المملكة الأردنية الهاشمية

مؤسسة التدريب المهني
Vocational Training Corporation

مؤسسة التدريب المهني

مديرية البرامج والاختبارات ومصادر التعلم

سلسلة الوحدات التدريبية المبنية على الكفايات المهنية

كهروميكانيك مركبات هجينة

الوحدة: صيانة صندوق السرعات في المركبات الهجينة

(Hybrid Vehicles Transmission Service)

USAID
من الشعب الأمريكي

يعتبر الأردن من بين أكثر الدول التي تعاني نقصاً في موارد الطاقة مما يحتمّ على المسؤولين البحث عن مصادر بديلة للطاقة التقليدية وتوفير الوسائل المناسبة للحد من إستهلاكها. وأحد هذه الوسائل يكمن في إستخدام المركبات الهجينة وفي التشجيع على إستخدامها كبديل للمركبات التقليدية. ونتيجة للإستخدام المتزايد للمركبات الهجينة بادر مشروع تطوير القوى العاملة الممول من الوكالة الامريكية للتنمية الدولية ومشروع ليدرز الممول من صندوق الائتماني الأوربي "مدد" بالتعاون مع مؤسسة التدريب المهني والمختصين ومزودي التدريب في القطاع الخاص ووكالات صيانة المركبات بتطوير مادة صيانة المركبات الهجينة ووضع برامج تعليمية وتدريبية لتأهيل كوادر فنية متخصصة في خدمة وإصلاح هذا النوع من المركبات ورفع كفاءة العاملين في هذا القطاع وتوفير فرص عمل جديدة لرفد مراكز إصلاح المركبات الهجينة وتطويرها.

مؤسسة التدريب المهني www.vtc.gov.jo

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الأيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2017 / 6 / 3053)
يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر هذا
المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية

سلسلة الوحدات التدريبية
المبنية على أساس الكفايات المهنية

المهنة: كهروميكانيك المركبات الهجينة
الوحدة: صيانة صندوق السرعات في المركبات الهجينة
(Hybrid Vehicles Transmission Service)

إعــداد:
م. سفيان توفيق أحمد السعيد

لا يجوز استنساخ أيِّ جزء من هذه النشـرة، أو تخزينهـا على نظام اسـترجاعي، أو تحويلهـا إلى أيِّ شكل أو وسيلة سواء كانت إلكترونيـة، أو تصويريـة، أو تسـجيلها، أو أيِّ أسـلوب أخرى دون الحصـول على إذن خطـي مسـبق من مؤسسـة التدريب المهنـي ومشـروع تطوير القوى العاملة في الأردن المُمول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية.

ولقد بذل الناشـرون كافة الجهـود الممكنـة للاعتـراف لأصحـاب حقـوق النشـر والإشارة إليهم، وفي حال تم إغفال أيٍّ منهم سيتم إجراء الترتيبات اللازمة لحفظ حقوق النشر لهم.

ونرحب بأيِّ معلومـات من شـأنها أنْ تمكننـا من تصحيـح أيِّ حقـوق ملكيـة غير دقيقـة أو محذوفة في طبعة لاحقة.

ويُفترضُ عدم تحمل أيِّ مسؤولية حول المعلومـات الواردة في هذه النشـرة، وتم النشـر من قِبَلِ مؤسسـة التدريب المهني وبدعم من مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن المُمول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، حيث تم العمل على تطوير الكفايات المهنية وإعتمادها بالتعاون مع مشروع ليدرز الممول من الصندوق الائتماني الأوربي "مدد".

تعتبر هذه الوحدة نسخة تجريبية قابلة للتعديل بعد مرورها على الميـدان لمدة دورة تدريبية كاملة على أن يتم تزويد مديرية البرامج والإختبارات بالتغذية الراجعة.

©مؤسسة التدريب المهني (٢٠١٧)م.

قررت مؤسسة التدريب المهني تطبيق هذه الوحدة التدريبية بموجب قرار لجنة الاعتماد الفنية رقم (٢٠١٧/٨) تاريخ ٢٠١٧/٤/١٦ بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٧-٢٠١٨.

الإشراف العام:

مديرية البرامج والاختبارات ومصادر التعلم

مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن

الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID)

التدقيق والاشراف الفني:

د. محمود عبدالله الديسي، م. أحمد عثمان عقل

لجنة الاعتماد الفنية:

المدير العام: م.هاني خليفات (رئيساً)

م. إبراهيم أحمد الطراونة

م. أحمد مصطفى عبدالله

م. داود محمود شقبوعة

م. عبدالله محمود الهور

م. "محمد خير" ارشيد

م. علي حابس البدارين

د.محمود عبدالله الديسي (مقرراً)

التحرير اللغوي: جمال ذيب طه

التصميم: مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID)

تدقيق الطباعة ومراجعتها: جمال ذيب، م. عصام الشامي، نور زعبلاوي.

الطبعة التجريبية الأولى (٢٠١٧)م

ص.ب (925835) الرمز البريدي (111101) عمان ، الأردن تلفون: 4873031 - 4884144 فاكس: 4895619

فهرس المحتويات

الموضوع:	رقم الصفحة:
• دليل الوحدة	
١. المقدمة	٥
٢. المتطلبات المسبقة	٥
٣. نتاجات التعلم	٥
٤. أهداف التعلم	٦
٥. الزمن المقترح	٦
٦. أدلة التقييم الذاتي	٦
هدف التعلم الأول:	
١. صناديق السرعات في المركبات الهجينة	٧
١-١ أنواع صناديق السرعات	٨
١-٢ صندوق التروس الآلي متغير السرعة باستمرار	١٧
١-٣ صندوق السرعات الهيدرولي	١٩
١-٤ صندوق السرعات بالتحكم الإلكتروني	٢٤
١-٥ تشخيص أعطال صندوق السرعات	٢٨
١-٦ التقييم الذاتي	٣٢
١-٧ التمرين العملي	٣٤
هدف التعلم الثاني:	
٢. صيانة صناديق السرعات	٣٧
٢-١ الصيانة الدورية لصندوق السرعات	٣٧
٢-٢ إصلاح أعطال صندوق السرعات	٣٨
٢-٣ التقييم الذاتي	٤٠
٢-٤ التمرين العملي	٤١
٧. اختبار المعرفة	٦١
٨. اختبار الأداء	٦٤
٩. قائمة المصطلحات	٦٦
١٠. قائمة المراجع	٦٧

١. المقدمة:

حرصاً على ربط العلم بالعمل والنظرية بالتطبيق؛ اتجهت مؤسسة التدريب المهني نحو استخدام الكفايات المهنية في التدريب؛ وذلك لإكساب المتدربين المهارات العملية والمعلومات النظرية؛ إذ يتيح استخدامها مرونة التكيف مع المتغيرات المهنية التي تطرأ على ميدان العمل المهني، ويوفر للمتدربين مجال التعلم والتدريب الذاتي والتقدم فيه بحسب قدراتهم. وقامت مؤسسة التدريب المهني حتى الآن بإعداد وحدات تدريبية على أساس الكفايات المهنية في مجال الصناعة والخدمات.

تقدم هذه الوحدة التدريبية/التعلمية القائمة على أساس الكفايات المهنية المادة التعلمية التدريبية اللازمة لاكتساب الكفاية بجوانبها الأدائية، والمعرفية والاتجاهية المتعلقة بصيانة صناديق السرعات في المركبات الهجينة، وفق معايير الكفايات المهنية الأردنية لعمل كهروميكانيك مركبات هجينة حيث تتضمن هذه الوحدة المادة التعلمية النظرية مدعمة بالرسومات التوضيحية كما تتضمن التمارين الأدائية المطلوبة، بالإضافة إلى أدلة التقييم الذاتية في المجالات الأدائية، والمعرفية والاتجاهية.

٢. المتطلبات المسبقة:

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

- صيانة محركات الاحتراق الداخلي.
- قياس الكميات الكهربائية.

٣. نتاجات التعلم:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها وخبراتها يتوقع منك أن تصبح قادراً على صيانة صناديق السرعات في المركبات الهجينة.

٤. أهداف التعلم:

يتوقع منك عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها وخبراتها أن تصبح قادراً على أن:

- تشخص أعطال صندوق السرعات في المركبات الهجينة.
- تصون أعطال صندوق السرعات في المركبات الهجينة.

٥. الزمن المقترح:

الفترة الزمنية المقترحة لتنفيذ أنشطة وتمارين هذه الوحدة هي ٤٨ ساعة تدريبية موزعة كما يلي:

- دروس نظرية: ١٠ ساعات.
- تنفيذ التمارين العملية: ٣٣ساعة.
- الاختبار النظري: ساعتان.
- الاختبار العملي: ٣ ساعات.
- التدريب الميداني: سبعة أيام.

٦. أدلة التقييم الذاتي

أجب عن أسئلة التقييم الذاتي المتوفرة في نهاية المادة النظرية المطلوبة لهذه الوحدة التدريبية واعرض إجاباتك على مدربك لتدقيقها، مما سيساعدك على مراجعة موضوعات الوحدة واستيعابها.

هدف التعلم الأول

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم عليك أن تصبح قادرا على أن تشخص أعطال مجموعة صندوق السرعات في المركبات الهجينة.

أنشطة التعلم	استعن بما يلي:
١. قراءة المادة التعلمية	الوحدة التدريبية.
٢. تنفيذ التمارين العملية المتعلقة بصيانة صندوق السرعات في المركبة.	المشغل/بإشراف المدرب.
٣. زيارة المواقع الإلكترونية.	الشبكة العنكبوتية.
٤. التدريب الميداني/صيانة صندوق السرعات في المركبات الهجينة.	مراكز صيانة المركبات الهجينة.

١. صناديق السرعات في المركبات الهجينة

تستعمل صناديق السرعات بشكل واسع في التطبيقات الهندسية الميكانيكية التي تعتمد في عملها على توليد عزم الدوران كما في المركبات، ويقوم صندوق السرعات بمهمة تعديل سرعة المركبة وتعديل العزوم لتتناسب مع طبيعة العمل والأحمال، وتستخدم صناديق السرعات في الحياة اليومية في وسائل النقل المختلفة مثل المركبات الخفيفة والحافلات وحتى الدراجات وغيرها.

ويعرف ناقل الحركة أو صندوق السرعات (Gear Box) بآلة حركية تعمل على رفع أو تخفيض عزم وسرعة الدوران باستعمال عدة محاور ومجموعة من التروس ذات أحجام مختلفة، والغرض منه هو مقاومة عزوم الاحتكاك، وتحريك المركبة من حال السكون، وتغير سرعة المركبة حسب متطلبات القيادة كما أنه يساعد المركبة في التغلب على مقاومات الطريق بالإضافة إلى تمكين المركبة من السير في الاتجاه العكسي.

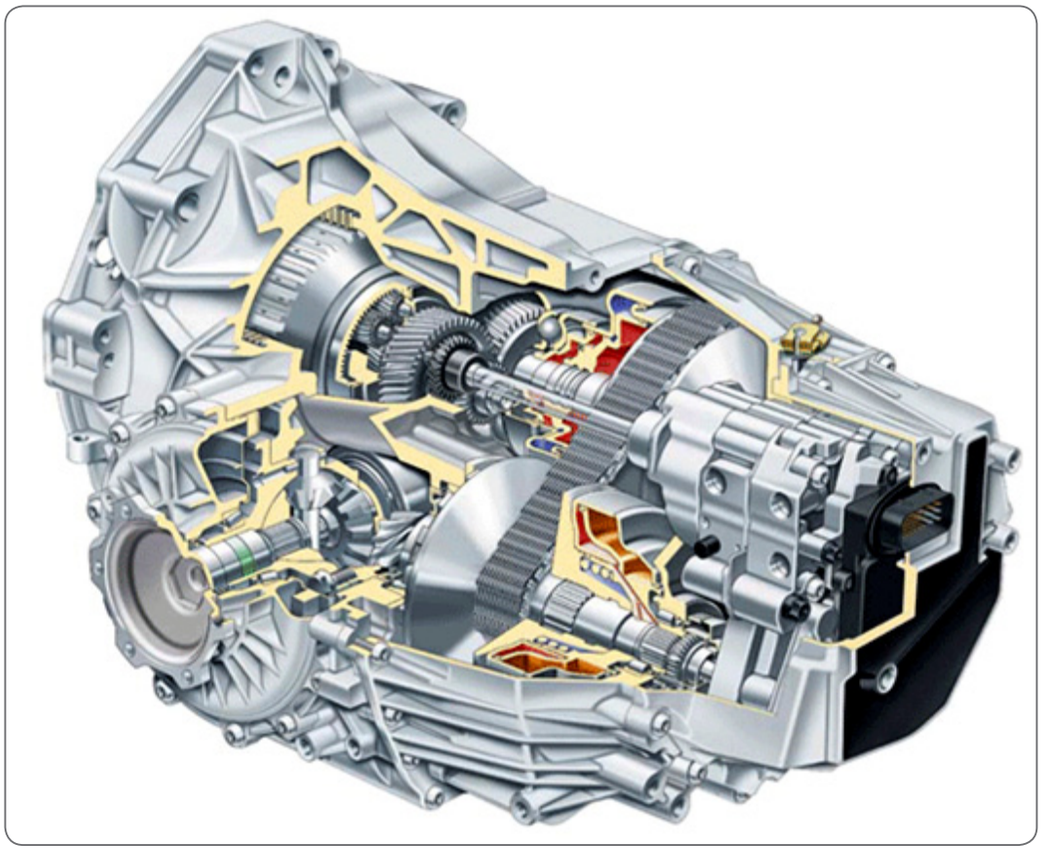
ويقوم صندوق السرعات بشكل عام، بالوظائف الآتية:

- توفير العزم المطلوب للتحرك بالمركبة إلى الأمام (Forward)، والتحكم بالسرعة.
- عكس اتجاه حركة المركبة (السرعة الخلفية) (Reverse).

- وضع المركبة في الحياد (المحرك يعمل والمركبة متوقفة) (Neutral).
- خفض الحمل على المحرك من خلال التحكم بعزم الدوران والسرعة من خلال تأمين نسب التخفيض والسرعات المتعددة أثناء القيادة (السرعة الأولى، الثانية، الثالثة ----).

١-١ أنواع صناديق السرعات

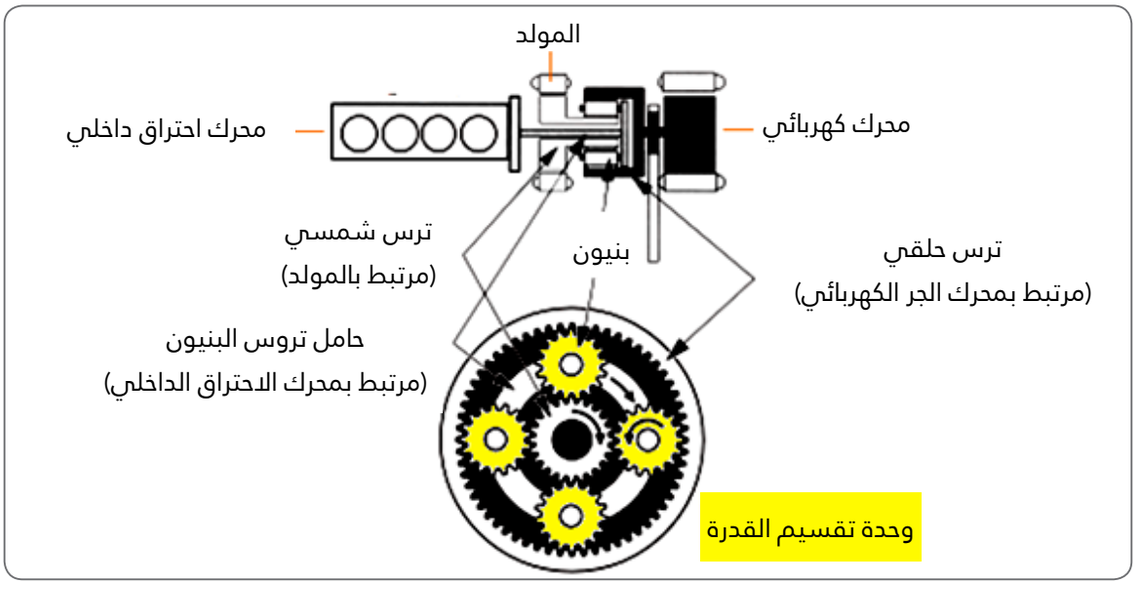
تحتاج المركبة إلى عزم كبير كي تتحرك من السكون، ولكي تتغلب علي المقاومات التي تتعرض لها أثناء القيادة مثل صعود المرتفعات والاحتكاك، ولما كان عزم المحرك غير كاف، لذا تم استخدام صندوق السرعات للعمل على زيادة عزم المركبة. وفي السنوات الماضية ومع التوسع في صناعة المركبات الهجينة والكهربائية، تم تطوير نظم نقل خاصة بالمركبات الهجينة، فعلى سبيل المثال تم تزويد معظم المركبات الهجينة في الوقت الحاضر بنظام للنقل متغير السرعة باستمرار، يعمل بالتحكم الإلكتروني (Electronic Continuously Variable Transmission, ECVT)، يحتوي مجموعة من التروس الفلكية كما في الشكل (١).



الشكل (١): منظومة النقل والتوزيع.

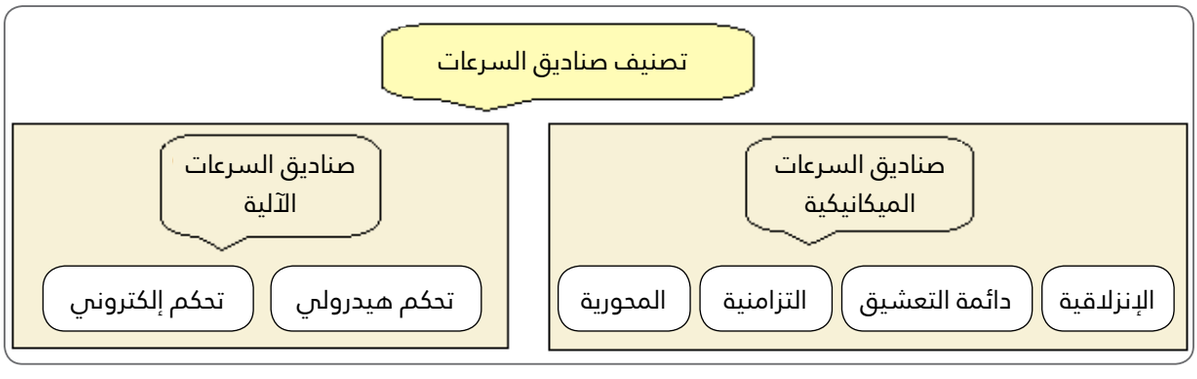
وتتكون منظومة النقل الهجين في معظم المركبات الهجينة من وحدة تروس التقسيم الفلكية، ومولد كهربائي، ومحرك جر كهربائي، ومجموعة من تروس التخفيض، ويتم تقسيم

قدرة محرك الاحتراق فيها إلى قسمين من قبل وحدة التقسيم الفلكية، القسم الأول مرتبط بمحرك الجر الكهربائي والعجلات والآخر بالمولد كما هو مبين في الشكل (٢).



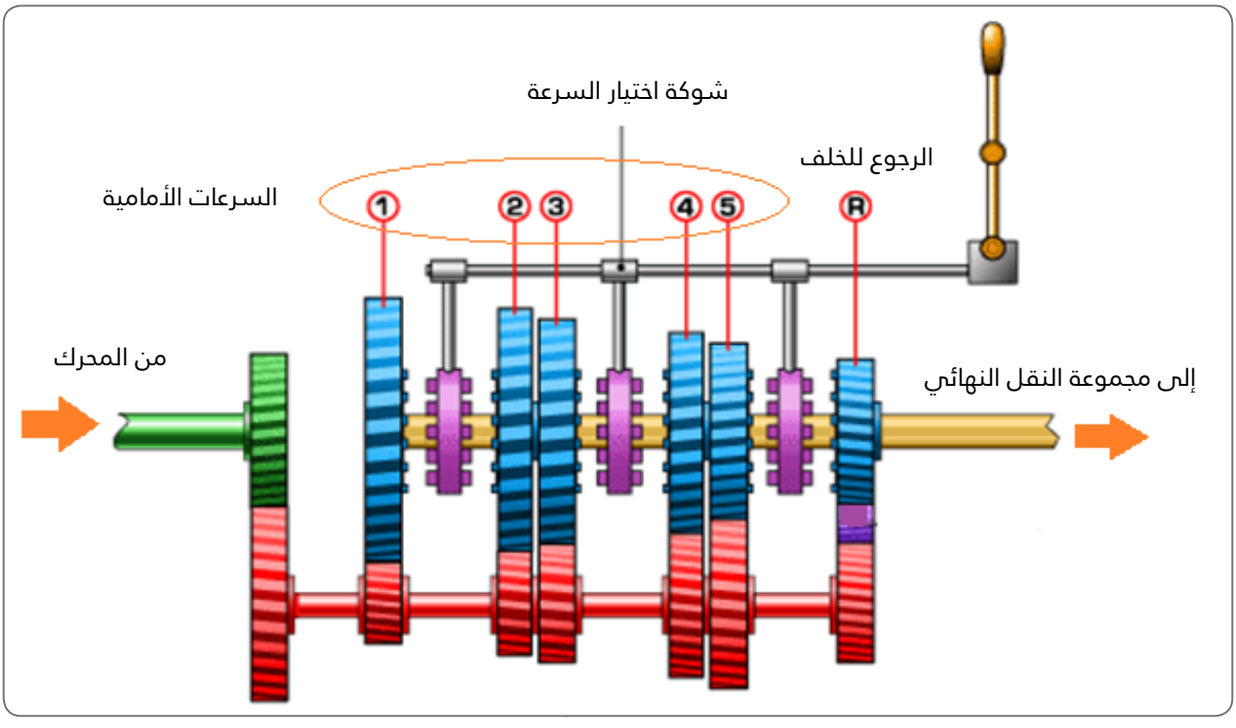
الشكل (٢): منظومة النقل والتوزيع في مركبة هجينة.

ويمكن تصنيف صناديق السرعات بشكل عام كما في الشكل (٣).



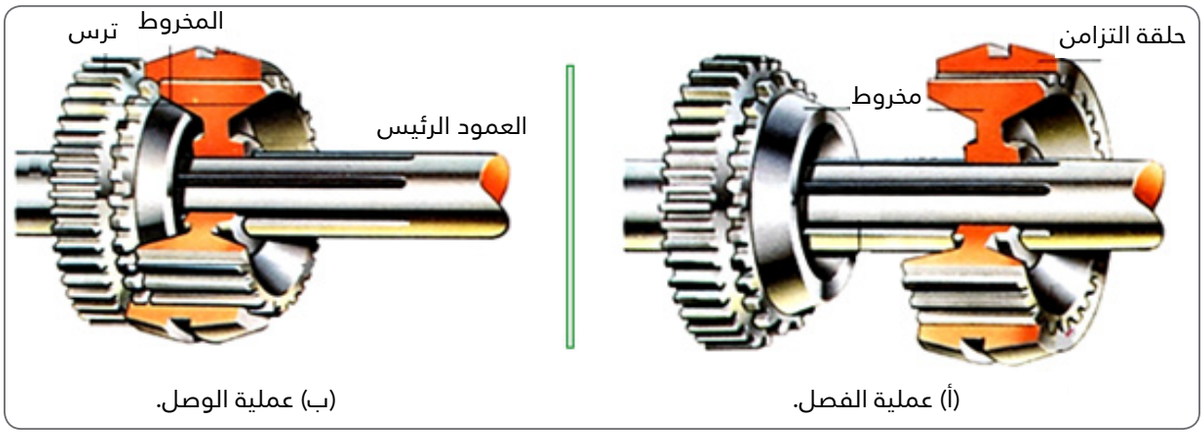
الشكل (٣): تصنيف صناديق السرعات.

أ - صناديق السرعات الميكانيكية (التقليدية): ومنها صناديق السرعات الانزلاقية وهي غير مستخدمة في الوقت الحاضر في المركبات الخفيفة، وصناديق السرعات دائمة التعشيق، وصناديق السرعات التزامنية، والمحورية (Transaxle Gear Box)، ويبين الشكل (٤) صندوق سرعات ميكانيكي تزامني شائع الاستخدام في المركبات التقليدية.



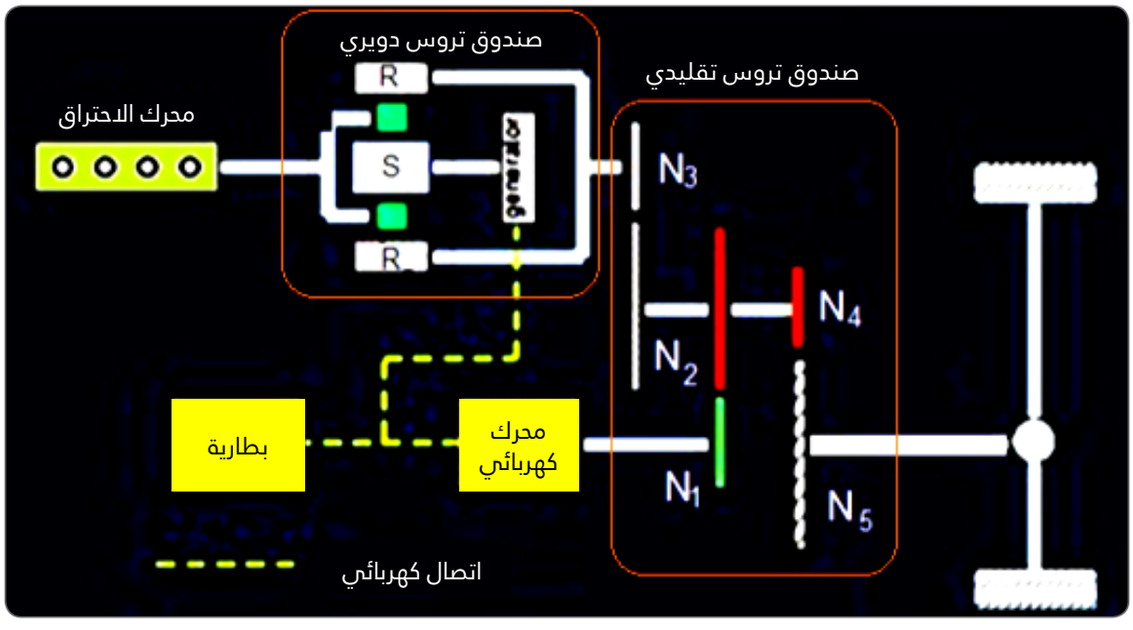
الشكل (٤): صندوق تروس ميكانيكي.

وتستخدم في صناديق السرعات الميكانيكية التزامنية (Synchromesh Gear Box) وصلات توافقية (آليات تزامن) تعمل على توفيق التروس لنقل السرعات بشكل مريح وهادى دون الاعتماد على مهارة السائق، وتعمل الوصلة التوافقية على توفيق أسنان التروس لتعشيق بعضها ببعض، وبذلك يتم تعشيقها دون اصطدام، بالإضافة إلى أنه يتم توحيد السرعات عند طرفين مخروطين يوجد كل منهما على أحد العمودين، فإذا تحرك أحد المخروطين إلى الأخر يتم توحيد السرعة بين العمودين، وبذلك يتم التعشيق بين التروس بسهولة كما في الشكل (٥). وتعمل ألية التزامن علي التوفيق بين سرعتين مختلفتين لترسين مختارين أثناء الانتقال من سرعة إلى أخرى، وذلك بتوصيل الحركة بالاحتكاك في مرحلة أولى، ثم بالربط التام في مرحلة نهائية.



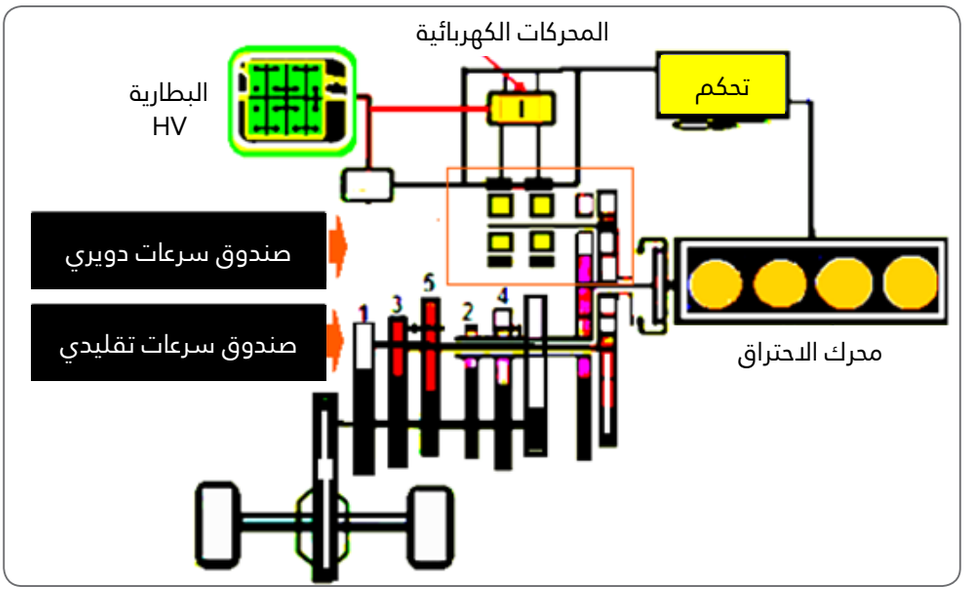
الشكل (٥): آلية التزامن (التوافق).

وتستخدم صناديق السرعات الميكانيكية في المركبات الهجينة (الكهروميكانيكية) بالإضافة إلى مجموعة التروس الفلكية في نقل وتوزيع القدرة من محركات إنتاج القدرة في المركبة تبعاً لمتطلبات القيادة. ولتوضيح هذا الاستخدام انظر الشكل (٦) الذي يبين الترابط بين مجموعة التروس الفلكية (الدويرية) في مركبة هجينة تستخدم محرك احتراق داخلي، ومحرك كهربائي، وآخر تقليدي بنسب سرعات متعددة.



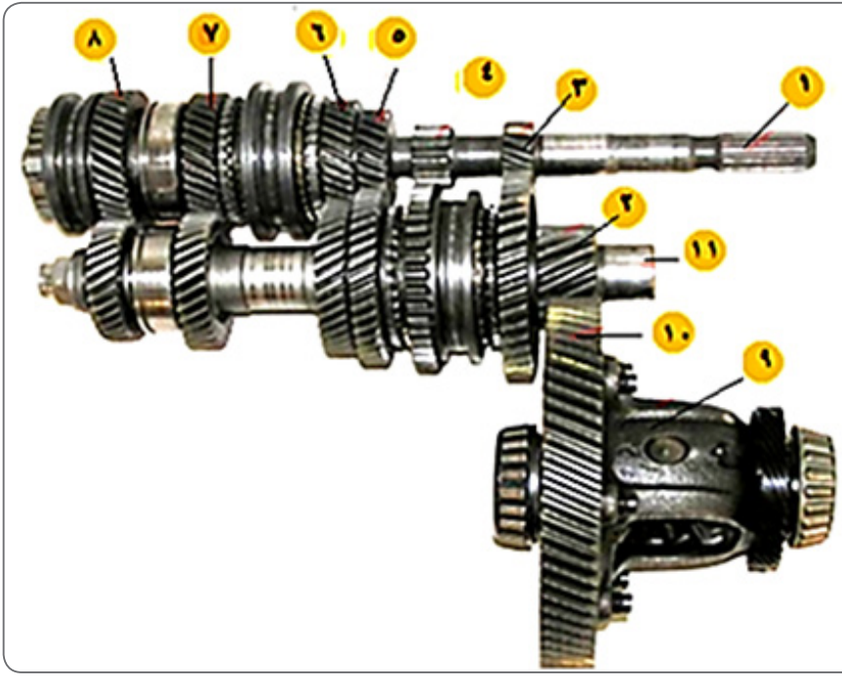
الشكل (٦): صندوق سرعات تقليدي في مركبه هجينة.

وكمثال على استخدام صندوق السرعات التقليدي المجهز بنسب نقل متعددة، انظر النظام الموضح في الشكل (٧)، والذي يبين نظام نقل هجين مستخدم في بعض المركبات الأمريكية.



الشكل (٧): نظام نقل هجين.

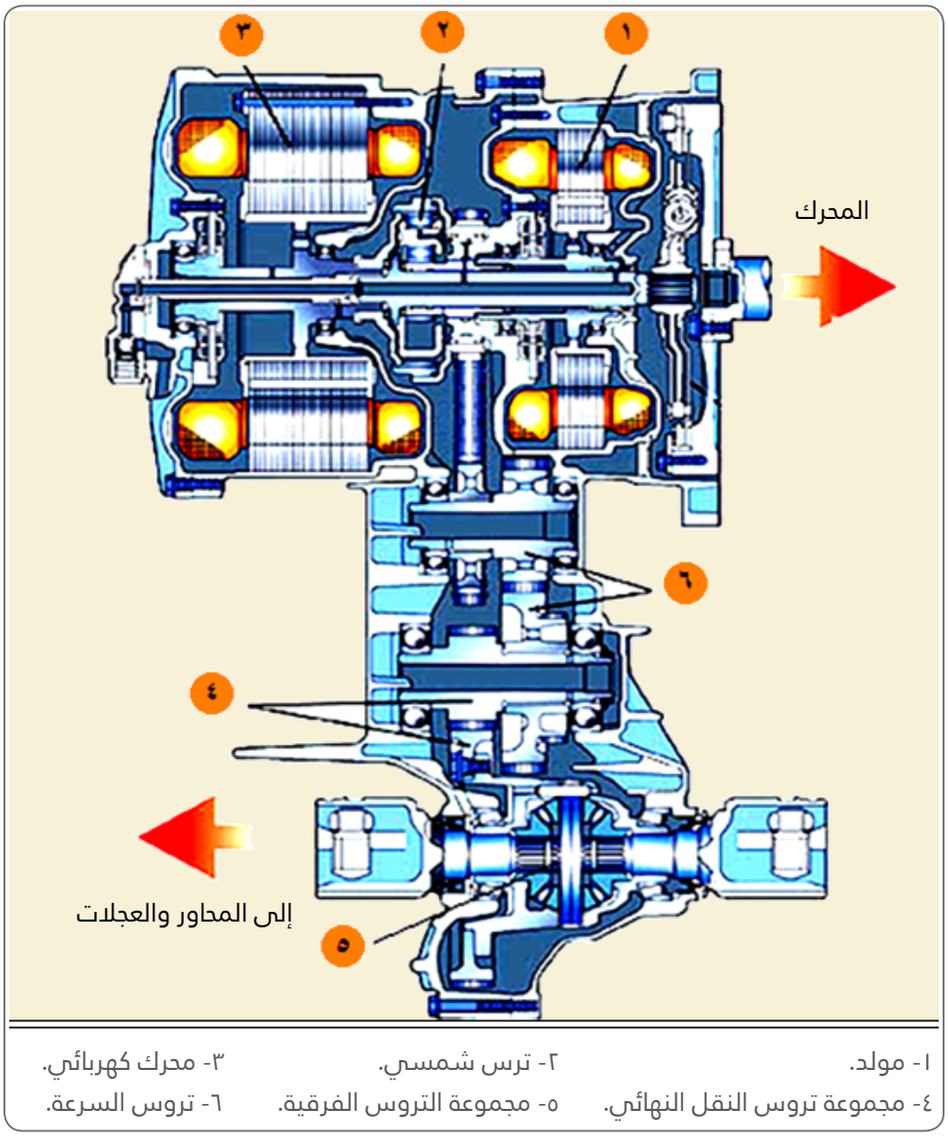
- صناديق السرعات المحورية (Transaxle Gear Box): وهي من أكثر صناديق السرعات استخداما في مركبات الدفع الأمامي الهجينة، ولها محورين، وفيها تروس النقل ومجموعة التروس الفرقية داخل الغلاف نفسه، وباستخدام هذا النوع من صناديق السرعة يمكن زيادة مساحة مقصورة الركاب، وتقليل وزن مجموعة النقل، وتحسين عملية جر المركبة، بالإضافة إلى أنه يمتاز بالهدوء أثناء العمل، وبسلاسة القيادة، ويبين الشكل (٨) مكونات هذا النوع من الصناديق المحورية.



الشكل (٨): صندوق السرعات المحورية.

ويعتمد تصميم صندوق السرعات بشكل عام على مواصفات مصادر إنتاج الطاقة المستخدمة في المركبة وقدراتها، فالمركبات الكهربائية لا تحتاج إلى صناديق سرعات متعددة نسب نقل الحركة، بينما المركبات التقليدية والهجينة فتحتاج إلى صندوق مستمر السرعات، لتأمين العزم اللازم لجر المركبة تبعا لظروف القيادة.

ويبين الشكل (٩) مقطعاً في مجموعة النقل الهجين المستخدم من قبل إحدى شركات تصنيع المركبات الهجينة اليابانية، وعلاقته بمحركات القدرة الكهربائية، ومجموعة التروس الفرقية.



١- مولد. ٢- ترس شمسي. ٣- محرك كهربائي.
٤- مجموعة تروس النقل النهائي. ٥- مجموعة التروس الفرقية. ٦- تروس السرعة.

الشكل (٩): صندوق السرعات في مركبة هجينة.

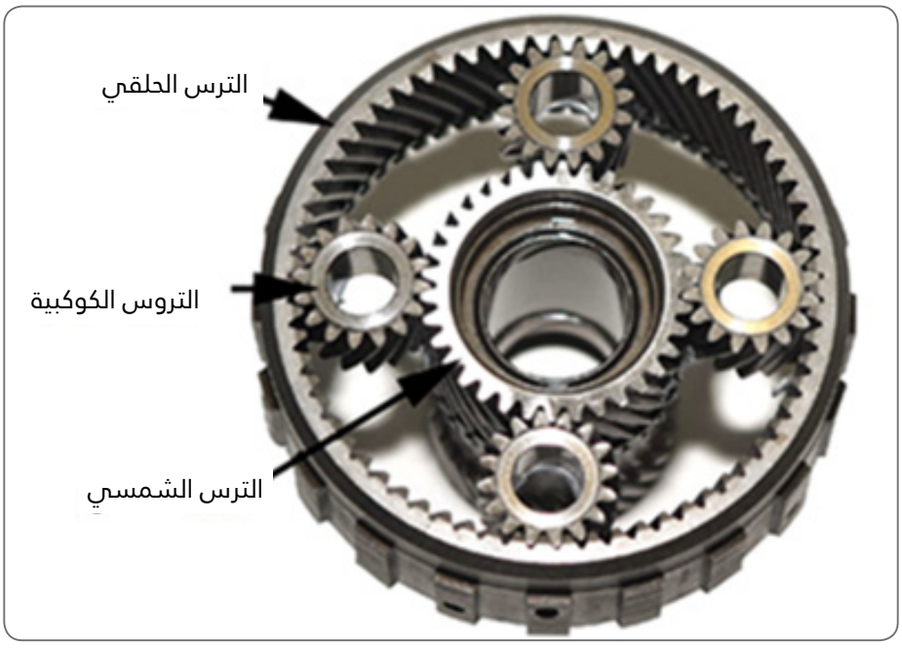
ب- صناديق السرعات الآلية: وهي صناديق تروس ذات سرعات متتابعة (Sequential Gearbox) مبينة في الشكل (٧)، ومنها صناديق السرعات ذات التحكم الهيدرولي، وذات التحكم الإلكتروني.

وتعتمد جميع صناديق السرعات ذاتية نقل الحركة (الآلية) في عملها على وحدات التروس الفلكية لنقل القدرة وتكبير عزم المحرك الواصل إلى محور الإدارة، حيث تضم على الأقل وحدتين من التروس الفلكية البسيطة، للحصول على عدد كبير من نسب التخفيض لتوفير الأداء الأمثل للمركبة. وقد تستخدم وحدات التروس الفلكية مع صندوق التروس اليدوي، حيث تركب مع خرج الصندوق لتعطي تخفيض فوق السرعة (Overdrive)، بنسبة تخفيض موجبة أقل من واحد.

- صناديق السرعات الدويرية (Epicyclical Gearbox): بدأ التفكير في استخدام مجموعات

التروس الفلكية في صناديق السرعات عام ١٩٠٨ على يد العالم الإنجليزي لانشستر، على أساس أنه يمكن الحصول باستخدامها على نسب تخفيض كبيرة لحجم صغير من التروس، والتي لا يمكن أن نحصل عليها من التروس ذات التعشيق الخارجي التقليدية.
وتتكون وحدة التروس الفلكية البسيطة من ثلاثة أجزاء، مبينة في الشكل (١.)، هي:

- الترس الشمسي (Sun Gear).
- مجموعة من تروس البنيون الكوكبية (Planetary Pinion Gears)، مركبة على حامل خاص بها (Carrier).
- الترس الحلقي (Ring Gear or Annulus).



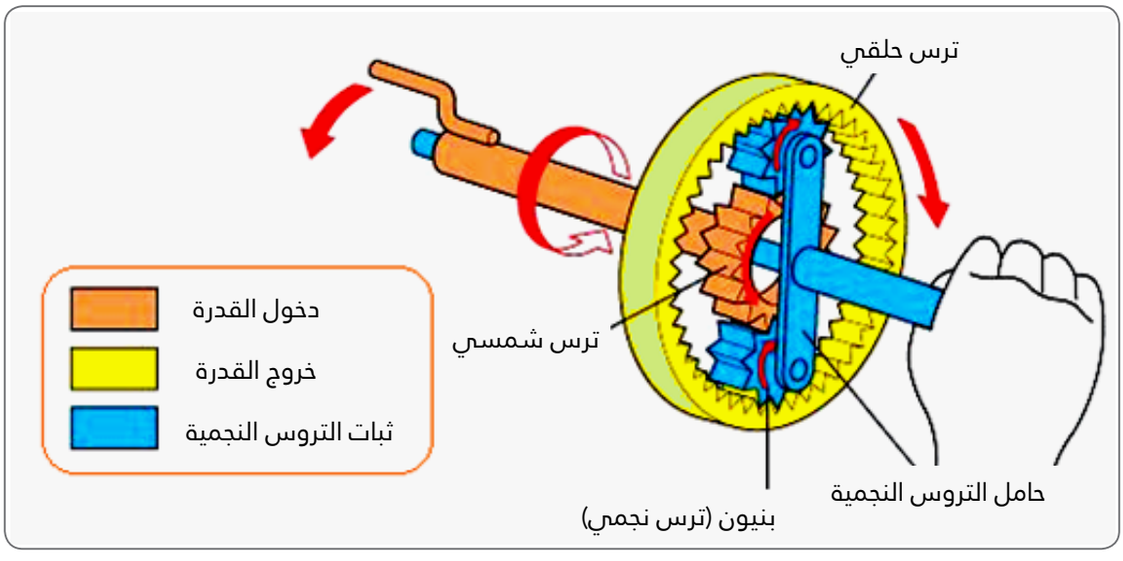
الشكل (١.): مجموعة التروس الفلكية.

ويكون وضع الترس الشمسي في منتصف الوحدة، وقد تكون أسنانه خارجية مستقيمة أو مائلة، ويعشق الترس الشمسي مع التروس الكوكبية.
والتروس النجمية هي مجموعة من التروس الصغيرة (بنيون) مركبة على حامل يصنّع من الحديد الزهر أو الألمنيوم، وبالحامل عمود لكل ترس منها. وتدور التروس النجمية حول العمود باستخدام محمل إبري، ويشكل الحامل والتروس النجمية جزء واحد في المجموعة، وتحيط التروس النجمية بمركز الترس الشمسي، ويدور الحامل وأعمدة التروس النجمية حول محور دوران الترس الشمسي. في هذه الحال تدور التروس النجمية حول نفسها (أعمدة الحامل) وتدور في الوقت نفسه حول مركز الترس الشمسي (كما هو الحال بالنسبة للكواكب والنجوم في المجموعة الشمسية، وهو الأساس لتسمية هذه الوحدة)، ويحيط بالتروس النجمية من الخارج الترس الحلقي، الذي هو أكبر جزء بالوحدة،

وتعشق أسنان الترس الحلقي الداخلية مع أسنان التروس النجمية.

- طريقة عمل مجموعة التروس الفلكية

يمكن لجميع أجزاء هذه المجموعة، الترس الشمسي، الحامل التروس النجمية، والترس الحلقي، من الدوران أو يمكن منعها من الدوران، ولنقل القدرة عن طريق هذه المجموعة يجب منع دوران أحد أجزائها كما في الشكل (١١)، أو وصل جزأين معاً ليشكلا جسماً واحد، ويمكن استخدام أي جزء من الوحدة كعنصر إدارة (دخل) أو مدار (خرج)، ويجب أن يكون واحداً من الأجزاء مثبتا (Held) ومتوقفاً عن الدوران، أما الجزء الثالث فيكون عنصر خرج (Output) أو عنصر إدارة (Input).



الشكل (١١): عمل التروس الفلكية.

وتكون نسب التخفيض أثناء عمل المجموعة كما يلي:

- في حال أن الحامل هو عنصر الدخل فتكون نسبة التخفيض موجبة أقل من واحد، وهذا يزيد السرعة ويقلل العزم.
- في حال أن الحامل هو عنصر الخرج فتكون نسبة التخفيض أكبر من واحد، وهذا يقلل السرعة ويزيد العزم.
- في حال أن الحامل هو الجزء المثبت فتكون نسبة التخفيض سالبة، وهذا يجعل دوران الخرج بعكس اتجاه دوران الدخل.

ومن خواص مجموعة التروس الفلكية ما يأتي:

- يدور فيها على الأقل أحد التروس حول محوره وحول محور آخر.
- تستخدم صناديق السرعات الآلية مجموعة أو أكثر من هذه التروس تحتوي على ترسين شمسيين ومجموعتين من التروس النجمية.
- يستخدم فيها ترس حلقي واحد.

ويبين الجدول (١) حالات عمل مجموعة بسيطة من التروس الفلكية حيث يبين السرعة والعزم واتجاه الدوران.

الجدول (١): أوضاع عمل الوحدة البسيطة للتروس الفلكية.

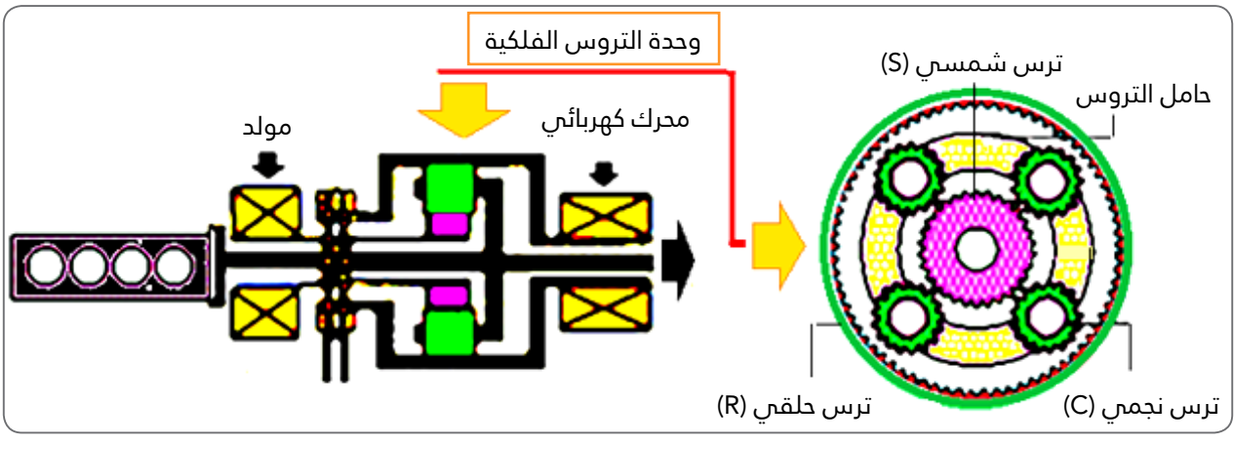
	الترس الشمسي	الحامل	الترس الحلقي	السرعة	العزم	اتجاه الخرج
١	دخل	خرج	مثبت	أكبر تخفيض	يزيد	مثل الدخل
٢	مثبت	خرج	دخل	أقل تخفيض	يزيد	مثل الدخل
٣	خرج	دخل	مثبت	أكبر زيادة	يقل	مثل الدخل
٤	مثبت	دخل	خرج	أقل زيادة	يقل	مثل الدخل
٥	دخل	مثبت	خرج	تخفيض	يزيد	عكس اتجاه الدخل
٦	خرج	مثبت	دخل	زيادة	يقل	عكس اتجاه الدخل
٧	في حال وصل أي جزأين من الأجزاء معاً، فإن السرعة والاتجاه تكون مثل الدخل. نسبة التخفيض ١:١ (نقل مباشر)					
٨	في حال عدم تثبيت أي من الأجزاء أو وصل جزأين معاً، لا يمكن الحصول على خرج (حال الحياد).					

وتتكون صناديق التروس الفلكية (الدويرية) المستخدمة في المركبات الهجينة، من ثلاثة أنواع من التروس كما في الشكل (١٢) يرتبط كل منها بأحد مصادر إنتاج الطاقة في المركبة كما يلي:

أ - الترس الشمسي – (S) (Sun Gear) متصل بالمولد الكهربائي.

ب- الترس الحلقي – (R) (Ring Gear) متصل بالمحرك الكهربائي.

ج - التروس النجمية والحامل – (C) (Planetary Gear & Carrier) يتصل بمحرك الاحتراق الداخلي.



الشكل (١٢): مجموعة التروس الفلكية..

ويمتاز صندوق التروس الفلكي المستخدم في المركبات الهجينة في نقل وتوزيع الحركة والقدرة المنتجة بوساطة محركات القدرة فيها، بما يلي:

- العمل بالتكامل مع محركات إنتاج الطاقة في المركبة في توزيع حركة وقدرة المحركات حسب ظروف القيادة.
- عمل مجموعة التروس النجمية في الصندوق بنسب نقل للسرعات متعددة لتأمين مجموعة واسعة من السرعات حسب حاجة المركبة أثناء القيادة.
- التحكم في تدفق الطاقة المنتجة بوساطة محركات المركبة من خلال تطبيق عزم دوراني في ترس الصندوق الحلقي.
- يقتصر استخدام الفرامل في هذا النظام في السيطرة على عزم دوران الترس الحلقي للحد من سرعته.

١-٢ صندوق التروس الآلي متغير السرعات باستمرار

وهو صندوق سرعات آلي متغير السرعات (Continuously Variable Transmission CVT), ويستخدم للحصول على عدد كبير من نسب التخفيض، ونسب نقل حركة، ضمن نطاق مستمر، وليس في خطوات متدرجة كما في الصناديق الأخرى، ليكون التوفير في استهلاك الوقود باستخدامه أفضل حتى ولو دار المحرك بشكل مستمر.

والأساس في فكرة عمل صندوق التروس متغير السرعات باستمرار (CVT) هي في استخدام بكرتين مخروطيتين ذات قطر متغير كما هو مبين في الشكل (١٤) ترتبط ببعضهما بوساطة سير معدني، وبما أن البكرات متغيرة القطر فإنك سوف تحصل على عدد لا نهائي من الأقطار وبالتالي عدد لا نهائي من نسب تخفيض السرعات. ولتغيير أقطار البكرات يستخدم نظام هيدرولي ووحدة تحكم لحساب النسبة المطلوبة من الصندوق أثناء القيادة حيث يحتوي الصندوق على عدد من المعالجات الميكروية (Microprocessors) والمجسات (Sensors) وظيفتها حساب السرعة المطلوبة.

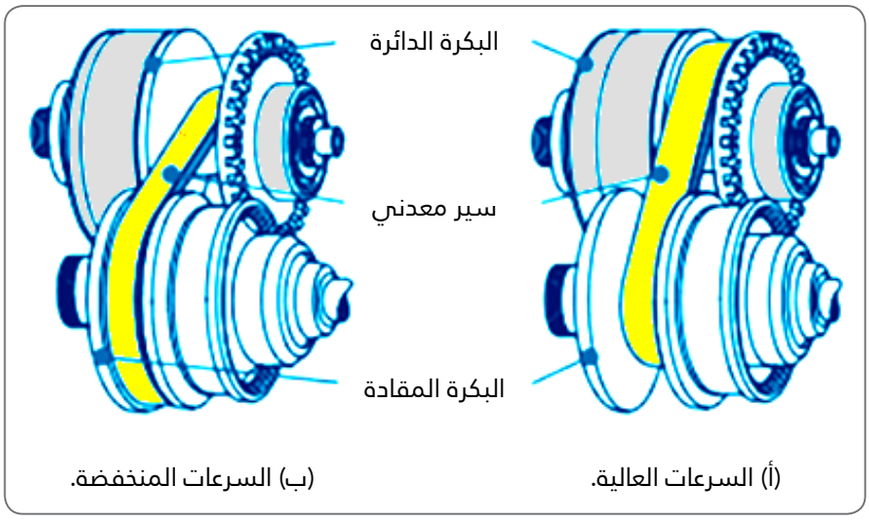
ويمتاز صندوق التروس متغير السرعات باستمرار بما يلي:

- الحصول على تسارع ثابت وقيادة سلسة.
- الحصول على تحكم أفضل في عمل المحرك وخفض المفاقيد واستهلاك الوقود، وذلك من خلال استغلال كامل قدرة المحرك بغض النظر عن السرعة التي تسير فيها المركبة.

ويتكون هذا الصندوق من ثلاثة أجزاء رئيسة، مبينة في الشكل (١٣)، وهي:

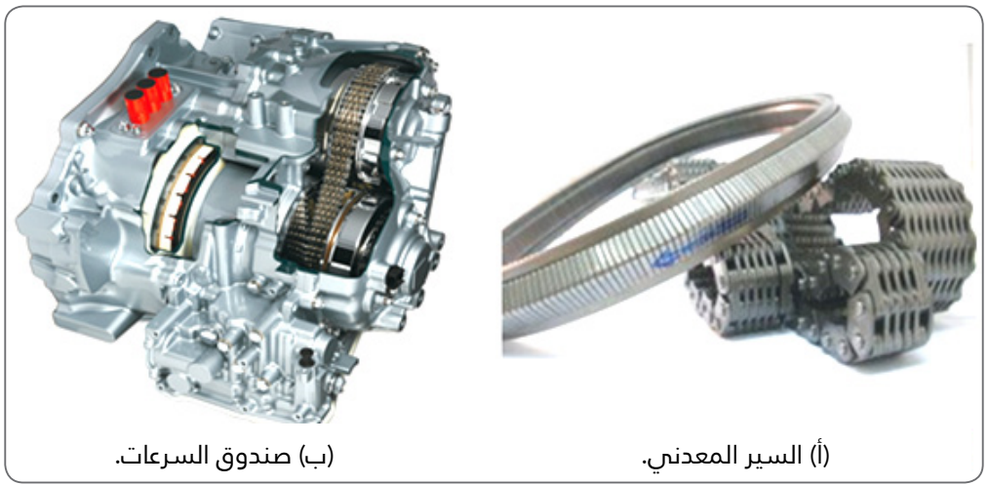
أ- بكرة قائدة متغيرة القطر (Variable Pulley) موصولة مع عمود مدخل القدرة.

ب- بكرة مدارة (مقادة) متغيرة القطر موصولة مع عمود خرج القدرة.



الشكل (١٣): مكونات آلية عمل صندوق السرعة متغير السرعات.

ج- سير نقل الحركة المعدني، وهو من أكثر أجزاء صندوق (CVT) المستخدم في المركبات الهجينة تعقيدا، وغالبا ما يصنع من سلسلة من شرائح معدنية مرتبطة ببعضها بوساطة قيود معدنية كما في الشكل (١٤/أ)، ويقوم بمضاعفة عزم خرج المحرك، ونقله من خلال مجموعة الحركة. والصناديق المستخدمة من هذا النوع تتكون من عدد قليل من العناصر الرئيسة بما في ذلك زوج من البكرات متغيرة القطر، وكذلك سير معدني يربط بينها كما هو مبين في الشكل (١٤/ب). ومن خلال حركة السير على البكرات، وتغيير قطر السير نفسه، يتم تغيير نسبة النقل بين البكرة الدائرة والبكرة المدارة.



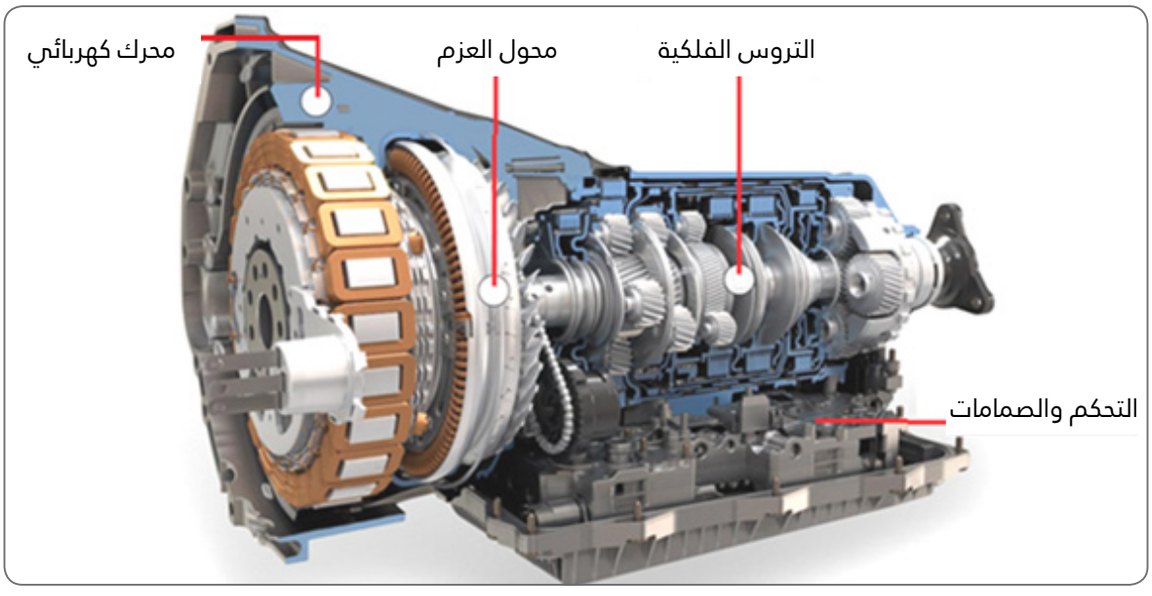
الشكل (١٤): صندوق سرعات (CVT).

وكما في صناديق التروس التقليدية، يتطلب هذا الصندوق الكثير من زيت التزييت للعمل بشكل صحيح، في بيئة مغلقة، والسير المعدني المستخدم فيه هو الجزء الأكثر ابتكارا ليس فقط في بذل أقصى احتكاك، وإنما في تغيير شكله باستمرار، ويستخدم المعدن في

صناعته من أجل المتانة، ولأن السير يدفع ويسحب عندما يتحرك على طول البكرات في حين أن السير المطاطي يمكنه السحب فقط، وتوجد مرابط حلقات السير في أحجام مختلفة؛ للسماح لسطح احتكاك السير تحقيق أقصى قدر من قوة الاحتكاك، ويسمح هذا التصميم (CVT) بدوران المحرك بسرعة مثلى لإنتاج عزم الدوران المطلوب، دون عبء مراقبة صاحب المركبة لحركتها.

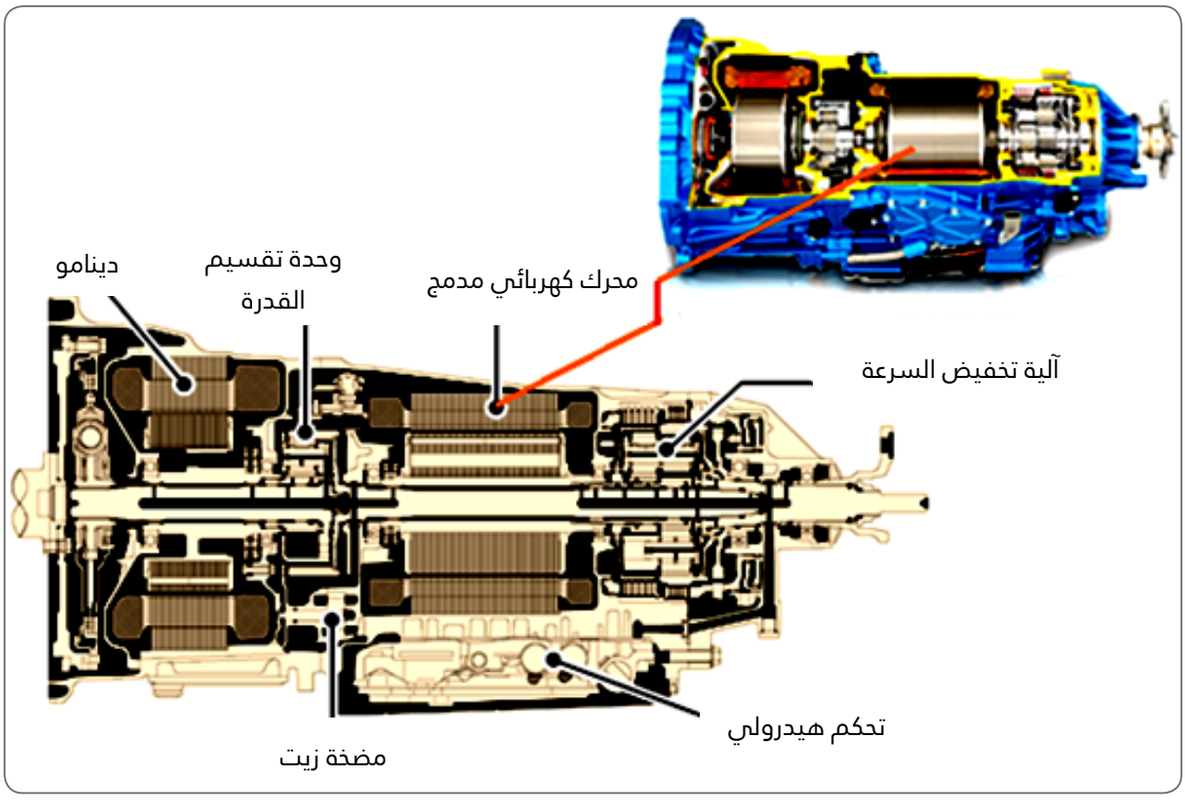
٣-١ صندوق السرعات الهيدرولي

يتكون صندوق السرعات الآلي (Automatic Transmission) المتحكم بعمله هيدروليًا المستخدم في بعض المركبات الهجينة من الأجزاء الرئيسة المبينة في الشكل (١٥)، وبه مجموعة تروس فلكية بالإضافة إلى العناصر اللازمة لتنظيم حركة التروس، وصمامات تحكم هيدرولية وأسطوانات بمكابس لتنظيم ضغط الوسيط الهيدرولي وتتحرك المكابس عند تغير ضغط الزيت للتحكم في مجموعة التروس الفلكية. ويستخدم هذا النوع من صناديق السرعات الآلية في الحصول على نسب سرعات مختلفة دون تدخل السائق باستخدام الضغط الناتج عن الوسيط الهيدرولي المستخدم فيها. وصندوق السرعات الآلي له أربع أو خمس سرعات أمامية وسرعة خلفية، ويقوم السائق بوضع عتلة السرعات في وضع القيادة لتقوم وحدة نقل الحركة ذاتيًا بنقل السرعة من السرعة الأولى إلى الثانية ومن ثم الثالثة، وهكذا تبعا لسرعة المركبة وسرعة المحرك، وبذلك يتم نقل الحركة آليا دون استخدام رافعة نقل الحركة.



الشكل (١٥): صندوق السرعات الآلي والمحرك الكهربائي/ BMW.

ومن جديد شركة تويوتا، النظام المطور المبين في الشكل (١٦) الذي يدمج بين قوة التسارع من ناقل الحركة، والاعتبارات البيئية في أنظمة تويوتا الهجينة (THS) لنقل الحركة، فناقل الحركة الألي الجديد والمستخدم فيه محرك كهربائي بخرج عالٍ، حقق أداء وتسارع أفضل وكفاءة عالية في خفض استهلاك الوقود من مركبات تويوتا التي تعمل بنفس نوع المحرك.



الشكل (١٦): مقطع في صندوق سرعات آلي حديث/ تويوتا.

ويتكون صندوق السرعات الهيدرولي، بشكل عام من الأجزاء التالية:

- محول العزم: (Torque Converter) يركب محول العزم بعد المحرك مباشرة ويأخذ حركته من عمود المرفق في المحرك لذا فإنه يدور عند أي سرعة للمحرك، وظيفته:
  - نقل قدرة المحرك إلى أجهزة نقل الحركة في المركبة ومضاعفتها.
  - العمل كقابض في منع المحرك من التوقف عن العمل أثناء وقوف المركبة.
  - امتصاص أية اهتزازات تصدر عن المحرك وأجهزة نقل الحركة أثناء القيادة.
  - تشغيل مضخة الزيت (Oil Pump) الخاصة بالنظام الهيدرولي داخل صندوق السرعات الآلي.

ويبين الشكل (١٧) مكونات محول العزم.

الشكل (١٧): مكونات محول العزم.

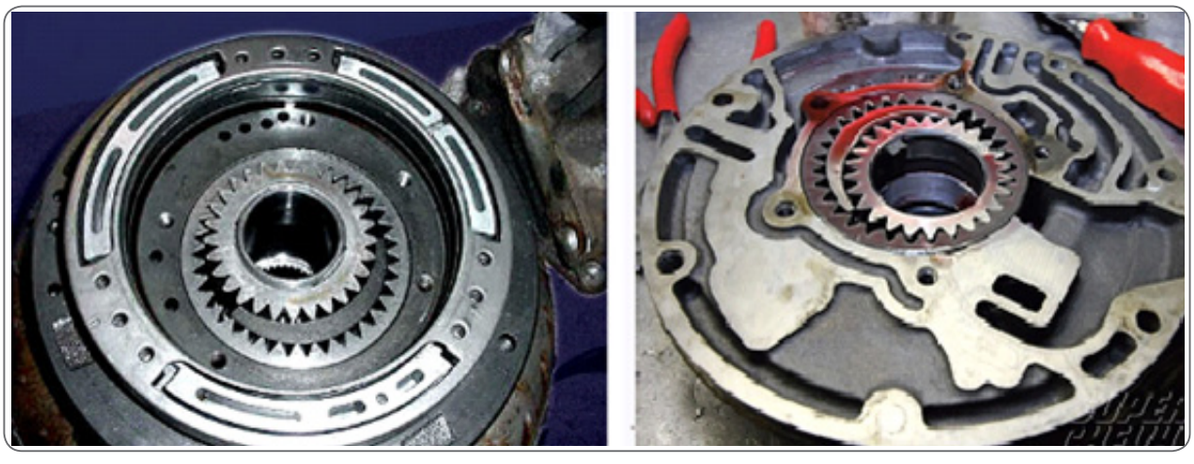
ولضمان دوران العضو الثابت داخل المحول بعكس اتجاه دوران السائل القادم من التوربين، فهو مزود بنظام توجيه يسمى القابض ذو الاتجاه الواحد، ويتصل بعامود مثبت في وحدة النقل (Transmission) يسمح بالدوران باتجاه واحد فقط. فعند دوران المحرك تدور مضخة المحول (العجلة القائدة) ويندفع الزيت إلى أطرافها بفعل القوة الطاردة المركزية متجهاً إلى التوربين (العجلة المنقادة)، ويدخل بقوته وسرعته للتوربين فيبدأ بتدويره، وعند عودة الزيت من منتصف التوربين يعمل العضو الثابت (العجلة الدليلية) على إعادة توجيهه إلى المضخة باتجاه الدوران (باتجاه حركة عقارب الساعة)، وعند السرعات العالية تزداد سرعة التوربين لتتساوي وسرعة المضخة. وتحدث مضاعفة العزم عند حدوث فرق بين سرعة كل من المضخة والتوربين، وكلما زاد الفرق كانت مضاعفة العزم أكبر.

ويستخدم في تشغيل محول العزم سائل هيدرولي غير قابل للانضغاط كوسيط لنقل القوى يتمتع بخواص طبيعية منها اللزوجة (مقاومة السائل للتدفق)، درجة الثبات الكيميائي (درجة تحمل السائل الهيدروليكي للتأكسد والتحلل) درجة الحموضة ويجب أن تكون درجة حموضة السائل منخفضة، حتى لا يحدث صدأ في أجزاء الصندوق المعدنية ونقطة الوميض (درجة الحرارة التي يتحول عندها السائل إلى بخار).

- مضخة الزيت (Hydraulic Pump): تستخدم في صندوق السرعات الهيدرولي مضخات ذات إزاحة موجبة تدفع كميات متساوية من الزيت لكل دورة، وتتمثل وظيفتها في:

- إنتاج الضغط الهيدرولي اللازم لتشغيل القوابض والفرامل.
- تغذية محول العزم بالزيت ليقوم بعمله.
- تدوير الزيت بين صندوق السرعات والمبرد.
- تشغيل الصمامات الهيدرولية في الصندوق.

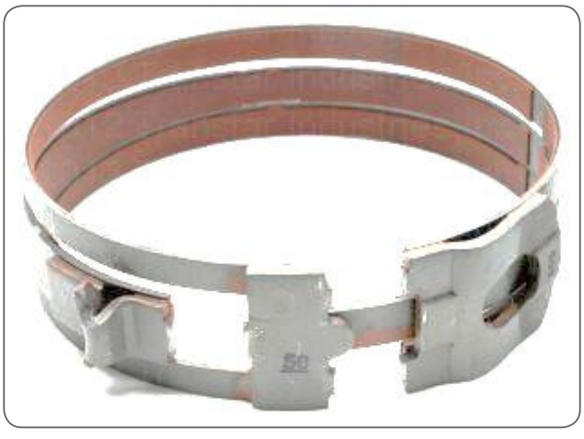
ويوضح الشكل (١٨) مضخة ذات تروس (مضخة هلالية) تتكون من ترس داخلي قائد يأخذ حركته من المحرك عن طريق صرة محول العزم، وترس خارجي مقاد داخل غلاف المضخة. والترسان معشقان مع بعضهما من جهة واحدة، ويوجد بينهما فراغ من الجهة المقابلة كما هو واضح في جهة الجزء الهلالي من المضخة.



الشكل (١٨): أنواع من المضخات ت الترسية.

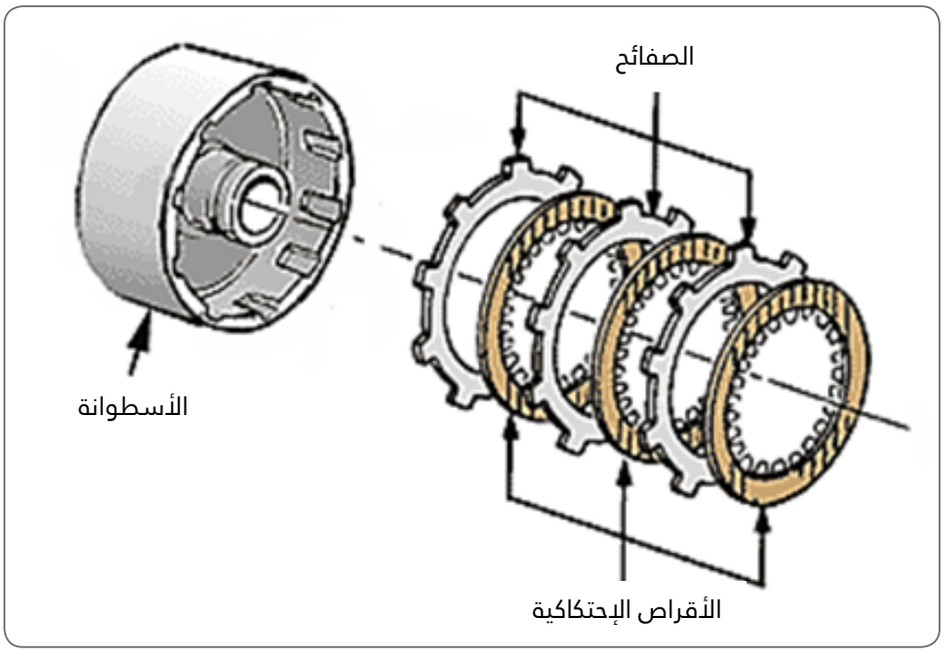
- القوابض والفرامل (Clutches and Bands)

أ - طوق الفرامل: وهو شريط معدني سطحه الداخلي مزود بمادة احتكاكية، وفي نهايته مربط يستخدم في ضبط الطوق كما في الشكل (١٩) ويصنع من الصلب المرن، ويوجد منها أنواع مختلفة الشكل والحجم والتركيب منها مزدوج التأثير، ومنها الطوق المفرد، وتتمثل وظيفتها في كبح أحد عناصر مجموعة التروس الفلكية عن الدوران.



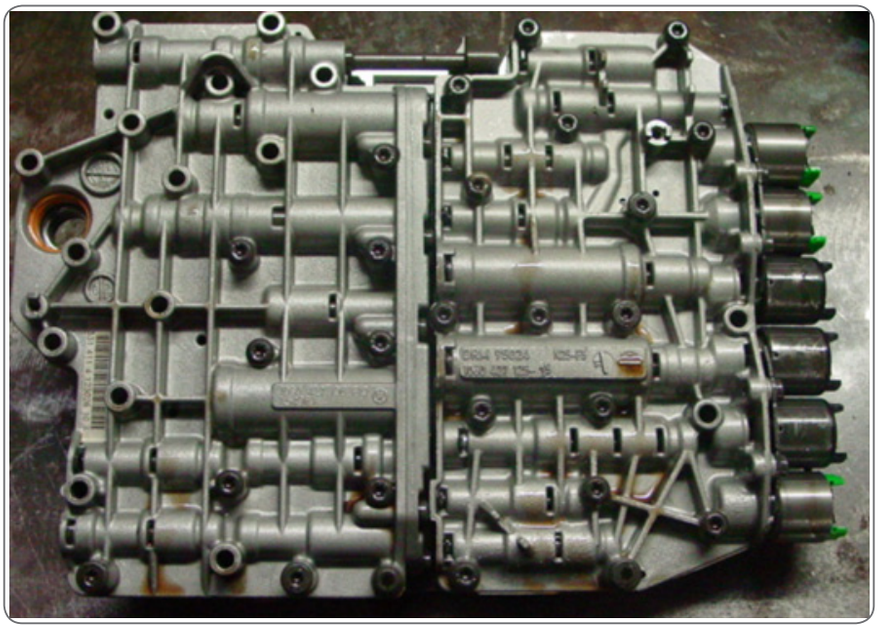
الشكل (١٩): طوق الفرامل.

ب- مجموعة القابض (Clutch): تتكون المجموعة من أقراص احتكاكية مبطنة بمادة احتكاكية على الوجهين توضع بين أقراص ملساء من الصلب كما في الشكل (٢.)، والمجموعة مزودة بمكبس يتحرك داخل أسطوانة ونابض أو أكثر، وتتمثل وظيفته في إرجاع المكبس إلى الوضع الأصلي، وصفيحة ضغط بالإضافة إلى مانعة تسريب وحلقات تثبيت.



الشكل (٢.): مجموعة القابض.

- جسم الصمامات، والصمامات الهيدرولية (Valve Body): وهو الجسم الذي يحوي صمامات تشغيل صندوق السرعات، ومجاري تدفق السائل الهيدرولي، المبين في الشكل (٢١)، ويستخدم في وحدة التحكم الهيدرولية عدد كبير من الصمامات الكهرومغناطيسية المستخدمة في تشغيل دوائر صندوق السرعات الهيدرولية التي تعمل بثلاثة أنماط من الضغط، هي:
- ضغط الخط الرئيس أو ضغط التحكم (Mainline Pressure): وهو الضغط الناتج من صمام تنظيم ضغط السائل القادم من المضخة والمستخدم في تشغيل أداة المؤازرة (Servo)، ومجموعة القابض والفرامل المستخدمة في إدارة مجموعة التروس الفلكية.
- ضغط الخانق (Throttle Pressure): ويرتبط هذا الضغط بحمل المحرك وسرعته، ويزداد بزيادة العزم الناتج من المحرك، ويتم التحكم فيه بوساطة روافع ميكانيكية أو من خلال التفريغ في مجمع السحب في المحرك.
- ضغط المنظم (Governor Pressure): يزداد هذا الضغط بزيادة سرعة المركبة، ويستخدم مع ضغط الخانق للتحكم في تشغيل صمامات مكبس صمام تحويل السرعة.



الشكل (٢١):جسم الصمامات.

ووظيفة نظام التحكم الهيدرولي في صندوق السرعات الهيدرولي، هي:

- توصيل السائل إلى محول العزم وتحويل حمل المحرك وسرعة المركبة إلى إشارات هيدرولية.
- تنظيم ضغط السائل الناتج من المضخة وتوصيل ضغط السائل إلى القوابض والفرامل
- تزييت وتبريد أجزاء الصندوق المتحركة.

٤-١ صندوق السرعات بالتحكم الإلكتروني

بدأ استعمال صناديق السرعات بالتحكم الإلكتروني منذ عدة سنوات، وهذا النوع من صناديق السرعات هو نفسه صندوق السرعات العادي المكون من عدد من الأعمدة والتروس المختلفة الأقطار، ولكن تم الاستغناء عن جميع الوصلات الميكانيكية التي تربط السائق بالصندوق فلا يوجد دواسة للقابض، ولا يوجد عتلة غيار للسرعات أو وصلات للتعشيق

ويتم زيادة أو تقليل السرعة عن طريق كبسات على عجلة القيادة كما في الشكل (٢٢)، وبمجرد لمسة خفيفة على زيادة السرعة (+) تزيد سرعة السيارة تلقائياً وبمجرد لمسة أخرى خفيفة على تخفيض السرعة (-) تقل السرعة تلقائياً.

ويتم التحكم في عمل هذا الصندوق عن طريق وحدة تحكم إلكترونية (Control Unit) حيث تعمل هذه الوحدة على التحكم في نوعين من المشغلات (Actuators): الأول للتحكم في القابض والثاني لتغيير السرعة.

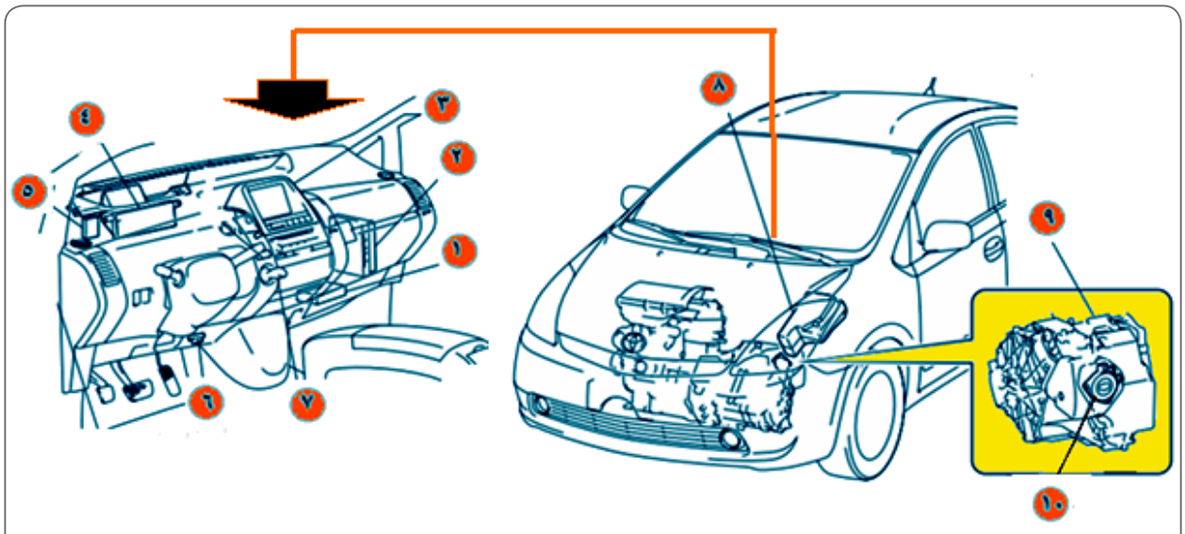
الشكل (٢٢): كبسات التشغيل.

ومن مزايا هذا النوع من صناديق السرعة الإلكترونية، ما يلي:

- النعومة والسلاسة في تبديل السرعات.
- التوفير في استهلاك الوقود.
- حماية أجهزة نقل الحركة من أخطاء السائق.
- مزود بدوائر أمان لمنع النقل العكسي أو تعشيق السرعة الخلفية أثناء السير، وعند السرعات العالية.

ويتضمن برنامج وحدة التحكم على جميع ظروف التشغيل المحتملة للحصول على أفضل تعشيق يناسب ظروف عمل المركبة مثل (وضع دعسة الوقود، وضع الفرامل، سرعة السيارة، الفرامل المانعة للانغلاق، عزم المحرك، حرارة المحرك)، وتعمل وحدة التحكم عند تغيير السرعة على قطع القدرة من المحرك، وتغيير السرعة، ويمكن الحصول على خمس سرعات أمامية بمجرد لمسة خفيفة من السائق لذراع التغيير الإلكتروني المبين في الشكل (٢٣) والمستخدم في إحدى المركبات الهجينة، وتكون عجلة القيادة ثابتة مما يعطي راحة أكبر للسائق ويوفر الأمان أيضاً.

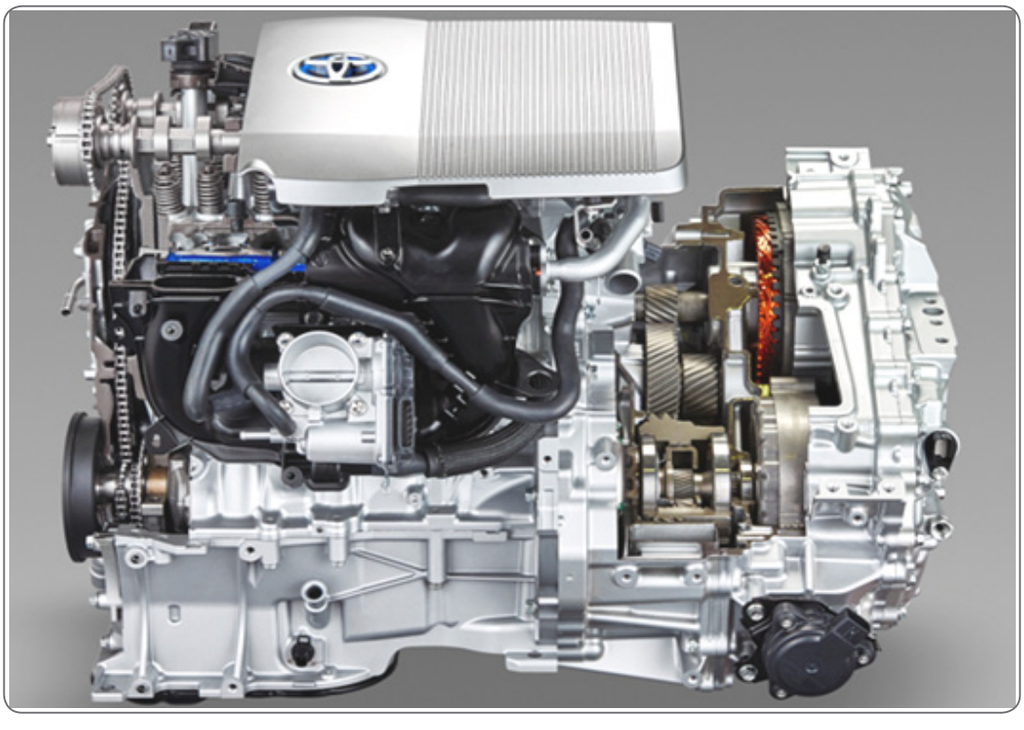
ويعمل هذا الصندوق بنفس آليات الأنواع الأخرى، إلا أنه سريع الاستجابة لوضع فوق السرعة بتعديل ذراع الاختيار خلال ثانية، حيث أنها مزودة بتجهيزات خاصة تعمل من خلال مفاتيح كهربائية (كبسات) مثبتة على عجلة القيادة وظيفتها رفع السرعة (Up Shift) وخفضها (Down Shift) بوساطة وحدة التحكم الإلكترونية التي تستقبل الإشارات المختلفة حول ظروف عمل المحرك وحركة المركبة على الطريق لتحديد توقيت تغيير السرعة.



١- وحدة التحكم ECU / صندوق السرعات.
٢- وحدة التحكم بالمركبة.
٣- شاشة عرض.
٤- مصابيح التحذير.
٥- وحدة التحكم بالطاقة.
٦- مقبس الفحص.
٧- ذراع الاختيار.
٨- علبة المرحلات والمصهرات.
٩- صندوق السرعات.
١٠- مشغل ذراع النقل.

الشكل (٢٣): نظام التحكم بالسرعة الإلكتروني.

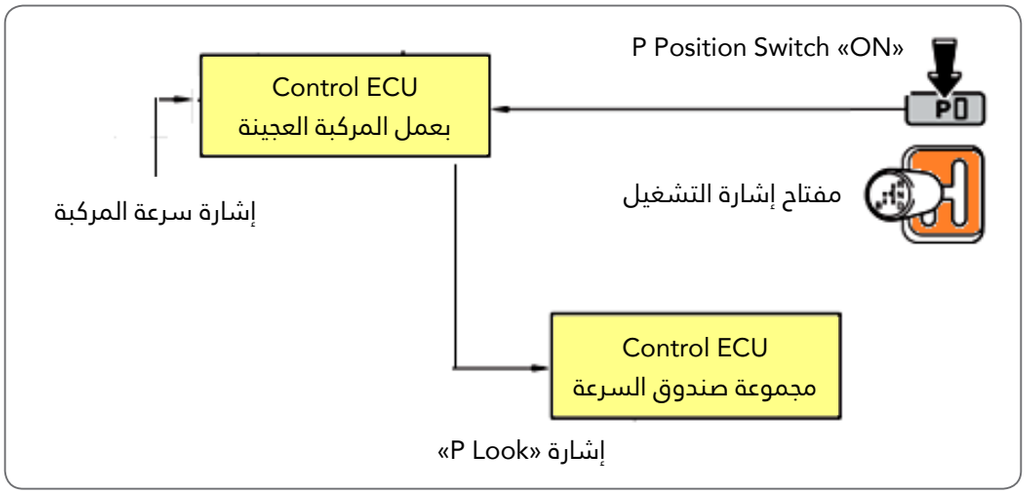
ويتكون نظام التحكم في هذا الصندوق من مجموعة من المجسات والمفاتيح منها حساس سرعة المحرك، وسرعة العجلات، وحساس تدفق الهواء إلى المحرك، وحساس وضعية الخانق حيث تعتبر الإشارات الصادرة منها الإشارات الرئيسة للتحكم في تغيير السرعة، ويبين الشكل (٢٤) مقطعاً في مجموعة صندوق التروس المستخدمة في المركبات الهجينة الحديثة (٢٠١٦)، وارتباطه بمحرك الاحتراق الداخلي.



الشكل (٢٤): مقطع في مجموعة صندوق التروس.

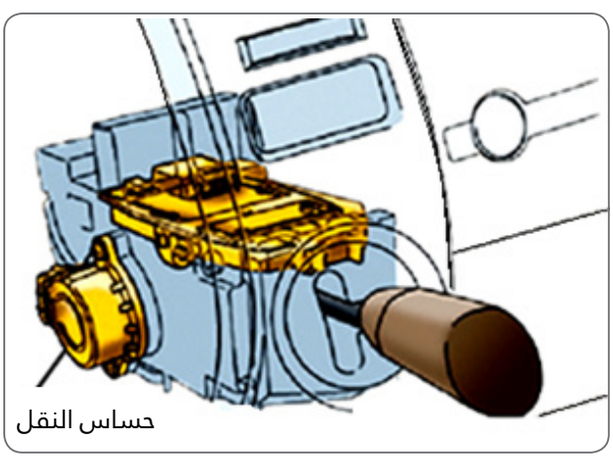
ويتكون مشغل ناقل الحركة الإلكتروني من محرك تأمين الوقوف الكهربائي الذي يتغذى من وحدة التحكم بعمل ناقل الحركة في المركبة، وحساس يعمل على الكشف عن زاوية دوران المحرك وتدور آلية قفل النظام وفقا لحركة قضيب تأمين الوقوف في النظام، ولتأمين وقوف المركبة يعشق مع ترس الإيقاف المثبت على محور مجموعة صندوق السرعات. ويعمل هذا النظام كما هو مبين في الشكل (٢٥) كما يلي:

- عند تشغيل مفتاح التوقف (P) لتفعيل تأمين وقوف المركبة، يتم إرسال إشارة إلى وحدة التحكم والسيطرة في عمل المركبة.
- تحدد وحدة التحكم والسيطرة في عمل المركبة إمكانية «قفل P» أم لا بناء على هذه الإشارة ومعلومات المركبة الأخرى.
- إذا قررت وحدة التحكم والسيطرة أن «قفل P» ممكن فإنها ترسل إشارة إلى وحدة التحكم بعمل صندوق التروس للقيام بهذا العمل.



الشكل (٢٥): نظام التحكم بإيقاف المركبة.

ويقوم نظام ذراع ناقل الحركة المبين في الشكل (٢٦) بالتحكم في آلية تأمين وقوف المركبة باستخدام مشغل خاص به، بناء على المعلومات التي يستقبلها من وحدة التحكم بعمل المركبة الهجينة وعند حدوث أي خلل في النظام يعلم السائق بذلك من خلال إضاءة مصباح التحذير الخاص بالوقوف (P)، ومصباح التحذير العام في المركبة.



الشكل (٢٦): ذراع ناقل الحركة.

١-٥ تشخيص أعطال صندوق السرعات

يجب إتباع الخطوات التالية عند تشخيص أعطال مجموعة صندوق السرعات باستخدام أجهزة الفحص.

١- تأمين المركبة في موقع العمل.

٢- تحليل شكوى العميل.

٣- وصل جهاز الفحص بالمركبة.

٤- مسح الأعطال المخزنة.

٥- تفقد النظام المعني بالنظر.

٦- التحديد بدقة أعراض العطل.

٧- تشخيص العطل باستخدام الجهاز، وبالرجوع إلى الدليل.

٨- فحص دارة تغذية وحدة التحكم للمجموعة

٩- تحديد تداخل أعطال المجموعة بأعطال الأنظمة الأخرى في المركبة.

١٠- فحص أجزاء النظام وتوابعه.

١١- إصلاح أو ضبط الأجزاء التالفة.

١٢- إعادة فحص المجموعة بعد إجراء الإصلاح.

وعلى سبيل المثال عند عدم إضاءة مصباح التحذير (P- position Indicator Light) الخاص بمجموعة صندوق السرعات كما في الشكل (٢٧)، أوفي حال ثبات إضاءة المصباح، يجب فحص كل من دارة المصباح الكهربائية ووحدة التحكم بعمل صندوق السرعات.

الشكل (٢٧): مصباح التحذير.

وإذا ما تم عرض رمز العطل خلال الفحص (DTC)، تحقق من الدوائر المدرجة في الجدول (٢) لهذا الرمز، (يجب الرجوع إلى الدليل).

الرقم	العطل	منطقة العطل	حال مصباح التحذير
١	خلل في زمن تبديل الغيار.	- مشغل ذراع التبديل. - وحدة التحكم بعمل الصندوق.	- إضاءة خافتة متقطعة.
٢	تلف المرحل.	- الوصلات الكهربائية. - وحدة التحكم بعمل الصندوق. - محرك قفل الإيقاف.	- ثبات إضاءة المصباح (ON). - المصباح لا يضيئ (OFF).
٣	قصر أو فتح في أحد أطوار (فازات) الدارات.	- مشغل ذراع التبديل. - وحدة التحكم بعمل الصندوق. - محرك قفل الإيقاف. - الوصلات الكهربائية.	- إضاءة خافتة متقطعة.
٤	عطل في منبع التغذية الكهربائية.	- وحدة التحكم بعمل الصندوق. - محرك قفل الإيقاف. - الوصلات الكهربائية.	- إضاءة خافتة متقطعة.
٥	عطل في خطوط الاتصال.	- وحدة التحكم بعمل الصندوق. - الوصلات الكهربائية.	- إضاءة خافتة متقطعة.
٦	خلل في خطوط الفولطية العالية.	- وحدة التحكم بعمل المركبة. - وحدة التحكم بعمل الصندوق. - الوصلات الكهربائية.	- ثبات إضاءة المصباح (ON). - المصباح لا يضيئ (OFF).
٧	عطل في خطوط الفولطية المنخفضة (منبع التغذية).	- مصهر المركبة. - مرحل IGCT. - الوصلات الكهربائية. - البطارية المساندة.	- ثبات إضاءة المصباح (ON). - المصباح لا يضيئ (OFF).

عند حدوث عطل ما في صندوق السرعات فلابد من إجراء عدد من الخطوات لتشخيص العطل، منها:

- ضبط مستوى الزيت والبحث عما إذا كان هناك تسريب أم لا.
- تفقد جميع الوصلات الكهربائية والميكانيكية الخارجية المتصلة بالصندوق.
- ضبط سرعة اللاحمل للمحرك (Idling Speed).
- فحص المركبة على الطريق، وفحص ضغط مضخة الزيت.
- تفقد المصهرات والمرحلات في حال صناديق السرعات الإلكترونية.

وبشكل عام من أبرز العلامات التي تشير إلى حدوث عطل ما في صندوق السرعات، ما يلي:

- حدوث أصوات مزعجة عند تبديل السرعة: وقد يكون علاج هذه الأصوات بسيطًا وغير مكلف، فقد يكفي تغيير زيت الصندوق لمعالجة المشكلة، وكما هو الحال في زيت المحرك، فإن المحركات المختلفة تعمل بشكل أفضل مع الزيوت التي توصي بها الشركة الصانعة، ولكن في حال تكرار هذه الأصوات قد يشير هذا إلى تلف أحد العناصر داخل الصندوق، وغالباً ما يكون ترس الرجوع إلى الخلف أو حدوث تآكل في أسنان التروس.
- انفكاك التروس من التعشيق أثناء القيادة: في الوضع الطبيعي تبقى المركبة على الترس المعشق أو الوضع الذي تختاره وحدة التحكم في صناديق التروس الآلية، وفقًا لسرعة دوران المحرك، ولكن في المركبات التي تفلت فيها التروس يعود ذراع نقل الحركة إلى وضعية فك التعشيق وحده، لذا وفي هذه الحال يجب نزع الصندوق، وعلاج العطل.
- تسرب الزيت: أي تسريب بسيط من صندوق السرعات قد يتحول إلى مشكلة كبيرة، وفى المركبات ذات صناديق السرعات الآلية يجب أن يكون لون الزيت أحمر شفاف، وإذا كان الزيت مسودًا أو يحمل رائحة احتراق يجب عليك تغييره، أما في السيارات المزودة بصندوق سرعات يدوي فيجب فحص مستوى الزيت باستخدام المقياس الخاص به، وفي كلتا الحالين إذا تبين أن هنالك تسريب في الزيت فيجب علاج الوضع.
- إضاءة مصباح التحذير: عندما يضيء مصباح التحذير الخاص بالمحرك فقد يشير هذا إلى وجود عطل ما في صندوق السرعات، حيث المركبات الحديثة مزودة بحساسات تلتقط أي اختلالات أثناء عمل المركبة، وتنبه وحدة التحكم إلى وجود عطل في منطقة ما، وللتأكّد من مكان هذا العطل يمكنك استخدام جهاز مسح الأعطال، الذي سيبين لك رمزًا معينًا يشير إلى الجزء الذي لا يعمل كما ينبغي، وإذا كان العطل في صندوق التروس، فهنا يجب نزع الصندوق وإصلاح العطل.

- أصوات صرير أو اهتزازات: عند تغيير ناقل الحركة إلى أحد التروس وسماع صوت صرير واحتكاك بين التروس فهذا يعني أن القابض تالف، أو أن آلية التزامن فيها عطل، لذا يجب فحص الصندوق بدقة وإجراء الإصلاح اللازم.
- عدم الاستجابة للغيار: عند تغيير وضع التروس في المركبات المزودة بصندوق سرعات يدوي، قد تلاحظ ارتفاع سرعة دوران المحرك دون استجابة من المركبة لهذا التغيير، في هذه الحال قد يكون السبب تلف القابض، وتتعرض التروس الألية للمشكلة نفسها ولكنها تظهر على نحو أوضح عند تغيير ناقل الحركة إلى وضعية الاصطفاف «PARK» أو القيادة «DRIVE»، فإذا كان هناك تأخر في استجابة صندوق السرعات، فهذا يعني وجود عطل ما في صندوق السرعات.
- انبعاث رائحة احتراق زيت الصندوق: الزيت المستخدم في صندوق السرعات الآلي يكون أحمر اللون، وإذا لاحظت وجود احتراق في الزيت فيعني هذا ارتفاع درجة حرارة صندوق التروس، حيث يعمل الزيت على تبريد التروس ويوفر لها التشحيم اللازم، وعادة ما يكون سبب هذه الرائحة انخفاض في مستوى الزيت أو تلفه، وهذا بدوره يشير إلى حدوث تسرّب في الزيت أو اتساخه والحاجة إلى تغييره.
- الترس لا يركب عند وضع الغيار: قد يحدث هذا في حال التوقف عندما تحاول الانتقال إلى سرعة أعلى أو أقل، وعادة ما يكون السبب انخفاض «زيت التروس» أو فقدانه للزوجته.

١-٦ التقييم الذاتي

١. أجب عن الأسئلة المدرجة أدناه.
٢. إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضرورياً.

الأســـــئلة:

السؤال الأول:

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١- في حال ثبات إضاءة مصباح التحذير الخاص بمجموعة صندوق السرعات على (ON) يكون العطل بسبب حدوث:
أ . خلل في خطوط الاتصال.
ب. خلل في خطوط الفولطية العالية.
ج . خلل في زمن تبديل الغيار.
د . قصر أو فتح في أحد أطوار (فازات) الدارات.

٢- في حال عدم إضاءة مصباح التحذير الخاص بمجموعة صندوق السرعات (OFF) يكون العطل بسبب حدوث:
أ . عطل في خطوط الفولطية المنخفضة (منبع التغذية).
ب. خلل في زمن تبديل الغيار.
ج . قصر في أحد أطوار (فازات) الدارات.
د . فتح في أحد أطوار (فازات) الدارات.

السؤال الثاني:

تتكون مجموعة التروس الفلكية المستخدمة في المركبات الهجينة من ثلاثة أنواع من التروس يرتبط كل منها بأحد مصادر إنتاج الطاقة في المركبة، اذكر هذه الأنواع وارتباط كل منها بمحركات القدرة في المركبة.

السؤال الثالث:

اذكر ميزات مجموعة التروس الفلكية المستخدمة في المركبات الهجينة في نقل وتوزيع الحركة.

السؤال الرابع:

عند حدوث عطل ما في صندوق السرعات بالتحكم الإلكتروني، فلابد من إجراء عدد من الخطوات لتشخيص العطل ومنها

- .....
- .....
- .....
- .....

١-٧ التمرين العملي

رقم التمرين: (١)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: فحص صندوق السرعات المحوري في المركبة الهجينة دون فك (HYBRID VEHICLE TRANSAXLE).	٣ ساعات

إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه الوحدة

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

- التقيد بلباس التدريب داخل الورشة وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة وترتيب المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات واستخدامها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استخدام المواد والطاقة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل كعضو ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادراً على أن تفحص صندوق السرعات المحوري دون فك.

- **تنبيه:** يستخدم النظام الهجين دارات عالية الجهد، لذا تسرب الجهد وسوء التعامل مع النظام يمكن أن يسبب صدمة كهربائية أثناء الخدمة، ويجب التأكد من اتباع إجراءات السلامة الواردة في دليل صيانة المركبة المعنية بالخدمة.

- شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب
- الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

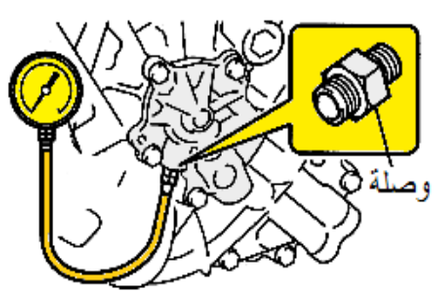
الأدوات والتجهيزات والمواد			
١	صندوق عدة يدوية.	٣	مقياس فحص ضغط الزيت.
٢	مركبة للتدريب.		

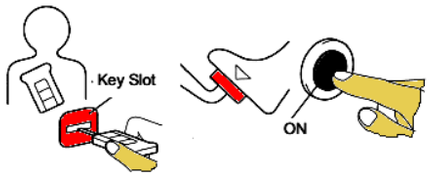
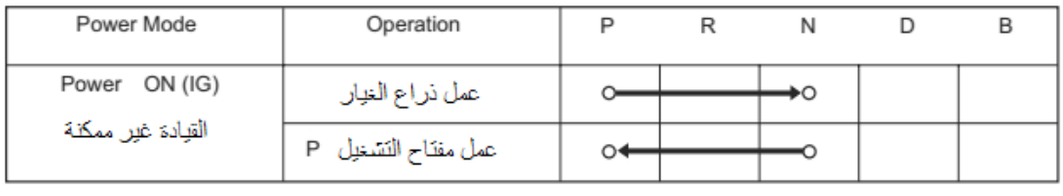
- الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

١. نسخة من الوحدة التدريبية.

٢. دليل الصيانة وتعليمات الشركة الصانعة.

- خطوات العمل

الرقم	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
١	حضر المواد والعدد والأدوات اللازمة لتفقد صندوق السرعات المحوري في المركبات الهجينة، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال.	
٢	أمن المركبة في موقع العمل، وخذ جميع احتياطات السلامة بحسب تعليمات الشركة الصانعة.	
٣	افحص مستوى الزيت في الصندوق كما يلي: - فك سدة تعبئة الزيت. - تأكد أن مستوى الزيت في الصندوق من (0-5mm) تحت فتحة التعبئة كما في الشكل المجاور. - افحص الصندوق على التسريب في حال مستوى الزيت أقل من المستوى المطلوب. - ركب سدة فتحة تعبئة الزيت باستخدام مانعة تسريب جديدة. - شد برغي السدة باستخدام مفتاح العزم،حسب التعليمات.	
٤	افحص ضغط الزيت في الصندوق كما يلي: - شغل المركبة لرفع درجة حرارة الزيت لحرارة التشغيل (50-80℃). ومن ثم أوقف عمل المحرك. - ارفع المركبة وأمنها بوساطة المحامل. - انزع برغي مضخة الزيت وركب جهاز فحص الضغط كما في الشكل المجاور. - شغل مفتاح التكييف (A/C) بعد وضع المروحة على أعلى سرعه. - شغل المركبة مع الضغط على دواسة الفرامل. - ثبت سرعة المحرك على (1200rpm) وقس ضغط الزيت وقارن القراءة بمعطيات الشركة الصانعة. - ركب البرغي باستخدام حلقة منع تسريب جديدة. - شد البرغي حسب التعليمات باستخدام مفتاح العزم.	

٥	افحص عتلة الغيار في حال عمل المركبة في وضع التهجين كما يلي: - ضع مفتاح التشغيل داخل شق التشغيل في المركبة. - ضع مفتاح التشغيل على وضعية الجاهزية للعمل (Ready ON). - حرك ذراع الغيار وتأكد من صحة وضع الغيارات - أوقف المركبة وأغلق مفتاح التشغيل.	
٦	أدر مفتاح التشغيل عل وضع (ON، IG) دون الضغط على دواسة الفرامل كما في الشكل المجاور، وتأكد من استجابة صندوق السرعات ت للغيار من وضع الوقوف (P) إلى العمل كما في الجدول التالي الموجود في الدليل. وفي حال عدم الاستجابة للغيار يجب فك الذراع وإجراء الإصلاح اللازم كما في دليل الإصلاح.	
٧		

هدف التعلم الثاني

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه، عليك أن تصبح قادراً على أن تصون مجموعة صندوق السرعات في المركبة الهجينة.

أنشطة التعلم	استعن بما يلي:
١. قراءة المادة التعلمية.	الوحدة التدريبية.
٢. تنفيذ التمارين العملية المتعلقة بصيانة صندوق السرعات.	المشغل/تحت إشراف المدرب.
٣. زيارة المواقع الإلكترونية حول صيانة صندوق السرعات.	الشبكة العنكبوتية.
٤. التدريب الميداني في مجال صيانة صندوق السرعات.	مراكز صيانة المركبات الهجينة.

٢. صيانة صناديق السرعات

يعتقد البعض أن تشخيص أعطال صندوق السرعات يبدو كمهمة مستحيلة، إلا أن الأمر ليس بهذا التعقيد؛ فعادة ما ترتبط الأعطال بعدم الاستجابة لتبديل الغيار أو بإضاءة مصباح التحذير أو بظهور أصوات غريبة أو اهتزازات غير مألوفة أو غيرها من العلامات التي تشير إلى أن شيئاً ما لم يعد يعمل كما ينبغي.

وبشكل عام، يمكن تقسيم الخدمات الفنية التي يمكن أن تقدم لمجموعة صندوق السرعات إلى:

أ - الصيانة الدورية لصندوق التروس.

ب- إصلاح الأعطال.

ج- الإصلاح الشامل من خلال فك الصندوق إلى أجزائه واستبدال القطع التالفة.

٢-١ الصيانة الدورية لصندوق السرعات

تشمل الصيانة الدورية لصندوق السرعات ما يلي:

أ - فحص مستوى الزيت: يتم اختبار مستوى الزيت عند وصول درجة حرارة الزيت إلى درجة التشغيل المثلى.

- **ملاحظة**: إذا تعذر قياس مستوى الزيت على الساخن في صناديق السرعات الهيدرولية، فيمكن أن يقاس على البارد كما في دليل الصيانة.

ب- تغيير الزيت حسب المدة المحددة من قبل الشركة الصانعة كما يلي:

- تصفية الزيت من الصندوق في وعاء فارغ.
- فك خزان الزيت وتنظيفه وكذلك مصفاة الزيت وتجفيفه بالهواء المضغوط.
- تركيب الخزان ومصفاة الزيت.
- تركيب برغي تصفية الزيت ومن ثم إضافة زيت جديد حسب التعليمات في الصندوق.
- فحص صندوق السرعات من حيث التسريب وأداء التشغيل.
- إضافة الزيت إلى الصندوق بعد فحص مستوى الزيت إذا كان بحاجة لذلك.

ج - الكشف على نقاط تثبيت الصندوق مع جسم المركبة ويتم هذا العمل بإعادة شد براغي التثبيت.

٢-٢ إصلاح أعطال صندوق السرعات

- فك الأجزاء والقطع المرتبطة بالصندوق:

أثناء فك الأجزاء المرتبطة بصندوق السرعات يجب تناولها بكل حرص، ودون تعريضها لأي تلف كما يلي:

أ- فك براغي التثبيت الرئيسة والوصلات الخارجية، وهي:

- عمود نقل الحركة (الكردان) في حال مركبات الدفع الخلفي، أو أعمدة الإدارة.
- ذراع التبديل.
- وصلات المبرد في حال صناديق السرعات الهيدرولية.
- الأغطية الواقية في مقصورة المحرك من أعلى ومن أسفل.
- جميع البراغي والوصلات التي تربط الصندوق بالمحرك وجسم المركبة.

- **تنبيه**: بعد فك جميع الأجزاء والقطع المرتبطة بصندوق السرعات وأثناء نقله من المركبة إلى موقع الإصلاح يجب مراعاة أن لا ينزلق محول العزم من مكانه في حال نزع صندوق السرعات الهيدرولي.

ب- تفريغ مجموعة الصندوق من السوائل.

ج- وضع مجموعة الصندوق على طاولة العمل الخاصة بفك أجزاء الصندوق (طاولة العمل المزودة بطبقة مطاطية).

والخطوة الأولى لنزع صندوق السرعات ومحركات القدرة كوحدة واحدة عن المركبة الهجينة بعد تأمينها في موقع العمل، تكمن في اتخاذ جميع احتياطات السلامة حسب تعليمات الشركة الصانعة هي تعطيل عمل نظام الضغط العالي في المركبة كما يلي:

- نزع مفتاح تشغيل المركبة وحفظه في مكان آمن، وفصل سالب البطارية المساعدة (12V).
- نزع قاطع الخدمة من المركبة حسب تعليمات الشركة الصانعة والانتظار لمدة عشر دقائق على الأقل قبل التعامل مع خطوط الضغط العالي ووصلاتها.
- فصل أقطاب، ووصلات الفولطية العالية (لون برتقالي) وعزلها باستخدام شريط عازل
- فحص بطارية الفولطية العالي والتأكد من عدم التسريب، ومن سلامتها كما في الشكل (٢٨).

الشكل (٢٨): فحص البطارية الهجينة

- **تنبيه:** في حال تعذر نزع قاطع الخدمة نتيجة لتعرض مؤخرة المركبة لحادث ما يجب نزع الفيوز الرئيس أو المرحل IGCT.
- **تنبيه:** لا تلمس أو تقطع أي من خطوط الضغط العالي أو تفتح أجهزة المركبة التي تعمل بضغط مرتفع قبل التعرف بالمحاذير الخاصة بهذا العمل، وحسب تعليمات الشركة الصانعة.

٣-٢ التقييم الذاتي

١. أجب عن الأسئلة المدرجة أدناه.
٢. إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضرورياً.

الأســـــئلة:

السؤال الأول:

ضع علامة صح (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة خطأ (✗) أمام العبارة الخاطئة فيما يأتي:

	العبارة	صح	خطأ
١	عندما يضيء مصباح التحذير الخاص بالمحرك فقد يشير هذا إلى وجود عطل ما في صندوق السرعات.		
٢	انخفاض مستوى الزيت في صندوق السرعات يتسبب في انخفاض حرارته.		
٣	أحد أسباب تعذر التحويل من السرعة الثانية إلى الأولى هو انزلاق فرامل الصندوق الهيدرولي الخلفية أو الأمامية.		
٤	الدليل على عدم الاستجابة للغيار في صندوق السرعات اليدوي هو ارتفاع سرعة دوران المحرك دون استجابة من المركبة لهذا التغيير.		
٥	عند حدوث عطل ما في صندوق السرعات الإلكتروني يجب تفقد المصهرات والمرحلات أولا.		

السؤال الثاني:

من أسباب حدوث خلل في زمن التبديل في صندوق السرعات الإلكتروني أثناء القيادة ما يلي:

- .....
- .....
- .....

السؤال الثالث:

من احتياطات السلامة عند نزع صندوق السرعات من المركبة الهجينة ما يلي:

- .....
- .....
- .....
- .....

٤-٢ التمرين العملي

رقم التمرين: (١)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: نزع مجموعة صندوق السرعات من المركبة الهجينة، وإجراء ما يلزم من إصلاح.	٦ ساعات

إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه الوحدة

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

- التقيد بلباس التدريب داخل الورشة وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة وترتيب المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات واستخدامها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- المحافظة على البيئة والاقتصاد في استخدام المواد والطاقة.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل كعضو ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادراً على أن تنزع صندوق السرعات من المركبة الهجينة.

- شروط الأداء

حسب تعليمات المدرب

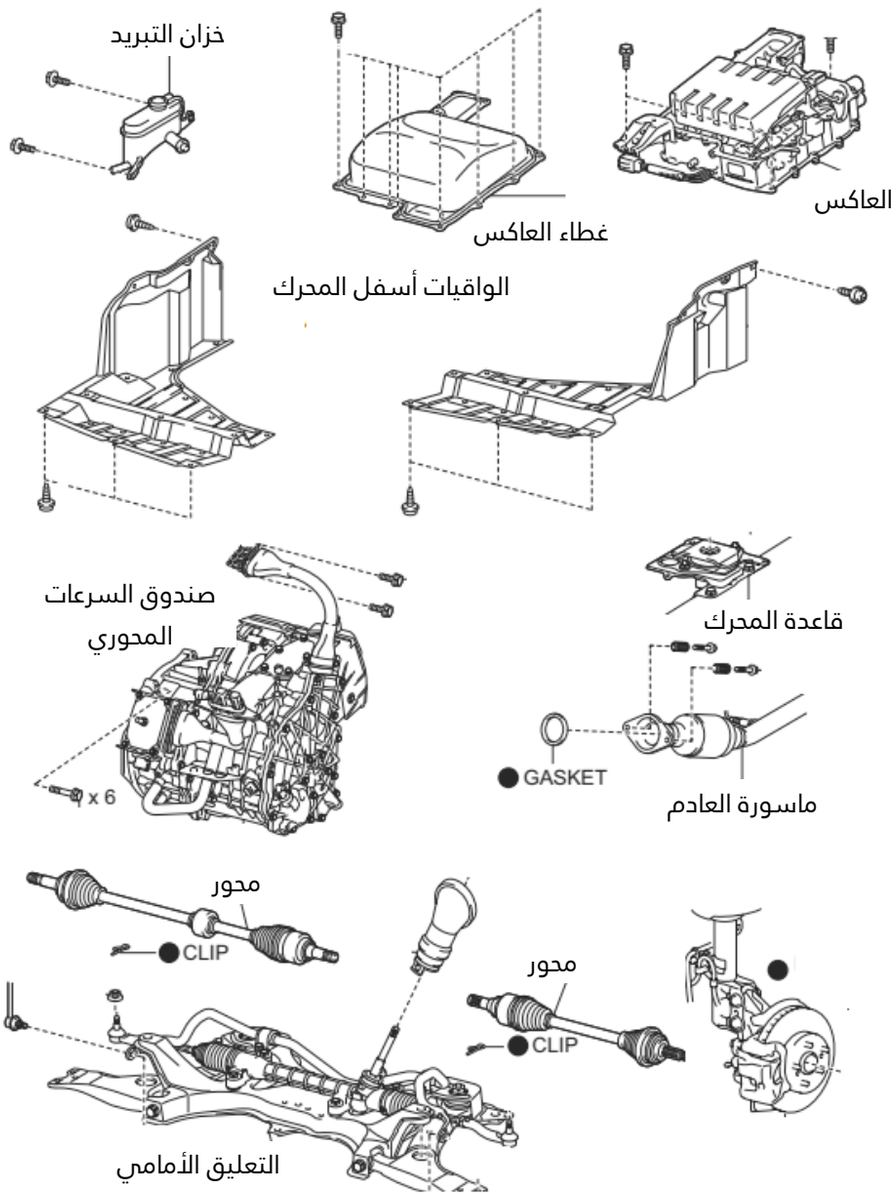
- الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

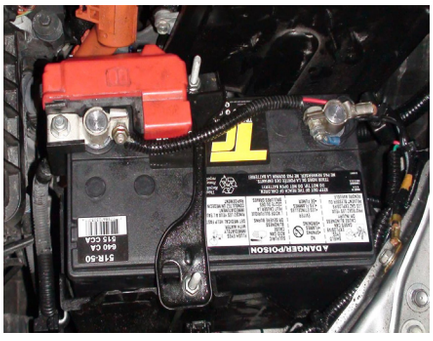
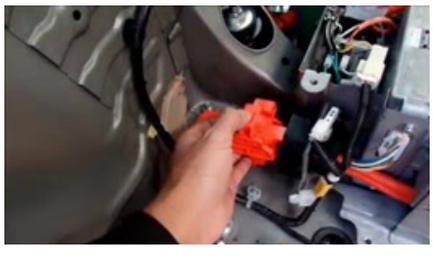
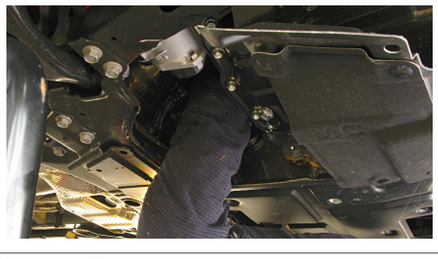
الأدوات والتجهيزات والمواد			
١	صندوق عدة يدوية.	٤	رافعة هيدرولية.
٢	مركبة للتدريب.	٥	زيت.
٣	أدوات السلامة الشخصية.	٦	سائل تبريد.

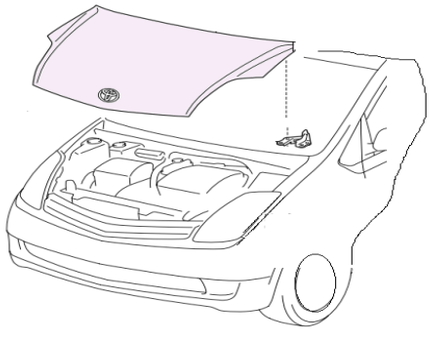
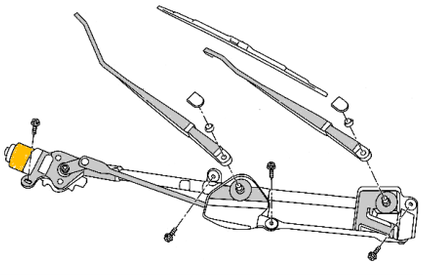
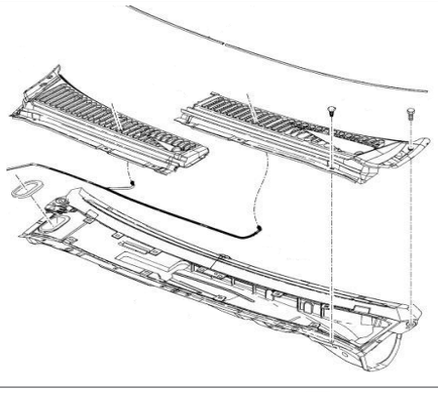
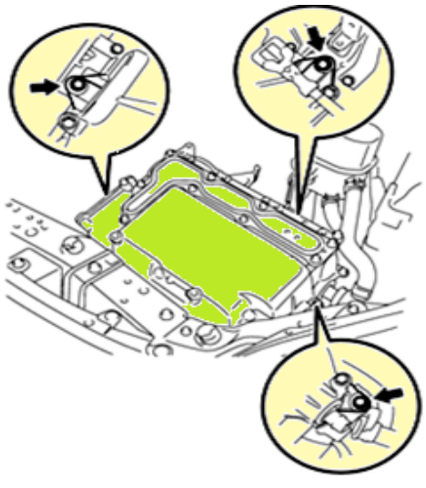
- الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

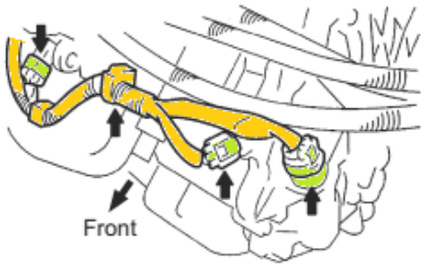
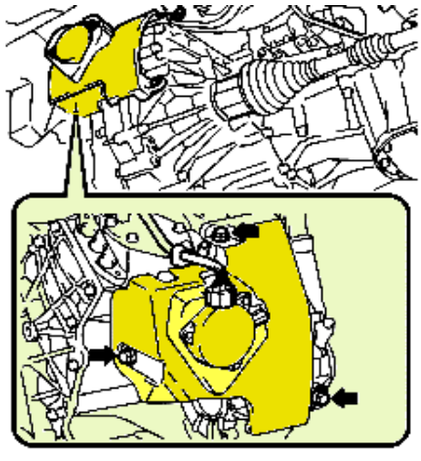
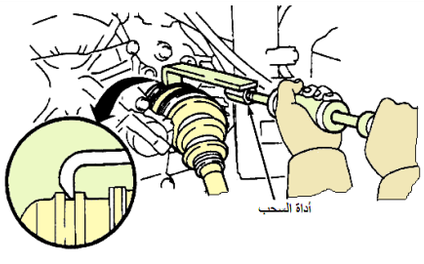
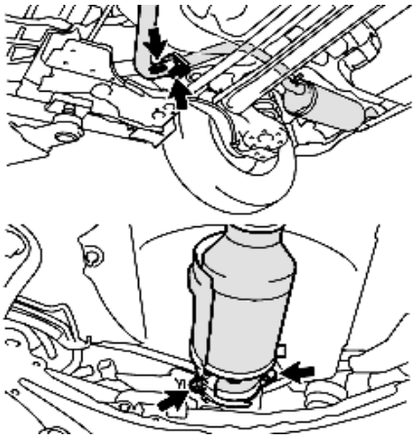
١. نسخة من الوحدة التدريبية.
٢. دليل الإصلاح للمركبة المعنية.

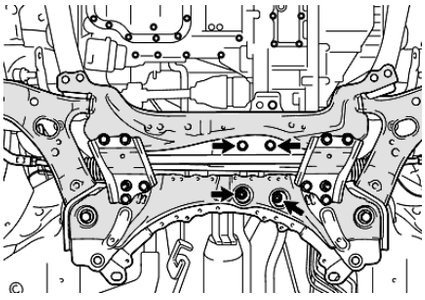
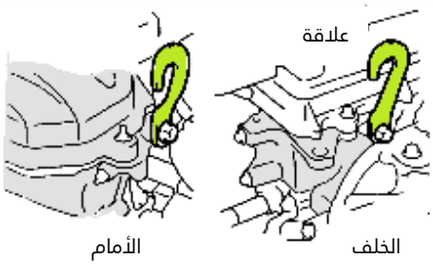
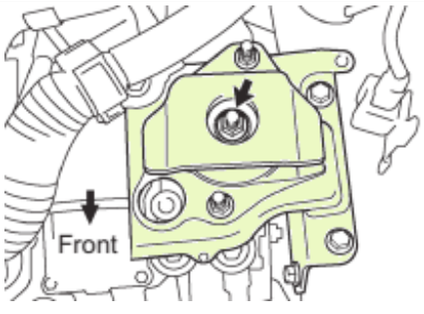
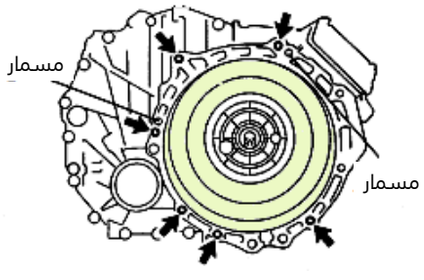
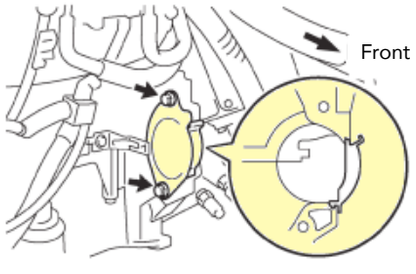
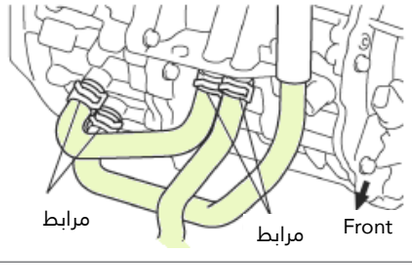
• خطوات العمل

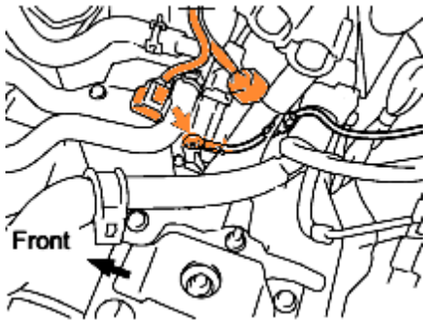
الرقم	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
١	حضر المواد والعدد والأدوات اللازمة لنزع صندوق السرعات عن المركبة الهجينة وإصلاحه.	
٢	أمن المركبة في موقع العمل، وخذ جميع احتياطات السلامة الواجبة بحسب تعليمات الشركة الصانعة.	
٣	اقرأ دليل الإصلاح، وتعرف القطع المرتبطة بالصندوق، وطريقة فكها كما في الشكل التالي:	

٤	افصل سالب البطارية المساعدة (١٢ فولط).	
٥	انزع قاطع الخدمة، واحفظه في مكان آمن وانتظر عشر دقائق قبل بدء العمل.	
٦	انـزع عجلات المركبة الأمامية بعد فك البراغي، وارفع مقدمة المركبة، وأمنها بوساطة الحوامل.	
٧	انـزع واقـيـات المحرك السفلية بعد فـك براغي تثبيتها كما في الشكل المجاور.	
٨	فرغ سائل التبريد من خلال فتحة التفريغ داخل وعاء خاص بهذا العمل.	

٩	فرغ زيت صندوق التروس المحوري من خلال فتحة التفريغ المبينة في الشكل المجاور داخل وعاء خاص بتفريغ الزيت.	
١٠	انزع غطاء المحرك بعد فك فصالات تثبيتها وتعليمها لتسهيل عملية التركيب في الوضع نفسه.	
١١	انزع ماسحات الزجاج بعد فك براغي تثبيتها كما في الشكل المجاور.	
١٢	انزع الواقيات الأمامية المبينة في الشكل المجاور بعد فك كليبسات وبراغي التثبيت.	
١٣	انزع مجموعة العاكس والمحول، بعد فك براغي تثبيته، وخراطيم التبريد والوصلات المتصلة به.	

١٤	انزع مصفي الهواء، بعد فك مربط خراطيم سحب الهواء ونزعها كما في الشكل المجاور.	
١٥	افصل جميع الوصلات الكهربائية المتصلة بالصندوق.	
١٦	انزع الغطاء الجانبي الواقي لصندوق السرعات، بعد فك براغي تثبيته.	
١٧	انزع مجموعة المحاور الأمامية باستخدام الأدوات الخاصة بهذا العمل.	
١٨	انزع أنبوبة العادم بعد فك براغي تثبيتها كما في الشكل المجاور.	

١٩	انزع مجموعة عارضة نظام التعليق الأمامي المبينة في الشكل المجاور.	
٢٠	علق وثبت المحرك من الأمام والخلف كما في الشكل المجاور.	
٢١	أمن صندوق السرعات من الوقوع على الأرض بوضع رافعة التمساح تحته، ومن ثم فك براغي تثبيت المحرك بالصندوق.	
٢٢	انزع الصندوق من المركبة بعد التأكد من فصل جميع الوصلات، وفك جميع القطع المرتبطة به، وضعة على طاولة العمل لإجراء الإصلاح اللازم.	
٢٣	ركب مجموعة الصندوق المحوري الهجين في مكانه بعد جمعها في المركبة، بعد محاذاته مع محرك الاحتراق، ومن ثم ركب غطاء الصندوق الواقي الجانبي وشد البراغي حسب المواصفات.	
٢٤	انزع علاقات تثبيت المحرك وركب عارضة نظام التعليق وماسورة العادم والمحاور الأمامية ومن ثم صل خراطيم تبريد العاكس/المحول.	

٢٥	صل الوصلات الكهربائية وكبل الأرضي ومن ثم ركب الصاجة الواقية للصندوق، وركب خراطيم تبريد مجموعة العاكس/المحول.	
٢٦	ركب العجلات الأمامية وأنزل المركبة على الأرض.	
٢٧	ركب قاطع الخدمة، وسالب البطارية المساندة.	
٢٨	ضع زيت تزييت في الصندوق بحسب المواصفات، وللحد المطلوب، وسائل التبريد في النظام بحسب المواصفات.	
٢٩	تأكد من موازنة العجلات الأمامية.	
٣٠	شغل المركبة وتفقدها عمن احتمالية تسريب الزيت وسائل التبريد، وتأكد أن العمل تم بالشكل الصحيح.	
٣١	اجمع العدة بعد تنظيفها، واحفظها في مكانها المخصص.	

رقم التمرين: (٢)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: نزع وحدة التروس الفلكية (وحدة تقسيم القدرة) من المركبة الهجينة، وإعادة تركيبها بعد الإصلاح.	١٢ ساعة

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادرا على أن:
  - تنزع وحدة التروس الفلكية من المركبة الهجينة.
  - تصون وحدة التروس الفلكية من المركبة الهجينة.

- شروط الأداء

حسب تعليمات المدرب

- الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

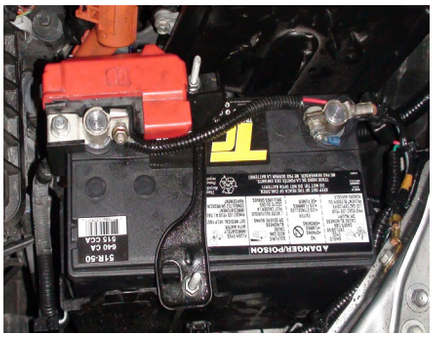
الأدوات والتجهيزات والمواد			
١	روافع هيدرولية.	٥	أوعية تجميع الزيوت وسائل التبريد.
٢	صندوق عدة يدوية.	٦	ضاغطة هواء.
٣	مفاتيح عزم.	٧	منظفات وأدوات تنظيف.
٤	حوامل (جحوش).	٨	غطاء واقٍ لهيكل المركبة ومقاعدها.
٥	طاولة عمل بملزمة.	١٠	رافعة تمساح.

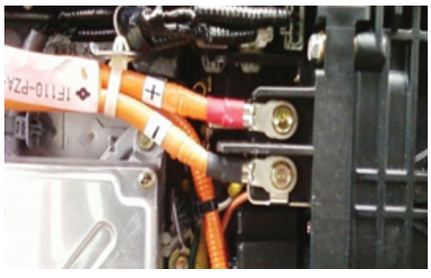
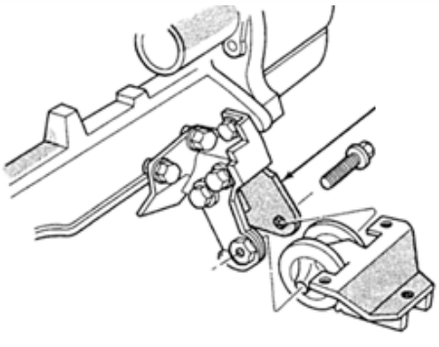
- الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

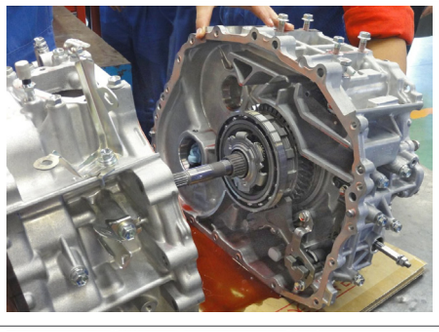
١. نسخة من الوحدة التدريبية.
٢. دليل الإصلاح للمركبة المعنية.

- خطوات العمل

الرقم	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
١	حضر المواد والعدد والأدوات اللازمة لفك وتركيب صندوق السرعات في المركبات الهجينة، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال.	

٢	أمن المركبة في موقع العمل، وخذ جميع احتياطات السلامة حسب تعليمات الشركة الصانعة. • **تنبيه:** يجب إتباع خطوات الفك والتركيب كما في كتيب الصيانة للمركبة المعنية، والتقيد بالتعليمات الفنية من ضبط وشد (يمكن الرجوع إلى الشبكة العنكبوتية في حال عدم وجود كتب بين يديك).	
٣	افصل قطب البطارية السالب. انتظر(٩٠) ثانية على الأقل، لمنع تفعيل عمل الوسائد الهوائية وأحزمة الأمان.	
٤	- البس القفازات الكهربائية العازلة، وانزع قاطع الخدمة من المركبة حسب تعليمات الشركة الصانعة. • **تنبيه:** لا تلمس وصلات الفولطية على الأقل لمدة (١٠) دقائق بعد نزع قاطع الخدمة.	
٥	تفقد صندوق السرعات ومحركات القدرة بالنظر لتحديد الأجزاء المرتبطة بها، وطريقة فكها. • **تنبيه:** في معظم المركبات يجب نزع المحرك وناقل الحركة والمحركات الكهربائية معا كوحدة واحده كما في الشكل المجاور، وذلك بعد فك جميع الوصلات الميكانيكية والكهربائية المتصلة بهما وافراغهما من سوائل التبريد والتزييت.	
٦	- ارفع المركبة، وفرغ زيت المحرك وصندوق السرعات داخل أوعية الزيت الخاصة بهذا العمل. - افرغ سائل التبريد. - انزع مصفي الهواء وخراطيمه.	
٧	انزع مجموعة العاكس عن المركبة بعد: - فصل كبل بطارية الفولطية العالية، وعزله باستخدام شريط عازل. - فصل ونزع قاطع التيار الخاص بحساس العاكس بعد نزع غطاء قطب العاكس.	

٨	• **تنبيه:** تحقق من عدم وجود فولطية من خلال قياس الفولطية بين الأقطاب (٣ فاز- طور) باستخدام الفولتميتر بين كل طور والأرضي.	
٩	افصل الوصلات الكهربائية التالية: - وصلة حساسات الأكسجين. - وصلات نظام التوجيه (وصلات القدرة). - وصلة صمام التفريغ والخرطوم. - وصلة عتلة الغيار. - وصلة حساس مستوى سائل الفرامل. - وصلة وحدة التحكم الإلكترونية (ECM). - وصلات الضاغط (AC) الخاص بتكييف المركبة.	
١٠	فك وانزع جميع القطع والوصلات الميكانيكية المرتبطة بمحرك الاحتراق الداخلي، ووحدة التروس الفلكية والمحركات الكهربائية.	
١١	فك البراغي والصواميل، وحرر المحرك والصندوق من قواعدهما.	
١٢	فك واجهة المركبة الأمامية في حال سحب المجموعة من الأمام.	

	اربـط مجموعة المحركات بالرافعة (البلانكو)، وارفعها ببطء وبعناية للتأكد أن جميع الوصلات والخراطيم مفصولة عن جسم المحرك.	
١٣	أمّـن المحرك في موقع الإصـلاح على طاولة العمل.	
١٤	افصل المحرك عن وحدة القدرة والنقل لإجراء الإصلاح المطلوب لوحدة التروس الفلكية.	
١٥	تفقد محامل أعمدة الإدارة، وأسنان التروس على التآكل، واستبدل التالف منها.	
١٦	تفقد مجموعة التروس الفرقية، ومجموعة التروس الفلكية، واستبدل التالف منها.	

١٧	اجمع القطع التي تم فكها عن المجموعة بعد إجراء الإصلاح اللازم لوحدة التروس الفلكية بعكس خطوات الفك.	
١٨	ركب مجموعة المحركات، وصندوق السرعات في مكانها في المركبة باستخدام رافعة البلانكو.	
١٩	ركب جميع القطع والوصلات التي تم نزعها بعكس خطوات الفك.	
٢٠	شغل المحرك، وتأكد من عدم وجود تسريب (الزيت، سوائل التبريد، الوقود، غاز العادم).	
٢١	اضبط موازنة العجلات الأمامية للمركبة بعد تركيب المجموعة.	
٢٢	اجمع العدة بعد تنظيفها، واحفظها حسب التعليمات.	

رقم التمرين: (٣)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: نزع مجموعة صندوق السرعات عن المركبة، وتفكيكه إلى أجزائه (فرط الصندوق) لاستبدال القطع التالفة، وإعادة تركيبه (HYBRID VEHICLE TRANSAXLE DISASSEMBLY).	١٢ ساعة

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادراً على أن تنزع صندوق السرعات الآلي من المركبة الهجينة وتعيد تركيبه.

- شروط الأداء

حسب تعليمات المدرب

- الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

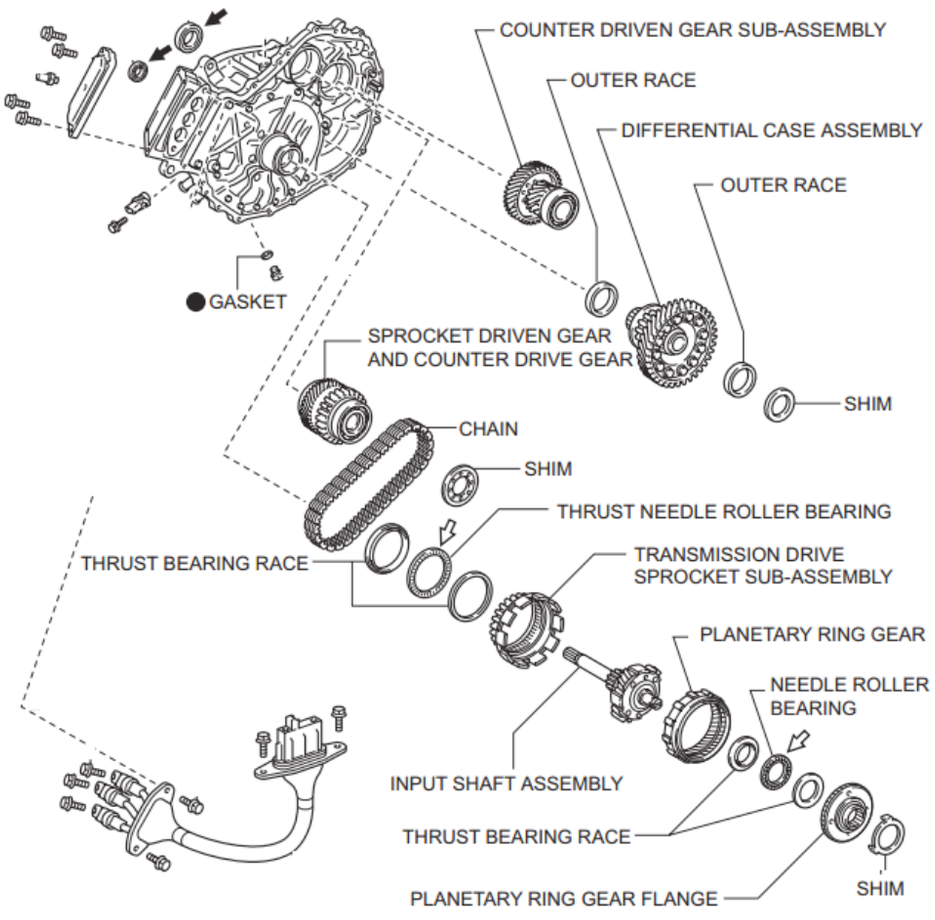
الأدوات والتجهيزات والمواد			
١	روافع هيدرولية.	٥	أوعية تجميع الزيوت وسائل التبريد.
٢	صندوق عدة يدوية.	٦	ضاغطة هواء.
٣	مفاتيح عزم.	٧	منظفات وأدوات تنظيف.
٤	حوامل (جحوش).	٨	غطاء واقٍ لهيكل المركبة ومقاعدها.
٥	طاولة عمل بملزمة.	١٠	رافعة تمساح.

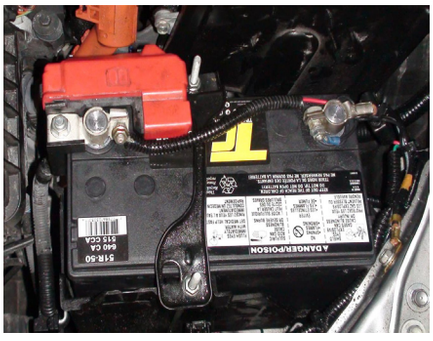
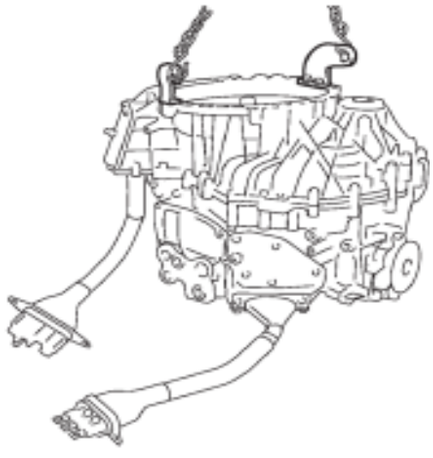
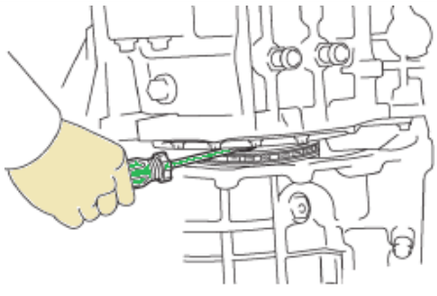
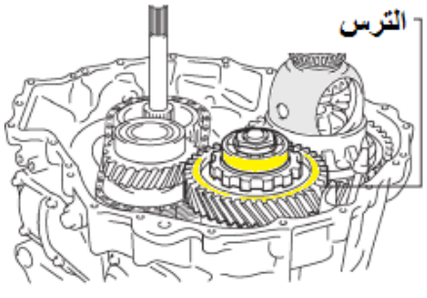
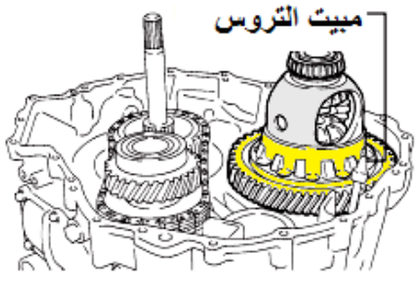
- الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

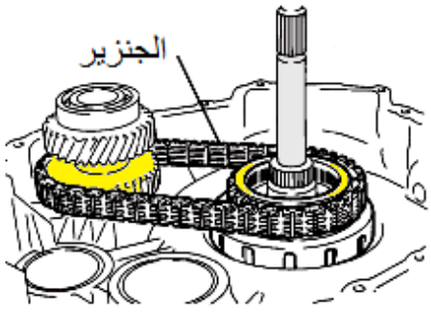
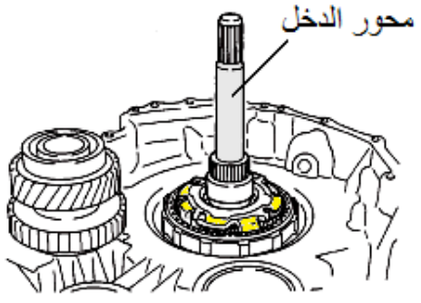
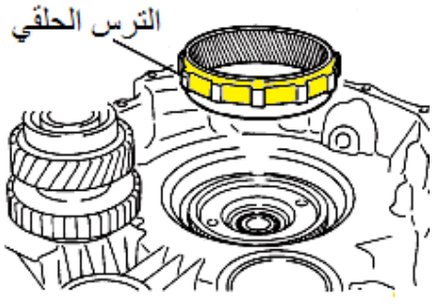
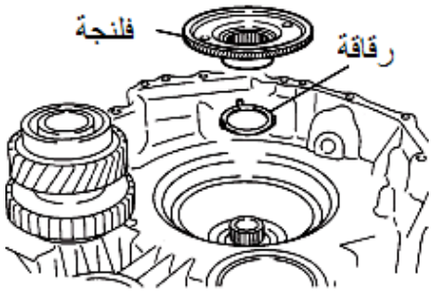
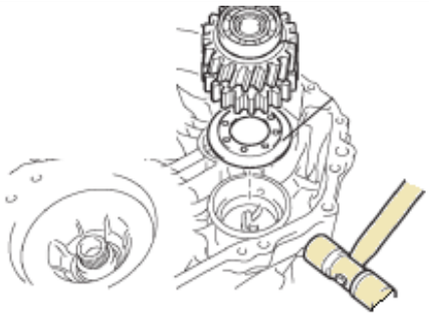
١. نسخة من الوحدة التدريبية.
٢. دليل الإصلاح للمركبة المعنية.

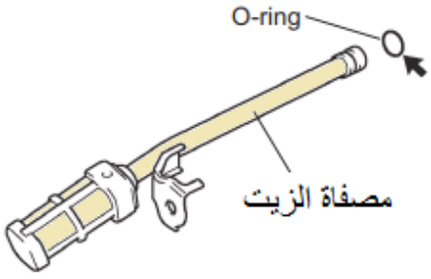
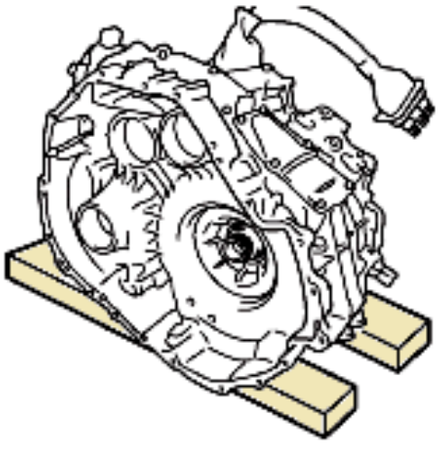
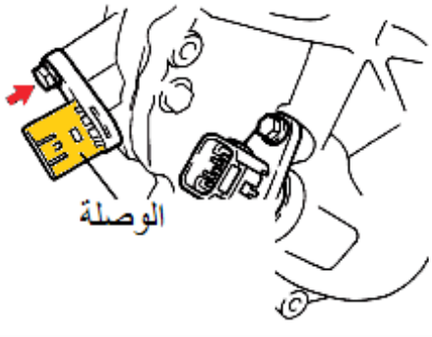
- خطوات العمل

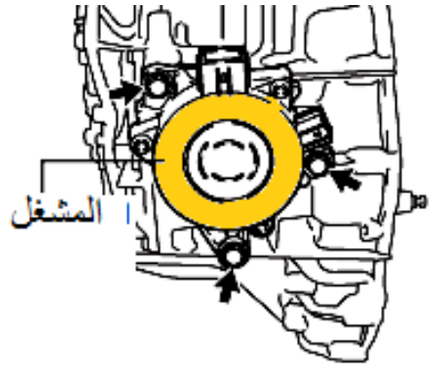
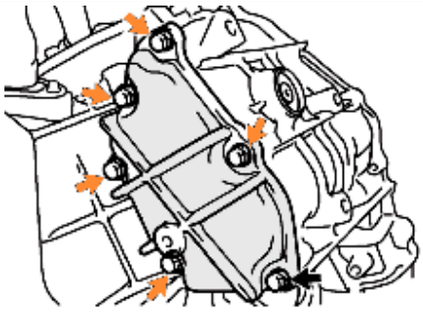
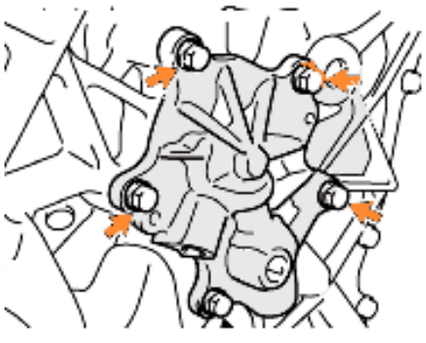
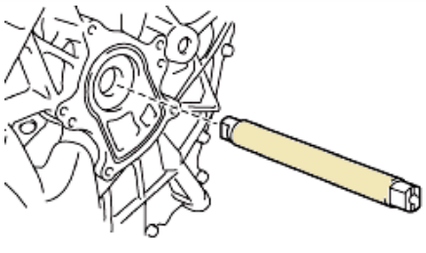
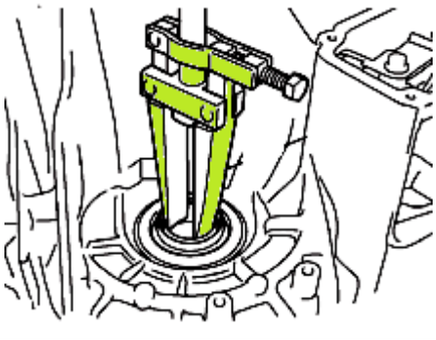
الرقم	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
١	جهز المواد والعدد والأدوات اللازمة لفك وتركيب صندوق السرعات المحوري في المركبة الهجينة، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال.	

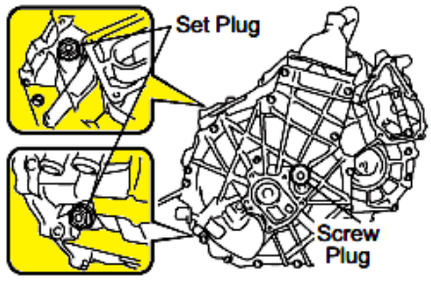
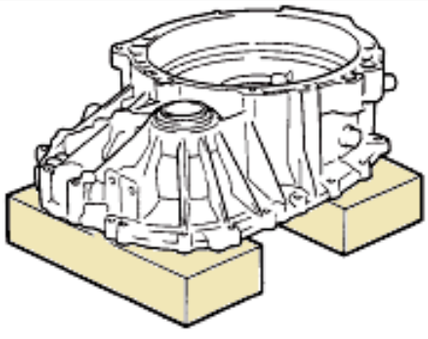
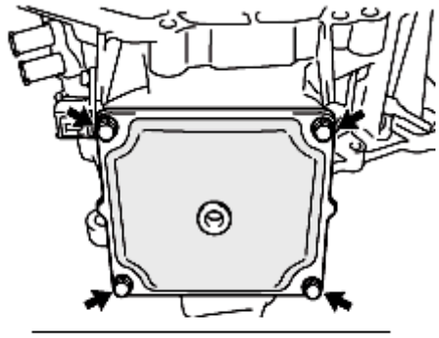
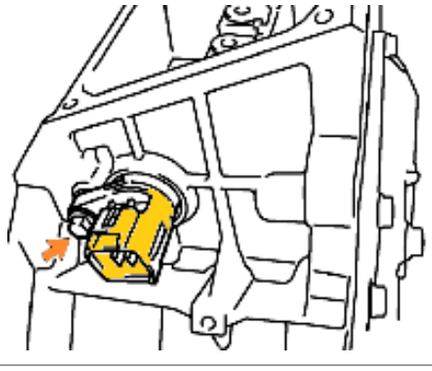
٢	أمن المركبة في موقع العمل، وخذ جميع احتياطات السلامة حسب تعليمات الشركة الصانعة. • **تنبيه**: يجب إتباع خطوات الفك والتركيب كما في دليل الصيانة للمركبة المعنية، والتقيد بالتعليمات الفنية من ضبط وشد (يمكن الرجوع إلى الشبكة العنكبوتية في حال عدم وجود دليل بين يديك).
٣	اقرأ الدليل، وحدد موقع مجموعة صندوق التروس في المركبة وطريقة فكها، وتعرف أجزاء الصندوق، انظر الشكل التالي الخاص بإحدى الشركات.  • **نشاط**: تعرف قطع الصندوق عن طريق مقارنتها بالقطع المبينة في الشكل، وأسمائها باللغة العربية، وذلك بعد فرط الصندوق إلى أجزائه على أرض الواقع
٤	البس القفازات الواقية من مخاطر الفولطية العالية، وانزع قاطع الخدمة من المركبة. • **تنبيه**: لا تلمس وصلات الضغط العالي على الأقل لمدة (١٠) دقائق بعد نزع قاطع الخدمة لسلامتك.

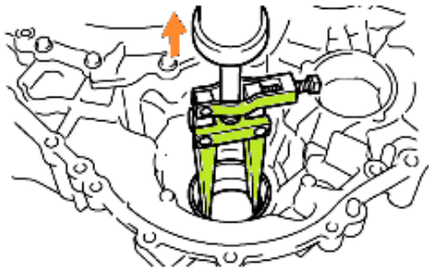
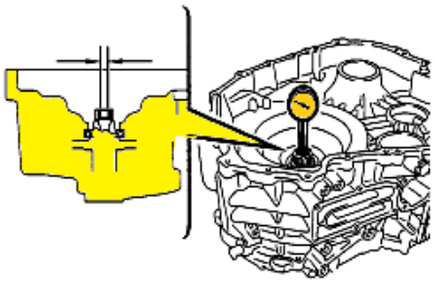
٥	افصل كابل البطارية السالب، وانتظر ٩٠ ثانية على الأقل لمنع تفعيل عمل الوسائد الهوائية والأحزمة.	
٦	انزع مجموعة صندوق التروس من المركبة وثبته على طاولة العمل.	
٧	افصل المولد والمحرك الكهربائي من مجموعة الصندوق، وارفعهما باستخدام الرافعة المناسبة.	
٨	انزع ترس عكس السرعة المقاد من المحرك (Counter Driven Gear).	
٩	انزع مجموعة التروس الفرقية من المحرك الكهربائي.	

١٠	انزع جنزير نقل الحركة، وبكرته.	
١١	انزع محور الدخل للمجموعة.	
١٢	انزع الترس الحلقي في مجموعة تروس التقسيم، ومحامله.	
١٣	انزع فلنجة الترس الحلقي المبينة في الشكل المجاور، ورقائقه (شمزات).	
١٤	انزع بكرة الترس المدار، وترس عكس السرعة باستخدام مطرقة بلاستيكية كما في الشكل المجاور.	

١٥	انزع مصفاة الزيت بعد فك برغي التثبيت وحلقة منع التسريب.	
١٦	ثبت المحرك الكهربائي على قطع خشبية كما في الشكل المجاور.	
١٧	انزع حساس سرعة المحرك الكهربائي بعد فك برغي التثبيت.	
١٨	فك وصلة عضو المحرك الثابت الكهربائية بعد فك برغي التثبيت.	

١٩	انزع مشغل التحكم بعتلة النقل (shift control actuator).	
٢٠	انزع أغطية المحرك الخارجية (غطاء جيوب التبريد، غطاء عتلة النقل -----).	
٢١	انزع غطاء مضخة الزيت بعد فك براغي التثبيت بالمفتاح المناسب.	
٢٢	اسحب محور المضخة الدائر (Oil Pump Drive Shaft).	
٢٣	انزع حافظة الزيت باستخدام الساحبة المناسبة كما في الشكل المجاور.	

٢٤	انزع غلاف مجموعة الصندوق.	
٢٥	ثبت المولد على قطع خشبية.	
٢٦	انزع غطاء علبة توصيل كبل التغذية وبراغي توصيله.	
٢٧	انزع وصلة حساس السرعة للمولد بعد فك برغي التثبيت.	

٢٨	انزع محمل مبيت التروس الفرقية للمجموعة.	
٢٩	افحص القطر الداخلي لعضو المحرك الدوار كما في دليل الصيانة. • **تنبيه**: في حال أن القطر أكبر من اللازم استبدل المحرك.	
٣٠	اجمع مكونات الصندوق بعكس خطوات الفك.	
٣١	ركب مجموعة الصندوق في مكانها في المركبة بعكس خطوات الفك.	
٣٢	شغل المركبة، وتأكد من صحة تنفيذ العمل.	
٣٣	اجمع العدة بعد تنظيفها، ونظف موقع العمل.	

٧. اختبار المعرفة

اسم الوحدة التدريبية: صيانة صندوق السرعات في المركبات الهجينة.

المهنة: كهروميكانيك المركبات الهجينة.

اسم المتدرب:.....

اسم المدرب:.....

علامة المتدرب:.....

تعليمات الاختبار:

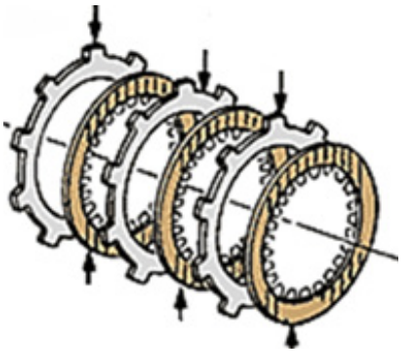
١. أجب عن الأسئلة الآتية جميعها.

٢. مدة الاختبار: (ساعتان).

السؤال الأول: (١٥ علامة)

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة عن ما يأتي:

١- يبين الشكل المجاور أحد العناصر المستخدمة في صندوق السرعات الهيدرولي وهو:



أ . طوق فرامل مفرد.

ب. طوق فرامل مزدوج .

ج . صفائح وأقراص مجموعة القابض.

د . قابض باتجاه واحد.

٢- في حال ثبات إضاءة مصباح التحذير الخاص بمجموعة صندوق السرعات على (ON) يكون العطل بسبب حدوث:

أ . خلل في خطوط الاتصال.

ب. خلل في خطوط الفولطية العالية.

ج . خلل في زمن تبديل الغيار.

د . قصر أو فتح في أحد أطوار (فازات) الدارات.

٣- في حال عدم إضاءة مصباح التحذير الخاص بمجموعة صندوق السرعات (OFF) يكون العطل بسبب حدوث.

أ . عطل في خطوط الفولطية المنخفضة (منبع التغذية).

ب. خلل في زمن تبديل الغيار.

ج- قصر في أحد أطوار (فازات) الدارات.
د- فتح في أحد أطوار (فازات) الدارات.

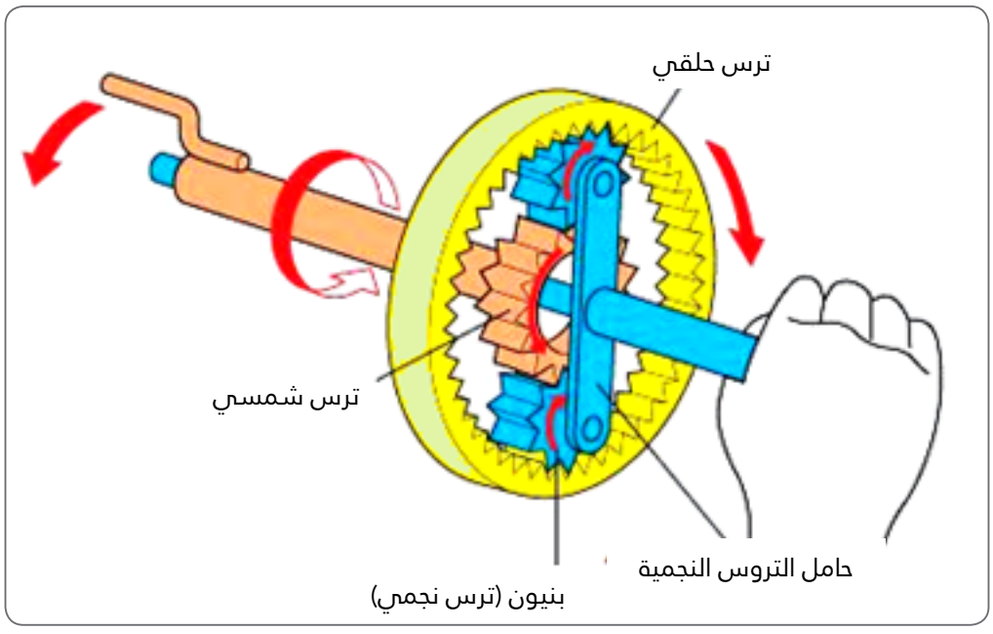
السؤال الثاني: (١٥ علامة)

ضع علامة صح (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة خطأ (✗) أمام العبارة الخاطئة فيما يأتي:

	العبارة	صح	خطأ
١	تشير إضاءة مصباح التحذير الخاص بالمحرك إلى إمكانية حدوث عطل ما في صندوق السرعات في المركبة الهجينة.		
٢	حدوث خلل في زمن تبديل الغيار يكون بسبب تلف مشغل ذراع التبديل.		
٣	العنصر في صندوق السرعات الهيدرولي الذي يعمل على مضاعفة عزم المحرك هو محول العزم.		
٤	من الأدلة على وجود انسداد جزئي في مصفي الزيت في صندوق السرعات الهيدرولي وجود صعوبة في نقل السرعات والتعشيق أثناء السير.		
٥	الحصول على تسارع ثابت وقيادة سلسة من ميزات صندوق التروس متغير السرعات باستمرار (CVT).		

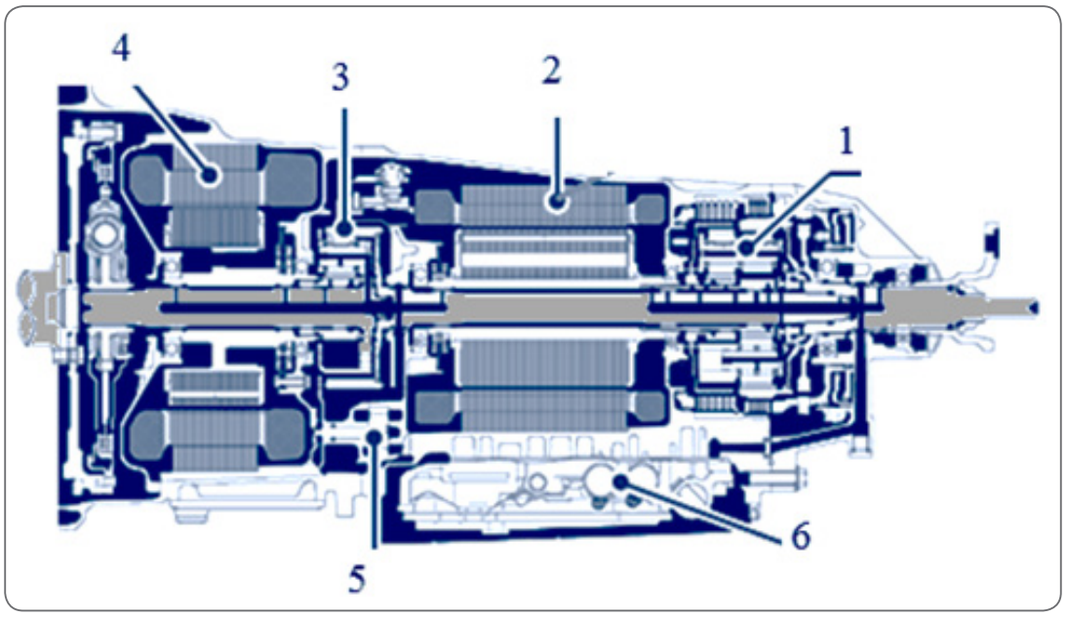
السؤال الثالث: (٢٥ علامة)

اذكر استخدامات مجموعة التروس المبينة في الشكل التالي، واشرح طريقة عملها.



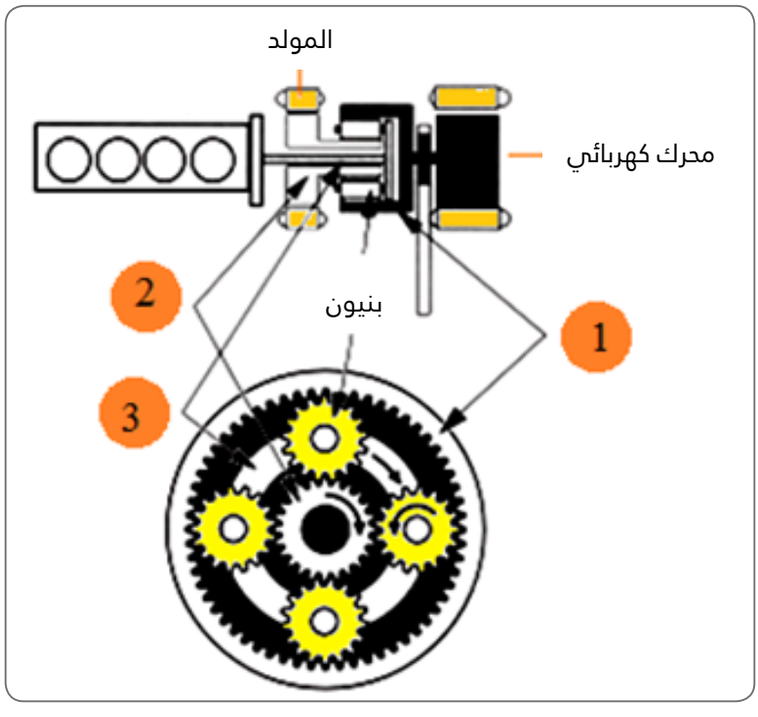
السؤال الرابع: (٢٠ علامة)

الشكل الآتي الذي يبين أحد أنواع صناديق السرعة المستخدمة في المركبات الهجينة اذكر مكوناته، ونظم الإجابة بشكل جدول من قائمتين تتضمن الأولى الأرقام، والثانية أسماء الأجزاء.



السؤال الخامس: (٢٥ علامة)

يبين الشكل التالي مجموعة تروس تقسيم القدرة في المركبة الهجينة، اذكر أسماء تروس المجموعة، ونظم الإجابة بشكل جدول من ثلاث قوائم تتضمن الأولى الأرقام، والثانية أسماء التروس، والثالثة وظيفة كل منها.



٨. اختبـار الأداء

- معايير التقييم تشمل:

١- تنفيذ التمرين (٦٠ علامة).

٢- تحديد وتطبيق قواعد السلامة والصحة المهنية (٢٠ علامة).

٣- جودة التنفيذ وسرعة الإنجاز (٢٠ علامة).

- زمن الاختبار : ٣ ساعات.
- اسم التمرين: نزع صندوق السرعات عن المركبة، واستبدال محول العزم.

محتوى الاختبار		الخطوات الرئيسة والنقاط الحاكمة	معيار الأداء	العلامة		التسهيلات اللازمة
عناصر الأداء	عناصر المناقشة			المخصصة	الممنوحة	
التجهيز للعمل.		ارتداء ملابس العمل.		٣		معدات وأدوات.
		الاطلاع على تعليمات السلامة الخاصة بالمركبة.		٦		السلامة الشخصية.
		تأمين المركبة في موقع العمل، وقراءة دليل الصيانة.		٤		
	ما الغرض من نزع قاطع الخدمة قبل التعامل مع المركبة الهجينة؟			٣		- مواد تنظيف.
		رفع المركبة بشكل آمن.	تطبيق تعليمات السلامة الخاصة بالمركبة	٣		
فك الوصلات المرتبطة بالصندوق.		فك جميع الوصلات الكهربائية المرتبطة بالصندوق.		٥		- صندوق عدة.
		فك جميع الأجزاء الميكانيكية المرتبطة بالصندوق.	تأمين الصندوق من الوقوع	٦		
		وضع دعامات تحت الصندوق.		٣		
		فك قواعد تثبيت الصندوق بالمركبة.		٤		
نزع الصندوق واستبدال محول العزم.		نزع الصندوق من المركبة.		٦		- رافعة وحوامل.
		تنظيف الصندوق من الخارج.		٤		- زيت هيدرولي.
		تأمين الصندوق على طاولة العمل.		٥		- دليل الصيانة.
		سحب محول العزم التالف عن الصندوق.		٤		- مركبة بصندوق سرعات آلي.
		تركيب محول جديد بالمواصفات نفسها.		٧		

		تركيب الصندوق في المركبة.		٧		
فحص العمل وجودة التنفيذ.		تشغيل المحرك وتفقد العمل.		٦		
		استخدام مفتاح العزم عند شد البراغي.	بحسب الدليل	٤		
		فحص عمل، وأداء المحول الجديد على الطريق.		٨		
		جمع العدد والأدوات وحفظها.		٢		
سرعة الإنجاز		أقل من (٢,٣٠) ساعة		١٠		
		من (٢,٣٠-٣,٤٥)		٥		
		من (٢,٤٦ - ٣) ساعات		صفر		
		العلامة الكلية		١٠٠		

اسم المدرب/الفاحص:..... التوقيع:..... التاريخ:.....

٩. قائمة المصطلحات

الرقم	المصطلح العربي	المصطلح الإنجليزي
١	صندوق السرعات الآلي	Automatic Transmission
٢	صندوق السرعات دائم التعشيق	Constant Mesh Gear Box
٣	حامل	Carrier
٤	عمود التوزيع	Counter Shaft
٥	صندوق سرعات فلكي	Epicyclical Gearbox
٦	عمود الدخل	Input Shaft
٧	رافعة تغيير السرعات	Gear Shaft Lever
٨	هجين	Hybrid
٩	محرك كهربائي	Motor
١٠	الترس الحلقي	Ring Gear
١١	مجموعة التروس الفلكية	Planetary Gear Set
١٢	مضخة	Pump
١٣	محول العزم	Torque Converter
١٤	ترس شمسي	Sun Gear
١٥	شوكة النقل	Shaft Forks

١. قائمة المراجع

- BOSCH; Automotive Handbook، Robert Bosch GmbH، Stuttgart،
- Stockel، Martin W.; Johanson، Chris; "Auto Fundamentals"، The Goodheart-Willcox Company Inc.، Tinley Park، Illinois، 2000.
- Toboldt، William K.; Johnson، Larry; Gauthier، W. Scott; "Automotive Encyclopedia"، the Goodheart-Willcox Company، Inc.، 1995.
- Konrad Reif، Fundamentals of Automotive and Engine Technology: Standard Drives، Hybrid Drives، Safety Systems Paperback –2014
- http://www.toyota.com.au/hybrid-synergy-drive/hybrid-technology/hybrid-engine
- http://honda-tech.com/showthread.php?t=2086594
- http://www.lookanimals.com/auto-transmission/30/bmw-zf-8-speed-automatic-hybridtransmission-cutaway
- http://artsautomotive.com/publications/7-hybrid/111-prius-1st-gen-replacing-transaxle