

محركات السيارات (نظري)

المحركات البديلة

الجدارة:

التعرف على المحركات البديلة لمحركات الاحتراق الداخلي المكبسية الترددية، ومعرفة أهم التوجهات الحالية؛ لاستحداث طاقة بديلة للوقود المستخدم في تشغيل السيارات

الأهداف:

عند إكمال هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً على:

١. شرح أجزاء وطريقة عمل المحرك الدوار (فانكل)
٢. شرح مميزات وعيوب استخدام الغاز الطبيعي كبديل للوقود السائل التقليدي
٣. شرح مميزات وعيوب المحرك الكهربائي وخلايا الوقود بالسيارات الكهربائية
٤. الإلمام بتقنية السيارات المهجنة

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٨٠٪

الوقت المتوقع للتدريب: 6 ساعات

الوسائل المساعدة:

جهاز لعرض شرائح الصور و قطاعات لأجزاء المحركات البديلة واستخدام الإنترنت في شرح مستجدات التقنية في مجال المحركات البديلة للسيارات

متطلبات الجدارة:

فهم واستيعاب جميع الوحدات السابقة واستخدام شبكة الإنترنت في البحث عن مستجدات التقنية في مجال السيارات

مقدمة

المحركات المستخدمة لإدارة السيارات عادةً ما تكون محركات احتراق داخلي مكبسية من النوع الترددي التي تعمل على مبادئ دورة التشغيل رباعية الأشواط، أما المحركات البديلة فتشمل جميع أنواع المحركات الأخرى التي يمكن استخدامها لتحريك السيارات، وهناك محاولات وتجارب متعددة في الوقت الحاضر لاستخدام محركات بديلة لمحركات السيارات المستخدمة حالياً لسببين؛ الأول: يتعلق بتقليل الاعتماد على البترول كوقود للسيارات، والثاني: تقليل التأثير الضار على البيئة الناتج من الانبعاثات التي يصدرها عادم محركات السيارات. وتتركز تلك المحاولات في استحداث بدائل لوقود البنزين والديزل، أو حتى التحول إلى طاقة الكهرباء التي كانت تستخدم في إدارة السيارات منذ فترة زمنية طويلة.

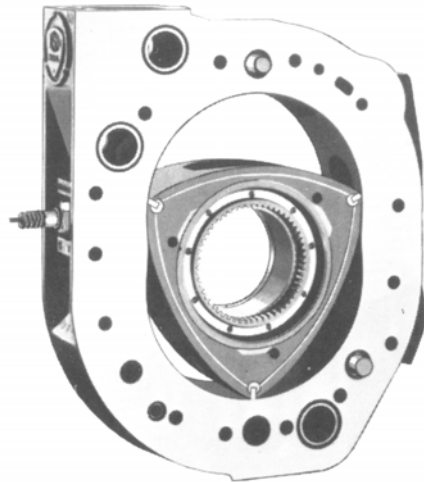
في هذه الوحدة سيتم إلقاء الضوء على أهم أنواع بدائل محركات السيارات التقليدية: مثل المحرك الدوار ومحرك الغاز الطبيعي ومحرك الكهرباء وخلايا الوقود، وأيضاً التعرف على السيارات التي تستخدم نوعين من المحركات فيما يعرف بالسيارات المهجنة.

Alternative Engines المحركات البديلة

١- المحرك الدوار (محرك فانكل) : Rotary (Wankel) Engine

في محركات الاحتراق الداخلي المكبسية الترددية، يتحرك المكبس داخل الأسطوانة حركة خطية لأعلى وأسفل، يتم تحويلها إلى حركة دورانية بواسطة ذراع التوصيل. والمحرك الدوار، والذي يطلق عليه أيضاً "محرك فانكل" نسبة إلى مخترعه الألماني فيليكس فانكل في عام ١٩٥٨م، يستخدم مكبساً على شكل مثلث بدلاً من المكبس التقليدي، يطلق عليه المكبس الدوار، ويستخدم هذا المكبس حوايك تدفع ضد جدار اسطوانة تتشكل بشكل خاص لتثبيت المكبس الدوار بداخلها، انظر شكل ٥- ١. ويقوم المكبس الدوار بتحويل الطاقة الناشئة عن احتراق الوقود داخل الأسطوانة مباشرة إلى طاقة حركة دورانية.

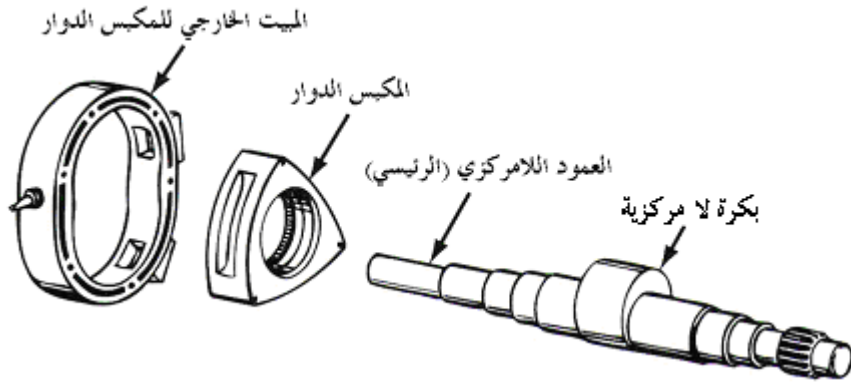
حيث إنه لا يوجد كتل ترددية تتسارع وتتباطأ داخل الأسطوانة خلال كل دورة للتشغيل، فإن المحرك الدوار يمكنه العمل عند سرعات أعلى وبالتالي يولد قدرة أكبر بالمقارنة بالمحرك الترددي الذي له نفس الوزن. كما أن المحرك الدوار يتميز بنعومة التشغيل وخلوه من الاهتزازات. وقد استخدم المحرك الدوار في بعض أنواع السيارات لعدة سنوات، ولكن لم ينتشر استخدامه نظراً لاحتياجه لنظام معقد جداً للتحكم في الانبعاثات حتى يحقق المتطلبات البيئية القياسية.



شكل ٥- ١: المبيت (الجسم) الخارجي والعضو الدوار (المكبس)

١- أجزاء المحرك الدوار:

تصنف المحركات الدوارة طبقاً لعدد المكابس الدوارة المستخدمة في المحرك. فكل عنصر من هذا المحرك يتكون من ثلاث أجزاء أساسية: العضو الدوار (المكبس)، والمبيت، والعمود اللامركزي، شكل ٥- ٢:



شكل ٥- ٢: أجزاء المحرك الدوار (لمحرك ذي مكبس دوار واحد)

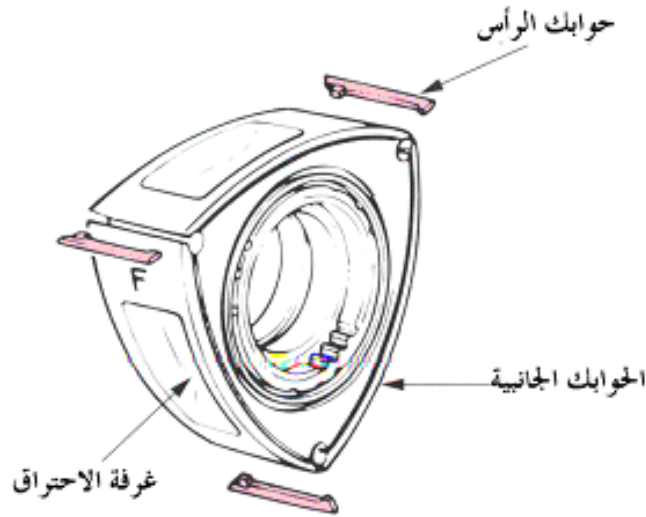
١- مبيت العضو الدوار: وهو جسم مبرد بالماء ذو مقطع يأخذ السطح الداخلي له شكل الرقم 8 تقريباً. ويحتوي المبيت على فتحتين: واحدة لدخول خليط الوقود والهواء، والأخرى لخروج العادم في إحدى الجهات، وفي الجهة المقابلة تركيب شمعة اشتعال أو شمعتين لإشعال شحنة الوقود والهواء، ويصنع جسم المبيت من السبائك المعدنية الخفيفة مع طلاء السطح الداخلي بمادة الكروم أو النيكل لتقليل التآكل.

٢- العمود اللامركزي (أو الرئيس): ويمر بمركز مبيت العضو الدوار، ويركب على محامل مثبتة بجانب الجسم الخارجي ومشكل به بكرة إدارة لا مركزية، شكل ٥- ٣.



شكل ٥- ٣: عمود إدارة لامركزي لمحرك ذي مكبسين دوارين

٣- المكبس، أو العضو الدوار، شكل ٥ - ٤: وهو على شكل مثلث أضلاعه الثلاثة (الجوانب) مقوسة، ويستخدم العضو الدوار عناصر حيك في جميع نقاط التلامس مع المبيت والأجزاء الجانبية. ووظيفة هذه الحوايك تشبه عمل الشنابر في المحركات المكبسية الترددية. ويركب العضو الدوار على البكرة اللا مركزية بالعمود الرئيس ويدور مع العمود، و يثبت في مركزه ترس حلقي داخلي في أحد جوانبه يعشق معه ويدور حول ترس بنيون ثابت مثبت مركزياً بالمبيت، وهو ترس مجوف يمر من خلاله العمود الرئيس. يحتوي ترس البنيون الثابت على عدد أسنان تساوي ثلثي عدد أسنان الترس الحلقي. وبتعشيق الترس الحلقي الداخلي مع ترس ثابت فإن العضو الدوار يجبر على التحرك حول الترس الثابت عندما يدور العمود اللامركزي، وتوجد منطقة مجوفة بكل جانب من الجوانب الثلاثة للعضو الدوار، تشكل غرفة الاحتراق حيث المكان الذي يحدث فيه احتراق لشحنة الوقود والهواء.



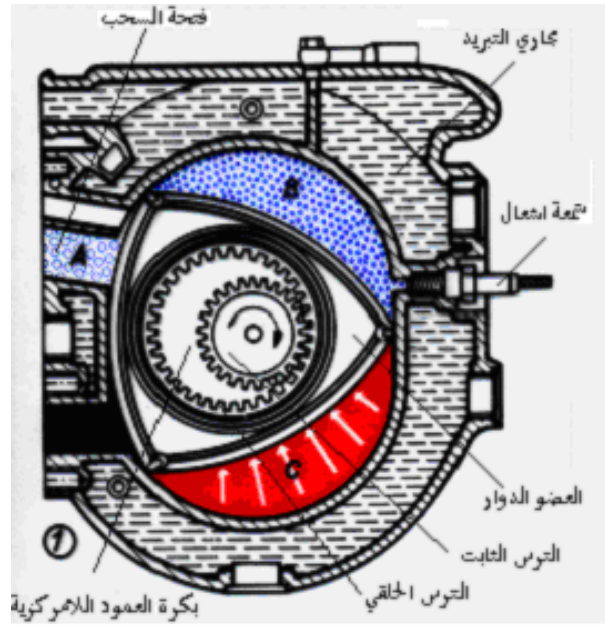
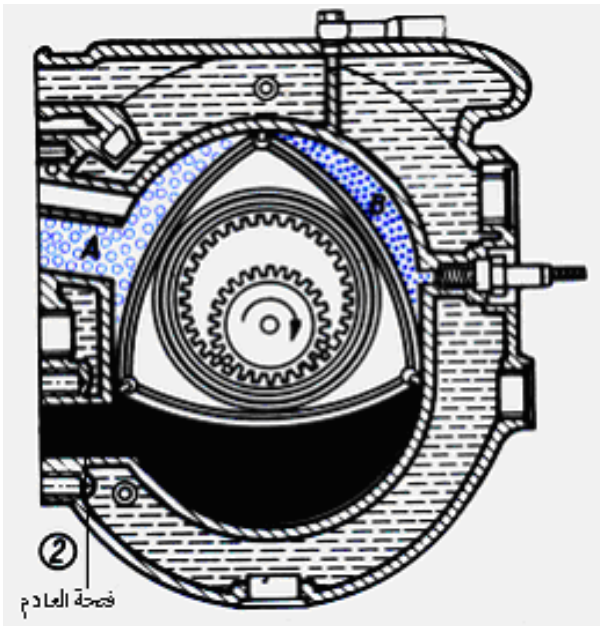
شكل ٥ - ٤: المكبس مع الحوايك

(حوايك الرأس تستخدم لحبك غرفة الاحتراق عن بعضها البعض)

١ - ٢ دورة تشغيل المحرك الدوار:

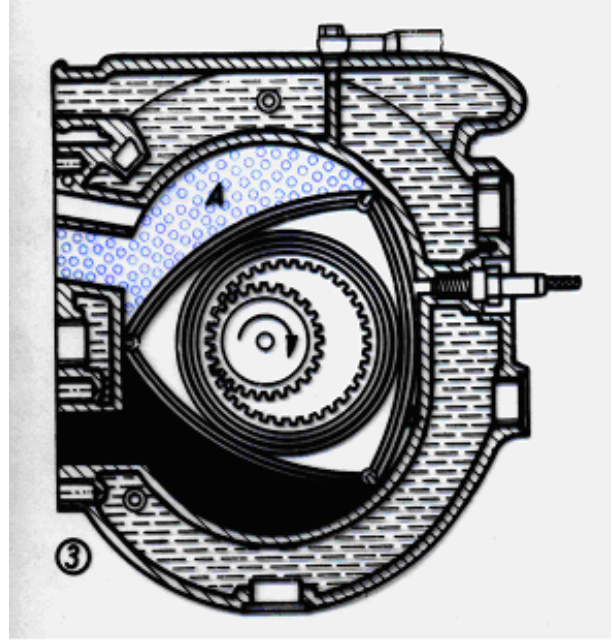
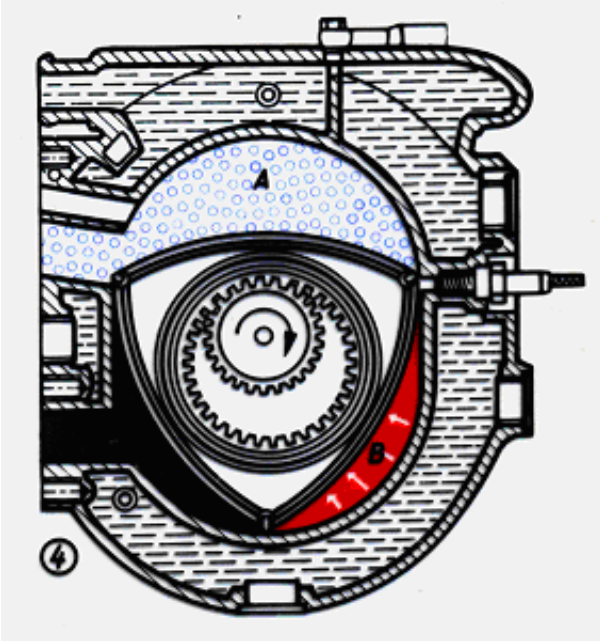
في كل مرة يدور فيها العضو الدوار دورة واحدة تحدث دورة تشغيل كاملة (جميع الأشواط: سحب، و ضغط، و قدرة، و عادم). وشكل ٥ - ٥ يبين أساسيات تشغيل المحرك الدوار.

مع هذا التصميم، و عند دوران العمود فإن العضو الدوار لا يحمل للدوران فقط لامركزيًا؛ بل أيضاً يدور في نفس اتجاه دوران العمود و بثلاث سرعة دورانه؛ أي أن العضو الدوار يدور دورة واحدة كاملة لكل ثلاث دورات للعمود.



ب

أ



د

ج

شكل ٥ - ٥: دورة تشغيل المحرك الدوار

في كل أوضاع العضو الدوار، فإن الثلاثة أركان (رؤوس المثلث) تتلامس مع السطح الداخلي للمبيت، وهكذا تتشكل ثلاث غرف بين المبيت وجوانب المثلث المقوسة والأسطح الجانبية للمبيت، وتحبك هذه الغرف ضد تسرب الغازات بواسطة موانع تسرب خاصة (حوابك) عند كل رأس للمثلث وعند أضلاعه (الجوانب).

ويدور العضو الدوار دورة واحدة لكل ثلاث دورات للعمود، وأثناء ذلك يتغير مقدار حجم كل غرفة، مرتين بقيم صغيرة، ومرتين بقيم قصوى، بحيث تحدث دورة التشغيل رباعية الأشواط (سحب، وضغط، وقدرة، وعادم). الفرق بين القيم القصوى والصغرى للحجم تمثل حجم الإزاحة لكل غرفة، والنسبة بين القيمة القصوى مقسومة على القيمة الصغرى تمثل نسبة الانضغاط. القيمة الصغرى للحجم تمثل حجم الخلوص والجزء الأكبر منها محتواه في التجويف بكل جانب من جوانب العضو الدوار.

في شكل ٥- ٥، تم ترميز جوانب العضو الدوار بالحروف A و B و C، وعند وصف دورة التشغيل سيتم استخدام هذه الحروف للإشارة إلى الغرف بين المبيت والجانب المناظر، والشكل يبين سلسلة الإجراءات التي تحدث في كل غرفة عند دورة كاملة للعمود اللامركزي. والعمود مبيت وهو يدور مع اتجاه عقارب الساعة.

في الوضع المبيت بالشكل ٥- ٥ أ، الغرفة A في وضع إحدى المرتين التي يكون فيها حجمها أصغر ما يمكن، وفي هذه الحالة تكون في الوضع المكافئ لوضع النقطة الميتة العليا بالمحرك المكبسي عند نهاية شوط العادم وبداية شوط السحب. الغرفة B تعدت وضع أقصى حجم، والشحنة بها يتم ضغطها لتهيئتها للاحتراق. الغرفة C تقترب من وضع أقصى حجم لها، والغازات تتمدد بداخلها، وهو الوضع المكافئ لوضع شوط التمدد أو القدرة بالمحرك المكبسي.

في الوضع المبيت في الشكل ٥- ٥ ب، العمود دار ٩٠ درجة (ربع لفة)، والغرفة A بدأت في مشوار سحب الخليط نتيجة للتخلخل الذي يحدث مع دوران العضو الدوار. الغرفة B في هذه الحالة تقترب من أقل حجم لها، المناظر للاقترب من النقطة الميتة العليا في نهاية شوط الانضغاط. الغرفة C في وضع أقصى حجم، المناظر للنقطة الميتة السفلى وتبدأ مشوار العادم.

الشكل ٥- ٥ ج يبين الوضع عندما يدور العمود ربع لفة إضافية، في هذه الحالة تقترب الغرفة A من وضع أقصى حجم لها، المناظر للاقترب من النقطة الميتة السفلى عند نهاية شوط السحب. الغرفة B عند أقل حجم لها، المناظر للنقطة الميتة العليا وقد أطلقت الشرارة وبدأ الاحتراق. الغرفة C أتمت حوالي ثلث مشوار العادم.

أخيراً، في الوضع المبيت بالشكل ٥- ٥ د، وهو الوضع عند نهاية دورة كاملة للعمود، تكون الغرفة A في وضع نهاية شوط السحب، والغرفة B في وضع بداية شوط القدرة، والغرفة C في وضع نهاية شوط العادم.

وفي الدورة الثانية للعمود فإن الغرفة A تقوم بأداء نفس عمل الغرفة B في الدورة الأولى للعمود، والغرفة B ستكرر نفس عمل الغرفة C، والغرفة C تكرر عمل الغرفة A. وفي الدورة الثالثة ستكرر الغرفة A

عمل الغرفة C، والغرفة B ستكرر عمل الغرفة A، والغرفة C ستكرر عمل الغرفة B، وسيعود الوضع إلى الوضع المبين في الشكل ٥ - ٥ أ.

مما سبق يتضح أن المحرك يولد مشوار قدرة واحد كل دورة للعمود، وهو في هذه الحالة يكافئ محركاً ذا اسطوانة واحدة ثنائي الأشواط، أو محركاً ذو أسطوانتين رباعي الأشواط له حجم إزاحي للأسطوانة يعادل الحجم الإزاحي لغرفة واحدة بالمحرك الدوار. إذا استخدم عنصرين بالمحرك الدوار (أي استخدم عضوان دواران)، فإن المحرك يطلق عليه محرك دوار مزدوج أو محرك ذو عضوين دوارين، ويحدث تتابع الاشتعال به مثل تتابع الاشتعال في محرك رباعي الأشواط ذي أربع اسطوانات.

المحركات الدوارة المستخدمة حالياً جميعها تقريباً مبردة بالماء من خلال سريان الماء في مجاري التبريد بالمبيبات. كما أن العضو الدوار يبرد بواسطة تدوير الزيت من منظومة التزييت خلال التجاويف الداخلية به، وهذا يستلزم استخدام مبرد زيت.

يستخدم المحرك الدوار العديد من الأنظمة المتشابهة مع المحركات المكبسية الترددية، مثل مغذي الوقود أو نظام الحقن، وبادئ الحركة، والمولد وجميع المكونات الخارجية.

١- ٣ مميزات المحرك الدوار:

المميزات الرئيسية لهذه النوعية من المحركات هي:

- ١- بساطة الأجزاء: حيث يحتوي كل عنصر بالمحرك على جزأين متحركين فقط، وهما العضو الدوار، والعمود اللامركزي. وحيث إن الاتصال بين الغرف وفتحات السحب والعماد يتم من خلال العضو الدوار، فإن الصمامات ومجموعة تشغيلها تلغى تماماً في هذه النوعية من المحركات.
- ٢- عدم وجود الأجزاء الترددية يسمح بأن يعمل المحرك الدوار عند سرعات عالية.
- ٣- حيث إن جميع الأجزاء المتحركة تتحرك حركة دورانية بسيطة، فإن اتزانها يكون بسيطاً ويمكن التخلص من الاهتزازات؛ أي أن المحرك الدوار يتميز بنعومة تشغيله.
- ٤- الفتحات المحيطية للدخول والخروج لا يتم غلقها مطلقاً، وهذا يؤدي إلى زيادة الكفاءة الحجمية.
- ٥- لنفس الحجم الإزاحي، فإن المحرك الدوار أقل في الوزن والحجم الكلي بالمقارنة بالمحرك المكبسي الترددي. وتزداد هذه الميزة مع زيادة عدد الأعضاء الدوارة.

٢- محرك الغاز الطبيعي: Natural Gas Engine

إن الغاز الطبيعي المستخدم بالمنازل لأغراض التدفئة وتشغيل الأفران هو الغاز الطبيعي نفسه المستخدم بالسيارات، وتسمى السيارة التي تعمل بالغاز الطبيعي "Natural Gas Vehicle, NGV". الغاز الطبيعي هو من أنواع الوقود البسيطة جداً و يتركب من حوالي ٩٠ ٪ ميثان (CH_4)، و هو يتكون من ذرة من الكربون متصل بها أربع ذرات من الهيدروجين، والباقي بروبان وبيوتان ومركبات أخرى. يتغير تركيب وقود الغاز الطبيعي طبقاً لمصدر استخراجه.

يشغل الغاز الطبيعي حجماً أكبر من الأنواع الأخرى للوقود السائل، وبالتالي يجب ضغطه وتحويله للحالة السائلة حتى يصبح عملياً للاستخدام في أغراض النقل، ويخزن الغاز الطبيعي بالسيارات داخل خزانات ضغط عالٍ حتى يحتفظ بحالته السائلة، كما أن تخزينه بحالته السائلة يعتبر ضرورة، لأن السيارة لا تستطيع تخزين غاز بكميات كافية لتحقيق مسافات تشغيل كبيرة في حالة ما احتفظ الغاز بحالته الغازية، وتعطي خزانات الغاز عالية الضغط بسيارات الغاز الطبيعي نفس مسافات التشغيل التي تعطيها سيارات البنزين والديزل، والغاز الطبيعي المضغوط (CNG) هو الأكثر انتشاراً في مجال الاستخدام بمحركات سيارات الغاز الطبيعي.

إن محرك الغاز الطبيعي هو محرك احتراق داخلي يشبه في تصميمه محرك البنزين ومحرك الديزل، وفي الواقع فإن محركات الغاز الطبيعي هي محركات بنزين أو ديزل مع تعديل في نظام الوقود. ويعدل نظام الوقود في محركات الغاز الطبيعي حتى يسمح للغاز بالتبخر والخلط مع الهواء الداخل. ويحتوي نظام وقود الغاز الطبيعي على صمام خلط مبسط يحل محل المغذي أو بخاخات الوقود بالمحركات التقليدية ذات المغذي أو ذات أنظمة الحقن. ويمكن لمنظومة وقود الغاز الطبيعي أن تستخدم مع منظومات التحكم بالحاسب كما هو الحال في المحركات التقليدية؛ لأن وقود الغاز الطبيعي وقود بسيط وفي نفس الوقت يتميز بارتفاع رقم الأوكتان فهو ينتج انبعاثات أقل بكثير من الأنواع الأخرى للوقود.

٢- ١ أنواع محركات الغاز الطبيعي:

محركات الغاز الطبيعي تناسب مدي واسع من التطبيقات تتراوح بين الاستخدام في السيارات والمركبات التجارية الخفيفة والشاحنات و الحافلات والروافع الشوكية وحتى الاستخدام في القطارات ومولدات الكهرباء. وخصائص الغاز الطبيعي النظيفة (انخفاض الملوثات بالعام) وغياب الجزيئات الملوثة تقلل من التآكل الذي يحدث عادةً في محركات البنزين أو الديزل. وأيضاً فلتر الزيت وزيت المحرك يتم تغييرها بعد فترة طويلة مما يقلل من تكاليف التشغيل.

وتوجد محركات الغاز الطبيعي بالأنواع التالية:

محركات أحادية الوقود: Mono-Fuel Engines

أحياناً يطلق عليها محركات الغاز الطبيعي ذات الإشعال بالشرارة، وتستخدم تلك النوعية من المحركات الغاز الطبيعي فقط كمصدر للوقود، وهي تتميز بارتفاع جودة الاحتراق وانخفاض الانبعاثات، وبعض السيارات التي تستخدم غاز طبيعي تزود بخزان وقود بنزين كخزان احتياطي لاستخدامه عند نفاذ الغاز الطبيعي حتى تتم إعادة تعبئة أسطوانات تخزين الغاز.

المحركات ثنائية الوقود: Bi-Fuel Engines

يعمل المحرك ثنائي الوقود على الغاز الطبيعي أو البنزين (أو أي وقود آخر يشتعل بالشرارة مثل الميثانول). يمكن تحويل المحركات التقليدية بالسيارات إلى محركات ثنائية، ويلاحظ أن تلك المحركات تعتمد على احتراق البنزين عند بدء الإدارة وبالتالي تستهلك كميات صغيرة فقط من وقود البنزين.

محركات الوقود المزدوج: Dual Fuel Engines

تستخدم محركات الوقود المزدوج خليطاً من الغاز الطبيعي والديزل. يحقن وقود الديزل مباشرة في غرفة الاحتراق في حين يخلط الغاز الطبيعي والهواء في مجمعات السحب بواسطة المغذي أو أنظمة حقن الغاز. وتختلف نسبة خلط الغاز الطبيعي والديزل طبقاً لاختلاف الأحمال، وتتراوح النسبة ما بين صفر٪ إلى ٨٠٪ غاز.

وعند الأحمال المنخفضة تكون نسبة الديزل أعلى، بينما مع الأحمال المرتفعة فإنه يستخدم نسبة غاز أعلى. والمحركات مزدوجة الوقود هي ناتج تحويل محركات الديزل لتعمل بالغاز الطبيعي، وهي تتميز بعدم اعتمادها كلياً على الغاز الطبيعي كمصدر إمداد للوقود، وبالتالي فعند نفاذ الغاز الطبيعي أو وجود السيارة بعيدةً عن محطات شحن أسطوانات الغاز، فإن السيارة يمكنها أن تعمل فقط بوقود الديزل.

محركات الوقود الثلاثي: Tri-Fuel Engines

استخدام الوقود الثلاثي هو تطور حديث نسبياً، فالمحركات الثلاثية الوقود تستخدم البنزين والإيثانول (إما منفصلين أو مختلطين مع بعضهما البعض) مع الغاز الطبيعي، وبالتالي فإن السيارة ذات الوقود الثلاثي يمكن أن تعمل على البنزين والإيثانول (أو كليهما)، أو الغاز الطبيعي. أول مرة تستخدم سيارات الوقود الثلاثي كان بالعام ٢٠٠٥ م بالبرازيل.

محركات الحقن المباشر ذات الضغط العالي: High Pressure Direct Injection Engines

يتم في الوقت الحاضر تطوير تقنية تستخدم حقن الغاز الطبيعي مع الديزل مباشرة عند ضغط عالي داخل غرفة الاحتراق. تعتمد محركات الحقن المباشر ذات الضغط العالي على الديزل في حدوث الاشتعال مثل محركات الوقود المزدوج؛ ولكن يختلف نظام الوقود بها في طريقة خلط الديزل مع الغاز. وقد بينت الأبحاث أن تلك المحركات تعطي أداءً مشابهاً لمحركات الديزل.

٢-٢ مميزات وعيوب محركات الغاز الطبيعي:

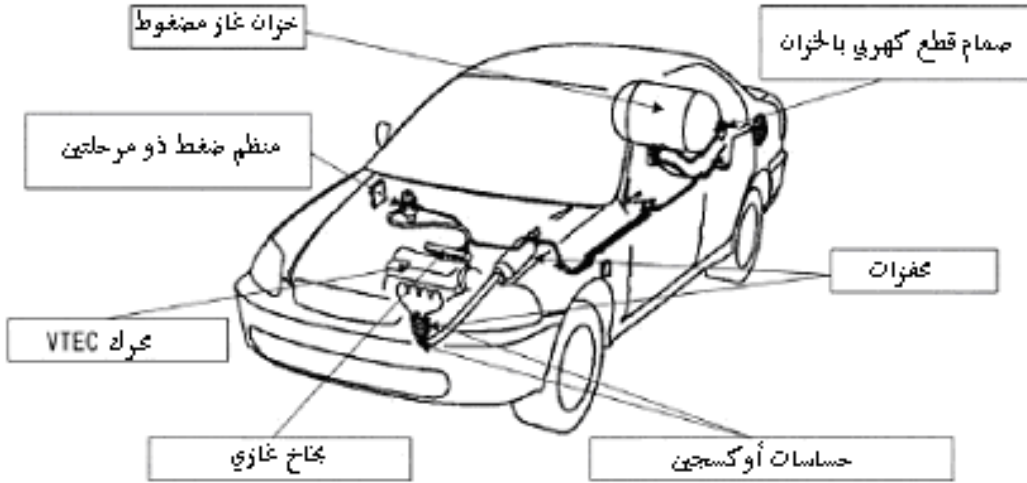
يمكن تلخيص مميزات محركات الغاز الطبيعي فيما يلي:

- ١- توفر الغاز الطبيعي بكميات كبيرة
- ٢- انبعاثات أقل ضرراً وتلوثاً للهواء الجوي

أما عيوب استخدام الغاز الطبيعي فهي كما يلي:

- ١- إن خزانات الضغط العالي التي تستخدم لحفظ الوقود تعطي وزناً إضافياً للسيارة وترفع من تكلفتها.
- ٢- إن إعادة ملء خزانات الوقود في سيارات الغاز الطبيعي تأخذ وقتاً أطول من سيارات البنزين أو الديزل.
- ٣- قلة عدد محطات تعبئة الغاز الطبيعي بالمقارنة بمحطات تعبئة الوقود التقليدي.

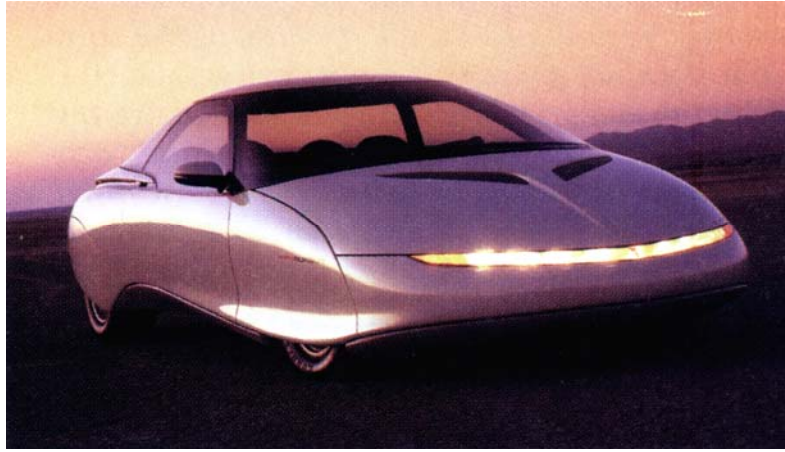
يبين شكل ٥ - ٦ مكونات أحد أنواع سيارات الغاز الطبيعي



شكل ٥ - ٦: مكونات سيارة الغاز الطبيعي (سيارة هوندا سيفيك)

٣- المحركات الكهربائية: Electric Motors

كثر الحديث في السنوات القليلة الماضية عن السيارات الكهربائية، ولكن القليل منها تم إنتاجها ومنها السيارة التابعة لشركة جنرال موتورز (EV1) المبينة بالشكل ٥- ٧. هذه السيارة مزودة بمحركات كهربائية كبيرة الحجم وعدد كبير من البطاريات، وتتميز بقدرتها العالية على التسارع والتشغيل الهادئ جداً. المشكلة الكبرى في السيارات الكهربائية تكمن في المسافة التي تتحركها السيارة دون أن تحتاج البطاريات إلى إعادة شحن.

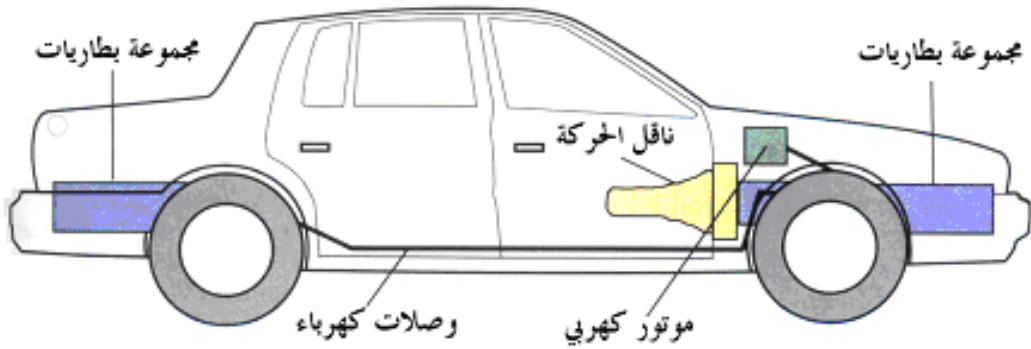


شكل ٥- ٧: سيارة كهربائية من طراز GM EV1

أحد المميزات الهامة بالسيارة الكهربائية هي عدم وجود عادم أو انبعاثات على الإطلاق حيث لا تستخدم الوقود السائل. ويمكن انتشار استخدام السيارات الكهربائية في المستقبل، ولكن ذلك يعتمد على تطوير واستحداث بطاريات يمكنها إطالة مسافة تشغيل السيارة.

وتستخدم السيارة الكهربائية محركاً كهربائياً يدار بواسطة الكهرباء المخزونة بالبطاريات. ويأخذ إعادة شحن البطاريات من ٨ إلى ١٠ ساعات، وتتراوح مسافة التشغيل المتوسطة مع الشحن التام للبطاريات من ٨٠ إلى ١١٢ كيلومتر قبل احتياج البطاريات إلى الشحن. ويبين شكل ٥- ٨ المكونات الأساسية في السيارة الكهربائية.

وأكبر عيوب السيارات الكهربائية هي مدى مسافة التشغيل، ويجدر الإشارة إلى أنه يجري في الوقت الحاضر عمل أبحاث مكثفة لزيادة مدى التشغيل من خلال تطوير أنواع جديدة من البطاريات للاستخدام بالسيارة الكهربائية، ومن العيوب الأخرى أيضاً تكلفة استبدال البطاريات، وخطورة التعامل مع الجهد والتردد العالي من المحركات الكهربائية.



شكل ٥ - ٨: المكونات الأساسية في السيارة الكهربائية

٣- ١ خلايا الوقود: Fuel Cells

خلية الوقود هي وسيلة لتحويل الوقود مباشرة إلى كهرباء، وتعتبر خلايا الوقود الحل الأمثل للمشاكل المتعلقة بالبطاريات في السيارات الكهربائية. وخلايا الوقود لا تقوم بتخزين الكهرباء، ولكنها تقوم بإنتاج الكهرباء حسب الحاجة لتشغيل المحرك الكهربائي الذي يحرك السيارة. والوقود المستخدم بخلايا الوقود هو الهيدروجين أو الميثانول أو البنزين، ويعتبر الهيدروجين الوقود الأكثر انتشاراً في الاستخدام بخلايا الوقود.

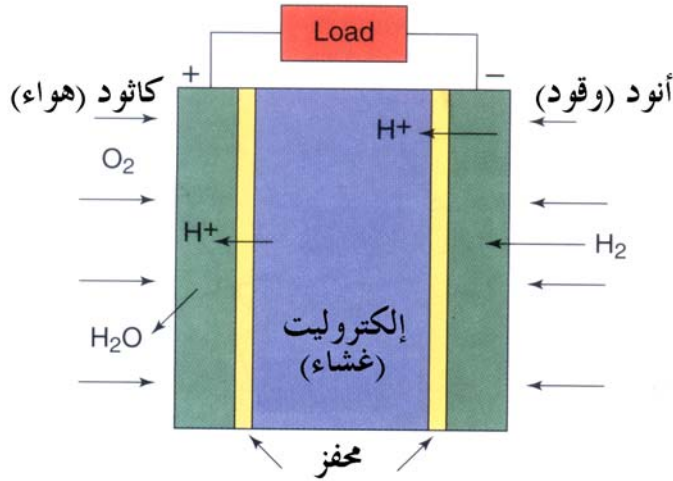
وقد أعلنت الولايات المتحدة الأمريكية منذ عام ٢٠٠٣ م عن مبادرة وقود الهيدروجين (Hydrogen Fuel Initiative) التي أفصح عنها الرئيس الأمريكي في ذلك الوقت، وتم دعم المبادرة بإصدار تشريعات من خلال قانون سياسات الطاقة بأمريكا عامي ٢٠٠٥م و ٢٠٠٦ م، والذي يهدف إلى إنتاج وتطوير الهيدروجين وخلايا الوقود والبنية التحتية اللازمة لتعبئة خلايا الوقود بالسيارات على غرار محطات تزويد سيارات الغاز الطبيعي بالوقود، وذلك لجعل سيارات خلايا الوقود سيارات عملية مع حلول العام ٢٠٢٠. وقد رصدت الحكومة مبالغ هائلة (تبلغ المليار دولار إلى الآن) لدعم البحوث التي تهدف إلى تطوير خلايا الوقود.

خلية الوقود هي وسيلة تحويل كهروكيميائية، وهي تقوم بتوليد الطاقة الكهربائية دون ضوضاء وبكفاءة عالية. تحول خلية الوقود المواد الكيميائية المتمثلة في الوقود (الهيدروجين) والأوكسجين إلى ماء وخلال عملية التحويل تقوم بتوليد الكهرباء.

خلية الوقود لا تستهلك كثيراً أثناء التشغيل كما في بطاريات السيارات؛ لأن بطاريات السيارات تخزن المواد الكيميائية بداخلها وهكذا تخزن الكهرباء أيضاً، ولذلك تستهلك مع الزمن فتتم إعادة شحنها أو التخلص منها، مع خلية الوقود تتم تغذية الخلية بالمواد الكيميائية باستمرار، وبالتالي فهي لا تستهلك أبداً، وطالما أن هناك سرياناً للمواد الكيميائية الداخلة إلى الخلية، فإنه يوجد سريان للكهرباء يخرج منها. ومعظم خلايا الوقود المستخدمة حالياً تستخدم الهيدروجين والأوكسجين كمواد كيميائية.

عمل خلية الوقود:

تحتوي خلية الوقود، شكل ٥ - ٩، على قطبين: سالب وموجب (كاثود و أنود) كما في البطارية، وتتم تغذيتها بالوقود والهواء خلال قنوات مقطوعة بالألواح، ويوجد بين القطبين طبقة رقيقة من محفز من البلاتين والذي يقوم بعمل الألكتروليت. يسخن وقود الهيدروجين إلى أحد جانبي خلية الوقود، والهواء إلى الجانب الآخر، وعند مرور الهيدروجين خلال مادة المحفز يتم تحلله وتحويله إلى إلكترونات وبروتونات (أيونات الهيدروجين) حرة، ومن ثم يسري تيار كهربائي بين الأنود ذي الشحنة السالبة و الكاثود ذي الشحنة الموجبة. بينما تصبح الإلكترونات الحرة تياراً كهربائياً، تتحرك البروتونات إلى الكاثود وتتجمع مع الأوكسجين الموجود بالهواء الداخل فتولد بخار ماء وحرارة، وهو العادم الذي تصدره خلية الوقود.



شكل ٥ - ٩: أساسيات عمل خلية الوقود

تستخدم الكهرباء المتولدة من خلية الوقود في إدارة السيارة بواسطة المحرك الكهربائي، وعند الحاجة إلى طاقة أكبر من تلك المتولدة من خلية الوقود، تستخدم بطاريات لسحب التيار الكهربائي اللازم. تتميز سيارة خلية الوقود بأن البطاريات يعاد شحنها بواسطة خلية الوقود ولا تحتاج إلى شحن من مصدر كهربائي خارجي مثل السيارات الكهربائية الأخرى، كما أن سيارة خلية الوقود لا تحتاج إلى عدد كبير من البطاريات وبالتالي وزنها أقل. كما أن خلية الوقود لا تصدر انبعاثات ملوثة للبيئة مثل سيارات الوقود السائل (البنزين، والديزل)، فهي في الحقيقة تولد ماء وحرارة فقط.

من عيوب سيارات خلية الوقود المستخدمة للهيدروجين احتياجها لأحجام كبيرة لتخزين الوقود. الهيدروجين الغازي غير المضغوط فيصعب تخزينه، فهو يحتاج إلى حجم يعادل ٣٠٠٠ مرة الحجم المناظر لتخزين البنزين إذا ما كانت كمية الطاقة في النوعين واحدة. ولذلك فإننا لتخزين تحت ضغط عالٍ يقلل من الحجم المطلوب ولكنه، يؤدي إلى مشاكل تتعلق بالسلامة.

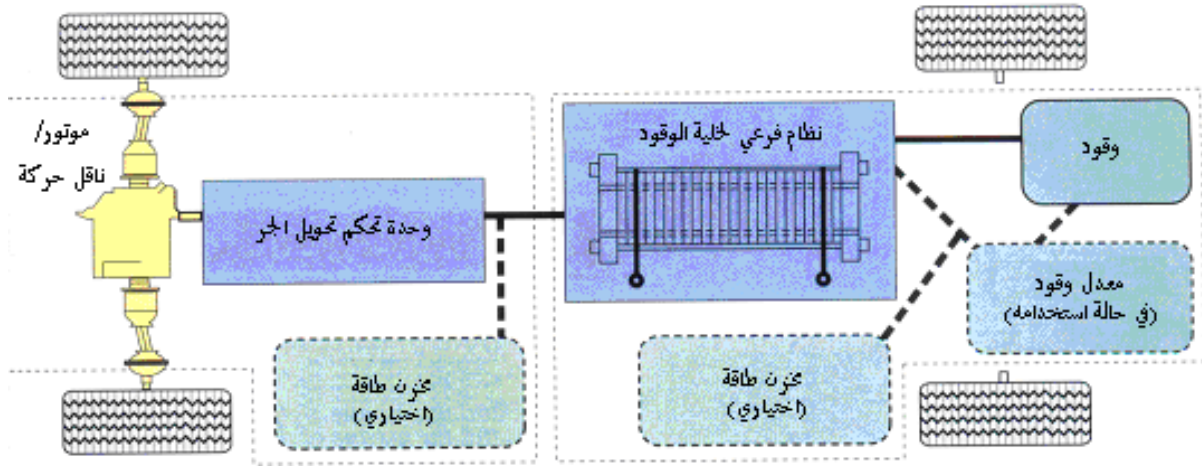
وتخزين الميثانول وحفظه سهل مثل البنزين ويمكن استخدامه كمصدر للهيدروجين، الذي يستخدم عندئذ بخلايا الوقود لتوليد الكهرباء، ولبدء العملية الكيميائية لتوليد الكهرباء بخلية الوقود يخلط وقود الميثانول مع الماء ويمرر خلال معدل وقود. تتطلق خرج معدل الوقود (الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون) إلى الجانب السالب من خلية الوقود.

إن بعض أنظمة خلايا الوقود تستخدم البنزين كوقود، وفي هذه الأنظمة يتم تحويل البنزين إلى هيدروجين في أربع خطوات هي:

- ١- يبخر البنزين
- ٢- يحرق بخار البنزين والهواء لتوليد غاز الهيدروجين وأول أكسيد الكربون.
- ٣- يتحد الهيدروجين وأول أكسيد الكربون مع بخار الماء في وجود محفز من أكسيد النحاس حيث يتفاعل مع أول أكسيد الكربون ليكون ثاني أكسيد الكربون وهيدروجين.
- ٤- يحقن هواء مضغوط في وجود محفز من البلاتين لتحويل أول أكسيد الكربون المتبقي إلى ثاني أكسيد الكربون. ويتجه غاز الهيدروجين و ثاني أكسيد الكربون والمركبات الأخرى من البنزين إلى خلية الوقود لتتولد الطاقة الكهربائية.

وتأخذ خلية الوقود وقتاً طويلاً لتوليد طاقة كهربائية كافية لتشغيل المحرك الكهربائي، بغض النظر عن نوعية الوقود المستخدم بها، ولذلك تزود سيارات خلايا الوقود ببطاريات لتشغيل المحركات الكهربائية حتى يتم إحماء الخلية. وتقوم تلك البطاريات أيضاً بتخزين الكهرباء أثناء التشغيل الحر للسيارة وأثناء الفرامل. يبين شكل ٥- ١٠ مخطط لمكونات سيارة خلية الوقود (Fuel Cell Vehicle).

لا تزال سيارات خلايا الوقود تحت الدراسة والبحث المكثف، ويحتاج الباحثون ومصنعوا السيارات إلى عمل الكثير قبل أن تصبح خلايا الوقود بديلاً عملياً للوقود التقليدي، وينتظر لسيارات خلايا الوقود أن ترى النور خلال عقدين من الزمان.



شكل ٥- ١٠: مخطط لسيارة خلية الوقود

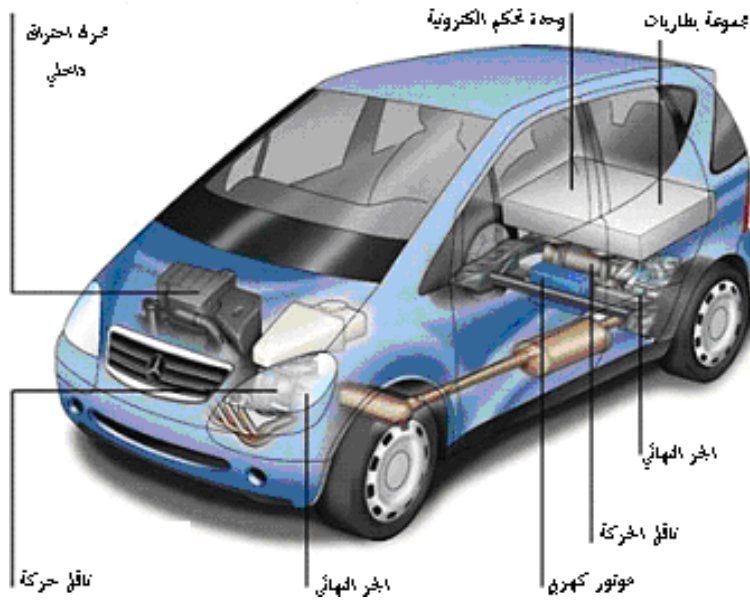
٤- السيارات المهجنة Hybrid Vehicles

تعرف السيارة المهجنة طبقاً لما جاء في تعريف الوكالة الدولية للتقنيات الكهربائية،

International Electro-Technical commission

بالولايات المتحدة الأمريكية على أنها السيارة التي تدار بواسطة اثنين أو أكثر من مصادر الطاقة، أما السيارة الكهربائية المهجنة فتعرف على أنها: السيارة المهجنة التي بها واحداً على الأقل من مصادر الطاقة يأتي من الطاقة الكهربائية.

والسيارة الكهربائية المهجنة بصورتها الحالية يستخدم لإدارتها محرك تقليدي (بنزين أو ديزل) بالإضافة إلى محرك كهربائي، شكل ٥- ١١، والهدف منها هو التقليل من الانبعاثات الناجمة عن عادم المحرك التقليدي وبالتالي تقليل التلوث البيئي وأيضاً الحفاظ على معدل منخفض لاستهلاك الوقود مع الحصول على أداء متميز عن مثيلتها التقليدية.



شكل ٥- ١١: مكونات أحد أنواع السيارات المهجنة

وقد جاءت فكرة السيارة المهجنة كحل وسط بين السيارة التقليدية والسيارة الكهربائية؛ فالسيارة التقليدية، والتي يستخدم لإدارتها محرك احتراق داخلي لها مميزات عديدة تتعلق بأداء السيارة وملاءمتها للاستخدام الشخصي للأفراد ومرونة المحرك التي تسمح بتشغيل السيارة في جميع ظروف التشغيل المختلفة على الطرق بالإضافة إلى إمكانية الحصول على مدى تشغيل قد يصل في بعض الموديلات إلى ٨٠٠ كم عند تعبئة خزان الوقود بأقصى سعة له؛ ولكن كانت ولا تزال المشكلة البيئية الناجمة عن عدم السيارات التقليدية وخصوصاً داخل المدن تؤرق الباحثين في مجال السيارات وأيضاً مصنعي السيارات، وبالرغم من المحاولات العديدة والتطورات التقنية الهائلة في مجال صناعة السيارات والخاصة بالتحكم في ملوثات العادم إلا أنه لم تتمكن هذه الصناعة من إنتاج سيارة تقليدية لا تصدر أي انبعاثات أو ما تعرف بالـ Zero-Emission Vehicle.

ومن ناحية أخرى ظهرت في العقود الأخيرة بالدول الكبرى محاولات لتقليل الاعتماد على البترول كوسيلة للحصول على الطاقة بالسيارات، وبدأ التفكير في تطوير واستخدام سيارة تعمل بطاقة بديلة فكانت عودة ظهور السيارة الكهربائية Electric vehicle والتي تعمل بطاقة الكهرباء.

ويمكن تلخيص أسباب عودة ظهور السيارات الكهربائية إلى ما يلي:

- ١- انخفاض التلوث البيئي الصادر من عادم السيارات التقليدية.
- ٢- رخص تكاليف الطاقة الكهربائية.
- ٣- تحسن أداء السيارة الكهربائية نتيجة للتقدم التكنولوجي في صناعة البطاريات والمحركات الكهربائية ووسائل التحكم.
- ٤- انخفاض الضوضاء الناشئة عن تشغيل المحرك الكهربائي والحصول على عزوم عالية عند بدء الإدارة.

وبالرغم من أن السيارة الكهربائية لها مميزات مهمة من ناحية عدم وجود أي انبعاثات ضارة تؤثر على البيئة وأيضاً كفاءتها العالية في التشغيل، إلا أن أهم المشاكل التي واجهت الباحثين كانت ولا تزال مشكلة التشغيل المنخفض المدى والذي يعتمد على مصدر تخزين الطاقة الكهربائية (البطارية). إذ يصل مدى التشغيل الأقصى إلى حوالي ١١٢ كم عندما تكون البطاريات مشحونة شحناً تام وهي في أحسن أحوالها، وهذا يعد أبرز معوقات انتشارها.

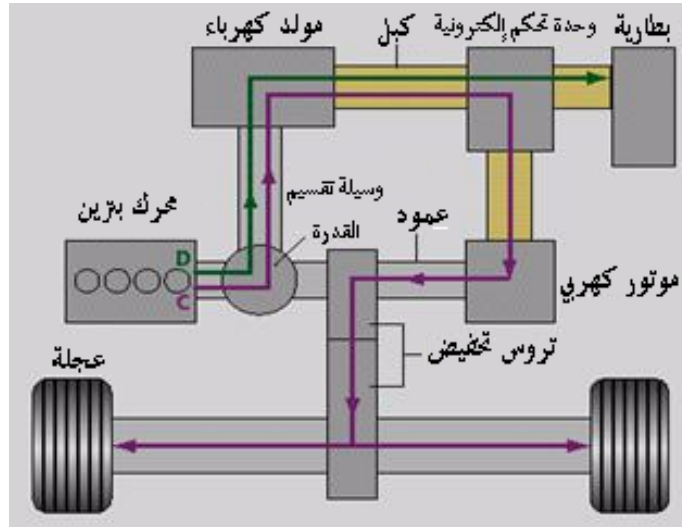
بالإضافة إلى ذلك انخفاض مستوى الكفاءة الاقتصادية للسيارة الكهربائية نظراً لتوقفها فترات طويلة نسبياً كلما دعت الحاجة إلى إعادة شحن البطاريات. ومما يذكر أن زيادة عدد البطاريات اللازم لزيادة مدى تشغيل السيارة يؤدي إلى التضحية ببعض عوامل أداء السيارة الناشئ عن زيادة وزنها كالتسارع وصعود المنحدرات و الخ.

ومن هنا جاءت فكرة السيارة الكهربائية المهجنة، والتي تعتبر الحل البديل للسيارة التقليدية والسيارة الكهربائية، حيث تجمع بين الأداء ومدى التشغيل العالي الذي يطلبه مستخدمو السيارات مع الحفاظ على البيئة من التلوث الناشئ عن عدم السيارات التقليدية بالإضافة إلى الاستفادة من جزء هام من طاقة المحرك الكهربائي في تحسين أداء السيارة.

ولا يمكن القول بأن السيارة الكهربائية المهجنة سوف تكون مصدراً نظيفاً تماماً من الناحية البيئية، ولكن يمكن الجزم بأنها سوف تقلل إلى حد كبير من ملوثات الهواء الجوي بحوالي ثلث أو نصف ما يتعرض له الهواء الجوي في الوقت الحاضر وربما ستقلل في المستقبل أكثر وأكثر من تلك الملوثات.

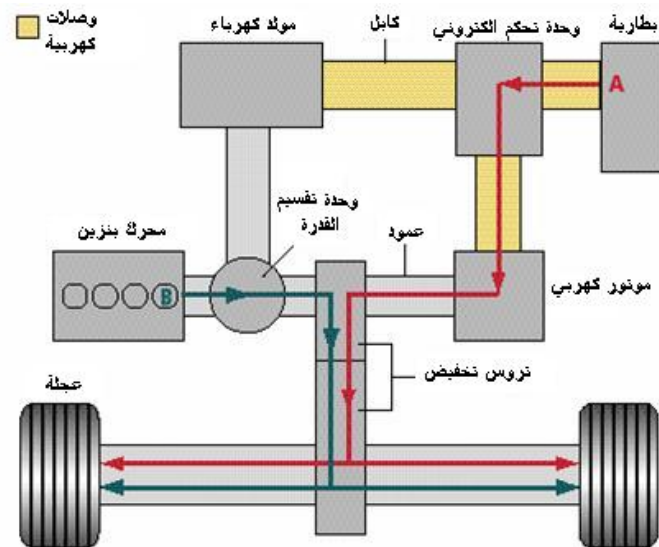
وتوجد السيارة الكهربائية المهجنة في نوعين رئيسيين من ناحية ترتيب المحرك مع مجموعة نقل القدرة يطلق عليهما هجين التوالي Series Hybrid و هجين التوازي Parallel Hybrid

والنوع الأول والذي يطلق عليه هجين التوالي، شكل ٥ - ١٢، تدار فيه العجلات القائدة للسيارة بواسطة المحرك الكهربائي كما في حالة السيارة الكهربائية ولكن بالإضافة إلى ذلك يدير محرك البنزين مولداً كهربائياً من خلال وسيلة تقسيم للقدرة لتزويد البطارية بطاقة كهربائية إضافية. وهذا يؤدي إلى التغلب على مشكلة مدى التشغيل المحدود للسيارة والذي يتحكم فيه أقصى طاقة مخزونة بالبطارية.



شكل ٥- ١٢: مخطط هجين التوالي

أما في النوع الثاني والذي يطلق عليه هجين التوازي، شكل ٥- ١٣، فيقوم المحرك الكهربائي بمساعدة محرك البنزين في إدارة عجلات السيارة عند الضرورة مما يمكن من تحسن الأداء مثل زيادة قابلية السيارة للمناورة وقابلية صعود المنحدرات المرتفعة.



شكل ٥- ١٣: مخطط هجين التوازي

في كلا النوعين السابقين يمكن ملاحظة حالات التشغيل التالية:

- ١- يطفأ محرك البنزين أوتوماتيكياً عند توقف السيارة أو في حالة التشغيل على السرعة البطيئة ويقوم المحرك الكهربائي فقط بإدارة العجلات وتحريك السيارة.
- ٢- عند ظروف التشغيل العادية، تقوم وسيلة تقسيم القدرة بتقسيم القدرة المتولدة من المحرك بين إدارة عجلات السيارة وإدارة المولد الكهربائي الذي بدوره يقوم بتغذية المحرك الكهربائي أو البطارية.
- ٣- أثناء التسارع عند الحمل الكامل يحصل المحرك الكهربائي على طاقة زائدة من البطارية.
- ٤- أثناء التباطؤ أو الفرملة يعمل المحرك الكهربائي كمولد للكهرباء ويساعد في شحن البطارية.
- ٥- يتم الحصول على الحركة العكسية للسيارة بواسطة المحرك الكهربائي فقط.
- ٦- يعمل المولد الكهربائي كبادئ للحركة لمحرك البنزين بالإضافة إلى عمله في توليد الطاقة الكهربائية.

وأخيراً يمكن القول بأن موضوع السيارة المهجنة هو موضوع ساخن هذه الأيام حيث بدأت السيارات المهجنة بالظهور في معارض السيارات بالعالم. وكأي تقنية جديدة فإنه يمكن توقع عدم حماس مستخدمي السيارات لها في البداية، ولكن السيارات المهجنة مثل هوندا إنسايت (Honda Insight) وتويوتا برياس (Toyota Prius) بدأت تحقيق مبيعات لا بأس بها في مختلف أنحاء العالم. وقد سجلت السيارة تويوتا برياس مسافة حوالي ١٤٠٠ كم مع التوقف والتشغيل بوجود ٥٠ لتر فقط من البنزين بالخرزان أي أن الاستهلاك يعادل ٣,٦ لتر لكل ١٠٠ كم، ويقل الاستهلاك عند قطع مسافات طويلة مع توقف أقل.

تمارين للمراجعة

- ١- في المحرك الدوار يدور العضو الدوار لكل عدد دورات للعمود اللامركزي
- ٢- الفني (أ) يقول إن المحركات الدوارة لها أجزاء متحركة أقل من المحركات المكبسية، والفني (ب) يقول إن المحركات المكبسية تعمل بنعومة أكثر من المحرك الدوار، أيهما أصح:
 - أ- الفني أ فقط
 - ب- الفني ب فقط
 - ج- الفني أ والفني ب
 - د- لا الفني أ ولا الفني ب
- ٣- ما هي الأجزاء الرئيسة للمحرك الدوار
- ٤- ما الذي يتحكم في فتح وغلق الفتحات بالمحرك الدوار:
 - أ- الصمامات
 - ب- وضع العضو الدوار
 - ج- الكربريتر
 - د- شمعة الإشعال
- ٥- اذكر اثنين من مميزات استخدام الغاز الطبيعي كوقود للسيارات
- ٦- اذكر مميزات وعيوب السيارة الكهربائية
- ٧- ما هي السيارة المهجنة

- ٨- ما الذي تقوم بعمله خلية الوقود
- ٩- لماذا تستخدم خلايا الوقود بالسيارة الكهربائية ، وما هي أكثر أنواع الوقود استخداماً بها.
- ١٠- ما هي أنواع محركات الغاز الطبيعي
- ١١- اذكر ثلاثة من عيوب محركات الغاز الطبيعي
- ١٢- ما هما النوعان الرئيسان للسيارة المهجنة من ناحية ترتيب المحرك مع مجموعة نقل القدرة