المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

ميكانيك المركبات

العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

الفصل الدراسي الثاني
الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

إعداد
وزارة التربية والتعليم
بالتعاون مع
الوكالة الكورية للتنمية الدولية KOICA
والوكالة الألمانية للتعاون الدولي GIZ

الناشر
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:
هاتف: 8–5/ 4617304، فاكس: 4637569، ص.ب: 1930، الرمز البريدي: 11118،
أو بوساطة البريد الإلكتروني: VocSubjects.Division@moe.gov.jo

قرّرت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية (الفرع الصناعي)، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (2020/22)، تاريخ (2020/05/04)م، بدءًا من العام الدراسي 2021م/ 2022م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

عمّان – الأردن/ ص.ب: 1930

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2021/7/4116)
ISBN: 978 - 9923 - 47 - 003 - 9

اللجنة الضابطة لتأليف هذا الكتاب:

د. محمد سلمان كنانة — **د. أسامة كامل جرادات**
د. زايد حسن عكور — **د. زبيدة حسن أبو شويمة**
م. حمد عزات أحمرو — **م. باسل محمود غضية**
م. عبد الناصر سعيد حماد — **بكر صالح عليان**
م. عبد المجيد حسين أبو هنية — **م. حماد محمد أبو الرشتة**
م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

التحرير العلمي: م. حمد عزات أحمرو — **التصميم: فخري موسى الشبول**
التحرير اللغوي: نضال أحمد موسى — **التحرير الفني: نداء فؤاد أبو شنب**
الإنتاج: د. عبد الرحمن سليمان أبو صعيليك

دقق الطباعة وراجعها: م. ثامر سامي الخلايلة

الطبعة الأولى 1442هـ / 2021م

أعيدت طباعته 2022م

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
الوحدة الرابعة: اختبارات المحرك	7
أولًا: اختبار الضغط داخل أسطوانات المحرك	9
التمرين (4–1): اختبار الضغط في أسطوانات المحرك	17
ثانيًا: اختبار التسرب في مجموعة أسطوانات المحرك	21
التمرين (4–2): اختبار التسريب من أسطوانات المحرك	27
ثالثًا: اختبار الخلخلة في أسطوانات المحرك	31
التمرين (4–3): اختبار خلخلة أسطوانات المحرك	36
الوحدة الخامسة: تجديد المحرك	40
أولًا: تجديد مجموعة رأس المحرك	43
التمرين (5–1): فك رأس المحرك عن المحرك	61
التمرين (5–2): فحص استوائية رأس المحرك	64
التمرين (5–3): صيانة الصمامات	66
التمرين (5–4): فحص نوابض الصمامات والأذرع المتأرجحة	68
التمرين (5–5): فحص عمود الحدبات	70
التمرين (5–6): تجميع أجزاء رأس المحرك	71
ثانيًا: تجديد مجموعة كتلة الأسطوانات في المحرك (جسم المحرك)	74
التمرين (5–7): قياسات أسطوانات المحرك	88
التمرين (5–8): فحص أبعاد المكبس	90
التمرين (5–9): فحص حلقات المكبس	92
التمرين (5–10): صيانة أذرع التوصيل	94
التمرين (5–11): صيانة عمود المرفق	96

الموضوع	الصفحة

الوحدة السادسة: المركبات الهجينة 104

أولًا: السلامة العامة وأنظمة الحماية في المركبات الهجينة 108

التمرين (6–1): فحص القفازات العازلة للكهرباء 117

التمرين (6–2): فصل القاطع الرئيس للمركم ذي الفولتية المرتفعة 118

ثانيًا: تصنيف أنظمة التهجين في المركبات الهجينة 120

ثالثًا: محرك الاحتراق الداخلي 140

التمرين (6–3): نزع محرك الاحتراق الداخلي عن المركبة الهجينة 149

رابعًا: نظام تبريد محرك الاحتراق الداخلي ومنظومة الهايبرد 153

التمرين (6–4): تفريغ سائل التبريد للمحرك وإعادة ملء دورة التبريد بالسائل 164

التمرين (6–5): إعادة ملء سائل التبريد الخاص بوحدة التحكم الكهربائية والمحركات الكهربائية 166

خامسًا: مركم الفولتية المرتفعة (**HVB**) 168

التمرين (6–6): فَكّ ونزع المركم ذي الفولتية المرتفعة عن المركبة الهجين 178

التمرين (6–7): فَكّ أجزاء المركم وإعادة جمعها 181

التمرين (6–8): فحص خلايا المركم ذي الفولتية المرتفعة (**HVB**) 183

سادسًا: المحركات/المولدات الكهربائية 185

التمرين (6–9): فحص توصيل ملفات المحركات الكهربائية 193

سابعًا: وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية 196

التمرين (6–10): نزع وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية عن المركبة 204

ثامنًا: أكبال القدرة الكهربائية 207

التمرين (6–11): نزع وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية عن المركبة 214

التمرين (6–12): فحص عازلية الأكبال الكهربائية والملفات الكهربائية 216

الموضوع	الصفحة

تاسعًا: نظام نقل الحركة (صندوق السرعات) 218

التمرين (6–13): فَكّ ونزع صندوق السرعات من المركبة وإعادة تركيبه 231

عاشرًا: الحساسات الخاصة بمحرك الاحتراق الداخلي والنظام الهجين 234

الحادي عشر: نظام التدفئة والتكييف في المركبات الهجينة 244

التمرين (6–14): نزع ضاغط المكيف عن المركبة الهجينة 253

الثاني عشر: أجهزة الفحص المستخدمة في تشخيص أعطال أنظمة المركبات الهجينة 256

التمرين (6–15): استخدام جهاز الفحص وتشخيص الأعطال (**diagnosiss tool**) 262

التمرين (6–16): استخدام جهاز الفحص الإلكتروني (**diagnosistool**) 264

التمرين (6–17): فحص مركم الفولتية المرتفعة لمركبة الهايبرد 267

مسرد المصطلحات 269

قائمة المراجع 273

4

الوحدة الرابعة

اختبارات المحرك

المحاور الفرعية

- اختبار الضغط في أسطوانات المحرك.
- اختبار التسرب الهواء في مجموعة أسطوانات المحرك.
- اختبار الخلخلة في أسطوانات وأنابيب السحب المحرك.

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف الاختبارات اللازمة لتحديد الأعطال في المحركات.
- يُجري اختبارات المحركات، ثم يحلل نتائجها، ويعالجها.
- يستخدم التكنولوجيا في استقصاء المعرفة الحديثة المتعلقة باختبارات المحرك.
- يتعرّف اختبار الضغط في أسطوانة المحرك (أهمية الاختبار، طريقة الاختبار، تحليل النتائج).
- يُجري اختبار التسريب لأسطوانة المحرك، (أهمية الاختبار، طريقة الاختبار، تحليل النتائج).
- يتعرّف اختبار الخلخلة في أسطوانة المحرك (أهمية الاختبار، طريقة الاختبار، تحليل النتائج).
- يتعرّف المصطلحات الفنية الخاصة باختبارات المحركات.
- يلتزم بالإرشادات الخاصة بقواعد الأمان، وتعليمات السلامة والصحة المهنية الخاصة باختبارات المحركات.

التمارين العملية

الرقم	اسم التمرين
(4 – 1)	اختبار الضغط في أسطوانات المحرك.
(4 – 2)	اختبار التسريب من أسطوانات المحرك.
(4 – 3)	اختبار خلخلة أسطوانات المحرك.

أولًا: اختبار الضغط داخل أسطوانات المحرك

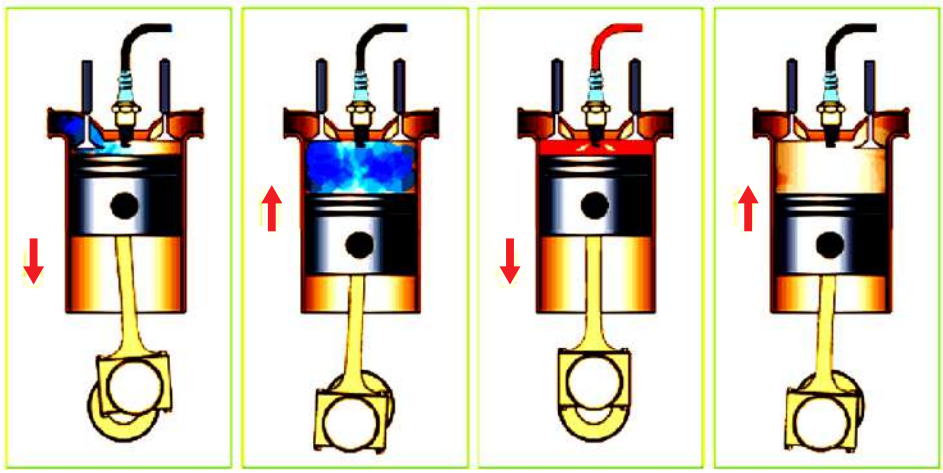
النتاجات

يتوقع من الطالب بعد الانتهاء من الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يذكر الأسباب التي تؤدي إلى ارتفاع الضغط.
- يتعرّف الغرض من إجراء اختبار الضغط.

القياس والتقويم

- تشكل الأسطوانة والمكبس ورأس المحرك حيزًا مغلقًا في نهاية شوط الضغط، انظر الشكل (4–1) وحدد الأجزاء التي قد تؤدي إلى تسريب الضغط من خلالها؛ بسبب تلف هذه الأجزاء، وقد تفضي إلى فقدان الضغط داخل أسطوانات المحرك وانخفاض قدرة المحرك. ثم بيِّن كيف يمكن معالجة هذه الأعطال.



الشكل (4–1): أشواط الاحتراق الداخلي في المحرك.

استكشف

- تعتمد قيمة الضغط داخل أسطوانات المحرك على عدة عوامل: أهمها نسبة الانضغاط.
- ماذا لو تغيرت نسبة الانضغاط للمحرك بسبب الرواسب الكربونية المتراكمة على سطح المكبس وجدران غرف الإشعال، أو بسبب قشط الرأس بقيمة أكبر من القيمة المقررة من الشركة الصانعة؟
- استخدم المعادلات الآتية للحصول على الإجابة:

$$\text{الضغط داخل الشوط} = \text{الضغط الجوي} \times (\text{نسبة الانضغاط} + 1)$$

$$\text{نسبة الانضغاط} = \frac{\text{حجم الشوط} + \text{حجم غرفة الإحتراق}}{\text{حجم غرفة الإحتراق}}$$

الإجابة (1) نسبة الانضغاط لا تتغير للمحرك الواحد، وإنما تختلف من محرك إلى آخر؛ حسب حجم الأسطوانة وحجم غرفة الإشعال للمحرك.

الإجابة (2) بسبب وجود رواسب كربونية داخل غرف الإشعال، وعلى رأس المحرك فإن حجم غرفة الإشعال يقل؛ مما يترتب عليه زيادة نسبة الانضغاط للمحرك، وهذا يعمل على زيادة الضغط داخل أسطوانات المحرك، ورفع درجة حرارة سائل التبريد.

اقرأ.. وتعلم

تُزوَّد محركات الاحتراق الداخلي وغيرها من المحركات بأنظمة تبريد خاصة للتخلص من الحرارة الزائدة لسائل التبريد، الناتجة عن حرق الوقود داخل غرف الإشعال للمحرك، وأنظمة تزييت خاصة تعمل على تقليل الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة داخل المحرك، ومع ذلك تتعرض الأجزاء الداخلية للمحرك نتيجة تشغيل المحركات مُددًا طويلة إلى إجهادات عالية ونتيجة الأحمال الحرارية والميكانيكية الناتجة عن احتراق شحنة الوقود والهواء داخل أسطوانات المحرك؛ ما يؤدي إلى اهتراء الأجزاء الميكانيكية وتلفها، وتصبح الخلوصات والمواصفات أعلى من الحد المسموح به، ويترتب على ذلك ما يأتي :

1 – زيادة الخلوص المسموح به بين أجزاء المحرك.

2 – زيادة في استهلاك الوقود.

3 – انخفاض قدرة المحرك.

4 – ارتفاع زائدة في درجة حرارة سائل التبريد.

5 – صدور أصوات مزعجة داخل المحرك.

6 – انخفاض ضغط زيت التزييت.

7 – خروج الغاز العادم من أنبوبة العادم بلون يميل إلى اللون الأزرق بشكل متقطع أو مستمر؛ نتيجة تلف حافظات الزيت للصمامات أو تآكل حلقات المكبس؛ ما يؤدي إلى تسرب الزيت إلى غرفة الاحتراق، واحتراقه فيها.

8 – زيادة نسبة الغازات العادمة الضارة عن الحد المسموح به.

وللكشف عن الأعطال الميكانيكية في المحركات تُجرى بعض الاختبارات الفنية باستخدام الأجهزة والمعدات الخاصة؛ للكشف عن الحالة الفنية للقطع والأجزاء الداخلية للمحرك، دون الحاجة إلى فك هذه القطع والأجزاء الميكانيكية الأخرى. أهم هذه الأجهزة:

1 – جهاز قياس الضغط ذو المؤشر.

2 – جهاز قياس الضغط ذو الورقة البيانية (الكرت).

3 – جهاز تحليل أعطال المحرك.

أهمية اختبار الضغط داخل أسطوانات المحرك

يجرى هذا الاختبار للكشف عن الأعطال الآتية:

1 – زيادة الخلوص بين جدار الأسطوانة والمكبس.

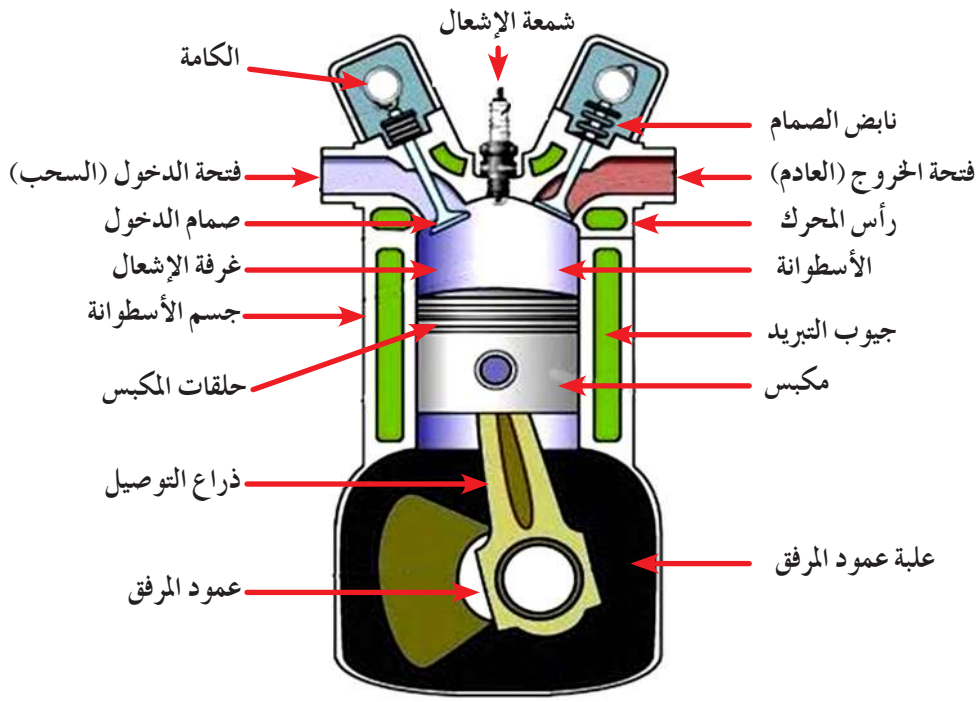
2 – اهتراء أو كسر أو التصاق حلقات المكبس.

3 – عدم إحكام في مجموعة الصمامات.

4 – عطل في حشوة رأس المحرك.

5 – عطل في جسم المحرك أو رأس المحرك.

يبين الشكل (4–2) الأجزاء الداخلية للمحرك التي قد تتعرض للتلف والتآكل نتيجة الإجهادات الكبيرة التي تتعرض لها.



الشكل (4–2): أجزاء المحرك الرئيسية.

الأسباب التي تؤدي إلى انخفاض الضغط داخل أسطوانات المحرك

1 – زيادة التآكل عن الحد المسموح به بين جدار الأسطوانة والمكبس.

2 – تآكل حلقات المكبس أو كسرها أو التصاقها ببعض.

3 – عدم إحكام في مجموعة الصمامات.

4 – تلف حشوة الرأس أو ارتخاء براغي تثبيت رأس المحرك.

5 – كسر أو شعر في جسم رأس المحرك أو الأسطوانة.

الأسباب التي تؤدي إلى ارتفاع الضغط داخل أسطوانات المحرك

1 – وجود ترسبات كربونية على تاج المكبس وعلى السطح الداخلي لغرف الإشعال.

2 – قشط رأس المحرك أو مسحه بشكل زائد عن الحد المسموح به.

بسبب التطور التكنولوجي؛ ظهرت أشكال وطرائق جديدة للاختبارات الفنية للكشف عن اختلاف الضغط داخل المحركات، ابحث عن أبرزها، واكتب تقريرًا عنها.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – ما إجراءات الأمن والسلامة العامة الواجبة قبل البدء في تنفيذ اختبار الضغط؟

2 – ما الأسباب التي تؤدي إلى خفض قيمة الضغط داخل أسطوانات المحرك؟

3 – ما العوامل التي تؤدي إلى رفع قيمة الضغط داخل أسطوانات المحرك؟

4 – عدِّد أنواع أجهزة قياس الضغط في أسطوانات المحرك.

5 – علِّل كلًّا مما يأتي :

أ – يجب التأكد من معايرة الصمامات بشكل جيد قبل إجراء اختبار الضغط.

ب– يجب فحص عمل محرك البدء والمركم قبل إجراء اختبار الضغط.

جـ– عدم مسح الرأس أو قشطه بحدود أكبر من الحدود المسموح بها من الشركة الصانعة.

إجراءات الأمن والسلامة العامة الواجبة قبل تنفيذ الاختبار

1 – تأمين وقوف المركبة على أرض مستوية، ووضع معدات الإيقاف أمام العجلات وخلفها لمنع الحركة.

2 – وضع يد اختيار الغيارات على صندوق السرعات العادي، أو على وضعية (P) للمركبات ذات صندوق السرعات الآلي.

3 – تفعيل فرامل الإيقاف.

4 – لباس قفازات العمل والأحذية المناسبة للعمل.

5 – وضع طفاية الحريق المناسبة في مكان قريب من منطقة الاختبار.

الأعمال الفنية الواجبة قبل تنفيذ اختبار الضغط

1 – فتح غطاء المحرك وفحص فولتية المركم بواسطة أفوميتر؛ للتأكد من عملها بشكل جيد خلال الاختبار.

2 – فحص عمل محرك البدء (السلف) للتأكد من قدرته على بدء إدارة محرك الاحتراق الداخلي.

3 – تشغيل المركبة مدة زمنية محددة؛ لتصل درجة حرارة أجزاء المحرك إلى درجة التشغيل الطبيعية.

4 – إيقاف المحرك عن العمل وفصل أسلاك الضغط العالي لشمعات الإشعال وعزلها إن أمكن.

5 – نزع شمعات الإشعال من مكانها.

6 – فصل مضخة الوقود عن العمل بإزالة مرحّل (Relay) المضخة الكهربائية، أو فصل وصلات تشغيل الحواقن .

7 – التأكد من معايرة الصمامات بشكل جيد قبل إجراء اختبار الضغط للتأكد من إغلاق الصمام بشكل تام مع سطح التلامس لوجه الصمام؛ للحصول على انطباق تام يضمن عدم تهريب الضغط من خلال الصمامات.

التمارين العملية

التمرين (4-1)

اختبار الضغط في أسطوانات المحرك

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تختبر الضغط في أسطوانات المحرك.
- تحلِّل نتائج الاختبار وتحدّد الأعطال إن وجدت.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مفتاح خاص لفك شمعات الإشعال، ويجب الانتباه للقياس المناسب. – ساعة قياس الضغط ذي الورقة البيانية (الكرت)، أو ذي المؤشر. – قفازات. – مزيتة زيت محرك. – مركبة عاملة. – كتيب الصيانة الخاص بالمركبة.	– زيت تزييت المحرك.

ملاحظة: يمكن استخدام أي من الجهازين في الشكل (1) أو الشكل (2).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – اعمل على تجهيز جهاز قياس الضغط بالوصلة المناسبة. 2 – ضع كرت القراءة في مكانه في الجهاز. 3 – تأكد من أن مؤشر الجهاز يشير إلى الصفر. 4 – ضع فوهة جهاز قياس الضغط في مكان تثبيت شمعة الإشعال للأسطوانة المراد اختبارها، انظر إلى الجهاز في الشكل (1).	 الشكل (1)

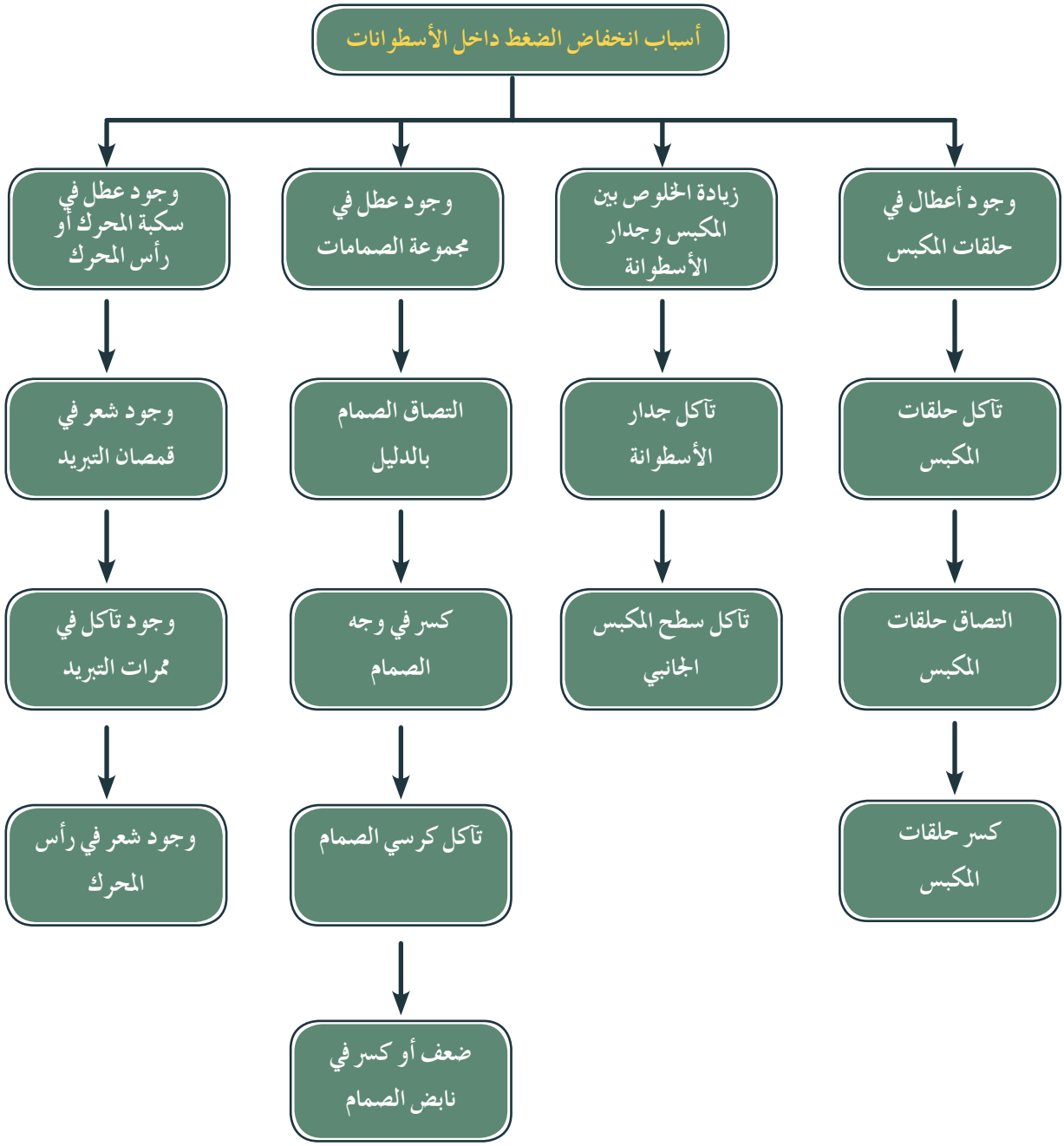
خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5 – أدِر المحرك عدة دورات إلى أن يتوقف المؤشر عن الحركة مع الضغط على دواسة الوقود، لضمان دخول أكبر كمية من الهواء. 6 – ارفع الجهاز من مكانه، ثم اعمل على إخراج الهواء من الجهاز، انظر إلى الجهاز في الشكل (2). 7 – اضغط على كبسة رفع ورقة القراءة إلى الأسطوانة رقم (2). 8 – كرر العملية للأسطوانات الأخرى.	 الشكل (2)

تحليل نتائج الاختبار	الأعطال والأسباب المحتملة
– القراءات عالية (8 بار فما فوق) لجميع الأسطوانات، ومتقاربة.	– المحرك بحالة جيدة.
– الفرق بين أعلى قيمة للضغط وأقل قيمة للضغط بين أسطوانات المحرك يتعدى (10 %) من قيمة الضغط القياسي.	– كشف السبب وإجراء الصيانة اللازمة.

– القراءات منخفضة لجميع الأسطوانات (أقل من 7 بار).	– يجب العمل على إعادة فحص ضغط الأسطوانات بعد وضع كمية قليلة من الزيت فوق تاج المكبس داخل غرف الإشعال عبر فتحة شمعات الإشعال؛ حيث يعمل الزيت على إحكام الخلوص بين جدار الأسطوانة وسطح المكبس الجانبي، حيث يجري التأكد من سبب العطل، وإصلاح أسطوانات المحرك وتبديل حلقات المكابس، إذا لزم.
– القراءات منخفضة جدًّا في إحدى الأسطوانات من (4 - 6 بار) و لم تتغير بعد وضع كمية صغيرة الزيت.	التأكد من حالة الصمامات (كسر سطح وجه الصمام، تآكل سطح التلامس، التصاق الصمام بدليله).
– قراءة أسطوانتين متجاورتين منخفضة بين (4 - 6 بار).	– وجود تسريب من أسطوانة إلى أخرى بسبب تلف حشوة الرأس، أو وجود كسر أو شعر في رأس المحرك.
– القراءة في إحدى الأسطوانات أكبر من قيمة الضغط القياسي للأسطوانة.	– وجود رواسب كربونية داخل غرف الإشعال وعلى سطح تاج المكبس، هنا يجب العمل على إزالة المواد الكربونية، بالطرائق المناسبة.

فكّر: اذكر الطرائق التي يمكنني عن طريقها تنظيف الرواسب الكربونية أو إزاتها.

الخريطة المفاهيمية



ثانيًا: اختبار التسرب في مجموعة أسطوانات المحرك

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد نهاية هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف الغرض من إجراء اختبار التسريب.

القياس والتقويم

يُقصد بمصطلح التسريب (تسريب الهواء المضغوط داخل أسطوانة المحرك إلى الخارج نتيجة عطل أجزاء مجموعة الأسطوانة والمكبس ومجموعة الصمامات)، إن تسريب الضغط من الأسطوانات يؤدي إلى خفض قدرة المحرك، وزيادة استهلاك الوقود، ورفع درجة حرارة أجزاء المحرك، وخروج الغازات العادمة بالألوان الأسود والأبيض والأزرق؛ دلالة على عدم حرق الوقود حرقًا كاملا داخل غرف الإشعال.

- هل فكرت بطريقة دخول الهواء إلى داخل المحرك عبر فلتر الهواء، وما العوامل المؤثرة في كمية الهواء الداخلة إلى المحرك؟ وما تأثير زيادة كمية الهواء على الكفاءة الحجمية للأسطوانة؟ وعلى أداء المحرك؟

في كثير من الأوقات نلاحظ خروج الغازات العادمة من ماسورة العادم، بلون أسود كما في الشكل (4–3)، أو لون يميل إلى اللون الأزرق كما في الشكل (4–4)، أو باللون الأبيض كما في الشكل (4–5)، هل فكّرت في الأسباب المؤدية إلى ذلك؟

الشكل (4–3): خروج دخان أسود.

الشكل (4–4): خروج دخان أزرق.

الشكل (4–5): خروج دخان أبيض.

نلاحظ في كثير من الأوقات خروج فقاعات هواء من فتحة المشع عند تشغيل المحرك، فكِّر في السبب المؤدي إلى هذه الظاهرة وتعرّف الأسباب.

استكشف

- **ابحث في الأسباب المؤدية إلى خروج الفقاعات الهوائية من فتحة المشع أثناء تشغيل المركبة، ثم وضِّح كيفية إصلاح العطل، وما تأثير ذلك على أداء المحرك؟**

اقرأ.. وتعلم

تعمل مجموعة الصمامات في المحرك على السماح بدخول الهواء والوقود إلى داخل غرف الإشعال بتوقيت معين، وتعمل على السماح للغازات العادمة بالخروج من غرف الإحتراق، وهي مجموعة من الأجزاء الميكانيكية المتحركة تعمل معًا عند دوران المحرك، تتعرض مجموعة الصمامات إلى إجهادات ميكانيكية وحرارية، تؤثر في عملها؛ ما يُفضي إلى تغير القياسات والسماحية المحددة من الشركة الصانعة عن الحد المسموح به، وبذلك تفشل مجموعة الصمامات في أداء عملها، أيضًا بالنسبة إلى مجموعة المكبس والأسطوانة، حيث يؤدي الاحتكاك بين سطح المكبس والسطح الداخلي للأسطوانة، وتآكل حلقات المكبس إلى زيادة الخلوص المسموح به من الشركة الصانعة، يؤدي ذلك إلى تسرب الضغط من أسطوانات المحرك، وانخفاض قدرة المحرك وزيادة استهلاك الوقود.

أهم أماكن التسريب في مجموعة أسطوانات المحرك وأسبابه

1 – الصمامات وقواعد الصمامات.

2 – مجموعة الأسطوانة والمكبس.

3 – حشوة رأس المحرك.

4 – وجود شعر أو كسر في رأس المحرك أو كتلة الأسطوانات.

يُستدَل على نقاط التسريب عن طريق الفحص النظري ومشاهدة خروج الهواء من نقاط التسريب السابقة الذكر؛ إذ يُجرى اختبار التسريب والمحرك متوقف عن العمل، يتم في هذا الاختبار شحن الأسطوانة بالهواء المضغوط بواسطة مصدر خارجي للهواء، عندما يكون المكبس في النقطة الميتة العليا، وتكون صمامات الدخول والخروج محكمة الإغلاق، ومن خلال قراءة مؤشر الجهاز تُحدّد الأعطال في المحرك إن وجدت.

أهمية الاختبار

من الأعطال التي يمكن الكشف عنها عن طريق إجراء إختبار التسريب:

1 – أعطال (اهتراء، شعر، كسر، إحتراق، تلف) حلقات المكبس.

2 – أعطال (تخزيز، اهتراء، شعر، كسر، شرخ) جدار الأسطوانات.

3 – أعطال (عدم إحكام، شعر، كسر، حرق، إلتصاق) الصمامات مع أدلتها.

4 – تلف حشوة الرأس.

5 – كسر أو شعر في رأس المحرك أو جسمه.

ابحث في شبكة الإنترنت عن أحدث الأدوات والمعدّات التي تساعد في الكشف عن التسريب من أسطوانات المحرك، واكتب تقريرًا عنها.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – ما الأعطال التي يمكن الكشف عنها؛ عن طريق إجراء فحص تسريب الضغط لأسطوانات المحرك ؟

2 – علل ما يأتي :

أ – خروج الهواء المضغوط من فتحة المغذي أثناء إجراء اختبار التسريب.

ب – خروج الهوء المضغوط من فتحة مقياس مستوى زيت المحرك أثناء إجراء اختبار التسريب.

جـ– خروج الهواء المضغوط من ماسورة العادم أثناء إجراء اختبار التسريب.

د – خروج الهواء المضغوط من فتحة المبرد (الراديتر) أثناء إجراء اختبار التسريب.

إجراءات الأمن والسلامة الواجبة قبل تنفيذ الاختبار

1 – تأمين وقوف المركبة على أرض مستوية، ووضع معدات الإيقاف أمام العجلات وخلفها؛ لمنع الحركة.

2 – وضع يد اختيار الغيارات على صندوق السرعات العالية، أو على وضعية (P) للمركبات ذات صندوق السرعات الآلي.

3 – تفعيل فرامل الإيقاف.

4 – وضع طفاية الحريق المناسبة في مكان قريب من مكان الاختبار.

5 – ارتداء ملابس العمل المناسبة.

الأعمال الفنية الواجبة قبل تنفيذ اختبار التسريب

1 – تشغيل المركبة مدة زمنية محددة؛ لتصل درجة حرارة سائل التبريد إلى درجة التشغيل الطبيعية.

2 – إيقاف المحرك عن العمل.

3 – نزع فلتر الهواء من مكانه.

4 – نزع غطاء المبرد (الراديتر) من مكانه.

5 – نزع مقياس زيت المحرك.

6 – فك شمعات الإشعال من مكانها.

7 – تأمين وقوف المحرك عن الدوران أثناء الاختبار.

التمارين العملية

التمرين (4-2)

اختبار التسريب من أسطوانات المحرك

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تختبر التسريب من أسطوانات المحرك.
- تحلل القراءات وتحدد الأعطال إن وجدت.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– جهاز فحص التسريب. – مفتاح شمعات الإشعال. – صندوق عُدد يدوية. – مصدر هواء مضغوط. – مركبة عاملة. – ساعة قياس ضغط الهواء مع مفتاح تحكم بالضغط.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ضع مكبس الأسطوانة المراد إجراء الاختبار لها في النقطة الميتة العليا؛ لضمان إغلاق الصمامات، كما في الشكل (1). 2 – اعمل على إيقاف المحرك عن الدوران أثناء الاختبار بواسطة وضع يد الغيارات على التعشيقة الأولى. 3 – صل جهاز الفحص مع خط الهواء المضغوط بواسطة وصلة ثلاثية خاصة.	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4 – عاير ضغط الهواء ما بين (2–3) بار. 5 – ضع طرف خرطوم الهواء المضغوط في مكان شمعة الإشعال. 6 – افتح صمام الهواء من المصدر. 7 – راقب قراءة الجهاز لمدة زمنية (30–60) ثانية. 8 – سجل القراءة.	

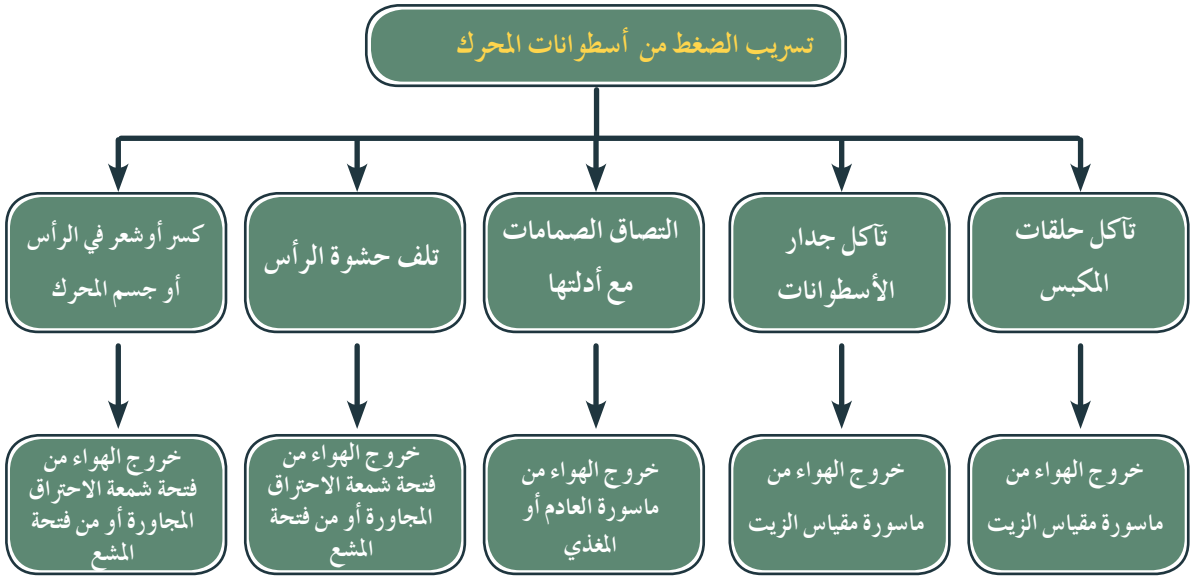
تحليل نتائج الاختبار	الأعطال والأسباب المحتملة
– إذا كانت قيمة انخفاض الضغط خلال ثلاثين ثانية في حدود (10%)	– يدل على أن الأجزاء الداخلية للمحرك تعمل بصورة جيدة (حلقات المكبس، الصمامات، حشوة الرأس).
– إذا كانت قيمة انخفاض الضغط خلال ثلاثين ثانية أعلى من (30%).	– يدل على أن الأجزاء الداخلية للمحرك لا تعمل بصورة جيدة، هناك أعطال وتلف في الأجزاء الداخلية للمحرك.
– انزع فلتر الهواء، وراقب خروج الهواء من فتحة المغذي.	– إذا كان هناك تسريب للهواء؛ فهذا يدل على وجود عطل في صمام الدخول.

– انزع غطاء المبرد (الراديتر)، وراقب خروج الهواء.	– إذا وُجد تسريب فهذا يدل على وجود كسر أو شعر في قمصان التبريد أو رأس المحرك.
– انزع مقياس الزيت، وراقب خروج الهواء.	– إذا وُجد تسريب فهذا يدل على وجود تلف في حلقات المكبس، أو زيادة الخلوص بين جدران الأسطوانة والمكبس.
– راقب خروج الهواء من أنبوبة العادم.	– إذا وُجد تسريب فهذا يدل على وجود تلف أو عطل في صمام الخروج (العادم).
– راقب خروج الهواء من فتحة شمعة الإشعال المجاورة.	– إذا وُجد تسريب فهذا يدل على وجود تلف في حشوة الرأس أو ارتخاء براغي الرأس أو كسر في المنطقة بين الأسطوانتين.

ملاحظة: عند فحص التسريب لأية أسطوانة يجب أن يكون المكبس في النقطة الميتة العليا، وهناك عدة طرائق لوضع المكبس في النقطة الميتة العليا فمثلًا إذا كانت تقسيمة الإشعال للمحرك (1،3،4،2) نعمل على أرجحة صمامات الأسطوانة رقم (4)، وبذلك تكون صمامات الأسطوانة رقم (1) مُغلقة تمامًا، ويكون المكبس في النقطة الميتة العليا.

– هل هناك طرائق أخرى؟ اذكرها.

الخريطة المفاهيمية



ثالثًا: اختبار الخلخلة في أسطوانات المحرك

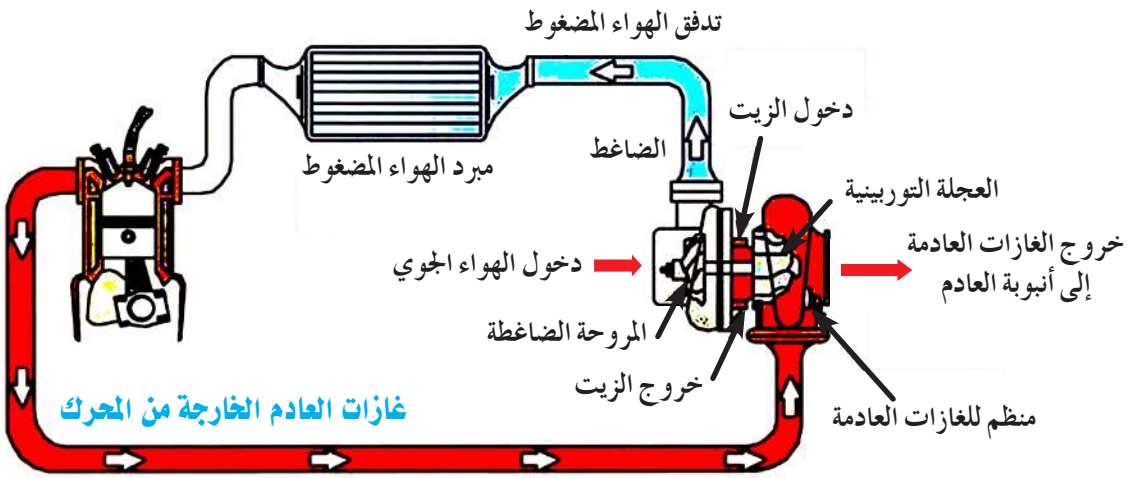
النتاجات

يتوقع من الطالب بعد نهاية هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف الغرض من إجراء اختبار الخلخلة.

القياس والتقويم

- الخلخلة (وجود الهواء في حيز ما بضغط أقل من الضغط الجوي)، ما أهمية الخلخلة في مجمع السحب بالنسبة إلى عمل المحرك؟
- هل يختلف أداء محرك الاحتراق الداخلي حسب الارتفاع عن سطح البحر أم لا؟ ولماذا؟
- هل فكرت لماذا تُزود المحركات الثابتة التي تعمل في المرتفعات بمضخة للهواء، أو تزود بشاحن خاص (تيربو شارجر)، كما في الشكل (4 – 6)؟



الشكل(4–6): تيربو شارجر.

استكشف

– لماذا توضَع أنبوبة جهاز فحص خلخلة المحرك أسفل المغذي، أو على مجمع سحب الهواء عبر فتحة خاصة؟

لضمان إحكام وصلة الجهاز مع مجاري السحب توضع قطعة مرنة من المطاط بين الجهاز والمحرك، الموضح في الشكل (4–7)، ماذا يحصل إذا لم توضع هذه القطعة المطاطية؟

الشكل (4–7): قطعة مرنة من المطاط بين الجهاز والمحرك.

اقرأ.. وتعلم

نتيجة حركة المكبس الترددية داخل الأسطوانة المغلقة في المحرك وأثناء حركته للأسفل وبسرعة عالية يحدث تباعد بين جزئيات الهواء داخل الأسطوانة، ما يفضي إلى انخفاض قيمة ضغط الهواء، وهو ما يسمى الخلخلة. وتُعَرَّفُ الخلخلة بما يأتي: (وجود الهواء داخل حيز ما بضغط أقل من الضغط الجوي) وهذه الظاهرة هي المسؤولة عن دخول الهواء إلى أسطوانات المحرك.

نتيجة لحركة المكبس من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى داخل أسطوانة المحرك، تحدث خلخلة للهواء داخل أسطوانة المحرك ومجمع السحب، وتؤثر الخلخلة في كمية الهواء الداخل إلى أسطوانات المحرك، وفي جودة الإشعال داخل غرف الاحتراق، وتتأثر الخلخلة بسرعة دوران المحرك، وعدد أسطوانات المحرك، والارتفاع عن سطح البحر.

العوامل التي توثر في قيمة الخلخلة

1 – عدد أسطوانات المحرك.

2 – سرعة دوران المحرك.

3 – الارتفاع عن سطح البحر.

أهمية الاختبار

يُجرى هذا الاختبار للكشف عن النقاط الآتية:

1 – الحالة الفنية للمكابس وحلقات المكابس.

2 – الحالة الفنية لمجموعة الصمامات.

3 – التآكل بين جدران الأسطوانات والمكابس.

4 – الحالة الفنية لنظام الإشعال (الشمعات، نقاط التماس، الأسلاك...).

5 – الانسداد الجزئي في نظام أنابيب العادم.

6 – توقيت الصمامات.

7 – توقيت الإشعال.

اكتب تقريرًا عن أهمية وجود الهواء في عمل المحرك، مبيِّنًا أثر الخلخلة في عمله.

القياس والتقويم

★ ★ ★ ★ ★

– ما العوامل المؤثرة في خلخلة المحرك ؟

الأعمال الفنية الواجبة قبل تنفيذ اختبار التسريب

1 – تشغيل المركبة مدة زمنية محددة؛ لتصل درجة حرارة سائل التبريد إلى درجة حرارة التشغيل الطبيعية.

2 – إيقاف المحرك عن العمل.

3 – التأكد من صحة معايرة الصمامات.

4 – التأكد من توقيت الإشعال.

إجراءات الأمن والسلامة العامة الواجبة قبل تنفيذ الاختبار

1 – تأمين وقوف المركبة على أرض مستوية، ووضع معدات الإيقاف أمام العجلات وخلفها لمنع الحركة.

2 – وضع يد اختيار الغيارات على الوضع المحايد أو على وضعية (**N**) للمركبات ذات صندوق سرعات آلي.

3 – وضع رافعة فرامل الوقوف (الهندبريك) على وضعية الإيقاف، أو على وضعية (**P**) للمركبات ذات صندوق سرعات آلي.

4 – وضع طفاية الحريق المناسبة في مكان قريب من مكان الاختبار.

5 – ارتداء ملابس العمل المناسبة.

التمارين العملية

التمرين (4-3)

اختبار خلخلة أسطوانات المحرك

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- **تختبر خلخلة أسطوانات المحرك.**

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– جهاز فحص الخلخلة. – وصلة خرطوم مرنة. – جهاز فحص توقيت الإشعال. – الشفرات الحساسة (فلركيج). – صندوق عدد يدوية. – مركبة عاملة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – صل أنبوب الجهاز مع الفتحة الخاصة أسفل المغذي أو على مجمع الهواء، كما في الشكل (1). 2 – اضبط سرعة دوران المحرك على سرعة اللاحمل المقررة من الشركة الصانعة. 3 – أدر المحرك وراقب حركة مؤشر الجهاز.	 الشكل (1)

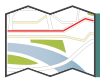
تحليل نتائج الاختبار	الأعطال والأسباب المحتملة
– قراءة الجهاز طبيعية، المؤشر ثابت، القراءة بين (17 – 21) إنش زئبق، (430 – 530) مم زئبق. 	– المحرك يعمل بصورة طبيعية، ونظام الإشعال، نظام الوقود ونظام العادم، ونظام الصمامات كذلك.
– قراءة الجهاز ثابتة، المؤشر بين (15 – 18) إنش زئبق (مم). 	تأكد من: – توقيت الإشعال للمحرك. – صلاحية شمعات الإشعال. – صلاحية أسلاك الضغط العالي. – موزع الإشعال أو المضخم.
– قراءة الجهاز ثابتة، المؤشر بين (10–15) إنش زئبق (مم). 	– تأكد من توقيت الصمامات للمحرك. – وجود خطأ في ضبط مسننات التوقيت.

– قراءة الجهاز بين (5 – 10) إنش زئبق. 	– تأكد من التسريب في مجمع السحب أو وجود انسداد فيها. – التصاق صمام الدخول.
– قراءة الجهاز غير ثابتة، ويتذبذب المؤشر بين (14 – 21) إنش زئبق. 	– التصاق الصمامات في أدلتها. – خلوص الصمامات قليل. – التصاق أحد الصمامات بدليله.
– قراءة المؤشر غير ثابتة، يُظهر قيمة عالية، ويعود إلى الصفر. 	– انسداد جزئي في أنابيب العادم. ملاحظة: يؤثر الانسداد الجزئي لأنبوبة العادم في خروج الغازات العادمة إلى خارج المحرك بشكل جيد، ونتيجة الانسداد يرتفع ضغط الغازات داخل أنبوبة العادم، وتؤثر بضغط عكسي داخل الأسطوانات؛ مما يقلل من دخول الهواء النقي إلى داخل عرق الإشعال، وبذلك تنخفض كفاءة عمل المحرك.

ملاحظة

- اختُبِرَت مركبة ذات محرك رباعي الدورة يعمل بوقود البنزين، له أربع أسطوانات، وعلى ارتفاع (800) قدم فوق سطح البحر، تُعَدّ هذه القيم والمشاهدات لازمة في كل اختبار، حيث تتغير القيم والمشاهدات حسب نوع المركبة، وظروف التشغيل المختلفة.

الخرائط المفاهيمية



5

الوحدة الخامسة

تجديد المحرك

المحاور الفرعية

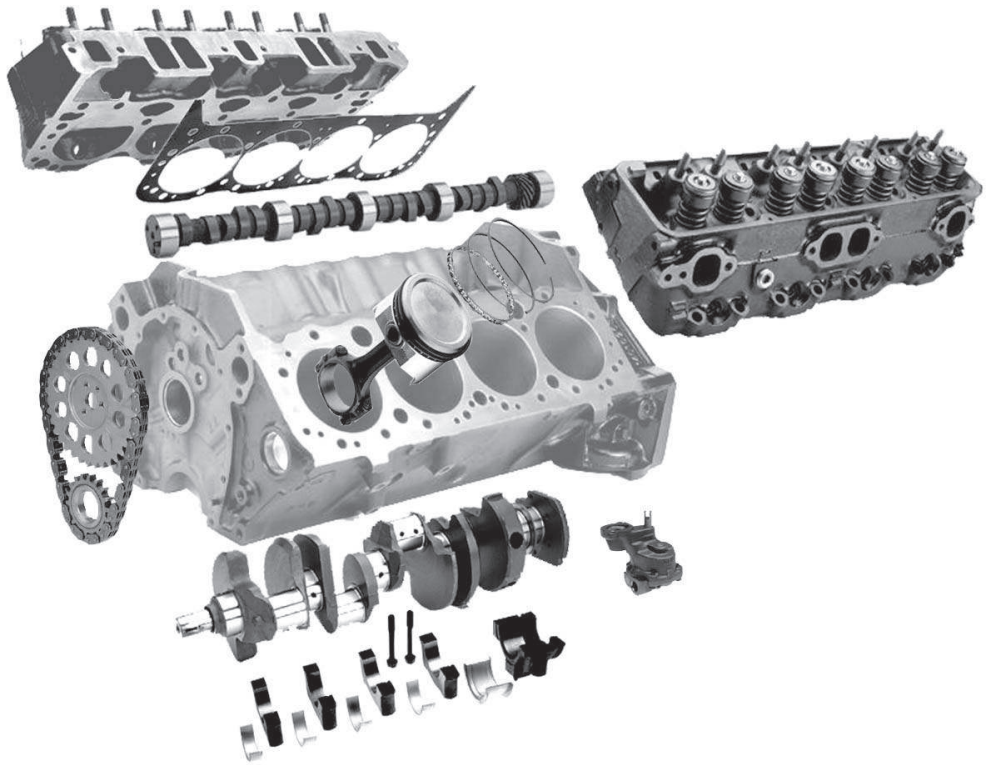
- تجديد مجموعة رأس المحرك.
- تجديد مجموعة كتلة الأسطوانات في المحرك (جسم المحرك).

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد نهاية هذه الوحدة أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرَّف عملية تجديد المحرك.
- يحدد أعطال المحركات، ثم يصلحها.
- يستخدم التكنولوجيا في استقصاء المعرفة الحديثة المتعلقة بتجديد المحرك.
- يلتزم تطبيق قواعد الأمان، وتعليمات السلامة والصحة المهنية؛ الخاصة بتجديد المحرك.
- يتعرَّف المواصفات الفنية لرأس المحرك.
- يتعرَّف استوائية رأس المحرك.
- يتعرَّف عمليات الصيانة والتنظيف اللازمة لأجزاء رأس المحرك حسب المواصفات الفنية.
- يتعرَّف الخلوص والمواصفات الفنية لأجزاء مجموعة كتلة الأسطوانات.
- يحلِّل أعطال المحرك ومسبباتها، وطرائق إصلاحها (صعوبة التشغيل، ظهور أصوات في المحرك، زيادة استهلاك الزيت والوقود، ارتفاع درجة حرارة المحرك).
- يتعرَّف أعمال الخدمة والصيانة بعد عملية تجديد المحرك.
- يتعرَّف المصطلحات الفنية الخاصة بتجديد المحرك.

تعلمت سابقًا أجزاء محرك الاحتراق الداخلي ووظائفها وطرائق عملها، وكذلك تعلمت الأنظمة المختلفة له، والاختبارات التي تُجرى لفحص أداء المحرك وتحديد حالته والأعطال التي تحصل فيه جراء العمل والتشغيل، ونتيجة لظروف التشغيل القاسية والمتواصلة، يحدث اهتراء وتآكل في معظم أجزاء المحرك ، وتتعرض تلك الأجزاء وبعض الأجزاء الثابتة فيه لمشكلات ومتاعب متنوعة بفعل الاحتكاك والحرارة، وهذا يؤثر في أدائها وصلاحيتها للعمل. ونظرًا لاختلاف طبيعة عمل كل جزء من أجزاء المحرك واختلاف الظروف التشغيلية والمواد المصنوعة منها أجزاء المحرك له فإن مدى الاهتراء والتآكل يختلف من جزء إلى آخر، ويختلف العمر التشغيلي لها. يُذكر أنه توصف عملية تجديد المحرك بأنّها عملية إصلاح وتجديد لأجزاء المحرك، وتشمل رأس المحرك، وكتلة الأسطوانات، وعمليات الخراطة، والصيانة، واستبدال القطع الميكانيكية التالفة. ونظرًا لأهمية هذه العملية وما تتطلبه من الدقة؛ فإنه من الضروري معرفة قياسات كل جزء من أجزاء المحرك وأبعادها، ولاسيما تلك التي تخضع لعمليات الخراطة أو التبديل.



أولًا: تجديد مجموعة رأس المحرك

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف المواصفات الفنية لرأس المحرك.
- يتعرّف البيانات الفنية لأجزاء رأس المحرك.
- يتعرّف مفهوم درجة استواء (استقامة) رأس المحرك.
- يتعرّف عمليات الصيانة والتنظيف اللازمة لأجزاء رأس المحرك حسب المواصفات الفنية.
- ينزع رأس المحرك عن كتلة الأسطوانات، ثم يفككه إلى أجزائه حسب تعليمات الشركة الصانعة.
- يفحص استوائية رأس المحرك، ويحدد نوع الصيانة اللازمة.
- يُجري عمليات التنظيف المناسبة لأجزاء رأس المحرك.
- يُجري عمليات الصيانة اللازمة لمجموعة الصمامات.
- يفحص محورية عمود الكامات وخلوص محاوره.
- يجمع أجزاء رأس المحرك حسب تعليمات الشركة الصانعة.

القياس والتقويم

يُعدّ رأس المحرك من الأجزاء المهمة في محركات الاحتراق الداخلي؛ إذ يحتوي على غرف الإشعال التي يتم فيها حرق مزيج الوقود والهواء، وتتعرض نتيجة ذلك أجزاء رأس المحرك إلى إجهادات حرارية وميكانيكية كبيرة، تؤدي إلى الإسراع في تلف الرأس وأجزائه؛ ما يتطلب الكثير من أعمال الصيانة والإصلاح للمحافظة على عمل الرأس بكفاءة عالية، حيث تتضمن عمليات الصيانة والإصلاح تبديل القطع وإعادة معايرة الصمامات بشكل دوري وتنظيف الصمامات وغرف الإشعال من الترسبات الكربونية الناتجة عن احتراق غير كامل للوقود.

- ما الأعطال المحتملة التي تظهر في رأس المحرك المبين في الشكل (5–1)؟ وما مسباتها؟
- كيف يُجدَّد رأس المحرك؟

الشكل (5–1): رأس محرك.

توصَف عملية تجديد المحرك بأنها عملية إصلاح لأجزاء المحرك، وتشمل رأس المحرك وكتلته وعمليات الخراطة والصيانة واستبدال القطع التالفة، إذ إن محركات الاحتراق الداخلي المستخدمة في المركبات هي مصدر الطاقة الرئيس في المركبة، حيث يُحرق مزيج الوقود والهواء داخل غرف خاصة محكمة الإغلاق تُسمى غرف الإشعال، وتُدمَج مع المحرك أنظمة أخرى تساعد على خفض درجة حرارة الأجزاء الداخلية للمحرك، وأنظمة أخرى لتزييت الأجزاء المحتكة، وأنظمة لتنقية الهواء الداخل إلى المحرك، بناءً على ذلك؛ ما الأعطال التي قد تتعرض لها أجزاء المحرك؛ بسبب حرق مزيج الوقود والهواء ووجود سائل التبريد وزيت التزييت في داخل المحرك؟

استكشف

في محركات الاحتراق الداخلي يُحرق مزيج الوقود والهواء داخل غرف محكمة الإغلاق تسمى (غرف الإشعال)، تنتج عن الاحتراق إجهادات حرارية وميكانيكية تؤثر في الأجزاء الداخلية للمحرك. ابحث عن هذه الإجهادات.

اقرأ.. وتعلم

يُصمَّم رأس المحرك المبين في الشكل(5–2) ليشكل غطاءً سليمًا فوق كتلة الأسطوانات، بسطح سفلي مستوٍ مطابق مع السطح العلوي لكتلة الأسطوانات، وتُشكل فيه تجاويف غرف الاحتراق في بعض الحالات، وتسمى غرف الاحتراق الفرعية، وذلك حالَ تشكل هذه الغرف في الرأس وفوق المكابس في جسم المحرك، وقد يكون السطح السفلي للرأس مستويًا دون تجاريف (غرف الاحتراق تتشكل في رأس المكابس). ويُصنَع رأس المحرك بطريقة الصب، ثم التشكيل بوساطة التفريز، من سبائك الألمنيوم أو الحديد الصلب.

الشكل (5 – 2): رأس المحرك.

عند تركيب الرأس على كتلة المحرك، تستخدم حشوة خاصة كما في الشكل (5–3) مناسبة لسطح الرأس وتجاويفه، وثقوبه، وتدعى (كسكيت الرأس) لإحكام انطباق الرأس وكتلة الأسطوانات، ولمنع تهريب الضغط، وعدم تسرب مياه التبريد وزيت التزييت، ومنع اختلاطهما، تستخدم حشوات لفتحات الدخول والعادم، وحشوة جلدية لغطاء الصمامات أو (غطاء الرأس). ويُجمَع الرأس على كتلة الأسطوانات بواسطة براغي خاصة، وعددها يكفي لشد الرأس وتثبيته ضد قوة الانفجار الناتجة عن احتراق الوقود في المحرك، وعن قوة الضغط في الأسطوانات.

الشكل (5 – 3): كسكيت رأس المحرك.

أجزاء رأس المحرك

يتكون رأس المحرك من عدة أجزاء رئيسة مبينة في الشكل (5–4)، وهي على النحو الآتي:

1 – مجموعة الصمامات.

2 – عمود الحدبات وكراسي تحميله (في حالة وجود عمود الحدبات في أعلى الرأس).

3 – عتلات التأرجح (الحرادين) وعمود حمل العتلات وكراسي العمود.

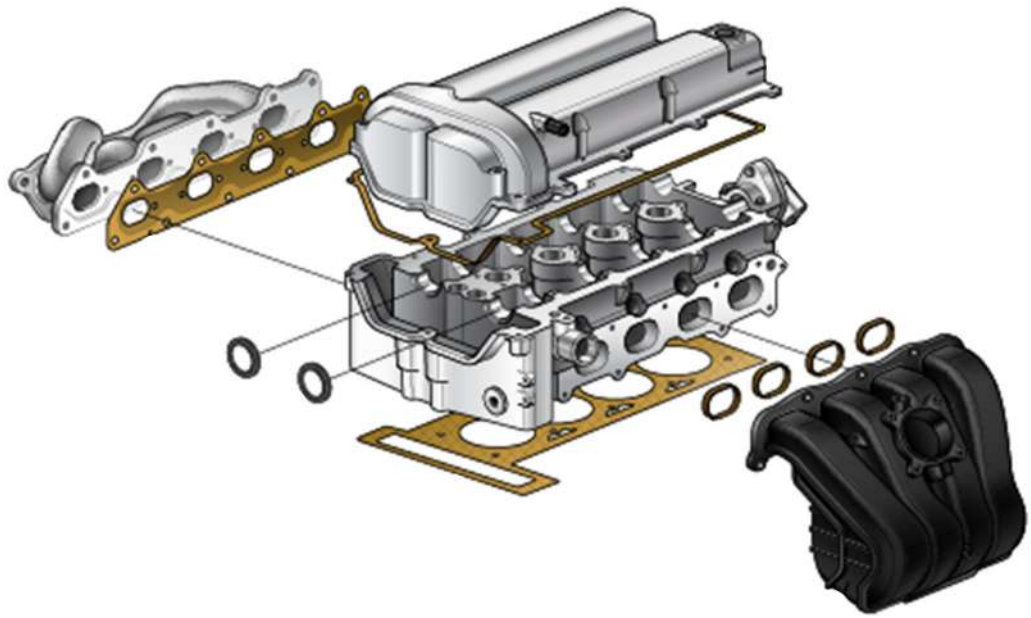
4 – مجاري مياه التبريد وفتحة خروج المياه الساخنة إلى المشع.

5 – مجاري زيت التزييت.

6 – فتحات الدخول (السحب)، وفتحات الخروج (العادم).

7 – فتحات تركيب شمعات الإشعال.

8 – غطاء الرأس (غطاء الصمامات).



الشكل (5–4): أجزاء رأس المحرك.

المواصفات الفنية لرأس المحرك

تختلف المواصفات الفنية لرأس المحرك تبعًا لنوع المادة المصنوع منها ودورة إشعال المحرك وتبريده، لكن النوع الأساسي المستخدم في المركبات الخفيفة، هو محرك البنزين الرباعي الدورة ذو التبريد المائي، الذي تركب الصمامات له في الرأس، وقد يكون عمود الحدبات (الكامات) في كتلة الأسطوانات أو في أعلى الرأس.

1 - **الخصائص التصميمية لرأس المحرك**: يعتمد تصميم رأس المحرك على عدة عوامل رئيسة هي:

أ- شكل غرف الاحتراق وحجمها.

ب- عدد الصمامات لكل أسطوانة من أسطوانات المحرك.

جـ- نظام التبريد المستخدم للمحرك.

د- نظام وجود عمود الحدبات في رأس المحرك أو في كتلة الأسطوانات.

هـ- طريقة نقل الحركة من عمود المرفق إلى عمود الحدبات.

و- شكل ترتيب أسطوانات المحرك (عمودية، أو أفقية، أو مائلة).

2 - **استوائية سطح رأس المحرك**: يتعرض رأس المحرك بعد فترة من التشغيل إلى احتمال حدوث التواء (فتَلان) بسبب الإجهادات، إضافة إلى أن سطحه يصبح غير مستوٍ، ولا ينطبق تمامًا على سطح كتلة الأسطوانات. ويجب التأكد من صلاحية رأس المحرك بإجراء فحص الاستوائية له.

الأسباب المؤدية إلى عدم استوائية رأس المحرك

1 -ارتفاع درجة حرارة رأس المحرك ارتفاعًا كبيرًا مدة من الزمن مع ضعف عملية التبريد.

2 -فك رأس المحرك عن كتلة الأسطوانات والرأس ساخن.

3 -عدم اتباع الطرائق الصحيحة في عملية تركيب رأس المحرك وفكه: إنَّ أهم عمليات الصيانة التي تُجرى لرأس المحرك هي فحص استوائية السطح وتفقد التآكل بين مجاري التبريد المائية كما في الشكل (5-5) ومجرى الزيت؛ لأنه يؤدي إلى اختلاط الزيت بالماء حتى لو وضعت حشوة جديدة (كسكيت)، وكذلك يؤدي الاهتراء الناتج في غرف الاحتراق إلى تسرب الماء إلى غرف الاحتراق.

الشكل (5–5): التآكل بين مجاري التبريد المائية ومجرى الزيت

لإجراء فحص الاستوائية نستخدم مسطرة فولاذية ومقياس الشفرات (Failer Geage)، مع العلم بأن الحد المسموح للقياس يتراوح بين (0.05 – 0.10) مم، ويجب إجراء عملية الجلخ إذا كانت القياسات أكثر من الحد المسموح. ويُجرى فحص الاستوائية بأخذ القياسات من أماكن مختلفة كما في الشكل (5–6).

الشكل (5–6): طريقة فحص الاستوائية بأخذ القياسات من أماكن مختلفة.

الأبعاد والقياسات الفنية لأجزاء رأس المحرك

نظرًا إلى أهمية قياسات رأس المحرك وأبعاده الفنية فإنه من المهم أن يعرف الفنيون والعاملون في (الورَش) الميكانيكية ومشاغل خراطة المحركات ذلك جيدًا؛ للحصول على أفضل النتائج عند تجديد رأس المحرك.

قياسات أجزاء رأس المحرك

وتقاس بالمليمتر، وهي كالآتي:

1 – قياس استوائية السطح السفلي، ومدى انحرافه.

2 – قياس استوائية سطح مجمع مجاري السحب ومجمع مجاري العادم ومدى انحرافهما.

3 – ارتفاع رأس المحرك.

قياسات مجموعة الصمامات وأبعادها

1 – قياس محورية دليل الصمام مع كرسي الصمام في غرفة الاحتراق، ومعرفة مدى انحرافهما.

2 – قياس عرض منطقة التلامس بين قاعدة الصمام وكرسي الصمام بالمليمتر.

3 – قياس قطر ساق الصمام، ويقاس بالمليمتر.

4 – قياس طول الصمام واستقامته، يقاسان بالمليمتر.

5 – قياس عرض قاعدة (وجه) الصمام ويقاس بالمليمتر.

6 – قياس مدى استقامة النابض (الانحراف) وقوته.

7 – قياس زاوية وجه قاعدة تلامس الصمام مع الكرسي، وتقاس بالدرجات.

8 – قياس طول نابض الصمام واستقامته، يقاسان بالمليمتر.

9 – قياس قطر دليل الصمام الداخلي.

قياسات عمود الأذرع المتأرجحة (عمود الحراذين)

1 – قياس قطر العمود عند نقاط تركيب الأذرع المتأرجحة، ويقاس بالدرجات.

2 – قياس القطر الداخلي للأذرع المتأرجحة، ويقاس بالمليمتر.

3 – قياس مدى اهتراء (ذوبان) سطح التلامس بين ذراع التأرجح، ونهاية ساق الصمام العلوي.

قياسات عمود الحدبات وأبعاده

1 – قياس قطر محور الدوران لعمود الحدبات، ويقاس بالمليمتر.

2 – قياس قطر كرسي محور دوران عمود الحدبات، ويقاس بالمليمتر.

3 – تحديد مقدار الخلوص بين قطر العمود وقطر الكرسي، ومطابقته لدليل الشركة الصانعة.

4 – قياس طول الحدبات بالمليمتر، ومقارنته بدليل الشركة الصانعة.

عمليات التجديد والصيانة والفحص لأجزاء رأس المحرك

عملية تجديد مجموعة رأس المحرك إحدى عمليات تجديد المحرك بصفة عامة، وتُجرى للمحافظة على سلامة الأجزاء، وإطالة عمرها التشغيلي، وضمان عملها وأدائها إلى أعلى كفاية ممكنة، وحتى يمكنك تجديد رأس المحرك، يجب معرفة المواصفات الفنية والخصائص والأبعاد المختلفة لأجزائه، وحدود الصلاحية لتلك الأجزاء التالفة.

طرائق تنظيف رأس المحرك وأجزائه

1 –التنظيف اليدوي التقليدي (مواد نفطية وفرشاة): تُعَدّ هذه الطريقة من أبسط الطرائق في تنظيف رأس المحرك من الزيوت والأتربة المتراكمة على أطرافه، ولكنها غير مناسبة لتنظيف الرواسب الكربونية المتراكمة في غرف الاحتراق وكراسي الصمامات، وفي كثير من الأحيان تُستخدم المكاشط اليدوية لإزالة الترسبات المختلفة عن رأس المحرك وأجزائه.

2 –التنظيف باستخدام الخزان الساخن: يوضَع رأس المحرك على صينية الخزان الدوارة، وتوضع مواد التنظيف في الحوض، وتسخن إلى درجة حرارة (70 درجة) بالسخان الكهربائي، ثم يشغل محرك الخزان، وتبدأ الصينية بالدوران وتنفث سوائل التنظيف من منافث خاصة داخل الخزان وتوزع على قطع رأس المحرك، وتُعَدّ هذه الطريقة من أكثر الطرائق استخدامًا في عمليات التنظيف.

3 – التنظيف باستخدام الرش الرملي: هذه الطريقة من طرائق التنظيف الجافة، إذ تُنفث جزيئات الرمل الزجاجي على القطع المراد تنظيفها بواسطة منافث خاصة مع الهواء المضغوط لتنظيف بعض القطع في المحرك، مثل المكابس وأذرع التوصيل والصمامات وغرف الاحتراق مما علق بها من الرواسب الكربونية.

4 –التنظيف باستخدام الموجات فوق الصوتية (Ultra Sound Uaves): هذه الطريقة متقدمة في عملية التنظيف، فهي تعتمد على درجات حرارة متوسطة (70 درجة)، فتتحلل الأوساخ العالقة بقطع المحرك كالزيوت والأتربة والترسبات الكربونية وغيرها. وتصبح عملية قياس الأبعاد أكثر دقة. وهذه الطريقة غير فعّالة من غير محلول التنظيف

عمليات الفحص والقياس

بعد تنظيف الأجزاء المختلفة لمجموعة رأس المحرك، يتم فحصها وإجراء القياسات الضرورية، لتحديد أبعادها ومقارنتها بالأبعاد القياسية، وتحديد مدى الاهتراء والتآكل فيها، ثم تقرير مدى صلاحيتها أو أن تُستبدل بها أجزاء جديدة، وعلى ذلك فإن الفحص والقياس يشملان الآتي:

1 – قياس الأطوال والأعماق والأقطار للرأس والصمامات والنوابض والكراسي في الرأس.

2 – مدى انطباق وجه الصمام مع قاعدته.

3 – قياس الخلوص بين الأعمدة وكراسيها، والصمامات وأدلتها.

4 – فحص الأسطح المستوية.

5 – قياس قوة شد النوابض: بعد أخذ تلك القياسات يجب مقارنتها بالقياسات الأساسية أو القياسية والمعيارية، ومقارنة قيمة الاهتراء بمدى الاهتراء المسموح له، باستخدام دليل الشركة الصانعة.

قشط سطح رأس المحرك

الأسباب التي تؤدي إلى عملية قشط سطح رأس المحرك:

1 – الالتواء الانحناء الذي يزيد عن الحد المسموح به.

2 – تآكل مجاري التبريد في رأس المحرك.

قيم الالتواء والانحناء لرأس المحرك حسب سمك حشوة (كسكيت) رأس المحرك

في ما يأتي قيم الالتواء والانحراف لرأس المحرك حسب سمك (كسكيت) رأس المحرك

1 –إذا كانت حشوة الرأس سمكها (0.6) مم فإن الحد المسموح به للقشط هو (0.05)مم.

2 – إذا كانت حشوة الرأس سمكها (1.5) مم فإن الحد المسموح به للقشط هو (0.10)مم.

إن عملية قشط سطح رأس المحرك تؤدي إلى تقليل حجم غرفة الاحتراق؛ مما يرفع نسبة الانضغاط ودرجة الحرارة، التي تؤثر في أداء المحرك سلبيًّا، ولذلك فإنَّه يجب قياس ارتفاع رأس المحرك قبل البدء بعملية القشط والتأكد من أن ارتفاعه يسمح بذلك. وتستخدم في عملية القشط أقراص مستديرة قطرها أكبر من عرض رأس المحرك كما في الشكل (5–7)، وتستخدم السطوح الجبهية في عملية القشط، إذ يكون محور حجر القشط عموديًّا على سطح الرأس.

الشكل (5–7): عملية قشط لرأس المحرك.

صنفرة الصمامات وصيانتها

تتعرض الصمامات لإجهادات حرارية عالية؛ إذ ترتفع درجة حرارة صمام العادم إلى (700) سيليسيوس، وصمام الدخول إلى (350) سيليسيوس، كذلك تتعرض هذه الصمامات للأحمال الميكانيكية الناتجة عن عملية فتح الصمام وإغلاقه، ولذلك يجب أن تصنع الصمامات من مواد خاصة لمقاومة الإجهادات الحرارية والميكانيكية والصدأ والتآكل، وتستعمل سبيكة الفولاذ المضاف إليه كروم وسيليكون ومنغنيز لصمامات الدخول وصمامات العادم. أيضًا تصنع قاعدة الصمام على شكل مخروطي عند التقائها بوجه الصمام (عنق الصمام) كما في الشكل (5–8).

الشكل (5–8):الصمامات.

ويساعد ذلك على ضبط تمركز الصمام على مقعده على نحو أفضل عند إغلاقه، ويجعل غرف الاحتراق محكمة إحكامًا جيدًا لمنع تسرب الغازات منها، هذا، ويجب تنظيف عنق الصمام من الرواسب الكربونية عند إجراء عملية الصنفرة والجلخ. وتجرى عملية الصنفرة اليدوية للصمامات كما في الشكل (5–9).

الشكل (5–9): عملية الصنفرة اليدوية للصمامات.

إذا كان التآكل والاهتراء في سطح ارتكاز الصمام قليلًا، وضمن الحدود المسموح بها، تُستخدم في عملية الصنفرة معجونة خاصة تسمى معجونة الصنفرة (سمباذج) لتنعيم سطح ارتكاز الصمام، وتسمى هذه العملية (روداج الصمامات) وتُنفَّذ الصنفرة اليدوية على مرحلتين؛ إذ تستعمل معجونة الصنفرة الخشنة في المرحلة الأولى، ثم المعجونة الناعمة في المرحلة الثانية.

أما إذا كان الاهتراء والتآكل أكبر من الحدود المسموح بها فإن عملية جلخ سطح ارتكاز الصمام آليًّا تصبح ضرورية، كما في الشكل (5–10).

الشكل (5–10): جلخ سطح ارتكاز الصمام (قاعدة الصمام).

إذ يجلخ بآلة خاصة بزاوية مقدارها (45) أو (30) درجة حسب نوع الصمام مع مراعاة وجود فرق درجة واحد بين الصمام وكرسيه، أو حسب تعليمات دليل الشركة الصانعة. علمًا بأنَّه يتراوح عرض سطح ارتكاز الصمام بين (1 – 2.5) مم، وتُجرى الصنفرة الناعمة للصمامات بعد عملية الجلخ الآلية. ويجب فحص استقامة ساق الصمام، وقياس قطره من أماكن مختلفة، ومقارنة هذا القياس بقطر الدليل نظرًا إلى صغر الخلوص بينه وبين دليله؛ علمًا بأن الخلوص بينهما (0.02 – 0.05) مم، وأيّ انحراف في ساق الصمام يوجب تغييره.

فحص أدلة الصمامات وصيانته

تعمل أدلة الصمامات على توجيه حركة الصمام العمودية، وتساعد على ضبط تمركزه على مقعده عند الإغلاق، وتبريده بانتقال الحرارة منه إلى رأس المحرك، يوضِّح الشكل (5–11) بعض أنواع أدلة الصمامات.

الشكل (5–11): بعض أنواع دليل الصمام.

ويُراعى عند تصنيع الصمّام وجود خلوص بينه وبين الدليل بما لا يزيد على(0.05) مم؛ لأن زيادته تؤدي إلى تسريب زيت المحرك إلى غرف الاحتراق، بالإضافة إلى عدم تمركز الصمام على مقعده؛ ما يفضي إلى حرق سطح ارتكازه، وتسرب الوقود والضغط من غرف الاحتراق، كما في الشكل (5–12).

الشكل (5–12): الخلوص بين دليل الصمام والصمام.

ويُقاس قطر الدليل الداخلي من ثلاثة أماكن مختلفة، فإذا كان الفرق في الأقطار يزيد على(0.05) مم، فإنه يجب استبداله، والتأكد من ارتفاع مستوى الدليل مسافة كافية فوق السطح العلوي لرأس المحرك؛ لكي تركب جلود (حافظة) لمنع تسرب زيت المحرك إلى دليل الصمام ثم إلى غرفة الاحتراق.

تفريز كرسي (مقعد) الصمام

لكي يطبق الصمام على كرسيه، فإنه يجب إجراء عملية التفريز له المبينة في الشكل (5–13)، بمسافة تنحصر بين (1 – 2.5) مم، وبزاوية مقدارها (45) أو (30) درجة حسب نوع الصمام، إذ يسمح مقعد الصمام ذو السطح الضيق بإحكام أفضل، أما كرسي الصمام ذو السطح العريض

فيسمح بعملية انتقال حراري أفضل، وتستعمل السطوح ذات العرض الضيق عادة لصمامات الدخول، أما السطوح ذات العرض الواسع فتُستعمل لصمامات طرد العادم.

الشكل (5–13): إجراء عملية التفريز.

فحص نوابض الصمامات

تتمثل وظيفة نابض الصمام في إغلاق الصمام على قاعدته بسرعة كافية وإحكام جيد، بواسطة قطعتين تشكلان مجتمعتين مخروطًا يسمى قفل الصمام (الدّسر) مع القاعدة العلوية للنابض، كما في الشكل (5–14).

الشكل (5–14): قفل الصمام (الدّسر).

وظيفته تثبيت الصمام مع النابض، وتتطلب السرعة المرتفعة للمحرك وجود نابض قوي أو نابضين مختلفي القطر ومتعاكسين في ترتيب الحلقات؛ حتى لا يحدث بينهما تداخل في أثناء العمل، مثلما في التصميمات الحديثة التي أصبحت أكثر استعمالًا، انظر الشكل (5–14) الذي يبين بعض أنواع نوابض الصمام.

الشكل (5–15): نوابض الصمام.

عند تركيب النابض يُراعى وضع الخطوة الكبيرة من جهة عمود الحدبات الذي يكون في أعلى رأس المحرك أو في كتلة الأسطوانات حسب تصميم المحرك، ويؤدي طول مدة الاستخدام إلى ضعف قوة النابض أو انكساره، وعند تجديد رأس المحرك تُفحص قوة وطول نوابض الصمامات واستقامتها بجهاز خاص.

فحص الأذرع المتأرجحة

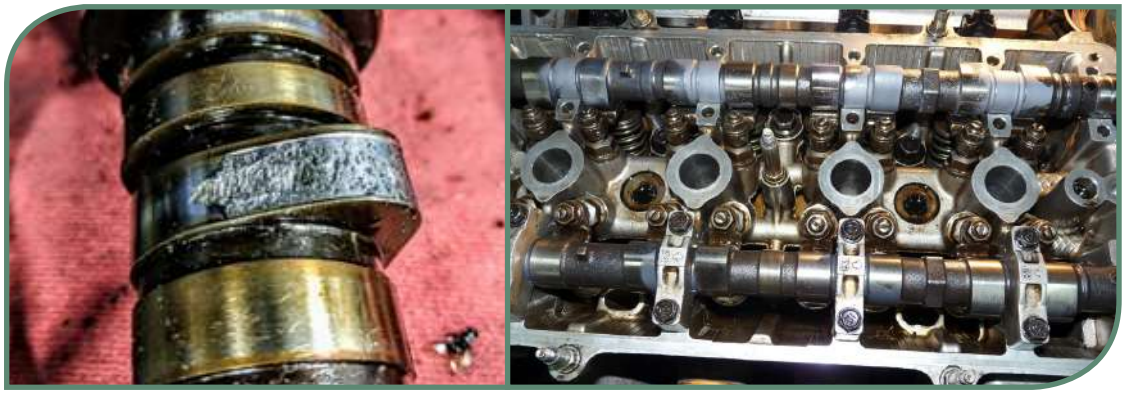
تنقل الأذرع المتأرجحة الحركة من عمود الحدبات إلى الصمامات مباشرة؛ لكي تفتح عندما يُركَّب العمود في أعلى رأس المحرك، وتُركَّب أذرع الدفع لنقل الحركة إليها عندما يُركَّب عمود الحدبات في الأسفل، كما في الشكل (5–16).

الشكل (5–16): الأذرع المتأرجحة.

في كلتا الحالتين يجب فحصها وصيانتها عند عملية التجديد، وتفحص بقياس قطر محور الأذرع وقطر عمود الأذرع ومقارنته بدليل الشركة الصانعة، إذ يجب أن يكون الخلوص بينهما (0.02–0.1) مم؛ فإذا زاد على ذلك يجب استبدال العمود والأذرع.

فحص عمود الحدبات

يعمل عمود الحدبات على فتح الصمامات والسماح للنابض بإغلاقها في التوقيت الصحيح، وبالارتفاع المناسب الذي يعتمد على شكل الحدبات، ويتعرض عمود الحدبات إلى إجهادات عالية نتيجة دورانه وارتكاز الأذرع المتأرجحة على الحدبات، ونتيجة للاحتكاك يتغير شكل الحدبات وارتفاعها كما في الشكل (5–17)؛ مما يوثر في عملية توقيت فتح الصمامات ومقدار زاوية فتح الصمامات، ويتعرض محور دوران عمود الحدبات للاحتكاك والتآكل، فيزداد مقدار الخلوص بينه وبين محور دورانه؛ ما يفضي إلى سوء عملية التزييت وسماع أصوات من عمود الحدبات، فيجب عندئذ تغييره. ومن أهم أعمال الصيانة التي تُجرى لعمود الحدبات فحص ارتفاع الحدبات عن محورها ومقارنته بدليل الشركة الصانعة، وفحص محور دوران عمود الحدبات وقياس قطره، والتأكد من مقدار الخلوص مع محور دورانه؛ لأنّ أقصى خلوص يسمح به هو(0.05) مم.



الشكل (5–17): اهتراء الكامة.

ابحث عبر محركات البحث (الإنترنت) عما يحدث للخلوصات بين الأجزاء الدوارة والمحتكة مع بعضها، وما تأثيرها في أداء المحرك؟ وما تأثير زمن التشغيل وظروف التشغيل في كفاءة عمل المحرك وطول عمر التشغيل؟ وما سبب إلزام الشركات الصانعة مالكي المركبات بمواعيد الصيانة المختلفة لمركباتهم؟ واكتب تقريرًا عن ذلك، وشاركه زملاءك وناقشه مع مدربك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – اذكر أجزاء رأس المحرك.

2 – عدِّد العوامل الرئيسة في تصميم رأس المحرك.

3 – ما الأسباب التي تؤدي إلى عدم استوائية رأس المحرك؟

4 – ما الأبعاد والقياسات الفنية لأجزاء رأس المحرك؟

5 – اشرح طريقة تنظيف رأس المحرك باستخدام الخزان الساخن.

6 – ما الأسباب التي تؤدي إلى جلخ سطح رأس المحرك؟

التمارين العملية

التمرين (5-1)

فك رأس المحرك عن المحرك

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفك رأس المحرك عن المحرك.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– صندوق عدة يدوية. – مركّبة عاملة. – دعامات إيقاف المركبة. – مكبس صمامات.	– مواد تنظيف.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أمِّن المركبة بدعامات خلف العجلات وأمامها.	
2 – فُكَّ مربط المركم السالب، كما في الشكل (1).	 الشكل (1)
3 – فُكَّ سدادة تفريغ الماء من المشع (Radiator)، كما في الشكل (2).	 الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4 – فُكَّ فلتر الهواء من مكانه، كما في الشكل (3).	الشكل (3)
5 – فُكَّ غطاء الصمامات، كما في الشكل (4).	الشكل (4)
6 – فُكَّ براغي تثبيت ماسورة العادم مع مجاري العادم، كما في الشكل (5).	الشكل (5)
7 – فُكَّ مسنن عمود الحدبات.	
8 – فُكَّ براغي عمود الحدبات، وانزع العمود من مكانه، كما في الشكل (6).	الشكل (6)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

9 – فُكَّ الخرطوم العلوي المتصل بين رأس المحرك والمشع المبين، كما في الشكل (7).

الشكل (7)

10 – أرخِ صامولة عيار دواسة الوقود.

11 – فُكَّ براغي تثبيت رأس المحرك بجسم المحرك، كما في الشكل (8).

الشكل (8)

12 – انزع رأس المحرك عن جسم المحرك.

13 – نظِّف مكان رأس المحرك في كتلة المحرك.

14 – فُكَّ الصمامات باستخدام مكبس الصمامات، كما في الشكل (9).

الشكل (9)

15 – رتِّب القطع حسب الفك.

16 – فُكَّ جلود الصمامات بالطريقة الصحيحة مع الحذر من كسر دليل الصمام.

17 – نظِّف القطع بمواد تنظيف.

التمارين العملية

التمرين (5-2)

فحص استوائية رأس المحرك

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- **تفحص استوائية رأس المحرك.**

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– طاولة عمل. – مسطرة فحص الاستواء. – شفرات عيار. – دليل الشركة الصانعة. – ورق زجاج (حف). – هواء مضغوط. – مبين الشقوق (بخاخ لون).	– مواد تنظيف.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – نظِّف رأس المحرك بمواد تنظيف وورق الزجاج جيدًا. 2 – نَفّخ رأس المحرك بالهواء المضغوط. 3 – بُخَّ بين الشقوق على سطح رأس المحرك من جهة غرف الاحتراق.	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

4 – افحص رأس المحرك بالنظر؛ لضمان عدم وجود أي تشقُّق في غرف الاحتراق؛ بعد رش المادة مبين الشقوق.

5 – عند وجود أي تشقق في رأس المحرك، يجب تبديل رأس المحرك.

الشكل (2)

6 – ضع مسطرة الفحص على سطح رأس المحرك من جهة غرف الاحتراق وبشكل قائم.

7 – ضع الشفرة المناسبة تحت مسطرة الفحص، كما في الشكل (1).

8 – ضع الشفرة على عدة أماكن على سطح رأس المحرك.

9 – قارن القراءة بدليل الشركة الصانعة (الحد المسموح 0.10 مم).

10 – اعمل خراطة لرأس المحرك إن لزم الأمر، كما في الشكل (2).

11 – ضع مسطرة الفحص مكان مجمع مجاري السحب في رأس المحرك.

12 – ضع الشفرة تحت مسطرة الفحص.

13 – قارن القراءة بدليل الشركة.

14 – افحص مجاري التبريد من أي توسيع بها (تنخيل الرأس).

التمرين (5-3)

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- **تصون الصمامات.**

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات		المواد الأولية
– عدة رواج.	– كليبر رقمي، ميكروميتر رقمي،	– مواد تنظيف.
– ملزمة، طاولة عمل.	شفرات عيار.	– مادة الرواج.
– مقدح ثابت.	– مكبس صمامات.	– ورق سنفرة.
– جهاز جلخ كرسي الصمام.	– ماكنة جلخ الصمام.	
– جهاز رايمر(تنعيم دليل الصمام).	– دليل الشركة الصانعة.	

خطوات الأداء

1 – فُكَّ صمامات رأس المحرك باستخدام مكبس الصمامات، كما في الشكل (1).

2 – افحص الصمام من أي كسر أو فتَلان، كما في الشكل (2).

3 – اربط الصمام في المقدح الثابت، ونظِّف وجه الصمام باستخدام ورق السنفرة.

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

خطوات الأداء

4 – افحص فتَلان الصمام، وذلك بوضعه على طاولة مستوية وتمرير شفرات العيار تحت ساقه (الحد المسموح:0.05) وإذا كان أكثر من ذلك فبدِّل الصمام.

5 – افحص قطر ساق الصمام من عدة أماكن باستخدام الميكروميتر، وقارن القراءات بدليل الشركة.

6 – قس طول الصمام كامل باستخدام الكليبر، وقارن النتيجة بالدليل.

7 – ضع الصمام على ماكنة جلخ الصمام إذا كان وجه الصمام بحاجة إلى عملية الجلخ، كما في الشكل (3).

8 – نظِّف كرسي الصمام باستخدام الجهاز الخاص (الريمر)، كما في الشكل (4).

9 – فكَّ دليل الصمام من رأس المحرك.

10 – افحص دليل الصمام بالكليبر أو الميكروميتر، وقارن القياس بدليل الشركة الصانعة.

11 – ركِّب دليل الصمام في رأس المحرك.

12 – اعمل روداج لوجه الصمام باستخدام مادة الروداج الخشنة ثم الناعمة، كما في الشكل (5).

13 – أعد الخطوات السابقة على باقي الصمامات، مع ترتيب الصمامات.

الرسم التوضيحي

الشكل (3)

الشكل (4)

الشكل (5)

التمارين العملية

التمرين (5-4)

فحص نوابض الصمامات والأذرع المتأرجحة

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- **تفحص نوابض الصمامات والأذرع المتأرجحة.**

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– جهاز فحص النوابض. – كلبر. – دليل الشركة الصانعة. – طاولة عمل.	– مواد تنظيف.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – فُكَّ الأذرع المتأرجحة كما في الشكل (1).	

الشكل (1)

خطوات الأداء

2 – قس طول نابض الصمام بالكليبر.

3 – قارن قياس النابض بدليل الشركة الصانعة.

4 – افحص التواء النابض بالنظر، وبدّله إن كان تالفًا.

5 – نظِّف الذراع المتأرجح بمواد تنظيف جيدًا قبل الفحص.

6 – افحص بالنظر الذراع المتأرجح من مكان الحدبة، وعند وجود أي خدش يوجد فيه يجب تبديله.

7 – افحص الذراع من مكان ساق الصمام، وإذا وجد أي تآكل في الذراع بدِّله.

8 – افحص قطر محور الذراع بالكليبر وعند وجود أي تآكل فيه فيجب تبديله.

9 – افحص قاعدة الذراع (التكاية) من مكان الحدبة، وعند وجود أي تآكل بالقاعدة بدّلها.

10 – افحص عمود الأذرع بالكليبر، وقارن النتيجة بدليل الشركة.

11 – كرر الخطوات السابقة على جميع الأذرع.

التمارين العملية

التمرين (5-5)

فحص عمود الحدبات

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- **تفحص عمود الحدبات.**

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– كليبر. – ميكرو ميتر. – دليل الشركة الصانعة.	– مواد تنظيف.

خطوات الأداء

1 – قس بالميكروميتر القطر الأصغر من الحدبة المبين في الشكل (1)، وقارن القياس بدليل الشركة.

2 – قس القطر الأكبر(الحدبة)، وقارن القياس بالدليل.

3 – كرر العملية على حدبات الدخول والخروج.

4 – افحص بالنظر أي خدوش في الحدبة، كما في الشكل (2)، وبدِّل العمود إن وجد الخدش.

5 – تأكد من عدم وجود أي كسر أو تشقق في العمود

6 – قس المحاور الثابتة لعمود الحدبات بالميكروميتر.

7 – قارن القراءة بالدليل.

8 – افحص بالنظر ثوابت عمود الحدبات للتأكد من عدم وجود أي تآكل، وبدِّل أي ثابت تالف.

9 – افحص بالنظر مسنن عمود الحدبات من أي كسر في المسنن، وبدِّل المسنن إن وجد الكسر.

10 – افحص تآكل (ذوبان) المسنن، وبدِّله إن وجد التآكل.

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

التمارين العملية

التمرين (5-6)

تجميع أجزاء رأس المحرك

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تجمِّع أجزاء رأس المحرك.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– عُدة يدوية. – مكبس صمامات. – مزيتة. – طاولة عمل، ملزمة.	– مواد تنظيف.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – اغسل رأس المحرك بمواد التنظيف، ونفِّخ الرأس بالهواء المضغوط جيدًا. 2 – ركِّب جلود صمامات جديدة؛ باستخدام العدة اللازمة (بكس ماسورة 10)، كما في الشكل (1).	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

3 – ركِّب قاعدة ارتكاز النابض السفلية في مكانها (الصحن).

4 – ثبِّت رأس المحرك بالملزمة، في وضع رأسي.

5 – اغسل الصمامات بمواد التنظيف، وضع على ساقها زيتًا وركِّبها في مكانها.

6 – اضغط نابض الصمام باستخدام مكبس الصمامات.

7 – ركِّب قفل النابض (الدسر) في مكانه.

8 – كرِّر العملية على باقي الصمامات.

9 – ركِّب الأذرع المتأرجحة في مكانها.

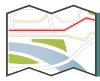
10 – ركِّب عمود الحدبات مع مراعاة اتجاه مقدمة العمود، كما في الشكل (2).

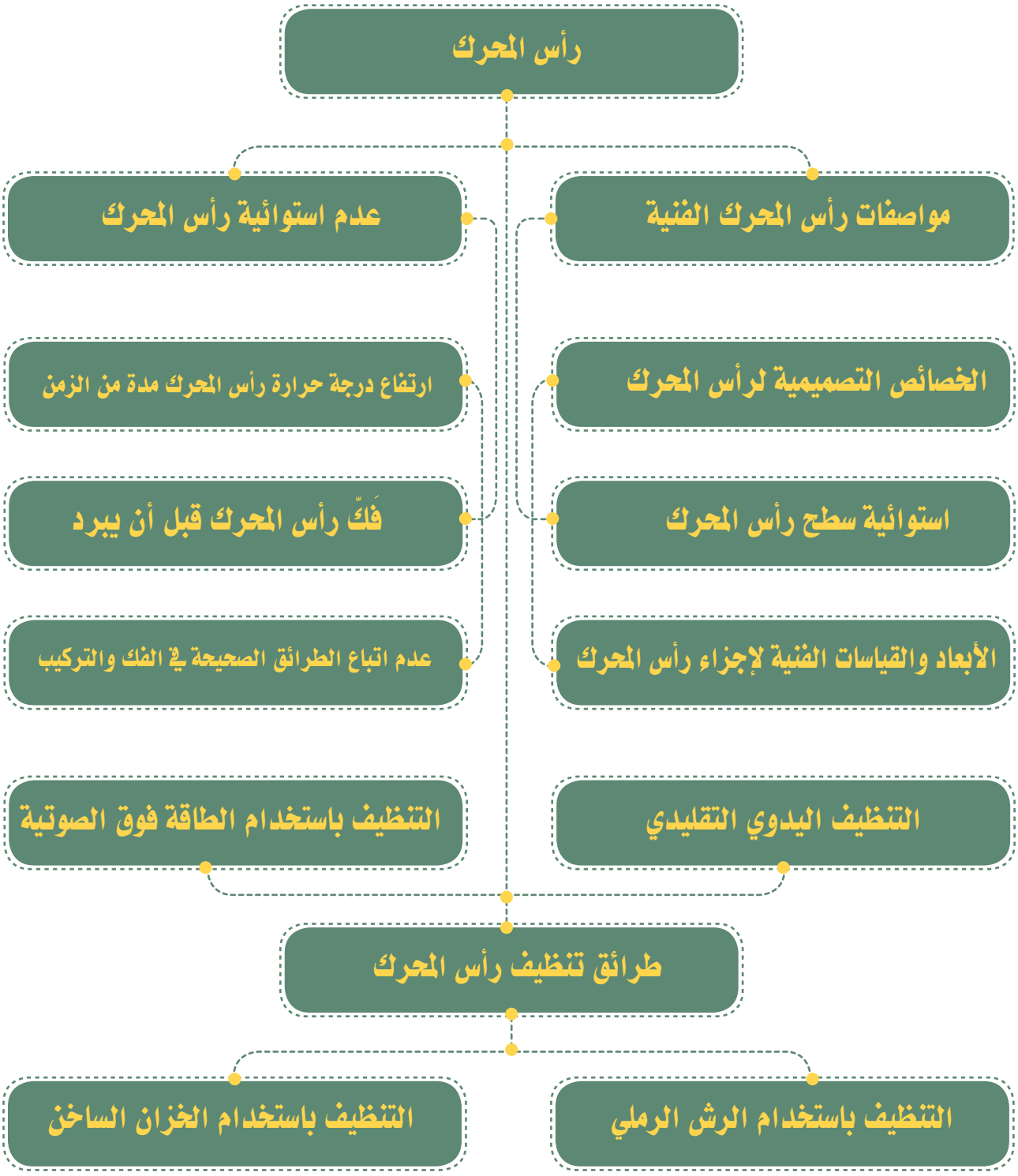
11 – ركِّب مجمع مجاري السحب في مكانه.

12 – ركِّب مجاري العادم في مكانها.

الشكل (2)

الخريطة المفاهيمية





ثانيًا: تجديد مجموعة كتلة الأسطوانات في جسم المحرك

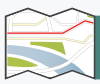
النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرَّف الخلوصات والمواصفات الفنية لأجزاء من مجموعة كتلة الأسطوانات.
- يحلِّل أعطال المحرك، وأسبابها، وطرائق إصلاحها.
- يتعرَّف أعمال الخدمة والصيانة بعد عملية تجديد المحرك.
- يقرأ الرسوم التخطيطية المتعلقة بتجديد المحرك.
- يتعرَّف المصطلحات الفنية الخاصة بتجديد المحرك.
- يفُكّ بكرة عمود المرفق، والغطاء الأمامي لمجموعة مسننات التوقيت.
- يفُكّ كتلة الأسطوانات إلى أجزائها.
- يُجري عمليات التنظيف المناسبة لأجزاء كتلة الأسطوانات.
- يفحص خلوص محاور عمود المرفق، وأذرع التوصيل، واستقامتها باستخدام الأدوات المناسبة.
- يفحص خلوص حلقات الكباسات باستخدام الأدوات المناسبة.
- يحدِّد نوع التآكل في الأسطوانات باستخدام الأدوات المناسبة.
- يجمِّع أجزاء المحرك المفكوكة حسب تعليمات الشركة الصانعة.
- يعيد تركيب رأس المحرك على كتلة الأسطوانات.
- يضبط خلوص الصمامات حسب تعليمات الشركة الصانعة.

استكشف

القياس والتقويم



الخرائط المفاهيمية

يتعرض جسم المحرك لإجهادات بسبب الحرارة والضغط وقوى الاحتكاك؛ ما يفضي إلى تآكل الأجزاء واهترائها على نحو متفاوت، فتحدث الأعطال الميكانيكية والتشغيلية نتيجة زيادة الخلوصات على الحدود المسموح بها. ومن أبرز المؤشرات على وجود الأعطال صدور أصوات عند تشغيل المحرك، وانبعاث الدخان والغازات ذات اللون الأزرق والأسود والأبيض في غاز العادم، وضعف قدرة المحرك، وزيادة استهلاك الوقود، فعندئذ تصبح عملية تحديد جسم المحرك ضرورية لإعادة المحرك إلى وضعه الصحيح، فتستبدل بالقطع التالفة قطع أخرى صالحة وتضبط خلوصات الأجزاء المتحركة والدوارة. مع إجراء عمليات التشغيل اللازمة.

تعرفت في الدرس السابق عملية تحديد رأس المحرك، والمواصفات الفنية والقياسات والخلوصات وكيفية قياسها، وسنتعرف في هذا الدرس عملية تحديد كتلة الأسطوانات والمكابس، وأذرع التوصيل، وعمود المرفق، ومضخة التزييت، ومسننات التوقيت، والمواصفات الفنية لكتلة الأسطوانات وأجزاءها، والقياسات والخلوصات الخاصة بها، وعملياتِ الصيانة المطلوبة، والأعطال التي تتطلب تحديد المحرك.

- ما أسباب ظهور العلامة في الشكل (5–19)؟

الشكل (5–19): إضاءة مصباح الأعطال.

استكشف

– تُصنع جسم المحرك ورأس المحرك بوساطة حديد الزهر ثم التشكيل بوساطة عمليات التشغيل المختلفة، وتصنع من مواد مختلفة مثل سبائك الألمنيوم والحديد الصلب، ما الفرق بين المعدنين؟ وأين يستخدم كلّ منهما ؟

اقرأ.. وتعلم

المواصفات الفنية لأجزاء جسم المحرك

المواصفات الفنية لأجزاء جسم المحرك هي: القياسات والخلوصات والسماحية لأجزاء جسم المحرك الموصى بها من الشركة الصانعة، وعند العمل على تجديد أجزاء جسم المحرك لابد من استخدام دليل الشركة الصانعة للمحرك؛ للوقوف على كامل المعلومات والقياسات المعتمدة وطرائق الفحص والقياس لأجزاء المحرك؛ ويجب على الفني أن يتقن استخدام الأدوات وأجهزة القياس الخاصة قبل البدء في عملية التجديد.

المواصفات الخاصة بجسم (كتلة) الأسطوانات

1 – أسطوانات المحرك

تُصنع الأسطوانات المبينة في الشكل (5–20)، المبردة بالماء من حديد الزهر الرمادي، أما الأسطوانات المبردة بالهواء تغطى بطبقة من سبيكة الألمنيوم مع الزعالف؛ لأنها خفيفة الوزن وذات موصولية جيدة للحرارة، ويجب أن تتوافر في مادة صنع الأسطوانات المواصفات الآتية:

أ – خواصّها الانزلاقية جيدة (نعومة سطحها الداخلي).

ب– مقاومتها عالية للتآكل والصدأ.

جـ– موصوليتها للحرارة جيدة.

الشكل (5–20): أسطوانات المحرك.

تبلغ سرعة المكبس وقوته الجانبية المؤثرة في سطح الأسطوانة أكبر قيمة لهما عند منتصف المسافة بين النقطة الميتة العليا والنقطة الميتة السفلى، حيث يكون التآكل والاهتراء في سطح الأسطوانة أكبر ما يمكن عند النقطة الميتة العليا، ثم يبدأ بالتناقص التدريجي حتى النقطة الميتة السفلى، ويمكن تعليل ذلك بما يأتي:

أ – يكون التزييت في النقطة الميتة العليا أقل ما يمكن.

ب– زوال غشاء الزيت الموجود على جدار الأسطوانة بسبب الوقود المتكاثف عليه عند تشغيل المحرك بالوضع البارد، فيحدث احتكاك جاف.

جـ– تكوِّن آثار الكبريت القليلة الموجودة في الوقود أحماضًا عند اتحادها مع بخار الماء، فتسبب تآكل الجزء العلوي من سطح الأسطوانة، وينتج عن ذلك انخفاض الضغط، ونقص قدرة المحرك، وزيادة معدل استهلاك الزيت فيه، مع ظهور دخان أزرق مع غازات العادم، ولذلك يجب تجديد الأسطوانات؛ عندما يبلغ تآكل سطحها الداخلي (0.2 – 0.4) مم.

يمكن إصلاح بعض أنواع الأسطوانات بتوسيع قطر تجويفها الداخلي بمقدار (0.25) مم، ثم صقل سطحها وتنعيمه، ويُسمح بإعادة هذه العملية أربع مرات، فعندئذ يزيد قطر الأسطوانة

(2) مم على القطر المعياري في كل مرة، ويُركَّب مكبس بمقياس مناسب بعد كل عملية تجديد للأسطوانة. ولأبعاد الأسطوانة أهمية كبيرة في تصميم المحركات؛ إذ يُحدد قطر الأسطوانة والبعد بين النقطتين الميتة العليا والميتة السفلى حجمها أو سعتها، وبناءً على ذلك تُحدَّد سعة المحرك وعدد الأسطوانات المناسبة للتصميم، ويمكن استخدام أنواع مختلفة من الأسطوانات، وذلك حسب نوع نظام التبريد المستخدم في المحرك، وهذه الأسطوانات هي الآتية:

أ- **أسطوانات المحركات ذات التبريد المائي**: يوجد نوعان منها:

1. **الجلب الجافة وخصائصها:**

أ . جدارها رقيق.

ب. لا تلامس سائل التبريد جدارها الخارجي مباشرة.

جـ. تُركَّب بضغط داخل تجويف كتلة الأسطوانات أو التبريد.

د . تُنعم وتُصقل وفق القياس النهائي بعمليات الخراطة والصنفرة.

هـ. تُزوَّد من الأعلى بحافة (كتف) يرتكز على تجويف الأسطوانة في كتلة الأسطوانات.

و. قابلية التوسيع في قطرها الداخلي.

ز. تُصنع غالبًا من حديد الزهر الرمادي.

2. **الجلب المبتلة وخصائصها:**

أ . تحيط بها سائل التبريد.

ب. جدار الجلب سميك على طول الشوط (بين ن. م. ع – ن. م. س).

جـ. عند التركيب يجب التأكد من مانعات تسرب مياه التبريد إلى صندوق عمود المرفق.

د . يُزوَّد طرفها العلوي بحافة أعلى من سطح الأسطوانة بمقدار(0.01) مم.

هـ. تُضغط عند تركيب رأس المحرك على كتلة الأسطوانات.

و. لا يمكن إجراء توسيع لقطرها الداخلي، لأنها تُصنع بمقياس معياري..

ز. تُستبدل مع المكبس عند تجديد المحرك.

ب- أسطوانات المحركات ذات التبريد الهوائي

تتميز هذه الأسطوانات بالآتي:

1. خفيفة الوزن.
2. زيادة السطح الخارجي الذي يتعرض للهواء.
3. تُركَّب عليها زعانف من الألمنيوم باتجاه مرور التيار الهوائي.
4. يمكن استبدال أية أسطوانة عند حدوث العطل فيها.

هذا النوع من الأسطوانات له عيوب أبرزها:

تأخذ الأسطوانة حيزًا كبيرًا مما يؤدي إلى زيادة طول جسم المحرك؛ ولذلك تُركّب على نحو متقابل.

2 - المكابس

يتعرض المكبس للإجهادات الناتجة من الضغط والحرارة والاحتكاك؛ ولذلك يجب أن تتوافر في مادة صنعه الشروط المناسبة، من دقة عالية وحسابات دقيقة للأبعاد والقياسات؛ لمعالجة الإجهادات والضغوط التي يتعرض لها، والفرق في درجات الحرارة بين أجزائه المختلفة، ولمقاومة تلك الإجهادات. ويصنع رأس المكبس (تاج المكبس) إما مستويًا، وإما محدبًا قليلًا، ويعتمد سمك رأسه على مقدار ضغط الاحتراق، أما ارتفاع منطقة الحلقات فيعتمد على عددها وأبعادها، ويُطلق على الجزء العلوي من رأس المكبس إلى الحلقة الأولى اسم شفة الحريق، أما الجزء السفلي فيُسمى جذع المكبس (ساق المكبس)، ويعمل على توجيه حركة المكبس داخل الأسطوانة، وترتفع درجة حرارة المكبس على نحو كبير عند سطح المكبس (التاج) في أثناء عملية الاحتراق، ويتوقف ذلك على نوع المحرك وطريقة تشغيله وتبريده، ولكنها تكون أقل بمقدار النصف تقريبًا عند أسفل المكبس، يؤدي هذا الفرق الكبير في درجات الحرارة إلى اختلاف مقدار التمدد الحراري لرأس المكبس وجذعه.

لمعالجة هذا الفرق في التمدد تُصنع المكابس بطرائق مختلفة:

أ - يمكن عمل شق في محيط مجرى حلقات المكبس لفصل رأس المكبس جزئيًّا عن جذعه،

ب– قد تضاف مواد من حديد الزهر الرمادي المقاوم للتمدد إلى رأس المكبس عند تصنيعه، ويصنع جذع المكبس من سبيكة الألمنيوم، وترتبط أبعاد المكبس بأبعاد الأسطوانة مباشرة عند تصنيعه أو تجديده، إذ إن الخلوص بينهما يكون في حدود (0.07) مم، ويمثل الخلوص الفرق بين قطري المكبس والأسطوانة لمعالجة التمدد القطري في منطقة الرأس الذي يكون أكبر منه عند الجذع، ويقل قطر المكبس باتجاه مسمار التثبيت عن القطر بالاتجاه المتعامد عليه حتى تكون عملية التزييت على نحو أفضل. ويوضح الشكل (5–21) بعض أشكال المكابس.

جـ– قطر تاج المكبس أقل من قطر جذعه لمعالجة التمدد القطري.

الشكل (5–21): أشكال المكابس.

ومن وظائف المكابس الآتي:

أ – يعمل بوصفه مانع تسرب متحركًا بين غرفة الاحتراق وصندوق عمود المرفق.

ب– يتلقى قوى ضغط الاحتراق وينقلها إلى ذراع التوصيل.

جـ– ينقل الحرارة إلى جدار الأسطوانة، وإلى زيت المحرك.

د – يتحكم في حركة الغازات داخل أسطوانات المحركات الثنائية الدورة.

هـ – يشكل غرفة الاحتراق أو جزءًا منها.

3 – حلقات المكبس

تصنع حلقات المكبس من حديد الزهر الرمادي أو االفولاذ؛ نظرًا لمقاومته المرتفعة للتمدد، وتتصف الحلقات بالمرونة والانزلاقية الجيدة. وهي على أنواع مبينة في الشكل(5–22). وتُقسم حلقات المكبس تبعًا لوظيفتها إلى نوعين: حلقات إحكام الضغط، وحلقات كشط الزيت، وتستعمل عادة حلقتان لإحكام الضغط، أو ثلاث حلقات في محركات أوتو، وحلقة كشط زيت واحدة، أما في محرك الديزل فيستعمل عدد حلقات أكبر. وتتعرض الحلقة العلوية لإجهادات أكبر من الحلقات الأخرى بسبب قلة التزييت وارتفاع درجات الحرارة؛ ولذلك تُطلى بطبقة من الكروم لتقليل معدل تآكلها. ويجب أن تتوافر خلوصات مختلفة لحلقات المكبس، حسب تعليمات دليل الشركات الصانعة.

الشكل (5–22): حلقات المكبس.

خلوصات حلقات المكبس

أ – الخلوص بين طرفي الحلقة عند تركيبها في مكانها، وضغطها داخل الأسطوانة.

ب– الخلوص الجانبي وهو: ارتفاع الحلقة ومقارنته بارتفاع المجرى الخاص بها.

جـ– الخلوص الخلفي وهو: عرض الحلقة ومقارنته بعمق المجرى الخاص بها أيضًا.

تعود أهمية الخلوصات إلى أن حلقات المكبس يجب أن تحافظ على مرونتها وحرية حركتها داخل مجراها في المكبس، ومعالجة التمدد الذي يطرأ على مجاري المكبس عند ارتفاع درجات الحرارة، إذ إن التصاقها بمجاريها يفقدها وظائفها التي صُممت لأدائها. ويراعى عند تركيب

الحلقات توزيع فتحاتها الطرفية بزوايا معينة تعتمد على عدد الحلقات؛ حتى تمنع تسرب الضغط والغازات.

ولحلقات المكبس وظائف متعددة، أهمها:

أ – منع تسرب الغازات من غرف الاحتراق إلى صندوق عمود المرفق.

ب– منع وصول زيت التزييت إلى غرف الاحتراق.

جـ– نقل الحرارة من رأس المكبس إلى جدار الأسطوانة.

4 – مسمار المكبس

يعمل مسمار المكبس على ربط المكبس بذراع التوصيل، وتؤثر إجهادات ميكانيكية وحرارية متتالية في سطح المكبس. ولذلك يكون الخلوص بينه وبين صرة المكبس صغيرًا (0.02 – 0.05) مم.

طرائق تثبيت مسمار المكبس في المكبس

أ – التثبيت شبه العائم وهو على النحو الآتي:

1. يثبت مسمار المكبس (PIN) في المكبس بالتبريد أو التسخين، ويكون طرف ذراع التوصيل حرًّا (عائم) الحركة على المكبس.
2. يثبت مسمار المكبس (PIN) مع ذراع التوصيل بالتسخين، ويكون المكبس حرًّا (عائم الحركة).

ب– التثبيت العائم: يكون مسمار المكبس (PIN) حر الحركة في المكبس وذراع التوصيل، وتوضع حلقات إحكام (كبشاية) على طرفي المسمار (PIN) لمنعه من الانزلاق إلى الخارج.

5 – ذراع التوصيل

ذراع التوصيل المبين بعض أنواعه في الشكل (5–23) هو حلقة وصل بين المكبس وعمود المرفق، ويعمل على نقل القوى الناتجة من عملية الاحتراق على سطح المكبس إلى عمود المرفق، وينقل حركة المكبس الترددية إلى عمود المرفق.

الشكل (5–23): بعض أنواع ذراع التوصيل.

يتكون ذراع التوصيل من النهاية الصغرى مع جلبتها، والساق (الساعد)، والنهاية الكبرى للذراع مع غطائها وبطاناتها وبراغي التثبيت. وعند تركيب ذراع التوصيل مع صرة المكبس بوساطة المسمار (Pin) يراعى وجود خلوص جانبي بين النهاية الصغرى وصرة المكبس بمقدار (1–3) مم؛ حتى يأخذ المكبس وضعه الصحيح في وسط الأسطوانة. وتحيط النهاية الكبرى لذراع التوصيل بمحور عمود المرفق المتحرك، وتصنع من جزأين لهما بطانات انزلاقية (كشنيت) في المحركات الرباعية الدورة، ويسمى الجزء السفلي للنهاية الكبرى الغطاء، ويُثبت مع الذراع ببراغي ربط تتحمل الإجهادات المرتفعة، أما في محركات الثنائية الدورة فتُستعمل محامل دحروجية. ويُراعى وجود خلوص لبطانات النهاية الكبرى عند تركيبها على المحور المتحرك لعمود المرفق مقداره (0.05) مم في الحد الأقصى، وتحتوي البطانة على مجرى دائري، مهمته استيعاب الزيت، وتُزيَّت البطانة عن طريق الثقوب المائلة إلى عمود المرفق والقادمة من المحاور الثابتة، وتُصنع الساق على شكل حرف (I) ويمتاز هذا المقطع بمقاومته الالتواء والانحناء.

6 – عمود المرفق

يعتمد شكل عمود المرفق المبين في الشكل (5–24)، على عدد الأسطوانات، وترتيبها، وعدد محامل عمود المرفق، وتتابع الإشعال، ويحدد طول عمود المرفق؛ تبعًا لعدد الأسطوانات وترتيبها، ويثقب عمود المرفق بثقوب مائلة لتزييت بطانات الاحتكاك، ويصل الزيت القادم من المضخة إلى البطانات الثابتة، ومنها إلى البطانات المتحركة عن طريق هذه الثقوب، وتُصمم البطانات بحيث تتحمل القوى المحورية.

الشكل (5–24): عمود المرفق.

أما بالنسبة إلى اتزان عمود المرفق فيجب أن يكون متزنًا اتزانًا أستاتيكيًّا وديناميكيًّا عند تصنيعه، وأن يحافظ على اتزانه أيضًا عند تجديده أو عند إجراء عمليات الخراطة والجلخ؛ لأن عدم اتزانه يؤدي إلى اهتزاز شديد عند دورانه، وبخاصة عند استخدام السرعات المرتفعة.

وتُعد القياسات الخاصة بمحاور عمود المرفق. وتحديد الخلوصات من أهم الإجراءات التي يجب تنفيذها عند عملية تجديد المحرك، ومن أهم هذه القياسات الآتي:

أ – قياس أقطار المحاور الثابتة.

ب– قياس أقطار المحاور المتحركة.

جـ– قياس الخلوص المحوري لعمود المرفق بعد تركيبه.

د – قياس خلوص بطانات المحاور الثابتة والمتحركة لعمود المرفق بعد تركيبها.

والجدول (5–1) القياسات المعيارية لبطانات محاور عمود المرفق الثابتة والمتحركة التي تتناسب مع عمليات الخراطة، وتجديد عمود المرفق:

الجدول (5–1): القياسات المعيارية لبطانات محاور عمود المرفق الثابتة والمتحركة.

القياس بالملميتر	STD	0.25	0.50	0.75	1.00
القياس بالإنش	STD	0.010	0.020	0.030	0.040

ومن وظائف عمود المرفق كالآتي:

أ – يولد حركة دورانية.

ب– ينقل عزم الدوران إلى القابض عن طريق الحذافة.

جـ– يدير عمود المرفق عمود الحدبات بنسبة دوران (2:1).

د – يدير عمود المرفق مضخة سائل التبريد ومضخة التزييت.

هـ– يدير عمود المرفق مولد التيار.

7 – **مضخة الزيت**

تعد مضخة الزيت جزءًا مهمًّا في عملية التجديد؛ نظرًا لدورها في تزييت المحامل والأجزاء المتحركة في المحرك، وإن أي عطل فيها يؤدي إلى نقص في ضغط الزيت، ما يؤدي إلى زيادة الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة، وزيادة اهتراء المحامل وجدران الأسطوانات والمكابس وغيرها.

الفحوصات الواجب عملها لمضخة الزيت

أ – فحص الخلوص بين مسننات المضخة ومقارنته بدليل الشركة الصانعة.

ب– فحص ضغط المضخة بمختلف السرعات والتأكد من وصول كمية الزيت المناسبة.

جـ– فحص صمام تنظيم الضغط.

د– فحص محور المضخة.

هـ– فحص خلوص المسنن الدائر(القائد) مع جسم المضخة.

و– فحص خلوص المسنن المدار(المنقاد) مع جسم المضخة.

8 – **مجموعة توقيت الصمامات**

تنتقل الحركة من مسنن عمود المرفق إلى مسنن عمود الحدبات بالتعشيق المباشر بين المسننين، أو غير المباشر عن طريق السيور والسلاسل المعدنية عندما يُركَّب عمود الحدبات بعيدًا عن عمود المرفق، وتكون مسننات التوقيت ذات مقطع مربع أو نصف دائري عند استعمال السيور، أما عند استعمال السلسلة المعدنية فيكون مقطع السن على شكل مثلث لتسهيل عملية تعشيقه مع السلسلة. وتتحكم المسننات بعدد دورات عمود المرفق وعمود الحدبات؛ إذ تجعل عمود المرفق يدور ضعف عدد دورات عمود الحدبات في المحركات الرباعية الدورة.

وتُفحص مسننات التوقيت عند تجديد المحرك لمعرفة حالتها الفنية من حيث تآكل الأسنان أو اهتراؤها، وكذلك خلوص المسننات مع محاور دورانها، فإذا كانت غير صالحة فإنها تُستبدل، وتُفحص محامل المعايرة والشد ومرتكزاتها الخاصة بالسيور والسلاسل المعدنية، وتُستبدل إذا كانت تالفة. وتعمل المسننات على ضبط عملية فتح الصمامات وإغلاقها بالنسبة إلى حركة المكبس داخل الأسطوانة، إذ يبدأ صمام الدخول بالفتح قبل نزول المكبس من النقطة الميتة العليا، ويغلق بعد وصول المكبس إلى النقطة الميتة السفلى، وعند تركيبه يراعى وضع علامات خاصة بالتوقيت على المسننات، بما يتناسب مع العلامات على صدر المحرك.

أعمال الخدمة والصيانة بعد عملية التجديد

بعد الإنتهاء من تجديد المحرك وتركيبه في المركبة، فإن عملية تشغيله يجب أن تمر بخطوات ومراحل تدريجية؛ ليصبح جاهزًا للعمل في الظروف المختلفة، وهي الآتية:

1 – التشغيل من دون حمل: يُقصد بذلك تشغيل المحرك على السرعة البطيئة مدة من الزمن (30) دقيقة، ومراقبة نظام التبريد والتزييت، والتأكد من عملهما بالشكل الصحيح، وعلى نحو جيد.

2 – إعادة شد براغي رأس المحرك.

3 – إعادة ضبط خلوص الصمامات: عند تشغيل المحرك بعد تجديده قد تتغير بعض الخلوصات، وخاصة خلوص الصمامات، وفي بعض التصميمات تُضبط خلوصات الصمامات ذاتيًّا؛ بالاعتماد على ضغط الزيت في المحرك.

4 – تغيير زيت المحرك وفلتر الزيت: يُغيَّرُ الزيت والفلتر بعد تشغيل المحرك وقطع مسافة (1500) كم، وذلك لتنظيف المحرك من الترسبات المعدنية (بقايا الخراطة) وتجانس أجزاء المحرك.

5 – تشغيل المحرك بأحمال جزئية: يُشغَّل المحرك تدريجيًّا بأحمال جزئية مع قطع مسافة (1000) كم، مع مراقبة نظام التبريد والتزييت، وأي صوت من المحرك، ويُستبدل الزيت.

6 – تشغيل المحرك بالحمل الكامل: بعد تنفيذ الإجراءات السابقة ومراقبة أداء المحرك، يمكن تشغيله بالحمل الكامل على نحو طبيعي، ومتابعة أعمال الصيانة الوقائية، واتباع تعليمات الشركة الصانعة.

تتوفر سكبة المحرك بأشكال متعددة؛ وترتب الأسطوانات بداخلها بأشكال متعددة، بشكل مستقيم، أو مائلة بزاوية (45) درجة، أو ترتب بشكل صفين بينها زاوية (45) درجة، ما الغرض من ذلك؟ وهل لهذه الترتيبات علاقة بالقدرة المتولدة والقوى المؤثرة في حركة المكابس؟

استخدم الشبكة العنكبوتية لمعرفة الإجابة عن الأسئلة السابقة.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – ما المواصفات الفنية لأجزاء جسم المحرك؟

2 – عدِّد وظائف المكبس.

3 – اذكر ميزات أسطوانات المحركات ذات التبريد الهوائي.

4 – ما طرائق تثبيت مسمار المكبس في المكبس؟

5 – ما أسباب استهلاك الوقود الناتج عن المكبس والأسطوانة والحلقات؟

6 – ما طرائق تشخيص أعطال المحرك؟

7 – عدِّد خطوات تشغيل المحرك بعد تجديده.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- **تفحص أسطوانات المحرك بعدة طرائق.**

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– ساعة فحص استواء. – ميكروميتر داخلي. – كليبر. – دليل الشركة الصانعة.	– مواد تنظيف.

خطوات الأداء

1 – قس قطر الأسطوانة بالميكروميتر الداخلي، لتحديد القياس المناسب، كما في الشكل(1).

2 – جهِّز الساعة بالقياس المناسب للأسطوانة.

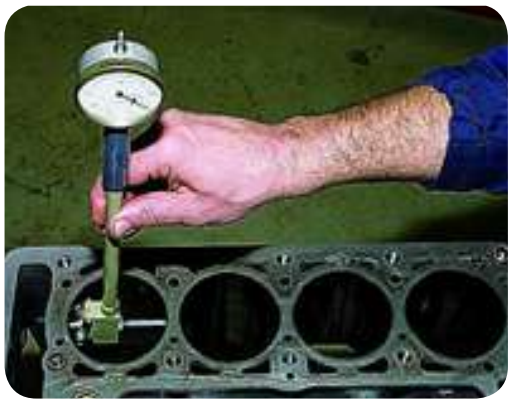
3 – ابدأ بتصفير الساعة، وتأكَّد من رجوع المؤشر إلى الصفر.

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

4 – أنزل الساعة في الأسطوانة، وحرِّك الساعة إلى أن تُثبِّت المؤشر، كما في الشكل (2).



الشكل (2)

5 – سجِّل قراءة الساعة.

6 – انزل بالساعة إلى منتصف الأسطوانة، كما في الشكل (3).

7 – حرِّك الساعة إلى أن تثبت المؤشر مرة أخرى. وسجِّل القراءة.

8 – انزل بالساعة إلى نهاية الأسطوانة.

9 – حرِّك الساعة إلى أن يثبت المؤشر؛ وسجِّل القراءة.

10 – اسحب الساعة وأنزلها في الأسطوانة، لكن بشكل عمودي على المكان الأول الذي أُخذت منه القراءات.

الشكل (3)

11 – كرِّر العملية السابقة في الأسطوانة.

12 – كرِّر القياسات على باقي الأسطوانات، وقارن القراءات مع دليل الشركة الصانعة.

13 – أعد الخطوات السابقة، لكن باستخدام الميكروميتر الداخلي.

14 – لاحظ هل يوجد فرق بين ساعة الاستواء والميكروميتر الداخلي.

التمارين العملية

التمرين (5–8)

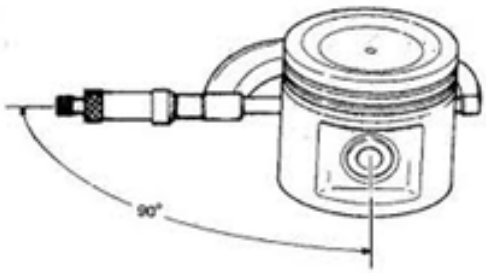
فحص أبعاد المكبس

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- **تفحص أبعاد المكبس.**

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– ميكروميتر. – كليبر. – شفرات عيار. – دليل الشركة الصانعة.	– مواد تنظيف.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – نظِّف مجاري الحلقات في المكبس من الرواسب الكربونية. 2 – قس قطر المكبس باستخدام الكليبر، أو الميكروميتر، وسجِّل القياس، كما في الشكل (1).	

الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
3 – القياس يحدث من ثلاثة أماكن (تاج، وسط، أسفل).	
4 – قارن القياسات بالدليل.	
5 – قس بالكليبر أو بالميكروميتر مكان مسمار المكبس، كما في الشكل (2).	
6 – ركِّب حلقات المكبس في المكبس.	
7 – قس الخلوص بين الحلقات والمكبس باستخدام شفرات العيار، كما في الشكل (3).	
8 – تأكد بالنظر من عدم وجود أي كسر أو شق في جسم المكبس من الداخل.	
9 – تأكد من حرية حركة الحلقات في مجاريها، وذلك بتدوير الحلقة في مجرى الحلقات على محيط المكبس.	
10 – قس قطر الأسطوانة، وقطر المكبس، قارن القياسات بدليل الشركة.	

الشكل (2)

الشكل (3)

التمارين العملية

التمرين (5–9)

فحص حلقات المكبس

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- **تفحص حلقات المكبس.**

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– زرادية حلقات. – شفرات عيار.	– مواد تنظيف.
– طاولة عمل . – حلقات جديدة. – دليل الشركة.	

خطوات الأداء

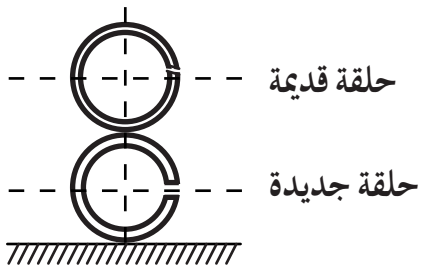
1 – فُكَّ الحلقات عن المكبس باستخدام زرادية الحلقات، كما في الشكل (1).

2 – ضع حلقة الضغط الأولى على طاولة العمل، بجانب حلقة ضغط جديدة، ولاحظ المسافة بين أطراف الحلقتين كما في الشكل (2).

3 – ركِّب الحلقة في مجراها في المكبس، كما في الشكل (3).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)



الشكل (2)

الشكل (3)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

4 – افحص الخلوص بينها وبين المكبس بشفرات العيار، كما في الشكل (4).

الشكل (4)

5 – ركِّب الحلقة في الأسطوانة من جهة النقطة الميتة العليا باستخدام المكبس، كما في الشكل (5).

الشكل (5)

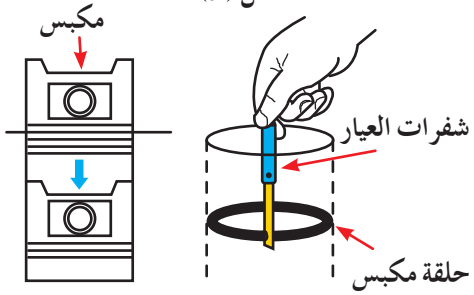
6 – قس الخلوص بين أطراف الحلقة باستخدام شفرات العيار، كما في الشكل (6).

الشكل (6)

7 – أنزل الحلقة إلى وسط الأسطوانة باستخدام المكبس وقس الخلوص، كما في الشكل (7).

الشكل (7)

8 – أنزل الحلقة إلى النقطة الميتة السفلى كما في الشكل (8) وقس الخلوص.



الشكل (8)

9 – كرر العملية على باقي الحلقات، وسجِّل القياسات.

10 – قارن القياسات بالدليل، إن كانت لا تتطابق مع الدليل فيجب تبديلها.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تصون ذراع التوصيل.

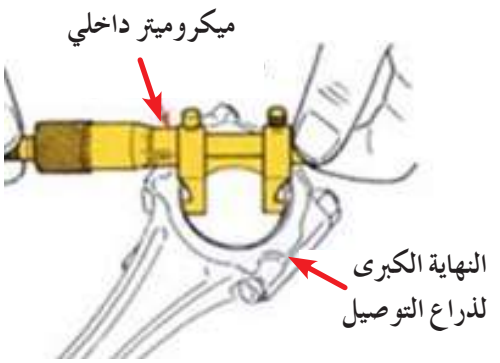
متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– كلير، ميكروميتر داخلي. – البلاستيك كيج، شفرات العيار. – جهاز فحص الإفتال ولالتواء. – دليل الشركة الصانعة. – زرادية حلقات (كباشي).	– مواد تنظيف.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – فُكَّ حلقات تثبيت مسمار المكبس باستخدام زرادية الكباشي، كما في الشكل (1). 2 – قس النهاية الصغرى لذراع التوصيل بالميكروميتر. 3 – قس قطر مسمار المكبس، قارن القياسين بدليل الشركة.	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

4 – قس النهاية الكبرى لذراع باستخدام الميكروميتر الداخلي أو الكليبر، كما في الشكل (2).



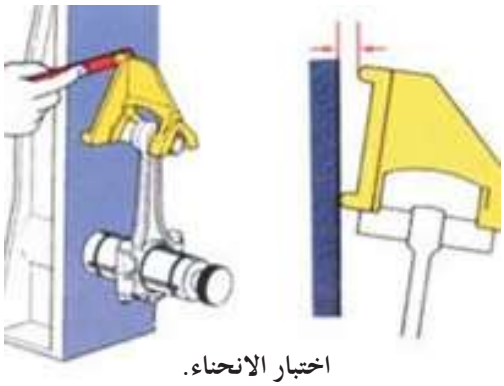
الشكل (2)

5 – ضع قطعة من مادة البلاستيك كيج على المحور المتحرك لعمود المرفق.

6 – ركِّب الذراع على عمود المرفق، وشد الذراع.

7 – فُكَّ الذراع ولاحظ مدى انضغاط قطعة البلاستيك للحكم على مدى تآكل محور الذراع.

8 – ركِّب ذراع التوصيل على جهاز فحص الإفتال.



اختبار الانحناء.

الشكل (3)

9 – باستخدام شفرات العيار افحص مدى إفتال والتواء ذراع التوصيل، كما في الشكل (3).

10 – كرِّر الخطوات السابقة على باقي الأذرع.

التمارين العملية
التمرين (5-11)
صيانة عمود المرفق

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تصون عمود المرفق.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات		المواد الأولية
– كليبر.	– ميكروميتر.	– مواد تنظيف.
– ساعة فحص استواء.	– بلاستيك كيج.	
– دليل الشركة الصانعة .	– شفرات عيار.	
– ساعة عزم.	– قواعد فحص.	

خطوات الأداء

1 – قس المحاور الثابتة والمتحركة لعمود المرفق باستخدام الميكروميتر الخارجي أو الكليبر، كما في الشكل (1).

2 – قارن القراءات بدليل الشركة.

3 – قس المحاور المتحركة لعمود المرفق.

4 – قارن القراءات بدليل الشركة.

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5 – قس المحامل الثابتة لعمود المرفق باستخدام الكليبر كما في الشكل (2).	
6 – افحص بالنظر وجود أي تخزيز في المحاور الثابتة والمتحركة، إن وجد ذلك فيجب خراطة عمود المرفق.	
7 – ركِّب عمود المرفق في مكانه، وشُدَّ الثوابت بساعة شد.	
8 – حدِّد ساعة فحص الاستواء من جهة الحذافة.	
9 – اضبط الساعة إلى الصفر، وتأكد من صحة القراءة.	
10 – حرِّك عمود المرفق بمفك إلى الأمام والخلف ببطء، ولاحظ حركة مؤشر الساعة.	
11 – قارن رقم المؤشر بدليل الشركة.	
12 – فُكَّ عمود المرفق وضعه على قواعد الفحص (قواعد حرف V).	
13 – اضبط ساعة فحص الاستواء على المحاور الثابتة لعمود المرفق مع تجهيز الساعة للفحص.	
14 – أدر عمود المرفق ولاحظ قراءة الساعة، وقارن القراءة بدليل الشركة.	
15 – إذا كانت القراءات لعمود المرفق مختلفة، فيجب عمل خراطة لعمود المرفق.	

الشكل (2)

ملاحظة: تعطى هذه المادة وتناقش ضمن مبحث التدريب العملي في المشغل على هيئة أوراق عمل.

تحليل أعطال المحرك الميكانيكية

يتعرض المحرك لأعطال تتمثل في ما يأتي:

1 – صعوبة التشغيل.

2 – ظهور أصوات عالية في المحرك.

3 – زيادة استهلاك الوقود.

4 – زيادة استهلاك زيت المحرك.

5 – لون غازات العادم (أسود أو أزرق أوأبيض).

6 – ارتفاع درجة حرارة المحرك لأسباب لا تتعلق بنظام التبريد.

طرائق تشخيص أعطال المحرك

1 – قياس عوامل أداء المركبة مثل: ضغط المحرك، قدرة المحرك، عزم المحرك.

2 – استعمال الحواس لتحديد الأعطال مثل: لون دخان العادم، لون ورائحة الزيت، الأصوات في أثناء عمل المحرك، الاهتزازات.

3 – قياس مدى التآكل لقطع المحرك بعد الفك.

أعطال المحرك وأسبابها وطرائق علاجها

الأعطال	الأسباب	طرائق العلاج
صعوبة التشغيل الناتجة عن انخفاض ضغط المحرك.	– خطأ في عيار الصمامات.	– ضبط عيار الصمامات حسب دليل الشركة الصانعة.
	– خطأ في توقيت الصمامات.	– التأكد من توقيت الصمامات.
	– التصاق الصمامات بأدلتها.	– استبدال الصمامات الملتصقة.
	– حرق قواعد الصمامات.	– استبدال الصمامات التالفة.
	– تلف حشوة رأس المحرك.	– فَكّ رأس المحرك ثم استبدال الحشوة.
	– ضعف حلقات المكبس أو التصاقها.	– استبدال حلقات المكبس.
	– توسع في قطر الأسطوانات.	– تجديد المحرك.

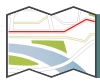
ظهور صوت الصمامات.	– نقص زيت المحرك	– استبدال الزيت ومراقبة عملية النقص.
	– زيادة خلوص الصمامات.	– ضبط الخلوص.
	– ضعف نوابض الصمامات.	– استبدال نوابض الصمامات.
	– زيادة الخلوص بين الصمامات وأدلتها.	– استبدال أدلة الصمامات.
صوت عمود الحدبات.	– زيادة خلوص محور دوران عمود الحدبات.	– استبدال العمود واستبدال المحامل.
	– تآكل سطح الحدبات أو خشونتها.	– استبدال العمود.
	– نقص تزييت عمود الحدبات.	– التأكد من كمية الزيت. – فحص ضغط مضخة الزيت.
صوت مسمار المكبس مع الصرّة.	– زيادة خلوص جلبة النهاية الصغرى الخاصة بذراع التوصيل، أو انسداد مجرى الزيت.	– استبدال جلبة النهاية الصغرى، ثم فحص مجرى الزيت.
صوت المكبس والحلقات.	– زيادة الخلوص بين المكبس والأسطوانة.	– استبدال المكبس والأسطوانة.
	– كسر في محيط المكبس.	– استبدال المكبس المكسور.
	–زيادة الخلوص في مجاري حلقات المكبس.	– استبدال المكبس.
صوت المحامل المتحركة الخاصة بعمود المرفق وأذرع التوصيل.	– تآكل خلوص محامل ذراع التوصيل القطري، أو المحوري أو زيادتها.	– استبدال محامل أذرع التوصيل المتحركة.
	– انسداد في مجاري تزييت المحامل.	– تنظيف مجاري تزييت المحامل في عمود المرفق.
	– التواء في أذرع التوصيل.	استبدال أذرع التوصيل الملتوية.

صوت محامل عمود المرفق.	– انسداد مجرى الزيت، أو نقص كمية الزيت الواصلة إلى المحامل.	– استبدال الزيت.
	– زيادة الخلوص المحوري لعمود المرفق، وزيادة خلوص المحامل الثابتة.	–استبدال بطانات عمود المرفق.
غازات العادم ذات لون أزرق.	– اهتراء جلود الصمامات.	– استبدال جلود الصمامات.
	– زيادة الخلوص بين الصمامات وأدلتها.	– استبدال الأدلة.
	– كسر دليل الصمام من الطرف العلوي.	– استبدال الدليل.
	– اهتراء حشوة رأس المحرك بين مجرى الزيت ومحيط الأسطوانة.	– استبدال حشوة رأس المحرك.
	– زيادة الخلوص بين المكبس والأسطوانة.	– تجديد المحرك.
	– كسر حلقات قشط الزيت والضغط أو التصاقها.	– استبدال حلقات المكبس.
غازات العادم ذات لون أسود.	– خطأ في توقيت الصمامات.	– ضبط توقيت الصمامات.
	– إغلاق فلتر الهواء.	– استبدال فلتر الهواء.
	– أعطال في نظام الوقود.	– فحص نظام الوقود.
	– أعطال في نظام الإشعال.	– فحص نظام الإشعال.
زيادة استهلاك الوقود الناتج بسب وجود أعطال في المحرك.	– زيادة الخلوص بين سطح المكبس الجانبي وجدار الأسطوانة.	–تبديل حلقات المكبس أو تجديد المحرك (أفرهول).
	– انخفاض نسبة الانضغاط داخل أسطوانات المحرك.	– إجراء فحص التسريب والانضغاط للمحرك.

	– عطل في مجموعة الصمامات.	– استبدال جلود الصمامات. – استبدال الأدلة. – إجراء سنفرة للصمامات وكراسيها. – تبديل الصمامات في حال تلفها.
	– خطأ في توقيت الإشعال.	– ضبط توقيت الإشعال.
	– كسر حلقات المكبس أو ضعفها.	– استبدال حلقات المكبس.
	– زيادة الخلوص بين المكبس والأسطوانة.	– تجديد المحرك.
	– اهتراء مانعات التسرب في طرفي عمود المرفق والحدبات.	– استبدال مانعات التسرب التالفة.
ارتفاع درجة حرارة المحرك بسبب نظام التبريد.	– إغلاق مجاري المشع.	– تنظيف مجاري المشع.
	– تلف غطاء المشع.	– استبدال غطاء المشع.
	– تلف منظم الحرارة.	– استبدال منظم الحرارة.
	–عطل في مضخة نظام التبريد	– صيانة مضخة نظام التبريد
	– ارتخاء سير المروحة أو عطل في المروحة الكهربائية.	– ضبط سير المروحة أو صيانة المروحة الكهربائية.
	– نقص ماء التبريد.	– تعبئة المشع بماء التبريد.

ارتفاع درجة حرارة المحرك بسبب نظام التزييت.	– نقص الزيت بكميات كبيرة.	– إضافة الكمية المناسبة مع البحث عن أسباب النقص.
	– لزوجة زيت المحرك قلية أو غير مناسبة.	– استبدال زيت مناسب بالزيت القديم حسب دليل الشركة الصانعة.
	– ضعف وسوء التزييت لنظام التزييت.	– البحث عن الأسباب التي تؤدي إلى ذلك وإجراء الصيانة اللازمة.
ارتفاع درجة حرارة المحرك بسبب رأس المحرك.	– ترسبات كبيرة في مجاري التبريد في رأس المحرك.	– تنظيف مجاري التبريد.
	– اهتراء حشوة رأس المحرك.	– استبدال حشوة رأس المحرك.
	– حدوث التواء في سطح رأس المحرك.	– جلخ سطح رأس المحرك.

الخرائط المفاهيمية



أعطال المحرك

- صعوبة التشغيل
- لون غازات العادم (أسود، أزرق، أبيض)
- ارتفاع درجة حرارة المحرك
- زيادة استهلاك زيت المحرك
- زيادة استهلاك الوقود
- ظهور أصوات عالية في المحرك

6

الوحدة السادسة

المركبات الهجينة

المحاور الفرعية

- مكونات المركبة الهجينة.
- فحص أنظمة المركبة الهجينة باستخدام أجهزة الفحص والتشخيص المختلفة.

النتاجات

يتوقع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف المتطلبات الخاصة بالسلامة المهنية لأنظمة المركبات الهجينة.
- يتعرّف مواطن الخطر الكهربائي في المركبات الهجينة.
- يصف أنواع أنظمة التهجين في المركبات الهجينة، وآلية عملها (التوالي، التوازي، المركب).
- يصف مكونات المركبات الهجينة، ومبدأ عملها.
- يتعرّف الأنظمة المستخدمة في المركبات الهجينة :
  - محرك الاحتراق الداخلي.
  - رزمة المركم (HVB).
  - المولد / المحرك الكهربائي الأول (MG1) والمولد /المحرك الكهربائي الثاني(MG2).
  - نظام وحدة التحكم في القدرة الكهربائية (POWER CONTROL MODULE).
  - العاكس (DC – AC Inverter)، المحول (DC – DC Converter).
  - نظام نقل الحركة وصندوق السرعات.
  - نظام التبريد (تبريد محرك الاحتراق الداخلي، وتبريد منظومة الهايبرد).
  - نظام التكييف ونظام التدفئة.
  - نظام التوجيه ونظام الفرامل ونظام الإشعال.
  - أنظمة تخزين الطاقة.
  - الأكبال والأسلاك الواصلة بين الأجزاء المختلفة).
  - يتعرّف دلالة ألوانها.

- يتعرّف الحساسات الخاصة بمحرك الاحتراق الداخلي ونظام التهجين، وحساسات قراءة الفولتية والتيار للمركم ذي الفولتية المرتفعة.
- يتعرّف حساسات سرعة المحركات، والمولدات الكهربائية، وكيفية عملها.
- يتعرّف المصطلحات الفنية الخاصة بالمركبات الهجينة باستخدام تكنولوجيا المعلومات.
- يتعرّف الفحوص التي تجرى للمركبة الهجينة.
- يقرأ الرموز التحذيرية الخاصة بالمركبة الهجينة.
- يتعرّف أنواع أجهزة الفحص المستخدمة في أنظمة المركبات الهجينة.
  - جهاز متعدد المقاييس (Multimeter).
  - جهاز مسح الأعطال (Scan Tools).
  - الشاحن الذكي (Smart Charger).
  - جهاز فحص عازلية الكوابل الكهربائية (Megger).

شهدت صناعة المركبات تقدمًا كبيرًا في مجال صناعة المركبات الهجينة والمركبات الكهربائية؛ نظرًا للقوانين الصارمة التي وضعتها منظمات المحافظة على البيئة؛ من التلوث الناتج عن احتراق المواد البترولية (وقود البنزين والديزل)، وكذلك وضعتها الحكومات التابعة لها الشركات المصنعة للمركبات.

يطلق اسم مركبات هجينة على كل مركبة تحتوي مصدرين للطاقة، والشائع منها مركبات تعمل بمحرك اعتيادي يعمل بوقود البنزين أو وقود الديزل، وتعتمد نظرية عمل المركبات الهجينة على أساس توليد الطاقة الكهربائية بوساطة محركات كهربائية خاصة وتخزينها واستخدام الطاقة الكهربائية في جرّ المركبة، بالإضافة إلى مساعدة محرك الاحتراق الداخلي الذي يعمل بالوقود.

لا تختلف الأجزاء الرئيسة للمركبة الهجينة عن المركبات العاملة بالوقود؛ إذ تحتوي على أنظمة الفرامل وأنظمة التعليق وأنظمة نقل القدرة وأنظمة التبريد والتزييت، وغيرها من الأنظمة، ولكن استُغنِيَ عن الطاقة الميكانيكية لتشغيل بعض أنظمة المركبة المختلفة، وحلَّت محلها الطاقة الكهربائية، مثال ذلك نظام التوجيه، ونظام التكييف، ولا يوجد اختلاف كبير في أنواع المركبات الهجينة، ويكمن الاختلاف بين المركبات في حجم المركم ذي الفولتية المرتفعة وفولتيّته، وحجم محرك الاحتراق الداخلي وسعته، وبعض الإضافات الأخرى البسيطة، ويبقى مبدأ العمل للمركبات الهجينة ثابتًا لا يتغير من مركبة إلى أخرى.

أولًا: السلامة العامة وأنظمة الحماية في المركبات الهجينة

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف المتطلبات الخاصة بالسلامة المهنية لأنظمة المركبات الهجينة.
- يتعرّف مواطن الخطر الكهربائي في المركبات الهجينة.

القياس والتقويم

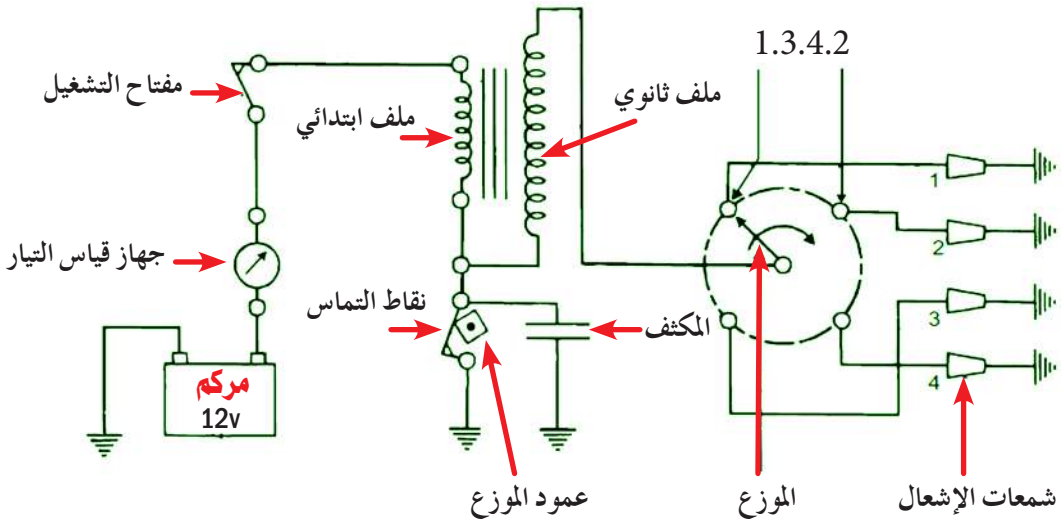
تحتوي المركبات الكهربائية والمركبات الهجينة على مجموعة من الأجهزة الكهربائية التي تعمل بفولتية عالية وتيارات كهربائية عالية مستمرة ومتغيرة، حيث تعمل وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية على رفع فولتية المركم إلى حوالي (600) فولت، وتحويلها إلى فولتية متغيرة لتشغيل المحركات الكهربائية المستخدمة لجرّ المركبة، لذلك يجب أخذ الحيطة والحذر عند التعامل مع الأجهزة الكهربائية، وقراءة التعليمات التحذيرية الملصقة على هذه الأجهزة.

- يتعرّض العاملون في صيانة المركبات الهجينة إلى خطر الإصابة بالصعقة الكهربائية التي قد تؤدي إلى فقدان الحياة في بعض الحالات، كما في الشكل (6 – 1) كذلك يتوجب على الفنيين العاملين في صيانة المركبات الهجينة التقيد بتطبيق شروط الأمن والسلامة العامة التي تنص عليها تعليمات الشركة الصانعة، مثل ارتداء ملابس العامل العازلة للكهرباء، واستخدام معدات وعُدَد يدوية عازلة للكهرباء ذات جودة عالية؛ علمًا بأن العمل على صيانة المركبات العادية التي تعمل بالوقود فقط لا يتطلب استخدام ملابس العمل العازلة للكهرباء، مثل: القفازات والأحذية العازلة. فكِّر في المشكلة، وحاول تعرُّف الأسباب المؤدية إلى الإصابة بالصعقة الكهربائية التي قد تؤدي إلى فقدان الحياة عند العمل على المركبات الهجينة.

الشكل (6 – 1): تحذير من الصعقة الكهربائية.

استكشف

ابحث في أنظمة الإشعال التقليدية كما في الشكل (6 – 2) المستخدمة في المركبات العادية، وحاول معرفة طريق شحن المركم ذي الفولتية المنخفضة (12 فولتًا) بوساطة المولد الكهربائي الذي يدار بوساطة محرك الاحتراق الداخلي، وتعرف الأجزاء الرئيسة للمولد ونوعية التيار الخارج من المولد، وما نوع التيار الذي يشحن به المركم؟ تيار مستمر(DC) أو تيار متردد (AC)، وكيف يجري التحكم بنوعية التيار المتولد في المركبات العادية؟



الشكل (6 – 2):أنظمة الإشعال التقليدية.

اقرأ.. وتعلم

السلامة العامة وأنظمة الحماية في المركبات الهجينة

نظرة عامة

- أنظمة المركبات الهجينة الحديثة تولد طاقة كهربائية عالية، وتسبب الصعقة الكهربائية.

طريقة العمل على صيانة المركبات الهجينة

1 –ضع المحرك في وضعية الصيانة (Maintenance Mode) يدويًّا أو باستخدام جهاز مسح الأعطال.

2 –انزع صمام الأمان الخاص بالمركم (القاطع الرئيس).

3 –شخِّص أعطال المركم ذي الفولتية المرتفعة، ثم أصلح الأعطال إن وجدت.

4 –شخِّص أعطال نظام التبريد، ثم أصلح الأعطال إن وجدت.

5 –تأكد من تعطيل الأجزاء ذات الفولتية المرتفعة.

6 –أصلح مجموعة المركم، أو استبدل الأجزاء الداخلية للمركم.

7 –شخِّص أعطال وحدة التحكم بالقدرة؛ من حيث ارتفاع الحرارة، ثم أصلح الأعطال.

تنبيهات مهمّة للمستخدم

يعمل محرك الاحتراق الداخلي بصورة أوتوماتيكية، وقد لا يتوقف المحرك عن العمل في الحالات الآتية، شريطة أن يكون مبدل الغيارات عند (P) أو (D):

1 –خلال عملية الأحماء للمحرك.

2 –عندما تكون حرارة المركم مرتفعة أو منخفضة.

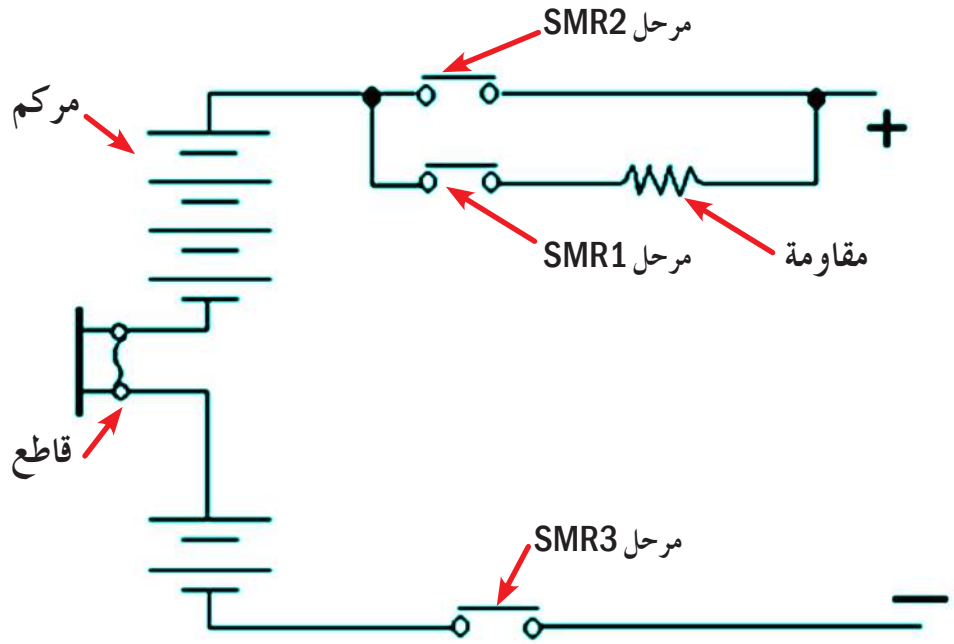
3 –خلال عملية شحن المركم.

4 –عندما يكون الشحن على وضعية التشغيل.

نظام الحماية في المركبات الهجينة

نظام القاطع المركزي (System main relays): يعمل على فصل المركم ذي الفولتية المرتفعة عن باقي الأجهزة الكهربائية في المركبة ووصله. ويتكون القاطع من ثلاثة ريليهات (مرحلات) لضمان التشغيل الآمن للمركبة. المرحل (SMR3) يوصَل مع القطب السالب للمركم، والمرحلان (SMR1 -SMR2) جرى توصليهما مع القطب الموجب للمركم، كما في الشكل (6 – 3)، وتوصل مقاومة على التوالي مع (SMR1)، ويتصل نظام القاطع فيها مع وحدة التحكم بالمركم، عند التشغيل يعمل الريليه (SMR3) مع الريليه (SMR1) الموصل مع المقاومة لتحديد قيمة التيار

في حالة وجود تسرب ما في منظومة الفولتية المرتفعة والشاصي، وبعد التأكد من عدم وجود تسرب يعمل الريليه (SMR2)، ويفصل الريليه (SMR1)، هذه العملية تحمي الدائرة من التيار الكهربائي العالي الفولتية من خلال السماح للتيار بالتدفق عبر المقاومة.



الشكل (6 – 3): نظام القاطع المركزي.

يَفصل القاطع المركزي تلقائيًا المركم ذو الفولتية المرتفعة عن الأجزاء الكهربائية الأخرى في الحالات الآتية:

1 – عند تفعيل المخدات الهوائية.

2 – عند وجود تسرب للكهرباء بين المركم والشاصي.

3 – عند عدم تركيب غطاء العاكس بشكل صحيح.

4 – عند عدم تركيب قاطع المركم بشكل صحيح.

5 – عند عدم تركيب الكيبل الواصل بين المركم والعاكس بشكل صحيح.

6 – عند نزع كوابل العاكس.

7 – عند نزع أكبال (MG2، MG1) أو نزع أكبال العاكس.

8 – عند نزع غطاء المركم.

الإشارات التحذيرية الموجودة على الأجهزة الكهربائية في المركبة الهجينة

1 – الإشارات التحذيرية التي تُلصق على الأجهزة الكهربائية في المركبة الهجينة تنبه على وجود مخاطر خلال العمل على الأجهزة الكهربائية، وخلال تفريغ الشحنات الكهربائية.

2 – قبل البدء في العمل على المركبات الهجينة، يجب قراءة كتاب التعليمات الذي يحتوي على إجراءات السلامة والمعلومات الفنية الخاصة بالمركبة.

3 – الأشكال المبينة في الشكل (6 – 4) تلصق على الأجهزة الكهربائية الموجودة في المركبة، وتشير إلى وجود فولتية عالية في الأجهزة قد تسبب الإصابة بالصعقة الكهربائية أو الموت، لهذا لابد من اتخاذ الإجراءات الخاصة بالأمن والسلامة العامة عند العمل على هذه الأجهزة.

خطر الموت فولتية عالية　　خطر أجهزة كهربائية　　اعزل يديك قبل فك الغطاء

لا تقترب! خطر وجود كهرباء

الشكل (6 – 4): لوحات تحذيرية.

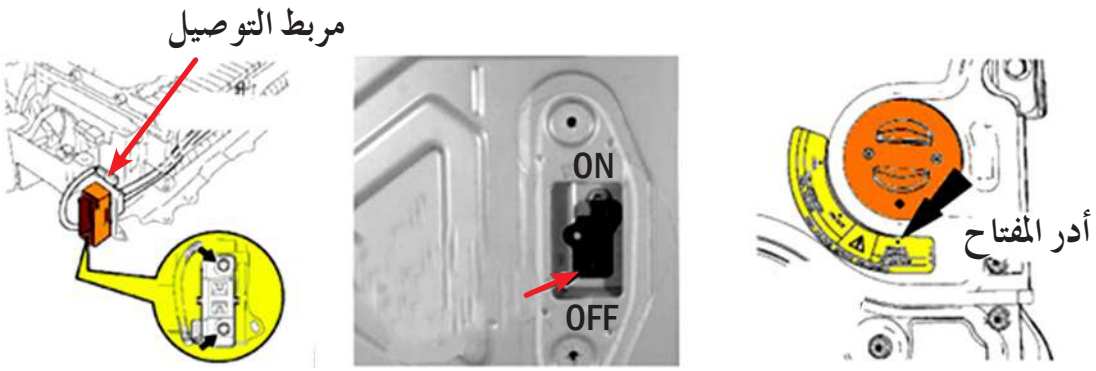
الإجراءات المتبعة بعد الانتهاء من أعمال الصيانة

1 – تأكد من إزالة جميع العُدد اليدوية التي استُخدمت في الصيانة.

2 – تأكد من شد أطراف تثبيت الأكبال الكهربائية والأسلاك بعزم الشد المطلوب.

3 – تأكد من ربط جميع الوصلات الكهربائية.

4 – أعد تركيب القاطع الرئيس في مكانه، ثم صل الطرف السالب للمركم المساعد، كما في الشكل (6 – 5).



الشكل (6 – 5): أشكال مختلفة لقاطع المركم الرئيس.

تنبيهات مهمّة جدًّا

1 – لا تترك مفتاح التشغيل على وضعية التشغيل أثناء توقف المركبة مدة طويلة، يسبب ذلك الإسراع في تفريغ المركم ذي الفولتية المنخفضة (12فولتًا).

2 – لا تترك المركم ذا الفولتية المنخفضة متصلًا بالمركبة؛ إذا توقفت المركبة مدة تزيد على ثلاثة أشهر.

3 – لا تشحن المركم ذا الفولتية المنخفضة بوساطة الشاحن العادي مباشرة.

4 – لا تعمل على سحب المركبة (الجر) والعجلات الأربع على الأرض؛ (يؤدي ذلك إلى توليد الكهرباء).

5 – لا تضع يد الغيارات على وضعية الحياد أثناء إضاءة ضوء الاستعداد، والمركم لا تشحنه عند هذا الوضع.

6 – لا تعمل على تشغيل المركبة في حالة عدم وجود وقود في الخزان؛ فقد يحتاج المركم إلى إعادة الشحن.

عن طريق عرض تقديمي Power Point؛ قارن بين أنظمة الحماية والسلامة العامة في المركبات الهجينة والمركبات التقليدية.

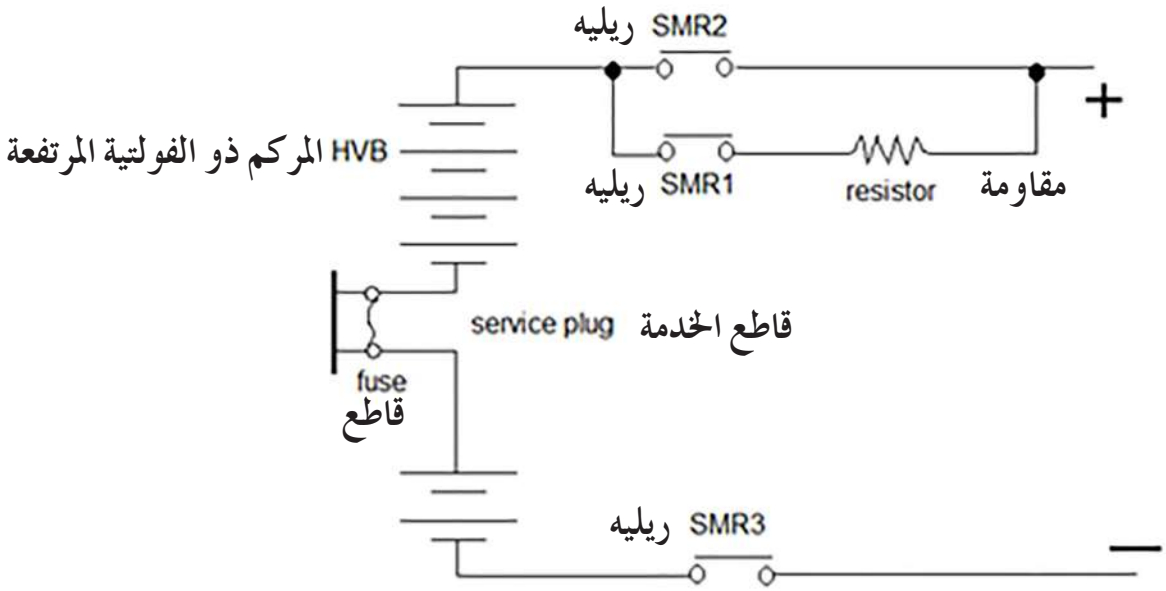
القياس والتقويم

★★★★★

1 – اشرح طريقة فحص القفازات العازلة للكهرباء.

2 – ما الإجراءات الواجبة والتنبيهات عند العمل على المركبات الهجينة أو استخدامها؟

3 – اشرح طريقة عمل نظام القواطع المركزية **(System Main Relays)** في المركبات الهجينة المبين في الشكل أدناه.



الإجراءات والتنبيهات الخاصة بالسلامة والصحة المهنية عند العمل على المركبات الهجينة

1 –ضع طفايات الحريق المناسبة في مكان قريب يسهل الوصول إليها.

2 –ارتدِ القفازات العازلة الملائمة للعمل، وافحص القفازات قبل البدء في العمل.

3 –تخلص من القلائد والأساور والخواتم المعدنية عند استخدام الأجهزة الكهربائية.

4 –ارتدِ النظارات الواقية.

5 –افصل قاطع المركم الرئيس قبل البدء في العمل.

6 –افصل القطب السالب للمركم ذي الفولتية المنخفضة.

7 –اعزل أطراف الأكبال الكهربائية والأسلاك عند الفَكّ لغرض الصيانة.

8 –انتظر مدة زمنية بعد فصل القاطع؛ للتأكد من تفريغ الكهرباء من الصمامات (المكثفات) في وحدة التحكم بالقدرة.

9 –افحص الأكبال الكهربائية بعد فصل القاطع؛ للتأكد من عدم وجود اتصال كهربائي.

10 – استخدم جهاز فحص الفولتية والتيار من النوعية الجيدة.

11 – انتبه للتعليمات التحذيرية الموجودة على الأجهزة الكهربائية.

12 – استخدم العدد المعزولة جيدًا، الخاصة بالأعمال الكهربائية عند العمل في المركبات الهجينة.

13 – احتفظ بمفتاح التشغيل بعيدًا عن المركبة (المسافة الآمنة) لا تقل عن خمسة أمتار؛ حتى لا تعمل المركبة تلقائيًّا.

الإجراءات والخطوات السابقة ليست ضرورية إذا كنت تعمل أعمال الصيانة التي لا علاقة لها بالأجزاء الكهربائية، وفي حالة العمل مع أجزاء من المركبة متصلة بكبل لونه أزرق أو برتقالي، فاتبع ما ورد سابقًا.

التمارين العملية
التمرين (6-1)
فحص القفازات العازلة للكهرباء

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفحص القفازات العازلة للكهرباء.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مصدر هواء مضغوط.	– قفازات عازلة للكهرباء.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – تفحَّص القفازات بالعين المجردة؛ للتأكد من عدم وجود أي ثقوب أو تآكل في القفازات، كما في الشكل (1).	الشكل (1)
2 – أمسك بكلتا اليدين القفازات، ثم انفخ بداخلها حتى تنتفخ ثم أغلقها، ولاحظ خروج الهواء من مكان الثقب إذا وجد، كما في الشكل (2).	الشكل (2)

التمارين العملية

التمرين (6–2)

فصل القاطع الرئيس للمركم ذي الفولتية المرتفعة

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- **تفصل القاطع الرئيس للمركم ذي الفولتية المرتفعة.**

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– حذاء عازل للكهرباء.	– عتلة خاصة لنزع الكباسات البلاستيكية.
– قفازات عازلة للكهرباء.	– مركبة هجينة عاملة.

خطوات الأداء

1 – ابحث عن موقع وجود المركم ذي الفولتية المرتفعة في الصندوق الخلفي، أو أسفل الكرسي الخلفي.

2 – انزع غطاء المركم ذي الفولتية المرتفعة من أسفل البطانة (الموكيت).

3 – اسحب طرف القاطع إلى الخارج، ثم أدره 90 درجة.

4 – اسحب القاطع من مكانه إلى الخارج، كما في الشكل (1).

5 – انتظر مدة زمنية من (10 – 15) دقيقة قبل البدء في العمل على المركبة.

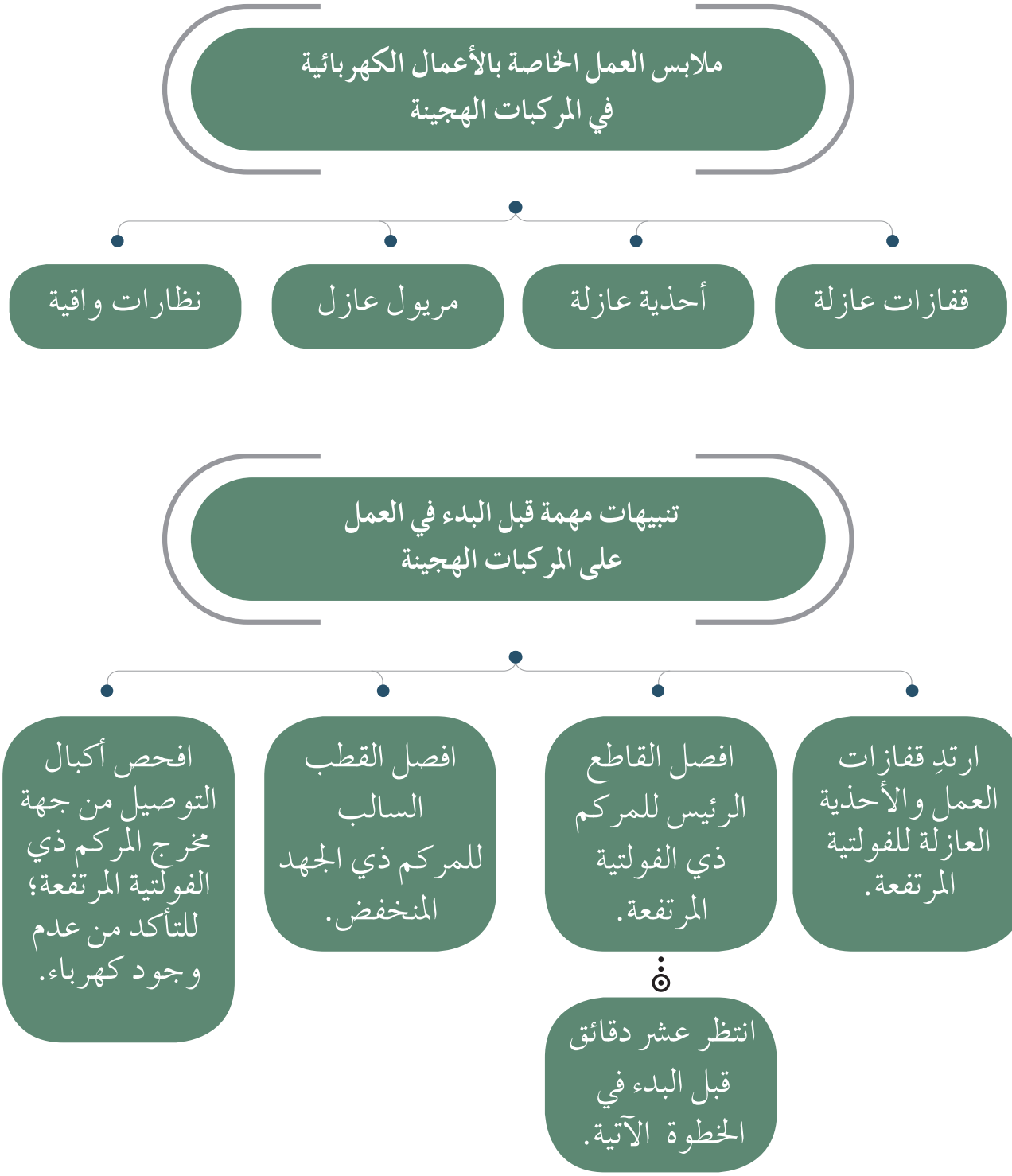
يبين الشكل (2) قاطع الفولتية المستخدم في المركم.

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الخرائط المفاهيمية



ثانيًا: تصنيف أنظمة التهجين في المركبات الهجينة

النتاجات

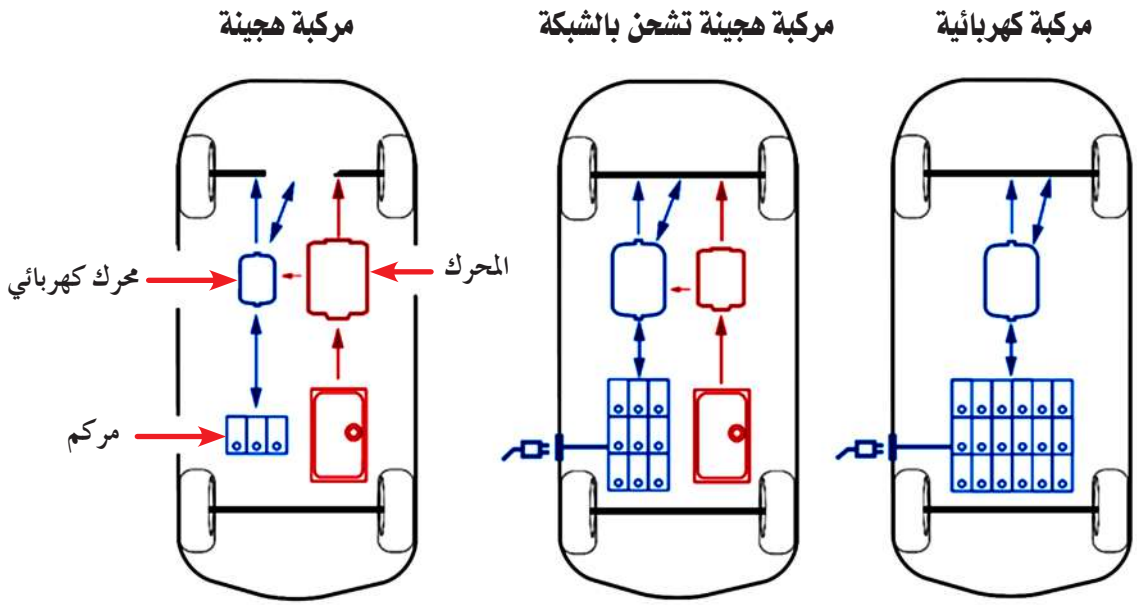
يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يصنّف أنواع أنظمة التهجين حسب درجة التهجين.
- يصنّف أنواع المركبات الهجينة حسب خط توليد القدرة.
- يتعرّف طريقة عمل المركبات الهجينة (هجين التوالي، هجين التوازي، هجين التوالي / التوازي).
- يتعرّف مرحلة استرداد الطاقة.
- يتعرّف المميزات المشتركة للمركبات الهجينة التي تعمل على تحسين الاقتصاد في استهلاك الوقود.

القياس والتقويم

يُطلق لقب المركبات الهجينة في علم ميكانيك المركبات على أية مركبة تعمل بمصدرين للطاقة: محرك احتراق داخلي بالإضافة إلى المحركات الكهربائية، وتختلف المركبات الهجينة عن بعضها بمقدار اعتماد المركبة أثناء المسير على الطاقة الكهربائية؛ بالنسبة إلى طاقة محرك الاحتراق الداخلي، وتصنف المركبات الهجينة بحسب درجة التهجين.

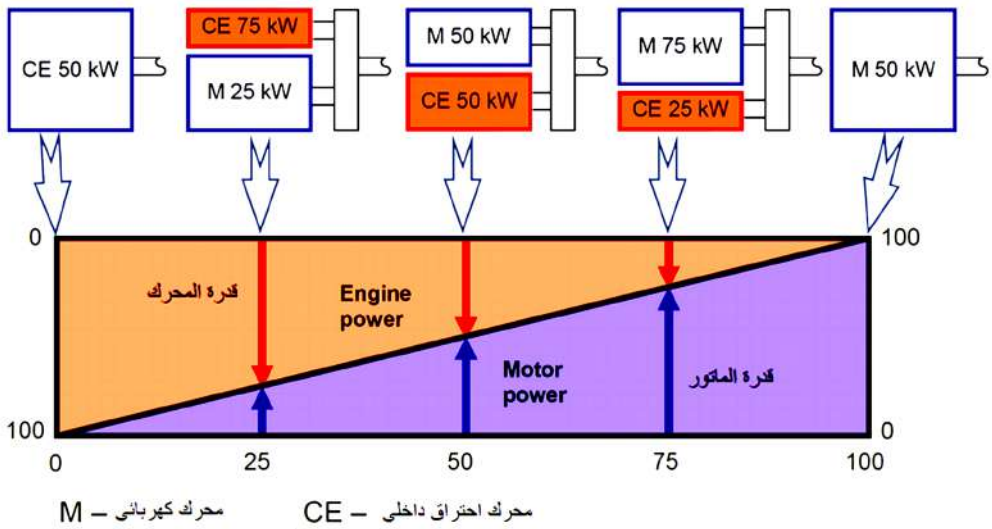
- انظر إلى الشكل (6–6) وحدد أوجه الاختلاف في الأشكال الثلاثة المبينة في الشكل، من حيث حجم المركم ذي الفولتية المرتفعة وحجم محرك الاحتراق الداخلي، وطريقة نقل القدرة، والمكونات والأجزاء لكل نوع من الأنواع الثلاثة، ثم صنِّف هذه الأنواع بالاستعانة بالشبكة العنكبوتية.



الشكل (6–6): أصناف المركبات.

استكشف

يبين الشكل (6 – 7) التغير في درجة التهجين (مدى الاعتماد) على محرك الاحتراق الداخلي والمحركات الكهربائية، أثناء القيادة في المركبات الهجينة؛ حيث يُستدل على قدرة محرك الاحتراق الداخلي (**Engine Power**) بلون بني، وقدرة المحرك الكهربائي (**Motor Power**) بلون أزرق، وتُسمى الأنواع أسماء مثل: (هجين ضعيف، هجين متوسط،...). ابحث في الشبكة العنكبوتية عن أنواع التهجين للمركبات الهجينة وتعرف أجزاء المركبات؛ حسب درجة التهجين.

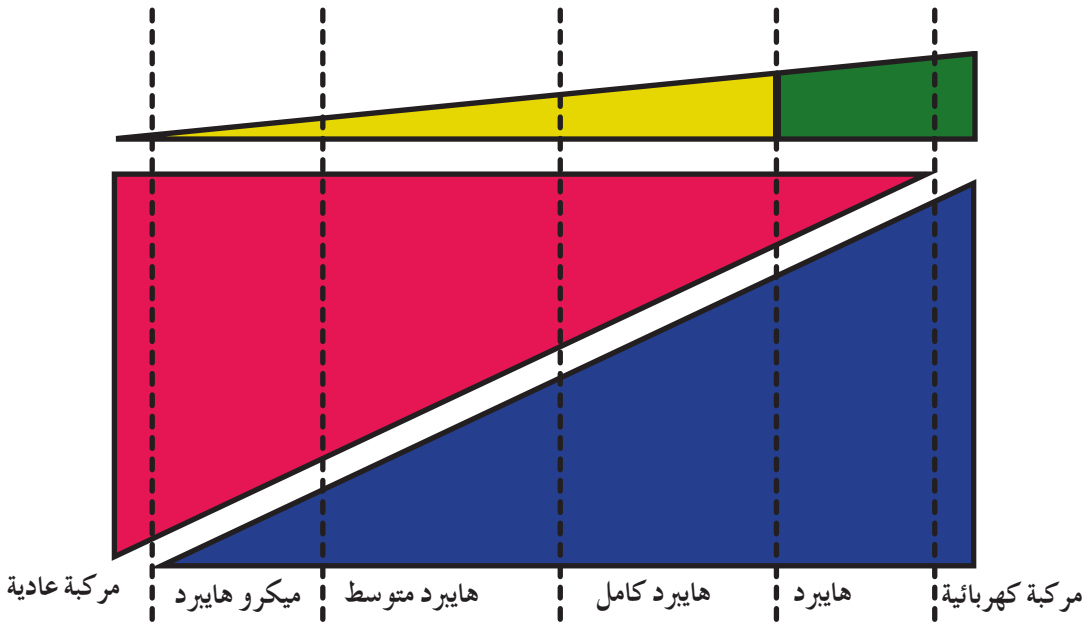


الشكل (6 – 7): التغير في درجة التهجين.

اقرأ.. وتعلم

أنواع المركبات حسب درجة التهجين (Types by degree of hybridization)

يمكن تصنيف المركبات الهجينة الموازية والمجمعة تبعًا لمدى توازن الأجزاء المختلفة في توفير القوة الدافعة،كما في الشكل (6–8)، في بعض الحالات محرك الاحتراق الداخلي هو الجزء المهيمن (الرئيس)، ويعمل المحرك الكهربائي مع نظام التشغيل الكهربائي فقط (EV)، ويتبين من الشكل مدى الاعتماد على محرك الاحتراق الداخلي في كل نوع حسب درجة التهجين.



الشكل (6–8): تصنيف المركبات الهجينة حسب درجة التهجين.

1 – هجين قوي/ هجين كامل (Full Hybrid).

2 – هجين متوسط/ محرك مساعدة هجين (Medium hybrid).

3 – هجين معتدل/ هجين صغير (Mild Hybrid / Micro Hybrid).

4 – المركبات الهجينة القابلة للشحن من شبكة الكهرباء المنزلية (Plug-In Hybrid).

تصنيف المركبات الهجينة حسب خط توليد القدرة (Hybrid Powertrain Type)

1 – مركبات هجين التوالي

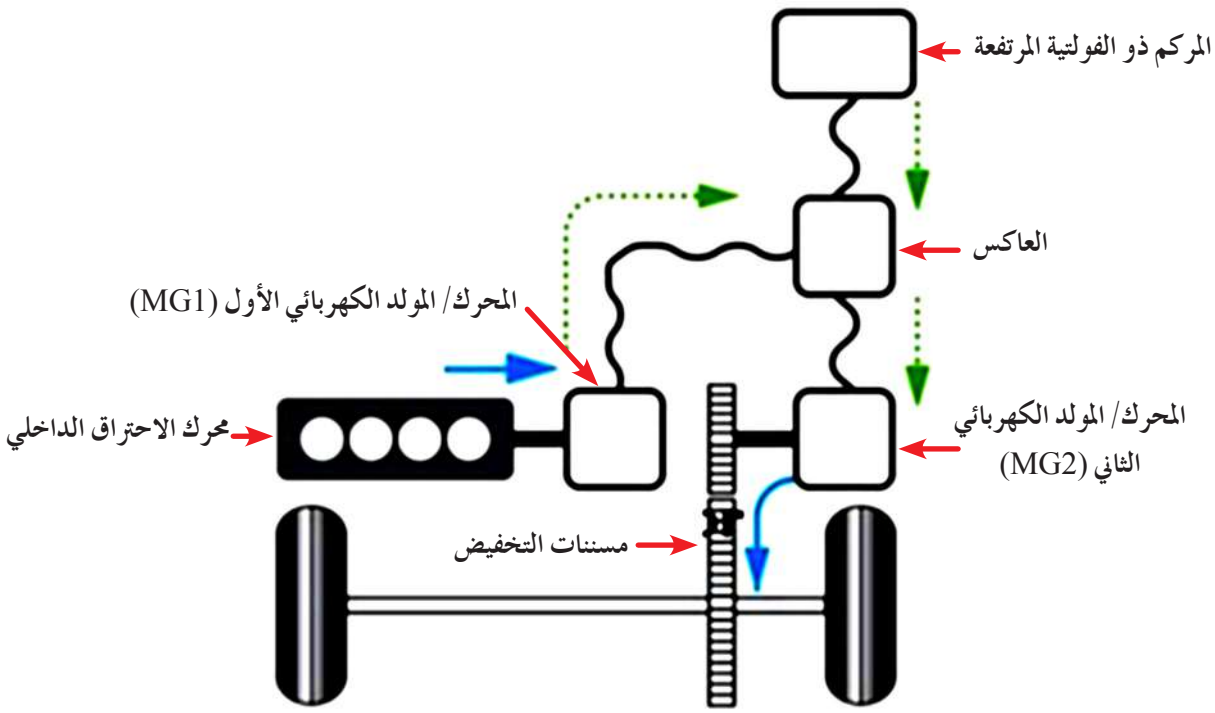
تعمل مركبات هجين التوالي بالطريقة الآتية :

أ – محرك الاحتراق الداخلي يعمل على إدارة المولد الذي يعمل على شحن المركم ذي الفولتية المرتفعة عن طريق وحدة التحكم الكهربائية، ويغذي المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (MG2) بالطاقة اللازمة لإدارة العجلات، كما في الشكل (6 – 9).

ب– محرك الاحتراق الداخلي لا يعمل على إدارة العجلات بطريقة مباشرة.

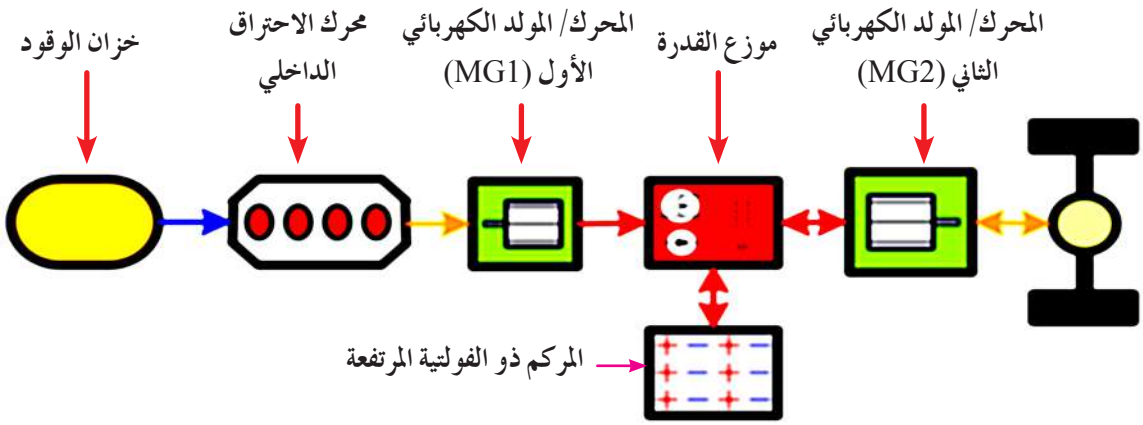
جـ– يعمل محرك الاحتراق الداخلي فقط لشحن المركم ذي الفولتية المرتفعة.

د– نظام استرداد طاقة الحركة لشحن المركم ذي الفولتية المرتفعة عند استخدام الفرامل؛ حيث يعمل المحرك الكهربائي بوصفه مولدًا للكهرباء.



الشكل (6–9): المخطط الصندوقي للهجين التوالي.

يبين الشكل (6–10) المخطط الكهربائي لمركبات الهجين التوالي.



الشكل (6–10): المخطط الكهربائي لمركبات الهجين التوالي.

مميزات مركبات الهجين التوالي

أ – المحركات الكهربائية تعطي مجالًا أوسع من السرعات.

ب – لا حاجة إلى صندوق سرعات معقد بين المحرك الكهربائي والعجلات.

جـ– يدور محرك الاحتراق الداخلي في نطاق دوران ضيق.

د – انبعاث الغازات العادمة تكاد تكون صفرًا.

هـ– أكثر ملاءمةً للاستخدام داخل المدن.

نقاط الضعف في مركبات الهجينة التوالي

أ – زيادة مفرطة في التكلفة، والوزن الكلي، وحجم توليد القوة.

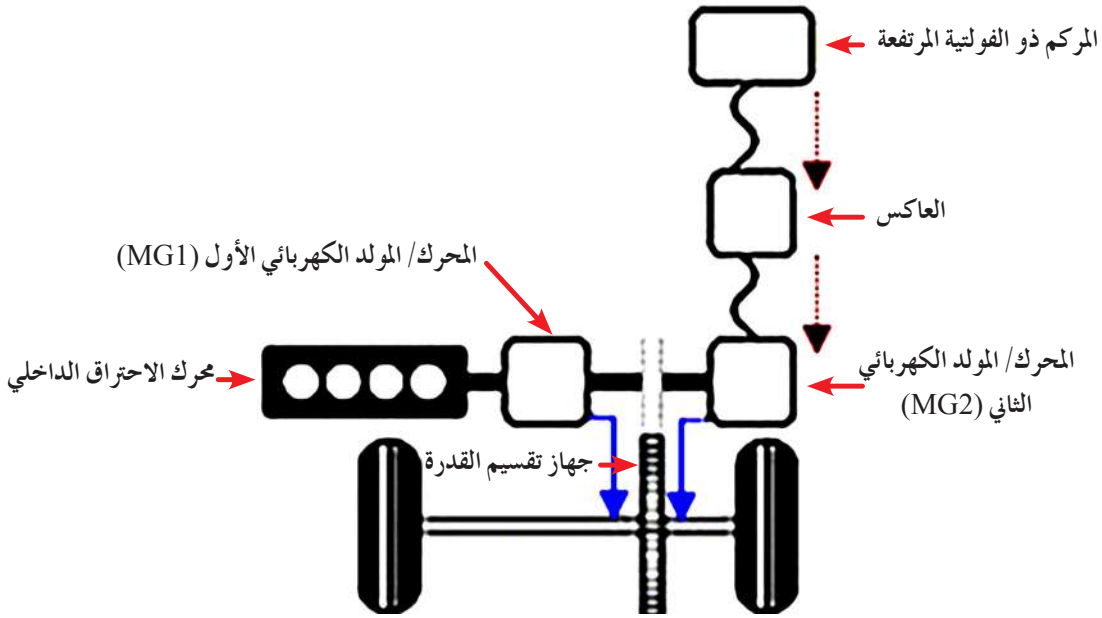
ب – الطاقة من محرك الاحتراق الداخلي يجب أن تعمل عن طريق المولدات والمحركات خلال القيادة مسافات طويلة على الطريق السريع.

2 – مركبات هجين التوازي

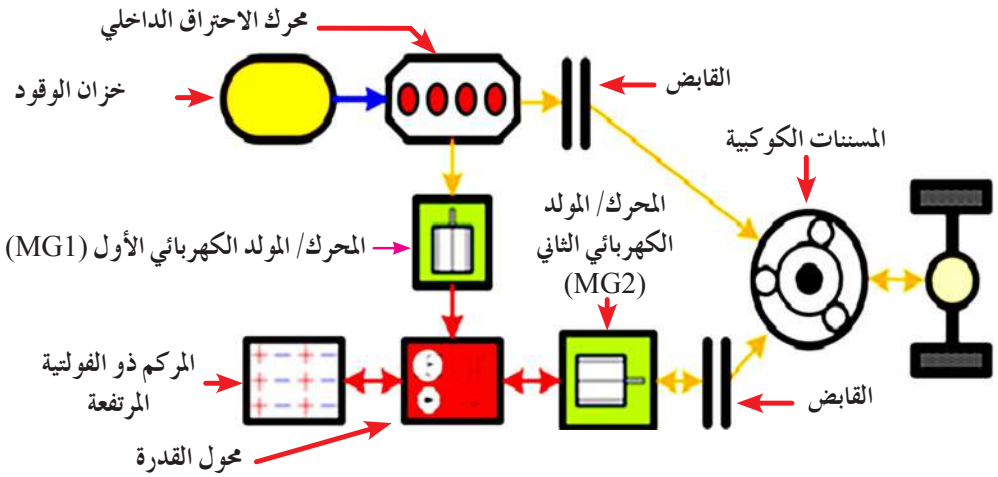
في هذا التصميم المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (MG2) يُقاد بوساطة المركم ذي الفولتية المرفقة، ويتصل كل من محرك الاحتراق والمحرك الكهربائي مع صندوق السرعات، وفي معظم الأوقات يستخدم المحرك الكهربائي لدعم محرك الاحتراق الداخلي، كما في الشكل (6 – 11). معظم التصاميم تجمع بين محرك/ مولد كهربائي كبير (MG2) ومحرك/ مولد كهربائي أول (MG1) وغالبًا ما تُركَّب المحركات الكهربائية بين محرك الاحتراق الداخلي وصندوق

السرعات؛ لتحل محل محرك بدء الحركة والمولد التقليدي، وتستمد المحركات الكهربائية الطاقة من المركم ذي الفولتية المرتفعة، حيث يُعاد شحن المركم خلال عملية الفرملة، وخلال مسير المركبة على سرعات عالية عندما تكون طاقة محرك الاحتراق الداخلي أكبر من الطاقة المطلوبة لدفع المركبة، ويمكن إعادة شحن المركم ذي الفولتية العالية عند توقف المركبة؛ إذا كانت وضعيّة يد الغيارات على وضعية (P) فقط.

يبين الشكل (6–11) المخطط الصندوقي لمركبات الهجين التوازي، والشكل (6–12) المخطط الكهربائي له.



الشكل (6–11): المخطط الصندوقي للهجين التوازي.



الشكل (6–12): المخطط الكهربائي للهجين التوازي.

مميزات هجين التوازي

أ – محرك الاحتراق الداخلي أقل حجمًا من العادي؛ وذلك لاستخدام المحرك الكهربائي.

ب – يوجد مساحة واسعة للتبديل بين محرك الاحتراق الداخلي والمحرك الكهربائي.

جـ – المحركات الكهربائية تصمم بحيث تعطي قدرة أقل من محرك الاحتراق الداخلي.

د – الكفاءة الكلية أعلى أثناء المسير بسرعات عالية على الطريق السريع.

عيوب المركبات الهجينة المتوازية

أ – النظام معقد التصميم.

ب – لا يعمل محرك الاحتراق الداخلي في نطاق ضيق من سرعات الدوران أو الدوران الثابت؛ وبناءً عليه تنخفض الكفاءة عند سرعات الدوران المنخفضة.

المركبات المزودة بهذا النظام تعمل بأوضاع تشغيل بالطاقة على الشكل الآتي:

أ – استعمال المحرك الكهربائي فقط.

ب – الجمع بين محرك الاحتراق الداخلي والمحرك الكهربائي.

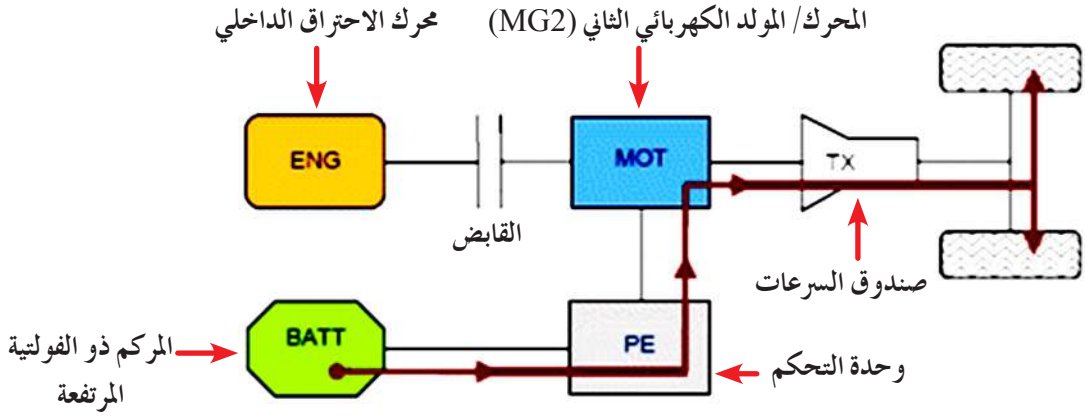
جـ– استعمال محرك الاحتراق الداخلي فقط.

د– استرداد الطاقة.

هـ– محرك الاحتراق الداخلي وشحن المركم.

التشغيل بالطاقة الكهربائية فقط

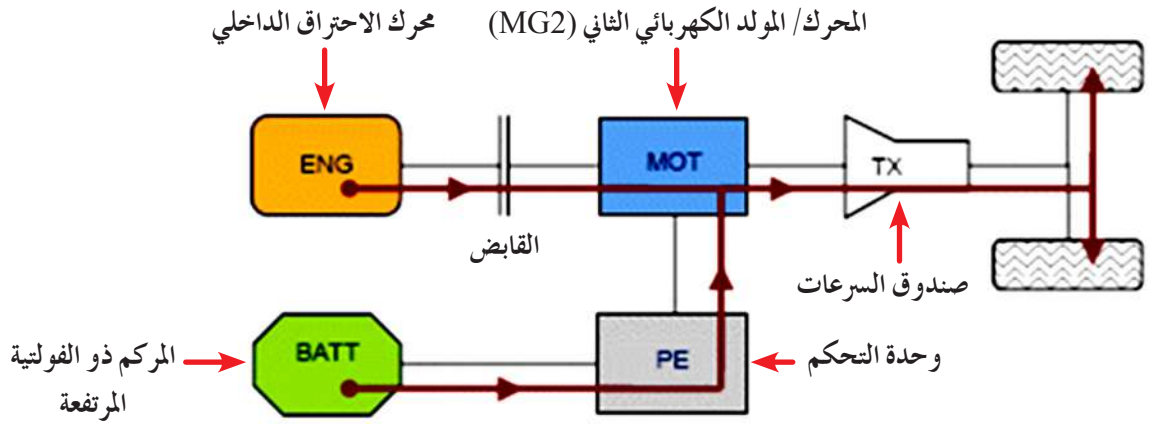
عادة يعمل المحرك الكهربائي بطاقة المركم حتّى سرعة (40) كم في الساعة، ومحرك الاحتراق الداخلي مفصول بوساطة القابض ولا يعطي طاقة، كما في الشكل (6 – 13).



الشكل (6–13): التشغيل بالطاقة الكهربائية فقط.

استعمال محرك الاحتراق الداخلي فقط

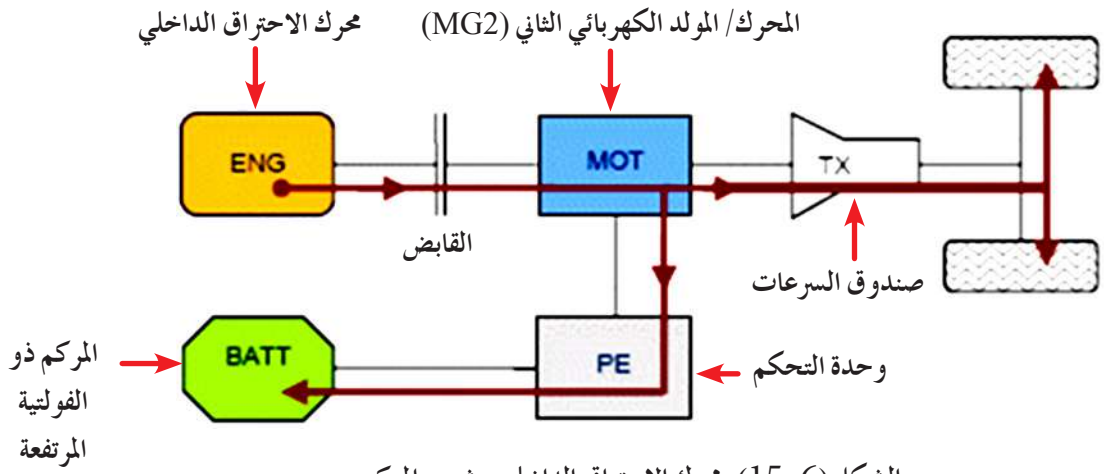
في هذا الوضع يُشغَّل بقدرة المحرك حتّى سرعة (40) كم في الساعة، ويُشغَّل بالطاقة الكهربائية إضافة إلى طاقة المحرك، إذا تطلب الأمر الحصول على قدرة عالية على جر المركبة أو خلال التسارع العالي للمركبة، كما في الشكل (6–14).



الشكل (6–14): استعمال محرك الاحتراق الداخلي فقط.

محرك الاحتراق الداخلي وشحن المركم

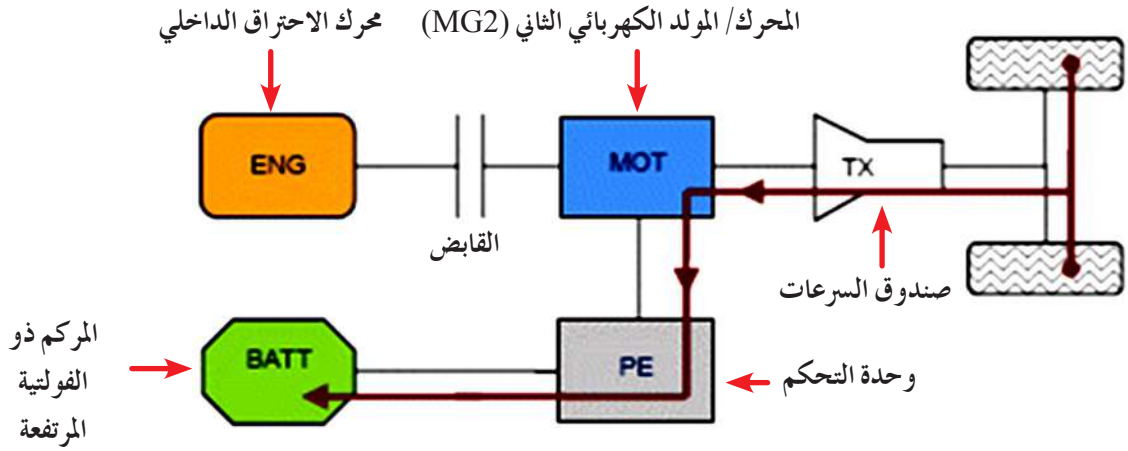
في هذا الوضع إذا كانت القدرة المطلوبة لجر المركبة قليلة، فإن الزيادة في الطاقة تستخدم لشحن المركم ذي الفولتية المرتفعة، كما في الشكل (6–15).



الشكل (6–15): محرك الاحتراق الداخلي وشحن المركم.

وضع استرداد الطاقة

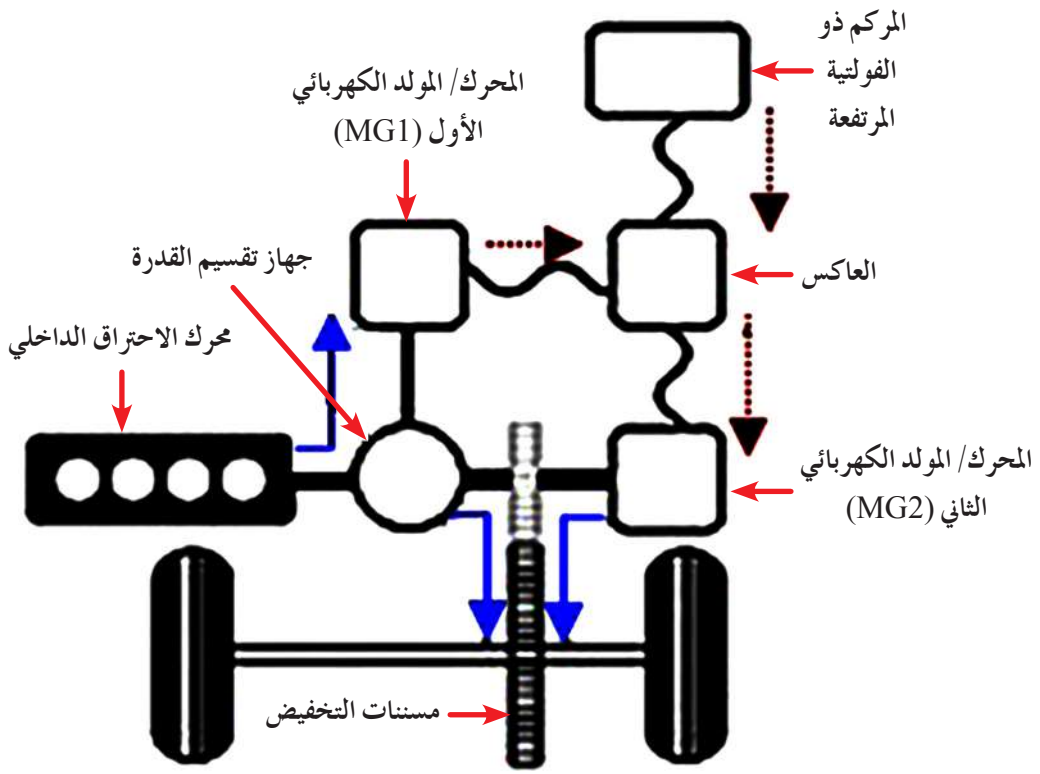
هي آلية لاسترداد الطاقة التي تبطئ المركبة، وتحول طاقة الحركة إلى طاقة كهربائية يمكن الاستفادة من هذه الطاقة لحظيًّا أو تخزينها لحين الحاجة، كما في الشكل (6–16).



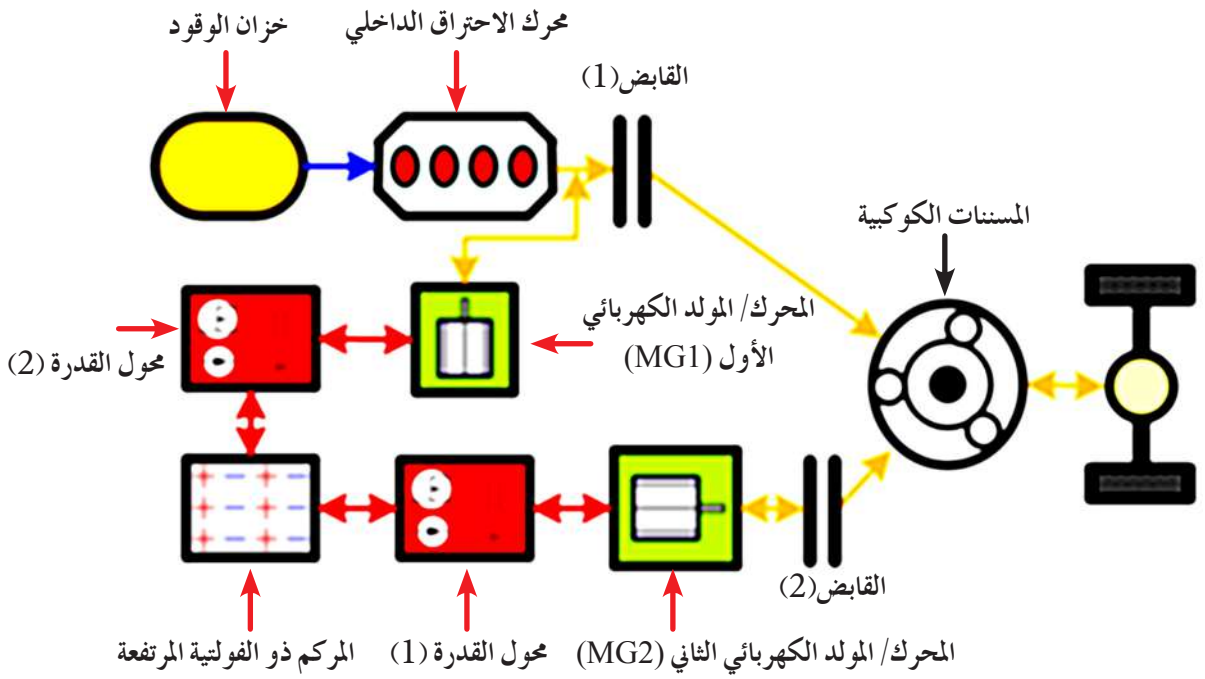
الشكل (6–16): استرداد الطاقة.

3 – مركبات هجين (توالي – توازي)

تتميز الأنظمة المختلطة بخصائص كل من هجين التوالي وهجين المتوازي، هناك اتصال مزدوج بين المحرك ومحاور النقل (الميكانيكية والكهربائية) ويتيح هذا المسار الكهربائي توزيع القدرة الميكانيكية والكهربائية المترابطة معًا، والقدرة على إدارة العجلات يمكن أن تكون إمّا ميكانيكية وإمّا كهربائية وإمّا كليهما، كما في الشكل (6–17)، كما يبين الشكل (6–18) المخطط الكهربائي للهجين المركب.



الشكل(6–17): المخطط الصندوقي للهجين المركب.



الشكل (6–18): المخطط الكهربائي للهجين المركب.

مزايا المركبات الهجينة المركبة:

أ – في هذا النظام يُجمع بين وظيفة الهجين التوالي والهجين التوازي.

ب – يُستخدم جهاز تقسيم القدرة ويوفر اتصالًا مزدوجًا بين المحرك ومحور النقل كهربائيًّا وميكانيكيًّا.

جـ – القدرة على إدارة العجلات يمكن أن تكون كهربائية أو ميكانيكية أو الاثنتين معًا.

مساوئ المركبات الهجينة المركبة

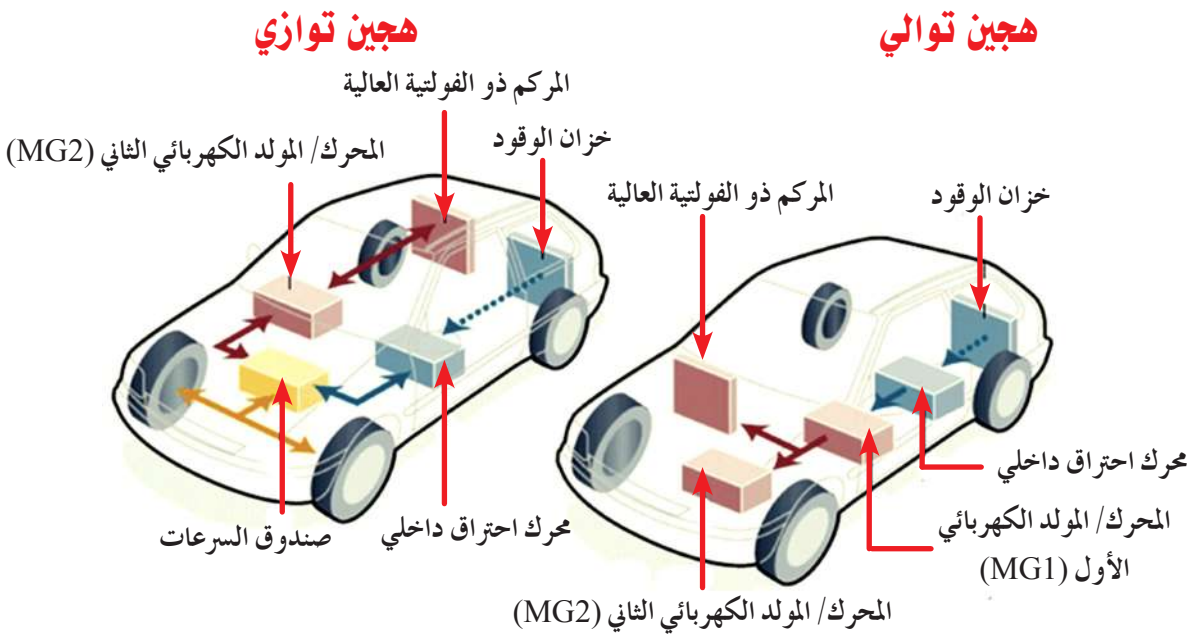
– نظام معقد جدًّا، وأكثر كلفة من الأنظمة الأخرى.

مبدأ عمل المركبات الهجينة (How Hybrid Cars Works)

تحتوي المركبات الهجينة على دائرتين أساسيتين للكهرباء، دائرة الضغط العالي (الفولتية المرتفعة) ودائرة الضغط المنخفض (الفولتية المنخفضة) وأجزاء كل دائرة مرتبطة مع بعضها بوساطة أكبال وأسلاك خاصة ذات مواصفات محددة، و تعمل الدائرتان مع بعضهما من خلال وحدة التحكم الإلكتروني.

لتوليد الطاقة الكهربائية كان لابد من استخدام المراكم الكبيرة ذات الفولتية المرتفعة والمولدات الكهربائية والمحركات الكهربائية ووحدات التحكم بالطاقة والوحدات الإلكترونية؛ حيث تُربط هذه الأجزاء مع بعضها بوساطة أكبال وأسلاك كهربائية خاصة معزولة بشكل جيد.

تصل قيمة الفولتية في دائرة الفولتية المرتفعة ضمن نطاق (150–600) فولت، وشدة تيار تصل إلى مئات الأمبيرات، وتعمل الأكبال والأسلاك الكهربائية على السماح بمرور هذه الأمبيرات إلى الأجهزة الكهربائية، حيث تنقل الأكبال الكهربائية التيار من المركم ذي القدرة المرتفعة إلى وحدة تنظيم القدرة ثم إلى المحركات الكهربائية، وتصل قيمة الفولتية في نظام الكهرباء ذي الفولتية المنخفضة إلى (12) فولت باستخدام مركم 12 فولت لتشغيل الأجهزة الإضافية في المركبة ونظام الحقن والبخاخات وملفات الحقن والحساسات ونظام الصوت وغيرها من الأنظمة، ونتيجة مرور التيارات المرتفعة في الأكبال والأسلاك الكهربائية ترتفع درجة حرارتها؛ مما قد يؤدي إلى تسريب التيار الكهربائي من خلال الأكبال والأسلاك التي تسبب الإصابة بالصدمات الكهربائية القاتلة، لذلك تجنبًا لحدوث الإصابات بالصدمة الكهربائية تعزل الأكبال عزلًا جيدًا كافيًا لحماية العاملين والفنيين من الصدمات الكهربائية أثناء أداء أعمال الصيانة.

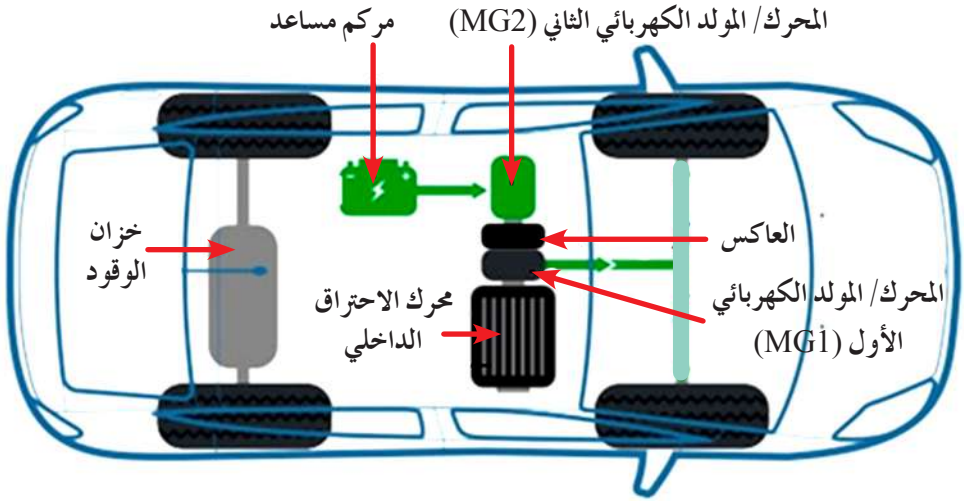


الشكل (6–19): الاختلاف بين هجين التوالي وهجين التوازي.

كيف تعمل المركبات الهجينة

1 – الانطلاق عند البداية من الصفر (Starting off)

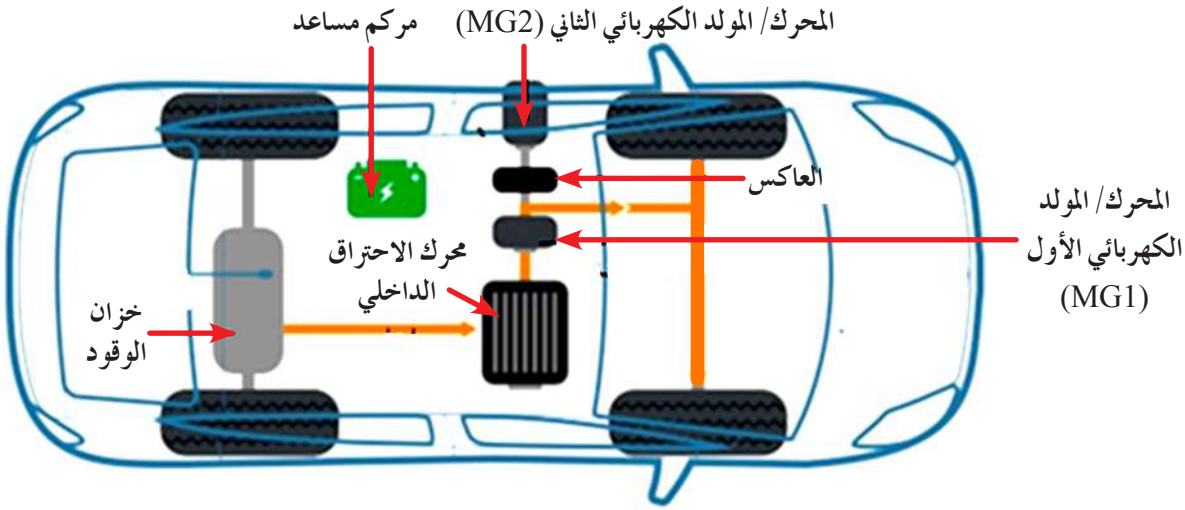
المحرك/المولد الكهربائي الثاني (MG2) يعمل على إدارة العجلات القائدة لجر المركبة والانطلاق مستمدًا الطاقة من المركم، حتّى سرعة (25) كم/ ساعة، وتستخدم المركبة المحرك الكهربائي فقط لجرّها، في حين يبقى محرك الاحتراق الداخلي مغلقًا (لا يعمل)، أمّا محرك الاحتراق الداخلي فلا يستطيع توليد عزم دوران عند سرعات الدوران المنخفضة، بينما المحركات الكهربائية تفعل ذلك وتقدم بداية متجاوبة وسلسة لجر المركبة، كما في الشكل (6–20).



الشكل (6–20): الانطلاق عند البداية من الصفر.

2 – القيادة بسرعات منخفضة (low-speed driving)

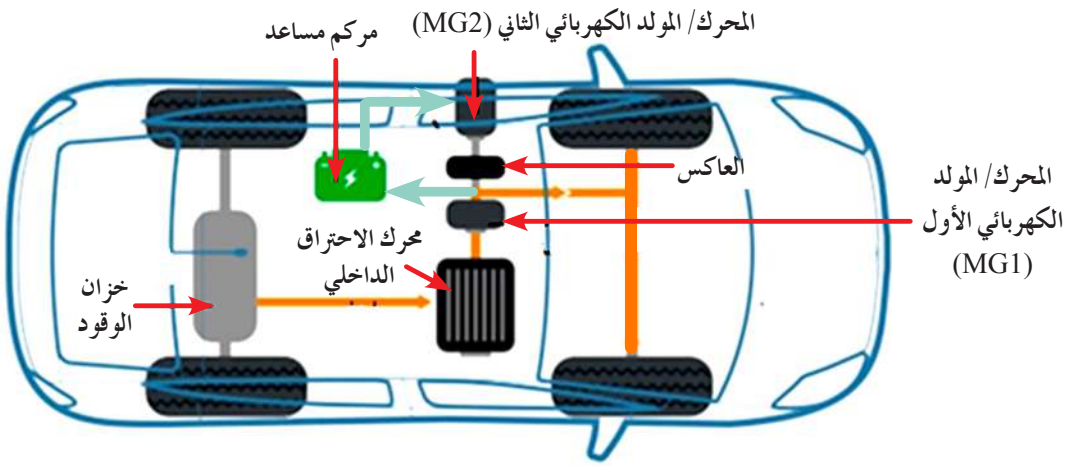
محرك الاحتراق الداخلي ليس ذا كفاءة في استخدام الطاقة لجر المركبة على السرعات المنخفضة، بمعنى أن المحركات الكهربائية لها كفاءة أكبر في القدرة على جر المركبة في السرعات المنخفضة، وتستخدم المركبات الطاقة الكهربائية المخزنة في المركم ذي الفولتية المرتفعة لجر المركبة بوساطة المحركات الكهربائية؛ إذا كان مستوى الشحن للمركم منخفضًا، ويعمل محرك الاحتراق الداخلي على تشغيل المولد الكهربائي لتزويد المحرك الكهربائي بالطاقة، كما في الشكل (6–21).



الشكل (6–21): القيادة بسرعات منخفضة.

3 – القيادة مسافات طويلة (Cruising)

هي القيادة الموفرة للطاقة باستخدام محرك الاحتراق الداخلي، تستخدم المركبات المحرك في نطاق سرعات محدد؛ بحيث تعمل مع كفاءة طاقة جيدة، والطاقة الناتجة عن محرك الاحتراق الداخلي تُستخدم مباشرة في تدوير العجلات، وتعتمد على ظروف التشغيل والقيادة، وجزء من الطاقة يستخدم في تشغيل المولد، وأما الطاقة الكهربائية الناتجة من المولد فتستخدم لتغذية المحرك الكهربائي لدعم محرك الاحتراق الداخلي، وبالاستفادة من توليد الطاقة المزدوجة (المحرك/ المولد) فإن الطاقة المتولدة من المحرك تنقل إلى العجلات بأقل قدر من الفقد في الطاقة، وإذا كان مستوى شحن المركم منخفضًا، فإن الطاقة المتولدة من المحرك تزداد لزيادة كمية الكهرباء في المولد لشحن المركم، كما في الشكل (6–22).

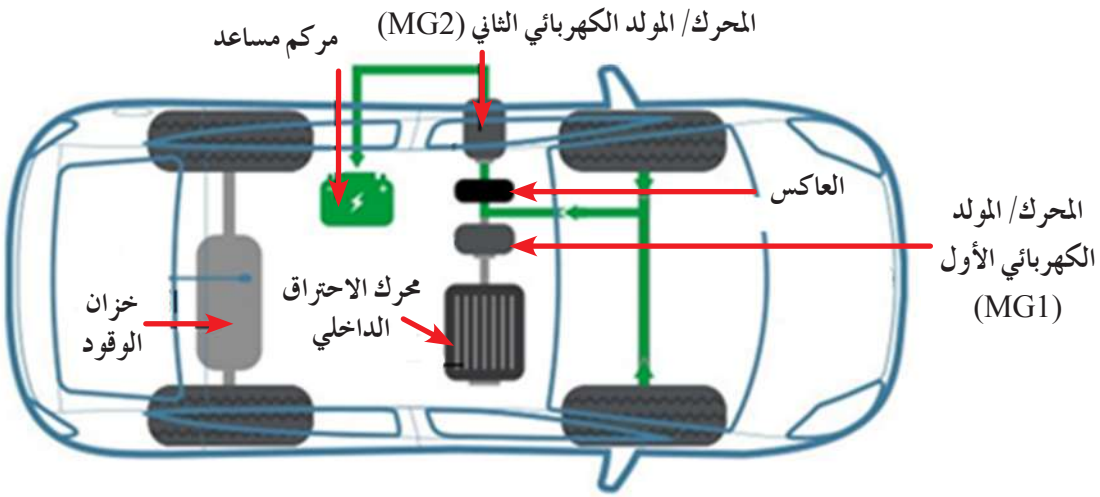


الشكل (6–22): القيادة مسافات طويلة.

4 – القيادة مسافات طويلة وإعادة الشحن (Cruising/Recharging)

إعادة شحن المركم مع فائض الطاقة (Recharging the battery with surplus)

إن المركبات الهجنية تستخدم محرك الاحتراق الداخلي في نطاق كفاءتها، والمحرك قد ينتج طاقة إضافية فائضة عن الحاجة لجر المركبة، وفي هذه الحالة تتحول الطاقة إلى طاقة كهربائية بوساطة المولد لتخزن في المركم. تُخزَّن الطاقة المجددة أثناء التباطؤ في المركم، عند الفرملة أو إيقاف التسارع فإن المركبة تستخدم طاقة الحركة لتسمح للعجلات بإدارة المحرك الكهربائي الذي يعمل بوصفه مولدًا لإعادة تجديد الطاقة الكهربائية، بمعنى أن القدرة التي فُقدت خلال حرارة الاحتكاك أثناء الفرملة تتحول إلى طاقة كهربائية تُخزن في المركم لحين الحاجة، كما في الشكل (6–23).



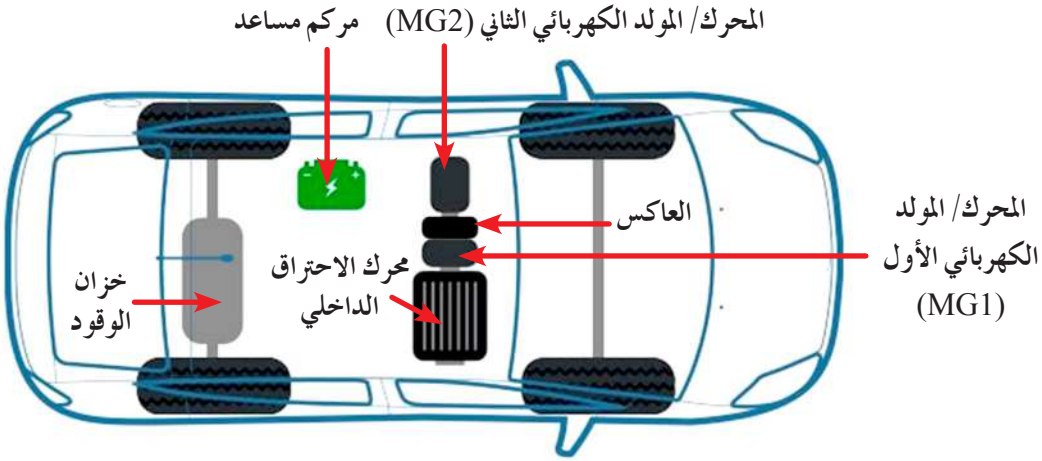
الشكل (6–23): القيادة مسافات طويلة وإعادة الشحن.

5 – تسارع كامل (Full acceleration)

هي الطاقة المزدوجة (المحرك الكهربائي ومحرك الاحتراق الداخلي)، عندما يتطلب الأمر تسارعًا قويًّا مثل صعود منحدر أو التجاوز عن المركبات، فإن طاقة المركم تزود المحركات الكهربائية بالطاقة لتكملة القوة الدافعة، وبدمج القدرة من محرك الاحتراق الداخلي والمحرك الكهربائي؛ فإن المركبة تنتج طاقة مشابهة لطاقة محرك ذي سعة عالية.

6 – وضع الراحة (At Rest)

في هذه الوضعية يتوقف محرك الاحتراق الداخلي والمحركات الكهربائيّة عن العمل تلقائيًّا بشكلٍ آليّ، وقد يعود محرك الاحتراق إلى العمل إذا كان مستوى شحن المركم منخفضًا؛ وذلك لإعادة شحن المركم، أو عند استخدام ضاغط المكيف. كما في الشكل (6–24).



الشكل (6–24): وضع الراحة.

عن طريق شبكة الإنترنت ابحث عن مقاطع مصورة (فيديوهات) توضح مبدأ عمل المركبات الهجينة، وتحت إشراف المعلم اعرضه أمام زملائك.

القياس والتقويم

1 – صنّف أنواع المركبات الهجينة حسب درجة التهجين.

2 – صنّف أنواع المركبات الهجينة حسب خط توليد القدرة.

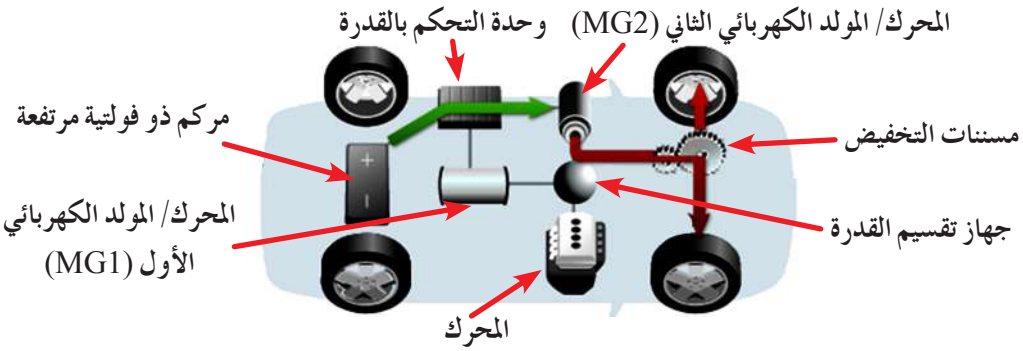
3 – قارن بين المركبات هجين التوالي ومركبات هجين التوازي، من حيث مميزات كل منهما.

4 – اذكر عيوب مركبات هجين التوالي.

5 – اذكر عيوب مركبات هجين التوازي.

6 – اشرح طريقة استرداد الطاقة في المركبات الهجينة.

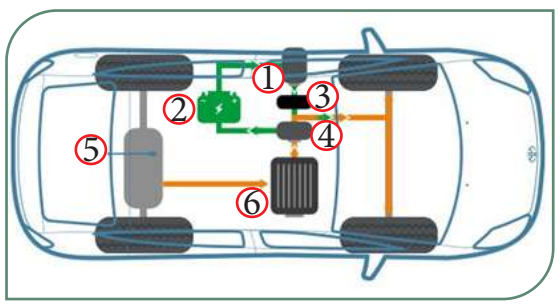
7 – يبين الشكل الآتي طريقة عمل المركبات الهجينة عند الانطلاق من البداية عند الصفر (Starting off)، تتبَّع خط نقل القدرة إلى العجلات القائدة.



8 – يبين الشكل الآتي عمل المركبة الهجينة أثناء المسير مسافات طويلة، والمطلوب:

أ – اشرح طريقة عمل نظام القدرة.

ب– اذكر أسماء الأجزاء المُشار إليها بالأرقام.



الخرائط المفاهيمية

تصنيف المركبات حسب
خط نقل القدرة
مركبات هجين
(التوالي)
مركبات هجين
(التوازي)
مركبات هجين مركب
(التوالي + التوازي)
محرك الاحتراق الداخلي يعمل على إدارة المولد الذي يعمل على شحن المركم عن طريق وحدة التحكم الكهربائية، ويغذي المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (MG2) بالطاقة اللازمة لإدارة العجلات.
في هذا التصميم، المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (MG2) يقاد بوساطة المركم، ويتصل كل من محرك الاحتراق والمحرك الكهربائي مع صندوق السرعات، وفي معظم الأوقات يستخدم المحرك الكهربائي لدعم محرك الاحتراق الداخلي.
تتميز الأنظمة المختلطة بخصائص كل من هجين التوالي والهجين المتوازي.

ثالثًا: محرك الاحتراق الداخلي

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

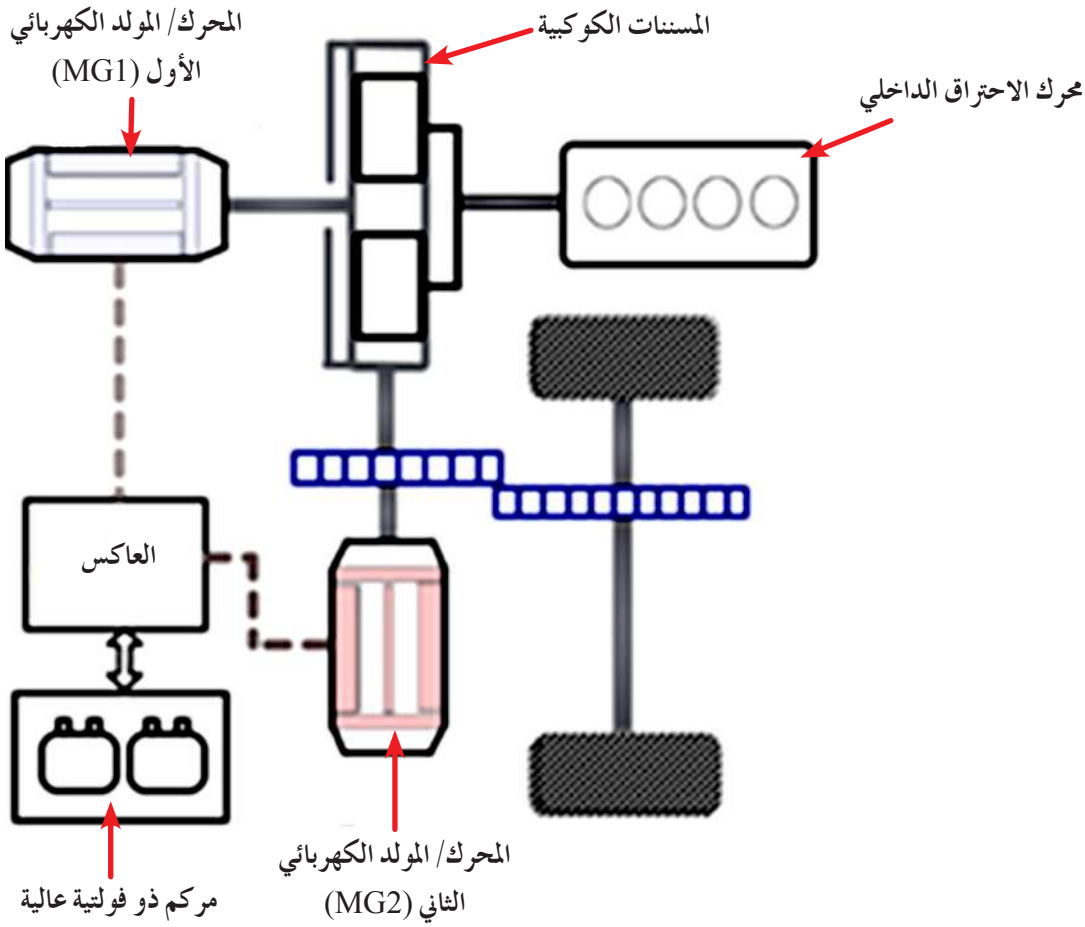
- يتعرّف نظرية عمل محركات الاحتراق الداخلي (دورة أتكنسون).
- يتعرّف الحساسات الخاصة بالمحرك.
- يتعرّف نظام التبريد المستخدم في المركبات الهجينة.
- يتعرّف نظام التبريد الخاص بمنظومة الهايبرد.
- يتعرّف أنظمة الإشعال المستخدمة في المركبات الهجينة.
- يتعرّف صيانة المحرك وكيفية إصلاحه.

القياس والتقويم

تُعدّ محركات الاحتراق الداخلي مصدر الطاقة في المركبات، وتعتمد نظرية عملها على حرق مزيج الهواء والوقود داخل غرف الاحتراق، وتحويل الطاقة الحرارية الناتجة عن الإشعال إلى طاقة ميكانيكية، تسمح الصمامات بدخول مزيج الهواء والوقود إلى غرف الإشعال وخروج الغازات العادمة منها بالتوافق مع حركة المكابس، وتُسمى هذه العملية توقيت المحرك (لتوقيت العلاقة بين حركة المكبس داخل الأسطوانات وعملية فتح الصمامات وإغلاقها)، والتوقيت ثابت لا يتغير للمحرك الواحد في المركبات العادية، بالإضافة إلى أنه تعمل المحركات المستخدمة في المركبات الهجينة على مبدأ عمل المحركات العادية نفسه، لكن باختلاف عملية التوقيت لفتح الصمامات وإغلاقها، حيث يتغير توقيت الصمامات حسب ظروف تشغيل المحرك؛ مما أدى إلى استخدام محركات صغيرة الحجم في المركبات الهجينة أدت إلى تقليل استهلاك الوقود، وخفض نسبة الغازات العادمة الضارة.

- استُخدمت محركات الاحتراق الداخلي التقليدية في المركبات المتوسطة والصغيرة العاملة بوقود البنزين أو وقود الديزل، وكانت تعمل بأنظمة إشعال تقليدية وأنظمة حقن ميكانيكية، وأنظمة نقل القدرة الميكانيكية؛ ما أحدث أثراً سلبيًّا كبيرًا على البيئة المحلية بسبب الغازات العادمة الضارة بصحة الإنسان وكثرة الأعطال الميكانيكية والكهربائية، والاستهلاك الزائد للوقود، وكان التحكم بعمل أنظمة المركبة يحدث بوساطة السائق وكان تحكمًا يدويًّا، ثم طرأ تغير كبير على تصميم هذه المركبات، وأصبحت أنظمة الإشعال وأنظمة حقن الوقود أكثر تطورًا أفضى إلى خفض نسبة الغازات الضارة الناتجة عن حرق الوقود، وأصبح التطور أكثر فعالية على أنظمة الإشعال وأنظمة حقن الوقود، وأنظمة إنتاج الطاقة، وأجهزة نقل الطاقة؛ ما جعل التحكم في عمل هذه الأنظمة تحكمًا إلكترونيًّا، صارت المركبات تحقق أفضل النتائج في نسب الغازات العادمة الضارة، وأضحت أكثر كفاءة، وأصبحت تحقق أقل نسب في استهلاك الوقود.

يبين الشكل (6 – 25) نظام توليد القدرة المستخدمة في المركبات الحديثة.

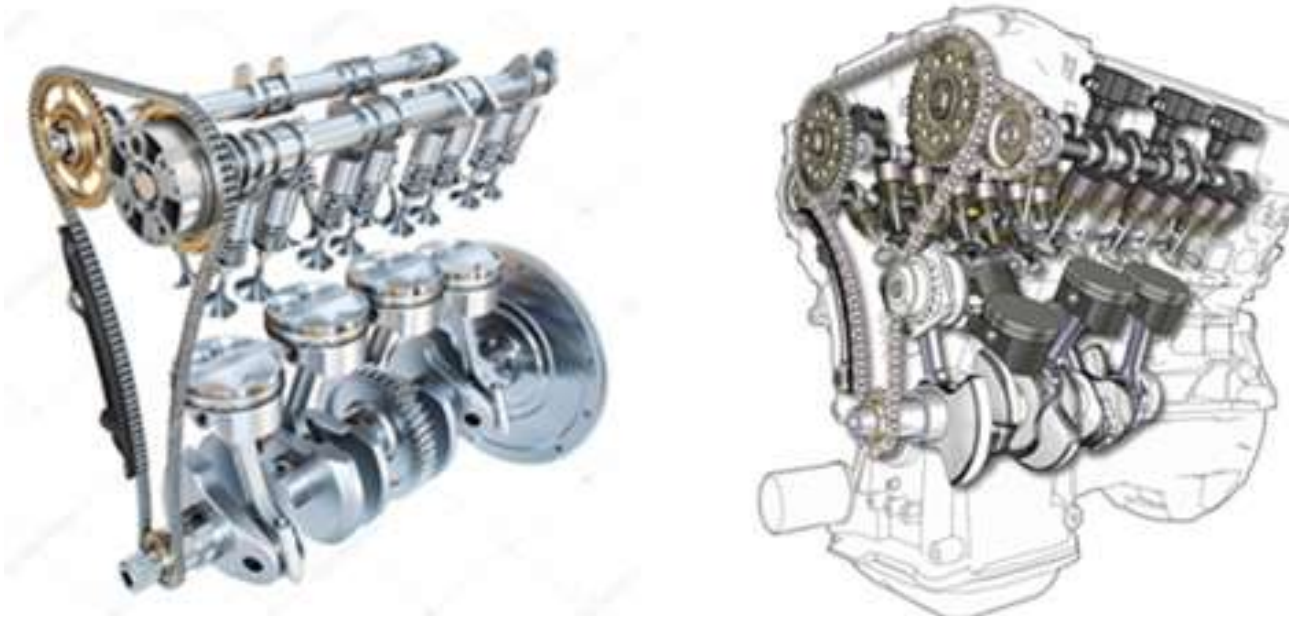


الشكل (6–25)

استكشف

يبين الشكل (6 – 26) الأول إلى اليمين محرك احتراق داخليًّا عاديًّا ذا نظام توقيت ثابت للصمامات، عن طريق وضع علامات خاصة على مسننات أعمدة الكامات والجنزير الناقل للحركة، وتوقيت الصمامات في هذا النوع من المحركات ثابت لا يتغير للمحرك الواحد. ويبين الشكل (6 – 26) إلى اليسار محرك احتراق داخليًّا حديثًا تستخدم فيه آلية أخرى لتوقيت الصمامات؛ بحيث يمكن تغيير التوقيت للصمامات حسب ظروف التشغيل للمحرك.

ابحث في الشبكة العنكبوتية لمعرفة الآلية الجديدة التي تسمح بتغير توقيت الصمامات، وما فائدة أن يكون توقيت الصمامات متغيرًا حسب ظروف التشغيل.



(ب) (أ)

الشكل (6 – 26/ أ، ب): محرك احتراق داخليّ عاديّ، وآخر حديث.

اقرأ.. وتعلم

سُميت محركات الاحتراق الداخلي بهذا الاسم؛ لأن حرق الوقود يحدث داخل هذه المحركات في غرف خاصة تسمى غرف الاحتراق، وتعتمد نظرية عمل هذه المحركات على تحويل الطاقة الحرارية الناتجة عن حرق الوقود داخل غرف الاحتراق إلى طاقة ميكانيكية.

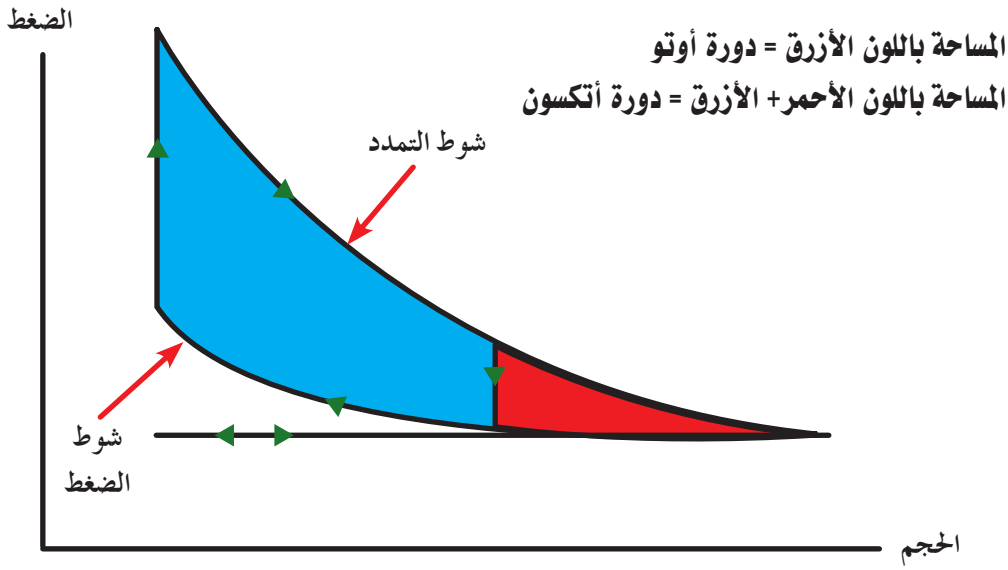
صُممت محركات الاحتراق الداخلي المستخدمة في المركبات الهجينة بحيث تعمل بكفاءة عالية للحصول على قدرة تشغيلية عالية، وهي محركات خفيفة الوزن، وتُصنع من سبائك الألمنيوم، ولا تختلف عن المحركات التقليدية المستخدمة في المركبات العاملة بوقود البنزين أو وقود الديزل من حيث التركيب والمكونات، وإنما اعتمدت هذه المحركات في نظرية عملها على دورة أتكنسون، حيث تزداد المدة الزمنية لفتح صمام الدخول أثناء شوط السحب، وإبقاء صمام الدخول مفتوحًا في معظم شوط الضغط، وزيادة في طول شوط التمدد للاستفادة من أكبر قدر ممكن من الضغط داخل غرف الإشعال.

تُعَدّ محركات الاحتراق الداخلي المستخدمة في المحركات الهجينة محركات داعمة للمحركات الكهربائية، ولها آلية تشغيل تختلف عن المحركات العادية؛ إذ لا تحتوي على محرك البدء الذي يتحكم بإدارة المحرك، وإنما لها آلية خاصة بحيث تعمل بطريق آلية؛ حسب حاجة نظام الشحن للمركم ذي الفولتية المرتفعة ونظام الجر للمركبة الهجينة.

نظرية عمل محركات الاحتراق الداخلي رباعية الدورة (دورة أتكنسون)

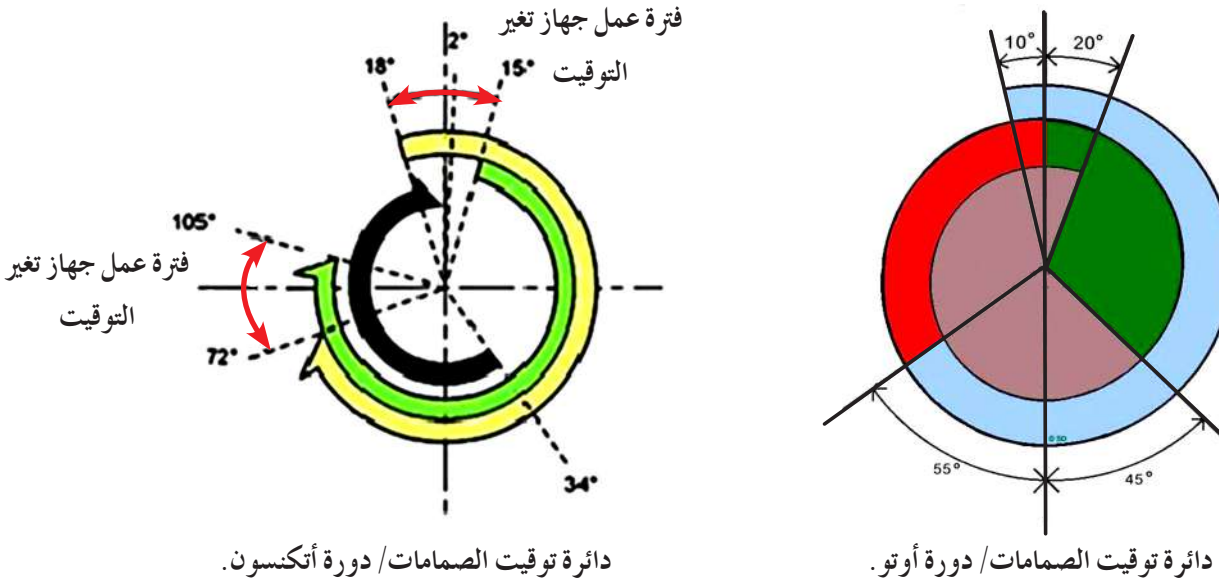
إن محركات الاحتراق الداخلي التي تعمل بدورة أتكنسون في المركبات الهجينة لها قدرة عالية ومتميزة على استخلاص أكبر قدر ممكن من الطاقة من الوقود بأقل نسبة انبعاث للغازات العادمة، معتمدة على تسلسل عملية فتح الصمامات؛ إذ تحفظ صمام الدخول مفتوحًا خلال شوط الضغط ما يُحدث انخفاض الإزاحة وتقليل استهلاك الوقود، ويُتحكَّمُ في توقيت الصمامات إلكترونيًّا؛ فيمكن التحكم في عدد درجات الفتح والإغلاق للصمامات؛ حسب ظروف التشغيل للمحرك.

تحدث الأشواط الأربعة (السحب، الضغط، الانفجار، العادم) في دورتين لعمود المرفق، تتشابه هذه الدورة مع دورة أوتو من حيث إضافة الحرارة عند ثبوت الحجم ولكن تختلف في أن نسبة الانضغاط ونسبة الحجم متساوية فيها جميعًا، ويحدث ذلك عن طريق فتح صمام الدخول مدة زمنية أطول؛ ما يزيد نسبة الحجم ويسمح بالاستفادة من معظم الطاقة الموجودة في الغاز، ويوفر في استهلاك الوقود، ويؤدي وجود الهواء الراجع من الأسطوانة في مجمع السحب إلى دخوله في الأسطوانة الآتية في ترتيب الإشعال؛ فيقل الفقد في الطاقة، يبين الشكل (6 – 27) العلاقة بين الضغط والحجم لدورة أتكنسون؛ إذ تمثل المساحة بلون أزرق دورة أوتو، بينما يمثل اللون الأحمر واللون الأزرق معًا دورة أتكنسون، ويمثل اللون الأحمر الطاقة المستفادة نتيجة استخدام نظام توقيت الصمامات المتغير.



الشكل (6 – 27): العلاقة بين الضغط والحجم لدورة أتكنسون.

تستخدم الصمامات داخل محرك الاحتراق الداخلي للسيطرة على تدفق الهواء إلى غرف الاحتراق وخروج الغازات العادمة من غرفة الاحتراق؛ لذا، فإن توقيت فتح الصمام ومدة الفتح لهما تأثير كبير على أداء المحرك؛ لذلك فالمحرك المجهز بنظام تشغيل صمام (توقيت متغير) لا يكون توقيت الصمامات فيه ثابتًا، وإنما هو متغير حسب سرعة دوران المحرك وظروف التشغيل؛ مما يسمح بتحسين الأداء على مدى تشغيل المحرك، انظر الشكل (6–28).



دائرة توقيت الصمامات/ دورة أوتو.

دائرة توقيت الصمامات/ دورة أتكنسون.

الشكل (6 – 28): دائرة توقيت الصمامات لمحرك احتراق داخلي.

توقيت الصمامات المتغير Variable Valve Timing (VVT)

تُسمى تقنية الصمام (المتغير الذكي) حيث يتم تغيير توقيت فتح الصمام وإغلاقه بتوقيت مُتغير، ولا يكون توقيت الصمامات ثابتًا بل يكون مُتغيرًا حسب سرعة دوران المحرك وظروف التشغيل، وفي هذه التقنية يجري تبديل وقت التداخل بين إغلاق صمام العادم وفتح صمام السحب. يستخدم غالبًا لتحقيق الأهداف الآتية :

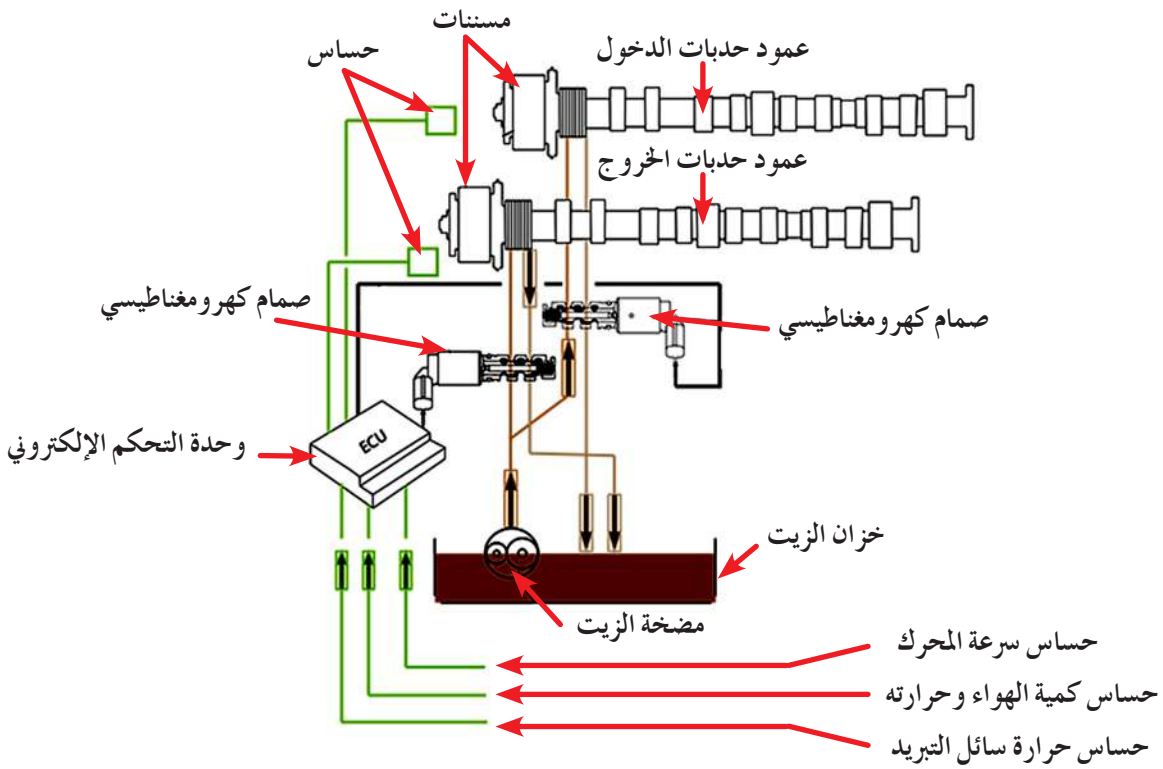
1 – تحسين الأداء للمحرك (زيادة في القدرة).

2 – تحسين الاقتصاد في استهلاك الوقود.

3 – تحسين التقليل من الانبعاثات الضارة.

4 – سلاسة التشغيل على السرعة الخاملة ونعومته.

لتحقيق الأهداف السابقة يتطلب نظام توقيت الصمامات المتغير عددًا من المكونات المختلفة، بما في ذلك صمامات كهرومغناطيسية ومسننات التوقيت المتغير. عند تفعيل عمل الصمامات الكهرومغناطيسية يُوجَّهُ ضغط الزيت إلى مسننات التوقيت، وتُؤقَّتُ حدبة التوقيت في اتجاه تقديم الفتح أو تأخير الفتح للصمامات؛ وفقًا ظروف التشغيل، كذلك تعمل مسننات التوقيت على تغيير شكل حدبة التوقيت أو وضعها حسب المكان الذي يُوجَّه فيه الزيت في الغرف داخل الصمامات الكهرومغناطيسية، كما في الشكل (6 – 29).



الشكل (6 – 29): طريقة عمل الصمامات الكهرومغناطيسية.

من خلال الشبكة العنكبوتية؛ بيِّن التغيرات التي أحدثتها الشركات الصانعة للمركبات من حيث تعدُّد مصادر الطاقة في المركبة، وطرائق نقل الطاقة إلى العجلات القائدة، وطرائق التحكم في عمل أنظمة المركبات المختلفة.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – اشرح نظرية عمل المحركات العاملة بنظرية أتكنسون.

2 – ما المقصود بتوقيت الصمامات المتغير؟

3 – ارسم دائرة توقيت الصمام لدورة أتكنسون.

التمارين العملية

التمرين (6-3)

نزع محرك الاحتراق الداخلي عن المركبة الهجينة.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تنزع محرك الاحتراق الداخلي عن المركبة الهجينة.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة. – صندوق عدد يدوية. – رافعة هيدرولية. – جك أرضي هيدرولية / جك تمساح. – رافعة هيدولية متحركة مع بوم وجنزير لرفع المحرك. – فرد فك براغي العجلات، وأنواع أخرى من البراغي. – وعاء لتفريغ السوائل. – قفازات معزولة من النوع الجيد. – جهاز فحص التيار والفولتية.	– شريط عازل لعزل الأسلاك الكهربائية.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – يبين الشكل (1) القاطع الرئيس للمركم ذي الفولتية العالية.	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

2 – قبل البدء في عملية فَكّ المحرك انزع قاطع الأمان الكهربائي عن المركم ذي الفولتية العالية، كما في الشكل (2).

الشكل (2)

3 – فُكَّ الوصلات الكهربائية عن المحرك.

4 – انزع الكبل الواصل من المركم ذي الفولتية العالية إلى وحدة التحكم بالقدرة، ثم اعزل أطراف الكبل، كما في الشكل (3).

الشكل (3)

5 – انزع الكبل الواصل من المحول إلى المحرك/ المولد الكهربائي الأول (**MG1**)، ثم اعزل أطراف الكبل، كما في الشكل (4).

6 – انزع الكبل الواصل من المحول إلى المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (**MG2**)، ثم اعزل أطراف الكبل، كما في الشكل (5).

الشكل (4)

7 – انزع الكبل الواصل من المحول إلى ضاغط المكيف، ثم اعزل أطراف الكبل.

8 – فرِّغ سائل التبريد للمحرك في وعاء خاص، كما في الشكل (6).

9 – فرِّغ سائل التبريد للمحول، كما في الشكل (7).

10 – انزع الخراطيم الخاصة بنظام التبريد عن المحرك والمحول.

الشكل (5)

خطوات الأداء

11 – انزع فلتر الهواء.

12 – فُكَّ نظام حقن الوقود والوصلات الخاصة بنظام الوقود.

13 – انزع وصلات الحساسات عن المحرك.

14 – فُكَّ ماسورة العادم عن مجمع الغازات.

15 – انزع المحول عن المركبة، كما في الشكل (8).

16 – فُكَّ صواميل العجلات الأمامية جزئيًّا.

17 – ارفع المركبة على رافعة هيدرولية.

18 – انزع العجل عن المركبة ثم انزع بطانات الاحتكاك.

19 – انزع مجموعة الحامل، والماسك الخاص بالفرامل (المخ).

20 – افصل مجموعة محور دوران العجل عن نظام تعليق ماكفرسون.

21 – فُكَّ الوصلة المفصلية للكفة السفلية.

22 – اسحب عمود الجر (الأكسات) من مكانها.

23 – فُكَّ قواعد المحرك وصندوق السرعات.

24 – اربط المحرك بالرافعة الهيدرولية، ثم اسحب المحرك إلى الخارج.

الرسم التوضيحي

الشكل (6)

الشكل (7)

الشكل (8)

محرك الاحتراق الداخلي
محركات تعمل بدورة أوتو.
محركات تعمل بدورة أتكنسون
توقيت الصمامات ثابت لا يتغير
توقيت الصمامات متغير.
تستخدم مسننات عمود المرفق وعمود الحدبات بالإضافة إلى آلية خاصة لتغير التوقيت.
تستخدم مسننات عمود المرفق وعمود الحدبات بالإضافة إلى آلية خاصة لتغير التوقيت.
نسبة الانضغاط ونسبة الحجم غير متساوية.
نسبة الانضغاط ونسبة الحجم متساوية.
يستخدم في المركبات العادية.
يستخدم في المركبات الهجينة.
للمحركات قدرة أقل في استخلاص القدرة.
للمحركات قدرة عالية في استخلاص القدرة.
– استهلاك الوقود عال.
– انبعاثات للغازات الضارة مرتفعة.
– تحسين الأداء والاقتصاد في استهلاك الوقود.
– التقليل من الانبعاثات للغازات الضارة.

رابعًا: نظام تبريد محرك الاحتراق الداخلي ومنظومة الهايبرد.

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف أهمية نظام التبريد لمحرك الاحتراق الداخلي ومنظومة الهايبرد.
- يتعرّف أجزاء نظام التبريد لمحرك الاحتراق الداخلي.
- يتعرّف أجزاء منظومة التبريد للهايبرد (المحركات الكهربائية ووحدة التحكم بالقدرة).
- يتعرّف طريقة عمل أنظمة التبريد.
- يتعرّف طرائق الإصلاح والصيانة لنظام التبريد.

القياس والتقويم

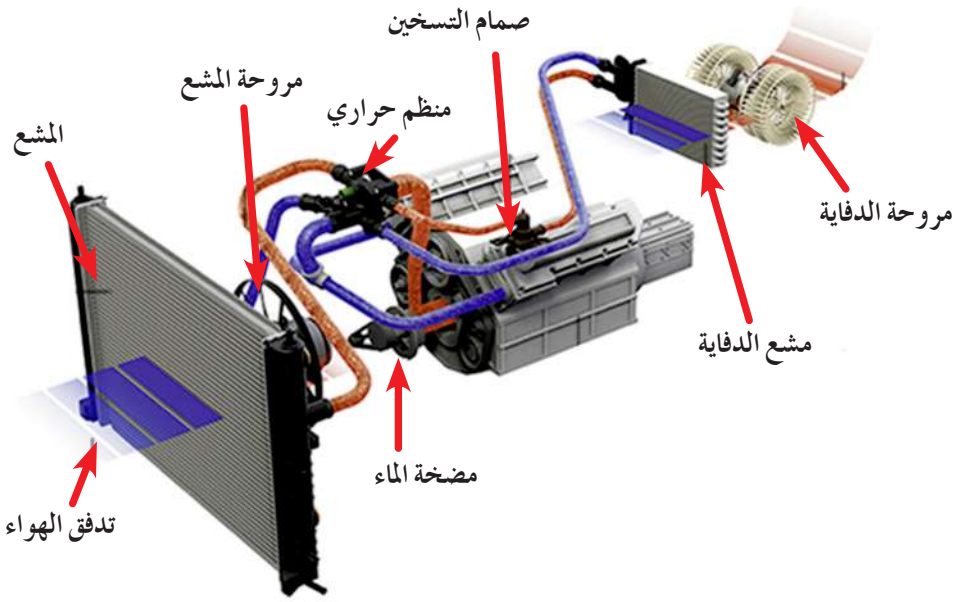
تعتمد أنظمة التبريد في عملها على سحب سائل التبريد الساخن من المحرك وتبريده بوساطة الهواء المندفع باتجاه المحرك، وإعادته إلى داخل المحرك بعد التبريد بوساطة مضخة ماء، وتستمر هذه العملية بالتكرار ما دام المحرك يعمل، وقد يؤدي ارتفاع درجة حرارة سائل التبريد عن الحد المقرر إلى تبخر سائل التبريد وفشل عمل النظام، وهذا بدوره يُحدث تلف الأجزاء الداخلية للمحرك. إنَّ المحركات الكهربائية والأجهزة الكهربائية المستخدمة في المركبات الهجينة تعمل بتيار كهربائي عالي القيمة يفضي إلى سخونة هذه الأجزاء والأجزاء الناقلة للطاقة، ومن ثم إلى فشل عمل الأجهزة الكهربائية وتعطل المركبة عن العمل؛ نتيجة ارتفاع درجة حرارتها، ما يعني ضرورة تبريد عمل الأجزاء لتؤدي وظائفها على أكمل وجه وبكفاءة جيدة.

في محركات الاحتراق الداخلي تتحول الطاقة الحرارية الناتجة عن حرق مزيج الهواء والوقود إلى طاقة ميكانيكية، ونسبة الاستفادة من هذه الطاقة الحرارية التي تتحول إلى طاقة ميكانيكية تتراوح بين (30% – 35%) فقط، والطاقة الحرارية الزائدة تسبب ارتفاعًا غير طبيعي لدرجة حرارة الأجزاء الميكانيكية الموجودة بداخل المحرك، قد تؤدي إلى تلف هذه الأجزاء، وتقلل من كفاءة عمل المحركات.

- كيف يمكن زيادة نسبة الاستفادة من الطاقة الحرارية المفقودة التي تشكل نسبة (70%) من الطاقة الكلية الناتجة عن حرق مزيج الهواء والوقود؟ وتحسين استهلاك الوقود في المركبات؟
- كيف يمكن التخلص من الحرارة الزائدة في محركات الاحتراق الداخلي؟ وهل يمكن الاستفادة منها في تشغيل بعض الأجزاء الميكانيكية في المحركات؟

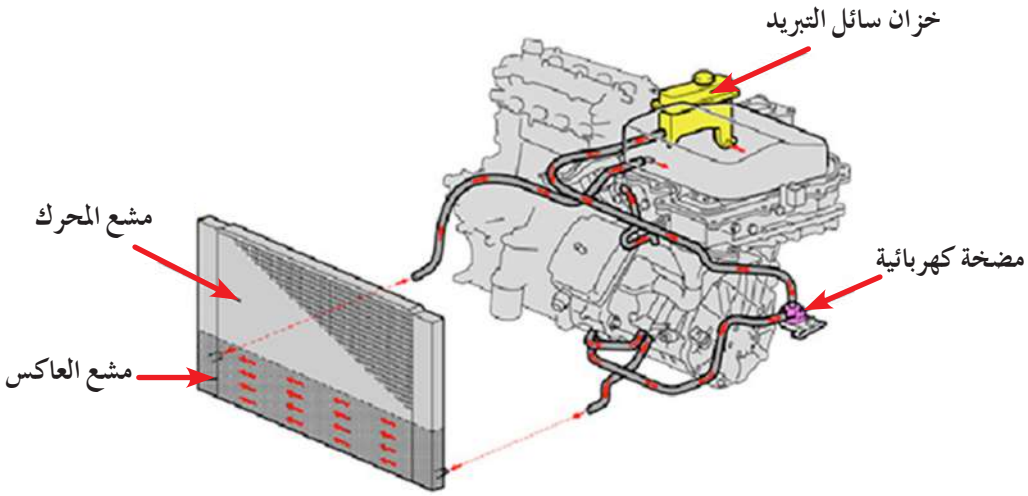
استكشف

يبين الشكل (6–30) نظام تبريد تقليديًّا لمحرك احتراق داخلي بوساطة سائل التبريد، يخرج سائل التبريد من المحرك عبر الخراطيم المطاطية إلى المشع حيث يُبرَّد سائل تبريد بالهواء خلال المشع، ويُعاد ضخ سائل التبريد إلى المحرك بوساطة مضخة ماء، و يذهب جزء من سائل التبريد إلى وحدة التدفئة في المركبة لتدفئة حجرة السائق والركاب.



الشكل (6–30): نظام تبريد تقليدي لمحرك احتراق داخلي.

يبين الشكل (6–31) نوعًا آخر من أنظمة التبريد المستخدم في المركبات الهجينة، منفصلًا عن نظام تبريد المحرك، ويبين الشكل أن سائل التبريد يمر عبر وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية، ثم إلى المحركات الكهربائية ويخرج سائل التبريد إلى مشع خاص لتبريد سائل التبريد، ثم يوجه السائل مرة أخرى إلى وحدة التحكم والمحركات الكهربائية.



الشكل (6-31): أنظمة التبريد المستخدم في المركبات الهجينة.

اقرأ.. وتعلم

نظام التبريد في المركبة الهجينة

يتكون نظام التبريد في أنظمة المحركات التقليدية من المشع، ومروحة ميكانيكية أو مروحة كهربائية ومضخة المياه، وقمصان التبريد، والمنظم الحراري، وخراطيم توصيل المياه الساخنة والباردة وخزان التمدد، تعمل هذه الأجزاء مجتمعة على سحب الماء الساخن من المحرك، ثم تبريد السائل خارج المحرك للتخلص من الحرارة الزائدة في المحرك في أسرع وقت ممكن، والمحافظة على درجة حرارة سائل التبريد المثلى، وإبقائها ثابتة أثناء ظروف التشغيل المختلفة، وذلك للأسباب الآتية :

1 – يعمل المحرك بكفاءة عالية عند درجة الحرارة المثلى، مع أقل نسبة انبعاثات للغازات الضارة.

2 – يقلل من تآكل الأجزاء الداخلية للمحرك.

3 – المحافظة على درجة حرارة كابينة السائق في نطاق محدد من السائق.

4 – الحرارة الزائدة تسبب انخفاض كفاءة عمل المحرك، ثم فشل تشغيل المحرك.

أجزاء نظام خزن وتسخين سائل التبريد

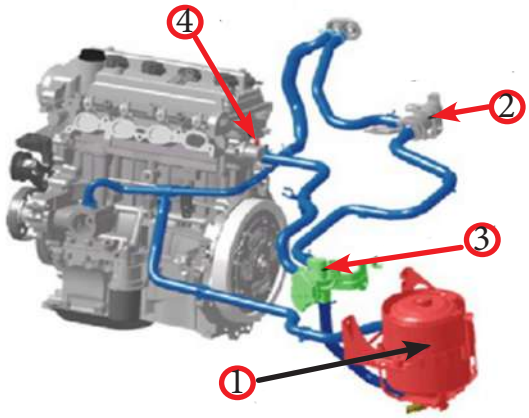
يبين الشكل (6–32) أجزاء نظام خزن وتسخين سائل التبريد، وهي:

1 – خزان التخزين.

2 – مضخة ماء كهربائية.

3 – صمام ثلاثي الاتجاه.

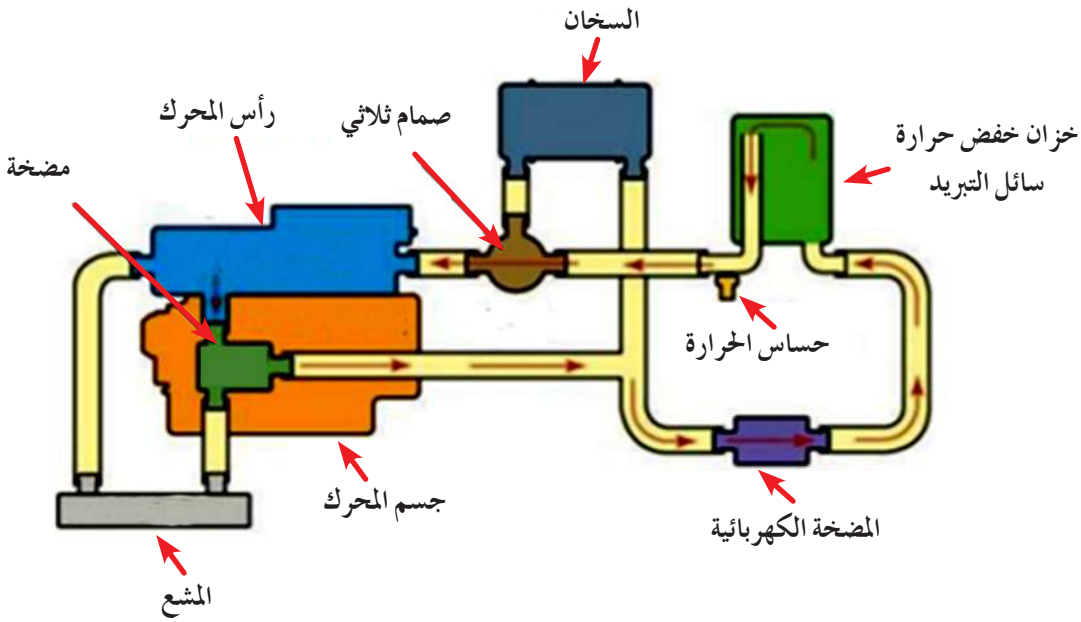
4 – مجس حرارة سائل التبريد.



الشكل (6 – 32)

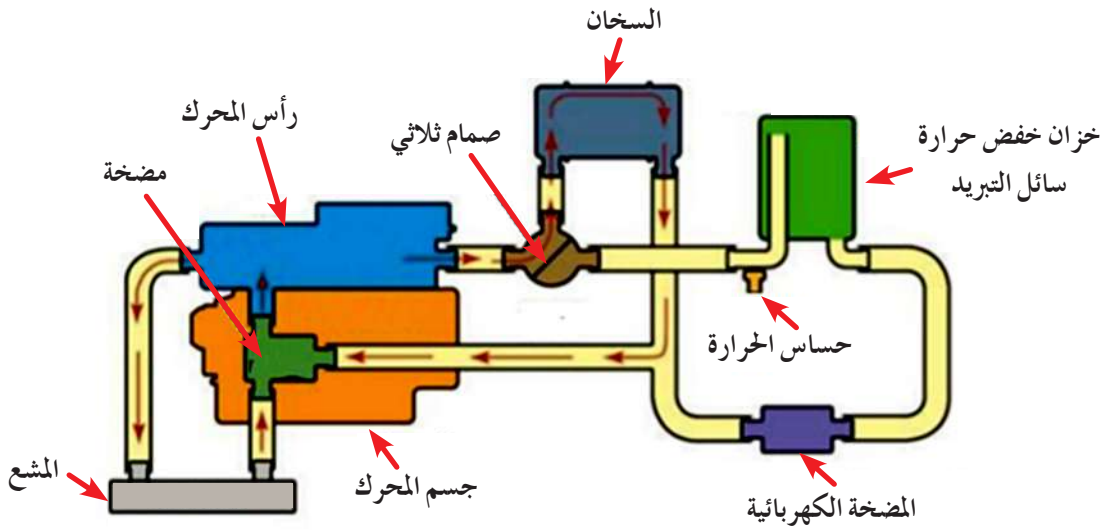
طريقة عمل نظام التبريد

1 – مرحلة ما قبل تشغيل محرك الاحتراق الداخلي، حيث تعمل وحدة التحكم الإلكتروني على تشغيل المضخة الكهربائية لسحب سائل التبريد من الخزان وإرساله إلى مجاري التبريد في رأس المحرك، ثم يعود إلى المضخة مرة أخرى، وتستمر العملية إلى حين بدء المرحلة الثانية، كما في الشكل (6 – 33).



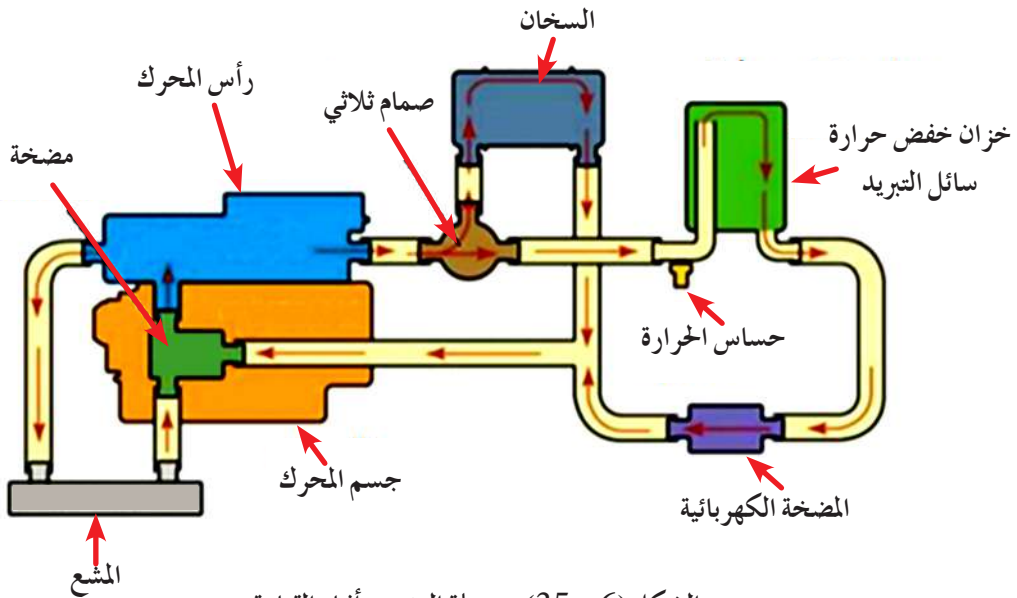
الشكل (6 – 33): مرحلة ما قبل تشغيل محرك الاحتراق الداخلي.

2 – المرحلة الثانية مرحلة إحماء المحرك، تتوقف المضخة الكهربائية عن العمل، ويعمل الصمام الثلاثي على توجيه الماء من المحرك إلى السخان الأساس، كما في الشكل (6 – 34).



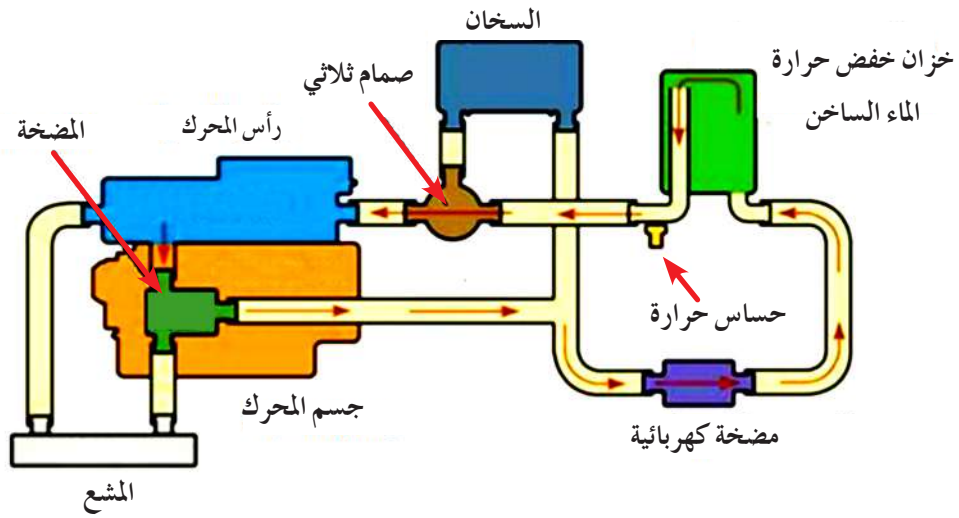
الشكل (6 – 34): مرحلة الثانية إحماء المحرك، تتوقف المضخة الكهربائية عن العمل.

3 – مرحلة التخزين أثناء القيادة، عندما تصل درجة حرارة السائل إلى الدرجة المثالية، يعمل الصمام ثلاثي الأبعاد على السماح للسائل بالدخول إلى الخزان الرئيس وخزان حفظ الماء الساخن، كما في الشكل (6 – 35).



الشكل (6 – 35): مرحلة التخزين أثناء القيادة.

4 – مرحلة التخزين عند توقف المركبة، إذا أوقف المحرك عن العمل، قبل أن يمتلئ الخزان بالماء، تعمل المضخة الكهربائية إلى حين الانتهاء من تعبئة الخزان، كما في الشكل (6 – 36).



الشكل (6 – 36): مرحلة التخزين عند توقف المركبة.

أقسام نظام التبريد في المركبات الهجينة

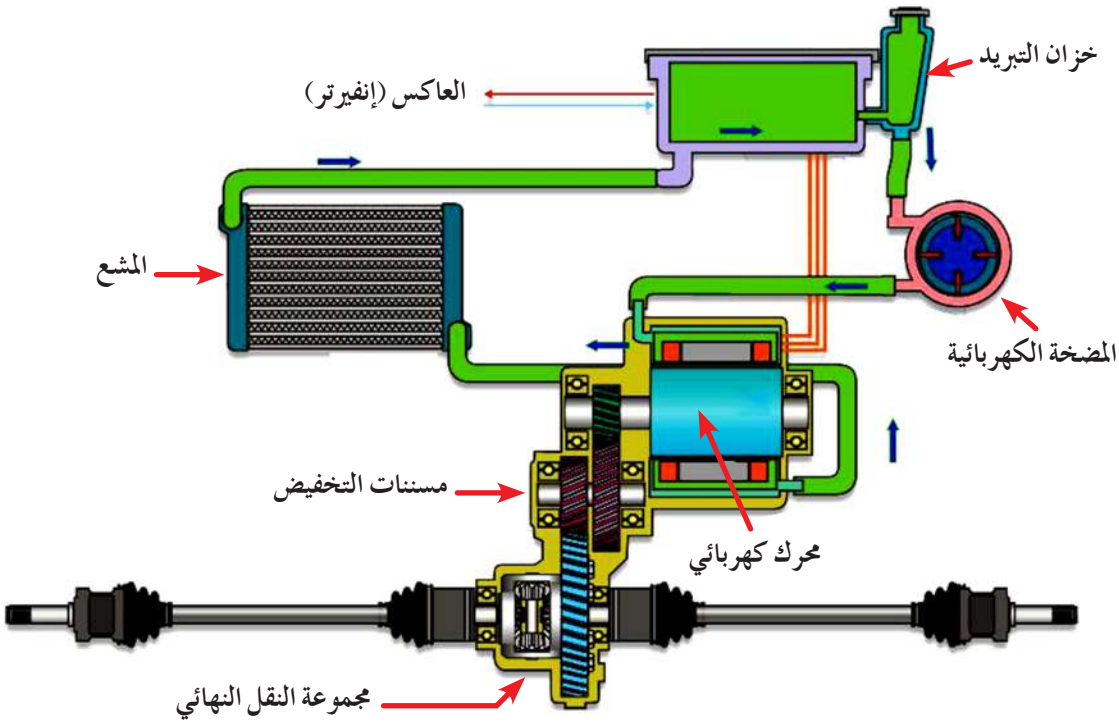
نظام التبريد لمحركات الاحتراق الداخلي المستخدمة في المركبات الهجينة ينقسم إلى قسمين: نظام تبريد لمحرك الاحتراق الداخلي ونظام تبريد للأجزاء الكهربائية (وحدة التحكم بالقدرة، والمحركات الكهربائية).

محرك الاحتراق الداخلي المستخدم في المركبات الهجين يعمل مُدَدًا محددة ويتوقف ويعمل بصورة أوتوماتيكية، زُوِّدَ نظام التبريد بنظام لتسخين سائل التبريد، ويحتوي نظام التبريد على خزان حراري لخزن المياه عند درجة حرارة تصل إلى (85) درجة مئوية مدة ثلاثة أيام لتساعد في إحماء المحرك عند التشغيل في الأجواء الباردة، ويحتوي على مضخة كهربائية إضافية لضخ المياه عبر المحرك، حيث يقلل النظام من انبعاثات المواد الهيدروكربونية الضارة.

أنظمة التبريد المستخدمة في المركبات الهجينة

1 – نظام التبريد المائي الخاص بالأنظمة الكهربائية

إن المحركات الكهربائية والمولدات ووحدة التحكم بالقدرة والمركم ذا الفولتية المرتفعة تحمل كمية هائلة من الطاقة الكهربائية، وتصبح ساخنة نتيجة مرور التيار الكهربائي من خلالها؛ لذلك تحتاج إلى نظام تبريد. ويتكون هذا النظام من خزان سائل التبريد، ومضخة كهربائية، والمشع، وخراطيم توصيل السائل، حيث يدخل سائل التبريد عبر المحركات ووحدة التحكم بالطاقة، ويحمل السائل الحرارة ويرسلها إلى المشع كما في الشكل (6–37). يبين الشكل (6–37) نظام التبريد الخاص بوحدة التحكم بالطاقة (Inverter) والمحركات الكهربائية، حيث تعمل مضخة الماء الكهربائية على سحب سائل التبريد من الخزان وضخه عبر وحدة التحكم بالطاقة والمحركات الكهربائية.



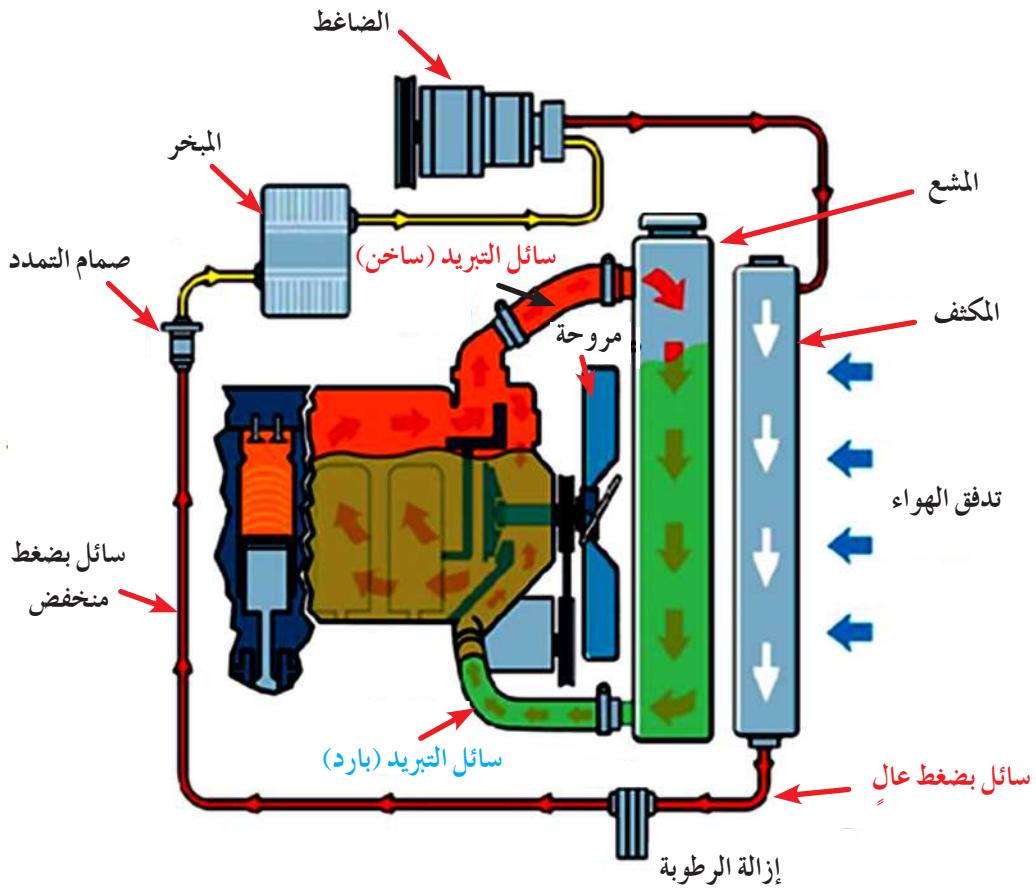
الشكل (6 – 37): نظام التبريد الخاص بوحدة التحكم بالطاقة.

2 – **أنظمة التبريد الهوائي**

تحتوي مجموعة المركم ذات الفولتية المرتفعة على مروحة كهربائية تعمل على سحب الهواء من غرفة السائق عبر ممرات خاصة لتبريد المركم ذي الفولتية المرتفعة، ثم يحمل الهواء الحرارة إلى خارج المركبة، ويُتحكَّم بعمل المروحة عن طريق وحدة تحكم إلكترونية ومجموعة من حساسات الحرارة الموجودة في مجموعة المركم ذي الفولتية المرتفعة.

3 – **نظام التبريد بالغاز (المكيف)**

لا يختلف نظام التبريد المستخدم في المركبات الهجينة عن أنظمة التبريد المستخدمة في المركبات العادية، والفرق الوحيد بين الأنظمة المستخدمة في المركبات الهجينة هو أنه يُستبدل بمضخة النظام الميكانيكية مضخة تعمل على الكهرباء؛ مما خفف الحمل على محرك الاحتراق الداخلي، حيث يبين الشكل (6–38) نظام التبريد بالغاز (المكيف).



الشكل (6–38): نظام التبريد بالغاز (المكيف).

تنبيهات مهمّة عند العمل على صيانة نظام التبريد

1 – سائل التبريد المستخدم يتكون من محلول من مادة (Anti Freeze) والماء المقطر بنسبة (50%) ويفضل استخدام السائل الموصى به من الشركة الصانعة، ويوصى بعدم إضافة الماء المقطر في حالة نقصان سائل التبريد في المحرك.

2 – المركبة مزودة بخزان يحفظ سائل التبريد ساخنًا، وذلك للاستفادة منه عند بدء التشغيل وخصوصًا في الأجواء الباردة.

3 – سائل التبريد سامّ جدًّا، ويجب غسل اليدين بالصابون إذا لامس الجلد.

4 – لا تفتح غطاء المبرد إذا كان المحرك ساخنًا، انتظر إلى حين انخفاض درجة حرارة.

وضع أنظمة المركبة على نظام الصيانة (Maintenance Mode)

توضع أنظمة المركبة على وضعية الصيانة يدويًّا وخلال 60 ثانية ودون استخدام الجهاز؛ باتباع الطريقة الآتية :

1 – ضع مفتاح التشغيل على وضعية التشغيل.

2 – ضع يد الغيارات على وضعية (P) ثم اضغط على دواسة البنزين مرتين.

3 – ضع يد الغيارات على وضعية (N) ثم اضغط على دواسة البنزين مرتين.

4 – ضع يد الغيارات على وضعية (P) ثم اضغط على دواسة البنزين مرتين.

5 – يظهر على الشاشة أمامك كلمة (Maintenance Mode).

قارن بين أنظمة التبريد في المركبات الهجينة والمركبات التقليدية، أعِدّ لوحة جدارية بذلك، واعرضها أمام زملائك.

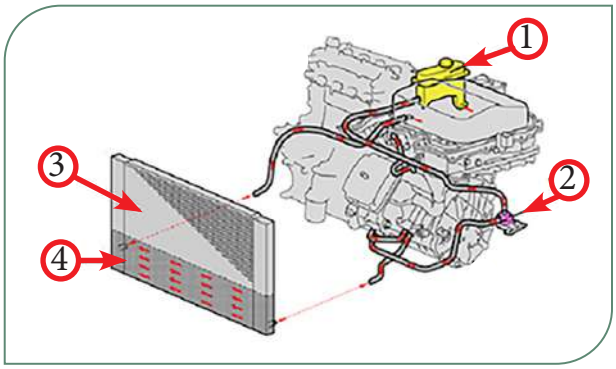
القياس والتقويم

★★★★★

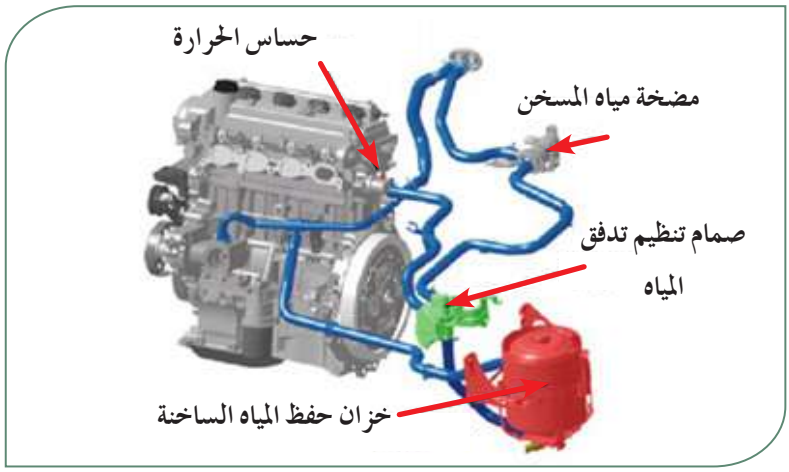
1 – ما الغرض من أنظمة التبريد في المركبات؟

2 – اشرح مراحل طريقة عمل نظام التبريد في المركبات الهجينة.

3 – يبين الشكل الآتي نظام التبريد الخاص للأجزاء الكهربائية في المركبة الهجينة، اذكر أسماء الأجزاء المشار إليها بالأرقام على الرسم.



4 – ما الغرض من خزان تخزين سائل التبريد الساخن في نظام التبريد للمركبات الهجينة المبين في الشكل الآتي؟



التمارين العملية

التمرين (6-4)

تفريغ سائل التبريد للمحرك وإعادة ملء دورة التبريد بالسائل.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفرِّغ سائل التبريد للمحرك، وتعيد ملْء دورة التبريد بالسائل.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة. – وعاء نظيف لتفريغ سائل التبريد. – جهاز تشخيص الأعطال. – رافعة هيدرولية. – عُدد يدوية. – مفتاح بوكس قياس 24 ملم – ساعة شد البراغي.	– سائل تبريد جديد تقريبًا من 8 إلى 10 ليترات.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – افتح غطاء المحرك. 2 – انزع الغطاء البلاستيكي الموجود فوق المبرد مباشرة. 3– انزع غطاء خزان التمدد وغطاء المشع. 4 – ارفع المركبة على الرافعة الهيدرولية. 5 – انزع الواقي البلاستيكي أسفل المحرك. 6 – انزع الغطاء البلاستيكي الموجود جهة	 الشكل (1)

السائق من أسفل؛ ليكشف عن خزان تخزين الماء الساخن.

7 – انزع الوصلة الكهربائية للخزان؛ خوفًا من تشغيل النظام بصورة آلية.

8 – افتح سدادات التفريغ الثلاثة أسفل المحرك وبجانب خزان التخزين، وأسفل المشع، وفرِّغ السائل.

9 – تستغرق عملية تفريغ السائل مدة (10–15) دقيقة.

10 – ضع قمعًا أو محقانًا في فتحة تزويد سائل التبريد، وأضف السائل في خزان التمدد ببطء.

11 – باستخدام جهاز تشخيص الأعطال؛ ضع المحرك في وضعية الصيانة (Maintenance Mode).

12 – شغِّل المحرك، وراقب مستوى السائل في الخزان، وأضف السائل عند الحاجة

13 – اعمل على فتح برغي التنفيس، وراقب خروج الفقاعات الهوائية مع إضافة السائل باستمرار.

14 – أغلق غطاء خزان التمدد.

15 – أضف السائل إلى المشع مباشرة للحد المقرر.

التمارين العملية

التمرين (6–5)

إعادة ملء سائل التبريد الخاص بوحدة التحكم الكهربائية والمحركات الكهربائية

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تعيد ملء سائل التبريد الخاص بوحدة التحكم الكهربائية والمحركات الكهربائية.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– وعاء نظيف لتفريغ سائل التبريد. – جهاز تشخيص الأعطال. – رافعة هيدرولية. – عُدد يدوية. – مفتاح بوكس قياس 24 ملم. – ساعة شد البراغي.	– سائل تبريد جديد تقريبًا من 8 إلى 10 ليترات.

خطوات الأداء

1 – املأ الخزان الخاص بسائل التبريد إلى إشارة **MAX**.

2 – شغِّل المضخة الكهربائية الخاصة بنظام التبريد، عن طريق جهاز التشخيص، اختر (**Active test**) مدة عشر دقائق.

3 – أوقف المضخة عن العمل دقيقة واحدة.

4 – أعد ملء الخزان السائل ثم كرر العملية مرة أخرى.

5 – تنتهي العملية بملاحظة اختلاف صوت التشغيل للمضخة، وعدم وجود فقاقيع هوائية في الخزان.

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الخريطة المفاهيمية

خامسًا: مركم الفولتية المرتفعة (HVB)

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد نهاية هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف المصطلحات الفنية الخاصة بالمركم ذي الفولتية المرتفعة (HVB).
- يتعرّف مكونات وحدة المركم ذي االفولتية المرتفعة (HVB).
- يتعرّف مكونات خلايا المركم ذي الفولتية المرتفعة، وكيفية ربط الخلايا مع بعضها.
- يتعرّف أنواع المراكم المستخدمة في المركبات الهجينة.
- يتعرّف طريقة فك أجزاء المركم ذي الفولتية المرتفعة ثم يعيد تجميعها.
- يتعرّف الفحوصات اللازمة لمجموعة المركم ذي الفولتية المرتفعة.

القياس والتقويم

★★★★★

المحركات الكهربائية المستخدمة في المركبات الهجينة تعمل في نطاق فولتية يصل إلى حوالي (500) فولت، لذلك كان لابد من استخدام المراكم كبيرة الحجم التي تلبي احتياجات المحركات الكهربائية، تزن المراكم ذات الفولتية المرتفعة المستخدمة في المركبات الهجينة حوالي (60) كغم، ولا تشغل حيزًا كبيرًا عند تركيبها داخل المركبة، وتصل الفولتية فيها إلى، 201.6 فولت حسب نوع المركم وحجم المركبة، وتخدم (10) سنوات تقريبًا حسب توصيات الشركة الصانعة، كذلك فهي قابلة لإعادة الشحن، وتختلف في التصميم والتركيب عن المراكم العادية ذات الفولتية المنخفضة المستخدمة في المركبات العادية، وأيضًا تحتاج إلى عناية كبيرة؛ إذ تتأثر كثيرًا بارتفاع الحرارة، وتُركَّب في معظم المركبات خلف الكرسي الخلفي أو أسفله.

في المركبات العادية التي تعمل بنظام الإشعال ذي الملف يُستخدم مركم واحد فقط (12 فولت) والمركبات التي تعمل بنظام (24 فولتًا) يستخدم مركم واحد (24 فولتًا) أو مركمين (12 فولت) يوصلان على التوالي، وتُشحن المراكم عن طريق المولد الكهربائي الذي يُدار بوساطة محرك الاحتراق الداخلي، ويجري التحكم بشحن المركم عن طريق منظم الفولتية والتيار (**Cut- out**)، في المركبات الهجينة تصل فولتية المركم المستخدم إلى حوالي (201.6 فولت)، يزن المركم ذو الفولتية المرتفعة تقريبًا (60) كغم، إذا استخدمنا مجموعة من المراكم العادية (12 فولت)، نحتاج إلى حوالي (20 مركم) توصل على التوالي للحصول على فولتية تصل إلى (240 فولت)؛ علما بأنَّ وزن المركم الواحد يتراوح بين (10–15) كغم حسب حجم المركم، أي زيادة في الوزن عن مركم الهايبرد بحوالي (150) كغم، وكذلك زيادة في الحيز الذي يشغله المركم، وهي طريقة غير عملية، فكِّر في كيفية الحصول على مركم خفيف الوزن نسبيًّا ولا

يأخذ حيزًا كبيرًا من مساحة المركبة، ما التقنية التي استخدمت في صناعة المراكم المستخدمة في المركبات الهجينة ؟ لاحظ في الشكل (6–39) صغر حجم خلايا المراكم ذات الفولتية المرتفعة، وأنَّها تمتاز بخفة الوزن، وحجمها ليس كبيرًا مقارنة بالمراكم العادية.

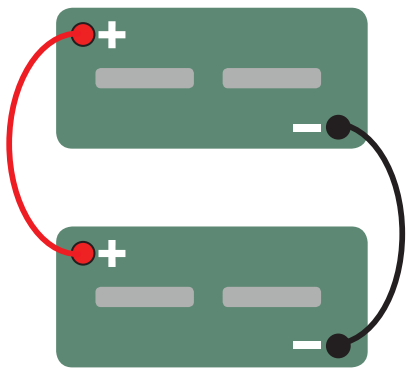
مركم (12) فولت

خلية مركم (7.5) فولت

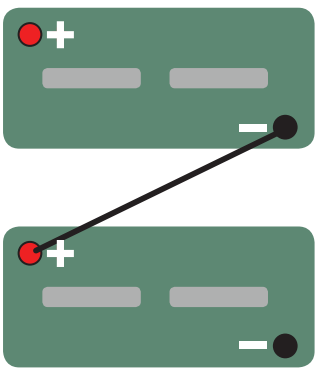
الشكل (6 – 39).

استكشف

اعمل على فحص فولتية المركم ذي الجهد المنخفض باستخدام جهاز القياس المتعدد (**Voltmeter**) ثم صل مجموعة من المراكم ذات الجهد المنخفض مع بعضها على التوالي، وقس الفولتية الكلية للمراكم، ثم صل المراكم على التوازي وقس الفولتية الكلية للتوصيل، وقارن بين التوصيلات من حيث قراءة الفولتية؛ كما في الشكل (6–40).



توصيل على التوازي



توصيل على التوالي

الشكل (6 – 40).

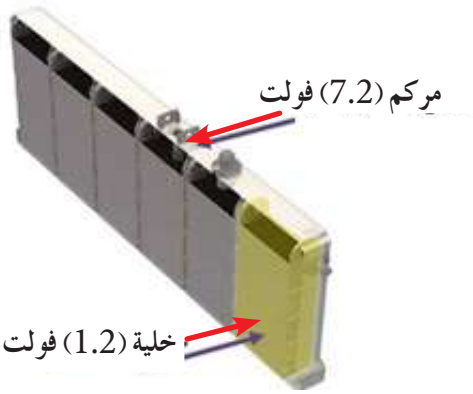
تعرّف نوع المحلول المستخدم في المراكم ذات الجهد المنخفض، ثم ابحث عن مدة التشغيل الافتراضية للمركم.

اقرأ.. وتعلم

أساسيات المركم ذي الفولتية المرتفعة (Basic Terms Of High Voltage Battery)

يتكون المركم ذو الفولتية المرتفعة من خلايا أسطوانية أو خلايا موشورية، متصلة مع بعضها على التوالي؛ للحصول على فولتية عالية، ويختلف عدد الخلايا من مركم إلى آخر. وتتكون من الأجزاء الآتية:

1 – الخلية (**Cell**)، هي مركم منفصل له أقطاب سالبة وأقطاب موجبة وغلاف منفصل بداخله المحلول، تبلغ فولتية الخلية الواحدة (1.2) فولت. كما هو موضح في الشكل (6–41).

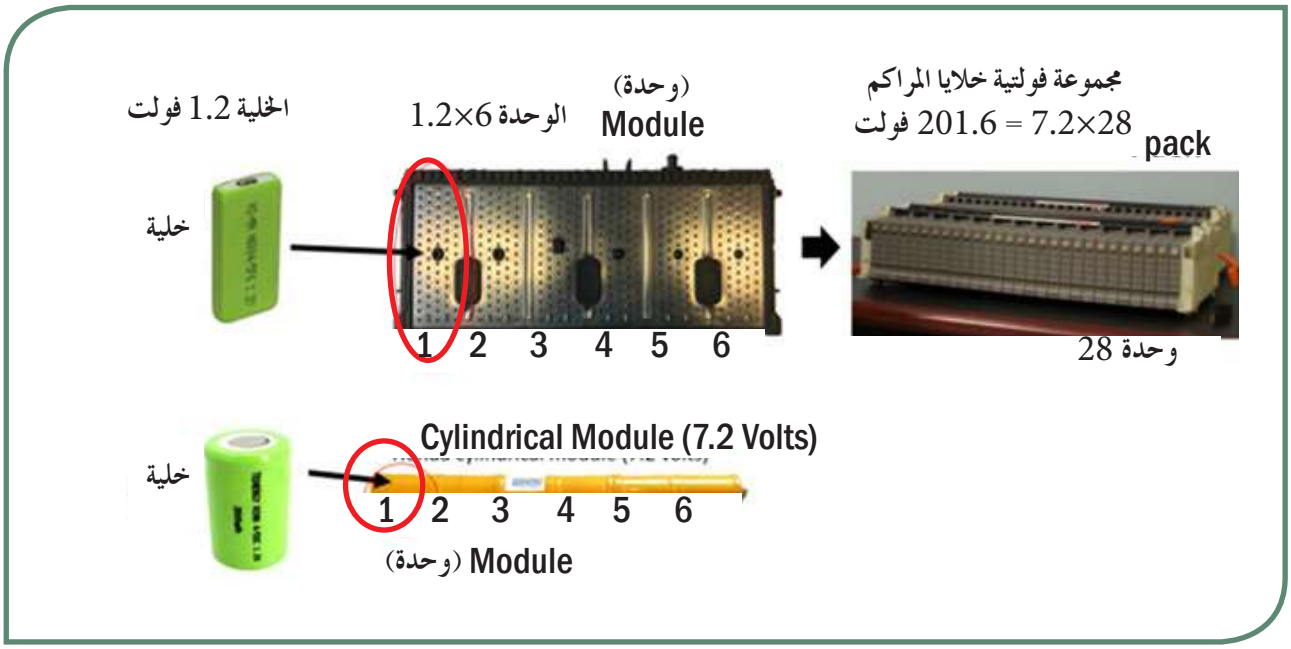


الشكل (6 – 41): الوحدة مجموعة من الخلايا.

2 – الوحدة (**Module**)، مجموعة من الخلايا (**Cells**) مرتبطة مع بعضها على التوالي، كما في الشكل (6–42).

3 – كتلة المركم (**Battery Block**)، مجموعة من الوحدات (**Modules**) متصلة على التوالي، تشترك كل وحدتين بحساس فولتية واحد.

4 – علبة المركم (**Battery Pack**)، تحوي جميع مكونات المركم.



الشكل (6 – 42): الوحدة (Module).

5 – تدفق الهواء بين الخلايا يؤمن التبريد الكافي للخلايا، وبعض التصاميم يوجد بها نظام تبريد خاص للمحافظة على درجة الحرارة المثالية للمركم أثناء التشغيل.

6 – مكيف المركبة يساعد على عملية التبريد في الأجواء الحارة، والهواء الساخن يساعد في المحافظة على درجة حرارة المركم في الأجواء الباردة.

مكونات علبة (حزمة) المركم (Battery Pack Composition).

1 – مجموعة الوحدات (Module) يتم توصيلها مع بعضها على التوالي؛ للحصول على فولتية عالية.

2 – تتكون من الوصلات، المبدلات، المقاومة.

3 – أسلاك الفولتية المرتفعة (لربط الوحدات مع بعضها).

4 – نظام إدارة التحكم بالحرارة (مروحة، حساس حرارة، وحدة تحكم).

5 – وحدة التحكم بالمركم (Battery smart unit) نظام إدارة المركم الذكي.

6 – أسلاك توصيل الفولتية المنخفضة (إدارة القدرة المنخفضة، وتوصيل وحدات التحكم).

7 – قاطع يدوي للصيانة والخدمة (High voltage fuse) لفصل المركم عن باقي أجزاء المركبة الكهربائية.

8 – صندوق المركم (لتثبيت أجزاء المركم وحمايتها وعزلها).

عمل ومهام نظام إدارة المركم (Battery Management System)

1 – استخدام التحكم القائم على المعالجات الدقيقة.

2 – نظام مراقبة المركم يحتوي على (وحدة مراقبة الجهد، ووحدة مراقبة حرارة الخلايا، ووحدة مراقبة التيار).

3 – وحدة التحكم بالحرارة ومعدل تدفق الهواء.

4 – تشغيل موصلات المركم (وهي لفصل المركم عن المركبة عند الحاجة).

5 – تحديد قدرة طاقة المركم وحالة الشحن.

6 – التواصل مع أجهزة المراقبة بالمركبة؛ للتأكد من عمل المركم بقدرة عالية وآمنة.

القاطع ذي الفولتية المرتفعة (HV FUSE)

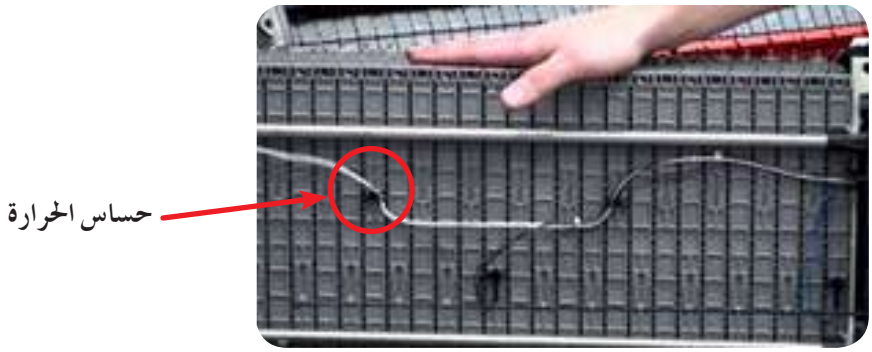
1 – يتم فصل الفيوز الرئيس للمركم، ويُقطع التيار في حالة تدفق التيار بشكل عالٍ جدًّا من المركم؛ بسبب وجود عطل أو دائرة قصر كهربائي.

2 – إذا لم يصل التيار إلى نظام القيادة الكهربائي، فابحث عن السبب المؤدي إلى فصل الفيوز، ثم أصلح العطل واستبدل الفيوز.

حساسات الحرارة للمركم (Battery Pack Temperature Sensor)

أثناء شحن المركم أو تفريغه، وأثناء تشغيل المحركات الكهربائية تدخل تيارات كهربائية هائلة من المركم وتخرج أيضًا، ولذلك يُزوَّد المركم بمجموعة حساسات للحرارة؛ لحمايتها من التلف الناتج عن ارتفاع حرارة خلايا المركم، وفي حال كشفت الحساسات وجود ارتفاع حرارة في أحد

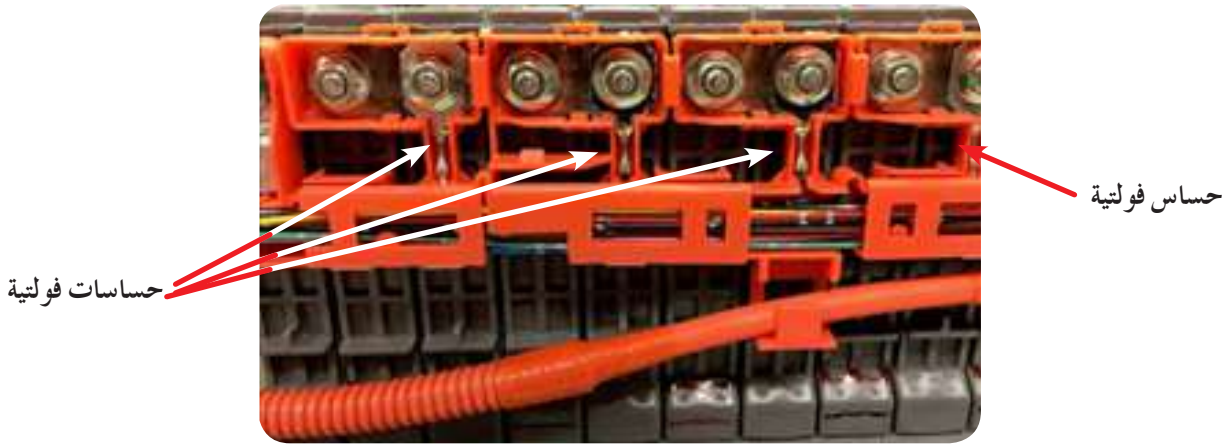
الخلايا ترسل إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم الإلكترونية الخاصة بتنظيم عمل المركم للعمل على الحد من ارتفاع درجة الحرارة، بتشغيل نظام التبريد الخاص بالمركم، كما في الشكل (6–43).



الشكل (6 – 43): حساسات الحرارة.

حساسات قياس الفولتية لخلايا المركم

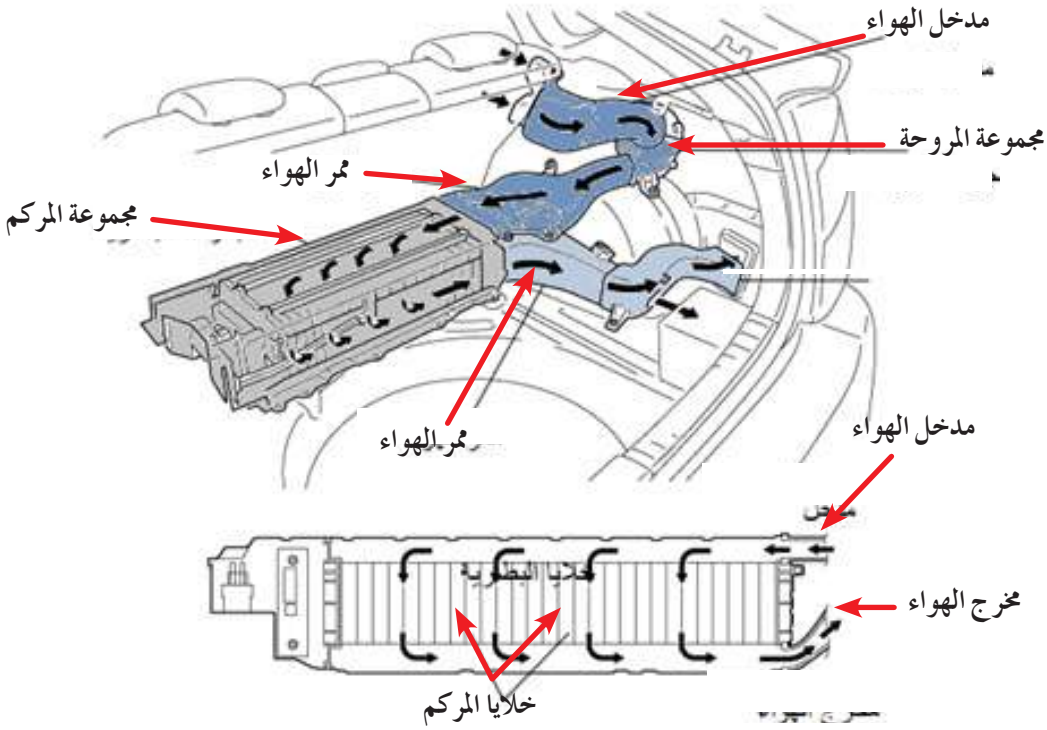
يُزوَّد مركم الفولتية المرتفعة بمجموعة من حساسات قياس الفولتية، كما في الشكل (6 – 44) وهي تعمل على مراقبة قياس فولتية كتلة الخلية (**cell block**) وتحدد فولتية كتلة الخلية بحوالي (14.5) فولت، وهي عملية ضرورية لمراقبة التآكل وارتفاع المقاومة لخلايا المركم.



الشكل (6 – 44): حساسات الفولتية.

نظام تبريد المركم (HVB Cooling System)

يبين الشكل (6–45) نظام تبريد لمركم الفولتية العالية حيث تعمل وحدة التحكم الخاصة بالمركم على مراقبة المركم من ارتفاع الحرارة وحمايته، عن طريق ثلاثة حساسات للحرارة، وحساس آخر موجود على مدخل الهواء، وتعمل وحدة التحكم من خلال قراءة الحساسات على إدارة تشغيل المروحة الخاصة بنظام التبريد للمحافظة على درجة الحرارة المثلى للتشغيل، وتعمل وحدة التحكم على إبقاء المروحة في حالة عدم التشغيل عند استخدام نظام التكييف للتبريد.



الشكل (6 – 45): نظام تبريد المركم.

وحدة التحكم الإلكتروني ومجموعة الحساسات (Control System And Sensors)

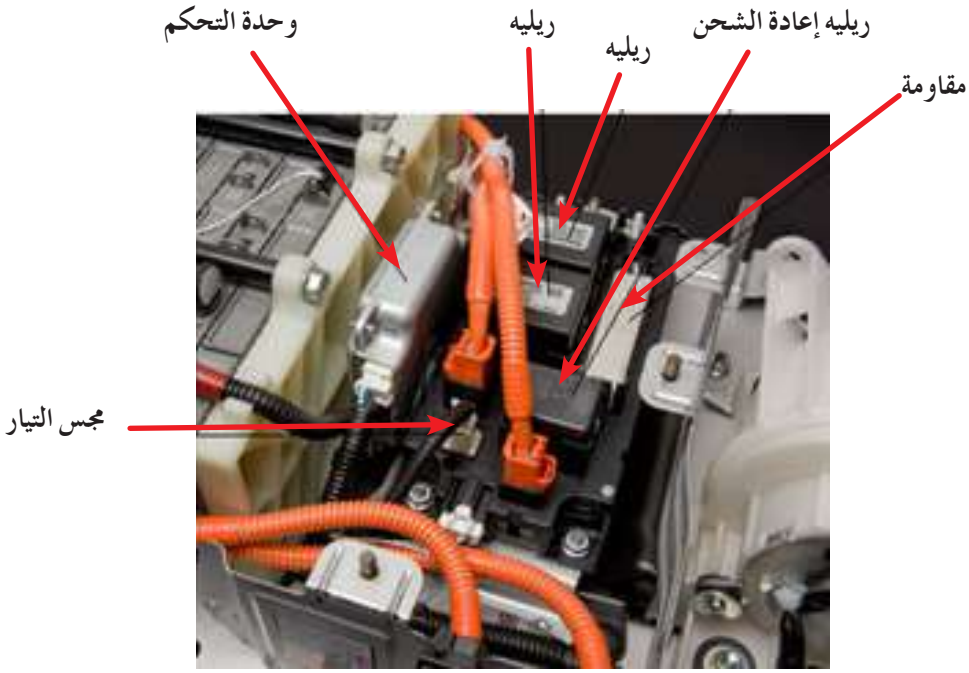
تتحكم وحدة التحكم الإلكتروني في الطاقة للمحافظة على عمل المركم ذي الفولتية المرتفعة عند درجات الحرارة المثلى، والمحافظة على المركم في حالة الشحن ودرجة الحرارة المثلى، وشحن المركم عند التفريغ الجزئي وعند تفعيل عمل نظام استرداد الطاقة عند الفرملة، تعمل الحساسات على مراقبة عمل الأجزاء الكهربائية والميكانيكية، وإرسال إشارات كهربائية إلى وحدة التحكم،

المبينة في الشكل (6 – 46). حيث يبين الشكل (6–47) حساسات الحرارة للمركم ذي الفولتية العالية.

الشكل (6 – 46): وحدة التحكم الإلكتروني.

الشكل (6 – 47): حساسات الحرارة للمركم ذي الفولتية العالية.

كذلك يشير الشكل (6–48) إلى موقع وحدة التحكم الإلكتروني في المركم ذي الفولتية العالية.



الشكل (6 – 48): موقع وحدة التحكم الإلكتروني في المركم.

أنواع المراكم المستخدمة في المركبات الهجينة:

1 – المراكم المصنعة من معدن هيدرات النيكل (Nickel metal Hybrid).

2 – المراكم المصنوعة من معدن ليثيوم أيون (lithium Ion - Li).

ابحث في شبكة الإنترنت عن أحدث المستجدات في تطوير مراكم (البطاريات) للمركبات الهجينة، واكتب تقريرًا عن ذلك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – عدِّد مكونات علبة (حزمة) المركم ذي الفولتية المرتفعة؟

2 – ما مهام نظام إدارة المركم ذي الفولتية المرتفعة (battery management system)؟

3 – اذكر أنواع الحساسات المتصلة مع مجموعة المركم ذي الفولتية المرتفعة.

4 – اذكر أنواع المراكم المستخدمة في المركبات الهجينة.

5 – اشرح طريقة فحص فولتية خلية المركم ذي الفولتية المرتفعة.

التمارين العملية

التمرين (6-6)

فك ونزع المركم ذي الفولتية المرتفعة عن المركبة الهجينة.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكَّ وتنزع المركم ذا الفولتية المرتفعة عن المركبة الهجين.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة. – مفتاح بكس طويل قياس (8، 10، 12، 14) مم. – وصلة بطول (15) سم، وفرد شحن للفك والتركيب. – جهاز فولتميتر(CAT3 / 1000V). – قفازات عمل عازلة (النوع A ، الدرجة 0) تتحمل حتّى (1000) فولت. – زرادية خاصة لنزع الكبشايات من أرضية المركبة خوفًا من تعرضها للكسر.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أطفئ محرك المركبة وضع مفتاح التشغيل بعيدًا عن المركبة. 2 – ارتدِ القفازات الواقية الخاصة؛ للوقاية من خطر التعرض للصدمة الكهربائية. 3 – افتح غطاء الصندوق الخلفي للمركبة.	 الشكل (1)

خطوات الأداء

4 – انزع مشبك صمام الأمان من المركم ذي الفولتية المرتفعة، وذلك بسحب القاطع إلى أعلى وإدارته (90) درجة ثم سحبه إلى الخارج، يحتوي القاطع على فيوز أمان (125) أمبيرًا، كما في الشكل (1،2)

5 – انتظر عشر دقائق بعد نزع القاطع للتأكد من تفريغ المكثفات للكهرباء.

6 – انزع أرضية صندوق المركبة والأغطية، وضعها في مكان آمن.

7 – انزع الكرسي الخلفي من مكانه وضعه في مكان آمن.

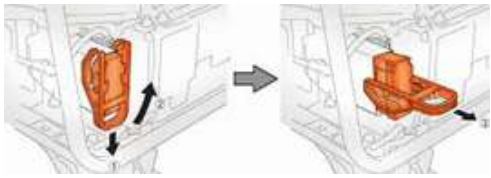
8 – انزع الغطاء المعدني الخاص ببراغي أكبال المركم التي تصل المركم مع المحول، كما في الشكل (3).

9 – انزع الواقي البلاستيكي الذي يحافظ على بقاء الغطاء في مكانه، كما في الشكل (4).

10 – افصل القطب السالب للمركم ذي الجهد المنخفض (12 فولتًا)، كما في الشكل (5).

11 – افحص باستخدام جهاز قياس الفولتية بين الأكبال، وبين الكبل والشاصي؛ للتأكد من عدم وجود فولتية خلالهما، كما في الشكل (6).

الرسم التوضيحي



الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)

الشكل (5)

خطوات الأداء

12 – انزع البراغي المثبتة للأكبال من مكانها، كما في الشكل (7).

13 – اعزل الأكبال بوضع لاصق عازل خاص على أطراف الكوابل.

14 – انزع ممر التهوية (مجرى سحب الهواء) الخاص بتبريد المركم، كما في الشكل (8).

15 – انزع البراغي المثبتة للمركم مع أرضية المركبة، كما في الشكل (9).

16 – بمساعدة شخص آخر أخرج المراكم من مكانها.

الرسم التوضيحي

الشكل (6)

الشكل (7)

الشكل (8)

الشكل (9)

التمارين العملية

التمرين (6-7)

فك أجزاء المركم وإعادة جمعها

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- **تفك أجزاء المركم وتعيد جمعها.**

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركم ذو فولتية عالية. – قفازات عازلة للكهرباء ذات جودة عالية. – عُدد يدوية عازلة للكهرباء. – جهاز فحص الفولتية.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – اقرأ بعناية التعليمات الموجودة على غطاء المركم التي تحتوي كثيرًا من التحذيرات من أخطار التعامل مع الفولتية المرتفعة.	 الشكل (1)
2 – انزع القاطع الرئيس للمركم؛ كما تعلمت في التمرين السابق.	
3 – انزع القطب السالب للمركم ذي الجهد المنخفض (12فولتًا).	 الشكل (2)
4 – انزع الغطاء الخارجي للمركم بفك الصواميل الموجودة، كما في الشكل (2).	
5 – انزع الغطاء الخلفي للمركم، وذلك بفك الصواميل الجانبية.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

6 – افحص أكبال المركم السالب والموجب للتأكد من عدم وجود كهرباء ذات فولتية عالية، كما في الشكل(3).

7 – انزع الغطاء الواقي ذا اللون الأسود الموجود على أطراف الخلايا.

8 – انزع الوصلات النحاسية التي تربط الخلايا الأكبال الكهربائية، كما في الشكل (4).

9 – انزع أنابيب التهوية.

10 – انزع حساسات الحرارة.

11 – فُكَّ وانزع القاعدة البلاستيكية الخلفية.

12 – انزع الخلايا من مكانها.

13 – لإعادة تجميع أجزاء المركم، نبدأ بآخر خطوة للفك، ثم نتابع عملية التجميع.

الشكل (3)

الشكل (4)

التمارين العملية

التمرين (6-8)

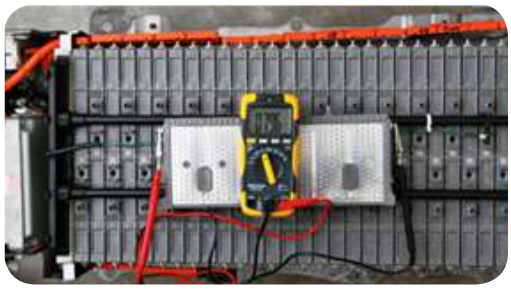
فحص خلايا المركم ذي الفولتية المرتفعة (HVB)

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

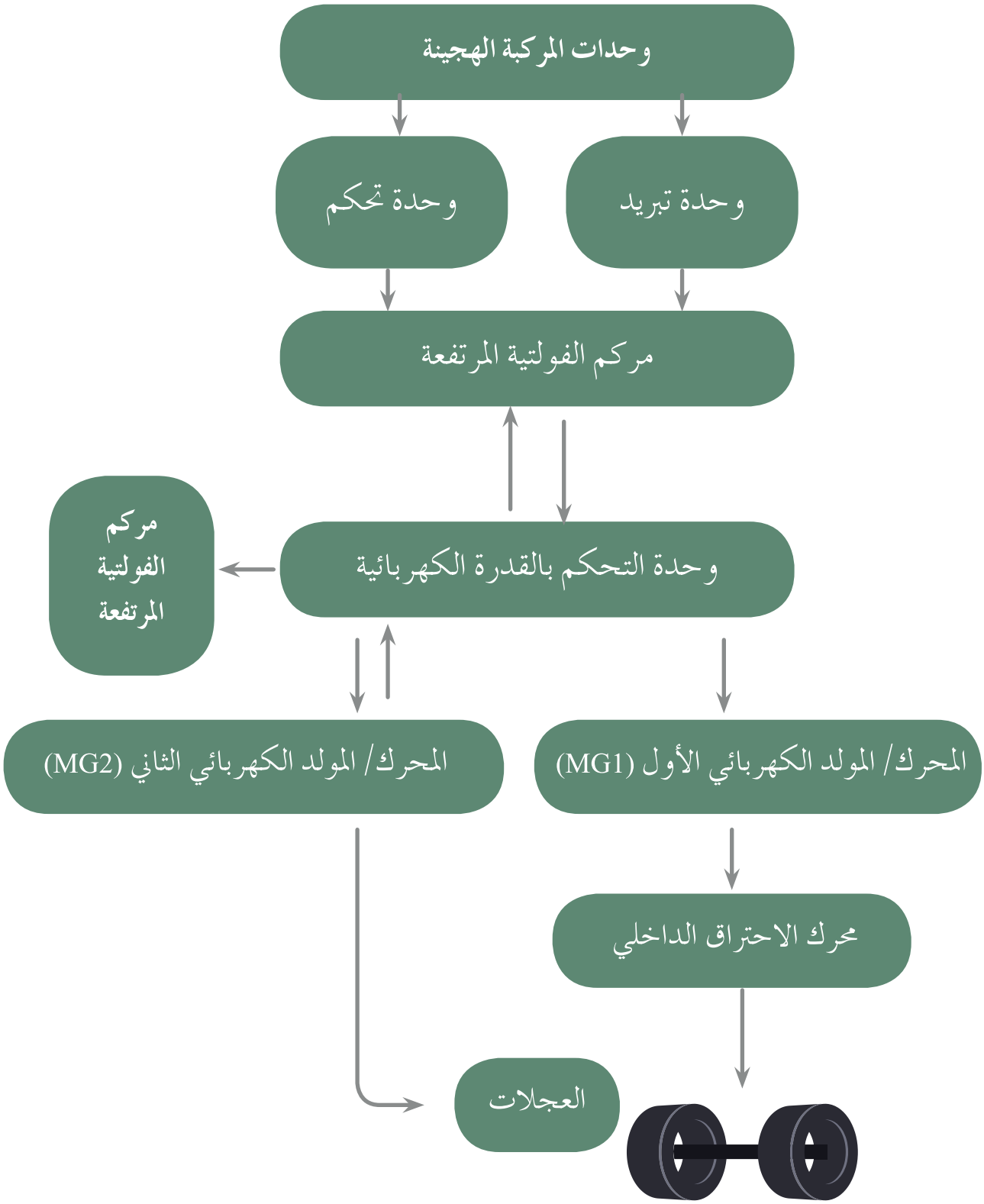
- تفحص خلايا المركم ذات الفولتية المرتفعة (HVB).

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركم ذو فولتية مرتفعة. – قفازات عازلة للكهرباء ذات جودة عالية. – عدد يدوية عازلة للكهرباء. – جهاز فحص الفولتية. – لمبة (12 فولتًا).	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – فحص الخلية بعد الفك وضعها على طاولة العمل. عند وضع طرفي الجهاز على طرفي الخلية يجب أن تكون القراءة أكبر من (7.5) فولت. 2 – فحص الخلية دون حمل إذا كانت القراءة = (7.3 فولت) أو أقل فالخلية لا تصلح. 3 – فحص الخلية مع حمل لمبة (12) فولتاً؛ القراءة (6) فولت، ثم ارتفعت بعد إزالة الحمل إلى (7.62) فهي جيدة. 4 – إذا فحصت المركم دون حمل وكانت القراءة (7.62)، ومع الحمل (7.43) تكون الخلية جيدة.	 الشكل (1)

الخريطة المفاهيمية



سادسًا: المحركات/المولدات الكهربائية

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد نهاية هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف المصطلحات الفنية الخاصة بالمحرك/ المولد الكهربائي الأول والثاني (MG1 ، MG2).
- يتعرّف مكونات المحرك/ المولد الكهربائي الأول والثاني وأجزائهما.
- يتعرّف وظائف المولد/المحرك الكهربائي الأول والثاني (MG1،MG2).
- يتعرّف طريقة عمل المحرك/المولد الكهربائي (MG1 MG2).
- ينزع المحرك/المولد الكهربائي الأول والثاني عن المركبة.
- يفحص المحرك/المولد الكهربائي الأول والثاني، ويعيد تركيبهما.
- يتعرّف حساسات السرعة للمولد/المحرك الكهربائي الأول والثاني (MG1 ،MG2).
- يتعرّف الفحوصات اللازمة للمولد/ المحرك الكهربائي الأول والثاني (MG1 ،MG2).

القياس والتقويم

تستخدم المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة لجر المركبة عند الانطلاق من الصفر، وتستمر المحركات بعملها في جر المركبة لحدود سرعة معينة (40) كم، ومع زيادة الضغط على دواسة الوقود يعمل محرك الاحتراق الداخلي للمساعدة في جر المركبة، ومن خصائص هذه المحركات أنها تعمل عمل المحرك الكهربائي، ومن ناحية أخرى تعمل عمل المولد الكهربائي، وتعمل أيضًا على إدارة محرك الاحتراق الداخلي بدلًا من محرك بدء الحركة الكهربائي، وتشحن المركم ذا الفولتية المرتفعة.

- ماذا تلاحظ من الشكل (6 – 49).

محرك بدء　　مولد كهربائي

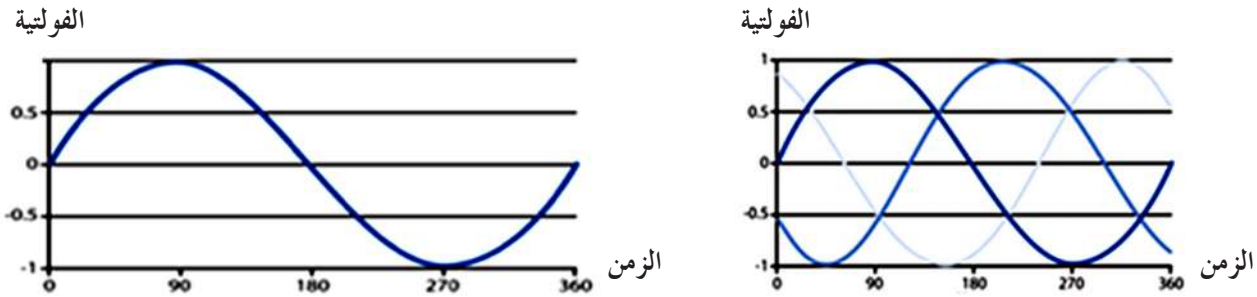
الشكل (6 – 49): محرك / مولد كهربائي

المحرك / المولد الكهربائي الأول (**MG1**) في المركبات الهجينة حل محل محرك البدء والمولد الكهربائي في المركبات العادية.

استكشف

– كيف تُزاد السرعة في مولد التيار المستمر في المركبات العادية ؟ وما علاقة سرعة الدوران بالطاقة الكهربائية المتولدة؟

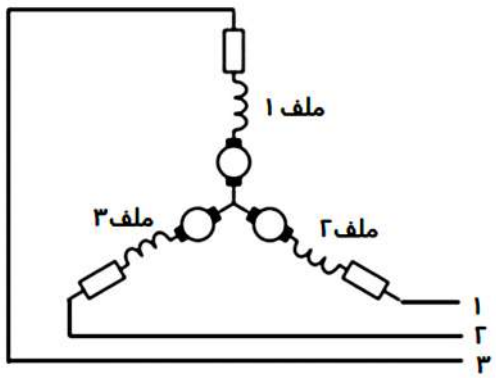
– ما المقصود بمصطلح: محرك أحادي الطور، ومحرك كهربائي ثلاثي الطور، المبينيْن في الشكل (6–50) وما مجالات الاستعمال لكل منها؟



الشكل (6 – 50): مخطط تيار أحادي الطور وثلاثي الطور.

اقرأ.. وتعلم

المحركات الكهربائية المستخدمة في المركبات الهجينة محركات ثلاثية الطور، تعمل بالتيار المتردد (AC)، توصل الملفات فيها على طريقة (STAR) كما في الشكل (6–51)؛ لتوليد فولتية عالية عند السرعات المنخفضة للمحرك الكهربائي؛ ما يفضي إلى الإسراع في عملية إعادة شحن المركم ذي الفولتية المرتفعة.



الشكل (6 – 51): توصيل الملفات على طريقة ستار star.

أجزاء المحركات الكهربائية المستخدمة في المركبات الهجينة

1 – العضو الدوار مغناطيس دائم.

2 – العضو الثابت يحتوي على الملفات الكهربائية.

3 – حساس السرعة.

4 – الغلاف.

المحرك/ المولد الكهربائي الأول (MG1)

هو محرك كهربائي متزامن ذو مغناطيس دائم يعمل بتيار متردد ثلاثي الطور، يتكون من العضو الدوار وهو مغناطيس دائم، والعضو الثابت الذي يحتوي على الملفات والغلاف وحساس السرعة وحساس الحرارة وهو مولد للطاقة المرتفعة، تصل قيمة القدرة الحصانية له إلى حوالي (60) حصانًا وعزم دوران يصل إلى (45) نيوتن. متر، يعمل على فولتية مترددة تصل إلى (500) فولت، ويبرد بالماء ويتصل مع المسنن الشمسي في مجموعة المسننات الكوكبية. يبين الشكل (6–52) المحرك/ المولد الكهربائي الأول (**MG1**)، ويمتاز المحرك/ المولد الكهربائي الأول (**MG1**) بما يأتي:

1 – صغير الحجم.

2 – خفيف الوزن.

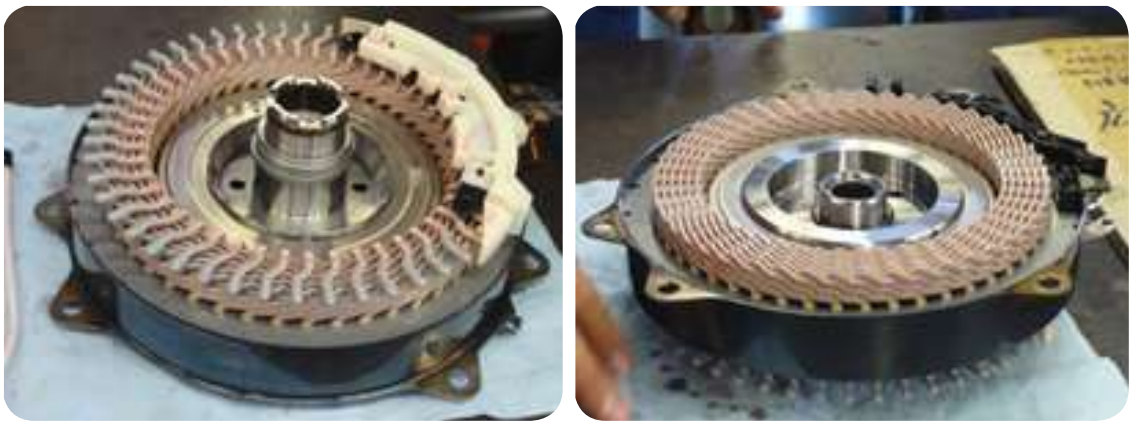
3 – يعطي كفاءة عالية.

ومن أهم مهام المحرك/ المولد الكهربائي الأول (MG1) ما يأتي:

1 – يعمل على إعادة شحن المركم.

2 – يعمل عمل محرك بدء الحركة في تشغيل محرك الاحتراق الداخلي.

3 – يُعدّ عنصر تحكم في مجموعة وحدة تقسيم القدرة، ويساعد على عملية تخفيف السرعة وإيقاف المركبة.



الشكل (6 – 52): المحرك/ المولد الكهربائي الأول (MG1) من الداخل.

المحرك / المولد الكهربائي الثاني (MG2)

هو محرك كهربائي متزامن ذو مغناطيس دائم يعمل بتيار متردد ثلاثي الطور، مشابه في التركيب للمحرك/ المولد الكهربائي الأول (**MG1**)، يعمل بوصفه محركًا ابتدائيًّا لجر المركبة، ويعمل على توليد الطاقة الكهربائية لشحن المركم؛ فعند تشغيل المحرك عند السرعات المنخفضة يعمل على تزويد العجلات بعزم دوران يصل إلى حوالي (400) نيوتن. متر، وقدرة حصانية تصل إلى حوالي (80) حصانًا (أي قادر على إدارة العجلات)، ويعمل المحرك الكهربائي بوصفه مولدًا أيضًا عند استخدام الفرامل لشحن المركم ذي الفولتية المرتفعة، وهو متصل مع المسنن الحلقي في مجموعة المسننات الكوكبية، يبين الشكل (٥٣–6) أجزاء المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (**MG2**). ويمتاز المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (**MG2**) بما يأتي:

1 – يعمل بنعومة وصوت أقل.

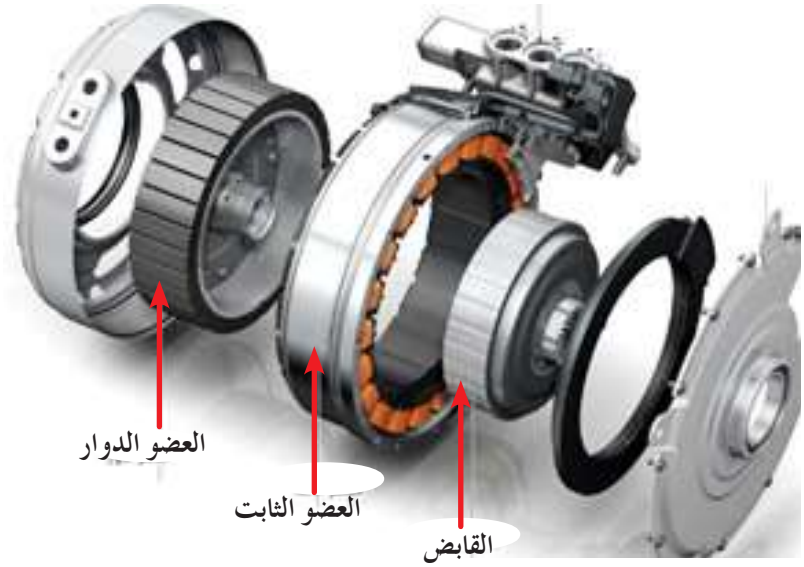
2 – كفاءة عالية في العمل.

ومن أهم مهام المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (MG2).

1 – يولد عزم دوران قادرًا على جر المركبة.

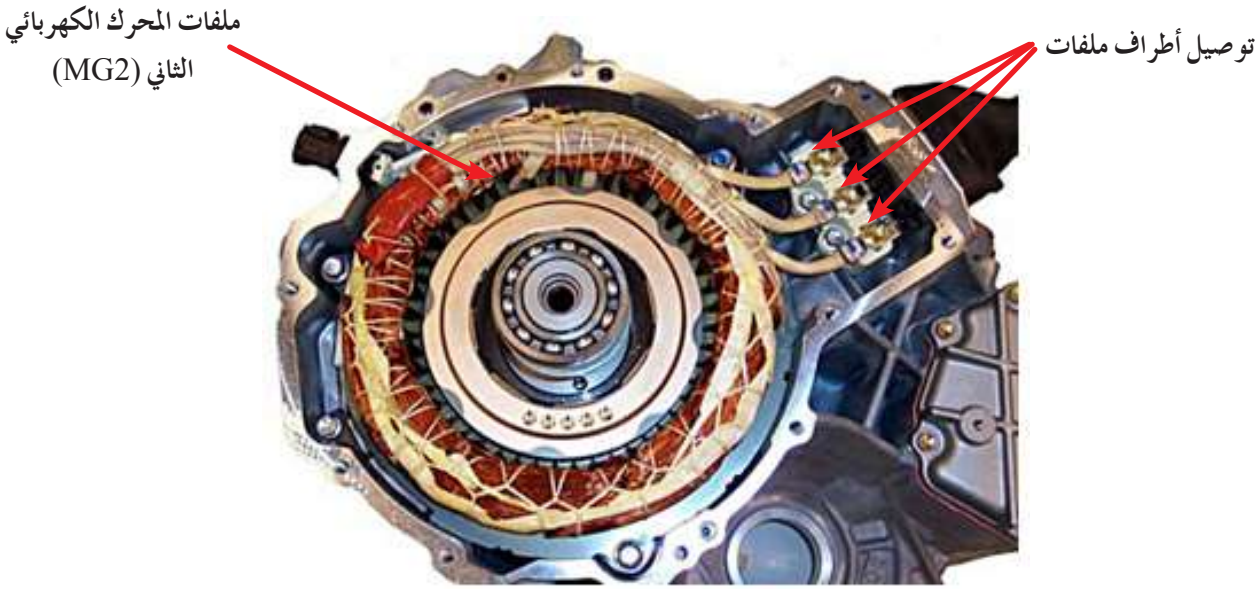
2 – يعمل على تزويد المركبة بقوة إضافية عند السرعات المرتفعة؛ لمساعدة محرك الاحتراق الداخلي.

3 – يعمل عمل المولد عند الكبح لشحن المركم ذي الفولتية المرتفعة.



الشكل (6 – 53): المحرك/ المولد الكهربائي الثاني.

عندما يمر التيار المتردد عبر ملفات العضو الثابت ينشأ مجال مغناطيسي متناوب في المحرك الكهربائي، ويدور العضو المتحرك بفعل اختلاف الأقطاب المغناطيسية، ويولد عزم دوران قادرًا على جر المركبة، ويجري التحكم بسرعة دوران المحرك عن طريق التحكم في التيار المتردد الذي يزوِّد المحرك بالطاقة الكهربائية، حيث يبين الشكل (6–54) ملفات المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (**MG2**) ونقاط التوصيل.

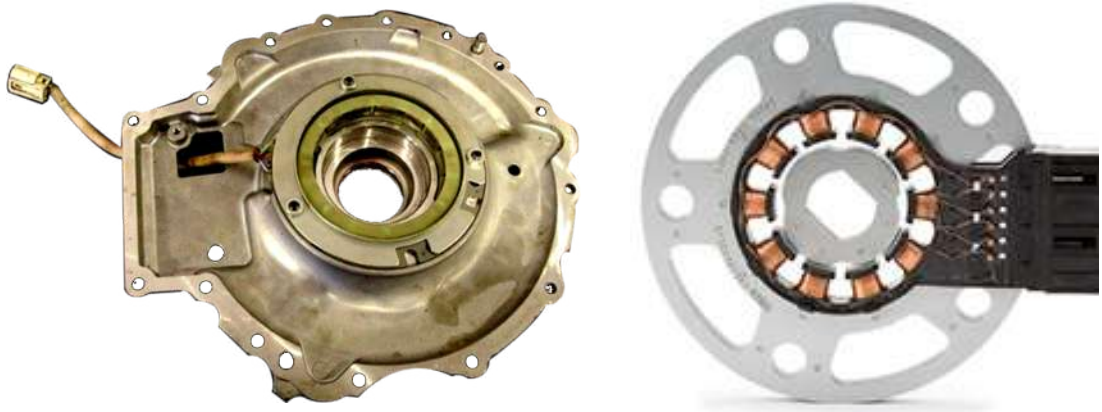


الشكل (6–54): توصيل ملفات المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (MG2).

حساس السرعة للمحركات والمولدات الكهربائية (Resolver)

يبين الشكل (6–55) ملفات حساس السرعة وحساس السرعة للمحرك/ المولد الكهربائي الأول والثاني وهو جهاز استشعار صغير الحجم يعمل على تحدد الموقع الدقيق والسرعة والاتجاه لملف العضو الدوار للمحرك/ المولد الكهربائي الأول والثاني (**MG1، MG2**)، ويعمل في الحرارة المرتفعة أو الأجواء الزيتية والمتربة، ولا يتأثر بتردد إشارات الراديو، يتكون من المغناطيس الدائم (العضو الدوار) وكامة لامركزية تركب على عمود العضو الدوار، ومجموعة من الملفات الثابتة، وتجب العناية الكاملة بهذا الحساس عند عملية الفك والتركيب، ويُثبَّت على غطاء جسم المحرك الكهربائي.

ويوجد حساس آخر يسمى حساس الحرارة؛ يعمل على قياس درجة حرارة المحركات الكهربائية.



ملفات حساس السرعة　　حساس السرعة

الشكل (6–55): حساس السرعة والاتجاه للمحرك/ المولد الكهربائي الأول والثاني.

كيف يتم التحكم بسرعة المحركات الكهربائية في المركبات الهجينة

تُزوَّد المحركات الكهربائية بالتيار عن طريق العاكس؛ حيث يتحكم العاكس في تردد التيار للتحكم في سرعة دوران المحركات الكهربائية، ودون وجود عاكس يعمل محرك التيار المتردد بأقصى سرعة بمجرد تشغيل مصدر الطاقة. إن استخدام العاكس لضبط السرعة وتسريع محرك التيار المتردد يزيد من نطاق تطبيقات المحرك مقارنةً بمحرك يعمل بسرعة ثابتة، وينتج العاكس جهدًا نابضًا، وتُنَعَّم النبضات بوساطة ملفات المحرك بحيث يتدفق التيار الجيبي إلى المحرك للتحكم في سرعة دوران المحرك وعزمه، يجري التحكم بسرعة المحركات الكهربائية عن طريق تغيير تردد التيار الكهربائي.

ابحث في طريقة عمل محرك البدء والمولد في المركبات العادية، ثم ابحث في طريق عمل (المحرك / المولد) المستخدم في المركبات الهجينة.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – اذكر مهام (المحرك/ المولد) الكهربائي الأول (**MG1**) في المركبات الهجينة.

2 – اذكر مهام (المحرك/ المولد) الكهربائي الثاني (**MG2**) في المركبات الهجينة.

3 – عدِّد أهم أجزاء المحركات الكهربائية المستخدمة في المركبات الهجينة.

4 – ما وظيفة حساس السرعة الموجود في المحركات الكهربائية؟

5 – ما وظيفة حساس الحرارة الموجود في المحركات الكهربائية؟

التمارين العملية

فحص توصيل ملفات المحركات الكهربائية

التمرين (6-9)

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- **تفحص توصيل ملفات المحركات الكهربائية.**

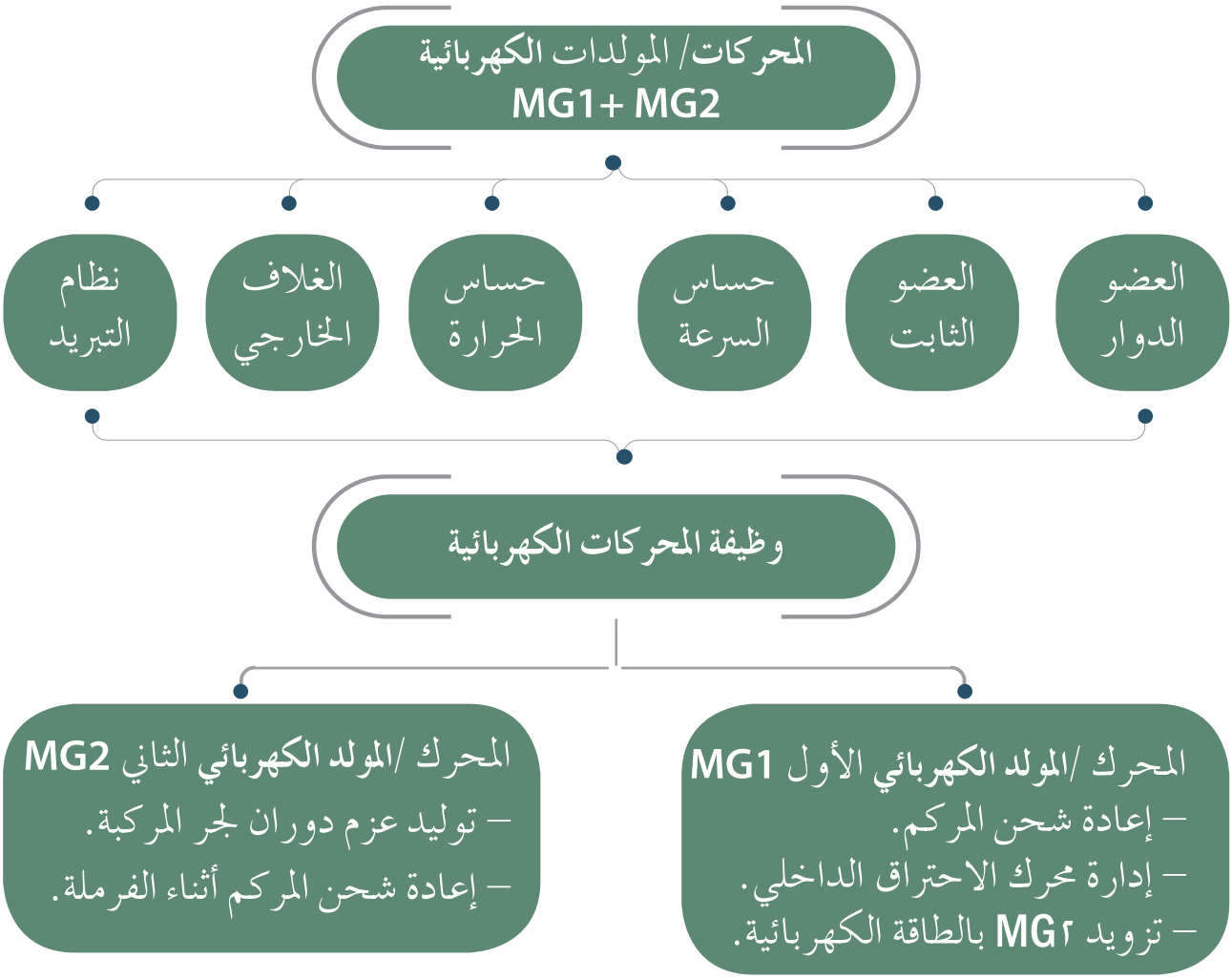
متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– عُدد يدوية لفك براغي الأكبال. – جهاز فولتميتر.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – انزع قاطع الكهرباء الرئيس. 2 – انزع القطب السالب للمركم (12 فولتًا). 3 – انتظر مدة زمنية (10 دقائق) قبل البدء في العمل. 4 – انزع أغطية الكوابل عن العاكس. 5 – فُكَّ البراغي الخاصة بتثبيت الأكبال. 6 – استخدم الفولتميتر لقياس توصيل ملفات المحرك/المولد الكهربائي الأول، كما في الشكل (2) بالطريقة الآتية: 7 – ضع طرف الجهاز على بداية أحد الملفات والطرف الثاني على الطرف الثاني للملف. 8 – ضع طرفي الجهاز على أطراف الملف الثاني وهكذا.	 الشكل (1).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
9 – راجع كتيب الصيانة الخاص بالمركبة؛ لمعرفة قيمة المقاومة للمحرك/المولد الكهربائي الأول والمحرك/ المولد الكهربائي الثاني.	الشكل (2).

الخرائط المفاهيمية



سابعًا: وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد نهاية هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف المصطلحات الفنية الخاصة بوحدة التحكم.
- يتعرّف قواعد الأمن والسلامة العامة عند العمل على وحدة التحكم.
- يتعرّف أجزاء وحدة التحكم (Inverter Converter,Dc-Dc Converter،Cooling system).
- يتعرّف طريقة عمل العاكس (Inverter).
- يتعرّف طريقة عمل المحول (Converter).
- يتعرّف توصيلات وحدة التحكم بالأجزاء الكهربائية الأخرى .MG1 MG2,AC.Compressor
- يتعرّف طريقة فحوصات وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية.
- يتعرّف طريقة فك وحدة التحكم على المركبة وتركيبها.

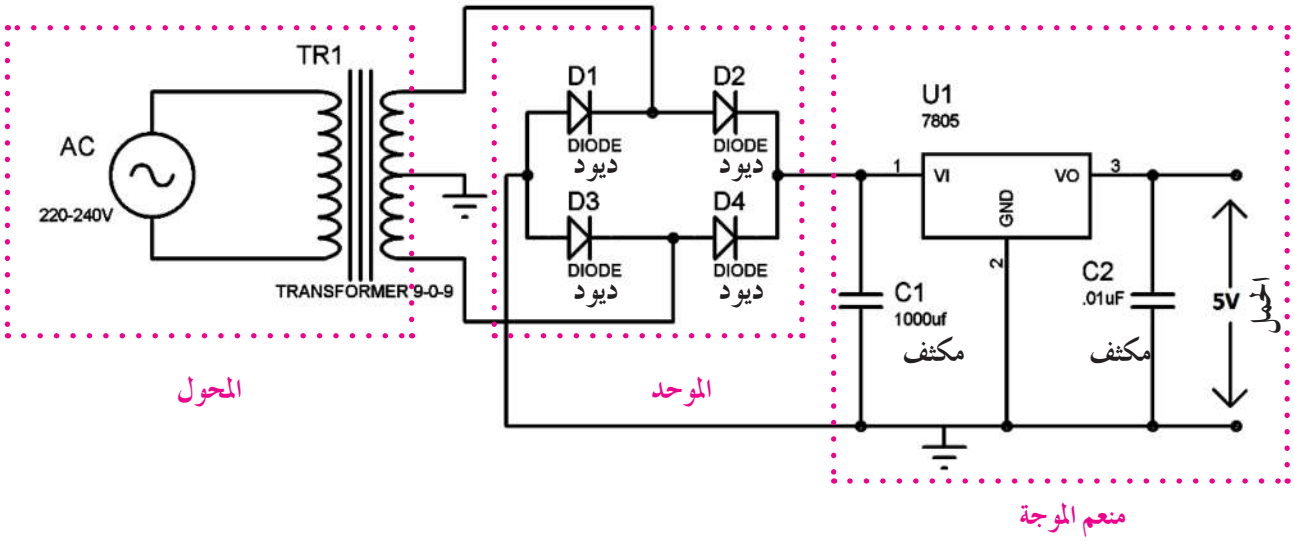
وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية (**power control unit**) هي مجموعة من الدوائر الإلكترونية، تعمل على التحكم بالقدرة الكهربائية المستمدة من المركم ذي الفولتية المرتفعة، حيث تعمل على رفع الفولتية إلى حوالي (600) فولت، وتحول الفولتية المستمرة (**DC**) إلى فولتية مترددة (**AC**) قادرة على تشغيل المحركات الكهربائية، وفي حالة الفرملة تعمل وحدة التحكم على تحويل الفولتية المترددة القادمة من العجلات بوساطة المحركات الكهربائية إلى فولتية مستمرة.

- تأمل الصورة التي أمامك، إنها صورة شاحن هاتف النقّال، هل فكرت يومًا بطريقة عمل الشاحن؟ وهل فكرت بنوع المراكم المستخدمة في أجهزة الهاتف وغيرها من الأجهزة الكهربائية؟ ونوعية التيار الداخل إلى الشاحن والتيار الخارج من الشاحن؟

التيار الكهربائي المستخدم في المنازل تيار متردد (**AC. Current**) تكون قيمة التيار الكهربائي فيه عالية نسبيًّا، في حين أنَّ الكثير من الأجهزة الكهربائية المستخدمة في المنازل تعمل بتيار وفولتية مستمرين.

استكشف

ابحث في المخطط الكهربائي الموجود أمامك، الشكل (6 – 56) وتعرَّف طريقة عمل هذه الدائرة. استعن بالبحث عبر الإنترنت؛ للكشف عن طريقة عمل الشاحن الخاص بالهاتف النقال.



الشكل (6 – 56): دائرة المحول ومقوم الموجة الكاملة مع المنعم والحمل.

اقرأ.. وتعلم

وحدة التحكم في القدرة الكهربائية (POWER CONTROL MODULE)

1 – العاكسات والمحولات (Inverters and Converters)

العاكسات والمحولات مدمجة مع بعضها في وحدة واحدة تسمى (وحدة التحكم بالطاقة) (power control unit) تعمل هذه الوحدة على إدارة الطاقة، وشحن المركم ذي الفولتية المرتفعة.

وتتكون من مجموعة من الدوائر الإلكترونية التي تعمل على تغيير قيمة التيار المستمر (DC) إلى متغير (AC) ومن تيار متردد (AC) إلى تيار مستمر (DC)، وتعمل على توجيه التيار بين المركم والمحرك/ المولد الكهربائي الأول والمحرك/ المولد الكهربائي الثاني، وأيضًا تتحكم الدوائر الإلكترونية الموجودة في وحدة التحكم بالطاقة في نوعية التيار المار في الكوابل الكهربائية، وتتحكم أيضًا في سرعة محرك الجر الكهربائي وعزمه بوساطة تغير قيمة تردد التيار المتردد.

تحتوي وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية على ثلاثة عواكس (Inverter): عاكس للمحرك/ المولد الكهربائي الأول (MG1) وعاكس للمحرك/ المولد الكهربائي الثاني (MG2) وعاكس خاص لضاغط المكيف كما في الشكل (6–57)، ويُحتمل أن يكون عاكس ضاغط المكيف خارج وحدة التحكم بالقدرة، وتحتوي وحدة التحكم بالقدرة على محول رفع يعمل على رفع فولتية المركم ذي الفولتية المرتفعة من (201.6) فولت إلى (500) فولت، ومحول خفض يعمل على خفض الفولتية من (200) فولت إلى (14) فولتًا لشحن المركم ذي الفولتية المنخفضة.

أجزاء وحدة التحكم في الطاقة الكهربائية

أ – دوائر المحول (Boost Converter).

ب– دائرة محول الخفض (DC – DC Converter).

جـ– دائرة العاكسات (MG1 Inverter MG2 Inverter + A/C. Compressor inverter).

د– وحدة تحكم إلكترونية (ECU MG).

هـ– المواسعات (Capacitors).

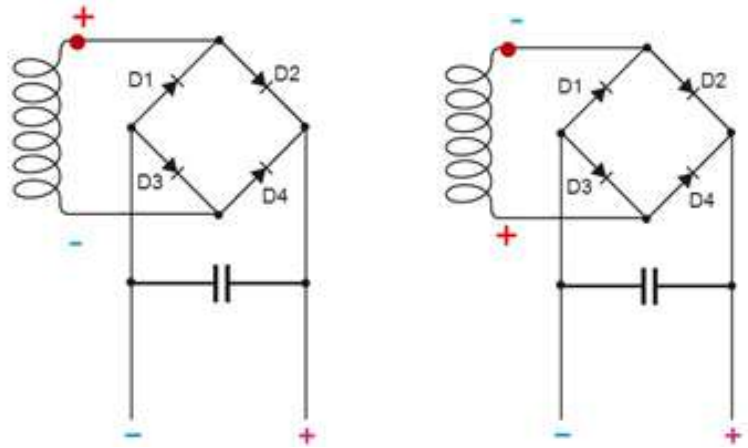
و– نظام التبريد (Cooling system).

2 – العاكس (Inverter)

بشكل عام، فإن العاكس هو جهاز كهربائي يُحوِّل الكهرباء المشتقة من مصدر تيار مستمر (التيار المباشر) إلى تيار متردد (التيار المتردد) وبالعكس.

3 – دارة التقويم (Rectifier)

مقوم الموجة الكاملة: يحتوي على أربعة دايودات لتقويم التيار من تيار متغير إلى تيار مستمر، وتوصل الدايودات مع بعضها بطريقة القنطرة، كما في الشكل (6 – 57).



الشكل (6 – 57). كيفية عمل موحد الموجة.

4 – المحول (Converter)

يسمى محول الجهد، يعمل على تغير قيمة الجهد الكهربائي سواء أكان مترددًا (**AC**) أم مستمرًّا (**DC**)،ويوجد نوعان من المحولات :

أ – محول رفع (**SET-UP CONVERTER**).

ب– محول خفض (**SET-DOWN CONVERTER**).

الاستخدام الأكثر شيوعًا للمحول في المركبات الهجينة هو رفع جهد المنخفض نسبيًّا إلى جهد عالٍ لتزويد المحركات الكهربائية بالطاقة اللازمة، إذ يعمل على رفع فولتية المركم ذي الفولتية المرتفعة من (201.6) فولت إلى حوالي (500) فولت، ويمكن استخدام المحول في تقليل جهد المركم ذي الفولتية المرتفعة من (201.6) فولت إلى حوالي (14) فولتًا لشحن المركم ذي الفولتية المنخفضة، التي تعمل على تزويد الأحمال الإضافية في المركبة بالطاقة الكهربائية مثل:(نظام المصابيح، ومصابيح الإشارة، ووحدات التحكم الإلكتروني).

الخصائص الفنية للمحول

أ – الجهد الاسمي في جانب الجهد المنخفض هو (12) فولتًا، ويمكن أن يختلف من (8 – 16) فولتًا أثناء الشحن والتفريغ.

ب– الجهد الاسمي على جانب الفولتية المرتفعة هو (288) فولتًا، مع نطاق تشغيل من (255 – 425) فولتًا.

جـ– قوة الشحن والتفريغ الاسمية هي (1.5) كيلووات.

د – العزل الكلفاني (GALVANIC ISOLATION) بين جانب الفولتية المرتفعة وجانب الفولتية المنخفضة أمر ضروري؛ لأسباب تتعلق بالسلامة.

ملاحظة: نظرًا لاستخدام المحولات وأشباه الموصلات في أنظمة المركبات الهجينة، تنبعث من هذه الأجهزة كميات هائلة من الحرارة، ولهذا السبب يُعدّ التبريد أوالتهوية الكافية أمرًا أساسيًّا للحفاظ على تشغيل المكونات؛ ومن هنا فإن وحدة التحكم بالطاقة الكهربائية في المركبات الهجينة لها أنظمة تبريد خاصة بها.

التوصيلات الكهربائية الخارجية لوحدة التحكم بالقدرة

يبين الشكل (6 – 58) التوصيلات الخارجية لوحدة التحكم بالقدرة الكهربائية؛ فالسهم باللون الأحمر يشير إلى الكبل المتصل مع مركم الفولتية المرتفعة، السهم باللون الأزرق يشير إلى الكبل المتصل مع المحرك/ المولد الكهربائي الأول، والسهم باللون الأصفر يشير إلى الكبل المتصل مع المحرك/ المولد الكهربائي الثاني، والسهم باللون الأبيض يشير إلى الكبل المتصل مع ضاغط المكيف.

الشكل (6 – 58): توصيل أكبال المحركات الكهربائية مع وحدة التحكم بالقدرة.

ابحث في شبكة الإنترنت عن المخططات الكهربائية لوحدة التحكم بالقدرة الكهربائية في المركبات الهجينة، وتتبع عمل كل جزء من المخطط.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – اذكر شروط السلامة والصحة المهنية الواجب اتباعها قبل نزع وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية.

2 – اذكر المكونات الرئيسة لوحدة التحكم بالقدرة الكهربائية.

3 – وضح مهام وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية.

4 – تحتوي وحدة التحكم بالقدرة على ثلاثة عواكس، والمطلوب:

أ – ما عمل العاكس؟

ب– أين يُستخدم كل من العواكس الثلاثة؟

5 – اشرح طريقة عمل محول رفع الفولتية **(Set - Up - converter)**.

6 – وضح طريقة عمل محول الفولتية **(DC – DC CONVERTER)**.

التمارين العملية

التمرين (6-10)

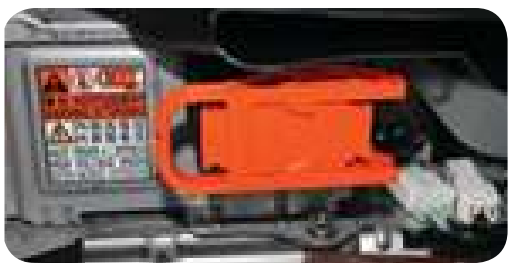
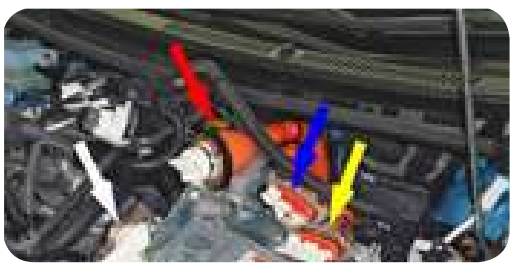
نزع وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية عن المركبة

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تنزع وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية عن المركبة.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– قفازات معزولة. – مفتاح بوكس قياس 10 ملم مع وصلة وطقطيقة. – جهاز فولتميتر. – زرادية كبشايات. – شريط عزل للأسلاك الكهربائية. – وعاء تفريغ سائل التبريد. – مركبة عاملة هجينة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – فصل القاطع الرئيس للمركم ذي الفولتية المرتفعة كما في الشكل (1).	 الشكل (1)
2 – فصل كبل القطب السالب للمركم ذي الفولتية المنخفضة (12فولتًا).	
3 – انتظر (15) دقيقة قبل البدء بالعمل.	
4 – فك أغطية الأكبال الناقلة للقدرة، كما في الشكل (2). أ– السهم ذو اللون الأحمر يشير إلى الكبل المتصل مع المركم ذي الفولتية المرتفعة.	 الشكل (2)

خطوات الأداء

ب– السهم ذو اللون الأزرق يشير إلى الكبل المتصل مع المحرك/المولد الكهربائي الثاني (MG2).

جـ– السهم ذو اللون الأصفر يشير إلى الكبل المتصل مع المحرك/المولد الكهربائي الأول (MG1).

د – السهم ذو اللون الأبيض يشير إلى الكبل المتصل مع ضاغط المكيف.

5 – افحص أطراف الأكبال باستخدام أفوميتر بين الأطراف (U - V) , (V - W) , (U - W) يجب أن تكون قراءة الجهاز صفر فولت، كما في الشكل (3).

6 – فُكَّ براغي كبل المحرك/ المولد الأول ثم اعزل أطراف الكبل.

7 – فُكَّ براغي كبل المحرك/ المولد الثاني ثم اعزل أطراف الكبل.

8 – فُكَّ براغي كبل ضاغط المكيف، كما في الشكل (4)

9 – فُكَّ جدلة الكهرباء الجانبية؛ بسحب الصمام البلاستيكي إلى الخارج، كما في الشكل (٥)

10 – تفريغ سائل التبريد.

11 – فُكَّ خراطيم التزويد والراجع الخاصة بنظام التبريد، كما في الشكل (6–7)

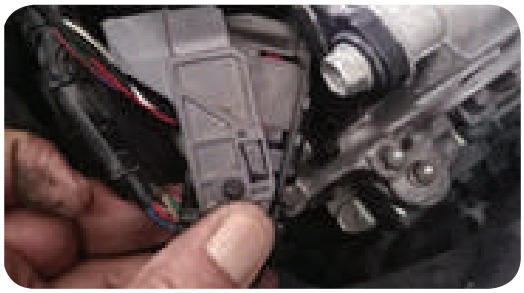
12 – فُكَّ البراغي المثبتة لوحدة التحكم، وانزع وحدة التحكم عن المركبة.

13 – أعد تركيب الوحدة بعكس خطوات عملية الفَكّ.

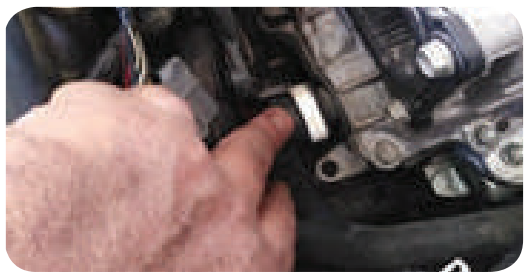
الرسم التوضيحي

الشكل (3)

الشكل (4)

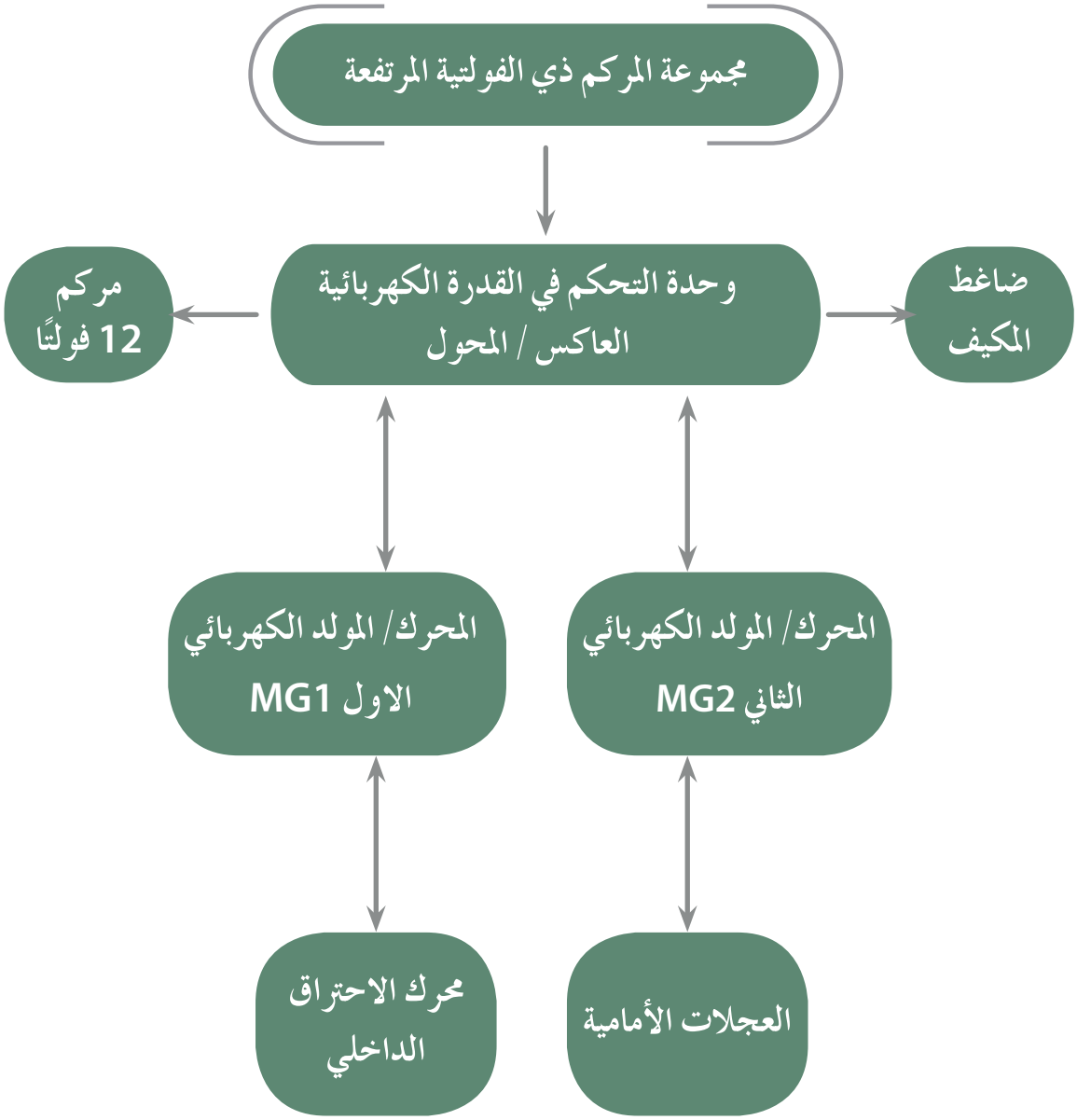


الشكل (5)



الشكل (6)

الشكل (7)



الأكبال التي تصل المحركات الكهربائية مع وحدة التحكم في القدرة، عليها علامات تُستخدم عند الفك والتركيب (U.V.W).

ثامنًا: أكبال القدرة الكهربائية

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد نهاية هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

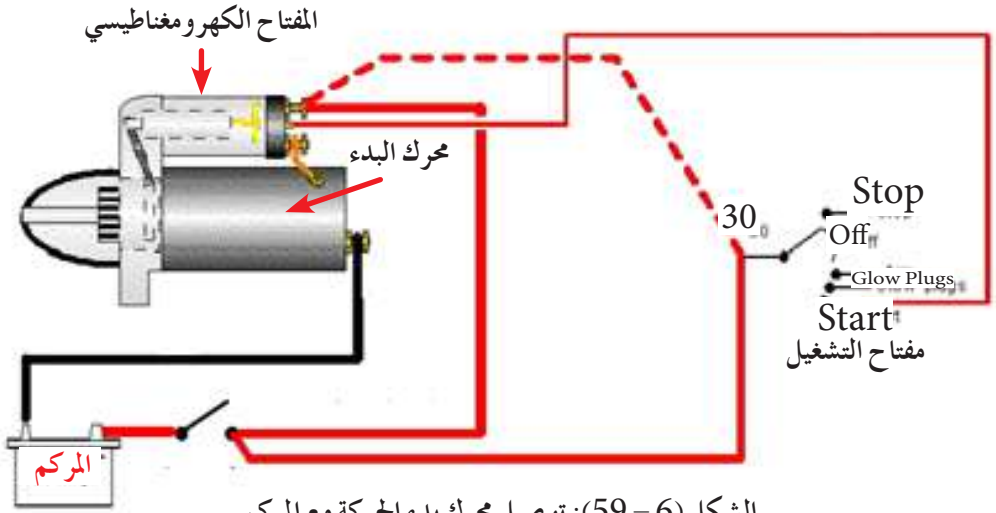
- يتعرّف أنواع الأكبال الناقلة للتيار في المركبات الهجينة.
- يميز الأكبال الناقلة للتيار في المركبات الهجينة.
- يتعرّف أمور السلامة والصحة المهنية الخاصة عند العمل على الكوابل الناقلة.
- يتعرّف توصيلات الأكبال الناقلة للتيار في المركبات الهجينة.
- يتعرّف طريقة فك الأكبال وعزلها ويُعيد تركيبها.
- يتعرّف طريقة فحص الأكبال الناقلة للتيار في المركبات الهجينة.

القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

عادةً تكون الأكبال ذات الفولتية المرتفعة في المركبات الهجينة مشفرة بالألوان لتحذيرك من خطرها المحتمل، وفي معظم الحالات تكون الأكبال عالية الجهد برتقالية اللون، تجنب ملامسة هذه الأكبال ما لم يتم أولًا فصل المركم ذي الفولتية المرتفعة في الجزء الخلفي من السيارة، تصنع الأكبال المستخدمة في نقل القدرة بين أجزاء المركبة الكهربائية الهجين من أسلاك ذات قدرة عالية على تحمل الإجهادات الحرارية وعازلية عالية، وتمتد من المركم الموجود في الجزء الخلفي من المركبة إلى وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية في الأمام، وتنقل الطاقة الكهربائية من وحدة التحكم إلى المحركات الكهربائية.

في أنظمة المركبات العادية يحدث التوصيل أو الربط بين المركم (12 فولت) ومحرك البدء بكبل كهربائي سميك ومعزول جيدًا، وتكون نهاية الكبل مزودة بقطعة معدنية مثقوبة لتثبيت الكبل بوساطة براغي خاصة بدلا من الرأسيات النحاسية العادية، كما هو مبين في الشكل (6 – 59)، هل فكرت ما السبب في ذلك، ولماذا لم يستبدل بالكبل سلك عادي رفيع مشابه للسلك الذي يربط بين المركم والمضخم مثلًا ؟



الشكل (6 – 59): توصيل محرك بدء الحركة مع المركم.

بالنظر إلى التوصيلات الكهربائية في المركبات العادية التي تصل بين الأجزاء الكهربائية يتبين لك أن لها ألوانًا مميزة عن بعضها، ويستدل بها الفني عند الفك والتوصيل خلال العمل على الدوائر الكهربائية في المركبات.

استكشف

في المركبات الهجينة تستخدم أكبال كهربائية مميزة باللون البرتقالي وأطرافها مزودة بقطع نحاسية مثقوبة، تصل بين المركم ذي الفولتية المرتفعة ووحدة التحكم بالقدرة الكهربائية وتثبت بوساطة براغي خاصة،كما في الشكل (6 – 60) ويوجد أكبال أخرى مشابهة لها تصل بين وحدة التحكم الكهربائي والمحركات الكهربائية، ما الغرض من استخدام هذه الأكبال؛ علمًا بأنّها تمتاز بارتفاع ثمنها؟

الشكل (6 – 60): التوصيلات الكهربائية للمركم.

اقرأ.. وتعلم

أكبال القدرة الكهربائية (High Power Cables)

لتوليد الطاقة الكهربائية ذات القدرة المرتفعة في المركبات الهجينة وتخزين هذه القدرة لتشغيل المحركات الكهربائية، كان لابد من استخدام المراكم الكبيرة ذات الفولتية المرتفعة والسعة المرتفعة والمولدات الكهربائية والمحركات الكهربائية التي تولد العزم المطلوب لجر المركبة، ووحدات التحكم بالطاقة والوحدات الإلكترونية؛ حيث تُربط هذه الأجزاء مع بعضها بوساطة أكبال وأسلاك كهربائية خاصة معزولة بشكل جيد، تعمل الأكبال الكهربائية على نقل الفولتية المرتفعة بين أجزاء نقل الحركة الكهربائية في المركبة، وتعزل هذه الأكبال جيدًا بعازل لونه برتقالي كما في الشكل (6 – 61)؛ لمنع حدوث دائرة قصر مع الشاصي أو الهيكل.

الشكل (6 – 61): القاطع الرئيس والأكبال الكهربائية.

توزيع توصيل وربط الأكبال الكهربائية في المركبة

1 – اثنان من الأكبال الناقلة للقدرة المرتفعة، تصل المركم ذا الفولتية المرتفعة (HVB) مع وحدة التحكم بالقدرة (Power control unit).

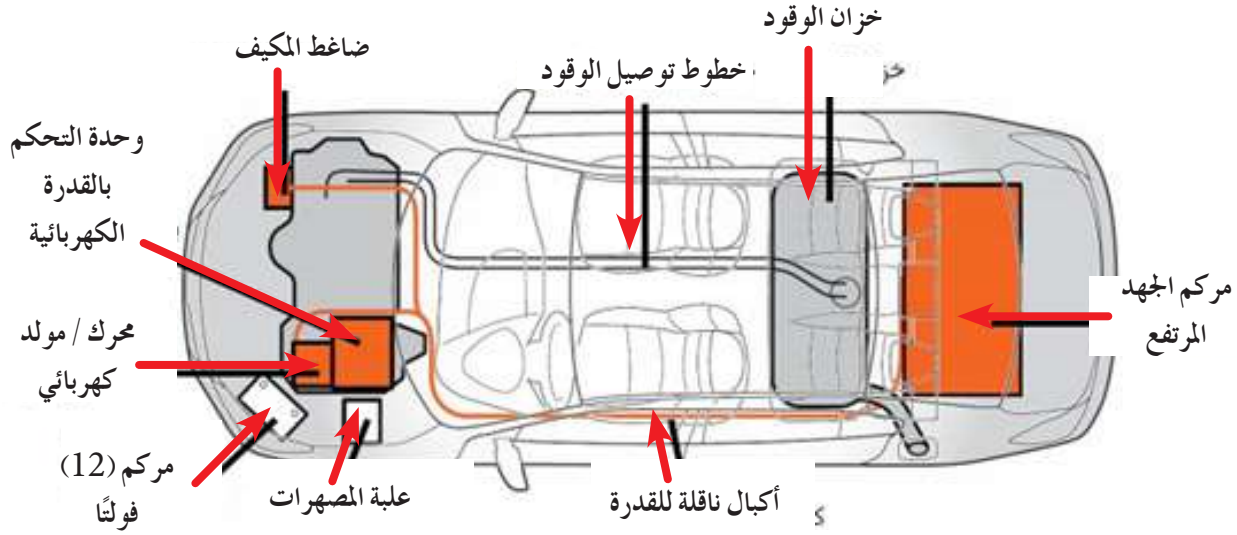
2 – ثلاثة أكبال تصل وحدة التحكم بالقدرة (Power control unit) مع المحرك/ المولد الكهربائي الأول (MG1).

3 – ثلاثة أكبال تصل وحدة التحكم بالقدرة (**Power control unit**) مع المحرك / **المولد** الكهربائي الثاني (**MG2**).

4 – ثلاثة أكبال تصل وحدة التحكم بالقدرة (**power control unit**) مع ضاغط المكيف (**A/C**) كما في الشكل (6 – 62).

الشكل (6 – 62): ضاغط المكيف.

الأكبال التي تصل المركم مع العاكس تُمدد تحت أرضية المركبة، وتُعزل بعازل جيد شكل (6–63)، ولونها برتقالي لتحذير الفنيين أثناء العمل من خطورتها، وتُلحم على نهاية كل كبل وصلة معدنية مثقوبة تمكن من تثبيت الأكبال على وحدة التحكم بالقدرة، ومجموعة المحرك والمولد بوساطة براغي خاصة.



الشكل (6 – 63): الكبيل الذي يصل المركم مع العاكس.

فحص عازلية الأكبال الكهربائية والملفات الكهربائية

تُفحص عازلية الأكبال والملفات الكهربائية بواسطة جهاز فحص يسمى (**Megger Insulation Teste**) كما في الشكل (6 – 64) للتأكد من صلاحية الأكبال الناقلة للقدرة الكهربائية، وفحص المحركات الكهربائية من حيث التسريب.

يمكن شرح طريقة فحص التسريب في الأكبال والمحركات الكهربائية بطريقة فحص ضغط الماء في الأنابيب؛ (حيث يُضغط الماء داخل الأنبوب بضغط أعلى من ضغط التشغيل للأنبوب)، ثم مراقبة أماكن التسريب حيث يخرج الماء، وفي المركبات الهجينة نستخدم بدل الماء الضغط الكهربائي، ونستخدم جهاز(**Megeer**) أو (**Megohm**) للحصول على فولتية عالية تصل إلى حوالي (1000) فولت، وهي تعادل ضعف فولتية التشغيل في المركبات الهجينة.

يجب ارتداء ملابس السلامة العامة عند العمل، والقفازات العازلة والأحذية المناسبة والعازلة للكهرباء، مع النظارات الواقية، وأيضًا منع الاقتراب من المركبة أثناء العمل، عند استخدام الجهاز لفحص العازلية يجب فصل المركم بإزالة قاطع التيار الرئيس.

يُجرى اختبار مقاومة العزل وفقًا للجهد الموصى به من الشركة الصانعة للمركبة ثم تقارن نتيجة الاختبار مع القيمة الموصى بها، إنَّ قيمة مقاومة العزل المنخفضة عن الحد المسموح به تتطلب إجراء فحوصات أخرى للتأكد، إذ إن قيمة مقاومة العزل المنخفضة قد يكون سببها وجود تسريب في أكبال المركم، أو وجود تلوث أو رطوبة في مجموعة المركم والعاكس.

الشكل (6 – 64): جهاز فحص العازلية (**Megeer**).

ابحث في سبب اختلاف أكبال القدرة الكهربائية في المركبات الهجينة عن المركبات التقليدية، اكتب تقريرًا عنها.

القياس والتقويم

★ ★ ★ ★ ★

1 – كيف يكون توزيع توصيل وربط الأكبال الكهربائية في المركبة؟

2 – اشرح آلية نزع وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية عن المركبة.

3 – اشرح طريقة فحص موصولية كوابل القدرة في المركبات الهجينة.

التمارين العملية

التمرين (6-11)

نزع وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية عن المركبة

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تنزع وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية عن المركبة.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة هجينة عاملة. – جهاز فحص الفولتية (CATIII) القياس لغاية (1000V). – جهاز فحص العازلية (Megger insulation tester) – عُدد يدوية عازلة للكهرباء. – قفازات عازلة للكهرباء. – عتلة خاصة لنزع الكبشايات البلاستيكية.	– شريط عازل من النوعية الجيدة والعازلة للكهرباء.

خطوات الأداء

1 – انزع القاطع الرئيس للمركم ذي الفولتية المرتفعة.

2 – افصل القطب السالب للمركم ذي الفولتية المنخفضة.

3 – فك أغطية الأكبال الكهربائية الموجودة على غطاء وحدة التحكم بالقدرة الكهربائية، كما في الشكل(1).

4 – افحص وتأكد من عدم وجود تيار كهربائي في الأكبال الكهربائية قبل فكها، كما في الشكل (2).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

خطوات الأداء

5 – فُكَّ البراغي الخاصة بتثبيت المحرك/ المولد الأول، ثم اعمل على عزل أطراف الكبل بشريط عازل جيد.

6 – فُكَّ طرف الكبل الموجود على جسم المحرك/ المولد الأول، ثم اعمل على عزلها جيدًا.

7 – فُكَّ البراغي الخاصة بالمحرك/ المولد الثاني، ثم اعمل على عزلها جيدًا.

8 – فُكَّ البراغي الخاصة بتثبيت الكبل الموجود على جسم المحرك / المولد الثاني، ثم اعمل على عزلها جيدًا.

9 – فُكَّ البراغي الخاصة بتثبيت الكبل الخاص لكمبروسور المكيف، ثم اعزلها جيدًا.

10 – أعد تركيب الأكبال في أماكنها بعد إزالة الشريط العازل من أطرافها.

11 – يبين الشكل (3) الأكبال الكهربائية بعد نزعها.

الرسم التوضيحي

الشكل (2)

الشكل (3)

التمارين العملية

فحص عازلية الأكبال الكهربائية والملفات الكهربائية

التمرين (6-12)

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفحص عازلية الأكبال الكهربائية والملفات الكهربائية.

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة هجينة عاملة. – جهاز فحص الفولتية (CATIII) القياس لغاية (V1000). – عدد يدوية عازلة للكهرباء. – قفازات عازلة للكهرباء. – عتلة خاصة لنزع الكبشايات البلاستيكية.	

خطوات الأداء

قبل إجراء الفحص يجب التاكد من عمل الجهاز بالطريقة الآتية:

ضع أطراف الجهاز ذي اللون الأسود والأحمر بحيث تلامس بعضها، ثم ضع فولتية الجهاز على رقم (1000) فولت ثم اضغط على كبسة الفحص (TEST) ستلاحظ ارتفاع المؤشر إلى أعلى ثم يرجع إلى الصفر، لاحظ القراءة فإذا كانت بقيمة (G, 2G ,3G) فهذا دليل جيد على صلاحية الجهاز، افصل أسلاك الجهاز عن بعضها، ثم اضغط على كبسة الفحص، ويجب أن تكون القراءة لانهائية.

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

1 – يتكون الكبل من ثلاثة أسلاك يفحص كل سلك بشكل منفصل عن الآخر.

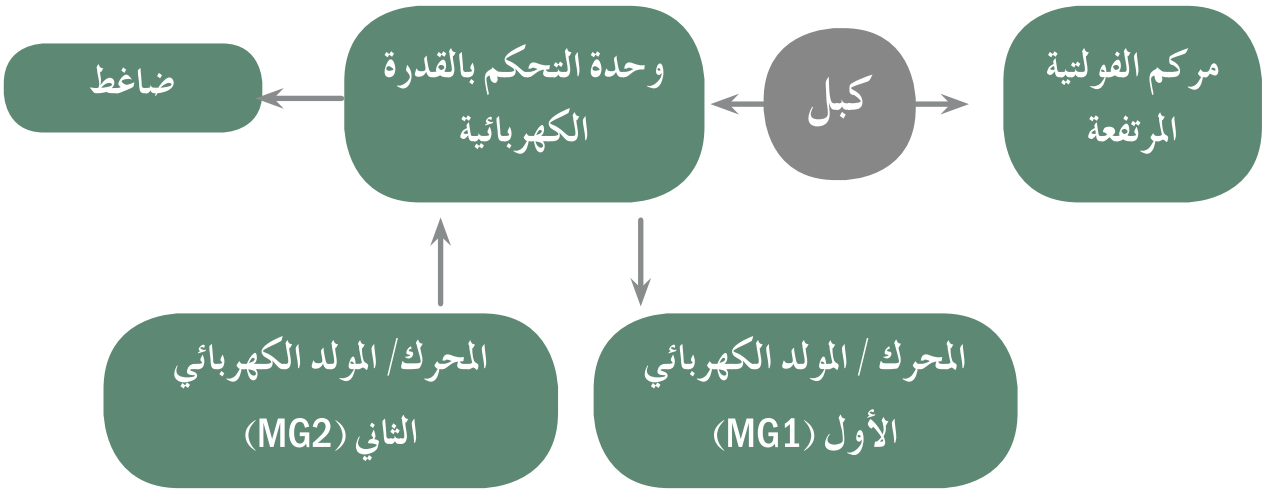
2 – يوضع أحد أطراف جهاز الفحص على طرف السلك، والآخر على غلاف السلك المعدني وتؤخذ القراءة، كما في الشكل (2).

3 – تتكرر هذه العملية للأسلاك الأخرى.

4 – عند فحص المحركات الكهربائية يوضع أحد الأسلاك على طرف أحد الملفات، والطرف الآخر على الشاصي.

الشكل (2)

الخريطة المفاهيمية



تاسعًا: نظام نقل الحركة (صندوق السرعات)

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد نهاية هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف أنواع صناديق السرعات المستخدمة في المركبات الهجينة.
- يتعرّف أجزاء صندوق السرعات ذي نسب التغير اللانهائية.
- يتعرّف طريقة عمل صندوق السرعات.
- يتعرّف طريقة فك صندوق السرعات عن المركبة وتركيبها.
- يتعرّف المصطلحات الخاصة بصندوق السرعات.

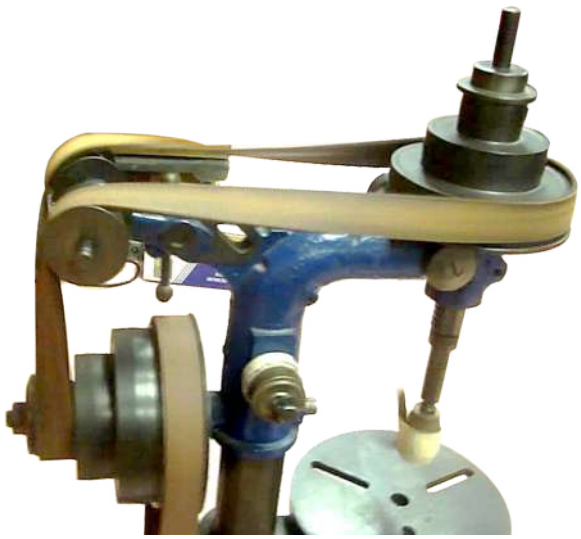
القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

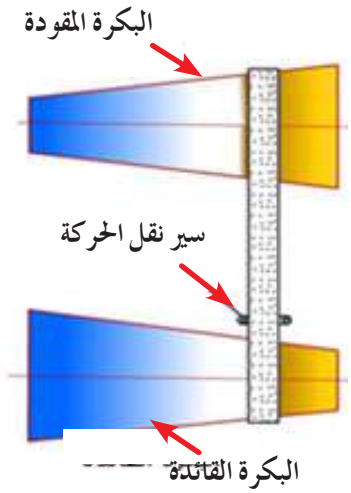
تستخدم صناديق السرعات في المركبات الهجينة للحصول على عزوم دوران مختلفة تتناسب مع ظروف التشغيل للمركبة ونقل عزوم الدوران إلى العجلات القائدة، استُخدمت صناديق السرعات الآلية، وصناديق السرعات ذات التغير المستمر ذات التحكم الإلكتروني:

ومن مميزات صناديق السرعات ذات التغير المستمر: أنها لا تحتوي على المسننات لنقل عزوم الدوران مثلما في صناديق السرعات العادية، وتعطي نسب تخفيض لانهائية، وتختلف في التركيب والعمل عن الأنواع الأخرى من صناديق السرعات.

يبين الشكل (6 – 65) مثقبًا معدنيًّا قديمًا متعدد السرعات، توجد بكرة قائدة متعددة الأقطار، وبكرة مقودة متعددة الأقطار، وسير مبسط لنقل الحركة، ويُبدَّلُ بين البكرات يدويًّا. فكِّر في عدد السرعات المتاحة في هذا التصميم، ولاحظ قوة الأصوات أثناء نقل الحركة؛ مقارنة بصندوق تروس عادي يحتوي على المسننات.



الشكل (6 – 65): مثقب معدني قديم متعدد السرعات.



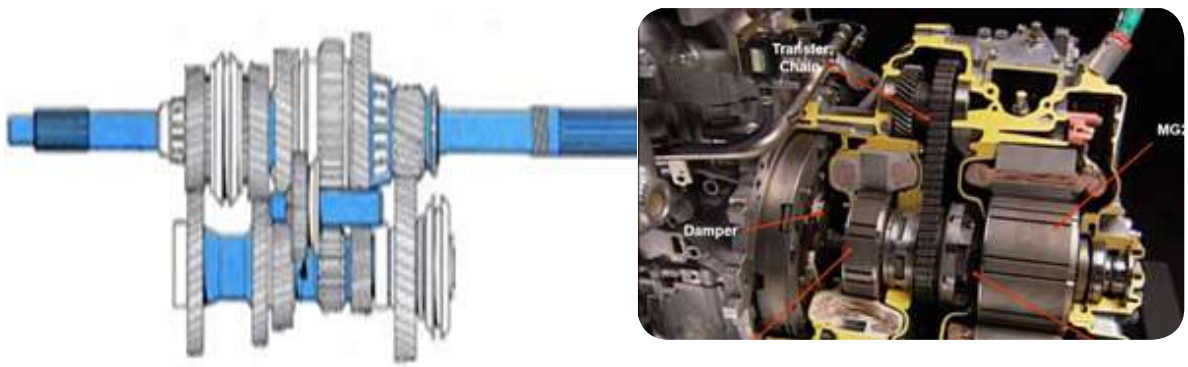
ويبين الشكل (6–66) تطور البكرات المتعددة الأقطار، القائدة والمقودة، ويظهر في الشكل سير نقل الحركة وشوكة متحركة للتحكم بموضع السير الناقل للحركة، ابحث في عدد السرعات المتاحة في مثل هذا النوع من صناديق السرعات، وابحث في التطور الذي طرأ على هذا النوع من صناديق السرعات.

الشكل (6–66): البكرات المتعددة الأقطار.

استكشف

ابحث في المشغل عن مركبة عادية، وحاول تعرف نوع صندوق السرعات المستخدم (6 – 67/ ب)، وموقع صندوق السرعات والوصلات المستخدمة لتشغيل صندوق السرعات (صندوق سرعات عادي، ذو المسننات أو صندوق سرعات آلي)، وتعرف عدد السرعات المتاحة لصندوق السرعات.

ابحث في المركبة الهجينة الموجودة في المشغل عن موقع صندوق السرعات في المركبة كما في الشكل (6–67/ أ)، وحاول تعرف الوصلات الخاصة بتشغيل صندوق السرعات، وحدِّد أماكن وجود المحرك/ المولد الكهربائي الأول والثاني (**MG1 , MG2**) بمشاهدة أكبال نقل القدرة الكهربائية من وحدة التحكم بالطاقة الكهربائية إلى المحركات الكهربائية.



الشكل (6 – 67/ أ– ب).

اقرأ.. وتعلم

أنواع ناقلات الحركة المستخدمة في المركبات الهجينة

1 – صندوق السرعات التداوري (Epicyclic Gears)

يبين الشكل (6 – 68) صندوق السرعات التداوري، الذي هو مجموعة المسننات الكوكبية مثبتة داخل غلاف معدني بترتيب معين، وتعمل بطريقة مشابهة لطريقة عمل صندوق السرعات مستمر التغير (CVT) مع نسبة تخفيض ثابتة، ويتكون صندوق السرعات التداوري من الأجزاء الآتية:

الشكل (6 – 68): صندوق سرعات تداوري.

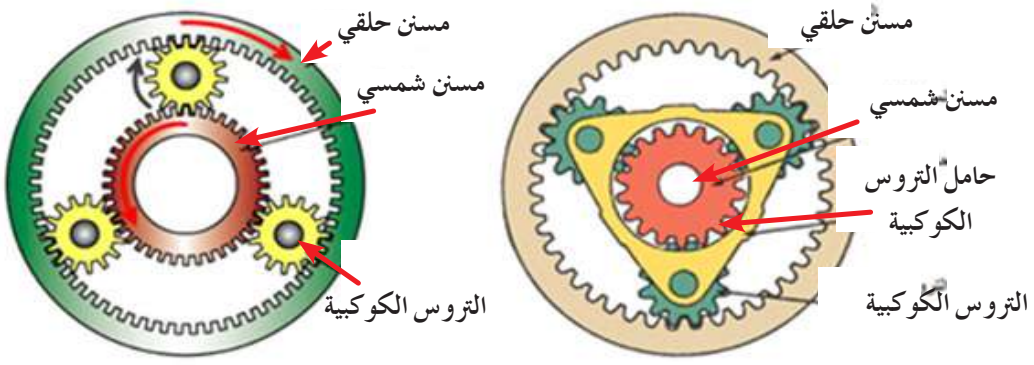
أ – المحرك/المولد الكهربائي الأول (MG1): يتصل مع المسنن الشمسي (Sun gear).

ب– المحرك/المولد الكهربائي الثاني (MG2): يتصل مع المسنن الحلقي (Ring gear).

جـ– مجموعة المسننات الكوكبية (Epicyclic gears).

كيفية عمل مجموعة المسننات الكوكبية

إن مجموعة المسننات الكوكبية المبينة في الشكل (6 – 69)، تتكون من مسننين رُكِّبا بحيث يدور مركز أحدهما حول مركز المسنن الثاني، ويوجد حامل يربط مركزَي المسننين، ويدور أحد المسننين، ويسمى الكوكبي، حول المسنن الشمسي الذي يدور بدوره حول مركزه، وتُرَكَّب هذه المسننات داخل مسنن آخر يسمى المسنن الحلقي الذي يدور بدوره حول مركز المسنن الشمسي، وتُسمى مجموعة المسننات هذه مع الحامل: مجموعة المسننات الكوكبية، كما في الشكل.



الشكل (6 – 69): مجموعة المسننات الكوكبية.

2 – ناقلات الحركة ذات التغير المستمر (Continuously Variable Transmission)

تستخدم ناقلات الحركة ذات التغير المستمر(CVT) بكثرة في المركبات الهجينة، وتوفر قدرًا عاليًا من نسب التخفيض.

مميزات ناقلات الحركة ذات التغير المستمر

أ – صغر الحجم.

ب– خفة الوزن.

جـ– نعومة التشغيل.

د– عدد لامتناهٍ من نسب التخفيض.

تتكون ناقلات الحركة ذات التغير المستمر من الأجزاء الآتية:

أ – بكرة ابتدائية.

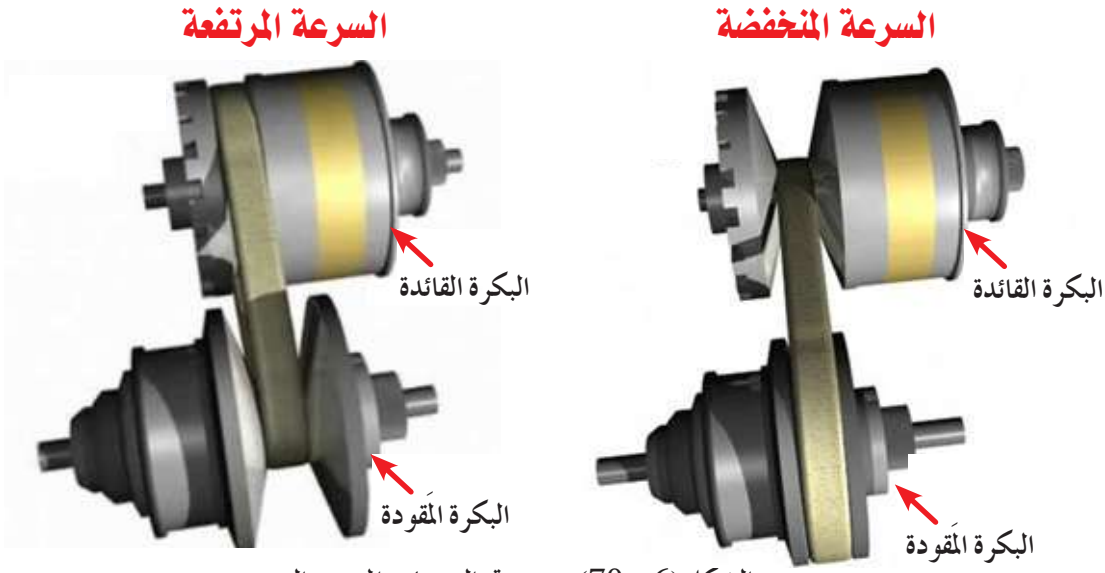
ب– بكرة ثانوية.

جـ– سَيْر لنقل الحركة.

د– وحدة تحكم هيدرولية.

يعمل هذا النظام عن طريق تغير الأقطار التشغيلية للبكرتين القائدة والمقودة، كما في الشكل (6 – 70)، كلتا البكرتين تحتوي على مخروط ثابت ومخروط متحرك، مع وجود أسطوانة هيدرولية مدمجة، تفعيل (تشغيل) الأسطوانة الهيدرولية يؤدي إلى حركة المخروط محوريًّا، ويغير المسافة بين المخروط الثابت والمخروط المتحرك، كلما ابتعدت المسافة بين المخروطين هبط السير على البكرة، وقل القطر التشغيلي للبكرة، والعكس صحيح.

عند بداية التشغيل تضبط البكرة الابتدائية أتوماتيًّا على أقل مسافة بين المخروطين (أقل قطر تشغيلي)، وفي الوقت نفسه تُضبط البكرة الثانوية على أقل مسافة بين المخروطين (أقصى قطر تشغيلي) هذا يماثل أعلى نسبة تخفيض، وتتغير أقطار البكرات بتناسب عكسي كلما زادت سرعة المحرك؛ مؤدية إلى تغير مستمر في نسب التخفيض.



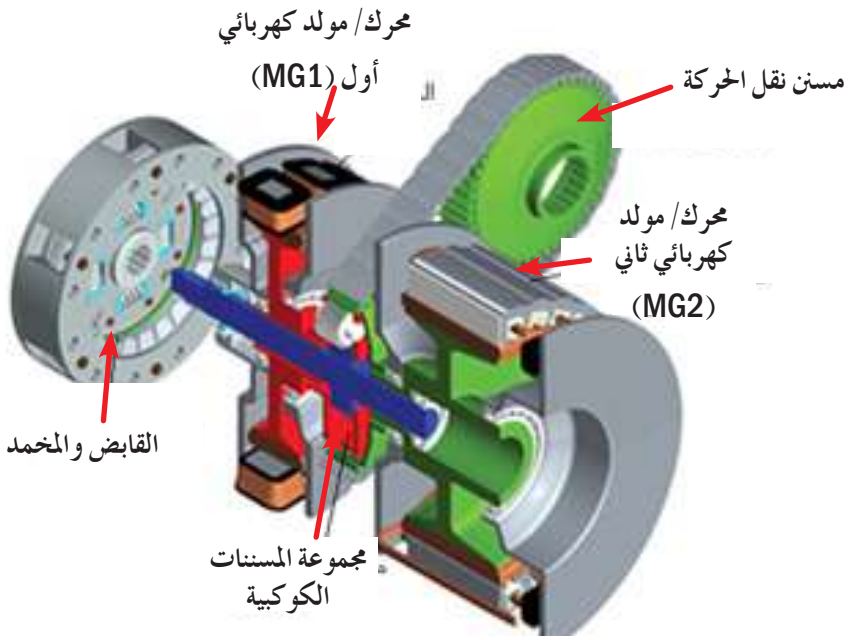
الشكل (6 – 70): صندوق السرعات المستمر التغير.

يبين الشكل (6 – 71) مبدأ عمل صندوق السرعات المستمر التغير.

الشكل (6 – 71): مبدأ عمل صندوق السرعات المستمر التغير.

3 – ناقلات الحركة ذات التغير المستمر الإلكتروني (eCVT)

تحتوي ناقلات الحركة ذات التغير المستمر الإلكترونية على مجموعة مسننات كوكبية واحدة **(Single) planetary differential gear** كما في الشكل (6 – 72) تعمل لدمج القدرة الناتجة من محرك الاحتراق الداخلي والمحرك/ المولد الكهربائي الثاني **(MG2)**، هذا النظام أبسط وأكثر كفاءة من صندوق السرعات العادي ذي السرعات المحدودة، ولا تستخدم في تصنيعه قطع كثيرة كما في صناديق السرعات الأخرى، ومن أهم مميزات هذا النوع قلة الأعطال.



الشكل (6 – 72): ناقل الحركة ذو التغير المستمر الإلكتروني.

عمل صندوق السرعات الإلكتروني ذي نسب التغيير المستمر

يبين الشكل (6–73) صندوق السرعات الإلكتروني ذي نسب التغير المستمر حيث يعتمد مبدأ عمله على الآتي:

1 – المحرك متصل مع حامل المسننات الكوكبية.

2 – المسنن الشمسي متصل مع المحرك/ المولد الكهربائي الأول (**MG1**).

3 – المسنن الحلقي متصل مع المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (**MG2**).

4 – المسنن الحلقي متصل بوساطة جنزير مع مسننات تخفيض السرعة التي بدورها تكون متصلة مع مجموعة النقل النهائي.

5 – العاكس (**Inverrter**) الأول يصل بين المركم ذي الفولتية المرتفعة والمحرك/ المولد الكهربائي الأول (**MG1**).

6 – العاكس (**Inverrter**) الثاني يصل بين المركم ذي الفولتية المرتفعة والمحرك/ المولد الكهربائي الثاني (**MG2**).

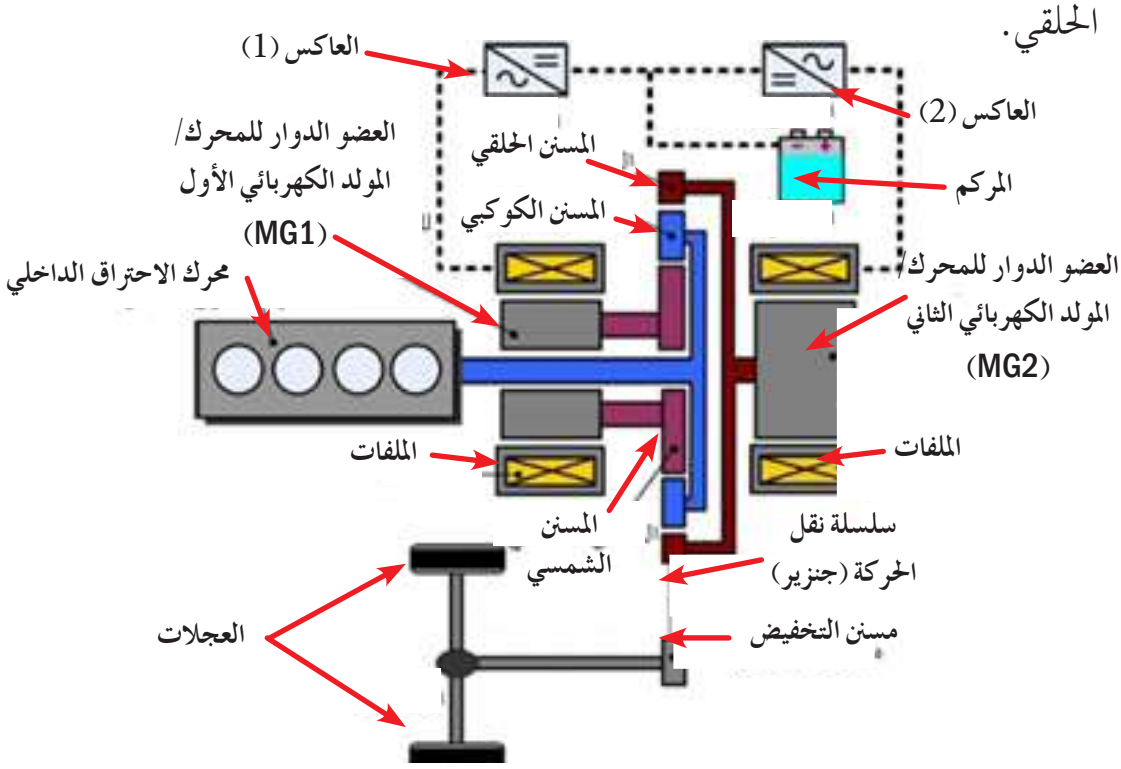
7 – يزود المركم ذو الفولتية المرتفعة العاكسات (**Inverrter**) بالفولتية المستمرة، ويحولها

العاكس إلى فولتية متغيرة لتشغيل المحركات الكهربائية ويعمل الانفيرتر (العاكس) على رفع فولتية المركم من (201.6) فولت إلى حوالي (500) فولت.

8 – الأجزاء الثلاثة لوحدة تقسيم القدرة تستخدم للجمع بين القدرة المستلمة من محرك الاحتراق الداخلي والمحرك/ المولد الكهربائي الثاني (**MG2**).

9 – المخمد (**TRANSAXLE DAMPER**) ينقل قوة الدفع من المحرك إلى محور نقل الحركة، ويحتوي على جهاز ماصّ للذبذبات الناتجة عن نقل العزم.

10 – يتصل المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (**MG2**) مع المسنن الحلقي (**RING GEAR**)، الذي يتصل بدوره مع مجموعة النقل النهائي (**FINAL DRAVE**) البككس، التي بدورها تعمل على إدارة العجلات القائدة، وعليه تحدد سرعة المركبة بناء على سرعة المحرك الكهربائي والمسنن الحلقي.



الشكل (6 – 73): عمل صندوق السرعات الإلكتروني ذي التغير المستمر.

جهاز تقسيم القدرة Power Split Device (PSD)

جهاز تقسيم القدرة هو مجموعة المسننات الكوكبية؛ حيث تتصل مع المحركات الكهربائية ومحرك الاحتراق بالطريقة الآتية :

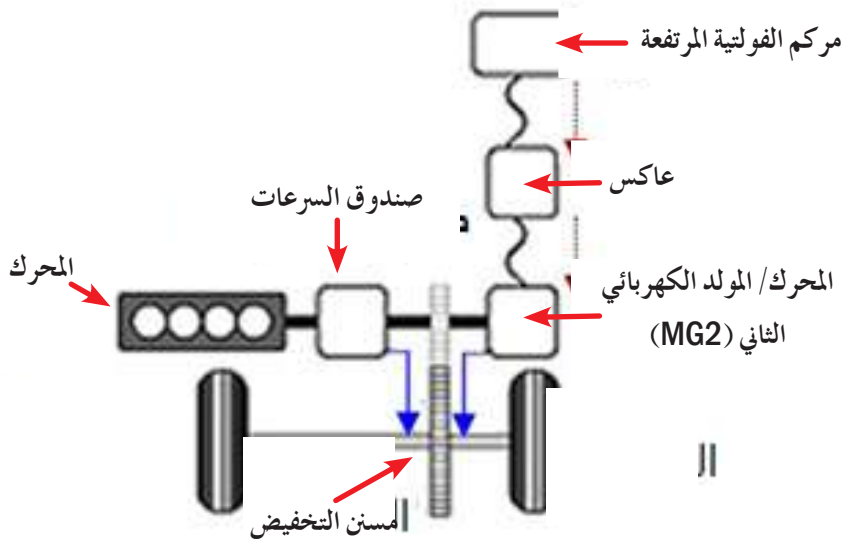
1 – يتصل المحرك/المولد الكهربائي الثاني (MG2) مع المسنن الحلقي (Ring gear) وهما متصلان مع مجموعة النقل النهائي التي تعمل على تدوير العجلات القائدة.

2 – المحرك/المولد الكهربائي الأول (MG1) يكون متصلًا مع المسنن الشمسي (Sun gear) في المجموعة.

3 – محرك الاحتراق الداخلي (ICE) يكون متصلًا مع حامل المسننات الكوكبية (Carrier) كما موضح في الشكل (6–97).

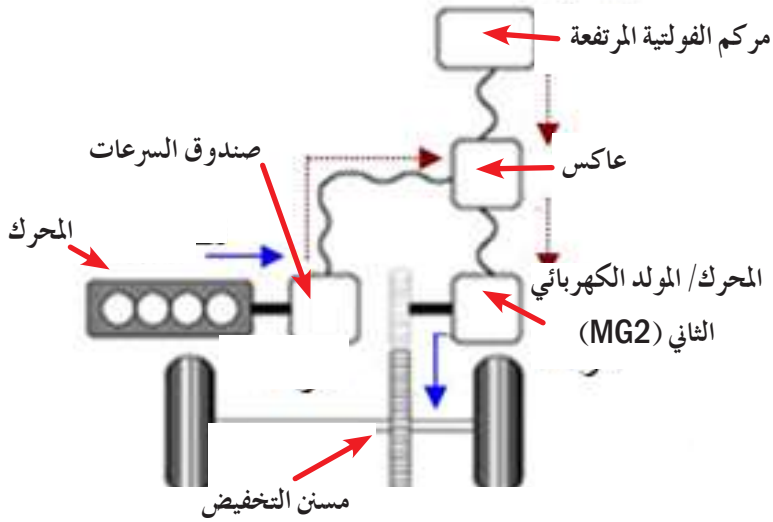
إن سرعة المسنن الحلقي تعتمد على الأجزاء الثلاثة، وعليه تعمل الأجزاء الثلاثة معًا بشكل دائم للتحكم في سرعة الخرج.

جهاز تقسيم القدرة هو قلب المركبة الهجينة، ويُعدّ جهاز سرعات ذكيًّا، حيث يعمل على ربط محرك الاحتراق الداخلي والمحرك/ المولد الكهربائي الأول (MG1) والمحرك/ المولد الكهربائي الثاني (MG2) مع بعضهما، ويسمح جهاز تقسيم القدرة بتشغيل المركبة على التوازي، حيث يكون المحرك/ المولد الكهربائي الثاني (MG2) المسؤول عن جر المركبة بنفسه، أو محرك الاحتراق الداخلي (ICE) يكون بنفسه المسؤول، أو الاثنان مسؤولان مع بعضهما، كما في الشكل (6–74).



الشكل (6 – 74): ترتيب خط القدرة على التوازي.

يسمح جهاز تقسيم القدرة بتشغيل المركبة على التوالي، كما في الشكل (6–75) والمحرك يعمل بشكل مستقل لزيادة السرعة، وشحن المركم، وتزويد العجلات بالقدرة اللازمة.



الشكل (6 – 75) : ترتيب خط القدرة على التوالي.

تعمل مجموعة تقسيم القدرة المبينة في بشكل (6–76) على ضبط صندوق سرعات ذي نسب نقل متغيرة باستمرار، بحيث تحد أو تقلل من استخدام صندوق السرعات الآلي والميكانيكي، وتسمح مجموعة تقسيم القدرة للمحرك/ المولد الكهربائي الأول (**MG1**) بتشغيل محرك الاحتراق الداخلي بدلًا من محرك البدء الكهربائي، ومن ثَم لا حاجة لوجود محرك بدء في المركبة.

الشكل (6 – 76): مجموعة تقسيم القدرة .

مبدأ عمل جهاز تقسيم القدرة

1 – يعمل المحرك/ المولّد الكهربائي الثاني (**MG2**) على إدارة المسنن الحلقي (**Ring gear**).

2 – حامل المسننات الكوكبية (**Gears holder**) ثابت؛ لأنه متصل مع محرك الاحتراق الداخلي.

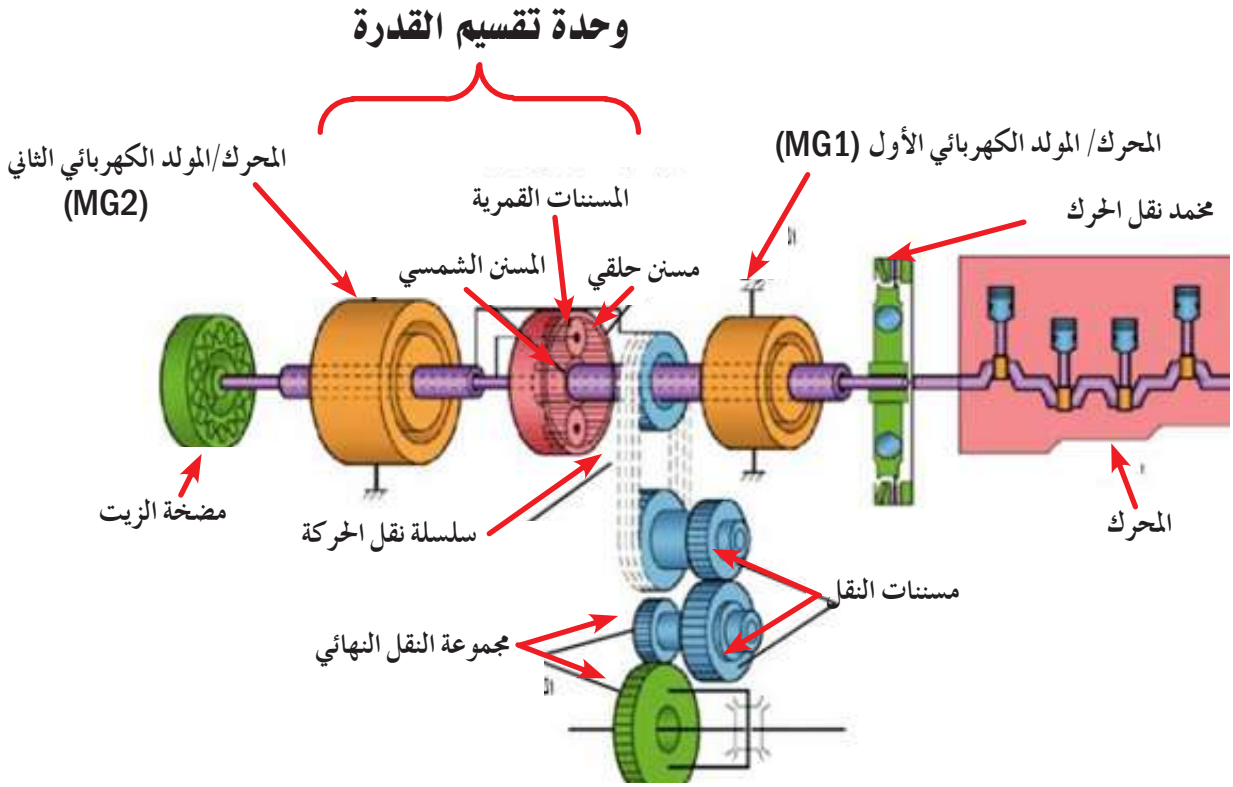
3 – نتيجة دوران المسنن الحلقي (**Ring gear**) وتثبيت حامل المسننات الكوكبية (**Gears holder**) تدور المسننات الكوكبية (**Plantrey gears**) حول محورها؛ ما يفضي إلى دوران المسنن الشمسي (**Sun gear**).

4 – مع تسارع المركبة يدور المحرك/ المولّد الكهربائي الأول (**MG1**) بسرعة دوران محددة ليبقى محرك الاحتراق الداخلي خارج العمل.

5 – حال وصول سرعة المركبة إلى (40) ميل/الساعة فإن محرك الاحتراق الداخلي يبدأ في التحضر للعمل.

6 – يغير المحرك/ المولّد الكهربائي الأول (**MG1**) السرعة فجأةً مجبرًا حامل السرعات على الدوران وإدارة محرك الاحتراق الداخلي.

عند دوران محرك الاحتراق الداخلي يستمر في سرعة ثابتة إلى أن يغير المحرك/ المولّد الكهربائي الأول (**MG1**) سرعته؛ بحيث تتطابق مع سرعة المحرك/ المولّد الكهربائي الثاني (**MG2**)، وفي حال زيادة تسارع المركبة يأخذ المحرك/ المولّد الكهربائي الثاني (**MG2**) قدرة إضافية من المركم، وعند المسير على الطرقات السريعة يعمل المحرك/ المولّد الكهربائي الثاني مع محرك الاحتراق الداخلي لجر المركبة، والشكل (6 – 77) يوضح طريقة العمل.



الشكل (6-77): مبدأ عمل جهاز تقسيم القدرة.

عند بدء تسارع المركبة في البداية يعمل المركم والمحرك/ المولّد الكهربائي الثاني (**MG2**) على تزويد المركبة بكامل الطاقة المطلوبة للجر، والمسنن الحلقي لجهاز تقسيم القدرة متصل بالمحرك/ المولّد الكهربائي الثاني (**MG2**)، ويبدأ بالدوران مع المحرك/المولّد الكهربائي، مع العلم بأنَّ حامل السرعات الكوكبية المتصل مع محرك الاحتراق الداخلي ثابت لا يتحرك، لأن المحرك لا يدور، وبما أن المسنن الحلقي يدوِّر المسننات الكوكبية؛ فهذا يفضي إلى دفع المحرك/ المولّد الكهربائي الأول والمسنن الشمسي إلى الدوران، وبما أن المركبة تسبب تسارع المحرك/ المولّد الكهربائي الأول (**MG1**) فإنه يدور، ويساعد في إعادة شحن المركم.

قارن من خلال عرض تقديمي Power Point بين أنظمة ناقلات الحركة في المركبات الهجينة والمركبات التقليدية، واعرضه أمام زملائك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – عدِّد الأنواع الشائعة من صناديق السرعات المستخدمة في المركبات الهجينة.

2 – اذكر مميزات ناقلات الحركة ذات التغير المستمر(**CVT**).

3 – اذكر الأجزاء الرئيسة لناقلات الحركة ذات التغير المستمر.

4 – اذكر أجزاء وحدة تقسيم القدرة.

5 – بيِّن اتصال كل من محرك الاحتراق الداخلي، والمحرك/ المولد الكهربائي الأول (**MG1**)، والمحرك/ المولد الكهربائي الثاني (**MG2**) مع أجزاء وحدة تقسيم القدرة.

6 – اشرح طريقة عمل صندوق السرعات الإلكتروني ذي نسب نقل متغيرة باستمرار.

7 – اذكر وظيفة المخمد (**TRANSAXLE DAMPER**).

التمارين العملية

التمرين (6-13)

فك ونزع صندوق السرعات من المركبة وإعادة تركيبه

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكّ صندوق السرعات من المركبة، وتُعيد تركيبه.

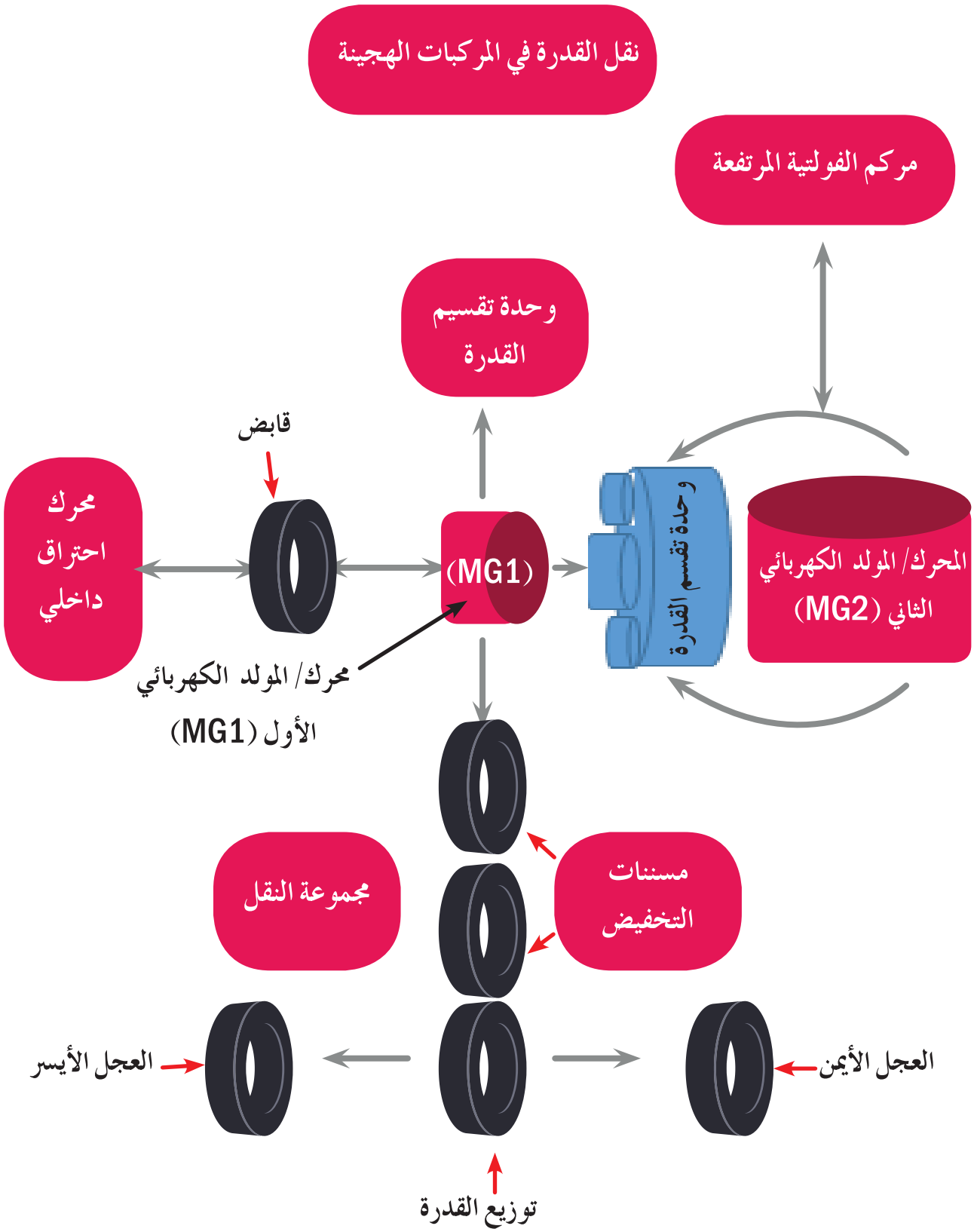
متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– ملابس العمل المناسبة. – صندوق عُدد يدوية. – روافع معدنية. – (جك) رفع هيدرولي مع جنزير وخطاف. – مانعات حركة توضع أمام العجلات وخلفها. – مفتاح براغي العجلات. – أوعية بلاستيكية لتفريغ السوائل. – قفازات معزولة. – مركبة هجينة عاملة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – انزع القاطع الرئيس للمركم. 2 – تأكد من وقوف المركبة، واتخذ إجراءات الأمن والسلامة المهنية قبل البدء بالعمل. 3 – ارفع المركبة على رافعة كهروهيدرولية عن الأرض. 4 – فرِّغ سائل التبريد الخاص بالمحركات الكهربائية ووحدة التحكم بالقدرة الكهربائية، وفُكَّ الوصلات الكهربائية والأكبال كما في الشكل (1).	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5 – فُـكَّ العجلات الأمامية ووحدة التحكم بالقدرة الكهربائية.	
6 – انزع محاور دوران العجلات الأمامية (الأكسات).	
7 – انـزع وحدة التحكـم بالقـدرة الكهربائية كما شُرِحَ سابقًا.	
8 – انـزع التوصيـلات الكهربائيـة عـن صنـدوق السرعات.	
9 – فُـكَّ البراغـي المثبتـة لصنـدوق السرعـات مع المحرك.	
10 – انزع صندوق السرعات عن المركبة وضَعْهُ على طاولة العمل.	
11 – أعِدْ تركيب صندوق السرعات على المركبة.	

الخرائط المفاهيمية



عاشرًا: الحساسات الخاصة بمحرك الاحتراق الداخلي والنظام الهجين

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد نهاية هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف الحساسات الخاصة بمحرك الاحتراق الداخلي.
- يتعرّف الحساسات الخاصة بنظام التهجين.
- يتعرّف حساسات قراءة الفولتية والتيار للمركم ذي الفولتية المرتفعة.
- يتعرّف حساسات سرعة المحركات والمولدات الكهربائية وكيفية عملها.
- يتعرّف طريقة فحص الحساسات.

القياس والتقويم

نعيش في عالم يكثر فيه استخدام أجهزة الاستشعار، حيث يمكنك العثور على أنواع مختلفة من أجهزة الاستشعار في منازلنا ومكاتبنا والسيارات وما إلى ذلك تعمل على تسهيل حياتنا بتشغيل الأنوار، والكشف عن وجودنا، وضبط درجة حرارة الغرفة، وكشف الدخان أو الحريق، وفتح أبواب الكراجات .بمجرد مرور المركبات بالقرب من الباب، أيضًا يمكن إنجاز كثير من المهام الأخرى. في هذا الدرس سوف نتعرف مجموعة من الحساسات المستخدمة في محركات الاحتراق الداخلي، ومجموعة من الحساسات الخاصة بأنظمة التهجين، وحساسات المركم ذي الفولتية المرتفعة (الحرارة، والفولتية).

تظهر في الشكل (6–78) أنواع من الحساسات التي تستخدم بشكل كبير في المنازل والمركبات، عن طريق البحث في الشبكة العنكبوتية؛ حاول معرفة أنواع الحساسات الظاهرة في الشكل.

الشكل (6 – 78): حساسات تستخدم في المنازل والمركبات.

استكشف

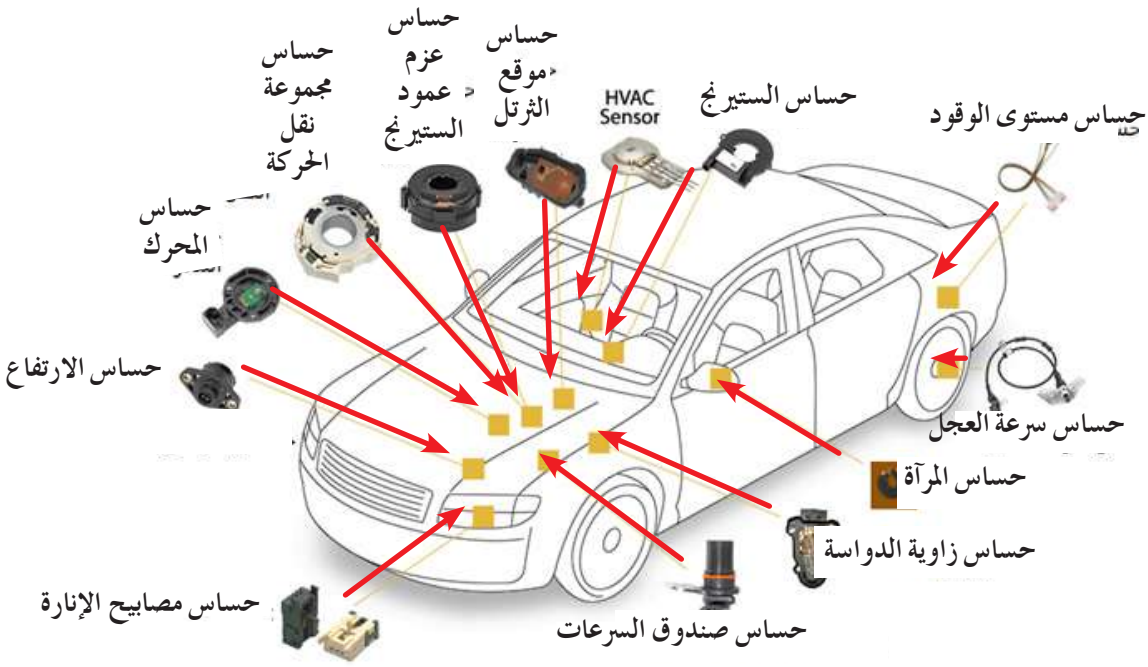
يبين المخطط الصندوقي المبين أمامك في الشكل (6 – 79)، مخططًا صندوقيًّا لدائرة إلكترونية متكاملة، ادرس المخطط ثم اربط الأحداث من اليسار إلى اليمين؛ لمعرفة ما يحدث داخل المركبات عند التشغيل والسير على الطرقات.

الشكل (6 – 79): مخطط صندوقي لدائرة إلكترونية.

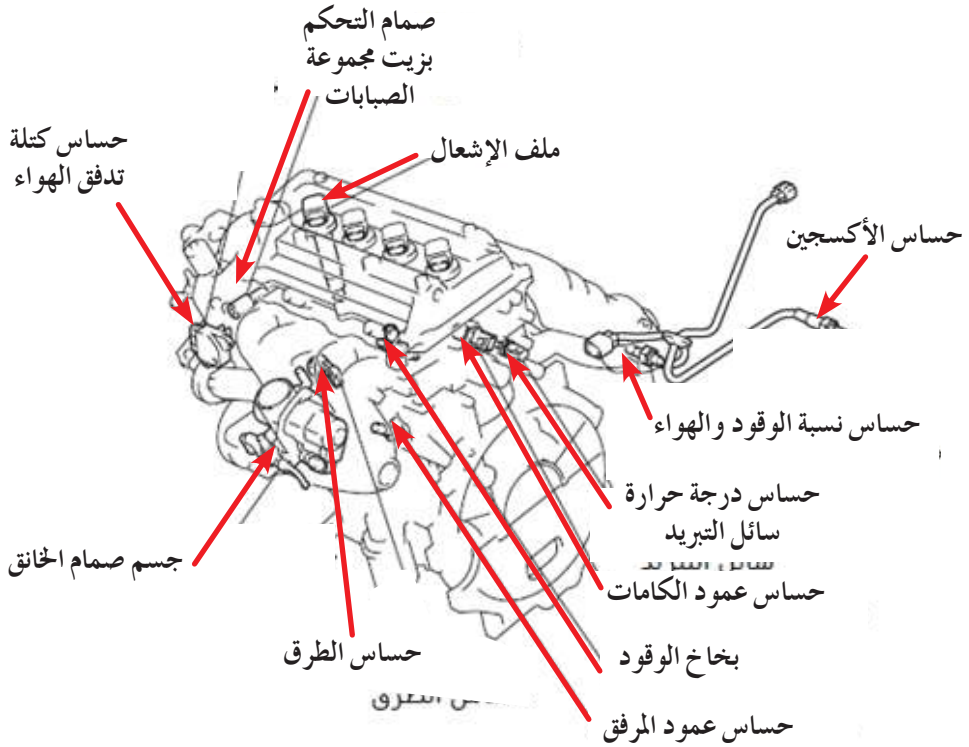
اقرأ.. وتعلم

الحساسات (أجهزة الاستشعار)

يمكن تعريف الجهاز الذي يعطي إشارات تحذيرية عن طريق الكشف عن التغييرات في الكميات أو الأحداث بأنه مستشعر بشكل عام؛ حيث تنتج المستشعرات إشارة كهربائية أو إشارة إخراج بصرية متوافقة مع التغييرات في المدخلات، تُرسل الإشارات الكهربائية إلى وحدة التحكم الإلكتروني في المركبات، وهي ضرورية جدًّا لمعرفة كيفية أداء الأجهزة المختلفة في المحركات وأجهزة نقل الحركة وغيرها من أجهزة المركبة، وتتشابه في التركيب وطبيعة العمل مع كل المركبات، وقد يختلف الشكل أحيانًا، ومواضع التركيب ثابتة في المركبات المختلفة يبين الشكل (6 – 80) موقع الحساسات على المركبة، والشكل (6–81) موقع الحساسات على محرك الاحتراق الداخلي.



الشكل (6 – 80): توزيع الحساسات في المركبة.



الشكل (6 – 81): حساسات المحرك.

حساسات محرك الاحتراق الداخلي

1 – حساس عمود المرفق (Crankshaft position Sensor)

يُركَّب في مكان قريب من الحذافة؛ كما في الشكل (6 – 82)، يعمل على تحديد موضع عمود المرفق بقياس سرعة الدوران والموقع الدقيق لعمود المرفق، دون حساس موضع العمود المرفقي لن يبدأ المحرك بالعمل.

2 – حساس عمود الحدبات (Cam Shaft Poaition Sensor)

يُركَّب في مكان قريب من عمود الحدبات كما في الشكل (6 – 83)؛ إذ يراقب حساس موضع عمود الحدبات سرعة دوران عمود الحدبات؛ مما يشير إلى حالة الفتح أو الإغلاق.

الشكل (6 – 82): حساس عمود المرفق

الشكل (6 – 83): حساس عمود الحدبات

3 – حساس الدق (Knock Sensor)

يُركَّب على سكبة المحرك في مكان قريب من النقطة الميتة العليا، كما في الشكل (6 – 84)، أو على رأس المحرك، ويعمل على قياس (استشعار) الاهتزازات الناتجة عن انفجار الخليط داخل غرفة الاحتراق في المحرك، يرسل إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم التي تعمل على تغير توقيت الإشعال، وتمنع الانفجارات غير المتحَكَّم بها لحماية الأجزاء الداخلية للمحرك.

4 – حساس قياس درجة حرارة سائل التبريد (Coolint Temprture Sensor)

يُركَّب على رأس المحرك، كما في الشكل (6 – 85)، أو على مخرج مياه التبريد؛ حيث يعمل على قياس درجة حرارة سائل التبريد في المحرك.

الشكل (6 – 84): حساس الدق.

الشكل (6 – 85): حساس حرارة المحرك.

5 – حساس قياس مستوى الزيت في المحرك (Engine Oil Level Sensor)

يُركَّب على جسم غطاء علبة عمود المرفق كما في الشكل (6 – 86)، يعمل على قياس مستوى زيت التزييت للمحرك في علبة عمود المرفق.

6 – حساس الأكسجين 1(Oxygen Sensor)

يُركَّب حساس الأكسجين على ماسورة العادم قريبًا من مخرج الغازات العادمة، وقبل المحفز **catalytic converter**) كما في الشكل (6 – 87) ويعمل على قياس نسبة الأكسجين في الغازات العادمة، وإذا كانت الغازات العادمة تحتوي على نسبة أكسجين عالية تكون الإشارة الكهربائية منخفضة، فإذا كانت الغازات العادمة تحتوي على نسبة أكسجين منخفضة تكون الإشارة الكهربائية عالية ويرسل الحساس إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم الإلكترونية التي تحلل المعلومات وتعمل على إعادة ضبط نسبة الخليط (الهواء / الوقود) الداخلة إلى غرف الاحتراق، وذلك عن طريق التحكم في كمية الوقود المحقونة داخل غرف الإشعال.

الشكل (6 – 86): حساس قياس مستوى الزيت.

الشكل (6 – 87): حساس الأكسجين.

7 – حساس نسبة الهواء إلى الوقود (Air/Fuel Ratio sensor)

يُركَّب الحساس الثاني (air/ fuel ratio sensor) بعد المحفز (converter catalytic) كما في الشكل (6 – 88) ويعطي الحساس دلالة عن كفاءة عمل المحفز؛ حيث يعمل المحفز على تقليل الانبعاثات الضارة في الغازات العادمة، ويقيس الحساس نسبة الغازات الضارة الخارجة من المحفز.

8 – حساس قياس كمية تدفق الهواء (Mass Air Flow Sensor)

يُركَّب في بداية خط دخول الهواء إلى المحرك، يعمل على قياس كمية الهواء الداخلة إلى المحرك عن طريق مجاري السحب بدقة عالية جدًا، وترسل المعلومات إلى وحدة التحكم الإلكتروني على شكل إشارات كهربائية، ويتصل معه مفتاح تشغيل مضخة الوقود بحيث يعمل المفتاح عند أي حركة لصمام مقياس تدفق كمية الهواء، والشكل (6 – 89) يبين أحد أنواع حساسات قياس تدفق الهواء.

الشكل (6 – 88): حساس قياس نسبة الهواء/الوقود.

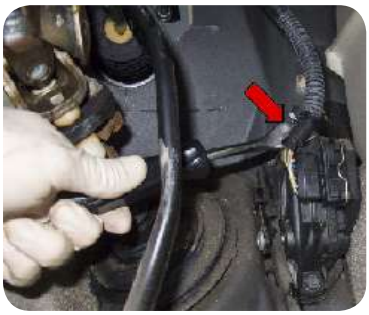
الشكل (6 – 89): حساس قياس كمية الهواء.

9 – حساس صمام التحكم بالخانق (TPS /Throttle position sensor)

وهو مقاومة متغيرة تتغير قيمتها عند حركة صمام الخانق، وترسل إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم الإلكتروني لبيان زاوية فتح الصمام، ويثبَّت المجس بجانب صمام الخانق الذي يتصل بعمود الصمام. الشكل (6 – 90) يبين أحد أنواع حساس صمام التحكم في موقع صمام الخانق.

10 – حساس دواسة القدم (Eccelerator Pedal Position Sensor): يُركَّب أسفل دواسة الوقود كما في الشكل (6 – 91)، ينقل حساس دواسة البنزين موقع دواسة الوقود إلى وحدة التحكم في المحرك.

الشكل (6 – 90): حساس موقع صمام الخانق.



الشكل (6 – 91): حساس دواسة القدم.

11 – حساس زاوية عجلة القيادة (Steering Angle Sensor)

يُركَّب أسفل طارة عجلة القيادة كما في الشكل (6 – 92) ويستخدم لتحديد زاوية توجيه العجلات الأمامية. زاوية التوجيه أمر حاسم لنظام التحكم في الاستقرار وثبات المركبة.

12 – حساس قياس الضغط المطلق لمجمع السحب MAP/ MANIFOLD ABSOLUTE PRESSURE

يعمل على قياس قيمة ضغط الهواء في مجمع السحب، يولِّد إشارة تتناسب مع مقدار ضغط الخلخلة في مجمع الهواء، ويرسلها إلى وحدة التحكم التي تعمل على ضبط توقيت الشرارة ونسبة الخليط. والشكل (6 – 93) يبين حساس قياس قيمة ضغط الهواء.

الشكل (6 – 92): حساس قياس زاوية عجلة القيادة.

الشكل (6 – 93): حساس قياس الضغط المطلق.

زُر إحدى ورش صيانة المركبات الهجينة، وتعرّف أماكن الحساسات الموجودة فيها، واكتب تقريرًا موضّحًا بالصور عن ذلك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – عدِّد أنواع الحساسات الخاصة بالمحرك المستخدمة في المركبات.

2 – ما أهمية حساس عمود الحدبات؟ بيِّن موقعه على المحرك.

3 – ما أهمية حساس عمود المرفق؟ بيِّن موقعه على المحرك.

4 – ما أثر عطل كل من: حساس عمود المرفق وحساس عمود الحدبات على أداء المحرك؟

5 – ما أهمية حساس الدق؟ بيّن موقعه على المحرك.

الخريطة المفاهيمية

أساسيات الحساسات ووحدة التحكم الإلكتروني لمحرك الاحتراق الداخلي

حواقن الوقود

- صمام التبخير.
- صمام تدوير الغاز العادم.
- مضخة الوقود.
- جسم صمام الثروتل.
- وحدة التحكم في الإشعال.

حساس موقع صمام الخانق

- حساس درجة حرارة سائل التبريد.
- حساس قياس كمية الهواء.
- حساس موقع عمود المرفق.
- حساس قياس تدفق الهواء.
- حساس قياس الضغط الجوي.

وحدة التحكم الإلكترونية للمحرك

- وحدة المخرجات
- وحدة التخزين
- وحدة المدخلات
- وحدة المعالجة

الحادي عشر: نظام التدفئة والتكييف في المركبات الهجينة

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد نهاية هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف أهمية نظام التدفئة في المركبات.
- يتعرّف أجزاء نظام التدفئة.
- يتعرّف طريقة عمل نظام التدفئة.
- يتعرّف أهمية نظام التبريد في المركبات.
- يتعرّف أجزاء نظام التبريد.
- يتعرّف طريقة عمل نظام التبريد في المركبات.

القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

تستخدم أنظمة التدفئة والتكييف في المركبات الهجينة؛ لتوفير الراحة للسائق والركاب داخل كابينة القيادة، ولا يختلف عمل هذه الأنظمة عن عمل أنظمة التدفئة والتكييف المستخدمة في المركبات العادية، يوجد اختلاف بسيط في أنظمة التدفئة؛ لأن محرك الاحتراق الداخلي لا يعمل بصورة مستمرة؛ وبذلك يتعذر على النظام إتمام عمله في تدفئة كابينة السائق، لذلك زُوِّدت أنظمة التدفئة بخزان معزول يحفظ الماء الساخن بداخله مدة معينة من الزمن، وعند بدء تشغيل المركبة تعمل مضخة كهربائية على سحب الماء من الخزان ودفعه إلى المشع الخاص بنظام التدفئة، حيث تعمل مروحة دافعة على دفع الهواء الساخن إلى داخل كابينة السائق.

الشكل (6 – 94): ضاغطات أنظمة التكييف.

يظهر في الشكل (6 – 94) نوعان من الضاغطات المستخدمة في أنظمة التكييف في المركبات، استعن بالمركبات داخل المشغل المتوافرة، وأيضًا بالشبكة العنكبوتية لمعرفة الفرق بينهما والاستخدام لكل منهما.

استكشف

محرك الاحتراق الداخلي المستخدم في المركبات الهجينة لا يعمل بشكل مستمر، عند تشغيل المركبة يبدأ جر المركبة بوساطة المحركات الكهربائية، وعند زيادة الضغط على دواسة الوقود يبدأ محرك الاحتراق الداخلي بالعمل لمساعدة المحرك الكهربائي؛ للحصول على القدرة الكافية لجر المركبة.

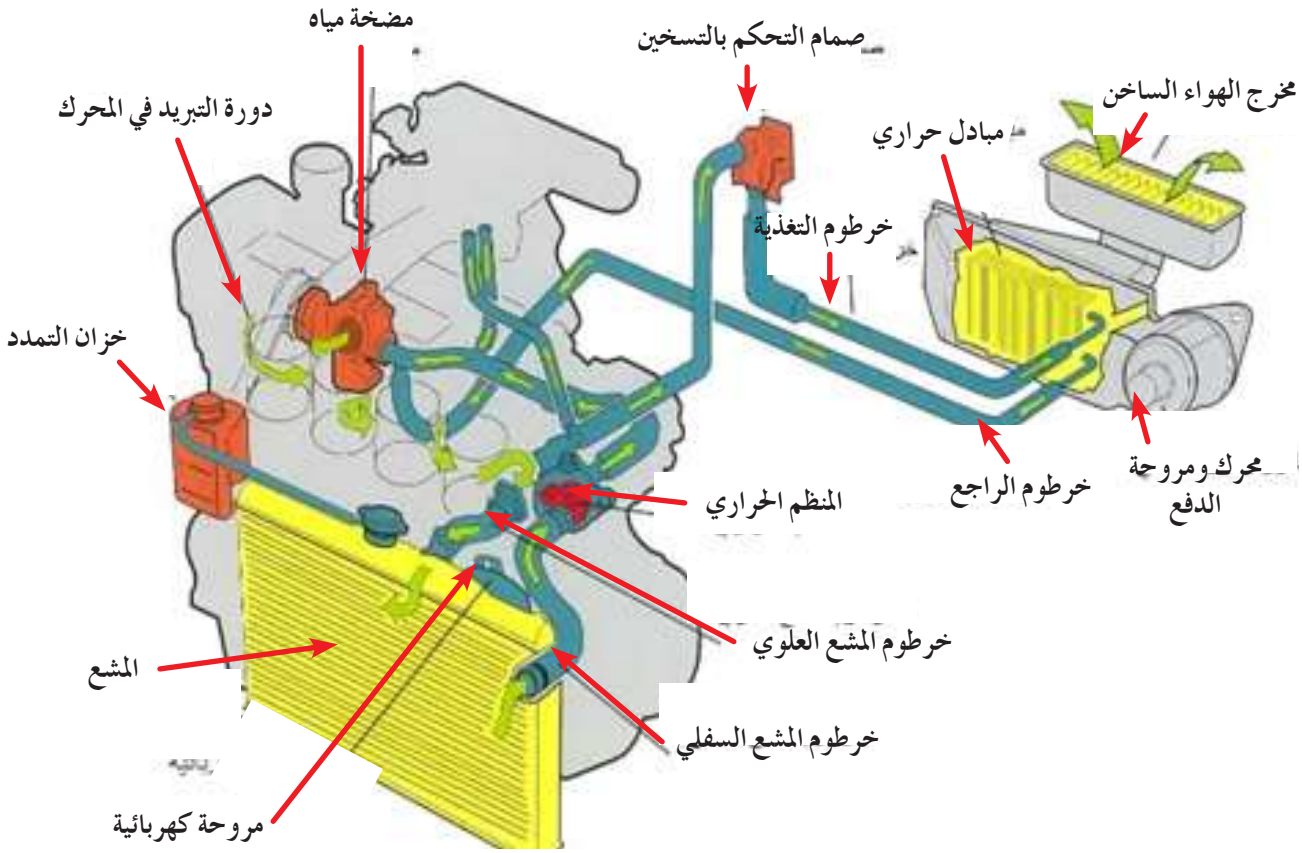
– كيف نحصل على هواء ساخن داخل حجرة القيادة؛ في حال توقف محرك الاحتراق الداخلي عن العمل؟

اقرأ.. وتعلم

نظام التدفئة في المركبات التقليدية

عند بدء تشغيل المحرك تعمل المضخة الميكانيكية على ضخ سائل من الخزان السفلي للمشع إلى داخل المحرك؛ حيث يسري السائل خلال الجيوب المائية حول الأسطوانات ورأس المحرك ثم يعود إلى المضخة عن طريق ممر جانبي؛ بسبب إغلاق صمام منظِّم الحرارة وتستمر هذه العملية بضع دقائق، وعندما ترتفع درجة حرارة سائل التبريد يبدأ صمام منظِّم الحرارة بالفتح تدريجيًّا ويخرج سائل التبريد إلى الخزان العلوي للمشع ثم الخزان السفلي؛ حيث يُبرَّدُ السائل بوساطة الهواء، وتدفع المضخة سائل التبريد إلى داخل المحرك، وتكتمل دائرة تبريد للمحرك.

ولتدفئة حجرة السائق وُضِعَ مشع صغير مزود بمحرك كهربائي، ومروحة دفع أسفل التابلو الأمامي في حجرة السائق كما في الشكل (6 – 95)، ويوصل المشع مع نظام التبريد الخاص بالمحرك بوساطة خرطوم سحب وخرطوم راجع عن طريق مفتاح تحويل، يعمل على فتح صمام الماء الساخن القادم من المحرك إلى المشع الصغير أسفل التابلو الأمامي في حجرة السائق، وتعمل مروحة الدفع على سحب الهواء الساخن، ودفعه إلى حجرة السائق لتدفئة الحجرة.



الشكل (6 – 95): نظام التدفئة التقليدي.

نظام التدفئة في المركبات الهجينة

في المركبات الهجينة تُزوَّد المركبة بخزان خاص يحتفظ بالماء الساخن لمدة (72) ساعة حيث يتم سحب الماء الساخن من الخزان إلى المحرك بوساطة مضخة كهربائية؛ عندما تكون درجة حرارة سائل التبريد للمحرك منخفضة، وتعمل المضخة على إرجاع الماء الساخن إلى الخزان عند انتهاء عملية الإحماء للمحرك، وعند إدارة مفتاح تدفئة حجرة السائق يعمل الصمام الثلاثي على تحويل حركة السائل من الخزان إلى المشع الخاص بنظام التدفئة المزود بمروحة دفع إلى دفع الهواء إلى حجرة السائق للتدفئة.

أهمية نظام التدفئة في المركبات

تجري تدفئة حجرة السائق بالهواء الساخن؛ لتوفير الراحة للسائق والركاب في الأجواء الباردة.

أجزاء نظام التدفئة في المركبات الهجينة

أجزاء نظام التدفئة في محرك الاحتراق الداخلي المستخدمة في المركبات الهجينة؛ كما هو موضح في الشكل (6 – 96):

1 – صمام تحكم بالتسخين.

2 – خراطيم توصيل المياه الساخنة والراجع.

3 – المشع ووحدة المحرك ومروحة الدفع.

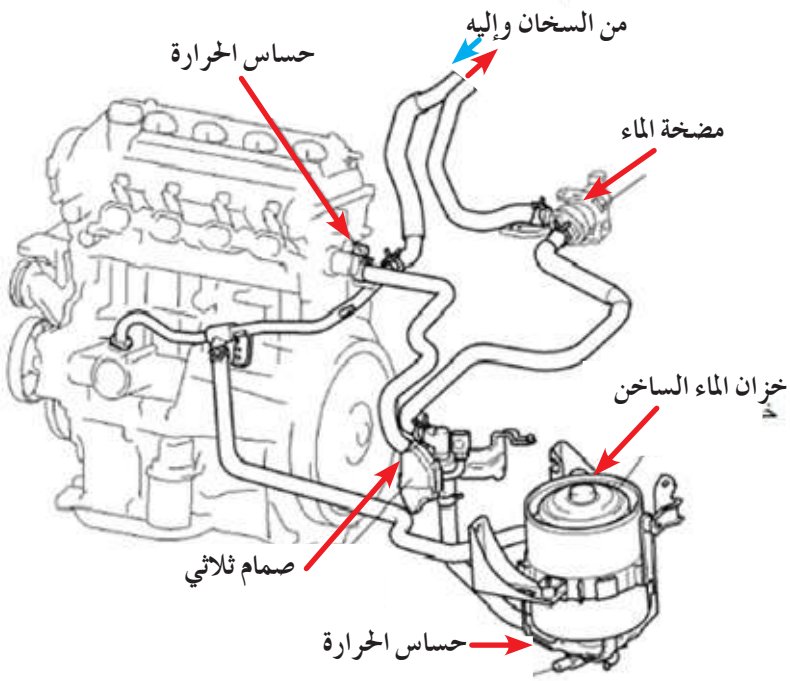
4 – مفتاح التشغيل ومفتاح الاختيار.

5 – صمام التحكم بمرور المياه الساخنة (صمام ثلاثي الاتجاه).

6 – المضخة الكهربائية.

7 – خزان حفظ الماء الساخن.

8 – حساس الحرارة الخاص بالخزان.



الشكل (6 – 96): نظام التدفئة في المركبات الهجينة.

مبدأ عمل نظام التدفئة في المركبات

نظام التدفئة في المركبة مدمج مع نظام تبريد محرك الاحتراق الداخلي عبر أنابيب لتوصيل المياه الساخنة وأنابيب المياه الراجعة، عند إدارة مفتاح التحويل الخاص بنظام التدفئة يتحرك الماء عبر صمام خاص إلى مشع صغير الحجم نسبيًا أسفل التابلو، وتُسخَّن أنابيب المشع وتعمل المروحة الخاصة بنظام التدفئة القريبة من المشع على دفع الهواء الساخن إلى حجرة السائق، ويُتحكَّم بسرعة المروحة عن طريق مفتاح تغير السرعة.

نظام التكييف في المركبات الحديثة

تكمن أهمية نظام التكييف في نقل الحرارة من كابينة الركاب إلى الخارج عن طريق ضغط الغاز لتوفير أقصى راحة للركاب، يحدث امتصاص الحرارة من خلال نظام مغلق من الأنابيب وتُضَخُّ إلى الخارج، لا يختلف عمل نظام التكييف المستخدم في المركبات الهجينة عن نظام التكييف المستخدم في المركبات العادية، حيث يوضح الشكل (6–97) طريقة عمل نظام التكييف في المركبات الهجينة.

الأجزاء الرئيسة لنظام التكييف

يوضح الشكل (6 – 97) الأجزاء الرئيسة لنظام التكييف:

1 – الضاغط الكهربائي (compressor).

2 – المكثف (condenser).

3 – المجفف (drier).

4 – صمام التمدد (exparision valve).

5 – المبخر (evaporator).

6 – مروحة الدفع (blower).

7 – حساس الضغط العالي (high pressuer sensor).

8 – حساس الضغط المنخفض (low pressuer sensor).

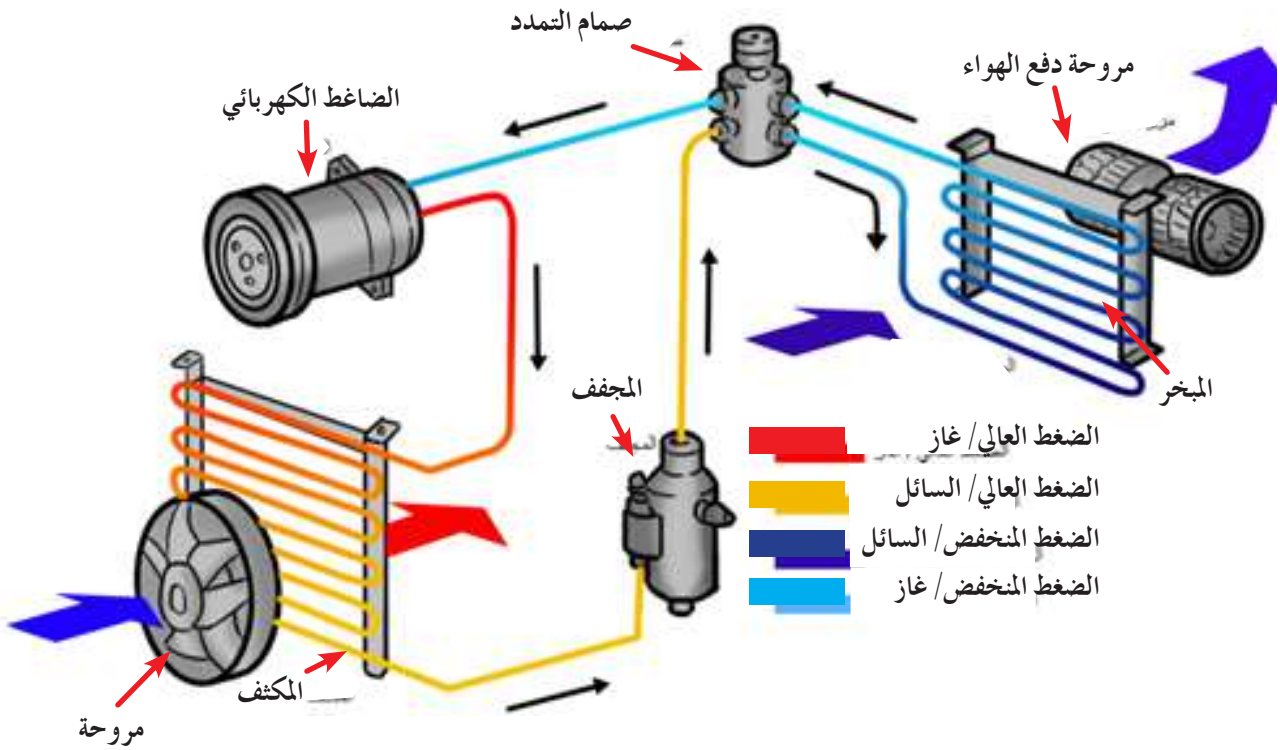
9 – خراطيم الغاز (high pressuer hose).

10 – جهاز استشعار الرطوبة (humidity sensor).

11 – حساس الزجاج الأمامي (windshield solar sensor).

12 – مصفّي الهواء (air cleaner).

13 – مجموعة مفاتيح التشغيل ومفاتيح الاختيار في غرفة السائق.



الشكل (6 – 97): نظام التكييف.

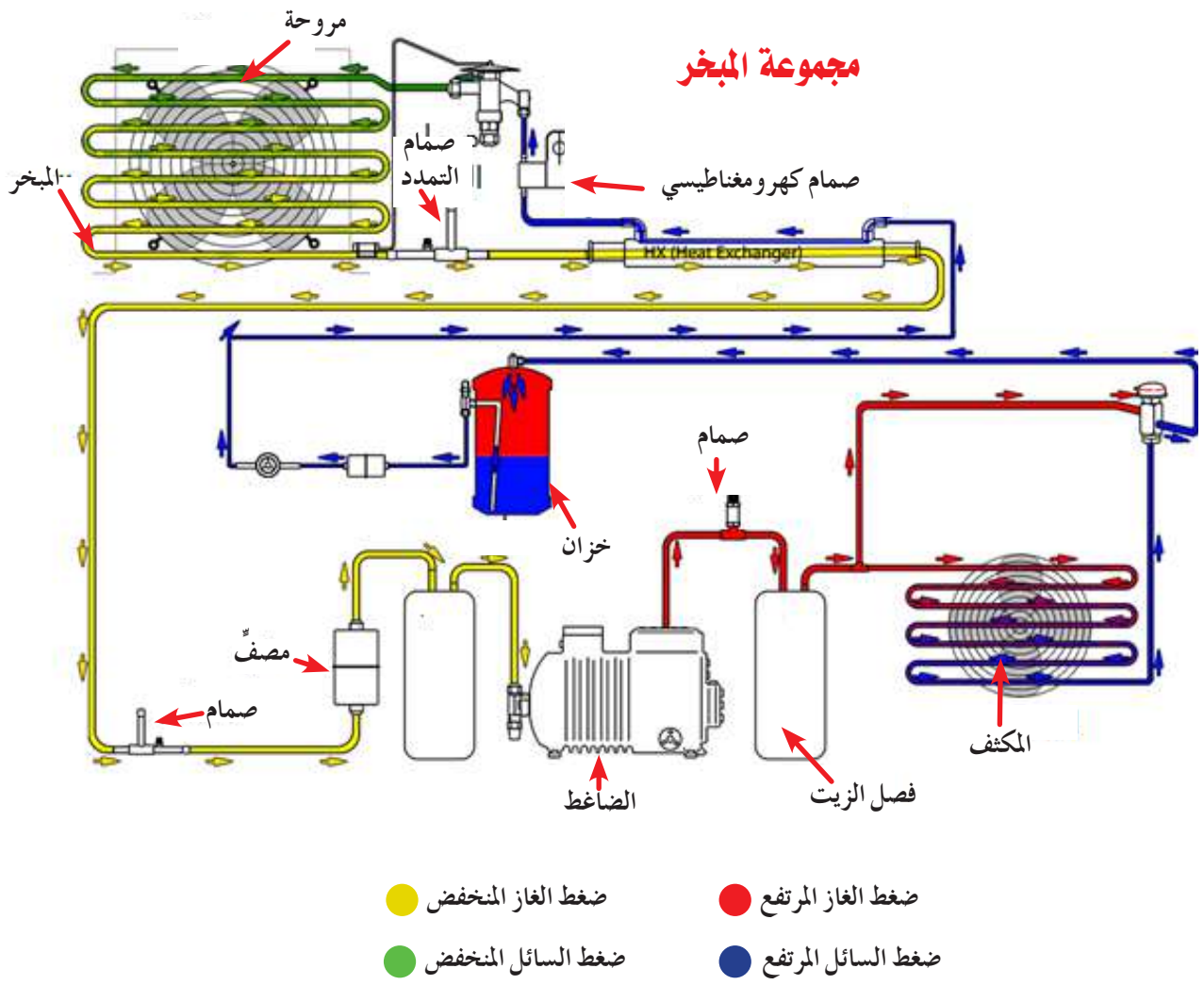
نظام التكييف قد لا يعمل في الظروف الآتية

1 – إذا كان شحن المركم ذي الفولتية المرتفعة منخفضًا.

2 – عند ضبط درجة الحرارة إلى أعلى قيمه.

3 – إذا كانت درجة حرارة المحيط الخارجي أقل من درجة حرارة جهاز ضبط المناخ في المركبة.

4 – عند ترك المركبة الهجينة فترة من الزمن دون تشغيل. الشكل (6 – 98) يبين أجزاء نظام التكيف في المركبة الهجينة، واتجاه سريان الغاز ومراحل الضغط العالي والمنخفض.



الشكل (6 – 98): أجزاء نظام التكييف في المركبة الهجينة.

قارن بين أنظمة التدفئة والتكييف في المركبات الهجينة والمركبات التقليدية من خلال عرض تقديمي Power Point، واعرضه أمام زملائك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – اذكر أهمية نظام التدفئة في المركبات الهجينة.

2 – عدِّد أجزاء نظام التدفئة المستخدم في المركبات الهجينة.

3 – اشرح طريقة عمل نظام التدفئة المستخدم في المركبات الهجينة.

4 – بيّن أهمية نظام التكييف المستخدم في المركبات الهجينة.

5 – عدِّد أجزاء نظام التكييف المستخدم في المركبات الهجينة.

6 – ما الظروف التي تؤدي إلى عدم إمكانية تشغيل نظام التكييف في المركبات الهجينة؟

التمارين العملية

التمرين (6-15)

نزع ضاغط المكيف عن المركبة الهجينة

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تنزع ضاغط المكيف عن المركبة الهجينة.

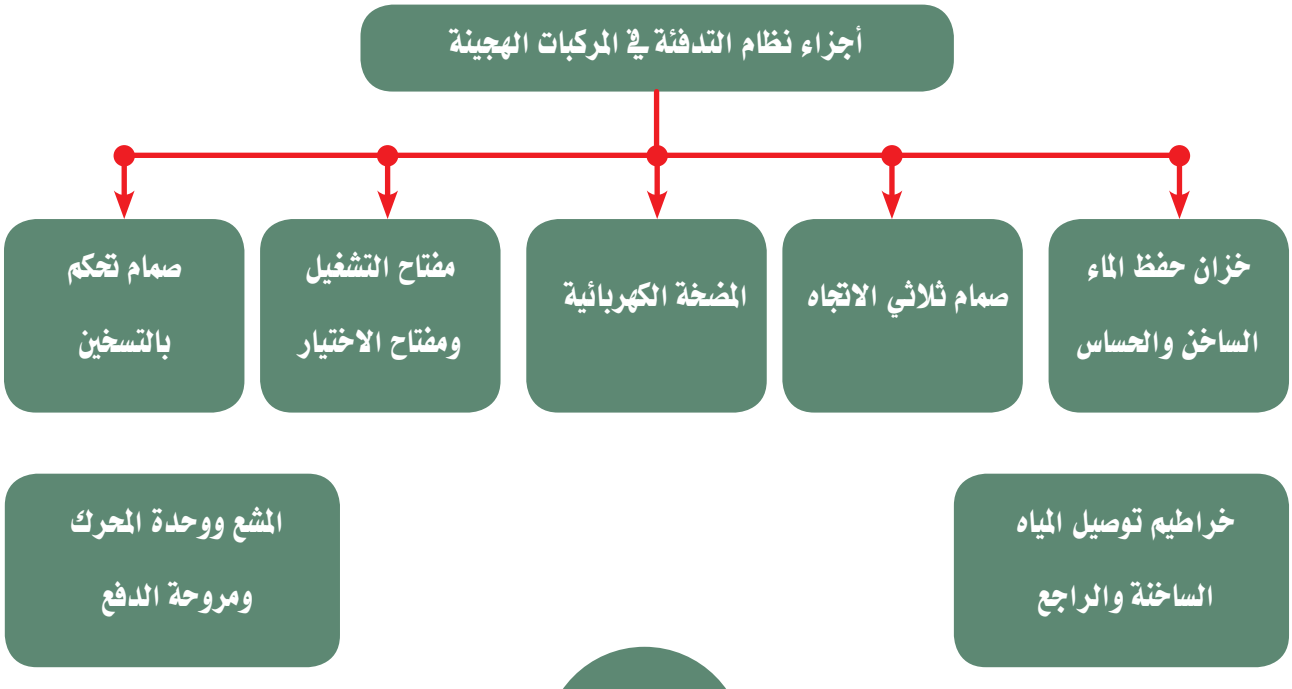
متطلبات تنفيذ التمرين

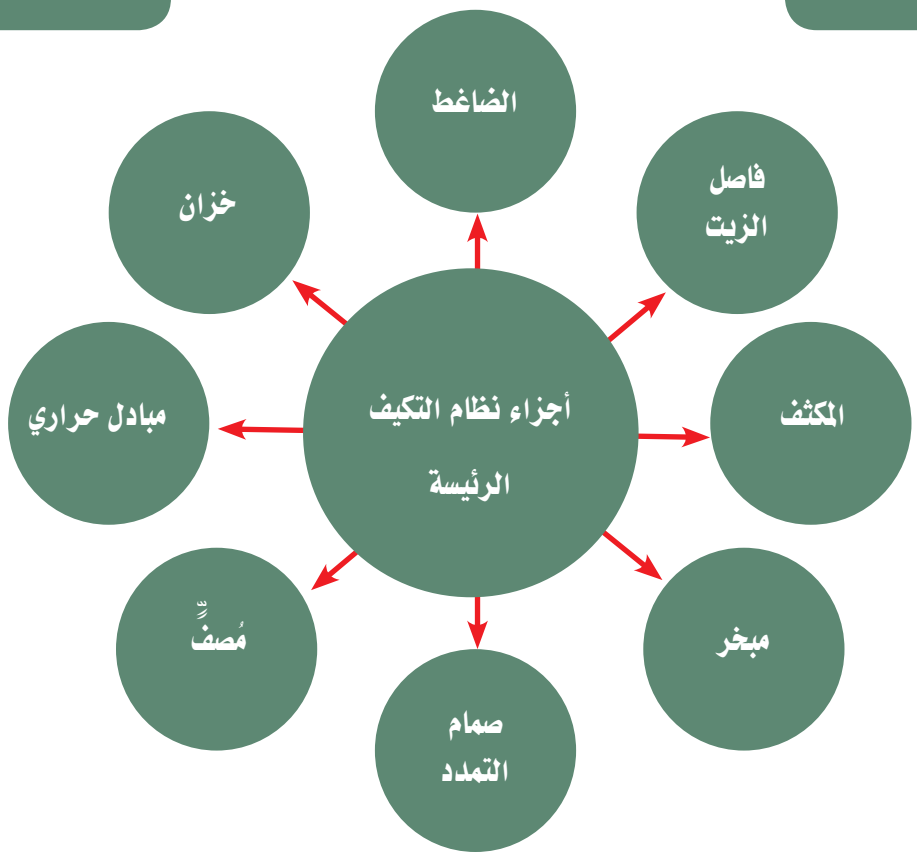
العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة. – صندوق عدد يدوية. – قفازات عازلة للكهرباء. – مقياس متعدد (أفوميتر). – رافعة هيدرولية.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – صل جهاز استرداد الغاز بنظام التكييف في المركبة، ثم اسحب الغاز من النظام. 2 – انزع قاطع المركم الرئيس. 3 – افصل القطب السالب للمركم المساعد. 4 – افحص التيار الخارج من المركم. 5 – انتظر (10) دقائق قبل البدء بالعمل. 6 – افصل كبل الضاغط ذا اللون البرتقالي من وحدة التحكم بالقدرة. 7 – افصل كبل الضاغط من جهة الضاغط. 8 – افص خراطيم الغاز عن الضاغط.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
9 – فُكّ براغيَ تثبيت الضاغط، ثم انزع الضاغط من مكانه.	
10 – أعد تجميع القطع على المركبة.	
11 – صل جهاز إعادة الغاز على المركبة، ثم أعد الغاز إلى النظام.	

الخرائط المفاهيمية





الثاني عشر: أجهزة الفحص المستخدمة في تشخيص أعطال أنظمة المركبات الهجينة

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد نهاية هذا الدرس أن يكون قادرًا على أن:

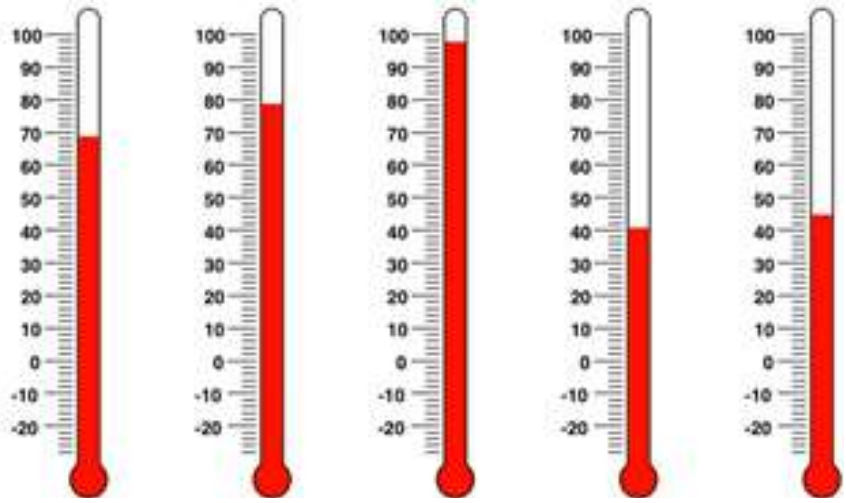
- يتعرّف أنواع أجهزة الفحص المستخدمة في أنظمة المركبات الهجينة، وهي:
- الجهاز متعدد المقاييس (Multimeter).
- جهاز مسح الأعطال (Scan Tools).
- الشاحن الذكي (Smart Charger).
- جهاز فحص عازلية الأكبال الكهربائية (Megger).

القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

تحتوي المركبات الهجينة وغيرها من المركبات الحديثة على مجموعة من وحدات التحكم التي تعمل على التحكم بعمل الأنظمة المختلفة في المركبة، مثل وحدة التحكم الإلكتروني للمحرك، ووحدة التحكم الإلكتروني لنظام الإشعال، ووحدة التحكم الإلكتروني لنظام الفرامل، وغيرها من وحدات التحكم الإلكتروني، عند حدوث الأعطال في نظام معين تُخزَّن وحدة التحكم الإلكتروني الخاصة بالنظام العطل، ويظهر على الشاشة أمام السائق اسم العطل ورمز العطل في بعض أنواع المركبات، تُزوَّد المركبات بقابس خاص لقراءة الأعطال بواسطة الأجهزة الحديثة التي تختص بتشخيص الأعطال حسب برامج معدة مسبقًا بداخلها، ويستطيع الفني بواسطة هذه الأجهزة قراءة الأعطال ومسحها، وفحص القطع والتأكد من عملها، وإعادة برمجة بعض وحدات التحكم الإلكتروني، وغيرها من الإصلاح وأعمال الضبط.

يبين الشكل (6–99) حساس الحرارة البسيط الذي يستخدم بكثرة في حياتنا اليومية، وهو مصنوع من أنبوبة زجاجية تحتوي على مادة الزئبق؛ بحيث يمكن بسهولة قراءة درجات الحرارة، وفي المركبة كثير من الحساسات، منها: حساس درجة حرارة سائل التبريد في المركبة، أو حساس قياس درجة حرارة زيت التزييت للمحرك، كيف يمكن الحكم على صلاحية هذه الحساسات؟ علمًا بأن هذه الأجهزة مخفية داخل المحرك وغير مرئية ويصعب قراءتها، وقد تتعرض هذه الحساسات إلى أعطال؛ ما يفضي إلى توقف المحرك.



الشكل (6 – 99): حساس حرارة زئبقي.

استكشف

في التطبيقات الصناعية التي تنطوي على استخدام السوائل وقياسها، يعد الحساس الدقيق لدرجات الحرارة ذا أهمية حاسمة، وتُعَدّ درجات الحرارة أمرًا حيويًّا لكل شيء؛ ونظرًا للطبيعة المعقدة لهذه التطبيقات الصناعية والحاجة إلى الدقة القصوى؛ فإن مقاييس درجة الحرارة البسيطة مثل تلك التي قد تشتريها من الصيدلية لن تكون كافية، وهناك حاجة إلى أدوات أكثر تطورًا لتلبية الحاجات، لقد تطورت الحساسات وتطورت معها طرائق الفحص والكشف عن أعطال هذه الحساسات. ابحث بالرجوع إلى الشبكة العنكبوتية عن أجهزة الفحص المستخدمة في تشخيص أعطال المركبات.

اقرأ.. وتعلم

أنواع أجهزة الفحص المستخدمة في أنظمة المركبات الهجينة

الشكل (6 – 100): جهاز متعدد المقايس.

1 – جهاز متعدد المقاييس (Multimeter)

هو الجهاز الموصى به للعمل على فحص الدوائر الكهربائية (CATIII) كما في الشكل (6 – 100) حيث يعمل هذا الجهاز في نطاق فولتية تصل إلى (1000) فولت. باستخدام جهاز القياس المتعدد؛ يستطيع الفني قياس الفولتية، وقيم التيار المتغير والتيار المستمر، وقياس مقاومة الأسلاك والأكبال الكهربائية وموصوليتها.

2 – جهاز تشخيص الأعطال (diagnosis tool)

هنالك كثير من الأجهزة المستخدمة في قراءة الأعطال للمركبات الهجينة وتشخيصها، وطرائق تشغيل الأجهزة متقاربة جدًّا، ولكن يوجد اختلاف في البرامج الخاصة لهذه الأجهزة؛ فمنها ما هو مخصص لفحص نوع واحد من المركبات، ومنها ما هو مخصص لفحص المركبات لمنطقة جغرافية معينة من العالم مثل المركبات الأوروبية أو الأمريكية أو الآسيوية، ومنه ما هو غير مخصص لمركبة معينة. يمكن فحص أنواع متعددة من المركبات؛ كما في الشكل (6 – 101).

الشكل (6 – 101): جهاز تشخيص الأعطال.

أكثر الأجهزة شيوعًا في الأسواق

(MAXSES G-SCAN 2, ، LAUNCH , CARMAN, MaxiCOM)

3 – **الشاحن الذكي (Smart Charging) أو الشاحن الذكي للمراكم المستخدمة في المركبات الهجينة:**

يعمل الشاحن الذكي للمراكم المستخدمة في المركبات الهجينة على الكشف التلقائي عن العطل، وشحن من (8 إلى 15) خلية، وشحنها بالجهد الصحيح بين (9.6) فولت و(18) فولتًا مستمرًّا. ويتضمن كثيرًا من ميزات الأمان بما في ذلك القطع التلقائي عندما تكون الخلايا مشحونة بالكامل، وحماية من درجة الحرارة الزائدة للمركم باستخدام حساس حراري، حيث يبين الشكل (6–102) الشاحن الذكي.

4 – **جهاز فحص العازلية (Conductivety Testing Tools)**

يسمى أيضًا **Megger insulation tester**

تحمل أكبال نقل القدرة الكهربائية فولتية عالية وتيارات عالية، وتمتد من المركم إلى جهاز التحكم بالقدرة، ومنها إلى المحركات الكهربائية، تعزل الأكبال الكهربائية جيدًا لمنع التعرض للصدمات الكهربائية المسببة للوفاة، قد يحدث أثناء التشغيل أن تفقد هذه الأكبال عازليتها بسبب تعرضها لصدمة خارجية؛ ما يفضي إلى عمل دائرة قصر مع هيكل المركبة، وقد تتعرض المركبة للاشتعال بسبب التيارات الكهربائية الكبيرة المتسربة من الأكبال؛ لذلك ينصح بالكشف عن موصولية هذه الأكبال وعازليتها خلال مُدَد زمنية محددة للتأكد من صلاحيتها، من أجل ذلك يستخدم جهاز فحص العازلية. يظهر الشكل (6 – 103) جهاز فحص عازلية أكبال نقل القدرة الكهربائية في المركبات الهجينة.

الشكل (6 – 102): الشاحن الذكي.

الشكل (6 – 103): جهاز فحص العازلية.

زُر إحدى ورش صيانة المركبات الهجينة القريبة من مدرستك، وتعرّف الأجهزة المستخدمة في تشخيص أعطال المركبات الهجينة.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – عدِّد أنواع أجهزة الفحص المستخدمة في أنظمة المركبات الهجينة.

2 – ما الاسم الآخر الذي يطلق على جهاز فحص العازلية (**Conductivety Testing Tools**)؟

3 – اشرح طريقة عمل جهاز تشخيص الأعطال (**diagnosis tool**).

التمارين العملية

التمرين (6-16)

استخدام جهاز الفحص وتشخيص الأعطال (diagnosiss tool)

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تستخدم جهاز الفحص وتشخيص الأعطال (diagnosiss tool).

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– جهاز الفحص وتشخيص الأعطال (diagnosiss tool).	

خطوات الأداء

1 – صل وصلة الجهاز (OBDII) أو ركِّبها في مكانها على المركبة، وغالبًا ما تكون في الجهة اليسار تحت (تابلو)، كما في الشكل (1).

2 – افتح (سويتش) التشغيل على وضعية التشغيل.

3 – افتح البرنامج من جهاز التشخيص.

4 – اختر نوع المركبة المراد فحصها كما في الشكل (2).

5 – تابع التعليمات على شاشة الجهاز.

6 – اختر (QIUK TEST) أو HELTHY (REPORT)). ثم انتظر إلى حين الانتهاء من الفحص.

7 – تظهر الأعطال إن وجدت بلون أحمر.

8 – اختر من القائمة قراءة الأعطال الحالية (CURRENT CODE).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

خطوات الأداء

9 – تعرّف الأعطال واعمل على إصلاحها.

10 – بعد الإصلاح ارجع إلى القائمة، واختر مسح الأعطال (EARES CODE).

11 – اختر قراءة تدفق المعلومات (DATD)

12 – حدد الفحوصات الخاصة بمركم الفولتية المرتفعة (HIGH VOLTAGE BATTERY) كما يأتي:

أ– (Max voltage Min voltage) يجب ألّا يتعدى الفرق بين قراءة أعلى فولتية وأقل فولتية لوحدات المركم (0.3) فولت.

ب– سجل قراءة وحدات المركم، وقارنها بالمواصفات المحددة من الشركة الصانعة (فولتية الوحدة الواحدة = 7.2 فولت).

جـ– في حال وجود قراءات منخفضة لوحدات المركم حدد رقم الوحدة، ثم اعمل على قياس فولتية كل خلية من وحدة المركم المكونة من خليتين لمعرفة أيهما أقل فولتية، ومن الممكن أن يكون سبب انخفاض الفولتية الخليتين معًا.

د– استبدل بالخلية التالفة ذات الفولتية المنخفضة أخرى جديدة، ثم أعد فحص المركم مرة أخرى.

الرسم التوضيحي

الشكل (2)

التمارين العملية

التمرين الثاني (6-17)

استخدام جهاز الفحص الإلكتروني (diagnosis tool)

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تستخدم جهاز الفحص الإلكتروني (diagnosis tool)

متطلبات تنفيذ التمرين

العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– جهاز الفحص الإلكتروني (diagnosis tool).	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

1 – ركِّب الوصلة على المركبة.

2 – ضع مفتاح تشغيل المركبة على وضعية (on) ثم افتح الجهاز من كبسة التشغيل.

3 – انتظر إلى حين ظهور شاشة الجهاز، اضغط على إشارة تشغيل البرنامج المبينة في الشكل (1).

الشكل (1).

4 – تظهر شاشة تحتوي على عدة خيارات للتشغيل، اختر (local diagnose)، كما في الشكل(2).

الشكل (2)

5 – تظهر شاشة لتحديد المنطقة الجغرافية (amercan، European،asian،Chinese) اختر (Asian).

الشكل (3)

6 – اختر من على الشاشة اسم الشركة الصانعة

خطوات الأداء

(Toyota) كما في شكل (3).

7 – تظهر شاشة تبين معلومات الإصدار للبرنامج الخاص بالمركبة (vehicle version information) الشكل (4).

8 – اضغط على مفتاح التأكيد (ok).

9 – تظهر شاشة (show menu) تحتوي على نوع الوصلة الخاصة بالجهاز، اختر (pin dlc 16) الشكل (5).

10 – تظهر شاشة (show menu) اختر منها (automatic search)، الشكل (6).

11 – تظهر شاشة لتحديد نوع التشغيل (w/ smart key – w/o smart key) اختر النوع المناسب.

12 – تظهر نافذة صغيرة تحتوي على معلومات المركبة، اضغط (ok).

13 – تظهر شاشة تحتوي على خيارات للفحص (healthy report, control units, ADAS system).

14 – اختر (healthy report) الشكل (7).

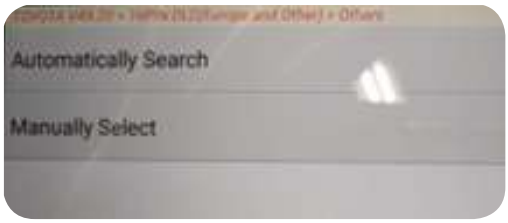
15 – يبدأ الجهاز بفحص أنظمة المركبة، انتظر إلى حين الانتهاء من الفحص 100%.

16 – بعد الانتهاء من الفحص تظهر شاشة تحتوي على

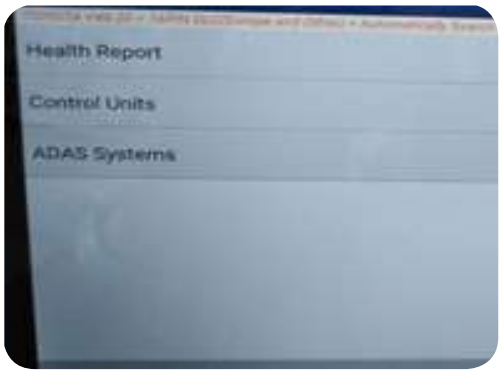
الرسم التوضيحي

الشكل (4)

الشكل (5)



الشكل (6)



الشكل (7)

جميع الأنظمة في المركبة، ومقابل كل نظام تظهر حالة النظام بلون أسود؛ إذا كان يعمل بشكل طبيعي من دون أعطال (**normal**).

17 – في حال وجود أعطال يظهر اسم النظام بلون أحمر وعدد الأعطال، اضغط على السهم بجانب عدد الأعطال.

18 – تظهر نافذة صغيرة تحتوي على رمز العطل واسم العطل (P0171).

19 – اضغط على كلمة (ENTER) على جانب الشاشة؛ تظهر شاشة تحتوي على خيارات :

أ– قراءة رموز الأعطال الحالية **read faults cods**.

ب– مسح رموز الأعطال **clear faults memory**.

جـ– تدفق المعلومات (**read data streem**).

د– فحوصات التشغيل (**actuation**).

هـ– الوظائف الخاصة (**special function**).

20 – اختر قراءة رموز الأعطال (**read fault code**) لتعرُّف العطل، تظهر شاشة تحتوي على الأعطال، وتبين إذا كان العطل دائمًا أم مؤقتًا.

21 – لمسح الأعطال اختر(**clear fault memory**).

22 – في حالة أخذ القراءات الحيوية (**read data streem**) من أجهزة المركبة المختلفة للتأكد من طبيعة عمل هذه الأجهزة مثل: فولتية المركم أو فولتية خلايا المركم، درجة حرارة الخلايا، درجة حرارة سائل التبريد، وغيرها من المعلومات؛ ارجع إلى الشاشة، واختر (**datd streem**) تدفق المعلومات ستظهر شاشة تحتوي على المعلومات (**select data streem**) يمكن أن تختار جميع المعلومات (**select all**)، أو أن تختار بعض المعلومات؛ بتحديد المعلومات التي تريد قراءتها بالضغط على مربع المعلومة .

التمارين العملية

التمرين (6-18)

فحص مركم الفولتية المرتفعة للمركبة الهجينة

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفحص مركم الفولتية المرتفعة للمركبة الهجينة.

متطلبات تنفيذ التمرين

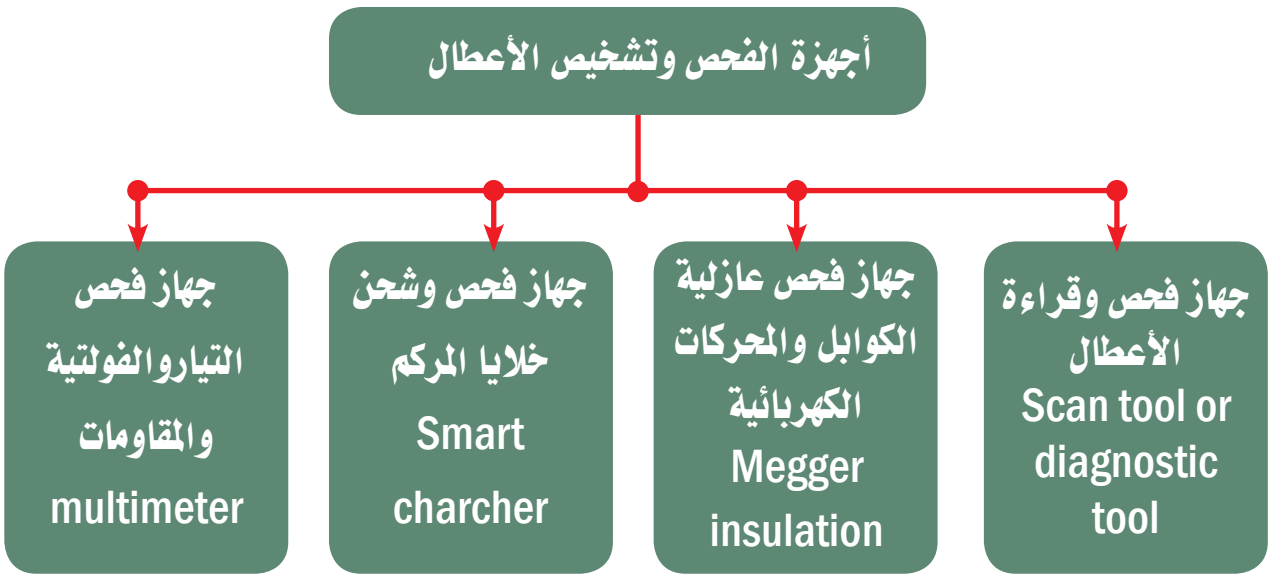
العدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– جهاز فحص الأعطال الإلكتروني. – مركبة هجينة عاملة.	

خطوات الأداء

– تظهر شاشة تحتوي على أسماء الأنظمة في المركبة. – اختر نقل القدرة.	all system power train chassis body
– تظهر شاشة تحتوي على خيارات متعددة للقدرة. – اختر التحكم بالنظام الهجين.	- Engine and ETC - hybrid control - cruise control
– تظهر قائمة تحتوي على عدة خيارت : – اختر من القائمة (read data streem). – تظهر قائمة تدفق المعلومات.	- read fault memory - read fault code - read data streem - special function - actuation test

– اختر القراءات الحيوية للمركم بشكل كامل. لاحظ ما يأتي : – القراءة بين max و min لا تزيد على 0.3 فولت. – قراءة وحدات المركم عالية ومتقاربة (blouk). – المقاومة الداخلية للخلية 0.،02 فولت	auxiliary battery vol- -battery block max vol -battery block min vol battery block vol – v01 battery block vol – v02

الخريطة المفاهيمية



مسرد المصطلحات

Measurement	القياس
Cell	خلية المركم
Relay	مرحل
Temperature sensor	حساس قياس الحرارة
Current sensor	حساس قياس التيار
Electrical generator	المولد الكهربائي
Rotor	العضو المتحرك
Magnet	مغناطيس
Inter lock	تشابك / توصيل
Gearbox	صندوق السرعات
Battery	مركم
Inverter	محول
Sun gear	المسنن الشمسي
Engine timing	توقيت المحرك
Stroke	الشوط (المشوار)
Inlet valve	صمام الدخول
Outlet valve	صمام الخروج
Split unit	وحدة تقسيم
Drive shaft	عمود نقل الحركة
Wheels	العجلات
Brakes	الفرامل
Hybrid car	مركبة هجين / هجينة
High voltage battery	مركم الفولتية المرتفعة
Block	كتلة المركم ذي الفولتية المرتفعة
Condenser	مواسع / مكثف
Voltage sensor	حساس قياس الفولتية
Electrical motor	المحرك الكهربائي
Stator	العضو الثابت
Speed	سرعة
Coil	ملف
Engine	المحرك
High voltage	فولتية عالية
Low voltage	فولتية منخفضة
Cylinder head	رأس المحرك
Valves	صمامات / صبابات

Crankshaft	عمود المرفق
Camshaft	عمود الكامات
Connected rod	ذراع توصيل
Working Cycle	دورة تشعيل
Pressure	الضغط
Vacuum	الخلخلة
Swatch	مفتاح تشعيل
Solenoids	صمام كهرومغناطيسية
Speedometer	عداد السرعة
Hydraulic	هيدرولي
Seal	مانعة تسريب
Frication	الاحتكاك
Appropriate	مناسب
Antilock	مانع الإغلاق
Control unit	وحدة التحكم
Skipping	الانزلاق
Sensor	حساس
Wheel	العجل
Regenerative	استرداد
Capacitor	مواسعات
Force	قوة
Magnetic	مغناطيسي
Reverse	إلى الخلف
Forward	إلى الأمام
Efficient	فعال / كفاءة
Acceleration	تسارع
Inverter	العاكس
Power train	تسلسل توليد القوة
Induction system	نظام السحب
Information	معلومات
Electrical signal	إشارة كهربائية
By-pass	ممر جانبي
Maintenance	صيانة
Leakage	تسريب
Connection	وصلة

Information	معلومات
Air filtter	مصفي الهواء
Measurements	القياسات
Governor	منظم
Torque convertor	محول عزم
Planet gears	مسننات كوكبية
Ring gear	المسنن الحلقي
Turbine	العنفة
Master cylinder	المضخة الرئيسية
Wheel cylinder	مضخة العجل
Caliper	الماسك
Lining pads	بطانة الفرامل
Brake shoes	أحذية الفرامل
Return spring	نابض إرجاع
Adjuster	المعاير
Bleeding air	استنزاف الهواء
Heat energy	الطاقة الحرارية
Kinetic energy	طاقة الحركة
Power	الطاقة
Pedal	دوّاسة الفرامل
Drum	وعاء
Holder	حامل الماسك
Servo brake	الفرامل المساعدة / المؤازرة
Vacuum pressure	ضغط الخلخلة
Speed sensor	حساس السرعة
Brake Fluid	سائل الفرامل
Momentum	قوة دفع
Auxiliary air valve	صمام الهواء الجانبي
Throttle body	جسم صمام الخانق
Throttle valve	صمام الخانق
Air filter	منقي الهواء
pressure Vacuum	ضفط الخلخلة
Air chamber	غرفة الهواء
Seal ring	حافظة تسريب

Engine coolant temperature sensor	حساس قياس درجة حرارة سائل التبريد
Throttle position sensor	حساس تحديد موقع صمام الخنق
Oxygen sensor	حساس الأكسجين
High voltage battery sensors	حساسات مركم الفولتية المرتفعة
Fuel temperature sensor	حساس قياس درجة حرارة الوقود
Fuel rail pressure sensor	حساس قياس الضغط المطلق لمجمع الوقود
Fuel level sensor	حساس قياس مستوى الزيت في علبة عمود المرفق
Engine oil pressure sensor	حساس قياس ضغط زيت تزييت المحرك
Engine oil temperature sensor	حساس قياس درجة حرارة زيت التزييت المحرك
Knock sensor	حساس الدق / الطرق
Crank shaft position sensor	حساس تحديد موقع عمود المرفق / الكرنك
Cam shaft position sensor	حساس تحديد موقع عمود الحدبات / الكامات
Exhaust gas recirculation valve	حساس إعادة تدوير الغازات العادمة
Vehical speed sensor	حساس قياس سرعة المركبة
Air fuel ratio sensor A/F	حساس قياس نسبة الهواء إلى الوقود
Steering wheel position sensor	حساس قياس زاوية عجلة القيادة
Temperature sensor	حساس قياس درجة الحرارة
Air temperature sensor	حساس قياس درجة حرارة الهواء الداخل إلى المحرك
Air mass sensor	حساس قياس كمية الهواء الداخلة إلى المحرك
Torque converter speed sensor	حساس قياس سرعة محول العزم
Transmission flued temperature sensor	حساس قياس درجة حرارة زيت صندوق السرعات

قائمة المراجع

1 – الدكتور عبد السلام الدايم سليمان – **صيانة السيارات** – جامعة حلوان.

2 – فريدرك نيس وآخرون – **تكنولوجيا المركبات الآلية** – 1985.

1- Fundamentals and classification of hybrid electric vehicles.

2- Hybrid electric vehicle – Wikipedia.

3- Toyota training manuals.

4- Introduction to hybrid vehicles – to change academy.

5- Hybrid and electric vehicle – to change academy.

6- Konrad Reif, Fundamentals of Automotive and Engine Technology: Standard Drives, Hybrid Drives, Safety Systems 2014

7- Toyota Prius Repair manual/ 3nd Gen.

تم بحمد اللّٰه تعالى