UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

SISTEMA IOT INDUSTRIAL PARA LA GESTIÓN DE DATA DE UN GRUPO ELECTRÓGENO

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero en Electrónica y Automatización

AUTORES: Lenin Isaías Santillán Mancilla

Hernán Sebastián Peñafiel Herrera

TUTOR: Andrés Sebastián Calero Calero

Quito – Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DETITULACIÓN

Nosotros, Lenin Isaías Santillán Mancilla con documento de identificación N°1725666620 y Hernán Sebastián Peñafiel Herrera con documento de identificación N° 1726182247; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar demanera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 21 de Abril del año 2025

Atentamente,

Lenin Isaías Santillán Mancilla	Hernán Sebastián Peñafiel Herrera
1725666620	1726182247

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DETITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Lenin Isaías Santillán Mancilla con documento de identificación No.1725666620 y Hernán Sebastián Peñafiel Herrera con documento de identificación No.1726182247, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documentocedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: "Sistema IOT Industrial Para La Gestión de Data de un Grupo Electrógeno", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Electrónica y Automatización, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 21 de Abril del año 2025

Atentamente,

Lenin Isaías Santillán Mancilla	Hernán Sebastián Peñafiel Herrera
1725666620	1726182247

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Andrés Sebastián Calero Calero con documento de identificación N° 1719252346 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro quebajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "SISTEMA IOT INDUSTRIAL PARA LA GESTIÓN DE DATA DE UN GRUPO ELECTRÓGENO", realizado por Lenin Isaías Santillán Mancilla con documento de identificación N° 1725666620 y por Hernán Sebastián Peñafiel Herrera con documento de identificación N° 1726182247, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 21 de Abril del año 2025

Atentamente,

Ing. Andrés Sebastián Calero Calero Msc.
1719252346

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante, fuente de inspiración y fortaleza en cada paso de este camino académico.

A mis amados padres. Este logro académico es un testimonio de su inmenso apoyo y amor, y me llena de orgullo honrarlos de esta manera. Gracias por ser los faros en mi vida que iluminan mi camino hacia el conocimiento y por inculcarme la importancia del trabajo duro y la dedicación. Esta tesis es un tributo a su legado y a la eterna admiración que siento por ustedes. Los amo profundamente.

A mi hermana Alina, mi confidente y motor en la vida. Tus risas contagiosas y tu energía han sido mi refugio y motivación para superar cada obstáculo. Este logro es tanto mío como tuyo.

A mis queridos abuelos, quienes con su amor incondicional han sido una fuente inagotable de inspiración en mi vida. Sus enseñanzas, su ejemplo de perseverancia y su apoyo inquebrantable han sido fundamentales para alcanzar esta meta.

A quienes con su apoyo, cariño y motivación han trascendido los lazos de sangre y se han convertido en familia.

Sebastián Peñafiel

DEDICATORIA

A Dios, cuya guía ha iluminado mi sendero incluso en los momentos de mayor incertidumbre. Por su amor infinito y su fuerza, que han sido el faro en mi camino.

A mis queridos padres, Lenin y Mercy, por su amor incondicional, su paciencia infinita y cada sacrificio que han hecho para que este día sea una realidad. Gracias a su esfuerzo incansable, su guía y su apoyo inquebrantable, hoy culmino mi carrera con una profunda felicidad y orgullo. Me enseñaron con su ejemplo que el esfuerzo, la integridad y la perseverancia son el camino hacia cualquier meta, y aunque no ha sido un camino fácil, cada desafío fue más llevadero gracias a su confianza en mí y al amor con el que me han acompañado en cada paso. Saber que han dado tanto para que yo pudiera alcanzar mis sueños me llena de gratitud y emoción. Este logro es mío, pero el verdadero triunfo es de ustedes, porque sin su dedicación, sus desvelos y su fe en mi capacidad, este momento no sería posible. Me siento inmensamente orgulloso de ser su hijo y de poder retribuir, con esta meta cumplida, un poco de todo lo que han hecho por mí.

A mi querida abuela Julia, por su amor incondicional, su sabiduría y cada palabra de aliento que me ha acompañado en este camino. Su apoyo y enseñanzas han sido fundamentales para alcanzar este logro. Hoy, este triunfo también es suyo, porque su amor ha sido mi mayor inspiración.

A mi querido tío Duffer, por ser un pilar fundamental en mi vida y en nuestra familia. Desde mi niñez, su apoyo incondicional y su presencia han sido esenciales para el bienestar de mi madre y mío. Este logro también es suyo, porque su generosidad y amor han dejado una huella imborrable en mi camino.

A mis amigos, quienes con su compañía, aliento y risas han hecho de este viaje una experiencia más llevadera. Por su amistad sincera, por estar en los momentos de desafío y en los de celebración.

Isaías Santillán

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN 1

ABSTRACT 2

INTRODUCCIÓN 3

CAPÍTULO 1 5

ANTECEDENTES 5

1.1 Descripción del problema 5

1.2 Justificación 7

1.3 Objetivos 8

1.3.1 Objetivo general 8

1.3.2 Objetivos específicos 8

CAPÍTULO 2 10

2 MARCO TEÓRICO 10

2.1 Software para equipos telemáticos 10

2.1.1 UNUM Genset 11

2.2 Gateway CanUP Genset 12

2.3 Grupo electrógeno 13

2.4 Sensor de nivel de combustible DUT-E CAN 15

2.5 Medidor de Flujo DFM 500D CAN 16

2.6 Lector sin contacto FMS CANCocodrile 16

2.7 Adaptador de Servicio S6 SK 17

2.8 Módulo de control DEEP SEA DSE 7410 MKII 18

2.9 Otros elementos (Cables y extensión) 19

2.10 Protocolos de comunicación 20

2.10.1 DSEGENCOMM PROTOCOL 20

2.10.2 CAN J1939/S6 21

CAPÍTULO 3 22
3 DISEÑO Y CALIBRACIÓN DE SISTEMA IOT PARA GESTIÓN DE GRUPO ELECTRÓGENO 22
3.1 Requisitos y equipos necesarios 22
3.2 Diseño arquitectónico del sistema centralizado de datos 22
3.3 Instalación, configuración y calibración de red de sensores 26
3.3.1 Sensor de nivel de combustible DUT-E CAN 26
3.3.2 Inspección exterior antes de proceder. 26
3.3.3 Toma de medidas tanque de combustible. 26
3.3.4 Instalación de orificio especial para sensor. 27
3.3.5 Corte de la parte de medición según la profundidad del tanque. 28
3.3.6 Instalación del filtro de malla y la fijación del sensor. 28
3.3.7 Conexión DUT-E CAN con Adaptador de servicio. 29
3.3.8 Interface de software. 30
3.3.9 Configuración sensor DUT-E CAN. 30
3.3.10 Calibración del sensor DUT-E CAN. 31
3.3.11 Calibración del tanque de combustible. 32
3.3.12 Comprobación de una correcta medición del sensor DUT-E. 33
3.3.13 Medidor de flujo 34
3.3.14 Evaluación del estado del consumidor de combustible y evaluación de instalación. 34
3.3.15 Esquema de instalación del medidor de flujo diferencial. 35
3.3.16 Conexión DFM con Adaptador de servicio. 36
3.3.17 Interface de software. 36
3.3.18 Configuración medidor del Flujo DFM. 37
3.3.19 Adaptación a las condiciones de explotación. 37
3.3.20 Gateway CANUp 27 Genset 39
3.3.21 Elección, designación y aplicación. 39

3.3.22 Características de interfaz consecutiva RS-485 40
3.3.23 Restricciones de instalación de CANUp Genset. 40
3.3.24 Instalación de la tarjeta SIM. 40
3.3.25 Conexión CANUp 27 Genset con Adaptador de servicio. 41
3.3.26 Interface de software y validación de conexión. 41
3.3.27 Ajuste de conexión a través de la interface CAN J1939/S6 42
3.3.28 Ajuste de conexión a través de la interface consecutiva RS-485 43
3.3.29 Adquisición de datos módulo de control – CANUp genset mediante protocolo RS485. 44
3.3.30 Adquisición de datos por CANBUS 47
3.3.31 Generación de informes 48
3.4 Utilización de UNUM Genset 50
3.4.1 Autorización del usuario 50
3.4.2 Interfaz de la ventanilla principal de monitoreo 50
3.4.3 Gestión de Objetos 54
3.4.4 Gestión de Modelos de paneles 57
3.4.5 Gestión de Modelos de informes 61
3.5 Beneficios de UNUM Genset frente a otras plataformas de servicio IOT. 64
CAPÍTULO 4 65
4 DESARROLLO DE PRUEBAS 65
4.1 Desarrollo de pruebas de sensores y medidores del sistema centralizado. 65
4.1.1 Sensor de nivel combustible 65
4.1.2 Detección de presencia de agua sensor DUT-E 65
4.1.3 Toma de medidas sensor DUT-E 66
4.1.4 Prueba de funcionamiento de medidor de flujo DFM vs DUT-E CAN ... 67
4.1.5 Consumo de medidor de combustible DFM vs DUT-E CAN 67
4.2 Desarrollo de pruebas del sistema centralizado de gestión de data 69

4.2.1 Prueba de pérdida o desclasificación por altitud 69

4.2.2 Comprobación de lectura de parámetros del grupo electrógeno al servidor telemático 71

4.2.3 Pruebas de funcionamiento del grupo electrógeno en vacío 71

4.2.4 Pruebas de funcionamiento al 25% de la carga nominal del grupo electrógeno 73

4.2.5 Pruebas de funcionamiento al 50% de la carga nominal del grupo electrógeno 76

4.2.6 Visualización de dashboards en aplicación UNUM GENSET mobile..... 77

4.3 Gestión de data planta nube 80

4.3.1 Medición de tiempos de latencia 80

CAPÍTULO 5 81

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 81

5.1 Conclusiones 81

5.2 Recomendaciones 82

Bibliografía 83

Anexos 87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Plataforma UNUM Genset.....11
Figura 2.2. Gateway para IOT..... 12
Figura 2.3. Grupo electrógeno FG Wilson P313-5..... 13
Figura 2.4. Partes de un grupo electrógeno..... 14
Figura 2.5. Sensor de nivel de combustible..... 15
Figura 2.6. Medidor de flujo DFM 500D CAN 16
Figura 2.7. Lectores sin contacto..... 17
Figura 2.8. Interfaz digital S6 SK..... 18
Figura 2.9. Módulo de control DEEP SEA DSE 7410 MKII..... 18
Figura 2.10. Protocolo de comunicación Gencomm 20
Figura 2.11. Protocolo de comunicación CANJ1939/S6..... 21
Figura 3.1. Arquitectura del sistema para gestión del grupo electrógeno 24
Figura 3.2. Flujograma del esquema del proyecto 25
Figura 3.3. Datasheet de la máquina 26
Figura 3.4. Toma de medidas..... 27
Figura 3.5. Colocación de adhesivo de patrones de orificio..... 27
Figura 3.6. Colocación de placa de goma y soporte de ajuste del sensor..... 27
Figura 3.7. Corte de la parte de medición de DUT-E CAN y enjuagar el corte con combustible..... 28
Figura 3.8. Tubo de medición..... 28
Figura 3.9. Instalación de filtro de malla..... 28
Figura 3.10. Secuencia de fijación DUT-E CAN 29
Figura 3.11. Servicio S6 SK 29
Figura 3.12. Conexión del sensor mediante S6 SK..... 29
Figura 3.13. Ventana principal de la interface Service S6 DUT-E..... 30
Figura 3.14. Configuración sensor DUT-E CAN 31
Figura 3.15. Calibración sensor DUT-E CAN..... 31
Figura 3.16. Proceso de calibración de sensor Empty y Full. 32
Figura 3.17. Calibración del tanque de combustible en el software..... 33
Figura 3.18. Comprobación de correcta medición del sensor DUT-E..... 34
Figura 3.19. Para medidor de flujo diferencial..... 35
Figura 3.20. Al medidor diferencial 35
Figura 3.21. Esquema de instalación del medidor de flujo diferencial 36

Figura 3.22. ServiceS6 DFM 36
Figura 3.23. Interface software Service S6 DFM 36
Figura 3.24. Configuración medidor del flujo DFM 37
Figura 3.25. Adaptación a condiciones de explotación 38
Figura 3.26. Uso de la configuración 60Hz Standby 38
Figura 3.27. Valores del consumo de combustible horario en los modos de funcionamiento 39
Figura 3.28. Ejemplificación del Gateway CANUp Genset grupos electrógenos diésel 39
Figura 3.29. Forma correcta de instalación de tarjeta SIM en CANUp 41
Figura 3.30. Service CANUp 7.16 41
Figura 3.31. Ventana principal de interface Service CANUp 41
Figura 3.32. Ajuste de conexión a través de la interface CAN J1939/S6 42
Figura 3.33. Ajuste de conexión a través de la interface consecutiva RS-485 43
Figura 3.34. Dirección de página del registro "*Engine Battery Voltage*" 45
Figura 3.35. Número de registro del parámetro "*Engine Battery Voltage*" 45
Figura 3.36. Registro de valores en el software CANUp 46
Figura 3.37. Adquisición de datos por CANBUS 48
Figura 3.38. Identificación de generación de informes 49
Figura 3.39. Tiempo de envío de informes 49
Figura 3.40. Generación de informes 49
Figura 3.41. Ventanilla de la autorización del usuario a la entrada en UNUM Genset. 50
Figura 3.42. Interfaz de la Ventanilla principal de monitoreo de UNUM Genset 50
Figura 3.43. Selección del Modelo del panel en la pestaña Dashboards (Paneles) 51
Figura 3.44. Selección del Modelo del informe 52
Figura 3.45. Selección de SPN para analizar gráficas múltiples del cambio de los parámetros durante el período de tiempo indicado en la pestaña Analytics. 52
Figura 3.46. Pestaña Management disponible a la utilización del Superadministrador del parque. 53
Figura 3.47. Creación de un nuevo Objeto 54
Figura 3.48. Edición del equipamiento del Objeto 55
Figura 3.49. Edición de parámetros del Objeto 55
Figura 3.50. Edición de mantenimiento del Objeto 56
Figura 3.51. Selección de Tareas del Objeto 57

Figura 3.52. Selección de la ventana Dashboard..... 58
Figura 3.53. Ícono para crear un modelo del panel en Tarea necesaria..... 58
Figura 3.54. Ejemplo creación de widgets para visualización en la dashboard 59
Figura 3.55. Especificación de widgets para visualización en la dashboard..... 59
Figura 3.56. Conjuntos de aplicaciones seleccionados para el monitoreo del Objeto .. 59
Figura 3.57. Edición de widgets – parámetro singular..... 60
Figura 3.58. Edición de widgets – parámetro categórico 61
Figura 3.59. Selección de la ventana Reports..... 62
Figura 3.60. Conjunto de elecciones para crear un modelo del panel en Tarea necesaria 62
Figura 3.61. Conjunto de elecciones del ícono SPN 63
Figura 3.62. Ajuste de la aplicación para visualización de parámetro y título..... 63
Figura 3.63. Guardado de los datos introducidos..... 63
Figura 4.1. Colocación de agua y sensor en botella de combustible..... 65
Figura 4.2. Dashboard de diagnóstico de presencia de agua..... 66
Figura 4.3. Dashboard de volumen nivel de combustible 67
Figura 4.4. Dashboard de registro del valor consumido..... 68
Figura 4.5. Dashboard consumo real combustible 68
Figura 4.6. Dashboard de nivel de combustible en tanque diario 69
Figura 4.7. Módulo de control en vacío 72
Figura 4.8. Visualización de parámetros en Dashboard 73
Figura 4.9. Capturas de pantalla del módulo de control al 25% de carga 74
Figura 4.10. Dashboard de funcionamiento al 25% 75
Figura 4.11. Capturas de pantalla del módulo de control al 50% de carga 76
Figura 4.12. Dashboard de funcionamiento al 50% 76
Figura 4.13. Visualización de dashboard Engine Parameters from ECM 78
Figura 4.14. Visualización de dashboard DUT-E Measure & Consuption..... 78
Figura 4.15. Visualización de dashboard DFM Fuel Consuption 79
Figura 4.16. Visualización de dashboard Generatos events 79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Cables y extensión 19
Tabla 3.1. Tabla de calibración del tanque de combustible 32
Tabla 3.2. Direcciones y registros MODBUS..... 44
Tabla 3.3. Formato tabla de registro de valores RS-485..... 44

RESUMEN

Hoy en día las industrias presentan déficit de gestión de activos debido a altos costos, mantenimientos inadecuados, falta de precisión en sistemas tradicionales, entre otros. Otro aspecto es la falta de control de combustible en sistemas de almacenamiento, en los cuales robar por galón se vuelve algo despreciable para los sistemas de monitoreo tradicionales, pero, implementando un sistema preciso y efectivo ayudaría en el control de activos de manera eficiente. Es por ello, que se diseñó un sistema para la gestión de un grupo electrógeno mediante el uso de red de sensores como medidor de nivel de combustible DUT-E CAN, medidor de flujo DFM y CANUp. El objetivo general se enfocó en integrar tecnologías telemáticas para la gestión de la data de un grupo electrógeno mediante tecnologías de IOT industrial. Esta idea surge porque hay falencias al monitorear y gestionar eficientemente los equipos, específicamente por el consumo de combustible real. La metodología se basó en método de investigación aplicada, deductivo y experimental para verificación del funcionamiento del sistema. En los resultados se encontró la implementación de comunicación bidireccional, desarrollo del sistema previa instalación y configuración de CANUp 27 Genset, sensor nivel de combustible DUT-E, medidor de flujo de combustible DFM, DeepSea 7410 MKII y lector sin contacto FMS Cocodrile. En las pruebas de campo realizadas al sensor de nivel de combustible, medidor de flujo, funcionamiento del grupo electrógeno en vacío, al 25% y 50%; así como monitorear tiempos de latencia; demostrando el funcionamiento de los elementos del sistema de IIoT.

Palabras clave: IOT, electrógeno, combustible, protocolos, bidireccional.

ABSTRACT

Today, industries face asset management deficits due to high costs, inadequate maintenance, and a lack of accuracy in traditional systems, among others. Another issue is the lack of fuel control in storage systems, where fuel theft by the gallon becomes negligible for traditional monitoring systems. However, implementing an accurate and effective system would help in efficient asset management control. Therefore, I designed a system for generator set management using a sensor network such as the DUT-E CAN fuel level meter, the DFM flow meter, and the CANUp. The overall objective focused on integrating telematics technologies to manage generator set data using industrial IoT technologies. This idea arose because there are shortcomings in the efficient monitoring and management of equipment, specifically related to actual fuel consumption. The methodology was based on applied, deductive, and experimental research methods to verify the system's operation. The results revealed the implementation of bidirectional communication, system development prior to the installation and configuration of a CANUp 27 Genset, a DUT-E fuel level sensor, a DFM fuel flow meter, a DeepSea 7410 MIKI, and a FMS Cocodrile contactless reader. Field tests included the fuel level sensor, flow meter, generator set operation at idle, 25%, and 50%, and latency monitoring, demonstrating the operation of the IIoT system elements.

Keywords: IoT, generator, fuel, protocols, bidirectional.

INTRODUCCIÓN

En un entorno cambiante e industrializado, donde la continuidad energética es cada vez más importante, la disponibilidad y eficiencia de los grupos electrógenos son fundamentales para garantizar la operatividad en diversos sectores. Recientemente, el Ecuador ha atravesado cortes de energía que ha afectado tanto a los hogares como las organizaciones, pues, a nivel empresarial ha provocado pérdidas económicas debido a que no han podido respaldar los activos por cortes repentinos y posteriormente programados hasta por más de 14 horas.

Frente a esta problemática, el uso de grupos electrógeno y el suministro eléctrico son de vital importancia en estas situaciones. No obstante, es importante que se intervenga a través de mantenimientos correctivos donde la máquina quede inoperativa por algunos días. La falta de intervención oportuna podría conllevar al incremento de costos de reparación, daños en la producción y la prestación de servicios. Es por ello, que se estableció un proyecto que ayude a controlar y medir el nivel de combustible de grupos electrógenos, de tal forma que se asegure la continuidad de las operaciones. En paralelo, se contribuye a disminuir fallos y mejorar la eficiencia del uso de recursos.

El presente trabajo de investigación se realizó con el fin de integrar tecnologías telemáticas para la gestión de la data de un grupo electrógeno mediante tecnologías de IOT industrial. Los objetivos específicos fueron, investigar en fuentes bibliográficas y repositorios digitales la integración e implementación de IOT para el manejo de grupos electrógenos; desarrollar una comunicación bidireccional planta nube para la gestión de la data en tiempo real mediante plataforma IOT; desarrollar un sistema centralizado de datos para la vinculación de parámetros de un grupo electrógeno mediante puerta de enlace y comunicación CAN J1939 y RS485; y, verificar la integración de tecnologías implementadas en grupo electrógeno para su validación mediante pruebas de campo.

A fin de cumplir con este propósito se desarrollaron los capítulos que se mencionan a continuación:

Capítulo I: contiene los antecedentes de la investigación, se presenta la descripción del problema, justicias, y objetivos.

Capítulo II: desarrolla los aspectos teóricos, lo temas que se abordan corresponden al servidor telemático, Gateway, grupo electrógeno, sensor de nivel de combustible, medidor de flujo, convertidor, lector sin contacto, módulo de control, otros elementos y protocolos de comunicación.

Capítulo III: expone el diseño y calibración del sistema IOT para gestión de grupo electrógeno. Presenta lo referente a los requisitos y equipos necesarios, desarrollo del sistema de datos y la instalación, configuración y calibración de red de sensores, así como utilización de UNUM Genset.

Capítulo IV: corresponde al desarrollo de pruebas en el sensor de nivel de combustible (detección de presencia de agua sensor DUT-E y toma de medidas) y consumo de medidor de flujo de combustible. Luego se presenta las pruebas del sistema centralizado de gestión de datos como la pérdida por altitud, comprobación de lectura de parámetros del grupo electrógeno (al vacío, 25%, 50%, dashboard), incluyendo gestión de data planta nube (medición y control de tiempo de latencia).

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones respectivas, tomando en cuenta los objetivos planteados inicialmente.

CAPÍTULO 1
ANTECEDENTES

1.1 Descripción del problema

Comúnmente, el monitoreo y control de grupos electrógenos se realiza de forma manual. Es por ello, que las industrias contratan operadores que verifican el estado de estas máquinas periódicamente. Dentro de estos se verifica el control de líquidos (aceite, refrigerante, combustible), controles visuales (motor y alternador), revisión de fugas y un encendido de forma manual en vacío para el monitoreo de parámetros (presión de aceite, temperatura y voltaje), representando un proceso laborioso y propenso a errores. Todos estos parámetros podían ser monitoreados con la instrumentación análoga presente en el panel de control del grupo electrógeno. Con el tiempo, se implementaron módulos de control que permitieron ahorrar espacio en el panel de control y de alguna manera la automatización básica de ciertas funciones, como el arranque y paro del equipo ante fallos de la red eléctrica.

Hoy en día, la mayoría de las industrias en desarrollo operan grupos electrógenos para alimentar sus estaciones base, ya que el suministro de red eléctrica pública no es fiable o porque ocurren cortes inesperados de energía. Estas máquinas son una herramienta fundamental puesto que garantizan el flujo continuo y suministro confiable de energía en las diversas aplicaciones de operación crítica, esto contribuye de manera significativa al desarrollo económico del Ecuador.

Es por esto que la generación de energía mediante grupos electrógenos y generadores es un punto clave dentro de la industria ya que es así como se suple las necesidades energéticas en casos de fallos de la red pública de suministro eléctrico. Sin embargo, el monitoreo de estos equipos para una gestión eficiente y sostenible plantea retos significativos, en especial en el consumo de combustible real del equipo y a su vez la reducción de emisiones contaminantes (Bohórquez, 2022).

En este contexto, se ha buscado integrar métodos de control y monitoreo con el fin de optimizar la operación y productividad de sus procesos y reducir la cantidad de tiempo que se dedica a las visitas rutinarias de mantenimiento, especialmente para recargas de

diésel. La mayor parte de las empresas utilizan como único medio de gestión y monitoreo el módulo de control que se incorpora por defecto en el grupo electrógeno donde las industrias se rigen a los parámetros que este indica. Aun así, esta solución no brinda un monitoreo completo de parámetros críticos como consumo real de combustible, las horas de trabajo y la respuesta ante fallos (Guin y Illesca, 2022).

Uno de los problemas más significativos que se pueden presentar las compañías que emplean grupos electrógenos es la falta de parámetros en el monitoreo de sus equipos. La mayor parte de los fallos presentados por grupos electrógenos corresponden a fallos en el arranque y fallos a nivel de presión de aceite, esto representa el 55% de las complicaciones que presentan estos equipos (Llamuca, 2022).

Pese a esta incidencia de fallos se mantienen estos métodos de monitoreo para gestionar los grupos electrógenos como lo son las alarmas las cuales son configuradas en el módulo de control, estas notifican sobre determinados parámetros del grupo electrógeno, pero no brindan un monitoreo eficiente y detallado sobre los acontecimientos del motor. Adicionalmente, estos sistemas de monitoreo clásicos no ofrecen una integración con sistemas de gestión de datos más avanzados; esto solo limita la capacidad de identificar problemas, fallos y resolverlos (Ramírez, 2024).

Además, muchos sistemas tradicionales dependen de módulos de control que solamente permiten la visualización de datos en sitio donde se encuentra el generador. Esto implica que los operadores deben trasladarse presencialmente para obtener información sobre el estado de la máquina, lo que representa una desventaja en instalaciones remotas.

A pesar de los avances en la automatización y desarrollo en los controladores algunos permiten registrar eventos básicos como arranques y paros del grupo electrógeno, en muchos casos no se cuenta con una integración completa de variables importantes relacionados con el consumo de combustible en función de la carga, eficiencia del motor y estado del alternador. Esta falta de datos integrados dificulta la optimización operativa y la planificación de mantenimientos preventivos.

El ahorro de combustible es otro de los principales desafíos en el funcionamiento del motor y este se enfrenta a diario. Consumir combustible sin eficiencia puede afectar a la

competitividad y la productividad de una empresa y tener un impacto negativo en el balance final (Landeta, 2022). La gestión eficiente del combustible dentro de este tipo de negocios es un tema de relevancia, ya que el gasto en este recurso puede representar hasta el 30% de los costos operativos dependiendo de la capacidad del motor; y a su vez es el costo de mayor incidencia dentro del ciclo de uso del grupo electrógeno (Díaz et al., 2023).

Esto y un sin número de factores son los que se afectan a los grupos electrógenos como hábitos de mantenimiento, ubicación y entorno del grupo electrógeno y falta de datos que permitan una mejora en la gestión del equipo. Pero la eficiencia no solo se trata de aprovechar de manera más rentable cada litro de combustible, sino también de llevar un monitoreo constante y preciso sobre los acontecimientos del grupo electrógeno (Samamé, 2024).

1.2 Justificación

El impacto económico generado por los cortes de luz en Ecuador ha ascendido a pérdidas de 700 a 1.200 millones de dólares, donde dos de cada tres empresas tuvieron la capacidad de hacer frente a los apagones, pues, adquirieron tanto grupos electrógenos, generadores o sistema tradicional; por ende, 8 de cada 10 negocios se quedaron sin respaldo ni control integral de sus activos frente apagones (La Hora, 2024). Los costos de un sistema tradicional podrían llegar hasta los 5.000 dólares (Revelo, 2024).

Por lo tanto, el desarrollo de un sistema integral IOT industrial ofrece una solución innovadora para mejorar la seguridad y eficiencia en la gestión de grupos electrógenos (Vallejos, 2022).

Implementar este tipo de tecnologías para el análisis parámetros críticos en tiempo real, permite a las empresas tener un control preciso sobre sus activos, identificar anomalías y tomar medidas preventivas de manera oportuna. Además, la capacidad de realizar un control de encendido y apagado remoto del máquina a través de la plataforma IOT y/o mensajes de texto proporciona una medida adicional de seguridad contra emergencias y Seguridad contra fallas de los equipos electrógenos. Este enfoque no solo ayuda a reducir las pérdidas económicas asociadas a fallos con los motores, sino que también contribuye

a mejorar la seguridad operativa al prevenir futuros fallos del grupo electrógeno (Technoton, 2023).

En la tecnología actual, los dispositivos de comunicación telemática han comenzado a tomar una parte importante de la vida diaria y están creciendo rápidamente por su bajo consumo de energía y por su comunicación rápida y segura. Hoy en día, la tecnología electrónica desarrollada para estos equipos se está volviendo imprescindible respecto a las necesidades de los clientes (Riveros, 2022).

Los sistemas IOT industriales son la vía fundamental por la que los “objetos inteligentes” se comunican entre ellos y hacia Internet. En este sentido, se desarrolla un sistema de monitoreo, gestión y eficiencia para grupos electrógenos enfocado en centralizar la información del conjunto motor - alternador que permita obtener un control integral de la máquina, además se integra un sistema de bloqueo remoto para prevenir fallos, todo esto en tiempo real. Al permitir informes de seguimiento y consulta de datos históricos, los operarios de los grupos electrógenos pueden mantener una constante supervisión de los acontecimientos recientes y pasados que permita la tomar decisiones sobre los acontecimientos del equipo de manera remota (Rebutti y Sánchez, 2022). Los datos se envían a un servidor telemático en la nube mediante un gateway GPS.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Integrar tecnologías telemáticas para la gestión de la data de un grupo electrógeno mediante tecnologías de IOT industrial

1.3.2 Objetivos específicos

- Investigar en fuentes bibliográficas y repositorios digitales la integración e implementación de IOT para el manejo de grupos electrógenos.

- Desarrollar una comunicación bidireccional planta nube para la gestión de la data en tiempo real mediante plataforma IOT.

- Desarrollo un sistema centralizado de datos para la vinculación de parámetros de un grupo electrógeno mediante puerta de enlace y comunicación CAN J1939 y RS485.

- Verificar la integración de tecnologías implementadas en grupo electrógeno para su validación mediante pruebas de campo.

CAPÍTULO 2
MARCO TEÓRICO

2.1 Software para equipos telemáticos

Un servidor telemático es una aplicación que responde a solicitudes provenientes de navegadores web, proporcionando los recursos solicitados a través de un determinado protocolo de comunicación; estos tienen como característica principal el intercambio de información entre los dispositivos o nodos conectados a la red, en los servidores telemáticos los servicios más comunes son el alojamiento web y alojamiento de datos (Palma, 2020).

A decir de Rockwood (2020) se trata de un sistema informático que ayuda a proporcionar servicios de comunicación y procesamiento mediante redes. Las características pueden ser la conectividad, procesamiento de información, seguridad y escalabilidad.

- Conectividad: se conecta mediante redes privadas virtuales o Internet.
- Procesamiento de información: procesan y almacenan gran cantidad de datos.
- Seguridad: contar con medidas de seguridad robusta para la protección de datos y evitar accesos no autorizados.
- Escalabilidad: se adaptan a cambios en la demanda del servicio.

En cuanto a las ventajas de un servidor telemático son las siguientes:

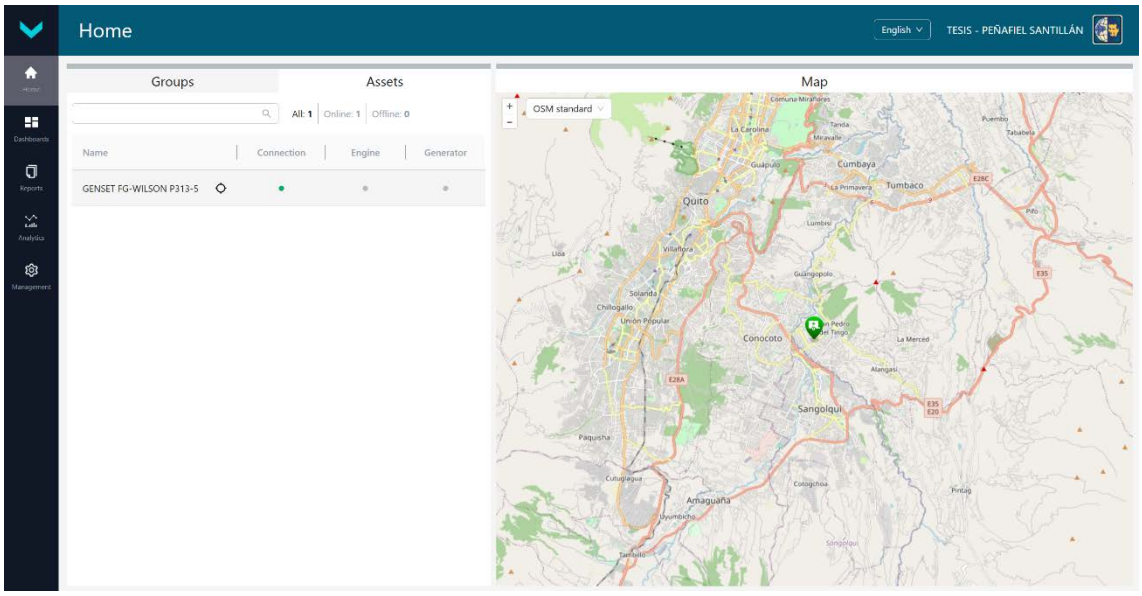
- Posibilidad de acceder de manera remota a los servicios.
- Se puede efectuar actualizaciones automáticas de los servidores.
- Permite el análisis y monitoreo de las actividades del servidor para identificar problemas y optimizar el rendimiento.
- Posibilidad de recuperar información ante desastres con la finalidad de asegurar los datos y que estén disponibles en caso de interrupción.
- Disponibilidad de datos de manera permanente.
- Flexibilidad para la configuración y personalización según las necesidades de la organización o proyecto.

2.1.1 UNUM Genset

Es un servidor telemático o plataforma desarrollada por la empresa Technoton, el cual está destinado a la recepción de los informes de a bordo vía Internet y su tratamiento a la demostración de los datos operativos sobre el trasfondo del mapa de la región, a la compilación de información en una base de datos y preparación de informes analíticos a petición del usuario (Technoton, 2022). Las principales ventajas de este servidor son los siguientes:

- Posibilidad de visualizar información de los grupos electrógenos mediante geolocalización, parámetros eléctricos y combustible para la supervisión.
- Envía alertas de fallas mediante correo electrónico y mensajes de texto.
- Se tiene información del consumo de combustible, drenaje y repostaje.
- Permite efectuar diagnóstico predictivo y mantenimiento.
- Facilidad para la integración en el negocio.
- Transparencia y eficiencia del uso de los activos.

Figura 2.1. Plataforma UNUM Genset



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

2.2 Gateway CanUP Genset

El gateway está diseñado para monitorear y gestionar parámetros operativos de distintas máquinas, es decir, es un instrumento multifuncional que une las capacidades de diversos conversores como analógicos, terminales y de datos. Sus funciones principales se relacionan con el registro de eventos, registro de informes, generación de informes, control calidad de la red, identifica fallas activas, control de localización, acumula señales analógicas, lee registros del protocolo Modbus RTU a través de la interface RS-485, gestiona a distancia mediante CAN j1939/S6. Lo cual permite que se adapte de manera eficiente en una amplia gama de aplicaciones industriales (Technoton, 2023).

Figura 2.2. Gateway para IOT

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

La interfaz RS-485 posibilita la transmisión de datos en forma de demanda y respuesta de acuerdo al protocolo Modbus RTU. Para poder configurar se requiere del software Service CANUp. Por medio de dicho software se puede crear alrededor de 50 slots para la lectura y para convertir datos. Con la interfaz RS-485 el software actúa como master, permitiendo la lectura de información en los dispositivos Slave. La velocidad de la comunicación es ajustable, con tasas de transferencia entre 2400 a 115200 bit/s (Technoton, 2023).

Por ende, representa un dispositivo que sirve de soporte para la integración de distintos protocolos y formato de datos con la finalidad de interconectar sensores, añadir la información y ser enviado a otra red; es decir, sirve de vía entre dominios, evitando la heterogeneidad; incluso mapea la red. En el caso del presente proyecto, el modelo CanUp GenSet permitirá extraer datos de un módulo de control para posteriormente poder

procesarlos y subirlos a la nube. De esta manera, se cuenta con información actualizada respecto al sistema, para su gestión y monitoreo (Technoton, 2025).

2.3 Grupo electrógeno

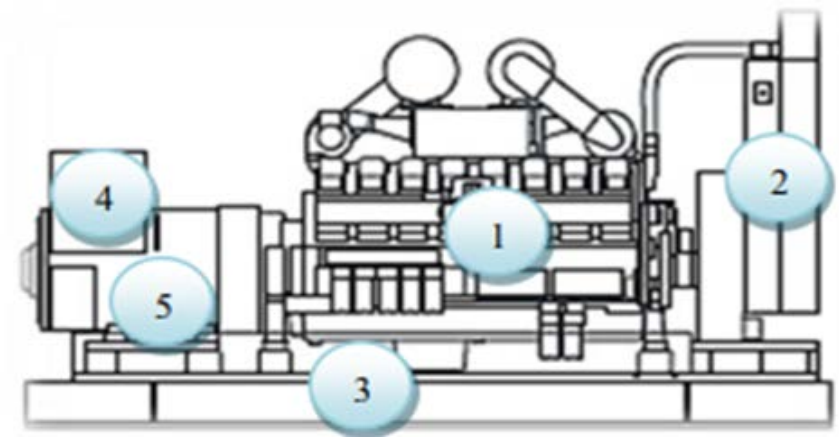
De acuerdo con Paredes y Bravo (2024) un grupo electrógeno se refiere a la máquina que genera movimiento al generador eléctrico mediante el motor de combustión interna. Esta máquina se emplea cuando hay cortes de electricidad, siendo esencial el monitoreo por diversos instrumentos de medición análogos o sistemas completos que se conectan directamente a los elementos del generador.

Figura 2.3. Grupo electrógeno FG Wilson P313-5

Fuente: FG Wilson Asia Pte Ltd (2024)

De igual manera se presenta los componentes o partes principales del grupo electrógeno:

Figura 2.4. Partes de un grupo electrógeno



1)Motor; 2) Sistema de refrigeración; 3) depósito de combustible; 4) sistema eléctrico del motor; 5) alternador

Fuente: Paredes y Bravo (2024)

- Motor: es un elemento que genera la fuente de energía a través de que gire el alternador como tipo de gasolina y diésel. Estos a su vez están conformados por regulador del motor, precalentador block, múltiple escape, silenciador y tubo de salida.

- Sistema de refrigeración: se puede utilizar refrigerante, aire (ventilador), aceite o agua (radiador).

- Depósito de combustible: posee láminas rompe olas, pues, con el funcionamiento del grupo electrógeno y las vibraciones que ocurren durante su marcha pueden dar mediciones falsas de combustible.

- Sistema eléctrico del motor: está conformado por sistema de control, protecciones, sensores del motor (presión de aceite, temperatura del refrigerante y velocidad) y alternador. Además, cuenta con módulo de control electrónico (ECM), que se encarga de supervisar y ajustar el rendimiento de un motor, obtiene datos de sensores, efectúa diagnósticos y registra las fallas.

- Alternador: es el componente que se encarga de convertir la energía mecánica en eléctrica a través de inducción electromagnética. En los alternadores modernos, la generación de corriente se da por medio de la interacción entre el estator y el rotor.

Comprende de los siguientes componentes: rotor, estator, campo de excitatriz, rotor de excitatriz, placa de diodos, varistor, AVR. El sistema de control AVR (regulador automático) con la finalidad de controlar el voltaje de salida.

2.4 Sensor de nivel de combustible DUT-E CAN

Este sensor hace uso la tecnología de sensores de tipo capacitivo, lo que le permite medir con alta precisión el nivel de combustible en el tanque. Uno de los beneficios del tubo es que se puede recortar o alargar, de acuerdo a la medida que se desee, sin depender de sensores con una altura definida. De igual forma, el sensor tiene una capacidad adicional de identificar la presencia de agua en el combustible, una característica que lo distingue de otros sensores existentes, asegurando la calidad del combustible y evitando daños en los sistemas de inyección de los vehículos (Technoton, 2023).

Figura 2.5. Sensor de nivel de combustible

Fuente: Technoton (2023)

Respecto a la comunicación, el sensor DUT-E CAN empleando el protocolo CANJ1939/S6, transmite señales por medio de un arnés eléctrico hasta el Gateway, que se ubica en el panel de control, unificándose con otros dispositivos para proporcionar una gestión eficiente del nivel de combustible. Esta tecnología permite una transmisión de datos rápida y confiable entre el sensor y el sistema de monitoreo.

Por lo tanto, es un dispositivo que ayuda al control de la altura o nivel de combustible en el tanque, en el que se identifica la cantidad disponible, consumo medio, consumo en el periodo específico, drenado y uso.

2.5 Medidor de Flujo DFM 500D CAN

Es un dispositivo que se emplea para medir la cantidad de combustible que fluye a través de un sistema, la cual se realiza en un determinado periodo de tiempo, ya que tienen la capacidad de proporcionar datos críticos para el control de procesos, monitorización del rendimiento de un equipo y ayudan a optimizar la eficiencia operativa (Fauroux et al., 2023).

Figura 2.6. Medidor de flujo DFM 500D CAN

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

En el marco del presente proyecto, se utiliza el medidor de flujo DFM 500D CAN, que cuenta con un diseño de doble cámara de medición. La cámara de ingreso recibe el combustible, mientras que la cámara de salida permite que el combustible no utilizado pase por la cámara de retorno antes de ser redirigido al tanque. Este dispositivo tiene como función proporcionar información precisa sobre el consumo real del motor, así como la temperatura exacta del combustible.

2.6 Lector sin contacto FMS CANCocodrile

El lector sin contacto posibilita la extracción datos de redes CANBus de manera no intrusiva, utilizando inducción electromagnética, lo que elimina la necesidad de cortar cables o modificar el sistema original. Es decir, ayuda a efectuar transacción o identificar sin que se realice contacto físico, pues, utilizan tecnología NFC (comunicación de campo cercano) o RFID (radio frecuencia) (Technoton, 2021).

Figura 2.7. Lectores sin contacto

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

En el marco de esta investigación, el lector sin contacto cumple la función de lectura de los datos que envía la ECM al controlador DSE, por medio del protocolo CANJ1939. Seguidamente, procesa la información y la transforma en CAN J1939/S6. Con esto se integra en el mismo bus de comunicación empleado por Technoton. Además, este dispositivo protege al bus CAN contra las demandas que se encuentran activas en el terminal, actúa cono contador de combustible, transmite los mensajes de tipo FMS y Telematic desde el bus CAN hacia el bus telemático. De igual manera, los mensajes FMS se comunican desde el bus estándar hasta el terminal.

2.7 Adaptador de Servicio S6 SK

El Adaptador de Servicio S6 SK permite la comunicación entre los sensores Technoton y diferentes softwares de programación, facilitando la unificación de sensores inteligentes en una red. Es compatible con el estándar SAE J1939.

Este adaptador tiene las siguientes funciones:

- Permite la configuración de los sensores por medio de una conexión directa.
- Tiene compatibilidad con SAE J1939, garantizando la integración de redes de datos.
- Se emplea para la trasmisión de información en tiempo real.
- Facilita su implementación en diferentes configuraciones de hardware (Technoton, 2023).

Para realizar el ajuste y conexión de los distintos dispositivos de Technoton con la interfaz de servicio K-LINE (ISO 14230) contenido en el adaptador S6 SK y mediante el software de servicio se puede operar el equipo. Una vez realizado el ajuste de conexión el equipo tiene la capacidad de operar cualquier PGN existente en la base de datos S6 y permite elegir algunos SPN para la generación de informes.

Figura 2.8. Interfaz digital S6 SK

Fuente: Technoton (2023)

2.8 Módulo de control DEEP SEA DSE 7410 MKII

El DSE7410 MKII es un módulo de control de arranque automático de alta potencia, empleando en aplicaciones de generadores a diésel o gas. Este controlador es el encargado de gestionar el arranque y la operación del generador, asegurando su funcionamiento adecuado en diversas condiciones. Cabe indicar que este módulo vino incluido con el grupo electrógeno y no fue instalado en este proyecto, por tanto, su relevancia radica en su función dentro del sistema de control general del generador (Technoton, 2022).

Figura 2.9. Módulo de control DEEP SEA DSE 7410 MKII

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

En el marco del presente estudio el Módulo de control DEEP SEA DSE 7410 MKII se utiliza con el objetivo de extraer información importante de generación como: voltaje,

frecuencia, potencia y corriente, transmitiéndola directamente al Gateway. De esta manera, es posible mantener un control integral respecto a la manera en que se encuentra funcionando el sistema.

2.9 Otros elementos (Cables y extensión)

A continuación, se presenta los cables de resistencia utilizados para llevar señales al panel de control:

Nombre	Imagen	Especificación técnica
Cable 4 MOL Spliter		Posee los siguientes circuitos: KL30 (VBAT), GND, CANH, CANL, KLIN y KL15
Extensión de cable S6 022		Posee los siguientes circuitos: VBAT, GND, CANH, CANL y KLIN -
Extensión de cable S6 2SC-100		Posee los siguientes circuitos: VBAT, GND, CANH y KLIN -
Resistor intermedio S6 020		Posee los siguientes circuitos: VBAT, GND, CANH, CANL y KLIN GND KLIN -

Tabla 2.1. Cables y extensión

Fuente: Technoton (2025)

Se utiliza el cable *S6 020*, el cual tiene una resistencia interna, para garantizar la estabilidad de la comunicación CAN. Esto debido a que la comunicación CAN necesita de un resistor de 120 ohmios para emparejar la característica del cableado con la impedancia del bus, de manera que la señal se transfiera de forma limpia. También se cuenta con un cable *S6 2SC-100* que ayuda a realizar un alargamiento para llevar la señal al panel de control. A fin de conectar adecuadamente todas las señales se utiliza el conector *4 MOL Spliter*. Y el Cable S6 022 que constituye una extensión para asegurar que el sistema se encuentre debidamente conectado.

2.10 Protocolos de comunicación

2.10.1 DSEGENCOMM PROTOCOL

Este protocolo de comunicación tiene la característica de unificar y monitorear entre los controladores DSE y sistemas externos. Tiene la capacidad de soportar diferentes dispositivos. De igual forma, es posible obtener datos en tiempo real y configuración remota (WINCO Generators, 2024).

Este protocolo es utilizado con la finalidad de extraer los datos del módulo de control DSE7410 MKII. Dichos datos se interpretan con DSE Configuration Suite y se envía a través de RS-485. Una vez reunida la información se enviaron al dispositivo CANUp, encargado de procesar los datos para que tengan compatibilidad con CAN J1939/S6**.**

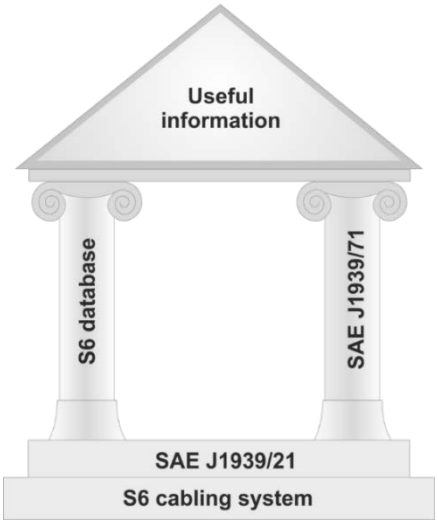
Figura 2.10. Protocolo de comunicación Gencomm

Fuente: WINCO Generators (2024)

2.10.2 CAN J1939/S6

CAN J1939/S6 es un protocolo que se basa en SAE J1939 que permite optimizar la integración de sensores. Tiene como finalidad transmitir datos en redes, con velocidad entre 250 kbps a 500 kbps. De igual forma, captura la información en tiempo real para el análisis y el mantenimiento predictivo (Technoton, 2023).

Figura 2.11. Protocolo de comunicación CANJ1939/S6



Fuente: ADVANCED Motion Controls (2020)

A continuación, se describen las principales características del protocolo CAN J1939/S6:

- Permite que los componentes de un vehículo intercambien datos y señales de control.
- Facilita la creación de lenguaje universal que permite equipar vehículos con dispositivos de diferentes fabricantes.
- Ayuda en la definición de un formato específico para el identificador del mensaje CAN.
- Funciona en la capa física con CAN de alta velocidad según la norma ISO 11898 (Red de área de controlador).
- Facilita la planificación del mantenimiento, diagnóstico y resolución de problemas.
- Disminuye los costos de servicio al permitirla detección de fallas.
- Ayudan en la supervisión del comportamiento de los vehículos.

CAPÍTULO 3
DISEÑO Y CALIBRACIÓN DE SISTEMA IOT PARA GESTIÓN DE GRUPO ELECTRÓGENO

3.1 Requisitos y equipos necesarios

A continuación, se detalla los equipos utilizados y seleccionados para el diseño del sistema IOT en la gestión electrógeno:

- Computadora con servidor de 8GB
- Gateway CanUP GenSet
- Sensor de nivel de combustible Dut-e CAN
- Medidor de flujo de combustible DFM 500D CAN
- Lector sin contacto FMS CANCrocodile
- Módulo de control DEEP SEA DSE 7410 MKII
- Cable 4 MOL Spliter
- Adaptador de extensión de cable S6 022
- Extensión de cable S6 2SC-100
- Conector T S6 3SC
- Cable resistor intermedio S6 020
- Cuenta registrada en la plataforma UNUM GENSET
- Grupo electrógeno FG Wilson (250 Kw), serie de motor 1506, serie de GE P313-5, motor Diesel, 6 cilindros y categoría M3 con variables controladas en un ciclo de conducción (especificaciones técnicas Anexo 2).
- Cable S6 2 Mol-20 Power
- ServiceS6_DUT-E_6_05 para configuración de sensor de nivel de combustible.
- Service CANUp 7.16 para configuración de CANUp.
- ServiceS6_DFM_4_02 para configuración de DFM

3.2 Diseño arquitectónico del sistema centralizado de datos

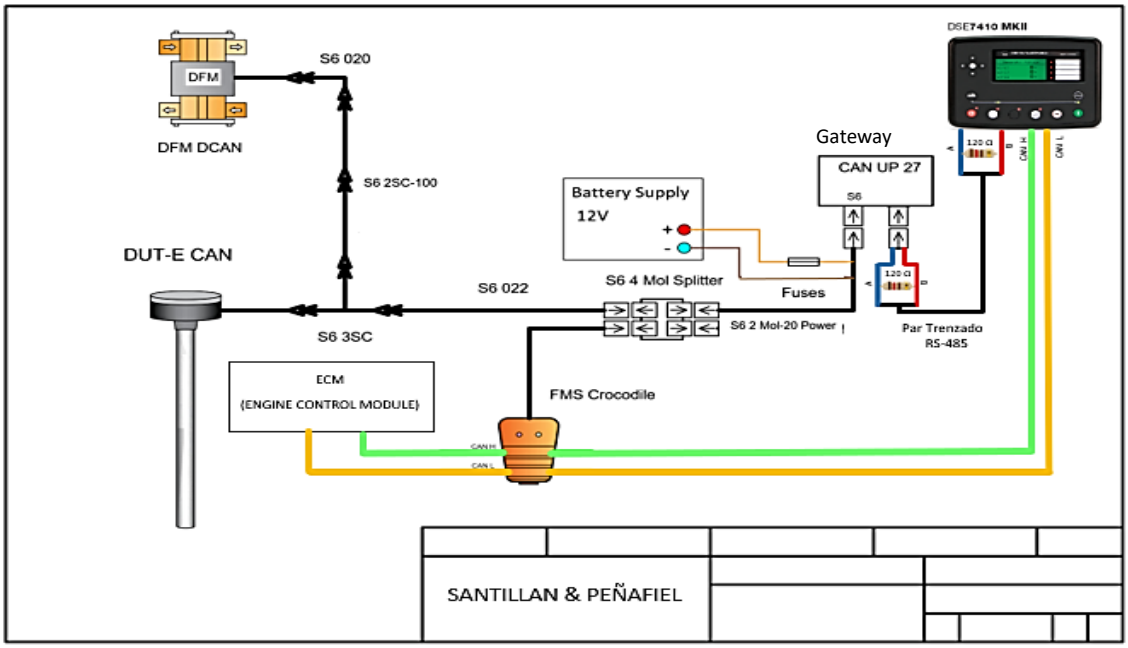
El sistema centralizado de datos permite el monitoreo del nivel de consumo de combustible en el grupo electrógeno, lo cual ayuda en la gestión oportuna del equipo para

una eficiente operación. Por ende, se realizó un diseño modular y la integración de un bus de comunicación, tal como se muestra en la arquitectura del sistema presentado en la figura 3.1. La estructura del sistema centralizado se detalla de la siguiente manera:

1. **Grupo electrógeno:** es el sistema principal conformado por motor, alternador y panel de control. En el cual se encuentran integrados los dispositivos de medición y comunicación para un monitoreo eficaz.
2. **Medición del consumo de combustible:** se procede a la instalación del medidor de flujo de combustible DFM 500D de doble cámara, esto ayuda en el registro del consumo real del motor. Es importante mencionar que, se utilizó un cable con resistencia interna *S6 020* para determinar el dispositivo como un elemento final del bus de comunicación, pues, esto asegura que la impedancia total del bus coincida con la impedancia característica del cableado, garantizando una comunicación estable. Además, se utilizó un cable de extensión par trenzado *S6 2SC-100* para la integración de la señal del DFM al bus de comunicación, manteniendo la calidad de la señal.
3. **Sensor de nivel de combustible:** es un instrumento que ayuda en la medición del volumen real del combustible en el tanque diario del grupo electrógeno. La salida de comunicación se encuentra conectada a un terminal tipo *T S6 3SC*, representando el punto de conexión intermedio. A partir de este terminal mediante un cable de extensión *S6 022*, se traslada la información hasta el terminal de unión, lo cual ayuda en la centralización de los datos.
4. **Unión de señales en el bus de comunicación:** se utiliza el terminal de unión *S6 4 Mol Splitter* para la centralización de las señales de los sensores conectados (medidor de flujo - sensor de nivel) en un solo punto y facilita la conexión con la señal del dispositivo FMS Crocodile, el cual recepta y transmite datos al sistema central para su análisis.
5. **Recolección de datos:** se recopila los datos del módulo de control DSE7410 MKII mediante el puerto RS-485. Se utiliza un cable par trenzado con resistencias de terminación de 120 ohmios en ambos extremos del bus, asegurando una comunicación estable. Estos datos se envían al CANUp.
6. **Cableado de datos y energía:** para la alimentación del sistema se utilizó el cable *S6 2 Mol-20 Power* para la combinación de la transmisión de datos y los conductores eléctricos. Es decir, el cableado transmite los datos desde el terminal de unión hasta Gateway; este último procesa y envía los datos a la plataforma para el monitoreo.

7. **Fuente de alimentación del sistema:** se consideró como fuente de alimentación la batería de 24 V del grupo electrógeno. Con el fin de proteger los componentes del sistema y el funcionamiento continuo de los dispositivos integrados en el bus de comunicación, se instaló un fusible de 2 Amp en el punto positivo de la batería siguiendo las recomendaciones del fabricante.

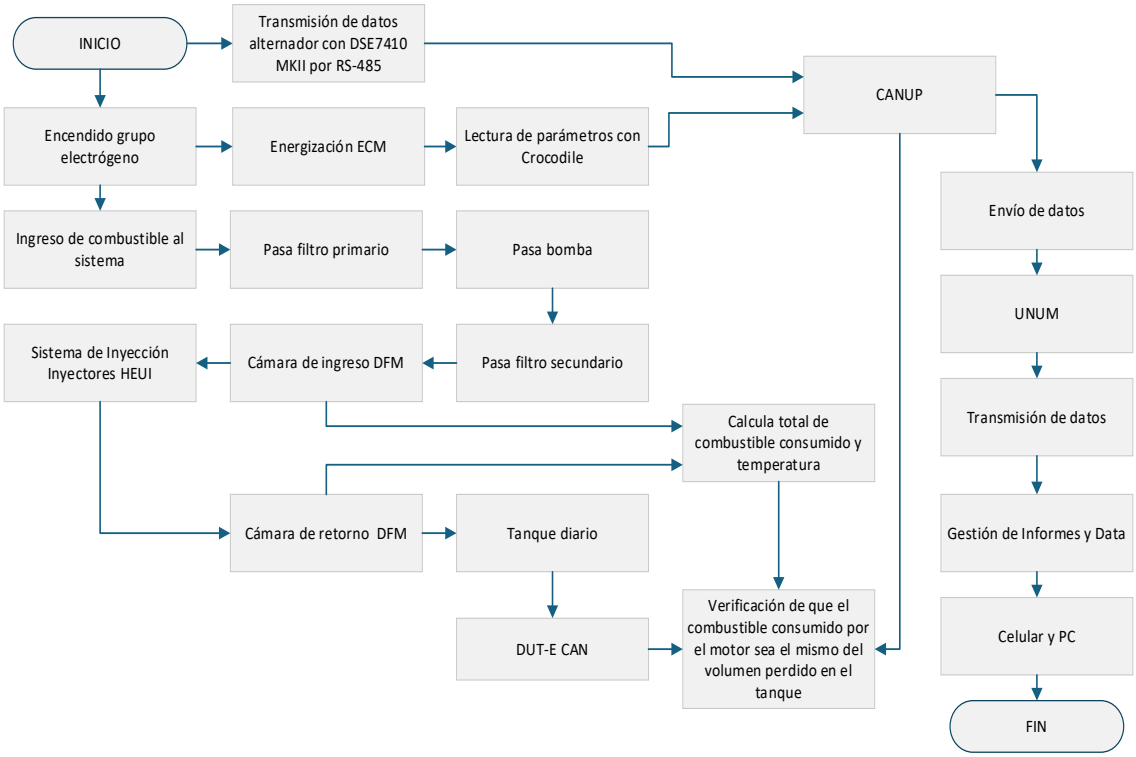
Figura 3.1. Arquitectura del sistema para gestión del grupo electrógeno



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

De igual modo, se presenta el flujograma o esquema del funcionamiento general del proyecto (sistema):

Figura 3.2. Flujograma del esquema del proyecto



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Para el control de consumo real del combustible del motor de grupo electrógeno se utiliza el flujómetro con doble cámara de medición (ingreso – salida). Los cables se unen a otros dispositivos (lector de datos sin contactos, conversor, Gateway).

Seguidamente, el Gateway recibe la señal de los sensores Technoton, lector sin contacto, sensor nivel de combustible y flujómetro. El módulo de control se encuentra incorporado en el grupo electrógeno, obteniendo información por la ECM del motor y parámetros de voltaje del alternador por entradas análogas. Es decir, todos los sensores que tiene el motor, llegan a la ECM. La ECM envía toda la información que tiene de los sensores por CANJ1939 al módulo de control. La información que le envía la ECM al módulo de control es limitada, por ello, se instala el lector sin contactos para obtener más información de la ECM. Cabe mencionar que, se extrae información del módulo de control por RS-485 para monitorear parámetros del alternador y que el CANUp pueda procesar. Por último, el Gateway se comunica con servidor telemático UNUM GENSET con el fin de obtener gráficos, eventos, entre otros del sistema.

3.3 Instalación, configuración y calibración de red de sensores

3.3.1 Sensor de nivel de combustible DUT-E CAN

3.3.2 Inspección exterior antes de proceder.

Previo a la instalación se debe comprobar que DUT-E CAN no está dañado ni tiene defectos que podían presentarse durante la transportación, almacenamiento o manejo descuidado.

3.3.3 Toma de medidas tanque de combustible.

Se verificó en el datasheet de la máquina que el volumen del tanque diario del grupo electrógeno es de 528 L.

Figura 3.3. Datasheet de la máquina

P313-5

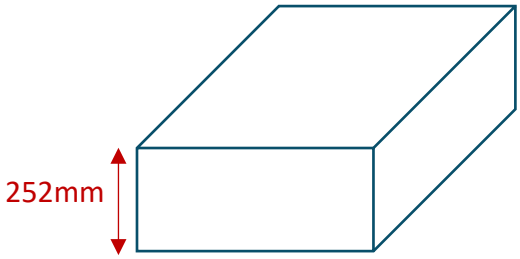
FG WILSON

Datos de potencia y rendimiento			
Marca del motor		Perkins	
Modelo de motor:		1506A-E88TAG3	
Marca del alternador		Leroy Somer	
Modelo de alternador:		LL5114H	
Cuadro de control:		DSE7410	
Bancada:		Acero Fabricado de Gran Resistencia	
Tipo de interruptor:		3 polos MCCB	
Frecuencia:		50 HZ	60 HZ
Velocidad del motor: RPM	rpm		1800
Capacidad del depósito de combustible:	l (US gal)	528 (139.48)	
Consumo de combustible continuo	l (US gal)/hr		60.8 (16.1)
Consumo de combustible de emergencia	l (US gal)/hr		67.6 (17.9)

Fuente: FG Wilson Asia Pte Ltd. (2022)

Sin embargo, el manual no indica las dimensiones exactas del tanque, por lo que, con la yuda de un flexómetro se tomó la medida real de la altura del tanque, pues, es el único dato relevante que es importante para la instalación del sensor.

Figura 3.4. Toma de medidas



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.4 Instalación de orificio especial para sensor.

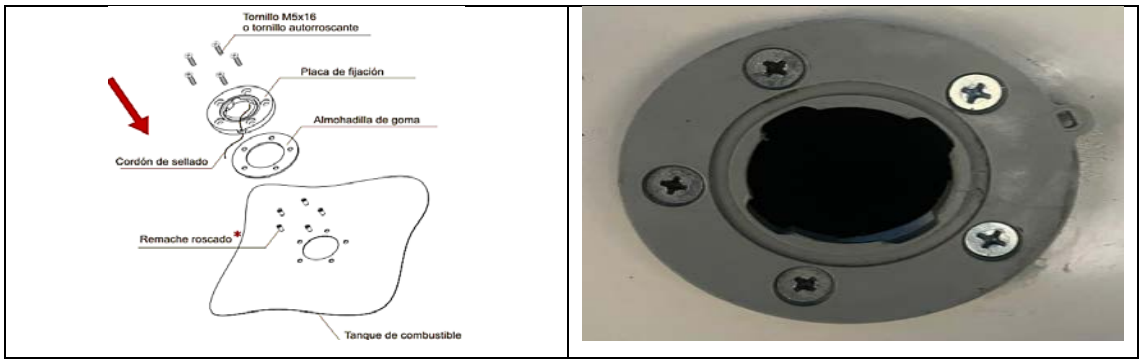
El manual de instrucciones e instalación del DUT-E CAN indica ubicar una zona estratégica en el tanque de combustible para el control preciso de nivel de combustible. Luego se colocó el adhesivo indicativo que viene en el kit de instalación del sensor con el fin de tener claros los patrones de orificio que se deben de seguir. Después, se taladró el orificio en la placa de fijación del sensor con la ayuda de una broca de corona para metal con el diámetro de 38mm.

Figura 3.5. Colocación de adhesivo de patrones de orificio

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Posteriormente, se colocó la placa de goma y de plástico sobre el orificio previo, fijado con remaches roscados.

Figura 3.6. Colocación de placa de goma y soporte de ajuste del sensor



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.5 Corte de la parte de medición según la profundidad del tanque.

En este caso, se cortó el tubo de medición del sensor DUT-E CAN a la medida del alto del tanque de combustible, tomando en cuenta el espacio libre de 28 mm desde el fondo del tanque por tope. tipo resorte y filtro de malla.

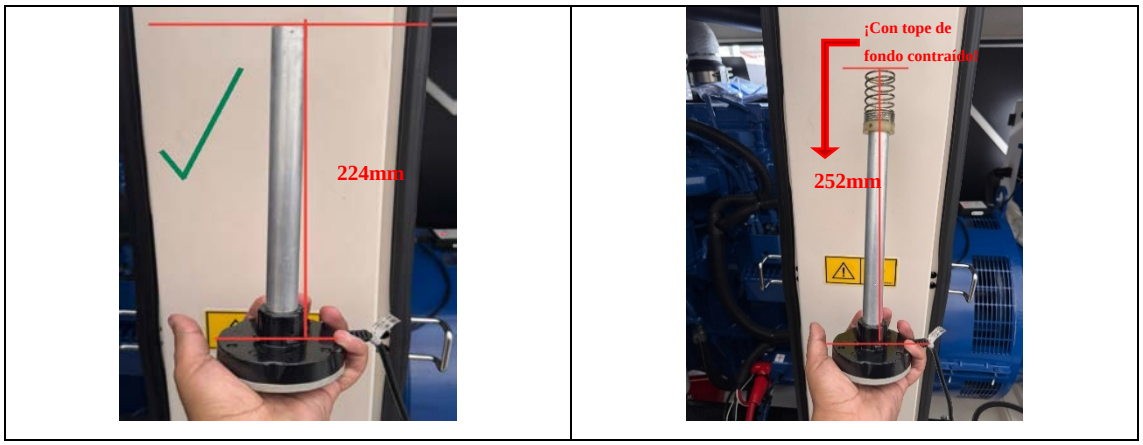
Figura 3.7. Corte de la parte de medición de DUT-E CAN y enjuagar el corte con combustible

Fuente: Technoton (2024)

El cálculo sería le siguiente:

- Altura del tanque de combustible: 252mm.
- Altura ideal del sensor: 252mm.
- Altura real del sensor considerando los 28mm de espacio libre: 224mm.

Figura 3.8. Tubo de medición



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.6 Instalación del filtro de malla y la fijación del sensor.

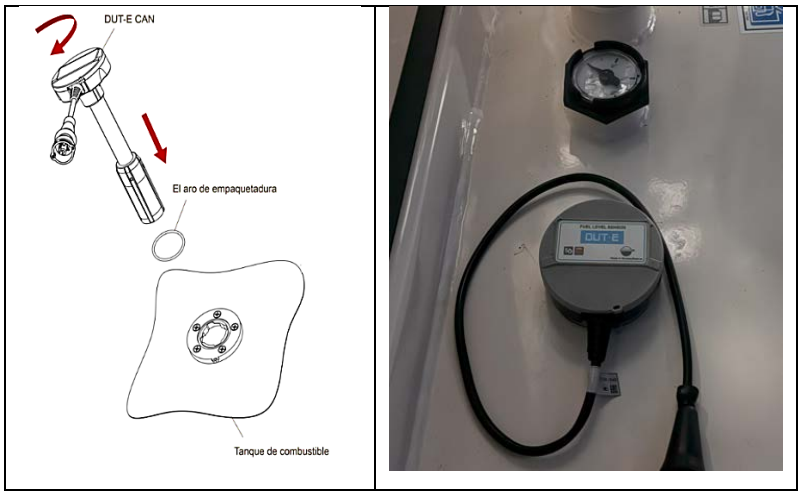
En este caso previamente, se instaló en el cabo de la parte de medición del sensor el filtro de malla; el cual sirve para proteger los electrodos de medición contra el agua y suciedad. La utilización del filtro de malla permite prolongar significativamente el período del funcionamiento correcto del sensor.

Figura 3.9. Instalación de filtro de malla

Fuente: Technoton (2024)

Para fijar DUT-E CAN se colocó el anillo de empaque en el agujero de la placa de fijación y se introdujo en la medición del sensor con el filtro de malla instalado en el orificio. Después, se apretó la «cabeza» del sensor y se fijó girándola en sentido horario.

Figura 3.10. Secuencia de fijación DUT-E CAN



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.7 Conexión DUT-E CAN con Adaptador de servicio.

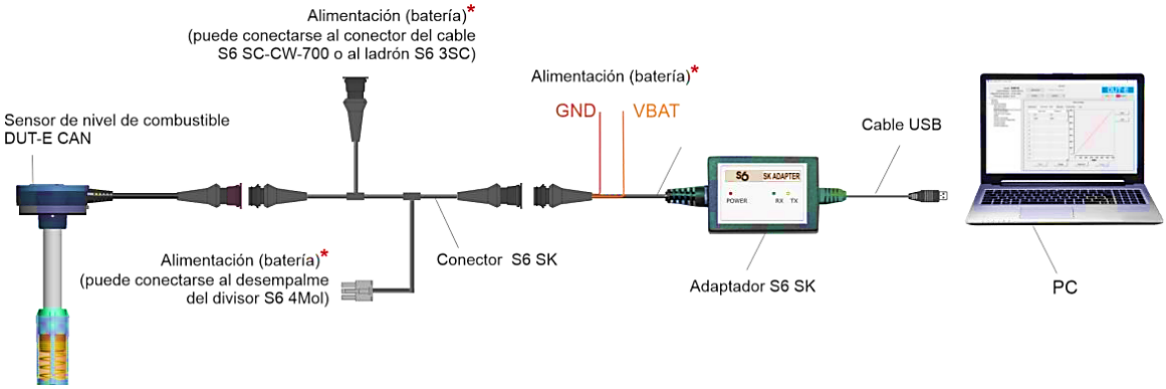
El ajuste del DUT-E CAN se realizó a través de la interface K-Line (ISO 14230) con la ayuda del adaptador de servicio S6 SK. Para ello, se conectó el sensor al PC de usuario mediante el adaptador de servicio. La PC debe tener instalado el software ServiceS6_DUT-E_6_05 descargado de la página oficial de Technoton.

Figura 3.11. Servicio S6 SK

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Luego, se conectó el adaptador con cable USB y puerto USB del PC. Seguidamente, se conectan los cables de alimentación a la red de a bordo del vehículo u otra fuente de alimentación.

Figura 3.12. Conexión del sensor mediante S6 SK



Fuente: Technoton (2024)

3.3.8 Interface de software.

Se inició el software Service S6 DUT-E creado durante la instalación del programa. La interface del software se compone del menú horizontal y vertical, tanto como de las áreas certificado técnico del sensor, información y ajuste.

Figura 3.13. Ventana principal de la interface Service S6 DUT-E

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

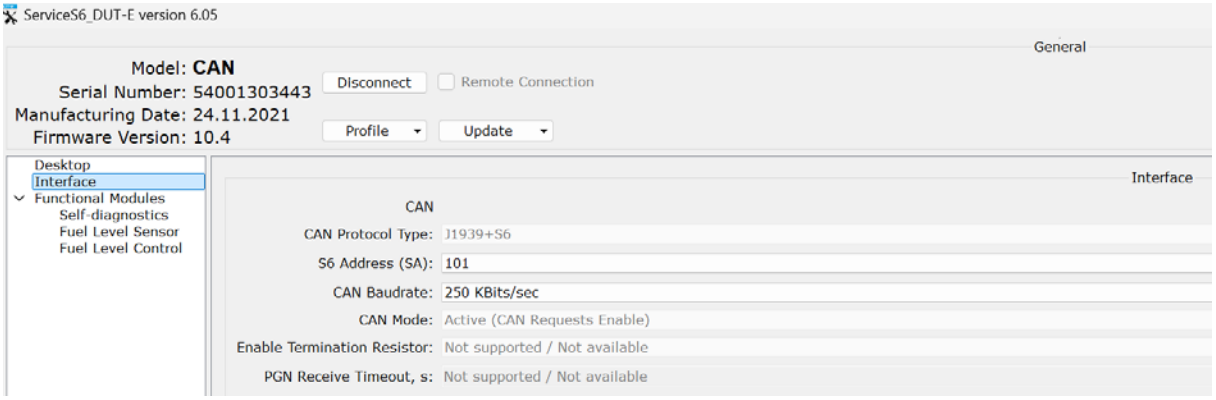
3.3.9 Configuración sensor DUT-E CAN.

Los parámetros de la interface CAN j1939/S6 para la conexión de DUT-E CAN a través de la Tecnología S6 son ajustables en el submenú interface.

1. De la lista desplegable CAN Protocol Type (Protocolo CAN) el protocolo instalado por defecto es SAE 1939+S6.
2. Para la identificación del sensor como parte de la red de varias unidades conectadas a través de la tecnología S6, se seleccionó la dirección de red única del sensor de la serie de valores fijos: Desde 91 al 108 de la lista desplegable S6 Address (SA) (por defecto es 101).

3. De la lista desplegable CAN Baudrate se escogió la velocidad de intercambio de datos vía la interfaz CAN j1939/S6 de la serie de valores fijos: 100; 125; 250; 500; 1000 kbit/s (por defecto es 250 kbit/s). Se recomienda manejar una misma velocidad para todos los dispositivos conectados a esta red.

Figura 3.14. Configuración sensor DUT-E CAN

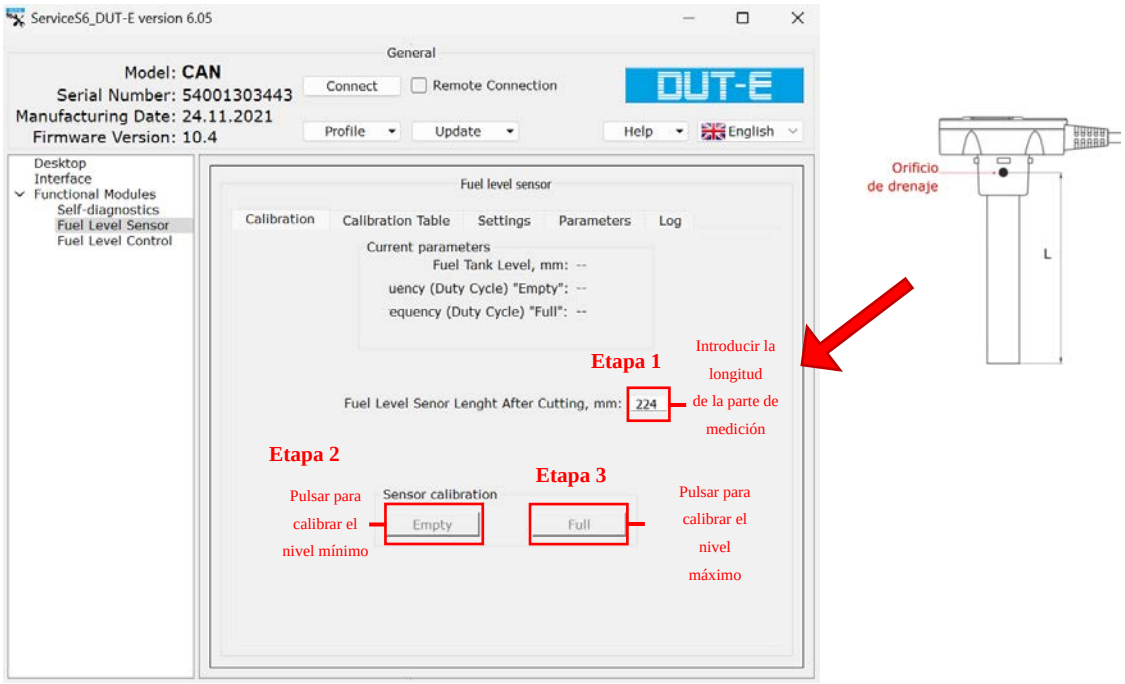


Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.10 Calibración del sensor DUT-E CAN.

Para la calibración del DUT-E CAN se necesita recibir los resultados correctos de medición. Durante el proceso de calibración los niveles mínimos y máximos de la medición de combustible se deben grabar en la memoria del sensor, es decir, en la pestaña calibration (calibración) (ver figura 3.16).

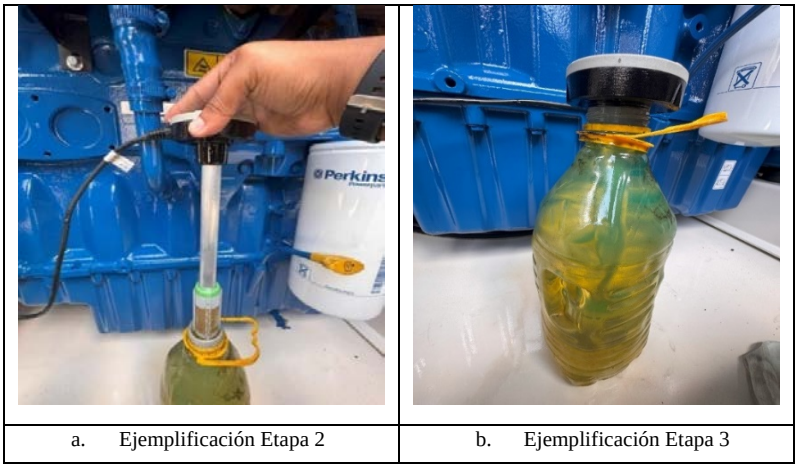
Figura 3.15. Calibración sensor DUT-E CAN



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Para la calibración de un máximo en el sensor de nivel de combustible se debe hacer uso de un envase lleno con diésel.

Figura 3.16. Proceso de calibración de sensor Empty y Full.



a. Ejemplificación Etapa 2 | b. Ejemplificación Etapa 3

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.11 Calibración del tanque de combustible.

DUT-E CAN convierte el valor del nivel de combustible en el tanque en su volumen de acuerdo con la tabla de calibración. Para componerla hace falta realizar la calibración del tanque, es así que, el proceso consiste en llenar el tanque vacío en incrementos iguales de combustible hasta completarlo. Sin embargo, en tanques de gran volumen, es necesario elaborar una tabla de calibración basada en la altura real del tanque y las correspondientes proporciones de volumen.

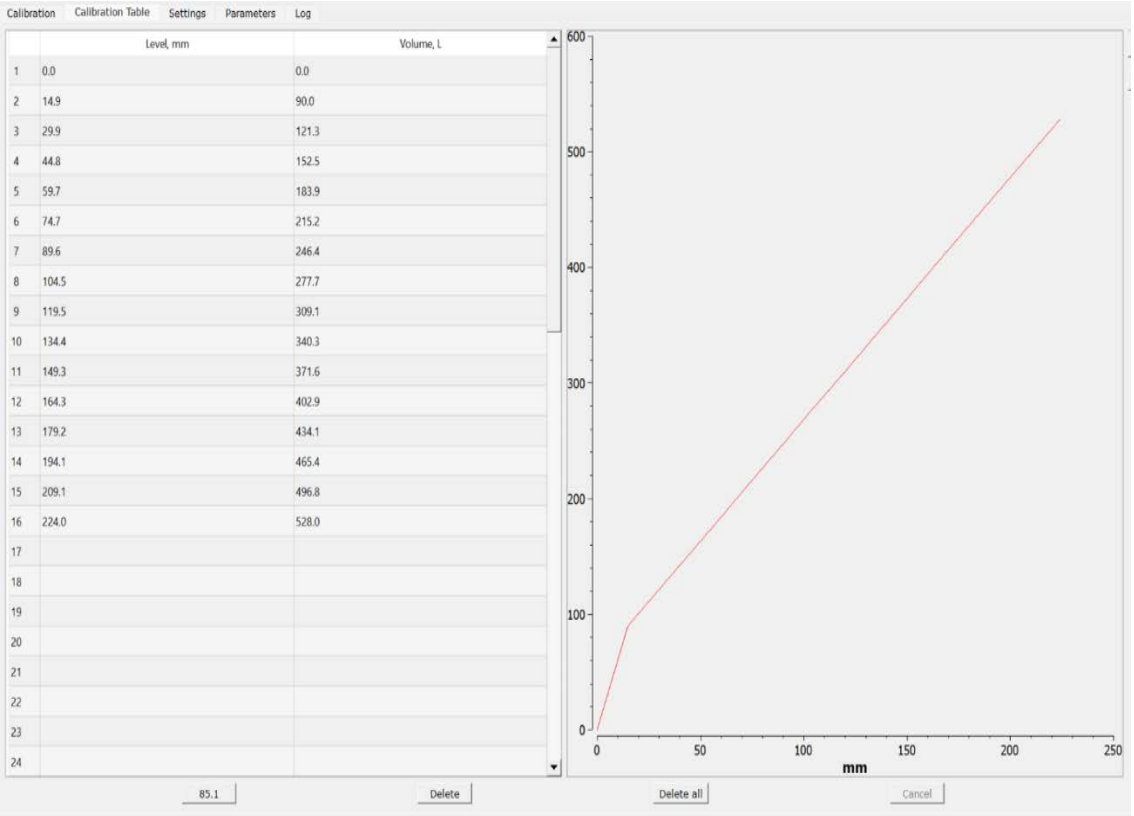
Altura del Sensor (mm)	Altura Real del Tanque (mm)	Volumen (L)
0	28	0
14.9	42.9	90
29.9	57.9	121.3
44.8	72.8	152.5
59.7	87.7	183.9
74.7	102.7	215.2
89.6	117.6	246.4
104.5	132.5	277.7
119.5	147.5	309.1
134.4	162.4	340.3
149.3	177.3	371.6
164.3	192.3	402.9
179.2	207.2	434.1
194.1	222.1	465.4
209.1	237.1	496.8
224	252	528

Tabla 3.1. Tabla de calibración del tanque de combustible

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Se colocan los datos de la tabla 3.1 a la tabla de calibración del software (altura del sensor (mm) vs Volumen (L)).

Figura 3.17. Calibración del tanque de combustible en el software



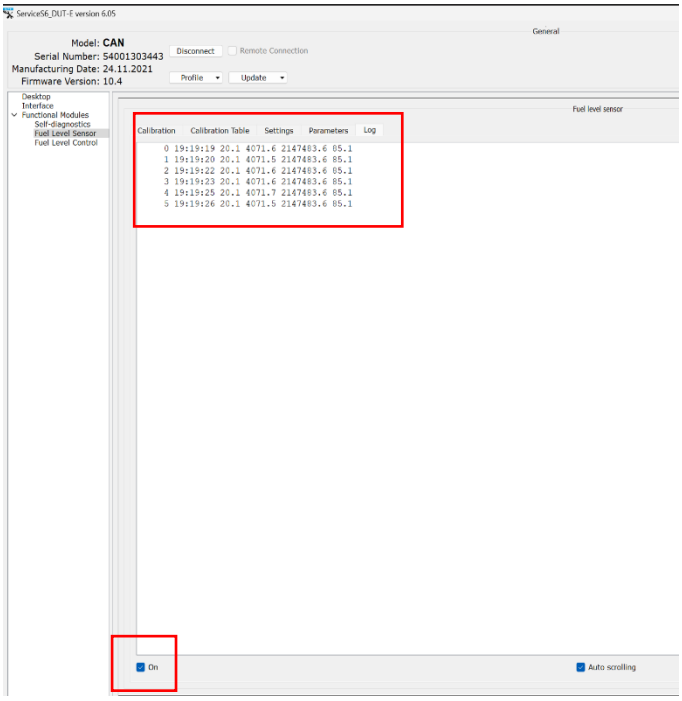
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

La gráfica de calibración no es totalmente recta ya que se debe considerar la pérdida de medición del sensor en 28mm por el resorte tope de fondo y el filtro de malla que fijan al sensor en el tanque para evitar fluctuaciones. Según el manual la cantidad de los puntos de calibración es proporcional a la precisión de la medición del volumen de combustible. Se recomienda que la cantidad de puntos de calibración no sea inferior a 15.

3.3.12 Comprobación de una correcta medición del sensor DUT-E.

La pestaña LOG permite visualizar eventos medidos por el sensor en tiempo real. Tal como se muestra a continuación:

Figura 3.18. Comprobación de correcta medición del sensor DUT-E



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.13 Medidor de flujo

3.3.14 Evaluación del estado del consumidor de combustible y evaluación de instalación.

Previo a la instalación de DFM, se estudió la descripción técnica del motor, valorando el estado del sistema eléctrico y combustible para tomar la decisión de si existe la posibilidad de realizar la instalación. La evaluación del estado del motor incluyó la secuencia siguiente de acciones:

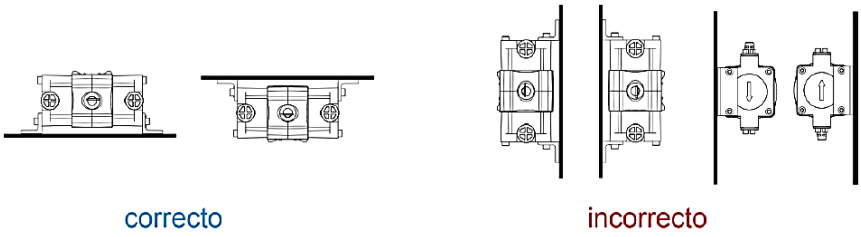
- Revisión de líquidos (aceite, refrigerante, combustible).
- Inspeccionar todas las tuberías por si tienen algún deterioro y fugas de combustible.
- Comprobar el funcionamiento del grupo electrógeno durante (5 a 10 minutos) en vacío y (5 a 10 minutos) con el 25% de carga. El equipo funcionó de manera correcta, sin atascarse ni pérdida de potencia bajo carga.
- Comprobar con un voltímetro el valor de la tensión de la red de a bordo que no debe superar los límites indicados (red a bordo de 24V, tensión de trabajo en el rango de 18 a 28V).

- Identificación de instalación del flujómetro, excluyendo de altas temperaturas externas e internas para evitar un sobrecalentamiento que pueda comprometer los resultados obtenidos por el dispositivo.
- Comprobar y excluir las interferencias exteriores posibles del lugar de instalación.
- Evaluación de mangueras necesarias para cámaras de medición de flujómetro.

La instalación del flujómetro incluyó la secuencia de las siguientes acciones:

- Verificar la correcta posición de trabajo del DFM respecto a las superficies.

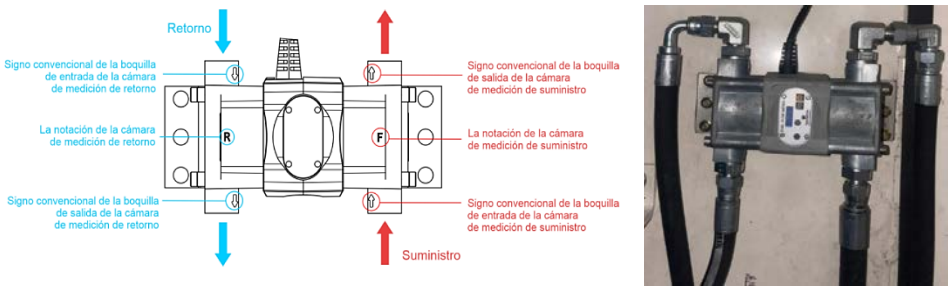
Figura 3.19. Para medidor de flujo diferencial



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

- Instalación del DFM al chasis del grupo electrógeno incorporando nuevos conductos de combustible los cuales serán mangueras (flexibles) para la conexión de entrada y retorno hacia el medidor de flujo.

Figura 3.20. Al medidor diferencial



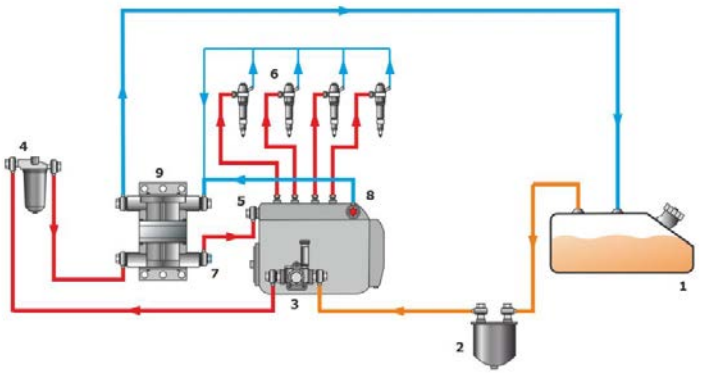
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.15 Esquema de instalación del medidor de flujo diferencial.

Durante la medición diferencial, el esquema de la circulación de combustible en el sistema no se cambia. La cámara directa del DFM diferencial se instala en la brecha de la tubería de combustible principal de llenado del motor. La cámara de retorno se instala en

la brecha de la tubería de combustible principal de retorno del motor. De este modo, el consumo de combustible se determina como la diferencia entre los valores medidos de los flujos en la cámara directa y de retorno.

Figura 3.21. Esquema de instalación del medidor de flujo diferencial



1. Tanque diario de combustible.
2. Filtro primario de combustible.
3. Bomba de elevación de combustible.
4. Filtro secundario de combustible.
5. Bomba de presión de alta.
6. Inyectores HEUI.
7. Salida cámara de ingreso de DFM.
8. Válvula de retorno.
9. Medidor de flujo de combustible DFM.

Fuente: Technoton (2023)

3.3.16 Conexión DFM con Adaptador de servicio.

El ajuste del DFM se realiza a través de la interface K-Line (ISO 14230) con la ayuda del adaptador de servicio S6 SK. Para realizar el ajuste se conecta el sensor al PC de usuario mediante el adaptador de servicio. La PC debe tener instalado el software ServiceS6_DFM_4_02 descargado de la página oficial de Technoton.

Figura 3.22. ServiceS6 DFM

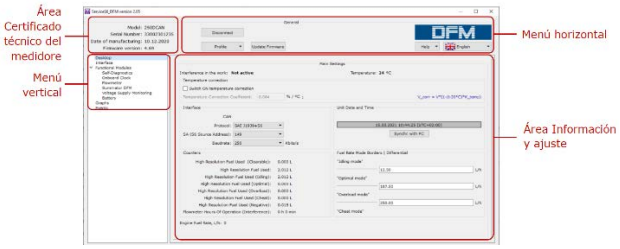
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

La conexión del adaptador con cable USB con un puerto USB del PC es el mismo procedimiento detallado en el apartado 3.4.1.6.

3.3.17 Interface de software.

Se inicia el software Service S6 DFM creado durante la instalación del programa. La interface del software se compone del menú horizontal y vertical, tanto como de las áreas certificado técnico del sensor, información y ajuste.

Figura 3.23. Interface software Service S6 DFM



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.18 Configuración medidor del Flujo DFM.

1. Para la identificación del flujómetro como parte de la red de varias unidades conectadas a través de la tecnología S6, se selecciona la dirección de red única del dispositivo de la serie de valores fijos: Desde 0 al 255 de la lista desplegable S6 Address (SA) (por defecto es 111).
2. De la lista desplegable CAN Baudrate se selecciona la velocidad de intercambio de datos vía la interfaz CAN j1939/S6 (por defecto es 250 kbit/s).

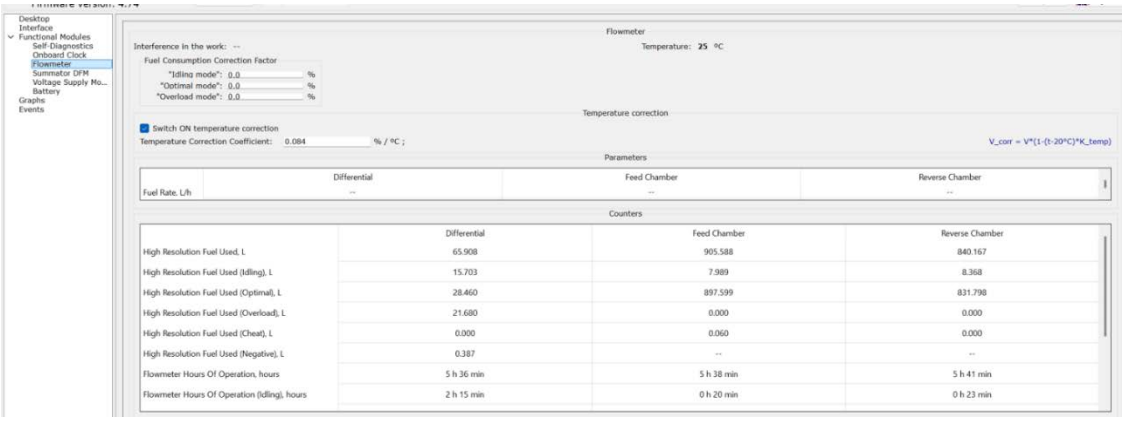
Figura 3.24. Configuración medidor del flujo DFM

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.19 Adaptación a las condiciones de explotación.

Para aumentar la precisión de las indicaciones del flujómetro en condiciones de carga se puede destacar los ajustes siguientes a través del software de servicio (submenú Flow meter FM (MF Flujómetro)).

Figura 3.25. Adaptación a condiciones de explotación



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Posteriormente, se realiza la configuración del consumo de combustible basándose en el modo de trabajo del grupo electrógeno (Ralentí, óptimo y sobrecarga).

- «Idle» («Ralentí») – menos del 10 % del consumo máximo por hora;
- «Optimal» («Óptimo») – del 10 al 75 % del consumo máximo por hora;
- «Overload» («Sobrecarga») – del 75 al 100 % del consumo máximo por hora.

Los valores del consumo de combustible horario en los modos de funcionamiento «Ralentí», «Óptimo» y «Sobrecarga» se especifican en el datasheet del grupo electrógeno.

Figura 3.26. Uso de la configuración 60Hz Standby

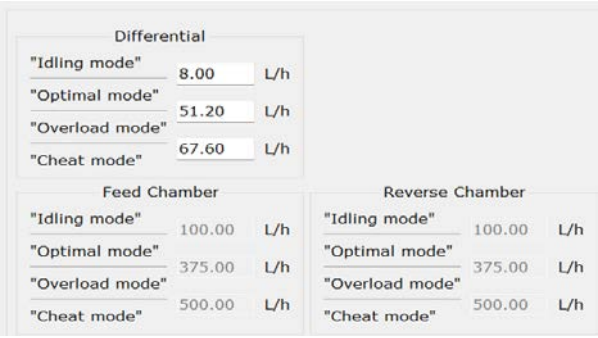
Fuel System					
Fuel Filter Type:			Replaceable Element		
Recommended Fuel:			Class A2 Diesel		
Fuel Consumption at		110 % Load	100 % Load	75 % Load	50 % Load
50 Hz Prime:	l/hr (US gal/hr)				
50 Hz Standby	l/hr (US gal/hr)	-			
60 Hz Prime	l/hr (US gal/hr)	67.6 (17.9)	60.8 (16.1)	46.7 (12.3)	33.9 (9)
60 Hz Standby	l/hr (US gal/hr)	-	67.6 (17.9)	51.2 (13.5)	36.6 (9.7)

(Based on diesel fuel with a specific gravity of 0.85 and conforming to BS2869, class A2

Fuente: FG Wilson Asia Pte Ltd. (2022)

El valor más bajo se determina analizando el consumo del grupo electrógeno en vacío (Idling mode). El valor de consumo óptimo del generador al 50% porque es bueno que el generador funcione al menos con una carga superior al 50% para evitar carbonización y acumulación de hollín. El valor de overload es el más alto considerado al 90% de la carga, ya que trabajar sobre este valor sería perjudicial para el grupo electrógeno, si no se encuentra en las condiciones necesarias como clima, altura, falta de mantenimiento, etc.

Figura 3.27. Valores del consumo de combustible horario en los modos de funcionamiento



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

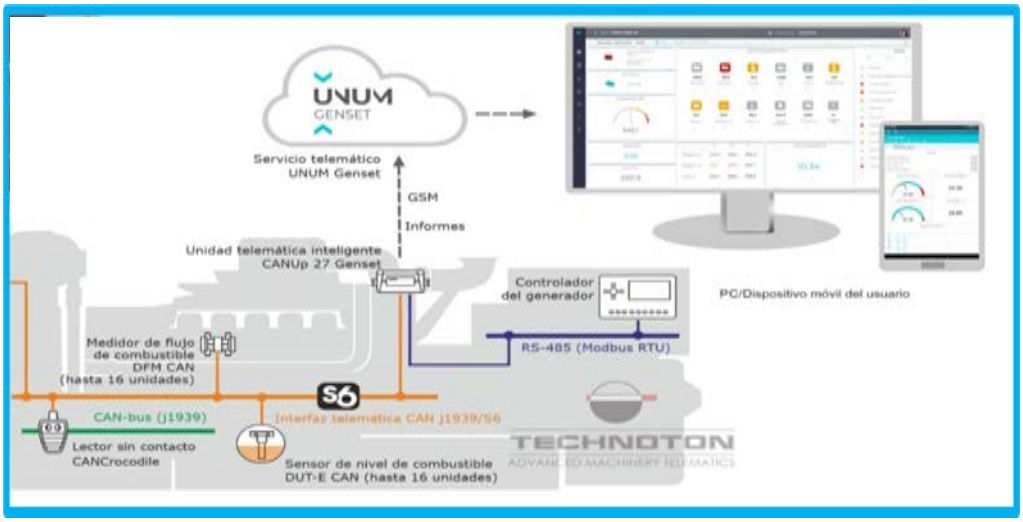
3.3.20 Gateway CANUp 27 Genset

3.3.21 Elección, designación y aplicación.

Dentro de los campos de aplicación de CANUp Genset es utilizado para el monitoreo del funcionamiento de grupos electrógenos diésel. La presencia de la interfaz de comunicación CANJ1939/S6 permite a CANUp genset recibir datos de sensores inteligentes que poseen el mismo bus de datos, siendo, este el caso de medidores de flujo (Hasta 16) y sensores de nivel de combustible (Hasta 16).

Este Gateway tiene la capacidad de leer registros de Modbus de cualquier módulo de control para grupos electrógenos mediante el protocolo RS-485, posteriormente los convierte en datos SPN para ser procesados por la base de datos S6.

Figura 3.28. Ejemplificación del Gateway CANUp Genset grupos electrógenos diésel



Fuente: Technoton (2023)

3.3.22 Características de interfaz consecutiva RS-485.

El Gateway CANUp Genset al tener compatibilidad con el protocolo RS-485 tiene la capacidad de crear hasta 50 slots mediante software para la lectura y conversión de datos vía interfaz consecutiva. Además, trabaja siempre a modo de maestro en la red de dispositivos con interfaz RS-485, por lo que, se tiene la capacidad de leer cualquier registro seleccionado dentro del protocolo RTU de los dispositivos esclavos en la red.

Para realizar la lectura de registro de los dispositivos presentes en la red RS485 con el Gateway como maestro y el resto a manera de esclavos se trabajará en rangos desde 0 hasta 255, dondem las direcciones serán únicas dentro de la red. La velocidad de intercambio de datos puede ser seleccionado en el rango de bit/s con los siguientes valores: 2400; 4800; 9600; 19200; 38400; 57600 y 115200.

3.3.23 Restricciones de instalación de CANUp Genset.

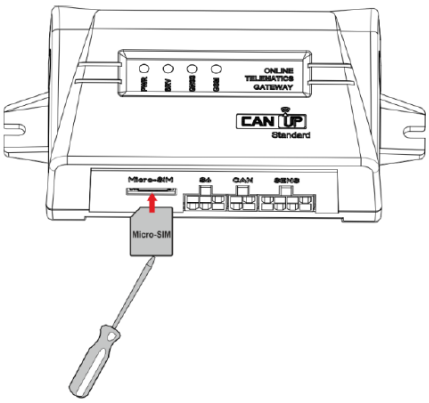
Previo a la instalación del CANUp es necesario tener en cuenta las restricciones de instalación y explotación del equipo las cuales son:

- Asegurar la recepción de señal desde GNSS sin obstáculos.
- Asegurar una visualidad máxima del cielo en el lugar donde se instala CANUp 27
- Se debe elegir un lugar seco.
- Se debe elegir un lugar protegido contras la influencia del medio ambiente.
- Se debe instalar en lugares alejados de entornos o sistemas de enfriamiento o calentamiento.

3.3.24 Instalación de la tarjeta SIM.

Previo a la instalación de la tarjeta SIM se debe tener en cuenta que la tarjeta SIM debe ser de formato MICRO-SIM y se recomienda utilizar una tarjeta que soporte las funciones GPRS/SMS, así como desactivar el PIN de la tarjeta. Para la instalación se debe introducir en el slot presente en CANUp genset con los contactos hacia abajo, esta debe ser incrustada a presión dentro del puerto hasta escuchar un clic, garantizando la correcta instalación de la tarjeta en el equipo.

Figura 3.29. Forma correcta de instalación de tarjeta SIM en CANUp



Fuente: Technoton (2023)

3.3.25 Conexión CANUp 27 Genset con Adaptador de servicio.

Para realizar la conexión del dispositivo Gateway se efectúa el mismo procedimiento de conexión especificado en el punto 3.4.1.6 mediante el software de comunicación Service CANUp 7.16.

Figura 3.30. Service CANUp 7.16

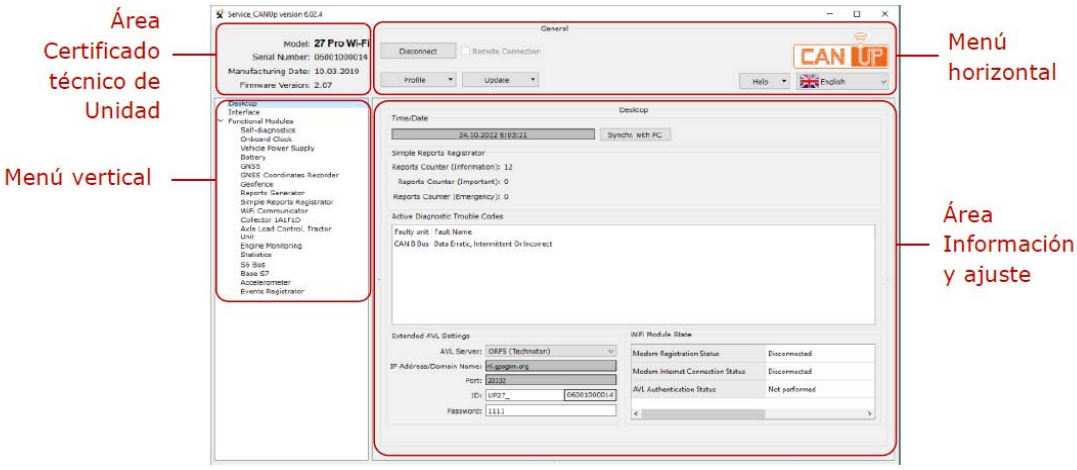
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.26 Interface de software y validación de conexión.

Tras iniciar el software Service CANUp 7.16 se puede observar la pantalla principal, la cual se compone de:

- Menú Horizontal y vertical
- Área de certificado técnico de la unidad.
- Área de información y ajuste.

Figura 3.31. Ventana principal de interface Service CANUp



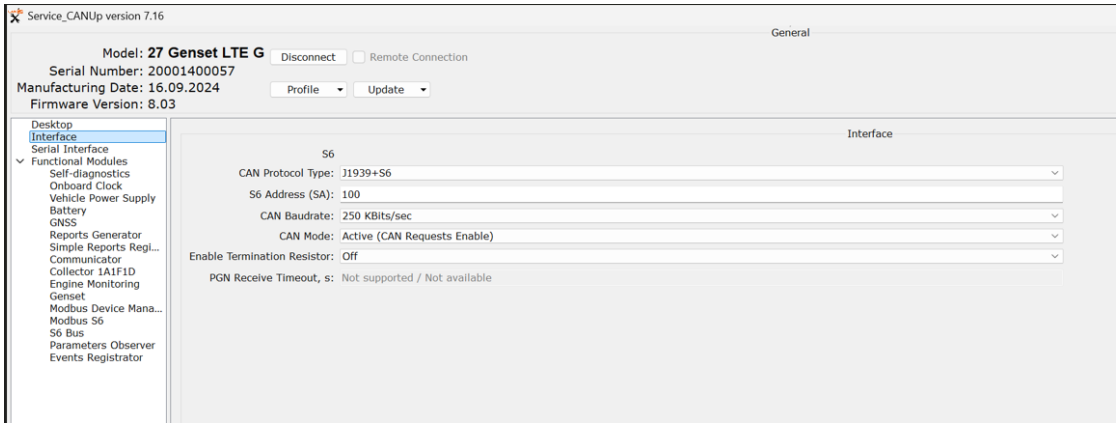
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

El menú vertical se usa para elegir los módulos funcionales del equipo y ajustes, mientras que, los parámetros se observan en el área de información y ajuste. Por otro lado, el área de información y ajuste se reflejarán los nombres de los mensajes PGN con sus respectivos parámetros SPN.

3.3.27 Ajuste de conexión a través de la interface CAN J1939/S6

Una vez verificada la conexión del dispositivo con el software. Se debe ajustar los parámetros de la interfaz CAN J1939/S6 en el submenú interface del software service CANUp, dentro de la lista desplegable de CAN PROTOCOL TYPE se selecciona el protocolo de transmisión de datos SAE 1939+S6. Es importante identificar a CANUp Genset puesto que, es parte de una red de varios dispositivos conectados de acuerdo con la tecnología S6. Para ello, en el campo de S6 Address (SA) se debe colocar la dirección del dispositivo, este posee una dirección de red única (100).

Figura 3.32. Ajuste de conexión a través de la interface CAN J1939/S6



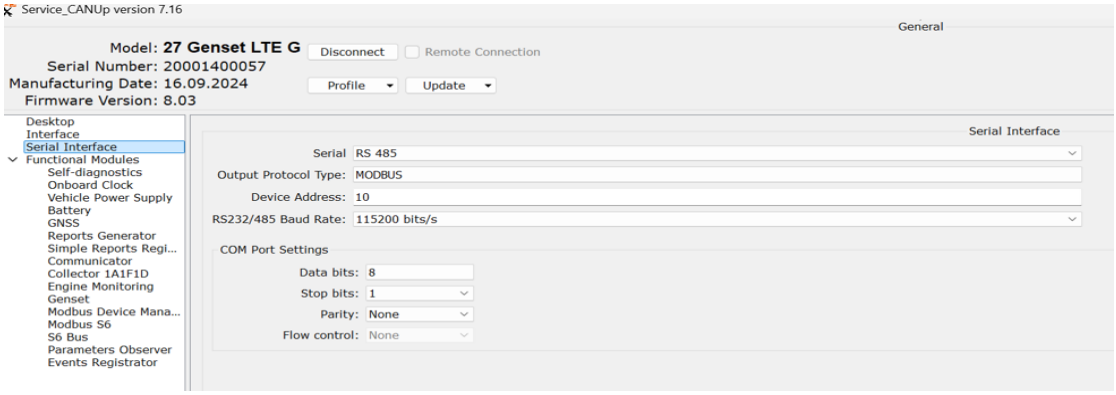
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.28 Ajuste de conexión a través de la interface consecutiva RS-485

Para realizar la conexión mediante interfaz consecutiva se debe seleccionar en el menú principal la opción de Serial interface y se deben seguir los siguientes pasos:

1. En la lista desplegable SERIAL se debe seleccionar la interface de comunicación RS-485.
2. En el campo de OUTPUT PROTOCOL TYPE se indica el protocolo de transmisión de datos, en este caso MODBUS.
3. En el campo DEVICE ADDRRES se debe seleccionar la dirección única de red de la unidad inteligente que forma parte de la red con valor 10.
4. En la lista desplegable RS232/485 BAUD RATE se debe seleccionar la velocidad de intercambio de datos del dispositivo con valor 115200.
5. En el campo COM PORT SETTINGS se debe indicar los parámetros de intercambio de datos para lo cual se tiene:
    - **DATA BITS:** Se indica el número de bits de datos que se pueden transmitir (Para el módulo de control DEEP SEA es 8 bits).
    - **STOP BITS:** Se selecciona la cantidad de bits finales que sea necesario para el reconocimiento correcto del final del byte. (Para el módulo de control DEEP SEA es 1).
    - **PARITY:** Se debe seleccionar el control de paridad. (Para el módulo de control DEEP SEA no es necesario)
    - **FLOW CONTROL:** Se selecciona el modo de control del flujo de datos. (Para el módulo de control DEEP SEA no es necesario).

Figura 3.33. Ajuste de conexión a través de la interface consecutiva RS-485



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.29 Adquisición de datos módulo de control – CANUp genset mediante protocolo RS485.

Para la extracción de datos mediante RS485 desde el módulo de control del grupo electrógeno y llevarlos hacia el Gateway se debe conocer la tabla de direcciones y registros de MODBUS del módulo. Para ello, el manual especifica que la tabla de direcciones se debe solicitar al proveedor o al departamento técnico de DEEP SEA ELECTRONICS.

2.10.4 RS485 PORT

The RS485 port on the controller supports the MODBUS RTU protocol and is for connection to a single MODBUS client device only.

The DSE MODBUS register table for the controller is available upon request from the DSE Technical Support Department.

Tabla 3.2. Direcciones y registros MODBUS

Fuente: Deep Sea Electronics (2023)

La tabla de direcciones proporcionada por el departamento técnico de DeepSea Electronics presenta cada parámetro en valores de offset de 0 hasta 256, por lo cual es necesario realizar un ajuste al valor que se desea obtener, pues, no se encuentran en el valor decimal necesario para que el Gateway pueda acceder a estos parámetros. Dentro de la tabla de valores de RS-485 los registros se presentan en el siguiente formato.

Register offset	Name	Minimum value	Maximum value	Scaling factor	Units	Bits/ sign
0	Manufacturer code	0	65534	1		16

Tabla 3.3. Formato tabla de registro de valores RS-485

Fuente: Deep Sea Electronics (2023)

Para ingresar los valores de cada parámetro que se desea monitorear se debe obtener su valor decimal mediante la siguiente fórmula:

$$Dirección\ decimal = (Número\ de\ página * 256) + Número\ de\ registro$$

Se multiplica por la cantidad de registros por bloques y se suma el número de registro que se desea obtener. Por ejemplo, si se desea obtener el valor de “Engine Battery Voltage” se realiza la conversión de la siguiente manera:

- Se verifica en qué página se encuentra ubicado el parámetro.

Figura 3.34. Dirección de página del registro "*Engine Battery Voltage*"

10.6 Page 4 – Basic Instrumentation

Notes:

1. These are read only registers.
2. The meaning of the mains, generator and bus phase rotation codes is given in the table below.
3. Registers 95-123 have been added to support the 8680 although not all will be implemented initially.
4. Registers 180 to 192 added to allow mimics of either S1 or S2 load/watts/lead-lag registers according to which side is on load.
5. If oil pressure is set to wide range signed value, this instrument is available in page 5. Register 0 in page 4 will reflect all positive values and will be set to the under measureable range sentinel for negative values.
6. If fuel level is set to wide range signed value, this instrument is available in page 5. Register 3 in page 4 will reflect all positive values and will be set to the under measureable range sentinel for negative values.

Fuente: Deep Sea Electronics (2023)

- La dirección de la página es la N°4 y el valor del registro Modbus a monitorear es el N°5.

Figura 3.35. Número de registro del parámetro "*Engine Battery Voltage*"

Register offset	Name	Minimum value	Maximum value	Scaling factor	Units	Bits/ sign
0	Oil pressure	0	10000	1	Kpa	16
1	Coolant temperature	-50	200	1	Degrees C	16 S
2	Oil temperature	-50	200	1	Degrees C	16 S
3	Fuel level	0	130	1	%	16
4	Charge alternator voltage	0	40	0.1	V	16
5	Engine Battery voltage	0	40	0.1	V	16

Fuente: Deep Sea Electronics (2023)

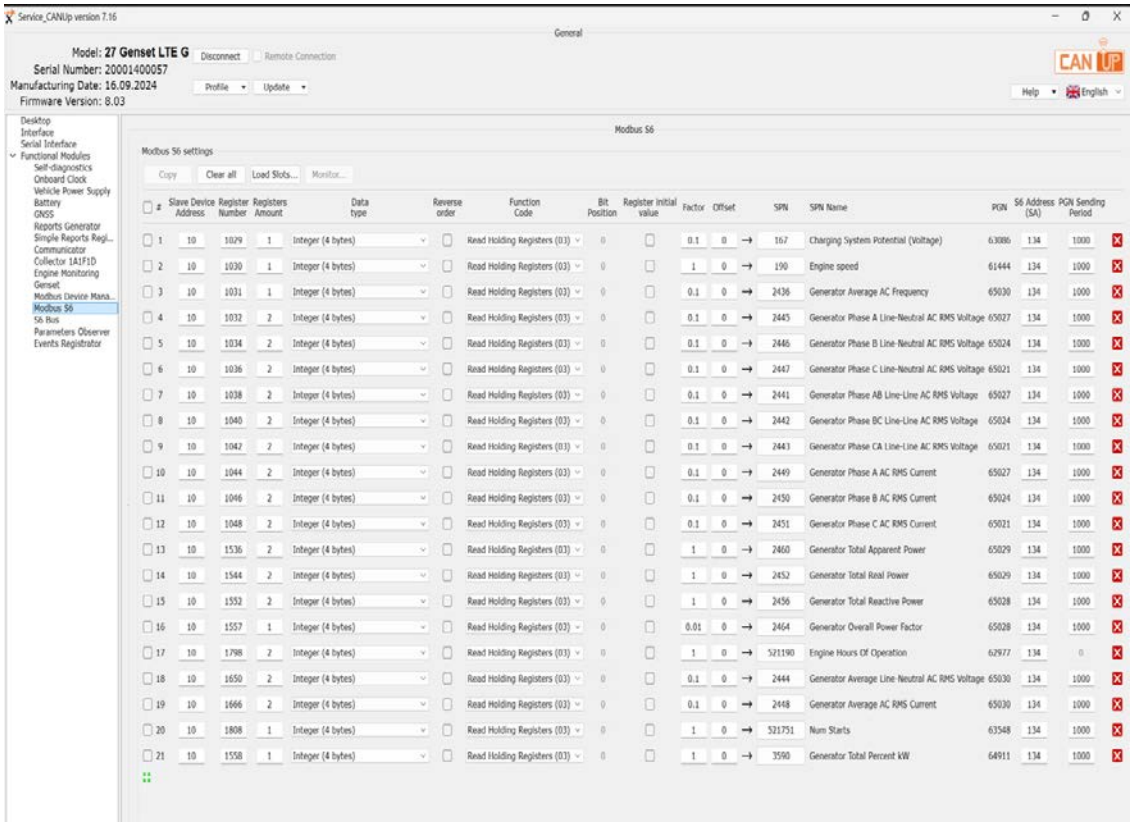
- El valor del registro Modbus es de 5 y se encuentra en la página 4.

Entonces, se aplica la fórmula para la conversión del parámetro a decimal y obtener la lectura en el Gateway:

$$Direccion\ decimal = (4 * 256) + 5$$
$$Direccion\ decimal = 1029$$

El valor decimal obtenido del cálculo del registro es el que CANUp leerá y se repite este procedimiento para cada registro que se desea obtener, como se muestra en el Anexo 3.

Figura 3.36. Registro de valores en el software CANUp



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Una vez obtenido los valores de registro de cada parámetro que se desea se procede a realizar la parametrización de los registros para lo cual se tiene:

- **Slave Device Address:** Indica el valor único de la dirección de la fuente de datos del Slave en este caso el valor siempre será 10.
- **Register Number:** Es el parámetro que permite indicar la dirección del registro solicitado.
- **Register Amount:** Sirve para indicar la cantidad de registros consecutivos leídos en los que se encuentran grabados los datos seleccionados para su conversión.
- **Data Type:** Este apartado permite indicar la representación de datos en los registros leídos para la conversión. En este caso, el tipo de dato para cada parámetro es Integer (número entero) de 4 bytes
- **Function code:** Este parámetro sirve para la selección de la función necesaria de lectura de registros de modbus RTU. En este caso, se utiliza el parámetro Read Holding Registers (03) que es de tipo de acceso de lectura y un valor de 16 bits.

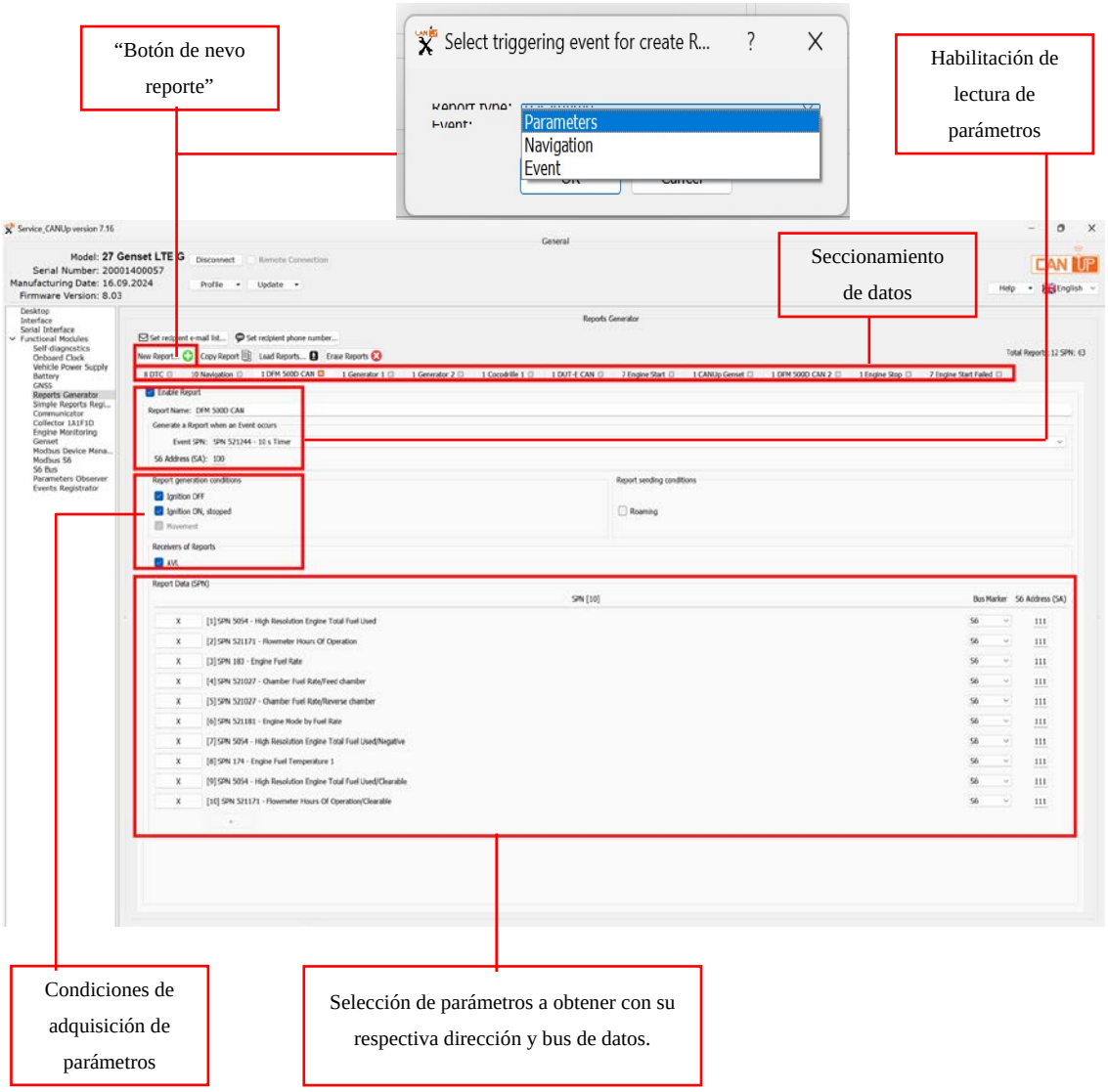
- **Factor y offset (Discreción y Desplazamiento):** Permite la introducción de atributos necesarios para el cálculo realizado por CANUp de los valores del registro leído.
- **SPN y SPN Name:** Este parámetro corresponde al número del registro y nombre guardado del registro
- **PGN:** Este es el valor en el que se enviara el SPN buscado.
- **S6 Address (SA):** Este campo sirve para la introducción de la dirección de red de la unidad para su vinculación con el SPN e indicación al ajustar los parámetros de los informes transmitidos al servidor
- **PGN Sending Period:** Este valor indica el periodo de envió de datos en segundos.

3.3.30 Adquisición de datos por CANBUS

Para adquirir los datos de los equipos conectados en la interface CAN J1939/S6 se requiere parametrizar y seccionar la información prioritaria a conocer de cada unidad a bordo, la adquisición de los datos servirá para enviarlos a la nube y su posterior generación de informes.

El ajuste de Report generation Condition se parametriza las condiciones de adquisición de parámetros en dependencia del estado de conexión a la fuente de alimentación. El campo de Report Data se selecciona el parámetro que se quiere monitorear de la unidad y la configuración de Bus maker corresponde al bus de datos de donde se recopilan los parámetros, mientras que, la configuración de S6 Address (SA) es la dirección de la puerta de enlace del dispositivo con su dirección de red única.

Figura 3.37. Adquisición de datos por CANBUS

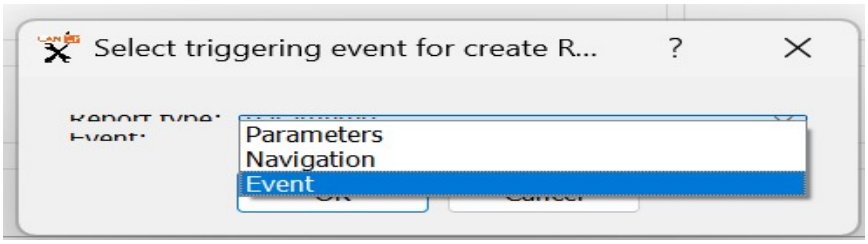


Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.3.31 Generación de informes

Para la generación de informes de a bordo se debe configurar la generación de los mismos en el apartado de "Report Generator". Una vez seleccionada la opción de "New Report", en la ventana de "Select Triggering event for créate report" se seleccionará la opción de "Event" y posteriormente el tiempo de envío de informes. La parametrización de informes es similar a la obtención de parámetros descrito en el punto 1.3.11. A diferencia que en el apartado de generación de informes se debe definir la opción de "Receivers Reports" en el cual se define a quien está dirigido el informe creado, el software envía los reportes mediante direcciones de correo electrónico y SMS.

Figura 3.38. Identificación de generación de informes

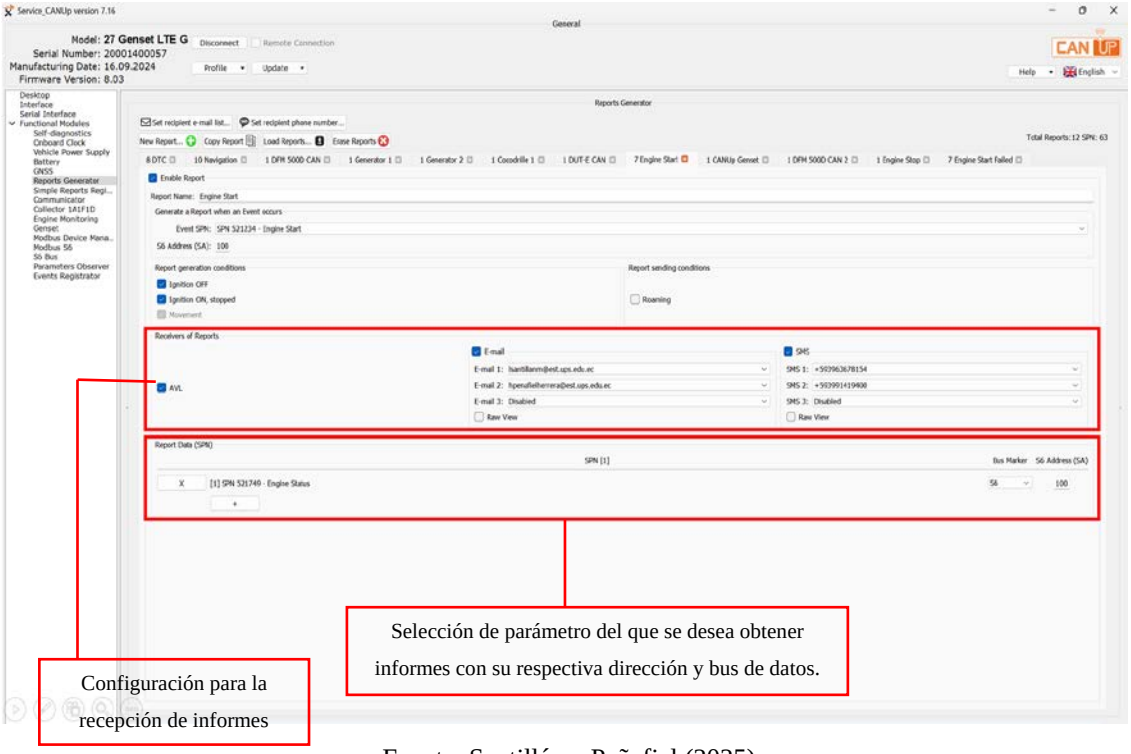


Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 3.39. Tiempo de envío de informes

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 3.40. Generación de informes



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.4 Utilización de UNUM Genset

3.4.1 Autorización del usuario

Para autorizar el ingreso, se debe solicitar acceso al fabricante de la plataforma, en este caso Technoton. Una vez brindado el acceso, se introduce el nombre de usuario y contraseña, luego se pulsa el botón (Introducir) para acceder.

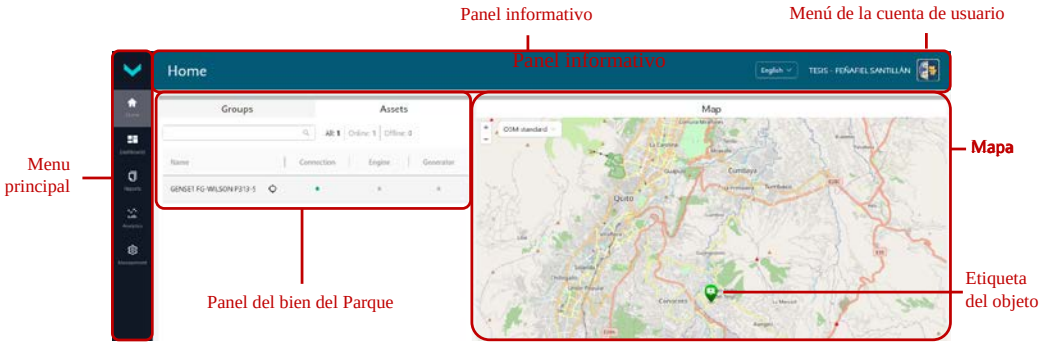
Figura 3.41. Ventanilla de la autorización del usuario a la entrada en UNUM Genset

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.4.2 Interfaz de la ventanilla principal de monitoreo

Después de la autorización del usuario aparece la ventana principal de monitoreo, donde se puede ajustar la plataforma para controlar el parque y realizar el monitoreo operativo posterior y (o) el análisis posterior del trabajo de Objetos / Grupos.

Figura 3.42. Interfaz de la Ventanilla principal de monitoreo de UNUM Genset



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

En la ventana principal de monitoreo se encuentran los espacios de trabajo siguientes:

Home (Inicio) — La pestaña se despliega directamente después de la autorización del usuario en UNUM Genset y contiene el **Panel de selección de recursos del Parque** con pestañas separadas para la visualización de objetos singulares (lista **Assets)** y Grupos de Objetos (lista **Groups**).

Dashboards (Paneles) — La pestaña sirve para el monitoreo operativo del funcionamiento del Objeto/Grupo de objetos con la ayuda de paneles. La pestaña contiene tareas, de las cuales se puede elegir el modelo del panel necesario ajustado para cierto conjunto de datos del grupo electrógeno diésel.

Figura 3.43. Selección del Modelo del panel en la pestaña Dashboards (Paneles)

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

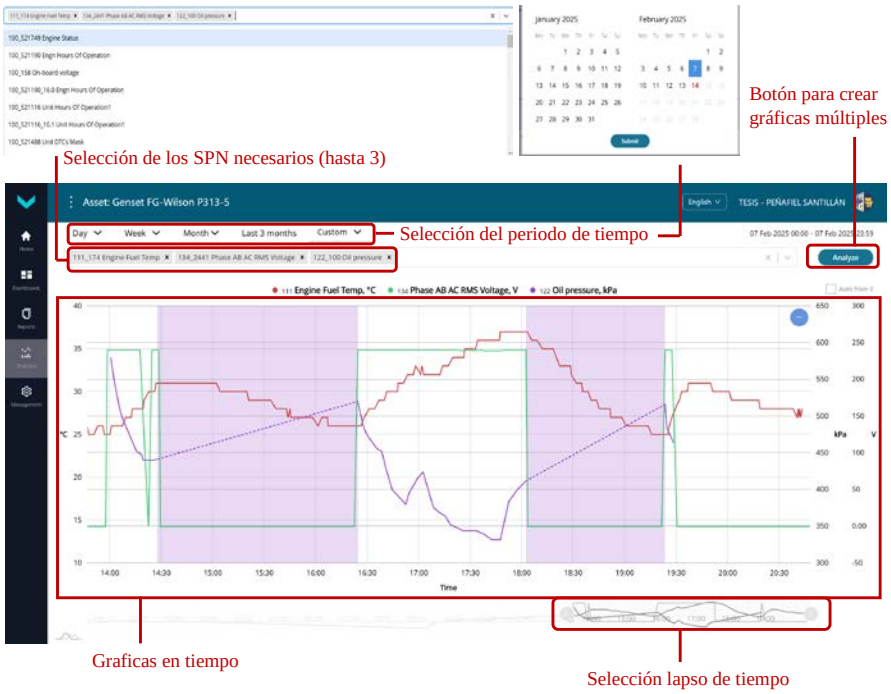
Reports (Informes) — La pestaña sirve para el análisis posterior del funcionamiento del Objeto/Grupo seleccionado a base de los informes analíticos durante el período de tiempo indicado. La pestaña contiene tareas de las cuales se puede elegir el modelo del informe necesario ajustado para cierto conjunto de datos del grupo electrógeno diésel, para luego indicar el período de tiempo para el cual es necesario crear el informe.

Figura 3.44. Selección del Modelo del informe

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Analytics (Análisis de datos) — La pestaña sirve para el análisis del trabajo del Objeto/Grupo seleccionado en tiempo real con la ayuda de los gráficos múltiples (que combinan hasta 3 gráficas) del cambio de Parámetros / Contadores según los datos almacenados en el servidor durante el período de tiempo indicado. La pestaña contiene una lista desplegable que permite seleccionar los SPN necesarios e indicar el período de tiempo para el cuál el gráfico múltiple debe ser creado.

Figura 3.45. Selección de SPN para analizar gráficas múltiples del cambio de los parámetros durante el período de tiempo indicado en la pestaña Analytics.



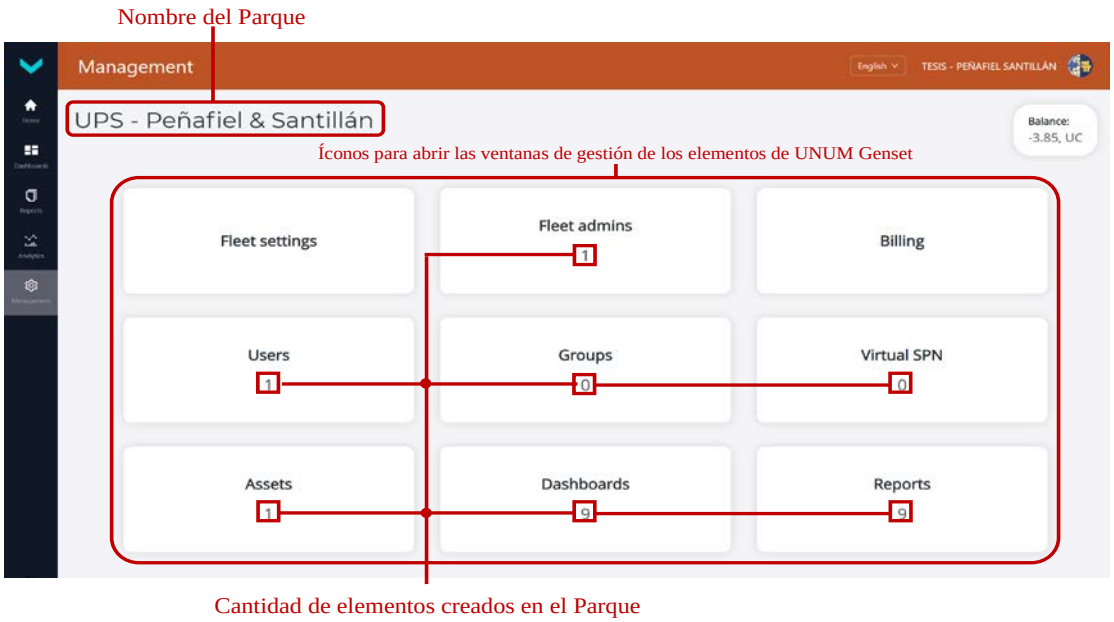
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Management (Gestión) — La pestaña sirve para gestionar los elementos de UNUM Genset permitiendo:

- Editar los ajustes del Parque (ícono **Fleet settings**).
- Controlar:
- Administradores del parque (ícono **Fleet Admins**).
- Operadores / Espectadores (ícono **Users**).
- Objetos (ícono **Assets**).
- Grupos (ícono **Groups**).
- Modelos de paneles para el Objeto (ícono **Dashboards** → pestaña **Asset**).
- Modelos de paneles para el Grupo (ícono **Dashboards** → pestaña **Group**).
- Modelos de informes para el Objeto (ícono **Reports** → pestaña **Asset**).
- Modelos de informes para el Grupo (ícono **Reports** → pestaña **Group**).
- SPN virtuales (ícono **Virtual SPN**).

Crear los informes de facturación (ícono **Billing** → pestaña **Reports**)**.

Figura 3.46. Pestaña Management disponible a la utilización del Superadministrador del parque.

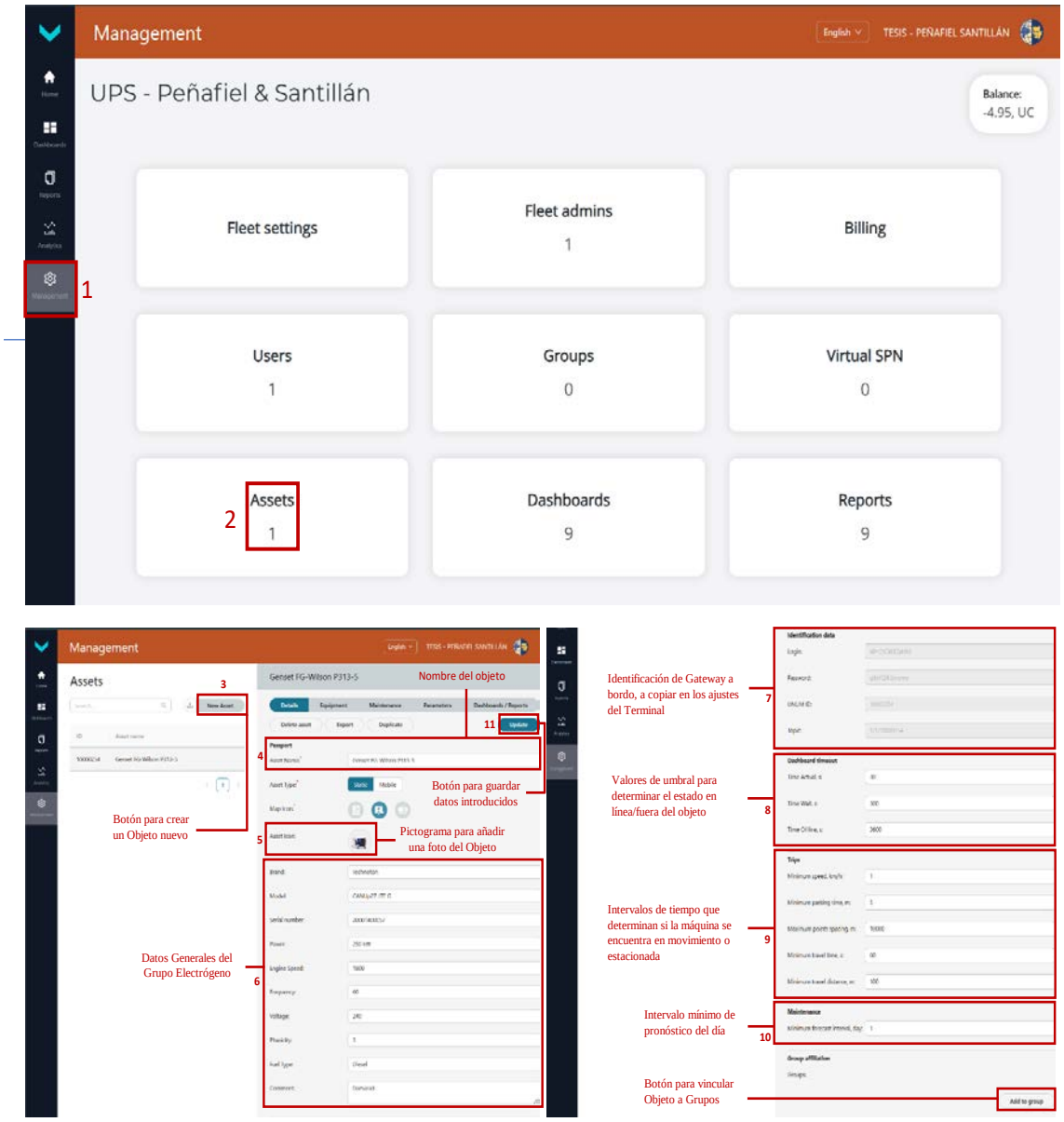


Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.4.3 Gestión de Objetos

La correcta identificación del objeto en la plataforma es esencial para gestionar y supervisar eficazmente los parámetros y eventos del grupo electrógeno. Una adecuada definición de sus variables permite organizar información clave, como datos técnicos del equipo, configuraciones, unidades de equipamiento a bordo, parametrización de variables y planificación de mantenimiento. Esto optimiza la interacción del usuario con los indicadores en el dashboard y facilita la comprensión del funcionamiento del equipo. A continuación, se detallan los pasos de la creación y edición del objeto.

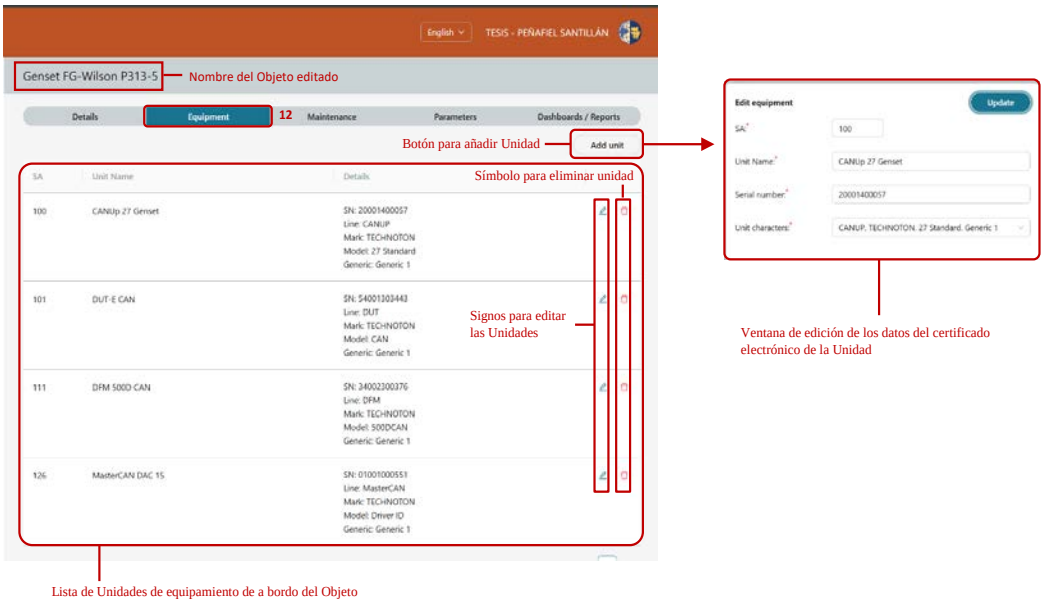
Figura 3.47. Creación de un nuevo Objeto



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

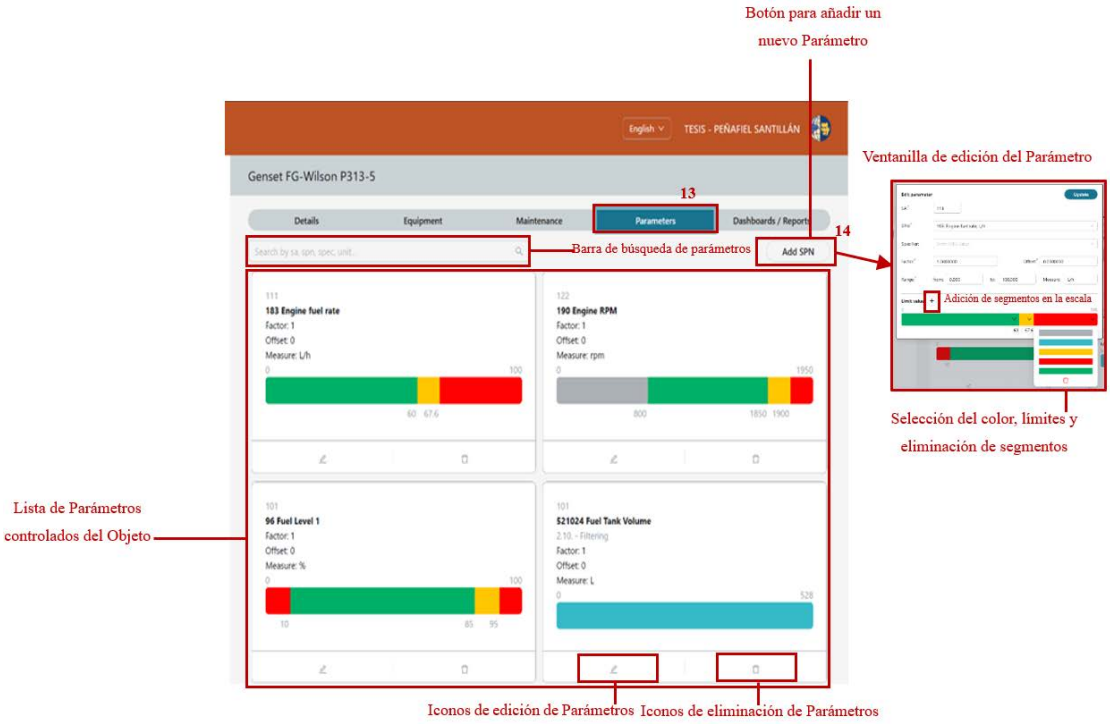
En la lista de objetos del parque se selecciona la línea del objeto cuyos datos se necesita editar (equipamiento, mantenimiento, parámetros, paneles/Informes).

Figura 3.48. Edición del equipamiento del Objeto



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 3.49. Edición de parámetros del Objeto



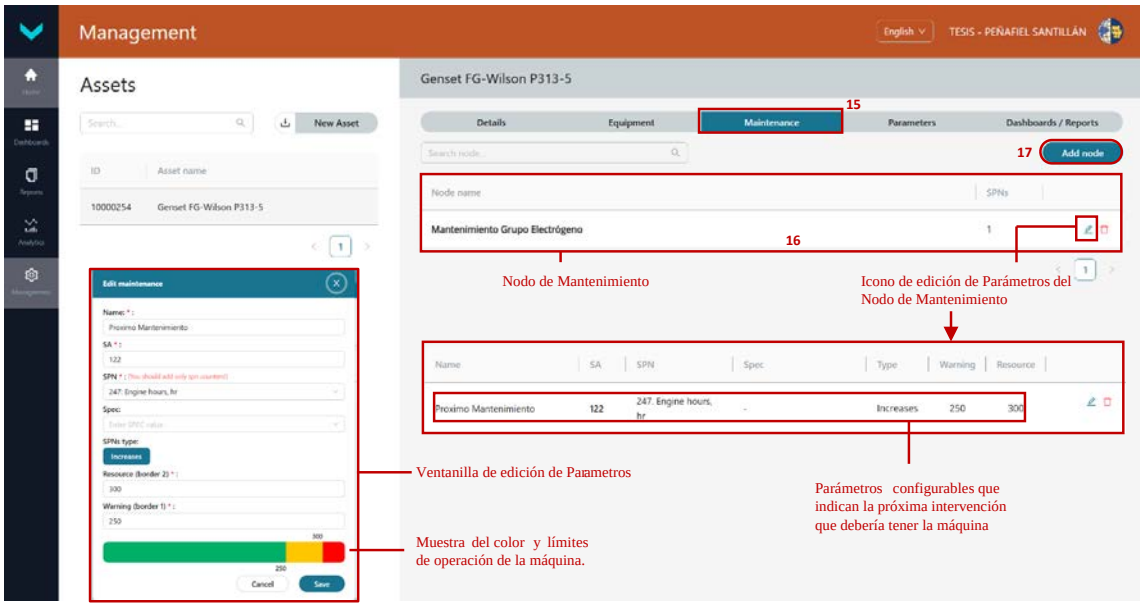
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

En el contexto de grupos electrógenos, la pestaña “Maintenance” está relacionada con el mantenimiento programado basado en las horas de funcionamiento de la máquina. Los rangos se eligen según lo dictaminado por el fabricante 250H es el tiempo que lo indica.

Los parámetros más relevantes a destacar de esta pestaña son los siguientes:

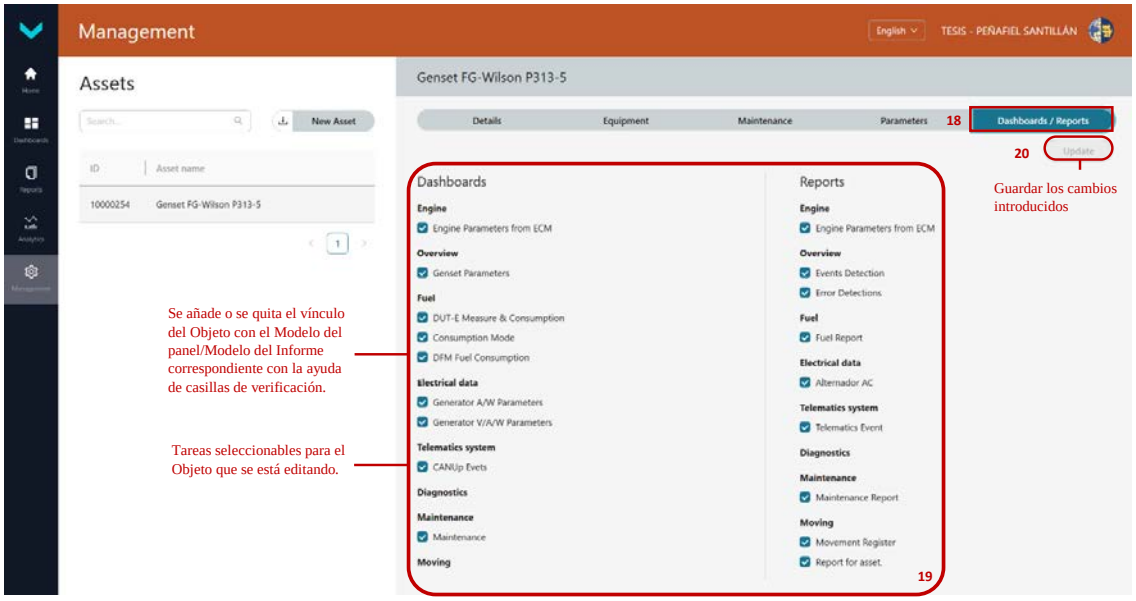
- Type: Increases → Indica que el contador de horas de operación del generador se incrementa con el uso.
- Warning: 250 → Es una advertencia que se activa cuando el generador alcanza las 250 horas de operación, alertando que pronto se debe realizar un mantenimiento.
- Resource: 300 → Representa el umbral máximo de horas (300 horas de operación). antes de que el mantenimiento sea obligatorio o recomendado con el fin de evitar fallos o desgaste excesivo en la máquina.

Figura 3.50. Edición de mantenimiento del Objeto



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 3.51. Selección de Tareas del Objeto



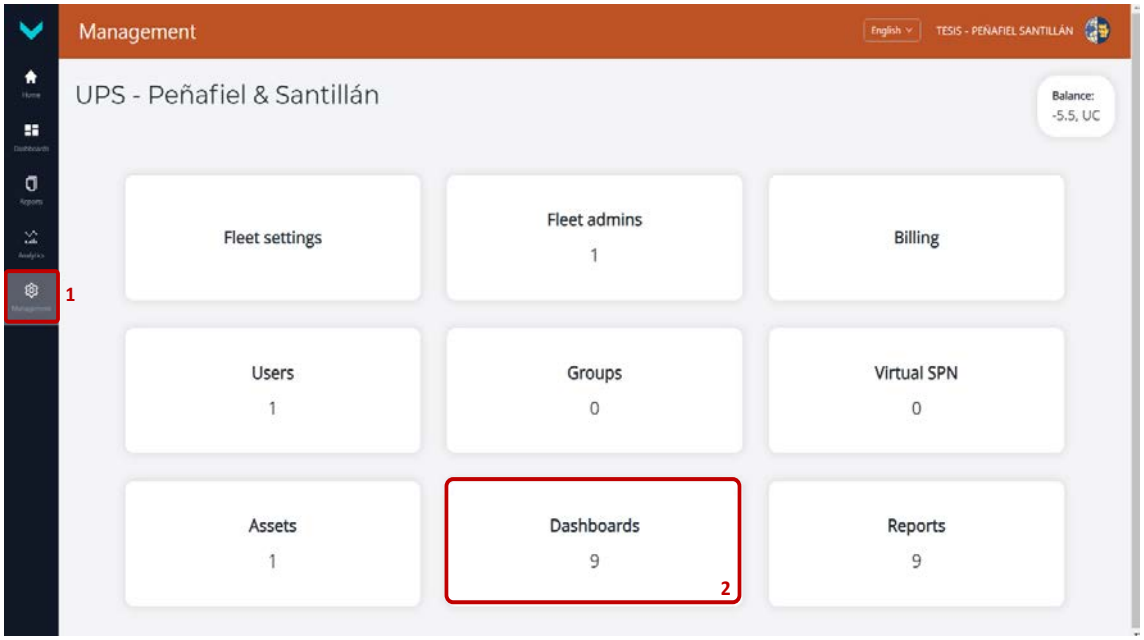
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.4.4 Gestión de Modelos de paneles

La creación y edición de dashboards en la plataforma UNUM Genset son funciones clave para personalizar y optimizar el monitoreo de equipos. Los dashboards permiten representar datos clave de manera visual y comprensible, adaptándose a las necesidades específicas del usuario.

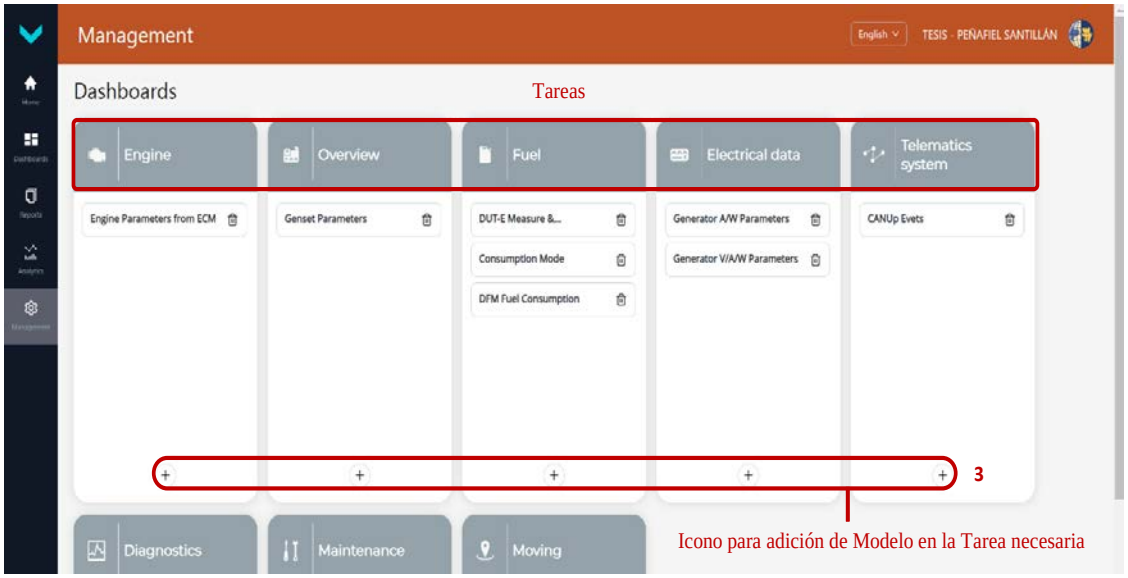
En la creación, los usuarios configuran widgets como gráficas, tablas o barras de progreso para identificar tendencias y anomalías en tiempo real, mejorando la toma de decisiones. La edición permite ajustar nombres, añadir o eliminar widgets, y modificar parámetros visuales como colores, tamaños y umbrales, garantizando la relevancia de la información. Su diseño intuitivo y flexible centraliza datos críticos, promoviendo eficiencia operativa y una gestión proactiva en entornos industriales.

Figura 3.52. Selección de la ventana Dashboard



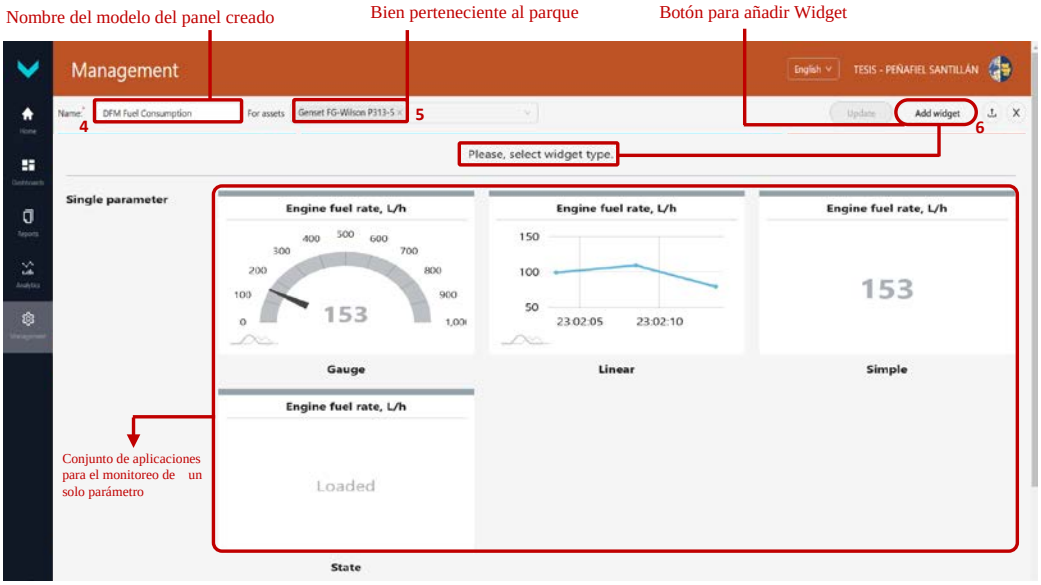
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 3.53. Ícono para crear un modelo del panel en Tarea necesaria



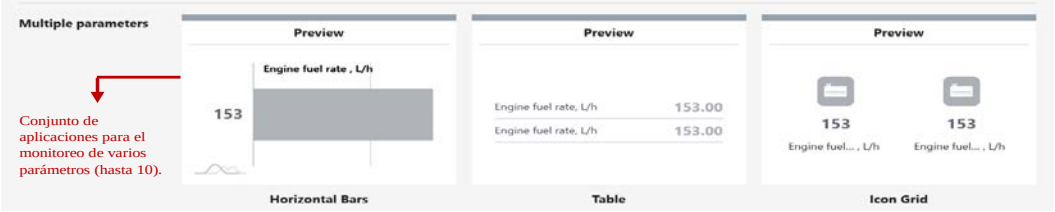
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 3.54. Ejemplo creación de widgets para visualización en la dashboard



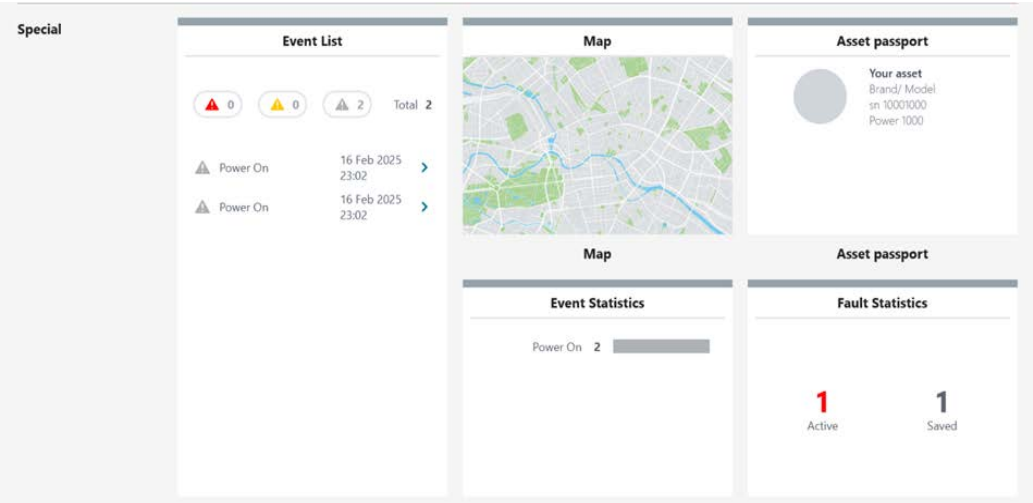
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

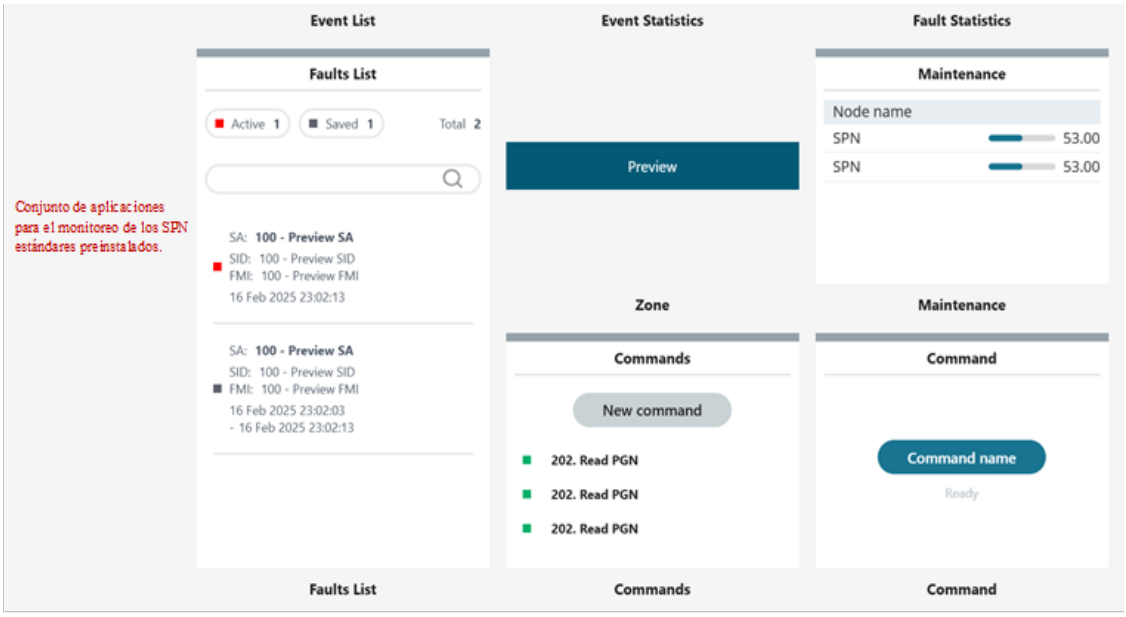
Figura 3.55. Especificación de widgets para visualización en la dashboard



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

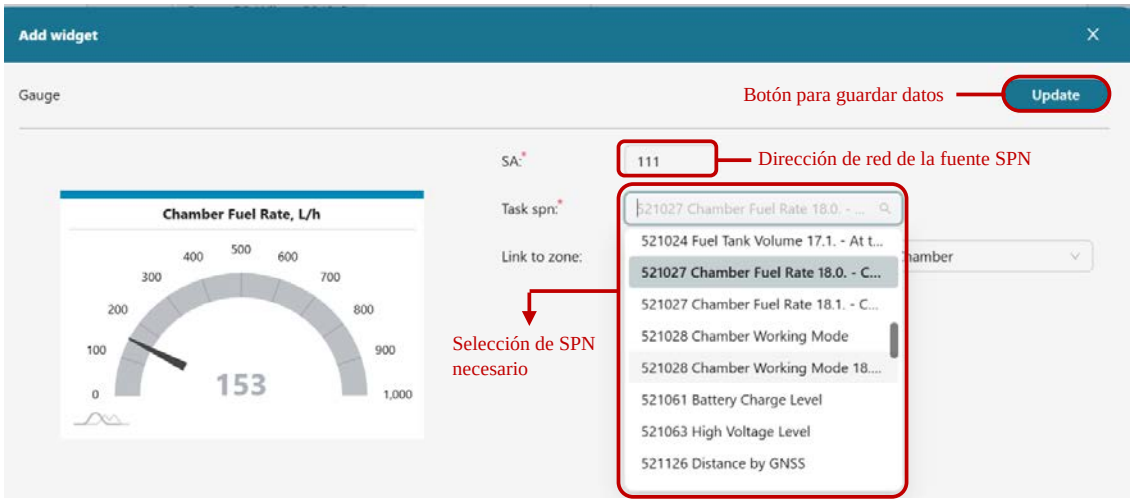
Figura 3.56. Conjuntos de aplicaciones seleccionados para el monitoreo del Objeto





Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

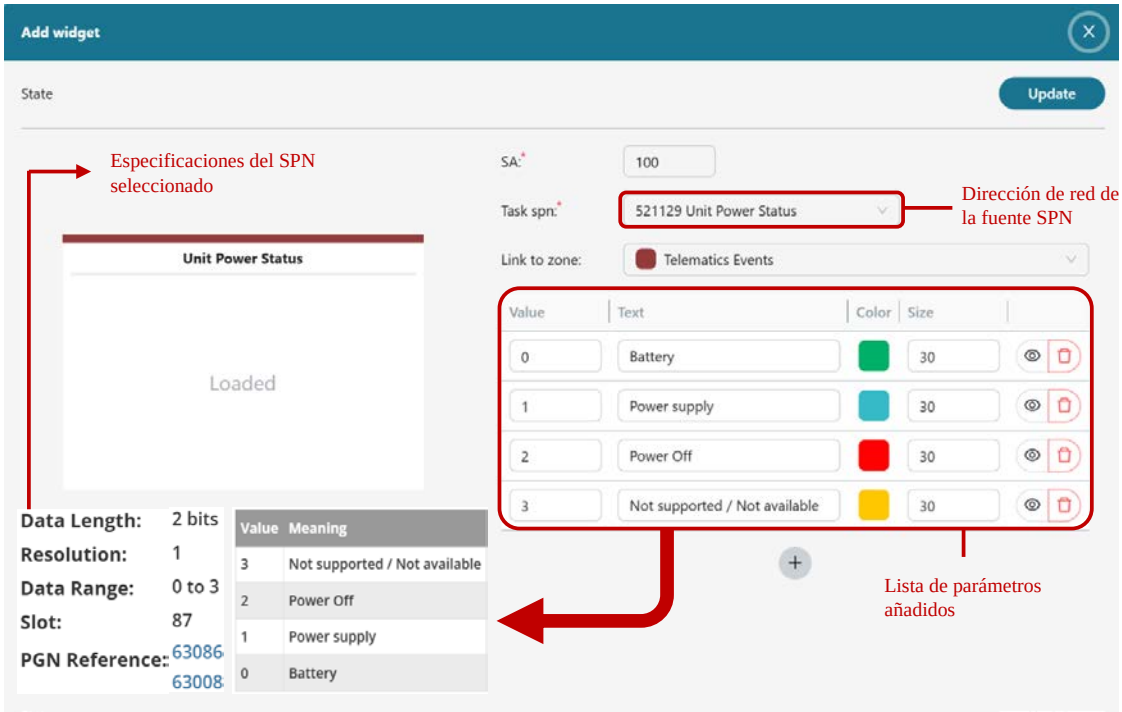
Figura 3.57. Edición de widgets – parámetro singular



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Para SPN's con un estado discreto y categórico como el 521129 que indica el estado de poder de la unidad. Se debe reconocer el significado de cada valor para colocarlo en el widget que indique el estado actual de la unidad.

Figura 3.58. Edición de widgets – parámetro categórico

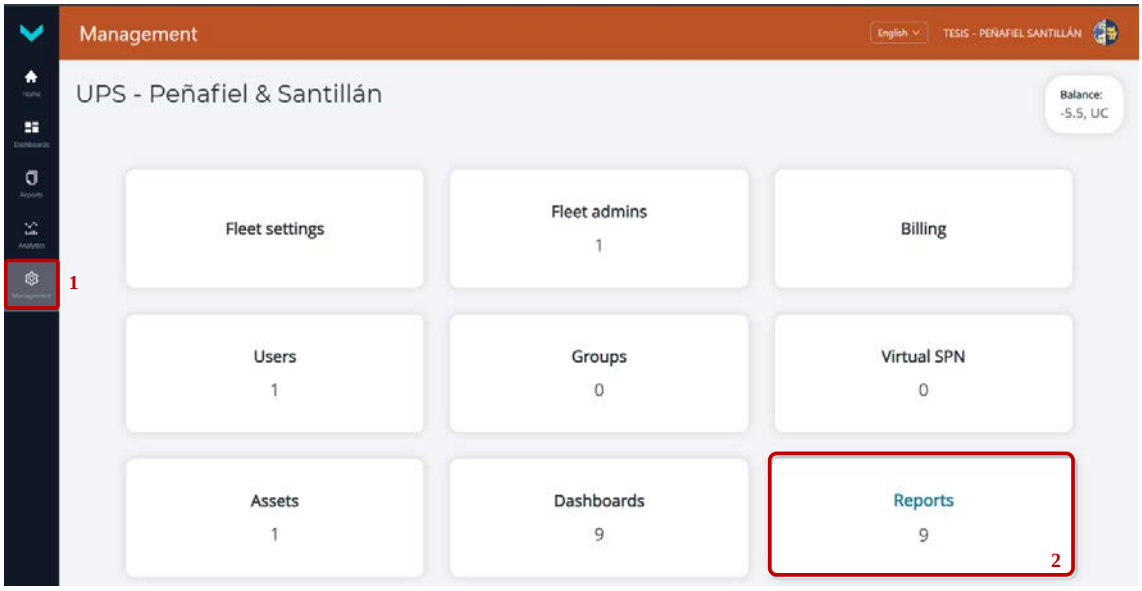


Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.4.5 Gestión de Modelos de informes

La creación y edición de modelos del informe en UNUM Genset permite estructurar, personalizar y actualizar datos críticos sobre el desempeño de equipos, como parámetros operativos (SPNs), eventos y fallas (DTC). Estos modelos organizan la información en gráficos, tablas, listas o mapas, facilitando análisis personalizados y adaptables a las necesidades operativas. Además, permiten ajustar títulos, configuraciones de agregación y aplicaciones, garantizando claridad y relevancia. Con opciones para exportar modelos, la gestión de datos se optimiza, asegurando un monitoreo eficaz y decisiones informadas en tiempo real.

Figura 3.59. Selección de la ventana Reports



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 3.60. Conjunto de elecciones para crear un modelo del panel en Tarea necesaria

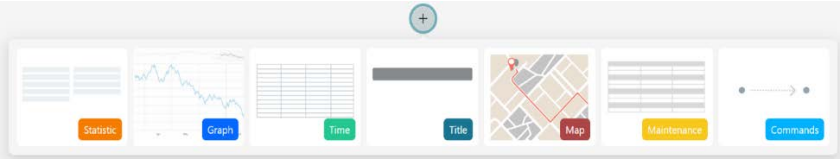
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

- SPN: Es el conjunto de usuario de parámetros del funcionamiento del grupo electrógeno diésel seleccionado de los SPN estándares de la base de datos S6 o entre los VSPN.
- Events: Es el conjunto de eventos preinstalado recibido normalmente del grupo electrógeno diésel.
- DTC: es el conjunto preinstalado de fallas del equipamiento de a bordo recibido normalmente del grupo electrógeno diésel.

Para añadir parámetros al modelo de informe se debe navegar sobre el ícono SPN. En la parte superior de la ventana abierta se añade la aplicación necesaria al modelo:

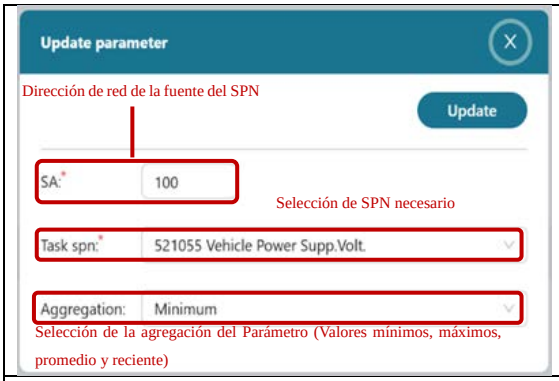
- **Statistic:** para añadir los Parámetros (hasta 50) en forma de lista;
- **Graph:** para añadir los Parámetros (hasta 3) en forma de gráfica;
- **Time:** para añadir los Parámetros (hasta 50) en forma de tabla;
- **Title:** para seleccionar la zona del título con un color específico y etiqueta.

Figura 3.61. Conjunto de elecciones del ícono SPN

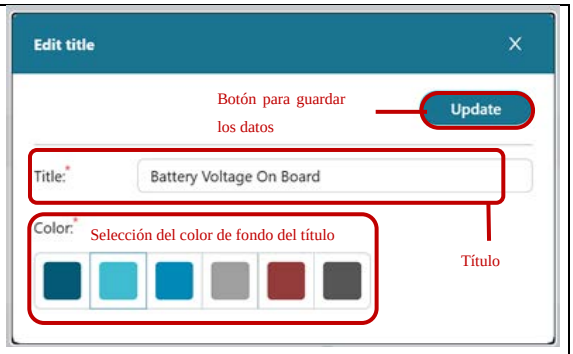


Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 3.62. Ajuste de la aplicación para visualización de parámetro y título



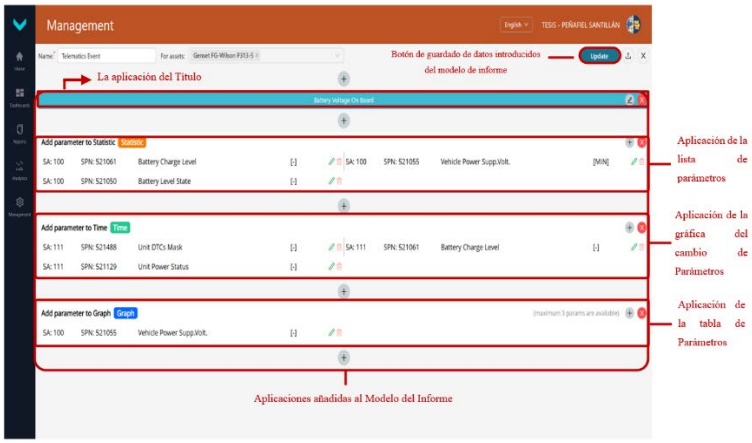
1. *Ajuste de la aplicación para visualización de parámetro*



2. *Ajuste de la aplicación para el título*

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 3.63. Guardado de los datos introducidos



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

3.5 Beneficios de UNUM Genset frente a otras plataformas de servicio IOT.

En el Anexo 8, se presenta una tabla comparativa de los beneficios de UNUM Genset frente a otras plataformas de servicio IOT.

CAPÍTULO 4
DESARROLLO DE PRUEBAS

4.1 Desarrollo de pruebas de sensores y medidores del sistema centralizado.

En este capítulo se realiza las pruebas de la instrumentación Technoton relacionado con sensor de nivel de combustible para detección de presencia de agua sensor DUT-E y toma de medidas; así como pruebas del medidor de flujo para consumo medidor de combustible DFM vs DUT-E CAN y pruebas de funcionamiento del consumo medidor de combustible DFM vs DUT-E CAN.

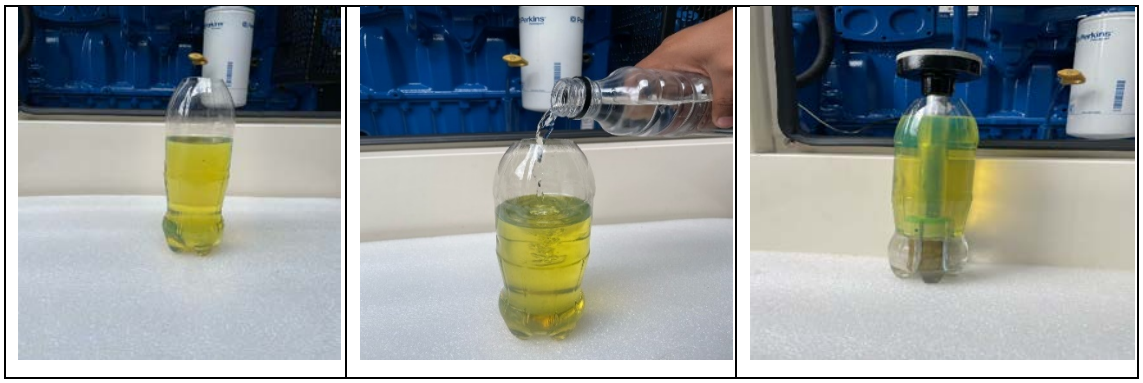
4.1.1 Sensor de nivel combustible

4.1.2 Detección de presencia de agua sensor DUT-E

El proceso para detectar la presencia de agua con sensor DUT-E se realizó lo siguiente:

- Colocar en una botella de plástico combustible.
- Luego se agrega agua en la botella.
- Seguidamente, se coloca el sensor DUTE-E.

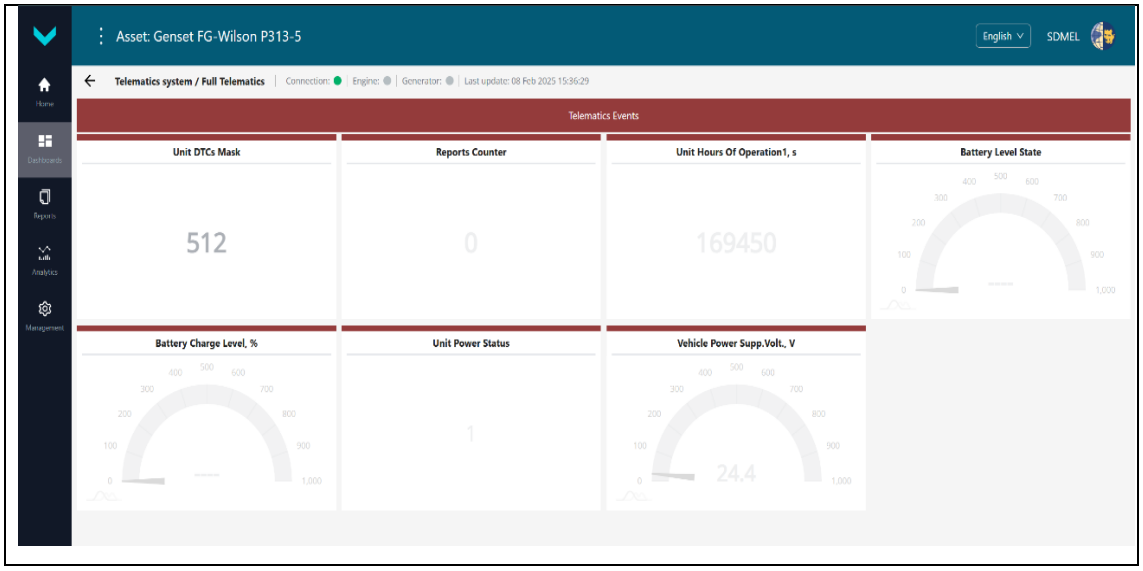
Figura 4.1. Colocación de agua y sensor en botella de combustible



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

- Se observa que en el widget perteneciente a la tarea Telematics Event existe un código 512, esto indica la presencia de agua en el combustible. Al detectar un cambio de estado en el combustible, el sensor de nivel envía un código de alerta.

Figura 4.2. Dashboard de diagnóstico de presencia de agua



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

4.1.3 Toma de medidas sensor DUT-E

Para la toma de medidas se considera los siguientes datos:

- Altura real del tanque de combustible: 252mm
- Volumen total del tanque de combustible: 528L
- Altura medida con flexómetro: 117mm.

Se aplica regla de 3 para calcular el volumen de combustible en el tanque a esa medida:

$$252mm \rightarrow 528L$$
$$117mm \rightarrow ?$$

A 117mm el volumen de combustible en el tanque es de 245,14 L (valor similar medido en la plataforma telemática). En porcentaje 117mm equivale a:

$$252mm \rightarrow 100\%$$
$$117mm \rightarrow ?$$

El porcentaje de combustible en el tanque es de 46% (valor que coincide con el de la plataforma). Por lo tanto, el valor del sensor capacitivo de combustible tiene mayor

precisión en la medición con respecto al medidor resistivo que posee el grupo electrógeno en el tanque.

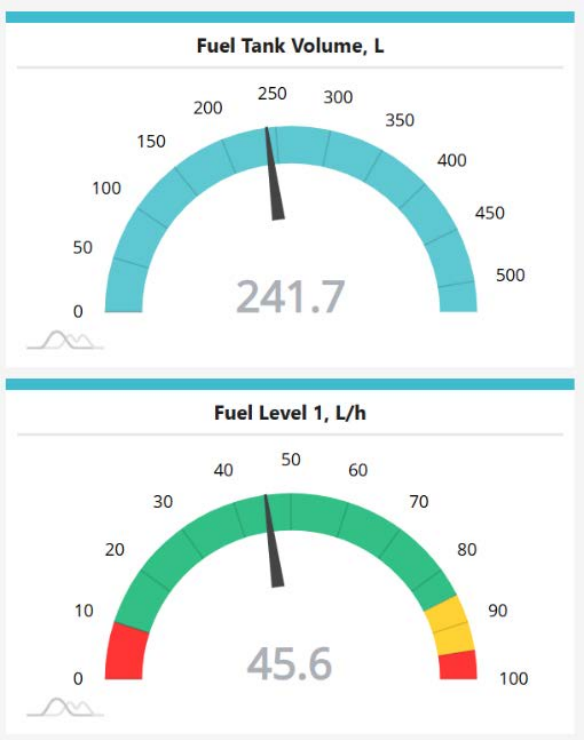
4.1.4 Prueba de funcionamiento de medidor de flujo DFM vs DUT-E CAN

4.1.5 Consumo de medidor de combustible DFM vs DUT-E CAN

Para verificar que el registro de consumo de combustible del motor coincida con el valor de nivel de combustible consumido en el tanque diario del grupo electrógeno se ha realizado la siguiente prueba:

- Se toma el valor de inicio o el valor que mide actualmente el sensor de nivel de combustible.

Figura 4.3. Dashboard de volumen nivel de combustible



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

- Se coloca el contador de consumo de combustible del DFM en 0 para obtener un registro preciso del valor que haya consumido el motor.

Figura 4.4. Dashboard de registro del valor consumido

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

- Posterior a 20 minutos de pruebas de funcionamiento del grupo electrógeno en vacío se pudo verificar lo siguiente:

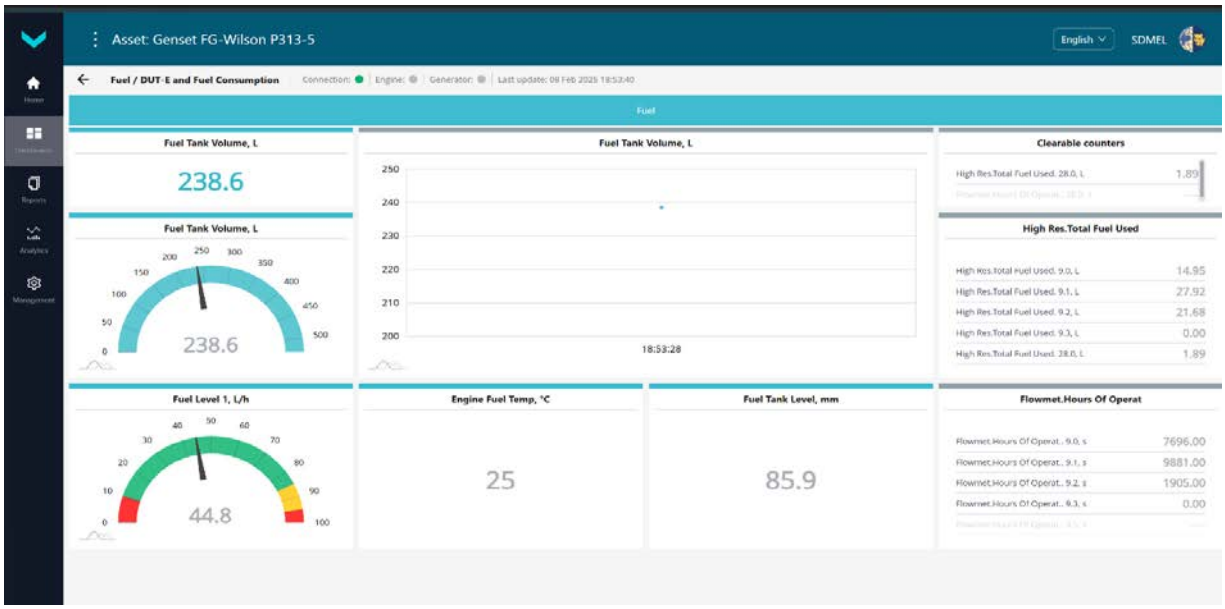
Figura 4.5. Dashboard consumo real combustible

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

El valor registrado en la plataforma de consumo de combustible del motor fue de 3.18

- Se verificó el nivel de combustible en el tanque diario para ver si en realidad bajó el nivel por el total consumido.

Figura 4.6. Dashboard de nivel de combustible en tanque diario



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Por lo tanto, se aprecia que, el valor de nivel si disminuyó con respecto a la toma inicial:

- Toma inicial volumen en el tanque: 241,7 L
- Toma final volumen en el tanque: 238,6 L
- Toma real volumen consumido o perdido: 3,1 L
- Valor de consumo de combustible registrado por el DFM es 3,18 L

En este caso, existe una diferencia de error de 0,8 litros entre el valor registrado por la cámara de medición DFM y el sensor de nivel de combustible.

4.2 Desarrollo de pruebas del sistema centralizado de gestión de data

4.2.1 Prueba de pérdida o desclasificación por altitud

Para verificar el correcto funcionamiento del sistema centralizado de adquisición de datos, se llevarán a cabo una serie de pruebas, estas permitirán la validación del correcto funcionamiento del sistema entre planta y nube. Las pruebas deben poner en marcha al

grupo electrógeno y después probar el equipo tanto en vacío como con carga en un banco resistivo de la marca Mosebach de 250kW proporcionado por SDMEL, empresa propietaria del grupo electrógeno, quien estableció los rangos de prueba del equipo al 25% y al 50% de la carga nominal.

Estas pruebas, se llevaron a cabo en la ciudad de Quito con una altitud de 2850 msnm, es así que se debe considerar una pérdida de potencia por altitud del motor, el generador a pesar de ser turbo alimentado experimenta una pérdida de potencia del 1.5% al 2% por cada 300 metros. Para realizar las pruebas carga se determina un porcentaje de corrección del 1.8% siguiendo las normas ISO 3046-1, ISO 8528-1 y SAE J1349 encargadas de determinas estos valores. Al aplicar la ecuación de pérdida de potencia por altitud se determina que:

$$P_{corr} = P_{nom} x \left(1 - \frac{h - h_{ref}}{h_{ref}} x\, f\right)$$

Dónde:

P_{corr} = potencia corregida (kW o HP)

P_{nom} = potencia nominal al nivel del mar (kW o HP)

h = altitud de operación (m)

h_{ref} = altitud de referencia estándar (normalmente 100m o 300m)

f = factor de corrección por altitud (0,015 – 0,02 para motores turboalimentados y 0,03 – 0,04 para motores atmosféricos)

Para este trabajo se considera el factor de corrección del 1,8%. Esta fórmula se encuentra en normas ISO 3046 ISO 8528 y en SAEJ349. Dado que, el motor tiene turbo, la pérdida será menor. Los motores turboalimentados suelen perder entre 1,5% y 2% por cada 300 metros sobre el nivel del mar. Al utilizar un factor de 1,8% por cada 300m se recalcula la potencia corregida de la siguiente manera:

$$P_{corr} = P_{nom} x \left(1 - \frac{h - h_{ref}}{h_{ref}} x\, f\right)$$

Dónde:

P_{corr} = potencia corregida (kW o HP)

P_{nom} = potencia nominal al nivel del mar (kW o HP)

h = altitud de operación (m)

h_{ref} f = altitud de referencia estándar (normalmente 100m o 300m)

f = factor de corrección por altitud (0,015 – 0,02 para motores turbo alimentados)

Se tiene:

P_{nom} = 250 kW (potencia nominal)

h = 2850 m (altitud de operación)

h_{ref} = 300 m (altitud de referencia)

f = 0,018 (factor de corrección por altitud)

$$P_{corr} = 250\ x \left(1 - \frac{2850 - 300}{300} x\ 0{,}018\right)$$

$$P_{corr} = 250\ x \left(1 - \frac{2550}{300} x\ 0{,}018\right)$$

$$P_{corr} = 250\ x(1 - 8{,}5\ x\ 0{,}018)$$

$$P_{corr} = 250\ x(1 - 0{,}153)$$

$$P_{corr} = 250\ x\ 0{,}847$$

$$P_{corr} = 211{,}75\ kW$$

Luego se calculó la potencia corregida para los valores de prueba:

- Con el 25% de carga

  25% de 211.75 kW=52,94 kW

- Con el 50% de carga

  50% de 211,75 kW=105,88 kW

4.2.2 Comprobación de lectura de parámetros del grupo electrógeno al servidor telemático

4.2.3 Pruebas de funcionamiento del grupo electrógeno en vacío

En la prueba de funcionamiento en vacío el equipo funciona sin carga, Durante 10 minutos de funcionamiento se observa lo siguiente:

- Consumo total de combustible: 0.68 L

- Voltaje estable promedio de Linea: 240V

- Voltaje estable promedio de Fase: 138 V

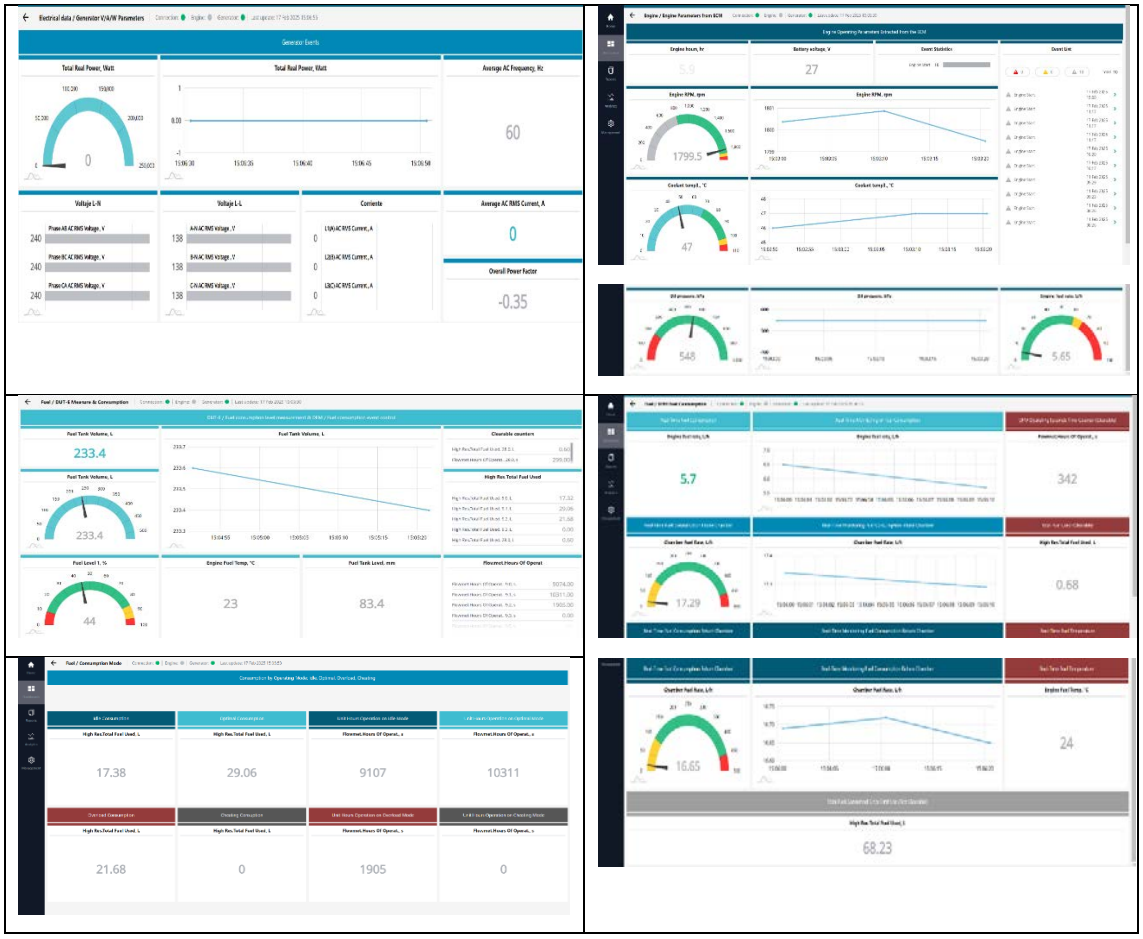
- Frecuencia constante: 60 Hz

Figura 4.7. Módulo de control en vacío

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

La visualización de los resultados de los parámetros se muestra a continuación:

Figura 4.8. Visualización de parámetros en Dashboard



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

4.2.4 Pruebas de funcionamiento al 25% de la carga nominal del grupo electrógeno

Para el funcionamiento al 25% se realizó de la siguiente manera:

- Se estableció una carga de 50Kw para el funcionamiento del grupo electrógeno. Para ello: se conecta el banco de carga a los terminales de salida del breaker principal, se aplicó la carga de forma gradual hasta alcanzar la deseada.

- Se monitorean los parámetros del controlador DEEP SEA DSE como corriente del generador, tiempo de funcionamiento del motor, voltaje, presión de aceite de motor, velocidad de funcionamiento, frecuencia, voltaje de batería, velocidad del motor, temperatura refrigerante, factor de potencia.

Figura 4.9. Capturas de pantalla del módulo de control al 25% de carga

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 4.10. Dashboard de funcionamiento al 25%

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Durante 30 minutos de funcionamiento se observa lo siguiente:

- Consumo total de combustible: 7.42 L
- Voltaje estable promedio de Linea: 240V
- Voltaje estable promedio de Fase: 138 V
- Frecuencia constante: 60 Hz
- Corriente promedio exportada: 124 Amp.

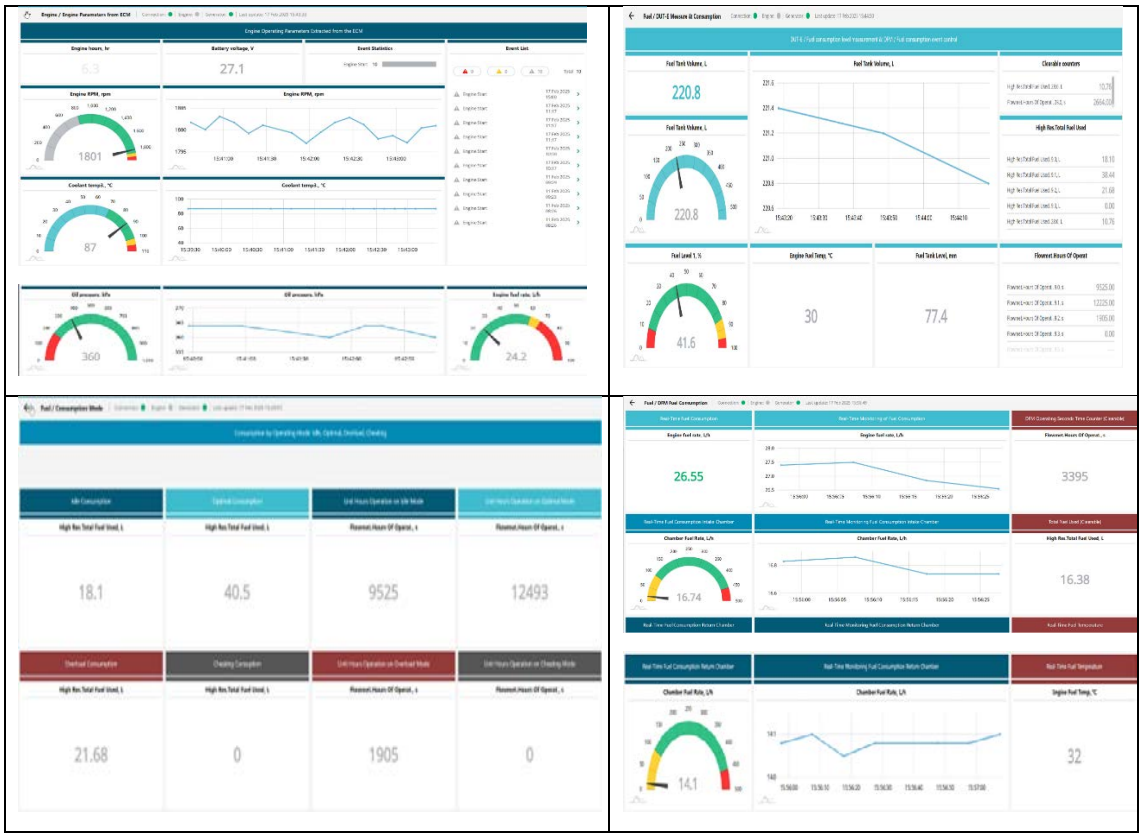
4.2.5 Pruebas de funcionamiento al 50% de la carga nominal del grupo electrógeno

En cuanto al funcionamiento al 50% se aplicó el mismo procedimiento que al 25%, es decir, los mismos parámetros, pero con carga de 105Kw

Figura 4.11. Capturas de pantalla del módulo de control al 50% de carga

Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 4.12. Dashboard de funcionamiento al 50%



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

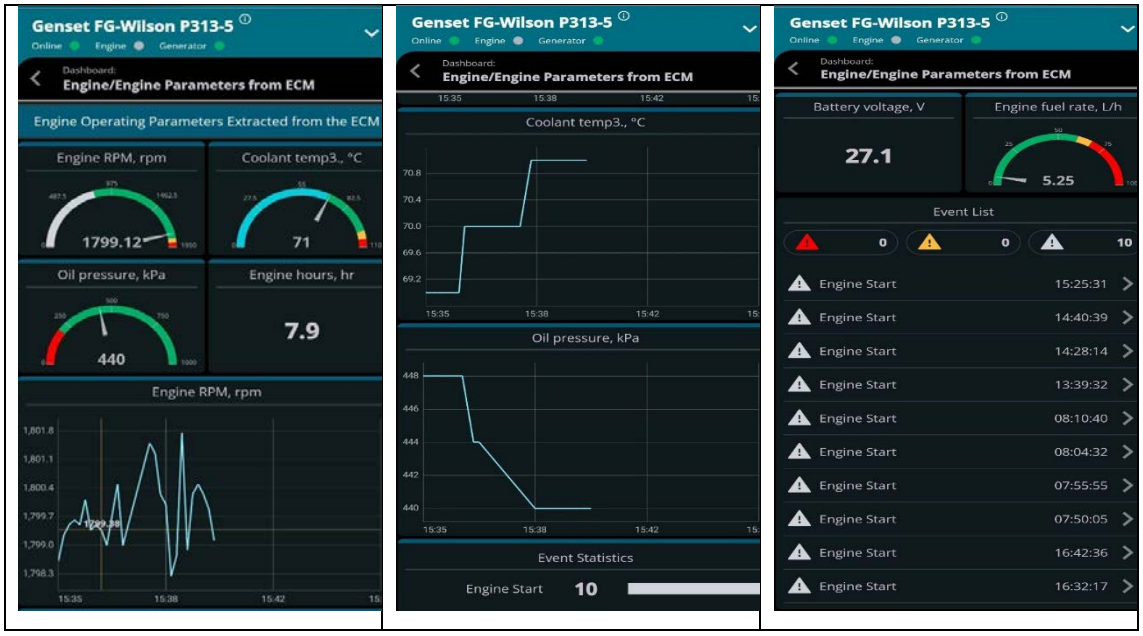
Durante 20 minutos de funcionamiento se observa lo siguiente:

- Consumo total de combustible: 16.38 L
- Voltaje estable promedio de Linea: 240V
- Voltaje estable promedio de Fase: 138 V
- Frecuencia constante: 60 Hz
- Corriente promedio exportada: 259 Amp.

4.2.6 Visualización de dashboards en aplicación UNUM GENSET mobile

Los resultados de la visualización de dashboards se muestran a continuación:

Figura 4.13. Visualización de dashboard Engine Parameters from ECM

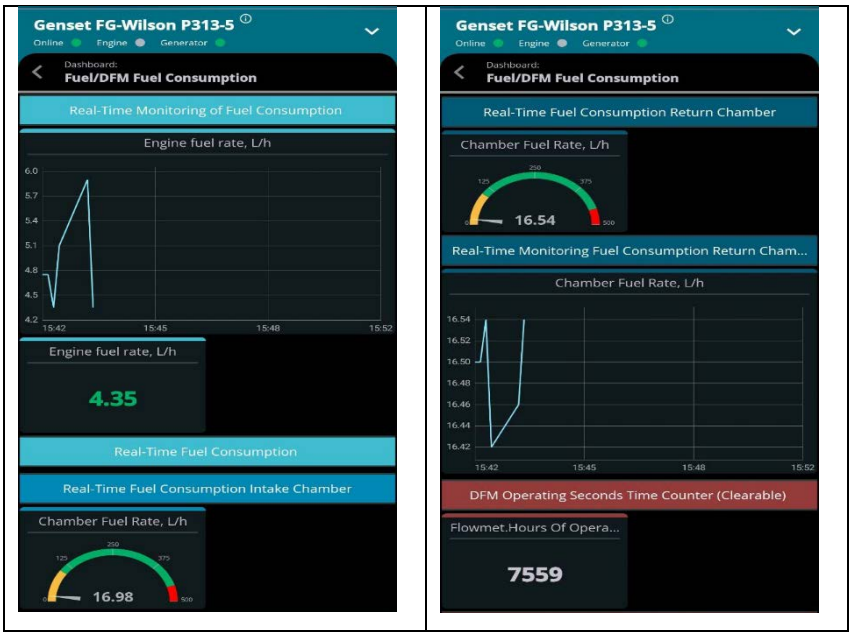


Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 4.14. Visualización de dashboard DUT-E Measure & Consuption

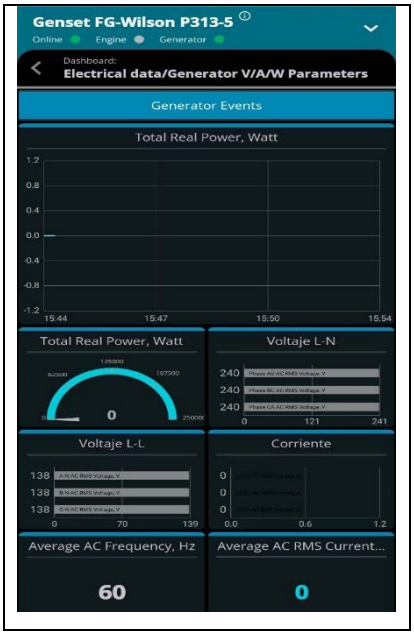
Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 4.15. Visualización de dashboard DFM Fuel Consuption



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

Figura 4.16. Visualización de dashboard Generatos events



Fuente: Santillán y Peñafiel (2025)

4.3 Gestión de data planta nube

4.3.1 Medición de tiempos de latencia

Previo a realizar mediciones de tiempo de latencia para la presentación de los datos recopilado por el servidor telemático se debe conocer los protocolos de comunicación que utiliza sistema centralizado implementado. Para el envío de datos del Gateway hacia la base de datos de Unum Genset se utiliza el protocolo de comunicación MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) y para presentar los datos al usuario se considera el protocolo HTTP con JSON Y JWT.

El protocolo JSON y JWT (Json Web Token) se emplea para la autenticación y acceso a la información en la base de datos de UNUM GENSET. A pesar de la presencia de varios protocolos de comunicación, la estimación de latencias para MQTT es desde 10 a 100ms con la persistencia de sesión QoS, esto con la finalidad de mejorar la confiabilidad y en HTTPS una latencia de 50 a 500ms, incluyendo la sobrecarga por cifrado TLS y negociación de conexión. La latencia es la representación del tiempo transcurrido entre la generación de datos a nivel de planta, envío y recepción en la nube, esto con el propósito de su posterior procesamiento y visualización.

Para la medición de tiempos de latencia se analiza el envío de datos a la nube en un período de 3 minutos, en el cual se obtiene la tabla presentada en el Anexo 9.

CAPÍTULO 5
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se llevó a cabo una investigación para sustentar teóricamente el funcionamiento del servidor telemático, el grupo electrógeno, los protocolos de comunicación y otros elementos clave en el diseño del sistema IoT para la gestión de data del generador. Se determinó que el gateway utilizado es compatible con el protocolo de comunicación DSEGencomm basado en RS-485, así como con el protocolo CAN J1939/S6. Dado que el motor del grupo electrógeno es electrónico, es posible extraer datos operativos mediante el lector sin contacto FMS Cocodrile. El servidor telemático adecuado para la monitorización de eventos específicos para grupos electrógenos, lo que permite la familiarización eventos con el Usuario.

- Se estableció una comunicación bidireccional entre la planta y la nube para la gestión de los datos del grupo electrógeno en tiempo real mediante la plataforma IoT. En la planta, se utilizaron los protocolos de comunicación CAN J1939/S6 y RS-485, mientras que para el envío de datos a la nube se implementaron los protocolos MQTT y HTTPS, garantizando una transmisión eficiente y segura.

- Se desarrolló un sistema centralizado de datos para la vinculación de parámetros de un grupo electrógeno mediante puerta de enlace y comunicación CAN J1939 y RS485. Por lo que, previamente se diseñó la arquitectura del sistema, en el que se explica el proceso del control de consumo real del combustible del motor de grupo electrógeno. Luego se instaló y calibró la red de sensores y bloqueo, detallando de manera sistemática los procesos para CANUp 27 Genset, sensor nivel de combustible DUT-E, medidor de flujo de combustible DFM, DeepSea 7410 MIKI y lector sin contacto FMS Cocodrile.

- Se verificó la integración de tecnologías implementadas en grupo electrógeno para su validación mediante pruebas de campo. La primera prueba se evaluó el sensor de nivel de combustible se avaluó la detección de presencia de agua con sensor DUT-E, donde

se evidenció que hubo bloqueo de las tuberías del módulo de medida por presencia de agua en el combustible y se realizó la toma de medidas. En la prueba del medidor de flujo se analizó el consumo de medidor de combustible, en el que se encontró una diferencia de error de 0.8 litros entre el valor registrado por la cámara de medición DFM y el sensor de nivel de combustible. La prueba de funcionamiento en vacío modo apagado no mostró cambios, pero, en modo encendido se presentó menor cantidad. En funcionamiento al 25% y 50% se utilizó prueba de banca de carga. Por último, se realizó control de latencia de 1 a 3 minutos con similares tiempos.

5.2 Recomendaciones

- Se sugiere mantener actualizado o revisar los manuales de los elementos del sistema como UNUM GENSET, Gateway, grupo electrógeno, sensor de nivel de combustible, medidor de flujo, convertidor, lector sin contacto, módulo de control, protocolos de comunicación y demás elementos. Esto con la finalidad de solucionar inconvenientes.

- Se recomienda actualizar el firmware y las aplicaciones con el fin de reducir vulnerabilidad; así como segmentación de redes para la protección del entorno IOT.

- Se sugiere ubicar el grupo electrógeno y los dispositivos empleados en el diseño del sistema en un sitio ventilado, siendo, accesible para el mantenimiento oportuno, evitando que esté cerca de materiales inflamables.

- Se recomienda implementar un plan de mantenimiento preventivo de manera periódica para el funcionamiento oportuno del sistema ante eventos como corte de energía inesperados. Además, para la mejora de tiempos de latencia se debe realizar mantenimiento regular mediante revisión de filtros, niveles de aceite y pruebas de funcionamiento, así configuración adecuada.

Bibliografía

ADVANCED Motion Controls. (4 de agosto de 2020). *J1939 (CAN)*. Retrieved 16 de enero de 2025, from https://www.a-m-c.com/es/experiencia/tecnologias/red-comunicacion/j1939-can/

Altech México. (2014). *Guía de referencia de RS-485*. Modbus.

Americas Generators. (3 de Febrero de 2025). *Controlador de arranque automático Deep Sea 7410 MKII*. https://americasgenerators.com/deep-sea-7410-mkii-auto-start-controller/

Barrero, F. (2023). *Desarrollo de una plataforma de bajo coste para medir convertidores ADC Sigma-Delta*. Universidad de Sevilla.

Bohórquez, G. (2022). *Propuesta de diseño de un tablero de transferencia de energía eléctrica* . UCSG.

Deep Sea Electronics. (2023). *GenComm standard for use with generating set control*. DSE.

Deep Sea Electronics. (3 de Febrero de 2025). *DSE7410 MKII DSE7420 MKII*. https://www.deepseaelectronics.com/genset/manual-auto-start-control-modules/dse7410-mkii/software

Díaz, A., Oropesa, Y., & Cecilia, N. (2023). Gestión energética en la Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos Fuel-Oíl de Pinar del Río, Cuba. *IPSA Scientia Revista científica multidisciplinaria, 8*(3), 48-62.

Fauroux, L., Degaetani, O., & Juárez, M. (2023). Análisis comparativo de sensores para flujo de hidrogeno. *Revista Digital del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de La Matanza, 7*(1), 1-4.

FG Wilson Asia Pte Ltd. (29 de diciembre de 2024). *Generador P313-5*. Retrieved 18 de enero de 2024, from https://www.fgwilson.com.sg/product/p313-5/

FG Wilson Asia Pte Ltd. (2022). *Especificaciones técnicas P313-5*. Caterpillar (NI) Limited).

Generalsal Energy. (3 de marzo de 2024). *Clasificación y tipos de grupos electrógenos*. Retrieved 9 de enero de 2025, from https://genesalenergy.com/comunicacion/articulos/tipos-de-grupos-electrogenos/

Guin, J., & Illesca, J. (2022). *Sistema automático de transferencia de energía eléctrica para una gasolinera*. UPS.

La Hora. (11 de noviembre de 2024). Solo dos de cada tres empresas en el Ecuador tiene capacidad de reacción frente a los apagones. *La Hora*, págs. 2-3. https://www.lahora.com.ec/pais/dos-cada-tres-empresas-ecuador-capacidad-reaccion-apagones/

Landeta, P. (2022). *Diseño e implementación de un sistema automático de transferencia de energía y monitoreo remoto a través de un servidor web con tres fuentes, un sistema fotovoltaico con banco de baterías, un generador a diésel y la red eléctrica comercial en la finca.* EPN.

Llamuca, G. (2022). *Plan de mantenimiento preventivo basado en la condición del grupo electrógeno del Hospital San Juan S.A, aplicando vibraciones y termografía para reducir las ocurrencias de las fallas.* ESPOCH.

Logicbus. (7 de junio de 2022). *¿Qué es Modbus?* Retrieved 14 de enero de 2025, from https://www.logicbus.com.mx/Modbus

Macías, J., Pinilla, H., Castellanos, W., Alvarado, J., & Sánchez, A. (2021). Diseño e implementación de un Gateway IoT multiprotocolo. *Revista Vínculos, 18*(1), 72-84.

Nandayapa, M., Reynoso, E., Vergara, O., Estrada, Q., Tenango, O., & Cruz, V. (2022). *Desarrollo de una máquina automática para validar sensores de nivel de gasolina.* Instituto de Ingeniería y Tecnología.

Palma, N. (2020). Solución informática para la selección del servidor web durante la migración a código abierto. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 14*(2), 57-68.

Paredes, S., & Bravo, K. (2024). *Desarrollo e implementación de un sistema de transferencia automática para la energía de respaldo durante fallas en el suministro eléctrico.* UPS.

Ramírez, J. (2024). *Diseño e implementación de un sistema de e automatización para el monitoreo y control del grupo electrógeno cat de Ferreyros s.a. en la ciudad de Lima.* UNPRG.

Rebutti, Á., & Sánchez, R. (2022). *Implementación de un Sistema de Control y Monitoreo Remoto Dsewebnet en un Grupo Electrógeno Perkins.* UIDE.

Revelo, R. (13 de octubre de 2024). ¿Cuánto cuesta comprar un generador o estación de poder en Ecuador y tiendas en línea? *Economía* , págs. 4-6. https://www.primicias.ec/economia/generador-estacion-comprar-tiendas-80943/

Riveros, S. (2022). *Sistema de ventilación y parámetros de operación en una sala de grupos electrógenos de una planta industrial–Chao.* UCV.

Rockwood, J. (2020). *Diseño de un sistema telemático de visualización de información en carreteras y centros poblado.* Universidad de Cuenca.

Saboya, N. (2022). Normas de Comunicación en Serie: RS-232, RS-422 y RS-485. *Revista Ingenio Libre, 9*(1), 86-94.

SAE International. (2020). *J1939 Standards Collection: The Information Backbone for In-Vehicle Networks.* Society of Automotive Engineers.

Samamé, D. (2024). *Propuesta para la implementación de un sistema redundante de Combustible diésel para los grupos electrógenos del centro de datos de la sede del banco de la nación-San Borja-Lima.* UNPRG.

Technoton. (12 de marzo de 2021). *Lectores sin contacto*. Retrieved 19 de enero de 2025, from https://jv-technoton.com/es/productos/lectores-sin-contacto/

Technoton. (12 de marzo de 2022). *UNUM Cloud Software* . Retrieved 5 de enero de 2024, from https://unum-genset.com/

Technoton. (18 de diciembre de 2023). *Bloqueo remoto de motores de camiones*. Retrieved 4 de enero de 2025, from https://jv-technoton.com/es/casos/bloqueo-remoto-motores/

Technoton. (2023). *CANUp 27 telematics gateways. Manual de instrucciones. Versión 6.0.* Technoton.

Technoton. (10 de enero de 2024). *Adaptadores de servicio S6*. https://doi.org/https://jv-technoton.com/es/productos/adaptadores-de-servicio-s6/

Technoton. (3 de Enero de 2025). *CanUp Telematics gateway*. https://jv-technoton.com/products/telematics-gateway/

Technoton. (3 de Febrero de 2025). *Convertidores digitales a analógicos MasterCAN DAC*. https://jv-technoton.com/es/productos/convertidor-digital-a-analogico-mastercan-dac/

Technoton. (3 de Febrero de 2025). *Medidor de flujo*. https://jv-technoton.com/es/productos/dfm-d/

Technoton. (3 de Enero de 2025). *Sensor de nivel de combustible DUT-E*. https://jv-technoton.com/es/productos/dut-e/

Technoton. (3 de Febrero de 2025). *Shop*. https://e-shop.jv-technoton.com/

TobaSystem. (11 de junio de 2023). *Todo sobre los Grupos Electrógenos: Funciones, Tipos y Aplicaciones*. Retrieved 8 de enero de 2025, from https://tobasystem.com/blogs/noticias/que-es-un-grupo-electrogeno

Vallejos, K. (2022). *Gestión y monitoreo de grupos electrógenos inteligentes de generación eléctrica basado en la arquitectura IOT* . UMSS.

WINCO Generators. (2024). *GenComm standard for use with generating set control equipment.* https://www.wincogen.com/wp-content/uploads/PD/Spec_Sheets/Accessories/SP-228_%20DSE7310-GENCOMM.pdf

Anexos

Anexo 1. Tipos de grupos electrógenos

Según	Tipo	Descripción
Tipo de motor	Motor a diésel	• Presentan confiabilidad y robustez. • Aplicaciones en potencia y funcionamiento continuo. • Suministro de energía para servicios críticos.
	Motor a gas	• Opción que se adapta a necesidades energéticas. • Utilizado para generar menor huella ambiental.
	Híbrido	• Combina diversas fuentes de energía. • Utilizada en edificaciones aisladas.
Normativa de emisiones	Motores Stage II y III	• Controla la emisión de contaminantes emitidos por motor a diésel.
	Motores Stage V	• Normativa rigurosa. • Generan menor impacto ambiental.
Movilidad	Estacionarios	• Tienen una gran capacidad y tamaño. • Se colocan en ubicación específica.
	Móviles	• Mayor versatilidad y flexibilidad. • Equipos compactos y se pueden trasladar de un sitio a otro.
Arranque	Manual	• Requieren de intervención para el encendido. • Utilizadas cuando se necesitan de supervisión directa,
	Automático	• Utilizadas para una respuesta inmediata de generación de energía. • Se activan automáticamente.
Aislamiento acústico	Abiertos	• Son opciones económicas en mantenimiento y operación. • Tienen tamaño compacto.
	Insonorizados	• Utilizadas en entornos que tienen sensibilidad al ruido. • Posee estructura con cabinas cerradas. • Poseen aislamiento acústico.
Tensión	Monofásicos	• Aplicada en demanda baja de energía. • Uso en pequeñas empresas, agrícola y doméstico. • Empleada de manera ocasional o emergencia.
	Trifásicos	• Utilizadas cuando se necesitan mayor estabilidad y potencia. • Uso a nivel industrial, construcción y comercial.

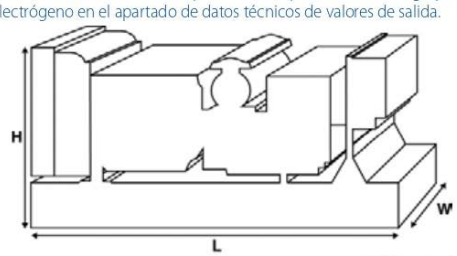
Tomado de (Generalsal Energy, 2024; TobaSystem, 2023)

Anexo 2. Características técnicas de grupo electrógeno FG Wilson P313-5

Valores de salida

Tensión, frecuencia		Potencia continua	De emergencia
	kVA		
	kW		
480/277V, 60 Hz	kVA	281.3	312.5
	kW	225.04	250

Potencias en el factor de potencia 0.8.
Consulte los valores de salida por tensión específicos de cada grupo electrógeno en el apartado de datos técnicos de valores de salida.



Dimensiones y pesos

Largo	mm	2662 (104.8)
Ancho	mm	1071 (42.2)
Altura	mm	1818 (71.6)
Peso (seco)	kg	2035 (4486)
Peso (húmedo)	kg	2068 (4559)

Valores conformes con las normas ISO 8528, ISO 3046, IEC 60034, BS5000 y NEMA MG-1.22.
El grupo electrógeno de la ilustración puede contener accesorios opcionales.

Valores de potencia continua

Estos valores se aplican para el suministro de energía eléctrica continua (a potencia variable) en lugar de la red. No existe limitación en las horas anuales de funcionamiento y este modelo puede ofrecer el 10 % de la sobrecarga de 1 hora cada 12 horas.

Valores de potencia de emergencia

Estos valores se aplican para el suministro de energía eléctrica continua (a potencia variable) en caso de un fallo de la compañía eléctrica. No se permite una sobrecarga sobre estos valores. El alternador de este modelo está dimensionado para el valor máximo continuo (como se define en la ISO 8528-3).

Condiciones de referencia estándar

Nota: Condiciones de referencia estándar 25 °C (77 °F) Temp entrada aire, 100 m (328 pies) A.S.L. 30 % humedad relativa.
Datos de consumo de combustible a carga completa, con combustible diésel y con un peso específico de 0,85 y según la BS2869: 1998, clase A2.

Datos de potencia y rendimiento

Marca del motor		Perkins	
Modelo de motor:		1506A-E88TAG3	
Marca del alternador		Leroy Somer	
Modelo de alternador:		LL5114H	
Cuadro de control:		DSE7410	
Bancada:		Acero Fabricado de Gran Resistencia	
Tipo de interruptor:		3 polos MCCB	
Frecuencia:		50 HZ	60 HZ
Velocidad del motor: RPM	rpm		1800
Capacidad del depósito de combustible:	l (US gal)	528 (139.48)	
Consumo de combustible continuo	l (US gal)/hr		60.8 (16.1)
Consumo de combustible de emergencia	l (US gal)/hr		67.6 (17.9)

Datos técnicos del motor

N.º de cilindros		6
Alineación		En línea
Ciclo		4 tiempos
Diámetro	mm (in)	112 (4.4)
Carrera	mm (in)	149 (5.9)
Inducción		Turbocargado y refrigerado aire/aire
Método de enfriamiento		Agua
Tipo de regulador		Electrónico
Clase de regulador		ISO 8528 G2
Relación de compresión		16.1:1
Cilindrada	L (cu. in)	8.8 (537)
Momento de inercia:	kg/m² (lb/in²)	2.4031 (8212)
Tensión		24
Tierra		Negativo
Amperios del cargador de baterías		45
Peso motor seco	kg (lb)	778 (1715)
Peso motor húmedo	kg (lb)	800 (1764)

Datos de rendimiento del motor		50 Hz	60 Hz
Velocidad del motor	rpm		1800
Potencia bruta del motor continua	kW (CV)		270 (362)
Potencia bruta del motor de emergencia	kW (CV)		297 (398)
Presión efectiva media al freno continuo	kPa (psi)		2044 (296.4)
Presión efectiva media al freno de emergencia	kPa (psi)		2248 (326.1)

Sistema de combustible					
Tipo de filtro de combustible:			Elemento sustituible		
Combustible recomendado:			Diésel clase A2		
Consumo de combustible a		110 % de carga	100 % de carga	75 % de carga	50 % de carga
50 Hz en potencia continua:	l/h (US gal/h)				
50 Hz en emergencia	l/h (US gal/h)	-			
60 Hz en potencia continua	l/h (US gal/h)	67.6 (17.9)	60.8 (16.1)	46.7 (12.3)	33.9 (9)
60 Hz en emergencia	l/h (US gal/h)	-	67.6 (17.9)	51.2 (13.5)	36.6 (9.7)

(Según el combustible diésel con un peso específico de 0.85 y de conformidad con BS2869, Clase A2

Sistema de aire		50 Hz	60 Hz
Tipo de filtro de aire:		Elemento de papel	
Flujo de aire de combustión continuo	m^3/min (cfm)		18.6 (657)
Flujo de aire de combustión de emergencia	m^3/min (cfm)		19.8 (699)
Restricción máx. en admisión del aire de combustión	kPa		6.2 (24.9)

Sistema de refrigeración		50 Hz	60 Hz
Capacidad del sistema de refrigeración	l (US gal)	33.1626 (8.8)	
Tipo de bomba de agua:		Centrífugo	
Calor disipado en el agua y aceite lubricante: Potencia continua	kW (Btu/min)	115 (6540)	
Calor disipado en el agua y aceite lubricante: De emergencia	kW (Btu/min)	120 (6824)	
Radiación de calor a la sala*: Potencia continua	kW (Btu/min)	30 (1706)	
Radiación de calor a la sala*: De emergencia	kW (Btu/min)	32.4 (703)	
Consumo del ventilador del radiador:	kW (CV)	13.2 (17.7)	
Flujo del aire de refrigeración del radiador:	m^3/min (cfm)	438 (15466)	
Restricción externa en el caudal del aire de refrigeración:	Pa (en H2O)	125 (0.5)	

*: Radiación de calor desde el motor y el alternador
Sistema de refrigeración diseñado para funcionar en condiciones ambientales de hasta 50 °C (122 °F).
Póngase en contacto con su distribuidor local de FG Wilson para obtener información acerca de los valores de energía en una instalación con condiciones específicas.

Sistema de lubricación		
Tipo de filtro de aceite:		De giro, flujo total
Capacidad total de aceite:	l (US gal)	39 (10.3)
Capacidad del cárter:	l (US gal)	36 (9.5)
Tipo de aceite:		API CI-4 0W-30
Método de refrigeración del aceite:		Agua

Sistema de escape		50 Hz	60 Hz
Máxima contrapresión permitida:	kPa (en Hg)		10 (3)
Caudal de gases de escape: Potencia continua	m^3/min (cfm)		45.3 (1600)
Caudal de gases de escape: De emergencia	m^3/min (cfm)		48.9 (1727)
Temperatura de gases de escape: Potencia continua	°C (°F)		477 (891)
Temperatura de gases de escape: De emergencia	°C (°F)		496 (925)

Datos físicos del alternador	
N.º de cojinetes:	1
Clase de aislamiento:	H
Paso del devanado:	2/3
Código de devanado	6
Cables:	12
Índice de protección contra entrada de elementos:	IP23
Sistema de excitación:	SHUNT
Modelo de AVR:	R250

Datos de funcionamiento del alternador

Sobrevelocidad: rpm		2250
Regulación de la tensión: (estado estable)	%	+/- 0.5
Forma de onda NEMA = TIF:		50
Forma de onda IEC = THF:	%	2
Contenido total de armónicos LL/LN:	%	2
Radiointerferencia:		EN61000-6
Calor radiado: 50 Hz	kW (Btu/min)	
Calor radiado: 60 Hz	kW (Btu/min)	20.4 (1160)

Prestaciones del alternador 50 Hz:

Código de tensión						
Capacidad en arranque de motores*	kVA					
Capacidad de cortocircuito **	%		300	300	300	300
Reactancias	Xd					
	X'd					
	X"d					

Prestaciones del alternador 60 Hz

Código de tensión		480/277 V 240/139 V	380/220 V			440/254 V 220/127 V
Capacidad en arranque de motores*	kVA	611	423			535
Capacidad de cortocircuito **	%	300	300	300	300	300
Reactancias	Xd	3.86	5.41			4.59
	X'd	0.267	0.375			0.318
	X"d	0.158	0.222			0.188

Valores de salida de 50 Hz

	Continua		Reserva	
Código de tensión	kVA	kW	kVA	kW
415/240 V				
400/230 V				
380/220 V				
230/115 V				
220/127 V				
220/110 V				
200/115 V				
240 V				
230 V				
220 V				

Valores de salida de 60 Hz

	Continua		Reserva	
Código de tensión	kVA	kW	kVA	kW
480/277 V	281.3	225	312.5	250
440/254 V	281.3	225	312.5	250
416/240 V				
400/230 V				
380/220 V	247.4	197.9	272.1	217.68
240/139 V	281.3	225	312.5	250
240/120 V				
230/115 V				
220/127 V	281.3	225.04	304.8	243.8
220/110 V				
208/120 V				
240/120				
220/110				

Tomado de (FG Wilson Asia Pte Ltd., 2022)

Anexo 3. Registro de valores de parámetros extraídos del módulo de control

Register Offset	Name	Minimum Value	Maximum Value	Scaling Factor	Units	Dirección Decimal Correcta	Número de Página
5	Charging System Potential (Voltage)	0	65535	0,1	V	1029	4
6	Engine speed	0	65535	0,1	RPM	1030	4
7	Generator Average AC Frequency	0	65535	0,1	Hz	1031	4
8	Generator Phase A Line-Neutral AC RMS Voltage	0	65535	0,1	V	1032	4
10	Generator Phase B Line-Neutral AC RMS Voltage	0	65535	0,1	V	1034	4
12	Generator Phase C Line-Neutral AC RMS Voltage	0	65535	0,1	V	1036	4
14	Generator Phase AB Line-Line AC RMS Voltage	0	65535	0,1	V	1038	4
16	Generator Phase BC Line-Line AC RMS Voltage	0	65535	0,1	V	1040	4
18	Generator Phase CA Line-Line AC RMS Voltage	0	65535	0,1	V	1042	4
20	Generator Phase A AC RMS Current	0	65535	0,1	A	1044	4
22	Generator Phase B AC RMS Current	0	65535	0,1	A	1046	4
24	Generator Phase C AC RMS Current	0	65535	0,1	A	1048	4
26	Generator Total Apparent Power	0	65535	0,1	kVA	1536	6
32	Generator Total Real Power	0	65535	0,1	kW	1544	6
40	Generator Total Reactive Power	0	65535	0,1	kVAR	1552	6
52	Generator Overall Power Factor	0	65535	0,1	PF	1557	6
57	Engine Hours Of Operation	0	65535	0,1	h	1798	7
62	Generator Average Line-Neutral AC RMS Voltage	0	65535	0,1	V	1650	6
74	Generator Average AC RMS Current	0	65535	0,1	A	1666	6
94	Num Starts	0	65535	0,1	count	1808	7
302	Generator Total Percent kW	0	65535	0,1	%	1558	6

Tomado de Santillán y Peñafiel (2025)

Anexo 4. Informe Events Direction

Report	Overview / Events Detection	
Period	17 Feb 2025 00:00 - 17 Feb 2025 23:59	Report was created 18 Feb 2025 14:20
Asset	Genset FG-Wilson P313-5	Created by TESIS - PEÑAFIEL SANTILLÁN

0	0	9	Total

Engine Start	17 Feb 2025	16:42
Engine Start	17 Feb 2025	16:32
Engine Start	17 Feb 2025	16:01
Engine Start	17 Feb 2025	15:00
Engine Start	17 Feb 2025	11:17
Engine Start	17 Feb 2025	11:17
Engine Start	17 Feb 2025	11:17
Engine Start	17 Feb 2025	10:30
Engine Start	17 Feb 2025	10:17

Anexo 5. Informe Fuel Report

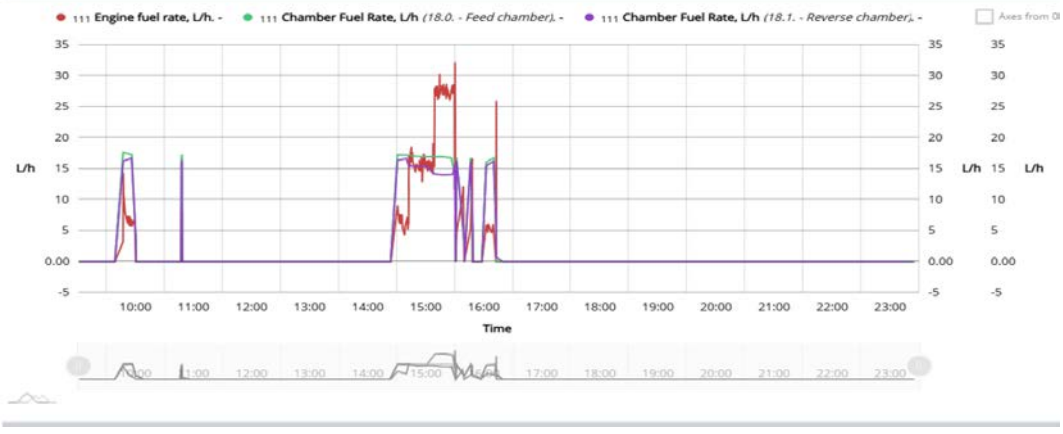
RECORDING FUEL CONSUMPTION AND TIMES IN OPERATING RANGES

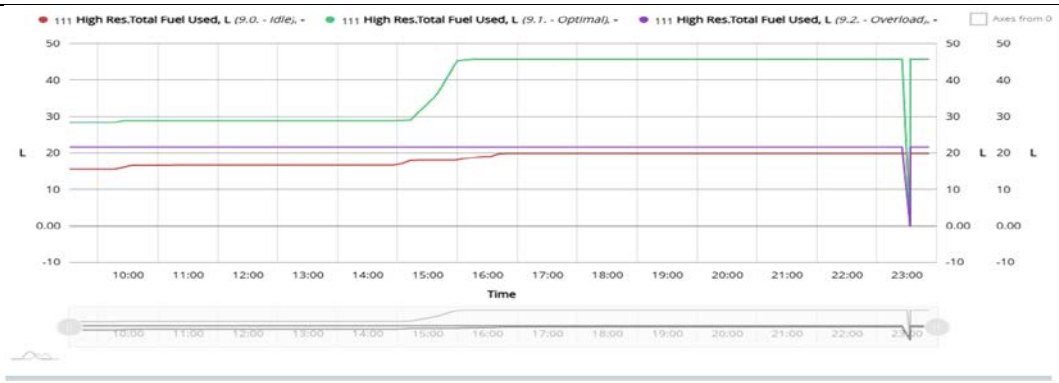
High Res.Total Fuel Used, L	87.58 -	Flowmet.Hours Of Operat., s	26037.00 -
High Res.Total Fuel Used, L *(9.0. - Idle)*	19.97 -	Flowmet.Hours Of Operat., s *(9.0. - Idle)*	10861.00 -
High Res.Total Fuel Used, L *(9.1. - Optimal)*	45.86 -	Flowmet.Hours Of Operat., s *(9.1. - Optimal)*	13227.00 -
High Res.Total Fuel Used, L *(9.2. - Overload)*	21.68 -	Flowmet.Hours Of Operat., s *(9.2. - Overload)*	1905.00 -
High Res.Total Fuel Used, L *(9.3. - Cheating)*	0.00 -	Flowmet.Hours Of Operat., s *(9.3. - Cheating)*	0.00 -
High Res.Total Fuel Used, L *(28.0. - Clearable)*	20.05 -	Flowmet.Hours Of Operat., s *(28.0. - Clearable)*	5002.00 -

OPERATING RANGES

Engine Fuel Temp, °C	33.00 MAX	Engine fuel rate, L/h	32.20 MAX
Engine Fuel Temp, °C	25.43 AVG	Engine fuel rate, L/h	1.48 AVG
Engine Fuel Temp, °C	13.00 MIN	Engine fuel rate, L/h	0.00 MIN

FUEL CONSUMPTION RECORD / DIFFERENTIAL & PER MEASUREMENT CHAMBER



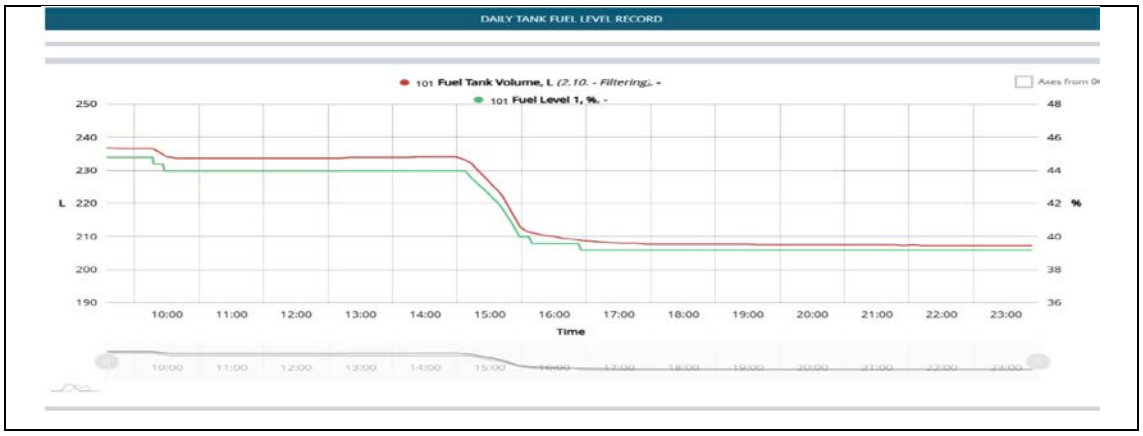


From	To	111 High Res.Total Fuel Used, L, DIFF	111 Flowmet.Hours Of Operat., s, DIFF	111 Engine fuel rate, L/h, MAX	101 Engine Fuel Temp, °C, AVG	111 Flowmet.Hours Of Operat., s *(9.5. - Interference)*, DIFF
17 Feb 00:...	17 Feb 01:...	No Data	No Data	No Data	No Data	No Data
17 Feb 01:...	17 Feb 02:...	No Data	No Data	No Data	No Data	No Data
17 Feb 02:...	17 Feb 03:...	No Data	No Data	No Data	No Data	No Data
17 Feb 03:...	17 Feb 04:...	No Data	No Data	No Data	No Data	No Data
17 Feb 04:...	17 Feb 05:...	No Data	No Data	No Data	No Data	No Data
17 Feb 05:...	17 Feb 06:...	No Data	No Data	No Data	No Data	No Data
17 Feb 06:...	17 Feb 07:...	No Data	No Data	No Data	No Data	No Data
17 Feb 07:...	17 Feb 08:...	No Data	No Data	No Data	No Data	No Data
17 Feb 08:...	17 Feb 09:...	No Data	No Data	No Data	No Data	No Data
17 Feb 09:...	17 Feb 10:...	0.00	0.00	0.00	16.73	No Data
17 Feb 10:...	17 Feb 11:...	1.56	790.00	14.35	19.79	No Data
17 Feb 11:...	17 Feb 12:...	0.06	60.00	8.40	23.92	No Data
17 Feb 12:...	17 Feb 13:...	0.00	0.00	0.00	25.45	No Data
17 Feb 13:...	17 Feb 14:...	0.00	0.00	0.00	24.81	No Data
17 Feb 14:...	17 Feb 15:...	0.00	0.00	0.00	23.27	No Data
17 Feb 15:...	17 Feb 16:...	17.98	3603.00	30.35	26.98	No Data
17 Feb 16:...	17 Feb 17:...	2.05	1397.00	32.20	32.36	No Data
17 Feb 17:...	17 Feb 18:...	0.00	0.00	0.00	32.74	No Data
17 Feb 18:...	17 Feb 19:...	0.00	0.00	0.00	31.29	No Data
17 Feb 19:...	17 Feb 20:...	0.00	0.00	0.00	29.22	No Data
17 Feb 20:...	17 Feb 21:...	0.00	0.00	0.00	27.38	No Data
17 Feb 21:...	17 Feb 22:...	0.00	0.00	0.00	25.63	No Data
17 Feb 22:...	17 Feb 23:...	0.00	0.00	0.00	24.17	No Data

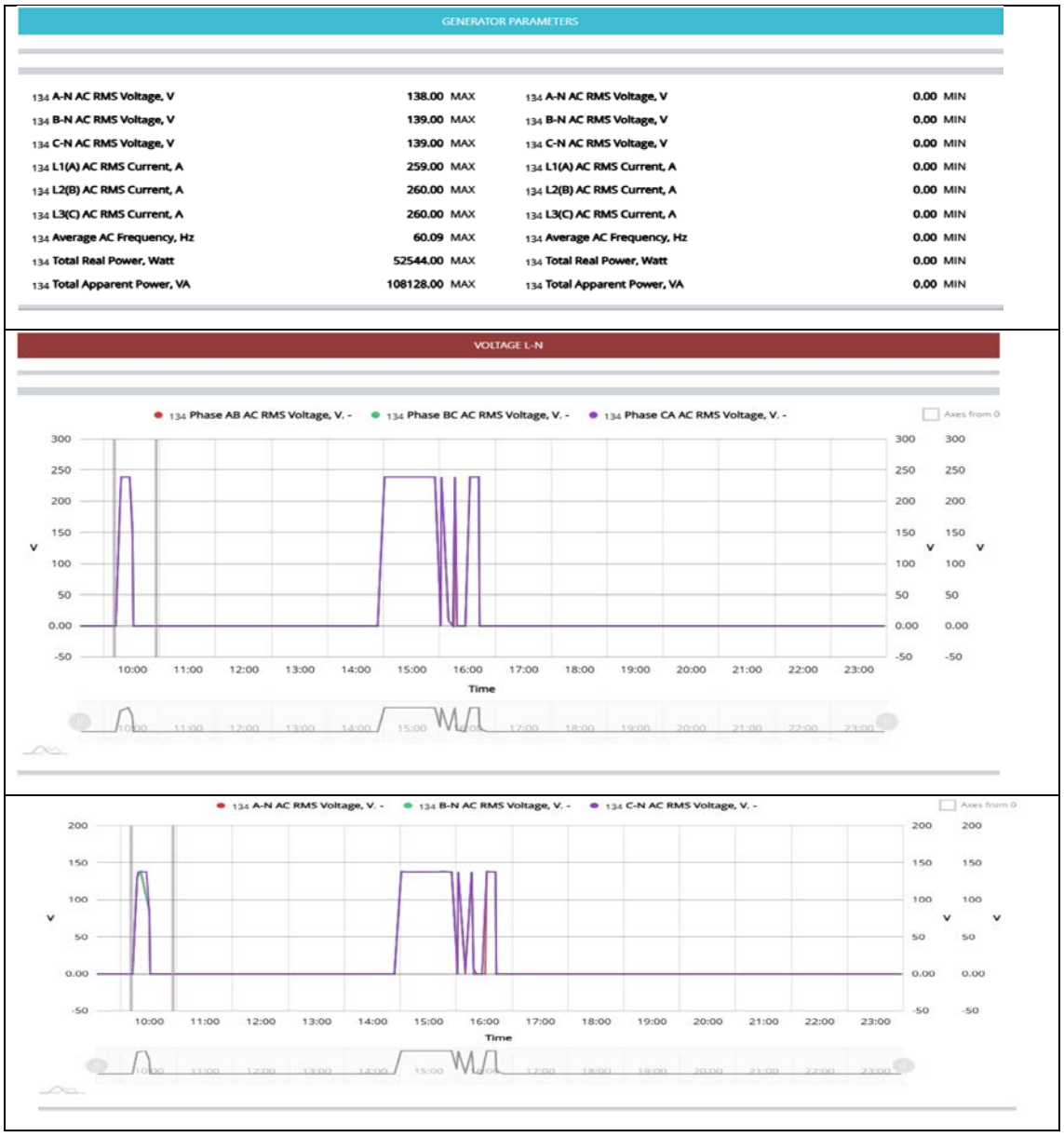
FUEL LEVEL CONTROL IN GENSET DAILY TANK

101 Fuel Tank Volume, L *(2.10. - Filtering)*	207.40 -	111 Fuel Tank Level, mm	No Data -
101 Fuel Tank Volume, L *(2.10. - Filtering)*	236.90 MAX	111 Fuel Tank Level, mm	No Data MAX
101 Fuel Tank Volume, L *(2.10. - Filtering)*	207.40 MIN	111 Fuel Tank Level, mm	No Data MIN

111 Discharged Fuel Volume, L	No Data QTY	111 Filled Fuel Volume, L	No Data QTY
111 Filled Fuel Volume, L	No Data MAX		

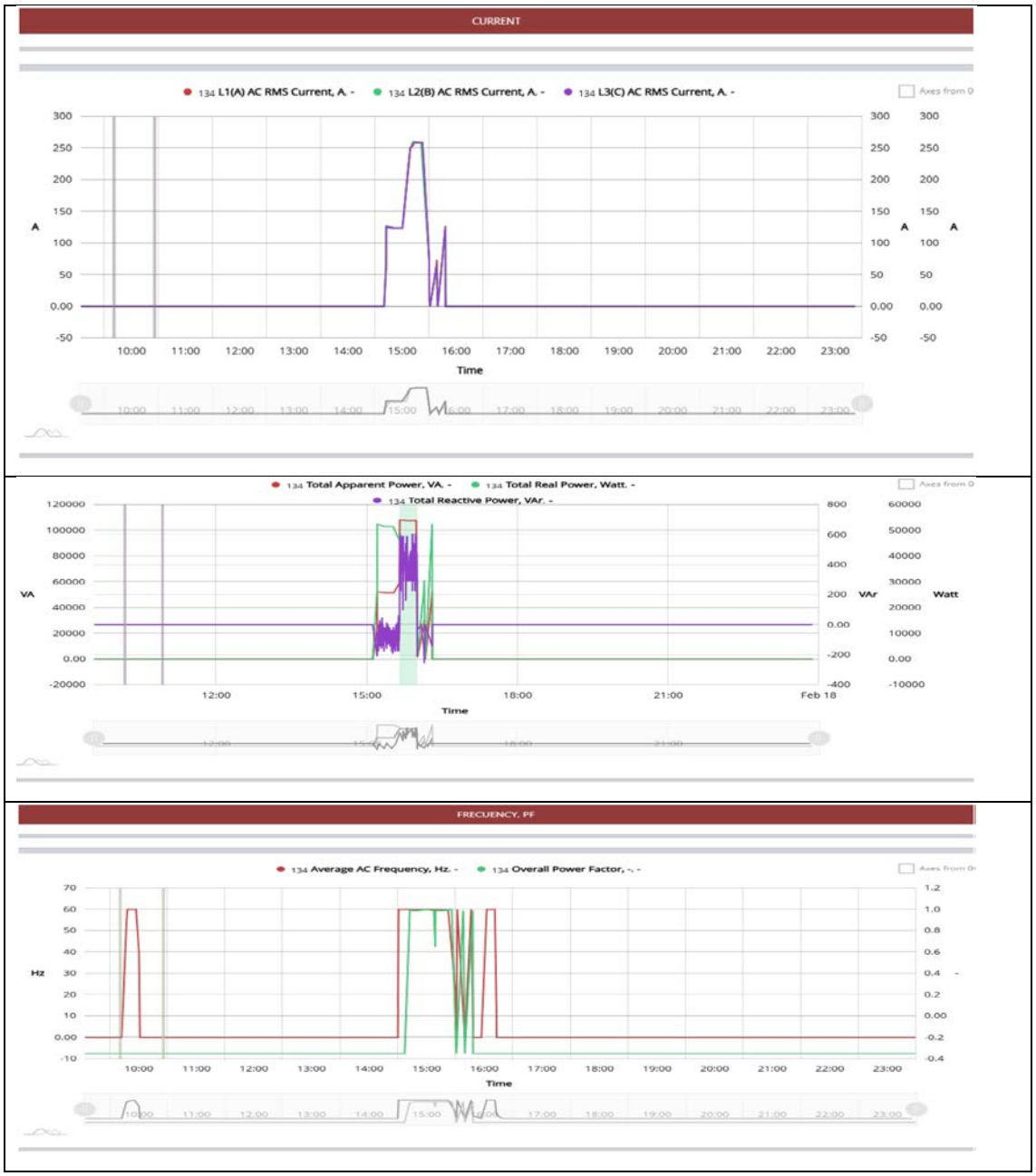


Anexo 6. Informe Electrical Data/ Alternador AC



GENERATOR PARAMETERS

134 A-N AC RMS Voltage, V	138.00	MAX	134 A-N AC RMS Voltage, V	0.00	MIN
134 B-N AC RMS Voltage, V	139.00	MAX	134 B-N AC RMS Voltage, V	0.00	MIN
134 C-N AC RMS Voltage, V	139.00	MAX	134 C-N AC RMS Voltage, V	0.00	MIN
134 L1(A) AC RMS Current, A	259.00	MAX	134 L1(A) AC RMS Current, A	0.00	MIN
134 L2(B) AC RMS Current, A	260.00	MAX	134 L2(B) AC RMS Current, A	0.00	MIN
134 L3(C) AC RMS Current, A	260.00	MAX	134 L3(C) AC RMS Current, A	0.00	MIN
134 Average AC Frequency, Hz	60.09	MAX	134 Average AC Frequency, Hz	0.00	MIN
134 Total Real Power, Watt	52544.00	MAX	134 Total Real Power, Watt	0.00	MIN
134 Total Apparent Power, VA	108128.00	MAX	134 Total Apparent Power, VA	0.00	MIN

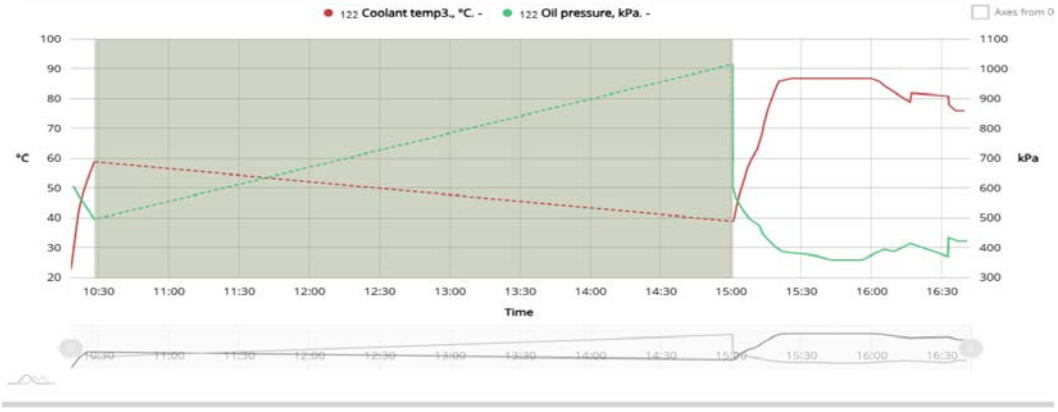


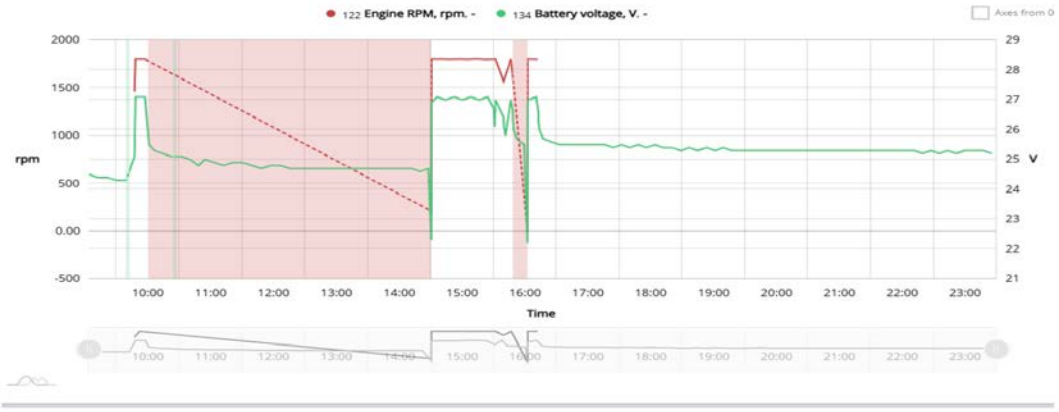
Anexo 7. Informe Engine/Engine Parameters From ECM

IMPORTANT RECORD ENGINE EVENTS

122 Engine hours, hr	7.10	-	122 Engine RPM, rpm	1804.38	MAX
122 Oil pressure, kPa	360.00	MIN	122 Coolant temp3., °C	87.00	MAX
122 Engine fuel rate, L/h	4.90	-	134 Battery voltage, V	22.20	MIN

IMPORTANT RECORD ENGINE EVENTS





GENERATOR EVENT HOURLY RECORD

From	To	122 Coolant temp3., °C, -	122 Oil pressure, kPa, -	134 Battery voltage, V, -
17 Feb 00:00	17 Feb 01:00	No Data	No Data	No Data
17 Feb 01:00	17 Feb 02:00	No Data	No Data	No Data
17 Feb 02:00	17 Feb 03:00	No Data	No Data	No Data
17 Feb 03:00	17 Feb 04:00	No Data	No Data	No Data
17 Feb 04:00	17 Feb 05:00	No Data	No Data	No Data
17 Feb 05:00	17 Feb 06:00	No Data	No Data	No Data
17 Feb 06:00	17 Feb 07:00	No Data	No Data	No Data
17 Feb 07:00	17 Feb 08:00	No Data	No Data	No Data
17 Feb 08:00	17 Feb 09:00	No Data	No Data	No Data
17 Feb 09:00	17 Feb 10:00	No Data	No Data	24.40
17 Feb 10:00	17 Feb 11:00	59.00	496.00	25.10
17 Feb 11:00	17 Feb 12:00	No Data	No Data	24.80
17 Feb 12:00	17 Feb 13:00	No Data	No Data	24.80
17 Feb 13:00	17 Feb 14:00	No Data	No Data	24.70
17 Feb 14:00	17 Feb 15:00	No Data	No Data	24.60
17 Feb 15:00	17 Feb 16:00	87.00	360.00	27.10
17 Feb 16:00	17 Feb 17:00	75.00	424.00	25.50
17 Feb 17:00	17 Feb 18:00	No Data	No Data	25.40
17 Feb 18:00	17 Feb 19:00	No Data	No Data	25.40
17 Feb 19:00	17 Feb 20:00	No Data	No Data	25.30
17 Feb 20:00	17 Feb 21:00	No Data	No Data	25.30
17 Feb 21:00	17 Feb 22:00	No Data	No Data	25.30

Anexo 8 . Tabla comparativa de los beneficios de UNUM Genset frente a otras plataformas de servicio IOT

Características	UNUM GENSET (Líder en gestión de generadores)	AWS (No especializado)	Wialon (Limitado)	DSEWebNet (Solo DSE, cerrado)	Geotab (Generalista, no ideal)
Gestión de generadores	✔ Plataforma diseñada específicamente para la supervisión y control de generadores eléctricos.	✘ Plataforma en la nube con enfoque generalista. No está pensada para generadores, requiere configuraciones avanzadas.	✘ No brinda un monitoreo completo y eficaz de generadores. Es adaptable a diferentes marcas y modelos.	✔ Solo compatible con equipos DSE, no soporta múltiples fabricantes.	✘ Plataforma de telemetría general que no está optimizada para generadores.
Interfaz de usuario	✔ Intuitiva, diseñada para operadores de generadores con paneles de control claros y de fácil uso.	✘ Interfaz compleja y pensada para TI, no para operadores de generadores.	✘ Poco amigable para el usuario y limitada en visualización de datos.	✘ Interfaz rígida, sin opciones de personalización.	✘ Demasiado genérica, sin enfoque en generadores.
Integración de hardware	✔ Compatibilidad con múltiples marcas y modelos de generadores, facilitando la interoperabilidad.	✘ Requiere configuraciones manuales y hardware adicional para compatibilidad.	✔ Compatibilidad con múltiples marcas y modelos de generadores, facilitando la interoperabilidad.	✔ Solo compatible con controladores DSE, excluyendo otras marcas.	✘ No optimizado para monitoreo de generadores.
Alertas y notificaciones	✔ Alertas en tiempo real, configurables para detectar fallos, mantenimiento y consumo de combustible.	✘ Puede configurarse, pero requiere conocimientos avanzados en AWS.	✘ Notificaciones básicas y poco configurables por la limitacion de adquisicion de parametros.	✔ Alertas disponibles, pero solo para hardware DSE.	✘ No permite configuraciones avanzadas para generadores.
Informes y análisis	✔ Reportes detallados sobre el desempeño, consumo de combustible, fallos y mantenimiento.	✘ Informes generales sin enfoque en generadores.	✘ Datos limitados y poco detallados.	✔ Informes útiles, pero restringidos a la compatibilidad con DSE.	✘ Reportes orientados a flotas, no a generadores.
Escalabilidad	✔ Escalable para empresas de cualquier tamaño, desde una unidad hasta grandes flotas de generadores.	✘ Puede ser costoso y complejo para grandes implementaciones.	✘ Limitado a ciertas configuraciones, no brinda una gran flexibilidad en el monitoreo de generadores.	✘ Solo aplicable dentro del ecosistema DSE, sin opciones abiertas.	✘ No adecuado para grandes flotas de generadores.
Soporte técnico	✔ Equipo de soporte especializado en generadores, con asistencia rápida y eficiente.	✘ Soporte general sin conocimientos específicos en generadores.	✘ Soporte con tiempos de respuesta largos debido a la falta de especializacion en generadores.	✔ Soporte técnico de DSE, pero solo para su propio hardware.	✘ Soporte técnico generalista, no especializado.
Costo	✔ Modelo de precios flexible y competitivo, con opciones según el tamaño de la operación.	✘ Pago por uso puede resultar caro a largo plazo.	✘ Relación costo-beneficio baja debido a sus limitaciones.	✘ Costoso y con restricciones a hardware DSE.	✘ Puede volverse costoso según el volumen de datos usados.
Tiempo de implementación	✔ Rápida configuración y puesta en marcha, sin necesidad de procesos complejos.	✘ Configuración avanzada requerida, toma más tiempo.	✘ Implementación engorrosa y poco adaptable.	✘ Solo fácil si se usa hardware DSE, de lo contrario, complejo.	✘ Requiere integración con otros sistemas, lo que retrasa la implementación.
Seguridad de datos	✔ Alta seguridad con cifrado avanzado y protección contra accesos no autorizados.	✘ Seguridad avanzada, pero configuración compleja para usuarios sin experiencia.	✔ Alta seguridad con cifrado avanzado y protección contra accesos no autorizados.	✔ Seguridad avanzada, pero solo para dispositivos DSE.	✔ Seguridad avanzada, pero no especializada en generadores.
Accesibilidad remota	✔ Acceso desde cualquier parte del mundo sin necesidad de configuraciones complejas.	✘ Accesibilidad disponible, pero con costos adicionales y configuración avanzada.	✔ Acceso desde cualquier parte del mundo sin necesidad de configuraciones complejas.	✔ Acceso remoto disponible, pero restringido al ecosistema DSE.	✔ Acceso remoto posible, pero no optimizado para generadores.
Compatibilidad con dispositivos móviles	✔ Compatible con dispositivos móviles, permitiendo monitoreo en tiempo real desde smartphones y tablets.	✘ Requiere configuraciones adicionales para compatibilidad con dispositivos móviles.	✔ Compatible con dispositivos móviles, permitiendo monitoreo en tiempo real desde smartphones y tablets.	✘ Limitado en compatibilidad con dispositivos móviles.	✔ Compatible con dispositivos móviles, pero sin optimización para monitoreo de generadores.
Capacidad de personalización	✔ Permite personalizar parámetros, reportes y alertas según las necesidades del usuario.	✘ Personalización posible, pero requiere conocimientos técnicos avanzados.	✔ Permite personalizar parámetros, reportes y alertas pero estos son limitados.	✘ Personalización restringida a configuraciones estándar de DSE.	✘ Baja capacidad de personalización en alertas y reportes.
Mantenimiento predictivo	✔ Sistema avanzado de mantenimiento predictivo para reducir tiempos de inactividad.	✘ No incluye mantenimiento predictivo específico para generadores.	✔ Sistema avanzado de mantenimiento predictivo para reducir tiempos de inactividad.	✔ Ofrece mantenimiento predictivo solo para equipos DSE.	✘ No incluye mantenimiento predictivo.
Analisis de consumo energético optimizado	✔ Optimización del consumo energético para mejorar eficiencia y reducir costos.	✘ No optimizado para consumo energético de generadores.	✘ No optimizado para eficiencia energética de generadores.	✘ No optimizado para consumo energético.	✘ No optimizado para eficiencia energética en generadores.
Integración con IoT	✔ Compatible con sistemas IoT para una integración completa.	✔ Compatible con IoT, pero requiere desarrollo personalizado.	✔ Compatible con sistemas IoT para una integración completa.	✔ Compatible con IoT, pero requiere desarrollo personalizado.	✔ Compatible con IoT, pero sin integración específica para generadores.
Historial de eventos y auditoría	✔ Registro detallado de eventos, fallas y auditoría para un control total.	✘ Historial de eventos disponible, pero requiere configuración avanzada.	✔ Registro detallado de eventos, fallas y auditoría pese a tener limitaciones en la adquisicion de datos.	✔ Historial de eventos disponible, pero solo en equipos DSE.	✘ Historial de eventos disponible, pero sin detalles específicos de generadores.

Anexo 9. Toma de latencias promedio existentes en el sistema

Parámetro	**Tiempo de análisis (Minutos)**	**Tiempo de latencia (Segundos)**
Parámetros del motor		
Temperatura del refrigerante	3	29
Presión de aceite	3	42
DUT-E		
Volumen tanque de combustible L	3	124
Nivel de combustible %	3	124
Nivel de combustible mm	3	124
Temperatura combustible	3	124
Contadores borrables	3	101
Alta Def. Total de combustible usado	3	101
Horas de operación DFM	3	101
Datos de Electricidad		
Voltaje L-N	3	94
Voltaje L-L	3	94
Corriente	3	94
Potencia total real	3	94
Promedio de frecuencia	3	94
Promedio de corriente AC RMS	3	94
Consumo DFM		
Tasa de combustible del motor	3	2
Tasa de consumo cámara de ingreso	3	2
Tasa de consumo cámara de retorno	3	2
Horas de operación DFM	3	2
Total de combustible usado	3	2
Temperatura de combustible real	3	2