

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACION POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MONITOREO Y CONTROL REMOTO MEDIANTE TECNOLOGÍA
GSM PARA VEHÍCULO NISSAN SENTRA V16 EN LA EMPRESA
DE TAXIS INVERSIONES PUENTE SAC**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECATRÓNICO**

PRESENTADA POR:

BACH. PUENTE CARDOSO CHRISTIAN ANDRE

BACH. VELIZ GAMARRA WILLIAM JESUS

ASESOR:

MG. ING. PALOMARES ORIHUELA RICARDO J.

LIMA-PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Alicia y Jesús, mis padres, por el apoyo constante durante toda mi etapa formativa.

William Veliz.

A Víctor y Elizabeth, mis padres, quienes me brindaron el cariño y empuje para realizar mis metas y sueños, a Gabriela mi esposa, por su amor y apoyo para realizar este trabajo. A mi hermana Karina, quien siempre estuvo conmigo en las buenas y malas. A mis abuelas Blanquita y Heriberta, quienes siempre me cuidaron y animaron a ser mejor cada día. A mis tíos, que siempre me mostraron su apoyo en mi vida universitaria.

Christian Puente.

AGRADECIMIENTO

A mis abuelos y familiares que están siempre conmigo, y aprender de ellos; a mis amigos y compañeros.

También al Ing. Palomares por el aporte al desarrollo de esta tesis.

William Veliz.

A Dios quien permite que todas las cosas sean posibles, a mi asesor, el Ing. Ricardo Palomares quien con su dedicación supo guiarnos para poder plasmar nuestras ideas en el presente trabajo. A mis padres Víctor Manuel y Lilian Elizabeth, por darme la oportunidad de tener una carrera universitaria y brindarme siempre todo su apoyo y cariño. A mis compañeros y amigos, con quienes compartí mi etapa universitaria.

Christian Puento.

RESUMEN

La presente tesis titulada Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control remoto mediante tecnología GSM para vehículo Nissan Sentra V16 en la empresa de taxis Inversiones Puente SAC, trato principalmente del diseño electrónico de control para las distintas variables, que se consideraron importantes para el caso de la empresa de taxis Inversiones Puente SAC; además del diseño mecánico y electrónico de un sensor de nivel de refrigerante y la lógica de programación y se obtuvo un lazo de control.

Se implementó de manera exitosa un sistema de monitoreo y control mediante la tecnología GSM, se adquirió los datos más importantes para el mantenimiento del vehículo, como fueron la temperatura del motor, el nivel de combustible, la presión de aceite y el nivel del refrigerante.

Como resultado de la presente tesis, la empresa de taxis Inversiones Puente S.A.C, se tuvo un mejor control de todas sus unidades; lo que permitió que se puedan llegar a mejores decisiones en temas de mantenimiento vehicular.

Palabras Claves: Monitoreo remoto, tecnología GSM, Monitoreo de vehículos, Nissan Sentra V16.

ABSTRACT

This thesis entitled Design and implementation of a remote monitoring and control system using GSM technology for Nissan Sentra V16 vehicle in the taxi company Inversiones Puente SAC, deals mainly with electronic control design for the different variables, considered important for the carcasa of the taxi company Inversiones Puente SAC; in addition to the mechanical and electronic design of a coolant level sensor and programming logic to obtain a closed loop control for these variables.

A monitoring and control system were successfully implemented using GSM technology, the most important data for vehicle maintenance was acquired, such as the engine temperature, fuel level, coolant pressure and coolant level.

As a result of this thesis, the taxi company Inversiones Puente S.A.C, has a better control of all its units; what allows to reach better decisions on issues of vehicle maintenance.

Key Words: Remote monitoring, GSM technology, Vehicle monitoring, Nissan Sentra V16.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos	10
1.2 Objetivo general y específico	11
1.3 Justificación.....	12
1.4 Alcances y limitaciones de la investigación.....	13
1.5 Estructura de la tesis.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	15
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	15
2.2 Selección de variables	17
2.3 Bases teóricas.....	17
CAPÍTULO III: DISEÑO DEL DISPOSITIVO DE MONITOREO.....	58
3.1 Condiciones iniciales del diseño	58
3.2 Diseño electrónico.....	59
3.3 Diseño Eléctrico	75
3.4 Diseño Mecánico.....	85
3.5 Diseño de programación	88
3.6 Implementación del dispositivo	96
CAPÍTULO IV: PRUEBAS Y RESULTADOS.....	110
4.1 Pruebas.....	110
4.2 Resultados	111
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES.....	123
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	124
ANEXOS.....	126

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el costo de mantenimiento de los vehículos llega a significar un valor considerable para la familia promedio, en ese sentido estos costos llegan a ser mucho más valiosos cuando nos referimos a empresas en que los activos están intrínsecamente asociados a los vehículos.

Por ejemplo, empresas de logísticas, de carga pesada, de transporte de mercadería y personal; y en este es en el que enfocaremos nuestra tesis, para nuestro caso la empresa de taxis Inversiones Puente S.A.C tiene un costo por mantenimiento vehicular. Este costo se sustenta en la Tabla 1, en el cual se puede observar que a nivel nacional en el 2016 se comercializa 68'282'790 miles de soles, entre servicios y repuestos de vehículos.

Tabla 1 Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos automotores.

Departamentos	2014P/	2015E/	2016E/
Valor Agregado Bruto	60,995,002	64,507,000	68,282,790

Fuente: <https://www.inei.gob.pe/>

Además, tenemos que hasta el año 2016 el parque automotor a nivel nacional es de 2'661'719 vehículos según la Tabla 2; que se publicó en la cámara de comercio de lima esto nos daría un costo aproximado de costo mensual promedio por vehículo de 2'100 soles.

Tabla 2 Parque automotor nacional estimado por clase de vehículo 2016

Departamentos	TOTAL
TOTAL	2'661.719
Lima / Callao	1'752.919
La Libertad	190.073

Fuente: <https://www.gob.pe/mtc>

Al ser una empresa que tiene como principal activo vehículos, los costos de mantenimiento resultan bastante importante; en la empresa no se tiene un control de los gastos de mantenimiento por lo que se toma como referencia este costo mensual aproximado de 2100 soles.

Por lo tanto, nuestro principal interés es reducir este costo mediante la tecnología que se diseñara a continuación en esta tesis, que se basa en términos generales de aprovechar una tecnología que es altamente confiable como la GSM, para las distintas alertas y medidas correctivas que se tomaran con el monitoreo y control de los vehículos.

Los principales inconvenientes son las fallas típicas de los vehículos que se tiene como estándar, en este caso el Nissan Sentra V16 representa el 90% de la flota vehicular de la empresa, es por eso que la tesis se desarrolla sobre este modelo de vehículo, recalcar que este tipo de modelo es muy común y bastante usado en el rubro de servicios de transporte público.

Para enfocarnos en reducir el costo de estos vehículos, presentamos las principales fallas que tienen y son, sobrecalentamiento del motor, la presión del aceite y el nivel de refrigerante; adicionalmente para obtener un mejor control de los pilotos de las unidades, se aprovechara el sensor de nivel de combustible del vehículo.

Estos parámetros tienen como finalidad mejorar el rendimiento de las unidades y de esta manera llegar a la finalidad de la presente tesis, cabe recordar que existen sistemas similares y hasta mucho más complejos, pero que por el alto precio que tienen no aplica para negocios como el rubro de transporte público.

Mas adelante esta tesis podría funcionar para otras pequeñas medianas empresas que deseen apostar por este tipo de tecnología que sin mucha inversión obtenga un mejor rendimiento de sus vehículos. La presente tesis se desarrollará en cuatro capítulos y se describen de la siguiente manera. En el capítulo uno, se desarrolla la introducción a la tesis, el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación de la investigación.. En el capítulo dos se describen los antecedentes relacionados con esta tesis y conceptos teóricos

que sirven de base para esta investigación, también se explica las variables a controlar.

En el capítulo tres, se desarrolla el sistema de monitoreo de manera que se documenta todo el proceso de investigación pasando por la parte electrónica, programación, mecánica e implementación de este sistema; también se registra la funcionalidad del prototipo.

En el capítulo cuatro, se desarrollan las pruebas que se hacen al sistema, los ajustes necesarios, tanto de la parte electrónica y la parte de programación; además se registran los resultados obtenidos durante toda la investigación. Después de ello están nuestras conclusiones, las cuales están acompañadas por observaciones y recomendaciones para futuros proyectos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

En la actualidad, no se cuenta con sistemas control y monitoreo en unidades de transporte público. Debido al costo muy elevado que estos sistemas tienen, son de poco acceso para los transportistas. Los sistemas de monitoreo que se encuentran en el mercado no se aplican en su totalidad a las necesidades de los clientes que los adquieren y se centran básicamente en la ubicación y consumo de combustible.

Las paras en las unidades de transportes por problemas en el motor son de larga duración y de alto costo, provocando grandes pérdidas económicas afectando a la rentabilidad de la empresa. La reparación de un motor o la compra de un motor nuevo, está considerado un gasto muy grande y debido a esto se trata de evitar para no perjudicar la economía de la empresa tanto en gastos de repuestos como en la no disponibilidad de ese vehículo por muchos días. Cada día de para en un vehículo de taxi no representa ingreso alguno para la empresa, por el contrario, una pérdida.

Los supervisores de mantenimiento no pueden prevenir fallas mayores y recibir alertas de un posible problema en sus vehículos y prevenir daños mayores. La pérdida de presión de aceite y la fuga de aceite en un motor son problemas que brindan minutos en donde se podría tomar alguna acción correctiva previniendo un problema mayor. En la actualidad los conductores al reportar una falla, lo realizan después que el problema ha sucedido, debido a esto ya no se puede tomar ninguna medida para prevenir el problema.

Por otro lado, debido a que en su mayoría los conductores no tienen un nivel alto de conocimiento de mecánica o por la misma actividad del trabajo no se percatan si ocurre algún problema en su vehículo, lo cual incrementa la probabilidad de que un problema mecánico ocurra en el vehículo sin poder ser prevenido.

Problema principal

¿Cómo es el diseño y la implementación de un sistema de monitoreo vía tecnología GSM para vehículos de la empresa de taxi Inversiones Puente SAC?

Problemas secundarios:

- a) ¿Cómo es el monitoreo de la temperatura del motor en un vehículo de la empresa de Taxi Inversiones Puente mediante tecnología GSM?
- b) ¿Cómo es el monitoreo del nivel de refrigerante del motor en un vehículo de la empresa de Taxi Inversiones Puente SAC mediante tecnología GSM?
- c) ¿Cómo se monitorea la presión de aceite de motor en un vehículo de la empresa de Taxi Inversiones Puente SAC mediante tecnología GSM?
- d) ¿Cómo se monitorea el refrigerante en un vehículo de la empresa de Taxi Inversiones Puente SAC mediante tecnología GSM?

1.2 Objetivo general y específico

Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de monitoreo mediante tecnología GSM para vehículos de la empresa de Taxi Inversiones Puente SAC.

Objetivos específicos

- a) Diseñar e implementar un sistema de monitoreo de la temperatura del motor en un vehículo de la empresa de Taxi Inversiones Puente SAC.
- b) Diseñar e implementar un sistema de monitoreo del refrigerante en un vehículo de la empresa de Taxi Inversiones Puente SAC.

- c) Diseñar e implementar un sistema de monitoreo del aceite del motor de un vehículo de la empresa de Taxi Inversiones Puente SAC.
- d) Diseñar e implementar un sistema de monitoreo de la presión de aceite de un vehículo de la empresa de Taxi Inversiones Puente SAC.

1.3 Justificación

Para entender la justificación de la siguiente tesis se tiene que considerar aspectos medulares en el negocio de una empresa de taxis, estos vehículos representan más del 80% de los activos de la empresa, de tal manera esta tesis constituye implementar un lazo cerrado de control con la finalidad de ser eficaces los procesos de la empresa.

La justificación económica se centra en el control de los vehículos a fin de mejorar la utilidad de los mismos, esto es aplicable no solo para una empresa de taxis, sino también para empresas de monitoreo vehicular; se tiene información que un sistema así se comercializa en miles de dólares, y este sistema a menos escala es aplicable a la mayoría de empresas relacionadas al rubro.

La justificación tecnológica, mediante esta tecnología se podría replicar en otro tipo de industria en la cual el monitoreo de vehículos representa una cantidad importante de capital, por ejemplo, en unidades mineras el gasto de combustible y los tiempos de mantenimiento son materia de investigación.

Generalmente las unidades vehiculares pasan a estar inactivas debido a la temperatura, el nivel de refrigerante y demás, es así que utilizando la tecnología GSM se desarrollará un sistema que permita el monitoreo de los puntos más críticos del motor que sean causantes de recalentamiento y posterior parada de las unidades. De esta forma el supervisor de flota tendrá la posibilidad de prevenir y monitorear fallas en el motor por recalentamiento permitiéndole informar a los conductores de las acciones a tomar para prevenir fallas mayores. La empresa Inversiones Puente SAC se verá beneficiada con la tecnología que se desarrollará en este estudio debido a tendrá un sistema de monitoreo que

identificará problemas en sus vehículos de taxi durante sus horas de trabajo previniendo problemas mayores en el motor y posterior parada de sus vehículos.

1.4 Alcances y limitaciones de la investigación

La presente tesis contempla el Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control remoto mediante tecnología GSM para vehículo Nissan Sentra V16.

Sus características principales son las siguientes:

- a) Permite el control de la temperatura del motor, nivel de refrigerante y presión del aceite del motor.
- b) Este control está diseñado exclusivamente para el vehículo Nissan Sentra V16
- c) Lógica de control para las variables del vehículo.

Las limitaciones que se presentaron fueron las siguientes:

- a) La disponibilidad de los vehículos para las pruebas.
- b) La implementación, debido a los espacios del vehículo suelen no ser los más accesibles para el cableado.

1.5 Estructura de la tesis

La tesis se encuentra dividida en cuatro (04) capítulos, conclusiones y las referencias bibliográficas, tal como se muestra a continuación:

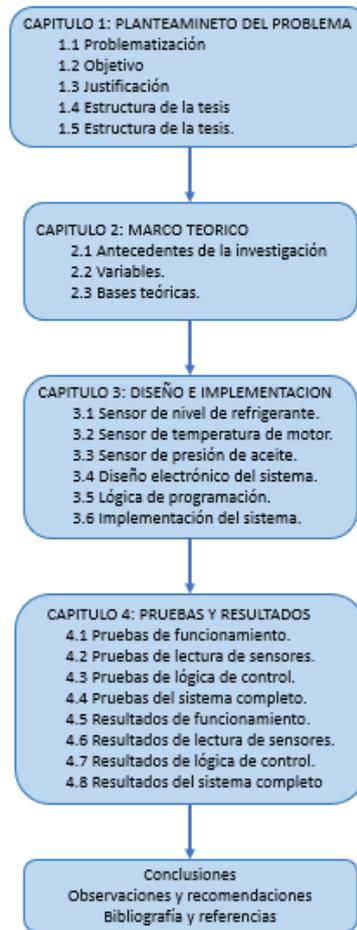


Figura N° 1: Diagrama de la estructura básica de la Tesis.

Fuente: Elaboración Propia (2018)

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Este tipo de sistemas actualmente están siendo implementados, para usos diversos debido a que la tecnología de comunicación GSM es bastante confiable; en lo consecutivo detallamos algunas tesis que están relacionadas al tema:

Beyoda, P., Salazar, C. y Muñoz, F. (2013) en su tesis titulada: Implementación, control y monitoreo de un sistema de seguridad vehicular por redes GSM/GPRS concluye que:

Se logró diseñar un prototipo de un sistema de seguridad para vehículos con comunicación inalámbrica para obtener información sobre el estado actual del mismo soportado en GSM/GPRS existente en Colombia por medio de mensajes de texto SMS. [...]

Se seleccionó un adecuado protocolo de comunicación como fue el GSM/GPRS siendo una tecnología competitiva ofreciendo fiabilidad de datos de bajo costo trabajando con las cuatro bandas existentes en el país basado en la norma IEEE 802.15.4, el cual permitió comunicar los diferentes dispositivos en el interior del vehículo. (p.220)

Gutiérrez, C. (2012) en su tesis titulada: Monitoreo y control remoto usando la red de telefonía celular GSM, concluye que:

“El tiempo promedio de ejecución de una orden, es de 16 segundos para las acciones digitales y de 25 segundos de las acciones analógicas, estos tiempos de ejecución no presentan un problema debido a que no es un sistema de protección.” (p. 156)

Ramos, D. (2014) en su tesis titulada: Diseño de un sistema de monitoreo OBDII con comunicación GSM, concluye que:

Las pruebas realizadas se llevaron a cabo generando códigos de error de fallas mínimas con impactos leves en el funcionamiento del automóvil puesto que éstas son fáciles de corregir y debidamente controladas son fácilmente reversibles. La

funcionalidad del sistema de diagnóstico OBD-II nos permite detectar desde fallas mínimas que casi pueden ser consideradas mantenimiento hasta fallas realmente graves; con ello, la etapa de pruebas se ve beneficiada, pues al detectar fallas sencillas en el sistema, se asegura que la interpretación de información y el envío oportuno de la misma al usuario sucederá exactamente igual para otras fallas más graves. (p.245)

Godinez, R. (2011) en su tesis titulada: Diseño e implementación de un sistema de alerta temprana ante desborde de ríos utilizando la red, para obtener el título de Ingeniero Electrónico por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, concluye que:

De los resultados de la telemetría del sistema y el registro del nivel de agua del río Rímac, en el cruce del río con el puente Los Ángeles en el distrito de Chaclacayo, se encontró que el tiempo de demora fue de 10 segundos, desde la medición del nivel de agua y el envío al punto remoto de recepción mediante SMS vía GSM a usuarios organizados, así como al Terminal de Datos de la Central de Monitoreo. Este resultado permite afirmar que este sistema de información sobre alerta temprana de desborde ha cumplido con los criterios de un sistema de alerta temprana de desborde de un río. [...]

La red GSM actualmente cubre una parte importante del país, sin embargo, los operadores que actualmente ofrecen servicios en Perú continúan ampliando su cobertura en este momento. Esperando que muy pronto, se cuente con casi el 100% cobertura. (p.245)

Villacis, S. (2005) en su tesis titulada: Sistema de monitoreo y control remoto utilizando el servicio de mensajes de texto de la red GSM, concluye que:

Puesto que un mensaje corto puede contener hasta 160 caracteres, es muy difícil que una persona inescrupulosa pueda descifrar los códigos de control enviados hacia el sistema de monitoreo y control, reduciendo enormemente de esta manera las posibilidades de sabotaje. [...]

El sistema desarrollado es ideal para ser empleado en diversas aplicaciones tales como telemetría, consultas, telecontrol de procesos industriales,

telemarketing, y en general en cualquier campo que se requiera comunicaciones inalámbricas. (p.220)

Shimabukuro, C. (2010) en su tesis titulada: Implementación de un sistema de ubicación y discernimiento entre tecnología celular GSM y satelital para el seguimiento de unidades móviles, concluye que:

Se desarrolló un estudio de las tecnologías y de la oferta de dispositivos presentes en el mercado, con lo cual se logró localizar una necesidad en el mercado y una posible solución a esta. (p.220)

Se demostró mediante la implementación del sistema y las pruebas realizadas que es posible la realización de un sistema que haga uso de la tecnología satelital y celular GSM para la transmisión, logrando con ello un mayor beneficio para el usuario en el aspecto económico y de confiabilidad. (p.221)

2.2 Selección de variables

Para llegar a demostrar los objetivos de esta tesis, se tiene las variables y los indicadores que a continuación se indican:

- a) Monitoreo y control
- b) Tecnología GSM
- c) Nissan Sentra V16

2.3 Bases teóricas

Monitoreo y control

Las bases teóricas acerca de los sistemas de monitoreo, puede ser aplicada a distintos entornos, y se usan la siguiente definición:

Los sistemas de monitoreo y control remoto cumplen una labor importante en los ambientes donde se hace difícil el acceso, y aún más cuando este representa un riesgo inminente para el usuario o la integridad humana. Debido a esto, se hace necesario promover el número de investigaciones

que resulten en propuestas para controlar o ejercer acciones de forma remota, donde se logre el manejo u operación de variables críticas dentro de la conformación de un sistema que a distancia pueda ser controlado o monitoreado. (Serna, Morantes, & Delgado, 2015, p. 2).

Para nuestro caso es de vital importancia identificar las variables críticas del monitoreo que impliquen el cambio en su magnitud, es por eso que sistema nos permitirá obtener una tendencia a largo plazo para tomar las mejores decisiones, y esto se refleja en la siguiente cita:

El monitoreo permanente ayuda a reflejar tendencias, a entender cómo cambian las variables y como se relacionan entre ellas. La primera evaluación del sistema de manejo utilizando el estándar corresponde a una línea base de sostenibilidad, sobre la cual se analizarán los cambios posteriores. Los monitoreos continuos también ayudan a perfeccionar el estándar, pues se eliminan o modifican los indicadores que resulten ineficientes para los fines del esquema o el manejo del sistema. (Morán Montaña, Campos Arce, & Louman, 2006, p. 8).

Mediante las pruebas realizadas en el sistema de monitoreo y control se buscarán encontrar los estándares óptimos para el sistema de alertas enviados mediante mensajes de texto.

En esta tesis usaremos para el monitoreo y control, un sistema electrónico que permitirá sensar y emitir el estado de los distintos sensores que explicaremos más adelante.

Un sistema electrónico se define como:

Es un conjunto de: Sensores, circuitería de procesamiento y control, actuadores y fuente de alimentación.

Los sensores obtienen la información del mundo físico externo y la transforman una señal eléctrica que puede ser manipulada por la circuitería interna de control.

Los circuitos de internos de un sistema electrónico procesan la señal eléctrica convenientemente. La manipulación de dicha señal dependerá

tanto del diseño de los diferentes componentes hardware del sistema, como el conjunto lógico de instrucciones (es decir, del “programa”) que dicho hardware tenga pregrabado u que se capaz de ejecutar de forma autónoma.

Los actuadores transforman la señal eléctrica acabada de procesar por la circuitería interna en energía que actúa directamente sobre el mundo físico externo. Ejemplos de actuadores son; motor (energía mecánica), una bombilla (energía lumínica), un altavoz (energía acústica), etc. (Artero, 2013, p. 61).

Es así, que un sistema electrónico de monitoreo y control se conforma, una manera de entender cómo se relacionan todos estos componentes son con la Figura 2.

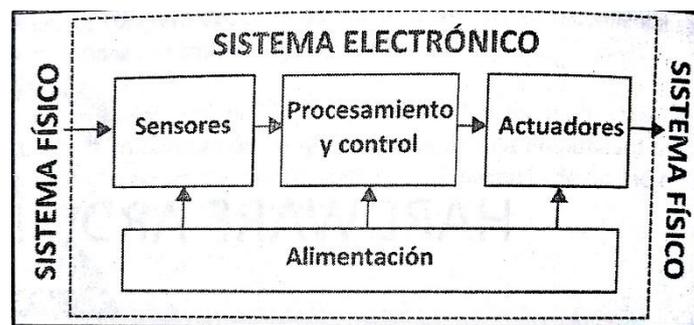


Figura N° 2 Esquema de sistema electrónico.

Fuente: (Artero, 2013)

En lo consecutivo trataremos cada uno de estos elementos más a fondo y enfocaremos cada uno de estos hacia los que usaremos en el desarrollo de esta tesis.

Sensores

Para este subtítulo comenzaremos definiendo el transductor, debido a que este concepto está muy relacionado con el de sensor; para la presente tesis es medular marcar la diferencia debido a que en el vehículo están algunos transductores mas no, los sensores; esto pasa en algunas variables.

Un transductor se define como aquel dispositivo capaz de convertir una variable física en otra que tiene un dominio diferente. De acuerdo con esta definición, es posible afirmar que un transductor forma parte de un sensor o de un actuador, pero la diferencia está en que el transductor simplemente cambia el dominio de la variable, mientras que el sensor proporciona una salida útil para ser usada como variable de entrada a un sistema de procesamiento de la información y el actuador se encarga de ejecutar la acción determinada por el sistema de procesamiento de la información. (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014, p. 2)

La definición de un sensor será de la siguiente manera “Un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de la variable física medida” (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014, p. 2).

Y es así que la clasificación de los sensores se divide de acuerdo a sus principios de transducción como en la Figura N° 3.

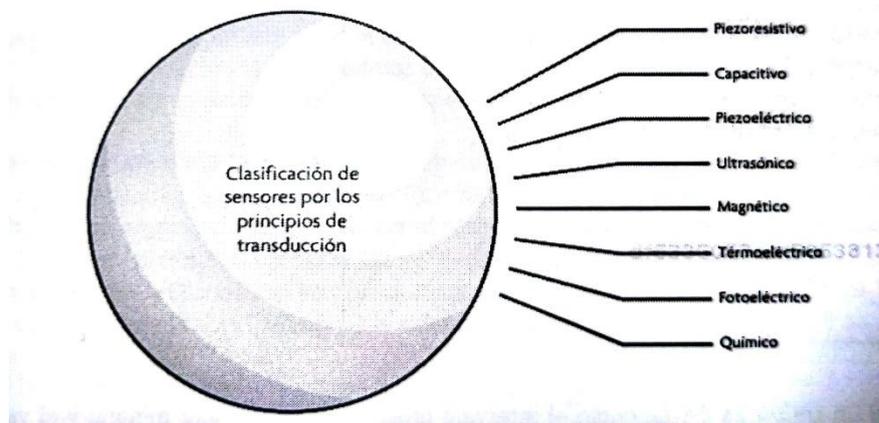


Figura N° 3 Clasificación de sensores por los principios de transducción.

Fuente: (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014)

Los sensores también se pueden clasificar por el tipo de variable que mida (véase la Figura N°4), es importante considerar ambas clasificaciones

debido a que puede causar confusión el hecho de poder medir varias variables con el mismo principio de transducción.

<p>133cd00253e6f84c</p> <p>Clasificación de los sensores según la variable física a medir</p>	<ul style="list-style-type: none"> De posición, velocidad y aceleración De nivel y proximidad De humedad y temperatura De fuerza y deformación De flujo y presión De color, luz y visión De gas y pH Biométricos De corriente
---	--

Figura N° 4 Clasificación de sensores por el tipo de variable medida.

Fuente: (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014).

Como ya se mencionó que los sensores son los que generan la señal útil para el controlador; para la comunicación con el controlador existen 4 escalas de integración y serán descritas para tomar la mejor decisión para nuestro diseño.

El primer modo de integración tiene una escala de integración baja, ya que los dispositivos discretos se incorporan en un mismo circuito impreso y el usuario final tiene acceso a este tipo de sensores en forma de tarjetas acondicionadoras. (Véase Figura N°5) (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014, p. 6)

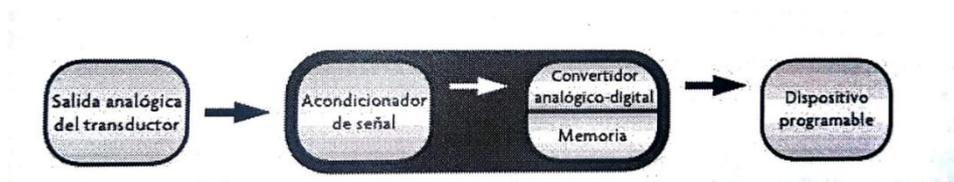


Figura N° 5 Primer modo de integración de un sensor inteligente.

Fuente: (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014)

El segundo modo de integración es más alto, ya que los circuitos acondicionadores, los convertidores y el sistema de control necesario se implementan en un solo dispositivo, al tiempo que el sensor se maneja por separado, como un dispositivo discreto (Véase Figura N° 6)

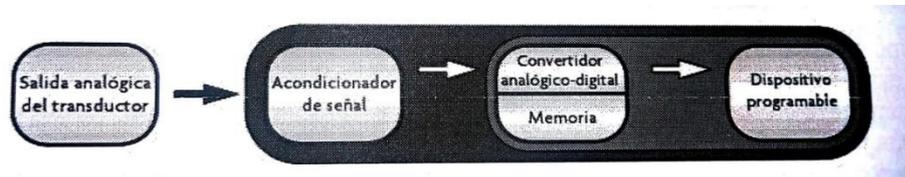


Figura N° 6 Segundo Modo de integración de un sensor inteligente.

Fuente: (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014)

Como ejemplo del tercer modo de integración sobre salen algunos sensores MEMS; este modo de integración se caracteriza porque el transductor se encuentra en el mismo chip que el acondicionador de señal, aunque la salida aun es analógica. De manera general, se puede decir que este tipo de sensores inteligentes son los más fáciles de usar; no obstante, son muy difíciles de modificar, lo que constituye una gran desventaja. Estos cuentan con uno o dos modos de operación (Véase Figura N° 7)

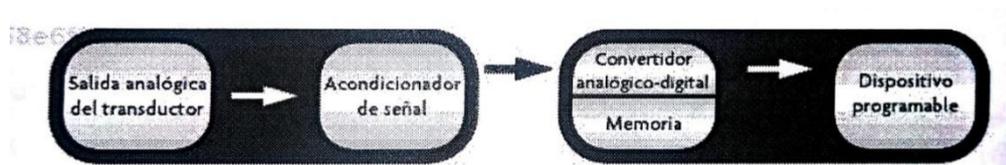


Figura N° 7 Tercer modo de integración de un sensor inteligente.

Fuente: (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014)

Como ejemplo del cuarto modo de integración se encuentra la mayoría de sensores MEMS, ya que solo en un solo encapsulado se integra el transductor el acondicionador de señal y los convertidores analógico-digitales necesarios, para luego ser trabajados en un dispositivo programable externo. Este tipo de integración es de los más comunes, ya que es posible configurar el sensor en varios modos de operación con mucha facilidad, enviando un valor a través de un protocolo de comunicación (Véase Figura N° 8)

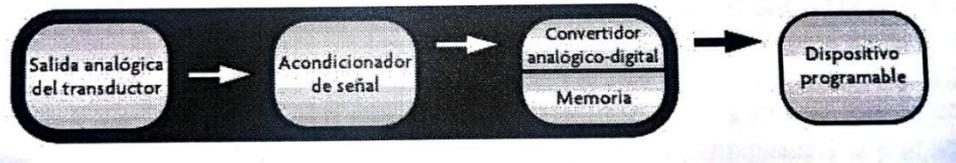


Figura N° 8 Cuarto modo de integración de un sensor inteligente.

Fuente: (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014)

Cada una de ellas con mejores prestaciones, en proporción al modo de integración; pero tenemos que ir pensando que la tesis se desarrolla desde la perspectiva de que este sistema se adaptará, siendo lo menos invasiva posible, y se comprobó que los transductores ya se encuentran en el vehículo.

Además, en una evaluación previa de los sensores, en el vehículo se usan sensores de todo tipo, pero para las variables que nosotros elegimos son en general del tipo piezoresistivos. De acuerdo al modo de integración se tendría que considerar en la placa el acondicionamiento de señal y el circuito de control; para acondicionar la señal de una resistencia existe el método de acondicionamiento divisor de tensión, este se define de la siguiente manera.

Para el acondicionamiento de sensores resistivos, los circuitos divisores son los más sencillos de utilizar, pues tienen la ventaja de implementarse con facilidad y a un bajo costo; sin embargo, su alta sensibilidad a variaciones de corriente los hace menos populares que los circuitos tipo puente. (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014, p. 45)

La representación electrónica de este arreglo se puede ver en la Figura N° 9.

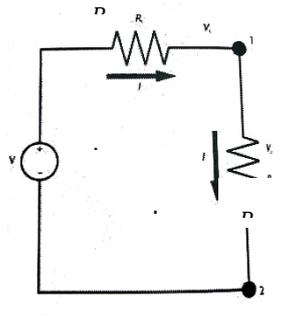


Figura N° 9 Circuito Divisor de tensión

Fuente: (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014)

La fórmula para relacionar este arreglo está dada de la siguiente manera:

$$V = IR_1 + IR_2$$

Al despejar la corriente tenemos:

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2}$$

Si aplicamos la ley de Ohm sobre cada una de las resistencias obtenemos V_1 y V_2 en la forma:

$$V_1 = IR_1 = V \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_2 = IR_2 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

De esa manera si se tuviera una variación de resistencia lo mayor a 1K ohm se podría usar este tipo de arreglo para que sea leído por el

controlador, además se conoce el arreglo del tipo Puento Wheastone, que básicamente consiste en amplificar la señal resistiva, para que sea apropiada para el controlador; generalmente la resistencia de algunos transductores suele tener una variación de ohm, que no puede ser detectada por los controladores y es por eso que este arreglo de resistencias nos amplificara la lectura del transductor.

A continuación, en la Figura 10 se representa el diagrama electrónico del arreglo, en el que el V_s es el voltaje de fuente y el V_o seria la señal de salida, además de las resistencias de 1 al 4 que darán la relación que tendrá el voltaje de salida.

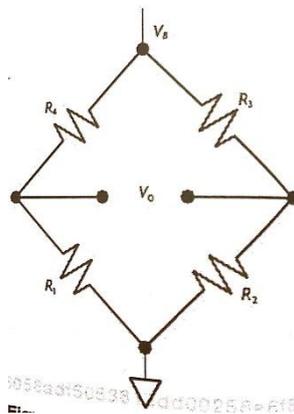


Figura N° 10 Puento de Wheatstone

Fuente: (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014)

La composición de este arreglo se podría definir de la siguiente manera:

Si se analiza la ecuación anterior, es claro que el puente de Wheatstone en realidad consiste de dos divisores de voltaje y que el voltaje de salida medido solo es la diferencia entre los voltajes de salida de los dos divisores. (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014, p. 54)

La fórmula que relaciona el puente de Wheatstone es el siguiente:

$$V_o = V \frac{R_1}{R_1 + R_4} - V \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

Como se puede notar la relación de las resistencias y sus valores son muy importantes para el acondicionamiento de la señal; en un arreglo de este tipo el elemento piezoresistivo reemplaza el R_1 , de tal manera existen distintos tipos de configuración del Puente de Wheatstone. (véase Figura N° 11)

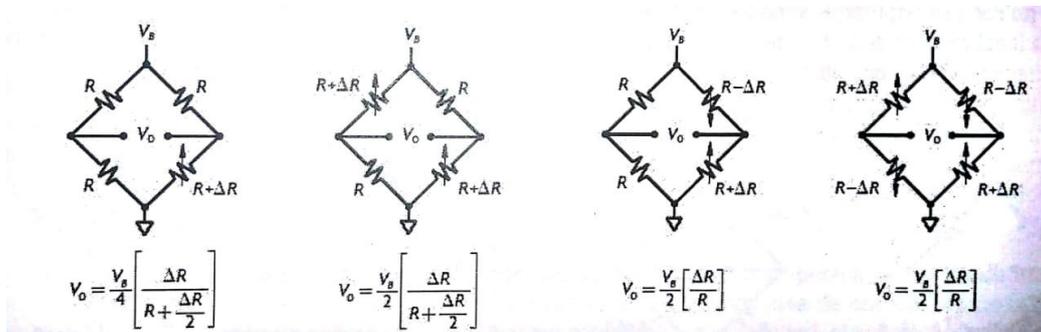


Figura N° 11 Configuraciones del puente de Wheaststone.

Fuente: (Corona Ramirez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014)

Generalmente para sensores de temperatura o galgas extensiométrica se usa la configuración en la que se tiene un solo elemento variable; y eso aplica para nuestro caso, el cálculo de las resistencias se ve en el capítulo 3.

Por otro lado, tenemos los sensores de mecánicos, su principio fundamentalmente no tiene que ver con electrónica; para nuestra tesis este será también aplicado debido a su alta confiabilidad, son simples y bastante resistentes a fallas.

Estos sensores son los más usados para las variables del tipo nivel, y su señal de salida no tiene acondicionamiento, normalmente suelen ser N.A o N.C con se muestra en la Figura N° 12.

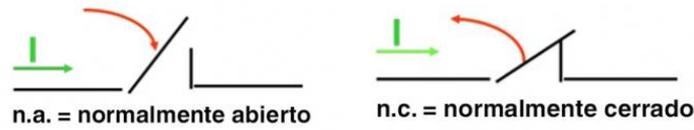


Figura N° 12 Estados normalmente abierto y cerrado.

Fuente: (Wika, 2018)

Microcontrolador

Existen muchos tipos de dispositivos que se usan para el procesamiento de señales de los sensores, para esta tesis usaremos circuitos integrados; y estos son usados en muchas aplicaciones debido a su alta rapidez en la respuesta, se podrían definir de la siguiente manera:

Un microcontrolador es un circuito integrado o “chip” (es decir, un dispositivo electrónico que integra en un solo encapsulado un gran número de componentes) que tiene la característica de ser programable. Es decir, que es capaz de ejecutar de forma autónoma una serie de instrucciones previamente definidas por nosotros. (Artero, 2013, p. 76)

Y así como existen una variedad de dispositivos que se usan para controlar, también existe una variedad de microcontroladores, para este caso debido a la disponibilidad de información usaremos una placa Arduino, que es bastante comercial; dentro tiene un microcontrolador de la marca AVR y pertenece a la familia Atmel, este microprocesador es capaz de soportar nuestro proceso de control y es por eso que lo describiremos a detalle en lo consecutivo, a continuación una definición de la placa Arduino.

Una placa hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable u una serie de pines – hembra (los cuales están unidos internamente a las patillas E/S del microcontrolador) que permiten conectar allí de forma sencilla y cómoda de diferentes sensores y actuadores. (Artero, 2013, p. 77)

Además, que esta placa se programa con un software libre y hardware libre, lo que permite que cualquier usuario pueda disponer para estudiarlo, entender su funcionamiento y esto a su vez pueda resultar en mejoras de parte del público. La placa Arduino es una placa, que se comercializa desde el año 2015; esta se divide en varias sub familias, de las cuales solo compararemos las que pequeñas porque la aplicación en vehículos así lo requiere, por eso en la tabla 3 se explican las diferencias.

Tabla 3 Cuadro comparativo de Arduinos compactos.

	Arduino Mini	Arduino Micro	Arduino Nano
Características			
Microcontrolador	Atmega328P	ATmega32U4	ATmega168 ATmega328P
Voltaje de operación	5 V	5 V	5 V
Voltaje de alimentación	7-9 V	7-12 V	7-9 V
Frecuencia de operación	16 MHz	16 MHz	16 MHz
Entradas/salidas analógicas	8/0	12/0	8/0
Entradas/salidas digitales	14/14	20/20	14/14
PWM	6	7	6
EEPROM (kB)	1	1	0.512 0
SRAM (kB)	2	2.5	1 2
Flash (kB)	32	32	16 32
Puerto de programación y alimentación principal	Por medio de una tarjeta o un cable FTDI	Micro USB	Mini USB
UART	1	1	1
Dimensiones (en cm)	3 x 1.8	4.8 x 1.77	4.5 x 1.8

Fuente: (Mendez, 2016)

Tecnología de comunicación GSM

Se define la tecnología GSM como:

El GSM (el nombre deriva del comité Groupe Speciale Mobile del CEPT, establecido en 1982) o sistema global para comunicaciones móviles en el intento europeo de unificar los distintos sistemas móviles digitales y sustituir a los más de diez analógicos en uso hasta entonces, todos ellos muy costosos. GSM planteo como un sistema multioperador y el estándar fue diseñado con la posibilidad de que varios operadores pudieran compartir el espectro. Así la señalización y las interfaces permiten que el usuario pueda elegir la red a la que desea conectarse. En la mayor parte de los países existen tres o más operadores de GSM en su territorio, y compitiendo entre sí. (Huidobro J. M., 2013, p. 95)

De esta cita concluimos que esta tecnología es bastante sólida y flexible, lo suficiente como para usar cualquier operador que se encuentre administrando la red. Además, se tiene una muy buena referencia de este sistema de comunicación en la práctica y una tecnología que abarca buena parte de las comunicaciones.

Se puede afirmar, sin temor a equivocarse que el sistema celular más exitoso, considerando tanto los analógicos como los digitales, es el GSM que alcanza hoy en día una penetración superior al 80% y está presente en una gran cantidad de países, soportando tanto voz como texto y datos a incorporar GPRS. La red GSM (sistema global de comunicaciones móviles), es a comienzos del siglo XXI, el estándar más usado de Europa y otras partes del mundo. Se denomina estándar “de segunda generación” porque, a diferencia de la primera generación de teléfonos portátiles, las comunicaciones se producen de un modo completamente digital. (Huidobro J. M., 2013, p. 96)

Con respecto a las características técnicas que hacen de esta tecnología una gran opción serán explicadas en la siguiente Tabla 4.

Tabla 4 Cuadro comparativo GSM

	GSM 900	GSM 1800	GSM 1900
Ascendente (Uplink)	890-915 MHz	1.710-1.785 MHz	1.850-1.910 MHz
Descendente (Downlink)	935-960 MHz	1.805-1.880 MHz	1.930-1.990 MHz
Ancho de banda	25 MHz	75 MHz	60 MHz
Separación portadoras	200 kHz	200 kHz	200 kHz
Distancia dúplex	45 MHz	95 MHz	80 MHz
Número de portadoras	124	374	299
Radio típico de célula	300 m-35 km	100 m-15 km	100 m-15 km
Potencia del terminal	0,8-2 W	0,25-1 W	0,25-1 W

Fuente: (Huidobro J. M., 2013)

Para nuestro caso usamos el GSM 900, debido a que tiene mayor cobertura de célula; también nuestro principio de comunicación sería mediante SMS, a continuación, una definición:

En resumen, el servicio SMS consiste en el envío de mensajes en modo almacenamiento y reenvío a través de un centro de servicios de mensajes cortos. Se basa en los procedimientos SMS proporcionados por el subnivel de gestión de comunicación (CM). El servicio SMS permite el envío de mensajes alfanuméricos de hasta 140 bytes (160 caracteres de 7bits) desde una estación móvil hacia una o más estaciones móviles destinatarias. La limitación de longitud no es específica de GSM, sino que se debe a la longitud máxima de mensajes que puede transportar la red de señalización N.º7 (#7 o SS7). Además, la red puede difundir hacia las estaciones móviles mensajes cortos de información de interés general. (Huidobro J. M., 2013, p. 101)

Para asegurar que esta tecnología sigue con vigencia presentamos la alternativa de evolución:

La evolución de GSM hasta la introducción de UMTS a finales del año 2001 o principios del 2002 (según países y disponibilidad comercial de equipos), contempla una nueva funcionalidad multimedia que va más allá de las aplicaciones actuales de transmisión de voz y de datos, incluidos

los mensajes cortos, a 9,6 o 14,4 kbits/s con lo que el estándar GSM será capaz de soportar las comunicaciones de datos a velocidades mucho mayores. (Huidobro Moya, 2001, p. 138)

A continuación, se explicará cómo funciona la red GSM con las siguientes referencias:

La mayoría de los sistemas basados en GSM operan en la banda de 900 MHz y 1.8 GHz excepto en Norteamérica donde se opera en la banda de 1.9 GHz. GSM usa una combinación FDMA y TDMA en un espectro total de 25 MHz. FDMA divide esos 25 MHz en 124 frecuencias portadoras de 200 kHz cada una y cada canal de 200 kHz es entonces dividido en 8 ranuras de tiempo utilizando TDMA. (Huidobro & Comesa Pastor, 2006, p. 171)

El estándar GSM permite un rendimiento máximo de 9,6 kbits/s, que permite transmisiones de voz y de datos digitales de volumen bajo, como en la figura N°13 por ejemplo, mensajes de texto (SMS, Servicio de mensajes cortos) o mensajes multimedia (MMS, Servicio de mensajes multimedia).

En una red GSM, el terminal del usuario se llama estación móvil. Una estación móvil está constituida por una tarjeta SIM (Módulo de identificación de abonado), que permite identificar de manera única al usuario y al terminal móvil, o sea, al dispositivo del usuario (normalmente un teléfono portátil). Los terminales (dispositivos) se identifican por medio de un número único de identificación de 15 dígitos denominado IMEI (Identificador internacional de equipos móviles). Cada tarjeta SIM posee un número de identificación único (y secreto) denominado IMSI (Identificador internacional de abonados móviles). Este código se puede proteger con una clave de 4 dígitos llamada código PIN. (Huidobro & Comesa Pastor, 2006, p. 172)

Por lo tanto, la tarjeta SIM permite identificar a cada usuario independientemente del terminal utilizado durante la comunicación con la estación base. Las comunicaciones entre una estación móvil y una estación base se producen a través de un vínculo de radio, por lo general denominado interfaz de aire.

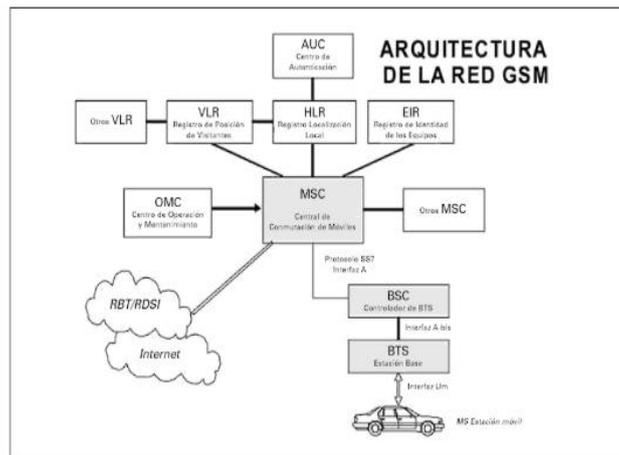


Figura N° 13 Arquitectura de la Red GSM

Fuente: (Huidobro & Comesa Pastor, 2006, pág. 177)

Todas las estaciones base de una red celular están conectadas a un controlador de estaciones base (o BSC), que administra la distribución de los recursos. El sistema compuesto del controlador de estaciones base y sus estaciones base conectadas es el Subsistema de estaciones base (o BSS).

Por último, los controladores de estaciones base están físicamente conectados al Centro de conmutación móvil (MSC) que los conecta con la red de telefonía pública y con Internet; lo administra el operador de la red telefónica. El (MSC) pertenece a un Subsistema de conmutación de red (NSS) que gestiona las identidades de los usuarios, su ubicación y el establecimiento de comunicaciones con otros usuarios. (Huidobro & Comesa Pastor, 2006, p. 178)

Nissan Sentra V16

El vehículo Nissan Sentra V16 se describe de manera detallada en la siguiente referencia:

En el año 1995 se da inicio a la fabricación del Nissan Sentra V16 B13. El tipo de carrocería de este coche es sedán (berlina) con 4 puertas, 5 asientos y FWD (tracción delantera). El Nissan Sentra es de 4321.00 mm de largo. Se trata de 1691.00 mm de ancho y 1384.00 mm de altura. Este modelo incluye un empato de 2534.00 mm. Su vía delantera es de 1482.00 mm de largo y su vía trasera es de 1446.00 mm de largo. La masa/propio peso de este modelo es de 1049 kg. El Nissan Sentra funciona con un motor de cilindrada de 1597 cc, que tiene 4 cilindros. Esos cilindros de 4 válvulas por cilindro están dispuestos en línea dentro del bloque del motor. El diámetro de los cilindros es de 76.00 mm y la carrera del pistón tiene una longitud de 88.00 mm. La relación de compresión es 9.90:1.

En adición, el motor es de tipo DOHC (doble árbol de levas a la cabeza), atmosférico (con aspiración natural/compresor de aire) con cárter húmedo. Él se ubicó en posición transversal, en la parte delantera del coche. Su sistema de combustión es MPFI (inyección electrónica de combustible multipunto). El par máximo (torque) generado por el motor es 147 Nm en 4000 rpm, y la potencia máxima es 86 kW / 118 hp en 6000 rpm. El coeficiente de arrastre/resistencia de este vehículo es 0.33. El tanque de combustible puede contener 50.00 l. Este modelo dispone de una caja de cambios manual de 5 velocidades. La relación de los engranajes es de 0.73:1. La desmultiplicación de la dirección es de 0.73:1. El sistema de frenado delantero utiliza frenos de discos ventilados.

Las ruedas traseras están equipadas con frenos de tambor, servo-frenos. Los diámetros respectivos de los frenos delanteros y traseros están 230.00 mm y 180.00 mm. La suspensión delantera se compone por muelles helicoidales (resortes helicoidales), sistema independiente, y la

suspensión trasera emplea muelles helicoidales (resortes helicoidales), sistema independiente. El tamaño de las llantas delanteras es 5.0J x 13. Las llantas traseras son de 5.0J x 13 de dimensión. El vehículo tiene ruedas delanteras de tamaño y tipo de P155/80 R 13. Los neumáticos traseros tienen un código de tamaño y tipo de P155/80 R 13. El sistema de dirección de este modelo incluye de piñón y cremallera. (Canrif, 2009)

En la figura N°14, se puede apreciar una imagen panorámica del vehículo Nissan Sentra V16, donde se muestra la vista exterior del automóvil.



Figura N° 14 Nissan Sentra V16 B13

Fuente: (Autocosmos, 2016)

Motor

El motor del Nissan Sentra es un motor en línea de cuatro cilindros en línea y una cilindrada de 1597cc o 1.6l con un código de motor GA16DE. La relación de compresión es de 9.90:1 y la disposición según el árbol de levas es DOHC (doble árbol de levas a la cabeza). El motor está compuesto de un sistema de inyección de cuatro inyectores uno por cilindro y el sistema de chispa del motor consta de un rotor con bobina. La

lubricación está dada por un carter de aceite húmedo con una capacidad de almacenamiento de 3.2l de aceite SAE 10W-30 API SL.

Para la distribución el motor consta de cadena de distribución seccionada en dos segmentos como se muestra en la figura N°15

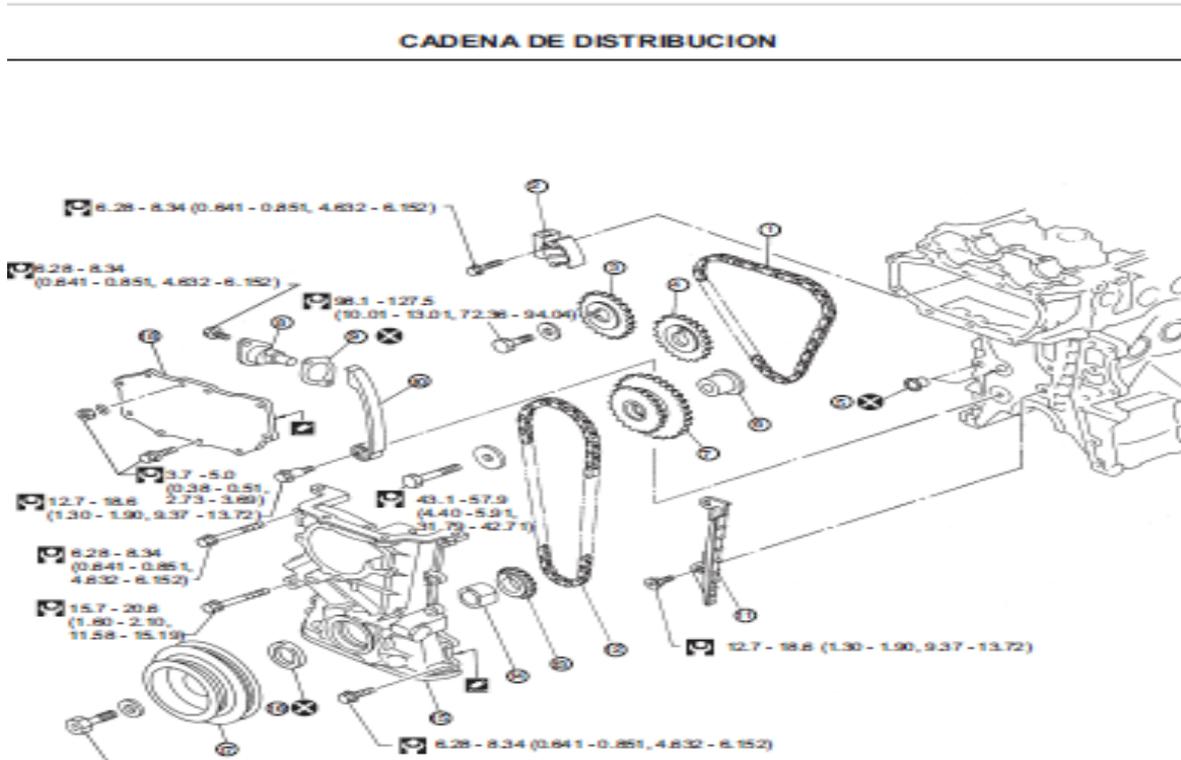


Figura N° 15 Cadena de distribución

Fuente: (Nissan, 2003, p. EM-14)

El sistema de lubricación viene dado por una bomba mecánica la cual impulsa el aceite por las diferentes galerías del motor como se muestra en la siguiente figura N°15 y el esquema del sistema de lubricación del motor que se muestra en la figura N°16

Circuito de lubricación

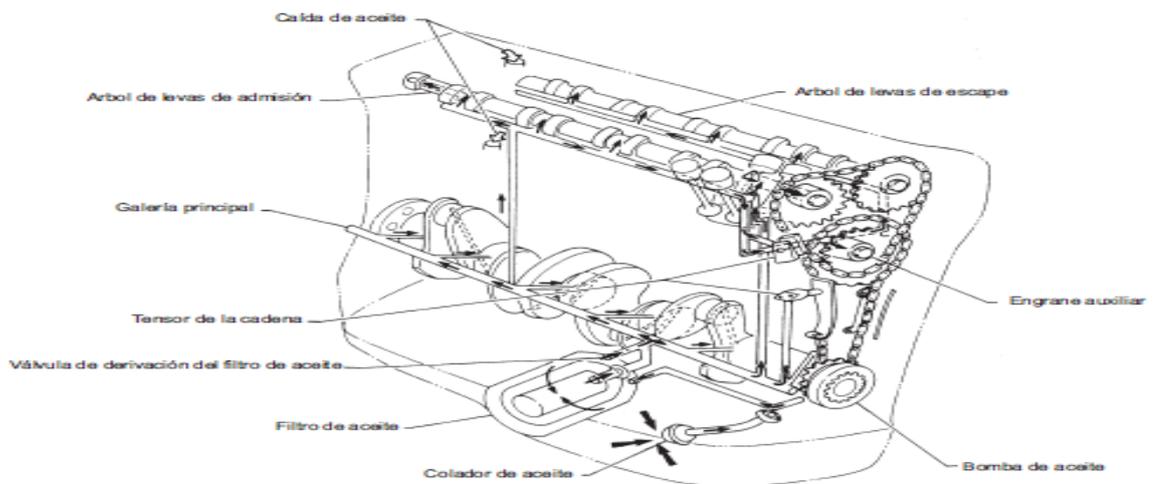


Figura N° 16 Circuito de lubricación GA16DE

Fuente: (Nissan, 2003, p. LE-16)

En la figura N°17, se aprecia un diagrama de flujo del circuito de lubricación del vehículo, en este diagrama se muestra todas las cavidades que son lubricadas por acción de la bomba de aceite y el orden en el cual esto sucede.

SISTEMA DE LUBRICACION DEL MOTOR

Circuito de lubricación

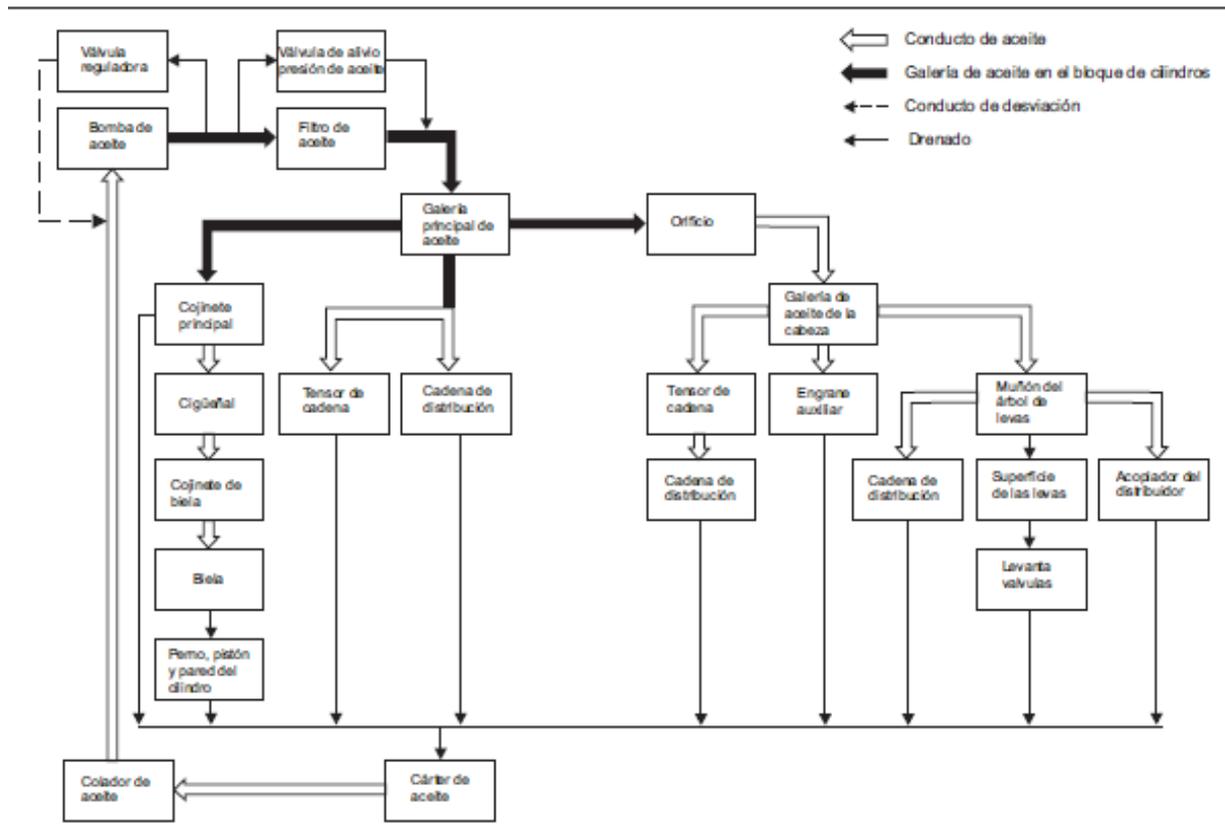


Figura N° 17 Diagrama de circuito de lubricación del motor GA16DE

Fuente: (Nissan, 2003, p. LE-5)

El sistema de refrigeración del motor GA16DE se produce mediante la circulación de refrigerante mediante una bomba de agua mecánica accionada por la faja de distribución del motor a través de todo el motor. Como parte del circuito el refrigerante pasa por un radiador de paneles metálicos el cual también tiene un ventilador eléctrico el cual se acciona mediante el sistema eléctrico cuando el motor alcanza una temperatura elevada. El sistema de refrigeración también cuenta con un termostato el cual se abre cuando la temperatura del refrigerante que se encuentra en el monoblock del motor alcanza una temperatura por encima a la de trabajo adecuada. Cuando el termostato se abre el refrigerante pasa al

radiador para disminuir su temperatura, después que la temperatura baja nuevamente ingresa al motor para continuar con el ciclo.

En la figura N°18 se muestra el esquema del sistema de refrigeración

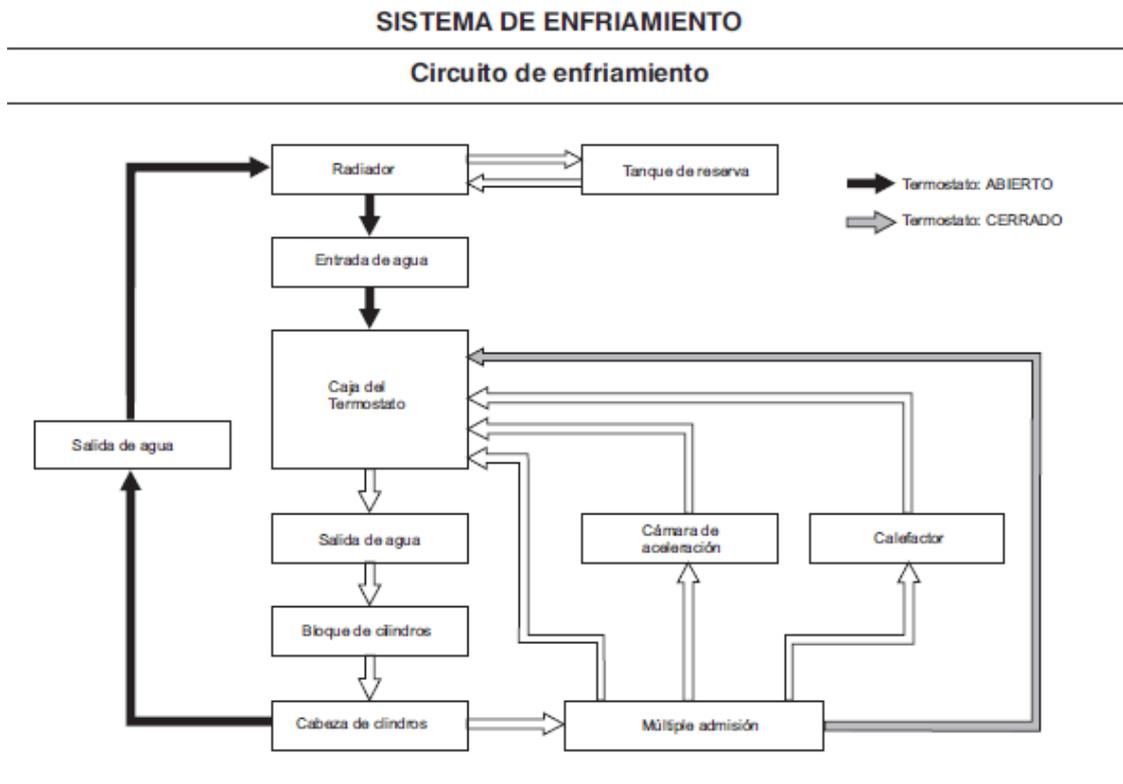


Figura N° 18 Esquema de enfriamiento de motor GA16DE

Fuente: (Nissan, 2003, p. LE-9)

A continuación, en la figura N° 19 se muestran datos importantes para el control de la presión de aceite y la temperatura de funcionamiento del motor.

Sistema de lubricación del motor

Comprobación de la presión de aceite		Bomba de aceite	
R.P.M. de motor	Presión de descarga aproximada kPa (bar, kg/cm ² , lb/pulg ²)		mm (pulg)
Marcha mínima	49 -186 (0,49 -1.86, 0.5 -1.9, 7 -27)	Holgura entre el cuerpo y el engrane externo (1)	0.110 - 0.200 (0.0043 - 0.0079)
3,000	343 -441(3.43 - 4.41, 3.5 - 4.5, 50 -64)	Holgura entre las aristas del engrane interno (2)	0.217 - 0.327 (0.0085 - 0.0129)
		Holgura entre las aristas del engrane externo (3)	0.21 - 0.32 (0.0083 - 0.0126)
		Holgura entre el cuerpo y el engrane interno (4)	0.21 - 0.09 10.0020 - 0.0035)
		Holgura entre el cuerpo y el engrane externo (5)	0.05 - 0.11 (0.0020 - 0.0043)
		Holgura entre el engranaje interno y la parte tija del cuerpo (6)	0.045 - 0.091 (0.0018 - 0.0036)

Figura N° 19 Comprobación de presión y aceite y apertura de termostato

Fuente: (Nissan, 2003, págs. LE-17)

Como parte de las lecturas que tomaremos del motor, será necesario conocer cuáles son los sensores con los que cuenta este vehículo en el motor. En la figura N°20 se muestran la lista de los sensores con los que cuenta este vehículo.

Sistema de control de inyección de combustible (MFI) CUADRO DE SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA

Sensor	Señal de entrada del ECM	Función del ECM	Actuador
Sensor de posición del cigüeñal (POS) Sensor de posición del árbol de levas (FASE)	Revoluciones del motor y posición de los pistones	Control de la inyección de combustible y de la relación de mezcla	Inyectores de combustible
Medidor masa caudal aire	Cantidad de aire de admisión		
Sensor de temperatura del agua de enfriamiento del motor	Temperatura del agua de enfriamiento del motor		
Sensor 1 de oxígeno calentado	Densidad de oxígeno en los gases de escape		
Sensor de posición de la mariposa	Posición de la mariposa		
Sensor de presión absoluta	Presión atmosférica		
Interruptor de posición de estacionamiento/Punto muerto (PNP)	Posición de los engranajes		
Acumulador	Voltaje del acumulador		
Interruptor de presión de la dirección hidráulica	Funcionamiento de la dirección hidráulica		
Sensor 2 de oxígeno calentado*1	Densidad de oxígeno en los gases de escape		
Señal de la velocidad del vehículo	Velocidad del vehículo		

Figura N° 20 Sensores motor GA16DE

Fuente: (Nissan, 2003, p. EC-14)

Sistema Eléctrico

El sistema eléctrico del Nissan Sentra V16 B13 está compuesto de sensores y actuadores gobernados por una computadora central o ECU la cual se ubica en la parte centro inferior del tablero de instrumentos. En la siguiente figura N°21 se muestra los componentes del motor que controla la ECU.

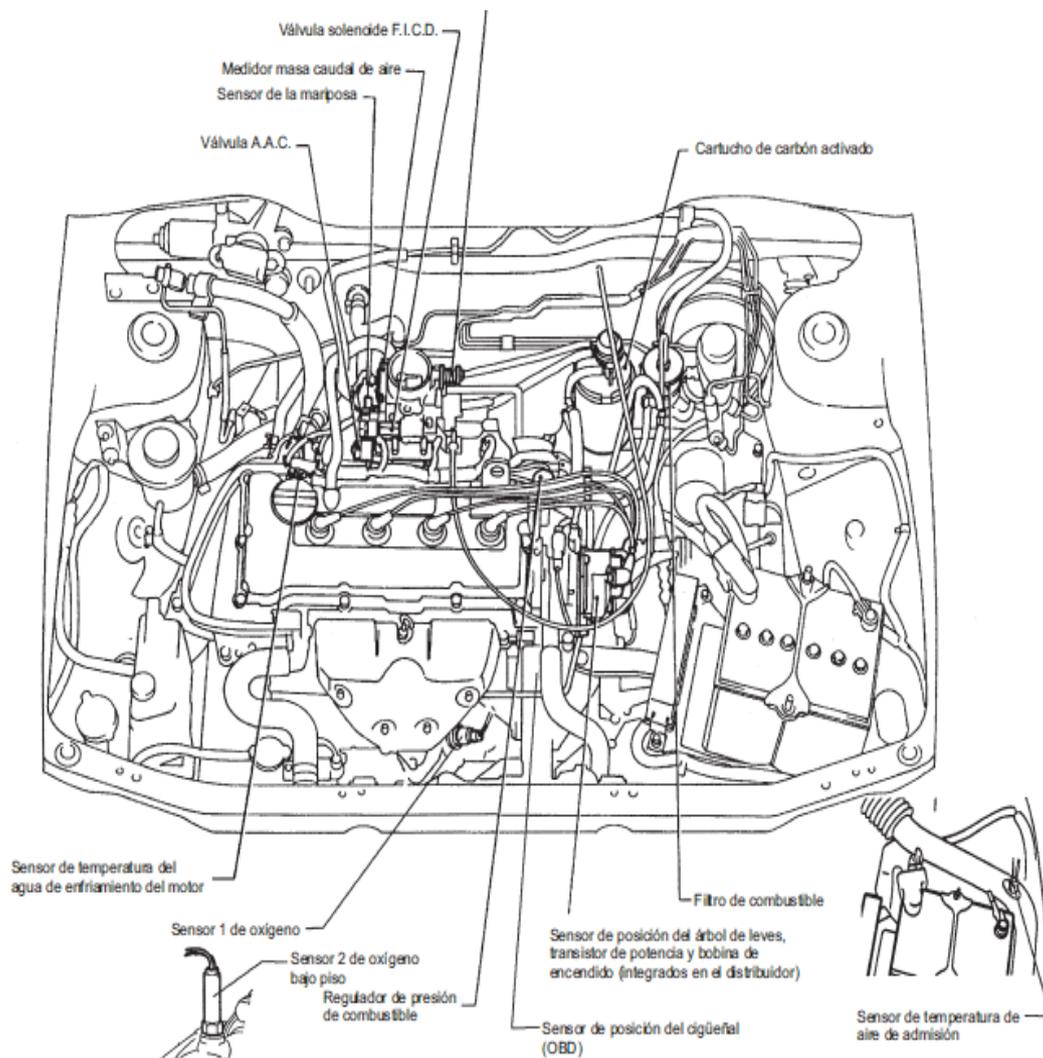


Figura N° 21: Ubicación de los componentes de control del motor

Fuente: (Nissan, 2003, p. EC-14).

En función de las informaciones recogidas por las sondas y captadores (sensores) determina el tiempo de apertura de los inyectores que son los parámetros que influyen en la riqueza de la mezcla. El avance de encendido está determinado por el régimen de motor y la carga. En la figura N°22 se muestra los números de pines según los diferentes sensores y actuadores del motor GA16DE.

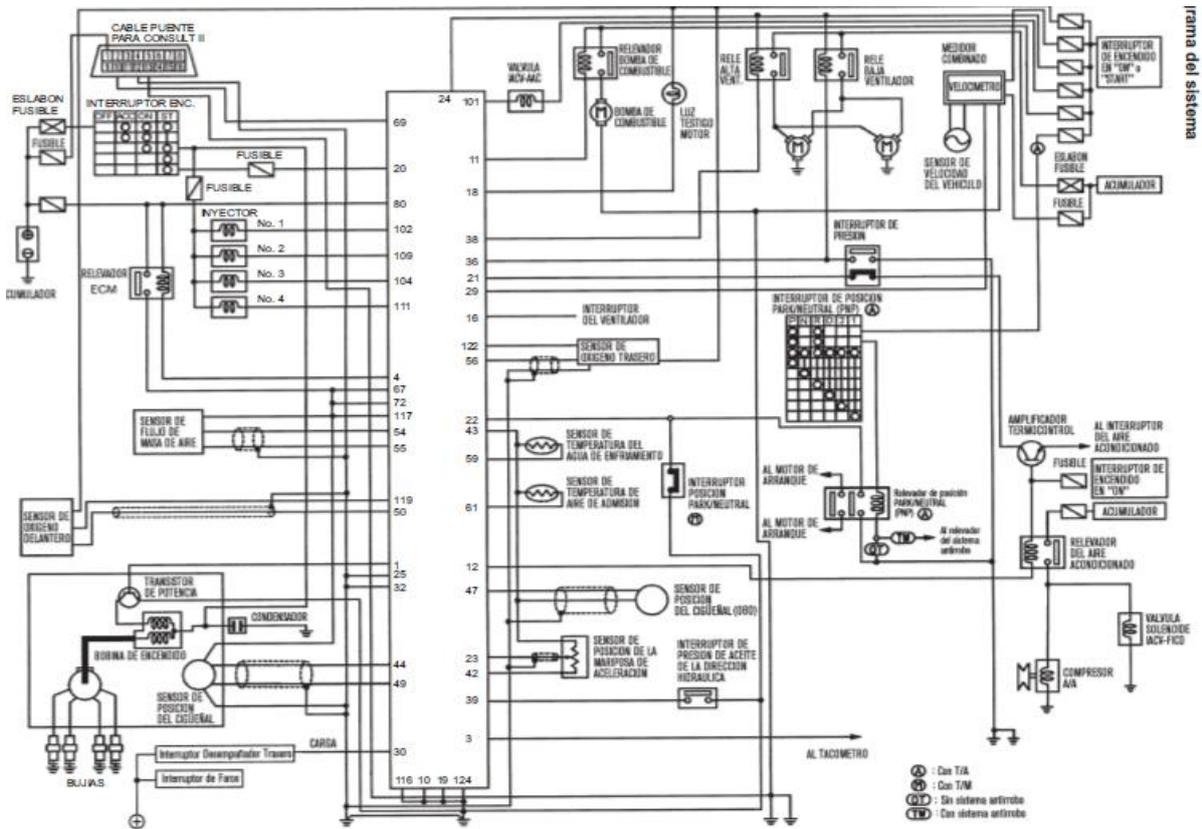
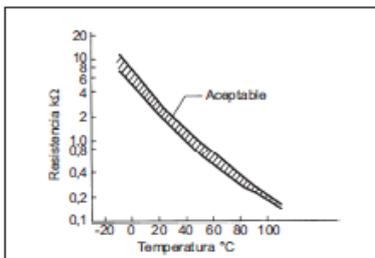
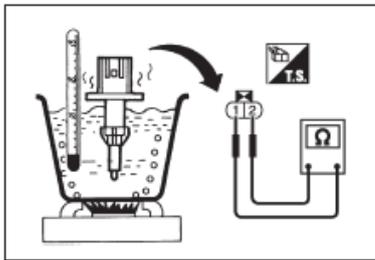


Figura N° 22 Pines de ECU de motor GA16DE

Fuente: (Nissan, 2003, p. EC-53)

El sensor de temperatura presenta el siguiente comportamiento, como se muestra en la figura N°23



Inspección de los componentes SENSOR DE TEMPERATURA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR

1. Compruebe la resistencia entre las terminales 1 y 2 del sensor de temperatura del agua de enfriamiento del motor tal como se muestra en la ilustración.

<Datos de referencia>

Temperatura del aire de admisión °C	Voltaje* V	Resistencia kΩ
-10	4.4	7.0 - 11.4
20	3.5	2.1 - 2.9
50	2.2	0.68 - 1.00
90	0.9	0.236 - 0.260

*: Estos datos son valores de referencia y se miden entre la terminal 59 del ECM (sensor de temperatura del agua de enfriamiento del motor) y tierra.

Figura N° 23 Rangos de voltaje y resistencia sensor de temperatura GA16DE

Fuente: (Nissan, 2003, p. EC-113)

Transmisión

La transmisión que posee el Nissan Sentra es de una configuración 4x2. A continuación se explica que es una transmisión.

El tren de tracción (conocido también por cadena cinemática) de un automóvil tiene la función de satisfacer la demanda de fuerza de tracción y empuje para realizar el desplazamiento. El motor de accionamiento, la energía química (combustibles) o también la energía eléctrica se transforma en energía mecánica. La desmultiplicación de los grupos propulsores son las encargadas de que se compensen la oferta de par motor y la demanda de fuerza de tracción correspondiente. (Bosch, 2005, p. 736).

Los elementos del tren de tracción deben cumplir las siguientes funciones:

- a) Parada, aunque el motor siga en marcha.
- b) Salida de arranque.
- c) Convertir el par de giro y número de revoluciones.
- d) Permitir la marcha normal hacia delante y hacia atrás.

- e) Permitir números de revoluciones diferentes de las ruedas propulsadas al circular por curvas.
- f) Permitir el funcionamiento del grupo propulsor en el punto óptimo de consumo y de gases de escape del campo característico. (Bosch, 2005, p. 737).

El Nissan Sentra tiene un embrague de fricción seco, el cual está formado por:

Una placa de presión, un disco de embrague sobre el que están pegados o remachados dos forros de fricción suspendidos axialmente entre sí y la otra superficie de fricción, formada por el volante de motor. El volante de motor y la placa de presión con la capacidad térmica necesaria para el trabajo de fricción del embrague que están conectados con el motor de accionamiento y el disco de embrague a través del eje de entrada de la caja de cambios. Para realizar la transmisión de la fuerza, con el embrague “cerrado”, unos muelles (normalmente un muelle de disco central) prensan el disco del embrague entre la placa de presión y el volante del motor. El embrague se acciona mediante un pedal o con reguladores (electrohidráulicos, electroneumáticos o electromecánicos). (Bosch, 2005, p. 738).

En la figura N°24 se muestra el embrague que posee el Nissan Sentra V16 junto con el despiece de los componentes que lo componen, se puede apreciar que para el accionamiento el mecanismo utiliza un cable para el desplazamiento del collarín alojado en la periferia del plato opresor con el número 5 en la figura líneas abajo.

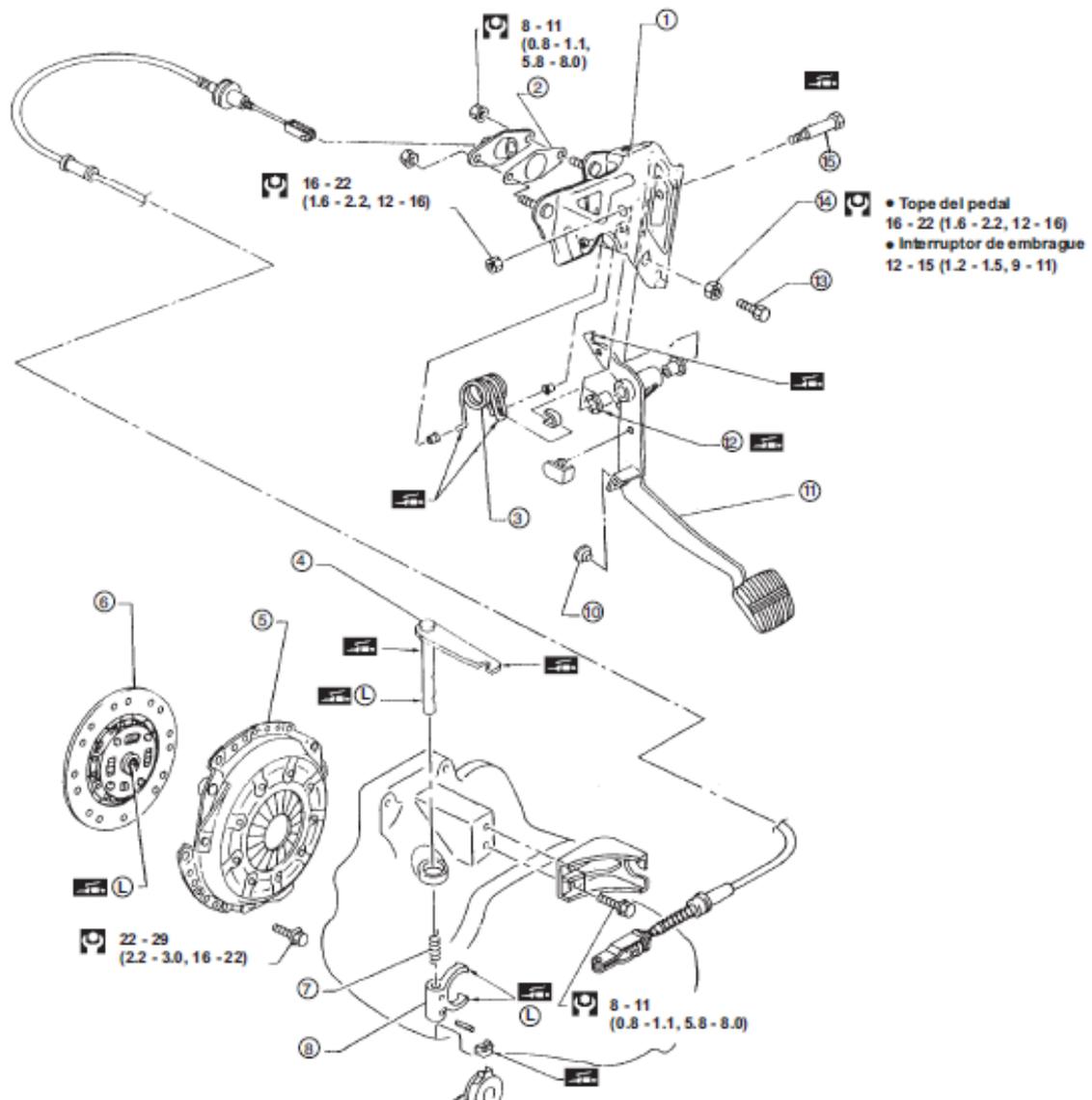


Figura N° 24 Esquema de embrague Nissan Sentra

Fuente: (Nissan, 2003, p. ME-3)

La desmultiplicación viene dada por una caja de cambios manual de cinco velocidades modelo RS5F31A. Los componentes en una caja manual deben tener las siguientes características:

- a) Embrague de arranque y de separación, del tipo embrague seco de uno o dos discos, para fuerzas de accionamiento elevadas con servo-asistencia.

- b) Caja de cambios con piñones desplazables simples o múltiples con piñones en engrane permanente.
- c) Mando del cambio con palanca de cambios. (Bosch, 2005, p. 742)

A continuación, se describe el funcionamiento y los componentes que presenta.

La transmisión del movimiento se realiza mediante varillas de cambio o cables, así como embragues de garras o sincronizadores de bloqueo para acoplamiento de los piñones con los árboles. Para cambiar de marcha, en primer lugar, los dos elementos del cambio a conectar deben tener el mismo número de revoluciones. En los cambios de marchas con garras (utilizados aun actualmente en cajas de cambios para vehículos industriales pesados) el conductor realiza esta acción mediante el doble embragado al cambiar a una marcha superior o mediante cambio de marchas con golpe de gas intermedio al reducir.

Los cambios de marchas para turismos y la mayoría de los vehículos industriales tiene hoy en día sincronizadores de bloqueo que realizan la unificación del número de revoluciones mediante un embrague previo de fricción en arrastre de fuerza y que, mediante un dispositivo de bloqueo, no permiten el cambio de marchas en arrastre de forma hasta que no se ha conseguido el proceso de sincronización.

Los cambios de turismos tienen normalmente 5 y, cada vez más, 6 velocidades. El rango de desmultiplicación es (según la cantidad de marchas y el escalonado del cambio) entre aproximadamente 4 y 6,3; el rendimiento de la transmisión alcanza valores de hasta el 99%. El diseño constructivo de la caja de cambios se orienta al concepto del vehículo (accionamiento estándar, tracción delantera con motor en sentido longitudinal o transversal, tracción a las cuatro ruedas). (Bosch, 2005, p. 743).

En la figura N° 25 se muestran los componentes de la caja de cambios del Nissan Sentra V16.

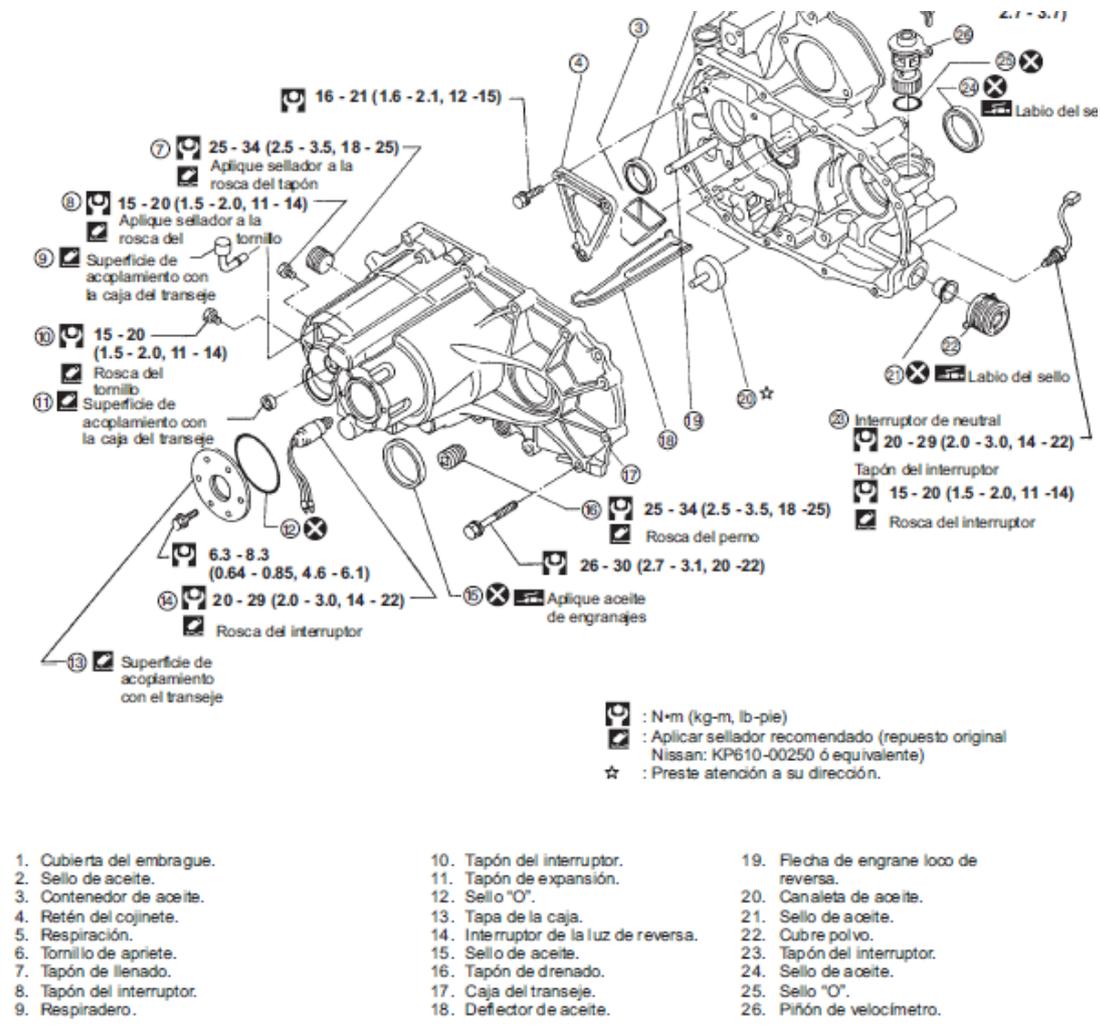


Figura N° 25 Esquema caja de cambios Nissan Sentra V16

Fuente: (Nissan, 2003, p. TM-8)

En la figura N°26 se muestran las especificaciones de la caja de cambios RS5F31A.

DATOS Y ESPECIFICACIONES DE SERVICIO (D.E.S.)

ESPECIFICACIONES GENERALES

Transeje

Modelo	RS5F31A		
No. de velocidades	5		
Tipo de sincronización	Warner		
Patrón de cambio de velocidades			
Relación de engranes	1a. 2a. 3a. 4a. 5a. Rev.	3.063 1.826 1.207 0.902 0.733 3.417	
Número de dientes	Engrane de la fecha impulsora	1a. 2a. 3a. 4a. 5a. Rev.	16 23 29 41 42 12
	Engrane de la fecha principal	1a. 2a. 3a. 4a. 5a. Rev.	49 42 35 37 34 41
	Engrane loco de reversa		30
Relación de engranes del velocímetro (Engrane/piñón)	41/36		
Capacidad de aceite litros	2.7		

Engranaje del diferencial

		RS5F31A
Relación final		4.471
Número de dientes	Engranaje corona del diferencial/piñón	76/17
	Engranaje lateral/piñón diferencial	14/10

INSPECCIÓN Y AJUSTE JUEGO LONGITUDINAL (AXIAL) DE ENGRANES

Unidad: mm (pulg)

	Modelo	RS5F31A
Posición		
Engrane de 1a. de la fecha principal		0.18 - 0.31 (0.0071 - 0.0122)
Engranes de 2a. a 4a. de la fecha principal		0.20 - 0.40 (0.0079 - 0.0157)
Engrane de 5a. de la fecha impulsora		0.18 - 0.41 (0.0071 - 0.0161)

HOLGURA ENTRE EL ANILLO SINCRONIZADOR Y EL ENGRANE

Unidad: mm (pulg)

	Todos los modelos
Estándar Límite de desgaste	1.0 - 1.35 (0.039 - 0.0531) 0.7 (0.028)

Figura N° 26 Especificaciones caja de cambios Nissan Sentra V16

Fuente: (Nissan, 2003, p. TM-32)

Sistema de frenos

El sistema de frenos del Nissan Sentra v16 B13 está compuesto por discos y pastillas en la parte delantera y tambores de freno y zapatas en la parte posterior. Todo el sistema está gobernado por un cilindro maestro que bombea líquido de frenos de categoría DOT3.

El sistema de frenos, es el principal de seguridad que tiene un automóvil. Los frenos son el conjunto de todas las instalaciones de frenos de un vehículo, que sirven para disminuir la velocidad o el cambio de dicha velocidad, para llevar al vehículo al estado de reposo o mantenerlo en dicho estado. (Bosch, 2005, p 743)

En la figura N° 27 se muestra el esquema hidráulico de frenos, se muestra que el cilindro maestro gobierna el sistema.

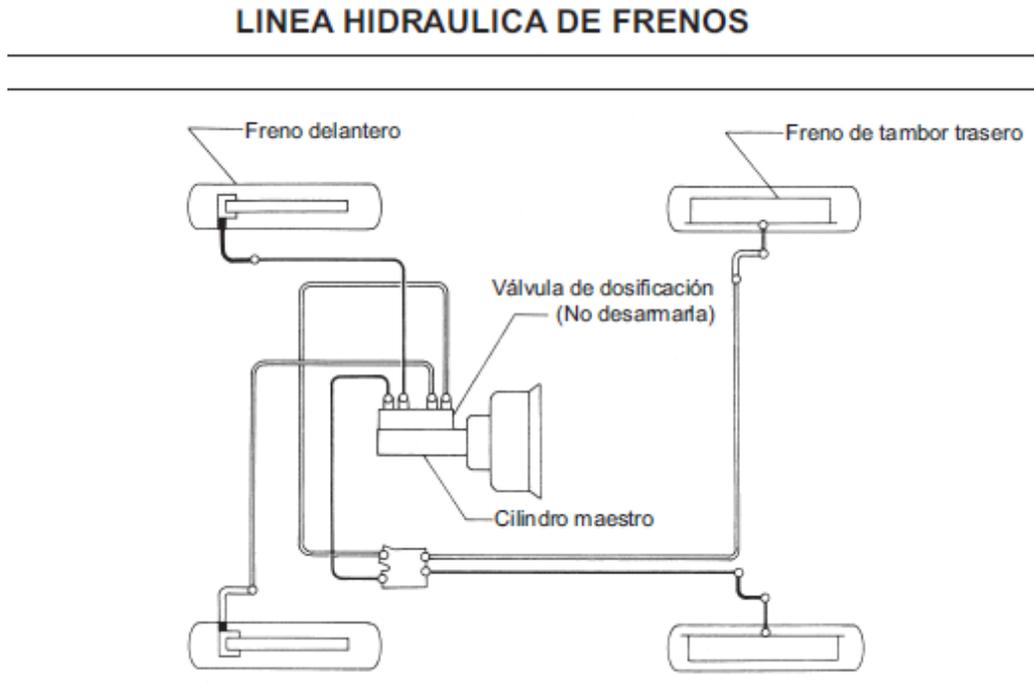


Figura N° 27 Línea hidráulica de frenos Nissan Sentra V16

Fuente: (Nissan, 2003, p. SF-5)

Sistema de freno de servicio

Le permite al conductor disminuir la velocidad de un vehículo durante su funcionamiento, con efecto gradual, o detener el vehículo.

Sistema de frenos auxiliar

Le permite al conductor disminuir la velocidad con efecto gradual, en caso de avería en la instalación del freno de servicio, o detener el vehículo.

Sistema de freno de estacionamiento

Permite mantener el vehículo en estado de reposo por medios mecánicos, incluso en una calzada inclinada y, especialmente, en ausencia del conductor.

Sistema electrónico de frenos (EBS,EHB)

Sistemas de frenos cuyo control se genera y se procesa como una señal eléctrica en la transmisión de control. Una señal eléctrica de salida controla los componentes que generan la fuerza de apriete. (Bosch, 2005, p. 792).

Parte del sistema de frenos que transmite la energía controlada por el dispositivo de accionamiento. Comienza, por un lado, donde acaba el dispositivo de accionamiento o, por otro lado, donde termina la instalación de suministro de energía. Finaliza en los componentes del sistema de frenos en los que se generan fuerzas contrarias al movimiento del vehículo o a la tendencia de su movimiento. Su modelo constructivo puede ser por ejemplo mecánico, hidráulico-neumático (sobrepresión o presión negativa), eléctrico o combinado (hidromecánico o hidroneumático). (Bosch, 2005, p. 793).

En la figura N° 28 se muestra el esquema de los componentes por los cuales están formados los frenos delanteros del Nissan Sentra V16. El sistema que se muestra es de disco de freno con sistema de pinzas proporcionado por el caliper que lleva internamente pistones que aprietan pastillas de frenos contra el disco, permitiendo la que rueda frene gradualmente.

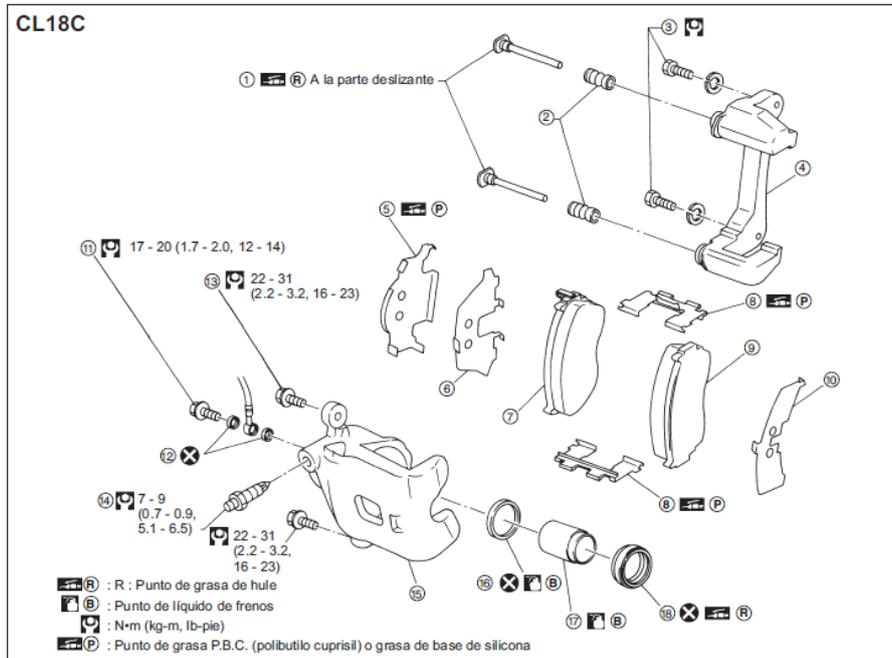


Figura N° 28 Esquema de frenos delanteros Nissan Sentra V16

Fuente: (Nissan, 2003, p. SF-16)

En los frenos posteriores, el Nissan Sentra cuenta con un sistema de frenos de tambores y zapatas las cuales se expanden mediante un pistón gobernado por el cilindro maestro de freno al perfil interior del tambor ejerciendo fricción y logrando que la rueda se detenga. En la figura N°29 se muestra el esquema de los frenos posteriores con los que cuenta el Nissan Sentra.

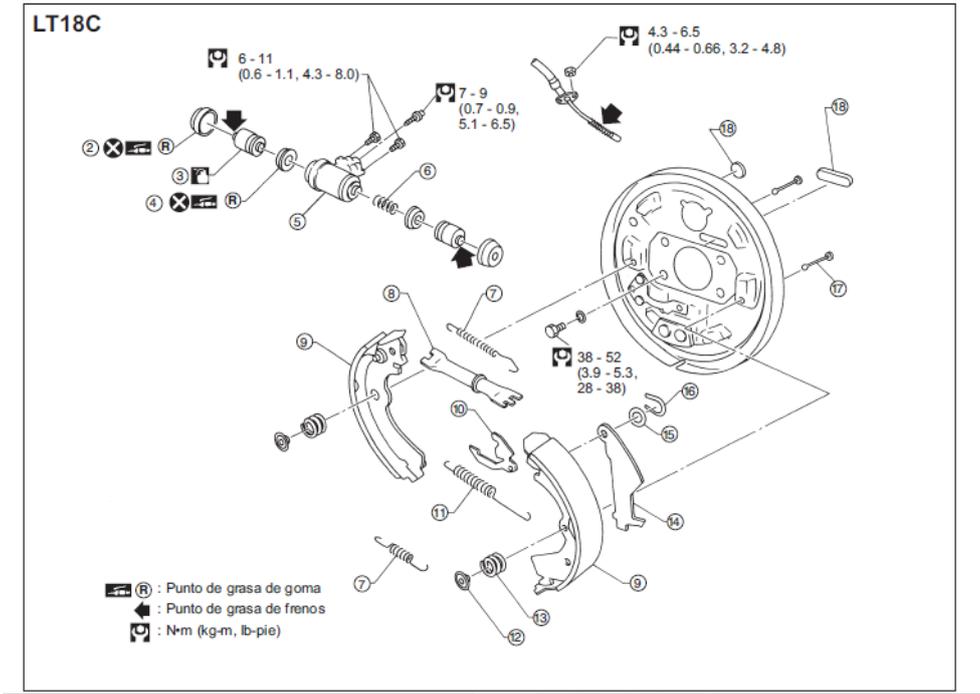


Figura N° 29 Esquema de frenos posteriores Nissan Sentra V16

Fuente: (Nissan, 2003, p. SF-16)

En la figura N° 30 se muestra las medidas y tolerancias de los componentes de los frenos delanteros y posteriores, por otro lado, se describen las medidas máximas y mínimas del diafragma, válvula de retención y servo freno o cilindro maestro. La distancia de la varilla del cilindro maestro nos da el recorrido del pedal de freno, tanto en vacío como en el motor encendido.

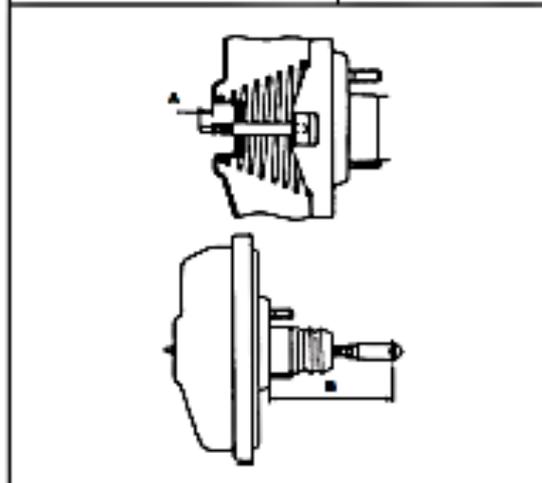
Concepto	Motor	GAIBONE
Freno delantero		
Tipo		CL18C (Sólido)
Diámetro del cilindro mm (pulg)		48.1 (1.894)
Longitud x altura x grosor de la balata mm (pulg)		108 x 43 x 10 (4.17 x 1.69 x 0.39)
Diámetro exterior del rotor x grosor mm (pulg)		CL18C 240 x 12 (9.45 x 0.472)
Freno trasero		
Tipo		LT18C
Diámetro del cilindro mm (pulg)		15.9 (5/8)
Ancho x espesor x longitud de la balata mm (pulg)		30.0 x 4 x 17.28 (1.181 x 0.157 x 6.803)
Diámetro interior del tambor mm (pulg)		100 (7.00)
Diámetro interior del cilindro maestro mm (pulg)		19.05 (3/4)
Tipo de Master Vac (servo freno)		C205
Diámetro del diafragma		205 mm (8 pulg)
Válvula de doble dosificación Punto de separación kg/cm ² (lb/pulg ²) x relación de reducción		40 (580) x 0.2

VALVULA DE RETENCION

Caida máxima de vacío (15 segundos después de aplicar una presión de 500 mm Hg (19.69 pulg Hg)) mm Hg (pulg Hg)	10 (0.39)
--	-----------

MASTER VAC (SERVO FRENO)

Caida máxima de vacío (15 segundos después de apagar el motor) mm Hg (pulg Hg)	25 (0.98)
Longitud "A" de la varilla de fuerza mm (pulg)	4.875 - 5.125 (0.1919 - 0.2018)
Longitud "B" de la varilla impulsora mm (pulg)	Aprox. 125 (4.92)



CILINDRO MAESTRO

Diámetro del calibre del cilindro mm (pulg)	19.05 (3/4)
---	-------------

FRENOS DE DISCO DELANTEROS

Unidad: mm (pulg)

Límite de desgaste de las balatas		
Espesor mínimo		2.0 (0.079)
Límite de desgaste del rotor		
Descentramiento máximo		0.07 (0.0028)
Variación del grosor máximo		0.02 (0.0008)
Espesor mínimo	CL18C	10.0 (0.3937)

SF-26

Figura N° 30 Especificaciones de frenos Nissan Sentra V16

Fuente: (Nissan, 2003, p. SF-26)

Sistema de dirección

El Nissan Sentra V16 posee un sistema de dirección de cremallera hidráulicamente asistida.

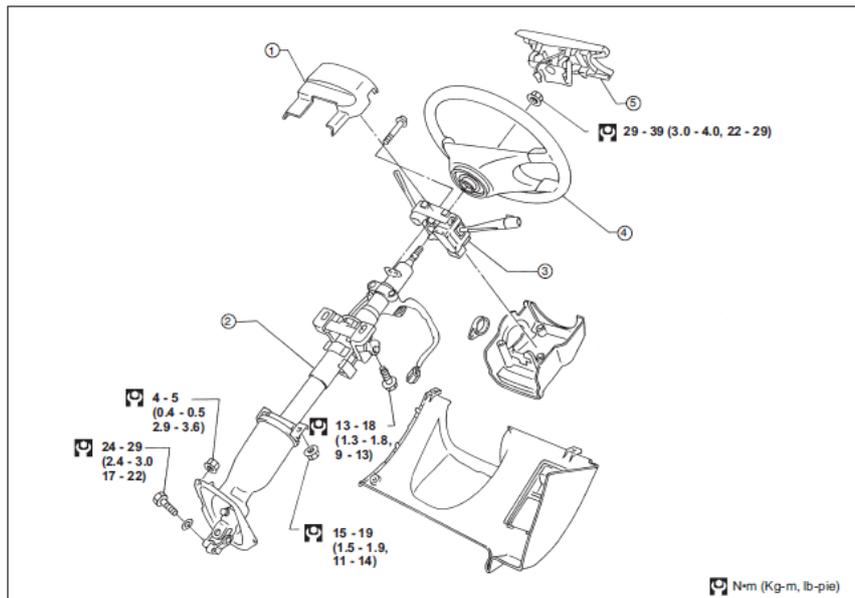
La dirección convierte el movimiento del giro realizado por el conductor en el volante en una modificación del ángulo de orientación de las ruedas directrices del vehículo. (Bosch, 2005, p. 786).

Un mecanismo de dirección debe presentar las siguientes características:

- a) ausencia de juego al circular en línea recta
- b) rozamiento reducido, por tanto, mayor rendimiento
- c) gran rigidez
- d) posibilidad de reajuste

Por estos motivos, actualmente solo dos formas constructivas cumplen con las exigencias de los vehículos; cremallera y dirección por bolas circundantes. (Bosch, 2005, p. 786).

En la figura N° 31 se muestra el diagrama de despiece de la columna de dirección.



- | | | |
|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| ① Tapa de la columna | ③ Interruptor combinado | ⑤ Cojin de la bocina |
| ② Columna de la dirección | ④ Volante de dirección | |

Figura N° 31 Volante y columna de dirección Nissan Sentra V16

Fuente: (Nissan, 2003, p. MD-9)

La cremallera de la dirección se muestra en la figura N°32, esta funciona con un conjunto de engranajes planos y piñón helicoidal.

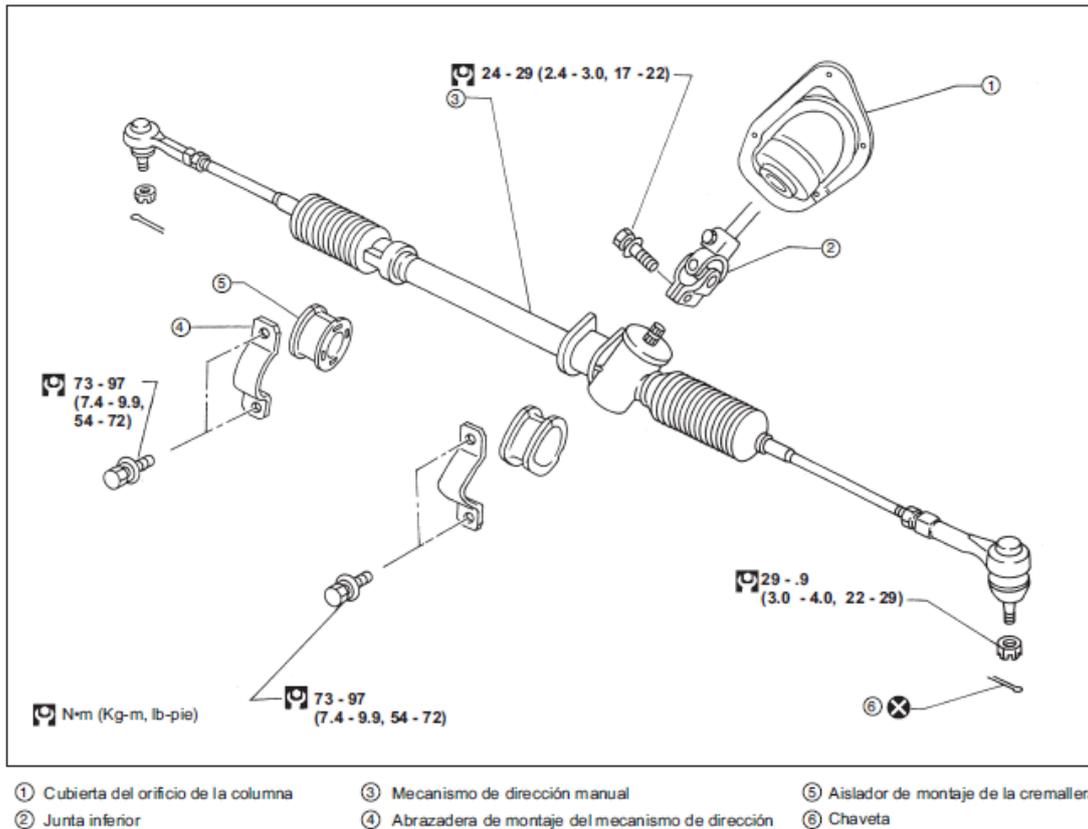


Figura N° 32 Volante y columna de dirección Nissan Sentra V16

Fuente: (Nissan, 2003, p. MD-15)

La dirección de cremallera está formada fundamentalmente por un piñón y una cremallera. La desmultiplicación viene definida por la relación de las vueltas del piñón (giros del volante) respecto a la carrera de la cremallera. Mediante unos dentados correspondientes de la cremallera, la desmultiplicación puede ser variable a lo largo de la carrera. Esta medida reduce la fuerza de accionamiento o reduce el recorrido en caso de corrección de la dirección. (Bosch, 2005, p. 787).

Sistema de suspensión

En la figura N° 33 se muestra el diagrama de despiece de la suspensión delantera, y en la figura N° 34 se describe el diagrama de despiece de la suspensión posterior, la cual a suspensión en un vehículo permite el

Cuando instale cada pieza de hule, el apriete final debe realizarse con el vehículo descargado y las ruedas en el suelo.

* Depósito lleno de combustible, radiador, y motor llenos de agua y aceite respectivamente. Rueda de repuesto, gato, herramientas y alfombrillas instalados en sus posiciones originales.

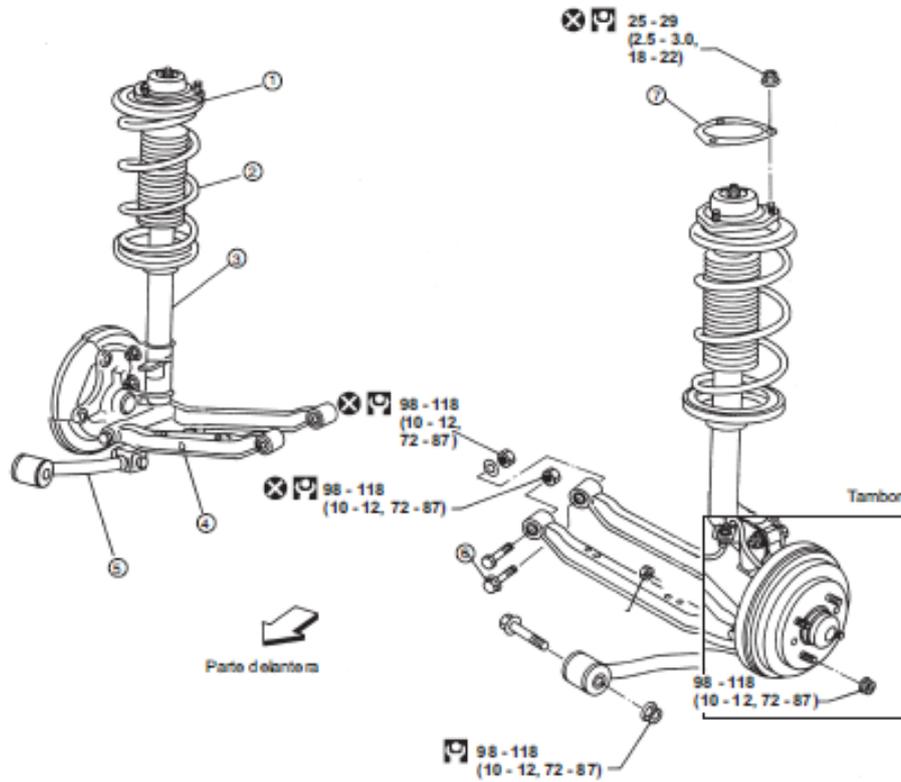


Figura N° 34 Suspensión posterior Nissan Sentra V16

Fuente: (Nissan, 2003, p. ST-3)

CAPÍTULO III: DISEÑO DEL DISPOSITIVO DE MONITOREO

3.1 Condiciones iniciales del diseño

Las condiciones iniciales para el desarrollo de la siguiente tesis son las siguientes:

1. La carcasa del dispositivo de monitoreo deberá ser resistente a la vibración, debido a que el vehículo genera vibración propia de su funcionamiento.
2. La carcasa deberá ser apropiada para la temperatura entre el tablero del vehículo y el cortafuegos.
3. La carcasa deberá ser de un material preparado para ir entre tablero del vehículo y el cortafuegos.
4. La carcasa deberá ser a prueba de agua y humedad para evitar oxidación de los circuitos.
5. El dispositivo tomará la alimentación eléctrica de una fuente de 12VDC propia del sistema eléctrico del automóvil.
6. El diseño de la placa electrónica deberá ser considerado para soportar el calor, para asegurar el funcionamiento de los componentes electrónicos.
7. Acondicionar las señales de los mismos sensores automotrices instalados en el vehículo.
8. Usar cableado resistente al calor, de uso habitual para sensores de los vehículos.
9. Tomar en cuenta protecciones electrónicas por si se generan cortocircuitos, y evitar la falla de los componentes.
10. Los terminales que irán en el dispositivo de monitoreo y se conectarán con los sensores deberán asegurar no tener falsos contactos.
11. Usar grasa dieléctrica para evitar la oxidación.
12. Se debe tomar en cuenta filtros de ruido, debido a que la fuente del vehículo es inestable.

13. Se debe tomar en cuenta la ubicación de la antena para la transmisión GSM dentro del vehículo podría haber electromagnetismo
14. Usar un chip de una compañía telefónica local, que tenga la cobertura del lugar de trabajo de los vehículos.
15. Este chip deberá contar con los saldos necesarios para el envío de SMS.

3.2 Diseño electrónico

Acondicionamiento de señales de transductores

De acuerdo a la teoría descrita en el capítulo dos, usaremos esas fórmulas de manera tal que adaptaremos la señal de los transductores para que sean leídas por el microprocesador; comenzamos con el sensor de nivel de combustible, este es un sensor del tipo resistivo, del cual sus valores están en la tabla 5, y además se comprobó experimentalmente que:

El tanque lleno: 5 Ω

El tanque vacío: 82 Ω

Tabla 5 Comprobación de la unidad indicadora de nivel de combustible

Ohmetro		Posición del flotador mm (pulg)			Valor de la resistencia (ohms)
(+)	(-)				
G	E	*3	Lleno	58 (2.28)	Aprox. 4 - 6
		*2	½	108 (4.25)	27 - 35
		*1	Vacío	161 (6.34)	78 - 85

Fuente: (Nissan, 2003)

Por lo tanto, se usará un puente de Wheatstone para acondicionar la señal y consecutivamente un amplificador instrumental, el esquema electrónico se muestra en la figura N° 35.

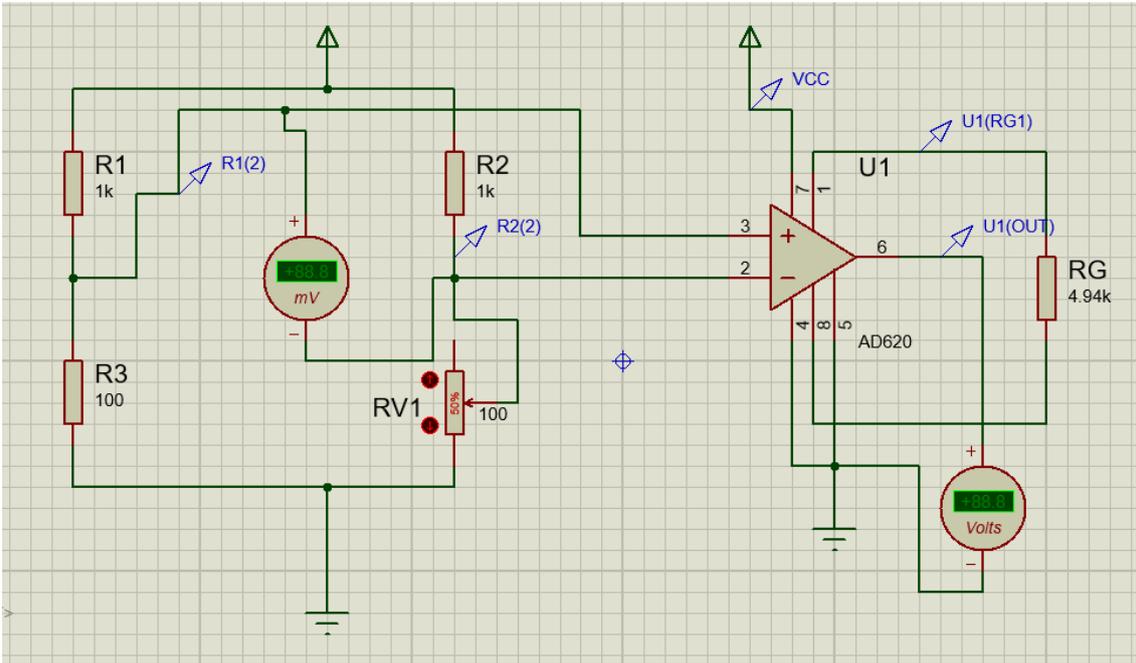


Figura N° 35 Diagrama de acondicionamiento de señal de combustible.

Fuente: Elaboración propia.

Para conocer qué tipo de señal le llegara a nuestro microcontrolador usaremos las siguiente formulas:

Para hallar la ganancia

$$G = \frac{V_{Sal.max}}{V_{Ent.max}} \quad (1)$$

Donde:

G : Ganancia.

$V_{Sal.max}$: Voltaje máximo de salida.

$V_{Ent.max}$: Voltaje máximo de entrada.

Reemplazando:

$$G = \frac{5 V}{0.454 V} = 11.013$$

En la fórmula para hallar la R_G :

$$R_G = \frac{49.4 K}{G - 1} \Omega \quad (2)$$

Donde:

R_G : Resistencia de ganancia.

G : Ganancia.

Reemplazando:

$$R_G = \frac{49.4 K}{11.013 - 1} = 4.93K \Omega$$

Para comprobar que nuestro diseño es correcto, se simularon los siguientes eventos, cuando el nivel del tanque está lleno y cuando este vacío:

En la figura N°36, se muestra la simulación del circuito con el tanque lleno (5Ω), es decir en el potenciómetro de 100Ω está al 5%, podemos ver que el voltaje de salida es de 3.86 Volts, esto no coincide con el máximo de voltaje de salida, debido a que el pin cuatro del AD 620 está conectado a tierra y no compensa el voltaje.

También es importante notar que la diferencia de voltaje en el puente de Wheatstone es de 430 mV, lo que nos da aproximadamente el valor máximo de entrada.

En la figura N°38, se muestra la simulación del circuito con el tanque vacío (82Ω), es decir en el potenciómetro de 100Ω está al 82%, podemos ver que el voltaje de salida es de 0.99 Volts, la diferencia de voltaje es de 75.6 mV en la salida del Wheatstone.

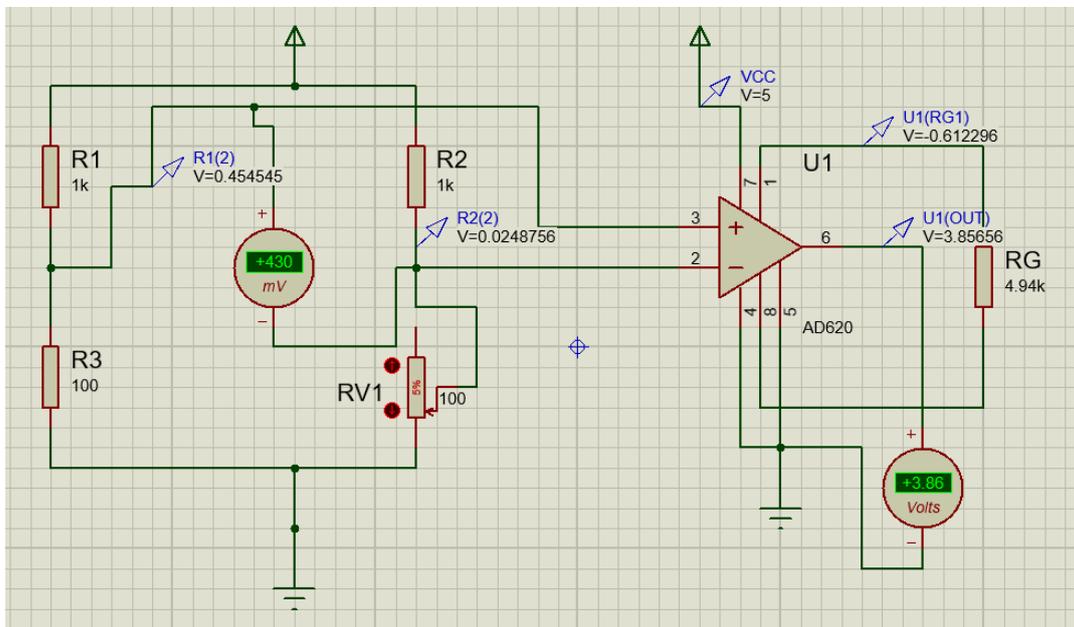


Figura N° 36 Simulación con el tanque lleno.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°37, se muestra la simulación del circuito con el tanque a tres cuartos (58Ω), es decir en el potenciómetro de 100Ω está al 58%, podemos ver que el voltaje de salida es de 1.99 Volts, este es un valor detectable para el microcontrolador.

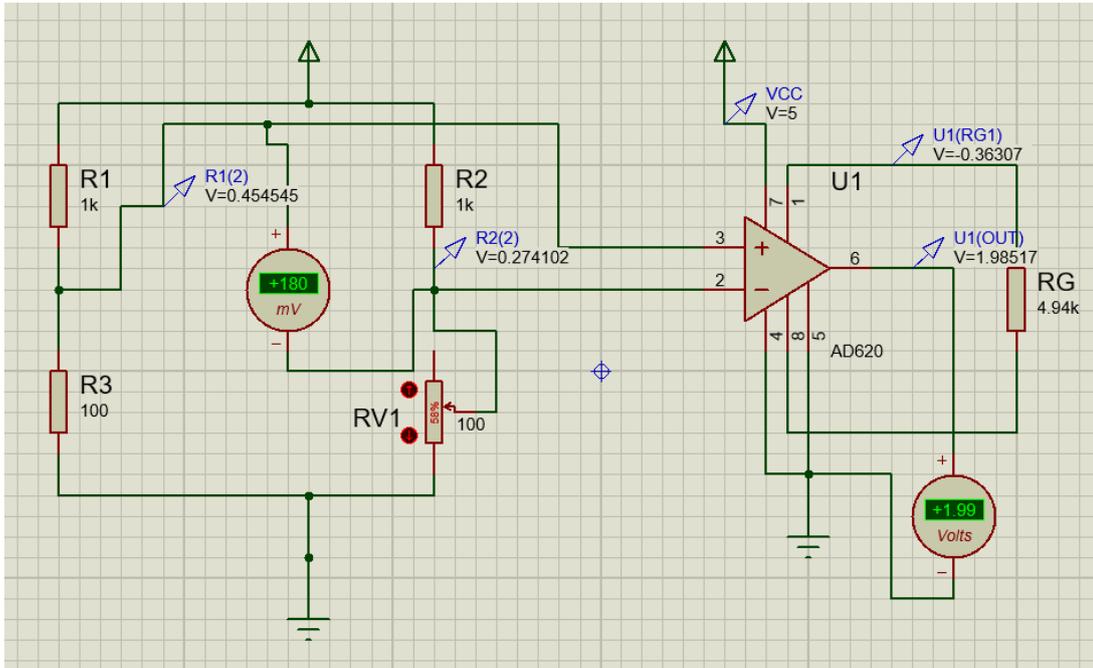


Figura N°37 Simulación con el tanque a tres cuartos.

Fuente: Elaboración propia

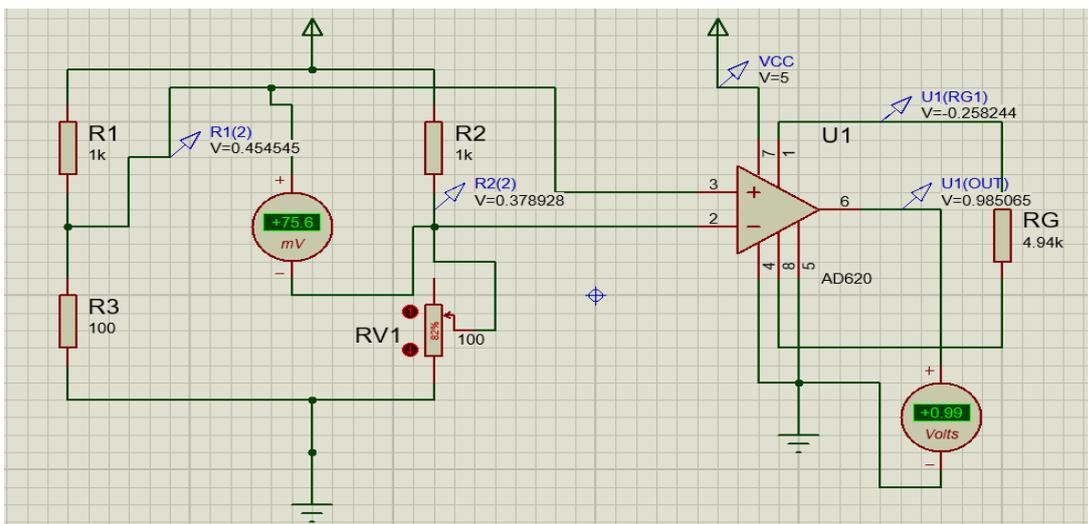


Figura N°38 Simulación con el tanque vacío.

Fuente: Elaboración propia

Para nuestro transductor de temperatura de motor, que es del tipo NTC y según teoría tiene valores conocidos, que se muestra en la tabla 6:

Tabla 6 Valores de resistencia según la temperatura del motor.

Temperatura °C (°F)	Resistencia k Ω
20 (68)	2.1 - 2.9
50 (122)	0.68 - 1.00
90 (194)	0.236 - 0.260

Fuente: Manual Nissan Sentra V16.

Por lo tanto, para calcular el valor del divisor de tensión, se procede a la referencia de la fórmula, que obedece al diagrama electrónico de la figura N°39; en el cual están todos los componentes que se usaran para nuestro divisor de tensión.

Para los siguientes casos se usarán las simulaciones para saber los voltajes de salida en los diferentes rangos de temperatura, como por ejemplo a 20 °C, 50 °C y 90°C.

Cabe mencionar que la temperatura máxima en la que debe estar el motor es de 85 °C como máximo, y esta temperatura es la que será alertada por nuestro sistema.

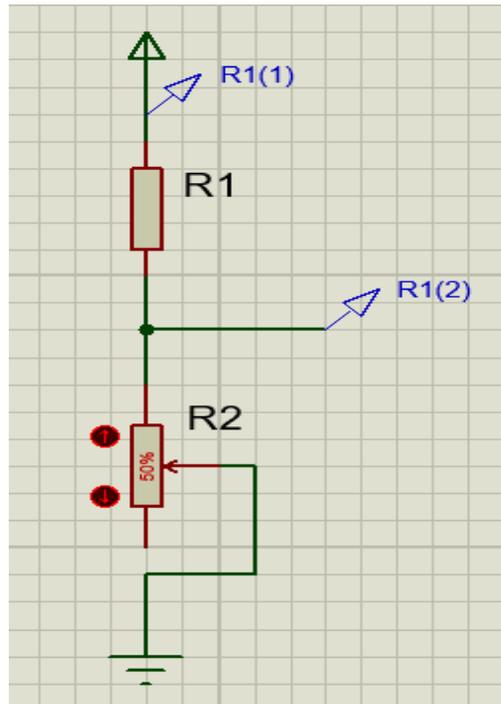


Figura N°39 Esquema de un divisor de tensión.

Fuente: Elaboración propia

La fórmula que describe este circuito electrónico es la siguiente:

$$V_o = V_i \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (3)$$

Donde:

V_o : Voltaje de salida.

V_i : Voltaje de entrada.

R_1 : Resistencia fija.

R_2 : Resistencia variable.

En este primer caso simulamos la temperatura cuando el motor está apagado, es 20 °C y los valores entre los que oscilan son de 2.1K y 2.9K Ω , es por eso que se simula un valor de 73% de un potenciómetro de 2.9K, esto está representado en la figura N°40 y cómo podemos ver el voltaje de salida es de 1.33 V.

Reemplazando en el primer caso:

$$V_o = 5 * \frac{2.1 K}{5.9 K + 2.1 K}$$

$$V_o = 1.329 V$$

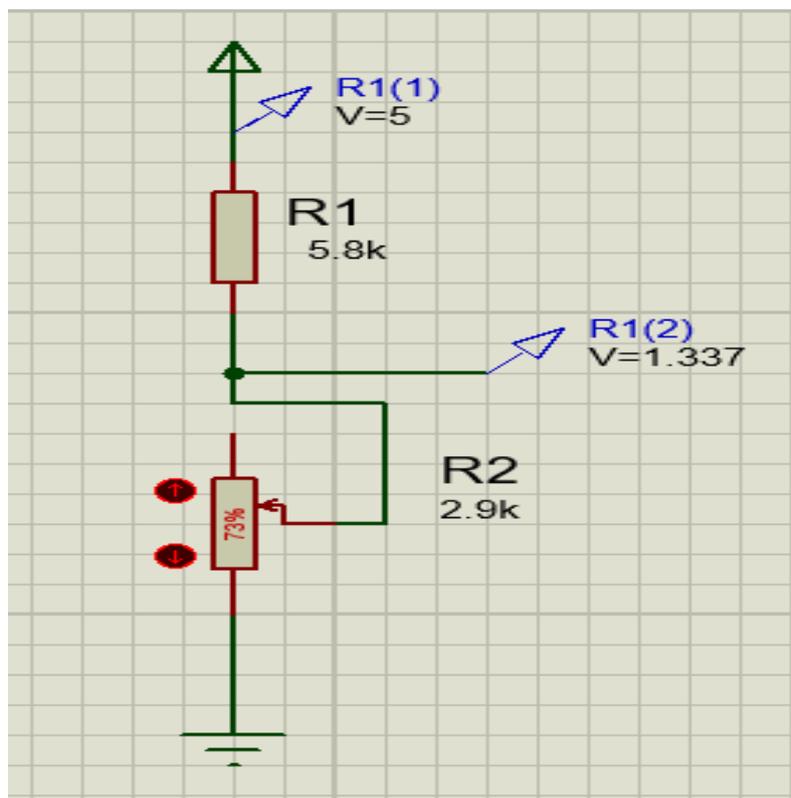


Figura N° 40 Simulación de temperatura de motor a temperatura ambiente

Fuente: Elaboración propia

Como segunda simulación, tomamos como referencia la temperatura del motor cuando este encendido, en esa situación el motor llega a 50 °C, lo que arrojaría 1k Ω de resistencia y para efectos de simulación sería el 35% de nuestro potenciómetro. En la figura N°41 se muestra la simulación y nos dio el resultado de 0.744 V.

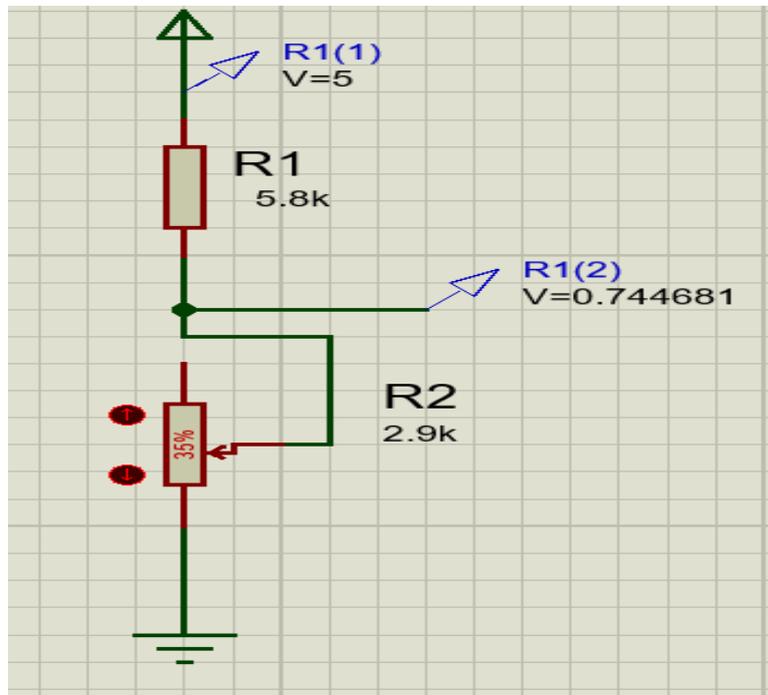


Figura N° 41 Simulación de temperatura de motor cuando este encendido.

Fuente: Elaboración propia

La última simulación fue cuando el motor llega a una temperatura crítica de 80 °C eso indica que la resistencia variable llega a 260 Ω aproximadamente y que sería un 9 % con respecto a nuestra simulación, en la figura N°42 se tiene la simulación que arroja como resultado 0.21 V.

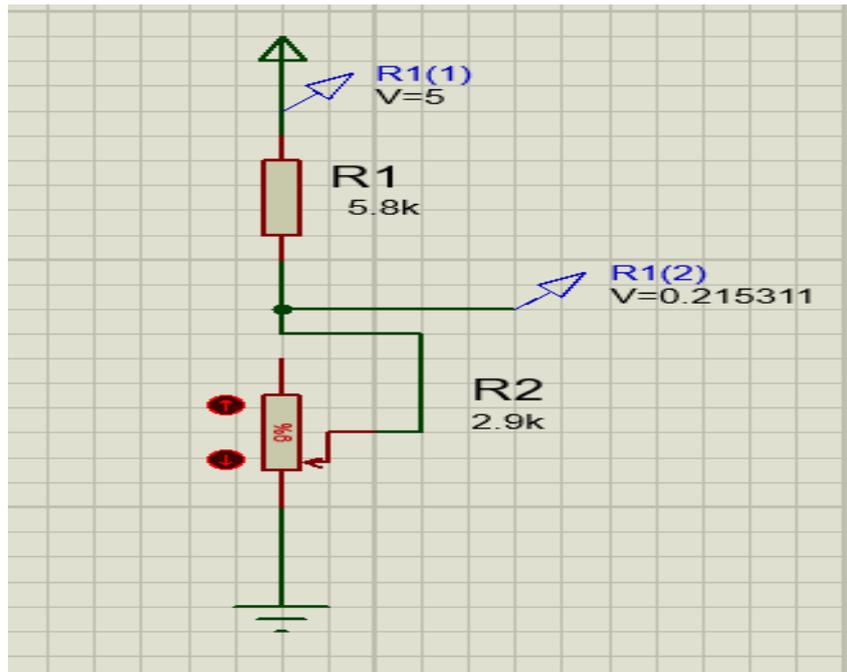


Figura N° 42 Simulación de temperatura de motor cuando está en estado crítico.

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las demás señales que son de tipo contacto seco se usara un arreglo tipo botón como el que se muestra en la figura N°43, que usa una resistencia para asegurar que la salida sea 0 V y cuando exista contacto reciba 5 V como se muestra en la figura N°44.

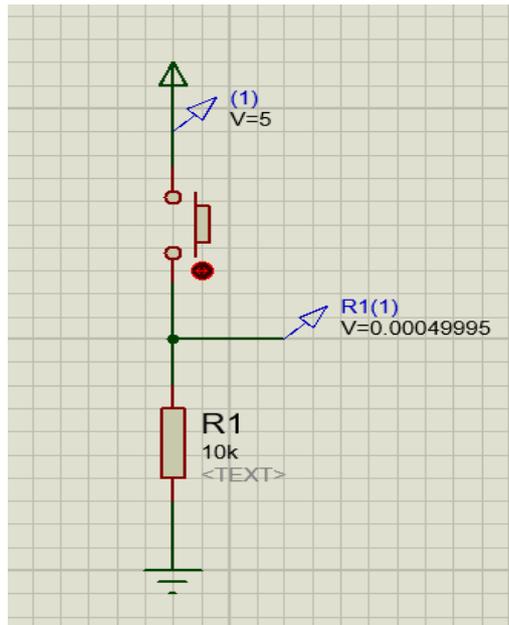


Figura N° 43 Simulación de contacto abierto.

Fuente: Elaboración propia

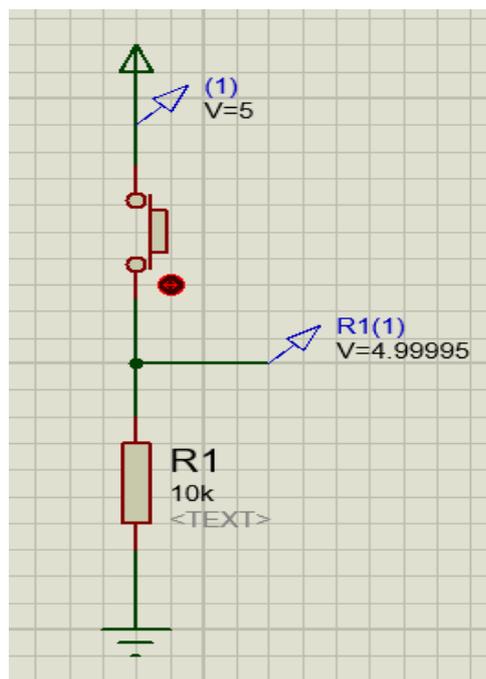


Figura N° 44 Simulación de contacto cerrado.

Fuente: Elaboración propia

Diseño electrónico

Se tuvo en consideración las entradas y salidas que se tienen, en resumen, cuatro entradas, dos del tipo análogas y dos del tipo digital; y una salida del tipo digital; en esta sección se toma en cuenta además la alimentación y el aseguramiento con filtros electrónicos, según la teoría desarrollada en el capítulo dos se tiene que tener en cuenta los niveles lógicos en la placa para que sean correctas las lecturas.

El microprocesador tendrá que considerar que la fuente de alimentación de la centralilla eléctrica del vehículo, esta será regulada con un LM785, que es un integrado que disipa el voltaje a manera de calor.

Debido a que nuestra fuente estará expuesta a ruido electromagnético se usaran capacitores a la entrada y a la salida, según el manual del regulador de voltaje se usaran de $0.33\mu\text{F}$ a la entrada de 12 V y $0.1\mu\text{F}$ a la salida de 5V, se tomó en cuenta la figura N°45 para nuestro dispositivo:

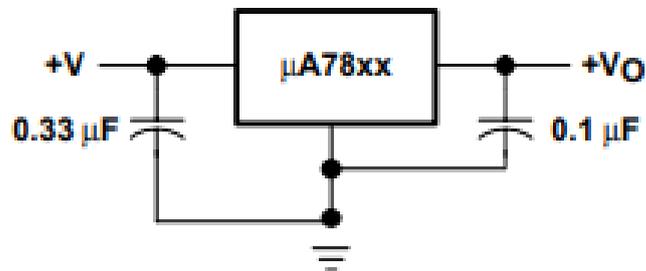


Figura N° 45 Aplicación común de LM7805

Fuente: (Instruments, 2003)

Además, nuestros componentes electrónicos son de cuidado, se consideró también un diodo Zener para protección contra cortocircuitos, este lo recomienda el fabricante son de código 1N4001; en la figura N°46 se puede mostrar cómo se recomienda que se implemente el diodo.

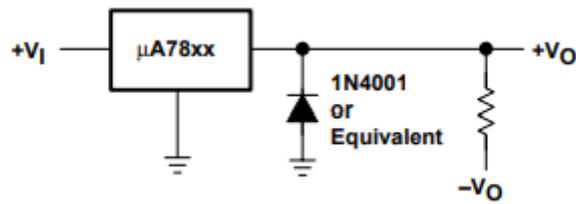


Figura N° 46 Protección contra polaridad inversa.

Fuente: (Instruments, 2003)

De esa manera quedan definidos los componentes electrónicos que usamos para el diseño de nuestra placa; se hizo una simulación que se muestra en la figura N°47; donde se combinan ambos arreglos.

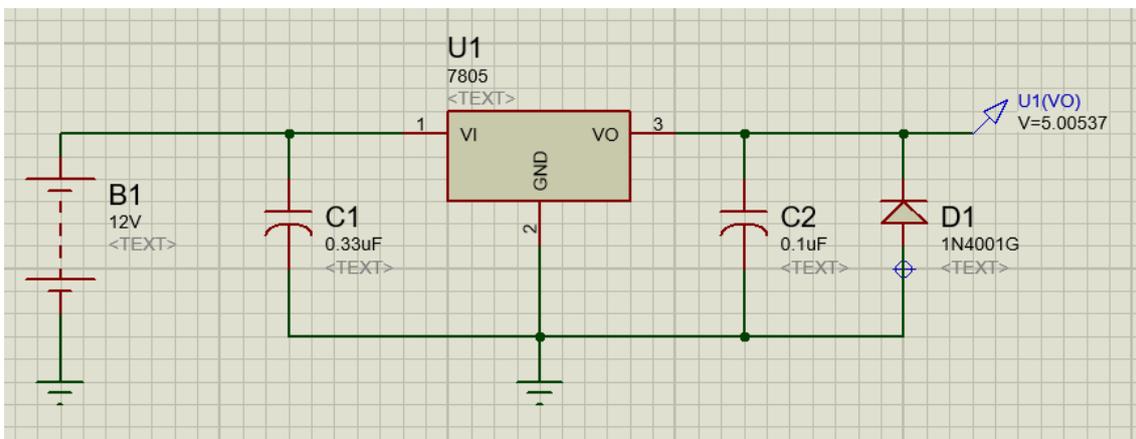


Figura N° 47 Simulación de la etapa de fuente.

Fuente: Elaboración propia

Se tomo en cuenta también los circuitos de todos los sensores hacia el microprocesador, en la figura N°48, se puede ver como se integraron todos los sensores a nuestro microprocesador que es un arduino mini Pro que está destinada a instalaciones semipermanentes en objetos o

demonstraciones. La placa viene sin conectores montados, permitiendo el uso de varios tipos de conectores o soldado directo de cables según las necesidades de cada proyecto en particular. Tiene 14 E/S digitales (6 de las cuales se puedes utilizar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un resonador interno, botón de reseteo y agujeros para el montaje de tiras de pines.

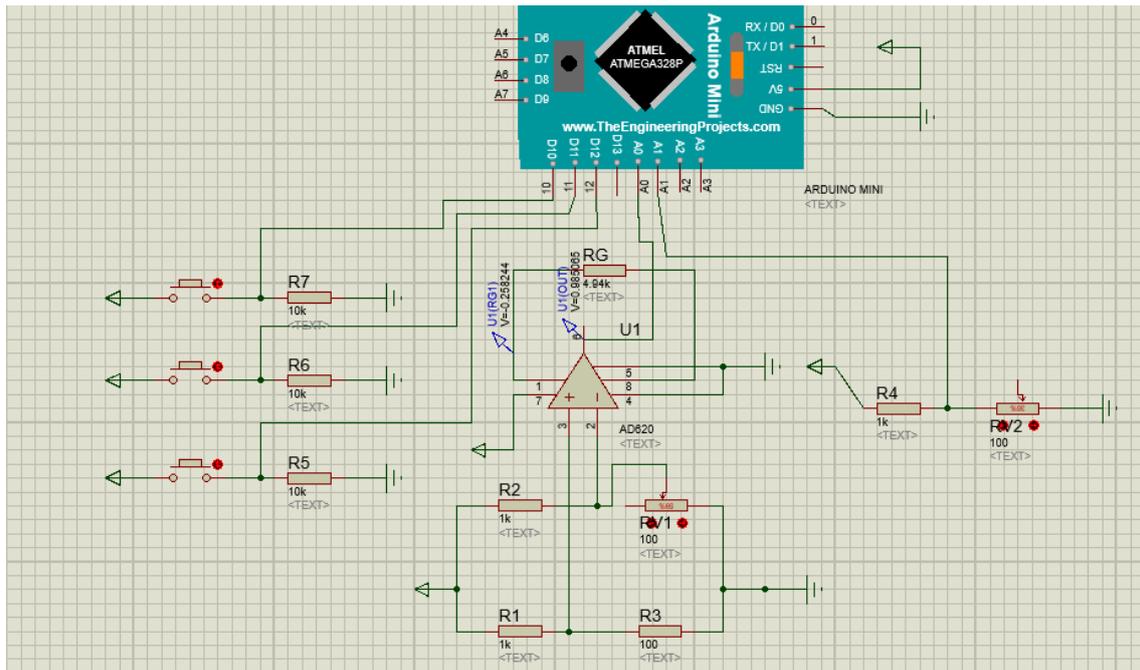


Figura N° 48 Simulación de conexión de sensores y microprocesador.

Fuente Elaboración propia.

El módulo que usado no tiene pines para montar la directamente sobre el Arduino, pero hay modelos que sí lo permiten. De todas formas, la conexión es muy sencilla.

Esta tarjeta está basada en el módulo SIM900, y la configuraremos y controlaremos vía UART utilizando los comandos AT.

Lo primero tendremos que colocar la tarjeta SIM que vayamos a usar. El adaptador para las tarjetas es del tamaño de las SIM normales, que en su mayoría han sido sustituidas por MicroSIM y NanoSIM, así que se tuvo

que buscar unos adaptadores para colocar el chip en su versión estándar; se colocó el Arduino mini directamente.

En la figura N°49 se mostró los pines de salida donde se colocó los cables para la comunicación con la tarjeta de forma que utilizemos para comunicarnos los pines 7 y 8; esto se declaró cuando se inicia el programa en el IDE, se usó para que los pines de transmisión serial no se cruce con los de programación.



Figura N° 49 Pines de salida del módulo GSM.

Fuente: Elaboración propia

Para conectar a él Arduino tuvimos dos opciones, y para las dos necesitaremos una fuente de alimentación externa, ya que con conectar el Arduino por USB será suficiente para encender el módulo, pero no para

alimentar también la tarjeta. Se tuvo que conectar el módulo GSM a una alimentación externa desde la batería del vehículo y alimentamos el Arduino con el regulador fuente aparte, sólo se tuvo que unir los pines 7 y 8 para la comunicación serie y el GND entre ambas tarjetas.

En la programación también se cambió la instrucción en la que definimos la instancia Software Serial que creamos y ponerle los pines 7 y 8 si conectamos la alimentación externa al Arduino a parte de las tres conexiones anteriores tendremos que unir los pines 5V del Arduino y del módulo GSM.

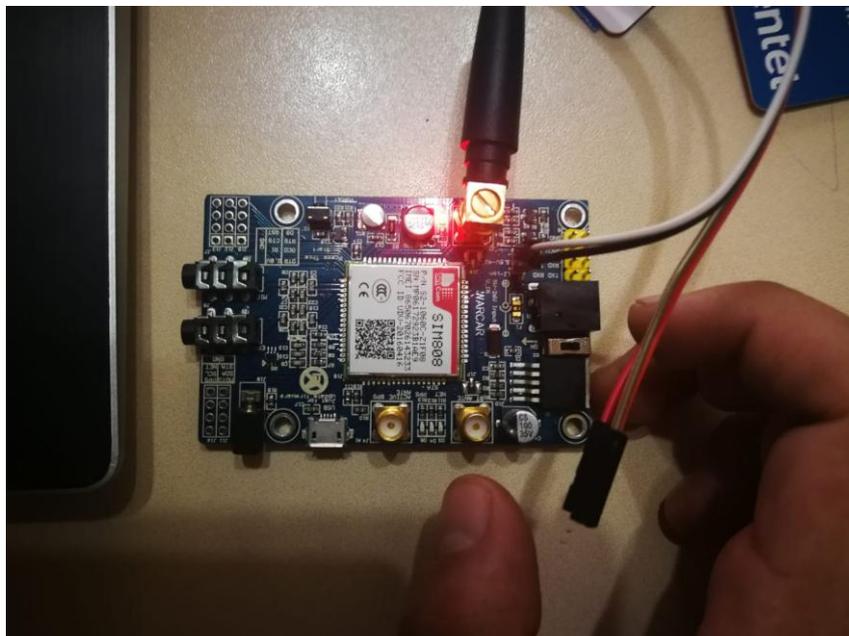


Figura N° 50 Encendido del módulo GSM.

Fuente: Elaboración Propia.

Para encender el módulo GSM tuvimos que colocar el interruptor en la posición correcta. Las dos posiciones corresponden a cada uno de los tipos de conexión que hemos explicado arriba. Una vez hagamos esto se encenderán dos LEDs señalados con el pulgar en la figura N°50.

Para activar la alimentación de la tarjeta SIM también nos encontramos con dos opciones. Podemos hacerlo manualmente presionando el pulsador que hay en uno de los laterales durante uno o dos segundos y veremos que se enciende otro LED, y que uno de los que se había encendido antes empieza a parpadear una vez por segundo. Este parpadeo nos indica que está buscando la red. Cuando la encuentre y se conecte cambiará la frecuencia de parpadeo y lo hará cada 3 o 4 segundos. Eso sí, no se conectará hasta que no metamos el PIN de la SIM, que ya veremos ahora cómo hacerlo.

También podemos activarla por programa, pero antes tendremos que realizar una soldadura en el pin indicado en el manual del módulo GSM. Y una vez hecho esto la activaremos mandando un pulso de 1 segundo del controlador. De esa forma se logró tener un tipo de activación tendrías que añadir un cable entre un pin digital y el pin del Arduino que se usó en la tarjeta que hemos conectado. Causa el mismo efecto dar un pulso de 1 segundo para apagar el módulo GSM activada la tarjeta y volvemos a meter el pulso, lo que se hizo fue apagarlo.

3.3 Diseño Eléctrico

Según lo mostrado en el diseño mecánico, la carcasa que contendrá la placa electrónica se alojará en la parte posterior de la consola del tablero. De acuerdo a esto el cableado tendrá que llegar hacia ese punto para la toma de datos de los sensores. A continuación, se mostrará el diseño de cada una de las partes de componen el sistema eléctrico y su recorrido.

Sensor de nivel de gasolina.

El sensor de nivel de gasolina se encuentra alojado en una estructura plástico junto con la bomba de gasolina en el interior del tanque de combustible. Tomaremos los cables del ramal de las patillas 11 y 12 que

se dirige hacia el tablero del vehículo en donde posteriormente se muestra en el tablero tal y como se muestra en la figura N°51.

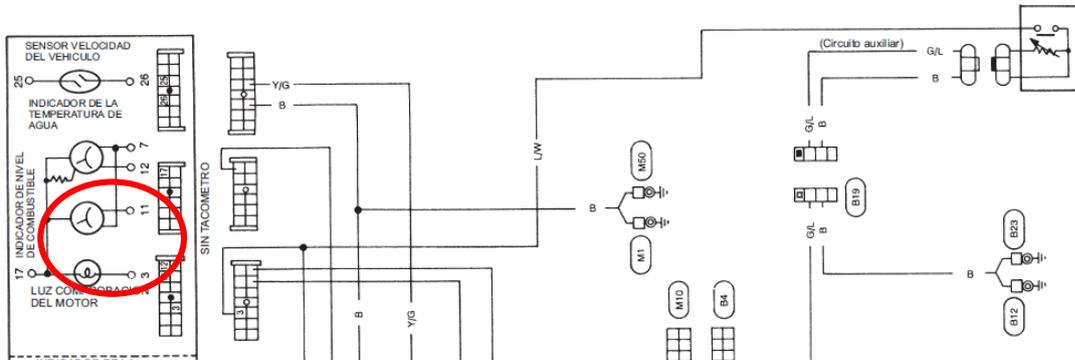


Figura N° 51 Esquema eléctrico bomba de combustible Nissan Sentra V16

Fuente: Fotografía propia

Este cable viene por todo el contorno de la carrocería lado izquierdo y sube hacia el tablero. En este punto tomaremos la señal para nuestro circuito.

Tomaremos el mismo grosor de cable que tiene el propio cable que transporta la señal el cual es 20. En recorrido hacia nuestra carcasa será por la parte superior de los pedales hasta el sitio de anclaje.

Sensor de temperatura.

El sensor de temperatura en el Nissan Sentra se ubica en la parte superior del motor en la parte de atrás de la culata según como se muestra en la figura N° 52. Este cableado va en dirección hacia la ECU y el tablero del vehículo por la parte posterior del motor hacia la cabina.

El cableado entra a la cabina por un orificio en el chasis por donde pase todo el ramal de la ECU hacia el motor, este orificio se encuentra ubicado en la parte baja de guantera lado derecho de la cabina parte frontal. Hacia

el tablero este cable va conectado a la patilla 12 del conector A y hacia la ECU va conectado a la patilla 59 y 43.

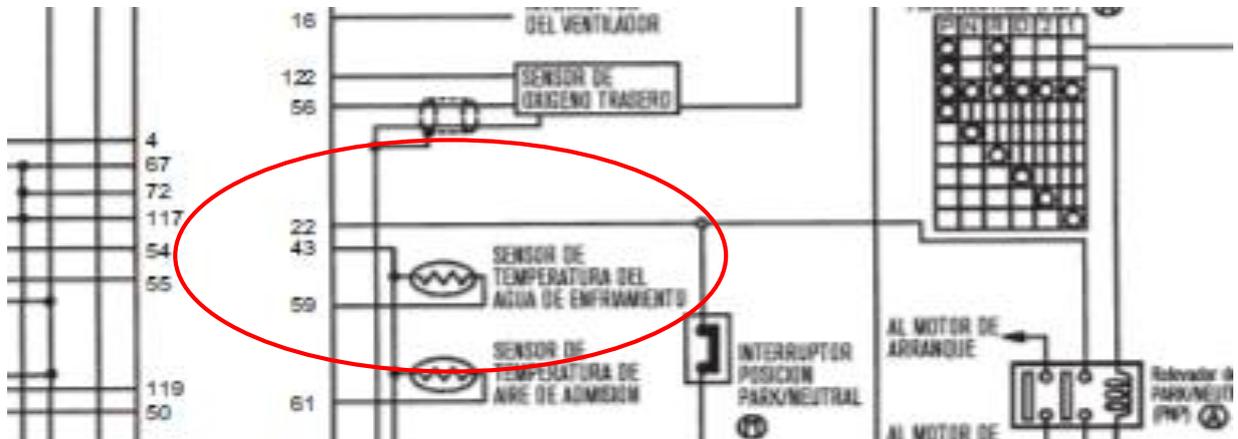


Figura N° 52 Esquema eléctrico de patillas de ECU Nissan Sentra V16

Fuente: Manual de servicio Nissan Sentra V16 p. EC-53

De la patilla 59 y 43 de ECU se tomarán los datos hacia nuestra carcasa. Utilizaremos cable de calibre 20 según el cable original de la unidad.

Sensor de nivel de refrigerante.

El Nissan Sentra no cuenta con sensor de nivel de refrigerante por lo cual en el tanque de expansión se instalará un sensor de nivel como se muestra en la figura N°53 justo en la marque del propio tanque de expansión en su nivel mínimo. Utilizaremos un sensor de nivel de tipo flotador con contacto interno. Al llegar la boya hacia el nivel más bajo cerrara el circuito de control y nos indicara que el nivel de refrigerante se encuentra en el mínimo o por debajo.

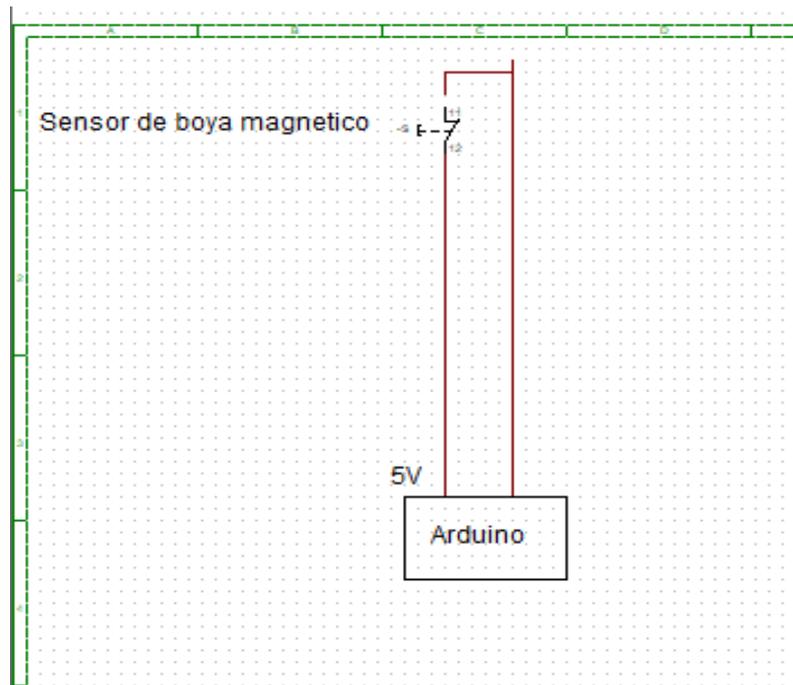


Figura N° 53 Tanque de expansión con sensor de nivel Nissan Sentra V16.

Fuente: Fotografía propia

El tanque de expansión del Nissan Sentra se encuentra en la parte delantera del motor como se muestra en la figura N°54. Desde ese punto se llevará el cableado hacia donde se encuentra nuestra carcasa.

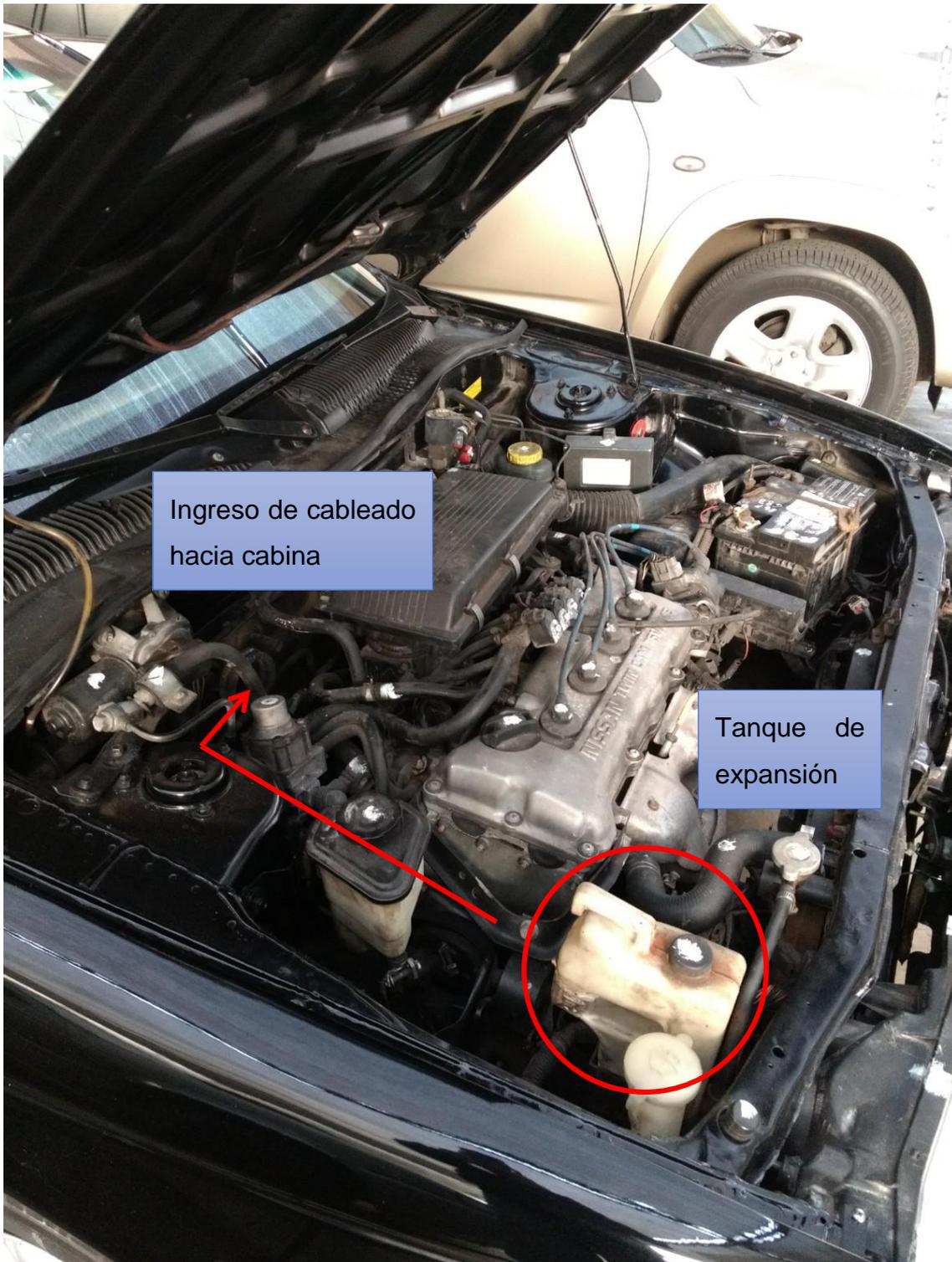


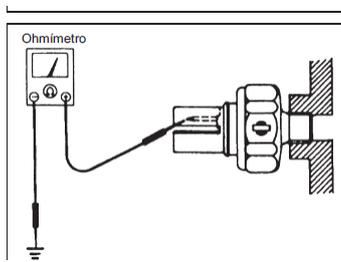
Figura N° 54 Tanque de expansión ubicación en el motor Nissan Sentra V16.

Fuente: Fotografía propia

El cableado ingresará de manera directa a la carcasa y se utilizará cable de calibre 22 debido a que solo será señal de control.

Sensor de presión de aceite

El sensor de presión de aceite se encuentra ubicado en la parte posterior del motor lado derecho inferior. Este sensor es de masa por lo cual cuando el motor está en funcionamiento no habrá continuidad y cuando el motor está apagado si habrá continuidad. En la figura N°55 se muestra su ubicación al lado del filtro de aceite.



Comprobación interruptor de la presión de aceite

Compruebe la conductividad entre las terminales del interruptor de presión del aceite y tierra a carrocería.

	Presión de aceite KPa(bar, kg/cm ² , lb/pulg ²)	Continuidad
Motor operando	Más de 10 - 20 (0.10 - 0.20, 0.1 - 0.22, 1.4 - 2.8)	No
Motor apagado	Menos de 10 - 20 (0.10 - 0.20, 0.1 - 0.22, 1.4 - 2.8)	Sí

Figura N° 55 Sensor de presión de aceite Nissan Sentra V16.

Fuente: (Nissan, 2003, p. SE-49)

La el cableado del sensor de presión de aceite va hacia la patilla número 6 del tablero de instrumentos como se muestras en la siguiente figura N°56.

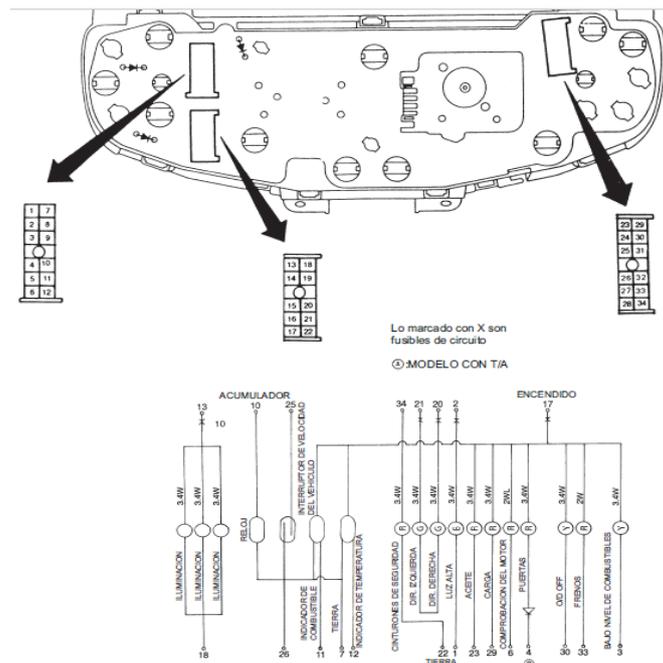


Figura N° 56 Patillas de tablero Nissan Sentra V16.

Fuente: (Nissan, 2003, págs. SE-45)

Se elijará el cableado de calibre 22 el mismo que tiene el cable original, este solo lleva señal.

Motor ON/OFF

El sensor de ON/OFF nos indicará cuando nuestro sistema de monitoreo y control debe comenzar a funcionar y cuando se debería de apagar. Esta señal la tomaremos del alternador el cual envía una señal de masa al tablero de instrumentos en la patilla 6 y le indicará que el motor está girando. Cuando el motor no está girando en el tablero se prende un testigo rojo, en la figura N°57 se muestra el diagrama de las patillas que tiene el tablero de instrumentos del vehículo.

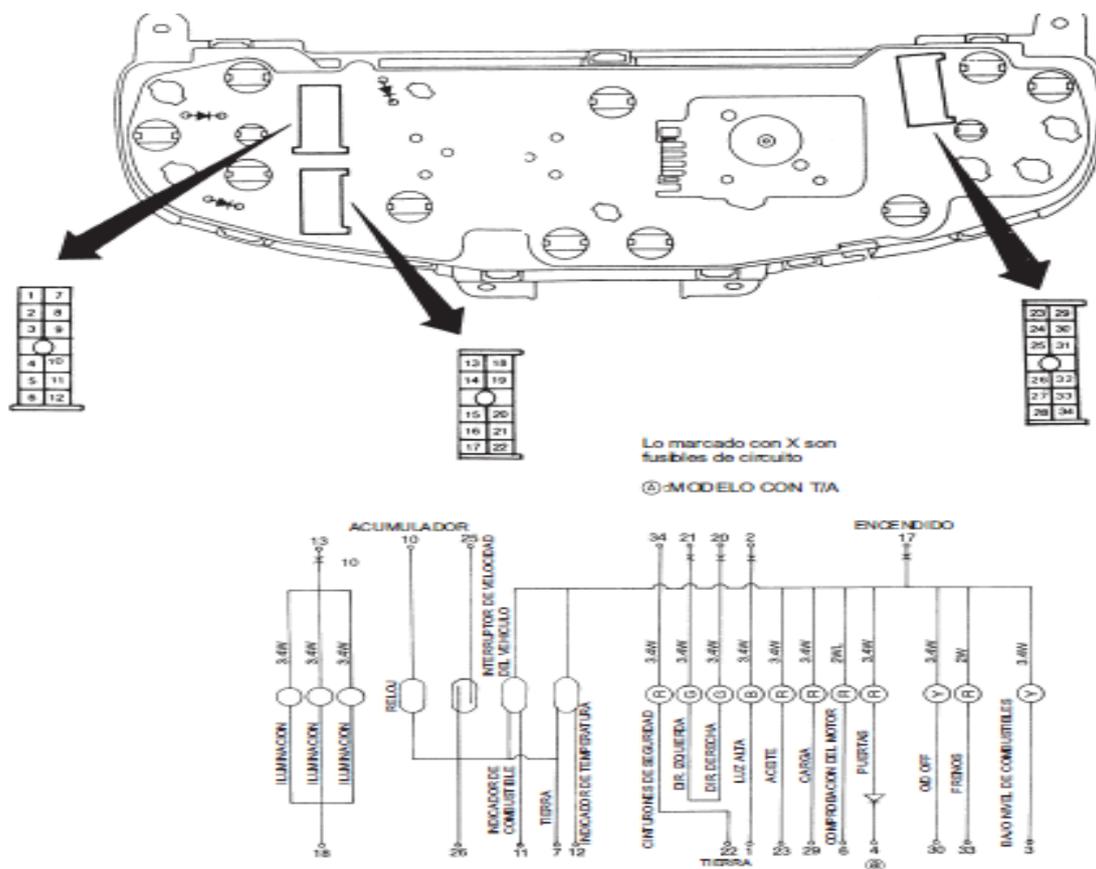


Figura N° 57 Tablero de instrumentos Nissan Sentra V16.

Fuente: (Nissan, 2003, págs. SE-45)

Tomaremos esa señal de masa directamente hacia nuestra carcasa para detectar si el motor esta encendido o no. Tomaremos cable calibre 20 según el cable original del vehículo.

Señal de control apagado de motor

El control del vehículo estará dado bajo la condición que el motor no tenga presión de aceite o que el nivel de refrigerante este bajo. Si esto sucede, se enviará una señal de control a través de un relé el cual cortará la señal de la chapa de ignición que pasa por el cable negro con franja blanca como se muestras en la figura N°58.

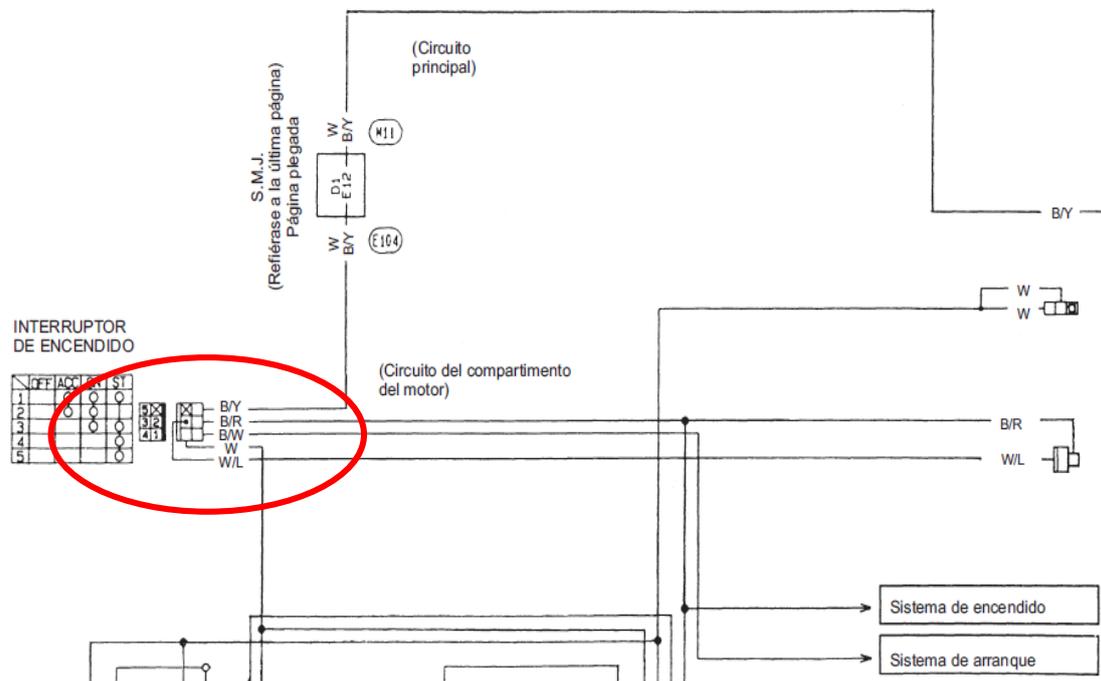


Figura N° 58 Chapa de ignición Nissan Sentra V16

Fuente: (Nissan, 2003, p. SE-5)

En la figura N°58 antes descrita se muestra el plano eléctrico del encendido en donde se puede apreciar el color de los cables. Según las pruebas realizadas con el multímetro se puede medir una corriente de aproximadamente 8A en su pico más alto durante el encendido. Por este motivo se colocará un cable de calibre 20 según la tabla 7 y un relé de control de 5V con capacidad para 10A.

Tabla 7 Referencia entre amperaje y calibre.

SECCIÓN AWG	SECCIÓN NOMINAL(MM ²)	NÚMERO HILOS	DIÁMETRO HILO (MM)	ESPESOR AISLAMIENTO (MM)	DIÁMETRO PREVISTO (MM)	PESO PREVISTO (KG / KM)	CAPACIDAD CORRIENTE (A)
20	0.515	10	0.254	0.60	2.25	7	9
18	0.823	16	0.254	0.70	2.75	10	14
16	1.309	26	0.254	0.70	2.95	15	19
14	2.091	26	0.320	0.70	3.20	23	29
12	3.309	41	0.320	0.70	3.90	35	33
10	5.261	105	0.254	0.70	4.70	55	48
8	8.366	84	0.356	0.90	6.00	89	67

Fuente:elcope.com.pe

Esquema eléctrico

A continuación, en la figura N°59 se encuentra el esquema de la parte eléctrica del módulo de monitoreo y control, y los componentes que tengan que ver con su funcionamiento; la fuente de alimentación principal es tomada de la batería de vehículo que es de 12V, esta fuente de alimentación sirve para los circuitos de control que se regulan más adelante con un LM 7805, esto se explicó en el diseño electrónico, a su vez se hace un puente para que la alimentación también se vaya hacia el módulo GSM, debido a que el módulo tiene un alto consumo de corriente se aprovecha usar la fuente de 12V; se tiene también la recolección de los distintos sensores, como se puede apreciar son cinco señales de ingreso, son cuatro de los sensores de los cuales hemos hecho los objetivos y una es la señal de confirmación que el motor esta prendido , además una señal de salida para el arranque del motor, esta se conecta a un relé automotriz, este dispositivo eléctrico está diseñado para soportar las corrientes comunes de un vehículo, de esa manera se controla el sistema de arranque.

Se debe notar que en un vehículo la parte eléctrica siempre toma como referencia de punto negativo la carrocería del automóvil, es por eso que

la patilla del relé que queda energizada cuando se hizo el cambio de estado debe estar aislada.

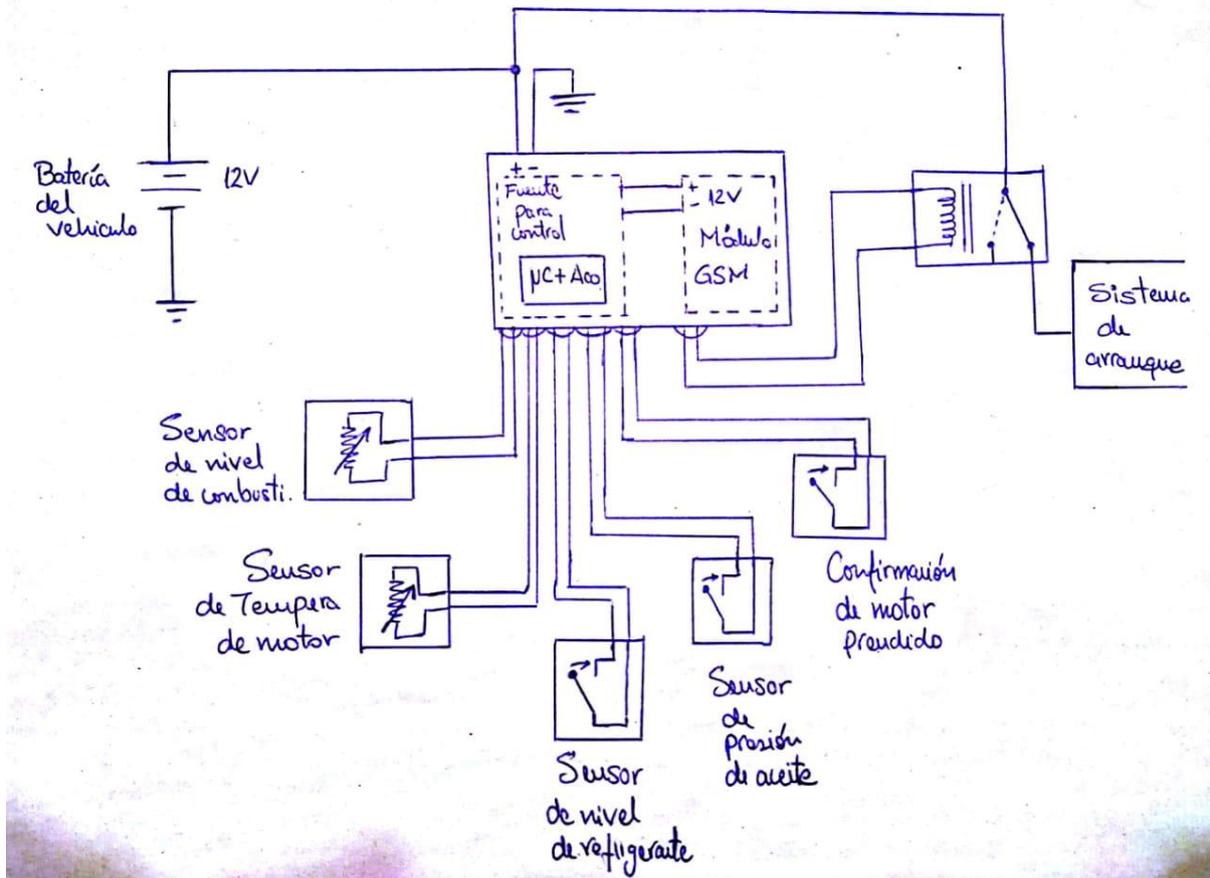


Figura N° 59 Esquema eléctrico.

Fuente: Elaboración propia

3.4 Diseño Mecánico

Elección de material

Como parte de nuestras condiciones iniciales se mencionó que el material a utilizar debería ser no metálico, esto debido a que todo el chasis del vehículo es una tierra común para todos los componentes. Por otro lado, el material debería ser liviano debido a que el anclaje que tendrá estará

sujeto a una estructura de plástico, la cual es parte de la consola del vehículo. Debido a estas condiciones el material elegido es el FDM (de grado de producción) denominado ABS plus P430. Este es un material no metálico durable, bajo peso, puede ser manipulado ampliamente, se puede pintar, taladrar, lijar y hasta cromar sin ningún problema, estas condiciones se ponderan en la tabla 8, la cual se muestra a continuación.

Materiales	Condiciones iniciales				
	Costo	Conductor	Peso	Tiempo de fabricación	Dificultad de uso
Metal	\$\$	SI	Pesado	Intermedio	Fácil
Madera	\$	NO	Intermedio	Intermedio	Difícil
Vidrio	\$\$\$	NO	Ligero	Lento	Difícil
Plástico ABS	\$\$	NO	Ligero	Rápido	Fácil

Tabla 8 Comparación del material de la carcasa.

Fuente: Elaboración propia

Diseño de la carcasa

El diseño mecánico de nuestro proyecto se basa en la estructura que alojara nuestra placa de circuitos, para ello se consideraron los puntos tomados en las consideraciones iniciales. La caja de circuitos se alojará en la parte interna del tablero parte baja, en este lugar se midió un espacio de aproximadamente 14cm x 7cm x 7cm. Debido a que la placa electrónica se cuenta con un regulador de voltaje LM 7805 acoplado a un disipador de calor de 2cm x 2cm el cual llega a temperaturas de 60°C se incorporara a la estructura de la caja un extractor de calor. La posición en donde se ubicará la caja no cuenta con corriente de aire directa lo cual también obliga a colocar este extractor de calor para evitar recalentamientos en la placa.

La caja estará anclada a la parte posterior de la consola central del vehículo, para tener un buen soporte y evitar que los pernos se aflojen o evitar exceso de vibración. El diseño de la caja también permitirá la conexión al microcontrolador a través de su puerto TTL. Se busca este acceso libre para el caso en que se tenga que realizar una reprogramación o una modificación de los parámetros previamente obtenidos.

Al otro extremo de la caja se ubicarán las borneras, en las cuales se ubicarán todas las conexiones de los sensores que se utilizaran y también saldrán los cables que se conectarán a los relés para el control del apagado del vehículo y el encendido del ventilador. En la parte superior tenemos un orificio para la salida de la antena, la cual acabara en la parte del techo para permitir una transmisión de datos adecuada. En la figura N°60 se muestra el modelo en 3D de la carcasa, y en la figura N°61 se muestra el plano según diseño propio de acuerdo a las medidas tomadas en la ubicación en la cual se instalará en el vehículo.

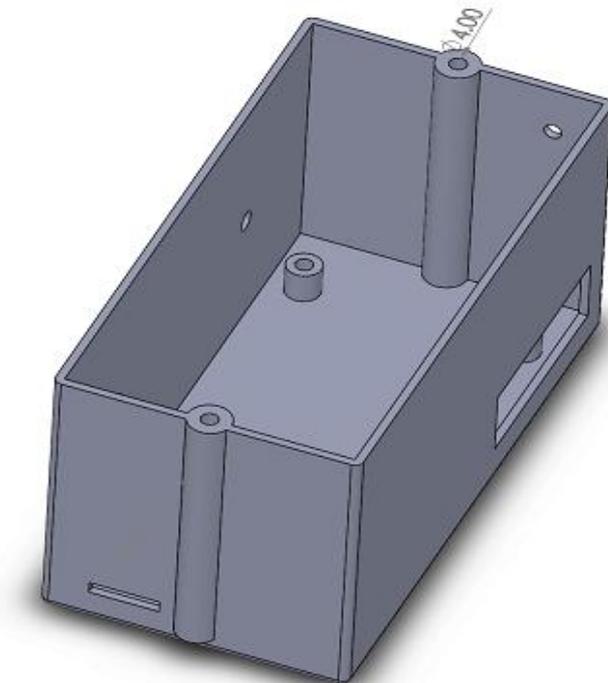


Figura N° 60 Vista isométrica de la carcasa.

Fuente: Diseño propio

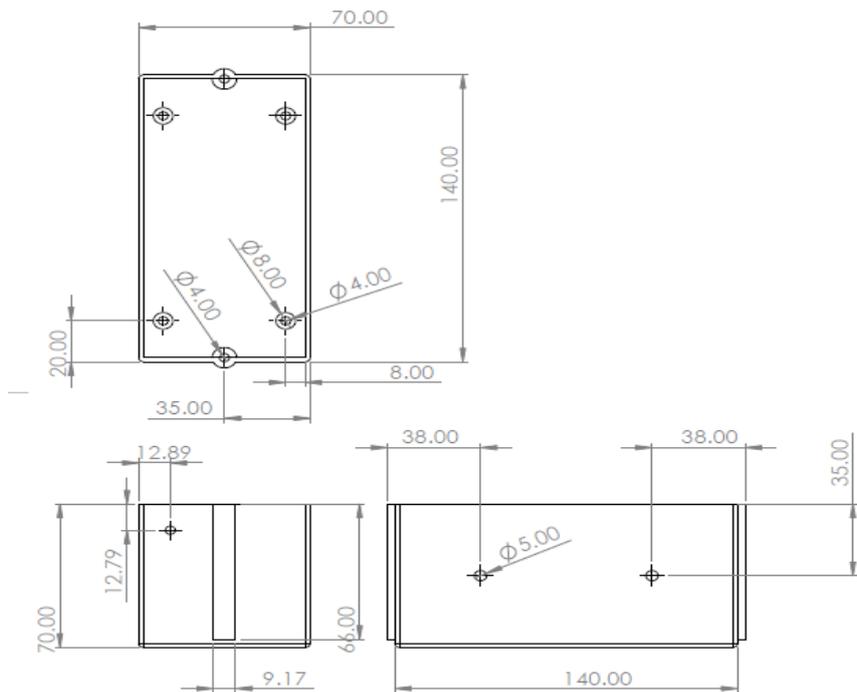


Figura N° 61 Planos de la carcasa.

Fuente: Diseño propio

3.5 Diseño de programación

Filosofía de control

Se tuvo en cuenta que todo el sistema de monitoreo comienza la recolección de los datos cuando el motor se encuentra encendido, es por eso que la primera condición a nuestro diagrama de flujo es comprobar si el motor este encendido, para recoger los datos de los sensores.

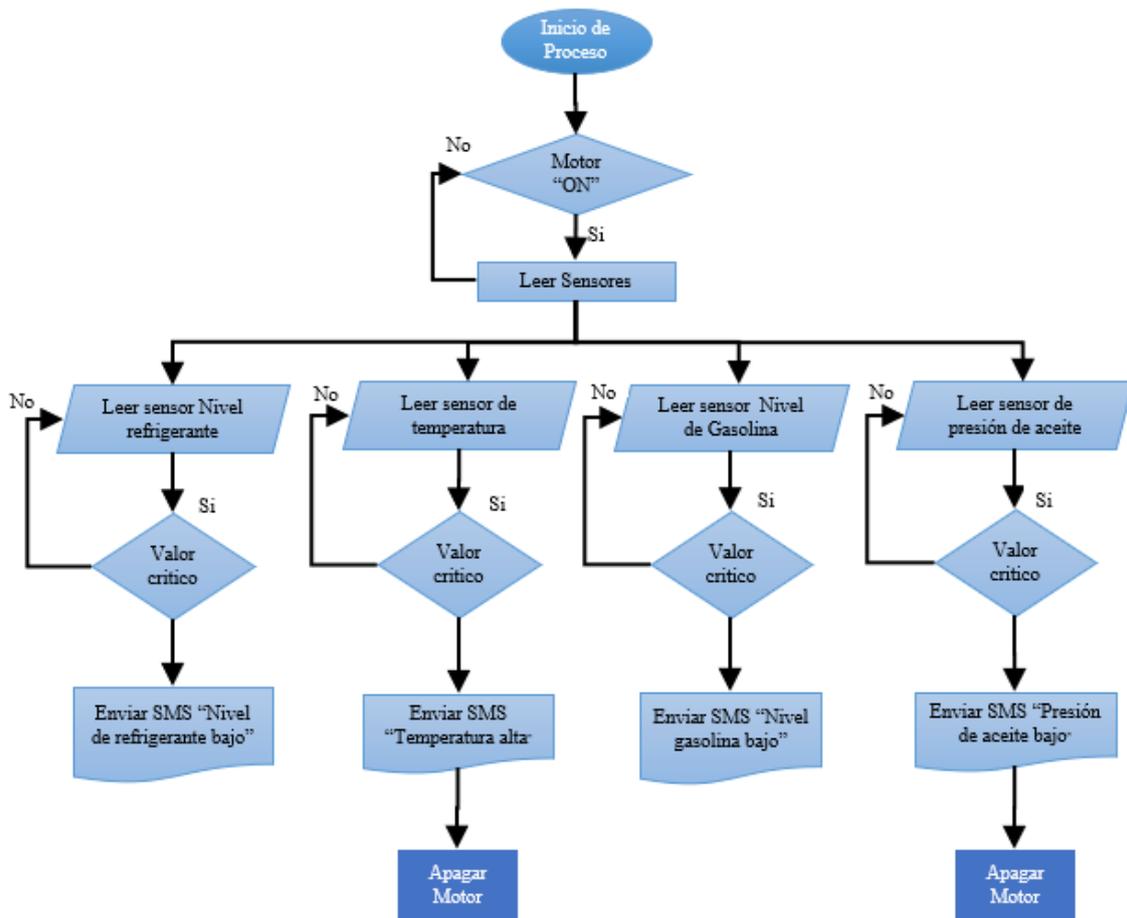


Figura N° 62 Diagrama de flujo del sistema de monitoreo y control.

Fuente: Elaboración propia

Si el motor esta encendido se comienzan a leer los datos de los distintos sensores, en la figura número N°62 se puede apreciar el diagrama de flujo, se leen los sensores de manera consecutiva, si el valor del sensor de refrigerante llega a ser crítico este enviara un mensaje de texto al supervisor, con el mensaje de alerta; si el valor del sensor de temperatura de moto llega a ser crítico este enviara un mensaje de texto al supervisor con el mensaje de alerta ,además enviara el comando para que el motor de vehículo se detenga; si el valor del sensor de combustible llega a ser crítico este enviara un mensaje de texto al supervisor, con el mensaje de alerta; si el valor del sensor de presión de aceite llega a ser crítico este

enviara un mensaje de texto al supervisor con el mensaje de alerta, además enviara el comando para que el motor de vehículo se detenga.

Una vez que se termina el ciclo se vuelve a esperar que el vehículo se encienda para volver a obtener las señales al módulo de monitoreo y control; cabe notar y mencionar que el sistema cuenta con mecanismos lógicos que permiten que ante alguna falla el sistema se vuelve a reiniciar, lo que comúnmente se conoce como *“Watchdog”*, esto embebido en la propia placa Arduino.

Para mayor detalle acerca de los comandos que se usan y sobre la lectura de los sensores por programación se desarrollaran en el siguiente subtítulo de manera que la parte de diseño de programación quede clara.

Programación

De acuerdo a nuestro diagrama de flujo, la primera parte de nuestro programa; comprobamos si nuestro motor se encuentra encendido, con una lectura digital esto en Arduino se hacen con las entradas y salidas digitales comparten pin, motivo por el que se denominan I/O digitales. Esto significa que el mismo pin puede ejecutar funciones tanto de entrada como de salida, aunque no de forma simultánea. Es necesario configurar un pin I/O como entrada o salida en el código.

Como se puede ver en la figura N°63, se tiene la línea de código que se usó para detectar si el motor es prendido.

```

1  int pin = 2;
2  int value = 0;
3
4  void setup() {
5      Serial.begin(9600); //iniciar puerto serie
6      pinMode(pin, INPUT); //definir pin como entrada
7  }
8
9  void loop(){
10     value = digitalRead(pin); //lectura digital de pin
11
12     //mandar mensaje a puerto serie en función del valor leído
13     if (value == HIGH) {
14         Serial.println("Encendido");
15     }
16     else {
17         Serial.println("Apagado");
18     }
19     delay(1000);
20 }

```

Figura N° 63 Código de programación entrada digital.

Fuente: Elaboración propia

El código para realizar la lectura es realmente sencillo. Simplemente tenemos que configurar un I/O digital como entrada con `pinMode()` y realizar la lectura con `digitalRead()`.

Los pines configurados como entradas están en estado de alta impedancia, es decir, se comportan como resistencias de muy elevado valor (del orden de 100 megaohmios). Por tanto, por ellos circula una intensidad despreciable.

Después se tuvo en cuenta la lectura de los sensores analógicos, para eso el código para realizar la lectura es realmente sencillo, y similar al que vimos para las entradas digitales. Simplemente realizamos la lectura mediante `AnalogRead()` y almacenamos el valor devuelto.

Sin embargo, se tuvo en cuenta que las operaciones en coma flotante (con decimales) son mucho más lentas que con enteros por lo que intentar evitar tener que realizar esta conversión y trabajar siempre que sea posible con números enteros.

También se tiene la frecuencia de muestreo, con el código empleado la frecuencia de muestreo es aproximadamente 9600 Hz, es decir, unos 100 micro segundos para la medición. En comparación, la función digitalRead tiene una frecuencia de 15000Hz, unos 66 micro segundos por medición, levemente más rápido.

En la figura N°64, se puede apreciar la programación que se usa para la lectura de señales análogas; estas, mediante otros códigos la lectura analógica puede aumentarse hasta aproximadamente 1,5 Mhz, o 660 nano segundos por entrada. Por contra, las entradas digitales pueden acelerarse hasta casi 15 Mhz, 66 nano segundos, leyendo todas las entradas de forma simultánea. Por lo tanto, vemos que realmente las entradas digitales pueden ser mucho más rápidas que las analógicas.

```
1  const int sensorPin = A0; // seleccionar la entrada para el sensor
2  int sensorValue;        // variable que almacena el valor raw (0 a 1023)
3  float value;           // variable que almacena el voltaje (0.0 a 5.0)
4
5  void setup()
6  {
7    Serial.begin(9600);
8  }
9
10 void loop()
11 {
12   sensorValue = analogRead(sensorPin); // realizar la lectura
13   value = fmap(sensorValue, 0, 1023, 0.0, 5.0); // cambiar escala a 0
14
15   Serial.println(value); // mostrar el valor por se
16   delay(1000);
17 }
18
19 // cambio de escala entre floats
20 float fmap(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max)
21 {
22   return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
23 }
```

Figura N° 64 Código de programación entrada análoga.

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, también se consideró el envío de mensajes de texto, esto se desarrolla con comandos AT, pero lo primero que haremos será

incluir la librería SoftwareSerial.h y configurar la comunicación por los pines 7 y 8 (10 y 11 para el Arduino Mini). El módulo utiliza una velocidad de comunicación de 19200KHz, así que en el setup configuraremos el puerto serie para el SIM900 y para Arduino a esa velocidad.

Además, introduciremos el PIN de la tarjeta para desbloquearla utilizando comandos AT y le daremos un poco de tiempo para que se conecte a la red. El comando que utilizaremos es AT+CPIN="XXXX", donde sustituiremos XXXX por el PIN de nuestra tarjeta.

La programación para enviar un SMS va a ser idéntica, pero crearemos otra función que se encargará de mandar los comandos AT para enviar el SMS.

En la figura N°65 podemos apreciar la programación usada para el envío de mensajes de texto, para esto primero usaremos el comando AT+CMGF=1\r para indicarle al módulo GPRS que vamos a mandar un mensaje, y a continuación introducimos el número al que va dirigido con el comando AT+CMGS = "XXXXXXXXXX".

Una vez hecho esto simplemente le enviamos el contenido del mensaje y lo finalizamos con el carácter ^Z. La función quedaría así:

```
void mensaje_sms()
{
  Serial.println("Enviando SMS...");
  SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); //Configura el modo texto para enviar o recibir mensajes
  delay(1000);
  SIM900.println("AT+CMGS=\"XXXXXXXXXX\""); //Numero al que vamos a enviar el mensaje
  delay(1000);
  SIM900.println("SMS enviado desde un Arduino."); // Texto del SMS
  delay(100);
  SIM900.println((char)26); //Comando de finalización ^Z
  delay(100);
  SIM900.println();
  delay(5000); // Esperamos un tiempo para que envíe el SMS
  Serial.println("SMS enviado");
}
```

Figura N° 65 Código de programación para el envío de SMS.

Fuente: Elaboración propia.

La función `digitalWrite()`, utilizada normalmente en la función `loop()`, sirve para escribir un valor (o poner en un estado) un pin digital. Los valores o estados posibles son HIGH (alto) o LOW (bajo). En la figura N°66 se muestra la programación para establecer valores discretos a un pin de la salida del microcontrolador.

```
-
void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);      // sets the digital pin 13 as output
}

void loop()
{
  digitalWrite(13, HIGH);   // sets the digital pin 13 on
  delay(1000);              // waits for a second
  digitalWrite(13, LOW);    // sets the digital pin 13 off
  delay(1000);              // waits for a second
}
```

Figura N° 66 Código de programación para apagar el relé.

Fuente: Elaboración propia

En la parte principal de nuestro programa se definen los pines de salida, el número de celular de referencia que actúa como el supervisor, además se declaran las variables de lectura del mensaje de texto, y los “*arrays*” que sirven para comparar los mensajes enviados; en la figura N°67 se ve la declaración de las variables.

```

SoftwareSerial gsm(7, 8); // RX, TX
char numero_cell[]="51980146664";//meter numero de telefono
int estado=13;
int led =12;
int i=0;
int j=0;
char DAT;
char DAT_dos;
char datosSERIAL[10];
char clave_uno[]={ 'M', 'O', 'T', 'O', 'F' };//AQUI CAMBIAMOS TODO EL MENSAJE DE CONTROL
char clave_dos[]={ 'M', 'O', 'T', 'O', 'N' };//AQUI CAMBIAMOS TODO EL MENSAJE DE CONTROL

```

Figura N° 67 Código de programación para declarar las variables.

Fuente: Elaboración propia

Después el programa se queda en un bucle, a la espera de alguna señal o mensaje de texto, los mensajes de texto comienzan con el carácter “@”, y esto hace más sencilla la comparación de la cadena de datos; estos a su vez se guardan en el “array” gsm.read() y este se compara en led_on y en led_off, para después de saber qué tipo de comando llegó este ejecuta y pone en alto o bajo el pin declarado como la salida del motor, en la figura N°68 se muestra, la comparación de los datos leídos con la cadena de datos antes declarada.

```

void led_off()
{
  if(datosSERIAL[0]==clave_dos[0] && datosSERIAL[1]==clave_dos[1] && datosSERIAL[2]==clave_dos[2]
  {
    digitalWrite(led,LOW);
    Serial.println(" MOTOR ENCENDIDO .....");
    mensaje_apagado();
  }
}

void led_on()
{
  if(datosSERIAL[0]==clave_uno[0] && datosSERIAL[1]==clave_uno[1] && datosSERIAL[2]==clave_uno[2]
  {
    digitalWrite(led,HIGH);
    Serial.println(" MOTOR APAGADO .....");
    mensaje_encendido();
  }
}

```

Figura N° 68 Código de programación comparación de SMS.

Fuente: Elaboración propia.

Consecutivamente, el programa devuelve un mensaje de texto del tipo ASK, o más conocido como acuse de recepción, que confirma que efectivamente el motor de vehículo se detuvo o se encuentra activo; de esa manera también compara cuando se le solicita alguna de las otras variables que desea el supervisor; la diferencia es que en esos casos se leen las entradas del procesador y se envían en vez del mensaje de texto del tipo acuse de recepción.

3.6 Implementación del dispositivo

La implementación del sistema comenzará con la instalación de la carcasa en donde se alojará la placa electrónica junto con las conexiones de los diferentes sensores a monitorear. La carcasa estará ubicada en la parte trasera de la consola central del tablero como se muestra en la figura N°69 la cual se muestra a continuación. Se seleccionó esta ubicación debido a la proximidad de la ECU y el tablero de instrumentos los cuales son los lugares de donde se tomarán los valores de los sensores.

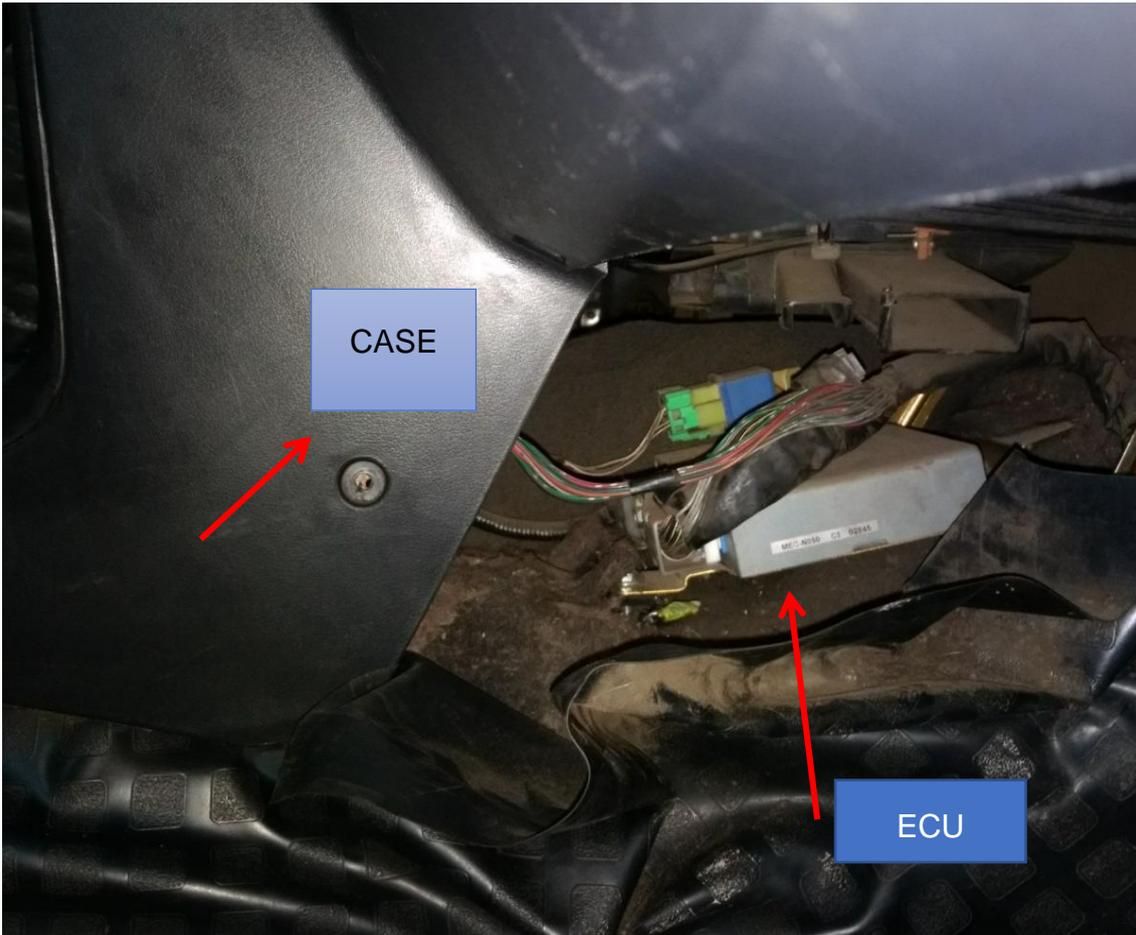


Figura N° 69 Ubicación de CARCASA

Fuente: Manual de servicio Nissan Sentra V16 pág. SE-5

En la figura N°70 se puede observar otra perspectiva de la ubicación que tendrá la carcasa con respecto al tablero de instrumentos del cual también se obtendrán señales.



Figura N° 70 Ubicación de CARCASA desde tablero

Fuente: Manual de servicio Nissan Sentra V16 pág. SE-5

Implementación para adquirir datos de nivel de combustible

A continuación, se muestra cómo fue la adquisición de datos del sensor de nivel de gasolina, en la figura N°71 se muestra la toma de datos de boya de combustible.



Figura N° 71 Datos sensor de nivel, bomba de combustible.

Fuente: Fotografía propia

Esta boya sigue en su recorrido hasta el tablero del vehículo. En la figura N°72 se muestra el recorrido del cable de sensor de nivel de combustible por la parte izquierda delantera del vehículo.



Figura N° 72 Recorrido del sensor de nivel de combustible.

Fuente: Fotografía propia

El recorrido de los cables que se encuentra en la parte del posterior del tablero hacia la carcasa que se encuentra en la parte posterior del tablero sería de la siguiente manera como se muestra en la figura N°73.



Figura N° 73 Recorrido del sensor de nivel de combustible a la carcasa.

Fuente: Fotografía propia

Implementación Sensor de temperatura de motor.

Para adquirir datos del sensor de temperatura, utilizaremos las patillas de la ECU 59 y 43, las cuales vienen directamente del sensor de temperatura que se encuentra en el motor. En la figura N°74 se muestra la ubicación del sensor de temperatura en el motor.



Figura N° 74 Ubicación del sensor de temperatura.

Fuente: Fotografía propia

Los cables fueron conectados como se muestra en la figura N°75 de la ECU hacia la carcasa de control.



Figura N° 75 Recorrido de cableado de la ECU hacia la carcasa.

Fuente: Fotografía propia

Implementación de sensor de nivel de refrigerante

Para tomar los datos del nivel de refrigerante en el motor colocamos una boya de nivel magnética en la parte interna del depósito de expansión del vehículo como se muestra en la figura N°76.

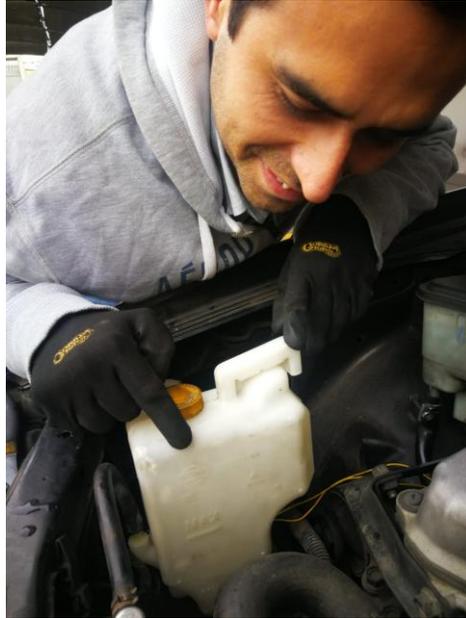


Figura N° 76 Tanque de expansión con boya de nivel.

Fuente: Fotografía propia

En la figura N°77 se muestra la ubicación del tanque y el recorrido del cableado de la boya hasta la carcasa.



Figura N° 77 Recorrido de cableado de tanque de expansión.

Fuente: Fotografía propia

El recorrido de los cables es por la parte derecha del motor hacia el orificio por donde pasan todos los cables del motor hacia la cabina. Desde este punto que es muy cercano a la ECU se conectarán los cables hacia la carcasa.

Implementación del sensor de presión de aceite

El sensor de presión de aceite es como se muestra en la figura N°78, y esta se encuentra en la parte posterior del motor justo por encima del filtro de aceite.



Figura N° 78 Ubicación de sensor de presión de aceite.

Fuente: Fotografía propia

Este sensor funciona como un interruptor a tierra y va conectado directamente al tablero del vehículo. Se tomaron los cables que van directamente al tablero del vehículo para la carcasa como un interruptor que cierra el sistema de un relé conectado a fuente, esto para que el sensor a cerrar circuito a masa energice el relé y deje pasar una señal de control que va conectada al microprocesador, en la figura N°79 se puede apreciar como estaría implementado el sensor de presión de aceite.

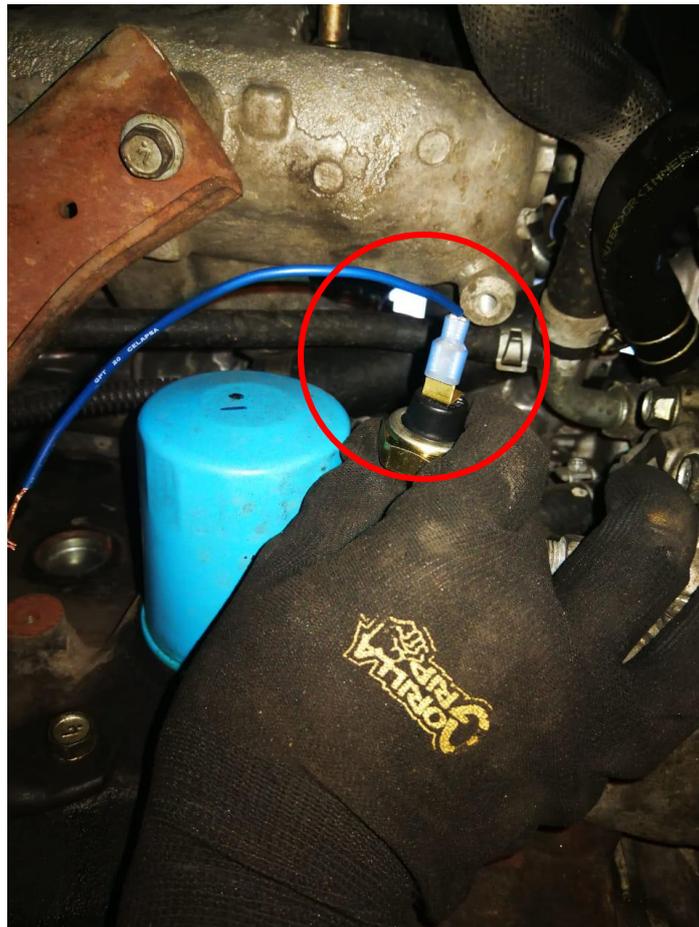


Figura N°79 Implementación del sensor de presión de aceite.

Fuente: Elaboración propia

Implementación del sistema de comprobación Motor ON/OFF

Para esta condición, tomaremos la señal de la patilla número 6 que viene del alternador, cuando este empieza a girar le informa al tablero que el motor está girando y apaga un testigo que se encuentra en el monitor del tablero. En la figura N°80 se puede apreciar la el testigo prendido cuando el motor no está girando.



Figura N° 80 Testigo de tablero para encendido.

Fuente: Fotografía propia

Para la implementación cableada se tomó, como en la figura N°81 se puede ver el testigo del motor ubicado en el tablero y se será llevado al módulo de monitoreo y control implementado.



Figura N°81 Implementación de la confirmación del motor.

Fuente: Elaboración propia

Implementación completa del sistema de monitoreo y control

La parte de la implementación que se encuentra en la cabina, hace referencia al módulo de monitoreo y control el cual se encuentra señalado en la parte posterior del tablero como se muestra señalado en la figura N°82.



Figura N°82 Ubicación del módulo de control tablero.

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°83 se pueden observar la disposición de los diferentes sensores en la parte del motor. En la imagen se identifica los sensores de nivel de refrigerante, temperatura de motor y la parte en donde se ubica el sensor de presión de aceite. En el caso del sensor de nivel de combustible se aloja en la parte baja del asiento trasero del vehículo.

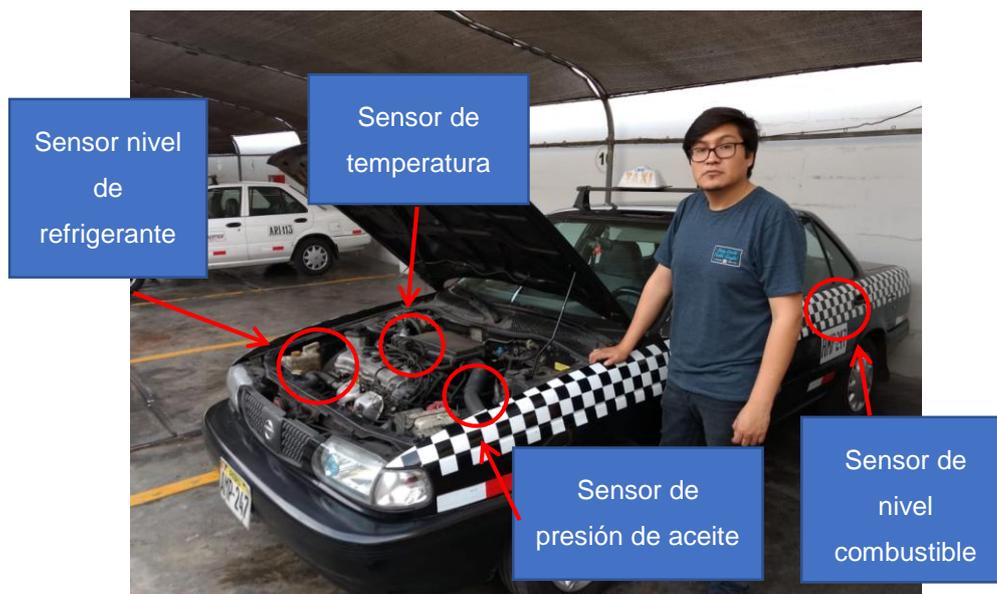


Figura N°83 Ubicación de los sensores en el vehículo.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 Pruebas

Se describe como fueron cada una de las pruebas realizadas para cada sensor censado para nuestro sistema de monitoreo y control y también el montaje de cada de una de las partes que conforman nuestro sistema.

Prueba de montaje de carcasa

Para esta prueba se ubicó la carcasa en su posición, probando que el montaje y el aislamiento sea el correcto. Una vez puesta la carcasa en su posición se probó que el montaje soporte las vibraciones del vehículo en movimiento.

Prueba de sensor de nivel de combustible

Para esta prueba, se comprobaron los valores descritos en el manual de servicio del Nissan Sentra y se probó su funcionamiento subiendo y bajando de forma manual la boya para verificar los datos que nos arrojó. Luego de esto se verificó como funciona nuestro sistema de acondicionamiento, en función a los datos de variación de resistencia que nos arrojó el sistema.

Prueba de sensor de temperatura

Para esta prueba, se comprobó los valores descritos en el manual de servicio del Nissan Sentra y se probó su funcionamiento tomando datos del sensor con el motor frio, y luego se llevó el motor hasta su temperatura de funcionamiento normal. Después de esto se volvieron a tomar datos del valor entregado. Luego de esto se verificó como funciona nuestro

sistema de acondicionamiento en función a los datos de variación de resistencia que nos arrojó el sistema.

Prueba de sensor de nivel de refrigerante

Para esta prueba, se comprobó la boya sensor de nivel que fue insertada en el tanque de expansión el cual cumplió la función de detectar cuando el nivel de refrigerante se encontraba en un nivel crítico o bajo. Parte de la prueba consistió en comprobar la hermeticidad de la junta del sensor y las paredes del tanque de expansión a temperatura ambiente y a temperatura de funcionamiento normal del vehículo. Una vez se comprobó que no habían fugas, nos aseguramos que el nivel de refrigerante se encuentra en un nivel máximo de funcionamiento. Se procedió al drenado del refrigerante por una manguera de agua del motor para que el nivel del refrigerante baje y de esta manera se comprobó que el circuito interno de la boya se cierra, y esto brindó la alerta que se estaba buscando. Se verificó que esta señal llegaba correctamente a nuestro arduino para que sea considerado como una alerta.

Prueba de sensor de presión de aceite

Para esta prueba, se comprobó como el sensor de presión de aceite ubicado en la parte posterior del motor, se conectaba a tierra para cerrar un circuito en caso el motor no tenga presión de aceite. Se simuló la prueba conectando un cable al monoblock al cable de salida del sensor, esto para simular que el sensor se está cerrando por falta de aceite.

4.2 Resultados

Resultado de montaje de carcasa

Como se puede apreciar en la figura 84, la carcasa se instaló de manera satisfactoria, teniendo en cuenta la vibración del vehículo y las

condiciones en cuanto a temperatura presentada, además se verificó que el módulo es apto, cuando el automóvil está en plena marcha.



Figura N° 84 Implementación de la carcasa.

Fuente: Elaboración propia

Además, se tuvo en cuenta el aislamiento que deben de tener los circuitos eléctricos y electrónicos lo cual se demostró con el módulo funcionando cuando el vehículo está en marcha.



Figura N°85 Montaje de carcasa de monitoreo y control.

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°85, se muestra el módulo de monitoreo y control en su posición establecida en el diseño, la cual fue en la parte posterior de la consola central del tablero del vehículo.

Resultado de sensor de nivel de combustible

Para obtener el resultado de la prueba de nivel combustible, se descargó el tanque de combustible como se puede apreciar en la figura N°86, y además se envió el mensaje de texto desde el celular del supervisor para comprobar que el nivel de combustible era bajo.



Figura N°86 Prueba del sensor de combustible.

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°87, se puede apreciar el mensaje de texto que se obtuvo cuando el nivel de combustible estaba bajo, con el comando respectivo se pudo monitorear el nivel del combustible cuantas veces se requirió.



Figura N°87 Mensaje del nivel de combustible.

Fuente: Elaboración propia.

Para el nivel de combustible se estableció una correspondencia como la que se muestra en la tabla 9, estos parámetros fueron establecidos en base a la experiencia de los conductores y supervisores de la empresa Inversiones Puente S.A.C.

Tabla 9 Correspondencia con SMS del nivel de combustible.

Parámetro en SMS	Nivel del tanque	
	Max	Min
Lleno	1	3/4
Medio	3/4	1/2
Bajo	1/2	1/8
Critico	1/8	0

Fuente: Elaboración propia

Resultado de sensor de temperatura

Para obtener el resultado de la temperatura del motor, se tuvo que desconectar el ventilador del motor y cubrir el radiador, como se puede apreciar en la figura N°88, de esta manera el motor no tuvo como regular su temperatura y corrió el riesgo de llegar a fundirse o dañar algunas parte mecánica internas.

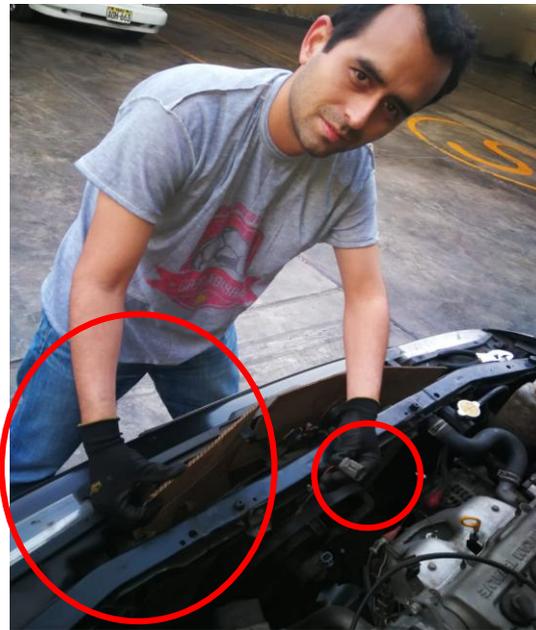


Figura N°88 Desconectando el ventilador del motor y tapando el radiador.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se envió el mensaje de texto para que el sistema nos devuelva la temperatura del motor; en la figura N°89, se pudo apreciar que la temperatura del motor estuvo por encima de lo normal, pero para efectos de prueba solo estamos confirmando la temperatura del motor para evitar daños en el motor.



Figura N°89 Prueba de la temperatura del motor.

Fuente: Elaboración propia

El comando y el mensaje de texto de respuesta se puede apreciar la figura N°90, cabe resaltar que la alta temperatura del motor enviaría el mensaje y apagaría el motor.



Figura N°90 Mensaje de texto de la temperatura de motor.

Fuente: Elaboración propia

Para la temperatura del motor se estableció una correspondencia como la que se ve en la tabla 10, estos parámetros fueron establecidos en base a la experiencia de los conductores y supervisores de la empresa Inversiones Puente S.A.C.

Tabla 10 Correspondencia con SMS con la temperatura del motor.

Parámetro en SMS	Temperatura del motor (°C)	
	Max	Min
Temp baja	20	50
Temp norm	50	80
Temp alta	80	90
Temp critica	90	> 90

Fuente: Elaboración propia

Resultado de sensor de nivel de refrigerante

Para obtener el resultado del sensor de nivel de refrigerante, se tuvo que descargar el tanque del refrigerante, de esta manera el módulo de monitoreo detecto el nivel bajo de refrigerante; cómo se puede apreciar en la figura N°91, el nivel del refrigerante está al mínimo y debido a esta condición, el módulo envía el mensaje de texto.



Figura N°91 Prueba de nivel de refrigerante.

Fuente: Elaboración propia

El mensaje de texto para confirmar el nivel del refrigerante del motor tiene el siguiente contenido que se puede apreciar en la figura N°92.



Figura N°92 Mensaje de texto de nivel de refrigerante.

Fuente: Elaboración propia

Para el nivel de refrigerante del motor se estableció una correspondencia como la que se muestra en la tabla 11, estos parámetros fueron establecidos en base a la experiencia de los conductores y supervisores de la empresa Inversiones Puente S.A.C.

Tabla 11 Correspondencia con SMS con la temperatura del motor.

Parámetro en SMS	Nivel de refrigerante	
	Max	Min
Ref norm	> 1/3	1/3
Ref bajo	1/3	0

Fuente: Elaboración propia.

Resultado de sensor de presión de aceite.

Debido a que el sensor de presión de aceite funciona como un interruptor a tierra, para realizar la prueba se conectó la salida del sensor a tierra, para simular que el sensor cerro el circuito, esto debido a que sería muy riesgoso para la integridad del motor dejarlo sin aceite por más que sean pocos segundos. En la figura N°93 se pudo observar cuando el cable azul del sensor de presión de aceite se lleva a conexión a tierra.



Figura N°93 Puesta a tierra de sensor de presión de aceite.

Fuente: Elaboración propia

Luego de la prueba se observa en la figura N°94 que el usuario es alertado con un mensaje de texto, informando que la presión de aceite esta baja.



Figura N°94 Mensaje de texto de la presión de aceite de motor.

Fuente: Elaboración propia

Para presión de aceite del motor se estableció en una correspondencia como la que se ve en la tabla 12, estos parámetros fueron establecidos en base a la experiencia de los conductores y supervisores de la empresa Inversiones Puente S.A.C.

Tabla 12 Correspondencia con SMS con la presión de aceite.

Parámetro en SMS	Presión de aceite
Pre ac norm	Hay presión de aceite
Pre ac baja	No hay presión de aceite

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

De la presente tesis, podemos concluir lo siguiente:

- a) Fue posible diseñar e implementar el sistema de monitoreo y control mediante tecnología GSM para vehículos de la empresa de taxis Inversiones Puente SAC
- b) Fue posible monitorear el nivel bajo de combustible de la unidad vehicular de la empresa de taxis Inversiones Puente S.A.C, permitió obtener desde el número celular del supervisor si el nivel del combustible es bajo para no exigir el funcionamiento de las unidades.
- c) Fue posible monitorear la temperatura del motor de la unidad vehicular de la empresa de taxis Inversiones Puente S.A.C, lo que se demostró en la prueba de sensor de temperatura, descrita en el capítulo cuatro; y de esta manera se cumplen los objetivos planteados.
- d) Fue posible monitorear el nivel de refrigerante de la unidad vehicular de la empresa de taxis Inversiones Puente S.A.C, lo que se demostró en la prueba de sensor de nivel de refrigerante, descrita en el capítulo cuatro; y de esta manera se cumplen los objetivos planteados.
- e) Fue posible monitorear la presión de aceite de la unidad vehicular de la empresa de taxis Inversiones Puente S.A.C, lo que se demostró en la prueba de presión de aceite, descrita en el capítulo cuatro; y de esta manera se cumplen los objetivos planteados.
- f) Fue posible monitorear el nivel de combustible de la unidad vehicular de la empresa de taxis Inversiones Puente S.A.C, lo que se demostró en la prueba de nivel de combustible, descrita en el capítulo cuatro; y de esta manera se cumplen los objetivos planteados.

RECOMENDACIONES

De la presente tesis, se recomienda lo siguiente:

- a) Para una mejora en la administración de las unidades, desarrollar un software en el celular del supervisor que permita un orden al momento de la recolección masiva de los datos; un software que sea fácil de usar que permita hacer históricos en cuanto a los parámetros antes mencionados.
- b) Se recomienda una interfaz entre la red GSM de celulares y un computadora o servidor que permita más adelante monitorear los parámetros en tiempo real, lo que sería posible usando tecnología GPRS.
- c) Se recomienda que el modelo de vehículo sea migrado a otra marca y modelo, debido a la migración de parque automotor de taxis evoluciona, y no causaría el mismo efecto si este no representa una cantidad considerable de la flota de la empresa en que se implemente.
- d) Se recomienda agregar sistemas de seguridad vehicular al sistema de monitoreo y control, debido al alto índice de robo de este tipo de unidades vehiculares también sería de bastante impacto el agregar este tipo de sistemas, que de alguna manera evadan los bloqueadores de señal que se usan actualmente.
- e) Se recomienda usar otro tipo de microprocesador y módulo GSM, a fin optimizar el espacio y también poder descubrir algunos mecanismos de programación que sean más efectivos con el módulo de monitoreo y control.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Artero, O. T. (2013). *Curso parctico de formacion,Arduino*. Mexico: Alfaomega.
2. Autocosmos. (2016). *Fotografia panoramica del Nissan Sentra V16*. Obtenido de <https://noticias.autocosmos.com.pe/2016/10/31/nissan-v16-termina-produccion>.
3. Bedoya P., Salazar C., & Muñoz F. (2013). Implementación, control y monitoreo de un sistema de seguridad vehicular por redes GSM/GPRS. Pereyra, Colombia.
4. Bosh, R. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Alemania: Bauer & Partner.
5. Canrif. (2009). *Ficha tecnica Nissan Sentra V16*. Obtenido de (<http://www.carinf.com/es/908049476.html>).
6. Corona Ramirez, L. G., Abarca Jiménez, G. S., & Mares Carreño, J. (2014). *Sensores y actuadores*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
7. Godinez, R. (2011). Diseño e implementación de un sistema de alerta temprana ante desborde de ríos utilizando la red. Perú.
8. Gutiérrez C. (2012). Monitoreo y control remoto usando la red de telefonía celular GSM. Mexico, Mexico.
9. Huidobro Moya, J. M. (2001). *Manual de la telefonía*. España: Thomson Learning.
10. Huidobro, J. M. (2013). *Comunicaciones móviles*. Mexico: Alfaomega.
11. Huidobro, J. M., & Comesa Pastor, R. (2006). *Sistemas de telefonía*. España: Thomson.
12. Instruments, T. (2003). *Manual uA7800 Series*. Dallas.
13. Martinez, G. (2007). *Enciclopedia practica del automovil*. Mexico.
14. Mendez, U. (2016). *Comparativo de arduinos compactos*. Obtenido de 330 ohms: <https://www.330ohms.com/blogs/blog/114183172>
15. Morán Montaña, M., Campos Arce, J. J., & Louman, B. (2006). *Uso de los principios, cirterios e indicadores para monitorear y evaluar acciones y efectos politicos en el manejo de recursos naturales*. Catie.

16. Nissan. (2003). *Manual Tecnico Nissan Sentra V16/B13*. Mexico.
17. Ramos, D. (2014). *Diseño de un sistema de monitoreo OBDII con comunicacion GSM*. Mexico.
18. Serna, L., Morantes, L., & Delgado, E. (2015). *Transferencia optima de datos para monitoreo y control remoto de sistemas en tiempo real*. Fondo editorial ITM.
19. Shimabukuro C. (2010). Implementación de un sistema de ubicación y discernimiento entre tecnología celular GSM y satelital para el seguimiento de unidades móviles. Perú.
20. Villacis, S. (2005). Sistema de monitoreo y control remoto utilizando el servicio de mensajes de texto de la red GSM. Perú.
21. Wika. (2018). *Tipos de contacto de rele para un sensor de instrumentacion*. Obtenido de <https://www.bloginstrumentacion.com/productos/caudal>.

ANEXOS

Anexo 1: Ficha Técnica Nissan V16

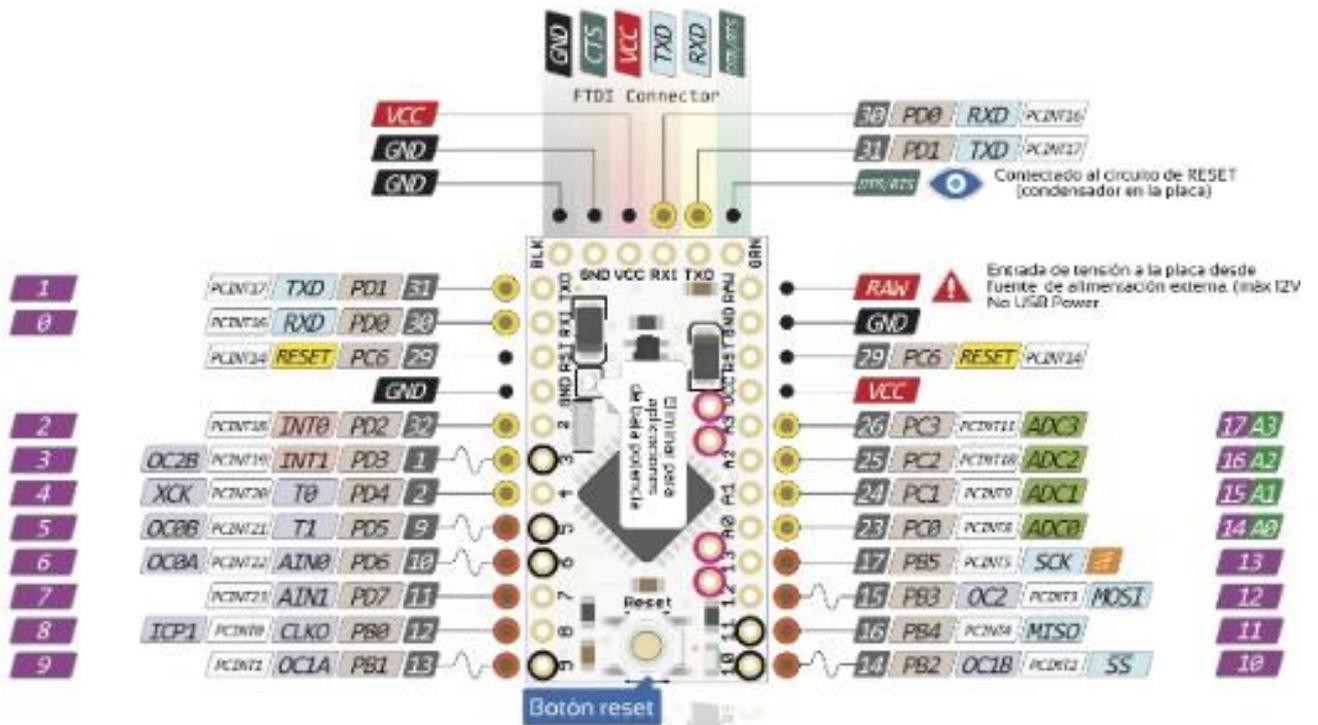
LISTADO DE ESPECIFICACIONES

MODELO: NISSAN SENTRA V16 (B13)

CLAVE COMERCIAL		B3-501	B3-503	B3-706
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
MODELO		NISSAN V16 CLÁSICO M/T STD	NISSAN V16 CLÁSICO M/T ESPECIAL + A/C	NISSAN V16 CLÁSICO A/T ESPECIAL + A/C
MOTOR	TIPO	GA16 DNE, 4 CILINDROS EN LINEA DOHC, 16 VÁLVULAS		
	ALIMENTACIÓN	CONTROL ELECTRÓNICO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE, ECCS		
	CATALIZADOR	SI		
	CILINDRADA	(CC)	1,597	
	RELACIÓN DE COMPRESIÓN		9.5 : 1	
	POTENCIA MÁXIMA	(Hp/rpm)	105 / 6,000	
	TORQUE MÁXIMO	(Kgm/rpm)	14.3 / 4,000	
DIRECCIÓN	TIPO	SERVOASISTIDA PIÑÓN Y CREMALLERA COLUMNA PLEGABLE		
TRANSMISIÓN		MECÁNICA DE 5 VELOCIDADES		AUTOMÁTICA DE 4 VELOCIDADES
TRACCIÓN		4 x 2 DELANTERA		
FRENOS	TIPO	HIDRÁULICOS ASISTIDOS POR VACÍO		
	DELANTEROS	DISCOS SÓLIDOS		
	POSTERIORES	TAMBORES CON AJUSTADOR AUTOMÁTICO		
SUSPENSIÓN	DELANTERA	INDEPENDIENTE CON MONTANTES MCPHERSON, MUELLES HELICOIDALES		
	POSTERIOR	INDEPENDIENTE CON MONTANTES MCPHERSON, MUELLES HELICOIDALES		
COMBUSTIBLE	TIPO	GASOLINA DE 90 OCTANOS O MÁS		
	CAPACIDAD DE TANQUE	(GL/L)	13.2 / 50	
DIMENSIONES	DISTANCIA ENTRE EJES	MM	2430	
	LARGO TOTAL	MM	4324	
	ANCHO TOTAL	MM	1640	
	ALTO TOTAL	MM	1369	
	CLARO MÍNIMO AL PISO	MM	110	
PESOS	PESO BRUTO VEHICULAR	(KG)	1389	1434
	PESO NETO	(KG)	1010	1099
	CARGA ÚTIL	(KG)	379	335
OTROS	NUMERO DE PASAJEROS		4	
	Nº DE ASIENTOS		5: (4 Pasajeros + 1 Piloto)	
	RADIO MÍNIMO DE GIRO	M	4.6	
EQUIPAMIENTO INTERIOR				
CLIMATIZACIÓN	AIRE ACONDICIONADO	NO	SI	SI
	AIRE FORZADO Y CALEFACCIÓN	SI	SI	SI
ASIENTOS DELANTEROS	TIPO BUTACA	SI	SI	SI
	CON APOYACABEZAS INTEGRADOS	SI	SI	SI
ASIENTOS POSTERIORES	CON APOYACABEZAS INTEGRADOS	SI	SI	SI
TAPIZ DE ASIENTOS	DE TELA	SI	SI	SI

CINTURONES DE SEGURIDAD	DELANTEROS, 2 DE 3 PUNTOS	SI	SI	SI	
	POSTERIORES (2 DE 3 PTOS Y 1 DE 2	SI	SI	SI	
ESPEJO RETROVISOR INTERIOR	TIPO DÍA / NOCHE	SI	SI	SI	
ELEVACIONES	DELANTEROS: MANUALES	SI	SI	SI	
	POSTERIORES: MANUALES	SI	SI	SI	
EQUIPO DE SONIDO	RADIO CD CON MP3 Y ENTRADA	SI	SI	SI	
	PARLANTES	2	SI	SI	
	ANTENA DE RADIO	SI	SI	SI	
CONSOLA CENTRAL		NO	NO	SI	
LUZ DE SALÓN		SI	SI	SI	
CAPACIDAD DE LA MALETERA			338 litros		
EQUIPAMIENTOS INTERIORES ADICIONALES	DESEMPANADOR DE LUNA POSTERIOR	SI	SI	SI	
	GUANTERA	SI	SI	SI	
	CENICERO	NO	NO	SI	
	ENCENDEDOR	SI	NO	SI	
	MASCARA TABLERO COLOR TITANIO	SI	SI	SI	
	ODOMETRO ANALOGICO	SI	SI	SI	
	PUERTAS DELANTERAS CON	SI	SI	SI	
	PUERTAS POSTERIORES CON SEGURO	SI	SI	SI	
	SOCKET DE 12 VOLTIOS	SI	SI	SI	
	PISO ALFOMBRADO	SI	SI	SI	
	PARASOL PILOTO Y COPILOTO	SI	SI	SI	
	AGARRADERA	1	SI	SI	SI
	ASIENTO POSTERIOR TIPO BANCA	NO	SI	SI	
	TACOMETRO	NO	NO	NO	
VELOCIMETRO	SI	SI	SI		
TIMÓN	DE 3 RAYOS	SI	SI	SI	
	DE URETANO	SI	SI	SI	
EQUIPAMIENTO EXTERIOR					
AROS Y NEUMÁTICOS	AROS DE ACERO DE 13"	SI	SI	SI	
	COBERTOR DE AROS	SI	SI	SI	
	NEUMATICOS 175/70 R13	SI	SI	SI	
	NEUMÁTICO DE REPUESTO 175/70 R13	SI	SI	SI	
ESPEJOS EXTERIORES	MANUALES	SI	SI	SI	
	DE COLOR NEGRO	SI	NO	NO	
	DE COLOR DE LA CARROCERIA	NO	SI	SI	
FAROS	HALÓGENOS MULTIPARABOLA	SI	SI	SI	
LIMPIAPARABRISAS	DE 2 VELOCIDADES	SI	SI	SI	
EQUIPAMIENTOS EXTERIORES ADICIONALES	ALARMA	NO	SI	SI	
	MALETERA ALFOMBRADA MOLDEADA	SI	SI	SI	
	APERTURA TAPA DE COMBUSTIBLE	SI	SI	SI	
	MASCARA DE COLOR NEGRO	SI	SI	SI	
	PARABRISAS LAMINADO	SI	SI	SI	
	PARAHOQUES DELANTERO DEL COLOR	SI	SI	SI	
	SEGURO DE VASOS Y AROS	NO	SI	SI	

Anexo 2: Esquema de patillas Arduino Mini Pro



Anexo 3: Esquema electrico Nissan Sentra V16

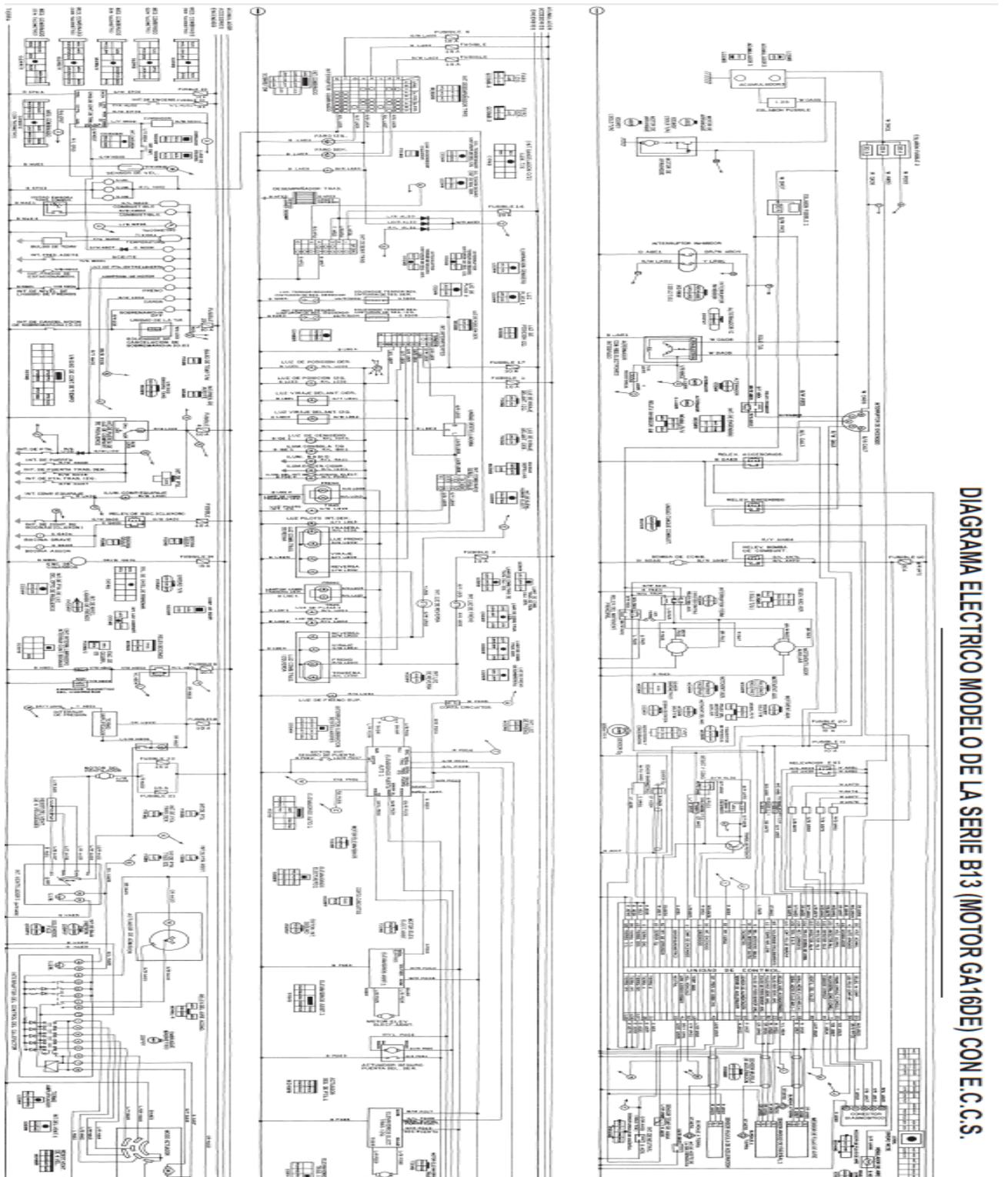


DIAGRAMA ELECTRICO MODELO DE LA SERIE B13 (MOTOR GA16DE) CON E.C.S.