سلسلة الوحدات التدريبية كهروميكانيك المركبات الهجينة

صيانة صندوق السرعات في المركبات الهجينة

U-2

Hybrid Cars Transmission



إعداد: م. سفيان توفيق أحمد
تدقيق فني: أكاديـمية 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

USAID
من الشعب الأمريكي

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

فهرس المحتويات

	الموضوع	رقم الصفحة
	دليل الوحدة	
1	المقدمة	4
	المتطلبات السابقة	**4**
2	نتاجات التعلم	**5**
3	أهداف التعلم	**5**
5	الزمن المقترح	**5**
6	أدلة التقييم الذاتية	**5**
1	مكونات صناديق السرعات في المركبات الهجينة	
	1-1 تصنيف صناديق السرعات	6
	1-2 أنواع صناديق السرعات الآلية	12
	1-3 صندوق التروس متغير السرعة بإستمرار (CVT)	16
	1-4 صندوق السرعات الهيدرولي	18
	1-5 صندوق السرعات التلقائي الإلكتروني	23
	1-6 التقييم الذاتي	27
	1-7 التمرين العملي	28
2	تشخيص أعطال صناديق السرعات وعلاجها	
	1-2 خطوات تشخيص أعطال صندوق السرعات	38
	2-2 الصيانة الدورية لصندوق السرعات	41
	3-2 إصلاح أعطال صندوق السرعات	43
	3-2 التقييم الذاتي	**45**
	4-2 التمارين العملية	46
	إحتبارات المعرفة	**64**
	إحتبارات الآداء	**67**
	قائمة المصطلحات	69
	قائمة المراجع	69

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 صندوق السرعات في المركبات الهجينة بهدف إكساب المتدرب المهارات الأدائية والمعرفية والاتجاهية، المتعلقة بصيانة صندوق السرعات في المركبات الهجينة.

● المتطلبات المسبقة

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

- صيانة محركات الإحتراق الداخلي.
- قياس الكميات الكهربائية.
- لغة إنجليزية فنيه.

● نتاجات التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها وخبراتها يتوقع منك أن تصبح قادراً على صيانة صناديق السرعات في المركبات الهجينة، وفق معايير الكفايات المهنية الأردني لمهنة كهروميكانيك مركبات هجينه ومتطلبات العمل.

● أهداف التعلم

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

- تنزع وتركب صندوق السرعات في المركبات الهجينة.
- تشخص أعطال صندوق السرعات, وتعالجها.

● الزمن المقترح

الفترة الزمنية المقترحة لتنفيذ أنشطة وتمارين هذه الوحدة هي **54** ساعة تدريبية موزعة كما يلي:

- دروس نظرية: 8 ساعات.
- تنفيذ التمارين العملية:42ساعة.
- الاختبار النظري: ساعتان.
- الاختبار العملي: 3 ساعات.
- التدريب الميداني: أسبوع.

● أدلة التقييم الذاتي

أ- أسئلة التقويم الذاتي للمعلومات النظرية

أجب 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 خلال تعلمك للمهنة.

صيانة صندوق السرعات في المركبات الهجينة

تستعمل صناديق االسرعات 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 و الحافلات وحتى الدراجات وغيرها.

- **هدف التعلم الأول: عند الانتهاء من تنفيذك انشطة التعلم، عليك ان تصبح قادرا على فك وتركيب مجموعة صندوق السرعة في المركبات الهجينة.**

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

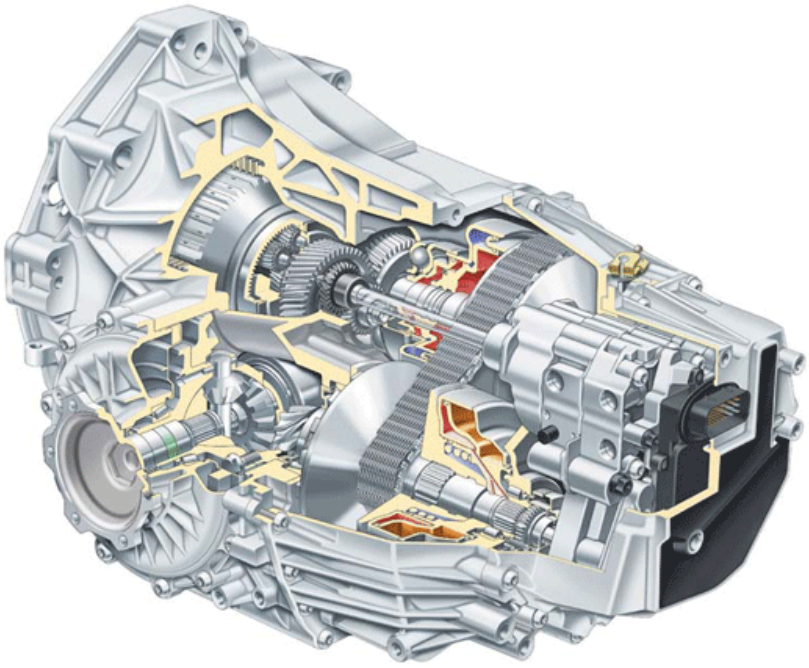
1 – فك وتركيب مجموعة صندوق السرعة في المركبات الهجينة

يعرف ناقل الحركة او 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 حالة السكون، وتغير سرعة المركبة حسب متطلبات القيادة، كما أنه يساعد المركبة في التغلب على مقاومات الطريق بالإضافة إلى تمكين المركبة بالسير في الاتجاه العكسي.

1-1 تصنيف صناديق السرعات

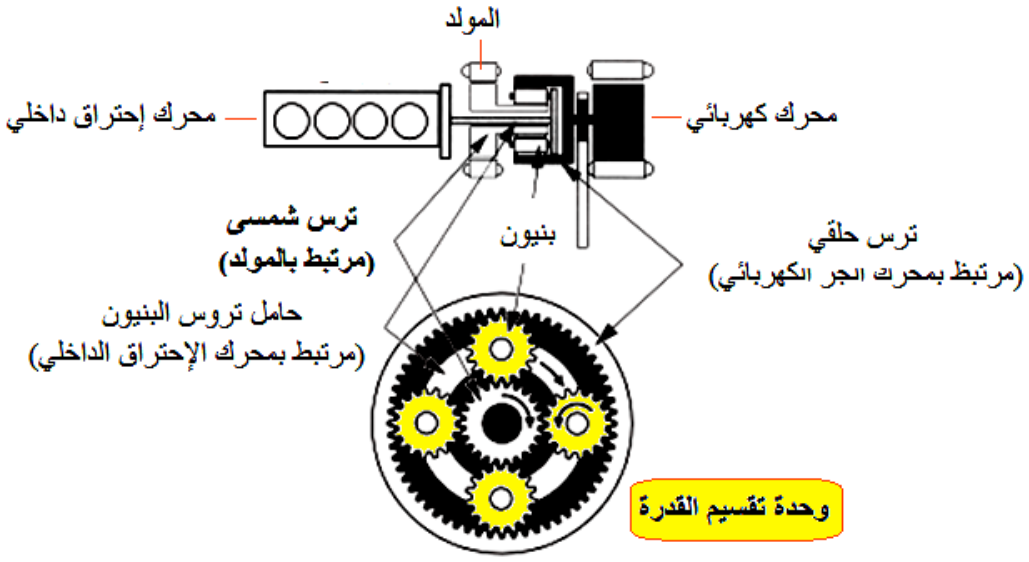
تحتاج المركبة إلي عزم كبير كي تتحرك من السكون، ولكي تتغلب علي المقاومات التي تتعرض لها في أثناء القيادة مثل صعود المرتفعات والإحتكاك، ولما كان عزم المحرك غير كاف، لذا تم استخدام صندوق السرعات للعمل على زيادة عزم المركبة. وفي السنوات الماضية ومع التوسع في صناعة المركبات الهجينة والكهربائية ، تم تطوير نظم نقل خاصة بالمركبات الهجينة، فعلى

سبيل المثال تم تزويد مركبات تويوتا الحديثة بنظام للنقل (eCVT) مستمر السرعة،(electronic continuously variable transmission) يحتوي مجموعة من التروس الفلكية، كما في الشكل (1) .



الشكل (1): منظومة النقل والتوزيع / تويوتا

ويتكون نظام النقل الهجين في هذه المركبة من وحدة تروس التقسيم الفلكية ، ومولد كهربائي، ومحرك جر كهربائي، ومجموعة من تروس التخفيض، ويتم تقسيم قدرة محرك الإحتراق فيها الى قسمين من قبل وحدة التقسيم الفلكية، القسم الأول مرتبط بمحرك الجر الكهربائي والعجلات والآخر بالمولد كما هو مبين في الشكل (2).



الشكل (2): منظومة النقل / تويوتا

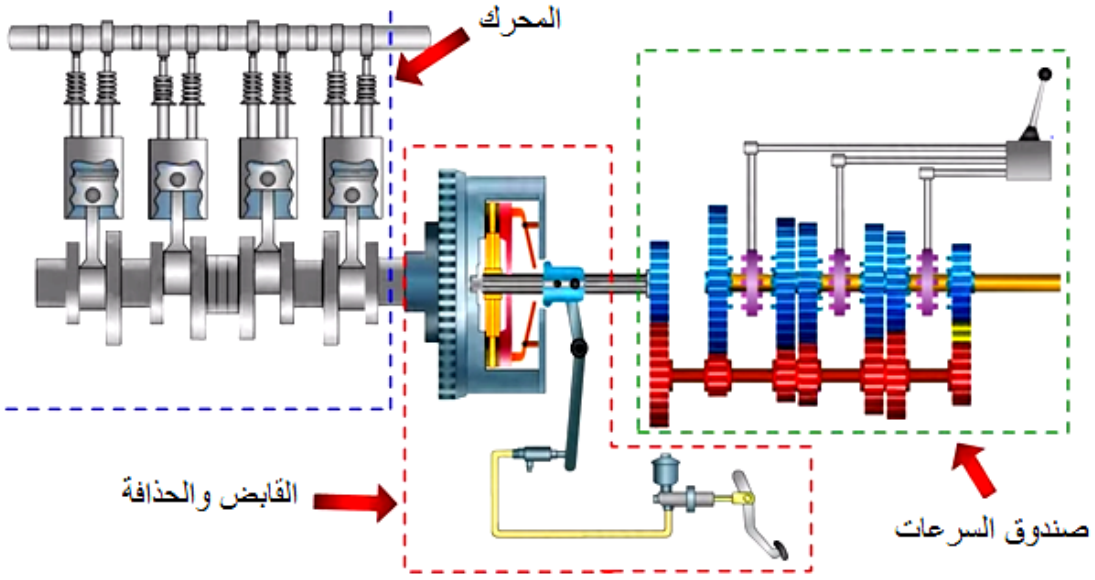
ويقوم صندوق السرعات بشكل عام، بالوظائف الآتية :

- يوفر للمركبة السرعة والعزم المطلوب للتحرك إلى الأمام (Forward).
- 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 في أثناء القيادة (السرعة الاولى , الثانية , الثالثة ----).

1-1 أنواع صناديق السرعات المستخدمة في المركبات

تقسم صناديق السرعات المستخدمة في المركبات بشكل عام، إلى:

أ- صناديق السرعات اليدويه (الميكانيكيه)، كتلك الموضحة في الشكل (3) شائعة الإستخدام في المركبات التقليدية ومنها صناديق السرعات الإنزلاقيه، ودائمة التعشيق، وصناديق السرعات التزامنية، والمحورية (Transaxle Gear Box).



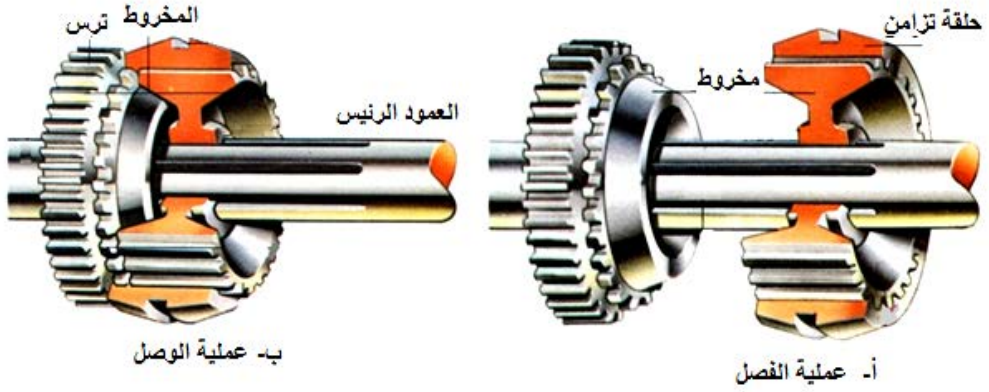
الشكل (3): منظومة القدرة والنقل التقليدية

وتتكون جميع صناديق التروس العادية (ألميكانيكية) من الأجزاء الأساسية التالية :

- ذراع تغيير السرعات (Shaft Lever)
- غلاف (علبة) الصندوق (Case)
- عمود الدخل (عمود القابض) (Input Shaft)
- العمود الرئيس (Output Shaft)
- عمود التوزيع (العمود المناول) (Counter Shaft)
- العمود الوسيط (Reverse Idler)
- التروس (Gears)

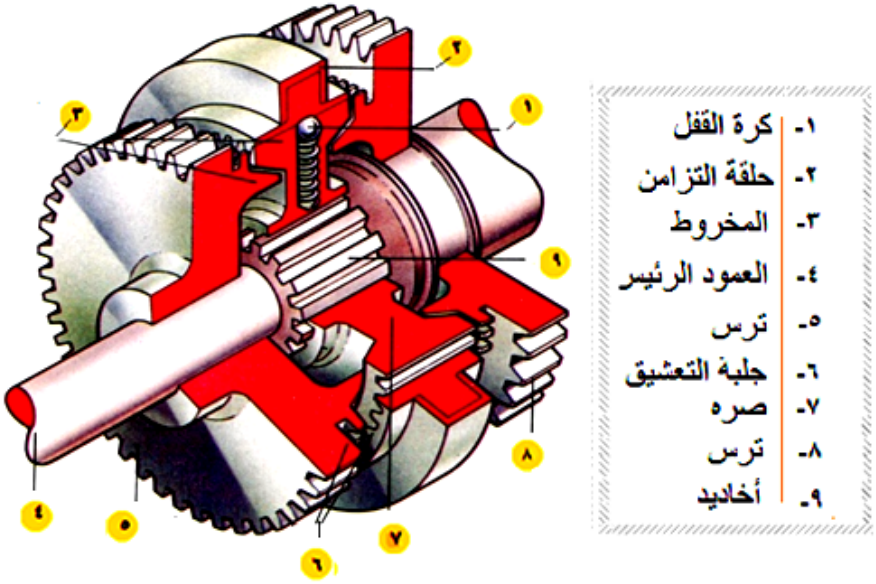
- عمود النقل (Shaft Rod)
- شوكة النقل (Shaft Forks)

وتستخدم في صناديق السرعات 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 أنة يتم توحيد السرعات عند طرفي مخروطين يوجد كل منهما على احد العمودين، فإذا تحرك احد المخروطين إلى الأخر يتم توحيد السرعة بين العمودين، وبذلك يتم التعشيق بين التروس بسهولة، كما في الشكل (4). و تعمل ألية التزامن علي التوفيق بين سرعتين مختلفتين لترسين مختارين في أثناء الانتقال من سرعة إلى أخري، و ذلك بتوصيل الحركة بالاحتكاك في مرحلة أولي، ثم بالربط التام في مرحلة نهائية.



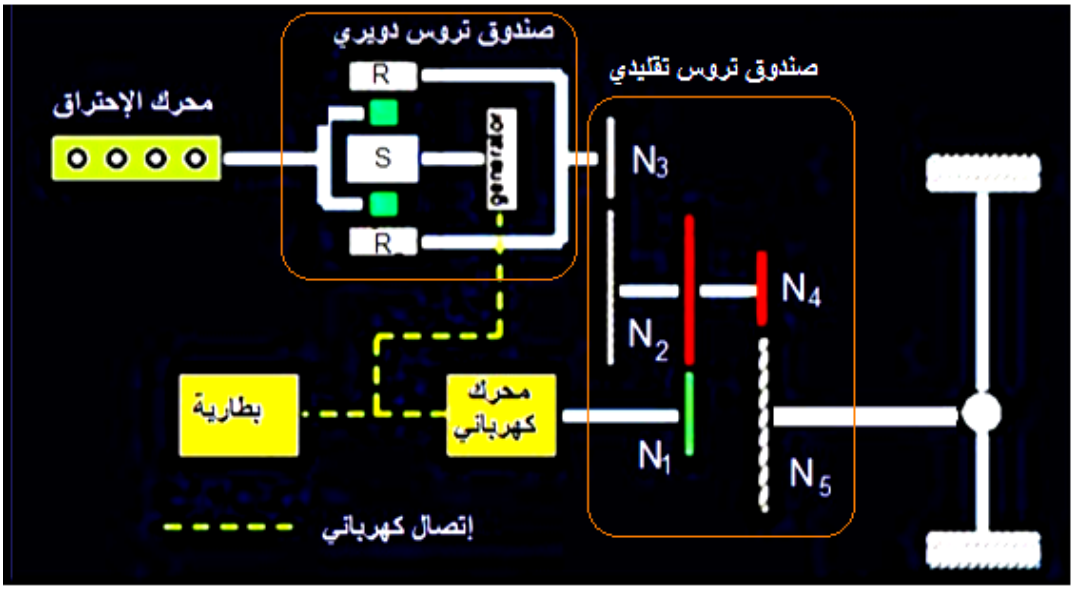
الشكل (4): آلية التزامن (التوافق)

وتتكون آلية التزامن من جسم التزامن، المبين في الشكل (5) ومن جلبة التعشيق، وحلقة التزامن، والكرة المانعة مع نابضها.



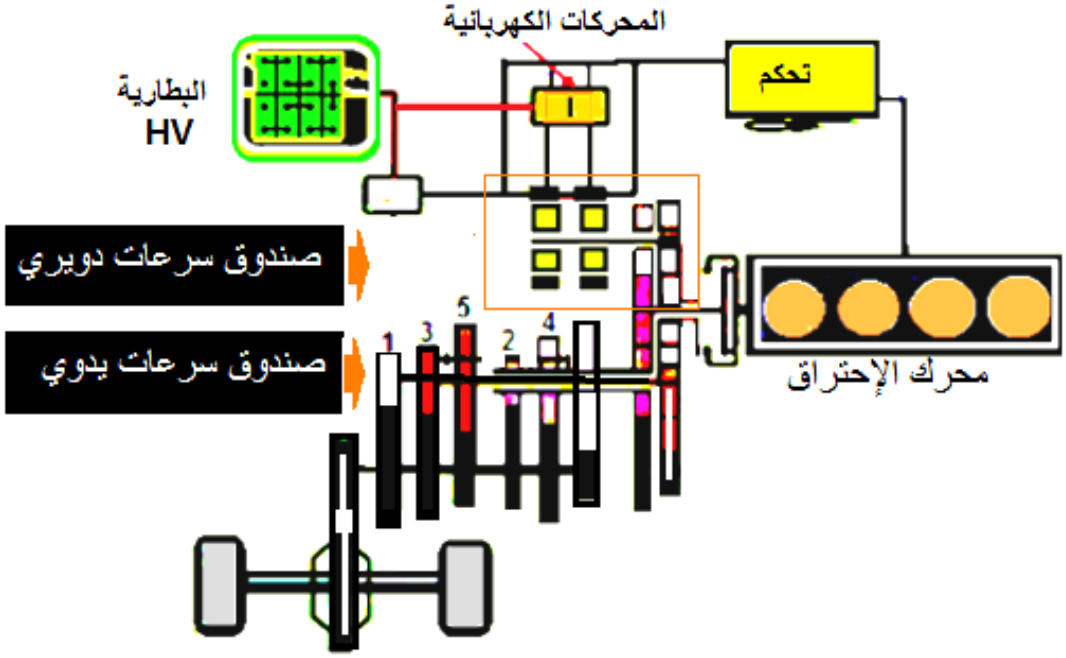
الشكل (5): أجزاء آلية التزامن

وتستخدم صناديق السرعات الميكانيكية في المركبات الهجينة (الكهروميكانيكية) بالإضافة إلى مجموعة التروس الفلكية في نقل وتوزيع القدرة من محركات إنتاج القدرة في المركبة تبعا لمتطلبات القيادة. ولتوضيح هذا الإستخدام أنظر الشكل (6) الذي يبين الترابط بين مجموعة التروس الدويرية (الفلكية) في مركبة هجينة تستخدم محرك إحتراق داخلي، ومحرك كهربائي، وآخر تقليدي بنسب سرعات متعددة.



الشكل (6): صندوق سرعات تقليدي في مركبه هجينه

وكمثال على إستخدام صندوق السرعات التقليدي المجهز بنسب نقل متعددة، أنظر النظام الموضح في الشكل (7) ، والذي يبين نظام نقل هجين مستخدم من قبل شركة جنرال موتور.



الشكل (7): نظام نقل هجين مستخدم من قبل شركة جنرال موتور

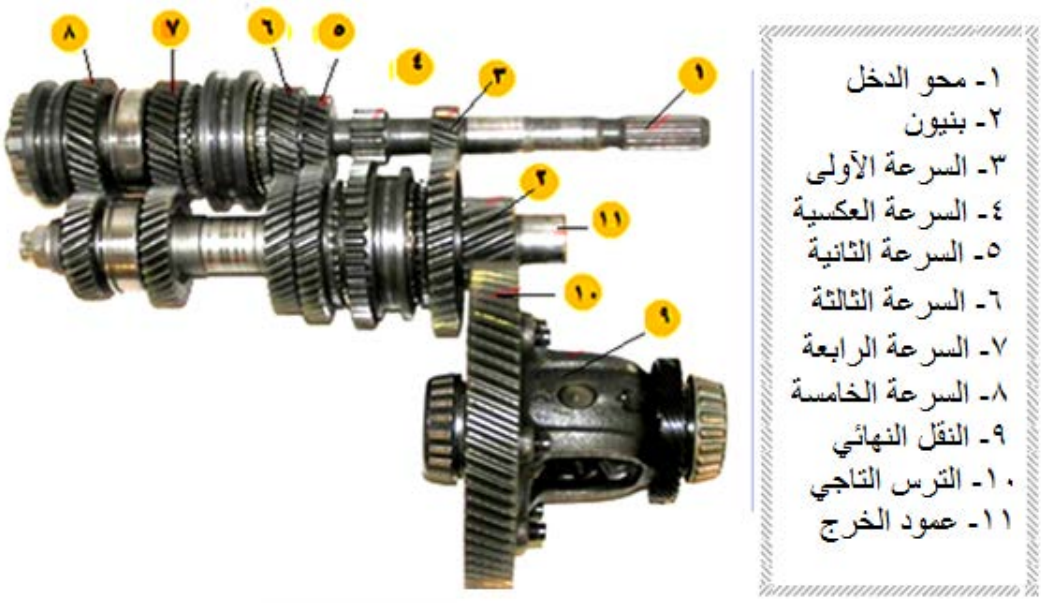
ويعتمد تصميم صندوق السرعات بشكل عام على مواصفات مصادر إنتاج الطاقة المستخدمة في المركبة وقدراتها، فالمركبات الكهربائية لا تحتاج إلى صناديق سرعات متعددة نسب نقل الحركة، بينما المركبات التقليدية والهجينة فتحتاج إلى صندوق مستمر السرعات، لتأمين العزم اللازم لجر المركبة تبعا لظروف القيادة.

ب- صناديق السرعات الآليه، ومنها صناديق التروس ذات السرعات المتتابعة (Sequential Gearbox) المبينة في الشكل (8)، وصناديق السرعات ذات التحكم الهيدرولي، وذات التحكم الإلكتروني.



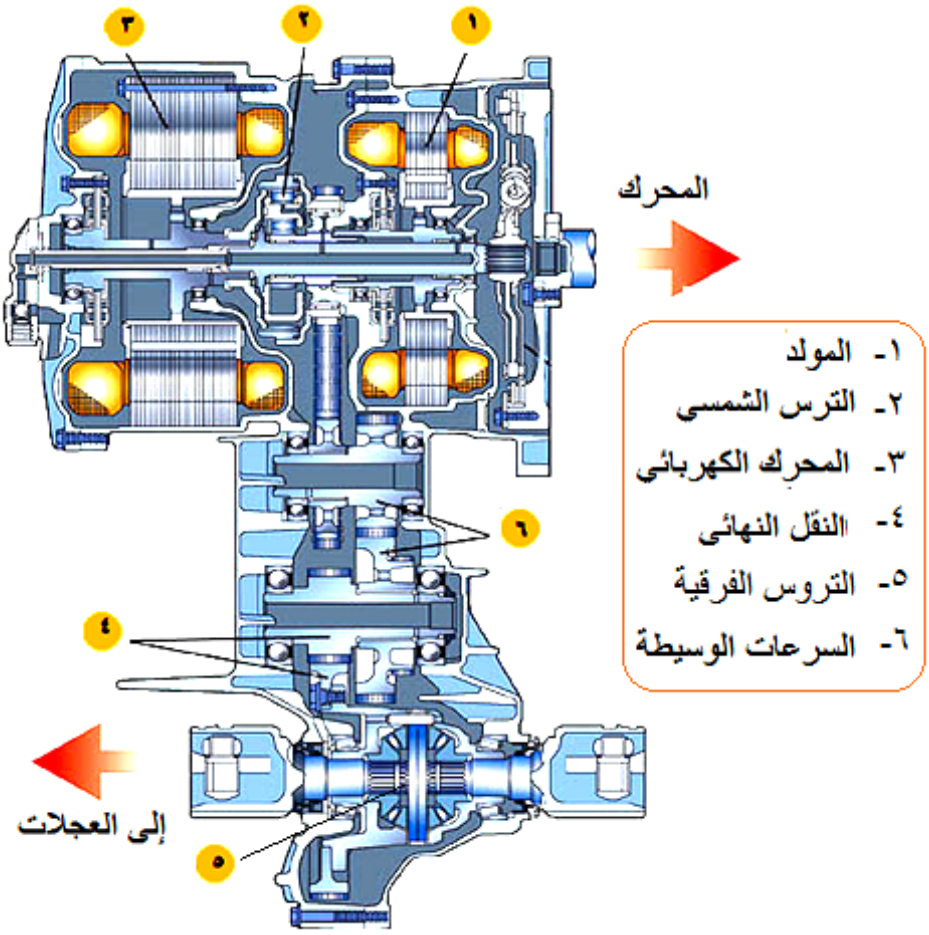
الشكل (8): صندوق السرعات المتتابعة

- صناديق السرعات المحوريه: (Transaxle Gear Box) وهي من أكثر صناديق السرعات إستخداما في مركبات الدفع الأمامي الهجينة، ولها محورين، وفيها تروس النقل ومجموعة التروس الفرقيه داخل نفس الغلاف، وبإستخدام هذا النوع من صناديق السرعه يمكن زيادة مساحة مقصورة الركاب، وتقليل وزن مجموعة النقل، وتحسين عملية جر المركبة، بالإضافة إلى أنه يمتاز بالهدوء في أثناء العمل، وبسلاسة القيادة، ويبين الشكل (9) مكونات هذا النوع من الصناديق المحورية.



الشكل (9): صندوق السرعات المحورية

ويبين الشكل (10) مقطع في مجموعة صندوق السرعات الهجين المستخدم من قبل شركة تويوتا وعلاقته بمحركات القدرة الكهربائية، و مجموعة التروس الفرقية.



الشكل (10): صندوق السرعات فى مركبة هجينة من نوع تويوتا

2-1 أنواع صناديق السرعات الآليه

تعتمد جميع صناديق نقل الحركة الذاتية (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.

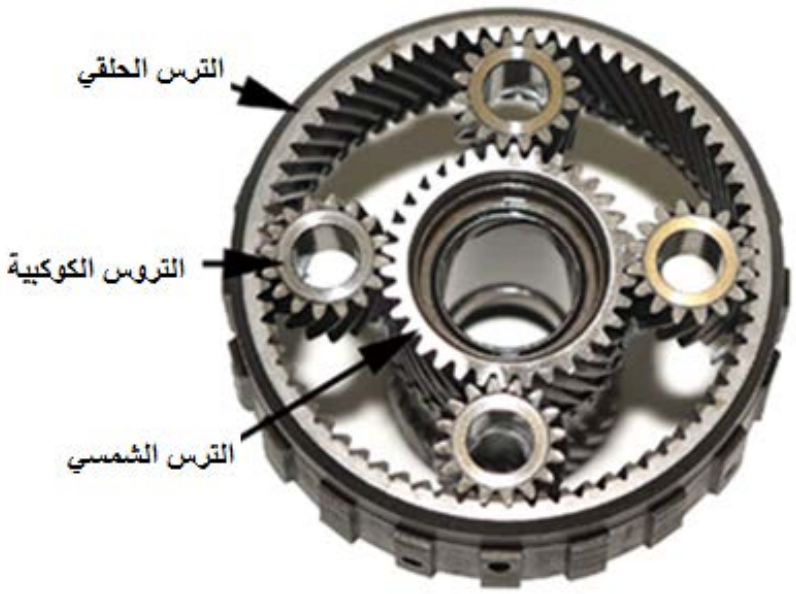
- **صناديق السرعات الدويريه** (Epicyclical Gearbox)

بدأ التفكير في استخدام مجموعات التروس الفلكية في صناديق السرعات عام 1908 على يد العالم الإنجليزي لانشستر، على أساس أنه يمكن الحصول بإستخدامها على نسب تخفيض كبيرة

لحجم صغير من التروس، والتى لا يمكن أن نحصل عليها من التروس ذات التعشيق الخارجي التقليدية.

وتتكون وحدة التروس الفلكية البسيطة من ثلاث أجزاء، مبينة في الشكل (11)،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).



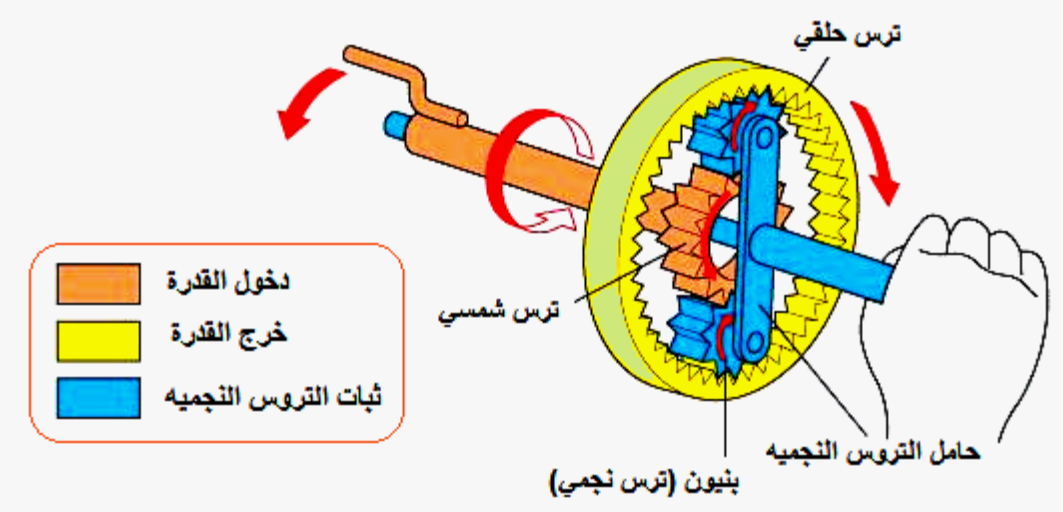
الشكل (10): مجموعة التروس الفلكيه

ويكون وضع الترس الشمسي في منتصف الوحدة، وقد تكون أسنانه خارجية عدلة أو مائلة، ويعشق الترس الشمسي مع التروس الكوكبية.

والتروس الكوكبية هي مجموعة من التروس الصغيرة (بنيون) مركبة على حامل يصنّع من الحديد الزهر أو الألمنيوم، وبالحامل عمود لكل ترس منها. وتدور التروس الكوكبية حول العمود بإستخدام محمل إبري، ويشكل الحامل والتروس الكوكبية جزء واحد في المجموعة، وتحيط التروس الكوكبية بمركز الترس الشمسي، ويدور الحامل وأعمدة التروس الكوكبية حول محور دوران الترس الشمسي. في هذه الحالة تدور التروس الكوكبية حول نفسها (أعمدة الحامل) وتدور في نفس الوقت حول مركز الترس الشمسي (كما هو الحال بالنسبة للكواكب في المجموعة الشمسية، وهو الأساس لتسمية هذه الوحدة)، ويحيط بالتروس الكوكبية من الخارج الترس الحلقي، الذي هو أكبر جزء بالوحدة، وتعشق أسنان الترس الحلقي الداخلية مع أسنان التروس الكوكبية.

- **طريقة عمل مجموعة التروس الفلكيه**

يمكن لجميع أجزاء هذه المجموعة، الترس الشمسي، الحامل، والترس الحلقي، من الدوران أو يمكن منعها من الدوران، ولنقل القدرة عن طريق هذه المجموعة يجب منع دوران أحد أجزائها، كما في الشكل (12) ، أو وصل جزأين معاً ليشكلا جسم واحد، ويمكن استخدام أي جزء من الوحدة كعنصر إدارة (دخل) أومدار (خرج) ،ويجب أن يكون واحد من الأجزاء مثبت (held) ومتوقف عن الدوران، أما الجزء الثالث فيكون عنصر خرج (output) أو عنصر إدارة (input). ويتم تحديد زيادة العزم أو السرعة عند عمل المجموعة على أي من الأجزاء بالوحدة هو عنصر الإدارة وأيهم هو الجزء الثابت.



الشكل (12): 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. هذا يزيد السرعة ويقلل العزم.
- في حالة أن الحامل هو عنصر الخرج ، فتكون نسبة التخفيض أكبر من واحد. هذا يقلل السرعة ويزيد العزم.
- في حالة أن الحامل هو الجزء المثبت، فتكون نسبة التخفيض سالبة. هذا يجعل دوران الخرج عكس دوران الدخل.

ومن خواص مجموعة التروس الفلكية:

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

ويبين الجدول (1) حالات عمل مجموعة بسيطة من التروس الفلكية حيث يبين السرعة والعزم واتجاه الدوران.

الجدول (1): أوضاع عمل الوحدة البسيطة للتروس الفلكية

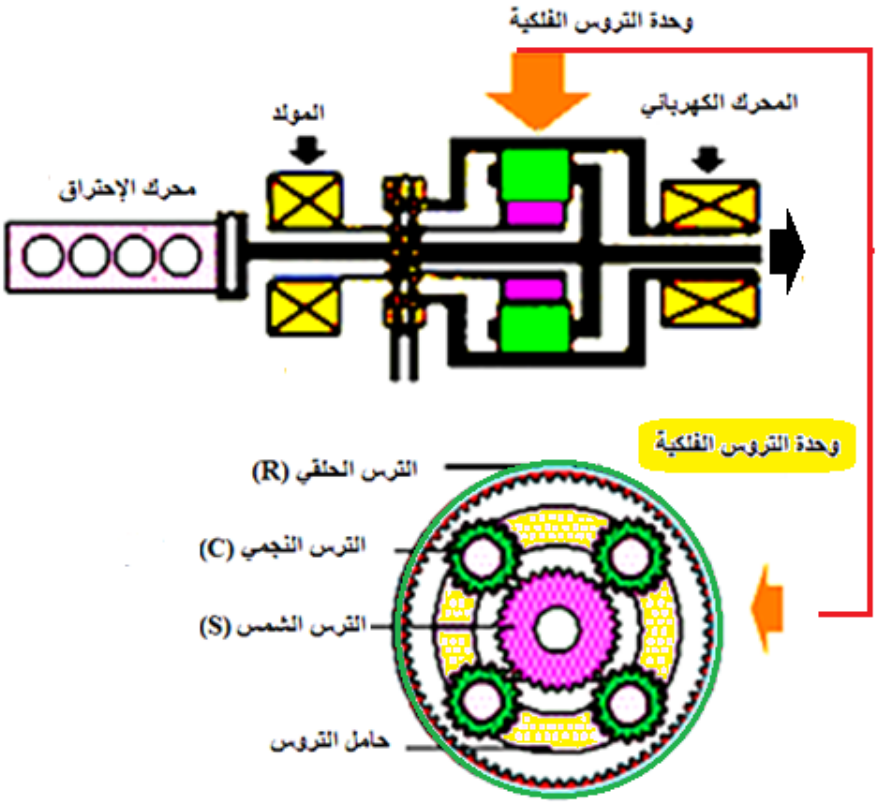
	الترس الشمسي	الحامل	الترس الحلقي	السرعة	العزم	اتجاه الخرج
1	دخل	خرج	مثبت	أكبر تخفيض	يزيد	مثل الدخل
2	مثبت	خرج	دخل	أقل تخفيض	يزيد	مثل الدخل
3	خرج	دخل	مثبت	أكبر زيادة	يقل	مثل الدخل
4	مثبت	دخل	خرج	أقل زيادة	يقل	مثل الدخل
5	دخل	مثبت	خرج	تخفيض	يزيد	عكس الدخل
6	خرج	مثبت	دخل	زيادة	يقل	عكس الدخل
7	في حالة وصل أي جزأين من الأجزاء معاً, فإن السرعة و الاتجاه تكون مثل الدخل. نسبة التخفيض 1:1 (نقل مباشر)					
8	في حالة عدم تثبيت أي من الأجزاء أو وصل جزأين معاً، لا يمكن الحصول على خرج (حالة الحياد).					

ويتكون صندوق التروس الدويري (الفلكي) المستخدم في المركبات الهجينة، من ثلاثة أنواع من التروس، كما في الشكل (13) يرتبط كل منها بأحد مصادر إنتاج الطاقة في المركبة كما يلي:

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

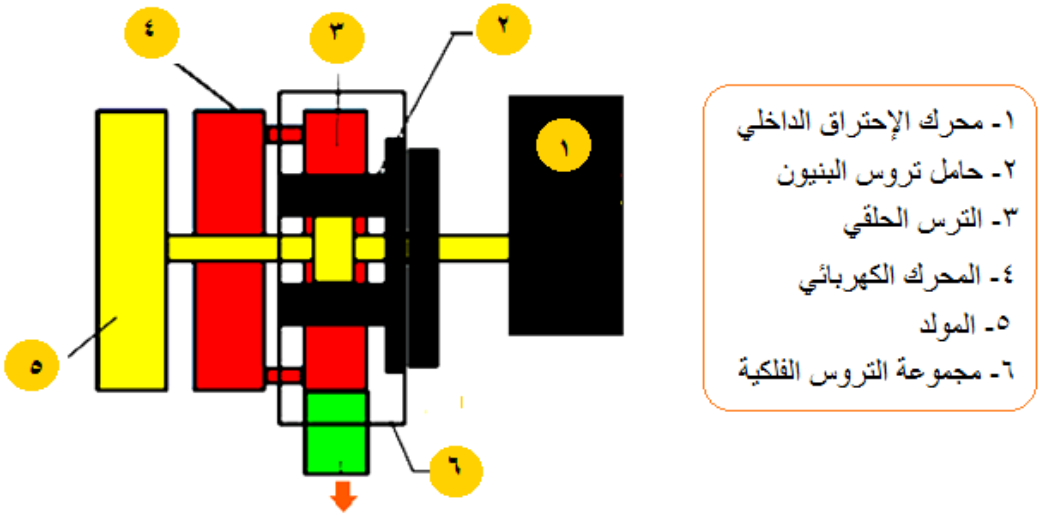
ب - الترس الحلقي – (Ring gear) (R) متصل بالمحرك الكهربائي.

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



الشكل (13): مجموعة التروس الفلكية/ تويوتا

ويبين الشكل (14) كيفية إستخدام وحدة التروس الفلكية في مركبة هجينة من نوع هوندا وإرتباطها بمحركات القدرة فيها.



الشكل (14): التروس الفلكيه في مركبة من نوع هوندا

ويمتاز صندوق التروس الدويري المستخدم في المركبات الهجينة في نقل وتوزيع الحركة والقدرة المنتجة بواسطة 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 بواسطة محركات المركبة من خلال تطبيق عزم دوراني في ترس الصندوق الحلقي.
- يقتصر إستخدام الفرامل في هذا النظام في السيطرة على عزم دوران الترس الحلقي للحد من سرعته.

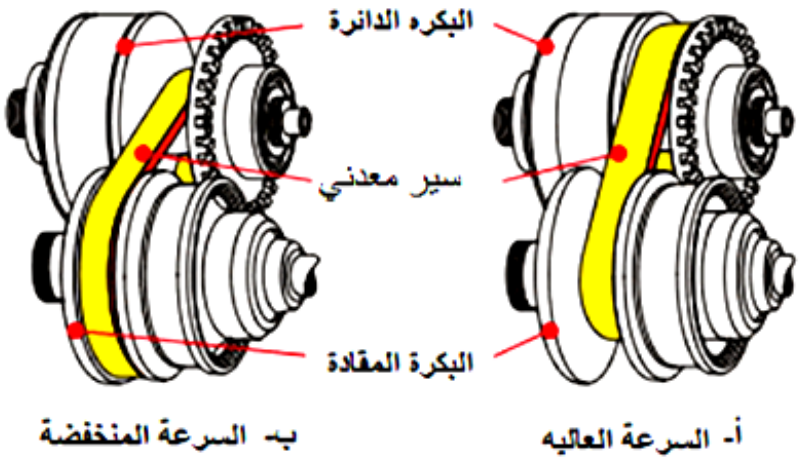
1-3 صندوق التروس متغير السرعات بإستمرار (CVT)

وهو صندوق سرعات آلي حديث متغير السرعات بإستمرار **(Continuously Variable)**، ويستخدم للحصول على عدد كبير من نسب التخفيض، ونسب نقل حركة ضمن نظاق مستمر وليس في خطوات متدرجة، كما في الصناديق الأخرى، وبالتالي يكون التوفير في إستهلاك الوقود أفضل حتى ولو دار المحرك بشكل مستمر.

والأساس في فكرة عمل صندوق التروس متغير السرعات بإستمرار (CVT) هي في إستخدام بكرتين مخروطيتين ذات قطر متغير, كما هو مبين في الشكل (14) ترتبط ببعضهما بواسطة سير معدني، وبما أن البكرات متغيرة القطر فإنك سوف تحصل على عدد لانهائي من الأقطار وبالتالي عدد لانهائي 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 (Microprocessors) والمجسات (sensors) وظيفتها حساب السرعة المطلوبة.
ويمتاز صندوق التروس متغير السرعات بإستمرار(CVT)، بما يلي :

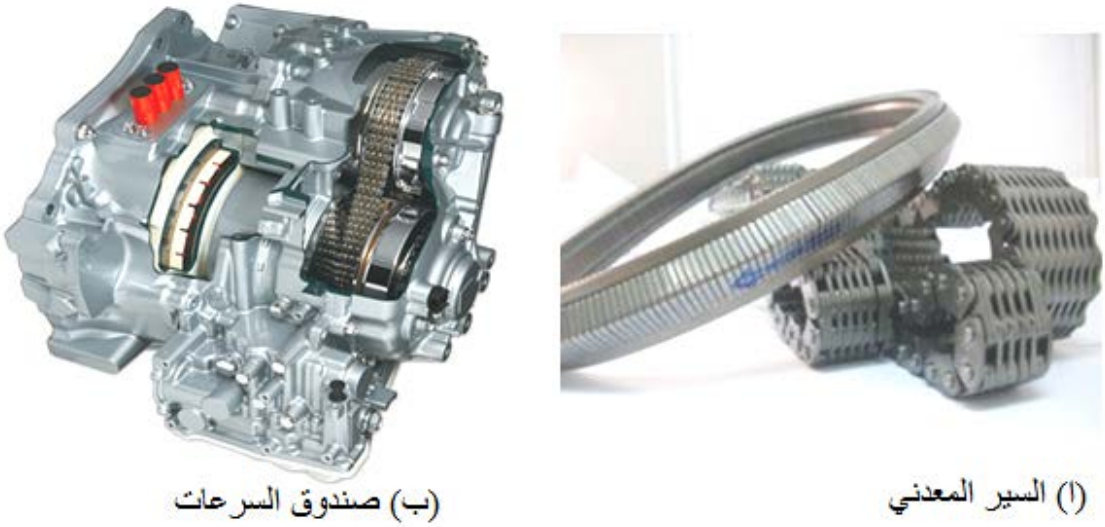
- الحصول على تسارع ثابت وقيادة سلسة.
- الحصول على تحكم افضل في عمل المحرك وخفض المفاقيد و استهلاك الوقود وذلك من خلال إستغلال كامل قدرة المحرك بغض النظر عن السرعة التي تسير فيها المركبة.

ويتكون هذا الصندوق من ثلاثة أجزاء رئيسة ، مبينة في الشكل (15) ، وهي:
ا- بكرة دائرة (قائدة) متغيرة القطر (variable pulley) موصلة مع عمود مدخل القدرة.
ب- بكرة مدارة (مقادة) متغيرة القطر موصلة مع عمود خرج القدرة.



الشكل (15): مكونات صندوق السرعة متغير السرعات الرئيسة

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 بواسطة قيود معدنية كما في الشكل (16/ا)، ويقوم بمضاعفة عزم خرج المحرك، ونقله من خلال مجموعة الحركة. والصناديق المستخدمة من قبل شركة نيسان وغيرها من الشركات يتكون من عدد قليل من العناصر الرئيسة بما في ذلك زوج من البكرات متغيرة القطر، وكذلك سير معدني يربط بينها، كما هو مبين في الشكل (16/ب). ومن خلال حركة السير على البكرات، وتغيير قطر السير نفسه، يتم تغيير نسبة النقل بين البكرة الدائرة والبكرة المدارة.



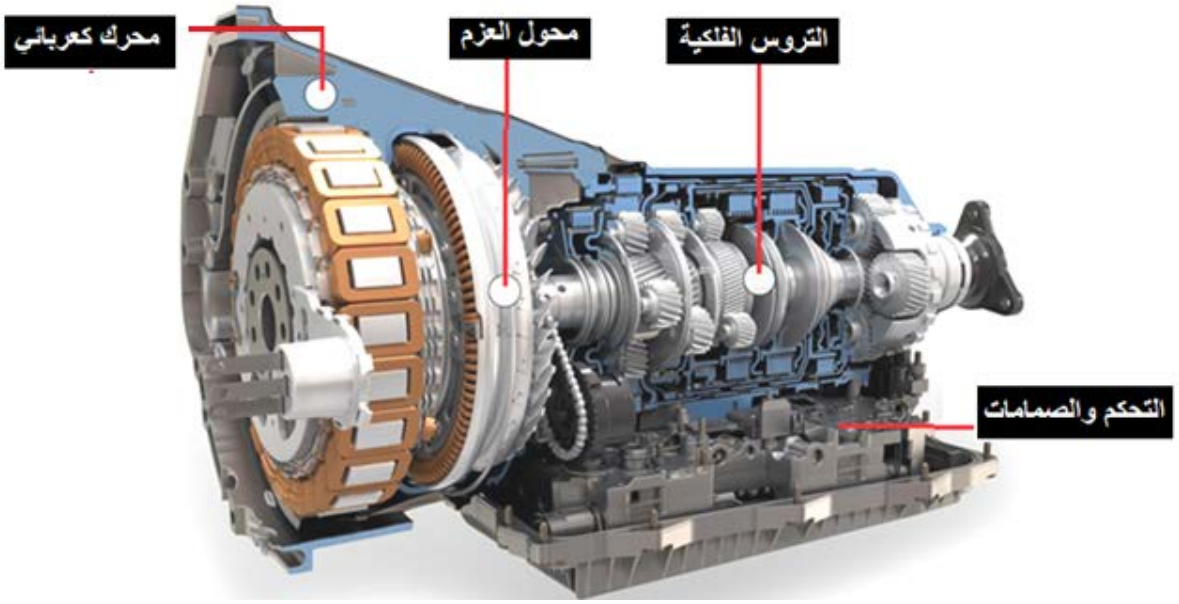
الشكل (16): صندوق سرعات (CVT)

وكما في صنديق 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 إحتكاك 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.

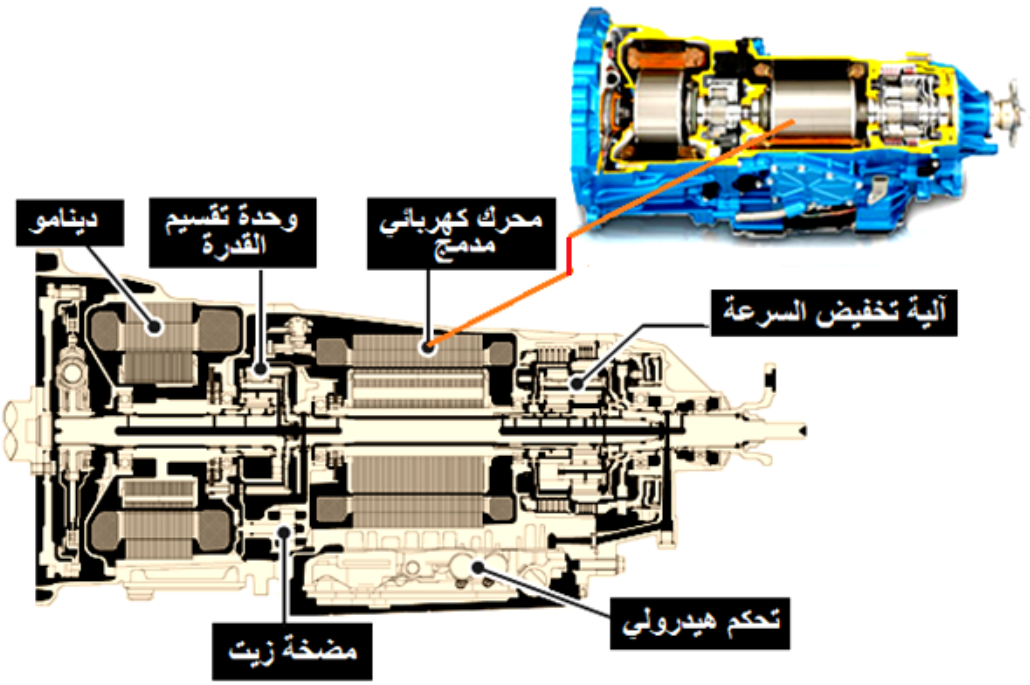
1-4 صندوق السرعات الهيدرولي

يتكون صندوق السرعات الآلي الهيدرولي (Automatic Transmission) المستخدم في بعض المركبات الهجينة من الأجزاء الرئيسة المبينة في الشكل (17) ، وبه مجموعة تروس فلكية بالإضافة إلى العناصر اللازمة لتنظيم حركة التروس، وصمامات تحكم هيدرولية واسطوانات 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 بإستخدام 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.



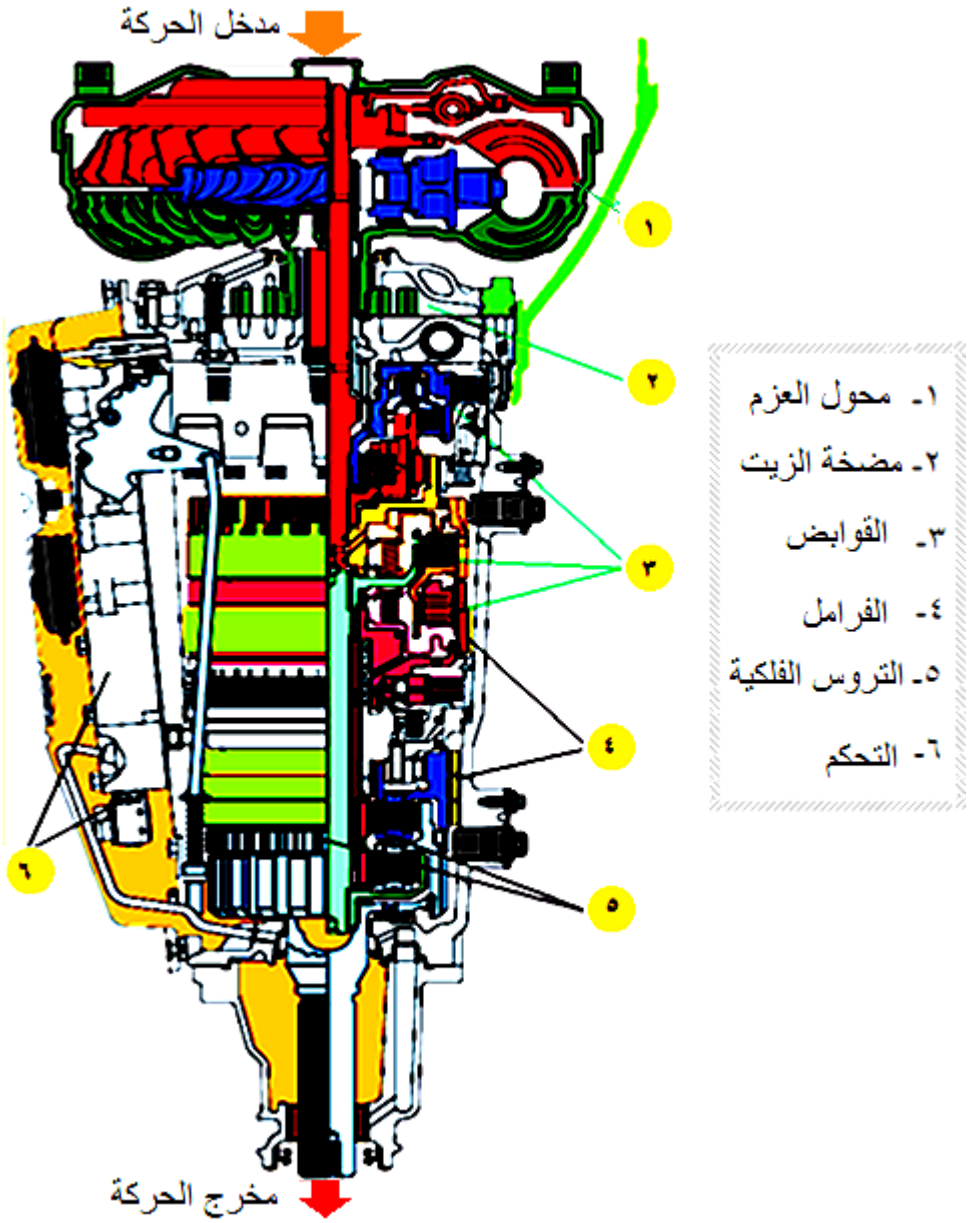
الشكل (17): صندوق السرعات الآلي والمحرك الكهربائي/ BMW

ومن جديد شركة تويوتا، النظام الجديد المطور المبين في الشكل (18) 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 عالي، حقق أداء وتسارع أفضل وكفاءة عالية في خفض استهلاك الوقود من مركبات تويوتا التي تعمل بنفس نوع المحرك.



الشكل (18): مقطع في صندوق سرعات آلي/ تويوتا

ويبين الشكل (19) مقطع في صندوق السرعات الهيدرولي ومكوناته.



الشكل (19): مقطع في صندوق السرعات الهيدرولي

ويتكون صندوق السرعات الهيدرولي، بشكل عام من الأجزاء التاليه:

1- 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.

ولضمان دوران العضو الثابت داخل المحول بعكس إتجاه دوران السائل القادم من التوربين ، فهو مزود بنظام توجيه يسمى القابض ذو الإتجاه الواحد، ويتصل بعامود مثبت في وحدة النقل

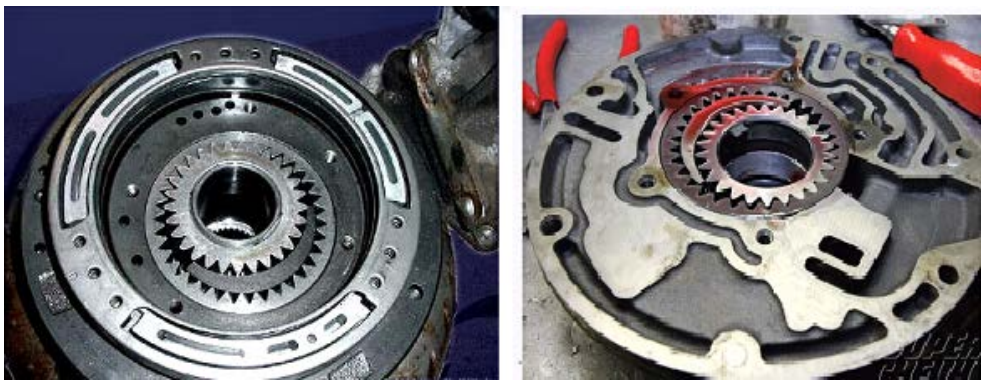
(transmission) يسمح بالدوران باتجاه واحد فقط. فعند دوران المحرك تدورمضخة المحول (العجلة القائدة) ويندفع الزيت إلى أطرافها بفعل القوة الطاردة المركزية متجهاً إلى التوربين (العجلة المنقادة) ، ويدخل بقوته وسرعته للتوربين فيبدأ بتدويره ، وعند عودة الزيت من منتصف التوربين يعمل العضو الثابت (العجلة الدليلية) على إعادة توجيهه إلى المضخة بإتجاه الدوران (بإتجاه حركة عقارب الساعة)، وعند السرعات العالية تزداد سرعة التوربين لتتساوي وسرعة المضخة . و تحدث 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).

2- 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 (20) مضخة ذات تروس (مضخة هلالية) تتكون من ترس داخلي قائد يأخذ حركته من المحرك عن طريق صرة محول العزم، وخارجي 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 (20): أنواع من المضخا ت الترسية

3- القوابض والفرامل: (Clutches and bands)

أ- طوق الفرامل : وهو شريط معدني سطحه الداخلي مزود بمادة إحتكاكية، ، وفي نهايته مربط يستخدم في ضبط الطوق، 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.

ب-مجموعة القابض : (clutch) تتكون المجموعة من أقراص إحتكاكية مبطنة بمادة إحتكاكية على الوجهين توضع بين أقراص ملساء من الصلب، 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.

4- جسم الصمامات، والصمامات الهيدروليه (التحكم): (valve body) وهو الجسم الذي يحوي صمامات تشغيل صندوق السرعات، ومجاري تدفق السائل الهيدرولي. ويستخدم في وحدة التحكم الهيدرولية عدد كبير من الصمامات الكهرومغناطيسة المستخدمة في تشغيل دوائر صندوق السرعات الهيدرولية التي تعمل بثلاثة أنماط من الضغط ، هي:

- ضغط الخط الرئيس أوضغط 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 به بواسطة 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.

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.

1-5 صندوق السرعات الإلكتروني

بدأ استعمال صندوق السرعات العادي بالتحكم الالكتروني منذ عدة سنوات في مركبات ستروين، 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 (21)، وبمجرد لمسة خفيفة على زيادة السرعة (+) تزيد سرعة السيارة تلقائيا وبمجرد لمسة أخرى خفيفة على تخفيض السرعة (-) تقل السرعة تلقائيا



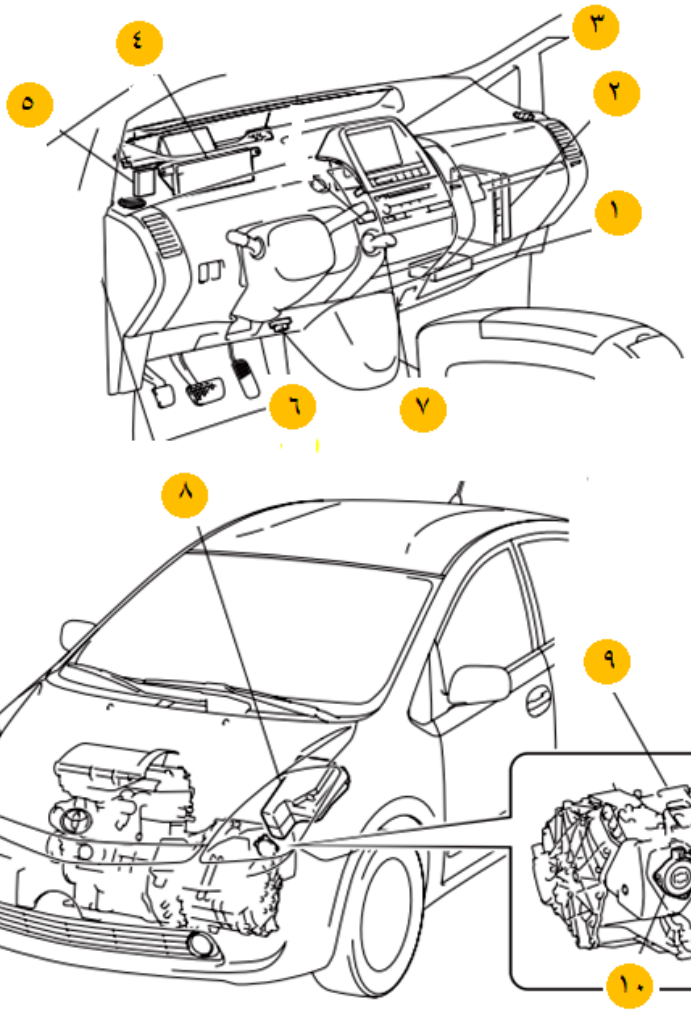
الشكل (21): كبسات التشغيل

ويتم التحكم في عمل هذا الصندوق عن طريق وحدة تحكم الكترونية (Control Unit) حيث تعمل هذه الوحدة على التحكم في نوعين من المشغلات (Actuators) الأول للتحكم في القابض والثاني لتغير السرعة.
ومن مزايا هذا النوع من صناديق السرعه الإلكترونية ، ما يلي:

- النعومة والسلاسة في تبديل السرعات.
- التوفير في إستهلاك 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 التشغيل 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 (22) والمستخدم في مركبات تويوتا الهجينة ، وتكون عجلة القيادة ثابتة مما يعطى راحة اكبر للسائق ويوفر الأمان أيضا.



١- وحدة التحكم بصندوق السرعة ECU ٢- وحدة التحكم بالمركبة ECU ٣- شاشة العرض
٤- مصابيح التحذير ٥- وحدة التحكم بالطاقة ECU ٦- منفذ الفحص ٧- ذراع الإختيار
٨- علبة المرحلات الرئيسية والفيوزات ٩- صندوق السرعات ١٠- مشغل ذراع النقل

الشكل (22): نظام التحكم بالسرعة الإلكتروني

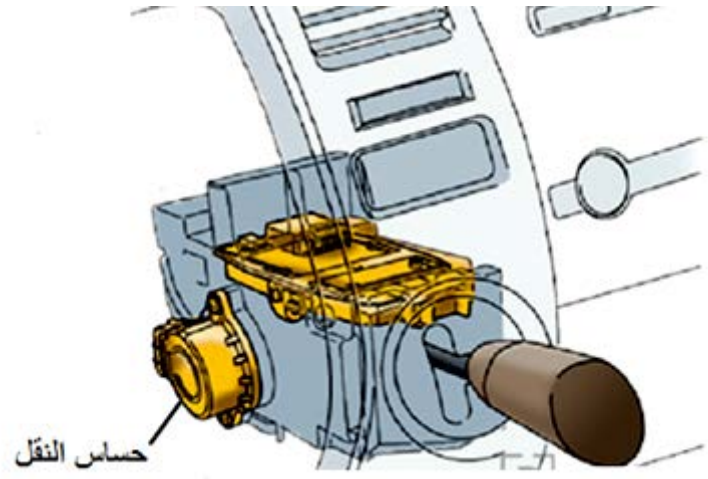
ويعمل هذا الصندوق بنفس آليات الأنواع الأخرى إلا أنه سريع الإستجابة لوضع فوق السرعة بتعديل ذراع الإختيار خلال ثانية، حيث أنها مزودة بتجهيزات خاصة تعمل من خلال مفاتيح كهربائية (كبسات) مثبتة على عجلة القيادة وظيفتها رفع السرعة (up shift) وخفضها (downshift) بوساطة وحدة التحكم الإلكترونية التي تستقبل الإشارات المختلفة حول ظروف عمل المحرك وحركة المركبة على الطريق لتحديد توقيت تغيير السرعة. 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 (23) مقطع في مجموعة صندوق التروس المستخدمة في مركبات تويوتا الحديثة.



الشكل (22): مقطع في مجموعة صندوق التروس/ تويوتا بريوس 2016

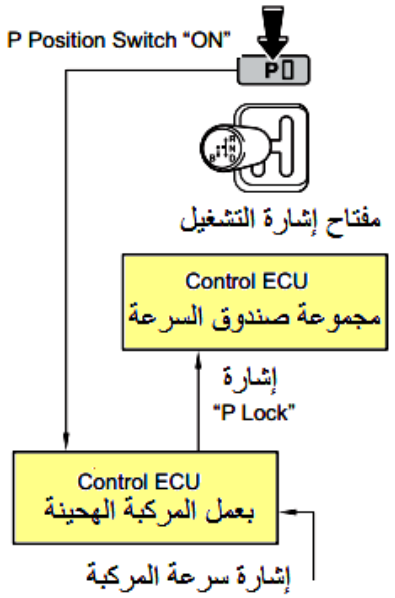
ويقوم نظام ذراع ناقل الحركة المبين في الشكل (24) بالتحكم في آلية تأمين وقوف المركبة باستخدام مشغل خاص به ، بناء على المعلومات التي يستقبلها من وحدة التحكم بعمل المركبة الهجينة وعند حدوث أي خلل في النظام، يعلم السائق بذلك من خلال إضاءة مصباح التحذير الخاص بالوقوف (P) ، ومصباح التحذير العام في المركبة.



الشكل (24): ذراع ناقل الحركة

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 (25) ، كما يلي:

- عند تشغيل مفتاح الموقف **P** لتفعيل تأمين وقوف المركبة، يتم إرسال إشارة إلى وحدة التحكم والسيطرة في عمل المركبة.
- تحدد وحدة التحكم و السيطرة 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 إلى إشارة إلى وحدة التحكم بعمل صندوق التروس للقيام بهذا العمل.



الشكل (25): نظام التحكم بإيقاف المركبة

6-1 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:

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

السؤال الثاني:

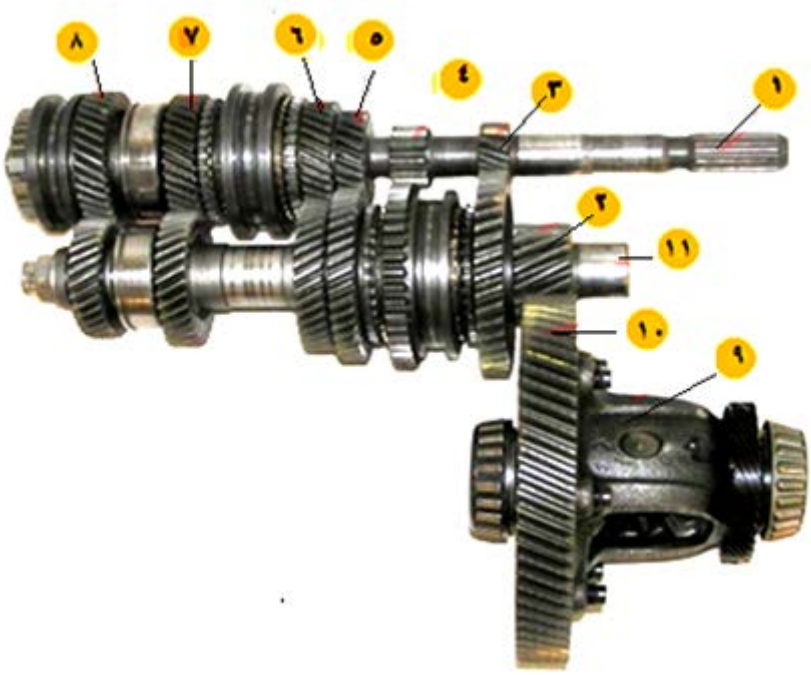
أذكر مكونات صندوق السرعات الهيدرولي، ووظيفة كل منها .

السؤال الثالث:

أذكر ميزات صندوق التروس الدويري المستخدم في المركبات الهجينة في نقل وتوزيع الحركة والقدرة.

السؤال الرابع:

أذكر مكونات صندوق السرعات الموضح في الشكل التالي ، نظم الإجابة بشكل جدول من قائمتين تتضمن الأولى الأرقام ، والثانية أسماء الأجزاء.



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 وتقدير الآخرين ، وتجنبك للحوادث المحتمل حدوثها أثناء العمل. ومن أهم هذه السلوكيات ما يأتي:

- التقيد بلباس التدريب داخل المشغل وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة وترتيب المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات واستخدامها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعه.
- التأكد من تهوية مكان العمل.
- احترام قواعد العلاقات البينية والعمل كعضو ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة المدرجة في كتيب التشغيل والصيانة للمركبة المعنية بالإصلاح.

● تنبه: يستخدم النظام الهجين دارات عالية الجهد ، لذا تسرب الجهد وسوء التعامل مع النظام يمكن أن يسبب صدمة كهربائية في أثناء الخدمة، تأكد من اتباع الإجراءات الواردة في دليل صيانة المركبة المعنية بالخدمة بحسب تعليمات الشركة الصانعة، ومنها:

رقم التمرين: (1)	الزمن المخصص للتمرين
إسم التمرين: نزع مجموعة صندوق السرعات من المركبة الهجينة, وتركيبها.	6 ساعات

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تنزع صندوق السرعات المحوري من المركبة الهجينة ، وتصلحه

- **شروط الأداء-** حسب تعليمات المدرب

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

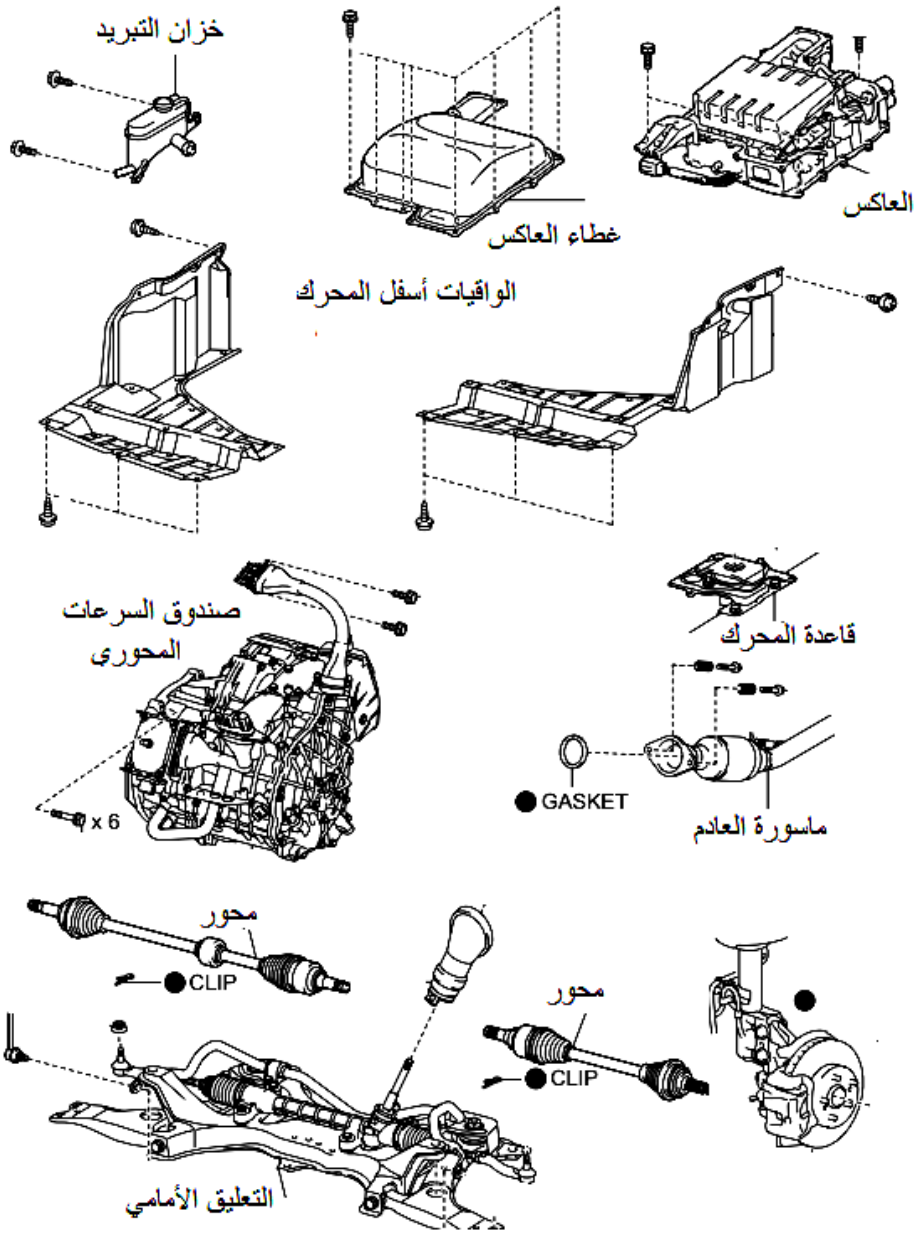
الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	- صندوق عده يدوية	4	رافعة هيدرولية
2	مركبة للتدريب	5	زيت
3	أدوات السلامة الشخصية	6	سائل تبريد

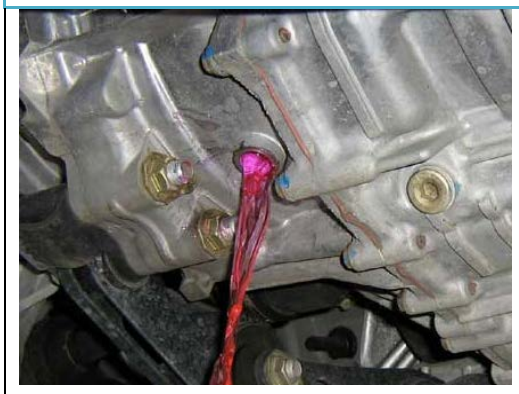
- **الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء**

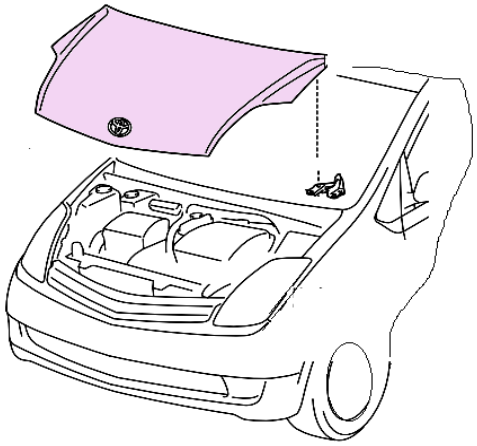
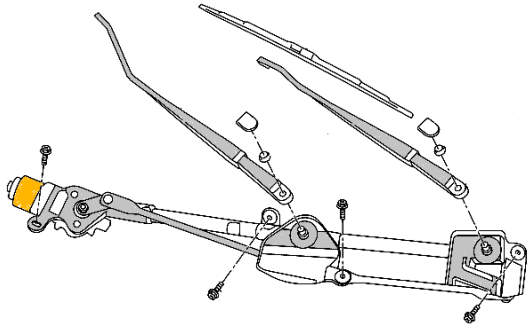
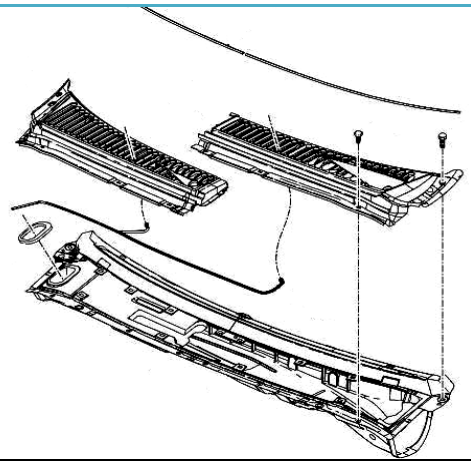
- نسخة من الوحدة التدريبية
- دليل الصيانة والإصلاح

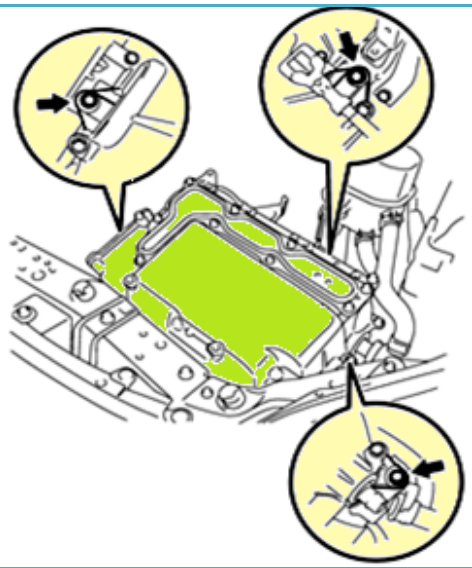
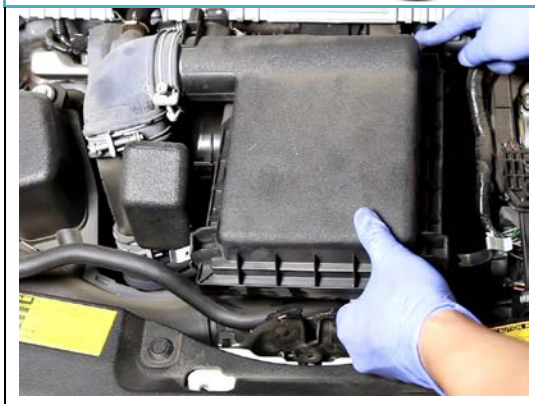
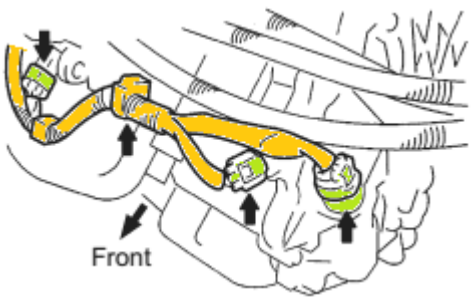
- **خطوات العمل**

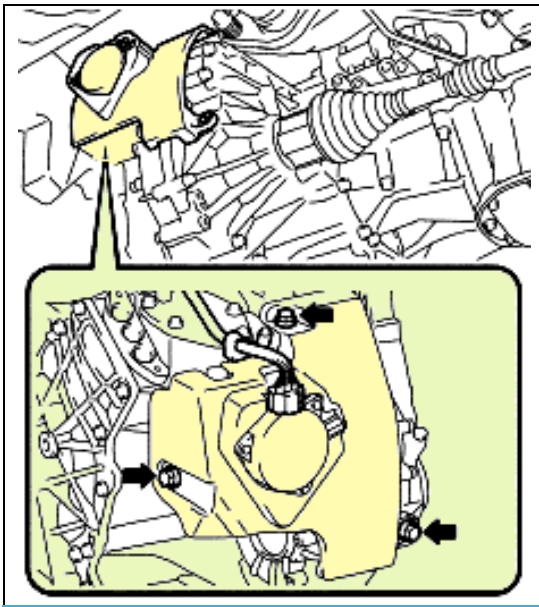
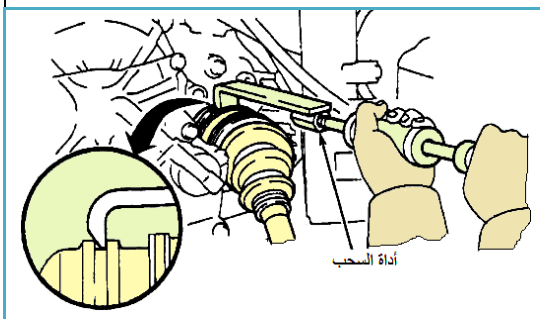
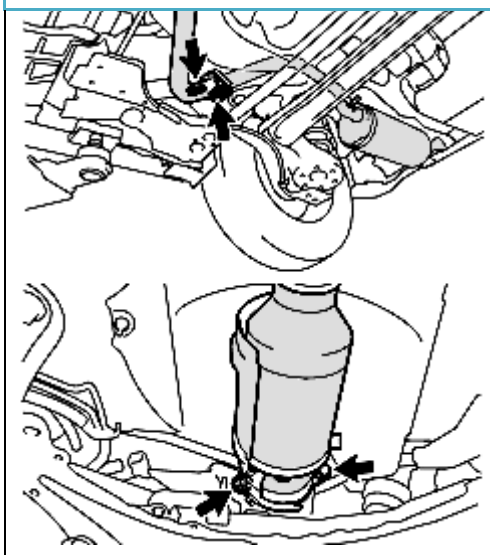
	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	حضرالمواد والعدد والأدوات اللازمة لنزع صندوق السرعات عن المركبة الهجينة وإصلاحه.	
2	أمن المركبة في موقع العمل، وخذ جميع إحتياطات السلامة الواجبة حسب تعليمات الشركة الصانعه.	
3	إقرأ دليل الإصلاح، وتعرف القطع المرتبطة بالصندوق، وطريقة فكها، كما في الشكل التالي:	

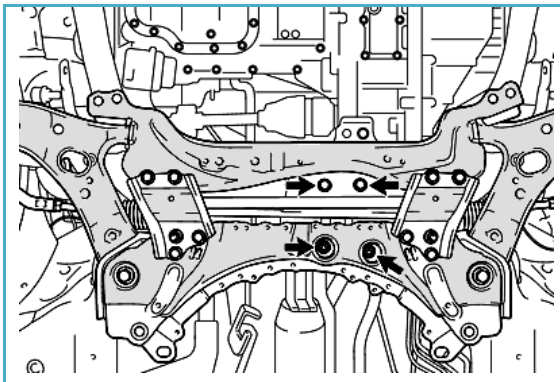
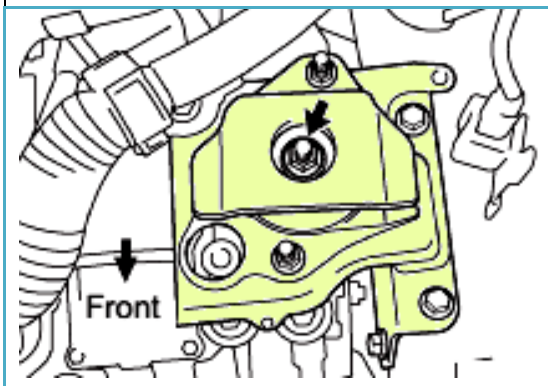
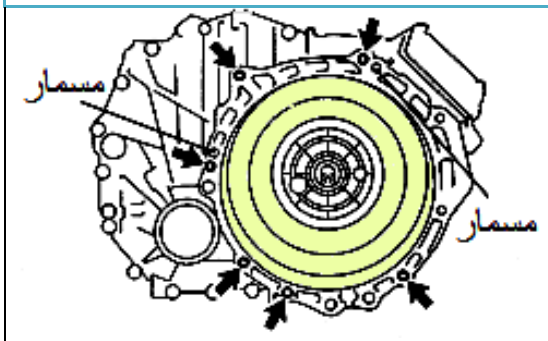
		
4	إفصل سالب البطارية المساعدة (12 فولط).	

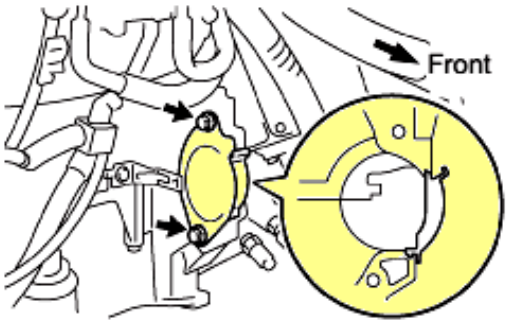
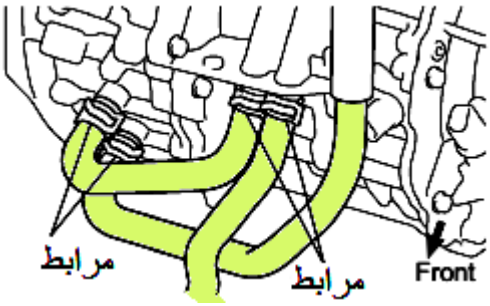
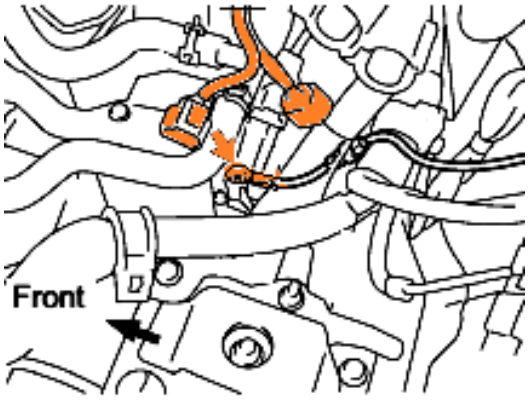
5	إنزع قاطع الخدمة، وإحفظه في مكان آمن وإنتظر عشر دقائق قبل بدء العمل.	
6	إنزع عجلات المركبة الأمامية بعد فك البراغي، وإرفع مقدمة المركبة، وأمنها بواسطة الحوامل.	
7	إنزع واقيات المحرك السفلية بعد فك براغي تثبيتها، كما في الشكل المجاور.	
8	فرغ سائل التبريد من خلال فتحة التفريغ داخل وعاء خاص بهذا العمل.	

9	فرغ زيت صندوق التروس المحوري من خلال فتحة التفريغ المبينة في الشكل المجاور داخل وعاء خاص بتفريغ الزيت.	
10	إنزع غطاء المحرك بعد فك فصالات تثبيتها وتعليمها لتسهيل عملية التركيب في نفس الوضع.	
11	إنزع ماسحات الزجاج بعد فك براغي تثبيتها، كما في الشكل المجاور.	
12	إنزع الواقيات الأمامية المبينة في الشكل المجاور ، بعد فك كليبسات وبراغي التثبيت.	

13	إنزع مجموعة العاكس والمحول، بعد فك براغي تثبيته، وخراطيم التبريد والوصلات المتصلة به.	
14	إنزع مصفي الهواء، بعد فك مربط خراطيم سحب الهواء ونزعها.	
15	إفصل جميع الوصلات الكهربائية المتصلة بالصندوق.	

16	إنزع الغطاء الجانبي الواقي لصندوق السرعات، بعد فك براغي تثبيته.	
17	إنزع مجموعة المحاور الأمامية بإستخدام الأدوات الخاصة بهذا العمل.	
18	إنزع أنبوبة العادم بعد فك براغي تثبيتها، كما في الشكل المجاور.	

19	إنزع مجموعة عارضة نطام التعليق الأمامي المبينة في الشكل المجاور.	
20	علق وثبت المحرك من الأمام والخلف، كما في الشكل المجاور.	
21	أمن صندوق السرعات من الوقوع على الأرض بوضع رافعة التمساح تحته، ومن ثم فك براغي تثبيت المحرك بالصندوق.	
22	إنزع الصندوق من المركبة بعد التأكد من فصل جميع الوصلات، وفك جميع القطع المرتبطة به ، وضعة على طاولة العمل لإجراء الإصلاح اللازم.	

23	ركب مجموعة الصندوق المحوري الهجين في مكانه بعد جمعها في المركبة، بعد محاذاته مع محرك الإحتراق، ومن ثم ركب غطاء الصندوق الواقي الجانبي وشد البراغي حسب المواصفات.	
24	إنزع علاقات تثبيت المحرك وركب عارضة نظام التعليق وماسورة العادم والمحاور الأمامية ومن ثم صل خراطيم تبريد العاكس/المحول.	
25	صل الوصلات الكهربائية وكبل الأرضي ومن ثم ركب الصاجة الواقية للصندوق، وركب خراطيم تبريد مجموعة العاكس/المحول.	
26	ركب العجلات الأمامية وأنزل المركبة، ومن ثم ركب قاطع الخدمة، وسالب البطارية المساندة .	
27	ضع زيت تزييت في الصندوق حسب المواصفات، وللحد المطلوب، وسائل التبريد في النظام بحسب المواصفات.	
28	وازن العجلات الأمامية	
29	شغل المركبة وتفقد تسريب الزيت وسائل التبريد، وتأكد من أن العمل تم بالشكل الصحيح.	
30	إجمع العدة بعد تنظيفها، وإحفظها في مكانها المخصص.	

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 تجهيزالمواد والعدد والأدوات اللازمة لتنفيذ الفحص.			
2	تمكنت من تأمين المركبة في موقع العمل، وأخذ جميع إحتياطات السلامة الواجبة حسب تعليمات الشركة الصانعه.			
3	قرأ ت دليل الإصلاح، وتعرفت القطع المرتبطة بالصندوق، وطريقة فكها.			
4	تمكنت من فصل سالب البطارية المساعدة (12 فولط).			
5	إنزع قاطع الخدمة، وإحفظه في مكان آمن وإنتظر عشر دقائق قبل بدء العمل.			
6	نزعت عجلات المركبة الأمامية بعد تأمينها بواسطة الحوامل.			
7	نزعت واقيات المحرك السفلية بعد فك براغي تثبيتها.			
8	أفرغت سائل التبريد من خلال فتحة التفريغ داخل وعاء خاص بهذا العمل.			
9	تمكنت من تفريغ زيت مجموعة صندوق التروس داخل وعاء خاص بتفريغ الزيت.			
10	نزعت غطاء المحرك بعد فك فصالات تثبيتها وتعليمها لتسهيل عملية التركيب في نفس الوضع.			
11	نزعت ماسحات الزجاج بعد فك براغي تثبيتها.			
12	نزعت الواقيات الأمامية ، بعد فك كليبسات وبراغي التثبيت.			
13	نزعت مجموعة العاكس والمحول، بعد فك براغي تثبيته، وخراطيم التبريد والوصلات المتصلة به.			
14	نزعت مصفي الهواء، بعد فك مربط خراطيم سحب الهواء ونزعها.			
15	تمكنت من فصل جميع الوصلات الكهربائية المتصلة بالصندوق.			
16	تمكنت من نزع الغطاء الجانبي الواقي لصندوق السرعات، بعد فك براغي تثبيته.			
17	تمكنت من نزع مجموعة المحاور الأمامية بإستخدام الأدوات الخاصة بهذا العمل.			
18	تمكنت من نزع أنبوبة العادم بعد فك براغي تثبيتها.			
19	تمكنت من نزع مجموعة عارضة نظام التعليق الأمامي.			
20	تمكنت من تعليق وتثبيت المحرك من الأمام والخلف.			
21	أمنت صندوق السرعات من الوقوع على الأرض بوضع رافعة التمساح تحته.			

22	إنزعت مجموعة الصندوق من المركبة بعد التأكد من فصل جميع الوصلات وفك جميع القطع المرتبطة به ، ووضعته على طاولة العمل لإجراء الإصلاح اللازم.				
23	ركبت مجموعة صندوق السرعة الهجين في مكانه بعد جمعها في المركبة.				
24	نزعت علاقات تثبيت المحرك وركبت عارضة نظام التعليق وماسورة العادم والمحاور الأمامية ومن ثم صل خراطيم تبريد العاكس/المحول.				
25	تمكنت من توصيل الوصلات الكهربائية وكبل الأرضي.				
26	ركبت العجلات الأمامية وأنزلت المركبة.				
	ركبت قاطع الخدمة وسالب البطارية المساندة.				
27	تمكنت من ملء زيت التزييت في الصندوق حسب المواصفات، وللحد المطلوب وسائل التبريد حسب المواصفات.				
28	وازنت العجلات الأمامية.				
29	شغلت المركبة وتفقدت تسريب الزيت وسائل التبريد وتأكد ت من أن العمل تم بالشكل الصحيح.				
30	تمكنت من جمع العدة بعد تنظيفها، وحفظها في مكانها المخصص.				

● **هدف التعلم الثاني: عند الانتهاء من تنفيذك انشطة التعلم أدناه ، عليك ان تصبح قادرا على أن تشخص أعطال مجموعة صندوق السرعات في المركبة الهجينة، وتعالجها**

انشطة التعلم	المصادر
1- المادة التعليمية / صيانة صناديق السرعات	الوحدة التدريبية
2- تنفيذ التمارين العملية المتعلقة بصيانة صندوق السرعات	المشغل/ تحت إشراف المدرب
3- زيارة المواقع الالكترونية حول صيانة صندوق السرعات	الشبكة االعنكبوتية
التدريب الميداني في مجال صيانة صندوق السرعات	ورش ومراكز صيانة المركبات

2 – تشخيص أعطال صناديق السرعات وعلاجها

يعتقد البعض أن تشخيص أعطال صندوق السرعات يبدو كمهمة مستحيلة، إلا ان الأمر ليس بهذا التعقيد؛ فعادة ما ترتبط الأعطال بعدم الإستجابة 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.

2-1 خطوات تشخيص أعطال مجموعة صندوق السرعات

يجب إتباع الخطوات التالية عند تشخيص أعطال مجموعة صندوق السرعات بإستخدام أجهزة الفحص، وإصلاحها.

1- تأمين المركبة في موقع العمل

2- تحليل شكوى العميل

3- وصل جهاز الفحص

4- وصل جهاز الفحص بالمركبة

3- مسح الأعطال المخزنة

4- تفقد النظام المعني بالنظر

5- التحديد بدقة أعراض العطل

6- تشخيص العطل بإستخدام الجهاز ، وبالرجوع إلى الدليل

7- فحص دارة تغذية وحدة التحكم للمجموعة

8- تحديد تداخل أعطال المجموعة بأعطال الأنظمة الأخرى في المركبة

10- فحص أجزاء النظام وتوابعه

10- إصلاح أو ضبط الأجزاء التالفة

10- 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 (26)، وفي حال ثبات إضاءة المصباح ، يجب فحص:

- دارة المصباح الكهربائية.
- وحدة التحكم بعمل صندوق السرعات.



الشكل (26): مصباح التحذير

- **تنبيه : يجب فحص كل من مصهرات ومرحلات الدارات الكهربائية قبل فحص منطقة الخلل المحتملة في مكونات الصندوق.**

وإذا ما تم عرض رمز الخل خلال الفحص (DTC)، تحقق من الدوائر المدرجة في الجدول (2) لهذا الرمز ، (يجب الرجوع إلى الدليل)

الجدول (2) : تشخيص بعض أعطال صندوق السرعة الإلكتروني

الرقم	الخلل	منطقة الخلل	حالة مصباح التحذير
1	خلل في زمن تبديل الغيار	- مشغل ذراع التبديل - وحدة التحكم بعمل الصندوق	- إضاءة خافتة متقطعة
2	تلف المرحل	- الوصلات الكهربائية - وحدة التحكم بعمل الصندوق - محرك قفل الإيقاف	ثبات إضاءة المصباح (ON) - المصباح لا يضيئ (OFF)
3	قصر أو فتح في أحد فازات الدوائر	- مشغل ذراع التبديل - وحدة التحكم بعمل الصندوق - محرك قفل الإيقاف - الوصلات الكهربائية	- إضاءة خافتة متقطعة
4	خلل في منبع التغذية الكهربائية	- وحدة التحكم بعمل الصندوق - محرك قفل الإيقاف - الوصلات الكهربائية	- إضاءة خافتة متقطعة
5	خلل في خطوط الإتصال	- وحدة التحكم بعمل الصندوق - الوصلات الكهربائية	- إضاءة خافتة متقطعة

6	خلل في خطوط الضغط العالي	- وحدة التحكم بعمل المركبة - وحدة التحكم بعمل الصندوق - الوصلات الكهربائية	ثبات إضاءة المصباح (ON) - المصباح لا يضيئ (OFF)
7	خلل في خطوط الضغط المنخفض (منبع التغذية)	- مصهر المؤكبة - مرحل IGCT - الوصلات الكهربائية - البطارية المساندة	- ثبات إضاءة المصباح (ON) - المصباح لا يضيئ (OFF)

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.

2-2 الصيانة الدورية لصندوق التروس

وتشمل 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 الهيدولية ،فيمكن أن يقاس على البارد وهى درجة حرارة الغرفة على أن تتبع نفس الخطوات السابقة على أن يكون مستوى الزيت في حدود التشغيل على البارد.

ب- تغيير الزيت حسب المده المحددة من قبل الشركة الصانعه، 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 تثبت الصندوق مع جسم المركبة ويتم هذا العمل بإعادة شد براغي التثبيت

- **علامات حدوث عطل ما في صندوق السرعات**

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 حالة تكرار هذه الأصوات قد يشير هذا إلى تلف أحد العناصر داخل الصندوق، وغالبًا ما يكون ترس الرجوع إلى الخلف أو حدوث تآكل في أسنان التروس.
- **إنفكاك التروس من التعشيق في أثناء القيادة:** في الوضع الطبيعي تبقى المركبة على الترس المعشق أو الوضع الذي تختاره وحدة التحكم في صناديق التروس الآليه، وفقًا لسرعة دوران المحرك، ولكن في المركبات التي تفلت فيها التروس يعود ذراع نقل الحركة إلى وضعية فك التعشيق وحده، لذا، وفي هذه الحالة يجب نزع الصندوق، وعلاج العطل.
- **تسرب الزيت:** أي تسريب بسيط من صندوق السرعات قد يتحول إلى مشكلة كبيرة، وفى االمركبات 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 الحالتين إذا تبين أن هنالك تسريب في الزيت فيجب علاج الوضع.
- **إضاءة مصباح التحذير:** عندما يضيئ مصباح التحذير الخاص بالمحرك فقد يشير هذا إلى وجود عطل ما في صندوق السرعات، حيث المركبات الحديثة مزودة بحساسات تلتقط أي اختلالات في أثناء عمل المركبة، وتنبه وحدة التحكم إلى وجود عطل في منطقة ما، وللتأكّد من مكان هذا العطل يمكنك إستخدام 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 إستجابة من المركبة لهذا التغيير ، في هذه الحالة قد يكون السبب تلف القابض ، وتتعرض التروس الألية لنفس المشكلة 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.
- **إنبعاث رائحة احتراق زيت الصندوق:** الزيت المستخدم في صندوق السرعات الآلي يكون أحمر اللون، وإذا لاحظت وجود احتراق بالزيت 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 حالة التوقف عندما تحاول الانتقال إلى سرعة أعلى أو أقل، وعادة ما يكون السبب انخفاض "زيت التروس" أو فقدانه للزوجته.

3-2 إصلاح أعطال صندوق السرعات

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.

▪ فك الأجزاء والقطع المرتبطة بالصندوق

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

أ- فك براغي التثبيت الرئيسية 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 السابقة وأثناء نقل الصندوق من المركبة إلى موقع الإصلاح يجب مراعاة أن لا ينزلق محول العزم من مكانه في الصندوق في حال 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 إتخاذ جميع إحتياطات 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 والإنتظار لمدة عشر دقائق على الأقل قبل التعامل مع خطوط الضغط العالي ووصلاتها.
- فصل أقطاب، ووصلات الضغط العالي (لون برتقالي) وعزلها باستخدام شريط عازل
- فحص بطارية الضغط العالي على التسريب والتأكد من سلامتها

● تنبيه : في حالة تعذر نزع قاطع الخدمة نتيجة لتعرض مؤخرة المركبة لحادث ما يجب نزع الفيوز الرئيسي أو المرحل IGCT.

● تنبيه: لاتلمس أو تقطع أي من خطوط الضغط العالي أو تفتح أجهزة المركبة التي تعمل بضغط مرتفع قبل التعرف بالمحاذير الخاصة بهذا العمل، وحسب تعليمات الشركة الصانعه.

4-2 التقييم الذاتي

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

الاســـــئلة

السؤال الأول:

عند حدوث عطل ما في صندوق السرعات الإلكتروني، فلابد من إجراء عدد من الخطوات لتشخيص العطل ، تتبع هذه الخطوات.

السؤال الثاني:

أذكر أسباب حدوث خلل في زمن التبديل في صندوق السرعات الإلكتروني في أثناء القيادة.

السؤال الثالث: اجب بنعم أو لا عن العبارات التالية

رقم	العبارة	نعم	لا
1	عندما يضيئ مصباح التحذير الخاص بالمحرك فقد يشير هذا إلى وجود عطل ما في صندوق السرعات.		
2	إنخفاض مستوى الزيت في صندوق السرعات يتسبب في إنخفاض حرارته.		
3	أحد أسباب تعذر التحويل من السرعة الثانية إلى الآولى هو إنزلاق الفرامل الخلفية أو الأمامية.		
4	الدليل على عدم الاستجابة للغيارفي صندوق السرعات اليدوي هوارتفاع سرعة دوران المحرك دون إستجابة من المركبة لهذا التغيير.		
5	عند حدوث عطل ما في صندوق السرعات الإلكتروني يحب تفقد المصهرات والمرحلات أولا.		

5-2 التمارين العملية

رقم التمرين: (2)	الزمن المخصص للتمرين
إسم التمرين: فحص صندوق السرعات المحوري الهجين دون فك (HYBRID VEHICLE TRANSAXLE)	3 ساعات

● **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تفحص صندوق السرعات المحوري دون فك.

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

● **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

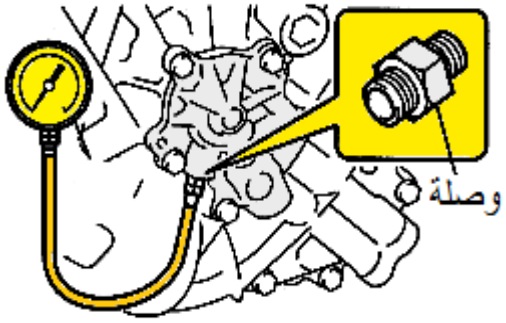
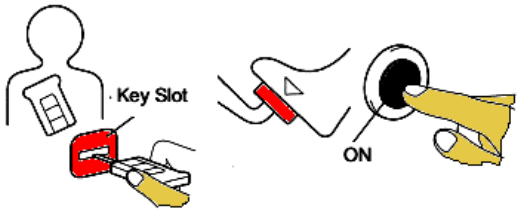
الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	- صندوق عده يدوية	3	مقياس فحص ضغط الزيت
2	مركبة للتدريب		

● **الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء**

- نسخة من الوحدة التدريبية
- دليل صيانة المركبة

● **خطوات العمل**

	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	- حضر المواد والعدد والأدوات اللازمة لتفقد صندوق السرعات المحوري في المركبات الهجينة، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال.	
2	- أمن المركبة في موقع العمل، وخذ جميع إحتياطات السلامة حسب تعليمات الشركة الصانعه.	
3	إفحص مستوى الزيت في الصندوق، كما يلي: - فك سدة تعبئة الزيت. - تأكد من أن مستوى الزيت في الصندوق من (0-5mm) تحت فتحة التعبئة، كما في الشكل المجاور. - إفحص الصندوق على التسريب في حال مستوى الزيت أقل من المستوى المطلوب. - ركب سدة فتحة تعبئة الزيت بإستخدام مانعة تسريب جديدة. - شد برغي السدة بإستخدام مفتاح العزم ،حسب التعليمات.	

4	إفحص ضغط الزيت في الصندوق، كما يلي: - شغل المركبة لرفع درجة حرارة الزيت لحرارة التشغيل (50 – 80° C). - إرفع المركبة وأمنها بواسطة المحامل. - إنزع 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 بإستخدام حلقة منع تسريب جديدة. - شد البرغي حسب التعليمات بإستخدام مفتاح العزم.	
5	إفحص 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 واغلق مفتاح التشغيل.	
6	أدر مفتاح التشغيل عل وضع (ON,IG) دون الضغط على دواسة الفرامل، كما في الشكل المجاور، وتأكد من إستجابة صندوق السرعا ت للغيار من وضع الوقوف (P) إلى العمل ، كما في الجدول التالي الموجود في الدليل. وفي حال عدم الإستجابة للغيار يجب فك الذراع وإجراء الإصلاح اللازم، كما في دليل الإصلاح.	 تشغيل المفتاح دون الضغط على دواسة الفرامل OFF ▶ ACC ▶ IG

Power Mode	Operation	P	R	N	D	B
Power ON (IG) القيادة غير ممكنة	عمل ذراع الغيار	o		o		
	عمل مفتاح التشغيل P	o		o		

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 تجهيزالمواد والعدد والأدوات اللازمة لتنفيذ الفحص.			
2	تمكنت من فحص مستوى الزيت في الصندوق.			
3	تأكدت من أن مستوى الزيت في الصندوق من (0-5mm) تحت فتحة التعبئة.			
4	تمكنت من فحص صندوق السرعات على التسريب.			
5	فحصت ضغط الزيت في الصندوق.			
6	تمكنت من فحص عتلة الغيار.			
7	تمكنت من تنظيف موقع العمل.			

رقم التمرين: (3)	الزمن المخصص للتمرين
إسم التمرين: نزع وحدة التروس الفلكية (تقسيم القدرة) من المركبة الهجينة وإعادة تركيبها بعد الإصلاح.	6 ساعات

● **الأهداف:**

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تنزع وحدة التروس الفلكية من المركبة الهجينة.

● **شروط الأداء-** حسب تعليمات المدرب
● **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	- روافع هيدرولية	**5**	- أوعية تجميع الزيوت وسائل التبريد
2	- صندوق عده يدوية	6	- ضاغطة هواء
3	- مفاتيح عزم	7	- منظفات وأدوات تنظيف
4	- حوامل (جحوش)	8	غطاء ةاقي لهيكل ومقاعد المركبه
5	- طاولة عمل بملزمة	10	رافعة تمساح

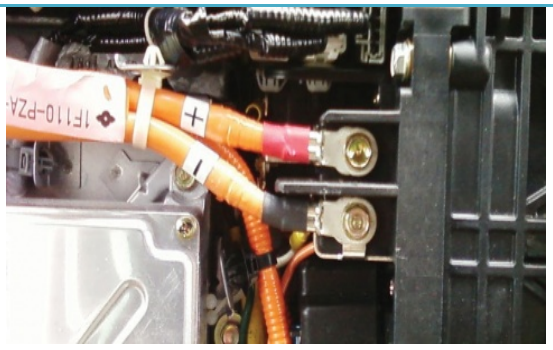
● **الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء**

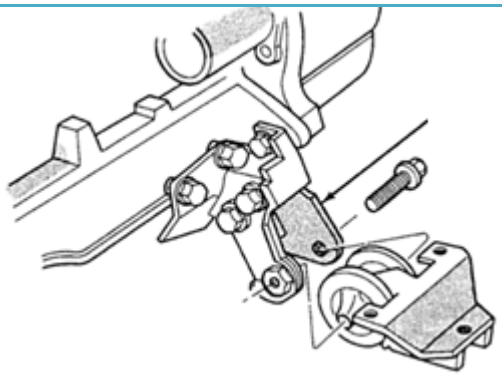
- نسخة من الوحدة التدريبية.

- دليل إصلاح المركبة.

● **خطوات العمل**

	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	- حضر المواد والعدد والأدوات اللازمة لفك وتركيب صندوق السرعات في المركبات الهجينة، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال.	
2	- أمن المركبة في موقع العمل، وخذ جميع إحتياطات السلامة حسب تعليمات الشركة الصانعه. **● تنبيه – يجب إتباع خطوات الفك والتركيب، كما في كتيب الصيانة للمركبة المعنية، والتقيد بالتعليمات الفنية من ضبط وشد (يمكن الرجوع إلى الشبكة العنكبوتية في حالة عدم وجود كتب بين يديك).**	
3	- افصل قطب البطارية السالب. انتظر(90) ثانية على الأقل، لمنع تفعيل عمل الوسائد الهوائية وأحزمة الآمان.	
4	- إلبس القفازات الكهربائية 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 صندوق السرعات ومحركات القدرة بالنظر لتحديد الأجزاء المرتبطه 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 وإفراغهما من سوائل التبريد والتزييت.**	

6	- إرفع المركبة، وأفرغ زيت المحرك وصندوق السرعات داخل أوعية الزيت الخاصة بهذا العمل. - أفرغ سائل التبريد. - إنزع مصفي الهواء وخراطيمه.	
7	- إنزع مجموعة العاكس عن المركبة بعد: • فصل كبل بطارية الضغط العالي، وعزله باستخدام شريط عازل. • فصل ونزع قاطع التيار الخاص بحساس العاكس بعد نزع غطاء قطب العاكس.	
8	• **تنبيه: تحقق من عدم وجود فولتية من خلال قياس الجهد بين الأقطاب (3 فاز- مراحل) باستخدام الفولتميتر بين كل فاز والأرض**	
9	إفصل الوصلات الكهربائية التاليه : - وصلة حساسات الأكسجين. - وصلات نظام التوجيه (البور). - وصلة صمام التفريغ والخرطوم. - وصلة عتلة الغيار. - وصلة حساس مستوى سائل الفرامل. - وصلة وحدة التحكم الإلكترونية (ECM). - وصلات الضاغط (AC) الخاص بتكييف المركبه.	
10	فك وإنزع جميع القطع والوصلات الميكانيكية المرتبطة بمحرك الإحتراق الداخلي، ووحدة التروس الفلكية والمحركات الكهربائية.	

11	- فك البراغي والصواميل، وحرر المحرك والصندوق من قواعدهما .	
12	فك واجهة المركبة الأمامية في حال سحب المجموعة من الأمام.	
	- أربط مجموعة المحركات بالرافعة (البلانكو)، وإرفعها ببطء وبعناية للتأكد من أن جميع الوصلات والخراطيم مفصولة عن جسم المحرك.	
13	- أمن المحرك في موقع الإصلاح على طاولة العمل.	

14	- إفصل المحرك عن وحدة القدرة والنقل لإجراء الإصلاح المطلوب لوحدة التروس الفلكية.	
15	- تفقد محامل أعمدة الإدارة، وأسنان التروس على التآكل، واستبدل التالف منها.	
16	- تفقد مجموعة التروس الفرقيه، ومجموعة التروس الفلكية، وإستبدل التالف منها .	
17	- إجمع القطع التي تم فكها عن المجموعه بعد إجراء الإصلاح اللازم لوحدة التروس الفلكية بعكس خطوات الفك.	

18	- ركب مجموعة المحركات، وصندوق السرعات في مكانها في المركبة باستخدام رافعة البلانكو.	
19	- ركب جميع القطع والوصلات التي تم نزعها بعكس خطوات الفك.	
20	شغل المحرك، وتأكد من عدم وجود تسريب (الزيت ، سوائل التبريد، الوقود، غاز العادم).	
21	أضبط موازنة العجلات الأماميه للمركبه بعد تركيب المجموعة.	
22	إجمع العدة بعد تنظيفها ، وإحفظها حسب 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 للعمل.			
2	تمكنت من نزع قاطع الخدمة من المركبة.			
3	تكمنت من نزع الواقيات وفلتر الهواء وخراطيمه.			
4	نزعت المشع ومروحة التبريد.			
5	فصلت جميع الوصلات الكهربائية المتصلة بالمجموعة.			
6	تمكنت من فك ونزع جميع الوصلات الميكانيكية المرتبطة بالمجموعة.			
7	تمكنت من نزع مجموعة القدرة وصندوق السرعات عن المركبة.			
	تمكنت من إستبدال القطع التالفة في صندوق السرعات.			
8	تمكنت من تركيب مجموعة المحركات وصندوق السرعات في موقعها في المركبة باستخدام رافعة البلانكو بعد إجراء الإصلاح اللازم.			
9	تمكنت من وصل وجمع القطع التي تم فكها عن مجموعه القدرة وصندوق السرعات بعكس خطوات الفك.			
10	تمكنت من تشغيل المحرك والتأكد من عدم وجود تسريب لسوائل التبريد، والوقود، وغاز العادم.			
11	تمكنت من جمع العدة بعد تنظيفها، وحفظها حسب التعليمات.			

رقم التمرين: (3)	الزمن المخصص للتمرين
إسم التمرين: نزع مجموعة صندوق السرعات عن المركبة ، وتفكيكه إلى أجزائه (فرط الصندوق) ، وإعادة تركيبه. **(HYBRID VEHICLE TRANSAXLE UNIT DISASSEMBLY)**	12 ساعة

- **الأهداف:**

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا 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			
1	- روافع هيدرولية	**6**	- أوعية تجميع الزيوت وسائل التبريد
2	- صندوق عده يدوية	7	- ضاغطة هواء
3	- مفاتيح عزم	8	- مواد وأدوات تنظيف
4	- حوامل (جحوش)	9	- أغطية واقية لهيكل وكراسي المركبه
5	- طاولة عمل بملزمة	10	- رافعة تمساح

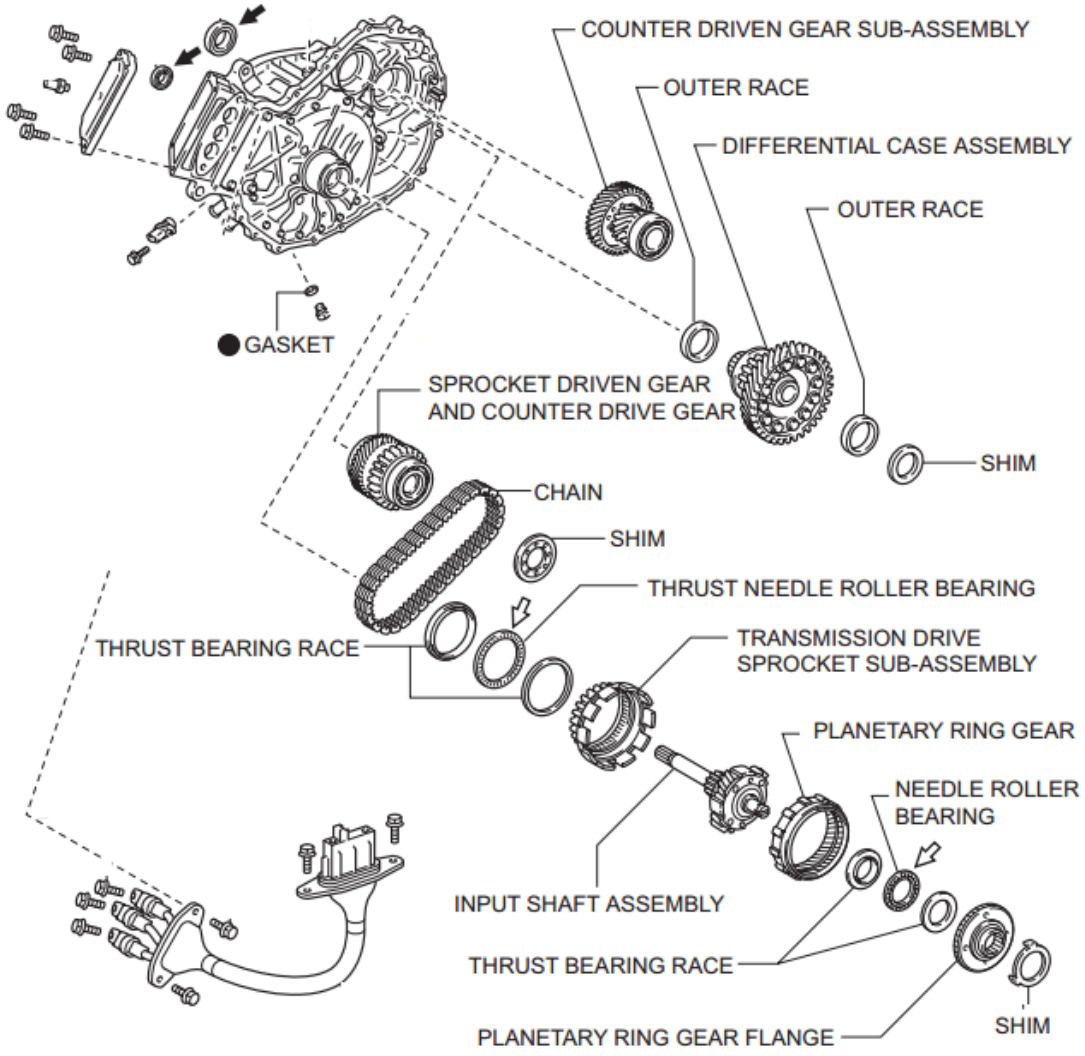
- **الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء**

- نسخة من الوحدة التدريبية.

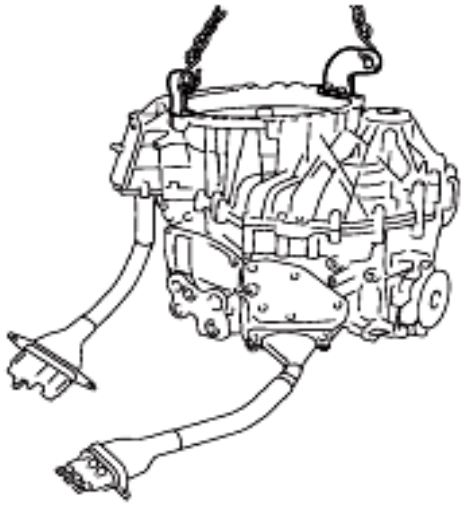
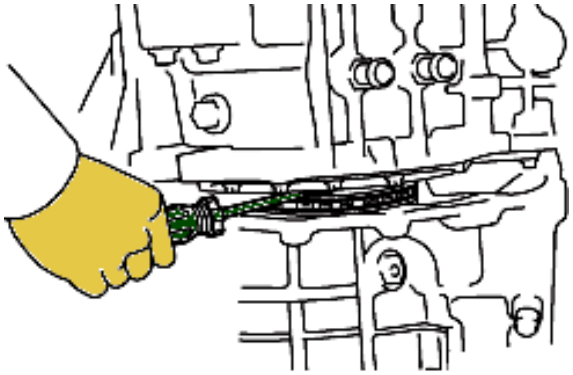
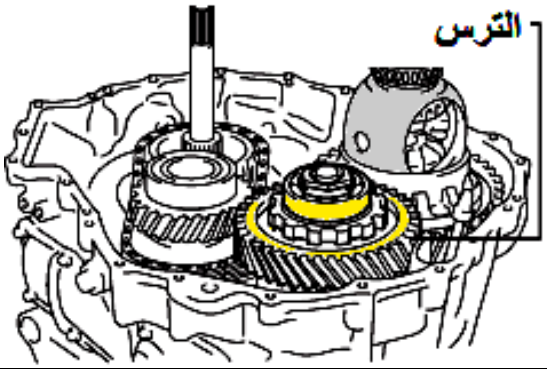
- دليل إصلاح المركبة.

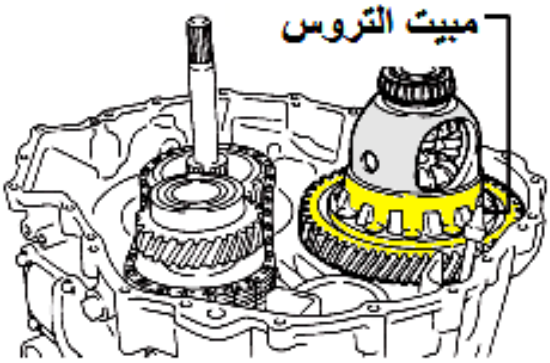
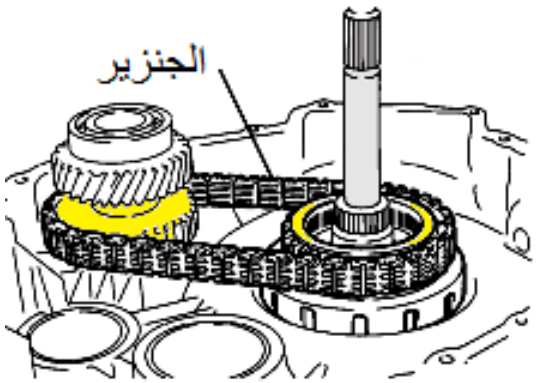
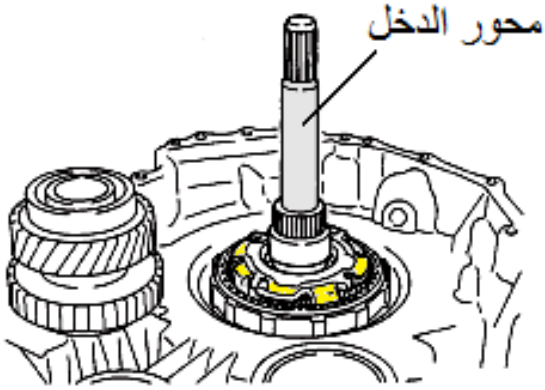
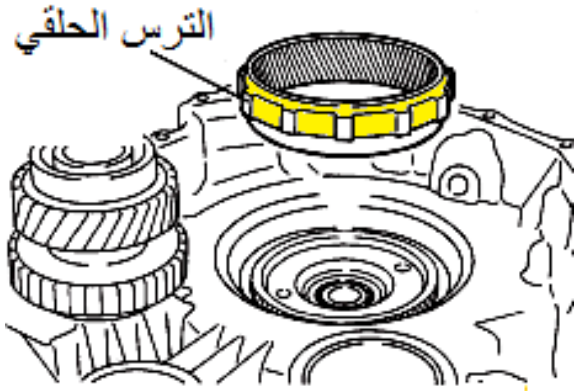
- **خطوات العمل**

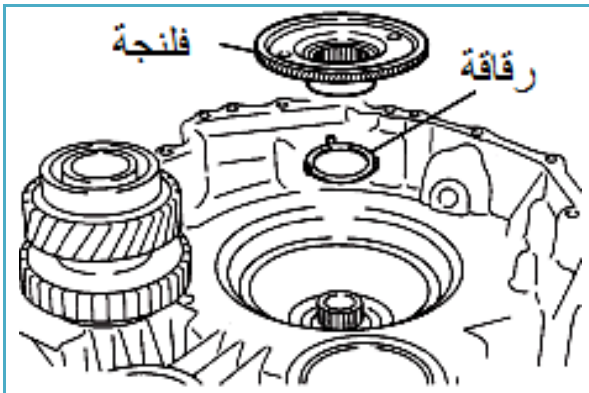
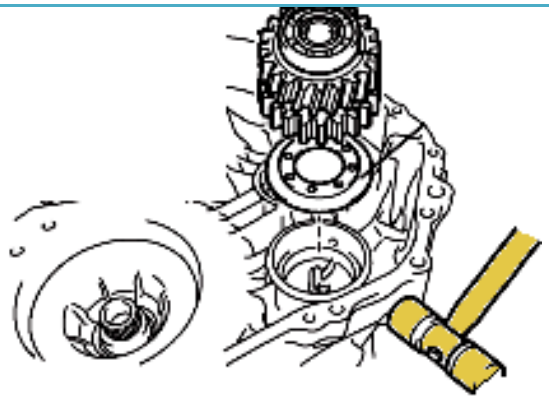
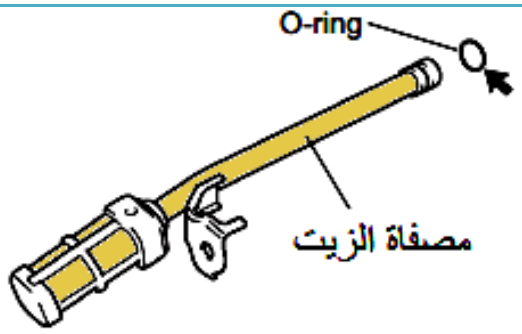
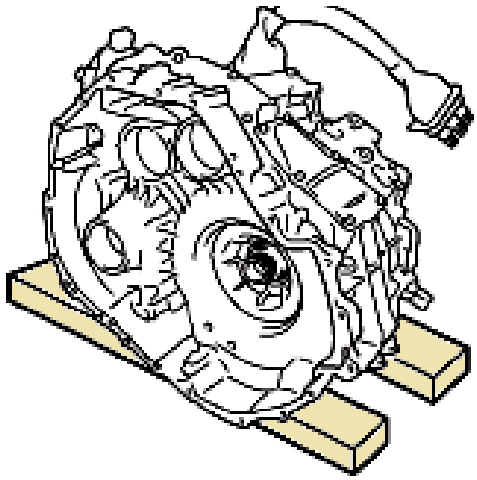
	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	- جهز المواد والعدد والأدوات اللازمة لفك وتركيب صندوق السرعات المحوري في المركبة الهجينة، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال.	
2	- أمن المركبة في موقع العمل، وخذ جميع إحتياطات السلامة حسب تعليمات الشركة الصانعه. **● تنبيه – يجب إتباع خطوات الفك والتركيب، كما في دليل الصيانة للمركبة المعنية، والتقيد بالتعليمات الفنية من ضبط وشد (يمكن الرجوع إلى الشبكة العنكبوتية في حالة عدم وجود دليل بين يديك).**	
3	إقرأ الدليل، وحدد موقع مجموعة صندوق النروس في المركبة وطريقة فكها، وتعرف أجزاء الصندوق	

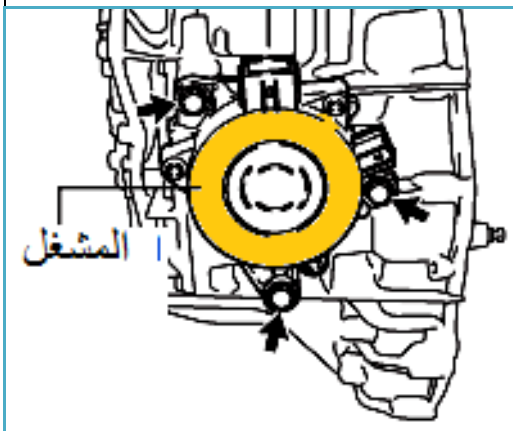
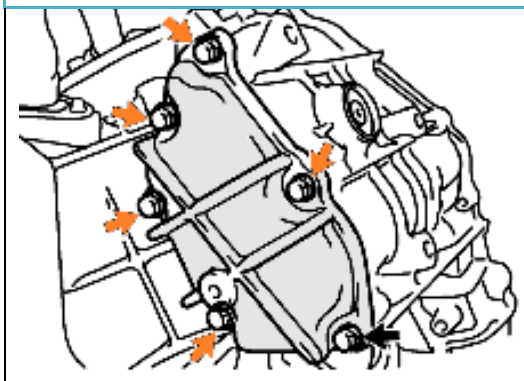


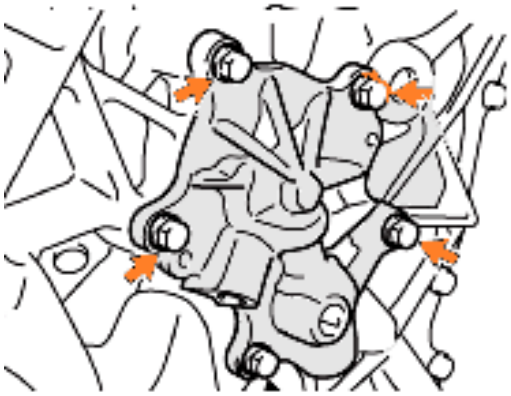
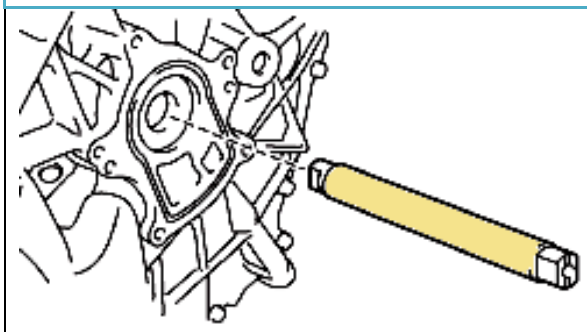
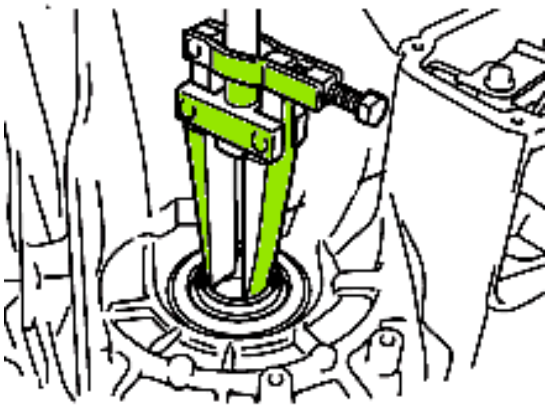
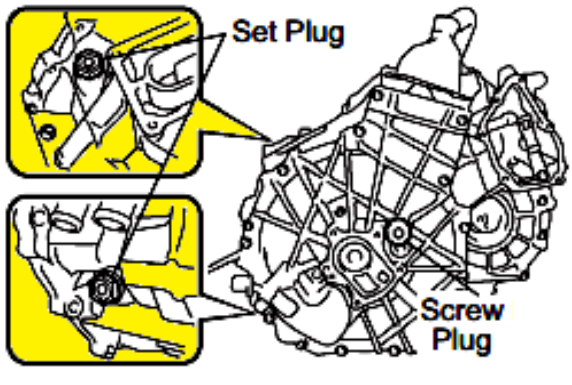
4	- إلبس القفازات الكهربائية العازلة، وإنزع قاطع الخدمة من المركبة. ● **تنبيه: لا تلمس وصلات الجهد العالي على الأقل لمدة (10) دقائق بعد نزع قاطع الخدمة لسلامتك.**	

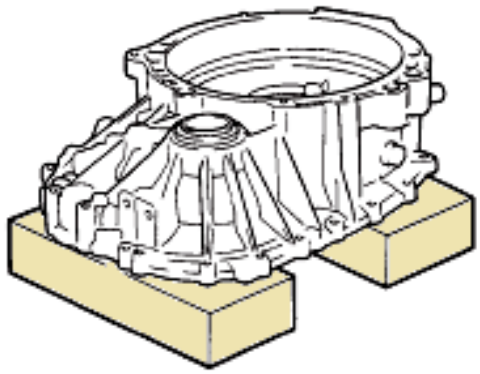
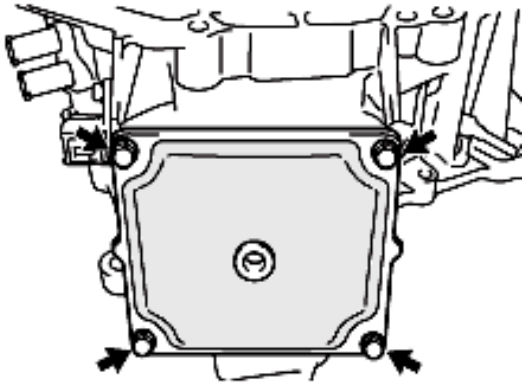
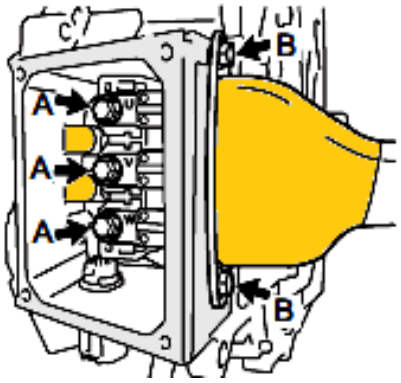
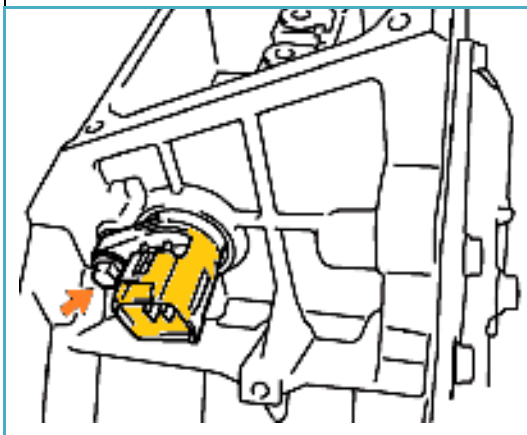
5	- افصل كابل البطارية السالب، وانتظر 90 ثانية على الأقل لمنع تفعيل عمل الوسائد الهوائية والأحزمة.	
6	إنزع مجموعة صندوق التروس من المركبة وثبته على طاولة العمل .	
7	إفصل المولد والمحرك الكهربائي من مجموعة الصندوق، وإرفعهم بإستخدام الرافعة المناسبة.	
8	إنزع ترس عكس السرعة المقاد من المحرك. (counter driven gear)	

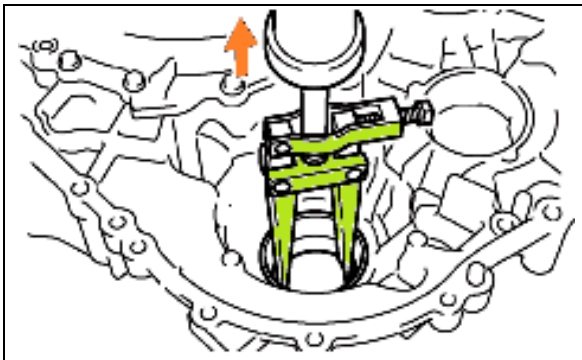
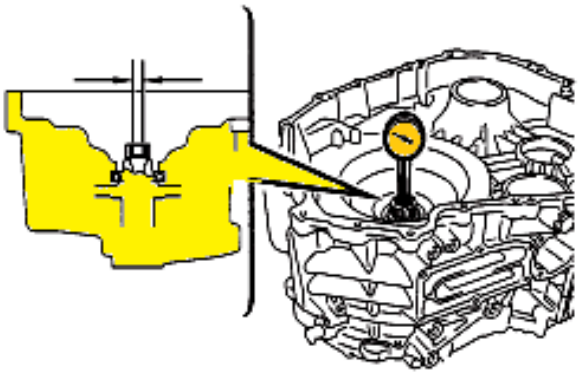
9	إنزع مجموعة التروس الفرقية من المحرك الكهربائي.	
10	. إنزع جنزير نقل الحركة، وبكرته.	
11	.إنزع محور الدخل للمجموعة.	
12	إنزع الترس الحلقي في مجموعة تروس التقسيم ، ومحامله.	

13	إنزع فلنجة الترس الحلقي، ورقاقنه.	
14	إنزع بكرة الترس المدار، وترس عكس السرعه بإستخدام مطرقة بلاستيكية.	
15	إنزع مصفاة الزيت بعد فك برغي التثبيت وحلقة منع التسريب.	
16	ثبت المحرك الكهربائي على قطع خشبية.	

17	إنزع حساس سرعة المحرك الكهربائي، بعد فك برغي التثبيت .	
18	فك وصلة عضو المحرك الثابت الكهربائية بعد فك برغي التثبيت.	
19	إنزع مشغل التحكم بعتلة النقل. **(shift control actuator)**	
20	إنزع أغطية المحرك الخارجية (غطاء جيوب التبريد، غطاء عتلة النقل -----).	

21	إنزع غطاء مضخة الزيت بعد فك براغي التثبيت. .	
22	. إنزع محور المضخة الدائر. (Oil Pump drive shaft).	
23	إنزع حافظة الزيت بإستحدام الساحبة المناسبة.	
24	إنزع غلاف مجموعة الصندوق.	

25	ثبت المولد على قطع خشبية.	
26	إنزع غطاء علبة توصيل كبل التغذية وبراغي توصيله.	 
27	إنزع وصلة حساس السرعة للمولد، بعد فك برغي التثبيت.	

28	إنزع محمل مبيت التروس الفرقية للمجموعة.	
29	إفحص القطر الداخلي لعضو المحرك الدوار ، كما في دليل الصيانة . ● **تنبيه :في حال القطر أكبر من اللازم إستبدل المحركم**	
30	إجمع مكونات الصندوق بعكس خطوات الفك.	
31	ركب مجموعة الصندوق في مكانها في المركبة بعكس خطوات الفك.	
32	شغل المركبة، وتأكد من صحة تنفيذ العمل.	
33	إجمع العدة بعد تنظيفها ، ونظف موقع العمل.	

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 للعمل.			
2	تمكنت من نزع قاطع الخدمة من المركبة.			
3	نزعت مجموعة صندوق التروس من المركبة، وثبته على طاولة العمل.			
4	تمكنت من فصل المولد، والمحرك الكهربائي من مجموعة الصندوق، ورفعها بإستخدام الرافعة المناسبة.			
5	نزعت ترس عكس السرعة المقاد من المحرك.			
6	نزعت مجموعة التروس الفرقية من المحرك الكهربائي.			
7	نزعت جنزير نقل الحركة، وبكرته.			
8	نزعت محور الدخل للمجموعة.			
9	نزعت الترس الحلقي في مجموعة تروس التقسيم ، ومحمله.			
10	تمكنت من نزع فلنجة الترس الحلقي، ورقاقنه.			
11	تمكنت من نزع بكرة الترس المدار، وترس عكس السرعه بإستخدام مطرقة بلاستيكية.			
12	نزعت مصفاة الزيت بعد فك برغي التثبيت، وحلقة منع التسريب.			
13	تمكنت من تثبيت المحرك الكهربائي على قطع خشبية.			
14	نزعت حساس سرعة المحرك الكهربائي، بعد فك برغي التثبيت			
15	تمكنت من فك وصلة عضو المحرك الثابت الكهربائية بعد فك برغي التثبيت.			
16	نزعت مشغل التحكم بعتلة النقل.			
17	تمكنت من نزع أغطية المحرك الخارجية (غطاء جيوب التبريد، غطاء عتلة النقل -----).			
18	نزعت غطاء مضخة الزيت بعد فك براغي التثبيت.			
19	إنزع محور المضخة الدائر.			
20	نزعت حافظة الزيت بإستحدام الساحبة المناسبة.			
21	نزعت غلاف مجموعة الصندوق .			
22	تمكنت من تثبيت المولد على قطع خشبية.			
23	نزعت غطاء علبة توصيل كبل التغذية وبراغي توصيله.			
24	نزعت وصلة حساس السرعة للمولد، بعد فك برغي التثبيت.			
25	نزعت محمل مبيت التروس الفرقية للمجموعة.			
26	تمكنت من فحص القطر الداخلي لعضو المحرك الدوار ، كما في دليل الصيانة.			
30	تمكنت من جمع قطع الصندوق بعكس خطوات الفك .			
31	تمكنت من تركيب مجموعة الصندوق في مكانها في المركبة بعكس خطوات الفك.			
32	تمكنت من تشغيل المركبة، والتأكد من صحة تنفيذ العمل.			
33	تمكنت من جمع العدة بعد تنظيفها ، ومن تنظيف موقع العمل.			

اختبار المعرفة

اسم الوحدة التدريبية: صيانة صندوق السرعات في المركبات الهجينة		**المهنة:** كهروميكانيك مركبات هجينة
اسم المتدرب:	**اسم المدرب**	**علامة المتدرب:**

تعليمات الاختبار:

1. أجب عن الأسئلة الآتية جميعها.
2. مدة الاختبار: (ساعتان)

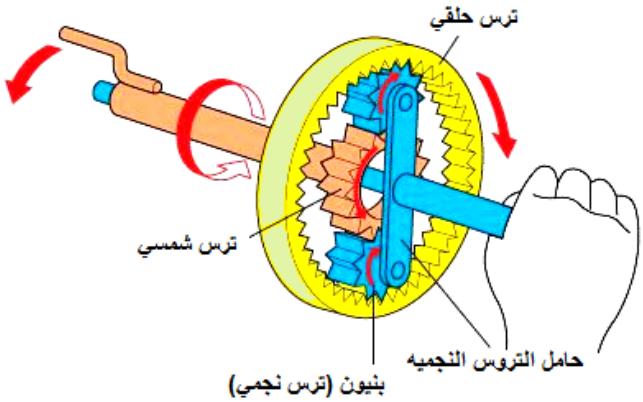
السؤال الأول: (20 علامة)

اجب بنعم أو لا عن العبارات التالية

الرقم	العبارة	نعم	لا
1	تشبر إضاءة مصباح التحذير الخاص بالمحرك إلى وجود عطل ما في صندوق السرعات في المركبة الهجينة.		
2	حدوث خلل في زمن تبديل الغيار يكون بسبب تلف مشغل ذراع التبديل.		
3	العنصر في صندوق السرعات الهيدرولي الذي يعمل على مضاعفة عزم المحرك هو محول العزم.		
4	من الأدلة على وجود إنسداد جزئي في مصفي الزيت في صندوق السرعات الهيدرولي، وجود صعوبة في نقل السرعات والتعشيق في أثناء السير.		
5	الحصول على تسارع ثابت وقيادة سلسة من ميزات صندوق التروس متغير السرعات بإستمرار(CVT).		

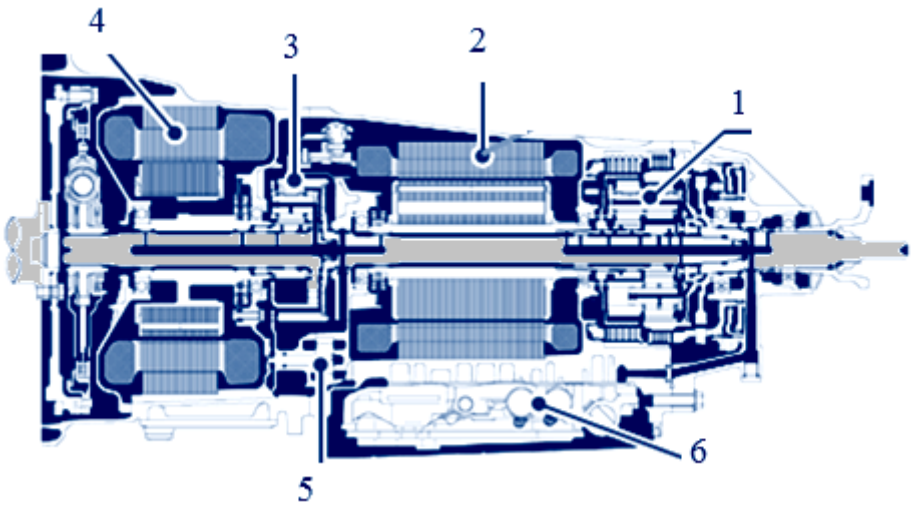
السؤال الثاني: (20 علامة)

أذكر إستخدامات مجموعة التروس المبينة في الشكل التالي وإشرح طريقة عملها.



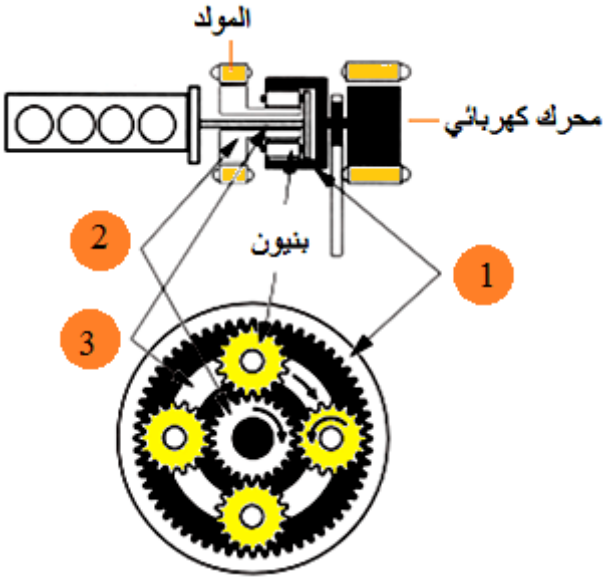
السؤال الثالث: (20 علامة)

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



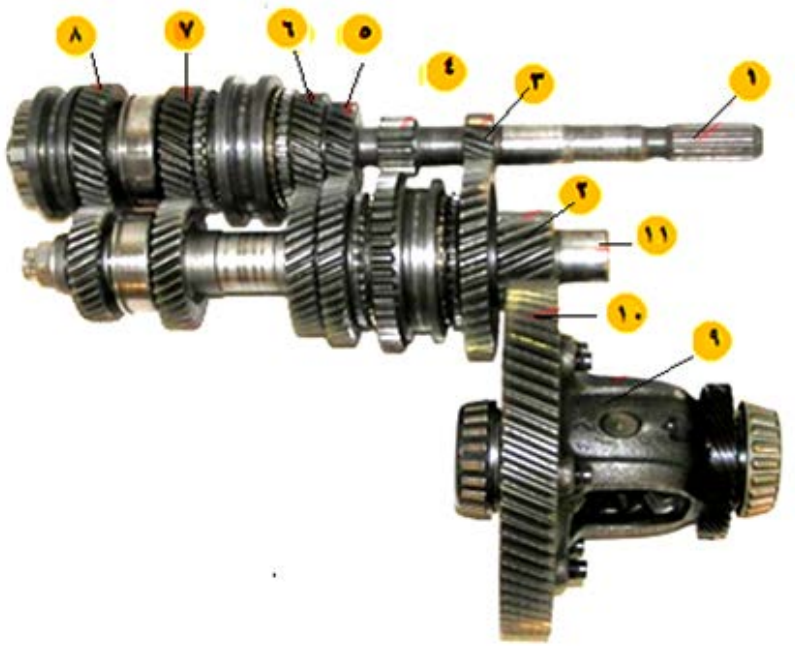
السؤال الرابع: (20 علامة)

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



السؤال الخامس: (20 علامة)

الشكل الآتي الذي يبين أحد أنواع صناديق السرعة ، أذكر مكوناته ، ونظم الإجابة بشكل جدول من قائمتين تتضمن الأولى الأرقام ، والثانية أسماء الأجزاء.



إختبار الآداء

التعليمات●

معايير التقييم تشمل البنود الثلاثة التالية

1- تنفيذ التمرين------60 علامة

2- جودة التنفيذ ---------20 علامة

3- تحديد وتطبيق قواعد السلامة والصحة المهنية-------20 علامة

استمارة مراقبة وتدرج الاختبار العملي

اسم المتدرب: ---------- الزمن المخصص: 3 ساعات

اسم الاختبار:- نزع صندوق السرعات عن المركبة ، وإستبدال محول العزم.

محتوى الاختبار		خطوات العمل والنقاط الحاكمة	معيار الأداء	العلامة		التسهيلات اللازمة
عناصر الأداء	عناصر المناقشة			من المخصصة	الممنوحة	
التجهيز للعمل	لماذا يجب نزع قاطع الخدمة قبل التعامل مع المركبة الهجينة	ارتداء ملابس العمل	تطبق تعليمات السلامة الخاصة بالمركبة	3		معدات وأدوات السلامة الشخصية
		الإطلاع على تعليمات السلامة الخاصة بالمركبة		10		
		تأمين المركبة في موقع العمل		2		
		رفع المركبة بشكل أمن		5		
		قراءة دليل الصيانة		3		
خطوات تنفيذ العمل		فك جميع الوصلات الكهربائية المرتبطة بالصندوق		5		- مواد تنظيف - صندوق عدة - مركبة بصندوق سرعات آلي - رافعة وحوامل
		فك جميع الأجزاء الميكانيكية المرتبطة بالصندوق	تأمين الصندوق من الوقوع	7		
		وضع دعامات تحت الصندوق		3		
		فك قواعد تثبيت الصندوق بالمركبة		4		

		نزع الصندوق من المركبة		7		- زيت هيدرولي - دليل الصيانة
		تنظيف الصندوق من الخارج		4		
		تأمين الصندوق على طاولة العمل		5		
		سحب محول العزم التالف عن الصندوق		5		
		تركيب محول جديد بنفس المواصفات		10		
		تركيب الصندوق في المركبة		7		
جودة التنفيذ		تشغيل المحرك وتفقد العمل		6		
		إستخدام مفتاح العزم عند شد البراغي بحسب الدليل		4		
		فحص آداء المحول الجديد		8		
		جمع العدد والأدوات وحفظها		2		
سرعة الإنجاز		اقل من (2,45)		10		
		من (2.45-3.00)		5		
		أكثر من (3) ساعات		صفر		
		العلامة الكلية		100		

اسم المدرب/الفاحص:-------- التوقيع: --------- التاريخ : ----------

● قائمة المصطلحات

المصطلح **العربي**	المصطلح **الإنجليزي**
صندوق السرعات الآلي	Automatic Transmission
صندوق السرعات دائم التعشيق	Constant Mesh Gear Box
حامل	Carier
عمود التوزيع	Counter Shaft
صندوق سرعات فلكي	Epicyclic Gearbox
عمود الدخل	Input Shaft
رافعة تغيير السرعات	Gear Shaft Lever
الترس الحلقي	Ring gear
محرك كهربائي	Motor
مجموعة التروس الفلكية	Planetary gear set
مضخة	pump
هجين	hybrid
محول العزم	Torque converter
ترس شمسي	Sun gear
شوكة النقل	Shaft Forks

● قائمة المراجع

- BOSCH; Automotive Handbook, Robert Bosch GmbH, Stuttgart, 1993.
- 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

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