www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Electrónica

Diseño e Implementación de un emulador para el sistema de diagnostico de ESP con microcontrolador

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico

Autor:
Paúl Alex Luna Aguilera
Teodoro Paúl Tenesaca Arpi

Director:
Ing. Leonel Pérez

Cuenca, Ecuador
2007

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

Trabajo complementario al curso de Graduación realizado en La Universidad de Buenos Aires Argentina (UBA).

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

DEDICATORIA

A mi familia y amigos que me apoyaron en cada momento, en buenas y malas. A mi padre que con esfuerzo me ha brindado todo lo necesario para seguir adelante. A mi Madre querida que con sus consejos me ha llevado a ser una persona mejor.

A mis hermanos Ubaldo y Magali, mis grandes amigos, siempre a mi lado, apoyándome en buenos y malos momentos.

Alex Luna Aguilera.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

DEDICATORIA

El dinero te hace rico, pero la educación y cultura te hace un señor… Palabras de mi padre. Este trabajo lo dedico a mi Padre Santo, quien si no fuera por su amor de padre, enseñanzas, concejos y sabiduría, no seria el hombre que hoy soy, gracias por creer en mí. A mi madre (+) que en paz descanse, que me dio la vida; eternas gracias señora madre. A Patricio y Janeth, por su apoyo incondicional, durante todo este tiempo, su ayuda en los momentos más difíciles ha sido fundamental para la culminación de mi carrera. Y por último a mis compañeros y amigos de carrera, con los que he compartido todas mis alegrías y problemas.

Paúl Tenesaca Arpi.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

AGRADECIMIENTO

Primeramente queremos agradecer a Dios quien nos a concebido de sabiduría y paciencia para llegar a esta etapa de la vida en que nuestros sueños y proyectos se hacen realidad con la culminación de esta fase en el ámbito estudiantil.

Agradecemos a nuestro director de tesis Ing. Leonel Pérez quien nos ha apoyado y recomendado como amigo y como docente de la universidad, brindándonos el asesoramiento para poder llevar a cabo el presente proyecto.

Alex.
Paúl.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Índice de Contenidos

Dedicatoria.....ii
Agradecimientos……..... iv
Índice de Contenidos..... v
Resumen.....vii
Abstract…….....viii

Introducción…….....1

CAPÍTULO 1: ESP – PROGRAMA ELECTRÓNICO DE ESTABILIDAD

1.1 Introducción a la Autotrónica……..…..4
1.2 Explicación de los sistemas de seguridad activos y pasivos…..…….....…5
1.3 Concepto e importancia de un sistema ESP……...…….....8
1.3.1 Objetivo……...….10
1.3.2 Funcionamiento……...….10
1.3.3 Ventajas y desventajas del sistema……..…12
1.4 Sistema de freno antibloqueo ABS...……...…. 13
1.4.1 Función del sistema de frenos……...…….....…13
1.4.2 Diseño...…….…….……13
1.4.3 Funcionamiento……...15
1.4.4 Componentes……...15
1.4.4.1 Sensor de velocidad de las ruedas..…….15
1.4.4.2 La unidad de Control Electrónica (ECU)-ABS…….....….….....16
1.4.4.3 El grupo Hidráulico…….……16
1.4.4.4 El frenos de Ruedas…….……....17
1.5 Sistema de control de tracción TCS…….……...18
1.5.1 Funcionamiento.…….……18
1.5.2 Diseno.…….……19
1.5.3 Acelerador Electrónico.....…….……20
1.5.4 Válvula de admisión…….……21
1.5.5 Unidad de Control Electrónico (ECU) – TCS/ABS…….…….....22
1.6 Esquema General ESP = ABS + TCS…….....23

CAPÍTULO 2: COMPONENTES DEL PROGRAMA ELECTRÓNICO DE ESTABILIDAD

2.1 Sensores de Revoluciones de las ruedas……...26
2.2 Sensor de Angulo de giro del volante.....……..29
2.3 Sensor de Angulo de giro y aceleración……...…….……..32
2.4 Grupo Hidráulico...……...34
2.5 Comunicación con la gestión motor…….37

CAPÍTULO 3: DISEÑO DE UN EMULADOR PARA EL SISTEMA DE DIAGNOSTICO ESP

3.1 Diagrama de Bloques……41
3.2 Software……...…… 42
3.3 Hardware……...54
3.4 Construcción……...……...56

CONCLUSIONES ……...……...……...59

4.1 Conclusiones……...……...……..59

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

RECOMENDACIONES……..……..……...……...61

Referencias Utilizadas……..……...62

Anexo1: Portada
Anexo2: Índice de Contenido
Anexo 3: Resumen-Abstract

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

RESUMEN

El presente trabajo monográfico está basado en el Diseño e Implementación de un emulador para un Sistema de Diagnóstico de ESP. La investigación incluye un análisis de los sensores necesarios para desarrollar el sistema y de la electrónica de interfase para conectarlos a un microcontrolador utilizado como dispositivo de control.

El Sistema de Estabilidad Programable (ESP) ayuda al conductor a mantener la trayectoria del vehículo en el caso de pérdida de adherencia debido a una maniobra de emergencia.

El ESP integra: el Sistema de Frenos Antibloqueo (SFA) y el Sistema de Control de Tracción (SCT); elementos que han mejorado notablemente La Seguridad Activa.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

ABSTRACT

This Project is based on design and implementation of an emulator for an ESP Diagnostic System. An analysis of used sensors to develop the system is included as a main part of research job; as well as the Interfacing Electronic to connect them to a Microcontroller like control device.

The Electronic Stability Program helps car driver to maintain the correct path of the vehicle in case of it has lost adherence due to an emergency maneuver.

The ESP incorporates: The Antilock Brake System and Traction Control System, both elements that have supposed an important improvement inside the Active Security.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Paúl Alex Luna Aguilera
Teodoro Paúl Tenesaca Arpi
Trabajo de Graduación
Ing. Leonel Pérez
Julio 2007

DISEÑÓ DE UN EMULADOR PARA EL DIAGNOSTICO DE ESP MEDIANTE MICROCONTROLADOR

INTRODUCCIÓN

La principal causa que basa este estudio y desarrollo es la importancia que se debe de tener al momento de tomar decisiones inesperadas que de una manera u otra lleguen a salvar vidas en carreteras, ya que, con la introducción de la electrónica en los medios mecánicos, se puede corregir falencias y de manera eficaz disminuir notablemente componentes en un automóvil.

En el presente trabajo monográfico se analiza el funcionamiento del ESP (*Electronic Stability Program)*, sistema que se encarga del control de estabilidad del automóvil y que ha supuesto una mejora importante en la seguridad activa.

El motivo que justifica el desarrollo del Estudio de este tema es la necesidad de aportar con el análisis sobre seguridad activa en el automóvil, donde el ESP ha hecho una importante contribución a la prevención de accidentes en calles y carreteras, tan significante para la seguridad de los pasajeros.

La importancia por otro lado será entonces evidenciar la presencia de la electrónica y microcontroladores como dispositivos de control, aplicada a los automóviles, de modo que se pueda gobernar los elementos de la mecánica del automóvil de manera óptima, así también, la electrónica es por consiguiente la respuesta a la necesidad de desarrollar vehículos seguros con un sofisticado equipamiento de seguridad preventiva, activa y pasiva, ayudando a reducir el riesgo de accidentes y minimizar las consecuencias de un siniestro

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

El objetivo es estudiar los sensores involucrados en dicho sistema, para poder realizar el diseño e implementación de un emulador para un sistema de diagnóstico que permita verificar el funcionamiento del sistema completo de estabilidad donde intervienen el sensor de ángulo de dirección, sensores de velocidad en las ruedas, y un sensor de cambio angular

Describir y analizar las señales generadas por los diferentes sistemas de seguridad activa que dan paso a la implementación del sistema ESP como son el caso de sistemas ABS (*Anti-lock Brake System*) y TCS (*Traction Control System*).

Por la complejidad que presenta este sistema y el costo elevado, se pretenderá diseñar un sistema alternativo de diagnóstico con microcontrolador y utilizando componentes electrónicos que simulen las señales de los sensores.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

Capítulo 1

ESP – PROGRAMA ELECTRÓNICO DE ESTABILIDAD

El ESP (*Electronic Stability Program*), sistema de seguridad activa para el automóvil se encuentra dentro de los elementos que convierten a la mecánica en lo que viene a ser la era de la tecnología en el automóvil como es la Autotrónica.

El Programa de estabilidad electrónico como su nombre lo indica realiza la función de estabilizar el automóvil tomando como factor principal los deseos del conductor, consecuentemente, se tiene que tener presente en este sistema el perfecto funcionamiento de los diferentes componentes que lo conforman.

Por lo tanto, es fundamental para el personal técnico o de ingeniería conocer a fondo el funcionamiento de cada elemento inmerso en este sistema como son los sensores y actuadores, los diferentes sistemas que interactúan con el como son el caso del sistema ABS (*Anti-lock Brake System*) sistema antibloqueo de ruedas y el sistema

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

TCS (*Traction Control System*) sistema que controla la tracción. Teniendo claro los conceptos y funcionamiento de cada unos de los sistemas, de manera sencilla se conocerá el funcionamiento del Programa Electrónico de Estabilidad obteniéndose así una mejor visión de las nuevas implementaciones con microcontroladores y la electrónica necesaria para su control.

1.1 Introducción a la Autotrónica

El incesante crecimiento de prestaciones, sistemas de seguridad y confort, y restricciones legales de funcionamiento en los automóviles hace que se desarrollen constantemente nuevos sistemas. Estos sistemas, gestionados electrónicamente, hacen funciones de regulación y control de sistemas concretos dentro del automóvil, ya sea el motor, los frenos o el climatizador.

La Autotrónica nace de la necesidad de corregir falencias en al automóvil y de manera eficaz disminuir componentes, gracias a los microcontroladores estos puedes ser controlados de forma mas sencilla y realizar operaciones que de forma mecánica seria muy complejo realizarlo o casi imposible. Nace como respuesta a la necesidad de poseer una herramienta de ayuda al desarrollo de las unidades de control del motor.

La cantidad y complejidad de los sistemas electrónicos que encontramos actualmente en automóviles aumenta incesantemente debido a la demanda de prestaciones de los clientes, al incremento en la seguridad de los ocupantes y al aumento de restricciones legales de funcionamiento. Esto hace que cada vez sea mayor el número de sensores y actuadores que se incorporan en el automóvil, lo que implica un mayor número de unidades de control. Éstas han supuesto un importante avance en seguridad, regulación de funcionamiento y confort para el usuario del automóvil.

Actualmente, un vehículo incorpora decenas de unidades de control, divididas en dos grupos diferenciados: Tracción y Confort. Dentro del grupo de Tracción encontramos unidades de control motor, ABS, airbag y ESP, entre otras; en el grupo de Confort encontramos unidades de control de puertas, climatización y sistemas de navegación, entre otras.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Las unidades de control se comunican entre ellas a través de la red CAN instalada en el automóvil, compartiendo información sobre parámetros que regulan y disminuyendo la carga de cálculos a realizar por las unidades.

La Autotrónica da a conocer como la electrónica se ve inmiscuida dentro de la automoción, ya que todos estos componentes que hoy en día se están aplicando en los automóviles conllevan una parte muy importante como es ejecutar las funciones de análisis y control.

1.2 Explicación de los sistemas de seguridad activos y pasivos

El apartado de la Seguridad en los automóviles actuales representa uno de los campos de investigación a los que se destina gran parte del presupuesto para desarrollo por parte de cada fabricante. Se trata de fabricar vehículos cada vez más seguros, que cuiden hasta el mínimo detalle la integridad de sus ocupantes utilizando sistemas de Airbag, cinturones pirotécnicos, sistemas de ABS, controles de tracción, controles de estabilidad, etc.

Los sistemas que hoy en día se están empleando en los automóviles sirven para brindar seguridad activa o pasiva, tanto para el usuario como para terceros, nos dedicaremos para dar a conocer cada uno de estos sistemas de seguridad.

Consiguientemente, es esencial para el personal técnico o de ingeniería encargado en la manipulación de esta área tener en claro los conceptos e importancia de cada unos de los diferentes sistemas de seguridad que se encuentran en el automóvil.

Antes de comenzar el estudio de los diferentes sistemas de seguridad que se pueden encontrar en los vehículos actuales conviene explicar **dos términos básicos,** que son:

- **Seguridad Activa**

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

- **Seguridad Pasiva**

SEGURIDAD ACTIVA.- Dentro de esta categoría encontramos todo tipo de sistemas que se encargan de prevenir los accidentes localizándose dentro de estos sistemas mecanismos y dispositivos encargados de disminuir el riesgo a que se produzca un accidente y entre los cuales tenemos los frenos, la suspensión, las luces, la dirección , etc..

La seguridad activa viene desempeñando desde siempre un papel central en todos los fabricantes, pero en estos últimos diez años ha experimentado una rápida evolución con la aplicación e introducción de la electrónica dentro de sistemas ABS y ESP, mejoras en las suspensiones, implementación de dirección asistida de serie y neumáticos más fiables. A continuación veremos los elementos de seguridad activa más importantes para los coches.

ABS: Sistema antibloqueo de frenos. Evita que perdamos el control direccional del vehículo en una frenada brusca.

Control de Estabilidad: Conocido como ESP, evita posibles pérdidas de trayectoria en situaciones como la entrada en una curva a velocidad excesiva o cuando se derrapa por falta de adherencia.

BAS: Sistema de asistencia a la frenada. En caso de emergencia, ejerce una presión adicional sobre el circuito de frenos, reduciendo la distancia de frenado.

EBD: Sistema electrónico de distribución de frenada en cada rueda para garantizar una detención equilibrada.

Iluminación: Mantener en condiciones optimas el sistema de iluminación.

Climatizador: Evita que los vidrios se empañen y permiten conducir con una temperatura óptima que reduce el cansancio.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Control de Velocidad: Dispositivo que permite mantener una velocidad constante sin pisar el acelerador, por lo que resulta especialmente recomendable en la conducción por autopistas.

Control de Velocidad (ACC): Permiten mantener una distancia con el vehículo que nos precede decelerando nuestro coche hasta 30% si es necesario. Es muy útil al circular con niebla o visibilidad escasa.

Control de Presión: Informa el estado de los neumáticos y de cualquier anomalía en la presión de estos para prevenir un posible reventón.

Dirección: La tradicional dirección ha evolucionado hacia sistemas que disminuyen su grado de asistencia al aumentar la velocidad, permitiendo una conducción más precisa y segura.

SEGURIDAD PASIVA.- Este tipo de sistemas se encargan de reducir el impacto de un accidente. A este tipo de sistemas corresponden: Airbag, Cinturones pirotécnicos, carrocería con deformación programada, barras de protección lateral, etc. Son sistemas que no evitan accidentes pero si reducen las consecuencias del mismo para los ocupantes del vehiculo.

Cinturón de seguridad: Ayudan a reducir el impacto de un choque siempre y cuando su uso allá sido el correcto como tendencias futuras tenemos: cinturón de cuatro puntos, cinturón con airbag.

Airbag: El cojín de seguridad es el elemento que complementa al cinturón de seguridad, reduciendo el riesgo de lesión a los ocupantes.

En estos últimos años, el tema de la seguridad se ha orientado de cara al desarrollo de dispositivos “activos” que mejorasen la eficacia de la estabilidad del automóvil. Por este motivo, se ha pensado que sería interesante tratar en este trabajo dos sistemas que son un complemento o mejor dicho de donde nace el sistema **ESP** como son: **el**

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

sistema ABS y el sistema TCS. Se describirán cada uno de los sistemas, los componentes y su funcionamiento.

1.3 Concepto e importancia de un sistema ESP

Fuente: www.bosch.com

El programa electrónico de estabilidad realiza la función de estabilizar el vehículo en situaciones críticas como son el caso de un obstáculo repentino en la vía o cuando tomamos demasiado rápido una curva, este sistema asume la responsabilidad de controlar el automóvil tomando prioridad sobre el sistema de frenos.

La estabilidad del automóvil también viene determinada por los límites de la física como son en velocidad y adherencia, cuando se superan estos rangos el control de estabilidad no puede hacer nada, por tanto, este sistema es eficaz cuando el conductor mantiene controlado al vehículo, sin embargo, no debería ser utilizado como instrumento para ir mas rápido que lo que harían sin el.

El ESP se encarga de controlar selectivamente determinadas ruedas en el automóvil logrando realizar acciones de frenado o también pudiendo actuar sobre el par motor para acelerar las ruedas tractoras.

Cuando en alguna circunstancia se pierde el control del vehículo puede darse dos situaciones importantes para analizar: *subviraje y sobreviraje*.

- El *subviraje* (figura 1.3.1 a) ocurre cuando se deslizan las ruedas del eje delantero en una curva, provocando que el vehículo tienda a seguir derecho realizando una trazada más amplia que la determinada por su conductor.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

- El *sobreviraje* (figura 1.3.1 b), por su parte, corresponde al deslizamiento del eje trasero del vehículo en una curva. En estas circunstancias, el eje trasero tiende a girar más que el resto del vehículo lo que podría provocar un trompo.

Estos casos de peligro son fácilmente controlados por el ESP siempre y cuando estén dentro de los límites de la física; mediante la medición de la velocidad por medio de los sensores ubicados en cada rueda, el ángulo de giro del volante, que es hacia donde quiere dirigirse el conductor, y el ángulo de giro del vehículo que es hacia donde se dirige el automóvil, todos estos sensores son analizados continuamente por la unidad de mando dando a conocer la dinámica de marcha del vehículo y una vez examinados se realizará una acción inmediatamente ya sea por sistema frenos ABS o por el sistema de tracción TCS.

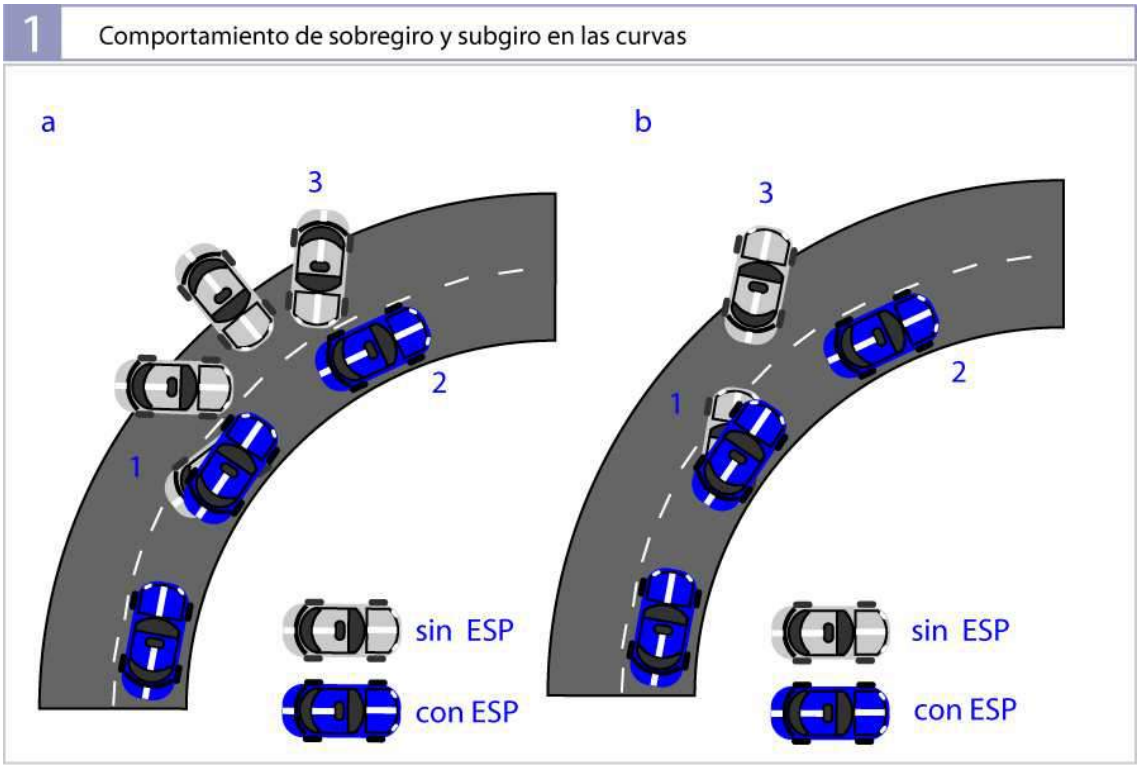


Figura 1.3.1 Comportamiento de sobregiro y subgiro en la curvas

a Comportamiento de sobregiro

1 El vehículo empuja con la parte posterior hacia fuera.

2 ESP frena la rueda delantera en la parte exterior de la curva y reduce así el peligro de derrape.

3 El vehículo sin ESP derrapa.

b Comportamiento de subgiro

1 El vehículo empuja con la parte frontal hacia fuera.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

2 ESP frena la rueda posterior en la parte interior de la curva y reduce así el peligro de subgiro.

3 El vehículo sin ESP se sale de la vía subgirando.

1.3.1 Objetivo:

El ESP se encarga de:

1 Calcular el estado del vehículo a través de la señal del rango del yaw y el ángulo de deslizamiento estimado por el monitor.

2 Acercar lo más posible la respuesta del vehículo en condiciones límites a la respuesta en las condiciones habituales de conducción.

Como directamente no se puede variar la fuerza lateral, tampoco se puede variar la velocidad lateral y el ángulo de deslizamiento. Sin embargo, la fuerza laterales ocasionada por el momento “yaw” (que sí se puede generar) y esto conduce a la variación de la desviación direccional respecto al eje longitudinal del vehículo y del ángulo deslizamiento, llevándolos al óptimo.

El ESP también puede intervenir en la relación de deslizamiento de los neumáticos para influir indirectamente en las fuerzas longitudinales y transversales que actúan en cada rueda, lo cual será realizado por los controladores subordinados ABS y TCS. Para generar el ángulo de yaw necesario el ESP transmite las modulaciones necesarias de deslizamiento a las ruedas seleccionadas.

El ABS y el TCS disparan los actuadores que controlan el sistema hidráulico de frenos y el sistema de gestión del motor utilizando los datos generados por el ESP.

1.3.2 Funcionamiento:

El funcionamiento básico del sistema viene dado de la siguiente manera:

El ESP utiliza la instalación de los frenos para “conducir” al vehículo.- Estos cumplen la misión de desacelerar, o en alguna circunstancia parar el vehiculo; por

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

ejemplo, Si el vehiculo se encuentra a una velocidad alta (sensores de revolución en la ruedas) y en una situación critica encuentra un obstáculo repentino al frente, entonces, se frenará momentáneamente la rueda trasera izquierda o derecha, (dependiendo del ángulo de giro del volante), modificando también la inyección para evitar que por alguna evento el conductor lo presione inadecuadamente ya sea por medio de: la válvula de aceleración (ajuste de la válvula de la válvula), ajuste de inyección (supresión de impulsos de inyección) o sistema de encendido (ajuste del ángulo de encendido), estabilizando así en esta situación.

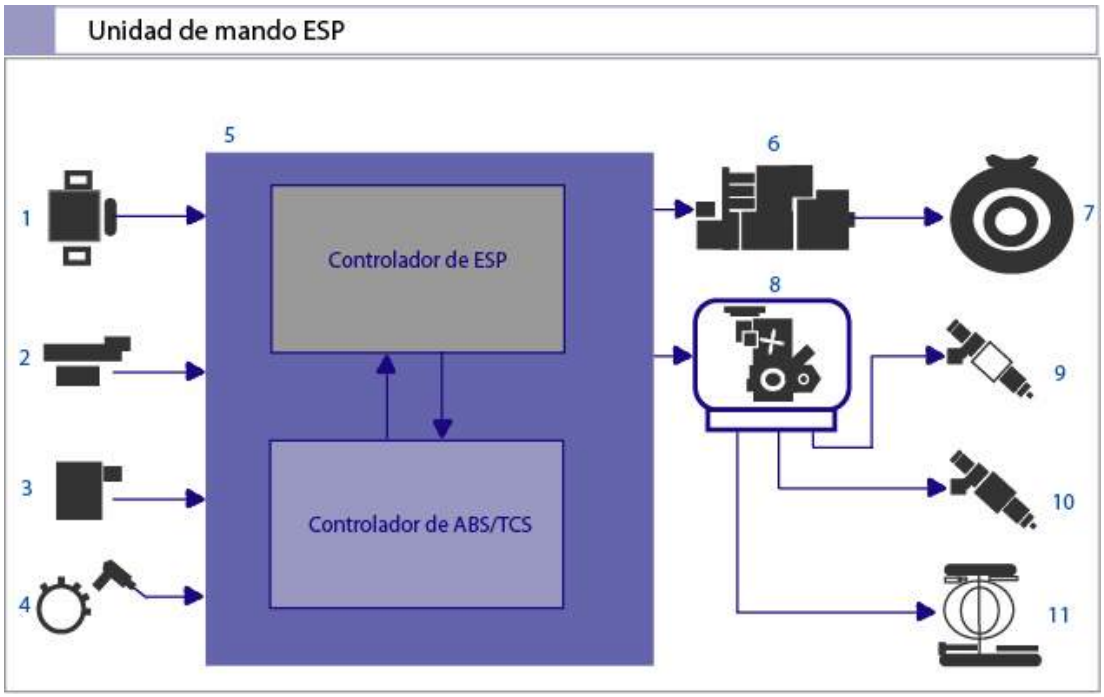


Figura 1.3.2 Unidad de mando ESP, Fuente: Sistemas para la estabilización del automóvil.

1. Sensor de convolución con sensor de aceleración transversal.
2. Sensor de ángulo de giro del volante.
3. Sensor de presión previa.
4. Sensor de revoluciones.
5. Unidad de mando ESP.
6. Grupo hidráulico.
7. Frenos de rueda.
8. Unidad de mando de la gestión motor.
9. Inyección de combustible.
10. Intervención de ángulo de encendido.
11. Intervención de la válvula de admisión.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

1.3.3 Ventajas y desventajas del sistema:

- Asistencia activa para la dirección en la conducción, cuando el vehículo está sometido a fuerzas laterales importantes.

- Aumento de la estabilidad del vehículo; el sistema mantiene la estabilidad direccional bajo cualquier condición, ya sea en frenadas repentinas, maniobras comunes de frenado, o en condiciones de aceleración.

- Aumenta el potencial de tracción cuando el ABS y el TCS entran en acción, mejorando automáticamente la respuesta motora para reducir el excesivo frenado del mismo.

- Mejora de la estabilidad del vehículo en los límites de tracción, como en maniobras en situaciones extremas (como frenazos fortuitos), para reducir el peligro de derrape o choque.

- Sin embargo, la eficacia del sistema de seguridad se ve afectada por la velocidad del vehículo y la adherencia disponible, si el vehiculo pasa cierto límite para la adherencia dada, el control de estabilidad no puede hacer nada.

- El sistema es inútil cuando se hace aquaplaning puesto que no hay contacto entre las ruedas y el piso, es decir, adherencia.

- Como resultado de estos efectos se logra distancias de frenado más cortas y mayor tracción, mejorando la estabilidad y consiguiendo mejores niveles de respuesta de dirección.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

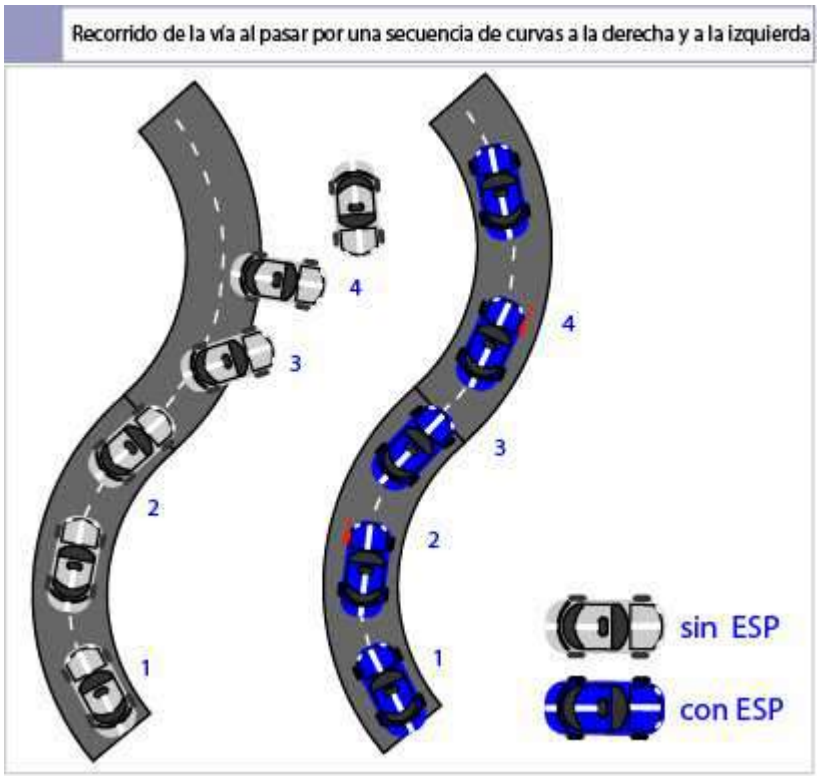


Figura 1.3.3 Recorrido de la vía al pasar por una secuencia de curvas a la derecha y a la izquierda

- El conductor gira el volante, formación de fuerza lateral.
- Inestabilidad amenazante a la derecha: intervención del ESP en la parte delantera izquierda
- Contragiro izquierda: el vehiculo esta fuera de control
  Derecha: el vehiculo permanece bajo control.
- Izquierda: el vehiculo incontrolable. Derecha: intervención del ESP parte delantera derecha, estabilización completa

1.4 Sistema de freno antibloqueo ABS

El sistema de frenos ABS (*Anti-lock Brake System*), es decir, sistema de frenos antibloqueo) se encarga de evitar el bloqueo de las ruedas ya sea en calzada mojada o resbaladiza, o en alguna situación brusca o sobresalto del conductor.

1.4.1 Función del sistema de frenos

La función del sistema de freno es:

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

- Evitar el bloqueo de las ruedas.
- Asegurar la estabilidad y dirigibilidad del vehiculo cualesquiera que sea la presión de frenada. La velocidad del vehiculo y el estado de la carretera (dentro de los limites de la física)
- Optimizar la distancia de frenada.

El sistema ABS es una unidad de control de frenado automático controlado que evita que las ruedas se bloqueen por alguna situación de emergencia.
En frenadas de emergencia el sistema ABS disminuye el riesgo de perdida de control mediante el frenado ya que este sistema dispone de sensores de velocidad en las ruedas las cuales son censadas permitiendo así conocer el estado de rotación de cada rueda. El sistema estabiliza el automóvil mejorando y acortando la distancia de frenado.

Con lo descrito anteriormente el sistema debe ser capaz de detenerse en las mejores condiciones, Al mismo tiempo que combina:

1. La eficacia (sobre un tiempo y sobre una distancia mínima).
2. La estabilidad (conservando la trayectoria del vehiculo).
3. La progresividad (frenada proporcional con respecto al esfuerzo del conductor).
4. El confort (esfuerzo mínimo para el conductor).

1.4.2 Diseño

El sistema ABS esta comprendido de los siguientes componentes:

- Sensor de velocidad de las ruedas
- La unidad de control electrónico (ECU) - ABS
- El grupo hidráulico
- El freno de ruedas

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

1.4.3 Funcionamiento

El sistema funciona de la siguiente manera: los sensores ubicados en cada rueda determinan la velocidad media que corresponde al automóvil.- Compara la velocidad media calculada con la velocidad individual de cada rueda y se determina si esta tiende a bloquearse. En caso de positivo o negativo automáticamente la ECU realizará el proceso de reducir o aumentar la presión de freno hasta que el conductor retire el pie del pedal de freno o disminuya la fuerza de activación del mismo.

1.4.4 Componentes

1.4.4.1 Sensor de velocidad de las ruedas:

El conjunto consta de las siguientes partes (figura 4): sensor de rotación, miden la velocidad instantánea a de cada rueda; una rueda fónica, genera la señal para ser leída por el sensor de rotación.

El captador de las ruedas funciona según el principio de inducción y miden la velocidad de rotación de cada rueda dando al calculador de ABS una frecuencia que es proporcional a la velocidad.

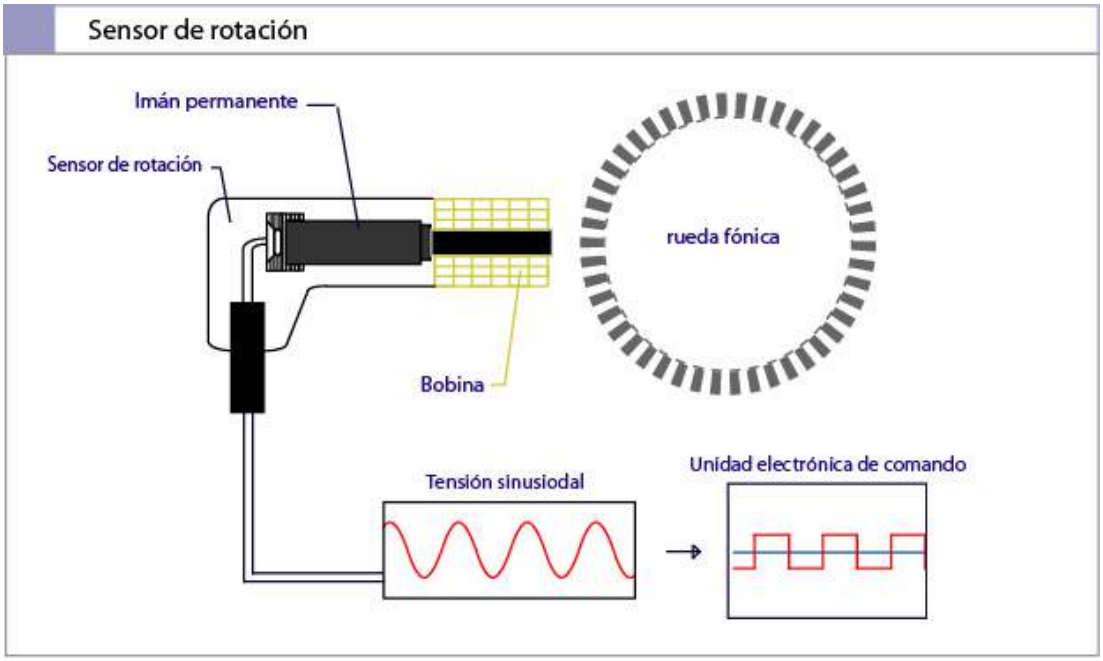


Figura 1.4.1 Sensor de rotación

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

1.4.4.2 La unidad de control electrónico (ECU) – ABS

En base a las señales obtenidas a través de los sensores de velocidad la unidad de control detecta la velocidad de rotación de cada rueda y la velocidad del vehiculo.- Cuando se pisa el pedal del freno la unidad de control envía una señal para que aumente la presión en los frenos, si la unidad detecta que alguna rueda tiende a bloquearse entonces la unidad de control envía una señal para que se reduzca la presión, la unidad también toma los datos para visualizar como son: Luz de interruptor de parada, luz de aviso de ABS, luz de advertencia en caso de fallo del sistema ABS, y luz de advertencia en caso que el nivel de líquido de frenos se encuentre por debajo del límite para sus perfecto funcionamiento.

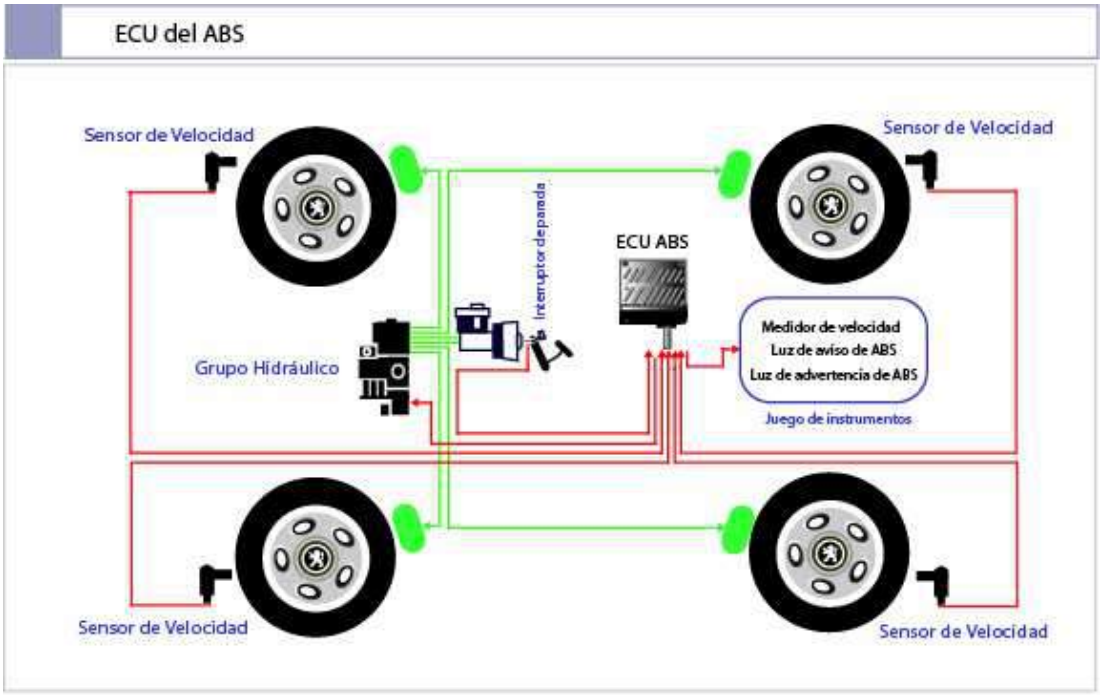


Figura 1.4.2 ECU del ABS

1.4.4.3 El Grupo hidráulico

Grupo que consta de cuatro válvulas, una por rueda, una bomba hidráulica y relés de control para las válvulas. La información de apertura de válvula y de la consiguiente liberalización de presión la recibe de la unidad de mando al igual que el cierre y aumento de presión en el sistema. Dependiendo de las marcas de automóviles nos podemos encontrar con distintos grupos hidráulicos de ABS.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Figura 1.4.3 Grupo Hidráulico, Fuente: PSV peugeot.

1.4.4.4 El freno de ruedas

En el freno de disco de pinza fija, cada pistón se encuentra en cada mitad de la pinza. Durante el proceso de frenado, actúa una presión hidráulica sobre los dos pistones.- Cada pistón aprieta la pastilla resultando el proceso de frenado.

Los frenos de pinza fija contra el disco de freno son muy sólidos, por lo que se emplea en vehículos rápidos y pesados.

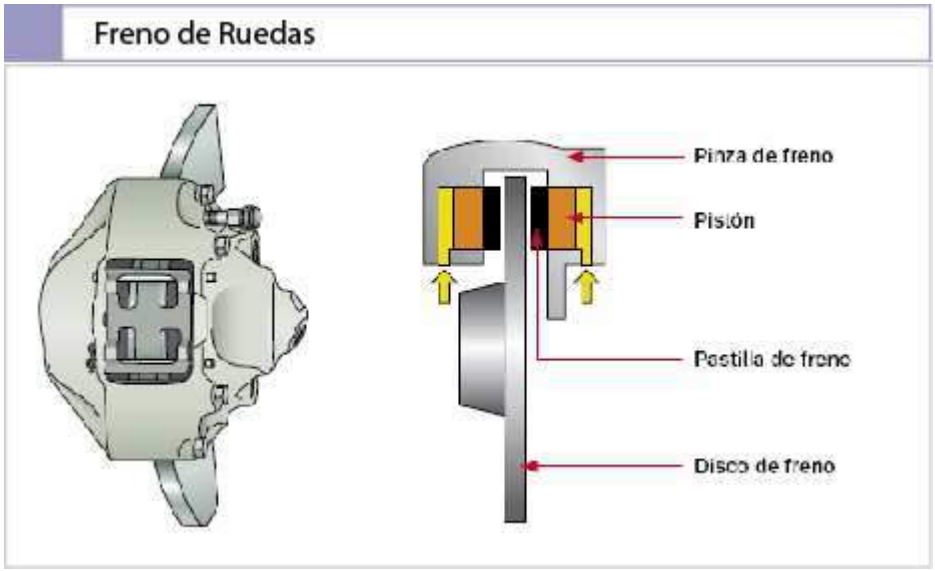


Figura 1.4.5 Freno de Ruedas, Fuente: Sistema de frenado ABS

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

1.5 Sistemas de control de tracción TCS

La función principal que cumple el sistema de tracción es evitar que las ruedas tractoras patinen durante la marcha del automóvil y al acelerar, evitando así pérdidas de maniobrabilidad y control, manteniendo así la direccionabilidad incluso en situaciones de baja adherencia.

El sistema de tracción funciona conjuntamente con el sistema ABS, pues comparte con el, la central electrónica, los sensores de velocidad de las ruedas y el grupo hidráulico, pero cumplen diferentes funciones, el sistema de frenos actúa cuando se presiona el pedal de freno mientras el sistema de tracción actúa cuando utilizamos el pedal del acelerador.

1.5.1 Funcionamiento:

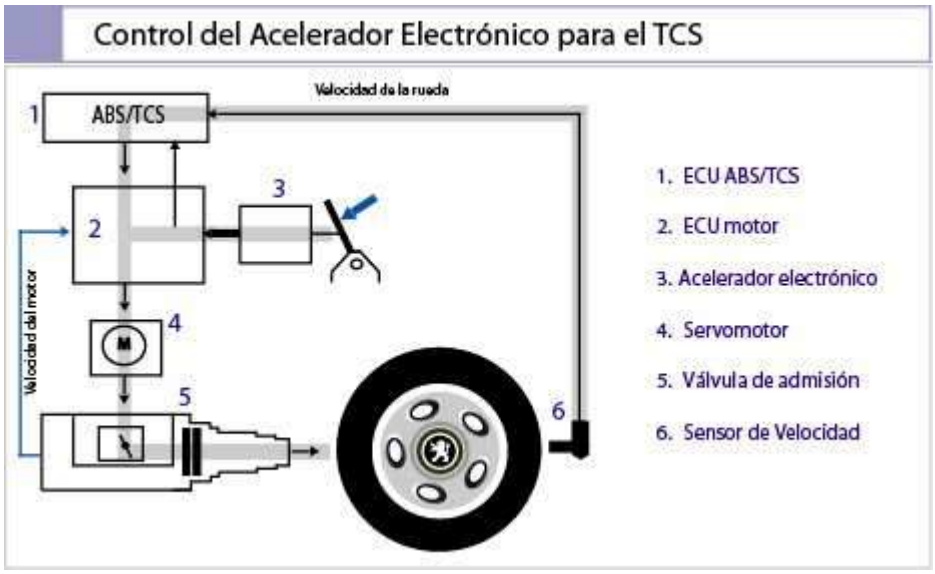


Figura 1.5.1 Control del Acelerador Electrónico para el TCS

Basándose en la información recibida por los sensores de velocidad del sistema ABS, el Control de Tracción puede interpretar una situación de pérdida de adherencia durante la tracción.

Si por alguna razón las ruedas tractoras comenzaran a patinar en ese momento, las señales que recibiría la central electrónica del TCS, proveniente de los sensores de velocidad de las ruedas, se podría graficar de la siguiente manera: Como la

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

frecuencia generada por los sensores de velocidad de las ruedas es proporcional a la velocidad de giro de las mismas, al observar que las delanteras generan una señal de 12 Hz y las traseras una señal de 1 Hz, deducimos que la velocidad de las ruedas delanteras es 12 veces superior a la de las traseras. Y es en este momento donde la central electrónica determina que existe patinamiento de las ruedas delanteras (en caso de tracción delantera).

Por debajo de cierta velocidad,

La central electrónica enviará la orden a las electroválvulas del sistema y a la bomba para que éstas generen presión de líquido de frenos en los circuitos delanteros.- El sistema activa sólo al circuito de frenos de las ruedas motrices que estén patinando, disminuyendo su velocidad hasta que alcance valores similares con los de las ruedas no motrices.

Cuando el vehículo supera cierta velocidad,

Se puede ver comprometida la estabilidad direccional del mismo, como así también se pueden detectar problemas de temperatura en el sistema de frenos. Por ello, el sistema actuará sobre el sistema de inyección de combustible o sobre la válvula de admisión, reduciendo así la fuerza del motor. A diferencia del sistema de ABS que trabaja para evitar el efecto de bloqueo, el sistema de Control de Tracción estará operando una vez que se haya producido el patinamiento de las ruedas motrices.

1.5.2 Diseño

El sistema TCS esta comprendido de los siguientes componentes:

- Sensor de velocidad de las ruedas - (ver 1.4.5.1)
- El grupo hidráulico – (ver 1.4.5.3)
- El freno de ruedas – (ver 1.4.5.4)
- Acelerador Electrónico.
- La válvula de admisión.
- La unidad de control electrónico (ECU) – TCS

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

En este caso se explicara el TCS con la válvula de Admisión ya que el proyecto será utilizado este tipo sistema, sin embargo, se utiliza otros métodos como son: ajuste el ángulo de encendido o supresión de impulsos de inyección individuales que se consideran respuestas mas rápidas, mientras que, el de la válvula de admisión se la considera lenta, pero depende del fabricante y el motor para su utilización.

1.5.3 Acelerador Electrónico

El objetivo que tiene el Acelerador electrónico es el eliminar la conexión mecánica entre el pedal del acelerador y la válvula de admisión permitiendo así mediante una señal que proporciona un potenciómetro manejar en forma fiable la válvula de admisión.- Permite mayor control de la alimentación de aire al motor, consiguiendo mejores aceleraciones y una respuesta del motor mas adecuada al tipo de conducción que se esta realizando.

Las ventajas que presta este sistema son las siguientes:

- Permite variar la relación entre la posición del acelerador y la apertura de la válvula con mayor precisión.
- Permite un mejor control sobre las emisiones contaminantes.
- Corrige errores de accionamiento del acelerador por parte del conductor.

Figura 1.5.2 Acelerador Electrónico

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

1.5.4 Válvula de Admisión

Antiguamente los sistemas utilizados para controlar la válvula de admisión como son mecanismos de varillas o con un cable han desaparecido. Hoy en día se están empleando sistemas como el de la válvula motorizada que elimina la conexión mecánica entre la válvula y el pedal del acelerador.

La regulación de la válvula es totalmente electrónica y la realiza la unidad de control. La velocidad de un motor se controla permitiendo o impidiendo que la mezcla ingrese a los cilindros. Cuando la **válvula de aceleración** se abre y el motor supera la velocidad mínima (ralentí), la boquilla principal recién inicia el suministro de combustible atomizado. La válvula de aceleración regula la velocidad de llenado de los cilindros monitoreando el rendimiento volumétrico.

Este sistema totalmente electrónico nos da la ventaja de la fácil integración a otros sistemas como el control de crucero, control de estabilidad, control de tracción, donde se evita que el conductor tenga presionado el acelerador en alguna situación de pérdida de estabilidad o pérdida de tracción.

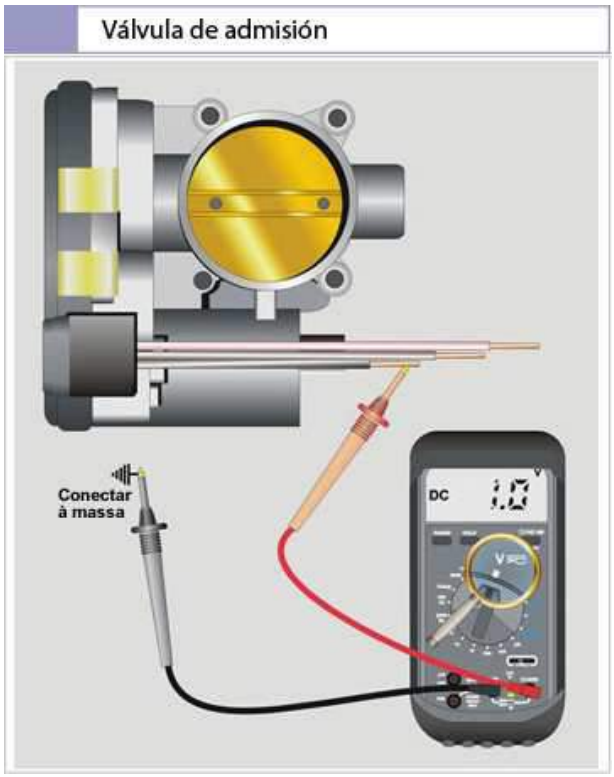


Figura 1.5.3 Válvula de admisión, Fuente: Motores de inyección.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

1.5.5 Unidad de Control Electrónico (ECU) – TCS/ABS

El procesador recibe las mismas señales que el sistema ABS, pero controla el par motor, además del regulador hidráulico para regular los frenos independientemente de de si el conductor presiona o no el freno. Regula la válvula de admisión (en motores de gasolina) y la bomba de inyección (en motores diesel).

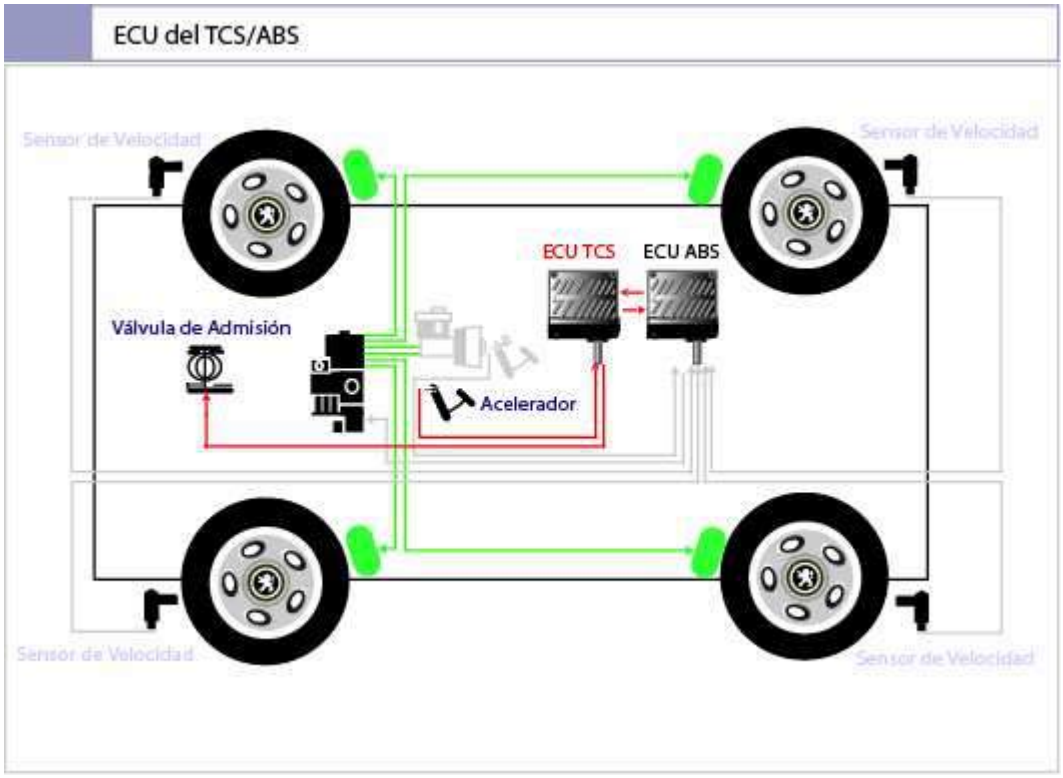
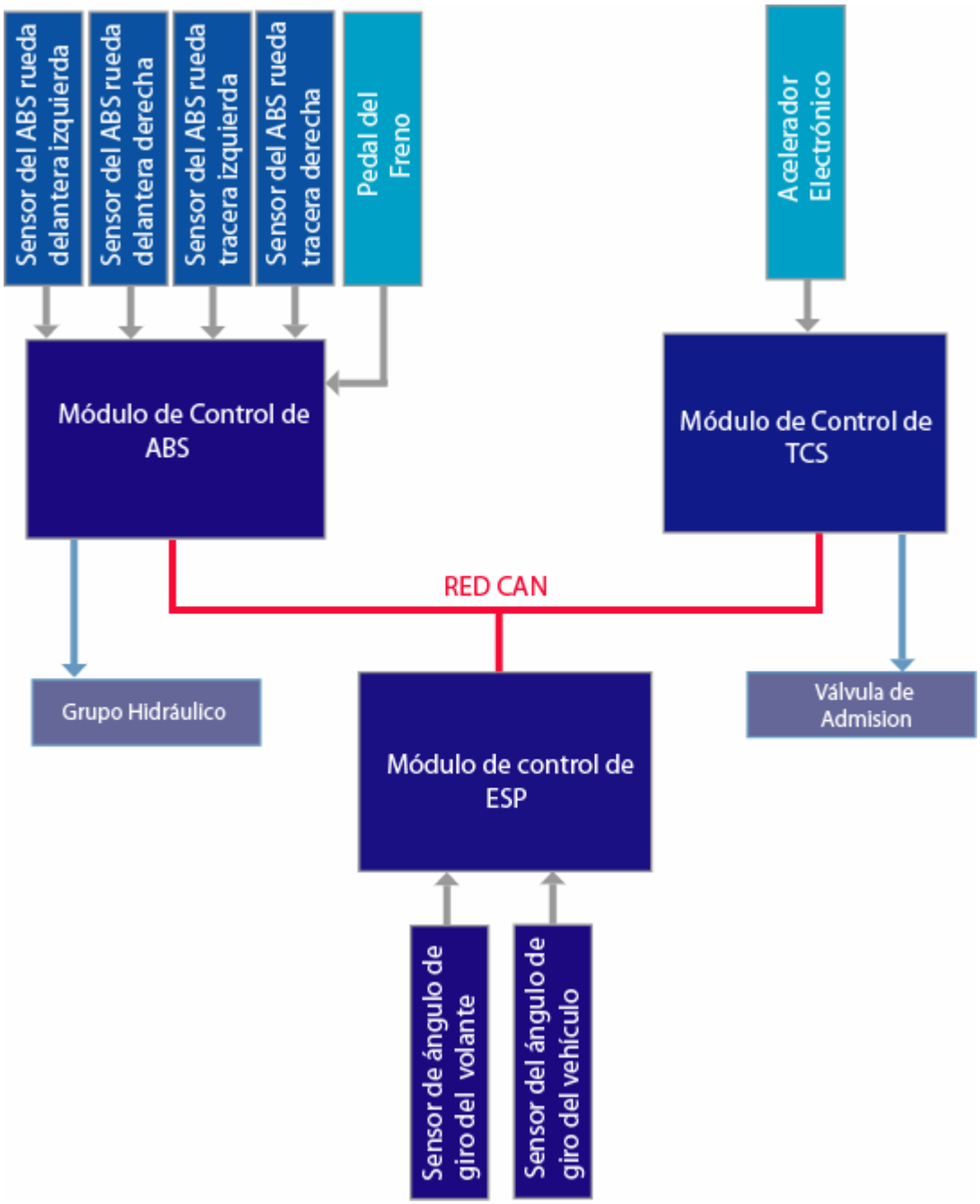


Figura 1.5.4 ECU del TCS/ABS

1.6 Esquema general ESP=ABS+TCS

En el esquema se puede observar como todas las unidades estas conectadas entre si mediante una Red de ECU’s pudiendo compartir los sensores y reduciendo de manera eficaz el numero de cables dentro del automóvil, siendo utilizado en la construcción de automóviles modernos redes tipo BUS como el CAN (especifico para automóviles).

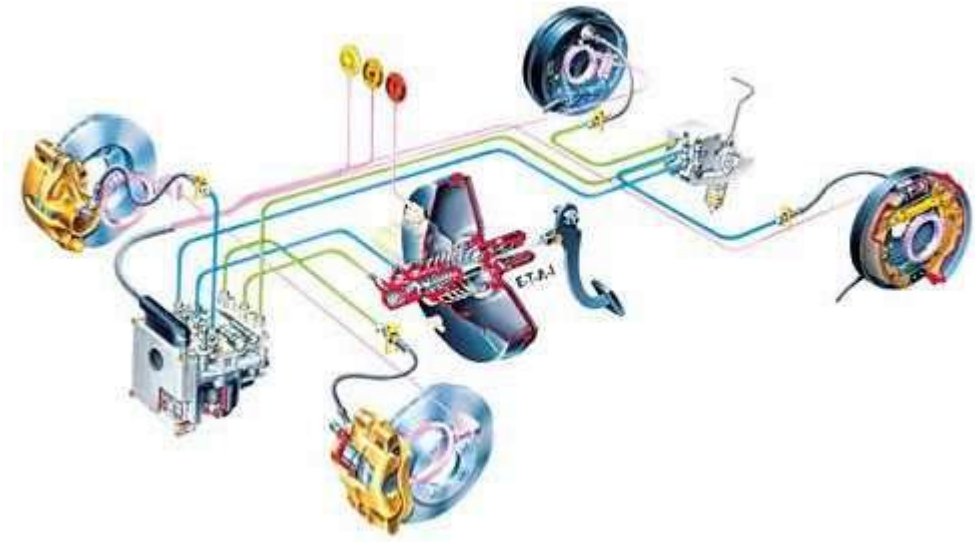
www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org



www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Capítulo 2

COMPONENTES DEL PROGRAMA ELECTRÓNICO DE ESTABILIDAD



Dado que los sensores son parte importante del sistema estos deben ser analizados detenidamente ya que con su estudio podemos hacer una comparación con diferentes sistemas electrónicos y así poder realizar el modelado y generación de las señales de los sensores que intervienes en el control del sistema de estabilidad.

Todos los sensores toman variable físicas para luego convertirlas a señales eléctricas y estas a su ves deben ser convertidas de variables analógicas a variable digitales para que puedan ser procesadas por el sistema de control y este a su ves enviar una respuesta inmediata del proceso a realizar.

El proyecto del simulador crea un entorno de partes muy importantes para ser simuladas como son las revoluciones de las ruedas, la válvula de admisión, el sensor para cambio angular del volante, siendo como objetivo que la unidad control reciba las señales iguales o similares a las que recibiría un vehículo real, de manera que, estas se puedan observar, medir, calcular y verificar el funcionamientos de cada una de las partes.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Los sensores han llegado a ser indispensables para las funciones de monitoreo y control dentro del sector automovilístico, siendo de suma importancia en la utilización de vehículos modernos ya que sin ellos seria casi imposible realizar la gran cantidad de procesos que estos requieren.

Una característica importante de los sensores es su exactitud y rápida respuesta, dentro de los sensores más importantes dentro del automóvil tenemos:

- Sensor de posición (recorrido/posición angular)
- Sensores de velocidad de rotación/velocidad lineal.
- Sensores de aceleración y de vibraciones.
- Sensores de presión.
- Sensores de fuerza/par.
- Medidores de presión.
- Sensores de gas, sondas de concentración.
- Sensores de temperatura.

De los cuales nos destinaremos a estudiar los que componen el sistema de estabilidad o que están directamente relacionados con este.

La preparación de las señales de analógicas a digitales, las funciones de autocalibración y el procesamiento ulterior de las señales pueden estar ya incorporadas en los sensores según el grado de integración que tenga cada uno, estos se muestran en la figura 2.1, y a su vez tiene las siguientes ventajas:

- Menor número de cálculos para la unidad de control;
- Interfaz uniforme, flexible y apta para bus para todos los sensores;
- Aprovechamiento múltiple directo de un sensor a través del bus de datos;
- Ajuste sencillo del sensor.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

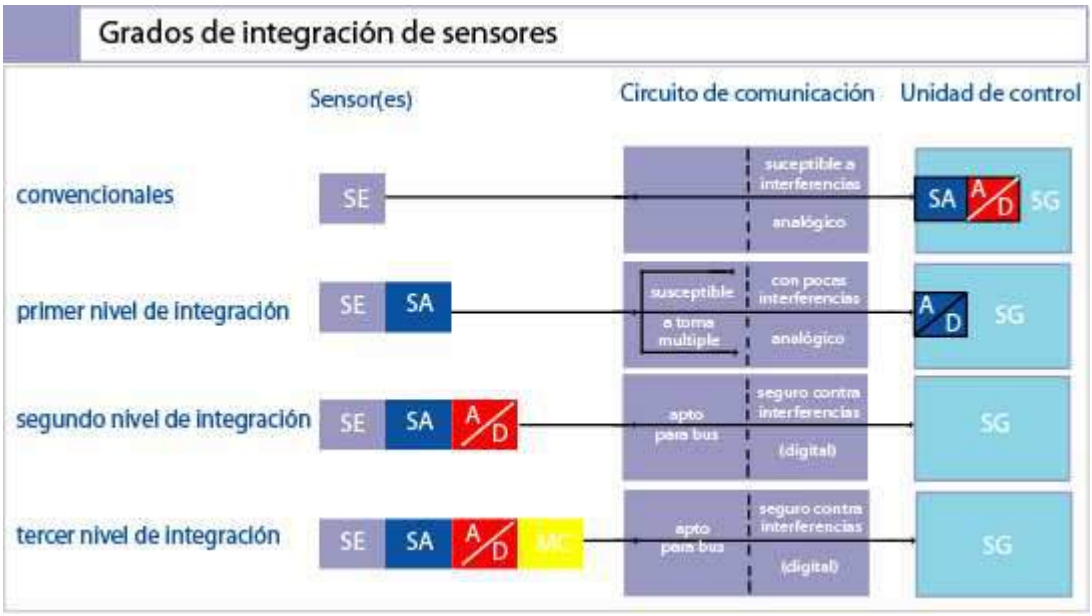


Figura 2.1 Grados de integración de los sensores

SE Sensor(es)
SA Preparación analógica de señales
A/D Convertidos analógico-digital
SG Unidad de mando digital
MC Microordenador (sistema electrónico evaluador)

2.1 Sensores de Revoluciones de las Ruedas

Existen dos tipos de sensores para esta utilización como son:

- **Sensores de Revoluciones pasivos**

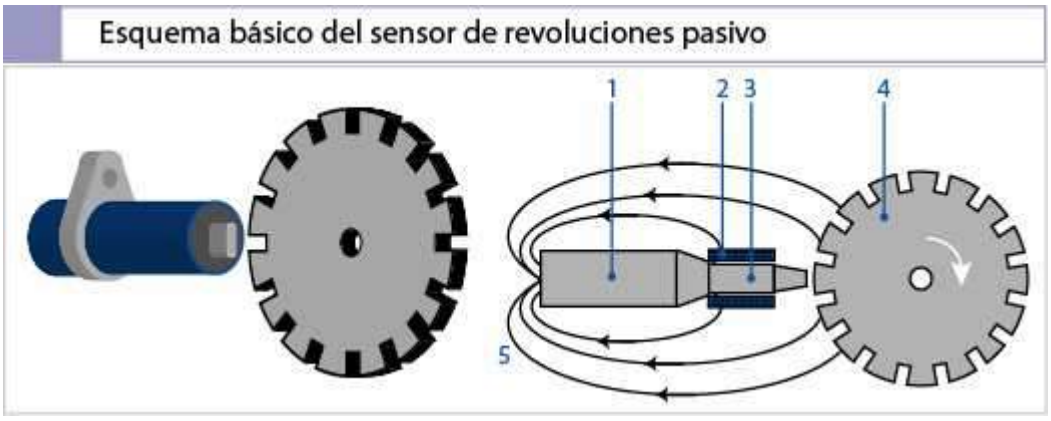


Figura. 2.1.1 Esquema básico del sensor de revoluciones pasivo

1. Imán Permanente
2. Bobina inductora
3. Clavija de polo
4. Rueda de impulsos de acero
5. Líneas de campo magnéticas

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

Funcionamiento:

Cuando la rueda de impulsos de acero fijada con el cubo de rueda gira, el campo magnético creado por el sensor es perturbado por la secuencia constante cambiante de diente y hueco. De esta forma cambia el flujo magnético a través de la clavija de polo y también el flujo de magnético a través del devanadano de la bobina. El cambio del flujo magnético induce en el devanado una tensión alterna que se mide en las terminaciones del devanado.

Tanto la frecuencia creada como la también la amplitud son proporcionales al numero de revoluciones de la rueda. Dependiendo de la forma del diente, la distancia, la subida de tensión y la sensibilidad de entrada de la unidad de mando determinan hasta la mas pequeña velocidad mesurable dentro del vehiculo y con ello la velocidad de repuesta para cada uno de los sistema que la necesitan.

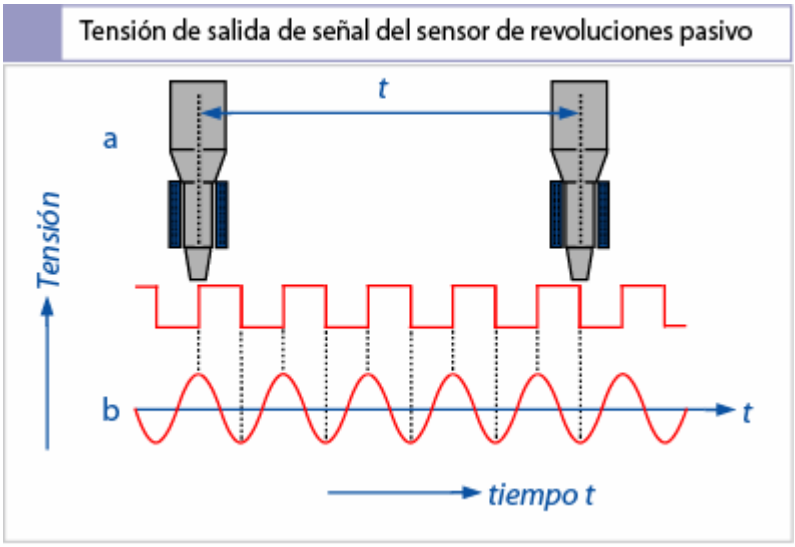


Figura 2.1.2 Tensión de salida de señal del sensor de revoluciones pasivo

a. Sensor de revoluciones pasivo con rueda de impulsos.

b. Señal a la salida del sensor

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

- **Sensores de revoluciones activo**

Este sensor consta de un IC (Circuito Integrado) de silicio encapsulado herméticamente en plástico colado, ubicado en la cabeza del sensor el cual reacciona ante los más mínimos cambios del campo magnético, permitiendo así distancias mayores que la de los sensores de revoluciones pasivos.

Esta señal es captada de un anillo multipolo con magnetización norte y sur alternada montada sobre el cubo de la rueda, su utilización viene dada en vehículos modernos.

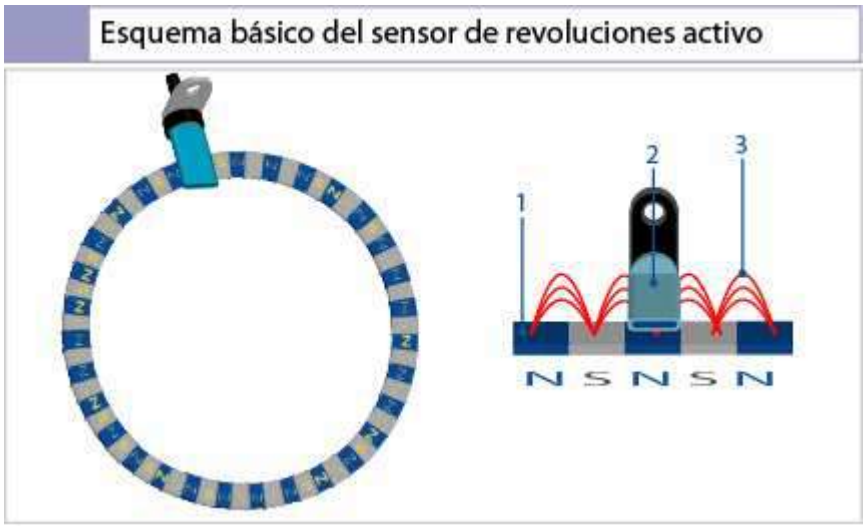


Figura 2.1.3 Esquema básico del sensor de revoluciones activo

1. Anillo multipolo con magnetización norte y sur alternante.
2. Elemento del sensor.
3. Líneas de campo magnético.

Funcionamiento:

Como el sensor consta de un elemento de medición Hall, de un amplificador de señales y de un IC, el número de revoluciones lo transmite como corriente aplicada en forma de impulsos rectangulares (figura 2.1.4), estando estos proporcionales a las revoluciones de la rueda, siendo posible realizar una detección casi hasta el punto de parada de la rueda.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

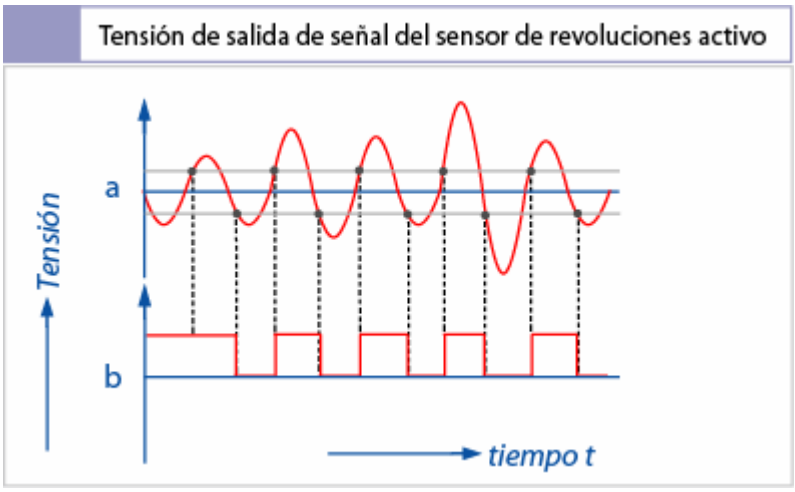


Figura 2.1.4 Tensión de salida del sensor de revoluciones activo

a. Señal en bruto. **b.** Señal de salida del sensor.

2.2 Sensor de ángulo de giro del volante.

Uno de los componentes principales del comportamiento direccional del vehiculo viene dado por el sensor ubicado en el volante o en el extremo del árbol de la dirección el cual da al computador los deseos del conductor, hacia donde quiere dirigirse.

El sistema permanecerá inactivo siempre y cuando la trayectoria del vehiculo corresponda con el ángulo del volante.- Cuando ocurra un movimiento brusco por parte del conductor puede producirse el efecto de derrape, en ese momento es cuando actúa el sistema de estabilidad ya que comprobando la trayectoria real con la ideal grabada en la memoria entra este en acción reduciendo la potencia del motor y frenando aquellas ruedas que patinen para corregir la desviación del vehiculo.

Existe diferentes configuraciones y cada sistema muestra cierto nivel de complejidad y precisión, en este capitulo trataremos algunos de ellos y utilizaremos el mas apropiado para la realización del sistema de diagnostico.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

- **Sensor angular utilizando fotointerruptores**

Figura 2.2.1 Salida del los fotointerruptores

Uno de los sensores del ángulo de dirección (figura 2.2.1) utiliza una combinación de fotointerruptores los cuales detectan la posición del volante, mediante la combinación de las señales estas son analizadas con un microcontrolador y darán a conocer el punto muerto de la dirección, la dirección de rotación o ángulo de dirección.

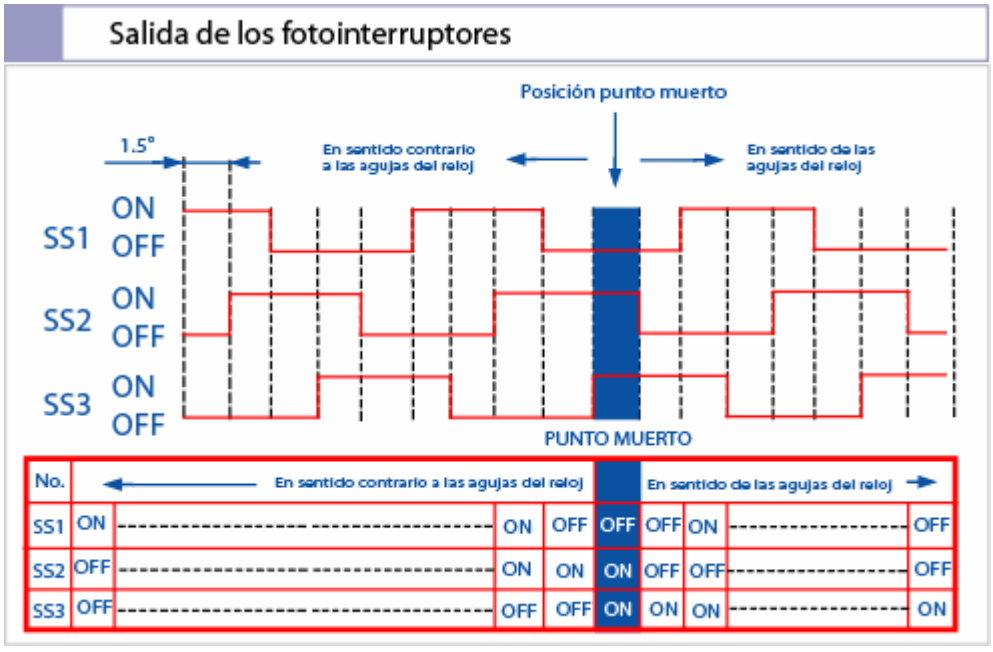


Figura 2.2.2 Salida del los fotointerruptores

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

- **Configuración básica de un sensor del ángulo de dirección**

Las configuraciones utilizadas para la detección del ángulo del volante, son apropiados en principio todos los tipos de sensores angulares. Sin embargo, con objeto de garantizar la seguridad se requieren versiones cuya plausibilidad se pueda comprobar fácilmente o que, mejor aun, posean funciones de autocontrol. Se utilizan potenciómetros, detectores ópticos de código y sistemas magnéticos. En la mayoría de sensores utilizados es necesario registrar y memorizar constantemente la posición actual del volante.

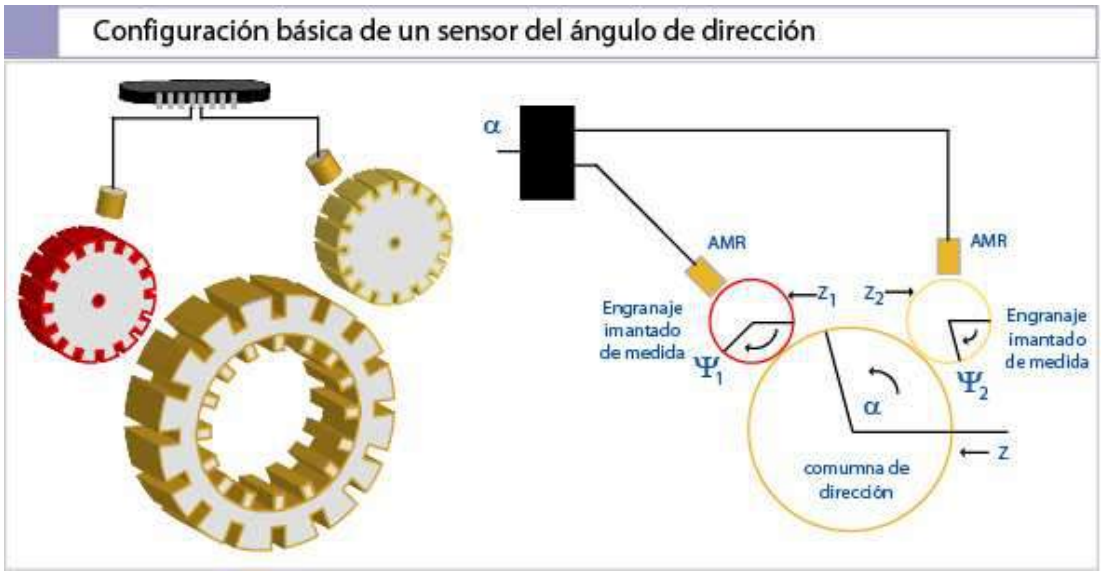


Figura 2.2.3 Configuración básica de un sensor del ángulo de dirección

Funcionamiento:

Los sensores magnetostáticos sirven para medir un campo magnético de corriente continua. Básicamente el sensor se compone de 2 sensores AMR (Anisotropic Magneto-Resistive) y componentes electrónicos, como conversores A/D y microcontroladores, los sensores magneto resistivos (MR) utilizan el efecto magneto-resistivo, que se basa en la propiedad de un material que cambia su resistividad por la presencia de un campo magnético externo.

La resistencia de los sensores AMR, varía con respecto al campo magnético inducido. Los sensores angulares miden como máximo un ángulo de 360 grados,

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

para registrar constantemente la posición del volante, sin embargo el volante puede describir un ángulo de 720 grados (4 vueltas del volante).

La información angular respecto a un campo magnético originado por 4 vueltas completas del volante; resulta de la medición de las posiciones angulares de dos ruedas dentadas o en su caso para mayor precisión de 4 ruedas dentadas utilizando diferentes tipos de sensores. Las ruedas dentadas accionan una corona dentada fija al árbol de la dirección o en el caso de montaje en el extremo del árbol de la dirección.

Las dos ruedas dentadas se diferencian por tener una de ellas un diente de más, lo que permite asignar a cada posición del volante valores de ángulo definidos.

2.3 Sensor de ángulo de giro y aceleración.

Los sensores girométricos o sensores micro-mecánicos se montan para la regulación de la dinámica de marcha [1] ; El sensor mide la dinámica de la posición relativa de la carrocería de un vehículo, estos detectan los movimientos de rotación del vehiculo sobre su eje vertical.

El **sensor de cambio angular**, es diseñado para monitorear constantemente la tendencia del vehículo a rotar sobre su eje vertical, estos sensores emiten una señal de 0.1grados/ seg, El funcionamiento del sensor es dependiente de su posición.

Con la señal enviada del sensor; El controlador o unidad de control registra y compensa los errores de subviraje y sobreviraje del vehículo al circular en las curvas.

El controlador en cuestión genera y complementa la acción de control con la compensación de las fuerzas laterales de los neumáticos, a partir del sensor de revoluciones y el sensor de par.

- **Sensor de convolución en forma de diapasón**

El sensor se compone de un cuerpo de Acero en forma de diapasón (Forma de Tenedor), provisto de 2 piezoelementos, dos en la parte superior y 2 en la parte inferior y de una electrónica de detección (fig. 2.3.1).

[1] Dinámica de Marcha: Fuerzas horizontales y verticales que actúan sobre el vehiculo.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

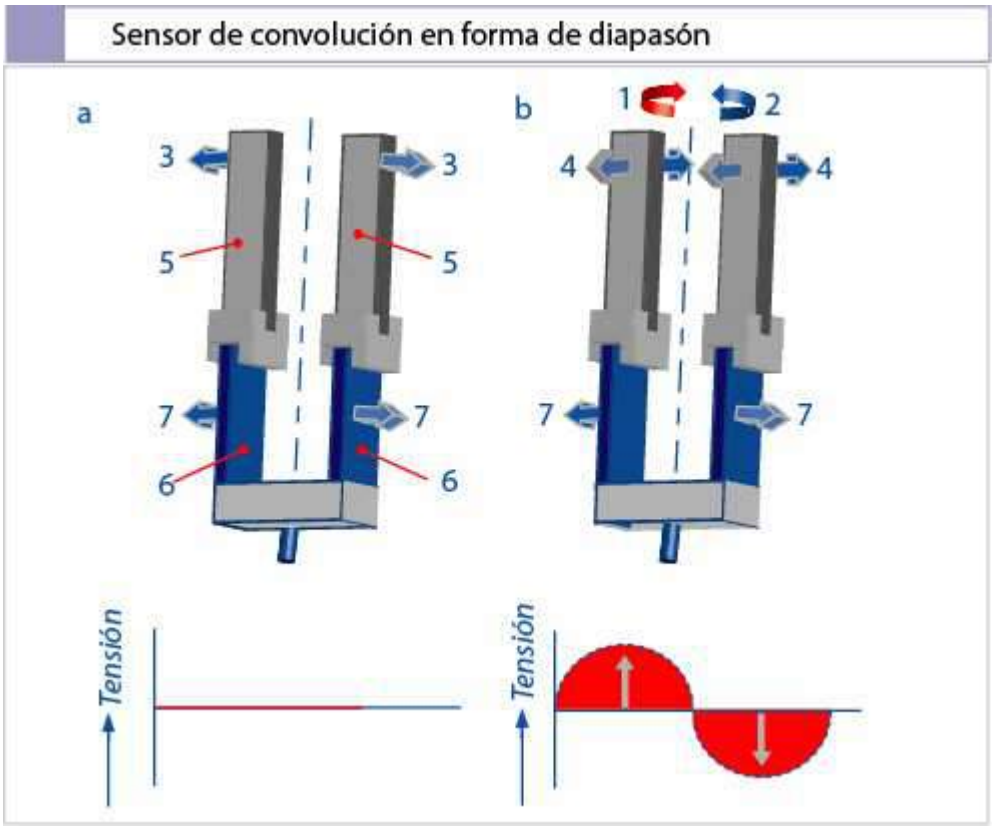


Figura 2.3.1 Sensor de convolución en forma de diapasón

- **a.** Desplazamiento al marchar en línea recta
- **b.** Desplazamiento al recorrer en una curva
- **1.** Sentido del diapasón resultando al recorrer una curva
- **2.** Sentido de giro del vehículo
- **3.** Sentido de oscilación del diapasón resultante al marchar en línea recta
- **4.** Fuerza de Coriolis
- **5.** Piezoelementos superiores (detección)
- **6.** Piezoelementos inferiores (activación)
- **7.** Sentido generador de oscilaciones
- **8.** Velocidad de convolución

Funcionamiento:

Los dos piezoelementos superiores (masas), resuenan en antifase. Usando el efecto piezoeléctrico, (entregan una tensión cuando se les aplica una fuerza) las masas inferiores son inducidas a vibrar, y a su vez excitan a los piezoelementos superiores; haciendo que generen vibraciones de fase opuesta. Debido a que la viga es asimétrica (Diapasón), las fuerzas verticales asociadas a la vibración hacen a la viga doblarse vertical y horizontalmente. De modo que cuando vibran estas dos masas, sus

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

vectores de velocidad sean sobre todo horizontales. Consecuentemente, las ***fuerzas verticales de Coriolis***[2] asociadas al movimiento angular podrán ser detectadas, debido al desplazamiento de los piezoelementos.

La amplitud de la señal de tensión depende de la velocidad de giro así como de la velocidad de vibración; su signo, da el sentido de giro del recorrido de la curva. Cuando se cambia el sentido de giro, el sensor rota y la fuerza de Coriolis afecta en la dirección perpendicular a la vibración. Otra vibración ocurre y esta es convertida en un voltaje proporcional lo que permite que se mida el grado de rotación.

Esto traducido al uso en ESP, lo que hace el sensor en cuestión; es medir la velocidad sobre el eje vertical del vehiculo y comparar el valor predictivo, por los sensores de revoluciones de las ruedas, para ver si el vehículo se está deslizando. Si el deslizamiento del vehículo es longitudinal para el control ABS o lateral para detectar perdida de tracción, en donde entra en función el TCS

2.4 Grupo Hidráulico.

El Grupo hidráulico recibe las órdenes de regulación del calculador y modula la presión de frenada en la(s) rueda(s) concernida(s) independientemente de la acción ejercida sobre el pedal del freno. De esta manera el sistema puede controlar para cada situación la presión exacta en cada una de las ruedas, aumentando o disminuyendo según sea necesario; mediante el conjunto de electroválvulas y la bomba de presión, la misma que eleva la presión del líquido de freno. El Grupo hidráulico consta de 12 electroválvulas; que a continuación se describen:

- 4 electroválvulas de admisión, (EV).- Una electroválvula por rueda, estas permanecen abiertas cuando no están alimentadas, y cuando están alimentadas sirven para mantenimiento y caída de presión.

[2] Fuerzas verticales de Coriolis: Se dan cuando un objeto en cuestión se mueve de una manera periódica, oscilando o girando, el objeto gira en un plano ortogonal a su movimiento periódico, lo que causa una fuerza de traslación en la otra dirección ortogonal.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

- 4 electroválvulas de escape, (AV).- Una electroválvula por rueda, estas permanecen cerradas cuando no están alimentadas, y cuando están alimentadas sirven para las fases de caída de presión.
- 2 electroválvulas de conmutación, (USV).- Una electroválvula para el circuito primario (rueda delantera izquierda/rueda trasera derecha) y otra para el circuito secundario (rueda delantera derecha/rueda trasera izquierda).- Consta de una válvula de seguridad que permanece abierta cuando no está alimentado. Las Electroválvulas están cerradas y aíslan los frenos de rueda del cilindro maestro durante las regulaciones de ESP y ASR.
- 2 electroválvulas principales, (HSV).- Una para el circuito primario y otra para el circuito secundario.- Siempre están cerradas cuando no permanecen alimentadas y cuando están cerradas sirven para alimentar cada diagonal del circuito durante las regulaciones de ESP y ASR

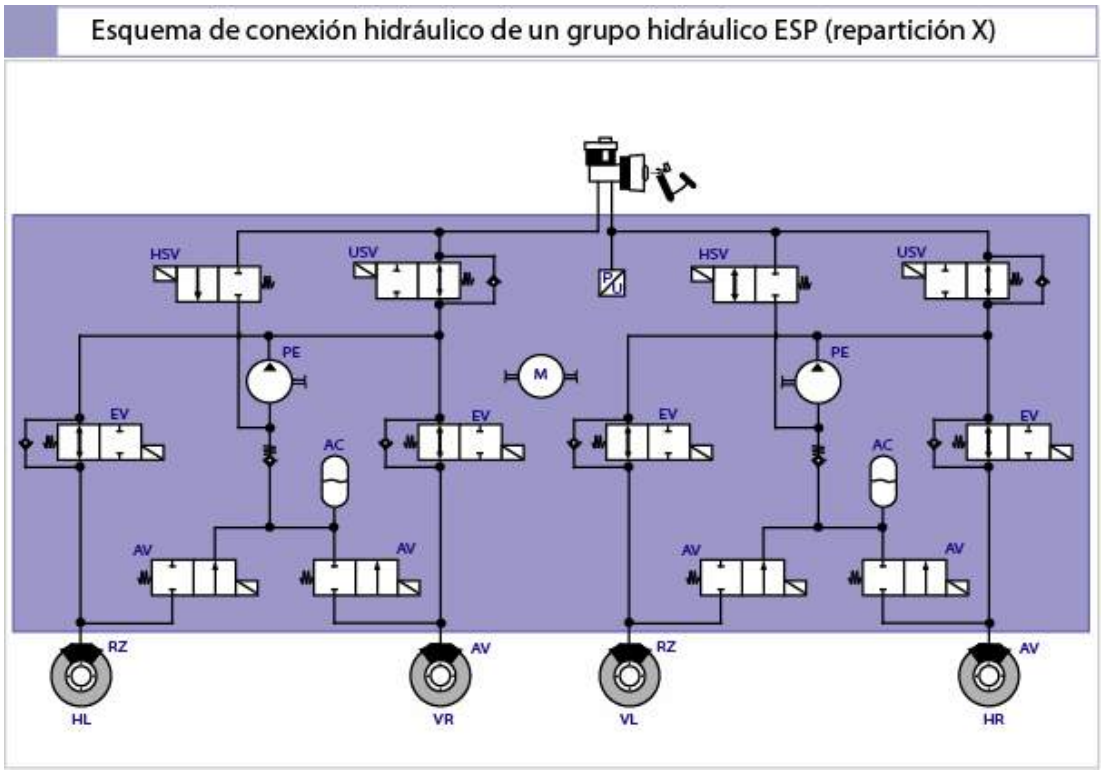


Figura 2.4.1 Esquema de conexión de un grupo hidráulico ESP

HSV Válvula de mando de alta presión

USV Válvula de conmutación

PE Bomba de recirculación

AC Acumulador de baja presión

EV Válvula de entrada

AV Válvula de salida

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

La función de inspección del sistema de frenos la realiza la ECU del control de derrape ESP, esta acciona los solenoides y los motores de la bomba secuencialmente con el fin de inspeccionar el sistema eléctrico del ABS. Esta se realiza cada vez que se pone el interruptor del encendido en ON y el vehiculo circula a velocidades superiores a 6 Km/h con el interruptor de la luz de parada (Luz de freno) en posición OFF. Funciona una sola vez que se coloca el interruptor de encendido en ON.

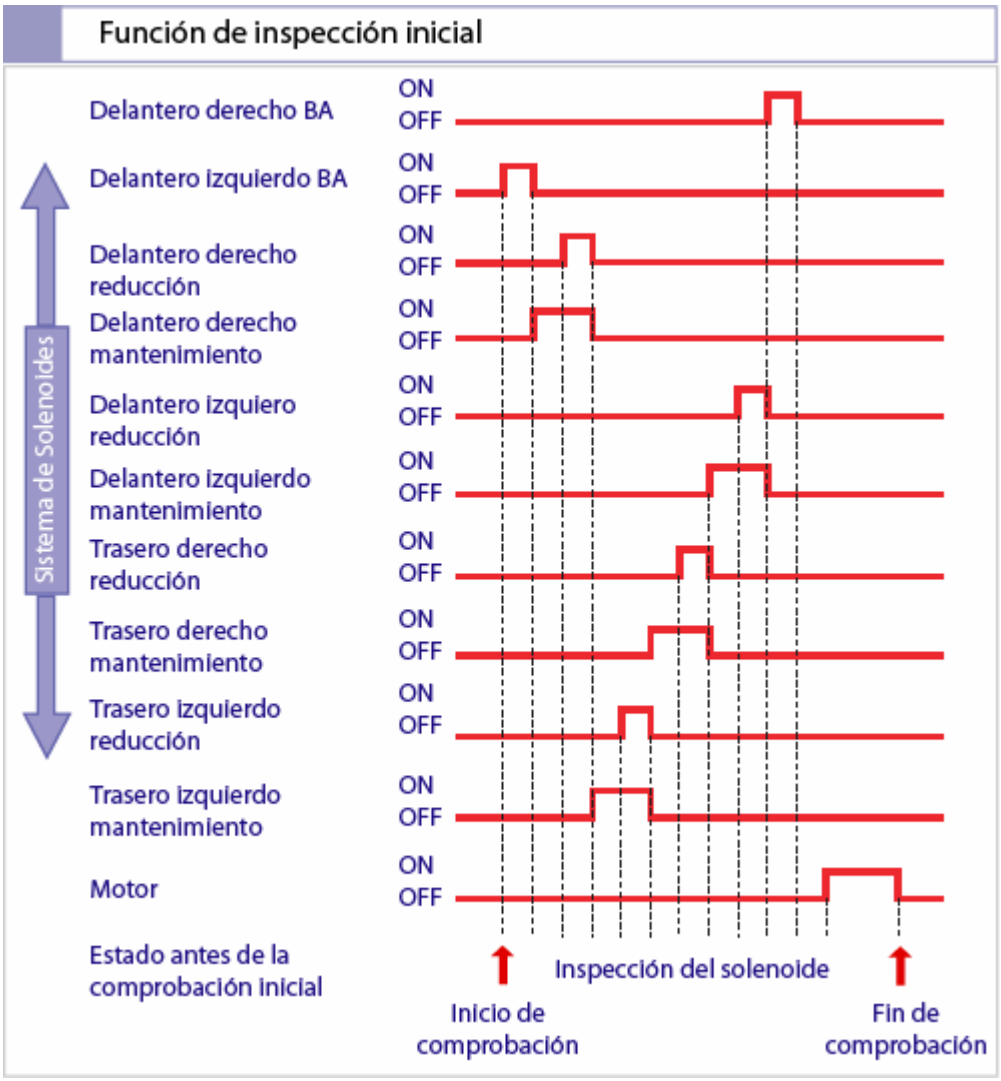


Figura 2.4.2 Función de inspección inicial

Luego de haber realizado la inspección si por alguna razón se ha producido alguna falla esta quedara grabada en la memoria. A su vez, se dará una luz de aviso en el tablero de instrumentos.- Al momento que se produzca una avería en cualquier parte del sistema, este cortara la corriente desde la ECU hasta el actuador, por

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

consiguiente, el sistema quedara funcionando y actuara como si no estuviera el sistema ABS funcionando, asumiendo funciones de frenado normales.

2.5 Comunicación con la gestión motor.

El desarrollo de la comunicación y gestión con el motor, en este caso, esta orientado únicamente al análisis del pedal acelerador electrónico y al movimiento de la válvula de admisión. De este modo la regulación del motor, reconoce que una orden de desacelerar procedente del módulo de control del TCS, tiene prioridad sobre el deseo de acelerar del conductor, cuando el TCS trata de manejar una situación de peligro.

El pedal del acelerador es uno de los elementos esenciales en un coche, su función es la de transmitir al motor el deseo del conductor de alcanzar una cierta velocidad o aplicar más o menos par en las ruedas motrices.

Es sistema ESP realiza la comunicación con el motor mediante el sistema TCS el cual esta encargado de ajustar la válvula de admisión o en su caso por medio de la supresión de impulsos de inyección, cumpliendo el siguiente rol:

- Indicar el estado de carga del motor.
- Reconocimiento del estado de carga: ralentín, carga media y carga máxima.
- Actúa como back up para definir la masa de aire si el sensor principal fallara.

La información de ralentín es informada con certeza ya que utiliza un pequeño interruptor el cual informa que la válvula toma esta posición.

Existen diferentes formas y métodos a utilizar para garantizar el movimiento de la válvula de admisión, siendo utilizado sensores como:

- Encoders
- Ultrasónicos
- Láser
- Inductivos
- Resistivos

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

En este apartado nos dedicaremos a los resistivos ya que son fáciles de manejar son de costo reducido y tienen las características suficientes para esta aplicación, además es muy utilizado para medir la posición del pedal del acelerador.

2.5.1 Pedal del acelerador

La señal que define la posición de la válvula la da el sensor del acelerador electrónico y esta viene dada de la siguiente manera:

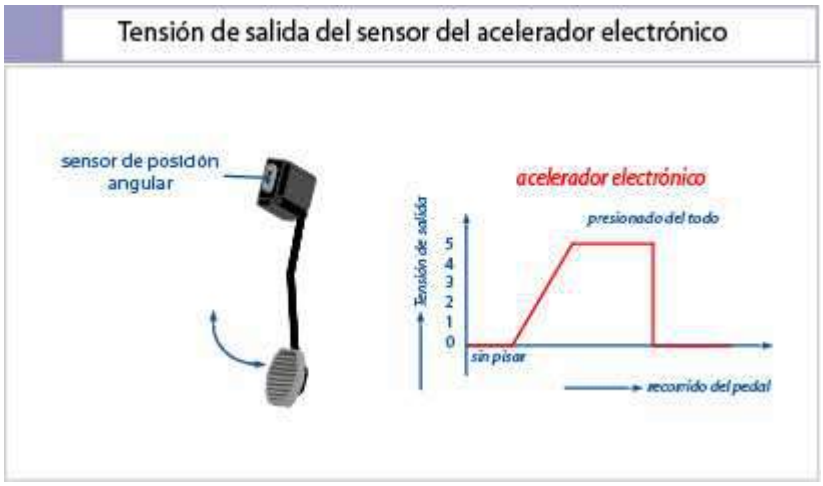


Figura 2.5.1 Tensión de salida del sensor del acelerador electrónico

Se trata de una resistencia y un cursor que se desplaza sobre ella. Se alimenta la resistencia con un voltaje regulado y del cursor a tierra obtenemos un voltaje proporcional al desplazamiento producido. Hay de diferentes formas; lineales, circulares, logarítmicos, etc. material; película de carbón, bobinados sobre cerámica, etc.

Algunos sensores pueden ser descartados debido a las condiciones de trabajo, como es el caso del encoder, que son bastante sensibles a los golpes y vibraciones, además el Data Logger no tiene entrada para encoder por lo que se precisaría de una electrónica más compleja.

Otros sensores son descartables debido a que son muy caros o difíciles de utilizar, como puede ser el láser o el ultrasónico, y para la aplicación demandada se requiere algo sencillo y de bajo costo.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

En algunos casos la electrónica viene incluida en el propio sensor, entregando a la salida un valor digital de fácil manejo para la unidad de control, según sea su grado de integración (figura 2.1), o también, esta señal puede ser analizada por la propia ECU.

2.5.2 Válvula de Admisión

Existen diferentes maneras de ver reflejado el efecto de presionar el acelerador electrónico a la válvula de admisión.

Se tendrá que elegir uno de los actuadores que cumpla los requisitos para mover la válvula ya que estos son presentados de diferentes formas y modelos según el fabricante. Básicamente tendrá la misma función que el cable del acelerador que une pedal y motor, pero en este caso se elimina la conexión mecánica, y la válvula será movida por él actuador.

Pero antes de entrar en materia sería conveniente dar una buena definición de válvula: En el motor de la válvula de admisión, es el mecanismo que ajusta la cantidad de aire que entra el motor. Puede haber una para todos los cilindros o una para cada cilindro (más raramente), pero todas ellas tienen un funcionamiento similar. Es una pieza redonda y plana (como una galleta) con un eje central sobre el que gira. Cuando está cerrada obtura el paso de aire; para abrirse, gira sobre el eje; cuando está completamente abierta, queda de perfil y prácticamente no opone resistencia al paso de aire. La válvula está conectada al pedal del acelerador mediante un cable, o bien tiene un motor eléctrico que la abre o cierra según las órdenes de la centralita. También se utiliza la válvula de válvula en sistemas de admisión variable, bien para cerrar uno de los dos conductos de admisión en motores de cuatro válvulas por cilindro, o bien en el colector de admisión para variar volumen o área de paso del aire.

Para realizar la simulación del sistema de diagnostico de ESP seleccionaremos un motor que nos permite simular y visualizar este tipo de sistemas y así evidenciar un poco mas de cómo se pueden realizar estos tipos de sistemas gracias a la influencia de la electrónica.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Capítulo 3

DISEÑO DE UN EMULADOR PARA UN SISTEMA DE DIAGNÓSTICO ESP

El desarrollo de este capítulo es de carácter práctico, se diseñará un sistema de diagnóstico con un microcontrolador y a su vez utilizando componentes electrónicos que simulen las señales generadas por los sensores.

El simulador de diagnostico para ESP nos debe dar a conocer la funcionalidad del sistema; este nos ayudara a verificar tanto las señales por parte del sensor de ángulo de giro de la dirección, ángulo de rotación del vehículo, sensor de revoluciones de las ruedas, y por último el correcto funcionamiento del grupo hidráulico.

El diseño e implementación de este emulador podría ser un punto de partida para futuros proyectos que contribuirían al entendimiento y desarrollo de la electrónica dentro de la mecánica.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA A SIMULAR

En este apartado, se explicara y desarrollara de manera muy general todos los sistemas de los cuales esta compuestos el sistema.

Globalmente, el sistema esta compuesto de 4 partes fundamentales: el sistema ABS, TCS, ESP y el sistema de diagnostico el cual recolecta la información necesaria para visualizar el comportamiento del sistema como se muestra en la figura 3.1.1.

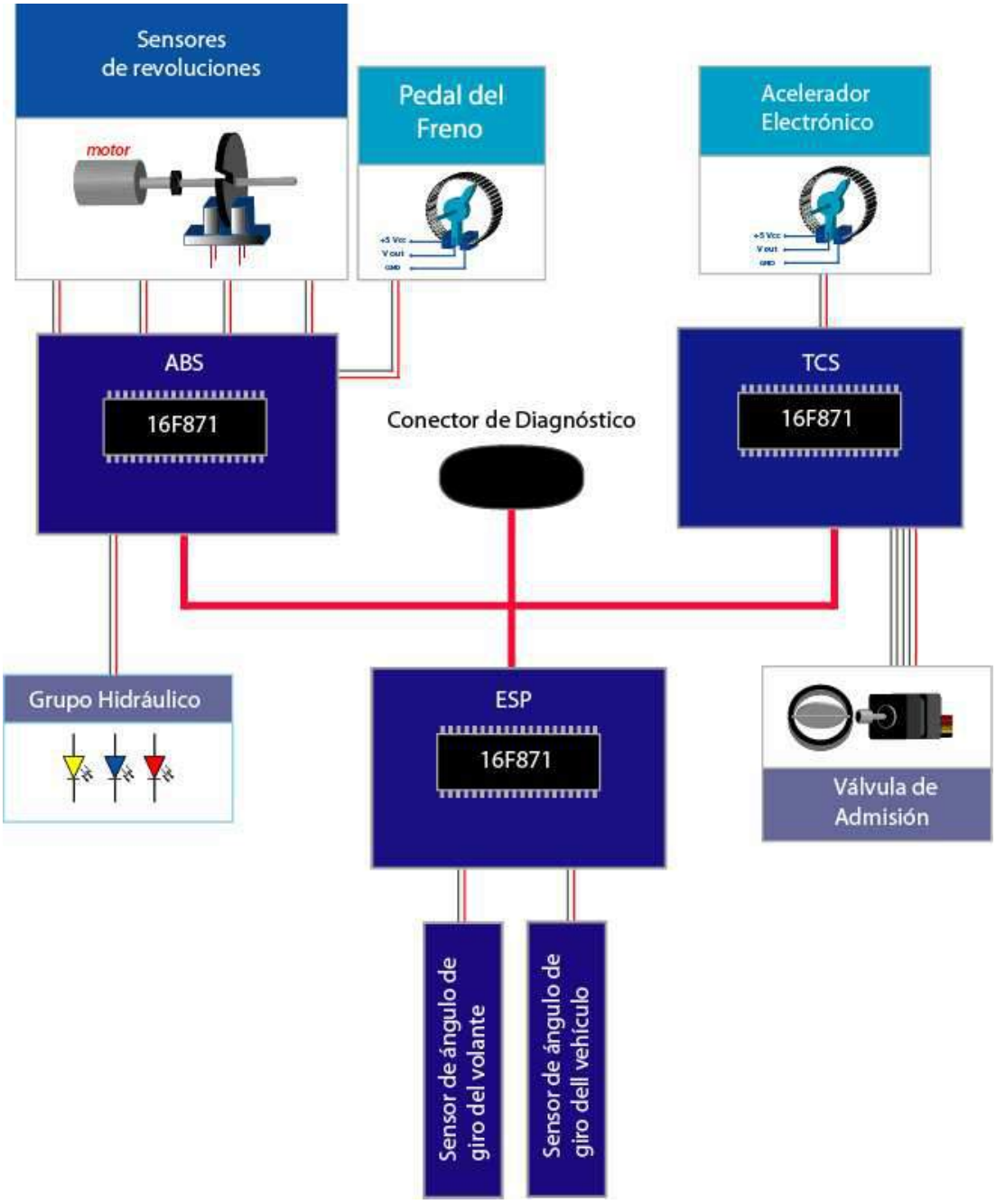


Figura 3.1.1 Diagrama de bloques del sistema en general

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

3.2 Software

En cuanto al software en cada sistema deberá cumplir ciertas condiciones para su operación y el desarrollo de cada uno será explicado en el siguiente apartado. Para la medición de las respuestas de cada sistema se ha dispuesto de un PIC 16F871 el cual fue programado mediante el lenguaje ensamblador.

3.2.1 Inicialización del LCD

Para la realizar es sistema de diagnóstico utilizaremos un LCD de 320x240A. Este dispositivo representa el corazón del sistema, ya que es el encargado directo de visualizar los menús y dar a entender el comportamiento del de los diferentes componentes dentro del automóvil, es por eso que debemos tener un concepto claro y simple de la operación del LCD.

Operación general del modulo LCD:

La función del LCD en el sistema de visualización, es la de recoger los datos provenientes del microprocesador, y colocarlos sobre la pantalla de cristal liquido, sin embargo esto implica un conjunto altamente complejo de procesos.

El interés por entender como funciona básicamente el LCD se lo puede resumir como:

1. **Líneas de datos**

   Cuando el controlador del LCD recibe un dato, ya sea, un comando o parámetro, prepara la lógica interna para recibirlo, este puede ser con el fin de leer, escribir o para realizar una configuración.

2. **Líneas de Control**

   Para recibir los datos y diferenciar entre comandos y parámetros el controlador se ayuda con ciertas líneas de control las cuales se presentan y explican con color amarillo en la tabla 3.2.1

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

No	Símbolo	Nivel	Función
1	/RES	H/L	Iniciación del Chip
2	/RD	L	Señal de Lectura
3	/WR	L	Señal de Escritura
4	/CS	L	Habilitación del Chip
5	Ao	H/L	Selección del dato
6 13	DB0 DB7	H/L	Bus de datos
14	Vpp	5V	Alimentación
15	Vss	0V	Tierra
16	Vlcd	-	Power Supply Voltage for LCD
17	Vo	-	Ajuste del contraste
18	DISPOFF	-	Display OFF. Active LOW

Tabla 3.2.1 Distribución de pines en el LCD

Inicialización del LCD:

Este punto hace referencia al orden en que deben ir los comandos hacia el LCD con el fin de programarlo para una determinada aplicación. En la figura 3.2.1 se muestra un flujograma de configuración para esta aplicación:

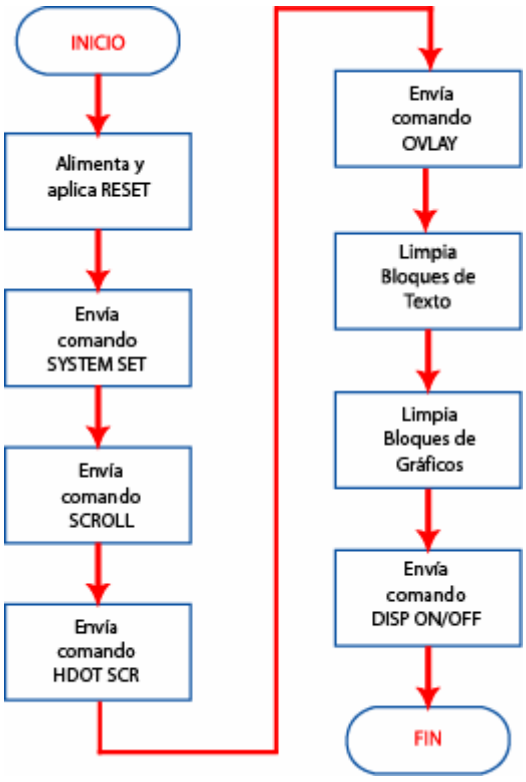


Figura 3.2.1 Proceso de Configuración del modulo LCD

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

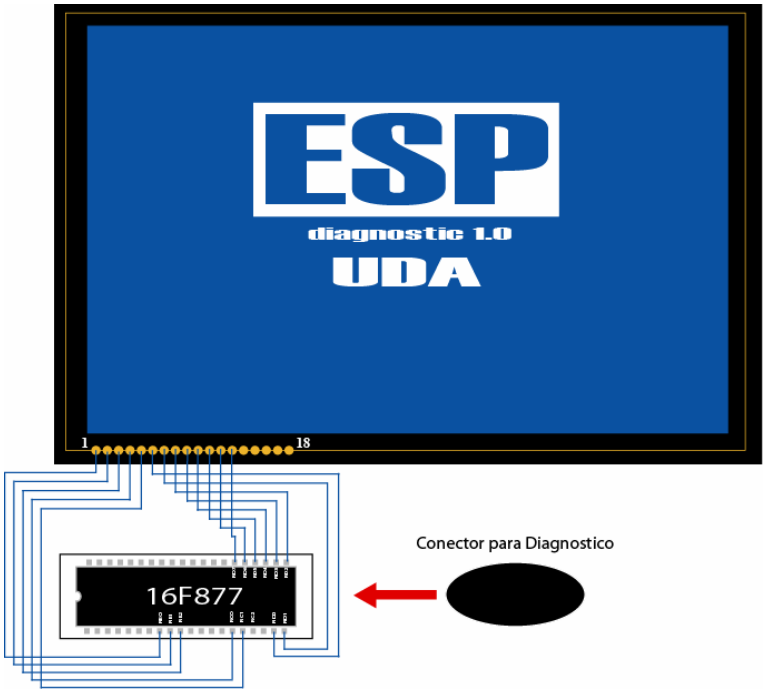


Figura 3.2.2 Conexión básica de un LCD al microcontrolador

3.2.2 Configuración de periféricos

La configuración de periféricos será desarrollada con un PIC 16F877A para el control del LCD y se lo llevara como se indica en la tabla 3.2.2

Línea:	Operación:
RB0 (PORTB)	Tecla del menú de selección
RB1 (PORTB)	Tecla del menú de selección
RB2 (PORTB)	Tecla del menú de selección
RB3 (PORTB)	Tecla del menú de selección
RB4 (PORTB)	Tecla del menú de selección
RB5 (PORTB)	Tecla del menú de selección
RD0 (PORTD)	Línea de Datos D0 del modulo LCD
RD1 (PORTD)	Línea de Datos D1 del modulo LCD
RD2 (PORTD)	Línea de Datos D2 del modulo LCD
RD3 (PORTD)	Línea de Datos D3 del modulo LCD
RD4 (PORTD)	Línea de Datos D4 del modulo LCD
RD5 (PORTD)	Línea de Datos D5 del modulo LCD
RD6 (PORTD)	Línea de Datos D6 del modulo LCD
RD7 (PORTD)	Línea de Datos D7 del modulo LCD
RE0 (PORTE)	Línea de escritura WR del modulo LCD
RE1 (PORTE)	Línea de Habilitación CS del modulo LCD
RE2 (PORTE)	Línea de Selección Com/Par Ao del modulo LCD

Tabla 3.2.2 Distribución de pines del PIC 16F877 para el sistema de visualización

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Diseño

La visualización del sistema de diagnóstico se presentará como un sistema a bordo en el cual nos indicara si se necesita de un diagnóstico en el sistema, además nos dará a conocer un poco mediante carteles cuando cada sistema esta en funcionamiento y se diseñará las siguientes pantallas:

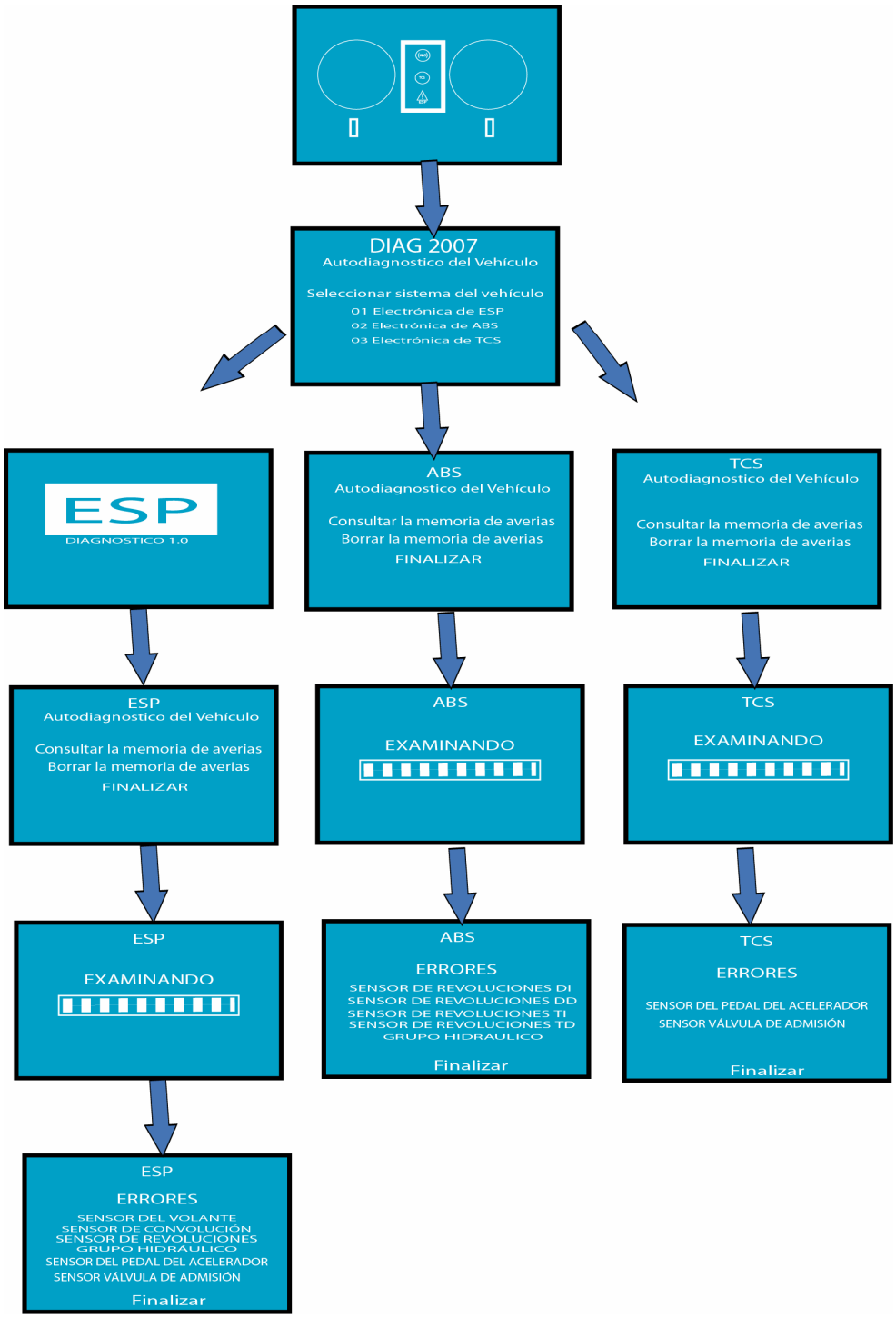


Figura 3.2.3 Menús para el sistema de diagnostico

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

3.2.3 PROGRAMA PRINCIPAL

El desarrollo de cada unos de los programas como son TCS, ABS, ESP, y el sistema de diagnostico a bordo será desarrollado individualmente, cada uno llevara consigo una electrónica y su simulación se la desarrollará de la siguiente manera:

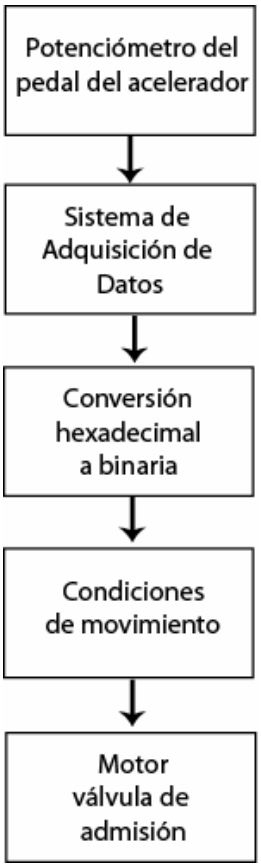
- **SIMULACION DEL SISTEMA TCS**

Programa TCS

El sistema de adquisición de datos recibe la señal proveniente del potenciómetro y ejecuta el programa el cual tendrá que cumplir una ecuación de control, es decir, que para una posición del pedal del acelerador se tendrá una posición en la válvula de admisión.

El circuito quedaría de la siguiente forma:

Etapas de TCS presentado en un diagrama de bloques



www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Señal del acelerador electrónico

Para conseguir este objetivo seguiremos los siguientes pasos:

- Elección de tipo de potenciómetro

Para la simulación de la señal del acelerador utilizaremos un potenciómetro angular el cual nos dará a conocer la posición del pedal del acelerador. El potenciómetro es un dispositivo electromecánico, este consta de una resistencia de valor fijo sobre la cual se desplaza un contacto deslizante (cursor), que la divide eléctricamente.
El potenciómetro a utilizar será un potenciómetro angular de 100K ya que este nos brinda una salida de voltaje lineal casi similar a la utilizada en el pedal del acelerador real, teniendo además las siguientes características:

1. Bajo costo.
2. Fácil de manejar.
3. Poseen las características suficientes para generar nuestra aplicación debido a su comportamiento ideal.

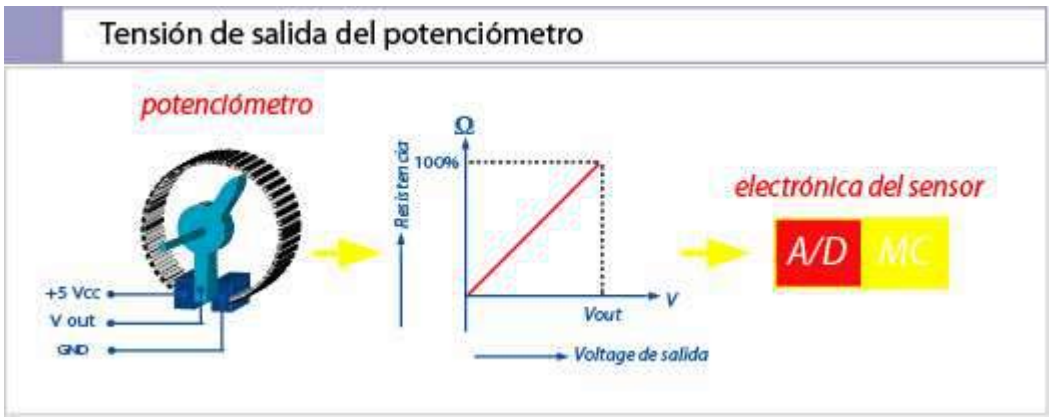


Figura 3.2.4 Tensión de salida del potenciómetro

- Sistema de adquisición de datos

El proceso de conversión analógico – digital, permite al sistema en cuestión interactuar con las señales simuladas de los sensores, en este, nuestro caso con el del pedal del acelerador.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

Para poder obtener la señal digital simulada del pedal del acelerador, el conversor A/D ha de realizar dos procesos previos a la señal analógica en este orden: muestrear y cuantificar.

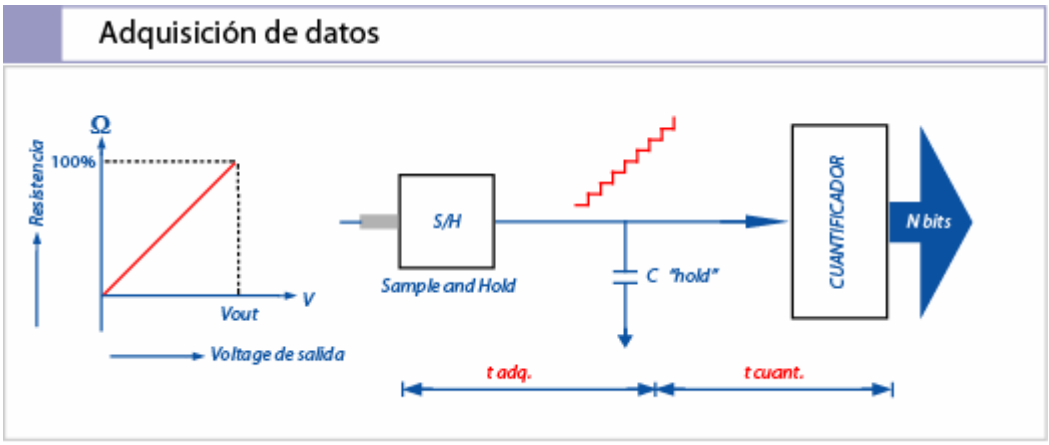


Figura 3.2.5 Adquisición de datos

Muestrear:

En la entrada analógica, se carga un capacitor con un valor muestreado (simple and hold) a partir de una señal analógica y la almacena en un valor Vhold.

Cuantificar:

Discretiza las amplitudes en un código binario, generando la señal digital. El cuantificador aproxima por defecto o exceso un valor. Cada una de las muestras se cuantifica y codifica en un número binario

- Simulación de posibles fallas en el pedal del acelerador

  Error en la posición del pedal del acelerador.- Este error será simulado con un interruptor, el cual va a cumplir con la siguiente condición dentro del sistema: cualquier falla que exista el sensor del acelerador el sistema no podrá continuar funcionando.- Además esta falla enviara a 0 la posición de la válvula de admisión.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Válvula de admisión

El caso de la válvula de admisión será desarrollado utilizando un motor paso a paso que nos visualice su movimiento. Este tipo de motores es ideal cuando lo que queremos es posicionamiento con un elevado grado de exactitud y/o una muy buena regulación de la velocidad.

- Control de los motores de paso

El funcionamiento de los motores paso a paso basa su funcionamiento mediante impulsos en cada una de sus bobinas en forma secuencial realizando este un moviendo angular, denominado paso, con cada impulso de excitación de las bobinas. Existen tres métodos para el control de estos motores, según la secuencia de excitación de las bobinas:

1. Paso simple
2. Paso doble
3. Medio paso

No utilizaremos paso simple ya que la excitación de las bobinas se la realiza una a la vez obteniéndose así muy poca fuerza y un movimiento muy brusco, paso doble tampoco es la seleccionada puesto que aunque la excitación de la bobinas se la realiza de dos en dos esta todavía realiza un movimiento brusco, pero menor al anterior. El método a utilizar será mediante un movimiento de medio paso ya que presta las siguientes ventajas:

- Se combina los dos métodos anteriores obteniéndose así mayor precisión; el motor tendrá un ángulo menor, permitiéndonos así, tener mayor suavidad en el movimiento.
- Fáciles de manejar ya que tienen una electrónica asociada muy comercial.
- Alto par con una alimentación de 12V.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

- **Parámetro mas relevantes de los motores de paso**

Angulo de paso.- Es el ángulo de giro que se produce en el eje del motor cada vez que se energiza el devanado.- El ángulo de paso determina el numero de paso por cada revolución. En nuestro caso haremos uso de un motor paso a paso con un ángulo de paso de 1.8° en cual deberá ser pulsado 200 veces para lograr un revolución completa 360° , debido a que la válvula de admisión solo gira 90° será necesario realizar 50 pulsaciones.

Frecuencia de paso máximo.- Es el numero de pasos por segundo máximo que puede recibir un motor para funcionar adecuadamente.

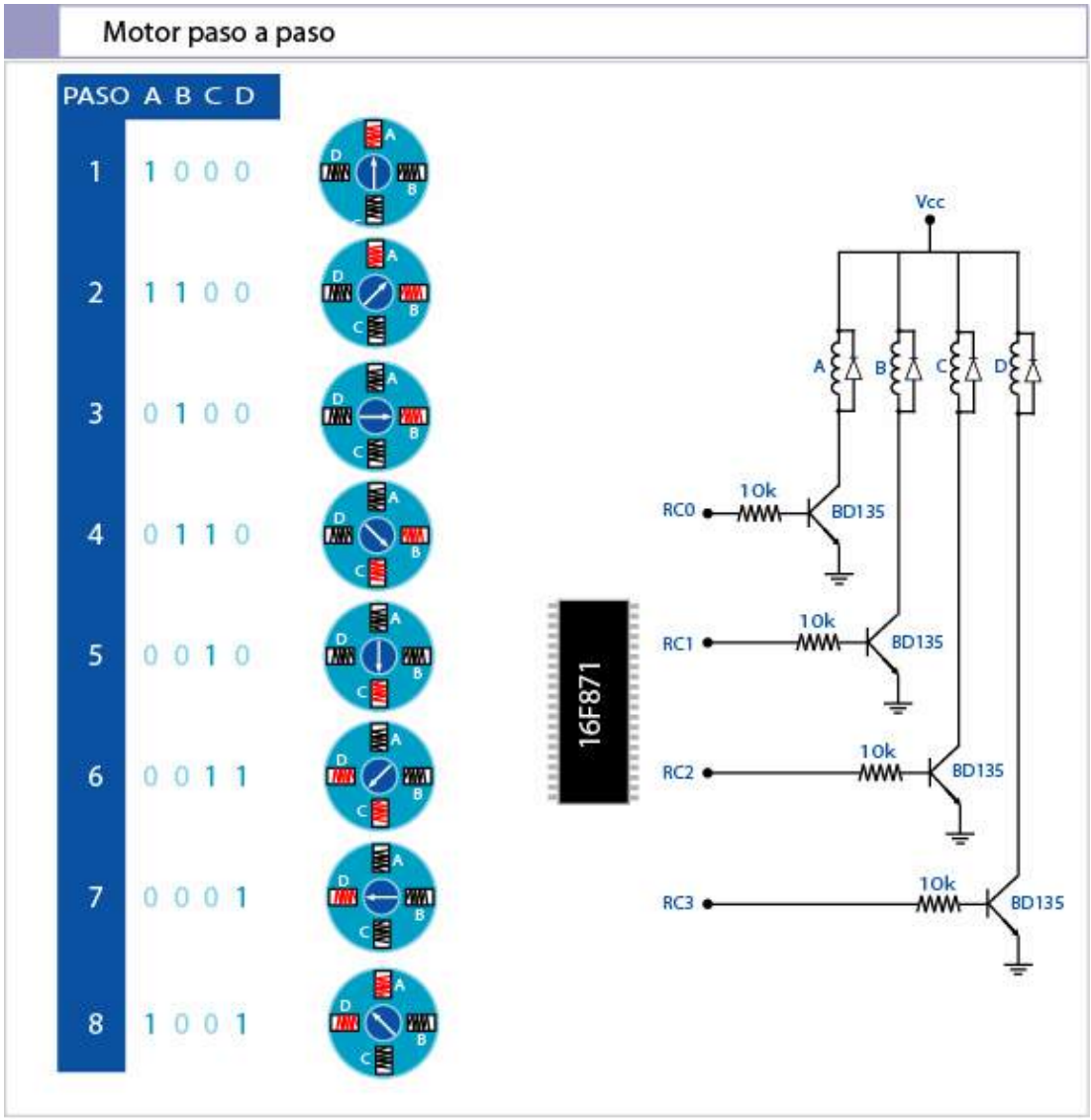


Figura 3.2.6 Conexión Motor paso a paso

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

- Simulación de posibles fallas en la válvula de admisión.

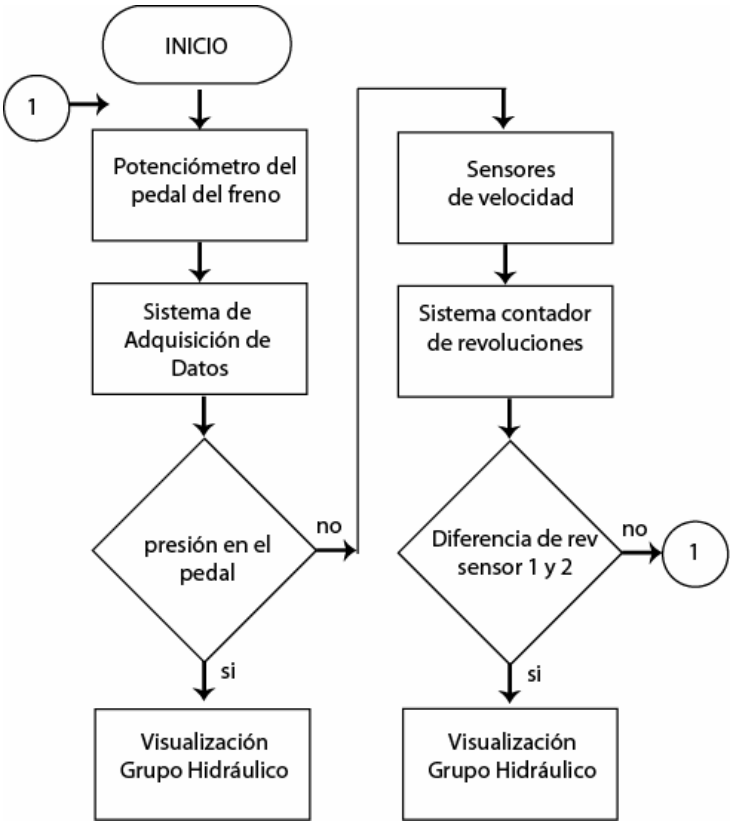
  Problema de operación en circuito del sensor posición de la válvula de admisión.- La información sobre el estado llega a la unidad de control a través de un interruptor normalmente abierto. Por tanto, si la válvula se encuentra con falla la unidad de control la sabrá inmediatamente.

- **SIMULACION DEL SISTEMA ABS**

El sistema ABS será desarrollado para una tracción delantera y contendrá sensores en las ruedas delanteras, las que van a ser ingresadas a la ECU del ABS, el cual, corregirá las diferencia de velocidades entre las ruedas mediante el control de motores de corriente continua, cuya velocidad será controlada por medio de PWM en el sistema, además el sensor ubicado el pedal del frenos nos indicara la presión que se ejerce sobre el pedal dándonos a conocer como funciona el grupo hidráulico por medio de led's en las fases de reducción, mantenimiento, aumento.

El circuito quedaría de la siguiente forma:

Etapas de ABS presentado en un diagrama de bloques



www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

Sensor de revoluciones

Utilizaremos un optoacoplador en cada rueda la cual nos transmite una señal de salida casi similar a la que nos entrega los sensores de revoluciones del automóvil.- Los optoacopladores hacen que la señal de salida cambie de estado de 0 a 5V al pasar por medio de un elemento mecánico, este puede ser una rueda conformada de un disco de plástico negro o un disco de metal, la cual impide que la luz infrarroja atraviese hacia el transistor como se observa en la fig. 3.2.7

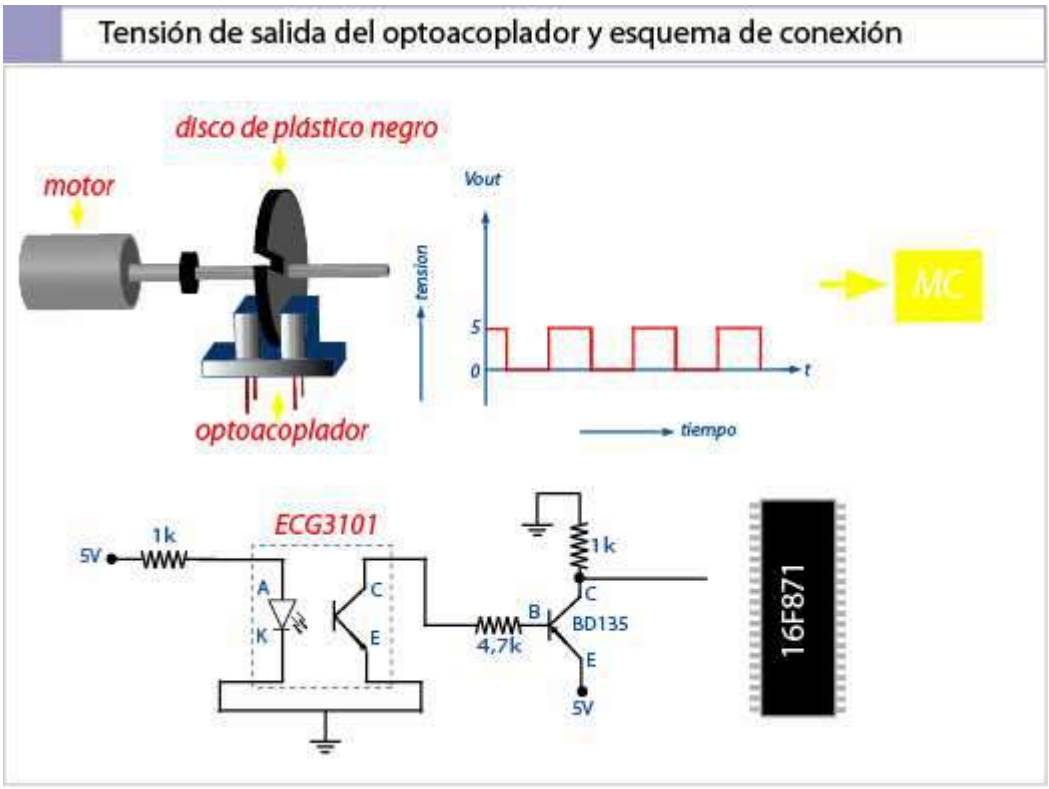


Figura 3.2.7 Tensión de salida del optoacoplador y esquema de conexión

La simulación de la rueda fónica se la realizara con encoders incrementales los cuales nos darán a conocer el número de revoluciones que realiza cada una de las ruedas.

- Simulación de posible fallas en los sensores de revoluciones

  La información sobre el estado llega a la unidad de control a través de interruptor el cual informa el estado del mismo. Es importante que la información del estado del sensor sea fiable.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

Pedal del Freno

Se la realizara similar a la generada por el pedal del acelerador electrónico pero en este proceso indicara la presión que se ejerce sobre el pedal del freno, para accionar según sea el caso: reducción, mantenimiento o aumento de presión en el grupo hidráulico.

Grupo hidráulico

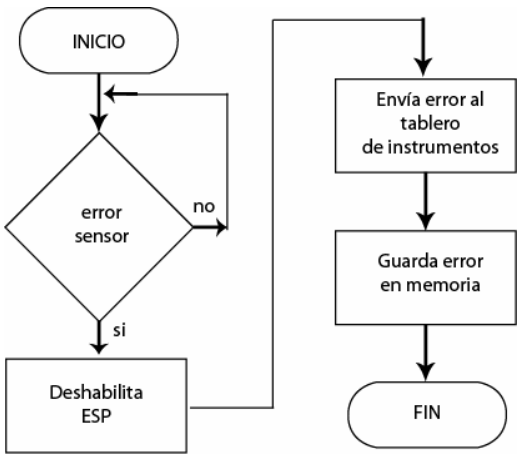
La simulación del grupo hidráulico se la realizara con una barra de led's que visualicen su operación, los cuales indicaran el funcionamiento del sistema, además se tendrá un interruptor que nos de a conocer si el sistema presenta fallas.

- **SIMULACION DEL SISTEMA ESP**

Sensor de convolución y sensor de ángulo de giro del volante

Por la complejidad que prestan estos sensores de convolución la simulación se limitara a realizarla simplemente con un interruptor que nos permita saber si este se encuentra en buen estado o si se encuentra con error, a su vez este nos indicara en el tablero de instrumentos que el sistema necesita ser chequeado, interrumpiendo el funcionamiento del sistema ESP en el sistema, lo mismo ocurrirá con cualquiera de los otros sistemas. Ejemplo:

Esquema general del control del sistema ESP



www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

3.3 Hardware

Es necesario contar con el hardware adecuado para generar la señal de cada aplicación, el simulador cuenta con el hardware para generar los errores de las señales correspondientes a los sensores que incorpora el sistema ESP, que informa a cada unidad de control el estado del sistema, y calcula el modo en que la unidad de control gobierna los actuadores que dispone.

3.3.1 kit de entrenamiento

La placa diseñada para cada aplicación contendrá partes de la ya diseñada placa utilizada como kit de entrenamiento para realizar practicas con microcontroladores como se muestra en la figura siguiente:

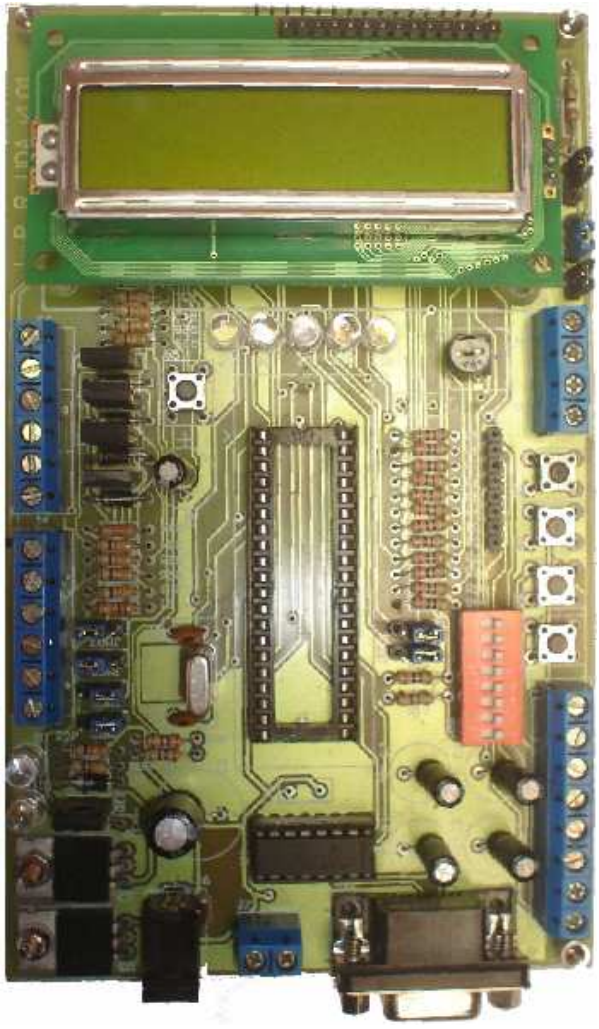


Figura 3.3.1 Kit de entrenamiento para microcontroladores

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

3.3.2 Microcontrolador

Para nuestra aplicación en concreto vamos a utilizar el microcontrolador PIC 16f871, que pertenece a la gama media de los Microcontroladores Microchip. Hemos escogido este microcontrolador ya que este ofrece las características necesarias para la consecución de cada una de las partes como son: ABS, TCS, ESP y el sistema de diagnostico en nuestro proyecto, ya que nos brinda la suficiente memoria y los periféricos necesarios para cada aplicación.

Pines en el microcontrolador

En la tabla 3.4.1 se muestra una distribución de pines de este dispositivo:

Línea:	Operación:
RA0 (PORTA)	Entrada o salida digital ; Entrada analógica
RA1 (PORTA)	Entrada o salida digital ; Entrada analógica
RA2 (PORTA)	Entrada o salida digital ; Entrada analógica
RA3 (PORTA)	Entrada o salida digital ; Entrada analógica
RA4 (PORTA)	Entrada o salida digital ; Entrada analógica
RA5 (PORTA)	Entrada o salida digital ; Entrada analógica
RB0 (PORTB)	Entrada o salida digital ; Entrada analógica
RB1 (PORTB)	Entrada o salida digital
RB2 (PORTB)	Entrada o salida digital
RB3 (PORTB)	Entrada o salida digital
RB4 (PORTB)	Entrada o salida digital
RB5 (PORTB)	Entrada o salida digital
RB6 (PORTB)	Entrada o salida digital
RB7 (PORTB)	Entrada o salida digital
RC0 (PORTC)	Entrada o salida digital
RC1 (PORTC)	Entrada o salida digital
RC2 (PORTC)	Entrada o salida digital
RC3 (PORTC)	Entrada o salida digital
RC4 (PORTC)	Entrada o salida digital
RC5 (PORTC)	Entrada o salida digital
RC6 (PORTC)	Entrada o salida digital
RD0 (PORTD)	Entrada o salida digital
RD1 (PORTD)	Entrada o salida digital
RD2 (PORTD)	Entrada o salida digital
RD3 (PORTD)	Entrada o salida digital
RD4 (PORTD)	Entrada o salida digital
RD5 (PORTD)	Entrada o salida digital
RD6 (PORTD)	Entrada o salida digital
RD7 (PORTD)	Entrada o salida digital
RE0 (PORTE)	Entrada o salida digital
RE1 (PORTE)	Entrada o salida digital
RE2 (PORTE)	Entrada o salida digital

Tabla 3.3.1 Distribución de pines PIC 16F87x

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

3.4 Construcción

En la maqueta estarán montados todos los sensores explicados anteriormente y contendrá la siguiente forma:

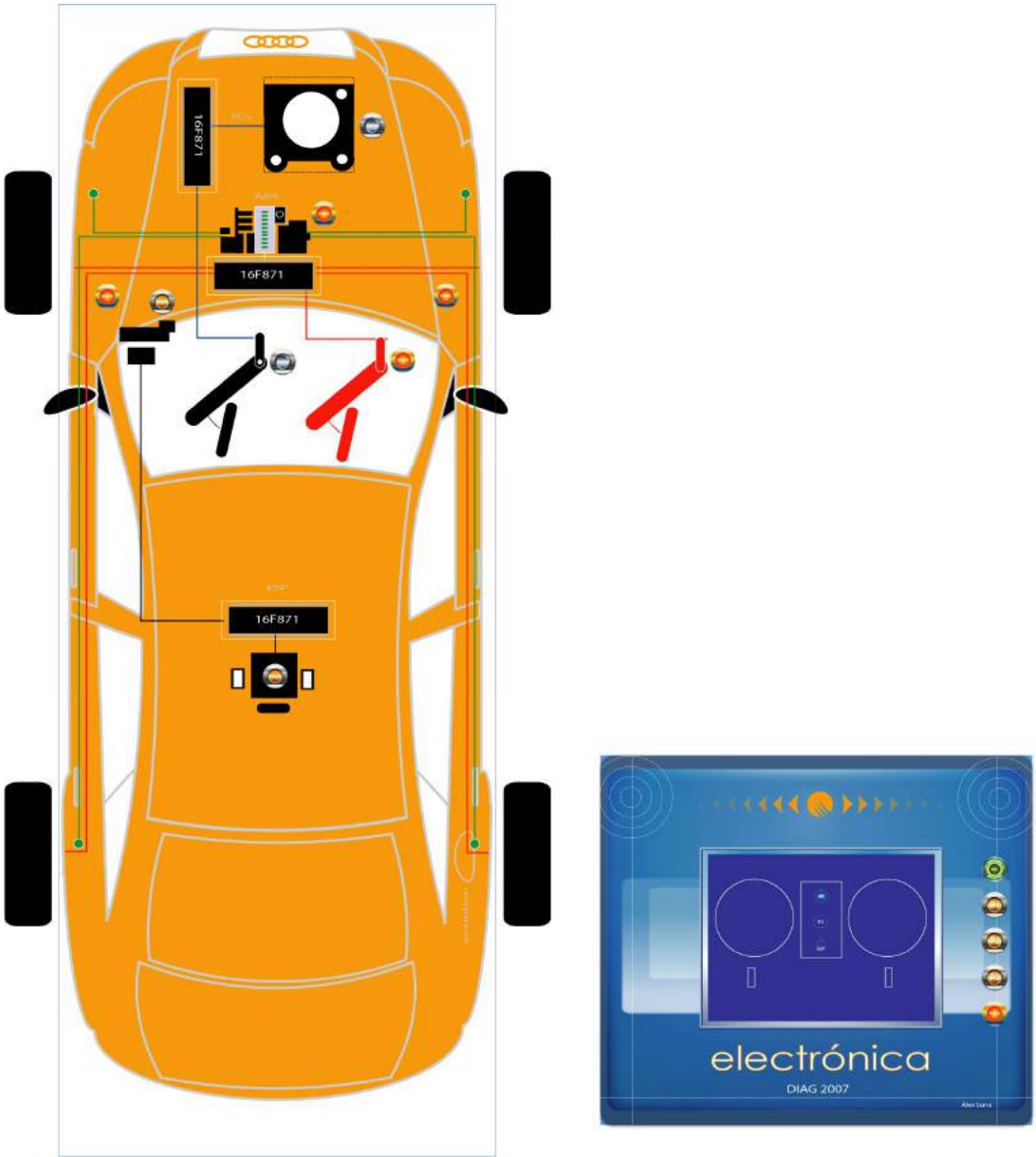


Figura 3.3.2 Maqueta para construcción del sistema ESP

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

La unión entre todos los componentes que conforman el sistema quedara montada de la siguiente manera:

En la foto se observa es sistema conformado por la ECU de TCS la cual controlara un motor paso a paso que moverá a su vez la válvula de admisión que se encuentra unida a través de una polea.

El Potenciómetro del acelerador enviará al sistema de adquisición de datos una señal comprendida entre 0 a 5V según la posición del potenciómetro, además en el sistema tenemos las entrada de los pulsantes que simulen los posibles errores en el sistema.

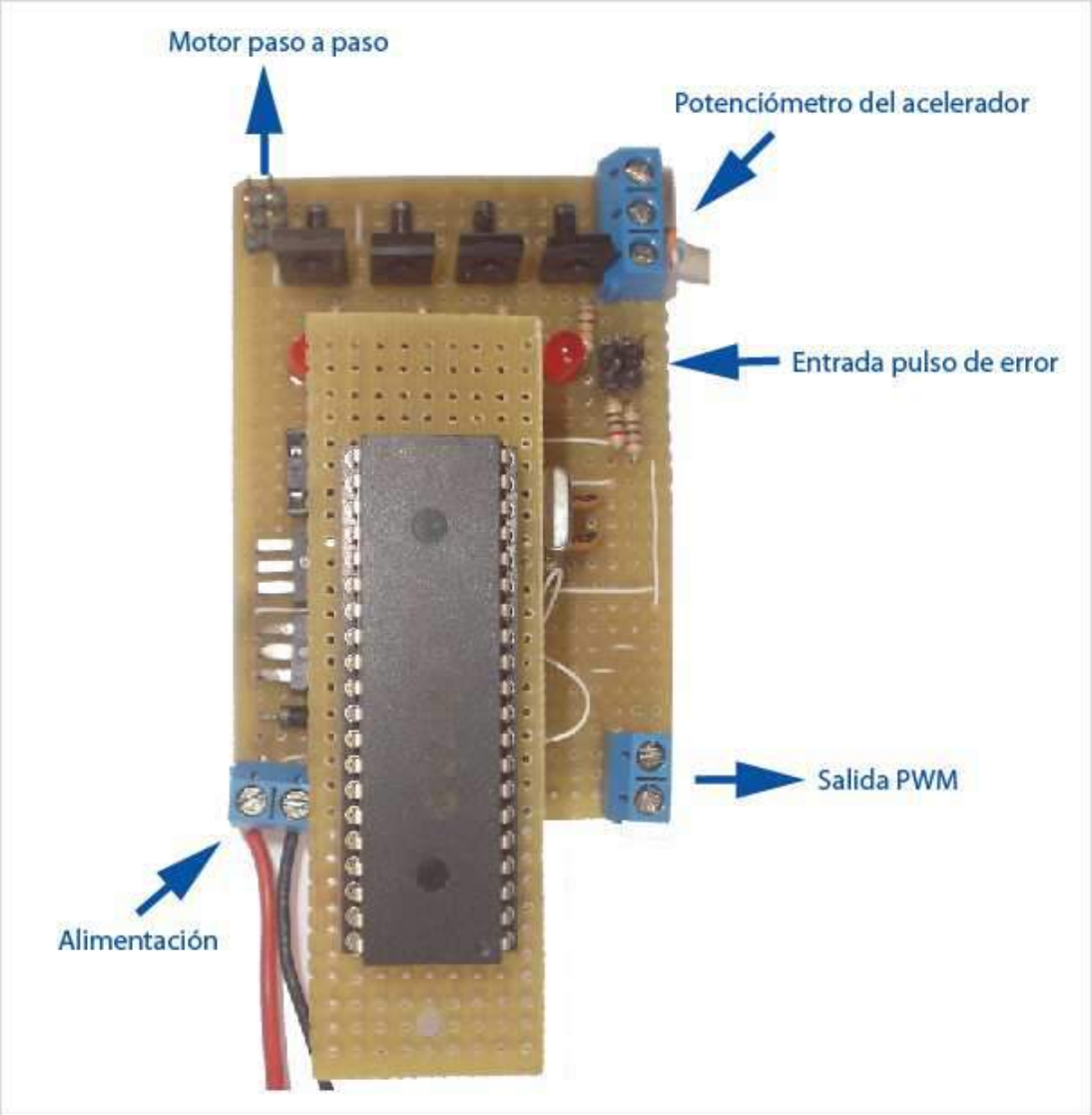


Figura 3.3.3 Placa para TCS

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

La ECU de ABS contendrá los siguientes sensores y actuadores: El Potenciómetro del freno realizara la operación de visualizar en el grupo hidráulico la presión que se ejerce, el cual se dará a conocer por medio de una barra de led's, además realizara la operación de comparar el numero de revoluciones en cada rueda para así poder realizar la acción de ejercer "presión" en la rueda que mayor numero de revoluciones se encuentre dando, en caso de diferencia de velocidades entre ruedas.

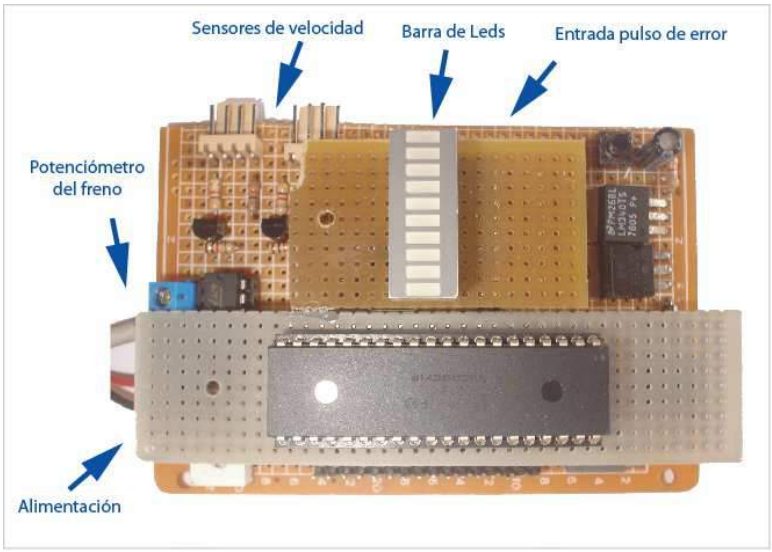


Figura 3.3.4 Placa para TCS

Y por ultimo encontraremos el sistema en el cual nos dará a conocer el estado del vehiculo en cada momento.

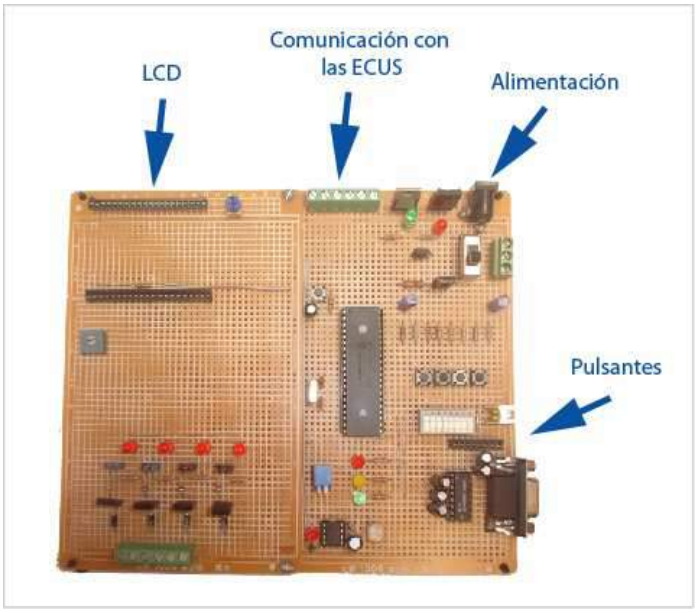


Figura 3.3.5 Placa para el sistema de Diagnostico y ESP

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

CONCLUSIONES

- ESP aumenta la seguridad activa, ayuda al conductor a mantener el control del vehículo en situaciones críticas y evitar así accidentes con graves consecuencias
- El Control de Estabilidad ESP, combina el sistema de frenos antibloqueo ABS con el sistema de control de tracción TSC. Este potencia y optimiza sus funciones.
- El programa electrónico de estabilidad, ESP, controla el vehículo en cualquier situación de riesgo, dentro de los límites de la física. El sistema no permite sobrepasar las leyes físicas.
- ESP mejora la dinámica longitudinal del vehículo, así como también la dinámica transversal del mismo. Para obtener un comportamiento de conducción estable en todas las direcciones (dinámica de marcha).
- Es fundamental que neumáticos, suspensiones, estén en perfectas condiciones para que la eficacia del ESP sea óptima.
- El ESP se encarga de controlar selectivamente determinadas ruedas en el automóvil logrando realizar acciones de frenado o también pudiendo actuar sobre el par motor para acelerar las ruedas tractoras
- El ABS y el TCS disparan los actuadores que controlan el sistema hidráulico de frenos y el sistema de gestión del motor.
- Un sistema ABS es una unidad de control de frenado automático que evita que las ruedas se bloqueen por alguna situación de emergencia, mejora y acorta la distancia de frenado.
- La función principal que cumple TCS es evitar que las ruedas motrices patinen durante la marcha del automóvil y al acelerar, evitar perdidas de maniobrabilidad y control, manteniendo la direccionabilidad incluso en situaciones de baja adherencia.
- Los sensores toman variables físicas para luego convertirlas a señales eléctricas y estas a su ver deben ser convertidas de variables analógicas a variable digitales para que puedan ser procesadas por el sistema de control.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

- El desarrollo de la comunicación y gestión con el motor, esta orientado únicamente al análisis del pedal acelerador electrónico y al movimiento de la válvula de admisión. De este modo la regulación del motor, reconoce que una orden de desacelerar procedente del módulo de control del TCS, tiene prioridad sobre el deseo de acelerar del conductor, cuando el TCS trata de manejar una situación de peligro.
- Es sistema ESP realiza la comunicación con el motor mediante el sistema TCS el cual esta encargado de ajustar la válvula de admisión.
- El motor de la válvula de admisión, que cumple el papel de actuador, es el mecanismo que ajusta la cantidad de aire que entra el motor.
- La válvula de admisión, cuando está cerrada obtura el paso de aire; enriqueciendo la mezcla; cuando está completamente abierta prácticamente no opone resistencia al paso de aire, empobreciendo la mezcla.. La válvula está conectada al pedal del acelerador mediante un cable, o bien tiene un motor eléctrico que la abre o cierra según las órdenes de la unidad de control.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG

RECOMENDACIONES

Al término de este trabajo se ha presentado un nuevo elemento de seguridad activa; construido sobre una nueva generación de mandos eficaces y potentes; mejorando la dinámica transversal y longitudinal, para obtener un comportamiento de conducción estable en todas direcciones.

Durante el desarrollo del emulador, que es el aporte práctico de nuestro trabajo de graduación, se considero algunas alternativas, para la simulación de los componentes, que integran el Sistema de Estabilidad Programable ESP. Tal es el caso del sensor de revoluciones de las ruedas que lleva incorporado el sistema; para el cual se utilizó un optoacoplador ECG3101, se recomienda su uso ya que es sencillo y simplifica la tarea al momento de realizar la adquisición de datos.

El Control de la válvula de admisión, se la podría hacer con un motor de paso de 1.8°, con lo que se puede obtener una cantidad de pasos mayor, lo que implica mayor precisión en el control de la posición de la válvula de admisión; esta es una más de nuestras recomendaciones de uso, para este tipo de simulación, su costo es proporcional de acuerdo al ángulo y al número de pasos que ofrece este.

Y como recomendación final, se sugiere un buen conocimiento en el manejo del LCD gráfico, ya que este dispositivo en concreto, al ser altamente funcional, implica tener un concepto claro de la operación del LCD.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.org

BIBLIOGRAFIA

- ANTXON Balda Arana. ESP. http://www.esp.com. [consulta 01 de Noviembre del 2006].
- ARNILLAS García David. ESP Control de Estabilidad para el automóvil. http:// www.telefonica.net./web/esp [consulta 31 de Octubre del 2006].
- BOSCH Robert. ABS. [consulta 5 de Enero del 2007]
- BOSCH Robert. Los Sensores en el Automóvil. Edición 2002. [consulta 08 de Febrero del 2007]
- BOSCH Robert. Sistemas para la estabilización del automóvil. Edición 2005. [consulta 15 Noviembre del 2006]
- CAMPOS Guillermo Ing. TOYOTA. Special training 2004. [consulta 12 de Enero del 2007].
- CAMPOS Guillermo Ing. PEUGEOT. ABS, TCS, ESP [consulta 8 de Diciembre del 2006].
- ERRASQUIN Jorge Ing. ABS. Buenos Aires, Argentina. Curso de Autotrónica UBA Oct. 2006. 2006 [consulta 28 de Octubre del 2006]
- PEREZ Leonel Ing. Cuenca, Ecuador. Clases de microcontroladores. UDA 2005-2006.
- SAAVEDRA Rodríguez Andrés Tec. Frenos ABS. Monografías.com [consulta 31 de Octubre del 2006].
- SAMBRANO Daniel Ing. ABS. Buenos Aires, Argentina. Curso de Autotrónica UBA Nov.2006. 2006 [consulta 5 de Noviembre del 2006].
- SAMBRANO Daniel Ing. TCS. Buenos Aires, Argentina. Curso de Autotrónica UBA Nov.2006. 2006 [consulta 30 de Octubre del 2006].
- SAVALL Joan. PROYECTO: “Acelerador Electrónico” [consulta 8 de Marzo del 2007].