سلسلة الوحدات التدريبية كهروميكانيك
المركبات الهجينة

صيانة نظام نقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة

U-14 **Hybrid Car Transmission Systems**



إعداد: م. سفيان توفيق

تدقيق: أكاديمية تكنولوجيا السيارات

لقد تم إصدار سلسلة الوحدات التدريبية في كهروميكانيك السيارات الهجينة بدعم من الشعب الأمريكي من خلال الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID).

لا يجوز إنتاج أي نسخة من هذه الوحدات التدريبية على أي وجه سواء بتصويرها أو باستنساخها أو باختزان مادتها أو نقلها على أي وجه أو بأي طريقة سواء كانت إليكترونية أم غيرها إلا بموافقة خطية مسبقة من مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن.

لقد بذل الناشرون كل جهد لمعرفة أصحاب حقوق التأليف وسيتم اتخاذ الإجراءات اللازمة في أول فرصة ممكنة في حال الإغفال عن ذكر أي منهم. نرحب بأي معلومات تمكننا من القيام بتصحيح أي معلومات غير صحيحة أو محذوفة في النسخ اللاحقة.

لا نتحمل أي مسؤولية فيما يتعلق بالمعلومات الواردة في هذه الوحدات التدريبية.

الناشر
مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية



ص.ب 8185 عمان الأردن
+هاتف: 96264016500
فاكس:+96264617538
الموقع الإلكتروني:www.jordanwfd.org
USAIDJWFD

© مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن 2017

جميع الحقوق محفوظة

قائمة المحتويات

	الموضوع	رقم الصفحة
	دليل الوحدة	
1	المقدمة	4
2	المتطلبات المسبقة	4
3	أهداف التعلم	4
4	نتاجات التعلم	5
5	الزمن المقترح	5
6	أدلة التقييم الذاتية	5
1	فك وتركيب مكونات نظام النقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة	
	1-1 مكونات نظام النقل وتوزبع القدرة	6
	2-1 تصنبف أنظمة القدرة والنقل	15
	1- 3 أوضاع عمل المركبة الهجينة	27
	4-1 التقييم الذاتي	37
	7-1 التمرين العملي	**38**
2	صيانة نظام التقل وتوزيع القدرة	
	1-2 التعليمات الخاصة بصيانة المركبة الهجينة	48
	2-2 تشخيص أعطال نظام النقل وتوزيع القدرة	50
	7-1 التقييم الذاتي	52
	8-1 التمارين العملية	54
	إختبارات المعرفة	65
	إختبارات الآداء	**67**
	قائمة المصطلحات	70
	قائمة المراجع	70

دليل الوحدة

المقدمة

يعتبر الأردن من بين أكثر الدول التي تعاني نقصا في موارد الطاقة، وهذا ما يحتمّ على المسؤولين عن هذا القطاع للبحث عن مصادر بديلة للطاقة التقليدية، وتوفيرالوسائل المناسبة للحد من إستهلاكها. وأحد هذه الوسائل يكمن في إستخدام المركبات الهجينة وفي تشجيع المواطنين على إستخدامها كبديل للمركبات التقليدية التي تستهلك كميات كبيرة من الوقود، وتتسبب بشكل كبير في تلويث البيئة نتيجة لما تنفثه من غازات العادم.
ونتيجة للإستخدام المتزايد للمركبات الهجينة وخاصة بعد تشجيع استخدامها من قبل الحكومة وخفض الرسوم الجمركية عليها، فلا بد من تأهيل كوادر فنية متخصصة في خدمة وإصلاح هذا النوع من المركبات، لذا بادرمشروع تطوير القوى العاملة الممول من الوكالة الامريكية للتنمية الدولية وبالتعاون مع مؤسسة التدريب المهني، والمختصين بهذا الموضوع من مزودي التدريب في القطاع الخاص، ووكالات صيانة المركبات لعقد ثلاث ورش متخصصة لبناء برامج ذات سوية عالية وتواكب اخر المستجدات، ووضع البرامج التعليمية والتدريبية الخاصة بخدمة وإصلاح المركبات الهجينة وذلك لإعداد كوادر متخصصة في صيانتها وفي تأهيل ورفع كفاءة العاملين في هذا القطاع لتوفير فرص عمل جديدة لرفد الورش المتخصصة في السيارات الهجينة وتطوير هذه الورش.
تتخصص هذه الوحدة بصيانة محركات الإحتراق الداخلي في المركبات الهجينة بهدف إكساب المتدرب المهارات الأدائية والمعرفية والاتجاهية،المتعلقة بصيانة نظام نقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة.

المتطلبات المسبقة

قبل الشروع بدراسة هذه الوحدة يتطلب منك اجتياز الوحدات التدريبية التالية بنجاح:

- صيانة محركات الإحتراق الداخلي.
- صيانة صناديق السرعات في المركبات الهجينة.
- صيانة المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة.

أهداف التعلم

بعد إتمام هذه الوحدة يتوقع منك أن تصبح قادراً على أن :

- تفك وتركب مكونات نظام النقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة.
- تصون نظام النقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة.

نتاجات التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها وخبراتها يتوقع منك أن تصبح قادراً على مكونات نظام النقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة، وفق معايير الكفايات المهنية الأردني لمهنة كهروميكانيك مركبات هجينة ومتطلبات العمل.

الزمن المقترح

الفترة الزمنية المقترحة لتنفيذ أنشطة وتمارين هذه الوحدة هي **62** ساعة تدريبية موزعة ،كما يلي:

- دروس نظرية: 10 ساعات.
- تنفيذ التمارين العملية:48 ساعه.
- الاختبار النظري: ساعه واحدة.
- الاختبار العملي: 3 ساعات.
- التدريب الميداني: أسبوع واحد.

أدلة التقييم الذاتي

أ- أسئلة التقويم الذاتي للمعلومات النظرية

حاول الإجابة عن أسئلة التقويم الذاتي المتوفرة في نهاية المادة النظرية المطلوبة لهذه الوحدة التدريبية القائمة على أساس الكفايات ثم اعرض إجاباتك على مدربك لتدقيقها، مما سيساعدك على مراجعة موضوعات الوحدة واستيعابها.

ب- دليل تقييم الأداء

ستجد بعد نهاية كل تمرين عملي قائمة فحص معدة بشكل مستقل لكل واجب من الواجبات للمساعدة في توجهيك، وإنجازك لكل واجب.

صيانة نظام النقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة

بدأت فكرة تصنيع المركبات الهجينة مع بدايلت العمل المكثف لرواد البحث في تكنولوجيا الطاقة الكهربائية في إمكانية إستثمارهذه الطاقتة في تشغيل المركبات،حيث قام روبرت أندرسون عام 1839في تصنيع أول مركبة تعمل بالطاقة الكهربائية. وتتنافس معظم الشركات في الوقت الحاضر على تطوير وتصنيع مركبات كهروميكانيكية هجينة ذات كفاءة عالية وبمواصتفات تلبي إحتياجتات المستهلك.

- **هدف التعلم الأول: عند الانتهاء من تنفيذك انشطة التعلم، عليك ان تصبح قادرا على أن تتعرف مكونات نظام النقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة.**

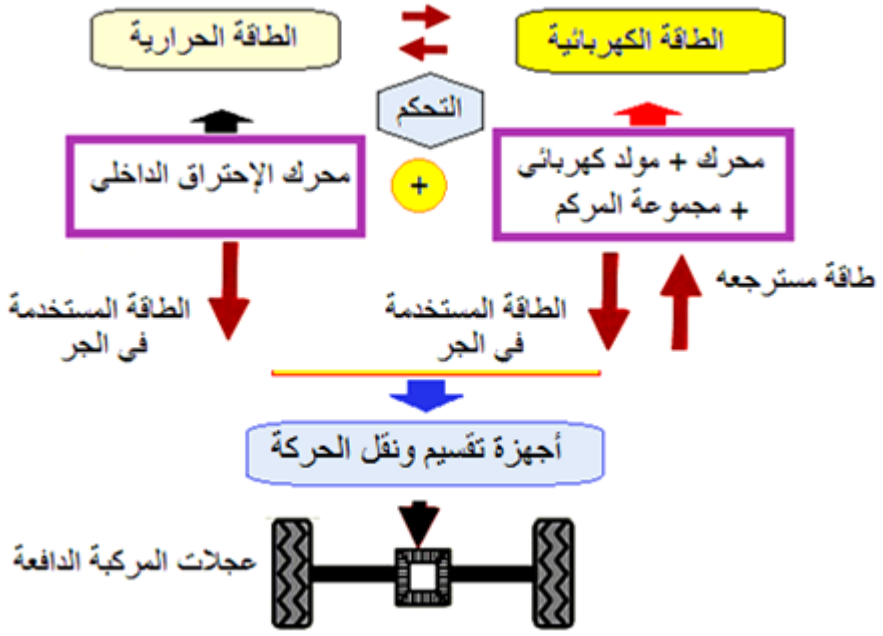
انشطة التعلم	المصادر
- المادة التعليمية / صيانة نظام النقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة	الوحدة التدريبية
2- تنفيذ التمارين العملية المتعلقة بصيانة نظام النقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة	المشغل/ بإشراف المدرب
3- زيارة المواقع الالكترونية	الشبكة العنكوبتيه
التدريب الميداني في مجال صيانة نظام النقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة	ورش ومراكز صيانة المركبات

1 – فك وتركيب مكونات نظام النقل وتوزيع القدرة في المركبة الهجينة

يستخدم في معظم المركبات الهجينة التي يتم تسويقها في الوقت الحاضر، محركات إحتراق داخلي ومحركات كهربائية تعمل بالتكامل مع بعضها في توليد وإنتاج الطاقة اللازمة لتشغيل المركبات، مع إمكانية تشغيل المركبة بأي منهما بصورة مستقلة، وعلى الرغم من أن محرك الإحتراق وحده يكون كافيا لتشتغيل المركبة في معظم الظروف، فإن المحرك الكهربائي يتم إستخدامه في أثناء مناورات القيادة التي تتطلب طاقة عالية،عند الإقلاع أو صعود المرتفعات أو في حالات التجاوزعن المركبات الأخري.

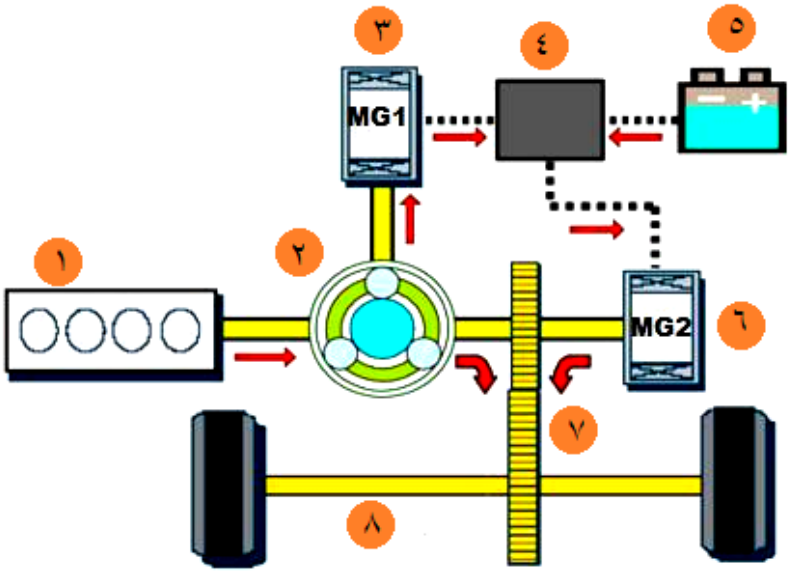
1-1 مكونات نظام النقل وتوزيع القدرة

تعمل المركبات الكهروميكانيكية الهجينة من خلال تكامل مصادر الطاقة الحرارية (محرك الإحتراق الداخلي) والكهربائية (المحركات الكهربائية ومجموعة البطارية الهجينة) المستخدمة فيها، كما هو مبين في المخطط الموضح في الشكل (1).



الشكل (1): مخطط عمل المركبة الهجينة

وتتكون منظومة القدرة والنقل في المركبات الهجينة من الأجزاء الرئيسة التالية، المبينة في الشكل (2) :

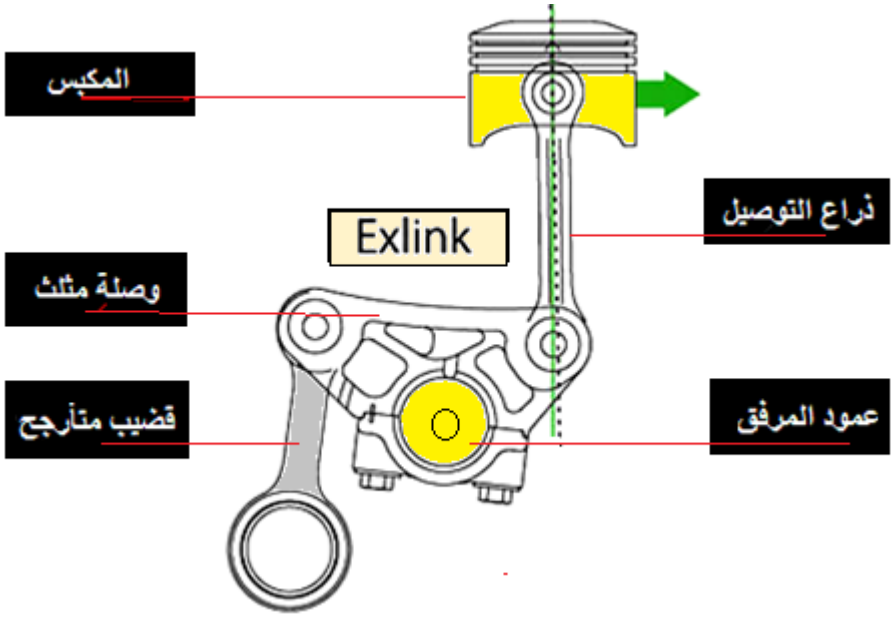


١- محرك الإحتراق الداخلي ٢- وحدة تقسيم القدرة (التروس الفلكية) ٣- المولد ٤- المحول/العاكس
٥- المركم الهجين ٦- المحرك الكهربائي ٧- النقل النهائي ٨- المحور والعجلات الدافعة
تدفق القدرة والحركة

الشكل (2): مكونات نظام القدرة والنقل في المركبة الهجينة

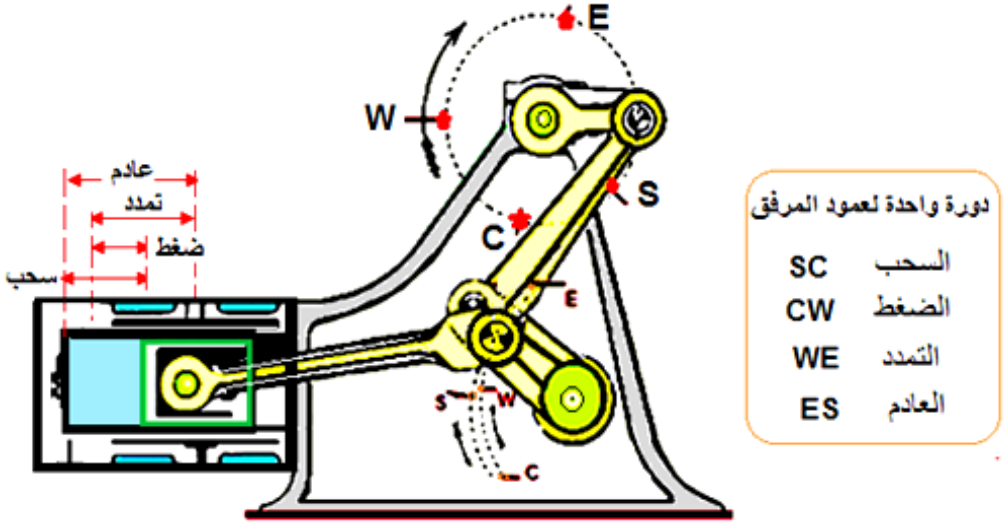
▪ محرك الإحتراق الداخلي

وهو آلة حرارية يتم بواسطها تحويل الطاقة الكيماوية الكامنة في الوقود عند إحتراقها إلى طاقة حرارية، ومن ثم إلى شغل ميكانيكى. ويستخدم في معظم المركبات الهجينة المحرك الذي طوره جيمس أتكنسون من خلال تعديل تصميم عمود المرفق، كما في الشكل (3).



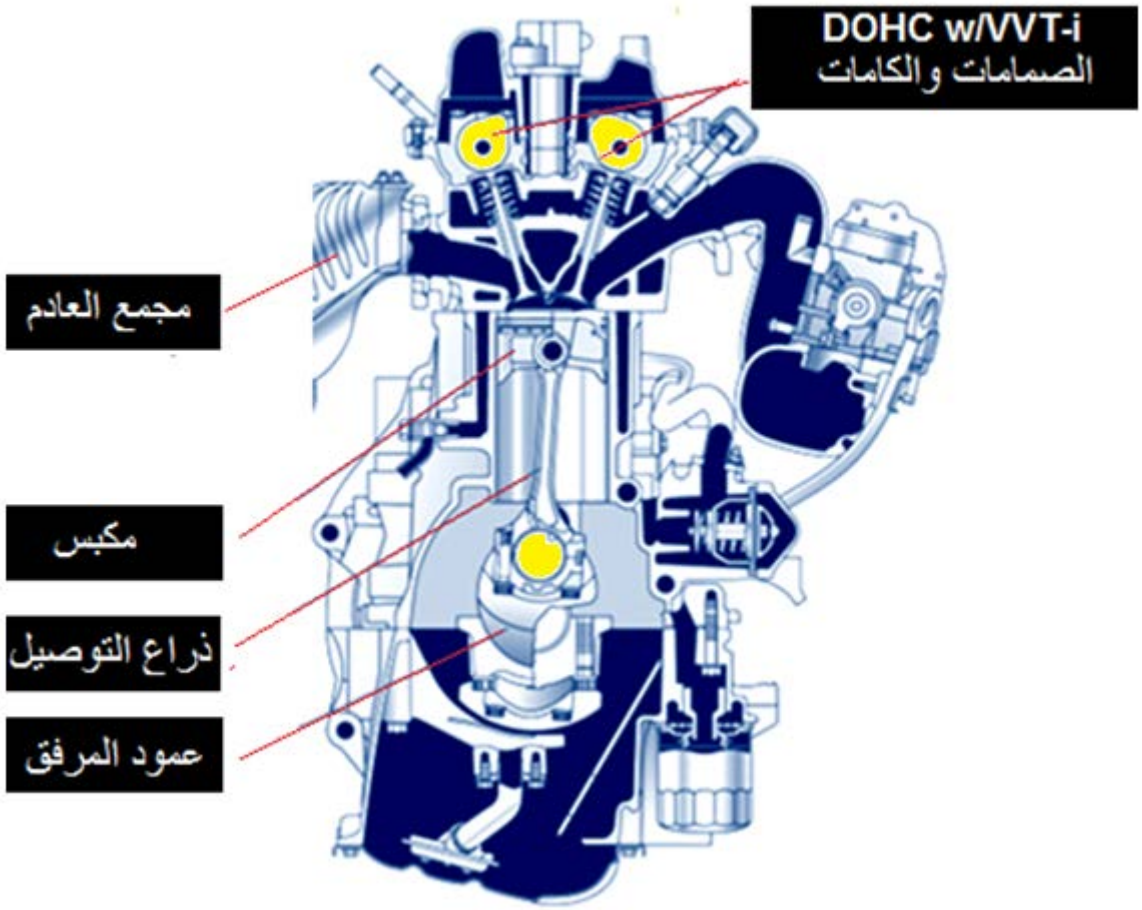
الشكل (3): عمود المرفق في محرك أتكنسون

وتم تعديل عمود المرفق المستخدم في محرك أتكنسون، لتحقيق أقصى كفاءة ممكنة من عمل المحرك (power/unit) عبر تحقيق أشواط المحرك (السحب والضط والقدرة والعادم) خلال دورة واحدة من دوران عمود المرفق ، كما هو مبين في الشكل (4)



الشكل (4): أشواط محرك أتكنسون

ويبين الشكل (5) مقطعا في محرك أتكنسون المستخدم في مركبات تويوتا الهجينة، وأجزائه الأساسية.



الشكل (5): مقطع في محرك أتكنسون

وقد تم تعديل محرك الإحتراق الداخلي لتحسين الأداء، كما يلي:

- إزاحة محور حركة المكبس عن محورعمود المرفق (offset)، لتقليل قوى الاحتكاك داخل المحرك.
- تغير شكل المكبس وتقصير ساق الصمامات.
- تغيير مسارات مياه التبريد داخل جسم المحرك إلى انسياب مستمر.
- استخدام نظام الإشعال المباشر.
- التحكم في التوصيل بين بدال البنزين وفتحة الخانق عن طريق الأسلاك.

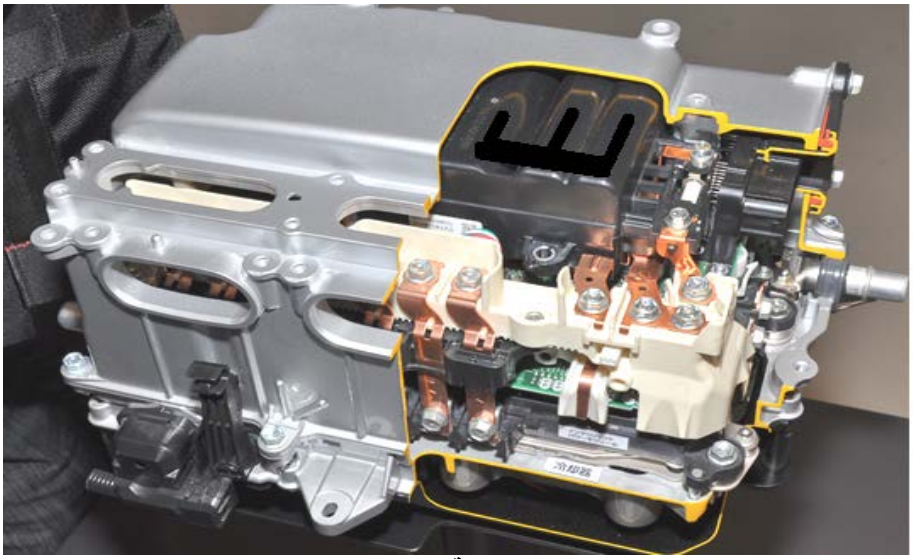
▪ المحركات الكهربائية والمولد

يستخدم في المركبات الهجينة محركات كهربائية ذات تيارمتردد، وظيفتها تحويل الطاقة الكهربائية إلى عزم دوراني يتم نقله إلى عجلات المركبة الدافعة، ومن خواصها الحصول على أقصى طاقة ممكنة في بداية التشغيل دون أي إرتفاع في درجة الحرارة،

وكذلك الحصول على أعلى قيمة للتسارع خلال فترة زمنية قصيرة. وتستخدم أيضا مولدات كهربائية هي الأصغر بالنسبة للمحرك الكهربائي وتتصل بالترس الشمسي بوحدة تقسيم القدرة. ووظيفتها القيام ببدء إدارة محرك الإحتراق والتحكم في سرعة دورانه عن طريق توليد كمية مختلفة من القدرة الكهربائية.

- **مجموعة المحول/العاكس** (Inverters)

حيث أن المحرك الكهربائي/ المولد يعمل عن طريق تيار متردد ثلاثة فاز ومجموعة المركم تعمل بتيار مستمر, لذا تحتاج المركبة الهجينة إلى دائرة إليكترونية (مجموعة المحول/العاكس) للتحويل بينهما. وتعمل المحولات على توصيل تيار مجموعة المركم الهجين إلى ملفات المحركات الكعربائية ثم فصله مرة أخرى بسرعة عالية، كما تقوم بتغير قيمة التيار ومن ثم العزم. ويمكن الاستفادة من الحث الكهربائي في ملفات المحرك الكهربائي لتوليد تيار أعلى من تيار البطارية مما يرفع العزم بدرجة كبيرة، ويجعل وحدة المحركات الكهربائية قادرة على تسير المركبة دون الحاجة إلى تروس تخفيض لتكبير العزم ، ويبين الشكل (6) مجموعة االمحول/ العاكس المستحدمة في مركبات شركة تويوتا.



الشكل (6): مجموعة العاكس/ المحول

- **ملاحظه: سوف تتعرف أنواع ومكونات المحركات الكهربائية ومجموعة المحول/العاكس المستخدمة في المركبات الكهروميكانيكية الهجينة وصيانتها من خلال دراسة وحدات تعليمية خاصة بها**

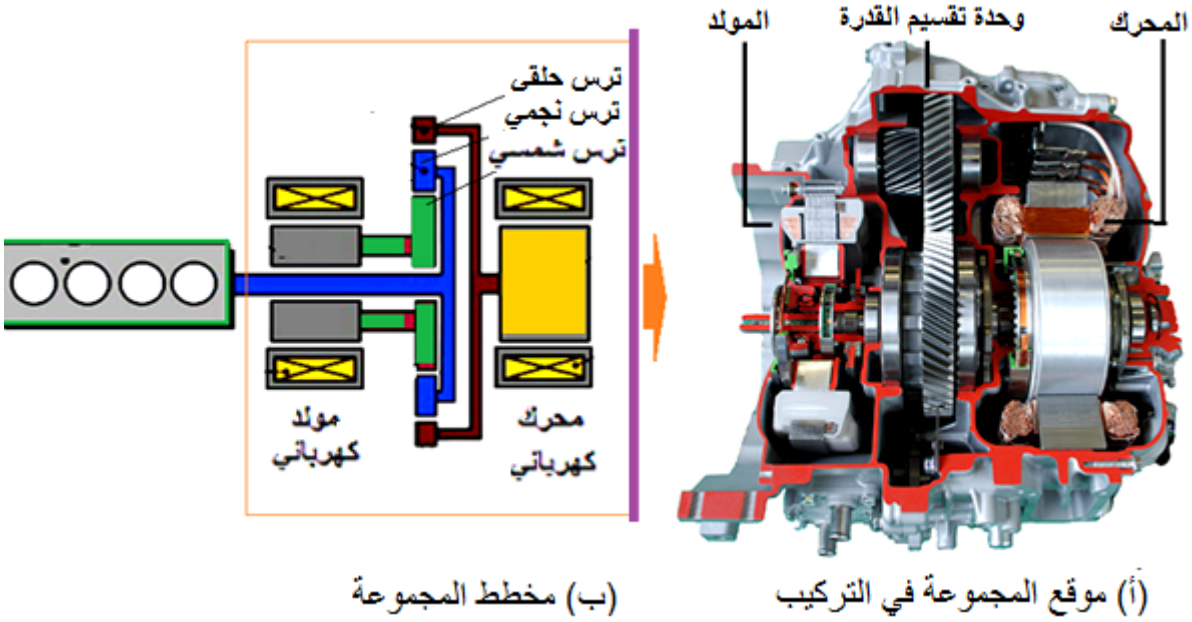
- **مجموعة التروس الفلكية (وحدة تقسيم القدرة)** (PSD- power split device)

تم تجميع وتوزيع العزم والقدرة لمحرك الإحتراق الداخلي ووحدتي المحرك الكهربائي/ المولد عن طريق مجموعة من التروس الكوكبية تسمى (وحدة تقسيم القدرة PSD)..

وبإستخدامها يستطيع محرك الإحتراق الداخلي إدارة العجلات مباشرة (ميكانيكياً) عن طريق هذه الوحدة, وفي نفس الوقت يمكن سحب جزء من طاقة المحرك لتحويلها إلى كهرباء. والتي يمكن بواسطتها شحن مجموعة المركم أو تمريرها إلى وحدة المحرك الكهربائي/المولد للمساعدة في إدارة العجلات.

وتتكون هذه المجموعة من ثلاثة أنواع من التروس، كما هو مبين في الشكل (7) يرتبط كل منها بأحد مصادر إنتاج الطاقة، ، وهذه التروس هي:

- الترس الشمسي – (Sun gear) (S) متصل بالمولد الكهربائي.
- الترس الحلقي – (Ring gear) (R) متصل بالمحرك الكهربائي.
- التروس النجمية والحامل – (Planetry gear & Carier) (C) يتصل بمحرك الأحتراق الداخلي.



الشكل (7): وحدة تقسيم القدرة

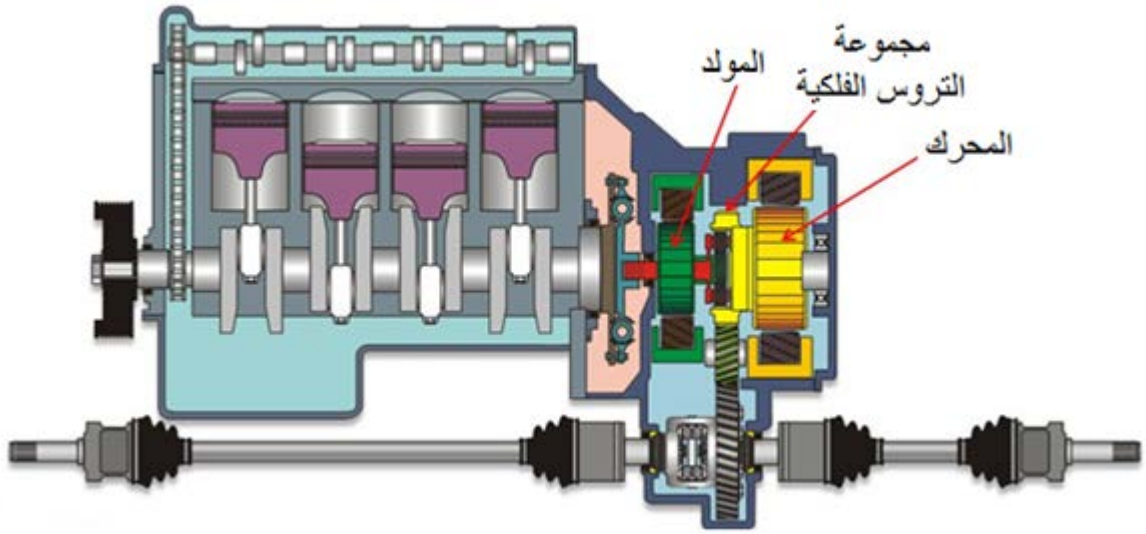
- **صندوق تروس نظام نقل القدرة** (continuously variable transmission)

يركب هذا النظام مع وحدة المحرك الكهربائي/المولد. ويعمل على التحكم في محرك الإحتراق الداخلي ومصدر الطاقة الكهربائية في إدارة العجلات.

- **مجموعة تروس التخفيض النهائي** (final drive ratio)

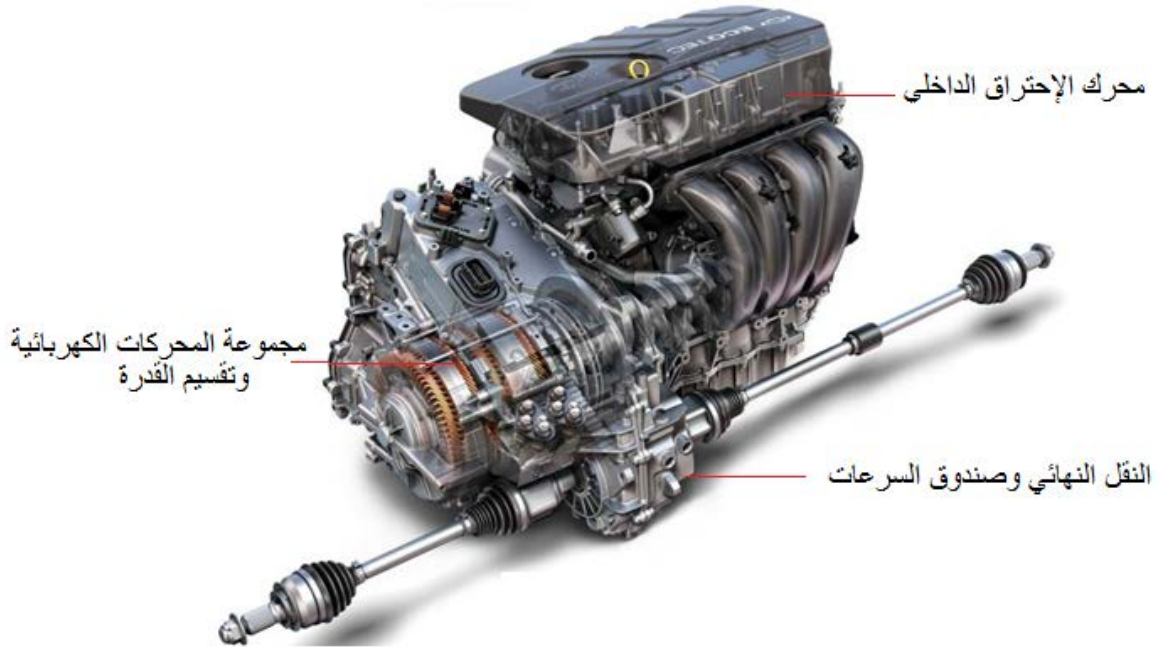
الغرض من نسبة التخفيض في المركبة هي جعل العجلات تدور بسرعة أقل من سرعة دوران المحرك لتخفيض السرعة وتكبير العزم. ولقد تم استخدام هذه الطريقة لطول المسافة بين وحدة تقسيم القدرة والتروس الفرقية من ناحية ولتقليل الضوضاء وخفض الأحمال الجانبية لمحاور الإدارة، ومن الأمثلة على منظومة إنتاج القدرة ونقل الحركة

والتخفيض النهائي النظام المستخدم من قبل شركات تويوتا ونيسان وفورد ، المبين في الشكل (8).



الشكل (8): ترابط مكونات نظام القدرة والنقل

ويبين الشكل (9) منظومة القدرة ونقل الحركة في مركبة حديثة من نوع شفرليت.



الشكل (9):محركات القدرة والنقل /شفر

▪ مجموعة المركم الهجين:

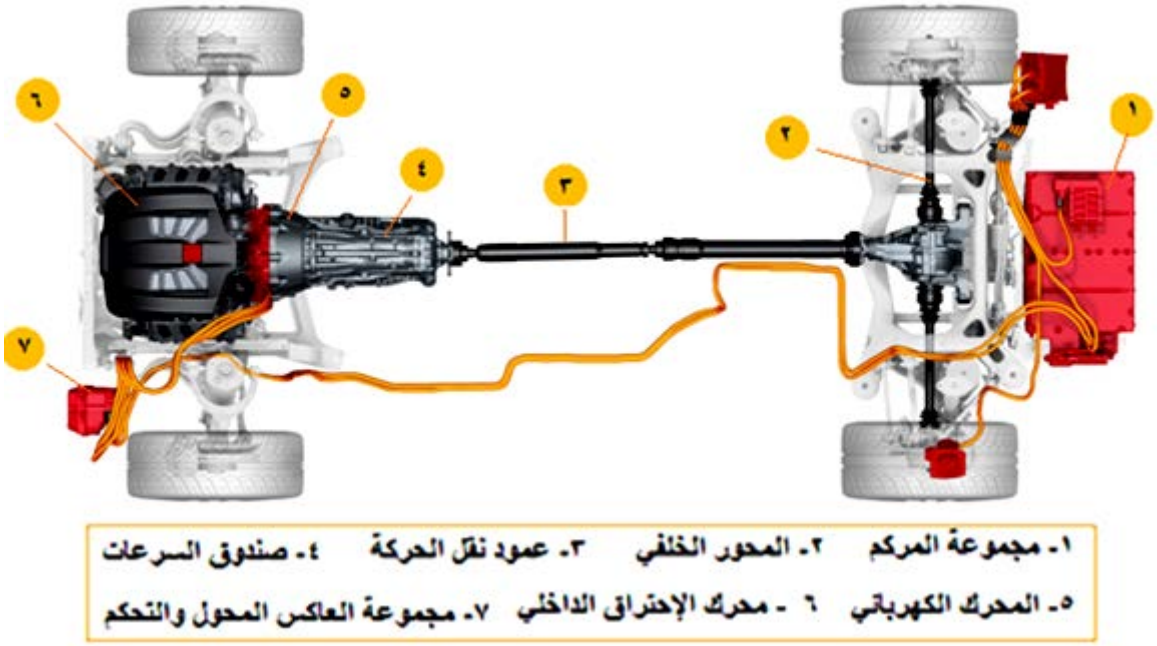
تتكون مجموعة المركم الهجين عالية الجهد من عدد كبير من الخلايا, مثبتة داخل غلاف واحد خلف المقعد الخلفي في المركبة، ومعزولة جيدا.. ، وتعد مجموعة المركم الهجين

المستودع الرئيس لتخزين الطاقة الكهربائية في المركبات الكهروميكانيكية الهجينة، وتوجد في أنواع مختلفه، منها ما هو مبين في الشكل (10).



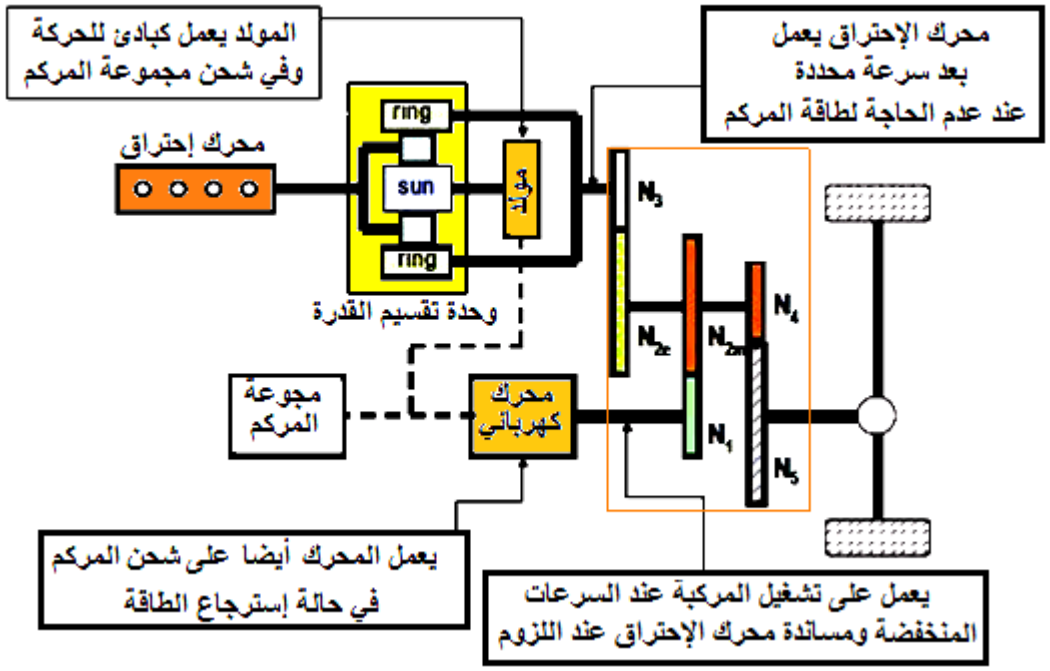
الشكل (10): مجموعة المركم الهجين

ويبين الشكل (11) المكونات الرئيسة لنوع آخر من منظومات إنتاج القدرة ونقل الحركة المستخدمة في المركبات الكهروميكانيكة الهجينة.



الشكل (11): المكونات الرئيسة لنظام النقل والقدرة

ويبين الشكل (12) نظام النقل المستخدم من قبل شركة فورد، والذي يوضح مخطط ترابط مكونات هذا النظام، وإستخدام صندوق تروس تقليدي لنقل الحركة بالإضافة إلى وحدة تقسيم القدرة.



الشكل (12): وترابط مكونات نظام القدرة والنقل / نوع فورد

وقد تم الإستغناء عن العديد من المكونات المستخدمة في المركبة التقليدية أو تعديلها لتناسب وعمل المركبة الهجينة، مثل نظام شحن المركم الرصاصي، حيث تعمل محركات القدرة على توليد الطاقة الكهربائية عند الحاجة لذلك في المركبات الهجيتة. كما تم تعديل بعض المكونات بما يتناسب والغرض من إستخدام المركبة الهجينة ، مثل:

- محرك ألإحتراق الداخلي: تم إستخدام محركات إحتراق داخلي تعمل تبعا لدورة أتكنسون أخف وزنا وأكثر كفاءة من المحركات التقليدية التي تعمل تبعا لدورة أوتو .
- مجموعة تروس التخفيض النهائية: لتأمين العزم الضروري للعجلات الدافعة في المركبة، حيث تم إستخدام مجموعة من التروس الدويرية (الفلكيه) وصناديق سرعات محورية في بعض المركبات.
- نظام التبريد: تم إضافة نظام تبريد خاص بالمحركات الكهربائية، ومجموعة المركم الهجين ، ومجموعة المحول / العاكس.
- تم تزويد المركبات الهجينة بأكثر من وحدة للتحكم بأنظمة عملها.

وتم إضافة ألأجزاء والوحدات التالية للمركبة الهجينة الغير مستخدمة في المركبات التقليدية:

- محرك ، ومولد كهربائي، ومجموعة العاكس/ المحول.
- وحدة خاصة بتقسيم وتوزيع القدرة (مجموعة من التروس الفلكية).
- مجموعة المركم الهجين.

ويلخص الجدول (1) مقارنة بين المركبات التقليدية والمركبات الهجينة

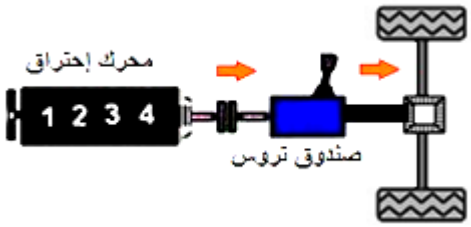
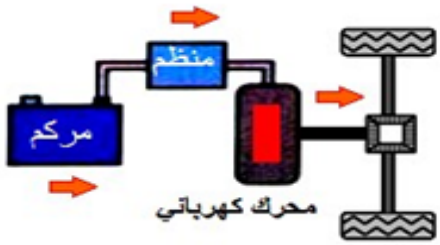
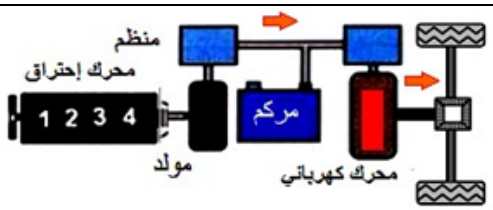
الجدول (1): مقارنة بين المركبات التقليدية والمركبات الهجينة

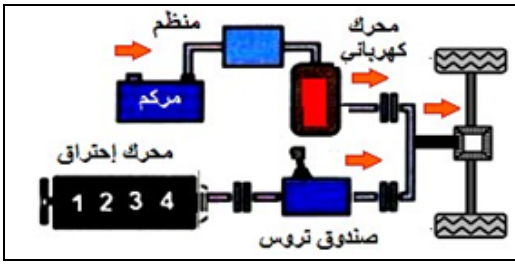
البيان	المركبات التقليدية	المركبات الهجينة
مصدر الطاقة	- محرك إحتراق داخلي	- محرك إحتراق داخلي - محرك ومولد كهربائي
نقل الحركة	- صندوق سرعات يدوي - صندوق سرعات آلي	صندوق سرعات (Power) دويري (Split Device)
الفرامل	- فرامل هيدروليكية	- فرامل هيدروليكية - وحدة إسترجاع الطاقة
المركم	12V-	12V- (300V-200)- مركم هجين
التحكم في الطاقة	- وحدة تحكم في عمل المركبة(ECU)	وحدة تحكم في عمل المركبة (HV-ECU) وحدة تحكم في عمل المحرك (E-ECU) وحدة تحكم في عمل العاكس والمحولات الكهربائية

2-1 تصنيف أنظمة القدرة والنقل في المركبات الهجينة

تصنف أنظمة القدرة والنقل في المركبات الحديثة بشكل عام، كما في الجدول (2).

الجدول (2): تصنيف أنظمة القدرة والنقل في المركبات

	النظام	الشكل
1	نظام تقليدي بمحرك إحتراق داخلي.	
2	نظام كهربائي (محركات كهربائية فقط).	
3	نظام كهروميكانيكي / توالي (محرك إحتراق + محركات كهربائية).	

4	نظام كهروميكانيكي / توازي (محرك إحتراق + محركات كهربائية).	

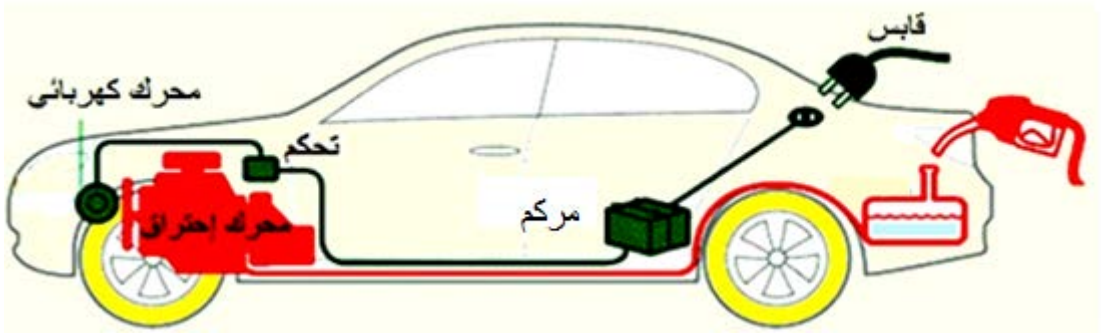
وتصنف أنظمة القدرة والنقل في المركبات الكهروميكانيكية، تبعا لدرجة التهجين ونظام النقل المستخدم فيها ومصادر إنتاج القدرة فيها ، كما يلي:

- **التصنيف حسب درجة التهجين**

تصنف أنظمة القدرة والنقل في المركبات الهجينة تبعا لدرجة التهجين، كما يلي:

أ- مركبات مزودة بقابس كهربائي (Plug-in Hybrid PHEV) : يستخدم في هذا النوع من المركبات مجموعة مركم قابلة للشحن من مصدر خارجي. ومن خواصها:

- يعمل محرك الإحتراق، ويغذي المركبة بالقدرة اللازمة للقيادة، وذلك عند نفاذ الشحنة الكهربائية التي يتم شحن مجموعة المركم بها من المصدر الخارجي.
- إمكانية وصل مجموعة المركم الهجين بمصدر خارجي للطاقة الكهربائية من خلال قابس خاص بها لشحنها عند الحاجة، كما في الشكل (13).
- إمكانية القيادة لمسافة محددة تعتمد على نوع المركبة، بواسطة الطاقة الكهربائية التي تم شحن مجموعة المركم بها عبر المصدر الخارجي.



الشكل (13): مركبة مزودة بقابس كهربائي

ب- مركبات كاملة التهجين: (Full hybrid cars): يمكن إدارتها بواسطة المحرك الكهربائي أو بواسطة مجموعة المركم الهجين أو كلاهما معا، وهذه المركبات مزودة بمركم ذي كفاءة عالية. ويستتخدم فيها وحدة لتجزئة وتقسيم القدرة تتكون من مجموعة تروس فلكية،

مما يكسبها المرونة الكافية في نقل الحركة وتحقيق التوازن في تقسيم القدرة، ويمتاز هذا النوع من المركبات في تأمين ما يلي:

- إسترجاع الطاقة عند التباطؤ والفرملة (Regenerative braking) .
- إمكانية إستخدام المحرك الكهربائي لوحده في جر المركبة، بالإضافة إلى إستخدامه في مساندة محرك الإحتراق في أثناء القيادة.

وتعمل هذه المركبات، كما يلي:

- التشغيل الكهربائي: تزود البطارية في هذه الحالة المحرك الكهربائي بالطاقة اللازمة لتشغيله وذلك من خلال دائرة مفتاح نظام النشغيل، للإنطلاق بالمركبة، وفي هذه الحالة محرك ألإحتراق لا يعمل.
- القيادة العادية : في هذه الحالة محرك ألإحتراق يفي بمتطلبات القيادة لذا يتم تجزئة الطاقة المتولدة بواسطته إلى مسارين مسار ميكانيكي يؤمن القوة الدافعة للعجلات وآخر يعمل على تشغيل المولد لتأمين الطاقة الكهربائية الضرورية لتشغيل المحرك الكهربائي لمساندة محرك الإحتراق في تـامين القدرة الميكانيكية الضرورية لقيادة المركبة وفي حالة إنخفاض شحن البطارية يعمل المولد على شحنه بالطاقة اللازمة.
- القيادة بأكثر من مصدر: يأخذ المحرك الكهربائي جزء من طاقة الحركة ليعمل كمولد للطاقة الكهربائية تستخدم في تشغيل الترس الشمسي بألإتجاه المعاكس لحركته العادية ونتيجة لذلك يدور الترس الحلقي بسرعة أعلى من سرعة المحرك وبأقل عزم ممكن.
- شحن البطارية: يتم شحن البطارية في حالة الخمول والتباطؤ والكبح بواسطة كل من المحرك أوالمولد.
- تعزيز الطاقة : عندما لا يستطيع المحرك تلبية حاجة المركبة من الطاقة تستخدم البطارية في تغذية المحرك الكهربائي لتعزيز عمل المحرك وتلبية حاجة المركبة من الطاقة.
- التجزئة السلبية: (Negative split mode) في أثناء القيادة، وعندما تكون مجموعة المركم مشحونة بالكامل، فإنها تعمل على تغذية كل من المحرك الكهربائي والمولد بالطاقة الكهربائية حيث يعمل المولد علتى تحويل الطاقتة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية لتعزيتز الحركة الدورانية لمحرك الإحتراق.

ج- مركبات معتدلة التهجين: (Miled hybrid cars) وهي مركبات كهروميكانيكية تقليدية مزودة بمحركات كهربائية لبدء الحركة ذات قدرة عالية، تسمح بإيقاف محرك ألإحتراق عن العمل في أثناء هبوط المنحدرات والفرملة وفي أثناء التوقف، والمحرك الكهربائي في هذا النظام له القدرة على إسترجاع الطاقة في أثناء عملية الكبح.

▪ التصنيف تبعا لمصادر الطاقة المستخدمة في المركبة

توجد أنواع مختلفة من مصادر الطاقة المستخدمة في تشغيل المركبات الهجينة، منها:

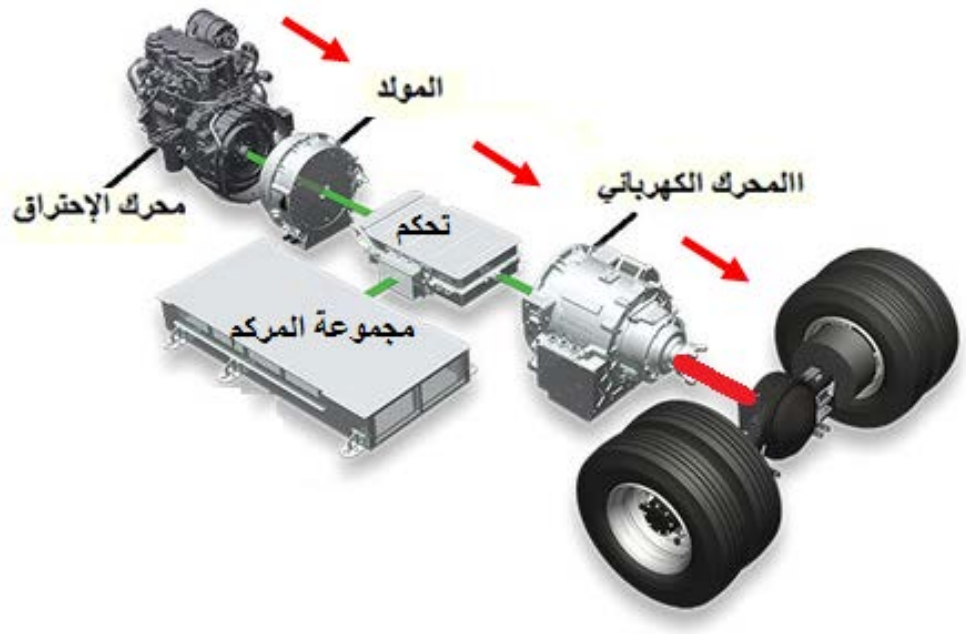
- مركبات تعمل بواسطة (محرك كهربائي+محرك إحتراق داخلي): حيث توجد تصاميم متعددة لإستخدام كل من محرك ألإحتراق الداخلي والمحرك الكهربائي في تشغيل المركبات الهجينة منها إمكانية عمل هذه المصادر على التوالي أو التوازي أوإستخدام كلا الطريقتين معا في إنتاج الطاقة الضرورية لقيادة المركبة.
- مركبات تعمل بواسطة الطاقة كهربائية (محرك كهربائي+ خلايا الوقود) : يستخدم في هذه المركبات مجموعة من خلايا الوقود، بالإضافة إلى مكثفات أو بطاريات ذات سعات كبيرة لإستخدام الطاقة الكهربائية المخزنة فيها عند حاجة المركبة إلى قدرة كبيرة لإحداث التسارع المطلوب وللحد من القيود المفروضة على خلايا الوقود من حيث الحجم والقدرة وبالتالي تكاليف ألإستمار.
- مركبات تعمل بواسطة (محرك إحتراق+ مضخات/محركات هيدرولية): يستخدم في هذا النوع من المركبات مضخات/محركات هيدرولية متغيرة الإزاحة، وخزان هيدروليكي بضغط مرتفع بدلا من المحرك الكهربائي، وقد استخدمت هذه التكنولوجيا من قبل شركة فولفو ولغاية الآن تستخدم في الحافلات المصنعة من قبل هذه الشركة.

▪ التصنيف حسب نظام الجر ونقل الحركة

تصنف المركبات الكهروميكانيكية الهجينة تبعا لنظام الجر ونقل الحركة المستخدم ، كما في المخطط التالي:

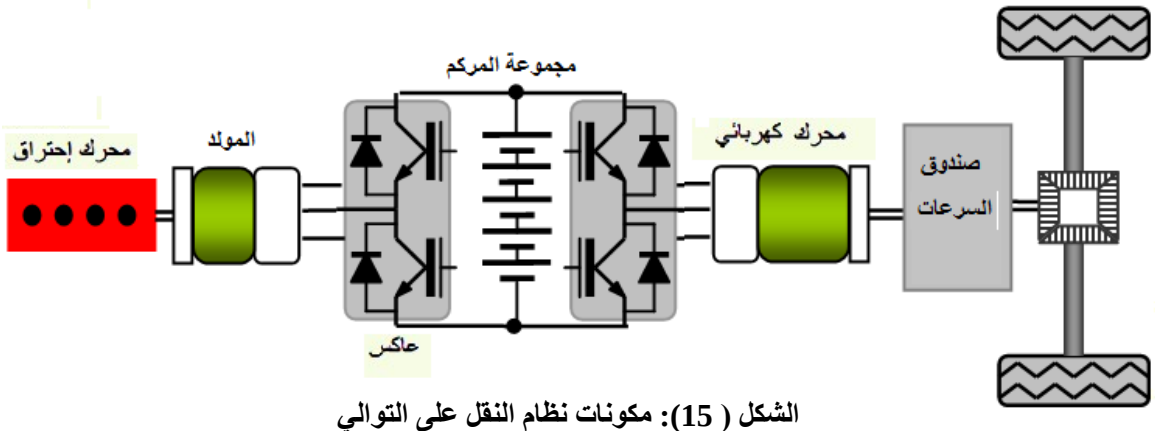


أ- النقل على التوالي (التهجين المتوالي): (Series hybrid Drive train) في هذا النوع من التهجين يقوم محرك البنزين بإدارة مولد كهربائي، وظيفته شحن مجموعة المركم أو تزويد المحرك الكهربائي بالطاقة اللازمة لإدارة مجموعة نقل الحركة. حيث لا يقوم محرك الإحتراق الداخلي بإدارة المركبة بشكل مباشر، إنما يتولى المحرك الكهربائي ذلك، ويبين الشكل (14) مكونات هذا النوع من النقل.



الشكل (14): النقل على التوالي

ويوضح الشكل (15) الأجزاء الرئيسية لنظام نقل هجين يعمل على التوالي، وهي (محرك إحتراق داخلي، مولد كهربائي ،محرك كهربائي، ومجموعتة المركم الهجين بالإضافة إلى التوصيلات الميكانيكية والكهربائية الضرورية لربط هذه الأجزاء).



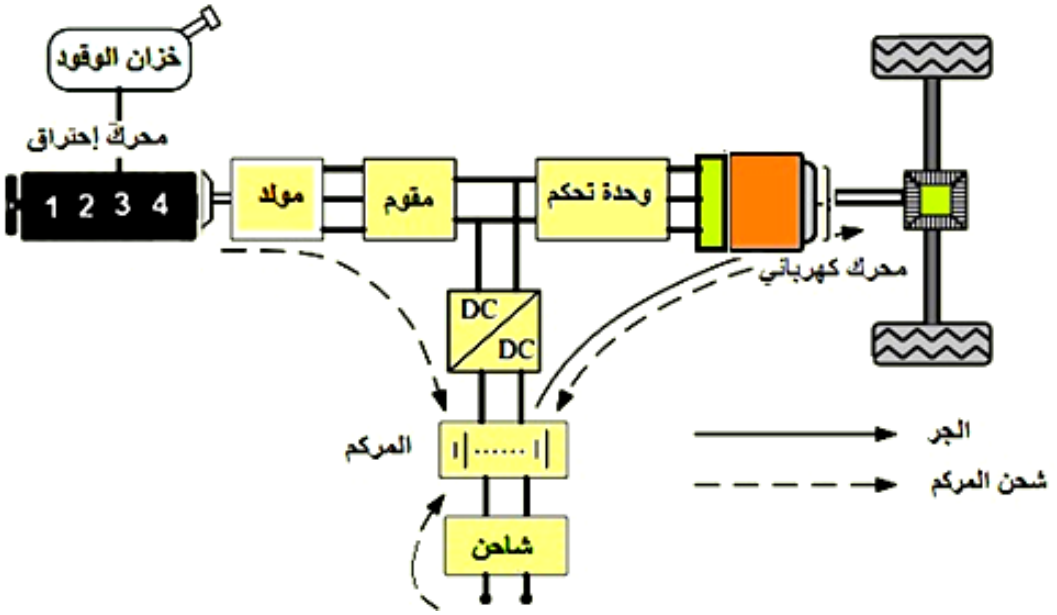
الشكل (15): مكونات نظام النقل على التوالي

ومن مواصفات هذا النوع من النقل ما يلي:

- إمكانية إستخدام الجر الكهربائي لوحده حيث يستخدم محرك كهربائي أو أكثر في إدارة العجلات.
- إستخدام محرك الإحتراق الداخلي لوحده في إدارة المولد، لشحن مجموعة المركم.
- إستخدام المولد كمحرك لبدء ادارة محرك الإحتراق الداخلي، وشحن مجموعة المركم الهجين.
- إستخدام مجموعة المركم الهجين في خزن الطاقة الكهربائية وتغذية المحركات الكهربائية.

- إستخدام نظام فرامل قادرعلى إسترجاع الطاقة في أثناء تطبيق الفرامل، وعند التباطؤ.

ويوضح الشكل (16) التصميم الأكثر إستخداما في المركبات الهجينة، حيث يمتاز بعدم وجود إتصال ميكانيكي مباشر بين محرك ألإحتراق الداخلي وعجلات المركبة.



الشكل (16): النقل على التوالي

- **أوضاع عمل نظام التهجين المتوالي**

- الجر الكهربائي: يتوقف محرك الإحتراق في هذه الحالة عن العمل، والطاقة الضرورية لتشغيل المركبة تستمد من مجموعة المركم الهجين.
- الجر بواسطة محرك الإحتراق: مصدر قوى الجر في هذه الحالة من محرك الإحتراق- المولد.
- الجر الهجين: يتم تأمين قوى الجر في هذه الحالة من تكامل القوى المستمدة من محرك الإحتراق والمولد ومجموعة البطاريات الهجينة.
- الجر بإستخدام محرك الإحتراق وشحن مجموعة البطاريات الهجينة: يعمل في هذه الحالة محرك الإحتراق والمولد على شحن مجموعة المركم الهجين، وتأمين قوى الجر للمركبة في الوقت نفسه.
- إسترجاع الطاقة: يتوقف في هذه الحالة محرك الإحتراق والمولد عن العمل، ويعمل المحرك الكهربائي كمولد للطاقة الكهربائية في شحن مجموعة المركم الهجين في أثناء تطبيق الفرامل .
- شحن البطارية في حالة الجرالهجين: تعمل جميع المحركات في هذه الحالة على شحن مجموعة المركم الهجين .

- **مزايا عمل نظام التهجين المتوالي**
  - عدم وجود إتصال ميكانيكي مباشر بين محرك الإحتراق والعجلات الدافعة حيث يعمل المحرك في هذه الحالة بأقصى كفاءة.
  - عدم حاجة المحرك الكهربائي إلى صندوق تروس متعدد السرعات.
  - بساطة نظام الدفع وتوليد الطاقة المستخدم وبالتالي رخص ثمنه.
  - بساطة نظام التحكم المستخدم في تأمين عمل النظام.
  - المرونة في تصميم وتثبيت مجموعة محرك ألإحتراق والمولد و بساطة تصميم مجموعة نقل الحركة.

ومن مساوئ هذا النظام حاجته لثلاثة مصادر للطاقة هي محرك إحتراق داخلي، ومحرك كهربائي ومولد، كما يجب أن تمتاز المحركات الكهربائية المستخدمة في هذا النوع من النقل بقدرات عالية للتغلب على مقاومات السير.

- **حالات تدفق الطاقة في أثناء النقل على التوالي**

يتم تدفق الطاقة أثناء النقل على التوالي في الحالات التالية، كما يلي:

1- الحالة المساندة: في حالة العمل على مساندة محرك ألإحتراق في أثناء القيادة، يعمل محرك الإحتراق على تشغيل المولد الكهربائي، والذي بدوره يقوم بإمداد المحرك الكهربائي بالطاقة الكهربائية الضرورية لعمله حيث يقوم المحرك الكهربائي بإمداد العجلات بعزم مساند مضافا لعزم محرك الإحتراق.

2- حالة الشحن: في حالة الشحن يعمل محرك الإحتراق على تشغيل المولد والذي بدوره يقوم بإمداد مجموعة المركم الهجين بالطاقة الضرورية للتخزين، وفي نفس الوقت يعمل على إمداد المحرك الكهربائي بالطاقة الضرورية لتشغيله.

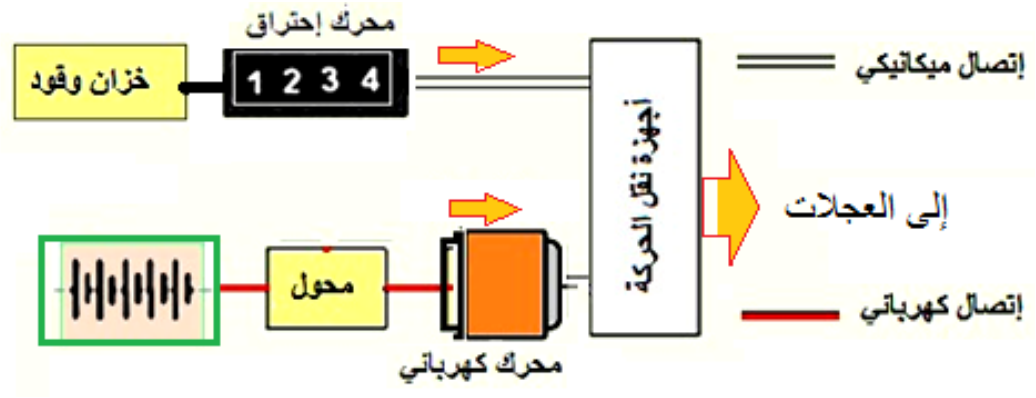
3- حالة التشغيل الكهربائي: عند عمل المركبة كهربائيا عند السرعات المنخفضة ، يستمد المولد الطاقة الكهربائية من مجموعة المركم الهجين للعمل على إدارة المحرك الكهربائي والذي بدوره يؤمن العزم الضروري لإدارة العجلات الدافعة وفي هذه الحالة يتوقف محرك الإحتراق عن العمل كليا.

4- حالة إسترجاع الطاقة: يعمل المحرك الكهربائي في هذه الحالة بواسطة طاقة الحركة المستمدة من العجلات في أثناء تطبيق الفرامل، وعند التباطؤ في توليد الطاقة الكهربائية وإمداد مجموعة المركم الهجين بها لتخزينها.

ب- النقل على التوازي (التهجين المتوازي): (parallel hybrid Drive train)

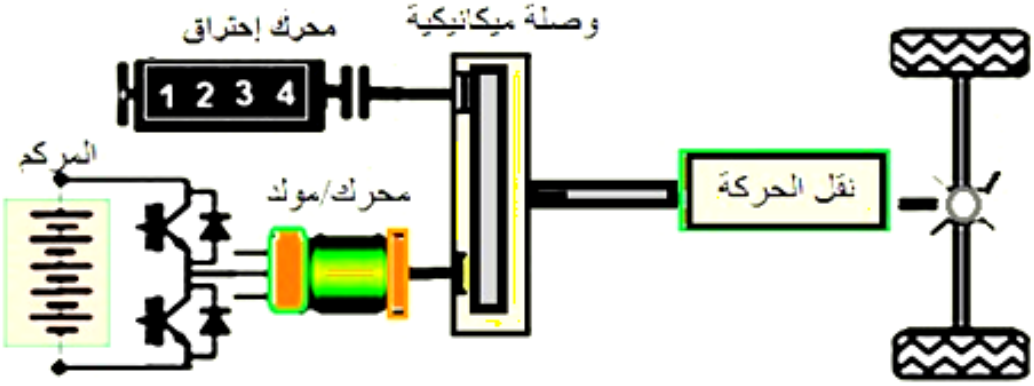
يستخدم في مركبات التهجين المتوازي محرك إحتراق داخلي ومركم هجين وظيفته إمداد المحرك الكهربائي بالتيار المطلوب، كما في الشكل (17). حيث يمكن لمحرك الإحتراق والمحرك الكهربائي إدارة مجموعة نقل الحركة في نفس الوقت، وتأمين نقل الحركة للعجلات الدافعة، ويعمل المحرك الكهربائي وحده في إدارة المركبة عند السرعات

البطيئة، بينما يعمل محرك البنزين عند السرعات العالية، وتضاف قدرة المحرك الكهربائي له في حالة صعود مرتفع أو عند التسارع.



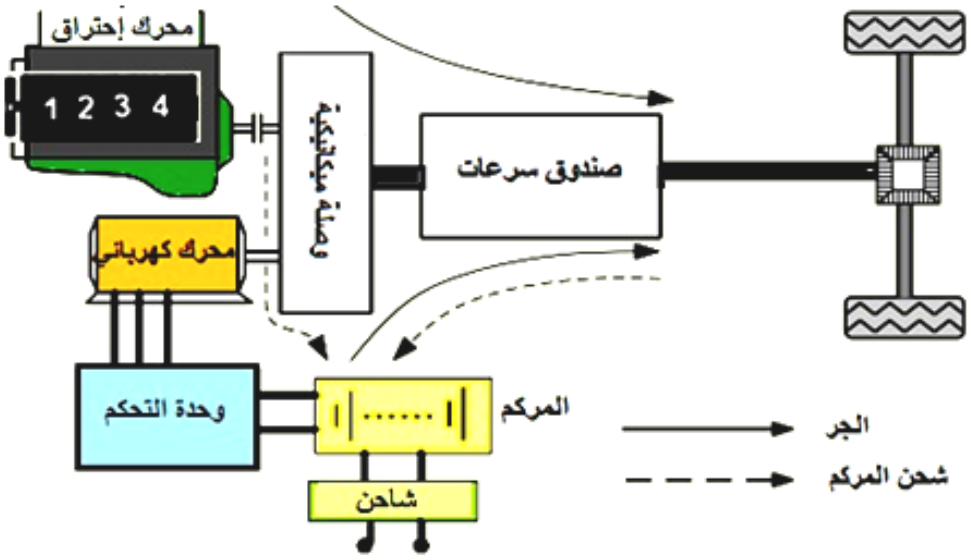
الشكل (17): مخطط النقل على االتوازي

وتتم عملية الجر في هذا النظام عن طريق الربط ميكانيكي، حيث يتم دمج قدرة محرك الإحتراق الداخلى مع قدرة المحرك الكهربائي بواسطة وصلات ميكانيكية خاصة، كما في الشكل(18) تقوم بنقل القدرة والحركة عبر أجهزة النقل في المركبة بإستخدام صندوق سرعات ميكانيكي.



الشكل (18): نقل على االتوازي/ ربط ميكانيكي

ويستمد المولد طاقة الحركة اللازمة لتشغيله من محرك الإحتراق الداخلي، حيث يعمل بدوره على تزويد كل من المحرك الكهربائي ومجموعة المركم بالطاقة الكهربائية ، ومن ثم يعمل المحرك الكهربائي على تزويد العجلات الدافعة بعزم الدوران الضروري للقيادة.
ويوضح الشكل (19) طريقة أخرى لربط محرك الإحتراق الداخلي والمحرك الكهربائي على التوازي بإستخدام وصلة ميكانيكية تسمح بعمل محرك الإحتراق منفردا أو المحرك الكهربائي منفردا أو كلاهما معا، ليعمل في هذه الحالة المحرك الكهربائي على مساندة محرك الإحتراق في إمداد العجلات بالطاقة المطلوبة.



الشكل (19) : نظام جر على التوازي

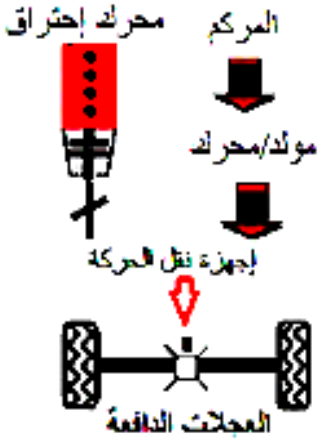
ويحتاج هذا النظام لمصدرين من توليد الطاقة (محرك إحتراق+ محرك كهربتائي/مولد) حيث بالإمكان إستتخدام المحرك الكهربائي كمولتد وبالعكس. ومن مساوئه حاجته إلتى وحدات تحكم عالية الدقة لتنظيم تدفق الطاقة، ووحدة نقل ميكانيكية معقدة نسبيا.

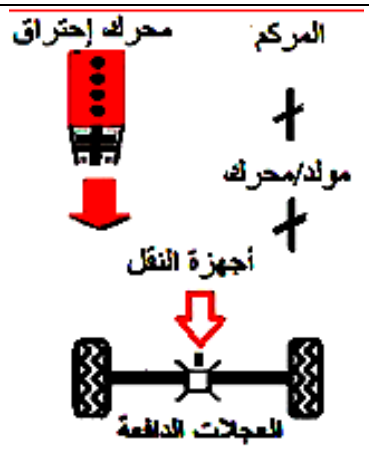
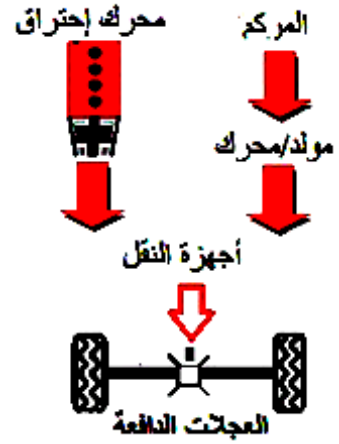
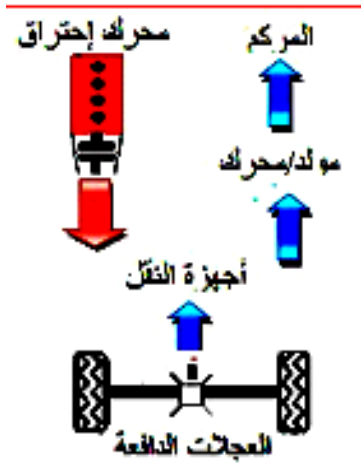
ومن المزايا التي يتمتع بها هذا النظام بالنسبة لنظام النقل على/ التوالي هي:

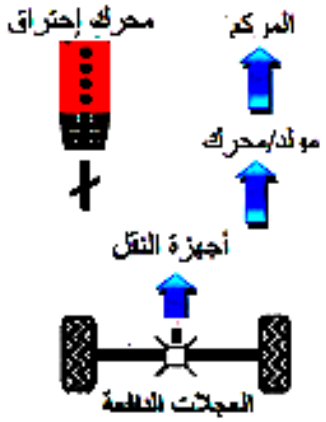
- إرتفاع الكفاءة الميكانيكية بسبب الإتصال الميكانيكي بين محرك الإحتراق والعجلات الدافعة للمركبة .
- إمكانيتة إستخدام محرك إحتتراق داخلي ومحرك كهربائي أصغر حجما من تلك المستخدمة في أنظمة التوالي، وذلك بسبب تأمينها للقوى الدافعة بشكل متواز.

ويبين الجدول (3) تسلسل تدفق الطاقة في نظام النقل على التوازي في أثناء القيادة.

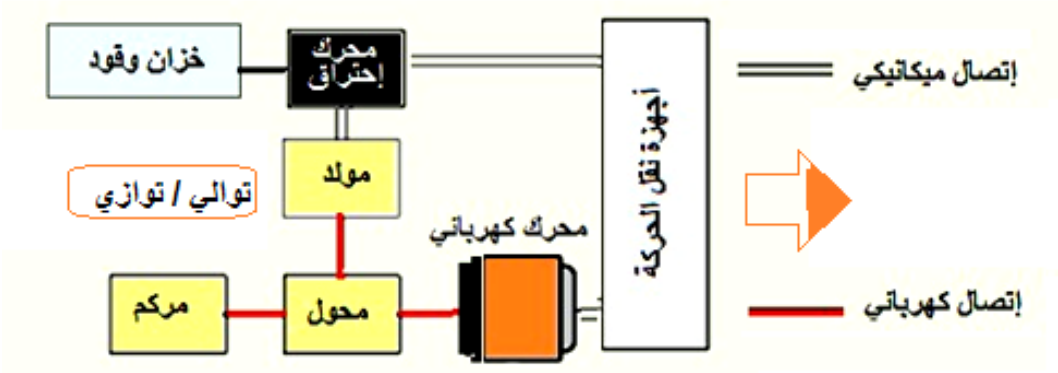
الجدول (3): تسلسل تدفق الطاقة في نظام النقل على التوازي

1	القيادة الكهربائية: مجموعة البطارية - مولد/محرك- إجهزة نقل الحركة – العجلات	

2	القيادة العادية: محرك إحتراق – أجزة نقل الحركة - العجلات	
3	حالة التسارع: البطارية – المولد / المحرك -- أجهزة نقل الحركة - العجلات	
4	حالة التباطوء: محرك إحتراق – أجهزة نقل الحركة – العجلات المولد/ المحرك – مجموعة المركم	

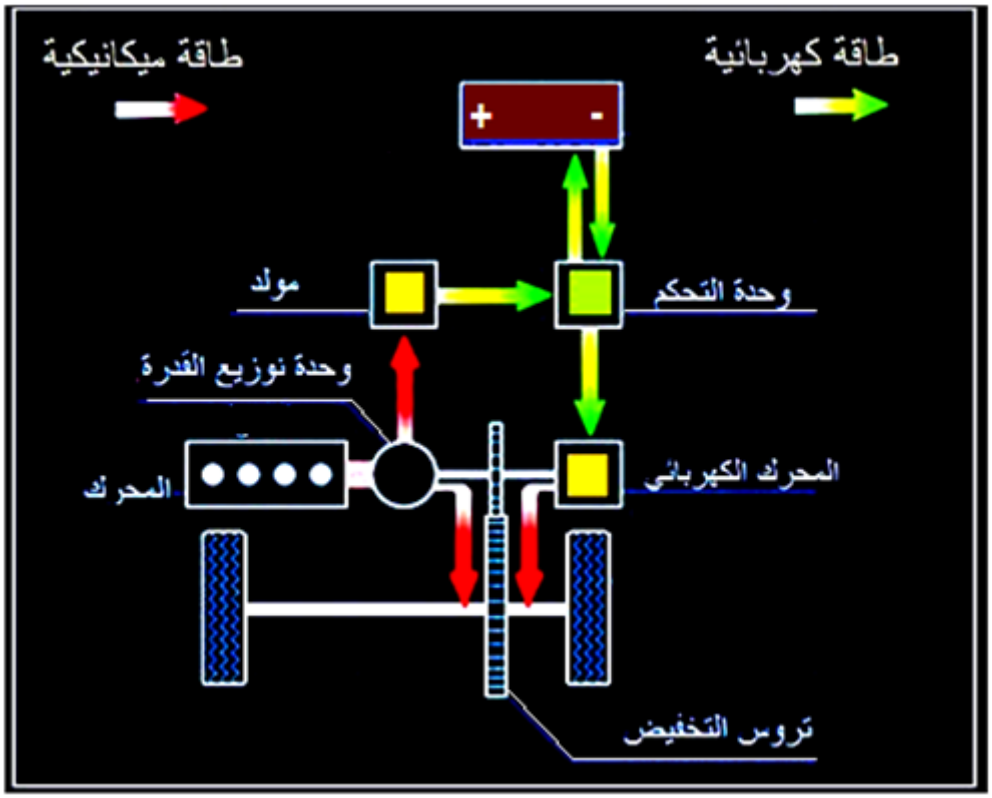
5	إسترجاع الطاقة: العجلات – أجهزة نقل الحركة – مولد/محرك – مجموعة المركم	

ج- نقل توالي/توازي (تهجين مجمع) (Series/parallel Hybrid) : يستخدم في هذا النظام التهجين على التوالي عند قيادة المركبة بسرعات منخفضة، وعلى التوازي عند السرعات العالية وفي أثناء تسارع المركبة. ويجمع بين مزايا النظامين السابقين (التوالي والتوازي) في تأمين قوى الجر،حيث بالإمكان أن تستمد العجلات الدافعة حركتها من محرك الإحتراق أو من المحرك الكهربائي أو من كلاهما معا، وفي بعض حالات القيادة يعمل محرك الإحتراق على تشغيل المولد الكهربائي ليعمل بدوره على إمداد المحرك الكهربائي بالطاقة الكهربائية الضرورية لتشغيله ليعمل على إنتاج طاقة الحركة الضرورية للعمل على جر المركبة أو توليد الطاقة الكهربائية لتخزينها في مجموعة المركم الهجين وإستخدامها عند حاجة المحرك الكهربائي لهذه الطاقة. ويبين الشكل (20) المخطط الصندوقي لهذا النظام.



الشكل (20) : نقل توالي / توازي

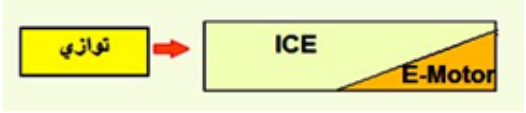
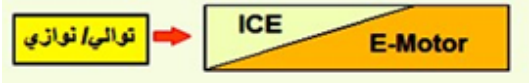
كما يبين الشكل (21) ألأجزاء الرئيسية التي يتكون منها هذا النظام ومسارات تدفق الطاقة الكهربائية والميكانيكية إلى عجلات المركبة (طاقة محرك الإحتراق + طاقة المحرك الكهربائي).



الشكل (21) : مسارات تدفق الطاقة الكهربائية والميكانيكية

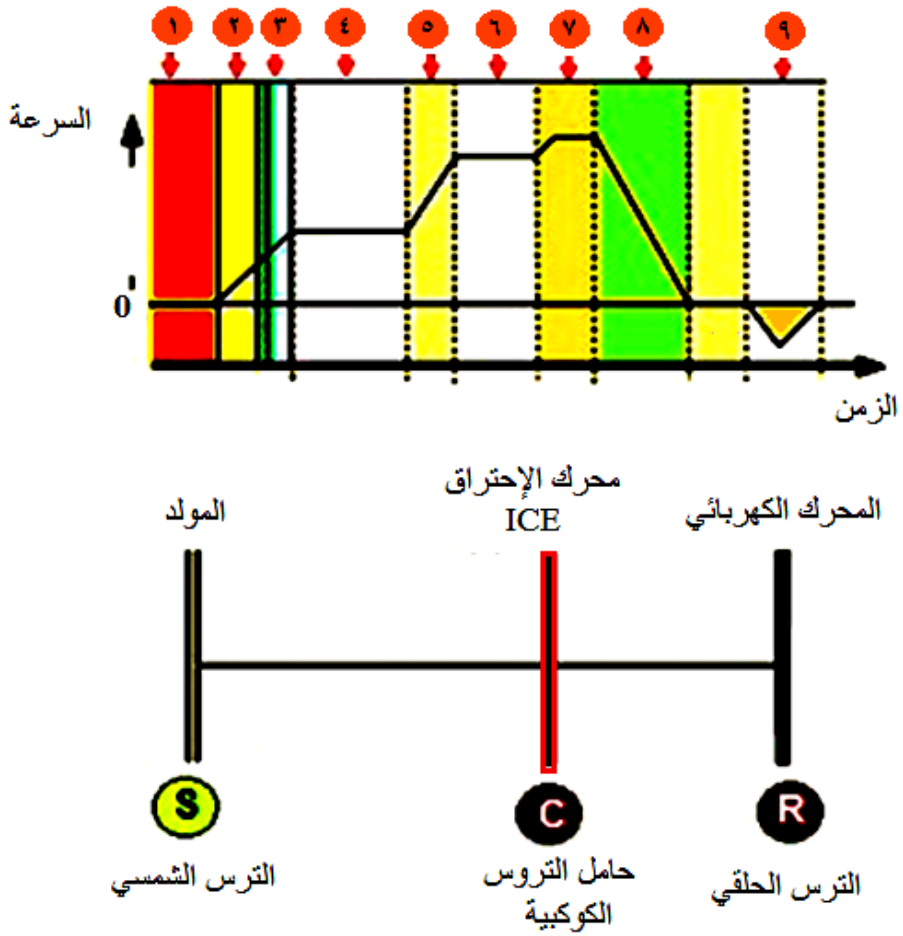
ويبين الجدول (4) مقارنة بين أنظمة النقل الهجين من حيث نسبة التنسيق بين عمل محرك الإحتراق الداخلي والمحرك الكهربائي أثناء قيادة المركبات الهجينة.

الجدول (4): مقارنة بين الأنظمة الهجينة

1	نقل على التوازي: ▪ أمكانية نقل قدرة ميكانيكية صرفة ▪ إمكانية تصميم مركبات معتدلة التهجين وكاملة التهجين	
2	نقل على التوالي: ▪ إمكانية نقل قدرة كهربائية صرفة	
3	نقل توالي / توازي ▪ إمكانية نقل قدرة ميكانيكية وكهربائية	

3-1 أوضاع عمل المركبات الهجينة (Hybrid vehicle operation modes)

يبين الشكل (22) المخطط العام لأوضاع عمل المركبة في حالات القيادة المختلفة على الطريق، ومصادر إنتاج الطاقة فيها وعلاقة هذه المصادر بمجموعة تروس تقسيم القدرة، وأوضاع القيادة هي:

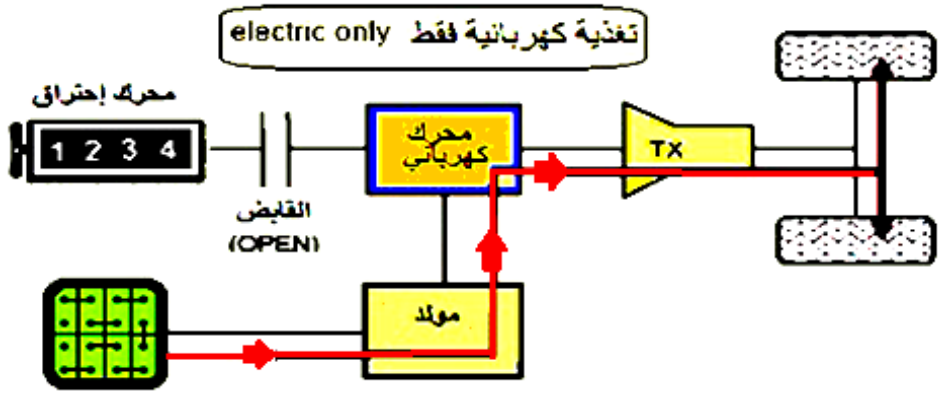


الشكل (22) : أوضاع عمل المركبة الهجينة

1- مرحلة التشغيل والتجهيز للإقلاع بواسطة المحرك الكهربائي.
2- مرحلة الإقلاع بواسطة المحرك الكهربائي.
3- تشغيل محرك الإحتراق الداخلي بواسطة المولد وشحن مجموعة المركم بالإضافة إلى تسارع المركبة ا بواسطة قدرة محرك الإحتراق الداخلي.
4- حالة القيادة عند السرعات المنخفضة.
5- القيادة عند التسارع الكامل بواسطة كل من المحرك الكهربائي ومحرك الإحتراق الداخلي.
6- القيادة عند السرعات المرتفعة عبر تكامل قدرة كل من محرك الإحتراق الداخلي والمحورك الكهربائي.
7- - القيادة عند السرعات القصوى بواسطة كل من محرك الإحتراق الداخلي والمحرك الكهربائي.
8- القيادة في حالة التباطؤ أو الفرملة حيث يعمل المحرك الكهربائي كمود للطاقتة الكهربائيتة، ويتوقف محرك الإحتراق عن العمل.
9- القيادة في حالة الرجوع للخلف حيث يتوقف محرك الإحتراق الداخلي عن العمل.

- **بدء الحركة والسرعات المنخفضة والمتوسطة**: (Start and low to mid speeds)

في حالة بدء الحركة والقيادة بسرعات منخفضة ومتوسطة يعمل المحرك الكهربائي على تأمين قوى الجر الضرورية لعجلات المركبة الدافعة، وفي هذه الحالة يتغذى المحرك بالطاقة الكهربائية من مجموعة المركم الهجين فور وضع مفتاح التشغيل في موقعة والضغط على كبسة التشغيل، بينما محرك ألإحتراق متوقف عن العمل والقابض مفصول، كما في المخطط المبين في الشكل (23) الذي يبين المخطط الصندوقي للعمل في هذه الحالة.



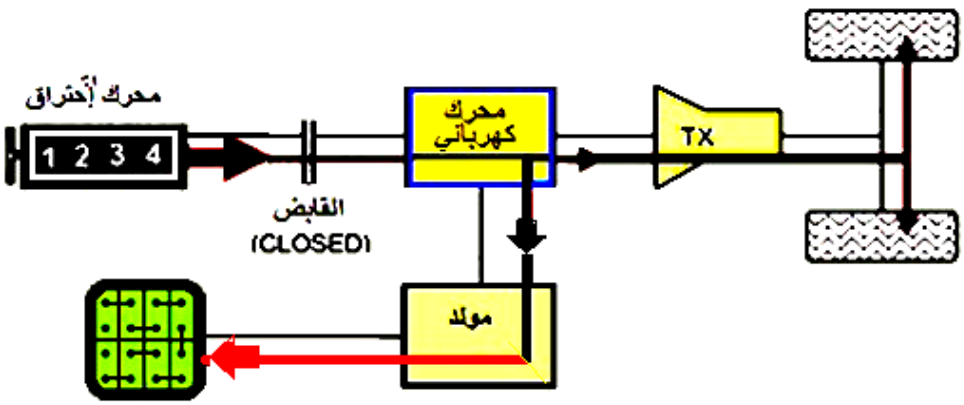
الشكل (23): بدء الحركة والسرعات المنخفضة والمتوسطة

- **القيادة في الظروف الطبيعية** ((Driving under normal conditions)

بإستخدام هذا النوع من توزيع الطاقة نحصل على أقصى كفاءة في تأمين عمل المركبة وقيادتها حيث يعمل المولد على شحن مجموعة االمركم الهجين، كما في الشكل (24) وإمداد المحرك الكهربائي بالطاقة للعمل على مساندة محرك الإحتراق في جر المركبة.
وفي هذا الوضع تتم تجزئة الطاقة المنتجة بواسطة محرك الإحتراق الداخلي إلى قسمين:

أ- قسم يغذي المولد لإنتاج الطاقة الكهربائية الضرورية لتأمين عمل المحرك الكهربائي وبالتالي تأمين إدارة عجلات المركبة.

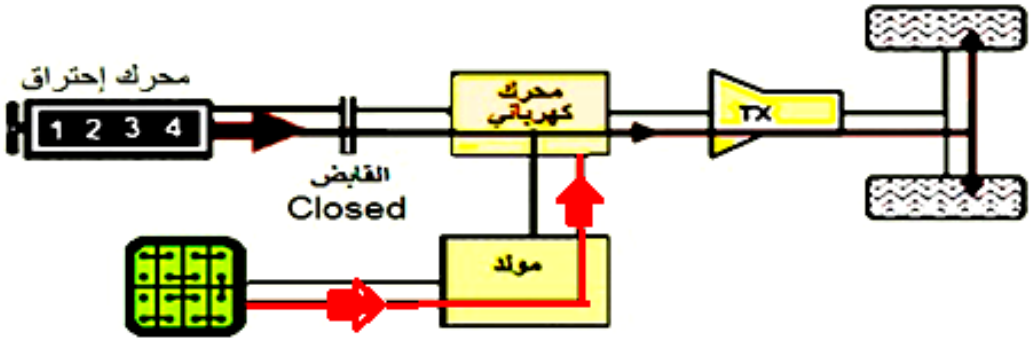
ب- القسم الثاني من الطاقة يستخدم مباشرة في إدارة العجلات الدافعة.



الشكل (24): القيادة في الظروف الطبيعية

- **التسارع المفاجىء (Sudden acceleration)**

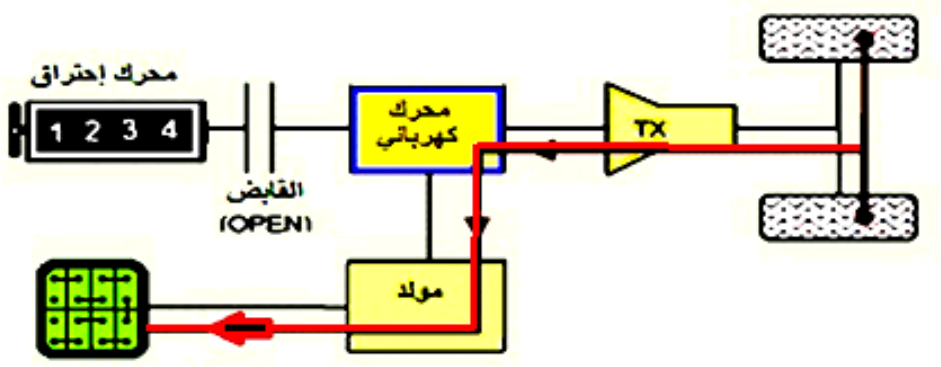
يبين الشكل (25) المخطط الصندوقي لعمل هذا النظام وألأجزاء الرئيسية التي يتكون منها، حيث يتم تأمين طاقة إضافية من المركم لتغذية المحرك الكهربائي وتأمين الطاقة الحركية المساندة للعجلات الدافعة في نفس الوقت الذي يعمل فيه كل من محرك الإحتراق الداخلي والمحرك الكهربائي على توفير الإستجابة السلسة لدوران العجلات الدافعة لتحسين خصائص عملية تسريع المركبة في أثناء القيادة.



الشكل (25): التسارع المفاجىء

- **التباطوء وإعادة الشحن (Deceleration, Regenerative Braking)**

يستمد المحرك الكهربائي في هذه الحالة حركته من عجلات المركبة الدافعة ليعمل كمولد، حيث يتم تحويل الطاقة الحركية المستمدة من العجلات إلى طاقة كهربائية ليتم تخزينها في البطارية، كما في المخطط الموضح في الشكل (26)، ويحتوي المركم عادة على مخزون كاف من الطاقة لتأمين العمل ، كما يعمل المحرك الكهربائي في أثناء التباطؤ والكبح على شحن البطارية بإستخدام عبر نظام إسترجاع الطاقة في المركبة.



الشكل (26): إسترجاع الطاقة

- **التوقف والوقوف (Engine Shut Off)**

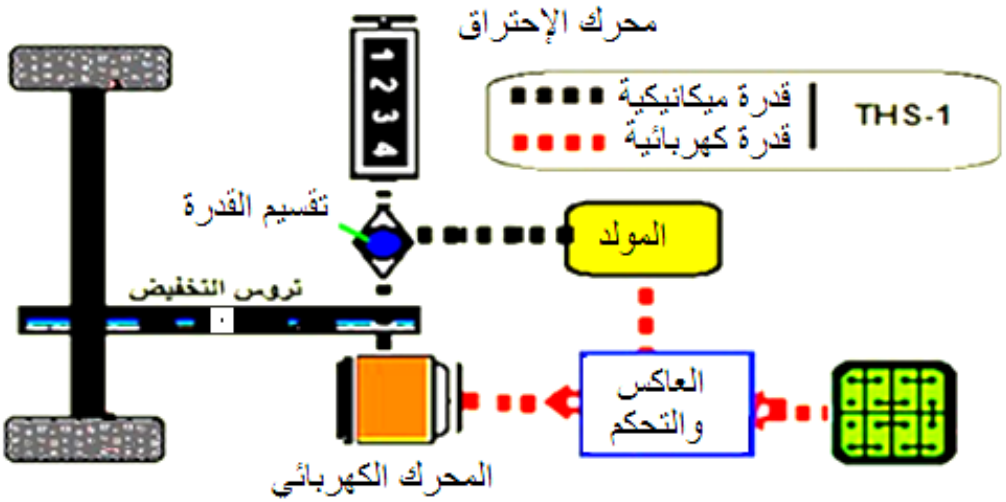
في هذه الحالة يتوقف محرك الإحتراق تلقائيا عن العمل ويعمل المحرك الكهربائي على إسترجاع طاقة الحركة من العجلات وتحويلها إلى طاقة كهربائية.

ويبين الشكل (27) طريقة إستخدام مصادر الطاقة في المركبات الهجينة للأوضاع المختلفة في أثناء القيادة من بداية التشغيل و التسارع والصعود والتباطؤ حتى الوقوف التام.



الشكل (27) : أوضاع عمل المركبة في أثناء القيادة

ومن الإنظمة لعمل المركبات الهجينة نظام تويوتا (THS-I) المبين في الشكل (28) ويعمل هذا النظام في بداية التشغيل عبر تزويد المحرك بالطاقة الكهربائية من مجموعة المركم الهجين. وبناء على قيمة التيار الكهربائي الواصل، تتم إدارة المحرك الكهربائي لإنتاج طاقة حركية تنتقل عبر جهاز تقسيم القدرة الذي يعمل بدوره على نقل هذه الطاقة إلى العجلات الدافعة، وفي أثناء عمل المحرك الكهربائي تستفيد وحدة تقسيم القدرة الميكانيكية من دوران محور الحركة وتقوم بنقل هذه الحركة إلى المولد الكهربائي الذي يحول قسم من طاقة محرك الإحتراق إلى طاقة كهربائية يتم نقلها و تخزينها في المركم. وعند بلوغ سرعة المركبة 60 كلم/ساعة، تقوم إشارة حساس السرعة الواصلة لوحدة التحكم بعمل المركبة بحث وحدة تقسيم القدرة على فصل المحرك الكهربائي و تعشيق محور محرك الإحتراق الداخلي.

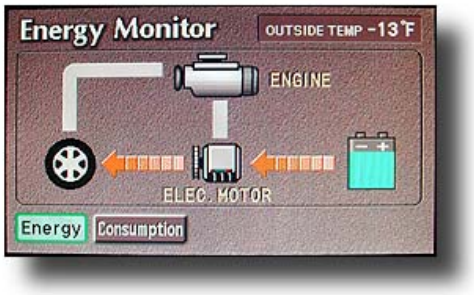
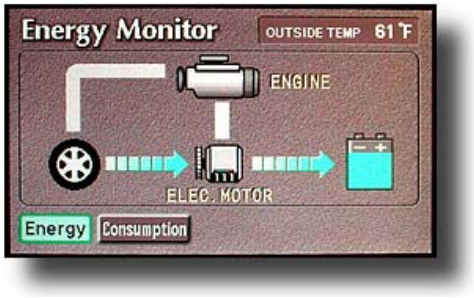


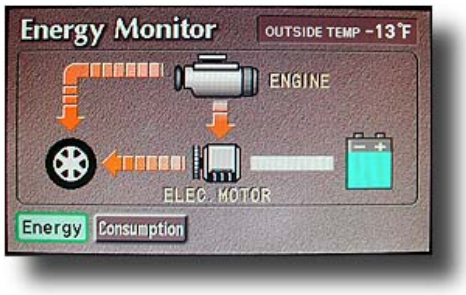
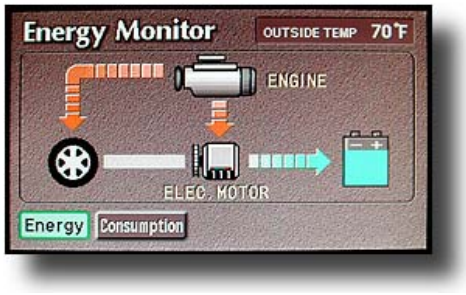
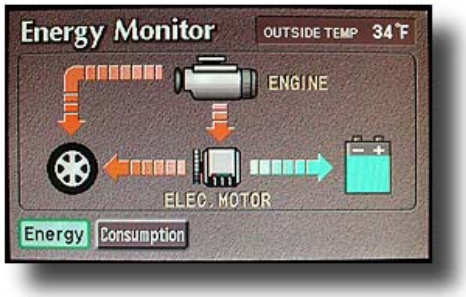
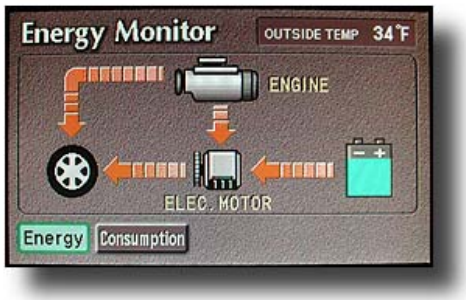
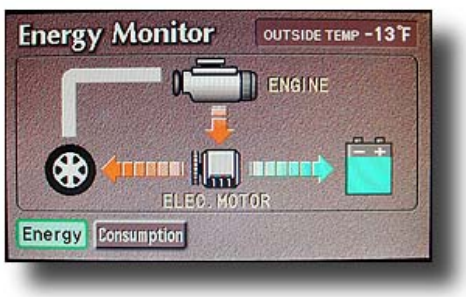
الشكل (28): نظام THS I

وقد قامت شركة تويوتا بتطوير هذا النظام ، حيث أجرت تعديل على ناقل الحركة و ذلك بإضافة وحدة للتحكم في عزم المحرك الكهربائي بما يتناسب وسرعة المركبة. ومن بين التعديلات التي أدخلت على هذا التصميم أيضا إضافة محرك كهربائي تم تثبيته على محور العجلات الخلفية.

ويبين الجدول (5) مثالا على أوضاع عمل مركبة هجينة من نوع تويوتا، والتي يمكن مشاهدتها على شاشة رصد الطاقة (Energy monitor) المثبتة أمام السائق في لوحة القيادة.

الجدول (5) : أوضاع عمل مركبة هجينة من نوع تويوتا

الوضع	الشكل على شاشة العرض
▪ القيادة بطاقة مجموعة المركم (EV mode): تعمل المركبة عند الإنطلاق بطاقة المركم، والسير بهذه الطاقة لغاية سرعة مقدارها (50km/h) تقريبا ، ومن ثم يقوم محرك الإحتراق على إمداد المركبة بالطاقة الضرورية في تشغيلها.	
▪ إسترجاع الطاقة: (Regeneration Charge) عند إبطاء المركبة والضغط على الفرامل، يقوم المحرك الكهربائي بالعمل كمولد للطاقة التي تستخدم في شحن المركم.	

■ القيادة بواسطة المحرك الكهربائي ومحرك الإحتراق الداخلي (Engine &Motor Drive): يوفر المحرك الكهربائي في أثناء تسارع المركبة بإنتظام، جميع احتياجات المركبة من الطاقة، وفي أثناء القيادة على الطرق السريعة يتوقف االمركم كليا عن العمل ويقوم كل من المحرك الكهربائي ومحرك البنزين بتوفير الطاقة اللازمة للقيادة.	
■ القيادة بواسطة محرك الإحتراق وشحن مجموعة المركم(Engine Drive + Charge): يوفر محرك الإحتراق عند القيادة على الطرق المفتوحة والسريعه قوة الدفع الضرورية لجر العجلات جنبا إلى جنب مع الطاقة الكهربائية اللازمة لشحن مجموعة المركم.	
■ القيادة بواسطة محرك الإحتراق الداخلي والمحرك الكهربائي + الشحن: في أثناء القيادة على طريق مفتوح يقوم النظام بالكشف عن الوضع المثالي للقيادة تلقائيا حيث يوفر محرك الإحتراق قوة الدفع إلى العجلات و الطاقة اللازمة لتغذية المحرك الكهربائي وشحن مجموعة المركم في نفس الوقت.	
■ التسارع الكامل والتباطؤ المنتظم (Full Power or Gradual Slowing): عند تسارع المركبة وفي حالات التباطؤ المنتظم يمكن الاستفادة الكاملة من النظام الهجين لتحقيق أقصى قدر من الكفاءة في قيادة المركبة.	
■ القيادة للخلف (Motor Drive & Engine Charge) : في أثناء رجوع المركبة للخلف، يتم توفير القوة اللازمة لجر المركبة بواسطة المحرك الكهربائي وشحن مجموعة المركم بواسطة محرك الإحتراق .	

4-1 مجموعة تروس نفل وتوزيع الحركة (وحدة تقسيم القدرة)

بدأ التفكير في استخدام مجموعات التروس الفلكية في صناديق السرعات ونقل الحركة في عام 1908على يد العالم الإنجليزي لانشستر، على أساس إمكانية الحصول على نسب نقل عديدة لحجم صغير من التروس، والتى لا يمكن أن نحصل عليها من التروس ذات التعشيق الخارجي التقليدية، لذا تم إستخدامها في المركبات الهجينة حيث تم تجميع وتوزيع العزم والقدرة لمحرك الإحتراق الداخلي ووحدتي المحرك الكهربائي/ المولد عن طريق مجموعة تروس كوكبية ، أطلق عليها وحدة تقسيم القدرة (PSD). وهذه الوحدة تسمح للمركبة أن تعمل في كلا الحالتين؛ التهجين المتوازي والتهجين المتوالي في نفس الوقت والحصول على بعض المميزات من كل نوع. فيستطيع محرك الإحتراق الداخلي إدارة العجلات مباشرة (ميكانيكياً) عن طريق الوحدة, وفي نفس الوقت يمكن سحب جزء من طاقة المحرك لتحويلها إلى كهرباء. والتي يمكن بها شحن مجموعة المركم الهجين أو تمريرها إلى وحدة المحرك الكهربائي/ مولد للمساعدة في إدارة العجلات. وتمكن المرونة في تقسيم الطاقة الميكانيكية/الكهربائية بواسطة وحدة تقسيم القدرة من تحسين استهلاك الوقود والتحكم في التلوث بشكل لا يمكن الوصول إليه في حالة استخدام اتصال ميكانيكي مباشر بين محرك الإحتراق الداخلي والعجلات كما في نظام التهجين المتوازي أو يؤدي إلى فقد في الطاقة الكهربائية كما في نظام التهجين المتوالي.

وتتكون مجموعة تروس نفل وتوزيع القدرة (وحدة تقسيم القدرة Power split device) في المركبات الهجينة من ثلاثة عناصر أساسية، مبينة في الشكل (29)، وهي:

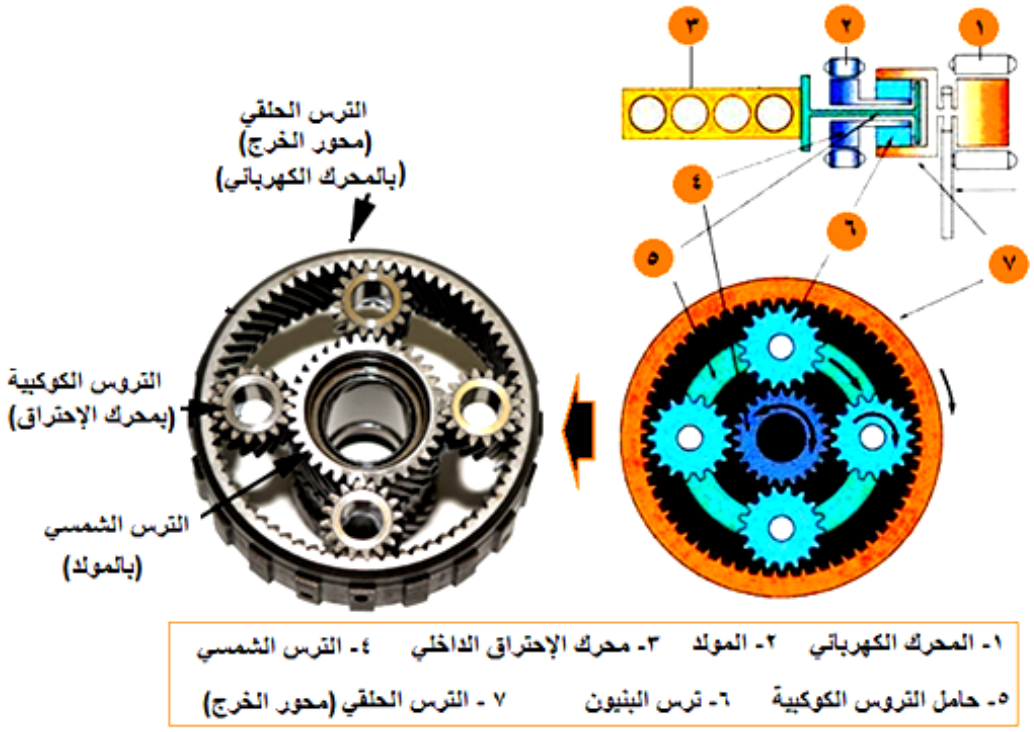
- الترس الشمسي (Sun gear).
- الحامل (carrier) ومثبت به مجموعة من التروس الكوكبية (Planetary pinion gears) .
- الترس الحلقي (Ring gear or annulus).



الشكل (29): مجموعة التروس الفلكيه

وفي هذه المجموعة تتصل وحدة االمحرك الكهربائي بالترس الحلقي كما في الشكل (30) حيث يتصل الترس بمجموعة التروس الفروقية التي تدير العجلات. ويتصل المولد بالترس الشمسي ومحرك الإحتراق الداخلي بحامل التروس الكوكبية. وتعتمد سرعة المركبة على حركة دوران الترس الحلقي الذي يعتمد على حركة جميع الأجزاء (المحرك الكهربائي و المولد , محرك البنزين).

ويثبت الترس الشمسي في منتصف الوحدة كما هو مبين في الشكل (30) ، ويعشق مع التروس الكوكبية المثبة على حامل خاص بها. وهي مجموعة من التروس الصغيرة مركبة على حامل يصنّع من الحديد الزهر أو الألمنيوم، وبالحامل عمود لكل ترس منها. وتدور حول محورها بواسطة محمل إبري، ويشكل الحامل ومجموعة التروس الكوكبية جزء واحد في هذه المجموعة. وتحيط التروس الكوكبية بمركز الترس الشمسي وتدور حول محوره. في هذه الحالة تدور التروس الكوكبية حول نفسها وفي نفس الوقت حول مركز الترس الشمسي. ويحيط بالتروس الكوكبية من الخارج الترس الحلقي، الذي هو أكبر جزء بالوحدة، وتعشق أسنان الترس الحلقي الداخلية مع أسنان التروس الكوكبية.

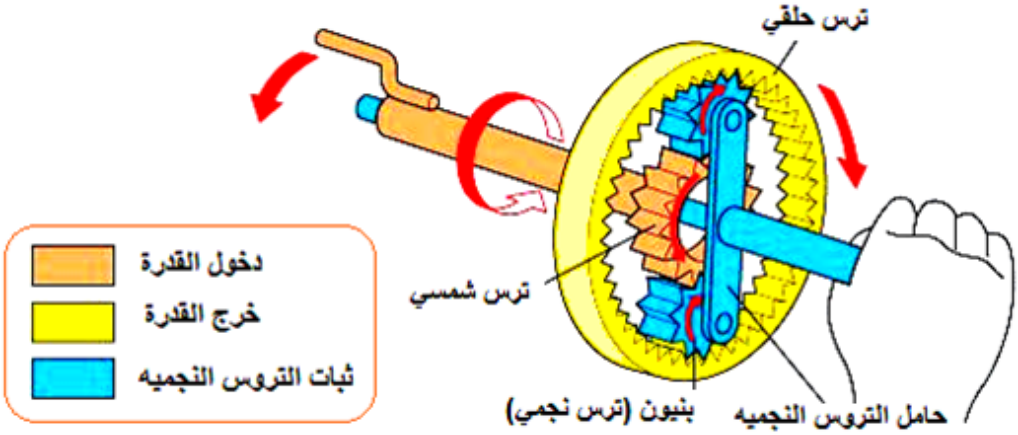


الشكل (30): مجموعة تروس تقسيم القدرة

- **طريقة عمل مجموعة التروس الفلكيه**

يمكن لجميع عناصر مجموعة التروس الفلكيه (الترس الشمسي، الحامل، والترس الحلقي) من الدوران أومنعها من الدوران، ولنقل الحركة بواسطتها يجب إيقاف أحد عناصرها عن الدوران، كما في الشكل (31)، وإستخدام أي جزء من الوحدة كعنصر إدارة (دخل)

أوعنصر مدار (خرج) ، أما العنصر الثالث فيكون عنصر خرج (output) أوعنصر إدارة (input). ويعتمد تحديد مقدار العزم أو سرعة الخرج من هذه المجموعة عند عملها على أي من عناصر الوحدة هو عنصر الإدارة فيها.



الشكل (31): عمل التروس الفلكيه

وتكون نسب التخفيض في أثناء عمل المجموعة، كما يلي:

- في حالة أن الحامل هو عنصر الدخل، فتكون نسبة التخفيض موجبة أقل من واحد، وهذا يزيد السرعة ويقلل العزم.
- في حالة أن الحامل هو عنصر الخرج ، فتكون نسبة التخفيض أكبر من واحد، وهذا يقلل السرعة ويزيد العزم.
- في حالة تثبيت الحامل ، فتكون نسبة التخفيض سالبة، وهذا يجعل دوران الخرج عكس دوران الدخل.

ومن خواص مجموعة التروس الفلكية:

- يدور فيها على الأقل أحد التروس حول محوره وحول محور آخر
- تسخدم مجموعه أو أكثر من هذه التروس في صناديق السرعات الآلية تحتوي على ترسين شمسيين ومجموعتين من التروس النجميه
- يستخدم فيها ترس حلقي واحد

ويبين الشكل (32) كيفية إستخدام مجموعة التروس الفلكية في مركبة هجينة من نوع هوندا وإرتباطها بمحركات القدرة فيها.



(ا) محركات القدرة ووحدة التقسيم (ب) مخطط إرتباط عناصر وحدة التقسيم بالمحركات

الشكل (32): التروس الفلكيه والمحركات الكهربائية في مركبة من نوع هوندا

4-1 التقييم الذاتي

1- أجب على الأسئلة المدرجة أدناه.
2- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضروريًا.

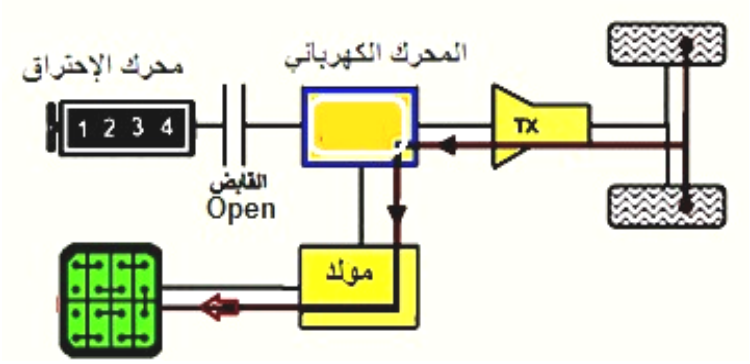
الاســـئلة

السؤال الأول:

أذكر مكونات نظام القدرة والنقل الرئيسة في المركبة الهجينة .

السؤال الثاني:

ما النظام الموضح في الشكل المجاور، إشرح كيفة عمله .



السؤال الثالث:

أذكرمواصفات نظام نقل الحركة والقدرة الذي يعمل على التوالي في المركبات الهجية .

5-1 التمرين العملي

- **إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه البطاقة**

إن تطبيقك لإجراءات السلامة والصحة المهنية والسلوك المهني السليم عند تطبيق تمارين هذه الوحدة هو الطريقة الأمثل لنجاحك وتفوقك، واكتساب احترام وتقديرالآخرين وتجنبك للحوادث المحتمل حدوثها أثناء العمل. ومن أهم هذه السلوكيات ما يأتي:

- التقيد بلباس التدريب داخل الورشة.
- ارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة وترتيب المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات واستخدامها وصيانتها.
- التأكد من تهوية مكان العمل.
- المحافظة على البيئة والإقتصاد في إستخدام المواد والطاقة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل كعضو ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة تبعا لتعليمات الشركة الصانعة للمركبة المعنية.

رقم التمرين: (1)	الزمن المخصص للتمرين
إسم التمرين: تبديل محامل أعمدة الدوران لوحدة تقسيم ونقل القدرة.	12 ساعه

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تستبدل محامل أعمدة الدوران لوحدة تقسيم ونقل القدرة في المركبة الهجينة.

- **شروط الأداء** - حسب تعليمات المدرب.

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

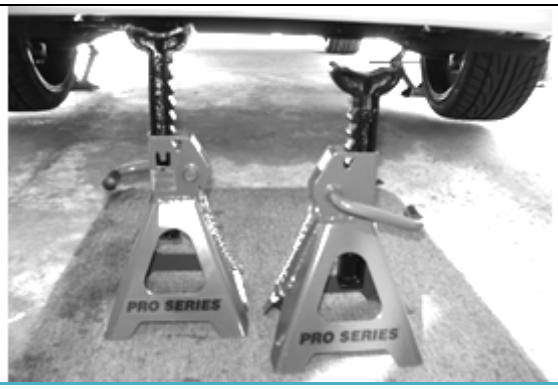
الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	مركبة للتدريب	**7**	وعاء لتفرغ الزيت
2	رافعة تمساح ،	8	وعاء لتفرغ سائل التبريد
3	مرابط تأمين العجلات من الإنزلاق	9	ضاغطة هواء
4	رافعه بلانكو	10	محامل جديدة
5	حوامل (جحوش)	11	مواد وأدوات تنظيف
6	صندوق عدة	12	أغطية لهيكل وكراسي المركبه

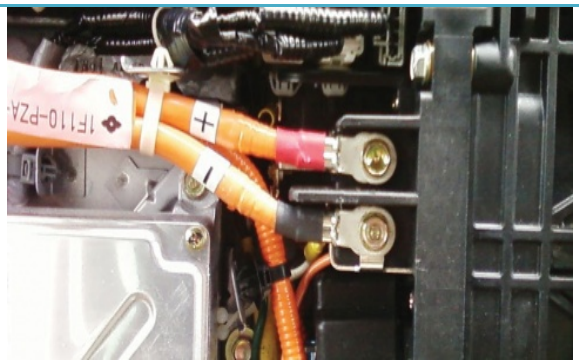
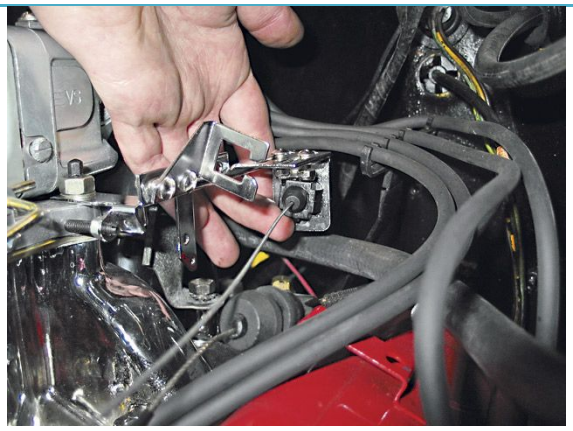
● الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

1. نسخة من الوحدة التدريبية.
2. دليل الصيانة وتعليمات الشركة الصانعة.

● خطوات العمل

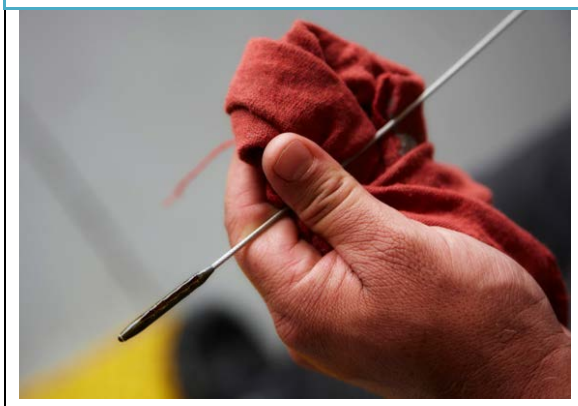
	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	جهزالمواد والعدد والأدوات اللازمة لفك وتركيب وحدة تقسيم القدرة وإستبدال محاملها، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال.	
2	أمن المركبة في موقع العمل على أرض مستويه، وإنزع مفتاح التشغيل ، وضعه في مكان آمن.	
3	إفصل أقطاب البطارية المساعدة، وإنزعها من المركبة.	
4	إلبس القفازات الكهربائية العازلة، وإنزع قاطع الخدمة من المركبة، حسب تعليمات الشركة الصانعة. **تنبيه: لا تلمس وصلات وأسلاك الجهد العالي على الأقل لمدة 5 دقائق بعد نزع قاطع الخدمة**	
5	تفقد محركات القدرة بالنظر، وحدد الوصلات الكهربائية والميكانيكية المرتبطه بها وطريقة فكها ، حسب كتيب الصيانة.	

6	- إرفع مقدمة المركبة بعد التأكد من تأمنيها بوضع حوامل تحتها (جحوش).	
7	أفرغ سائل التبريد في وعاء خاص بعد نزع غطاء المشع، والتأكد من أن المحرك بارد قبل القيام بهذا العمل ومن ثم فك الخراطيم المتصلة به، وإنزع المشع من مكانه.	
7	أفرغ زيت المحرك وصندوق السرعات داخل وعاء خاص بهذا العمل.	
8	إنزع غطاء المحرك حتي لا يعيق نزع محركات القدرة من المركبة بعد فك براغي تثبيت الفصالات وتعليم مكانها على الغطاء لإعادة تركيبها بنفس المكان أو ثبته للخلف بطريقة لا تعيق نزع المحركات من المركبة.	

9	إنزع مجموعة العاكس عن المركبة بعد فصل كبل بطارية الضغط العالي وعزله باستخدام شريط عازل، وفصل ونزع قاطع التيار الخاص بحساس العاكس. **تنبيه: تحقق من عدم وجود فولتية من خلال قياس الجهد بين الأقطاب (3 فاز) باستخدام الفولتميتر بين كل فاز والأرضي.**	
10	إفصل جميع الوصلات الكهربائية المتصلة بمحركات القدرة.	
11	فك وإنزع جميع القطع والوصلات الميكانيكية المتصلة بمحركات القدرة.	
12	- فك براغي وصواميل قواعد تثبيت محركات القدرة وحررها من قواعدهما، ومن ثم أربط مجموعة المحركات بالرافعة (البلانكو)، وإرفعها ببطء وبعناية للتأكد من أن جميع الوصلات الكهربائية والميكانيكية مفصولة عن جسم المحرك.	

13	أمـن المحـرك فـي موقـع الإصـلاح علـى طاولـة العمل.	
14	إفصـل محـرك الإحتـراق عـن وحـدة المحركـات الكهربائيـة والنقـل، لإجـراء الإصـلاح المطلـوب لمجموعة التروس الفلكية.	
15	تفقد محامل أعمدة الإدارة، ، واستبدل التالف منها.	

16	تفقد مجموعة التروس الفلكية، وإستبدل التالف منها.	
17	إجمع القطع التي تم فكها عن المجموعه بعد إجراء الإصلاح اللازم بعكس خطوات الفك.	
18	ركب مجموعة محركات القدرة بعد إجراء الإصلاح اللازم، في مكانها في المركبة باستخدام رافعة البلانكو.	
19	صل جميع الوصلات الميكانيكية والكهربائية المرتبطة بمجموعة محركات القدرة بعكس حطوات الفك.	

	ضـع زيـت جديـد وسـائل تبريـد جديـد حسـب مواصفات الشركة الصانعه.	
20	شغل المحرك، وتأكد من عدم وجود تسريب (سوائل التبريد، والتزييت) وتأكد من مستواها.	
21	إجمع العدة بعد تنظيفها ، وإحفظها بحسب التعليمات.	

دليل تقييم الأداء الذاتي
تعليمات للمتدرب
▪ أستخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل. ▪ أضع إشارة (✓) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان. ▪ أضع إشارة (✓) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان. ▪ أضع إشارة (×) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة. ▪ يجب أن تصل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التدرب على الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان بمساعدة المدرب.

	خطوات الأداء	نعم	لا	غ.ق.ل
1	تمكنت من تحضير المواد والأجهزة اللازمة لخدمة نظام التبريد.			
2	تمكنت من تأمين المركبة في موقع العمل وإفراغ النظام من سائل التبريد في وعاء خاص.			
4	إفصل أقطاب البطارية وإنزعها من المركبة.			
5	وإنزع قاطع الخدمة من المركبة، حسب تعليمات الشركة الصانعة.			
6	تفقد محركات القدرة بالنظر، وحدد الوصلات الكهربائية والميكانيكية المرتبطه بها وطريقة فكها ، حسب كتيب الصيانة.			
7	- إرفع مقدمة المركبة بعد التأكد من تأمنيها بوضع حوامل تحتها (جحوش).			
8	أفرغ سائل التبريد في وعاء خاص بعد نزع غطاء المشع والتأكد من أن المحرك بارد قبل القيام بهذا العمل ومن ثم فك الخراطيم المتصلة به وإنزع المشع من مكانه.			
9	أفرغ زيت المحرك وصندوق السرعات داخل وعاء خاص بهذا العمل.			
10	إنزع غطاء المحرك حتي لا يعيق نزع محركات القدرة من المركبة بعد فك براغي تثبيت الفصالات وتعليم مكانها على الغطاء لإعادة تركيبها بنفس المكان.			
11	إنزع مجموعة العاكس عن المركبة بعد فصل كبل بطارية الضغط العالي وعزله باستخدام شريط عازل، وفصل ونزع قاطع التيار الخاص بحساس العاكس .			
12	إفصل جميع الوصلات الكهربائية المتصلة بمحركات القدرة.			
13	فك وإنزع جميع القطع والوصلات الميكانيكية المتصلة بمحركات القدرة.			
14	فك براغي وصواميل قواعد تثبيت محركات القدرة وحررها من قواعدهما، ومن ثم أربط مجموعة المحركات بالرافعة (بلانكو)، وإرفعها ببطء وبعناية للتأكد من أن جميع الوصلات الكهربائية والميكانيكية مفصولة عن جسم المحرك.			
15	أمن المحرك في موقع الإصلاح على طاولة العمل.			
16	إفصل محرك الإحتراق عن وحدة المحركات الكهربائية والنقل لإجراء الإصلاح المطلوب لمجموعة التروس الفلكية.			
17	تفقد محامل أعمدة الإدارة، ، واستبدل التالف منها.			
18	تفقد مجموعة التروس الفلكية، وإستبدل التالف منها.			
19	إجمع القطع التي تم فكها عن المجموعه بعد إجراء الإصلاح اللازم بعكس خطوات الفك.			
20	ركب مجموعة محركات القدرة بعد إجراء الإصلاح اللازم، في مكانها في المركبة باستخدام رافعة البلانكو.			
21	صل جميع الوصلات الميكانيكية والكهربائية المرتبطة بمجموعة محركات القدرة بعكس حطوات الفك.			
22	ضع زيت جديد وسائل تبريد جديد حسب مواصفات الشركة الصانعه.			
23	شغل المحرك وتأكد من عدم وجود تسريب (سوائل التبريد، والوقود، وغاز العادم).			
24	إجمع العدة بعد تنظيفها ، وإحفظها بحسب التعليمات.			

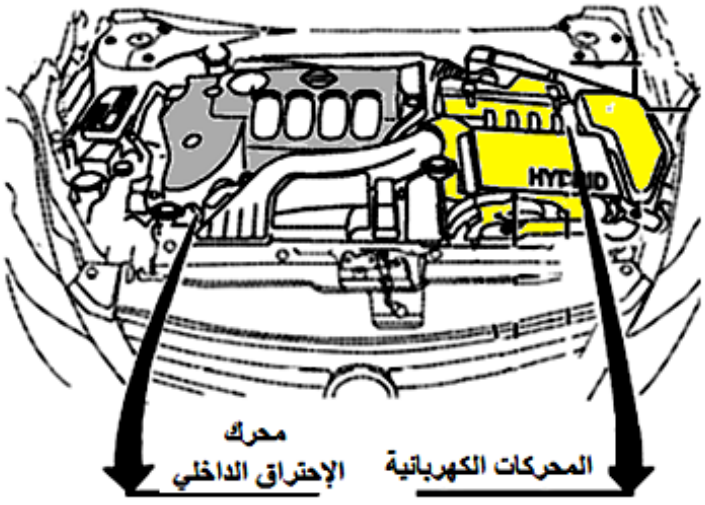
● **هدف التعلم الثاني: عند الانتهاء من تنفيذك انشطة التعلم أدناه ، عليك ان تصبح قادرا على أن تصون نظام نفل القدرة وتوزيع الحركة في المركبات الهجينة.**

انشطة التعلم	المصادر
1- المادة التدريبية / صيانة نظام التبريد في المركبات الهجينة	الوحدة التدريبية
3- زيارة المواقع الالكترونية حول صياتة نظام التبريد في المركبات الهجينة	الشبكة العنكوبتيه
التدريب الميداني في مجال صيانة نظام التبريد في المركبات الهجينة	ورش ومراكز صيانة المركبات

2- صيانة نظام النفل وتوزيع القدرة

تحتاج المركبات الهجينة التي تجمع بين محرك الإحتراق الداخلي والمحركات الكهربائية ووحدة تقسيم القدرة، إلى تناولها بشكل مختلف عند صيانة مكوناتها، ومحركات القدرة الخاصة بها، حيث يجب فصل مجموعة المركم الهجين قبل لمس أي مكون قد يحمل جهد عالي.

وعلى سبيل المثال عند الحاجة لنزع وحدة تقسيم القدرة من المركبة الهجينة، حيث تشكل مجموعة المحركات الكهربائية ومحرك الإحتراق الداخلي ووحدة تقسيم القدرة وحدة واحدة مثبتة في مقدمة المركبة، كما في الشكل (31) يجب أولا التعرف بجميع التوصيلات الكهربائية وخطوط الضغط العالي المرتبطة بالمحركات من خلال الرجوع إلى كتيب الصيانة للمركبة المعنية بالصيانة، وتحديد مواقعها وطريقة فكها.



الشكل (31): محركات القدرة

كما يجب التقيد بتعليمات السلامة المقدمة من قبل الشركة الصانعه، والتقيد بها عند تنفيذ مهمات الصيانة للمركبة المعنية، وبالأخص تعليمات الوقاية من أخطار كهرباء الضغط العالي.

وبشكل عام ومن أهم المحاذير الواجب مراعاتها قبل التعامل مع هذا النوع من المركبات، ما يلي:

- نزع مفتاح المركبة وحفظه في مكان آمن، بعد التأكد من أن مصباح بيان جاهزية المركبة للعمل مطفي (Ready indicator) كما في الشكل (32).



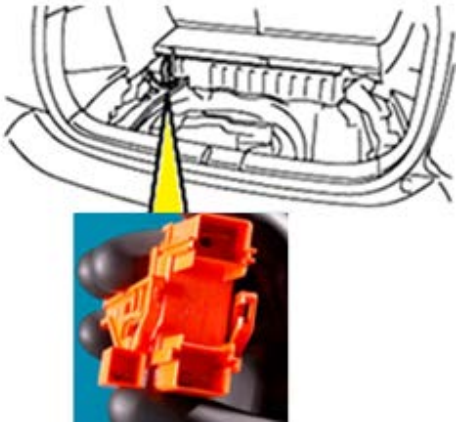
الشكل (32): مصباح بيان جاهزية المركبة للعمل

- إرتداء قفازات عازلة قبل فك أي من وصلات الضغط العالي، والتأكد من أن قاطع الخدمة في المركبة منزوع كما في الشكل (33).



الشكل (33): القفازات العازلة

- الإنتظار لمدة خمسة دقائق على الأقل بعد نزع قاطع الخدمة من المركبة، وذلك قبل التعامل مع خطوط الضغط العالي ووصلاتها ، كما في الشكل (34).



الشكل (34): نزع قاطع الخدمة

1-2 التعليمات الخاصة بصيانة المركبة الهجينة

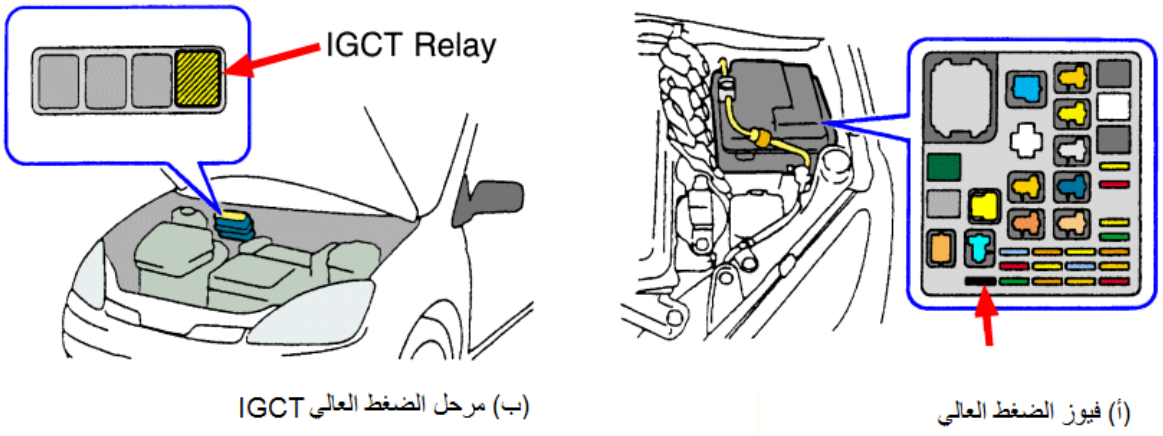
الخطوة الأولى في صيانة محركات القدرة وأجهزة نقل الحركة في المركبات الهجينة، تكمن في إتخاذ جميع إحتياطات السلامة حسب تعليمات الشركة الصانعة، وتعطيل عمل نظام الضغط العالي في المركبة، كما يلي:

- نزع مفتاح تشغيل المركبة وحفظه في مكان آمن.
- فصل سالب البطارية المساعدة (12v) .
- نزع قاطع الخدمة من المركبة حسب تعليمات الشركة الصانعة (يوجد قاطع الخدمة عادة في مؤخرة المركبة بلون برتقالي) ، كما في الشكل (35) والإنتظار لمدة عشرة دقائق على الأقل قبل التعامل مع خطوط الضغط العالي ووصلاته.



الشكل (35): قاطع الخدمة

• تنبيه : في حالة تعذر نزع قاطع الخدمة نتيجة لتعرض المركبة لحادث ما يجب نزع الفيوز الرئيسي أو المرحل (IGCT) ، المبينة في الشكل (36).



الشكل (36): نزع الفيوز أو المرحل

- فحص بطارية الضغط العالي على التسريب والتأكد من سلامتها، كما في الشكل (37).

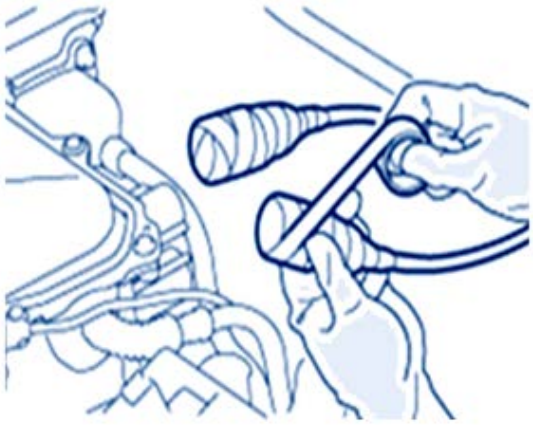


الشكل (37): فحص مجموعة المركم على التسريب

- فصل أقطاب وصلات الضغط العالي، وعزلها باستخدام شريط عازل كما في الشكل (38).



أ- خطوط الضغط العالي/ لون برتقالي



ب- عزل أقطاب خطوط الضغط العالي

الشكل (38): عزل أقطاب وصلات الضغط العالى

● تحذير: يستخدم في المركبات الهجينة دارات عالية الجهد ، لذلك تسرب الفولطية منها، وسوء التعامل معها يمكن أن يسبب صدمة كهربائية في أثناء الخدمة، تأكد من اتباع الإجراءات الواردة في دليل صيانة المركبة المعنية بالخدمة بحسب التعليمات.

2-2 تشخيص أعطال نظام النقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة

لا شك أن التكنولوجيا المتقدمة في فحص المركبات من أهم المرتكزات التي يتم الإعتماد عليها لفحص جميع الأجزاء الميكانيكية والكهربائية في المركبة، بالإضافة إلى الهيكل الخارجي، وفي تحديد الحالة العامة للمركبة، وإلغاء نسبة الخطأ البشري من معادلة الفحص.

عندما يضيئ مصباح التحذير المثبت بلوحة القيادة أمام السائق، كما في الشكل (39) ، فقد يشير إلى وجود عطل ما في منظومة القدرة ونقل الحركة في المركبة، وعلى سبيل المثال إذا طهر أحد الرموز التالية على شاشة الماسح الضوئي في مركبات تويوتا الهجينة (P3125 أو P3009) فهذ يعني وجود تسرب في الجهد العالي وأن ناقل الحركة المحوري بحاجة إلى تبديل.

ومن المعلوم أن المركبات الحديثة مزودة بحساسات تلتقط أي اختلالات في أثناء العمل، لتنبيه وحدة التحكم إلى وجود عطل ما، ولتحديد ماهية العطل، يمكنك إستخدام جهاز مسح الأعطال المتوفر بأشكال وأنواع مختلفة، الذي سيبين لك رمزًا معينًا يشير إلى الجزء الذي

لا يعمل كما ينبغي ، وإذا كان العطل في أجهزة النقل ، فهنا يجب نزع الجهاز المعني وإصلاح العطل.



الشكل (39): مصباح التحذير

ويمكنك تشخيص أعطال المركبات الهجينة بإستخدام أجهزة المسح الضوئي بنفس الطريقة كما في المركبات التقليدية ، حيث يمكنك الوصول إلى رمز الخطأ والبيانات ومدخلات أجهزة الاستشعار والاختبارات الذاتية المختلفة بإستخدام أداة المسح الضوئي وبرامج التشخيص الخاصة بالمركبة المعنية.

وقد وفرت أدوات المسح الضوئي أحدث برامج الفحص لتحقيق تشخيص الأعطال من خلال القدره على قراءة الأعطال لجميع وحدات التحكم الالكترونية بالمحرك وناقل الحركة والفرامل المانعة للانغلاق والوسائد الهوائية --، وعمل اختبار الفصل والتشغيل لجميع المشغلات المتصلة بوحدات التحكم في المركبة.

وتتميز أجهزة المسح بإمكانية تحويل القيم (Current DATA) المقروءة من المركبة إلى قيم مرسومة (Graph) على شاشه الجهاز، كما في الشكل (40)، وعمل المعايرات اللازمة للمشغلات التي تحتاج معايرة.

وتقدم الشركات الصانعة المخططات التفصيلية لكافة رموز التشخيص الخاصة بأجهزة المسح الضوئي لقرائتها وتحديد العطل وإستبعاد إحتمالات تشخيص الأعطال العشوائية، حيث يمكنك إكشاف الخطأ بدقة بعد إجراء الفحوص التشخيصية للمركبة، وتحديد العنصر الخاطئ الذي تحتاج إلى استبداله. وعادة ما يكون مرفق بكل جزء بالتحكم أماكن الأعطال ومسمياتها ومكوناتها التى تتيح لك التعرف أكثر على وظائف الجزء المتعطل والتوجيه لأصلاحه ومن ثم يمكن التعرف على الأعطال التى يمكن أن تواجهك لاخذ الحظر لعدم حدوثها .



الشكل (40): ماسح الأعطال

ويمكنك تشخيص بعض الأعطال بإستحدام الحواس مثل فحص الزيوت المستخدمة في المركبة ومستواها، وظهور الأصوات غير الطبيعية في أثناء القيادة والفحص على الطريق، فتلف كراسي التحميل مثلا (Bearing Failures) يؤدي إلى ظهور أصوات غير طبيعية ، فالأصوات التي تظهر في أثناء مرحلة الشحن وعند بدء الحركة ترتبط بتلف محامل المولد، بينما الضوضاء في أثناء القيادة يمكن أن تكون صادرة عن محامل أخرى مثل محامل العجل. وبما أن مجموعة تروس وحدة تقسيم القدرة تدور بسرعات مرتفعة ، ويتم تخفيضها بواسطة تروس النقل النهائي لتأمين العجلات الدافعة بها، لذا فإن ارتفاع الصوت يدل على أن الخطأ هو في المحرك الكهربائي.

3-2 التقييم الذاتي

1- أجب على الأسئلة المدرجة أدناه.
2- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضروريًا.

الاســـئلة

السؤال الأول:

أذكر التعليمات الخاصة بصيانة نظام النقل في المركبة الهجينة.

السؤال الثاني:

ما العنصر الموضح في الشكل التالي، وما هي وظيفته في المركبة الهجينة .



السؤال الثالث:

ما الجهاز الموضح في الشكل التالي، ولماذا يستحدم .



السؤال الرابع :

- اجب بنعم أو لا عن االفقرات المبينة في الجدول الآتي:

رقم	الفقرة	نعم	لا
1	الأصوات التي تظهر في أثناء مرحلة الشحن وعند بدء الحركة في أثناء القيادة ترتبط بتلف محامل المولد.		
2	تقدم الشركات الصانعة المخططات التفصيلية لكافة رموز التشخيص الخاصة بأجهزة المسح الضوئي لإستبعاد إحتمالات تشخيص الأعطال العشوائية.		
3	تمتاز أجهزة المسح بإمكانية تحويل القيم المقروءة من المركبة إلى قيم مرسومة على شاشه الجهاز.		
4	في حالة تعذر نزع قاطع الخدمة نتيجة لتعرض المركبة لحادث ما يجب نزع الفيوز الرئيسي أو المرحل (IGCT).		
5	قبل التعامل مع خطوط الضغط العالي في المركبة الهجينة يجب نزع قاطع الخدمة حسب تعليمات الشركة الصانعة والإنتظار لمدة خمسة دقائق على الأقل.		

4-2 التمارين العملية

رقم التمرين: (2)	الزمن المخصص للتمرين
إسم التمرين: فحص وصيانة المولد في المركبة الهجينة.	12 ساعات

- **الأهداف:**

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تفحص وتصون أو تستبدل المولد في المركبة الهجينة.

- **شروط الأداء -** حسب تعليمات المدرب.

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	مركبة للتدريب	**6**	وعاء لتفرغ الزيت
2	رافعة تمساح ، رافعه بلانكو	**7**	وعاء لتفرغ سائل التبريد
3	مرابط تأمين العجلات من الإنزلاق	8	ضاغطة هواء
4	حوامل (جحوش)	9	مواد وأدوات تنظيف
5	صندوق عدة	10	أغطية لهيكل وكراسي المركبه

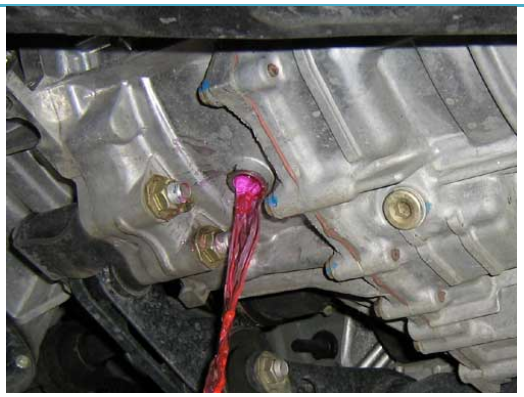
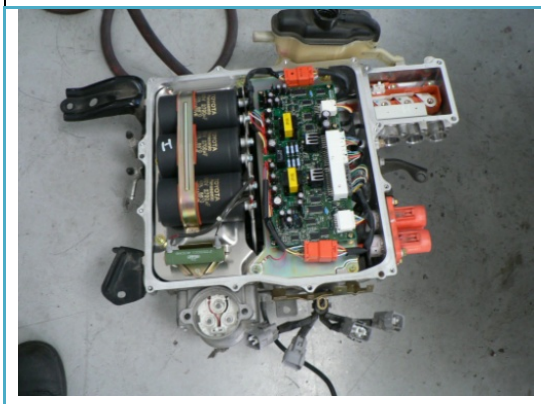
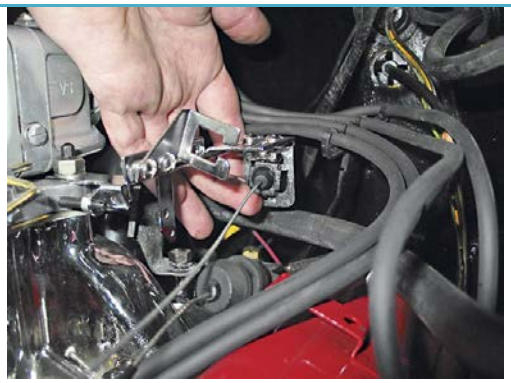
- **الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء**

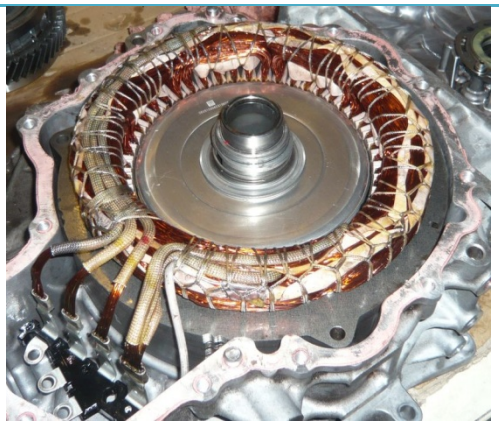
1. نسخة من الوحدة التدريبية.
2. دليل الصيانة وتعليمات الشركة الصانعة.

- **خطوات العمل**

	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	جهز المواد والعدد والأدوات اللازمة لفك المحركات ونزع المولد الكهربائي من المركبة ، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال.	

2	إفحص نظام النقل والقدرة على الطريق ، وتأكد من أن المولد بحاجة إلى تغيير أوصيانه.	
3	أمن المركبة في موقع العمل على أرض مستويه وإنزع مفتاح النشغيل منها، وإحفظه في مكان آمن.	
4	إفصل أقطاب البطارية المساعدة ، وإنزعها من المركبة.	
5	إلبس القفازات الكهربائة العازلة، وإنزع قاطع الخدمة من المركبة حسب تعليمات الشركة الصانعة. **تنبيه: لا تلمس وصلات الجهد العالي على الأقل لمدة (5 دقائق) بعد نزع قاطع الخدمة**	
6	أرجع غطاء المحركات للخلف وثبته جيدا لتسهيل نزع محركات القدرة من المركبة.	

7	أفرغ سائل التبريد من النظام الخاص بتبريد المحركات الكهروميكانيكة، ومن ثم فك مكونات النظام وإنزعها من المركبة.	
8	أفرغ زيت تزييت مجموعة المحركات، داخل وعاء خاص بهذا العمل.	
9	إنزع مجموعة المحول / العاكس من مكانه لتسهيل فك الأجزاء المرتبطة بمجموعة القدرة والنقل.	
10	فك جميع الوصلات الميكانيكية والكهربائية المتصلة بمجموعة القدرة.	

11	إنـزع المحركـات مـن المركبـة بعـد فـك قواعـد تثبيتهـا بإستخدام الرافعة المناسبة وثبتها على طاولة العمل.	
12	إنــزع مجموعــة المحركــات الكهربائيــة عــن محــرك الإحتراق.	
13	تفقد المولد وملفاته على وجود بقع محروقة بها، وتأكد من أنه بحاجة إلى تغيير .	
14	تفقد المحرك الكهربائي وملفاته وتأكد من سلامتها .	

15	إجمع قطع المجموعة التي تم فكها بعد إجراء ما يلزم من إصلاح .	
16	إجمع وحدة المحركات الكهربائية بمحرك الإحتراق.	
17	ركب مجموعة المحركات في المركبة، ومن ثم صل جميع الأجزاء المرتبطة بعكس خطوات الفك.	
18	شغل المركبة، وتأكد من أن العمل تم بشكل صحيح.	
19	إجمع العدة بعد تنظيفها ، وإحفظها بحسب التعليمات.	

دليل تقييم الأداء الذاتي
تعليمات للمتدرب
▪ أستخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل. ▪ أضع إشارة (✓) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان. ▪ أضع إشارة (✓) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان. ▪ أضع إشارة (×) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة. ▪ يجب أن تصل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التدرب على الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان بمساعدة المدرب.

	خطوات الأداء	نعم	لا	غ.ق.ل
1	تمكنت من تحضير المواد والأجهزة اللازمة لخدمة نظام التبريد.			
2	تمكنت من تأمين المركبة في موقع العمل.			
4	تمكنت من فصل أقطاب البطارية المساعدة ، ونزعها من المركبة.			
5	تمكنت من نزع قاطع الخدمة من المركبة حسب تعليمات الشركة الصانعة.			
6	تمكنت من تثبيت غطاء المحركات للخلف.			
7	تمكنت من تفرغ سائل التبريد من النظام ومن فك مكونات النظام ونزعها من المركبة.			
8	تمكنت من تفريغ زيت تزييت مجموعة المحركات، داخل وعاء خاص بهذا العمل.			
9	تمكنت من نزع مجموعة المحول / العاكس.			
10	تمكنت من فك جميع الوصلات الميكانيكية والكهربائية المتصلة بمجموعة القدرة.			
11	تمكنت من نزع المحركات من المركبة بعد فك قواعد تثبيتها بإستخدام الرافعة المناسبة ومن تثبتها على طاولة العمل.			
12	تمكنت من نزع مجموعة المحركات الكهربائية عن محرك الإحتراق.			
13	تمكنت من تفقد المولد وملفاته ، والتأكد من أنه بحاجة إلى تغيير.			
14	تمكنت من تفقد المحرك الكهربائي وملفاته والتأكد من سلامتها.			
15	تمكنت من جمع قطع المجموعة التي تم فكها بعد إجراء ما يلزم من إصلاح.			
16	تمكنت من جمع وحدة المحركات الكهربائية بمحرك الإحتراق.			
17	تمكنت من تركيب مجموعة المحركات في المركبة ومن وصل جميع الأجزاء المرتبطة بها بعكس خطوات الفك.			
18	تمكنت من تشغيل المركبة والتأكد من أن العمل تم بشكل صحيح.			
19	تمكنت من جمع العدة بعد تنظيفها ، وحفظها بحسب التعليمات.			

رقم التمرين: (3)	الزمن المخصص للتمرين

إسم التمرين: إستبدال مجموعة التروس الكوكبية في وحدة تقسيم القدرة في المركبة الهجينة.	12 ساعات

- **الأهداف:**

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تستبدل مجموعة التروس الكوكبية في وحدة تقسيم القدرة في المركبة الهجينة.

- **شروط الأداء -** حسب تعليمات المدرب.

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	مركبة للتدريب	**6**	وعاء لتفرغ الزيت
2	رافعة تمساح ، رافعه بلانكو	**7**	وعاء لتفرغ سائل التبريد
3	مرابط تأمين العجلات من الإنزلاق	8	ضاغطة هواء
4	حوامل (جحوش)	9	مواد وأدوات تنظيف
5	صندوق عدة		أغطية لهيكل وكراسي المركبه

- **الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء**

1. نسخة من الوحدة التدريبية .
2. دليل الصيانة وتعليمات الشركة الصانعة.

- **خطوات العمل**

	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	جهزالمواد والعدد والأدوات اللازمة لفك وتركيب وحدة تقسيم القدرة، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال.	
2	أمن المركبة في موقع العمل على أرض مستويه.	
3	إفصل أقطاب البطارية المساعدة وإنزعها من المركبة.	

4	إلبس القفازات الكهربائة العازلة، وإنزع قاطع الخدمة من المركبة حسب تعليمات الشركة الصانعة. ● **تنبيه: لا تلمس وصلات الجهد العالي على الأقل لمدة (10 دقائق) بعد نزع قاطع الخدمة**	
5	تفقد مجموعة المحركات والوصلات المرتبطة بها لتحديد طريقة فكها.	
6	أفرغ سائل التبريد من النظام قبل فك المشع من المركبة، وزيت التزييت من مجموعة المحركات.	
7	إنزع مجموعة محركات القدرة ووحدة تقسيم القدرة من المحرك بعد فك جميع الوصلات الكهربائية والميكانيكية المرتبطة بها.	

8	ثبت مجموعة محركات القدرة على طاولة العمل.	
9	إفصـل مجموعـة المحركـات الكهربائيـة عـن محـرك الإحتراق الداخلي.	
10	إنزع تروس وحدة تقسيم القدرة وتفقد محاملها وأسنانها لإستبدال التالف منها.	
11	إفحص مجموعة التروس الكوكبية عل التآكل، للتأكد من أنها بحاجة إلى تبديل.	

12	جهز مجموعة تروس كوكبية جديدة لتركيبها مكان التالفة.	
13	إجمع تروس وحدة التقسيم بعكس خظوات الفك، ومن ثم إجمع محركات القدرة الكهربائية بمحرك الإحتراق.	
14	ركب المحركات بعد جمعها في مكانها داخل مقصورة المحركات في المركبة، وأصل جميع الوصلات الميكانيكية والكهربائية بمجموعة المحركات.	
15	ضع زيت جديد وسائل تبريد جديد حسب مواصفات الشركة الصانعة، ومن ثم شغل المركبة في مكانها وتفقد العمل.	
16	إجمع العدة بعد تنظيفها ، وإحفظها بحسب التعليمات.	

دليل تقييم الأداء الذاتي
تعليمات للمتدرب
▪ أستخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل. ▪ أضع إشارة (✓) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان. ▪ أضع إشارة (✓) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان. ▪ أضع إشارة (×) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة. ▪ يجب أن تصل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التدرب على الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان بمساعدة المدرب.

	خطوات الأداء	نعم	لا	غ.ق.ل
1	تكمنت من تحضير المواد والأجهزة اللازمة لخدمة نظام التبريد.			
2	تمكنت من تأمين المركبة في موقع العمل .			
4	تمكنت من فصل أقطاب البطارية المساعدة، ونزعها من المركبة.			
5	تمكنت من نزع قاطع الخدمة من المركبة حسب تعليمات الشركة الصانعة.			
6	تمكنت من تفقد مجموعة المحركات والوصلات المرتبطة بها، وتحديد طريقة فكها			
7	تمكنت من أفراغ سائل التبريد من النظام ، وزيت التزييت من مجموعة المحركات.			
8	تمكنت من نزع مجموعة محركات القدرة ووحدة تقسيم القدرة من المحرك بعد فك جميع الوصلات الكهربائية والميكانيكية المرتبطة بها.			
9	تمكنت من تثبيت مجموعة محركات القدرة على طاولة العمل.			
10	تمكنت من فصل مجموعة المحركات الكهربائية عن محرك الإحتراق الداخلي.			
11	تمكنت من نزع تروس وحدة تقسيم القدرة وتفقدها لإستبدال التالف منها.			
12	تمكنت من فحص مجموعة التروس الكوكبية عل التآكل، للتأكد من أنها بحاجة إلى تبديل.			
13	تمكنت من تجهيز مجموعة تروس كوكبية جديدة لتركيبها مكان التالفة			
14	تمكنت من جمع تروس وحدة التقسيم بعكس خطوات الفك، ومن جمع محركات القدرة الكهربائية بمحرك الإحتراق.			
15	تمكنت من تركيب المحركات بعد جمعها في مكانها داخل مقصورة المحركات في المركبة، ووصل جميع الوصلات الميكانيكية والكهربائية بمجموعة المحركات.			
16	تمكنت من وضع زيت جديد وسائل تبريد جديد حسب مواصفات الشركة الصانعة،			
17	تمكنت من تشغل المحرك والتأكد من عدم وجود تسريب (سوائل التبريد، والوقود، وغاز العادم).			
18	تمكنت من جمع العدة بعد تنظيفها ، وحفظها بحسب التعليمات.			

إختبار المعرفة

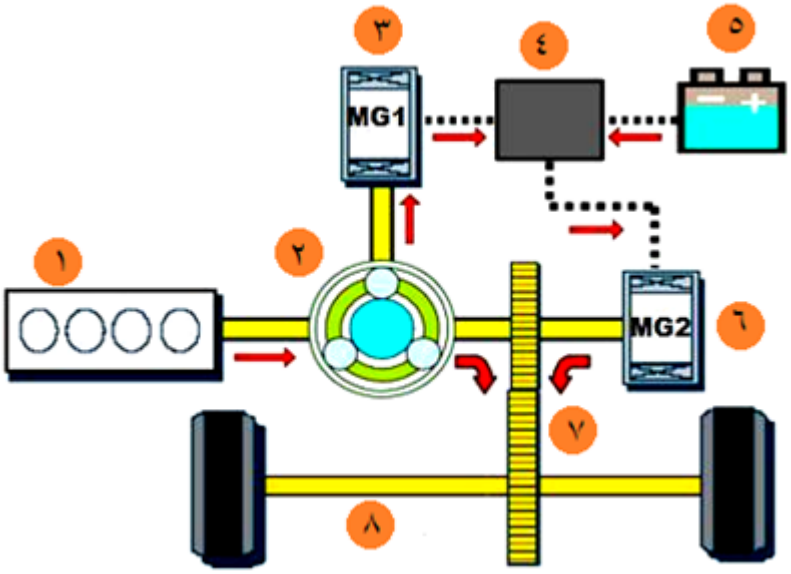
اسم الوحدة التدريبية: صيانة نظام النقل وتوزيع القدرة في المركبات الهجينة.		المهنة: كهروميكانيك مركبات هجينة.
اسم المتدرب:	اسم المدرب	علامة المتدرب:

تعليمات الاختبار:

1. أجب عن الأسئلة الآتية جميعها
2. الإجابة على نفس الورقة.
3. مدة الاختبار: (ساعة واحدة)

السؤال الأول: (20 علامة)

أذكر مكونات النظام المرقمة في الشكل التالي، نظم الإجابة بشكل جدول من ثلاث قوائم تتضمن الأولى الأرقام ، والثانية أسماء القطع، والثالثة وظيفة كل منها.

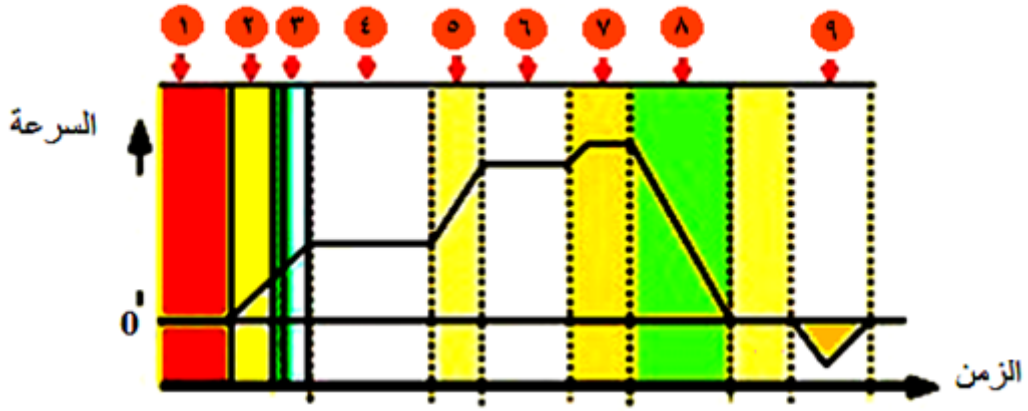


السؤال الثاني: (10 علامات)

أذكر خمسة أجزاء تم إضافتها للمركبة الهجينه، لتحقيق الغرض من إستخدامها.

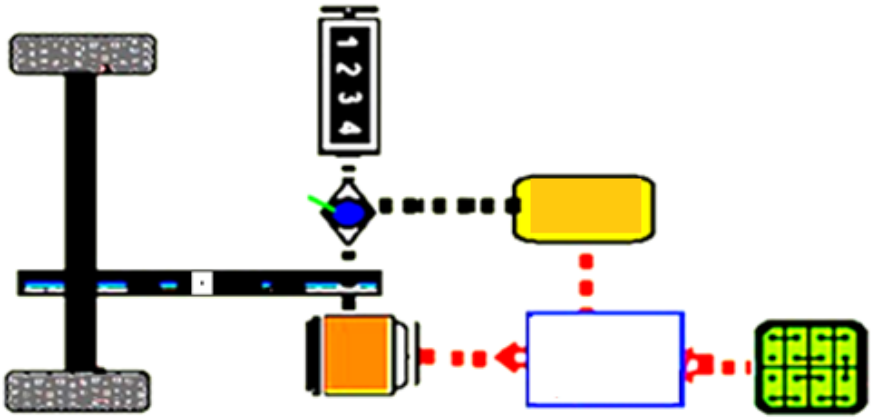
السؤال الثالث : (20 علامة)

يبين الشكل التالي المخطط العام لأوضاع عمل المركبة في حالات القيادة المختلفة على الطريق ، عدد هذه الأوضاع.



السؤال الرابع: (30 علامة)

ما النظام الموضح في الشكل التالي، إشرح طريقة عمله ومن ثم رقم مكوناته ونظم الإجابة بشكل جدول من ثلاث قوائم تتضمن الأولى الأرقام ، والثانية أسماء القطع والثالثة وظيفة كل منها.



السؤال الخامس : (20 علامه)

- اجب بنعم أو لا عن االفقرات المبينة في الجدول الآتي:

رقم	الفقرة	نعم	لا
1	يستمد المولد طاقة الحركة اللازمة لتشغيله من محرك الإحتراق الداخلي.		
2	وحدة تقسيم القدرة تسمح للمركبة أن تعمل في كلا الحالتين؛ التهجين المتوازي والتهجين المتوالي في نفس الوقت.		
3	تمتاز أجهزةمسح الأعطال بإمكانية تحويل القيم المقروءة من المركبة إلى قيم مرسومة على شاشه الجهاز.		
4	يقوم المحرك الكهربائي بالعمل كمولد للطاقة التي تستخدم في شحن المركم في أثناء تسرع المركبة.		
5	قبل التعامل مع خطوط الضغط العالي في المركبة الهجينة يجب نزع قاطع الخدمة والإنتظار لمدة خمسة دقائق على الأقل.		

إختبار الأداء

- **التعليمات**

يهدف هذا الاختبار الى تقييم مدى إتقانك لعناصر الكفاية المتعلقة بصيلنة نظام النقل والتوزيع في المركبة الهجيتة
يجب التنويه أن معايير التقييم تشمل البنود الثلاثة التالية
1- تنفيذ التمرين------60 علامة
2- جودة التنفيذ والمنتج النهائي---------20 علامة
3- تحديد وتطبيق قواعد السلامة والصحة المهنية -------20 علامة

استمارة مراقبة وتدرج الاختبار العملي

اسم المتدرب: ---------- **زمن الإختبار: 3 ساعات**

اسم الاختبار:- تبديل الترس الشمسي لوحدة تقسيم القدرة في المركبة الهجينة

محتوى الاختبار		خطوات العمل والنقاط الحاكمة	معيار الأداء	العلامة		التسهيلات اللازمة
عناصر الأداء	عناصر المناقشة			المخصصة	الممنوحة	
التحضير لتنفيذ العمل والوقاية الشخصية		يرتدي ملابس العمل، وأدوات الوقاية الشخصية		2		
		يؤمن وقوف المركبه في موقع العمل		2		
		ينزع مفتاح تشغيل المركبة ويحفظه في مكان آمن		4		أدوات الوقاية الشخصية
	ما السبب في نزع مفتاح تشغيل المركبة منها، قبل البدء بتنفيذ العمل			2		روافع هيدرولية للمركبة والمحرك
		يفصل سالب البطارية المساعدة		4		مكبس هيدرولي
		ينزع قاطع الخدمة من المركبة بحسب التعليمات	التقيد بالتعليمات	5		- طاولة عمل بملازم
	لماذا يجب نزع قاطع الخدمة قبل العمل			2		جهاز قياس كهربائي متعدد

نزع محركات القدرة من المركبة		يفصل أقطاب ووصلات الضغط العالي، ويعزلها باستخدام شريط عازل		4		صندوق عدد يدوية
		يفحص بطارية الضغط العالي على التسريب	كيفية إستخدام جهاز الفحص	5		- مفتاح عزم
		يتفقد مجموعة المحركات والوصلات المرتبطة بها، ويحدد طريقة فكها		3		أوعية تجميع الزيوت
		يفرغ سائل التبريد من النظام ، وزيت التزييت من مجموعة المحركات		3		- أدوات ومواد تنظيف
		يفصل جميع الوصلات الكهربائية والميكانيكية المرتبطة بالمحركات		3		أدوات قياس الأبعاد والتآكل
		يفك وينزع جميع الوصلات الميكانيكية المرتبطة بالمحركات		3		
		ينزع مجموعة محركات القدرة ووحدة تقسيم القدرة من مقصورة المحرك بإستحدام البلانكو	التقيد بتعليمات الشركة الصانعة	4		بريسات منوعه
نزع الترس الشمسي من المجموعة		يثبت مجموعة محركات القدرة على طاولة العمل		3		واقيات خاصه بجسم ومقاعد المركبه
	ما الآداة المستخدمة في نزع محامل الإدارة	يفصل مجموعة المحركات الكهربائية عن محرك الإحتراق الداخلي		3		دليل الصيانة
		ينزع تروس وحدة تقسيم القدرة ويتفقدها		4		
فحص وإستبدال الترس الشمسي		يفحص الترس الشمسي على التآكل، ويتأكد من أنه بحاجة إلى تبديل		4		
	كيف تحدد أن الترس الشمسي بحاجة إلى تبديل			2		
		يستبدل الترس الشمسي في المجموعة		3		
تجميع محركات القدرة		يجمع تروس وحدة التقسيم بعكس خظوات الفك		4		
		يجمع محركات القدرة الكهربائية بمحرك الإحتراق		2		
		يركيب المحركات بعد جمعها في مكانها داخل مقصورة المحركات في المركبة،		4		

		يوصل جميع الوصلات الميكانيكية والكهربائية بمجموعة المحركات		3		
التأكد من جودة التنفيذ		يضع زيت جديد وسائل تبريد جديد حسب مواصفات الشركة الصانعة		3		
		يشغل المحرك ويتأكد من عدم وجود تسريب في سوائل التبريد والتزييت		4		
		يأخذ القياسات ويفحص القطع بشكل صحيح		6		
		يستخدام مفتاح العزم حسب المواصفات		2		
		يفحص آداء المحرك بعد التأكد من تنفيذ العمل بشكل صحيح		5		
		يجمع العدة بعد تنظيفها ، ويحفظها حسب التعليمات		2		
سرعة الإنجاز		**اقل من (2,45)**		**10**		
		من (2.45-3.00)		**5**		
		أكثر من (3) ساعات		**صفر**		
		العلامة الكلية		**100**		

قائمة المصطلحات

	المصطلح/عربي	المصطلح/إنجليزي
1	حامل	Carrier
2	الترس الشمسي	Sun gear
3	التهجين المتوالي	Series hybrid Drive train
4	مركبات كاملة التهجين	Full hybrid cars
5	التخفيض النهائي	Final drive ratio
6	أوضاع عمل المركبات الهجينة	Hybrid vehicle operation modes
7	العاكس	Inverter
8	الترس الحلقي	Ring gear
9	إسترجاع الطاقة	Regenerative braking
10	هجين	Hybrid
11	محرك كهربائي	Motor
12	مجموعة التروس الفلكية	Planetary gear set
13	وحدة تقسيم القدرة	Power split device

قائمة المراجع

- http://www.toyota.com.au/hybrid-synergy-drive/hybrid-technology/hybrid-engine
- http://www.ucsusa.org/clean-vehicles/electric-vehicles/how-do-hybrids-
- http://www.honda.com
- Konrad Reif , Fundamentals of Automotive and Engine Technology: Standard Drives, Hybrid Drives, Safety Systems Paperback – 10 Jul 2014
- Husain, Electrical and Hybrid Vehicles-Design fundamentals, CRC Press 2003

مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية



ص.ب 8185 عمان الأردن
هاتف: 96264016500+
فاكس: 96264617538+
الموقع الإلكتروني: www.jordanwfd.org
USAIDJWFD