مؤسسة التدريب المهني
Vocational Training Corporation

المملكة الأردنية الهاشمية

مؤسسة التدريب المهني

مديرية البرامج والاختبارات ومصادر التعلم

سلسلة الوحدات التدريبية المبنية على الكفايات المهنية

كهروميكانيك مركبات هجينة

الوحدة: صيانة البطارية عالية الفولطية في المركبات الهجينة

(Service of High Voltage Batteries in Hybrid Vehicles)

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 / 7 / 3641)
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 البطاريات عالية الفولطية في المركبات الهجينة
(Service of High Voltage Batteries in Hybrid Vehicles)

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 (٢٠١٧/٩) تاريخ ٢٠١٧/٤/١٨ 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	٧
٢. المتطلبات المسبقة	٧
٣. نتاجات التعلم	٧
٤. أهداف التعلم	٨
٥. الزمن المقترح	٨
٦. أدلة التقييم الذاتي	٨
هدف التعلم الأول:	
١. تشخيص أعطال البطاريات الهجينة	٩
١-١ أنواع البطاريات المستخدمة في المركبات الهجينة	٩
١-٢ مكونات البطارية الهجينة	١٣
١-٣ أنواع البطاريات الهجينة	١٥
١-٤ تشخيص أعطال البطارية الهجينة	٢٢
١-٥ التقييم الذاتي	٢٤
١-٦ التمرين العملي	٢٦
هدف التعلم الثاني:	
٢. صيانة أعطال البطاريات الهجينة	٣٤
٢-١ إجراءات السلامة عند التعامل مع البطاريات الهجينة	٣٤
٢-٢ دارات الحماية من الفولطية العالية في المركبات الهجينة	٣٦
٢-٣ التحكم بعمل البطارية الهجينة	٣٩
٢-٤ التقييم الذاتي	٤٣
٢-٥ التمرين العملي	٤٥

٧. اختبار المعرفة	٦٣
٨. اختبار الأداء	٦٧
٩. قائمة المصطلحات	٦٩
١٠. قائمة المراجع	٧٠

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 التعليم 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 البطاريات الهجينة 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:

- بناء الدارات الكهربائية
- قياس الكميات الكهربائية.

٣. نتاجات التعلم:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها وخبراتها يتوقع منك أن تصبح قادراً على صيانة أعطال مجموعة البطارية الهجينة.

٤. أهداف التعلم:

بعد إتمام هذه الوحدة يجب أن تصبح قادراً على أن:

- تشخص أعطال البطاريات الهجينة.
- تصون أعطال البطارية الهجينة.

٥. الزمن المقترح:

الفترة الزمنية المقترحة لتنفيذ أنشطة وتمارين هذه الوحدة هي ٥٢ ساعة تدريبية موزعة كما يلي:

- دروس نظرية: ٨ ساعات.
- تنفيذ التمارين العملية: ٣٩ ساعة.
- الاختبار النظري: ساعتان.
- الاختبار العملي: ٣ ساعات.
- التدريب الميداني: ٧ أيام.

٦. أدلة التقييم الذاتي

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

هدف التعلم الأول

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك أن تصبح قادراً على أن تشخص أعطال البطاريات الهجينة.

أنشطة التعلم	استعن بما يلي:
١. قراءة المادة التعلمية.	الوحدة التدريبية.
٢. تنفيذ التمارين العملية.	المشغل.
٣. البحث في المواقع الإلكترونية.	الشبكة العنكبوتية.
٤. تنفيذ التمارين العملية.	مراكز صيانة المركبات.

١. تشخيص أعطال البطارية الهجينة

تعد البطاريات الهجينة من أهم أجهزة تخزين الطاقة اللازمة لتشغيل المركبات الهجينة، وتعتبر المستودع الرئيس لتخزين الطاقة الكهربائية في هذه المركبات. وتستخدم البطاريات بشكل عام في تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية خلال عملية التفريغ وتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة وضع كيميائية خلال عملية الشحن، وتمتاز البطاريات الهجينة بكثافة عالية للطاقة، وتتحمل عدد كبير من عمليات الشحن والتفريغ.

ومع تقدم صناعة المركبات الهجينة والأجهزة الإلكترونية أصبح الاعتماد على البطاريات أكثر، وبخاصة تلك البطاريات التي يعاد شحنها، ولولا توفر هذا النوع من البطاريات لما تم اقتناء أو استخدام هذه الأجهزة.. وهذه الأجهزة اعتمدت على بطاريات يعاد شحنها مئات المرات دون أن تضعف مثل بطاريات الليثيوم - أيون (Lithium-Ion Battery) التي تأتي بأشكال وأحجام متعددة بحسب الأجهزة التي تصنع من أجلها، مثل تلك البطاريات المستخدمة في المركبات الكهربائية والكهروميكانيكية الهجينة.

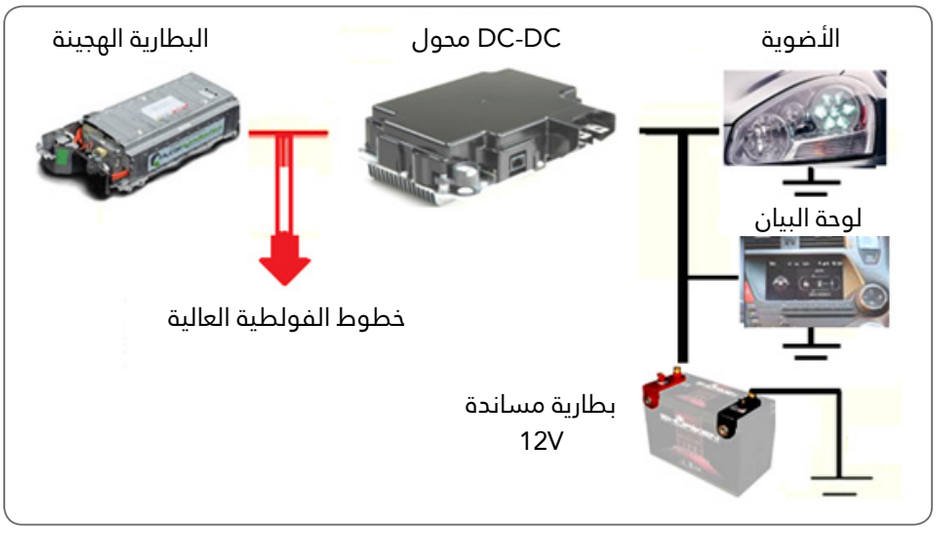
١-١ أنواع البطاريات المستخدمة في المركبات الهجينة

تستخدم أنواع مختلفة من البطاريات في المركبات الهجينة، منها:

أ - البطارية الحمضية (المركم)

تستخدم كبطارية مساندة في تشغيل بعضا من أنظمة المركبة الترفيهية والمساعدة، وتتكون البطارية الحمضية (Lead-Acid Battery) في أبسط صورها من مجموعة من الألواح الموجبة، وعدد من الألواح السالبة مغمورة في محلول إلكتروليتي من حامض الكبريتيك والماء المقطر.

وتعد البطاريات الحمضية المستخدمة في المركبات التقليدية من أقدم أنواع البطاريات وأرخصها كما أنها تستخدم في تشغيل بعض الأنظمة الكهربائية في المركبات الهجينة، مثل أنظمة الإنارة، ومصابيح التنبيه في لوحة القيادة كما هو مبين في الشكل (١).



الشكل (١): تشغيل بعض الأجهزة الكهربائية بوساطة البطارية المساندة.

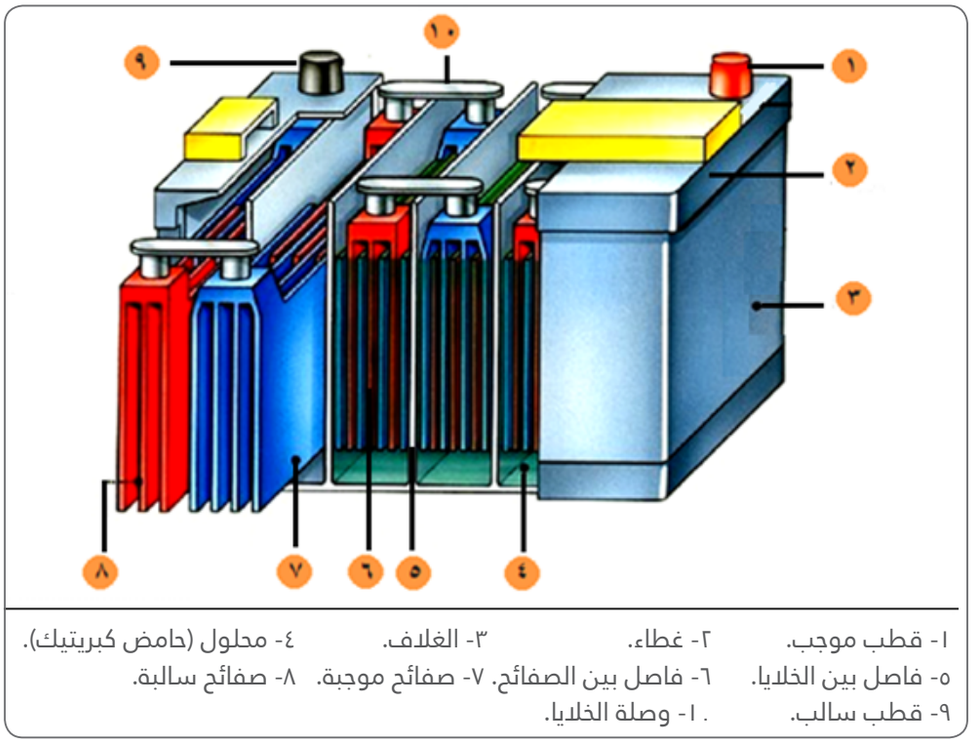
- مكونات البطارية الحمضية

يبين الشكل (٢) مكونات البطارية الحمضية التقليدية، وهي:

- الغلاف الخارجي: يصنع من المطاط المضغوط أو البكالايت، ويقسم من الداخل إلى حجرات لاحتواء الصفائح وتسمى هذه الحجرات بالخلايا.
- الغطاء: يصنع من مادة الغلاف الخارجي نفسها، وظيفته حماية الأجزاء الداخلية للبطارية من العوامل الخارجية، ويوجد في الغطاء فتحات بعدد خلايا البطارية، وذلك لملء البطارية بالمحلول من خلالها.
- الصفائح: وهي ألواح شبكية تحتوي على فراغات تملأ بالمادة الفاعلة (أول أكسيد الرصاص أو الرصاص) حسب نوع الصفائح وتقسم الصفائح إلى نوعين رئيسين، هما:

١- الصفائح الموجبة: تملأ فراغات الصفائح الموجبة بمادة أول أكسيد الرصاص وتتميز بلونها البني الغامق.

٢ - الصفائح السالبة: تملأ فراغات الصفائح السالبة بمادة الرصاص، وتتميز بلونها الرمادي، ويزيد عدد الألواح السالبة عن الألواح الموجبة بلوح واحد.



١- قطب موجب. ٢- غطاء. ٣- الغلاف. ٤- محلول (حامض كبريتيك).
٥- فاصل بين الخلايا. ٦- فاصل بين الصفائح. ٧- صفائح موجبة. ٨- صفائح سالبة.
٩- قطب سالب. ١٠- وصلة الخلايا.

الشكل (٢): أجزاء البطارية الحمضية.

- **تذكير**: تحتوي كل خلية في البطارية على مجموعة من الصفائح الموجبة والسالبة تفصل بينها ألواح عازلة، وفولطية كل خلية في البطارية (٢,١) فولط.

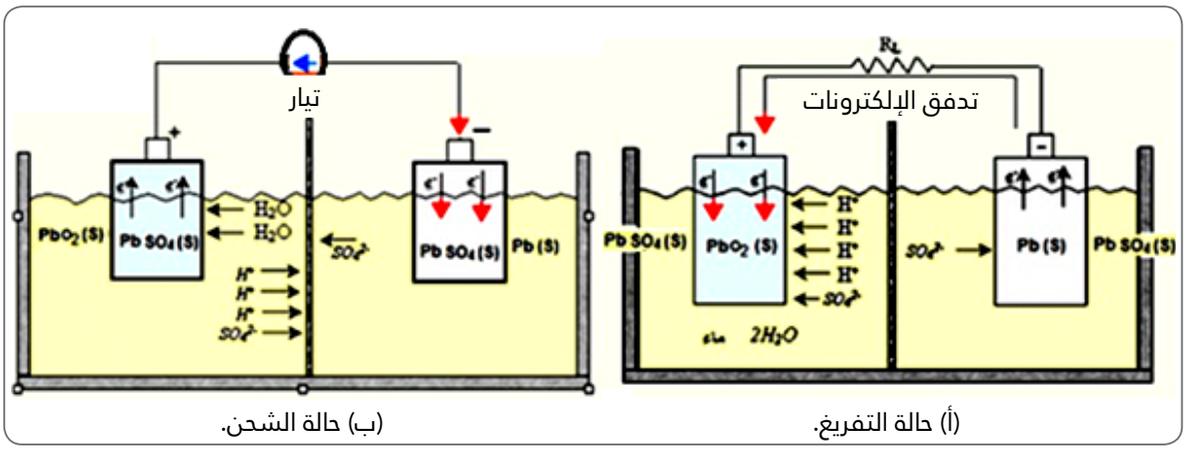
- الصفائح الفاصلة: تصنع من مواد عازلة مثل البلاستيك أو المطاط أو الألياف الزجاجية، وظيفتها الفصل بين الألواح الموجبة والألواح السالبة، وتكون الصفائح العازلة مسامية للسماح بمرور المحلول من خلالها وانتقاله من الألواح الموجبة إلى الألواح السالبة.
- المحلول: يتكون المحلول من حمض الكبريتيك المخفف، ويراعى في المحلول كثافته حيث يجب أن تكون بمعدل (١,٢٥ غم/سم٣).
- مراحل شحن وتفريغ البطارية الحمضية
- مرحلة التفريغ: وتتلخص هذه المرحلة بعملية تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية وذلك عند توصيل حمل كهربائي مع البطارية حيث يستهلك جزء من الطاقة الكهربائية المخزنة في البطارية. وفي نهاية مرحلة التفريغ يصبح المحلول ماء (H_2O). والصفائح الموجبة والسالبة مكونة من كبريتات الرصاص ($PbSO_4$) كما هو مبين من المعادلة الكيميائية التالية أثناء مرحلة التفريغ.

$$PbO_2 + Pb + 2H2SO_4 _____ PbSO_4 + PbSO_4 + 2H_2O$$

- مرحلة الشحن: وتتلخص هذه المرحلة بإعادة تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية وتخزينها داخل البطارية، وتتم مرحلة الشحن بتوصيل البطارية مع مصدر للتيار المستمر مثل المولد أو جهاز الشحن، التفاعلات الكيميائية التي تحدث في هذه المرحلة معاكسة للتفاعلات الكيميائية التي تحدث أثناء التفريغ كما هو مبين في المعادلة الكيميائية التالية أثناء مرحلة الشحن.

$$PbSO_4 + PbSO_4 + 2H_2O _____ PbO_2 + Pb + 2H2SO_4$$

ويبين الشكل (٣) عمليتي الشحن والتفريغ في هذا النوع من البطاريات.



(ب) حالة الشحن. (أ) حالة التفريغ.

الشكل (٣): الشحن والتفريغ في البطاريات الحمضية.

وتعرف البطاريات بسعتها، حيث تقاس بمقدار الأمبير- ساعة التي تعمل فيها البطارية من حال الشحن الكامل حتى التوقف عن العمل (التفريغ الكامل). ومن سيئات هذا النوع من البطاريات سعتها المنخفضة نسبة إلى حجمها، لذا لا تستخدم في تشغيل أنظمة القدرة الكهروميكانيكية في المركبات الهجينة حيث أنها تحتاج إلى كميات كبيرة من الطاقة.

ب- البطاريات الهجينة

تعد البطاريات الهجينة (الكهروكيماوية) (HV Battery) من أهم الأجهزة المستخدمة في تخزين الطاقة، حيث تعتبر المستودع الرئيس لتخزين الطاقة الكهربائية في المركبات الهجينة. وتوجد هذه البطاريات في الأنواع المبينة في الجدول (١):

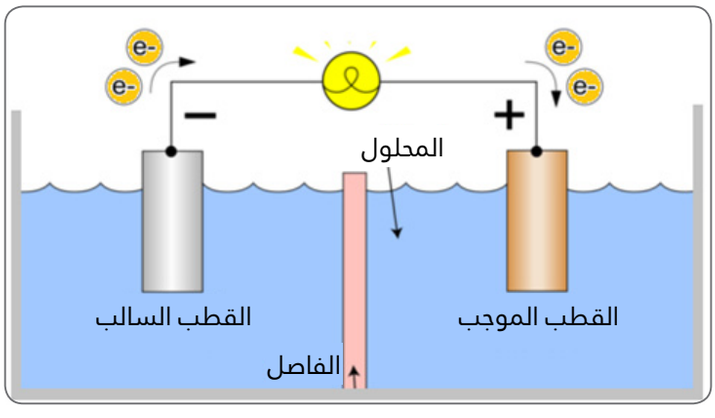
الجدول (١): أنواع البطاريات المستخدمة في المركبات الهجينة (الكهروميكانيكية).

الرقم	نوع البطارية	الشكل
١	النيكل NiCd، NiMH، NiZn	

٢	الليثيوم Li-ion، Li - Metal	
٣	الصوديوم Na-NiCl2، NaS	

٢-١ مكونات البطارية الهجينة

تتكون البطارية الهجينة من مجموعة من الخلايا المتصلة ببعضها على التوالي أو التوازي. وتتكون كل خلية فيها من الأجزاء الرئيسة المبينة في الشكل (٤) وهي:



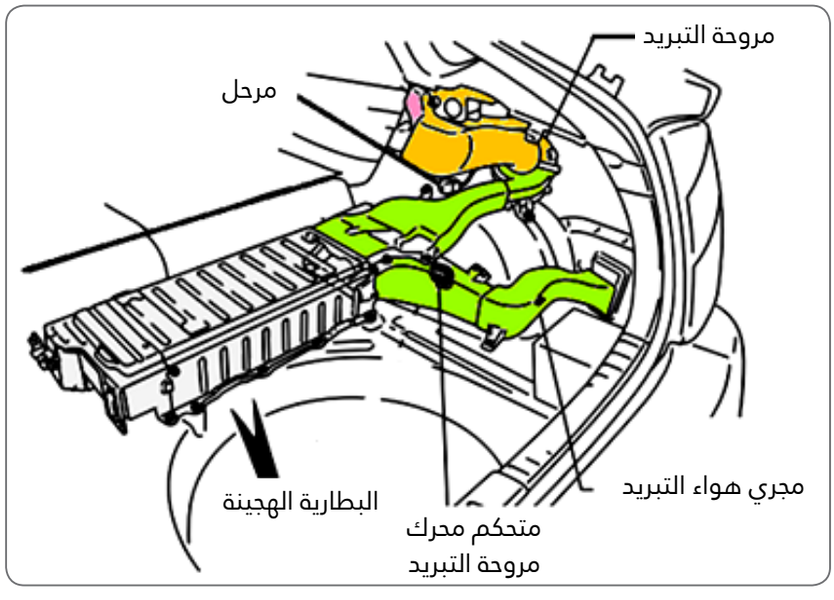
الشكل (٤): مكونات الخلية في البطارية الهجينة.

- القطب السالب (Negative Electrode): يصنع من معدن أو سبيكة تمتاز بقدرتها على الأكسدة أثناء إجراءات عملية التفريغ في البطارية، مثل االكاديوم (Cd)، ويولد القطب السالب الإلكترونات في الدارة أثناء تفريغ الخلية.
- القطب الموجب (Positive Electrode) من الأمثلة على المواد التي تصنع منها الأقطاب الموجبة لبطاريات أكسيد الرصاص النيكل (NiOOH). ويستقبل القطب الموجب الإلكترونات من الدائرة الخارجية خلال تفريغ الخلية.
- المحلول الكيماوي: وهو وسيط (Electrolyte) يسمح بالتوصيل الأيوني بين قطبي الخلية الموجب والسالب، ويجب أن يمتاز المحلول بموصلية عالية للأيونات التي تشارك في التفاعلات الكهربائية، وأن يكون غير موصل للإلكترونات من أجل تجنب التفريغ الذاتي

للبطارية. وقد يكون على شكل سائل، هلام، أو مادة صلبة، ويمكن أن يشكل من مواد حمضية أو قلوية تبعا لنوع البطارية، والبطاريات التقليدية مثل بطاريات (الرصاص/ الحامض) وبطاريات (النيكل/الكادميوم) تستخدم فيها المحاليل السائلة، والبطاريات الحديثة المستخدمة في المركبات الهجينة مثل بطاريات النيكل/ المعدنية (NiMH)، وبطاريات (ليثيوم/ أيون) فيستخدم فيها محاليل هلامية (جل) أو محاليل على شكل معاجين، أما بطاريات بوليمرات الليثيوم فيستخدم فيها محاليل صلبة.

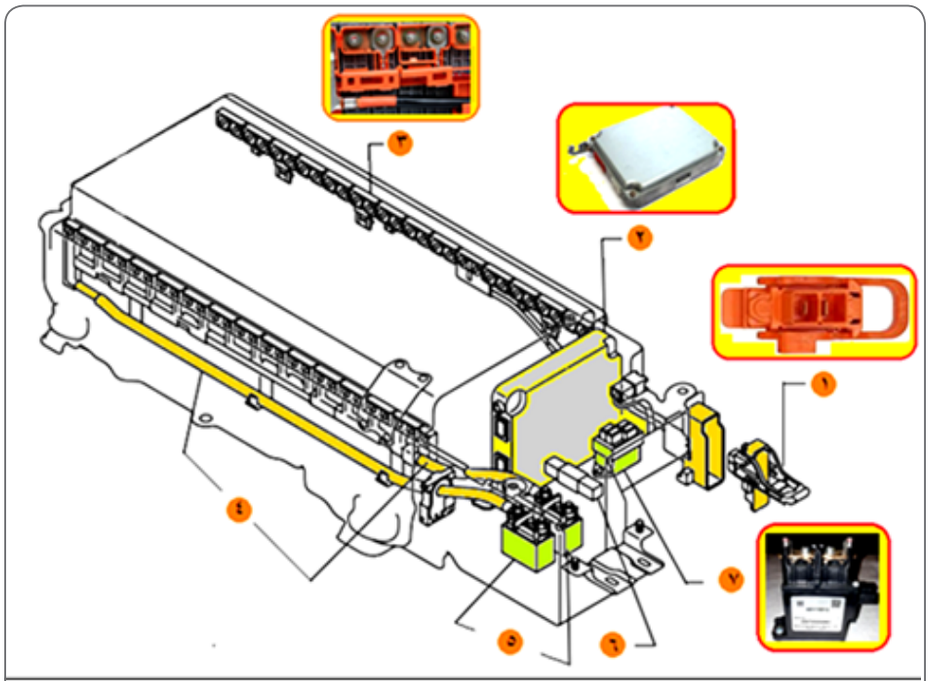
- الفاصل (Separator): يشكل من مواد عازلة من البوليمرات الاصطناعية التي تمتاز بالقدرة على منع الإلكترونات من الاستقطاب المعاكس.

ويبين الشكل (٥) موقع تركيب البطارية الهجينة في الجزء الخلفي من المركبة ومروحة ومجاري التبريد الخاصة بها. والتي تتكون من مجموعة من الخلايا تثبت داخل غلاف معدني، وتعزل جيدا لرفع درجة ألأمان من مخاطر تسريب الفولطية العالية.



الشكل (٥): مكونات البطارية الهجينة.

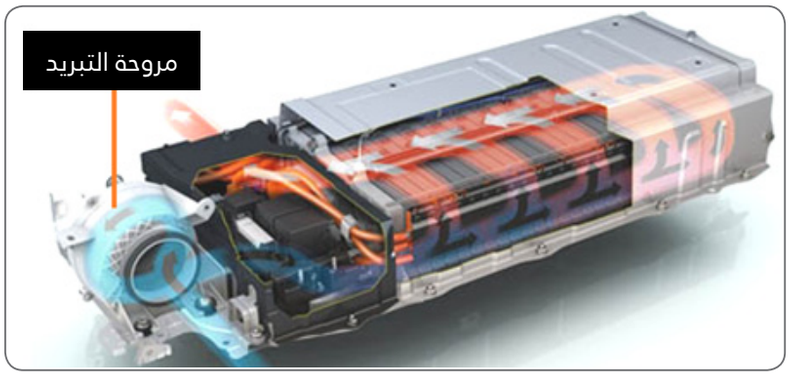
ويبين الشكل (٦) أجزاء البطارية الهجينة الرئيسة وموقع وحدة التحكم الخاصة بها.



١- قاطع الخدمة. ٢- وحدة تحكم. ٣- علبة التوصيل. ٤- كبلات رئيسية.
٥- مرحلات. ٦- مقاومة. ٧- مرحل رئيس.

الشكل (٦): مكونات البطارية الهجينة.

وتعتبر درجة الحرارة من أهم العوامل المؤثرة في عمل البطاريات الهجينة، لذا تزود هذه البطاريات بحساسات خاصة بمراقبة درجة حرارتها أثناء العمل، وبمروحة تبريد مبينة في الشكل (٧) للمحافظة على درجة حرارة التشغيل المثلى للبطارية، ومستوى الشحن فيها.



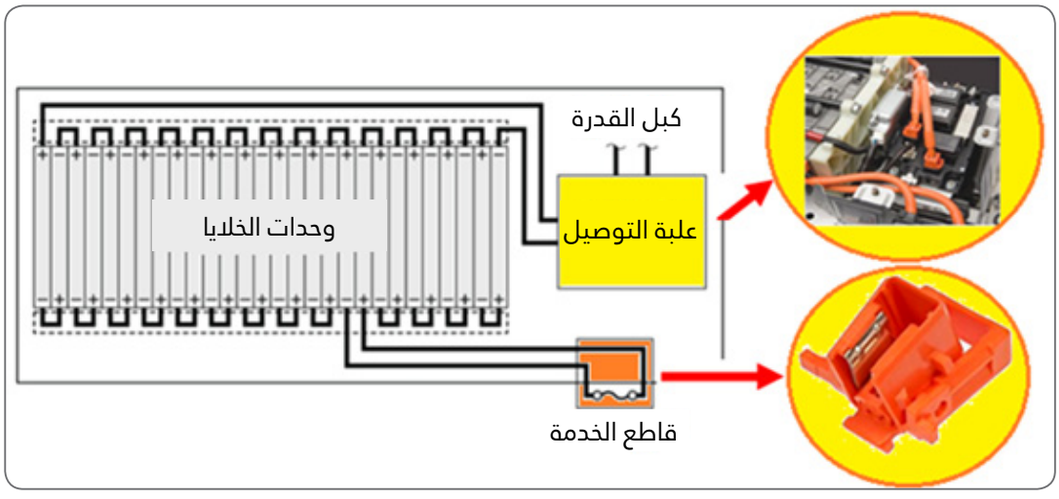
الشكل (٧): بطارية هجينة مبردة بالهواء.

١-٣ أنواع البطاريات الهجينة

تستخدم أنواع مختلفة من البطاريات الهجينة في المركبات الهجينة، منها:

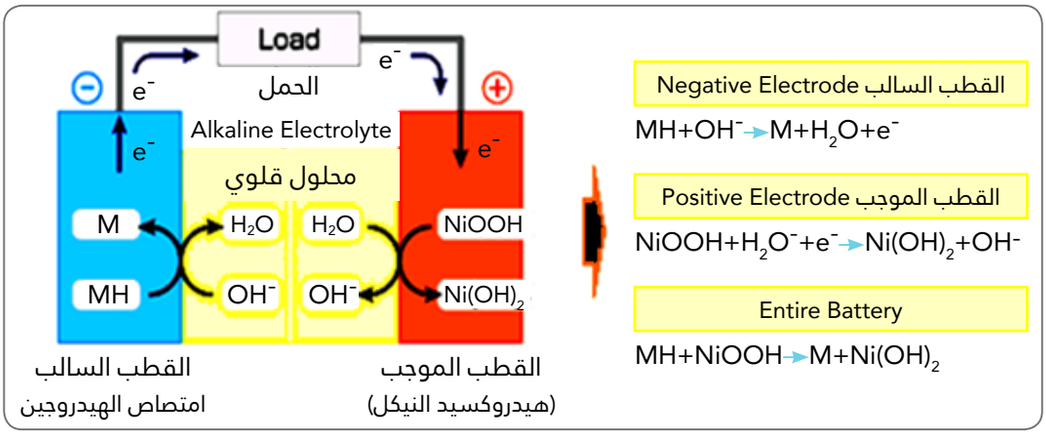
أ - بطاريات النيكل المعدنية (Nickel-Metal Batteries): يبين الشكل (٨) البطارية الهجينة المستخدمة في الجيل الثاني من مركبات تويوتا بريوس التي تتكون من (٢٨) مجموعة من خلايا النيكل المعدنية، كل مجموعة منها تحتوي على ست خلايا تتصل ببعضها على

التوالي، وفولطية كل منها (1.2v) والبطارية تعطي فولطية كلية مقدارها (201.6v)، وقدرة هذه البطارية حوالي (٢.٠) كيلو واط عند (٥٠%) من نسبة الشحن.



الشكل (٨): بطارية النيكل المعدنية.

وللمحافظة على مستوى شحن ثابت في هذا النوع من البطاريات تجري عمليتي الشحن والتفريغ فيها كما في الشكل (٩).



الشكل (٩): الشحن والتفريغ في بطاريات النيكل المعدنية.

ويمتاز القطب السالب في هذه البطاريات بقدرته على امتصاص الهيدروجين، ويشكل القطب الموجب فيها من هيدروكسيد النيكل ($Ni(OH)_2$) ويمتاز المحلول المستخدم فيها بموصليته المرتفعة، وتمتاز هذه البطاريات بسعتها الكبيرة، وتوجد البطاريات المصنعة على أساس معدن النيكل في أنواع عدة، مبينة في الجدول (٢):

الجدول (٢): البطاريات المصنعة على أساس معدن النيكل.

نظام البطارية	القطب السالب	القطب الموجب	المحلول	الفولطية الاسمية	الطاقة النوعية النظرية Wh/kg	الطاقة النوعية العملية Wh/kg
نيكل - حديد	Fe	$(Ni(OH)_2)$	KOH	1.2	313	45
نيكل- كاديوم	Cd	$(Ni(OH)_2)$	KOH	1.2	244	50
نيكل- هيدروجين	H2	$(Ni(OH)_2)$	KOH	1.2	434	55
نيكل- هيدريد المعدن	H	$(Ni(OH)_2)$	KOH	1.2	278 – 800	70
نيكل - زنك	Zn	$(Ni(OH)_2)$	KOH	1.6	372	60

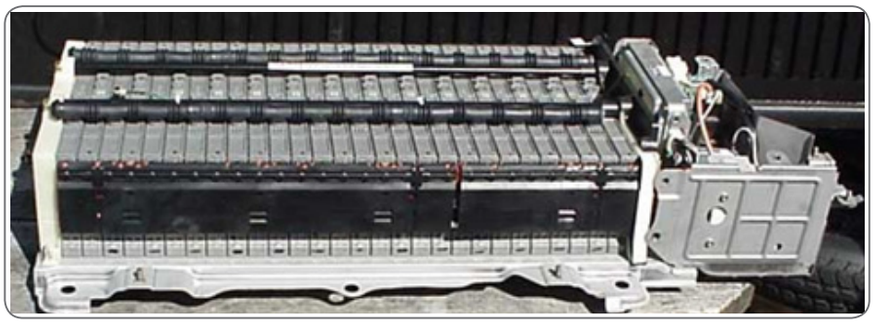
ويبين الشكل (١.) البطارية الهجينة المستخدمة في مركبة فورد إسكيب، التي تتكون من (٢٥.) خلية من النيكل المعدني مرتبة في (٥.) مجموعة كل منها يحتوي على خمس خلايا، فولطية كل منها تساوي (1.3v)، والفولطية الكلية للبطارية هو (٣٣.) فولط.

الشكل (١.): بطارية النيكل المعدنية.

ب- بطاريات هيدريد النيكل (Ni–MH Battery): تتكون من مجموعة خلايا تمتاز بما يلي:

- موصلية مرتفعة للمحلول المستخدم فيها.
- عدم حاجتها إلى صيانة متكررة.
- المحلول فيها غير قابل للتسريب.
- يمكن استخدامها عند درجات حرارة تشغيلية واسعة المدى حيث أنها مزودة بنظام تبريد خاص.
- طول عمرها التشغيلي.
- سعتها التخزينية المرتفعة (Watt/Hour).

وتستخدم في مركبات شركة تويوتا من الجيل الثاني البطارية المبينة في الشكل (١١)، حيث تتشكل من (٢٨) مجموعة، كل مجموعة تحتوي على (٦) خلايا فولطية كل منها (1.2V) مربوطة على التوالي داخل غلاف مقوى لتصبح فولطية البطارية الكلية (201.6V) فولط.

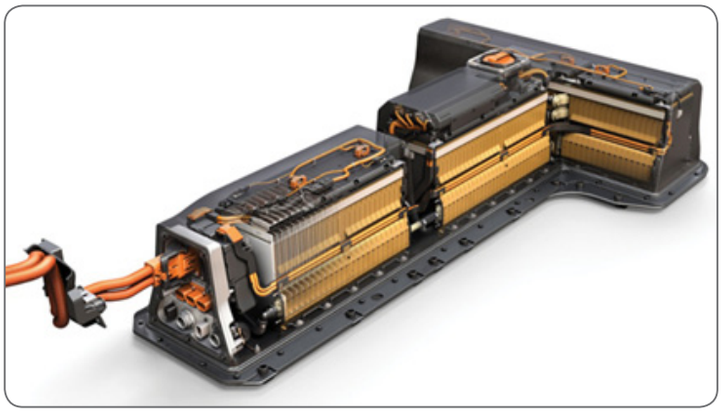


الشكل (١١): بطارية النيكل المعدنية.

ج - بطاريات الليثيوم- أيون (Li-Ion): تعد بطاريات الليثيوم من أهم الأنواع الواعدة في صناعة البطاريات، وذلك بسبب تمتع الليثيوم بخواص كهروكيماوية ومزايا عديدة، منها:

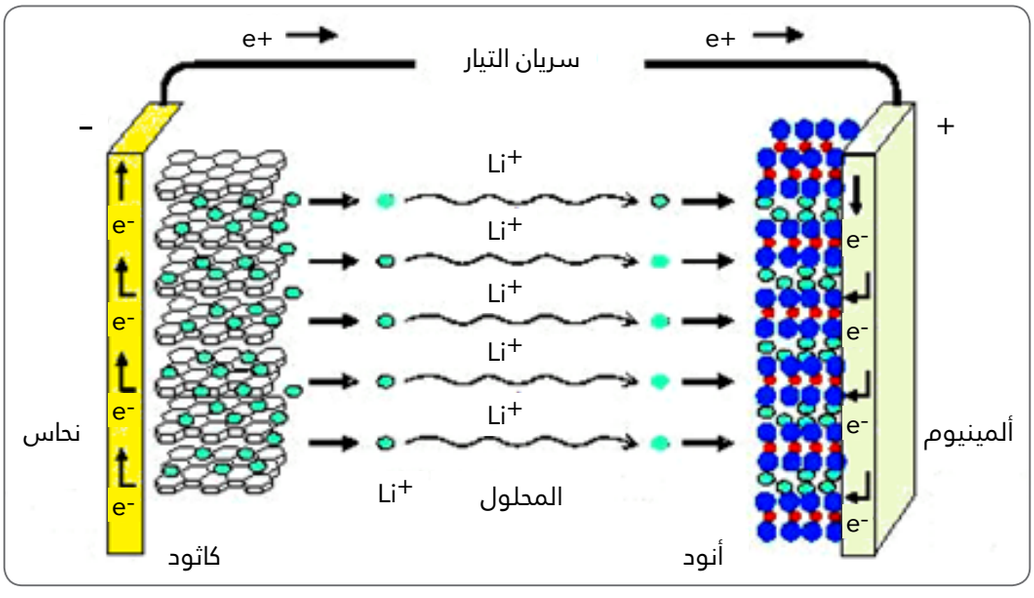
- طاقة التخزين العالية وكذلك طاقتي الشحن والتفريغ.
- ارتفاع فولطية الخلايا فيها (تساوى ثلاثة أضعاف الفولطية في خلايا بطاريات النيكل الكاديوم).
- التحكم الجيد بمستوى شحن هذا النوع من البطاريات أثناء العمل.
- انخفاض درجات الحرارة الناجمة عن التفاعلات الكيميائية أثناء عمليات الشحن والتفريغ
- خفة وزنها وعدم تأثرها بعدد دورات الشحن والتفريغ.

ويبين الشكل (١٢) بطارية ليثيوم - أيون حديثة تتكون من (٩٦) مجموعة متصلة على التوالي فولطيتها الكلية (345V).



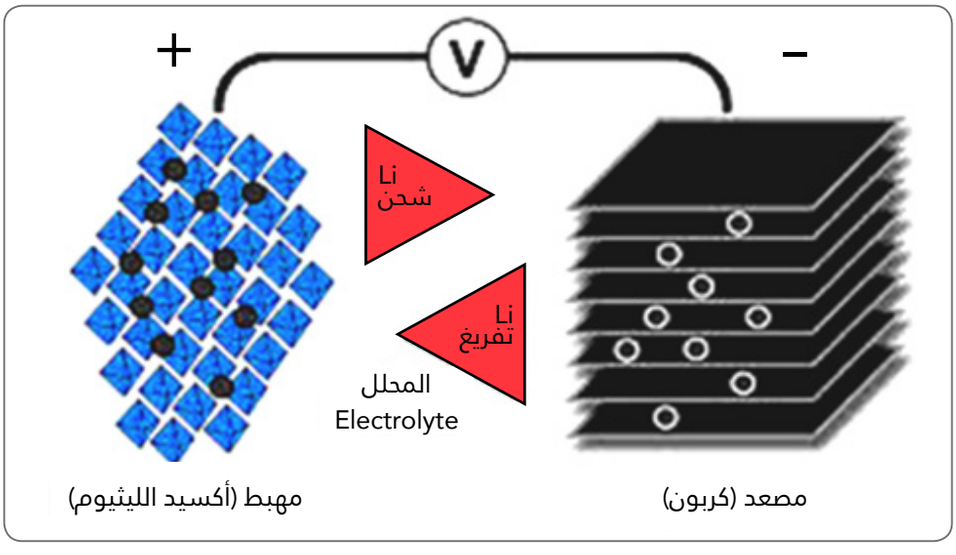
الشكل (١٢): مركم ليثيوم – أيون.

ويبين الشكل (١٣) طريقة انتقال أيونات الليثيوم في هذا النوع من البطاريات بين أقطابها واتجاه سريان التيار الكهربائي فيها، حيث يعد الليثيوم مادة نشطة كيميائياً، فهو يتفاعل بشدة مع الماء ليكون هيدروكسيد الليثيوم مع انطلاق غاز الهيدروجين، لذا من الواجب عزل هذه البطارية جيدا لمنع تسريب الماء إليها. ومن مساوئها تعرضها للانفجار عند سوء استخدامها.



الشكل (١٣): انتقال أيونات الليثيوم في مركم الليثيوم - أيون.

ويبين الشكل (١٤) عمليتي الشحن والتفريغ في هذا النوع من البطاريات حيث أنها قابلة للشحن وفيها يتحرك أيون الليثيوم من المصعد (Anode) إلى المهبط (Cathode) خلال عملية التفريغ وبالعكس من المهبط إلى المصعد أثناء الشحن.



الشكل (١٤): الشحن والتفريغ في بطارية الليثيوم.

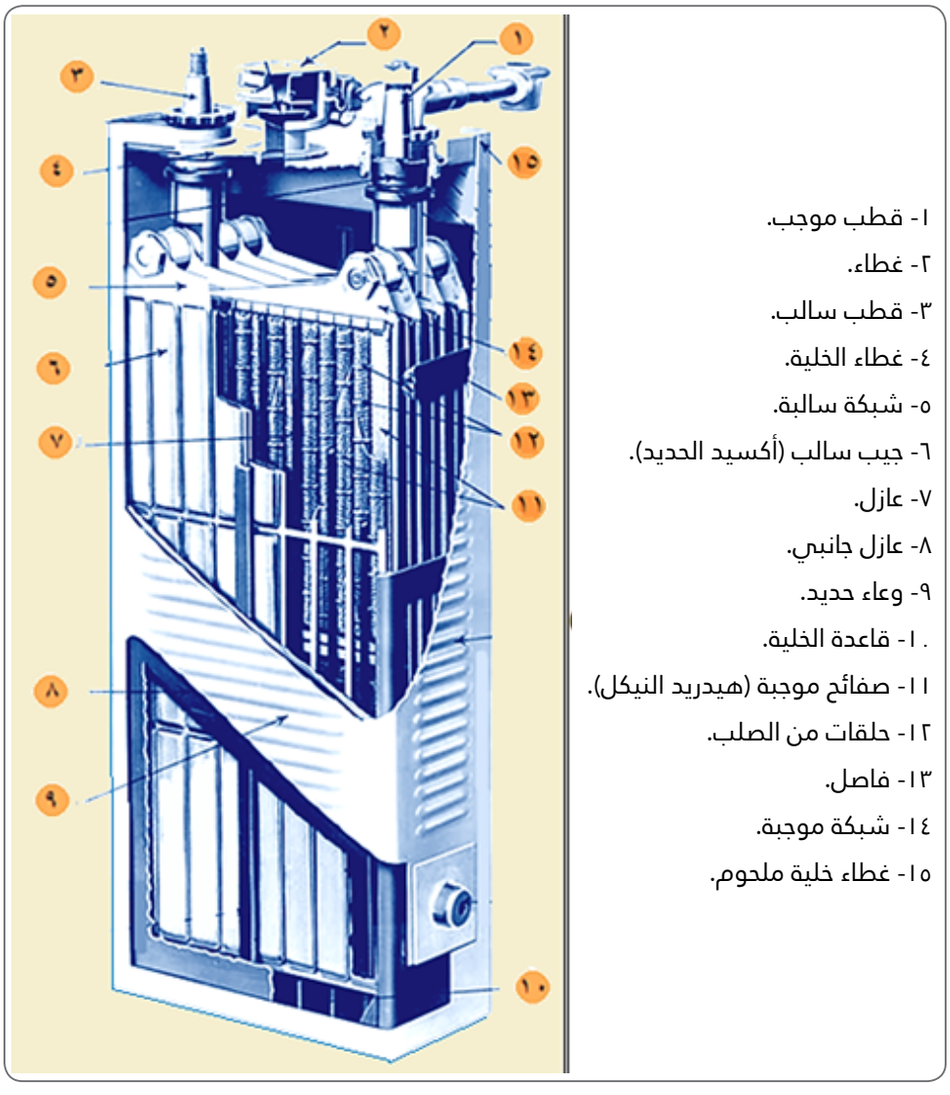
د - بطاريات النيكل - الحديد (Nickel/Iron Battery) تستخدم، في تشغيل الرافعات الشوكية، والقطارات، وبعض أنواع مركبات الشحن الثقيلة. ويصنع قطبها الموجب من هيدروكسيد النيكل، والسالب من الحديد، والمحلول المستخدم فيها من هيدروكسيد البوتاسيوم، ويحتوي المحلول على هيدروكسيد الليثيوم بمعدل (٠.٥) غرام لكل لتر.

ويتم التفاعل في خلايا هذا النوع من البطاريات كما في المعادلة التالية:

$$2NiOOH + 2H_2O + Fe \Longleftrightarrow 2Ni(OH)2 + Fe(OH)_2$$

وتعد هذه البطاريات معقدة نسبياً، حيث يجب التخلص من الهيدروجين والأوكسجين الناتجين أثناء عملية التفريغ بطريقة آمنة. وتمتاز بكثافتها النسبية المرتفعة في تخزين الطاقة بالمقارنة بالمراكم الرصاصية، ومن عيوبها إمكانية حدوث الصدأ والتفريغ الذاتي.

ويبين الشكل (١٥) مكونات خلايا هذا النوع من البطاريات.



الشكل (١٥): الشحن والتفريغ في بطارية الليثيوم.

هـ - بطاريات النيكل- الكاديوم (Nickel/Cadmium Battery) ويستخدم فيها محلول بطاريات النيكل/الحديد (هيدروكسيد البوتاسيوم) نفسه والقطب الموجب (هيدروكسيد النيكل) نفسه، أما القطب السالب فيصنع من معدن الكاديوم، ويتم التفاعل فيها بحسب المعادلة التالية:

$$2NiOOH + 2H_2O + Cd \text{ --- } 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$$

ومن عيوبها، سعرها المرتفع وانخفاض فولطيتها النسبية، وتمتاز بما يلي:

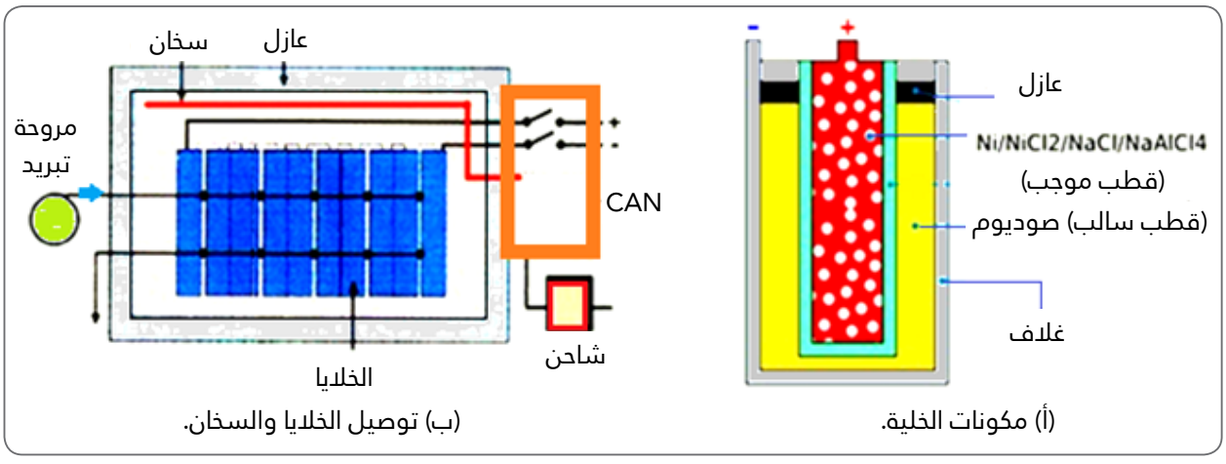
- الكثافة النسبية العالية في تخزين الطاقة، حيث تبلغ أكبر من (220W/kg).
- تتحمل ما يقارب الفا عملية تفريغ كاملة (2000 Cycles).
- العمل عند درجات حرارة تشغيلية واسعة (40° to 85°C).
- الطاقة التخزينية المرتفعة.

هـ- بطاريات - الصوديوم (NaNiCl): مع استمرار انخفاض مصادر الليثيوم في العالم، يبدو أنّ الجيل الواعد من مصادر الطاقة في هذه الصناعة هو بطارية أيون الصوديوم (Na-ion) التي تعد أفضل بسبب كون الصوديوم رخيص الثمن، وغير سام، وأكثر وفرة من الليثيوم.

ويستخدم في هذا النوع من البطاريات، النيكل وأملاح الصوديوم، وتمتاز بسعات كبيرة من التخزين وهي مناسبة لتشغيل المركبات كبيرة الحجم كالباصات والشاحنات، ومن سيئاتها عملها في درجات حرارة مرتفعة حيث يتم تزويدها بوسيلة تسخين لتأمين التفاعل الكيميائي كما هو مبين في الشكل (١٦) داخلها.

$$Ni + 2NaCl \Leftrightarrow 2Na + 2NiCl_2$$

وتصل كفاءة هذا النوع من البطاريات إلى (١٠٠%) ولا يحدث فيها أية تفاعلات كيميائية جانبية وتبلغ طاقتها النوعية التقريبية حوالي (790 Wh/kg).



(ب) توصيل الخلايا والسخان.

(أ) مكونات الخلية.

الشكل (١٦): مركم الصوديوم.

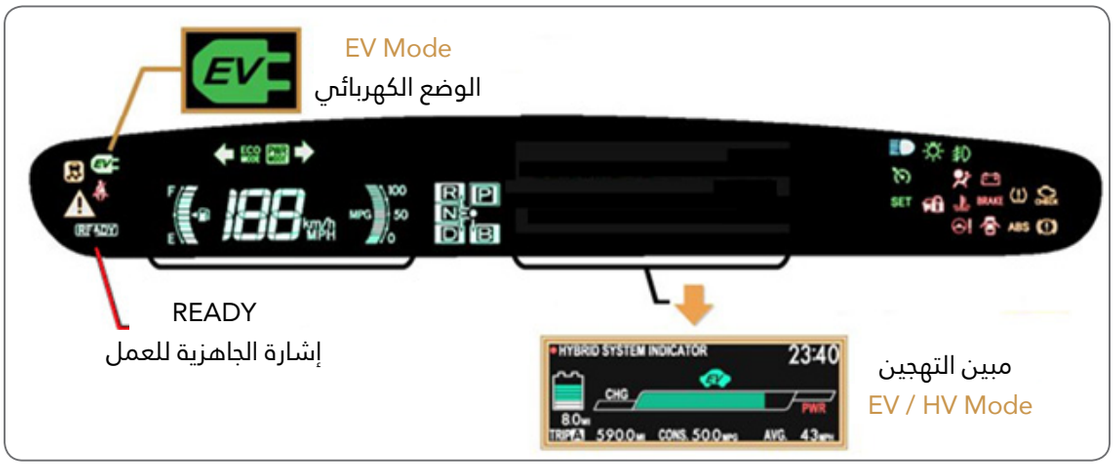
٤-١ تشخيص أعطال البطارية الهجينة

يقوم نظام التحكم بعمل البطارية الهجينة في المركبة الهجينة بمراقبة وعرض حال عناصر البطارية أثناء العمل عبر وحدة التحكم الخاصة بالنظام، وإرسال المعلومات إلى وحدة التحكم بعمل المركبة لتصحيح وضع العمل، بالإضافة إلى التحكم في عمل مروحة التبريد للمحافظة على درجة حرارة البطارية ضمن الحدود المسموح بها.

وتستخدم وحدة التحكم في هذا النظام وحدة تشخيص ذاتي لأعطال النظام، وظيفتها التحذير من حدوث عطل ما في أحد عناصر البطارية، وفي حال تلف البطارية يضئ مصباح التحذير الرئيس في المركبة، وفي الوقت نفسه تظهر إشارة على شاشة العرض الخاصة بعمل المركبة كما في الشكل (١٧).

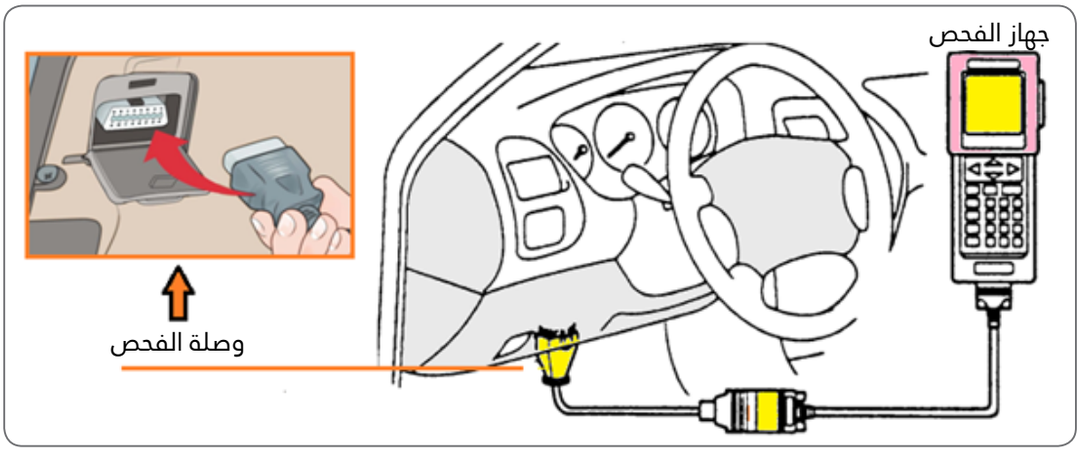
الشكل (١٧): مصباح التحذير الرئيس في المركبة.

وعندما يعمل أحد عناصر البطارية بصورة غير صحيحة تقوم وحدة التشخيص الذاتي في وحدة التحكم بعمل البطارية بإضاءة مصباح التحذير (HV-System Warning) كما في الشكل (١٨).



الشكل (١٨): مصابيح التحذير في لوحة القيادة.

ويتم في هذه الحال تشخيص وتحليل الأعطال المسجلة في وحدات التحكم بأنظمة عمل المركبة بدقة باستخدام جهاز الفحص ومسح الأعطال (OBD II Scan Tool)، والذي يتم توصيله بالمركبة كما هو مبين في الشكل (١٩).



الشكل (١٩): توصيل جهاز الفحص (OBD II Scan Tool).

ويتم تشخيص أعطال مجموعة البطارية الهجينة باستخدام جهاز مسح الأعطال بحسب الخطوات التالية:

- تأمين المركبة في موقع العمل
- تحليل المشاكل التي تواجه السائق في أثناء القيادة
- توصيل جهاز مسح الأعطال
- مسح وتسجيل الأعطال المثبتة في وحدة التحكم (FREEZZE FRAME DATA)
- تحليل العطل وأسبابه
- فحص الدارة الكهربائية المعنية بالعطل
- تحديد العطل ومكانه بدقة
- ضبط أو إصلاح العطل

١-٥ 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 لكل من الفقرات التالية:

١- يعتمد مستوى الشحن في البطاريات الهجينة على:
أ . فولطية وسعة البطارية.
ب. التيار المار في البطارية وحرارتها.
ج . سعة البطارية وتهويتها.
د . الفولطية وشدة التيار.

٢- يتم أثناء شحن البطارية تحويل:
أ . الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.
ب. الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية.
ج . الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية.
د . الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية.

السؤال الثاني:

بين بالرسم التخطيطي الأجزاء الرئيسة التي تتكون منها الخلية في البطارية الهجينة.

السؤال الثالث:

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

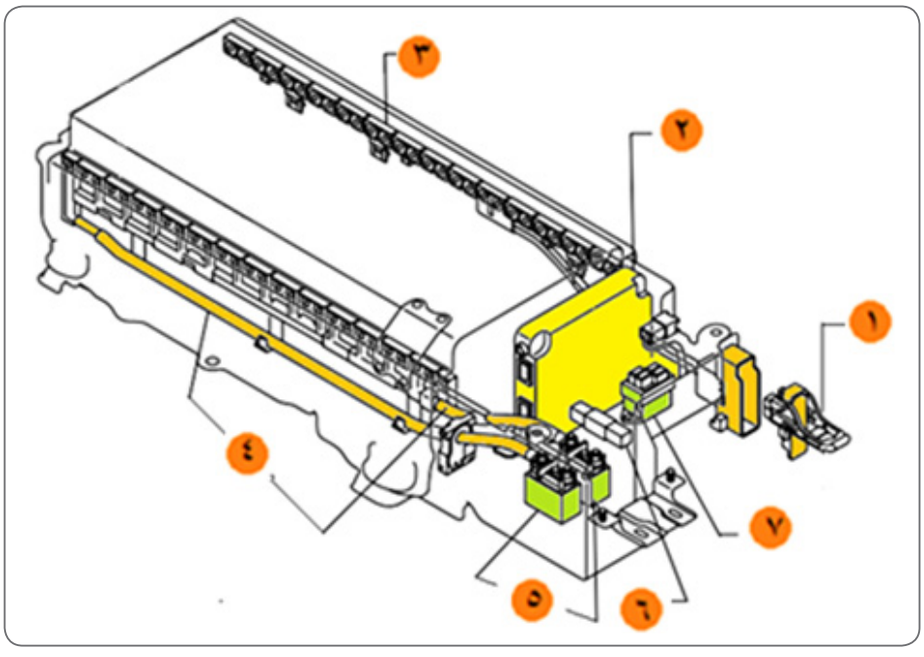
	العبارة	صح	خطأ
١	تقاس سعة البطارية بمقدار الأمبير- ساعة التي تعمل فيها البطارية من حال الشحن الكامل حتى التوقف عن العمل.		
٢	لا يعتمد مستوى الشحن في البطاريات الهجينة على شدة التيار.		
٣	يتم خلال مرحلة شحن البطارية تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.		
٤	وظيفة وحدة التحكم بعمل البطارية الهجينة مطابقة مستوى الشحن فيها بمتطلبات القيادة، وإرسال إشارات كهربائية إلى وحدة التحكم في عمل المحرك.		
٥	تمتاز بطاريات الليثيوم – أيون (Li-ion) بطاقة التخزين العالية.		

السؤال الرابع:

أذكر أنواع البطاريات المستخدمة في المركبات الهجينة.

السؤال الخامس:

أذكر مكونات البطارية الهجينة المرقمة من (١-٧) في الشكل التالي، نظم الإجابة بشكل جدول من قائمتين تتضمن الأولى الأرقام، والثانية أسماء الأجزاء.



٦-١ التمرين العملي

رقم التمرين: (١)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: فحص البطارية الهجينة على المركبة (Hybrid Battery / DATA LIST / ACTIVE TEST).	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 المشغل وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة وترتيب المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات واستخدامها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- التأكد من تهوية مكان العمل.
- 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 البطارية الهجينة على المركبة.

- شروط الأداء

حسب تعليمات المدرب

- الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

الأدوات والتجهيزات والمواد			
١	مركبة هجينة.	٤	مفتاح عزم.
٢	صندوق عدة.	٥	جهاز فحص (Scan Tool).
٣	مرابط منع عجلات المركبة من الانزلاق.	٦	كفوف واقية من المخاطر الكهربائية.

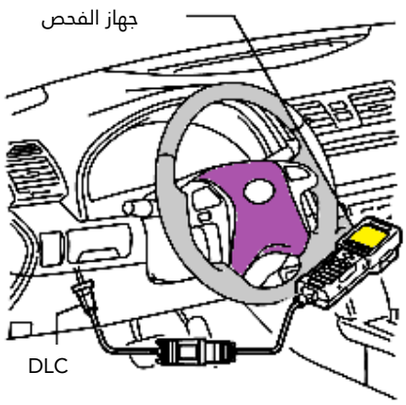
- الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

١. نسخة من الوحدة التدريبية.

٢. دليل الصيانة.

٣. دليل جهاز الفحص.

- خطوات العمل

الرقم	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
١	جهز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ العمل، وأدوات الوقاية الشخصية مثل القفازات العازلة.	
٢	اقرأ دليل الصيانة للمركبة المعنية بالإصلاح وتعرف خطوات فحص البطارية على المركبة.	
٣	صل جهاز الفحص بالمركبة كما في الشكل المجاور.	
٤	باستخدام جهاز الفحص اقرأ بيانات النظام المخزنة (المفاتيح الكهربائية، والحساسات، والمشغلات) دون فك أي منها لتحديد أعطالها من خلال مقارنة هذه البيانات مع تلك الموجودة في الدليل. (DATA LIST).	

٥	أدر مفتاح الإشعال على وضع (IG) ON، وجهاز الفحص على وضع (ON)، ومن ثم أدخل القوائم التالية كما في دليل جهاز الفحص: (DIAGNOSIS / OBD/) MOBD / HV BATTERY / DATA LIST)	
٥	تحقق من النتائج وذلك بالرجوع إلى الجدول الخاص بفحص المركبة المعنية، انظر الجدول التالي كمثال (من الدليل):	

Diagnostic Note	Reference Range	Measurement Item/Range (Display)	Intelligent Tester Display
Constant ON: Repair in accordance with detected DTCs	MIL ON: ON	MIL status/ ON or OFF	L status
	Accumulated driving mileage after the malfunction occurrence/ Min.: 0 km، Max.: 65،535 km	DRIVING MILEAGE	
	Always: 0 to 100%	Battery state of charge/ Min.: 0%، Max: 100%	BATTERY SOC
	Undisturbed for 1 day: Same as ambient air temperature	Temperature of HV battery/ Min.: -327.68°C، Max.: 327.67°C	BATT TEMP 1 to 3
	SOC 55 to 60%: 23 V or less	Battery block maximum voltage/ Min.: -327.68 V، Max.: 327.67 V	BAT BLOCK MAX (V)

٦	نفذ الفحص الحي (النشط) بعد التأكد أن جهاز الفحص موصول (Active Test). تحذير: تأكد أن الجهاز موصول لإجراء الفحص، لأنه من الممكن حدوث خطأ في الاتصال أثناء الفحص ويمكن أن يصبح الفحص غير قابل للتنفيذ (READY ضوء OFF). • تنبيه: من الممكن عرض عناصر قائمة البيانات (DATA LIST) خلال الاختبار الحي بالموقع (ACTIVE TEST).	
٧	أدخل القوائم التالية للفحص كما في دليل الجهاز: (DIAGNOSIS / OBD/) MOBD / HV BATTERY / DATA LIST).	
٨	نفذ الفحص الحي، وفقا للعرض على الجهاز، وبالرجوع إلى دليل الفحص الخاص بالمركبة المعنية، انظر الجدول التالي، كمثال:	

Intelligent Tester Display	Purpose	Test Details	Test Condition
COOLING FAN SPD	To check the operation and the speed of the battery blower motor	Stops the battery blower motor in mode 0 or operates it in modes 1 to 6	Disabled when a DTC is detected

رقم التمرين: (٢)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: فحص وحدة التحكم بعمل البطارية الهجينة (ECU).	٦ ساعات

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادرا على أن تفحص وحدة التحكم بعمل البطارية (ECU).

- شروط الأداء

حسب تعليمات المدرب

- الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

الأدوات والتجهيزات والمواد			
١	مركبة.	٤	شاشة فحص.
٢	صندوق عدة.	٥	جهاز مسح الأعطال (Scan Tool).
٣	مرابط منع العجلات من الانزلاق.	٦	أفوميتر.

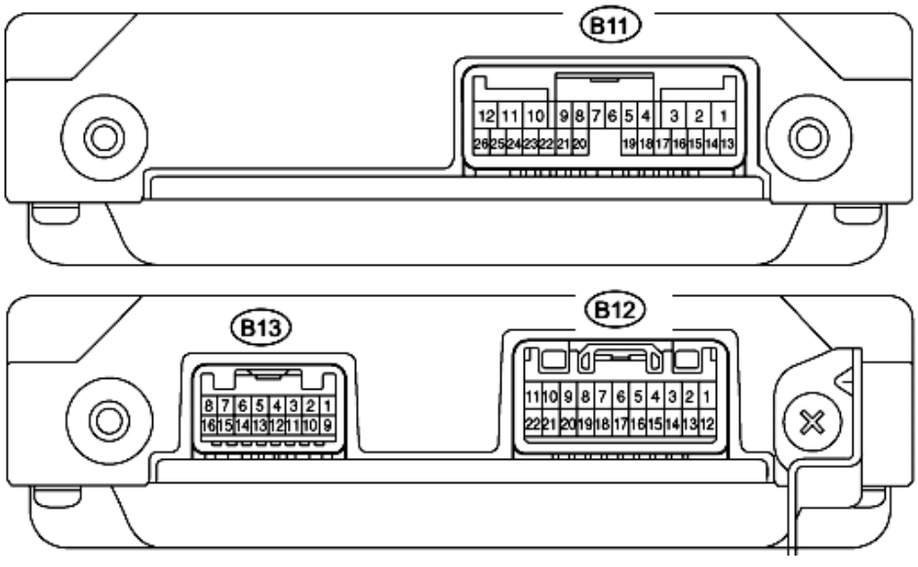
- الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

١. نسخة من الوحدة التدريبية.

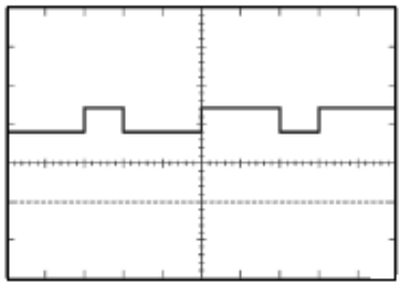
٢. دليل الصيانة.

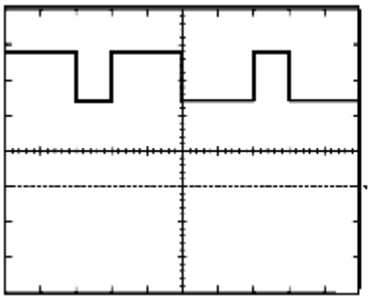
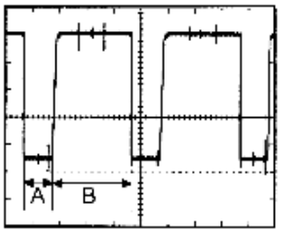
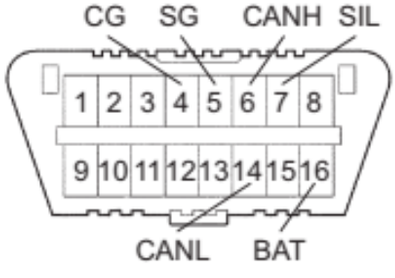
- خطوات العمل

الرقم	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
١	جهز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ العمل، وأدوات الوقاية الشخصية.	
٢	أمن وقوف المركبة على أرض مستويه في موقع العمل.	

٣	اقرأ دليل الصيانة للمركبة المعنية بالإصلاح، وتعرف منافذ، وخطوات فحص وحدة التحكم في عمل البطارية. 
٤	قس فولطية وصلة وحدة التحكم كما في دليل الصيانة وقارن القراءة بتلك الموجودة في الدليل، انظر كمثال الجدول التالي:

Symbols (Terminal No.)	Wiring Color	Terminal Description	Condition	Specified Condition
AM (B11-1) - GND (B11-12)	G - W-B	Auxiliary battery (for measuring battery voltage and for battery ECU memory)	Always	9 to 14 V
IGCT (B11-2) - GND (B11-12)	L - W-B	Control signal	Power switch ON (READY)	9 to 14 V
VM (B11-9) - GND (B11-12)	V - W-B	Battery blower motor monitoring signal	Battery blower motor mode 1 actuation (at low speed)	10 to 14 V
VM (B11-9) - GND (B11-12)	V - W-B	Battery blower motor monitoring signal	Battery blower motor mode 6 actuation (at high speed)	2 to 6 V

٥	باستخدام شاشة جهاز الفحص، افحص إشارة خط الاتصال بشبكة فحص إلكترونيات التحكم في المركبة ذات الفولطية المرتفعة كما في دليل المركبة المعنية بالفحص.	

٦	باستخدام شاشة جهاز الفحص، افحص إشارة خط الاتصال بشبكة فحص إلكترونيات المركبة ذات الفولطية المنخفضة كما في دليل ألمركبة المعنية بالفحص - انظر كمثال الجدول التالي:  (Low-Level CAN bus line) Item / Content Symbols (Terminal No.) / CANL (B11-19) - GND (B11-12) Tool Setting / 1 V/Div., 2 µsec./Div. Condition / Power switch ON (IG)
٧	باستخدام شاشة الفحص، افحص إشارة عمل مروحة تبريد البطارية كما في دليل فحص المركبة المعنية بالصيانة – انظر كمثال الجدول التالي من الدليل:  (Battery blower motor signal) Item / Content Symbols (Terminal No.) / SI (B11-24) - GND (B11-12) Tool Setting / 1 V/Div., 50 µsec./Div. Condition / During vehicle stop Amplitude A and B in the diagram vary by mode. Mode / A / B 1 / 44.4 µsec. / 155.6 µsec. 2 / 44.4 µsec. / 155.6 µsec. 3 / 51.6 µsec. / 148.4 µsec. 4 / 59.0 µsec. / 141.0 µsec. 5 / 59.0 µsec. / 141.0 µsec. 6 / 146.4 µsec. / 53.6 µsec.
٨	افحص وصلة الفحص في المركبة، كما في دليل الصيانة للمركبة المعنية باستخدام جهاز الفحص، انظر الجدول التالي في الدليل. 
	Symbols (Terminal No.) / Terminal Description / Condition / Specified Condition SIL (7) - SG (5) / Bus "+" line / During transmission / Pulse generation CG (4) - Body ground / Chassis ground / Always / Below 1 Ω SG (5) - Body ground / Signal ground / Always / Below 1 Ω BAT (16) - Body ground / Battery positive / Always / 9 to 14 V CANH (6) - CANL (14) / HIGH-level CAN bus line / Ignition switch OFF / 54 to 69 Ω CANH (6) - Battery positive / HIGH-level CAN bus line / Ignition switch OFF / 1 MΩ or higher CANH (6) - CG (4) / HIGH-level CAN bus line / Ignition switch OFF / 200 Ω or higher CANL (14) - Battery positive / LOW-level CAN bus line / Ignition switch OFF / 1 MΩ or higher CANL (14) - CG (4) / LOW-level CAN bus line / Ignition switch OFF / 200 Ω or higher
٩	تفقد البطارية المساندة (١٢ فولط) وقس فولطيتها حيث يجب أن تنحصر الفولطية ما بين (١١- ١٤ فولط).

١٠	افحص إشارة التحذير (CHECK) المبينة في الشكل المجاور، بوضع مفتاح التشغيل على وضع التشغيل(ON) وإشارة الجاهزية (READY) على وضع (OFF) وفي هذه الحال إذا لم تضيئ إشارة التحذير افحص دارة هذه الإشارة كما في دليل الصيانة للمركبة المعنية بالإصلاح.	 CHECK
١١	شغل إشارة الجاهزية (READY) حيث يجب في هذه الحال أن تزول الإشارة (CHECK) فإذا بقيت مضاءة ابحث عن عطل ما في دارات المركبة الكهربائية كما في الدليل.	
١٢	اجمع العدة وجهاز الفحص، ونظف مكان العمل.	

هدف التعلم الثاني

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك أن تصبح قادرا على أن تصون البطارية الهجينة.

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

٢. صيانة أعطال البطاريات الهجينة

تعد الحماية الشخصية أثناء التعامل مع المركبات الهجينة، وأنظمتها الكهربائية من ألأمور الواجبة؛ لتفادي وقوع الحوادث والإصابات أثناء صيانة أعطال البطاريات الهجينة، وذلك بالرغم من تزويد المركبة بكل وسائل الحماية الممكنة من قبل الشركات الصانعة.

٢-١ إجراءات السلامة عند التعامل مع البطاريات الهجينة

يعد التأكد من تثبيت مفتاح التشغيل على وضعية الإغلاق من أهم عوامل السلامة الشخصية الخاصة عند صيانة المركبات الهجينة، وذلك بسبب عمل المركبة دون ضجيج أثناء الوقوف، وامتلاك الأنظمة الهجينة القدرة على التوقف عن العمل تلقائيا وإعادة التشغيل عند التبديل من وضعية عمل البطارية الهجينة إلى عمل محرك الاحتراق الداخلي كما أن معظم المركبات الهجينة يمكن تشغيلها عن بعد لذا لا بد من التأكد، وأخذ جميع الاحتياطات اللازمة لعدم تشغيلها أثناء تنفيذ عمليات الصيانة؛ ومن هذه الاحتياطات، ما يلي:

- التأكد بشكل قاطع أن نظام التشغيل في المركبة مفصول، ومن غير الممكن أن يعمل أثناء صيانة المركبة، وأن وضع التهجين في المركبة مغلق.
- عدم وضع مفتاح التشغيل على وضع التشغيل (ON) في حال الوقوف لمدة طويلة لأن ذلك يؤدي إلى تفريغ المركم المساند (١٢V)
- نزع مفتاح التشغيل من المركبة ووضعه في مكان آمن بعيدا عن المركبة.

وتستخدم في صناعة البطاريات الهجينة مواد كيميائية خطرة مثل القلويات الكاوية، لذا يجب:

- الحذر عند التعامل مع البطاريات الهجينة حيث أنها خطرة، ويمكن أن تنفجر عند المناولة الخاطئة.
- ارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة بما في ذلك القفازات المطاطية، ومئزر الحماية من القلويات وحذاء السلامة.

- **تحذير:** تؤدي المحاليل المستخدمة في البطاريات بمختلف أنواعها إلى تحليل أنسجة الإنسان عند التعامل الخاطئ معها.

وبشكل عام وقبل تنفيذ عمليات الصيانة للمركبات الهجينة يجب التقيد بعمل ما يلي:

- تثبيت عجلات المركبة وفرامل الوقوف.
- التعرف عل بيانات المركبة وطريقة تشغيلها.
- نزع مفتاح التشغيل وحفظه في مكان آمن.
- تأمين المركبة على وضع الإغلاق.
- فصل أقطاب المركم وعدم لمس أو قطع خطوط الفولطية العالية.
- نزع قابس الخدمة في المركبة الخاص بالصيانة ووضعه في مكان آمن.
- الانتظار مدة عشر دقائق على الأقل قبل بدء العمل.
- ارتداء قفازات واقية من المخاطر الكهربائية أثناء العمل.

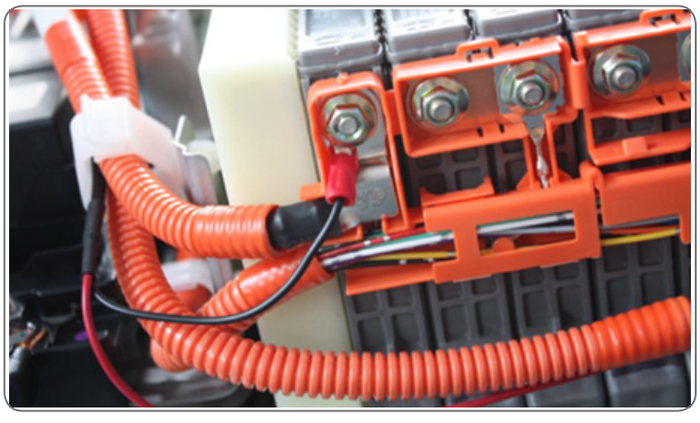
وفي حال تعذر سحب مفتاح التشغيل من المركبة لسبب ما، يجب:

- نزع المركم المساعد من المركبة.
- فحص خطوط التغذية ذات الفولطية العالية، والتأكد من عدم ارتفاع درجة حرارتها.
- نزع المصهر الرئيس من علبة المصهرات (الفيوزات) المبينة في الشكل (٢.).

الشكل (٢.): علبة المصهرات (الفيوزات).

٢-٢ دارات الحماية من الفولطية العالية في المركبات الهجينة

من المعلوم أن الفولطية والتيار في المركبات الهجينة يكفي أن يكون قاتلا في حال التماس المباشر مع دوائر الضغط العالي علما بأنها معزولة بالكامل عن جسم المركبة. وبمثابة تحذير واضح للسائق ولفني الصيانة فإن خطوط الفولطية العالية في المركبات الهجينة ذات لون برتقالي كما هو مبين في الشكل (٢١).



الشكل (٢١): خطوط الفولطية العالية.

وتقسم الأجهزة الكهربائية في المركبات الهجينة إلى نوعين من حيث خطورة التعامل معها، وهي:

- أنظمة كهربائية تعمل بفولطية عالية مثل مجموعة العاكس/المحول والبطارية الهجينة والمحركات الكهربائية.
- أنظمة كهربائية تعمل بفولطية منخفضة مثل الأضوية ولوحة البيان والمركم المساند.

- **تحذير:** يجب عدم قطر المركبات الهجينة بعد تعرضها لحادث ما بوساطة عجلاتها الأمامية، فربما يؤدي ذلك إلى توليد الطاقة الكهربائية، مما يشكل خطر كبير عند وجود أي تسريب كهربائي في أنظمتها، قد يؤدي بدوره إلى حدوث حريق في المركبة ؛ لذا يجب رفع عجلات المركبة عن الأرض عند قطرها.

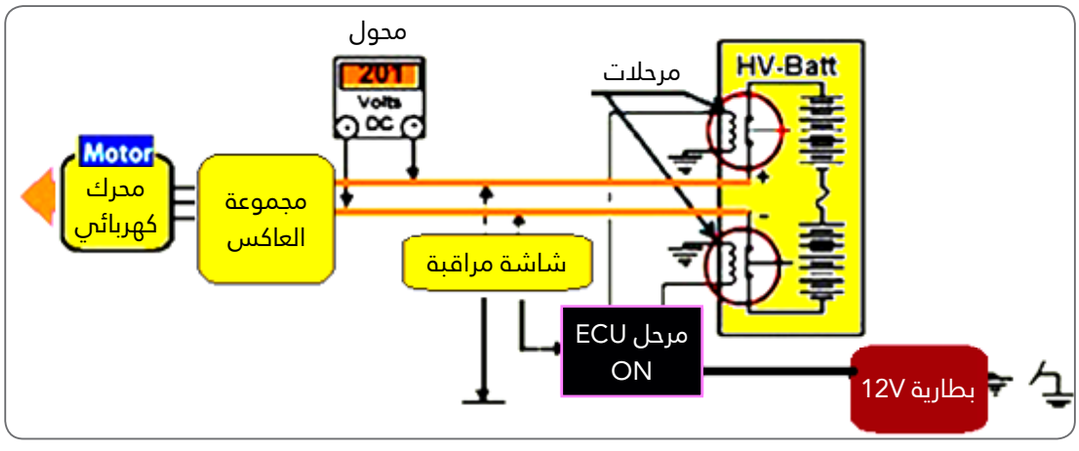
ويمكن التأكيد على أن جميع الشركات الصانعة للمركبات الهجينة تعمل على أن تكون مركباتها أمنة أثناء القيادة أو في حال تعرضها لحادث ما أو أثناء خدمتها وصيانتها، فعلى سبيل المثال استخدمت إحدى الشركات في حماية الأجهزة الكهربائية المستخدمة في مركباتها، والمبينة في الجدول (٣) وسائل عديدة لجعل المركبة آمنة عند التعامل معها، ومن هذه الوسائل ما يلي:

أ - المصهرات (فيوزات): وظيفتها تجنب إمكانية وقوع أي تماس كهربائي في مجموعة المركم الهجين.

الجدول (٣): الأجزاء الكهربائية في المركبة الهجينة.

الرقم	المكونات	الوصف والوظيفة
١	البطارية المساندة (١٢ فولط) (12-Volt) _ Auxiliary Battery	بطارية حامضية وظيفتها تغذية بعض أنظمة المركبة الكهربائية مثل الأضوية ولوحة البيان والقياس.
٢	مجموعة البطارية الهجينة (Hybrid Vehicle Battery Pack)	توجد في أنواع متعددة، وتتكون من عدة مجموعات كل مجموعة تحتوي على عدد من الخلايا موصولة على التوالي.
٣	كبلات الفولطية (Power Cables)	تصل بين البطارية الهجينة ومجموعة العاكس ومحركات القدرة الكهربائية، وهي ذات لون برتقالي اللون .
٤	مجموعة العاكس/ المحول (Inverter)	تقوم بتحويل التيار المباشر القادم من مجموعة البطارية الهجينة إلى تيار متردد لتشغيل المحرك الكهربائي، وكذلك تحويل التيار المتناوب إلى مباشر لتخزينه في مجموعة المركم.
٥	المحرك الكهربائي (Electric Motor)	تستخدم بعض المركبات محرك ثلاثي بمغناطيس دائم، وظيفته إمداد المركبة بالقدرة المطلوبة للجر أثناء القيادة.
٦	المولد الكهربائي (Electric Generator)	مولد كهربائي ثلاثي الطور، وظيفته شحن مجموعة المركم.

ب- المرحلات الكهربائية: وظيفتها وصل خطوط الفولطية العالية في الدارة بالبطارية الهجينة، حيث تعمل في حال توقف المركبة عن العمل على منع سريان التيار الكهربائي من البطارية إلى خطوط الفولطية العالية. ويعمل المرحل الرئيس المبين في الشكل (٢٢) في المركبة، على قفل نظام الفولطية العالية في الحالات التالية:

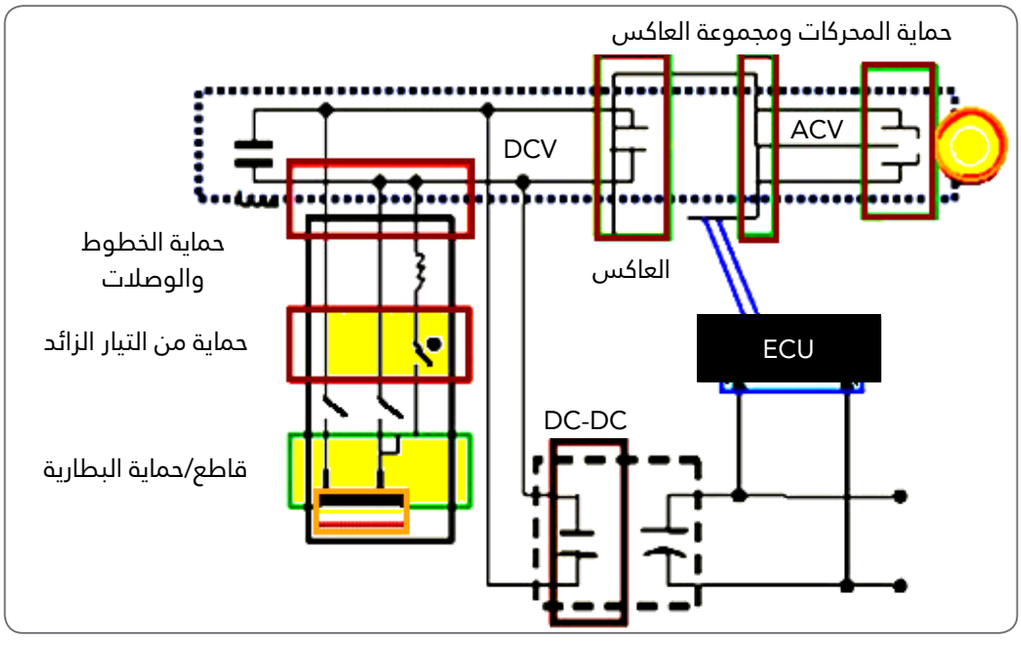


الشكل (٢٢): مرحل الحماية من الفولطية العالية.

- في حال وضع الإغلاق لمفتاح التشغيل.
- عند قطع التغذية من خلال المركم المساند (12V).
- في حال نزع قابس الخدمة.
- في حال تعطل الحساس الخاص بالعاكس أو بالوسائد الهوائية عند تعرض المركبة لحادث.

ج - عزل خطوط الفولطية عن هيكل المركبة، وذلك لتجنب حدوث أي خطر كهربائي عند ملامستها هيكل المركبة.

ويبين المخطط الكهربائي الموضح في الشكل (٢٣) أماكن الخطر عند التعامل مع أجهزة المركبات الكهربائية ذات الفولطية العالية وصيانتها، ومواقع تركيب وسائل الحماية من الفولطية العالية فيها.



الشكل (٢٣): وسائل حماية النظام الكهربائي.

- **تحذير**: عدم لمس أو قطع أي من خطوط الفولطية العالية، وعدم فتح أي من أجهزة الفولطية العالية قبل التأكد من عدم وجود فولطية راجعة فيها من البطارية الهجينة.

- **نشاط**: بالاستعانة بالشبكة تعرف وسائل الحماية المستخدمة في المركبات الهجينة المختلفة، وأكتب تقريرا مفصلا عن ذلك، وناقشه مع زملائك والمدرب.

وكمثال آخر تم تزويد دارات أجهزة ماركات أخرى من المركبات الهجينة بعناصر الحماية التالية لحماية المركبة والسائق في حال وقوع حادث ما، وللحد من خطر الفولطية العالية:

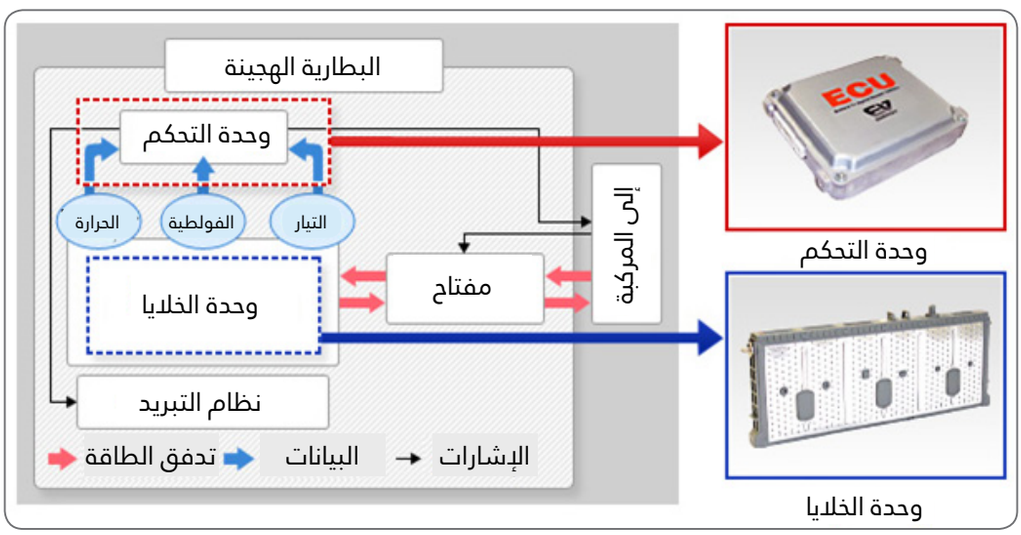
- مفاتيح قصور ذاتي أمامية وخلفية تعمل على فصل خطوط الفولطية العالية وقطع

الوقود من خلال وقف مضخة الوقود عن العمل عند تعرض المركبة لحادث ما.

- مصهرات (Fuse) حماية، لمجموعة المركم الهجين في حال ارتفاع قيمة التيار الكهربائي.
- مجسات حرارية تعمل على فصل مجموعة المركم عن الدارة الكهربائية عند ترك مفتاح التشغيل على وضعية التشغيل (ON) وارتفاع درجة حرارة البطارية الهجينة.

٢-٣ التحكم بعمل البطارية الهجينة

يعتمد التحكم بمستوى الشحن في البطاريات الهجينة على كل من درجة حرارة البطارية أثناء العمل، وعلي فولطيتها وشدة التيار المار بها، ويتم التحكم بعملها بوساطة وحدة تحكم تستقبل الإشارات من حساسات الحرارة والتيار كما في الشكل (٢٤) الذي يبين عناصر البطارية الهجينة ومخطط التحكم في عملها.

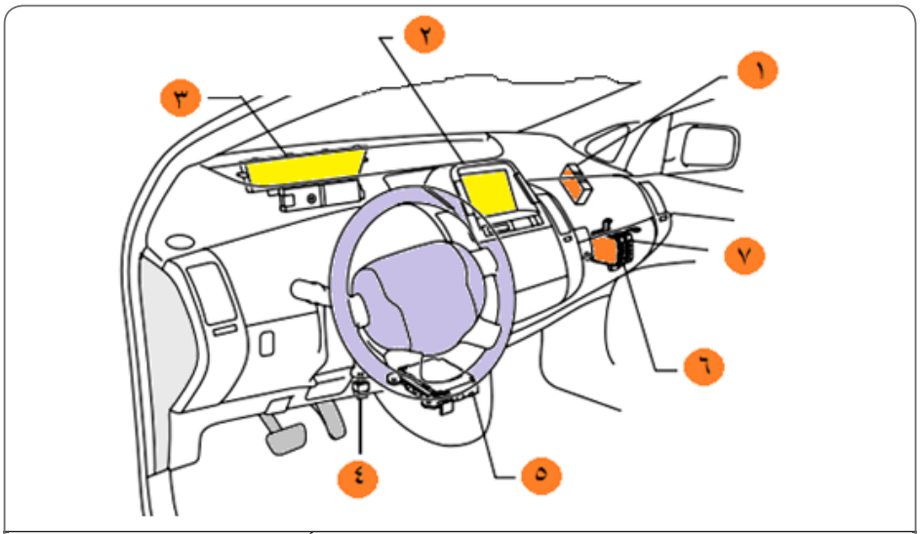


الشكل (٢٤): التحكم بعمل البطارية الهجينة.

ومن الحساسات المستخدمة في التحكم بتنظيم عمل البطارية الهجينة حساس البطارية الذكي (Intelligent Battery Sensor، IBS) الذي تم استعماله، بسبب استخدام عدد كبير من الأجهزة المستهلكة للطاقة الكهربائية في المركبات، وقد تم تطوير هذا النظام، لضمان إدارة فاعلة للبطارية الهجينة لها القدرة على قياس الفولطية والتيار ودرجات الحرارة، بالإضافة إلى قياس مستوى الشحن أثناء قيادة المركبة بالتكامل مع شبكة المراقبة والاتصال (CAN) في المركبة. ويستخدم أيضاً حساس التيار ذو الفولطية العالية (High-Voltage Battery Current Sensor، CSM)، والذي يعد مثالياً لاستشعار حال بطاريات (الليثيوم - أيون) عالية الفولطية في السيارات الهجينة.

وتعمل وحدة التحكم بتنظيم عمل البطارية بالتكامل مع وحدة التحكم بعمل المركبة (ECU) المتصلة بشبكة إلكترونيات التحكم في عمل المركبة ووحدة التحكم بعمل محرك الاحتراق

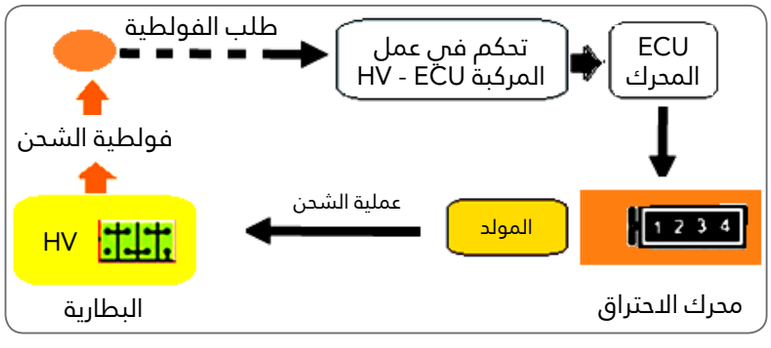
الداخلي (ECM) والمضخم (A/C) المثبتة أمام السائق في لوحة البيان كما هو مبين في الشكل (٢٥).



١- بوابة وحدة التحكم بالمركبة. ٢- شاشة العرض. ٣- أجهزة البيان والقياس.
٤- وصلة الفحص. ٥- مضخم A/C. ٦- وحدة التحكم بالمحرك (ECM).
٧- وحدة التحكم بالمركبة (ECU).

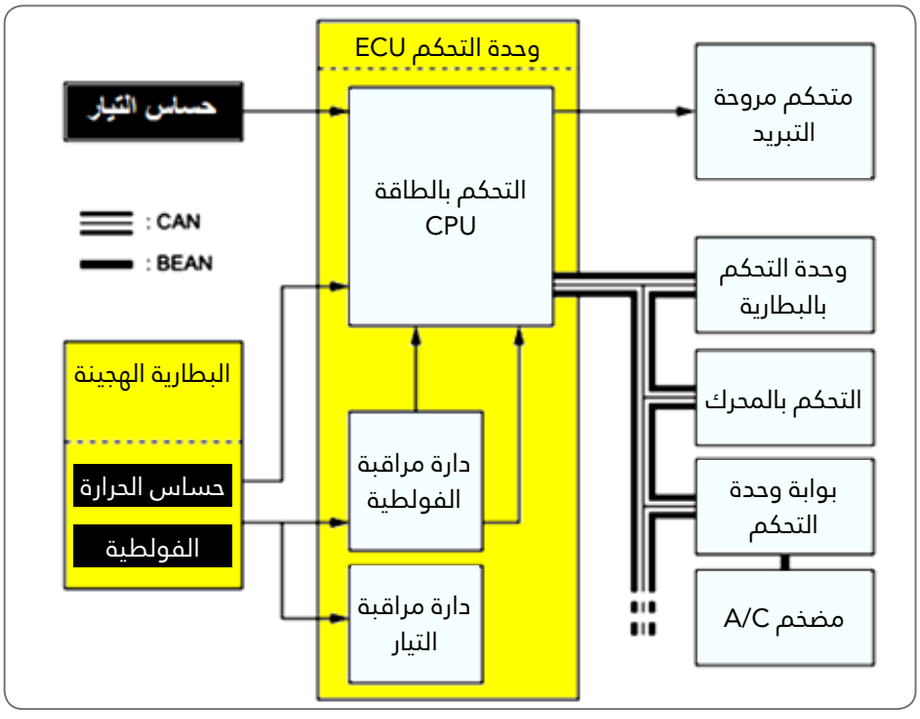
الشكل (٢٥): شبكة المراقبة والفحص في لوحة القيادة.

وتعمل وحدة السيطرة والتحكم بعمل البطارية على مطابقة مستوى الشحن فيها بمتطلبات القيادة وإرسال إشارات كهربائية إلى وحدة التحكم في عمل محرك الاحتراق، ليعمل المحرك بدوره على تشغيل المولد الكهربائي لإمداد البطارية بالطاقة المطلوبة للتشغيل كما في الشكل (٢٦).



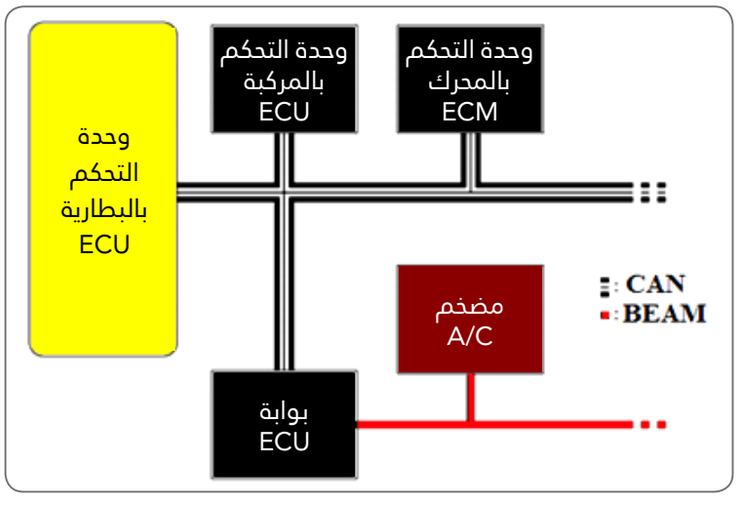
الشكل (٢٦): مخطط التحكم في مستوى الشحن.

ويبين الشكل (٢٧) مخطط التحكم بعمل البطارية، حيث أثناء تسارع المركبة تحدث عملية تفريغ البطارية وعند التباطؤ تحدث عملية الشحن بوساطة فرامل إعادة الشحن، وفي هذه الأثناء تقوم وحدة التحكم بعمل البطارية بحساب حال الشحن (State of Charge، SOC) بالاعتماد على كل من الفولطية والتيار ودرجة الحرارة ومن ثم ترسل نتيجة الحساب إلى وحدة التحكم بعمل المركبة.



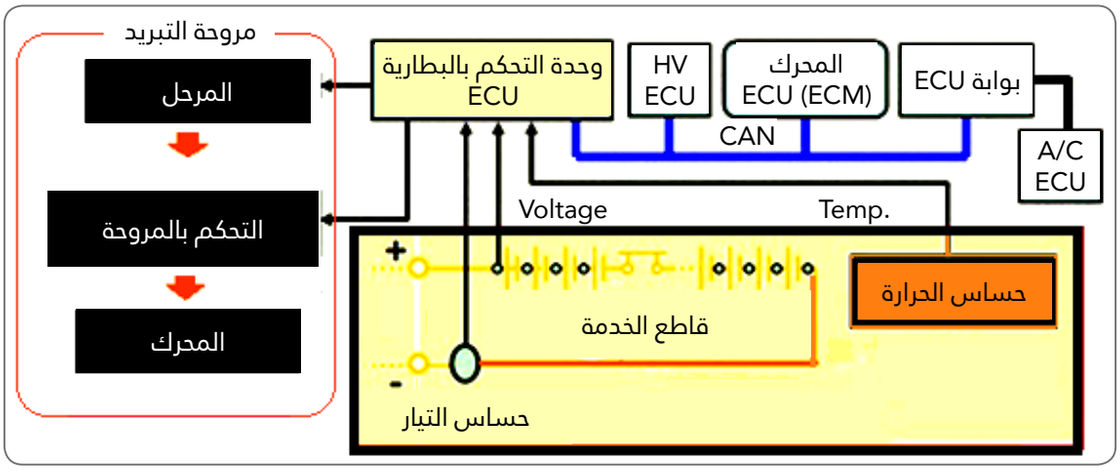
الشكل (٢٧): مخطط التحكم بعمل البطارية.

ويبين الشكل (٢٨) مخطط الاتصال بين وحدة التحكم بعمل البطارية الهجينة والتحكم بعمل أنظمة المركبة الهجينة.



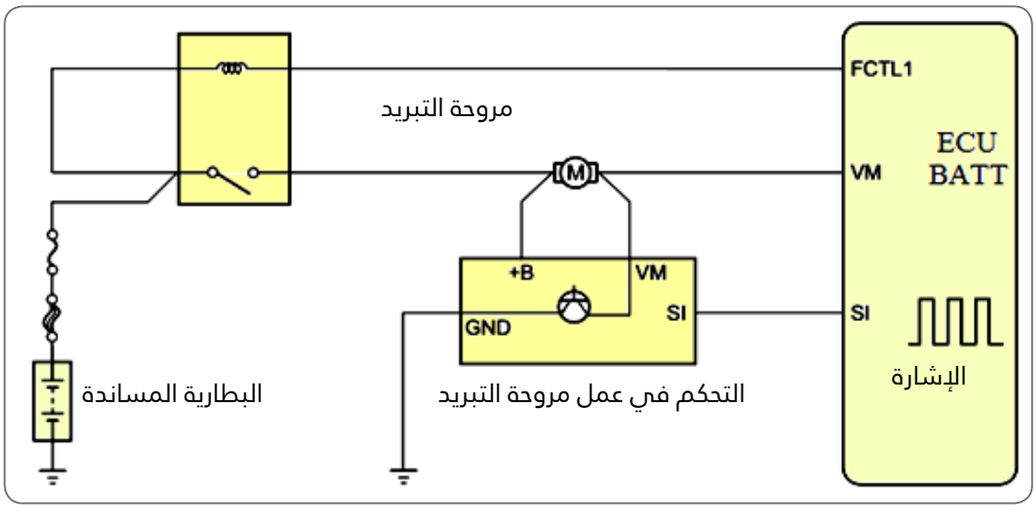
الشكل (٢٨): مخطط الاتصال بين وحدات التحكم في المركبة.

وتقوم وحدة التحكم بعمل البطارية الهجينة بالتحكم بأوضاع عمل مروحة التبريد تبعاً لدرجة حرارتها أثناء القيادة كما هو مبين في الشكل (٢٩) والذي يوضح مخطط التحكم بعمل مجموعة البطارية الهجينة ومروحة التبريد الخاصة بها وارتباط البطارية بوحدة التحكم في عمل المركبة ووحدة التحكم بعمل محرك الاحتراق الداخلي، وعند حدوث عطل ما في نظام البطارية تعمل وحدة التحكم على تشغيل إشارات التحذير.



الشكل (٢٩): التحكم بعمل البطارية الهجينة ومروحة تبريدها.

ويبين الشكل (٣٠) دارة عمل مروحة التبريد وارتباطها بوحدة التحكم بعمل البطارية الهجينة.



الشكل (٣٠): دارة التحكم بعمل مروحة التبريد.

٤-٢ 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:

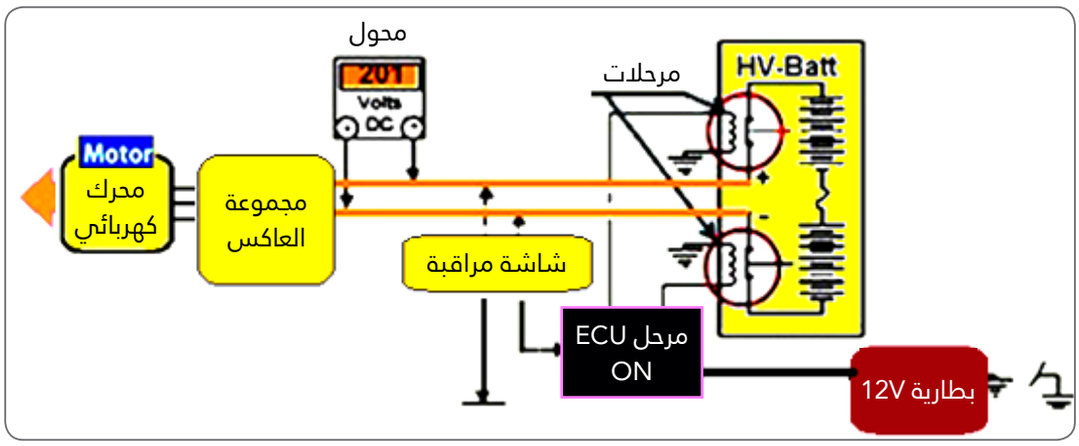
ما الواجب عمله في حال تعذر سحب مفتاح التشغيل من المركبة عند تعرضها لحادث، لإجراء الإصلاح اللازم؟

السؤال الثاني:

ما الاحتياطات الواجب الأخذ بها قبل وخلال إصلاح المركبات الهجينة ؟

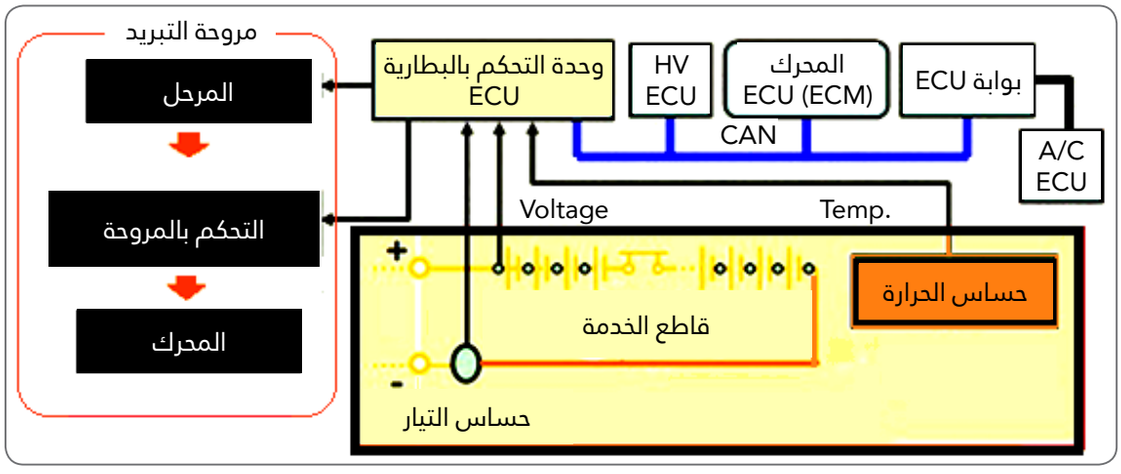
السؤال الثالث:

ما الدارة الموضحة في الشكل التالي ؟ وما هي وظيفتها؟



السؤال الرابع:

اشرح طريقة عمل مروحة تبريد البطارية الهجينة في المخطط التالي:



٢-٥ التمرين العملي

رقم التمرين: (١)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: نزع البطارية الهجينة من المركبة.	١٢ ساعة

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 البطارية الهجينة من المركبة.

- شروط الأداء

حسب تعليمات المدرب

- الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

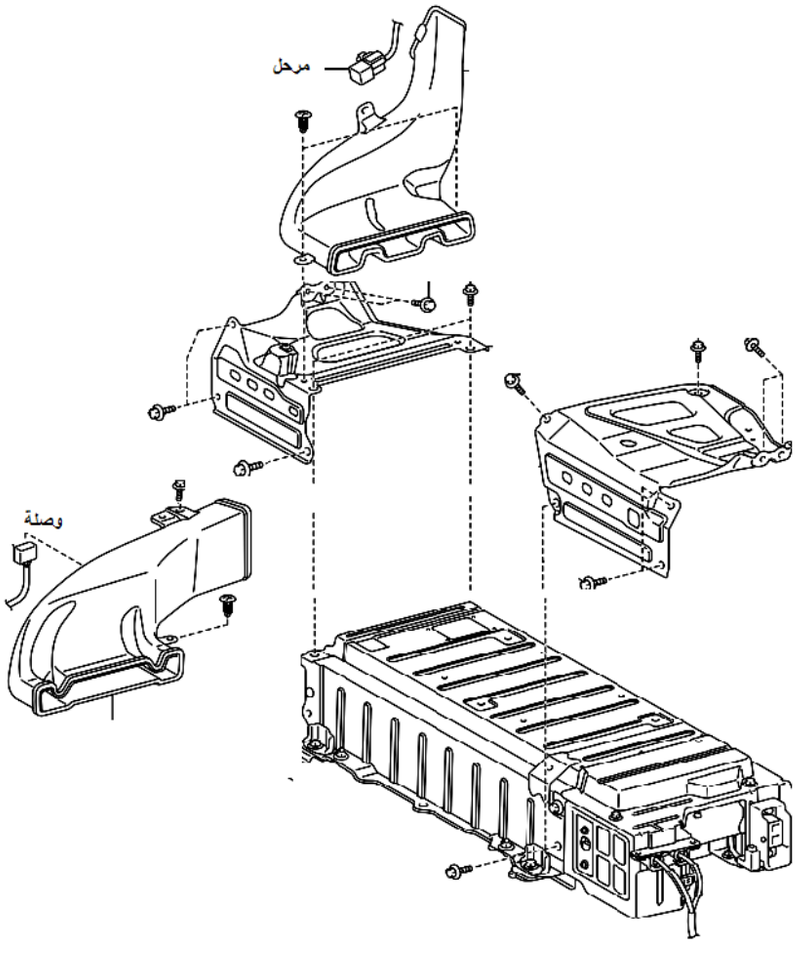
الأدوات والتجهيزات والمواد			
١	مركبة هجينة.	٥	أفوميتر.
٢	صندوق عدة.	٦	جهاز مسح (Scan Tool).
٣	مربط منع عجلات المركبة من الانزلاق.	٧	كفوف عازلة.
٤	مفتاح عزم.		

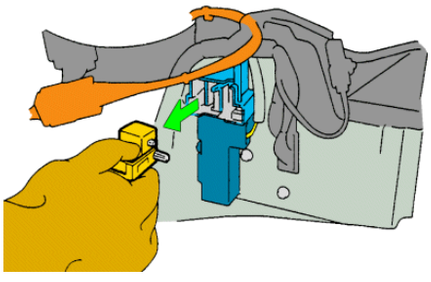
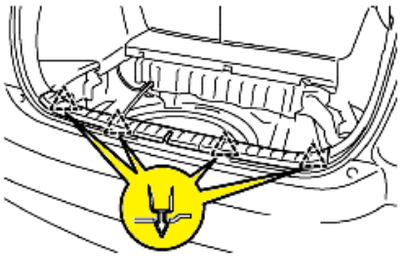
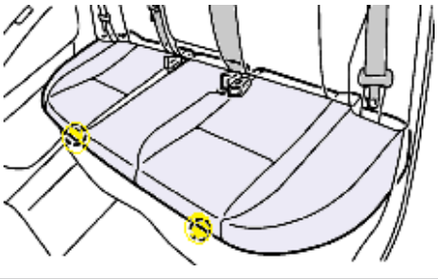
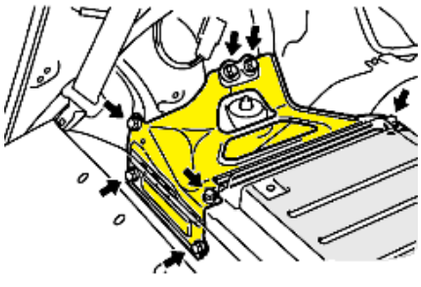
- الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

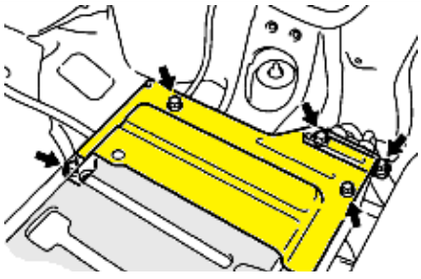
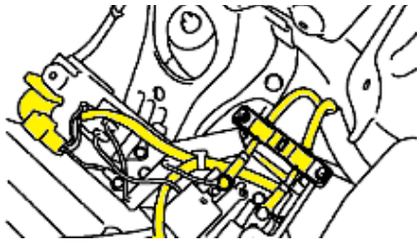
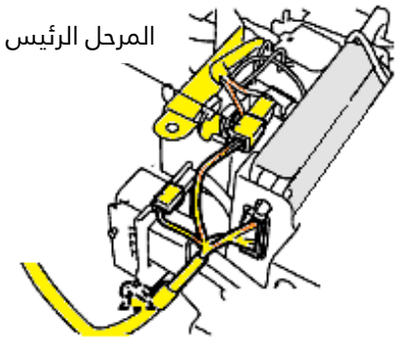
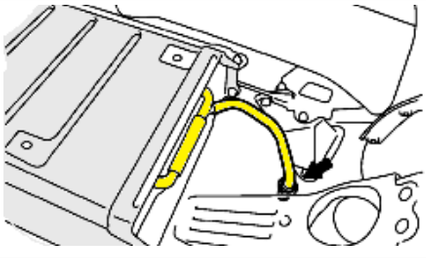
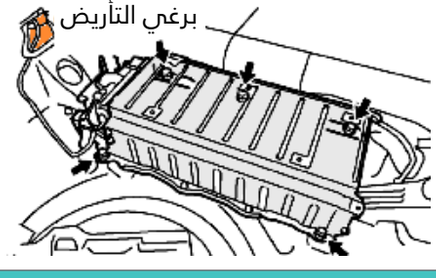
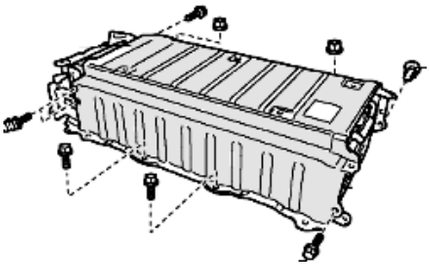
١. نسخة من الوحدة التدريبية.

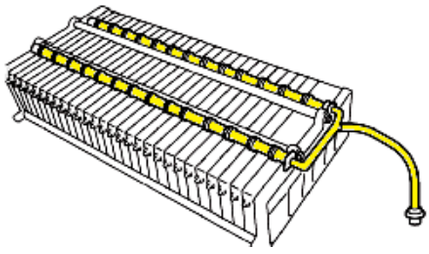
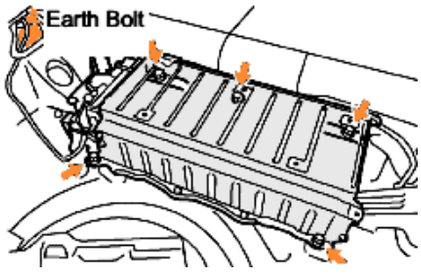
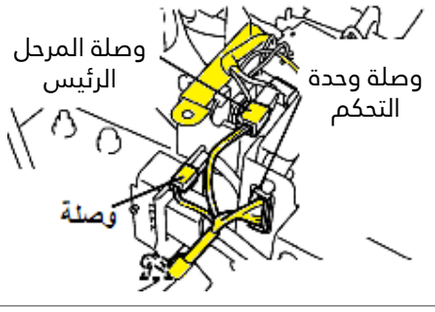
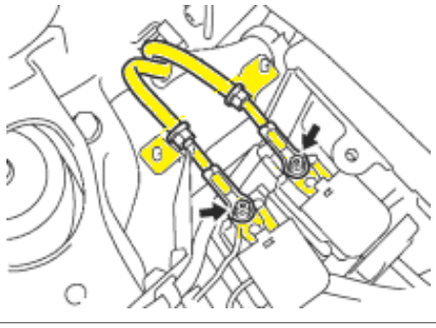
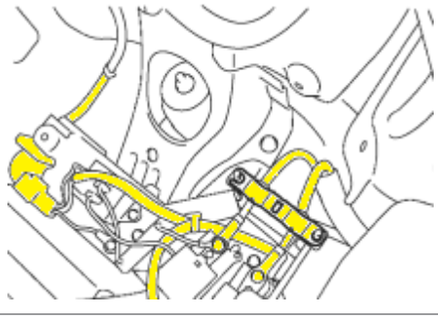
٢. دليل الصيانة.

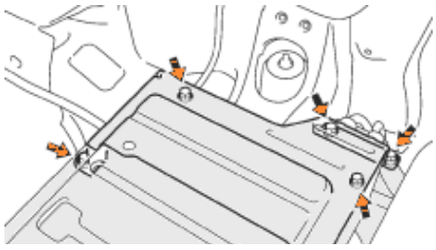
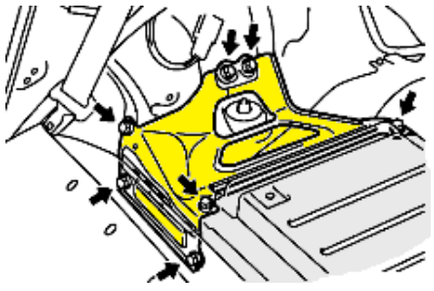
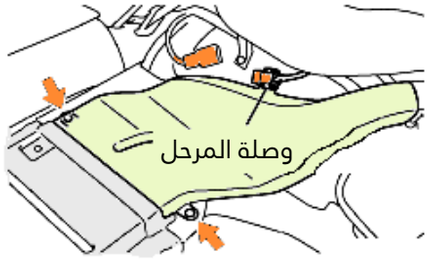
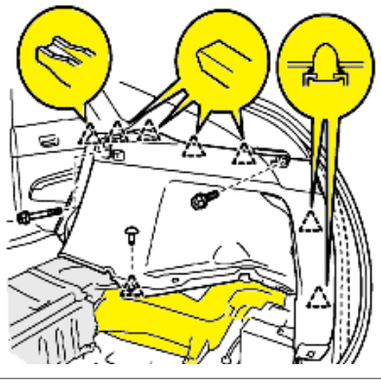
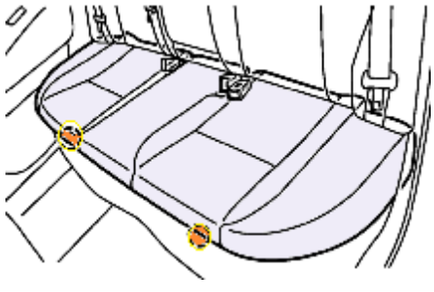
- خطوات العمل

الرقم	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
١	جهز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ العمل وأدوات الوقاية الشخصية (كفوف عازلة من المخاطر الكهربائية ---).	
٢	اقرأ دليل الصيانة للمركبة المعنية بالإصلاح، وتعرف خطوات فك البطارية كما في دليل الصيانة. 	

٣	البس الكفوف العازلة، ومن ثم افصل سالب البطارية المساندة (١٢ فولط) المبينة في الشكل المجاور.	
٤	انزع قاطع الخدمة في المركبة كما في الشكل المجاور، واحفظه في مكان آمن.	
٥	انزع واقية الواجهة الخلفية في صندوق المركبة بعد فك كليبسات التثبيت كما في الشكل المجاور.	
٦	انزع المقعد الخلفي، ومن ثم بطانات الجوانب، والصندوق الخلفي، انظر الشكل المجاور.	
٧	فك صاجة تدعيم البطارية، وانزعها بعد فك براغي تثبيتها كما في الشكل المجاور.	
٨	انزع مجاري هواء التبريد بعد فصل الوصلات الكهربائية المرتبطة بها، وبراغي وكلبسات تثبيتها، المبينة في الشكل المجاور.	

٩	انـزع غطاء علبة توصيل كلبات وأسـلاك البطارية الكهربائية بعد فك براغي تثبيتها.	
١٠	انـزع أقـطاب علبة توصيل البـطارية، والأسـلاك الكهربائية المرتبطة بغلافها، وافـصـل سلك الأرضي.	
١١	انـزع مـرحـل الـبـطـاريـة الـرئـيـس، ووصـلات وحـدة التحكم، وخرطوم التهوية الداخلي من البطارية.	
١٢	انزع أنبوب التهوية من أرضية البطارية، وتأكد أن جميع القطع المرتبطة بالبطارية قد تم نزعها.	
١٣	ارفع البطارية من مكانها بعد فك براغي التثبيت وبرغي التأريض، وضعها على طاولة العمل.	
تفكيك البطارية إلى أجزائها، وتجميعها		
١	انزع غطاء البطارية بعد فك براغي تثبيته، ومن ثم انزع: - أغطية الوصلات الكهربائية. - كبل تغذية البطارية الرئيس وحساس التيار. - المرحل الرئيس والمقاومة الرئيسة. - علبة التوصيل الكهربائية.	

٢	انزع أنابيب التهوية والتبريد الداخلية، المبينة في الشكل المجاور.	
٣	اجمع عناصر البطارية التي تم فكها بعد استبدال التالف منها، بعكس خطوات الفك.	
	تركيب البطارية	
١	ضع البطارية في موقعها داخل المركبة، وركب براغي التثبيت، وشدها بالعزم المطلوب كما في دليل الصيانة.	
٢	صل وصلات البطارية الكهربائية، ووصلة المرحل ووحدة التحكم، وأنبوب التهوية الداخلي.	
٣	ثبت أسلاك المرحلات الكهربائية بغلاف البطارية، وشدها حسب التعليمات الواردة في الدليل، ومن ثم ثبت أسلاك ومرابط الوصلات كما في الشكل المجاور.	
٤	صل أقطاب علبة التوصيل الكهربائية كما في الشكل المجاور.	

٥	ثبت غطاء العلبة، وشد البراغي بالعزم المطلوب بحسب التعليمات في الدليل.	
٦	ركب مجاري التهوية، وشد البراغي بالعزم المطلوب حسب التعليمات في الدليل، ومن ثم ركب غطائها كما في الشكل المجاور.	
٧	ركب مجاري مروحة التبريد، ومن ثم صل مرحل مروحة التبريد.	
٨	ركب جميع الأغطية الأرضية والجانبية التي تم فكها قبل نزع البطارية.	
٩	ركب المقعد الخلفي وغطاء واجهة الصندوق الخلفي.	
١٠	صل سالب البطارية المساندة، وشغل المركبة، وتأكد من صحة تنفيذ العمل.	
١١	اجمع العدة وجهاز الفحص، ونظف مكان العمل.	

رقم التمرين: (٢)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: استبدال قاعدة (قابس) قاطع خدمة البطارية الهجينة.	٦ ساعات

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادرا على أن تستبدل قاعدة (قابس) قاطع خدمة البطارية الهجينة.

- شروط الأداء

حسب تعليمات المدرب

- الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

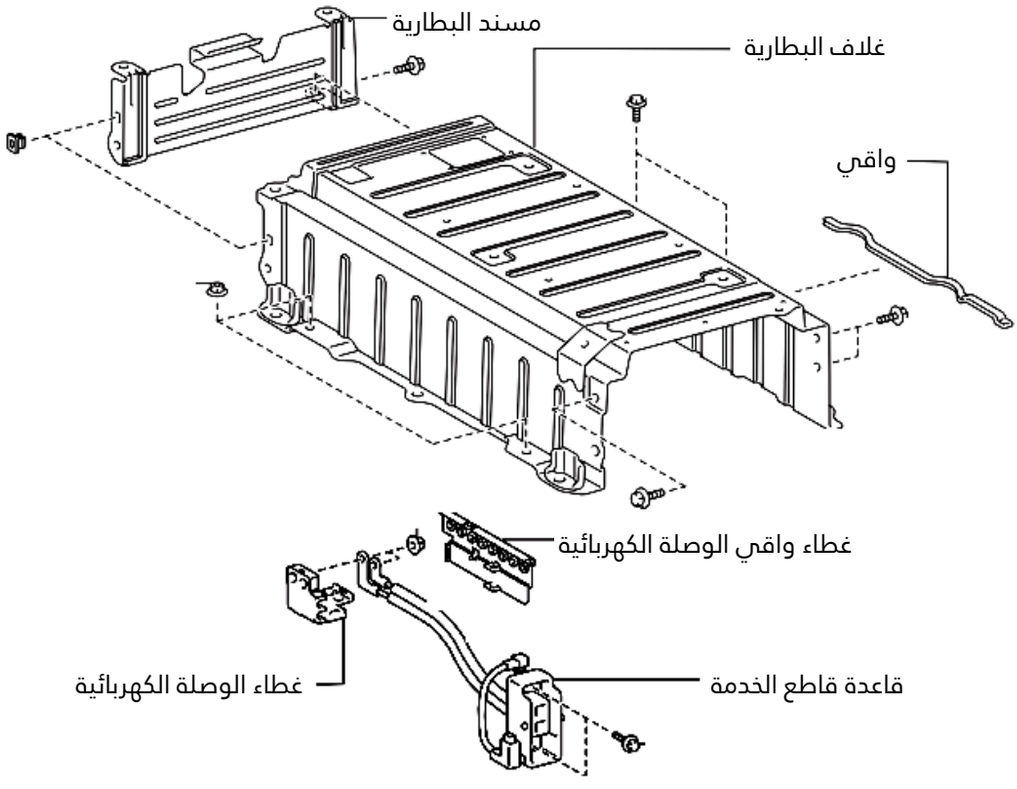
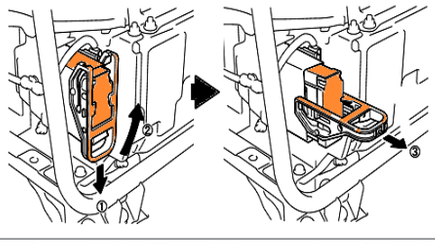
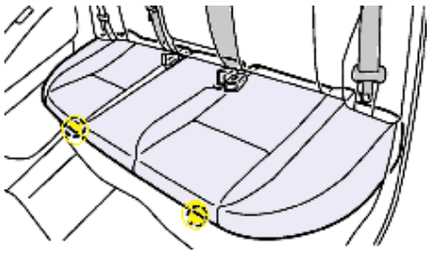
الأدوات والتجهيزات والمواد			
١	مركبة هجينة	٥	أفوميتر
٢	صندوق عدة	٧	جهاز مسح ((Scan tool
٣	مرابط منع عجلات المركبة من الانزلاق	١٠	كفوف واقية من المخاطر الكهربائية
٤	مفتاح عزم		

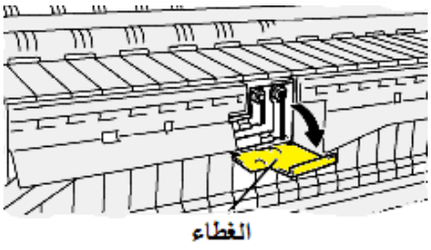
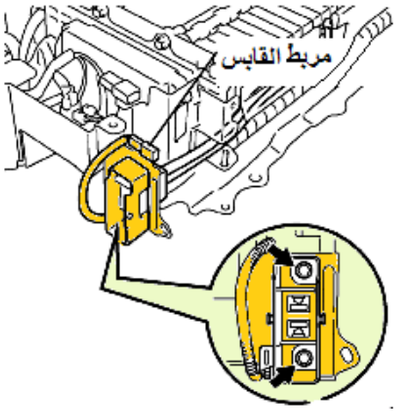
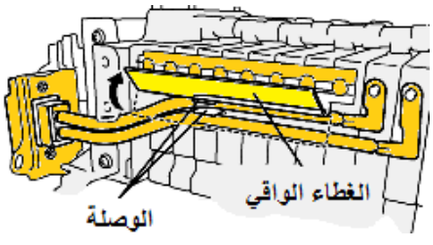
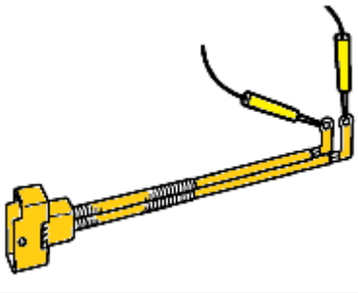
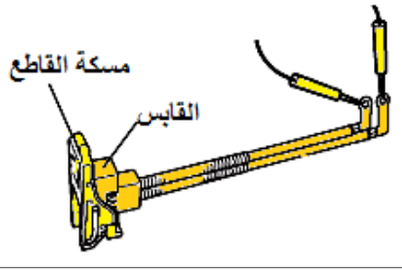
- الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

١. نسخة من الوحدة التدريبية.
٢. دليل الصيانة.

- خطوات العمل

الرقم	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
١	جهز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ العمل المبينة في الشكل المجاور وأدوات الوقاية الشخصية مثل الكفوف العازلة.	

٢	اقرأ دليل الصيانة للمركبة المعنية بالإصلاح، وتعرف خطوات فك وفحص قابس خدمة البطارية من الدليل كما في الشكل التالي:  	
٣	البس الكفوف العازلة، ومن ثم افصل سالب البطارية المساندة (١٢ فولط)، وانتظر مدة (٩٠ ثانيه) لمنع تفعيل عمل الوسائد الهوائية، وأحزمة الأمان.	
٤	انزع قاطع الخدمة من المركبة كما في الشكل المجاور، واحفظه في مكان آمن.	
٥	انزع غطاء الواجهة الخلفية في صندوق المركبة بعد فك كليبسات التثبيت، ومن ثم انزع المقعد الخلفي وأغطية الجوانب والصندوق من المركبة.	

٦	انزع البطارية من المركبة من مكانها في المركبة كما في التمرين السابق، وضعها على طاولة العمل.	
٧	انزع غلاف البطارية، ومن ثم غطاء وصلة البطارية الكهربائية.	
٨	فك براغي تثبيت قابس البطارية،والمربط الخاص به كما في الشكل المجاور.	
٩	افتح الغطاء الواقي لأسلاك الوصلة الكهربائية، ومن ثم انزع القابس من علبة توصيل البطارية.	
١٠	افحص قاعدة القابس من خلال قياس المقاومة بين أقطابها، وقارن القراءة بتلك الموجودة في الدليل، فإذا كانت غير مطابقة يجب استبدالها.	
١١	ثبت القابس في قاعدته وقس المقاومة مرة أخرى وقارن القراءة بتلك الموجودة في الدليل وإذا كانت غير مطابقة يجب استبدال القابس.	
١٢	ركب القابس بعكس خطوات الفك، ومن ثم ركب جميع القطع التي تم فكها بعكس خطوات الفك مع مراعاة شد البراغي بالعزم المطلوب في الدليل.	

١٣	ركب البطارية في موقعها في المركبة، ومن ثم ركب قاطع الخدمة، وتأكد من صحة العمل من خلال تشغيل المركبة.
١٤	اجمع العدة وجهاز الفحص، ونظف مكان العمل.

رقم التمرين: (٤)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: تبديل خلايا البطارية الهجينة التالفة.	٦ ساعات

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادراً على أن تستبدل خلايا البطارية التالفة.

- شروط الأداء

حسب تعليمات المدرب

- الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

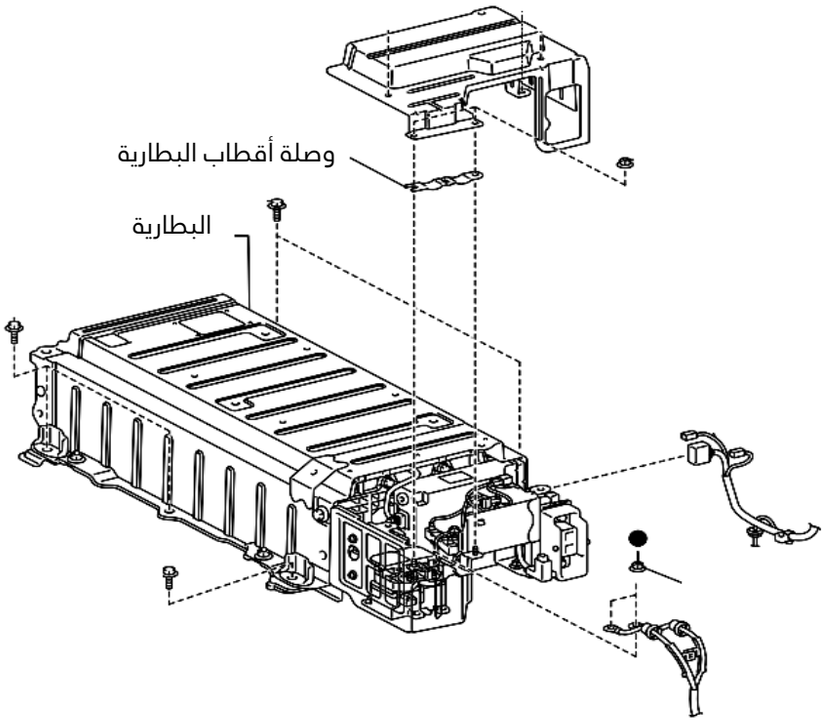
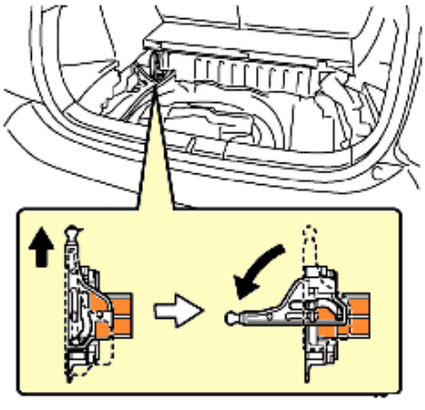
الأدوات والتجهيزات والمواد			
١	مركبة.	٥	جهاز قياس الفولطية.
٢	صندوق عدة.	٦	كفوف كهربائية.
٣	مرابط منع العجلات من الانزلاق.	٧	جهاز مسح.
٤	خلايا جديدة.	٨	مفتاح عزم.

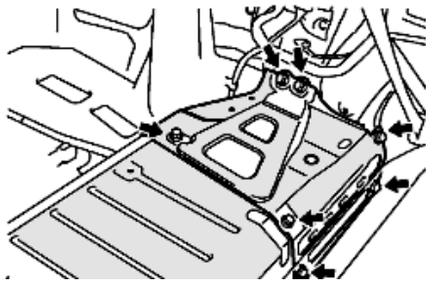
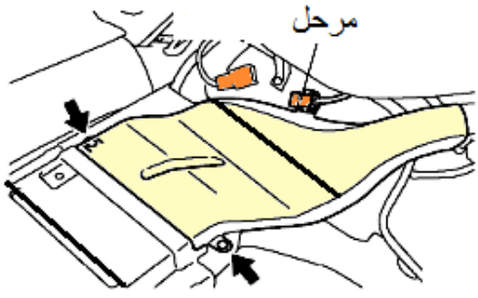
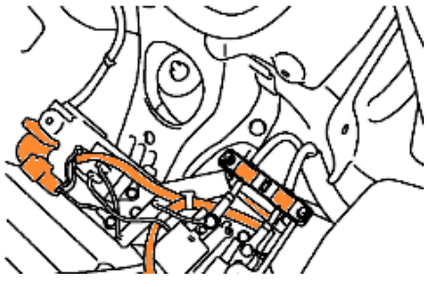
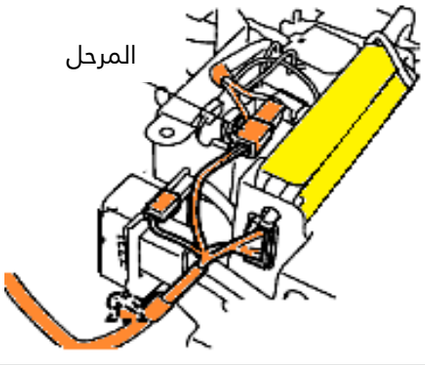
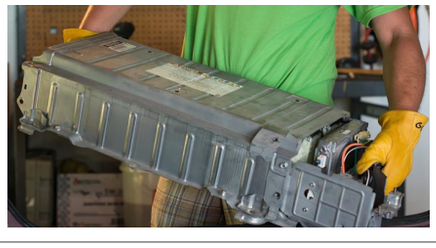
- الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

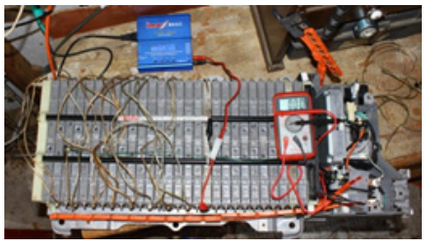
١. نسخة من الوحدة التدريبية.
٢. دليل الصيانة ودليل جهاز الفحص.

- خطوات العمل

الرقم	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
١	جهز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ العمل وأدوات الوقاية الشخصية (الكفوف العازلة ---).	

٢	اقرأ دليل الصيانة للمركبة المعنية بالإصلاح، وتعرف طريقة فك البطارية من الدليل.  	
٣	افحص البطارية قبل تنفيذ العمل، وتأكد أن فرق الجهد بين أقطابها أعلى من الحد المسموح به. • تنبيه: لا تستبدل خلايا البطارية الهجينة قبل فحص وحدة التحكم الخاصة بها، والتأكد من صلاحيتها.	
٤	افصل أقطاب البطارية المساندة (١٢ فولط).	
٥	افصل قاطع الخدمة في المركبة كما في الشكل المجاور، وانتظر مدة عشر دقائق لتجنب المخاطر.	

٦	فك صاجة تدعيم البطارية، وبراغي تثبيتها.	
٧	انزع مرحل مروحة التبريد، ومجاري التبريد.	
٨	افصل أقطاب علبة توصيل البطارية، وأسلاكها الكهربائية، وسلك الأرضي الخاص بها.	
٩	انـزع مـرحل الـبـطـاريـة الـرئـيـس، ومـن ثـم افصل وصلات وحدة التحكم وخرطوم التهوية الداخلي من أرضية البطارية. • تنبيه: لا تنزع غطاء خلايا البطارية داخل المركبة، قبل نقلها إلى طاولة العمل حيث أنها ستفقد صلابتها أثناء النقل.	
١٠	فك براغي تثبيت البطارية بالمركبة،وكليبسات تثبيت الأسـلاك الكهربائية، ومـن ثم انزعها من مكانها.	
١١	ثبت البطارية على طاولة العمل، وفك غلافها كما في الشكل المجاور.	

١٢	افحص خلايا البطارية من خلال قياس فولطية خلاياها كما في دليل الصيانة.	
١٣	استبدل الخلايا التالفة في البطارية.	
١٤	صل الخلايا ببعضها بعد استبدال الخلايا التالفة كما في دليل الصيانة، ومن ثم ركب غلاف البطارية..	
١٥	ثبت البطارية في موقعها داخل المركبة، وركب جميع القطع التي تم نزعها بعكس خطوات الفك.	
١٦	شغل المركبة وتأكد من صحة تنفيذ العمل.	
١٧	اجمع العدة ونظف مكان العمل.	

رقم التمرين: (٥)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: استبدال مرحلات البطارية الهجينة.	٦ ساعات

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادراً على أن تستبدل مرحلات البطارية الهجينة بعد فحصها.

- شروط الأداء

حسب تعليمات المدرب

- الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

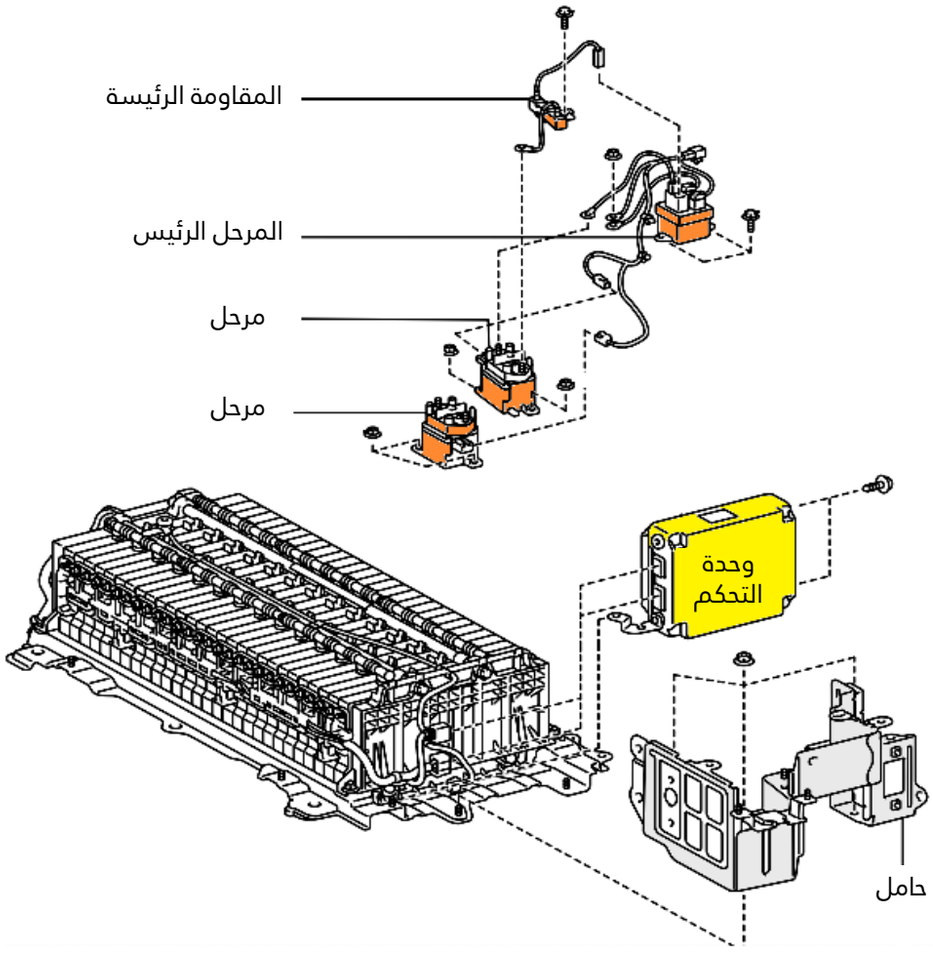
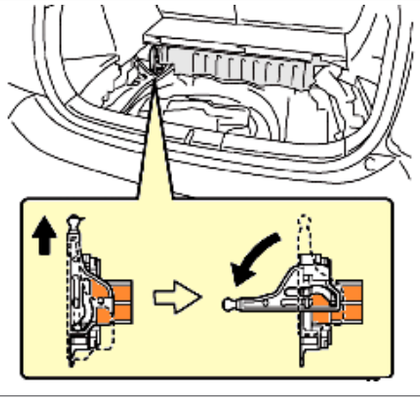
الأدوات والتجهيزات والمواد			
١	مركبة.	٤	جهاز فحص ومسح الأعطال.
٢	صندوق عدة.	٥	أفوميتر.
٣	مرابط منع العجلات من الانزلاق.	٦	مفتاح عزم.

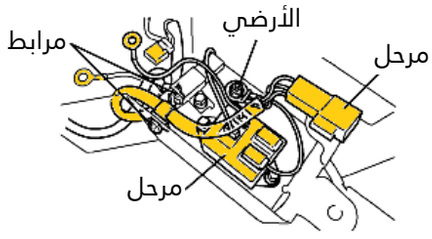
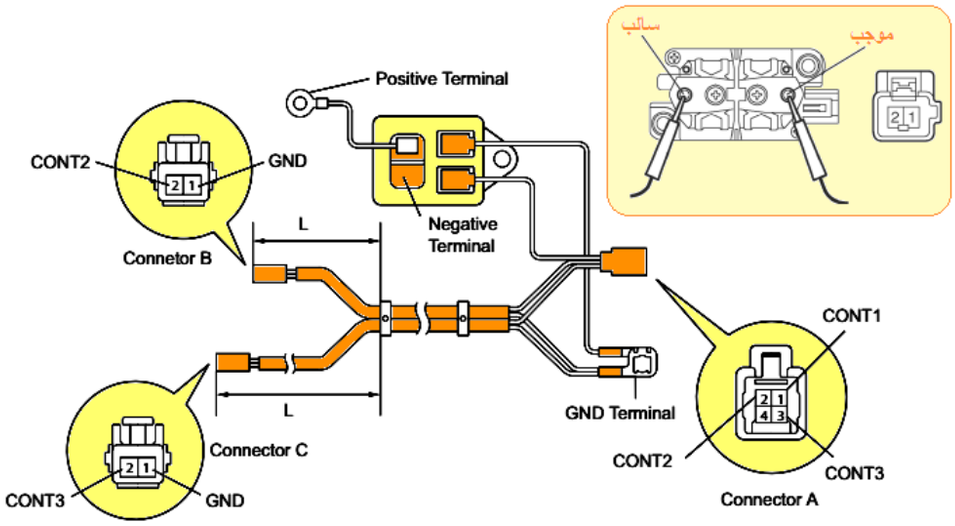
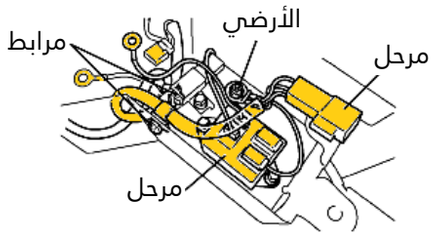
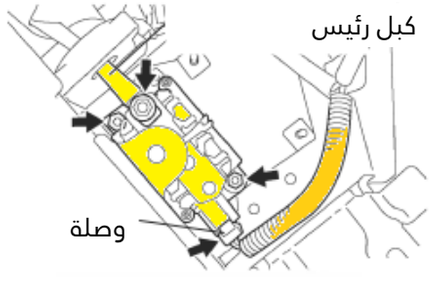
- الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

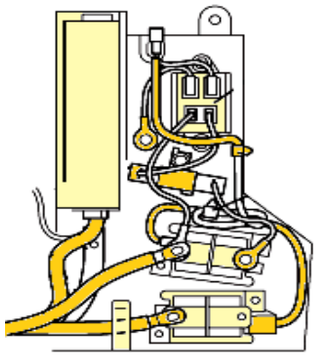
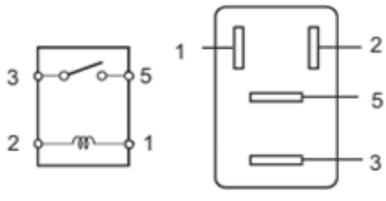
١. نسخة من الوحدة التدريبية.
٢. دليل الصيانة.

- خطوات العمل

الرقم	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
١	جهز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ العمل، وأدوات الوقاية الشخصية.	
٢	أمن وقوف المركبة على أرض مستوية في موقع العمل.	

٣	اقرأ دليل الصيانة للمركبة المعنية بالإصلاح، وتعرف طريقة فحص وفك البطارية الخاصة بها.  	
٤	البس الكفوف العازلة، ومن ثم افصل سالب البطارية المساندة (١٢ فولط). • انتظر مدة (٩٠ ثانية) لعدم تفعيل عمل الوسائد الهوائية، وأحزمة الأمان.	
٥	انزع قاطع الخدمة من المركبة كما في الشكل المجاور، واحفظه في مكان آمن، ومن ثم فك براغي وكليبسات تثبيت المقعد الخلفي، وأغطية جوانب المركبة.	

٦	انزع البطارية من المركبة بعد نزع واقيات الجوانب الخلفية والمقعد الخلفي كما في التمرين السابق، وضعها على طاولة العمل.	
٧	أفصل وصلات المرحلات الكهربائية، ومن ثم فك براغي تثبيت المرحلات وكبل البطارية الرئيس.	
٨	أفحص المقاومة في وصلات المرحلات المبينة في الشكل التالي كما في دليل الصيانة، وقارن القراءات بتلك الموجودة في الدليل. 	
التركيب (Installation)		
١	ركب المرحلات ووصلاتها الكهربائية.	
٢	شد برغي تثبيت المرحلات وأسلاك توصيلها الكهربائية بالعزم المطلوب كما في الدليل.	

٣	تأكد أن جميع الوصلات الكهربائية موصولة جيدا في مكانها.	
٤	تأكد أن مرحل مروحة التبريد يعمل بصورة صحيحة ومن ثم قس المقاومة بين نقاط توصيله كما في الدليل، وفي حال عدم مطابقتها استبدل المرحل.  **Standard resistance** Tester Connection: 3 - 5 — Specified Condition: 10 kΩ or higher Tester Connection: 3 - 5 — Specified Condition: Below 1 Ω (when battery voltage is applied to terminals 1 and 2)	
٥	ثبت البطارية في موقعها داخل المركبة، وركب جميع القطع التي تم نزعها من المركبة بعكس خطوات الفك.	
٦	شغل المركبة وتأكد من صحة تنفيذ العمل.	
٧	اجمع العدة ونظف مكان العمل.	

٧. اختبار المعرفة

اسم الوحدة التدريبية: صيانة البطاريات الهجينة.

المهنة: كهروميكانيك المركبات الهجينة.

اسم المتدرب:.....

اسم المدرب:.....

علامة المتدرب:.....

تعليمات الاختبار:

١. أجب عن الأسئلة الآتية جميعها وعددها (٦ أسئلة).

٢. مدة الاختبار: (ساعة واحدة).

السؤال الأول: (٨ علامات)

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

١- يتم خلال عملية شحن البطارية الحمضية:

أ . تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية.

ب. تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

ج . استهلاك جزء من الطاقة الكهربائية المخزنة فيها.

د . تحويل المحلول داخلها إلى ماء.

٢- من الاحتياطات الواجبة أثناء صيانة البطاريات الهجينة:

أ . نزع مفتاح التشغيل من المركبة ووضعه في مكان آمن.

ب. تثبيت مفتاح تشغيل المركبة على وضع (ON).

ج . تثبيت وضع التهجين في المركبة.

د . تثبيت المركبة على وضع الجاهزية للعمل.

٣- يوضح الشكل المجاور مصباح:

أ . التحذير الرئيس في المركبة.

ب. جاهزية عمل المركبة.

ج . التحذير من حدوث عطل في المحرك.

د . بيان حرارة سائل التبريد.

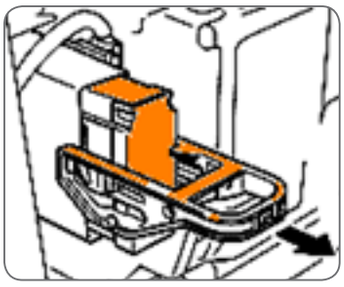
٤- يوضح الشكل المجاور طريقة نزع:

أ . قاطع الخدمة من المركبة.

ب. المرحل الرئيس في البطارية.

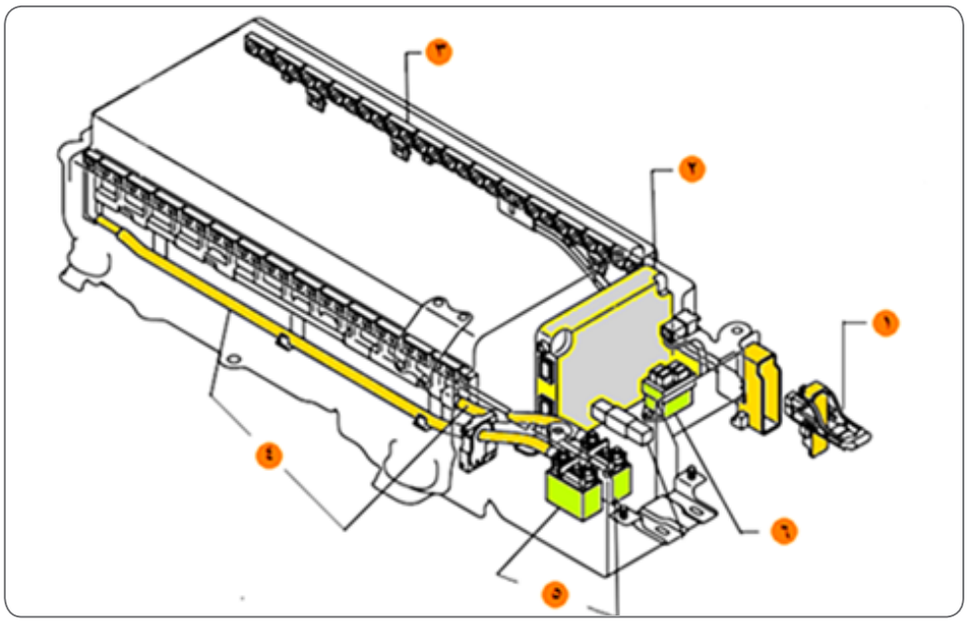
ج . حساس التيار المار في البطارية.

د . حساس حرارة البطارية.



السؤال الثاني: (١٨ علامة)

أذكر مكونات البطارية المرقمة في الشكل التالي، نظم الإجابة بشكل جدول من قائمتين، تتضمن الأولى الأرقام من (١-٦)، والثانية أسماء الأجزاء.

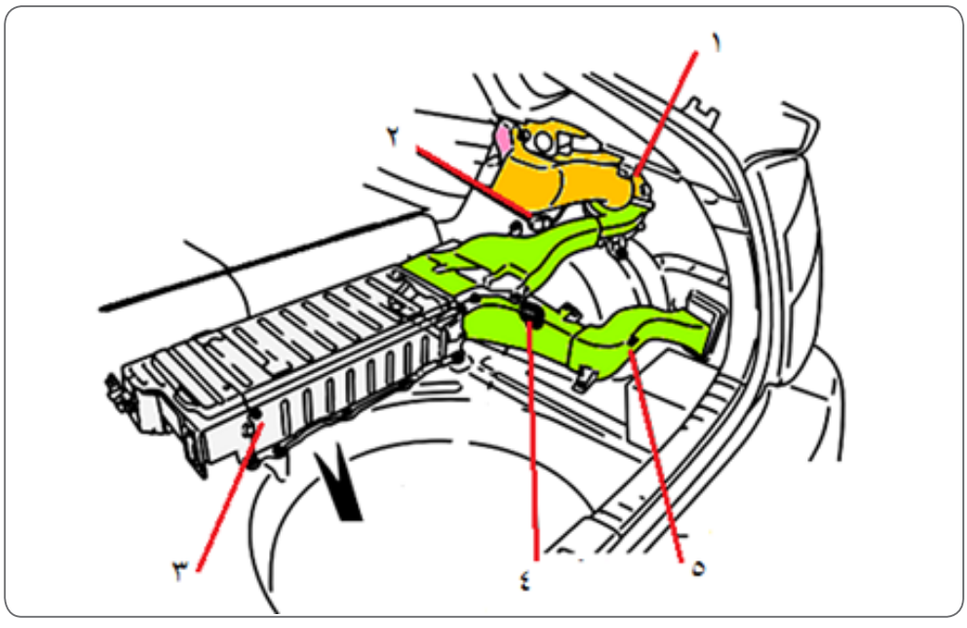


السؤال الثالث: (١٤ علامة)

ما الأمور الواجب عملها قبل البدء بتنفيذ عمليات الصيانة للبطارية الهجينة.

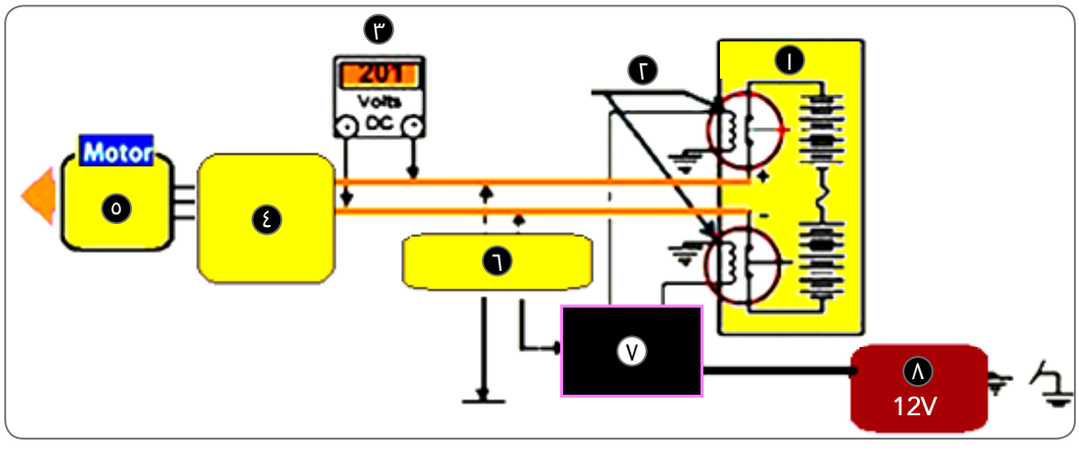
السؤال الرابع: (٢٠ علامات)

ماذا يبين الشكل التالي، أذكر أجزاءه المرقمة من (١-٥)، ووظيفة كل منها، نظم الإجابة بشكل جدول من ثلاث قوائم، تتضمن الأولى الأرقام، والثانية أسماء الأجزاء. والثالثة وظيفة كل جزء.



السؤال الخامس: (٢٥ علامة)

سم أجزاء المخطط المرقمة في الشكل التالي، وأذكر وظيفة كل منها. ونظم الإجابة على شكل جدول من ثلاث قوائم تتضمن الأولى الأرقام من (١-٨) والثانية الأسماء والثالثة الوظيفة.



السؤال السادس: (١٥ علامة)

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

	العبارة	صح	خطأ
١	تملأ فراغات الصفائح الموجبة في البطاريات الحمضية بمادة الرصاص النقي.		
٢	يمتاز القطب السالب في بطاريات النيكل المعدنية بقدرته على امتصاص الهيدروجين.		
٣	تعمل المرحلات في حال توقف المركبة عن العمل على تأمين سريان التيار الكهربائي من البطارية إلى خطوط الفولطية العالية.		
٤	يعمل نظام التحكم بعمل البطارية الهجينة بمراقبة وعرض حال عناصر البطارية أثناء العمل من خلال إشارات حساسات البطارية.		
٥	تساوى فولطية بطاريات الليثيوم ثلاثة أضعاف الفولطية في خلايا بطاريات النيكل - الكاديوم.		

٨. اختبـار الأداء

- معايير التقييم تشمل:

١- تنفيذ التمرين (٦٠ علامة).

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

٣- جودة التنفيذ والمنتج النهائي (٢٠ علامة).

- زمن الاختبار: ٣ ساعات.
- اسم التمرين: فحص حساس التيار في البطارية الهجينة، واستبداله.

محتوى الاختبار		الخطوات الرئيسة والنقاط الحاكمة	معيار الأداء	العلامة		التسهيلات اللازمة
عناصر الأداء	عناصر المناقشة			المخصصة	الممنوحة	
التجهيز لتنفيذ العمل والوقاية الشخصية.		ارتداء ملابس العمل وأدوات الوقاية الشخصية.		٣		معدات الوقاية الشخصية
		تأمين منطقة العمل.		٢		مركبة للتدريب
		تأمين وقوف المركبة في موقع العمل.		٣		حساس التيار
		التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة.		٥		صندوق عدة
	ما مخاطر صيانة البطارية الهجينة؟			٣		جهاز فحص ومسح الأعطال
		ارتداء الكفوف العازلة.		٢		
		نزع سالب البطارية المساندة (١٢ فولط).		٢		
		نزع قاطع الحدمة.		٢		
	لماذا يجب الانتظار ١٠ دقائق بعد نزع قاطع الحدمة؟			٢		
نزع الحساس وفحصه.		نزع المقعد الخلفي، وبطانة الصندوق.		٣		
		نزع صاجة تدعيم البطارية، والغلاف الواقي.		٢		
		فصل كبل البطارية الرئيس بعد فك براغي تثبيته.		٥		
		نزع حساس التيار بعد نزع غطائه.		٤		
		فحص حساس التيار بقياس المقاومة بين أقطابه كما في دليل الصيانة.		٥		
		استبدال الحساس إذا كانت مقاومته غير مطابقة للمواصفات.		٢		
				٤		

تركيب حساس جديد.		تركيب حساس جديد بنفس مواصفات الحساس السابق.		٧			
		تركيب كبل البطارية الرئيس وشد براغي تثبيته، حسب العزم المطلوب في الدليل.		٣			
		تركيب غطاء الحساس.		٢			
		تركيب غلاف البطارية وقوس التدعيم.		٣			
		تركيب المقعد الخلفي والواقيات باستخدام مفتاح العزم بحسب الدليل.		٤			
		تركيب البطانات الخلفية.		٣			
		تركيب سالب البطارية المساندة.		٢			
		تركيب قاطع الخدمة.		٤			
التحقق من جودة العمل.		تشغيل المركبة والتأكد من صحة العمل.		٥			
		قياس فولطية البطارية ومروحة التبريد الخاصة بها.		٤			
		مطابقة القياسات بالمعطيات في الدليل.		٣			
سرعة الإنجاز.		أقل من (٢،٣٠) ساعة.					
		من (٢،٣٠ - ٢،٤٥) ساعة.		٥			
		(٢،٤٥ - ٣،٠٠) ساعة.		صفر			
		العلامة الكلية		١٠٠			

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

٩. قائمة المصطلحات

الرقم	المصطلح العربي	المصطلح الإنجليزي
١	قابس البطارية	Battery Plug
٢	كبل	Cable
٣	محرك كهربائي	Electric Motor
٤	مولد كهربائي	Electric Generator
٥	كلبات الضغط العالي	Power Cables
٦	التركيب	Installation
٧	العاكس	Inverter
٨	بطارية النيكل- الكاديوم	Nickel/Cadmium Battery
٩	قطب سالب	Negative Electrode
١٠	قطب موجب	Positive Electrode
١١	قطب	Terminal
١٢	حساس	Sensor
١٣	جهاز فحص ومسح الأعطال	Scan Tool
١٤	بطاريات الليثيوم - أيون	Lithium-Ion Battery
١٥	البطارية الحمضية	Lead-Acid Battery
١٦	البطاريات الهجينة (الكهروكيماوية)	HV Battery
١٧	الفاصل	Separator
١٨	بطاريات النيكل المعدنية	Nickel-Metal Batteries
١٩	بطاريات هيدريد النيكل	Ni–MH Battery
٢٠	المصعد	Anode
٢١	المهبط	Cathode
٢٢	الفحص الحي (النشط)	Active Test
٢٣	حساس البطارية الذكي	Intelligent Battery Sensor، IBS
٢٤	حساس التيار ذو الفولطية العالية	High-Voltage Battery Current Sensor، CSM
٢٥	شبكة المراقبة والاتصال	CAN
٢٦	حال الشحن	State of Charge، SOC

١٠ قائمة المراجع

- Konrad Reif - Fundamentals of Automotive and Engine Technology: Hybrid Drives، Safety Systems - 2014
- Husain - Electrical and hybrid vehicles- design fundamentals، 2003
- Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics-Systems
- Toyota Hybrid Battery System
- Toyota Prius Workshop Manual