

Instituto de Educación Superior Tecnológico Público
“De las Fuerzas Armadas”



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL
REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO PARA
MEJORAR LA EFICIENCIA DEL MOTOR DATSUN J15,
DESARROLLADO EN EL IESTPFFAA EN EL AÑO 2023.
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN

MECÁNICA AUTOMOTRIZ

PRESENTADO POR:

HUAMANI LEÓN, Carlos Daniel

LOZANO POCOMO, Wagner Javier

LIMA, PERÚ

2024

A nuestros padres por el cariño y apoyo durante los años de estudio y desarrollo de nuestro trabajo aplicativo hasta alcanzar la meta.

Agradecimientos

A Dios por bendecirnos, gracias por darnos fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad

A nuestros padres y hermanos con mucho amor y cariño, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar en nuestras expectativas, los consejos, valores y principios que nos han inculcado en los hogares.

A nuestros docentes por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, ser los pilares de la enseñanza automotriz.

Índice

Dedicatoria	
Agradecimientos	
Índice	
Índice de figuras	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I: DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.1. Formulación del problema	11
1.1.1. Problema general	11
1.1.2. Problemas específicos	11
1.2. Objetivos	12
1.2.1. Objetivo general	12
1.2.2. Objetivos específicos	12
1.3. Justificación	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Estado de arte	15
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. Funcionamiento del motor J15	16
2.2.2. El sistema de encendido convencional	22
2.2.3. Componentes del sistema de encendido convencional del motor J15	24
2.2.4. El sistema de encendido electrónico	36
2.2.5. Sistema de encendido electrónico tipo Inductivo	37
2.2.6. El distribuidor del sistema de encendido tipo inductivo	40
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO	43
3.1. Finalidad	44
3.2. Propósito	44
3.3. Actividades desarrolladas	45
3.3.1. Repotenciación del sistema de encendido del motor DATSUN J15	45
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	50
RESULTADOS	51

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
Apéndice A. Espacio de trabajo de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA	57
Apéndice B. Ficha de procedimientos	58

Índice de figuras

Figura 1. Reparación de motor.	17
Figura 2 Tiempo de admisión y compresión del cilindro número uno del J15.	18
Figura 3 Tiempo de explosión y escapa del cilindro número uno del J15.	19
Figura 4 1972 DATSUN Pickup J15 engine 620(1972-1979) 1972 DATSUN Pickup J15 engine.	21
Figura 5 Clasificación del sistema de encendido convencional.	22
Figura 6 Sistema convencional (con platino).	23
Figura 7 Accionamiento de la llave en el interruptor de encendido.	25
Figura 8 Circuito primario abierto.	26
Figura 9 Vista interna de los enrollamientos de la bobina de encendido.	27
Figura 10 Cuadro comparativo de tecnología de bobinas comunes	27
Figura 11 Tensión del enrollamiento primario.	28
Figura 12 Campo electromagnético de la bobina de encendido.	28
Figura 13 Cuadro comparativo de bobinas de botella para cada necesidad.	29
Figura 14 Estructura del distribuidor por platinos.	30
Figura 15 Ubicación del mecanismo de platinos en el distribuidor.	31
Figura 16 Ubicación del condensador en el distribuidor.	32
Figura 17 Rotor y tapa de distribuidor.	32
Figura 18 Cables de bujía tipo TS (con terminales supresores de interferencia electromagnética).	33
Figura 19 Cables de bujía tipo CS (con revestimiento supresor de interferencia electromagnética).	34
Figura 20 Estructura interna de la bujía de encendido.	34
Figura 21 Sistema de encendido del Motor J15.	36
Figura 22 Componentes de un inductor magnético.	38
Figura 23 Generador de señal por inducción magnética	40
Figura 24 Ubicación del sistema electrónico del encendido.	41
Figura 25 Función del módulo de encendido.	42
Figura 26 Circuito de instalación del módulo inductivo modelo europeo.	42
Figura 27 Distribuidor convencional	45
Figura 28 Desacople de motor J15 de su estructura modular	46
Figura 29 Motor J15 reparado	47
Figura 30 Sistema de encendido instalado	48

RESUMEN

El presente trabajo describe los procedimientos técnicos de mantenimiento y reparación realizados en el sistema de encendido del motor modelo J15, en la actualidad se utilizan en la clásica Pick Up 620 de DATSUN que, a pesar de su antigüedad, siguen siendo empleadas en el parque automotor debido a sus características operativas apreciadas por los usuarios.

Tras revisar las condiciones de funcionamiento del motor, decidimos formular un Trabajo de Aplicación Profesional para repotenciar el sistema de encendido con el objetivo de mejorar su eficiencia. Después de realizar el diagnóstico y la reparación de los sistemas mecánicos del motor, se llevan a cabo pruebas de encendido en el sistema electrónico instalado y se compara con el sistema convencional con el que funcionaba.

Asimismo, con la instalación del sistema de encendido electrónico tipo inductivo mejora significativamente la potencia del motor y reduce las emisiones de gases. Como resultado, se espera que el motor triplique su ciclo de mantenimiento debido a su función sin contacto. Este proceso demuestra la importancia de mantener y mejorar motores antiguos para prolongar su operatividad y eficiencia en el parque automovilístico.

Palabras clave: sistema de encendido convencional, sistema de encendido, sistema de encendido electrónico.

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Educación Superior Tecnológico Pública De las Fuerzas Armadas (IESTPFFAA), tiene 9 años de funcionamiento donde los estudiantes de Mecánica Automotriz vienen realizando sus trabajos de mantenimiento y reparación de motores como parte de su formación técnica en diferentes módulos de entrenamiento los que se encuentran algunos convencionales, entre ellos el motor DATSUN modelo J15. Desarrollamos la reparación del motor y dentro de los problemas operativos que presentaba es la demora en el encendido, generando la expulsión de humo negro y se apaga en mínimo RPM.

El Taller de Motores de la carrera técnica del Instituto cuenta con el módulo motor J15, modelo para DATSUN convencional, donde se desarrollan las diferentes unidades didácticas de la carrera técnica de Mecánica Automotriz. Esta es muestra de la vigencia de los modelos de motores que son convencionales; sin embargo, aún siguen siendo utilizados en el parque automovilístico del país y en el mundo. (Sobre Ruedas, 2021). Nos referimos al motor que está instalado en la clásica Pick Up 620 de DATSUN ([Erik Rose, 2023](#)), que fue la primera marca de vehículos en mostrar los modelos Pick Up tales como la de doble cabina, de cabina y media y de una cabina, desde 1972 hasta 1979 (Sobre Ruedas, 2021).

Comprendimos entonces que, tanto el motor J15, así como el vehículo DATSUN Pick Up 620, siguen siendo usados por un público cautivo por las características operativas que solo los usuarios aprecian.

Realizado el diagnóstico de operatividad del encendido en el motor, decidimos desarrollar la repotenciación del sistema de encendido para mejorar la eficiencia del motor DATSUN J15, desarrollado en el IESTPFFAA en el año 2023 dado que, de acuerdo a su diseño y fabricación, conserva el sistema de encendido con platinos, es decir, tiene el sistema convencional. Analizamos también que parte de su vigencia y aceptabilidad del motor es porque se permite realizar algunos cambios en sus diferentes sistemas que prolonga su operatividad adecuada, una de ellas es reducción de las emisiones de gases contaminantes y al mismo tiempo, mejora en el rendimiento del motor, de allí nuestra propuesta de “repotenciación del sistema de encendido”.

Formulado el trabajo aplicativo, se da inicio a la descripción de las actividades planteadas en concordancia a los objetivos. En principio, el diagnóstico de funcionamiento del sistema convencional tuvo que ampliarse hasta la reparación del motor, es decir, el

funcionamiento del motor sufría alguna deficiencia en su operatividad que distaba del sistema de encendido como único problema.

Luego de la reparación de los sistemas mecánicos del motor, se procedió con la prueba de encendido con el sistema convencional por platinos, para revisar la eficiencia en el motor reparado, para lo cual, se hizo la prueba de emisión de gases y la eficiencia de encendido en baja, mediana y altas revoluciones por minuto (RPM) del motor. Los resultados fueron los esperados, conforme a las tolerancias de las especificaciones técnicas del fabricante, puesto que el motor y su sistema de encendido convencional habían sido reparados, estuvieron en buen estado operativo.

Dicho lo anterior, procedimos con el análisis del rendimiento del motor en el tiempo. Revisando datos de los ciclos de mantenimiento del sistema de encendido recomendado por el fabricante, se sabe que, el próximo mantenimiento correctivo debe hacerse en seis meses o 10000 km de recorrido.

Sin embargo, con la instalación del sistema de encendido electrónico tipo inductivo se encontró que la operatividad del motor, en relación a la prueba anterior con sistema convencional, da signos de mayor potencia, desarrolla mejor RPM con menor porcentaje de emisión de gases. Y de acuerdo a lo estimado, triplicará su ciclo de mantenimiento por su función sin contacto.

CAPÍTULO I: DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

El motor modelo DATSUN J15 del IESTPFFAA es un módulo de instrucción que está ubicado en el taller de motores de la carrera técnica de Mecánica Automotriz, ubicado en un espacio que carece de cubierta para su protección contra la acumulación de tierra y humedad propia del clima en el tiempo que se usó. Dadas las condiciones descritas se puso en marcha el plan de supervisión del estado de conservación y operativa del motor dando como resultado que: 1) El sistema de encendido tienen daños en el distribuidor, 2) Los cables de bujía está agrietadas por tiempo de vida útil, 3) Bobina de encendido caduco, 4) Carece de chapa de contacto y 5) Cableado con revestimiento deteriorado y terminales sulfatados. Visto los problemas del sistema, se realizó el arranque de motor para la revisión de operatividad y potencia, el cual fue deficiente por las condiciones de conservación de los accesorios descritos, por lo que decidimos realizar una reparación general del motor y cambiar el sistema de encendido convencional con un sistema de encendido electrónico tipo inductivo con la intención de repotenciar el sistema de encendido y demostrar la mejora del rendimiento del motor.

1.1.1. Problema general

¿De qué manera la repotenciación del sistema de encendido convencional a un sistema electrónico mejorará la eficiencia del motor DATSUN J15, desarrollado en el taller de motores del IESTPFFAA en el 2023?

1.1.2. Problemas específicos

¿Cuál es el método técnico para la repotenciación del sistema de encendido convencional a electrónico en el motor DATSUN J15 desarrollado en el taller de motores del IESTPFFAA en el 2023?

¿Cuál es la eficiencia del motor DATSUN J15 con el nuevo sistema de encendido electrónico instalado, en el taller de motores del IESTPFFAA del 2023?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Repotenciar el sistema de encendido convencional del motor DATSUN J15 con un sistema de encendido electrónico para mejorar la eficiencia del funcionamiento, desarrollado en el taller de motores del IESTPFFAA del 2023.

1.2.2. *Objetivos específicos*

Elaborar procedimientos técnicos para la repotenciación del sistema de encendido convencional a electrónico del motor DATSUN J15 desarrollado en el IESTPFFAA del 2023.

Establecer parámetros de eficiencia del motor DATSUN J15 con el nuevo sistema de encendido electrónico instalado, desarrollado en el taller de motores del IESTPFFAA del 2023.

1.3. Justificación

La justificación para repotenciar el sistema de encendido convencional del motor DATSUN J15 con un nuevo sistema de encendido electrónico se fundamenta en varios puntos clave.

Esta actualización pretende mejorar la eficiencia del motor DATSUN J15. El nuevo sistema de encendido electrónico puede optimizar la combustión del combustible, lo que conlleva a una mayor eficiencia en el consumo de combustible y, por ende, una reducción en las emisiones de gases contaminantes.

El sistema electrónico ofrece una mayor durabilidad en comparación con el sistema convencional. Además, mantiene la calidad de la chispa de manera constante, a lo largo del tiempo. Esto asegura un funcionamiento más estable y fiable del motor, reduciendo la necesidad de mantenimiento y reparaciones frecuentes.

El instituto, cuenta con acceso a la tecnología necesaria para desarrollar e implementar el nuevo sistema de encendido electrónico compatible con el motor DATSUN J15. Además, se dispone de información tecnológica proporcionada por el fabricante y se cuenta con el asesoramiento del personal técnicos calificado, quienes poseen experiencia en el mantenimiento y reparación de este tipo de motores.

Las instalaciones del IESTPFFAA están equipadas con la infraestructura y la instrumentación necesarias para llevar a cabo el desarrollo e implementación del nuevo sistema de encendido electrónico. Esto incluye herramientas, equipos de diagnóstico y laboratorios adecuados para realizar pruebas y ajustes.

La implementación de este proyecto no solo mejora la eficiencia y reduce las emisiones del motor DATSUN J15, sino que también permite fortalecer las capacidades del taller de Mecánica Automotriz. Esto proporciona a los estudiantes la oportunidad de participar en actividades prácticas relacionadas con la tecnología automotriz de vanguardia, lo que enriquece su formación académica y profesional.

La repotenciación del sistema de encendido del motor DATSUN J15 con un nuevo sistema electrónico es una medida fundamentada en la mejora de la eficiencia, la durabilidad y la calidad del funcionamiento del motor, respaldada por acceso a la tecnología, asesoramiento especializado y la infraestructura adecuada para su desarrollo. Además, proporciona información tangible para la institución en términos de cálculo en rendimiento y durabilidad del motor.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Estado de arte

El autor del tutorial titulado “DATSUN J15 de platinero a electrónico parte 1” publicado en su canal “computadora automotriz universal” desde Trujillo Perú, en una serie de 4 archivos de video, muestra sus resultados en el rendimiento de un motor de los años 1975-76 con la instalación de un sistema de encendido electrónico con módulo de control externo de diseño y fabricación propia. Remarca que el trabajo de cambio es muy sencillo y el reflejo de la mejoría del rendimiento del motor se muestra en los siguientes resultados: a) El arranque de motor es inmediato, b) Arranque en frío con bajas emisiones de gases, c) Aumento de potencia en salida y en trabajo, d) Se espera menor consumo de combustible, por último, e) Reduce al triple, los ciclos de mantenimiento en comparación a un sistema convencional (Computadora automotriz universal, 2020).

El Sr. Carlos Parra Cortés modifica un distribuidor de Volkswagen escarabajo para adaptarlo a un motor DATSUN J15. Muestra que es posible el maquinado y adaptación de accesorios del distribuidor original en el distribuidor electrónico para que encaje con el engranaje del eje de levas de motor. Para un maestro, este trabajo es realmente sencillo, sin embargo, se tuvo que realizar muchas pruebas anteriores para llegar a la solución actual, por ello el autor lo hace ver sencillo. Los resultados dan muestra de lo esperado, el sistema logra aumentar el rendimiento del motor, reduce las emisiones de gases, economiza el combustible y reduce los ciclos de mantenimiento de distribuidor en comparación con el sistema convencional (Parra, 2019).

El canal YouTube Marlon Loor muestra un modelo de distribuidor electrónico adaptable para un motor DATSUN 1200 donde también muestra que la instalación de este distribuidor es muy sencillo si se ciñe a las recomendaciones de desacople del distribuidor de platinos, es decir, tomar en cuenta el avance de encendido antes del desacople, tomar puntos de referencia de orden de encendido y dirección de giro del rotor, marcar las posiciones como referencia para que la instalación del nuevo sistema de encendido electrónico sea el adecuado y rápido. De no respetar este proceso, la puesta a punto puede retrasar el término del trabajo. Los resultados también son los esperados, en especial el aumento de la potencia del motor (Loor, 2020).

Motor Works desde Chile, nos muestra cómo remplazar un distribuidor de platinos de un motor 2T de Toyota con un distribuidor electrónico de la marca Isuzu. En este caso es

un proceso de adaptación de accesorios del distribuidor electrónico tipo inductivo en el cuerpo de distribuidor original del Toyota 2T. El autor muestra la similitud de las dimensiones de accesorios electrónicos que se adaptarán al antiguo distribuidor, accesorios como el captador y ruptor en el lugar del platino y condensador y la plataforma que los sostiene dentro de la copa de distribuidor. Del trabajo realizado el autor muestra en laboratorio que el circuito instalado con el distribuidor electrónico convertido si resulta brindar el arco eléctrico deseado (Motor Works, 2020).

Conversión de sistema de encendido convencional a electrónico en Toyota Cressida es un trabajo de Titulación de Bolivia que modifica el encendido convencional a electrónico de un motor Toyota. La intención es recuperar el vehículo por las bondades de mayor calidad de chispa, reducción de emisiones de gases, menor consumo de combustible y mayor duración de vida útil del distribuidor (Huarachi. V. y Mamani M. 2017).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Funcionamiento del motor J15*

El funcionamiento del sistema de encendido de un motor de gasolina está estrictamente relacionado con el cumplimiento de otros mecanismos que sincronizados logran que el motor funcione correctamente. Estos mecanismos son la sincronización de arrastre entre el cigüeñal y el eje de válvulas y el eje de distribuidor, este último, a través de engranajes. Esto para un sistema de encendido convencional.

Tomando en cuenta que el motor J15 es un motor que de acuerdo con López (1987, p. 2) podemos clasificarlo como un motor de explosión a gasolina de cuatro tiempos, policilíndrico de cuatro cilindros en línea, y de acuerdo con la web de Autoland (2019) podemos agregar que es un motor alternativo de encendido por chispa.

En cuanto al sistema de alimentación de combustible, este motor es carburado, un sistema de alimentación convencional.

Figura 1

Reparación de motor.



Nota. Calibración de válvulas como parte de la reparación previa al cambio del sistema de encendido convencional.

2.2.1.1 *Funcionamiento motore J13, J15, J16*

El sistema de alimentación de aire permite que entre limpio a los cilindros del motor al pasar por un filtrado previo. Para tal efecto, esta masa de aire debe atravesar la sección del carburador llamado estrangulador que por efecto Venturi logrará absorber la gasolina que mediante una bomba de gasolina mecánica es depositada en la cuba mientras esté funcionando el motor. Esta dosificación se hará de acuerdo a la velocidad de absorción que se genera en el cuello Venturi del estrangulador y de acuerdo a la apertura de la mariposa de aceleración. Esta mezcla resultante entre la masa de aire que ingresa por el obturador y la gasolina absorbida en este punto por efecto Venturi, es llamada mezcla.

El momento de ingreso de la masa de aire al cilindro uno del motor se llama, tiempo de admisión o fase de admisión (tiempo 1), momento en que el pistón inicia su carrera desde el punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI) de la altura del cilindro. Es la trayectoria del pistón que al bajar de arriba hacia abajo provoca un vacío en el área del cilindro que va dejando, esta presión negativa llamada también vacío, provoca el ingreso del aire del ambiente llenando el cilindro, al mismo tiempo, este efecto provoca el efecto Venturi

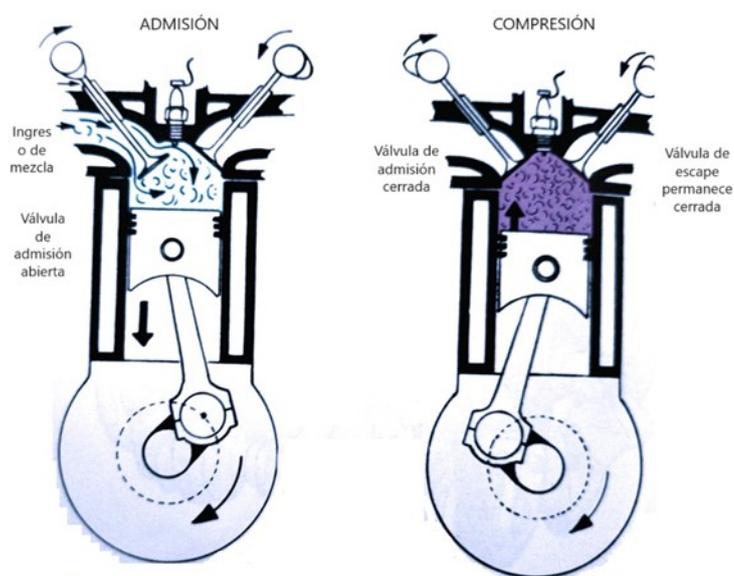
en el cuello del carburador haciendo que la gasolina fluya de la cuba hacia el obturador logrando así mezclar el aire con el carburante.

La mezcla termina de llenar el cilindro cuando la carrera descendiente del pistón cesa en el PMI. En esta fase la turbulencia provocada en el llenado logra mezclar el carburante con el aire para el máximo provecho de la siguiente fase del cilindro.

En este momento, la válvula de admisión estará abierta permitiendo el llenado de la mezcla aire combustible, la otra válvula de escape permanecerá cerrada evitando la fuga de la mezcla por el múltiple de escape mientras se llena el cilindro tal como se muestra en la figura de abajo.

Figura 2

Tiempo de admisión y compresión del cilindro número uno del J15.



Nota. Adaptado de, *4 Tiempos del Motor*, por López J. M. (p. 6), 1987, Motor de Gasolina.

(En la figura 2) muestra la fase de compresión del pistón en el cilindro uno. López (1987) explica que para esta fase las válvulas de admisión y escape estarán cerradas mientras que el pistón inicia su carrera ascendente comprimiendo la mezcla que se había llenado en la fase de admisión. En esta etapa la compresión genera la fricción entre las moléculas del aire y gasolina completando la mezcla iniciada en el carburador con una relación de compresión de hasta 8.3 a 1, es decir, que el volumen de mezcla llenada en el cilindro a presión

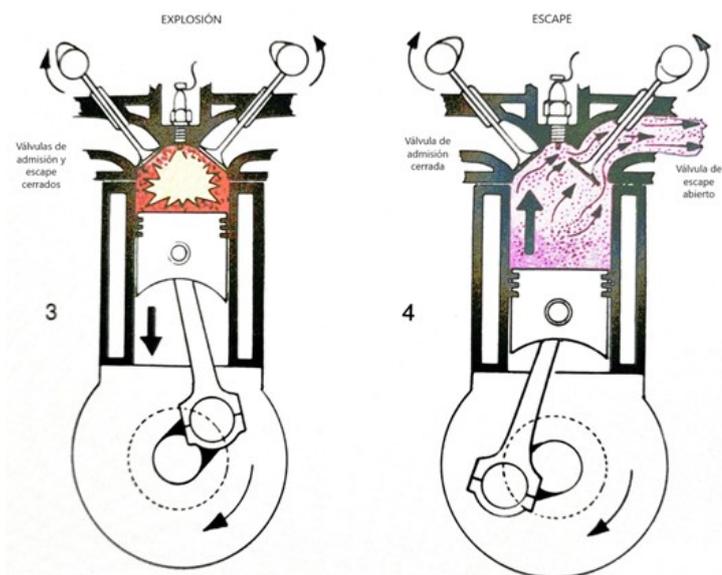
atmosférica será reducido en un equivalente de 8.3 partes a 1, comprimiéndose hasta 11.3 bares de acuerdo a los parámetros extraídos de la base de datos Autodata 3.38.

Es en esta etapa de compresión en el que nuestro trabajo aplicativo tiene relevancia, pues cuando el pistón está alcanzando su máxima altura comprimiendo la mezcla, se iniciará la etapa de explosión provocada por la chispa de la bujía, esta explosión generará el calor suficiente para devolver al pistón desde el PMS al PMI con la fuerza suficiente que dará el torque necesario a las flechas de transmisión a través del cigüeñal y de esta manera poner en movimiento constante al vehículo.

Luego de terminado la expansión de los gases producto de la explosión, los gases quemados requieren ser evacuados del cilindro para iniciar la fase de admisión y repetir el ciclo de los cuatro tiempos del cilindro uno. La evacuación de los gases ocurre cuando el pistón nuevamente inicia su ascenso del PMI al PMS para lo cual la válvula de admisión permanece cerrada y la válvula de escape estará abierta hasta que el pistón suba por completo.

Figura 3

Tiempo de explosión y escapa del cilindro número uno del J15.



Nota. Adaptado de, *4 Tiempos del Motor*, por López J. M. (p. 7), 1987. Motor de Gasolina.

Estas cuatro fases del ciclo del motor de gasolina abra ocurrido en el cilindro número uno, del mismo modo, este ciclo se repetirá en los otros tres cilindros de este motor

de forma consecutiva y perfectamente sincronizados para darle el funcionamiento correcto del motor DATSUN J15 de Nissan.

Debemos recalcar que en la fase de explosión ocurre que la mezcla está comprimida en la sección del motor llamada cámara de combustión, a una compresión de 11.3 en su mejor momento de cierre del cilindro y bajo esas condiciones se produce la chispa en la bujía de encendido.

El acercamiento a la explosión ideal de la mezcla dependerá de los factores de compresión y chispa adecuada para garantizar la buena explosión en la cámara de combustión. Esto hará que se aproveche al máximo el combustible, pues de no tener la compresión correcta la explosión será débil, y de bajar la calidad de la chispa en la bujía también la explosión será débil, ambos casos reducen la potencia del motor, producen la quema parcial de la gasolina, estos gases contaminan el aire y contribuyen a aumentar el efecto invernadero. En otras palabras, el motor que pierde las condiciones apropiadas de funcionamiento son un enemigo de la ecología.

El Motor DATSUN J15 es una versión de los motores de la serie J de Nissan construidos con los sistemas de alimentación y encendido hoy considerados como convencional, es un sistema carburado con encendido por contacto. Estas características tienen accionamiento mecánico, por lo que, durante su funcionamiento, soportan fricción constante en sus componentes, en especial en el sistema de encendido en la parte de control y distribución de la tensión para la chispa de las bujías. Estas condiciones actuales limitan la circulación de vehículos con este tipo de motor, pues ya no cumplen con los límites permitidos de emisiones de gas reglamentados en el país.

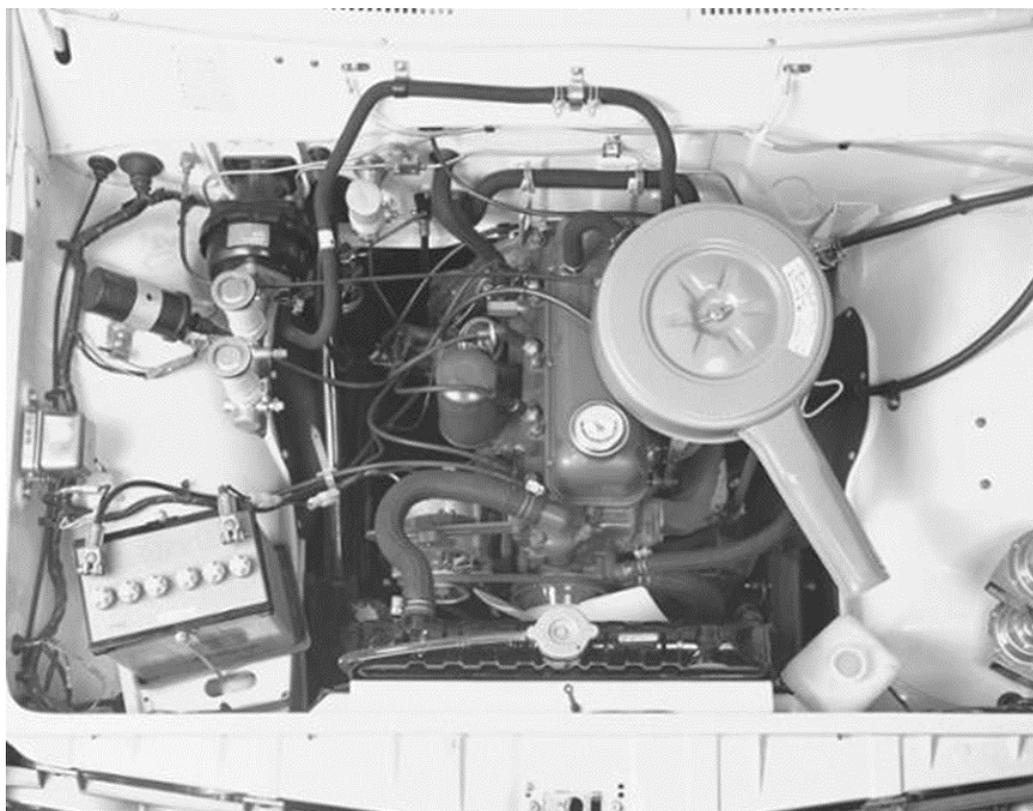
Estas condiciones mecánicas del motor DATSUN J15 lo condenan al retiro de las carreteras, sin embargo, la calidad del motor es reconocida por sus usuarios por lo que buscan soluciones alternativas y mejoras en sus sistemas para mantener vigente la circulación de vehículos que usan este modelo de motor. Una de las soluciones es convertirlo a gas GLP o GNV, alternativas que reducen el tema de las emisiones de gases contaminantes. Por otro lado, está el tema que es de interés para nuestro trabajo de aplicación profesional, la repotenciación del sistema de encendido que elimine el sistema por contacto, el que garantice la chispa adecuada por mucho más tiempo, mejorando la fase de explosión del motor, por lo

que el motor seguirá siendo eficiente por mucho más tiempo de lo estimado por el fabricante en su diseño original.

El Instituto “De las Fuerzas Armadas” tiene un módulo de instrucción con el motor J15 dentro de la carrera técnica de Mecánica Automotriz. Este módulo es para reparación y afinamiento que se desarrolla dentro de las unidades didácticas de Motores Otto y Sistemas de Encendido Convencional y Electrónico Automotriz. Dentro de sus condiciones de funcionamiento está listo para ser convertido a GLP o GNV, al mismo tiempo tenemos la propuesta de cambiar su sistema de encendido convencional a uno electrónico, lo que llamamos “Repotenciación del sistema de encendido para mejorar la eficiencia del motor DATSUN J15 desarrollado en el IESTPFFAA en el año 2023”

Figura 4

1972 DATSUN Pickup J15 engine 620(1972-1979) 1972 DATSUN Pickup J15 engine.



Nota. Adaptado de, Nissan Motor Corporation 90th Anniversary Official U.S. Newsroom.

2.2.2. El sistema de encendido convencional

El sistema de encendido del motor DATSUN J15 es clasificado como tipo SZ de acuerdo con BlackCat Network (2019) porque su activación es por contacto, la gestión de sus avances es mecánica, la distribución de la chispa es dinámica sin control electrónico, este último, tomando en cuenta que los motores actuales son con control electrónico. El sistema es conocido también como sistema de encendido convencional por contacto (con platino).

Figura 5

Clasificación del sistema de encendido convencional.

TIPO DE ENCENDIDO	MANDO	GESTIÓN DE LOS AVANCES	DISTRIBUCIÓN DE LA CHISPA	UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA (UCE)
Convencional (SZ)	Mecánico por contactos.	Mecánica.	Dinámica. Caso especial en motores dos cilindros, estático.	No tiene.

Nota. Adaptado de sistemas Auxiliares del Motor (p. 24-1), por BlackCat Network, S.L (2019), <http://www.blackcatnw.com>

De acuerdo a la descripción de Bosch (2011) publicado en su boletín de información tecnológica Sistema de encendido nos dice que:

En un motor (ciclo otto) con sistema de encendido convencional, la bujía necesita una tensión (voltaje) que está entre 8.000 y 15.000 voltios (8 a 15 kV), para que se produzca la chispa. Esa tensión depende de muchos factores, como:

Bujías en buen estado de rendimiento, con electrodos limpios y separados a la distancia que indica el manual del fabricante.

Buen estado de los cables de bujía como: revestimiento de alto aislamiento, resistencia dentro del rango de tolerancia estimado por el fabricante.

Resistencia del rotor del distribuidor dentro de la tolerancia de trabajo.

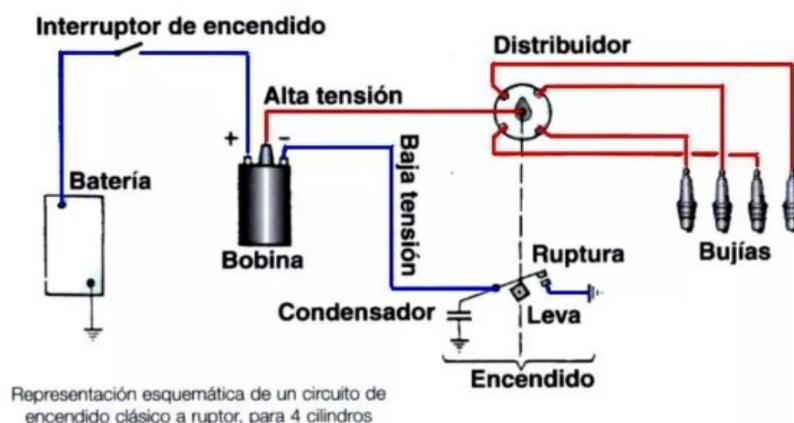
Estado funcional y distancia entre la salida de alta tensión del rotor y los terminales de la tapa del distribuidor, incluyendo aislamiento (tapa sin fisuras).

Óptimo rendimiento de la bobina de encendido como: valor de resistencia de sus enrollamientos de alambres en el primario y secundario y a prueba de rendimiento en plena carga.

Óptimo rendimiento del distribuidor en cuyo interior funcionan mecanismos por contacto como son los platinos, eje de levas, rotor y tapa. La constante fricción son una amenaza de descalibración de estos componentes.

Figura 6

Sistema convencional (con platino).



Nota. Adaptado de 6909213 Sistema de encendido [imagen], 4 sept 2012, Slideshare a Scribd company (<https://es.slideshare.net/JulioChinoBItIxcamey/6909213-sistemasdeenendido>).

La figura mostrada arriba nos ilustra el circuito del sistema de encendido convencional y sus componentes. Cada una de ellas cumplirá una función particular para garantizar el arco voltaico en las bujías, es decir, la chispa adecuada de la bujía dentro de la cámara de combustión, para que la explosión logre la quema total de la mezcla admitida en la fase uno del ciclo del motor, sin embargo, esta función se verá afectado por los factores descritos por Bosch (2011).

La imagen del sistema nos muestra también dos circuitos de corriente que se debe identificar claramente para poder comprender el funcionamiento.

Primero está el circuito primario compuesto por la batería, interruptor de encendido, la bobina, el condensador y platinos en el distribuidor. El circuito secundario está compuesto por la bobina de encendido (enrollamiento secundario), cables de alta tensión, rotor y tapa de distribuidor y por último las bujías.

Estos elementos trabajan con la tensión de batería, es decir, con 12V y cumplen con la función de controlar la apertura y cierre de contacto a tierra de la bobina de encendido. Lo que se quiere en este circuito es que se cargue el embobinado primario, es decir, en esta etapa de cierre de contacto a tierra, la corriente eléctrica, al pasar por el embobinado primario forma el campo magnético hasta un punto de saturación, mientras dure el contacto de los platinos. Esta etapa de saturación termina cuando los platinos se separan abriendo el circuito a tierra, es en este momento que el campo saturado en la bobina primaria cae a cero induciendo al embobinado secundario de la bobina de encendido a impulsar electrones en el circuito secundario a una tensión de miles de veces mayor que en el embobinado primario. De esta manera el sistema cumple con su finalidad de proveer chispa a la cámara de combustión para el encendido del motor.

2.2.3. Componentes del sistema de encendido convencional del motor J15

Ahora realizaremos un análisis de los componentes del sistema de encendido de nuestro motor DATSUN J15 de Nissan.

2.2.3.1 Batería

La batería es un acumulador de energía eléctrica que suministra la corriente eléctrica al motor en el momento del arranque, con una capacidad de descarga de hasta 60 amperios en ese momento. Del mismo modo suministra la corriente eléctrica al circuito primario del sistema de encendido y demás elementos eléctricos propios del vehículo.

Algunos autores consideran que “la batería es el corazón eléctrico del automóvil” porque es fuente de energía eléctrica que pone en marcha al motor y cubre todas las necesidades eléctricas del vehículo cuando el alternador no está trabajando. Su rendimiento está garantizado, en condiciones normales de manejo, de al menos un año, dentro de lo estimado por el fabricante, esto es, no necesita de mantenimiento en todo este tiempo.

La batería más comercial desde siempre está constituida de placas de plomo sumergidos en ácido sulfúrico dentro de un recipiente de caucho endurecido llamado polipropileno dividido en seis secciones llamadas celdas o células con la capacidad de generar 2 voltios cada uno. De allí que las baterías son de 12 voltios.

2.2.3.2 Interruptor de encendido (chapa)

El interruptor de encendido es el accesorio que, al ser activado por una llave de contacto, cierra el circuito abierto en ese punto, para que la corriente eléctrica circule por el conductor del circuito primario del sistema de encendido. La mayoría de ellos tiene dos contactos o posiciones de activación.

Figura 7

Accionamiento de la llave en el interruptor de encendido.



Nota. La primera imagen en líneas azules, muestra la llave en posición abierta (OFF) y la segunda imagen en líneas amarillas muestra el circuito en posición cerrada (ON o IGN), adaptado de (BlackCat Networld 2019).

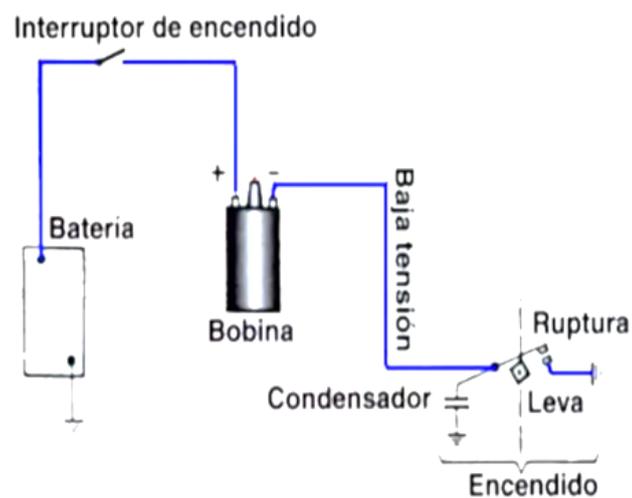
La posición OFF que muestra la figura de arriba con línea azul indica que el circuito está abierto, en este momento no hay energía eléctrica en el circuito primario del encendido. En la segunda posición de la llave que se muestra en la figura de arriba con líneas amarillas, el contacto está en ON, momento que el circuito primario está energizado desde la batería.

Existe una tercera posición de la llave de contacto que tiene que ver con el Star o arranque de motor. En esta tercera posición Star, el motor de arranque dará el giro del cigüeñal del motor para iniciar el encendido del motor de combustión. Esto sucederá por que el giro del cigüeñal está sincronizado con el eje de levas que al girar dará el arrastre radial del eje del distribuidor, accesorio muy importante para el sistema de encendido.

El accionamiento del interruptor de encendido es por contacto, acción que provoca rozamiento entre electrodos, su deterioro menguará la capacidad de cierre de los contactos provocando resistencia al paso de corriente, esta situación será una desventaja para la saturación eficiente del primario de la bobina de encendido.

Figura 8

Circuito primario abierto.



Nota. (Julio Chino BIt Ixcamey 4 sept 2012). El accionamiento de la llave en posición ON o también llamado ING permitirá que toda la línea azul del circuito esté energizada.

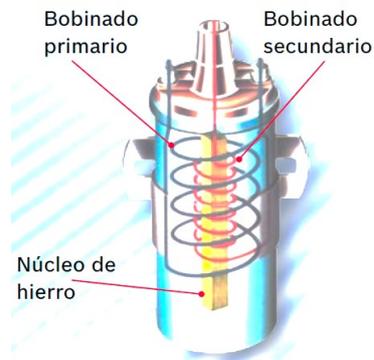
2.2.3.3 Bobina de encendido

La bobina de encendido es el accesorio transformador de energía eléctrica del circuito de encendido. Está diseñado y construido para aumentar la tensión nominal de 12 voltios del circuito primario a miles de voltios (8000 a 15000 voltios para Bosch) en el circuito secundario. La subida de tensión es muy importante para lograr el arco eléctrico o chispa en los electrodos de las bujías de encendido. Esta chispa es lo que provocará la explosión de la mezcla en la cámara de combustión del cilindro de motor, cuando ésta esté en el tiempo de compresión.

La construcción de la bobina de encendido consta, para el caso del motor J15, de dos enrollamientos de alambre de cobre superpuesta una después de la otra, de las cuales se identificarán el enrollamiento o embobinado primario y el embobinado secundario, ambos separados por capas dieléctricas y sumergidos en aceite dieléctrico envasados en un recipiente o botella.

Figura 9

Vista interna de los enrollamientos de la bobina de encendido.

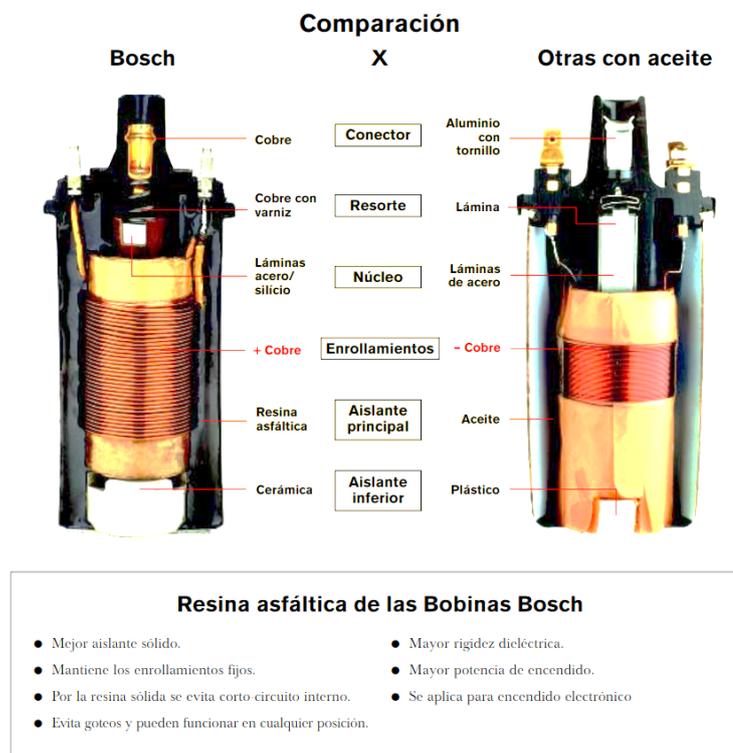


Nota. Adaptado de Sistema de Encendido (p. 2-13). Por Bosch.

Actualmente la empresa Bosch construye sus bobinas de encendido sumergidos en resina asfáltica por su eficiencia y seguridad contra accidentes por pérdida o fuga de aceite que solía pasar con las bobinas antiguas.

Figura 10

Cuadro comparativo de tecnología de bobinas comunes



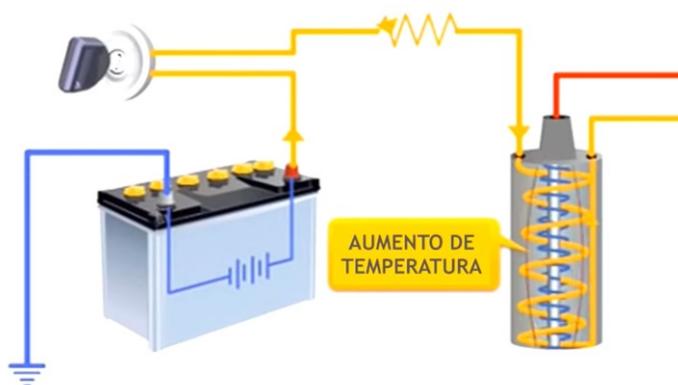
Nota. Adaptado de Bobinas de encendido Bosch (p. 2) por Bosch, s/f.

Las imágenes que consideramos colocar arriba es una comparación de la tecnología actual de construcción de bobinas de Bosch y demás marcas, y detalla también elementos componentes de la bobina en su interior.

Del funcionamiento de la bobina de encendido podemos entender que la corriente de 12 voltios, al pasar por el enrollamiento primario, provoca el crecimiento de campo electromagnético hasta alcanzar saturación.

Figura 11

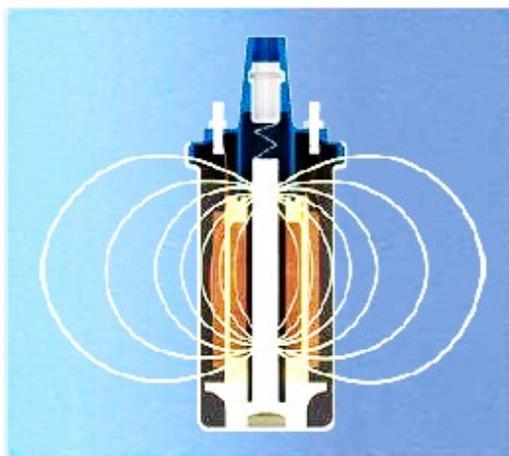
Tensión del enrollamiento primario.



Nota. La imagen muestra con flechas amarillas el paso de corriente por el circuito primario del sistema de encendido que comprende hasta la bobina. Adaptado de Sistema de encendido convencional - Aprendiz Automotriz (min. 0.46), por Aprendiz Automotriz.

Figura 12

Campo electromagnético de la bobina de encendido.



Nota. aquí se muestra la representación del alcance del campo magnético en saturación. Adaptado de sistemas auxiliares del motor (p. 114), por Black Cat Network S. L. 2019.

La saturación se debe interrumpir abriendo el circuito en otro punto (platinos). Esto logrará que en el enrollamiento secundario se induzca un flujo de corriente a una tensión de miles de voltios que, como ya lo habíamos mencionado, llegará hasta los 18000 voltios, fuerza suficiente para provocar el arco voltaico en la bujía. Todo ello estará ocurriendo en el circuito secundario del sistema de encendido.

Dentro del desarrollo tecnológico, las bobinas han sufrido varios cambios en cuanto a rendimiento y durabilidad. Por ejemplo, para las bobinas simples la empresa referente Bosch comercializa una bobina de encendido para cada exigencia de las cuales mostraremos los convencionales, es decir el modelo de botella.

Figura 13

Cuadro comparativo de bobinas de botella para cada necesidad.

<p>E - 12 V (aluminio) 24.000 voltios (tensión máxima) / 13.000 chispas por minuto</p> <p>En general la bobina "E" es aplicada en vehículos de 4 cilindros, a platino y a gasolina. Esta bobina posee el bobinado primario con aproximadamente 350 espiras (vueltas de cable). Su bobinado secundario tiene alrededor de 20.000 espiras de un cable más delgado que el primario.</p>		<p>KW - 12 V (roja) 28.000 - 34.000 voltios / 18.000 chispas por minuto</p> <p>En vehículos donde las exigencias del motor son mayores, como mayores revoluciones, mayor cantidad de cilindros y mayor compresión, fue necesario desarrollar un tipo de bobina que tiene capacidad mayor de producción de tensión y de hacer disponible mayor cantidad de chispas por minuto.</p>	
<p>K - 12 V (azul) 26.000 voltios / 16.000 chispas por minuto</p> <p>Las bobinas "K" son aplicadas en vehículos de 4 y 6 cilindros, a platino y a gasolina.</p> <p>La bobina "E" (aluminio) puede ser reemplazada por la "K" (azul) y, por tener bobinados similares, no se quemará el platino.</p>		<p>Para aumentar la tensión máxima, la KW tiene bobinado secundario con mayor número de espiras, hasta cierto límite. Pero, para aumentar la oferta de número de chispas por minuto, la modificación fue hecha en el bobinado primario: la cantidad de espiras fue reducida, haciendo que el campo magnético se produzca más rápido.</p> <p>Se utiliza la KW en encendido convencional (platino) o electrónico.</p>	<p>La etiqueta de la bobina indica si es necesario utilizar el prerrresisto</p>

Nota. Adaptado de Sistema de encendido (p. 2-14), por Bosch, s.f.

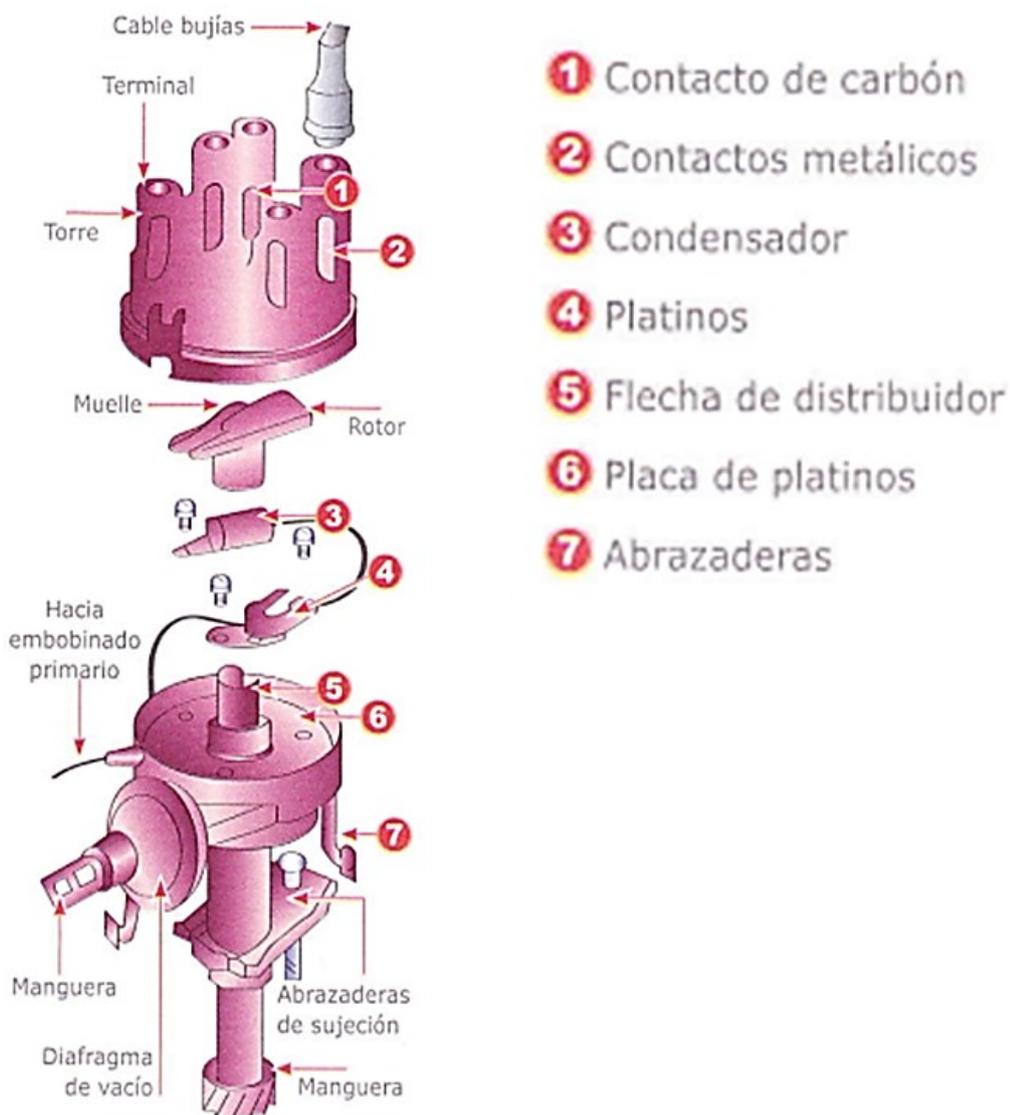
2.2.3.4 Distribuidor

El distribuidor es un accesorio complejo en el que también convergen los dos circuitos del encendido, el circuito primario y el circuito secundario. Es el accesorio que para el circuito primario contiene al condensador y los platinos y para el secundario, incluye el

rotor y tapa de distribución, los que serán activados por el mecanismo del eje central que gira arrastrada por el eje de levas.

Figura 14

Estructura del distribuidor por platinos.



Nota. Adaptado de El sistema de encendido electrónico (p. 12), por Mecánica Automotriz Fácil, s.f.

2.2.3.5 Platinos

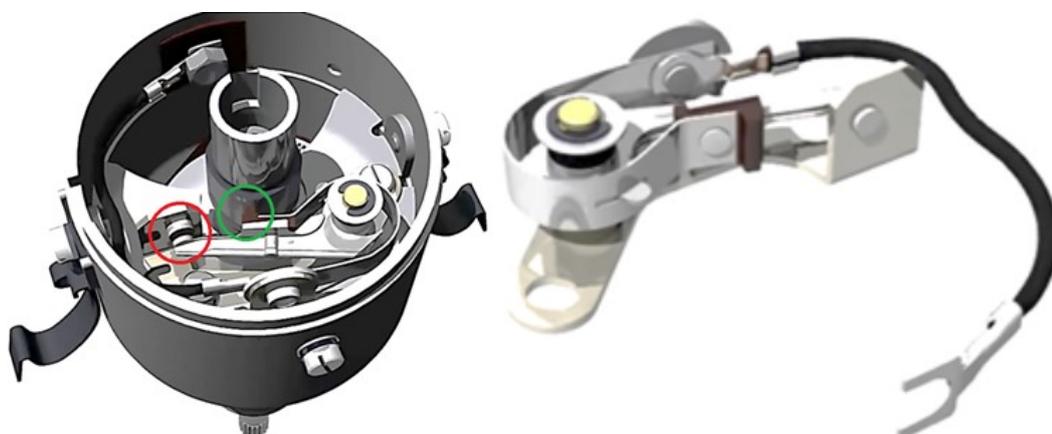
Los platinos y el condensador forman parte del soporte de la sincronización para la saturación y caída del campo formado en el embobinado primario de la bobina de encendido, es el que cierra el circuito primario del encendido. De acuerdo al diseño de los fabricantes podemos explicar que los platinos son dos componentes finos de contacto, son dos pequeñas

pastillas que cierran el circuito primario al estar en contacto entre ambas pastillas, momento en que la corriente pasa a tierra, es en este momento que se logra la saturación del campo magnético en el primario.

En otro momento los platinos son separados por una leva para provocar la autoinducción en el embobinado secundario de la bobina de encendido. Cuando esto ocurre, se genera la chispa en la bujía. De esta manera el sistema cumple con su función.

Figura 15

Ubicación del mecanismo de platinos en el distribuidor.



Nota. El círculo rojo indica las pastillas separándose llamadas platinos, el círculo verde muestra a la leva activando al martillo para lograr la separación de platinos. En este momento se provoca la chispa. Adaptado de Distribuidor de encendido (1:30 min), [archivo de video], por Juan Seren https://www.youtube.com/watch?v=R1TsPPAy2_Q&list=PLZu2r-oAfH2YIFmpRF2KQluRUG1wgRn1V&index=10&ab_channel=JuanSeren

2.2.3.6 El condensador

El condensador es el accesorio eléctrico que se encarga de absorber la corriente en el momento en que los platinos se abren y en el momento en que vuelven a cerrarse acelera la saturación de la bobina en el circuito primario. El sustento para la primera afirmación es que, al separar los platinos, estos apenas tienen una distancia de 0.7 a 1 mm de luz, que de no contar con el condensador se provocarían arcos eléctricos entre los platinos (chisporroteos) evitando el corte definitivo de corriente de la bobina, a su vez estaría quemando los platinos provocando carbonilla, lo que deterioraría los puntos de contactos, reduciendo así la eficiencia en el circuito secundario.

Figura 16

Ubicación del condensador en el distribuidor.



Nota. Adaptado de Distribuidor de encendido (2:43 min)

2.2.3.7 Rotor y tapa de distribuidor

El rotor es un elemento del circuito secundario del distribuidor al igual que la tapa de distribuidor, ambos elementos son complementarios. El rotor se encuentra anclado en el eje central del distribuidor, eje en el que también está fijado los mecanismos de avance centrífugo, plataforma de platinos y el eje de levas. La tapa está conectada al embobinado secundario de la bobina de encendido a través de la torre central de la tapa, este trasmite la corriente de alto voltaje a través de un cable de bujías hasta hacerlo llegar al roto. El rotor capta la corriente a través de un contacto de carbón central y a medida que va rotando, distribuye la corriente a las torres laterales de la tapa para que a través de unos cables de alta tensión llegue a cada una de las bujías del motor de acuerdo a su orden de encendido.

Figura 17

Rotor y tapa de distribuidor.



Nota. La imagen muestra al rotor ensamblado en la punta del eje central del distribuidor con una barra de cobre aislada de masa con el propio cuerpo del rotor y la tapa del distribuidor con el electrodo central y los contactos laterales de cobre del para cuatro cilindros. Adaptado de Distribuidor de encendido 2:31 min)

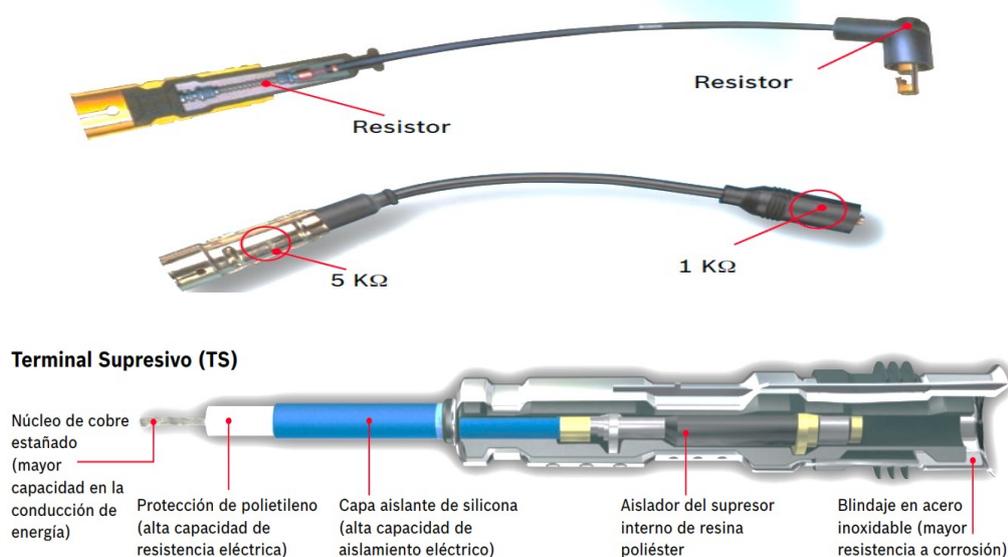
2.2.3.8 Cables de bujía (Cables de alta tensión)

Los cables de bujía son accesorios que están en el circuito secundario del sistema de encendido. Para el motor J15 son cinco cables, cuatro para lo que realmente son bujías y un cable central que está conectada a la torre de alta tensión de la bobina de encendido. Su función es conducir la corriente inducida de la bobina cuya tensión es de hasta 25 000 voltios hacia la torre central del distribuidor de encendido para que esa corriente a alta tensión sea repartida a los demás cables de bujía a través del rotor. Cada una de las torres de la tapa de distribución conectan estos cables de alta tensión a cada bujía para lograr la chispa adecuada en la cámara de combustión de acuerdo al orden de encendido (Bosch, 2011)

Las características constructivas de estos cables de bujía según el manual del fabricante son: a) Capacidad de aislamiento para garantizar la chispa requerida para una combustión sin fallas. b) Capacidad supresión de interferencias electromagnéticas provocadas por la circulación de corriente a alta tensión a través de los cables de bujía y que una marca las construye con Terminales supresivos TS y Cables supresivos CS. c) Conductividad; esta característica denota que los cables deben ser de material que garantice salto de chispa, debe ser altamente conductor para "perpetuar" la chispa

Figura 18

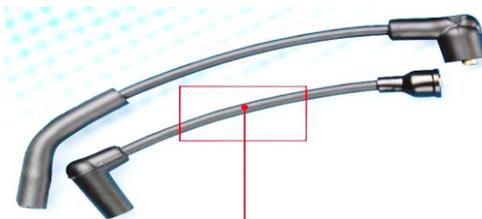
Cables de bujía tipo TS (con terminales supresores de interferencia electromagnética).



Nota. Adaptado de Sistema de Encendido, Cable de Bujía (p. 2-20), por Bosch, 2011

Figura 19

Cables de bujía tipo CS (con revestimiento supresor de interferencia electromagnética).



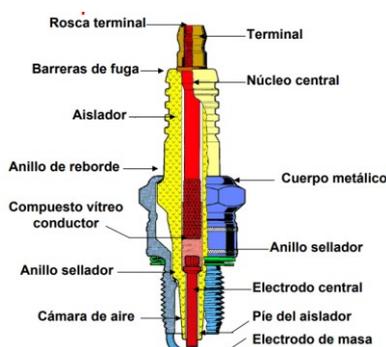
Nota. Nota. Adaptado de Sistema de Encendido, Cable de Bujía (p. 2-21), por Bosch, 2011

Cada fabricante desarrolla su tecnología para diseño y construcción de accesorios y solo algunos comparten su información. Solo se debe tomar en cuenta que deben responder a las exigencias de trabajo de los motores para los que han sido construidos, de ello dependerá la eficiencia y la durabilidad del sistema en alto rendimiento.

2.2.3.9 Bujías de encendido

Es el elemento del sistema de encendido que se encuentra en contacto directo con la cámara de combustión, por lo tanto, es el elemento que soporta la energía calorífica producto de la combustión de la mezcla y es el elemento que provoca el efecto explosivo a causa de generar el arco voltaico entre sus electrodos, es donde se genera la chispa para el encendido del motor por lo que su estructura está diseñado y fabricado para trabajar en condiciones de alta temperatura sin menguar la calidad conductiva de corriente, debe garantizar un buen arco eléctrico bajo las condiciones térmicas en el que funciona, al mismo tiempo debe garantizar durabilidad.

Figura 20 Estructura interna de la bujía de encendido.



Nota. Adaptado de Sistemas de Encendidos, Bujías de encendido, (p. 24), por Sergio Medina, 2015, Presentación <https://es.slideshare.net/SergioMedina33/encendido-53419316>

El electrodo central es la parte de la bujía donde salta la chispa, la calidad del material varía de acuerdo a las exigencias del motor y preferencia del usuario, está construido con cobre como material básico, por ser este un buen conductor de corriente y el más económico, por ello su categoría de básico. La desventaja del cobre es que tiene menos aguante a la temperatura, lo que le convierte en menos durable. Otros materiales de construcción son las aleaciones de cobre, níquel, cromo y otros que mejoran su resistencia al calor sin perder la conductividad eléctrica. Para casos especiales también se fabrican bujías de platino de mayor rendimiento para altas temperaturas los cuales solo se usan en sistemas de encendido electrónicos de alto rendimiento.

Para entender la existencia de diferentes tipos de bujías le diremos que existen diferentes motores, por ejemplo, los motores de competición y motores de uso particular: Para el primer caso se requieren bujías de platino, por la alta exigencia térmica y conductividad eléctrica que requiere para rendir en plena carrera del vehículo. En el segundo caso será suficiente las bujías básicas o de platino. Debemos aclarar que las bujías de alta resistencia térmica solo son eficientes en motores de uso industrial, por lo que no se recomienda usarlos en estos vehículos personales.

El revestimiento cerámico es la sección blanca de la bujía que tiene la función de aislar la corriente y disipar el calor provocado por la explosión de la mezcla en la cámara de combustión, es una combinación de óxido de aluminio y derivados del silicio que cubren desde un extremo del electrodo central llamado pie del aislador hasta el otro extremo roscado del núcleo central de la bujía.

El cuerpo metálico de la bujía es la parte roscada que ajusta el accesorio en la culata del motor, de allí se extiende un electrodo de masa del mismo material del electrodo central a una distancia disruptiva que va entre 0.5 y 1.2 mm de luz, es la sección donde se produce la chispa. Estas medidas variarán de acuerdo al modelo de motor.

2.2.3.10 *Grado térmico de la bujía.*

Bujías frías.

Tienen la capacidad de evacuar gran cantidad de calor hacia la culata porque tienen una pequeña cámara de aire y el pie del aislador ancho para lograr su objetivo, es decir, se

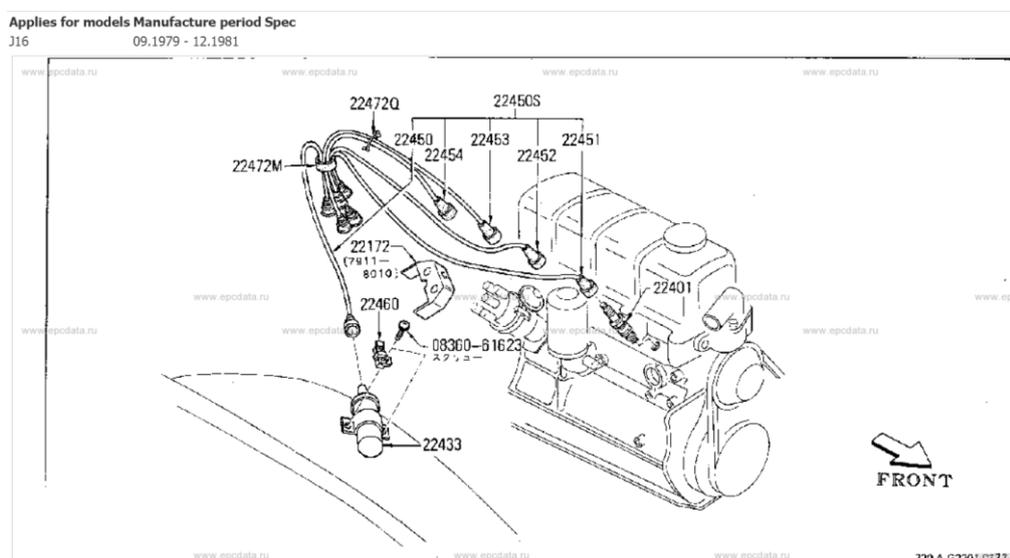
enfían rápido, se aprovecha que la culata se refrigera con el líquido refrigerante del motor. Estas bujías son para motores de alto rendimiento.

Bujías calientes.

El objetivo es que la evacuación del calor de la bujía sea más lenta, para lo que los fabricantes le dieron mayor cámara de aire y un pie de aislador mucho más largo y delgado pues están diseñados para los motores de uso frecuente, de baja exigencia de trabajo, de lo contrario el motor tendrá problemas de encendido.

Figura 21

Sistema de encendido del Motor J15.



Nota. Distribución del sistema de encendido para los modelos J13, J15, J16. https://nissan.epc-data.com/DATSUN_truck/720/50-sb/engine/G2201/?full=G2201001

2.2.4. El sistema de encendido electrónico

El sistema de encendido electrónico está dividido hasta en cuatro tecnologías distintas desarrolladas por cada compañía fabricante de vehículos:

- Encendido transistorizado con platinos: Se desarrollaron el sistema de encendido transistorizado de platinos, que utilizaba los platinos como conmutador de activación del transistor. Podemos decir que este es el primer paso para entrar al desarrollo de los distribuidores electrónicos.

- Encendido transistorizado inductivo: Que abandona el conmutador de platinos para utilizar el sistema de inducción magnética para activar el transistor de potencia que controla la corriente del primario de la bobina.
- Encendido electrónico óptico: Utiliza un emisor de luz y un sensor captador foto sensible para el control del primario de la bobina.
- Encendido por efecto Hall: Sistema que utiliza el efecto magnético para desviar corriente eléctrica y de esta forma utilizarlo como señal para activar un transistor de potencia para activar la bobina de encendido.

Las cuatro propuestas entraron en desarrollo como alternativa de solución al sistema convencional, tuvieron su influencia uno más que otro. Entre los más difundidos en nuestro mercado están: el sistema inductivo y el sistema de efecto Hall

Para efectos aplicativos de nuestro trabajo, desarrollaremos el distribuidor de encendido tipo inductivo.

2.2.5. Sistema de encendido electrónico tipo Inductivo

2.2.5.1 Inducción magnética

La construcción de un inductor magnético está en relación a su construcción en espiral para que en ella se relacione la corriente eléctrica y el campo magnético. Para este proceso nos basaremos en tres principios del comportamiento eléctrico (VirtualBrain, 2020).

- Hans Christian Oersted descubre que el paso de corriente eléctrica a través de un conductor genera un campo magnético alrededor de ella, el cual lo pudo comprobar en una demostración de laboratorio utilizando una brújula.
- Michael Faraday demuestra que la variación del campo magnético a través de una bobina de hilo de cobre puede generar voltaje. Efecto que llamó inducción magnética.
- Heinrich Lenz descubre que cuando generamos una corriente eléctrica mediante un campo magnético como en el caso de los generadores, la dirección de esta corriente inducida es tal que, genera un campo magnético que se opone al campo magnético que la generó en primer lugar.

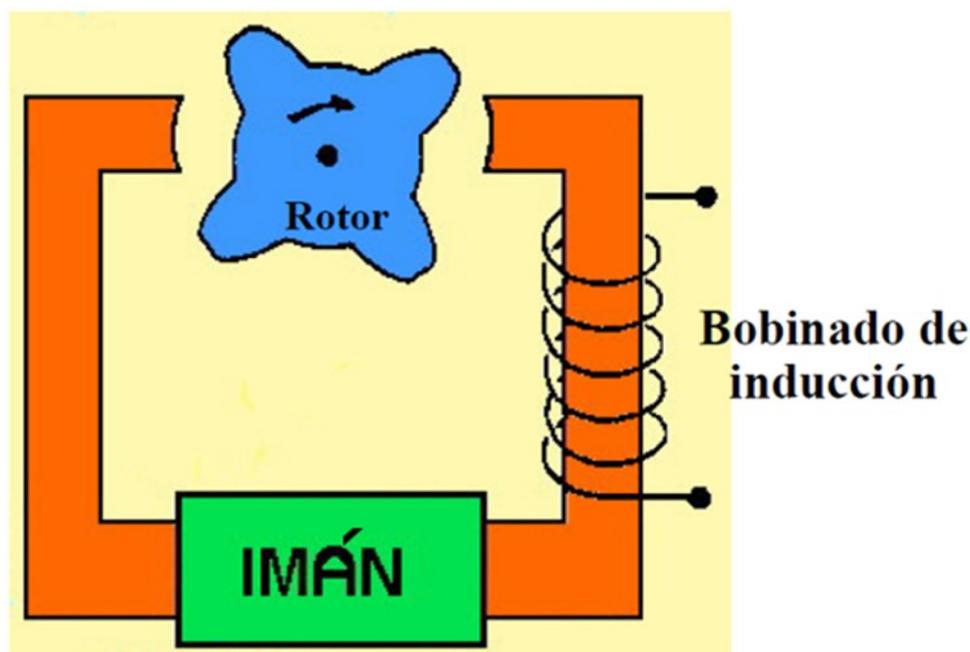
Estos descubrimientos son fundamentales en la comprensión de la relación entre electricidad y magnetismo, y son la base de muchos dispositivos y tecnologías modernas como el caso del distribuidor inductivo para nuestro caso.

Cómo funciona.

Faraday demostró que, si la variación del campo magnético afecta a una bobina de hilo de cobre, en esta, se generará un voltaje cuyo valor estará relacionado al tamaño de sus elementos y velocidad de la variación del campo magnético. Para lograr esta variación se han diseñado diferentes configuraciones de sus componentes que constan de un Captador (bobina), un variador de campo (ruptor) y campo magnético permanente (imán).

Figura 22

Componentes de un inductor magnético.



Nota. Esta imagen muestra los componentes de un generador de impulsos voltaicos utilizados en un distribuidor inductivo. Extraído de *Encendido electrónico transistorizado* (p. 55), por Christopher Wlach, s/f, https://www.academia.edu/31456298/Sistemas_De_Encendido_Automotriz.

En la figura 22 podemos identificar los tres componentes de un generador de impulsos inductivo del distribuidor:

Rotor.

Que en otras bibliografías también se le conoce como Ruptor, inductor entre otros. Es un elemento de hierro altamente permeable al campo magnético del imán permanente, la forma dentada del rotor cumplirá con la función de variar el campo magnético del imán a medida que el diente del rotor se acerque y aleje del punto de captación del captador magnético.

Bobina de inducción.

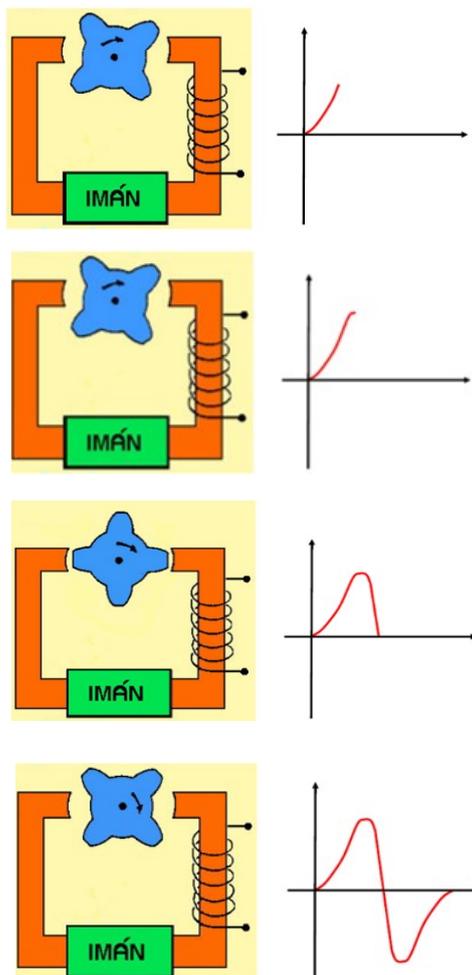
Es llamado también estator o captador magnético en conjunto con el imán permanente. En esta bobina se generarán los impulsos eléctricos entre 0.5 V y 10 V cuya variación dependerá de la velocidad con que gire el rotor. En este punto debemos señalar que la corriente de la bobina captadora será variante entre positivo y negativo definido por el acercamiento y alejamiento del dentado del rotor. Esto es, si el diente se va acercando al punto de captación la dirección de la corriente será de positivo a negativo hasta que diente y captador estén enfrentados en su punto máximo, luego de esto, el diente del roto se alejará del punto del captador invirtiendo la dirección de la corriente de negativo a positivo con una constante variación de la tensión entre +10 y -10 voltios en máxima velocidad de giro (Luis Cortes, s/f).

Imán permanente.

La función del imán permanente es que, al estar hermanado con la bobina de inducción, su campo magnético está afectándolo directamente de forma permanente. En este punto, la bobina no genera ninguna variación voltaica. Para lograr la variación voltaica también se debe variar el campo magnético del imán, el cual se logra girando el rotor para que los dientes, al acercarse y alejarse del punto de captación, varíen también el campo magnético del imán. Solo de esta forma se logrará la inducción en la bobina para generar la señal necesaria para el sistema de encendido.

Figura 23

Generador de señal por inducción magnética



Nota. La imagen muestra que el giro horario del rotor es el que facilita la variación magnética del imán permanente para que afecte al estator y de esta forma se genere la variación voltaica que el sistema usará para controlar el primario de la bobina de encendido. Extraído de *Encendido electrónico transistorizado* (p. 56-59), por Christopher Wlach, s/f, https://www.academia.edu/31456298/Sistemas_De_Encendido_Automotriz.

2.2.6. El distribuidor del sistema de encendido tipo inductivo

El distribuidor de encendido incorpora el sistema inductivo de generación de señal eléctrica tipo alterna para controlar el primario de la bobina de encendido y de esta forma generar el disparo del arco voltaico en la bujía, es decir generar la chispa que dará inicio a la

combustión de la mezcla aire combustible que se encuentra comprimido en el cilindro número uno del motor.

Existen configuraciones de la instalación del circuito, esto es, que el conjunto generador de señales tiene otro componente que es la electrónica. El sistema cuenta con un módulo de control que utiliza la señal del generador inductivo para controlar la potencia del primario de la bobina.

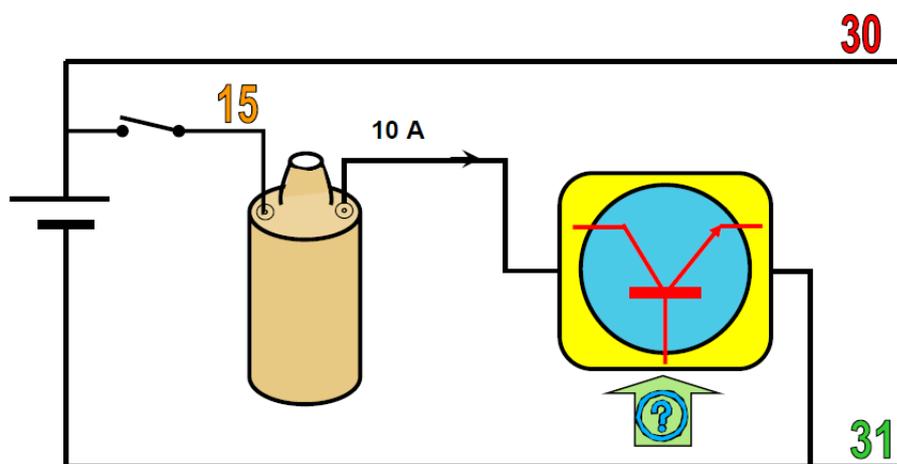
2.2.6.1 Módulo de encendido

Es el componente electrónico que capta la señal inductiva del generador para controlar el encendido del motor de acuerdo al orden de encendido. Es el elemento que reemplaza al conmutador del convencional. El elemento principal de este módulo es un transistor de potencia que controla cantidad de corriente de hasta 10 A que circula en el primario de la bobina de encendido. La señal de la captadora es un indicador para que el módulo corte la corriente del primario y permita que el secundario genere los miles de voltios necesarios para provocar la chispa adecuada en el cilindro del motor.

Este accesorio, dependiendo del diseño del fabricante puede estar ubicado en el exterior del distribuidor o incorporado en ella.

Figura 24

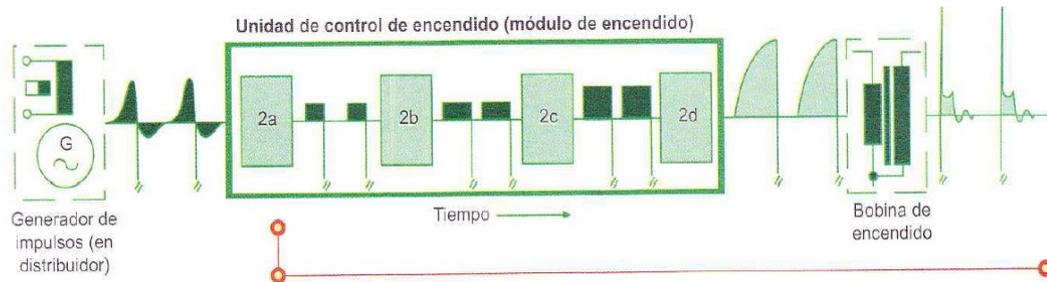
Ubicación del sistema electrónico del encendido.



Nota. representación gráfica del sistema de encendido electrónico. Extraído de *Encendido electrónico transistorizado* (p. 51), por Cristopher Wlach, s/f, https://www.academia.edu/31456298/Sistemas_De_Encendido_Automotriz.

Figura 25

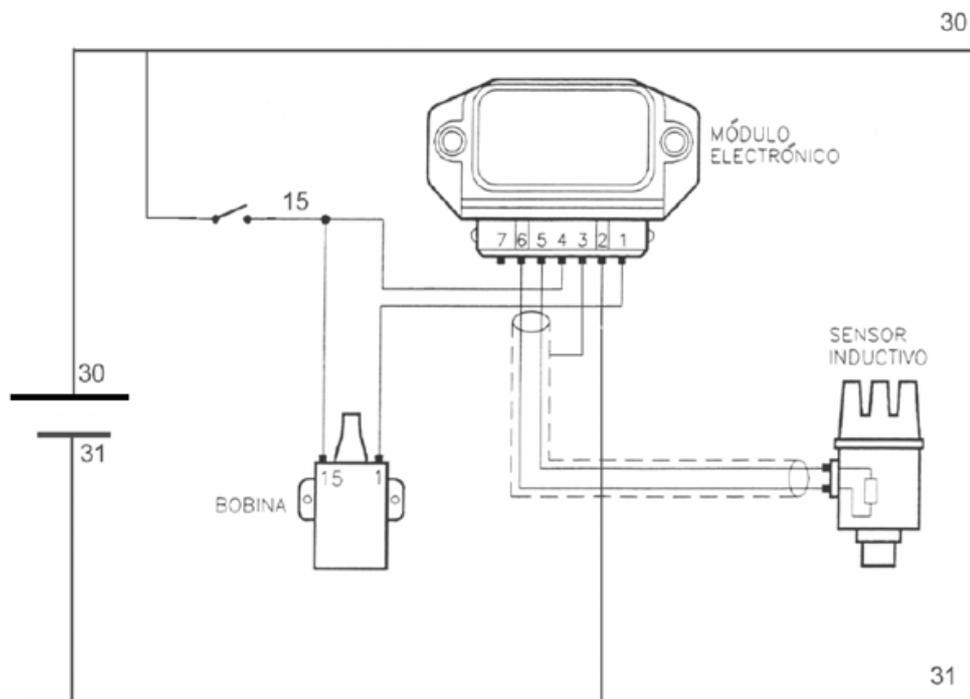
Función del módulo de encendido.



Nota. El módulo convierte la señal alterna del generador en señal directa para poder activar la base del transistor de potencia para el control de corriente del devanado primario de la bobina de encendido. Extraído de, El sistema de encendido electrónico con distribuidor (p. 23), por Luis Cortes, s/f, https://www.academia.edu/31869413/Sistema_de_encendido_electronico.

Figura 26

Circuito de instalación del módulo inductivo modelo europeo.



Nota. Extraído de *Encendido electrónico transistorizado* (p. 81), por Christopher Wlach, S/f, https://www.academia.edu/31456298/Sistemas_De_Encendido_Automotriz.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. Finalidad

El presente trabajo aplicativo es mejorar la eficiencia y reducir las emisiones contaminantes del motor DATSUN J15 mediante la implementación de un nuevo sistema de encendido electrónico. Además, busca aumentar la durabilidad del sistema de encendido, manteniendo la calidad de la chispa de manera permanente. Este objetivo se logrará a través de la aplicación de un método técnico del cambio de un sistema de encendido inductivo que reemplace al sistema convencional. Asimismo, se pretende reequipar el módulo de instrucción del taller de Mecánica automotriz del IESTPFFAA incorporando el control electrónico necesaria para realizar este tipo de mejoras y desarrollar las actividades propias de la institución.

3.2. Propósito

El propósito del trabajo aplicativo es presentar un producto para mejorar el sistema de encendido convencional del motor DATSUN J15 mediante la implementación de un nuevo sistema de encendido electrónico. Esta mejora se busca realizar en el marco de un trabajo desarrollado en el IESTPFFAA durante el año 2023.

El objetivo principal de esta iniciativa es aumentar la eficiencia del motor, lo que contribuirá a reducir las emisiones de gases contaminantes. Además, se destaca que el nuevo sistema electrónico proporcionará una mayor durabilidad en comparación con el sistema convencional, manteniendo una calidad de chispa constante.

El proyecto se llevará a cabo con el apoyo de tecnología adecuada, información proporcionada por el fabricante y la asesoría de expertos en mantenimiento de motores. Además, se señala que la implementación de este nuevo sistema permitirá equipar el taller de Mecánica Automotriz para actividades prácticas relacionadas con el encendido inductivo.

Proporcionar una explicación técnica sobre el funcionamiento del sistema de encendido inductivo y enumera los componentes necesarios para su implementación. En resumen, el propósito principal es mejorar la eficiencia y durabilidad del sistema de encendido del motor DATSUN J15 mediante la implementación de un sistema de encendido electrónico.

3.3. Actividades desarrolladas

3.3.1. Repotenciación del sistema de encendido del motor DATSUN J15

El módulo motor J15 es uno de los modelos de DATSUN convencional con que cuenta el IESTPFFAA. En ella se desarrollan las diferentes Unidades Didácticas de la carrera Mecánica Automotriz. Esto es una muestra de la vigencia de estos modelos de motor que se dice antiguo, sin embargo, aún siguen siendo utilizados en el parque automotor de nuestro país y en el mundo. (SOBRE RUEDAS, 2021). Hablamos del motor que está instalado en la clásica Pick Up 620 de DATSUN (Erik Rose, 2023). Fue la primera en mostrar los modelos Pick Up doble cabina, cabina y media y de una cabina desde 1972 hasta 1979 (SOBRE RUEDAS, 2021).

Comprendimos entonces que, tanto el motor J15, así como el vehículo DATSUN Pick Up 620, siguen siendo usados por un público cautivo por sus características que solo los usuarios aprecian.

Haciendo este análisis decidimos revisar las condiciones de funcionamiento del motor en el IESTPFFAA y nos encontramos con la sorpresa de que aún funciona aceptablemente pero que necesita mantenimiento correctivo para su buen funcionamiento.

Figura 27

Distribuidor convencional



Nota. La imagen muestra el estado de almacenamiento del módulo entrenador.

Realizado el diagnóstico, decidimos formular el trabajo de aplicación profesional “Repotenciación del sistema de encendido para mejorar la eficiencia del motor DATSUN J15, desarrollado en el IESTPFFAA en el año 2023” dado que, fiel a su modelo original, conserva el sistema de encendido con platinos, es decir, tiene el sistema convencional. Analizamos también que parte de su vigencia y aceptabilidad del motor es porque se permite realizar algunos cambios en sus diferentes sistemas que prolonga su operatividad adecuada, una de ellas es reducción de las emisiones de gases contaminantes y al mismo tiempo, mejora en el rendimiento del motor, de allí nuestra propuesta de “repotenciación del sistema de encendido”.

Formulado el trabajo aplicativo, se da inicio a las actividades planteadas en concordancia a los objetivos. En principio, el diagnóstico de funcionamiento del sistema convencional tubo que ampliarse hasta la reparación del motor, es decir, el funcionamiento del motor sufría alguna deficiencia en su operatividad que distaba del sistema de encendido como único problema.

Figura 28

Desacople de motor J15 de su estructura modular



Nota. en la parte 1) se muestra el retiro del motor para su reparación, en la sección 2) se muestra el monoblock sin cárter del motor destapado por ambas partes.

Luego de la reparación de los sistemas mecánicos del motor se procedió con la prueba de encendido con el sistema de encendido por platinos, para revisar la eficiencia en el motor reparado para lo cual se hizo la prueba de emisión de gases y la eficiencia de encendido en baja, mediana y alta revolución del motor. Los resultados fueron lo esperado conforme a las tolerancias de las especificaciones técnicas del fabricante, puesto que el motor y su sistema de encendido convencional habían sido reparados, estuvieron en buen estado operativo.

Figura 29

Motor J15 reparado



Dicho lo anterior, procedimos con el análisis del rendimiento del motor en el tiempo. Revisando datos de los ciclos de mantenimiento del sistema de encendido recomendado por el fabricante, se sabe que, el próximo mantenimiento correctivo debe hacerse en seis meses o 20 000 km de recorrido.

Posterior a las pruebas necesarias de operatividad del motor se procede a verificar la sincronización para retirar el distribuidor convencional: el rotor apuntando al cilindro uno,

tiempo de compresión, se marcó las referencias y luego se procedió a jalar el distribuidor de su acople con el árbol de levas en el block.

Para el desacople se tiene la técnica de realizarlo de forma fija y segura, aplicando marcas entre los bordes para identificar la posición de los engranajes del distribuidor que se está retirando. Hecho que acelerará el proceso de instalación del nuevo sistema de encendido electrónico, de lo contrario, el proceso pierde técnica y demorará más en terminarse el trabajo.

La tapa del distribuidor ha sido retirada del cuerpo con los cables de bujía aún conectados a ella para su posterior uso como referencia de posición.

La técnica de instalación o acople del distribuidor se realiza tomando en cuenta las marcas realizadas como referencia para un procedimiento rápido y sin contratiempos para la puesta a punto.

Figura 30

Sistema de encendido instalado



Nota. De la instalación no solo se aprecia el distribuidor, también se cambió la bobina de encendido y la resistencia que aumenta la impedancia de la bobina primaria de acuerdo a lo recomendado por el fabricante.

Luego de acoplar el distribuidor se procede a comparar los puntos o marcas realizadas para dar el ajuste necesario, comparamos con la tapa antigua y las marcas de la dirección de apunte del rotor de distribuidor al cilindro uno. Verificado el proceso se instalan la tapa nueva y los cables de bobina y bujías respetando el mismo orden del sistema anterior. Circunstancias en que se puede dar marcha al motor para verificar el funcionamiento eficiente:

Se procedió con la prueba de arranque instantáneo: Es operativo.

Se verificó exceso de humo negro por el escape: Humo permisible en arranque en frío.

Se verificó aceleración repentina: Es estable.

Se verificó signos de potencia de motor: Es potente.

Permanencia de RPM en ralentí: Eficiente.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

RESULTADOS

El nuevo sistema de encendido electrónico ha superado con éxito la fase de prueba y se encuentra listo para ser utilizado de manera regular en el motor. Es una confirmación importante del éxito del trabajo de repotenciación del sistema de encendido y sugiere que los objetivos de eficiencia y durabilidad han sido alcanzados.

La verificación del humo negro durante el arranque en frío es una práctica común, pero es importante observar si la cantidad de humo es excesiva, ya que esto podría indicar problemas que necesitan ser abordados para mantener el rendimiento y la eficiencia del motor.

El hecho de que la aceleración repentina sea estable es una buena señal de que el motor está funcionando correctamente y que no hay problemas significativos que afecten su rendimiento en situaciones de aceleración rápida.

Es importante realizar las verificaciones para asegurar que el motor esté funcionando correctamente y pueda cumplir con las expectativas de rendimiento y durabilidad. Una potencia adecuada del motor es fundamental para el funcionamiento eficiente y seguro del vehículo.

Cuando un motor se mantiene en ralentí de manera eficiente, significa que las RPM se mantienen estables y dentro de un rango adecuado para el funcionamiento del motor en condiciones de reposo o inactividad. Esto es importante porque un ralentí estable indica un buen ajuste de la mezcla de aire y combustible, así como un funcionamiento adecuado de los sistemas de control del motor.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- a) El nuevo sistema de encendido electrónico ha pasado exitosamente por la fase de prueba y está preparado para ser implementado como parte integral del motor de manera regular. Esta validación es un indicador significativo del éxito del proyecto de repotenciación del sistema de encendido. Además, sugiere que los objetivos primordiales de mejorar la eficiencia y durabilidad del sistema han sido alcanzados satisfactoriamente.
- b) Durante el arranque en frío, es normal que se produzca una cantidad limitada de humo negro debido a la combustión incompleta del combustible, especialmente si el motor está en condiciones de frío extremo o si no ha sido utilizado durante un tiempo prolongado.
- c) La estabilidad durante la aceleración repentina es una señal tranquilizadora de que el motor está en buen estado y puede desempeñarse de manera confiable en diversas situaciones de conducción.
- d) Realizar verificaciones periódicas del sistema por cada 10 000 Km, son aspectos fundamentales para asegurar que el motor funcione de manera óptima y pueda cumplir con las demandas de rendimiento y durabilidad esperadas. Esto no solo prolonga la vida útil del motor, sino que también garantiza una experiencia de conducción más segura y eficiente para el usuario.
- e) El mantenimiento de un ralentí estable es una parte fundamental del buen funcionamiento del motor y es importante para garantizar un rendimiento óptimo del vehículo en general.

RECOMENDACIONES

- a) Implementación regular del nuevo sistema de encendido electrónico: Considerando que el sistema ha pasado las pruebas y ha demostrado su eficacia, se recomienda integrarlo de manera regular en el motor. Esto implica seguir los procedimientos necesarios para asegurar una implementación exitosa y sin contratiempos.
- b) Consideración del humo negro durante el arranque en frío: Se aconseja a los usuarios que no se alarmen por la presencia de una cantidad limitada de humo negro durante el arranque en frío. Esto es común debido a la combustión incompleta del combustible en condiciones de frío extremo o después de un período prolongado sin uso del motor.
- c) Estabilidad durante la aceleración repentina: La estabilidad durante la aceleración repentina se destaca como un indicador de un motor en buen estado. Se sugiere que esta estabilidad es una señal tranquilizadora de que el motor puede desempeñarse de manera confiable en diversas situaciones de conducción.
- d) Mantenimiento de un ralentí estable: Se enfatiza la importancia de mantener un ralentí estable como parte del buen funcionamiento general del motor y para garantizar un rendimiento óptimo del vehículo.
- e) Estas recomendaciones están diseñadas para mantener el motor en óptimas condiciones de funcionamiento y garantizar su rendimiento confiable y duradero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aprendiz Automotriz (26 de agosto 2020). *Sistema de encendido convencional - Aprendiz Automotriz* [Archivo de video].
https://www.youtube.com/watch?v=BLfDgz4JGjQ&list=PLZu2r-oAfH2YlFmpRF2KQluRUG1wgRn1V&index=4&ab_channel=Aprend%C3%ADzAutomotriz
- Autoland (22 de octubre, 2019). Conoce los tipos de motores de auto. Concesionario AUTOLAND. <https://autoland.com.pe/conoce-los-tipos-de-motores-de-auto-que-existen/#:~:text=En%20%C3%ADneas%20generales%20hay%20dos,y%20los%20de%20combusti%C3%B3n%20externa.>
- BlackCat Networkd (2019). *Sistema Auxiliares del Motor*. BlackCat Networkd, S.L.
<http://www.blackcatnw.com>,
- Bosch (2011). *Sistema de encendido*. Robert Bosch, Ltda.
<https://www.superprofesionalesbosch.com/plataforma/course/view.php?id=4>
- Bosch (s.f.). *Bobinas de encendido Bosch*. Robert Bosch, Ltda.
<https://www.superprofesionalesbosch.com/plataforma/course/view.php?id=4>
- Computadora automotriz universal. (27 de diciembre de 2020). *DATSUN J15 de Platinero a Electrónico Parte I* [Archivo de video]. YouTube. <https://youtu.be/qHwJOnl0-Mw>
- Cortes, L. (s/f). *Sistema de encendido electrónico*.
https://www.academia.edu/31869413/Sistema_de_encendido_electronico
- Cristopher, W. (s/f). *Sistemas de Encendido Automotriz*.
https://www.academia.edu/31456298/Sistemas_De_Encendido_Automotriz
- Chino BI It Ixcamey (4 sept 2012). 6909213 sistemas de encendido, Slideshare.net.
<https://es.slideshare.net/JulioChinoBIItIxcamey/6909213-sistemasdeenendido>

- Huarachi, V., y Mamani M. (2017). *Conversión de sistema de encendido convencional a electrónico en Toyota Cressida*. [Universidad Mayor de San Andrés Facultad Técnica Carrera Mecánica Automotriz.] La Paz. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/10669>
- López, J. M. (1987). *Taller, Manual práctico del automóvil, motor de gasolina*. Cultural S. A. Madrid, España.
- Marlon Loor (20 de enero de 2020). *¡Encendido ELECTRÓNICO a la DATSUN!!! DATSUN 1200 / Sunny Truck* [Archivo de video]. YouTube. <https://youtu.be/O8WJoUxs1Ak>
- Parra Cortés, M. (28 de noviembre de 2019). *DATSUN Nissan J18 1800 de platinos a electrónico* [Archivo de video]. YouTube. <https://youtu.be/4R4R00y9VDs>
- Juan Seren (6 de noviembre del 2014). *Distribuidor de encendido* [archivo de vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=R1TsPPAy2_Q&list=PLZu2r-oAfH2YIFmpRF2KQluRUG1wgRn1V&index=10&ab_channel=JuanSeren
- Mecánica Automotriz Fácil (s.f.). *El sistema de encendido electrónico*. Mecánica Automotriz Fácil.
- Motor Works. (10 de junio de 2020). *PROYECTO TURBO, Como instalar encendido electrónico en un distribuidor con platinos (FUNCIONA)* [Archivo de video]. YouTube. <https://youtu.be/OwdfVbCb6X4>
- Nissan Motor Corporation 90 th Anniversary Official U.S. Newsroom. (s. f.). *El sistema de encendido Nissan J15*. <https://usa.nissannews.com/en-US/releases/release-4f60d19762f291f452ebdcefa82ea1a4/photos/2#>
- Medina, S. (1 de octubre de 2015). *Sistemas de encendidos*. Presentación. <https://es.slideshare.net/SergioMedina33/encendido-53419316>

Apéndice A. Espacio de trabajo de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA



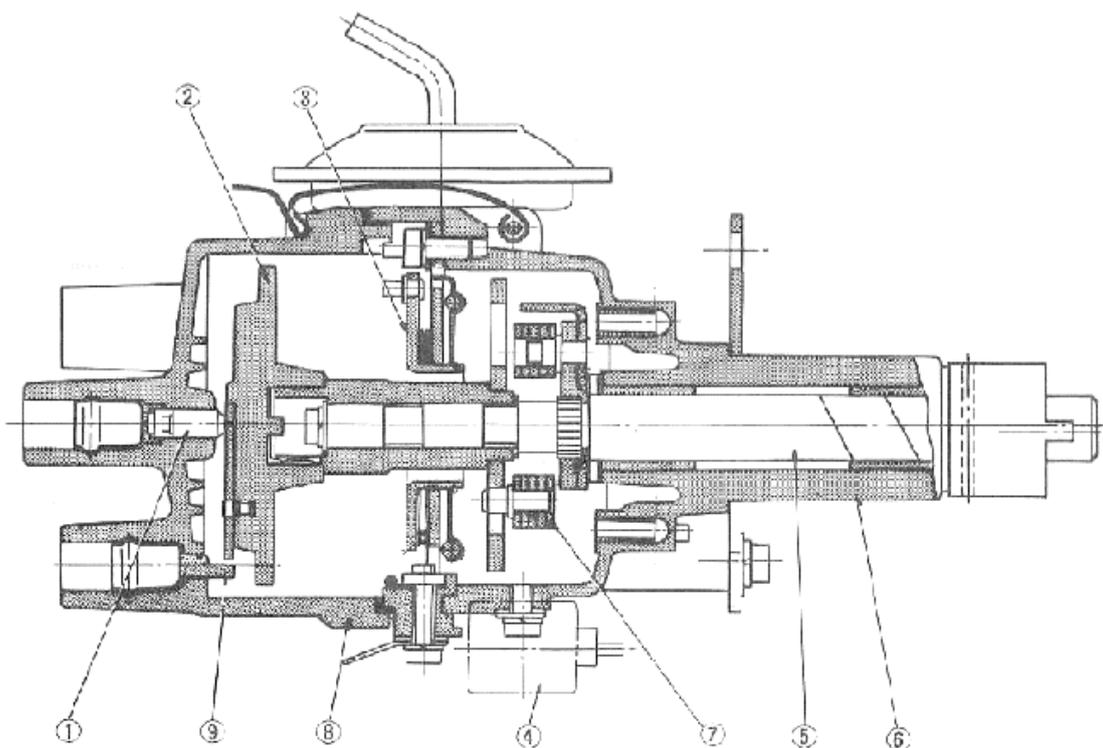
Nota. Equipo de trabajo realizando reparación de motor para la instalación de sistema de encendido electrónico

Apéndice B. Ficha de procedimientos

Procedimientos Técnicos de Repotenciación del Sistema de Encendido del Motor DATSUN J15

Consideraciones previas:

El distribuidor consta de una placa rompedora con puntos de contacto, un mecanismo de avance centrífugo, una unidad de vacío, un eje impulsor y un rotor.



1. Centro de carbono
2. Cabezales de rotor
3. Placa disyuntora y contacto
4. Condensador
5. Eje de arrastre
6. Copa (carcasa)
7. Contrapeso del gobernador
8. Tapa de distribuidor
9. Contactador lateral de alto voltaje

1. Diagnóstico Inicial del Sistema de Encendido

Objetivo. - realizar un diagnóstico completo del sistema de encendido convencional con platinos para identificar cualquier deficiencia en el funcionamiento del motor.

1.1 Inspección Visual:

- Revisar visualmente el sistema de encendido, incluyendo los platinos, bujías, cables de bujía y la tapa del distribuidor.
- Buscar signos de desgaste, corrosión o daño en los componentes.

1.2 Pruebas Funcionales:

- Verificar el ajuste de los platinos y la condición de las bujías.
- Realizar una prueba de chispa para asegurar que cada bujía recibe una chispa adecuada.

1.3 Diagnóstico de Emisiones:

- Medir las emisiones de gases contaminantes del motor utilizando un analizador de gases para detectar los niveles máximos de CO, HC y otros contaminantes y contrastarlos con el estándar de niveles máximos permitidos.

1.4 Evaluación de Rendimiento:

- Probar el rendimiento del motor a diferentes revoluciones (baja, mediana y alta) y comparar con las especificaciones del fabricante.

2. Reparación de Sistemas Mecánicos del Motor

Objetivo. - Reparar cualquier deficiencia en los sistemas mecánicos del motor para asegurar su operatividad adecuada antes de proceder con la repotenciación del sistema de encendido.

2.1 Revisión Completa del Motor:

- Inspeccionar todos los componentes mecánicos del motor.
- Identificar y reparar cualquier deficiencia mecánica (problemas de compresión, fugas de aceite, desgastes mecánicos, alimentación de combustible).

2.2. Pruebas Post-Reparación:

- Realizar pruebas de compresión para asegurarse de que los cilindros estén en buen estado.
- Verificar el funcionamiento del sistema de lubricación y enfriamiento.

2.3 Pruebas de Emisiones:

- Realizar nuevamente pruebas de emisión de gases después de las reparaciones para asegurar que los niveles de contaminantes están dentro de los límites permisibles.

3. Desacople del Distribuidor Convencional

Objetivo. - Retirar el distribuidor convencional de manera segura y precisa para proceder con la instalación del sistema de encendido electrónico.

3.1. Sincronización del Motor:

- Colocar el rotor del distribuidor apuntando al cilindro uno en tiempo de compresión.
- Marcar las referencias de posición en el distribuidor y el motor.

3.2. Desmontaje del Distribuidor:

- Retirar la tapa del distribuidor, dejando los cables de bujía conectados para usarlos como referencia.
- Desacoplar el distribuidor del árbol de levas, observando la posición de los engranajes.

3.3. Preparación para Instalación:

- Mantener las marcas de referencia para facilitar la instalación del nuevo sistema de encendido.
- Asegurar que el desacople se realice de forma fija y segura.

4. Instalación del Nuevo Sistema de Encendido Electrónico

Objetivo. - Instalar el nuevo sistema de encendido electrónico utilizando las marcas de referencia para asegurar una correcta sincronización y funcionamiento del motor.

4.1 Alineación de Referencias:

- Alinear las marcas del nuevo distribuidor con las referencias previamente realizadas.
- Comparar las posiciones de la tapa antigua y la nueva para asegurar la correcta orientación del rotor.

4.2 Instalación del Distribuidor:

- Acoplar el nuevo distribuidor al árbol de levas, asegurando que las marcas de referencia coincidan.
- Ajustar el distribuidor para asegurar la correcta puesta a punto.

4.3 Conexión de Cables:

- Instalar la nueva tapa del distribuidor y conectar los cables de bujía y de bobina en el mismo orden que el sistema anterior.

5. Verificación y Pruebas Finales

Objetivo. – Retirar pruebas finales para asegurar que el motor funcione correctamente con el nuevo sistema de encendido electrónico.

5.1 Prueba de Arranque Instantáneo:

- Encender el motor y verificar que arranque de manera instantánea y eficiente.

5.2 Verificación de Emisiones:

- Vigile los gases del escape en arranque en frío y verificar que esté dentro de lo regular bajo las condiciones de motor frío.

5.3. Prueba de Aceleración:

- Realizar una aceleración repentina y verificar la estabilidad del motor.

5.4 Evaluación de Potencia:

- Verificar que el motor no pierda potencia repentina en ralentí (estabilidad de RPM)

5.5 Monitoreo Continuo:

- Revisar el rendimiento del motor en el tiempo y realizar el próximo mantenimiento correctivo en seis meses o 20,000 km de recorrido.

Estos procedimientos técnicos asegurarán una correcta repotenciación del sistema de encendido, mejorando la eficiencia y rendimiento del motor DATSUN J15.