

Sistema de monitoreo electrónico para vehículos

Agostini, Emiliano(autor)

Departamento de Ingeniería Electrónica,
Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina.
emilianoagostini14@gmail.com

Cortesse, Agustín(autor)

Departamento de Ingeniería Electrónica,
Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina.
agucortesse19@gmail.com

Índice General

1. Resumen	1
2. Introducción	1
3. Desarrollo	2
3.1. Selección de Componentes y Sensores	2
3.1.1. Microcontrolador	2
3.1.2. Medición de Temperatura	2
3.1.3. Medición de Velocidad	3
3.1.4. Display OLED	4
3.2. Desarrollo y Pruebas de Funcionamiento	4
3.2.1. Funcionamiento del sistema GPS	4
3.2.2. Módulo GY-NEO6MV2	5
3.2.3. Sensado de temperatura	6
3.3. Integración y Montaje del Prototipo	11
4. Conclusión	14
5. REFERENCIAS	15

1. Resumen

Este proyecto consiste en el desarrollo de un sistema electrónico capaz de medir y visualizar en tiempo real la temperatura del motor y la velocidad del vehículo. Para ello, se emplean sensores dedicados y un display digital integrado, ofreciendo una solución moderna y accesible para reemplazar o complementar tableros analógicos o con fallas de funcionamiento.

2. Introducción

Se plantea el diseño e implementación de un sistema electrónico orientado a la adquisición y visualización en tiempo real de la temperatura del motor y la velocidad de circulación del vehículo. El proyecto busca brindar una solución práctica para automóviles que carecen de un tablero funcional o que aún emplean sistemas analógicos y mecánicos obsoletos.

La falta de información precisa y confiable en vehículos de mayor antigüedad puede comprometer tanto el mantenimiento como la seguridad del conductor. Para abordar esta problemática, se propone el desarrollo de un sistema basado en sensores electrónicos, un microcontrolador y un módulo de visualización digital, que en conjunto permitan obtener una lectura continua, precisa y fácilmente interpretable de las magnitudes medidas.

Desde el punto de vista técnico, el sistema sustituye los mecanismos tradicionales por una alternativa sustentada en tecnologías electrónicas modernas. La integración de sensores, procesamiento digital y una interfaz visual no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también constituye una aplicación práctica de conceptos fundamentales de la ingeniería electrónica, tales como la adquisición de datos, el acondicionamiento de señales y el diseño de sistemas embebidos.

Este proyecto posee un doble propósito: por un lado, su aplicación práctica en la modernización de vehículos con equipamiento obsoleto; y por otro, su valor académico, al permitir profundizar en áreas como la instrumentación electrónica, la programación de microcontroladores y el desarrollo de interfaces hombre-máquina. Los objetivos específicos del trabajo son los siguientes:

- Determinar los requerimientos técnicos y funcionales para el diseño de un sistema electrónico de monitoreo de temperatura y velocidad vehicular.
- Seleccionar los sensores y componentes electrónicos adecuados para garantizar mediciones precisas y confiables.
- Diseñar la arquitectura electrónica y el sistema de procesamiento digital para la adquisición y tratamiento de señales provenientes de los sensores.

- Desarrollar una interfaz de visualización digital que permita mostrar en tiempo real los valores medidos.
- Validar el desempeño del sistema mediante pruebas experimentales que aseguren su precisión, estabilidad y confiabilidad.

3. Desarrollo

Para llevar a cabo el proyecto, se analizaron distintas alternativas de implementación, seleccionándose los componentes más adecuados en función de los requerimientos funcionales, eléctricos y de compatibilidad del sistema. A continuación, se detalla el proceso de selección y justificación de cada uno de los elementos empleados.

3.1. Selección de Componentes y Sensores

3.1.1. Microcontrolador

Se seleccionó el ESP32-WROOM-32, un microcontrolador de arquitectura de 32 bits que cuenta con dos núcleos de procesamiento capaces de operar a una frecuencia de 240 MHz. Este dispositivo dispone de múltiples interfaces de comunicación, entre ellas I2C y UART, ambas esenciales para la integración de los distintos módulos empleados en el proyecto. [1]



Figura 1: laca que incorpora el microcontrolador - ESP32 Devkit V1

3.1.2. Medición de Temperatura

Para la medición de temperatura se empleó el bulbo original del Volkswagen Senda, el cual funciona como un termistor NTC (Negative Temperature Coefficient). Este tipo de sensor resistivo está compuesto por un semiconductor cerámico fabricado a partir de óxidos metálicos. [2]



Figura 2: Bulbo Sensor Temperatura Volkswagen Senda

Su principio de funcionamiento se basa en la variación intrínseca de la resistencia eléctrica con la temperatura: al incrementarse la temperatura, la resistencia disminuye de manera no lineal y exponencial. La relación entre la resistencia y la temperatura se describe mediante la ecuación del coeficiente β :

$$R_T = R_0 \cdot e^{\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)} \quad (1)$$

Entre las razones por las cuales se seleccionó este sensor se destacan su amplio rango de medición (-40°C a $+125^\circ\text{C}$) y su disponibilidad directa en el vehículo, lo que evita la necesidad de realizar adaptaciones mecánicas o eléctricas adicionales.

Con el objetivo de mejorar la precisión en la lectura del sensor, se incorporó un convertidor analógico-digital (ADC) ADS1115, el cual ofrece una resolución de 16 bits, significativamente superior a la del ADC interno del ESP32 (12 bits). Este módulo permite obtener mediciones más estables y detalladas de la tensión en el divisor resistivo asociado al termistor, reduciendo el error de conversión y mejorando la linealidad de la curva de calibración temperatura-resistencia.[3]

3.1.3. Medición de Velocidad

Para la medición de velocidad se seleccionó el módulo GPS GY-NEO6MV2, ampliamente disponible en el mercado y equipado con una antena patch cerámica integrada. Su comunicación se establece mediante la interfaz UART, totalmente compatible con el microcontrolador ESP32. [4]

El uso de este módulo permite obtener la velocidad real del vehículo con respecto al suelo, sin depender del tamaño de las ruedas ni del sistema de transmisión. Además, su implementación no requiere modificaciones en el sistema eléctrico ni mecánico original del vehículo, evitando posibles interferencias con otros componentes.

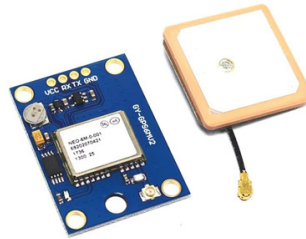


Figura 3: Modulo GY-NEO6MV2

3.1.4. Display OLED

Como interfaz de visualización se empleó un display OLED de 1,3" con resolución de 128×64 píxeles, basado en el controlador SH1106 y con comunicación mediante I²C, totalmente compatible con el microcontrolador ESP32.[5]

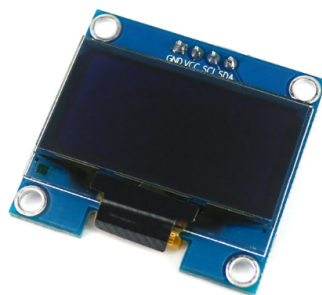


Figura 4: Display Oled 1.3 Pulgadas SH1106

Este tipo de pantalla ofrece alto contraste, bajo consumo de energía y excelente visibilidad, incluso en condiciones de poca iluminación, lo que la hace ideal para aplicaciones automotrices.

3.2. Desarrollo y Pruebas de Funcionamiento

3.2.1. Funcionamiento del sistema GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS, Global Positioning System) es una red de satélites perteneciente al gobierno de los Estados Unidos, diseñada originalmente con fines militares y actualmente disponible para uso civil en todo el mundo. El sistema se compone de tres segmentos principales: espacial, de control y de usuario.

Segmento espacial: Está constituido por una constelación de al menos 24 satélites que orbitan la Tierra a una altitud aproximada de 20.200 km. Estos satélites están distribuidos de manera que, desde cualquier punto del planeta, al menos cuatro de ellos sean visibles en todo momento. Cada satélite transmite de forma continua su posición exacta y una señal de tiempo precisa, generada por relojes atómicos a bordo.

Segmento de control: Está integrado por estaciones terrestres distribuidas alrededor del mundo, encargadas de monitorear, corregir y sincronizar los datos transmitidos por los satélites. Estas estaciones actualizan periódicamente la información orbital (efemérides) y los relojes de cada satélite, garantizando la precisión temporal y posicional del sistema.

Segmento de usuario: Comprende todos los receptores GPS, como el módulo GY-NEO6MV2, que captan las señales de los satélites visibles. El receptor emplea la información de tiempo y posición enviada por cada satélite para calcular su ubicación mediante un proceso matemático denominado trilateración.

El GPS determina la posición del receptor midiendo el tiempo que tarda la señal en viajar desde cada satélite hasta el módulo. Dado que las ondas de radio se propagan a la velocidad de la luz, al multiplicar el tiempo de viaje por dicha velocidad se obtiene la distancia a cada satélite. Conociendo la distancia a tres satélites, el receptor puede calcular su posición en un plano (latitud y longitud); al añadir un cuarto satélite, se determina también la altitud y se corrigen los errores del reloj interno. De este modo, el sistema GPS permite obtener la posición tridimensional (X, Y, Z) del receptor con alta precisión.

3.2.2. Módulo GY-NEO6MV2

El GY-NEO6MV2 es un módulo receptor GPS (Global Positioning System) basado en el chip u-blox NEO-6M, diseñado para obtener información precisa de posicionamiento global. Este dispositivo recibe señales provenientes de satélites GPS y calcula su posición geográfica (latitud, longitud y altitud), además de otros parámetros relevantes como la velocidad, la hora universal (UTC) y la cantidad de satélites visibles.

El módulo incorpora una antena patch cerámica integrada y dispone de un conector SMA para la conexión de una antena externa, lo que permite mejorar la precisión y la estabilidad de la señal en entornos con baja cobertura o interferencias.

La comunicación entre el GY-NEO6MV2 y el ESP32 se estableció mediante el protocolo UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), es decir, una comunicación serial asíncrona. En este caso, se emplearon los pines GPIO16 (RX) y GPIO17 (TX) del ESP32 para el intercambio de datos. El módulo transmite la información en formato NMEA (National Marine Electronics Association), compuesto por cadenas de texto que contienen los distintos parámetros GPS de manera

estructurada.

Para facilitar la lectura e interpretación de las tramas NMEA, se utilizó la librería TinyGPS++, la cual permite obtener directamente valores como latitud, longitud, altitud, velocidad, fecha y hora. El funcionamiento del módulo se basa en la recepción simultánea de señales de al menos cuatro satélites, lo que permite realizar una trilateración, es decir, un cálculo matemático mediante el cual se determina la posición exacta del receptor sobre la superficie terrestre.

Cada satélite transmite su posición y la hora exacta, y el módulo calcula el tiempo que tarda la señal en llegar hasta el receptor. A partir de esta información, determina su distancia a cada satélite y, en consecuencia, su propia ubicación. Finalmente, el GY-NEO6MV2 calcula la velocidad instantánea en función del desplazamiento geográfico medido a lo largo del tiempo, valor que puede obtenerse directamente mediante la función `gps.speed.kmph()`.

Para realizar las pruebas del módulo GPS, se desarrolló un programa de verificación que permitió visualizar las mediciones obtenidas a través del puerto serial del Arduino. Los valores registrados fueron posteriormente comparados y corroborados con las lecturas proporcionadas por la aplicación GPS de un teléfono celular, confirmando la correcta operación del sistema.

3.2.3. Sensado de temperatura

El sensor de temperatura empleado corresponde al bulbo original del *Volkswagen Senda*, seleccionado por su compatibilidad eléctrica y su acople mecánico directo al bloque del motor, gracias a su rosca estandarizada. La función principal de este componente es medir con precisión la temperatura del refrigerante del motor, de modo que el tablero de instrumentos (unidad de control) pueda indicar dicha información al conductor.

Este bulbo corresponde a un termistor NTC (*Negative Temperature Coefficient*), lo que significa que su resistencia eléctrica (R_{NTC}) disminuye a medida que la temperatura aumenta; es decir, presenta una relación inversamente proporcional entre resistencia y temperatura.

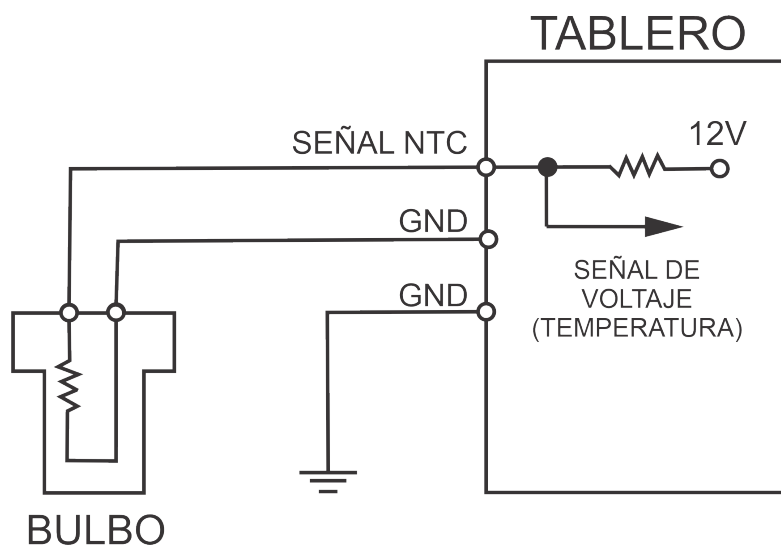


Figura 5: Diagrama de la conexión interna del bulbo.

Tal como se observa en el diagrama representado en la Figura 5, el bulbo NTC forma parte de un circuito divisor de tensión integrado en el tablero, cuya finalidad es convertir la variación de resistencia del sensor en una señal de voltaje analógica proporcional a la temperatura.

1. **Suministro:** el circuito recibe un voltaje de referencia constante de 12 V.
2. **Divisor de voltaje:** la línea de 12 V se conecta en serie con dos resistencias: una fija (interna al tablero) y el bulbo NTC, cuya resistencia varía en función de la temperatura del refrigerante.
3. **Señal de salida:** la tensión de salida, que representa la temperatura, se obtiene en el punto medio del divisor de voltaje (entre la resistencia fija y el bulbo NTC) y se dirige hacia la entrada encargada del procesamiento de la señal.

A partir de este principio de funcionamiento, pueden identificarse dos condiciones extremas:

- **Motor frío:** la resistencia del bulbo NTC es elevada. Al encontrarse en la parte inferior del divisor, esta alta resistencia provoca una caída de tensión significativa sobre el sensor, resultando en un voltaje de salida alto.
- **Motor caliente:** la resistencia del bulbo NTC disminuye notablemente. En consecuencia, la caída de tensión en el sensor es menor, lo que genera un voltaje de salida reducido.

Con el objetivo de obtener la curva característica del bulbo, se realizaron mediciones experimentales cuyos resultados se presentan en la Tabla 1 y la Figura 6.

Cuadro 1: Relación entre voltaje de salida y temperatura del bulbo NTC.

Voltaje [V]	Temperatura [°C]
8.6	30
7.6	60
7.5	65
7.2	70
6.71	75
6.47	90
6.27	95
6.20	100
5.86	105
5.39	110

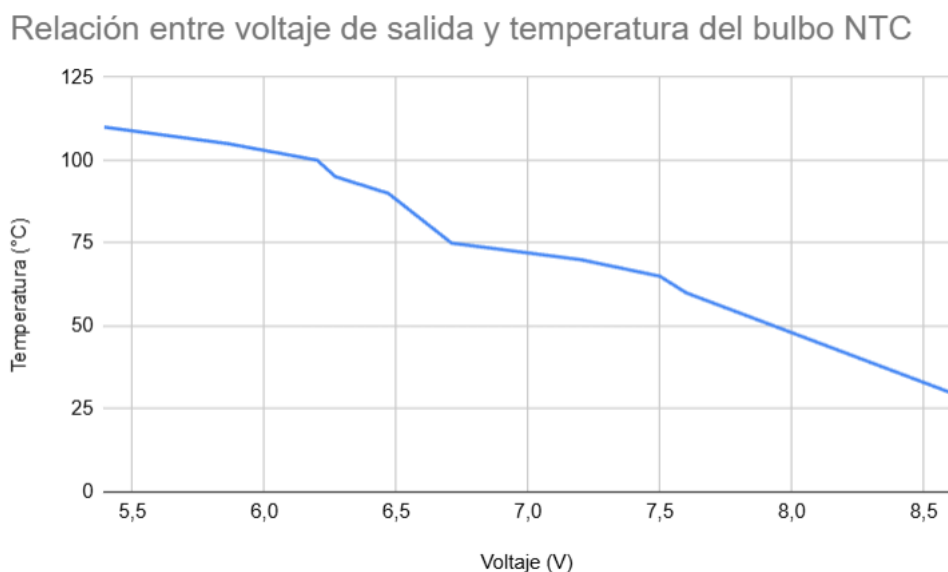


Figura 6: Gráfica de la relación entre voltaje de salida y temperatura del bulbo NTC.

Para la adquisición y procesamiento de los datos de temperatura mediante la ESP32, se utilizó un convertidor analógico–digital **ADS1115**, de 16 bits de resolución e interfaz I²C, fabricado por Texas Instruments. Este dispositivo está

diseñado para aplicaciones que requieren mediciones precisas de señales analógicas de bajo nivel, como sensores, sistemas embebidos o instrumentación electrónica.

El ADS1115 emplea un convertidor de tipo Delta-Sigma ($\Delta\Sigma$), que combina dos etapas principales:

- Un modulador $\Delta\Sigma$, encargado de transformar la señal analógica en una secuencia de pulsos de alta frecuencia proporcional a su amplitud.
- Un filtro digital, que procesa dicha secuencia y genera una salida digital estable y precisa de 16 bits.

Debido a que el bulbo de temperatura opera con tensiones comprendidas entre 0 V y 12 V, fue necesario adaptar esta señal al rango de 0 V a 3,3 V, compatible con la entrada del ADS1115. Para ello, se implementó un circuito basado en amplificadores operacionales que permite escalar y aislar la señal del sensor de forma segura y precisa.

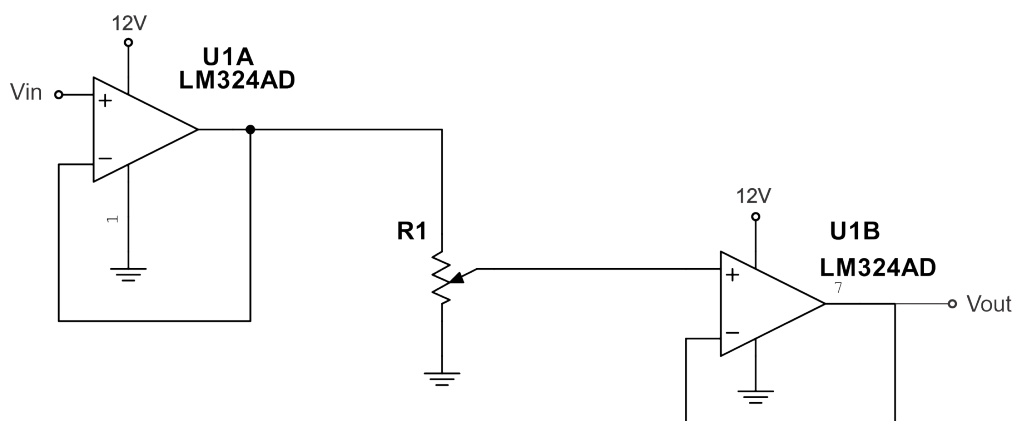


Figura 7: Esquema de conexión del circuito de adaptación.

La señal proveniente del bulbo ingresa al primer amplificador operacional (U1A), configurado como seguidor de tensión o buffer. En esta configuración, la ganancia es unitaria, por lo que la tensión de salida es igual a la de entrada. Gracias a su alta impedancia de entrada y baja impedancia de salida, esta etapa cumple dos funciones esenciales:

- Aislar eléctricamente el sensor del resto del circuito, evitando que sea afectado por la carga de las etapas posteriores.
- Proteger al bulbo frente a corrientes inversas o variaciones de carga, asegurando una señal estable y limpia para el procesamiento posterior.

La salida del primer operacional se conecta a un potenciómetro (R1) configurado como divisor de tensión entre la salida del buffer (0–12 V) y masa. Este potenciómetro actúa como un atenuador ajustable, permitiendo reducir de forma proporcional la señal hasta un nivel seguro dentro del rango de trabajo del ADS1115. De esta manera, se calibra el sistema para que la tensión de entrada del ADC no exceda los 3,3 V, protegiéndolo de posibles sobrevoltajes.

Finalmente, la salida del divisor se aplica a un segundo amplificador operacional (U1B), también configurado como buffer. Esta etapa adicional cumple las siguientes funciones:

- Aislar el divisor resistivo del ADC, evitando que la impedancia de entrada del convertidor afecte la tensión ajustada por el potenciómetro.
- Entregar una señal de baja impedancia al ADS1115, optimizando la precisión de la conversión analógica–digital.
- Reducir errores de lectura ocasionados por corrientes de entrada o interferencias eléctricas.

Se realizaron nuevamente mediciones de voltaje y temperatura, esta vez con el circuito de adaptación correctamente conectado y calibrado. A partir de estas mediciones, se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 2 y la Figura 8, donde se observa la relación entre la tensión de salida y la temperatura medida por el sensor.

Cuadro 2: Relación entre voltaje de salida (con circuito de adaptación) y temperatura del bulbo NTC.

Voltaje [V]	Temperatura [°C]
2.581	30
2.281	60
2.251	65
2.161	70
2.014	75
1.942	90
1.882	95
1.861	100
1.760	105
1.619	110

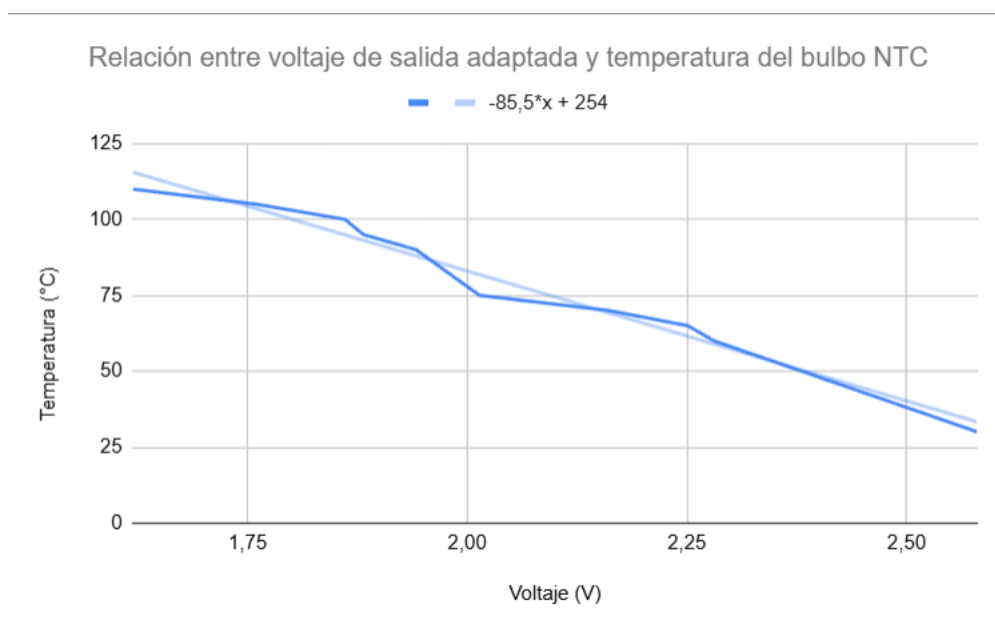


Figura 8: Relación entre voltaje de salida y temperatura con circuito de adaptación.

A partir de la gráfica obtenida, se calculó una línea de tendencia con el objetivo de linealizar la relación entre el voltaje de salida y la temperatura medida. El ajuste resultante se expresa mediante la siguiente ecuación lineal:

$$y = -85x + 254 \quad (2)$$

donde y representa la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y x el voltaje de salida (V) correspondiente.

Una vez obtenida la linealización de la señal, se realizaron pruebas de verificación de temperatura mediante un programa de control y monitoreo. Los resultados fueron visualizados a través del puerto serial y contrastados con las lecturas de un termómetro externo, de forma aproximada, ya que no es posible acceder directamente al líquido refrigerante del motor.

3.3. Integración y Montaje del Prototipo

Una vez completadas las pruebas individuales, se procedió a integrar todos los componentes sobre una placa de pruebas (*protoboard*), donde se realizó la primera verificación general del sistema completo. La prueba arrojó los resultados esperados, tras efectuar el ajuste y la calibración de ciertos parámetros en el código principal.

Con todos los módulos operando correctamente, se avanzó en el diseño de la placa electrónica definitiva. El esquema eléctrico general se muestra en la Figura 9, mientras que el diseño final de la placa de circuito impreso (PCB) se presenta en la Figura 10.

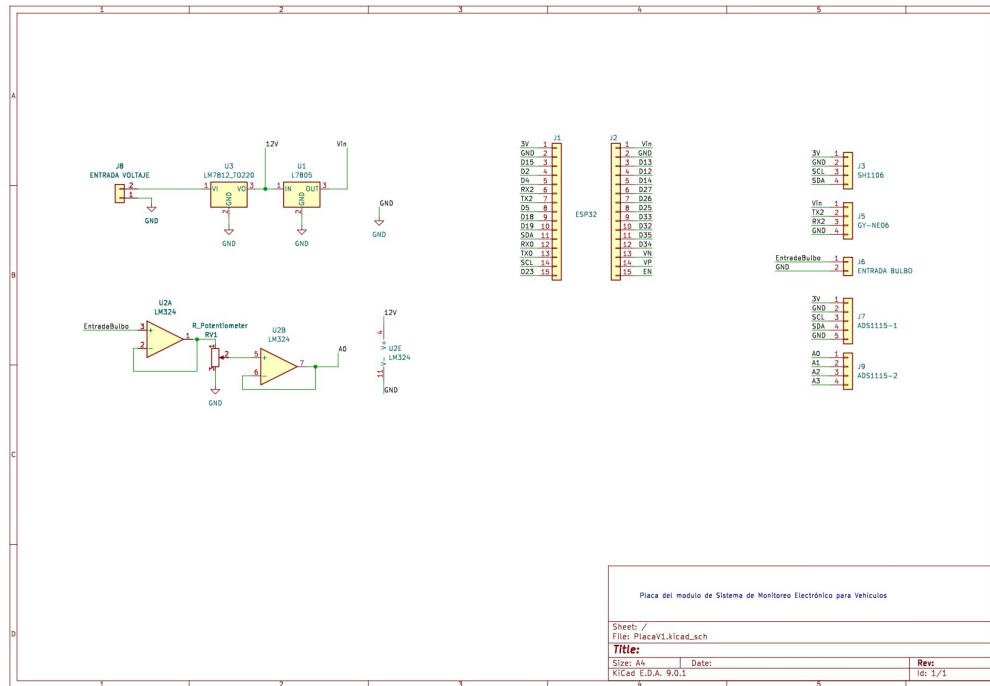


Figura 9: Esquema eléctrico completo del sistema.

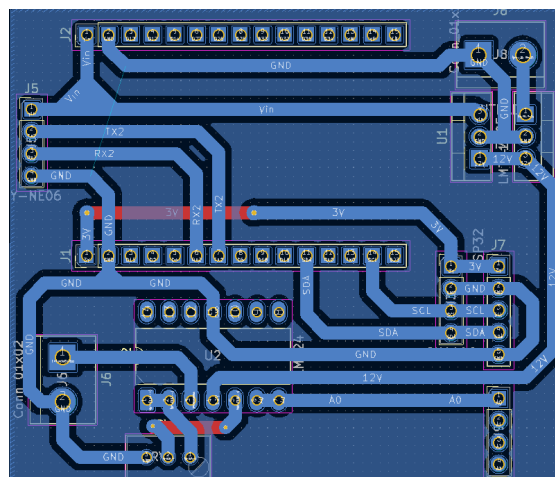


Figura 10: Diseño de la placa de circuito impreso (PCB).



Una vez finalizado el proceso de ensamblaje y soldadura, se efectuó una nueva verificación del funcionamiento integral del sistema, confirmando su correcto desempeño.

Para finalizar, se diseñó una caja contenedora para alojar todos los componentes del proyecto, garantizando su protección mecánica y una adecuada organización interna. En el frente del gabinete se ubicó la pantalla principal, permitiendo una visualización clara y directa de la información para el usuario.

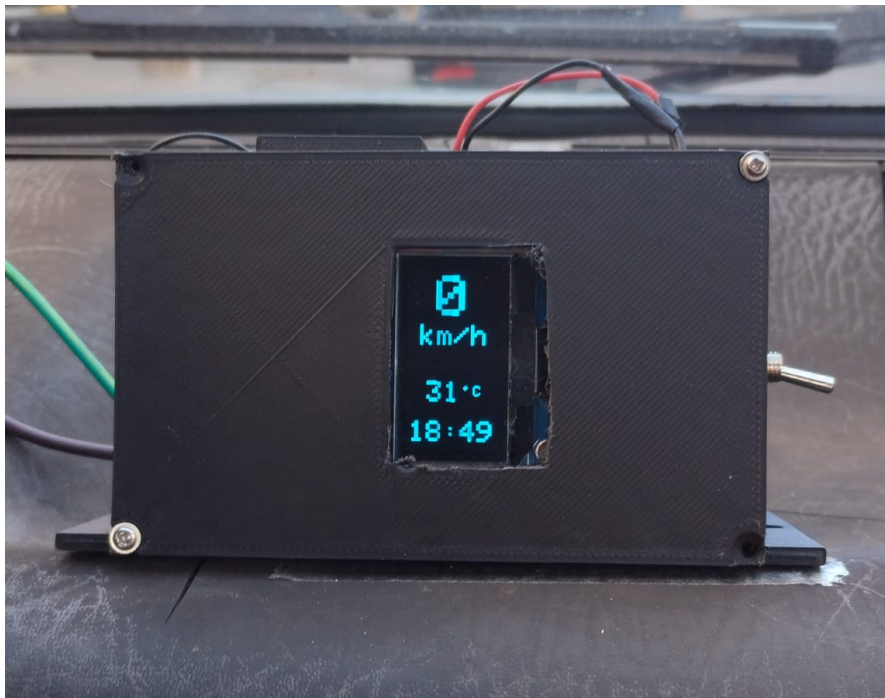


Figura 11: Montaje final del sistema con gabinete y pantalla frontal.

4. Conclusión

El desarrollo del sistema de adquisición y visualización de temperatura del motor y velocidad del vehículo permitió cumplir satisfactoriamente con los objetivos planteados. A través de la integración de sensores, un microcontrolador y una interfaz de visualización, se logró implementar un sistema funcional, confiable y de bajo costo, capaz de reemplazar o complementar instrumentos analógicos en vehículos de tecnología tradicional.

El empleo del microcontrolador *ESP32-WROOM-32* resultó adecuado por su versatilidad, capacidad de procesamiento y múltiples interfaces de comunicación, lo que facilitó la conexión simultánea de los distintos módulos. El sensor NTC del vehículo, junto con el convertidor analógico–digital *ADS1115*, permitió obtener mediciones precisas de temperatura, mientras que el módulo *GY-NEO6MV2* proporcionó información exacta sobre la velocidad y posición mediante tecnología GPS. La utilización de una pantalla OLED basada en el controlador *SH1106* ofreció una visualización clara y eficiente de los parámetros medidos, incluso en condiciones de baja iluminación.

Durante las pruebas se comprobó la estabilidad y fiabilidad del sistema, destacándose la correcta conversión y procesamiento de señales analógicas, así como la coherencia entre los datos obtenidos por los sensores y las mediciones de referencia. Además, la implementación demostró ser escalable, permitiendo la incorporación de futuras mejoras, como almacenamiento de datos, comunicación inalámbrica o integración con sistemas de diagnóstico vehicular.

Asimismo, el desarrollo de este proyecto permitió aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos en las asignaturas Medidas Electrónicas I y Medidas Electrónicas II, abarcando tanto la selección y calibración de sensores como el tratamiento de señales y la interpretación de resultados experimentales.

Para finalizar, todos los programas de testeo, códigos finales, esquemas de conexión y diseños de hardware se encuentran documentados y disponibles en el repositorio del proyecto [6], lo que facilita su reproducción, mejora y extensión por parte de otros estudiantes o desarrolladores interesados.

En conclusión, el proyecto cumplió con los objetivos propuestos, validando la viabilidad técnica del diseño y sentando las bases para el desarrollo de soluciones electrónicas orientadas a la modernización de vehículos mediante instrumentación digital precisa, estable y de fácil implementación.

5. REFERENCIAS

- [1] Espressif Systems. *ESP32 Technical Reference Manual*. 2023. Disponible en: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. Accedido en mayo de 2025.
- [2] Volkswagen. *Sensor de Temperatura NTC para VW Senda*. 2025. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-760016871-bulbo-temp-vw-gol-senda-parati-saveiro-uno-regata-duna-JM>. Accedido en mayo de 2025.
- [3] Texas Instruments. *ADS111x Ultra-Small, Low-Power, 16-Bit ADCs with Internal Reference and PGA*. 2024. Disponible en: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1115.pdf>. Accedido en mayo de 2025.
- [4] u-blox. *NEO-6 u-blox 6 GPS Module*. 2021. Disponible en: [https://content.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_\(GPS.G6-HW-09005\).pdf](https://content.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_(GPS.G6-HW-09005).pdf). Accedido en mayo de 2025.
- [5] Sino Wealth. *SH1106 OLED Driver IC Datasheet*. 2021. Disponible en: <https://www.pololu.com/file/0J1813/SH1106.pdf>. Accedido en octubre de 2025.
- [6] Agostini Emiliano, Cortesse Agustin. *Sistema de Monitoreo Electrónico para Vehículos — Repositorio GitHub*. 2025. Disponible en: <https://github.com/emilianoagostini14/Sistema-de-Monitoreo-Electronico-para-Vehiculos>.