



ITCA
FEPADE

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN ENTRE SISTEMAS DE ACELERACIÓN ELECTRÓNICA Y CUERPOS DE VÁLVULAS EN TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS

APLICACIÓN EN ITCA-FEPADE SEDE CENTRAL

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL
TÉC. FRANCISCO ERNESTO CORTEZ REINOSA

DOCENTE COINVESTIGADOR
ING. EDUARDO ANTONIO AMAYA GARCÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
ESCUELA DE EDUCACIÓN DUAL
ITCA-FEPADE SEDE CENTRAL**

ENERO 2025



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA





ITCA
FEPADE

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN ENTRE SISTEMAS DE ACELERACIÓN ELECTRÓNICA Y CUERPOS DE VÁLVULAS EN TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS

APLICACIÓN EN ITCA-FEPADE SEDE CENTRAL

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL
TÉC. FRANCISCO ERNESTO CORTEZ REINOSA

DOCENTE COINVESTIGADOR
ING. EDUARDO ANTONIO AMAYA GARCÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
ESCUELA DE EDUCACIÓN DUAL
ITCA-FEPADE SEDE CENTRAL

ENERO 2025



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



Rector

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrector

Ing. Christian Antonio Guevara Orantes

**Director de Investigación
y Proyección Social**

Ing. Mario W. Montes Arias

**Dirección de Investigación
y Proyección Social**

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo
Inga. Jeannette Tatiana Galeas Rodríguez
Téc. Cristina Michellé Vásquez Hernández
Sra. Delmy Roxana Reyes Zepeda

Director Escuela de Ingeniería Automotriz

Ing. Juan José Lara Hernández

Director Escuela de Educación Dual

Ing. Ovanio Humberto Ávalos García

629.244 6

C828e Cortez Reinoso, Francisco Ernesto 1988 -

slv Estudio de la interacción entre sistemas de
aceleración electrónica y cuerpos de válvulas en
transmisiones automáticas. Aplicación en
ITCA-FEPADE Sede Central / Francisco Ernesto,
Cortez Reinoso y Eduardo Antonio, Amaya García.
-- 1ª ed. -- Santa Tecla, La Libertad, El Salv.: ITCA
Editores, 2025.

54.: il.; 28 cm.

ISBN: 978-99983-69-53-5 (Impreso)

ISBN: 978-99983-69-54-2 (E-Book, pdf)

1. Automóviles - Mecanismo de transmisión 2.
Ingeniería Automotriz. 3. Sistema Eléctrico 4.
Tecnología automovilística. I. Amaya García,
Eduardo Antonio 1980-, coaut. II. Título.

Autor

Téc. Francisco Ernesto Cortez Reinoso

Coautor

Ing. Eduardo Antonio Amaya García

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2025

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial
Compartir Igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE
Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América
Sitio Web. www.itca.edu.sv
TEL. (503)2132-7423

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
2.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	7
2.2.	ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA.....	7
2.3.	JUSTIFICACIÓN.....	9
3.	OBJETIVOS.....	10
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	10
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4.	HIPÓTESIS.....	10
5.	MARCO TEÓRICO.....	10
6.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	14
6.1.	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL ENTRENADOR	16
6.2.	COMPONENTES DEL SISTEMA.....	18
7.	RESULTADOS.....	30
8.	CONCLUSIONES.....	48
9.	RECOMENDACIONES.....	48
10.	GLOSARIO.....	49
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
12.	ANEXOS, INFORMACIÓN TÉCNICA DEL MODELO NISSAN SENTRA 2008.....	50

1. INTRODUCCIÓN

En la evolución de los sistemas de propulsión automotriz, la integración de tecnologías electrónicas ha permitido mejorar la eficiencia, el rendimiento y la respuesta en la exigencia de los vehículos. Uno de los avances más significativos en este ámbito es la implementación de sistemas de aceleración electrónica (drive-by-wire), los cuales han reemplazado los tradicionales cables mecánicos por sensores, actuadores y módulo de control de motor electrónicos, para gestionar la entrega de potencia del motor.

En paralelo, las transmisiones automáticas han experimentado mejoras en su precisión y adaptabilidad gracias a la evolución de los cuerpos de válvulas, los cuales regulan el flujo de presión de fluido hidráulico para el control de los cambios de marcha. La correcta interacción entre el sistema de aceleración electrónica y el cuerpo de válvulas es fundamental para garantizar el cambio de marchas suave, una respuesta eficiente a las demandas del conductor y una optimización del consumo de combustible.

Además del impacto en el desempeño del vehículo, la gestión eficiente de estos sistemas contribuye significativamente a la reducción de emisiones contaminantes. Una sincronización precisa entre la aceleración electrónica y la transmisión permite optimizar la combustión, minimizar el consumo innecesario de combustible y reducir la producción de gases como el CO₂ y los NO_x. Esto es especialmente relevante en el contexto actual, donde las normativas ambientales son cada vez más estrictas y la industria automotriz busca desarrollar tecnologías más sostenibles.

En este proyecto se evaluó el impacto de los sistemas de aceleración electrónica en la respuesta y precisión del control del cuerpo de válvulas en transmisiones automáticas. Se investigó cómo la integración de tecnologías electrónicas mejora la eficiencia de la transmisión automática, en términos de ahorro de combustible y reducción de emisiones. Además, se estudiaron las interacciones dinámicas entre el sistema de aceleración electrónica y el cuerpo de válvulas, identificando posibles áreas de mejora en el cambio de marchas y la transición de potencia. Se instaló un cuerpo valvular o paquete de solenoides en el entrenador de CAM Bus, lo que permite que la unidad electrónica de control de la transmisión automática pueda interactuar según la posición de la palanca selectora, lo que permite visualizar de manera física el movimiento del motor de pasos y de forma digital a través de un escáner, verificando en tiempo real los datos en vivo de activación y funcionamiento.

El sistema será utilizado para el desarrollo de prácticas de estudiantes de la carrera de Técnico en Mecánica Automotriz, en los módulos de sistema de frenos, suspensión y dirección del automóvil, sistema de redes y comunicación, sistema de inyección electrónica y sistema eléctrico de carrocería del automóvil liviano.

Entre las prácticas que el equipo permitirá realizar están la calibración, sincronización de señales electrónicas y respuesta dinámica del sistema de gestión electrónica, escenarios de aceleraciones bruscas o cambios de carga repentina. Los estudiantes podrán analizar cómo se comunican y afectan mutuamente los sistemas del automóvil, explorando su impacto en la eficiencia, el confort de conducción y la durabilidad de la transmisión.

A través de esta investigación, se busca aportar conocimientos clave para la optimización de estrategias de control en vehículos modernos, contribuyendo a un desempeño más eficiente y confiable en los sistemas de propulsión automáticos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El desarrollo de tecnologías automotrices más eficientes y sostenibles ha llevado a la adopción de sistemas de aceleración electrónica (drive-by-wire) y cuerpos de válvulas controlados electrónicamente en transmisiones automáticas. Estos avances buscan mejorar la respuesta del motor, optimizar los cambios de marcha y reducir el consumo de combustible. Sin embargo, la interacción entre ambos sistemas no siempre es óptima, lo que puede generar retardos en la respuesta del acelerador, cambios de marcha bruscos o ineficientes y un aumento en el consumo de combustible y las emisiones contaminantes.

En este contexto, es necesario analizar en uno de nuestros entrenadores didácticos cómo estos sistemas interactúan, identificar posibles deficiencias en su sincronización y proponer estrategias de optimización. Este estudio busca responder preguntas clave como. ¿Cómo influye la respuesta del sistema de aceleración electrónica en el funcionamiento del cuerpo de válvulas?

2.2. ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA

La evolución de los sistemas de propulsión en vehículos automotrices ha estado marcada por la transición de sistemas mecánicos a sistemas electrónicos de control. Entre estos avances, los sistemas de aceleración electrónica (drive-by-wire) han sustituido a los tradicionales cables mecánicos, permitiendo una gestión más precisa de la apertura del acelerador y optimizando la eficiencia del motor. Paralelamente, los cuerpos de válvulas en transmisiones automáticas han evolucionado de sistemas puramente hidráulicos a configuraciones electrohidráulicas y electrónicas, mejorando la sincronización de cambios de marcha y el desempeño general del vehículo.

1. Sistemas de Aceleración Electrónica (Drive-by-Wire)

Los sistemas de aceleración electrónica reemplazan la conexión mecánica entre el pedal del acelerador y la válvula de mariposa con sensores electrónicos y actuadores. El pedal del acelerador está equipado con sensores de posición que transmiten señales a la Unidad de Control del Motor (ECU), la cual procesa los datos y ajusta la apertura de la válvula de mariposa mediante un motor eléctrico. Entre sus ventajas destacan.

- Reducción del retardo en la respuesta del acelerador.
- Mayor precisión en la entrega de potencia.
- Integración con sistemas de asistencia al conductor, como control de tracción y modos de conducción.

No obstante, su implementación introduce desafíos como la calibración de la respuesta del acelerador y la compatibilidad con otros sistemas electrónicos del vehículo, especialmente en vehículos con transmisión automática.



Fig. 1. Sistema de aceleración electrónica, obturador.

2. Cuerpos de Válvulas en Transmisiones Automáticas

El cuerpo de válvulas es un componente crítico en la gestión de cambios de marcha dentro de una transmisión automática. Tradicionalmente, los cuerpos de válvulas operaban únicamente mediante presión hidráulica generada por la bomba de aceite de la transmisión. Sin embargo, los avances en electrónica han permitido la incorporación de solenoides y sensores que mejoran la eficiencia y la velocidad de respuesta en los cambios de marcha.

Los sistemas modernos incluyen

- **Transmisiones automáticas controladas electrónicamente (ECT).** Integran sensores de velocidad, presión y temperatura para ajustar los tiempos de cambio y mejorar la eficiencia del combustible.
- **Sistemas de control adaptativo.** Permiten la optimización de la transmisión en función del estilo de conducción y las condiciones del camino.
- **Interacción con la ECU del motor.** La transmisión puede comunicarse con la ECU para coordinar cambios de marcha más suaves y mejorar la eficiencia general del tren motriz.

3. Interacción entre la Aceleración Electrónica y el Cuerpo de Válvulas

La interacción entre estos sistemas es clave para garantizar una conducción eficiente y confortable. Una respuesta deficiente en la comunicación entre la ECU del motor y la ECU de la transmisión puede generar retrasos en la entrega de potencia, cambios bruscos o inconsistencias en la aceleración. Factores como el retardo en la señal electrónica, la calibración de las estrategias de cambio y la gestión de par motor deben ser considerados en el diseño de estos sistemas.

Estudios recientes han analizado la implementación de algoritmos predictivos y modelos de control avanzado para mejorar la sincronización entre la aceleración electrónica y el cuerpo de válvulas. Tecnologías como el Machine Learning y la Inteligencia Artificial están siendo exploradas para optimizar estas interacciones en tiempo real y mejorar la experiencia de conducción.

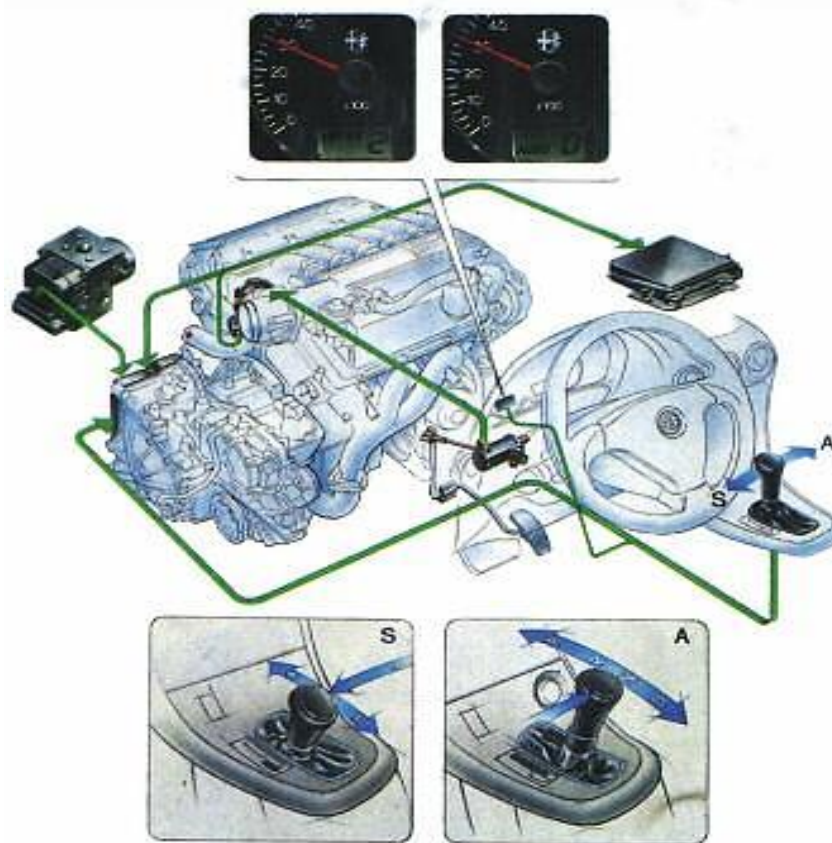


Fig. 2 Interacción de componentes para la aceleración y cambios de velocidad.

2.3. JUSTIFICACIÓN

El avance de los sistemas de aceleración electrónica ha transformado el control del motor y la transmisión en los vehículos modernos, permitiendo una mayor eficiencia y precisión en la gestión del torque y los cambios de marcha. Sin embargo, la interacción entre el sistema de aceleración electrónica y el cuerpo de válvulas en las transmisiones automáticas aún presenta desafíos en términos de respuesta, suavidad y eficiencia operativa.

Esta investigación es relevante porque busca comprender cómo la calibración y el comportamiento del acelerador electrónico influyen en el desempeño del cuerpo de válvulas, lo que puede ayudar a optimizar la programación de las unidades de control y mejorar la experiencia de conducción. Además, los resultados podrían contribuir al desarrollo de estrategias de calibración que reduzcan el desgaste de los componentes, mejoren la eficiencia del combustible y optimicen el desempeño de la transmisión en distintas condiciones de manejo.

Desde una perspectiva técnica, este estudio puede aportar información valiosa para fabricantes de vehículos, técnicos en diagnóstico automotriz y entusiastas de la optimización de sistemas electrónicos de control. Al mejorar la integración entre estos dos sistemas clave, se pueden desarrollar soluciones que aumenten la confiabilidad y el rendimiento de las transmisiones automáticas en vehículos modernos.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Estudio de la interacción entre sistemas de aceleración electrónica y cuerpos de válvulas en transmisiones automáticas

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el impacto de los sistemas de aceleración electrónica en la respuesta y precisión del control del cuerpo de válvulas en transmisiones automáticas.
2. Investigar la influencia de la integración de tecnologías electrónicas en la mejora de la eficiencia de la transmisión automática, en términos de ahorro de combustible y reducción de emisiones.
3. Estudiar las interacciones dinámicas entre el sistema de aceleración electrónica y el cuerpo de válvulas, identificando posibles áreas de mejora en el cambio de marchas y la transición de potencia.

4. HIPÓTESIS

La calibración y respuesta del sistema de aceleración electrónica tienen un impacto directo en el funcionamiento del cuerpo de válvulas en transmisiones automáticas, afectando la rapidez y suavidad de los cambios de marcha ¿Una programación optimizada de la señal de aceleración electrónica puede mejorar la eficiencia y reducir los tiempos de respuesta de la transmisión?

5. MARCO TEÓRICO

El Cuerpo de Aceleración es el sistema que controla la entrada de aire al motor. Tiene una mariposa que abre y cierra a medida que el conductor oprime el acelerador. Este elemento falla en los autos modernos, y puede ser reparado con una limpieza.

Se conoce también como Mariposa Motorizada o Cuerpo Motorizado. Este nombre se debe a que en el interior cuenta con un motor eléctrico que hace el movimiento de apertura o cierre de la mariposa de aceleración. Existen muchos mitos con respecto a este sistema. Lo primero que hay que tener en cuenta es que la limpieza del cuerpo de aceleración es fundamental.

¿Por qué falla el cuerpo de aceleración?

La principal falla que se presenta con este elemento, se debe paso irregular de aire al motor, y es causada por lo siguiente.

1. Cambios prolongados del Filtro de Aire. El motor ingresa una cantidad considerable de aire, y se mezcla con el combustible para funcionar. El primer paso es el filtro de aire. Por lo tanto, un filtro defectuoso causa que ingrese aire contaminado al motor. Este se queda en el cuerpo de mariposa y se adhiere al mismo, causando que no cierre completamente.



Fig. 3 Cuerpo de aceleración electrónico de 6 terminales de conexión.

2. Presionar el pedal del acelerador con el vehículo apagado. Una costumbre que viene de generaciones pasadas, es acelerar el vehículo un poco en frío. Esto se hacía en los sistemas de carburador para permitir un poco el paso de combustible. Sin embargo, en los vehículos modernos, tanto el pedal del acelerador, como el cuerpo de acelerador son electrónicos. Esto quiere decir que solamente funcionan con el auto encendido. Por lo tanto, no es necesario presionar el acelerador, ya que la inyección de combustible la controla la computadora.
3. Desgaste y Suciedad. Como cualquier componente mecánico o electrónico, el cuerpo de aceleración electrónico está sujeto al desgaste con el tiempo. La acumulación de suciedad, aceite y carbonilla en el interior del cuerpo de aceleración puede obstruir las partes móviles y los sensores, lo que puede llevar a un funcionamiento incorrecto.
4. Fallos Electrónicos. Los sensores y actuadores en el cuerpo de aceleración electrónico pueden experimentar fallas eléctricas debido a sobretensiones, cortocircuitos u otros problemas eléctricos. Estos fallos pueden causar una comunicación incorrecta entre el pedal del acelerador y el motor, lo que se traduce en una respuesta inadecuada del motor.
5. Problemas de Software. El software que controla el cuerpo de aceleración electrónico también puede ser propenso a errores. Actualizaciones de software defectuosas o incompatibilidades pueden dar como resultado un mal funcionamiento del sistema.
6. Problemas de Calibración. La calibración incorrecta del cuerpo de aceleración electrónico puede llevar a una respuesta inadecuada del motor. Esto puede deberse a ajustes incorrectos en el sensor de posición del pedal del acelerador o en la unidad de control del motor.
7. Fallos Mecánicos. Aunque el cuerpo de aceleración electrónico elimina el cable del acelerador mecánico,

aún tiene componentes mecánicos en su interior que pueden desgastarse con el tiempo. Esto incluye partes móviles y potenciómetros que pueden fallar.



Fig. 4 Ejemplo de cuerpo de aceleración sucio.

Signos de un cuerpo de aceleración electrónico defectuoso

Un cuerpo de aceleración electrónico defectuoso puede tener consecuencias significativas para el funcionamiento del vehículo. Los síntomas comunes de un cuerpo de aceleración electrónico con problemas incluyen.

- Pérdida de potencia. El motor puede no responder adecuadamente al pedal del acelerador, lo que resulta en una pérdida de potencia y aceleración.
- Marcha inestable. El ralentí puede volverse inestable, causando temblores o irregularidades en la marcha del vehículo.
- Luces de advertencia del motor encendidas. Muchos vehículos modernos están equipados con sistemas de diagnóstico a bordo (OBD), que pueden activar una luz de advertencia del motor en el panel de instrumentos cuando detectan un problema en el cuerpo de aceleración electrónico.
- Consumo de combustible elevado. Un cuerpo de aceleración electrónico defectuoso puede afectar negativamente la eficiencia del combustible.

Si bien el cuerpo de aceleración electrónico ha mejorado en gran medida la eficiencia y el rendimiento de los vehículos modernos, no está exento de fallas. La acumulación de suciedad, problemas eléctricos, software defectuoso y problemas de calibración son algunas de las razones por las cuales este componente crítico puede fallar.

Es esencial que los propietarios de vehículos estén al tanto de los síntomas de un cuerpo de aceleración electrónico defectuoso y busquen asistencia profesional para diagnosticar y solucionar estos problemas. La

atención temprana a los problemas del cuerpo de aceleración electrónico puede evitar daños mayores y mantener el funcionamiento óptimo del vehículo.

¿CÓMO SE LIMPIA EL CUERPO DEL ACCELERADOR SIN DESMONTARLO DEL VEHÍCULO?

1. En primer lugar, estacione el vehículo sobre una superficie plana, para poder acceder al compartimiento del motor desde cualquier lado. Es mejor trabajar en exteriores o en habitaciones con una buena ventilación.
2. Asegure el vehículo con unas cuñas para ruedas.
3. Abra el capó del motor. Desconecte el polo negativo de la batería.
4. Localice el cuerpo del acelerador. Debe encontrarse en algún lugar entre el colector de admisión y el filtro de aire. Si tiene problemas para encontrar el componente, pida a un ayudante que pise el pedal del acelerador para observar cómo se abre la válvula de la mariposa.
5. Determine qué herramientas necesita para desmontar el tubo del filtro de aire y prepárelas. Además de las herramientas, necesitará unas gafas y unos guantes de protección, toallitas de papel, un poco de aceite de motor, un cepillo pequeño y suave o un paño suave, cinta de enmascarar o una cinta de visibilidad, además de un bote de limpiador del acelerador.
6. Con la ayuda de la cinta de enmascarar o una cinta de visibilidad, marque todas las mangueras que será necesario quitar para llegar al cuerpo del acelerador y al conducto de aire.
7. Utilizando un destornillador o una llave inglesa, desapriete la abrazadera que sujeta el conducto de aire.
8. Retire el tubo con cuidado. Asegúrese de que no provoca daños al empaque, si lo hubiera. Realice el trabajo cuidadosamente, para no desconectar ninguna conexión eléctrica ni ninguna manguera. Si el cuerpo del acelerador está conectado a los tubos de aire por ambos lados, es suficiente con soltar uno de ellos.
9. Póngase las gafas y los guantes de protección.
10. Rocíe el limpiador del acelerador sobre la superficie interna del componente. Deje que el producto se empape durante 5-10 minutos.
11. Limpie la suciedad con un cepillo o un paño suave. Tenga en cuenta, algunos cuerpos del acelerador cuentan con un recubrimiento especial de molibdeno. En estos casos, debe limpiarlos con sumo cuidado.
12. Utilice las toallas de papel para limpiar los residuos que deje el producto limpiador con los depósitos disueltos. Si fuera necesario, trate la superficie por segunda vez.
13. Seque el ensamblado.
14. Aplique una sola gota de aceite al eje del acelerador. Puede utilizar, por ejemplo, un hisopo de algodón para repartirlo.
15. Conecte el tubo del colector de admisión y apriete la abrazadera con aproximadamente la misma fuerza con la que fue apretada originalmente. Vuelva a colocar en su sitio todas las mangueras que haya desmontado.

16. Arranque el motor. Déjelo funcionar al ralentí durante unos minutos.
17. Realice una prueba de conducción. Si los problemas del motor fueron causados por un cuerpo del acelerador sucio, éstos deberían haberse solucionado.



Fig. 5 Proceso de limpieza del cuerpo de aceleración.

6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El siguiente apartado, contiene evidencia documental y algunas actividades desarrolladas durante el cierre del año 2024, a partir del periodo asignado, se analizan las posibilidades de funcionamiento del circuito de aceleración electrónica y el cuerpo valvular de la transmisión, haciendo énfasis en puntos críticos, logros obtenidos y atrasos encontrados durante el proceso del diseño y montaje de dichos componentes.

Para guiar todo el proceso de ejecución del proyecto, se diseñó una matriz metodológica para la obtención de resultados, en base a la hipótesis y objetivos planteados. Además del registro de actividades de acuerdo al tiempo asignado para el desarrollo del mismo.

Los diagramas eléctricos utilizados, muestran características comunes de algunas marcas, modelos y años de vehículos seleccionados para la implementación en la investigación. Dentro de la investigación y hallazgos realizados, se encontraron una serie de inconvenientes con respecto a algunos componentes críticos a prueba, por ejemplo.

Esto, con el fin de obtener un producto final, que cumpla con las exigencias de los escenarios propuestos, como también sea capaz de realizar las pruebas de activación y desactivación a través del escáner en diferentes elementos independientes del entrenador didáctico.

Matriz operacional de la Metodología

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	MATERIALES
Evaluar el impacto de los sistemas de aceleración electrónica en la respuesta y precisión del control del cuerpo de válvulas en transmisiones automáticas.	- Análisis de diagramas eléctricos compatibles con la tecnología a implementar.	Información requerida para el marco teórico de la investigación.	-Información técnica del fabricante. -Software Mitchell Ondemand. -Manuales técnicos de servicio automotriz
Investigar la influencia de la integración de tecnologías electrónicas en la mejora de la eficiencia de la transmisión automática, en términos de ahorro de combustible y reducción de emisiones.	-Búsqueda de información sobre el funcionamiento de la tecnología drive by wire. -Búsqueda de información sobre cuerpos de válvulas de transmisiones automáticas.	-Insumos teóricos para la elaboración del documento de Informe Final.	- Acceso a internet. - Software Mitchell Ondemand.
Estudiar las interacciones dinámicas entre el sistema de aceleración electrónica y el cuerpo de válvulas, identificando posibles áreas de mejora en el cambio de marchas y la transición de potencia.	-Armado de circuito de control electrónico. -Conexión del circuito de interface para pruebas preliminares de funcionamiento. -Monitoreo de comportamiento de circuito a través de escáner automotriz.	-Sistema de aceleración electrónica montado en una estructura metálica adecuada para las exigencias de trabajo. -Sistema interconectados en comunicación CAN bus.	-Cuerpo de aceleración. -pedal de freno y pedal de acelerador. -Interruptor principal.

6.1. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL ENTRENADOR

Regulación mecánica de la mariposa de aceleración

El conductor pisa el acelerador y regula de esa forma directamente la posición de la mariposa, por la vía mecánica a través de un cable, estando pisado el pedal acelerador, el sistema de gestión del motor no tiene ninguna posibilidad de influir sobre la posición de la mariposa.

Para poder influir sobre el par del motor tiene que recurrir a otras magnitudes de servo acción, por ejemplo, las del encendido y la inyección. Únicamente a régimen de ralentí y en el programador de velocidad del vehículo se efectúa una regulación electromotriz.

Regulación electrónica de la mariposa de aceleración

Con este sistema, la posición de la mariposa es regulada por un motor eléctrico sobre todo el margen de aceleración. El conductor pisa el acelerador a la profundidad que corresponde con la potencia que espera por parte del motor, la posición del acelerador se detecta por medio de transmisores y se retransmite a la unidad de control del motor. Los deseos expresados por el conductor a través del acelerador son transformados en la unidad de control del motor en un ángulo específico de la mariposa.

Sin embargo, si por motivos de seguridad o de consumo resulta necesario modificar el par suministrado por el motor, la unidad de control del motor puede modificar la posición de la mariposa, sin que el conductor altere la posición del acelerador.

La ventaja de esto reside en que la unidad de control define así la posición de la mariposa en función de las necesidades planteadas por los deseos del conductor, las emisiones de escape, el consumo y la seguridad.

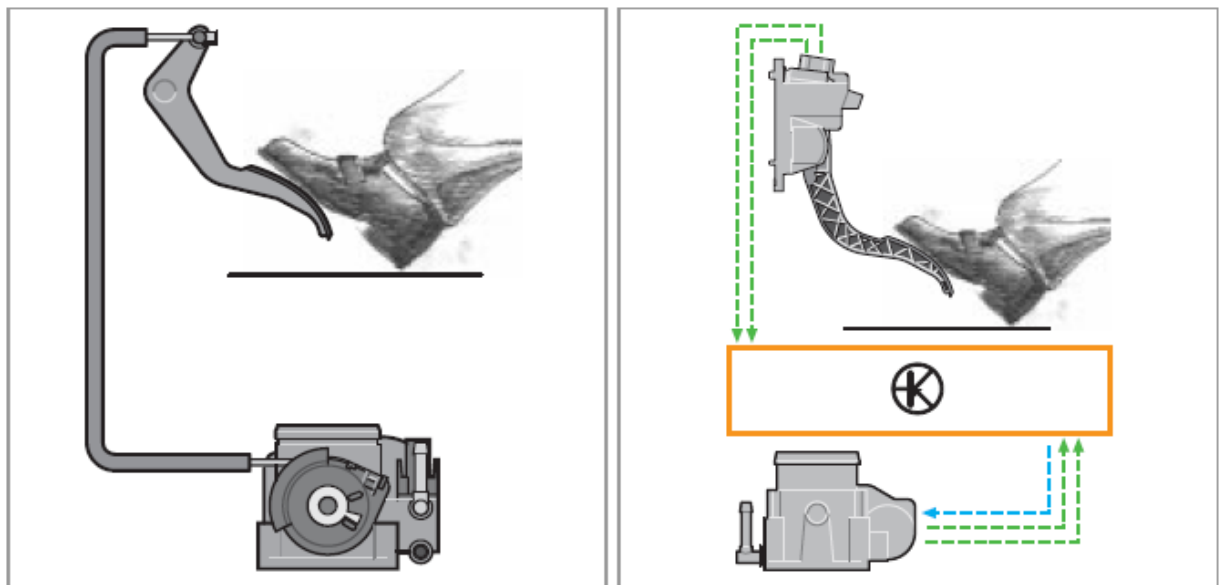


Fig. 6 Ejemplo de aceleración mecánica y electrónica.

Secuencias de regulación

Previo análisis de los requerimientos externos e internos de par, la gestión del motor compone un par teórico. El par efectivo se calcula analizando las magnitudes del régimen del motor, la señal de carga y el ángulo de encendido.

En el curso de las secuencias de regulación, la unidad de control del motor compara primeramente el par efectivo con el par teórico. Si ambos valores difieren entre sí, el sistema calcula una intervención reguladora hasta que vuelvan a coincidir ambos valores.

En una de las vías se excitan las magnitudes de servo acción que influyen sobre el llenado de los cilindros. A este respecto también se habla de las magnitudes de servo acción para los requerimientos de par a largo plazo.

Son las siguientes magnitudes.

- el ángulo de la mariposa y
- la presión de sobrealimentación en los motores turboalimentados.

En la segunda vía se modifican las magnitudes de servo acción, que influyen a corto plazo en el par del motor, con independencia del llenado de los cilindros.

Son las siguientes magnitudes.

- el momento de encendido,
- el tiempo de inyección y
- la desactivación de cilindros específicos

El sistema procede simultáneamente por dos vías, como se muestra en la siguiente imagen.

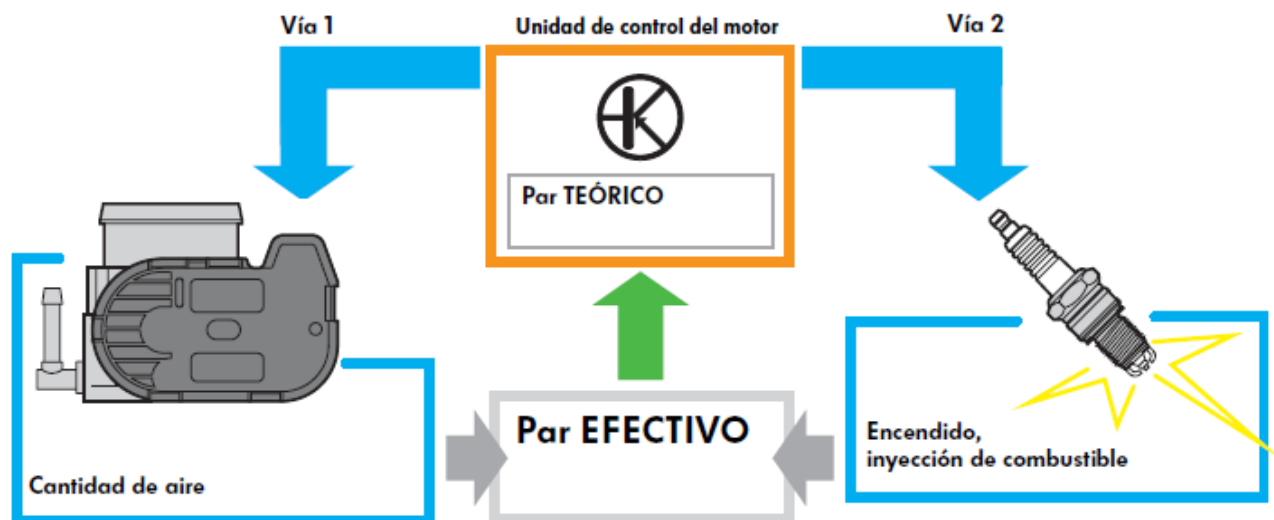


Fig. 7 Regulación de aceleración electrónica.

6.2. COMPONENTES DEL SISTEMA

Sensor de pedal de acelerador. Se emplean dos sensores, para contar con los máximos niveles de fiabilidad posibles. A este respecto también se habla de sistemas redundantes. Redundancia significa sobra o demasiada abundancia de cualquier cosa o en cualquier línea. En términos de la técnica, esto significa que, por ejemplo, una información está disponible más veces de las que son necesarias para la función en cuestión.

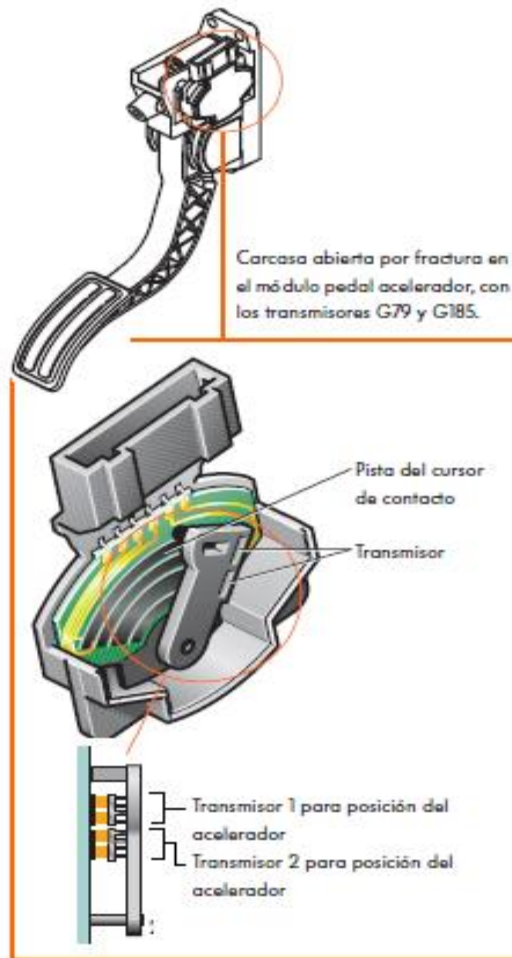


Fig. 8 Sensor APP (Accelerator Position Sensor).

Aplicaciones de la señal

A través de las señales procedentes de ambos sensores de posición del acelerador, la unidad de control del motor (ECU) detecta la posición momentánea del pedal acelerador. Ambos sensores son potenciómetros variables, que van fijados en un eje compartido.

Con cada modificación que experimenta la posición del acelerador, varían las resistencias de los potenciómetros de cursor variable y las tensiones que transmiten a la unidad de control del motor.

Unidad de control de motor

Previo análisis de las señales de entrada procedentes de los sensores de posición del acelerador, examina los deseos expresados por el conductor y los transforma en un par motor específico por intervención de los actuadores. Durante esa operación se consideran otras funciones más de la gestión del motor (p. ej. límites de régimen, velocidad y potencia) y de otros sistemas del vehículo (p. ej. del sistema de frenado o del cambio automático).

Dentro de la unidad de mando, consta de dos procesadores conocidos como ordenadores, el ordenador de vigilancia verifica continuamente el funcionamiento del ordenador de funciones. Basándose en sus propios cálculos, comprueba las señales de salida del ordenador de funciones. Adicionalmente se verifican ambos ordenadores mutuamente con ayuda de una función de preguntas y respuestas.

Si se detectan fallos, ambos ordenadores pueden intervenir independientemente en la unidad de mando de la mariposa, en el encendido y en la inyección, con objeto de parar el motor.

El ordenador de vigilancia plantea una pregunta al ordenador de funciones, p. ej. acerca del régimen o del ángulo de encendido momentáneo. El ordenador de vigilancia revisa a continuación si es correcta la respuesta recibida. Si la respuesta es falsa se inscribe en él cuenta defectos del ordenador de vigilancia.

Al cabo de cinco respuestas incorrectas se procede a parar el motor. La detección de cinco respuestas incorrectas tarda menos de medio segundo. Para controlar al ordenador de vigilancia, el ordenador de funciones transmite intencionalmente una respuesta incorrecta. Si el ordenador de vigilancia detecta la respuesta incorrecta se protocoliza en la cuenta defectos y se envía el protocolo al ordenador de funciones. Si el ordenador de vigilancia no reconoce la respuesta incorrecta aumenta una unidad la cuenta defectos en el ordenador de funciones.

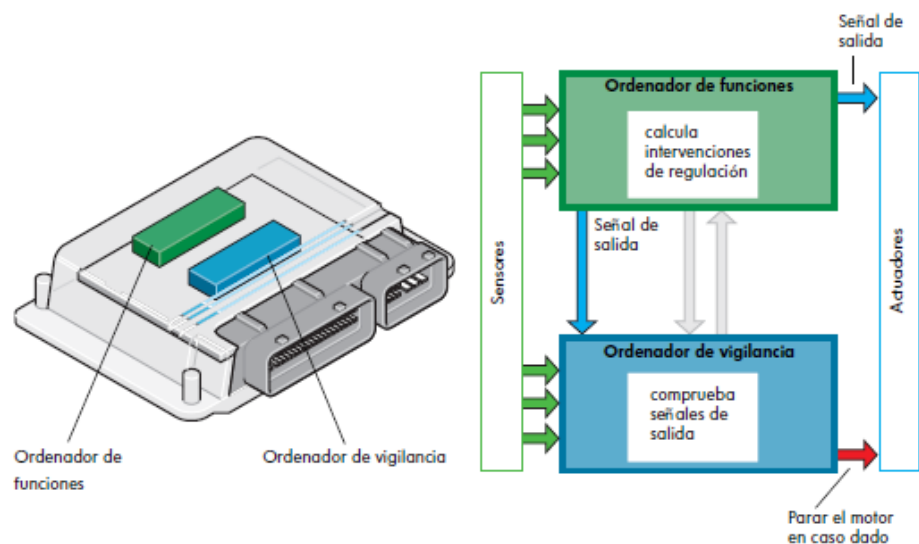


Fig. 9. ECU (Engine Control Unit).

Cuerpo de aceleración

Para abrir o cerrar la mariposa, la unidad de control del motor excita el motor eléctrico para el mando de la mariposa. Los dos transmisores de ángulo realimentan hacia la unidad de control del motor las señales correspondientes a la posición actual de la mariposa. Por motivos de seguridad se emplean dos transmisores, va instalada en el colector o múltiple de admisión. Se encarga de poner a disposición del motor la cantidad de aire que necesita.

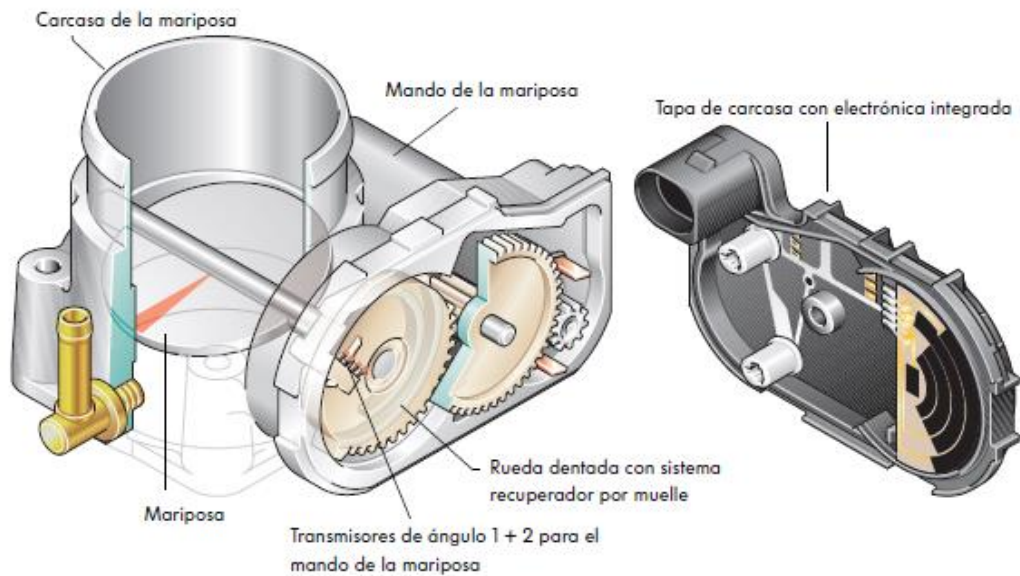


Fig. 10 Cuerpo de aceleración, despiece.

Motor eléctrico

El mando de la mariposa es un motor eléctrico excitado por la unidad de control del motor. Acciona la mariposa a través de un pequeño conjunto de engranajes. El margen de regulación va desde las posiciones de ralentí hasta la de plena carga, sin escalonamientos.

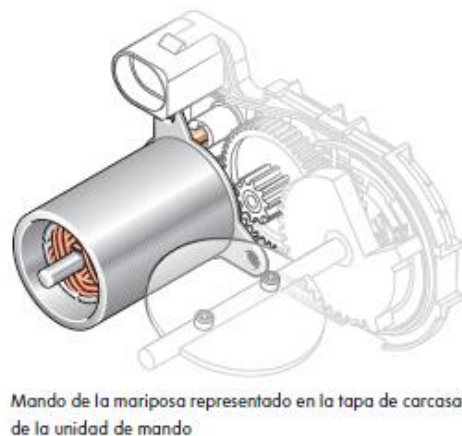


Fig. 11 Motor eléctrico, actuador del sistema.

Posiciones de la mariposa

-Tope mecánico inferior, la mariposa queda cerrada en esta posición. Se utiliza para el ajuste básico de la unidad de mando de la mariposa.

-Tope eléctrico inferior, está programado en la unidad de control del motor y se halla un poco por encima del tope mecánico inferior. La mariposa cierra como máximo hasta el tope eléctrico inferior durante el funcionamiento normal, evitándose así que la mariposa se marque en la carcasa.

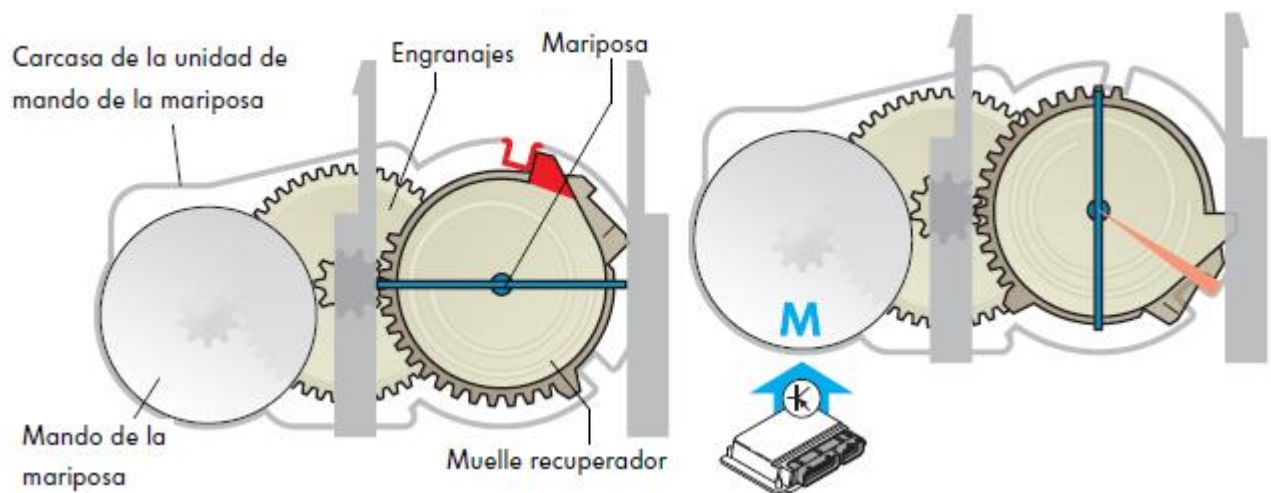


Fig. 12 Posiciones del motor eléctrico.

Sensores en el cuerpo de aceleración

Configuración. Ambos sensores son potenciómetros variables de cursor, los contactos del cursor van situados en la rueda dentada solidaria con el eje de la mariposa. Exploran las pistas de contacto del potenciómetro en la tapa de la carcasa.

Funcionamiento. Con la posición de la mariposa varían también las resistencias en las pistas de contacto de los potenciómetros, en virtud de lo cual también se modifican las tensiones de las señales que se transmiten a la unidad de control del motor.

Las curvas características de ambos potenciómetros tienen desarrollos contrapuestos, la unidad de control del motor puede distinguir así a los dos potenciómetros y efectuar funciones de verificación.

Efectos en caso de ausentarse la señal.

Si la unidad de control del motor recibe una señal no plausible o no recibe ninguna señal de uno de los sensores de ángulo.

- El incidente se inscribe en la memoria de averías y se enciende el testigo de avería para el acelerador electrónico.

- Se desactivan los subsistemas que influyen sobre el par del motor (p. ej. el programador de velocidad o la regulación del par de inercia del motor).
- El sistema utiliza la señal de carga para verificar el funcionamiento del sensor de ángulo que todavía queda en funcionamiento.
- El pedal acelerador responde de forma normal.
- Para ambos transmisores se inscribe el incidente en la memoria de averías y se enciende el testigo de avería para el acelerador electrónico.
- Se desactiva el mando de la mariposa.
- El motor ya sólo funciona a un régimen de ralentí acelerado de 1.500 1/min y ya no reacciona a los movimientos del pedal acelerador.

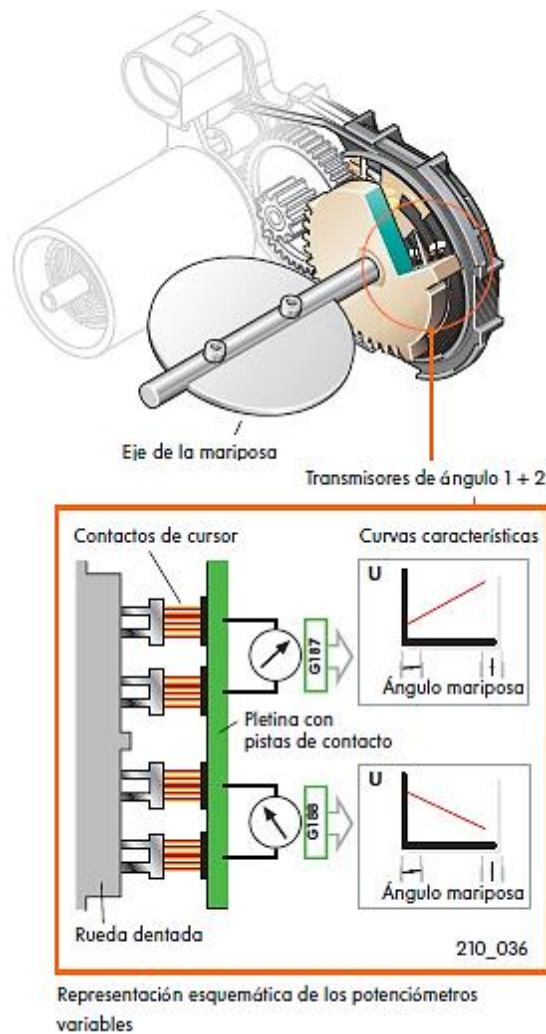


Fig. 13 Representación de los sensores del cuerpo de aceleración.

Actividades realizadas

- ✓ Montaje de pedal en estructura metálica para proyecto.
- ✓ Medición de resistencia de APP.
- ✓ Elaboración de cronograma de actividades para evaluar resultados.
- ✓ Búsqueda de información técnica, específica de los sistemas a implementar.
- ✓ Búsqueda de información sobre cuerpos de aceleración electrónica.

Resultados

- Estructura de proyecto lista
- Adquisición de material hidráulico y electrónico del proyecto.

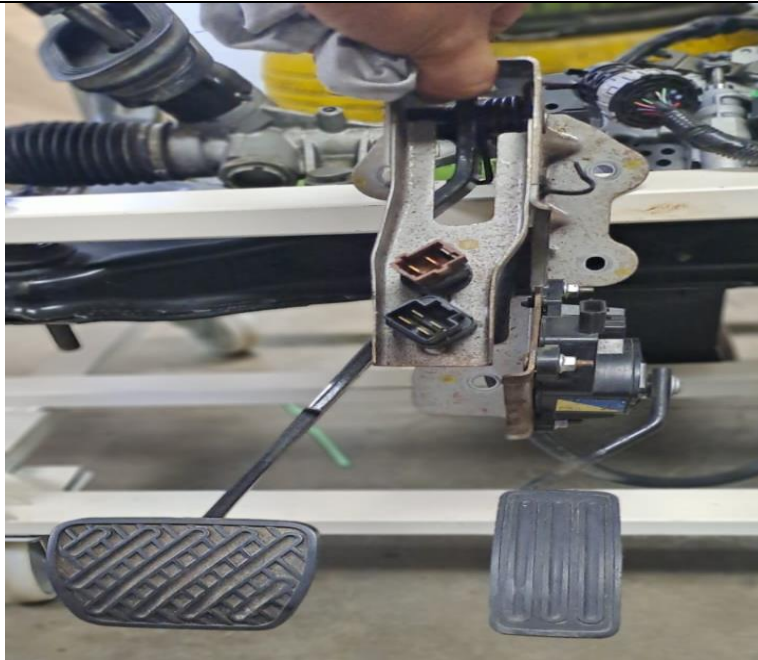
Fotografías de evidencias de trabajo realizados



Desarmado de transmisión para extracción de cuerpo de válvulas.



Ubicación del cuerpo de aceleración.



Ubicación del pedal de acelerador.

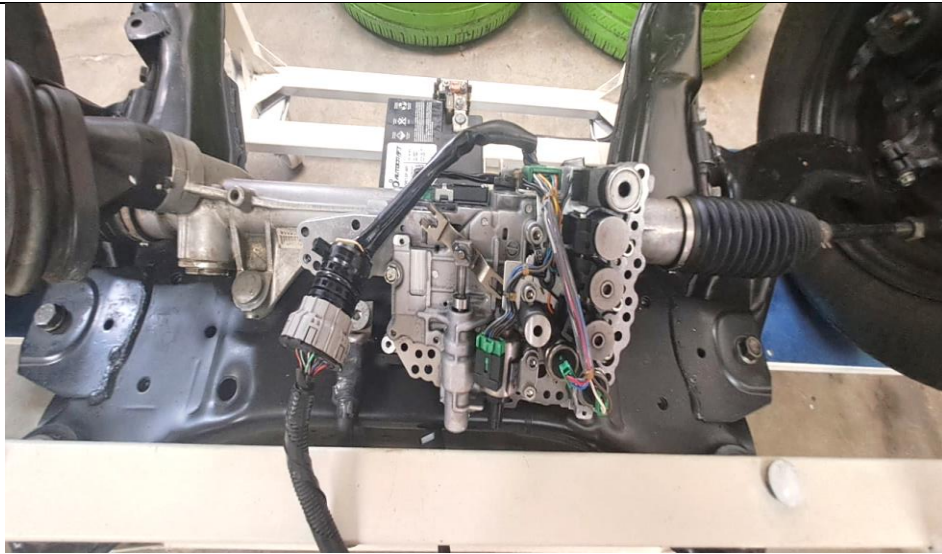
Actividades:

- ✓ Montaje de pedal en estructura metálica para proyecto.
- ✓ Medición de válvulas solenoides.
- ✓ Enlace de datos vía escáner automotriz.
- ✓ Búsqueda de información técnica del motor de pasos (Steep motor).
- ✓ Búsqueda de información sobre motores eléctricos monofásicos.

Resultados:

- Transmisión desarmada para evaluación de componentes.
- Pruebas eléctricas a componentes para su correcto funcionamiento.

Fotografías de evidencias de trabajo realizados



Prueba eléctrica de cuerpo de válvulas.



Comprobando comunicación del módulo de transmisión TCM.



Ubicación del motor eléctrico.

Actividades:

- ✓ Montaje de pedal en estructura metálica para proyecto.
- ✓ Medición de Ssw de palanca selectora.
- ✓ Enlace de activación de palanca selectora y cuerpo de válvulas.
- ✓ Verificación a través de escáner de diagnóstico.
- ✓ Búsqueda de información sobre programación de módulos de transmisión.

Resultados:

- Transmisión desarmada para evaluación de componentes.
- Pruebas eléctricas a componentes para su correcto funcionamiento.

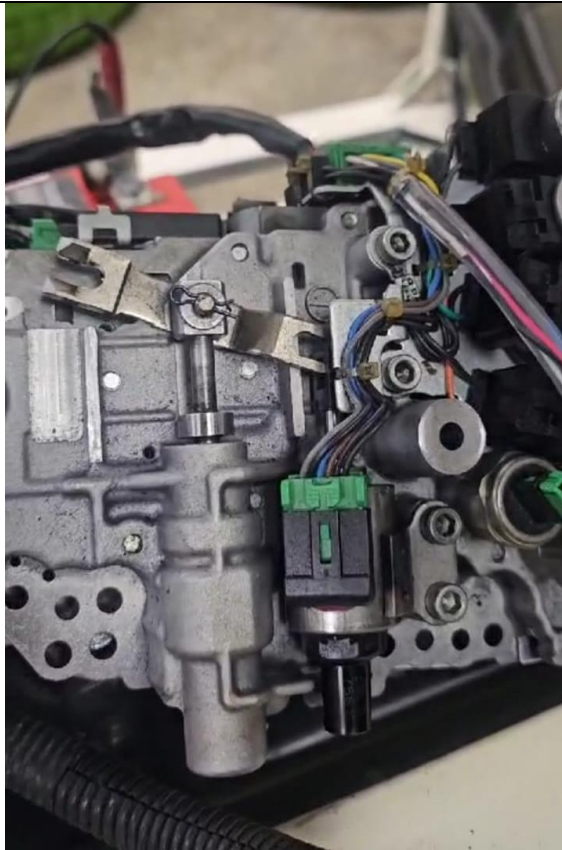
Fotografías de evidencias de trabajo realizados



Prueba electrica de selectora de velocidades.



Prueba de enlace de datos entre selectora y TCM.



Comprobando comunicacion del módulo de transmisión y Steep motor (TCM).

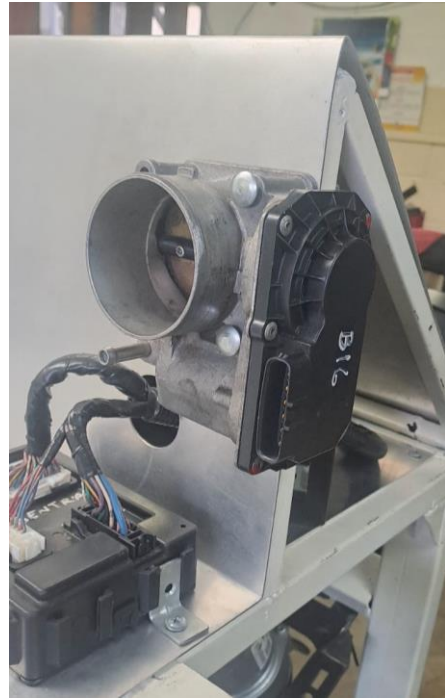
Actividades:

- ✓ Montaje de pedal en estructura metálica para proyecto.
- ✓ Adaptación de Sw de palanca selectora.
- ✓ Activación de palanca selectora y panel de instrumentos.
- ✓ Verificación a través de escáner de diagnóstico la señal del pedal de acelerador.
- ✓ Búsqueda de información sobre programación de módulos de transmisión.

Resultados:

- Cuerpo de aceleración trabajando correctamente.
- Pruebas eléctricas a componentes para su correcto funcionamiento.

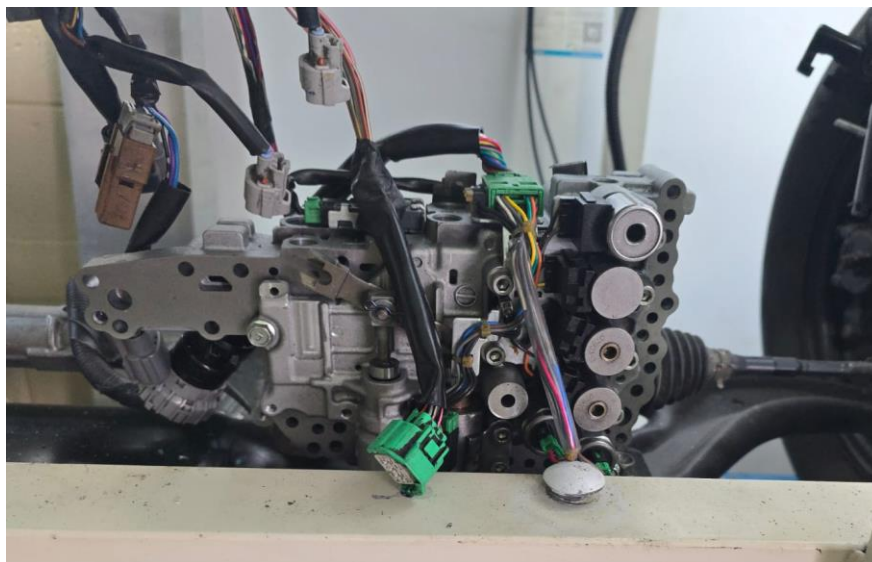
Fotografías de evidencias de trabajo realizados



Pedal y cuerpo de aceleración instalado en estructura metálica.



Adaptación de palanca selectora.



Verificación de montaje de cuerpo valvular.

7. RESULTADOS

- Diseño y construcción de la estructura metálica del entrenador y la interacción de los diferentes módulos de control del sistema electrónico de un Nissan Sentra 2008.
- Cuerpo valvular o paquete de solenoides funcional, instalado en el entrenador didáctico, lo que permite que la unidad electrónica de control de la transmisión automática pueda interactuar según la posición de la palanca selectora, visualizando de manera física el movimiento del motor de pasos (stepper motor) y digital a través de un escáner verificando en tiempo real los datos en vivo de activación y funcionamiento.
- Cuerpo de aceleración electrónico y sensor de posición del pedal del acelerador funcional, instalado en el entrenador didáctico, lo que permite integrar una función más a visualizar de manera física y digital por medio de cualquier escáner de gama media automotriz que integre la función especial de calibración o reaprendizaje del cuerpo de aceleración electrónica para ajustar la marcha mínima del motor de combustión.
- Interacción eficiente de la red de comunicación Can BUS, por medio del diagnóstico electrónico con escáner automotriz, del motor de combustión cuyo control lo desempeña el módulo de mando PCM (powertrain control module) y transmisión automática, cuyo control lo desempeña la TCM (transmission control module) que permite analizar por separado el funcionamiento de cada elemento en la red, y también es posible realizar pruebas activas de actuadores.

A continuación, se muestran circuitos eléctricos los cuales interactúan entre sí para el funcionamiento del simulador.

- Engine control module (ECM)
- Transmission Control Module (TCM)

Tecnología utilizada en la red de comunicación de los módulos de control electrónico

El módulo de control del tren de potencia (PCM) es la computadora que funciona como el cerebro de la transmisión automática controlada electrónicamente. El PCM recibe entradas electrónicas de varios sensores del vehículo y procesa esta información para determinar las condiciones de operación del vehículo. Dependiendo de estas condiciones de operación el PCM controla lo siguiente.

1) Los cambios ascendentes y descendentes operando un par de solenoides de cambios en una secuencia ON/OFF.

2) La calidad de cambio de la transmisión, controlando electrónicamente al solenoide de control de presión. (PCS) el cual ajusta la presión de línea.

3) El tiempo de aplicación y liberación del embrague del convertidor de par y en algunas aplicaciones la sensación de aplicación del Torque Converter Clutch (TCC), por medio de control de solenoide del embrague del convertidor de par o solenoide dependiendo de la aplicación.

El control electrónico de estas características de operación de la transmisión proporciona calidad y puntos de cambio consistente y preciso, y calidad de cambio basados en las condiciones de operación del vehículo.

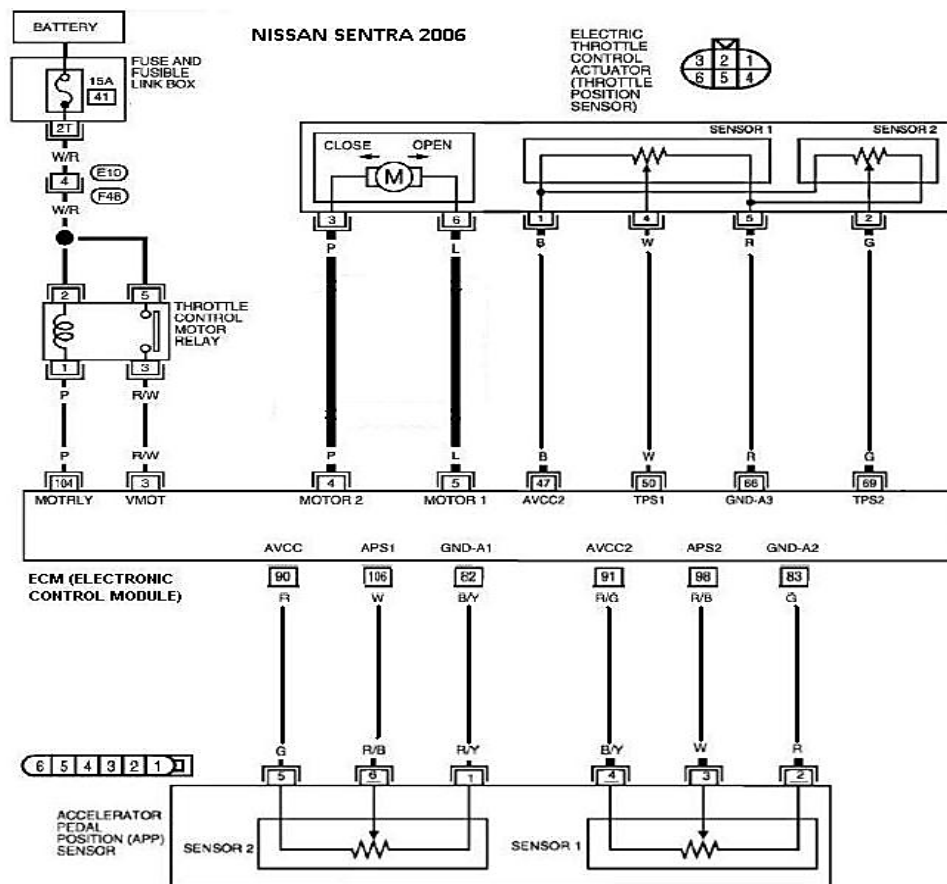


Fig. 14 Esquema de control de la aceleración electrónica.

Solenoides de control de presión

El PCM se basa en tres solenoides de presión para verificar la presión de líquido en los circuitos hidráulicos de L/R (baja y marcha atrás), 2-4 y OD (sobre marcha). El propósito primario de estos conmutadores es ayudar Al PCM a detectar cuando se producen fallos de circuito hidráulicos de embrague.

El PCM verifica constantemente los estados correctos (apertura o cierre) de los solenoides en cada cambio. Con esto se logra que la transmisión automática no necesite de un Traction Control Module (TCM) o Powertrain Control Module (PCM) para funcionar, lo que vuelve la tecnología aplicada en este tipo de cajas de velocidades un control convencional. Sin intervención de un control electrónico autónomo.

Se logra observar que las señales recibidas por el módulo de control son únicamente señal de activación, On-Off inclusive de posición (palanca selectora de velocidades) no son en ninguna medida señales análogas o digitales que deban ser procesadas para ejecutar una operación de cambios.

Analisis de la estructura de funcionamiento electrónico, hidráulico y de comunicación de la transmision CVT de Nissan sentra 2008

Traction Control Module TCM (Modulo de control de la transmisión TCM) Función

La función del TCM es.

- Recibir y procesar señales de entrada enviadas por varios sensores e interruptores.
- Determinar la presión de línea requerida, puntos de cambios de marcha y operaciones de bloqueo.
- Enviar señales de activación al motor de pasos y los respectivos solenoides de cambios.

Sistema de control de salida

La transmisión CVT determina condiciones de desplazamiento del vehículo a través de varios sensores de motor y transmisión, con ello controla un cambio de marcha óptimo y reduce las pérdidas de potencia producidas por los cambios bruscos de velocidad.

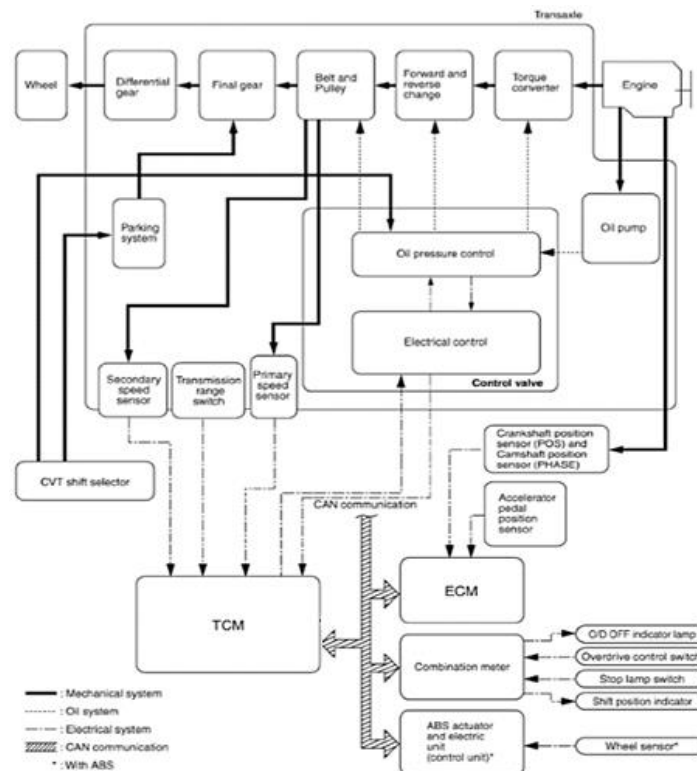


Fig. 15 Diagrama de flujo de operación de cuerpo valvular Nissan Sentra 2008.

Sistema de control hidráulico

En este caso, la transmisión necesita la ayuda de la TCM para operar, ya que es la que interviene en el proceso de interpretación y procesamiento de las señales enviadas por los diferentes sensores e interruptores para hacer trabajar el circuito hidráulico, específicamente las poleas primaria y secundaria para la generación de cambios de marcha.

Tabla 1. Sensores y señales para operación de cuerpo valvular CVT

Señales de Sensores	Procesamientos a realizar
Velocidad de motor RPM CKP y CMP	Interpretar en todo momento el régimen de trabajo del motor de combustión (revoluciones por minuto).
Posicion del cuerpo de aceleración de motor TPS.	Con esto la TCM determina en que momento el conductor esta demandando potencia a la trasmisión.
Posicion del pedal del acelerador.	En conjunto con el TPS, se combinan para lograr la maxima eficiencia de trabajo y mayor rendieminto de motor y transmisión.
Temperatura del aceite de la transmisión.	Determina condicion termica del fluido CVT.
Posición de la palanca selectora de cambios.	Rango seleccionado por conductor.
Velocidad de polea primaria.	Para relación de cambios ascendentes.
Velocidad de polea secundaria.	Para relación de cambios descendentes.

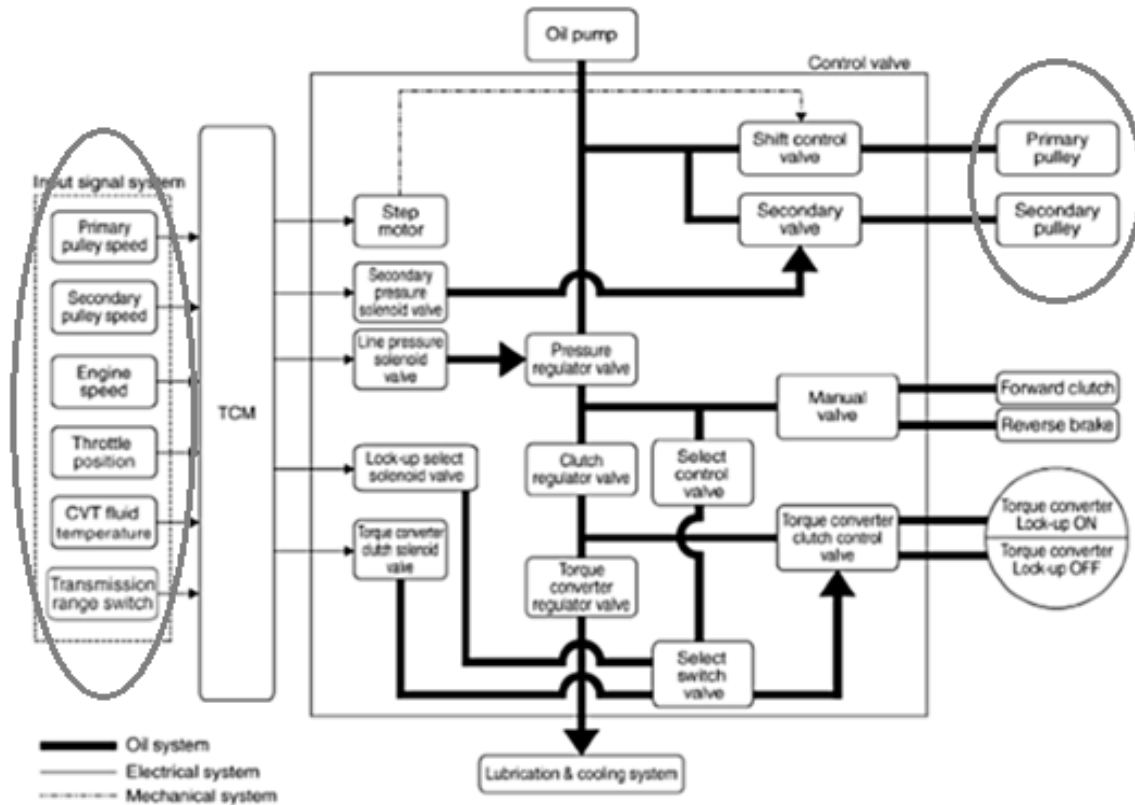


Fig. 16 Diagrama de flujo de sistema de control hidráulico.

Sistema de comunicación CAN bus

CAN (Controller Area Network) es una línea de comunicación en serie para aplicaciones en tiempo real. Es una línea de comunicación multiplexada en el vehículo con alta velocidad de comunicación de datos y excelente capacidad de detección de errores.

Muchas unidades de control electrónico están equipadas en un vehículo, y cada unidad de control comparte información y enlaces con otras unidades de control durante el funcionamiento (no es independiente).

En la comunicación CAN, las unidades de control están conectadas con 2 líneas de comunicación (línea CAN-H, línea CAN-L) que permiten una alta tasa de transmisión de información con menos cableado. Cada unidad de control transmite / recibe información o datos seriales hacia el número de módulos que posea el vehículo.

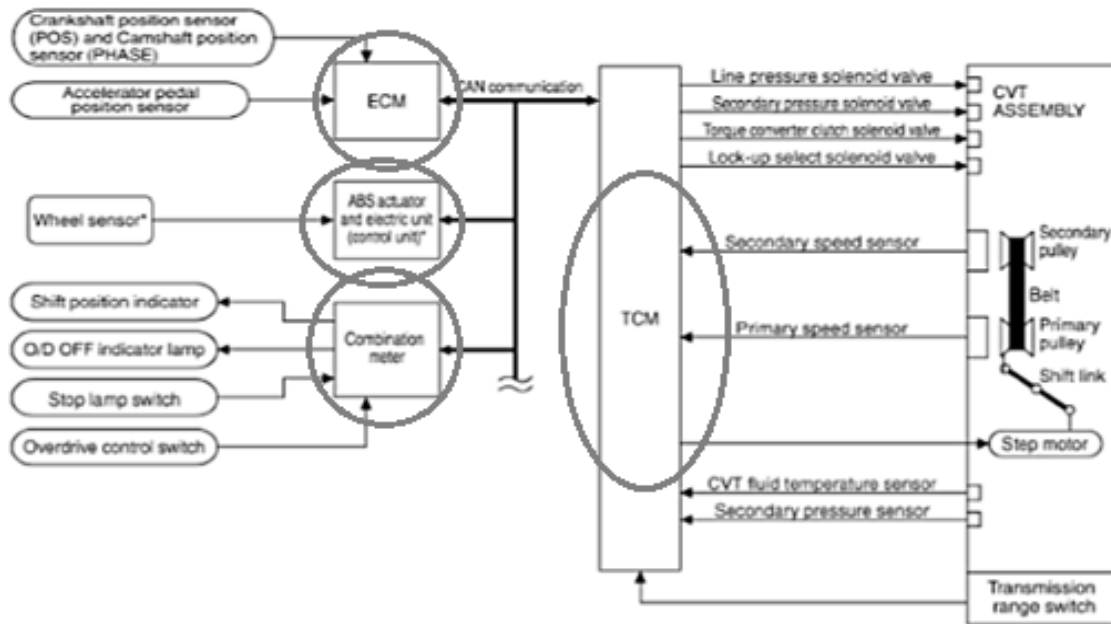


Fig. 17. Diagrama de control de control de comunicación.

Muchas de estos módulos de control necesitarán de alguna información en común en tiempo real, podrán existir a forma de ejemplo 6 unidades de control que necesiten la información de la velocidad a la que transita el vehículo (motor, transmisión, dirección eléctrica, SRS-bolsas de aire, módulo de la instrumentación, ABS), esto supone 6 cables que salgan del sensor de velocidad para cada una de las 6 unidades de control a fin de entregar la información, pero esto llega a ser diferente con una red en donde una unidad de control recibe la información del sensor de velocidad y esta entrega la información a la red, red que interconecta a las 6 unidades de control, de esta forma el mensaje es enviado y cada unidad lo recibe si es que necesita de ese dato.

Lo que se vuelve difícil es hacer un proceso de programación al momento de sustituir un módulo TCM dañado por uno nuevo o usado ya que las programaciones reconocen el VIN del vehículo en el fueron instalados inicialmente.

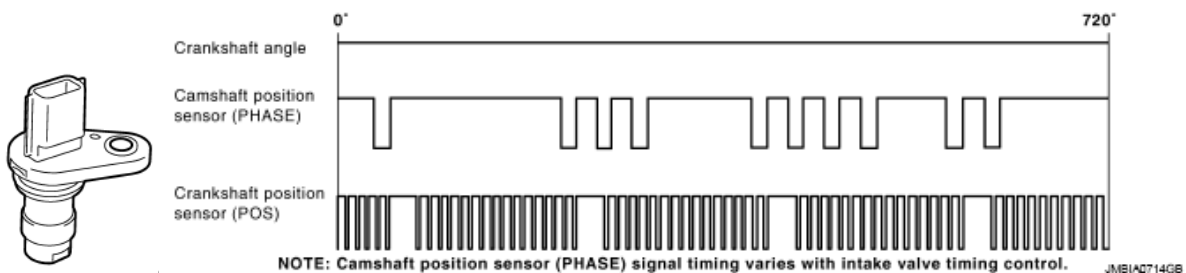


Fig. 18. Sensor y señal de onda cuadrada generada por el CKP.

Principales ventajas y desventajas del sistema de comunicación CAN bus

Tabla 2. Ventajas y desventajas del sistema de comunicación CAN bus.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
➤ Velocidades de enlace de datos entre módulos de control más eficientes. ➤ El procesamiento de la información en tiempo real, aumenta la eficiencia del motor/transmisión y reducción del consumo de combustible. ➤ Protocolo de comunicación estandarizado. ➤ Reduce el cableado, los sensores necesarios y elimina las conexiones punto a punto, más espacio menos peso menos coste. ➤ Sistema escalable en los diferentes rangos de velocidad de conexión. ➤ Detección y señalización de errores, retransmisión automática de tramas erróneas y desconexión autónoma de nodos defectuosos. ➤ Autodiagnóstico de red multiplexada con extracción de códigos de falla.	➤ Proceso de programación de módulos de control electrónico no compatibles de marca a marca. ➤ Fallas compartidas, si uno de los módulos de control electrónicos conectados a la red falla, interfiere con el funcionamiento adecuado del sistema. ➤ Interferencias parasitas (celulares, radio, antenas repetidoras), afectan la recepción y envío de datos, provocando errores esporádicos en la red. ➤ Incompatibilidad de módulos de control electrónicos de modelos anteriores incluso con la misma tecnología (Se reconoce el VIN del vehículo en el que fueron instalados de fábrica).

Nissan Sentra 2008 Computer Data Lines Circuit (Red CAN bus)

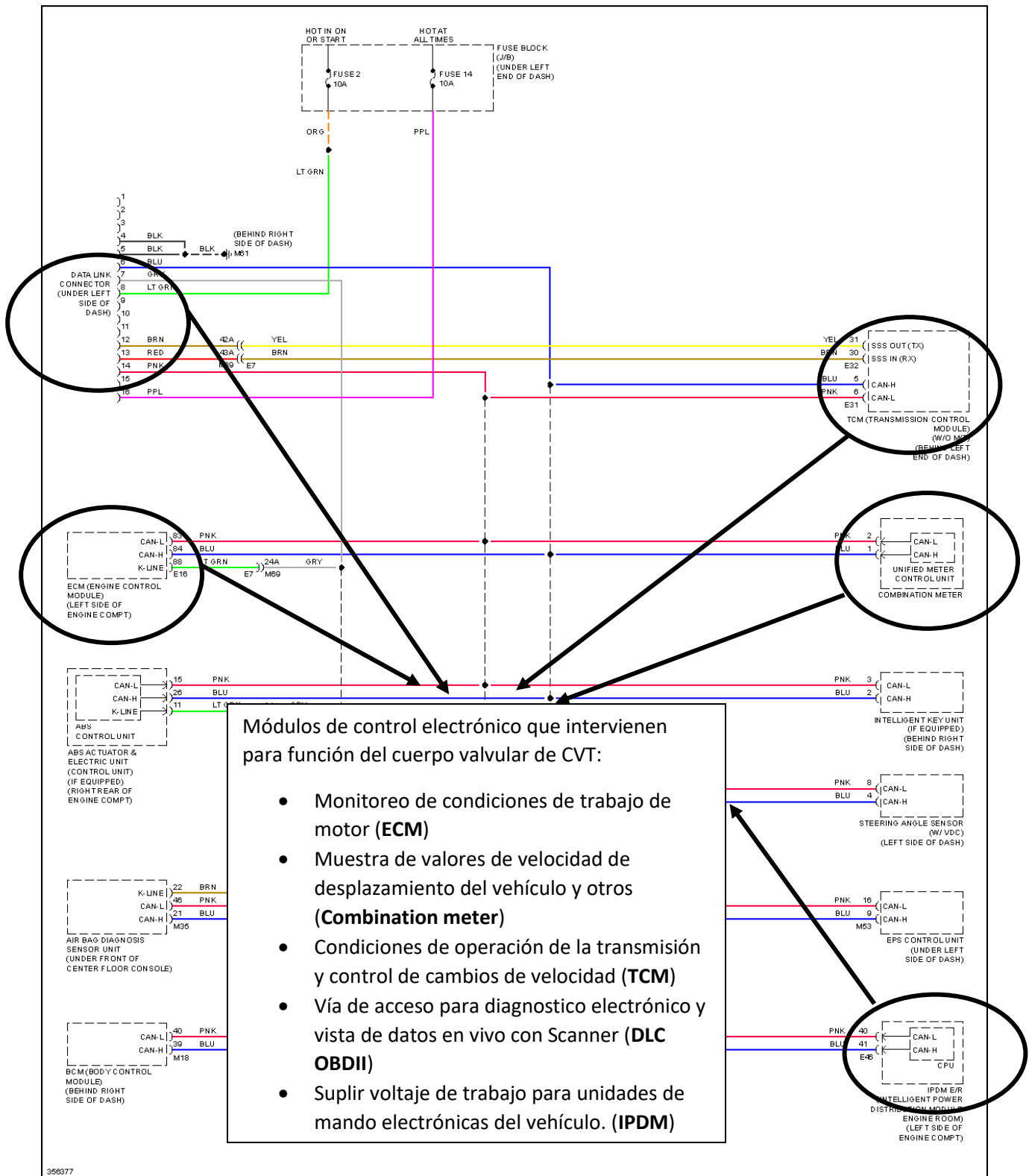


Fig. 19 Esquema de funcionamiento de la red de comunicación CAN Bus de módulos de control.

Para el funcionamiento adecuado del motor Nissan **MR18 y transmision CVT**, son necesarias las señales de sensores tales como:

1. Sensor de RPM Crankshaft Position Sensor CKP*
2. Sensor de árbol de levas. Camshaft Position Sensor CMP
3. Sensor de posición del obturador TPS1 (tipo sistema de aceleración electrónica)
4. Sensor de posición del pedal de aceleración. Accelerator Position Pedal APP.
5. Sensor de temperatura del aceite CVT Temperature fluid CVT
6. Sensor de posición de polea primaria. Primary Pulley Speed
7. Sensor de polea secundaria. Secondary Pulley Speed.

En este apartado se analizará los diagramas eléctricos de funcionamiento de motor y comparará algunos sensores principales para el funcionamiento del motor de combustión y como es utilizada la señal para los cambios de velocidad y activación del cuerpo valvular y solenoides en la transmisión automática.

Los módulos de control de transmisión CVT toman referencia de las señales a necesitar del motor de combustión vía red CAN bus, esto hace que la comunicación en tiempo real vuelva eficiente el rendimiento de los cambios de marcha.

Wiring Diagram Engine Performance Nissan Sentra 2008 (1-5)

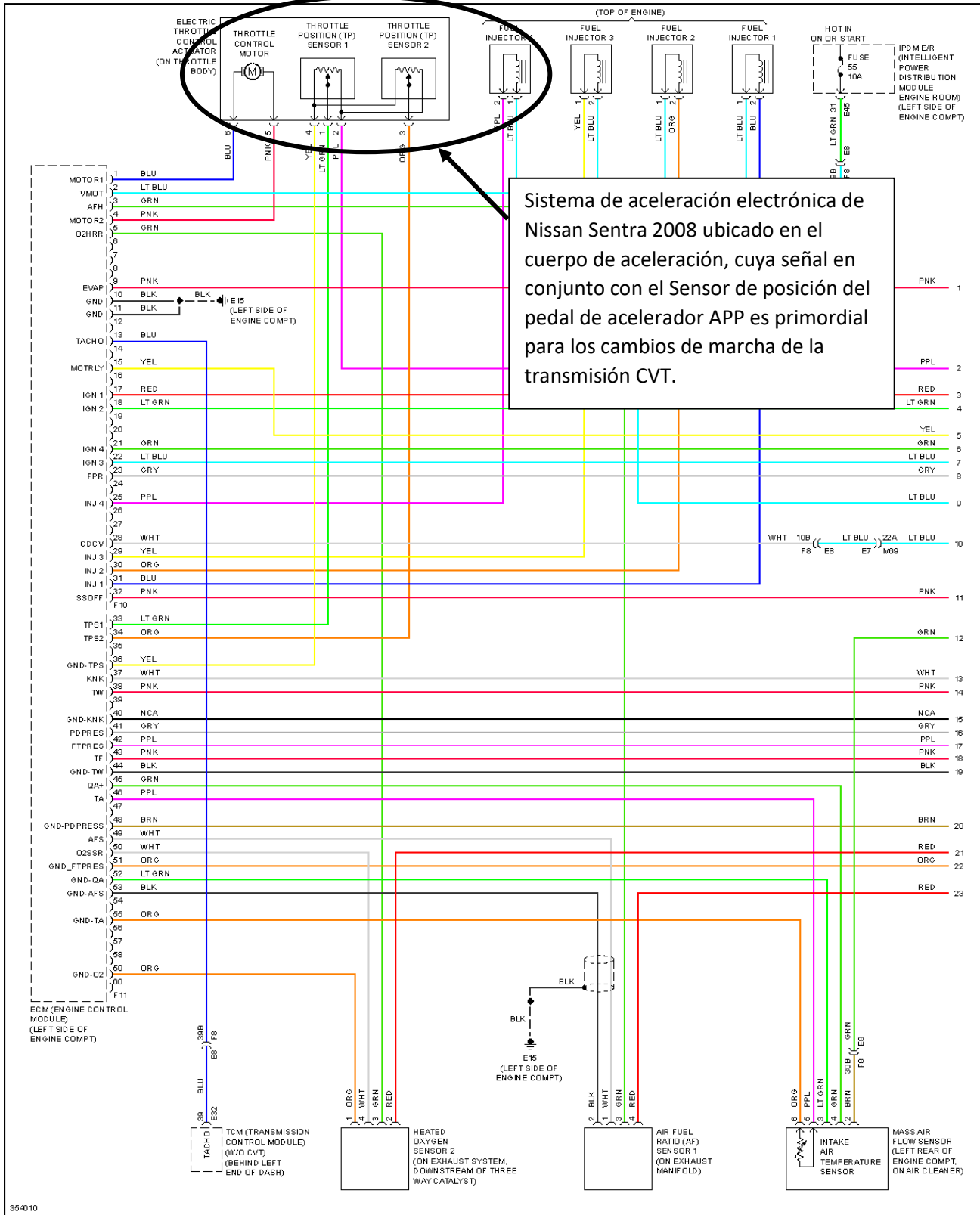


Fig. 20. Esquema de funcionamiento de la aceleración electrónica.

Wiring Diagram Engine Performance Nissan Sentra 2008 (2-5)



Fig. 21. Esquema de funcionamiento de la aceleración electrónica parte 2.

Wiring Diagram Engine Performance Nissan Sentra 2008 (3-5)



Fig. 22. Esquema de funcionamiento de la aceleración electrónica parte 3.

Wiring Diagram Engine Performance Nissan Sentra 2008 (4-5)

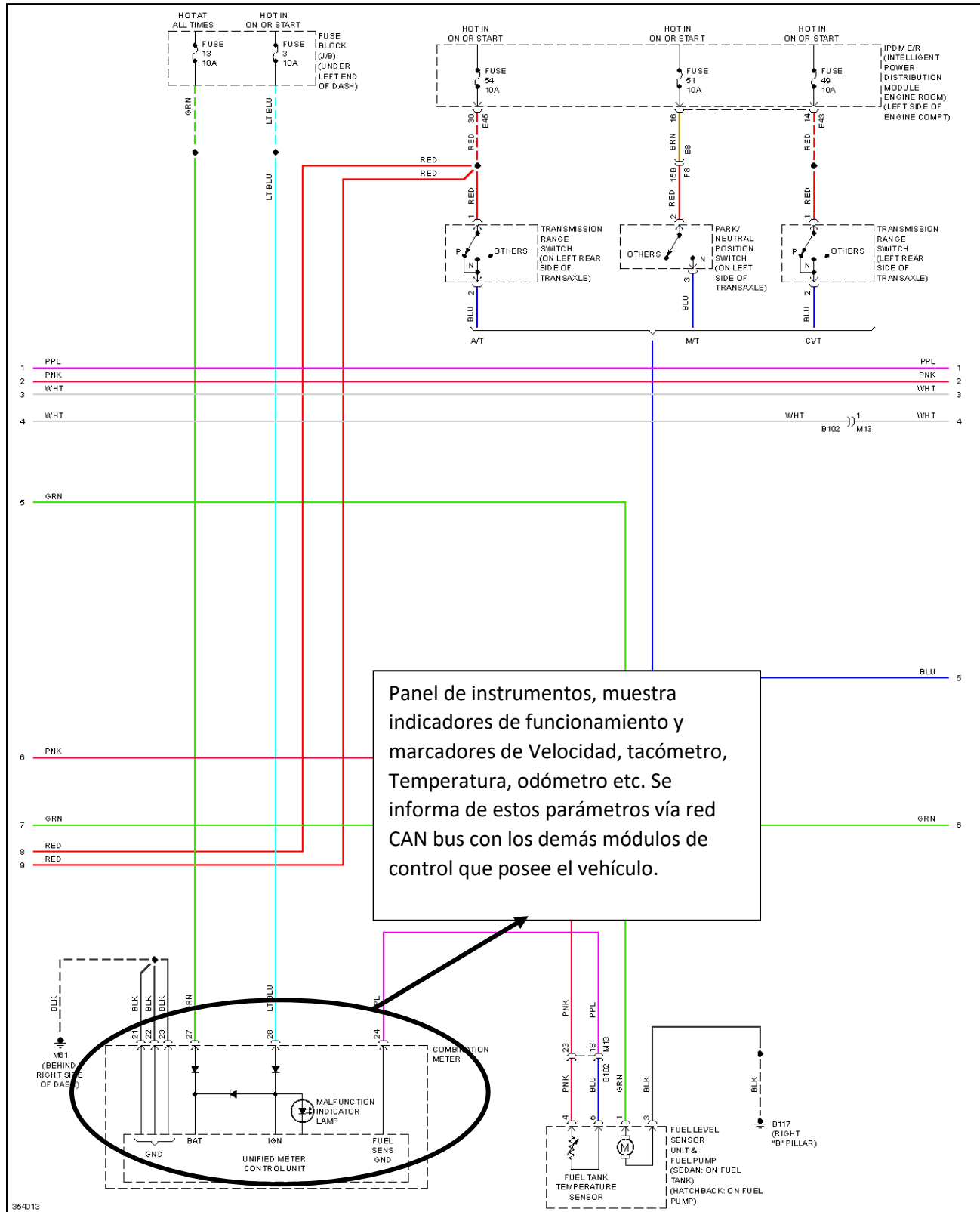


Fig. 23. Esquema de funcionamiento del panel de instrumentos.

Wiring Diagram Engine Performance Nissan Sentra 2008 (5-5)

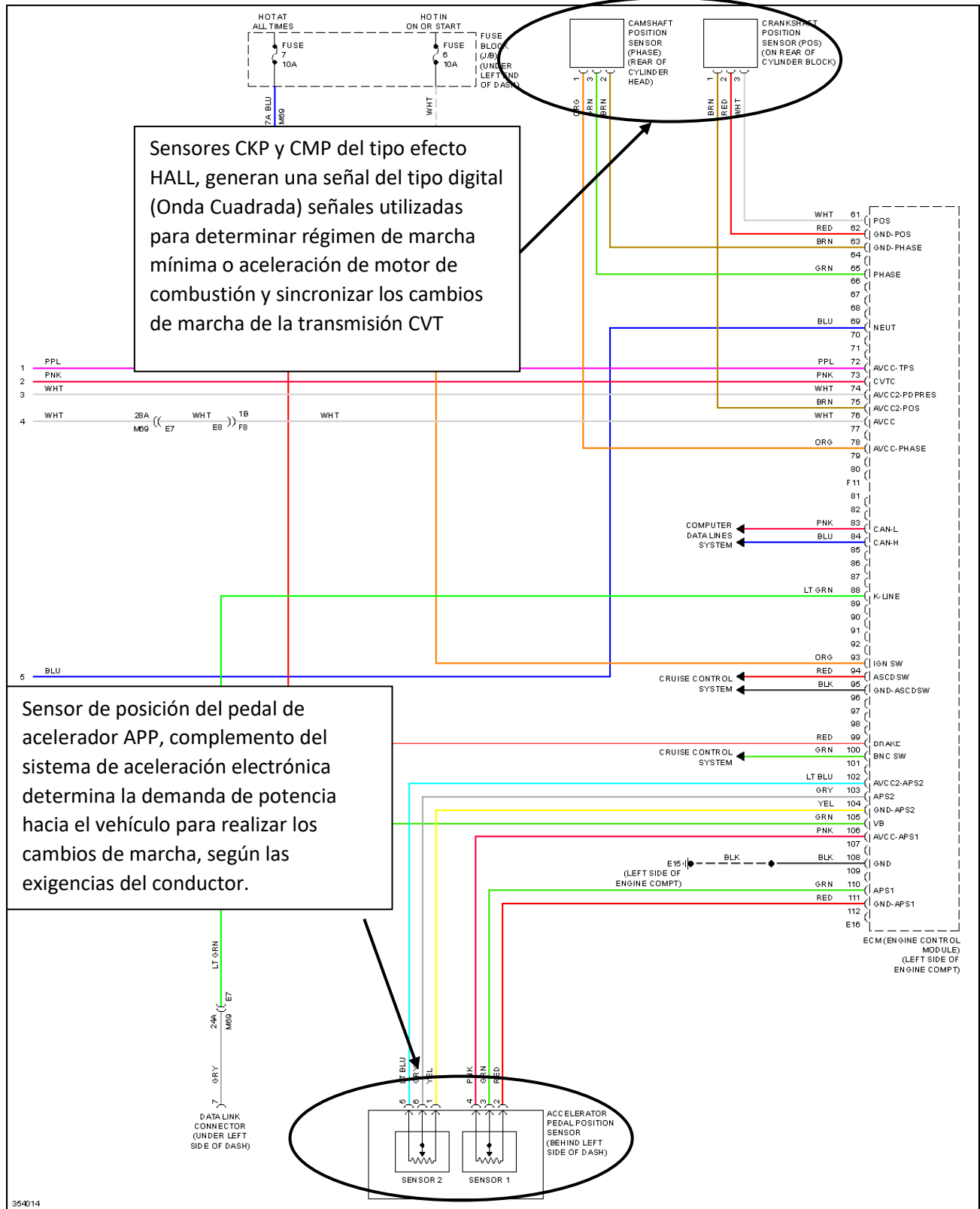


Fig. 24. Esquema de funcionamiento del pedal de aceleración.

Especificaciones de la TCM (Traction Control Module)

Presión de línea y control de presión secundaria

Cuando se envía una señal de par de entrada equivalente a la fuerza de accionamiento del motor desde el ECM al TCM, el TCM controla la válvula solenoide de presión de línea y la válvula solenoide de presión secundaria. Este solenoide de presión de línea controla la válvula reguladora de presión como la presión de señal y ajusta la presión del aceite de operación descargado desde la bomba de aceite a la presión de línea más apropiada para el estado de conducción. La presión secundaria se controla disminuyendo la presión de la línea.

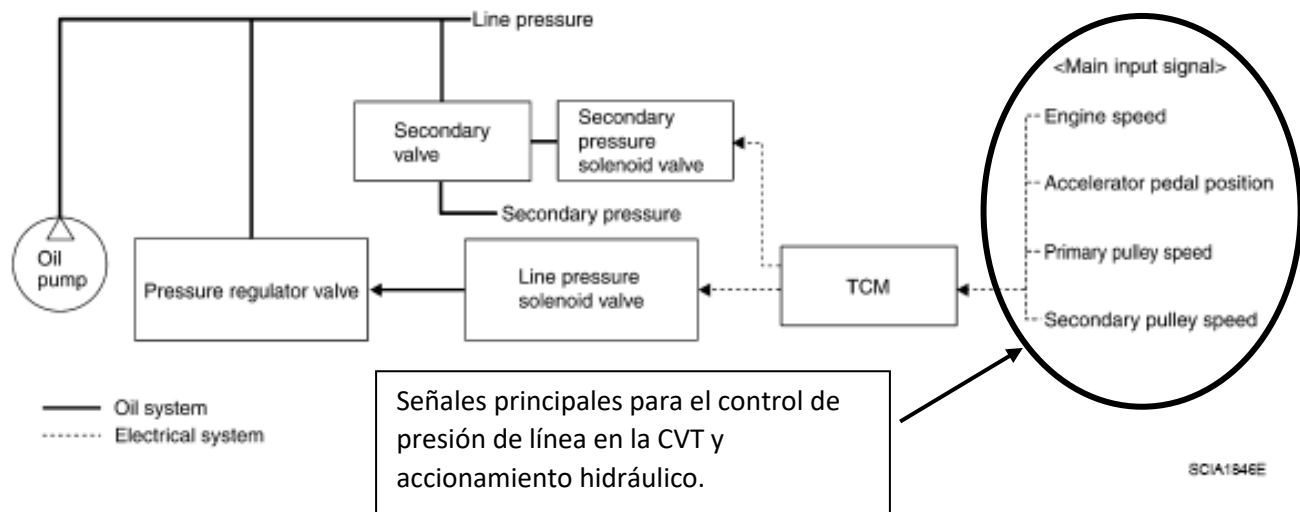


Fig. 25 Esquema de control para presión de línea en CVT.

Presión de línea y control de presión secundaria Cuando se envía una señal de par de entrada equivalente a la fuerza de accionamiento del motor desde el ECM al TCM, el TCM controla la válvula solenoide de presión de línea y la válvula solenoide de presión secundaria. Este solenoide de presión de línea controla la válvula reguladora de presión como la presión de señal y ajusta la presión del aceite de operación descargado desde la bomba de aceite a la presión de línea más apropiada para el estado de conducción. La presión secundaria se controla disminuyendo la presión de la línea.

CONTROL NORMAL

Optimiza la presión de línea y la presión secundaria, dependiendo de las condiciones de conducción, según la posición del acelerador, la velocidad del motor, la velocidad de revolución de la polea primaria (entrada), la velocidad de revolución de la polea secundaria (salida), la señal de freno, el rango de transmisión señal del interruptor, la señal de bloqueo, la tensión, la relación del engranaje objetivo, la temperatura del fluido y la presión del fluido

CONTROL DE RETROALIMENTACIÓN

Cuando se controla la presión de fluido normal o la presión de fluido seleccionada, la presión secundaria se puede configurar con mayor precisión utilizando el sensor de presión de fluido para detectar la presión secundaria y controlar la retroalimentación.

CONTROL DE CAMBIO

Para seleccionar la relación de transmisión que puede obtener la fuerza motriz de acuerdo con la intención del conductor y el estado del vehículo, TCM controla las condiciones de conducción, como la velocidad del vehículo y la posición del acelerador, selecciona la relación de transmisión óptima y determina el cambio de marcha pasos a la relación de transmisión. Luego envía el comando al motor paso a paso y controle la entrada y salida de flujo de la polea primaria para determinar la posición de la polea móvil y controlar la relación de transmisión.

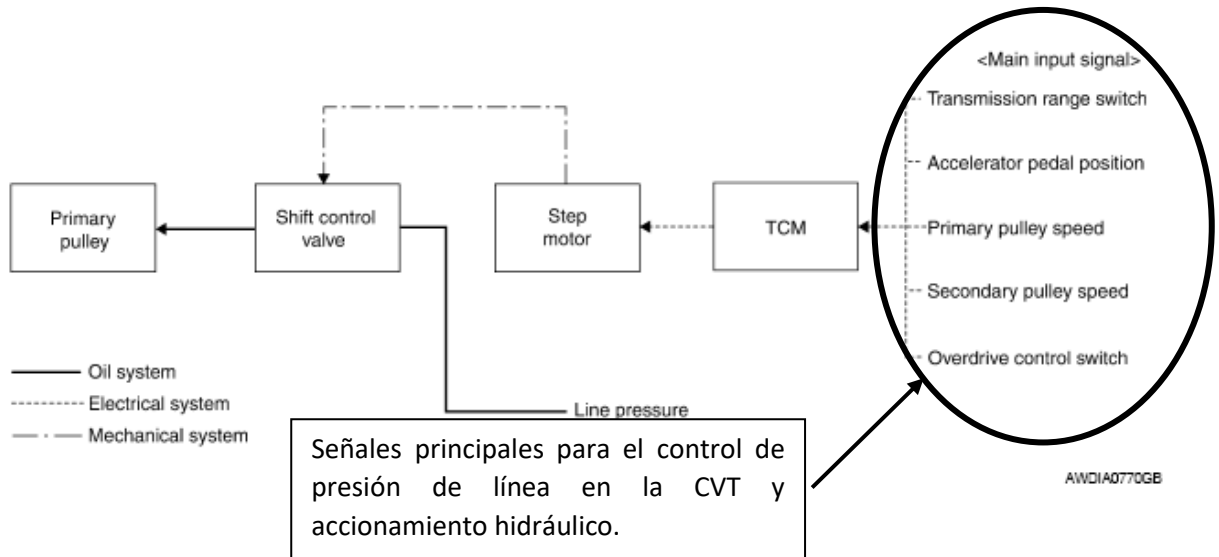


Fig. 26 Esquema de control de cambios de velocidad en CVT.

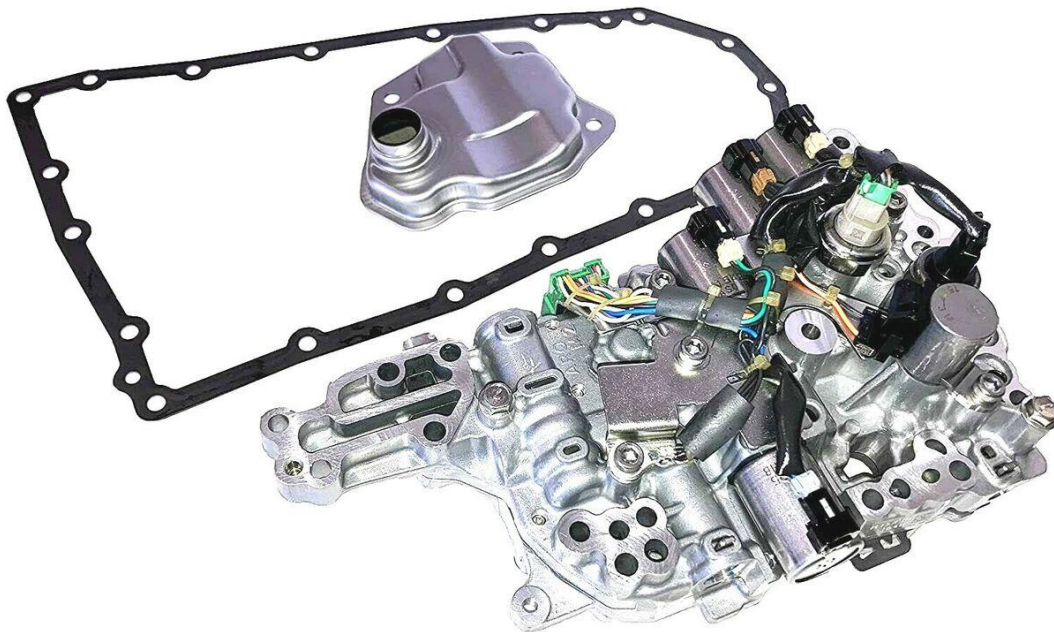


Fig. 27 Cuerpo de válvulas y filtro de aceite.

Nissan Sentra 2008 Transmission Circuit, W/CVT

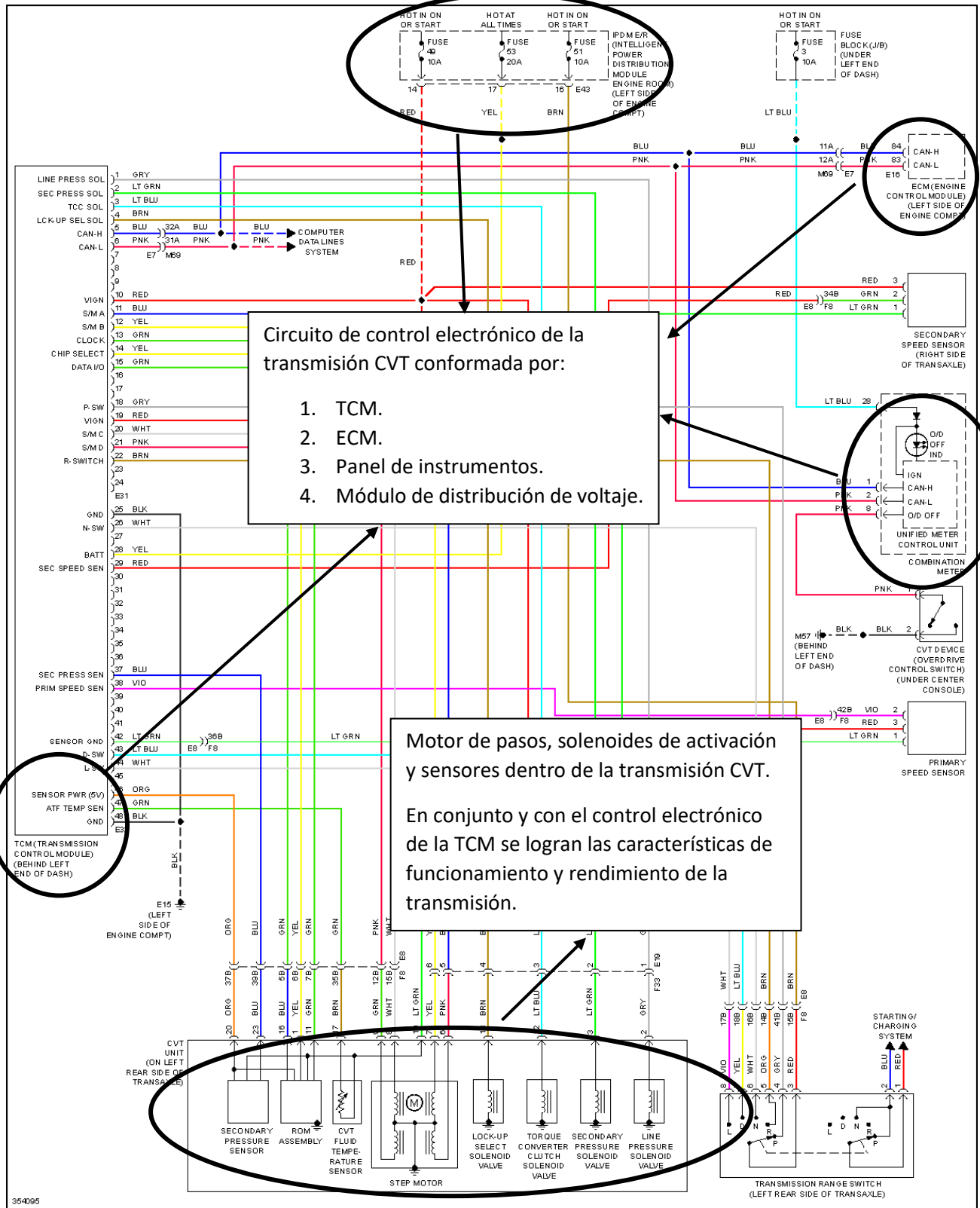


Fig. 28. Esquema de funcionamiento del cuerpo de aceleración.

8. CONCLUSIONES

Después de desarrollar esta investigación podemos concluir en lo siguiente:

- Los circuitos implementados, son capaces de cumplir con las funciones de compatibilidad e interacción entre módulos, permitiendo ingresar con múltiples equipos de diagnóstico electrónicos tales como. escáner automotriz, interface de comunicación, osciloscopio de dos o más canales y otros.
- El proyecto ha permitido lograr una mayor integración entre las diferentes Escuelas Académicas involucradas en la investigación, cada una ejecutando su rol de manera efectiva. Dicha integración ha permitido elevar el nivel de tecnificación de los docentes y personal involucrado en la investigación, no solamente en la adquisición de nuevos conocimientos, sino también, en la aplicación de la innovación tecnológica.
- La cantidad de tiempo y eficiencia con la que se realizó el análisis e integración de cada diagrama eléctrico proporcionado por el fabricante, permitió identificar algunas ventajas a favor y otras en contra al interactuar en la comunicación de los módulos electrónicos ya que algunos de ellos, para trabajar eficientemente necesitan la colaboración de los actuadores de cada sistema.
- Con la elaboración de este y otros proyectos de investigación realizada, se puede comprobar el potencial de ITCA-FEPADE en la elaboración de investigaciones prácticas capaces de resolver problemáticas propuestas a futuro, en las especialidades que requieren competencias técnicas.
- Una de las principales ventajas es el potencial de desarrollo que se tiene en cada sistema ya que se puede trabajar de manera independiente y sacarle el máximo provecho de sus funciones como, por ejemplo. el sistema de encendido, el sistema de alimentación de combustible, sistema de aceleración, sistema de luces frontales, sistema de claxon, sistema de enfriamiento, entre otros.

9. RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan algunas recomendaciones obtenidas a partir de la elaboración de este proyecto.

- De acuerdo a los trabajos realizados durante el desarrollo de la investigación, se vuelve necesario considerar, la incorporación de otros elementos para aumentar el número de características y funciones alcanzables para mejorar el rendimiento del mismo, se considera trabajar el sistema de transmisión del automóvil, el sistema de aceleración y sistema de encendido para continuar con las mejoras del simulador.
- Considerar las múltiples ventajas de aplicación en los diferentes módulos de la carrera de técnico en mecánica automotriz, por ejemplo. Sistema de frenos, suspensión y dirección del automóvil, Sistema de redes y comunicación, Sistema de inyección electrónica y Sistema eléctrico de carrocería del automóvil liviano.

10.GLOSARIO

1. ECM. Electronic Control Module, dispositivo electrónico de motor que realiza la gestión principal de interacción de comunicación
2. TCM. Transmission Control Module, dispositivo electrónico de transmisión que realiza la gestión principal de cambios de velocidad.
3. BCM. Body Control Module, dispositivo electrónico de carrocería que realiza la gestión de accesorios
4. IPDM. Intelligent Power Distribution Module, dispositivo electrónico de control de distribución de corriente, que realiza la gestión de suministro de energía.
5. EPS. Electrical Powered Steering, dispositivo electrónico de dirección que realiza la gestión de asistencia en el sistema de dirección.
6. Instrument Cluster, panel de instrumentos encargado de mostrar información al conductor.
7. Periférico. Dispositivo de salida, complementario del Arduino.
8. Interface CAN box test. Dispositivo de enlace en la red de comunicación electrónica.
9. DLC. Data Link Conector, conector de enlace de datos
10. Escáner. equipo de diagnóstico electrónico para motores a gasolina o diésel.
11. Esquema. Forma de representar grafica de conexión eléctrica.
12. Circuito. Conjunto de elementos que realizan una función determinada
13. Diagrama. representación simbólica estándar de conexión de un circuito.
14. Reluctor. Rueda dentada para la sincronización de encendido del motor de combustión.
15. Circuito variador de velocidad, dispositivo encargado de controlar la velocidad de giro del motor eléctrico a 12Voltios.
16. CAN. Controller Area Network, protocolo de comunicación entre módulos electrónicos.

11.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AutoAvance.co, «Auto Avance,» 9 septiembre 2019. [En línea]. Available. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/92-cuerpos-de-aceleracion-motorizados/>. [Último acceso. miercoles abril 2025].
- [2] m. automotriz, «mecanicaautomotriz.org,» mecanica automotriz, 05 07 2017. [En línea]. Available. <https://www.mecanicoautomotriz.org/793-manual-mecanica-automotriz-acelerador-electronico-descripcion>. [Último acceso. lunes marzo 2025].
- [3] Nissan, «es.nissanusa.com,» 18 octubre 2018. [En línea]. Available. <https://es.nissanusa.com/experience-nissan/news-and-events/xtronic-cvt-continuously-variable-transmission.html>. [Último acceso. 20 04 2025].

12.ANEXOS, INFORMACIÓN TÉCNICA DEL MODELO NISSAN SENTRA 2008

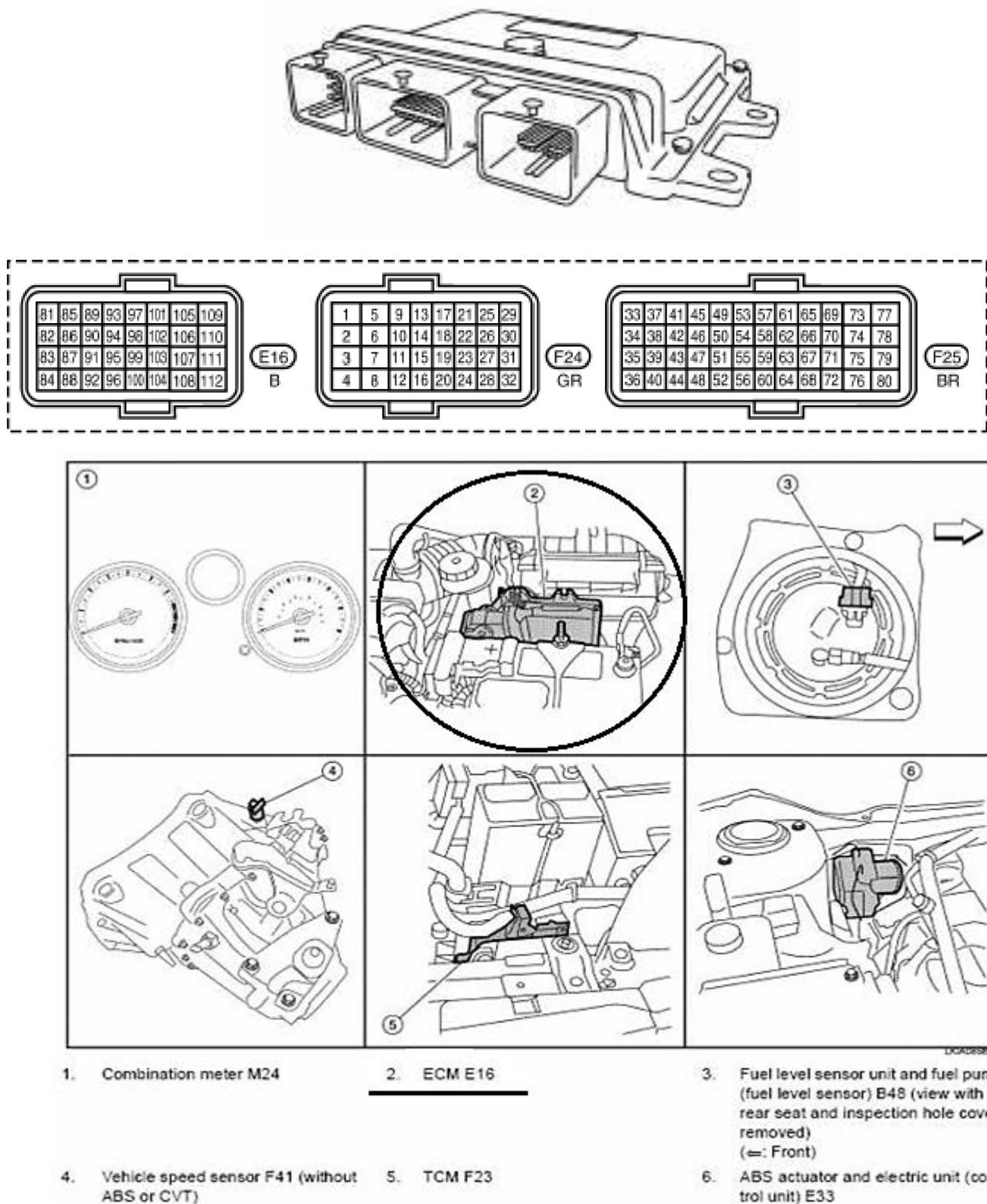


Fig. 37 identificación de conectores y ubicación de ECM principal.



Transmission Control Module.

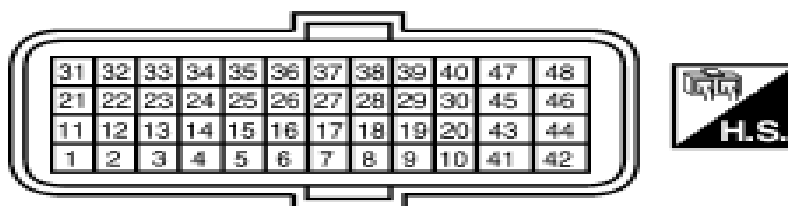


Fig. 38 Ubicación e identificación de pines de módulo de control de transmisión TCM



ITCA FEPADE

SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400

2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348

3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298

5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión
Tel.: (503) 2668-4700

www.itca.edu.sv

