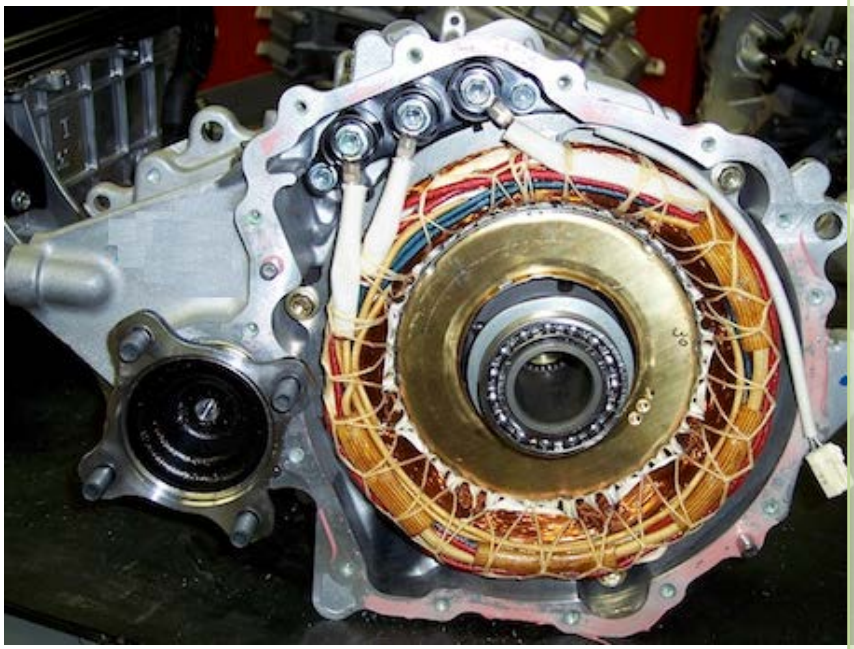
سلسلة الوحدات التدريبية كهروميكانيك
المركبات الهجينة

صيانة المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة

U- 15

Electric Motors in Hybrid Vehicles



إعداد: م. سفيان توفيق

تدقيق: أكاديمية تكنولوجيا السيارات

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

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

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

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

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



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

© مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن 2017

جميع الحقوق محفوظة

قائمة المحتويات

	الموضوع	رقم الصفحة
	دليل الوحدة	
	المقدمة	4
	نتاجات التعلم	**4**
	أهداف التعلم	**4**
	المتطلبات المسبقة	**5**
	الزمن المقترح	**5**
	أدلة التقييم الذاتي	**5**
1	فك وتركيب محركات المركبة الكهربائية	
	1-1 مبدأ عمل المحرك الكهربائ	7
	2-1 تصنيف المحركات الكهربائي	9
	3-1 مكونات المحرك الكهربائي الرئيسة	11
	4-1 التحكم بعمل المحركات الكهربائية في المركبة الهجينة	18
	5-1 التقييم الذاتي	22
	6-1 التمرين العملي	24
2	تشخيص اعطال محركات المركبة الكهربائية ، وعلاجها	
	1-2 متطلبات الأمان في صيانة المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة	29
	2-2 جهاز الميجر، وفحص مقاومة العزل	32
	3-2 تشخيص أعطال المحركات الكهربائية وعلاجها	33
	4-2 أعطال محركات القدرة الكهربائية في المركبة الهجينة	36
	4-2 التقييم الذاتي	41
	5-2 التمرين العملي	41
	إختبار المعرفة	**50**
	إختبار الآداء	**53**
	قائمة المصطلحات	56
	قائمة المراجع	56

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 المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة بهدف إكساب المتدرب المهارات الأدائية والمعرفية والاتجاهية،المتعلقة بصيانة المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة.

• المتطلبات المسبقة

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

- قياس الكميات الكهربائية.
- مبادئ كهرباء وإلكترونيات المركبات.
- صيانة نظام نقل وتوزيع االقدرة في المركبات الهجينة.

• نتاجات التعلم

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

● أهداف التعلم

بعد إتمام هذه الوحدة يتوقع منك أن تصبح قادراً على أن:
- تفك وتركب المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة.
- تشخص أعطال المحركات الكهربائية المستخدمة في المركبات الهجينة، وتعالجها.

● الزمن المقترح

الفترة الزمنية المقترحة لتنفيذ أنشطة وتمارين هذه الوحدة هي **-48-** ساعة تدريبية موزعة، كما يلي:

- دروس نظرية : 8 ساعه.
- تنفيذ التمارين العملية :36 ساعة.
- الاختبار النظري : 1 ساعه.
- الاختبار العملي : 3 ساعات.
- التدريب الميداني : 15 يوم.

● 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 المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة

لاقت المركبات الهجينة رواجاً كبيراً بين الناس نظراً لفعاليتها واعتمادها المنخفض على الوقود التقليدي، وتعد المركبات الهجينة من المركبات الصديقة للبيئة، نظراً لأنها تعتمد في جزء كبير من عملها على المحرك الكهربائي في تأمين الطاقة الحركية اللازمة لتشغيلها، حيث أنه لا ينتج إنبعاثات سامة في أثناء العمل، مثل محرك الاحتراق الداخلي، الذي يعد مصدراً من مصادر ألإنبعاثات الضارة بالبيئة والإنسان.

- **هدف التعلم الأول: : عند الانتهاء من تنفيذك انشطة التعلم ، عليك ان تصبح قادرا على أن تفك وتركب مكونات المحركات الكهربائية المستخدمة في المركبة الهجينة**

انشطة التعلم	المصادر
1- المادة التعليمية	الوحدة التدريبية
2- تنفيذ التمارين العملية المتعلقة بصيانة المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة	المشغل/ بإشراف المدرب
3- زيارة المواقع الالكترونية / صيانة المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة	الشبكة العنكوبتيه
التدريب الميداني	ورش ومراكزصيانة المركبات

1 – فك وتركيب المحركات الكهربائية في المركبة الهجينة

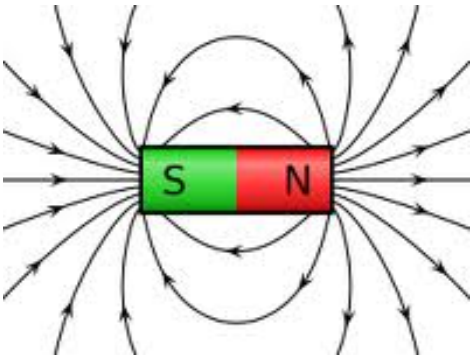
تحتوي معظم المركبات الهجينة على اثنين من المحركات الكهربائية، يستخدم أحدهما في المقام الأول كمولد للطاقة الكهربائية، بينما يعمل الآخر كمحرك جر حقيقي، في توفير القوى لدفع المركبة عند الضرورة في أثناء القيادة، وبشكل عام تستخدم المحركات الكهربائية في تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركة تستخدم في تشغيل الآلات الكهروميكانيكية.
وتعمل المحركات الكهربائية جنبا إلى جنب مع محرك الاحتراق الداخلي في تشغيل ملايين المركبات الهجينة من تويوتا وهوندا وفورد وغيرها وتتكون من جزئين رئيسيين هما العضوالدوار والعضو الثابت كما سستعرف بهما لاحقا.

وقد بدأ تطوير المحركات الكهربائية (Electric Motors) في بدايات القرن التاسع عشر باكتشاف المغناطيس الكهربائي، ففي عام (1820) أثبت الفيزيائي هانز كريستيان أن السلك الذي يمر فيه تيار كهربائي يتولدّ حوله مجالا مغنطيسي، وعند مرور هذا التيار في سلك على شكل حلقة فإن شدة المجال المغناطيسي المتولد تزداد، ويكون اتجاه المجال المغناطيسي عموديا على مستوى الحلقة. وفي أواخر العشرينيات من القرن التاسع عشر،

أوضح الفيزيائي جوزيف هنري أنه يمكن ابتكار مغنطيس كهربائي أكثر قوة بلف عدة لفات من الأسلاك المعزولة حول قطعة من الحديد.

1- مبدأ عمل المحرك الكهربائي

قد يكون من المفيد أن تتعرف ما هية المغناطيس الدائم، لكي تفهم السبب وراء إستخدام المحركات الكهربائية ذات المغناطيس الدائم (PM) في المركبات الهجينة، ، فالمغناطيس الدائم المصنوع من المعادن الأرضية النادرة، هو المغناطيس الذي يحافظ على إستمرارية المجال المغناطيسي، والمجال المغماطيسي هو المنطقة المحيطة بالمغناطيس التي تظهر فيها آثار القوى المغناطيسية كما في الشكل (1)، وحيث ان المجال المغناطيسي هو احد صور الطاقة لذا تستخدم المغانط فى محركات ومولدات التيار الكهربائي فبدون مصدر لانتاج المجال المغناطيسي فلن تحصل ابدا على القدرة الكهربائية.

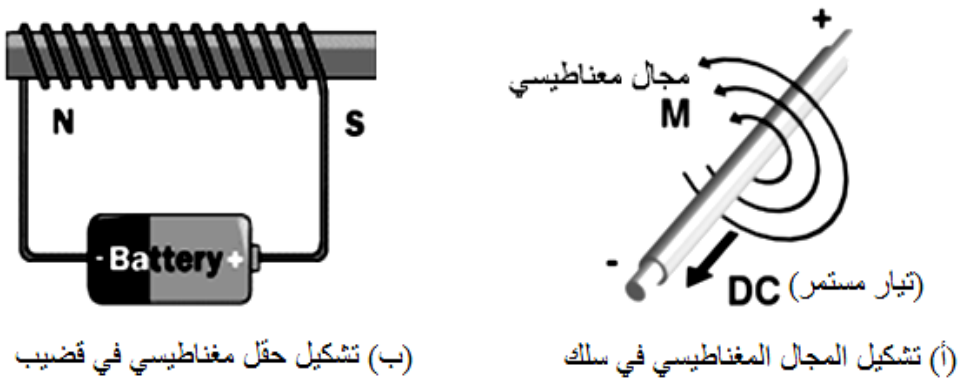


الشكل (1): مجال مغناطيسي

ويسمى المجال المغناطيسي أحياناً بالحث المغناطيسي (Magnetic Field) وهي قوة مغناطيسية تنشأ في الحيز المحيط بالجسم المغناطيسي أو الموصل الذي يمر به تيار كهربائي، أو بتعبير أبسط يمكن وصفها بأنها المنطقة المحيطة بالمغناطيس ويظهر فيها أثره ويمكنك مشاهدة توزيع المجال المغناطيسي بنثر برادة الحديد على ورقة موضوعة على قضيب مغناطيسي أو ورقة يمر خلالها سلك يمر به تيار كهربائي. التيارات الخارجية تتجه من الشمال إلى الجنوب والتيارات الداخلية تتجه من الجنوب إلى الشمال.

ويمكنك إنشاء حقل مغناطيسي بتمرير تيار كهربائي بسلك ما حيث تتشكل دوائر مغناطيسية حول السلك ومركزها السلك نفسه كما في الشكل (2). حيث أن التيار الكهربائي يولّد مجالاً مغناطيسياً والعكس صحيح. فمن المعروف أنه إذا ما تم تعليق قضيب مغناطيسي بين طرفي مغنطيس على شكل حذوة الحصان، فإنه سيدور حتى يصبح قطبه الشمالي في مقابل القطب الجنوبي للمغناطيس، والقطب الجنوبي مقابل القطب الشمالي

للمغناطيس، حيث من المعلوم أن الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر والأقطاب المغنطيسية المختلفة تتجاذب مع بعضها. وكذلك إذا مر تيار كهربائي في سلك يتولد حول هذا السلك مجال مغناطيسي تتناسب شدته طرداً مع شدة التيار المار فيه وإذا تم لف سلك على قضيب معدني، وتم وصل طرفي السلك ببطارية فإنه سوف يتشكل على طرفي القضيب حقل مغناطيسي له قطب شمالي وقطب آخر جنوبي، واذا مر تيار في ملف على شكل مستطيل متقاطع مع مجال مغناطيسي، فان الملف يتأثر بعزم مزدوج يعمل على دورانه حول محوره.



(أ) تشكيل المجال المغناطيسي في سلك (ب) تشكيل حقل مغناطيسي في قضيب

الشكل (2): المجال المغناطيسي

ملاحظة: أثبت التجارب أنّ أيّ سلك يسري فيه تيار الكهربائي يتولّد حوله مجال مغناطيسي، ويسمّى السلك في هذه الحالة مغناطيس كهربائي

مما سبق فإن عمل المحركات الكهربائية يرتكز على ثلاثة مبادئ رئيسية، هي:

- توليد المجال المغناطيسي
- تحديد موقع الأقطاب المغنطيسية
- تجاذب وتنافر الأقطاب المغناطيسية

ويتكون المحرك الكهربائي البسيط من موصل كهربائي دوار، موضوع بين قطبين شمالي وجنوبي لمغنطيس ثابت يعرف باسم بنية المجال (عضو ثابت) ، يقوم بتوليد مجال مغنطيسي داخل المحرك ، وتتكون بنية المجال في محرك التيار المستمر البسيط من مغنطيس دائم يسمى مغنطيس المجال. وفي بعض المحركات الأكبر حجماً والأكثر تعقيدا تتركب بنية المجال من أكثر من مغنطيس كهربائي تتغذى بالكهرباء عن طريق مصدر خارجي. وتسمى مثل هذه المغانط الكهربائية ملفات المجال. وهناك أيضًا المبدِّل الذي يعدّ جزءاً ضرورياً في كثير من المحركات الكهربائية، وخاصة محركات التيار المستمر.

2-1 تصنيف المحركات الكهربائية

تصنف المحركات الكهربائية بشكل عام، كما يأتي:



وتوجد المحركات الكهربائية من حيث التيار الكهربائي في نوعين، هما:

أ- محركات التيار المستمر (المباشر) (DC–motors).
ب- محركات التيار المتناوب (المتردد) (AC-motors).

- **محرك التيار المستمر** : هناك ثلاثة أنواع رئيسية من محركات التيارالمستمر، وهي: محركات التوالي، ومحركات التوازي، والمحركات المُركبة. والاختلاف الرئيسي فيما بينها هو في ترتيب الدارة الكهربائية بين العضو الدوار والعضو الثابت (بنية المجال).

أ- محركات التوالي: يتصل كل من العضو الدوار ومغنطيس المجال كهربائيا على التوالي. ويسري التيار خلال مغنطيس المجال ثم العضو الدوار. وعندما يسري التيار خلال البنية بهذا الترتيب يزيد من قوة المغانط. وتبدأ محركات التوالي العمل سريعاً، حتى وإن كانت تعمل على حمل ثقيل.

ب- محركات التوازي: يوصل كل من المغنطيس و العضو الدوار على التوازي. ويسري جزء من التيار خلال المغنطيس، بينما يسري الجزء الآخر خلال بنية المجال. ويلف سلك رفيع حول مغنطيس المجال عدة مرات من أجل زيادة المغنطيسية.. وتعتمد قوة التيار ودرجة المغنطيسية ، على مقاومة السلك بدلا من حمل المحرك. ويعمل محرك التوازي بسرعة ثابتة بغض النظر عن الحمل.

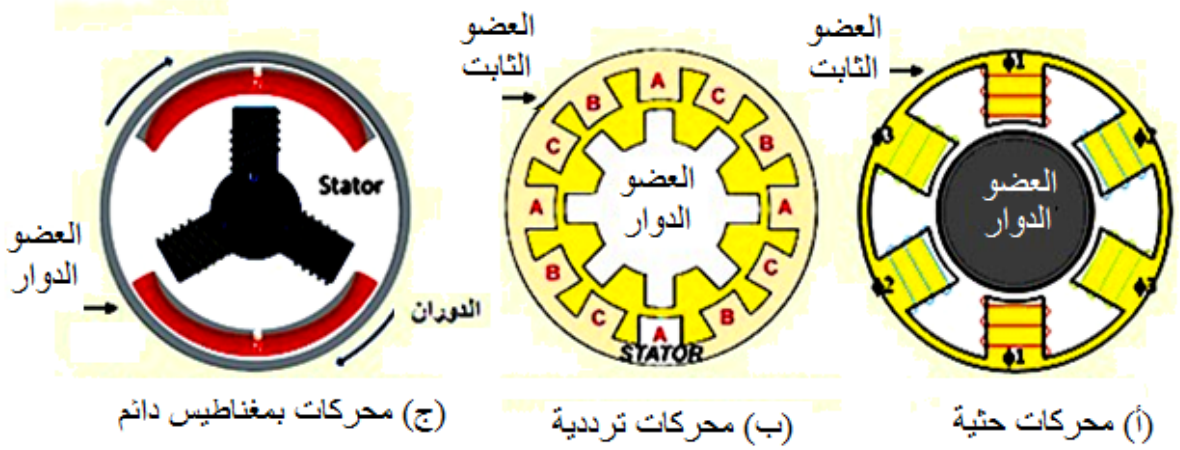
ج- المحرك المركب: للمحرك المركب مجالان مغنطيسيان متصلان بالعضو الدوار، أحدهما على التوالي والآخر على التوازي. وللمحركات المركبة مميزات كلً من

محرك التوالي ومحرك التوازي، إذ يسهل بدء تشغيلها مع حمل كبير وتحافظ على سرعة ثابتة نسبياً حتى ولو زاد الحمل فجأة.

- **محركات التيار المتناوب**: تستقبل معظم محركات التيار المتناوب (AC-motors) القدرة من مصادر كهربائية، ويسمى الموصل الدوار فيها عادة بالعضو الدوار. أما الجزء الثابت الذي يشتمل على مغنطيس المجال وملفات المجال فيشار له أحيانًا باسم العضو الساكن. ومحركات التيار المتناوب سهلة الصنع، ومريحة في الاستعمال ولا تحتاج إلى مبدلات، ويعمل معظمها على مخارج التيار الموجودة في المنازل.. وتشمل معظم محركات التيار المتناوب الشائعة الإستخدام محركات حثيه ومحركات متزامنة، ويتكون العضو الدوار في المحرك ألحثي من قلب من الحديد أسطواني الشكل، به فتحات في جانبه الطولي. وتثبت قضبان من النحاس في هذه الفتحات وتُربط بحلقة نحاسية سميكة في كل طرف. ولا يتصل العضو الدوّار مباشرة بمصدر الكهرباء الخارجي.

وتستخدم المحركات ذات التيار المتردد في الوقت الحاضر في مختلف أنواع المركبات الكهربائية الهجينة، وتوجد في أنواع مختلفة منها ما هو مبين في الشكل (3)، وهي:

- المحركات الحثية (Induction motors).
- المحركات الترددية (Switched reluctance motors).
- المحركات المزودة بمغناطيس دائم (Permanent magnet motors).



الشكل (3): أنواع من المحركات الكهربائية

3-1 مكونات المحرك الكهربائي الرئيسة

يتكون المحرك الكهربائي من الأجزاء الأساسية التالية المبينة في الشكل (4):

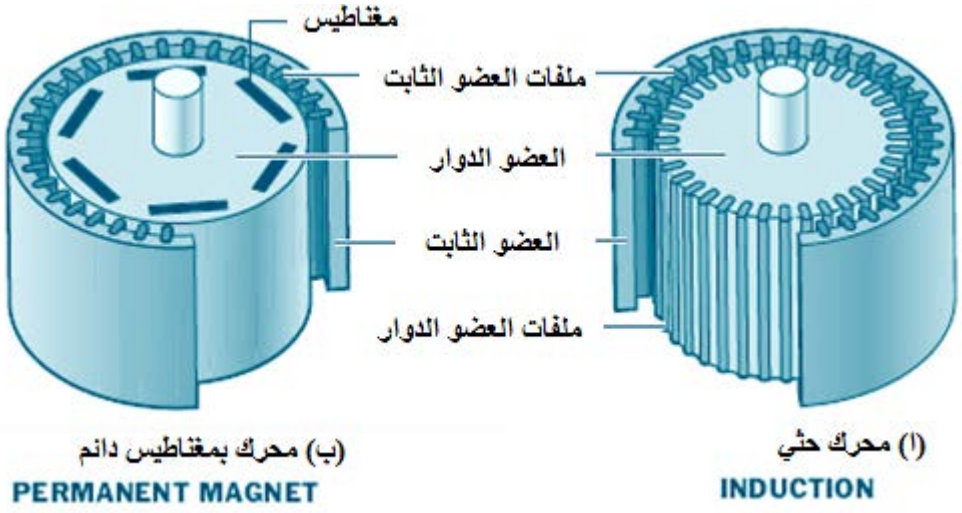
أ- **العضو الثابت (بنية المجال):** ويتكون من صفائح فولاذية معزولة عن بعضها مزودة بملفات خاصة، وظيفتها توليد مجال مغناطيسي بين قطبي المغناطيس داخل المحرك. والحافظة (العضو الثابت) في محركات التيار المستمر البسيطة عبارة عن مغناطيس دائم (مغناطيس المجال). وفي المحركات الأكبر حجما والأكثر تعقيدا تتكون من أكثر من مغناطيس كهربائي.

ب - العضو الدوار (Rotor): وهو ملف أسطواني أو عدة ملفات تشكل مغناطيسا كهربائيا عند مرور التيار الكهربائي فيها، وتدور بين قطبي مغناطيس حيث ينجذب قطبها الشمالي مع القطب الجنوبي للعضو الثابت، وقطبها الجنوبي مع الشمالي، وعند عكس اتجاه التيار يصبح قطب العضو الدوار الشمالي جنوبيا، فيحدث تنافر بين الأقطاب، ليتحرك العضو الدوار نصف دورة.



الشكل (4): مكونات المحرك الكهربائي

ويبين الشكل (5) مكونات المحرك الكهربائية المستخدمة في المركبات الهجينة، الحثية ودائمة المغناطيسة (permanent magnet motor) التي تعتمد في عملها على وجود عدة مجالات مغناطيسية متعامدة مع بعضها البعض .



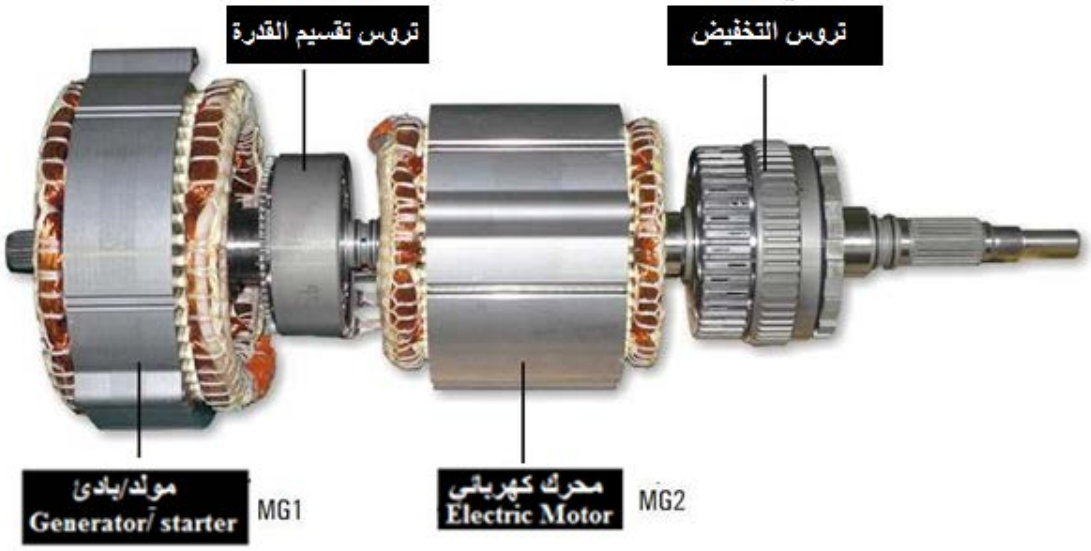
الشكل (5): مكونات المحرك الكهربائي في المركبة الهجينة

ويتكون عضو المحرك دائم المغناطيسية الدوار من مغناطيس دائم، ولهذا السبب تم تسمية هذا النوع من المحركات بهذا الإسم (PM) ، وهذه المحركات ممغنطة شعاعيا حيث، يتناوب فيها كل من القطبين الشمالي والجنوبي على طول محيط العضو الدوار، وفيها تعمل ملفات المحرك كمغناطيس كهربائي فعند مرور التيار الكهربائي في ملفاتها تتولد حقول مغناطيسية تتجاذب و تتدافع مغناطيسياً مما يؤدي لنشوء قوى مختلفة يتجمع تأثيرها على الجزء الدوارفي الحرك، فيدور، وعند إزالة مصدر الطاقة الكهربائية، تفقد الملفات الصفات المغناطيسية ويتوقف المحرك عن الدوران. وبهذه الطريقة تدار المحركات الكهربائية (PM) المستخدمة في المركبة الهجينة من قبل سائق المركبة.

وتمتاز المحركات الكهربائية التي تستخدم المغناطيس الدائم، بما يلي:

- الكفاءة العالية للمحرك ، حيث لا يوجد إمتصاص للطاقة الكهربائية من قبل نظام إثارة الحقل المغناطيسي .
- ارتفاع عزم الدوران والقدرة المنتجة لكل وحدة حجم، مقارنة بتلك المحركات التي تستخدم الإثارة الكهرومغناطيسية.
- آداء ديناميكي أفضل من المحركات ذات الإثارة الكهرومغناطيسية (فيض مغناطيسي أعلى).
- بساطة التركيب والصيانة.

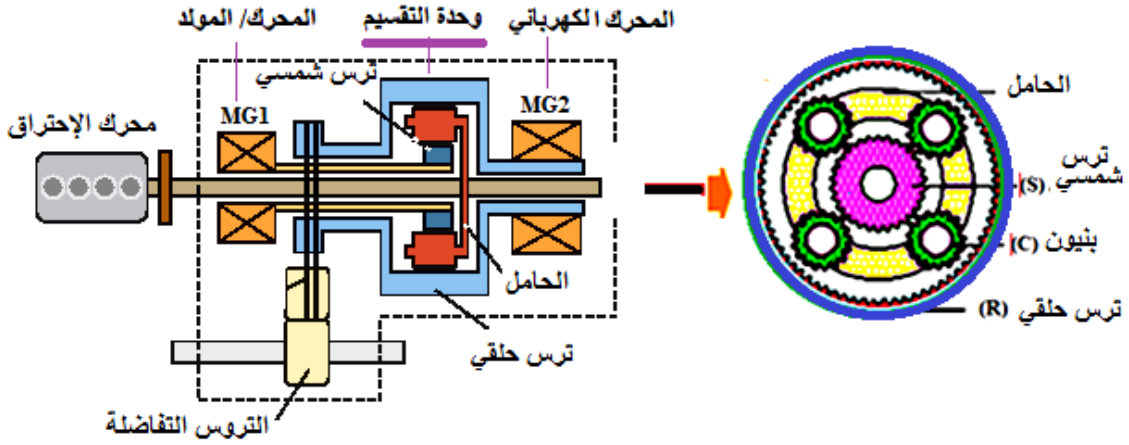
وكمثال على إستخدام المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة، يبين الشكل (6) المحركات الكهربية المستخدمة في مركبة هجينة من نوع (Lexus)، وهي:



الشكل (6) : المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة

أ- محرك/ مولد (Motor Generator) : يعمل كبادئ حركة في تشغيل محرك الإحتراق الداخلي في المركبة، وفي توليد الطاقة الكهربائية اللازمة لشحن البطارية عالية الجهد وتأمين الطاقة اللازمة لتشغيل محرك الجر الكهربائي في المركبة.

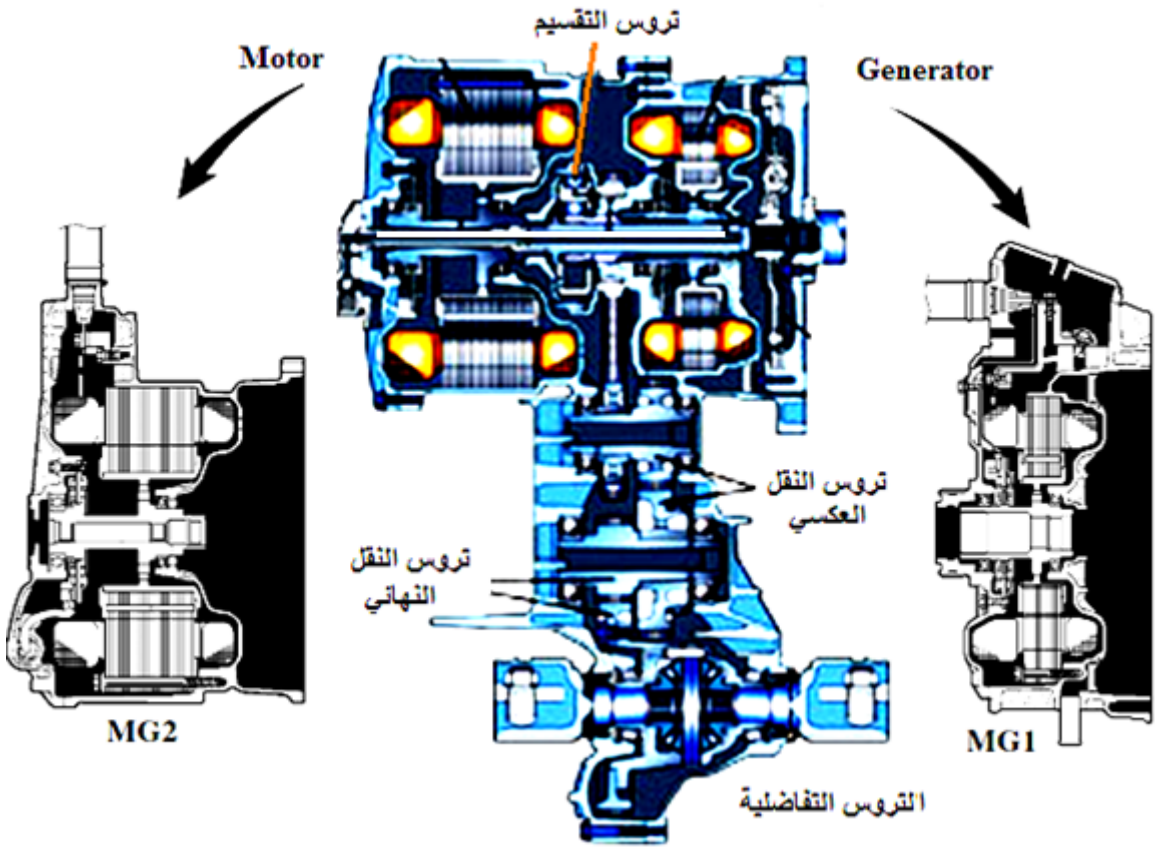
ولتشغيل محرك الإحتراق الداخلي المستخدم في المركبة الهجينة بواسطة المحرك/المولد (MG1)، تم ربطه بالترس الشمسي بوحدة تقسيم القدرة في المركبة ، كما في الشكل (7) ، ليقوم بالعمل في هذه الحالة كمحرك لبدء التشغيل بإستخدام الطاقة الكهربائية من بطارية الجهد العالي ، فإذا كانت المركبة متوقفة ، يعمل الترس الشمسي على تدوير حامل التروس النجمية المرتبط بمحرك الإحتراق الداخلي والذي سوف يديره بنسبة محددة من معدل دوران المحرك/المولد .



الشكل (7) : وحدة تقسيم الفدرة وربطها بالمحركات الكهربائية

وبمجرد بدء الحركة ، وبتمرير الوقود إلى محرك الإحتراق وحدوث الشرارة ينتظر المحرك/المولد (MG1) لحين وصول سرعة محرك الإحتراق إلى (1000rpm) تقريبا في غضون أقل من ثانية . وهذه السرعة تكفي ليعمل محرك الإحتراق على إدارة نفسه ذانيا بقدرته الخاصة، وتكون النتيجة هي البدء على نحو سلس خال من الضوضاء ، وبدء الحركة بهذه الطريقة يحد من التآكل الذي يصاحب بدء التشغيل في المحركات التقليدية. ومع إدارة محرك الإحتراق نفسه ذانيا وبقدرته الخاصة، تقوم وحدة التحكم بعمل المركبة بالتحكم بقرص الخنق للحصول على سرعة الخمول المناسبة خلال فترة الإحماء ولم يعد المحرك/ المولد بحاجة إلى تغذية كهربائية حيث يبدا بالعمل كمولد لتوليد الطاقة الكهربائية اللازمة لشحن البطارية.

ويبين الشكل (8) مقطع فيى محركات القدرة الكهربائية المستخدمة في مركبة من نوع تويوتا بريوس، بالإضافة إلى ناقل الحركة في المركبة.



الشكل (8) : المحركات الكهربائية في مركبة هجينة

وبشكل عام هناك نوعان رئيسيان من المولدات الكهربائية، هما:

أ-مولدات التيار المتناوب : وتنتج تياراً كهربائياً يعكس اتجاهه مرات عديدة في كل ثانية. وتختلف مولدات التيار المتناوب العملية عن مولدات التيار المتناوب البسيطة في عدة أوجه. فالمولدات العملية مزودة بمولد إضافي يعرف بالمستثير اللذي يعمل على إمداد المغنطيس الكهربائي بالتيار المستمر المستخدم في إحداث المجال المغنطيسي داخل المولد. وتتكون حافظة مولد التيار المتناوب (العضو الساكن) من أسلاك من النحاس ملفوفة على شكل مئات من الملفات حول شقوق محفورة في قلب فولاذي. ويتكون المغنطيس الكهربائي من قضبان نحاسية ملفوفة حول قلوب فولاذية. وفي معظم مولدات التيار المتناوب تكون الحافظة هي العضو الساكن، وبنية المجال هي العضو الدوار. ومعنى ذلك أن المغنطيس الكهربائي الذي ينتج بنية المجال، يدور لكي يقطع المجال المغنطيسي ملفات الحافظة. وفي هذه المولدات تستخدم حلقات الانزلاق لنقل التيار المستمر من المولد المستثير إلى المغنطيس الكهربائي في بنية المجال. وتتصل ملفات الحافظة مباشرة بأسلاك خارجية لنقل التيار المتناوب. وقد وجد المهندسون أنه من الأسهل اتباع تلك الطريقة في توصيل التيار المنخفض نسبيا من المستثير بوساطة حلقات الانزلاق وأخذ التيار العالي المتولد مباشرة من بنية المجال. ويطلق على هذا النوع من مولدات التيار المتناوب المولدات المتزامنة، لأنها تنتج جهداً له ذبذبة متناسبة أو متزامنة مع سرعة العضو الدوار. وغالبية مولدات التيار المتناوب لها ثلاث مجاميع من الملفات لكل قطب، ولذا فهي تنتج ثلاثة تيارات في الوقت نفسه. وتعرف هذه الأنواع بالمولدات ثلاثية الطور، وتنتج قدرة أكبر من التي تنتجها المولدات أحادية الطور، كما أنها تحسن نقل القدرة الكهربائية واستخدامها.

- **مولدات التيار المستمر:** تنتج مولدات التيار المستمر تياراً كهربائياً مستمرًا يسري في اتجاه واحد، وتعمل من خلال دوران المبدل مع حلقة السلك، كما تفعل تماماً حلقة الانزلاق مع العضو الدوار لمولد التيار المتناوب. ويقسم المبدل إلى نصفين معزولين، يسمى كل منهما فلقة المبدل، ويكون كل منهما معزولاً عن الآخر. وتوصل نهايتا حلقة السلك الدوارة بنصفي المبدل، وتتلامس فرشتان كربونيتان متصلتان بالدارة الخارجية مع نصفي المبدل. وتوصل إحدى الفرشتين التيار إلى خارج المولد، بينما تغذي الأخرى داخله. ولقد صمم المبدل بحيث يكون نصفه الذي يحتوي على التيار الخارج دائما يلامس الفرشاة الخارجة ، مهما تغير اتجاه التيار في داخل حلقة المبدل. وفي بعض مولدات التيار المستمر، يأتي التيار المستمر اللازم للمغنطيس الكهربائي الذي يكوِّن بنية المجال من مصدر خارجي كما في معظم مولدات التيار المتناوب. ويعتمد مولد التيار المستمر ذاتي الاستثارة على المغنطيسية المتبقية، وهي جزء صغير من المغنطيسية يتبقى في المغنطيس الكهربائي بعد توقف المولد. ولولا وجود تلك المغنطيسية لكان من المحال تشغيل المولد ذاتي الاستثارة بعد توقفه ويعتمد نوع المولد المستخدم في أداء عمل معين على درجة التحكم في الجهد المطلوب. فالمولد الذي

يستخدم في شحن البطاريات مثلاً، يحتاج إلى تحكم بسيط في الجهد، ولهذا يمكن استخدام مولد متصل على التوازي، بينما يحتاج المولد الذي يغذي المصعد مثلا إلى تحكم أكثر تعقيداً في الجهد، ولذا يستخدم مولد منفصل الاستثارة. ونظرًا لأن المبدل المستخدم في المولد معقد ومكلف، فقد تم استبدال الكثير من مولدات التيار المستمر بمولدات للتيار المتناوب المزودة بمقومات إلكترونية. والمقوم الإلكتروني جهاز يسمح بسريان التيار في اتجاه واحد فقط.

وتشبه المولدات المستخدمة في المركبات الهجينة في تركيبها المحركات الكهربائية المستخدمة في هذه المركبات، حيث تستخدم مولدات من النوع المتزامن ذات سرعات عالية تتراوح ما بين (6500- 10000rpm) للعمل على تأمين المحرك الكهربائي بالطاقة الكهربائية الضرورية لتشغيله، وتحتوي هذه المركبات على محركين كهربائيين، كما في الشكل (9) الذي يبين المحركات المستخدمة من قبل شركة تويوتا، وترتبط هذه المحركات بمجموعة من تروس النقل والتوزيع ، لإيصال القوة الدافعة إلى عجلات المركبة.



الشكل (9) : المحركات الكهربائية في مركبة نوع تويوتا

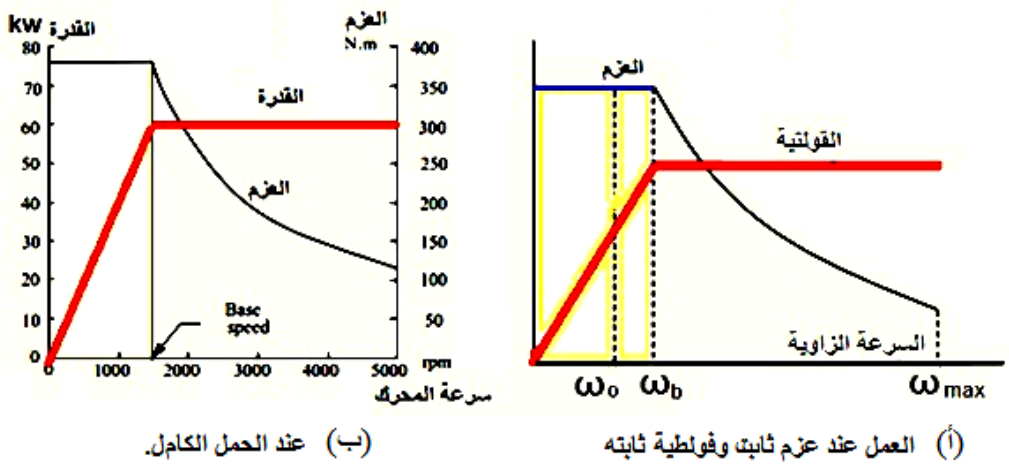
ب- محرك الجر الكهربائي: ويعمل كمحرك مساند لمحرك الإحتراق في تأمين القدرة اللازمة لجر المركبة، وكمولد في حالة إسترجاع وتجديد الطاقة, ويستخدم هذه الأيام في

المركبات الهجينة نوعين من المحركات الكهربائية هما المحركات ذات المغناطيس الدائم المبينة في الشكل (10) والمحركات الحثية التي تتشابه في تركيبتها .



الشكل (10): مكونات المحرك الكهربائي المستخدم في المركبة الهجينة

ولبيان خواص المحركات الكهربائية المستخدمة في المركبات الهجينة، أنظر الشكل (11/أ) وهذه المحركات تتمتاز بإمكانية العمل عند عزم ثابت وفولطية ثابته، والفولطية عند عمل المحرك بعزم ثابت تتناسب وسرعته الزاوية والتدفق المغناطيستي فيه. أما في حالة العمل عند جهد ثابت فإن المجال المغناطيسي يضعف بزيادة السرعة الزاوية. والمخطط المبين في الشكل (11/ب) يبين خواص أحد المحركات الكهربائية المستخدمة في المركبات الهجينة .

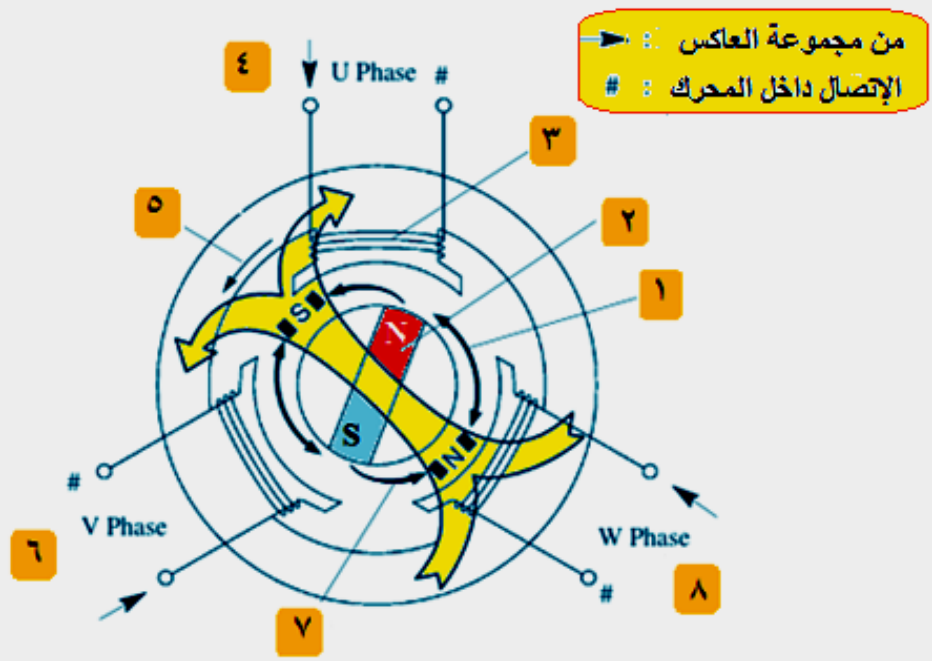


الشكل (11): خواص المحركات الكهربائية

ويلاحظ من الشكل السابق عندما تكون سرعة المحرك مقاربة للصفر يكون العزم أعلى ما يمكن (عزم الذروة، peak torque) ، وذلك بعكس محرك الإحتراق الداخلي الذي يتم تحديد أقصى قدرة و عزم له مخبريا عند سرعة محددة لعمود المرفق.

4-1 التحكم بعمل المحركات الكهربية في المركبات الهجينة

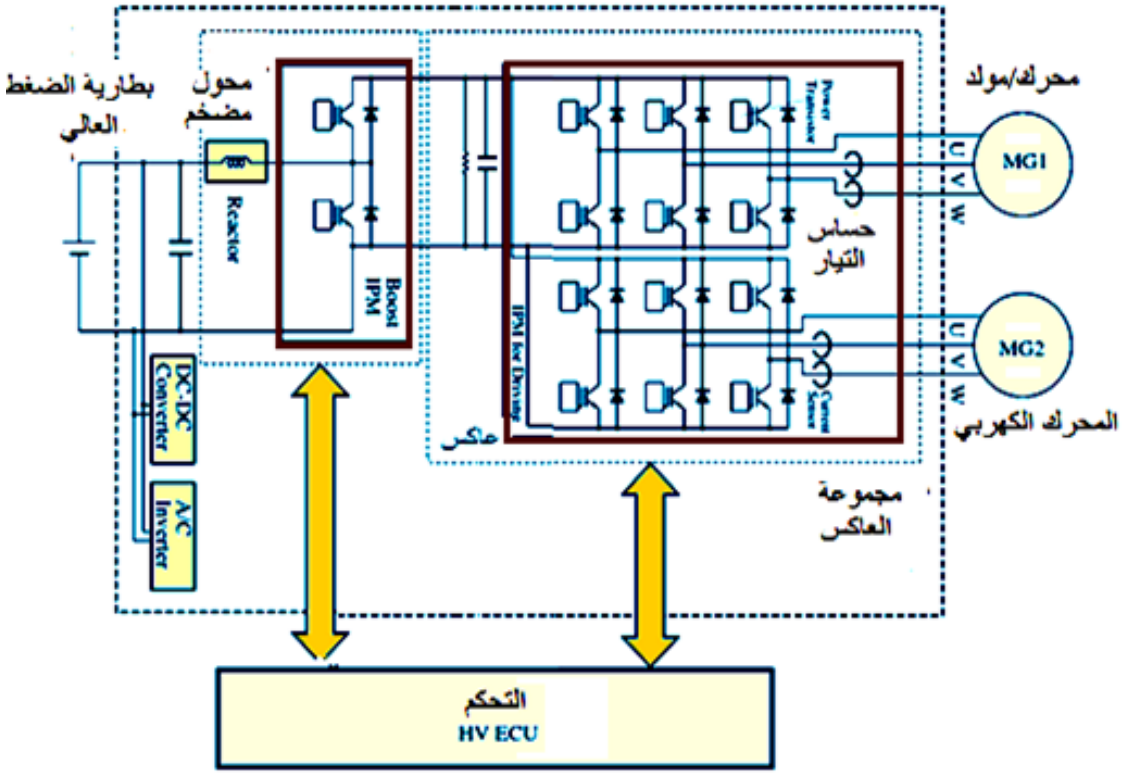
كما تعلمت سابقا، يستخدم في المركبات الهجينة محركات كهربائية متزامنة (3 فاز) ذات تيار متردد ومجال مغناطيسي دائم، ويتكون الجزء الدوار فيها من مغناطيس قوي لا يتصل بأية أسلاك كهربائية والجزء الثابت من ثلاثة ملفات تتغذى كهربائيا من العاكس لتعمل كمصدر للعزم الدوراني، وتعتمد في عملها على السرعة الزاوية والفواقد الناجمة عن تحميل المركبة. وعند سريان التيار الكهربتائي في ملفات المحرك يتولد مجال مغناطيسي يتم التحكم فيه زمنيا تبعا لحركة العضو الدوار، حيث يعمل على سحب المغانط الدائمة في المحرك مما بؤدي إلى إستدارة العضو الدوار وتوليد العزم الذي يتناسب والتيار المار في ملفات العضو الثابت ، ويبين الشكل (12) تركيبة المحرك الكهربائي وطريقة عمله.



١- رد فعل ٢- العضو الدوار ٣- ملف العضو الثابت ٤- فاز U
٥- المجال المغناطيسي الدوار ٦- فاز V ٧- الفعل ٨- فاز W من العاكس

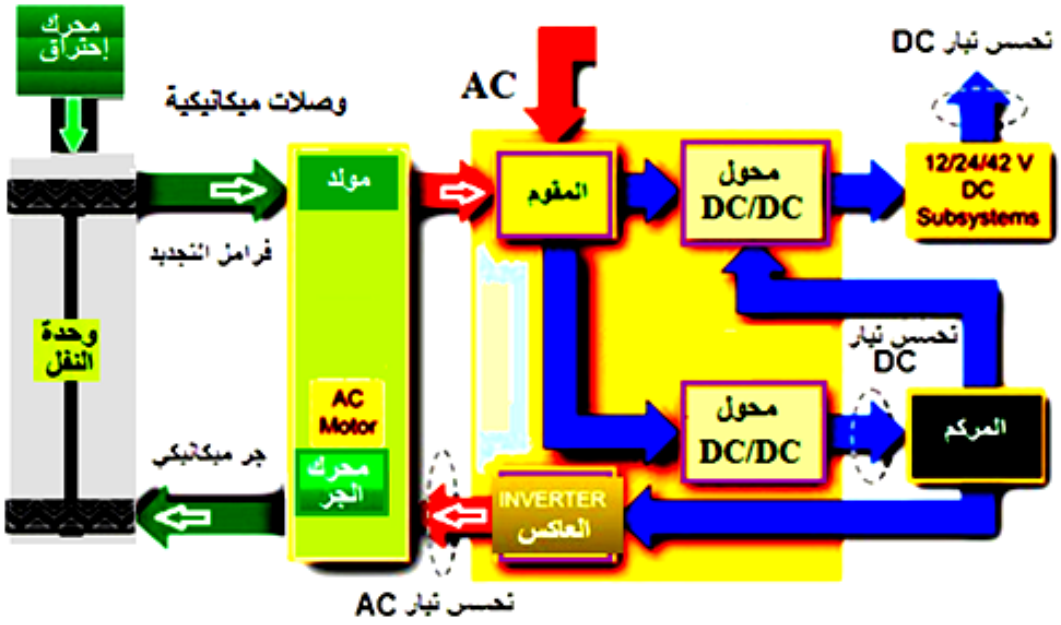
الشكل (12): فازات المحرك الكهربي

وفي هذا النظام تقوم مجموعة العاكس/ المحول بتحويل الضغط العالي القادم من البطارية الهجينة (DC) إلى تيار متناوب 3(فاز) لإستخدامه في تشغيل المحركات الكهربية وبالإضافة إلى ذلك تقوم مجموعة العاكس بإرسال المعلومات اللازمة للتحكم بالتيار مثل شدة التيار والفولطية إلى وحدة التحكم، كما في الشكل (13) الذي يبين الترابط بين المحركات الكهربائية ومجموعة العاكس في المركبة.



الشكل (13): توصيل المحركات الكهربائية بمجموعة العاكس

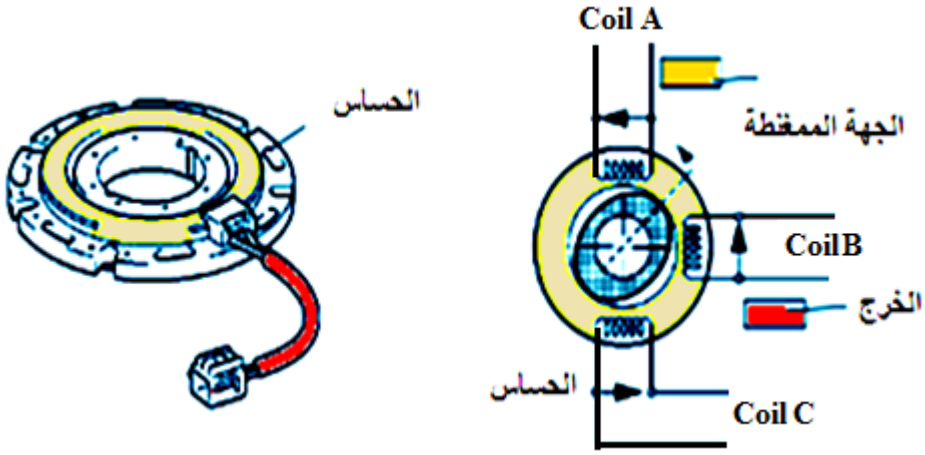
ولتوضيح التحكم بعمل محرك الجر الكهربائي ، يبين الشكل (14) مخطط عمل المركبة الهجينة ومحركاتها الكهربية بالإضافة إلى المحولات اللازمة لتشغيل النظام.



الشكل (14) : عمل المحركات الكهربائية

ومن المعلوم أن البطارية الهجينة تغذي مجموعة العاكس بتيار مباشر (DC) ، وأن المحركات الكهربائية في المركبة تعمل بواسطة تيار متناوب (AC)، ولتأمين هذا التيار تعمل مجموعة العاكس على تحويل التيار المباشر القادم من البطارية إلى تيار متناوب لتشغيل المحركات الكهربائية، كما أن المحركات الكهربائية تقوم بشحن البطارية في بعض حالات القيادة مثلا عند التباطؤ حيث يعمل العاكس في هذه الحالة على تحويل التيار المتناوب إلى تيار مباشر.

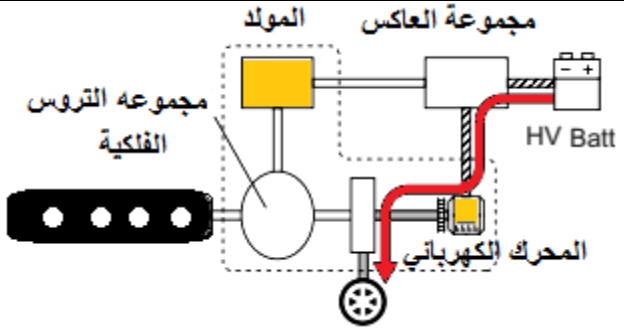
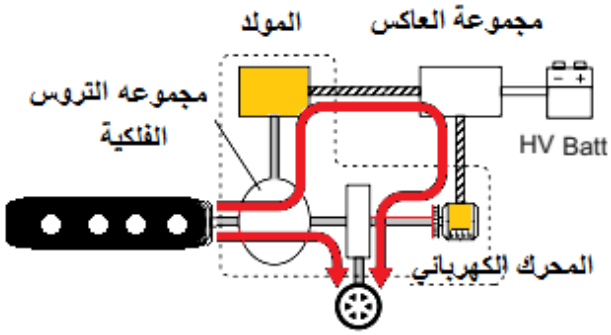
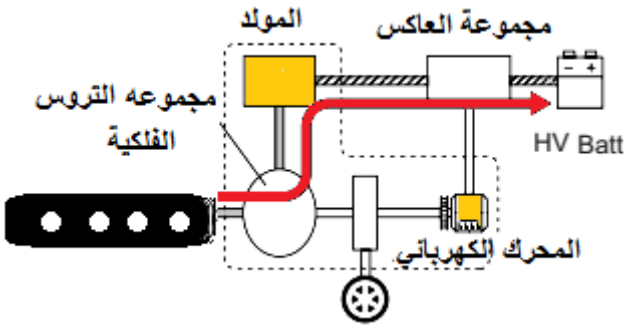
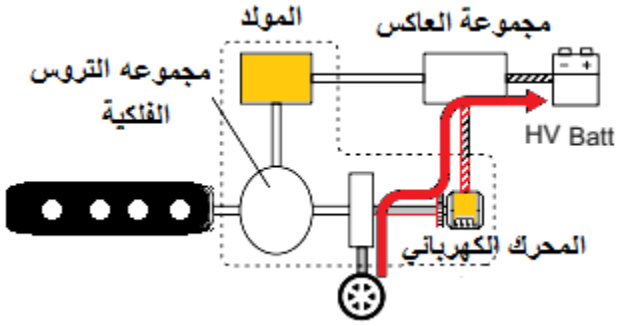
ويستخدم في دارة التحكم بعمل المحرك الكهربي حساسات تحديد السرعة والموضع للتحكم بدقة عمل المحرك، وظيفتها تحسس موضع ألأقطاب المغناطيسية للمحركات المستخدمة في المركبة لتأمين عملها بكفاءة عالية. ويتكون العضو الثابت للحساس من ثلاث ملفات والمخرج من ملفين (B,C) يعملان زاوية مقدارها(90o) فيما بينهما ، كما هو مبين في الشكل (15)، وبما أن عضو الحساس الدائر بيضاوي فإن الفراغ بين عضوي الحساس الدائر والثابت متغير بحسب دوران العضو الدائر، لذا عند مرور التيار عبر الملف (A) يكون الخرج عبر الملفات (B,C) وسيتم تحديد الموضع بحسب قيمة الفرق بين الخرج في كل منهما، والذي يتم حسابة بواسطة وحدة التحكم في الجهد العالي في المركبة.



الشكل (15) : حساس السرعة ومضع الأقطاب

ويبين الجدول (1) مخططات عمل المولد والمحرك الكهربائي في المركبات الهجينة، في أثناء قيادة المركبة الهجينة.

الجدول (1): مخططات عمل المولد والمحرك الكهربائي

	الوضع	محطط عمل المركبة
1	يسري التيار من البطارية الهجينة إلى المحرك الكهربائي لتشغيله، لإمداد عجلات المركبة بالطاقة الحركية اللازمة لتحريك المركبة.	
2	في أثناء إدارة العجلات بواسطة المحرك الكهربائي، يدار المولد بواسطة محرك الإحتراق عبر مجموعة التروس الفلكية للعمل على إمداد المحرك الكهربائي بالطاقة اللازمة لتشغيله وإمداد العجلات بطاقة حركية إضافية.	
4	إدارة المولد بواسطة محرك الإحتراق عبر مجموعة تروس التقسيم الفلكية لشحن مجموعة البطارية الهجينة .	
5	في أثناء تباطؤ المركبة يتم إسترجاع طاقة الحركة من عجلات المركبة بواسطة المحرك الكهربائي وتحويلها إلى طاقة كهربائية تستخدم في شحن مجموعة البطارية الهجينة.	

5-1 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

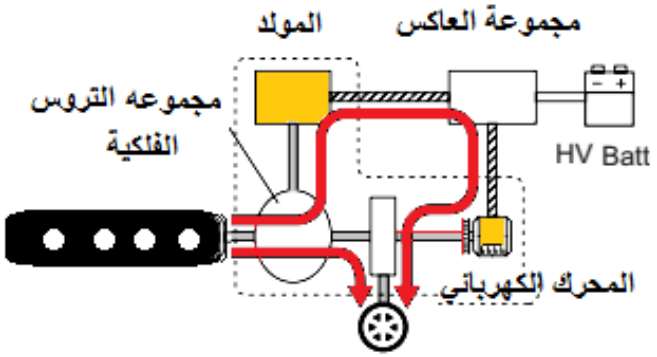
السؤال الأول:

أجب عن العبارات التالية بنعم أم لا

الرقم	العباره	نعم	لا
1	الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتجاذب والأقطاب المغنطيسية المختلفة تتنافر.		
2	يدار العديد من مولدات التيار المستمر بوساطة محرك تيار متناوب.		
3	عند سريان التيار المتردد عبر فازات ملفات العضو الساكن في المحرك الكهربائي يتولد مجال مغناطيسي دوراني.		
4	يستخدم المولد الكهربائي في تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركة.		
5	المحركات التزامنية، لها سرعة ثابتة حتى في وجود حمل متغير.		

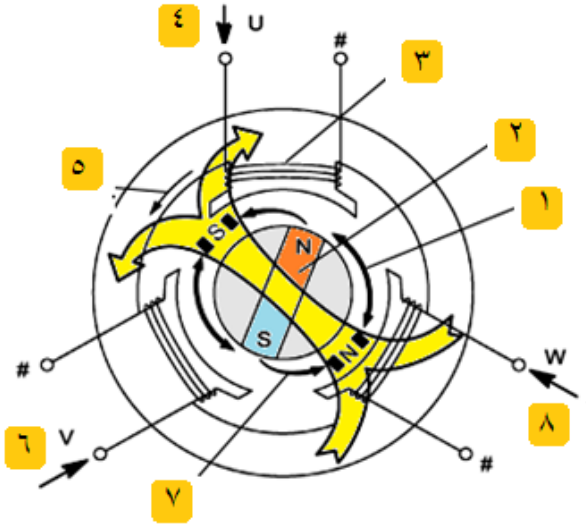
السؤال الثاني:

ماذا يبين الشكل التالي ، أذكر مكوناته، نظم الإجابة بشكل جدول من قائمتين تتضمن الأولى الأرقام ، والثانية أسماء الأجزاء.



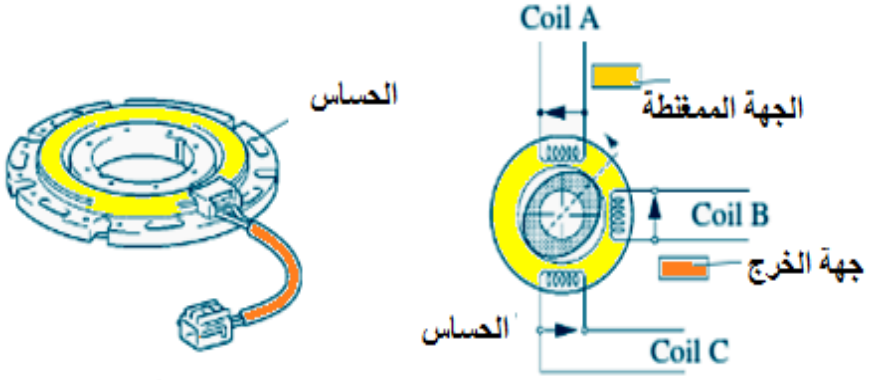
السؤال الثالث:

مستعينا بالشكل التالي إشرح طريقة عمل المحرك الكهربائي وأذكر مكوناته، نظم الإجابة بشكل جدول من قائمتين تتضمن الأولى الأرقام ، والثانية أسماء الأجزاء.



السؤال الرابع:

إشرح طريقة عمل حساس السرعة والموضع، المبين في الشكل التالي وأذكر أين يستخدم.



6-1 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 الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.

رقم التمرين: (1)	الزمن المخصص للتمرين
إسم التمرين: إستبدال العضو الثابت (Stator) لمحرك الجر (MG2) في المركبة الهجينة.	6 ساعات

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على إستبدال العضو الثابت والعضو الدوار لمحرك الجر(MG2).

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

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

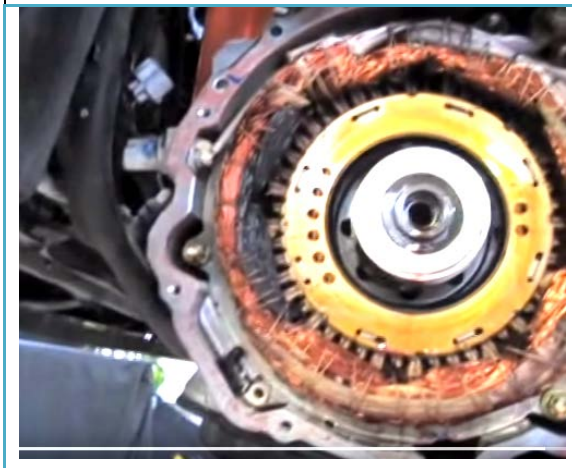
الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	صندوق عدة	**4**	رافعة هيدرولية
2	مفتاح عزم	**5**	أدوات الوقاية الشخصية
3	قطع غيار		

- **الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء**

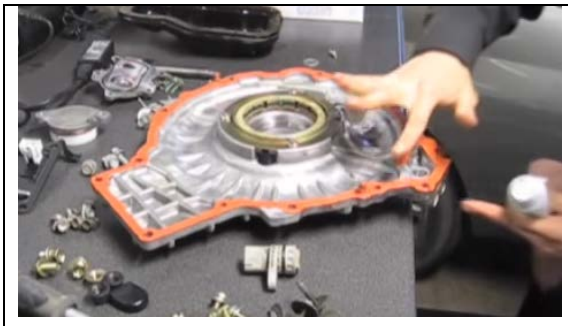
- نسخة من الوحدة التدريبية.

- دليل الإصلاح.

● خطوات العمل

	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	جهزالمواد والعدد والأدوات اللازمة للعمل، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال.	
2	أمن وقوف المركبة في موقع العمل.	
3	معه في أثناء إقرأ دليل الإصلاح، وتعليمات السلامة الخاصة ، وتعرف موقع المحرك الكهربائي وطريقة الفك والتركيب.	
4	إنزع قاطع الخدمة، وإنتظر عشر دقائق قبل البدء بالعمل.	
5	إرفع المركبة على رافعة مناسبة وأمنها ، وحرر مجموعة النقل والمحركات من جميع الوصلات الميكانكية والكهربائية المتصلة بمجموعة المحركات.	
6	فك براغي تثبيت غطاء المحرك الكهربائي، وإنزعه، وضعه جانبا.	
7	تفقد ملفات المحرك كما في الشكل المجاور ، وتعرف طريقة نزعها من المجموعه ، كما في دليل المركبة المعنية.	

8	إنزع العضو الدوار و ملفات المحرك كوحدة واحدة ، وضعها جانبا.	
9	جهز وتفقد قطع الغيار الجديدة (الملفات والعضو الدوار).	
10	ضع وحدة ملفات المحرك المراد إستبدالها بجانب القديمة، وتأكد من أنها تحمل نفس المواصفات.	
11	ركب مجموعة ملفات المحرك الجديدة، والعضو الدوار في غلافها داخل المركبة، وصل وصلاتها الكهربائية كما في الشكل المجاور .	

12	نظف غطاء المحرك الكهربائي، ومن ثم ضع طبقة من معجون منع التسريب على حوافه ، كما في الشكل المجاور.	
13	ركب الغطاء في مكانه ومن ثم شد براغي التثبيت بالعزم المناسب بحسب الدليل.	
14	صل جميع الوصلات المرتبطة بالمجموعه التي تم فكها عند نزع ملفات المحرك.	
15	شغل المركبة وتفقد العمل.	
16	إجمع العدة بعد تنظيفها، وإحفظها حسب التعليمات ، 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 الأتقان 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.			
3	تمكنت من قراءة الدليل، وتعرفت طريقة نزع محركات القدرة الكهربائية.			
4	تمكنت من نزع قاطع الخدمة، وإنتظرت عشر دقائق قبل البدء بالعمل			
5	تمكنت من رفع المركبة على رافعة مناسبة ومن تأمنها ، وحرر مجموعة النقل والمحركات من جميع الوصلات الميكانكية والكهربائية المتصلة بمجموعة المحركات.			
6	تمكنت تحرير مجموعة النقل والمحركات من جميع الوصلات الميكانكية والكهربائية المتصلة بها.			
7	تمكنت من فك براغي تثبيت غطاء المحرك الكهربائي، ونزعه.			
8	تفقد ملفات المحرك كما في الشكل المجاور ، وطريقة نزعها من المجموعه.			
9	تمكنت من نزع العضو الدوار و ملفات المحرك كوحدة واحدة ووضعها جانبا			
10	تمكنت من تجهيز وتفقد قطع الغيار الجديدة			
11	تمكنت من وضع وحدة ملفات المحرك المراد إستبدالها بجانب القديمة، وتأكدت من. أنها تحمل نفس المواصفات.			
12	تمكنت من تركيب مجموعة ملفات المحرك الجديدة، والعضو الدوار في غلافها داخل المركبة .			
13	تمكنت من تنظيف غطاء المحرك ومن و ضع طبقة من معجون منع التسريب .			
	تمكنت من تركيب غطاء المحرك في مكانه ومن شد براغي التثبيت بالعزم المناسب بحسب الدليل.			
14	تمكنت من وصل جميع الوصلات التي تم فكها والمرتبطة بالمجموعه.			
15	تمكنت من تشغيل المركبة ومن تفقد العمل.			
16	تمكنت من جمع العدة بعد تنظيفها, وحفظها بحسب التعليمات.			

● **هدف التعلم الثاني: عند الانتهاء من تنفيذك انشطة التعلم أدناه، عليك ان تصبح قادرا على أن تشخص اعطال المحركات الكهربائية المستخدمة في المركبة الهجينة، وتعالجها.**

انشطة التعلم	المصادر
1- المادة التعليميه / صيانة المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة	الوحدة التدريبية
2- تنفيذ التمارين العملية المتعلقة بصيانة المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة	المشغل/ بإشراف المدرب
3- زيارة المواقع الالكترونية / صيانة المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة	الشبكة العنكوبتيه
التدريب الميداني في مجال صيانة المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة	مراكز صيانة متخصصة

2- تشخيص اعطال المحركات الكهربائية في المركبة الهجينة، وعلاجها

المركبة الهجينة هي آلة معقدة تتكامل فيها المكونات الميكانيكية مع عدد كبير من المكونات الكهربائية مثل المحركات الكهربية التي تلعب دورا أساسيا في آداء المركبة الهجينة، ومجموعة البطارية الهجينة وغيرها من الإجهزة الكهربائية التي يمكن أن تخفق في عملها في أثناء إستثمار المركبة، وللقيام بالتشخيص السليم لأعطال هذه المركبات يتطلب منك التدريب المستمر لتقوم بهذا العمل بدقة، حيث أن تكنولوجيا توليد القدرة والجهد العالي في المركبات الهجينة وضعت تحديات كبيرة من حيث المعرفة المتخصصة والمهارات المطلوبة في مجال صيانة وإصلاح المركبات الهجينة.

2-1 متطلبات الأمان في صيانة المحركات الكهربائية في المركبة الهجينة

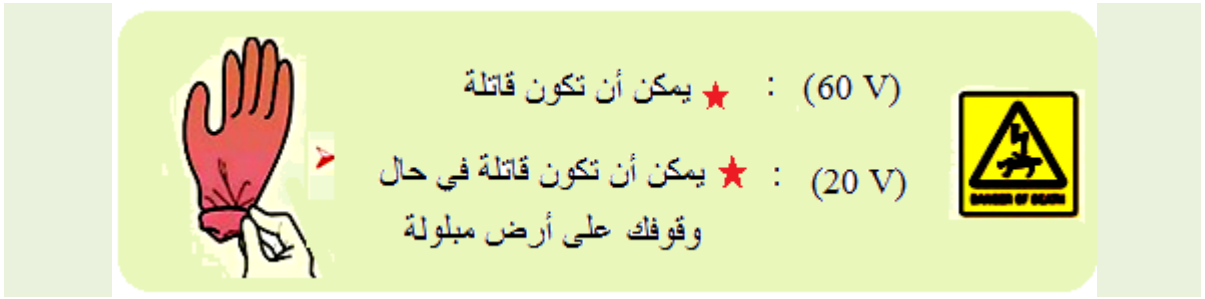
تعد الحماية الشخصية عند التعامل المباشر أوغير المباشر مع ألأنظمة الكهربائية المستخدمة في المركبات الهجينة وأجهزتها في أثناء تنفيذ عمليات الفحص والصيانة من أهم ألأمور الواجبة، لتفادي وقوع الحوادث والإصابات، وذلك بالرغم من تزويد أنظمة الضغط العالي الكهربائية في هذه المركبات بكل وسائل الحماية الممكنة من قبل الشركات الصانعة من التيار والجهد الزائدين، ومن قصر الدوائر الكهربائية والأقواس الكهربائية.

وقبل فحص وصيانة المحركات الكهربائية في المركبة الهجينة يجب عليك معرفة طريقة عملها، ونظام نقل الحركة والقدرة المستخدم في المركبة قبل البدء بتنفيذ الإصلاح اللازم، حيث توجد أنواع عديدة من المركبات الهجينة التي تشترك فيما بينها بوجود إشارات

وبيانات التهجين على الجزء الخلفي من جسم المركبة أو على جانب المركبة أوتحت غطاء المحرك، ، لذا يجب التعرف بالمركبة المراد التعامل معها أولا

ومع إزدياد استخدام الأجهزة الكهربائية في المركبات، تم تحديد عدد من المجالات المثيرة للقلق للتخفيف من مخاطر التعامل معها غير المتوقعة ، فعلى سبيل المثال وقبل تنفيذ عمليات التشخيص والصيانة للمركبة الهجينة، يجب تثبيت عجلات المركبة وفرامل الوقوف والتعرف عل بيانات المركبة، وطريقة تشغيلها، ومن ثم نزع مفتاح التشغيل وحفظه في مكان آمن، وتأمين كبسة التشغيل على وضع الإغلاق، وفصل أقطاب المركم، وعدم لمس أو قطع خطوط الضغط العالي، ونزع قابس الخدمة من المركبة الخاص بالصيانة ووضعه في مكان أمن، كما يجب على كل فني يعمل في مجال المركبات الهجينة وخدمتها حتى لو أراد العمل في خدمتة تغير الزيت لهذا النوع من المركبات أن يكون ملما بالتعامل معها من خلال التدريب المستمر.

تنبيه: يجب العلم أن الجهد والتيار في المركبات الهجينة يكفي أن يكون قاتلا في حال التماس المباشر مع دارات الضغط العالي فيها، علما بأنها معزولة بالكامل عن جسم المركبة في جميع أنواع المركبات الهجينة ، لذا يجب عليك إستخدام قفازات عازلة واقية من الصعقات الكهربائية في أثناء العمل.



ومن الأمور الواجب عليك معرفتها عند التعامل مع دارات المحركات الكهربائية المحاذير المبينة في الدليل الخاص بالمركبة الهجينة المعنية بالإصلاح، والمقدم من قبل الشركة الصانعة ، مثل عدم قطع أسلاك الضط العالي أو التسبب في تلفها، وخاصة الخط الواصل بين مجموعة المركم الهجين المثبة في مؤخرة المركبة وأجهزة السيطرة والتحكم في عمل محركاتها الكهربائية. وبمثابة تحذير واضح للسائق ولفني الصيانة فإن جميع خطوط دارات الضغط العالي في هذه المركبات ذات لون برتقالي فاقع، كما هو مبين في الشكل (16).



الشكل (16) : خطوط الضغط العالي/ لون برتقالي

وعلى سبيل المثال تم تزويد المركبات الهجينة بوسائل السلامة التالية لحمايتها والسائق في حالة وقوع حادث ما للمركبة، وذلك للحد من أخطار الضغط العالي فيها:

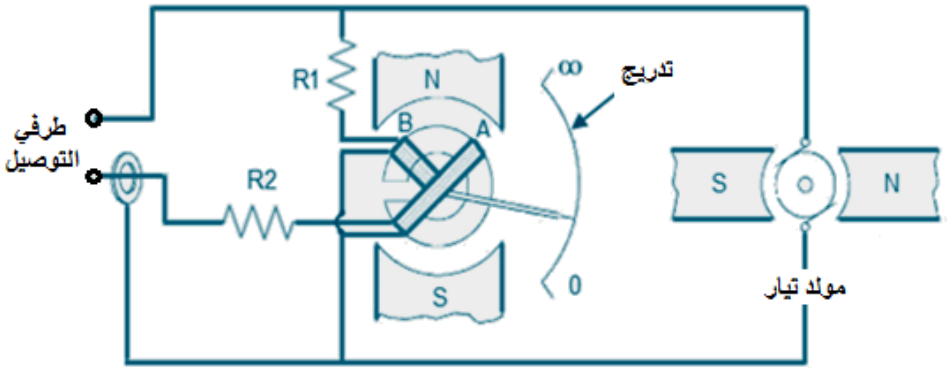
- مفاتيح قصور ذاتي تعمل على فصل خطوط الضغط العالي والوقود من خلال وقف مضخة الوقود عن العمل عند تعرض المركبة لحادث ما.
- فصل نظام الضغط العالي عن العمل في أي حالة يوضع فيها مفتاح التشغيل على وضعية الإغلاق (OFF).
- مصهر(Fuse) حماية، لمجموعة المركم الهجين في حالة إرتفاع قيمة التيار الكهربائي
- مجسات حرارية تعمل على فصل مجموعة المركم عن الدارات الكهربائية،عند ترك مفتاح التشغيل على وضعية التشغيل (ON)، وإرتفاع درجة حرارة مجموعة المركم.
- تم تصميم توصيلات الضغط العالي بطريقة يتم فصلها في حالة إرتفاع الضغط الكهربائي في الدارات.

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

- نزع المركم المساعد (12V) من المركبة.
- فصل المصهر الرئيس من علبة المصهرات (الفيوزات)، والإنتظارلمدة عشردقائق قبل بدء العمل.
- الإنتباه لخطوط وأجهزة الضغط العالي وعدم قطع أي خط أو فتح أي جهاز من أجهزة الصغط العالي، وقبل التغامل معها يجب فحصها بإستخدام مفك فحص خاص للتأكد من أن الفولطية فيها لا تزيد عن (12) فولط.

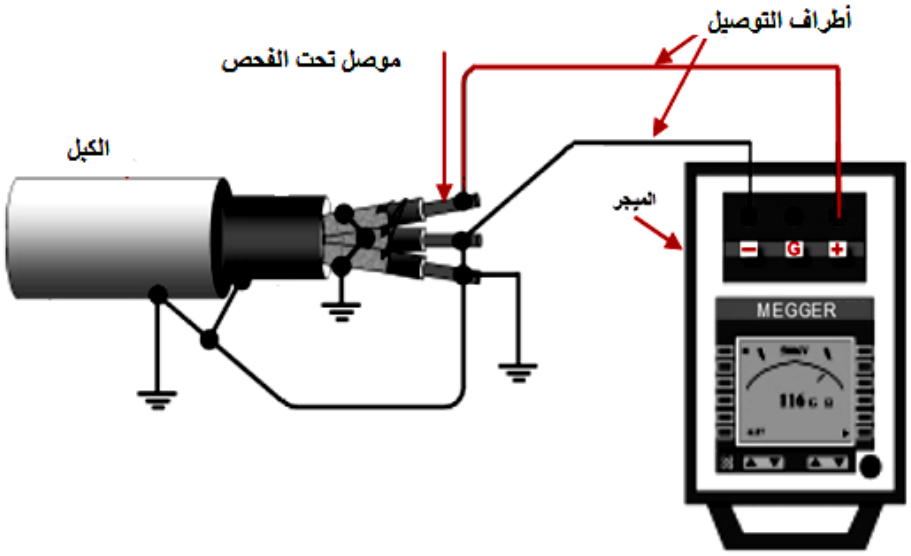
2-2 جهاز الميجر وفحص مقاومة العزل

جهاز الميجر (Megger) هو جهاز أوم ميتر ذي مدى واسع من القراءات يحتوي على مولد تيار مستمر ، كما في الشكل (17).



الشكل (17): جهاز الميجر

ويستخدم هذا الجهاز في قراءة مقاومة العزل المباشرة بالاوم أو الكيلوأوم أوالميجاأوم، للأجهزة الكهربائية مثل المحركات والمولدات والمحولات والكابلات الكهربائية بين الفازات بعضها البعض أو بين الفاز الواحد والارضي .كما تستخدم لقياس استمرارية التوصيل في الدوائر الكهربائية المختلفة من خلال توصيل أطراف الميجر بكبل الجهاز الكهربي المراد قياس مقاومة العزل له، كما في الشكل (18) حيث يتم توصيل طرف بوجه واحد من الكابل والطرف الاخر يتم توصيله بالأرضي.



الشكل (18): قياس مقاومة العزل بين أحد الاوجه والارضي لكابل بثلاث موصلات

تنبيه: تتبع إجراءات الشركة الصانعة، وتحقق من عدم وجود جهد عالي في توصيلات الكبلات قبل البدء بالعمل.

- **احتياطات إستخدام جهاز الميجر:** إن جودة مقاومة العازل لأي نظام كهربائي تتدهور مع مرورالوقت بسبب ظروف العمل، وتأثيرالبيئة المحيطة مثل درجة الحرارة والرطوبة وغيرها. ومن هذه العوامل أيضا وجودها تحت تأثير جهد كهربائي ومكيانيكي في أثناء العمل، ومن هنا تأتي أهمية فحص مقاومة العوازل للأنظمة الكهربائية بشكل دوري لتجنب حدوث اي مخاطر كالصدمات الكهربائية او حدوث فصل في الدوائر بسبب تلف العوزال لذا يجب معرفة ما يأتي عند إستخدام أجهزة قياس مقاومة العزل:
  - اخد الحذر عند التعامل مع الجهاز لأنه يولد جهدا عاليا.
  - تفريغ الاجهزة أو الأنظمة المراد فحصها من اي شحنة كهربائية متبقية فيها قبل بدء التعامل معها، أو حتى لمسها .
  - عدم تشغيل جهاز الفحص في جو مشبع بأبخرة قابلة للاشتعال.
  - فصل النظام الوقع تحت الفحص عن اي أجهزة ملحقة لحمايتها، ولكي لا تؤثر على قراءة المقاومة حيث أن الجهد المسلط على العازل يكون كبيرا .

3-2 تشخيص أعطال المحركات الكهربائية ، وعلاجها

تستخدم أنواع مختلفة من أجهزة الفحص في تشخيص الأعطال المحتملة في المحركات الكهربائية المستخدمة في المركبات الهجينة وأنظمة تشغيلها الكهربائية، وتوفر هذه التكنولوجيا الجديدة المستخدمة في تشخيص وصيانة أعطال المركبات، لمراكز صيانة المركبات الفرص العديدة لتصبح مراكز متخصصة، ومجهزة تجهيزا جيدا بجميع الأجهزة والمعدات اللازمة لصيانة المركبات الهجينة بعد توفير ما يلي:

- التدريب الموجه علميا وعمليا على تكنولوجيا المركبات الهجينة وأنظمتها ذات الجهد العالي.
- أجهزة الفحص والتشخيص والبرامج الخاصة بأنظمة الجهد العالي في المركبة.
- الخدمة الفنية المختصة لخدمة المركبات الهجينة الحديثة.

وفي الوقت الحاضر أصبح متاحا وعلى نطاق واسع استبدال أو إصلاح أحد المحركات الكهربائية من مجموعة النقل والقدرة في المركبة الهجينة، بدلا من إستبدال المجموعة بالكامل.

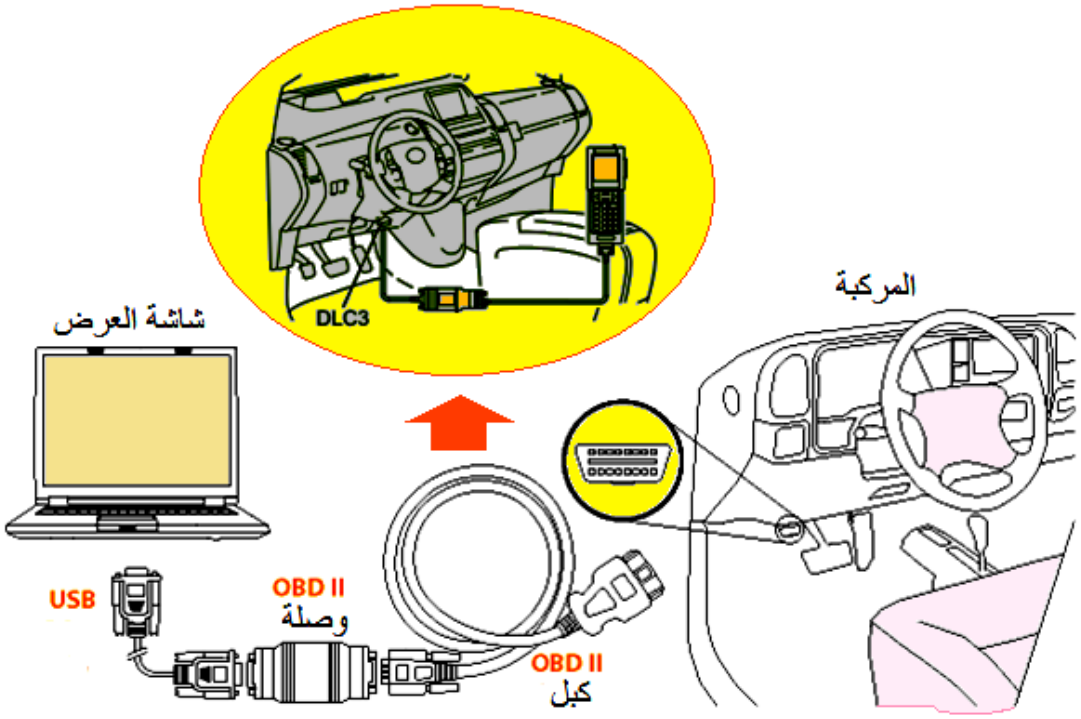
ولإجراء التشخيص الصحيح في تحديد أعطال محركات هذا النوع من المركبات تستخدم أنواع مختلفة من أجهزة الفحص ومسح الأعطال الإلكترونية، في قرائة ومسح أعطال النظام الكهربائي الهجين من خلال قراءة اشارات الحساسات المستخدمة في أنظمتها ، حيث تقوم هذه الأجهزة بالعمليات التالية إضافة إلى تسجيل المعلومات ، وعرضها:

- قراءة رموز الأعطال/ (DTC) .
- قراءة معلومات الأنظمة/ (Current Data) .
- تفعيل وتشغيل مشغلات أنظمة عمل المركبة.

وفي كثير من الأحيان تتطلب هذه الأجهزة البرمجيات المكلفة لقراءة كل رموز أعطال المركبة المعنية بالتشخيص حيث بدون هذه البرمجيات والمعلومات، وبالإعتماد فقط على قدرات التشخيص الخاصة بك سيكون تشخيص المشكلة محدودا للغاية لأن الرموز لديك لا تغطي جميع العيوب التي قد تحدث في النظام الهجين للمركبة المعنية بالإصلاح.

وتوفر جميع شركات تصنيع المركبات في الوقت الحاضر المخططات التفصيلية لكافة رموز الأعطال الخاصة بمركباتها، والتي تشمل وصفا للعطل، والرسوم الخاصة بدارات المركبة، وطريقة الإصلاح خطوة بخطوة التي يجب القيام بها لعزل الخطأ وإصلاحه.

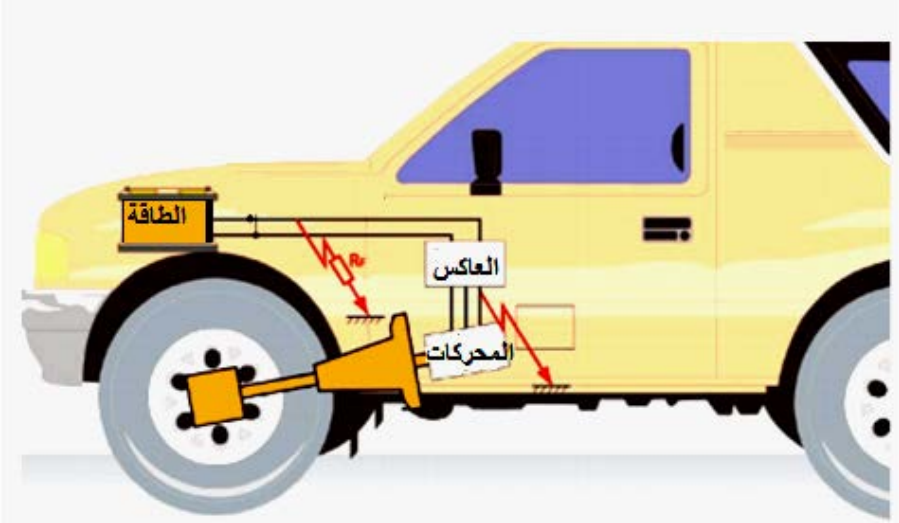
وللوصول إلى التشخيص السليم لأعطال المركبة الهجينة تحتاج إلى جهاز الفحص الإلكتروني (Scan tools). لقراءة رموز الأعطال عبر الفحص المباشر من على ظهر المركبة (OBD)، كما هو مبين في الشكل (19) ، فعند إضاءة مصباح التحذير في المركبة، عليك إستخدام جهاز الفحص، لقراءة رمز العطل، وأية بيانات تم تخزينها لمساعدتك في تشخيص العطل بدقة، وتحديد موقعه.



الشكل (19) : إستخدام جهاز الفحص

ومن بنود الصيانة الضرورية في المركبات الهجينة إجراء الفحص المنتظم لأجهزتها الكهربائية مثل البطارية الهجينة، ومحركات المركبة الكهربائية، وألأجزاء المرتبطة بها،

والكشف عن التسربات الكهربائية (High Voltage Leaks) إلى الهيكل، حيث يعد تسريب الضغط العالي إلى هيكل المركبة، من أكثر الأعطال انتشارا فيها ، بالمقارنة مع أجهزة وأنظمة الطاقة الأخرى في المركبة، كما هو مبين في الشكل (20).



الشكل (20) : التسريب الكهربي

وكما ذكرنا من مشاكل المركبات الهجينة الشائعة حدوث تسريب في الضغط العالي عبر كبلات ووصلات داراتها الكهربائية: ففي حال إضاءة مصباح التحذير الرئيس المبين في الشكل (21) ، وظهور رمز العطل الخاص بالتسريب، احترس! وتفقد عزل البطارية وكبلات الجهد العالي، وتآكل وصلاتها، وإفحص داراتها الكهربائية، وأنظمة التحكم في عملها.

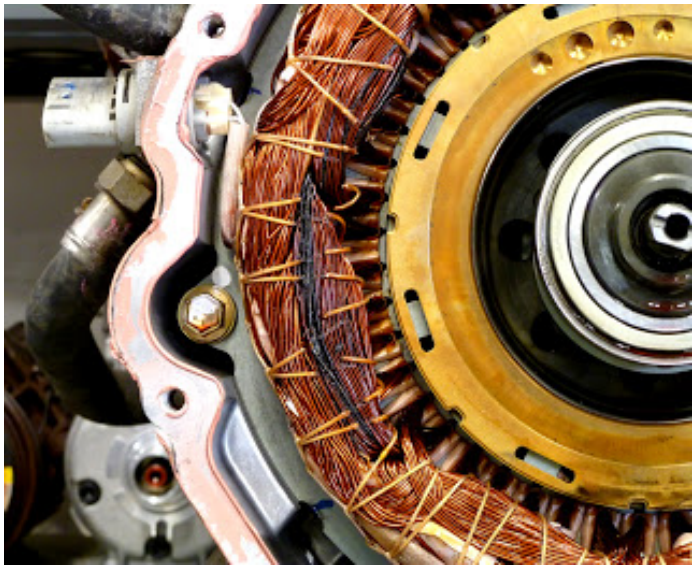


الشكل (21) : إضاءة مصباح التحذير الرئيس

4-2 أعطال محركات القدرة الكهربائية في المركبة الهجينة

بشكل عام تقسم الأعطال المحتمل حدوثها في محركات المركبة الكهربائية الى قسمين، هما:

أ- الأعطال الكهربائية : إمكانية احتراق الملفات في المحركات الكهربائية المستخدمة في المركبات الهجينة واردة في أثناء إستثمارها وقيادتها، كما هو مبين في الشكل (22)، إلا أن هذه الحالة أن تكون أقل شيوعا في المركبات التي يتم لها إجراء الصيانة الدورية في الفترات الموصى بها من قيل الشركات الصانعه.



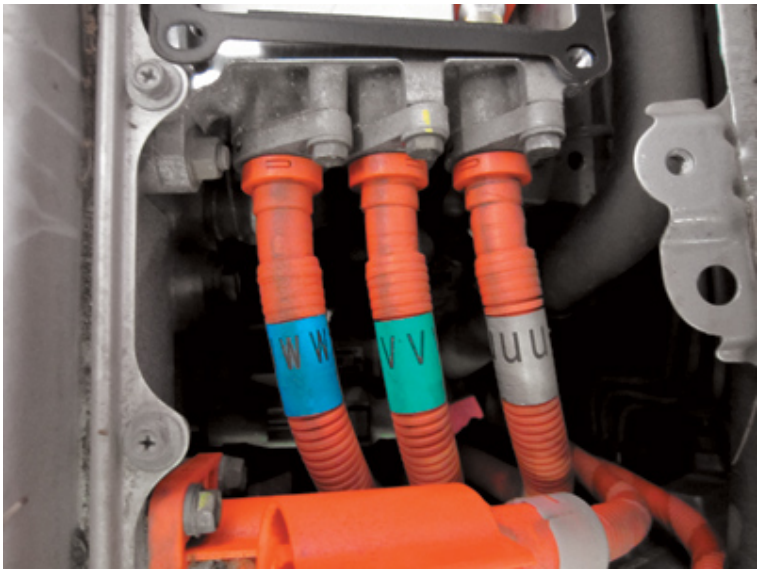
الشكل (21) : إحتراق الملفات

ومن المعلوم أن المحرك الكهربائي ثلاثي الفاز يمتلك مقاومات كهربية متساوية في ملفاته ، لكنه عند حدوث قصر في أحد ملفات المحرك يؤدي إلى إختلافها، ويتم قياس هذا الإختلاف من خلال قياس المقاومات في فازات المحرك، كما في دليل الصيانة الخاص بالمركبة المعنية بالفحص ، ولهذه الغاية يستخدم جهاز الملتميتر (DVOM) ، كما في الشكل (22).



الشكل (22) : قياس المقاومات في أوجه (فازات) المحرك

ويتم قياس هذه المقاومات من أطراف كبلات تغذية المحرك (Phase – Phase) ، وحيث أن فازات المحرك مبينة بالرموز (U,V ,W) كما في الشكل (23) فإنك تحتاج إلى ثلاث قياسات وهي (U-V, V-w, W-U) .

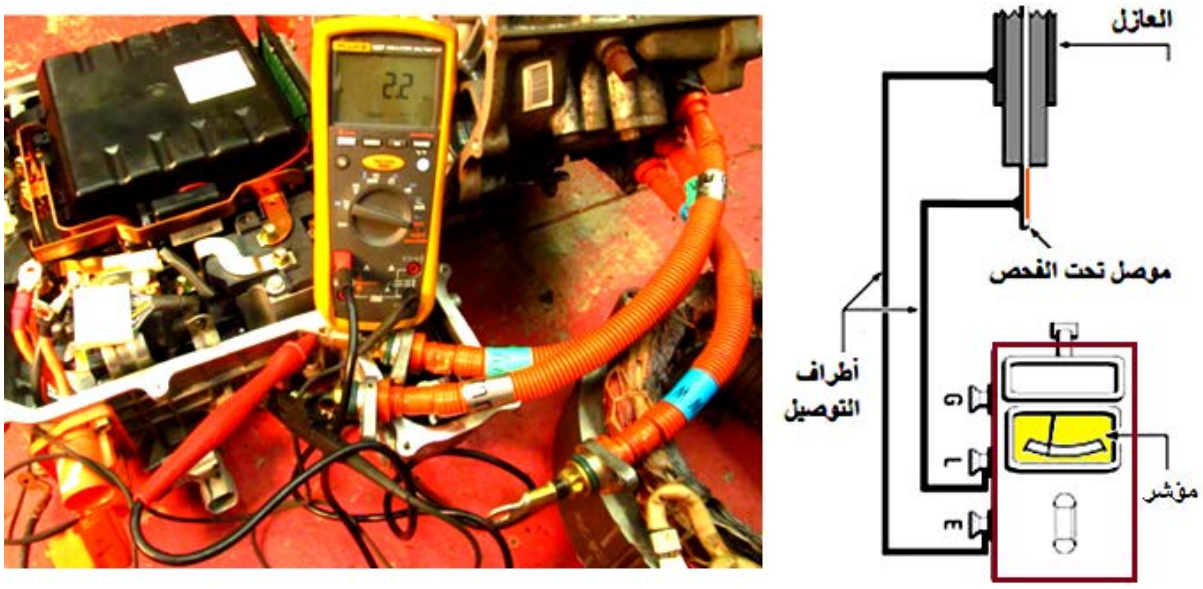


الشكل (23) : فازات المحرك مبينة بالرموز(U,V ,W)

والمقاومة في ملفات المحركات المستخدمة في المركبات الهجينة عادة ما تقاس عند درجة حرارة مرجعية (200C)، والقياس غير ذلك يكون غير صحيح ويجب تعديله . وبما أن مقاومة أسلاك النحاس تزداد بإرتفاع درجات الحرارة لذا يجب قياس المقاومة في كبلات المركبة الهجينة النحاسية وهي باردة (يجب ترك المركبة لتبرد على الأقل ثماني ساعات ومن ثم أخذ الفياسات) وغير ذلك فيجب تصحيح القراءات بحسب تعليمات الشركة الصانعة.

ولضمان السلامة العامة والشخصية لك وللمركبة، يجب فحص مقاومة العزل في أجهزة المركبة الكهربائية دوريا للتأكد من عدم إمكانية حدوث ماس كهربائى أو تسريب التيار إلى هيكل المركبة، وكذلك لحماية وإطالة عمر الأجهزة والمحركات الكهربائية المستخدمة في المركبة .

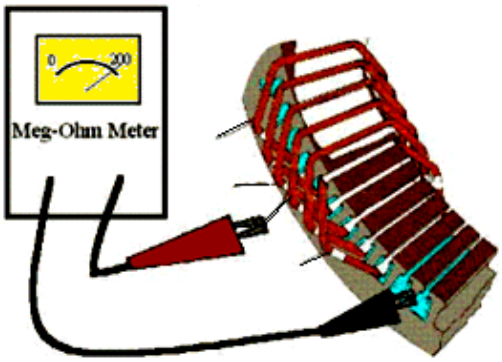
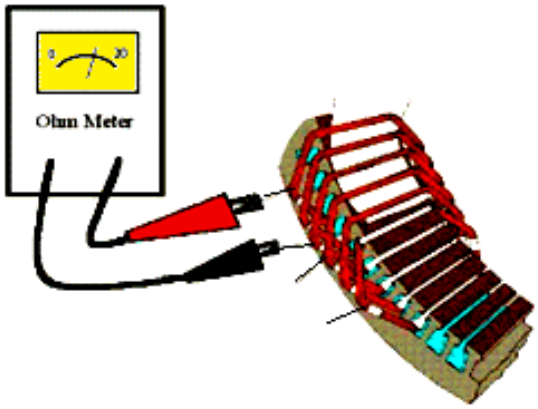
ويمكنك بإستخدام جهاز الميجر قياس مقاومة العزل لكبلات تغذية المحركات الكهربائية في المركبة الهحينة (Insulation resictance)، كما هو مبين في الشكل (24)، ويستخدم هذا الجهاز في تحديد سلامة الملفات أو الكابلات في المحركات والمحولات وغيرها من الأجهزة الكهربائية المستخدمة في المركبة، ويتم تحديد طريقة الفحص بحسب نوع الجهاز التي يجري فحصه، والسبب في إجراء الفحص .



الشكل (24) : قياس مقاومة العزل بواسطة جهاز الميغر

ويبين الجدول (2) فحص ملفات المحرك/المولد (Testing Motor Generator Windings)

الجدول (2) فحص ملفات المحرك/المولد

1	فحص جدار العزل:يجب فحص جدار العزل للملفات للتحقق من عدم وجود أي خلل فيها بإستخدام جهاز الميجر، كما في الشكل المجاور. فعند استخدام الجهاز يتم وصل أحد أطرفة بالملف وطرفة الآخر بالهيكل ومن ثم يتم العمل على تنشيط الجهاز وأخذ القراءة لمقاومة جدار العزل.	
2	فحص الاستمرارية: لكل محرك مجموعة من الملفات المرتبطة داخليا في المحرك يمكنك استخدام جهاز الميجر في فحصها عبر قياس المقاومة لكل مجموعة منها على حدة كما في الشكل المجاور.	

وللحصول على قياسات دقيقة، يجب عليك دراسة النظام الكهربائي تحت الاختبار لتحقيق أفضل النتائج، والتقيد بما يأتي:

- فصل النظام أو الجهاز المعني بالفحص عن الدوائر الأخري في المركبة.
- التأكد من خلو سطح الموصل من الكربون والأوساخ التي يمكن أن تصبح موصل في الظروف الرطبة.
- إجراء الفحص في درجة حرارة الموصلات القياسية (20oC) حيث مقاومة العزل تتناسب عكسيا مع درجة الحرارة (المقاومة تنخفض بإرتفلع درجة الحرارة).

ب-الأعطال ميكانيكية : ومن هذه الأعطال وأسبابها ما هو مبين في الجدول (3)

الجدول (3): أعطال المحركات الكهربائية وأسبابها

	العطل	السبب
1	إرتفاع صوت المحرك	تآكل كراسي المحاور، أنحناء في المحور، خطأ في التوصيل ، قصر في الملفات
2	المحرك يصدر صوتاً ولا يدور	نقص فاز، تلف كراسي التحميل، الزيادة الكبيرة في حمل المحرك
3	المحرك لايحدث صوتاً ولا يدور	عدم وجود جهد، خطأ في التوصيل ،إحتراق ملفات المحرك
4	المحرك يدور أقل من سرعته المطلوبة	تلف كراسي التحميل ، قصر في الملفات
5	إرتفاع حرارة المحرك في أثناء العمل	قصر في الملفات، تماس ملفات المحرك بالأرضي، تآكل كراسي المحاور، زيادة الحمل، خلل في التبريد

5-2 التقييم الذاتي

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

الاســـئلة

السؤال الأول:

في حال تعذر سحب مفتاح التشغيل من المركبة لسبب ما، يجب عمل التالي قبل البدء بتنفيذ عمليات الإصلاح:

- ----------
- ----------
- ----------

السؤال الثاني:

ما هو جهاز الميجر، ولماذا يستخدم؟

السؤال الثالث:

من أسباب إرتفاع حرارة المحركات الكهربائية في أثناء العمل.

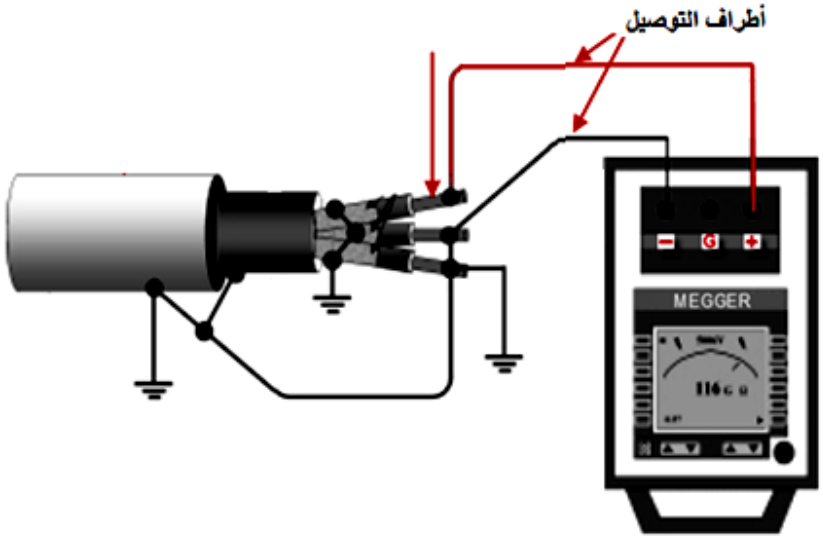
- ----------
- ----------
- ----------

السؤال الرابع:

أذكر خمسا من متطلبات الأمان عند صيانة المحركات الكهربائية في المركبة الهجينة.

السؤال الخامس :

ما الجهاز المبين في الشكل التالي ، أذكر إستخداماته.



6-2 التمارين العملية

رقم التمرين: (2)	الزمن المخصص للتمرين
إسم التمرين: - فحص وتحديد مواقع تسريب الضغط العالي في المركبة الهجينة (High Voltage Leak Detected) >	3 ساعات

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تفحص وتحدد مكان تسريب الضغط العالي في دارات المركبة الهجينة.
- **شروط الأداء-** حسب تعليمات المدرب.

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

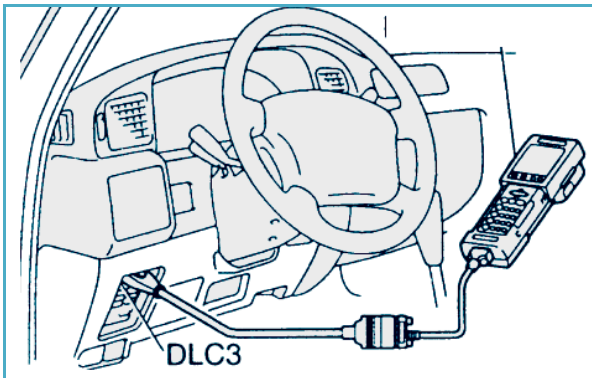
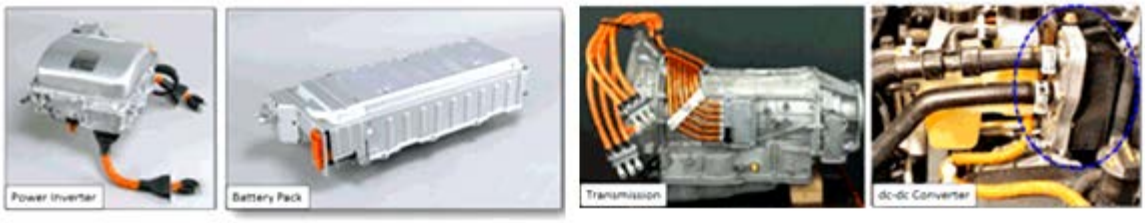
الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	صندوق عدة	**4**	جهاز فحص - Scantool
2	مفتاح عزم	**5**	مركبة عاملة
3	جهاز الميجر (Megohmmeter),(insulation test meter)		

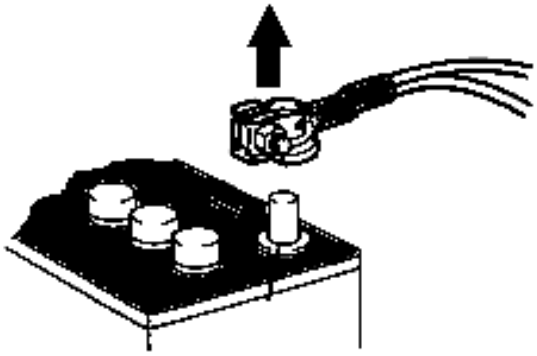
- **الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء**

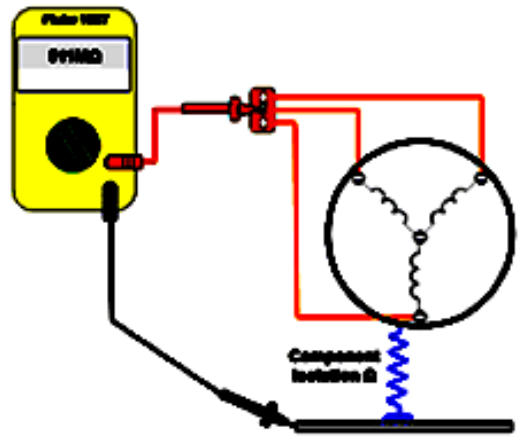
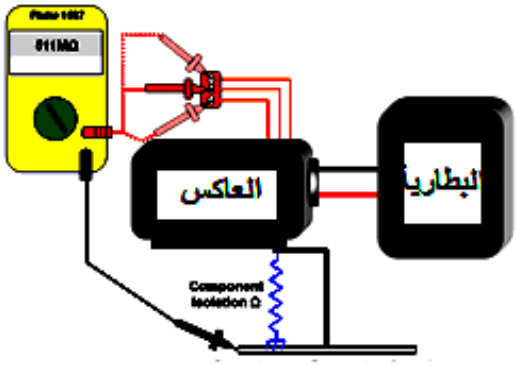
- الوحدة التدريبية.
- دليل الفحص.

- **خطوات العمل**

	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	جهزالمواد والعدد والأدوات اللازمة لتنفيذ العمل ، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال.	
2	أمن المركبة في موقع العمل.	
3	تعرف تعليمات السلامة الخاصة بالمركبة، وطريقة الفحص، كما في الدليل .	
4	إلبس القفازات العازلة لتجنب المخاطر الكهربائية.	

5	- صل جهاز الفحص الإلكتروني بالمركبة، وإقرأ رموز الأعطال المخزنة في وحدة التحكم، كما في دليل جهاز الفحص، ودليل صيانة المركبة المعنية. - تحقق من وجود الرمز الخاص بالتسريب الكهربائي من خطوط الضغط العالي على شاشة جهاز الفحص.	
6	إفحص بشكل مستقل من خلال المراقبة، وتطبيق المنطق في الفحص، أجهزة المركبة المحتمل وجود تسريب فيها واحد تلو الآخر ، لأن هذا سيوفر لك الوقت للتحقق من تحديد موقع التسريب بدقة بإستخدام جهاز الميجر (megger) . ● ملاحظة: يمكن أن يكون هناك خطأ فى عزل أجهزة ووصلات كبلات الضغط العالى فى أي مكان في دارات ووصلات المركبة (مجموعة العاكس، وكبلات التوصيل، و المحركات الكهربائية (MG_2)، و(MG_1)، أو من البطارية الهجينة). 	
7	أدر مفتاح الإشعال على وضع التشغيل (ON)، فإذا ظهر رمز العطل الخاص بالتسريب ، يكون التسريب من البطارية الهجينة، لأن المرحل الرئيس في المركبة مفتوح، والمكان الوحيد الموجود به جهد عالي في هذه الحالةهو البطارية، وتلامس أحد مكوناتها بالأرضي سوف يتسبب بذلك.	
8	أدر مفتاح الإشعال على وضع جاهزية المركبة للعمل (Ready)، وبسرعة ضع عتاة الغيار على وضع الحياد، فإذا ما ظهر رمز التسريب الكهربائي يكون التسريب من أحد الكابلات المرتبطة بهيكل المركبة أومن مجموعة العاكس. **تنبيه: المقاومة في مجموعة العاكس ووحدة التحكم أقل من تلك المقاومة لملفات محركات المركبة الكهربائية والبطارية الهجينة فيها .**	

9	وللتحق من مكان التسريب بدقة ، إنزع قاطع الخدمة و قطب البطارية السالب، وإنتظر لمدة 90 ثانية لعدم تفعيل عمل أحزمة الأمان والوسائد الهوائية. **تنبيه: إدارة مفتاح الطاقة على وضع التشغيل ON في حال نزع قاطع الخدمة من المركبة سوف يؤدي إلى حدوث أعطال في مجموعة توليد القدرة في المركبة.**	
10	إفصل وصلة وحدة التحكم (HCU) ببطارية الضغط العالي لفحص كبلات ووصلات الضغط العالي.	
11	● تنبيه: من المهم أن تعرف أن موصل وحدة التحكم (HCU) ببطارية الضغط العالي في المركبة (HV) يمتلك نفس فولطية البطارية حتى لو تم فصل قابس الخدمة في المركبة.	
12	نظف أقطاب البطارية من الصدأ لأنه أحد مسببات التسريب الكهربائي.	

	تحقق من التسريب بإستخدام جهاز الميجر (megger) من كبلات وملفات المحركات الكهربائية ووصلاتها ، كما في الشكل المجاور.	 
	تحقق من التسريب بإستخدام جهاز الميجر (megger) من كبلات ووصلات مجموعة العاكس ، كما في الشكل المجاور.	 

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 الأتقان 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 لتنفيذ العمل.			
2	قرأت الدليل وتعرفت خطوات الفك والتركيب.			
4	إرتديت القفازات العازلة لتجنب المخاطر الكهربائية.			
5	وصلت جهاز الفحص الإلكتروني بالمركبة، وقرأ ت رموز الأعطال المخزنة في وحدة التحكم.			
6	تحققت من وجود الرمز الخاص بالتسريب الكهربائي من خطوط الضغط العالي على شاشة جهاز الفحص.			
7	فحصت بشكل مستقل ، أجهزة المركبة المحتمل وجود تسريب فيها واحد تلو الآخر.			
8	تمكنت من إدارة مفتاح الإشعال على وضع التشغيل (ON)، وفحصت التسريب من البطارية الهجينة.			
9	أدرت مفتاح الإشعال على وضع جاهزية المركبة للعمل (Ready)، وبسرعة وضعت عتلة الغيار على وضع الحياد، لفحص التسريب الكهربائي من الكابلات المرتبطة بهيكل المركبة أومن مجموعة العاكس.			
10	تمكنت من نزع قاطع الخدمة و قطب البطارية السالب.			
11	تمكنت من فصل وصلة وحدة التحكم (HCU) ببطارية الضغط العالي لفحص كبلات ووصلات الضغط العالي.			
	نظفت أقطاب البطارية من الصدأ لأنه أحد مسببات التسريب الكهربائي.			
	تحققت من مكان التسريب بإستخدام جهاز الميجر (megger) في كبلات وملفات المحركات الكهربائية ووصلاتها .			
	تحقق من التسريب بإستخدام جهاز الميجر(megger) من كبلات ووصلات مجموعة العاكس .			

رقم التمرين: (3)	الزمن المخصص للتمرين
إسم التمرين: فحص عازلية كبل تغذية المحرك/المولد في المركبة الهجينة.	ساعة واحدة

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تفحص عازلية كبل تغذية المحرك/المولد.

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

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

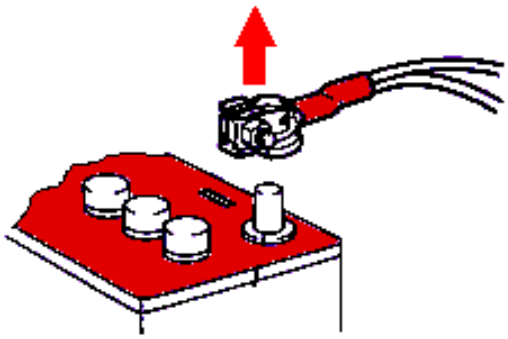
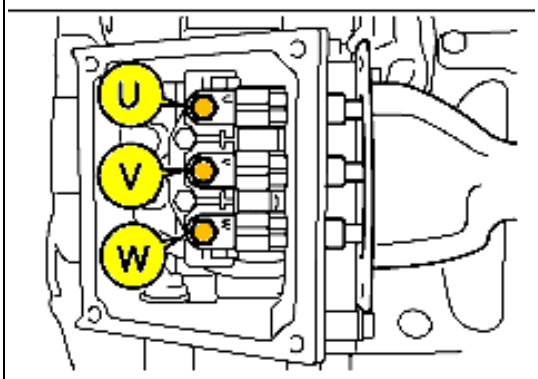
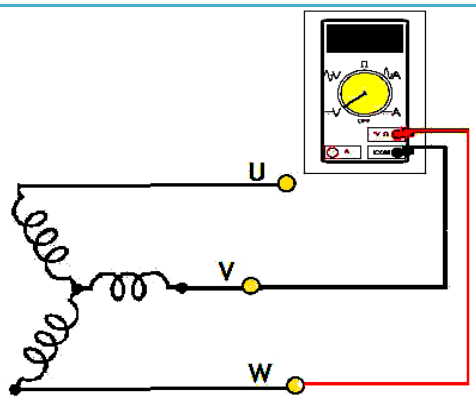
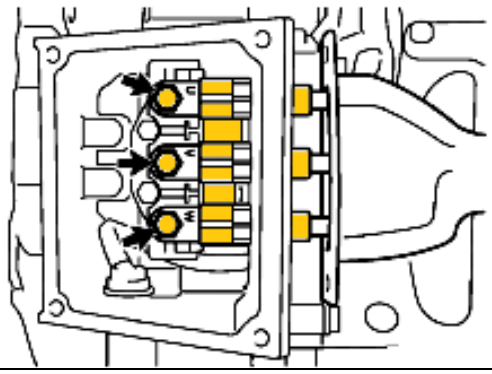
الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	صندوق عدة	**4**	مركبة عاملة
2	مفتاح عزم		
3	جهاز الميغميتر (Megohmmeter)		

- **الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء**

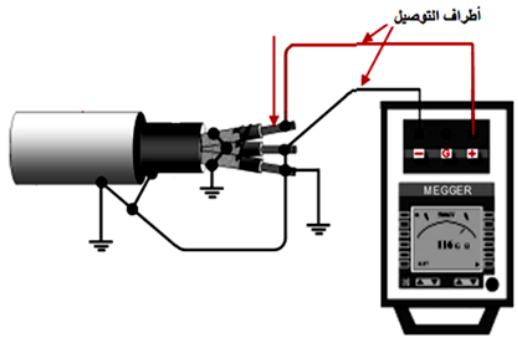
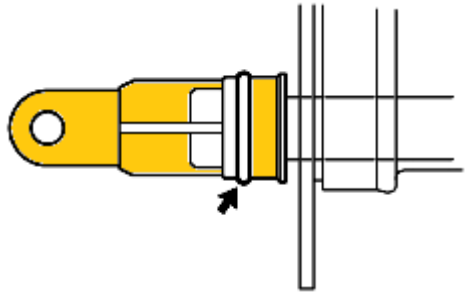
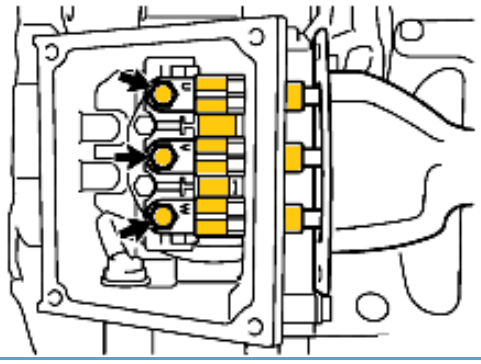
- الوحدة التدريبية.
- دليل الفحص.

- **خطوات العمل**

	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	جهزالمواد والعدد والأدوات اللازمة لتنفيذ العمل ، وتأكد من صلاحيتها قبل الاستعمال.	
2	أمن المركبة في موقع العمل.	
3	تعرف تعليمات السلامة الخاصة بالمركبة، وطريقة الفحص، كما في الدليل.	
4	إلبس القفازات العازلة لتجنب المخاطر الكهربائية.	

5	إنزع قاطع الخدمة من المركبة وسالب البطارية المساندة، وإنتظر لمدة 90 ثانية لعدم تفعيل عمل أحزمة الأمان والوسائد الهوائية. **تنبيه: إدارة مفتاح الطاقة على وضع التشغيل (ON) في حال نزع قاطع الخدمة من المركبة سوف يؤدي إلى حدوث أعطال في مجموعة توليد القدرة في المركبة.**	
6	. إنزع غطاء وصلة كبل تغذية المولد من جهة العاكس وإفحص الفولطية بواسطة الفولتميتر (فاز- فاز) للتحقق من عدم وجود جهد عالي، كما يلي: .(U toV, V toW, U to W) **تنبيه : يجب أن تكون الفولطية مساوية للصفر في حال عدم وجود ضغط عالي.**	
7	قس المقاومة بين أقطاب فازات المولد الكهربائي بإستخدام جهاز الملتميتر، وقارن القراءات بتلك الموجودة في دليل المركبة المعنية بالفحص، **تنبيه: في حال إجراء القياس والمولد ساخن ، ستكون القراءات غير دقيقة ، لذا يجب الإنتظار مدة كافية بعد إطفاء المحرك (8 ساعات تقريبا) ومن ثم أخذ القياسات ومقارنتها بتلك المبينة في الجدول.** ▪ **الحرارة المرجعية لأخذ القراءات هي (20°C)**	
8	فك براغي تثبيت أقطاب كبل تغذية المولد ، وحرر الأسلاك، لقياس مقاومة العزل لها بإستخدام جهاز الميجر (Megohmmeter) .	

Tester Connection	Specified Condition*
U (I15-1) - V (I15-2)	Below 109 mΩ at 20°C
V (I15-2) - W (I15-3)	Below 109 mΩ at 20°C
W (I15-3) - U (I15-1)	Below 109 mΩ at 20°C

9	قس مقاومة العزل بين أقطاب المولد والأرضي ، يجب أن تكون القراءة كما في دليل صيانة المركبة وغير ذلك يجب إستبدال المولد. Tester Connection | Specified Condition U (I15-1) - Body ground | 10 MΩ or higher V (I15-2) - Body ground | 10 MΩ or higher W (I15-3) - Body ground | 10 MΩ or higher	
10	ركب أقطاب كبل التغذية بعكس خطوات الفك بعد تنظيفها.	
11	تأكد من شد براغي التثبيت بمفتاح العزم حسب الشد المطلوب في الدليل.	
12	ركب غطاء وصلة مجموعة العاكس.	
13	ركب قاطع الخدمة وسالب البطارية المساندة.	
14	شغل المركبة، وتفقد العمل.	
15	إجمع العدة وإحفظها، و نظف مكان 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 الأتقان 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 لتنفيذ العمل .			
2	قرأت الدليل وتعرفت خطوات الفك والتركيب.			
4	إرتديت القفازات العازلة ، وأدرت مفتاح االتشغيل على وضع الإغلاق (OFF).			
5	تمكنت من نزع قاطع الخدمة من المركبة.			
6	تمكنت من فصل قطب البطارية السالب.			
7	تمكنت من نزع غطاء مجموعة العاكس/ المحول.			
8	تمكنت من فصل أقطاب كبلات محرك المركبة الكهربائي من جهة العاكس.			
9	تمكنت من قياس المقاومة بين أقطاب كبلات تغذية المحرك الكهربائي (3 فاز) بإستخدام جهاز الملتميتر.			
10	تمكنت من حساب الفرق بين المقاومات القصوى والدنيا بين الأقطاب (U-V,V-W,W-U) للمحرك.			
11	تمكنت من قياس مقاومة العزل بين أقطاب المحرك بإستخدام جهاز الميغميتر (Megohmmeter).			
12	تمكنت من وصل أقطاب المحرك الكهربائية ، بعكس خطوات الفك.			
13	تمكنت من تركيب غطاء مجموعة العاكس/ المحول.			
14	تمكنت من وصل قاطع الخدمة وسالب البطارية.			
15	تمكنت من جمع العدة، ومن تنظيف مكان العمل.			

اختبار المعرفة		
اسم الوحدة التدريبية: صيانة المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة.		المهنة: كهروميكانيك مركبات هجينة
اسم المتدرب:	اسم المدرب	علامة المتدرب:

تعليمات الاختبار:
- أجب عن الأسئلة الآتية جميعها
- مدة الاختبار: (ساعة)

السؤال الأول: (20 علامة)

1- الجزء الذي يحتوي الملفات في محركات التيار المتناوب هو
أ- العضو الدوار ب- العضو الثابت ج- الهيكل د- لا يوجد ملفات

2- كبلات الضغط العالي في المركبات تكون عادة ياللون

أ- البرتقالي ب- الأصفر ج- مغطاة بغلاف معدني د- الأخضر

3- قبل التعامل مع الضغط العالي في المركبة الهجينة يجب عليك :

أ- تفريغ المركبة من سوائل التبريد.
ب-تفريغ المركبة من الزيوت .

ج- تفريغ خزان الوقود وإزالة الضغط منع.

د- إرتداء القفازات الواقية.

4- يعمل المحرك الكهربائي (الذي يعمل كمولد في المركبة الهجينة) على توليد التيار الكهربائي.

أ- عند إدارته بواسطة مجموعة العاكس.
ب- في جميع الأوقات غند سير المركبة بسرعات عالية.
ت- في أثناء سير المركبة بسرعات متوسطة.
ث- عند دوران العضو الدوار فيها تحت تأثير قوى خارجية .

5- يستخدم في معظم المركبات الهجينة محركات من النوع:

أ- دائمة المغناطيسية ب- محركات ترددية

ج- محركات بفراشي كربونية د- مجركات خطيه

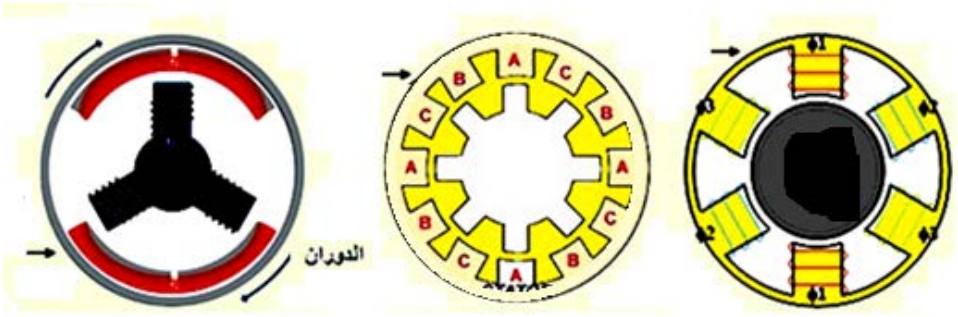
السؤال الثاني: (20 علامة)

أجب بنعم أو لا عن العبارات التالية.

الرقم	العبارة	نعم	لا
1	يستخدم المحرك الكهربائي بشكل عام في تحويل طاقة الحركة إلى طاقة كهربائية.		
2	يستخدم في المركبات الهجينة محركات كهربائية متزامنة (3 فاز) ذات تيار متردد ومجال مغناطيسي دائم.		
3	لا تتأثر جودة مقاومة العازل لأي نظام كهربائي، بدرجات الحرارة والرطوبة.		
4	ينتج عن زيادة الحمل على المحرك الكهربائي إرتفاع في درجة حرارته.		
5	يتكون المحرك الكهربائي البسيط من موصل كهربائي دوار، موضوع بين قطبين شمالي وجنوبي لمغنطيس ثابت.		

السؤال الثالث: (20 علامة)

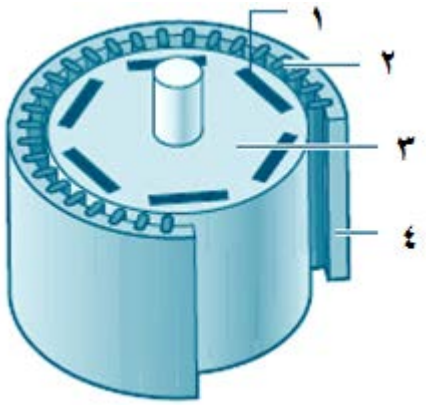
توجد المحركات ذات التيار المتردد في أنواع مختلفة، أذكر هذه الأنواع مستعينا بالشكل التالي ،وبين على الشكل كل من العضو الدوار والعضو الثابت لكل نوع.



أ- ---------- ب- ---------- ج- ----------

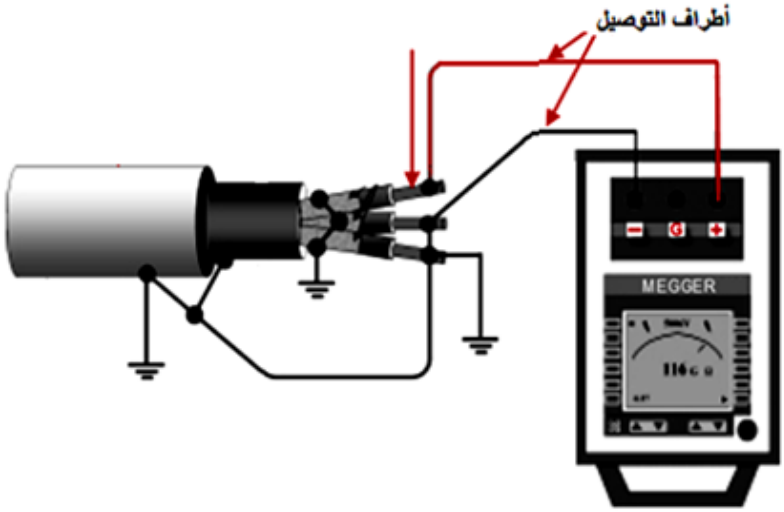
السؤال الرابع: (20 علامة)

أذكر نوع ومكونات المحرك الكهربائي المبين في الشكل التالي، نظم الإجابة بشكل جدول من قائمتين تتضمن الأولى الأرقام ، والثانية أسماء الأجزاء.



السؤال الخامس: (20 علامة)

إشرح طريقة فحص مقاومة العزل لكبلات الضغط العالي في المركبة الهجينة مستعينا بالشكل التالي:



إختبار ألآداء

- معايير التقييم تشمل البنود الثلاثة التالية

1- تنفيذ التمرين----60 علامة

2- جودة التنفيذ والمنتج النهائي-----20 علامة

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

استمارة مراقبة وتدرج الاختبار العملي

اسم المتدرب: ---------- زمن الإختبار – ثلاث ساعات

اسم الاختبار:- إستبدال المولد الكهربائي في المركبة الهجينة.

محتوى الاختبار		خطوات العمل والنقاط الحاكمة	معيار الأداء	العلامة		التسهيلات اللازمة
عناصر الأداء	عناصر المناقشة			المخصصة	الممنوحة	
التجهيز لتنفيذ العمل والوقاية الشخصية		يرتدي ملابس العمل ومعدات الوقاية الشخصية		2		- ادوات الوقاية الشخصية
		يومن وقوف المركبه في موقع العمل		2		- مولد جديد
		ينزع قاطع الخدمة من المركبة		3		-أدوات قياس الأبعاد والأعماق
	لماذا يجب نزع قاطع الخدمة قبل البدء بالعمل			1		
		يفصل سالب البطارية المساعدة 12 فولط				- دليل الصيانة
		يقرأ دليل الإصلاح وتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح		3		- مفتاح عزم
		يتعرف موقع تركيب المولد وطريقة فكه		2		- صندوق عدة
نزع محركات القدرة من المركبة		يفصل الوصلات الكهربائية المرتبطة بالمحركات		2		- جهاز القياس الكهربائي المتعدد

		يفك الوصلات الميكانيكية المرتبطة بالمحركات		2			
		ينزع محركات القدرة من المركبة بعناية ، كوحدة واحدة	كيفية إستخدام الرافعة	3			
		يثبت المجموعة على طاولة العمل		2			-
		يفصل محرك الإحتراق الداخلي عن مجموعة توليد القدرة		2			
		يفصل المحرك الكهربائي عن المولد مع مراعاة تثبيت جنزير نقل الحركة في مكانه		2			
تفقد وفحص مكونات النظام		يتفقد مجموعة تروس التوزيع (تقسيم القدرة)، ومحاورها		2			
		يتفقد كراسي تحميل التروس ويستبدل التالف منها		2			
		ينزع جنزير نقل الحركة عن مجموعة تروس التقسيم، والبكرات الخاصة به		2			
		يفحص بقايا الزيت من حيث وجود رواسب معدنية فيه		2			
	على ماذا يدل وجود رواسب معدنية في الزيت			2			
		يتفقد المولدالجديد، ويتأكد من مطابقته للقديم		1			
		يركب مجموعة تروس النقل والتوزيع بعد تنظيفها		3			
		يجمع المولد بالمحرك الكهربئي		2			
		يشد جميع براغي الربط بإستخدام مفتاح العزم حسب التعليمات في الدليل	إستخدام مفتاح العزم	2			
	كيف تتعرف مقدار عزم الشد المطلوب			2			
		يقيس المسافة بين السطح العلوي لمجموعة التروس الفلكية وغطاء المولد	أداة قياس الأعماق	2			
تجميع عناصر		يضع معجون سيلكون على سطوح التثبيت		2			

المجموعة وتركيبها في مكانها داخل المركبة		للحشوات، بعد تنظيفها جيدا ، والتأكد من القياسات				
		يتأكد من شد جميع براغي الربط بإستخدام مفتاح العزم، كما في الدليل		2		
		يركب مانعة التسريب الخاصة بمحور الدخل		2		
		يجمع محرك الإحتراق بمجموعة المحركات الكهربائية، ومن ثم يشد براغي الربط،		3		
		يركب مجموعة محركات القدرة بعد جمعها في مكانها في المركبة		3		
		يركب جميع القطع التي تم فكها بعكس خطوات الفك		3		
فحص العمل والتأكد جودة التنفيذ		يملآ المحرك بزيت التبريد بحسب الدليل		2		
		يملآ سوائل التبريد حسب التعليمات في الدليل		2		
		يشغل المركبة ويتفقد العمل		2		
		يجمع العدة بعد تنظيفها، ويحفظها حسب التعليمات ، وينظف موقع العمل		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 بالعربي	المصطلح الإنجليزي
دارة كهربائية	Electrical circuit
محرك بمغناطيس دائم	permanent magnet motors
محركات ترددية	Switched reluctance motors
تهييج ذاتي	Selfexited
محرك كهربائي	Motor
عطل	Malfunction
جهاز الميغر	Megohmmeter
محركات حثية	Induction motors
حثي	Induction
هجين	Hybrid
عضو الدوار	Rotor
عزم الذروة	peak torque
تعليمات فنية	Technical instructions

قائمة المراجع

- Norm Chapman, Principles of electricity & eloctrinics for automotive technician, Delmar Thmson Learning
- Konrad Reif , Fundamentals of Automotive and Engine Technology: Standard Drives, Hybrid Drives, Safety Systems Paperback – 10 Jul 2014
- Husain, Electrical and Hybrid Vehicles-Design fundamentals, CRC Press 2003
- http://www.toyota.com.au/hybrid-synergy-drive/hybrid
- http://www.ucsusa.org/clean-vehicles/electric-vehicles/how-do-hybrids-
- http:// www.honda.com
- http://www.searchautoparts.com/motorage/electrical/megohm-testing-hybrid-vehicles?page=0,1#sthash.h3friVZI.dpuf
- Toyota Training Manuals

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