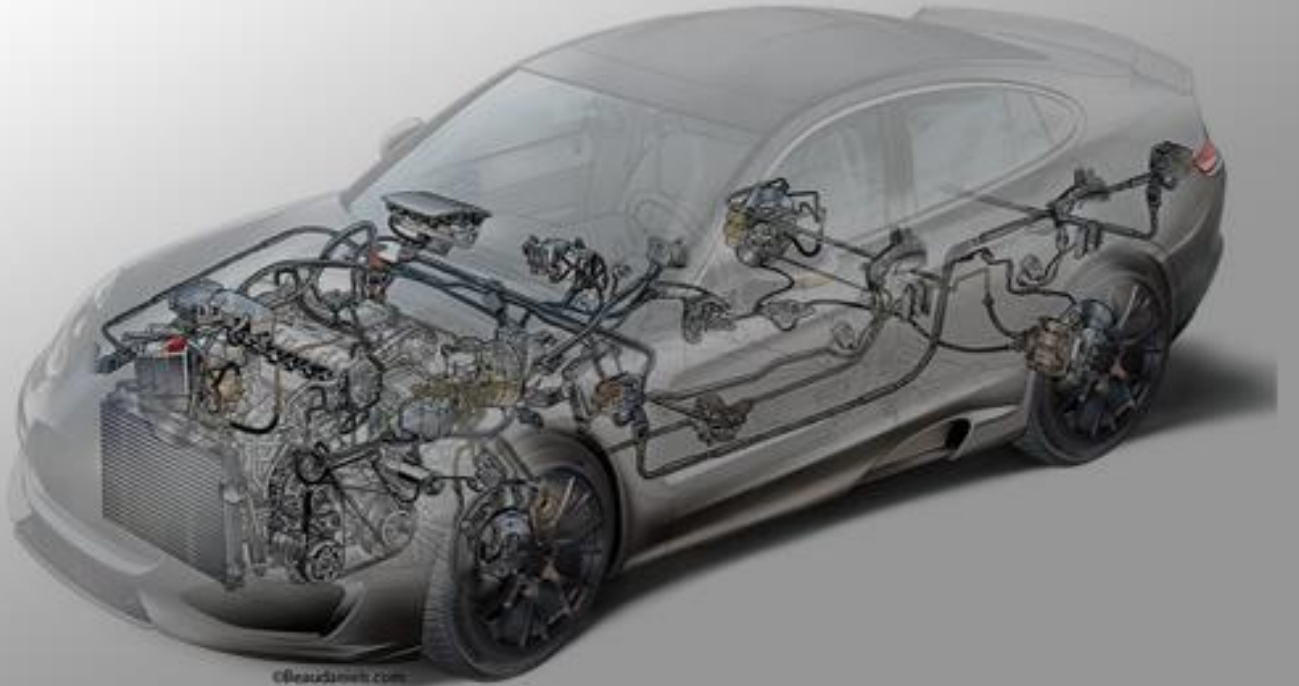




وزارة التربية والتعليم العالي

كتاب علم الصناعة تخصص كهرباء المركبات فرع التلمذة المهنية



©beaudamien.com

مقدمة الكتاب

يأتي هذا الكتاب في إطار تطوير مهارات طلبية فرع التلمذة المهنية في مجال كهرباء السيارات، بهدف تزويدهم بالمعارف النظرية والمهارات العملية التي تؤهلهم للاندماج الفعّال في سوق العمل ومواكبة التطور المتسارع في تقنيات المركبات الحديثة.

يرتكز هذا الكتاب على مبدأ الدمج بين التعلم النظري والتدريب العملي، حيث تم تصميم المحتوى النظري بأسلوب مبسّط ومنظم داخل البيئة الصفية، بينما تم إعداد الجزء العملي بشكل أساسي ليُنَفَّذَ داخل بيئة العمل الحقيقية (الورش ومراكز الصيانة)، بحيث يكتسب الطالب الخبرة المباشرة في التعامل مع المركبات والأعطال الواقعية باستخدام الأدوات والأجهزة المهنية.

ويؤكد هذا التوجه على أن التعلم العملي لا يقتصر على المختبرات المدرسية، بل يمتد إلى سوق العمل باعتباره البيئة الأكثر فاعلية لاكتساب المهارات المهنية الحقيقية. ومع ذلك، يمكن تنفيذ بعض التمارين والأنشطة العملية داخل المدرسة، وفق الإمكانيات المتاحة والوقت المخصص، وذلك بهدف التمهيد للتطبيق العملي وتعزيز الفهم قبل الانتقال إلى بيئة العمل.

ويغطي الكتاب موضوعات أساسية في كهرباء السيارات، بدءاً من المبادئ الكهربائية والإلكترونية، مروراً بمكونات الأنظمة الكهربائية في المركبة، وانتهاءً بعمليات الفحص والتشخيص باستخدام الأجهزة الحديثة. وقد تم التركيز على أساليب التعلم القائمة على حل المشكلات والتفكير العملي، بما يعزز من قدرة الطالب على التعامل مع الأعطال الحقيقية داخل بيئة العمل.

كما يولي هذا الكتاب أهمية خاصة لقواعد السلامة المهنية أثناء العمل، سواء داخل الورشة أو أثناء تنفيذ الأنشطة التعليمية، لضمان بيئة تدريب آمنة ومنظمة.

إن هذا الكتاب يُعد دليلاً تدريبياً متكاملًا يهدف إلى إعداد فنيين مؤهلين يمتلكون الكفاءة والمعرفة والمهارة، وقادرين على الاستجابة لمتطلبات سوق العمل في قطاع صيانة وخدمة المركبات.

والله ولي التوفيق.

الوحدة الأولى

اساسيات الكهرباء والبطارية



مقدمة الدرس الأول: أساسيات عامة في الكهرباء

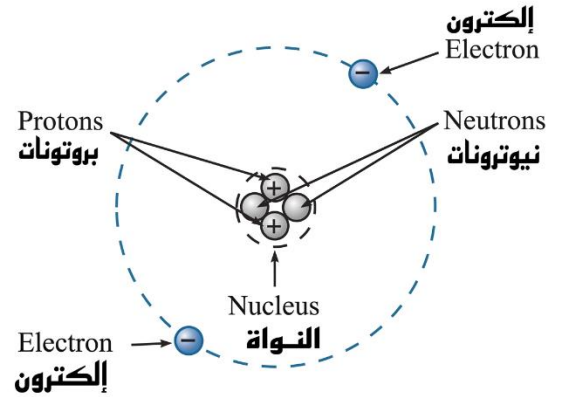
تُعدّ الكهرباء من الركائز الأساسية في عمل أنظمة السيارات الحديثة، إذ تعتمد عليها معظم أنظمة التشغيل والتحكم والسلامة والراحة. ومن هنا تأتي أهمية فهم المبادئ الأساسية للكهرباء قبل الانتقال إلى دراسة الدوائر الكهربائية وأنظمة السيارة المختلفة. إن الإلمام بمفاهيم الكهرباء العامة يمكن الطالب من تحليل الأعطال الكهربائية وفهم طريقة عمل المكونات مثل البطارية، والمولد، والمحركات الكهربائية، وأجهزة الاستشعار بصورة علمية ومنهجية.

يهدف هذا الدرس إلى تزويد الطالب بالمعارف الأساسية في علم الكهرباء، مثل مفهوم التيار الكهربائي، والجهد، والمقاومة، وأنواع الدوائر الكهربائية، إضافة إلى التعرف على المكونات الكهربائية الأساسية في السيارة مثل **علبة الفيوزات والريليهات**، ودورها في حماية الدوائر الكهربائية والتحكم في تشغيل الأحمال المختلفة. كما يشكّل هذا الدرس الأساس الذي تُبنى عليه الدروس اللاحقة، حيث لا يمكن التعامل مع كهرباء السيارات بشكل عملي وصحيح دون فهم هذه المبادئ الأولية.

مع نهاية هذا الدرس، سيكون الطالب قادرًا على استيعاب المفاهيم الكهربائية الأساسية وربطها بالتطبيقات العملية في أنظمة السيارات، مما يساعده على متابعة بقية محتوى الكتاب بثقة وفهم أعمق.

1- ما هي الكهرباء؟ تدفق الطاقة الخفية

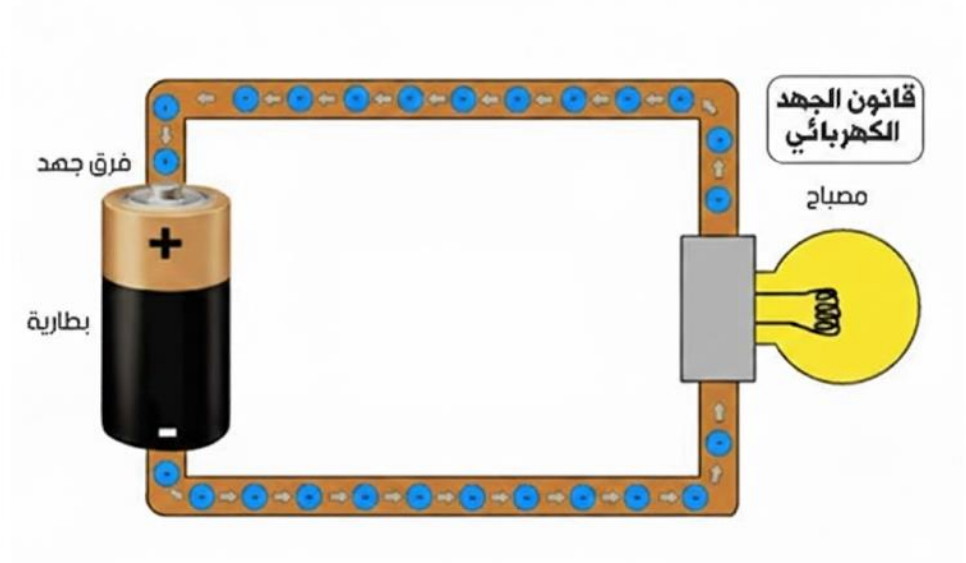
ببساطة، الكهرباء هي تدفق الإلكترونات في موصل و الإلكترونات هي جسيمات صغيرة جدًا موجودة في جميع المواد. عندما تتحرك هذه الإلكترونات بطريقة منظمة عبر مادة موصلة (مثل الأسلاك النحاسية)، فإننا نسمي هذا التدفق "تيارًا كهربائيًا". هذا التدفق هو الذي يحمل الطاقة ويشغل الأضواء والراديو والمحرك والمزيد في سيارتك.



2- الجهد Voltage القوة الدافعة الكهربائية

الجهد الكهربائي هو القوة الدافعة التي تؤدي إلى تحريك الإلكترونات داخل الدائرة الكهربائية، ويمكن تشبيهه بالضغط الذي يدفع الشحنات الكهربائية للانتقال من نقطة إلى أخرى. كلما زادت قيمة الجهد، زادت القدرة على دفع الإلكترونات، وبالتالي زادت القدرة على تشغيل الأحمال الكهربائية والقيام بعمل أكبر داخل الدائرة. يُقاس الجهد الكهربائي بوحدة الفولت (V).

في أنظمة كهرباء السيارات، تُعدّ البطارية المصدر الرئيسي للجهد الكهربائي، حيث توفر عادةً جهدًا اسميًا مقداره **12 فولت**. هذا الجهد هو المسؤول عن بدء حركة التيار الكهربائي في الدوائر المختلفة لتشغيل المكونات مثل وحدات التحكم، والإضاءة، وأنظمة التشغيل. وعندما يُقال إن بطارية السيارة ضعيفة، فإن ذلك يعني أن قيمة الجهد الصادر عنها أصبحت أقل من القيمة المطلوبة، مما يؤدي إلى عدم قدرة الدوائر الكهربائية على العمل بكفاءة، خاصة عند تشغيل الأحمال الكبيرة مثل محرك بدء التشغيل.



3- التيار الكهربائي :

التيار هو معدل تدفق الشحنات الكهربائية عبر نقطة معينة في الدائرة خلال فترة زمنية محددة. وبعبارة أخرى، هو كمية الشحنات التي تمر عبر الموصل في الثانية الواحدة. ويرمز له بالرمز I ، ويُقاس بوحدة الأمبير.

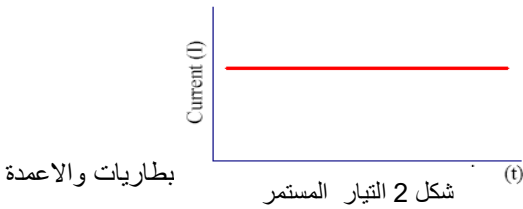
في أنظمة كهرباء السيارات، تسحب بعض المكونات تيارًا كهربائيًا عاليًا، مثل المصابيح الأمامية التي تحتاج إلى عدة أمبيرات لإنتاج الضوء، في حين تسحب مكونات أخرى مثل الراديو تيارًا أقل بكثير. وكلما زادت قيمة التيار، زادت كمية الطاقة الكهربائية المنقولة في كل ثانية.

ويُعدّ مرور تيار كهربائي مرتفع عبر سلك رفيع أمرًا خطيرًا، إذ قد يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة السلك وانصهاره أو التسبب في حدوث حريق. ولهذا السبب، تحتوي السيارات على الصمامات (Fuses) التي تنصهر وتقطع التيار الكهربائي عند تجاوزه الحد المسموح به، وذلك لحماية الأسلاك والمكونات الكهربائية.

: أنواع التيار

1- التيار المستمر :

وهو ثابت القيمة لا يتغير اتجاهه بالنسبة للزمن كما هو مبين في الشكل

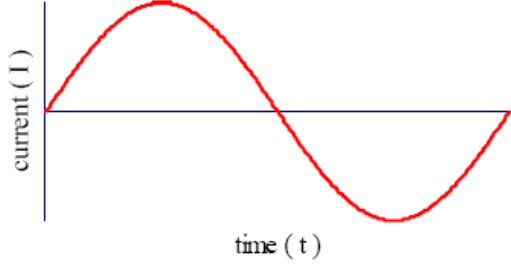


بطاريات والاعمد

كما ان هذا النوع يستخدم بشكل رئيسي في السيارات وعمليات اللحام حيث يتم تح والموحدات التي تعمل على توحيد اتجاه التيار المتناوب في المنازل .

2- التيار المتردد:

التيار المتردد هو نوع من التيار الكهربائي تتغير فيه جهة تدفق الشحنات الكهربائية بشكل دوري ومنتظم مع الزمن، أي أن الإلكترونات تتحرك ذهابًا وإيابًا داخل الموصل بدلاً من التحرك في اتجاه واحد ثابت. ويُرمز للتيار المتردد بالاختصار AC، وتُقاس شدته بوحدة الأمبير (A)، بينما يُقاس تردده بوحدة الهرتز (Hz).



شكل 3 : التيار المتردد

في أنظمة كهرباء السيارات، لا يُستخدم التيار المتردد بشكل مباشر لتغذية المكونات الكهربائية، إلا أنه يُنتج داخل المولد (Alternator) نتيجة دوران المجال المغناطيسي. يقوم المولد بتوليد تيار متردد يتم تحويله إلى تيار مستمر بواسطة وحدة التقويم (Rectifier) قبل توزيعه على أنظمة السيارة وشحن البطارية. ويُعد فهم التيار المتردد مهمًا لتحليل عمل المولد وأعطال الشحن في السيارة.

4- المقاومة الكهربائية Resistance :

المقاومة الكهربائية هي خاصية في المواد تحدد مدى إعاقتها لمرور التيار الكهربائي. فعندما تتحرك الشحنات الكهربائية داخل الموصل، تتعرض لاصطدامات مع ذرات المادة، مما يؤدي إلى تقليل سرعتها وبالتالي تقليل التيار المار. تختلف قيمة المقاومة باختلاف نوع المادة، حيث تكون منخفضة في المواد الجيدة التوصيل مثل النحاس، ومرتفعة جدًا في المواد العازلة. كما تتأثر المقاومة بأبعاد الموصل، فزيادة طول السلك تؤدي إلى زيادة مقاومته، بينما تؤدي زيادة مساحة مقطعه إلى تقليلها. تقاس المقاومة بوحدة الأوم (Ω)،

وتستخدم في الدوائر الكهربائية للتحكم في التيار وحماية المكونات الكهربائية من التلف.

اهم انواع المقاومات المستخدمة في المركبات :

توجد أنواع عديدة من المقاومات التي تستخدم في المركبات وفيما يلي اهم المقاومات :

1- المقاومة الكربونية Carbon resistor :

عبارة عن قضيب من السيراميك ترسب عليه مسحوق من الكربون ، كلما زادت كمية الكربون قلّت قيمة المقاومة ، يفضل استخدامها لأنها أصغر في الحجم ، وتكلفة صنعها قليلة ، دائما تكون مقاومة ثابتة .



شكل 5 : المقاومة الكربونية

2- المقاومة الحرارية Thermistor (NTC) :

هي مقاومة حساسة لدرجة الحرارة ، وتسمى المعامل الحراري السالب حيث كلما زادت درجة الحرارة قلّت قيمة المقاومة وبالعكس . وتستخدم بكثرة في المركبات لقياس حرارة القطع المختلفة مثل حرارة المحرك وحرارة الجير وحرارة الهواء وحرارة البطارية ولها أشكال عديدة حسب موقعها



حساس حرارة الهواء



حساس حرارة المحرك



حساس حرارة زيت الجير

بعض استخدامات مقاومات ال NTC في المركبات

3- المقاومة السلكية Wire-wound resistor :

عبارة عن سلك طويل يصنع من النيكل كروم ملف على قالب من السيراميك , تكون اكثر استقرارا واكثر دقة من المقاومات الكربونية , و يوجد منها نوعين : 1- مقاومة ثابتة 2- مقاومة متغيرة



4- المقاومة الضوئية Photoresistor :

تصنع من مادة حساسة للضوء مثل (cadmium sulfide) , كلما زادت شدة الضوء كلما قلت المقاومة . وتستخدم في أنظمة الإضاءة الاتوماتيكية في المركبات وأنظمة مساعدة السائق وتستخدم في مكيف المركبة لضبط المكيف حسب ضوء الشمس



5- المقاومة المتغيرة Variable resistors :

تستخدم للحصول على قيمة متغيرة من المقاومات , هذه المقاومات تسمى (potentiometer) , ولها استخدامات عديدة في المركبات مثل مفتاح جهاز الراديو لتغيير مستوى الصوت ومثل عوامة خزان الوقود



مقاومة متغيرة

العلاقة التي تربط التيار والجهد والمقاومة :

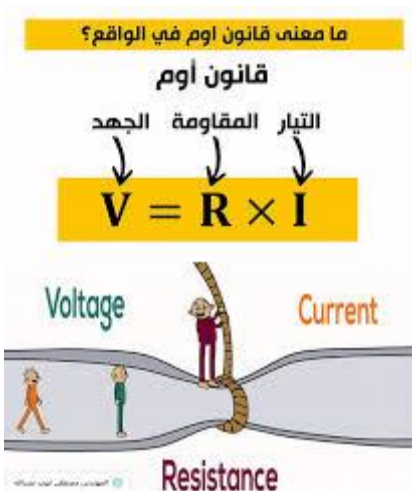
إن العلاقة بين الجهد الكهربائي والتيار والمقاومة ليست عشوائية، بل تخضع لقاعدة أساسية تُعرف باسم قانون أوم . ينص هذا القانون على أن الجهد الكهربائي يساوي حاصل ضرب شدة التيار في قيمة المقاومة، ويُعبّر عنه بالمعادلة:

$$(R) \text{ المقاومة} \times (I) \text{ التيار} = (V) \text{ الجهد}$$
$$V = I \times R \text{ :أو بصيغة مختصرة}$$

التطبيق العملي لقانون أوم في المركبات :

يساعد فهم هذه العلاقة على تفسير سلوك الدوائر الكهربائية في السيارة، ومن ذلك

- عند ثبات الجهد الكهربائي (مثل 12 فولت من بطارية السيارة)، فإن زيادة المقاومة في الدائرة الكهربائية، كوجود سلك تالف أو تآكل في الوصلات، تؤدي إلى انخفاض شدة التيار.
- عند انخفاض المقاومة بشكل كبير، كما في حالة حدوث ماس كهربائي، يرتفع التيار بشكل كبير جدًا، مما يؤدي إلى انصهار الفيوز لحماية الدائرة.
- يساهم فهم هذه العلاقة في تشخيص الأعطال الكهربائية، مثل معرفة سبب ضعف عمل أحد المكونات أو عدم وصول طاقة كهربائية كافية إليه.



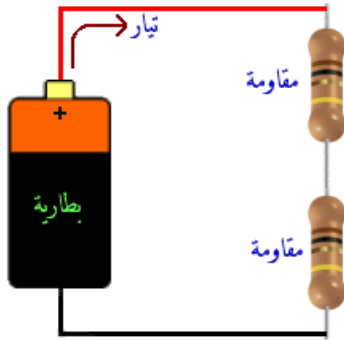
6- المكثفات :

المكثفات (Capacitors) هي مكونات إلكترونية بسيطة تُستخدم في المركبات لتخزين كمية صغيرة من الكهرباء ثم إعادة استخدامها بسرعة عند الحاجة. وظيفتها الأساسية هي تثبيت الجهد الكهربائي ومنع التغيرات المفاجئة التي قد تؤثر على عمل الأجهزة الإلكترونية مثل وحدة التحكم بالمحرك والحساسات والراديو. يساعد المكثف أيضًا على تقليل التشويش الكهربائي الناتج عن المولد والأحمال المختلفة داخل السيارة. تُقاس سعة المكثف بوحدة الفاراد (F) ، وبسبب كبر هذه الوحدة تُستخدم عمليًا وحدات أصغر مثل الميكروفاراد (μF) والنانوفاراد (nF) ، وتُختار قيمة السعة حسب مكان استخدام المكثف ووظيفته في الدائرة الكهربائية للمركبة.



7- القياسات الكهربائية:

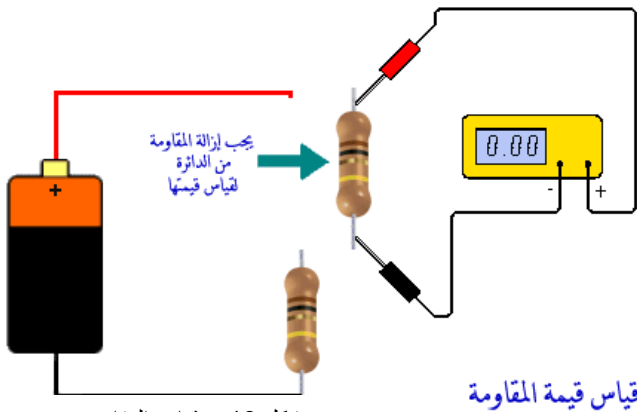
من الأهمية بمكان معرفة طريقة توصيل الملتيميتر لقياس المقاومة والجهد والتيار في الدوائر الإلكترونية حتى نحصل على القراءات الصحيحة ، لنفرض أن لدينا هذه الدائرة المكونة من بطارية تغذي مقاومتين



قياس المقاومة

لو أردنا قياس قيمة مقاومة موصلة بدائرة ما فيجب إزالتها من الدائرة قبل بدء القياس حتى نحصل على القراءة الصحيحة ، ثم نقوم بلمس طرف المجس الأحمر (الموجب) بأحد أطراف المقاومة وطرف المجس الأسود (السالب) بطرف المقاومة الآخر وسوف تظهر لنا قيمة المقاومة في شاشة الملتيميتر .

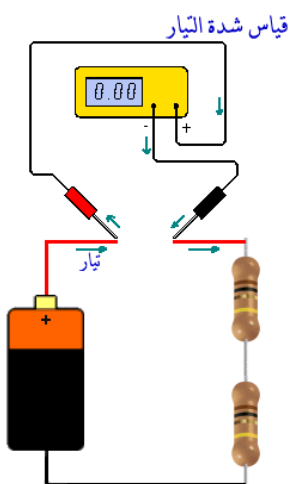
شكل 9: دائرة كهربائية مكونة من مقاومتين ومصدر جهد



قياس فرق الجهد

لو أردنا قياس قيمة فرق الجهد في المقاومة العلوية فما علينا إلا أن نلامس طرف المجس الأحمر (الموجب) بأحد أطراف المقاومة وطرف المجس الأسود (السالب) بطرف المقاومة الآخر وسوف تظهر لنا قيمة فرق الجهد في شاشة الملتيميتر

قياس شدة التيار



لو أردنا قياس شدة التيار المار في الدائرة فيجب أن نجعل التيار يمر عبر الملتيميتر لقياسه (أي يجب أن نوصل الملتيميتر بالتوالي مع الدائرة) كما هو موضح هنا فنرى هنا أن التيار يدخل إلى الملتيميتر عن طريق المقبض الأحمر ثم يغادره عن طريق المقبض الأسود ليكمل التيار دورته في الدائرة.

جهاز الملتيميتر :

الملتيميتر هو جهاز قياس كهربائي متعدد الاستخدامات يُستعمل لفحص وتشخيص الدوائر الكهربائية والإلكترونية، حيث يتيح قياس الجهد الكهربائي والتيار والمقاومة بدقة، إضافة إلى فحص الاستمرارية والتأكد من سلامة الأسلاك والمكونات. ويُعد الملتيميتر أداة أساسية في أعمال الصيانة وكهرباء السيارات، إذ يُستخدم لفحص جهد البطارية، التحقق من كفاءة نظام الشحن، وتشخيص أعطال الحساسات والدوائر، مما يساعد الفني على تحديد الخلل بسرعة ودقة مع الالتزام بإجراءات السلامة أثناء القياس

الفيزيات والمرحلات :



الرمز	الوظيفة
V~	جهد متردد (AC Voltage)
A==	تيار مستمر (DC Current)
V==	جهد مستمر (DC Voltage)
~A	تيار متردد (Alternating Current)
)))	الاستمرارية (Continuity)
Ω	المقاومة (Ohms)
HOLD	زر التثبيت (Hold Button)
Diode symbol	الدايود (Diode)
OFF	إيقاف التشغيل (Turn off)
hFE	معامل التكبير (Current gain)
Temperature symbol	درجة الحرارة (Temperature)
Capacitance symbol	سعة المكثف (Capacitance)
Hz	التردد (Frequency)

وظيفة الفيوزات في السيارة



- يتم تقسيم النظام الكهربائي في السيارة إلى دوائر متعددة مثل دائرة الإشعال، الشحن، الإضاءة، مساحات الزجاج، وغيرها لحماية هذه الدوائر من زيادة التيار أو حدوث قصر كهربائي، يتم تركيب فيوز في بداية كل دائرة.
- الفيوز يعمل كعنصر أمان: إذا ارتفع التيار فوق الحد المسموح للدائرة، ينصهر الفيوز ويفصل الكهرباء لمنع:
 - احتراق الأسلاك
 - تلف الأجهزة الكهربائية
 - حدوث حريق

2. مكان وجود الفيوزات

- توضع داخل علبة الفيوزات (Fuse Box) ، وغالبًا توجد قرب السائق أو في حجرة المحرك.
 - تحتوي على مخطط يوضح وظيفة كل فيوز وقيمة التيار المسموح له (بالأمبير)

3. طريقة تصميم الفيوز وكيف يعمل

- يتكون الفيوز من سلك رفيع من النحاس أو الألمنيوم أو مادة معدنية أخرى.
- هذا السلك مصمم بحيث ينصهر عند مرور تيار أعلى من الحد المحدد.
- كل نوع من الفيوزات له قيمة محددة (5A – 10A – 15A ...) ، وله أبعاد ومقاسات مختلفة.



4. لماذا يحترق الفيوز؟

احتراق الفيوز ليس مشكلة بحد ذاته، بل هو علامة على وجود خلل في الدائرة، ومن أسباب ذلك:

1. تحميل زائد (جهاز يسحب تيارًا أكبر من اللازم)
2. قصر كهربائي نتيجة سلك مكشوف أو تلامس بين سالب وموجب
3. عطل في الأجهزة مثل موتور مروحة أو مضخة وقود
4. سوء توصيل أو تلف في الأسلاك
5. استبدال جهاز بآخر يستهلك تيارًا أعلى من قدرة الدائرة

5. أخطاء خطيرة يجب تجنبها

- استبدال الفيوز بفيوز أعلى قيمة:
مثل وضع 20 A بدل 10 A يؤدي إلى ذوبان الأسلاك وربما احتراق السيارة.
- استعمال سلك نحاس بدل الفيوز:
يمنع انصهار الفيوز فيبقى الخطر قائماً ويزيد احتمال الحريق.
- استعمال فيوزات تالفة أو غير مطابقة للمواصفات.

6. أنواع الفيوزات الشائعة

- الفيوز البلاستيكي المربع (Blade Fuse): الأكثر استخداماً.



- الفيوز الأسطواني (Tube Fuse): أقل استخداماً في السيارات الحديثة.
- يختلف الشكل حسب نوع السيارة والجهة المصنعة.



فيوز على شكل وصلة



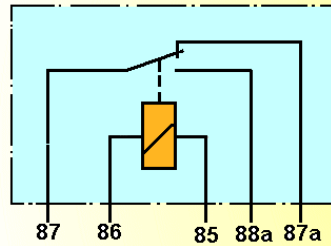
المرحلات (الريليهات)

يعمل المرحل الكهربائي (الريليه) كمفتاح تحكم من بُعد. ويستخدم المرحل الكهربائي تياراً كهربائياً صغيراً للتحكم في تيار أكبر في الدائرة الكهربائية. ويتم ذلك بمساعدة ملف صغير يسبب غلق وفتح نقاط تلامس.

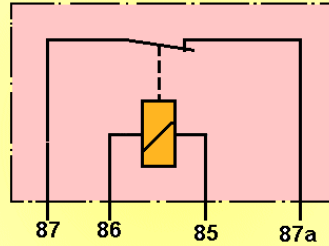
اهم أنواع أنواع المرحلات المستخدمة في المركبات



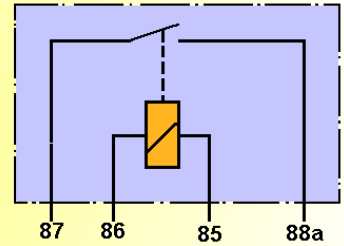
- 1- **مرحل مع ملامس موصل:**
عند مرور تيار في دائرة التحكم فإنه يعمل على توصيل التيار في دائرة التشغيل.
- 2- **مرحل مع ملامس فاصل:**
عند مرور تيار في دائرة التحكم فإنه يعمل على فصل التيار في دائرة التشغيل.
- 3- **مرحل مع ملامس مبدل:**
عند مرور تيار في دائرة التحكم فإنه يعمل على تبديل نقاط التوصيل.



مرحل مع ملامس مبدل



مرحل مع ملامس فاصل



مرحل مع ملامس موصل

التمارين العملية والفحوصات

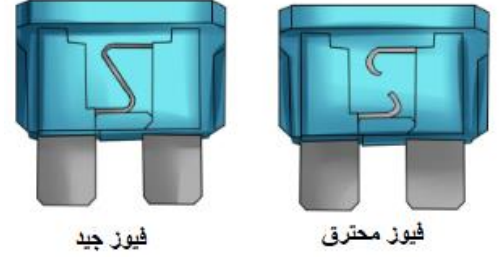
التمرين الأول فحص الفيوزات

يتم فحص الفيوزات بواسطة طريقتين:

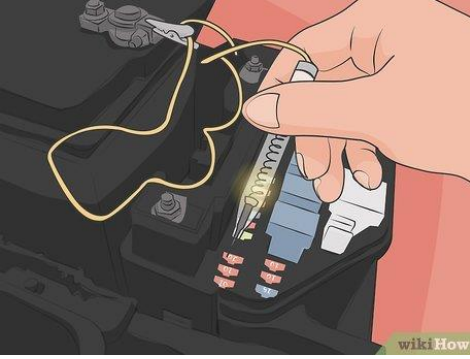
- 1- **استخدام لمبة الفحص:**
يتم توصيل طرف لمبة الفحص بالأرضي في الشاسية والطرف الآخر يوضع على طرف الفيوز فيجب عند توصيل الطرفين الخاصين بالفيوز أن تضيء لمبة الفحص أما عندما لا تضيء فهذا يدل على عدم وصول التيار الكهربائي إلى الفيوز أما عند ما لا يضيء طرف والآخر لا يضيء فإن هذا يدل على تلف الفيوز.



2- بواسطة فك الفيوز من مكانه:
يتم اختبار الفيوز عن طريق فكّه بواسطة الملقاط أو بواسطة الزرادية ومن ثم الكشف عليه بواسطة النظر للتأكد من سلامة التوصيل بين الأطراف.



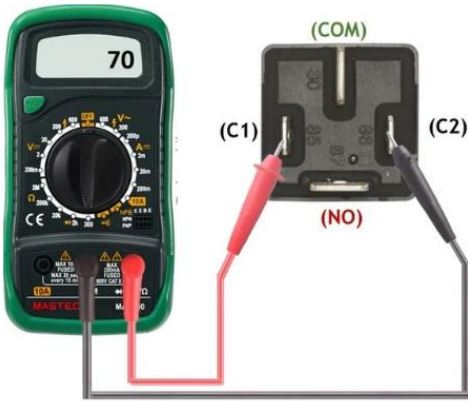
3- فحص تدفق التيار في الفيوز باستخدام لامبة الفحص :
يتم وصل لامبة الفحص بين القطب السالب (أو جسم المركبة) أطراف الفيوز إذا كان التيار يسري في الفيوز يجب أن تضيء اللامبة على طرفي الفيوز



فحص الريليه رباعي الأطراف :

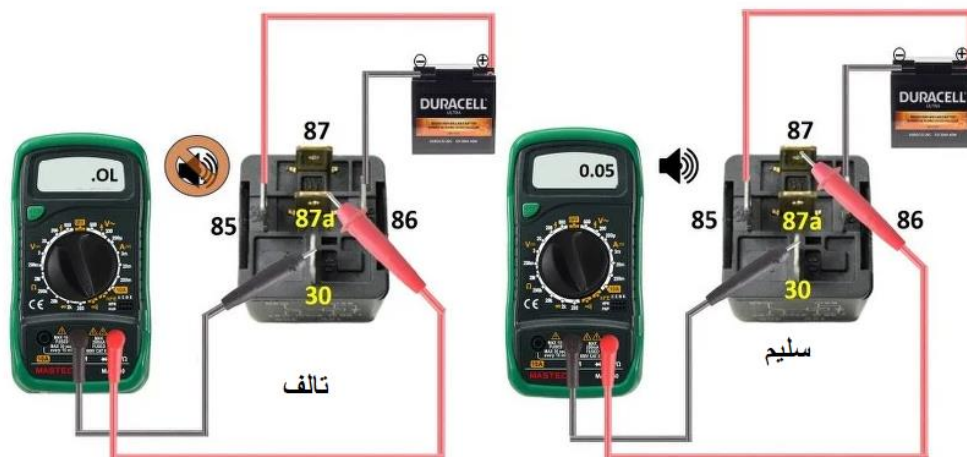
1- فحص مقاومة ملف الريليه
يتم فحص قيمة المقاومة بجهاز الاوميتر وتوصيله على اطراف الملف رقم 85 و 86 (قد يختلف حسب الشركة) ويتم ضبط الجهاز على Ω أو على إشارة الزامور
إذا كان الملف سليم سيقس الجهاز مقاومة الملف وهي حوالي 50-100 اوم
أو حسب وعند ضبط الجهاز على الزامور يعطي صوت
إذا كان الملف تالف يعطي قراءة OL (لايوجد مقاومة) وعند استخدام الزامور لا يصدر أي صوت

2- فحص جودة التوصيل (نقاط التماس الداخلية)
قم بوصل بطارية 9 فولت أو بطارية السيارة على الخطوط 30 و 87 وصل أطراف الفولتميتر على الخطوط 86 و 87 وقارن النتائج حسب الجدول



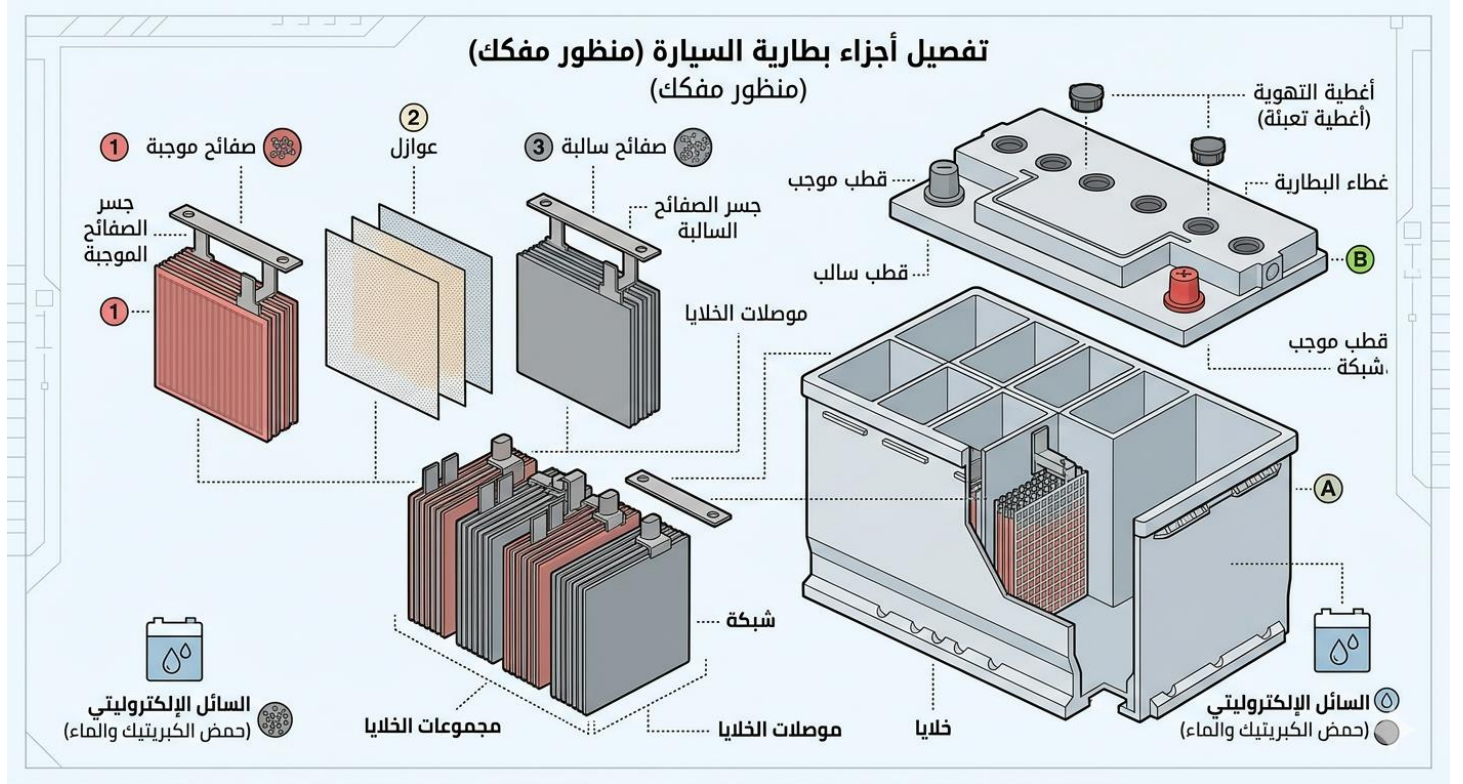
ريليه سليم عند توصيل البطارية، سمعت صوت "طقة"، وقراءة الملتيميتر تغيرت إلى قيمة منخفضة جداً (مثل 0.05) وبدأ الجهاز يصدر صوت صفير.
ريليه تالف عند توصيل البطارية، قد تسمع "طقة" أو لا تسمعها، ولكن قراءة الملتيميتر بقيت OL (Open Loop). ولم يصدر الجهاز أي صوت.

✓ الريليه يعمل بشكل ممتاز. الملف يقوم بإغلاق الدائرة بين الطرفين 30 و 87 كما هو مطلوب
✗ الريليه تالف. هذا يعني أن نقاط التلامس الداخلية متآكلة أو مكسورة ولا توصل الكهرباء حتى بعد تفعيل الملف.



الدرس الثاني

البطارية الحمضية lead-Acid Battery



الوحدة الثاني : البطارية الحمضية

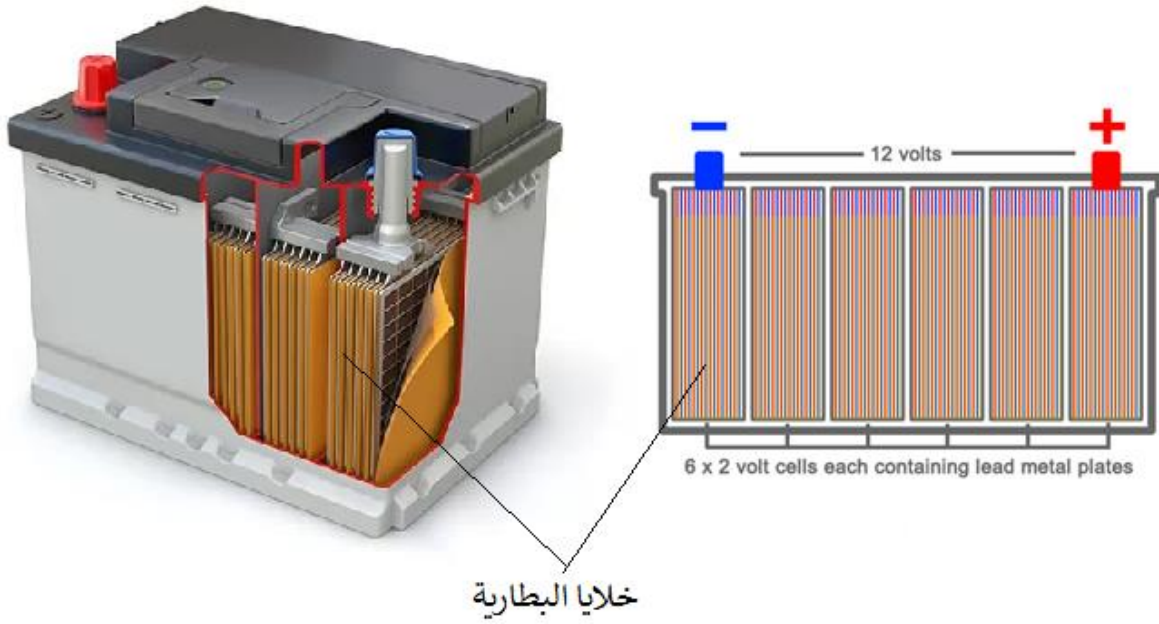
تُعدّ البطارية الحمضية (Lead-Acid Battery) القلب النابض لأي مركبة تعمل بالاحتراق الداخلي، فهي أكثر من مجرد مصدر لتشغيل المحرك. إنها حجر الزاوية الذي يضمن عمل جميع الأنظمة الكهربائية والإلكترونية بكفاءة واستقرار. تخيل أنك تقود سيارة متطورة تعتمد على عشرات الحساسات ووحدات التحكم والحواسيب... كل ذلك يعتمد في النهاية على إمداد ثابت وموثوق للطاقة الكهربائية.

1- وظائف البطارية الحمضية

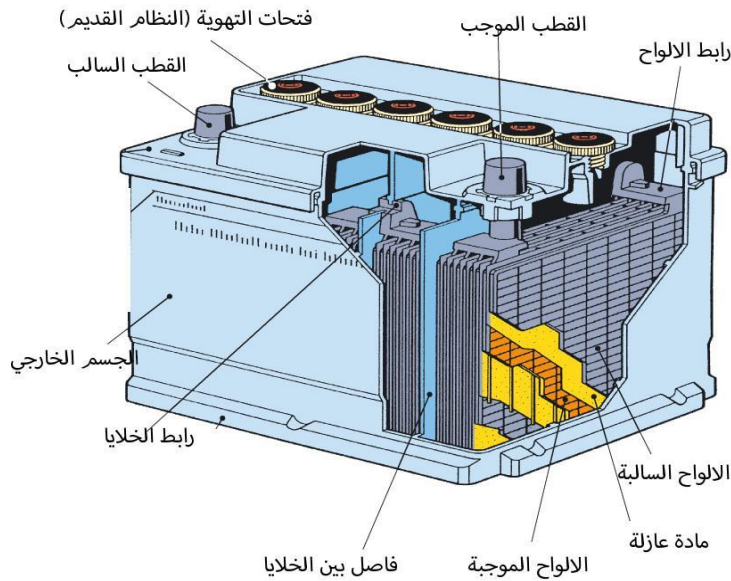
1. وظيفة تشغيل المحرك (**Cranking Power**): توفير تيار عالٍ جداً لتشغيل المحرك الميكانيكي وهي الوظيفة الأساسية التي تُعرف بها.
2. تغذية الأنظمة عند التوقف (**Accessory Power**): الحفاظ على عمل الأنظمة الأساسية (كالإنارة والذاكرة وأجهزة الإنذار) عندما لا يعمل المولد. وعند ركن المركبة
3. تنظيم واستقرار الجهد (**Voltage Buffer**): تعمل كمخزن مؤقت كهربائي لامتصاص التقلبات والتذبذبات في جهد المولد (الدينامو)، مما يحمي المكونات الإلكترونية الحساسة من التلف.
4. دعم الأنظمة المتقدمة (**Start-Stop Systems**): ضرورية لتشغيل وإيقاف المحرك المتكرر في أنظمة **Start-Stop** الحديثة، وتتطلب أنواعاً خاصة (AGM/EFB) لهذا الغرض.
5. دعم الحمل العالي (**Peak Load Support**): تعمل كمساعد للمولد لتلبية الطلب الكهربائي الفائق الذي يتجاوز قدرة المولد اللحظية (مثل تشغيل جميع الأحمال بالتزامن).

2- مكونات البطارية الحمضية:

- 1- تتكون البطارية الحمضية من صندوق البطارية (الجسم الخارجي) ويحتوي الصندوق على مجموعة من الخلايا cells والجهد الاسمي لكل خلية حوالي 2 فولت بمعنى ان بطارية السيارة ذات ال 12 فولت تتكون من 6 خلايا متصلة مع بعضها على التوالي وبطاريات بعض المركبات الثقيلة تكون 24 فولت اي تتكون من 12 خلية



2- مكونات الخلايا: - تتكون كل خلية من الخلايا من مجموعة من الألواح الموجبة والألواح وجموعة السالبة ويكون اللوح الموجب مصنوع من اكسيد الرصاص بينما اللوح الموجب يكون مصنوع من عجينة الرصاص يفصل بين الألواح الموجبة والسالبة مادة عازلة تصنع



3- تكون جميع الخلايا مغمورة بسائل يسمى الإلكتروليت ووظيفته الأساسية هي العمل كوسيط ناقل للأيونات لتسهيل التفاعل الكهروكيميائية بين الألواح الرصاصية، مما يؤدي إلى توليد وتخزين الطاقة الكهربائي

4- . مكونات الإلكتروليت:

1. حمض الكبريتيك المركز: هو المكون الكيميائي النشط الذي يشارك مباشرة في تفاعلات الشحن والتفريغ.
2. الماء المقطر: يعمل كمذيب ومخفف للحمض، مما يسمح للأيونات بالتحرك بحرية.

في البطارية المشحونة بالكامل، يكون تركيز الحمض في الإلكتروليت حوالي 30% إلى 37% من حيث الوزن (حسب نوع البطارية) ويمكن من خلاله معرفة حالة البطارية

في البطارية المشحونة بالكامل، تكون الكثافة النوعية للمحلول عادةً بين 1.265 و 1.275. أما في البطارية الفارغة أو المُفرغة من الشحن، فتكون أقل، عادةً حوالي 1.12 إلى 1.18.

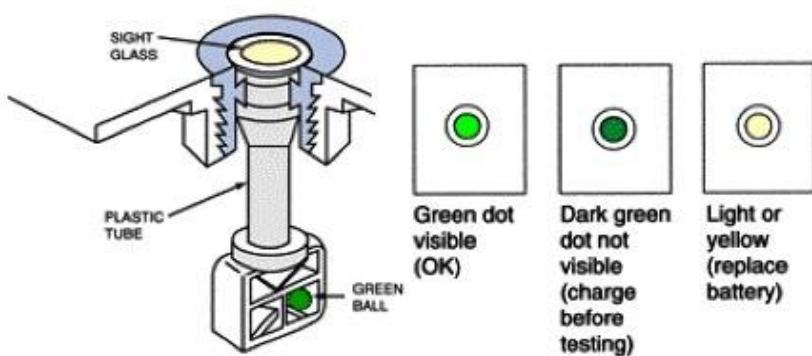
تقاس الخاصية النوعية باستخدام جهاز قياس يطلق عليه الهيدروميتر. انخفاض هذه القيمة يشير إلى تفريغ البطارية أو تدهور حالتها، في حين أن القيمة المرتفعة تدل على بطارية مشحونة وصالحة للاستخدام.



3 - البطارية التي لا تحتوي على فتحات للصيانة والمزودة بهيد وميتر مدمج

البطارية الخالية من الصيانة (Maintenance-Free Battery) هي نوع من البطاريات الحمضية المغلقة لا تحتاج إلى إضافة ماء مقطر بشكل دوري. تم تصميمها بحيث تقلل من فقدان الإلكتروليت وتمنع تسرب الأحماض، مما يجعلها آمنة وسهلة الاستخدام في السيارات أو الأنظمة الثابتة.

غالبًا ما تحتوي هذه البطاريات على هيد وميتر مدمج (Built-in Hydrometer) يساعد المستخدم في معرفة حالة شحن البطارية دون الحاجة إلى فتحها.



مثال عن دلالات ألوان الهيدروميتر (قد تختلف من شركة لأخرى وعادة ما تكتب معلومات توضيحية على نفس البطارية)

اللون	المعنى	الاجراء المطلوب
اخضر	البطارية مشحونة بنسبة 65% الى 10%	البطارية طبيعية
اسود/رمادي	البطارية تحتاج إلى شحن (أقل من 65%)	اشحن البطارية
ابيض شفاف	مستوى الإلكتروليت منخفض	ضف ماءً مقطرًا (إن أمكن) ثم اشحن البطارية

4- خصائص البطارية: (المعلومات التي تكتب على ملصق البطارية)

1- جهد البطارية:

جهد البطارية بالفولت (V): يشير إلى الجهد الاسمي للبطارية، مثل 12 فولت أو 6 فولت وعادة ما يكون الجهد الاسمي أقل من الجهد الفعلي عندما تكون البطارية مشحونة حيث يصل الجهد الفعلي إلى حوالي 14.5 فولت

2- سعة البطارية بالأمبير ساعة Ampere hour

سعة البطارية الحمضية (Lead-Acid Battery Capacity) تُقاس بالأمبير-ساعة (Ah)، وهي تعبر عن كمية التيار الذي يمكن للبطارية توفيره لمدة زمنية معينة قبل أن تفرغ تمامًا وتحتاج إلى إعادة شحن.

مثال

بطارية 12 فولت وسعتها 60 أمبير-ساعة تعني أنها يمكنها نظريًا تزويد تيار شدته 1 أمبير لمدة 60 ساعة، أو 6 أمبير لمدة 10 ساعات، أو 60 أمبير لمدة ساعة واحدة تقريبًا.

3- أقيمة تيار بدء التشغيل البارد CCA

هو مقياس لقدرة بطارية 12 فولت على توفير أقصى تيار (بالأمبير) يمكن أن تحافظ عليه لمدة 30 ثانية عند درجة حرارة شديدة البرودة تصل إلى -18 مئوية (صفر فهرنهايت)، دون أن ينخفض جهدها عن 7.2 فولت.

الأهمية

- القوة في البرد: تمثل هذه القيمة قوة دفع البطارية الكهربائية اللازمة لتشغيل المحرك في الطقس البارد.
- علاقة طردية: كلما كانت قيمة CCA أعلى (مثل CCA 600 مقارنة بـ CCA 450)، كانت البطارية أقوى وأفضل في تشغيل المحرك في الأجواء الباردة.
- الحاجة للمناطق الباردة: تحتاج السيارات في المناطق الباردة جدًا إلى بطارية ذات CCA أعلى لضمان بدء تشغيل موثوق به.

4- التصنيف الاحتياطي للبطارية (Reserve Capacity (RC

هو المدة الزمنية (بالدقائق) التي يمكن أن تُزود فيها البطارية بتيار 25 أمبير قبل أن ينخفض الجهد إلى 10.5 فولت (لبطارية 12 فولت)، عند درجة حرارة 25°C.

بمعنى أبسط الـ RC يُظهر كم من الوقت يمكن للبطارية تشغيل الأحمال الكهربائية الأساسية في حال تعطل المولد (Alternator).

مثال توضيحي:

إذا كانت البطارية تحمل $RC = 120$ دقيقة فهذا يعني أنها تستطيع تشغيل الأحمال بتيار 25 أمبير لمدة ساعتين تقريبًا قبل أن تفرغ تمامًا.

أهمية RC: مفيد لتقييم البطارية في الطوارئ (مثل توقف المولد).

5- البطاريات المستخدمة في السيارات الحديثة:

مع تطور الأنظمة الكهربائية في المركبات الحديثة، ظهرت أنواع متقدمة من البطاريات لتلبية متطلبات الأداء العالي وأنظمة **Start-Stop**، وهي بطاريات **AGM** و **EFB**.

1. بطاريات (AGM) Absorbent Glass Mat

تحتوي هذه البطاريات على فاصل من الألياف الزجاجية الدقيقة يمتص الإلكتروليت تمامًا، مما يمنع تسربه ويسمح بنقل الأيونات بكفاءة عالية.

المزايا:

- عمر أطول مقارنة بالبطاريات التقليدية.
- مقاومة عالية للاهتزازات والحرارة.
- قدرة ممتازة على الشحن والتفريغ السريع.
- أداء قوي في أنظمة **Start-Stop** (التوقف والتشغيل).

2. بطاريات (EFB) Enhanced Flooded Battery

هي تطوير للبطارية التقليدية المغمورة، إذ تحتوي على ألياف محسنة للألواح الموجبة لتحسين الأداء والدورة العمرية.

المزايا:

- أداء أفضل بنسبة تصل إلى 200% من البطاريات التقليدية.
- تتحمل عددًا أكبر من دورات الشحن والتفريغ. (عمر أطول)
- مناسبة لأنظمة **Start-Stop** البسيطة.

الفحوصات والتمارين العملية

يتم شرح التمارين العملية للطالب ويتم تنفيذ التمارين السريعة في المدرسة ويقوم الطالب بتطبيق باقي التمارين في الورشة ويناقشها نتائجها مع المعلم في المدرسة ومشرف التدريب

التمرين الأول : فك وتركيب البطارية عن المركبة :

متطلبات السلامة:

- لا تلمس الأقطاب بيدين مبللتين أو أدوات معدنية في الوقت نفسه.
- تجنب إمالة البطارية لتفادي تسرب الحمض.
- تجنب لبس أي قطع معدنية مثل الساعة أثناء العمل

فك البطارية:



1. تأكد من إيقاف المحرك وإزالة مفتاح التشغيل.
2. افصل القطب السالب (-) أولاً لتجنب حدوث قصر كهربائي.
3. افصل القطب الموجب (+) بعد التأكد من فصل السالب تمامًا.
4. أزل المشابك أو المسامير المثبتة للبطارية على الحامل.
5. ارفع البطارية بحذر باستخدام اليدين أو المقبض المخصص لها.
6. نظف مكان تثبيت البطارية من الأوساخ أو التآكل باستخدام محلول بيكربونات الصوديوم.
7. ضع البطارية في مكان آمن ومستوى بعيداً عن الشرر أو الحرارة.

تركيب البطارية:

1. ضع البطارية الجديدة أو المفحوصة في مكانها الصحيح على الحامل داخل المركبة.
2. ثبت البطارية بإحكام باستخدام المشبك أو القاعدة الخاصة بها لتجنب الاهتزاز أثناء التشغيل.
3. نظف الأقطاب من الأوساخ أو التآكل قبل التوصيل.
4. صل القطب الموجب (+) أولاً، ثم القطب السالب (-).
5. تأكد من إحكام التوصيلات ومن عدم وجود ارتخاء في الكوابل.
6. ضع طبقة رقيقة من الشحم على الأقطاب لمنع الصدأ والتآكل.
7. شغل المحرك وتحقق من عمل الأنظمة الكهربائية بشكل طبيعي.
8. افحص الجهد بالملتيميتر للتأكد من أن قيمة الجهد حسب المواصفات

التمرين الثاني : فحص الجهد الكهربائي (Voltage Test)

- الأداة المستخدمة: جهاز الفولتميتر أو المليميتر. (Multimeter).
- طريقة الفحص:

- أوقف تشغيل المحرك أو النظام لمدة لا تقل عن 2-3 ساعات (لتثبيت الجهد).
- ضع الطرف الموجب على القطب الموجب، والطرف السالب على القطب السالب.



حالة البطارية	الجهد (V)
مشحونة بالكامل	12.6 – 12.8
شحن جزئي	12.4 – 12.5
بحاجة إلى شحن	12.2 – 12.3
البطارية ضعيفة أو تالفة	أقل من 12.0

التمرين الثالث : فحص الكثافة النوعية للإلكتروليت (Specific Gravity Test)

- الأداة المستخدمة: الهيدروميتر. (Hydrometer).



الطريقة:

- استخدم الهيدروميتر اليدوي لسحب كمية من السائل من كل خلية.
- سجّل قراءة الكثافة لكل خلية على حدة.
- القيم النموذجية:

حالة الخلية	الكثافة النوعية
مشحونة بالكامل	1.265 – 1.285
شحن جزئي	1.225 – 1.240
تحتاج إلى شحن أو الخلية ضعيفة	أقل من 1.200

- **ملاحظة:** يجب أن تكون القراءات متقاربة بين الخلايا (الفرق أقل من 0.025). إذا كانت إحدى الخلايا منخفضة بشكل كبير تكون الخلية تالفة.

التمرين الرابع : فحص مستوى الإلكتروليت (Electrolyte Level Test)

- ينطبق فقط على البطاريات القابلة للصيانة.
- تأكد من أن مستوى السائل يغطي الصفائح المعدنية داخل الخلايا بحوالي 1 سم على الأقل.
- إذا كان منخفضاً: أضف ماءً مقطرًا فقط حتى المستوى المحدد، ثم اشحن البطارية قبل الاستخدام.

التمرين الخامس : فحص حالة الأقطاب والكابلات (Terminal Inspection)

- 1- تحقق من نظافة الأقطاب (بدون تآكل أو صدأ). وتحقق من إحكام التوصيلات وعدم وجود اهتزازات.
- 2- نظف الأطراف بفرشاة معدنية أو محلول بيكر بونات الصوديوم والماء، ثم جففها جيدًا.



التمرين السادس: اختبار الحمل للبطارية الحمضية: (Load Test)

يُستخدم لمعرفة قدرة البطارية على تزويد تيار قوي تحت الحمل.

- **الخطوات:**
- اشحن البطارية بالكامل.
- تأكد من سلامة فولتية البطارية قبل التحميل
- ضع حملاً يعادل نصف قيمة التيار CCA لمدة 15 ثانية. يمكن استخدام جهاز خاص أو أي حمل كهربائي مثل دفاية الركاب

- راقب الجهد أثناء الاختبار:
- إذا بقي أعلى من 9.6 فولت → البطارية جيدة
- إذا نزل تحت 9.6 فولت → البطارية ضعيفة أو تالفة



بعض اشكل اجهزة فحص البطارية على الاحمال

التمرين السابع - شحن البطارية بشاحن خارجي:

خطوات شحن البطارية:

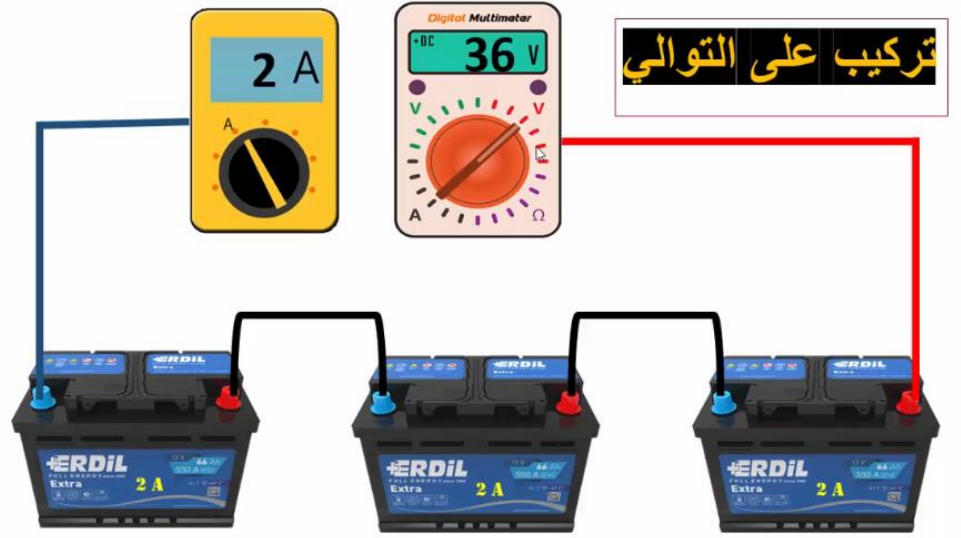
- 1- اضبط جهاز الشحن على الجهد المناسب (معظم الأجهزة تشحن بطاريات 12 و 24 بنفس الشاحن)
- 2- اضبط تيار الشحن: أغلب أجهزة شحن بطاريات السيارات الحديثة تحتوي على ضبط اوتوماتيكي لسرعة أو تيار الشحن، وفي حال كان الجهاز قابل للضبط يتم ضبط الجهاز على التيار المثالي للشحن ويساوي تقريباً ساعة البطارية مقسومة على 10. فمثلاً لو كانت ساعة البطارية 60AH يتم شحنها بتيار مقداره 6 امبير
- 3- إذا كانت البطارية موجودة على المركبة افصل القطب السالب للبطارية قبل وصل الشاحن لضمان سلامة الأجهزة في حال حدوث أي خلل
- 4- أوصل الطرف الموجب للجهاز مع الطرف الموجب للبطارية ثم أوصل الطرف السالب للجهاز مع الطرف السالب للبطارية
- 5- في حال كانت البطارية من النوع ذات الاغطية القابلة للفك يجب فك الاغطية قبل تشغيل الشاحن
- 6- - قم بتشغيل الشاحن وراقب الجهد والتيار أثناء الشحن حتى تمتلئ البطارية (عادةً خلال 4-10 ساعات حسب السعة).

التمرين الثامن شحن أكثر من بطارية في نفس الوقت على التوالي :

يتم التوصيل حسب المخطط بالصورة

$$\text{جهد الشاحن} = \text{مجموع جهد البطاريات} = 12 + 12 + 12 = 36$$

تيار الشحن = تيار الشحن لأقل بطارية ساعة بين البطاريات



التمرين التاسع - شحن أكثر من بطارية على التوازي

يتم التوصيل حسب المخطط بالصورة

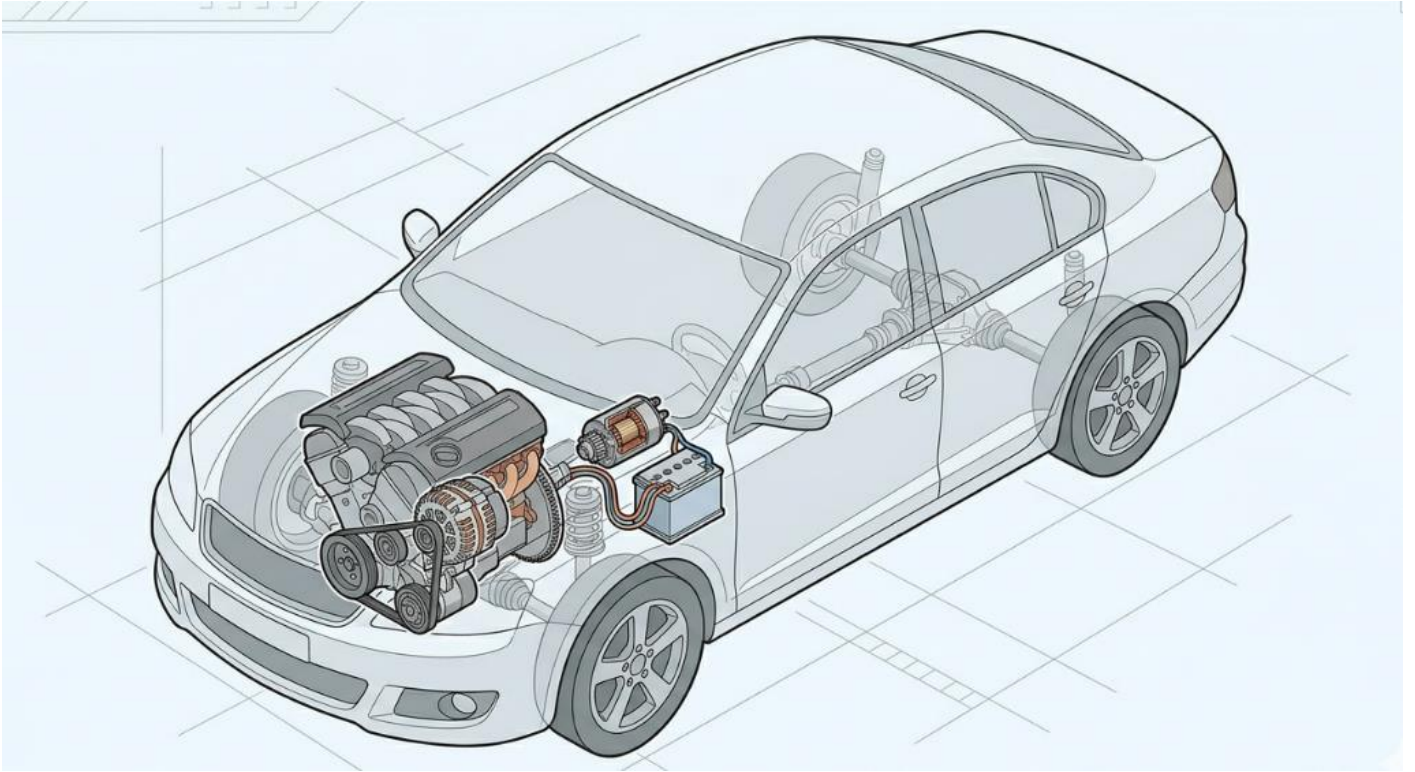
جهد الشاحن = جهد بطارية واحدة = 12 فولت

تيار الشحن = مجموع تيار الشحن لجميع البطاريات = $2 + 2 + 2 = 6$ امبير



الوحدة الثانية أنظمة الشحن وبدا الحركة

Starting and charging system



نظام بدا الحركة starting system

مقدمة :



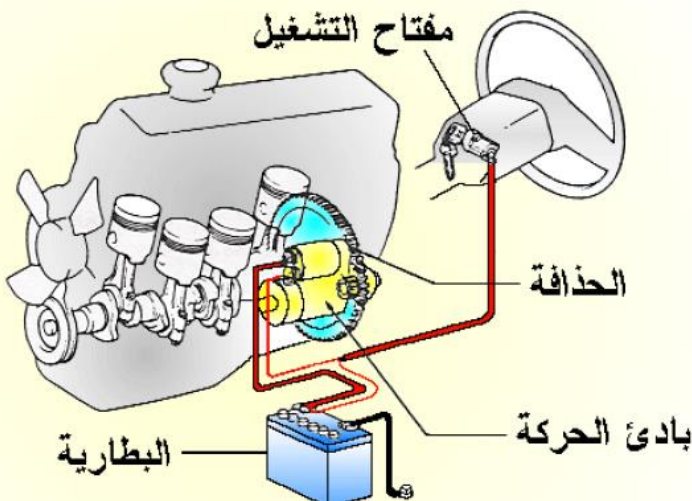
لإدارة محرك الاحتراق الداخلي في حالة السكون والوصول به إلى سرعة يستطيع بعدها العمل بعزم دورانه الخاص، يجب استخدام وسيلة خارجية للمساعدة في التغلب على المقاومات.

في السابق، كان يتم ذلك بواسطة ذراع خاص يسمى "الهندل" (Handel/Crank handle)، لكن هذه الطريقة كانت صعبة وشاقة.

تم استبدالها بوسيلة أسهل وأفضل هي "بداى الحركة" أو "السلف" (Starter)، وذلك عن طريق تحويل التيار الكهربائي القادم من البطارية إلى طاقة حركية داخل بداى الحركة نفسه.

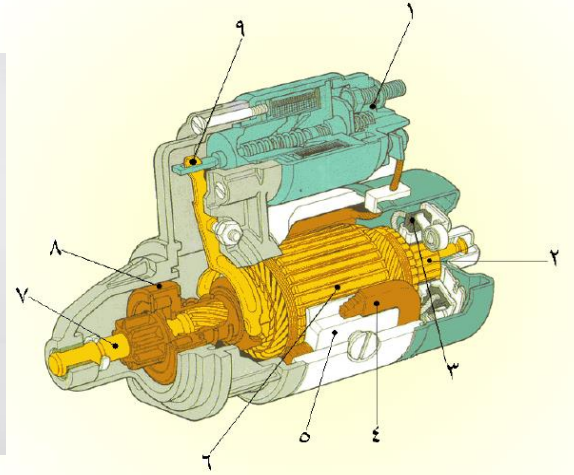
وحتى يقوم بوظيفته على أكمل وجه يجب ان يتغلب على معوقات منع الحركة المقاومات التي يجب التغلب عليها لبدء

- 1- مقاومة الضغط في أسطوانات المحرك.
- 2- مقاومة القصور الذاتي الناجمة عن نقل أجزاء المحرك، وخاصة الحذافة (Flywheel).
- 3- مقاومة لزوجة الزيت، خاصة إذا كان المحرك بارداً.
- 4- مقاومة احتكاك أجزاء المحرك الميكانيكية ببعضها.



فمحرك البنزين السليم يستطيع أن يدور بسرعة من 60 إلى 90 لفة/دقيقة عند درجة حرارة صفر وتكون قدرة بداى الحركة (السلف/المارش) في حدود واحد ونصف حصان والتيار اللازم في حدود ٣٠٠ أمبير . أما محرك الديزل (له نفس عدد الأسطوانات) فربما يحتاج أن يدار بسرعة من 80 إلى 200 لفة/دقيقة وذلك قبل أن يعتمد المحرك على نفسه في استمرارية دورانه وتتراوح

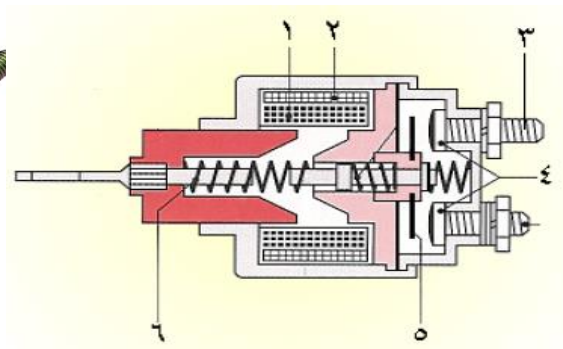
أجزاء محرك بدا الحركة :



- | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1 - المفتاح الكهرومغناطيسي "الدقمة" | 2 - عضو التوحيد "المجمع" | 3 - الفرش |
| 4 - ملفات التنبيه | 5 - أحذية ملفات التنبيه | 6 - عضو الإنتاج |
| 7 - عمود بادئ الحركة | 8 - قابض السرعة | 9 - ذراع الدفع |

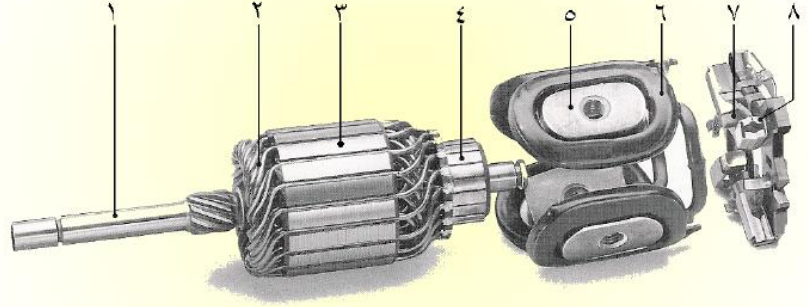
أولاً: المفتاح الكهرومغناطيسي (أوتوماتيك السلف)

يتكون المفتاح الكهرومغناطيسي من ملفات سحب موصلة مع طرف بادئ الحركة تتميز بكبر قطرها ، ومن ملفات الإيقاف التي تحتوي على نفس العدد من اللفات التي تحتويها ملفات السحب ولكنها تمتاز بصغر قطرها ويتم توصيلها مع الأرضي ، وكذلك من ياي إرجاع ونقاط اتصال ومكونات أخرى تكمل قيامه بعمله ، حيث يؤدي المهام التالية - 1 يقوم بدفع ترس بادئ الحركة "البنيون" للتعشيق مع ترس الحذافة - 2 . يعمل كمفتاح رئيس يسمح بمرور تيار كهربائي شديد من البطارية إلى محرك بادئ الحركة لإدارته.



مكونات المفتاح الكهرومغناطيسي : 1 - ملفات سحب - 2 - ملفات الإيقاف - 3 - التيار القادم من البطارية - 4 - نقاط التوصيل - 5 - التيار الداخل إلى محرك البادئ - 6 - قرص من النحاس لتوصيل النقاط - 7 - زنبرك إرجاع

الأجزاء الداخلية لمحرك بدا الحركة :



- | | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1 - عمود بادئ الحركة | 2 - ملفات عضو الاستنتاج | 3 - عضو الاستنتاج |
| 4 - عضو التوحيد (المجمع) | 5 - أحذية ملفات التنبيه | 6 - ملفات التنبيه |
| 7 - الفرش | 8 - حامل الفرش | |

1- عمود بادئ الحركة

يركب عليه عضو الاستنتاج وعضو التوجيه (المجمع)، والتجهيزة الخاصة بنقل حركة الدوران إلى ترس الحدافة.

2- عضو الاستنتاج (القلب)

عبارة عن قلب معدني مكون من رقائق من الحديد، معزولة عن بعضها لمنع حدوث تيارات إعصارية، ويحتوي على مجال لتثبيت ملفات الاستنتاج، وتزود مجاري المنتج بحزام خاص قبل تركيب العازل لحماية اللّف من الأطراف الحادة للرقائق وعزله عن الأرض.

3- ملفات عضو الاستنتاج

تتألف ملفات المجال من أسلاك قضبان من النحاس غير المعزولة، وتقوم بتوليد المجال المغناطيسي المطلوب لإدارة عضو الاستنتاج (القلب) بواسطة التيار الكهربائي المار من خلال المفتاح الكهرومغناطيسي.

4- عضو التوحيد (المجمع)

يركب من قطع من النحاس مفصولة بين حلقات ضغط يجمع جميعها بشكل متين، وتعزل الرقائق من بعضها بواسطة عازل خاص. ويتولى نقل تيار المجال من الفرش الكربونية إلى ملفات الإنتاج.

5- ملفات عضو الاستنتاج

6- أعضاء التنبيه (التثبيت)

هي الأقطاب المغناطيسية (المغناطيس والمخادد)، وظيفتها التثبيت المسبب للمجال المغناطيسي، وتمنع الاهتزازات. تصنع من رقائق من الحديد الصلب ومعزولة، وتثبت بواسطة مسامير مصنوعة بشكل شرائح من النحاس.

7- الفرش (الفحمت)

توصل تيار الكهرباء من الدائرة الخارجية إلى دائرة التغذية الداخلية للبادئ، وتركب على عضو الاستنتاج (القلب) بواسطة يايات خاصة.



حامل الفرش الكربونية

الفرش الكربونية

مجموعة القيادة الامامية :

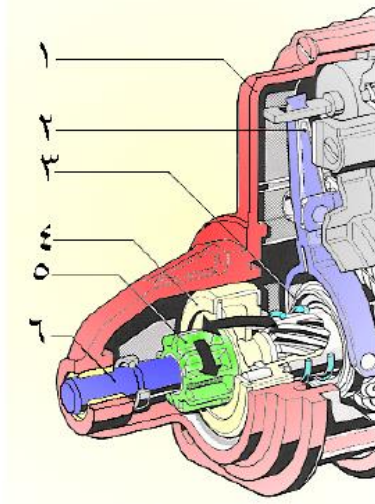
تقوم هذه المجموعة بفصل ووصل الحركة الميكانيكية بين ترس بادئ الحركة وبين تروس الحدافة وتتكون مما يلي :

ذراع التشبيك

- وظيفته تنفيذ عملية تشبيك بين ترس البيّنون وترس الحدافة.

ترس بادئ الحركة (البيّنون)

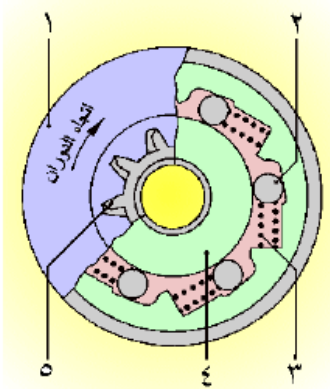
- يقوم بنقل الحركة من بادئ الحركة (المحرك الكهربائي الصغير) إلى ترس الحدافة لإدارة المحرك.
- نسبة نقل الحركة بينهما تقريباً 20 : 1



- 1 - غطاء المجموعة الامامية
- 2 - ذراع التشبيك (الهالة)
- 3 - ياي الدفع
- 4 - الكلتش (الدائرة الحرة)
- 5 - ترس بادئ الحركة
- 6 - عمود عضو الاستتاج

القابض ذو الاتجاه الواحد

- جهاز خاص يسمح بنقل الحركة من بادئ الحركة إلى الحدافة باتجاه واحد فقط (من المحرك الكهربائي إلى المحرك الرئيس و. يمنع انتقال الحركة بالعكس من المحرك الرئيسي إلى بادئ الحركة وبالتالي يقلل خطر تلف محرك بدا الحركة في حال بقي يعمل بعد تشغيل المحرك



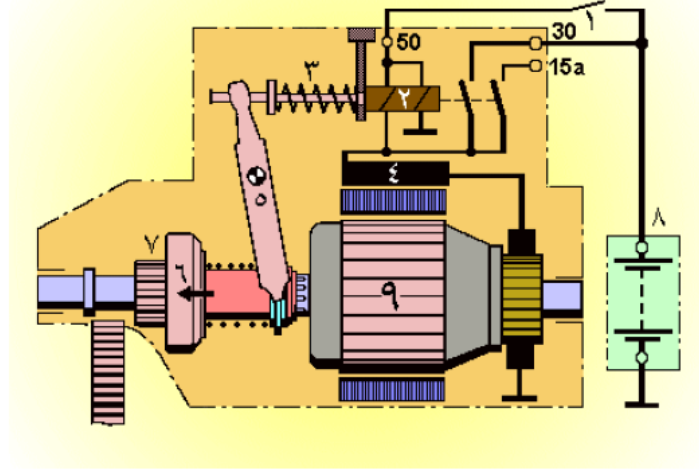
- 1 - غطاء القابض
- 2 - رمان أسطواناني
- 3 - ياي الملف
- 4 - مبيت عمود بادئ الحركة
- 5 - صحن القابض

عمل بادئ الحركة (السلف) يعتمد على تحويل الطاقة الكهربائية من بطارية السيارة إلى طاقة حركية لتدوير المحرك . عند إدارة مفتاح التشغيل، يرسل التيار الكهربائي إلى السلف الذي يقوم بتدوير ترس صغير يتعشق مع ترس الحدافة (Flywheel) المتصلة بالمحرك الأساسي، مما يجعله يبدأ بالدوران. وبمجرد بدء تشغيل المحرك، يفصل ترس السلف تلقائياً .

طريقة عمل بادئ الحركة

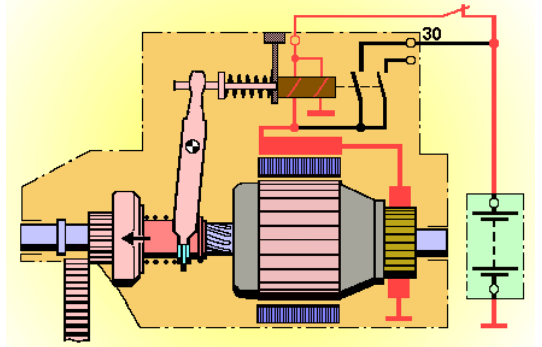
1. استقبال التيار الكهربائي : عند إدارة مفتاح التشغيل، تنتقل الطاقة الكهربائية من البطارية إلى بادئ الحركة.
2. دوران المحرك الكهربائي : يعمل المحرك الكهربائي الصغير داخل بادئ الحركة ويحول التيار الكهربائي إلى طاقة ميكانيكية.
3. تعشيق الترس : يتم دفع ترس صغير في بادئ الحركة ليتعشق مع الترس الكبير على الحدافة (Flywheel) ، وهي جزء من المحرك الأساسي.
4. تدوير المحرك الأساسي : يؤدي دوران ترس السلف إلى تدوير الحدافة، وبالتالي يبدأ المحرك الرئيسي بالدوران لتبدأ أشواط الاحتراق الداخلي.
5. فصل الترس : بمجرد تشغيل المحرك، يعود ترس السلف تلقائياً إلى مكانه، بحيث يتوقف عن الدوران ولا يتلف .

المخطط الكهربائي وطريقة العمل

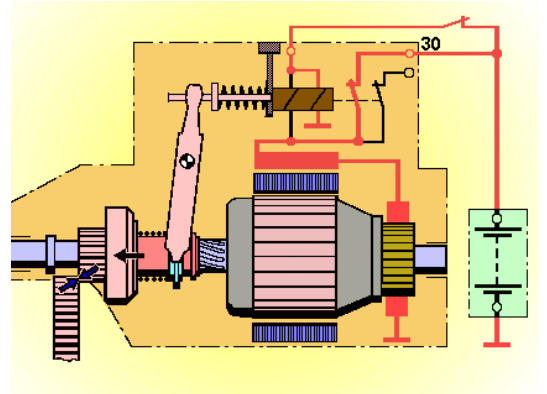


- | | |
|--------------------------------|--|
| 1 - مفتاح التشغيل المحرك | 2 - المفتاح الكهرومغناطيسي |
| 3 - نابض لي إرجاع ذراع التعشيق | 4 - ملفات المجال لتوصيل التيار الكهربائي |
| 5 - ذراع تعشيق (الهاللة) | 6 - القابض (الكلتش) |
| 7 - ترس بادئ الحركة "البنيون" | 8 - البطارية |
| 9 - عضو الاستنتاج (القلب) | |

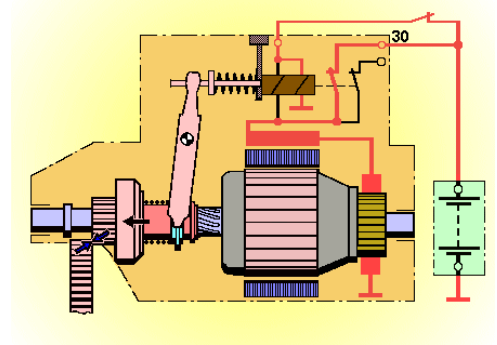
عند توصيل مفتاح التشغيل للمحرك يسري تيار من البطارية إلى مفتاح الإشعال ومنه إلى النقطة 50 في المفتاح الكهرومغناطيسي، ليكمل من نقطة الإيقاف إلى ملف السحب ومنه إلى ملفات التنبيه (الملفات). فيبدأ المحرك الساحب ومنه إلى الفرش ويبدأ إلى الأرضي، وبالتالي يتولد مجال مغناطيسي في مفتاح الكهرومغناطيسي قوي يدفع العمود ضد ضغط النابض (أي إرجاع المفتاح) ويتحرك بدوره ذراع الدفع ويتم تشبيك ترس البنيون مع الحذافة، وكذلك يتولد مجال مغناطيسي في ملفات التنبيه ولكن يكون قليلاً.



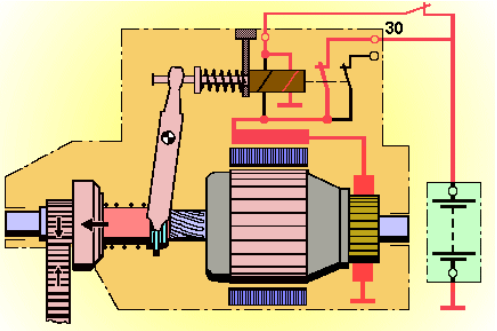
ومع استمرار حركة العمود الدفعي فإنه يوصل النقطة -رقم 30 القادمة من البطارية ذات التيار العالي مع النقطة الداخلة للمحرك بادئ الحركة ""السلف"".



بعد ذلك يسري تيار من البطارية إلى محرّك بادئ الحركة "السلف"، ومنها إلى ملفات بادئ الحركة ثم إلى الفرشة الموجبة ومنه عبر الموصلات إلى الفرشة السالبة، ويكون هذا التوصيل على التوالي. وباكتمال الدائرة ينتج مجال مغناطيسي يعمل على إدارة العضو الدوّار في بادئ الحركة. أمّا التيار في لفيفة السحب في المفتاح الكهرومغناطيسي فإنه ينفصل بسبب مرور التيار من النقطة 30 وتبقى لفيفة الإيقاف فقط.



في حالة الفصل (عكس التوصيل)، بعد الانتهاء من إدارة المحرّك نفصل مفتاح التشغيل وبذلك تنقطع الدائرة الكهربائية في المفتاح المغناطيسي ويتلاشى المجال المغناطيسي ويتغلّب النابض (ياي الإرجاع) ويدفع المفتاح إلى الأمام وبذلك ينفصل قضيب الاتصال من بادئ الحركة وينقطع التيار عنه ويتلاشى المجال المغناطيسي ويتوقف المحرّك عن الدوران، ولكن دون استمرار ترس البنيون متشابكًا مع الحذافة. ويتم فصل تشبيك ترس البنيون عن حذافة المحرّك، وعندما يفقد المفتاح المغناطيسي تحت تأثير ياي الإرجاع يعود إلى وضعه الأصلي. وبذلك يتم إرجاع المجموعة إلى الخلف مع مساعدة النابض وذلك عند انتهاء إدارة الحذافة لترس البنيون



التمارين والفحوصات العملية :

التمرين الأول : التأكد من حالة البطارية والاسلاك والفيوزات

1- فحص البطارية:

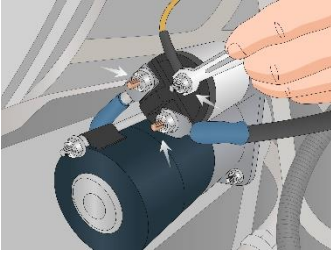
- أ- تأكد من سلامة البطارية ومن عدم وجود أضرار بها أو تشققات، وفي حالة وجود ذلك يجب تغييرها بجديدة.
- ب- قم بفحص مستوى الماء في البطارية، وفي حالة نقصانها يجب إكمالها إلى الحد المطلوب.
- ج- قم بقياس كثافة الحامض في البطارية عن طريق جهاز الهيدروميتر.
- د- تأكد من عدم وجود أملاح على أقطاب البطارية أو عدم ربطها بشكل جيد أو عدم سلامة الكابلات الموصلة إلى الموّلد .

2- الفيوزات:

يجب فحص الفيوزات والتأكد من عدم وجود قطع فيها وكذلك مطابقة قيمتها للقيمة المطلوبة في كتالوج الصيانة الخاص بالمحرك.



التوصيل:



3- أطراف

التأكد من سلامة وجودة التثبيت للتوصيلات بين بادئ الحركة "السلف" والبطارية ومفتاح التشغيل واستبدال التالف منها وربط الأطراف المرتخية أو المفصولة.

التمرين الثاني : فحص بادئ الحركة على المركبة :

- 1- **الفحص الظاهري :** التأكد من عدم وجود كسور أو شروخ وكذلك يتم تشغيل المحرك والتأكد من عدم وجود أصوات غير طبيعية أثناء تشغيل بادئ الحركة "السلف".



2- قياس التيار المسحوب أثناء التشغيل Cranking Ampere

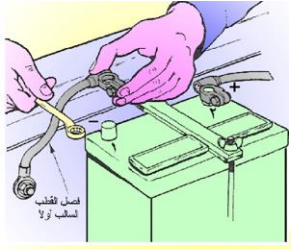


فحص التيار أثناء التشغيل (Cranking Ampere Test) هو اختبار يُستخدم لقياس شدة التيار الكهربائي التي يسحبها بادئ الحركة من البطارية عند تدوير المحرك، ويهدف إلى تقييم حالة السلف والبطارية والحمل الميكانيكي للمحرك تحت ظروف التشغيل الفعلية. تُجرى طريقة الفحص باستخدام جهاز **Clamp Meter** حيث يتم وضعه حول كابل السلف الموجب أو السالب ثم يُدار مفتاح التشغيل إلى وضع البدء مع مراقبة قراءة التيار أثناء عملية التدوير، على أن يتم تسجيل أعلى قيمة تظهر خلال أول ثانية من التشغيل لأنها الأكثر دلالة على حالة الدائرة. وتتراوح قيمة التيار الطبيعي من **80 إلى 250 أمبير** في سيارات البنزين الصغيرة والمتوسطة، ومن **250 إلى 350 أمبير** في سيارات الديزل الصغيرة والمتوسطة. فإذا كانت قراءة التيار ضمن هذه الحدود دلّ ذلك على سلامة السلف والمحرك، أما إذا كانت القراءة مرتفعة مع بطء في دوران المحرك فيشير ذلك إلى وجود احتكاك داخلي أو تلف في السلف أو حمل ميكانيكي زائد، في حين أن انخفاض التيار مع ضعف الدوران يدل غالباً على بطارية ضعيفة أو مقاومة عالية في الطرق العملية لتشخيص أعطال عدم التشغيل أو ضعف دوران المحرك بدقة.

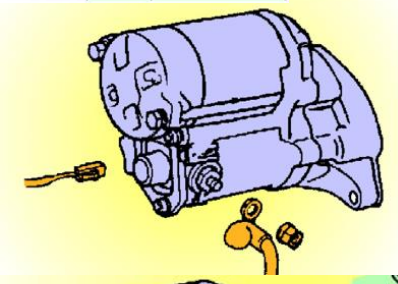
الكابلات أو تآكل فحمت السلف، وبذلك يُعد هذا الفحص من أهم

التمرين الثالث : فك وتركيب بادئ الحركة عن المركبة

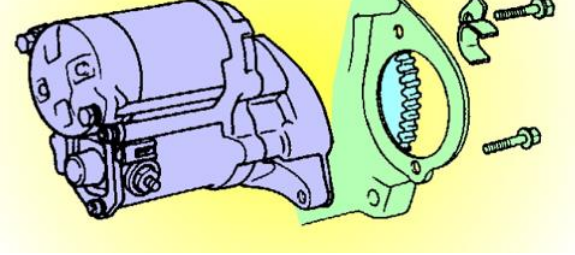
- افصل البطارية وذلك بفك القطب السالب أولاً ثم القطب الموجب، وذلك لتجنب حدوث شرارة نتيجة تلامس كابلات الأقطاب مع جسم المركبة (الشاسية)، لأن جسم المركبة كله موصل بالسالب، حفاظاً على الأجهزة الإلكترونية بالمركبة من التلف نتيجة التلامس. ويجب فك الكابلات بكل حرص حتى لا تتلف الأقطاب، وذلك باستخدام العدة الخاصة لفك كابلات أقطاب البطارية



- بعد فك البطارية يتم فك التوصيلات الخاصة ببداى الحركة "السلف" بطريقة صحيحة، وبعد فكها يتم عمل صيانة لها، وذلك بتنظيفها من العوالق المتصلة بها لضمان الحصول على التوصيل الجيد بين المولد والتجهيزات الكهربائية المرتبطة معه بالمركبة.



- يتم فك البراغي و وصلات تثبيت بادئ الحركة "السلف" باستخدام العدة الخاصة، مع اتباع قواعد السلامة، ثم يتم فك وإخراج بادئ الحركة "السلف" من المركبة.



أعدة التركيب : اءكس الخطوات وتاكء من تثبيء البراغي والاسلاك بشكل صءىء

التمرين الرابع : فءوصاء وءمارين باءى الحركة بعء الفك :

1- اسءبءال الفرش الكربونىة :

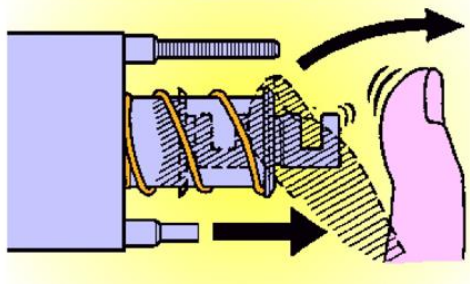
ءبءاً عملىة الفصل البءارىة عن المركبة لءأمىن السلاءة الكهربائىة، ءم ىءم فك باءى الحركة من المركبة ووضعه على طاءولة العمل، وبعء ذلك ىءم فك الغطاء الخلفى لباءى الحركة للوصول إلى مءموعة الفرش الكربونىة. ىءم فءص الفرش الكربونىة من ءىء طولها وءرءة ءآكلها وسلاءة النوابض، ءم ىءم فصل الفرش القءىمة من ءامل الفرش وءنظىف ءامل والأسلاك النءاسىة من الأوساخ وءءرسباء لءمءان ءوصىل كهربائى ءىء. بعء ذلك ىءم ءركىب الفرش الكربونىة الءىءة مع ءءاكء من ءركءها ءرة ءاءل ءامل ومن أن النوابض ءضءط عىيها بالشكل الصءىء، بعء الاءءءاء ىءم إعاءة ءمىع باءى الحركة وءركىبه على المركبة وإعاءة ءوصىل البءارىة، ءم إءراء اءءءار ءشءىل للءاكء من أن باءى الحركة ىعمل بكفاءة.



2- فءص المءءاء الكهرومءناطىسى:

الاءءءاراء ءى ءءرى على المءءاء هى:

- أ- اختبار قلب المفتاح:
ادفع قلب المفتاح للداخل ثم حرره للتأكد من أنه يعود بسرعة إلى موضعه الأصلي.
يبين طريقة اختبار قلب المفتاح.

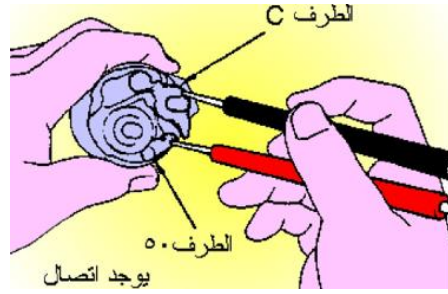


ب- اختبار ملف الجذب وملف التثبيت :

بواسطة جهاز قياس المقاومة (الأوميتر) صل بين الطرفين الطرف (50) والطرف (C) ، عندما لا يكون هناك اتصال بين الطرفين فإنه يجب استبدال المفتاح الكهرومغناطيسي.
بواسطة جهاز قياس المقاومة (الأوميتر) صل بين الطرف (50) وجسم المفتاح الكهرومغناطيسي، وعندما لا يكون هناك اتصال فإنه يجب استبدال المفتاح الكهرومغناطيسي.

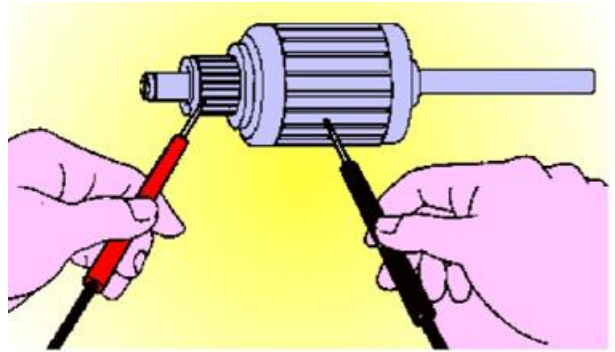


ت-



2/ فحص عضو الاستنتاج والتوحيد:

بواسطة جهاز قياس المقاومة (الأوميتر) وصل أحد أطراف الجهاز بعضو الاستنتاج والطرف الآخر بعضو التوحيد، عندما يكون هناك اتصال بينهما فإنه يجب استبداله.



3- فحص عضو التوحيد:

- أ- فحص التوصيل بين القطع النحاسية لعضو التوحيد:
بواسطة جهاز قياس المقاومة (الأوميتر) صل أحد أطراف الجهاز بأحد القطع النحاسية لعضو الاستنتاج والطرف الآخر

بقطعة نحاسية أخرى على عضو التوحيد، وعندما لا يكون هناك اتصال بينهما فإنه يجب استبداله.

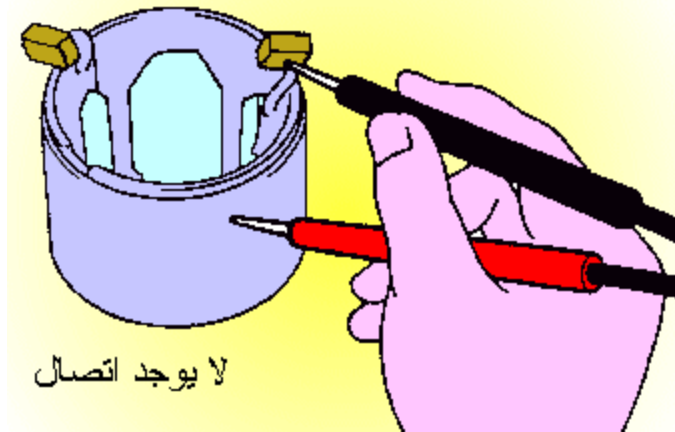


4- فحص ملف التنبيه "الإثارة":

أ- اختبار التوصيل بين ملف التنبيه "الإثارة":
صل أطراف جهاز قياس المقاومة (الأوميتر) مع أطراف ملف التنبيه، وعندما لا يكون هناك اتصال بينهما فإنه يجب استبدال الملف.

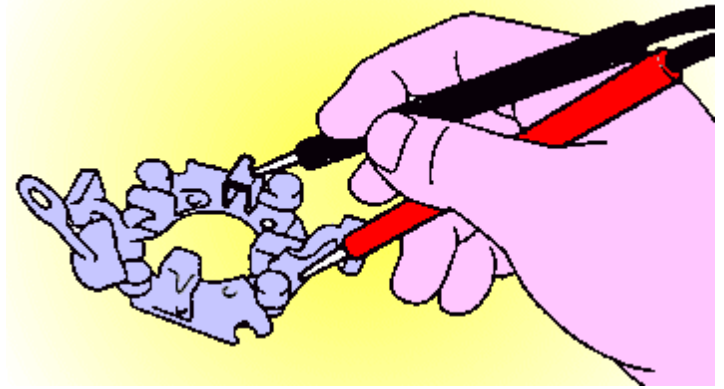


ب- اختبار الاتصال الأرضي:
بواسطة جهاز قياس المقاومة (الأوميتر)، صل أحد أطراف الجهاز مع أحد أطراف ملف التنبيه، والطرف الآخر من الجهاز مع جسم البادئ، وعندما يكون هناك اتصال بينهما فإنه يجب استبدال الملف.



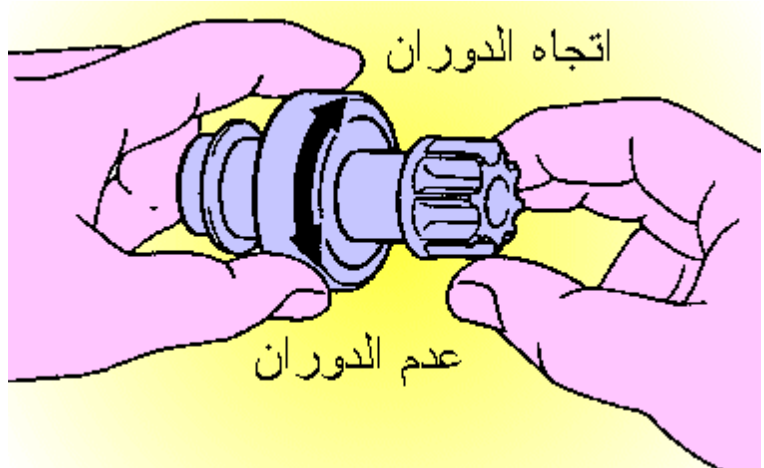
5- فحص حامل الفحمت

بواسطة جهاز قياس المقاومة (الأوميتر) يتم فحص الاتصال الأرضي بين أرض الحامل والفرشة، وعندما يكون هناك اتصال فإنه يجب الإصلاح إن أمكن أو استبداله بجديد.



6- فحص القابض :

نقوم بتدوير البنيون مع عقارب الساعة وعكس عقارب الساعة إذا لفَّ ترس البنيون في اتجاه عقارب الساعة فيجب أن يدور بحرية، أما عند تدويره بعكس اتجاه عقارب الساعة فيجب ألا يدور، وعند حدوث عكس ذلك يدلّ على تلف القابض ويجب استبداله بأخر جديد.



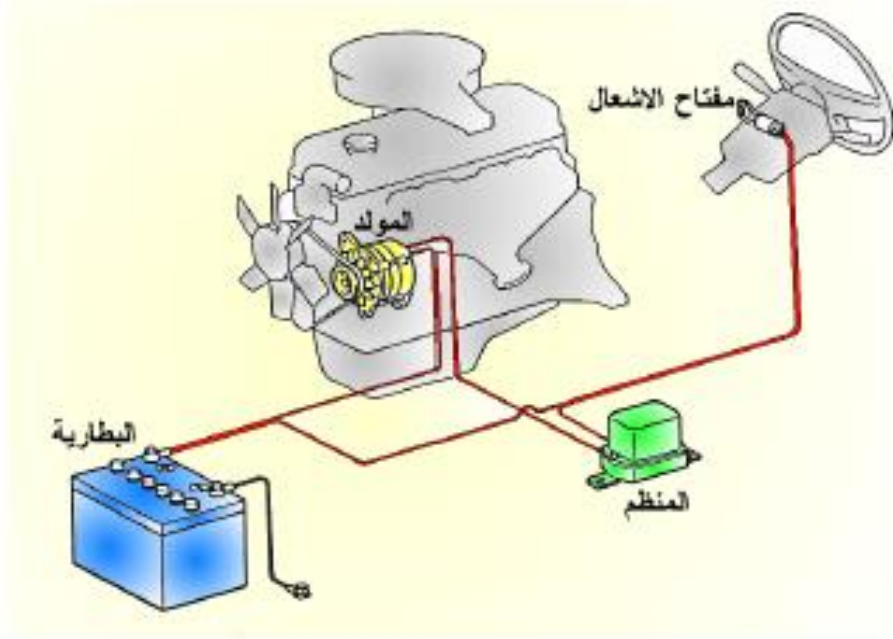
نظام الشحن

تحتاج المركبة الى الكهرباء في نظام الاشعال والحقن والانوار وغيرها من الدوائر اثناء عملها. ولان البطارية هي المصدر الرئيسي للكهرباء في المركبة كان لابد من عمل دائرة خاصة لشحن البطارية وابقائها مشحونة بالقدر الكافي من الكهرباء. ونظام الشحن هو مجموعة من الاجزاء التي تعمل على انتاج وتنظيم التيار الكهربائي اللازم لشحن البطارية وتغذية الدوائر الكهربائية في المركبة اثناء عمل المحرك.

1- اجزاء دائرة الشحن:

تتكون دائرة الشحن من الاجزاء التالية:

- 1- المولد: يأخذ الحركة من المحرك ويعمل على توليد الطاقة الكهربائية.
- 2- المنظم: يعمل على تنظيم عملية شحن البطارية.
- 3- البطارية: الجزء المستفيد من عملية الشحن وتعطي تيار التغذية للمولد.



وظيفة دائرة الشحن:

تؤدي دائرة الشحن الوظائف التالية:

- 1- شحن البطارية.
- 2- انتاج الطاقة الكهربائية اللازمة للسيارة.

أنواع المولدات:

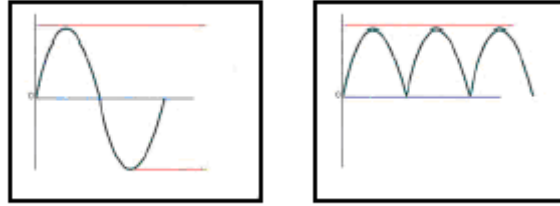
1- مولدات التيار المستمر:

وتستخدم في المركبات القديمة وكانت تنتج التيار المستمر, ولقد تم الاستغناء عنها للأسباب التالية:

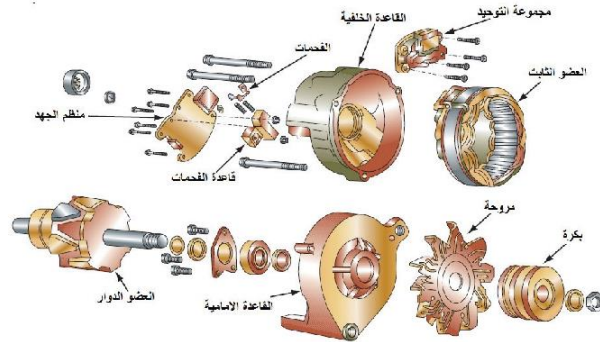
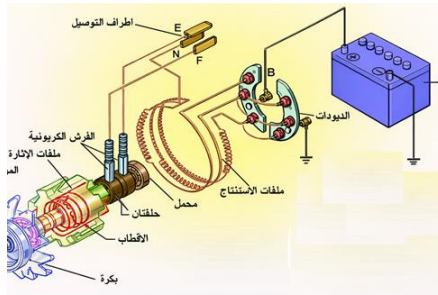
- 1- ضعف الطاقة الكهربائية التي تنتجها بالنسبة لحجمها وخاصة عند السرعات المنخفضة.
- 2- تحتاج لصيانة مستمرة لان التيار الذي تنتجه يمر من خلال الفحومات مما يسبب تلف في عضو التوحيد.

2- مولدات التيار المتردد:

وهي تنتج تيارا كهربائيا مترددا تتغير جهته وشدته في الثانية عدة مرات على حسب سرعة دوران المولد. ولا يصلح هذا التيار لشحن البطارية ولا لتغذية الدوائر الكهربائية الا بعد توقيده اي تحويله الى تيار مستمر وهو تيار ثابت الشدة والجهة ويتم توقيده باستعمال الصمامات الثنائية (الموحدات).



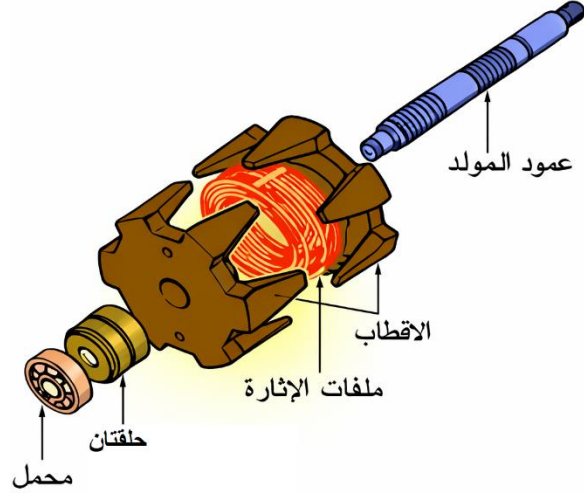
اجزاء المولد:



يمكن تقسيم المولد الى الاجزاء التالية:

1- العضو الدوار:

ومهمته انتاج المجال المغناطيسي اللازم لتوليد التيار الكهربائي ويتكون من الاجزاء التالية:



- المحور (عمود المولد):

وهو عمود من الحديد الصلب يقاوم الانحناء والتآكل ويثبت أجزاء العضو الدوار.

- أقطاب معدنية:

وهما قطعتان على شكل فكين من الحديد القابل للضغط، وتشكل مجموعة أقطاب شمالية وأخرى جنوبية. (مغناطيس غير دائم)

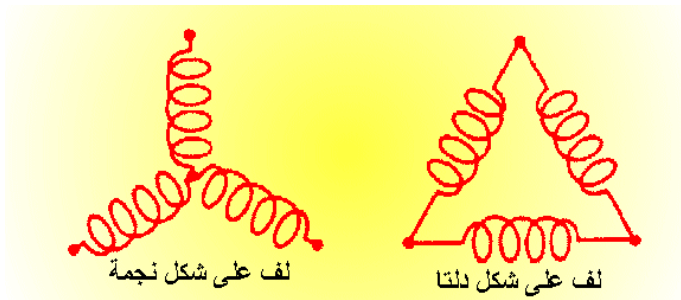
- ملف الاستنتاج (ملفات الإثارة)

وهو ملف من سلك النحاس المعزول، يلف حول قلب من الحديد المطاوع، يمر فيه تيار كهربائي عم طريق الفحمات وحلقت الانزلاق فينتج مجالاً مغناطيسياً تتوقف قوته على شدة التيار المار فيه.

- حلقتان انزلاقيتان : ويتم بواسطتهما نقل التيار من الفحمات الى ملف الإثارة

-2 العضو الثابت:

وهو الجزء الذي يتولد فيه التيار الكهربائي في المولد، وهو عبارة عن ملفات سلكية على أسطوانة من رقائق الحديد المطاوع، ويتكون من ثلاثة ملفات تلف بنظام محدد وتوصل مع بعضها البعض ومع الموحدات وتسمى ملفات الإثارة أو ملفات الاستنتاج



-3 الغطاءان (الأمامي والخلفي):

أحدهما يثبت مع حلقات الانزلاق والآخر باتجاه بكرة نقل الحركة وفائدتهما ارتكاز العضو الدوار وحماية الأجزاء الداخلية للمولد.

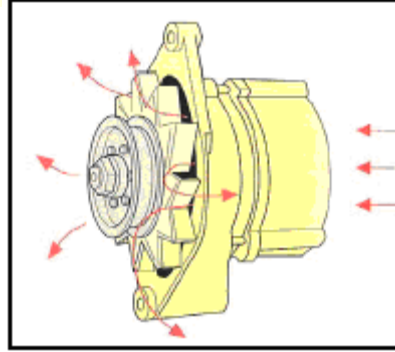
-4 الفرش الكربونية (الفحمات):

وهما فحمتان مصنوعتان من الكربون, وتعملان على نقل التيار من الدائرة الخارجية الى ملف المجال عن طريق حلقات الانزلاق.



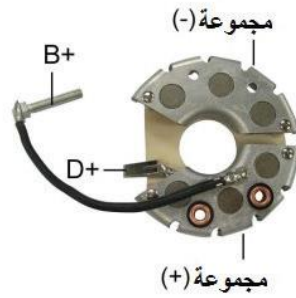
5- مروحة التبريد:

وتركب تحت البكرة وتدور معها, وتعمل على سحب الهواء من خلف المولد الى الامام لابقاء الموحدات باردة.



الموحدات (الديودات):

تعمل الموحدات على تحويل التيار المتردد الذي ينتجه المولد الى تيار مستمر وهو التيار الذي يصلح لشحن البطاريات, وتغذية الدوائر الكهربائية وفي المولد ستة ديودات (موحدات) ثلاثة موجبة وثلاثة سالبة توصل مع بعضها البعض وبملفات العضو الثابت . وبعض الأنواع تحتوي على ثلاث ديودات إضافية تسمى ديودات الاثارة وهي تساعد في تحفيز المجال المغناطيسي



منظم الجهد (كتاوت الدينامو) :

يقوم المنظم بتنشيط جهد نظام الشحن عند قيمة محددة تكون عادة ما بين (13.5 – 15 فولت) وذلك عند السرعات المختلفة للمحرك، ويتم ذلك بالتحكم في تيار التغذية للمولد.

انواع المنظمات:

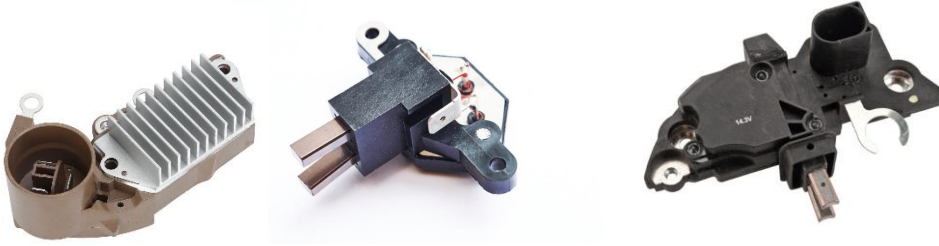
1- المنظمات الكهرومغناطيسية:

وهي التي تستخدم الملفات السلكية وتشغل بالمجال المغناطيسي وكانت تستخدم في المركبات القديمة



2- المنظمات الترانزستورية :

وهي منظمات الكترونية ذات حجم صغير توضع غالبا داخل غلاف المولد. ولقد اتجهت معظم الشركات الى استخدام هذا النوع من المنظمات لدقة عملها وصغر حجمها واختصارها لعدد من الوصلات اللازمة للدوائر.

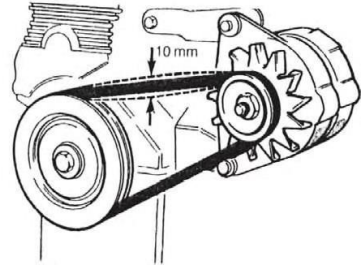


التمارين والفحوصات العملية :

التمرين الأول : الفحوصات العامة للمولد

1- فحص مقدار شد سير المولد :

يتم فحص مقدار الشد ومطابقته بالقيم المطلوبة في كتالوج الصيانة الخاص بالشركة المصنعة للمركبة، بواسطة جهاز خاص لفحص شد السير أو بواسطة مسطرة كما يتم فحص السير والتأكد من سلامته وعدم وجود تشققات أو تآكل أو وجود رواسب من زيوت وشحومات في حالة وجود عيب فيه يجب تغييره مباشرة.



2- الفيوزات:

ارجع على كتيبات الصيانة ومصادر المعلومات لتحديد موقع الفيوز قم بفحص الفيوزات والتأكد من عدم وجود قطع بها وكذلك مطابقة قيمة الفيوز المطلوبة في كتالوج الصيانة الخاص بالمحرك.



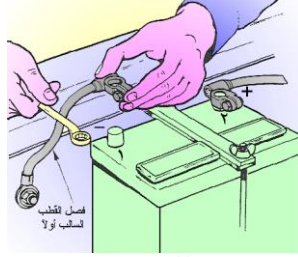


- 3- أطراف التوصيل:
التأكد من جودة التثبيت للتوصيلات بين المولد والبطارية والمنظومة التشغيلية واستبدال التالف منها وربط الأطراف المرتخية أو المفصولة

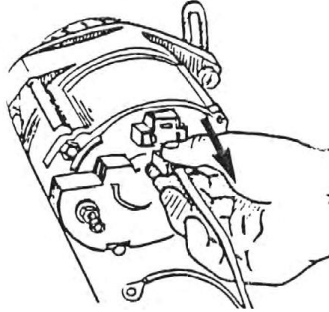
- 4- جسم المولد:
التأكد من عدم وجود كسور أو شروخ وكذلك يتم تشغيل المحرك والتأكد من عدم وجود أصوات غير طبيعية أثناء حركة المولد.

التمرين الثاني : فك وتركيب المولد

فك البطارية

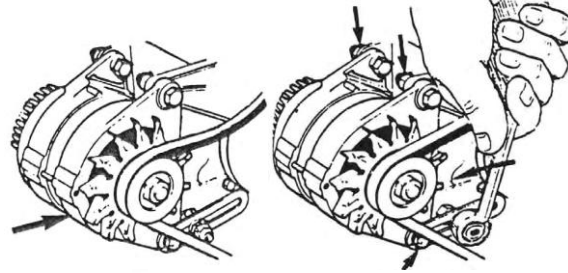


فك اطراف التوصيل

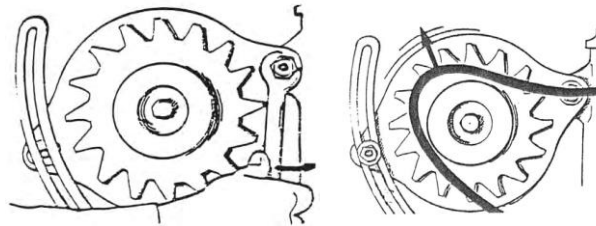


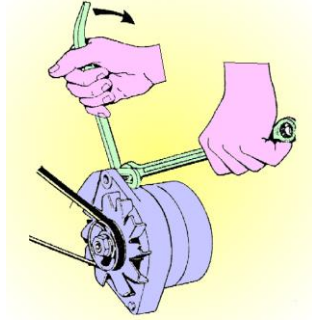
فك برغي معايرة المولد وفك القشاطر

دفع المولد باتجاه المحرك



فك سير المولد ثم فك برغي تثبيت المولد وإزالة المولد من مكانه

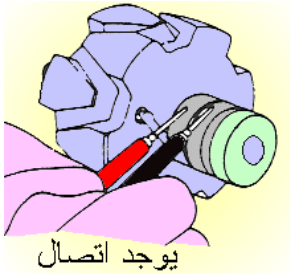




لإعادة التركيب يتم عكس
الخطوات السابقة وتكون
الخطوة النهائية شد المولد
بالعتلة الخاصة قبل تثبيت
برغي الشد

التمرين الثالث : فحوصات العضو الدوار

1- فحص الاتصال بين الحلقات النحاسية

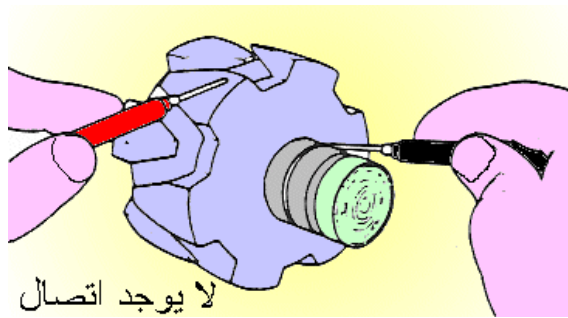


يوجد اتصال

يتم قياس المقاومة بين اطراف الحقائق النحاسية للتأكد من عدم وجود
قطع في ملفات العضو الدوار يجب ان يكون هناك اتصال بين
النقطتين في حال عدم وجود اتصال يتم استبدال العضو الدوار

2- فحص الاتصال بين الحلقات النحاسية والاقطاب :

يتم فحص الاتصال بواسطة الملتيميتر للتأكد من عدم وجود اتصال بين ملفات العضو وبين الأقطاب

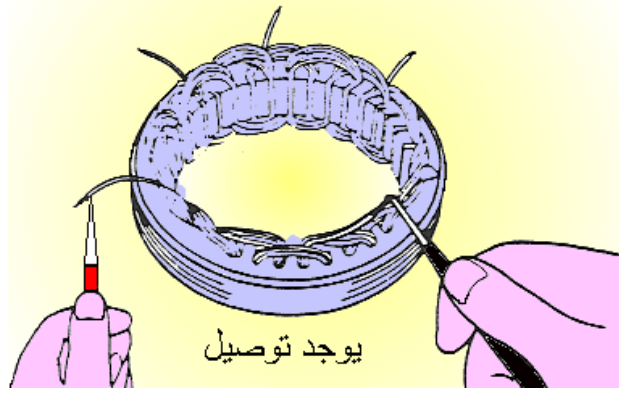


لا يوجد اتصال

التمرين الرابع : فحوصات العضو الثابت :

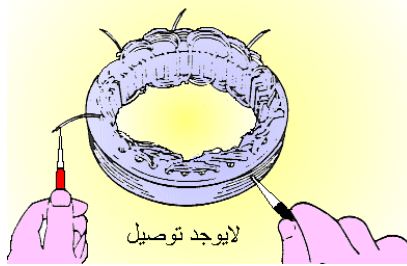
1- فحص الاتصال بين الملفات :

بواسطة الملتيميتر يتم الفحص بين اطراف العضو الدوار ويجب ان يكون هناك اتصال بين جميع الأطراف
في حال وجود قطع يتم استبدال العضو الثابت



2- فحص الاتصال بين الملفات وجسم العضو الثابت :

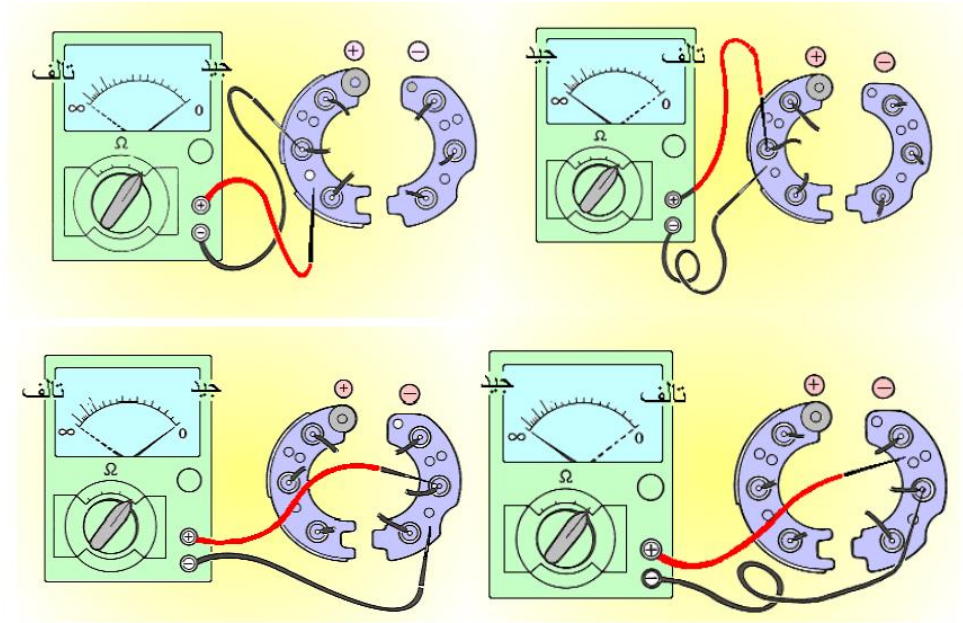
ملفات العضو الثابت تكون معزولة عن جسم العضو الثابت وبالتالي لا يجب ان يكون هناك اتصال بين الملفات والجسم



لفحص الموحدات يستخدم جهاز قياس المقاومة (الأوميتر) لفحص الاتصال بين أطراف الموحدات والتأكد من عدم عمل الموحدات الموجبة والسالبة وسريان التيار الكهربائي في الاتجاه المصمم له الموحد، ويلزم الاطلاع على كتاب الصيانة الخاص بالمركبة التابع لها المولد لمعرفة مواصفات الموحدات المطلوبة للمولد عند عملية الاستبدال، والأشكال التالية توضح اختبار موحدات لمولد ثلاثي الأطوار لسيارة يابانية.

التمرين الخامس : فحص الديودات (الموحدات)

- لفحص الموحدات يستخدم جهاز قياس المقاومة (الأوميتر) لفحص الاتصال بين أطراف الموحدات والتأكد من عدم عمل الموحدات الموجبة والسالبة وسريان التيار الكهربائي في الاتجاه المصمم له الموحد، ويلزم الاطلاع على كتاب الصيانة الخاص بالمركبة التابع لها المولد لمعرفة مواصفات الموحدات المطلوبة للمولد عند عملية الاستبدال، والأشكال التالية توضح اختبار الوحدات



الوحدة الثالثة

منظومة نقل القدرة

Powertrain



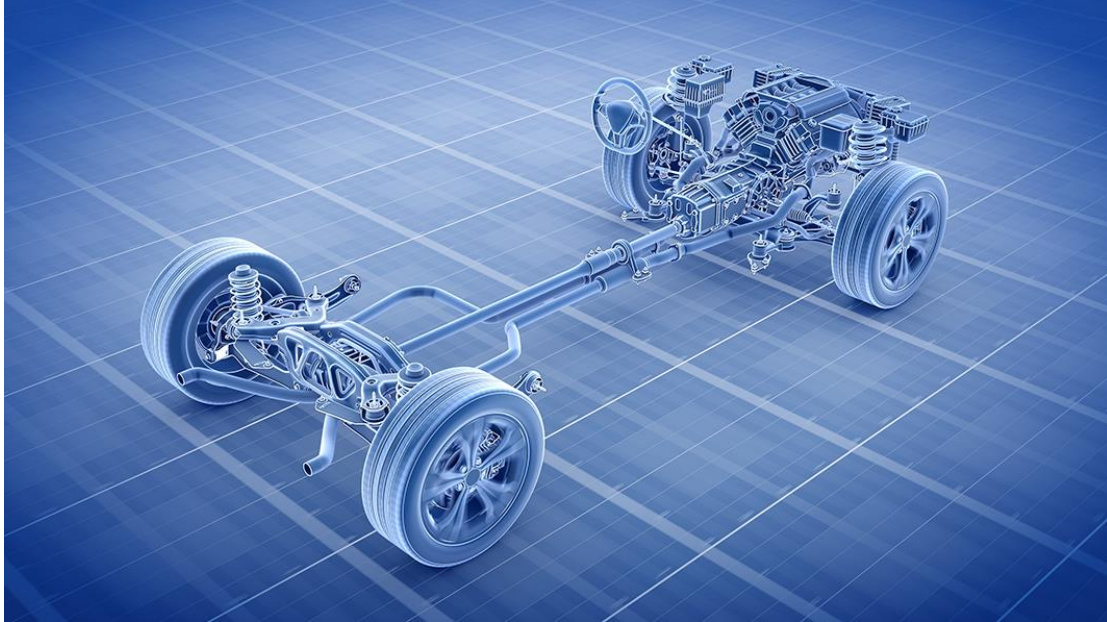
مقدمة

منظومة نقل القدرة في المركبات هي المسؤول الرئيسي عن إيصال طاقة المحرك إلى العجلات وتحويلها إلى حركة فعلية على الطريق. تبدأ هذه المنظومة من مصدر القدرة (محرك احتراق داخلي أو محرك كهربائي) وتنتهي عند العجلات، مروراً بعدة مكونات تعمل معاً بتناغم لضمان نقل العزم والسرعة بكفاءة، وبما يتناسب مع ظروف القيادة المختلفة.

تتمثل الوظيفة الأساسية لمنظومة نقل القدرة في نقل العزم، التحكم في السرعة، تغيير اتجاه الحركة، وتكييف القدرة بحيث يستطيع المحرك العمل ضمن نطاقه المثالي دون تحميل زائد أو فقدان كبير للطاقة. كما تساهم هذه المنظومة في تحسين الأداء، تقليل استهلاك الوقود أو الطاقة، وزيادة عمر المكونات الميكانيكية.

تختلف مكونات منظومة نقل القدرة باختلاف نوع المركبة، إلا أنها غالباً تشمل: القابض أو محول العزم، علبة التروس (ناقل الحركة)، عمود الإدارة، التفاضل (الدفرنس)، وأنصاف المحاور. وفي المركبات الكهربائية والهجينة، يتم الاستعاضة عن بعض هذه الأجزاء بأنظمة أبسط تعتمد على محركات كهربائية ووحدات تخفيض سرعة.

إن فهم منظومة نقل القدرة يُعد أساساً مهماً لدراسة ميكانيك المركبات وتشخيص الأعطال، لما لها من تأثير مباشر على التسارع، الثبات، السلاسة في القيادة، وكفاءة المركبة بشكل عام.



طرق نقل الحركة وأماكن تركيبها

تعمل مجموعة نقل الحركة في المركبة بشكل متكامل على نقل القدرة من المحرك إلى العجلات و تقع بين المحرك و المجموعة النهائية و تتكون من الأنظمة التالية:-

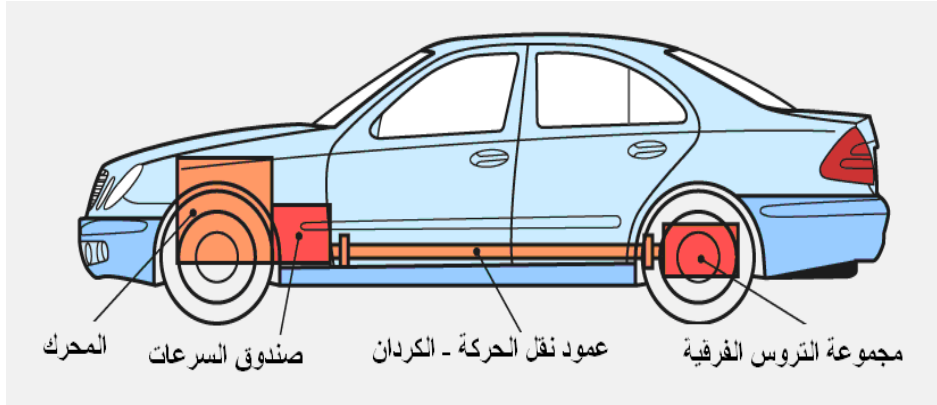
- 1- مجموعة القابض.
- 2- صندوق السرعات (الجير).
- 3- عمود نقل الحركة (عمود الكردان).
- 4- المجموعة الفرقيه (البكس).
- 5- محاور النقل النهائي (الاكسات).
- 6- العجلات.

1 وتقسّم هذه المجموعات حسب تركيبها و تتابع الحركة بين مكوناتها :-

1- الدفع الخلفي

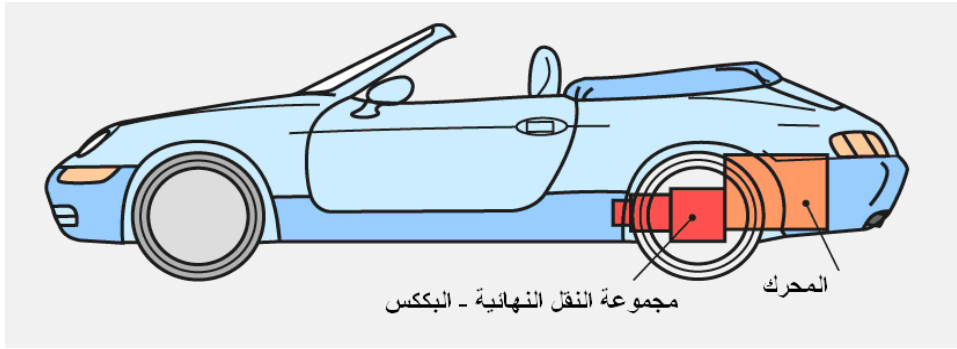
يستخدم هذا النوع في العديد من السيارات حيث تتركب المجموعة بشكل متتالي و تنتقل الحركة من المحرك عبر أنظمة نقل الحركة إلى العجلات الخلفية و تختلف من سيارة إلى أخرى حسب مكان تركيب محرك السيارة.

أ – موقع المحرك في مقدمة المركبة :- حيث يركب المحرك في مقدمة السيارة و مجموعة النقل النهائي في المؤخرة , و تنتقل الحركة من المحرك إلى صندوق السرعات ثم إلى المجموعة الفرقيه بواسطة عمود نقل الحركة (عمود الكردان) كما في الشكل رقم (1).



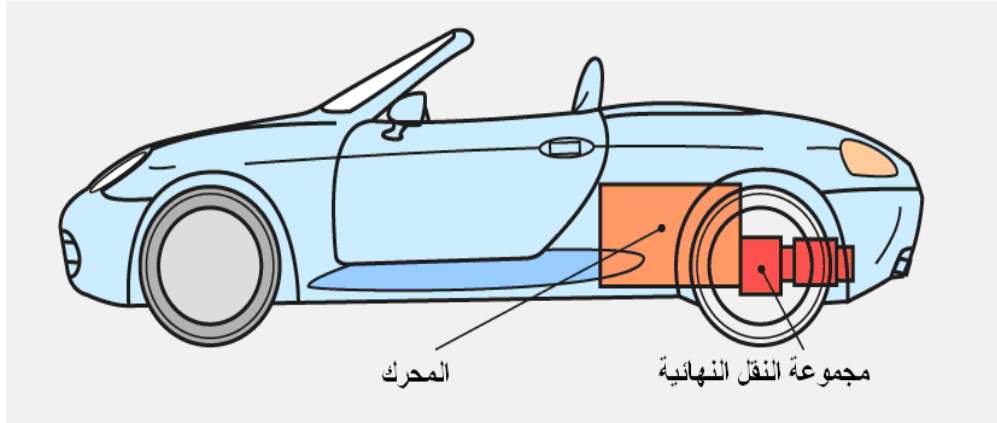
الشكل (1) دفع خلفي , المحرك في الأمام

ب – موقع المحرك في الخلف :- و قد يركب المحرك فوق أو خلف محاور نقل الحركة الخلفية (الاكسات) , و يتميز هذا النوع بقلّة الحيز المستغل للمجموعة نقل الحركة كما في الشكل رقم (2) .



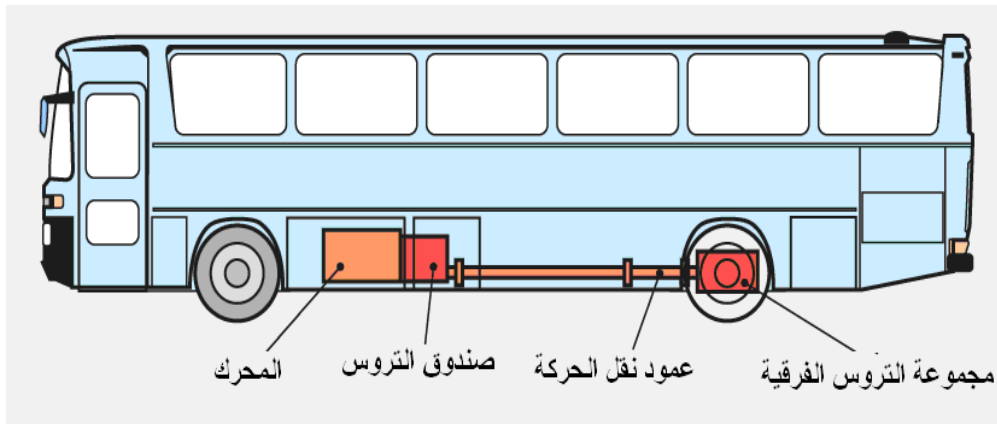
الشكل (2) دفع خلفي , المحرك في الخلف

ج - موقع المحرك في وسط السيارة :- حيث يركب المحرك في منتصف السيارة قبل أو خلف صندوق السرعات (الجير) كما في الشكل رقم (3).



شكل (3) دفع خلفي المحرك في المنتصف

ء- يركب المحرك تحت أرضية السيارة :- حيث يركب المحرك بين المحورين الأمامي و الخلفي و يستخدم هذا النوع خاصة في الباصات أو السيارات الثقيلة (الشاحنات) كما في الشكل رقم (4).



شكل (4) المحرك أسفل الأرضية

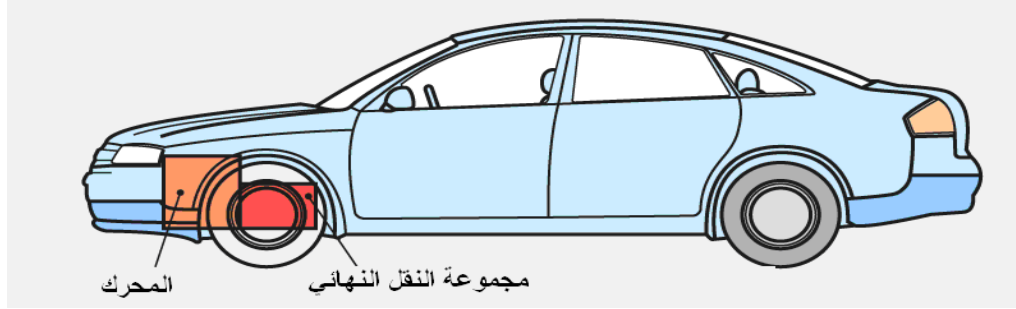
2- الدفع الأمامي

في هذا النوع تنتقل الحركة مباشرة من المحرك إلى صندوق السرعات ثم إلى المجموعة الفرقيه ثم إلى محاور نقل الحركة (الاكسات) ثم إلى العجلات الأمامية , وتكون المجموعة كوحدة واحدة مركبة في مقدمة السيارة , و تختلف من سيارة إلى أخرى حسب طريقة تركيب المحرك , حيث يركب المحرك بعدة وضعيات مختلفة :

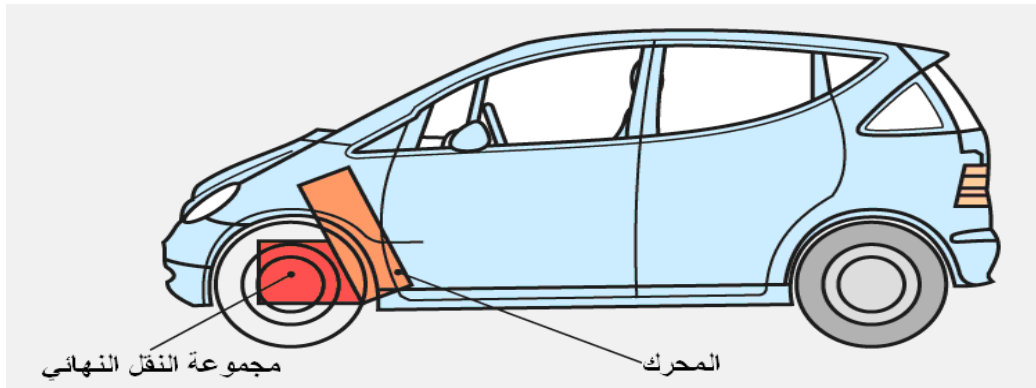
أ- بشكل طولي.

ب- بشكل عرضي.

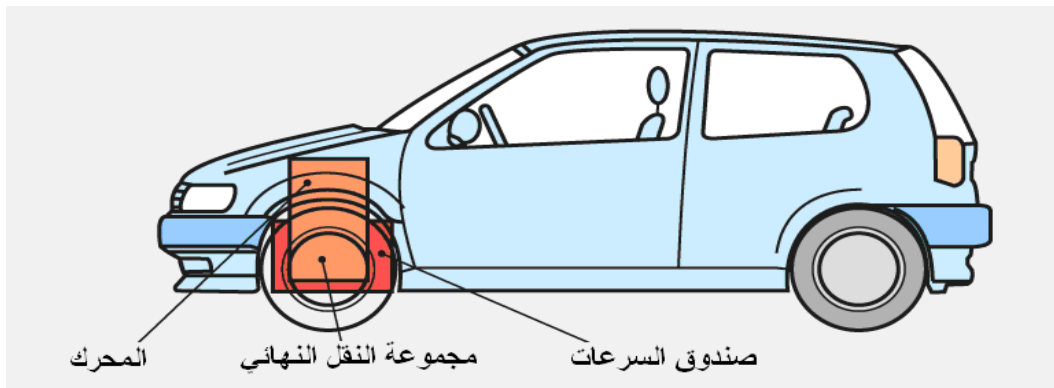
و يركب المحرك خلف أو فوق أو أمام محور العجلات الأمامية كما في الأشكال التالية (5 , 6 , 7)



شكل (5) دفع أمامي – المحرك أمام مجموعة نقل الحركة



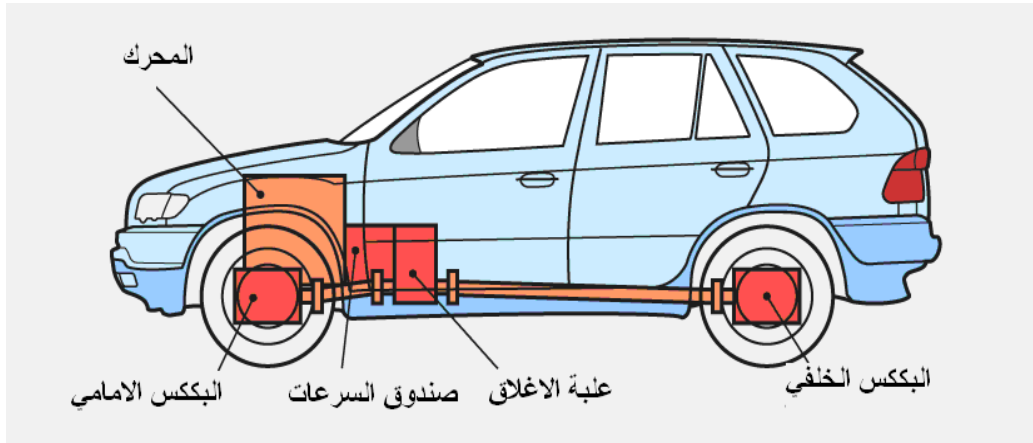
شكل (6) دفع أمامي – المحرك خلف مجموعة نقل الحركة



شكل (7) دفع أمامي – المحرك فوق مجموعة نقل الحركة

3) الدفع الرباعي

تكون الحركة مدمجة بين العجلات الخلفية و الأمامية بشكل متناسق , و تحتوي على مجموعتين من التروس الفرقيه إحداهما أمامي و الآخر خلفي , و تتميز السيارات التي تحتوي على هذا النوع من الدفع في المقدرة على السير على مختلف الطرق العادية و الجبلية , و يتم تفعيل المجموعات الفرقيه بواسطة فلنجات خاصة و وصلات وعن طريق ذراع خاص يركب بجانب صندوق السرعات كما في الشكل رقم (8).



شكل (8) دفع رباعي

الدرس الثاني : مجموعة القابض (الكلاش)

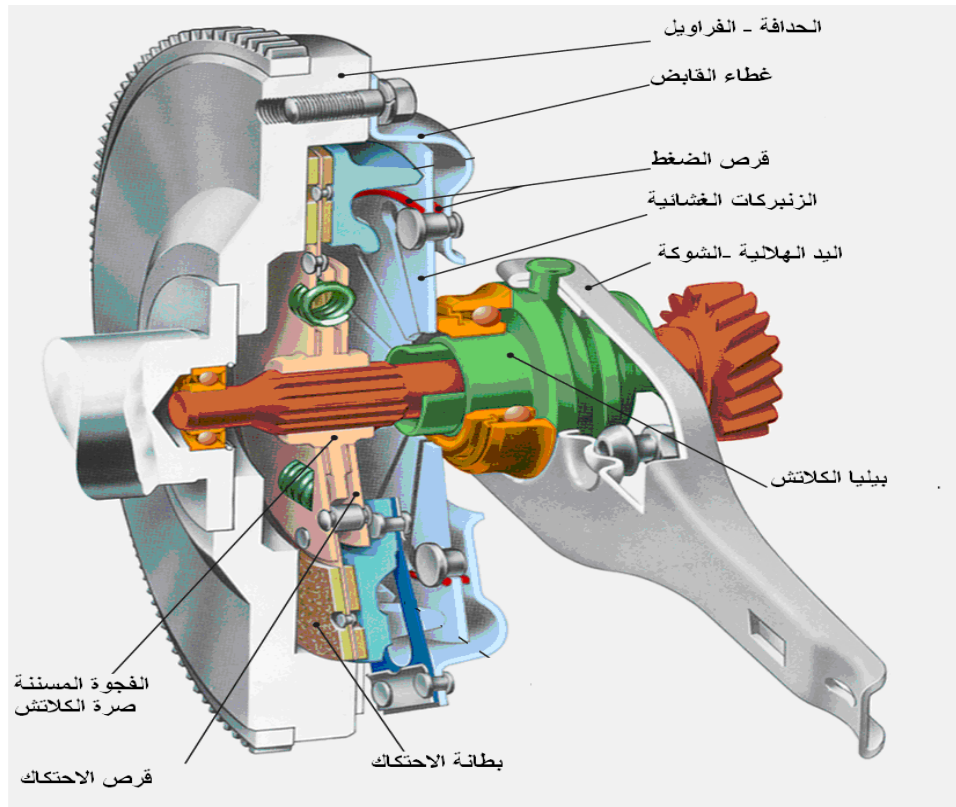
القابض هو عبارة عن حلقة وصل بين مجموعة توليد القدرة (المحرك) و مجموعة نقل الحركة عن طريق الاحتكاك، حيث يركب بين محرك السيارة و صندوق تغيير السرعات.

2 - 1 وظيفة القابض

- 1- نقل عزم دوران المحرك إلى صندوق السرعات.
- 2- توصيل القدرة بسلسلة من المحرك إلى الجير.
- 3- يعمل على فصل و وصل صندوق السرعات عن المحرك أثناء التوقف أو الحركة أو عند اختيار الغيار المناسب من صندوق السرعات حسب ظروف الطريق.

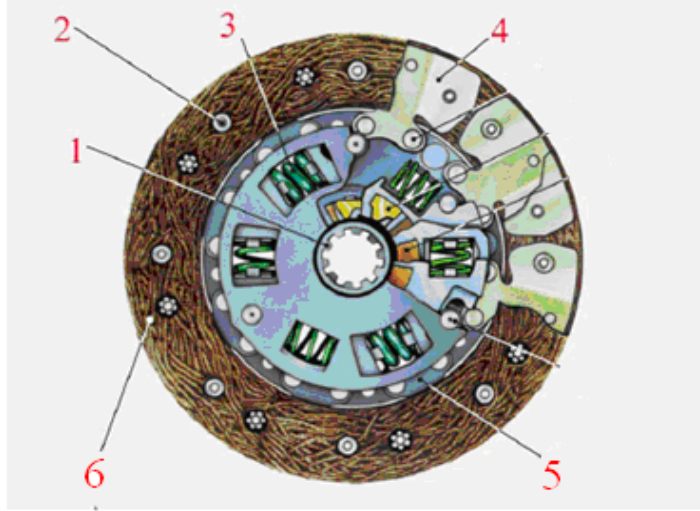
الأجزاء الرئيسية:

- 1- غطاء القابض : وظيفته احتواء جميع أجزاء القابض (الكلاش) الداخلية , و يصنع في الغالب من حديد الزهر.
- 2- قرص الضغط : يصنع من حديد الزهر الكربوني و يثبت عليه مجموعة من الزنبركات اللولبية أو الغشائية حسب نوعه , حيث تعمل هذه الزنبركات على إرجاع قرص الضغط إلى الوضع الطبيعي بعد ترك دواسة الكلاش .
- 3- بيليا الكلاش : محامل ذات كريات معدنية تعمل على الضغط على الزنبركات الغشائية بسلسلة و تتحرك بفعل اليد الهلالية (الشوكة). وذلك من أجل عدم حدوث تحطيم أثناء التماس



شكل (12) أجزاء القابض

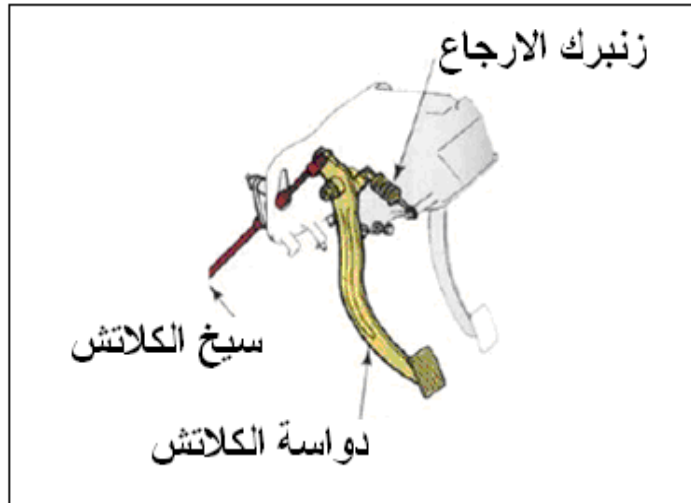
4- قرص الاحتكاك (بطانة الاحتكاك) : و هو عبارة عن قرص من الحديد مثبت على وجهيه بطانة احتكاك من الاسبست بواسطة مسامير البرشام أو مادة لاصقة خاصة , و يوجد في وسطه فجوة مسننة (صرة الكلاتش) لعملية التعشيق مع عمود القابض (تب الجير) كما في الشكل رقم (13).



شكل (13) قرص الاحتكاك

1- فجوة مسننة (صرة الكلاتش) 2- مسامير برشام 3- زنبركات 4- صفائح زنبركية 5- قرص الاحتكاك 6- بطانة الاحتكاك

5- دواسة الكلاتش (الدعسة) : تستخدم لتشغيل القابض بالقدم و تتكون من ذراع الدواسة و محور يدور حوله الذراع و زنبرك إرجاع , و تتحكم في عمل الكلاتش بطريقتين ميكانيكية أو هيدروليكية كما في الشكل رقم (14).



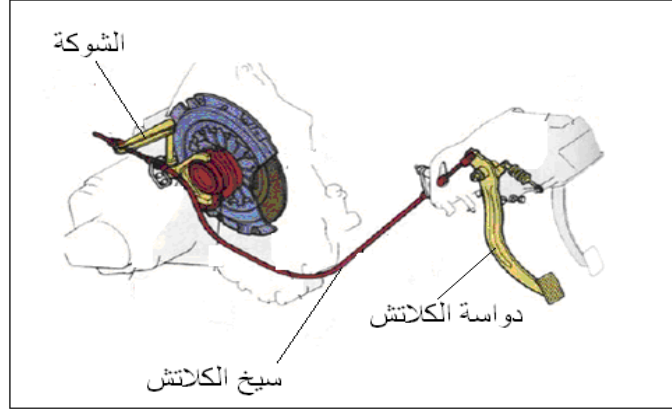
شكل (14) دواسة الكلاتش

2 - 5 طريقة التحكم في تشغيل القابض الاحتكاكي (الفصل و الوصل) .

يتم التحكم في تشغيل القابض الاحتكاكي بواسطة الضغط على دواسة الكلاتش بالقدم , و تتم العملية بإحدى الطرق التالية:

التشغيل الميكانيكي (الوصلة الميكانيكية):

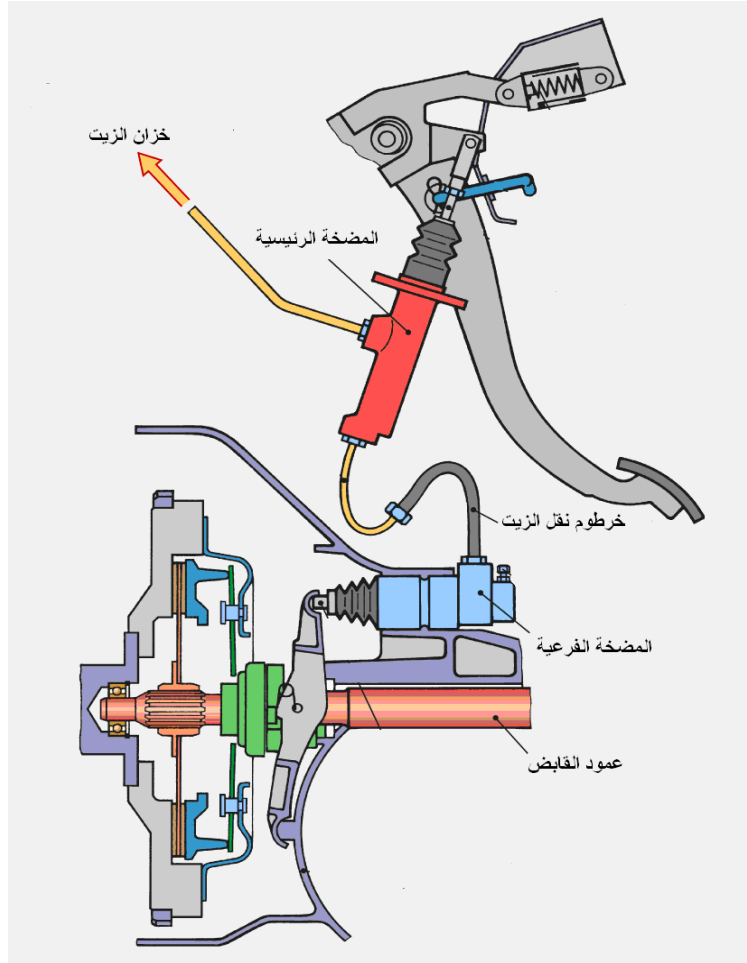
حيث تتصل دواسة القابض بواسطة سيخ معدني (كيبل) مع ذراع الكلاتش (الشوكة) , و تنتقل الحركة ميكانيكيا كما في الشكل رقم (17) .



شكل (17) التشغيل الميكانيكي

التشغيل الهيدروليكي (الوصلة الهيدروليكية):

لتسهيل عمل القابض و التقليل من القوة اللازمة للضغط على دواسة الكلاتش , يستخدم النظام الهيدروليكي في توصيل الحركة بين الدواسة و القابض كما في الشكل رقم (18) .



شكل (18) التشغيل الهيدروليكي

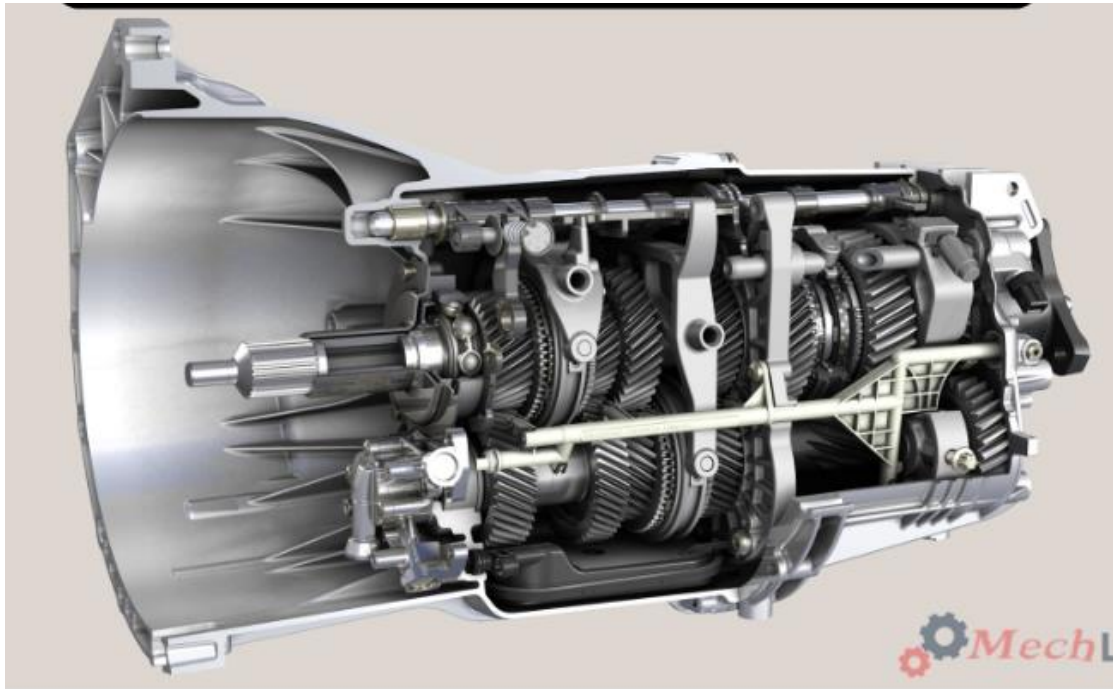
و يتكون النظام الهيدروليكي من مضختين إحداهما رئيسية تأخذ حركتها ميكانيكيا من دواسة الكلاش و الأخرى فرعية تركيب بجانب القابض حيث تعمل عل تحريك ذراع القابض , و يعتمد النظام الهيدروليكي في عمله على ضغط الزيت من المضخة الرئيسية إلى المضخة الفرعية عبر خرطوم نقل الزيت , و الزيت الهيدروليكي المستخدم قد يكون مستقل في خزان خاص أو نفس زيت الفرامل , و من مساوئ هذا النظام دخول فقائيع هواء إلى داخل النظام من الوصلات مما يؤدي إلى ضعف أو فقدان عملية الوصل و الفصل..

الدرس الثالث : صندوق السرعات العادي (الجير)

يعمل صندوق السرعات كمحول لعزم الدوران و السرعة , ويركب بين محرك المركبة و مجموعة النقل النهائي.

وظائفه:

- 1- تحويل و نقل عزم دوران محرك السيارة.
- 2- تغيير اتجاه حركة المركبة بالاتجاه المعاكس.
- 3- فصل الحركة عن مجموعة النقل النهائي عند التوقف على سرعة الدوران الحرة للمحرك (وضعية N) كما في الشكل رقم (23).

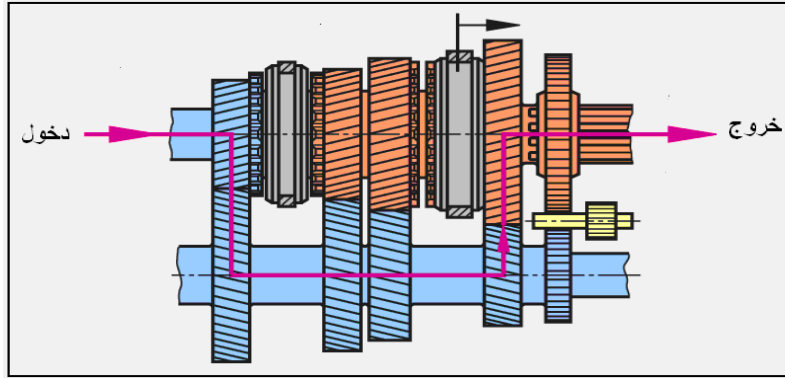


شكل (23) صندوق السرعات (الجير)

3 - 2 صندوق السرعات العادي

صندوق السرعات دائم التعشيق (التوافقي) حيث يتكون صندوق السرعات من أعمدة مثبت عليها مجموعة من المسننات المتداخلة مع بعضها , و تتم عملة التناسق في الحصول على العزوم و السرعات المختلفة من خلال التحكم في انتقال الحركة بين المسننات بواسطة الأجهزة التوافقية (النحاسات) . تنقسم إلى نوعية حسب طريقة انتقال الحركة

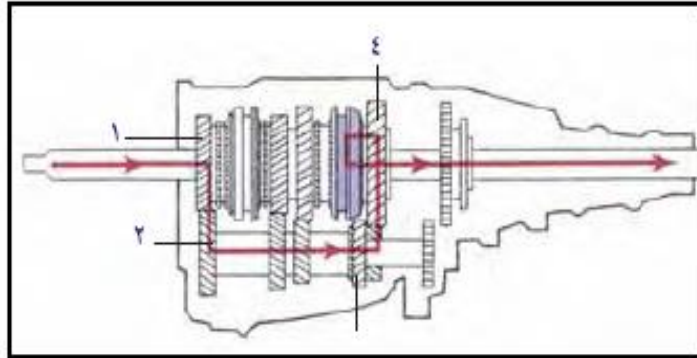
- أ- الانتقال المباشر للحركة: حيث تكون الحركة الداخلة بنفس اتجاه الحرة الخارجة كما مبين في الشكل رقم (26) .



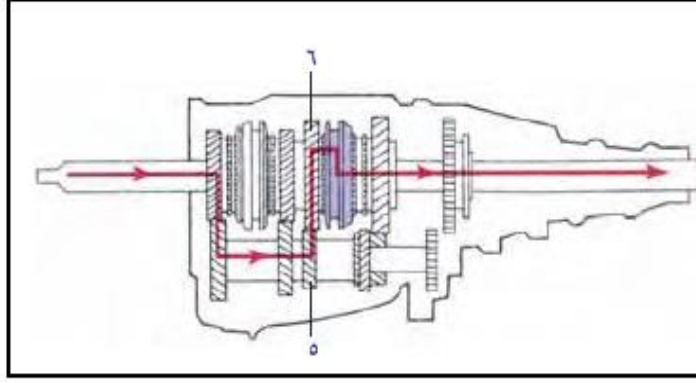
شكل (26) الانتقال المباشر للحركة

مبدأ العمل

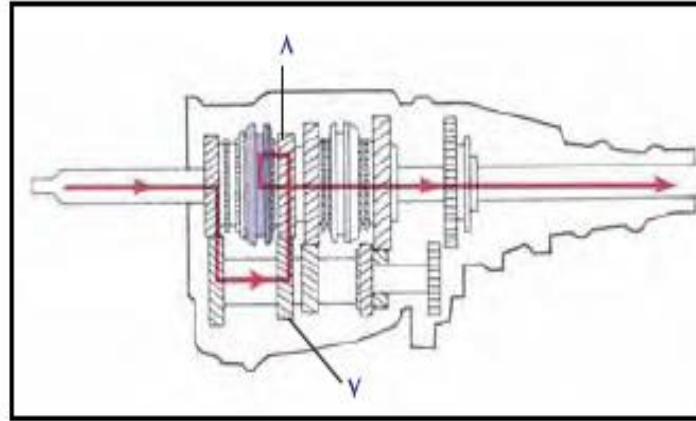
السرعة الأولى : تنتقل الحركة من عامود القابض إلى المسنن رقم 1 إلى المسنن رقم في عمود الإدارة المقابل ثم إلى المسنن رقم 4 عبر المسنن رقم 3 ثم إلى عمود صندوق السرعات عن طريق الأجهزة التوافقية .



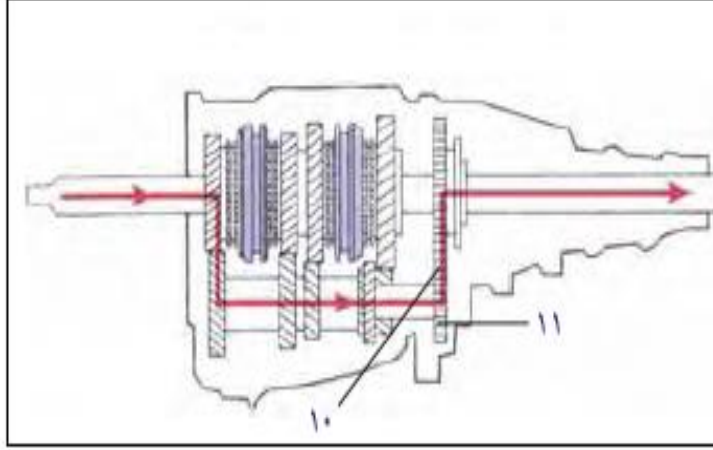
السرعة الثانية: تنتقل الحركة عبر عامود القابض إلى المسنن رقم 1 ثم إلى المسنن رقم 2 في عامود الإدارة المقابل ثم إلى المسنن رقم 6 عبر المسنن رقم 5 ثم إلى عامود صندوق السرعات عبر الأجهزة التوافقية .



السرعة الثالثة: تنتقل الحركة عبر عامود القابض إلى المسنن رقم 1 ثم إلى المسنن رقم 2 في عامود الادخار المقابلة ثم إلى المسنن رقم 8 عبر المسنن رقم 7 ثم إلى عامود صندوق السرعات عبر الأجهزة التوافقية.



السرعة الخلفية: تنتقل الحركة من عمود القابض عبر المسنن رقم 1 إلى المسنن رقم 2 في العمود المقابل ثم إلى المسنن رقم 10 عبر المسنن الوسيط رقم 11 مما يؤدي إلى انعكاس حركة الدوران الخارجة عبر عامود صندوق السرعات .



لتمارين العملية والفحوصات

التمرين الاول : الصيانة الدورية لعلبة السرعات العادية :

1- أعمال الصيانة الدورية التي يجب عملها في علبة السرعات العادية؟

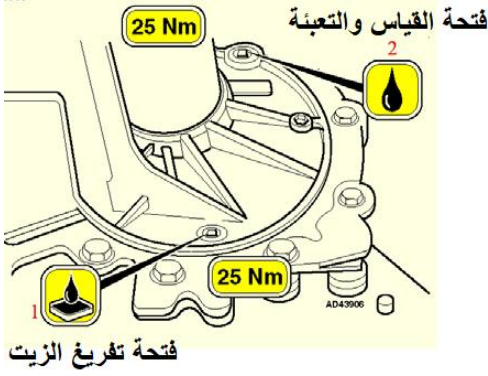
- فحص عدم وجود تسريب خارجي للزيت من علبة السرعات
- فحص جسم علبة السرعات والتأكد من عدم وجود تشققات أو كسور
- فحص مستوى زيت علبة السرعات
- فحص حالة الزيت من حيث اللون والرائحة وعدم وجود شوائب معدنية
- تغيير زيت علبة السرعات حسب توصيات الشركة المصنعة

2- تغيير زيت علبة السرعات العادية؟

- يتم تغيير زيت علبة السرعات العادية حسب توصيات الشركة المصنعة
- غالباً يتم تغييره كل 100,000 – 60,000 كم
- بعض الشركات تعتبر الزيت مدى الحياة، مع ضرورة فحصه دورياً
- يجب تغيير الزيت فوراً في الحالات التالية:
 - تغير لون الزيت أو ظهور رائحة احتراق
 - وجود برادة معدنية في الزيت
 - صعوبة في التعشيق أو صدور أصوات غير طبيعية
 - نقص مستوى الزيت بشكل متكرر

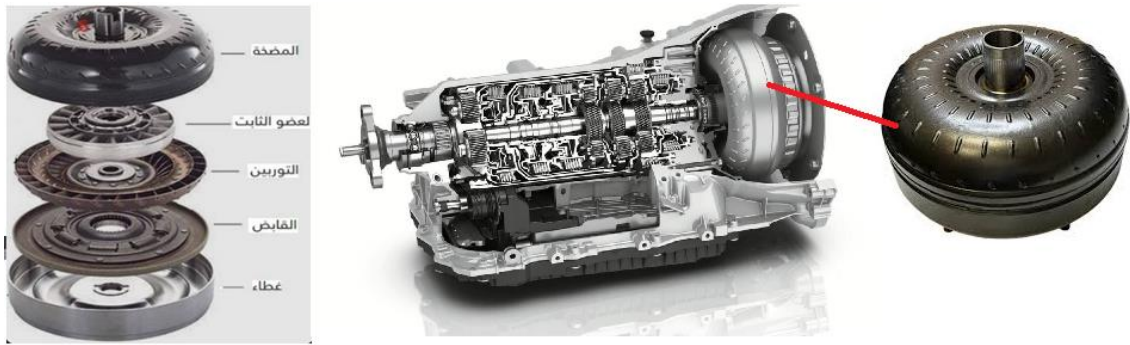
-3- كيف يتم قياس زيت علبة السرعات اليدوية؟

- معظم المركبات لا تحتوي على سيخ لقياس زيت علبة السرعات
- يتم تعبئة الزيت حتى يصل إلى مستوى فتحة التعبئة



-4- طريقة فحص زيت علبة السرعات العادية

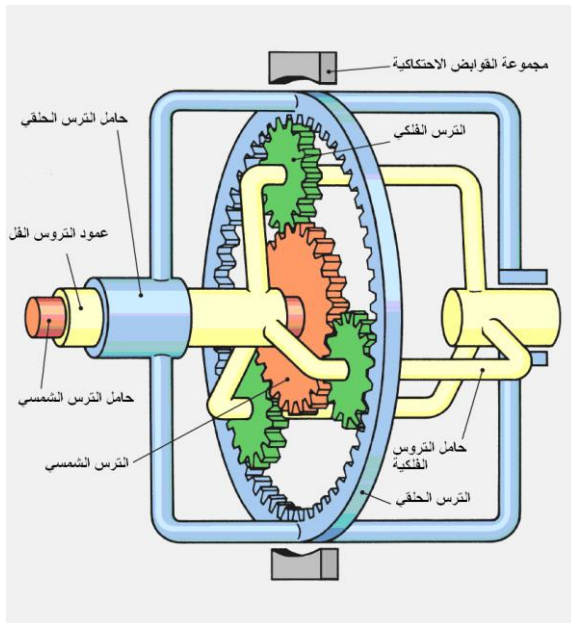
- وضع المركبة على سطح مستوٍ
- فتح فتحة التعبئة بحذر
- التأكد من أن مستوى الزيت عند حافة فتحة التعبئة
- فحص لون الزيت ورائحته
- التأكد من عدم وجود شوائب أو برادة معدنية
- إضافة الزيت أو تغييره عند الحاجة
- إغلاق فتحة التعبئة بإحكام بعد الانتهاء



4 - 4 مجموعة التروس الفلكية

و هي عبارة عن مجموعة من التروس موجودة داخل صندوق لسرعات الأوتوماتيكي حيث تعمل على إتمام عمل صندوق السرعات في إنتاج نسب التعشيق و الحصول على السرعات و العزوم المختلفة أو تغيير اتجاه سير المركبة قد يوجد أكثر من مجموعة تروس فلكية في الجير مكوناتها:

- 1- الترس الحلقي الخارجي.
- 2- مجموعة التروس الفلكية .
- 3- الترس الشمسي.



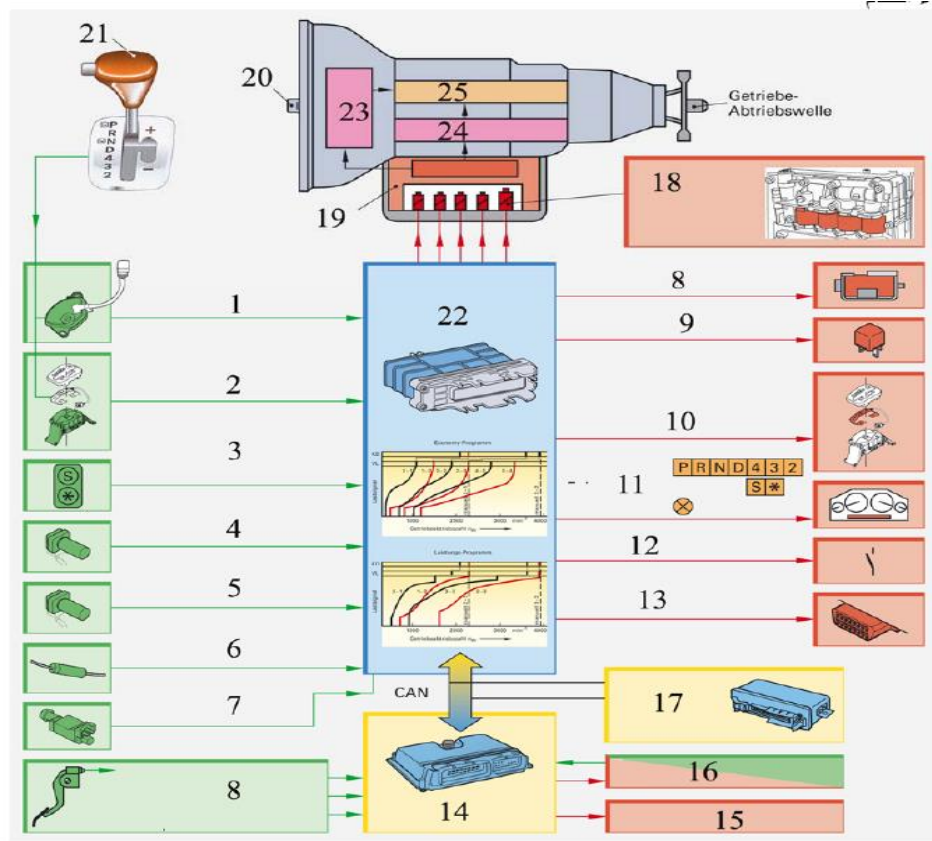
جسم الصمامات (Transmission Valve Body)

:Body)

هو الجزء الهيدروليكي الأساسي في ناقل الحركة الأوتوماتيكي، وتكمن وظيفته في التحكم بتوجيه زيت ناقل الحركة داخل الجير لتنفيذ عملية تبديل السرعات بشكل صحيح وسلس، حيث يحتوي على قنوات زيت وصمامات ميكانيكية وصمامات كهربائية تقوم بفتح وإغلاق مسارات الزيت حسب أوامر وحدة التحكم، مما يسمح بتعشيق الغيار المناسب وتنظيم ضغط الزيت، ويؤدي أي خلل في جسم الصمامات إلى تأخير أو خشونة في تبديل السرعات أو عدم استقرار عمل ناقل الحركة.



أ- صندوق السرعات الهيدروليكي الإلكتروني: ويعتمد في مبدأ عمله على مجموعة من المجسات المرتبطة مع وحدة التحكم وخاصة مجس سرعة دوران المحرك، مجس سرعة العجلات، مجس صمام الخنق و موقع دواسة الوقود كما في الشكل

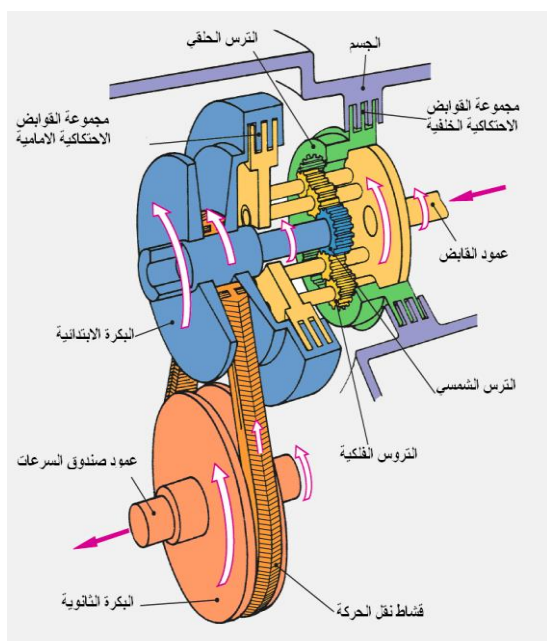


الرقم	اسم القطعة	الرقم	اسم القطعة
1	مجس عصى الجير selector lever position sensor	9	ريليه تشغيل السلف
2	التحكم اليدوي tip-tronic	10	لوحة الإضاءة على الجير

3	مفتاح اختيار نظام الجير (اقتصادي او رياضي	11	إشارة الجير على ساعة التابلو
4	مجس السرعة الداخلة للجير Input speed sensor	12	إشارات وحدة تحكم المحرك
5	مجس السرعة الخارجة من الجير Output speed sensot	13	وصلة التشخيص
6	مجس حرارة زيت الجير	14	وحدة التحكم
7	مفتاح دواسة الفرامل (دكمة البريك) Brake switch	15	وحدة التحكم الهيدروليكية
8	مجس دواسة الوقود	16	عمود الجير
17	وحدة تحكم المحرك	18	جسم الصمامات Valve body

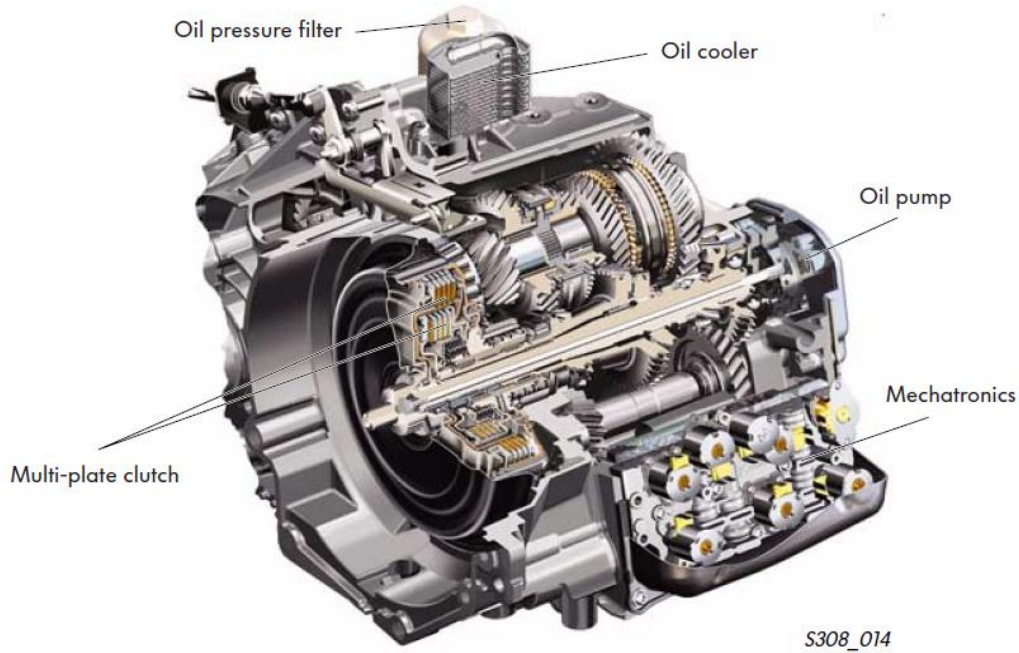
شكل (32) صندوق السرعات الهيدروليكي الالكتروني

ب- **صندوق السرعات الالكتروني المتغير ذو البكرات (CVT)**: و تتم عملية الحصول على النسب المختلفة من السرعة و العزم عن طريق التبادل في انتقال الحركة بين مجموعة من البكرات مختلفة الأقطار. و مجموعة التروس الفلكية و مجموعة من المجسات , ويعتمد في عملية نقل القدرة من محرك المركبة على القابض الكهرومغناطيسي كما في الشكل



صندوق السرعات ذو القابض المزدوج Dual clutch transmission

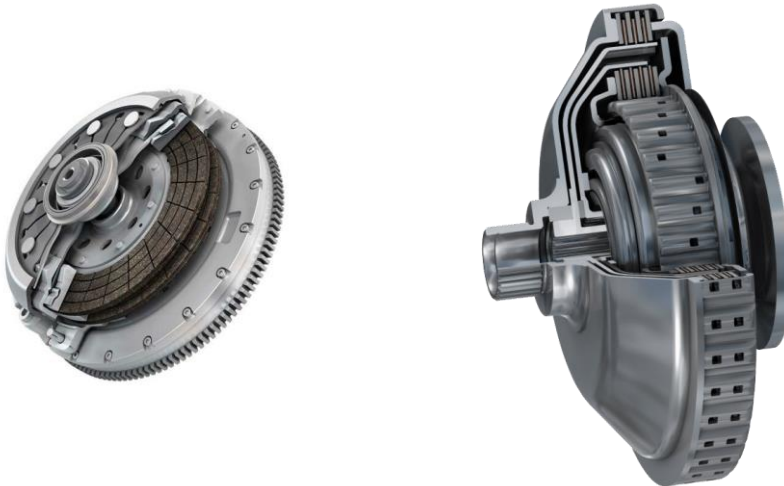
انتشر هذا النوع في الآونة الأخيرة وأصبحت معظم الشركات تستخدمه حيث يعتبر صندوق سرعات أوتوماتيكي وفي نفس الوقت تكون المسننات الداخلية بنفس تركيبة الجير العادي التقليدي , وله أسماء متعددة حسب الشركة الصانعة مثل DSG , DCT , PDK , S-tronic TCT, Power shift



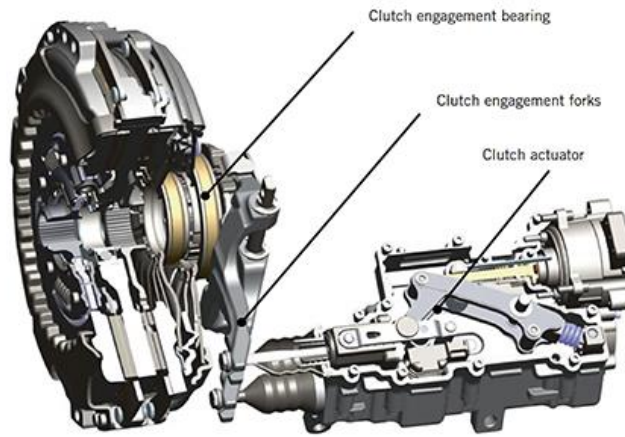
مكونات DCT

1- القابض (الكلتش): ويوجد نوعان من الكلنشات

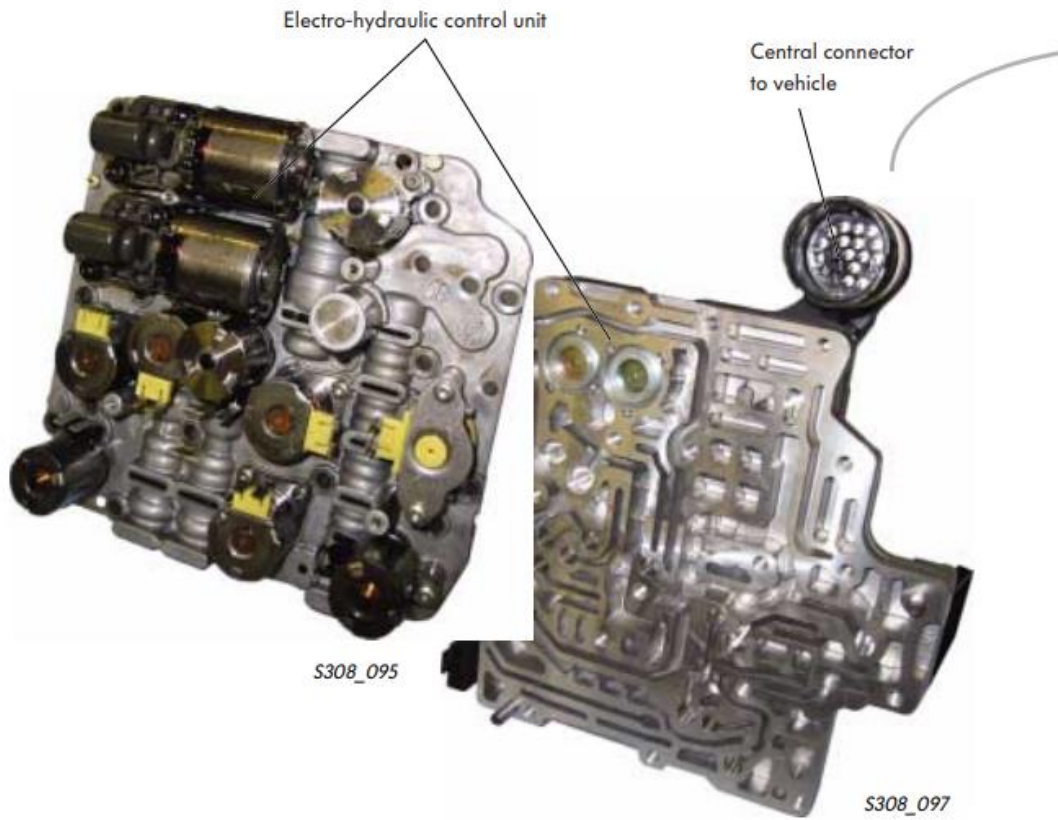
- القابض الجاف ويكون القابض لا يعمل داخل زيت. والاحتكاك يكون مباشرًا بين أسطح القابض.
- القابض المبتل ويكون القابض مغمور داخل زيت خاص. الزيت يعمل على التبريد وتقليل الاحتكاك



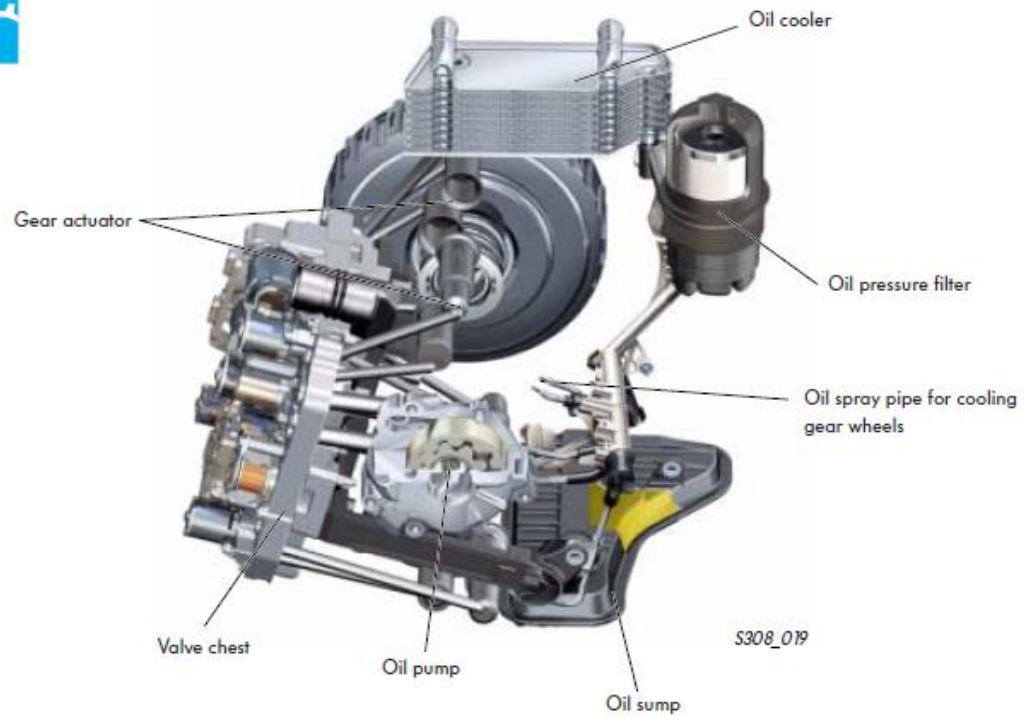
2- مفعّل الكلنش clutch actuator (الكلنش الجاف)
ويقوم بفصل ووصل الكلنش عن المحرك كهربائياً



الوحدة الهيدروليكية الكهربائية
وهي التي تتحكم في خطوط الزيت وفي الصمامات الكهربائية التي تعمل على فصل ووصل الكلتش ونقل الغيارات



3- Gear actuator ومفعلات تبديل الغيارات وعادة ما يختلف عددها حسب عدد غيارات الجير وعادة ما تكون 4
مفعلات فاكثر



تمارين وفحوصات صندوق السرعات الاوتوماتيكي

التمرين الأول :الفحوصات قبل التشغيل

- فحص عدم وجود تسريب زيت من الجير أو من أنابيب التبريد
- فحص مستوى زيت الجير (حسب الطريقة المعتمدة: سيخ / فتحة فحص)
- التأكد من نوع الزيت الصحيح حسب مواصفات الشركة
- فحص قواعد الجير والتأكد من عدم وجود تشقق أو تلف
- فحص الوصلات والفيش الكهربائية وعدم وجود قطع أو تآكل



التمرين الثاني فحص زيت الجير الأوتوماتيكي

- التأكد من أن مستوى الزيت ضمن الحد المسموح
- فحص لون الزيت (طبيعي: أحمر/وردي شفاف – غير طبيعي: داكن أو أسود)
- فحص رائحة الزيت (رائحة احتراق تدل على مشكلة)
- التأكد من عدم وجود برادة معدنية أو شوائب في الزيت



التمرين الثالث الفحوصات أثناء التشغيل

- التأكد من سلاسة التعشيق بين الأوضاع (P-R-N-D)
- ملاحظة وجود تأخير أو صدمة عند التعشيق

- الاستماع لأي أصوات غير طبيعية من الجير
- فحص انزلاق الجير أثناء التسارع

التمرين الرابع: فحوصات القيادة (Road Test)

- التأكد من أن التبديل بين السرعات يتم بسلاسة وفي التوقيت الصحيح
- ملاحظة الاهتزاز أو الرجة أثناء التسارع أو التباطؤ
- التأكد من عدم وجود ارتفاع غير طبيعي في عدد دورات المحرك

التمرين الخامس : الفحوصات الإلكترونية



- فحص الجير باستخدام جهاز الفحص (Scan Tool)
- قراءة أكواد الأعطال (DTCs) إن وجدت
- مراقبة البيانات الحية مثل:
 - حرارة زيت الجير
 - وضعية التعشيق
 - ضغط الزيت (إن كان مدعومًا)

التمرين السادس : تغيير زيت الجير وفلتر زيت الجر :

يبدأ العمل برفع المركبة وتثبيتها جيدًا على الحوامل أو منصة الرفع، ثم فصل القطب السالب للبطارية وتهيئة الأدوات والزيت والفلتر المناسبين حسب مواصفات الشركة المصنعة، لأن استخدام زيت غير مطابق قد يؤدي إلى تلف الجير.

بعد ذلك يتم تفريغ زيت الجير الأوتوماتيكي بوضع وعاء مناسب أسفل كرتير الجير، ثم فك مسمار التفريغ إن وجد، أو فك مسامير الكرتير بحذر وترك الزيت يفرغ بالكامل، مع الانتباه إلى أن الزيت قد يكون ساخنًا



يتم فك كرتير الجير الأوتوماتيكي وإنزاله بحذر، ثم فحص الزيت القديم من حيث اللون والرائحة، حيث يشير اللون الداكن أو رائحة الاحتراق إلى وجود مشكلة داخل الجير، كما يتم التأكد من عدم وجود برادة معدنية غير طبيعية



بعد ذلك يُفك فلتر زيت الجير القديم، مع التأكد من إزالة جلدة الفلتر (O-ring) وعدم بقائها داخل الجير، ثم يتم تركيب فلتر جديد مطابق للمواصفات مع استبدال الجلدة عند الحاجة



يُجرى تنظيف كرتير الجير جيدًا من الداخل، وتنظيف المغناطيس الموجود داخله من البرادة المعدنية، ثم يتم تركيب جلدة جديدة للكرتير وإعادة تركيبه وشد المسامير تدريجيًا وبالتساوي وبالعزم المحدد

بعد الانتهاء من التركيب، تتم تعبئة زيت الجير الأوتوماتيكي بالنوع والكمية الصحيحة من فتحة التعبئة أو باستخدام جهاز تعبئة خاص، ثم يتم تشغيل المحرك وتحريك ناقل الحركة بين جميع الأوضاع لفترة قصيرة



يُفحص مستوى الزيت حسب الطريقة المعتمدة من الشركة المصنعة، سواء باستخدام سيخ القياس أو فتحة الفحص، ويتم إضافة الزيت عند الحاجة حتى الوصول إلى المستوى الصحيح.

في النهاية يتم فحص عدم وجود أي تسريب زيت من كرتير الجير أو من الفلتر، ثم إجراء اختبار قيادة للتأكد من سلاسة التعشيق وعدم وجود صدمات أو انزلاق أثناء التشغيل.

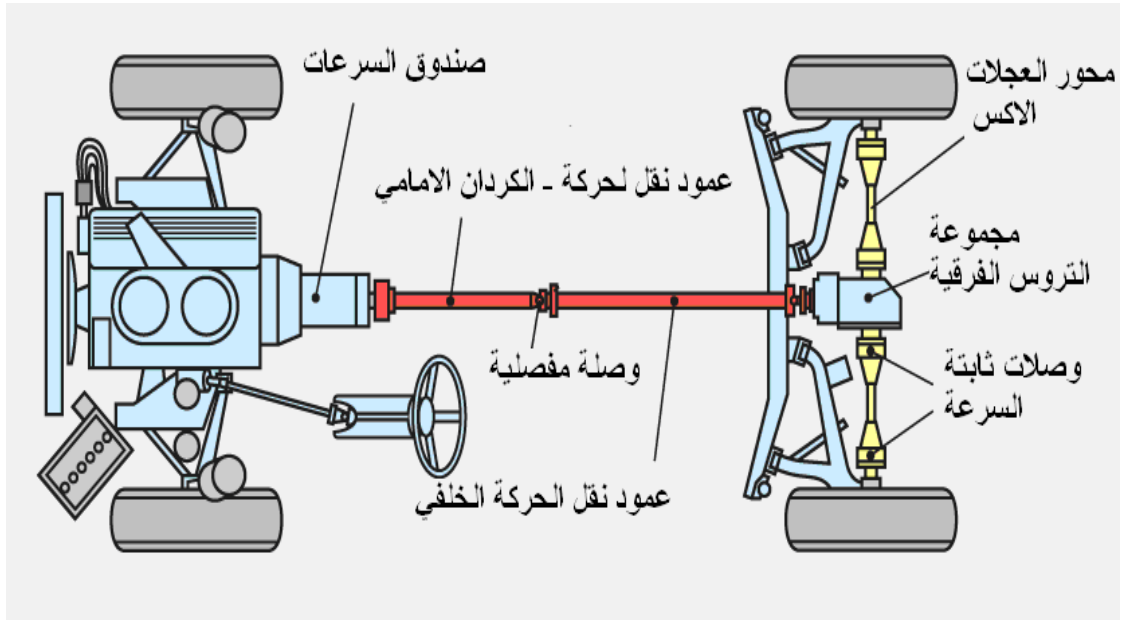
الوحدة الثالثة: منظومة نقل القدرة الدرس الخامس : نقل الحركة من الجير الى العجلات

الدرس الخامس : نقل الحركة من الجير الى العجلات

تعمل أنظمة نقل الحركة على نقل الحركة من مخرج صندوق السرعات إلى عجلات المركبة .

وتتكون من الوحدات التالية كما في الشكل رقم (1) :

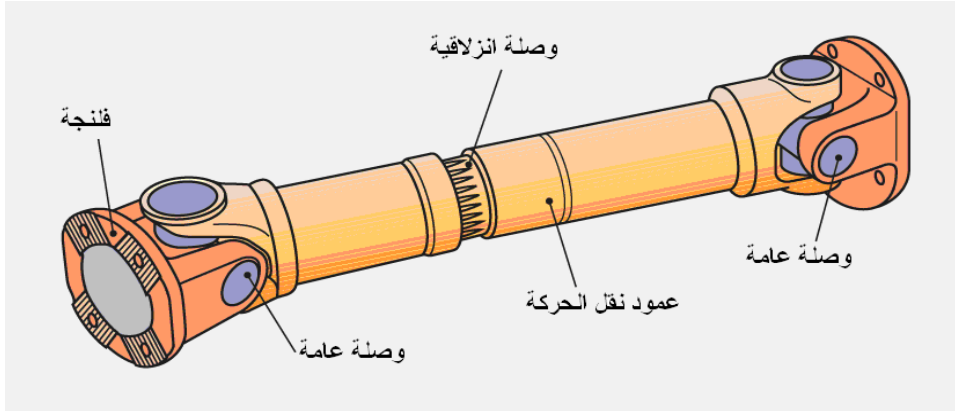
- 1- عمود نقل الحركة (الكردان) 2- مجموعة التروس الفرعية 3- محاور إدارة العجلات (الاكسات) .



شكل (1) أنظمة نقل الحركة

1 - عمود نقل الحركة (عمود الكردان) .

يركب في السيارات ذات الدفع الخلفي أما في السيارات ذات الدفع الأمامي فقد يستخدم عمود نقل حركة قصير و في الأغلب لا يستخدم حيث تنتقل الحركة مباشرة من صندوق السرعات إلى مجموعة النقل النهائية، أما في المركبات ذات الدفع الرباعي فيلزم استخدام عمودين لنقل الحركة أحدهم طويل يستخدم لإدارة المحور الخلفي و الآخر قصير يستخدم لإدارة المحور الأمامي.



شكل رقم (2) عمود الكردان

مجموعة التروس الفرقية Differential

هو جزء ميكانيكي مهم في منظومة نقل القدرة، يقوم بنقل العزم من علبة السرعات إلى العجلات، وفي الوقت نفسه يسمح لكل عجلة بالدوران بسرعة مختلفة. تظهر أهميته عند انعطاف المركبة، حيث تحتاج العجلة الخارجية إلى سرعة أكبر لأنها تقطع مسافة أطول من العجلة الداخلية، فتقوم التروس الفرقية بتعويض هذا الفرق بسلاسة. إضافة إلى ذلك، تساعد التروس الفرقية على تحسين ثبات المركبة أثناء القيادة، ويقلل من انزلاق الإطارات وتآكلها، ويحمي أجزاء منظومة نقل الحركة من الإجهاد والتلف، لذلك يُعد عنصرًا أساسيًا لسلامة وأداء المركبة.

عمل المجموعة الفرقية عند السير في طريق مستقيمة

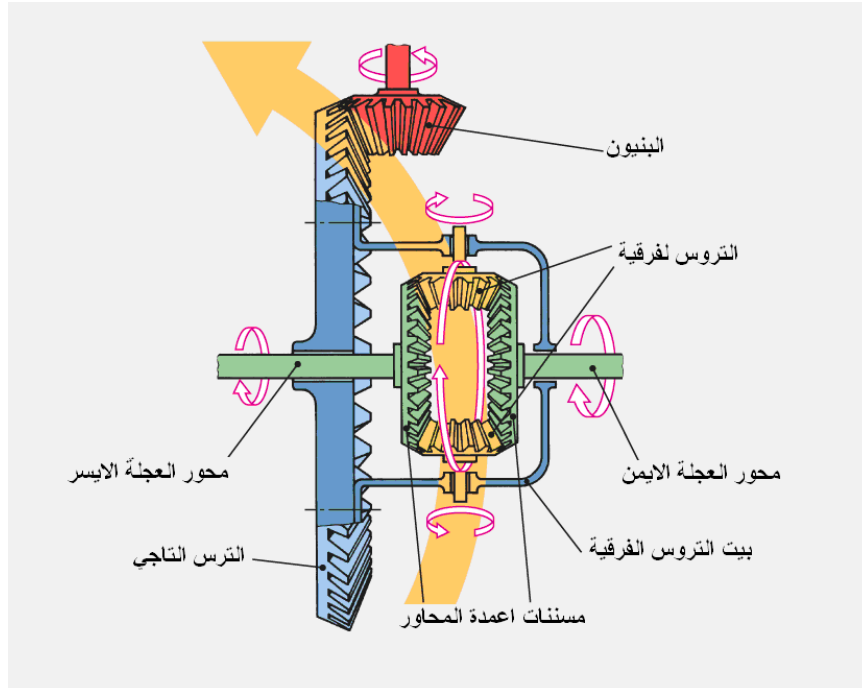
يكون البنيون معشوق بشكل مباشر مع الترس التاجي و تكون مجموعة التروس الفرقية المحاطة بالجسم الخارجي تدور كوحدة واحدة مع التاجي و في هذه الحالة تتم نقل العزوم من البنيون إلى التاجي ثم إلى عجلات المركبة دون عمل التروس الفرقية.

عمل التروس الفرقية عندما يكون احد العجلات لا يدور

في هذه الحالة يكون العجل الذي لا يتعرض إلى الحمل يدور ضعف دوران العجل المتعرض للحمل حيث تقوم التروس الفرقية بعملية الموازنة بين العجلات , و تحدث هذه الحالة عند السير على الطرق الثلجية أو الطينية .

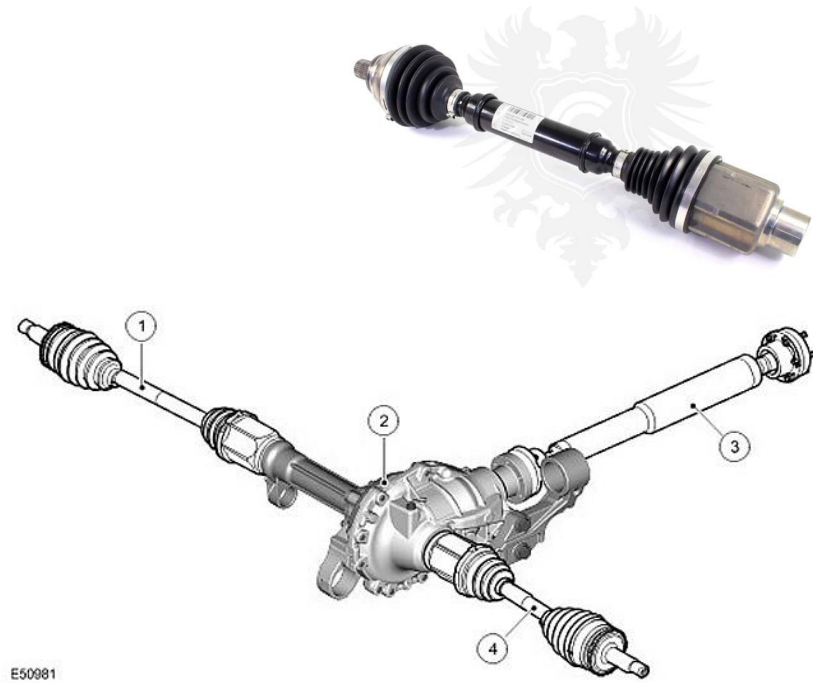
عمل التروس الفرقية عند الانعطاف

حيث نلاحظ أن العجل الداخلي للمركبة عند المنعطف يتعرض للأحمال أكثر من العجل الخارجي و يدور بسرعة اقل لذلك تقوم المجموعة الفرقية بموازنة القوى المنتقلة إلى العجلات خوفا من انحراف المركبة عن الطريق كما في الشكل رقم (22).



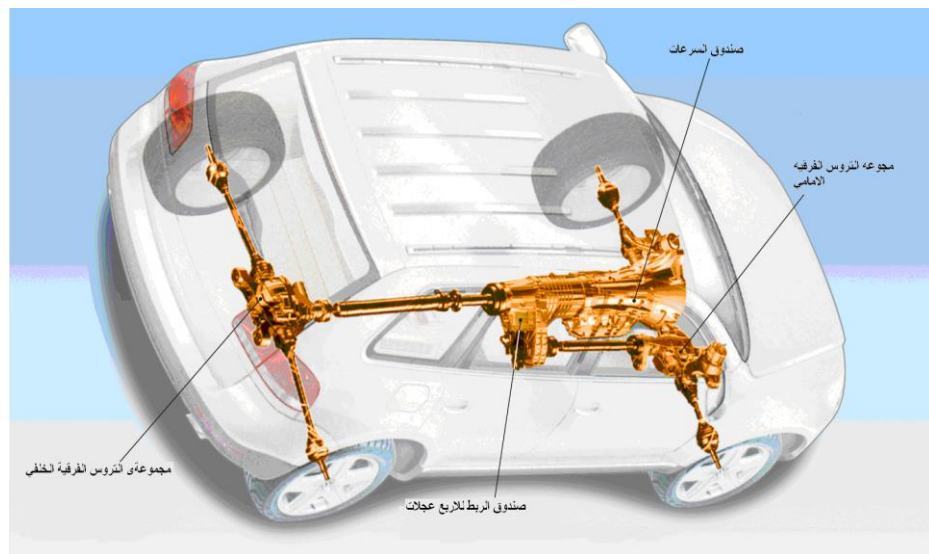
4 محاور العجلات (الاكسات)

تقوم هذه المحاور بنقل العزوم من مجموعة التروس الفرعية إلى العجلات وتحمل عزم الالتواء وكذلك القوى و العزوم الأخرى مثل قوة الاحتكاك بين الإطارات و الطريق.



أنظمة الدفع الرباعي

التحكم في الدفع الرباعي أي ربط العجلات مع المجموعات الفرعية بحيث تدور العجلات الأربعة معا و يتم التحكم بربط العجلات يدويا أو الكترونيا , و المركبات ذات الدفع الرباعي تحتوي على مجموعتين من النقل النهائي كما في الشكل



أنظمة الدفع الرباعي

أجزاء نظام الدفع الرباعي

- 1- مجموعة النقل النهائي للعجلات الأمامية
- 2- مجموعة النقل النهائي للعجلات الخلفي
- 3- صندوق الربط للأربع عجلات (جير التوزيع)
- 4- عمود الكردان (الدرابشافت)

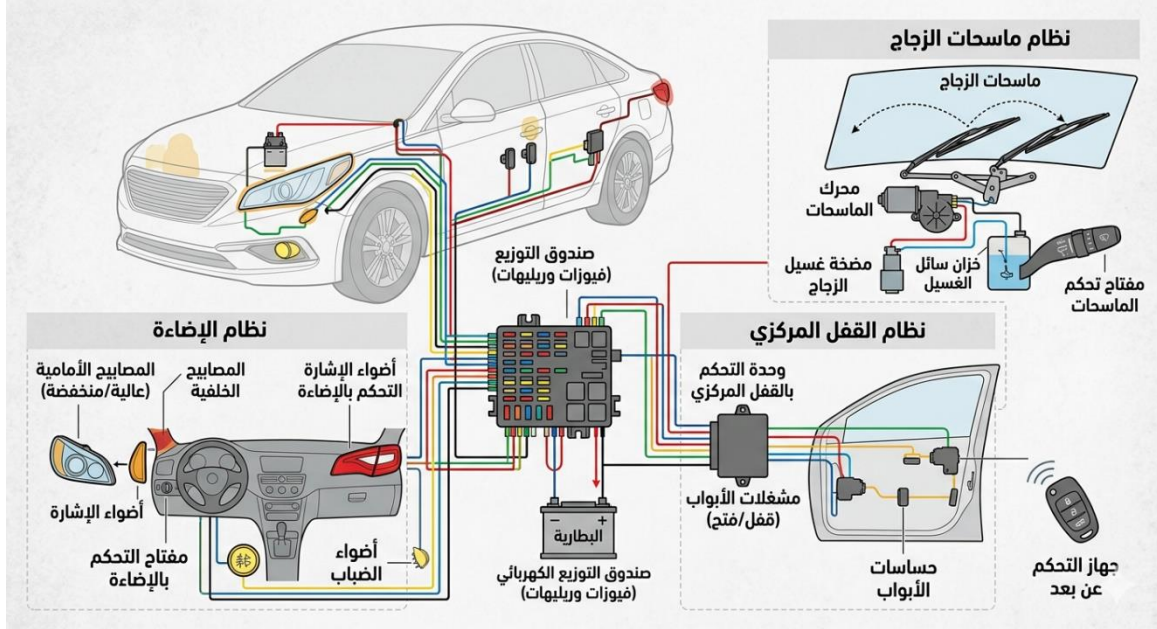
أنواع أنظمة الدفع الرباعي

- **الدفع الرباعي الجزئي (Part-Time 4WD)** يعمل عادة بنظام الدفع الثنائي، ويمكن تشغيل الدفع الرباعي عند الحاجة فقط مثل الطرق الوعرة أو الزلقة، ولا يُنصح باستخدامه على الطرق المعبدة الجافة لفترات طويلة لأنه لا يحتوي على دفرنس وسطي.
- **الدفع الرباعي الدائم (Full-Time 4WD)** يكون الدفع فيه على العجلات الأربع بشكل مستمر، ويحتوي على دفرنس وسطي يسمح بالقيادة الآمنة على الطرق المعبدة والوعرة معاً، ويوفر ثباتاً أفضل في مختلف ظروف الطريق.
- **الدفع الرباعي عند الطلب (On-Demand AWD)** تعمل المركبة فيه بالدفع الثنائي في الظروف الطبيعية، وعند حدوث انزلاق في العجلات يقوم النظام تلقائياً بنقل العزم إلى العجلات الأخرى دون تدخل السائق.
- **الدفع الرباعي الذكي (AWD)** هو نظام إلكتروني يقوم بتوزيع العزم بين العجلات الأربع بشكل متغير حسب سرعة المركبة، زاوية التوجيه، وحالة الطريق، ويُستخدم غالباً في سيارات الركوب والكروس أوفر لتحسين الثبات والسلامة.
- **الدفع الرباعي مع النطاق المنخفض (4WD Low Range)** يُستخدم في المركبات المخصصة للطرق الوعرة، حيث يوفر عزمًا عاليًا جدًا عند السرعات المنخفضة، مما يجعله مناسباً للصعود الحاد والسير على الطين أو الرمال.



الوحدة الرابعة

الأنظمة الكهربائية الأساسية في المركبات



الدرس الأول : أنظمة الإنارة في المركبة

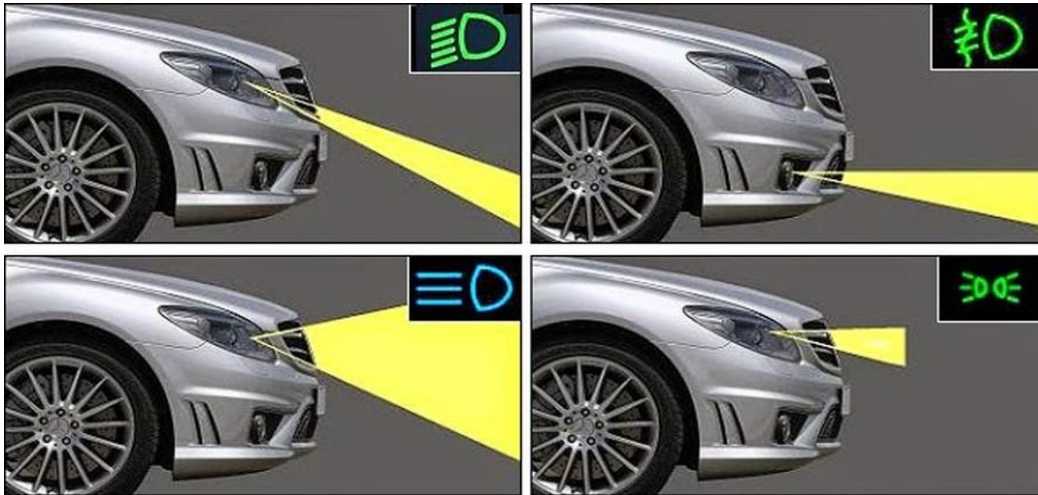
- أنظمة الإنارة من أهم أنظمة السلامة في المركبة، حيث تُمكن السائق من:
- الرؤية الواضحة أثناء الليل أو الأحوال الجوية التي تنعدم فيها الرؤية.
 - تنبيه السائقين الآخرين بوجود المركبة.
 - الإشارة إلى الاتجاهات والتوقف ولغة مخاطبة بين السائقين.

أهمية أنظمة الإنارة

- تقليل الحوادث المرورية.
- تحسين الرؤية في الظروف الجوية الصعبة.
- الالتزام بقوانين السير.
- مساعدة السائقين الآخرين على توقع تصرفات المركبة.

أنواع أنظمة الإنارة في المركبة
أولاً: الاضواء الأمامية الرئيسية

نظام الإنارة في المركبة من الأنظمة الأساسية التي تمكن السائق من رؤية الطريق بوضوح أثناء القيادة الليلية، كما يساهم في ضمان القيادة الآمنة في الظروف الجوية التي تنخفض فيها مدى الرؤية.



تتكون وحدة الضوء الامامي الرئيسي من الاضواء التالية

- الضوء الواطي (Low Beam)
- يُستخدم أثناء القيادة العادية ليلاً.

- يضئ الطريق أمام المركبة دون إزعاج المركبات القادمة.

الضوء العالي (High Beam)

- يُستخدم في الطرق المظلمة والخالية.
- يعطي إضاءة قوية وبعيدة المدى.
- يجب عدم استخدامه عند وجود مركبات مقابلة.

اللمبات المستخدمة في الأضواء الامامية الرئيسية

تستخدم العديد من اللامبات وخاصة في الأضواء الامامية الرئيسية ولتسهيل التعامل بين الفنيين وبائعي القطع اتبع نظام ترميز بالأحرف والأرقام للتمييز بين أنواعها المختلفة.



أنواع المصابيح المستخدمة في المركبات

أ. مصابيح الهالوجين

- الأكثر انتشارًا.

- سهولة الاستبدال.

- استهلاكها للطاقة متوسط.

ب. مصابيح LED

- عمر أطول.

- استهلاك طاقة أقل.

- تحتاج أحيانًا إلى وحدات تحكم.

ج. مصابيح الزينون

- إضاءة قوية جدًا.

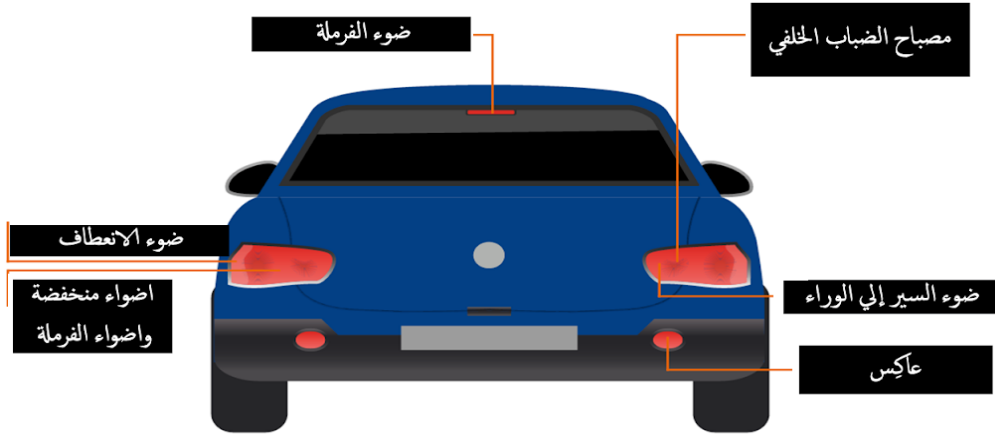
مفاتيح الأضواء الامامية الرئيسية

تتحكم بتشغيل الأضواء الامامية وتختلف في اشكالها ومبدأ عملها طبقا لنوع المركبة، وتركب بجانب عجلة القيادة لتمكن السائق بالتحكم بعمل الأضواء بكل سهولة.



ثانياً: الأضواء الخلفية

تحتوي وحدة الأضواء الخلفية على مجموعة من لمبات الضوء وغالبها يستخدم لتحذير ولغة مخاطبة مع السيارات الأخرى، ومن الأضواء الخلفية ضوء الفرامل، ضوء الرجوع الى الخلف، الأضواء الخفيفة، واضواء إشارة الانعطاف الغمازات.



- **الاضواء الجانبية:** تعمل على اظهار عرض المركبة وتمكين رؤيتها من المركبات الأخرى وتزود المركبات الصغيرة بالأضواء الخلفية الخفيفة أما في السيارات الكبيرة والشاحنات تزود بأضواء جانبية.



- **أضواء لوحة المركبة:** تعمل على اظهار لوحة ارقام المركبة أثناء السير في الليل وتضيء عند تشغيل الأضواء الأمامية والخلفية والجانبية.



- أضواء التوقف - الفرامل: تركب مع مجموعة الأضواء الخلفية وتتميز بلون غطائها الأحمر وتزود بعض المركبات بأضواء تركب على الزجاج الخلفي ويتحكم بها مفتاح خاص يركب أسفل دواسة الفرامل وتضيء عند الضغط على دواسة الفرامل لتنبيه السائقين بأن السائق يخفف من سرعة المركبة أو يريد إيقافها.



- أضواء الرجوع إلى الخلف: تركب مع مجموعة الأضواء الخلفية وتتميز بلون غطائها الأبيض وتضيء عند وضع السائق الغيار العكسي والرجوع إلى الخلف لتنبيه المارة والسائقين الآخرين، ويتحكم بتشغيلها مفتاح خاص يركب في صندوق السرعات، ويركب ضوء رجوع للخلف واحد في بعض المركبات أو قد يكون اثنين.



ثالثاً: الأضواء الداخلية وضوء لوحة البيان

تزود المركبات بأضواء داخلية تضيء غرفة السائق وتضيء لوحة البيان لرؤية الساعات أثناء السير في الليل، وتضيء أضواء لوحة البيان عند اضاءة الأضواء الخفيفة في المركبة أما ضوء غرفة المركبة فيضيء عند فتح أحد أبواب المركبة أو بواسطة مفتاح خاص يركب بجانب الضوء والذي يثبت في سقف المركبة من الداخل أو على أحد الجوانب.



رابعاً: أضواء إشارات الانعطاف – الغمازات

تزود المركبات بأضواء لتنبيه السائقين عن تغيير اتجاه سير المركبة وتحتوي المركبة على أربع أضواء اثنان أماميين وآخرين خلفيين وتوجد في بعض المركبات أضواء على المرايا الجانبية أو على جوانب المركبة، وتتميز لون غطائها باللون الأصفر أو البرتقالي وتضيء بشكل متقطع، ويتم التحكم بعملها بواسطة مفتاح خاص يركب على عجلة القيادة ويعمل السائق على تشغيل الأضواء حسب الجهة التي يريد تغيير اتجاه المركبة إليها حيث تضيء الأضواء الامامية والخلفية والجانبية لكل جها معا.



خامساً: أضواء الضباب

تزود المركبات بأضواء خاصة تستخدم أثناء السير في الضباب وتكتفي بعض المركبات باستخدام أضواء ضباب تركب مع مجموعة الأضواء الخلفية للتمكن من رؤيتها أثناء السير في الضباب، وغالبا يكون ضوء ضباب واحد يركب على الجهة اليسرى للمركبة، اما في بعض المركبات تركب

أضواء ضباب امامية لتمكين السائق من رؤية الطريق اثناء السير في الضباب، ويتحكم بتشغيلها مفتاح خاص او مفتاح تشغيل الأضواء الامامية الرئيسية حسب نوع المركبة.

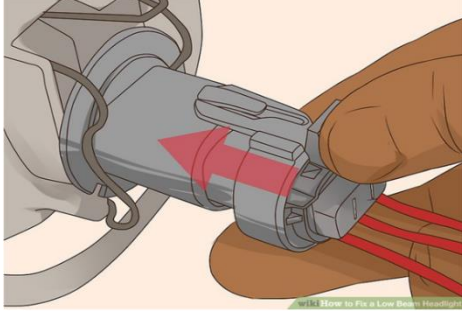


الأعطال الشائعة في أنظمة الإنارة

- احتراق المصباح.
- فيوز محترق.
- ضعف أو انقطاع الأرضي.
- قطع في الأسلاك.
- عطل في المفتاح أو المرحل.

التمارين العملية والفحوصات

التمرين الاول: التعامل مع الاضواء الامامية الرئيسية
اولا: استبدال لمبة الضوء الامامي
الهدف : تحديد طريقة استبدال لمبة الضوء الامامي
خطوات العمل : اتبع الخطوات الموضحة بالصور



فك فيشة الضوء الامامي



فك غطاء الحماية الخلفي



فحص اللبة واستبدالها اذا كانت تالفة



فك قفل التثبيت او إدارة اللبة لتحريرها

ثانيا: فك وحدة الأضواء الامامية الرئيسية
الهدف: التعامل مع السيارات التي يلزم فك حدة الاضواء
خطوات العمل:

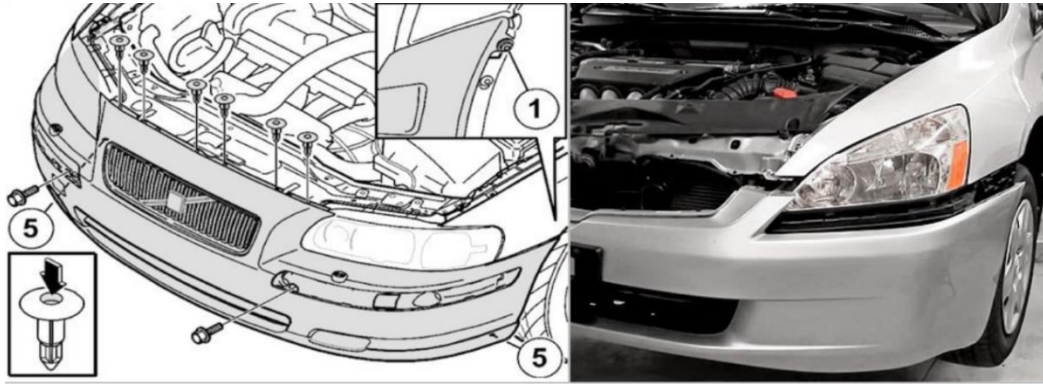
في بعض المركبات ولتسهيل عملية تغيير لمبة الضوء الامامي لابد من فك وإزالة وحدة الأضواء الامامية الرئيسية، وفي هذا النوع من المركبات ممكن ازالته بكل سهولة ويتطلب فقط فك برغي او كلبسة تثبيت وسحب وحدة الأضواء واخراجها من مكانها.



ثالثا: فك وإزالة الطمبون الامامي وفك وحدة الأضواء
الهدف: طريقة فك الطمبون الامامي واستبدال وحدة الاضواء
خطوات العمل:

- في بعض المركبات لفك وإزالة حدة الأضواء الامامية الرئيسية لابد من فك وإزالة او تهبط الطمبون الامامي لتسهيل العملية.

- تتبع الخطوات الموضحة بالصورة وحسب نوع المركبة.



التمرين الثاني: التعامل مع مفاتيح الأضواء الامامية الرئيسية

الهدف: التعامل مع مفاتيح الاضواء الرئيسية

خطوات العمل:

تختلف طريقة فك وإزالة مفاتيح الأضواء الامامية الرئيسية طبقا لنوع المركبة وشكل المفاتيح، المفاتيح الدوارة والمستخدمة في معظم المركبات الألمانية، لأجل فك مفاتيح التحكم لابد من الضغط على المفتاح الى الداخل وادارته باتجاه تشغيل الأضواء ليتم تحرير الكلبسات الداخلية فيتم فك وإزالة المفتاح، اما النوع الاخر من المفاتيح والمسمى بيد الأضواء ليتم فكها لابد من إزالة الاغطية البلاستيكية المحيطة بعجلة القيادة ثم فك براغي تثبيت البد وازالتها من المجرى المركبة في داخله.



- فك مفاتيح الأضواء الامامية الرئيسية المجتمعة مع مفاتيح الماسحات

في بعض أنواع المركبات تكون مفاتيح التحكم بالأضواء الامامية كوحدة واحدة مع مفاتيح الماسحات وليتم فكها لابد من فك عجلة التوجيه.

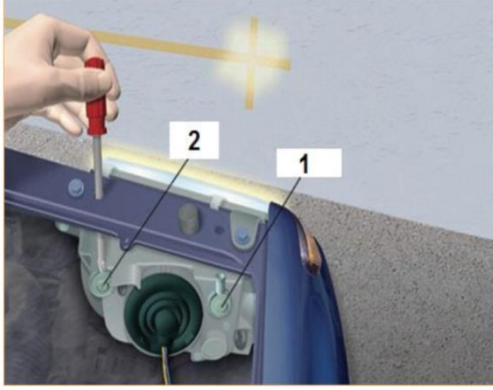


التمرين الثالث: معايرة الأضواء الامامية الرئيسية

الهدف: طرق معايرة الاضواء الامامية الرئيسية

خطوات العمل:

اولا: الطريقة التقليدية



التحكم بمعايير الأضواء من خلال براغي المعايرة المخصصة على وحدة الأضواء الرئيسية



إيقاف المركبة على سطح مستوي وابعادها عن الحائط او لوحة مسافة تزيد عن 3 متر وملاحظة انعكاس اضاءة الأضواء الامامية

ثانيا: استخدام جهاز معايرة الأضواء الامامية الرئيسية

لمعايرة الأضواء الامامية الرئيسية وإمكانية القيام بذلك في مختلف الظروف وبدقة عالية يستخدم جهاز المعايرة حيث يتم إيقافه امام وحدة الضوء المراد معايرتها بمسافة تتراوح بين 30 الى 60 سم من المركبة ويتم تحديد اتجاه المعايرة المطلوب من خلال الجهاز ويتم التحكم بذلك من خلال إدارة براغي المعايرة المثبتة خلف وحدة الضوء.

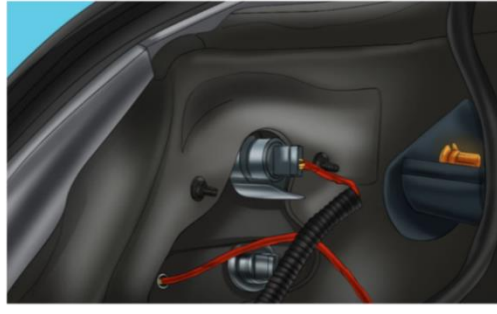


التمرين الرابع: التعامل مع الأضواء الخلفية

الهدف: استبدال لمبة الضوء الخلفي والتعامل مع مفاتيح التحكم بتشغيلها

خطوات العمل

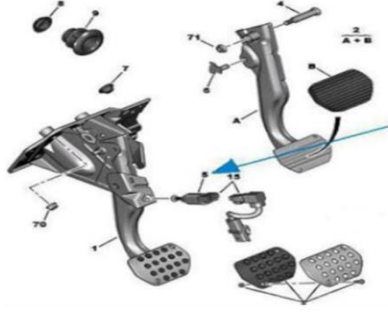
اولا: استبدال لمبة الضوء الخلفي



في معظم المركبات الحديثة لابد من فك وحدة الأضواء الخلفية لفحص أو استبدال أي لمبة ، بفك براغي أو صواميل تثبيت خلفية أو جانبية

يمكن الوصول الى الأضواء الخلفية من خلال صندوق الامتعة ، بإزالة غطاء الحماية البلاستيكي

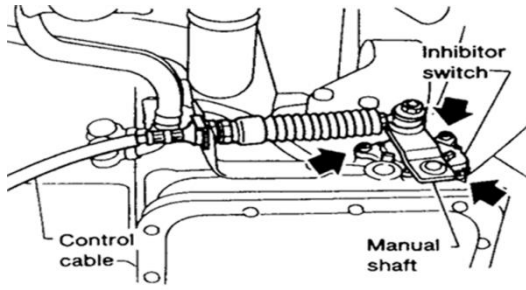
ثانيا : مفتاح التحكم بتشغيل أضواء الفرامل -دكمة البريك
تركب دكمة الفرامل فوق دواصة الفرامل ويمكن ازالته والتعامل معها حسب نوع المركبة.



ثالثا: دكمة ضوء الرجوع للخلف – الريفرس
تركب دكمة الريفرس بجانب صندوق السرعات العادي او داخل وحدة نقل الحركة في صندوق السرعات الاتوماتيك



موضع مفتاح الرجوع للخلف في الجير الاتوماتيك



التمرين الخامس: أضواء إشارة الانعطاف – الغمازات
الهدف: التعامل مع أضواء إشارة الانعطاف – الغمازات

خطوات العمل:

اولا: استبدال لمبة الضوء

بنفس خطوات التعامل مع لمبات الضوء الامامي وحسب نوع المركبة ويتم فتح غطاء المركبة وازالة لمبة ضوء الامامية.

ام لمبة الضوء الخلفية فيتم التعامل معها من خلال فك وحدة الاضواء الخلفية، والوصول الى ضوء الغمازات.



ثانيا : مفاتيح التحكم

وفي اغلب السيارات مفاتيح التحكم بضوء اشارة الانعطاف هي نفس مفاتيح الاضواء الرئيسية و يتم التعامل معها بنفس الطريقة.

ثالثا: وحدة التقطيع – مرحل التقطيع- الفلشر

يركب في مجمع علبة المرحلات في بعض السيارات ، وقد يركب كوحدة واحدة مع مفتاح التحكم بالأضواء وفي سارات اخرى يركب داخل او خلف لوحة الساعات.

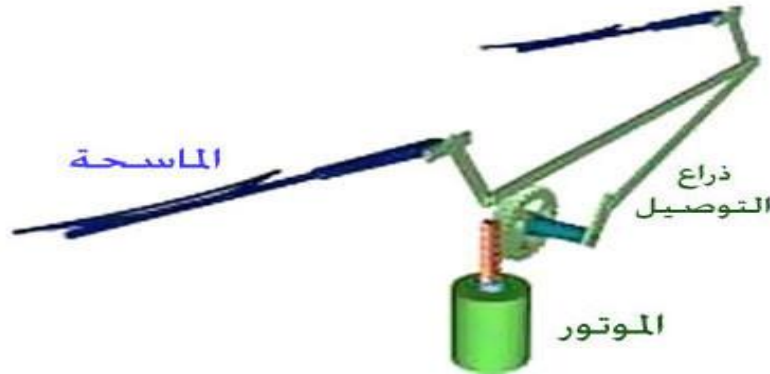
الدرس الثاني: نظام مسح الزجاج

نظام مسح الزجاج في المركبة من أنظمة السلامة الأساسية، حيث يساهم بشكل مباشر في تحسين رؤية السائق للطريق أثناء القيادة في الظروف الجوية المختلفة مثل الأمطار، الغبار، أو الضباب. فوضوح الرؤية عنصر أساسي للقيادة الآمنة، وأي خلل في هذا النظام قد يشكل خطرًا على السائق ومستخدمي الطريق.

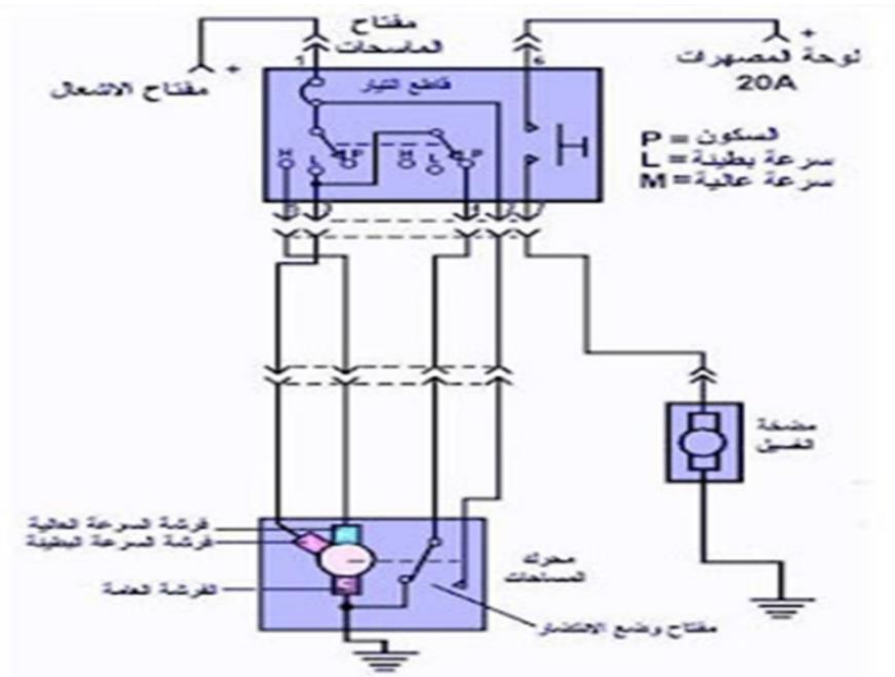
يعتمد نظام مسح الزجاج على محرك كهربائي، آلية ميكانيكية، مفاتيح تحكم، وفيوزات تعمل معًا لمسح الماء والأوساخ عن الزجاج الأمامي (وأحيانًا الخلفي). كما يرتبط هذا النظام غالبًا بنظام رش المياه للمساعدة على تنظيف الزجاج بشكل أفضل.



مكونات نظام مسح الزجاج



الدائرة الكهربائية لنظام ماسحات الزجاج



التمارين العملية والفحوصات

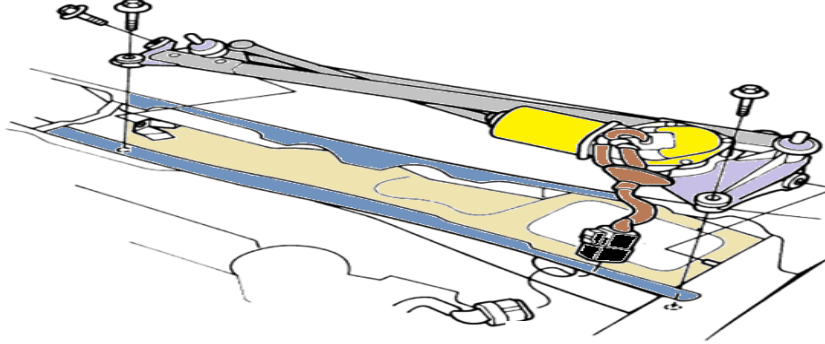
التمرين الاول: التعامل مع نظام مسح الزجاج

الهدف: فك مكونات نظام مسح الزجاج

خطوات العمل:

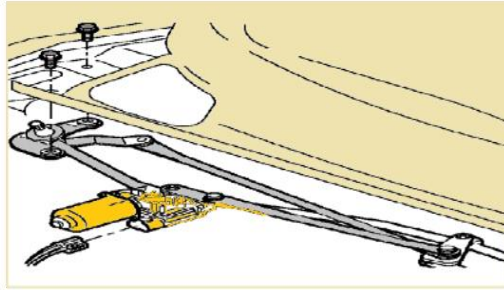
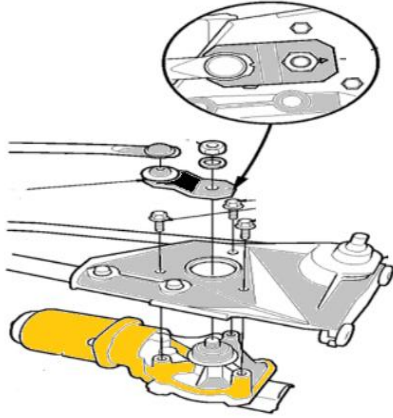
1- تهيئة المركبة للعمل

2- ازالة ماسحات الزجاج الامامية



3- فك براغي تثبيت مجموعة الذراع ومحرك الماسحات

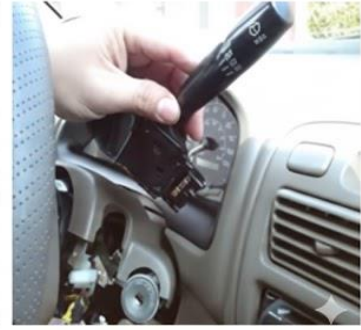
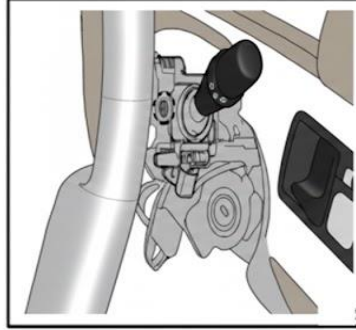
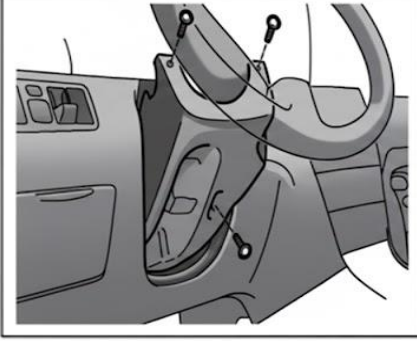
4- فك محرك الماسحات وفصله عن منظومة نقل الحركة - الذراع



5- فك محرك الماسحات الخلفي



التمرين الثاني : مفاتيح التحكم بتشغيل الماسحات
الهدف: فك مفتاح - يد الماسحات
خطوات العمل:



الوحدة الرابعة : الأنظمة الكهربائية الأساسية الدرس الثالث: نظام رفع الزجاج كهربائياً

نظام رفع زجاج المركبة كهربائياً من الأنظمة الكهربائية المساعدة التي تهدف إلى توفير الراحة للسائق والركاب، حيث يتيح فتح وإغلاق نوافذ المركبة بسهولة عبر مفاتيح تحكم دون الحاجة إلى استخدام القوة اليدوية.

يعتمد هذا النظام على محركات كهربائية صغيرة، مفاتيح تحكم، أسلاك، وفيوزات تعمل معاً ضمن دائرة كهربائية بسيطة. عند الضغط على مفتاح الرفع أو التنزيل، يمر التيار الكهربائي إلى المحرك فيدور باتجاه معين، مما يؤدي إلى رفع الزجاج أو خفضه.

وأي خلل في أحد مكونات النظام قد يؤدي إلى:

- توقف الزجاج عن الحركة
- حركة الزجاج في اتجاه واحد فقط
- صدور صوت من المحرك دون حركة



ماكينة رفع الزجاج كهربائياً

ماكينة رفع الزجاج كهربائياً الجزء المسؤول عن تحريك زجاج باب المركبة صعوداً ونزولاً عند الضغط على مفتاح التحكم. وتتكون عادةً من محرك كهربائي مرتبط بآلية ميكانيكية تقوم بتحويل حركة الدوران إلى حركة خطية ترفع الزجاج أو تنزله.

مكونات ماكينة رفع الزجاج:

1. المحرك الكهربائي:
يولد الحركة عند وصول التيار الكهربائي.

2. علبة تروس: (Gearbox)

تقلل السرعة وتزيد العزم لرفع الزجاج بسلاسة.

3. آلية الرفع - تختلف حسب النوع:

○ نوع المقص (Scissor)

○ نوع الكيبل (Cable)

4. قواعد تثبيت الزجاج

5. التوصيلات الكهربائية



مفاتيح التحكم برفع وإنزال الزجاج

مفاتيح التحكم برفع وإنزال الزجاج كهربائيًا الوسيلة التي يتحكم من خلالها السائق أو الراكب بحركة زجاج الأبواب. تعمل هذه المفاتيح على تغيير اتجاه التيار الكهربائي الواصل إلى ماكينة رفع الزجاج، مما يؤدي إلى رفع الزجاج أو إنزاله.

وظيفة مفاتيح رفع الزجاج:

- إرسال التيار الكهربائي إلى ماكينة الرفع.
- عكس اتجاه التيار عند اختيار الرفع أو التنزيل.
- إيقاف حركة الزجاج عند ترك المفتاح.

أنواع مفاتيح رفع الزجاج:

- مفتاح أحادي (Single Switch)
- يتحكم بزجاج باب واحد.

- يوجد عادة عند الراكب.
- مفتاح رئيسي (Master Switch)
 - يوجد عند باب السائق.
 - يتحكم بجميع نوافذ المركبة.
 - يحتوي أحيانًا على زر قفل النوافذ. (Window Lock)
- مفتاح أوتوماتيك (Auto Window Switch)
 - يرفع أو ينزل الزجاج بضغطة واحدة.
 - يعتمد على وحدة تحكم إضافية.



التمارين العملية والفحوصات

التمرين الاول: ماكينة رفع الزجاج كهربائيا

الهدف: فك ماكينة رفع الزجاج

خطوات العمل:

لإجراء عملية الفحص والصيانة سواء للمحرك او الماكينة لابد من القيام بالخطوات التالية:

- 1- فك بطانة الباب.
- 2- فحص الجهد الكهربائي الواصل الى طرفي فيشة المحرك باستخدام ساعة او لمبة الفحص، عند الضغط على مفاتيح التشغيل سواء باتجاه الرفع او الانزال تنعكس القطبية الواصلة الى فيشة المحرك.
- 3- فك براغي تثبيت ماكينة رفع الزجاج والتعامل معها من صيانة او استبدال.



التمرين الثاني: مفاتيح التحكم برفع الزجاج

الهدف: التعامل مع مفاتيح رفع الزجاج

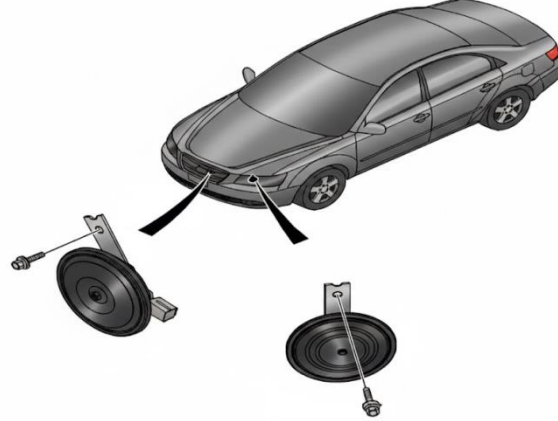
خطوات العمل:

- 1- فك مفاتيح التحكم برفع الزجاج ويعتمد على نوع المركبة بعضها مثبت ببراعي تثبيت والآخر بـ كلبسات تثبيت.
- 2- فحص الدارة الكهربائية لوحدة المفاتيح باستخدام ساعة او لمبة الفحص لتأكد من الفولتية الواصلة والاشارة الخارج.



الوحدة الرابعة الكهرباء الأساسية في المركبات الدرس الرابع: المنبه – الزامور في السيارة

المنبه (الزامور) في السيارة من أنظمة السلامة والتنبيه الأساسية، حيث يُستخدم لتنبيه السائقين والمشاة إلى وجود المركبة أو للتحذير من خطر محتمل على الطريق. ويُسهّم استخدامه الصحيح في تقليل الحوادث وتحسين السلامة المرورية.



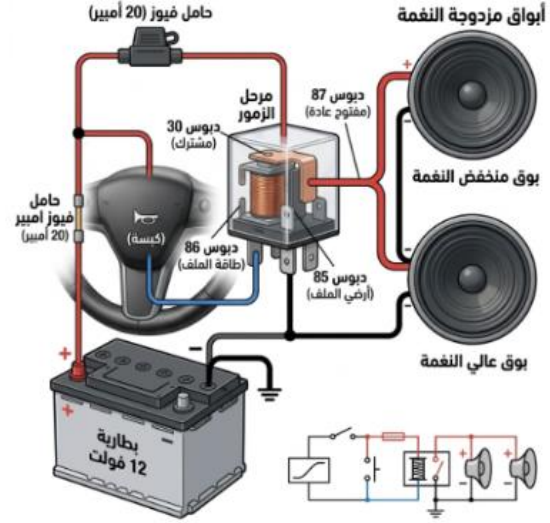
مفتاح التحكم بالزامور

يُثبت مفتاح تشغيل الزامور في أغلب السيارات على عجلة القيادة أسفل وحدة وسائل الهواء الخاصة بالسائق، وتعمل على اكمال الدارة الكهربائية للمنبه- الزامور.



الدائرة الكهربائية للمنبه المزدوج :

توضح هذه الصورة دورة حياة "الأمر الكهربائي" داخل السيارة؛ حيث تبدأ الرحلة من البطارية التي تضخ الطاقة، وعندما يضغط السائق على كبسة الزامور في المقود، يرسل إشارة بسيطة عبر السلك الأزرق إلى المرحل (الريليه)، والذي يعمل كبوابة ذكية تفتح الطريق لتيار كهربائي قوي يمر عبر المصهر (الفيز) لحماية الدائرة، وصولاً إلى الأبواق المزدوجة (عالية ومنخفضة النغمة) لتتحول هذه الطاقة إلى اهتزازات صوتية قوية تنبه المحيطين، بينما يضمن السلك الأرضي (الأسود) إغلاق الدائرة لضمان استمرار تدفق الكهرباء بأمان.



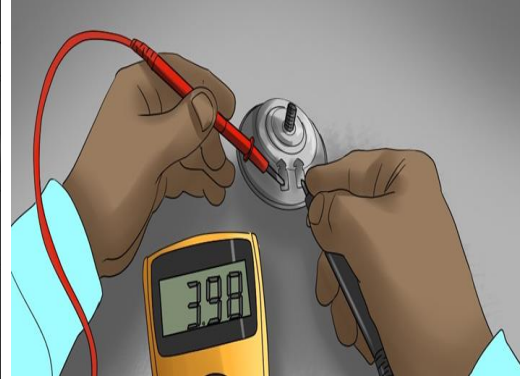
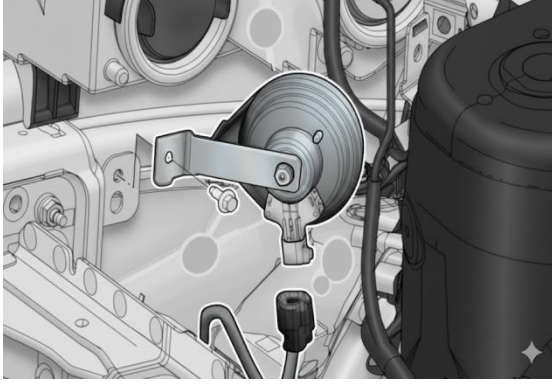
التمارين العملية والفحوصات

التمرين الاول: فحص دائرة المنبه - الزامور في السيارة

الهدف: فحص الدارة الكهربائية والتأكد من سلامة الزامور

خطوات العمل:

- 1- تستخدم ساعة القياس الملتصقة لفحص الفولتية الواصلة للمنبه وذلك باختيار قياس فرق الجهد ويتم توصيل طرفي الساعة مع طرفي فيشة الزامور، وعند الضغط على كبسة الزامور يجب ان تصل فولتية مساوية لفولتية بطارية المركبة.
- 2- فحص مقاومة ملف الزامور باستخدام ساعة الملتصقة وباختيار تدريج قياس المقاومة.



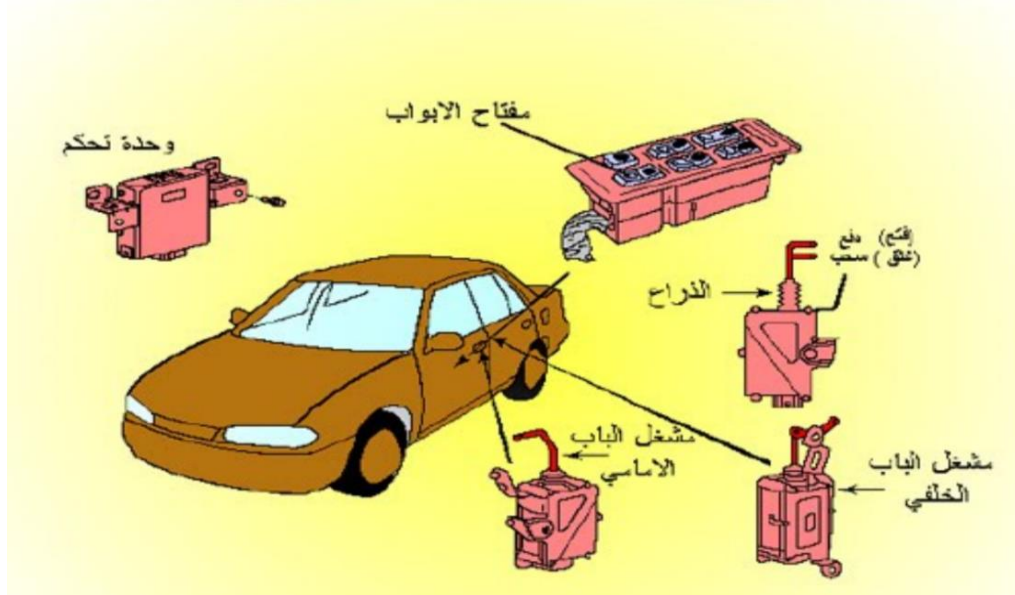
التمرين الثاني: عجلة القيادة وكبسة الزامور
الهدف: التعامل مع مفتاح التحكم بتشغيل الزامور
خطوات العمل:

فك وحدة وسائد الهواء التي يوجد خلفها كبسة الزامور حسب نوع المركبة ، بعض المركبات تثبت بواسطة براغي تثبيت جانبية خلف عجلة القيادة، وفي مركبات أخرى تثبت بواسطة كلبسات داخلية يتم تحريرها من خلال فتحات توجد خلف عجلة القيادة الطارة.



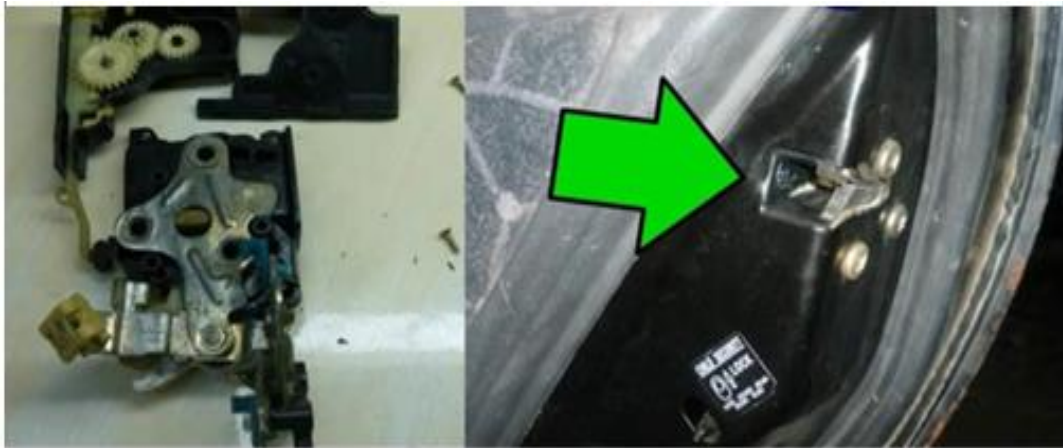
الوحدة الرابعة : الأنظمة الطهرائية الأساسية الدرس الخامس: نظام الاغلاق المركزي

النظام المسؤول على تأمين اغلاق أبواب المركبة ويتحكم به الكترونيا من خلال وحدة تحكم بالإضافة الى وحدة الاغلاق والمتكونة من محرك كهربائي وزر فيل ميكانيكي موزعه على جميع أبواب المركبة.



نظام الاغلاق المركزي - السنترلوك في السيارات الحديثة

يركب المحرك الكهربائي المسؤول عن اغلاق أبواب المركبة في السيارات الحديثة كوحدة واحدة مع وحدة الاغلاق الميكانيكية والمسمى بالزر فيل ويتحكم بعمل المحركات الكهربائية الموزعة على أبواب المركبة وحدة تحكم الكترونية قد تكون مخصصة لنظام الاغلاق في بعض المركبات وقد تكون مدموجة مع وحدة تحكم لأنظمة المركبة الالكترونية كنظام الأضواء ونظام الاغلاق ورفع الزجاج وغيرها من الأنظمة المتحكم بها الكترونيا.



دكمة الباب

تتحكم بإكمال الدارة الكهربائية لضوء غرفة السائق بالإضافة الى إشارة تحذير تضيء عند فتح أحد ابواب المركبة، ففي المركبات القديمة تركيب الدكمة على جسم المركبة ويتم التحكم بعملها نتيجة فتح او اغلاق الباب، اما في السيارات الحديثة فتركب في نفس الزر فيل المركب في وحدة الاغلاق لكل باب من أبواب المركبة.



التمارين العملية والفحوصات
 التمرين الاول: التعامل مع نظام الاغلاق المركزي السنترولوك
 الهدف: فحص الفولتية الواصلة
 خطوات العمل:

1- للوصول الى محرك نظام الاغلاق المركزي ماتور السنترولوك ازالة بطانة الباب.



2- فصل فيشة ماتور السنترولوك.



3- فحص الاشارة الكهربائية الواصلة لمحرك -ماتور السنترلوك تستخدم ساعة الفحص الملتيميتر -بعد اختيار تدريج قياس الجهد الكهربائي و توصيل أطراف الساعة مع اطراف الفيشة ثم الضغط على الريموت وملاحظة قيمة الجهد الكهربائي، وملاحظة عكس القطبية عند الاغلاق او الفتح.



التمرين الثاني: فك زرفيل الباب وماتور السنترلوك
الهدف: فك ماتور السنترلوك
خطوات العمل:

1- فك براغي تثبيت زرفيل الباب المثبتة عليه من الداخل ماتور السنترلوك.



2- فك كلبسات التثبيت الداخلية التي تعمل على تثبيت الاسياخ المعدنية المتصلة مع الزرفيل.

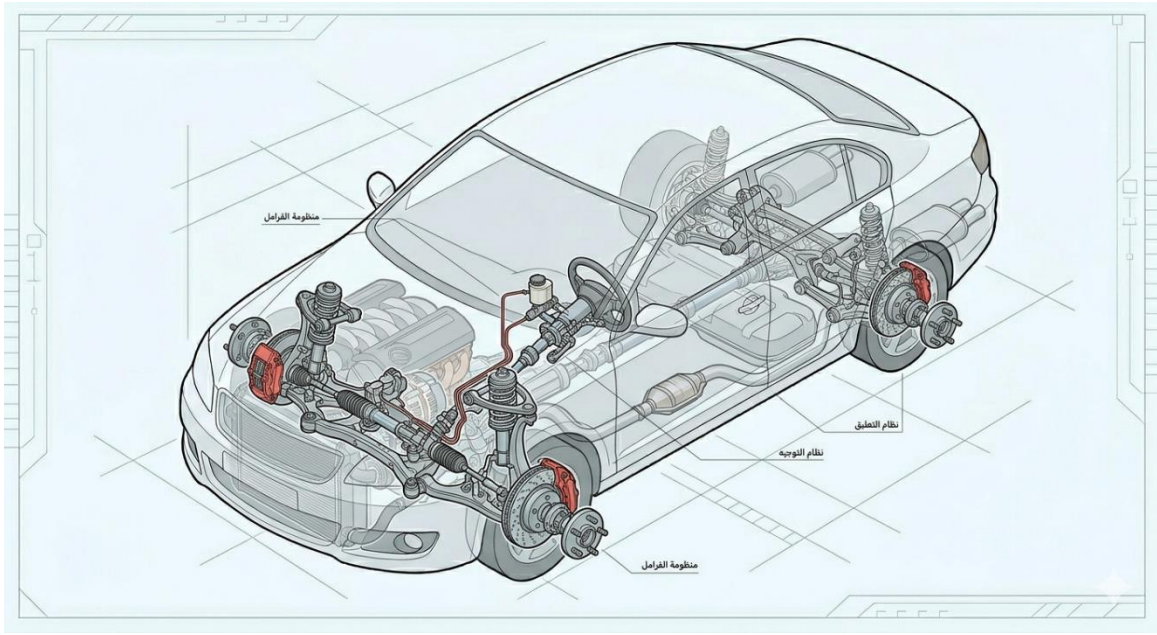


3- اخراج ماتور السنترلوك من موقعه والتعامل معه من صيانة او استبدال حسب الحاجة.



الوحدة الخامسة

أنظمة الفرامل والتوجيه والتعليق



المقدمة :

تستخدم الفرامل في المركبات لتقليل سرعة المركبة وإيقافها حسب الحاجة تجنباً للحوادث أو التوقف لتحميل أو تنزيل الركاب , وتتحول طاقة الحركة في المركبة إلى طاقة حرارية عن طريق الاحتكاك و الذي يؤدي إلى إيقاف المركبة.

وظائفها

- 1- إيقاف المركبة في الوقت و المكان المناسب.
- 2- تخفيف السرعة عند المنعطفات و حسب ظروف الطريق.
- 3- تثبيت المركبة في حالة التوقف التام .

2 - نظام الفرملة الهيدروليكي

مكوناته:

- 1- دواسة الفرامل.
- 2- اسطوانة الفرملة الرئيسية (المضخة الرئيسية) .
- 3- السيرفو .
- 4- أنابيب نقل زيت الفرامل .
- 5- اسطوانة الفرملة الفرعية على كل عجلة (المضخة الفرعية) .
- 6- وحدة الفرملة على كل عجلة .
- 7- توابع وحدة الفرملة (زنبركات، وحدات معايرة) .

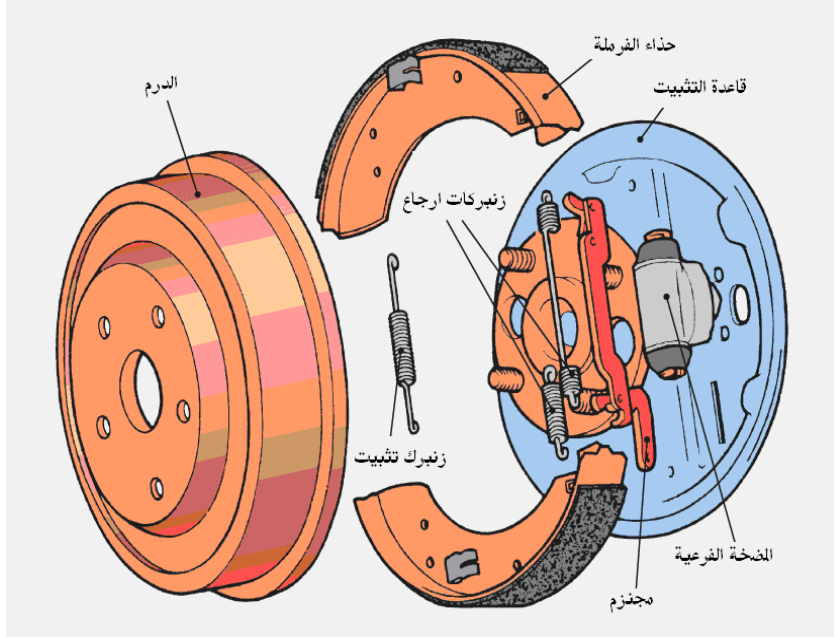
8 - 2 - 1 وحدة الفرملة على العجلات

في الوضع الطبيعي و في أغلب أنواع السيارات تستخدم فرامل القرص (الكليبر) على العجلات الأمامية و الخلفية ، أما في السيارات القديمة و الصغيرة فتستخدم فرامل القرص على العجلات الأمامية و فرامل الدم (أحذية الفرامل) على العجلات الخلفية كما في الشكل رقم (1) .-

3- موازنة حجم الزيت الهيدروليكي أثناء التغير في درجة الحرارة و الإزاحة للزيت.

4 بناء الفرامل ذات الدم

يستعمل هذا النظام غالبا في العجلات الخلفية و التي تحتوي على مضخة فرملة فرعية و فرامل على شكل أحذية مثبت عليها طبقة من الاسبست , و دم يكون على شكل غطاء معدني كامل لمنظومة الفرامل مثبت على فلنجة محور العجل عن طريق براغي , و كذلك يحتوي هذا النظام على مجموعة من الزنبركات و وحدات معايرة و مجنزم الهند برك مثبت على قاعدة من الصاج كما في الشكل رقم (15).

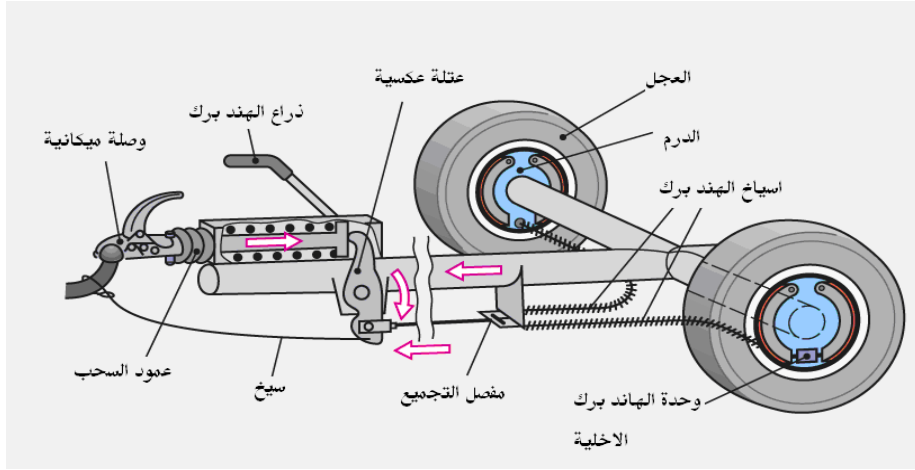


شكل رقم (15)

في هذا النظام ينتقل ضغط الزيت الهيدروليكي من المضخة الرئيسية إلى المضخة الفرعية ثنائية التأثير و التي بدورها تعمل على دفع أحذية الفرامل إلى الخارج مما يؤدي إلى حدوث تماس بين بطانة الاحتكاك و السطح الداخلي للدم مما يعمل على تقليل سرعة المركبة أو توقفها معتمدا في ذلك على مقدار الضغط على دواسة الفرملة الرئيسية من قبل السائق , وعند انتهاء عملية الفرملة تقوم الزنبركات الارجاعية المثبتة على أحذية الفرامل بإرجاع الأحذية إلى الوضع الأول و تستمر هذه العملية بشكل دوري حسب الحاجة.

4 - 3 الفرامل اليدوية (الهند برك)

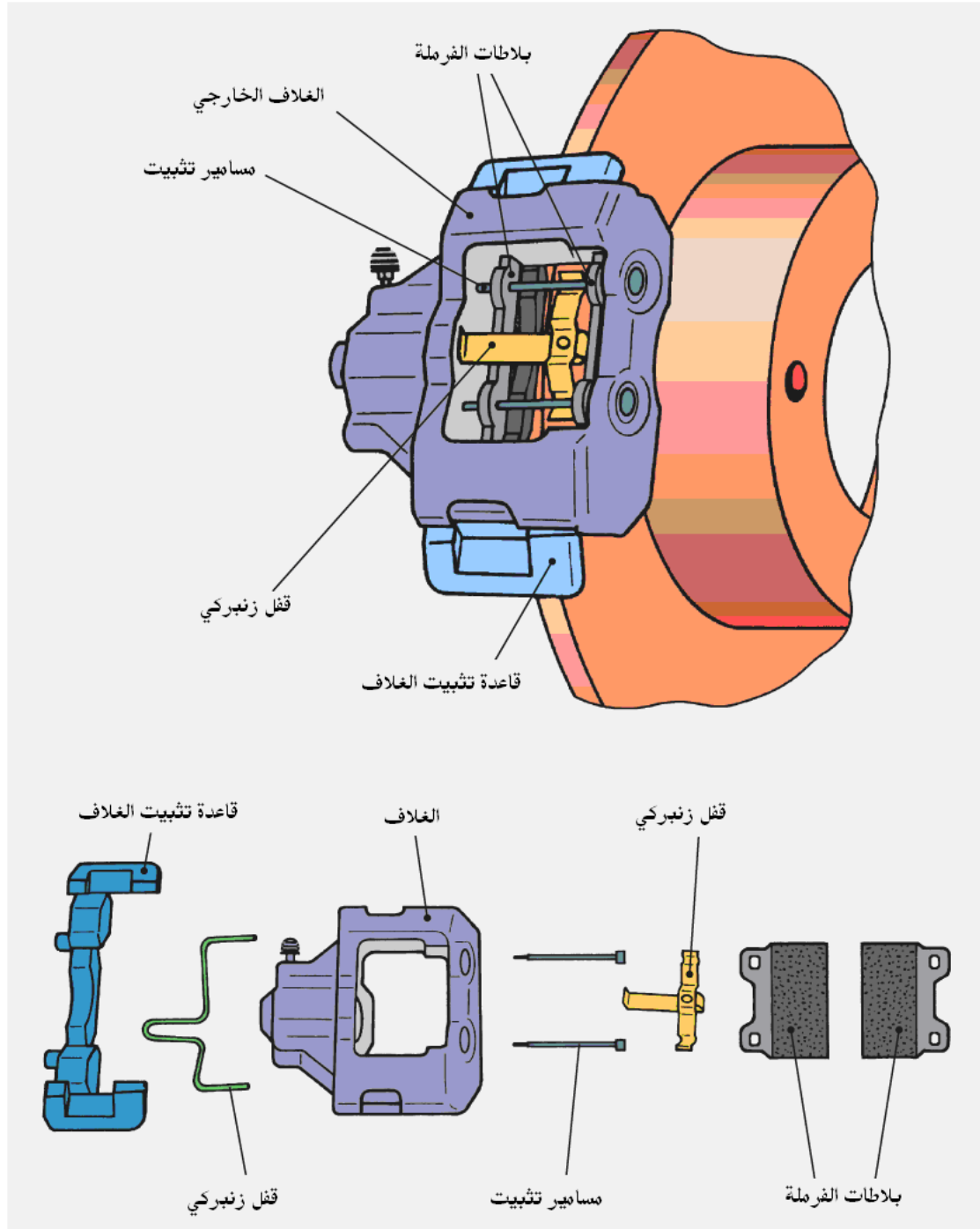
يتم التعامل مع هذا النظام من الفرملة أثناء التوقف الطويل أو وقوف المركبة لعملية التحميل و التنزيل , ويعتمد هذا النظام على مجموعة من الوصلات الميكانيكية (المجنزم) و أسياخ فولاذية تتحمل الشد بين هذه المجموعات , هذا من النواحي التركيب خارج نظام العجل لغاية يد السائق أو قدمه كما في الشكل رقم (19).



شكل رقم (19)

5 - فرامل القرص (الدسك) (الكليبر)

فرامل القرص سمية بهذا الاسم لتقاربها في الشكل بأداة القياس المسماة كليبر و في السابق كانت تتركب فقط على العجلات الأمامية و لكن في الوقت الحالي وغالبا تتركب على العجلات الأربعة لسهولة الصيانة و الكفاءة الأفضل و تتكون من الأجزاء التالية حسب الشكل رقم (24).



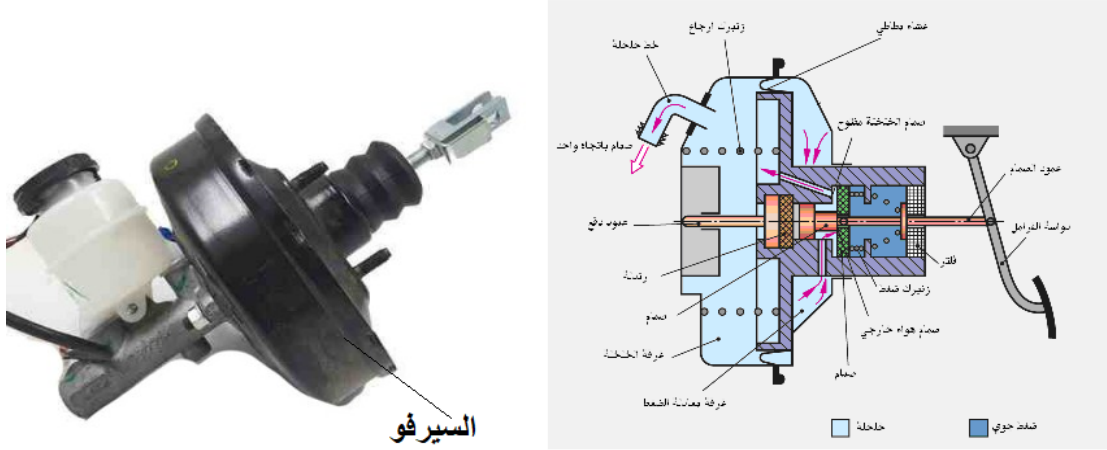
شكل رقم (24)

6- السيرفو (المؤازر الفرملّي)

- 1- السيرفو عن طريق الخلطة
- 2- السيرفو الهيدروليكي
- 3- السيرفو النيوماتيكي

6 - 1 السيرفو عن طريق الخلخلة

هو وحدة مساعدة لنظام الفرملة حيث تعمل على مضاعفة قوة الفرملة و تثبت بين المضخة الرئيسية و دواسة الفرملة معتمدتا في عملها على قوة الخلخلة المستمدة من مجاري السحب للمحرك و الضغط الجوي من جهة دواسة الفرامل في محركات البنزين أما في محركات الديزل فيلزم استخدام مضخة خلخلة تستمد حركتها من المحرك و ذلك لاستمرارية عملية الخلخلة أثناء سير المركبة للمحافظة على عملية الفرملة بسلامة

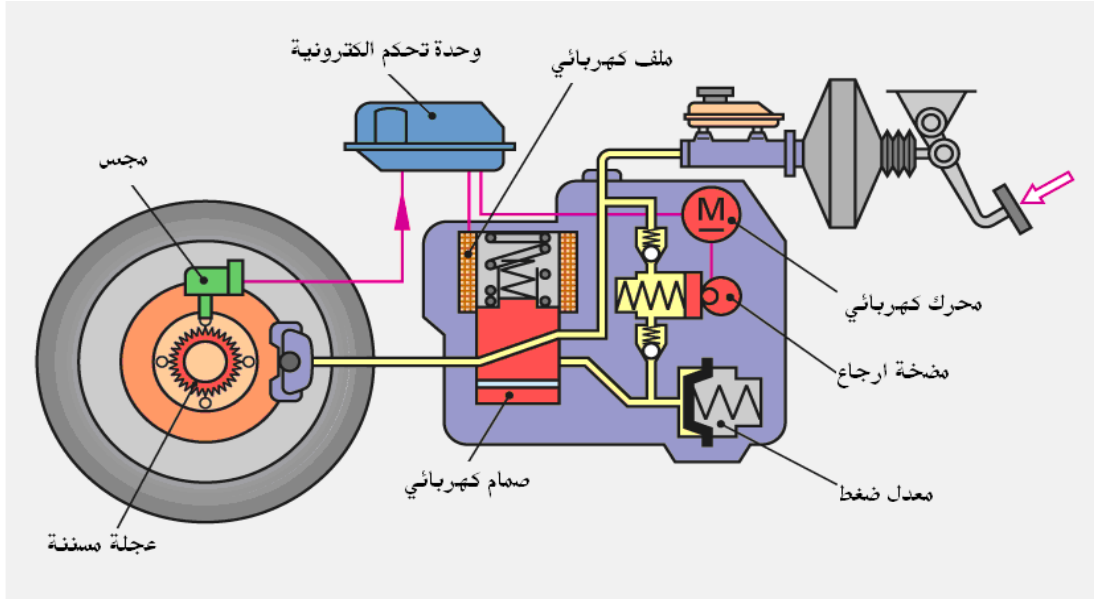


7 أنظمة الفرامل المتحكممة الكترونيا

- 1- نظام منع إغلاق العجلة (ABS)
- 2- نظام الفرملة المساعدة (BAS)
- 3- نظام التحكم باندفاع المركبة (TCS)
- 4- نظام التحكم في اتزان المركبة على المنعطفات (ESP , DSC)
- 5- نظام التحكم الفرملّي من خلال الأسلاك (SBC).

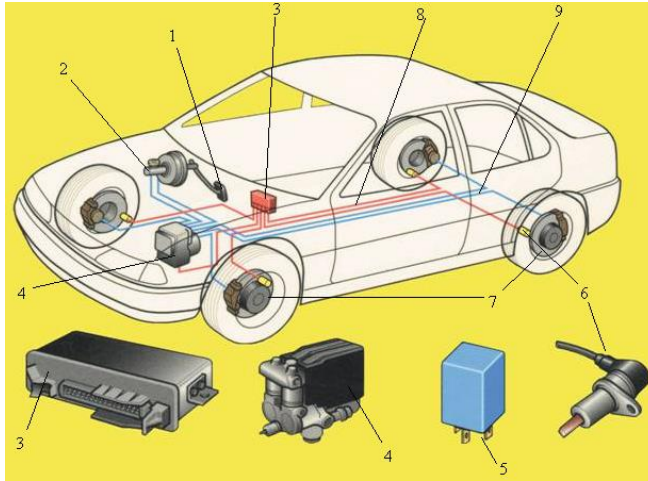
7 - 1 نظام الفرامل المانعة للقفّل (ABS) Antilock Brake system

من أكثر مشاكل نظام الفرملة و تعرض المركبات إلى الحوادث هو عدم توقف العجلات عند عملية الفرملة في نفس الوقت , مما يؤدي إلى انحراف المركبة حول نفسها أو فقد السيطرة عليها أثناء السير فكان لابد من معالجة هذه المشكلة و ذلك بوضع وحدة الصمامات الهيدروليكية للسيطرة على عملية الفرملة على العجلات كل على حدى , و تعمل هذه الوحدة بالاعتماد على وحدة التحكم الالكترونية (ECU) التي تقوم بتحليل الإشارة القادمة من المجسات المثبتة على عجلات المركبة و تحديد سرعة كل عجل , من أجل توزيع الضغط الهيدروليكي على العجلات كل حسب سرعته كما في الشكل



شكل رقم (32) نظام ABS

الأجزاء الرئيسية للنظام



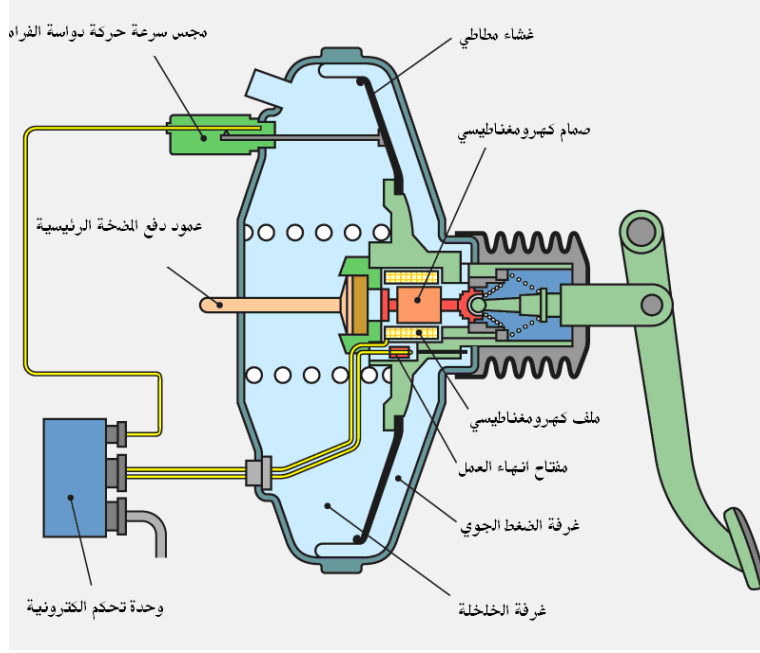
دواسة الفرامل	١
المضخة الرئيسية	٢
وحدة التحكم الإلكترونية	٣
وحدة التحكم الهيدروليكية	٤
ريليه كهربائي	٥
مجس قياس سرعة العجل	٦
عجلات السيارة	٧
أسلاك كهربائية	٨

Antilock brake system

- 1- مجسات قياس سرعة دوران عجلات المركبة
- 2- وحدة تحكم إلكترونية (ECU)
- 3- وحدة تحكم هيدروليكية
- 4- لمبة تحذيرية

2 - 7 نظام الفرملة المساعدة (BAS)

هذا النظام يعمل مع نظام ABS و خاصة أثناء عملية الفرملة المفاجئية حيث تستشعر وحدة التحكم الخاصة الإشارة القادمة من مجس سرعة حركة دواسة الفرملة فتعطي أمر إلى صمام التحكم المثبت خلف عمود الدفع للمضخة الرئيسية مضاعفا قوة الفرملة و عند عملية الانتهاء يعمل مفتاح إنهاء العمل بإعطاء أمر إلى وحدة التحكم التي تعمل على إعادة عملية الفرملة إلى الوضع الطبيعي. و يعمل نظام (ABS) في هذه الأثناء على مراقبة سرعة دوران عجلة المركبة و السيطرة عليها في جميع الأحوال, كما في الشكل رقم (33).



شكل رقم (33) نظام BAS

الأجزاء الرئيسية للنظام

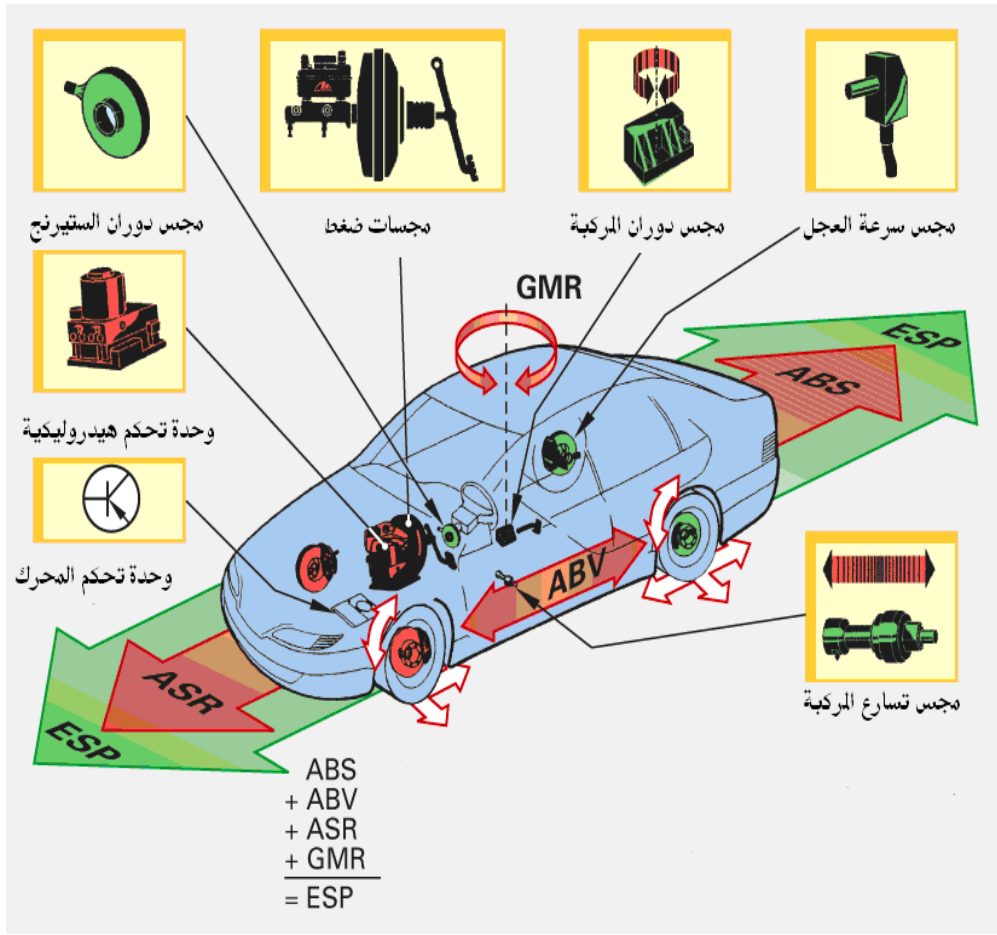
- 1- وحدة تحكم إلكترونية
- 2- ملف كهرومغناطيسي
- 3- مفتاح إنهاء العمل
- 4- مجلس سرعة حركة دواسة الفرمان

3 – 7 نظام التحكم باندفاد المركبة (Traction control system أو ASC)

و هذا النظام عبارة عن برنامج مندمج مع نظام ABS حيث يعمل أثناء انطلاق المركبة للتحكم في حركة العجلات و منعها من الزلقة و خاصة إذا كانت العجلات على طريق ذات معامل احتكاك مختلف مثل (رمل , أسفلت, ثلج) , تعمل على إعاقة العجل المعرض لعملية الزلقة لتسهيل انطلاق المركبة. و في بعض المركبات يتم معالجة سهولة الانطلاق عن طريق أنظمة الغلق الإلكترونية (ELSD) المثبتة على وحدة النقل النهائي.

4 – 7 نظام التحكم في اتزان المركبة على المنعطفات (Electronic stability control (ESP,DSC)

و هذا النظام عبارة عن برنامج مندمج مع نظام ABS حيث يعمل أثناء انعطاف المركبة و تعرض أنظمة التعليق إلى اهتزازات أو ارتفاع عن الطريق و كذلك قوى الطرد المركزي و القوى العمودية الواقعة على النظام , فيعمل مندمجا مع الأنظمة الأخرى أجل استقرار المركبة, كما في الشكل رقم (34).



شكل رقم (34) نظام ESP

تمارين وفحوصات منظومة الفرامل

التمرين الاول : فحص مجسات ال ABS

يعتبر مجس سرعة العجل (ABS Wheel Speed Sensor) هو "العين" التي يرى بها نظام الأمان حالة دوران الإطارات. إذا تعطل، ستضيء لمبة ABS وسيتوقف النظام عن العمل عند الطوارئ.

إليك كيفية فحصه بخطوات تصاعدية من الأسهل إلى الأكثر دقة:

1. الفحص البصري (الأكثر شيوعاً)

قبل استخدام الأجهزة، ابدأ بالنظر، فغالباً ما يكون السبب بسيطاً:

- الأوساخ: تترام برادة الحديد أو الطين على رأس المجس المغناطيسي يمنع من قراءة السرعة.
- الأسلاك: ابحث عن أي قطع أو اهتراء في السلك الممتد من خلف العجلة إلى داخل السيارة.
- حلقة المسننات (Tone Ring): تأكد من أن الحلقة المعدنية التي يقرأ منها المجس ليست مكسورة أو مفقودة "الأسنان".

2. الفحص باستخدام جهاز فحص الكمبيوتر (OBD-II)

هذا هو المسار الأسرع والاحترافي:

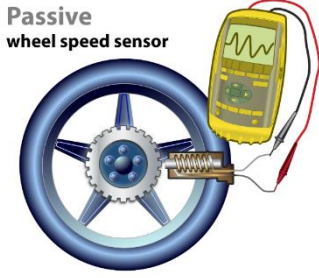
- قم بتوصيل الجهاز واقرأ "الأعطال المخزنة (DTC)" سيعطيك الكود بالضبط أي عجلة هي المسببة للمشكلة) مثلاً (Right Front Speed Sensor Circuit).
- البيانات الحية (Live Data): يمكنك مراقبة سرعة العجلات أثناء قيادة السيارة ببطء؛ العجلة التي تعطي قراءة "0" أو قراءات متذبذبة هي المتعطلة.

NO.	Name	Value	Unit
1	1 - 1 Left front wheel speed sensor -G47	11.80	mph
2	1 - 2 Right front wheel speed sensor -G45	11.18	mph
3	1 - 3 Left rear wheel speed sensor -G46	11.80	mph
4	1 - 4 Rear right wheel speed sensor -G44	11.18	mph

3. الفحص اليدوي باستخدام الملتيميتر (Multimeter)

أ. المجس الحثي (سلكين) (passive sensor)

- اختبار المقاومة (Ohms): ضع الملتيميتر على وضع الأوم. القراءة الطبيعية تتراوح عادة بين 800 إلى 2000 أوم (تختلف حسب السيارة). إذا كانت القراءة 0 أو "OL"، فالمجس تالف.



- اختبار الجهد: (AC Voltage) ارفع العجلة، وضع الملتيميتر على جهد AC وقم بتدوير العجلة بيدك. يجب أن تلاحظ ارتفاعاً بسيطاً في الفولتية مع زيادة السرعة.

•

ب. المجس نوع هول المجس النشط: (Active Sensor)

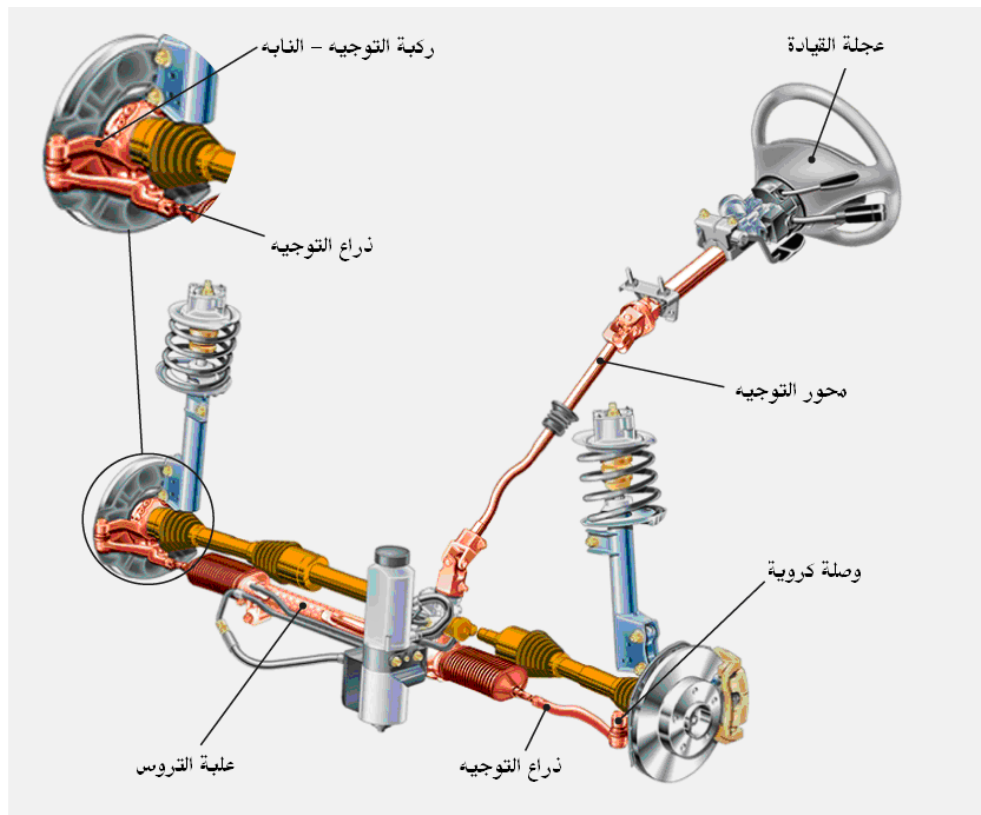
يعتمد على ترازنزيستور ويحتاج طاقة ليعمل (فحصه بالأوم قد لا يعطي نتيجة دقيقة):

- يتم فحصه غالباً بالتأكد من وصول تيار (غالباً 12 فولت أو 5 فولت) من كمبيوتر السيارة إلى فيشة المجس

نظام التوجيه :

يُعد نظام التوجيه من الأنظمة الأساسية في المركبة، إذ يتيح للسائق التحكم باتجاه الحركة وتغيير المسار بدقة وأمان وتتمثل وظيفته الرئيسية في تحويل حركة دوران عجلة القيادة (المقود) إلى حركة جانبية للعجلات الأمامية، بما يضمن استجابة سلسة وثباتاً مناسباً أثناء القيادة في مختلف الظروف

يعتمد نظام التوجيه على مجموعة من المكونات الميكانيكية، وقد تدعمه أنظمة مساعدة لخفض الجهد المطلوب من السائق. وقد تطور هذا النظام من التوجيه الميكانيكي التقليدي إلى التوجيه المعزز هيدروليكيًا ثم إلى التوجيه ، الذي يتميز بدقة أعلى وكفاءة أفضل في استهلاك الطاقة (EPS) الكهربائي

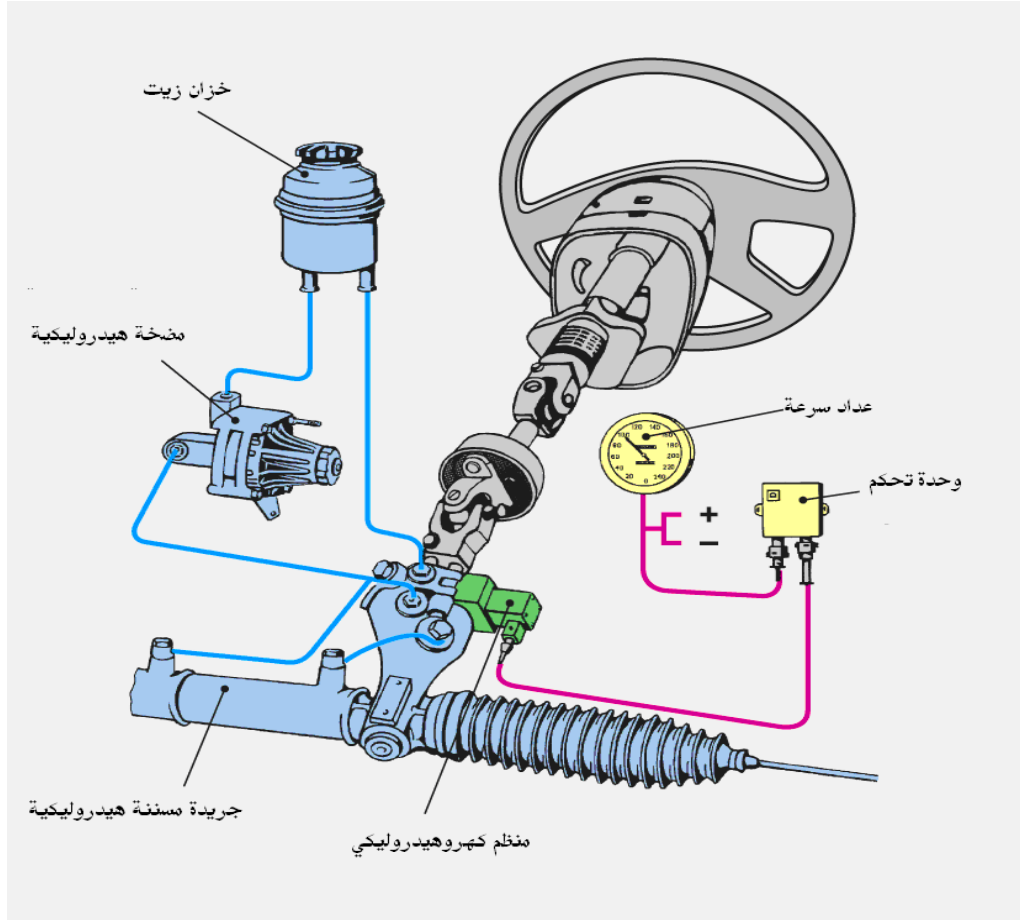


أنواع أنظمة التوجيه

- 1- نظام التوجيه الهيدروليكي
- 2- النظام الهيدروليكي مع تحكم إلكتروني
- 3- النظام الكهربائي مع تحكم إلكتروني

وظيفة نظام التوجيه

يتم التحكم في هذا النظام بإضافة وحدة تحكم إلكترونية تتحكم في النظام الهيدروليكي معتمدًا في ذلك على سرعة سير المركبة و ذلك بإعطاء أوامر إلى الصمام الهيدروليكي للتحكم في كمية تدفق الزيت الهيدروليكي إلى صندوق تروس التوجيه كما في الشكل .

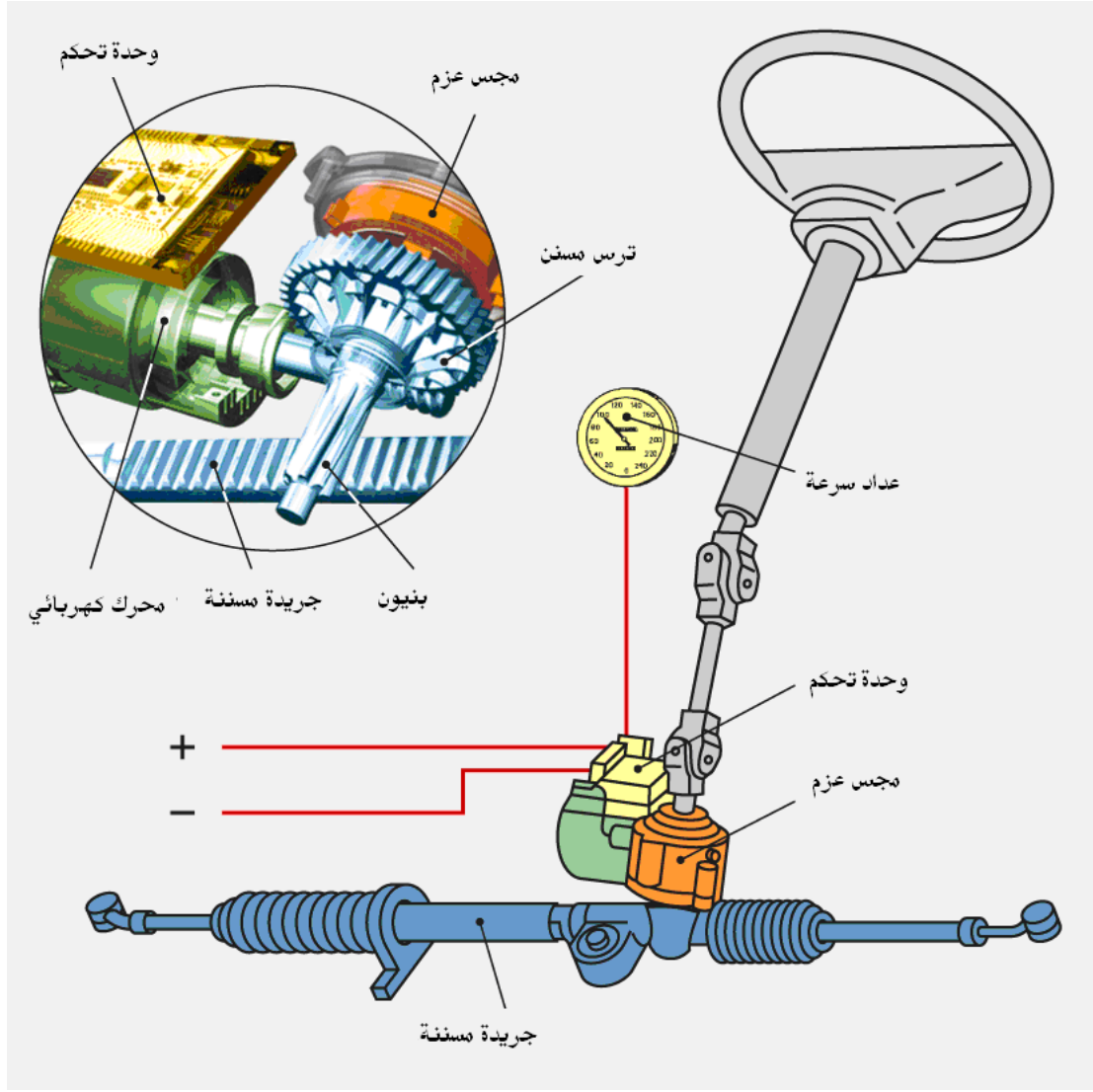


مكوناته

- 1- خزان زيت هيدروليكي.
- 2- مضخة الزيت.
- 3- وحدة تحكم إلكترونية.
- 4- عداد سرعة المركبة.
- 5- منظم كهرو هيدروليكي.
- 6- جريدة مسننة.

ب - نظام التوجيه الإلكتروني الكهربائي

و يتم في هذا النظام بالاستغناء عن النظام الهيدروليكي بإضافة محرك كهربائي يعمل على إدارة نظام التوجيه , و يتحكم في عمل المحرك وحدت تحكم إلكترونية مستمدتا على المعلومات القادمة من المجسات (مجس العزم , مجس سرعة المركبة) كما في الشكل رقم (22)



الشكل رقم (22)

مكوناته

- 1- محرك كهربائي.
- 2- عداد سرعة المركبة.
- 3- وحدة تحكم إلكترونية.
- 4- مجنس عزوم.
- 5- جريدة مسننة.

الوحدة الخامسة : أنظمة الفرامل والتوجيه والتعليق

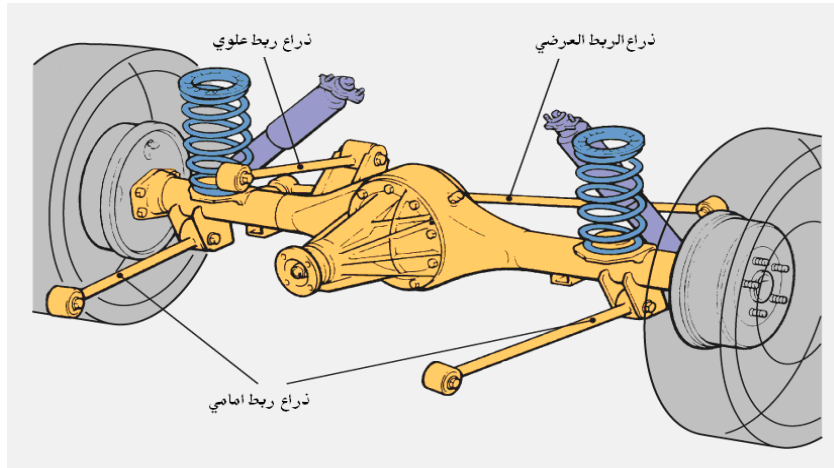
الدرس الثالث : نظام التعليق

الدرس الثالث : نظام التعليق

نتيجة تعرض المركبة خلال سيرها على الطريق إلى عملية اهتزاز متواصل مما يؤدي إلى تعرض شصيات و بناء المركبة إلى تشققات و تلف في وحدات الربط و عدم راحة للمسافرين فتم معالجة هذه المشاكل بإضافة أنظمة التعليق لامتصاص هذه الاهتزازات و إعطاء المسافرين راحة عالية , و يتكون نظام التعليق من جزئين الجزء المحمول و يشمل أوزان الهيكل و جسم المركبة الخارجي و كل ما هو محمول على الهيكل , و الجزء الغير محمول و يشمل المحاور و العجلات و كل ما هو مرتبط بالعجلات بشكل أساسي و هذا الوزن يهتز و يتذبذب حسب تضاريس الطريق و سرعة المركبة.

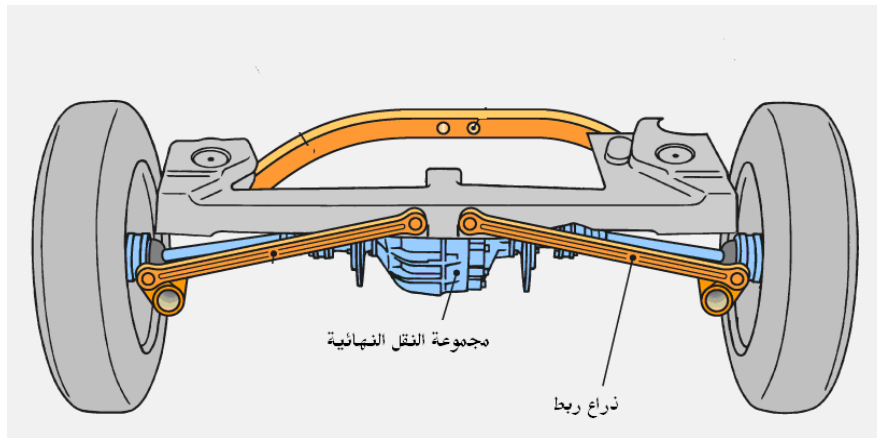
11 - 3 - 1 أنظمة التعليق الخلفية

1- نظام التعليق الخلفي الصلب المتقدم بذراع أمامي (التعليق الثابت) و يكون في هذا النظام العجلات الخلفية مرتبطة مع بعضها البعض مع مجموعة النقل النهائية و هو ما يسمى (Rigid Axle), و يتم ربطه بواسطة ماص الصدمات (سنبرص) و زنبركات لولبية, كما في الشكل رقم (23).



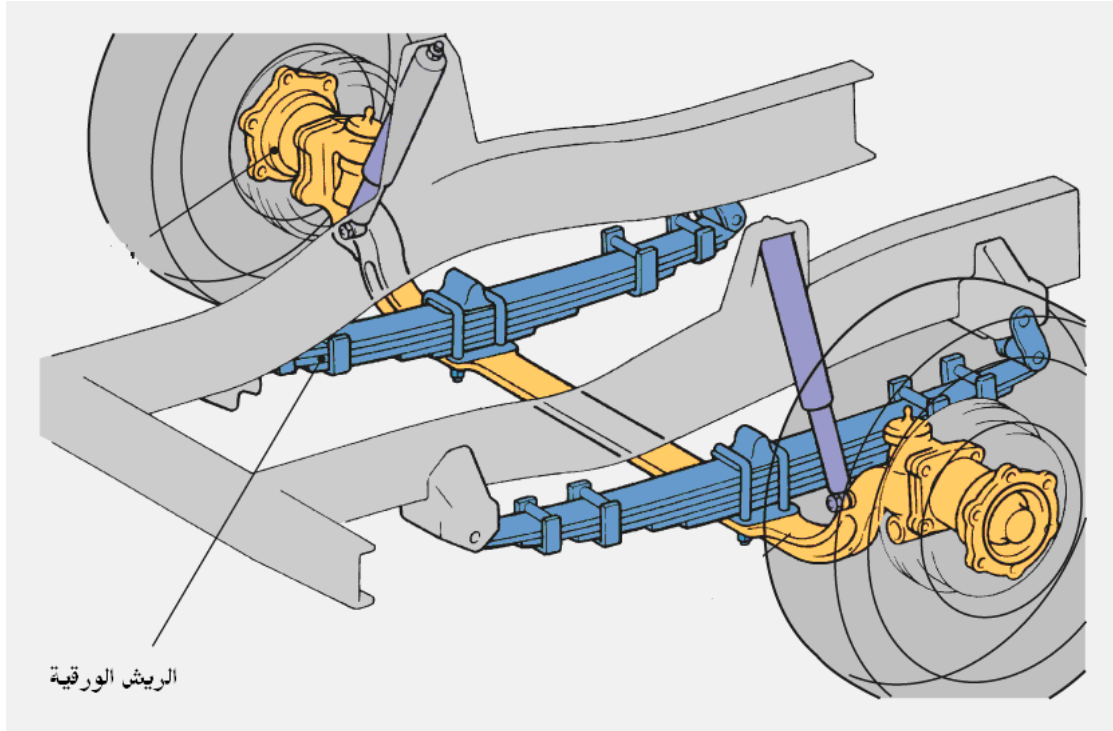
الشكل رقم (23)

2- نظام التعليق الصلب المستقل (De Dion Axle) و هذا النظام تكون العجلات حرة الحركة كلا على حدا و مرتبطة عن طريق اذرع ربط كما في الشكل رقم (24).



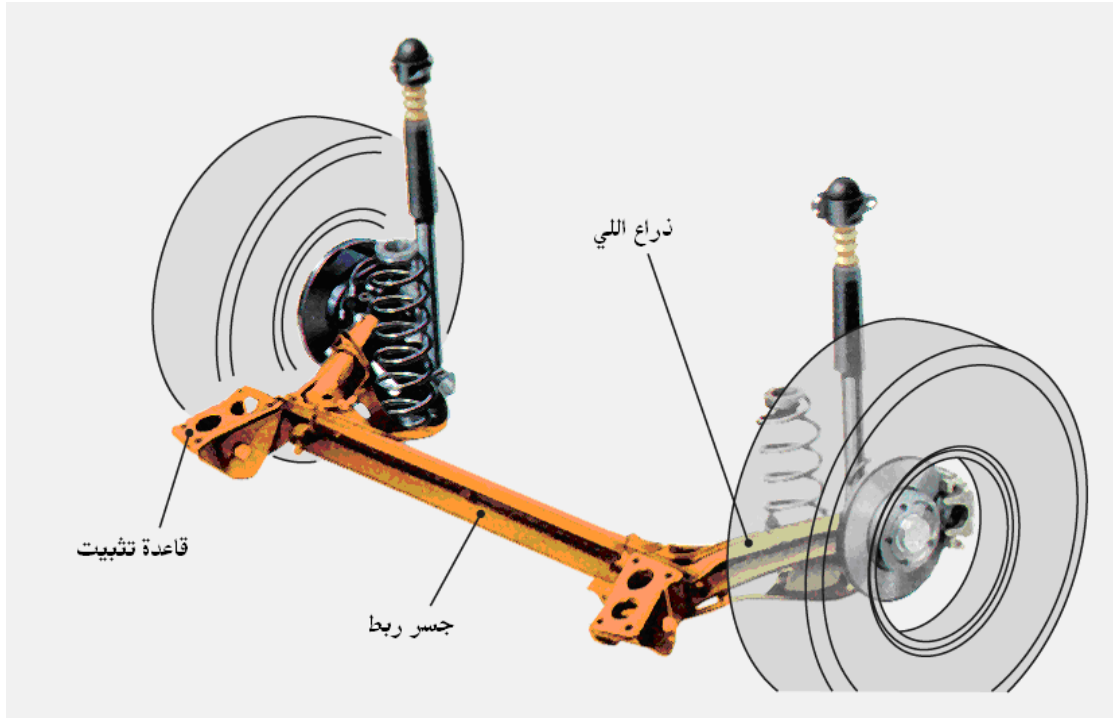
الشكل رقم (24)

3- نظام التعليق الخلفي الصلب ذو الريش (النابض الورقي)، يتم امتصاص الاهتزازات و الصدمات في هذا النظام عن طريق الريش الورقية بدلا من اذرع الربط كما في الشكل رقم (25).



الشكل رقم (25)

4- نظام التعليق الخلفي ذو عمود اللي



الشكل رقم (26)

2-3-11 أنظمة التعليق الأمامي

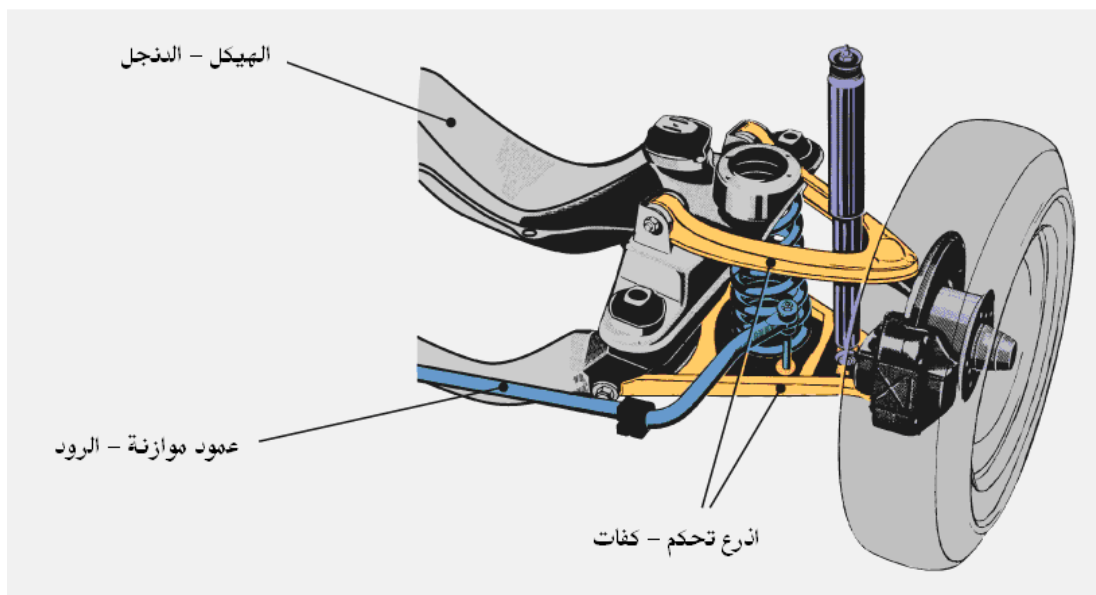
تعود أهمية أنظمة التعليق الأمامية للمحافظة على استقرار المركبة وثباتها على الطريق وسهولة عملية الالتفاف و امتصاص الصدمات للعجلات الأمامية و تتم من خلالها عملية معايرة زوايا العجلات, و تقسم إلى

- 1- تعليق العجلات ذو التوجيه المزدوج.
- 2- تعليق العجلات ذو الزنبرك و الكفة (ماك فيرسون).

تعليق العجلات ذو الكفات المزدوجة

أجزاء هذا النظام كفات مزدوجة عدد اثنين (اذرع تحكم) وتكون علوية و سفلية , وصلات مفصالية متصلة مع الهيكل (الدنجل) و عمود موازنة (الرود) كما في الشكل رقم (27) . وفي هذا النظام تكون كل عجلة مستقلة في عمليات امتصاص الصدمات و الموازنة حيث تتحرك كل عجلة على حدى و هذا النظام يعطي للمركبة ثبات و استقرارية أكثر على الطريق , و في هذا النظام تكون الأذرع (الكفات) متساوية أو غير متساوية و تتم معايرة زاوية الكامبر عن طريق إضافة أو إزالة شرائح خاصة (رندلات) حسب مواصفات الشركة الصانعة.

- أ- الأذرع المتساوية (الكفات)
تكون المركبة لديها ثبات على الطريق و الكامبر ثابت لا يتغير
- ب- الأذرع الغير متساوية (الكفات)
تكون المركبة لديها استقرارية اكبر عند المنعطفات و الكامبر سالب

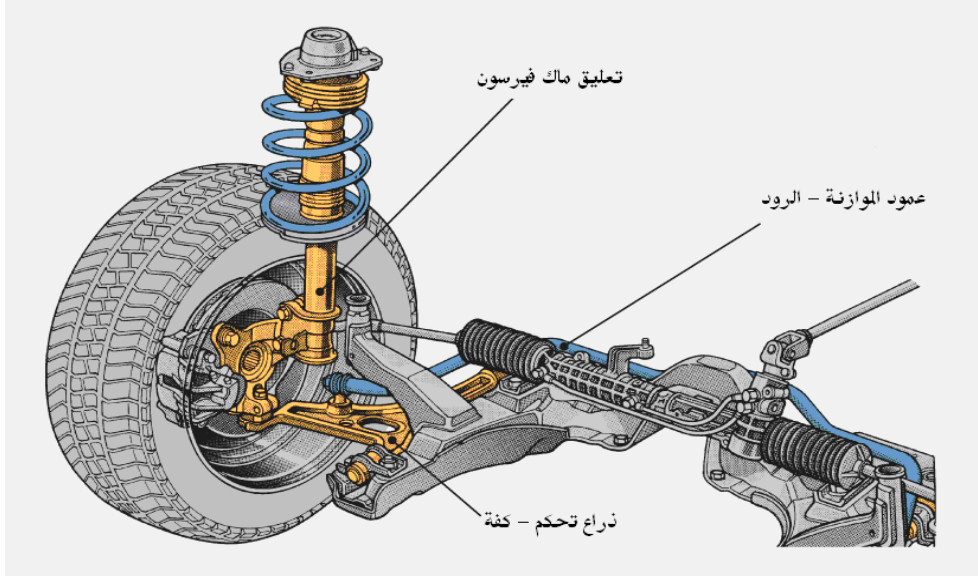


الشكل رقم (27)

الوحدة الحادية عشر: أنظمة التوجيه و التعليق	نظام التعليق
--	---------------------

تعليق العجلات ذو الزنبرك و الكفة (ماك فيرسون)

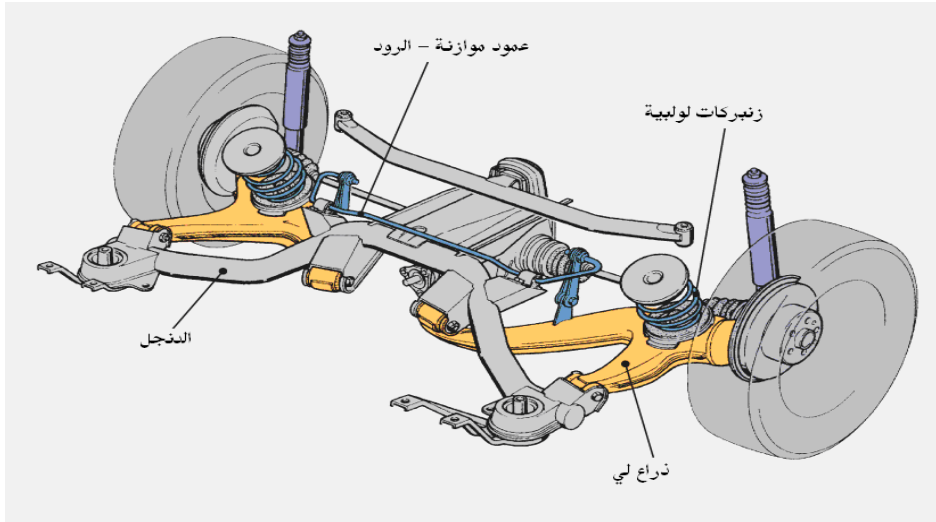
و يتكون هذا النظام من ماص صدمات و زنبرك لولبي مثبت من الأعلى مع جسم المركبة و يكون حر حركة الدوران بواسطة البيليا الداخلية و مثبت من الأسفل مع مجموعة التوجيه و اذرع التحكم (الكفات) و التي تكون مرتبطة مع هيكل المركبة (الدنجل) كما في الشكل رقم (28).



الشكل رقم (28)

الدنجل

هو جزء من هيكل المركبة و يتم تثبيته بجسور هيكل المركبة عن طريق براغي , و عليه يتم تثبيت أنظمة التوجيه و التعليق للعجلات الأمامية أو الخلفية حسب تصميم المركبة كما في الشكل رقم (29). يوضح الدنجل مثبتا عليه نظام تعليق العجلات ذو التوجيه الملتوي و الذي يعمل على امتصاص الاهتزازات عن طريق اذرع ربط ملتوية مثبتة عن طريق بكسات خاصة بجسم المركبة .



11 - 3 - 3 كاتم الصدمات (خامد الاهتزازات)

لعدم استواء الطريق التي تسير عليها المركبة يؤدي ذلك إلى تعرضها لعمليات اهتزاز متواصلة و قد تكون عنيفة لذلك استخدم مانع الارتجاج لتقليل عمليات الاهتزاز الواقع بين العجلات و الطريق من جهة و بين أنظمة التعليق و المركبة من جهة أخرى , حيث تعمل على تقليل موجات الاهتزاز و إخمادها للمحافظة على راحة المسافرين و سلامة أجزاء المركبة .

تأثير كاتم الصدمات على المركبة

1- سياقه هادئة

إن كاتم الصدمات يعطي للسائق السيطرة و الراحة أثناء قيادة المركبة و ذلك لعدم تأثره بالاهتزازات الناتجة عن حركة المركبة على الطريق

2- سياقه آمنه

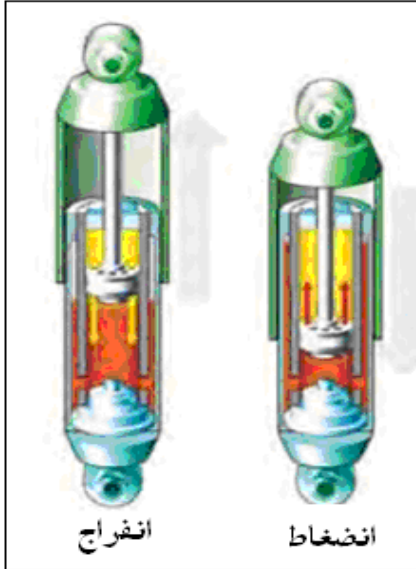
يوفر كاتم الصدمات سياقه آمنه للمركبة خلال تأثير قوى خارجية على المركبة و كذلك عند عمليات الفرملة المختلفة

3- استقرارية في المنعطفات

تظهر أهمية كاتم الصدمات عند سير المركبة بسرعة عالية عند المنعطفات, حيث تمنع عمليات الزحلفة الناتجة من القوى الخارجية المؤثرة على المركبة كما تعمل على ثبات المركبة و استقرارها.

طريقة عمل كاتم الصدمات (خامد الاهتزازات)

يكون رادع الارتجاج قوة معاكسة لاتجاه الحركة تسمى قوة الخمد و تتناسب طرديا مع السرعة , و تتولد قوة الخمد نتيجة مرور السائل داخل الاسطوانات عبر فتحات صغيرة الصمامات ناتجة عن حركة المكبس .



1- في وضع الانضغاط : ينتقل المكبس إلى أسفل مما يؤدي إلى انتقال

الزيت من الغرفة السفلية إلى الغرفة العلوية عبر فتحات الصمام

2- في وضع الانفراج: يتحرك المكبس إلى اعلي و ينتقل الزيت من

الغرفة العلوية إلى الغرفة السفلية عبر فتحات الصمام.

و تتكرر هذه العملية مما يؤدي إلى إخماد الاهتزازات مع العلم إن عملية الإخماد خلال الانفراج تكون اكبر من عملية الإخماد أثناء الضغط كما في الشكل رقم (30).

11 - 3 - 4 الزنبركات

أ- الزنبركات الحلزونية

و تصنع من قضبان الفولاذ المعالج و يتم تشكيله عند درجات حرارة عالية و يستخدم غالبا في أنظمة التعليق للمركبات الصغيرة وذلك لصغر الحيز الذي يشغله و لقلّة وزنه و مرونته العالية, كما في الشكل رقم (33).

ب - الزنبركات الورقية

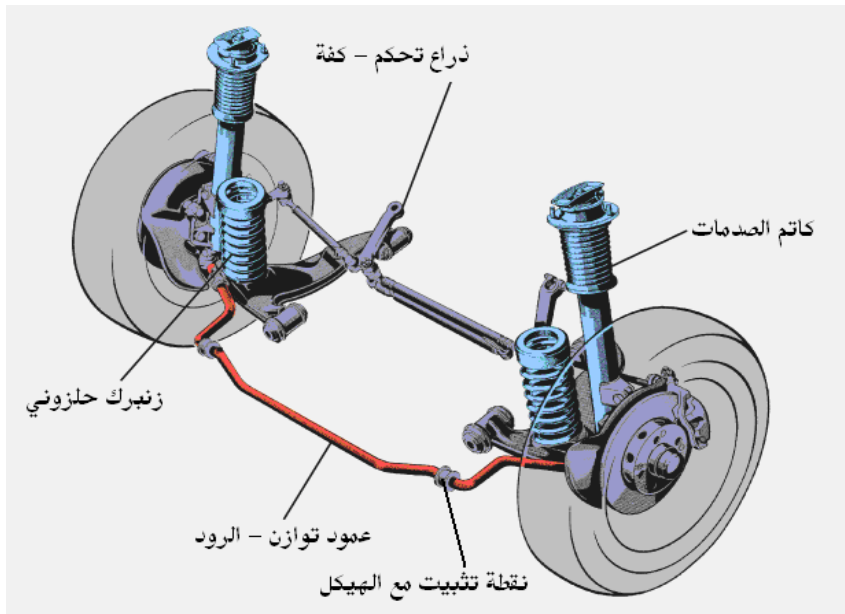
تصنع من فولاذ سبائكي معالج حراريا لإكسابه المرونة ومقاومته لاجهادات اللي , كما يتم تجميع هذه الشرائط فوق بعضها البعض و يوضع بينها عوازل و تثبت عن طريق مرابط و برغي وسط , و عند تعرضه للأحمال

تنزلق الرقائط فوق بعضها البعض بالاتجاه الطولي للزنبرك و يزداد طول الورقة الرئيسية , كما نلاحظ أن احد أطرافها يكون مثبت و الطرف الآخر يكون حر الحركة لتمكين التمدد الطولي للزنبرك و يستخدم غالبا في المركبات الثقيلة و تتميز بإمكانية حمل و توجيه المحور و نقل قوى الدفع و سهولة إنتاجها و استبدالها, و في الوقت الحالي تم استعمال لدائن من الألياف تقوم بمهام الزنبركات الورقية و تتميز بخفة وزنها.



ج - أعمدة اللي

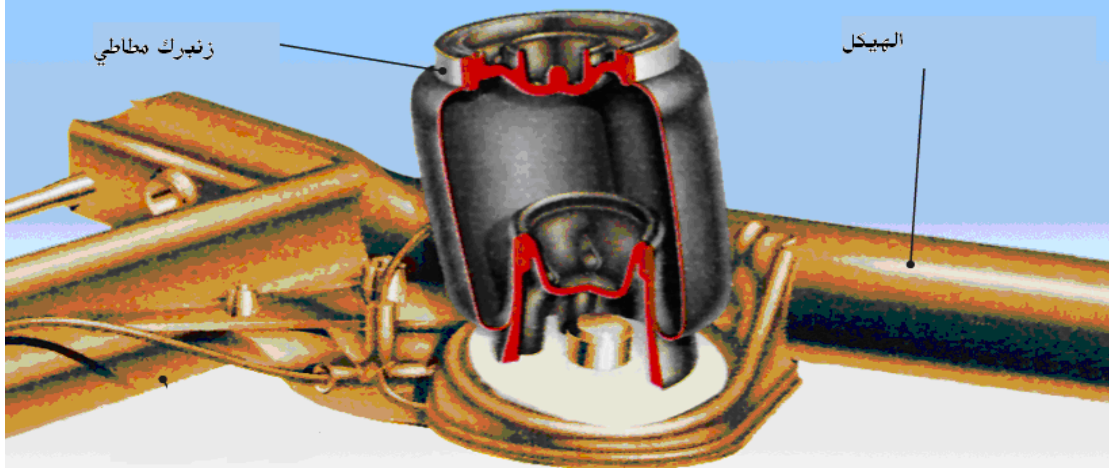
و هي عبارة عن قضبان من الفولاذ المرن يكون احد أطرافها مثبت مع هيكل المركبة بواسطة بكسات مطاطية و الطرف الآخر مع الجزء المعرض إلى حمل الالتواء الناتج عن التغير في حركة العجل نتيجة الاهتزازات المعرضة لها , و هذا النوع لا يتعرض لعمليات انحناء. و يستعمل كعمود توازن في المركبات كما في الشكل حيث نلاحظ أن عمود التوازن مثبت من طرفيه مع الكفات و يكون مرتبط مع أنظمة التعليق كاملة و من وسطه مثبت مع هيكل المركبة.



الشكل رقم (36)

٤ - الزنبركات المطاطية

تصنع من لدائن مطاطية محيطة بزنبركات داخلية, وتتميز بامتصاصها العالي للصدمات حيث تمتص الصدمات ما بين هيكل المركبة و كيبنة المركبة فتمنع حدوث أصوات نتيجة عمليات التصادم و إخماد جيد للصدمة كما في الشكل رقم (37)



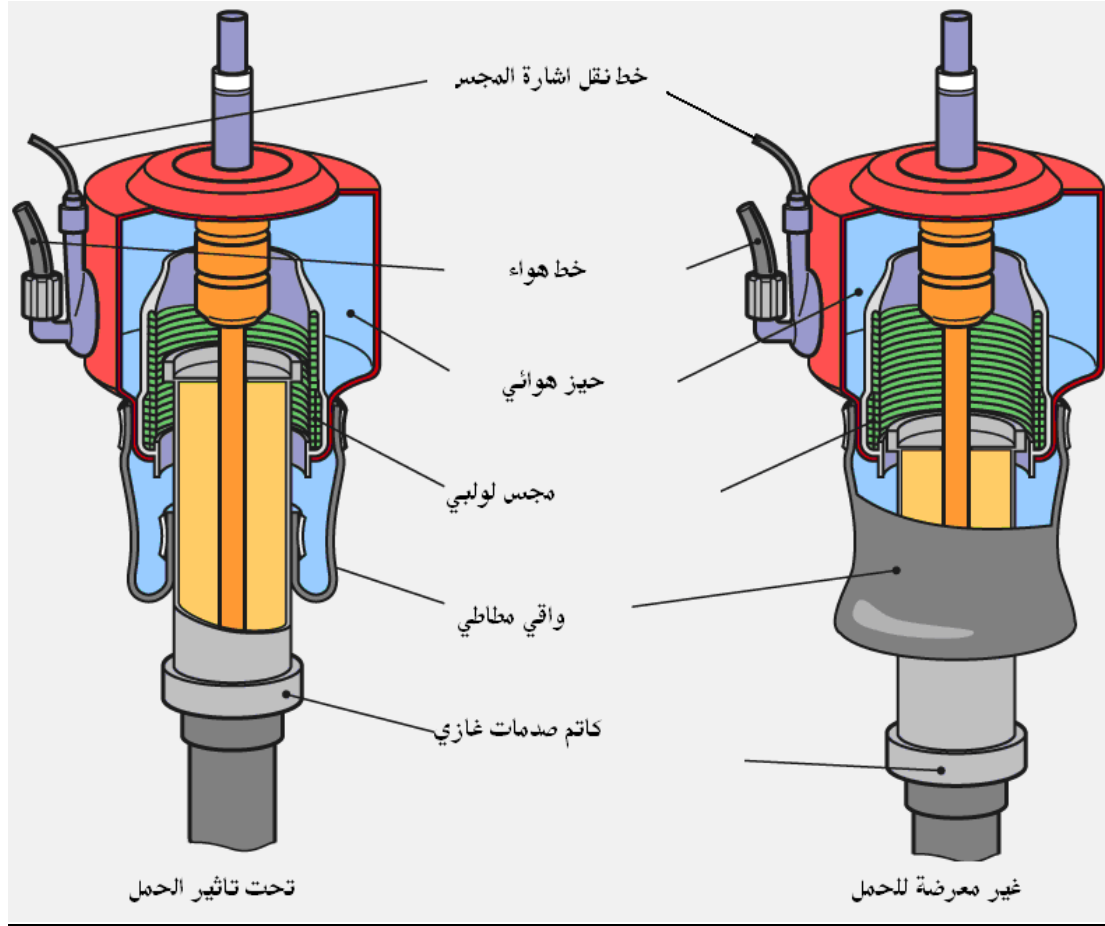
الشكل رقم (37)

11 - 3 - 5 كاتم الصدمات الهوائي

يعتمد كاتم الصدمات على ضغط الهواء القادم من المضخة و الذي يتغير هذا الضغط حسب الأحمال و الصدمات المعرضة للمركبة حيث يتراوح ما بين (5 - 11) بار , و يتحكم في عمله عن طريق مجسات و التي تعطي إشارة إلى وحدة التحكم ECU و التي بدورها تتحكم في عمل كاتم الصدمات كما في الشكل رقم (38).

مكوناته

- 1- مضخة هواء
- 2- وحدة تحكم إلكترونية
- 3- كاتم صدمات غازي
- 4- مجس لولبي
- 5- غرف هوائية



الشكل رقم (38)

11 - 3 - 6 نظام التعليق الكهربائي - الهيدروليكي لجسم المركبة (ABC)

يعتبر هذا النظام من الأنظمة المتطورة الحديثة حيث يتم تفعيل الأنظمة الهيدروليكية و الكهربائية المتعلقة باتزان المركبة اتوماتيكيا , حيث يقوم بالسيطرة على العجلات الأمامية و الخلفية بنفس الوقت آخذا بعين الاعتبار الطريق منتظمة أو غير منتظمة أو المنعطفات و كذلك ظروف عمل المركبة المختلفة مثل بداية التشغيل و التسارع و التوقف , حيث يعمل من خلال مجسات المثبتة على هذا النظام و وحدات التحكم المعالجة و المنفذات المستقبلية مؤدينا إلى الحصول على وضع مريح جدا للمسافرين. شكل رقم (39).



شكل رقم (39)

الوحدة الخامسة : أنظمة الفرامل والتوجيه والتعليق

الدرس الرابع : الإطارات

مقدمة :

تتعرض إطارات المركبة أثناء السير على الطريق و أحمال المركبة إلى مجموعة من القوى .

القوى المؤثرة على الإطارات

- 1- القوى الرئيسية (الوزن و صدمات الطريق)
- 2- القوى الجانبية (قوى التوجيه و القوى المضادة للطريق)
- 3- القوى المحيطة (قوى الجر, قوى الكبح, القوى الطاردة عن المركز)

ومن أجل التعامل مع هذه القوى يجب أن يكون لدينا مجموعة من المتطلبات الخاصة بالإطارات

المتطلبات الخاصة بالعجلات

- 1- أن تكون الإطارات وسيلة اتصال بين المركبة و الطريق.
- 2- تعمل على نقل قوى الجر و الكبح من المركبة إلى الطريق.
- 3- تعمل على تقليل قوى الصدمات المؤثرة من الطريق قبل وصوله للجسم المركبة.

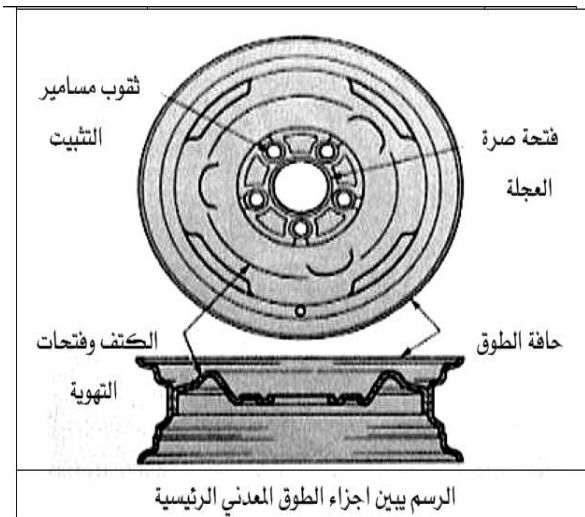
و هذه الإطارات تتكون من جزئين الجنطات (الطوق المعدني) و ما يحمل من مواصفات و أرقام و الإطارات و ما تحمل من أرقام و طرق تصميمها و مواصفات عملها .

11 - 4 - 1 الطوق المعدني (الجنط)

يعتبر الجنط قاعدة تثبيت للإطار و حلقة وصل بين الإطار و المركبة من خلال صواميل العجل كما في الشكل رقم (40), و تقسم إلى نوعين (فولاذية , ألومنيوم)

الجنطات الفولاذية و هي نوعان

- 1- طوق ذو قطعة واحدة و يستعمل في المركبات الخفيفة
 - 2- طوق ذو قضبان شعاعية و يستخدم في الشاحنات الكبيرة
- و تتميز الجنطات الفولاذية بقوة تحمل كبيرة و رخص ثمنها



شكل رقم (40)

جنطات الألومنيوم

تصنع من سبائك الألومنيوم مطلية بالكروم و تتميز بخفة الوزن و التبريد العالي للحرارة

11 - 4 - 3 الأرقام و القياسات و العلامات على العجلات

تشترط الشركات بمواصفات محددة للعجلات و الجنطاط حسب عمل و بنية المركبة (خصوصي , تجاري , شاحنات), و يتم تحديد هذه المواصفات و بأرقام و أحرف مطبوعة على الإطارات و مسجلة في رخصة المركبة كما في الشكل رقم (43) و الذي يمثل الأرقام و الحرف بالنظام الأوروبي (ECE) Economic Commission For Europe .()



شكل رقم (43)

و تم تمثيل الرموز حيث تعطي معنى لقيم الأحمال و السرعات حسب ما يلي

1- عرض الإطار (عرض مقطع الإطار).

2- نسبة المقطع.

و هي النسبة المئوية بين ارتفاع مقطع الإطار و عرض المقطع

3- قطر طوق العجلة أو الجنطاط.

4- نوع الهيكل النسيجي للإطار.

أ- حرف R (إطار ذو نسيج قطري).

ب - حرف B (إطار ذو نسيج شعاعي).

5- رمز الحمل.

و يدل على أقصى حمل للمركبة حسب الجداول

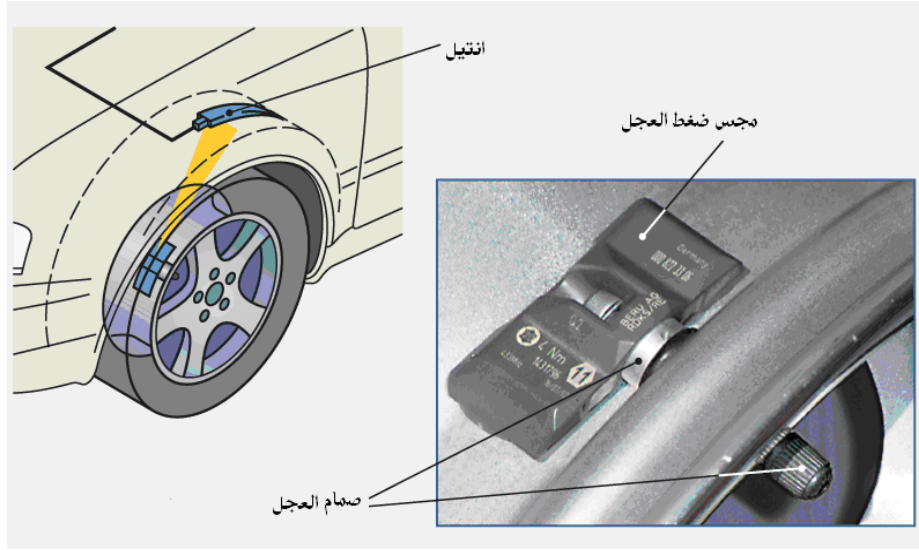
أنظمة مراقبة الإطارات :

نظام مراقبة ضغط الإطارات (TPMS) هو نظام أمان إلكتروني يهدف إلى مراقبة ضغط الهواء داخل الإطارات بشكل مستمر وتتبيه السائق عند انخفاض الضغط عن الحد المسموح به. يساعد هذا النظام على تحسين السلامة، الثبات، استهلاك الوقود، وإطالة عمر الإطارات.

أنواع TPMS

1- النظام غير المباشر (Indirect TPMS): يعتمد على حساسات ABS لمقارنة سرعة دوران العجلات؛ انخفاض الضغط يغير القطر الفعال للإطار. أقل كلفة لكنه أقل دقة ولا يعطي قيمة ضغط رقمية ولا يستخدم في المركبات الحديثة

النظام المباشر (Direct TPMS): يستخدم حساسات ضغط مثبتة داخل كل إطار تقيس الضغط (وأحياناً الحرارة) وترسل البيانات مباشرة إلى وحدة التحكم. يتميز بدقة عالية. وهو المستخدم في المركبات الحديثة



إشارة نظام الإطارات (TPMS Warning Light)

إشارة نظام الإطارات هي لمبة تحذير تظهر في لوحة العدادات، وترمز إلى نقص ضغط الهواء في أحد الإطارات أو أكثر، أو وجود خلل في نظام مراقبة ضغط الإطارات. (TPMS)

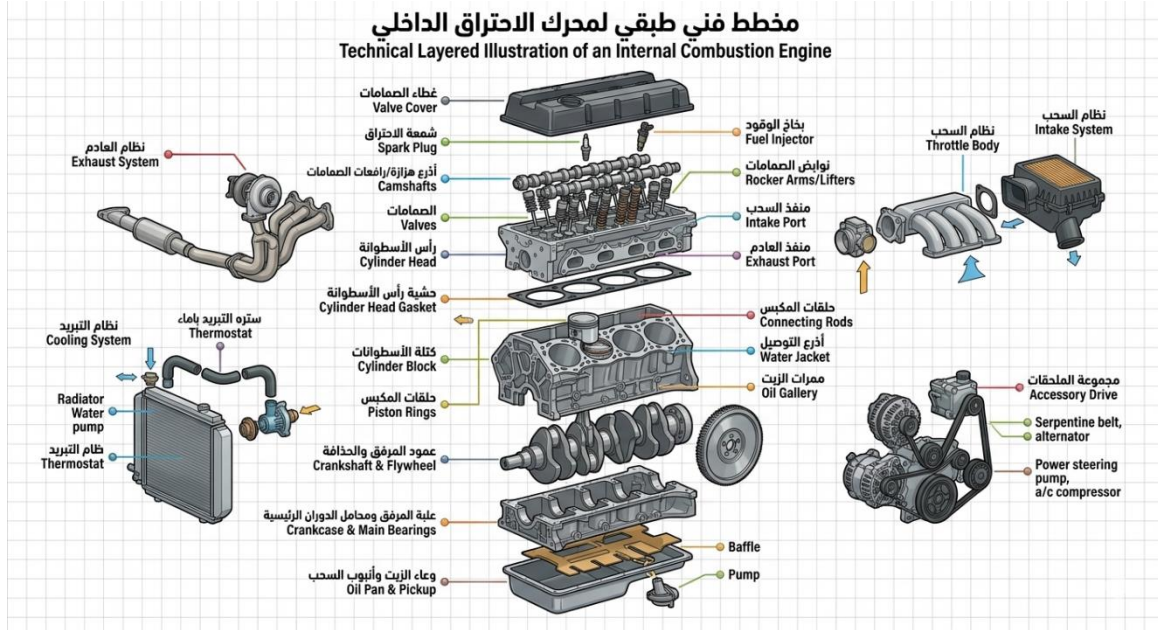


معاني الإشارة

- إضاءة ثابتة: تدل غالباً على انخفاض ضغط الهواء في إطار واحد أو أكثر.
- وميض ثم ثبات: يشير عادة إلى خلل في نظام TPMS مثل عطل حساس أو مشكلة اتصال.

الوحدة السادسة

محركات الاحتراق الداخلي



الدرس الأول : الأجزاء الميكانيكية للمحرك

تُعدّ محركات الاحتراق الداخلي (Internal Combustion Engines – ICE) من أهم الاختراعات التي غيّرت شكل النقل والصناعة في العالم. تعتمد هذه المحركات على احتراق الوقود داخل غرفة مغلقة داخل المحرك، حيث تتحول الطاقة الكيميائية الموجودة في الوقود إلى طاقة حرارية ثم إلى طاقة ميكانيكية تُستخدم لتحريك المركبات والآلات.

يتم الاحتراق عادةً باستخدام الهواء والوقود داخل الأسطوانة، وينتج عنه تمدد سريع للغازات يُولّد قوة تدفع المكبس للأسفل، مما يخلق حركة دورانية عبر عمود المرفق (الكرانك شافت). هذه الحركة الدورانية هي التي

ورغم التطور الكبير الحالي في المحركات الكهربائية، ما تزال محركات الاحتراق الداخلي مستخدمة على نطاق واسع في معظم السيارات والشاحنات والمعدات الثقيلة نظراً لفاعليتها وسهولة صيانتها.

وفيما يأتي أهم التصنيفات الخاصة بمحركات الاحتراق الداخلي:

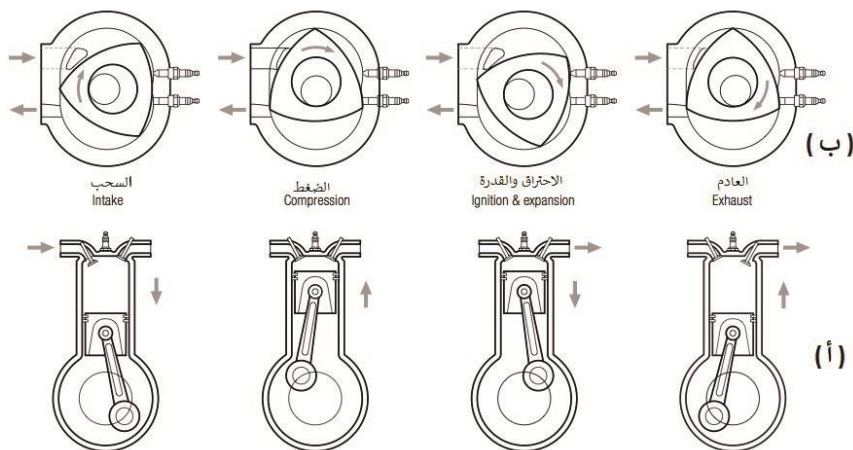
1. من حيث مكان حدوث الاحتراق

هناك نوعان مختلفان من المحركات بحيث إذا حدث الاحتراق داخل المائع الذي يدير المحرك، يُسمى محرك احتراق داخلي، مثال على ذلك محركات السيارات ومحركات الطائرات. أما إذا حدث الاحتراق خارج المائع الذي يدير المحرك فيُسمى محرك احتراق خارجي، مثل الآلات البخارية حيث تشتغل حرارة الاحتراق في تسخين البخار الذي يدير التوربين، ول يحدث الاحتراق داخل البخار.

2. من حيث طريقة لعمل

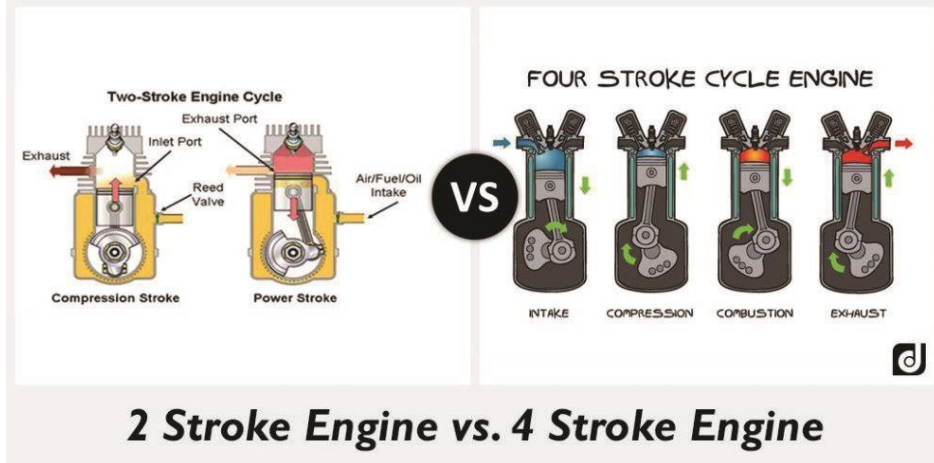
أ- المحركات الترددية Reciprocating Engines: حيث يتحرك الجزء العامل في هذا المحرك وهو المكبس حركة ترددية مستقيمة.

ت- المحركات الدائرية Rotary Engines: حيث يتحرك الجزء العامل في هذا المحرك وهو العضو الدوار حركة دورانية داخل غلاف المحرك.



أ- المحركات رباعية الأشواط: وهذه المحركات تحتاج إلى أربعة أشواط للمكبس أو دورتين لعمود المرفق؛ لإنهاء دورة عمل واحدة. وسيتأتي شرح هذه المحركات في وقت لاحق.

ب- المحركات ثنائية الأشواط: وهذه المحركات تحتاج إلى شوطين للمكبس أو دورة لعمود المرفق؛ لإنهاء دورة عمل واحدة. وفي الشكل المجاور يظهر الفرق بين المحرك رباعي الأشواط والمحرك ثنائي الأشواط.

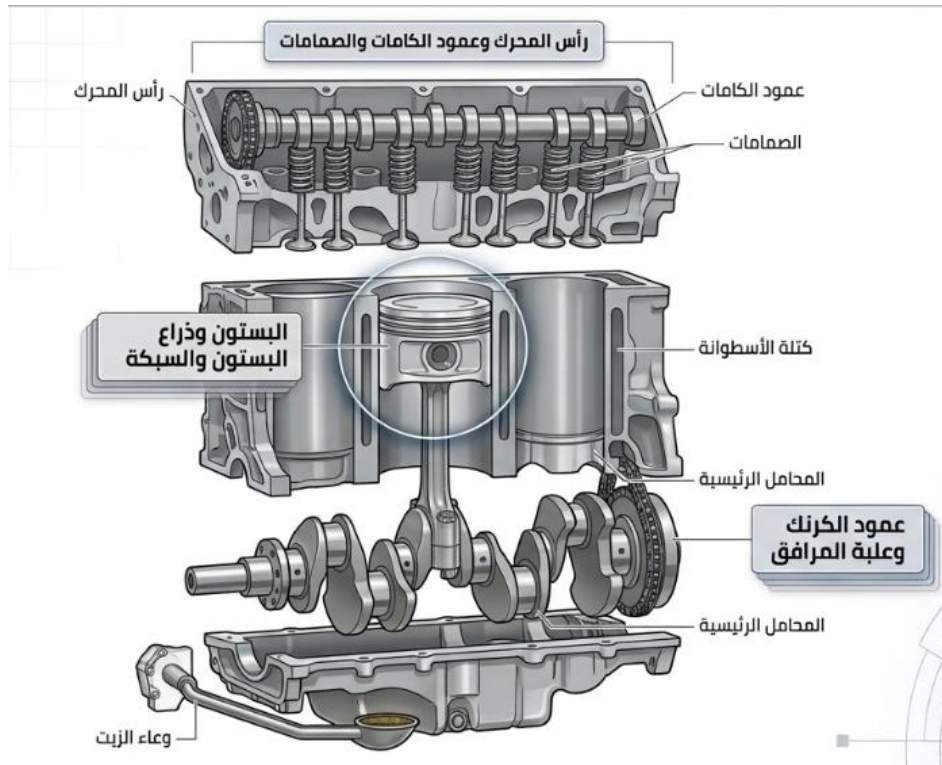


4. من حيث الوقود المستخدم

أ- الوقود التقليدي: وهذه الأنواع من الوقود هي من مشتقات النفط وهي متعددة، منها: البنزين والديزل والغاز المسال والميثانول.
 ب- الوقود البديل: والهدف الأساسي لاستخدام الوقود البديل في السيارات هو تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري (النفط)، والتقليل من الانبعاثات الضارة. ومن أنواع الوقود البديل المستخدم في السيارات: الغاز الطبيعي، الميثانول، الطاقة الكهربائية، الهيدروجين، خلايا الوقود، والسيارات الهجينة.

أجزاء المحرك:

الصورة بالاسفل توضح أجزاء محرك الاحتراق الداخلي الأساسية :



مكونات محرك المركبات الميكانيكي

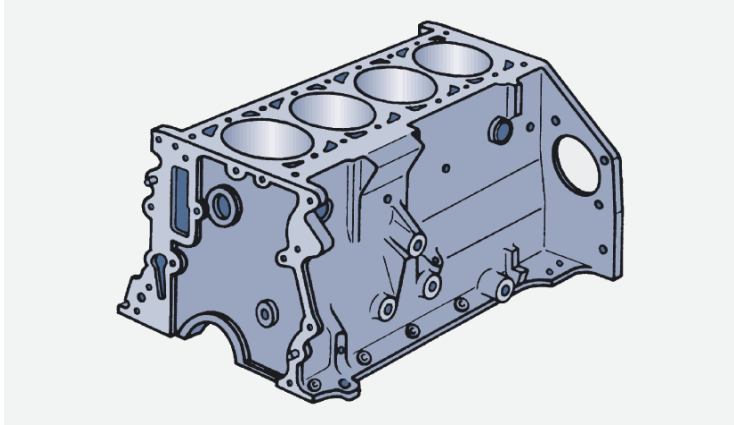
1 جسم المحرك ويتكون من الأسطوانات ومجاري الزيت

1-2- أنواع اسطوانات المحرك

أولاً : الاسطوانات ذات التبريد بسائل التبريد :
وتكون عادة مجموعة في كتلة واحدة وانابيب التبريد تمر خلال جدران المحرك ، ويكون جهاز التبريد مزود بمضخة ماء حيث يضخ سائل التبريد من خلال الانابيب حتى رأس المحرك .

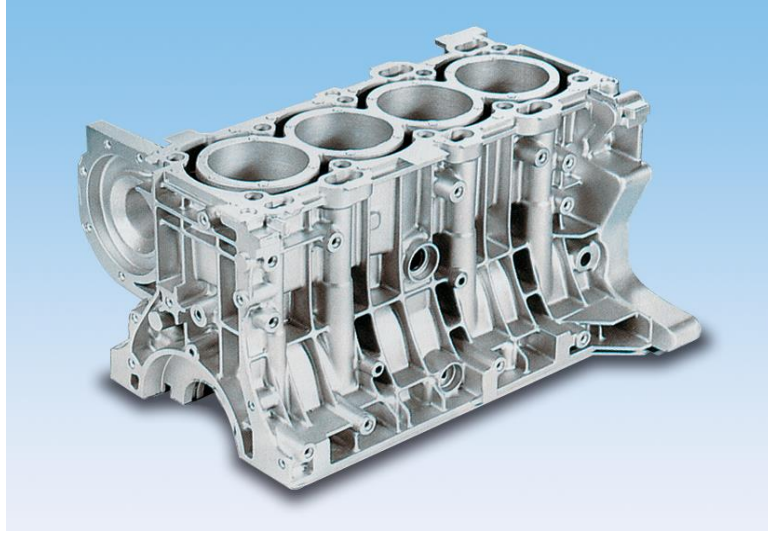
ويقسم إلى نوعين من حيث وضع الاسطوانات

Æ مغلق السطح : وهو النوع الذي يشكل فيه الجسم جزء واحد متكامل كما هو في الشكل رقم (1)



شكل رقم (1)

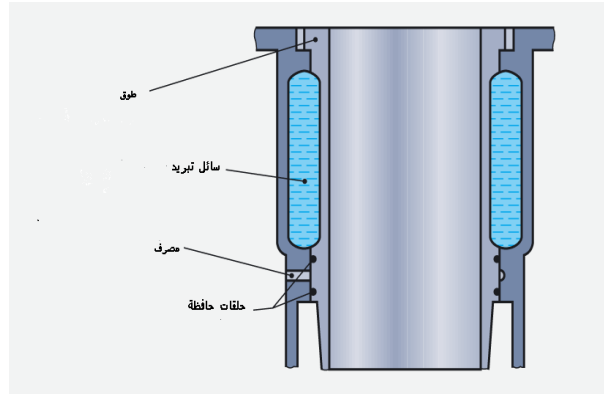
ب - مفتوح السطح: وهو النوع الذي يمكن تبديل القمصان عند اللزوم كما هو في الشكل رقم (2)



شكل رقم (2)

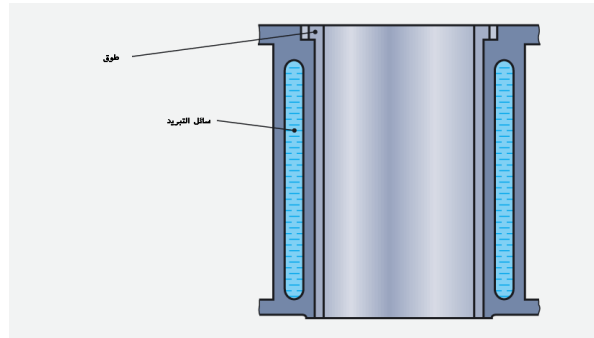
مسالك الاسطوانات (القمصان) وهي تقسم الى نوعين :

أ - اسطوانات رطبة :- سائل التبريد يكون حول الجلبة او القميص بشكل مباشر كما هو في شكل رقم (3)



شكل رقم (3) (جلبة رطبة)

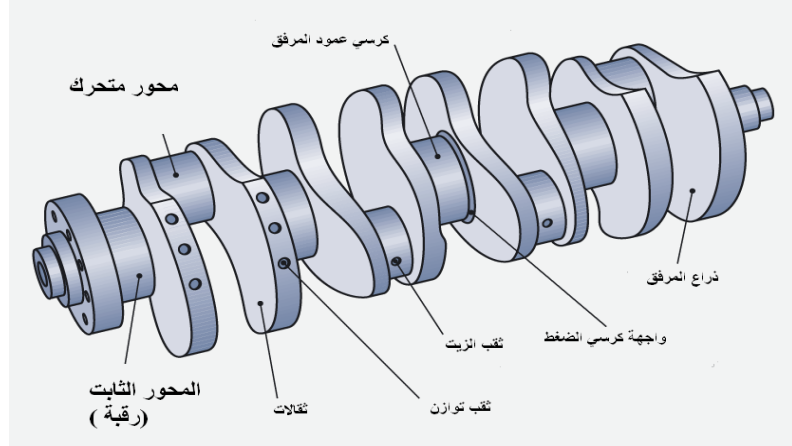
ب - اسطوانات جافة :- هناك حاجز بين الجلبة او القميص و سائل التبريد شكل رقم (4)



شكل رقم (4) (جلبة جافة)

عمود المرفق crankshaft

عمود الكرنك (Crankshaft) هو الجزء المسؤول عن تحويل الحركة الخطية للمكابس داخل الأسطوانات إلى حركة دورانية تُستخدم لتدوير المحرك ونقل القدرة إلى ناقل الحركة وبقية الأنظمة. يرتبط عمود الكرنك بالمكابس عبر أذرع التوصيل، ويدور داخل المحرك على محامل خاصة تضمن سلاسة الحركة وتقليل الاحتكاك، ويُعد من أهم الأجزاء الميكانيكية في المحرك لأن انتظام دورانه يؤثر مباشرة في أداء المحرك واستقراره.



محامل عمود المرفق (الكشنيث)

محامل عمود المرفق (الكشنيث) هي أجزاء معدنية دقيقة تُركَّب بين عمود المرفق وكتلة المحرك، وتعمل على تقليل الاحتكاك وتسهيل دوران عمود المرفق بسلاسة داخل المحرك. تُصنع هذه المحامل عادةً من سبائك معدنية خاصة تتحمل الأحمال العالية وتُغذى بطبقة زيت مستمرة، ويؤدي تلفها أو تآكلها إلى صدور أصوات طرق قوية، وانخفاض ضغط الزيت، وقد يتسبب ذلك بأضرار جسيمة للمحرك إذا لم يُعالج الخلل في الوقت المناسب وتقسّم إلى

1- كشنيث ثابت و يثبت بين جسم المحرك و عمود المرفق و تكون هذه المحامل على استقامة وحده و ينتقل الزيت من جسم المحرك إلى مسار الزيت في عمود المرفق عن طريق الثقوب الموجودة على الكشنيث

3- كشنيث متحرك و يكون متصل بين عمود المرفق و ذراع التوصيل و يوصل الزيت من مسار الزيت في عمود المرفق إلى ذراع التوصيل (ذراع المكبس).

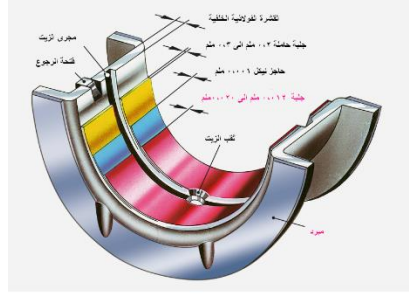
الحداثة :



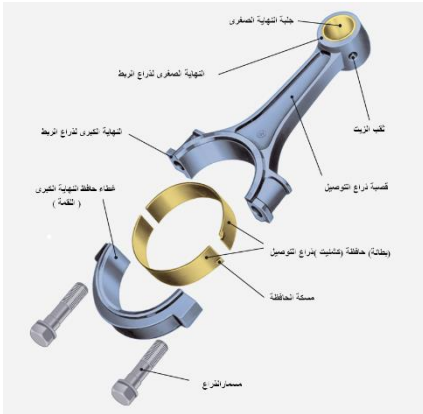
الحداثة هي قرص معدني ثقيل يُثَبَّت على طرف عمود المرفق، وتتمثل وظيفتها في تخزين جزء من الطاقة الحركية للمحرك للمساعدة على انتظام دورانه وتقليل الاهتزازات. كما تساعد الحداثة على تسهيل بدء تشغيل المحرك من خلال تعشيقها مع بادئ الحركة، وتُعد نقطة الربط بين المحرك وناقل الحركة، حيث تساهم في نقل العزم بسلاسة خاصة عند تغيير السرعات.

المحامل (الكشنيث)

محامل المحرك هي أجزاء معدنية دقيقة تُركَّب بين الأجزاء المتحركة داخل المحرك بهدف تقليل الاحتكاك وتسهيل الحركة ودعم الأجزاء أثناء الدوران. تعمل هذه المحامل مع زيت المحرك لتكوين طبقة تزييت تمنع التلامس المباشر بين المعادن، وتُستخدم بشكل أساسي مع عمود المرفق وأذرع التوصيل. تلف محامل المحرك يؤدي إلى صدور أصوات طرق وانخفاض ضغط الزيت، وقد يتسبب في أضرار كبيرة للمحرك إذا لم تتم معالجته.



ذراع التوصيل : connecting rod



هو الجزء الذي يربط المكبس بعمود المرفق (عمود الكرنك). وظيفته نقل الحركة الخطية للمكبس الناتجة عن الاحتراق إلى عمود المرفق، ليتم تحويلها إلى حركة دورانية تُستخدم لتشغيل المحرك. يتحمل ذراع التوصيل قوى عالية جدًا أثناء التشغيل، ولذلك يُصنع من مواد قوية مثل الفولاذ أو السبائك الخاصة، ويحتوي في طرفه السفلي على محامل لتقليل الاحتكاك وضمان حركة سلسلة.

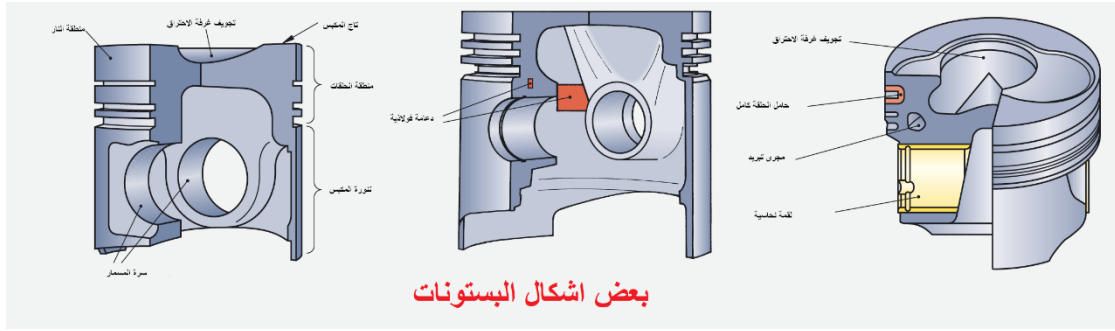
المكابس : (البستونات) :

هو جزء أساسي داخل أسطوانة المحرك، يتحرك حركة ترددية صعودًا ونزولًا لتحويل (Piston) مكبس المحرك طاقة الاحتراق إلى حركة ميكانيكية تُنقل في النهاية إلى عمود المرفق (الكرنك).

يقوم المكبس بعدة وظائف مهمة:

أثناء شوط السحب ينزل ليُسمح بدخول خليط الهواء والوقود (أو الهواء فقط في الديزل)، ثم يصعد في شوط الضغط لضغط الخليط داخل غرفة الاحتراق، وبعد الاشتعال يدفعه ضغط الغازات بقوة إلى الأسفل في شوط القدرة، مولدًا الطاقة، وأخيرًا يصعد مرة أخرى في شوط العادم لطرد الغازات المحترقة.

يُصنع المكبس غالبًا من سبائك الألومنيوم لأنه خفيف الوزن وجيد في توصيل الحرارة، ويحتوي على حلقات المكبس (الشبابير) التي تمنع تسرب الغازات، وتنظم كمية الزيت على جدار الأسطوانة، وتحسن الإحكام. ويرتبط المكبس الذي ينقل الحركة إلى عمود الكرنك (Connecting Rod) بذراع التوصيل.



حلقات المكبس :

حلقات المكبس (Piston Rings) هي حلقات معدنية رفيعة تُركَّب في مجاري حول المكبس، وتُعد عنصرًا أساسيًا لضمان كفاءة المحرك وعمره.

وظائف حلقات المكبس:

- **إحكام غرفة الاحتراق:** تمنع تسرب غازات الاحتراق إلى أسفل المكبس (Blow-by).
- **تنظيم الزيت:** تتحكم بكمية الزيت على جدار الأسطوانة؛ تمنع دخوله لغرفة الاحتراق وتعيد الفائض إلى حوض الزيت.
- **نقل الحرارة:** تساعد على نقل حرارة المكبس إلى جدار الأسطوانة لتبريده.

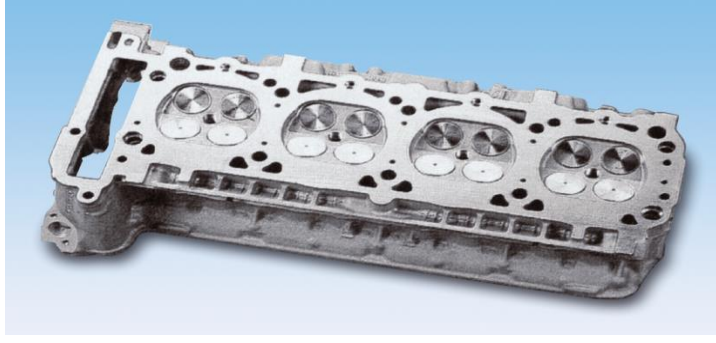
أنواع حلقات المكبس (من الأعلى للأسفل):

1. **حلقة الضغط الأولى: (Top Compression Ring)** مسؤولة عن الإحكام الرئيسي وضغط الغازات.
2. **حلقة الضغط الثانية: (Second Ring)** تعزز الإحكام وتساعد في كشط الزيت الزائد.
3. **حلقة التحكم بالزيت: (Oil Control Ring)** تنظّم طبقة الزيت وتمنع احتراقه.



رأس المحرك :

هو الجزء الذي يعلو الأسطوانة ويكون معها غرفة الاحتراق ، وهو مرتبط مع الاسطوانة بشكل محكم بواسطة براغي الرأس ويفصل بينه وبين الاسطوانة حشوة (كسكيت) الرأس . يشمل رأس المحرك ممرات دخول الخليط وممرات الغاز العادم والصمامات الخاصة بكل منهم ، اضافة الى فراغ الانضغاط الذي يشكل في معظم الحالات غرفة الاحتراق، وكذلك مجهز لتركيب شمعات الاحتراق في محركات البنزين و اماكن تركيب البخاخات في محركات الديزل او المحركات ذات الحقن المباشر، كما ويحتوي على مكونات نظام التوقيت وعمود الحديبات الذي يعلو الرأس في المحركات المصممة بهذه الطريقة ، ويخضع لضغوط عالية نتيجة للانفجار ودرجات الحرارة الناتجة ، حيث يجب ان يتصف بالثبات وتحمل اضافة الى تمدد حراري منخفض والشكل رقم (6) يبين صورة رأس محرك .



كسكيت رأس المحرك :

كسكيت رأس المحرك هو قطعة إحكام تُركَّب بين رأس المحرك وكتلة الأسطوانات، وتكمن وظيفته في منع تسرُّب غازات الاحتراق، والزيوت، وسائل التبريد، مع الحفاظ على الضغط داخل غرفة الاحتراق. يُصنع كسكيت رأس المحرك من مواد خاصة تتحمَّل درجات الحرارة والضغط العاليين، ويُعدُّ من الأجزاء الحساسة في المحرك، إذ إن تلفه قد يؤدي إلى اختلاط الزيت بوسائل التبريد، أو ارتفاع حرارة المحرك، أو ضعف في الأداء.



مجموعة الصمامات وعمود الحدبات (الكامات)

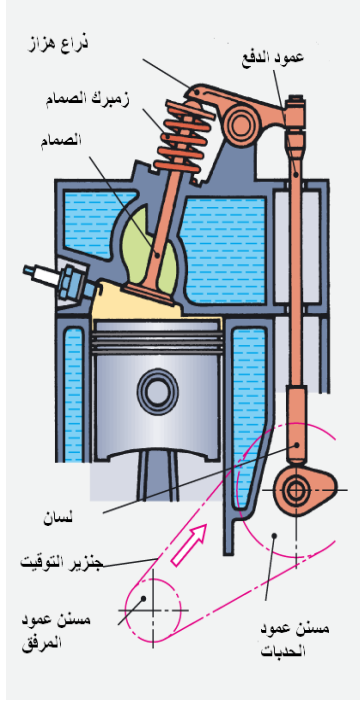
صمامات المحرك وعمود الكامات عنصران أساسيان في نظام تشغيل المحرك، إذ تتحكم الصمامات في دخول خليط الهواء والوقود إلى الأسطوانة وخروج غازات العادم منها، بينما يتولى عمود الكامات مهمة فتح هذه الصمامات وإغلاقها في التوقيت المناسب وبالتزامن مع حركة المكبس. يعمل عمود الكامات عبر حدبات تضغط على الصمامات فتفتحها، ثم تسمح النوايض بإغلاقها بإحكام لضمان ضغط مثالي داخل الأسطوانة أثناء شوط الضغط والاحتراق. يدور عمود الكامات بنصف سرعة عمود المرفق في المحركات رباعية الأشواط، مما يضمن دقة توقيت عمل الصمامات، وأي خلل في هذا التوقيت يؤدي إلى ضعف أداء المحرك وزيادة استهلاك الوقود. وقد يسبب أعطالاً ميكانيكية خطيرة.



ترتيبات عمود الحدبات

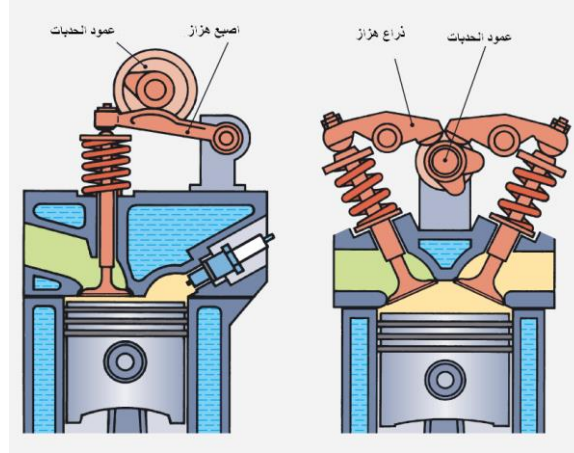
صمامات فوق الرأس (OHV)

الصمامات مقلبة في رأس المحرك ، عمود الحدبات وضع في مكان معين في كتلة المحرك ، او في بيت عمود المرفق. شكل رقم (65).



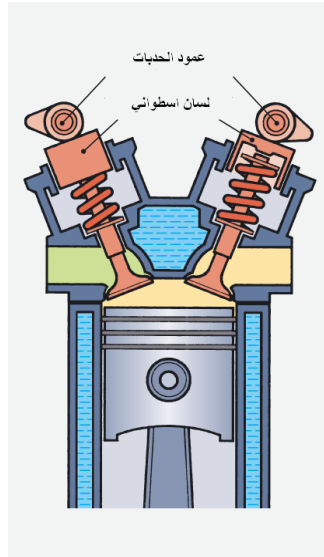
عمود الحدبات فوق الرأس (OHC)

عمود الحدبات موضوع فوق رأس المحرك

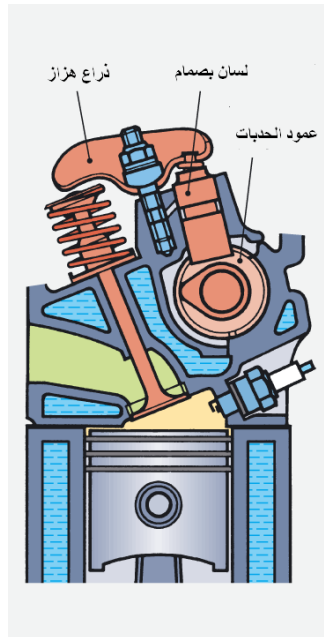


عمود حدبات مزدوج فوق الرأس (DOHC)

عمودين حدبات وضعتا فوق الرأس كما في الشكل



عمود حديبات داخل الرأس (CIH)
 عمود الحديبات وضع في داخل رأس المحرك



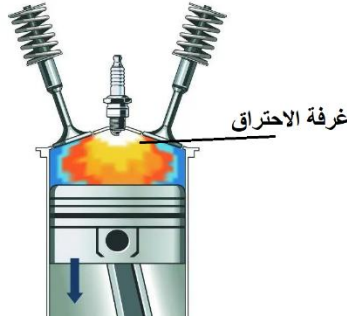
ذراع التآرجج rocker arm

وهو جزء من آلية تشغيل الصمامات في المحرك، يعمل كرافعة تنقل حركة عمود الكامات إلى صمامات السحب والعاود. عند دوران عمود الكامات تضغط الحدبة على ذراع التآرجح، فيقوم بدوره بفتح الصمام، ثم يسمح نابض الصمام بإغلاقه عند زوال الضغط، وبذلك يساهم ذراع التآرجح في ضمان فتح وإغلاق الصمامات بدقة وتزامن مع حركة المكابس.



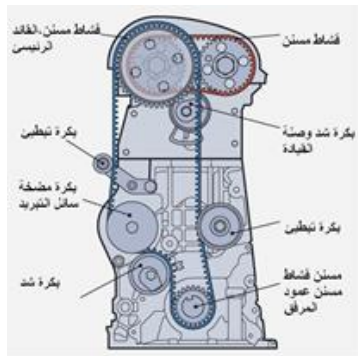
غرفة الاحتراق

غرفة الاحتراق هي الحيز داخل المحرك الذي يتم فيه ضغط خليط الهواء والوقود ثم إشعاله لتحويل الطاقة الحرارية الناتجة عن الاحتراق إلى طاقة ميكانيكية تحرك المكبس. يتكوّن هذا الحيز من رأس الأسطوانة، وجدران الأسطوانة، وسطح المكبس، ويؤثر تصميمه وحجمه بشكل مباشر فيعتبر عن الحجم الكلي لغرف (CC) على كفاءة الاحتراق وأداء المحرك واستهلاك الوقود. أما حجم المحرك الاحتراق في جميع الأسطوانات، أي كمية الهواء والوقود التي يستطيع المحرك استيعابها في دورة تشغيل كاملة، ويُقاس بالسنتيمتر المكعب. فكلما زاد حجم المحرك زادت القدرة والعزم الناتجان عنه عادةً، مقابل زيادة في استهلاك الوقود.

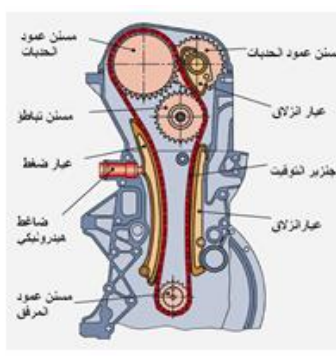


إدارة عمود الحدبات (الكامات)

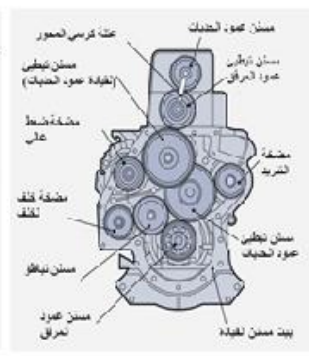
يتم إدارة عمود الحدبات عبر الحركة المنقولة اليه كمسنن مقاد من قبل عمود المرفق فهذا يتطلب آلية محددة حتى يتم بها انجاز هذه المهمة وتنقسم الى ثلاثة اشكال بناءً على طرق نقل الحركة بين مسنن عمود المرفق ومسنن عمود الحدبات والاشكال التالية توضح طرق النقل الثلاثة .



الربط عن طريق قشاطر



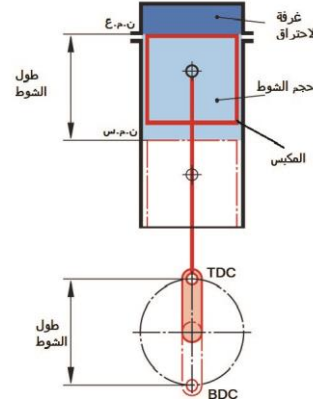
الربط عن طريق الجنزير



الربط المباشر بالمسننات

دورة عمل لمحرك رباعي لأشواط

قبل التعرف إلى دورة وطريقة عمل المحرك رباعي الأشواط سوف نتعرف إلى بعض المصطلحات المهمة للمحرك، كما هي موضحة في الشكل .



1. النقطة الميتة العليا (Top dead center): وهي أعلى نقطة يصل إليها المكبس أثناء صعوده، ويُرمز لها بالرمز TDC (ن.م.ع.).
2. النقطة الميتة السفلى (Bottom dead center): وهي أدنى نقطة يمكن أن يصل إليها المكبس أثناء نزوله، ويُرمز لها بالرمز BDC (ن.م.س.).
3. طول الشوط (ل): وهو المسافة التي يتحركها المكبس بين النقطة العليا والنقطة الميتة السفلى، وتقابل هذه المسافة (180 درجة) من زوايا عمود المرفق؛ أي نصف دورة لعمود المرفق مقابل الشوط الواحد.
4. حجم الشوط: وهو الحجم الذي يكتسحه المكبس في حركته بين النقطة الميتة العليا والنقطة الميتة السفلى.

5. حجم الخلوص: وهو حجم الحيز المحصور في أعلى الأسطوانة عندما يكون المكبس في النقطة الميتة العليا، ويُسمى أيضاً حجم غرفة الاحتراق.
6. السعة الكلية للأسطوانة: وهي أكبر حجم يحصره المكبس داخل الأسطوانة، ويحدث ذلك عندما يكون المكبس في النقطة الميتة السفلى، وبالتالي فإن:

$$\text{السعة الكلية للأسطوانة} = \text{حجم الشوط} + \text{حجم غرفة الاحتراق.}$$

7. نسبة الضغط: هي النسبة بين حجم الأسطوانة الكلي إلى حجم غرفة الاحتراق عندما يكون المكبس في النقطة الميتة العليا.

8. حجم المحرك: هو حجم شوط الأسطوانة $\times$ عدد الأسطوانات.

9. تقسيمة المحرك firing order 1 4 3 2: المقصود بذلك أن تنجز الأسطوانة الأولى شوط القدرة، وبعدها الأسطوانة الثالثة، ثم الأسطوانة الرابعة، ثم الأسطوانة الثانية؛ لذلك يمكن أن يحدث تداخل لأشواط القدرة في محرك ذي أربع أسطوانات، في أي زمن وعند أية زاوية من زوايا عامود المرفق ودائماً تكون هناك أسطوانة واحدة في شوط القدرة.

تحتاج دورة المحركات رباعية الأشواط إلى أربعة أشواط لإتمام دورة الاحتراق، وهناك شوط قدرة واحد خلال الدورة الواحدة؛ لذلك يلزم لفتان كاملتان من عمود المرفق لإتمام دورة الاحتراق والحصول على القدرة من كل أسطوانة من أسطوانات المحرك. والأشواط الأربعة هي: شوط السحب، شوط الضغط، شوط القدرة، وشوط العادم.

ويمكن تمثيل دورة الاحتراق بالعلاقة بين الضغط والحجم، كما يبين الشكل (17)، وتحدث الأشواط كما يأتي:

- 1-2: يتحرك المكبس من (ن.م.ع) إلى (ن.م.س) ويكون صمام السحب مفتوحاً وصمام العادم مغلقاً فيسحب المزيج إلى داخل الأسطوانة، ويُسمى شوط السحب.
- 2-3: يتحرك المكبس من (ن.م.س) إلى (ن.م.ع) ليضغط المزيج وتكون جميع الصمامات مغلقة فيزداد الضغط ودرجة الحرارة ويقل الحجم، ويُسمى شوط الضغط.

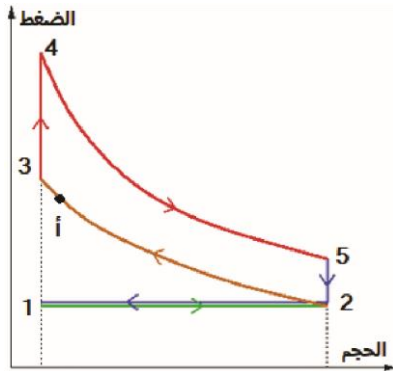
عند النقطة أ: تحدث الحرارة لمحرك البنزين، أما لمحرك الديزل فيحدث حقن الوقود.

- 3-4: تبقى جميع الصمامات مغلقة وترتفع درجة الحرارة ويزداد الضغط نتيجة الانفجار.

- 4-5: يقوم الغاز المضغوط بالتمدد دافعا المكبس إلى الأسفل بحركة مستقيمة، ويتمدد الغاز فيزداد حجمه ويقل ضغطه ودرجة حرارته، ويُسمى هذا الشوط شوط القدرة.

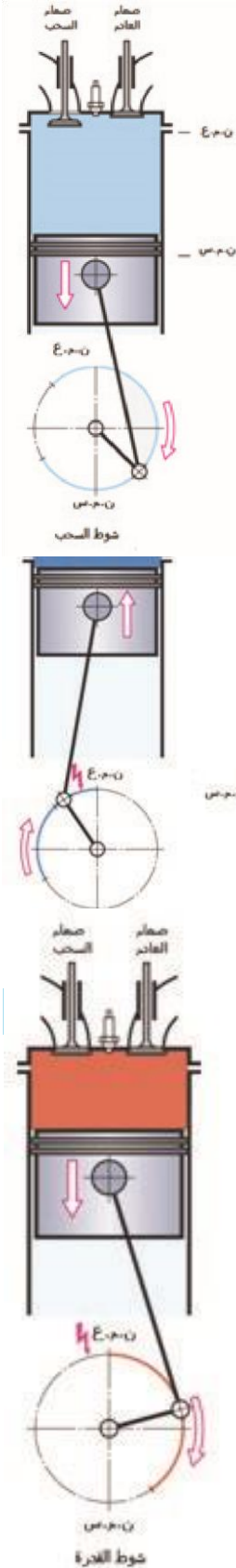
- 5-2: يُفتح صمام العادم فيقل الضغط مع ثبوت الحجم، وتتنخفض درجة الحرارة.

- 2-1: يكون صمام العادم مفتوحاً، ويتحرك المكبس من (ن.م.س) إلى



(ن.م.ع) لطررد الغازات الناتجة من الاحتراق، ويُسمى شوط العادم.

الأشوط لأربعة:



1. شوط لسحب (Intake stroke)

يتمّ خلال هذا الشوط سحب الهواء أو المزيج إلى داخل الأسطوانة، ويبدأ شوط السحب عندما يُفتح صمام السحب ويبدأ المكبس بالنزول من (ن.م.ع) فينخفض الضغط بسبب حركة المكبس للأسفل وحدث عملية التفريغ (الخلخلة) داخل الأسطوانة، بحيث يصبح الضغط من 7.0 (ألى) 9.0 بار؛ أي أقل من الضغط الجوي؛ ونتيجة لهذا الفرق في الضغط يتدفق الهواء فقط كما هو في محركات الديزل، وينتهي شوط السحب عندما يصل المكبس إلى (ن.م.س)، وإتاحة المجال أمام دخول أكبر كمية ممكنة من الهواء أو المزيج إلى داخل الأسطوانة يتم أطالة الفترة التي يكون فيها صمام السحب مفتوحاً، وذلك بفتح قبل النقطة الميتة العليا وتركه مفتوحاً بعد النقطة الميتة السفلى بعدد من الدرجات يحددها منتج المحرك.

2. شوط لضغط (Compression stroke)

يبدأ المكبس بالتحرك إلى أعلى وتكون جميع الصمامات مغلقة فيرتفع الضغط ودرجة الحرارة، ويقل حجم المزيج وتتم العمليات الآتية:
تتبخّر جزيئات الوقود بسبب ارتفاع درجة الحرارة.
أثناء الضغط يتحرك المزيج على شكل دوّامة تعمل على زيادة خلط الوقود مع الهواء بشكل جيد؛ ما يسهّل عملية الاشتعال والاحتراق الكامل.
ويصل الضغط قبل الانفجار حوالي 12-14 بار في محركات البنزين و 15-24 بار في محركات الديزل

3. شوط لقدرة (Power stroke)

تكون جميع الصمامات في هذا الشوط مغلقة.

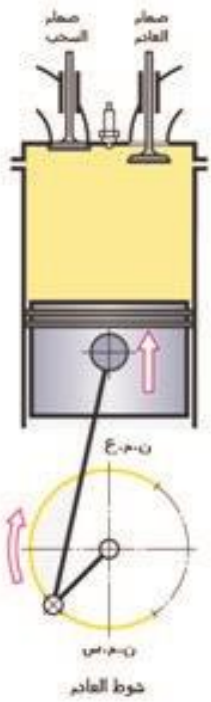
يبدأ شوط القدرة عندما يصل المكبس إلى النقطة الميتة العليا ويكون المزيج محصوراً في غرفة الاحتراق، فيحدث الانفجار وتصل درجة الحرارة إلى 2000 درجة مئوية تقريباً، ويرتفع الضغط في داخل حيز غرفة الاحتراق بشكل كبير نتيجة الانفجار، وهذا الضغط الكبير يدفع المكبس بقوة إلى أسفل مسبباً حركة دورانية للعمود المرفق، وقبل أن يصل المكبس إلى النقطة الميتة السفلى تكون درجة حرارة الغازات وضغطها قد انخفضت إلى درجة لا يُستفاد منها بدفع المكبس وتوليد القدرة، ويُستفاد من الضغط المتبقي في عملية طرد غازات العادم، ويُفتح صمام العادم قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة السفلى بعدد من الدرجات يحددها المنتج.
ونظراً لأنّ عملية الاحتراق تحتاج لبعض الوقت مهما كان قليلاً، فإن أعطاء الشرارة من شمعة الاحتراق (أو حقن الوقود من البخاخ) لبدء الإشعال، يجب أن يسبق وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا؛ وذلك لكي نضمن أكمل عملية الاحتراق عندما يكون الغاز محصوراً في أقل حجم ممكن، وهو حجم الخلو، ويسمى ذلك تقديم الشرارة، ويكون بعدد من الدرجات قبل (ن.م.ع) ويحددها المنتج.

4. شوط لعادم (Exhaust stroke)

في هذا الشوط يتم طرد غازات العادم الناتجة من الاحتراق، من خلال صمام العادم الذي يفتح قبل (ن.م.س)

بدرجات معينة يحددها المنتج، وتندفع معظم غازات العادم عند فتح الصمام؛ لأنَّ ضغطها أعلى من الضغط الجوي، ويتحرك المكبس إلى أعلى طارداً ما تبقى من غازات العادم من أجل تنظيف الأسطوانة، ويستمرّ المكبس بالصعود إلى أعلى ويُغلق صمام العادم بعد (ن.م.ع) بدرجات معينة يحددها المنتج وبذلك تكون الأشواط الأربعة قد انتهت بأغلاق صمام العادم.

ومن الجدير بالذكر أنَّ صمام الدخول يُفتح لتبدأ دورة جديدة قبل أن يُغلق صمام العادم بمدة قصيرة يُطلق عليها مدة الفتح المشترك أو الأرجحة (over-lap period)؛ وذلك من أجل المساعدة على طرد بقايا غازات العادم العالقة بداخل الأسطوانة.



التمارين والفحوصات العملية :

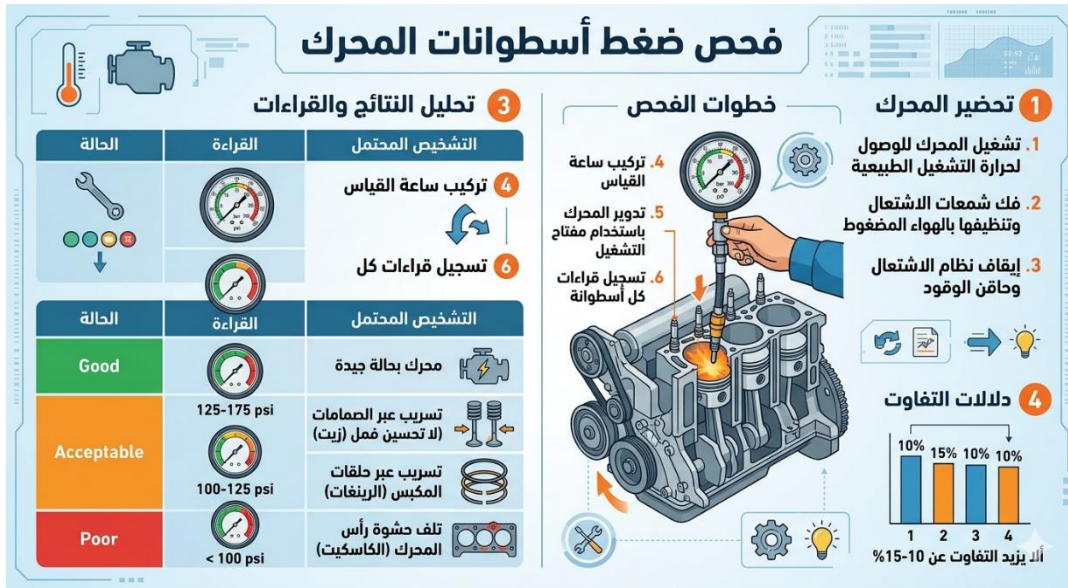
التمرين الأول : فحص ضغط الأسطوانات compression test

الهدف من الفحص

يُجرى هذا الفحص لمعرفة مقدار الضغط داخل الأسطوانات في نهاية شوط الضغط. يساعد هذا في تشخيص حالة المحرك الميكانيكية وتحديد الأعطال التالية:



- التسريب عبر حلقات المكبس.
- التسريب خلال مقاعد الصمامات.
- التسريب من خلال حشوة رأس المحرك (الكاسكيت).
- تراكم الكربون داخل غرف الاحتراق.



ثانياً: التحضير للفحص

قبل البدء، يجب اتباع خطوات السلامة والتحضير الآتية:

1. التأكد من الأنظمة: التحقق من حالة زيت التزييت ونظام التبريد.
2. تسخين المحرك: تشغيل المحرك حتى يصل إلى حرارة التشغيل الطبيعية.
3. تجهيز الشمعات: إيقاف المحرك، وفصل أسلاك شمعات الاشتعال، ثم فك الشمعات بمقدار "لفة واحدة" فقط.
4. التنظيف: استخدام الهواء المضغوط لتنظيف مجاري الشمعات قبل فكها تماماً لمنع دخول الأوساخ للأسطوانة.

5. تأمين السلامة: فصل نظام الاشتعال (سلك ملف الإشعال) لمنع حدوث شرارة.
6. منع الوقود: إيقاف عمل البخاخات ومضخة الوقود لمنع رش الوقود أثناء الفحص.

ثالثاً: خطوات التنفيذ

1. تركيب الساعة: فك شمعة الأسطوانة الأولى وتثبيت ساعة قياس الضغط مكانها.
2. التدوير: تدوير المحرك باستخدام مفتاح التشغيل حتى تثبت قراءة الساعة.
3. التسجيل: تدوين القراءة في جدول خاص لكل أسطوانة.
4. التكرار: تكرار العملية لبقية الأسطوانات.
5. الاختبار الرطب: إذا كانت القراءات منخفضة، يُضاف قليل من الزيت داخل الأسطوانة ويُعاد الفحص (للتأكد إذا كان السبب هو حلقات المكبس).

رابعاً: تحليل النتائج وقراءات الضغط

- القيمة الطبيعية: تتراوح في محركات البنزين بين 8.5 إلى 12 بار (أي ما يعادل 125-175\$ psi).
- التفاوت المسموح: يجب ألا يزيد الفرق بين أسطوانة وأخرى عن 10-15%.

دلالات القراءات المنخفضة:

- تسريب صمامات: إذا كانت القراءات منخفضة ولم تتحسن بعد إضافة الزيت.
- حلقات المكبس (الرينغات): إذا كانت القراءات منخفضة وتحسنت بشكل ملحوظ بعد إضافة الزيت.
- حشوة الرأس (الكاسكيت): إذا وجد انخفاض في ضغط أسطوانتين متجاورتين.

التمرين الثاني : فحص تسريب المحرك

لإجراء هذا الفحص، ستحتاج إلى:

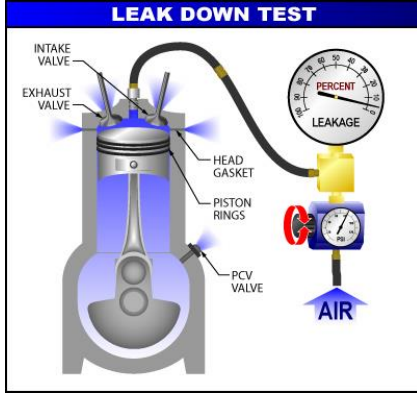
1. جهاز قياس التسريب (Leak Down Tester) يحتوي عادةً على ساعتين (واحدة لضغط الهواء الداخل والأخرى لنسبة التسريب).
2. ضاغط هواء (Air Compressor).
3. مفتاح لتدوير المحرك يدوياً.



خطوات العمل باختصار

1. قم بتسخين المحرك ليصل لدرجة حرارة التشغيل.
2. قم بإزالة البواجي (Spark Plugs).

3. ضع الأسطوانة المراد فحصها في وضعية (TDC النقطة الميتة العليا) في شوط الضغط لضمان انغلاق الصمامات.
4. ثبت المحرك بمفتاح لمنعه من الدوران اثناء الفحص
5. قم بتوصيل الجهاز بفتحة البوغي وضخ الهواء.
6. راقب ساعة القياس واستمع لمصدر أي تسريب.
7. قم بتدوير المحرك يدويا للتأكد من تغيير وضع الصمامات واعد الفحص



كيف تقرأ النتائج؟

يتم قياس التسريب بالنسبة المئوية، وإليك الدليل العام للنتائج:

- 0% - 10% حالة ممتازة (المحرك شبه جديد).
- 10% - 20% حالة جيدة (طبيعي للمحركات المستعملة).
- 20% - 30% بداية وجود مشكلة، تلاحظ ضعف في الأداء.
- أكثر من 30% مشكلة كبيرة تتطلب فك المحرك وإصلاحه.

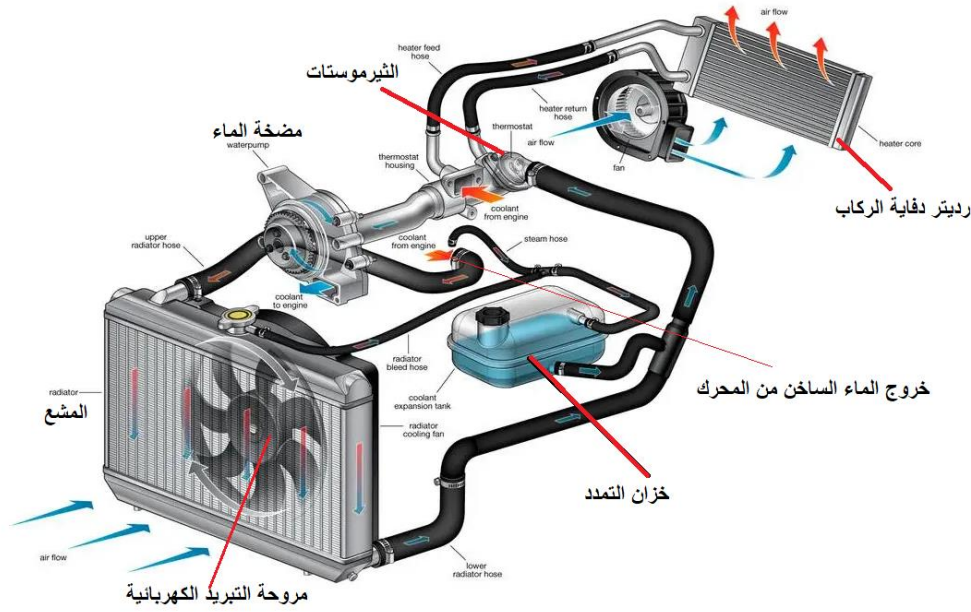
تحديد مكان العطل

أجمل ما في هذا الفحص هو القدرة على "سماع" العطل. بعد ضخ الهواء، استمع للمناطق التالية:

مكان خروج الهواء	السبب المحتمل
من غطاء زيت المحرك	تآكل في رنجات المكبس (Piston Rings)
من الثروتل (بوابة الهواء)	مشكلة في صمامات السحب (Intake Valves)
من (العام)	مشكلة في صمامات العادم (Exhaust Valves)
فقاعات في رديتر الماء	كسر في وجه الرأس (Head Gasket) أو شرخ في الرأس

2 - 1 - وظائف نظام التبريد في المحركات

نظام تبريد المحرك هو مجموعة من المكونات التي تعمل معًا للحفاظ على درجة حرارة المحرك ضمن المجال الآمن أثناء التشغيل، ومنع ارتفاعها أو انخفاضها بشكل يؤثر على الأداء. يعتمد النظام على تدوير سائل التبريد داخل المحرك لامتصاص الحرارة الناتجة عن الاحتراق، ثم نقلها إلى المشع (الرادياتور) لتبديدها إلى الهواء الخارجي. يتكون نظام التبريد من أجزاء رئيسية مثل مضخة الماء، والردياتير، والثيرموستات، والمروحة، وخراطيم التبريد، ويؤدي عمله الصحيح إلى تحسين كفاءة المحرك، وتقليل التآكل، والحفاظ على استهلاك وقود وانبعاثات ضمن الحدود المسموح بها. أي خلل في هذا النظام قد يؤدي إلى ارتفاع حرارة المحرك وحدوث أضرار ميكانيكية خطيرة.



أنواع أنظمة التبريد في المحركات يستخدم نوعان من أنظمة التبريد في المحركات

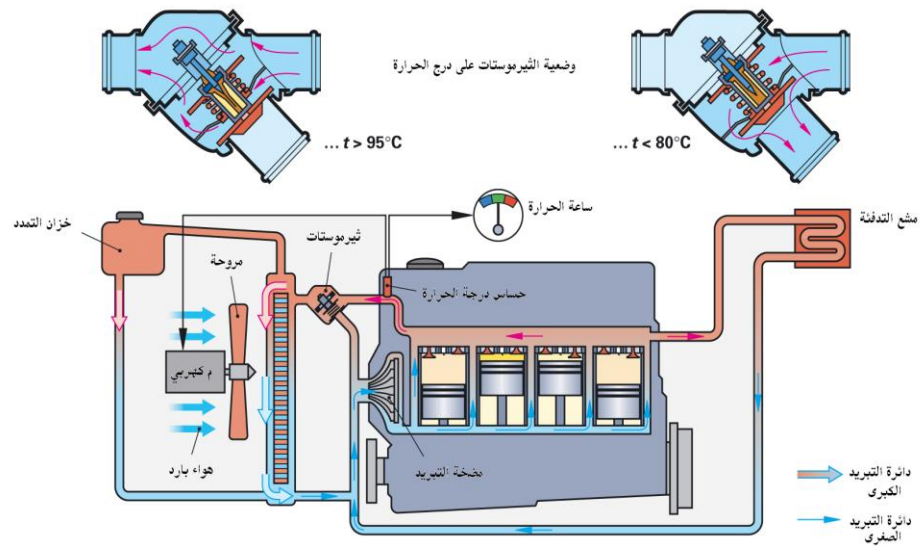
• نظام التبريد بالهواء-

حيث أن الهواء يحمل الحرارة بعيدا عن المحرك فيبرد. كما في الشكل تستخدم حاليا في الدراجات النارية والطيران, حيث التدفق الهوائي كافي لعملية التبريد مستفيدين من الزعانف و الرقائق التي تحيط بغرفة الاحتراق و جسم الاسطوانة. و يتم في بعض الحالات استخدام المراوح لزيادة تدفق الهواء خاصة في الأماكن المحصورة.



• نظام التبريد بالسائل

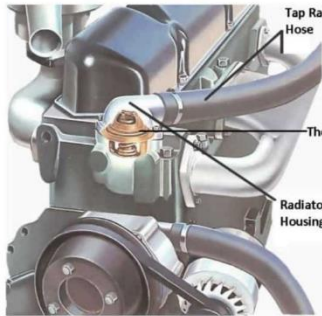
يسخن السائل أثناء مروره حول الاسطوانات و غرفة الاحتراق, ويبرد حين يتدفق من خلال مجاري المشع المعرض للهواء البارد, فيبقى المحرك في حدود درجة الحرارة التشغيلية. تعمل مضخة التبريد على تدوير السائل دخولا إلى المحرك ومن ثم خروجا منه إلى المشع للتبريد أثناء عمل المحرك الاعتيادي (دائرة التبريد الكبرى), أما في مرحلة حماية المحرك, فان الثيرموسات يمنع السائل من دخول المشع (دائرة التبريد الصغرى), فتبدأ حرارة المحرك بالارتفاع إلى أن تصل الحرارة التشغيلية, فيسمح الثيرموسات بشكل كامل للسائل بالمرور إلى المشع كما في الشكل



2- مكونات نظام التبريد 1

1- التيرموستات

التيرموستات في نظام تبريد المحرك هو صمام يتحكم في مرور سائل التبريد للحفاظ على درجة حرارة تشغيل مناسبة للمحرك. التيرموستات العادي يعمل ميكانيكيًا اعتمادًا على تمدد مادة شمعية مع ارتفاع الحرارة، فيفتح تدريجيًا عند درجة حرارة محددة دون تدخل إلكتروني، ويتميز بالبساطة وقلة الأعطال. أما التيرموستات الإلكتروني فيعمل بالتنسيق مع وحدة التحكم بالمحرك، حيث يتم التحكم في فتحه وإغلاقه كهربائيًا وفق عدة عوامل مثل درجة حرارة المحرك والحمل وسرعة السيارة، مما يوفر تحكمًا أدق بدرجة الحرارة، ويحسن كفاءة الوقود ويقلل الانبعاثات، لكنه أكثر تعقيدًا وأعلى تكلفة من النوع العادي.



موقع التيرموستات في المركبة



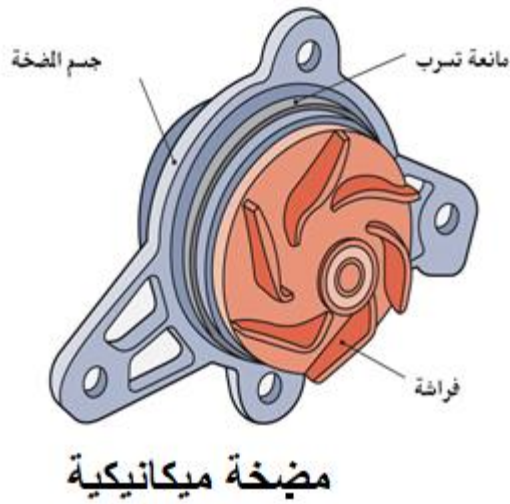
التيرموستات العادي



التيرموستات الإلكتروني

2- مضخة التبريد

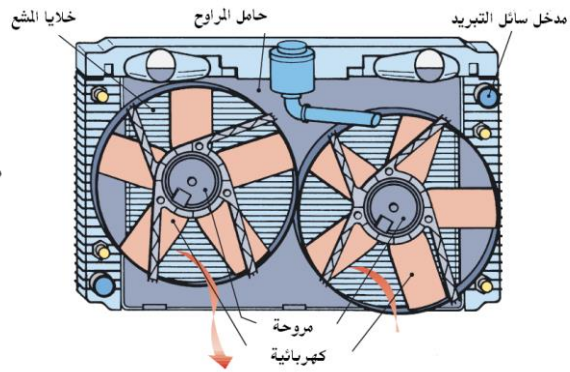
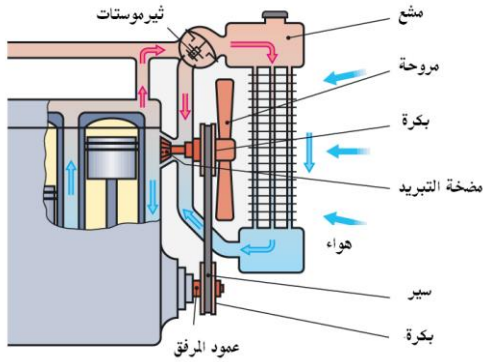
مضخة التبريد هي جزء أساسي في نظام تبريد المحرك، وتتمثل وظيفتها في تدوير سائل التبريد داخل المحرك ونقل الحرارة الناتجة عن الاحتراق إلى المشع للحفاظ على درجة حرارة التشغيل المناسبة. وتنقسم مضخات التبريد إلى نوعين رئيسيين هما المضخة الميكانيكية والمضخة الكهربائية؛ حيث تُستخدم المضخة الميكانيكية في المركبات التقليدية ذات محركات الاحتراق الداخلي وتعمل بواسطة سير متصل بالمحرك، بينما تُستخدم المضخة الكهربائية في السيارات الكهربائية والهجينة وتعمل بمحرك كهربائي مستقل يتم التحكم به إلكترونيًا.



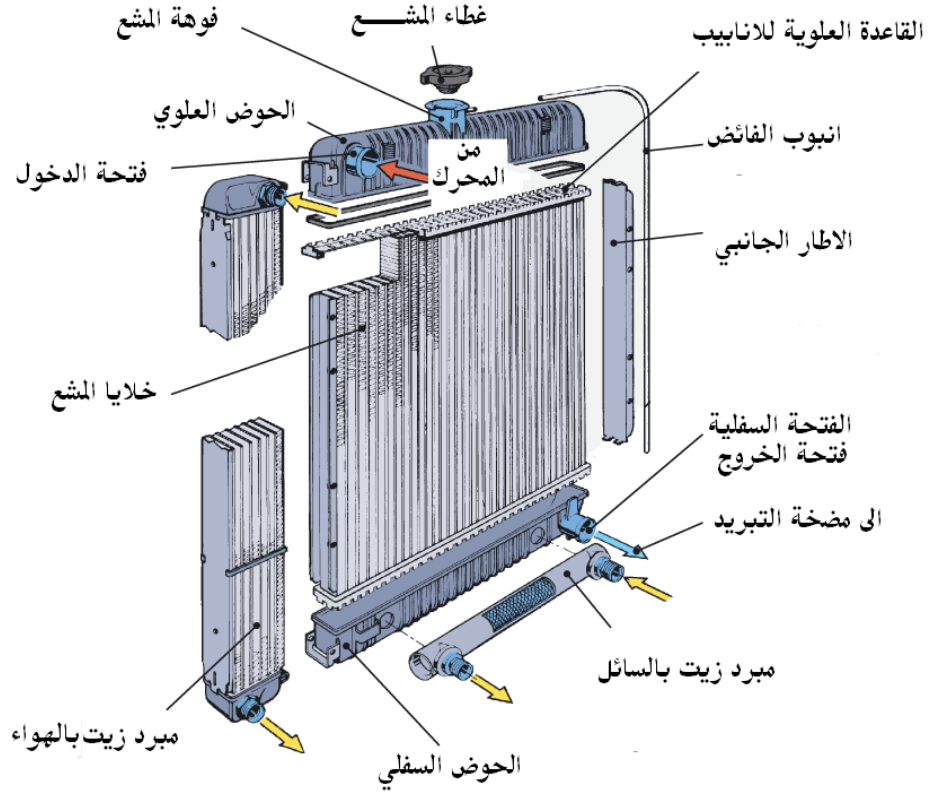
شكل رقم (19)

3- المروحة

مروحة التبريد تعمل على زيادة تدفق الهواء عبر المشع (الراديتر) لتسريع تبديد الحرارة، خصوصًا عند السير بسرعات منخفضة أو عند توقف المركبة. في السابق كانت تُستخدم مراوح تبريد ميكانيكية تُدار بواسطة سير متصل بالمحرك وتُدار بشكل مستمر مع دورانه دون مراعاة لدرجة الحرارة، ثم تطورت الأنظمة لاحقًا لاعتماد مراوح كهربائية تعمل وتُوقف تلقائيًا بحسب حاجة التبريد.

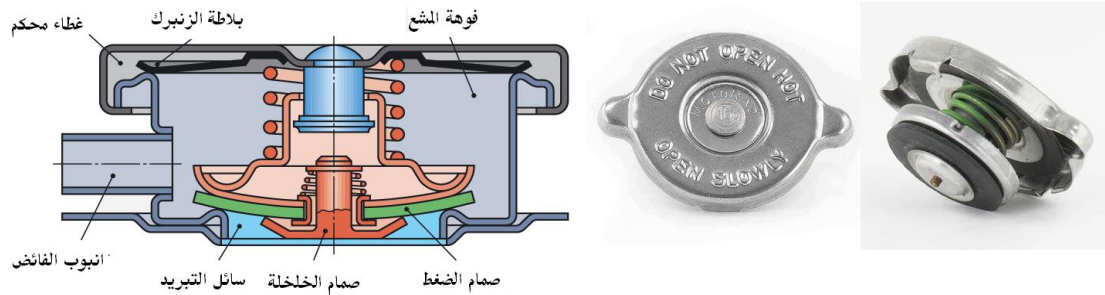


المشع (الراديتر)



غطاء المشع

يتكون غطاء المشع من صمام الضغط الذي يمنع الضغط في نظام التبريد من الارتفاع عن الحد المسموح به من أجل رفع درجة الغليان، و صمام الخلطة الذي يسمح بتعويض فارق الحجم الحاصل لسائل التبريد عندما يبرد، ذلك لحماية جميع مكونات نظام التبريد كما في الشكل



سائل التبريد Coolant

يتكون سائل التبريد من ماء خالي من الجير، يضاف إليه مانع التجمد الذي يحوي موادا تحمي من الصدأ، وترفع درجة الغليان عند تحضير سائل التبريد يجب الأخذ بعين الاعتبار نوع المركبة و مواصفاتها، بالإضافة إلى تعليمات الشركة الصانعة لمانع التجمد



خزان التمدد

خزان التمدد هو وعاء متصل بنظام تبريد المحرك، وظيفته استقبال الزيادة في حجم سائل التبريد عند ارتفاع درجة الحرارة نتيجة التمدد، ثم إعادته إلى النظام عند انخفاض الحرارة. يساعد خزان التمدد على الحفاظ على ضغط مناسب داخل نظام التبريد، ويمنع فقدان سائل التبريد أو تسربه، كما يتيح مراقبة مستوى السائل بسهولة لضمان عمل نظام التبريد بكفاءة.



التمارين والفحوصات العملية

1 فحص مستوى وحالة سائل التبريد (Coolant Inspection)

الهدف

التأكد من كمية وجودة سائل التبريد وقدرته على نقل الحرارة ومنع التآكل.

الأدوات

فحص بصري – كشاف – قفازات

خطوات الفحص

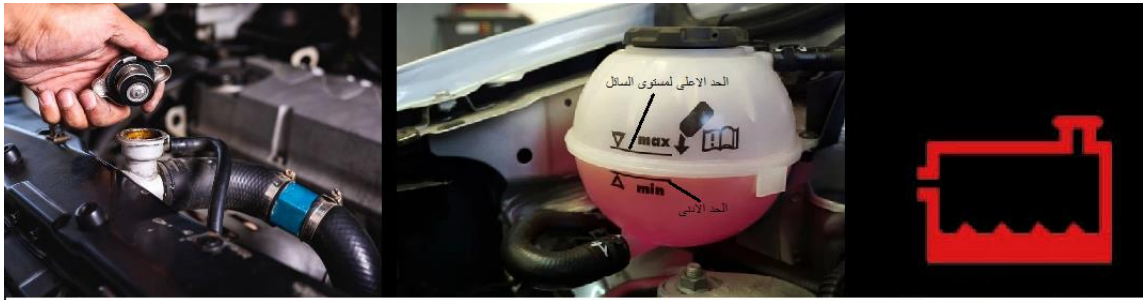
يُطفأ المحرك ويُترك حتى يبرد تمامًا. يُفحص مستوى السائل في خزان التمدد ويجب أن يكون بين MIN و MAX. عند وجود ردياتير بغطاء مباشر يُفتح الغطاء فقط والمحرك بارد. تُلاحظ حالة السائل من حيث اللون والشفافية.

القيم/الملاحظات الطبيعية

لون أخضر أو أحمر أو أزرق حسب النوع، شفاف نسبيًا، دون رواسب أو رغوة.

دلالات الأعطال

انخفاض المستوى يدل على تسريب. لون بني أو صلب يدل على تآكل داخلي. وجود رغوة أو لون حليبي يدل على اختلاط زيت (اشتباه كسكيت رأس المحرك).



فحص مستوى السائل في المشع

مستوى السائل في خزان التمدد

لامبة التحذير من نقص وسيط التبريد

2 فحص التسريب Leak Test

الهدف : الكشف عن أي فقد في الضغط أو السائل.

الأدوات : جهاز ضغط نظام التبريد (فحص التسريب)

خطوات الفحص

يُركَّب جهاز الضغط مكان غطاء الردياتير أو خزان التمدد. يُرفع الضغط تدريجيًا حتى القيمة المكتوبة على الغطاء (عادة 1.1-1.4 بار). يُراقَب المؤشر لمدة 2-5 دقائق مع فحص الخرطوم، الردياتير، طرمبة الماء، والوصلات.

القيم الطبيعية : ثبات الضغط دون هبوط.

دلالات الأعطال : هبوط الضغط يدل على تسريب خارجي أو داخلي. تسريب داخلي قد يظهر بدون آثار خارجية (اشتباه كسكيت).



جهاز فحص التسريب



ربط جهاز فحص التسريب

3 فحص غطاء الردياتير (Radiator Cap Test)

الهدف : التأكد من قدرة الغطاء على حفظ الضغط المناسب.

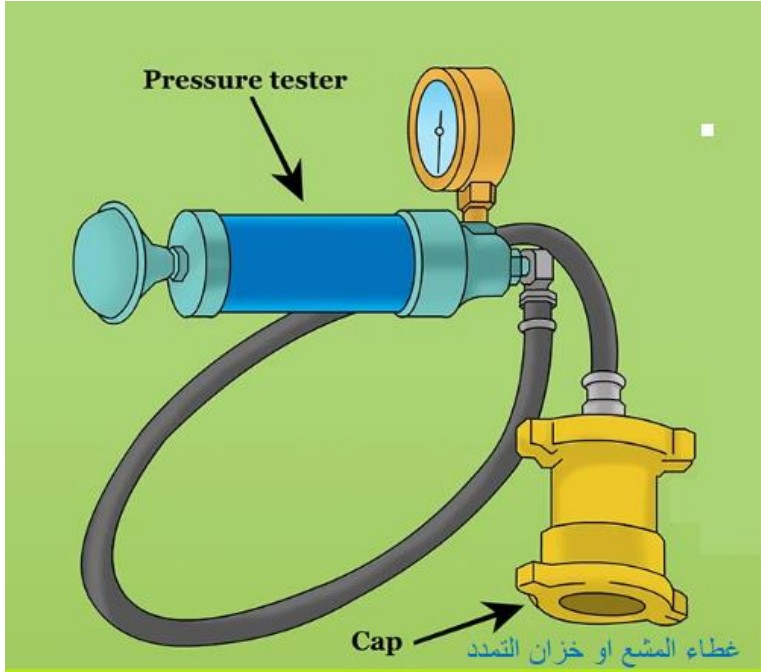
الأدوات : جهاز فحص غطاء الردياتير (جهاز فحص التسريب)

خطوات الفحص

يُركَّب الغطاء على الجهاز ويُرفع الضغط. يُلاحظ عند أي ضغط يبدأ الغطاء بالفتح.

القيم الطبيعية : يفتح عند الضغط المحدد من الشركة (مثال: 1.4 بار).

دلالات الأعطال : يفتح مبكرًا → غليان مبكر وارتفاع حرارة. لا يفتح → ضغط زائد قد يسبب تلف الخراطيم.



4فحص الثرموستات(Thermostat Test)

الهدف :التأكد من تنظيم تدفق سائل التبريد حسب درجة الحرارة.

الأدوات : إناء ماء – سخان – ميزان حرارة

خطوات الفحص

يُفك الثرموستات ويوضع في ماء بارد، ثم يُسخن تدريجيًا. تُراقب درجة الحرارة عند بداية الفتح وعند الفتح الكامل.

القيم الطبيعية: : بدء الفتح عند 85–90 °C (حسب التصميم)، فتح كامل بعد ذلك بعدة درجات.

دلالات الأعطال: لا يفتح → ارتفاع حرارة سريع. مفتوح دائمًا → تأخر وصول المحرك لحرارة التشغيل.

فحص مروحة التبريد(Cooling Fan Test)

الهدف : ضمان سحب الهواء عبر الردياتير عند ارتفاع الحرارة.

الأدوات : ملتيميتر – مخطط كهربائي – أسلاك اختبار

خطوات الفحص

يُشغل المحرك حتى ترتفع الحرارة. تُراقب المروحة. إذا لم تعمل، يُفحص الفيوز والريليه. تُفحص تغذية المروحة مباشرة من البطارية للتأكد من سلامة المحرك الكهربائي.

القيم الطبيعية: تعمل المروحة عند درجة محددة) مثلاً 95–105 °C.

دلالات الأعطال : عدم عمل المروحة → ارتفاع حرارة في السير البطيء أو التوقف.

فحص حساس حرارة سائل التبريد (ECT Sensor)

الهدف : التأكد من دقة قراءة الحرارة لوحدة التحكم والعداد.

الأدوات : ملتيميتر – ميزان حرارة

خطوات الفحص :

يُفصل فيش الحساس ويُقاس مقاومته والمحرك بارد ثم ساخن، أو يُقاس جهد الإشارة أثناء التشغيل.

القيم الطبيعية (تقريبية) : مقاومة عالية عند البرودة، تقل مع ارتفاع الحرارة. جهد الإشارة يتغير بسلسلة.

دلالات الأعطال : قيمة ثابتة أو غير منطقية → خلل في الحساس أو الأسلاك، مما يسبب عمل مروحة غير طبيعي أو صرف وقود زائد.

7 فحص طرمبة الماء (Water Pump)

الهدف : التأكد من دوران وتدفق سائل التبريد.

الأدوات : فحص بصري – ملاحظة حركة السائل

خطوات الفحص : يُراقب رجوع السائل إلى خزان التمدد عند فتح الثرموستات. يُستمع لأصوات غير طبيعية من جهة الطرمبة.

دلالات الأعطال : لا يوجد تدفق أو صوت صرير → تلف ريش الطرمبة أو المحمل.

مقدمة عن نظام التزييت

يُعد نظام التزييت أحد الأنظمة الأساسية في المحرك، وتكمن وظيفته الرئيسية في تقليل الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة من خلال تكوين طبقة رقيقة من الزيت تفصل بينها. هذا الدور لا يقتصر على منع التآكل فقط، بل يشمل أيضاً تبريد الأجزاء الداخلية، وتنظيف المحرك من الشوائب والرواسب، والمساهمة في إحكام الإغلاق بين المكبس والأسطوانة. يعمل النظام على إيصال الزيت بضغط مناسب إلى جميع الأجزاء الحيوية مثل عمود المرفق وعمود الكامات والمحامل، مما يضمن تشغيلاً سلساً، ويرفع كفاءة المحرك، ويطيل عمره التشغيلي، ويقلل من احتمالية الأعطال الناتجة عن السخونة أو التآكل.

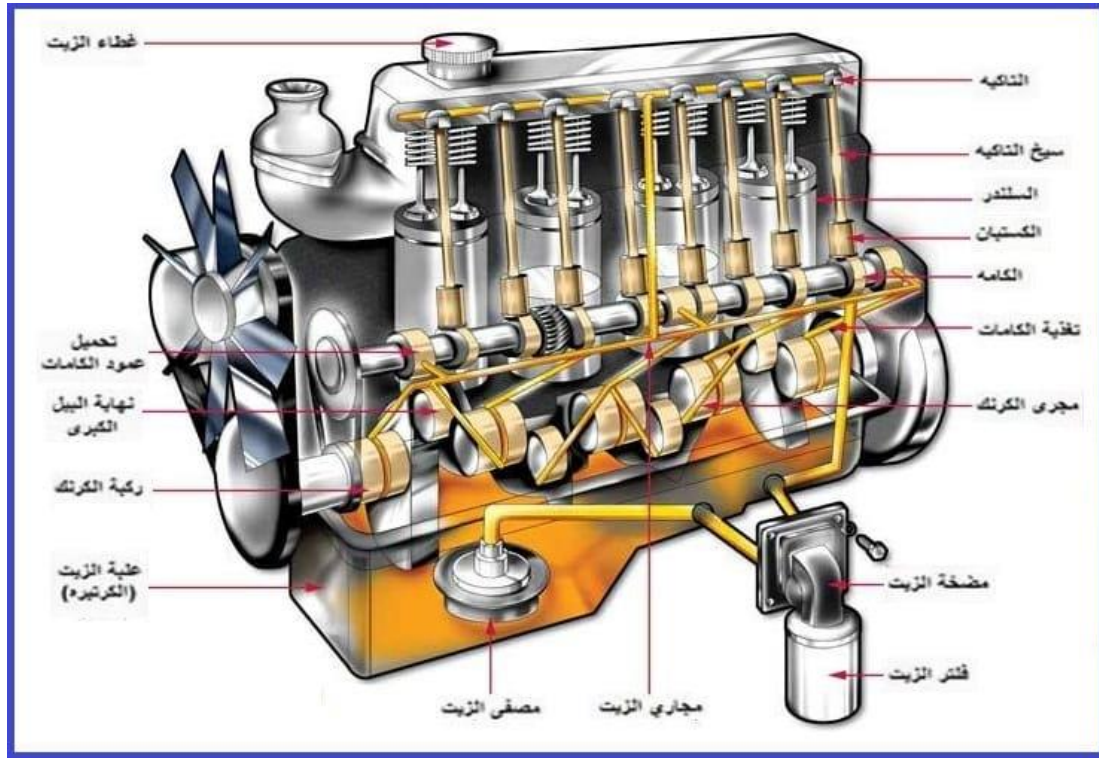
وظائف نظام التزييت في المحرك :

- تقليل الاحتكاك بين الأجزاء
- المساعدة في تبريد أجزاء المحرك
- المساعدة على منع تهريب الغازات بين حلقات المكبس وجدران الاسطوانة
- تنظيف المحامل واسطح الانزلاق من بقايا التآكل
- الحماية من الصدأ
- تقليل الضوضاء للأجزاء المتحركة

3 مكونات نظام التزييت

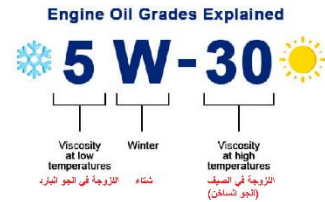
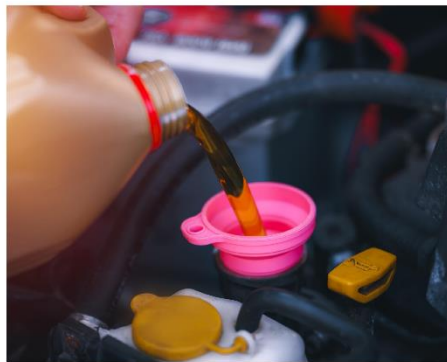
يتكون نظام التزييت عادة من العناصر التالية:

- **حوض الزيت (الكرتير) :** خزان تجمع الزيت أسفل المحرك.
- **مضخة الزيت :** تسحب الزيت من الحوض وتضخه بضغط مناسب.
- **مصفاة/منخل السحب :** يمنع دخول الشوائب الكبيرة إلى المضخة.
- **فلتر الزيت :** ينقي الزيت من الجزيئات الدقيقة.
- **مجاري وقنوات الزيت :** توصل الزيت إلى الأجزاء المختلفة.
- **صمام تنظيم الضغط :** يحافظ على ضغط الزيت ضمن الحدود الآمنة.
- **مبرد الزيت (إن وُجد) :** يخفض حرارة الزيت في الأحمال العالية.
- **حساس ضغط الزيت ولمبة التحذير :** لمراقبة سلامة النظام.



صفات زيت التزيت

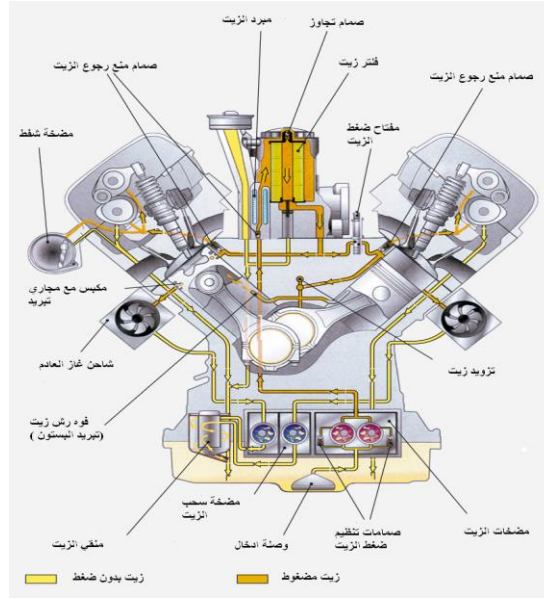
زيت المحرك عنصر أساسي لعمل المحرك بكفاءة، إذ يقلل الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة، ويساعد على تبريدها، وينظف المحرك من الرواسب والشوائب، كما يحمي الأجزاء المعدنية من التآكل والصدأ. وتُحدد جودة الزيت تبين نوع المحرك ومستوى الأداء لمحركات **API** وملاءمته للمحرك من خلال المواصفات القياسية؛ فمواصفة توافق الزيت مع المحركات الأوروبية الحديثة وأنظمة **ACEA** البنزين والديزل، بينما توضح المواصفة الأوروبية عن سماكة الزيت وسهولة جريانه عند البرودة والحرارة العالية. **5W-30** مثل **W** معالجة العادم. كما تعبّر اللزوجة ويُصنّف الزيت حسب تركيبه إلى **تخليقي كامل** بأداء وثبات عاليين، وشبه **تخليقي** بأداء متوسط، و**غير مُخلّق (معدني)** مناسب للمحركات الأقدم، ولذلك فإن اختيار الزيت بالمواصفة واللزوجة والتركيب الصحيح يضمن أفضل أداء وعمر أطول للمحرك



4- 1- نظام التزيت الجبري

تقوم المضخة بسحب زيت المحرك من حوض الزيت مصفاة سلكية، حيث تضغط المضخة الزيت إلى الفلتر، الذي يقوم بتنقية الزيت من الشوائب ويتدفق الزيت بعدها إلى مجاري الزيت حيث يلزم التزيت، عمود الحدبات، عمود المرفق، أذرع الصاباط وبقيّة الأجزاء المتحركة.

عندما يتسرب الزيت من محامل ذراع التوصيل ، يعمل على تزييت جدران الاسطوانة ، المكبس ، وحلقات المكبس ، ثم يعود الى حوض الزيت ليبدأ دورته من جديد . والشكل رقم (50) يبين التزييت الجبري

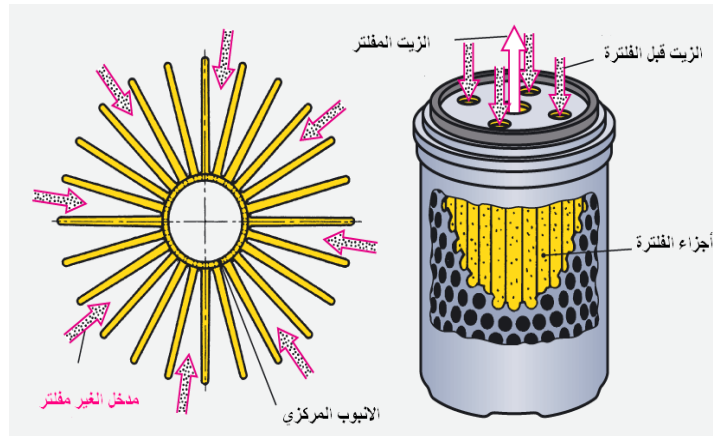


وعاء الزيت (حوض الزيت)

يُنبت أسفل كتلة الاسطوانات ، ويوضع بينهما مانع تسرب (كسكيت الكرنير) من اجل ضمان مع التسرب ، يصنع عادةً من المعدن ومعظم الأحوال من الالومنيوم او معدن يتحمل الصدمات نظراً لموقعه واهميته في الحفاظ على زيت التزييت ، ويصمم بشكل للحفاظ على مستوى الزيت في المحرك اثناء صعود وهبوط المرتفعات ، حيث يحوي حواجز داخلية للقيام بذلك ، وهو مزود بسداد بشكل برغي للسماح بتفريغ الزيت عند غيار الزيت ، كما و يكون هذا السداد مغنط كي يجمع الرايش .

مرشح الزيت (الفلتر)

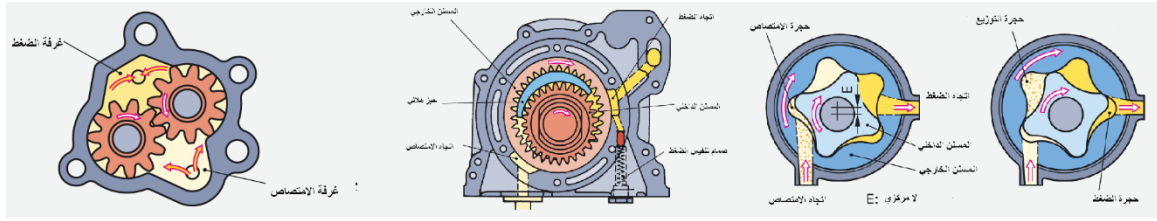
يركب عادة بعد المضخة ، وظيفته تنقية الزيت من مخلفات تأكل المعدن ، والاسواخ ، ومنعها من الانتقال الى دورة التزييت قدر الامكان ، وهو بذلك يساعد على الحفاظ على اجزاء المحرك ، ويساعد في اطالة عمر الزيت والشكل رقم (56) التالي يبين تركيب الفلتر وحركة الزيت داخله.



شكل رقم (56)

مضخة الزيت

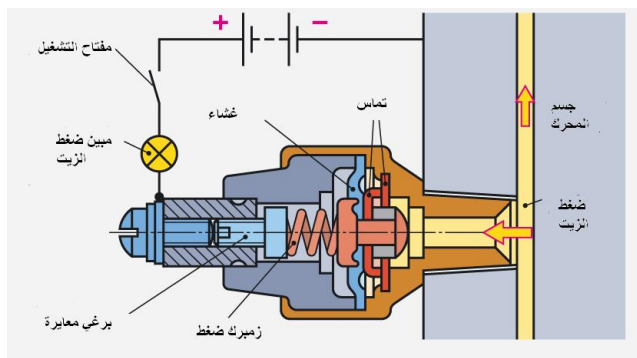
هي من الاجزاء الرئيسية لنظام التزييت ، ويجب ان تضخ كمية مناسبة تقريباً من 250 لتر/ الساعة إلى 350 لتر / الساعة ، وهي توصل الزيت من جانب السحب الى جانب الضغط . والشكل يبين أنواع الانواع المستخدمة في المركبات.



انواع مضخات الزيت

مراقبة حالة زيت المحرك

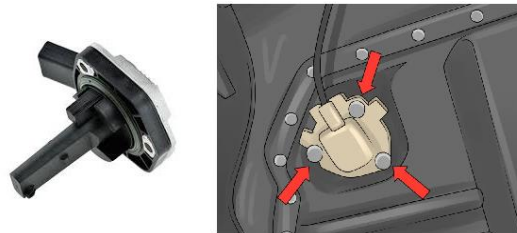
7- مراقبة ضغط الزيت ويتم بواسطة مفتاح او حساس قياس الضغط و وظيفة هذا الجزء مراقبة ضغط الزيت . المنتج في كل من المضخة والمحامل . وهو يسمح لقراءة تيار الزيت المضغوط مباشرة ، مجس الضغط مركب على على خط الضغط مباشرة وبعد المضخة لقياس الضغط .



مبين مستوى الزيت :

-8

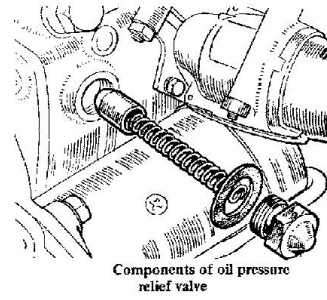
حساس مستوى الزيت (Oil Level Sensor) يراقب كمية زيت المحرك في حوض الزيت، ويعطي تنبيهًا عند انخفاض المستوى عن الحد الآمن، مما يساعد على حماية المحرك من التلف. يعمل بطرق مثل العائم أو القياس الحراري، ويقاس المستوى فقط وليس ضغط الزيت.



صمام الأمان

يعمل صمام تخفيف الضغط (Relief Valve) في نظام تزييت المحرك على تنظيم ضغط الزيت وحمايته من الارتفاع الزائد، حيث يفتح تلقائيًا عند زيادة الضغط ليعيد جزءًا من الزيت إلى حوض الزيت أو المضخة، ثم يُغلق عند

عودة الضغط للوضع الطبيعي، وبذلك يضمن تزييتاً آمناً ويحمي مكونات المحرك من التلف.



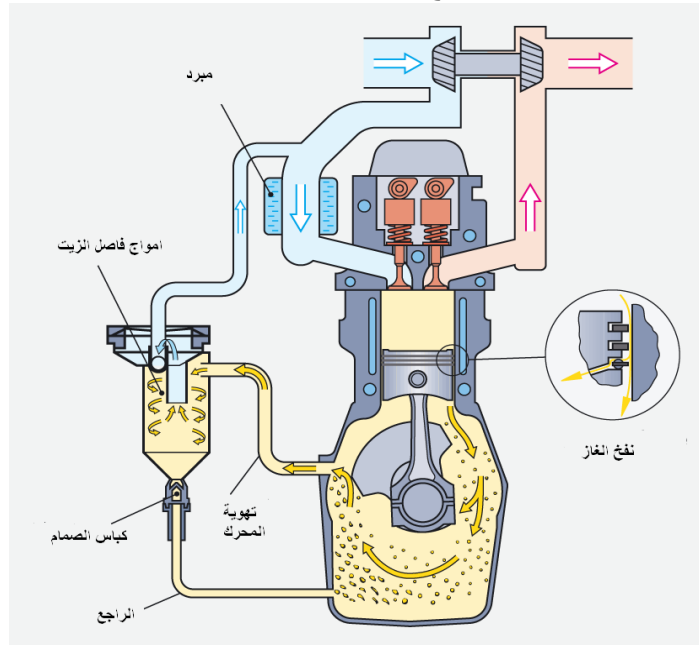
الرداد (Return check valve)

صمام عدم الرجوع (Return Check Valve) هو صمام يُستخدم في نظام التزييت لمنع رجوع الزيت عكس اتجاهه الصحيح. يسمح بمرور الزيت في اتجاه واحد فقط من مضخة الزيت إلى أجزاء المحرك، ويمنع عودته إلى حوض الزيت عند إيقاف المحرك. دوره مهم في الحفاظ على ضغط الزيت داخل النظام وضمان وصول الزيت بسرعة عند تشغيل المحرك، مما يقلل التآكل خاصة عند التشغيل البارد ويحافظ على استقرار التزييت.



نظام تهوية حوض الزيت من الأبخرة

في محركات البنزين و محركات الديزل ذات الشاحن الجزئي تخضع لحدوث نفخ غازات الى داخل المحرك من غرفة الاحتراق , هذا الغاز الذي يشمل قطرات من الزيت السام ، بقايا الوقود ، بخار الماء وسناج ، تعاد الى المحرك عبر الهواء الممتص بواسطة فاصل الزيت والشكل يوضح ذلك.



تمارين وفحوصات دورة التزييت :

التمرين الأول : فحص ضغط زيت المحرك Oil Pressure Test

الهدف : التأكد من أن مضخة الزيت تولّد ضغطاً كافياً لتزييت جميع أجزاء المحرك.

الأدوات

- جهاز قياس ضغط زيت ميكانيكي (Oil Pressure Gauge)
- مفتاح فك حساس الزيت
- مخطط القيم القياسية (إن وُجد)

خطوات الفحص

يُطفأ المحرك ويُترك ليبرد قليلاً
يُفصل فيش حساس ضغط الزيت
يُفك الحساس ويُركب مكانه جهاز قياس الضغط
يُشغّل المحرك و تُسجّل القراءة عند:

القيم الطبيعية (تقريبية تعليمية)

- عند الخمول 1.5 – 1 بار او حسب تعليمات الشركة
- عند 300 rpm من 3-5 بار او حسب تعليمات الشركة

تشخيص النتائج

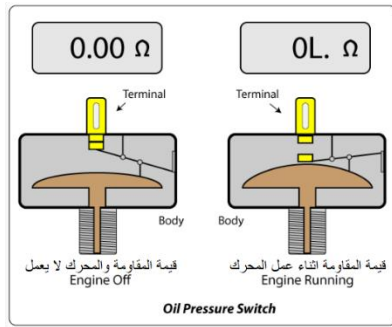
- ضغط منخفض جداً:
 - نقص زيت , زيت لزوجة غير مناسبة, تآكل محامل , مضخة زيت ضعيفة
- ضغط مرتفع جداً:
 - صمام تنفيس عالق , انسداد فلتر الزيت

التمرين الثاني : فحص حساس ضغط الزيت Oil Pressure Switch / Sensor

أ- مفتاح ضغط الزيت البسيط (Oil Pressure Switch)

يعمل بنظام (وصل/قطع). وظيفته الأساسية هي إضاءة لمبة الزيت في الطبلون عند انخفاض الضغط عن حد معين.

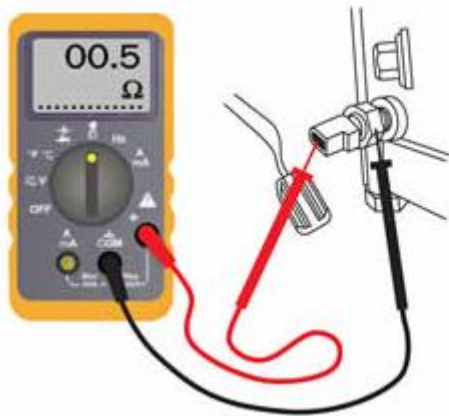
1. **الفحص والمحرك مطفأ:** اضبط الملتيميتر على وضع "الجرس" أو المقاومة (Ω). ضع طرفاً على جسم الحساس والطرف الآخر على مسمار التوصيل. يجب أن يعطي الحساس قراءة (اتصال) لأن الضغط صفر.
2. **الفحص والمحرك يعمل:** عند تشغيل المحرك، يجب أن يفتح المفتاح وتنقطع الاستمرارية (قراءة إذا بقيت القراءة "اتصال"، فالحساس تالف أو الضغط منخفض جداً).



ب- حساس ضغط الزيت (Oil Pressure Sensor/Sender)

1- **فحص الجهد (Voltage):** تأكد من وصول جهد مرجعي (غالباً 5 فولت) من الكمبيوتر إلى الفيشة.

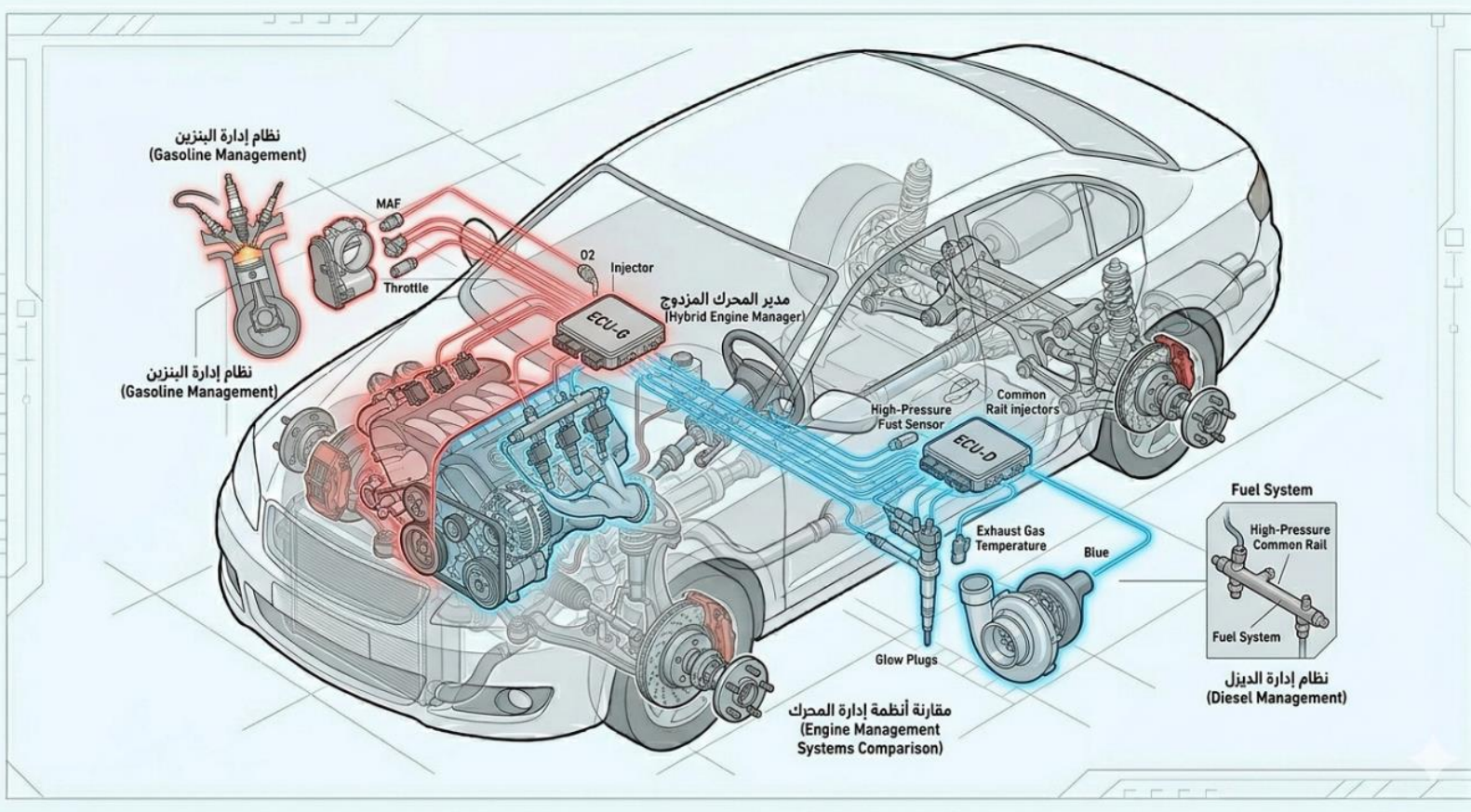
2- **فحص المقاومة:** قم بقياس المقاومة بين طرف الإشارة والأرضي. يجب أن تتغير قيمة المقاومة بسلسلة مع زيادة سرعة دوران المحرك (RPM).



الوحدة السابعة

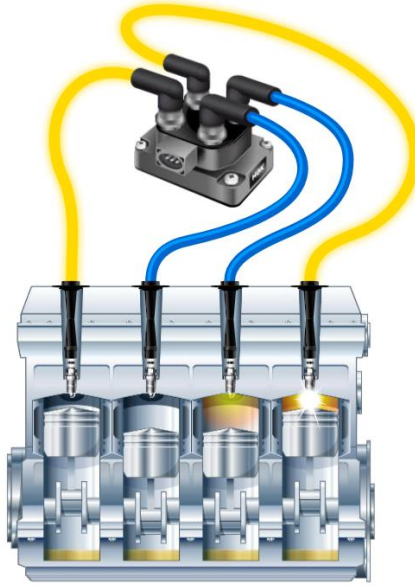
أنظمة الحقن والاشتعال

Engine management systems



مقدمة في نظام الإشعال (Ignition System)

نظام الإشعال هو منظومة حيوية في محركات الاحتراق الداخلي التي تعمل بالبنزين. تتمثل وظيفته الأساسية في توليد شرارة كهربائية ذات جهد عالٍ لإشعال خليط الهواء والوقود المضغوط داخل أسطوانات المحرك في اللحظة الدقيقة والمحسوبة. هذه العملية هي أساس توليد القدرة في المحرك، حيث إن الاحتراق الناتج عن الشرارة يولد ضغطاً هائلاً يدفع المكبس إلى الأسفل، مما يؤدي إلى دوران عمود المرفق وتحريك المركبة.



1. المبدأ الأساسي للعمل

يعتمد نظام الإشعال على مبدأ الحث الكهرومغناطيسي لتحويل الجهد المنخفض لبطارية السيارة (عادة 12 فولت) إلى جهد عالٍ جداً، قد يتجاوز 40,000 فولت. هذا الجهد الفائق ضروري لتمكين الشرارة الكهربائية من القفز عبر الفجوة (gap) الموجودة في شمعة الإشعال (Spark Plug)، خاصة في ظل ظروف الضغط ودرجة الحرارة المرتفعة داخل غرفة الاحتراق.

2. المكونات الرئيسية للنظام

يتكون نظام الإشعال بشكل عام من المكونات التالية:

- **البطارية (Battery):** هي مصدر التيار الكهربائي المستمر (DC) منخفض الجهد الذي يغذي النظام.
- **مفتاح الإشعال (Ignition Switch):** المفتاح الذي يسمح بتدفق التيار الكهربائي من البطارية إلى دائرة الإشعال الأولية عند تشغيل المحرك.
- **ملف الإشعال (Ignition Coil):** هو قلب النظام، ويعمل كمحول رافع للجهد. يتكون من ملفين: ملف ابتدائي (Primary Coil) وملف ثانوي (Secondary Coil). عند قطع التيار فجأة عن الملف الابتدائي، يتم توليد جهد عالٍ جداً في الملف الثانوي بالحث الكهرومغناطيسي.



الوظيفة الأساسية للملف الاشتعال (الكويل):

وظيفة الكويل باختصار هي تحويل الجهد الكهربائي المنخفض إلى جهد عالي جداً.

- **الدخل:** يأخذ الكويل تياراً كهربائياً بجهد منخفض (12 فولت) من بطارية السيارة.
- **الخرج:** يقوم بتضخيم هذا الجهد ليصل إلى آلاف الفولتات (ما بين 20,000 إلى 40,000 فولت أو أكثر).

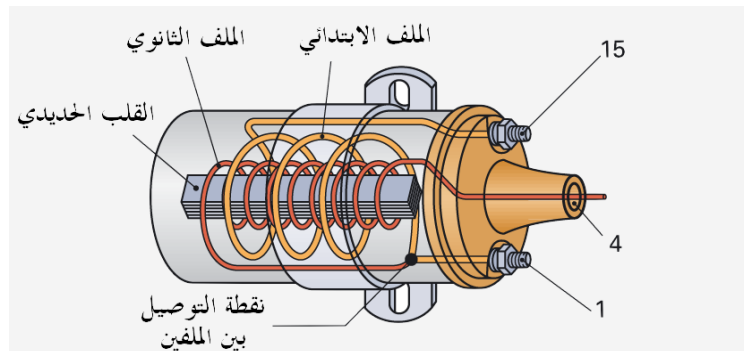
لماذا نحتاج هذا الجهد العالي؟

لأن شمعات الاحتراق (البوجيات) تحتاج إلى قوة كهربائية هائلة لتوليد "الشرارة" (Spark) "القادرة على القفز عبر الفجوة الهوائية داخل غرفة الاحتراق لإشعال خليط الوقود والهواء.

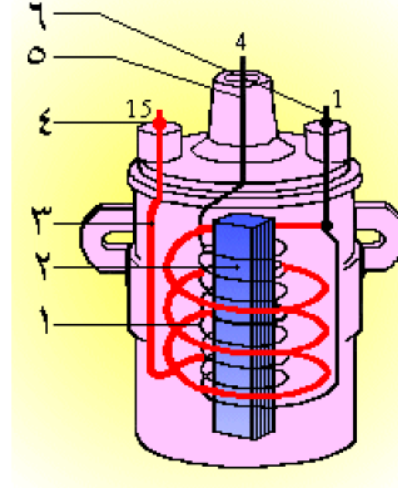
كيف يعمل الكويل؟

يعمل الكويل بمبدأ **الحث الكهرومغناطيسي**، وهو يشبه في عمله المحول الكهربائي (Transformer).

1. **الملف الابتدائي (Primary Winding):** يستقبل الـ 12 فولت، مما يولد حقلاً مغناطيسياً.
2. **قطع التيار:** يقوم كمبيوتر السيارة (أو اقاطع التماس في السيارات القديمة) بقطع هذا التيار فجأة.
3. **الملف الثانوي (Secondary Winding):** عند انهيار الحقل المغناطيسي فجأة، ينتقل التيار إلى الملف الثانوي الذي يحتوي على أسلاك أكثر بكثير، مما يرفع الجهد بشكل هائل.
4. **الإطلاق:** ينطلق هذا التيار العالي إلى البوجيه (Spark Plug) لتحديث الشرارة.

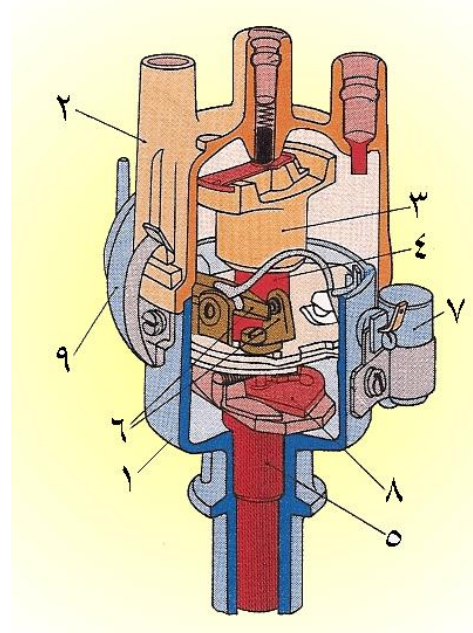


- 1 - اللبيفة الثانوية
- 2 - قلب من رقائق الحديد المطاوع المعزول
- 3 - اللبيفة الابتدائية
- 4 - مدخل التيار القادم من مفتاح الإشعال
- 5 - التيار ذو الجهد العالي الخارج إلى موزع الإشعال
- 6 - التيار الخارج والذاهب إلى قاطع التلامس



طرق توزيع الشرارة والتحكم في توقيت الإشعال :

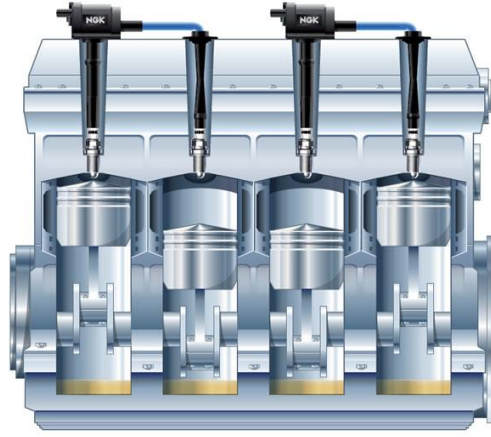
- هذا الجزء شهد التطور الأكبر، ويمكن تقسيمه إلى نوعين رئيسيين:
- **الأنظمة التقليدية (الميكانيكية) :** تستخدم الموزع (Distributor) ، وهو جهاز ميكانيكي يقوم بوظيفتين: فتح وغلق دائرة الملف الابتدائي لتوليد الجهد العالي (باستخدام قاطع تلامس أو ما يعرف بـ "البلاتين") ، وتوزيع الشرارة عالية الجهد على شمعات الإشعال بالترتيب الصحيح عبر غطاء الموزع والعضو الدوار (Rotor).



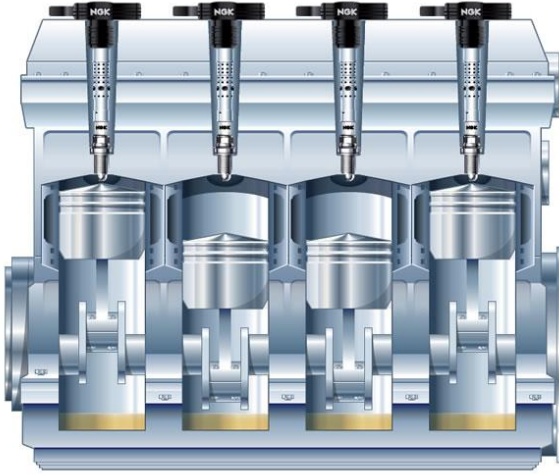
- 1 / جسم الموزع Distributor Housing
- 2 / غطاء الموزع Distributor Cap
- 3 / العضو الدوار (الشاكوش) Rotor Electrode
- 4 / حديدات التطلع (كامة) Breaker Cam
- 5 / العمود الدائر Distributor Shaft
- 6 / قاطع التلامس (البلاتين) Contact Breaker
- 7 / المكثف Condenser
- 8 / منظم التوقيت بالطرد المركزي Centrifugal Advance Mechanism
- 9 / منظم التوقيت بالضغط المنخفض Vacuum Unit

- **الأنظمة الحديثة (الإلكترونية) :** في هذه الأنظمة، تم الاستغناء عن الموزع الميكانيكي. تقوم وحدة التحكم الإلكترونية (ECU) بالمحرك بقراءة بيانات من حساسات مختلفة (مثل حساس موضع عمود المرفق وصمام الخانق) ، وبناءً عليها تحدد التوقيت المثالي للإشعال وتكون هذه الأنظمة مشتركة مع نظام حقن الوقود

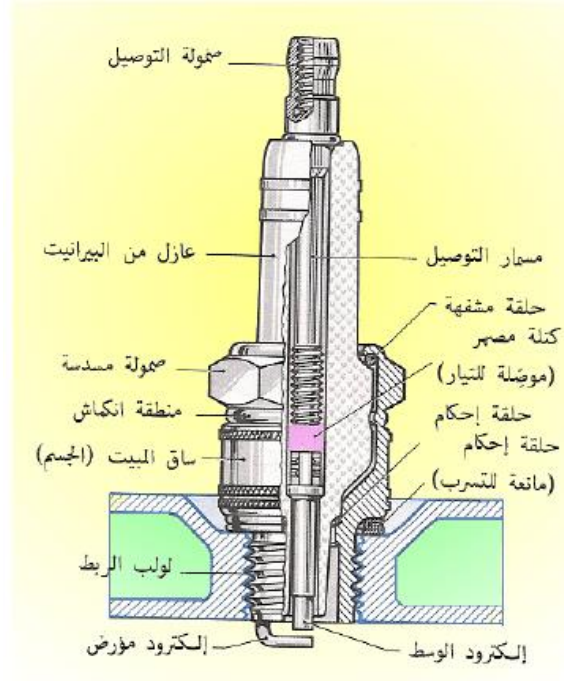
1- نظام الإشعال ثنائي الشرارة بدون موزع و يستخدم ملف إشعال لكل أسطوانتين



2- **نظام ملف احادي الشرارة (single spark coil):** وهو النظام الأكثر شيوعاً اليوم، حيث يوجد ملف إشعال مستقل مثبت مباشرة فوق كل شمعة إشعال، مما يلغي الحاجة لأسلاك الجهد العالي ويوفر تحكماً دقيقاً جداً في توقيت الشرارة لكل أسطوانة.



شمعات الإشعال (Spark Plugs): هي الجزء النهائي الذي يقوم بتوليد الشرارة الفعلية داخل غرفة الاحتراق.



توقيت الإشعال

يُعد توقيت الإشعال (Ignition Timing) عاملاً حاسماً لأداء المحرك.

- **التقديم: (Advance)** إذا حدثت الشرارة مبكراً جداً قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا، قد يؤدي ذلك إلى ظاهرة الطرق (Knocking) وإلحاق الضرر بالمحرك.
- **التأخير: (Retard)** إذا حدثت الشرارة متأخراً جداً، فإن ذلك يقلل من كفاءة الاحتراق والقدرة الناتجة ويزيد من استهلاك الوقود.

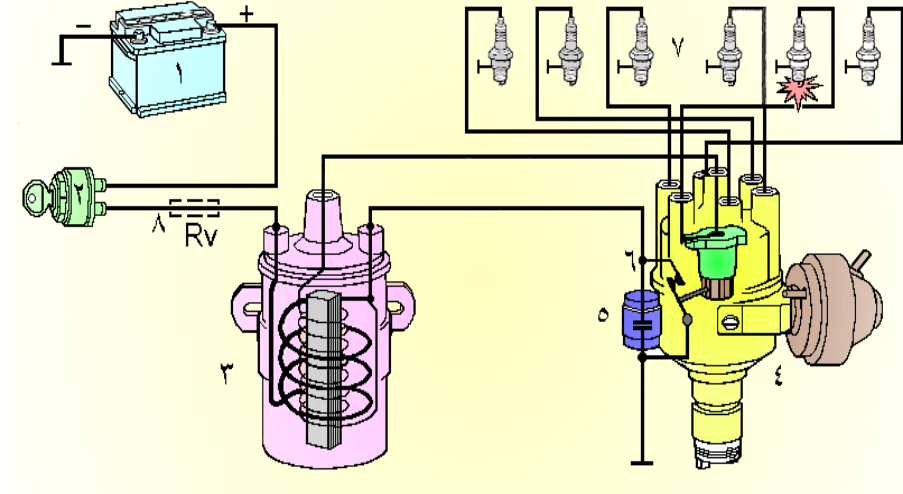
تتحكم الأنظمة الحديثة في توقيت الإشعال بدقة فائقة بناءً على سرعة المحرك والحمل ودرجة الحرارة وعوامل أخرى، مما يضمن أقصى كفاءة وأداء مع أقل انبعاثات ممكن.

المكونات الأساسية لـ أنظمة الاشتعال

1- مكونات أنظمة نظام الاشتعال التقليدي :

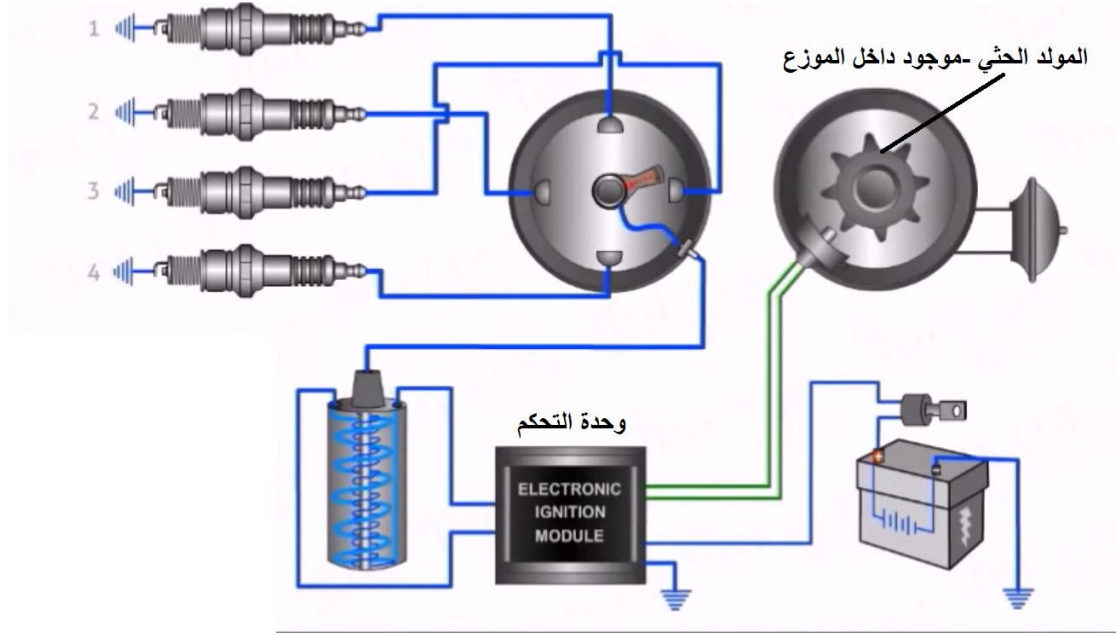
في هذا النظام يتم التحكم دائرة الكويل الابتدائية عن طريق قاطع التماس الذي يقوم بفصل ووصل خط السالب عن الكويل اما توقيت الاشتعال فيتم التحكم به عن طريق جهاز تقديم الشرارة بالخلخلة وجهاز تقديم الشرارة بالطرد المركزي الموجود داخل الموزع

- 1 / البطارية.
- 2 / مفتاح الإشعال.
- 3 / ملف الإشعال.
- 4 / الموزع.
- 5 / المكثف.
- 6 / قاطع التلامس.
- 7 / شمعات الإشعال.
- 8 / مقاومة التوالي "الموازنة"



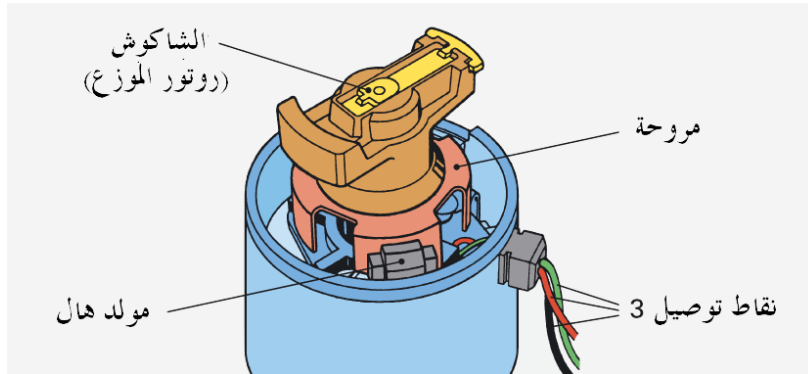
2- مكونات نظام الاشتعال الالكتروني مع مولد حثي :

تقوم وحدة التحكم في هذا النظام بالتحكم في دائرة الكويل الابتدائية بناء على الإشارة القادمة من المولد الحثي اما توقيت الاشتعال فيتم التحكم به عن طريق جهاز تقديم الشرارة بالخلخلة وجهاز تقديم الشرارة بالطرد المركزي تماما مثل النظام التقليدي



3- مكونات نظام الاشتعال الإلكتروني مع مولد هول

تقوم وحدة التحكم في هذا النظام بالتحكم في دائرة الكويل الابتدائية بناء على الإشارة القادمة من مولد هول اما توقيت الاشتعال فيتم التحكم به عن طريق جهاز تقديم الشرارة بالخلخلة وجهاز تقديم الشرارة بالطرد المركزي تماما مثل النظام التقليدي



وحدات التحكم في أنظمة الاشتعال الإلكتروني

4- مكونات أنظمة الاشتعال بدون موزع :

تعتبر هذه الأنظمة جزء من نظام إدارة المحرك ويعتمد عملها على المجسات المختلفة في أنظمة حقن الوفود

الوحدة السابعة : أنظمة الحقن والاشتعال الدرس الثاني : أنظمة حقن البنزين

وظيفة أنظمة حقن البنزين:

- هي مزج الوقود (البنزين) مع الهواء، وتزويد المحرك بكمية الوقود المناسبة حسب ظروف عمل المحرك المختلفة.
- وقد استخدم التحكم الالكتروني في الأنظمة الحديثة لضبط علاقة الهواء والوقود بدقة من أجل الوصول إلى:
1. تخفيض استهلاك الوقود.
 2. زيادة عزم وقدرة المحرك.
 3. تقليل تلوث البيئة.
 4. تشغيل أحسن للمحرك في مختلف الظروف.
 5. صيانة أقل للمحرك.

وتصنف أنظمة حقن الوقود كما يلي:

1. **خالط الوقود التقليدي (الكربوريتر) :**
استعمل في المركبات القديمة ولم تعد شركات تصنيع المحركات تستخدمه في الوقت الحاضر



2. أنظمة الحقن:

1. أنظمة حقن الوقود من نقطة واحدة Single point injection:

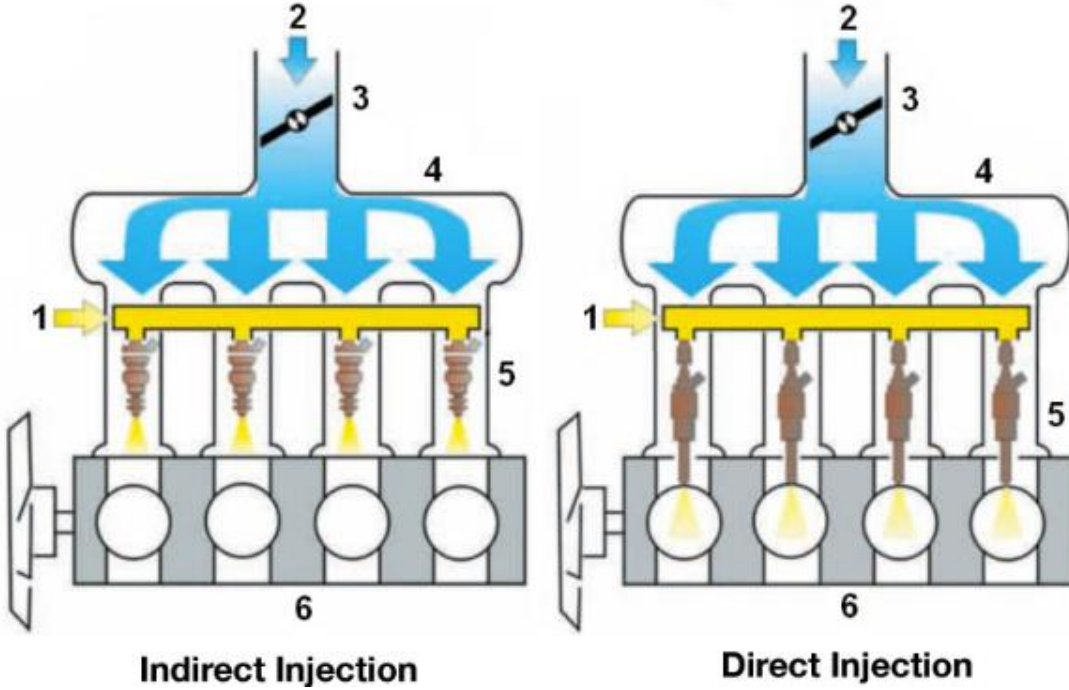
في هذا النظام تم استبدال المكربن ببخاخ مركزي واحد يعمل كهربائياً عن طريق وحدة التحكم ويسمى أيضاً نظام حقن الوقود المركزي Central Fuel Injection أو Throttle Body Injection ويصنع من شركات مختلفة وبأسماء وقد توقف انتاج هذا النوع في بدايات التسعينات من القرن الماضي



3. أنظمة حقن الوقود متعدد النقاط Multipoint injection:

في نظام الحقن المتعدد لكل أسطوانة يوجد بخاخ يقوم بحقن الوقود ويقسم الى نوعين من حيث طريقة الحقن

- 1- أنظمة حقن الوقود غير المباشر indirect injection : وهي الأنظمة التي يتم فيها حقن الوقود داخل مجاري السحب
- 2- أنظمة حقن الوقود المباشر Direct injection ويتم الحقن داخل غرفة الاحتراق



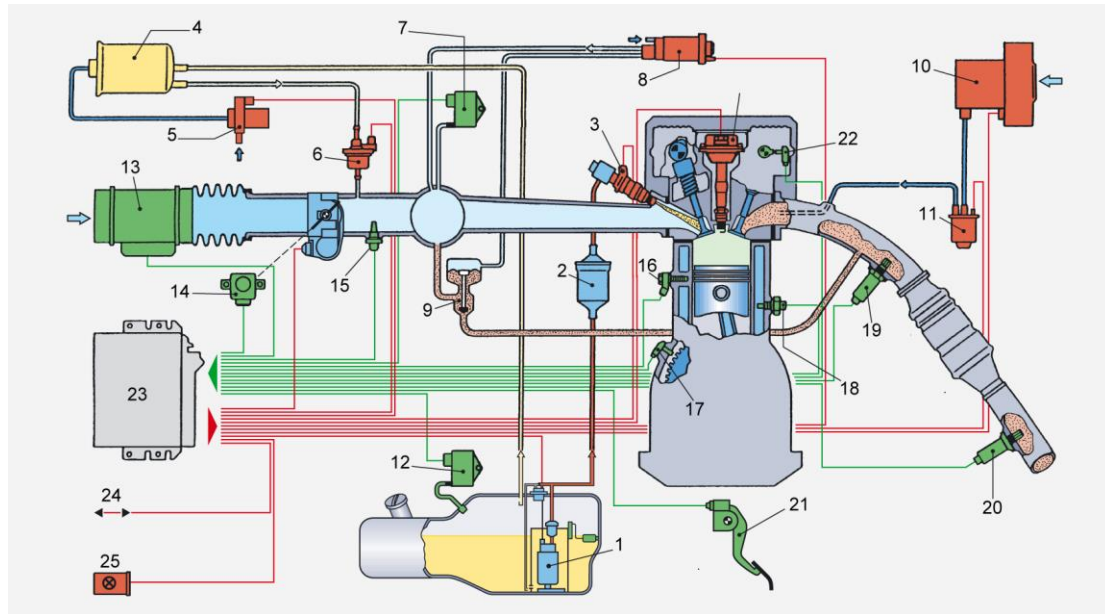
نظام الحقن المتعدد الغير مباشر

منذ بداية التسعينات من القرن الماضي تم دمج أنظمة حقن الوقود مع أنظمة الاشتعال وأصبحت تسمى أنظمة إدارة المحرك Engine Management حيث تقوم وحدة تحكم مشتركة بالتحكم بالحقن والاشتعال في نفس الوقت .

مكونات نظام إدارة المحرك :

أولاً: نظام الوقود : وهي المسؤولة عن توصيل الوقود من خزان الوقود الى غرفة الاحتراق
ثانياً : نظام الهواء : وهي المسؤولة عن التحكم بالهواء الداخل الى المحرك من الفلتر وصولاً الى غرفة الاحتراق
ثالثاً : التحكم وحماية البيئة ويهدف الى ملائمة كمية الوقود حسب ظروف عمل المحرك والتخفيف من غازات العادم

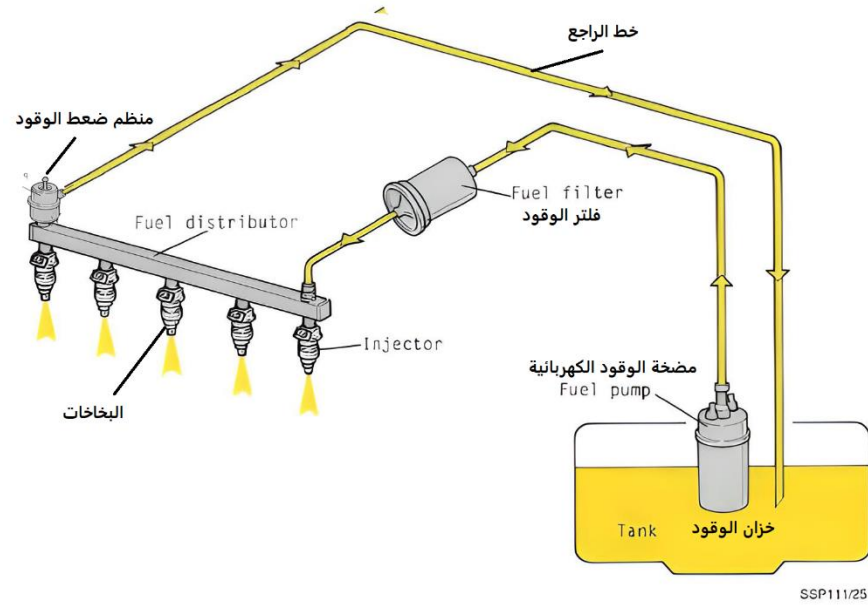
والصورة في الأسفل توضح صورة للأجزاء المختلفة وسيتم شرح هذا الأجزاء بالتفصيل :



Throttle position sensor	مجس صمام لخنق	14	Fuel pump	مضخة كهربائية	1
Air temperatures sensor	مجس حرارة الهواء	15	Fuel filter	مرشح الوقود	2
Knock sensor	مجس الطرق	16	Fuel injector	البخاخ الكهربائي	3
Crankshaft position sensor	مجس سرعة المحرك	17		العلبة (الفلتر) الكربونية	4
Coolant temperature sensor	مجس حرارة المحرك	18	Shutoff valve	صمام الاغلاق للعلبة الكربونية	5
Upstream Oxygen sensor	مجس الأكسجين	19	Carbon purge valve	صمام العلبة الكربونية	6
Downstream Oxygen sensor	المجس الأكسجين	20	Intake manifold pressure sensor	مجس ضغط مجرى السحب	7
Accelerator pedal module	مجس دواسة الوقود	21	EGR Actuator	مفعل تدوير غازات EGR العادم	8
Camshaft sensor	مجس عامود الكامات	22	EGR valve	صمام EGR	9
ECU Engine control module	وحدة التحكم	23	Secondary air pump	مضخة الهواء الثانوية	10
Diagnosis interface	وصلة التشخيص	24	Secondary air valve	صمام الهواء الثانوي	11
Check engine lamp	لامبة التشخيص	25	Tank pressure sensor	مجس الضغط داخل خزان الوقود	12
			Mass air flow sensor	مجس قياس كتلة الهواء	13

أولاً: دورة الوقود Fuel system

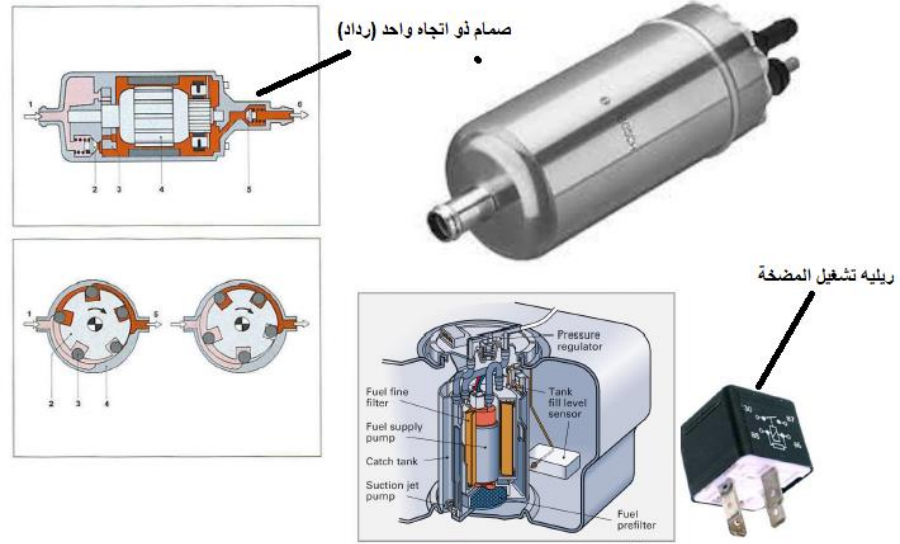
وهي المسنولة عن توصيل الوقود من الخزان الى غرفة الاحتراق وتتكون من الأجزاء التالية :



1- خزان الوقود : ووظيفته حفظ الوقود وتبريده

2- مضخة الوقود الكهربائية :

تعمل المضخة عن طريق مرحل وتقوم بضخ الوقود وتوليد الضغط المناسب لحقن الوقود وتحتوي على صمام ارجاع يمنع الوقود من الرجوع الى الخزان بعد إطفاء المحرك وعادة ما تتواجد داخل خزان الوقود .



3- فلتر الوقود: ووظيفته تصفية الوقود من الشوائب

4- ماسورة التوزيع : تقوم بتوزيع الوقود على البخاخات



5- منظم الضغط : يحافظ على فرق ضغط ثابت للوقود و عادة ما يكون حوالي 3 بار وفي حال زيادة الضغط يعمل على ارجاع الوقود الى الخزان لتخفيف الضغط



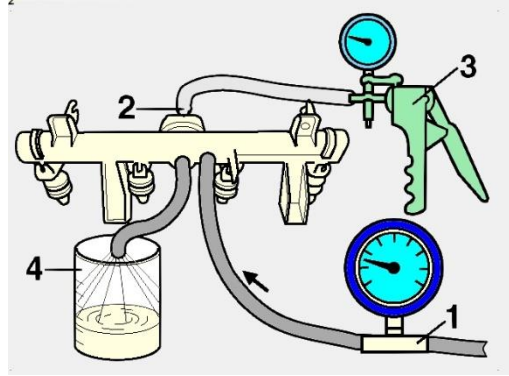
6- البخاخات: يعمل البخاخ كهربائيا حيث يحتوي على صمام كهربائي solenoid و يقوم هذا البخاخ بحقن الوقود على شكل رذاذ داخل مجاري السحب حسب ترتيب الاحتراق في المحرك و عادة يكون الخط الموجب للبخاخ مشترك بين جميع البخاخات في الحقن الغير مباشر ويكون خط تشغيل البخاخ هو الخط السالب ويكون مرتبط مباشرة مع وحدة التحكم



بعض اشكال البخاخات

الفحوصات العملية لدورة الوقود:

التمرين الأول : فحص ضغط الوقود:



1. تأكد أن مفتاح التشغيل في وضع OFF .
2. وصل ساعة فحص الضغط 1 بين الأنبوب المزود و مجمع البخاخات.
3. فك مرحل المضخة.
4. وصل خطوط تشغيل الريليه بسلك مناسب لتشغيل المضخة
5. اقرا قراءة الضغط على الساعة وقارن بتعليمات الشركة (System pressure) هو موضح في الجدول رقم
6. افصل أنبوب الخلطة 2 شكل 16 .
7. وصل مضخة الخلطة 3 بمنظم الضغط شكل .
8. حفز مضخة الخلطة حتى تحصل على الخلطة المطلوبة (- 0,6 بار) .
10. لاحظ قراءة ضغط الوقود وقارنها بالجدول (Regulated pressure) .

Technical Data		
Pressure	Condition	Value
System	Vacuum OFF	3 bar
Regulated	Vacuum ON	2,5 bar
Holding	After 10 minutes	1,5 bar min.

الدائرة

11.افصل

الكهربائية عن طريق المفتاح الكهربائي.

12. انتظر لمدة 10 دقائق ثم لاحظ قراءة ضغط الوقود وقارنها بالجدول (Holding pressure) .

التمرين الثاني فحص سعة المضخة:



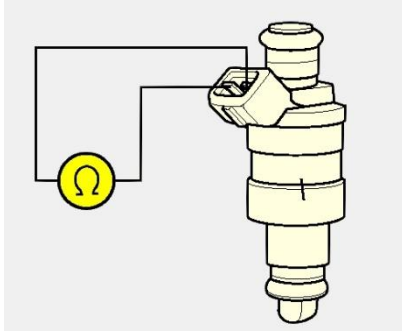
1. فك أنبوب الراجع الموصول بمنظم الضغط.
2. وصل أنبوب الاختبار بمنظم الضغط.
3. ادخل نهاية الأنبوب في الحاوية المدرجة شكل .
4. فك مرحل مضخة الوقود.
5. وصل خطوط التشغيل لقاعدة المرحل لمدة دقيقة واحدة.
7. قارن النتيجة بالجدول رقم 12 . (Delivery rate) .

Technical Data	
Supply voltage	Delivery rate
10-12 V	0,1-0,26 litre/15 secs. min.

التمرين الثالث : فحص البخاخات

1- فحص مقاومة البخاخ:

1. تأكد أن مفتاح التشغيل في وضع OFF .
2. افصل فيشة البخاخ.
3. افحص المقاومة على خطي البخاخ شكل 19.
4. كرر الفحص على جميع البخاخات وقارن النتيجة حسب تعليمات الشركة



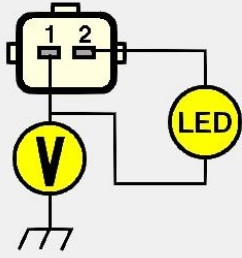
Technical Data

Resistance	13-18 Ω approx.
------------	-----------------

2- فحص مصدر جهد البخاخ وإشارة البخاخ

فحص مصدر الجهد :

1. تأكد أن مفتاح التشغيل في وضع OFF .
2. افصل فيشة البخاخ.
3. وصل ساعة فحص الجهد على خط البخاخ رقم 1
4. شغل المحرك ولاحظ قراءة الجهد.
5. كرر الفحص على جميع البخاخات وقارن النتيجة بالجدول رقم 14.
6. إذا كانت النتيجة خطأ افحص الأسلاك والمصهرات ومرحل المضخة.



Technical Data

Terminals	Voltage
1 & earth	Battery voltage

3- فحص إشارة البخاخ :

1. تأكد أن مفتاح التشغيل في وضع OFF .
2. افصل فيشة البخاخ.
3. وصل لامبة LED على خطي البخاخ شكل فيشة البخاخ
4. شغل المحرك ولاحظ لامبة LED (تضيء و تطفئ) Flashing.
5. كرر الفحص على جميع البخاخات وقارن النتيجة بالجدول.
6. إذا كانت النتيجة خطأ افحص الأسلاك.

ثانيا : نظام الهواء Intake system :

تعتبر كمية الهواء معلومة رئيسة في أي نظام حقن وقود وذلك لان كمية الوقود المحقون تعتمد على كمية الهواء بحيث تكون النسبة تقريبا 15:1 ويتكون نظام الهواء من الأجزاء التالية :

- 1- فلتر الهواء وتكون وظيفته تنقية الهواء من الغبار



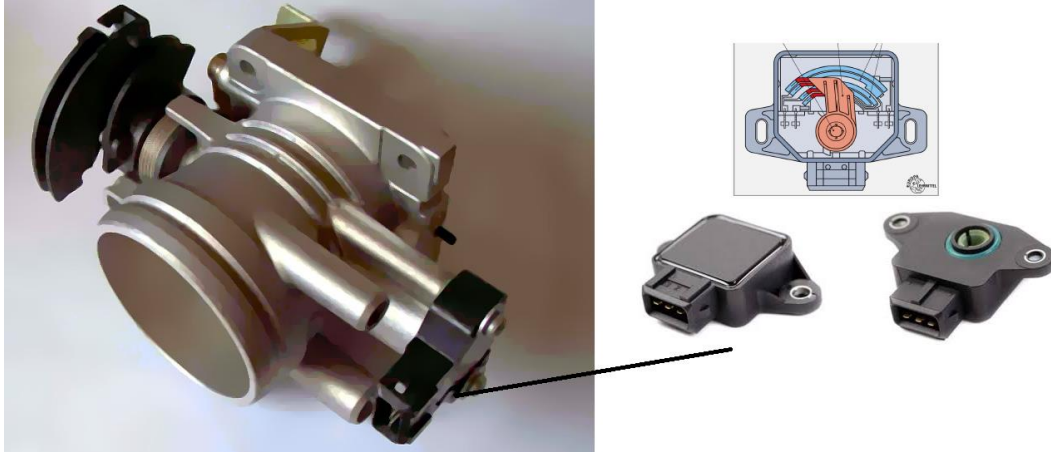
- 2- مجس قياس كتلة الهواء الداخل للمحرك Mass airflow sensor

هو أحد الحساسات الأساسية في السيارة، وتكمن وظيفته في قياس كمية الهواء الداخلة إلى المحرك بدقة، ثم إرسال هذه المعلومات إلى وحدة التحكم الإلكترونية (ECU)، التي تقوم بدورها بضبط كمية الوقود وتوقيت الاحتراق بما يضمن أفضل أداء للمحرك.



Mass air flow sensor (MAF)

3- مجس مفتاح الخانق Throttle position sensor
يقوم هذا المجس بقياس زاوية دوران مفتاح الخانق عن طريق التغير في المقاومة فعند الضغط على دواسة الوقود تتغير المقاومة



4- منظم سرعة اللاحمل :

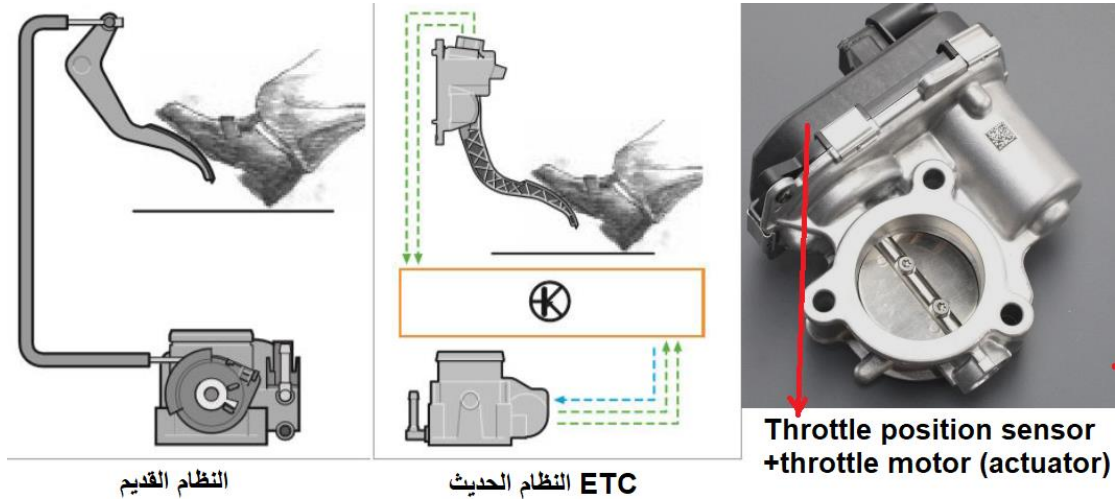
يعمل هذا الصمام فقط في سرعة اللاحمل idle speed ويوجد فقط في المركبات القديمة التي دواسة الوقود مرتبطة مع الخانق عن طريق سيخ (وصلة ميكانيكية) ويقوم بالوظائف التالية :

- 1- رفع عدد دورات المحرك (الضوجان) عندما يكون المحرك بارد
- 2- المحافظة على عدم هبوط سرعة اللاحمل (الضوجان) عن الحد الطبيعي عند تعرض المحرك للاحمال مثل تشغيل المكيف



التحكم الالكتروني في مفتاح الخانق Electronic throttle control

نظام يتحكم بفتح وإغلاق صمام الخانق إلكترونياً بدل الربط الميكانيكي التقليدي (سيخ الدعسة) في هذا النظام تم الغاء السيخ ومنظم سرعة اللاحمل مع الحفاظ على مجس صمام الخانق واطافة محرك كهربائي throttle actuator يقوم بالتحكم بفتحة الخانق حسب موقع حساس دواسة الوقود Accelerator pedal position sensor



5- Map sensor (Manifold absolute pressure sensor):

يقيس مجس الضغط المطلق MAP الضغط داخل مجاري السحب، ويتغير هذا الضغط بتغير وضعية دواسة الوقود. ويُستخدم هذا المجس لحساب حمل المحرك، ويعمل بالتكامل مع مجس موضع الخانق TPS ، وقد يُستخدم مع مجس تدفق الهواء MAF أو بدلاً عنه حسب نظام إدارة المحرك.



6- مجس حرارة الهواء Intake air temperature sensor

فيعتبر مجس ثانوي في محركات التنفس الطبيعي و كلما زادت حرارة الهواء تقل نسبة الوقود المحقون ولكن بنسبة قليلة . ويتواجد على مجاري السحب بشكل منفصل او مدمج مع حساس MAP

الفحوصات العملية لنظام الهواء :

1- فحص مجس حرارة الهواء:

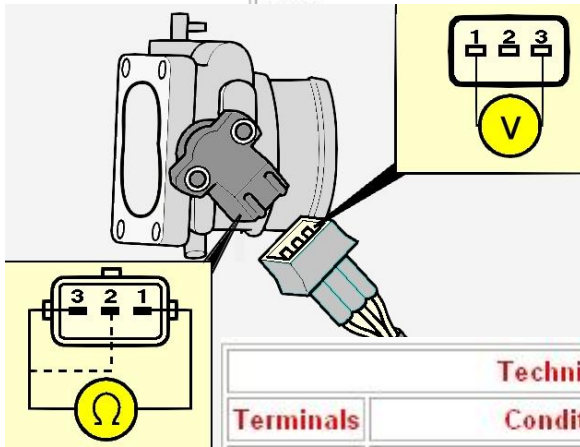
1. تأكد أن مفتاح التشغيل في وضع OFF .
2. افصل فيشة مجس الحرارة.
3. افحص مقاومة المجس بواسطة ساعة الاومميتر شكل.
4. قارن النتيجة بالجدول (يمكن تعريض المجس لمصدر حرارة ومراقبة قيمة التغير بالمقاومة)

Technical Data	
Temperature	Resistance
15-30°C	1300-3600 Ω
	250-390 Ω

فحص مجس صمام الخنق:

1. فحص مقاومة صمام الخنق:

- أ . تأكد أن مفتاح التشغيل في وضع OFF .
- ب . افصل فيشة الصمام.
- ت . افحص مقاومة الصمام بواسطة ساعة الاومميتر شكل 24.
- ث . قارن النتيجة بتعليمات الشركة . (الجدول خاص بمركبة محددة وتتغير القيم حسب نوع المركبة)



Technical Data		
Terminals	Condition	Resistance
1 & 3	-	3000-5000 Ω
1 & 2	Throttle closed	1000-2000 Ω
1 & 2	Throttle fully open	3500-5000 Ω

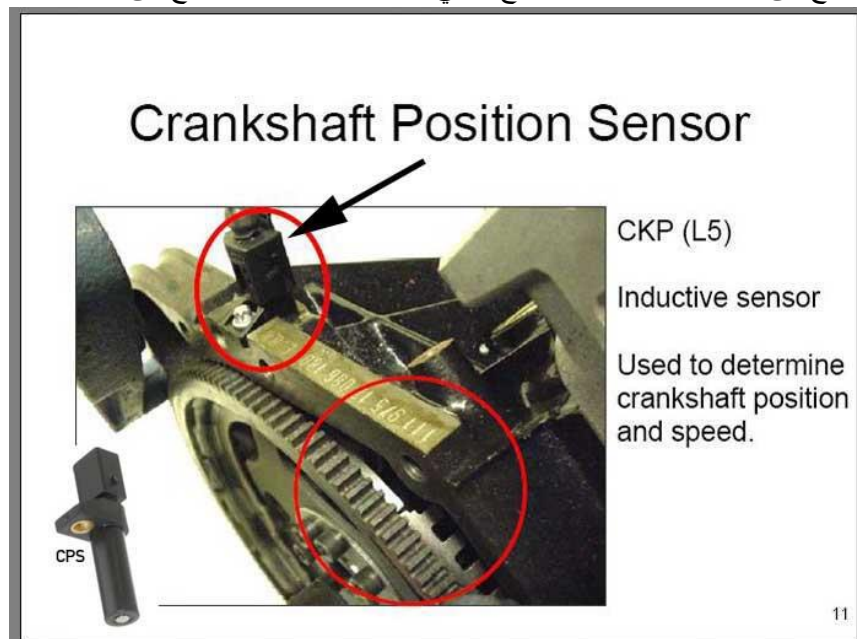
ثالثا : التحكم وحماية البيئة

تعمل مجموعة من المجسات على تعديل كمية الوقود الأساسية لتلائم ظروف عمل المحرك وضمان اقل نسبة تلوث حسب المعايير الدولية وتتكون من المجسات التالية

1- مجس قياس سرعة المحرك :

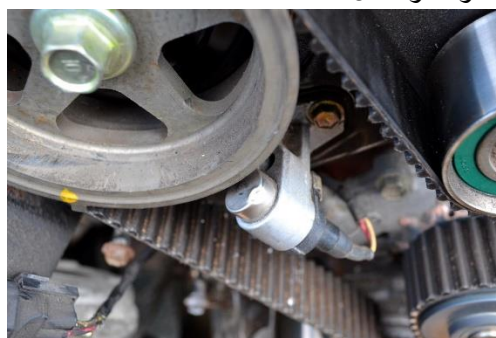
مجس قياس سرعة المحرك (CKP – Crankshaft Position Sensor) هو مجس يقيس سرعة دوران المحرك (RPM) ويحدد موضع عمود المرفق، ويرسل هذه المعلومات إلى وحدة التحكم بالمحرك (ECU) ، حيث

تُستخدم هذه الإشارات في تحديد سرعة المحرك وضبط توقيت الإشعال والتحكم في توقيت وكمية حقن الوقود، إضافة إلى مزامنة عمل المحرك وضمان تشغيله بشكل صحيح ومستقر. ويوجد منه نوعان الحثي وله سلكان ولا يحتاج إلى مصدر طاقة للعمل والنوع الثاني هول ذو 3 أسلاك ويحتاج إلى مصدر جهد للعمل



2- مجس موضع عمود الكامات (CMP – Camshaft Position Sensor)

هو مجس يحدّد موضع وسرعة دوران عمود الكامات، ويرسل هذه المعلومات إلى وحدة التحكم بالمحرك (ECU)، حيث تُستخدم الإشارة في تحديد توقيت فتح وإغلاق الصمامات بدقة، ومزامنة الحقن المتتابع للوقود، وتحسين توقيت الإشعال، ودعم أنظمة التوقيت المتغيّر للصمامات (VVT) لضمان أداء أفضل للمحرك وكفاءة أعلى في استهلاك الوقود. وعادة ما يكون من نوع هول ذو ال 3 أسلاك



3- مجس درجة حرارة سائل التبريد :

مجس درجة حرارة سائل التبريد (Coolant Temperature Sensor – ECT) هو مجس يقيس درجة حرارة سائل تبريد المحرك، ويرسل هذه المعلومات إلى وحدة التحكم بالمحرك (ECU)، حيث تعتمد عليها في ضبط خليط الوقود أثناء التشغيل البارد، وتحديد توقيت الإشعال، والتحكم في تشغيل مروحة التبريد، إضافة إلى تحسين أداء المحرك وتقليل استهلاك الوقود والانبعاثات وضمان عمل المحرك ضمن درجة الحرارة المثالية.

معظم حساسات الحرارة في المركبات تكون من نوع المعامل الحراري السالب (NTC (Negative Temperature Coefficient) تكون حساس NTC من مقاومة حرارية موصولة مع وحدة التحكم بالمحرك (ECU). عند برودة المحرك تكون مقاومة الحساس عالية، فينتج جهد مرتفع يصل إلى الـ ECU، وعند ارتفاع

درجة حرارة سائل التبريد تنخفض مقاومة الحساس فيخفض الجهد المرسل. تقوم وحدة التحكم بتحويل هذا التغير في الجهد إلى قيمة درجة حرارة دقيقة.



بعض اشكال حساس حرارة المحرك

4- حساس الطرق (Knock Sensor)

يكتشف اهتزازات دق المحرك الناتجة عن انفجار غير منتظم لخليط الوقود والهواء داخل الأسطوانات. يرسل الحساس إشارة لوحدة التحكم بالمحرك (ECU) لتعديل توقيت الشرارة وخليط الوقود، مما يحمي المحرك من التلف ويحسن الأداء والكفاءة.

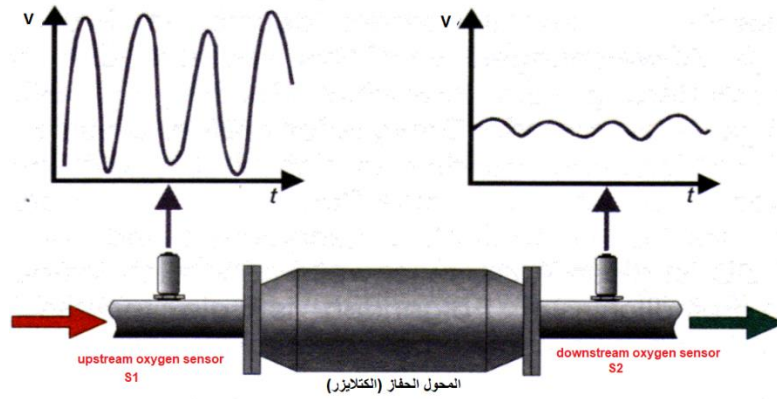


5- مجس الاكسجين lambda sensor

يبدأ حساس الأكسجين بالعمل بكفاءة عندما تصل درجة حرارته إلى نحو 300-400 درجة مئوية، حيث تكون قراءاته دقيقة وقابلة للاعتماد في ضبط خليط الهواء والوقود. ولتسريع وصوله إلى هذه الدرجة، يتم تزويده بسخان داخلي (Heater) يساعده على التسخين السريع بعد تشغيل المحرك، مما يقلل زمن التشغيل غير المثالي ويحسن استجابة المحرك واستهلاك الوقود.

في السيارات الحديثة، يوجد نوعان من حساسات الأكسجين (Lambda Sensors) وهي Upstream و Downstream، وكل منهما له وظيفة محددة في نظام العادم والمحرك :

حساسات أكسجين تُعرف باسم Lambda Sensors، وهي تنقسم إلى نوعين أساسيين: الحساس الأمامي (Upstream) والحساس الخلفي (Downstream). الحساس الأمامي يكون مثبتاً قبل المحول الحفّاز ويقاس نسبة الأكسجين في غازات العادم مباشرة من المحرك، مما يتيح لوحدة التحكم بالمحرك (ECU) ضبط خليط الهواء والوقود بدقة لتحسين الأداء وتقليل الانبعاثات. أما الحساس الخلفي فيوضع بعد المحول الحفّاز، ويقاس الأكسجين في غازات العادم بعد معالجتها، ليؤكد كفاءة المحول الحفّاز ويضمن أن الانبعاثات تظل منخفضة، دون التدخل المباشر في ضبط خليط الوقود. هذه الحساسات تلعب دوراً مهماً في حماية المحرك والبيئة وتحسين كفاءة استهلاك الوقود.



أنواع حساسات الأكسجين من حيث طريقة العمل :

حساس الأكسجين التقليدي (Narrowband O2 Sensor)

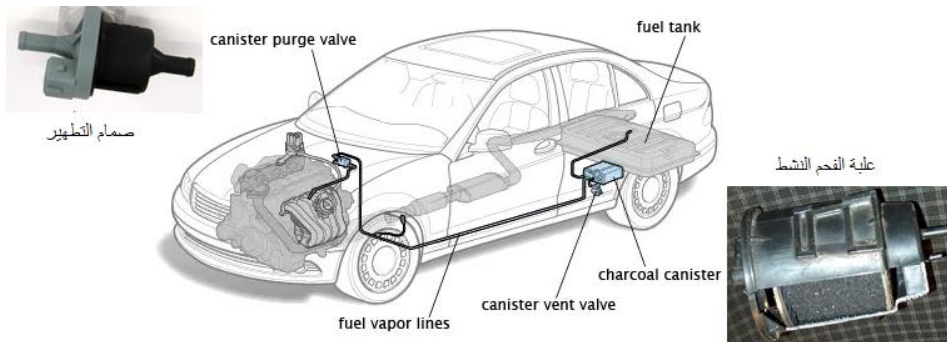
- الجهد الطبيعي **0.1 – 0.9 فولت** تقريباً.
 - الجهد اقل من نصف فولت → خليط غني بالهواء. (Lean)
 - الجهد أكثر من 0.5 فولت → خليط غني بالوقود. (Rich)
- هذا الحساس يتأرجح باستمرار بين هذه القيم أثناء تشغيل المحرك لتوفير إشارات دقيقة لوحدة التحكم ECU.

حساس الأكسجين واسع النطاق (Wideband O2 Sensor)

- يعطي إشارة أكثر دقة وتكون عادة على شكل تيار أو جهد متغير ضمن نطاق أوسع.
- يستخدم لقياس خليط الوقود بدقة أعلى خصوصاً في المحركات الحديثة عالية الأداء أو المزودة بشاحن توربيني. وتختلف قراءة الجهد فيه حسب الشركة المصنعة

6- نظام التحكم في انبعاثات أبخرة الوقود :

- هو نظام في السيارات الحديثة يهدف إلى منع تسرب أبخرة الوقود من خزان الوقود إلى الهواء، وبالتالي تقليل الانبعاثات الضارة والحفاظ على البيئة.
- **طريقة العمل:**
أبخرة الوقود المتكوّنة داخل خزان الوقود تُخزّن مؤقتاً في علبة الفحم النشط. (Charcoal Canister) عند ظروف تشغيل مناسبة، تقوم وحدة التحكم بالمحرك (ECU) بفتح صمام التطهير (Purge Valve) ليُسمح بسحب هذه الأبخرة إلى مجمع السحب (Intake Manifold) وحرّقها داخل المحرك بدل إطلاقها للجو.

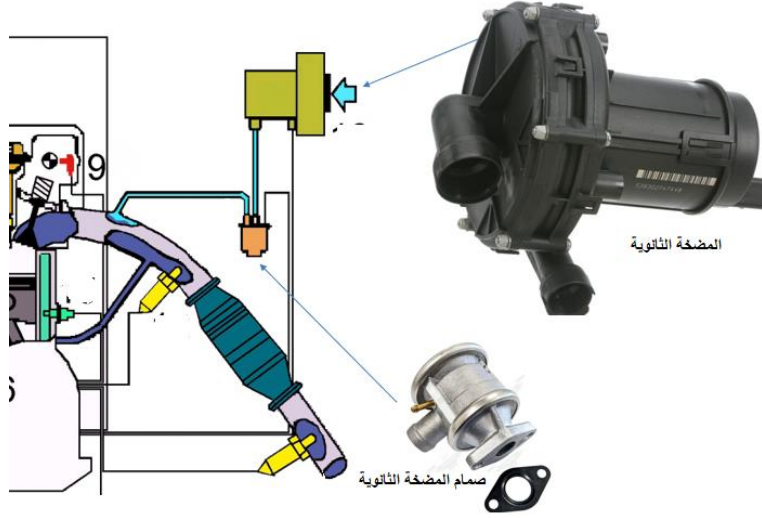


7- نظام حقن الهواء الثانوي secondary air injection

التعريف

والوظيفة:

نظام حقن الهواء الثانوي هو نظام يُستخدم في بعض السيارات الحديثة لخفض الانبعاثات الضارة، خاصة عند تشغيل المحرك وهو بارد. يقوم النظام بضخ هواء نقي إضافي إلى مجمع العادم أو قرب المحول الحفّاز للمساعدة على حرق الغازات غير المحترقة (الهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون).



فحوصات أنظمة التحكم والحماية :

التمرين الأول : فحص مجس الأكسجين قبل الكتلايزر

أ. فحص مقاومة دفاية مجس الأكسجين:

1. تأكد أن مفتاح التشغيل في وضع OFF .

2. افصل فيشة المجس.

3. افحص مقاومة المجس بواسطة ساعة الاومميتر بين خط 1 و 2 .

4. قارن النتيجة بتعليمات الشركة (الجدول للتوضيح ويختلف حسب المركبة)

Technical Data	
Terminals	Resistance
1 & 2	4 Ω approx.

مجس

جهد

ب. فحص مصدر

الأكسجين:

1. تأكد أن مفتاح التشغيل في وضع OFF .

2. افصل فيشة مجس الأكسجين.

3. وصل ساعة الجهد بين خط 1 و 2 شكل 13 A ثم شغل المحرك على سرعة اللاحمل.

4. قارن النتيجة بالجدول

Technical Data		
Terminals	Condition	Voltage
1 & 2	Engine idling	11 V min.

جدول 9

ج. فحص إشارة مجس الأكسجين:

1. يجب عمل هذا الفحص ضمن حرارة المحرك الطبيعية (المحرك ساخن).

2. شغل المحرك.

3. ارفع عدد لفات المحرك فوق 2500 دورة في الدقيقة (2500 RPM) لمدة دقيقة واحدة.

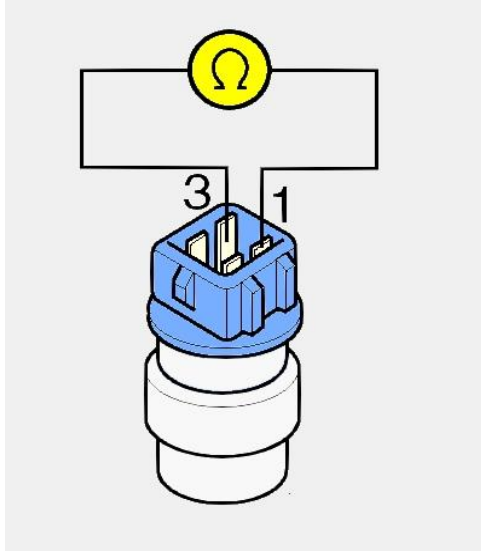
4. اسمح للمحرك بالعمل على سرعة اللاحمل.
5. فك فيشة المجس.
6. افحص جهد المجس بين خط 3 و 4 شكل 13 C .
7. قارن النتيجة بالجدول يجب ان يتولد جهد متغير بين 0-1 فولت

Technical Data		
Terminals	Condition	Voltage
3 & 4	Engine idling	0-1 V (fluctuating)

التمرين الثاني : فحص مجس حرارة المحرك

خطوات العمل:

- أ. تأكد أن مفتاح التشغيل (OFF).
- ب. افصل فيشة (ETC).
- ت. فك المجس عن المحرك (يمكن الفحص بدون فك المجس إذا كان موقعه مناسب).
- ث. افحص المقاومة بين السوك وعند درجات حرارة متغيرة قريبة من الجدول.
- ج. قارن النتيجة بالمواصفات (يختلف من مركبة لآخرى ولكن القيم قريبة لمعظم المركبات)



Technical Data	
Temperature	Resistance
20°C	2250-3000 Ω
30°C	1500-2000 Ω
40°C	1000-1500 Ω
60°C	550-675 Ω
80°C	275-375 Ω

التمرين الثالث : فحص مجس سرعة المحرك CKP (من النوع الحثي) :

يُعد حساس CKP عنصراً أساسياً لتحديد سرعة وموضع عمود المرفق، وأي خلل فيه قد يسبب صعوبة تشغيل المحرك أو توقفه.

أولاً: الأعراض الشائعة لعطل CKP

- عدم تشغيل المحرك أو التوقف المفاجئ
- ضعف الأداء أو تقطيع أثناء السير
- عدم وجود شرارة أو حقن وقود
- ظهور لمبة فحص المحرك

فحص مقاومة المجس :



- افصل الفيش
- اضبط الملتيميتر على المقاومة (Ω)
- القيمة غالباً بين 1500 - 200 أوم (حسب الشركة)
- قراءة لا نهائية أو صفر = الحساس تالف

2- فحص الإشارة أثناء التشغيل



- ضع لامبة فحص نوع LED على اطراف الحساس
- قم بتدوير المحرك يجب ظهور إيجاب ان تضيء وتطفئ اللامبة اثناء التشغيل

التمرين الرابع : فحص مجس عامود الكامات CMP (من نوع هول) :

يؤدي تلف حساس CMP إلى اضطراب في توقيت فتح الصمامات وتزامنه مع الحقن والإشعال، مما ينعكس مباشرة على أداء المحرك. من أبرز الأعراض صعوبة تشغيل المحرك أو تأخر التشغيل خاصة عند البرودة، وقد يعمل المحرك أحياناً ثم يتوقف فجأة دون سبب واضح.

1- فحص جهد التغذية :

- قم بفك الحساس من مكانه مع الحفاظ على الفيشة راكبة في مكانها
- أوصل الفولتميتر في المكان المناسب حسب تعليمات الشركة حسب الصورة (خط الإشارة)
- قم بفتح السويتش
- اقرأ الجهد : يجب ان يكون الجهد اما 5 او 12 فولت حسب تعليمات الشركة
- قرب قطعة معدنية (قابلة للجذب المغناطيسي) يجب ان يصبح الجهد 0

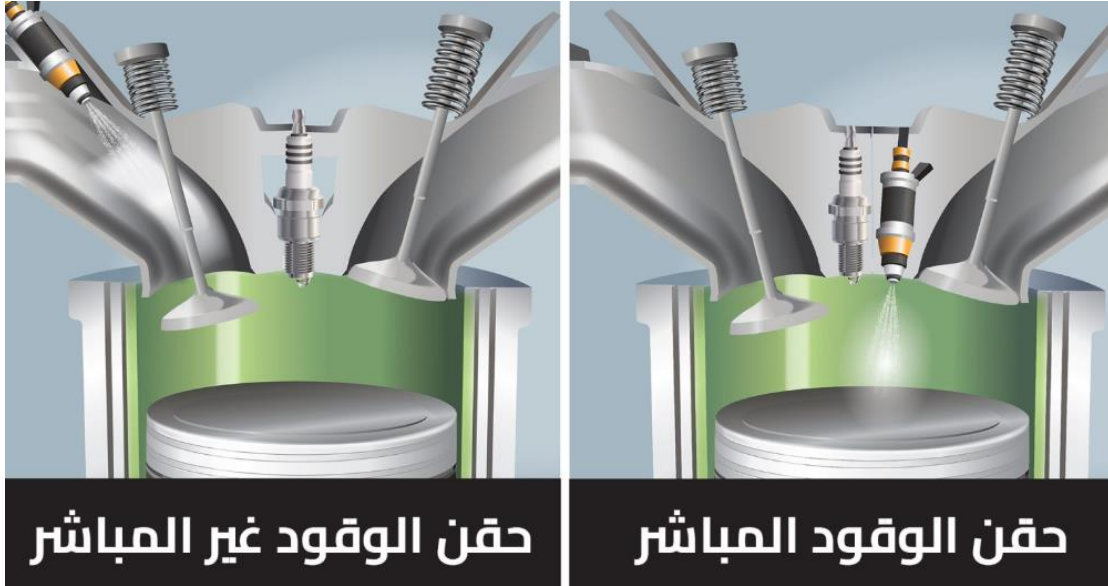


قيمة الجهد بدون قطعة معدنية



قيمة الجهد عند تقريب قطعة معدنية

نظام حقن البنزين المباشر Gasoline direct injection



نظام الحقن المباشر للبنزين (GDI) هو نظام متطور يعتمد على رش الوقود مباشرة داخل غرفة الاحتراق بدل رشه في مجرى السحب، ما يتيح تحكماً أدق في كمية الوقود وتوقيت الحقن وضغطه، وبالتالي تحسين القدرة وتقليل استهلاك الوقود والانبعاثات. يتكوّن هذا النظام من **مضخة الوقود عالية الضغط** التي ترفع ضغط البنزين القادم من الخزان إلى ضغط عالٍ جداً مناسب للحقن المباشر ما بين 50 و350 بار، ومن **صمام التحكم** أو **تنظيم كمية الوقود** المثبت على المضخة والذي يتحكم بكمية الوقود الداخلة إليها وبالتالي بالضغط الناتج حسب أوامر وحدة التحكم الإلكترونية. بعد ذلك ينتقل الوقود إلى **موزع الوقود (Fuel Rail)** التي تعمل على تخزين الوقود عالي الضغط وتوزيعه بشكل متوازن على **بخاخات الحقن المباشر**، والتي تقوم برش الوقود مباشرة داخل الأسطوانة بتوقيت وكمية دقيقة جداً. كما يحتوي النظام على **حساس ضغط الوقود** الذي يقيس ضغط الوقود باستمرار ويرسل إشارة إلى وحدة التحكم الإلكترونية ECU، لتقوم بدورها بتعديل عمل المضخة والصمام والبخاخات بما يتناسب مع سرعة المحرك والحمل ودرجة الحرارة، مما يضمن أداءً عالياً وكفاءة أفضل للمحرك.



الوحدة السابعة: أنظمة حقن الوقود والاشتعال الدرس الثالث : أنظمة حقن الديزل

مقدمة :

تُعد أنظمة حقن الديزل من الأنظمة الأساسية في محركات الديزل، حيث تتحكم في كمية الوقود المضخوخ وتوقيت حقنه داخل غرفة الاحتراق بدقة عالية. يعتمد محرك الديزل على الإشعال الذاتي الناتج عن ارتفاع درجة حرارة الهواء المضغوط، لذلك يتم حقن الوقود بضغط عالٍ جدًا وعلى شكل رذاذ دقيق لضمان احتراق فعال. يساهم نظام الحقن في تحسين قدرة المحرك وعزمه وتقليل استهلاك الوقود. كما يلعب دورًا مهمًا في خفض الانبعاثات الضارة وتحسين الأداء العام للمحرك.

1- مبدأ عمل محركات الديزل :

1-1 يعمل محرك الديزل ذو الدورة الرباعية بأربعة اشواط هي:

1- شوط السحب:

يتم سحب هواء فقط بكمية تعتمد على ابعاد الاسطوانة وشكل تصميم مجاري السحب.

2- شوط الضغط:

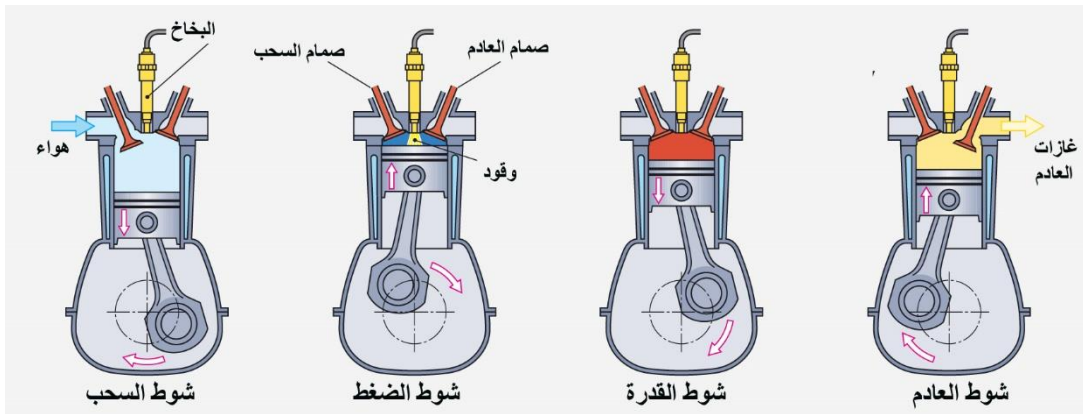
يتم فيه ضغط الهواء الموجود بداخل الاسطوانة. حيث تبلغ نسبة الانضغاط حوالي 1:20 في المحركات المزودة بالشاحن التريبي. اما المحركات العادية فتبلغ نسبة الانضغاط 1:18 , كما يبلغ ضغط الانضغاط من 30 الى 55 بار تقريباً، وتصل درجة حرارة الهواء من 500 الى 750 درجة مئوية تقريباً، وكل هذا يساعد على اشتعال الوقود ذاتياً عند حقنه.

3- شوط القدرة:

يتم فيه الاستفادة من الشغل الناتج عن عملية الاحتراق وهو (الشوط الفعال).

4- شوط العادم:

يتم فيه طرد الغازات الناتجة عن عملية الاحتراق.



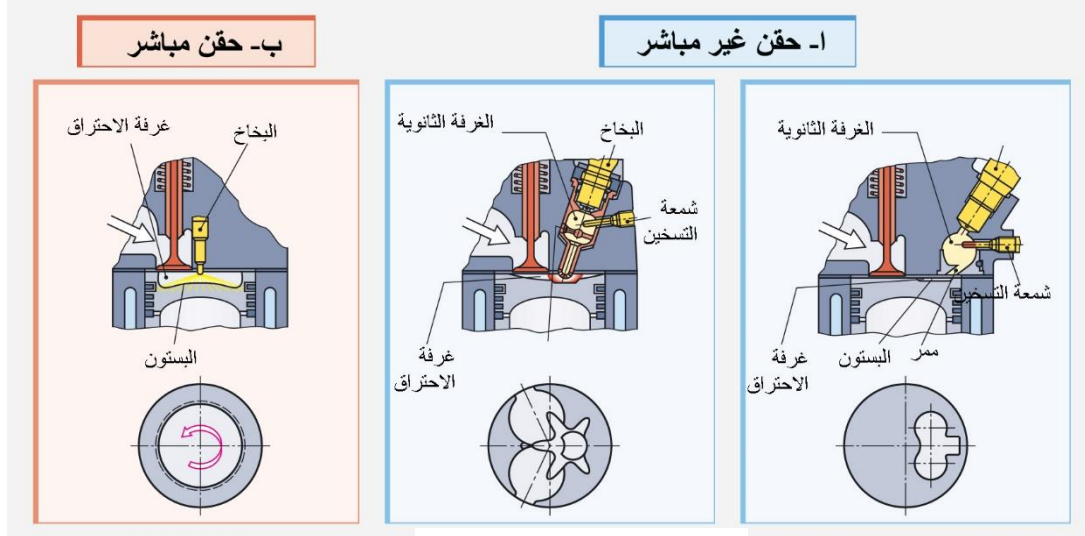
شكل 1 : الاشواط الاربعة في محرك

خصائص محركات الديزل

1- 2 طرق حقن وقود الديزل وانواع انظمة الحقن :

يتم حقن الوقود بطريقتين هما :

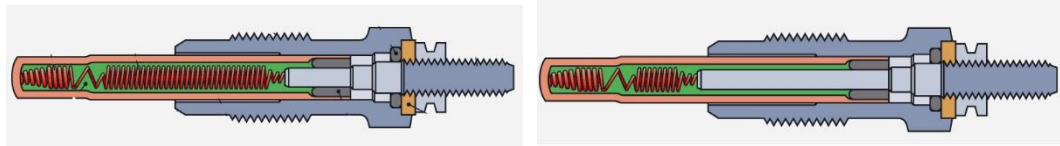
- 1- الحقن المباشر : جميع المركبات الحديثة أصبحت تستخدم الحقن المباشر حيث يتم حقن الوقود داخل غرفة الاحتراق مباشرة (شكل 2ب)
- 2- الحقن غير المباشر : حيث يتم حقن الوقود بغرفة ثابوية وتكون كفاءة المحرك في هذا النوع اقل من المحركات ذات الحقن المباشر . (شكل 2 ا)



شكل 2 طرق حقن وقود

2- نظام المساعدة في التشغيل

يستخدم نظام المساعدة في التشغيل من اجل المساعدة في تشغيل المحرك وهو بارد وتوفر نعومه واستقرار في المحرك على السلسيه وقديما كان يشيع استخدام نظام المساعدة في التشغيل في محركات الحقن غير المباشر وكلما كانت تستخدم في الحقن المباشر ولكن حديثا أصبح يستخدم نظام المساعدة في التشغيل في جميع المحركات. وتستخدم شمعات التسخين من اجل تسخين غرفة الاحتراق قبل تشغيل المحرك وتعتمد فترة تشغيل شمعات التسخين على حرارة المحرك. ومن الجدير بالذكر ان وشمعات الاحتراق الحديثة تبقى تعمل لفترة حتى بعد تشغيل المحرك اذا كان المحرك بارد الى ان يصل الى درجة الحرارة المناسبه وتعمل شمعات التسخين لمدة اقصاها 180 ثانية . ويوجد نوعين من انواع شمعات التسخين وهما موضحة في الشكل 3 .



1- شمعات التسخين ذات التنظيم الالكتروني (حديث) 2- شمعات التسخين ذات التنظيم الذاتي (قديم)

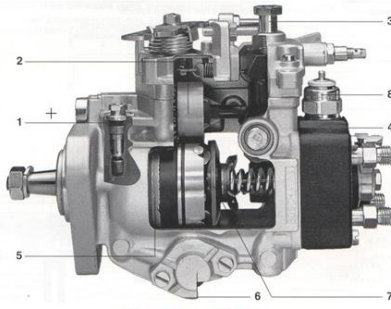
شكل 3 شمعات التسخين

1- أنظمة الحقن التي تعمل بالمضخات التوزيعية :

تُعد مضخات الديزل التوزيعية من الأنظمة التقليدية لحقن الوقود في محركات الديزل، حيث تقوم برفع ضغط الوقود وتوزيعه على أسطوانات المحرك وفق ترتيب الإشعال وتوقيت محدد. وقد استُخدمت هذه المضخات على نطاق واسع في سيارات الركوب والمركبات الخفيفة حتى نهاية تسعينات القرن الماضي، قبل أن يتم استبدالها تدريجيًا بأنظمة حقن أحدث وأكثر دقة.

وتنقسم مضخات الديزل التوزيعية إلى نوعين رئيسيين:

- **مضخات بتحكم ميكانيكي (بدون تحكم إلكتروني)**: يتم فيها ضبط كمية الوقود وتوقيت الحقن عبر منظمات ميكانيكية تعتمد على السرعة والحمل، وتتميز بالبساطة وسهولة الصيانة، لكنها أقل دقة في التحكم.
- **مضخات بتحكم إلكتروني (EDC)**: تحتوي على حساسات ووحدة تحكم إلكترونية تقوم بضبط كمية الوقود وتوقيت الحقن بدقة أعلى، ما يحسن الأداء ويقلل استهلاك الوقود والانبعاثات مقارنة بالنوع الميكانيكي.



مضخة توزيعية تحكم ميكانيكي



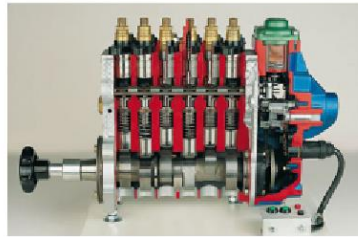
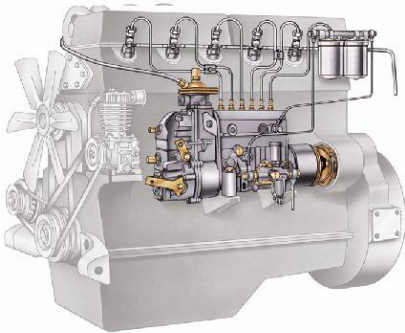
مضخة توزيعية تحكم إلكتروني



مضخة توزيعية ذات بiston دوار

2- أنظمة الحقن التي تستخدم مضخات الديزل الخطية :

هي مضخات تقليدية تعتمد على مكبس مستقل لكل أسطوانة مرتّب بشكل خطي، تقوم برفع ضغط الوقود وحقنه مباشرة في الأسطوانات. تتميز بالمتانة والقدرة على العمل تحت ضغوط عالية، لذلك استُخدمت في محركات الديزل الثقيلة كالشاحنات والمعدات الزراعية. تعمل عادةً بتحكم ميكانيكي، وقد توقّف استخدامها في سيارات الركوب منذ عقود بعد استبدالها بأنظمة حقن أحدث وأكثر كفاءة.



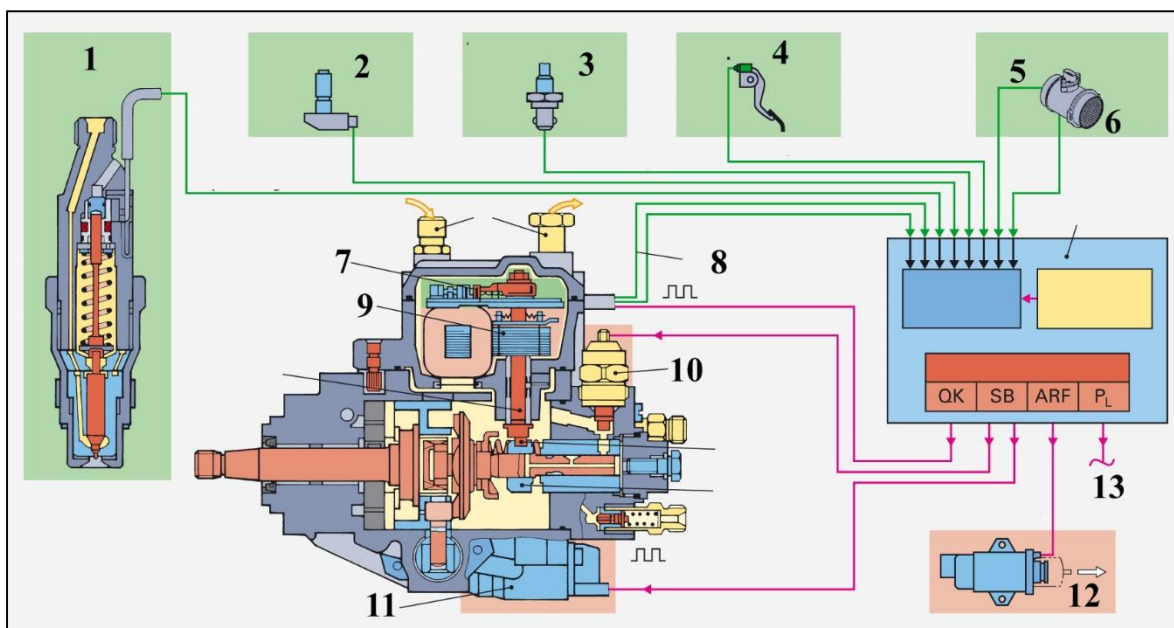
3- التحكم الإلكتروني في محركات الديزل Electronic diesel control

بعد التطور الهائل في الحاسب تم ادخال التحكم الإلكتروني الى محركات الديزل في نهاية ثمانينات القرن الماضي وبما أن الجزء الرئيسي في أنظمة وقود الديزل كان المضخة فان بداية التحكم كان في المضخات ثم فتح هذا التطور المجال الى تطوير أنظمة أخرى مثل نظام الماسورة المشتركة common rail وغيرها . ويقوم مبدأ التحكم الإلكتروني على وجود مجموعة

من المجسات التي تفهم ظروف عمل المحرك المختلفة مثل الحرارة والسرعة وبداية الحقن وغيرها وترسل ذلك على شكل اشارات الى وحدة التحكم الالكترونية التي تحلل هذه المعلومات وتحسب كمية الحقن اللازمة وكذلك كمية الحقن ثم ترسل اشارة الى الصمامات المختلفة التي تحدد توقيت الحقن وكمية الحقن بشكل دقيق .

4-1 اجزاء التحكم الالكتروني في محركات الديزل (المضخات القديمة) :

بوضح الشكل التحكم الاللاكتروني في محركات الديزل حيث يوجد مجموعة من المجسات التي تقوم بجمع المعلومات المختلفة عن حالة المحرك (السرعة وحرارة المحرك، موقع دواصة الوقود،،،،) وترسلها الى وحدة التحكم الالكترونية والتي تقوم بتحديد كمية الحقن المناسبة وتوقيت الحقن وترسل الاشارة الى المفعلات مثل صمام التحم بالوقود ومنظم توقيت الحقن



مضخة توزيعية بنظام تحكم إلكتروني

- 1- مجس بداية الحقن 2- مجس سرعة المحرك 3- مجس حرارة المحرك 4- مجس دواصة الوقود 5- مجس قياس الهواء 6- مجس حرارة الهواء 7- مجس موقع صمام التحكم في الوقود 8- مجس حرارة الوقود 9- صمام التحكم في الوقود 10- صمام قطع الوقود 11 - صمام توقيت الحقن 12 -صمام تدوير غازات العادم 13- معلومة ضغط التيربو ان وجد

5- أنظمة حقن الديزل الحديثة :

1- نظام الحقن ذو الانبوب المشترك Common rail

يعتبر نظام حقن وقود الديزل common rail من أحدث الأنظمة الحالية في حقن وقود الديزل حيث تم طرحه في الأسواق لأول مرة عام 1996 وقد لاقى هذا النظام انتشارا كبيرا أصبحت حاليا جميع الشركات تعتمد هذا النظام وذلك لكفاءته العالية وبساطة تصميمه .

وظيفة نظام حقن وقود الديزل Common rail

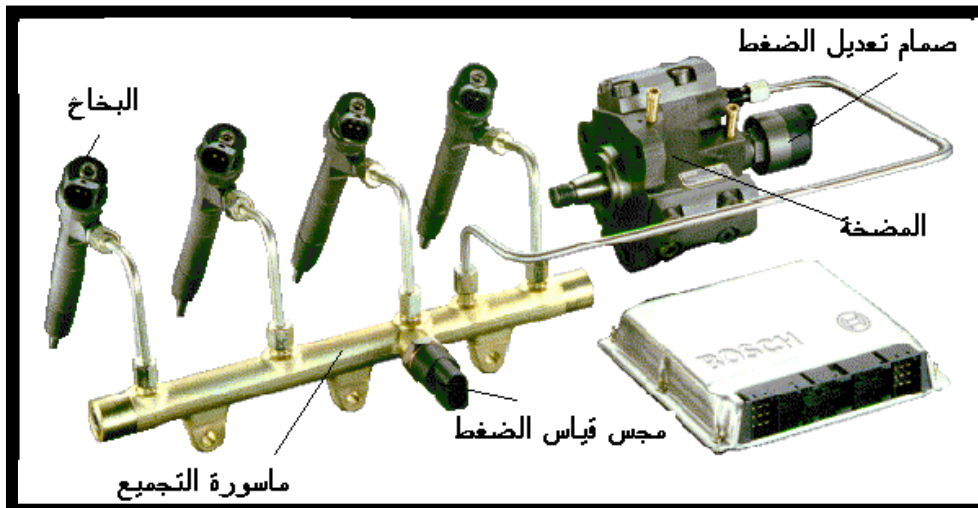
- (1) تزويد المحرك بالوقود
- (2) توليد الضغط العالي اللازم لحقن الوقود وتوزيع الوقود على الاسطوانات .
- (3) حقن الوقود داخل الاسطوانات بالكمية المناسبة والوقت المناسب .

مميزات نظام Common rail

- (1) استهلاك اقل للوقود وذلك لاعتماده نظام الحقن المباشر .
- (2) قدرة اكبر للمحرك .
- (3) غازات عادم اقل .
- (4) نعومة وسلاسة في المحرك .
- (5) عمر طويل .
- (6) لا يحتاج إلى تصميم خاص للمحرك حيث يمكن تطبيقه على المحركات التقليدية .

1-6 الأجزاء الرئيسية لنظام Common rail (شكل 23) :

1. مضخة الوقود ذات الضغط العالي High-pressure pump .
2. ماسورة التجميع High-pressure accumulator (rail) .
3. صمام التحكم في ضغط الوقود Pressure control valve .
4. مجس قياس ضغط الوقود داخل ماسورة التجميع Rail pressure sensor .
5. بخاخات الوقود Fuel injector .
6. وحدة التحكم الإلكترونية والمجسات Electronic control unit & sensors .

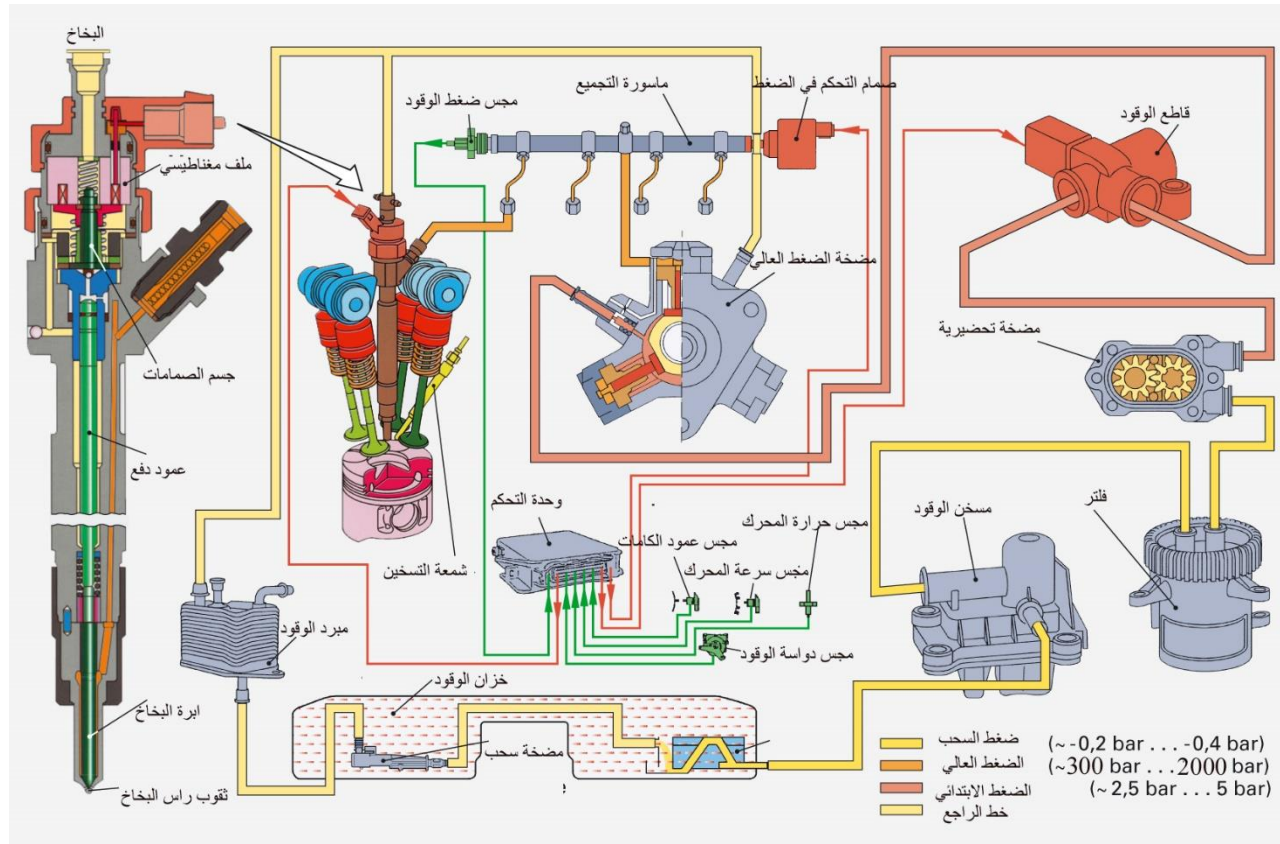


شكل 23 : الأجزاء الرئيسية لنظام حقن الوقود Common rail

2-6 مبدأ عمل النظام :

يقوم مبدأ عمل النظام على وجود ضغط عالي دائم في ماسورة التجميع يصل الى اكثر من 3000 بار وهذا الضغط موزع بالتساوي على البخاخات حيث تقوم البخاخات بحقن الوقود داخل غرفة الاحتراق (حقن مباشر) عن طريق إشارة كهربائية من وحدة التحكم ويتم تحديد كمية الوقود وترتيب الحقن بواسطة المجسات التي تجمع معلومات عن وضع المركبة وترسلها إلى وحدة التحكم التي تحدد بداية ونهاية حقن الوقود (كمية الوقود) وترتيب الحقن . ويمكن تقسيم عمل النظام إلى ثلاث أجزاء وهي :

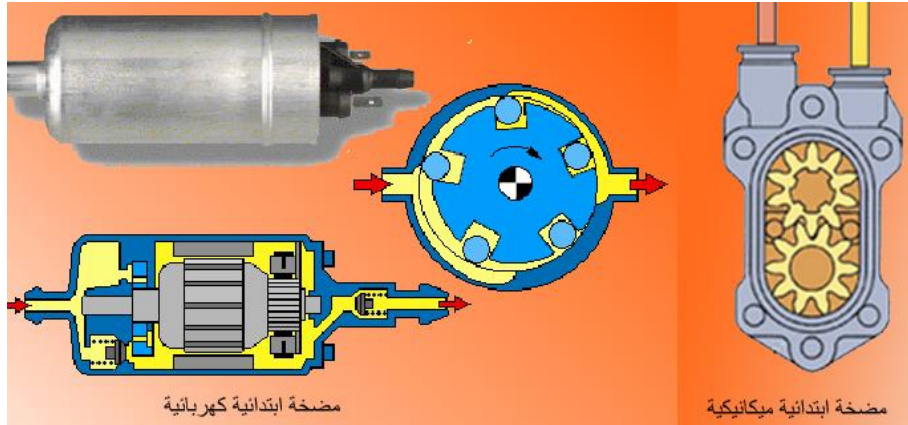
- 1- دائرة تزويد الوقود الابتدائية
- 2- دائرة الضغط العالي
- 3- وحدة التحكم الإلكترونية والمجسات .



شكل 24 : نظام حقن الوقود commonrail

1-2-6 دائرة تزويد الوقود الابتدائية (Low pressure circuit) وتتكون من :

1. مضخة الوقود الابتدائية (Pre supply pump) (شكل 25) : وهذه المضخة تعمل كهربائياً ووظيفتها إيصال الوقود من خزان الوقود إلى المضخة الرئيسية وعادة تكون داخل خزان الوقود وهي تشبه المضخة الموجودة في محركات البنزين ويمكن أيضاً استخدام أنواع أخرى بديلة مثل مضخات التروس gear pump.



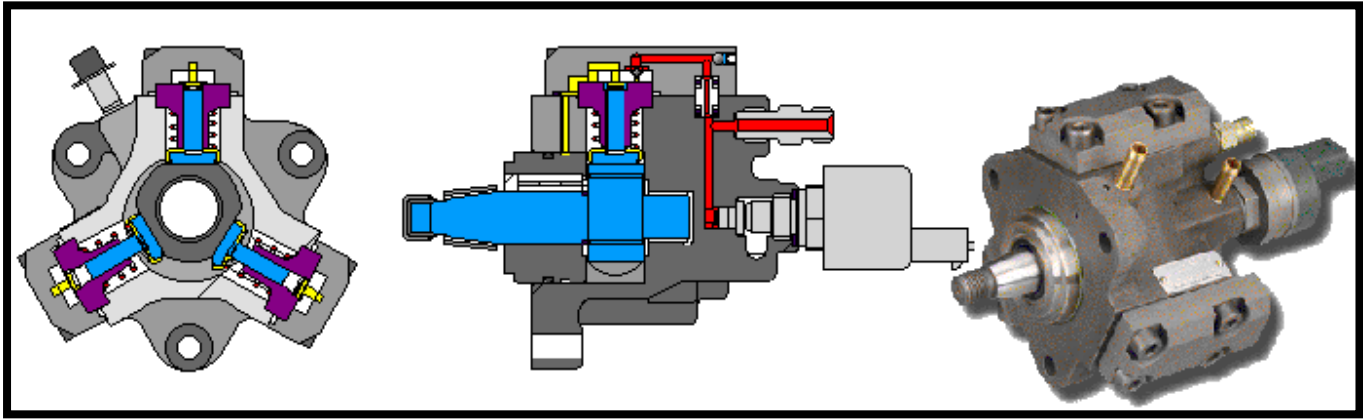
شكل 25: المضخة الابتدائية

2. **فلتر الوقود** : وظيفته تصفية الوقود من الشوائب وعادة ما يحتوي على دفايات لتدفئة الوقود عند بداية تشغيل المركبة

3. **أنابيب توصيل الوقود** التي تربط بين المضخة الابتدائية والمضخة الرئيسية و فلتر الوقود

2-2-6 دائرة الضغط العالي (High- pressure circuit) وتتكون من الأجزاء التالية :

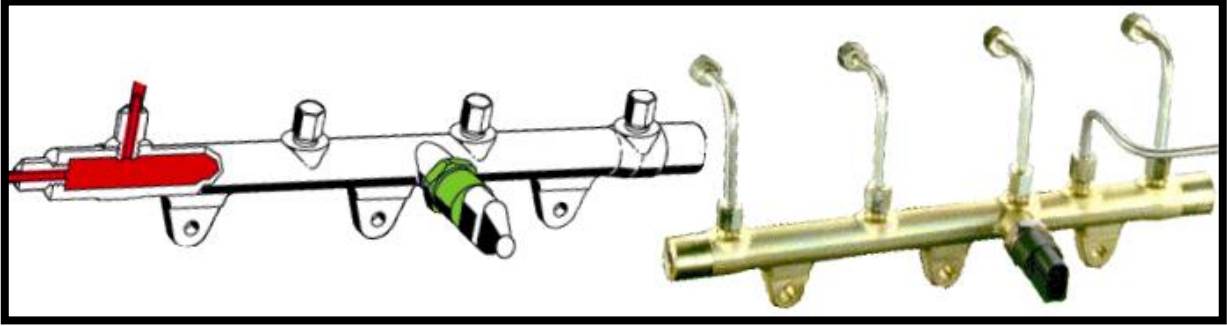
- 1- **مضخة الوقود الرئيسية (high pressure pump)** (شكل 26): حيث تقوم هذه المضخة بتوليد ضغط يصل إلى حوالي 3000 بار (في المركبات الصغيرة) وتعمل ميكانيكيا عن طريق اتصالها بالمحرك ويدور عمود المضخة بنصف عدد دورات المحرك. **ولا يوجد** للمضخة أي علاقة بتوقيت حقن الوقود أو توزيعه على الاسطوانات .



شكل 26: مضخة الوقود الرئيسية

2 - **ماسورة التجميع** (شكل 27) : حيث تقوم بتخزين الضغط القادم من المضخة وتوزعه بالتساوي على البخاخات وهي مصممة لتحمل ضغوط عالية .

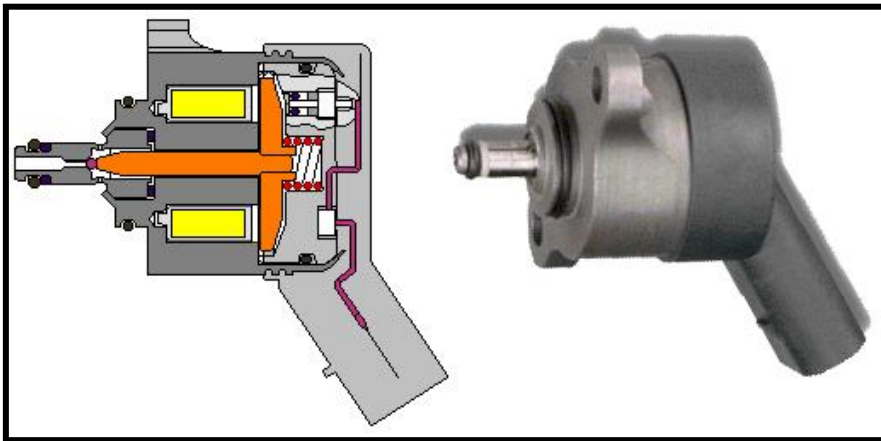
- 3- **مجس قياس ضغط الوقود داخل ماسورة التجميع (Rail pressure sensor)** (شكل 27): يعمل هذا الجزء على قياس الضغط داخل ماسورة التجميع بشكل مستمر ويرسل ذلك على شكل إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم الإلكترونية .



شكل 27 : ماسورة التجميع ومجس قياس الضغط

4- صمام التحكم في ضغط الوقود (Pressure control valve) شكل 28:

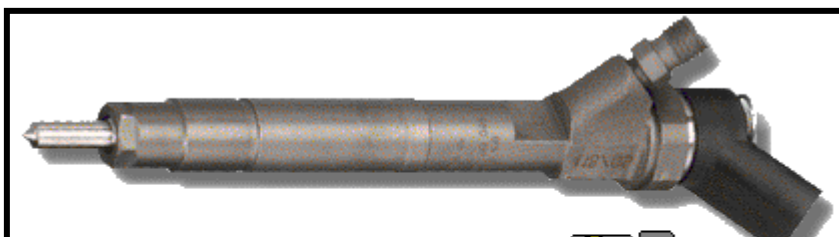
يقوم هذا الصمام بالحفاظ على الضغط المناسب داخل دائرة الضغط العالي ويعمل عن طريق إشارة كهربائية تصله من وحدة التحكم . فعند زيادة الضغط عن القيمة المطلوبة يقوم مجس قياس الضغط بإعطاء معلومة إلى وحدة التحكم بان هناك زيادة في الضغط فتقوم وحدة التحكم بإرسال إشارة إلى صمام التحكم في الضغط الذي يقوم بالسماح بإرجاع الوقود إلى خزان الوقود و بالتالي يقل الضغط حيث تتكرر عملية قياس وتعديل الضغط بشكل مستمر حسب وضع المركبة .



شكل 28 : صمام التحكم في الضغط

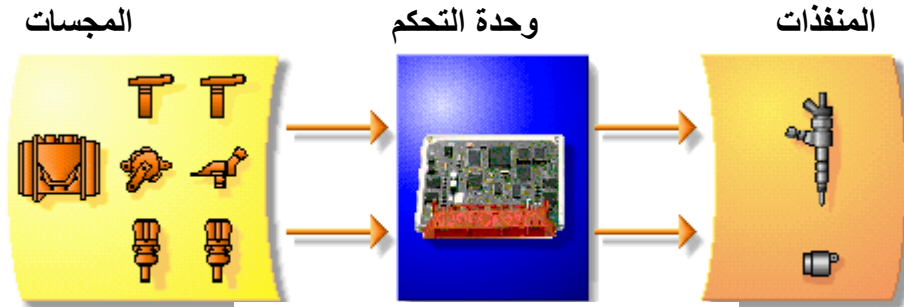
5- بخاخات الوقود (Fuel injectors) : تقوم البخاخات بحقن الوقود داخل غرفة الاحتراق (حقن مباشر) بضغط عالي وعلى شكل رذاذ ويعمل البخاخ عن طريق إشارة كهربائية تصله من وحدة التحكم الإلكترونية حيث يوجد solenoid كهربائي داخل البخاخ فعند وصول الإشارة الكهربائية من وحدة التحكم يبدأ ال solenoid بالعمل مكونا مجال مغناطيسي يسمح بسحب إبرة البخاخ وبالتالي تبدأ عملية حقن الوقود . ويعمل البخاخ على جهد عالي ه حوالي 70 فولت على عكس بخاخات البنزين التي تزود بجهد لا يزيد عن 12 فولت .

إن عملية حقن الوقود تتم على ع . المرحلة الأولى تكون قبل الحقن الأساسي بفترة قصيرة جدا حيث يتم حقن كمية قليلة داخل الاسطوانة فتشتعل و تعمل على تسخين غرفة الاحتراق مما يوفر ظروف مثالية لحقن الوقود الأساسي بعدها تبدأ المرحلة الثانية والتي يتم فيها حقن الوقود ويسمى ذلك pilot injection ومن ميزات ذلك تقليل الضجيج في المحرك والتقليل من غازات أكاسيد النيتروجين NOX . ومن الجدير بالذكر انه في الدول التي بها رقابة صارمة على -غازات العادم يتم استعمال ال post injection حيث يتم البخ على ثلاثة مراحل .

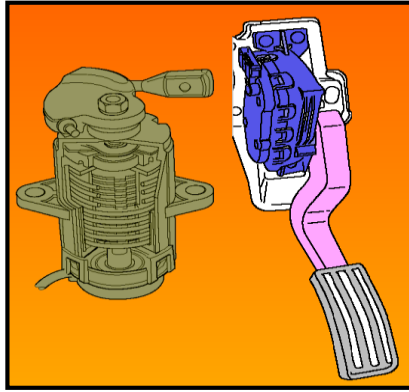


3-6 وحدة التحكم الإلكترونية و المجسات: (Control unit & sensors)

تقوم وحدة التحكم إلكترونية باستقبال المعومات عن طريق المجسات (sensors) ثم تقوم بإجراء حسابات ومقارنة لهذه المعلومات . وبعد ذلك ترسل النتيجة إلى منفذات الحركة المختلفة (actuators) مثل البخاخات وصمام تعديل الضغط وصمام ال EGR.

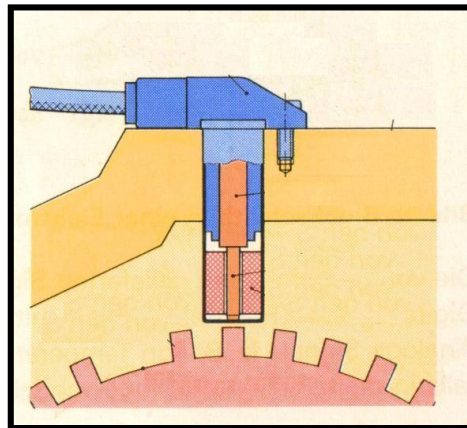


شكل 30 وحدة التحكم الإلكترونية والمجسات



1- مجس قياس حركة دواصة الوقود (شكل 8): يعتبر هذا المجس من أهم المجسات في أنظمة حقن وقود الديزل حيث يقوم هذا المجس بتحديد موقع دواصة الوقود ويرسل هذه المعلومة إلي وحدة التحكم التي تحدد زمن حقن الوقود الأساسي (كمية الوقود) بالاعتماد على هذه المعلومة حيث انه لا يوجد اتصال ميكانيكي بين دواصة الوقود والمضخة أو البخاخات كما هو الحال في الانظمة الميكانيكية .

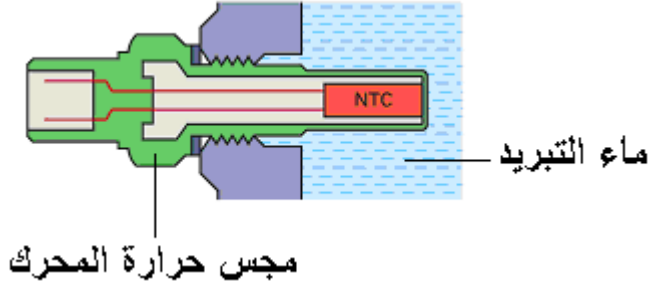
2- مجس قياس سرعة المحرك crankshaft position sensor (شكل 9): يتم قياس سرعة المحرك عن طريق مجس يركب بالقرب من الحدافة (flywheel) حيث يقرأ هذا المجس عدد أسنان الحدافة عن طريق التغير في المجال المغناطيسي وبالتالي يتم معرفة سرعة المحرك. ويكون احد أسنان الحدافة مفقود فحين يقابل المجس السن المفقود تفهم وحدة التحكم أن البستون الأول مثلاً قد وصل إلي النقطة الميتة العليا . TDC وهذه المعلومة مفيدة في تحديد بداية حقن الوقود .



شكل: 9 مجس سرعة المحرك

3- مجس قياس درجة حرارة المحرك: NTC Engine coolant temperature sensor

يقوم هذا المجس بقياس درجة حرارة ماء التبريد في المحرك حيث أن زيادة حرارة المحرك تؤدي الى نقصان مقاومة هذا المجس وبالعكس وهذا المجس ضروري لانه كلما كانت حرارة المحرك قليلة نحتاج إلى نسبة وقود إضافية وفي المحركات الحديثة يعتمد تشغيل مروحة التبريد وشمعات التسخين على هذا المجس (شكل 10)



شكل 10: مجس قياس حرارة المحرك

4- مجس قياس كمية (وزن) الهواء الداخل air mass

meter (شكل 11):

يستخدم مجس السلك الساخن (Hot-wire air mass meter) أو مجس Hot-film air mass meter لقياس وزن الهواء الداخل الى مجاري السحب (kg/s). ولا تعتمد كمية حقن الوقود الأساسية على هذا المجس كما هو الحال في محركات البنزين بل نحتاج قياس كمية الهواء في محركات الديزل لسببين هما :

- 1- تحديد أقصى قيمة للدخان المنبعث من العادم بحيث لا يسمح لكمية الوقود المحقونة ان تزيد عن الحد المسموح به وذلك حسب مواصفات حماية البيئة في الدولة .

- 2- التحكم في صمام EGR : في حالة وجود نظام إعادة تدوير غازات العادم Exhaust gas لا يجوز تشغيل صمام ال EGR إلا بوجود كمية هواء كافية .

5- مجس قياس حرارة الهواء intake air temperature sensor (شكل 12) :

يعمل هذا المجس بنفس طريقة مجس حرارة المحرك حيث يقيس درجة حرارة الهواء الداخل إلى مجاري السحب .



شكل 12: مجس حرارة الهواء

6- مجس قياس الضغط في مجاري السحب : (MAP sensor boost pressure sensor) (شكل 13)



ونحتاج هذا المجس عند وجود شاحن الهواء turbo charger وذلك لملائمة كمية الهواء المشحون مع كمية الوقود. حيث انه كلما زادت كمية الهواء المشحونة من قبل التيربو يجب زيادة كمية الوقود وبالعكس .

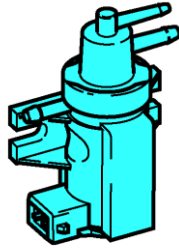
7- مجس حرارة الوقود :

شكل 13: مجس قياس الضغط في مجاري السحب

يعمل هذا المجس بنفس طريقة مجس حرارة المحرك حيث يقيس درجة حرارة الوقود. ويركب عادة داخل مضخة الوقود او على خطوط سحب الوقود بالقرب من فلتر الوقود .

7. صمام اعادة تدوير غتزاز العادم EGR valve (شكل 17) :

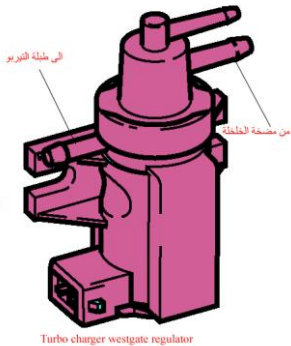
-ان جميع محركات الديزل الحديثة تحتوي على نظام للتحكم في اعادة تدوير غازات العادم حيث يتم ارجاع كمية قليلة من غازات العادم الى مجاري السحب وذلك من اجل تقليل اكاسيد النيتروجين ويقوم صمام ال EGR بالتحكم في كمية غازات العادم التي تدخل الى مجاري السحب وتكون اقصى قيمة لعمل هذا الصمام على السلنسيه وذلك لكون الخليط فقرا جدا .



شكل 17: صمام اعادة تدوير غازات

7. صمام التحكم في ضغط شاحن الهواء Turbo charger Westgate regulator

يوجد هذا الصمام في محركات الديزل التي تحتوي على شاحن جبري turbo charger حيث يتحكم هذا الصمام (شكل 18) في ضغط الشاحن الجبري حسب حاجة المحرك . يعمل هذا الصمام كهربائيا عن طريق وحدة التحكم حيث يتحكم في كمية الخلطة (الشفط) لطبلة الشاحن الجبري



شكل 18 صمام التحكم في ضغط التيربو

4-4 كيفية تحديد كمية الوقود المحقونة:

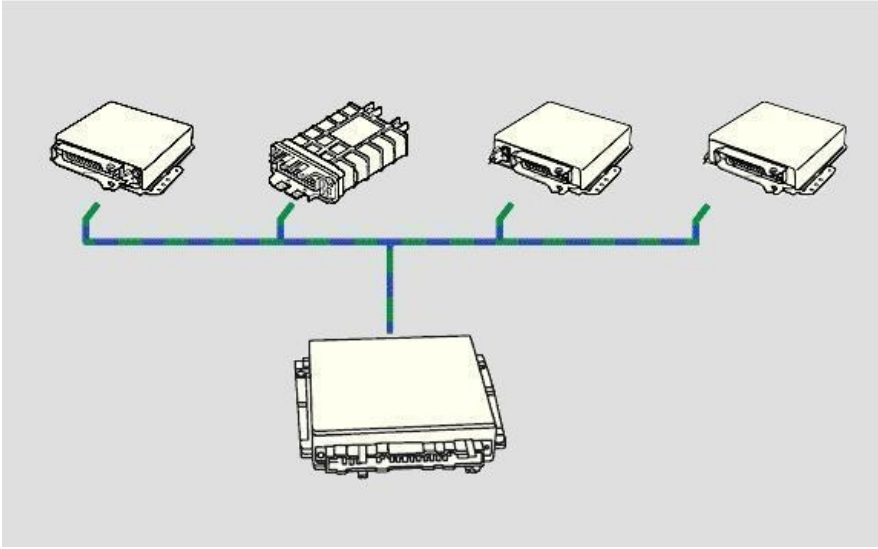
يتم تحديد كمية الوقود الاساسية بناء على مجس موقع دواصة الوقود و يتم تعديل هذه الكمية بالزيادة او النقصان حسب حالة المحرك (سرعة المحرك ودرجة حرارة المحرك) .

5-4 كيفية التحكم في توقيت الحقن :

يقوم مجس تحديد باية الحقن بمعرفة بداية الحقن ويقوم مجس سرعة المحرك بتحديد سرعة المحرك وموقع البستون عند بداية الحقن وتكون هناك خارطة خاصة بذلك مخزنة في وحدة التحكم فاذا كانت بداية الحقن غير متوافقة مع المطلوب تقوم وحدة التحكم بارسال اشارة الى صمام تقديم الحقن الذي يقوم بدوره بضبط توقيت الحقن حسب المطلوب

6-4 تبادل المعلومات مع الانظمة الاخرى في المركبة :

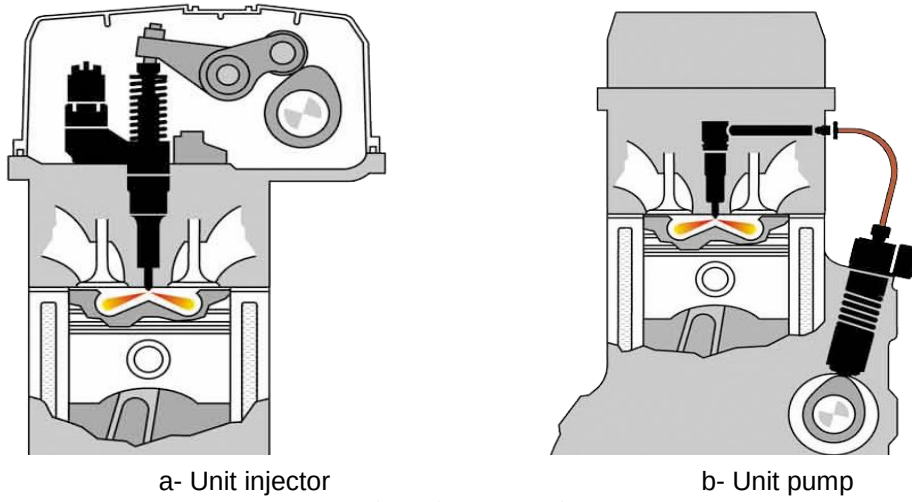
ان جميع وحدات التحكم الالكترونية في المركبة تكون متصلة مع وحدة التحكم الخاصة بالمحرك عن طريق نظام شبكة يسمى (CAN control area network) حيث يتم تبادل المعلومات بين وحدات التحكم المختلفة . مما يوفر تناعمل في عمل الانظمة المختلفة وهذا غير متوفر في الانظمة التقليدية .(شكل19)



شكل 19 اتصال وحدات التحكم الالكترونية مع بعضها البعض

7. نظام الوحدة الحاقنة unit pump & Unit injector

سمي هذا النظام بالوحدة الحاقنة لانه لا يوجد مضخة مشتركة لجميع البخاخات بل يكون البخاخ والمضخة مدمجين معا في وحدة واحدة بمعنى انه لكل بخاخ يوجد مضخة خاصة وقد تكون المضخة موجودة في نفس البخاخ (unit injector) في المحركات التي يكون عمود الكامات فوق راس المحرك او تكون المضخة منفصلة (Unit pump) عن البخاخ في المحركات التي يكون فيها عامود الكامات داخل سكة المحرك (شكل 31) حيث تعمل الوحدة الحاقنة عن طريق عامود الكامات ويصل ضغط هذا النظام الى اكثر من 2000 بار .

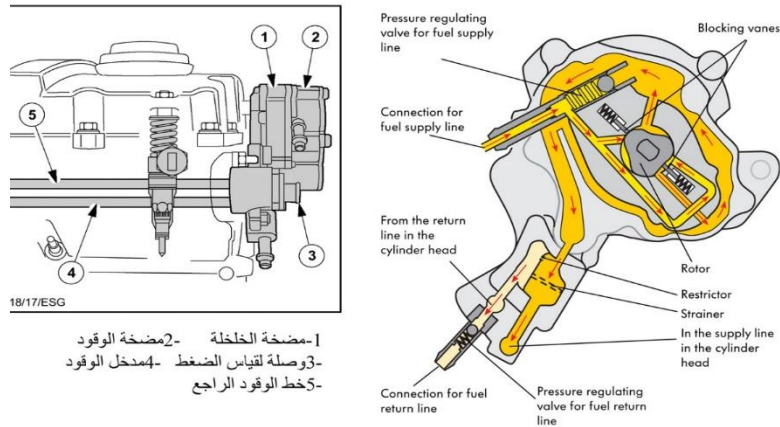


شكل 31 : نظام الوحدة الحاقنة

7-1 دورة الوقود :

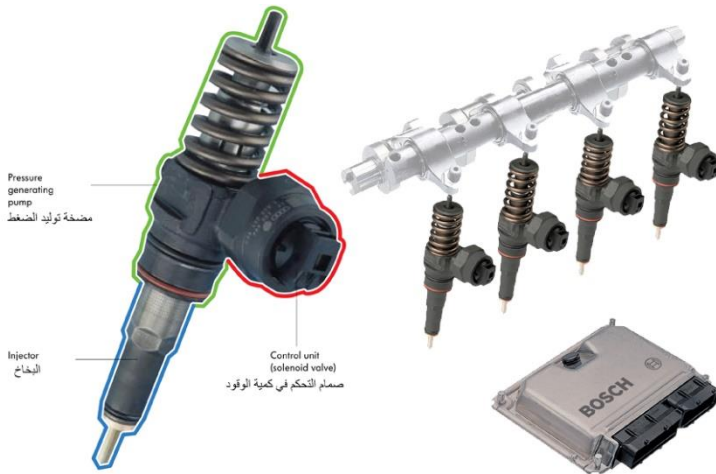
7-2 مضخة الوقود الابتدائية :

تقوم مضخة الوقود بسحب الوقود من الخزان وايصاله الى البخاخات ويوجد نوعين من المضخات الاول كهربائي يوجد داخل خزان الوقود والثاني ميكانيكي يعمل عن طريق عامود الكامات وفي سيارات مجموعة فولكسفاغن تكون مضخة الخلطة ومضخة الوقود مدمجتين في وحدة واحدة ويكون ضغط المضخة قليل لا يتجاوز 8 بار .



شكل 33: مضخة الوقود الابتدائية

7-3 تصميم النظام : system design



شكل 34: تصميم الوحدة الحاقنة

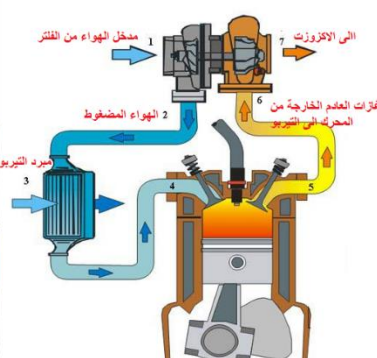
يعتمد توليد الضغط في الوحدة الحاقنة على حركة عامود الكامات حيث يضغط عامود الكامات على ذراع المضخة في الوحدة الحاقنة مما يولد ضغطا كبيرا ويقوم صمام التحكم في كمية الوقود والذي يعمل كهربائيا عن طريق اشارة كهربائية من وحدة التحكم الالكترونية بالتحكم في كمية الوقود المحقونة حسب حاجة المحرك وظروف العمل . ويوجد بخاخ الوقود في الجزء السفلي من الوحدة الحاقنة . وتتم عملية الحقن على عدة مراحل كما في نظام الماسورة المشتركة

التحكم الالكتروني في نظام الوحدة الحاقنة :

كباقي انظمة حقن الديزل الحديثة يتم التحكم في نظام الوحدة الحاقنة عن طريق وحدة تحكم الكترونية تستقبل المدخلات عن حالة المحرك وتشغل المفعلات المختلفة

الشاحن التوربيني Turbo charger :

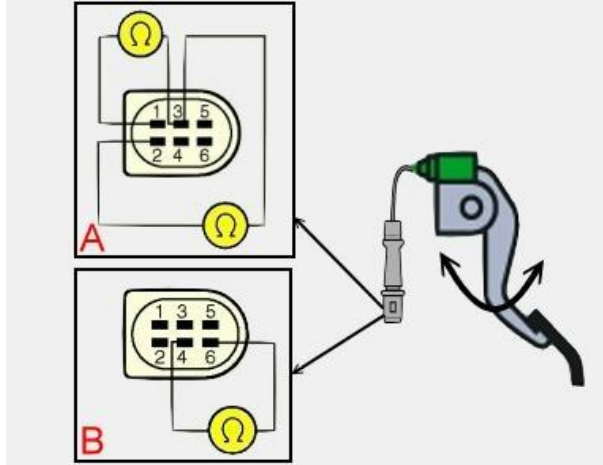
يعمل الشاحن التوربيني على استغلال غازات العادم الخارجة من المحرك لزيادة كمية الهواء الداخل للأسطوانات. يدخل الهواء من الفلتر (1) إلى ضاغط التيربو حيث يُضغط، ثم يخرج ك هواء مضغوط (2) ويتجه إلى المبرد البيني (3) Intercooler لخفض حرارته وزيادة كثافته. بعد ذلك يدخل الهواء البارد المضغوط إلى الأسطوانة (4) ، فيحترق وقود أكثر ويُنتج قدرة أعلى. في الجهة الأخرى، تخرج غازات العادم (5) من الأسطوانة لتدير توربين التيربو (6) ، وهذا التوربين موصول ميكانيكياً بالضاغط، فيستمر ضغط الهواء. أخيراً تخرج الغازات إلى العادم (7) بهذه الطريقة يزيد التيربو قوة المحرك وكفاءته دون زيادة حجمه.



فحوصات وتمارين نظام حقن الديزل :

=

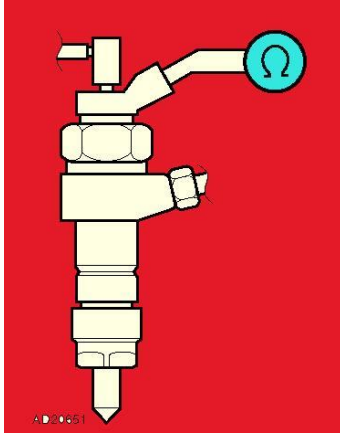
تمرين رقم 1 Acceleration pedal position sensor:



1. تأكد أن مفتاح التشغيل في وضع . OFF
2. افصل فيشة المجس.
3. افحص مقاومة المجس بواسطة ساعة الاومميتر بين خط 1 و 3 ، وبين 2 و 3 شكل A.
4. قارن النتيجة بالجدول او معلومات الشركة (تختلف من مركبة الى أخرى)

Terminals	Condition	Typical value	Note
2 & 3	-	1000 Ω	
1 & 3	Accelerator pedal released	1000-1500 Ω	
1 & 3	Accelerator pedal fully depressed	1500-2500 Ω	

تمرين رقم 2 فحص بخاخ الوقود



أولا :فحص مقاومة البخاخ :

- 1- حدد موقع الحساس المطلوب فحصة
- 2- تأكد من أن المحرك لا يعمل والسويتش غير مفتوح
- 3- افصل فيشة المجس
- 4- اوصل جهاز الاومميتر بين طرفي المجس
- 5- لاحظ قراءة المقاومة وقارنها بمواصفات الشركة
- 6- قيمة المقاومة = 0.5 اوم او حسب مواصفات الشركة

ثانيا : فحص بخاخات common rail الوقود بواسطة جهاز التشخيص :

- 1- قم بتشغيل المركبة وانتظر حتى تصل إلى حرارة الإحماء (حوالي 90 °C)
- 2- قم بوصل جهاز التشخيص على المركبة
- 3- قم بالدخول الى المحرك وقراءة المعلومات الحية (live data)

4-م براءة البخاخات على السلنسيه حسب الجدول : (injector correction)

الفرق عن الصفر	مثال القراءة mg/s	
Injector #1	0.5	0.5
Injector #2	-2.5	2.5
Injector #3	-1.2	1.2
Injector #4	0.8	0.8

Item name	Value	Unit
ASR Control Accelerator Opening	100	%
Vehicle Speed	0	Km/h
Cylinder No.1 Fuel Correction Quantity	-0.3	mm3/s
Cylinder No.2 Fuel Correction Quantity	0.4	mm3/s
Cylinder No.3 Fuel Correction Quantity	-1.0	mm3/s
Cylinder No.4 Fuel Correction Quantity	1.1	mm3/s
Engine Rotation Status	3	
Engine Warm-Up Switch	OFF	
IGN-Key ON Switch	ON	
IGN-Key START Switch	OFF	
Brake Pedal Switch 1	OFF	
Brake Pedal Switch 2	OFF	

5-تحليل القراءات:

القراءات الحية لقيمة تصحيح البخاخات

- كلما كانت القراءة اقرب الى الصفر تكون حالة البخاخ

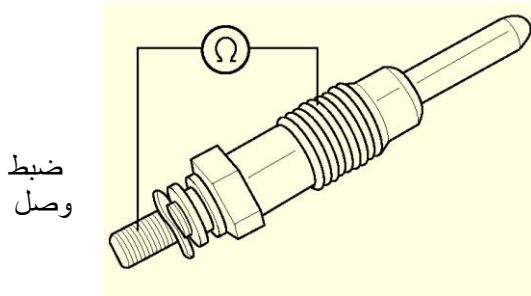
افضل

- القراءة السالبة تعني ان البخاخ يعطي كمية وقود اضافية عن المطلوب
- القراءة الموجبة تعني ان البخاخ يعطي كمية وقود اقل من المطلوب
- اذا كانت قراءة الخاخ اكثر من 2.5 يكون البخاخ ضعيف ويفضل استبداله واذا زادت القراءة عن 3 يجب استبدال البخاخ
- افضل بخاخ هو رقم 1 يليه 4 ثم رقم 3 وبالنسبة لبخاخ رقم 2 فهو الاضعف

ملاحظة : تتأثر هذه القيمة بوجود أي خلل ميكانيكي في المحرك لذا يجب التأكد من الحالة الميكانيكية للمحرك قبل عمل هذا الفحص

تمرين 3 فحص شمعات التسخين

1- فحص المقاومة



فك شمعات التسخين
جهاز الاوميتر على القيمة المناسبة
أطراف الجهاز أما في الشكل

رقم	القيمة المطلوبة	قيمة القراءة	النتيجة
١	Ω ٠,٤ (او حسب المواصفات)	Ω ٠,٤	جيد
٢	Ω ٠,٤	لا يوجد قراءة	يجب تبديل شمعة التسخين
٣	Ω ٠,٤	Ω ٠,٤	جيد
٤	Ω ٠,٤	Ω ٠,٤	جيد

ب. فحص فترة التدفئة لشمعات التسخين ذات التنظيم الالكتروني PERIOD GLOW

- ١- ازالة فيشة مجس حرارة المحرك
- ٢- فتح السويتش ومراقبة لامبة شمعات التسخين على لوحة الساعات او توصيل فولتمتر على خط شمعة التسخين مع الشصي
- ٣- يجب ان تكون فترة التدفئة حوالي ٢٠ ث وكلما زادت حرارة المحرك قلت فترة التدفئة

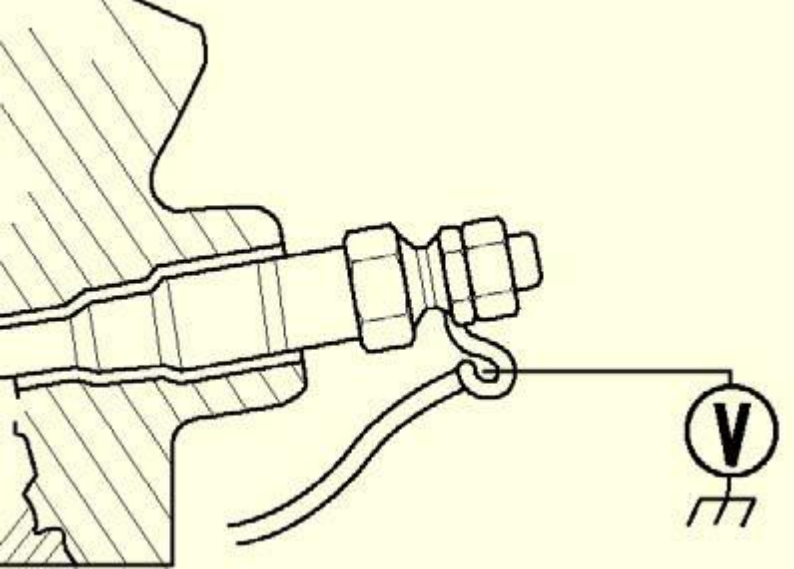
ج. فحص ما بعد التدفئة (لا تنطبق على جميع المركبات) After glow

- ٧- تأكد من وصل فيشة مجس حرارة المحرك وانه سليم
- اوصل جهاز الفولتمتر بين طرف الشمعة مع الشصي
- افتح السويتش
- انتظر حتى تنطفئ لامبة شمعات التسخين على لوحة الساعات
- شغل المحرك على السلنسيه
- راقب فترة بقاء الفولتية
- النتيجة : اذا كانت حرارة المحرك = ١٥ درجة مئوية
- فان فترة ما بعد التدفئة تكون تساوي ٢٥ ث
- او حسب مواصفات الشركة

- كلما قلت حرارة المحرك فان فترة التدفئة وما بعد التدفئة سوف تزيد

تمرين 4 : وظيفة تطبيقية في الكراج

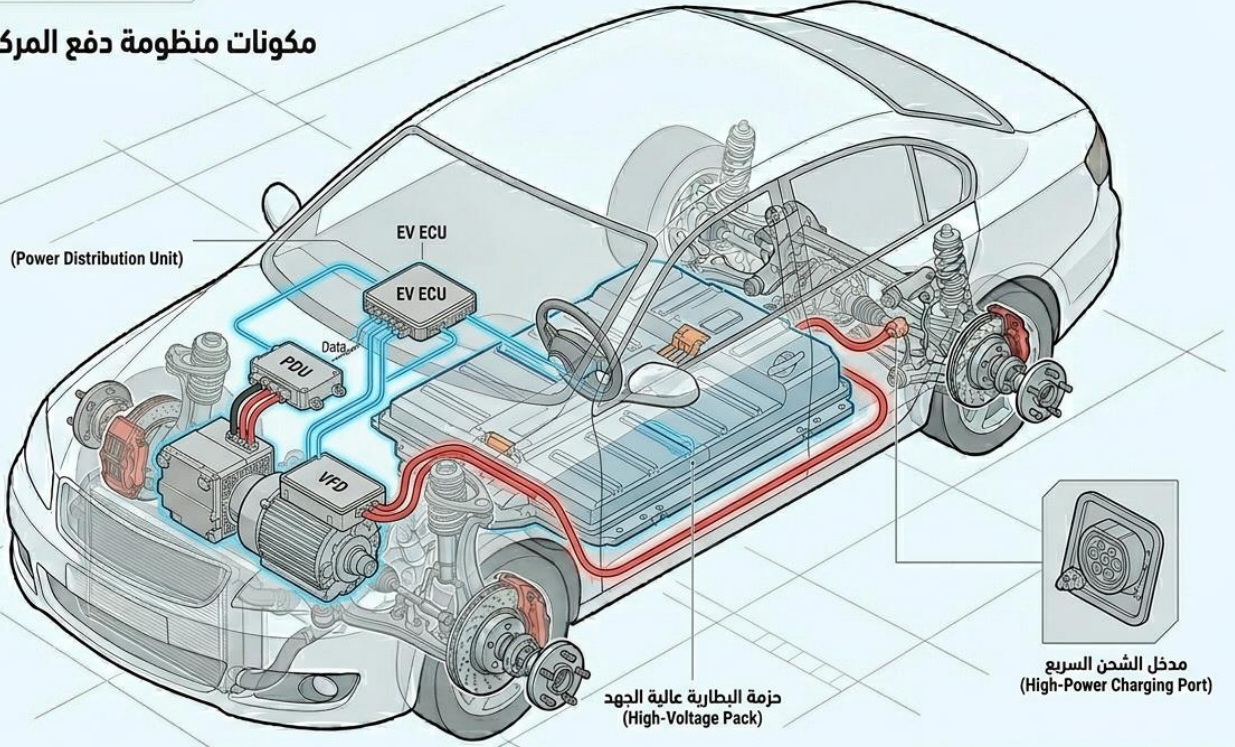
ادخل الى برنامج المعلوما مثل Autoda وابحث عن فحوصات الحساسات والمفعلات لاحد المركبات في الكراج الذي تعمل به . طبق الفحوصات حسب التعليمات وقارن النتائج ثم اكتب تقريراً للمدرس حول النتائج وناقش مع زملائك في الصف



الوحدة الثامنة

السيارات الكهربائية والهجينة

مكونات منظومة دفع المركبة الكهربائية



الوحدة الثامنة : السيارات الكهربائية والهجينة

تكنولوجيا السيارات الكهربائية والهجينة

مقدمة:

شهدت صناعة السيارات في السنوات الأخيرة تحولاً كبيراً نحو اعتماد تقنيات صديقة للبيئة وأكثر كفاءة في استهلاك الطاقة. من أبرز هذه الابتكارات السيارات الكهربائية والسيارات الهجينة، والتي تمثل خطوة مهمة نحو تقليل الانبعاثات الضارة وتحسين استدامة النقل.

تتميز السيارات الكهربائية باستخدام الطاقة المخزنة في البطاريات لتشغيل المحرك الكهربائي دون الحاجة للوقود التقليدي، بينما تجمع السيارات الهجينة بين محرك كهربائي ومحرك احتراق داخلي، ما يمنحها مزايا كل من النظامين من حيث الأداء وكفاءة استهلاك الوقود.

تتناول هذه الوحدة المفاهيم الأساسية للسيارات الكهربائية والهجينة، مكوناتها الرئيسية، أنظمة التحكم والطاقة، بالإضافة إلى التحديات والفرص في صيانتها وتشغيلها. كما تركز الوحدة على إرشادات السلامة الأساسية للتعامل مع هذه المركبات أثناء الصيانة والإصلاح، وذلك لضمان حماية الفنيين والمستخدمين من مخاطر الكهرباء عالية الجهد والمكونات الأخرى الحساسة.

أنواع السيارات الكهربائية والهجينة:

أنواع السيارات الكهربائية والهجينة

1. السيارات الكهربائية بالكامل (Battery Electric Vehicles – BEV)

- تعمل فقط بالبطاريات الكهربائية دون استخدام محرك احتراق داخلي.
- تحتاج إلى شحن البطارية من مصدر كهربائي خارجي.
- مميزات: انبعاثات صفرية، كفاءة عالية في استهلاك الطاقة.

2. السيارات الهجينة التقليدية (Hybrid Electric Vehicles – HEV)

- تحتوي على محرك احتراق داخلي ومحرك كهربائي يعملان معاً أو بشكل مستقل حسب الحاجة.
- لا تحتاج إلى شحن خارجي؛ البطارية تُعاد شحنها من المحرك أو نظام الكبح المتجدد.
- مميزات: توفير الوقود وتقليل الانبعاثات مقارنة بالسيارات التقليدية.

3. السيارات الهجينة القابلة للشحن (Plug-in Hybrid Electric Vehicles – PHEV)

- تشبه HEV لكنها تحتوي على بطارية أكبر يمكن شحنها من مصدر كهربائي خارجي.
- يمكن القيادة لمسافة معينة على الطاقة الكهربائية فقط قبل تشغيل محرك الاحتراق الداخلي.
- مميزات: مرونة أكبر، استهلاك وقود أقل عند المسافات القصيرة.

4. السيارات الكهربائية ذات مدى ممتد (Range-Extended Electric Vehicles – REEV)

- تعمل أساساً بمحرك كهربائي، ويحتوي النظام على محرك احتراق داخلي صغير لشحن البطارية عند الحاجة.
- مميزات: القضاء على مشكلة مدى البطارية المحدود.

5. السيارات الكهربائية الهجينة البسيطة (Mild Hybrid Electric Vehicles – MHEV)

- تحتوي على محرك كهربائي صغير لمساعدة المحرك التقليدي، لكنه لا يستطيع تشغيل السيارة بمفرده.
- مميزات: تحسين كفاءة الوقود وتقليل الانبعاثات، تكلفة أقل من الهجينة الكاملة.

HEV	PHEV	EV	REEV
السيارة الهجينة	السيارة الهجينة القابلة للشحن	السيارة الكهربائية	السيارة الكهربائية ممتدة المدى
محرك كهربائي + محرك بنزين	محرك كهربائي + محرك بنزين	محرك كهربائي	محرك كهربائي + محرك بنزين
• محرك بنزين + كهربائي	• محرك بنزين + كهربائي	• محرك كهربائي	• محرك كهربائي + مولد بنزين
• شحن لا يحتاج الشحن	• شحن غير القابض	• شحن كهربائي كامل	• شحن كهربائي + بنزين
• مدى كهربائي قصير	• مدى كهربائي متوسط	• مدى كهربائي طويل	• مدى كهربائي طويل

الفروقات بين السيارات

محرك	الشحن	المدى الكهربائي	الوقود

أنواع السيارات الهجينة من حيث طريقة العمل:

Hybrid Systems: Parallel, Series-Parallel, Hybrid, and Series		
Parallel Hybrid	Series-Parallel Hybrid (Power-Split)	Series Hybrid

1. الهجينة على التوازي (Parallel Hybrid)

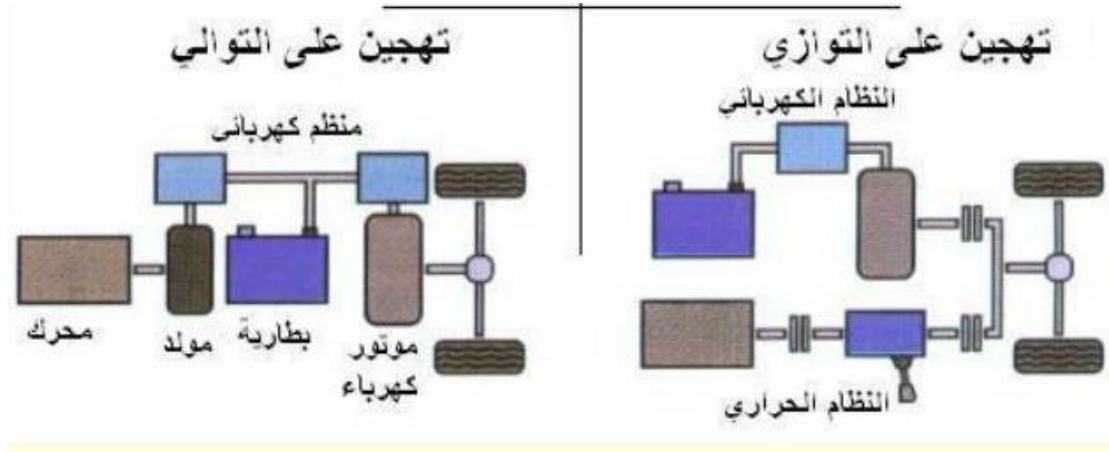
- يعمل المحرك الكهربائي والمحرك الميكانيكي معاً مباشرة على حركة العجلات.
- يمكن للسيارة العمل بالمحرك الكهربائي فقط أو بالمحرك الميكانيكي فقط أو بكليهما معاً حسب الحاجة.
- الميزة: كفاءة أعلى في التسارع وتقليل استهلاك الوقود.

2. الهجينة على التوالي (Series Hybrid)

- المحرك الكهربائي هو الوحيد المسؤول عن تحريك العجلات.
- المحرك الميكانيكي يعمل فقط لتوليد الكهرباء لشحن البطارية أو تشغيل المحرك الكهربائي عند الحاجة.
- الميزة: تشغيل سلس ومرونة في استخدام الطاقة الكهربائية.

3. الهجينة المختلطة (Series-Parallel / Dual-Mode Hybrid)

- تجمع بين نظام التوازي والتسلسل، أي يمكن للسيارة العمل بالمحرك الكهربائي أو بالمحرك الميكانيكي أو بكليهما معاً. ويمكن لاحد المحركات تحريك المركبة وفي نفس الوقت المحرك الكهربائي الآخر يعمل كمولد لشحن البطارية الرئيسية
- الميزة: أفضل توازن بين الأداء وكفاءة استهلاك الوقود، وتوفير أقصى قدر من المرونة في القيادة.



مكونات السيارات الهجينة

يطلق على المركبات التي تحتوي على محرك كهربائي أو أكثر ومحرك ميكانيكي بالسيارة الهجينة وتتكون أي سيارة هجينة من المكونات التالية :

1. المحرك الميكانيكي (Internal Combustion Engine – ICE)

- يعمل بالوقود التقليدي (بنزين أو ديزل).
- يوفر القوة اللازمة لتحريك العجلات أو لتوليد الكهرباء في بعض الأنظمة.

2. المحرك الكهربائي / المولد (Electric Motor/Generator)

- يوفر الدفع الكهربائي للسيارة.
- يمكن أن يعمل بمفرده أو بمشاركة المحرك الميكانيكي حسب نوع الهجين.
- يعمل كمولد لشحن البطارية ويساعد أيضاً في الكبح المتجدد لتحويل الطاقة الحركية إلى كهرباء.

3. البطارية عالية الجهد (High-Voltage Battery)

- تخزن الطاقة الكهربائية لتشغيل المحرك الكهربائي.
- يمكن شحنها من المحرك الميكانيكي أو من مصدر كهربائي خارجي (في السيارات القابلة للشحن).

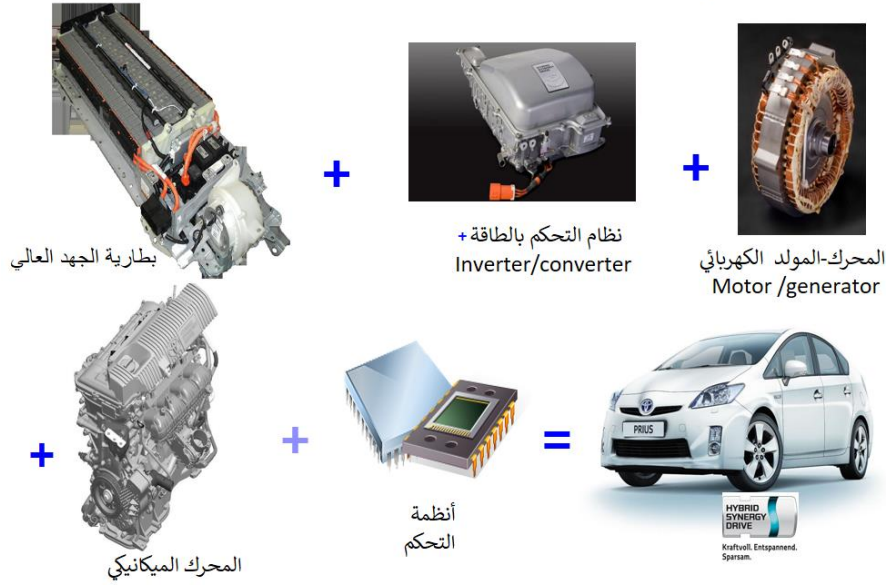
4. وحدة التحكم بالطاقة (Power Control Unit /inverter- converter) ()

- تتحكم في توزيع الطاقة بين المحرك الكهربائي والميكانيكي.

5. نظام النقل (Transmission / Gearbox)

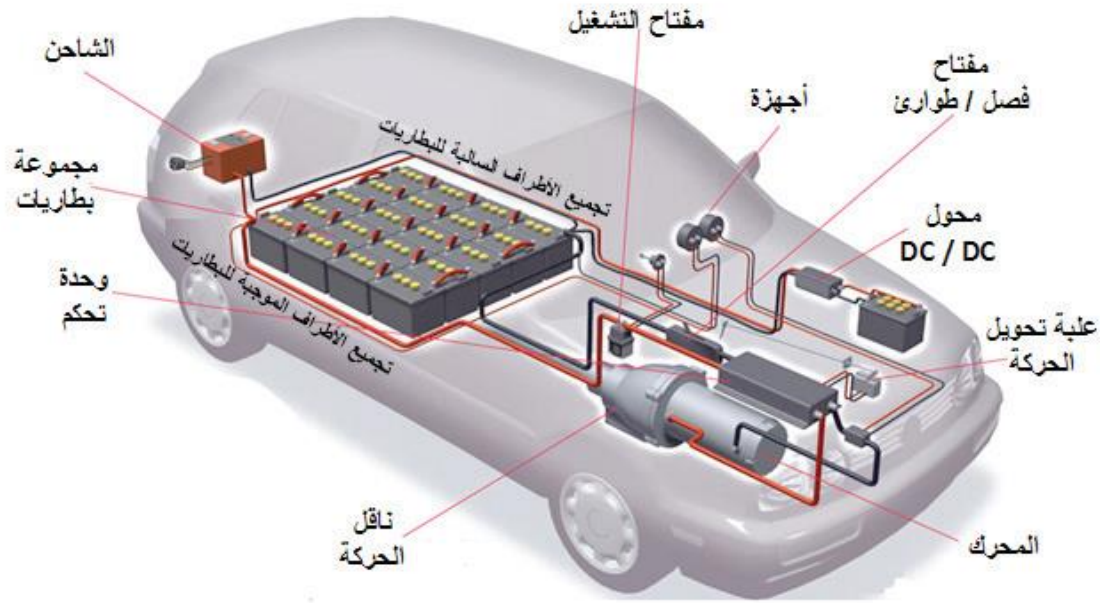
- ينقل القوة من المحركين إلى العجلات.
- يختلف تصميمه حسب نوع الهجين (توازي، تسلسل، أو مختلط).

المكونات الاساسية للسيارات الهجينة



مكونات السيارة الكهربائية:

لا تختلف مكونات السيارات الكهربائية كثيرا عن السيارات الهجينة من حيث أنظمة الجهد العالي فهي تحتوي نفس المكونات باستثناء المحرك الميكانيكي وعادة لا تحتوي السيارة الكهربائية على علبة سرعات مثل الموجودة في السيارات الهجينة او السيارات التقليدية بل تحتوي على وحدة تخفيض فقط transaxle ويضاف لها نظام خاص بشحن البطارية عن طريق الشحن المنزلي و محطات الشحن وتكون حجم البطارية والمحرك الكهربائي اكبر بكثير من السيارات الهجينة وعادة ما تحتوي على أنظمة تبريد متقدمة لتبريد البطارية



أولاً: بطارية الجهد العالي :

بطارية الجهد العالي (High-Voltage Battery)

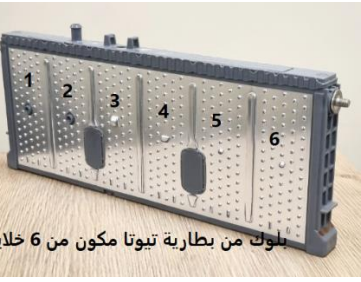
يطلق عليها عدة أسماء مثل battery pack ومثل Traction battery

وظيفتها: تخزين الطاقة الكهربائية لتشغيل المحرك الكهربائي في السيارة الهجينة أو الكهربائية.

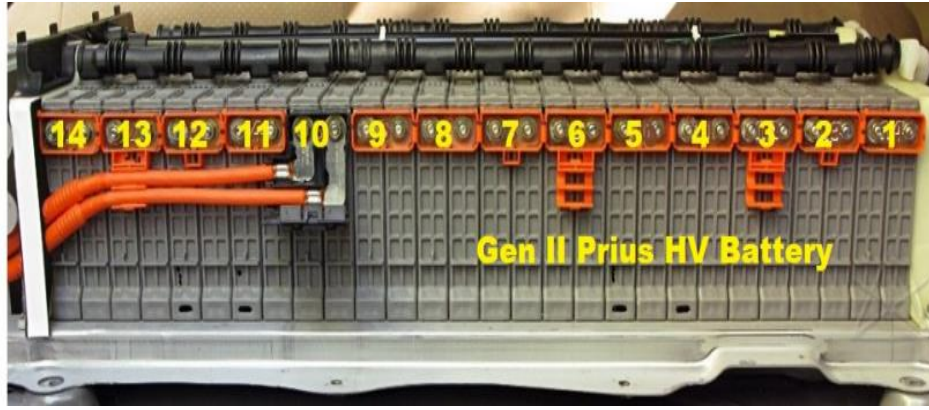
- **الشحن:** يمكن شحنها من المحرك الميكانيكي أو من مصدر كهربائي خارجي في السيارات القابلة للشحن.
- **المميزات:** توفر قدرة عالية لتشغيل المحرك الكهربائي، تدعم نظام الكبح المتجدد، وتساعد على تقليل استهلاك الوقود والانبعاثات.

2. بطاريات النيكل-هيدريد المعدني (Nickel-Metal Hydride – NiMH)

- شائعة في السيارات الهجينة التقليدية القديمة وخاصة سيارات تويوتا.
- مميزات: مقاومة جيدة للحرارة، عمر طويل، تكلفة أقل من الليثيوم أيون.
- أقل كثافة طاقة مقارنة ببطاريات الليثيوم أيون، ما يجعلها أثقل وأكبر حجماً بالتالي لا تستخدم في السيارات الكهربائية
- يكون جهد كل خلية حوالي 1.2 فولت وتجمع على شكل وحدات (بلوكات) تحتوي كل وحدة على 6 خلايا بحيث يكون مجموع الجهد الاسمي حوالي 7.2 فولت لكل بلوك
- ويتم تجميع البلوكات مع بعضها لتكون البطارية فعلى سبيل المثال كما في الشكل بالأسفل والمكون من 28 بلوك متصلة على التوالي لتكون جهد اسمي $172.8 = 28 \times 6 \times 1.2$ وهذا الجهد يصل الى حوالي 190 فولت عند شحن البطارية وجهد البطارية يختلف من مركبة لآخرى حسب نوعها وحجم البطارية



بلوك من بطارية تيبوتا مكون من 6 خلايا



1. بطاريات الليثيوم أيون (Lithium-Ion Battery – Li-ion)

- الأكثر شيوعًا في السيارات الكهربائية والهجينة الحديثة.
- مميزات: كثافة طاقة عالية، عمر افتراضي طويل، وزن أخف مقارنة بالبطاريات التقليدية.
- يختلف جهد خلايا بطاريات الليثيوم أيون حسب المكونات الداخلية للبطارية فمنها يكون جهد الخلية حوالي **3.6 فولت** ومنها من يكون الجهد **3.2** مثل بطاريات الليثيوم أيون فوسفات
- تتكون البطاريات الحديثة من مجموعة من الوحدات Module وكل وحدة تتكون من مجموعة من الخلايا وتكون الوحدات متصلة مع بعضها لتكون البطارية الرئيسية فعلى سبيل المثال تتكون بطارية هونداي إيونيك 5 في الصورة بالأسفل من 32 وحدة متصلة مع بعضها لتكون البطارية الكاملة



HYUNDAI IONIQ 5 battery module
موديول من بطارية هونداي إيونيك 5

Battery 77.4KWh Net (80KWh)

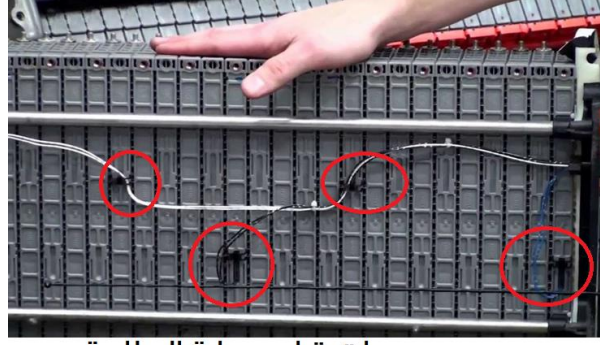


8 x 4 = 32 battery modules

أجهزة الاستشعار في بطارية الجهد العالي :

لكل بطارية وحدة تحكم رئيسية تقوم بجمع المعلومات من المجسات المختلفة لضمان أفضل أداء للبطارية ولمراقبة أي خلل وتكون مما يلي

1. مجس درجة حرارة البطارية (Battery Temperature Sensor)
 - يوجد على كل بطارية مجموعة من الحساسات التي تراقب حرارة البطارية وتكون موزعة في أماكن مختلفة.



مجسات قياس حرارة البطارية

2. مجس قياس تيار البطارية (Battery Current Sensor)

- غالبًا يوجد حساس واحد على مخرج البطارية لمراقبة التيار الخارج من البطارية او التيار الداخل الى البطارية عند شحنها



بعض اشكال مجسات قياس التيار

3. قياس فولتية البطارية وحالة الشحن (Cell Voltage & SOC Monitoring)

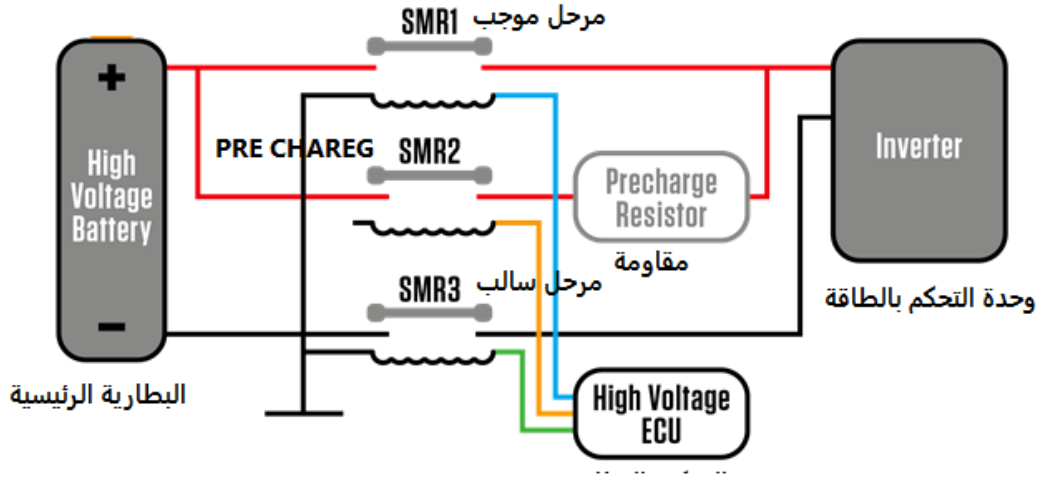
- تكون جميع الخلايا أو من الخلايا تكون موصولة بوحدة التحكم لمراقبة الفولتية وحالة الشحن (State of Charge – SOC). وتختلف المراقبة حسب حجم البطارية وعدد الخلايا ففي البطاريات الصغيرة يمكن مراقبة جميع الخلايا اما في البطاريات الكبيرة فيصعب مراقبة كل خلية على حدة وتتم مراقبتهم بشكل مجموعات

وحدة المرحلات (Relay Module)

وحدة المرحل الخاصة ببطارية السيارات الهجينة هي مكون أساسي في السيارات الهجينة والكهربائية، حيث تتحكم في الاتصال بين البطارية عالية الجهد ونظام السيارة الكهربائي (. والغرض الرئيسي من وحدة المرحل هو التحكم في تدفق الكهرباء عالية الجهد من البطارية إلى المحول (Inverter/converter) ، ومنها الى بقية مكونات النظام الكهربائي بشكل آمن. تعمل مثل مفتاح كهربائي لتوصيل أو فصل البطارية عند الحاجة.

المكونات الأساسية

- **المرحل الرئيسي الموجب (Main HV Relay):** يوصل أو يفصل البطارية عن النظام الكهربائي عالي الجهد. غالبًا ما يكون هناك أكثر من مرحل لل تكرار والسلامة.
- **مرحل الشحن المسبق (Precharge Relay):** يسمح بشحن المكثفات في المحول تدريجيًا لتجنب زيادة التيار المفاجئة. ن وصل الجهد العالي يعمل حتى امتلاء المكثفات ثم يعمل المرحل الرئيسي الموجب بدلا منه .
- **المرحل الرئيسي الموجب (Main HV Relay):** يوصل أو يفصل البطارية عن النظام الكهربائي عالي الجهد. ويعمل بعد امتلاء المكثفات في وحدة التحكم بالطاقة (INVERTER/CONVERTER)
- **مرحل الرئيسي السالب :** يتحكم في وصل وفصل خط الجهد العالي السالب عن باقي أجزاء المركبة
- **دائرة التحكم:** تستقبل إشارات من نظام إدارة البطارية (BMS) أو وحدة التحكم بالسيارة لتشغيل المرحلات.
- **الحمايات والفيوزات:** بعض الوحدات تحتوي على فيوزات لحماية النظام من التيار الزائد.



أسلاك الجهد العالي في السيارات الهجينة والكهربائية (High-Voltage Wiring)

أسلاك الجهد العالي هي جزء أساسي من نظام الطاقة في السيارات الهجينة والكهربائية، حيث تنقل الطاقة الكهربائية بجهد مرتفع عادة بين يصل الى 800 فولت من البطارية إلى وحدة التحكم بالطاقة (Inverter/converter) ومنه إلى باقي الأجزاء مثل المحركات الكهربائية ودفاية الركاب وكمبريسة التكييف الكهربائية

خصائص أسلاك الجهد العالي

- عزل مزدوج أو ثلاثي الطبقات لتحمل الجهد العالي ومنع أي تسريب كهربائي.
- لون مميز (عادة برتقالي أو أحمر) للتمييز عن أسلاك الجهد المنخفض.
- قدرة على تحمل تيارات عالية حسب متطلبات المحرك ونظام الطاقة.

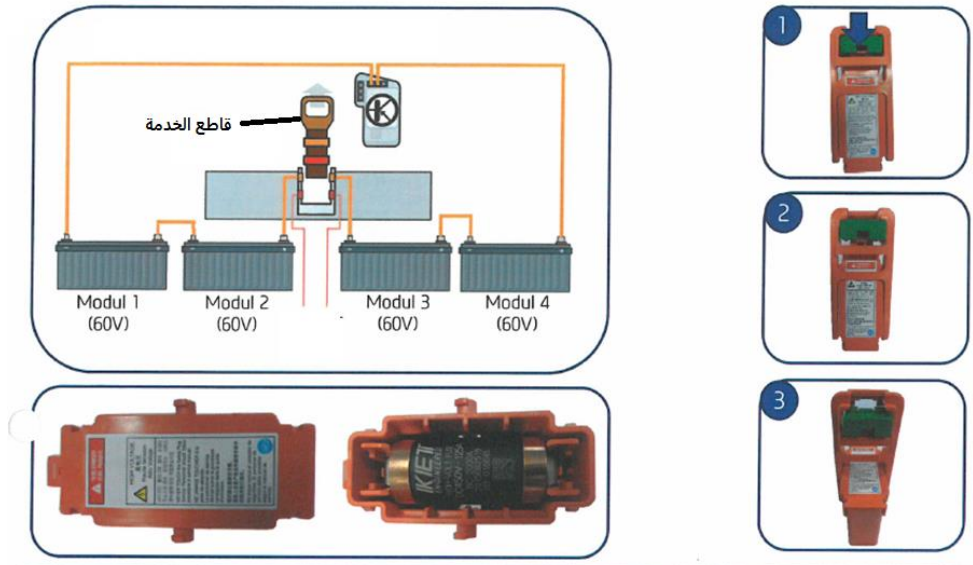
- مقاومة للحرارة والاحتكاك والمواد الكيميائية الموجودة في حجرة المحرك.



مفتاح قطع الفولتية العالية (Service Plug (High Voltage Service Disconnect)

مفتاح قطع الفولتية العالية أو ما يسمى أحياناً بمفتاح الخدمة (Service Plug) يوجد في كل بطاريات الجهد العالي للسيارات الكهربائية أو الهجينة، ويفصل بطارية الجهد العالي إلى قسمين وبالتالي يقلل من خطر الجهد العالي للبطارية عند التعامل معها لغرض الصيانة، وبنفس الوقت يتم فصل الجهد الكهربائي عن أجزاء السيارة وعادة يتضمن هذا المفتاح على مصهر (فيوز) لغرض فصل البطارية عن السيارة في حالة تجاوز التيار من قبل أي جهاز يُزوّد من البطارية.

والشكل يوضح الدائرة الكهربائية لهذا المفتاح والفيوز الذي بداخله.



نشاط : ابحث في الانترنت او استخدم برامج الذكاء الاصطناعي لمعرفة البديل عن قاطع الخدمة في السيارات الكهربائية الحديثة

ثانياً: بطارية الجهد المنخفض : 12 volt battery

بطارية 12 فولت في السيارات الكهربائية والهجينة تغذي الأنظمة الأساسية منخفضة الجهد مثل الإضاءة، الكمبيوترات، والفرامل، وهي ضرورية لتشغيل الريليه وربط بطارية الجهد العالي. واهم الأمور التي تتعلق ببطارية الجهد المنخفض

- 1- يمكن ان تكون البطارية بطارية عادية (البطارية الحمضية) LEAD_ACID
- 2- يمكن ان تكون من نفس نوعية بطارية الجهد العالي (ليثيوم-ايون)
- 3- لا يوجد مولد لشحن البطارية كما في السيارات التقليدية بل يتم شحنها من بطارية الجهد العالي عبر وحدة التحكم بالطاقة HVB
- 4- عادة ما تكون سعة البطارية قليلة لأنها لا تستخدم لتشغيل المحرك الميكانيكي

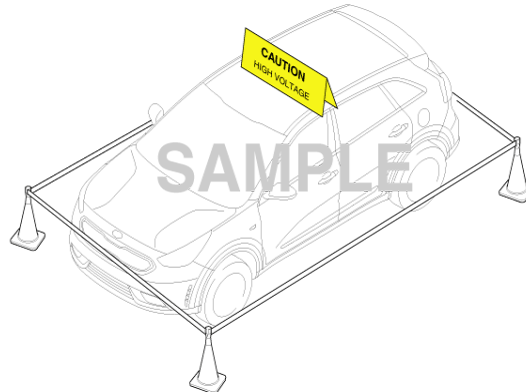


بطارية الجهد المنخفض لسيارة تسلا

تعليمات الأمان قبل التعامل مع السيارات الكهربائية والهجينة

يُعد الالتزام بتعليمات الأمان وفصل الجهد العالي خطوة أساسية لضمان سلامة الفنيين عند التعامل مع السيارات الكهربائية والهجينة. فهذه المركبات تحتوي على أنظمة تعمل بجهد عالٍ قد يتجاوز مئات الفولتات، وهو مستوى قادر على التسبب بإصابات خطيرة وقد تؤدي إلى الموت إذا لم يتم التعامل معه بالطريقة الصحيحة ولذلك عليك اتباع الخطوات التالية قبل عمل صيانة لأنظمة السيارات الكهربائية والهجينة

- 1- ازل مفتاح التشغيل من السيارة
- 2- ضع مفتاح المركبة في مكان بعيد عن الايدي وعن المركبة
- 3- ضع اشارة على المركبة في مكان واضح تبين ان تقوم بصيانة سيارة هجينة او كهربائية و اعمل حاجز حول المركبة لمنع المتطفلين من الاقتراب



- 4- ارتدي القفازات الخاصة العازلة للكهرباء بعد فحصها من أي ثغوب او عيوب وتأكد ان القفازات مناسبة للتعامل مع الجهد العالي (CLASS 0)



5- افصل بطارية ال 12 فولت حسب تعليمات الشركة



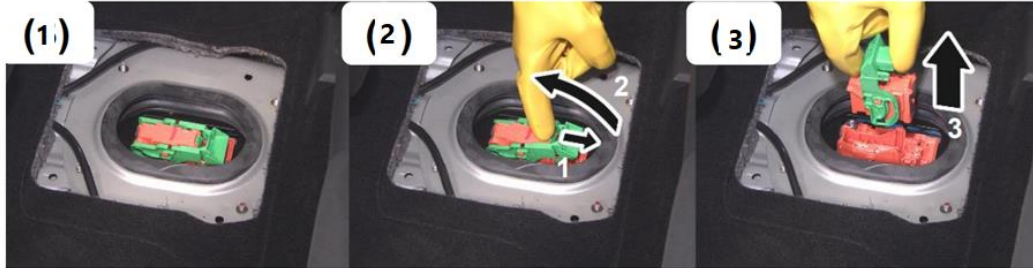
6- افصل قاطع الخدمة service plug وضعه في مكان واضح



OUTLANDER PHEV

Body type: Station wagon

Type: GG2W, GG3W Model year: 2016 – 2020



طريقة فصل قاطع الخدمة في سيارة ميتسوبيشي

- 7- انتظر على الاقل 10 دقائق حتى يتم تفريغ المكثفات الموجودة داخل وحدة التحكم بالقدرة
- 8- افحص باستخدام الفولتميتر الفولتية في الاماكن المتاحة امامك للتأكد من عدم وجود اي جهد كهربائي

رابعاً : وحدة التحكم بالطاقة INVERTER CONVERTER

يقوم الجهاز بالتحكم بالجهد الخارج او الداخل الى البطارية وتوزيعه على الأنظمة الكهربائية كما يلي :

- 1- تحويل جهد بطارية الجهد العالي الى 12 فولت حتى يتم شحن البطارية الثانوية
- 2- تشغيل المحركات الكهربائية عبر تحويل جهد البطارية من جهد DC الى AC
- 3- تشغيل كمبريصة المكيف الكهربائية عبر إعطائها الجهد المناسب
- 4- تشغيل دفاية مقصورة الركاب عبر إعطائها الجهد المناسب

- 5- استقبال الشحن من الشاحن الخارجي في السيارات القابلة للشحن وتحويل جهد الشحن الى جهد حسب حاجة البطارية
- 6- استقبال الشحن من المحركات الكهربائية عند عمل كمولدات وتنظيم الجهد ليتناسب مع جهد البطارية



بعض اشكال وحدة التحكم بالطاقة

خامسا المحركات الكهربائية :

تُعد المحركات الكهربائية القلب الرئيسي لمنظومة الدفع في المركبات الكهربائية والهجينة، حيث تعتمد هذه المركبات على محركات عالية الكفاءة تنتج عزماً فورياً واستجابة سريعة دون الحاجة إلى مكونات ميكانيكية معقدة كما في محركات الاحتراق الداخلي. وتعمل هذه المحركات غالباً باستخدام التيار المتردد AC الذي يتم توليده عبر وحدة الإنفرتر من بطارية الجهد العالي. تتميز المحركات الكهربائية بانخفاض استهلاكها للطاقة مقارنة بالمحركات التقليدية،

تقوم إضافة إلى قدرتها على العمل في وضع الموتور لدفع المركبة وفي وضع المولد أثناء الكبح التجديدي أو أثناء تشغيلها عن طريق المحرك الميكانيكي ، وكذلك تعمل كبديل لمحرك بدا الحركة في السيارات الهجينة . تختلف أنواع المحركات المستخدمة بين الشركات المصنعة، إلا أن أكثرها شيوعاً هي محركات **المغناطيس الدائم PMSM** والمحركات **الحثية IM** ، وكل منها يتميز بخصائص تتعلق بالعزم والكفاءة والتحكم. وبفضل بساطة التصميم وقلة الصيانة المطلوبة، أصبحت المحركات الكهربائية عنصراً أساسياً في توفير قيادة أكثر هدوءاً، وكفاءة أعلى، وانبعثات صفرية أو منخفضة حسب نوع المركبة



مجسات المحرك الكهربائي:

1- مجس الريزوافر resolver sensor :

الـ Resolver هو حساس يستخدم لقياس زاوية دوران عمود المحرك الكهربائي وسرعة الدوران بدقة عالية ويعتمد على اشارته عمل المحرك الكهربائي وعمله يشبه عمل حساس سرعة crack shaft position sensor في السيارات التقليدية



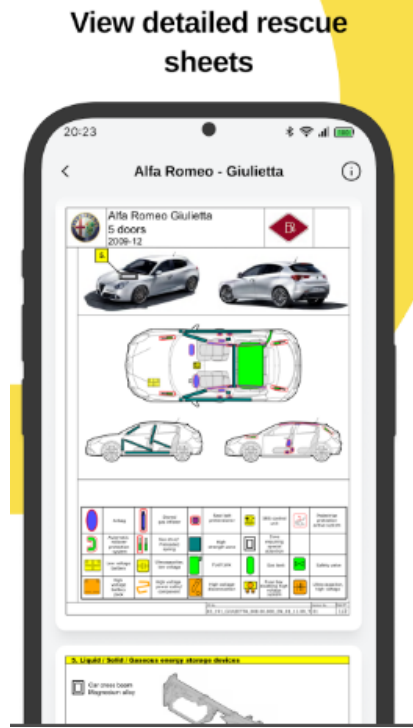
2- حساس حرارة المحرك الكهربائي :

- يقيس درجة حرارة ملفات المحرك (Stator) أو جسم المحرك، ويرسل هذه البيانات إلى وحدة التحكم Inverter / MCU. وبالتالي يساعد هذا الحساس في حماية المحرك من ارتفاع الحرارة التي قد تسبب تلفاً كبيراً.

التمارين العملية والفحوصات :

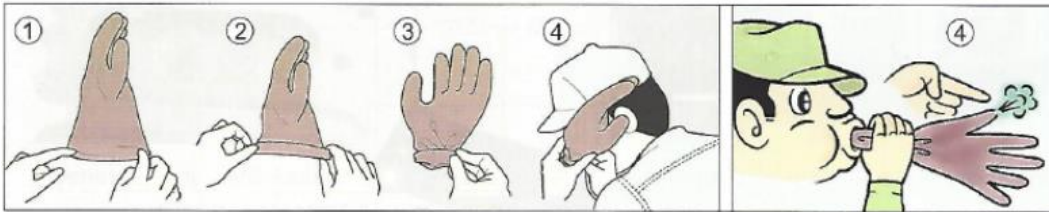
التمرين الأول : تأمين المركبة قبل التعامل مع السيارة الكهربائية او الهجينة :
التسهيلات التدريبية : مركبة هجينة او كهربائية او نموذج تعليمي /قفازات عازلة للكهرباء class 0 خطوات العمل :

- 1- حدد نوع المركبة وموديلها وطرازها من خلال رخصة المركبة
- 2- ابحث في الانترنت او في كتيب الصيانة عن مكان فصل الجهد العالي وطريقته
يمكن البحث عن طريق استخدام تطبيق الجوال EURO RESCUE واختيار المركبة



- 3- إزالة مفتاح المركبة ووضعه في مكان امن بعيد عن المركبة
- 4- وضع حاجز واسارة حول المركبة إشارة حول المركبة

- 5- قم بلبس القفازات العازلة للكهرباء بعد فحصها من أي تشققات او ثقوب



أطريقة الصحيحة لفحص القفازات

الطريقة الخاطئة

- 6- قم بفصل بطارية الجهد المنخفض 12 V حسب تعليمات الشركة



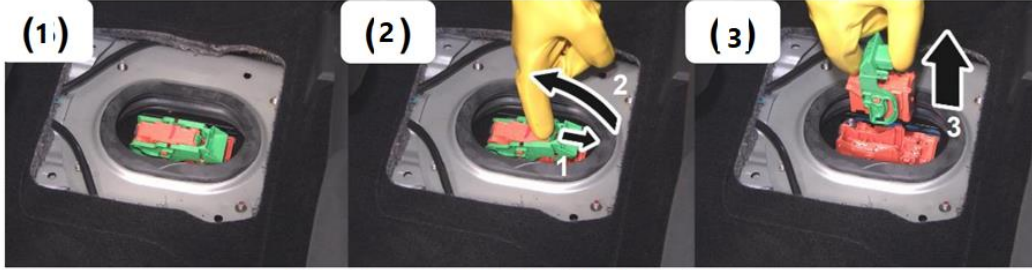
7- قم بفصل قاطع الخدمة ان وجد (المركبات الحديثة لا تحتوي على قاطع خدمة)



OUTLANDER PHEV

Body type: Station wagon

Type: GG2W, GG3W Model year: 2016 – 2020



طريقة فصل قاطع الخدمة في سيارة ميتسوبيشي

8- انتظر 10 دقائق حتى يتم تفريغ الكهرباء في مكثفات الانفيرتر



9- افحص الفولتية في خطوط الجهد العالي في الأماكن المتاحة

10- يمكنك الان عمل الصيانة المطلوبة بامان

التمرين الثاني :

فحص خلايا بطارية النيكل

- 1- بعد فك البطارية توضع على طاولة معزولة
 - 2- لبس أدوات السلامة المناسبة مثل النظارات والقفازات العازلة
 - 3- باستخدام الملتيميتر يتم فحص جهد البطارية وجهد كل خلية
 - 4- في المثال بطارية تويوتا تتكون من بلوكات وكل بلوك يحتوي على 6 خلايا أي ان الجهد الاسمي حوالي $6 \times 1.2 = 7.2$ ويزداد هذا الرقم كلما زادت نسبة الشحن
- ملاحظة : القراءة في الصورة لبلوكين في نفس الوقت



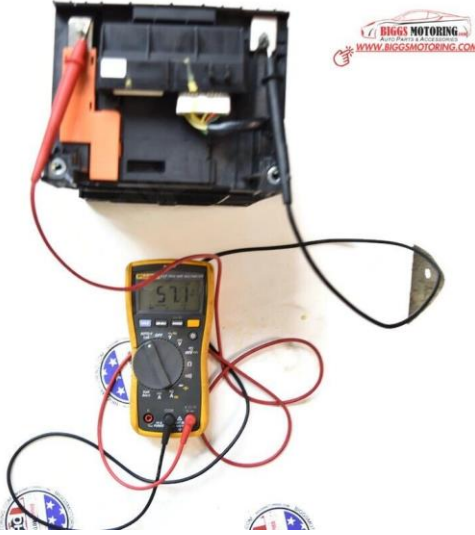
• لاحظ القراءة :

- الجيد 8.2 – 7.6 فولت
- الضعيف :أقل من 7.2 فولت
- التالف :أقل من 6.5 فولت

- 5- لا يجوز ان يكون هناك فرق بين جهد البلوكات بنسبة تزيد عن 5% بين افضل واسوا قراءة

التمرين الثالث فحص بطاريات الليثيوم :

- 1- تأمين المركبة حسب التعليمات
- 2- فك البطارية عن المركبة حسب التعليمات من الشركة
- 3- وضع البطارية على طاولة معزولة
- 4- لبس معدات الوقاية مثل القفازات والنظارات
- 5- فك غطاء البطارية
- 6- فحص جهد كل موديول على حدة
- 7- جهد خلية الليثيوم ايون العادي حوالي 3,7 وجهد الليثيوم ايون فوسفات حوالي 3,2
- 8- جهد الموديول يساوي جهد الخلية * عدد الخلايا مثلا : لو كانت عدد الخلايا 16(هونداي ايونك) يكون جهد الموديول $16 \times 3.7 = 59.2$
- 9- تاكد الفرق بين جهد كل موديول لا يزيد عن 5%



التمرين الرابع : الفحص على الكمبيوتر :

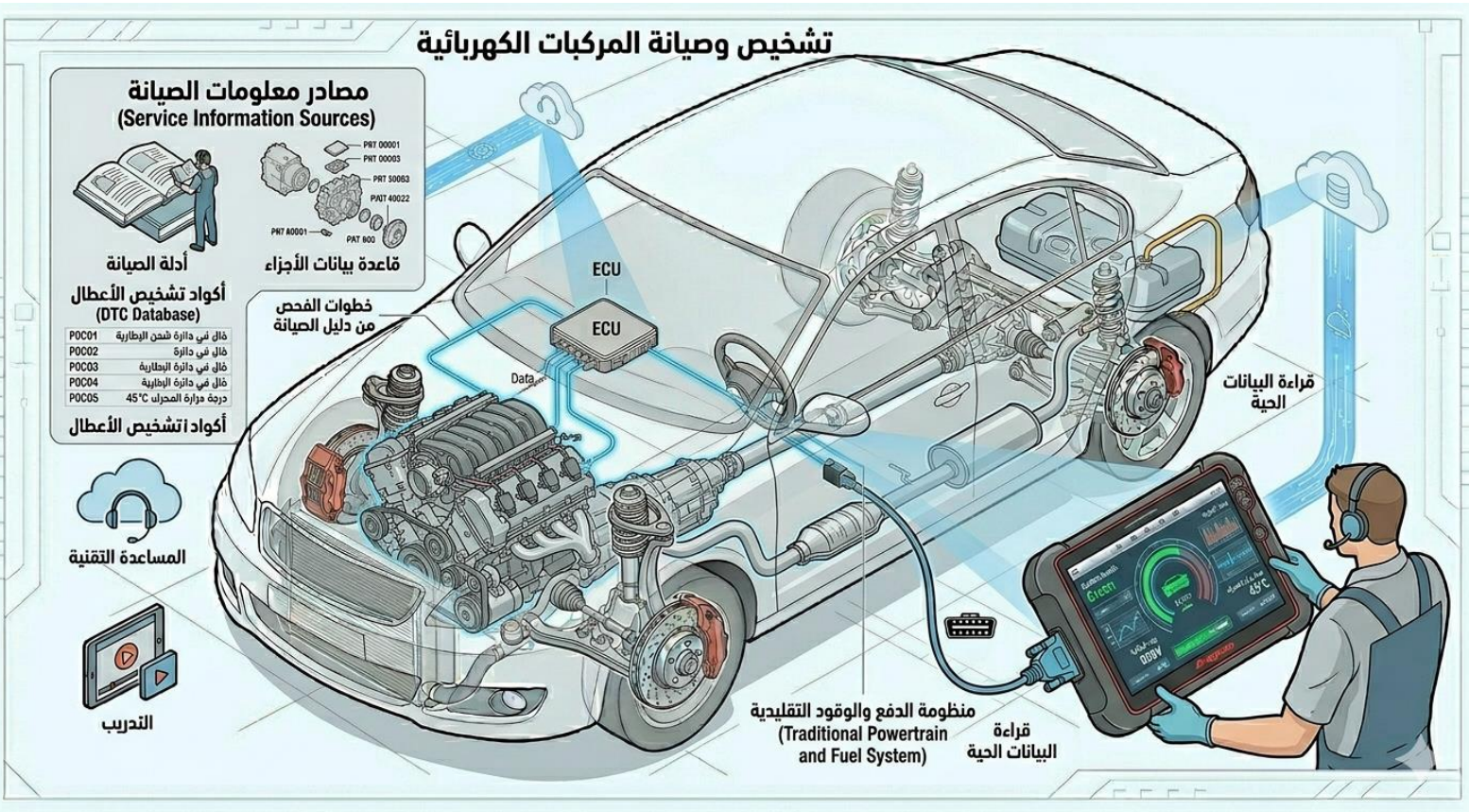
- 1- اول كمبيوتر الفحص وادخل معلومات المركبة
- 2- ادخل الى نظام البطارية BMS
- 3- اخل الى القراءات الحية IIVE DATA
- 4- راقب القراءات التالية

ملاحظات	القيمة	القراءة
بطاريات الايون فوسفات تكون 3.2-3.5	3.6-3.8	BATTERY CELL VOLTAGE

كلما كانت نسبة الشحن اعلى تزيد قيمة الجهد		
اذا كان اكثر من 5% تكون اما الخلايا ضعيفة او بحاجة الى موازنة	يجب ان لا يزيد عن حوالي 0.2 فولت (حوالي 5%)	BATTERY CELL DIVIATION
المقاومة الداخلية لكل خلية وتكون 1 ملي اوم للبطارية كلما زادت القيمة يدل على ضعف البطارية	1 ملي اوم	CELL INTERNAL RESISTANCE
الحالة الصحية للبطارية تكون 100% للبطارية الجديدة وتقل مع الزمن هذه القراءة لاتوجد لكل المركبات وهي ادق قراءة توصف حالة البطارية	95%	SATE OF HEALTH
يجب ان لاتقل عن 600 كيلو اوم وكلما قلت تدل على تسريب كهربائي	1000 كيلو اوم (1 ميغا)	ISOLATION RESISTANCE

الوحدة التاسعة

مصادر المعلومات وأجهزة التشخيص



برامج المعلومات والصيانة

تستخدم الشركات مجموعة من البرامج التقنية الخاصة لصيانة وخدمة المركبات وفي كل شركة يوجد على الأقل ثلاث برامج على النحو التالي:

- 1- برنامج المعلومات: ويبين هذا البرنامج طرق الفك والتركيب وموقع القطع والخراط الكهربية وغيرها من المعلومات ومن الأمثلة عليه برنامج Elsa الخاص بشركة VW وبرنامج Wis في مرسيدس وبرنامج TIS لشركة BMW
 - 2- برنامج القطع: ويحتوي على جميع قطع الغيار الخاصة بالمركبة حسب الأرقام الخاصة بالشركة وهنا لا يوجد حاجة إلى فك القطعة من أجل الحصول على قطعة بديلة بل يكفي الحصول على الرقم من البرنامج
 - 3- برنامج الفحص: وهذا البرنامج متخصص في فحص الأنظمة الالكترونية في المركبة ويرتبط بجهاز فحص، ومن الأمثلة عليه BMW.
- إن البرامج السابقة هي برامج خاصة بالشركات، أما بالنسبة إلى الكراجات العادية متوفر برامج بديلة من أهمها ما يلي:

1- برامج المعلومات وأصبحت معظمها اشتراك online ومن الأمثلة عليها

a- برنامج Auto data

b- برنامج Alldata

c- برنامج haynesPro

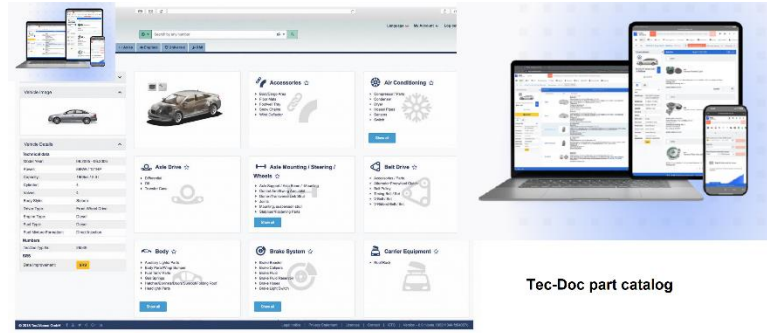


Alldata

Haynes Pro

AutoData

2- برنامج القطع Tech Doc من شركة Tecalliance



Tec-Doc part catalog

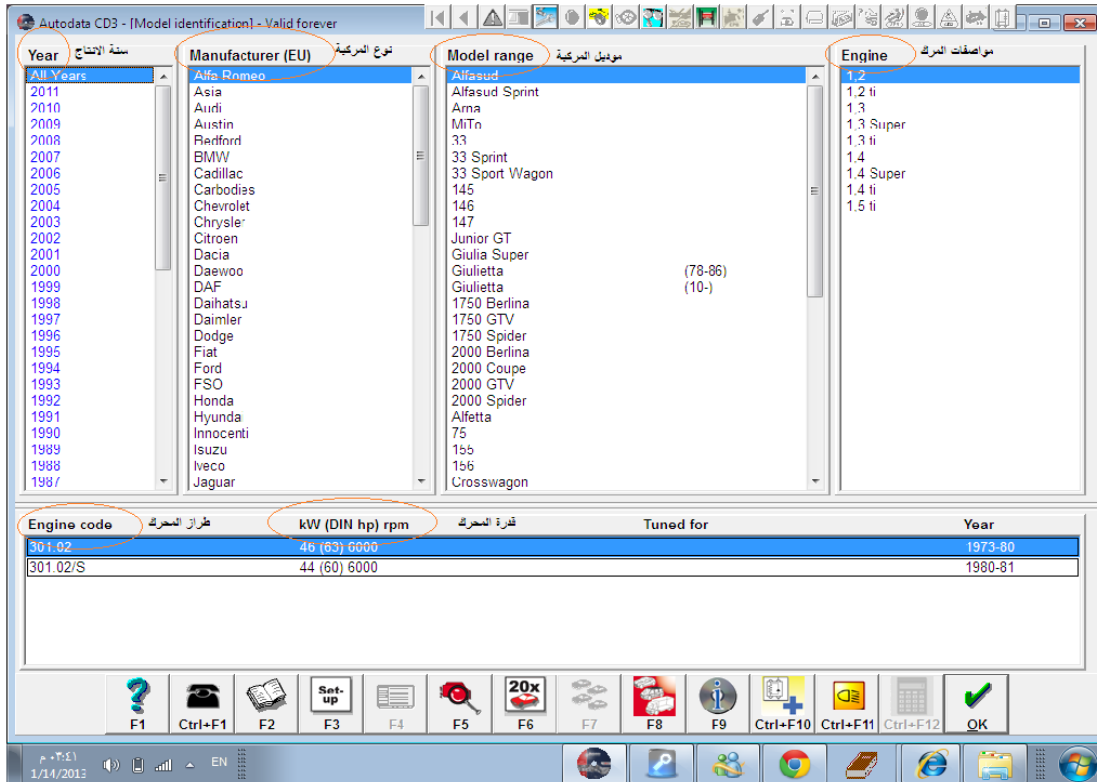
3- برامج أجهزة الفحص وهي كثيرة ومتنوعة مثل Autel,x431,Vagcom



وسيتم خلال هذا الدرس شرح طريقة استخدام برنامج Auto data حيث يعتبر مثالا لجميع البرامج السابقة حيث تتشابه البرامج في طريقة الحصول على المعلومات
قراءة المصطلحات:

1- واجهة البرنامج:

الواجهة الرئيسية والتي يتم من خلالها اختيار وتحديد نوع المركبة المطلوبة والصورة التي توضح الطريقة لذلك

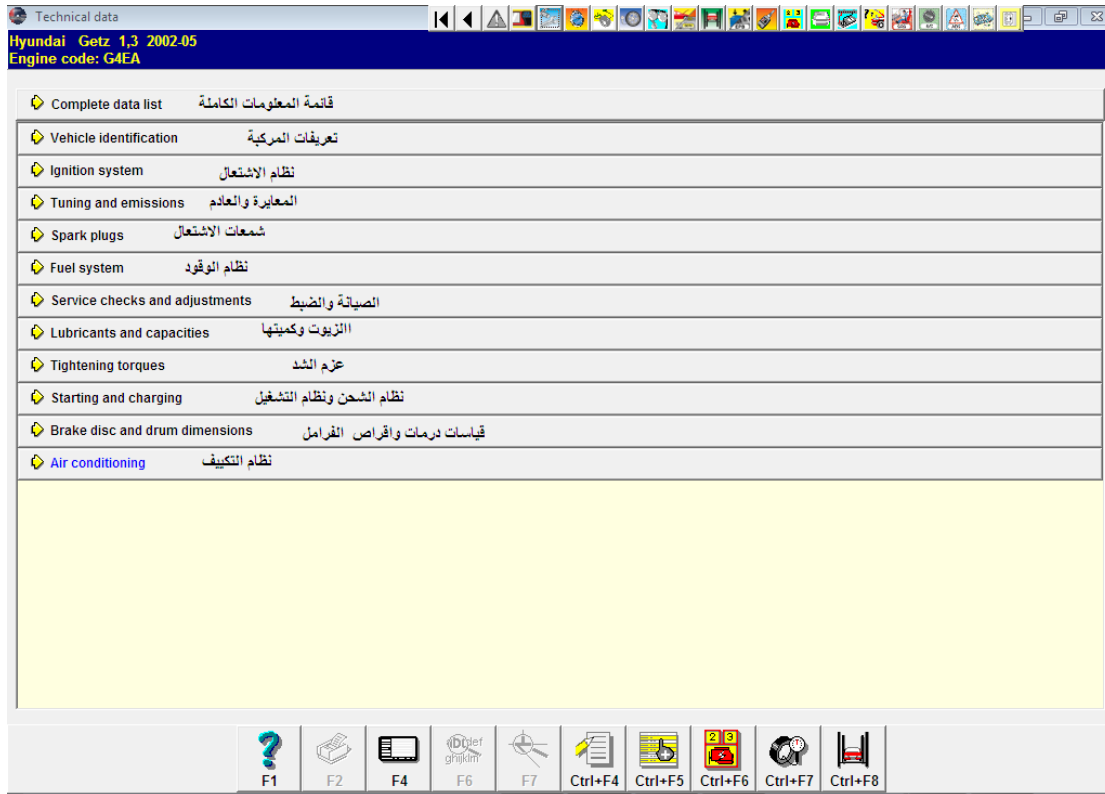


شكل (1) واجهة البرنامج

2- الواجهة الرئيسية لنوافذ المعلومات: تحتوي هذه الواجهة على مجموعة من نوافذ المعلومات وكل نافذة تحتوي على نوافذ فرعية يمكن من خلالها الحصول على المعلومات المطلوبة.



شكل (2) الواجهة الرئيسية لنوافذ المعلومات
 3- نافذة المعلومات التقنية Technical Data: تحتوي على معلومات عامة عن معظم أجزاء السيارة الأساسية ولا تعطي تفاصيل مفصلة.



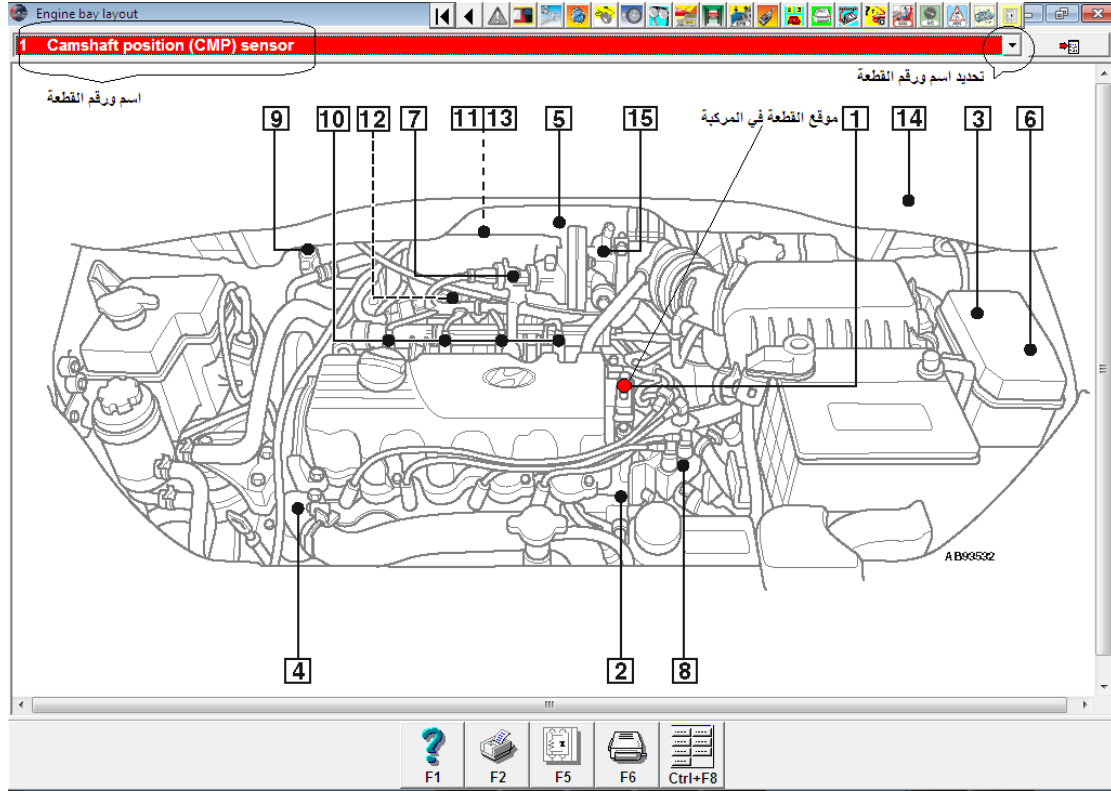
شكل (3) نافذة المعلومات التقنية Technical Data

4- نافذة Component location والتي تعطي معلومات عن مواقع أجزاء الأنظمة الالكترونية مثل علبة الفيوزات والحساسات ووحدات التحكم وأجزاء الأنظمة الالكترونية.



شكل (4) نافذة Component location

5- وكمثال لموقع القطع، الصورة في الأسفل توضح موقع القطع لنظام إدارة المحرك Engine management حيث يمكن معرفة موقع أي قطعة في النظام وبالضغط على القطعة مرتين متتاليتين تظهر طريقة الفحص لهذه القطعة، كما يمكن الانتقال إلى الخارطة الكهربائية للنظام بالضغط على مفتاح F5.



شكل (5) موقع القطع لنظام إدارة المحرك Engine management

6- لكل نظام كهربائي أو إلكتروني خارطة كهربائية تحدد طريقة ربط القطع المختلفة مع بعضها وكذلك طريقة الربط مع وحدة التحكم الإلكترونية ويمكن الدخول إلى الخرائط الكهربائية من خلال نافذة Wiring Diagram ثم اختيار النظام المطلوب. والصورة في الأسفل تبين خارطة كهربائية لنظام إدارة المحرك، ونلاحظ أن لكل خارطة يوجد نظام ألوان يحدد لون السلك فمثلا اللون الأحمر يعني vt واللون الأخضر 8n وهكذا.

طريقة قراءة المخططات الكهربائية:

هناك بعض الرموز الكهربائية تكون ثابتة لجميع المركبات وهي:

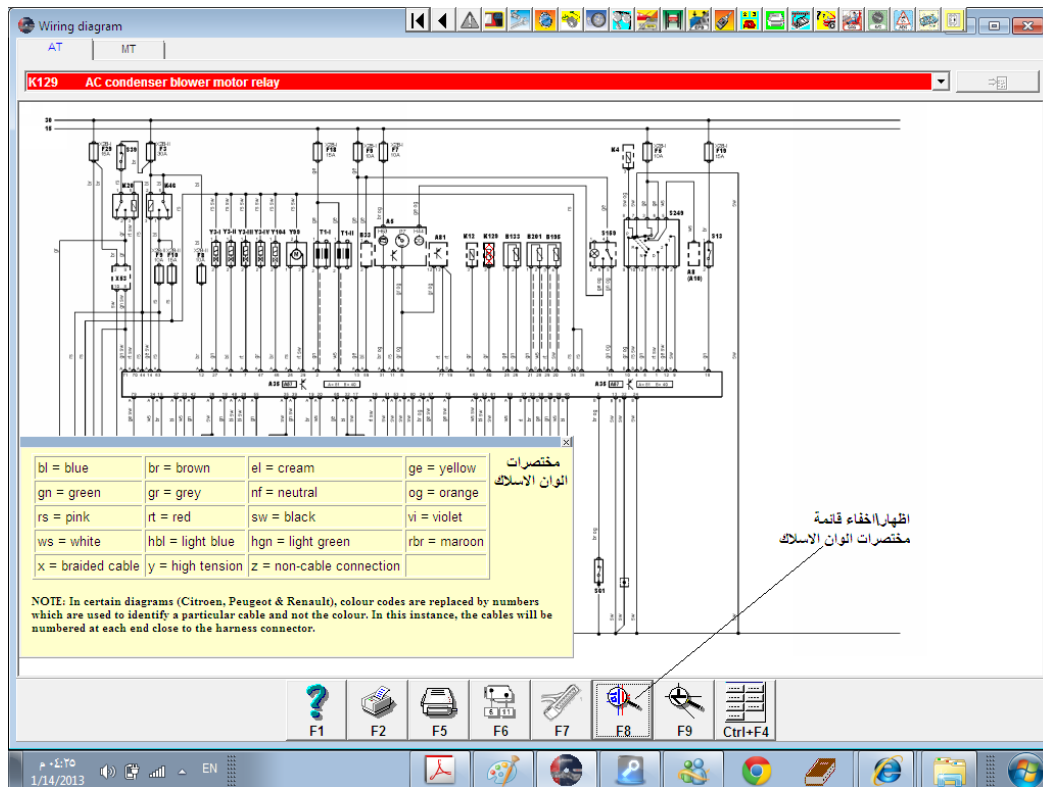
30 ويعني موجب مباشر من البطارية

31 سالب (شحن)

50 خط موجب فقط عند تشغيل المركبة

15 موجب من خلال فتحة السويتش

وكمثال على خارطة كهربائية للنظام



شكل (6) خارطة كهربائية

7- بالضغط على أي قطعة مرتين متتاليتين يمكن التوجه الى نافذة فحص القطع او يمكن الدخول مباشرة الى نافذة Component testing مباشرة.

صورة (7)

Engine management Component testing

Hyundai Getz 1.3 2002-05
Engine code: G4EA
System type: Bosch Motronic M7.9.0

System checks & adjustments

- Fuel system** نظام الوقود
 - Injector 1
 - Injector 2
 - Injector 3
 - Injector 4
 - Fuel pump (FP)
- Intake system** نظام السحب
- Ignition system**
- Engine sensors** مجسات المحرك
- Emission control system** نظام التحكم في غازات العادم
- Control system** نظام التحكم

Fuel system

Injector 1

Terminals	Wire colour/number	Condition	Typical value	Note
1 & earth	rs/sw & earth	Ignition ON	11-14 V	7, 8
1 & 2	rs/sw & gn	20°C	15,5-16,2 Ω	8, 9

Notes

- Checking supply voltage. Test at harness multi-plug.
- Injector checking and cleaning. Refer to General Test Procedures.
- Test at component.

Injector 2

Terminals	Wire colour/number	Condition	Typical value	Note
1 & earth	rs/sw & earth	Ignition ON	11-14 V	7, 8

شكل (7) نافذة فحص القطع

التمارين والفحوص العملية :

تمرين 1 : فحص نظام Engine management

باستخدام برامج المعلومات المتوفر في المدرسة أو الكراج أو بالبحث في الانترنت بين طريقة فحص حساس الاكسجين لسيارة نوع VW Passat موديل 2010 (يمكن اختيار أي مركبة)

تمرين رقم 2 : نوع شمعات الاحتراق المناسبة

باتباع الخطوات التي تعلمتها في الدرس ومن خلال برنامج الاوتوداتا حدد أنواع وأرقام شمعات الاحتراق التي يمكن تركيبها على سيارة VW golf موديل 2010 محرك طراز CAXA

تمرين 3 : تحديد موصفة زيت المحرك

باتباع الخطوات التي تعلمتها في الدرس ومن خلال برنامج الاوتوداتا أو أي برنامج معلومات متوفر لديك . حدد نوع زيت المحرك المناسب لاحتاد المركبات المتوفرة في المدرسة أو الكراج وبين المسافة المقطوعة بين كل غيار زيت

مقدمة الدرس :

تُعد أجهزة الفحص المحوسب (Diagnostic Scanner) من الأدوات الأساسية في صيانة المركبات الحديثة، حيث تُستخدم للتواصل مع وحدات التحكم الإلكترونية في السيارة وقراءة بياناتها. تمكن هذه الأجهزة الفني من تشخيص الأعطال عبر قراءة رموز الخطأ (DTCs) ومراقبة القيم الحية للحساسات والأنظمة المختلفة. كما تساعد في تسريع عملية الصيانة وتقليل الاعتماد على التخمين. ومع تطور أنظمة المركبات، أصبحت أجهزة الفحص أداة لا غنى عنها لضمان تشخيص دقيق وآمن.

1- أجهزة فحص السيارات OBD

OBD اختصار لعبارة **On-Board Diagnostics** أي نظام التشخيص الذاتي المدمج في المركبة. هو نظام إلكتروني موجود داخل السيارة يقوم بمراقبة عمل أنظمة المحرك وبقية الأنظمة الإلكترونية بشكل مستمر، ويكشف أي خلل يحدث أثناء التشغيل، ويكشف أي خلل يحدث أثناء التشغيل.

كيف يعمل نظام OBD ؟

- تعتمد المركبة على وحدة تحكم إلكترونية (ECU) تستقبل إشارات من الحساسات (حرارة، ضغط، سرعة...).
- تقوم وحدة التحكم بمقارنة القيم الفعلية بالقيم المسموح بها.
- عند حدوث خلل:
 - يتم تخزين رمز عطل (DTC) في ذاكرة الوحدة.
 - قد تضفي لمبة فحص المحرك (Check Engine).
- يمكن للفني قراءة هذه الأعطال باستخدام جهاز فحص OBD عبر فيشة التشخيص.

أنواع أنظمة OBD

- **OBD-I:** أنظمة قديمة، غير موحدة، تختلف من شركة لأخرى . وكانت تستخدم كل مركبة فيشة خاصة بها





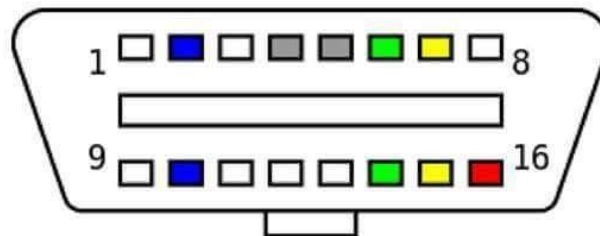
• OBD-II:

- النظام المعتمد حاليًا عالميًا، يتميز بـ:
 - فيشة تشخيص موحدة (16 Pin)
 - رموز أعطال قياسية
 - إمكانية قراءة البيانات الحية (Live Data)

الأطراف الأساسية لفيشة التشخيص :

الجدول في الأسفل يبين أطراف فيشة التشخيص

شرح وصله OBD 2



1	تقدير الشركة المصنعة مثل في شركة فورد يعطي معلومات عن شبكة الكان can العاليه	9	تقدير الشركة المصنعة مثل في شركة فورد يعطي معلومات عن شبكة الكان can المنخفضه
2	خطوط canbus الموجبه SAE J1850	10	خطوط canbus السالبة SAE J1850
3	تقدير الشركة المصنعة مثل شركة فورد السرعة المتوسطه ل can bus العاليه	11	تقدير الشركة المصنعة مثل شركة فورد السرعة المتوسطه ل can bus المنخفضه
4	خط ارضي بالشسيه (بجسم المركبه)	12	تقدير الشركة المصنعة غير معرفه
5	اشارة الارضي	13	تقدير الشركة المصنعة مثل شركة فورد FEPS - برمجته PCM للجهد
6	Can عالي SAE and ISO 15765-4 (J2284)	14	Can منخفض SAE and ISO 15765-4 (J2284)
7	خط من نوع K- ISO 9141-2 and ISO 14230-4	15	خط من نوع K- ISO 9141-2 and ISO 14230-4
8	تقدير الشركة المصنعة مثل بشركه bmw خط ثانوي ل خط K لانظمه غير OBD2 (للهيكل- للتسيه. معلومات عامه)	16	جهد البطاريه النوع الاول من 12 فولت - 4 امبير النوع الثاني 24 فولت - 2 امبير

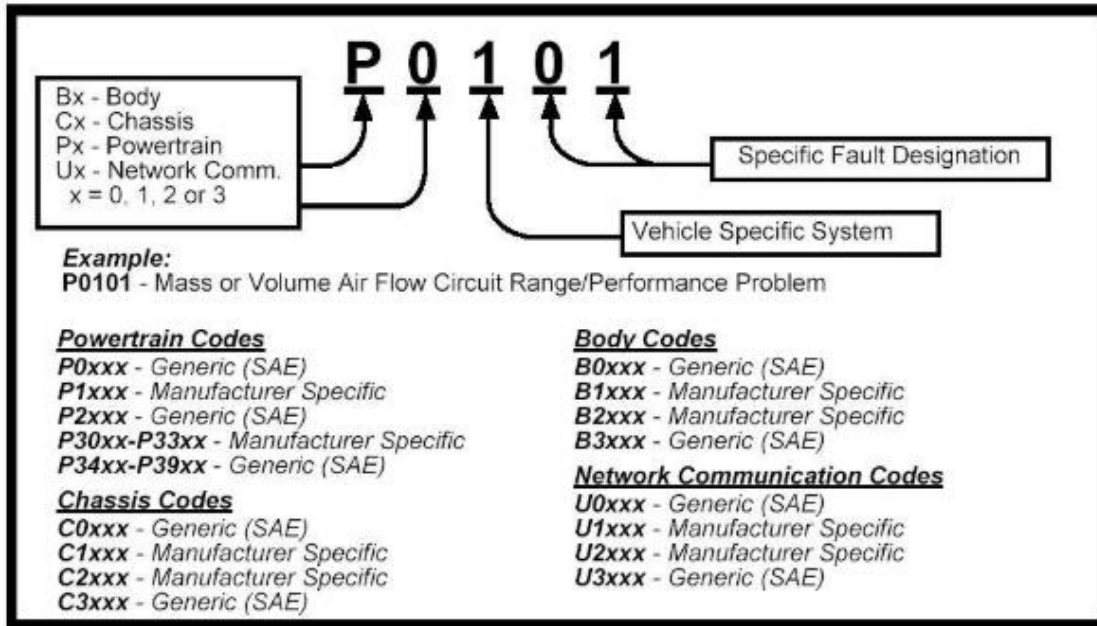
بروتوكولات الاتصال

هي اللغة التي تتحدث بها السيارة مع جهاز الفحص. البروتوكولات الأساسية و بعض الشركات تستخدم اكثر من بروتوكول في نفس الفيشة

البروتوكول	السرعة	الاستخدام
ISO 9141-2	10.4 kbit/s	السيارات الآسيوية القديمة
SAE J1850 PWM	41.6 kbit/s	سيارات Ford القديمة
SAE J1850 VPW	10.4 kbit/s	سيارات GM القديمة
CAN Bus	250-500 kbit/s	جميع السيارات+2008

رموز الأعطال – DTC Diagnostic Trouble Codes

كل رمز عطل يتكون من حرف واحد و 4 أرقام. مثلاً P0171، B1234، C0205، U0100



3.1 تصنيف الحرف الأول

P (Powertrain): المحرك وناقل الحركة - الأكثر شيوعاً في التشخيص اليومي
B (Body): أنظمة الجسم مثل الوسائد الهوائية، الأبواب، التكييف، والمقاعد
C (Chassis): نظام التعليق، الفرامل ABS، ونظام التوجيه
U (Network): أعطال الاتصال بين وحدات التحكم المختلفة عبر شبكة CAN

3.2 تصنيف الرقم الثاني

0: رمز عام Generic موحد لجميع السيارات)
1: رمز خاص بالمصنع Manufacturer Specific

4. أدوات التشخيص الحديثة

اختيار الأداة المناسبة يعتمد على مستوى التشخيص المطلوب وميزانيتك كفني:

4.1 ماسحات Bluetooth/Wi-Fi البسيطة

المميزات:

- سعر اقتصادي (20-50 دولار)
- سهولة الاستخدام عبر تطبيقات الهاتف مثل Torque Pro، Car Scanner
- قراءة الرموز الأساسية ومسحها
- عرض البيانات الحية بشكل بياني



العيوب:

- لا تدعم جميع السيارات بشكل كامل
- محدودة في الوظائف المتقدمة
- بطء في الاستجابة أحياناً

4.2 أجهزة التشخيص اللوحية

الأمثلة: Launch X431 ، Autel ، Snap-on Modis

المميزات:

- دعم شامل لمعظم السيارات
- وظائف متقدمة: اختبار المشغلات، برمجة الحساسات، إعادة ضبط الزيت
- قراءة أنظمة متعددة: ABS ، SRS ، ناقل الحركة
- تحديثات منتظمة
- واجهة احترافية وسريعة

العيوب:

- السعر مرتفع
- تتطلب اشتراكات سنوية للتحديثات



4.3 برامج المصنع OEM Software

الأمثلة:

- Toyota: Techstream
- Honda: HDS (Honda Diagnostic System)
- Ford: IDS (Integrated Diagnostic Software)
- Tech2Win ، GM: GDS2
- VAG ODIS



المميزات:

- أعمق وصول لأنظمة السيارة

- برمجة وحدات التحكم
- معايرة الأنظمة المتقدمة (ADAS)
- اختبارات وظيفية شاملة

استراتيجية التشخيص الخماسية :

يتم ادخال بيانات المركبة واختيار النظام المراد فحصه مثلاً Engine



الخطوة الأولى : قراءة الأخطاء read trouble codes



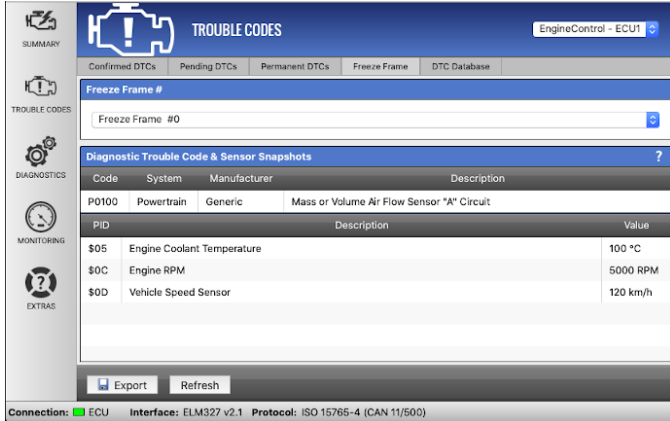
1- الرموز تنقسم إلى ثلاثة أنواع حسب حالتها:

- Active/Current/permanent:** عطل موجود الآن. اللمبة مضاءة والمشكلة مستمرة.
- Pending:** عطل حدث مرة واحدة. الكمبيوتر ينتظر حدوثه مرة أخرى قبل إضاءة اللمبة.
- History/Stored:** أعطال قديمة تم تخزينها. العطل لم يعد موجوداً لكن لم يتم مسح الذاكرة.

الخطوة الثانية : قراءة البيانات المخزنة Freeze Frame

هي ابيانات التي سجلها الكمبيوتر لحظة وقوع العطل .تحتوي على:

- Engine RPM: سرعة دوران المحرك
- Engine Load: حمل المحرك
- Vehicle Speed: سرعة السيارة
- Coolant Temperature: درجة حرارة الماء
- Fuel Trim: قيم تصحيح الوقود
- Throttle Position: موضع البوابة



مثال عملي: إذا سجل الكود (Misfire) P0300 وكانت البيانات المخزنة :

- ECT: 40°C محرك بارد
- RPM: 750 سرعة المحرك
- Speed: 0 km/h سرعة المركبة

← المشكلة تحدث عند التشغيل البارد ، ابحث عن مشاكل متعلقة بالتشغيل البارد , بواجي ضعيفة، نظام تبريد، حساس حرارة

الخطوة الثالثة : البيانات الحية Live Data

راقب القيم والسيارة تعمل وقارنها بالقيم الطبيعية او القيم المرجعية

GDS	KMHC851CGJU098376	07/21/19 10
Sensor Name	Value	Unit
Battery Voltage	13.3	V
Battery Voltage after IG Key	0.3	V
Actual Engine Speed	0	RPM
Target Idle RPM	950	RPM
Pressure Sensor(MAP) Signal Voltage	2.2	V
Intake Manifold Pressure	545.7	hPa
Water Temperature Voltage	1.0	V
Water Temperature	59.2	'C
Ambient Air Temperature	22.5	'C

بعض القراءات الحية للمحرك

الخطوة 4: الاختبارات الفيزيائية

لا تعتمد فقط على البيانات إقم بالفحص اليدوي:

- الفحص البصري: تشققات الخراطيم، تسريب الزيت، وصلات مفكوكة
- قياس الفولتية: باستخدام الملتيميتر للتأكد من الدوائر الكهربائية
- قياس الضغط: ضغط الوقود، ضغط الانضغاط
- السماع: أصوات غير طبيعية طرق، فرقعة

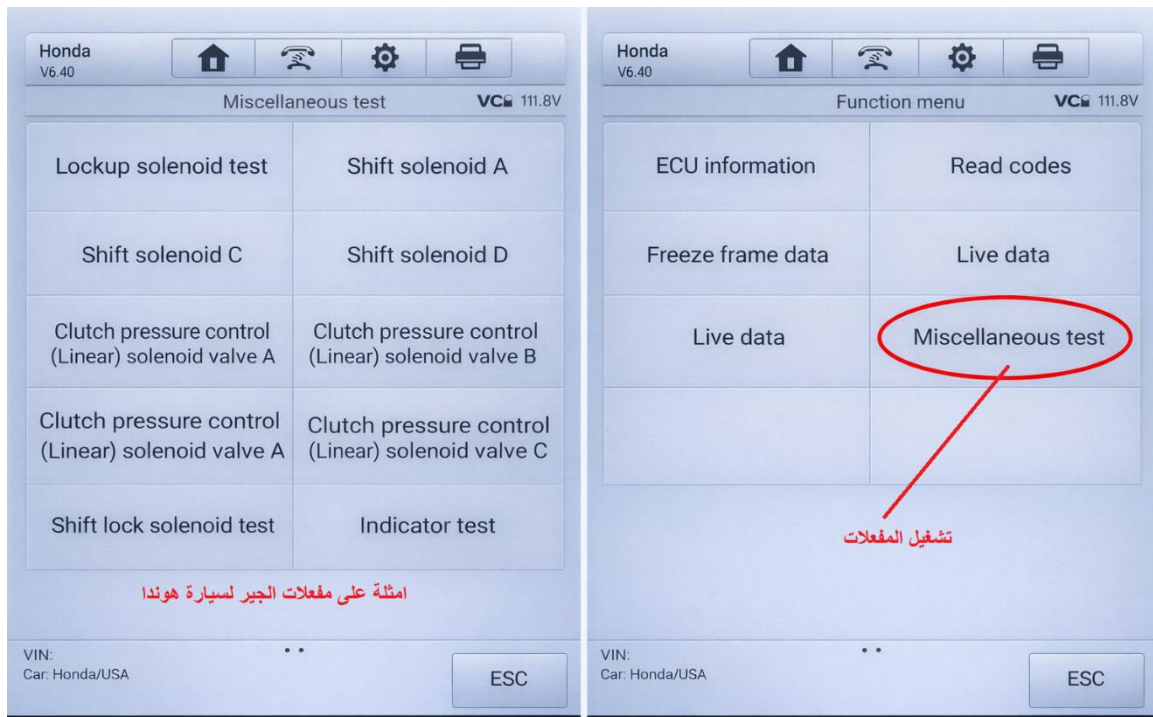
الخطوة 5: مسح الأخطاء والسير بالمركبة clear codes

بعد الإصلاح:

1. امسح جميع الرموز من الذاكرة
2. قم بتشغيل المركبة والسير لمسافة drive cycle (تشغيل، تسارع، ثبات سرعة، تباطؤ، توقف)
3. أعد قراءة الرموز للتأكد من عدم عودة العطل

فحص المفعلات (Actuator Test) (Activation test):

Activation Test هو اختبار يُجرى باستخدام جهاز الفحص المحوسب يسمح للفني بتشغيل المكونات الكهربائية والإلكترونية يدويًا بأمر مباشر من جهاز الفحص، دون الحاجة لعمل المحرك فعليًا. يُستخدم هذا الاختبار للتأكد من سلامة المشغلات (Actuators) مثل المراوح، إبخاخات، الصمامات، الريليه، والمضخات، وكذلك للتحقق من سلامة الأسلاك ووحدة التحكم. يساعد اختبار التفعيل في عزل العطل بسرعة ومعرفة ما إذا كانت المشكلة في المكون نفسه أم في التحكم الإلكتروني.



شبكات السيارات (Car Network)

مقدمة

تطورت المركبات الحديثة بشكل كبير من حيث الأنظمة الإلكترونية، حيث لم تعد السيارة تعتمد فقط على الأنظمة الميكانيكية، بل أصبحت تضم عشرات وحدات التحكم الإلكترونية التي تتحكم في المحرك والفرامل والتوجيه وأنظمة السلامة والراحة. هذا التطور أدى إلى الحاجة لوسيلة اتصال فعالة ومنظمة بين هذه الوحدات، مما أدى إلى ظهور شبكات السيارات.

مفهوم شبكة السيارة

شبكة السيارة هي نظام اتصال رقمي داخلي يربط وحدات التحكم الإلكترونية داخل المركبة عبر خطوط بيانات مشتركة، وتسمح بتبادل المعلومات بين الأنظمة المختلفة بسرعة ودقة مع تقليل عدد الأسلاك وزيادة الاعتمادية.

أهمية شبكات السيارات

تكمُن أهمية شبكات السيارات في تقليل التعقيد الكهربائي، تحسين سرعة تبادل البيانات، تسهيل تشخيص الأعطال، ودعم الأنظمة المتقدمة مثل أنظمة السلامة النشطة ومساعدة السائق.

أنواع شبكات الاتصال :

تُستخدم المركبات أكثر من شبكة اتصال لأن أنظمة السيارة تختلف في طبيعة عملها ومتطلباتها؛ فبعضها يحتاج سرعة عالية واعتمادية كبيرة مثل أنظمة السلامة والمحرك، بينما أنظمة الراحة والترفيه لا تحتاج ذلك، لذا يتم توزيع الأنظمة على شبكات مختلفة لتحقيق أداء أفضل وتقليل التكلفة ووزن الأسلاك، مع زيادة الأمان بعزل الأنظمة الحساسة عن غيرها، مما يجعل المركبة أكثر كفاءة واعتمادية وقابلية للتطوير.

1- شبكة CAN

تُعد شبكة CAN الأكثر استخدامًا في السيارات الحديثة، وتتميز بالموثوقية العالية والقدرة على العمل في بيئات قاسية. تُستخدم في أنظمة المحرك وناقل الحركة والفرامل.

2- شبكة CAN FD

تم تطوير CAN FD لتوفير سرعة أعلى وحجم بيانات أكبر، مما يجعلها مناسبة للأنظمة الحديثة وتحديث البرمجيات داخل المركبة.

3- شبكة LIN

شبكة LIN هي شبكة بسيطة ومنخفضة التكلفة تُستخدم في الأنظمة الثانوية مثل النوافذ والمرايا والمقاعد الكهربائية.

4- شبكة FlexRay

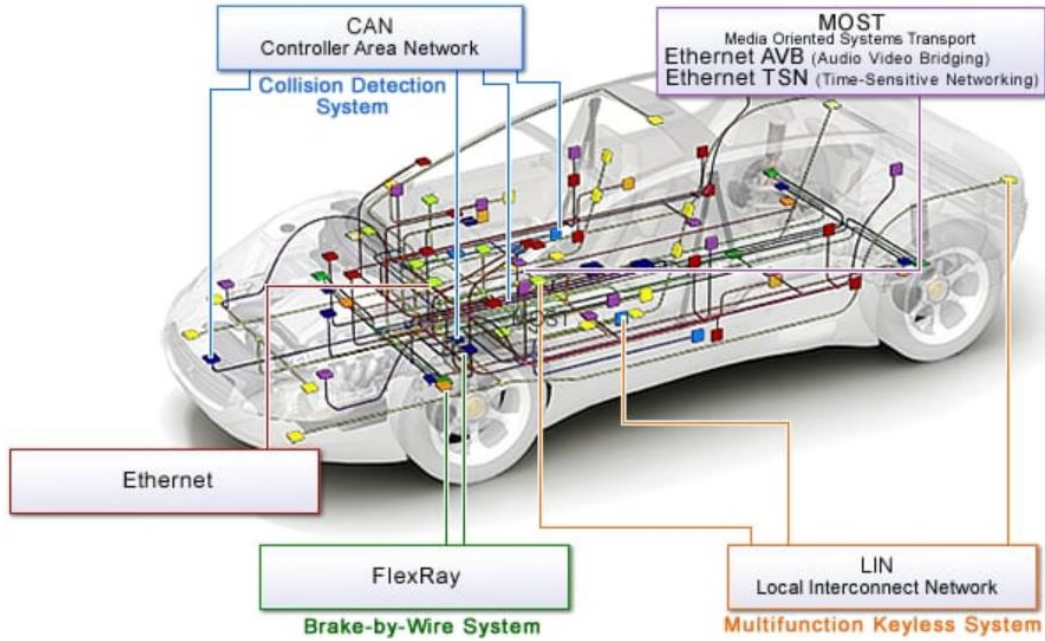
تُستخدم شبكة FlexRay في الأنظمة الحرجة التي تتطلب استجابة سريعة ودقيقة مثل أنظمة التوجيه والفرامل المتقدمة.

5- شبكة MOST

شبكة MOST مخصصة لأنظمة الوسائط المتعددة والترفيه مثل أنظمة الصوت والشاشات داخل السيارة.

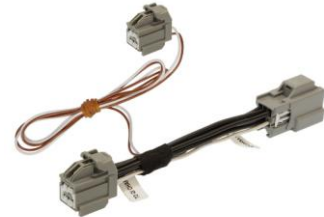
6- شبكة Ethernet

شبكة Ethernet في المركبات هي شبكة عالية السرعة تُستخدم لنقل كميات كبيرة من البيانات مثل صور الكاميرات وأنظمة ADAS والترفيه، وتتميز بسرعة عالية وتقليل الأسلاك، مما يجعلها مناسبة للمركبات الحديثة.



عدد الأسلاك بين وحدات التحكم (ECUs) يختلف حسب نوع شبكة الاتصال كما يلي:

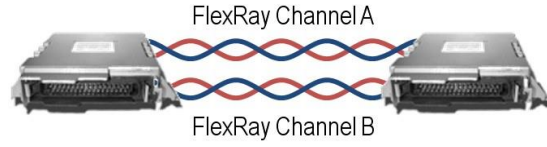
- **LIN:** سلك واحد للاتصال + سلك أرضي (GND)



- **CAN:** سلكان (CAN-H و CAN-L)



- **FlexRay:** سلكان (Channel A) أو أربعة أسلاك عند استخدام قناتين (A و B)



- **Automotive Ethernet:** زوج واحد ملفف (سلكان)



- **MOST:** الياف ضوئية (Fiber) أو زوج أسلاك نحاسية حسب الإصدار



الخلاصة: جميع شبكات المركبات الحديثة تعتمد على أقل عدد ممكن من الأسلاك لخفض الوزن والكلفة، مع اختلاف التقنية حسب سرعة وحساسية البيانات.

الوحدة العاشرة

منظومة كهرباء جسم المركبة

Body Electric



©Beaudaniels.com

الوحدة العاشرة: كهرياء جسم المركبة الدرس الاول: نظام وسائد الهواء ومشدات احزمه الأمان

وسائد الهواء (Airbags) ومشدّات أحزمة الأمان (Seat Belt Pretensioner) من أهم أنظمة السلامة في المركبة، حيث لا تمنع الحادث، لكنها تقلّل بشكل كبير من إصابات الركاب عند وقوعه. عند حدوث تصادم، تعمل هذه الأنظمة خلال أجزاء من الثانية على:

- تثبيت جسم السائق والراكب في وضعية آمنة

- تقليل قوة الارتطام بالرأس والصدر

- منع اندفاع الراكب للأمام أو اصطدامه بأجزاء المركبة

تعتمد وسائد الهواء ومشدّات الأحزمة على:

- حساسات تصادم

- وحدة تحكم إلكترونية (Airbag Control Unit)

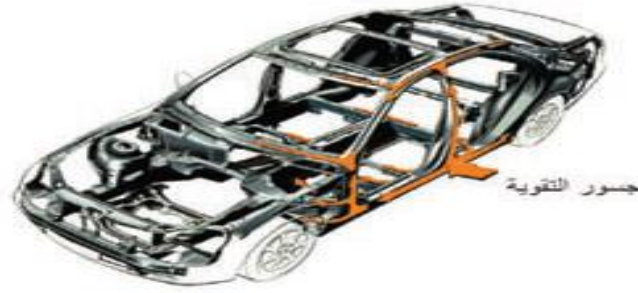
- دوائر كهربائية دقيقة وحساسة جدًا

المخطط الزمني لانطلاق الوسادة الهوائية في الاصطدام الأمامي

مراحل انطلاق الوسادة الهوائية وجهاز شد حزام الأمان من لحظة بدء الحادث وحتى انتهاء الحادث، كل هذه المراحل تستغرق 150 ملي ثانية. وفي حالة انقطاع تيار التغذية الرئيسي (البطارية) عن النظام بسبب الحادث فإنه يوجد داخل وحدة تحكم النظام مكثف مشحون يعطي التيار الكهربائي اللازم لتشغيل منظومة وسائد الهواء ومشدّات حزام الأمان.

تصميم الأمان للهيكل ونظام الحماية التكاملية للمنطقة الداخلية في المركبات

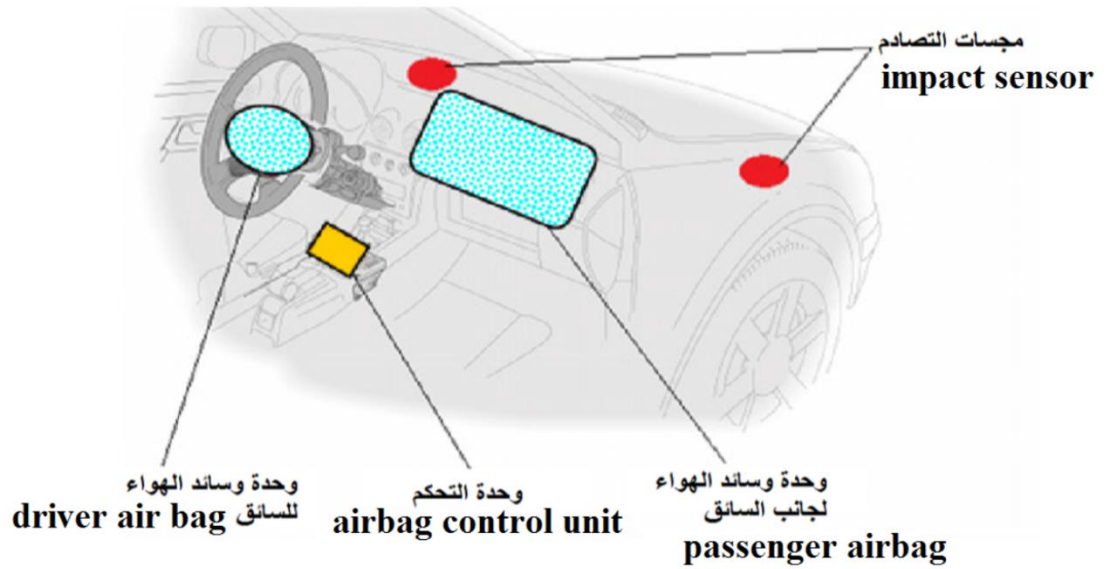
ويقصد من هذا التصميم تزويد هيكل المركبة بجسور معدنية قوية في المناطق الأكثر عرضة للاصطدام، ومن هذه المناطق الجهات الجانبية للمركبة، فالشكل التالي يبين موقع وطريقة توزيع واتصال هذه الجسور. وتمتاز هذه الجسور بقوة امتصاصها للصدمات بحيث لا تتعدها الصدمة إلى داخل حجرة الركاب.



نظام الحماية التكاملي Supplemental Restraint System (SRS) لمنطقة حجرة الركاب الداخلية .

وظيفتها حماية السائق وجميع الركاب من ارتطام منطقة الوجه والرأس بأجزاء المركبة عند الاصطدام. وتتكون كذلك من أجهزة شد أحزمة الأمان والتي تعمل على شد المسافة الحرة المتبقية من حزام الأمان لضمان التصاق الراكب والسائق بالمقعد عند الحادث وبالتالي حمايتهم من الارتطام والاندفاع إلى خارج المركبة .

مكونات و اجزاء النظام



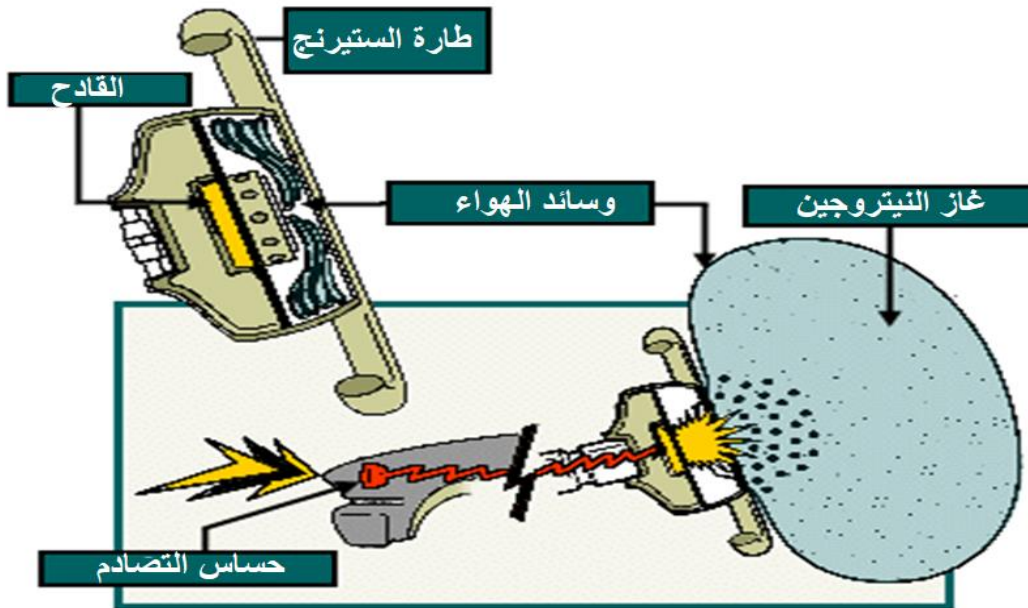
- الوسائد الهوائية Air Bag

نظام إلكتروني صُمم وثبت في المركبات لحماية وجه وصدر السائق والركاب من الارتطام بأجزاء صلبة في المركبة عند وقوع الحادث . ويكون ذلك بانتفاخ بالون (وسادة هوائية) عند حدوث الاصطدام.



تركيب نظام الوسادة الهوائية الأمامي والية العمل

يتكون من وسادة مصنوعة من القماش مطوية تحت غطاء بلاستيكي به خط لحام لتسهيل خروج الوسادة عند الحادث، وعند حدوث الاصطدام يصل أمر من وحدة التحكم (ECU) على شكل تيار كهربائي يصل إلى وحدة التلامس التي بدورها توصل هذا التيار إلى ولاعة موجودة داخل حجرة حبيبات الغاز، فتحول الولاة التيار الكهربائي إلى طاقة حرارية تفجر حبيبات الغاز، فتحول حبيبات الغاز إلى نواتج احتراق (نيتروجين، ثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى) فتتسرب هذه الغازات إلى داخل الوسادة المطوية من خلال فلتر لتنقيتها من الأجزاء الكبيرة، فتتنفخ الوسادة ممزقة الغطاء البلاستيكي.



- الوسائد الهوائية للرأس والجانبية ووسائد جسر النوافذ

تركب داخل مقصورة المركبة وتعمل في حال حدوث الاصطدام الجانبي ، حجم هذه الوسائد (10 - 15) لتر وهي أصغر من الوسائد الأمامية ، فحجم الوسائد الأمامية التي تقع أمام الراكب الأمامي هو (60 - 180) لتر.



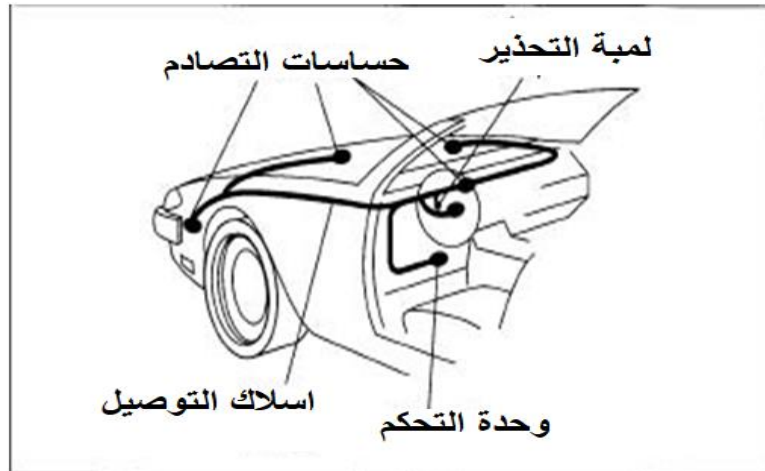
- الموصل الدوار

ملف لولبي يركب اسفل عجلة القيادة ويعمل على ضمان توصيل الدارة الكهربائية لعجلة القيادة وما تحتويه من مفاتيح تحكم ووحدة وسائد الهواء لسائق، بالإضافة الى تمكين حركتها بسهولة.



- حساسات الاصطدام (Crash sensors)

تركب هذه الحساسات في مقدمة المركبة و على الجسور الجانبية في بعض المركبات التي تحتوي على وسائد هواء جانبية، وتوصل هذه الحساسات كهربائيا مع حساسات الأمان الموجودة داخل وحدة التحكم لضمان انطلاق وسائد الهواء في حال حدوث اصطدام حقيقي وقوي.



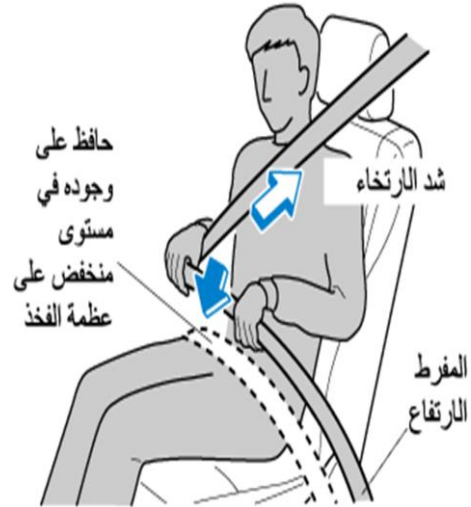
- وحده التحكم المركزية (ECU) للوسائد الهوائية وأجهزة شد أحزمة الأمان

تركب وحدة التحكم الالكترونية لمنظومة وسائد الهواء داخل المركبة اسفل التابلو في منطقة المنتصف، وفي بعض المركبات قد تركب بجانب يد الغيارات – عصاة الجير اسفل الوحدة المسماة بالتابوت بجانب يد الهاند برك – الفرامل اليدوية.



- جهاز شد حزام الأمان

تستخدم أجهزة الأمان للتقليل من إصابة الركاب داخل المركبة عند الاصطدام ، لهذا من الضروري دائما أن تكون أحزمة الأمان مشدودة إلى جسم الركاب ، وحتى نضمن الحصول على أقصى كفاءة من أحزمة الأمان يجب أن تكون مشدودة وملصقة إلى جسم الركاب جيدا، وهو ما يقوم به جهاز شد حزام الأمان في لحظة الاصطدام بتوفير قوة شد إضافية بالإضافة إلى شد العادي.



في معظم السيارات الحديثة لا تفعل وسائد الهواء اثناء التصادم في حال عدم وضع حزام الامان.



إشارة عمل منظومة وسائد الهواء واحزمة الامان

تحتوي لوحة الساعات امام السائق على اشارات تحذيرية دالة على عمل منظومة وسائد الهواء ومشدات احزمة الامان، في الوضع الطبيعي يجب ان يبقى مطفئ ضوء وسائد الهواء وفي حال إضاءته يدل على وجود خلل في النظام وتعطله عن العمل.



التمارين العملية والفحوصات

التمرين الاول: التعامل مع وحدة وسائد الهواء للسائق

الهدف: فك وحدة وسائد الهواء للسائق

خطوات العمل:

1- فصل كيبل البطارية السالبة والانتظار فترة زمنية بسيطة قبل البدء بفك وحدة وسائد الهواء والتعامل معها.

2- فك براغي تثبيت الجانبية خلف عجلة القيادة او تحرير كلبسات التثبيت من خلال فتحة خلف عجلة القيادة بواسطة بن رفيق او مفك رفيق.



التمرن الثاني: التعامل مع ملف وسائد الهواء
الهدف: فك واستبدال ومعايرة ملف وسائد الهواء
خطوات العمل:

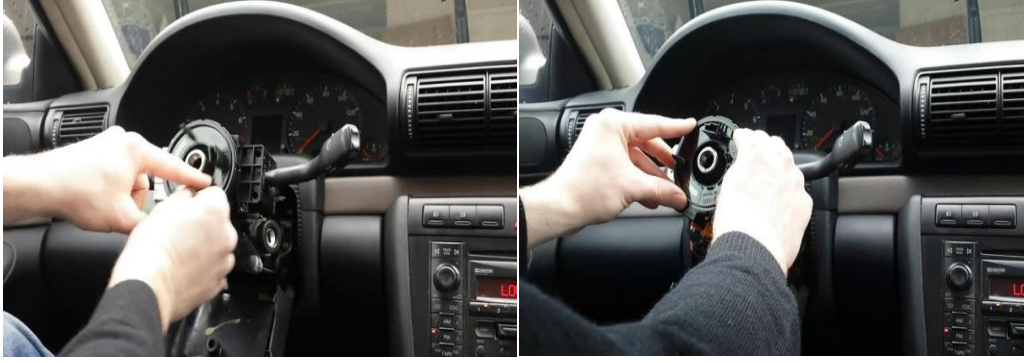
- 1- وضع عجلة القيادة بالوضع المستقيم قبل عملية الفك
- 2- فك وحدة وسائد الهواء للسائق ثم فك عجلة القيادة.



- 3- فك الاغطية البلاستيكية المحيطة بعجلة القيادة للوصول الى ملف وسائد الهواء.
- 4- فك الملف القديم وعادة يكون مثبت ببراعي او كلبسات واستبداله بالملف الجديد بحيث يكون بنفس المواصفات.



- 5- معايرة ملف وسائد الهواء من خلال ادارة الملف باي جهة معينة الى ان يصل الى نهاية عملية الدوران.
- 6 - ادارة الملف بالاتجاه الاخر مع العد الى ان نصل مرة اخرى الى نهاية دوران الملف،
- 7- يتم تقسيم عدد اللفات الكلي للملف على اثنين واعادة لف الملفات بالاتجاه المعاكس بهذا العدد من اللفات.



التمرين الثالث: التعامل مع وحدة وسائد الهواء بجانب السائق.

الهدف: فك وحدة وسائد الهواء بجانب السائق.

خطوات العمل:

1- فك الجيبة الجانبية المثبتة على تابلو المركبة في اغلب السيارات وذلك للوصول الى براغي التثبيت، بعض المركبات قد تحتوي وحدة وسائد الهواء على غطاء بلاستيكي اعلى التابلو و يثبت بواسطة كلبسات تثبيت.

2- فك براغي او صواميل تثبيت وحدة وسائد الهواء.

3- ازالة وحدة وسائد الهواء بجانب السائق والتعامل معها او استبدالها.

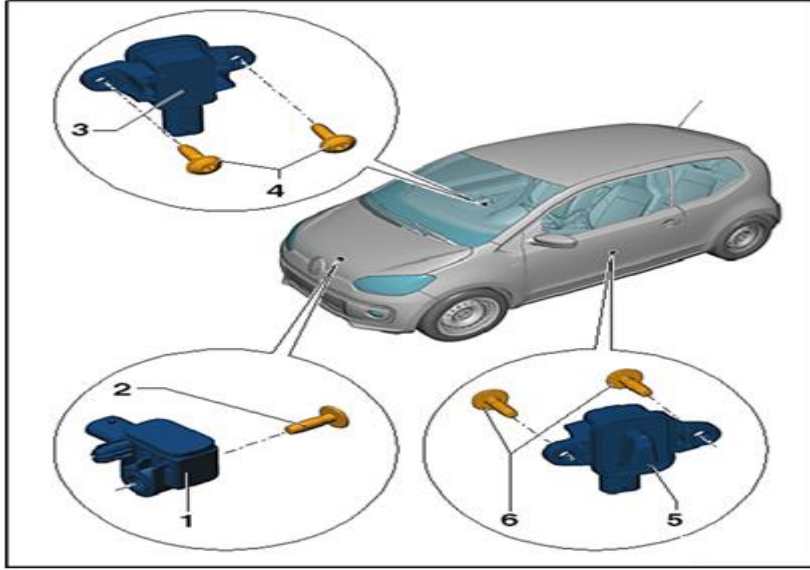


التمرين الرابع: التعامل مع حساسات التصادم.

الهدف: فك حساسات التصادم

خطوات العمل:

تركب حساسات التصادم في مقدمة المركبة على الجسر الرئيسي خلف الطامبون الامامي، وقد يكون عددها واحد او اثنين حسب عرض المركبة، وفي بعض المركبات والتي تحتوي على وسائد هواء جانبية تركيب حساسات تصادم جانبية على الجسر الجانبي للمركبة.



التمرين الخامس: التعامل مع وحدة تحكم وسائد الهواء

الهدف: فك وحدة تحكم وسائد الهواء

خطوات العمل:

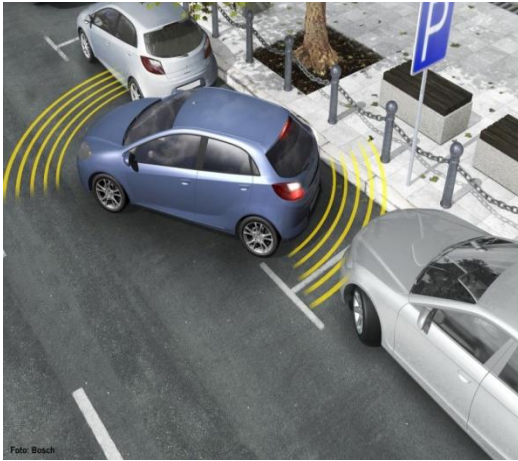
تركب وحدة التحكم الالكترونية لمنظومة وسائد الهواء داخل المركبة اسفل التابلو في منطقة المنتصف، وفي بعض المركبات قد تتركب بجانب يد الغيارات – عصاة الجير اسفل الوحدة المسماة بالتابوت بجانب يد الهاند برك – الفرامل اليدوية.



الوحدة العاشرة

الدرس الثاني: نظام الحساسات الخلفية والأمامية والكاميرا

تستخدم لتحديد المسافة بين المركبة أو أي عائق على الطريق أثناء إيقاف المركبة أو الرجوع الى الخلف كما تستخدم الكاميرا لتمكين السائق من رؤية الطريق بشكل واضح خلف المركبة أثناء الرجوع.



اولا: الحساسات الخلفية

تعمل على ارسال اشارة لوحدة التحكم لدلالة على المسافة بين المركبة وأي عائق على الطريق وتركب في الخلف وقد تركيب حساسات في الامام في بعض السيارات.



مكونات نظام الحساسات في المركبة

1- الحساسات

2- وحدة التحكم

3- شاشة تحديد المسافة

4- اسلاك توصيل



على اظهار الطريق
بشكل واضح أثناء

ثانيا: الكاميرا

تركب في الخلف وتعمل
امام السائق لتمكنه من الرؤيا
الرجوع الى الخلف.

مكونات وحدة الكاميرا في المركبة

1- الكاميرا

2- شاشة العرض وقد تكون عبارة عن شاشة خاصة او مرآة الوسط أو شاشة الوحدة الصوتية.



التمارين العملية والفحوصات

التمرين: التعامل مع الحساسات الخلفية والكاميرا

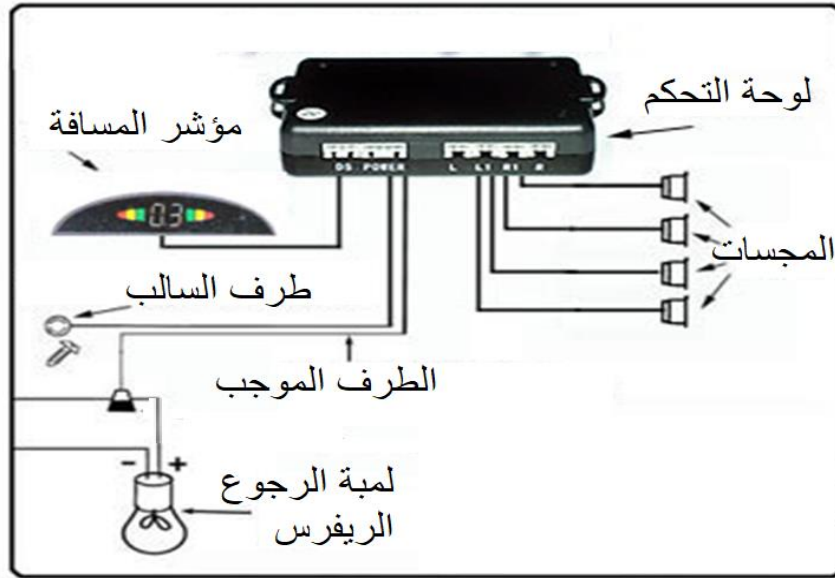
الهدف تركيب الحساسات الخلفية والكاميرا

خطوات العمل:

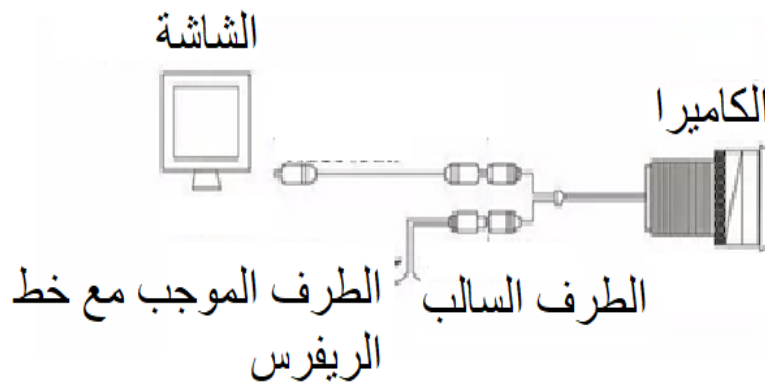
- 1- تحديد عدد الحساسات المراد تركيبها، ثم يتم حساب وتحديد مكان تركيب الحساسات طبقا لأبعاد الطمبون الخلفي، تستخدم ريشة ثقب لثقب مكان تركيب الحساس.
- 2- قبل عملية الثقب يجب التأكد من عدم وجود عائق خلف الطمبون، وفي حال وجود اي عائق يجب فك الطمبون قبل عملية الثقب والتنشيت للحساسات.



- 3- تركيب الحساسات وتمرير الاسلاك وتوصيلها مع وحدة التحكم حسب ترتيب كل حساس على الطمبون ثم توصيل خطوط التغذية مع خطوط ضوء الريفرس – الرجوع الى الخلف طبقا للمخطط الكهربائي.

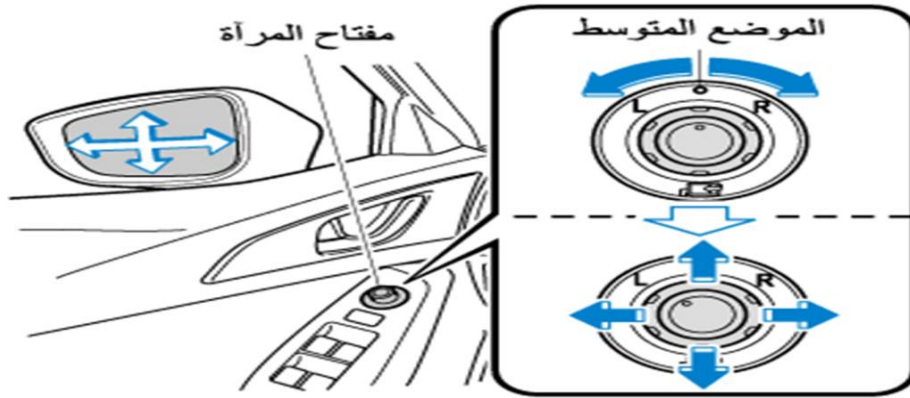


- 4- تثبيت الكاميرا في منتصف الطنبون الخلفي وتوصيل الدارة الكهربائية وفق المخطط.



الدرس الثالث: المرايا كهربائية

تزود المركبات الحديثة بمرايا يمكن التحكم بها إلكترونياً ومن خلال مفاتيح مثبتة بجانب وحدة المفاتيح لرفع أو إنزال الزجاج على باب السائق أو قد تكون منفصلة عنها، وتحتوي المرايا على محركات كهربائية تعمل على تحريك المرايا إلى اليمين أو اليسار أو إلى أعلى أو أسفل حسب احتياج السائق، كما تزود بعض المركبات بمرايا قابلة لطّي مبربوطة مع وحدة التحكم المسؤولة عن وحدة الإغلاق المركزي في المركبة.



التمارين العملية والفحوصات

التمرين: التعامل مع المرايا الجانبية

الهدف: فك المرايا الجانبية ومفتاح التحكم

خطوات العمل:

- 1- فك المرايا عن المركبة واستبدالها أو إزالة المرآة الزجاجية والوصول إلى المحرك الكهربائي والتعامل معه من صيانة و إصلاح.
- 2- فك مفتاح التحكم بالمرايا الجانبية حيث يكون مثبت من الداخل وفي هذه الحالة لابد من فك بطانة الباب، وفي بعض المركبات مثبت بـكلبسات ويتم إزالته دون فك بطانة الباب.



الوحدة الحادية عشرة

منظومة كهرباء غرفة السائق



انظمة كهربائية موجود داخل غرفة السائق وتوفر الراحة والرفاهية

أنظمة البيان والتحذير في السيارة من الأنظمة الضرورية والهامة، ونظراً لما تقوم به من تبيان (إظهار) حالة عمل محرك السيارة والأنظمة الأخرى، أو التحذير من حدوث خلل أو حالة غير طبيعية في المحرك أو الأنظمة الأخرى، ليبقى السائق على إطلاع تام بالتشغيل الصحيح للمحرك والأنظمة المختلفة في السيارة.

ويتكون أي نظام من أنظمة البيان والتحذير من عنصرين هما: جهاز البيان أو التحذير وعنصر الإحساس. ويتم تركيب جهاز البيان أو التحذير على لوحة البيان أمام السائق، ويركب عنصر الإحساس على محرك السيارة أو على الجزء المراد مراقبته.



مكونات لوحة البيان والتحذير

تتكون لوحة البيان والتحذير من المؤشرات وإشارات ومصابيح التحذير الآتية.

1. مبيان مستوى الوقود في الخزان
2. مبيان مستوى وضغط زيت المحرك
3. مبيان أو مؤشر نظام التوليد الشحن والبطارية
4. مبيان ومصباح درجة حرارة المحرك
5. مبيان سرعة السيارة والمسافة المقطوعة
6. مبيان سرعة دوران المحرك
7. مصباح تحذير مستوى زيت الفرامل، وحالة الفرامل، والفرامل اليدوية
8. مصابيح أنظمة السلامة، مثل نظام منع قفل الفرامل والمخدرات الهوائية
9. مصباح نظام منع السرقة

10. مصابيح الإنارة والانعطاف

11. مصابيح حالة إغلاق الأبواب وخزانة السيارة

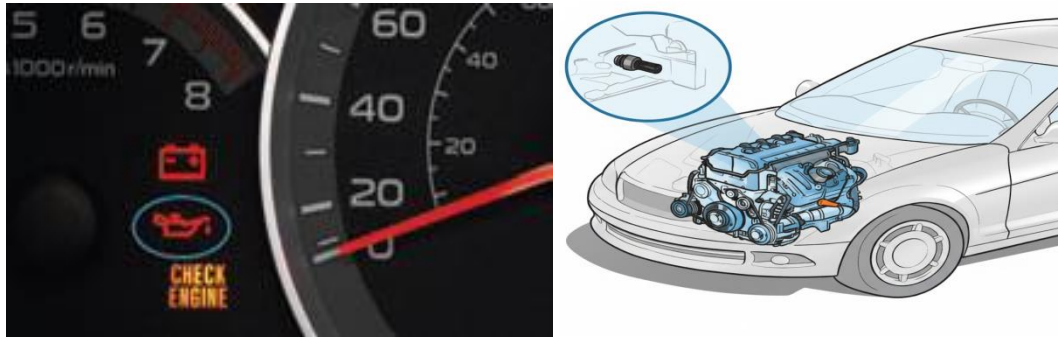
12. مصابيح ومبيّنات الوقت والحرارة والأنظمة الإضافية



طريقة عمل دوائر لوحة البيان

أ- عندما يدير السائق مفتاح التشغيل الرئيس إلى وضع (ON) فإن مصابيح المراقبة التالية سوف تضيء وهي:

1- مصباح التحذير من عدم وجود ضغط زيت في المحرك ويتوقف عن الإنارة بعد أن يعمل المحرك حيث ان ضغط زيت في المحرك يتغلب على نقاط التوصيل في مفتاح مراقبة الضغط، وإذا أضاء المصباح والمحرك يدور فإنه يدل على خلل في نظام التزييت عندها يجب إيقاف المحرك فوراً، وفحص مستوى الزيت، وفلتر الزيت، ودارة النظام.



2- مصباح مراقبة دائرة الشحن من المولد، ويطفأ بعد عمل المحرك دالا على ان دائرة الشحن تعمل بشكل طبيعي.



3- مصباح مراقبة الفرامل اليدوية يبقى مضيء حتى يحرر السائق الفرامل اليدوية، وفي بعض المركبات يراقب هذا المصباح مستوى الزيت، فإذا كان مستوى الزيت الفرامل منخفض وقام السائق بتحرير الفرملة اليدوية فإن المصباح لا ينطفئ حتى يضاف زيت إلى خزان زيت الفرامل.



ب- المصابيح التالية تضيء ولا تنطفئ إلا إذا أعطيت أمر توقف من وحدات التحكم الخاصة بها وهي:

1- مصباح مراقبة سلامة عمل نظام منع قفل الفرملة .

2- مصباح مراقبة سلامة عمل نظام وسائد الهواء.

تعمل مصابيح أنظمة السلامة عند إدارة مفتاح التشغيل لحظياً، وتنطفئ إذا كانت هذه الأنظمة تعمل بشكل سليم، في حال وجود خلل في النظام فإن مصباحه يضيء بشكل مستمر، وفي هذه الحالة فإن النظام بحاجة إلى فحص بأجهزة الفحص والتشخيص وكذلك مصابيح تحذير أحزمة الأمان لتنبيه السائق بضرورة ربط الأحزمة للسائق والركاب.



ج- المصابيح التالية تدخل للعمل إذا شُغلت دارتها وهي مخصصة للتنبيه:

1- مصباح التنبيه عند تشغيل دائرة الإنارة الأمامية.

2- مصابيح الإنارة والانعطاف (الغمازات).



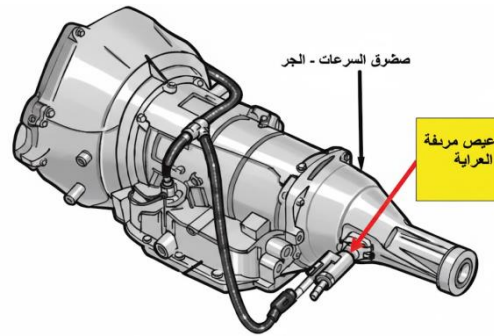
- **مصباح التحذير أو مبین درجة حرارة المحرك:** يعمل مبین أو مصباح حرارة المحرك بالدرجات المئوية، أو الفهرنهايت عند تدوير مفتاح التشغيل ليعطي مقدار حرارة وسيط التبريد في المحرك؛ ذلك لتمكين السائق من قيادة السيارة بظروف قياده آمنة، ويجب أن تبقى حرارة المحرك ضمن مستوى وحدود التشغيل الطبيعية أي من 85 إلى 95 درجة مئوية.



- **مبین مستوى الوقود في الخزان:** عند تدوير مفتاح التشغيل، يظهر مؤشر بيان مستوى الوقود مباشرة، كمية الوقود الموجودة في الخزان، وذلك إما رقمياً باللترات، أو الجالون، أو نسبة امتلاء الخزان، كما يوجد مصباح تنبيه لتحذير السائق من قرب نفاد كمية الوقود. ويستنبط اشارته من عوامة الوقود المركبة داخل الخزان.

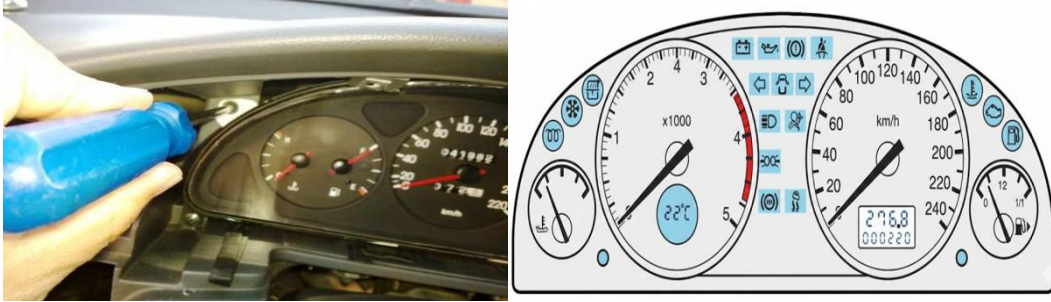


- **عداد السرعة ومقياس المسافة:** يعمل هذا المبین بعد تشغيل المحرك وقيادة السيارة على الطريق حيث يعطي مقدار سرعة السيارة اللحظية بالكم/ساعة، أو بالميل/ ساعة، وكذلك مقدار المسافة التي قطعتها بالكيلو متر وبالميل، ويتوقف المؤشر عند توقف السيارة إلا أن عداد المسافة المقطوعة لا يمكن تغييره بل يدل على مجمل المسافة التي قطعتها السيارة، وهناك بعض الأنظمة مزودة بعداد يسمى عداد مسافة الرحلة يمكن ضبطه لقياس مسافة معينة يريد السائق أن يسجلها لأغراض الصيانة، أو السفر.



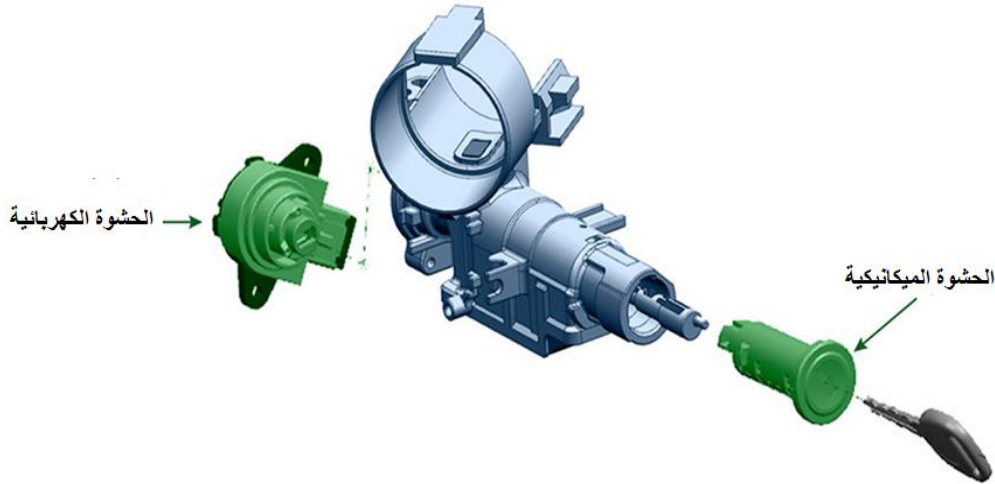
التمارين العملية والفحوصات
التمرين: التعامل مع لوحة الساعات
الهدف: فك لوحة الساعات
خطوات العمل:

- 1- تركيب لوحة الساعات امام الساعة على التابلو.
- 2- تفحص لوحة الساعات من خلال اجهزة الفحص والتشخيص .
- 3- يتم التعامل مع لوحة الساعة من فحص وصيانة او استبدال من خلال فك الاطار البلاستيك المحيط بها وفك براغي التثبيت.



الدرس الثاني مفتاح التشغيل – السويتش

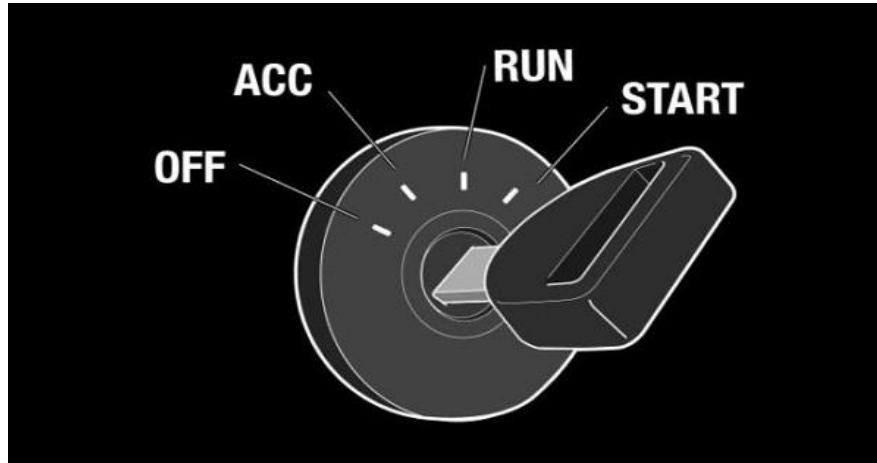
مفتاح التشغيل الرئيسي والمكمل لعمل الأنظمة الكهربائية المختلفة في المركبة، يحتوي على الوحدة المسؤولة عن حركة مفتاح التشغيل والمسماة الحشوة الميكانيكية، كما يحتوي على الحشوة الكهربائية والتي توصل مع جدلة الاسلاك الكهربائية وتعمل على اكمال الدارة الكهربائية لمختلف أنظمة المركبة.



وضعية مفتاح التشغيل – السويتش

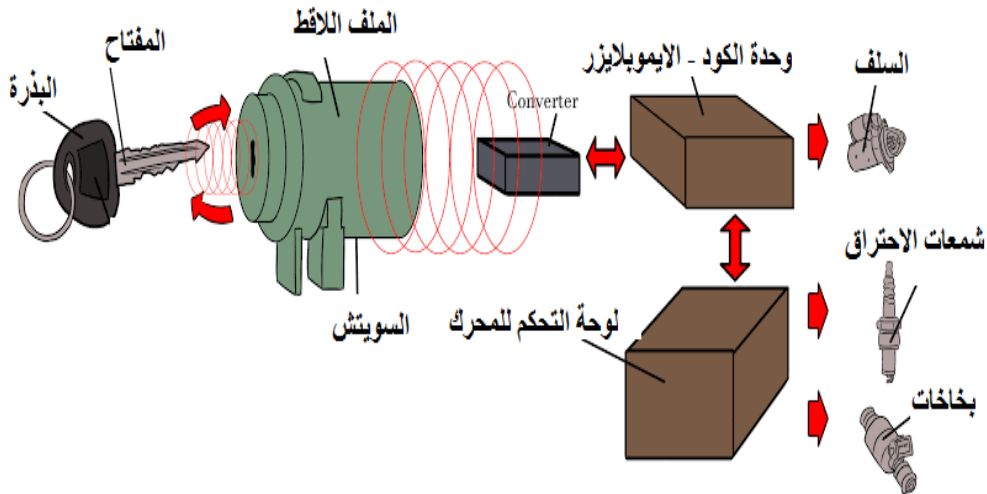
- OFF :** وضع اطفاء وفصل الانظمة المختلفة.
- ACC :** توصيل الانظمة الاضافية والانظمة الترفيهية بالطاقة الكهربائية لتشغيلها.
- RUN :** توصيل منظومة ادارة المحرك والانظمة الاخرى المختلفة في المركبة بالطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيلها.

START : توصيل بادئ الحركة بالطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيله عن طريق خط النقرة.



نظام التشغيل - الايموبلايزر

في المركبات الحديثة تحتوي منظومة تشغيل المركبة على وحدة تشغيل خاصة تسمى الكود حيث يحتوي كل مفتاح او ريموت تشغيل على بذرة تحتوي على شيفرة خاصة يتم استقبالها من خلال ملف مركب حول مفتاح التشغيل السويتش (الملف اللاقط) ويرسل إشارة الى وحدة الكود والمخزن بداخلها شيفرة التشغيل الخاصة بالمركبة والتي تعمل على مطابقة هذه الشيفرة مع الشيفرة المرسلة من المفتاح، وإذا تم التطابق ترسل إشارة الى وحدة التحكم المسؤولة عن إدارة المحرك لتكمل عمله وإذا لم تتم المطابقة فان وحدة إدارة المحرك لا تعمل على إتمام عمل أنظمة المحرك المختلفة.



نظام تشغيل البصمة

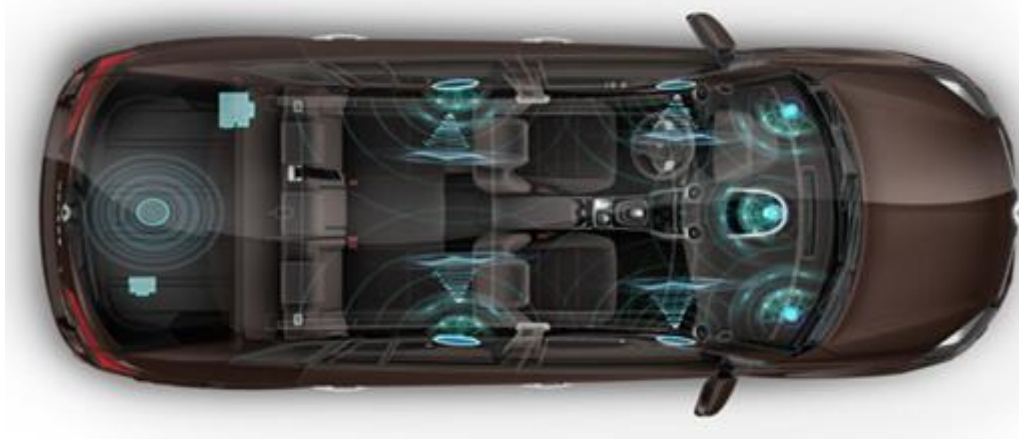
تحتوي منظومة التشغيل في المركبات الحديثة على نظام تشغيل البصمة حيث يرسل الريموت موجات لاسلكية تستقبله وحدة التشغيل والتي تسمى الكود وعندما تتطابق الإشارة المرسلة مع الإشارة المخزنة فتعمل على ارسال إشارة الى وحدة تحكم إدارة المحرك لتعمل على إتمام عمله، و يتم تشغيل المركبة من خلال الضغط على كبسة التشغيل ويشترط وجود الريموت في داخل المركبة لضمان عمل محرك المركبة.



الدرس الثالث: الأنظمة الصوتية في السيارات

تُعد الأنظمة الصوتية في السيارات من الأنظمة الكهربائية المهمة التي توفر الراحة والترفيه للسائق والركاب، كما أصبحت جزءاً أساسياً من مواصفات المركبات الحديثة. لم تعد وظيفة النظام الصوتي تقتصر على تشغيل الراديو فقط، بل تطورت لتشمل تشغيل الوسائط الرقمية، الاتصال بالهاتف، وأنظمة الملاحة والتحكم الصوتي.

يعتمد النظام الصوتي في السيارة على دوائر كهربائية وإلكترونية تتكامل مع باقي أنظمة المركبة، ويحتاج إلى مصدر طاقة مستقر وإشارات سليمة ليعمل بكفاءة وجودة صوت عالية. وأي خلل في التوصيلات أو التغذية الكهربائية قد يؤدي إلى ضعف الصوت، تشويش، أو توقف النظام عن العمل.



المسجل والمذياع

يركب على تابلو السيارة ويعمل على استقبال الموجات الاذاعية بالإضافة الى تشغيل الاقراص المدمجة (CD) ووصلات USB ، تحتوي بعض المسجلات على كود حماية عبارة عن رقم سري

يفقد في حالة فصل بطارية المركبة أو فصل المسجل عن المركبة، ويجب اعادته ليعمل المسجل.



الجهاز الصوتي متعدد الاستخدام

تستخدم في السيارات الحديثة أجهزة صوتية متعددة الاستخدام ، حيث تستعمل بالإضافة لكونها راديو أو مسجل أجهزة ذكية لعرض الخرائط والتواصل مع شبكات الانترنت و خدمات أخرى.



سماعات السيارة

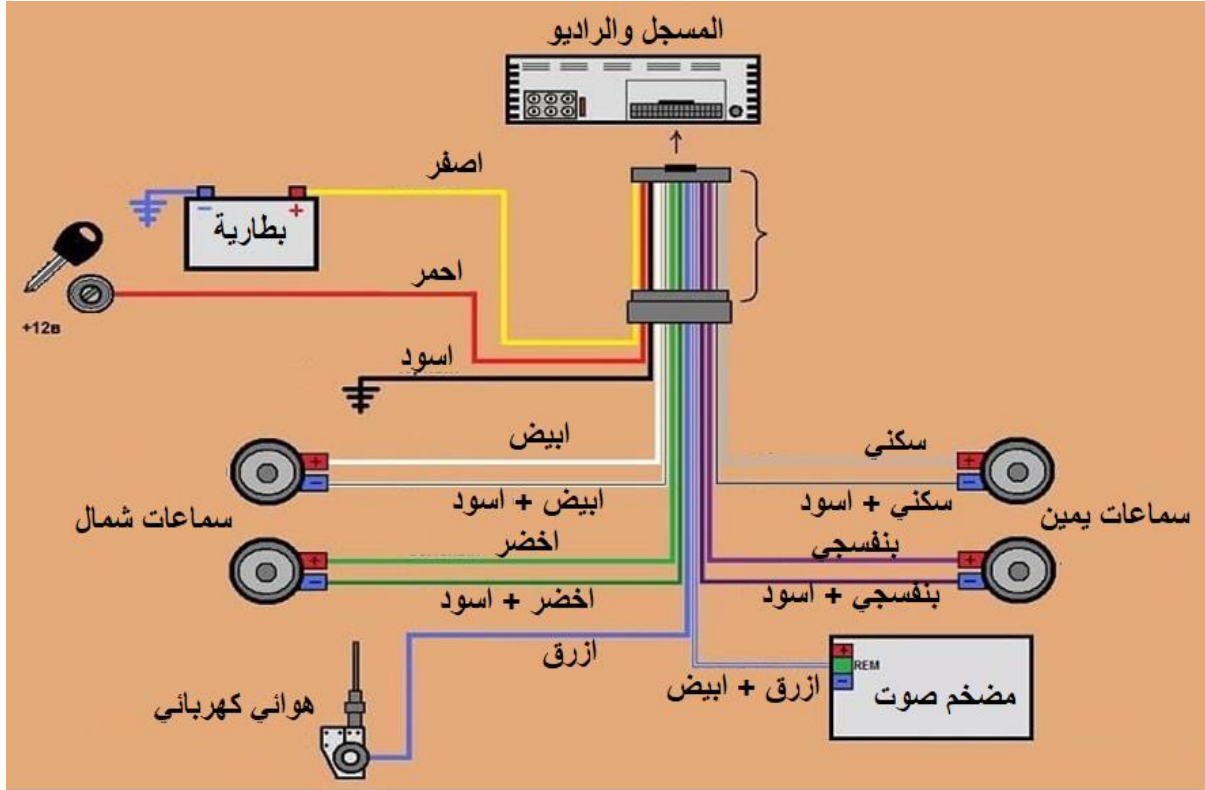
تعد سماعات السيارة (Car Speakers) الجزء المسؤول عن إخراج الصوت في النظام الصوتي، حيث تقوم بتحويل الإشارة الكهربائية القادمة من جهاز الصوت إلى موجات صوتية يمكن سماعها داخل المركبة. وتؤثر جودة السماعات بشكل مباشر على وضوح الصوت وقوته ونقائه. تختلف سماعات السيارات من حيث الحجم، القدرة، المقاومة، ونوع الصوت الذي تنتجه، فبعض السماعات مخصصة للأصوات العالية (الترددات المرتفعة)، وأخرى للأصوات المنخفضة، كما تختلف طريقة تركيبها ومكانها داخل المركبة.

يعتمد عمل سماعات السيارة على تغذية كهربائية سليمة وتوصيلات صحيحة، وأي خلل في الأسلاك أو في مقاومة السماعة قد يؤدي إلى:

- ضعف الصوت
- تشويش أو تقطيع
- توقف السماعة عن العمل



دائرة توصيل المنظومة الصوتية في المركبة



التمارين العملية والفحوصات
التمرين الاول: فك الوحدة الصوتية (المسجل والراديو) عن المركبة

- في بعض المركبات نحتاج الى عدة خاصة (شفرات) لإزالة المسجل عن المركبة حيث تستخدم لدفع كلبسات التثبيت والتسهيل في عملية فك المسجل



- في مركبات اخرى تثبت الوحدة الصوتية (المسجل و الراديو) بواسطة براغي تثبيت اسفل اطار بلاستيكي ، وفك المسجل يتم ازالة الاطار البلاستيكي ثم فك براغي التثبيت.



الدرس الرابع: نظام التكييف في السيارة

تُعد دورة التكييف في السيارات من الأنظمة المهمة التي توفر الراحة للسائق والركاب، حيث تعمل على تبريد هواء المقصورة، إزالة الرطوبة، وتحسين جودة الهواء داخل المركبة، خاصة في الأجواء الحارة.

يعتمد نظام التكييف على مبدأ فيزيائي بسيط يقوم على ضغط غاز التبريد ثم تمدده، مما يؤدي إلى امتصاص الحرارة من داخل المركبة وطردها إلى الخارج. ويتكوّن النظام من مجموعة أجزاء ميكانيكية وكهربائية تعمل معًا ضمن دورة مغلقة. يرتبط نظام التكييف بعدة أنظمة في السيارة، مثل:

- المحرك (عن طريق السير أو القابض)

- النظام الكهربائي (الكمبريسور، المراوح، الحساسات)

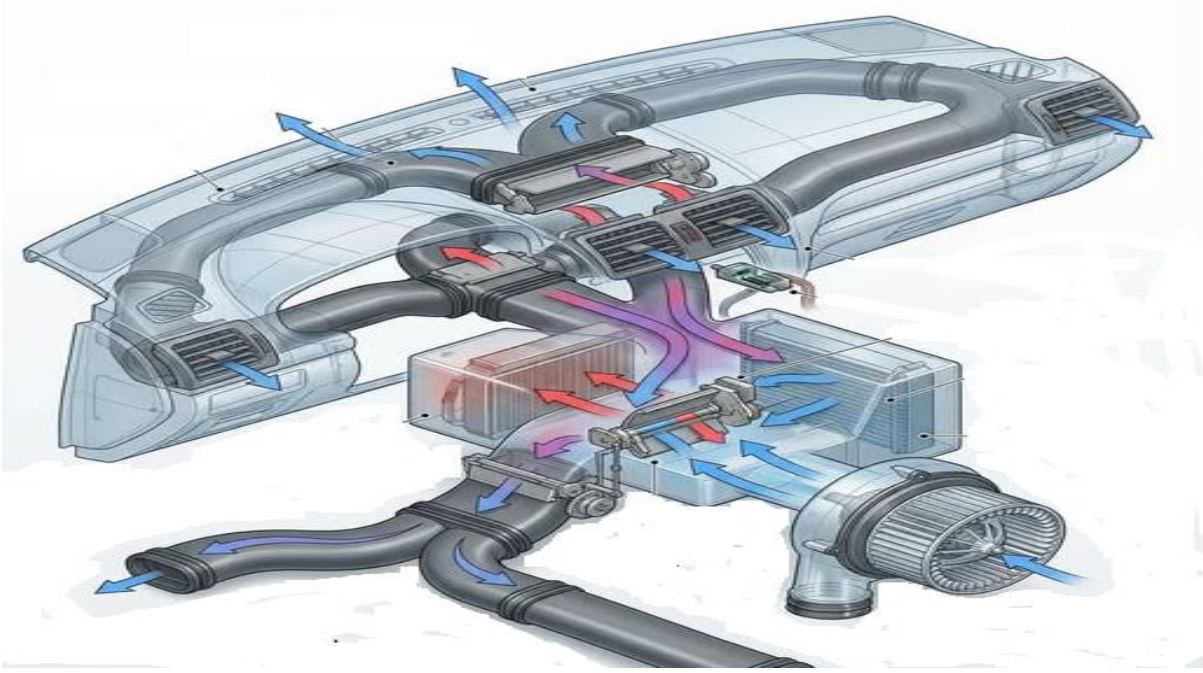
- نظام التهوية داخل المقصورة

وأي خلل في أحد مكونات دورة التكييف قد يؤدي إلى:

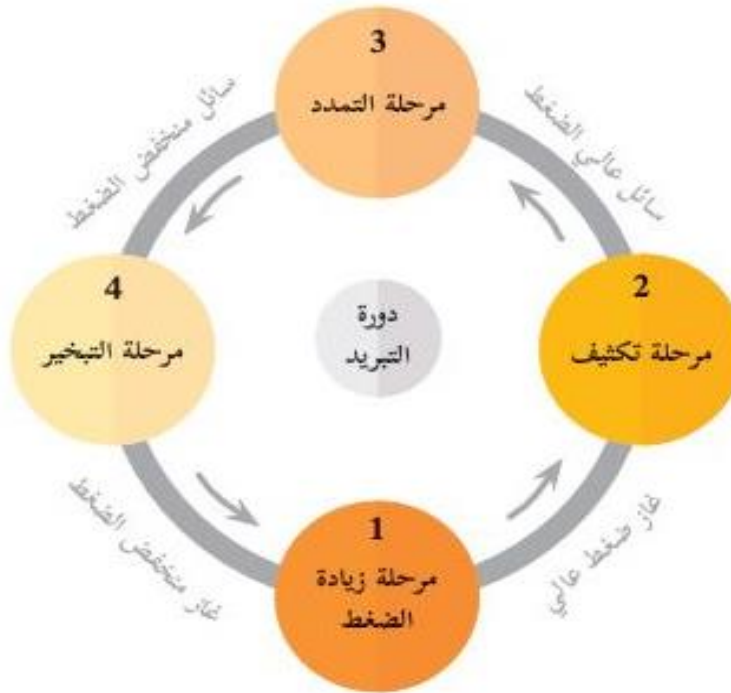
- ضعف أو انعدام التبريد

- صدور أصوات غير طبيعية

- زيادة استهلاك الوقود



تستخدم دورة التكييف غاز الفريون في عملها وتتخلص نظرية العمل في أربع مراحل كما بالشكل



- المرحلة الأولى: مرحلة زيادة الضغط
حيث يعمل الضاغط على ضغط غاز الفريون لتحصل على (غاز عالي الضغط).
- المرحلة الثانية: مرحلة التكثيف
حيث يعمل المكثف على تكثيف غاز الفريون لتحصل على (سائل عالي الضغط).
- المرحلة الثالثة: مرحلة التمدد

حيث يعمل صمام التمدد على خفض ضغط السائل لتحصل على (سائل منخفض الضغط).

• المرحلة الرابعة : مرحلة التبخير

حيث يعمل المبخر على تحويل السائل إلى غاز لنحصل على (غاز منخفض الضغط).

أجزاء نظام التكييف وطريقة العمل :

تتكون دورة التكييف في المركبة من الأجزاء التالية:

- الضاغط: Compressor

وهو ضاغط ترددي يدار بسير مطاطي من محرك السيارة، دائرة التبريد المغلقة تحتاج إلى سحب وسيط التبريد المتبخر الخارج من المبخر وضغطه ليسهل إعادة تكثيفه وتحويله إلى سائل ليعاد استعماله مرة ثانية ، ونحتاج لهذه المهمة جهازا يعرف بالضاغط، إن وظيفة الضاغط هي سحب وسيط التبريد من المبخر فينخفض ضغطه ودرجة حرارته ثم يعاد ضغطه باتجاه المكثف مما يرفع درجة حرارته ، ويحدث نتيجة لذلك :

1. انخفاض ضغط الوسيط في المبخر ؛ مما يخفض درجة تبخر الوسيط إلى أقل من درجة حرارة الهواء المحيط بالمبخر في غرفة القيادة.

2. يساعد هذا الأمر على تسهيل انسياب وسيط التبريد داخل الدائرة المغلقة.

3. دفع وسيط التبريد باتجاه المكثف على شكل غاز ساخن للتخلص من الحرارة المختزنة فيه.



- المكثف Condenser :

بعد إجبار وسيط التبريد على الاندفاع يدخل إلى المكثف، ويقوم المكثف بتخليص وسيط التبريد من حرارته إلى المحيط، وهو الهواء الخارجي، ولكون المكثف مركب في مقدمة السيارة فإن اندفاع الهواء يسهل من الإسراع في التخلص من الحرارة.



- صمام التمدد Expansion valve :

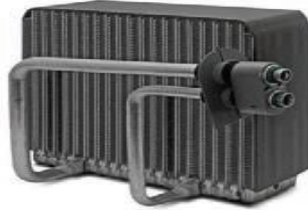
للتحكم في تدفق وسيط التبريد السائل إلى المبخر بشكل مراقب من مجس الصمام الحراري ، يركب الصمام على خط السائل ، وهو نقطة فصل ما بين الضغط المرتفع قبله والضغط المنخفض بعده،

يعمل الصمام على تمدد وسيط التبريد السائل وانتشاره في منطقة ذات ضغط منخفض نسبياً ، فيتحول من سائل إلى رذاذ وغاز بارد.



- المبخر Evaporator :

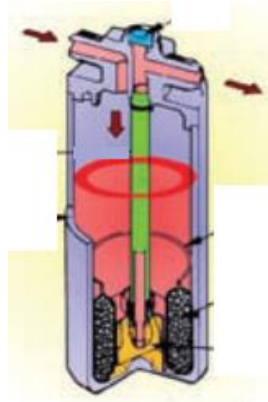
يدخل السائل البارد القادم من الصمام التمددي إلى أنابيب المبخر لتحول إلى غاز بسبب امتصاص الحرارة اللازمة لتبخيره من المكان المراد تبريده (غرفة السائق) فيتحول إلى غاز ساخن ينساب إلى الضاغط في نهاية المطاف لتتكرر العملية من جديد.



- المجفف (Drier):

يستخدم المجفف في دارات التكييف التي تستخدم صمام التمدد الحراري ، يركب المجفف بين الضاغط من جهة وصمام التمدد من الجهة الأخرى عند مخرجه ، وفي الأنماط الحديثة أصبح جزءاً غير منفصل بل ملحقاتاً مع المكثف.

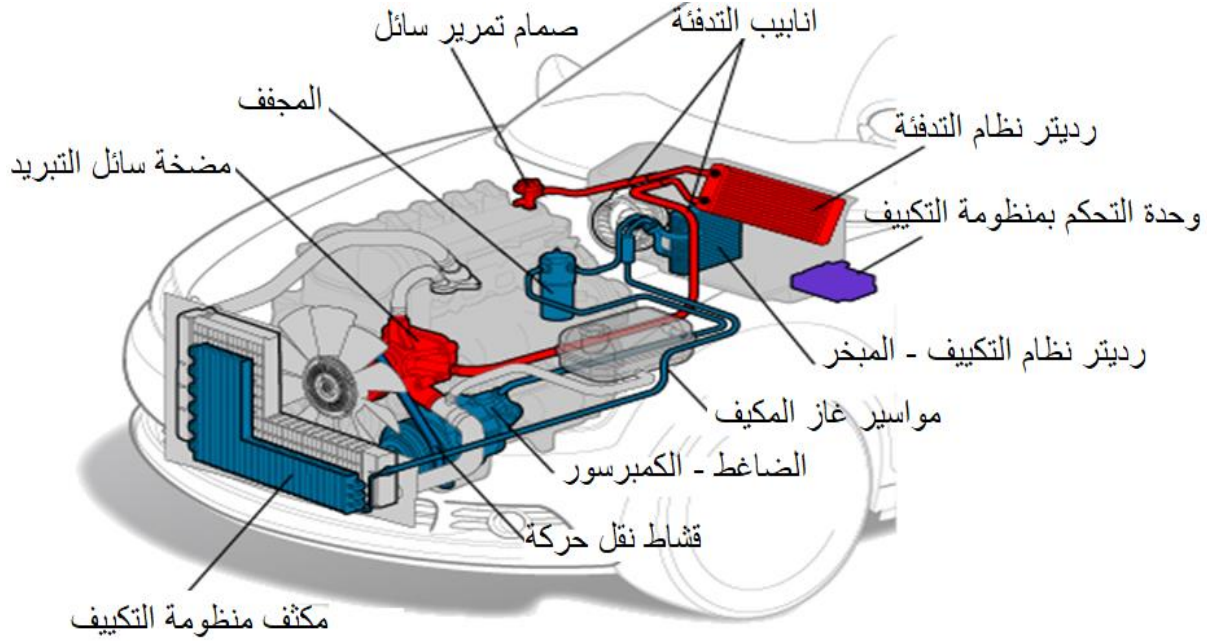
إن وظيفة المجفف الأساسية هي ضمان مرور وسيط التبريد على شكل سائل إلى صمام التمدد ، وتنقيته من الشوائب ، والعمل على تخليصه من الفقاعات إن وجدت. يعمل المجفف أيضاً كخزان لوسيط التبريد بالإضافة إلى احتوائه على زيت خاص يعمل على حماية مكونات دائرة التكييف من التلف والتآكل الكيميائي.



منظومة التدفئة والتكييف في السيارة

- تعتمد منظومة التدفئة على مرور سائل التبريد الساخن من المحرك خلال رديتر يركب اسفل التابلو، ونتيجة التبادل الحراري مع الهواء المحيط نحصل على الهواء الدافئ.

- منظومة التكييف وتعتمد على دورة غاز خاص في دورة مغلقة للحصول على هواء بارد ناتج عن التبادل الحراري بين الهواء داخل حجرة المركبة وريتر منظومة التكييف - المبخر.



مفاتيح التحكم بنظام التكييف في السيارة

- تثبت لوحة المفاتيح الخاصة بمنظومة التكييف في المركبة اسفل او فوق الوحدة الصوتية في منتصف التابلو.
- يتم فك الاطار البلاستيك المحيط بلوحة المفاتيح وفك براغي التثبيت في حال الصيانة او الاستبدال.
- في السيارات الحديثة تدمج لوحة التحكم الخاصة بمنظومة التكييف في نفس لوحة المفاتيح.



التمارين العملية والفحوصات

التمرين الاول: مروحة منظومة التكييف

الهدف: فك مروحة نظام التكييف

خطوات العمل:

- 1- تركيب المروحة في وحدة منظومة التكييف المركبة اسفل تابلو السيارة.
 - 2- اغلب السيارات يتم الوصول الى المروح من خلال فك الجببة الجانبية على طرف التابلو.
 - 3- فحص خطوط التغذية الرئيسية والتأكد منها عند ادارة مفتاح تشغيل المروحة.
- فك براغي تثبيت او ادارتها لتحريرها من موقعها عند فكها.



التمرين الثاني: التعامل مع الضاغط الكمبروسور

الهدف: فحص خطوط التغذية وفك الضاغط

خطوات العمل:

1- فحص خطوط التغذية والتأكد من وصولها عند ادارة مفتاح تشغيل نظام التكييف باستخدام ساعة الملمتير او لمبة الفحص، في اغلب السيارات تصل الفولتية عندما يكون محرك السيارة يعمل.



2- قبل فك الضاغط لابد من اخراج غاز التكييف بواسطة ماكينة تعبئة وتفريغ غاز التبريد.

3- ازالة قشاطر نقل الحركة (قساط المولد) او قشاطر خاص لنقل الحركة.

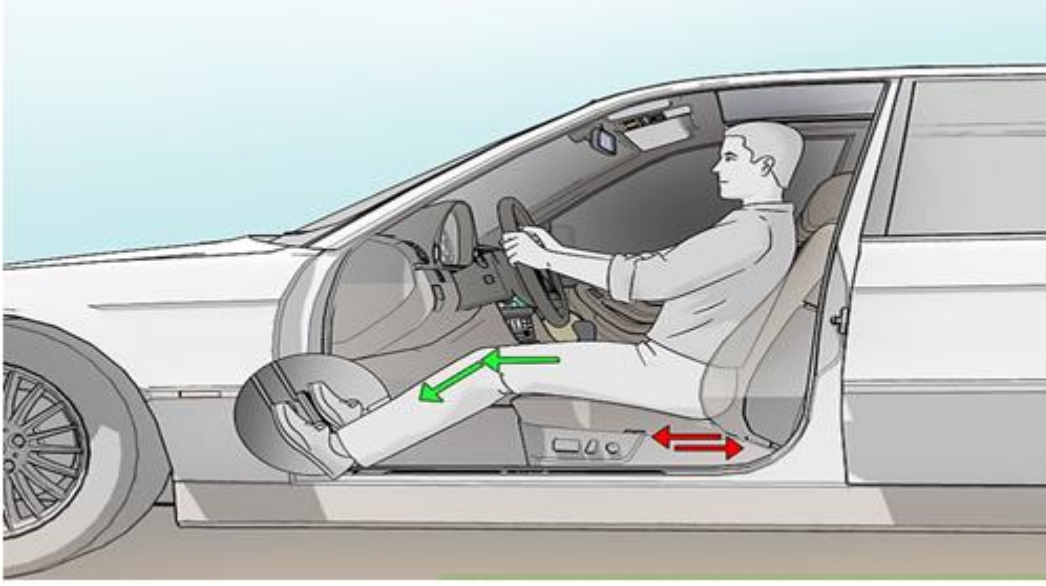
4- فك مواسير نقل الغاز ثم فك براغي تثبيت الضاغط – الكمبروسور.

الدرس الثامن: التحكم بالمقاعد كهربائيا

عد نظام التحكم بالمقاعد كهربائياً من الأنظمة الكهربائية المساعدة في المركبة، ويهدف إلى توفير الراحة للسائق والركاب من خلال إمكانية ضبط وضعية المقعد بسهولة ودقة دون جهد يدوي. ويشمل ذلك التحكم في تقدّم المقعد، ارتفاعه، ميلان الظهر، وأحياناً دعم أسفل الظهر. يعتمد هذا النظام على محركات كهربائية صغيرة، مفاتيح تحكم، أسلاك، وفيوزات تعمل معاً ضمن دائرة كهربائية بسيطة نسبياً. عند الضغط على مفتاح التحكم، يصل التيار الكهربائي إلى المحرك فيتحرك المقعد بالاتجاه المطلوب.

أي خلل في أحد مكونات النظام قد يؤدي إلى:

- توقف المقعد عن الحركة
- حركة المقعد في اتجاه واحد فقط
- صدور صوت من المحرك دون حركة



التمارين العملية والفحوصات
 التمرين الاول: التعامل مع المقاعد ذات التحكم الكهربائي
 الهدف: فك المقعد والتعامل مع محركات التحكم الكهربائية
 خطوات العمل:

- 1- فك براغي تثبيت المقعد وازالته من المركبة
- 2- التعامل مع المحركات الكهربائية من فحص خطوط التغذية او الاستبدال.

