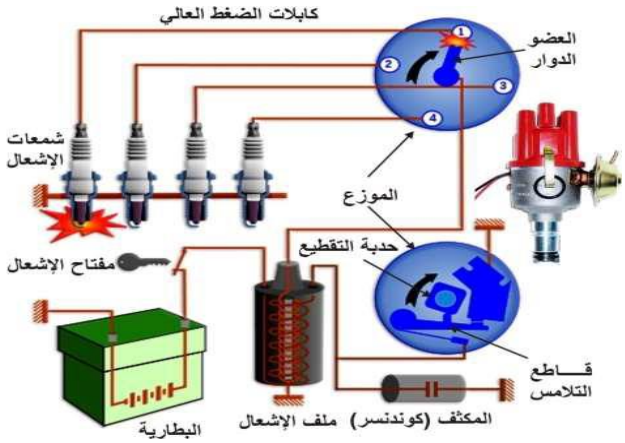
القسم: المكائن والآلات الزراعية
المرحلة: الرابعة
المحاضرة: 8

د. أحمد عبطان الجميلي ahmedabtan@tu.edu.iq

المادة: كهربائيات الساحبات الزراعية
الموضوع: نظام الاشتعال
التاريخ: 30-11-2025

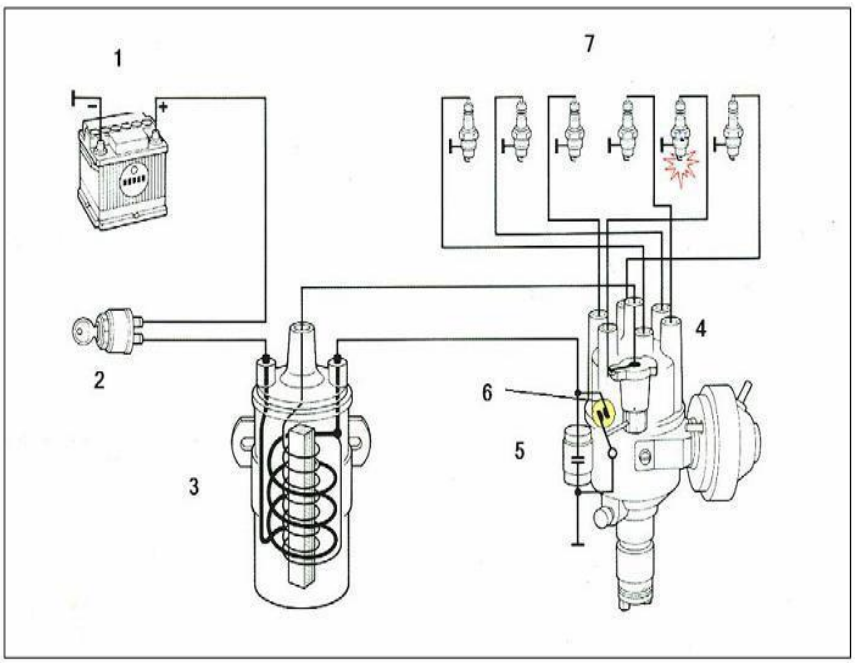


أنظمة الإشعال في محركات البنزين

المقدمة:

- تستخدم دائرة الإشعال في تشغيل المحرك وحرق الخليط وعمل مستقر للمحرك في جميع الظروف والحالات وتعمل هذه الدائرة بواسطة البطارية وملف الإشعال وأسلاك التوصيل و شمعات الاحتراق والموزع .

1



أولا: نظام الإشعال التقليدي:

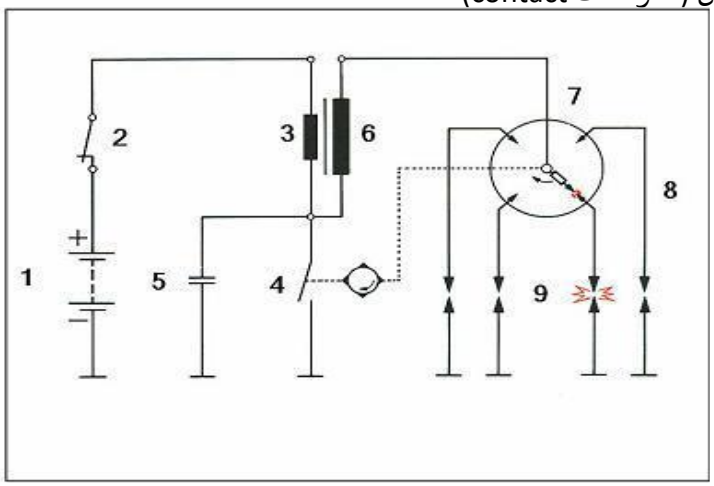
طريقة عمل دائرة الإشعال:

عند توصيل مفتاح الإشعال يمر التيار الابتدائي نحو ٤ أمبير إلى الملف الابتدائي وفي حالة غلق البلاتين يمر التيار في الملف الابتدائي ولا تصل قيمة التيار الابتدائي إلى القيمة القصوى مباشرة بل يحدث تأخير بسيط نحو ١ ملي ثانية بسبب تولد جهد في الملف الابتدائي عند بدء بناء المجال المغناطيسي يعمل هذا الجهد على إعاقة مرور التيار بكامل قيمته حتى يستقر بناء المجال فتصل قيمة التيار بكامل قيمة التيار إلى القيمة القصوى كما هو موضح في الشكل (1).

2

أ- وظيفة دائرة الإشعال :

- تقوم دائرة الإشعال بإعطاء شرارة قوية لحرق خليط الوقود والهواء داخل غرفة الاحتراق عند التوقيت الصحيح والشكل (٢) يبين مخطط لدائرة الإشعال التقليدي ويرمز له بالرمز CI وهو اختصار لكلمة الإشعال بالملف Coil Ignition ويظهر في الشكل أطراف كل جزء حسب الأرقام الموجودة فعلا على الأجزاء في الواقع حيث يوصل الطرف الموجب للبطارية بالطرف رقم ٣٠ بمفتاح التشغيل (الكونتاكت contact)



- ويتصل الطرف ١٥ في نفس المفتاح بالطرف ١٥ عند مدخل المقاومة ومخرج المقاومة ١٥a
- ويتصل مع الطرف ١٥ عند بدء الملف الابتدائي والطرف ١ وهو نهاية الملف الابتدائي يوصل إلى نقطتي الاتصال (البلاتين) بينما يبدأ الملف الثانوي في داخل ملف الإشعال من الطرف ١ وينتهي بالطرف ٤ وهو الجهد العالي الذي يوصل إلى غطاء الموزع ومنة إلى شمعات الاحتراق داخل المحرك بالإضافة إلى اتصال المكثف على التوازي مع نقطتي التماس من الطرف ١
- يعتبر المسمار الذي يثبت المكثف مع جسم الموزع هو الطرف الأرضي المتصل مع المكثف

ب - وظيفة كل جزء في الدائرة :

١. **البطارية :** مصدر إمداد جميع الأجهزة والاستهلاكات بالتيار

٢. **مفتاح الإشعال :** يقوم بتوصيل وقطع التيار إلى دائرة الإشعال

٣. **مقاومة التوالي :**

تعرف أحيانا بمقاومة الموازنة وتقوم هذه المقاومة عند بدء الإدارة والمحرك بارد بإمداد تيار عالي إلى ملف الإشعال حيث أن مقاومتها تكون منخفضة بسبب انخفاض درجة حرارتها ولكن بعد فترة ترتفع درجة حرارتها مما يؤدي إلى ارتفاع مقاومتها لمرور التيار فيقل التيار المار إلى ملف الإشعال لحمايته من ارتفاع درجة حرارته واحتراقه أو حدوث قصر بالملفات لذلك تسمى هذه المقاومة بمقاومة الموازنة حيث تمرر تيار عالي أولا ثم ينخفض عند ارتفاع درجة الحرارة بسبب استمرار التشغيل لفترة تطويله وتبلغ قيمتها نحو ١,٢ إلى ١,٨ اوم.

4

أنظمة الإشعال في محركات البنزين

الوظيفة الرئيسة لنظام الإشعال في محركات البنزين هي إنتاج شرارة كهربائية قوية في شمعة الإشعال تعمل على إشعال مخلوط الوقود والهواء في أسطوانات المحرك بترتيب معين يسمى بتقسيمة الإشعال وتوقيت دقيق يتيح الاستفادة القصوى من طاقة الوقود . ويمكن تصنيف أنظمة الإشعال المستخدمة في المركبات إلى ثلاثة مجموعات نظام الإشعال الميكانيكي التقليدي) الذي بدء باستخدامه في المركبات في بداية القرن الماضي (1920) ، وأنظمة الإشعال الإلكترونية بموزع التي ظهرت في مطلع السبعينيات من القرن المنصرم، وأنظمة الإشعال الإلكترونية بدون موزع التي ظهرت في مطلع الثمانينات من القرن المنصرم.

ومبدأ عمل جميع أنظمة الاشتعال واحد : وهو استخدام ملف إشعال لتحويل الجهد المنخفض لبطارية المركبة (12) فولت) إلى جهد عالي (15000 - 40000 فولت) لإحداث الشرارة في شمعة الإشعال.

1-1 وظائف نظام الإشعال

وفي أي نوع من نظم الإشعال هناك عدة **وظائف هامة يجب أن يقوم بها نظام الإشعال والتي تضمن التالي**:

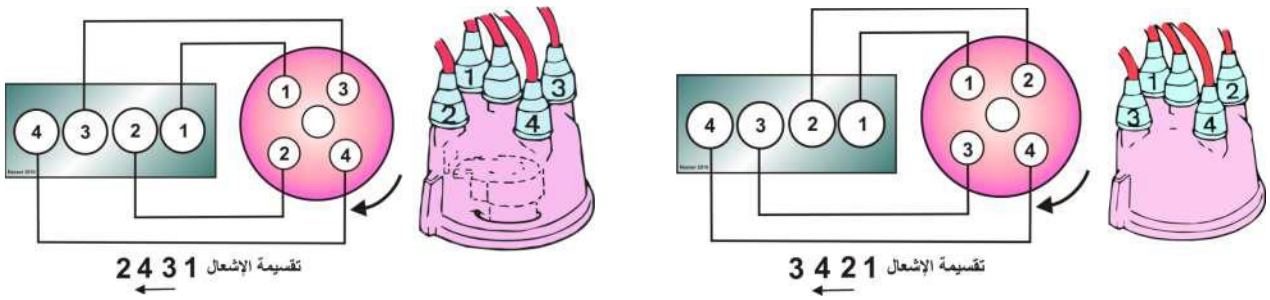
1. تأمين شرارة كهربائية ذات جهد عال بين أقطاب شمعة الإشعال داخل الاسطوانة، تكون قادرة على إشعال خليط الوقود في كل ظروف تشغيل المحرك المختلفة.
2. توزيع الشرارة على أسطوانات المحرك حسب تقسيمة الإشعال.
3. تنظيم توقيت وصول الشرارة إلى شمعة الإشعال مع وضع المكبس داخل الأسطوانة.
4. تنظيم توقيت حدوث الشرارة مع اختلاف ظروف التشغيل، مثل سرعة المحرك، والحمل.

5

1-3 تقسيمة الإشعال (Firing order):

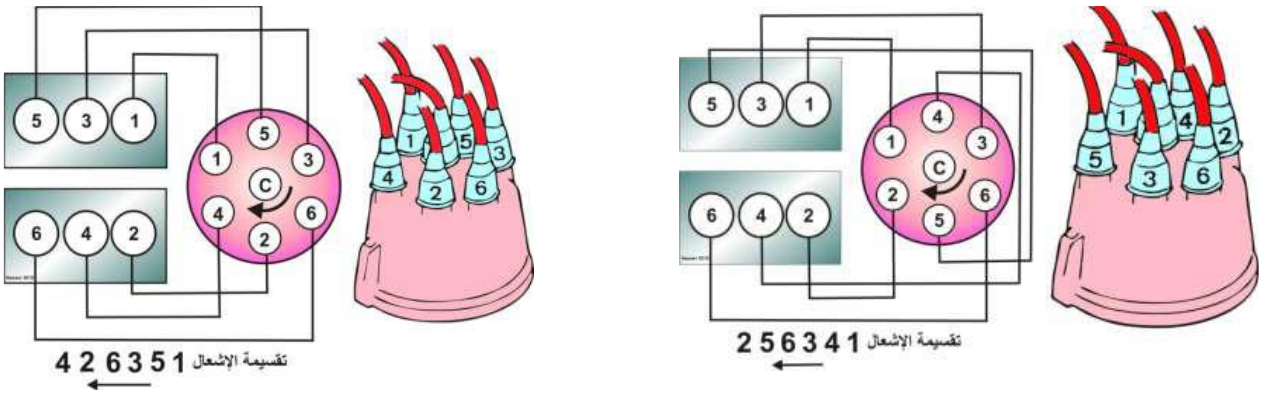
من وظائف نظام الإشعال توزيع الشرارة على أسطوانات المحرك بترتيب معين يسمى بتقسيمة الإشعال، وذلك لضمان دوران المحرك بشكل سلس وعدم حدوث تأرجح أو عدم اتزان.

تقسيمة الإشعال يتم تحديدها عند تصميم المحرك من قبل الشركة الصانعة حيث تختلف من محرك الى آخر. ولقد صممت الأسطوانة الأولى لتبدأ بالاشتعال ومنها إلى الأسطوانات الأخرى حسب الترتيب المطلوب من قبل الشركة الصانعة للمحرك والإشكال (2-5) التالية تبين تقسيمة الإشعال لبعض المحركات.



شكل (2) تقسيمة الإشعال لمحرك رباعي الأسطوانات

6



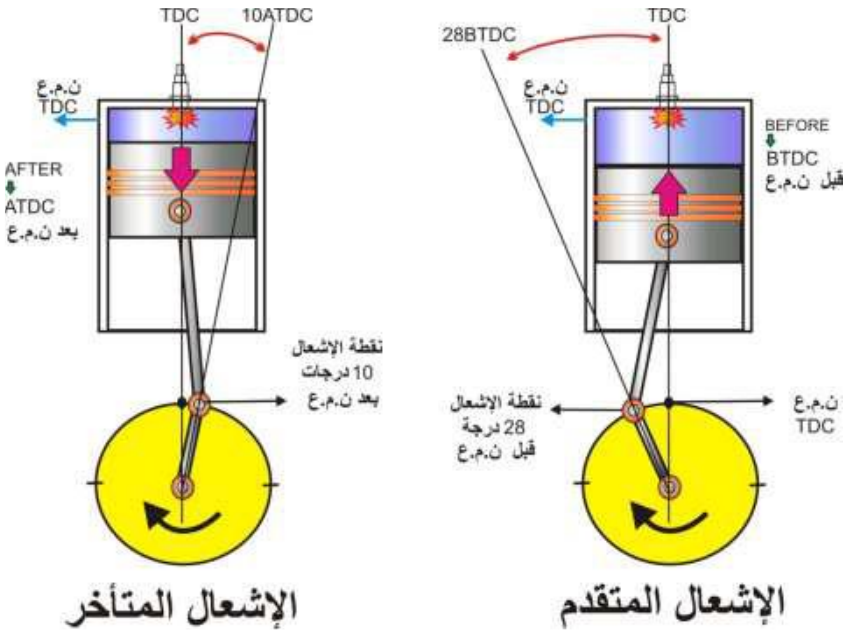
شكل (4) تقسيمة الإشعال لمحرك سداسي الأسطوانات.

4-1 توقيت الإشعال

من الوظائف المهمة لنظام الإشعال تنظيم توقيت وصول الشرارة إلى شمعة الإشعال مع وضع المكبس داخل الأسطوانة .

1-4-1 نقطة الإشعال

هي النقطة أو الوقت المحدد لحدوث الشرارة بين قطبي شمعة الإشعال ، ويحسب هذا الوقت غالبا بزاوية) دوران عمود المرفق بالنسبة للوضع الأعلى للمكبس أي بالنسبة للنقطة الميتة العليا ن. م. ع فيسمى الإشعال قبل النقطة الميتة العليا بالإشعال المتقدم (المبكر Advance)، وبالعكس يسمى الإشعال الذي يحدث بعدها الإشعال المتأخر Retard الشكل (6) الإشعال المتقدم والإشعال المتأخر.



شكل (6): الإشعال المتقدم والإشعال المتأخر.

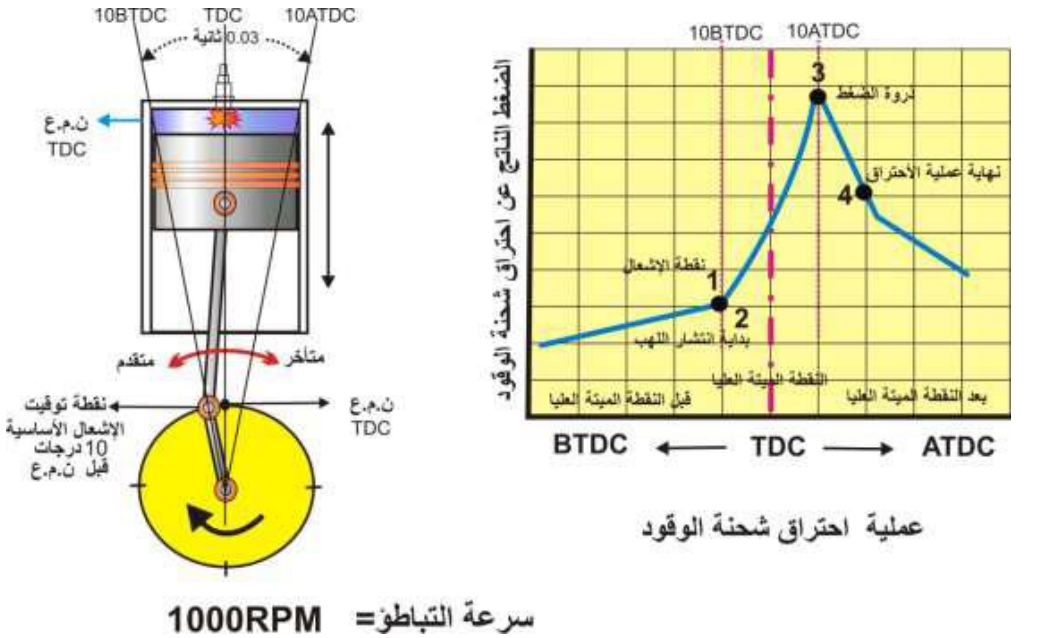
عملية احتراق شحنة الوقود وتمدد الغازات تستغرق وقتاً معيناً بعد انطلاق الشرارة بين قطبي شمعة الإشعال لذا يلزم أن تكون نقطة الإشعال متقدمة عن وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا وهو الذي (ignition advance) يعبر عنه بتقديم الإشعال

وقد وجد أن أفضل أداء للمحرك يمكن تحقيقه إذا تم تقديم نقطة الإشعال بالقدر الذي يضمن إن يبلغ ضغط الغازات المحترقة المتمددة على المكبس ذروته بعد أن يتجاوز المكبس النقطة الميتة العليا بعشرة درجات (10) ATDC تقريبا.

2-4-1 توقيت الإشعال الأساسي

تقوم الشركات المصنعة للمحركات بضبط نقطة الإشعال عند سرعة اللاحمل (السلنسيه) على 10 درجات تقريباً قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا ((10) BTDC، وهذا بدوره يضمن أن يبلغ ضغط الغازات المحترقة المتمددة ذروته بعد أن يتجاوز المكبس النقطة الميتة العليا بعشرة درجات(10 (ATDC تقريباً. يطلق على توقيت الإشعال عند سرعة اللاحمل اسم **توقيت الإشعال الأساسي** الشكل .(7)

9

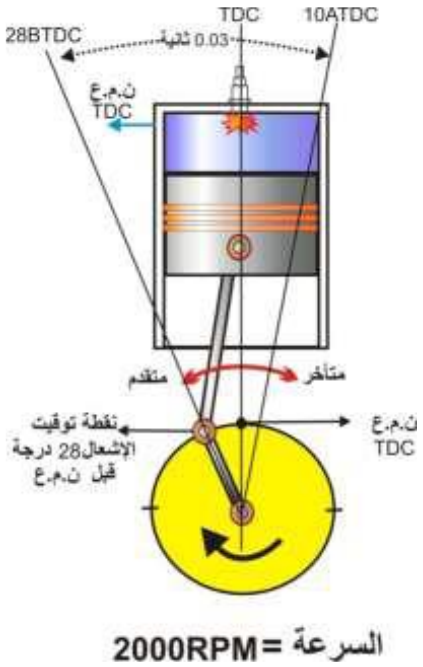


شكل (7): توقيت الإشعال الأساسي.

10

1-4-3- توقيت الإشعال عند السرعات العالية

عند السرعات العالية للمحرك تزداد سرعة المكبس ويصبح الزمن المتاح للاحتراق شحنة الوقود اقل وبالتالي يجب تقديم نقطة الإشعال أكثر وبالقدر الذي يضمن أن يبلغ ضغط شحنة الوقود المحترقة ذروته بعد أن يتجاوز المكبس النقطة الميتة العليا بعشرة درجات ((10) ATDC تقريباً، فعلى سبيل المثال عند السرعة 2000 دورة الدقيقة يتم الإشعال عند 28 درجة قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا (28 .(BTDC وبشكل عام يجب أن يتزايد تقديم الإشعال مع تزايد سرعة المحرك ويتم الإشعال عادة بين درجة 10 ودرجة 40 قبل النقطة الميتة العليا الشكل (8).



شكل (8) توقيت الإشعال عند السرعات العالية.

11

1-4-4 العوامل الأخرى المؤثرة في توقيت الإشعال

- **نسبة الأوكتان في الوقود:** وجود الأوكتان بنسبة منخفضة في الوقود (البنزين) تجعل درجة حرارة اشتعاله منخفضة وسرعة احتراقه عالية، لذا يلزم تأخير الإشعال. كما إن وجود الأوكتان بنسبة مرتفعة في الوقود تجعل درجة حرارة اشتعاله مرتفعة وسرعة احتراقه منخفضة ، لذا يلزم تقديم الإشعال.
- **درجة حرارة المحرك:** درجة حرارة المحرك تلعب دورا أيضاً في توقيت الإشعال، حيث أن عملية الاحتراق لا تكون سريعة وكاملة إذا كان الخليط باردا، لذا يلزم تقديم الإشعال في هذه الحالة.

1-4-5 تأثير توقيت الإشعال على أداء المحرك

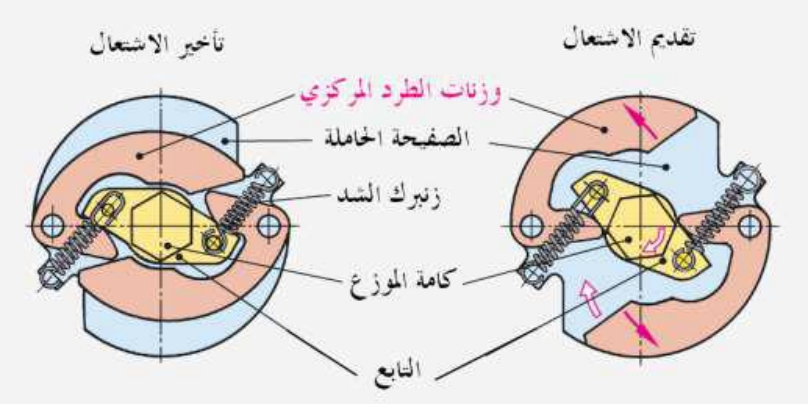
1. **تقديم الشرارة المفرط:** في هذه الحالة تحترق الشحنة وتبدأ في التمدد قبل وصول المكبس النقطة الميتة العليا بمسافة طويلة، مما يسبب عدة أمور خصوصاً عند الحمل، وهي :
   1. رفع احتمالات حدوث ظاهرة الطرق.
   2. انخفاض قدرة ومستوى أداء المحرك.
   3. تلف المحرك على المدى الطويل.
2. **تأخير الشرارة المفرط:** في هذه الحالة تحترق الشحنة وتبدأ في التمدد بعد تجاوز المكبس النقطة الميتة العليا بمسافة طويلة مما يؤدي إلى احتراق غير كامل لشحنة الوقود وكذلك إلى عدم حصول المكبس على كامل القوة التمددية للغازات المحترقة، مما يسبب عدة أمور هي:
   1. ارتفاع في استهلاك الوقود.
   2. انخفاض قدرة ومستوى أداء المحرك.
   3. تزداد الملوثات من أول أكسيد الكربون (CO_1)

12

1. منظم توقيت الاشتعال بالطرد المركزي.
2. منظم توقيت الاشتعال بالخلخلة (التفريغ الهوائي).

1. منظم توقيت الاشتعال بالطرد المركزي:

يركب منظم توقيت الاشتعال بالطرد المركزي أسفل صينية قاطع التماس أو الملف الحثي داخل موزع الشرارة ويأخذ حركته من عامود الموزع ، ويكون جزئه الأعلى (كامة الموزع) متصل مع عامود الموزع ، وجزئه الأسفل متصل مع زنبركي الشد، وطرفي زنبركي الشد متصلان مع لوحة الحامل الثابتة، المركب عليها أوزان الطرد المركزي كما هو مبين في الشكل (66) الذي يبين عملية تقديم وتأخير الاشتعال.

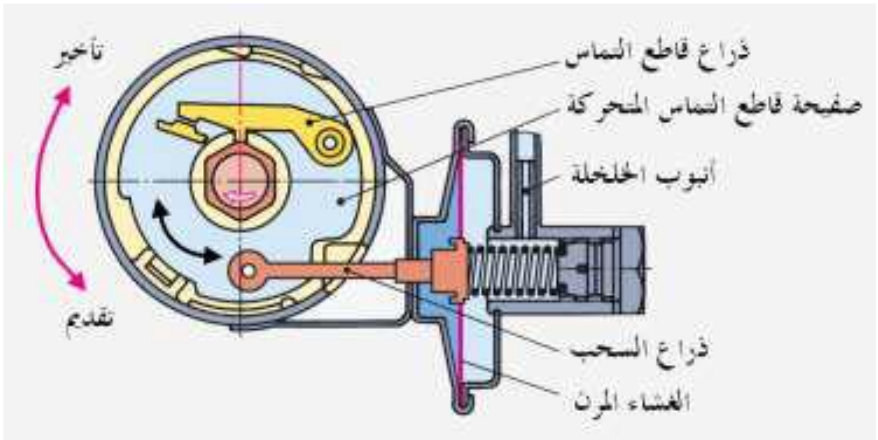


شكل 66 تقديم أو تأخير الشرارة ميكانيكيا

13

2. منظم توقيت الشرارة بالخلخلة (التفريغ الهوائي):

يركب خارج الموزع ويثبت على جسمه الخارجي ويتكون من غشاء مرن يفصل بين غرفتين، الغرفة الخارجية متصلة بأنبوب متصل بواسطة خرطوم مطاطي مع مجمع مجاري سحب المحرك (المانيفولت Manifold) ، (وبالتحديد متصل بانبوب يكون موقعه قبل الخانق بقليل) والغرفة الداخلية متصلة بالضغط الجوي، ويتصل بالغشاء المرن قضيب الشد والطرف الثاني للقضيب يتصل مع الصينية المثبت عليها قاطع التماس أو الملف الحثي أو مولد هال كما موضح في الشكل (68).



شكل 68 تقديم أو تأخير الشرارة بالتفريغ الهوائي

14

طريقة العمل:

أثناء عمل المحرك وفي بداية الحمل وعندما تكون فتحة الخانق صغيرة تحدث الخلخلة تؤثر في الغرفة الخارجية مما يؤدي الى تحريك الغشاء المتصل مع صينية قاطع التماس أو الملف الحثي أو مولد هال بواسطة الذراع وبالتالي تدور الصينية فينتج عن ذلك تقديم موعد الشرارة. أما في حالة الحمل الكامل او في سرعة التباطء (أو السرعة العادية) فان منظم توقيت الشرارة بواسطة الخلخلة لا يعمل لعدم وجود خلخلة في أنبوب الخلخلة الموجود قبل الخانق (الخانق مغلق).

3. منظم توقيت الشرارة بالتحكم الإلكتروني (الخريطة المبرمجة):

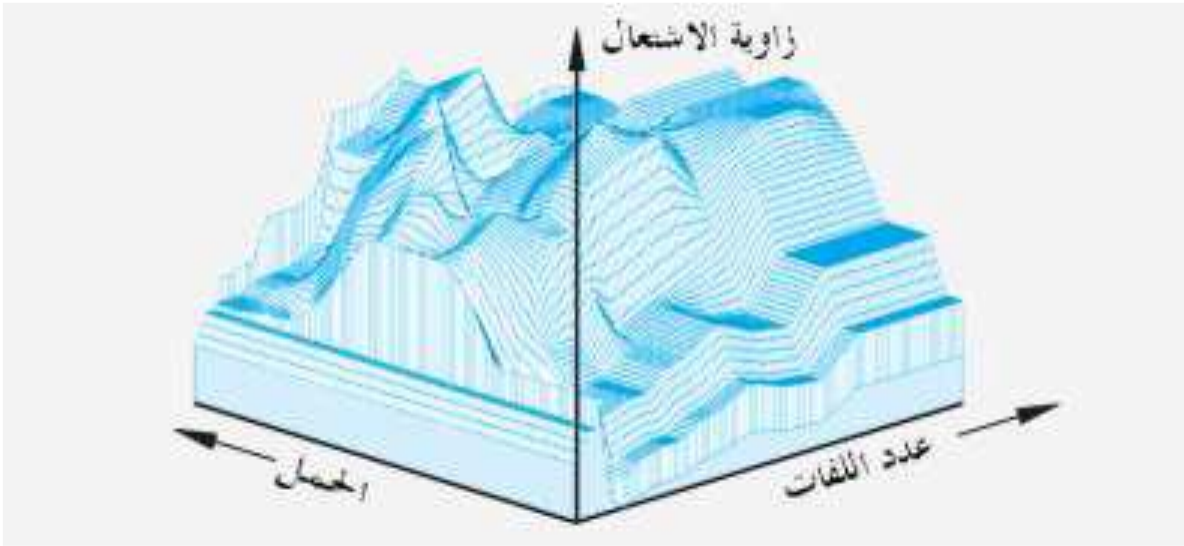
وبعد التطور التكنولوجي في المركبات أصبح التحكم بتوقيت الاشتعال عن طريق الخريطة المبرمجة.

في أنظمة الاشتعال الإلكترونية الحديثة تتم عملية تقديم وتأخير الاشتعال عن طريق خارطة مبرمجة تخزن في وحدة التحكم، تعتمد على حمل وسرعة دوران المحرك بعد ضبطها بواسطة جهاز اختبار كما هو موضح في الشكل (70).

فعندما تستقبل وحدة التحكم معلومة أو إشارة من حساس عامود المرفق، يتم تحديد أفضل نقطة لتوقيت الاشتعال تؤخذ من الخريطة المبرمجة في وحدة التحكم، معتمدة في ذلك على معلومة سرعة دوران المحرك من حساس السرعة و الحمل من حساس كتلة الهواء أو (حساس الخانق). وعندما يكون عامود المرفق في الموقع الصحيح فان وحدة التحكم تحفز مراحل قدرة الاشتعال، فينقطع التيار الابتدائي وتقدح الشرارة.

15

تنظيم توقيت الاشتعال بالخريطة المبرمجة كما هو مبين الشكل (70):



شكل 70 تقديم أو تأخير الشرارة بالخريطة المبرمجة

16