

Unidad 1

Conceptos básicos del encendido. Encendido convencional



Preguntas iniciales

1• ¿A qué nos referimos cuando hablamos de magnetismo y electromagnetismo?

2• ¿Sabes qué función tiene el sistema de encendido de un vehículo?

3• ¿Sabes distinguir una bujía y los cables de bujía en un vehículo?

4• ¿Sabes en qué consiste la puesta a punto del sistema de encendido?

En esta unidad aprenderás a...

- Aplicar los conocimientos sobre el magnetismo y el electromagnetismo en los sistemas de encendido.
- Interpretar los oscilogramas de encendido.
- Reconocer los elementos de un sistema de encendido convencional y la puesta a punto del encendido de un vehículo.

Sugerencias didácticas

El objetivo principal de esta unidad es que los alumnos conozcan los conceptos de magnetismo y electromagnetismo, así como los elementos principales del sistema de encendido convencional y las características de cada uno de ellos. Además, el alumno analizará los oscilogramas de encendido y será capaz de realizar correctamente la puesta a punto al encendido.

En la primera unidad el alumnado toma contacto con el módulo, por lo que de la motivación que se consiga en ella dependerá, en gran medida, el interés que mostrará durante todo el curso. Para ello parece adecuado plantear algún tipo de actividad inicial, como una tormenta de ideas, en la que el alumnado manifieste sus conocimientos previos y a la vez ubique en su entorno más próximo los contenidos que se desarrollan en la unidad.

Se recomienda la consulta del siguiente material y las siguientes páginas web relacionadas con bujías y cables de encendido:

- Manual de Instrucción Técnica Bosch: *Encendido por batería*
- Revista *Electrocar*
- www.ngk.es
- www.robert-bosch-espana.es
- www.km77.com

También se pueden llevar a cabo las siguientes **prácticas** propuestas en el apartado *Descargas* de GATE:

- Práctica 1: *Revisión y cambio de una bujía.*
- Práctica 2: *Verificación del ángulo de encendido.*

Además, en la plataforma Advantage se pueden encontrar estos **vídeos** relacionados con la unidad:

- *Revisión y cambio de una bujía.*
- *Verificación del ángulo de encendido.*

El mapa de **Ideas clave** ayuda a los alumnos a situarse en los contenidos de la unidad, y el cuadro “Para el proyecto final...” les permite orientar su trabajo para su aplicación posterior.

Los **casos prácticos** solucionados y los **ejemplos** facilitan la asimilación de los contenidos por parte de los alumnos, y las **actividades propuestas** les ayudan a consolidar poco a poco su aprendizaje. Además, se presentan distintas **técnicas** que ilustran procesos complejos paso a paso.

Una vez expuestos los contenidos de la unidad, se deben realizar las **actividades finales**, que sirven para repasar los contenidos estudiados con anterioridad.

Por último, con el fin de fijar los conceptos estudiados en la unidad, puede ser muy útil realizar un repaso a lo visto volviendo al esquema inicial, y que los alumnos realicen la **autoevaluación** final para valorar su progreso.

Otros materiales interesantes que se pueden utilizar en el aula como materiales complementarios son:

– Las **presentaciones multimedia**: son exposiciones esquemáticas, normalmente en PowerPoint, que incluyen todas las imágenes de la unidad, diseñadas para apoyar las explicaciones en el aula con ayuda de un ordenador y un proyector.

– **GATE**: es un gestor avanzado de tareas de evaluación. Con GATE, el profesor puede generar tantas evaluaciones como desee, conforme a unos criterios determinados, y puede interactuar con los alumnos, enviándoles actividades a través del propio gestor y notificándoles sus calificaciones. Además, en el apartado *Descargas* de esta plataforma el alumno dispone de diferentes archivos con documentos útiles para profundizar en los contenidos de cada unidad.

A continuación se ofrece una tabla resumen con todos los recursos de la unidad:

Recursos de la Unidad 1
<p>ADVANTAGE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proyecto curricular y programaciones de aula. - Presentaciones multimedia. - Solucionario de todas las unidades y del proyecto final. - Vídeos y videoquest.
<p>GATE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preguntas de evaluación. - Descargas: material complementario.

Solucionario de las actividades propuestas

2 >> Encendido electromecánico convencional

1· Conecta la bomba de vacío al dispositivo de avance (exterior) de la unidad de vacío. Obtén el ángulo de encendido a diferentes revoluciones de motor y grados de vacío.

Con la realización de esta actividad, el alumno podrá comprobar cómo varía el avance en función de la depresión que se produce en el colector de admisión del motor. Los datos se pueden reflejar en la siguiente tabla:

Revoluc. / P (mbar)	800	1.000	1.200	1.400	1.800	2.200	2.600	3.000	3.400	3.800	4.500
0											
-300											
-350											
-400											
-450											
-500											
-600											
-700											

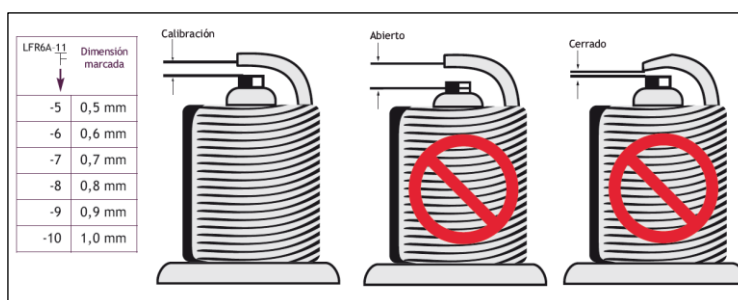
4 >> Bujías

2· Anota la estructura o nomenclatura de varias bujías de diferentes características y compara el resultado.

En esta actividad el alumno podrá comprobar los diferentes tipos de bujías que se pueden montar sobre los vehículos, en función de los requerimientos del propio motor.

3· Desmonta las bujías de varios vehículos y comprueba la calibración de los electrodos.

Para realizar esta actividad se deberán consultar las instrucciones que marcan los fabricantes de bujías. Así nos aseguraremos de que el mantenimiento o la reparación que efectuemos sean correctos. Puede utilizarse el siguiente gráfico para realizar la actividad:



Solucionario de las actividades finales

Página 32

1· ¿Cómo puedes obtener la tensión eléctrica por inducción si sometes a un conductor eléctrico a la acción de un campo magnético?

Durante esta comprobación contaremos con un imán, una bobina y un voltímetro. Debe tomarse el imán en forma de barra e introducirlo en el interior de la bobina moviéndolo a una velocidad constante. Según se va introduciendo en la bobina, esta es afectada por el campo magnético del imán.

Por ejemplo, a mitad de la bobina es afectado por el campo magnético y el voltímetro indica la aparición de una tensión que va creciendo hasta llegar a un máximo, para luego disminuir progresivamente hasta ser de nuevo cero cuando el imán está completamente introducido en la bobina y en estado de reposo. La bobina se expone a la acción de un campo magnético variable (en este caso, creciente) y, por tanto, se induce en ella una tensión eléctrica. La inducción eléctrica se basa en la variación del campo magnético, esto se puede comprobar deteniendo el movimiento del imán para que desaparezca la tensión inducida.

2· ¿Qué componentes forman parte del circuito primario y secundario del encendido convencional?

Los componentes del circuito primario son: la batería, el interruptor de arranque, el arrollamiento primario de la bobina de encendido, el ruptor y el condensador. El circuito secundario está formado por: el arrollamiento secundario de la bobina, el cable principal del distribuidor, el distribuidor (contactos rotor), los cables de bujías y las bujías.

3· ¿Qué pasos se deben seguir para comprobar la tapa y el cuerpo del distribuidor?

Para llevar a cabo la comprobación de la tapa y cuerpo del distribuidor, deben ejecutarse los siguientes pasos:

- Verificar que la tapa y el cuerpo del distribuidor no presenten señales de golpes o grietas.
- Comprobar el estado de los contactos interiores de la tapa: no deben sufrir desgaste ni deslizamiento del rotor o pipa.
- Verificar el desgaste y desplazamiento del carboncillo.

4· ¿Cómo se puede subsanar el salto de chispas en los contactos del ruptor?

Para evitar este inconveniente suele conectarse en paralelo al ruptor un condensador que almacene la tensión extra generada por el primero y evite que se desperdicie inútilmente la energía que produce el arco eléctrico.

5· ¿Cómo se verifica y se efectúa el reglaje de un ruptor?

Para hacer un correcto mantenimiento del ruptor se deben ejecutar los siguientes pasos:

1. Verificar el estado de los contactos. Si estos están sucios, se deben limpiar con papel vegetal. Si presentan zonas quemadas con cráteres en su superficie, se sustituyen.
2. Verificar cada 20.000 km los contactos del ruptor, y sustituirlos cada 40.000 km.
3. Realizar el reglaje de contactos por medio de una galga de espesores, teniendo en cuenta la separación recomendada por el fabricante. El espesor debe ser entre 0,40 y 0,45 mm aproximadamente.
4. Efectuar el control del ajuste de los contactos sin desmontar la tapa del distribuidor y con el motor funcionando al ralentí. Para este fin debe utilizarse un equipo de diagnóstico para la obtención del ángulo *dwell*, que estará comprendido entre el 51% y el 55%. Se debe actuar sobre el tornillo de regulación para volver a obtener el valor correcto si los valores encontrados son distintos.

6· Realiza el reglaje de un ruptor.

El alumno actuará sobre el tornillo de sujeción de la placa portarruptor al distribuidor y, con la ayuda de unas galgas de espesores, podrá regular la separación entre contactos.

A continuación se enumeran los ángulos de cierre y apertura del ruptor en función del número de cilindros del motor.

	Ángulo de cierre	Ángulo de apertura
8 cilindros	27°	18°
6 cilindros	38°	22°
4 cilindros	58°	32°

7· ¿Qué es lo que ocurre en el circuito primario cuando se cierra el ruptor?

Al cerrarse el ruptor del circuito primario, la corriente procedente de la batería no asume el valor máximo de inmediato, sino que lo hace de forma progresiva. Este retraso se debe a que en la propia bobina se induce una tensión que se opone a la que llega desde la batería, y que determina que la tensión útil de la corriente que circula en el primario sea menor mientras se está formando el campo magnético que cuando ya está formado.

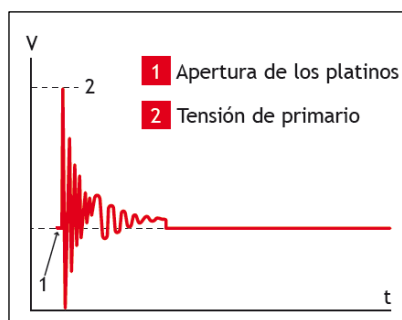
8· Describe la relación entre la distancia de los platinos entre sí y el ángulo de cierre.

El patín y los contactos del ruptor están sometidos a desgaste; el patín se desgasta debido al rozamiento con la excéntrica, y las superficies de los contactos están sujetas a un transporte de material debido a la formación de chispas durante su apertura y cierre. El desgaste del patín y el deterioro de los contactos tienen efectos contrapuestos, pero prevalece el consumo del patín. A consecuencia de ello, se reduce la distancia entre los contactos y el ángulo de apertura con la consiguiente variación de la puesta en fase del instante del encendido:

- A mayor distancia entre contactos, menor ángulo de cierre.
- A menor distancia entre contactos, mayor ángulo de cierre.

9· Dibuja el oscilograma de tensión primaria situando sobre él sus puntos más característicos.

El resultado de oscilograma que se obtendrá debe ser semejante al siguiente:

**10· ¿Por qué es necesaria la regulación por revoluciones? ¿Y por vacío?**

La regulación por revoluciones es necesaria porque al aumentar las revoluciones es preciso adelantar el punto de encendido para que la presión de combustión máxima se encuentre ligeramente después del PMS.

La regulación por vacío es necesaria, ya que en carga parcial la mezcla se hace con menos combustible y se quema más lentamente, pues permanecen más gases de escape en la cámara de combustión. Así, por medio del vacío en el tubo de aspiración, se adelanta el punto de encendido.

11· ¿Para qué sirve una lámpara estroboscópica?

Una lámpara estroboscópica sirve para comprobar la puesta a punto al encendido. Con esto se determinará el momento exacto de apertura de los contactos del ruptor, ya que en ese momento es cuando debe saltar la chispa en el cilindro.

12· ¿Qué significan las siglas BC P R 6 E S - 11 escritas sobre una bujía?

Atendiendo a la estructura típica de un código de bujía, esta nomenclatura nos proporciona los siguientes datos:

- B: diámetro de la rosca (14 mm, hexágono de 20,6 o 20,8 mm).
- C: diámetro de la rosca (10 mm, hexágono de 16 mm).
- P: configuración (tipo de aislador proyectado).
- R: configuración (tipo de aislador con resistencia).
- 6: grado térmico (medio). En este caso, cuanto mayor sea el número más fría será la bujía.
- E: longitud de la rosca (19 mm).
- S: configuración de la punta del encendido (tipo convencional).
- 11: distancia entre electrodos (1,1 mm).



13· ¿Cómo se realiza la comprobación de un cable de encendido?

Para realizar la comprobación de los cables de alta tensión es necesario utilizar un ohmímetro y, por tanto, manipular los cables lejos de fuentes de humedad y con las precauciones adecuadas.

Además, se deben ejecutar los siguientes pasos:

1. Colocar las puntas del ohmímetro entre los extremos del cable de alta tensión.
2. Comprobar que el valor resultante coincida con el estipulado por el fabricante.

14·· ¿Cuáles son las causas de que las puntas de encendido de una bujía tengan depósitos de carbón?

Entre otras, estas pueden ser las causas de que las puntas de encendido de una bujía tengan depósitos de carbón:

- Circulación a baja velocidad durante largos periodos.
- Mezcla aire/combustible demasiado rica.
- Sistema de encendido defectuoso.
- Distribuidor atrasado.
- Bujía demasiado fría.

15·· ¿Cuáles son las principales ventajas que ofrecen las bujías con varios electrodos de masa sobre otros tipos de bujías?

La principal ventaja de este tipo de bujías es la garantía que ofrecen con respecto a la durabilidad de la bujía y la seguridad del funcionamiento del motor a largo plazo.

16·· ¿Qué temperatura máxima aproximada deben aguantar los cables de alta tensión de las bujías?

Los cables de alta tensión de las bujías deben aguantar hasta unos 200 °C.

Sugerencias didácticas

Una bujía debidamente calibrada es necesaria para el funcionamiento apropiado de un motor. Mediante esta actividad el alumno aprenderá que la calibración afecta a la temperatura de chispa de una bujía, la cual tiene relación directa con la combustión de aire y gasolina en el motor. Si se abre la calibración, se obtendrá una chispa más grande; se utiliza en algunos motores personalizados para maximizar la eficiencia. Se puede aprender a calibrar la bujía apropiadamente, midiendo y ajustando según sea necesario.

17·· Desmonta las bujías de varios vehículos y comprueba la calibración de los electrodos. Haz el reglaje en los casos en que sea necesario.

Para realizar esta actividad se deberán comprobar las instrucciones que marcan los fabricantes de bujías; así nos aseguraremos un mantenimiento o reparación correctos.

18·· Enumera los casos en los que es necesaria la sustitución de las bujías de encendido.

Algunos casos en los que es necesaria la sustitución de las bujías son:

- Aislador roto.
- Residuos de impurezas en aislador o electrodos.
- Aislador y electrodos quemados y cubiertos por residuos.
- Punta de encendido con depósitos de carbón.
- Mancha en la corona.

19·· ¿Cada cuántos kilómetros se deben sustituir unas bujías por otras nuevas?

El kilometraje al que hay que efectuar el reajuste lo determinan las condiciones de servicio del motor; cuando el vehículo se utiliza en servicio normal, se recomienda realizar un control de la separación entre electrodos al cabo de un recorrido de 5 a 10.000 km.

Las bujías han de sustituirse según normas del fabricante.

Sugerencias didácticas

Con esta actividad se pretende que el alumno sepa realizar un circuito de encendido convencional que identifique claramente cuáles son las partes principales del mismo y que diferencie las que pertenecen al circuito primario y al secundario.

22· ¿Cuáles pueden ser las causas principales de que se produzca una detonación en la mezcla alojada en la cámara de combustión? ¿Y del autoencendido?

La detonación es un proceso espontáneo producido después del salto de la chispa de la bujía, en el que la mezcla alojada en la cámara de combustión explosiona en lugar de quemarse. Las detonaciones pueden ser causadas:

- Por exceso de calentamiento de la mezcla debida a depósitos de carbonilla en la culata.
- Por ser demasiado bajo el número de octanaje del combustible.
- Por un encendido muy adelantado.
- Por una temperatura muy alta de los gases en la admisión.

El autoencendido es la inflamación de la mezcla por culpa de un punto demasiado caliente en la cámara de combustión. Más tarde, además, salta la chispa, por lo que se crean dos frentes de llama. Las causas pueden ser:

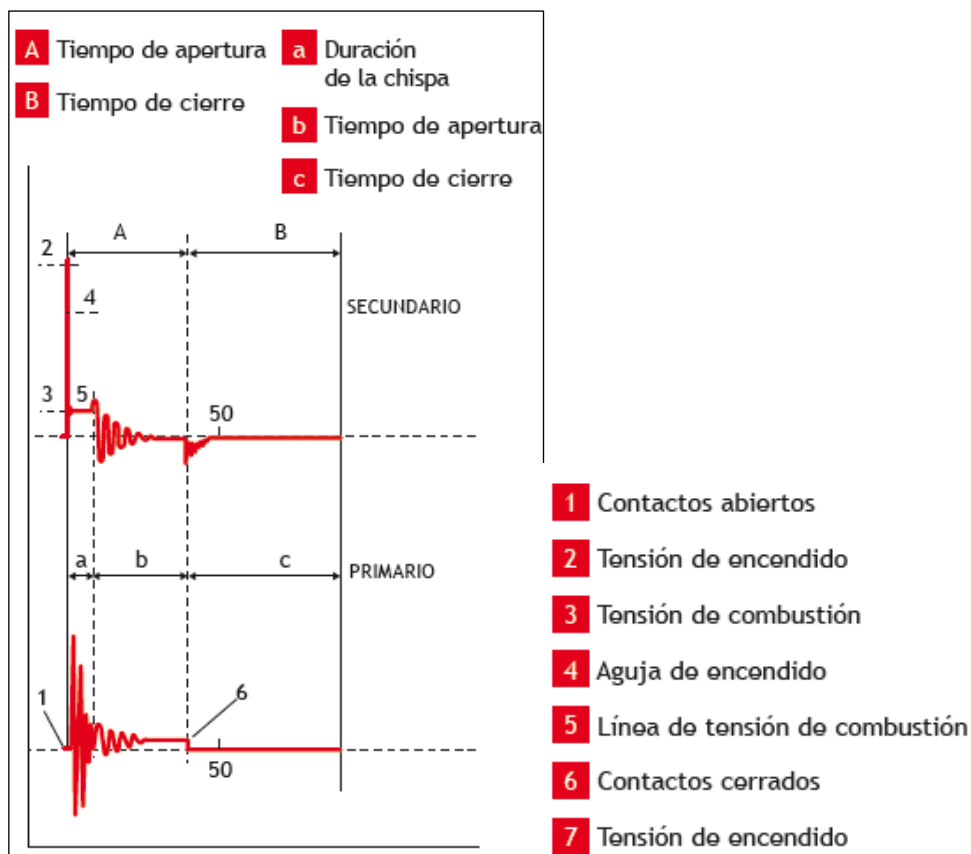
- Una refrigeración insuficiente.
- Temperaturas elevadas de la culata.
- Una bujía demasiado caliente o una válvula que no cierre bien.

Sugerencias didácticas

Con esta actividad se pretende que el alumno sepa cómo obtener las curvas características del encendido primario y secundario, y que realice el conexionado correcto con el osciloscopio.

23· Obtén mediante un osciloscopio las curvas características del oscilograma primario y secundario.

Las curvas características que se obtendrán mediante un osciloscopio deben ser semejantes a la siguiente:



24· Explica cuáles pueden ser las posibles causas si en un oscilograma de encendido secundario encontramos diferencias superiores a 4 kV entre las tensiones de encendido de los diferentes cilindros.

Las posibles causas que pueden producir fallos de encendido pueden ser:

1. Diferencias superiores a 4 kV entre las tensiones de encendido de secundario de los diferentes cilindros. Estas diferencias pueden deberse a:
 - Diferentes separaciones entre electrodos en las diversas bujías.
 - Fallos en el distribuidor y los cables de encendido, si los síntomas no se trasladan de un cilindro a otro y la tensión de encendido es alta.
2. Reducido tamaño del impulso en la aguja de la tensión de secundario. Estas diferencias pueden deberse a:
 - Presencia de defectos de aislamiento de alta tensión en bobina, cables de alta, distribuidor y pipa de una bujía.

25· Realiza el desmontaje, limpieza y montaje de bujías sobre un vehículo.

Se realizará el desmontaje de las bujías una vez que hayamos quitado los capuchones de los cables de alta tensión situados sobre esta, utilizando la llave de bujía apropiada. Se comprobará el estado de las bujías y se llevará a cabo su limpieza siempre y cuando no sea obligatoria su sustitución por defectos en los electrodos. Finalmente, se procederá a su montaje teniendo en cuenta el apriete que recomienda el fabricante.

26· Realiza la puesta a punto al encendido con lámpara serie y con lámpara estroboscópica.

Antes de comenzar la comprobación de puesta a punto al encendido, se debe comprobar que los componentes del sistema de encendido están correctamente conexiados y el distribuidor perfectamente calado y puesto a punto, para que su funcionamiento quede sincronizado con los tiempos de encendido del motor, y que la chispa salte en el momento adecuado y a los grados establecidos antes de que el pistón llegue a su PMS.

Para realizar la puesta a punto al encendido con **lámpara serie** se deben realizar las siguientes operaciones:

- Por medio de una galga de espesores, comprobar y, si es necesario, hacer el reglaje de la separación máxima entre contactos del ruptor de acuerdo con las características del fabricante (0,40 a 0,45 mm).
- Observar el sentido de giro del distribuidor y del motor. Ciertos distribuidores llevan grabada en el cuerpo una flecha que indica el sentido de giro.
- Situar el primer cilindro en compresión y mover el cigüeñal hasta que la señal de referencia situada en la polea coincida con la señal situada en la tapa de distribución. Se debe tener en cuenta el adelanto que fija el fabricante, por lo que deberá situarse el pistón con el avance inicial al encendido.
- Debe tenerse en cuenta la posición del montaje del distribuidor y su sentido de avance, y colocarlo de forma que la pipa quede en posición de mandar corriente al primer cilindro. En esta posición, debe calarse el distribuidor en su alojamiento del bloque.
- Conectar una **lámpara de pruebas** en paralelo con el ruptor.
- Comprobar que los contactos del ruptor están cerrados y a punto de abrirse. Para ello, mover ligeramente el distribuidor en sentido contrario al de rotación de la leva hasta que la lámpara se encienda (contactos abiertos = salto de chispa). El contacto móvil debe apuntar al primer cilindro. En esta posición, fijar el distribuidor al bloque por medio de la tuerca de bloqueo y montar la tapa.

Para comprobar el punto de encendido con el motor en marcha, se utiliza una **pistola estroboscópica**, que basa su funcionamiento en el efecto luminoso. Para ello, deben realizarse las siguientes operaciones:

- Conectar los cables de corriente del mismo a la batería del vehículo y el cable con la pinza capacitiva sobre el aislante de la primera bujía o sobre el aislante del cable de alta tensión que une el distribuidor con la bobina.
- Arrancar el motor y llevarlo a un régimen de 750-800 rpm; la lámpara emitirá un haz de luz que, al ser dirigido sobre las marcas de la polea, permitirá apreciar la perfecta coincidencia de estas.
- Si las marcas situadas en la polea y el bloque no coinciden, girar el distribuidor en uno u otro sentido hasta hacerlas coincidir, con lo cual la puesta a punto es correcta.

Para realizar la puesta a punto al encendido con lámpara estroboscópica, el alumno debería realizar las siguientes operaciones:

- Desconectar el tubo de depresión del distribuidor para evitar que este pueda ofrecer algún avance.
- Hacer girar el motor a ralentí haciendo coincidir con la pistola las marcas del PMS troqueladas sobre la polea y el cárter.
- Actuar sobre el potenciómetro de la pistola y comprobar que la lectura en el *display* de la pistola sea lo más parecida a la estipulada por el fabricante.
- Si la marca fija del avance fijo no coincide con la del móvil, girar el distribuidor en un sentido u otro hasta hacerlas coincidir.
- Si las marcas oscilan demasiado, controlar la cadena y demás órganos de la distribución.

27· ¿En qué tiempo del ciclo de motor se debe situar el cilindro número uno a la hora de realizar la puesta a punto al encendido?

El cilindro número uno se sitúa al final de la compresión y al principio de la explosión a la hora de realizar la puesta a punto al encendido.

28· ¿Cómo deben estar los contactos del ruptor en la puesta a punto al encendido?

Cerrados, pero a punto de abrirse, de forma que cuando se abran los contactos el circuito primario quede interrumpido y el circuito secundario haga saltar la chispa en la bujía.

29· Comprueba el ángulo *dwell* en diferentes vehículos con encendido convencional.

Si se conecta la lámpara estroboscópica al igual que se ha realizado en la actividad 26 y se actúa sobre el interruptor de ángulo *dwell*, se podrá obtener una tabla con los porcentajes de este a diferentes revoluciones.

El valor *dwell* depende del ángulo disponible, ya que, cuanto mayor número de cilindros tiene el motor, menor será el tiempo de cierre para los contactos del ruptor. También depende de la distancia de separación de los contactos. Si la apertura es excesiva, se retrasará el tiempo de cierre, y una apertura escasa puede dar lugar a que estos no se abran debido a la velocidad de los motores actuales. Además, el valor *dwell* depende del número de rpm del motor, ya que, a mayor número de rpm, el tiempo disponible de apertura y cierre de contactos es menor.