances, funcionalidad.

Abstract

A detailed examination is provided on the Engine Control Unit (ECU), an integral part of the modern automotive ecosystem often considered as the brain of a vehicle. The purpose of this research is to understand the evolution, advancements, and functionality of the ECU. Initially focused on emission control, the ECU now manages security, driver assistance, connectivity, and cybersecurity, thus enhancing its significance in the vehicle's operation. The growing trend towards connected ECUs is also explored, offering immediate updates and detailed insight into engine performance and driver behavior through the internet or other networks. The emergence of new challenges with these expanded functionalities is acknowledged, including the need to optimize ECUs to handle increased demand, ensure safety against catastrophic failures or attacks, and their contribution to the environment in aiding compliance with emission regulations. This research addresses the evolution of On-Board Diagnostics (OBD) standardization, focusing

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 17 de marzo de 2023.

Fecha de aceptación: 29 de junio de 2023.

Fecha de publicación: 10 de julio de 2023.



on its transition to OBD III, which, by integrating the Internet of Things (IoT), Big Data, and Machine Learning, allows real-time access to vehicle information.

Keywords: engine control unit, ECU, advances, functionality.

1. Introducción

El vertiginoso avance de la tecnología en los últimos años ha catapultado a las Unidades de Control del Motor, también conocidas como ECU (Engine Control Unit), a un papel de protagonismo indisputable dentro del ecosistema automotriz. Estos dispositivos se han convertido en el cerebro electrónico de los vehículos modernos, procesando datos a velocidades asombrosas para tomar decisiones cruciales que afectan el rendimiento, la eficiencia y, lo más importante, la seguridad de los vehículos y sus ocupantes.

Desde su nacimiento, con una función principalmente orientada al control de emisiones, las ECUs han evolucionado para integrar y gestionar prácticamente todas las facetas de la operación del vehículo. En la actualidad, su papel va más allá de las funciones de control del motor, extendiéndose a áreas como la seguridad, la asistencia al

conductor, e incluso la conectividad y la ciberseguridad.

Pero, con este aumento de la complejidad y la responsabilidad, surgen también nuevos retos y preguntas. ¿Cómo se diseñan las ECUs para manejar esta creciente demanda de funcionalidades y garantizar su optimización y eficiencia? ¿Cómo se aseguran los dispositivos para evitar fallos que pueden tener consecuencias catastróficas o ataques que pueden comprometer la privacidad y seguridad de los usuarios? ¿Y cómo ayudan las ECUs en la lucha contra el cambio climático, permitiendo a los vehículos cumplir con normativas de emisiones cada vez más estrictas?

Este artículo se propone desentrañar estos interrogantes, ofreciendo en primer lugar un recorrido por la evolución y la arquitectura de las ECUs. En segundo lugar, se analizarán los desafíos de diseño, rendimiento y eficiencia que estas enfrentan. En tercer lugar, se

profundizará en las cuestiones de seguridad y ciberseguridad y finalmente, se examinará su papel en la reducción de las emisiones contaminantes. A través de esta exploración, este estudio busca entender mejor las ECUs y su papel en la configuración del futuro de la movilidad.

2. Materiales y métodos

El artículo se elaboró mediante el seguimiento de una metodología bibliográfica. A continuación, se proporciona un resumen conciso de los pasos emprendidos durante la ejecución de esta metodología:

- **Recolección de fuentes:** Se realizaron búsquedas exhaustivas de fuentes de calidad en bases de datos, sitios web especializados y publicaciones académicas. Esto permitió identificar una amplia variedad de estudios, investigaciones y literatura científica relacionada con las Unidades de Control del Motor (ECU).
- **Selección de fuentes:** Se seleccionaron distintas fuentes clave que aportaron información

relevante y valiosa sobre el tema en cuestión. Esta selección de fuentes fue realizada teniendo en cuenta criterios como la calidad, rigor científico y actualidad de los trabajos.

- **Análisis y comparación:** Se procedió a analizar y comparar los datos, teorías e ideas presentadas en las diferentes fuentes seleccionadas. Esto incluyó la identificación de tendencias, avances tecnológicos y desafíos asociados con las ECU, así como su evolución histórica y el contexto en el cual estas unidades han sido desarrolladas y utilizadas.
- **Síntesis:** A partir del análisis y comparación realizados, se elaboró una síntesis coherente y sistemática de la información, que aborda cuestiones como la evolución y arquitectura de las ECUs, los desafíos de diseño, rendimiento, eficiencia, seguridad y ciberseguridad, y su papel en la reducción de emisiones contaminantes.

Esta metodología bibliográfica permitió crear un artículo que refleja un análisis detallado y bien

fundamentado sobre las Unidades de Control del Motor, sustentado en diversas fuentes de calidad y enfoques variados sobre el tema.

3. Resultados y discusión

Unidad de Control del Motor ECU

La Unidad de Control del Motor, también conocida como ECU (Engine Control Unit), es esencial en los vehículos modernos, Montero y Paguay (2021) indican que la función principal de la unidad es procesar las señales provenientes de varios sensores; esto permite evaluar, calcular y transmitir una señal de respuesta para activar diversos actuadores. Para Rodríguez (2019) una ECU está creada esencialmente de hardware y software, el primero de estos lo conforman diversos componentes de origen electrónico en una placa de circuito con un principal elemento denominado chip microcontrolador junto a un EPROM o una memoria flash (chip) y el segundo lo conforman un serie de códigos de menor nivel que son ejecutados en el microcontrolador.

Amaguaña y Salazar (2023) proporcionan un enfoque fascinante sobre la historia de las Unidades de

Control Electrónico (ECU, por sus siglas en inglés) en los vehículos. Los autores postulan que la integración de la electrónica en los automóviles comienza con la invención de la radio. Conforme progresa la electrónica, se añaden cada vez más elementos electrónicos a los vehículos. Llega un punto donde es esencial implementar una Unidad de Control Electrónico para administrar todos estos componentes de manera eficiente.

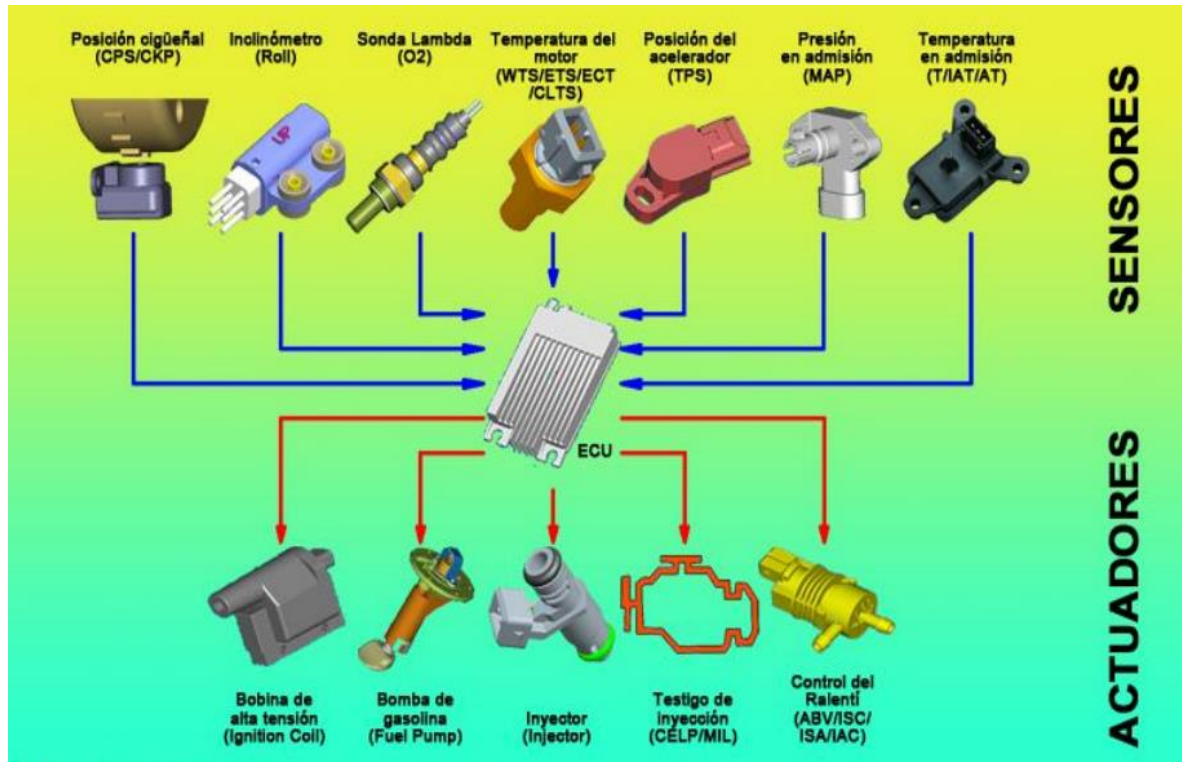
En este sentido, Simbaña et al. (2022) también destacan que el control del vehículo se encuentra bajo la supervisión de un programa almacenado en una unidad conocida como ECU, aunque también se puede referir a ella como CPU o ECM, entre otros términos. Estos autores explican que la ECU emplea su microprocesador para recolectar y procesar datos, así como para activar distintos sistemas dentro del vehículo.

Sandovalin et al. (2022) proporcionan una visión interesante sobre la importancia de la ECU en los vehículos modernos. Según este autor, la ECU es el centro de control que utiliza información de varios

sensores para dirigir tareas específicas en el sistema del vehículo. Cada acción se lleva a cabo mediante un actuador

designado, todo ello bajo la supervisión precisa de la ECU, tal como se puede observar en la Figura 1.

Figura 1. Conexión de ECU con sensores y actuadores



Fuente: UNP (Universidad Nacional de la Plata, UNP., 2018)

En definitiva, la ECU es como el cerebro del vehículo, controlando y optimizando su funcionamiento.

Avances en ECU:

OBD

El OBD monitorea una gran cantidad de variables y apuntan a detectar temprano en las fallas para notificar al conductor que un mantenimiento es requerido (Saibannavar et al., 2021). En los inicios de la década de 1990, la Sociedad de Ingenieros

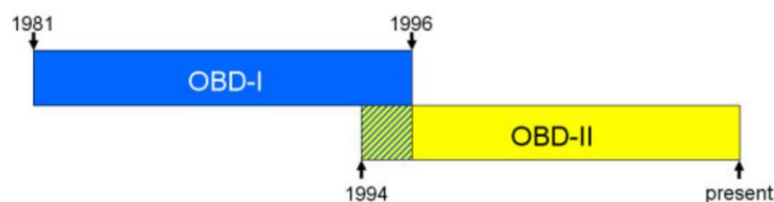
Automotrices (SAE) y la Organización Internacional de Estandarización (ISO) establecieron un conjunto de normas para el intercambio de información digital entre las Unidades de Control Electrónico y las herramientas de diagnóstico. Estas normas, según San José (2018) se conocen como OBD (On-Board Diagnostics) y existen dos estandarizaciones, llamadas OBD-I y OBD-II.

Antes de la implementación de OBD-II, cada fabricante de automóviles utilizaba sus propios sistemas, conectores y protocolos, lo cual complicaba la tarea de obtener información de diagnóstico. Sin embargo, a partir de 1996, se hizo obligatorio para todos los vehículos con motor de combustión cumplir con el estándar OBD-II. Esto implica que deben incluir un conector de diagnóstico estándar, siguiendo la normativa SAE J1962, y comunicarse a través de él utilizando

uno de los protocolos de comunicación establecidos para OBD-II. Para Mera (2018) el OBD II es un compendio de normas que permite el fácil diagnóstico de fallas o averías así como la disminución de emisión de gases contaminantes en los vehículos.

Entre 1994 y 1996 hubo un lapso de migración de OBD-I a OBD-2 hasta el presente, como puede verse en la Figura 2, sin embargo, esto está cambiando.

Figura 2. Línea temporal de estandarización OBD



Fuente: San José (2018)

Según Founes y Veloz (2018), el estándar OBD está en constante evolución y apunta hacia el OBD III, que se enfoca en el Internet de las Cosas (IoT). Esta orientación hacia IoT responde a las necesidades tecnológicas actuales y a la demanda de simplicidad por parte de los usuarios. Actualmente, la mayoría de los datos críticos del vehículo deben ser leídos por un especialista, pero sería mucho más conveniente que los conductores

podieran acceder a esa información en tiempo real en sus dispositivos móviles.

Conforme a lo indicado por Maksimych et al. (2021) en los años recientes el Internet de las Cosas (IoT) ha ganado una destacada importancia gracias a su habilidad para administrar y beneficiarse del amplio volumen de datos producidos a través de varias plataformas y dispositivos. Algunas

empresas que ya apuntan a esto son Chevystar, Hunter y Top-Ten (Founes y Veloz, 2018), las cuales ya empiezan a ofrecer productos con tendencias a la conectividad.

ECUs Conectadas: Beneficios y Potencial

Históricamente, las herramientas en el sector automotor han tenido limitaciones en su habilidad para rastrear, examinar y cotejar información durante el ciclo de vida del vehículo. Sin embargo, las innovaciones recientes en tecnología y conectividad vehicular presentan un enfoque totalmente renovado para el diagnóstico de vehículos (Guardiola et al., 2021).

La tecnología evoluciona rápidamente y una de las áreas más emocionantes es la intersección de la automoción y la conectividad. Las Unidades de Control del Motor conectadas son el resultado de esta intersección, estas han llevado la interacción entre vehículos y conductores a un nivel completamente nuevo. Como su nombre indica, estas ECUs están conectadas a internet o a otros sistemas de red, permitiendo una comunicación bidireccional

constante entre el vehículo y varios otros sistemas y servicios.

La funcionalidad principal de las ECUs conectadas es proporcionar actualizaciones en tiempo real y datos recopilados del rendimiento del motor y del comportamiento del conductor (Tierney, 2023). Esto abre una enorme gama de posibilidades para mejorar la experiencia de conducción general:

- **Diagnósticos Remotos:** las ECUs conectadas son capaces de proporcionar diagnósticos remotos y asistencia en tiempo real. Si el vehículo tiene un problema, la ECU puede comunicarse con el servidor del fabricante o con un servicio de reparación, informándoles de los problemas detectados y permitiendo diagnósticos remotos.
- **Actualizaciones automáticas:** con las ECUs conectadas, los fabricantes pueden enviar actualizaciones de software directamente a los vehículos. Las actualizaciones pueden corregir problemas, mejorar el rendimiento del motor y agregar nuevas características.

- **Personalización del rendimiento:** las ECUs conectadas recolectan y analizan datos sobre estilos de conducción. Esta información puede utilizarse para personalizar la configuración del vehículo, ajustándola a las necesidades y preferencias del conductor.
- **Conducción Autónoma:** en vehículos autónomos, las ECUs conectadas juegan un papel vital, los datos en tiempo real permiten al vehículo tomar decisiones informadas sobre cómo y cuándo cambiar rutas, cuando frenar o acelerar y más.

Las ECUs conectadas tienen la capacidad de transformar la relación con nuestros vehículos:

- **Mejora del Rendimiento:** al estar conectadas a sistemas de análisis en tiempo real, estas ECUs pueden ajustar constantemente los parámetros del motor para optimizar la eficiencia del combustible, la potencia y el rendimiento general del vehículo.
- **Mantenimiento Proactivo:** las ECUs conectadas pueden prever problemas antes de que ocurran, alertando a los conductores de la necesidad de mantenimiento o

reparaciones antes de que se produzca un problema serio.

- **Seguridad Mejorada:** al estar conectadas a sistemas de seguridad en tiempo real, las ECUs pueden alertar a los conductores sobre condiciones de carretera peligrosas, fallos mecánicos y otros riesgos.

Las ECUs conectadas son un avance emocionante que ofrece un potencial significativo para mejorar la conducción y la seguridad en carretera. A medida que estas tecnologías continúan desarrollándose, pueden esperarse beneficios aún mayores.

ECUs de Autoaprendizaje: Capacidades y Beneficios

Las unidades de control del motor (ECUs) de autoaprendizaje son una innovación tecnológica que está avanzando rápidamente. Estos sistemas inteligentes son capaces de "aprender" y adaptarse a los patrones de conducción del usuario, optimizando así los parámetros del motor para mejorar el rendimiento, la eficiencia del combustible y la respuesta del vehículo en diversas condiciones de conducción.

Según lo expuesto por Joud et al. (2020) y Lujan et al. (2021), ya sea implementado en el vehículo o calculado a distancia, el conocimiento obtenido a partir del registro sistemático y riguroso de los datos operativos en contextos reales facilitará la optimización de modelos de detección y diagnóstico de fallos, así como el reconocimiento y la predicción de patrones.

Con base en lo mencionado anteriormente, Garg et al. (2021) resaltan la relevancia de emplear algoritmos de aprendizaje automático con el objetivo de avanzar en el reconocimiento y la predicción de patrones.

Las ECUs de autoaprendizaje utilizan algoritmos de aprendizaje automático (machine learning) para recoger y analizar datos de los sensores del vehículo en tiempo real, todo esto según Meenakshi et al. (2020) con ayuda de Big Data. Con el tiempo, estos algoritmos aprenden a predecir cómo el conductor manejará el vehículo en diversas condiciones, permitiéndoles optimizar el rendimiento del motor según sea necesario.

Este enfoque de autoaprendizaje se asemeja a la forma en que los humanos y otros animales aprenden nuevas habilidades o mejoran las que ya poseen a través de la práctica constante, la evaluación de los errores cometidos y la adaptación a nuevas situaciones.

Por ejemplo, una ECU de autoaprendizaje puede aprender que un conductor tiende a acelerar rápidamente en ciertas situaciones y ajustar la respuesta del motor para entregar más potencia en estas situaciones. De manera similar, si el sistema aprende que el conductor tiende a conducir de manera más eficiente en términos de combustible en ciertos momentos del día o en ciertos tipos de carreteras, puede ajustar los parámetros del motor para maximizar la eficiencia del combustible durante estos períodos.

Además, estas ECUs también pueden aprender a predecir y adaptarse a ciertas fallas del motor, mejorando así la fiabilidad y durabilidad del vehículo.

El principal beneficio de las ECUs de autoaprendizaje es que permiten un rendimiento del motor más eficiente y personalizado. Al aprender los

hábitos y preferencias de conducción del usuario, estas ECUs pueden ajustar los parámetros del motor en tiempo real para ofrecer una experiencia de conducción que se ajuste a las necesidades y deseos del conductor.

Además, la capacidad de aprender a predecir y adaptarse a las fallas del motor puede resultar en menos visitas al taller de reparaciones, ahorrando tiempo y dinero al propietario del vehículo.

Las ECUs de autoaprendizaje también pueden contribuir a una conducción más segura; al adaptar el rendimiento del vehículo a las condiciones de conducción en tiempo real, estos sistemas pueden ayudar a prevenir accidentes causados por una respuesta inadecuada del vehículo.

Por último, las ECUs de autoaprendizaje también pueden contribuir a la protección del medio ambiente al optimizar la eficiencia del combustible y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Actualizaciones Remotas de Firmware: Principios y Beneficios

En primer lugar el firmware según menciona Naranjo (2021) es un software, y está conformado en una pieza de hardware, y contiene un programa hecho para desarrolladores que hacen que funcione el hardware, es imprescindible para que pueda funcionar el hardware y se instala antes de que las personas adquieran el dispositivo, es decir la fábrica lo incorpora.

Las actualizaciones remotas de firmware son una característica crucial en la vida moderna del automóvil, este sistema permite a los fabricantes de vehículos enviar actualizaciones a sus vehículos en cualquier parte del mundo, sin que el vehículo tenga que ser llevado a un taller. El firmware es básicamente el software que se encuentra incrustado en el hardware del vehículo y controla la funcionalidad de diversas características.

La actualización remota del firmware incluye el uso de una red, generalmente una conexión celular o Wi-Fi, para transmitir y descargar actualizaciones de software o

firmware directamente a un vehículo. Estas actualizaciones pueden cambiar la forma en que las partes del vehículo funcionan, corregir errores, mejorar las características existentes o agregar nuevas funciones.

Una vez que la nueva actualización de firmware se descarga en el vehículo, generalmente hay un proceso de verificación para garantizar que la actualización se descargó correctamente y que no hay errores.

Este proceso generalmente es completamente transparente para el conductor. En muchos casos, las actualizaciones se instalan mientras el vehículo está aparcado y apagado, minimizando cualquier interrupción en la experiencia de conducción.

Las actualizaciones remotas de firmware ofrecen muchos beneficios, tanto para los fabricantes de vehículos como para los propietarios de los vehículos. Algunos de estos incluyen:

- **Correcciones de problemas:** las actualizaciones remotas de firmware permiten a los fabricantes corregir rápidamente

problemas o errores que puedan surgir después de que un vehículo ha sido vendido, sin necesidad de un retiro del vehículo costoso y que consume tiempo.

- **Mejoras y funcionalidades adicionales:** estas actualizaciones permiten la adición de nuevas funciones y mejoras a los vehículos existentes. En lugar de tener que comprar un nuevo vehículo para obtener las últimas características, las actualizaciones del firmware pueden permitir a los propietarios de vehículos agregar estas características a los vehículos que ya poseen.
- **Seguridad:** a medida que los vehículos se vuelven más conectados, también se vuelven más vulnerables a los ataques cibernéticos. Las actualizaciones remotas de firmware son una forma eficaz de enviar parches de seguridad a los vehículos para protegerlos de estas amenazas.
- **Conveniencia del usuario:** las actualizaciones pueden efectuarse sin requerir que el propietario del vehículo tenga

que llevar su vehículo al distribuidor o un taller de reparación.

- **Compatibilidad mejorada:** las actualizaciones remotas también pueden mejorar la compatibilidad del vehículo con otros dispositivos, como teléfonos móviles o estaciones de carga para vehículos eléctricos.

A medida que los vehículos se vuelven más conectados e inteligentes, es probable que estas actualizaciones se conviertan en una característica cada vez más común y crucial.

Funcionalidad de la Unidad de Control del Motor

La funcionalidad de una ECU se puede dividir en tres áreas principales: entrada, procesamiento y salida. El lado de entrada implica la captura de datos de una amplia gama de sensores, incluidos los que miden la temperatura, la presión, los niveles de oxígeno y la velocidad del motor. Estos sensores proporcionan información en tiempo real sobre el estado del motor, lo que permite a la ECU tomar decisiones informadas.

Una vez que se recopilan los datos de entrada, la ECU los procesa utilizando algoritmos complejos y mapas preprogramados. Estos cálculos consideran varios factores como la carga del motor, la posición del acelerador y las condiciones ambientales. Sobre la base de este análisis, la ECU determina el tiempo óptimo de inyección de combustible, el tiempo de encendido y otros parámetros necesarios para un funcionamiento eficiente del motor.

El lado de salida de la ECU implica controlar varios actuadores para implementar los ajustes calculados. Esto incluye la regulación de inyectores de combustible, bobinas de encendido y válvulas de control de velocidad en ralentí. Al administrar con precisión estos componentes, la ECU garantiza que el motor funcione al máximo rendimiento, equilibrando la potencia, el consumo de combustible y las emisiones.

Las funciones clave de la ECU comprenden:

- **Control de inyección de combustible:** esta función determina la cantidad de

combustible que se inyectará en el motor.

- **Control del tiempo de inyección:** la ECU ajusta el momento de encendido para aumentar la potencia del motor y disminuir el consumo de combustible.
- **Distribución de válvulas:** en motores equipados con válvulas, la ECU regula los momentos de su apertura para optimizar el flujo de aire, mejorar la producción de potencia y prevenir una mala combustión.
- **Gestión de la bomba de combustible en ralentí:** la ECU controla el voltaje suministrado a la bomba de combustible para reducir el ruido y minimizar el consumo eléctrico cuando el motor está en ralentí.
- **Autodiagnóstico:** la ECU verifica continuamente el estado de las señales de entrada y salida para asegurar que funcionen correctamente.
- **Regulación del ralentí y control de cruce:** basándose en las lecturas de los sensores y la carga del motor, la ECU optimiza el rendimiento del motor en estos estados.

- **Control del regulador de presión:** en casos de calentamiento excesivo del motor, la ECU puede incrementar la presión del combustible.

Definitivamente, la ECU es la clave para muchos aspectos críticos de un vehículo moderno. Con la creciente tendencia hacia los vehículos eléctricos y autónomos, el papel de la ECU en el control y la eficiencia del sistema del vehículo seguirá creciendo en el futuro.

4. Conclusiones

Basándonos en el análisis de Barbier et al. (2022) podemos decir, que la creciente interconexión de los vehículos tiene el potencial de impulsar las capacidades diagnósticas a niveles nunca antes experimentados. A pesar de esto, es esencial continuar utilizando la gran cantidad de datos generados por dichos vehículos y evaluar qué tan efectivos son al transmitir la información requerida en función de su propósito, en este sentido, el panorama de las Unidades de Control Del Motor, o ECUs, está en constante evolución y enfrenta una

serie de desafíos importantes y oportunidades emocionantes.

El diseño y desarrollo de las ECU representan un desafío significativo; actualmente se estructuran para ser cada vez más integradas, manejando una variedad de sistemas de vehículos y optimizando su rendimiento y eficiencia. Los avances tecnológicos recientes han permitido a las ECUs conectadas e incluso a las de autoaprendizaje llevar la interacción entre los vehículos y los conductores a un nivel completamente nuevo.

La seguridad y la fiabilidad son preocupaciones fundamentales en la evolución de las ECUs. Las unidades ahora manejan tareas de seguridad críticas y poseen la capacidad de realizar diagnósticos remotos y asistentes en tiempo real. Este aumento en la funcionalidad de las ECUs subraya la necesidad de poder garantizar su correcto y constante funcionamiento.

Sin embargo, a medida que las ECUs se conectan más y se orientan hacia IoT (Internet of Things), el reto de la ciberseguridad se vuelve más prominente, asegurar que estos sistemas sean resistentes a los

ciberataques y puedan manejar los datos de manera segura es fundamental en esta era digital.

Finalmente, es esencial considerar cómo los avances en ECUs abordan el cumplimiento de las normas de emisión. A medida que las ECUs optimizan el rendimiento del motor y la eficiencia del combustible, también tienen el potencial de ayudar a los vehículos a cumplir con las reglamentaciones de emisiones cada vez más estrictas.

En suma, desde los desafíos de diseño hasta la ciberseguridad, pasando por la optimización del rendimiento y el cumplimiento de las normas de emisión, la actualidad de las ECU es un espacio complejo pero emocionante, lleno de desafíos y oportunidades inevitablemente influirá en cómo interactuamos con nuestros vehículos en los años venideros.

Bibliografía

- Amaguaña, L. C., & Salazar, J. E. (2023). Proceso de sincronización y programación de Computadores ME17 de sail mediante protocolo j2534 y modificación de archivos de memoria. 99. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13905>
- Barbier, A., Salavert, J. M., Palau, C. E., & Guardiola, C. (2022). Analysis of Real-Driving Data Variability for Connected Vehicle Diagnostics. IFAC-PapersOnLine, 55(24), 45-50. doi:10.1016/j.ifacol.2022.10.260
- Founes, D. E., & Veloz, H. E. (2018). Desarrollo de prototipo para monitorizacion y diagnostico remoto de parametros de motores de taxis para mantenimiento preventivo. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/44714>
- Garg, P., Silvas, E., & Willems, F. (2021). Potential of Machine Learning Methods for Robust Performance and Efficient Engine Control Development. IFAC-PapersOnLine, 54(10), 189-195. doi:10.1016/j.ifacol.2021.10.162
- Guardiola, C., Pla, B., Bares, P., & Barbier, A. (2021). Individual cylinder fuel blend estimation in a dual-fuel engine using an in-cylinder pressure based observer. Control Engineering Practice, 109. doi:10.1016/j.conengprac.2021.104760
- Joud, L., Da Silva, R., Chrenko, D., Kéromnès, A., & Le Moyne, L. (2020). Smart Energy Management for Series Hybrid Electric Vehicles Based on Driver Habits Recognition and Prediction. Energies, 13(11). doi:10.3390/en13112954
- Luján, J. M., Pla, B., Bares, P., & Pandey, V. (2021). Adaptive calibration of Diesel engine injection for minimising fuel consumption with constrained NOx. International Journal of Engine Research, 22(6), 1896-1905. doi:10.1177/1468087420918800
- Maksimychev, O. I., Matiukhina, E. N., Ostroukh, A. V., & Vasiliev, Y. (2021). Connected Vehicle Remote Diagnostic System. In 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. IEEE. doi:10.1109/IEEECONF51389.2021.9416001
- Meenakshi, Nandal, R., & Awasthi, N. (2020). OBD-II and big data: a powerful combination to solve the issues of automobile care. In Computational Methods and Data Engineering: Proceedings of ICMDE 2020.

- Singapore: Springer
Singapore, 2, 177-189.
doi:10.1007/978-981-15-7907-3_14
- Mera, E. L. (2018). Diseño e implementación de un software para obtención de potencia y torque por el método de aceleración libre en un Smartphone con protocolo OBD II para la carrera de Ingeniería Automotriz. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9954>
- Montero, C. A., & Paguay, B. F. (2021). Estudio e implementación de un sistema de inyección electrónica programable para el aumento del rendimiento y disminución de gases de escape contaminantes en un vehículo Suzuki Forsa GA. Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21080>
- Naranjo, M. (5 de Septiembre de 2021). Qué es el firmware de un dispositivo y por qué es importante que lo actualices. Obtenido de <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/firmware-dispositivo-importante-actualices-923641>
- Rodríguez, J. (2019). Análisis electrónico de una unidad de Control de Motor (ECU) Ford-WV tipo EEC-IV. Revista Científica Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación, 6(1), 45-56. doi:<https://doi.org/10.26495/icti.v6i1.1079>
- Saibannavar, D., Kulkarni, U., & Math, M. (2021). A Survey on On-Board Diagnostic in Vehicles. In EAI/Springer Innovations in Communication and Computing, 49-60. doi:10.1007/978-3-030-49795-8_5
- San José, J. (2018). Monitorización de los parámetros de conducción con el sistema OBD y Raspberry Pi para el análisis del comportamiento del conductor. doi:<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/33005>
- Sandovalin, J. D., Correa, E. D., Guasumba, J. E., & Calero, D. A. (2022). Los sistemas de Inyección Electrónicos y el Control de Gases. Polo del Conocimiento, 7(4), 344-361. doi:10.23857/pc.v7i4.3828
- Simbaña, E. J., Coronel, C. A., Guasumba, J. E., & Calero, D. A. (2022). Carburadores vs inyectores, semejanzas y diferencias entre estos elementos del sistema de combustión. Polo del Conocimiento, 7(4), 360-375. doi:10.23857/pc.v7i4.3829
- Tierney, K. (Junio de 2023). AMCS Telematics: cómo puede mejorar la seguridad del

conducto y del vehículo en la industria de residuos y reciclaje. Obtenido de <https://www.amcsgroup.com/es/blogs/amcs-telematics-como-puede-mejorar-la-seguridad-del-conductor-y-del-vehiculo-en-la-industria-de-residuos-y-reciclaje/>

Universidad Nacional de la Plata, UNP. (2018). Funcionamiento del sistema de inyección electrónica Electronica Argentina. Secretaria de extensión universitaria. doi:<https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/2022/07/CURSO-DE-MECANICA-II-Clase-5.pdf>