المحاضرة الثانية عشرة

منظمات الشحن
(VOLTAGE REGULATORS)

وظيفة المنظمات في دائرة الشحن (Voltage Regulators Function)

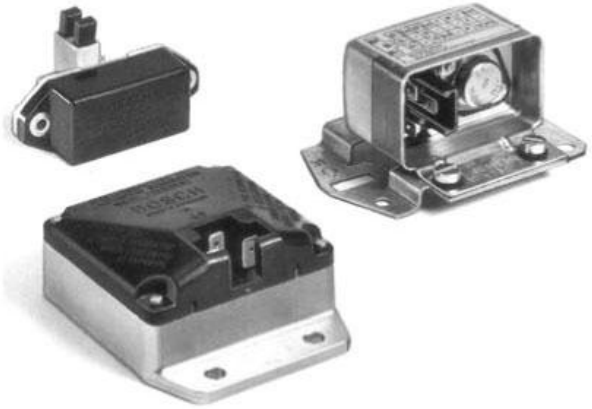
عند سرعة التباطؤ لمحرك المركبة، تكون سرعة دوران العضو الدوار للمُوَّلد بطيئة نسبياً، ويكون المُوَّلد قادراً بالكاد على الوفاء بمتطلبات النظام الكهربائي للمركبة.

عند سرعات الدوران الطبيعية لمحرك المركبة، يستطيع المُوَّلد إنتاج جهد وتيار أعلى بكثير مما هو مطلوب في الدوائر والأنظمة الكهربائية والإلكترونية في المركبة.

من أجل حماية المُوَّلد وبقية الدوائر والأنظمة الكهربائية والإلكترونية في المركبة من التلف، يجب البحث عن وسيلة لتقليل خرج المُوَّلد.

هناك وسيلتان للتحكم في كمية الكهرباء المُنتَجة في سلك: إما بالتحكم في سرعة دوران العضو الدوار، وإما بالتحكم في قوة المجال المغناطيسي. لا يمكن التحكم في سرعة دوران العضو الدوار للمُوَّلد لأنه يدار مباشرة بواسطة عمود المرفق بمحرك المركبة. الطريق الأسهل للتحكم في خرج المُوَّلد، هو التحكم في قوة المجال المغناطيسي.

للتحكم في خرج مُوَّلد التيار المتردد، يتم استخدام منظم الجهد (Voltage Regulator) كما في شكل (٣ – ٤٦).



شكل (٣ – ٤٦): منظمات الجهد المستخدمة مع مُوَّلدات التيار المتردد

منظم جهد مُوَّلد التيار المتردد عبارة عن مفتاح تلقائي (آلي) للتحكم في خرج منظومة الشحن بحيث لا يتعدى الجهد أو التيار القيم المحددة سلفاً.

يمكن إيجاز وظيفة المنظم في منظومة الشحن كما يلي:

١- الإحساس بقيمة الجهد في دائرة منظومة الشحن، وبالتالي تحديد مدى حاجة البطارية إلى الشحن (خاصة مع تغير درجة حرارة الجو المحيط).

٢- التحكم في جهد الخرج للمُوَّلد.

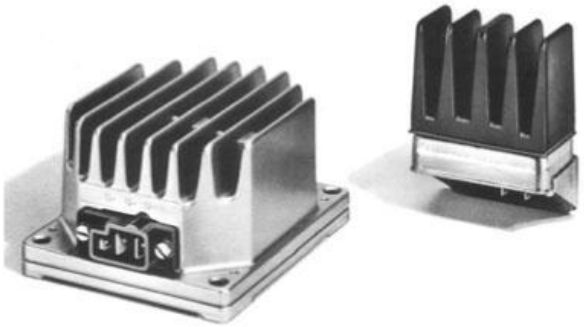
٣- وقاية الدوائر والمنظومات الكهربائية والإلكترونية ضد الجهد الزائد.

٤- حماية البطارية من الشحن الزائد.

٤- الوقاية من زيادة الجهد (Over-voltage Protection)

التثبيت الجيد للبطارية والمقاومة الداخلية الصغيرة جداً لها، يجعلنا لسنا في حاجة للبحث عن وسيلة حماية إضافية للمكونات الإلكترونية في المركبات الحديثة تحت ظروف قيادة طبيعية.

أجهزة الوقاية من زيادة الجهد (شكل ٣ – ٥٠) عبارة عن وسيلة قياس حساسة ومانعة ضد ظروف التشغيل غير الطبيعية أو الخلل في الأداء الوظيفي في النظام الكهربائي للمركبة.



شكل (٣ – ٥٠): بعض أجهزة الوقاية من زيادة الجهد

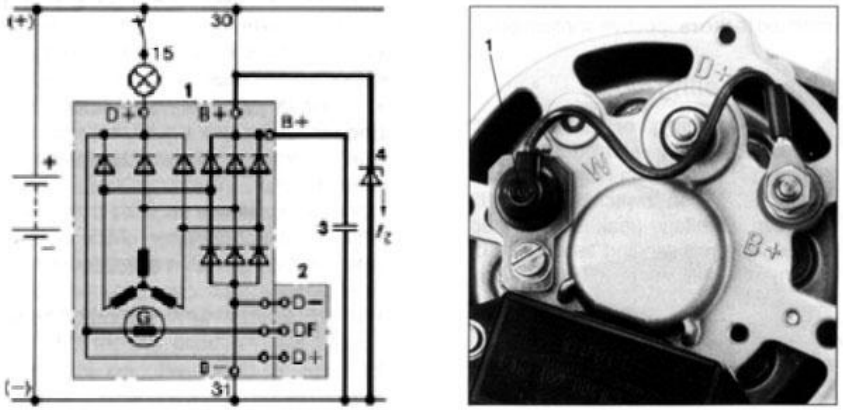
تحدث زيادة الجهد في النظام الكهربائي للمركبة نتيجة القصور أو العجز في أداء المنظم، أو نتيجة تأثير نظام الإشعال، أو إيقاف تشغيل الأحمال التي يغلب عليها الطابع الحثي (التي تعمل بمحركات كهربائية)، أو التلامس غير المحكم، أو انقطاع الكيابل. زيادة الجهد، أو ما يطلق عليه ذروة الجهد، تحدث في أجزاء صغيرة من الثانية. أقصى ذروة جهد تنمو من ملف أنظمة الإشعال، ويمكن أن تبلغ حوالي ٣٥٠ فولت.

ذروة الجهد، بدون وسيلة حماية، تعتبر مصدراً للخطر على أشباه الموصلات (مثل الدايود والترانزستور و الثايرستور) في المُوَّلد والمنظم وأنظمة حقن الوقود ذات التحكم الإلكتروني وتسبب عجزاً في أدائها.

للحماية من ذروة الجهد الخطرة، يجب ألا يعمل مُوَّلد التيار المتردد بدون بطارية (ألا تنفصل كيابل البطارية لأي سبب) في ظروف القيادة الطبيعية.

تحتاج الحماية من ارتفاع الجهد إلى الاستعانة بدوائر إضافية، أو التوصيل مع وسائل الحماية (مثل الموضحة في شكل ٣ – ٥٠، وغيرها). تتم الاستعانة ببعض المكونات مثل دايود زينر (zener diode ZD) أو دايود الاضمحلال (decay diode).

المثال التالي يوضح دائرة حماية نظام ١٢ فولت تستخدم دايود زينر، الذي يتم تركيبه على مؤخرة مُوَّلد التيار المتردد كما في شكل (٣ – ٥١ إلى اليمين – الجزء رقم ١). يتم توصيل دايود زينر بين الطرف (B+) والأرضي في الاتجاه العكسي لجهد البطارية (شكل ٣ – ٥١ إلى اليسار). عند حدوث زيادة للجهد في النظام الكهربائي للمركبة، التيار (I_z) يمر من خلال دايود زينر إلى الأرضي.

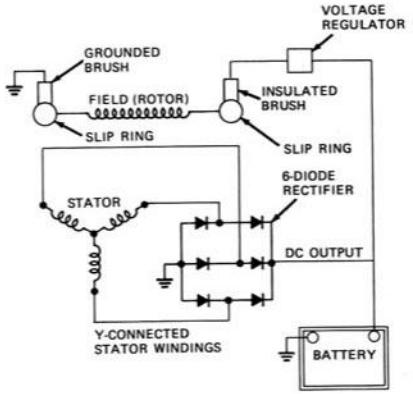


شكل (٣ – ٥١): استخدام دايود زينر للحماية من ارتفاع الجهد لنظام ١٢ فولت

الأنواع المختلفة لمنظمات الجهد (Voltage Regulators Types)

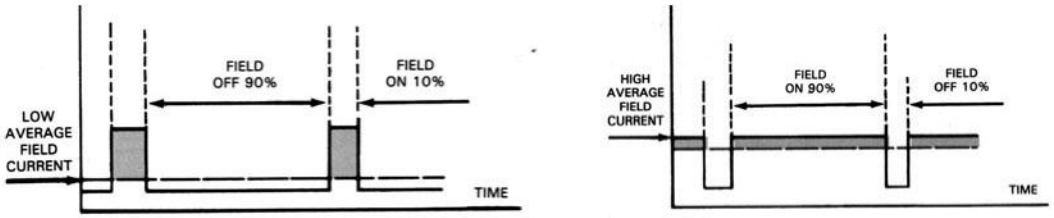
تستخدم بعض المركبات منظماً كهروميكانيكياً (electromechanical regulators) (كهرومغناطيسياً electromagnetic) ذا مُرَّحلات ونقاط تلامس. معظم منظومات الشحن الآن تحتوي على منظم ترانزستوري/ إلكتروني (transistorized/electronic regulators)، يتم تثبيته داخل المُوَّلد أو على سطحه الخارجي أو بعيداً عنه في غرفة محرك المركبة. بعض منظومات الشحن لا تحتوي على منظم منفصل، حيث تقوم وحدة التحكم الإلكترونية (ECM) في المركبة بتنظيم تيار المجال في مُوَّلد التيار المتردد فيما يعرف باسم التحكم بواسطة الحاسب (computer-controlled) في منظومة الشحن.

يتم التحكم في التيار المار في ملف المجال بالفتح والإغلاق السريع لدائرة المجال كما في شكل (٣ – ٥٢). بعض المنظمات تفتح وتغلق الدائرة من ١٠ إلى ٧٠٠٠ مرة في الثانية (عدد دورات العمل في الثانية تسمى التردد). المنظمات الأخرى تعمل عند تردد ثابت مع تغيير دورة العمل كنسبة مئوية من فترة عمل المنظم والسماح بمرور التيار إلى ملف المجال من كل دورة عمل ولا عمل (ON-OFF cycle).



شكل (٣ – ٥٢): المنظم يتحكم في خرج مُوَّلد التيار المتردد، بالتحكم في تيار المجال

المنظمات المثبتة داخل المُوَّلد تفتح وتغلق دائرة المجال بتردد ثابت مقداره ٤٠٠ دورة في الثانية. عند سرعات الدوران العالية، يكون زمن الفتح (ON) ١٠٪ وزمن الإغلاق (OFF) ٩٠٪. عند سرعات الدوران المنخفضة، يكون زمن الفتح (ON) ٩٠٪ وزمن الإغلاق (OFF) ١٠٪. تغيير زمن الفتح والإغلاق، يغير تيار المجال للتحكم في جهد منظومة الشحن (خرج المُوَّلد) كما في شكل (٣ – ٥٣).



شكل (٣ – ٥٣): تغير زمن فتح وإغلاق المنظم لتغيير خرج المُوَّلد حسب سرعات الدوران

أنواع منظمات الجهد في منظومات الشحن إلى ثلاثة أنواع رئيسة، هي:

١- منظمات الجهد الكهروميكانيكية (أو الكهرومغناطيسية)
(Electromechanical or electromagnetic Voltage Regulators)

٢- منظمات الجهد الترانزستورية/ الإلكترونية
(Transistorized/Electronic Voltage Regulators)

٣- نظام التحكم باستخدام وحدة التحكم الإلكترونية لمحرك المركبة (التحكم في تنظيم الجهد بواسطة وحدة التحكم الإلكترونية). (Engine Computer Control System)

من مميزات نظام التحكم الإلكتروني في خرج مولد التيار المتردد:

١- القدرة على تغيير مقدار الجهد بالنسبة لمتطلبات المركبة ودرجات الحرارة المحيطة.

٢- تحكم دقيق يسمح باستخدام بطاريات صغيرة وخفيفة.

٣- يقلل السحب المغناطيسي (magnetic drag) للمُوَّلد، مما يزيد خرج محرك المركبة بعدة أحصنة قدرة (horsepower).

٤- يسمح باستخدام مقدرة تشخيص الأعطال بالحاسب لتحري أسباب المشاكل التي تحدث في منظومة الشحن (تعتبر ميزة ذاتية لوجود كمبيوتر المحرك) (مثل جهد خرج المُوَّلد عالي أو جهد خرج المُوَّلد منخفض) (شكل ٣ – ٦٣)

اختبار وصيانة منظومة الشحن

(Charging System Maintenance and Testing)

تحتاج منظومة الشحن ذات مُوَّلد التيار المتردد إلى عمليات فحص منتظم وصيانة. الفحص الدوري يعتمد على ظروف تشغيل منظومة الشحن. سرعات التشغيل العالية، ودرجات الحرارة العالية، والأتربة والغبار، والرطوبة، كلها تسبب زيادة تآكل مكونات منظومة الشحن خاصة مكونات المُوَّلد.

فحص وصيانة منظومة الشحن (Charging System Inspection and Maintenance)

قبل عمل الاختبارات و استبدال الأجزاء في منظومة الشحن، قم بإجراء فحص سريع لعناصر المنظومة. قد يقود أحد الفحوصات إلى مصدر الخلل في منظومة الشحن.

منظومة الشحن لا تحتاج إلى صيانة دورية باستثناء الكشف عن حالة وشد سير الإدارة. العديد من أنواع مُوَّلدات التيار المتردد بها منظمات جهد مثبتة على سطحها أو موجودة بداخلها، كما تحتوي على محامل محكمة ضد التسرب وممتلئة دائماً بوسيط تزييت.

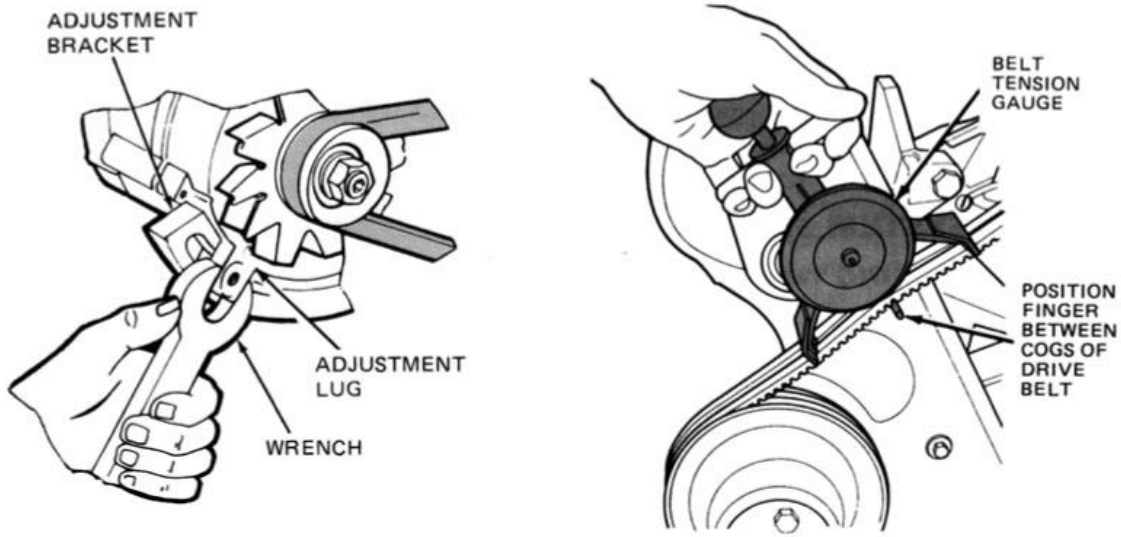
فيما يلي أهم الفحوصات وأعمال الصيانة التي تُجرى على منظومة الشحن قبل إجراء أية اختبارات:

١- فحص حالة شحن البطارية
٢- فحص حالة وشد سير المُوَّلد.
٣- فحص سلامة المنصهرات و الوصلات المنصهرة واستبدال التالف منها.
٤- فحص حالة كيابل وأسلاك وتوصيلات منظومة بدء الحركة ومنظومة الشحن، من حيث عدم وجود آثار حرارة زائدة أو التآكل أو القطع.
٥- فحص حالة البطارية ومنظومة بدء الحركة قبل إجراء الاختبارات الكهربائية على منظومة الشحن.
٦- فحص التثبيت والربط لكل من المُوَّلد وبادئ الحركة والمنظم جيداً في أماكنها، للتأكد من وجود توصيل أرضي جيد لدوائرها الكهربائية.
٧- المنظم التالف يتم تغييره في المعتاد.
٨- الكشف على المحامل والفرش الكربونية والحلقات المنزلقة، التي تسبب معظم مشاكل منظومة الشحن (يتم ذلك عند فك المُوَّلد لإصلاح أي عطل به).
٩- استبدال الفرش الكربونية المتآكلة بأخرى جديدة (طول الفرش الجديدة حوالي ١٣ مم) (يجب استبدال الفرش إذا وصل طولها إلى ٦ مم فأقل).
١٠- فحص حالة الدايودات واستبدال الدايودات.
١١- استبدال المُوَّلد التالف إذا لم يكن هناك جدوى من إصلاحه.

١- اختبارات منظومة الشحن على المركبة (Charging-system Area Tests)

١- ١- اختبار شد سير الإدارة (Testing the Drive Belt Tension)

قبل إجراء بقية اختبارات منظومة الشحن، يجب اختبار الشد في سير إدارة المُوَّلد بعد التأكد من حالته وسلامته. شكل (٣ – ٦٦ إلى اليمين) يوضح طريقة استخدام مقياس الشد في السير للتأكد من قيمة الشد بحسب كتيب الصيانة. يمكن شد السير بالطريقة الموضحة في شكل (٣ – ٦٧ إلى اليسار) عن طريق الشَدَّاد ، ثم يعاد قياس الشد مرة أخرى.



شكل (٣ – ٦٦): إلى اليمين: مقياس الشد في سير الإدارة، إلى اليسار: شد السير عن طريق الشَدَّاد

١- ٢- **اختبار خرج منظومة الشحن** (Charging-system Output Test)

يقيس هذا الاختبار أقصى قيمة للتيار أو الخرج التي يمكن للمُوَّلد إنتاجها عند جهد معين. لقياس خرج منظومة الشحن، اتبع الخطوات التالية:

١- قم بتوصيل جهاز اختبار الفولت – أمبير للبطارية وهي في المركبة كما هو موضح في شكل (٣ – ٦٨).

٢- قم بتشغيل أنوار المركبة والملحقات الكهربائية.

٣- أدر محرك المركبة عند سرعة ٢٣٠٠ لفة/دقيقة.

٤- اضبط مفتاح التحكم في الحمل في جهاز الاختبار حتى يبين الأميتر أقصى قيمة للتيار القادم من المُوَّلد.

٥- إذا كان ضرورياً، اضبط الحمل لتفادي هبوط الجهد عن ١٣ فولت أثناء الاختبار.

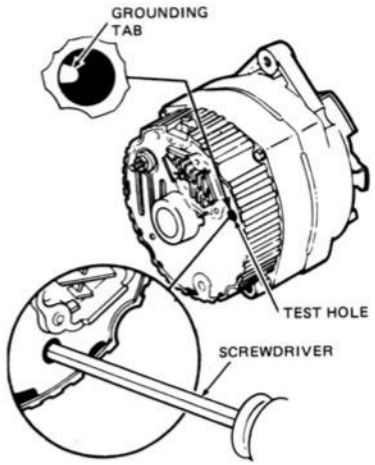
٦- أعد مفتاح التحكم في الحمل إلى وضع عدم التشغيل (off).

٧- راعي ألا يزيد زمن الاختبار عن ١٥ ثانية حتى لا تحدث زيادة سريعة في الحرارة أو تلف.

١- ٣- اختبار المجال الكامل (Full-field Test)

عند عدم تطابق خرج منظومة الشحن مع المواصفات والخصائص المحددة في كتيب الصيانة، يجب إجراء اختبار المجال الكامل. يتم تحييد منظم الجهد قبل إجراء اختبار المجال الكامل (عمل مرور التفافي حول المنظم كأنه مفصول عن المنظومة)، أي إنه يتم اختبار منظومة الشحن وقياس الخرج غير المنظم لها. أحياناً يسمى هذا الاختبار "اختبار تحييد المنظم" (regulator by-pass test).

تحييد المنظم يتم بعدة طرق ومحرك المركبة لا يعمل وبحسب الطريقة المنصوص عليها في كتيب الصيانة. على سبيل المثال هناك فتحة اختبار (test hole) في مؤخرة بعض المُوَّلدات، يمكن وضع مفك داخل هذه الفتحة لتحييد منظم الجهد كما هو موضح في شكل (٣ – ٦٩).



شكل (٣ – ٦٩): تحييد منظم الجهد بوضع مفك في فتحة اختبار المُوَّلد الخلفية