



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Facultad De Ciencia y Tecnología

Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Implementación de un banco didáctico para sistemas de
encendido electrónico

Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo en
Electrónica Automotriz

Autores:

Fabián Patricio Atancuri Jiménez

Juan Fernando Rivas Cobos

Director:

Ing. Efrén Fernández. PhD

Cuenca – Ecuador

2024

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mis padres queridos Juan y Cecilia que a pesar de que no estén juntos me demostraron ese apoyo y motivación incondicional, ya que sin el mismo este sueño no hubiese podido ser una realidad, también quiero agradecer a mi hermana que me ha brindado su cariño, éxito y buenos deseos para poder culminar este ámbito profesional.

Juan Fernando Rivas Cobos.

"A Dios a padres, por su amor y apoyo incondicional a lo largo de este viaje académico. A mis amigos, por ser mi fuente de motivación y alegría en los mis amigos. A mi tutor, por su orientación experta y dedicación a mi crecimiento académico. A todos aquellos que me han acompañado en este camino, su contribución ha sido invaluable. Este proyecto está dedicado a ustedes, con gratitud y aprecio."

Fabian Patricio Atancuri Jiménez.



Resumen

El presente banco de pruebas de encendido electrónico permite tener un conocimiento técnico del funcionamiento de los diferentes sistemas de encendidos presentes en los motores a combustión modernos. El desarrollo y construcción del presente banco de los sistema de encendido muestra la funcionalidad de cada de uno de estos y permite entender la operación de cada uno de los elementos que conforman el sistema.

El desarrollo del presente banco permitirá obtener una maqueta operativa que servirá para el aprendizaje en diferentes materias de la carrera de mecánica automotriz, mediante su uso permitirá realizar la validación y calibración de los elementos que conforman el mismo sumándose de manera notable la documentación que es un respaldo importante para su comprensión de su funcionamiento.

Palabras clave: construcción, funcionamiento, operación, validación, calibración.

Abstract

This electronic ignition test bench provides technical knowledge of the operation of the different ignition systems present in modern combustion engines. The development and construction of this ignition system bench shows the functionality of each of the ignition systems and allows to understand the operation of each of the elements that make up the system.

The development of this bench will allow to obtain an operative model that will serve for the learning in different subjects of the automotive mechanics career, by means of its use it will allow to carry out the validation and calibration of the elements that conform the same one adding in a remarkable way the documentation that is an important endorsement for its understanding of its operation.

Keywords: construction, performance, operation, validation, calibration.

Índice de Contenidos

DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN	III
ABSTRACT.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MARCO TEÓRICO.....	2
2.1 SISTEMA DE ENCENDIDO INDUCTIVO	2
2.1.1 Descripción	2
2.1.2 Funcionamiento.....	2
2.1.3 Componentes.....	3
2.1.3.1 Bobina de encendido.....	3
2.1.3.2 Distribuidor (en sistemas más antiguos).....	3
2.1.3.3 Bujías	4
2.1.3.4 Cables de encendido	4
2.1.3.5 Módulo de control.....	5
2.1.3.6 Distribuidor de encendido.....	6
2.2 SISTEMA DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA	6
2.2.1 Descripción	6
2.2.2 Funcionamiento.....	7
2.2.3 Componentes.....	7
2.2.3.1 Bobinas de encendido individuales.....	7
2.2.3.2 Bujías	8
2.2.3.3 Sensor de posición del cigüeñal (CKP)	8
2.2.3.4 Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP)	9
2.2.3.5 Cables de bujía.....	9
2.2.3.6 Detección de chispa perdida	10
2.3 SISTEMA DE ENCENDIDO DIS INDEPENDIENTE	10
2.3.1 Descripción	10
2.3.2 Funcionamiento.....	10
2.4 COMPONENTES.....	11
2.4.1.1 Bobinas de encendido individuales.....	11

2.4.1.2	Sensor de posición del cigüeñal (CKP)	12
2.4.1.3	Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP)	12
2.4.1.4	Cables de bujía	13
3	OBJETIVO GENERAL	14
4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
5	PROCEDIMIENTOS Y HERRAMIENTAS	15
5.1	FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS	15
5.1.1	Fuente de alimentación	15
5.1.2	Módulo de Control del Encendido (ECU)	15
5.1.3	Bobina de encendido	15
5.1.4	Bujías	15
5.1.5	Sensores	15
5.2	SISTEMA INDUCTIVO	15
5.3	SISTEMA DIS COP	16
5.4	SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA	17
5.5	MANTENIMIENTO DEL BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS	17
5.5.1	Inspección Regular	17
5.6	MANTENIMIENTO DE COMPONENTES ESPECÍFICOS	17
6	RESULTADOS Y CONCLUSIONES	19
7	LISTA DE REFERENCIAS	19

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Bobina de encendido</i>	3
Figura 2. <i>Distribuidor</i>	4
Figura 3. <i>Bujías</i>	4
Figura 4. <i>Cables de encendido</i>	5
Figura 5. <i>Módulo de control</i>	5
Figura 6. <i>Distribuidor de encendido</i>	6
Figura 7 . <i>Bobinas de encendido individuales</i>	7
Figura 8. <i>Bujías</i>	8
Figura 9. <i>Sensor de posición del cigüeñal.</i>	8
Figura 10. <i>Sensor de posición de árbol de levas.</i>	9
Figura 11. <i>Cables de bujía</i>	9
Figura 12. <i>Detección chispa perdida</i>	10
Figura 13. <i>Bobinas de encendido individuales</i>	11
Figura 14. <i>Sensor de posición del cigüeñal</i>	12
Figura 15. <i>Sensor de posición de árbol de levas.</i>	12
Figura 16. <i>Cables de bujía</i>	13
Figura 17. <i>Sistema inductivo</i>	16
Figura 18. <i>Sistema DIS COP</i>	16
Figura 19. <i>Sistema DIS Chispa Perdida</i>	17
Figura 20. <i>Banco de Prueba de Encendido Electrónico</i>	18

1 Introducción

El desarrollo del sistema de encendido a lo largo de los años ha logrado grandes innovaciones, obteniendo mayores ajustes. A diferencia de un encendido convencional los de última generación pueden lograr generar un 100% de efectividad.

En sus inicios los sistemas de encendido mantenían problemas con la combustión generada en los cilindros del motor. El sistema convencional que mantenía como base de funcionamiento al distribuidor mecánico concedía fallos de funcionamiento, debido a que sus componentes estaban conformados principalmente de un ruptor de accionamiento, que con el tiempo se desgastaba y generaba un mal desempeño del motor.

Con el avance de la tecnología surgieron innovaciones en este dispositivo con el objetivo de tratar de eliminar todas las piezas mecánicas e involucrar componentes electrónicos tales como un bloque de control otorgando una mayor eficacia en el encendido, este sistema es conocido como sistema de encendido transistorizado o Hall, también existiendo sistemas electrónicos controlados mediante un módulo de control del motor (PCM).

2 Marco teórico

2.1 Sistema de encendido inductivo

2.1.1 Descripción

El sistema de encendido inductivo es un componente clave en los motores de combustión interna de los vehículos. Su función principal es generar la chispa necesaria en las bujías para encender la mezcla aire-combustible en la cámara de combustión en el momento preciso. (Huerta Paucar, 2022)

2.1.2 Funcionamiento

El sistema de encendido inductivo opera en varios pasos para generar la chispa necesaria en las bujías y encender la mezcla aire-combustible en el motor de un vehículo. También se le llama encendido por pulsos de inducción por lo que dispone de los mismos componentes que el encendido convencional, pero el ruptor de platinos es reemplazado por el generador de impulsos en el cual se agrega un módulo de control para activar la bobina. (González Hervás, 2021)

- **Alimentación de la bobina de encendido:** cuando se gira la llave de encendido o se pulsa el botón de encendido, se proporciona energía eléctrica a la bobina de encendido desde la batería del vehículo.
- **Carga del campo magnético en la bobina primaria:** la corriente eléctrica fluye a través del devanado primario de la bobina de encendido, creando un campo magnético alrededor de este devanado.
- **Interrupción de la corriente primaria:** la interrupción de la corriente en el circuito primario de la bobina se produce en el momento adecuado, generalmente controlado por el módulo de control.
- **Inducción de alta tensión en el devanado secundario:** cuando se interrumpe la corriente en el devanado primario, el campo magnético creado alrededor de él colapsa rápidamente.
- **Generación de la chispa en las bujías:** la alta tensión generada en el devanado secundario de la bobina se transfiere a través de los cables de la bujía hacia las bujías

individuales.

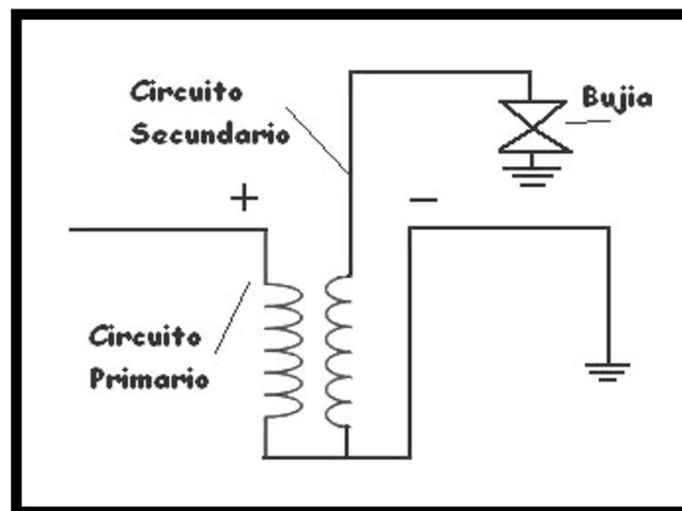
- **Control de sincronización y tiempo de encendido:** en los sistemas de encendido más modernos, la unidad de control del motor (ECU) monitorea varios sensores, como el sensor de posición del cigüeñal y el sensor de posición del árbol de levas.

2.1.3 Componentes

2.1.3.1 Bobina de encendido

Es el componente principal del sistema de encendido inductivo. La bobina de encendido es un transformador que toma la energía de la batería del vehículo y la convierte en una alta tensión necesaria para generar la chispa en las bujías. (Rondan Ttica, 2020)

Figura 1. Bobina de encendido

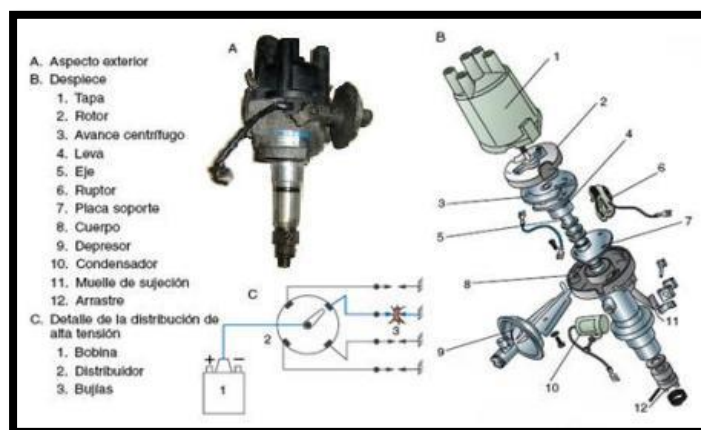


Fuente. <http://libreopinion.prophbb.com/topic2525.html>

2.1.3.2 Distribuidor (en sistemas más antiguos)

En los sistemas de encendido inductivo más antiguos, el distribuidor distribuye la corriente de alta tensión desde la bobina de encendido a las bujías en el orden correcto y en el momento preciso. (Rondan Ttica, 2020)

Figura 2. Distribuidor



Fuente. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/105-distribuidor-de-encendido/>

2.1.3.3 Bujías

Son los componentes que reciben la corriente de alta tensión de la bobina de encendido y generan la chispa en la cámara de combustión. La chispa enciende la mezcla aire-combustible, iniciando así el ciclo de combustión en el motor. (Contreras Urgilés, 2024)

Figura 3. Bujías



Fuente. <https://www.ro-des.com/mecanica/que-son-las-bujias-y-como-funcionan/>

2.1.3.4 Cables de encendido

Transportan la corriente de alta tensión desde la bobina de encendido hasta las bujías. Estos cables deben estar en buenas condiciones para asegurar una transferencia eficiente de energía y una chispa adecuada en las bujías. (Aranguren , 2018)

Figura 4. Cables de encendido

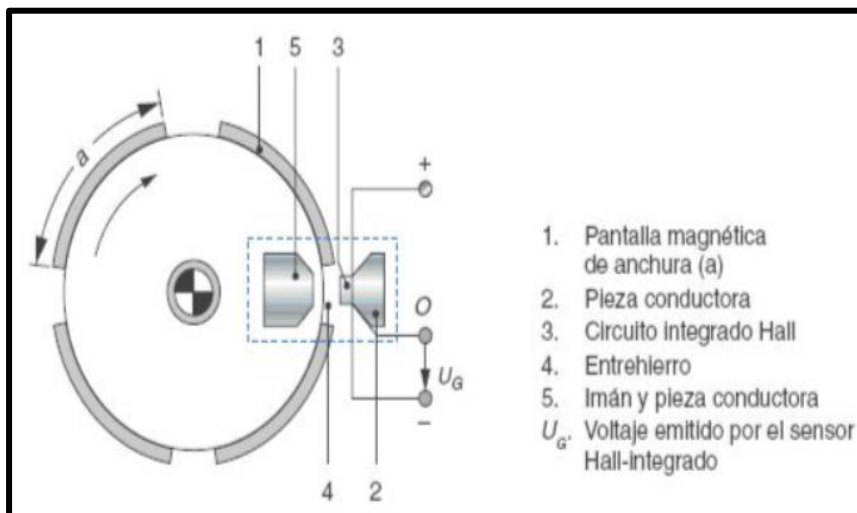


Fuente. <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/los-cables-de-encendido-un-elemento-electrico-simple-pero-muy-importante/>

2.1.3.5 Módulo de control

En los casos de los sensores inductivos montados en los distribuidores, estos están compuestos en su interior por una bobina colectora magnética de reluctancia variable que posee un imán permanente y un cuerpo redondo, sujeto al eje del distribuidor, con dientes (4 para 4 cilindros), que gira solidario al eje del distribuidor. Cuando uno de los dientes se enfrenta al imán permanente, una fuerza electromotriz se produce en la bobina captadora. Esta señal (senoidal), El disparo de ignición (señal negativa a la bobina de ignición), hace que la corriente que circula por el primario se interrumpa y así generar alta tensión en el secundario. El sensor inductivo a su vez, genera cuatro señales por ciclo (motor de 4 cilindros), donde el microprocesador recibe la frecuencia del sensor y así a velocidad del motor (RPM).

Figura 5. Módulo de control

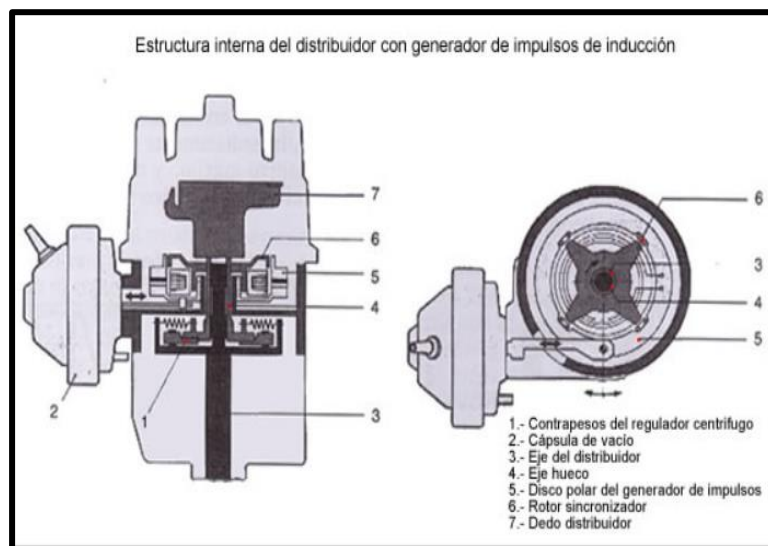


Fuente. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/91-encendido-transistorizado-con-generator-de-impulsos/>

2.1.3.6 Distribuidor de encendido

A medida que el distribuidor continúa girando, el contacto eléctrico entre el rotor y el terminal de la tapa del distribuidor se interrumpe y se detiene el flujo secundario. Al mismo tiempo, los puntos de interrupción cercanos completan el circuito primario, lo que permite que la corriente primaria fluya. Esta corriente primaria volverá a crear un campo magnético y el ciclo se repetirá para el siguiente cilindro en el orden de encendido sincronizado y se reparte la corriente en el momento preciso y en el lugar donde corresponda para que los cilindros y bujías puedan realizar su trabajo correctamente. (Carbajal Santos , 2015)

Figura 6. Distribuidor de encendido



Fuente. <https://mecanica-cars.blogspot.com/2012/10/el-encendido-electronico-sin-contactos.html>

2.2 Sistema de encendido DIS Chispa perdida

2.2.1 Descripción

En el sistema de encendido DIS, cada cilindro del motor tiene su propia bobina de encendido, eliminando la necesidad de un distribuidor central, el sistema de encendido DIS con detección de chispa perdida utiliza bobinas de encendido individuales, sensores de posición del cigüeñal y del árbol de levas, una unidad de control del motor (ECU) y la capacidad de detectar chispas perdidas durante el funcionamiento del motor. (Ramos Caiza & Conza Sarango, 2023)

2.2.2 Funcionamiento

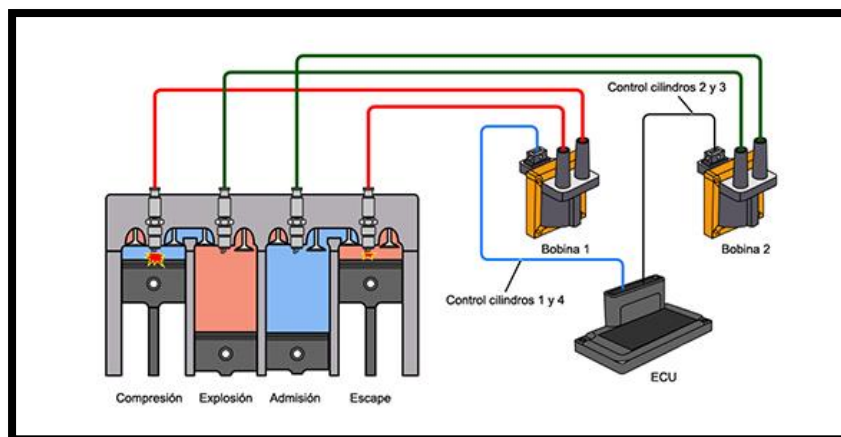
El sistema de encendido DIS (Distributorless Ignition System) con detección de chispa perdida es una configuración avanzada que mejora la eficiencia y la fiabilidad del encendido en los motores de combustión interna.

- **Bobinas de encendido individuales:** En el sistema DIS, cada cilindro del motor tiene su propia bobina de encendido, la cual está montada directamente sobre o cerca de la bujía.
- **Sensores de posición del cigüeñal y del árbol de levas:** Estos sensores proporcionan información crucial a la unidad de control del motor (ECU) sobre la posición y la velocidad del motor.
- **Unidad de control del motor (ECU):** La ECU es el cerebro del sistema de encendido DIS con detección de chispa perdida.
- **Detección de chispa perdida:** Durante el funcionamiento del motor, la ECU monitorea la actividad de encendido en cada cilindro.
- **Diagnóstico de fallos:** Cuando se detecta una chispa perdida, la ECU puede activar una advertencia en el panel de instrumentos del vehículo o registrar un código de falla en la memoria del sistema de diagnóstico a bordo (OBD).

2.2.3 Componentes

2.2.3.1 Bobinas de encendido individuales

Figura 7 . Bobinas de encendido individuales



Fuente. https://www.blogmecanicos.com/2019/06/evolucion-del-sistema-de-encendido_20.html

2.2.3.2 Bujías

Son los componentes que reciben la corriente de alta tensión de la bobina de encendido y generan la chispa en la cámara de combustión. La chispa enciende la mezcla aire-combustible, iniciando así el ciclo de combustión en el motor.

Figura 8. Bujías

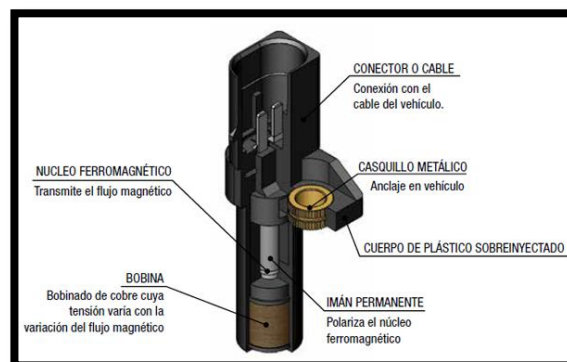


Fuente. <https://www.ro-des.com/mecanica/que-son-las-bujias-y-como-funcionan/>

2.2.3.3 Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

El sensor CKP (Crankshaft Position Sensor) es un componente importante en el sistema de gestión del motor de un vehículo. Su función principal es detectar la posición y la velocidad de rotación del cigüeñal del motor.

Figura 9. Sensor de posición del cigüeñal.

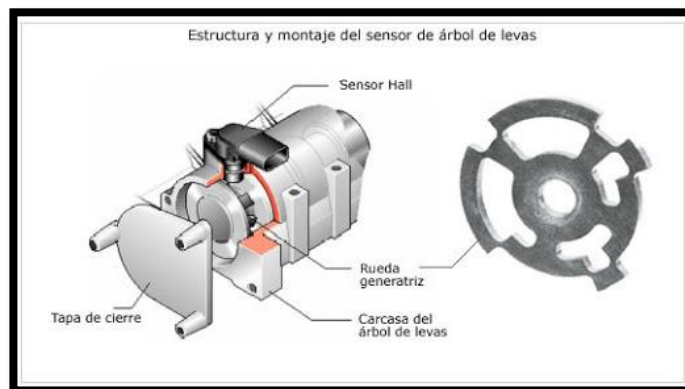


Fuente. <https://www.ingenieraymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-posicion-de-ciguenal-ckp-y-como-funciona/>

2.2.3.4 Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP)

Al igual que el sensor CKP, el sensor CMP utiliza un imán permanente y una bobina de alambre de cobre para detectar la posición del árbol de levas. Este sensor se coloca estratégicamente cerca del árbol de levas y detecta las ranuras u otro tipo de marcadores que indican la posición del árbol de levas en relación con el cigüeñal.

Figura 10. Sensor de posición de árbol de levas.



Fuente. <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-posicion-de-arbol-de-levas-cmp-y-como-funciona/>

2.2.3.5 Cables de bujía

Transportan la corriente de alta tensión desde la bobina de encendido hasta las bujías. Estos cables deben estar en buenas condiciones para asegurar una transferencia eficiente de energía y una chispa adecuada en las bujías.

Figura 11. Cables de bujía

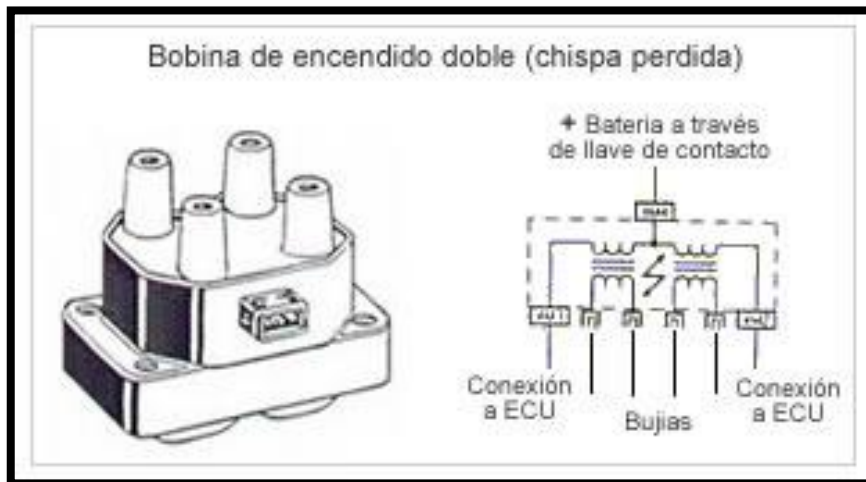


Fuente. <https://www.amazon.com/-/es/99-07-0-394-Alambres-rendimiento-48313R/dp/B01H0HN1P6>

2.2.3.6 Detección de chispa perdida

Este es un aspecto clave del sistema DIS con detección de chispa perdida. La ECU monitorea continuamente la actividad de encendido en cada cilindro.

Figura 12. Detección chispa perdida



Fuente. <https://josemaco.wordpress.com/2010/03/31/sistema-de-encendido-dis-direct-ignition-system/>

2.3 Sistema de encendido DIS Independiente

2.3.1 Descripción

El Sistema de encendido DIS Independiente (*Distributorless Ignition System*) es una evolución tecnológica del sistema de encendido convencional. A diferencia de los sistemas de encendido más antiguos que dependían de un distribuidor para distribuir la energía a las bujías, el sistema DIS utiliza bobinas de encendido individuales para cada cilindro del motor. (Muñoz Vizhñay, 2015)

2.3.2 Funcionamiento

El Sistema de encendido DIS Independiente utiliza bobinas de encendido individuales para cada cilindro del motor en lugar de un distribuidor central. Esto mejora la eficiencia y la precisión del encendido al proporcionar una chispa más controlada y sincronizada para cada bujía.

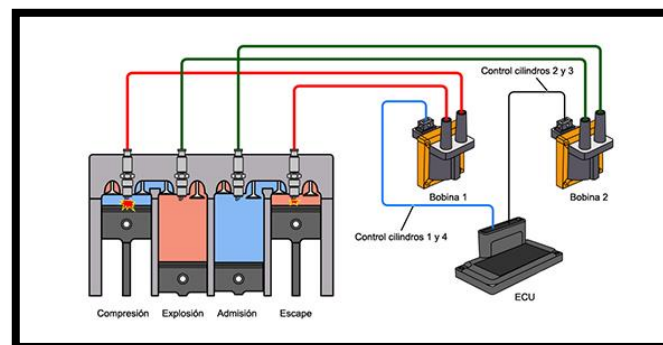
- **Bobinas de encendido individuales:** En el sistema DIS, cada cilindro del motor tiene su propia bobina de encendido, la cual está montada directamente sobre o cerca de la bujía.

- **Sensores de posición del cigüeñal y del árbol de levas:** Estos sensores proporcionan información crucial a la unidad de control del motor (ECU) sobre la posición y la velocidad del motor.
- **Unidad de control del motor (ECU):** La ECU es el cerebro del sistema de encendido DIS con detección de chispa perdida.
- **Bujías:** Las bujías son los componentes que reciben la chispa generada por las bobinas de encendido y la utilizan para encender la mezcla aire-combustible en la cámara de combustión.
- **Cables de bujía:** Los cables de bujía transportan la energía de alta tensión desde las bobinas de encendido hasta las bujías.

2.4 Componentes

2.4.1.1 Bobinas de encendido individuales

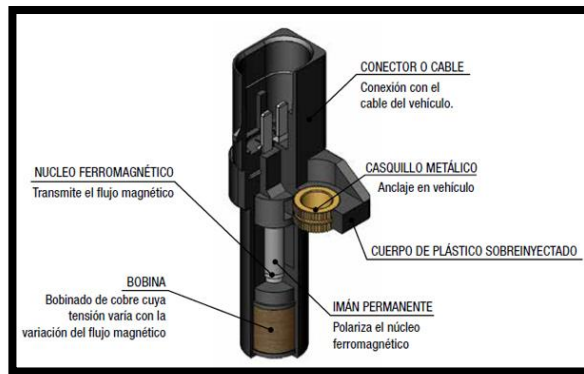
Figura 13. Bobinas de encendido individuales



Fuente. https://www.blogmecanicos.com/2019/06/evolucion-del-sistema-de-encendido_20.html

2.4.1.2 Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

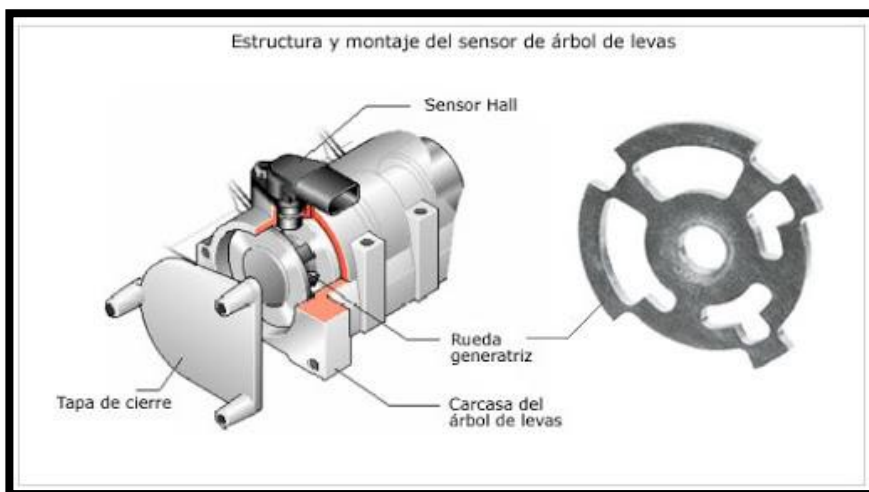
Figura 14. Sensor de posición del cigüeñal



Fuente. <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-posicion-de-ciguenal-ckp-y-como-funciona/>

2.4.1.3 Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP)

Figura 15. Sensor de posición de árbol de levas



Fuente. <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-posicion-de-arbol-de-levas-cmp-y-como-funciona/>

2.4.1.4 Cables de bujía

Figura 16. *Cables de bujía*



Fuente. <https://www.amazon.com/-/es/99-07-0-394-Alambres-rendimiento-48313R/dp/B01H0HN1P6>

3 Objetivo General

"Crear y validar un banco de pruebas para sistemas de encendido electrónico, que permita la evaluación precisa y eficiente del rendimiento y la confiabilidad de estos sistemas, facilitando su diagnóstico y optimización en aplicaciones automotrices."

Este objetivo general incluye la creación de un banco de pruebas, así como su validación y aplicación práctica, para asegurarse que el sistema que se produce sea útil y funcional para su propósito.

4 Objetivos Específicos

"Implementar un sistema de medición y análisis que permita registrar y evaluar parámetros clave del encendido electrónico, como el tiempo de chispa, la intensidad de la corriente y la eficiencia energética, para identificar posibles fallas y optimizar el desempeño del sistema."

La capacidad de medir y analizar los parámetros cruciales del encendido electrónico, que son esenciales para el diagnóstico y la optimización del sistema, es el centro de este objetivo específico.

5 Procedimientos y herramientas

5.1 Funcionamiento del Banco de Pruebas

En esta sección se expone el funcionamiento y comprobación del sistema del banco de pruebas.

5.1.1 Fuente de alimentación

Proporciona la energía necesaria para simular el funcionamiento del sistema de encendido. Puede ser una fuente de corriente continua ajustable para simular diferentes condiciones de carga.

5.1.2 Módulo de Control del Encendido (ECU)

Simula la unidad de control del vehículo, permitiendo ajustar parámetros como el avance de encendido.

5.1.3 Bobina de encendido

Genera la alta tensión necesaria para crear una chispa en la bujía. Es uno de los componentes clave a probar.

5.1.4 Bujías

La chispa producida en las bujías se utiliza para verificar el correcto funcionamiento del sistema.

5.1.5 Sensores

Incluyen sensores de posición del cigüeñal y del árbol de levas, que proporcionan información crucial para el momento del encendido.

5.2 Sistema inductivo

- La batería envía corriente al devanado primario de la bobina.
- El interruptor corta la corriente, colapsando el campo magnético.
- Este colapso induce una alta tensión en el devanado secundario.
- La alta tensión viaja a la bujía, creando una chispa que enciende la mezcla en la cámara de combustión.

Figura 17. *Sistema inductivo*



Fuente. Elaboración propia

5.3 Sistema DIS COP

- El sistema de encendido DIS (sin distribuidor) utiliza bobinas independientes controladas electrónicamente por la ECU, en lugar de un distribuidor mecánico, para generar la chispa en las bujías.
- Los sensores de posición del cigüeñal y del árbol de levas proporcionan información precisa a la ECU, que ajusta el tiempo de encendido para optimizar el rendimiento del motor.
- Este sistema ofrece ventajas en términos de precisión, mantenimiento reducido, rendimiento y eficiencia mejorados, así como menores emisiones para ayudar al cuidado de medio ambiente.

Figura 18. *Sistema DIS COP*



Fuente. Elaboración propia

5.4 Sistema DIS Chispa Perdida

El sistema de chispa perdida genera chispas simultáneamente en dos cilindros, uno en la carrera de compresión y otro en la de escape, utilizando una sola bobina para ambos. Esto simplifica el sistema de encendido, reduce el número de componentes necesarios y mejora la confiabilidad general del motor.

Figura 19. *Sistema DIS Chispa Perdida*



Fuente. Elaboración propia

5.5 Mantenimiento del banco didáctico de Pruebas

El mantenimiento del banco didáctico de pruebas es fundamental para garantizar su funcionamiento adecuado y prolongar su vida útil.

5.5.1 Inspección Regular

Visualización de Componentes: Realizar inspecciones visuales periódicas para detectar cualquier daño, desgaste o corrosión en los componentes del banco de pruebas.

Comprobación de Conexiones: Verificar que todas las conexiones eléctricas estén seguras y en buen estado para su óptimo funcionamiento.

Limpieza: Limpiar regularmente el banco de pruebas para eliminar el polvo, la suciedad y los residuos que puedan afectar su funcionamiento.

5.6 Mantenimiento de Componentes Específicos

Bobinas de encendido: Hay que tener en cuenta el revisar periódicamente el estado de las bobinas de encendido y reemplazarlas si muestran signos de desgaste o falla.

Bujías: Inspeccionamos las bujías, especialmente si muestran signos de carbonización o desgaste.

Cables de encendido: Verificar que los cables de encendido estén en buen estado y que no presenten cortes ni roturas.

Sensores y Actuadores: Revisar que los sensores y actuadores utilizados en el banco de pruebas estén funcionando correctamente y calibrados adecuadamente.

Figura 20. Banco de Prueba de Encendido Electrónico



Fuente. Elaboración propia

6 Resultados y conclusiones

Como conclusiones podemos destacar que el banco de pruebas de encendido electrónico proporciona una plataforma para el diagnóstico y la resolución de problemas que se pueden presentar en cada uno de estos.

Se obtuvo un banco funcional y operativo que permitirá realizar diferentes pruebas de funcionamiento y accionamiento de bobinas de alta tensión, que en el automóvil a veces resulta complicado verificar su funcionalidad.

Se observa que cada uno de los sistemas que conforman el banco tienen un funcionamiento adecuado que servirá para futuras prácticas en las diferentes materias de la carrera de mecánica automotriz.

El desarrollo y construcción del presente banco permitió poner en práctica lo aprendido durante el estudio cursado en la tecnología en electrónica automotriz y con los aprendizajes obtenidos se pudieron solventar diferentes problemas que se presentaron en la construcción del mismo.

7 Lista de Referencias

- Huerta Paucar, F. D. (2022). Diseño, construcción y programación de una plataforma didáctica de hardware-software para el manejo remoto de los módulos de sistemas de encendido y sensores automotrices en el laboratorio de autotrónica I y II de la sede Cuenca. *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana / Tesis de Grado*.
- González Hervás, I. (2021). Estudio de un nuevo sistema de encendido para motores de gasolina homogéneos y mezclas pobres, en una máquina de compresión-expansión rápida. *Universidad de Valladolid. Escuela de Ingenierías Industriales*.
- Rondan Ttica, J. L. (2020). Diseño y adaptación de un módulo didáctico probador de bobinas de encendido electrónico para vehículos Toyota, Nissan Y Mitsubishi en el IESTPFFAA. *Repositorio Institucional del IESTPFFAA*.
- Contreras Urgilés, R. W. (2024). Análisis de las principales emisiones contaminantes de un motor de combustión interna mediante la variación de la longitud de las bujías en la cámara de combustión. *Universidad Politécnica Salesiana - UPS*.
- Aranguren , Á. (20 de enero de 2018). *Los cables de encendido, un elemento eléctrico simple pero muy importante*. Obtenido de MECÁNICA: <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/los-cables-de-encendido-un-elemento-electrico-simple-pero-muy-importante/>
- Carbajal Santos , U. (2015). *MECANICA AUTOMOTRIZ 2015*. Obtenido de INFORMACION ACTUALIZADA: <https://mecanica-cars.blogspot.com/2012/10/el-encendido-electronico-sin-contactos.html>
- Ramos Caiza, J. A., & Conza Sarango, F. J. (2023). Diseño y construcción de un simulador de encendido óptico. *Repositorio Digital Tecnológico Universitario Vida Nueva* .
- Muñoz Vizhñay, J. (2015). Diseño y construcción de un banco didáctico para comprobar sistemas de encendido electrónico. *Universidad del Azuay*.