



“

**El ingeniero ideal es un compuesto...
No es un científico, no es un matemático,
no es un sociólogo ni un escritor; pero puede usar
el conocimiento y las técnicas de cualquiera
o todas estas disciplinas para resolver problemas
de ingeniería**

- Nathan W. Dougherty



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Mecatrónica

“Diseño y construcción de un prototipo de monitoreo de los parámetros de funcionamiento vehicular mediante la computadora de abordo y usando una red de comunicaciones LPWAN”

Autor: Bravo Samaniego, Franklin Antonio

Director: Ing. Alejandro Fabián Castro Carrera

Sangolquí, Marzo de 2023

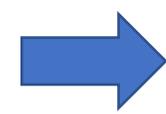


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

- Antecedentes
- Planteamiento del Problema
- Justificación e Importancia
- Objetivos
- Estado del Arte
- Desarrollo e Implementación del Sistema SMAT
- Pruebas del Sistema SMAT y Análisis de Resultados
- Conclusiones y Recomendaciones



ECU (Unidad de Control Electrónico)



Computadora de abordo



IoT (Internet de las cosas)



DLC (Conector de Enlace de Datos)



OBD II Vehículos de Estados Unidos 1996
OBD (On Board Diagnostic)



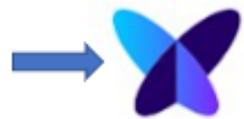
Herramienta de
Diagnóstico Automotriz



S.M.A.T.



Prototipo Automóvil



sigfox



OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un prototipo de monitoreo de los parámetros de funcionamiento vehicular mediante la computadora de a bordo y usando una red de comunicaciones LPWAN.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS



Realizar un estudio del arte de la tecnología involucrada.



Diseñar e implementar el prototipo de monitoreo definiendo el comunicador LPWAN.



Realizar pruebas de funcionamiento, para establecer un análisis de datos concretos del trabajo de titulación.



Implementar una aplicación móvil de los datos adquiridos para su visualización, monitoreo y análisis de datos.



Elaborar un plan de mantenimiento preventivo y acciones correctivas, a partir de los datos adquiridos.





ESTADO DEL ARTE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

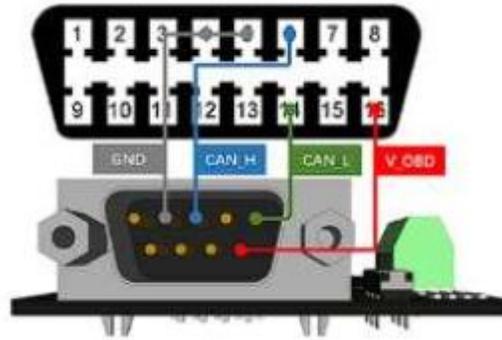




Arduino UNO



Seed CAN Bus (Red de Buses de Datos de Control)

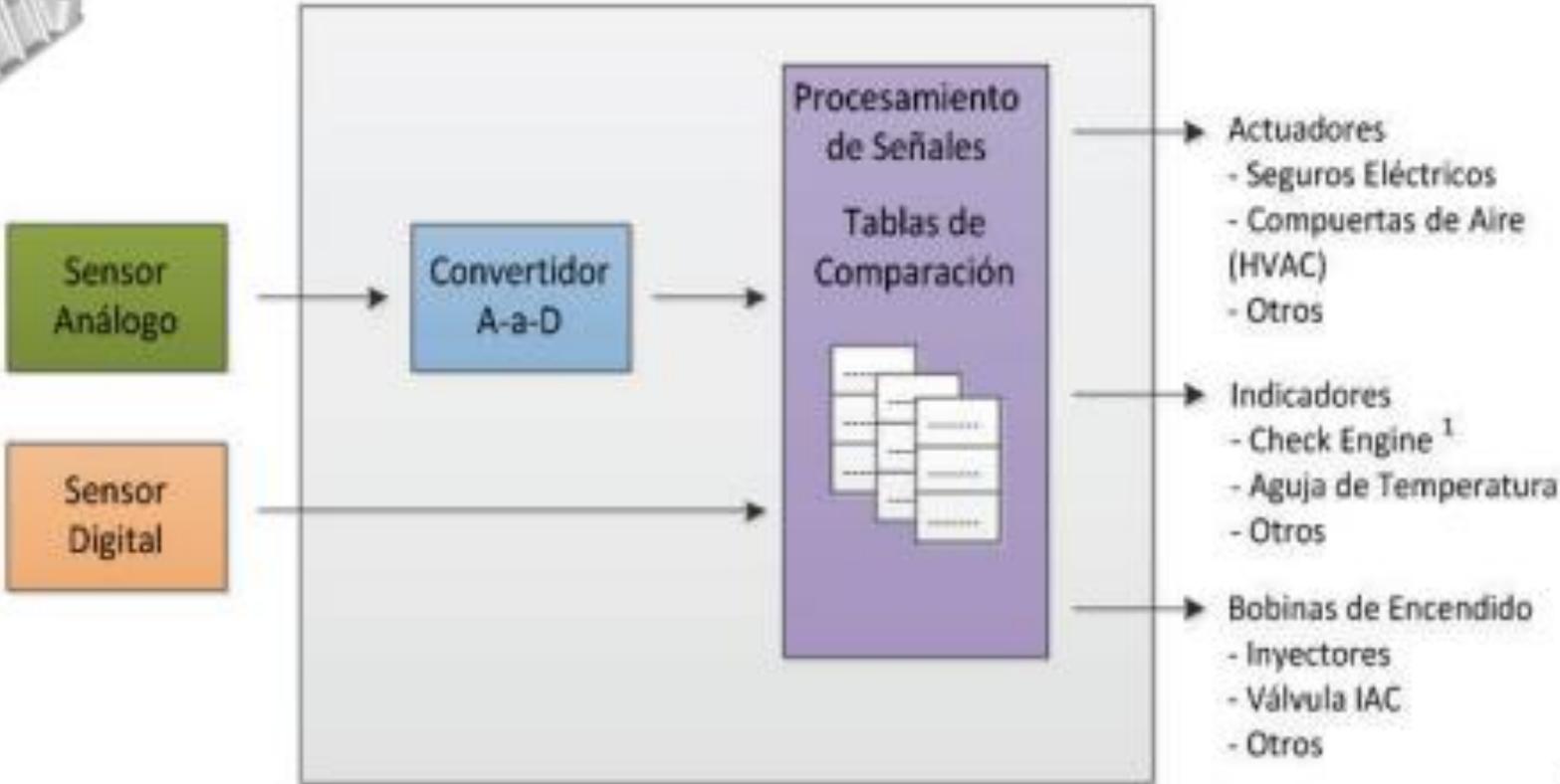


Seed CAN Bus (Red de Buses de Datos de Control)



Módulos ThinXtra Xkit Sigfox







Sensor IAT (Temperatura del aire de admisión)

- Ayuda a controlar el uso de combustible y de gases contaminantes.
- El rango del sensor está entre 20°C a 40°C.



Sensor MAP (Presión absoluta de aire del colector)

- Medir la presión de aire que ingresa al colector de admisión.
- Rango de admisión del motor 10 kPa a 130 kPa.



Sensor TPS (Posición de la Mariposa de Aceleración)

- Se encarga de especificar la apertura del acelerador.
- Puede estar entre 0% y 100%.



Sensor ECT (Sensor de Temperatura del refrigerante)

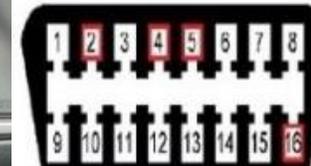
- Detecta cambios en la temperatura del motor midiendo desde el refrigerante.
- La temperatura es adecuada entre 75°C y 100°C.



Conector DLC Y Protocolos de Comunicación

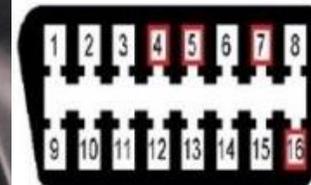


VPW J1850



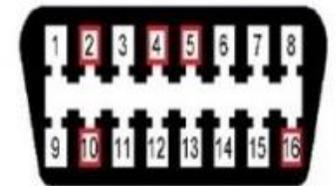
Debe tener los pines 2, 4, 5
Pin 10 NO

ISO 9141-2/14230-4



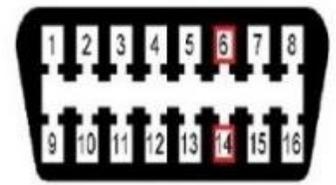
Debe tener los pines 4, 5, 7, 16
Pin 15 es opcional

PWM J1850



Debe tener los pines 2, 4, 5,
10, 16

CAN ((J-2234 ISO 15765-4)



Debe tener los pines 6 y 14,
(Los otros pines son relativos)

Protocolo CAN 15765 (Controller Area Networks)

DLC (Conector de Enlace de Datos)





Mantenimiento Preventivo



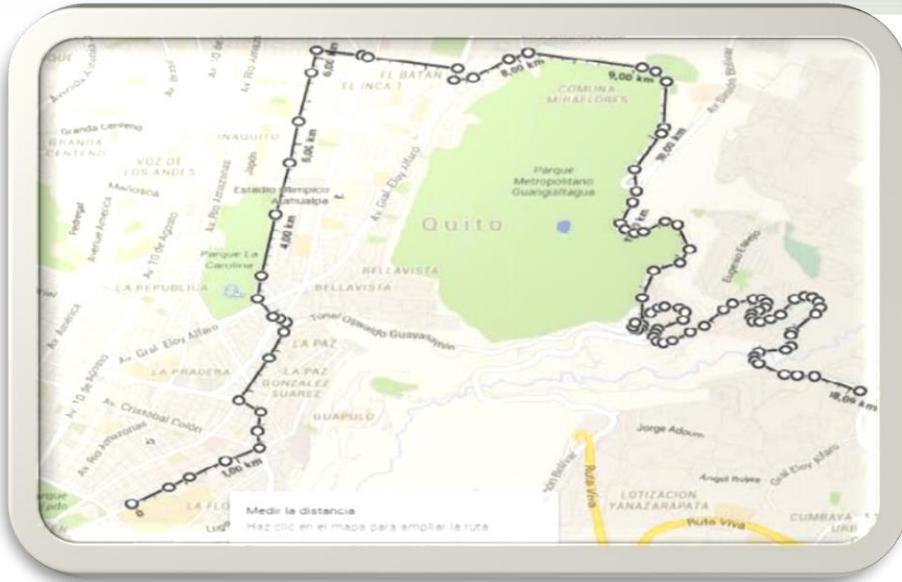
Mantenimiento Correctivo



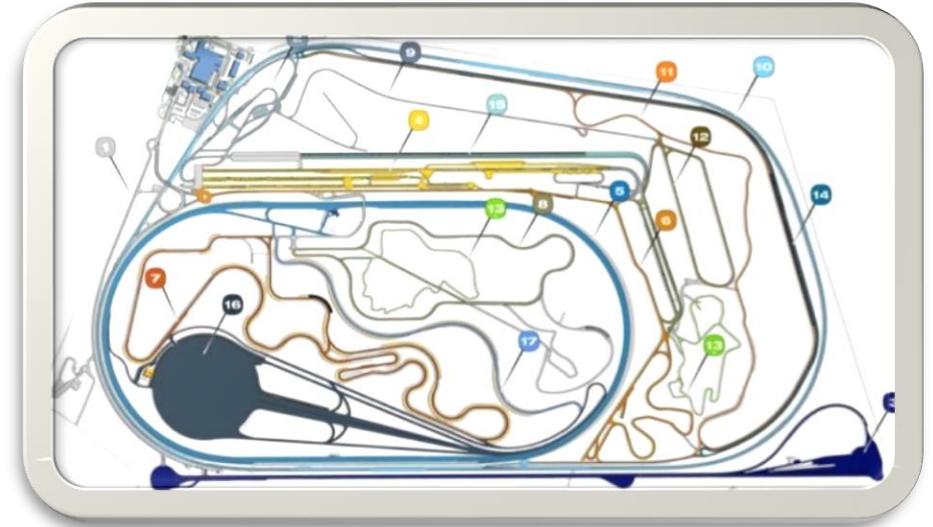
Mantenimiento Predictivo



Elaboración de Plan de Mantenimiento



Prueba de Ruta



Prueba de Pista



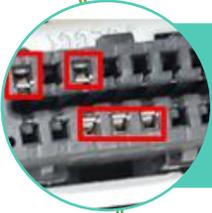
Prueba de Taller

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA





Automóviles a inyección electrónica y uso de gasolina.



Protocolo CAN Bus con pines 4, 5, 6, 14 y 16.



Crear una base de datos para guardar los datos del backend de Sigfox.



Tecnología Sigfox dentro de la zona geográfica RC4.



BACKEND DE SIGFOX



INFORMATION

LOCATION

ASSOCIATED DEVICES

DEVICES BEING REGISTERED

STATISTICS

EVENT CONFIGURATION

CALLBACKS

BULK OPERATIONS

DEVICE DEVICE TYPE USER GROUP

Device type Thinxtra_DevKit_1 - Callback edition

Callbacks

Type

Channel

Custom payload config ?

Recipient

Multiple emails allowed separated by comma, semicolon or new line

Subject syntax: **Subject with device {device}**

Message syntax: **Message containing time {time}, key1 {var1}, key2 {var2}...**

Available variables: **device, time, data, seqNumber, deviceTypeId**

Custom variables: **customData#rpm, customData#vel, customData#iat, customData#tps, customData#ect, customData#map**

Subject

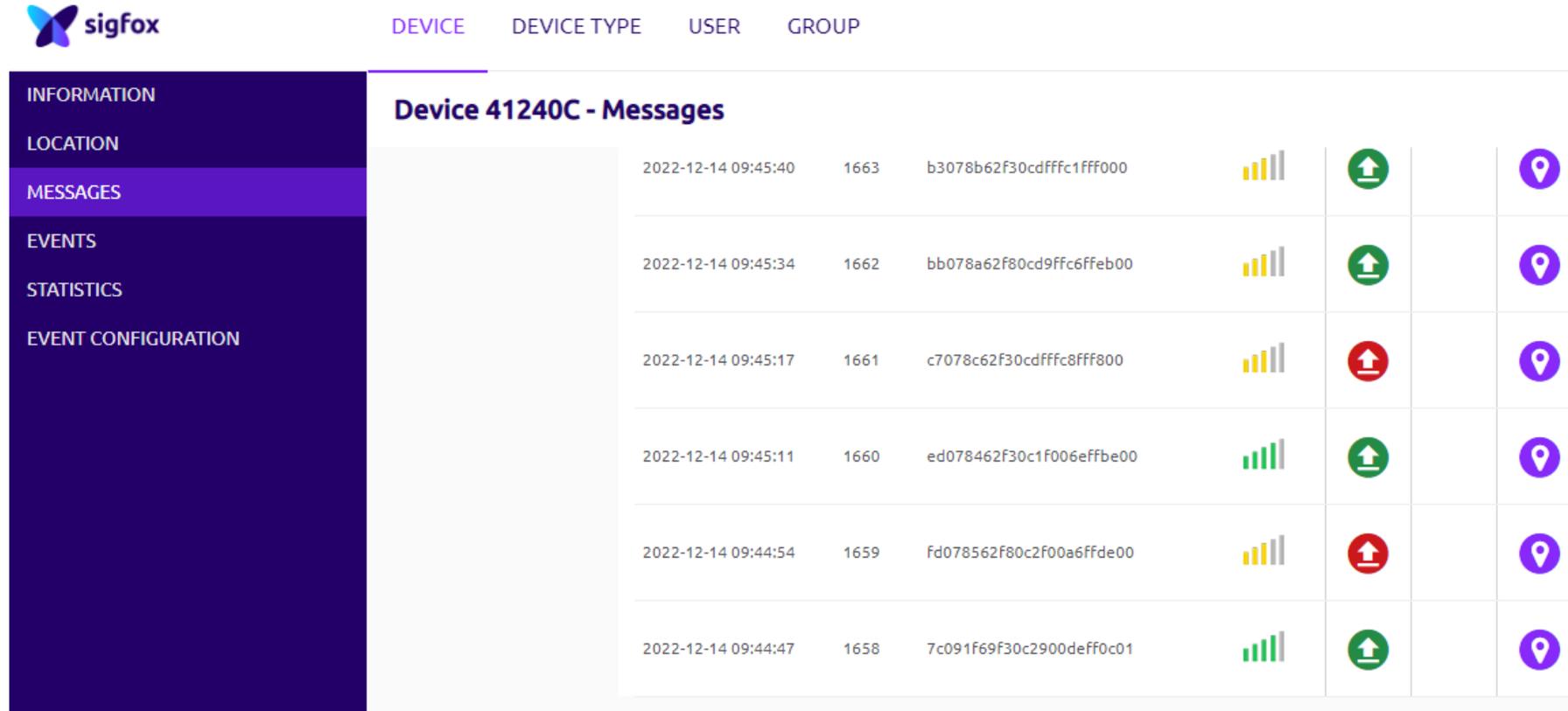
Message

```
"rpm" : {customData#rpm},  
"vel" : {customData#vel},  
"iat" : {customData#iat},  
"tps" : {customData#tps},  
"ect" : {customData#ect},  
"map" : {customData#map},
```



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

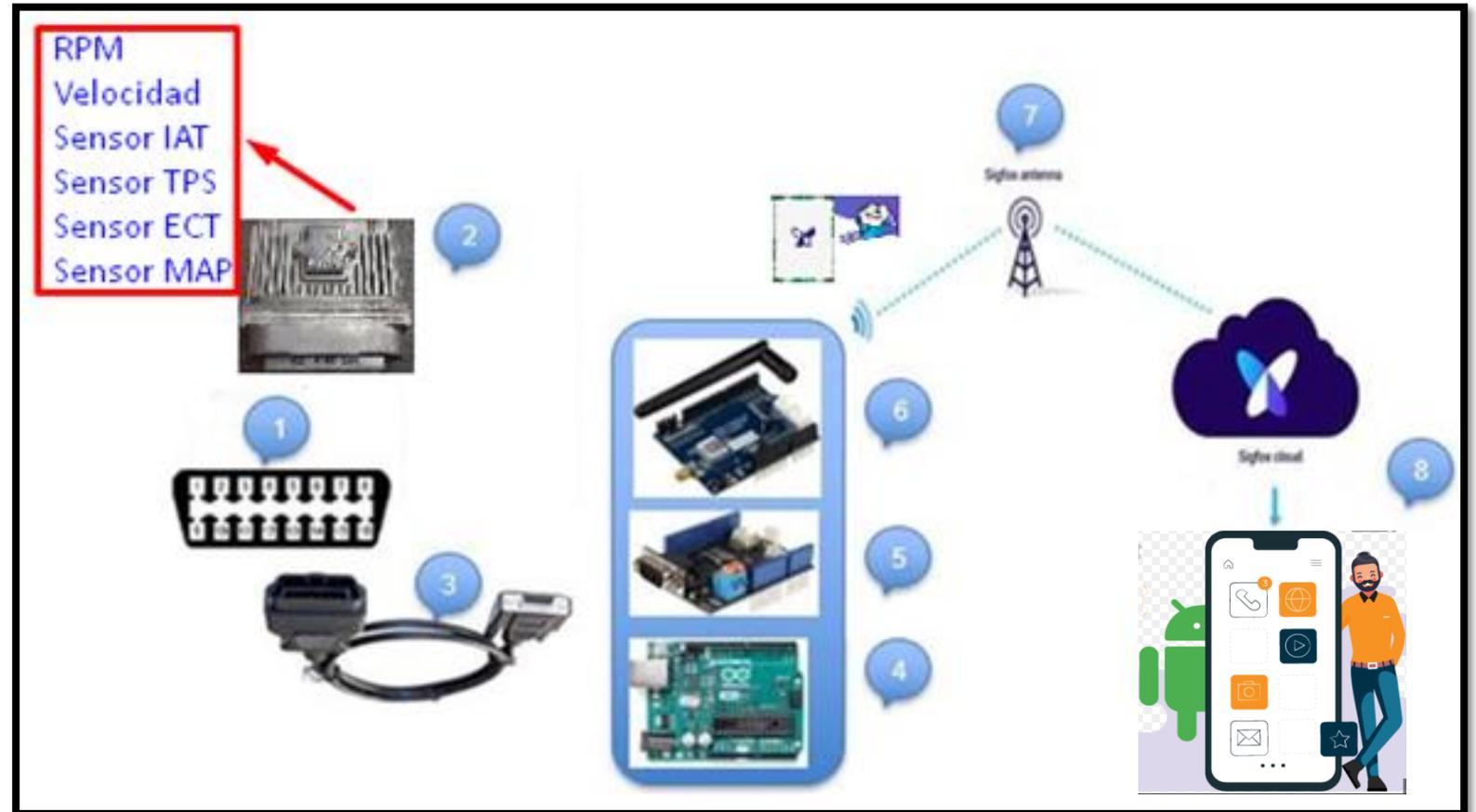
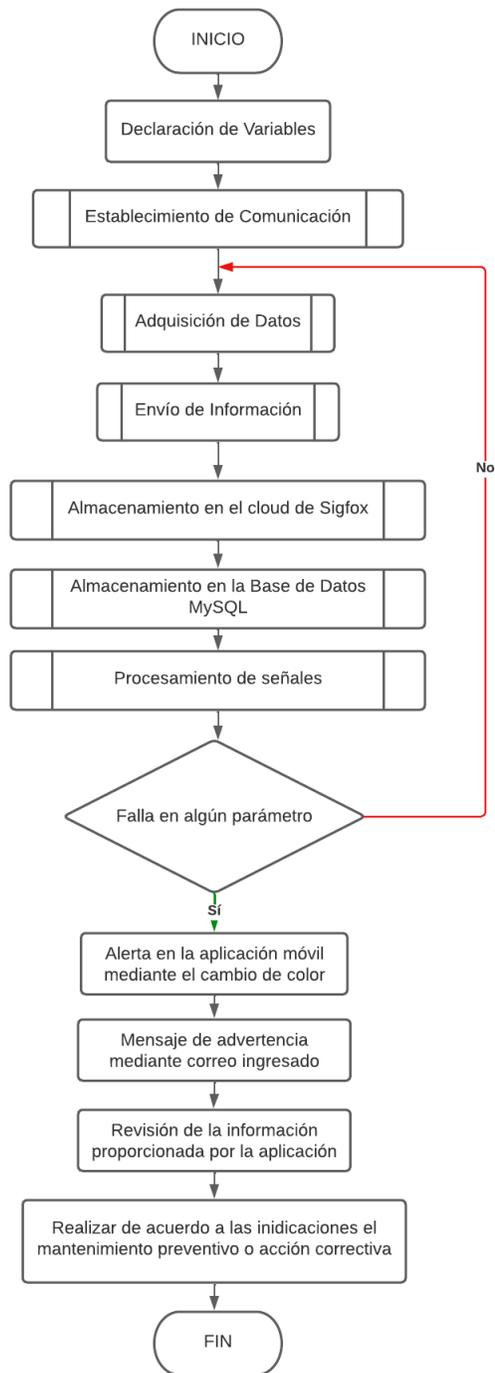
BACKEND DE SIGFOX



The screenshot displays the Sigfox backend interface. On the left is a dark blue sidebar with navigation options: INFORMATION, LOCATION, MESSAGES (highlighted), EVENTS, STATISTICS, and EVENT CONFIGURATION. The top navigation bar includes tabs for DEVICE, DEVICE TYPE, USER, and GROUP. The main content area is titled "Device 41240C - Messages" and contains a table of message data.

Timestamp	Message ID	Device ID	Signal Strength	Status	Location
2022-12-14 09:45:40	1663	b3078b62f30cdfffc1fff000	Yellow bars	Green up arrow	Location pin
2022-12-14 09:45:34	1662	bb078a62f80cd9ffc6ffeb00	Yellow bars	Green up arrow	Location pin
2022-12-14 09:45:17	1661	c7078c62f30cdfffc8fff800	Yellow bars	Red up arrow	Location pin
2022-12-14 09:45:11	1660	ed078462f30c1f006effbe00	Green bars	Green up arrow	Location pin
2022-12-14 09:44:54	1659	Fd078562f80c2f00a6ffde00	Yellow bars	Red up arrow	Location pin
2022-12-14 09:44:47	1658	7c091f69f30c2900deff0c01	Green bars	Green up arrow	Location pin



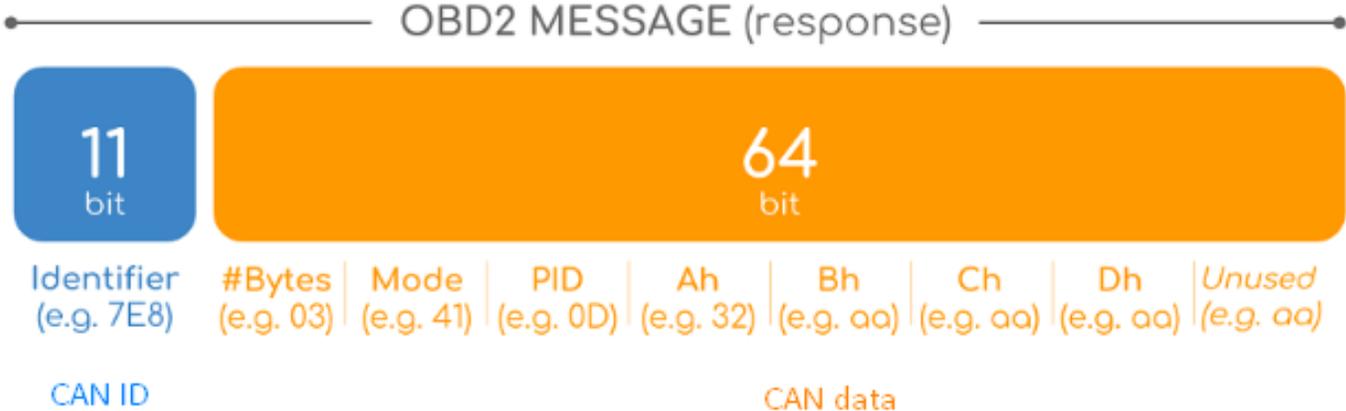


Comparación de Diferentes Materiales

Parámetros	MDF	PLA	Acrílico
→ Precio	0,50 ctvs./ min	\$2,00 / hora impresión	0,50 ctvs./ min
Facilidad de diseño	SI	SI	SI
Mercado	SI	SI	SI
→ Traslúcido	NO	SI	SI
Resistencia al calor	Buena	Excelente	Excelente
Resistencia al agua	NO	SI	SI
Resistencia al Impacto	Buena	Excelente	Excelente
→ Materiales Adicionales para la construcción	Bastantes	Pocos	Bastantes
→ Tiempo de realización	12 minutos	4 horas	12 minutos
→ Facilidad de montaje	Medio	Fácil	Medio
Transparente	NO	SI	SI
Índice de refracción	0	1,4-1,48	1,49
Reciclable	SI	SI	SI
Rayaduras	Mala	Excelente	Excelente
Aislante	Bueno	Bueno	Bueno



PIDs de Identificación



Tramas del Mensaje para el nodo CAN Bus

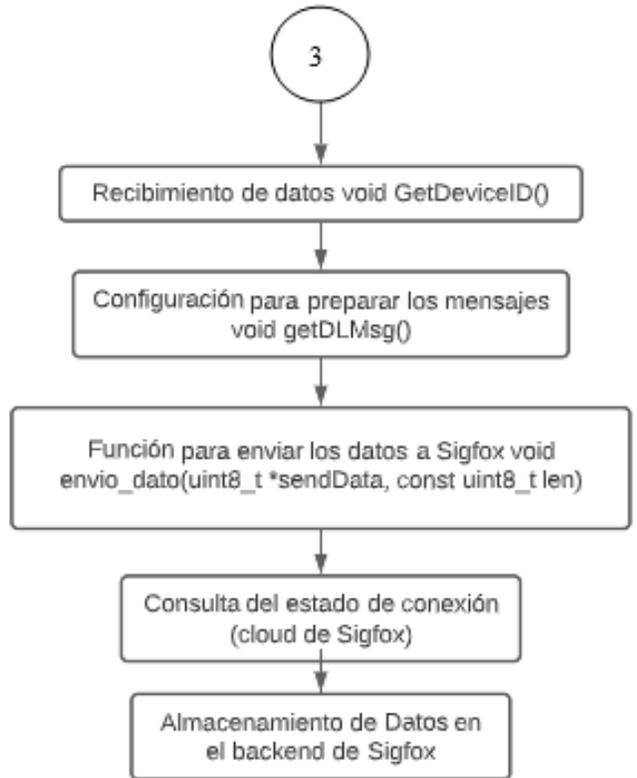
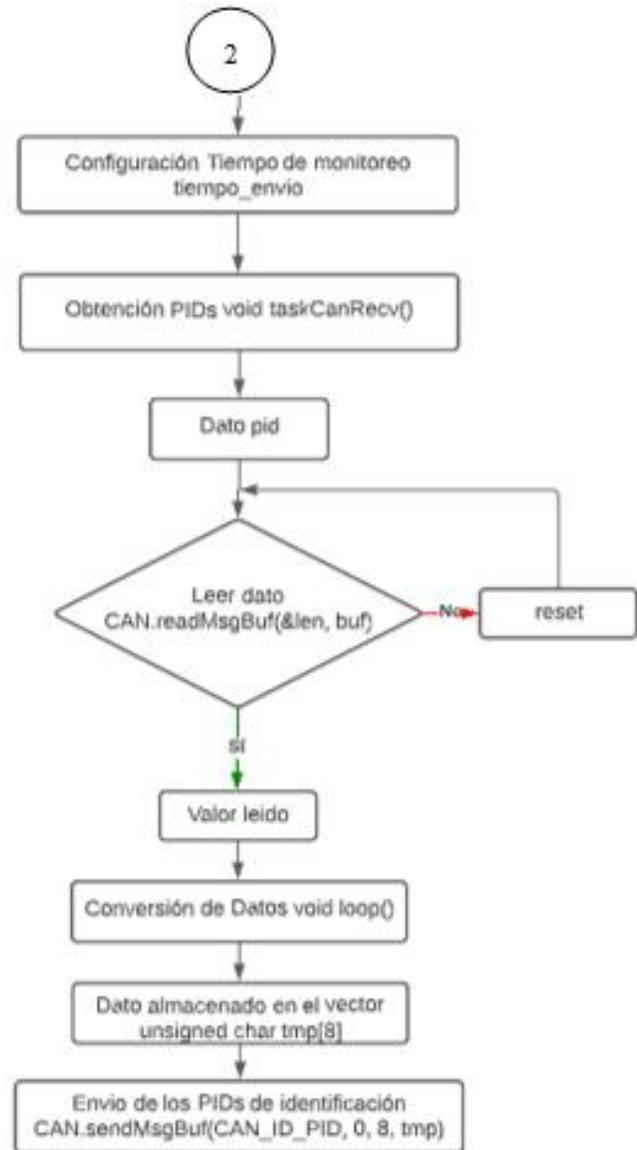
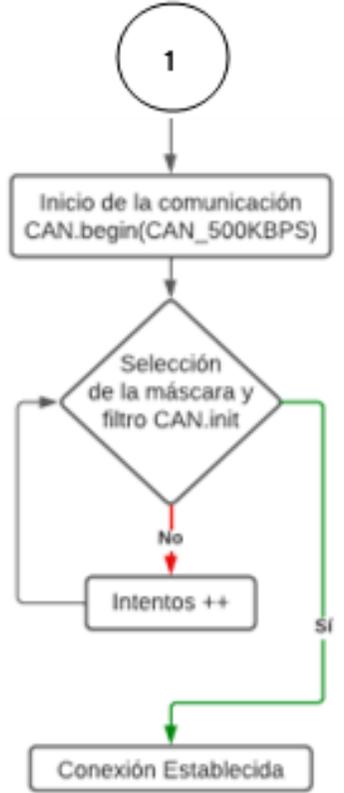


RPM	0
	1
Velocidad	2
Sensor IAT	3
Sensor TPS	4
Sensor ECT	5
Sensor MAP	6

Máscaras y Filtros

PIDs (hex)	PID (Dec)	Data bytes returned	Descripción	Fórmula	Unidad
0C	12	2	Revoluciones por minuto	$\frac{256A + B}{4}$	Rpm
0D	13	1	Velocidad del Vehículo	A	km/h
0F	15	1	Sensor IAT (Intake air temperature)	$A - 40$	°C
11	17	1	Sensor TPS (Throttle position sensor)	$\frac{100A}{25}$	%
05	5	1	Sensor ECT (Engine coolant temperature)	$A - 40$	°C
0B	11	1	Sensor MAP (Intake manifold absolute pressure)	A	KPa





Arquitectura Establecida



Dominio: app-smat@smat-fabs.com

Protocolo TLS (Seguridad de la Capa de Transporte) y protocolo TCP/IP con el puerto SMTP 587 (Protocolo Simple de Transferencia de Correo)

Configuración en el Backend de Sigfox

La imagen muestra la configuración de un callback en el backend de Sigfox. Los campos configurados son:

- Type: DATA
- Channel: URL
- Custom payload config: rpm::uint:16 vel:2:uint:8 iat:3:uint:8 tps:4:uint:8 ect:5:uint:8 map:6:uint:8
- URL syntax: `http://host/path?id={device}&time={time}&key1={var1}&key2={var2}...`
- Available variables: device, time, data, seqNumber, deviceTypeId
- Custom variables: customData#rpm, customData#vel, customData#iat, customData#tps, customData#ect, customData#map
- Url pattern: `https://algoritmia-seap.com/smat/api/getSigfox.php?id={device}&time={time}&seqNur`
- Use HTTP Method: GET
- Send SNI: (Server Name Indication) for SSL/TLS connections
- Headers: header value

Estructura en la Base de Datos

La imagen muestra la estructura de la base de datos en phpMyAdmin. Se muestran las siguientes tablas:

Tabla	Acción	Filas	Tipo	Cotejamiento	Tamaño	Residuo a depurar
<input type="checkbox"/> DATOSSIGFOX	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	100	MyISAM	latin1_swedish_ci	11.0 KB	-
<input type="checkbox"/> USUARIO	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	17	MyISAM	latin1_swedish_ci	4.5 KB	-
2 tablas	Número de filas	117	MyISAM	latin1_swedish_ci	15.5 KB	0 B

Arquitectura en la Interfaz Gráfica

Interfaz Gráfica

DATOSSIGFOX		
ID_DATOS	int	<pk>
ID_DEVICE	varchar(1024)	
OPERADOR	varchar(1024)	
TIMESTAMP	varchar(1024)	
SECUENCIA	int	
DATA	int	
RPM	int	
VEL	int	
IAT	int	
TPS	int	
ECT	int	
MAP	int	

USUARIO		
ID_USUARIO	int	<pk>
NOM_USUARIO	varchar(200)	
MARCA_USUARIO	varchar(200)	
ANO_USUARIO	varchar(5)	
PLACA_USUARIO	varchar(10)	
CORREO_USUARIO	varchar(200)	
KIL_USUARIO	varchar(20)	

Logo



Mantenimiento Preventivo

Descripción del Automovil

Nombre del Propietario : **Dennis Jimenez**
 Marca : **Kia**
 Año: **2020**
 Placa : **Pdp3422**
 Correo : **dfjimenez4@espe.edu.ec**
 Kilometraje : **27000**

ACTUALIZAR KILOMETRAJE

Mantenimiento	Alerta	Info
Cambio Aceite Motor y Filtro	■	■
Cambio Kit Banda de Distribución	■	■
Revisión de Niveles	■	■
Verificación de Fugas	■	■
Cambio Filtro de Aire	■	■
Cambio Filtro de Gasolina	■	■
Inspección de Bujías	■	■
Cambio de Bujías	■	■
Cambio Líquido de	■	■

Monitoreo de Parámetros

Descripción del Automovil

Nombre del Propietario : **Dennis Jimenez**
 Marca : **Kia**
 Año: **2020**
 Placa : **Pdp3422**
 Correo : **dfjimenez4@espe.edu.ec**
 Kilometraje : **27000**

Descripción del dispositivo

Id dispositivo : **41240C**
 Operador : **ESPE - EL.**
 Fecha y Hora : **2023-01-05 03:48:36 pm**
 Secuencia: **2434**

Monitoreo	Valor	Alerta	Info
RPM	0	■	
Velocidad	0	■	■
IAT	0	■	■
TPS	15	■	■
ECT	72	■	■
MAP	75	■	■

Mensaje al Correo Electrónico

app-smat@smat-fabs.com 11:06
 Para: jivs_18@hotmail.com >

Sensor IAT (°C)

Hola estimado/a Jorge Luis Vilaña Suarez, realizar lo que recomienda la aplicación de manera urgente. Además, leer el siguiente blog para poder obtener mayor información del Sensor IAT, debido a que los valores emitidos por el sensor no son los adecuados, sugerido por la aplicación SMAT. <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Sensores-y-actuadores/Sensor-de-temperatura-del-aire-de-admision-4326/>

Información del Sensor IAT

Descripción del Automovil

Nombre del Propietario : **Dennis Jimenez**
 Marca : **Kia**
 Año: **2020**

Sensor IAT (°C)

Sensor IAT (Sensor de temperatura de aire de entrada), básicamente mientras que va aumentando la señal de temperatura en el sensor, la tensión va disminuyendo.

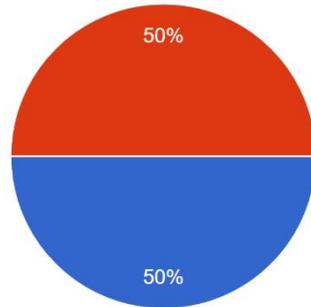
Los síntomas de que está fallando el sensor IAT se mencionan a continuación:

- 1.-Aumento en las emisiones de monóxido de carbono (CO)
- 2.-Exagerado consumo de combustible.
- 3.-Inconvenientes en el arranque en frío.
- 4.-Aceleración un poco elevada o marcadamente aumentada.
- 5.-La computadora no puede controlar adecuadamente el tiempo de encendido.
- 6.-Advertencia de la luz Check Engine.
- 7.-Pérdida de potencia



1.- ¿Cómo calificaría a SMAT?

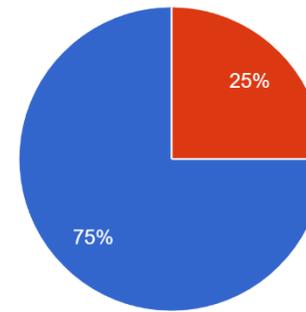
4 respuestas



- Muy satisfactorio
- Satisfactorio
- Poco satisfactorio
- Nada satisfactorio

3.- ¿Cuál es su grado de satisfacción con la experiencia de SMAT?

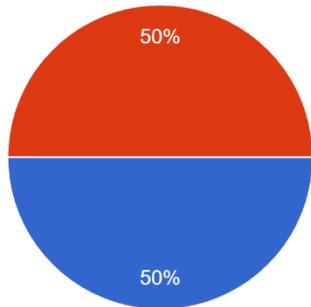
4 respuestas



- Muy satisfactorio
- Satisfactorio
- Poco satisfactorio
- Nada satisfactorio

2.- ¿Qué grado de satisfacción tiene con la velocidad de carga de la aplicación móvil?

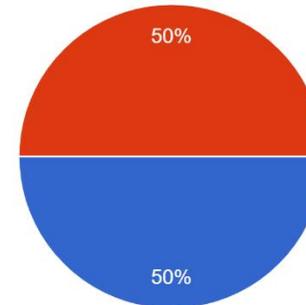
4 respuestas



- Muy satisfactorio
- Satisfactorio
- Poco satisfactorio
- Nada satisfactorio

4.- ¿Cuál es su grado de satisfacción con la navegación de la aplicación?

4 respuestas

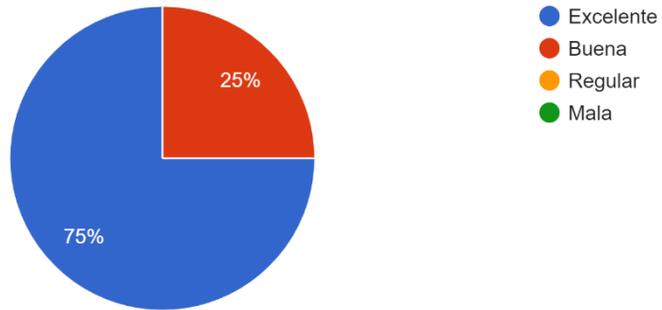


- Muy satisfactorio
- Satisfactorio
- Poco satisfactorio
- Nada satisfactorio



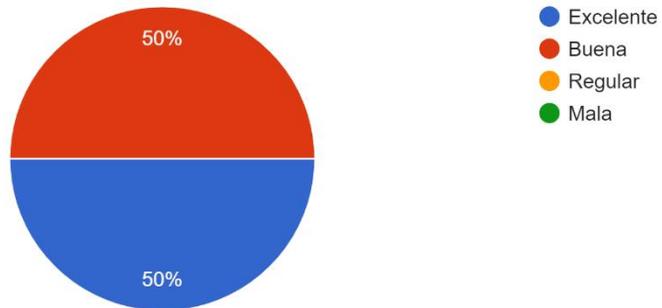
5.- ¿Cómo calificaría el aspecto y la sensación de la aplicación móvil?

4 respuestas



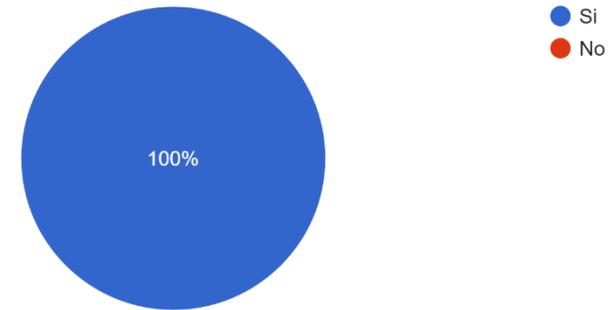
6.- ¿Cómo calificaría la intuición de los iconos?

4 respuestas



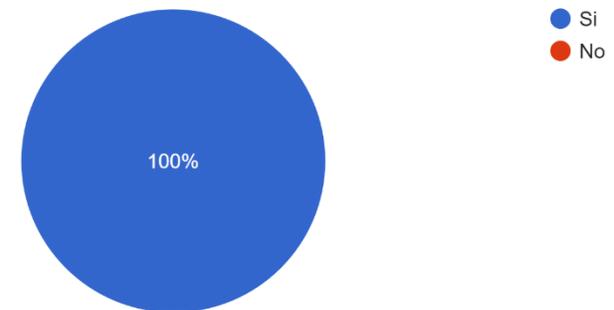
7.- ¿Te ha ayudado la aplicación SMAT a solventar el mantenimiento de su vehículo?

4 respuestas



8.- ¿Fue fácil encontrar estos los diferentes botones?

4 respuestas



9.- ¿Qué es lo que más le gusta de la aplicación móvil?

4 respuestas

Es facil uso

Sus Notificaciones

La facilidad para el manejo de los usuarios

Interfaz amigable con el.usuario

10.- ¿Qué es lo que menos le gusta de la aplicación móvil?

4 respuestas

Ninguna

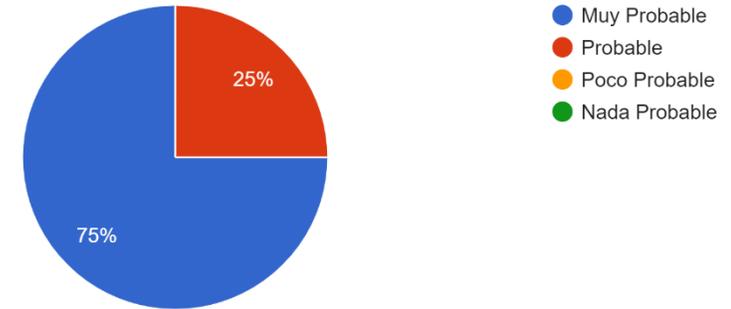
Nada

Mejorar un poco el funcionamiento de la app móvil a veces tarda en cargar

Sin novedad

11.- ¿Qué probabilidad hay de que recomiende SMAT a un amigo o compañero de trabajo?

4 respuestas





PRUEBAS DEL SISTEMA SMAT Y ANÁLISIS DE RESULTADOS



SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE ALERTA TEMPRANA



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Conexión mediante el protocolo CAN Bus



Comunicación Exitosa

```
COM3
Enviar

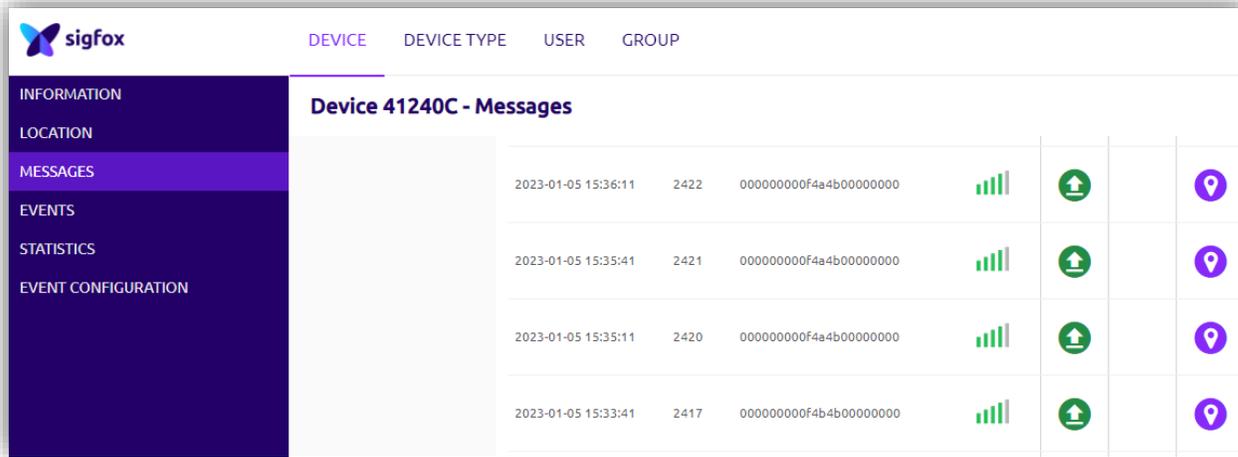
CAN init ok!
rev (rpm) = 753.00
vel (km/h) = 0.00
IAT (degC) = 44.00
TPS (%) = 13.20
ECT (degC) = 63.00
MAP (kPa) = 24.00
MAF (gr/s) = -7.99
TPS (%) = 13.20
rev (rpm) = 752.00
vel (km/h) = 0.00
IAT (degC) = 44.00
TPS (%) = 13.20
ECT (degC) = 64.00
MAP (kPa) = 24.00
TPS (%) = 13.20

 Autoscroll  Mostrar marca temporal
Nueva línea 9600 baudio Limpiar salida

185     numero=(bus[0]-200)/bus[4];
186     MAF=(numero*0.0312);
187     SERIAL_PORT_MONITOR.print(" MAF (gr/s) = ");
188     SERIAL_PORT_MONITOR.println(MAF);
189 }
189 if(pid==0xA6)//ODO
190 {
```

Verificación de Conexión con la red Sigfox

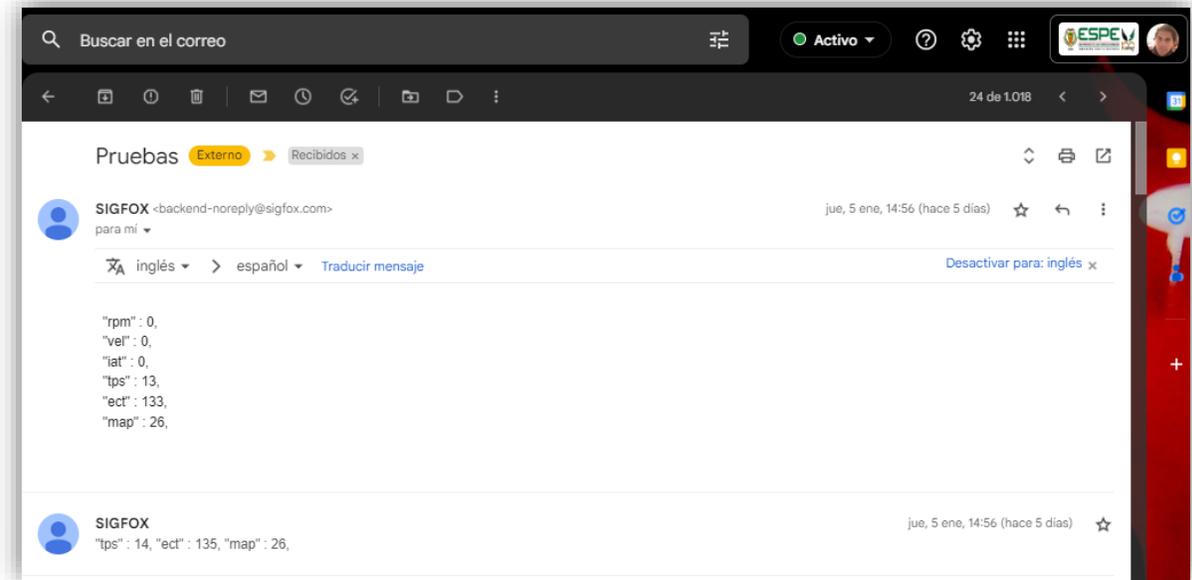
Backend de Sigfox



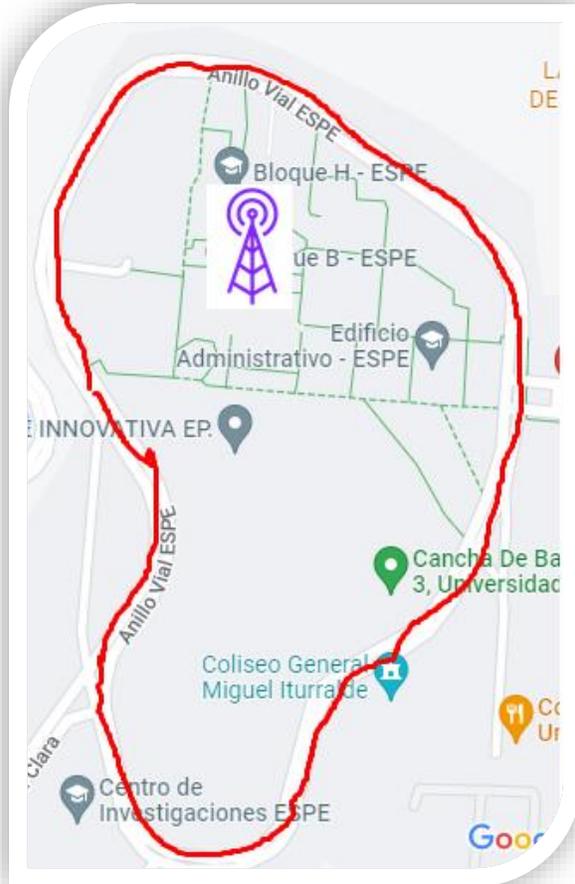
The screenshot shows the Sigfox backend interface. On the left is a navigation menu with options: INFORMATION, LOCATION, MESSAGES (highlighted), EVENTS, STATISTICS, and EVENT CONFIGURATION. The main content area is titled "Device 41240C - Messages" and displays a table with four rows of message data. Each row includes a timestamp, a numeric value, a hexadecimal ID, a signal strength indicator (green bars), a status icon (green up arrow), and a location pin icon.

Timestamp	Value	ID	Signal	Status	Location
2023-01-05 15:36:11	2422	000000000f4a4b00000000		↑	📍
2023-01-05 15:35:41	2421	000000000f4a4b00000000		↑	📍
2023-01-05 15:35:11	2420	000000000f4a4b00000000		↑	📍
2023-01-05 15:33:41	2417	000000000f4a4b00000000		↑	📍

Correo Electrónico



Prueba de Pista



Alerta Temprana

Descripción del Automovil

Nombre del Propietario : Jorge Luis Vilaña Suarez
Marca : Kia Picanto
Año : 2023
Placa : PDW7254
Correo : jlvs_18@hotmail.com
Kilometraje : 7556

Descripción del dispositivo

Id dispositivo : 41240C
Operador : ESPE - EL.
Fecha y Hora : 2023-01-05 03:48:36 pm
Secuencia : 2434

Monitoreo	Valor	Alerta	Info
RPM	0	■	■
Velocidad	0	■	■
IAT	0	■	■
TPS	15	■	■
ECT	72	■	■
MAP	75	■	■

Correo Electrónico

app-smat@smat-fabs.com
Para: jlvs_18@hotmail.com >

Sensor IAT (°C)

Hola estimado/a Jorge Luis Vilaña Suarez, realizar lo que recomienda la aplicación de manera urgente. Además, leer el siguiente blog para poder obtener mayor información del Sensor IAT, debido a que los valores emitidos por el sensor no son los adecuados, sugerido por la aplicación SMAT. <https://www.hella.com/techworld/es/informacion-Tecnica/Sensores-y-actuadores/Sensor-de-temperatura-del-aire-de-admision-4326/>

Información del Sensor IAT

Descripción del Automovil

Nombre del Propietario : Dennis Jimenez
Marca : Kia
Año : 2020

Sensor IAT (°C)

Sensor IAT (Sensor de temperatura de aire de entrada), básicamente mientras que va aumentando la señal de temperatura en el sensor, la tensión va disminuyendo.

Los síntomas de que está fallando el sensor IAT se mencionan a continuación:

- 1.-Aumento en las emisiones de monóxido de carbono (CO)
- 2.-Exagerado consumo de combustible.
- 3.-Inconvenientes en el arranque en frío.
- 4.-Aceleración un poco elevada o marcadamente aumentada.
- 5.-La computadora no puede controlar adecuadamente el tiempo de encendido.
- 6.-Advertencia de la luz Check Engine.
- 7.-Pérdida de potencia

RPM	Rango de medición
780	0 – 16.384 rpm
884	
775	
0	
755	
810	
820	
830	
855	

Velocidad (km/h)	Rango de medición
2	0 – 255 km/h
10	
25	
0	
22	
23	
25	
25	
26	

Sensor IAT (°C)	Rango de medición
22	-40 – 215 °C
21	
21	
0	
21	
20	
20	
21	
20	



Sensor TPS (%)	Rango de medición
14	0 – 100 %
15	
13	
14	
13	
14	
13	
15	
15	

Sensor ECT (°C)	Rango de medición
91	-40 – 255 °C
97	
98	
90	
90	
91	
90	
89	
91	

Sensor MAP (KPa)	Rango de medición
28	0 – 255 KPa
28	
28	
27	
30	
29	
29	
30	
30	



Kia Rio 2020





Descripción del Automovil

Nombre del Propietario : **Dennis Jimenez**
 Marca : **Kia**
 Año : **2020**
 Placa : **Pdp3422**
 Correo : **dfjimenez4@espe.edu.ec**
 Kilometraje : **27000**

Descripción del dispositivo

Id dispositivo : **41240C**
 Operador : **ESPE - EL.**
 Fecha y Hora : **2022-12-22 08:29:21**
 Secuencia : **2027**

Kia Soluto 2023





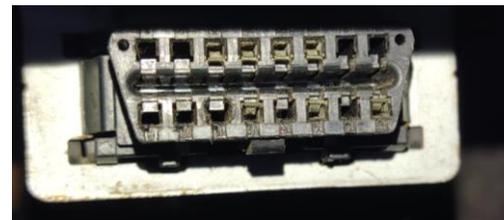
Descripción del Automovil

Nombre del Propietario : **Sofia Cadena**
 Marca : **Kia**
 Año : **2023**
 Placa : **PBJ 8065**
 Correo : **sofy_cadena96@hotmail.com**
 Kilometraje : **13093**

Descripción del dispositivo

Id dispositivo : **41240C**
 Operador : **ESPE - EL.**
 Fecha y Hora : **2023-01-04 05:31:20 pm**
 Secuencia : **2360**

Hyundai Tucson 2012





Descripción del Automovil

Nombre del Propietario : **Eril José**
 Marca : **Hyundai Tucson TA FE**
 Año : **2012**
 Placa : **IBA9106**
 Correo : **erik_jpb@hotmail.com**
 Kilometraje : **241092**

Descripción del dispositivo

Id dispositivo : **41240C**
 Operador : **ESPE - EL.**
 Fecha y Hora : **2023-01-05 03:43:36 pm**
 Secuencia : **2424**

Kia Picanto 2023





Descripción del Automovil

Nombre del Propietario : **Jorge Luis Vilaña Suarez**
 Marca : **Kia Picanto**
 Año : **2023**
 Placa : **PDW7254**
 Correo : **jivs_18@hotmail.com**
 Kilometraje : **7556**

Descripción del dispositivo

Id dispositivo : **41240C**
 Operador : **ESPE - EL.**
 Fecha y Hora : **2023-01-05 03:48:36 pm**
 Secuencia : **2434**

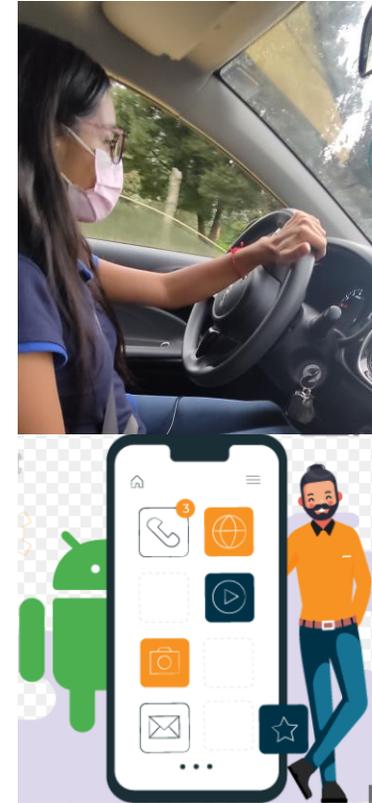


- La red LPWAN Sigfox permite realizar el monitoreo de las variables de la ECU del automóvil de manera inalámbrica y segura.
- El uso del protocolo ISO 15765 entorno a la comunicación OBD II, permite una comunicación eficiente, la misma que nos ayuda a realizar el llamado de cada PID mediante el protocolo CAN establecido en el código de arduino, permitiendo así evidenciar la efectividad en el momento de realizar el trabajo de investigación.

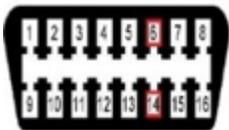




El sistema de monitoreo de alerta temprana, funciona de manera correcta haciendo uso de la red Sigfox la misma que nos ayudó en la recepción y envío de datos dentro de la pista establecida, siendo de vital importancia la comunicación del protocolo CAN Bus cumpliendo con la norma ISO 11898.



CAN ((J-2234 ISO 15765-4)



Debe tener los pines 6 y 14,
(Los otros pines son relativos)



- Con la ayuda del módulo Thinxtra se puede evidenciar que la transmisión de datos fue efectiva, la misma que se puede reflejar en la base de datos creada para poder guardar los datos monitoreados. Como se observa a continuación, los datos llegan al backend de Sigfox y son reflejados tanto en la base de datos como en la aplicación móvil.

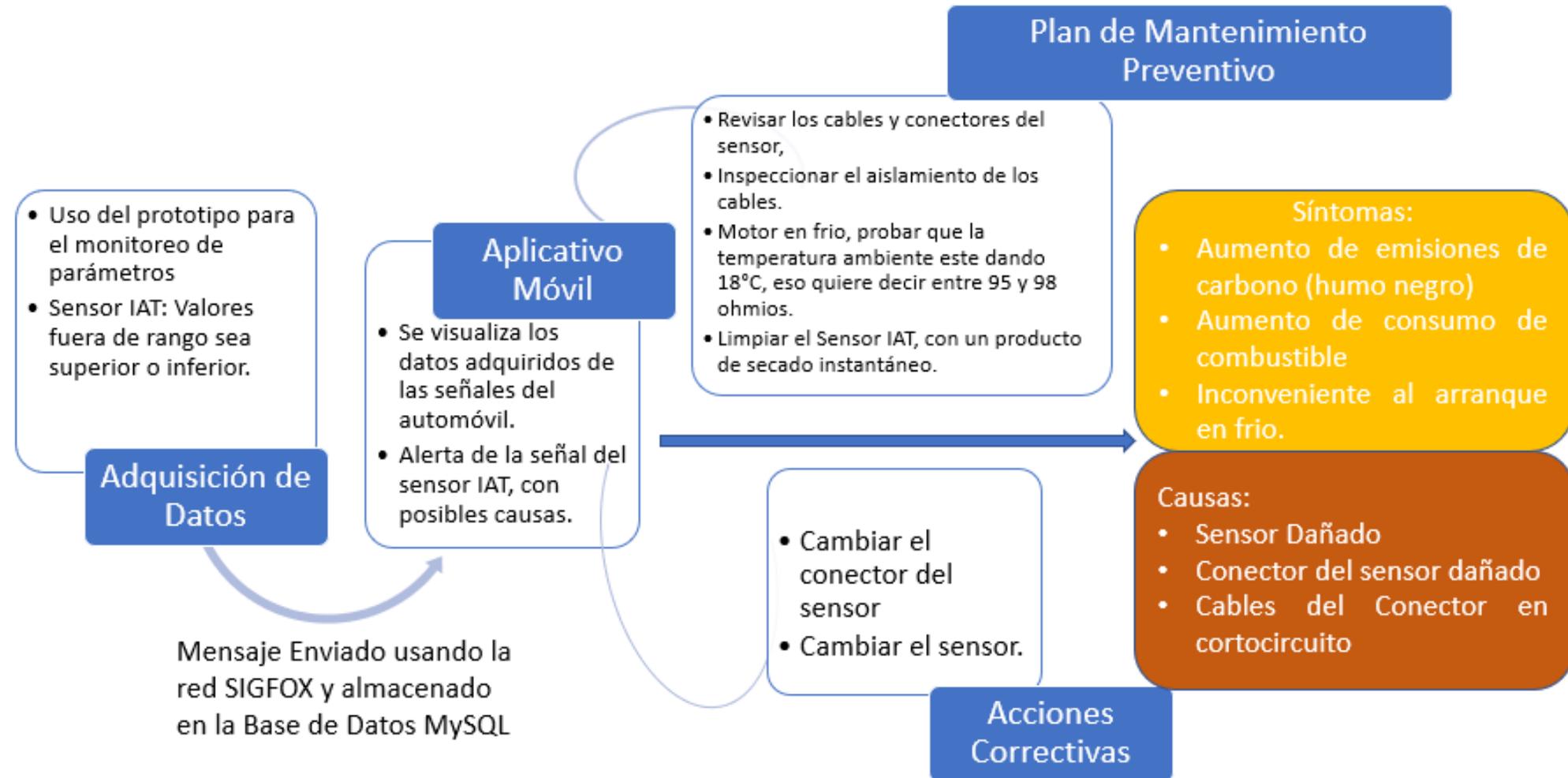
Descripción del dispositivo

Id dispositivo : 41240C
Operador : ESPE - EL.
Fecha y Hora : 2022-12-22 08:29:21
Secuencia: 2027

Monitoreo	Valor	Alerta	Info
RPM	797		
Velocidad	18		
IAT	32		
TPS	14		
ECT	127		
MAP	29		

2022-12-22 08:30:11	2029	000000230b7e4b00000000			
2022-12-22 08:29:46	2028	030e00220e7f2200000000			
2022-12-22 08:29:21	2027	031d12200e7f1d00000000			
2022-12-22 08:28:56	2026	0bcb121f1a7f3000000000			
2022-12-22 08:25:36	2018	04560d1c397c4a00000000			





Elaboración del Plan de Mantenimiento

Probabilidad de que ocurra el evento	
Muy alta	5
Alta	4
Media	3
Baja	2
Muy baja	1

Impacto sí ocurre el evento	
Críticas	5
Serias	4
Perceptibles	3
Pocas consecuencias	2
Sin consecuencias	1

Tipo de Riesgo		
Riesgo Extremo	16 a 25	A
Alto Riesgo	11 a 15	B
Riesgo Medio	6 a 10	C
Poco Riesgo	0 a 5	D

Parámetros	Evento necesario a analizar	Probabilidad de que ocurra el evento	Calificación	Impacto si ocurre el evento	Calificación	Tipo de Riesgo
Sensor IAT	Cortocircuito	Baja	2	Seria	4	8
	Daño del conector	Media	3	Seria	4	12
	Daño del cableado	Baja	2	Seria	4	8
	Sulfato en los bornes	Baja	2	Seria	4	8
	Daño de la ECU	Muy baja	1	Crítica	5	5
	Daño del sensor	Media	3	Crítica	5	15



Elaboración del Plan de Mantenimiento

Mantenimiento Preventivo	Kilometraje al que debe cambiarse (km)	Procedimiento (cada uno de los parámetros)	Verde	Amarilla	Roja
Cambio Aceite Motor y Filtro	5000	<p>1.- Depende del Aceite que coloque, por lo general el aceite cada 5000km.</p> <p>2.- Utilizar un aditivo para mejorar la conservación del motor.</p> <p>3.- Si desea hacer por su propia cuenta considerar lo siguiente:</p> <p>a.- Motor Frío y si lo hace en caliente evitar abrir tapas, además de usar la debida protección para no quemarse.</p> <p>b.- Comprar el aceite y el filtro</p> <p>c.- Tener las herramientas: llaves de cadena y una bandeja para colocar el aceite, considerar que saldrá un galón mínimo.</p> <p>d.- Ubicar el filtro de aceite en el automóvil</p> <p>e.- Levantar el automóvil en el lado correspondiente del filtro, con la ayuda de un gato hidráulico.</p> <p>f.- Cambiar el filtro, considerando que primero debemos dejar ir el aceite quemado colocando debajo la bandeja correspondiente, antes de colocar el nuevo filtro.</p> <p>g.- Retirar el gato hidráulico, después la tapa del aceite del motor y colocar el aceite y el aditivo.</p> <p>h.- No encender el motor de manera directa, debido a que la bomba de aceite debe trabajar en contacto (estado de giro de las llaves al encender el automóvil), durante tres veces para que se distribuya el aceite por todos los conductos del motor.</p> <p>i.- Encender el motor</p>	< 3500	>= 3500 y < 4500	>= 4500 y < 5000
Cambio Filtro de Gasolina	35000	<p>1.- Evitar que el tanque de gasolina baje de 1/4 de su totalidad, esto ayudará a evitar que la bomba de gasolina haga un sobreesfuerzo y envíe basura por el filtro, haciendo que este con el tiempo se dañe, por lo tanto, aumentado la vida útil.</p> <p>2.- Si desea realizar usted mismo el cambio considere lo siguiente:</p> <p>a.- Ubicar el filtro de gasolina, considere tener un playo de presión (2 si fuese necesario), y un destornillador (estrella o plano dependería de la abrazadera o sujetador).</p> <p>b.- El filtro tiene un conducto de entrada y otra de salida, por lo que primero debemos con el playo de presión ajustar la manguera de entrada (proveniente del tanque de gasolina).</p> <p>c.- Desatornillar el sujetador y sacar esa sección del filtro, colocando en su lugar el nuevo filtro de gasolina, luego ajustar el sujetador.</p> <p>d.- Quitar el playo de presión y colocarlo en la manguera de salida, desatornillar el sujetador, y hacer el cambio de filtro, terminando con el ajuste del sujetador y el retiro del playo de presión.</p> <p>3.- En el caso de que el filtro de gasolina se encuentre en el interior del tanque de combustible junto con la bomba de gasolina, considerar todas las medidas de seguridad posible debido a que la gasolina es altamente inflamable.</p>	< 25000	> 25000 y < 30000	>= 30000 y <= 35000

- Cambio de Aceite de Transmisión
- ABC de Motor
- ABC de Frenos
- Limpieza de Sensores
- Revisión de Niveles
- Verificación de Fugas
- Cambio de Filtro de Aire
- Cambio de Filtro de Gasolina
- Inspección de Bujías
- Cambio de Bujías
- Cambio de Líquido de Freno y Embrague
- Cambio de Líquido Refrigerante
- Revisión de Neumáticos
- Batería



Elaboración del Plan de Mantenimiento

Monitoreo de Parámetro	Valores Medidos	Recomendaciones (pantalla de cada uno de los parámetros)	Verde	Rojo	Mensaje Rojo (correcto)	Imagen
RPM						
Velocidad (Km/ H)		Transitar con una velocidad de acuerdo a las leyes de tránsito.	<120	>=120	Estimado/a, reduzca la velocidad de manera inmediata, debido a que puede provocar o tener un accidente de tránsito, con consecuencias irreparables, sugerido por la aplicación SMAT.	
Sensor IAT (°C)		<p>Sensor IAT (Sensor de temperatura de aire de entrada), básicamente mientras que va aumentando la señal de temperatura en el sensor, la tensión va disminuyendo.</p> <p>Los síntomas de que está fallando el sensor IAT se mencionan a continuación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.-Aumento en las emisiones de monóxido de carbono (CO) 2.-Exagerado consumo de combustible. 3.-Inconvenientes en el arranque en frío. 4.-Aceleración un poco elevada o marcadamente aumentada. 5.-La computadora no puede controlar adecuadamente el tiempo de encendido. 6.-Advertencia de la luz Check Engine. 7.-Pérdida de potencia <p>Las posibles causas de fallas se mencionan a continuación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.-Cortocircuito: Los cables que salen del conector del sensor se encuentran en corto circuito. Esto puede suceder porque el aislante del cable se ha partido o cuarteado y los cables de cobre se han unido porque quedaron expuestos. 2.-El conector del sensor se quebró y las terminales del interior se unieron provocando el corto-circuito. 3.-El sensor se ha dañado por completo. <p>Para poder corregir las posibles causas, se debe realizar lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.-Revise que el conector del sensor no se encuentre dañado o quebrado. 	>=20 y <= 75	<20 y >75	Estimado/a, realizar lo que recomienda la aplicación de manera urgente. Además, leer el siguiente blog para poder obtener mayor información del Sensor IAT, debido a que los valores emitidos por el sensor no son los adecuados, sugerido por la aplicación SMAT. https://www.hella.com/tech/world/es/Informacion-Tecnica/Sensores-y-actuadores/Sensor-de-temperatura-del-aire-de-admision-4326/	

- RPM
- Velocidad
- Sensor IAT
- Sensor TPS
- Sensor ECT
- Sensor MAP





Se realizó el estudio del arte de cada uno de los componentes que forman parte del prototipo, considerando los beneficios de la red LPWAN, uso del protocolo CAN Bus.



Se diseñó e implementó un prototipo para monitorear las variables del vehículo, transmitiéndolas mediante un comunicador LPWAN Sigfox.



Se realizó pruebas en diferentes vehículos para determinar el correcto funcionamiento de las variables de los sensores de un vehículo.

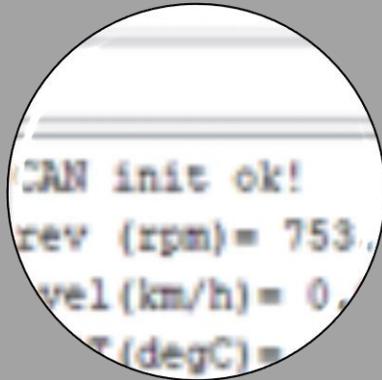


Se pudo realizar una aplicación intuitiva que permita la visualización, monitoreo y análisis de datos de las variables de un vehículo.

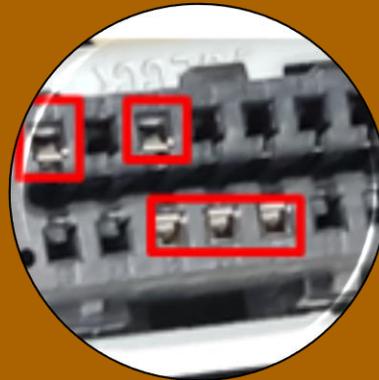


Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo basado en la generación de alertas creadas con la semaforización de los colores para los diferentes parámetros.





Realizar una comprobación de la comunicación con el protocolo CAN Bus.



Consideración de los pines 4,5, 6,14,16.

Los pines 1,3,8,9,11,12, 13 no interfieren con el sistema SMAT.

Los pines 2,7,10, 15 si interfieren con el sistema SMAT.



El ingreso de datos en la aplicación móvil debe ser lo suficientemente claro y correcto puesto que, si se ingresa algún dato errado, se deberá volver a ingresar los datos desde el inicio.



LA TECNOLOGÍA ES
IMPORTANTE, PERO LO ÚNICO
QUE REALMENTE IMPORTA ES
QUÉ HACEMOS CON ELLA.

Muhammad Yunus



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA