CIENCIAMATRIA
Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología
Año X. Vol. X. N°2. Edición Especial II. 2024
Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721
ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X
Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía. (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela

DOI 10.35381/cm.v10i2.1435

Implementación de un sistema de diagnóstico avanzado para redes CAN

Implementation of an advanced diagnostic system for CAN networks

José Luis Dillon-Granizo
ta.joseldg90@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-5517-5850

Dylan Andrés Constante-Moya
ia.dylanacm57@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-9249-608X

José Luis Jiménez-Montalvan
josejm22@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-7532-5684

Antonio Gabriel Castillo-Medina
ua.antoniocm83@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-0045-7495

Recibido: 15 de mayo 2024
Revisado: 15 de junio 2024
Aprobado: 15 de septiembre 2024
Publicado: 01 de octubre 2024

CIENCIAMATRIA
Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología
Año X. Vol. X. N°2. Edición Especial II. 2024
Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721
ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X
Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía. (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela

José Luis Dillon-Granizo; Dylan Andrés Constante-Moya; José Luis Jiménez-Montalvan; Antonio Gabriel Castillo-Medina

RESUMEN

El proyecto tuvo como objetivo analizar un sistema de diagnóstico para centralitas vehiculares en base a la utilización de redes CAN. Para ello, se tomó como base la investigación cuantitativa- aplicada, empleando un dispositivo basado en el circuito integrado ELM327 para recopilar datos en correspondencia con la información de alternativas tecnológicas. Dichos datos fueron obtenidos mediante la interconexión con interfases de PC o software Forscan, utilizando la librería OBD para comunicación. Una de las metas fue enviar mensajes y recibir respuestas mediante la interface, por tanto, entre los resultados destacaron los logros en la configuración de datos como el subsistema de recepción, el cual permitió establecer una alternativa simplificada y de calidad para leer y decodificar los datos, además de generar información técnica para promover futuras investigaciones. Para concluir, se demostró la efectividad de la aplicación, lo que sugiere el uso de tecnologías en proyectos futuros relacionados.

Descriptores: CAN; OBD; diagnóstico; interfaz. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

The objective of the project was to analyze a diagnostic system for vehicle control units based on the use of CAN networks. For this purpose, quantitative-applied research was used as a basis, using a device based on the ELM327 integrated circuit to collect data in correspondence with the information of technological alternatives. These data were obtained through interconnection with PC interfaces or Forscan software, using the OBD library for communication. One of the goals was to send messages and receive responses through the interface, therefore, among the results, the achievements in the data configuration as the reception subsystem stood out, which allowed establishing a simplified and quality alternative to read and decode the data, besides generating technical information to promote future research. To conclude, the effectiveness of the application was demonstrated, suggesting the use of technologies in future related projects.

Descriptors: CAN; OBD; diagnostic; interface. (UNESCO Thesaurus).

INTRODUCCIÓN

El sistema OBD se puede implementar utilizando variantes de los protocolos de la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE), red de área de controladores (CAN), o de la Organización Internacional de Normalización (ISO), además es accesible a través del conector del puerto OBD del automóvil. Giral et al. (2017) establecen que “es necesario dotar la red tradicional con las características de una red inteligente” (p. 119). A pesar de que Paz et al. (2017) enfocaron su estudio en un sistema de radio telemetría para adquisición sísmica, demostraron que en lo que respecta a la tecnología, esta “optimiza el consumo energético, minimizando el gasto y maximizando la capacidad de la fuente” (p. 127).

Pernalete (2017) sugiere “suministrar sistemas de gestión de redes focalizados en poder gestionar proactivamente una red usando el soporte de un sistema basado en el conocimiento” (p. 76). Restrepo et al. (2009) concede importancia al uso de redes inalámbricas para la optimización de diversas plataformas.

Según Franco et al. (2013), “en los últimos años la interconexión de sistemas computacionales ha crecido enormemente y cada vez son más las ventajas que se obtienen de dicha interconexión” (p. 14). Morales et al. (2021) afirman que “en la actualidad, millones de unidades de microcontroladores (MCU) están conectadas simultáneamente de forma digital para que nuestra vida sea más cómoda” (p. 33). Para Revelo y Egas (2023), “las redes inalámbricas de área amplia de bajo consumo energético son una tecnología clave para el desarrollo del Internet de las Cosas (IoT por sus siglas en inglés)” (p. 1).

Crespo y Grote (2005) propone en su estudio que “el protocolo de comunicaciones diseñado para redes CAN (Controller Area Network) procesa mensajes sensibles e insensibles al tiempo real” (p. 24). Los investigadores Izquierdo et al. (2005), por su parte, diseñaron “un sistema de monitorización de altas prestaciones, donde se fusiona

la información de las cámaras de video, un SODAR multifunción y las tarjetas inteligentes" (p. 81).

Parra (2010) expresa que "el control de congestión en las redes de transmisión de datos requiere de una especial atención debido al crecimiento de demandas de recursos" (p. 53). ELM327 es un intérprete OBD que proporciona una interfaz al puerto OBD. La figura 1 lo ilustra a continuación.

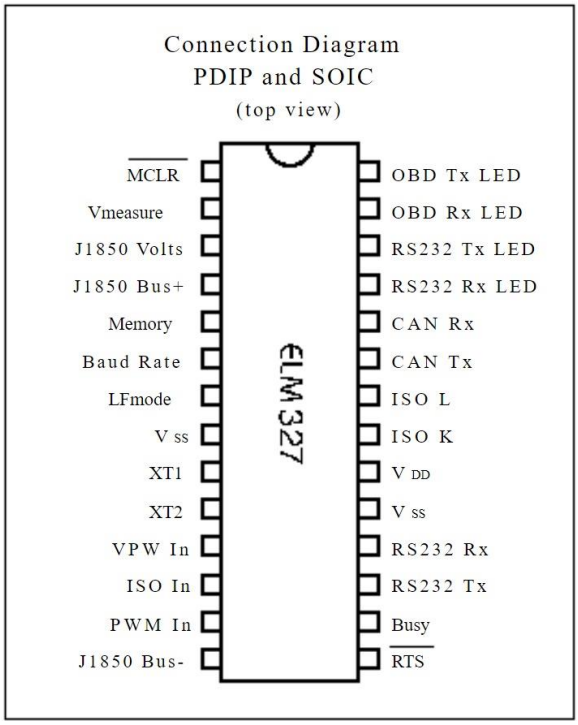

Figura 1. Estructura LM327.
Elaboración: Los autores.

De acuerdo con la figura 1, la comunicación con ELM 327 puede ser mediante comandos seriales de códigos hexadecimales conocidos como identificador de parámetro (PID). Los comandos AT se utilizan para configurar el chip ELM327 y los PID se utilizan para comunicarse con el vehículo. El PID enviado al vehículo debe seguir un formato establecido. El primer byte debe describir el tipo de datos solicitados

especificando el modo ejemplo MODO1 y el segundo byte solicita la información real ejemplo OC para la velocidad del vehículo.

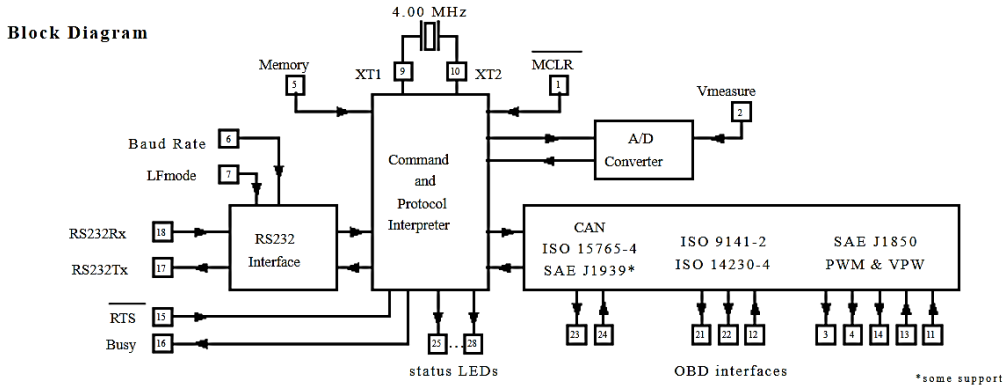

Figura 2. Conexionado para comunicación Interfaz y ECU.
Elaboración: Los autores.

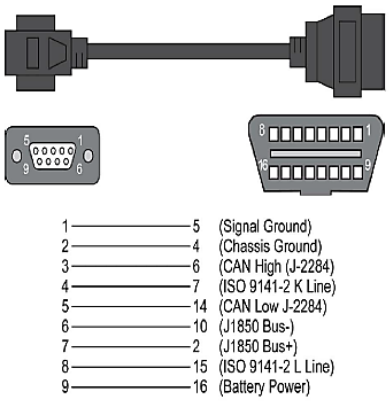

Figura 3. Distribución de Pines DLC, Según Norma SAE J1979.
Elaboración: Los autores.

Según las figuras 2 y 3, la respuesta de ELM327 contiene un identificador que indica que ELM327 está listo para el próximo comando. El estándar SAEJ1979 describe diez modos OBD. Los modos utilizados en la prueba presentada son el modo actual (modo-01), e información del vehículo (modo-09), como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1.
PIDs Parámetros del MODO 1.

PID	Descripción	Respuesta
5	Temperatura del refrigerante del motor	Valor en grados Celsius (ej. 90°C)
0C	Velocidad del vehículo	Valor en km/h
0D	Régimen del motor	Valor en revoluciones por minuto (RPM)
0F	Presión de entrada de aire al colector	Valor en kPa
10	Temperatura del aire de admisión	Valor en grados Celsius
11	Velocidad del flujo de aire del MAF	Valor en gramos/segundo
1F	Tiempo desde el encendido del motor	Valor en minutos
5B	Temperatura del refrigerante del motor para el calentador de admisión	Valor en grados Celsius (ej. 90°C)
5C	Temperatura del aire del refrigerante del intercambiador de calor de admisión	Valor en grados Celsius
61	Temperatura del refrigerante del motor (para refrigeración del motor)	Valor en grados Celsius (ej. 90°C)
62	Temperatura del aire del refrigerante del intercambiador de calor de admisión (para refrigeración del motor)	Valor en grados Celsius

Fuente: Norma SAE J1979 Test M0des.
Elaboración: Los autores.

Ante todo lo expuesto, vale decir que la detección y solución de fallos en las redes CAN de vehículos continúa siendo una tarea desafiante para técnicos y especialistas en mantenimiento automotriz. La complejidad de estos sistemas, así como la gran cantidad de datos generados, dificultan la identificación oportuna y precisa de problemas, lo que puede resultar en tiempos prolongados de inactividad y costos elevados para los propietarios de vehículos.

Además, la disponibilidad limitada de herramientas de diagnósticos accesibles y eficientes dificulta aún más la tarea de los técnicos, especialmente en entornos donde se requiere una respuesta rápida y precisa para garantizar la seguridad y el funcionamiento adecuado de los vehículos.

Numerosos estudios previos han abordado el tema del diagnóstico de redes CAN en vehículos, utilizando una variedad de enfoques y tecnologías. Por ejemplo, investigaciones han explorado el uso de herramientas de escaneo comercialmente disponibles, como escáneres OBD-II y software de análisis especializado, para identificar y resolver problemas en las redes CAN. Otros estudios han propuesto soluciones basadas en sistemas embebidos y microcontroladores para realizar diagnósticos en tiempo real.

Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, aún existen limitaciones en cuanto a la velocidad, precisión y accesibilidad de los sistemas de diagnóstico disponibles. Además, muchos de estos sistemas son costosos o requieren de conocimientos técnicos avanzados para su implementación y uso adecuado.

Tomando como base estas realidades, el presente estudio tuvo como objetivo analizar un sistema de diagnóstico para centralitas vehiculares en base a la utilización de redes CAN. Esto, a partir del desarrollo de un sistema eficiente para el diagnóstico de redes CAN en vehículos, integrando el kit OBD-II y la interfaz FORScan ELM327, para mejorar la precisión y rapidez del diagnóstico.

En este contexto, se busca contribuir al campo del diagnóstico automotriz mediante el desarrollo de un sistema que combine la accesibilidad y versatilidad de la caja de desconexión DLC para OBD-II y la interfaz FORScanELM327, con el objetivo de mejorar la eficiencia y precisión del diagnóstico de fallos en redes CAN.

MÉTODO

La Investigación fue cuantitativa, aplicada, práctica y empírica, ya que se trabajó con un kit de desarrollo OBD-II con Arduino mediante la interfaz FORScan ELM327, empleado en una unidad para poder modificar o remplazar datos en nuestros módulos a través de la comunicación de las redes CAN. El enfoque investigativo fue cuantativo, por cuanto se recopiló información basada en opiniones, informes y manuales referentes al

software, los cuales fueron puestos en práctica para profundizar en el funcionamiento del sistema a trabajar. En este sentido, se acudió a la revisión bibliográfica documental, a fin de obtener información actualizada y validada del kit de desarrollo OBD-II con Arduino y la interfaz FORScan ELM327 a partir de fuentes secundarias como: manuales, normas, sitos webs.

Para la aplicación, se instaló el software PCMSCAN y se comprobaron una serie de funciones para lograr un mejor entendimiento del mismo, en las que se incluyeron códigos de avería, datos en vivo, historial de errores, sensores de oxígeno y monitores OBD. Entre los materiales empleados destacaron los siguientes:

- La Unidad de Control Electrónico (ECU, por sus siglas en inglés) en un Kia Rio, el cual constituye un componente crucial en el sistema electrónico del automóvil. También conocida como la unidad de control del motor (ECM). Esta computadora es responsable de controlar y regular una variedad de funciones del motor y otros sistemas relacionados con el rendimiento del vehículo. A continuación se muestra en la figura 4.

Figura 4. Unidad de control electrónico (ECU) Kia Rio.
Elaboración: Los autores.

Detector de protocolo de diagnóstico automotriz OBD2, el cual es un dispositivo utilizado para identificar el protocolo de comunicación OBD2 específico empleado por un vehículo. OBD2 es un estándar de comunicación para el diagnóstico de vehículos,

con varios protocolos como ISO 9141, ISO 14230-4, SAE J1850, e ISO 15765-4 (CAN). El detector ayuda a los técnicos a determinar rápidamente qué protocolo está utilizando un vehículo en particular, lo que permite una conexión adecuada de las herramientas de diagnóstico. Esto simplifica el proceso de diagnóstico y reparación de problemas del automóvil. La figura 5 lo ilustra.

Figura 5. Equipo de protocolo de diagnóstico.
Elaboración: Los autores.

- Escáner ELM327, el cual generalmente se conecta a un dispositivo externo a través de un puerto USB, Bluetooth o Wi-Fi, y puede ser utilizado con una variedad de aplicaciones de software diseñadas para el diagnóstico automotriz, como Torque Pro, ScanMaster, Car Scanner ELM OBD2, entre otras.

El escáner ELM327 OBDII es una herramienta versátil y económica que permite a los propietarios de vehículos y técnicos automotrices realizar diagnósticos básicos y monitorear el rendimiento de los vehículos de una manera conveniente y eficiente. A continuación se muestra el escáner ELM327 en la figura 6.

Figura 6. Conector de interfaz ELM 327.
Elaboración: Los autores.

- Osciloscopio automotriz, el cual es una herramienta esencial para los técnicos automotrices que necesitan diagnosticar y solucionar problemas eléctricos en los vehículos de manera precisa y eficiente. Permiten una visión detallada de las señales eléctricas en tiempo real, lo que facilita la identificación y resolución de problemas.

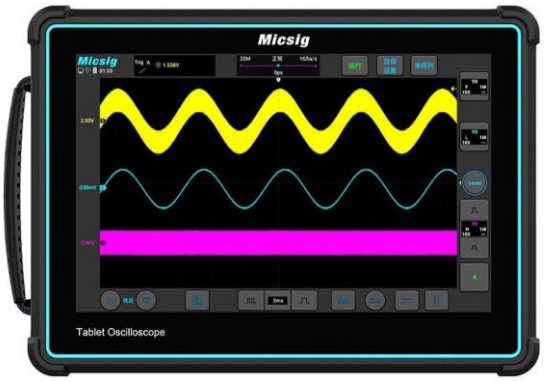

Figura 7. Osciloscopio automotriz.
Elaboración: Los autores.

- PCMSCAN es una herramienta de diagnóstico y escáner OBD-II genérico con todas las funciones que admite una amplia variedad de interfaces de hardware

OBD-II. Permite ver, crear gráficos, registrar y reproducir datos de diagnóstico en tiempo real a través del puerto de datos de diagnóstico OBD-II del vehículo.

También permite ver los códigos de diagnóstico de problemas (DTC) del vehículo, datos de cuadro congelado y otra información del vehículo. PCMSCAN admite vehículos 1996* y más nuevos, ya sean estadounidenses, asiáticos o europeos. Protocolos OBD-II compatibles: SAE-J1850 (PWM y VPW), ISO-9141, ISO-14230 (KWP2000) e ISO-15765 (CAN). A continuación, se muestra la ilustración en la figura 8.

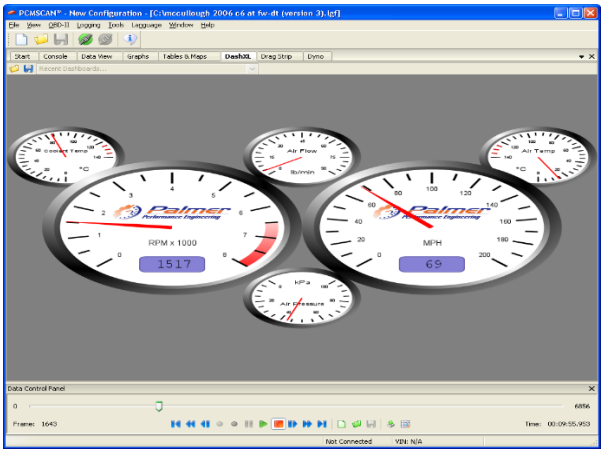

Figura 8. Panel de manómetros virtuales del software PCM scan.
Elaboración: Los autores.

RESULTADOS

Entre los resultados se destaca que el PCMSCAN es un software utilizado para diagnosticar problemas de vehículos a través de la conexión a la computadora a bordo (OBD-II). Aquí se detallan los pasos generales para instalar PCMSCAN en la computadora:

- Primeramente, se instala el software PCMSCAN mediante el CD. Tiene que ser una versión correcta compatible con el sistema operativo (Windows).

- Una vez que se ha descargado el archivo de instalación, se puede presionar doble clic en él para ejecutarlo. Esto abrirá el asistente de instalación.
- Se deben leer los términos de licencia y, si se está de acuerdo, se selecciona la opción para aceptarlos. Luego, se selecciona la opción "Siguiente" o "Aceptar" según lo requiera el instalador. La figura 9 ilustra parte del proceso expuesto.

Figura 9. Condiciones y políticas del software PCM scan.
Elaboración: Los autores.

- Posterior a lo anterior, se selecciona la ubicación de instalación. El instalador pedirá elegir la ubicación donde se desea instalar el software. Se puede optar por la ubicación predeterminada o seleccionar una carpeta diferente. Se hace clic en "Siguiente" cuando se haya tomado una decisión.
- Seguidamente, el instalador dará la opción de crear accesos directos en el escritorio o en el menú de inicio. Allí se eligen las opciones de preferencia y se selecciona "Siguiente".
- Una vez que se hayan configurado todas las opciones, se selecciona "Instalar" para comenzar el proceso de instalación. Luego se debe esperar que el instalador copie los archivos necesarios a la computadora, tal como se muestra en la figura 10.

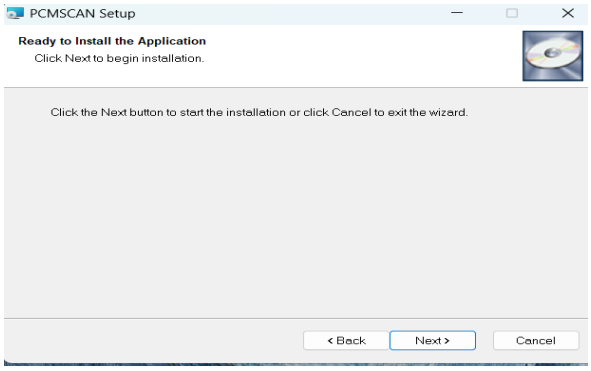

Figura 10. Instalación del software PCM scan.
Elaboración: Los autores.

- Una vez que la instalación esté completa, es posible que pida reiniciar la computadora. Se siguen las instrucciones del instalador en caso de ser necesario.
- Luego, dependiendo de la versión del software, es posible que se necesite registrar y activar la copia de PCMSCAN. Posterior a ello, se siguen las instrucciones proporcionadas para completar este proceso. Esto podría implicar ingresar un código de activación o registrarse en línea como en la figura 11.

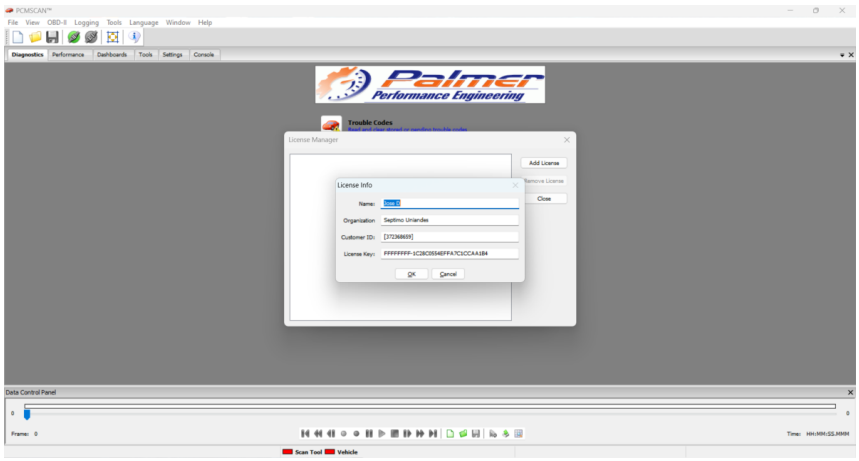

Figura 11. Activación de la licencia del software PCM scan.
Elaboración: Los autores.

En la figura 12, se puede observar el resultado de la conexión exitosa con el escáner a través del despliegue en la consola. Los puntos clave son: Licenciamiento, Comunicación con ELM 327, Comunicación con la ECU, y Seteo de PIDs para datos de monitoreo.

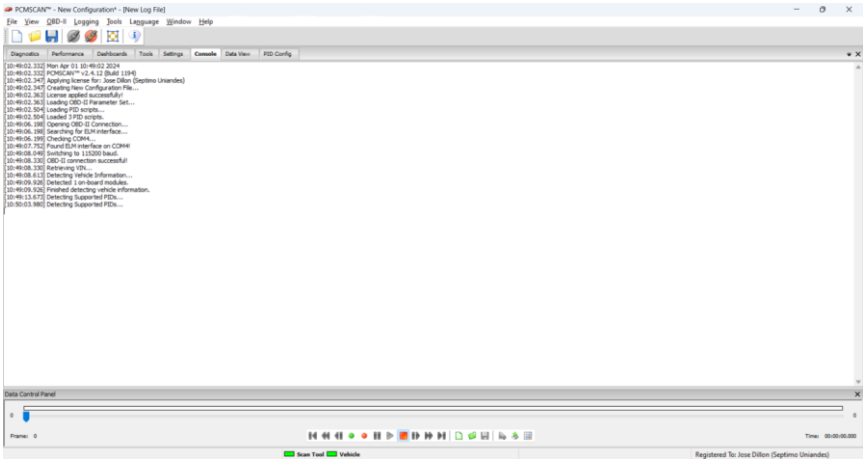

Figura 12. Inicializar comunicación y Leer VIN.
Elaboración: Los autores.

En la consola se visualiza el Vehicle Identification Number (VIN) correspondiente a la ECU de la marca KIA modelo Rio 1.4 GDI. La figura 13, ilustra la lectura del VIN.

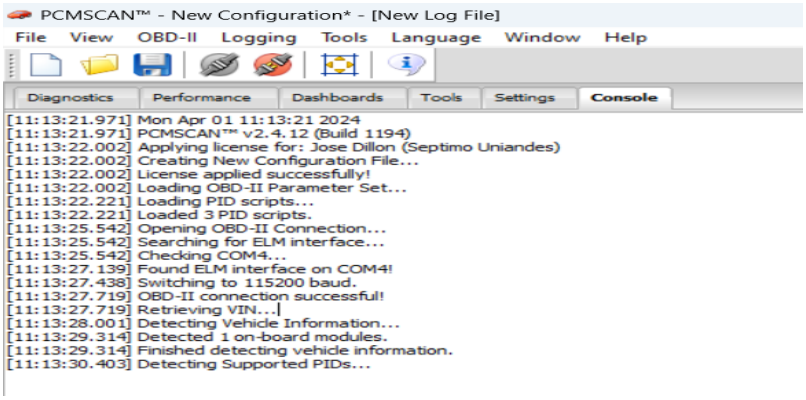

Figura 13. Lectura de VIN.
Elaboración: Los autores.

A continuación, la figura 14, muestra la lectura de los códigos de avería arrojados por la ECU.

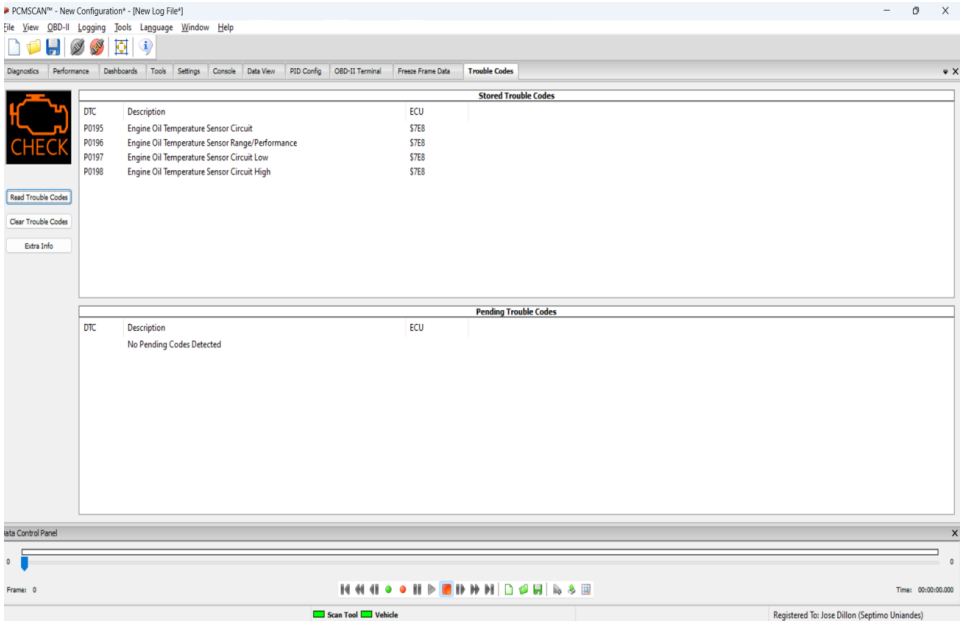

Figura 14. Códigos de avería arrojados por la ECU.
Elaboración: Los autores.

Según la figura 14, los códigos que se encuentran almacenados permanentemente en la memoria de la ECU. Estos códigos son especificados a continuación en la tabla 2.

Tabla 2.
Códigos.

Código	Descripción
P0123	Problema en el circuito del sensor de posición del acelerador (TPS)
P0222	Problema en el circuito del sensor de posición del pedal del acelerador (APPS)
P2122	Problema en el circuito del sensor A de posición del pedal del acelerador (APPS)
P2127	Problema en el circuito del sensor B de posición del pedal del acelerador (APPS)

Elaboración: Los autores.

Los códigos de fallas que han sido detectados y requieren confirmación para ser almacenados permanentemente, se encuentran en la tabla 3.

Tabla3.
Códigos Pendientes.

Código	Descripción
P0880	Problema en el control del solenoide de la transmisión
P0705	Problema en el interruptor de marcha atrás
P0123	Problema en el circuito del sensor de posición del acelerador (TPS)
P0222	Problema en el circuito del sensor de posición del pedal del acelerador (APPS)
P2122	Problema en el circuito del sensor A de posición del pedal del acelerador (APPS)
P2127	Problema en el circuito del sensor B de posición del pedal del acelerador (APPS)
P0253	Problema en el circuito del solenoide de control de la inyección de combustible del grupo 1

Elaboración: Los autores.

Como entendemos un escáner tiene las funciones de leer, borrar códigos históricos o pendientes. Al ejecutar la función de borrar, ambos tipos de códigos desaparecen. Así lo establecen las figuras 15 y 16.

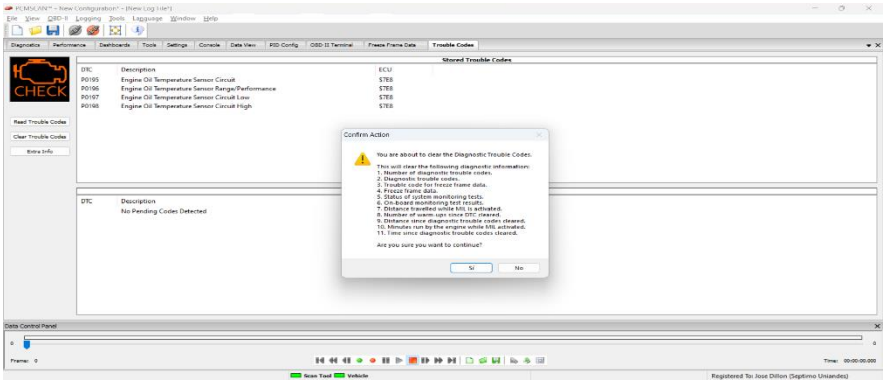

Figura 15. Envió de trama de borrado de DTC.
Elaboración: Los autores.

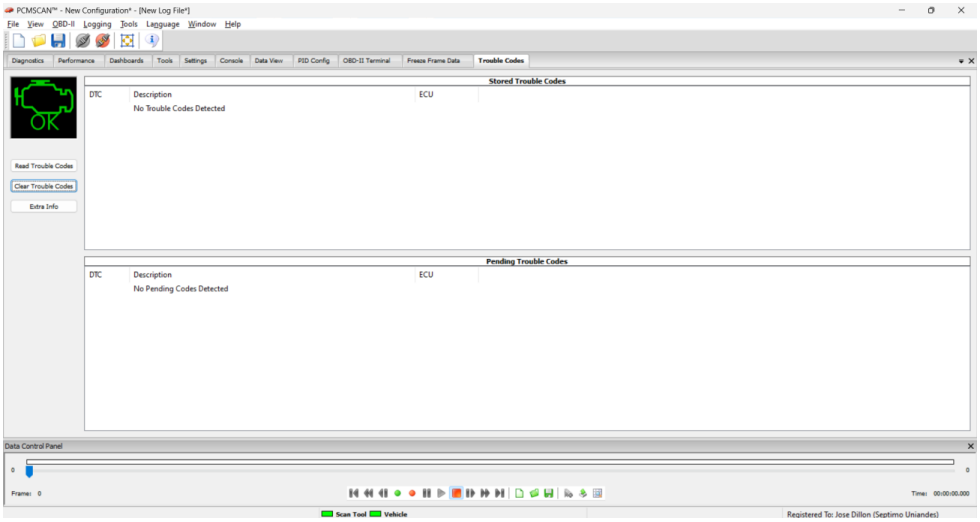

Figura 16. Lectura de códigos después de borrado.
Elaboración: Los autores.

De acuerdo a la configuración de PIDs establecida, podemos leer los datos en vivo y las variaciones de acuerdo al estado de los sensores de la ECU. En la figura 17 se observa que la ECU está generando información, aunque no existan variaciones de estado de los sensores, también se visualizan los valores mínimo, máximo y promedio.

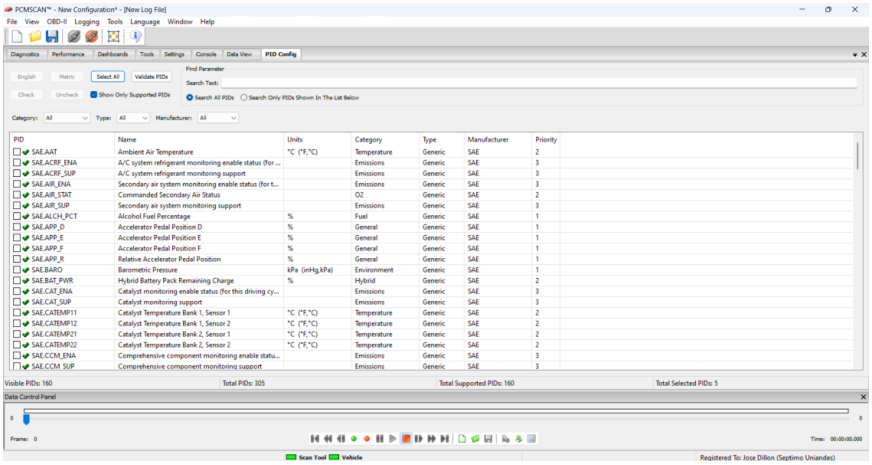

Figura 17. Datos en vivo.
Elaboración: Los autores.

Una vez detallados los pasos anteriores, se proceden a mostrar las figuras 18, 19 y 20 y la tabla 4, que especifican las respuestas del estado de las variables con el MODO 1, atendiendo a: el envió de mensaje MODO 01, la consola de Visualización OBD II Terminal, la visualización de la trama CAN Hi y CAN LOW y los resultados de cálculo de la respuesta de la ECU.

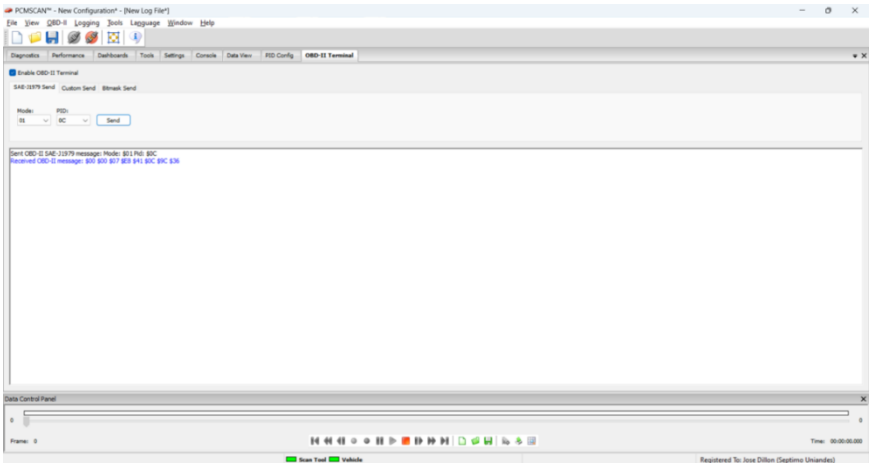

Figura 18. Envió de mensaje MODO 01.
Elaboración: Los autores.

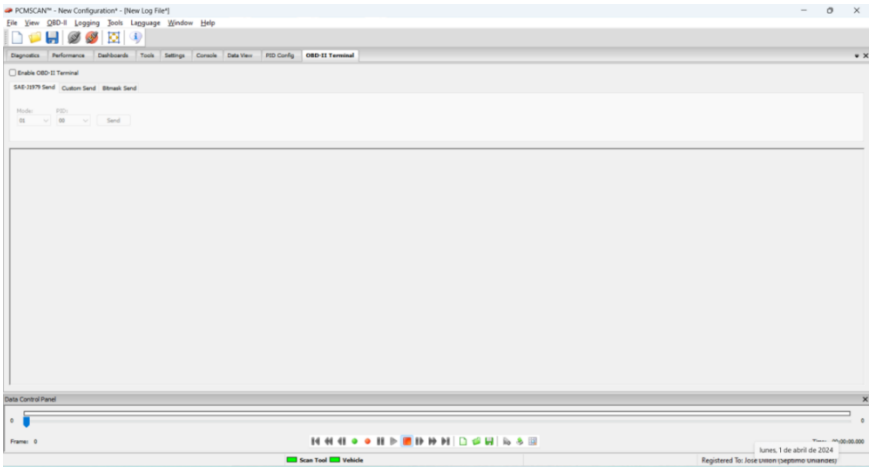

Figura 19. Consola de Visualización OBD II Terminal.
Elaboración: Los autores.

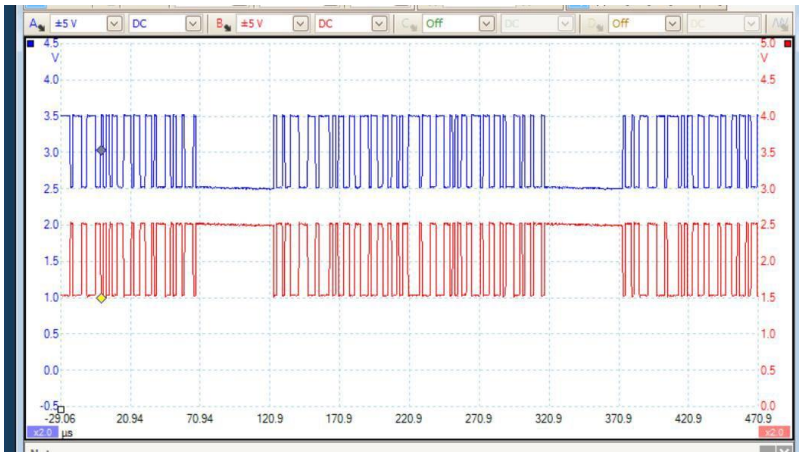

Figura 20. Visualización de la trama CAN Hi y CAN LOW.
Elaboración: Los autores.

Tabla 4.
Resultados de cálculo de la respuesta de la ECU.

PID (hex)	Bytes de respuesta (A, B)	RPM (Cálculo)	Temp. Motor (Cálculo)	Velocidad (Cálculo)	Tiempo (Cálculo)	Temp. Aire Admisión (Cálculo)	Vel. Flujo de Aire MAF (Cálculo)	Temp. Motor Calentador Adm. (Cálculo)	Temp. Aire Intercambiador Adm. (Cálculo)	Temp. Motor Refrigeración (Cálculo)	Temp. Aire Intercambiador Adm. Refrigeración (Cálculo)
0C	(0x1A, 0x0B)	1666,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	(0x8F)	-	95°C	-	-	-	-	-	-	-	-
0D	(0x64, 0x00)	-	-	100 km/h	-	-	-	-	-	-	-
1F	(0x05, 0x0A)	-	-	-	129.6667 minutos	-	-	-	-	-	-
10	(0x77)	-	-	-	-	55°C	-	-	-	-	-
11	(0x5A, 0x0F)	-	-	-	-	-	90.75 g/s	-	-	-	-
5B	(0xA2, 0x1F)	-	-	-	-	-	-	98°C	-	-	-
5C	(0x86, 0x11)	-	-	-	-	-	-	-	65°C	-	-
61	(0x95, 0x2B)	-	-	-	-	-	-	-	-	85°C	-
62	(0x8E, 0x20)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80°C

Elaboración: Los autores.

Tomando en consideración, todos los resultados, es imprescindible resaltar lo recomendable que es verificar si hay actualizaciones disponibles una vez que el

software esté instalado. Esto asegurará tener la última versión con todas las correcciones de errores y mejoras.

Una vez completados estos pasos, PCMSCAN estará instalado en la computadora y listo para su uso. Hay que recordar que para utilizar el software se necesita un cable de interfaz OBD-II compatible y acceso al puerto OBD-II del vehículo.

El proceso para utilizar un Detector de Protocolo de Diagnóstico Automotriz OBD2 en una computadora de banco (benchtop) puede variar dependiendo del hardware y software específicos que se estén utilizando. Sin embargo, aquí hay pasos generales a seguir:

- Asegurarse de tener un adaptador adecuado para conectar el Detector de Protocolo OBD2 a la computadora de banco. Esto podría ser un cable USB o algún otro tipo de interfaz compatible con el puerto de comunicación de la computadora de banco.
- Usar el Detector de Protocolo OBD2 al adaptador necesario para conectarlo a la computadora de banco.
- Conectar el adaptador del Detector de Protocolo OBD2 a la computadora de banco según las especificaciones del fabricante. Esto podría implicar utilizar un puerto USB, un puerto serial, o algún otro puerto de comunicación compatible.
- Encender la computadora de banco y asegurarse de que esté completamente lista para su uso.
- Abrir el software PCMSCAN de diagnóstico OBD2 en la computadora.
- Conectar el Detector de Protocolo OBD2 al puerto OBD-II del vehículo que se está diagnosticando, asegurándose de que el vehículo esté apagado antes de conectar el dispositivo.
- Una vez que el Detector de Protocolo OBD2 esté conectado al vehículo y a la computadora de banco, se deben seguir las instrucciones proporcionadas por el software de diagnóstico OBD2 para iniciar el escaneo del vehículo.

- El software debería comunicarse con el Detector de Protocolo OBD2 a través de la computadora de banco y mostrar los resultados del escaneo en la pantalla.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran el éxito de la implementación del método sintético propuesto para la construcción de regresiones polinomiales multivariadas, considerando la norma SAE J1979 y la interfaz LM327. Se ha observado una mejora notable en la precisión y eficiencia del modelo en comparación con enfoques anteriores. Los análisis de validación cruzada y pruebas de robustez indican que el método sintético produce modelos que generalizan bien a datos no vistos y son robustos frente a variaciones en el conjunto de datos.

Además, la compatibilidad con la norma SAE J1979 y el uso de la interfaz LM327 han facilitado la integración de datos de diagnóstico a bordo de vehículos, lo que ha contribuido significativamente a la calidad y diversidad de los datos utilizados en el estudio.

Este estudio ha demostrado la eficacia del método sintético propuesto para la construcción de modelos predictivos en el ámbito de la ingeniería automotriz, tomando en consideración la norma SAE J1979 y la interfaz LM327. Las mejoras en la precisión y la interpretabilidad del modelo, respaldan su utilidad en diversas aplicaciones prácticas, tales como la predicción del rendimiento y la detección temprana de fallas en los vehículos.

Para futuras investigaciones en ingeniería automotriz, se sugiere explorar la aplicación del método sintético en contextos específicos, como la optimización de la gestión del motor y la mejora de la eficiencia del combustible. Además, se pueden investigar extensiones del método para incorporar características adicionales, como la consideración de la interacción entre variables predictoras o la adaptación a conjuntos de datos desequilibrados, lo cual podría mejorar aún más la precisión y la utilidad de los

modelos desarrollados.

CONCLUSIONES

La combinación del ELM327, las redes CAN y el software PCMSCAN ofrece una solución completa y eficiente para el diagnóstico y la monitorización de vehículos modernos.

Esta integración permite a los técnicos automotrices y entusiastas del automóvil, acceder de manera fácil y efectiva a la información de diagnóstico del vehículo, lo que facilita el mantenimiento y la resolución de problemas.

El estudio profundiza en los resultados obtenidos al integrar la norma SAE J1979 y la interfaz ELM327 para diagnóstico a bordo en vehículos.

En conclusión, esta iniciativa representa un paso significativo hacia la optimización de los servicios de diagnóstico automotriz, brindando beneficios tangibles tanto para los técnicos como para los propietarios de vehículos.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a quienes brindaron sus valiosos aportes para el desarrollo del presente estudio.

REFERENCIAS CONSULTADAS

Crespo, A., y Grote, W. (2005). Análisis de planeamiento de protocolos CAN con calidad de servicio. [Analysis of can protocol planning with quality of service]. *Revista Facultad de Ingeniería - Universidad de Tarapacá*, *13*(3), 24-29. https://n9.cl/qpplw

Franco, D., Perea, J., y Tovar, L. (2013). Herramienta para la detección de vulnerabilidades basada en la identificación de servicios. [Vulnerability detection tool using banner grabbing]. *Información tecnológica*, *24*(5), 13-22. https://n9.cl/jt7go

Giral, W., Celedón, H., Galvis, E., y Zona, A. (2017). Redes inteligentes en el sistema eléctrico colombiano: Revisión de tema. [Smart grids in the Colombian electric system: Current situation and potential opportunities]. *Tecnura*, *21*(53), 119-137. https://n9.cl/cvivg

Izquierdo, A., Villacorta, J., Val Puente, L., y Raboso, M. (2005). Un sistema avanzado de vigilancia basado en información multisensorial. [An advanced monitoring system based on multisensory information]. *Revista Facultad de Ingeniería*, *13*(3), 75-81. https://n9.cl/xv1u3

Morales, O., Moreno, J., Tejeida, R., Ramírez, A., y Flores, P. (2021). Optimización de una red definida por software basada en la construcción del fractal de Peano. [Optimizing a software-defined network using the Peano curve L-System]. *Computación y Sistemas*, *25*(1), 33-45. https://n9.cl/4a8io

Parra, C. (2010). Análisis del algoritmo red con la teoría de control moderna. [Analysis of the red algorithm with modern control theory]. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, *25*(1), 53-60. https://n9.cl/m14d5b

Paz, H., Uyuban, J., Narváez, A., y Ferro, R. (2017). Desarrollo y prueba de un sistema de radio telemetría para adquisición sísmica. [Development and testing of a radio telemetry system for seismic acquisition]. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, *27*(1), 111-130. https://n9.cl/0vm4o

Pernalete, J. (2017). Gestión de redes informática para el sistema de alerta temprana de inundaciones en el municipio Maracaibo. [Computer network management for the early flood warning system in the Maracaibo municipality]. *Télématique*, *16*(2), 54-78. https://n9.cl/0lu0ft

Restrepo, D., Ovalle, D., y Montoya, A. (2009). Manejo e integración de bases de datos en redes de sensores inalámbricas. [Data base management and integration in wireless sensor networks]. *Revista Avances en Sistemas e Informática, 6*(1), 145-154. https://n9.cl/vi1rz

CIENCIAMATRIA
Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología
Año X. Vol. X. N°2. Edición Especial II. 2024
Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721
ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X
Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía. (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela

Revelo, E., y Egas, C. (2023). Implementación de un sistema para evaluar la cobertura de la red sigfox en el interior de edificaciones. [Implementation of a system to evaluate the coverage of the sigfox network inside buildings]. *Enfoque UTE*, *14*(1), 33-45. https://n9.cl/ftg8k

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)