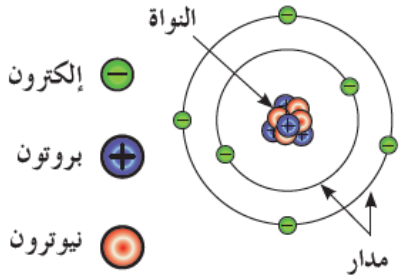
المبادئ الاساسية للكهرباء

تُعدّ الذرة أصغر جزء في المادة حيث، وتتشكل الذرة من الشحنات السالبة (الإلكترونات)، التي تدور حول نواة موجبة الشحنة في المركز، وتكون الذرة متعادلة الشحنة بحالتها الطبيعية، وتصبح الذرة مشحونة بشحنة موجبة إذا فقدت إلكترونًا أو أكثر، وتسمى الذرة المشحونة بشحنة موجبة (أيونا موجبًا)، وتصبح الذرة سالبة الشحنة، إذا اكتسبت إلكترونات جديدة، وتسمى الذرة المشحونة بشحنة سالبة (أيونا سالبًا) ، وكلما ازداد عدد الإلكترونات الحرة في الذرة، ازدادت الموصلية الكهربائية لتلك المادة، يبين الشكل (١) مكونات الذرة.



الشكل (١) مكونات الذرة.

تنقسم مواد توصيل التيار إلى ثلاثة أصناف ، وذلك حسب سماحتها للشحنات بالحركة خلالها وهذه الأصناف هي :

١- المواد الموصلة Conductors

هي المواد التي تسمح للشحنات بالحركة خلالها ، حيث تسمح بمرور التيار الكهربائي بسهولة عند تعرضها لفرق جهد مسلط عليها ومن أمثلة ذلك جميع المعادن وخاصة النحاس والحديد.

٢- أشباه الموصلات : Semi-conductors

هي. مواد تكون مقاومتها بين مقاومة المواد الموصلة والمواد العازلة فهي تسلك سلوك المواد العازلة وعند تعرضها لظروف معينة (فيزيائية) تتحول إلى مواد موصلة ومن أكثر هذه المواد شيوعا : السيليكون Silicon والجرمانيوم Germanium وتستخدم في الدوائر الإلكترونية وهي ذات أهمية كبيرة في التكنولوجيا الحديثة.

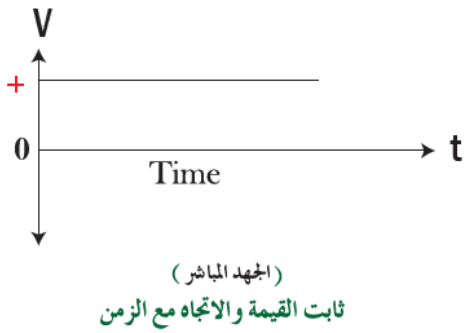
المواد العازلة Insulators

هي المواد التي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي خلالها عند تعرضها لفرق جهد مثل (الخزف والورق والزجاج والمطاط والخشب) وتستخدم في عزل الموصلات (الأسلاك) والدوائر الإلكترونية.

التيار الكهربائي The Current

يعرف التيار الكهربائي أنه سيل من الشحنات الكهربائية تمر في موصل في وحدة الزمن، أو سيل من الإلكترونات الحرة التي تمر في موصل بفعل تأثير قوة دافعة خارجية، فالتيار الكهربائي يمثل معدل مرور الشحنات الكهربائية عبر دارة ما خلال مدة زمنية معينة، وتقاس شدة التيار الكهربائي بوحدة الأمبير (A) وهو الحرف الأول من كلمة (Ampere)، ويعرف الأمبير أنه كمية من الشحنة مقدارها (١ كولوم)، تمر في موصل في زمن مقداره (١) ثانية ويرمز إلى التيار الكهربائي بالرمز (I) باللغة الإنجليزية، ويتوافر التيار الكهربائي بنوعين رئيسين، هما: التيار المستمر (التيار المباشر)، والتيار المتناوب (التيار المتردد).

١- التيار المستمر (المباشر) (Direct Current): يرمز إلى التيار المستمر بالرمز (DC)، ويسمى أيضًا التيار المباشر ، ويعرّف التيار المستمر (المباشر) أنه تدفق ثابت للإلكترونات من منطقة ذات جهد عال (القطب السالب)، إلى أخرى ذات جهد أقل (القطب الموجب)، إذًا، فهو ثابت الشدة وموحد الاتجاه مع الزمن، أي أنه يمر في اتجاه واحد فقط، يبين الشكل (٢)، منحنى التيار المستمر مع الزمن.



الشكل رقم (٢) التيار المستمر Direct Current (DC)

يظهر التيار المستمر في عديد من التطبيقات المنخفضة الجهد، خصوصًا تلك التي تعمل بالبطاريات التي تولد تيارًا مستمرًا فقط ، كذلك في أنظمة الطاقة الشمسية، حيث إنّ الخلايا الشمسية بإمكانها توليد تيار كهربائي مستمر فقط، ويكون اتجاه مرور التيار داخل البطارية من القطب السالب إلى الموجب، واتجاه التيار اصطلاحيًا في الدوائر الكهربائية من الموجب إلى السالب ويسمى التيار الاصطلاحي، (أي: أنه ضد اتجاهه داخل البطارية).

وتُقسّم مصادر التيار الكهربائي المستمر أربعة أقسام هي.

أ - البطاريات (البطاريات): حيث تُنتج الطاقة الكهربائية من التفاعلات الكيميائية.

ب- مولدات التيار المستمر (DC Generators) : وهي آلات تحوّل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية بوساطة التأثير الكهرومغناطيسي .

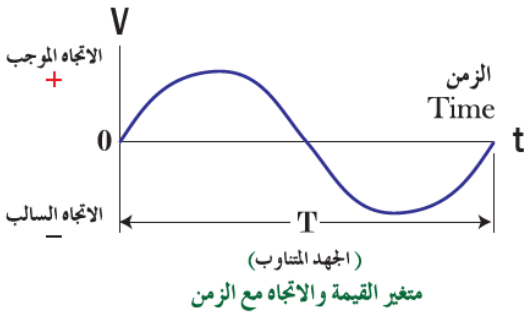
جـ- التقويم (التوحيد) (Rectification) : وهي دوائر كهربائية تحوّل التيار المتناوب إلى تيار مستمر.

د - الخلايا الشمسية : هي عناصر شبه موصلة تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية. ويرمز إلى مصدر التيار المستمر بأحد الرمزين الآتيين في الشكل (٤).

الشكل (٤)

٢- التيار المتناوب (المتردّد) (Alternative Current): هو التيار الكهربائي المستخدم استخدامًا شائعًا في البيوت والمصانع، يرمز إلى التيار المتناوب بالرمز (AC)، وهو تيار كهربائي تتغير قيمته واتجاهه مع تغير الزمن، وقد يكون أحادي الطور (single phase) ، أو ثلاثي الأطوار (three phase)، ويكون تردد هذا التيار دوريا، لأنه بعد مدة من الزمن مقدارها (T) يتكرر تغير التيار وهذه المدة الزمنية تسمى (زمن الدورة، أي أن مدة الدورة هي المدة الزمنية التي تستغرقها الدورة الواحدة للتيار المتناوب، ويسمى عدد الدورات في الثانية الواحدة التردد (Frequency)، وهو يساوي مقلوب مدة الدورة، أي أن التردد يعطى بالعلاقة:

(التردد = $\frac{١}{\text{الزمن الدوري}}$) ويقاس التردد بوحدة تسمى (الهيرتز) ، ويرمز إليها بالرمز (H) ، وقيم التردد) الشائعة. هي (٥٠هيرتز ، و ٦٠ هيرتز)، والتردد المستخدم في العراق ومعظم دول العالم هو (٥٠ هيرتز)، أما الولايات المتحدة الأمريكية، فتستخدم التردد (٦٠ هيرتز). ويرمز إلى مصدر التيار المتناوب بالرمز (—~—)



الشكل رقم (٣) التيار المتردد Alternating Current (AC)

الكميات الكهربائية الاساسية

١- فرق الجهد Potential difference:

يعرف فرق الجهد بين نقطتين في دائرة كهربائية بالجهد أو الضغط الكهربائي وهو الذي يسبب مرور التيار الكهربائي من إحدى النقطتين إلى الأخرى ويرمز له بالرمز (U). كما يعرف الجهد (U) بأنه الطاقة المبذولة لتحريك وحدة الشحنة ضد المجال بين نقطتين. ووحدة الجهد الفولت Volt ويرمز له بالرمز (V) . والفولت هو الجهد الكهربائي اللازم لتوصيل تيار شدته واحد أمبير في مقاومة قدرها واحد أوم ، وعند القياس يوصل الجهاز على التوازي.

٢- شدة التيار Current intensity :

شدة التيار هي مقدار الشحنة المارة في موصل في الثانية الواحدة خلال مساحة معينة ويرمز لها برمز (I) ووحدة قياس التيار الأمبير ampere ويرمز لها بالرمز (A) وعند القياس يوصل الجهاز على التوالي.

٣- المقاومة resistance :

هي ممانعة سير الإلكترونيات في الموصل ويرمز لها بالرمز (R) ووحدة القياس هي الأوم (Ω) ، حيث أن الأوم الواحد هو مقدار المقاومة الكهربائية بين نقطتين وبينهما فرق جهد قدره فولت واحد ويسبب مرور تيار قدره أمبير واحد وعند قياس المقاومة يجب فصل التيار الكهربائي من الدائرة ، وتتوقف مقاومة الموصل على الآتي :

أ- طول السلك (تزداد المقاومة بازدياد طول السلك)

ب- مساحة مقطع السلك (بزيادة مساحة المقطع تقل المقاومة)

جـ- مادة الصنع للموصل (لكل مادة مقاومة نوعية تتناسب طردياً مع المقاومة)

د- العوامل المؤثرة على المقاومة مثل (درجة الحرارة، الاجهاد ، وحالة التوصيل ، و القطع) وتختلف المقاومة الكهربائية من حيث التصنيع والتصميم والغرض المنتجة من أجله.

قانون أوم (Ohm's Low): وينص قانون أوم على أن فرق الجهد الكهربائي (V) بين طرفي موصل مثالي يتناسب طرديا مع شدة التيار الكهربائي (I) المار في الموصل، وثابت هذا التناسب يسمى المقاومة (R) ، ويعبّر عن قانون أوم بالصيغة الرياضية الآتية: الجهد الكهربائي= (شدة التيار الكهربائي × المقاومة الكهربائية) ، $V = R \times I$.

حيث :

V: الجهد الكهربائي

R: شدة التيار الكهربائي

I : المقاومة

وبذلك تكون المقاومة تساوي ناتج قسمة مقدار الجهد الكهربائي على التيار الكهربائي المار في الدائرة، أي أنّ: $R = \frac{V}{I}$

مثال (١): تيار كهربائي قيمته (٨) أمبير، يمر في دائرة كهربائية مقاومتها (١٠) أوم، جد قيمة فرق الجهد الكهربائي لهذه الدارة.

الحل : فرق الجهد الكهربائي $V = R \times I$ ⟵ $V = 8 \times 10 = 80V$

مثال (٢) يمر بمصباح النور الأمامي لسيارة يعمل على جهد مقداره ١٢فولت تيار شدته ٤ امبير ما هي مقاومة فتيل المصباح ؟

المعطيات : I = 4 A , V = 12 v

$$R = \frac{V}{I} \longrightarrow R = \frac{12}{4} = 3\Omega$$

٤- الموصلية (Conductance) :

تعرف الموصلية أنها عكس المقاومة، وتعبّر عن قدرة المادة على تمرير التيار الكهربائي، ويُرمز إليها بالحرف (G)، وتقاس الوحدة (mho) وهي معكوس كلمة أوم (Ohm)، وحديثًا اعتمدت وحدة (Siemens) لقياس الموصلية حسب القياس العالمي، ويرمز إليها بالرمز (S) ويمكن حسابها رياضيًا بالعلاقة : $G = \frac{1}{R}$

٥- القدرة الكهربائية electric power:

هي معدل الطاقة الكهربائية (التشغيل الكهربائي) بالنسبة للزمن وهي حاصل ضرب الجهد في شدة التيار والقدرة في دوائر التيار المستمر ويرمز لها بالرمز (P) وللقدرة عدة أنواع في دوائر التيار المتردد ووحدة قياس القدرة الكهربائية (P) جول / ثانية وتسمى الواط Watt نسبة الى العالم جيمس واط ويرمز لها بالرمز (W)

Power (P) = V x I

I = شدة التيار وتقاس بوحدة الأمبير (A)

V = فرق الجهد ويقاس بوحدة الفولت (v)

P = القدرة الكهربائية وتقاس بوحدة الواط (W)

وهناك وحدة أخرى القياس القدرة وتستعمل في حالة المحركات والماكينات الكهربائية وهي القدرة بالحصان (HP) والعلاقة بين القدرة بالحصان والقدرة بالوات : HP = 746 w

مثال(٣): إذا كان التيار الكهربائي المار في مصباح مقداره ٢ أمبير وفرق الجهد المطبق على طرفي المصباح (٢٢٠) فولت ، فما القدرة الكهربائية للمصباح؟

الحل : Power (P) = V x I → P = 2 x 220 = 440 W

مثال (٤) احسب شدة التيار المار في مسخن الزجاج الخلفي لسيارة، إذا كانت القدرة المستهلكة تبلغ ٧٠ واط والجهد ١٢ فولت ؟

الحل : المعطيات U = 12 V , P = 70 W

Power (P) = V x I $\longrightarrow I = \frac{P}{V} = I = \frac{70}{12} = 5.83\ A$

٦- كمية الكهرباء : Quantity of Electricity

هي حاصل شدة التيار في الزمن ويرمز لها بالرمز (Q) ووحدة القياس هي (A.s)

قانون كمية الكهرباء

$$Q = I \times T$$

Q = كمية الكهرباء وتقاس بالأمبير / ثانيه (A. S)

T = الزمن ويقاس بالثانية (S)

I = شدة التيار ويقاس بـ (A)

٧- كثافة التيار

يتم تعين مساحة مقاطع أسلاك الملفات للمحولات والماكنات والأجهزة الكهربائية تبعاً لكثافة التيار ويقصد بكثافة التيار : شدة التيار (I) التي تخص كل (1) mm من مساحة مقطع الموصل (A) ويرمز لكثافة التيار بالرمز : S ووحدة قياس كثافة التيار : A/mm^2

ويمكن حساب كثافة التيار من العلاقة التالية :

$$S = \frac{I}{A} \qquad A/mm^2$$

حيث :

S = كثافة التيار وتقاس بوحدة (A/mm^2)

I = شدة التيار وتقاس بوحدة الأمبير (A)

A = مساحة مقطع بوحدة (mm^2) .

٨- الطاقة الكهربائية Electrical Energy) : لعلك شاهدت موظف الكهرباء وهو يسجل قراءة العداد الكهربائي، ولعلك تساءلت عن كمية الكهرباء التي تستهلكها أسرتك، فما الكمية الكهربائية التي يقيسها الموظف، وما وحدة قياسها؟ إن كمية الكهرباء التي يقيسها موظف الكهرباء، هي الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال مدة زمنية (غالبًا ما تكون ٣٠ يومًا)، وهي تساوي حاصل ضرب القدرة في الزمن، أي أن الطاقة الكهربائية المستهلكة تساوي القدرة × الزمن، وبالرموز:

$$E = P \times T$$ حيث

E: الطاقة الكهربائية المستهلكة (جول)، أو (وات. (ثانية)، ولأن وحدة واط. ثانية صغيرة جدا، لذا؛ تستعمل شركة الكهرباء عوضًا عنها كيلوواط (KwH).

حيث P = وحدة القدرة الكهربائية (واط)، (كيلوواط) و T = الزمن (ثانية)، أو (ساعة).

مثال (٥): مصباح كهربائي قدرته (١٠٠ واط)، احسب قيمة فاتورة الكهرباء للمصباح وحده بالشهر إذا أُنير المصباح مدة (٦) ساعات يوميًا، إذا كان سعر الكيلوواط ساعة (٥٠) فلسًا .

$E = P \times T$

$P = 100w = 0.1\ Kw$

$T = 6 \times 30 = 180\ H$

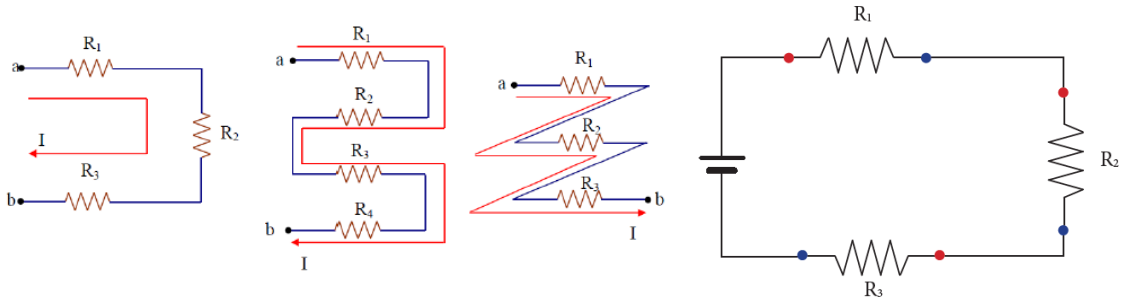
$E = 0.1 \times 180 = 18\ KwH$

قيمة الفاتورة : 18 Kwh × 50 فلس = 900 فلس.

طرائق توصيل المقاومات الكهربائية

تُوصل الأحمال الكهربائية بثلاث طرائق، وهي كالآتي:

١- التوصيل على التوالي: عند توصيل المقاومات على التوالي، تُوصل نهاية كل مقاومة ببداية المقاومة التي تليها، حيث تُوصل نهاية المقاومة الأولى (R1) ببداية المقاومة الثانية (R2)، ثم توصل نهاية المقاومة الثانية (R2) ببداية المقاومة الثالثة (R3) ، وهكذا، انظر الى الشكل (٤)



الشكل (٤) يوضح توصيل المقاومات على التوالي

خواص توصيل المقاومات على التوالي :

أ - قيمة التيار متساوية في جميع المقاومات. $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \ldots\ldots = I_n$

ب- يكون الجهد الكلي مساويًا مجموع الجهود ،الفرعية، أي أن جهد المصدر يتوزع على المقاومات كلها حسب قيمة كل مقاومة . $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots\ldots + V_n$

جـ- تكون المقاومة الكلية أكبر من جميع المقاومات وتساوي مجموع المقاومات الفرعية جميعها في الدائرة ، $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots + Rn$ (حيث n عدد المقاومات).

ملاحظة : ١- المقاومة الكلية المكافئة تكون أكبر من المقاومة الكبرى في الدائرة.

٢- عند تعطل أحد الأحمال فإن جميع الأحمال في الدائرة تتوقف عن العمل كليا.

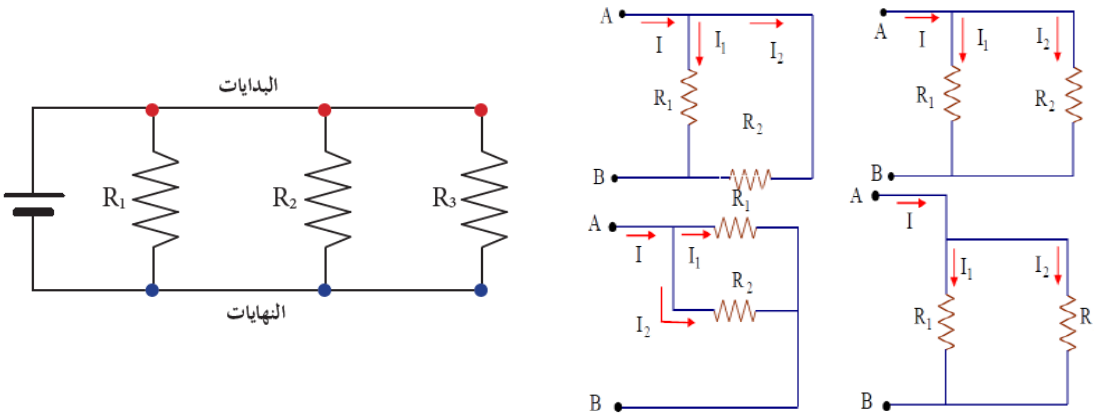
مثال (٦): ما قيمة المقاومة الكلية وشدة التيار في دائرة موصلة على التوالي حيث $R_1=60\Omega$ $R_2=50\Omega$, بجهد قدره 220 v ؟

المعطيات: $R_2 = 50\Omega$ $R_1 = 60\Omega$ $V = 220\ v$

$R_T = R_1 + R_2 = 60 + 50 = 110$ بتطبيق قانون اوم

$$R = \frac{V}{I} \longrightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{200}{110} = 2\ A$$

٢- التوصيل على التوازي : أما عند توصيل المقاومات على التوازي، فتوصل كل البدايات ببعضها وكل النهايات ببعضها يبين الشكل (٥) دائرة مكونة من مصدر كهربائي وثلاث مقاومات (المقاومة هنا تمثل الحمل الكهربائي) موصولة على التوازي:



الشكل (٥) يوضح توصيل المقاومات على التوازي

خواص توصيل المقاومات على التوازي :

أ - تقع كل المقاومات تحت تأثير الجهد نفسه (الجهد على المقاومات جميعها يكون متساويًا، ويساوي جهد المصدر). $V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \ldots\ldots = V_n$

ب - يكون التيار الكلي مساويًا مجموع التيارات في الفروع المتوازية.

$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots\ldots + I_n$

جـ- مقلوب المقاومة الكلية يساوى مجموع مقلوب المقاومات الفرعية.

$$\frac{1}{RT} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \cdots + \frac{1}{Rn}$$

(حيث n عدد المقاومات). أو $RT = \frac{R1\ X\ R2\ X\ R3}{R1+R2+R3}$

د - تكون المقاومة الكلية أصغر من المقاومة الصغرى في الدائرة.

ملاحظة: ١- المقاومة الكلية المكافئة تكون أصغر من المقاومة الصغرى في الدائرة.

٢ - عند تعطل أحد الأحمال فإن الأحمال الأخرى لا تتأثر وتستمر بالعمل.

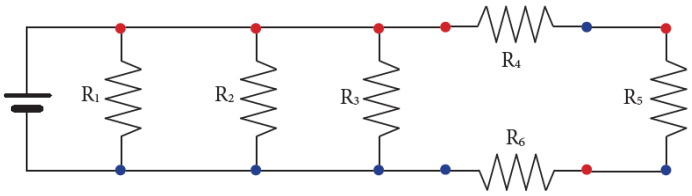
مثال (٧) : ما قيمة كل من المقاومة الكلية والتيار المار في مقاومتين قيمة كل منهما 110Ω موصلتان على التوازي بجهد قدره 220 v ؟

المعطيات: V = 220 v R_1 = 110Ω R2 = 110Ω

$$RT = \frac{R1\ x\ R2}{R1 + R2} = \frac{110\ x\ 110}{110 + 110} = \frac{12100}{220} = 55\Omega$$

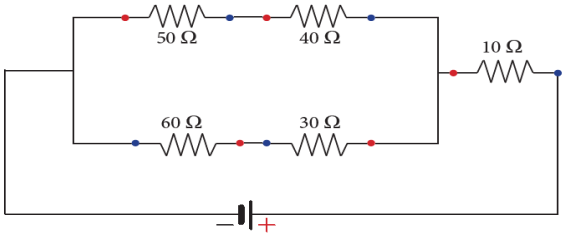
$$R = \frac{V}{I} \longrightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{220}{55} = 4\ A$$

٣- التوصيل المركب : عند توصيل بعض المقاومات على التوالي، وبعضها الآخر على التوازي في نفس الدائرة الكهربائية يسمى هذا النوع التوصيل المركب للمقاومات الكهربائية، أي أنها خليط من التوالي والتوازي معًا، وتُحسب المقاومة الكلية بتبسيط الدائرة الكلية عبر حساب المقاومة المكافئة لكل مجموعة من المقاومات الموصولة وفقًا لأحد النوعين من أنواع التوصيل، وهما: التوالي والتوازي، يبين الشكل (٦)، التوصيل المركب للمقاومات.



الشكل (٦) يوضح التوصيل المركب للمقاومات

مثال (٨): احسب المقاومة الكلية المكافئة للمقاومات (10،60،50،40،30) أوم الموصولة معًا في الدائرة المبينة في الشكل الآتي مُهملًا مقاومتي المصدر والأسلاك؟ ثم احسب التيار الكلي المار في الدائرة اذا علمت ان فرق الجهد للصدر V = 220 v ؟



الحل : أولًا: نجد المقاومة المكافئة للمقاومتين (50,40) الموصولتين على التوالي.

$$R_{T1} = 40 + 50 = 90\ \Omega$$

ثانيًا: نجد المقاومة المكافئة للمقاومتين (60,30) الموصولتين على التوالي.

$$R_{T1} = 30 + 60 = 90\ \Omega$$

ثالثاً : نجد المقاومة المكافئة للمقاومتين (R_{T1} , R_{T2}) ، الموصولتين على التوازي.

$$RT3 = \frac{RT1\ x\ RT2}{RT1 + RT2} = \frac{90\ x\ 90}{90 + 90} = \frac{8100}{180} = 45\Omega$$

رابعاً : نجد المقاومة الكلية.

$$R_T = R_{T3} + 10 \longrightarrow RT = 45 + 10 \longrightarrow RT = 55\Omega$$

خامساً : بتطبيق قانون اوم نوجد التيار الكلي.

$$R = \frac{V}{I} \longrightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{220}{55} = 4\ A$$

الواجب

اجب عن الأسئلة الآتية

س ١/ ما كثافة التيار المار في موصل إذا كانت شدته $45A$ ومساحة مقطع الموصل $10mm^2$

س ٢ / مصباح يمر به شدة تيار قدرها $2.5A$ ترك مضاء لمدة عشرين ساعة حتى فرغت البطارية ، احسب سعة البطارية ؟

س ٣ / احسب شدة التيار المار في مصباح كهربائي مقاومته 40Ω ، إذا كان فرق الجهد بين طرفية $220\ v$ ؟

س ٤ / مقاومتان $R1 = 15\Omega$, $R2 = 5\Omega$ وصلتا على التوالي بفرق جهد مقداره $24\ v$ أوجد المقاومة الكلية وشدة التيار وجهد التيار الجزء $U1، U2$ ؟

س ٥ / احسب القدرة المستهلكة في مقاومة تسخين قدرها $1.5\ k\Omega$ وشدة التيار $100\ A$ ؟

الرموز الكهربائية ودلالاتها : يبين الجدول (١-١)، بعض الرموز الكهربائية ودلالاتها. (حفظ)

جدول (1-1): بعض الرموز الكهربائية ودلالاتها.

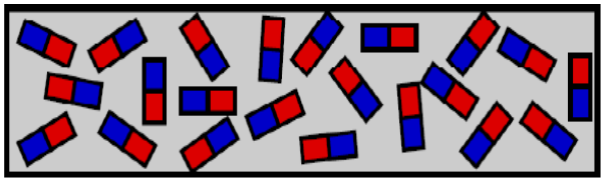
الرمز	دلالة الرمز
	بطارية (Battery)
	مصدر فولتية مستمر (DC Power Supply)
	مصدر فولتية متردد (AC Power Supply)
	فيوز (Fuse)
	مصباح (Lamp)
	ملف كهربائي (Coil)
	ملف كهربائي ذو قلب حديدي
	محرّك كهربائي (Motor)
R	مقاومة كهربائية (Resistor)

	مقاومة كهربائية متغيرة (Rheostat)
	مفتاح كهربائي (Switch)
	مواسع كهربائي (Capacitor)
	جهاز قياس الجهد الكهربائي (Voltmeter)
	جهاز قياس التيّار الكهربائي (Ammeter)
	جهاز قياس المقاومة الكهربائية (Ohmmeter)
	التأريض الكهربائي (Earth) (Ground)

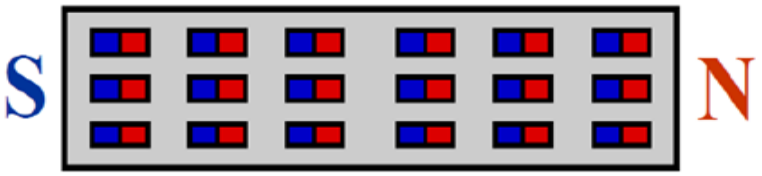
الكهرومغناطيسية

أولاً النظرية الجزئية في المغناطيسية :

تتكون المادة من جزيئات صغيرة وكل جزء عبارة عن مغناطيس وتكون هذه الجزيئات متجهة عشوائياً وغير منتظمة في المواد غير المغناطيسية بحيث لا يظهر أي تأثير مغناطيسي خارجي على المادة كما هو موضح بالشكل (٧ أ). وعند مغنطتها فإن هذه الجزيئات تترتب داخل المادة بحيث يظهر التأثير المغناطيسي عليها وتصبح مغناطيس كما هو موضح بالشكل (٧ ب) .



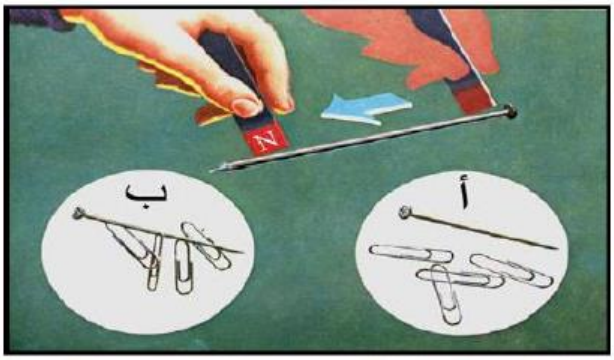
الشكل (٧ أ) يوضح الجزيئات متجهة عشوائياً وغير منتظمة في المواد غير المغناطيسية



الشكل (٧ ب) يوضح الجزيئات تترتب داخل المادة بظهور التأثير المغناطيسي لتصبح مغناطيسيا

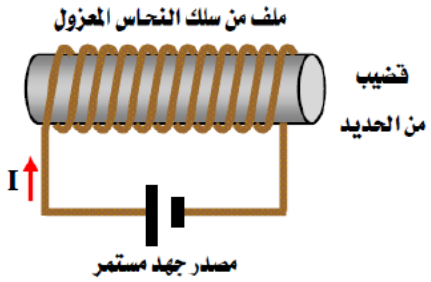
<u>ويمكن عمل مغناطيس صناعي بطريقتين :</u>

١ - الدلك : في هذه الحالة يوضع قضيب الحديد المراد مغنطته أفقيا ثم يدلك بواسطة مغناطيس ثابت في اتجاه واحد عدة مرات ، وكلما زادت مرات الدلك تزيد قوة المغناطيس . ونلاحظ في الشكل (٨ أ) أن المسمار الحديدي لا يجذب المشابك الحديدية ولكن عند ذلك المسمار بالمغناطيس (أي مغنطته) كما هو موضح في الشكل (٨) يتحول المسمار إلى مغناطيس له قطبان شمالي (*N*) وجنوبي(*S*) وعند تقريب المسمار الممغنط إلى المشابك الحديدية فانه يجذبها كما هو موضح في الشكل (٨ ب).



الشكل (٨) يوضح تحول المسمار إلى مغناطيس له قطبان شمالي (*N*) وجنوبي (*S*)

٢ - طريقة الكهرباء : يوضع القضيب الحديدي المراد مغنطته داخل ملف من سلك النحاس المعزول ويمرر به تيار مستمر من بطارية ولفترة معينة وبذلك يتمغنط قضيب الحديد ويتحول إلى مغناطيس، كما هو موضح بالشكل (٩)



الشكل (٩) يوضح تمغنط قضيب الحديد وتحوله إلى مغناطيس

أجزاء المغناطيس :

يتكون القضيب المغناطيسي من الأجزاء التالية :

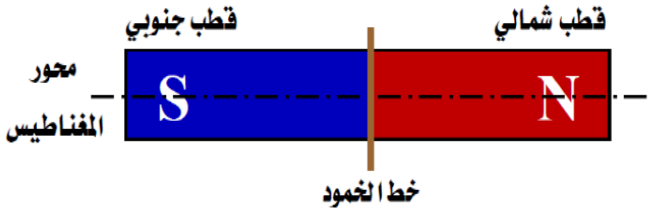
١ - أقطاب المغناطيس : وهما طرفي المغناطيس ويوجد لكل مغناطيس قطبان :

أ- قطب شمالي ويرمز له بالرمز (N) وهو القطب الذي يتجه إلى الشمال الجغرافي عندما يعلق تعليقاً حراً .

ب - قطب جنوبي : ويرمز له بالرمز (S) وهو القطب الذي يتجه إلى الجنوب الجغرافي عندما يعلق تعليقاً حراً .

٢ - محور المغناطيس : وهو الخط الواصل بين قطبي المغناطيس.

٣ - منطقة الخمود (المنطقة المتعادلة) : وهي المنطقة التي تقع في منتصف المغناطيس بين القطب الشمالي والقطب الجنوبي وفي هذه المنطقة تنعدم خاصية الجذب.



الشكل (٩) يوضح أجزاء المغناطيس

ثالثا / خواص المغناطيس :

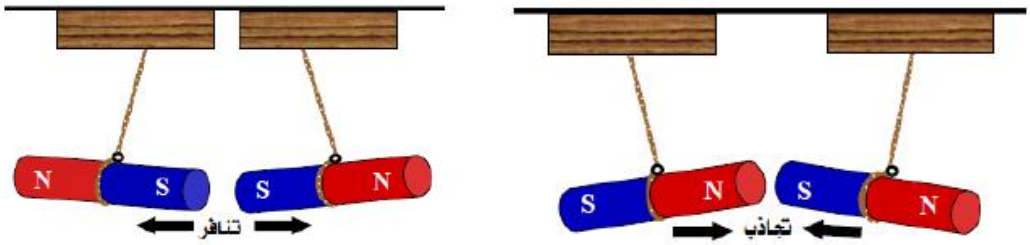
١ - جذب قطع الحديد القريبة منه .

٢ – إذا غمس في برادة حديد فإن البرادة تتراكم عند طرفيه وهي المنطقتان التي تتركز فيها قوة المغناطيس وتقل قوة الجذب في منتصف المغناطيس.

٣ - إذا علق المغناطيس تعليقاً حراً فإنه يتبع اتجاه الشمال والجنوب الجغرافي.

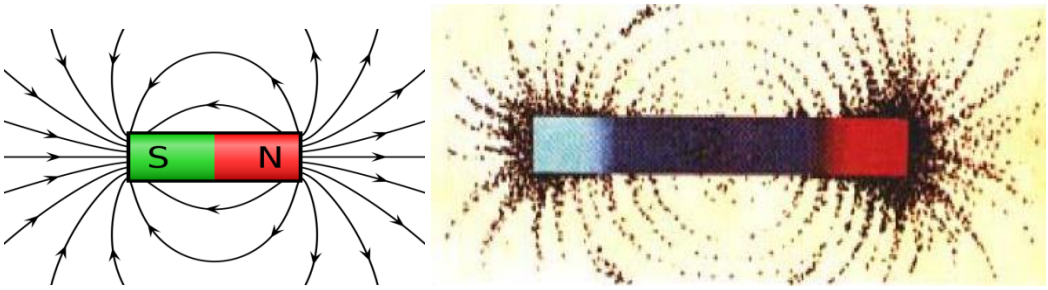
٤- لا يؤدي كسر المغناطيس إلى فصل قطبه الشمالي عن قطبه الجنوبي ، بل يظهر مغناطيسان لكل منهما قطبان شمالي وجنوبي ، ويمكن عن طريق التكسير المتتالي إلى تقسم المغناطيس إلى عدد كبير من المغناطيسات.

الجذب والتنافر بين الأقطاب المغناطيسية : عند تقريب القطب الشمالي(*N*) لقضيب مغناطيسي معلق تعليقاً حراً من قطب جنوبي (*S*) لمغناطيس آخر معلق تعليقاً حراً، نلاحظ أنهما يتجاذبان، كذلك عند تقريب قطب جنوبي(*S*) لقضيب مغناطيسي معلق تعليقاً حراً من قطب جنوبي(*S*) لمغناطيس آخر معلق تعليقاً حراً، نلاحظ أنهما يتنافران، كما هو موضح بالشكل (١٠). ونستنتج من ذلك أن الأقطاب المتشابهة تتنافر والأقطاب المختلفة تتجاذب.



الشكل (١٠) يوضح الجذب والتنافر بين الأقطاب المغناطيسية

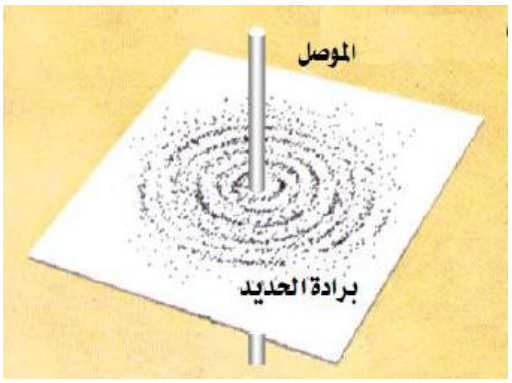
تعريف المجال المغناطيسي : هو الحيز أو المنطقة المحيطة بالمغناطيس وتظهر القوة المغناطيسية . وخطوط وهمية مقفلة تخرج من القطب الشمالي وتدخل القطب الجنوبي ويكون هذا خارج المغناطيس أما داخل المغناطيس فإنها تتجه من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي . خطوط المجال المغناطيسي هي خطوط غير مرئية ولكن يمكن مشاهدتها بوضع ورقة فوقها مغناطيس ثم رش برادة حديد فنلاحظ أن برادة الحديد تأخذ الشكل خطوط المجال المغناطيسي كما يوضح الشكل (١١)



الشكل (١١)

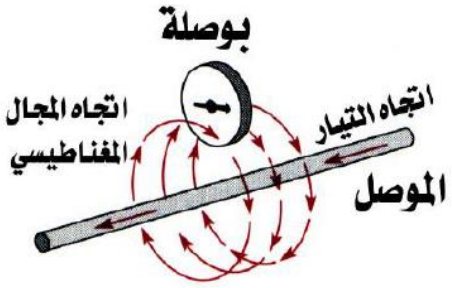
المجال المغناطيسي الموصل مستقيم يمر به تيار كهربائي :

ويمكن إظهار المجال الناشئ حول موصل مستقيم عن طريق أخذ موصل (سلك) مستقيم من النحاس بحيث يخترق ورقه سميكة من المنتصف بصورة رأسيه ، ثم انثر على الورقة وحول السلك قليلا من برادة الحديد ثم مرر تياراً كهربائياً في هذا السلك ثم اطرق على الورقة طرقات خفيفة لتشاهد أن برادة الحديد تترتب في دوائر مركزها السلك وهذه الدوائر هي نموذج بخطوط المجال المغناطيسي الناشئ حول الموصل كما يوضح الشكل (١٢) .



الشكل (١٢)

وقد أمكن كذلك تحديد العلاقة بين اتجاه التيار في الموصل واتجاه الخطوط المغناطيسية الناشئة حوله وذلك بوضع إبره مغناطيسية حول الموصل وفي جميع الاتجاهات حيث يكون اتجاه الخطوط المغناطيسية مع عقارب الساعة كما هو موضح في الشكل (١٣) .

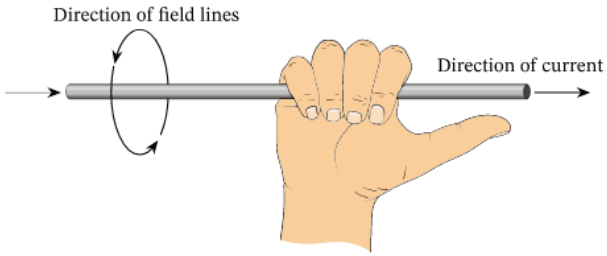


الشكل (١٣)

طرق تحديد اتجاه المجال الناشئ حول موصل مستقيم يمر به تيار كهربائي :

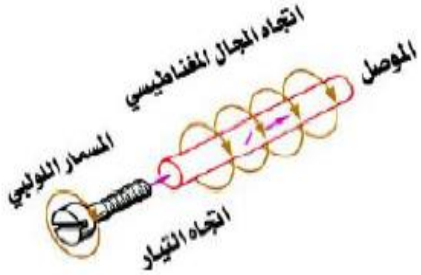
هناك عدة طرق منها

١ - قاعدة اليد اليمنى : عند القبض على موصل يحمل تيارا كهربائيا باليد اليمني بحيث يشير الإصبع الإبهام إلى اتجاه التيار في الموصل فإن اتجاه الأصابع الأخرى يشير إلى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي، كما هو موضح بالشكل (١٤)



الشكل (١٤)

٢ - قاعدة المسمار اللولبي : ضع سن المسمار في اتجاه التيار عند ذلك تشير حركة شدة المسمار إلى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي، كما هو موضح بالشكل (١٥).



الشكل (١٥)

مما سبق نستنتج بالنسبة للمجال المغناطيسي الناشئ حول موصل مستقيم يمر به تيار كهربائي .

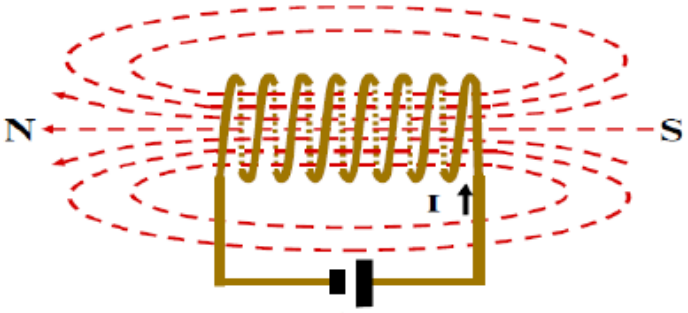
١- خطوط المجال عبارة عن دوائر متحدة المركز ويكون مركزها هو الموصل .

٢ - تقع الدوائر على مستوى عمودي على اتجاه التيار .

٣ – عند عكس التيار المار في الموصل ينعكس المجال ولا يتغير شكله.

٤ – يزداد تقارب الخطوط من بعضها البعض كلما زادت شدة التيار .

سابعاً / المجال المغناطيسي لملف حلزوني يمر به تيار كهربائي : تكلمنا في السابق عن العلاقة بين المجال المغناطيسي الناشئ حول موصل وبين التيار المار به وكان الموصل مستقيماً ، ولكن إذا عملنا على لف الموصل على الشكل حلزوني لف على الشكل حلقات دائرية بجوار بعضها البعض، وعند مرور التيار الكهربائي في الملف الحلزوني فإن خطوط المجال المغناطيسي تزدحم داخل هذا الملف وتتباعد خارجه ويتكون له قطبان، كما هو موضح بالشكل (١٦) وتزداد خطوط المجال المغناطيسي عندما يوضع قلب من الحديد داخل الملف. وخطوط المجال المغناطيسي للملف الحلزوني تشابه خطوط المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي.

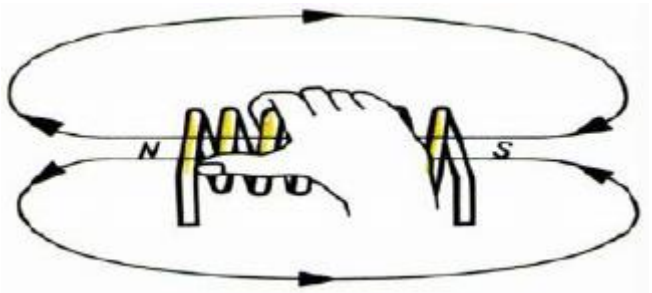


مصدر جهد مستمر

الشكل (١٦)

<u>طريقة تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ حول ملف حلزوني :</u>

١ - قاعدة اليد اليمنى للملف الحلزوني : عند وضع اليد اليمنى حول الملف الحلزوني بحيث يشير اتجاه الأصابع لاتجاه سريان التيار بالملف وبشير الإبهام إلى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي داخل الملف ويبين طرف الإبهام إلى موضع القضيب الشمالي كما يوضح الشكل (١٧).



الشكل (١٧)

نستنتج مما سبق بالنسبة للمجال المغناطيسي المتكون حول ملف حلزوني يمر به تيار كهربائي الآتي :

١ - خطوط المجال حلقات دائرية تخرج من أحد الأطراف وتدخل في الطرف الآخر وتكمل دورتها داخل الملف.

٢ – تكون خطوط المجال داخل الملف منتظمة ومستقيمة ويكون اتجاهها بعكس اتجاه الخطوط خارجها.

٣ - يكون للملف قطبان شمالي وجنوبي .

٤ - تعتمد قوة المغناطيس الناتج على عدة عوامل :

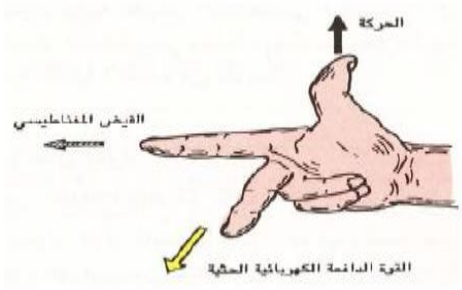
أ - شدة التيار المار في الملف . جـ - طول الملف

ب - عدد اللفات . د - نوع القلب داخل الملف

ثامنا / الحث الكهرومغناطيسي : إن ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي من الظواهر الهامة جداً في مجال الهندسة الكهربائية وذلك لاعتماد العديد من مبادئ عمل الكثير من المعدات الكهربائية مثل (المحولات الكهربائية - آلات التيار المتردد) على هذه الظاهرة . وتعتمد ظاهرة حث الحركة على تحريك موصل داخل المجال المغناطيسي أو تحريك مغناطيس داخل وخارج ملف مما يسبب تولد قوة دافعة كهربائية على أطراف الملف. فعند حركة الملف بداخل مجال مغناطيسي يتأرجح الجلفانوميتر مما يدل على مرور تيار، وهذه الظاهرة سببها أن عدد خطوط الفيض المغناطيسي الذي يمر خلال الملف يتغير الزمن .

قاعدة فلمنج لليد اليمني

يبين الشكل (١٨) قاعدة فليمنج لليد اليمني لتحديد اتجاه القوة الدافعة الكهربائية الحثية فإذا كان إصبع السبابة يشير لاتجاه الفيض المغناطيسي وكان الإبهام يشير إلى اتجاه الحركة فإن إصبع الوسطى يشير لاتجاه القوة الدافعة الكهربائية الحثية بحيث تكون كل الأصابع عمودية على بعضها البعض .



الشكل (١٨)

قانون لينز

إن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تعكس اتجاهها عندما يتحول التغير الحادث في الفيض المغناطيسي من الازدياد للنقصان.

أي أن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تكون في اتجاه بحيث تمنع تغير الفيض المغناطيسي الأصلي بواسطة الفيض المغناطيسي المتولد نتيجة مرور القوة الدافعة الكهربائية الحثية.

الواجب

س١ / عدد خواص المغناطيس ؟

س٢ / عرف ما يأتي : ١- المجال المغناطيسي ، ٢- الحث الكهرومغناطيسي ، ٣- قاعدة اليد اليمنى للملف الحلزوني ، ٤- منطقة الخمود ، ٥- قانون لينز.

س٣ / عدد خواص المجال المغناطيسي الناشئ حول موصل مستقيم يمر به تيار كهربائي؟

س٤ / عدد خواص المجال المغناطيسي لملف حلزوني يمر به تيار كهربائي ؟

البطارية (المركم) the battery

مصطلح "البطارية" يعني المجموعات، تعرف بطاريات المركبات أنها الجهاز الذي يزود المركبة بالطاقة الكهربائية اللازمة لتغذية الأنظمة الكهربائية في المركبة مثل: (نظام الإنارة، نظام الصوت، نظام الرفاهية، نظام بدء التشغيل ، وغيرها). عبر التفاعلات الكيميائية التي تحصل داخل البطارية، التي تتحول إلى طاقة كهربائية، ثم يُعتمد على نظام التوليد والشحن لتنفيذ مهمة تزويد المركبة بالطاقة اللازمة بعد ذلك من الناحية الفنية، يجب أن تتكون البطاريات من اثنين أو أكثر من الخلايا، كل خلية مستقلة وتحتوي المواد الكيميائية والعناصر جميعها اللازمة لإنتاج الكهرباء. إن البطاريات المتعارف عليها ذات الجهد (١٢,٦) فولت المستعملة في المركبات، تتكون من ست خلايا.

الوظائف بطارية المركبة

١- إمداد بادئ الحركة (السلف) بالطاقة الكهربائية العالية اللازمة لبدء إدارة محرك المركبة.

٢- إمداد كافة المنظومات والأجهزة والدوائر الكهربائية والإلكترونية بالمركبة بالطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيلها أثناء التوقف أو أثناء السرعات المنخفضة لمحرك المركبة، وكذلك عندما تزيد الاحتياجات من الطاقة الكهربائية خارج المولد الكهربائي.

٣- تعتبر البطارية مخزناً للطاقة الكهربائية، يتم السحب منه عند الحاجة لذلك (يقوم المولد الكهربائي بإعادة شحن البطارية حتى تكتمل الطاقة الكهربائية بها في جميع ظروف التشغيل المختلفة).

٤- تعمل كموازن للجهد الكهربائي لكافة المنظومات والأجهزة والدوائر الكهربائية والإلكترونية بالمركبة.

انواع البطاريات المستخدمة في المركبات : تصنف البطاريات المستخدمة في المركبات من حيث نوع المواد المستخدمة في تصنيعها التي تدخل في التفاعلات الكيميائية خاصتها صنفين:-
١- البطاريات الرصاصية تقسم البطاريات الرصاصية إلى قسمين رئيسين:

أ – البطاريات القابلة للصيانة: تسمى أيضًا البطاريات القابلة للسكب، ومن أهم مواصفات هذه البطاريات أنها تحتوي أغطية للخلايا، حيث يمكن فتحها والتعديل على مستوى المحلول وكثافته، وإضافة الماء المقطر إليها وفقًا للمستويات المطلوبة، حيث يرتفع مستوى المحلول فوق الألواح إلى (١٠) مم تقريبًا، انظر إلى الشكل (١٩ أ).

ب البطاريات غير القابلة للصيانة: تكون هذه البطاريات غير قابلة للفتح ولا تحتوي أغطية للخلايا، لذا لا يمكن التعديل على مستوى المحلول وإضافة الماء المقطر للبطارية. تحتوي هذه البطاريات صفائح مصنوعة من سبائك الرصاص؛ لذلك سميت هذه البطاريات بالبطاريات الرصاصية. يمتاز هذا النوع بوجود فتحات شفافة نستطيع بوساطتها الاستدلال على حالة الشحن للبطارية إذا كان لون السائل أخضر تكون البطارية في حالة الشحن المطلوبة، أما إذا كان اللون أسود، فإن البطارية تحتاج إلى الشحن، واللون الأبيض للسائل يدل على انتهاء عمر

البطارية وضرورة استبداله. يحتوي هذا النوع من البطاريات كمية محدودة من المحلول تضاف عند التصنيع، وفتحة تهوية للتخلص من كمية الغازات القليلة الناتجة من التفاعل انظر إلى الشكل (١٩ ب).

الشكل (١٩ أ) البطاريات القابلة للصيانة.

الشكل (١٩ ب): البطاريات غير القابلة للصيانة.

جـ - البطاريات الهجينة : وتستخدم في السيارات الكهربائية

مكونات البطاريات الرصاصية : تتكون البطارية الرصاصية من الأجزاء الآتية:

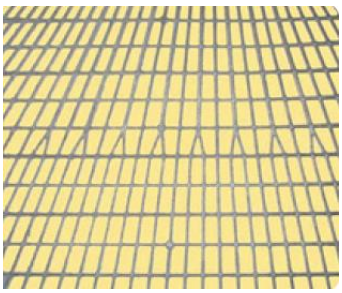
١- الغلاف الخارجي (*Battery case*): يُصنع الغلاف الخارجي للبطارية من مادة المطاط المضغوط أو البلاستيك المقوى، يكون مُقسَّمًا ست حجرات تحتوي الألواح المكونة للخلايا. وتحتوي مكانًا تستقر فيه الترسبات الناتجة من التفاعلات؛ للحيلولة دون بقاء الترسبات على الألواح.

٢- الغطاء العلوي (*Cover*) : يُصنع هذا الغلاف من (المادة نفسها المكونة للغلاف الخارجي، قد يحتوي الغطاء فتحات بمحاذاة كل خلية وذلك في حالة البطاريات القابلة للصيانة، أو عدم احتوائه فتحات مثل البطاريات غير القابلة للصيانة.

٣- الألواح : تحتوي كل خلية من الخلايا البطارية الرصاصي مجموعة من الألواح الشبكية (*Grid Plates*) تتكون هذه الألواح من شبكة مصنعة من سبائك الرصاص تحتوي فراغات، هذه الفراغات تُملأ بمادة ثاني أكسيد الرصاص (*PbO2*) أو مادة الرصاص (*Pb*)، وهي نوعان:

أ- الألواح الشبكية الموجبة (*Positive Plates*): وتحتوي هذه الألواح الموجبة مادة ثاني أكسيد الرصاص بين فراغاتها، وتمتاز بلونها البني الداكن.

ب- الألواح الشبكية السالبة (*Negative Plate*): وتحتوي هذه الألواح السالبة مادة الرصاص بين فراغاتها، وتمتاز بلونها الرمادي، بزيادة لوح واحد عن الألواح الموجبة، وذلك لان الالواح الموجبة اكثر فعالية من الالواح السالبة ، كما يبين الشكل (٢٠) الألواح الشبكية داخل البطارية.



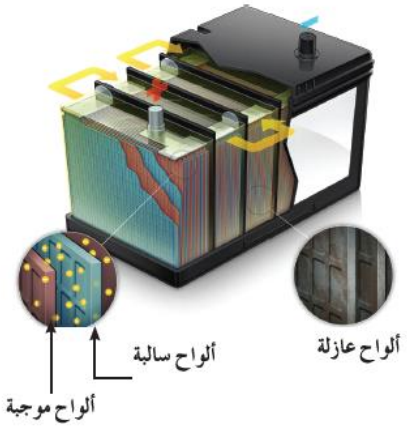
الشكل (٢٠): الألواح الشبكية داخل البطارية.

٤- الألواح العازلة (*Separators*) : تستعمل هذه الألواح وسطًا عازلا للفصل بين الشرائح الموجبة والسالبة، وتتميز هذه الألواح بخصائص، أهمها:

أ - تصنع من ماده عازلة وغير قابلة للتآكل ولا تتأثر بالحموض ودرجات الحرارة، مثل الألياف الزجاجية، والبلاستيك، والمطاط.

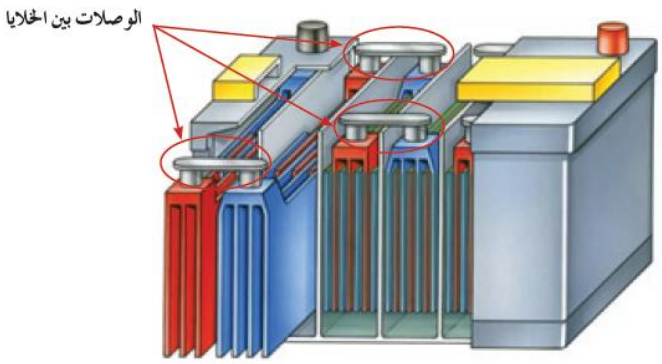
ب- تمتاز هذه السطوح بالمسامية للسماح بانتقال المحلول بين الألواح الموجبة والسالبة.

جـ- تمتلك هذه الألواح سطحًا أملس من جهة الألواح السالبة، وتمتلك سطحًا يحتوي أخاديد طولية من جهة الألواح الموجبة للسماح بنزول المواد المترسبة الناتجة من التفاعلات في أثناء عملية الشحن إلى أسفل، أنظر الشكل (٢١).



الشكل (٢١) ترتيب الألواح داخل البطارية.

٥- الوصلات بين الخلايا : توصل الخلايا ببعضها البعض بوساطة قضبان رصاصية تصل كل لوح موجب أو سالب باللوح المخالف في الشحنة في الخلية المجاورة، وتثبت هذه القضبان إما أعلى الغطاء وإما أسفله، وتعرف هذه الطريقة بالربط على التوالي، حيث تُجمع فولتية الخلايا كلها معًا؛ لنحصل على الفولتية الكاملة للبطاريات. فالمعروف أن البطاريات المستعملة حاليا، تحتوي (٦) خلايا، كل خلية تنتج (١، ٢) فولت، ويصبح مقدار فولتيتها الكلي (١٢,٦) فولت، انظر الشكل (٢٢).



الشكل (٢٢): الوصلات بين الخلايا.

٦- الأقطاب (*Battery Terminals*) : في أغلب البطاريات تكون الأقطاب على الغطاء العلوي للبطارية وفي بعضها تكون على الجانبين، حيث تعمل الشركات الصانعة للبطاريات على تمييز أقطاب البطاريات، فيصنع القطب الموجب غالبًا بقطر أكبر مقارنة بالقطب السالب، ويُغطى القطب الموجب بغطاء أحمر اللون مرسوم علية إشارة (+) ، ويغطى القطب السالب بغطاء أسود أو أزرق مرسوم عليه إشارة (-) كما في الشكل (٢٣).

الشكل (٢٣) أقطاب البطارية.

٧- محلول البطارية الحامضي (*Electrolyte*): يحتوي البطارية محلولا حامضيا بكثافة ١,٢٨٥ غم / سم ٣ . يمثل الماء المقطر النسبة الكبرى وهي ٦٤% من المحلول، أما النسبة المتبقية منه، فتمثل حامض الكبريتيك وهي ٣٦%. كما يجب أن يغمر المحلول الألواح كليا حتى يصل إلى مستوى يرتفع إلى ١٠مم تقريبًا فوق مستوى الألواح.

<u>تحضير المحلول الحمضي (الالكتروليتي) الخاص بالبطاريات</u> :

يعد تحضير المحلول الحامضي الخاص بالبطاريات من أهم الأمور الواجب إتقانها، والتزام التعليمات والإرشادات لضمان السلامة المهنية عند إعداد المحلول وإضافته إلى البطارية:

١- استعمل وعاء غير قابل للتفاعل مع الحمض، يفضل أن يكون من الزجاج أو البلاستيك لتحضير المحلول فيه.
٢- استعمل أداة غير قابلة للتفاعل مع الحمض، يفضل أن تكون خشبية، أو زجاجية، أو بلاستيكية، لخلط المحلول.
٣ - تأكد من ضرورة استبدال المحلول القديم إذا اقتضى الأمر ذلك، ونظف الخلايا بالماء المقطر قبل إضافة المحلول الجديد.
٤ - اسكب كمية مناسبة من الماء المقطر في الوعاء.

٥- أضف كمية مناسبة من الحمض المركز ببطء وحذر شديد خشية أن يتناثر الحامض.

٦- أضف المحلول المحضّر حديثًا بعد التأكد من انخفاض درجة حرارته إلى ٢٦,٧ درجة مئوية

٧- احرص على عدم شحن البطارية حتى تتشبع الألواح بالحامض.
٨- تنبه إلى عدم ملامسة المحلول الجسم أو العينين، وغسل اليدين أو أي جزء من الجسم بالماء البارد جيدًا إذا لامس المحلول أي جزء من أجراء الجسم.

قياس كثافة المحلول :

تقاس كثافة المحلول داخل البطاريات بقياس الوزن النوعي (*Specific Gravity*) للمحلول داخل البطاريات، ويُقتصر عملية قياس كثافة المحلول فقط على البطاريات القابلة للصيانة، التي تحتوي فتحات للخلايا.

عند قياس الوزن النوعي للمحلول داخل البطارية، يجب التنبه إلى تأثير درجة الحرارة في قيمة الوزن النوعي للمحلول حيث تختلف بمقدار (٠،٠٢) (غم / سم^{٣}) لكل درجة حرارة ، لذلك يجب التنبه إلى تعديل قيمة الوزن النوعي مع انخفاض درجة الحرارة أو ارتفاعها عن (٢٧°س). يستعمل جهاز خاص لقياس كثافة المحلول داخل البطاريات، ويسمى الهيدروميتر (*Hydrometer*) أو المكثاف، ويتكون الهيدروميتر من أنبوب زجاجي ذي نهاية رفيعة يتصل ببصيلة مطاطية في نهايته، ويحتوي عوامة زجاجية داخلية صممت بحيث تحتوي انتفاخا ممتلئا بحبيبات من الرصاص المتماسكة داخل هذا الانتفاخ، وقد صُنعت العوامة بحيث يحتوي سطحها الخارجي نتوءات لمنع التصاقها بالأنبوب، انظر إلى الشكل (٢٤).

الشكل (٢٤) الهيدروميتر جهاز قياس كثافة المحلول.

تُرصد كثافة المحلول عبر التدريج الموجود على عوامة الهيدروميتر، ونستدل بذلك على حالة البطارية. يستعمل جهاز الهيدروميتر لقياس كثافة المحلول داخل البطاريات كما يأتي:
١- فرغ الهواء من الجهاز بالضغط على الكرة المطاطية للجهاز.
٢- أدخل الأنبوب المطاطي للجهاز في الخلية المراد قياس كثافة المحلول فيها.
٣- اسحب كمية من محلول الخلية المراد قياس كثافة المحلول فيها.
٤- اقرأ تدريج العوّامة الزجاجية، يجب التنبه إلى أن يكون مستوى نظرك أفقيا ليماثل مستوى المحلول.

تُحدد حالة البطارية بناء على قراءة الجهاز كما يأتي:
١- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون أخضر ، فكثافة المحلول جيدة، وتكون كثافة كثافه (١,٢٩-١,٢٦٤) غم / سم^{٣}

٢- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون الأبيض، فكثافة المحلول متوسطة وبحاجة إلى الشحن، وتكون كثافة (١,٢٠٥-١,٢٣٥) غم/سم^{٣}
٣- إذا وصل مستوى المحلول عند التدريج باللون الأحمر ، فكثافة المحلول منخفضة جدا، وتكون كثافته (١,١١٠-١,١٦٥) غم/سم^{٣}.

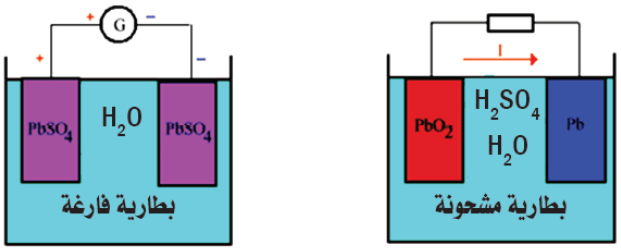
شحن البطاريات الرصاصية :

تُعد عملية شحن البطاريات عملية تتحول فيها الطاقة من طاقة كهربائية إلى طاقة كيميائية .

١- شحن البطارية للمرة الأولى عند الانتهاء من تصنيع البطارية يُشحن بشحنة ابتدائية تسمى شحنة التكوين، تتم هذه العملية وفقًا لما يأتي:

وَصْلُ طرفي البطارية بمصدر فولتية كهربائية مقدارها (٢,٥ فولت) للخلية الواحدة، حيث يمر تيار كهربائي عَبْرَ المحلول يؤدي إلى تحلل الماء إلى هيدروجين وأوكسجين، ويبدأ التفاعل الكيميائي، حيث يرتبط الأوكسجين مع أول أكسيد الرصاص على الألواح الموجبة مُكوّنا طبقة من ثاني أكسيد الرصاص، وتتفاعل أيونات الهيدروجين مع أول أكسيد الرصاص على الألواح السالبة مكونة رصاصًا إسفنجيا، وهكذا تكون البطارية جاهزة للاستعمال لأول مرة ومشحونة شحنة كاملة.

٢- تفريغ البطاريات عند وصل البطارية بدائرة كهربائية تغذي حملًا كهربائيا داخل المركبة، مثل (نظـــام الإنارة، محرك بـــدء الحركة، نظام التحذير، وغيرها)، تبدأ عملية التفريغ، حيث تتحول الطاقة من كيميائية إلى كهربائية وهي عكس عملية الشحن، حيث يتحلل الهيدروجين والكبريتات إلى أيونات نتيجة التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل البطارية، ينفصل الكبريتات (SO_4) عن الهيدروجين (H_2) ، وتتحد مع الرصاص (Pb)، على كل الصفيحتين الموجبة والسالبة مكونة كبريتات الرصاص ($Pbso_4$)، وتتحد ذرة الأوكسجين (O_2) مع الهيدروجين مكونة الماء (H_2O) ، في نهاية التفريغ يصبح المحلول ماء (H_20) والصفائح الموجبة والسالبة مكونة من كبريتات الرصاص ($Pbso_4$). المعادلة الكيميائية في أثناء التفريغ، كما في الشكل (٢٥).



$$(PbSO_4)^{+}+(PbSO_4)^{-}+2H_2O \rightleftharpoons PbO_2+Pb+2H_2SO_4$$

الشكل (٢٥) التفاعلات في أثناء عملية الشحن والتفريغ للبطارية.

نتائج التفاعلات الحاصلة داخل البطارية في أثناء عملية التفريغ:

أ – تكون كبريتات الرصاص على اللوحين حتى تُستهلك المادة الفعالة فيها.
ب - ازدياد كمية الماء، وعليه، ينخفض الوزن النوعي للمحلول داخل البطارية.
جـ - مع تكرار حدوث هذه التفاعلات تتكون مادة كبريتات الرصاص ($PbSO4$) طبقةً عازلة على الألواح السالبة والموجبة، وعليه، تقلل من كفاءة البطارية.

٣- إعادة شحن البطارية الرصاص : في أثناء عملية الشحن توصل البطارية بمصدر للتيار المستمر (الطاقة كهربائية)، حيث تتحول الطاقة من طاقة كهربائية إلى طاقة كيميائية تخزن داخل البطارية. تُشحن البطاريات بطريقتين، هما:

أ - الشحن السريع، في هذه الحالة يجب ألا تتجاوز قيمة تيار الشحن (٠,٨) من سعة البطارية.
ب- الشحن البطيء، في هذه الحالة يجب ألا تتجاوز قيمة تيار الشحن (٠,١) من سعة البطارية.
إن التفاعلات التي تحدث في أثناء الشحن تكون معاكسة للتفاعلات في أثناء التفريغ وتحدث وَفْقًا للمعادلات الآتية التي تبين مراحل الشحن:

$$(PbSO_4)^+ + (PbSO_4)^- + 2H_2O \longrightarrow PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4$$

أعطال البطاريات الرصاصية

تتعرض البطاريات الرصاصية إلى أعطال عديدة، تؤثر في أداء البطارية داخل المركبة، وهي موضحة في الجدول الآتي، فضلًا عن سبب العطل وطريقة صيانته :

الرقم	العُطْل	السبب	طريقة الصيانة
1	انخفاض مستوى المحلول	• التبخر بسبب ارتفاع درجة الحرارة التي تؤثر في التفاعلات داخل البطارية. • زيادة تيار الشحن. • تسرب المحلول بسبب كسر في الغلاف الخارجي للبطارية.	• إضافة الماء المقطر. • تغيير المنظم. • تغيير البطارية. • إصلاح مكان التسريب.
2	انخفاض شديد في كثافة المحلول	• البطارية غير مشحون. • عطل في المولد، يتسبب في عدم شحن البطارية جيدًا. • عطل في دارة الشحن. • ارتفاع نسبة الماء المقطر إلى نسبة الحامض داخل البطارية.	• شحن البطارية. • تحديد العُطْل الحاصل في المولد، والأنظمة المسؤولة عن شحن البطارية. • تعديل كثافة المحلول حسب النسب المطلوبة.
3	زيادة كثافة المحلول	• عدم تحضير المحلول بالنسب المطلوبة، وذلك بارتفاع نسبة الحامض إلى نسبة الماء المقطر داخل البطارية.	• تحضير المحلول وِفْقًا للنسب المطلوبة.

4	خروج المحلول من فتحات التهوية	• زيادة مستوى المحلول عن الحد الأعلى المحدد داخل البطارية. • عدم ضبط جهاز الشحن على الفولتية المناسبة للبطارية، في أثناء عملية الشحن.	• تعديل مستوى المحلول داخل البطارية، بسحب الكمية الزائدة. • ضبط جهاز الشحن على الفولتية المناسبة للبطارية.
5	انخفاض العمر الافتراضي للبطارية	• عطل في دارة التوليد والشحن أو الحِمْل مما يسبب زيادة الشحن، أو زيادة في التفريغ.	• فحص المولد والمنظم، وفحص دارات الحمل الكهربائي. • إجراء صيانة دورية للبطارية. • عزل المرابط وتغيير الجزء المسبب للعطل.
6	هبوط الفولتية في البطارية	• عطل في دارة التوليد والشحن.	• تغيير الجزء المسبب للعطل.
7	انفجار البطارية	• حدوث قصر في دارة البطارية ووجود شرارة كهربائية بين أسلاك الدارات الكهربائية القريبة من البطارية.	• اتخاذ الاحتياطات اللازمة كلها عند التعامل مع البطارية.

سعة البطارية (*Battery Capacity*)

تعرّف سعة البطارية أنها مقدار ما تزودنا به البطارية من أمبير في الساعة قبل أن تنخفض فولتية الخلية الواحدة فيه إلى (*1.8V*) ويُعَبَّر عنه بوحدة (*A.H*) ، أي إذا استعملنا بطارية سعتها (*80 A.H*)، وصلت بحمل يحتاج إلى تيار (تيار التفريغ) مقداره (٨) أمبير، يمكن للبطارية تزويد الحمل الكهربائي بالتيار مدة (١٠) ساعات. وتُحدد سعة البطارية في المركبات حسب قيمة التيار اللازم لبدء التشغيل .

العوامل المؤثرة في سعة البطاريات

١- مساحة أسطح الألواح الموجبة والسالبة.
٢- سمك المادة الفعالة على الصفائح.
٣ - حجم محلول البطارية وكثافته.
٤- درجة حرارة المحلول.
٥ - مسامية المادة الفعالة والصفائح العازلة.
٦ - معدل تيار التفريغ.

ملاحظة / في الظروف الجوية الباردة يواجه الكثير مشكلة في تشغيل المركبة بسبب عدم قدرة البطارية فيها على تزويد محرك البدء بالطاقة اللازمة، ما سبب ذلك؟
الجواب/ البطارية تعجز عن تزويد منظومة بدء الحركة بالمركبة في درجات الحرارة المنخفضة لسببين، هما:

١- انخفاض درجة حرارة المحلول، وعليه، يضعف التفاعل الكيميائي داخل البطارية، ما يؤدي
٢- عند انخفاض درجة الحرارة، تزداد لزوجة الزيت في المركبات الذي يستعمل لتزيت المحرك؛ لتسهيل عملية حركة الأجزاء في المحرك عند بدء الحركة، وعليه، يلزم سحب تيار أكبر من البطارية لبدء الحركة في المحرك،
انظر إلى الجدول (٢-٢)، العلاقة بين درجة حرارة البطارية إلى انخفاض سعة البطارية أي ضعف التزويد بالأمبير. ساعة. وكفاءتها.

جدول (2–2): العلاقة بين درجة حرارة البطارية وكفاءتها.

درجة الحرارة (سْ)	كفاءة البطارية المشحونة تمامًا
26.7	99%
10	82%
0	75%
−10	63%
−31	37%

الخصائص الفنية للبطاريات والعوامل المؤثرة في اختيار البطارية المناسبة :

يتم اختيار البطاريات واستعمالها بناء على عوامل عديدة منها ما تختص بخصائص البطارية وكفاءته وأدائه، وعوامل أخرى تختص بالتلوث والانبعاثات. سنشرح بالتفصيل جميع الخواص الفنية للبطارية والعوامل المؤثرة في كيفية اختياره كما يأتي :

١ - السعة (*Capacity*) سعة البطارية تعني مقدار التيار الذي يمكن للبطارية تزويد الحمل به في زمن محدد، على سبيل المثال: البطارية التي تكون قادرة على إعطاء (٤) أمبير مدة ساعة واحدة، تمتلك سعة (٤) أمبير - ساعة ، و تكتب على البطارية (*4Ah*)، هذه البطاريات من الممكن أن تعطي (٤) أمبير مدة ساعة واحدة أو (٨) أمبير مدة نصف ساعة، أو (١٦) أمبير مدة ربع ساعة، فكلها تعني (*4Ah*).

٢- *C-Rate*: كل بطارية لها مقدار محدد لأقصى تيار يمكن أن تعطيه ولا يمكن تجاوزه، ويُعبر عنه بـ (*Crate*) ، علما أن الشركة المصنعة هي التي تحدد وتكتب (*C-Rate*) في مواصفات منتج (*Datasheet*).

٣- تاريخ الإنتاج: تاريخ إنتاج بطارية السيارة يعني الكثير لعمرها، حيث تتبع شركات تصنيع البطاريات ترميزا خاصا توضح بوساطة تاريخ إنتاج البطاريات، وكل شركة لها أسلوبها الخاص في الترميز توضح الصورة في الشكل (٢٦) تاريخ الإنتاج، مثل (*5BZ 11 C*)، حيث :

(*5*): ترمز إلى سنة الصنع، ومنها نستدل على أن سنة الصنع (٢٠٠٥).
(*B*): ترمز إلى الشهر من السنة، وهنا ترمز إلى شهر فبراير (شباط).
(*Z*): ترمز إلى رمز المصنع، وهو في كندا.
(*11*): ترمز إلى يوم الإنتاج.
(*C*): ترمز إلى مجموعة الإنتاج (شفت الإنتاج).

الشكل (٢٦) تاريخ الإنتاج للبطارية.

حجم البطاريات من المهم تحديد حجم البطارية المطلوبة بناءً على نوع المركبة المراد استعمال البطارية فيها، بناءً على توصيات الشركات الصانعة إن اختيار البطاريات غير المناسبة في الحجم والنوع قد أن يؤثر في كفاءة البطارية والعمر الافتراضي لها، يجب مراعاة الأبعاد المكانية للبطارية داخل المركبة؛ لضمان ثبات البطارية جيدًا داخل المركبة، وعدم تعرضها للحركة والاهتزاز، ما يؤثر سلبًا في الأقطاب، ويؤدي إلى تأكلها، وعليه، ينخفض العمر الافتراضي للبطارية.

٥- تُستعمل مواد كيميائية وخطرة في صناعة البطاريات، وذات تأثير سلبي في البيئة، لذلك يجب اختيار البطارية الأقل تأثيرًا في البيئة والأقل انبعاثا، مثلا، تعدّ بطاريات النيكل كادميوم من أخطر أنواع البطاريات الموجودة حاليًّا وقد مُنع استعمالها في كثير من الدول الأوروبية، لتأثيرها الكبير على ثقب الأوزون، وتوجه المصنعون لصناعة بطاريات النيكل متال (معدن) بدلًا من الكادميوم.

نظام التوليد والشحن

بعد تشغيل المركبة بوساطة البطارية ونظام التشغيل، يجب علينا إعادة البطارية إلى حالة الشحن الكامل، استعدادًا لبدء التشغيل التالي. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يتوافر المصدر الكهربائي؛ ليغذي الأنظمة التي تحتاج إلى الطاقة الكهربائية في المركبة هاتان الوظيفتان: إبقاء البطارية مشحونة كلها وتزويد التيار للحفاظ على تشغيل المركبة هما مهمتا نظام التوليد والشحن. الغرض من نظام الشحن تحويل الحركة الميكانيكية للمحرك إلى طاقة كهربائية؛ لإعادة شحن البطارية وتشغيل المركبة يعتمد نظام التوليد على مبدأ ،فاراداي، إنتاج الجهد الكهربائي في حالة حدوث حركة بين الموصل، والمجال المغناطيسي، يقطع الموصل خطوط المجال المغناطيسي ويعتمد مقدار الجهد الناتج على سرعة الموصل، والزاوية بين الموصل، وخطوط المجال المغناطيسي وكثافة خطوط المجال المغناطيسي.

مكونات نظام التوليد والشحن

يحتوي نظام التوليد والشحن مجموعة من العناصر التي تزود المركبة بالتيار الكهربائي اللازم لضمان سير بقية الأنظمة الكهربائية الموجودة في المركبة كما يجب.

١ - البطارية (Battery): تعدّ البطارية المصدر الرئيسي للطاقة الكهربائية في المركبة، حيث يحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية في أثناء عملية التفريغ، ويحول الطاقة الكهربائية إلى كيميائية في أثناء عملية الشحن.

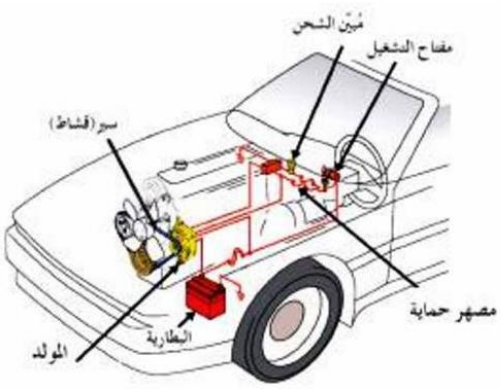
٢ - مفتاح التشغيل Ignition Switch: يسمى أيضًا مفتاح الإشعال، عند إغلاقه يوصل التيار إلى الأحمال ونظام الإشعال في المركبة.

٣ - مؤشر حالة الشحن (Charge indicator light مصباح يضيء عند بدء التشغيل لبيان حالة شحن المولد، وكذلك يوضح وجود عطل في نظام التوليد إذا أضاء في أثناء عمل المحرك في المركبة، حيث يفترض به أن ينطفئ بعد بدء عمل محرك المركبة.

٤ - المولد (Alternator): هو العنصر الذي يشحن البطارية في أثناء عمل محرك المركبة.

٥ - منظم الجهد (Voltage regulator) هو العنصر الذي ينظم عملية شحن البطارية، وذلك عبر تنظيم فولتية المولد.

٦ - الوصلات والأسلاك للدائرة الكهربائية (Cable) هي الأسلاك والوصلات التي تربط بين الأجزاء المكونة نظام التوليد والشحن.



مكونات نظام التوليد والشحن

أنواع المولدات

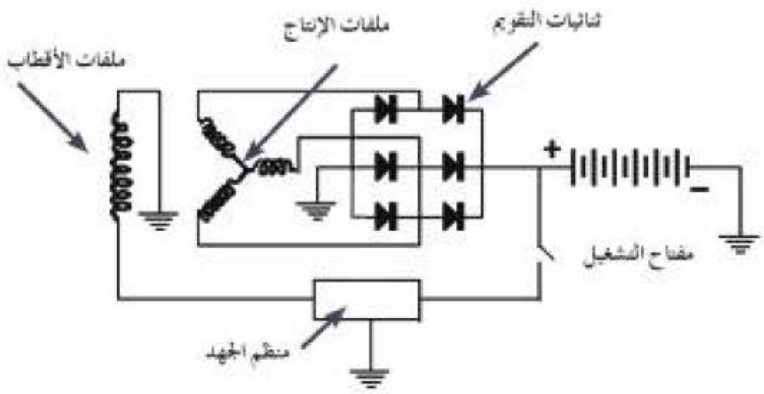
يُعد المولد من أهم العناصر المكونة نظام التوليد والشحن. وتُصنف المولدات من حيث نوع التيار الناتج إلى مولدات تيار مستمر ومولدات تيار متناوب سيُخصص الحديث عن مولّدات التيار المتناوب، حيث تُعدّ النوع الأكثر استعمالا في المركبات في الوقت الحاضر.

١- مولدات التيار المستمر: استعملت مولدات التيار المستمر سابقا في أنظمة التوليد وشحن المركبات، لتوليد الطاقة الكهربائية والقيام بدور مولدات التيار المتناوب الحالية نفسها، لتزويد المركبة بالطاقة الكهربائية اللازمة لضمان عمل المركبة بالصورة المناسبة، واستعمل في هذا النوع من مولدات التيار المستمر مبدأ ميكانيكي بحت يسمى (العاكس الكهربائي أو عضو التوحيد)، حيث يعكس القطب السالب والقطب الموجب. عندما يغير التيار اتجاهه بسبب قطبية المجال المغناطيسي. كذلك استعملت المنظمات الكهرومغناطيسية لتنظيم الجهد، وللتحكم في عملية شحن البطارية وتفادي الشحن المفرط للبطارية.

نظرا لوجود العناصر الميكانيكية بكثرة وكثرة أعطالها في مولدات التيار المستمر، أصبحت هذه التقنية غير مستعملة حاليا في أنظمة التوليد والشحن في المركبات، وغيرت حديثا إلى مولدات التيار المتناوب؛ لارتفاع مستوى أدائها.

٢ - مولدات التيار المتناوب : يعد نظام التغذية أو التزويد للمولد واحدًا من أهم الأمور التي تضمن عمل المولد بالصورة المناسبة. إن الجهد المتولد في ملفات المنتج هو المسؤول عن توليد المجال المغناطيسي في المولد يمكن تزويد هذا المولد بجهد بصورة منفصلة، أو يمكن إنتاجه من المغناطيسية المتبقية في قلب الأقطاب وتسمى هذه الآلية نظام التغذية أو التزويد، وتُصنف المولدات بناءً على نظام التغذية إلى صنفين نظام التغذية المنفصل، ونظام التغذية الذاتية.

أ - مولد ذو التغذية المنفصلة (Separately Excited Alternator): في هذا النوع من المولدات يُزود المولد بجهد من مصدر خارجي، حتى يبدأ المولد بالعمل والوصول إلى الجهد الكهربائي المناسب، لشحن البطارية في المركبة وبدء عمل نظام التوليد والشحن بالصورة المطلوبة، وهذه المولدات لا تحتوي ثنائيات تغذية .



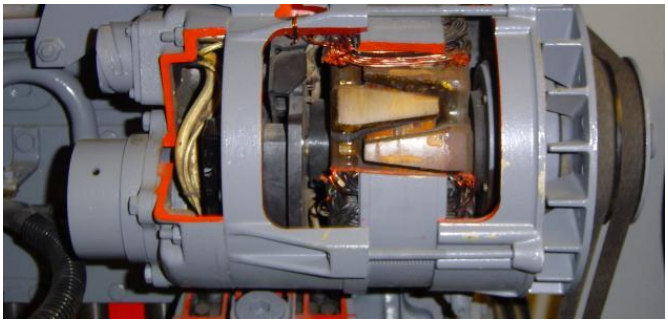
مخطط مولد تيار متردد ذي تغذية منفصلة.

ب - مولد التيار المتناوب ذو التغذية الذاتية (Self-Excited Alternator): يعتمد هذا المولّد على المغناطيسية المتبقية في قلب الأقطاب للإسهام في بدء عمل المولد بالصورة المناسبة وذلك عبر توليد فولتية معتمدة على المغناطيسية المتبقية في قلوب الأقطاب، ونتيجة للفولتية القليلة المتولدة، يمر تيار في ملف الأقطاب، ما يؤدي إلى زيادة قيمة الفولتية فيعمل المولد على إنتاج الفولتية في ملف الإنتاج وبدء عمل نظام التوليد والشحن، لذلك سمي المولد ذا التغذية الذاتية، لأنه لا يعتمد على مصدر خارجي لتزويده بالفولتية اللازمة لبدء العمل.

تصنيف مولدات التغذية الذاتية

تصنف مولدات التيار المتناوب ذوات التغذية الذاتية بناءً على تركيب العضو الدوار إلى ثلاثة تصنيفات:

١ - مولد القطب المشطور وحلقتا الانزلاق سمي هذا النوع مولد القطب المشطور؛ بسبب طريقة تصنيع العضو الدوار، حيث يتكون العضو الدوار من قطبين مفصولين عن بعضهما إلا أنهما متداخلان، و يحتوي هذا النوع حلقتي الانزلاق اللتين تتصلان بالفرش الكربونية.



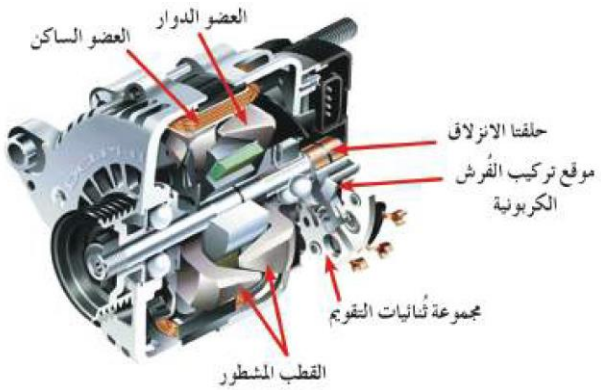
مولد تيار متناوب ذو قطب مشطور

٢ - مولد القطب المفرد وحلقتا الانزلاق يُصنع هذا النوع من المولدات بعضو دوار قطب واحد يحتوي (٦) ملفات أقطاب منفصلة، ويحتوي هذا النوع حلقتي انزلاق تتصلان بالفرش الكربونية.

٣ - مولد القطب المشطور والمغذي: في هذا النوع من المولدات، لا توجد حلقتا الانزلاق، حيث تستعمل ثلاث مجموعات من الملفات الثلاثية الطور الموجودة مع العضو الدوار، وملف مركب مع العضو الساكن، لتحل محل حلقتي الانزلاق، ويتميز هذا النوع من المولدات بعدم الحاجة إلى عمليات الصيانة المتكررة؛ بسبب عدم وجود فرش كربونية.

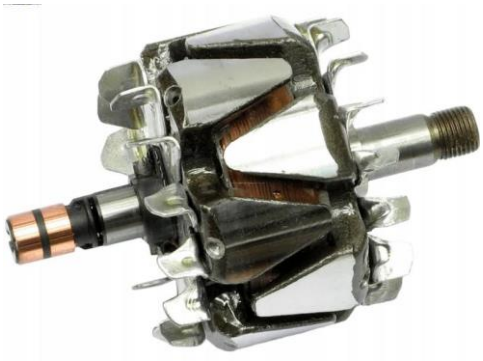
تركيب مولد التيار المتناوب

يتكون المولد من الأجزاء والقطع التي تُركب معًا، وفي ما يأتي توضيح العناصر جميعها التي تتكون منها مولدات التيار المتناوب



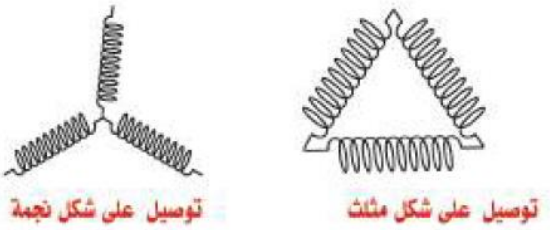
اجزاء المولد

١ - العضو الدوار (Armature): يتكون العضو الدوار من (ملف الأقطاب) الذي يتحكم في كثافة خطوط المجال المغناطيسي، وهو مجموعة الأسلاك النحاسية المعزولة التي تُلف على قلب منفصل إلى جزأين من المعدن (قلب الأقطاب، و توجد حلقتا الانزلاق النحاسيتان المعزولتان متصلتين نهاية ملف الأقطاب. تُثبت الأجزاء المذكورة كلها مسبقا على عمود المولد (محور الدوران).



العضو الدوار بالمولد

٢ - العضو الساكن (Stator) عبارة عن طبقات رقيقة من الفولاذ، يحتوي ثلاث مجموعات من الملفات، توصل هذه الملفات على التوالي، وتوصل المجموعات معًا بطريقة النجمة، أو طريقة المثلث ، بهذا الجزء يتولد تيار متناوب ينتقل إلى الثنائيات لتحويله إلى تيار مستمر.



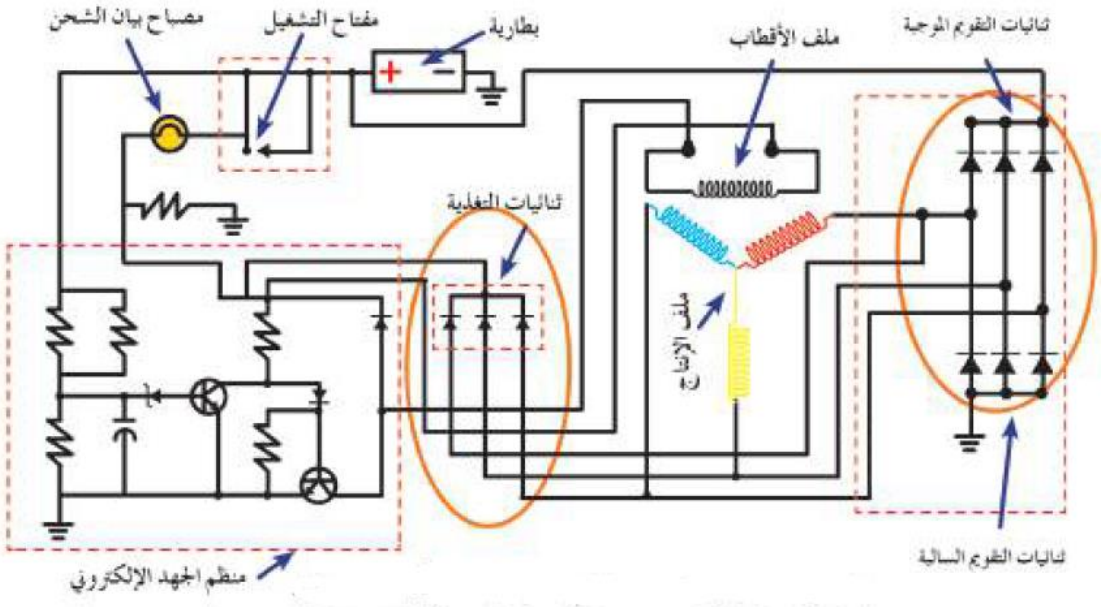
العضو الساكن (الثابت) في المولد طريقة توصيل ملفات الإنتاج بطريقة المثلث وطريقة النجمة بالترتيب.

٣ - مجموعة ثنائيات التقويم (Rectifier Diodes)

أ - تقوم الفولتية المتولدة ثلاثية الطور إلى فولتية مستمرة، عبر مجموعة ثنائيات التقويم، إذ تتألف هذه المجموعة من ستة ثنائيات ثلاث منها موجبة، وثلاث سالبة متصلة ملفات الإنتاج، بحيث يتصل كل ملف بثنائي موجب وثنائي سالب، وتُركب الثنائيات على قاعده تسمى الحامل، حيث يؤدي الحامل دوره في تشتيت الحرارة الناشئة عن عمل الثنائيات في أثناء التقويم.

ب- من أهم وظائف دوائر تقويم الموجة، تحويل موجة التيار السالبة إلى موجة موجبة، وتحويل الموجة الجيبية المتناوبة للجهد إلى موجات بصورة (pulses) لجهد مباشر.

ج- المخطط يحتوي دائرة المقوم التي تتألف من ثلاثة ثنائيات موجبة وأخرى سالبة، وثلاثة ثنائيات تغذية.



المخطط الكهربائي لدوائر التقويم لمولد التيار المتناوب.

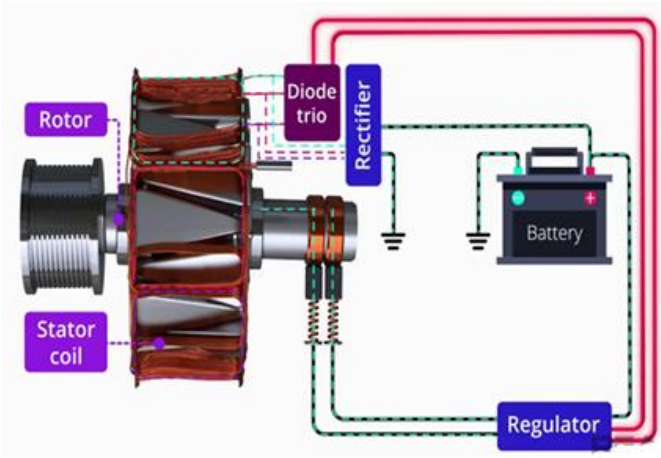
وقنطرة الثنائيات عبارة عن قطعتين من الألمنيوم مفصولتين عن بعض، تشكل كل منهما نصف دائرة تقريبا. وتحمل كل قطعة ٣ ثنائيات.

ألواح قنطرة التقويم

تحتوي بعض المولدات ثنائيات إضافية تسمى ثنائيات التغذية، وغالبا تكون ثلاثة ثنائيات ويقوم مبدأ عملها على تحويل التيار المتناوب المتولد من ملفات الإنتاج إلى تيار مستمر، لتغذية ملفات الأقطاب.

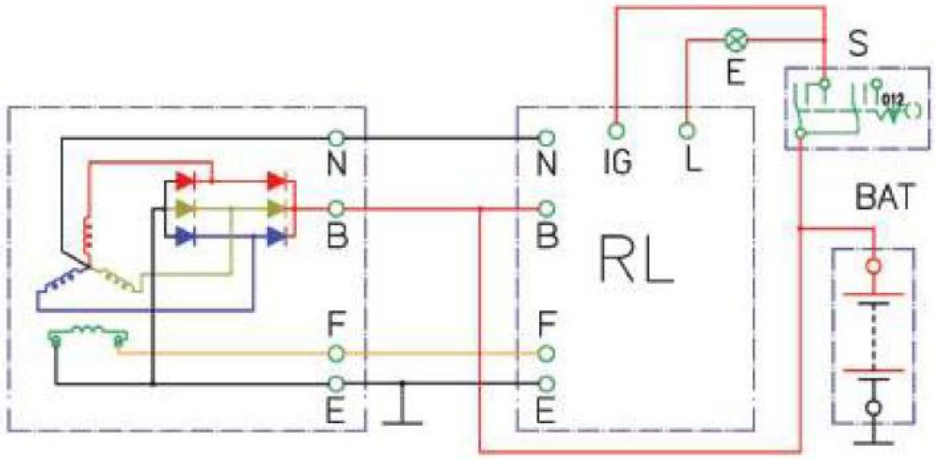
٤ - الفرش الكربونية (Carbon Brushes): الفرش الكربونية تصنع من الكربون، ويمكن أن تضاف إليها مواد أخرى لمنحها الصلابة المناسبة لطبيعة عملها ، والسبب في استعمال مادة الكربون في صناعة الفُرش الكربونية، قدرته الجيدة على توصيل الكهرباء من جهة، وحتى لا يتعرض للانصهار بسبب الحرارة التي يتعرض لها في أثناء التوصيل من جهة أخرى، بالإضافة إلى سهولة تشكيله وتصنع الفرش الكربونية بأحجام مختلفة بناءً على حجم المحرك وقدرته الذي تُركب معه وهذه الأحجام قياسية، وفي الأنواع الجيدة منها يُكتب (رقم المقاس على سطح الفرشة، وتُثبت بالحامل، حيث تتصل بنوابض تدفعها نحو حلقتي الانزلاق وتعمل الفرش على توصيل التيار الكهربائي من المنظم إلى ملف الأقطاب في العضو الدوار للمولّد عند ملامستها حلقات الانزلاق.

الفرش الكربونية



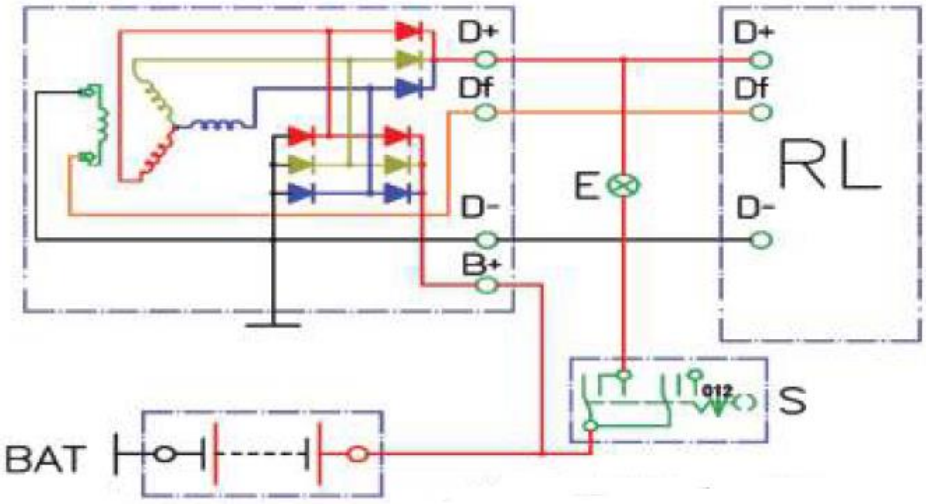
مخطط توصيل الفرش الكربونية في نظام التوليد والشحن.

٥ - أطراف التوصيل (Connection Terminals) حددت أطراف التوصيل للمولد بوساطة أحرف متعارف عليها من قبل الشركات جميعها المصنعة للمولدات. وتعتمد كل شركة نقاط التوصيل الخاصة لها، مثال على ذلك، الشركات اليابانية التي تعتمد للمولد ست نقاط هي: (B,IG,L,F,N,E) انظر إلى الشكل ، الذي يبين مخطط نظام التوليد والشحن المستعمل في النظام الياباني للتوصيل.



مخطط نظام التوليد والشحن المستعمل في النظام الياباني للتوصيل.

أما الشركات الأمريكية، فتعتمد ثلاث نقاط هي: (B،2،1)، والشركات الألمانية تعتمد أربع نقاط (DF,D-B,D+) انظر إلى الشكل (١٦٥) مخطط نظام التوليد والشحن المستعمل في النظام الألماني للتوصيل.

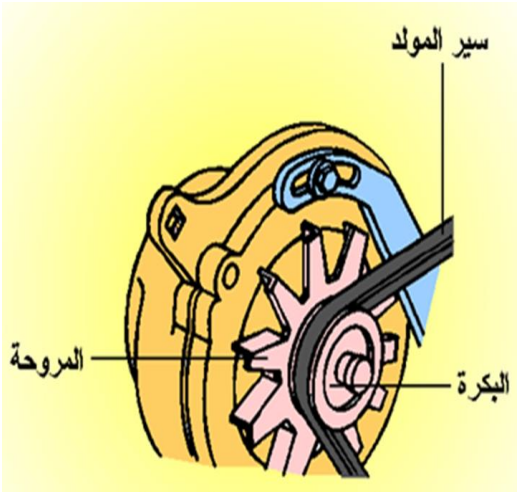


مخطط نظام التوليد والشحن المستعمل في النظام الألماني للتوصيل

جدول يوضح دلالات نقاط التوصيل ورموزها في أنظمة التوليد والشحن

الرمز	دلالة الرمز
B	الخط الموجب للبطارية
+D	الخط الموجب لمنظم الجهد
-D	الخط السالب لمنظم الجهد
DF	خط تيار تغذية ملف الأقطاب
E	الشاصي (التأريض)
IG	مفتاح الإشعال
L	الحمل الكهربائي
F	خط تيار تغذية ملف الأقطاب
N	الخط المحايد

٦ - المروحة والبكرة وسير المولّد : توجد المروحة والبكرة على محور الدوران أو عمود المولد. تتحرك بكرة المولد نتيجة حركة عمود المرفق وتنتقل الحركة من بكرة عمود المرفق بوساطة سير الحركة. وتقوم المروحة نتيجة لتحريكها بتبريد المولد والمحافظة على عدم ارتفاع درجة حرارته، نتيجة التيار المتولد من ملفات الإنتاج.



٧ - الغلاف الخارجي (Cover): يُصنع الغلاف من معدن الألمنيوم، كما يتكون الغلاف من غطاء أمامي، وغطاء خلفي، و يستعمل لربط أجزاء المولد الداخلية، وحمل العضو الدوار.

المقارنة من حيث	مولدات التيار المستمر (DC)	مولدات التيار المتناوب (AC)
الحجم والوزن (للقدرة نفسها)	أكبر وزنا وحجما.	أصغر حجمًا ووزنا
الشحن في أثناء السرعات البطيئة	غير ممكن.	ممكن.
سرعة الدوران	سرعة الدوران تؤدي إلى تلفه	إمكانية الدوران السريع.
تكاليف الصيانة	مرتفعة.	منخفضة.
قاطع تيار:	يحتاج إلى قاطع تيار.	لا يحتاج إلى قاطع تيار بسبب وجود الثانيات.
سعة البطارية:	يناسب البطاريات ذوات السعة القليلة فقط.	يناسب البطاريات ذوات سعات مختلفة.
سهولة التركيب	صعوبة التركيب مع محرك المركبة.	سهولة التركيب مع محرك المركبة.
مساحة التركيب	يشغل مساحة أكبر عند التثبيت في المركبة.	يشغل مساحة أصغر عند التثبيت في المركبة.
الأجزاء المتحركة والميكانيكية:	كثرة الأجزاء المتحركة فيه.	الأجزاء المتحركة قليلة.
العمر التشغيلي للمولد :	عمر تشغيلي أقصر مقارنة مع مولد التيار المناوب	عمر تشغيلي أطول مقارنة مع مولد التيار المستمر.

منظمات الجهد

إن وجود عنصر لتنظيم الجهد في نظام التوليد والشحن مهم للغاية لأسباب عدة منها إبقاء البطارية مشحونا بالكامل. إذا كان تيار الشحن أقل من مقدار التيار اللازم لتشغيل المركبة، سيُفرغ البطارية تدريجيا، لذلك يجب أن يُزود نظام التوليد الشحن بالتيار الكافي لتشغيل المركبة، بما في ذلك الملحقات وشحن البطارية بمجرد أن يكون البطارية مشحونًا بالكامل، يجب أن ينخفض معدل الشحن إلى مستوى منخفض بما يكفي لعدم زيادة شحن البطارية.
بالإضافة إلى ذلك، فإن وجود الملحقات الإلكترونية في السيارة، جعل تنظيم مستوى جهد الشحن مهما للغاية. يمكن أن تتلف الأجهزة والملحقات وغيرها من المعدات الرقمية إذا كان نظام الشحن يسمح برفع جهد النظام عاليًا جدًّا.

ان وضيفة منظم الجهد هو تنظيم شحن البطارية؛ بحيث يتحكم في الحد الأعلى للفولتية الصادرة من المولد وشدة التيار الكهربائي، حيث يقطع التيار عن العضو الدوار أو يقلله، فيقل المجال المغناطيسي المتقاطع مع العضو الثابت، ما يؤدى إلى تقليل تيار الشحن الصادر من المولد أو قطعه.

العوامل المؤثرة في فولتية المولد

١ - سرعة دوران المولد يعتمد المولد على سرعة دوران المحرك في المركبة، حيث تتغير قيمة الفولتية للمولد بتغير السرعة، تزداد الفولتية بزيادة السرعة وتنخفض بانخفاضها.
٢ - شدة المجال المغناطيسي: يتحكم تيار تغذية الأقطاب في العضو الدوار للمولد بشدة المجال المغناطيسي، كلما ازداد التيار ازداد المجال المغناطيسي، فتزداد الفولتية، والعكس صحيح.

تصنف منظمات الجهد من حيث مبدأ العمل إلى ما يأتي:

١ - المنظمات الكهرومغناطيسية: تتكون المنظمات الكهرومغناطيسية في أبسط صورها من: ملف رفيع حول قلب من الحديد المطاوع، وعدستي تماس ثابت ومتحرك، وشريط نابضي ، ومقاومة تنظيم وتصنف المرحلات حسب ملفات المنظم (الخلية) ونقاط التماس إلى :

أ - منظمات ذوات خلية واحدة (ملفات منظم ذي مماس منفرد).

ب- منظمات ذوات خلية واحدة ذوات تماس مزدوج.

جـ- منظمات ذوات خليتين وتستعمل في المولدات ذوات التغذية المنفصلة.

٢ - المنظمات الإلكترونية : تعمل المنظمات الإلكترونية بمبدأ المنظمات الكهرومغناطيسية نفسه، حيث تنظم عمليتي التوليد والشحن في المركبة لكن تختلف بتركيبها الداخلي، حيث تحتوي عناصر مصنعة من مواد شبه موصلة تعمل كمفاتيح كهربائية. عند بدء التشغيل المركبة وقبل تشغيل المحرك، يضيء مصباح مبين الشحن المتصل بالبطارية بمجرد تشغيل المحرك، فتتكون دائرة قصر في المنظم لتصل بين البطارية والمولد فينطفئ المصباح.

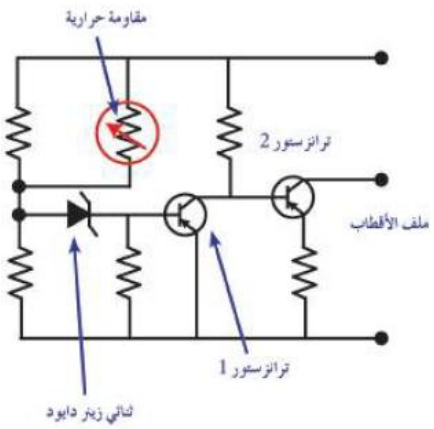
تركيب المنظمات الإلكترونية تتكون المنظمات الإلكترونية من

١ - ترانزستورين.

٢ - ثنائي زينر

٣ - مقاومة حرارية.

٤ - مقاومات ثابتة.



دائرة كهربائية لمنظم شحن إلكتروني.

مميزات المنظمات الإلكترونية

١ - لا تحتاج إلى الصيانة الدورية.

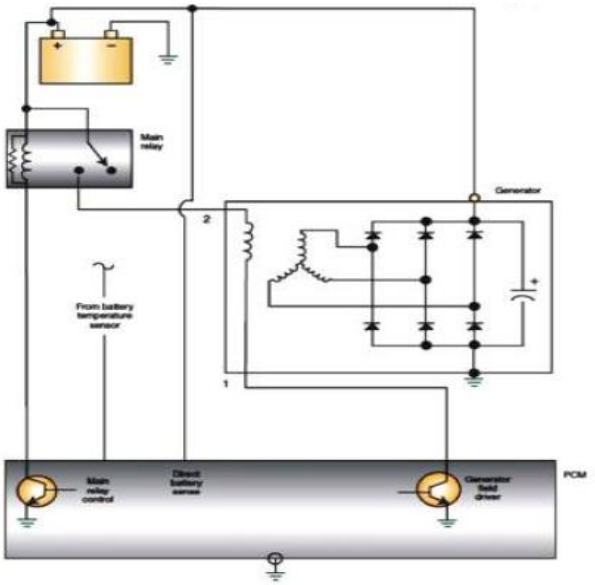
٢ - طول العمر الافتراضي

٣ - دقة ضبط الفولتية للمولد.

٤ - لا تحتوي تماسات ميكانيكية.

التحكم في تنظيم الجهد بالحاسوب (computer-controlled regulation)

استعملت هذه التقنية في العديد من المركبات بعد العام ١٩٨٠. ويتم التحكم في الفولتية الناتجة من نظام التوليد والشحن بوساطة وحدة التحكم في توليد القوة Power train control(PCM module)، ويشبه مبدأ عملها مبدأ عمل المنظم الإلكتروني الذي يتحكم في تيار ملفات الأقطاب بوساطة التحكم بفصل الخط الأرضي ووصله، وتعتمد وحدة (PCM) عند وصل تيار ملفات الأقطاب وفصلها على عوامل عدة أهمها درجة حرارة البطارية، وحاجة الأحمال الكهربائية للتيار، وحساس السرعة، وإشارة مكيف الهواء، وحساس زاوية الخانق انظر إلى الشكل الذي يبين دائرة التحكم في تنظيم الجهد بالحاسوب.



أعطال أنظمة التوليد والشحن : منظومة التوليد والشحن في المركبة مثل أي منظومة أخرى تحدث فيها الأعطال، فيجب تشخيص هذه الأعطال ومعالجتها، من أهم هذه الأعطال

١ - أعطال المولد

نوع العطل	تشخيص العطل	الصيانة
كهربائي	- تلف ملفات الإنتاج: (حرق، فصل، تماس). - تلف ملفات الأقطاب: (حرق، فصل، تماس).	- غالبًا يستبدل العضو الدوار لصعوبة إجراء الصيانة اللازمة له. - وصل القطع. - عزل التماس. - تغيير الملفات المحروقة.
	- عطب الفُرش الكربونية.	- تغيير الفُرش الكربونية.
	- عطب حلقتي الانزلاق.	- تنظيفها بورق زجاج ناعم، أو استبدالها إذا لزم الأمر.
	- حدوث فصل أو تماس في الثنائيات.	- تغيير الثنائي التالف.
ميكانيكي	- تلف كراسي التحميل.	- تغيير كراسي التحميل.
	- كسر الغلاف.	- تغيير الغلاف.
	- كسر براغي التثبيت.	- تغيير البراغي.
	- كسر مروحة المولد.	- تغيير المروحة.

٢ - أعطال المنظم

تشخيص العطل	الصيانة
- عطل الملفات في دائرة المنظم: (حرق، فصل، التماس).	- تغيير المنظم. - وصل القطع. - عزل التماس، تغيير الملفات المحروقة.
- حدوث قصر أو تماس في دائرة المنظم.	- عزل التماس.
- حدوث عطل في التلامسات في المنظم نتيجة الاتساخ أو الصدأ أو الاهتراء من شرارة بينها.	- تغيير العنصر التالف داخل المنظم. - تنظيف التلامسات. - تغيير المنظم إذا تعذر تصليح العطل.
- حدوث عطل في مقاومة التنظيم، نتيجة الصهر أو القطع.	- تغيير العنصر التالف داخل المنظم أو تغيير المنظم.
- حدوث عطل في النوابض نتيجة ارتخائها وبالتالي اختلاف معايرتها.	- تغيير النوابض. - تصليح العطل في النوابض ومعايرتها.
- تلف المنظم الإلكتروني.	- تغيير المنظم الإلكتروني.

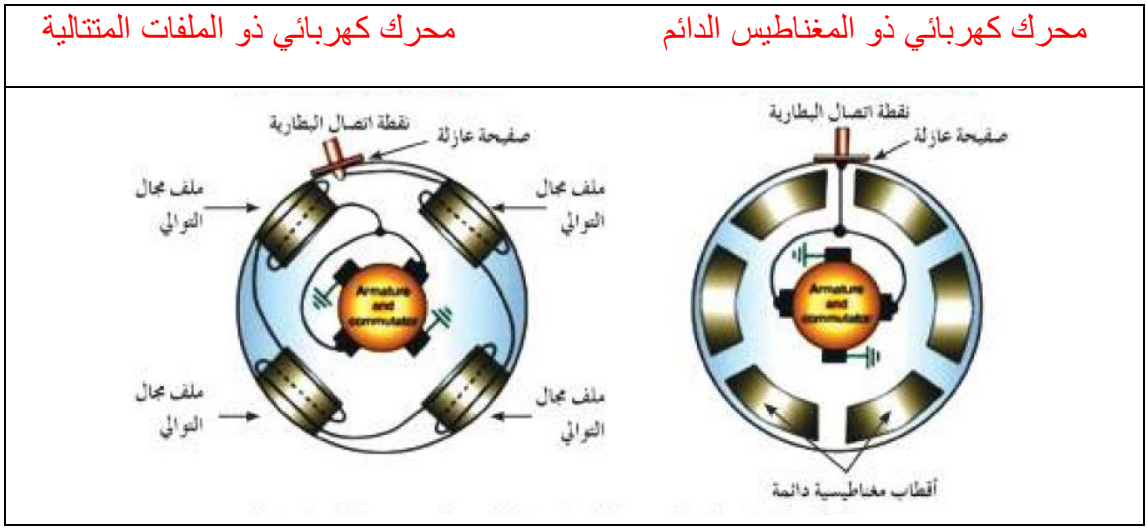
نظام بدء تشغيل المحرك (محركات بدء الحركة)

صممت محركات بدء الحركة بأشكال مختلفة ومتعدّدة تتناسب مع حجم محرك الاحتراق الداخلي وقدرته، كما أنها صممت لتعمل مددًا زمنية لا تتعدى ثلاث ثوان، ولا يجب الاستمرار في التشغيل مدة طويلة للمحافظة على سلامة الملفات من التلف نتيجة ارتفاع درجة حرارتها بسبب مرور تيار عال فيها (١٠٠ -٣٠٠) أمبير والقوة الطاردة المركزية، وتعتمد نظرية عمل محركات البدء على تحويل الطاقة الكهربائية المستمدة من (البطارية) إلى طاقة ميكانيكية، وتولد عزم دوران كبيرًا في مدة زمنية قليلة وحجم صغير، بحيث تكون قادرة على التغلب على قوى الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة في محرك الاحتراق الداخلي وقوة الضغط داخل الأسطوانات، وينقل عزم الدوران إلى عجلة الموازنة (الحذافة) المثبتة على عمود المرفق إلى أن يدور محرك الاحتراق الداخلي.

أنواع محركات بدء الحركة في المركبات من حيث مبدأ العمل

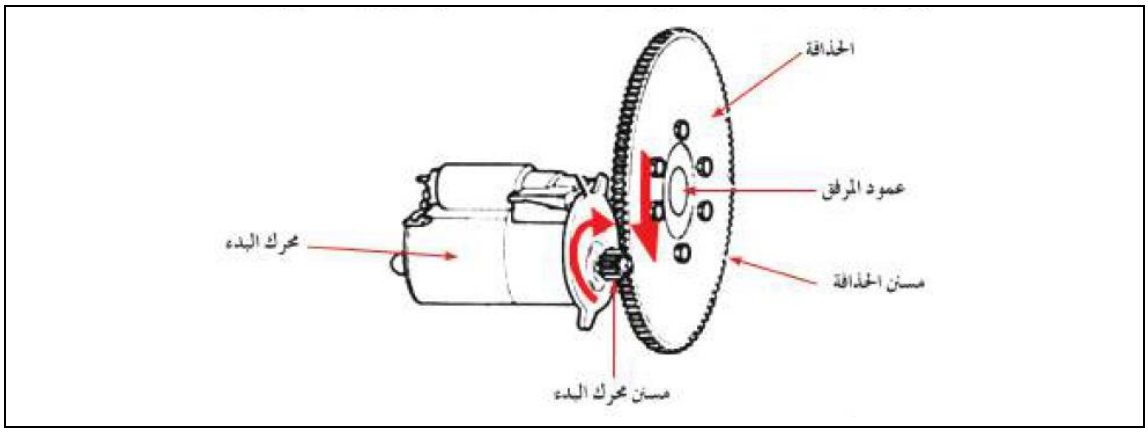
١ - محركات بدء الحركة ذوات المغناطيس الدائم (Permanent-Magnet Motor):
استعملت محركات بدء الحركة ذوات المغناطيس الدائم في أواخر الثمانينيات، تتشابه محركات بدء الحركة ذوات المغناطيس الدائم من حيث مبدأ العمل ومحركات بدء الحركة التقليدية، حيث استبدل بملفات المجال، وبالأقطاب الحديدية مغناطيس دائم عالي الجودة، ما خفض من الوزن حوالي (١٥ %)، ومن قطر جسم محرك البدء (١٥%) ، وتمتاز بأنها أقل وزناً وحجما من محركات بدء الحركة التقليدية، وأصبحت أكثر استعمالاً في المركبات التي تصل سعة محركاتها إلى (٢٠٠٠) سم ٣، حيث لا تشغل حيزًا كبيرًا عند التركيب. مع التطور في صناعة الفُرش الكربونية أصبحت تستعمل حاليا في محركات بدء الحركة ذوات المسننات الكوكبية، حيث تدور بسرعة وكفاءة عالية في أثناء توليد عزم الدوران، وطوّرت لكي تناسب المركبات التي تصل سعة محركاتها إلى (٥٠٠٠) سم ٣ ، مع توفير في الوزن وصل إلى حوالي (٤٠%) مقارنة مع محركات بدء الحركة التقليدية. يبين الشكل (١) الفرق بين محرك البدء ذي المغناطيس الدائم ومحرك البدء ذي ملفات المجال.

٢ - محركات بدء الحركة ذوات الملفات المتتالية (Series - Wound Motor)، كما هو موضح في الشكل (١)، تستعمل ملفات المجال بدلا من المغناطيس الدائم، وتوصل ملفات المجال مع ملفات عضو الإنتاج على التوالي وهي أكبر حجمًا ووزنا من محركات بدء الحركة ذوات المغناطيس الدائم.



الشكل (١) الفرق بين محرك البدء ذي المغناطيس الدائم ومحرك البدء ذي الملفات.

وتستعمل محركات بدء الحركة الكهربائية لبدء تشغيل (تدوير) عمود المرفق المحركات الاحتراق الداخلي، بوساطة تعشيق مسنن محرك البدء مع مسنن الحذافة، ثم يُفصل محرك البدء عن المحرك بمجرد أن يدور محرك الاحتراق الداخلي بقدرته الذاتية كما هو مبين في الشكل (٢)



الشكل (٢) تعشيق مسنن محرك البدء مع مسنن عجلة الموازنة (الخلافة).

مكونات نظام بدء الحركة

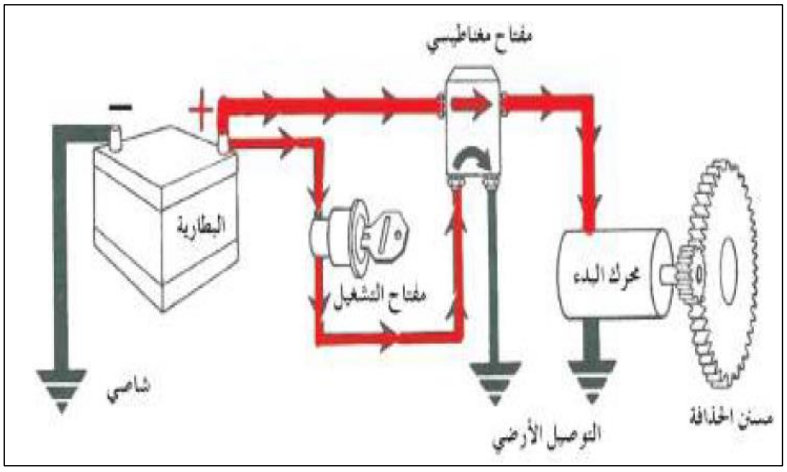
١ محرك بدء الحركة.

٢ - المفتاح المغناطيسي.

٣ - البطارية.

٤ - مفتاح التشغيل.

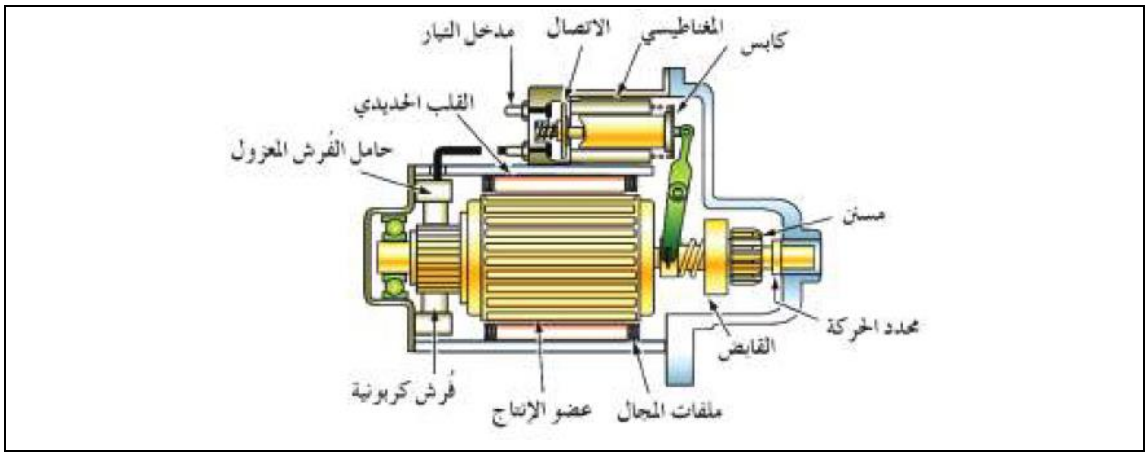
٥ - التوصيلات والأسلاك الكهربائية.



الشكل (٣) مكونات نظام بدء الحركة.

أنواع محركات بدء الحركة من حيث التركيب

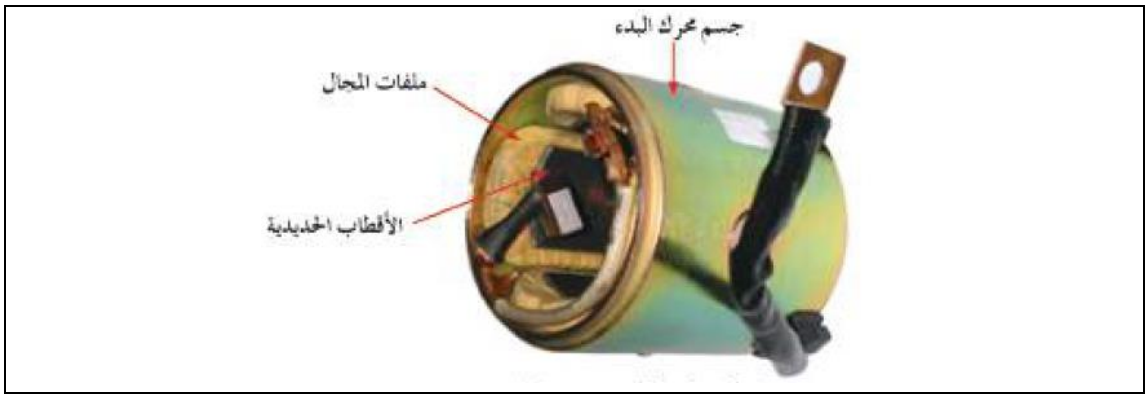
١ - محرك بدء الحركة ذو المفتاح المغناطيسي (Starter Motor with Solenoid): يسمى محرك بدء التعشيق غير المسبق (pre-engaged starter motor)، ويتكون من الأجزاء المبينة في الشكل (٤).



الشكل (٤) أجزاء محرك بدء الحركة.

أجزاء محرك بدء الحركة ذي المفتاح المغناطيسي

أ - جسم المحرك (Yoke) : يصنع من الحديد ذي الحبيبات الناعمة، وهو عبارة عن تجويف أسطواني مفتوح من الطرفين، يركب داخلة قلب الأقطاب الحديدية بوساطة براغ خاصة داخل التجويف الأسطواني، يلف حول قلب الأقطاب ملفات المجال وتوصل على التوالي ببعضها، وتتحول إلى مغناطيس عند مرور التيار بالملفات المثبتة عليها، كما هو مبين في الشكل (٥).

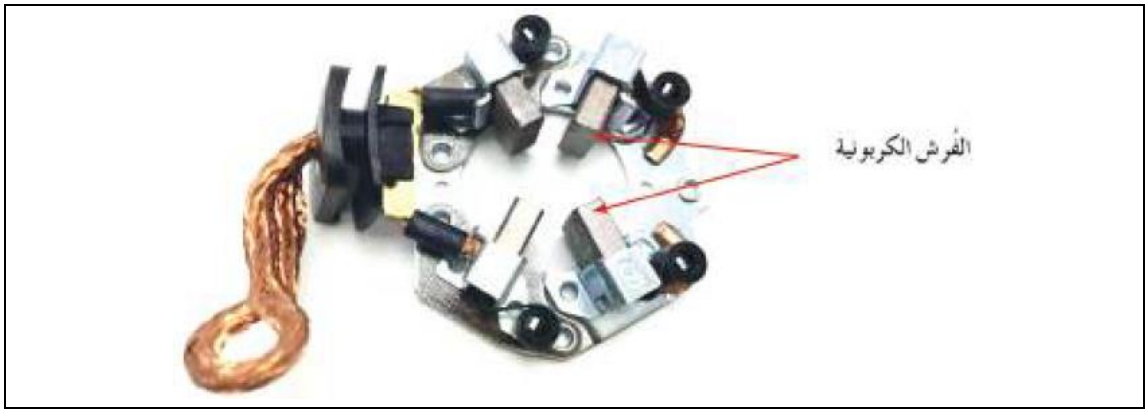


الشكل (٥): جسم محرك البدء.

ملفات المجال (Field Coils): تصنع من أسلاك نحاسية سميكة نسبيا، أو شرائط معدنية وتعزل عن بعضها جيدا، وتلف داخل جسم محرك البدء حول الأقطاب الحديدية، وتلف بطريقة تحصل عبرها على أقطاب سالبة وأقطاب موجبة، اعتمادا على اتجاه لف السلك حول الأقطاب، يتدفق التيار الكهربائي من المفتاح المغناطيسي عبر ملفات المجال وتولد المجال المغناطيسي المطلوب لتدوير عضو الإنتاج كما في الشكل (٦).

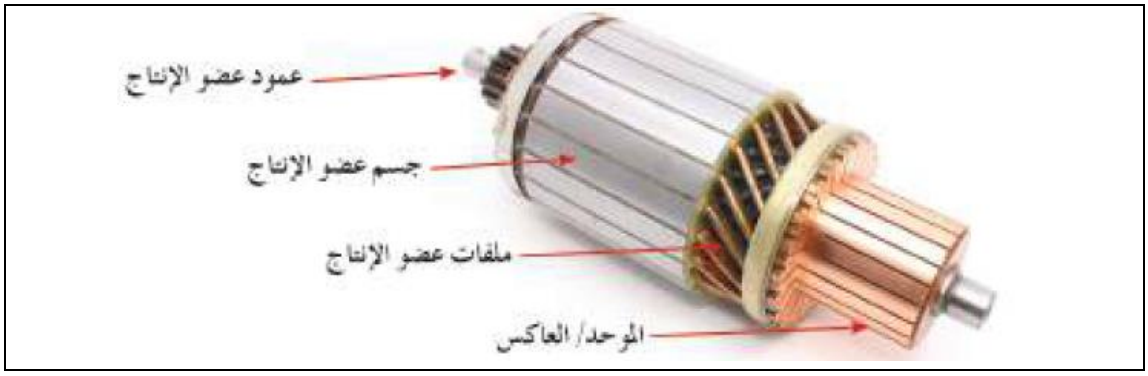
الشكل (٦) ملفات المجال

ج - الفرش الكربونية Brushes Carbon): الفُرش الكربونية السالبة والموجبة تركب على حامل معدني يحتوي حواضن معدنية تثبت داخلها الفرش الكربونية، كما هو مبين في الشكل (٧)، وتتصل الفرش الكربونية مع الموحد (Commutator)، بوساطة نوابض، لضمان التلامس الدائم بين الفرش والموحد، وتسمح للتيار بالمرور من ملفات المجال إلى ملفات عضو الإنتاج، حيث تعزل الفرش الكربونية الموجبة عن الحامل، وتركب الفرش السالبة مباشرة من دون عزل على الحامل، حيث ضعف نوابض (زنيركات) الفُرش الكربونية، قد يؤدي إلى عدم كفاية الاتصال الكهربائي بين الفرش الكربونية وشرائح الموحد، والنتيجة مقاومة كهربائية عالية في نقاط الاتصال، تؤدي إلى ضعف عزم الدوران المحرك البدء.



الشكل (٧) الفرض الكربونية.

د - عضو الإنتاج :(Armature) عضو الإنتاج هو الجزء المتحرك في محرك البدء، يدور نتيجة للتفاعل بين الحقول المغناطيسية الناتجة عن ملفات عضو الإنتاج وملفات المجال، ويتكون من القلب المصنوع من الحديد الناعم، يحتوي عمود عضو الإنتاج مجاري طولية، وتركب عليه صفائح معدنية مشقوقة من الداخل والخارج ومعزولة جيدا، لتشكل مجاري طولية مع اتجاه محور عمود عضو الإنتاج لتثبيت الملفات، ويركب على أحد أطراف عمود عضو الإنتاج الموحد والطرف الآخر، يركب عليه مجموعة مسنن محرك البدء، كما هو مبين في الشكل (٨).



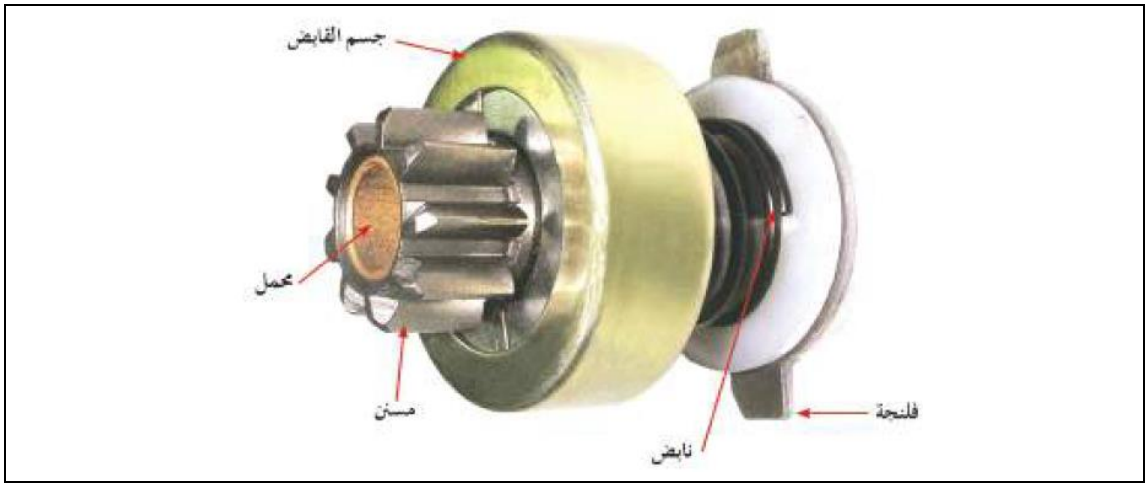
الشكل (٨) العضو الدوار (عضو الإنتاج)

هـ - الموحد (Commutator) : يتكون من شرائح نحاسية معزولة عن بعضها و مضغوطة، كما في الشكل (٩) ، ومركبة على محور الدوران للعضو الدوار، وتتصل مع ملفات العضو الدوار، وتكون ملامسة الفُرش الكربونية التي تعمل على نقل التيار الكهربائي من . الأقطاب إلى ملفات العضو الدوار بوساطة الموحد، وتتصل الشرائح النحاسية بأطراف ملفات ملفات عضو الإنتاج.

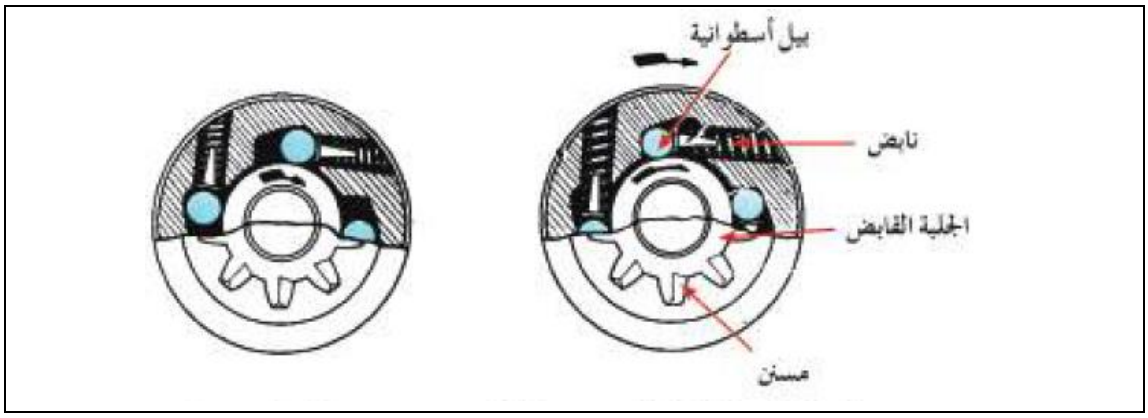
الشكل (٩) الموحد النحاسي.

و- القابض (Starter: Clutch) يبين الشكل (١٠) القابض، كما يسمى قابض السرعة الزائدة، وهو مدمج مع جلبة مسنن محرك البدء. يشغل محرك البدء عمود المرفق للمحرك حتى يدور المحرك، ويبدأ التشغيل من تلقاء نفسه، ثم ينفصل مسنن محرك البدء عن مسنن الحذافة، فور بدء تشغيل المحرك سيجبر مسنن محرك البدء على الدوران بسرعة أعلى من السرعة المصممة له ما يسبب تلفا في محرك البدء، القابض: هو قابض أحادي الاتجاه يحمي محرك البدء من التلف نتيجة الدوران بسرعة عالية يتكون القابض من جلبتين: جلبة القابض وتحتوي أسطوانات معدنية دحرجية تتحرك داخل تجويف غير منتظم (شبه مخروطي) ونوابض (زنبركات) ضاغطة، وتتحرك الجلبة على مجار حلزونية لعمود عضو الإنتاج والجلبة الثانية جلبة مسنن محرك البدء، وتكون محصورة بين جسم عمود مسان محرك البدء وجلبة ،القابض فعند دوران عمود الإنتاج، تتحرك الكرات إلى الحيز الضيق من المجرى، وبسبب الاحتكاك بينها وبين جلبة المسنن وجلبة القابض، يدور القابض والمسنن في نفس اتجاه دوران العمود ويندفع إلى الأمام ويعشق مع مسنن الحذافة، وبعد دوران محرك الاحتراق بقدرته الذاتية تزداد سرعة مسنن

محرك البدء، وتتولد قوة دافعة مركزية تؤدي إلى حركة الكرات المعدنية إلى الجزء الواسع من المجرى الحلزوني، ويفصل مسنن بدء الحركة عن عمود عضو الإنتاج، كما هو مبين في الشكل (١١).



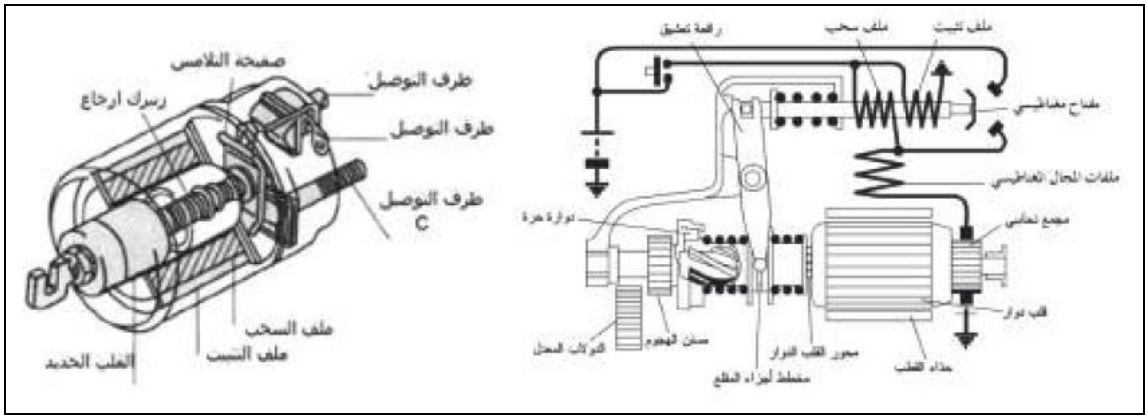
الشكل (١٠): مجموعة التعشيق والقابض



الشكل (١١) فصل مسن بدء الحركة عن عمود عضو الإنتاج ووصله.

ي - المفتاح المغناطيسي : يتكون المفتاح المغناطيسي من القلب الحديدي، وأسطوانة القلب الحديدي، وملف السحب وملف التثبيت ونابض الإرجاع، وصفيحة التلامس، ويثبت على جسم محرك البدء، ويعمل على ربط البطارية بمحرك البدء مباشرة للحصول على تيار تشغيل عال للحصول على عزم دوران ،كبير قادر على تشغيل محرك الاحتراق الداخلي أو إدارته. عند وضع مفتاح التشغيل على وضعية (start)، يتدفق تيار كهربائي من البطارية إلى ملف السحب الذي يسحب القلب الحديدي باتجاه نقاط الاتصال، ويمر التيار إلى ملفات عضو الإنتاج بوساطة الموحد ثم إلى التوصيل الأرضي، التيار المار بملف التثبيت الذي يثبت القلب الحديدي في مكانه، ثم إلى التوصيل الأرضي، كما هو مبين في الشكل (١٢).

يمتاز ملف السحب أنه ذو سلك سميك، ولفاته قليلة، ومقاومته قليلة، ويسمى . ملف التيار، أما ملف التثبيت فيمتاز بلفاته الكثيرة، وقطر سلكه الرفيع، ومقاومته العالية، ويسمى . ملف الجهد.



الشكل (١٢) المفتاح المغناطيسي

مبدأ عمل محرك بدء الحركة ذي المفتاح المغناطيسي

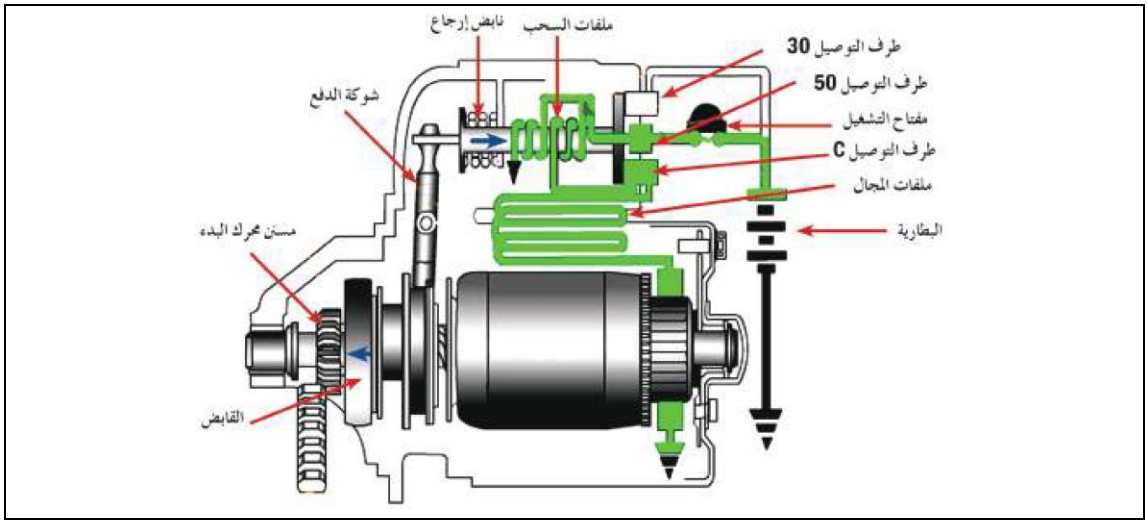
عند إغلاق مفتاح التشغيل، يسير التيار الكهربائي من البطارية إلى طرف التوصيل (٥٠) في المفتاح المغناطيسي بداية) ملف السحب وملف التثبيت)، يمر التيار عبر ملف التثبيت إلى الأرضي مباشرة عبر جسم المفتاح المغناطيسي أما ملف السحب، فيمر فيه التيار ثم إلى ملفات المجال (ملفات الأقطاب) ومنها إلى عضو الإنتاج (العضو الدوار)، ثم عبر الفرش السالبة إلى الأرضي، كلا الملفين يكون مجالًا مغناطيسيا فيسحب ملف السحب القلب الحديدي إلى الخلف، دافعا صفيحة التلامس باتجاه الطرفي (٣٠) و (C) ومحركا عتلة التعشيق حول محورها، دافعة مسنن التعشيق إلى الأمام ليعشق جزئيا مع مسنن الحذافة. انظر إلى الشكل (١٣).

دلالة أطراف توصيل محرك بدء الحركة :

طرف التوصيل 30، يوصل مباشرة بالبطارية ويكون ذا قطر سميك.

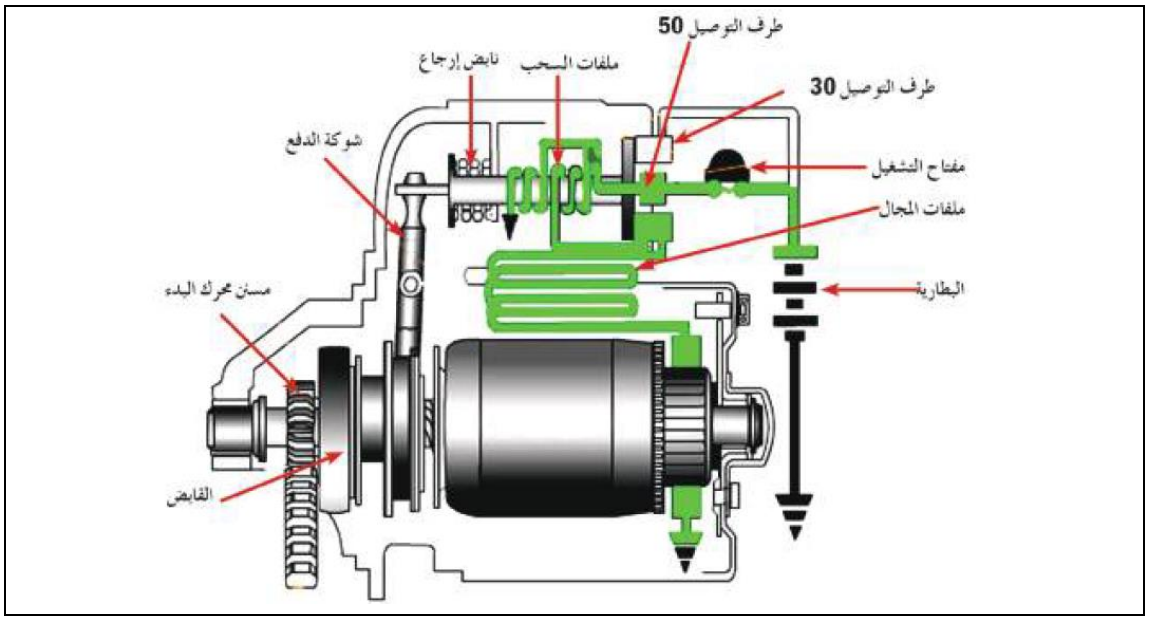
طرف التوصيل 50 بداية ملفات السحب والتثبيت، يوصل بمفتاح التشغيل.

طرف التوصيل C بداية ملفات الأقطاب، ونهاية ملفات السحب.

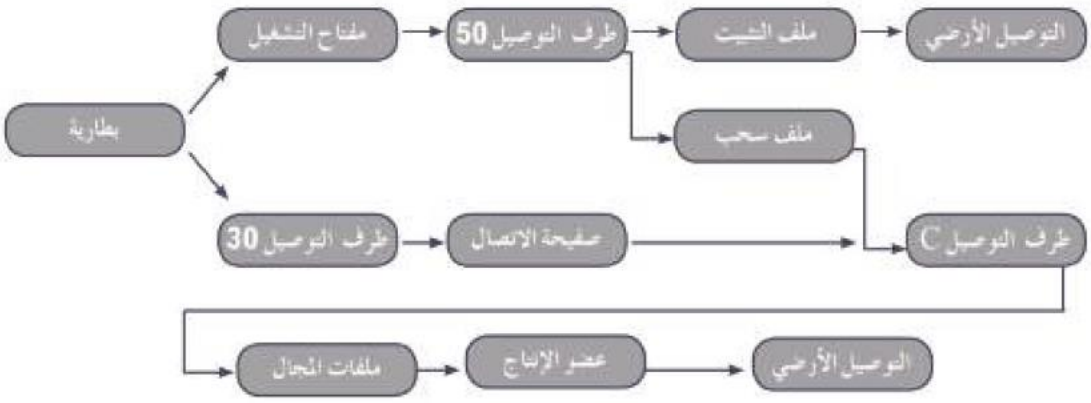


الشكل (١٣): دائرة محرك بدء الحركة عند بداية التشغيل.

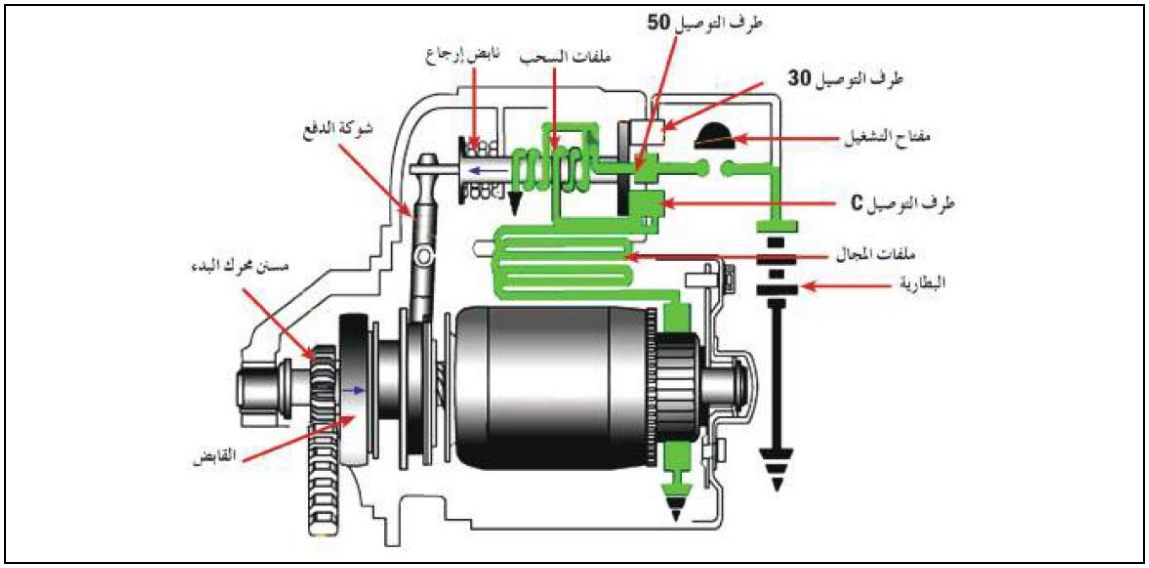
عند استمرار حركة القلب الحديدي إلى الخلف باتجاه نقاط الاتصال، يوصل القلب الحديدي الكهرباء مباشرة من البطارية إلى ملفات المجال وملفات عضو الإنتاج بوساطة صفيحة الاتصال، وتدفع شوكة التشغيل مجموعة المستن إلى الأمام، ويعشق مع مسنن الحذافة، كما في الشكل (١٤).



الشكل (١٤): دائرة محرك بدء الحركة عند التعشيق.



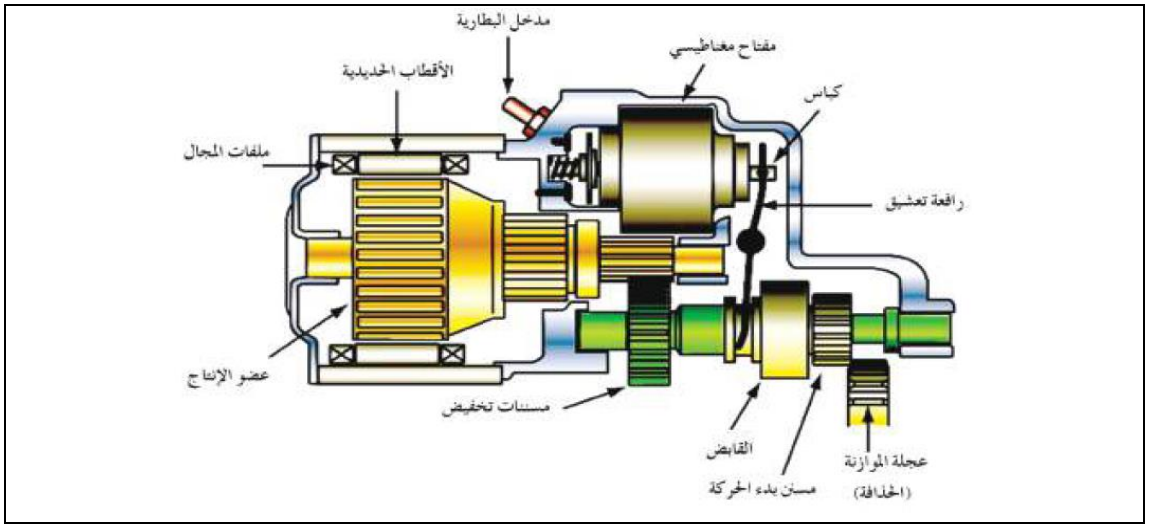
عند دوران محرك الاحتراق الداخلي بقوته الذاتية، يدور مسنن محرك البدء بسرعة عالية وتتحرك الكرات المعدنية للقابض في اتجاه الحيز الواسع من المجرى المخروطي، فيتحرر مستن بدء الحركة عن جلبة القابض، ويفصل الحركة ويعود إلى مكانه الأصلي بفعل زنبرك الإرجاع. انظر إلى الشكل (١٥)



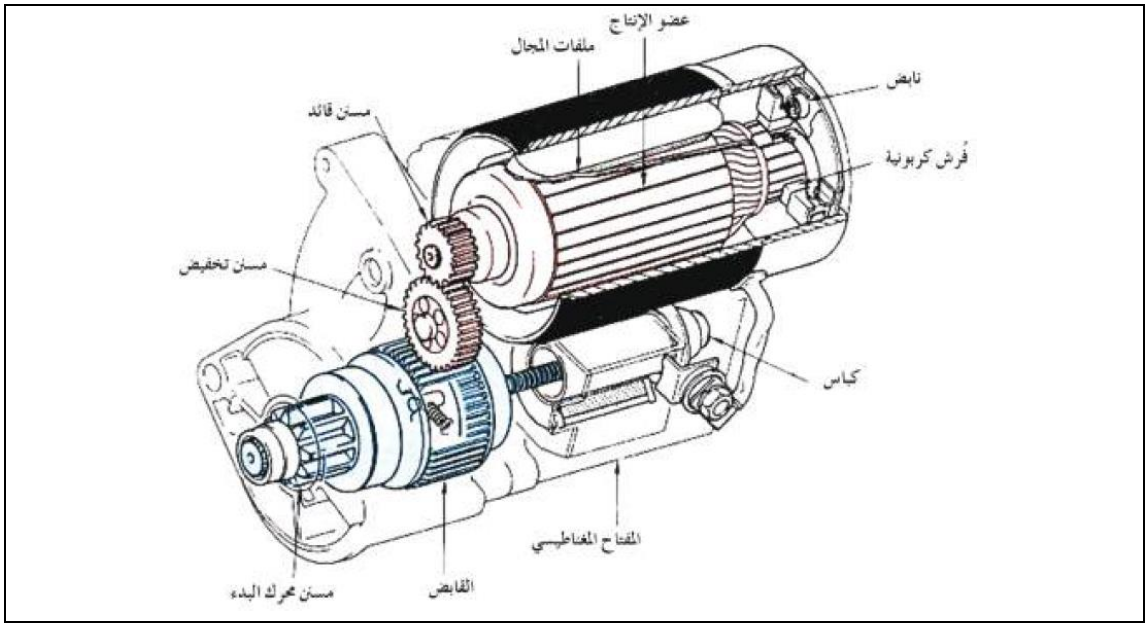
الشكل (١٥): دائرة محرك بدء الحركة عند الفصل

٢- محرك بدء الحركة ذو مسننات التخفيض (Reduction Gears Starter Motor):

يحتوي هذا النوع من محركات بدء الحركة مفتاحًا مغناطيسيا، ومحركا كهربائيا عالي السرعة، ومجموعة مسننات تخفيض، تقلل مسننات التخفيض من سرعة محرك بدء الحركة بعامل واحد إلى ثلاثة أو واحد إلى أربعة يدفع القلب الحديدي للمفتاح المغناطيسي المسنن مباشرة، ما يسبب تعشيقه مع مسنن الحذافة، يولد هذا النوع من محركات بدء الحركة عزم دوران كبير يتناسب مع حجم محرك الاحتراق الداخلي ووزنه، انظر إلى الشكل (١٦) الذي يبين أجزاء محرك البدء ذي مسننات التخفيض.



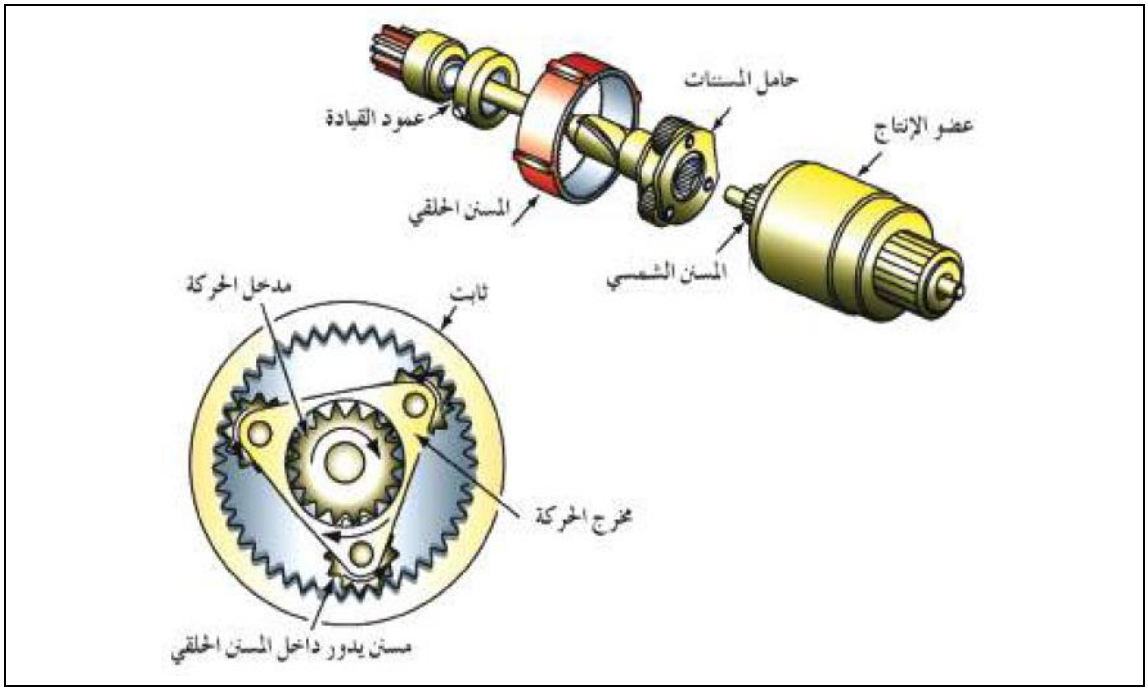
الشكل (١٦) أجزاء محرك بدء الحركة ذي مسننات التخفيض.



الشكل (١٧) طريقة عمل مسننات التخفيف

عند تحويل مفتاح الإشعال إلى وضع البدء (start) يمر التيار الكهربائي من البطارية إلى ملفات السحب وملفات التثبيت و يتدفق التيار من ملف السحب إلى ملفات المجال وملفات عضو الإنتاج، يدور المحرك بسرعة أقل في هذه المرحلة، حيث إن ملف السحب يسبب انخفاض الجهد، ما يحد من تزويد التيار إلى ملفات المجال وملفات عضو الإنتاج، في الوقت نفسه، المجال المغناطيسي المتشكل في المفتاح المغناطيسي نتيجة مرور التيار في ملفات السحب وملفات التثبيت يدفع المكبس باتجاه مسنن الحذافة، فتوصل الصفيحة التيار مباشرة من البطارية إلى ملفات المجال ليبدأ دوران المحرك، فتنخفض سرعة المحرك نتيجة وجود مسنن وسيط بين مسنن عمود الإنتاج ومسنن محرك البدء، حيث يستعمل هذا النوع من محركات البدء لإدارة محركات المركبات الكبيرة التي تحتاج إلى عزم بدء كبير لإدارتها.

٣ - محرك بدء الحركة ذو التروس الكوكبية (Planetary Type Starter Motor): في هذا النوع من المحركات، تستعمل مسننات كوكبية لتخفيض سرعة دوران عضو الإنتاج كما هو الحال في محركات البدء ذوات مسننات التخفيض، وتتكون من ثلاثة مسننات كوكبية ومستن داخلي، ويتصل مسنن محرك بدء الحركة بالمسننات الكوكبية بوساطة ذراع التشغيل (الجلبة). تُقلل سرعة عمود عضو الإنتاج بوساطة ثلاثة مسننات كوكبية ومسنن حلقي، عندما يتحرك عمود الإدارة، تتحرك المسننات الكوكبية في الاتجاه المعاكس، بما أن المسنن الحلقي ثابت، فإن المسننات الكوكبية نفسها مجبرة على الدوران داخل المسنن الحلقي. وبما أن المسننات الكوكبية مركبة على حامل المسننات الكوكبية فإن دوران المسننات الكوكبية يؤدي إلى دوران حامل المسننات الكوكبي أيضًا، وينقل الحركة إلى مسنن محرك بدء الحركة بوساطة ذراع التشغيل وتخفيض السرعة الدورانية لمسنن محرك بدء الحركة إلى ما يقرب من (١/٥) من سرعة عمود عضو الإنتاج، انظر إلى الشكل (١٨)

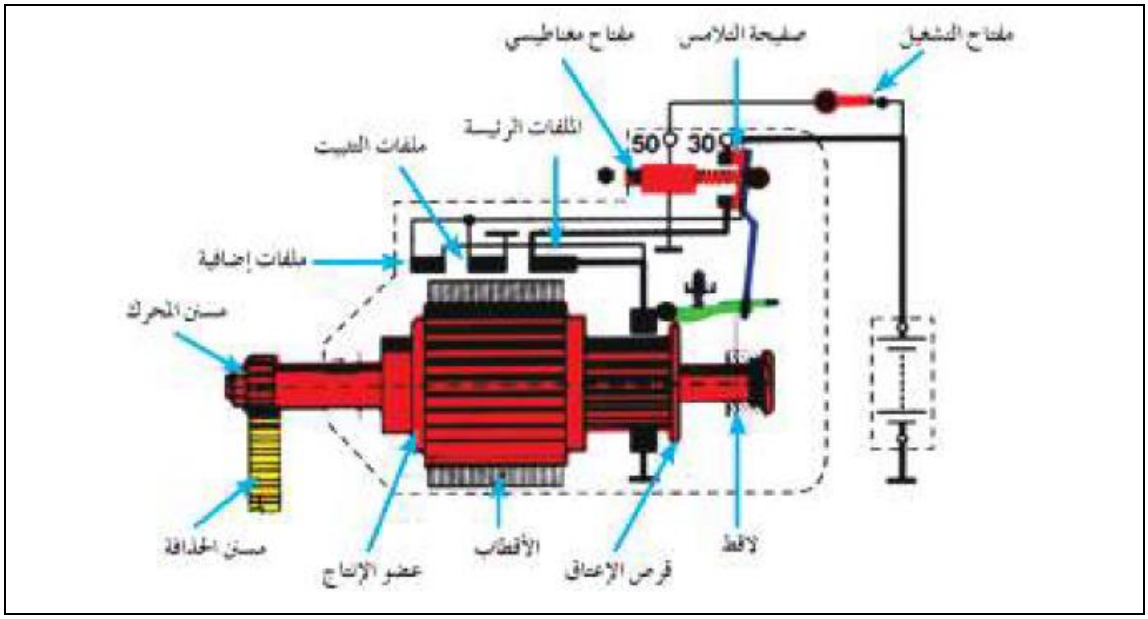


الشكل (١٨) مجموعة مسننات تقليل السرعة.

٤ - محرك بدء الحركة ذو عضو الإنتاج المنزلق (Sliding Armature Starter Motor):

من أهم مزايا هذا النوع من محركات بدء الحركة حجمها الكبير، ومتانتها، والبناء القوي، تستعمل لتعشيق مسنن محرك البدأ مع مسنن الحذافة في محركات الاحتراق الداخلي كبيرة الحجم تنزلق مجموعة عضو الإنتاج كاملة محوريا عبر جسم (غلاف) محرك بدء الحركة، يُثبت عضو الإنتاج بوساطة نابض (زنبرك) عوضا عن ملفات الأقطاب، وعند مرور التيار في ملفات المجال تتشكل خطوط مجال مغناطيسي تسحب عضو الإنتاج نحو الحذافة كما هو مبين في الشكل (١٩)، لتكتمل عملية تعشيق مسنن محرك بدء الحركة مع مسنن الحذافة.

تتكون الدائرة الكهربائية لمحرك بدء الحركة من ثلاثة ملفات ،مجال الملفات الرئيسة مصنوعة من سلك قطره كبير نسبيا ذي مقاومة منخفضة، تتصل ملفاته بملفات عضو الإنتاج على التوالي، الملفات المساعدة أو الإضافية (ملفات الدفع تصنع من أسلاك رفيعة ذوات مقاومة عالية، تتصل الملفات المساعدة بالتوالي مع ملفات عضو الإنتاج وبالتوازي مع الملفات الرئيسة، وتدفع العمود المزلق باتجاه الحذافة عند مرور التيار الكهربائي فيها، ملفات التثبيت ذوات مقاومة عالية تتصل على التوازي بملفات عضو الإنتاج، تعمل على تثبيت دفع العمود المنزلق باتجاه الحذافة عند مرور التيار الكهربائي فيها المفتاح المغناطيسي ذو المرحلتين مثبت على جسم محرك بدء الحركة، ويعمل عند بداية إدارة مفتاح التشغيل. انظر إلى الشكل (١٩).

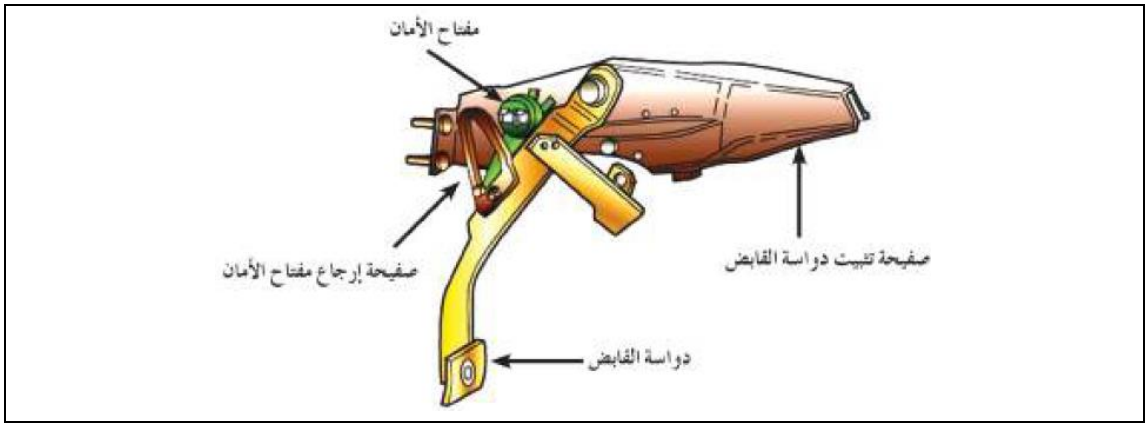


الشكل (١٩) الدائرة الكهربائية لمحرك بدء الحركة ذي عضو الإنتاج المنزلق.

الدوائر الكهربائية الخاصة لأنظمة بدء الحركة

تتكون دارة بدء الحركة من محرك بدء الحركة، والبطارية، ومفتاح التشغيل، والمرحل، والأسلاك والموصلات الكهربائية، ومفتاح الأمان الذي يؤكد عدم عمل نظام بدء الحركة في حال تعشيق محرك المركبة مع صندوق السرعات، حتى لا يؤدي إلى تلف في صندوق السرعات أو محرك بدء الحركة. يمكن تصنيف الدائرة الكهربائية لنظام بدء الحركة تبعا لنوع صندوق السرعات المستعمل في المركبة، إلى نوعين، هما:

١ - الدائرة الكهربائية لنظام بدء الحركة في المركبات ذات صندوق السرعات اليدوي:
تستعمل عديد من المركبات المزودة بصندوق سرعات اليدوي، مفتاح أمان يسمى مفتاح التعشيق (Clutch Pedal Position)، يوضع على دواسة القابض، غالبًا ما تشغل مفتاح التعشيق عبر حركة دواسة القابض، عندما يُضغط على دواسة القابض نحو الأسفل، يُغلق المفتاح ويمكن أن يتدفق التيار عبر دائرة التشغيل لمحرك بدء الحركة، إذا تركت دواسة القابض لأعلى، يصبح المفتاح مفتوحًا، ولا يمكن أن يتدفق التيار إلى دائرة محرك بدء الحركة، الشكل (٢٠) يبين موقع مفتاح التعشيق في المركبة.

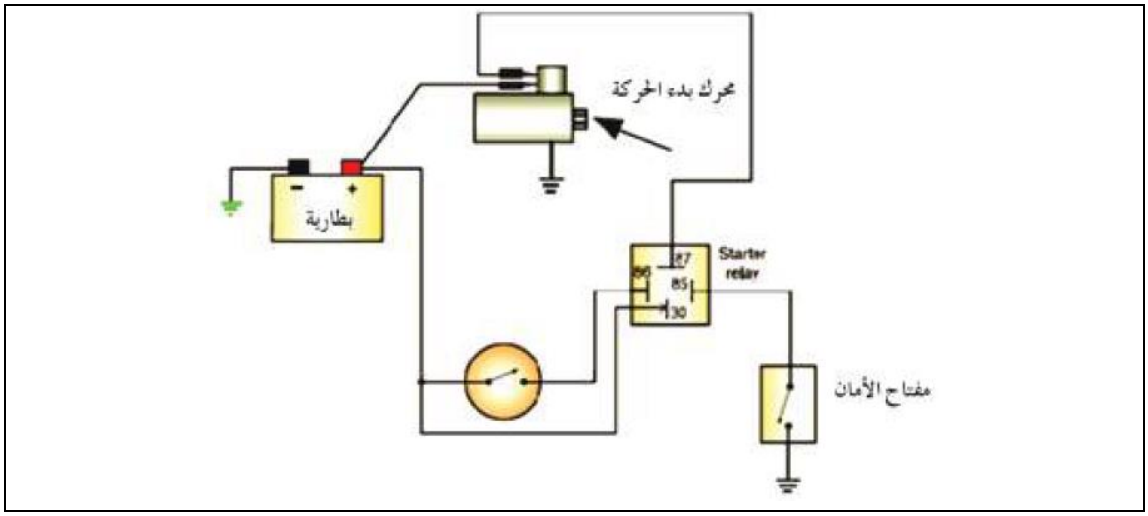


الشكل (٢٠): مفتاح الأمان على دواسة القابض

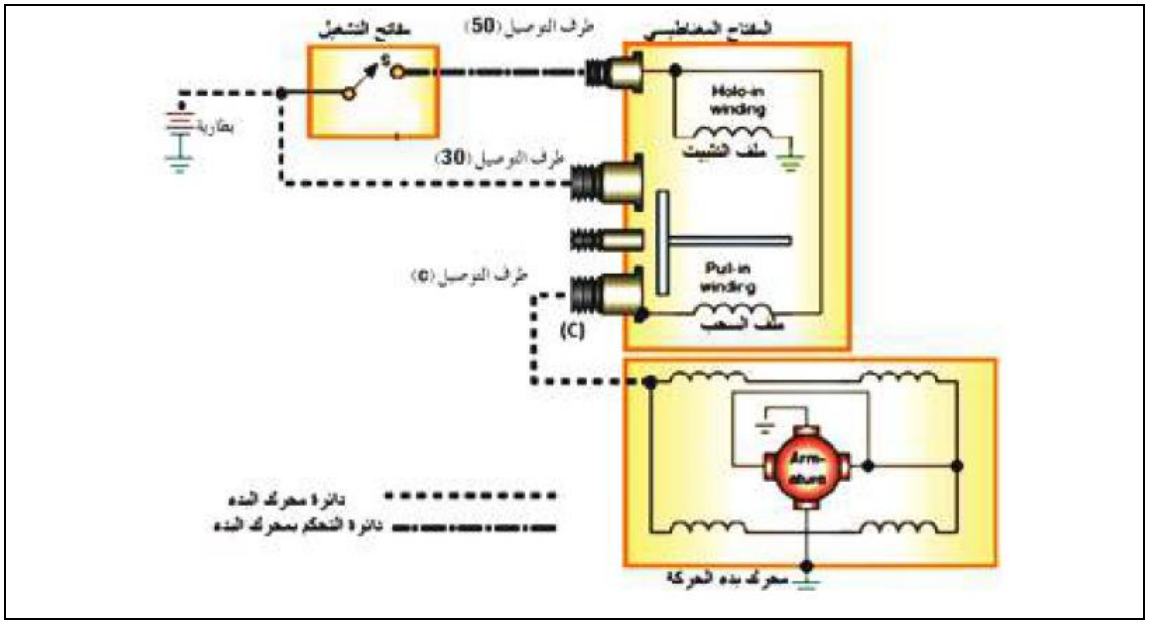
٢ - الدائرة الكهربائية لنظام بدء الحركة في المركبات ذات صندوق السرعات الآلي: يُستعمل مفتاح الأمان المحايد (neutral safety switch) في المركبات المزودة بنظام بصندوق سرعات أوتوماتيكي، يغلق دارة التحكم في بداية التشغيل عندما يكون ذراع تحويل السرعات في وضع الوقوف (PARK) أو المحايد (NEUTRAL)، ما يسمح للتيار بالتدفق إلى دائرة نظام بدء الحركة، ويفصل المفتاح دارة نظام بدء الحركة إذا كان ذراع تحويل السرعات على وضعية القيادة (D) أو الرجوع إلى الخلف (R). يعتمد الموقع الفعلي لمفتاح الأمان المحايد على نوع صندوق السرعات وموقع ذراع التحويل، تضع بعض الشركات المصنعة المفتاح داخل ناقل الحركة يبين الشكل (٢١) مفتاح الأمان المحايد في المركبات المزودة بصندوق سرعات الآلي.

الشكل (٢١): مفتاح الأمان المحايد للمركبات المزودة بصندوق السرعات الآلي.

المخططات الكهربائية لأنظمة بدء الحركة

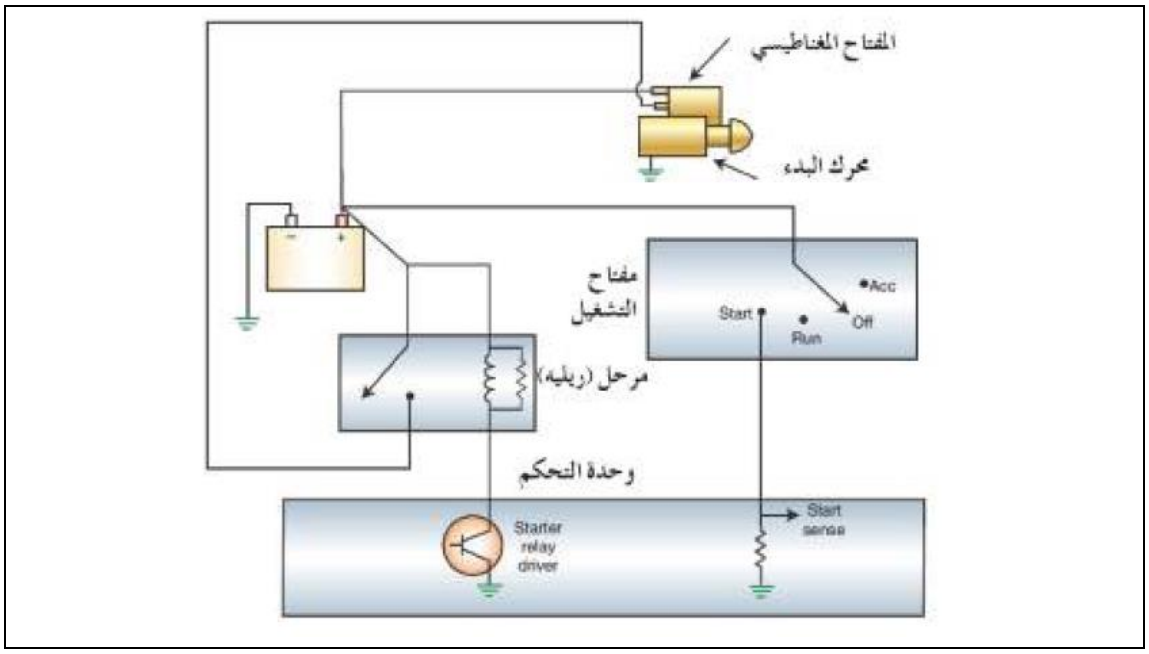


الشكل (٢٢) مخطط دائرة كهربائية لنظام بدء الحركة مع مفتاح أمان.



الشكل (٢٣): المخطط الكهربائي لدائرة نظام بدء الحركة مستعملا محركا ذا مفتاح مغناطيسي.

تستعمل المركبات الحديثة مرحلًا مع المفتاح المغناطيسي للتحكم في تشغيل محرك البدء. يمكن التحكم في (المرحل) بمفتاح الإشعال أو بوساطة وحدة التحكم في توليد القدرة (PCM).



الشكل (٢٤) التحكم في تشغيل محرك البدء بوساطة وحدة التحكم في توليد القدرة (PCM).

تحليل أعطال أنظمة محركات بدء الحركة ومسبباتها وطرائق تصليحها

في ما يأتي الأمور الواجب مراعاتها عند فحص نظام بدء الحركة:

١- ضعف شحن البطارية، لا يوفر التيار الكافي لمحرك البدء لتوفير عزم دوران كاف لتدوير محرك الاحتراق الداخلي.

٢- الحرارة الزائدة، عند تشغيل محرك البدء أوقاتا طويلة، ترتفع درجة حرارة الأجزاء الداخلية وخاصة الملفات، ما يؤدي إلى تلف الملفات، يجب ألا تزيد مدة تشغيل محرك البدء عن (٣٠) ثانية، ثم يترك مدة زمنية وإعادة المحاولة مرة أخرى.

٣- الأوساخ والأتربة المترسبة على الوصلات، تسبب تآكل الوصلات نتيجة عدم ربطها جيدا، ويؤثر ذلك في عمل محركات بدء الحركة، يجب التأكد من نظافة الوصلات الكهربائية والأسلاك، وإعادة التأكد من شد البراغي جيدا.

٤- اهتزاز محرك البدء نتيجة عدم تثبيته مع جسم محرك الاحتراق الداخلي، يتلف الأجزاء الداخلية لمحرك البدء، يجب التأكد من شد البراغي باستمرار.

٥- عطب الفرش الكربونية وتأكلها، يضعف توصيل التيار الكهربائي إلى ملفات محرك البدء.

٦- ضعف نوابض الفرش الكربونية يضعف التلامس بين الفرش الكربونية والموحد.

٧- عطب محامل عمود عضو الإنتاج وتآكلها، يصعب دوران عمود عضو الإنتاج

٨- إن وجود قطع أو ضعف اتصال في ملفات السحب والتثبيت يمنع تشغيل المفتاح المغناطيسي عطب صفيحة الاتصال في المفتاح المغناطيسي وتأكلها، يفشل توصيل البطارية بملفات محرك البدء، ويعطل القدرة على الدوران.

٩- اهتراء نحاسات التوصيل الداخلية لمفتاح التشغيل لا يوصل التيار إلى المفتاح المغناطيسي، ويعطل عمل النظام.

١٠- اهتراء نقاط الاتصال لمفتاح الأمان لا يشغل المفتاح المغناطيسي.

الجدول (١) يُبين أكثر الأعطال شيوعًا في محركات بدء الحركة والأسباب المحتملة لها وطرائق تصليحها.

جدول (١) أعطال محركات بدء الحركة، أسبابها، وطرائق تصليحها.

العطل	الأسباب المحتملة للعطل	التصليحات

المحرك لا يدور.	- تلف البطارية. - عطل المصهر. - ارتخاء التوصيلات. - عطل مفتاح التشغيل. - عطل المفتاح المغناطيسي.	- تفقد حالة شحن البطارية، واستبداله اذا لزم الامر. - غير المصهر. - نضف التوصيلات ثم أعد الشد. - تأكد من عمل مفتاح التشغيل وغيره اذا لزم الامر. - غير المفتاح المغناطيسي.
المحرك يدور ببطء.	- ضعف البطارية - ارتخاء في التوصيلات أو تلفها. - عطل محرك بدء الحركة. - عطل ميكانيكي في محرك الاحتراق أو محرك البدء.	- تفقد البطارية وأعد الشحن - تأكد من اعادة شد التوصيلات. - افحص عمل محرك بدء الحركة و أجري عمليات الصيانة الازمة. - استبدال القطع التالفة وأجر عمليات الصيانة الازمة.
محرك البدء مستمر بالدوران.	- تلف القابض (مجموعة التعشيق). - عطل الكباس في المفتاح المغناطيسي. - عطل في مفتاح التشغيل أو دائرة التحكم.	- افحص ثم غير اذا لزم الأمر. - افحص ثم غير اذا لزم الأمر. - افحص المفتاح وتأكد من عمل الدائرة.
يدور محرك البدء، ولاكن محرك الاحتراق لا يدور.	- عطل القابض (مجموعة التعشيق). - عطل مسنن محرك البدء أو مسنن الحذافة.	- غير القابض. - غير مسنن محرك البدء أو سنن الحذافة.
مسنن محرك البدء لا يعشق و لا يفصل فصلاً صحيحاً.	- عطل المفتاح المغناطيسي. - عطل مسنن محرك البدء أو مسنن الحذافة.	- افحص ثم غير المفتاح المغناطيسي اذا لزم الأمر. - غير المسننات.

١ - نظام الإشعال التقليدي (الاعتيادي)

تكمن أهمية نظام الإشعال الاعتيادي في المركبة في إنتاج شرارة كهربائية ذات جهد عالٍ (شرارة قوية)، بحيث تكون كافية لإشعال الخليط المكون من الوقود (البنزين) والهواء في غرف احتراق المحرك في الوقت المناسب، وحسب الحمل والسرعة، لذلك تحوّل دائرة الإشعال جهد البطارية من (١٢ فولت) إلى جهد مرتفع يبلغ تقريبًا من (١٥٠٠٠- ٣٠٠٠٠) فولت ليكون كافيًا لإطلاق الشرارة في شمعة الإشعال.

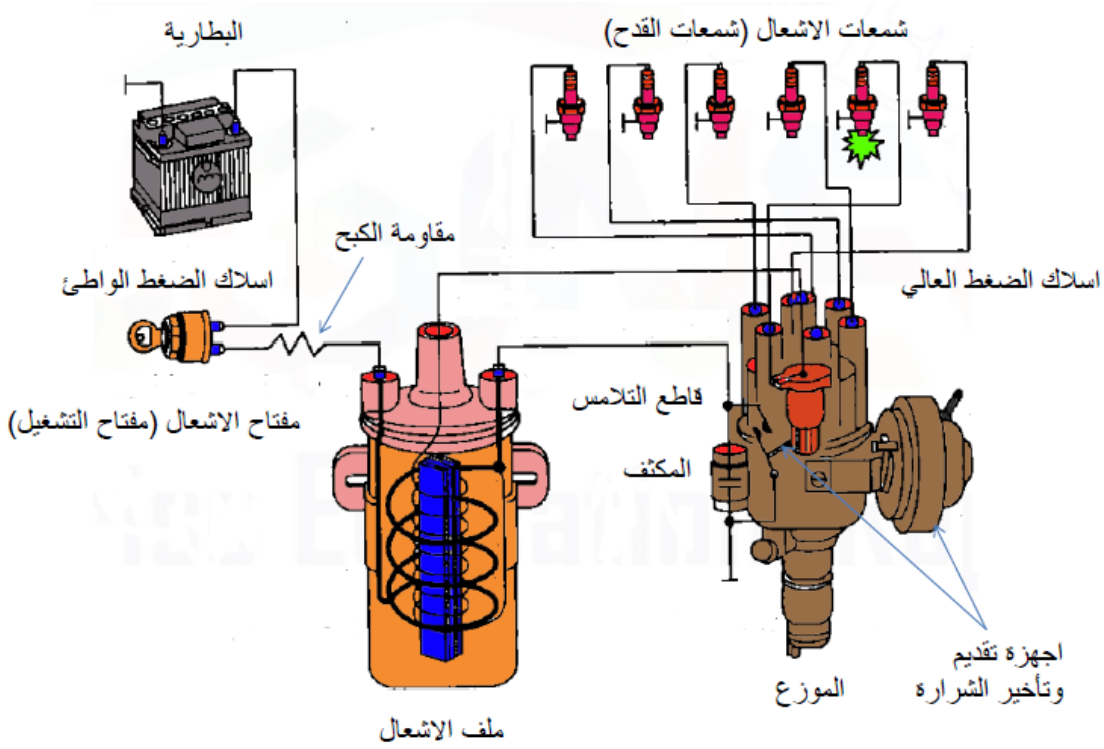
وظائف نظام الإشعال

١- تأمين شرارة كهربائية ذات جهد عال (١٥٠٠٠-٣٠٠٠٠) فولت.

٢- توقيت إطلاق الشرارة الكهربائية.

٣- توزيع الشرارة على أسطوانات المُحرك حسب ترتيب الإشعال.

مكونات نظام الإشعال التقليدي (العادي)



ملف الإشعال (Ignition COIL)

. وظيفته تحويل الفولتية المنخفضة من ١٢ فولت إلى فولتية عالية جدا (٢٠) كيلو فولت عند تشغيل المحرك، ما يمكن الشرارة من القفز بين قطبي شمعة الإشعال.

مكونات ملف الإشعال

١- الملف الابتدائي: يتكون من عدد من اللفات النحاسية السميكة يتروح بين (١٥٠و٢٠٠) لفة معزولة عن بعضها، وهذه اللفات تحيط بالملف الثانوي والقلب يتصل أحد أطراف الملف الابتدائي بموجب ملف الإشعال الطرف (١٥) ، وأما الطرف الآخر، فيتصل بسالب ملف الإشعال داخل الملف.

٢ - الملف الثانوي: يتكون من عدد من اللفات المعزولة المصنوعة من أسلاك نحاس ذات قطر أصغر من قطر لفات الملف الابتدائي التي تحيط بالقلب، ويبلغ عددها (٢٥٠٠٠) لفة تقريبًا، ويتصل أحد طرفيه بسالب ملف الإشعال (١) ، وأما الآخر، فيتصل بفوهة الجهد العالي لملف الإشعال (٤).

٣ - القلب : يتكون من رقائق من الحديد المطاوع المعزولة عن بعضها.

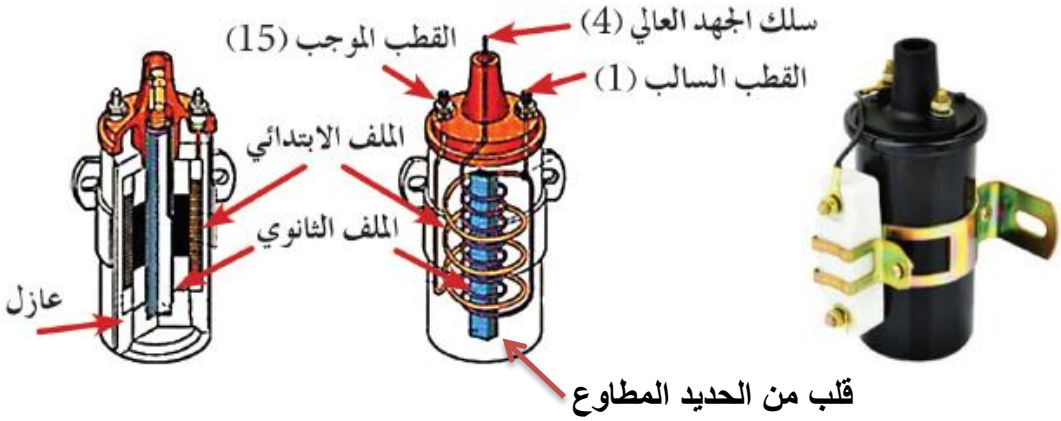
٤ - القطب الموجب (+) لملف الإشعال : يوصل بالبطارية عبر مفتاح الإشعال.

٥ - فوهة الجهد العالي للملف الإشعال : يوصل بالموزع بوساطة كبل الفولتية العالية جدا.

٦ - القطب السالب (-) لملف الإشعال : هو نهاية الملفين الابتدائي والثانوي، وفيه توصل نهايتا الملفين الابتدائي والثانوي ببعضهما ، ويوصل هذا الطرف بالقطب السالب للبطارية

(جسم الموزع) عبر مقطع التيار (البلاتين).

٧ - الغلاف الخارجي: يصنع من الحديد المغطى بمادة عازلة ، ووظيفته حماية أجزاء ملف الإشعال. ويوجد زيت في بعض أنواع ملفات الإشعال للتخلص من الحرارة الناتجة من مرور التيار الكهربائي ذي الجهد العالي.



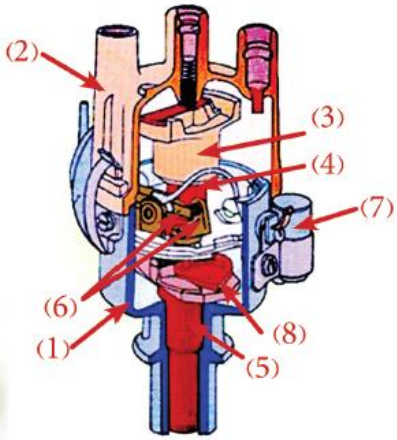
موزع الإشعال (موزع الشرر) (Distributor)

يعد الموزع من المكونات الأساسية لنظام الإشعال، وله ثلاث وظائف، هي:

١ - قطع نقاط التماس الموجودة في قاطع التماس (البلاتين) ووصلها ، وعليه قطع التيار عن الملف ووصله.

٢ - توصيل الجهد العالي من ملف الإشعال إلى شمعات الإشعال في الوقت المناسب وتوزيعه حسب تقسيمة الإشعال.

٣ - تقديم الشرارة وتأخيرها حسب الحمل والسرعة.



(1) جسم الموزع.
(2) غطاء الموزع.
(3) العضو الدوار (الشاكوش).
(4) حدبات المقطع (كامة الموزع).
(5) عمود الموزع.
(6) قاطع التماس (البلاتين).
(7) المكثف.
(8) منظم توقيت الشرارة بالخلخلة

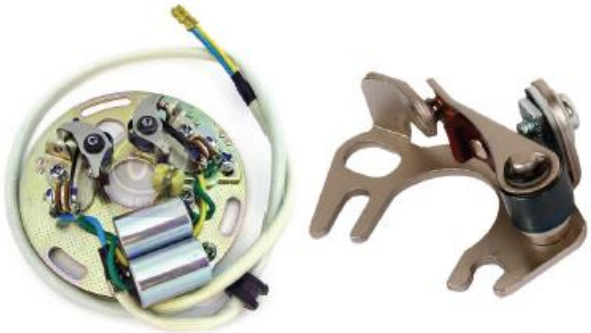
مكونات موزع الإشعال

١- غطاء الموزع Distributor Cover : يثبت فوق جسم الموزع بوساطة برغي أو مثبتات خاصة، ويصنع من مادة عازلة، ويحتوي داخله أقطابًا نحاسية تكون بعدد أسطوانات المحرك، وتصل هذه الأقطاب الجهد العالي إلى أسلاك الجهد العالي المتصلة مع شمعات الإشعال (البوجيات)، وتوجد فتحة خاصة بالوسط موصولة مع كبل الفولتية العالية من ملف الإشعال، وعليه فتحات خاصة بالأكبال الموصولة بشمعات الإشعال.

٢ - العضو الدوار (Rotor): يثبت العضو الدوار فوق عمود الموزع ويكون أسفل غطاء الموزع، حيث يمر الجهد العالي القادم من نقطة (١) لملف الإشعال من خلال الفرش الكربونية عبر مركز غطاء الموزع ، ومنه إلى شريحة النحاس المثبت طرفها الأول منتصف العضو الدوار، ثم إلى طرف الشريحة الآخر المثبت نهاية عضو الدوار، ومنها إلى نقاط التلامس النحاسية الموجودة في غطاء الموزع ويستمد عمود الموزع حركته من عمود الكامات.

٣- حدبات القطع (كامة الموزع) Distributor Cam: وظيفتها فتح قاطع التماس وإغلاقه، وتحتوي حدبات تساوي عدد أسطوانات المُحرك، وتعدّ جزءًا من عمود الموزع، إذ إنها تدور معه.

٤ - قاطع التماس (البلاتين) (Contact Breaker : تصنع نقاط قاطع التماس من التنجستون أو سبيكة البلاتيوم والأورديوم التي تمتاز بمقاومة عالية للاهتراء والتآكل، ويتكون قاطع التماس من قطعتين، إحداهما قابلة للحركة عبر كامة الموزع ، والثانية ثابتة على صينية الموزع، ومتصلة بالسالب عبر جسم الموزع ووظيفة قاطع التماس هي تقطيع الدارة الابتدائية لملف الإشعال حتى يتكون الجهد العالي في الملف الثانوي.

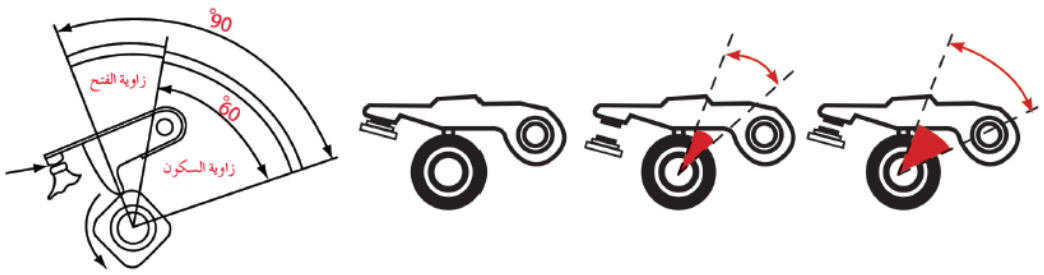


زاوية السكون : (Dwell Angle)

أو زاوية الحدبة وهي الزاوية التي يدورها عمود الموزع أو الحدبة منذ لحظة غلق قاطع التلامس وحتى إعادة فتحه مرة أخرى، فهي قياس لزمن تلامس أقطاب قاطع التلامس ومقدار الزاوية يعتمد على عدد أسطوانات المحرك. فتقل زاوية السكون كلما ازداد عدد مرات الفتح والغلق في الدورة الواحدة لعمود الموزع.

ويلاحظ أن هناك علاقة بين مقدار زاوية السكون وبين خلوص نقاط التلامس ، فكلما كبرت زاوية السكون، كلما صغر خلوص نقاط التلامس وكلما قلت زاوية السكون زاد خلوص نقاط

التلامس وبزيادة قيمة الخلوص عن القيمة المقررة فإن فترة تلامس النقاط تقل مما يؤدي إلى نقص قيمة التيار في الدائرة الابتدائية و بالتالي ضعف الجهد التأثيري فيصبح غير كافٍ لإحداث شرارات قوية بالشمعات و من ثم ينشأ إخفاق في دوران المحرك عند المسرعات العالية، وتنشأ ظاهرة الحريق الخلفي نتيجة خروج شحنات الوقود دون حريق من الأسطوانة و احتراقها بمجموعة العادم.



وفي حالة نقص قيمة الخلوص عن القيمة المقررة فإن فترة تلامس نقاط قاطع التلامس تزداد كما تزداد فتره مرور التيار الابتدائي عبر نقاط التلامس حيث تحترق و تتأكل نقاط التلامس بسرعة وقد ينعدم أو يقل توصيلها الكهربائي مما يسبب للمحرك إخفاقا في الدوران عند جميع السرعات ويحدث أيضاً حريقاً خلفياً.

حساب الزاوية الكلية و زاوية السكون وزاوية الفتح

$$\text{الزاوية الكلية} = \frac{360}{\text{عدد الاسطوانات}}$$

$$\text{زاوية السكون} = \frac{60 \text{ x الزاوية الكلية}}{100}$$

زاوية الفتح = الزاوية الكلية – زاوية السكون

مثال / احسب الزاوية الكلية و زاوية السكون لمحرك بنزين اربع أسطوانات يعمل بمنظومة الاشعال بالبطارية ؟

الجواب //

$$\text{الزاوية الكلية} = \frac{360}{\text{عدد الاسطوانات}}$$

$$\text{الزاوية الكلية} = \frac{360}{4}$$

$$\text{الزاوية الكلية} = 90$$

$$\text{زاوية السكون} = \frac{60 \text{ x الزاوية الكلية}}{100}$$

$$\text{زاوية السكون} = \frac{90 \text{ x } 60}{100}$$

$$\text{زاوية السكون} = 54$$

٥ - الموسع Capacitor : او المكثف يتكون الموسع من صفحتين رقيقتين من القصدير أو الألمنيوم أو الرصاص، وبينها شرائح عازلة مكونة من ورق مشبع بالبارفين، وتُلف هذه الصفائح والشرائح العازلة ببعضها لتصبح أسطوانية الشكل.

<u>للموسع وظيفتان</u>

أ - تخزين الطاقة الكهربائية عند فتح نقاط الاتصال لقاطع التماس، منعا لحدوث قوس كهربائي بين نقاط الاتصال، فيحميها من التلف والاحتراق ويطيل عمرها التشغيلي.

ب - تفريغ هذه الطاقة في الدائرة الابتدائية، ما يؤدي إلى الإسراع في بناء المجال المغناطيسي المؤثر في الملف الثانوي، ويرفع كفاءة نظام الإشعال .

٦ - أسلاك توصيل الجهد العالي (الضغط العالي) (High Voltage cables): تستعمل لنقل الجهد العالي من فوهة ملف الإشعال إلى مركز غطاء الموزع ، ومن غطاء الموزع إلى شمعات الإشعال، وتصنع بجودة عالية منعًا لتفريغ الشرارة مع جسم المحرك (الشاصي) قبل وصولها شمعة الإشعال وتتراوح قيمة مقاومة هذه الأسلاك بين (٤و١٢) كيلو أوم، أو حسب طول السلك.

٧ - شمعات الإشعال Spark Plugs : وظيفتها إحداث شرارة الإشعال داخل غرفة الاحتراق، حيث تنقل الجهد العالي وتفرغه في صورة شرارة كهربائية قوية بين قطبيها، وهذه الشرارة كافية لبدء إشعال الخليط في مختلف ظروف عمل المُحرك، وتتكون من قطبين: أحداهما سالب يتصل بجسم مُحرك المركبة بوساطة السن التي تثبت شمعة الإشعال برأس المحرك، والأخر موجب يتصل بسلك الفولتية العالية مع الموزع، ويعزل القطب الموجب عن القطب السلب بمادة عازلة جيدة للفولتية العالية مثل البورسلان، ويبتعد رأس القطب الموجب عن طرف السالب مسافة (٠,٨) مم، وهي الثغرة الهوائية اللازمة لإحداث الشرارة الكهربائية.

خصائص شمعة الإشعال

أ - تحمّل الإجهادات الحرارية والميكانيكية.

ب - العزل الكهربائي العالي وجودة في توصيل الشرارة.

ج - تحمّل الإجهادات الكيميائية الناتجة من الاحتراق.

توقيت الإشعال

عندما يقترب المكبس من النقطة الميتة العليا في أثناء شوط ،الضغط، تحدث الشرارة الكهربائية بين قطبي شمعة الإشعال في غرفة الاحتراق، فيشتعل خليط الهواء والوقود المضغوط ، وهذه اللحظة هي نقطة بداية الإشعال، ويتم ترتيب الإشعال في المُحرك بتوزيع الشرارة الكهربائية على أسطواناته بترتيب محدد، وذلك لتوزيع الأحمال الميكانيكية على عمود المرفق ويختلف ترتيب الإشعال من مُحرك إلى آخر حسب التصميم، فهناك أنواع من هذه الترتيبات، مثل: (١-٣-٤-٢) في المُحرك ذي الأسطوانات الأربع، وكذلك (١-٤-٣-٢) في المحركات الأخرى و (١-٥-٣-٦-٢-٤) في المحرك ذي الأسطوانات الست، والأكثر شيوعًا في المُحرك ذي الأسطوانات الأربع الترتيب (١-٣-٤-٢)، فهذا يعني أن الشرارة تأتي بالترتيب إلى الأسطوانة الأولى، ثم إلى الثالثة، ثم إلى الرابعة، ثم إلى الثانية.

٩- مقاومة الكبح (مقاومة الاشعال) Ballast resistor

عند التشغيل على البارد، وعند عمل السلف لمدة أطول من اللازم، فإن ذلك يؤدي إلى انخفاض جهد البطارية إلى ٩ فولت وعند انخفاض جهد البطارية ينخفض جهد الدائرة الابتدائية وبالتالي الدائرة الثانوية، فتصبح الشرارة ضعيفة وللتغلب على تلك المشكلة فقد قام عدد من مصنعي السيارات باستبدال ملف الإشعال التقليدي الذي يعمل على ١٢ فولت بملف آخر يعمل على ٧,٥ فولت وتم إضافة مقاومة على التوالي مع الدائرة الابتدائية أثناء تشغيل السيارة فإن المقاومة تقلل جهد البطارية إلى ٧,٥ أثناء بدأ الإدارة فإن مفتاح التشغيل لبادئ الحركة يقوم بعمل دائرة قصر على المقاومة ويقوم بنقل جهد البطارية بالكامل إلى الملف في حالة انخفاض الجهد أثناء بدء الحركة فإن الجهد الواصل للملف قادر على توفير شرارة قوية للشمعات. وتبلغ قيمة المقاومة نحو ١,٢ إلى ١,٨ أوم .

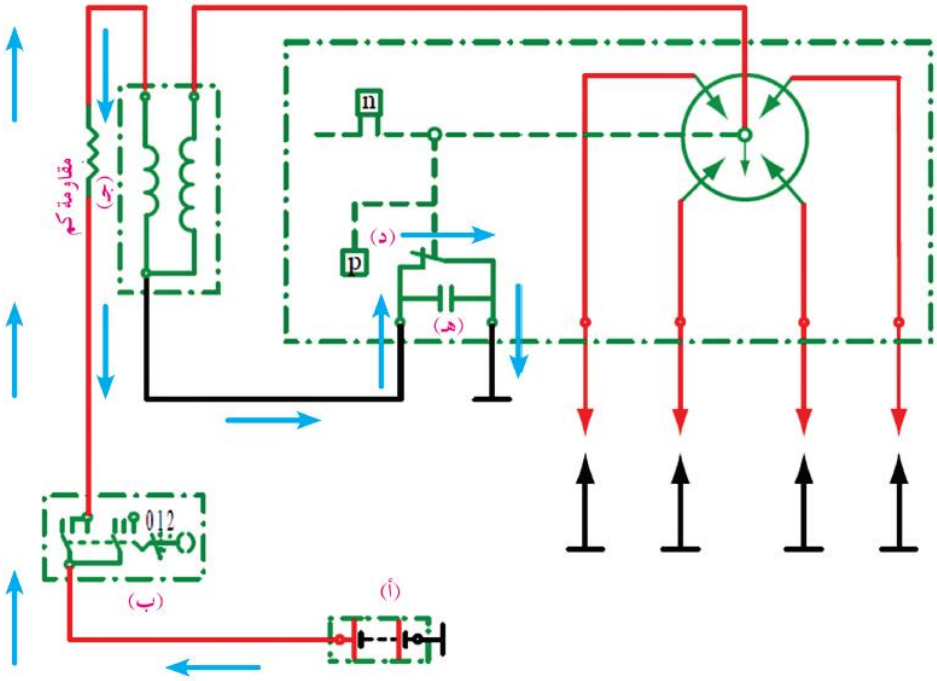
مقاومة الكبح (مقاومة الاشعال)

مبدأ عمل نظام الإشعال العادي

يتكون نظام الإشعال العادي من دارتين:-

١ - الدارة الابتدائية وتتكون من:

أ - البطارية. ب- مفتاح التشغيل. جـ - الملف الابتدائي. د - قاطع التماس (البلاتين) .
هـ - المكثف. و- مقاومة الكبح (مقاومة التوالي)

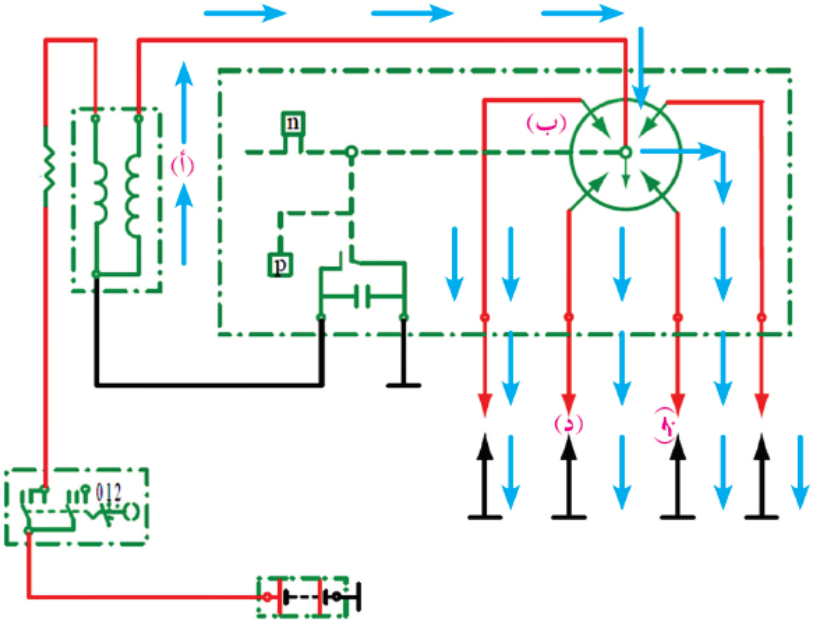


الدائرة الابتدائية في نظام الإشعال .

عندما يغلق التماس يمر التيار الكهربائي من البطارية إلى مفتاح التشغيل، ثم الى مقاومة الكبح ثم إلى الملف الابتدائي، عبر قاطع التماس فيمر إلى السالب فينشأ نتيجة ذلك مجال مغناطيسي في الملف الابتدائي، ومع استمرار مرور التيار يزداد مقدار المجال المغناطيسي المتولد في الملف الابتدائي.

٢ - وتتكون الدائرة الثانوية من:

أ- ملف الثانوي. ب - موزع الإشعال جـ- أسلاك الفولتية العالية (اسلاك الضغط العالي)
د- شمعات الاحتراق. هـ- كامة الموزع.



الدائرة الثانوية في نظام الإشعال.

وعند فتح نقاط التماس (البلاتين) عَبْرَ كامة الموزع ، ينهار (ينهدم) المجال المغناطيسي في الملف الابتدائي، وتتولد فولتية عالية في الملف الثانوي بسبب كثرة عدد لفاته، ثم تنتقل الفولتية العالية من فوهة ملف الإشعال إلى موزع الإشعال ليوزع الموزع الفولتية العالية على شمعات الاحتراق (شمعات القدح) عبر أسلاك الفولتية العالية، وعند وصول الفولتية العالية إلى شمعات الاحتراق، تطلق الثغرة الهوائية لشمعات الاحتراق الشرارة الكهربائية نتيجة انتقال التيار بين قطبيها تحت تأثير الفولتية العالية.

العوامل المؤثرة في قوة الشرارة

١ - خلوص شمعة الإشعال.

٢ - نوعية شمعات الإشعال.

٣ - مقاومة أسلاك الضغط العالي.

قاطع التلامس المزدوج Double contact set Distributor

بعض محركات البنزين ذات ثماني اسطوانات تستخدم قاطعي تلامس لتكون مجموعة مزدوجة يربطان على التوالي مع دائرة الملف الابتدائي لملف الاشعال ويعمل احد هذين القاطعين على توصيل الدائرة بالأرض عند غلقه، ولكن عندما تقوم أحدى نقاط التلامس بغلق الدائرة تقوم الأخرى بفتحها ، يتم ذلك ببعض الدرجات من التأخير حوالي (٧) درجة بين الفتح والغلق لكلتا النقطتين وبذلك يتوفر الوقت الكافي لبناء المجال المغناطيسي في الملف الابتدائي والحصول على شرارة كافية في شمعة الاشعال.

لهذه الطريقة يمنع خفقان الاشعال بسبب الحصول على الضغط العالي اللازم الحدوث الشرارة بكفاءة تحت مختلف الظروف .

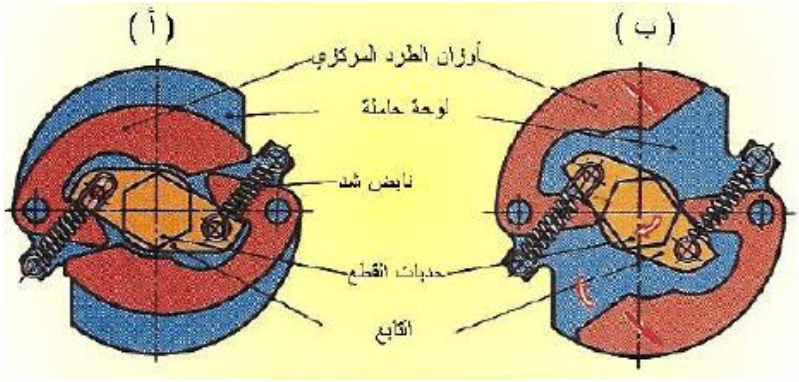
قاطع التلامس المزدوج

أجهزة تقديم الشرارة :

كلما زادت السرعة قل زمن المشوار للمكبس ولإعطاء الشحنة زمناً كافياً للاحتراق قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العالية (ن.م.ع) يجب تقديم حدوث الشرارة مع زيادة السرعة. و يقوم بهذا العمل أجهزة تقديم الشرارة وهنالك جهازين لتقديم الشرارة هما جهاز تقديم الإشعال بالطرد المركزي و جهاز تقديم الاشعال بالتفريغ (بالخلخلة)

طريقة عمل جهاز تقديم الإشعال بالطرد المركزي :

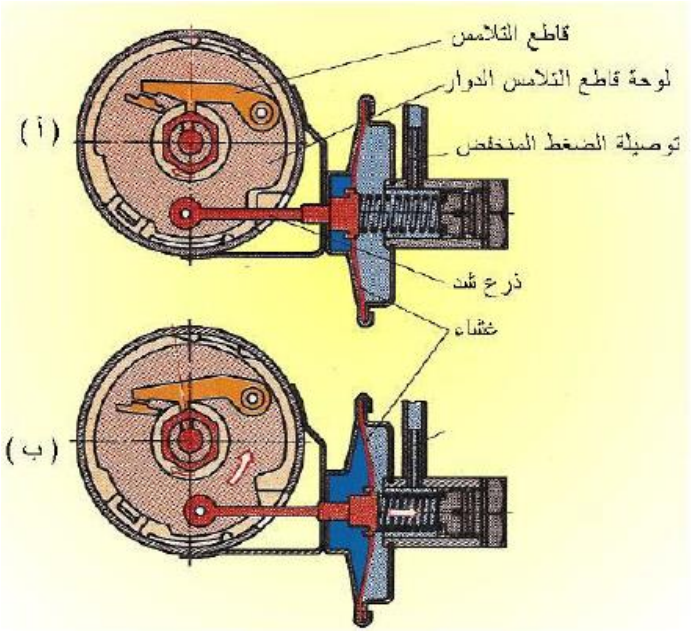
عندما تزداد سرعة عمود المرفق وكذلك عمود الموزع فإن أوزان الطرد المركزي تندفع إلى الخارج بتأثير القوة الطاردة المركزية ضد شد النابض وتنتقل حركة الأوزان إلى التابع أو لوحة الحدبة التي تحرك معها الحدبة حركة زاوية في اتجاه الدوران. وبذلك تسبق الحدبة وضعها الأصلي فيتقدم موعد الشرارة تدريجياً حسب ازدياد السرعة. أما عندما تقل السرعة تعود أوزان الطرد المركزي للانضمام إلى بعضها بتأثير شد النابض فتتأخر الشرارة نسبياً كلما نقصت السرعة. و يوجد منظم توقيت الإشعال بالطرد المركزي داخل موزع الإشعال بأسفل لوحة قاطع التلامس، ويكون مثبتاً على عمود الموزع ذاته.



طريقة عمل جهاز تقديم الاشعال بالتفريغ (بالخلخلة):

عندما يكون الحمل كبيراً تكون فتحة الخانق كبيرة وتقل الخلخلة على الغشاء المرن فلا يتحرك. وعندما يكون أت الحمل خفيفاً تكون فتحة الخانق صغيرة و تحدث خلخلة كبيرة بغرفة الضغط

و بمساعدة الضغط الجوي الموجود داخل الغرفة يتحرك الغشاء الفاصل جهة اليمين ضد ضغط النابض ويقوم الذراع بتحريك لوحة (صفيحة) نقاط التلامس بحركة زاوية ضد ضغط النابض مسببة بذلك تقديم موعد الشرارة. والشكل يوضح أجزاء جهاز تقديم الإشعال بالضغط المنخفض (بالخلخلة):



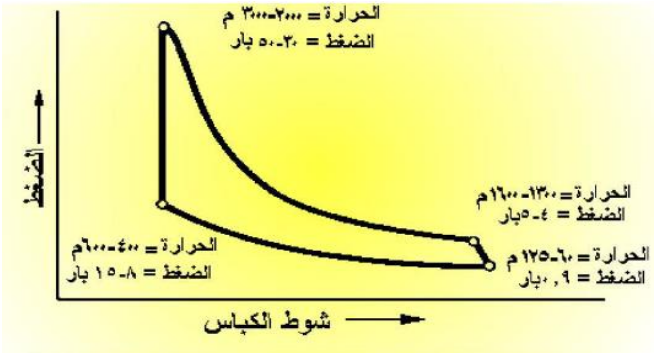
شمعة الإشعال

وظيفة شمعة الإشعال هي توصيل تيار الإشعال ذي الجهد العالي إلى غرفة الاحتراق في أسطوانات المحرك بطريقة معزولة وتحويلها إلى شرارة تقفز بين الإلكترودين محدثة إشعال خليط الوقود والهواء من الشكل التالي الذي يبين درجات الحرارة والضغط في مختلف الأشواط والتي تتعرض لها شمعة الإشعال لذلك يجب أن تتوفر في شمعة الإشعال الشروط التالية :

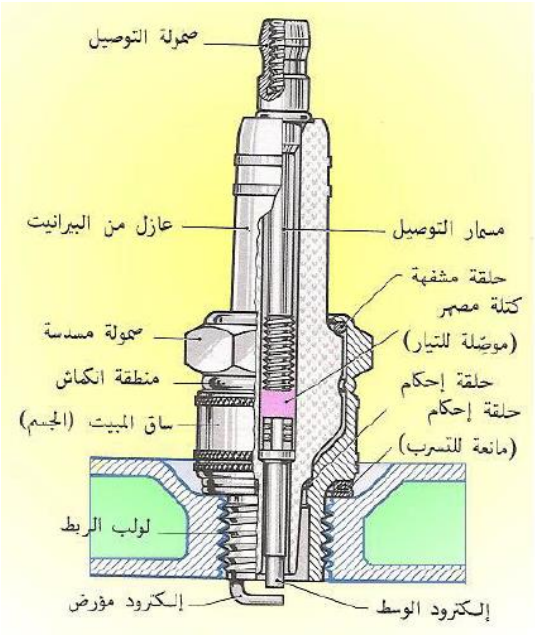
١ - تحمل الإجهادات الحرارة الواقعة عليها.

٢ - مقاومة عالية للإجهادات الميكانيكية ضد الضغط والصدمات.

٣- ذات موصلية حرارية جيدة مع عزل كهربائي عال.



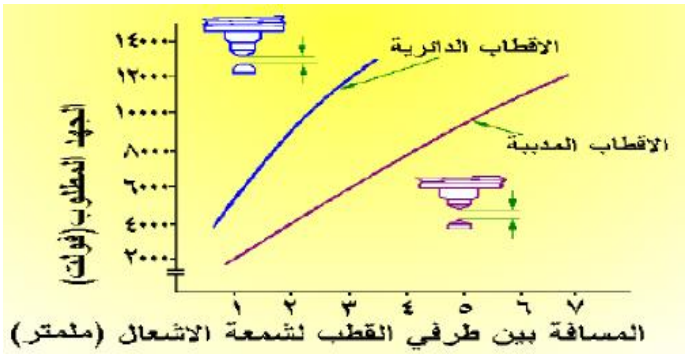
الشكل بين درجات الحرارة والضغوط في مختلف الأشواط والتي تتعرض لها شمعة الإشعال



أجزاء شمعات الإشعال

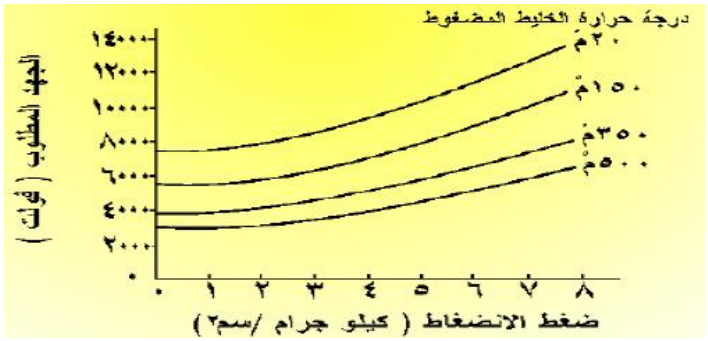
١ - فتحة الشرارة والجهد والمطلوب

يصبح تفريغ الشحنة الكهربائية في الأسطوانة أصعب وتزداد قيمة الجهد المطلوب كلما اتسعت فتحة الهواء بين طرفي القطب فعندما تتأكل الأقطاب وتزيد الفتحة بينهما سوف يكون هناك صعوبة في حدوث الشرارة مما يسبب تقطيع في الإشعال.



٢ - ضغط الانضغاط والجهد المطلوب :

يصبح التفريغ للشحنة الكهربائية صعبا والجهد المطلوب يزيد كلما زاد ضغط الانضغاط . كما يزيد الجهد المطلوب للتفريغ كلما قلت درجة حرارة خليط الهواء والوقود.



٢ الأشكال المختلفة لأقطاب الشمعات (الإلكترودات)

(أ) إلكترودات جانبية :

تعطي الإلكترودات الجانبية أداء جيد أثناء سرعة اللا حمل كما تعطي تسارعا جيداً . ويوجد منها المفرد والمتعدد اما ثنائي أو ثلاثي أو رباعي للإكترود المؤرض وكلما زاد عدد الإلكترودات المؤرض كلما كان عمر الشمعة جيد والشرارة جيدة

الكترودات جانبية مفرد

إلكترودات جانبيه مزدوجة

إلكترود جانبي رباعي

(ب) إلكترودات جبيهية :

يكون تلفها ضئيل نتيجة للإشعال وبالتالي يصبح عمرها أطول وهي الأكثر استخداما في محركات البنزين

إلكترود جبيهي

(جـ) إلكترودات جانبية حلقية :
لها مقدرة جيدة على تبديد الحرارة وهي تستخدم في المحركات ثنائية الشوط.

إلكترودات جانبية حلقية

٤/ قاعدة شمعة الإشعال والميزات الحرارية :

يتأثر الميزان الحراري لعوازل شموع الإشعال تأثراً جوهريا بتصميم قواعدها حيث يوجد نوعين

للميزات الحرارية هما:

(اولاً) شمعة ساخنة :

حيث يكون سريان أطول للحرارة وبتالي يكون التبديد الحراري البطئ مما يرفع من حرارة شمعة الإشعال وينقص من عمرها .

وتستعمل هذه الشمعات في المحركات التالية:

أ- محركات السيارات التي تعمل في جو بارد أو في الشتاء أو بداخل المدن، لأن درجة حرارتها لا تصل إلى درجة التشغيل المعتادة.

ب - المحركات التي تعمل عند أحمال عالية و لكن لفترات قصيرة.

جـ - المحركات المستهلكة ذات الخلوصات الزائدة و ذلك كعلاج مؤقت لحين عمل عمرة شاملة للمحرك ففي هذه المحركات يتسرب زيت المحرك لغرفة الحريق عبر حلقات المكبس المتآكل مما يؤدي للبناء كربون على مقدمة الشمعة ، ولذلك يجب أن تكون الشمعة ساخنة حتى تقوم بحرق هذا الكربون ، و إلا أدى إلى إعاقة الإشعال وقفز الشرارة.

د - المحركات التي تعمل معظم فترة تشغيلها عند أحمال متوسطة.

هـ - المحركات ذات النسب الانضغاط المنخفضة و السرعات القليلة.

(ثانياً) شمعة باردة :

حيث يكون سريان أقصر للحرارة خلال العازل وبالتالي يكون التبريد الحراري سريع مما يخفض من حرارة شمعة الإشعال ويجعلها باردة ويطيل في عمرها وتستعمل الشمعات الباردة في المحركات الأتية :

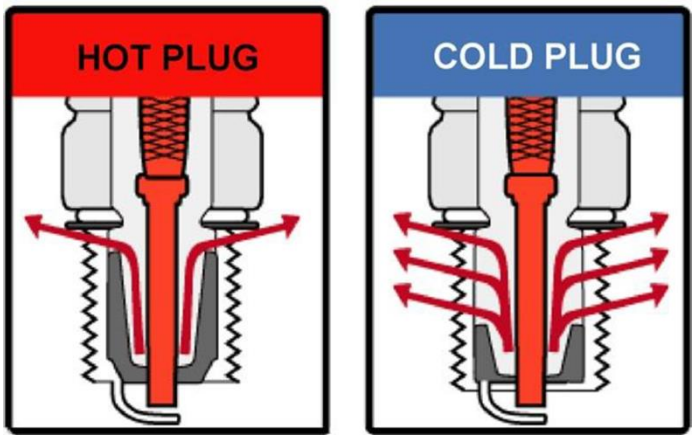
أ - المحركات ذات نسبة الانضغاط العالية.

ب - المحركات ذات السرعة العالية.

جـ - المحركات التي تعمل لفترات طويلة وبأحمال عالية.

د - محركات الخدمة الشاقة.

هـ - محركات التبريد الهوائي ومحركات الدرجات النارية.



شمعه حارة شمعه باردة

٥ - القيمة الحرارية للشمعة :

ترمز القيمة الحرارية لشمعة الإشعال إلى أدائها (سلوكها) الحراري بالنسبة إلى القيمة الاسنادية التي تحدد الزمن الذي تحدث بعده اشعالات بالتوهج تحت ظروف معينة في محرك الاختبار. وتحدد الشركة الصانعة أنواع شموع الإشعال بكل محرك احتراق داخلي وكذلك القيم الحرارية لها. فكلما زادت القيمة الحرارية لشمعة الإشعال زادت مقاومتها لإشعالات التوهج وقلت إما إذا قلت القيمة الحرارية لشمعة الإشعال قلت مقاومتها لإشعال التوهج وزادت مقاومتها للاتساخ مقاومتها للاتساخ.

٦ - درجة حرارة التنظيف الذاتي : تبلغ قيمة درجة حرارة التنظيف الذاتي لشمعة الإشعال عند حوالي ٥٥٠٠ مئوية حيث تكون ضرورية لتنظيف أجزاء شمعة الإشعال البارزة إلى داخل غرفة الاحتراق من رواسب السناج والكربون الزيتي الزيت المحروق لأنه عند ١٥٠٠ مئوية تتكون هذه الرواسب على سطح العازل.

درجة حرارة التوهج : تبلغ قيمة درجة حرارة التوهج لشمعة الإشعال عند ٨٥٠ مئوية وما فوق حيث يحصل عندها إشعالات توهج وخرزات انصهار على الأقطاب.

٧ - درجة حرارة التوهج :

تبلغ قيمة درجة حرارة التوهج الشمعة الإشعال عند ٨٥٠ مئوية وما فوق حيث يحصل عندها إشعالات توهج وخرزات انصهار على الأقطاب.

٨ - مجال التشغيل لشمعة الإشعال :

تحدد درجات الحرارة التنظيف والتوهج مجال التشغيل لشمعة الإشعال الذي يعطي بواسطة القيمة الحرارية. حيث تختار القيمة الحرارية للشمعة أكبر من درجة حرارة التوهج وإذا حصل تلوث للشمعة بالترسبات الكربونية الزيتية فتختار القيمة حرارية المنخفضة التالية .

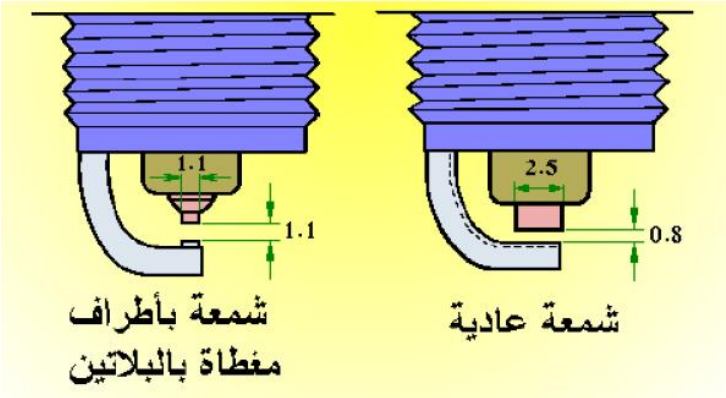
٩ - شمعات الإشعال بإطراف مغطاة بالبلاتين :

توجد شمعات تغطى بمادة البلاتين لكل من إلكترود الوسط والكترود المؤرض مما يقلل من كمية تأكل إلكترودات وهذا يجعل فحص وضبط فتحة الهواء واستبدالها غير ضروري حتى مسافات ١٠كيلو متر . وتستخدم هذه الشمعات في المحركات المزودة بأجهزة تحكم في الملوثات بشكل كثير . المغطاة بالبلاتين

حيث تم تقليل قطر إلكترود الوسط من ٢,٥ ملم بالشمعات العادية إلى ١,٥ ملم للشمعات المغطاة بالبلاتين وزيدت فتحة الهواء من ٠,٨ ملم بالشمعات العادية إلى ١١ ملم للشمعات

ولقد تم تقليص العرض عبر المسطحات للجزء السداسي من ٢٠,٦ملم بالشمعات العادية إلى ١٦ ملم للشمعات المغطاة بالبلاتين لتخفيف الحجم والوزن معاً وبالتالي تحسين تبريد الشرارة.

ولكنها غالية الثمن وهو العيب الوحيد فيها



مقارنة من حيث التكوين بين شمعة عادية وأخرى بأطراف مغطاة بالبلاتين

العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرائق التصليح
صعوبة تشغيل مُحرك المركبة (عدم وجود شرارة في شمعات الإشعال)	– عدم وصول الفولتية إلى نظام الإشعال.	– فحص البطارية ومفتاح التشغيل.
	– قطع في أسلاك الدارة الابتدائية.	– فحص أسلاك الدارة وتصليح القطع.
	– قطع أوقصر في ملف الإشعال.	– استبدال ملف الإشعال.
عدم انتظام دوران المُحرك وحدوث احتراق غير منظم عند بدء التشغيل	– خطأ في توقيت الإشعال.	– ضبط توقيت الإشعال.
	– رطوبة في غطاء الموزع.	– تجفيف غطاء الموزع.
	– تلف غطاء موزع الإشعال.	– استبدال الغطاء.
	– خطأ في ترتيب الإشعال.	– إعادة تركيب الأكبال الفولتيه العالية حسب تعليمات الشركة الصانعة لترتيب الإشعال الصحيح.
انخفاض قدرة المُحرك عند السرعة البطئية	–ضعف في الدارة الثانوية لنظام الإشعال.	– فحص أجزاء الدارة وتحديد العطل وتصليحه.
	– وجود رواسب كربونية على أقطاب شمعات الإشعال.	– استبدال شمعات الإشعال.
	– اهتراء شمعات الإشعال.	– استبدال شمعات الإشعال.

المصابيح الكهربائية المستخدمة في المركبات

تصنف المصابيح الكهربائية المستعملة في المركبات تبعًا لتركيبها واستعمالها:

١- المصابيح المفرغة من الغاز Vacuum bulbs :

توضع فتيلة التنجستون في هذا النوع من المصابيح داخل زجاجة مفرغة من الهواء مما يمنع الحرارة المتولدة فيها من الانتقال بالحمل إلى السطح الداخلي لزجاج المصباح، إضافة إلى عدم تأكسد (احتراق) الفتيلة بسبب تفريغ الأوكسجين. وعند مرور التيار الكهربائي يسخن سلك التنجستون إلى درجة التوهج، وتبلغ درجة حرارته عندئذ (٢٣٠٠°C) ، كما في الشكل ، الذي يمثل مصباحًا مفرغًا تظهر داخله فتيلة من مادة التنجستون، من مساوئ هذا المصباح عند ارتفاع درجة الحرارة أكثر من (٢٣٠٠°C) ، يؤدي إلى تبخر المعدن، مما يقلل من شدة الضوء الناتج أو يسبب احتراق فتيلة المصباح، فضلا عن ظهور طبقة سوداء على السطح الداخلي لزجاجة المصباح.

٢- المصابيح المملوءة بالغاز خامل Bulb Inert Gas Filled :

يمر التيار الكهربائي في سلك صغير من معدن التنجستون داخل حجره زجاجية مملوءة بغاز خامل، مثل الأرغون أو النيتروجين، فترتفع درجة الحرارة مما يؤدي إلى توهج السلك أكثر ، حيث تصل إلى (٢٦٠٠ °C) ، فيصدر عنه ضوء أشد من المصابيح المفرغة، انظر إلى الشكل ، الذي يبين مصباحًا مملوء بغاز خامل.

٣- المصابيح الهالوجينية :

وهي نوع من انواع المصابيح المستعملة في السيارات حالياً للأضواء الرئيسية الأمامية وهذه تنتج إضاءة قوية تبلغ ضعف المصابيح المملوءة بالغاز الخامل ، وكذلك لها عمر أطول ولا تصبح سوداء مثل المصابيح الأخرى وذلك لأنه في المصابيح التي تستعمل الغازات الخاملة فإن ١٠% من المعدن المتطاير يترسب على جدران المصباح . يتم ملئ المصابيح بعنصر من مجموعة الهالوجينات مثل اليود أو البروم أو الكلور أو الفلور، واليود هو الأكثر إستخداماً ويتم حقن الغاز في المصباح تحت الضغط .

يتفاعل غاز الهالوجين مع بخار التنجستون مكوناً هاليد التنجستون، وهذا المركب غير قابل للتكاثف على زجاجة المصباح، بل يتحرك باتجاه الفتيلة مرسباً التنجستون ثانية عليها بينما يعود الهالوجين إلى حالته الأولى وبهذا تستطيع الفتيلة العمل على درجة حرارة تصل إلى (٢٩٠٠°C) ونتيجة لذلك يتوهج المصباح ليعطي ضواء ساطعاً أبيض اللون، ويصنع الغلاف الزجاجي للمصباح من الكوارتز وذلك لكي يقاوم الحرارة العالية المتولدة داخله .

٤ - مصابيح الزنون (Xenon lamps) :

او مصابيح التفريغ الغازية الزنون (Discharge Bulb Gas): سميت هذه المصابيح بهذا الاسم؛ لأن ضوؤها يصدر عن قوس كهربائية بين قطبين داخلها. تمتاز مصابيح التفريغ الغازية بإضاءة أكثر فاعلية من تلك التي في المصابيح الهالوجينية، وتتكون من الأجزاء الآتية:

أ - المصباح : يعمل المصباح على نحو يختلف عنه في المصابيح التقليدية (الهالوجينية، أو المملوءة بالغاز الخامل)، وهو يحتاج إلى فولتية عالية حتى يتم تأين الغاز وانتقال القوس الكهربائي بين قطبي المصباح حتى يصدر الضوء.

ب – محول الطاقة : يزود المحول الفولتية المطلوبة لتشغيل المصباح، ويمكن زيادة الفولتية بمقدار (٥-٨) أضعاف فولتية البطارية.

ج- مجموعة الضوء الأمامية: يشبه هذا الضوء الأنواع التقليدية، إلا أنه يمتاز عنها بدقة تصميمه، وعدم تأثيره في سائق المركبة المقابلة، مما يزيد تكاليف صنعه. يصدر الضوء في هذا النوع من المصابيح عن قوس كهربائية بين قطبين فيها، وتبلغ المسافة بين هذين القطبين (٤) مم . من جانب آخر، يصنع غلاف مصباح الزنون الخامل تحت الضغط . وإذا تشغيل مفتاح المصباح - درجات الحرارة العادية – يضيء الزنون فورا، فيتبخر الزئبق الذي ينتج معظم الضوء والأملاح المعدنية التي تؤثر في اللون. تجدر الإشارة إلى أن شدة سطوع الإضاءة في هذه المصابيح تعزى إلى خليط بخار الأملاح المعدنية.

٥ - مصابيح (LED) :

وهي مختصرة (Light Emitting Diode) وتعني الصمام الثنائي الباعث للضوء. هي عبارة عن ثنائيات باعثة للضوء، صغيرة لا تعتمد على السلك مثل المصابيح المتوهجة، لذلك مصابيح (LED) أطول في عمرها الافتراضي، ويمكن وضعها على غلاف بلاستيكي من دون وضع غلاف زجاجي عليها وهي أعلى كفاءة من المصابيح المتوهجة. أما المصابيح ذات القدرات العالية، فتزود بمبردات حرارية للحفاظ عليها من ارتفاع درجات الحرارة.

تُستعمل المصابيح ثنائي الباعث للضوء (LED) لزيادة إنارة المركبة وتزين غرفة القيادة ولوحة القيادة (الدشبول)، وتُركب على مقدمة المركبة وعلى صندوق الخلفي للمركبة، وتزود بجهاز التحكم عن البعد لتغيير الألوان، ومنها ما يوصل بالمقبس متعدد الاستعمال على لوحة القيادة، على النحو الآتي:

إنارة مخفية

إنارة غرفة القيادة

إنارة على لوحة القيادة

إنارة المصابيح الخلفية

إنارة المصابيح الخافتة (التحكم عن البعد)

إنارة تجميلية للمصابيح الأمامية

مميزات مصابيح الثنائي الباعث للضوء (LED) في المركبات:

١ - تمتلك عمرًا طويلًا قد يصل إلى عمر المركبة ذاتها.

٢- لا تحتاج إلى طاقة كهربائية كبيرة في أثناء عملها، بل تكتفي بقدرة قليلة جدا، مما يجعلها من أنواع المصابيح الموفرة للطاقة الكهربائية.

٣- تتميز المصابيح الثنائي الباعث للضوء LED بأنها صديقة للبيئة.

٤ - تقلل من توتر سائقي المركبات الأخرى بالجهة المقابلة.

٥ - شدة إضاءة أقوى ومدى انتشار أوسع من المصابيح الهالوجينية.

مقارنة بين مصابيح الثنائي الباعث للضوء (LED) والمصابيح الهالوجينية.

تصنيف المصابيح حسب الاستعمال

١ - المصابيح الخافتة (Barging bulb):

تُستعمل هذه المصابيح لإنارة لوحة القيادة والمفاتيح، مثل: مفتاح تشغيل مروحة التدفئة، وتُستعمل في المصابيح الجانبية التي تحدد أبعاد المركبة، وتحتوي فتيلة واحدة أو الثنائي الباعث للضوء (LED) وقدرتها بين (١) وات و (٥) وات، المصابيح الخافتة، وتمتاز بلونها البرتقالي.

٢- مصابيح غرفة القيادة:

يكثر استعمالها في إنارة غرفة القيادة - وتحتوي فتيلة واحدة أو ثنائي الباعث للضوء (LED) وتُستعمل في إنارة صندوق المركبة و لوحة أرقام المركبة.

٣- مصابيح الإشارة:

يستعمل المصباح ذو القدرة (٢١) واط ، لإنارة مصابيح الإشارة الاشارة ، وتستعمل فيها فتيلة واحدة، أو الثنائي الباعث للضوء (L.E.D)، وتمتاز بلونها البرتقالي .

٤- مصابيح التحذير من التوقف :

تستعمل فيها فتيلتان (شَعرتان)، وتوصل نهاية كل فتيلة بتماس قاعدة المصباح، ويوصل بهما الطرفان الموجبان، في حين يوصل طرفا الفتيلتين الآخران معا، وبغطاء المصباح المعدني، مشكلين الطرف السالب وتبلغ قدرتهما (٥) واط و (٢١) واط، وهي تُستعمل في مصابيح الضوء الخلفي، في حين تُستعمل الفتيلة ذات القدرة العالية في مصابيح المكابح (الفرامل) ، مصابيح التحذير من التوقف وهي حمراء اللون.

٥ - مصابيح الرجوع إلى الخلف:

يستعمل المصباح ذو القدرة (٢١) واط لإنارة مصابيح الرجوع إلى الخلف، ويستعمل فيها فتيلة واحدة، أو الثنائي الباعث للضوء (LED)، وتمتاز باللون الأبيض .

٦- مصابيح الإضاءة الرئيسية الأمامية:

هي مصابيح كبيرة الحجم نسبيًّا، وفيها فتيلتان: الأولى للضوء المنخفض، والثانية للضوء العالي، أما الآن فقد شاع استعمال المصابيح الهالوجينية التي تبلغ قدرتها (٥٥) واط للضوء الخافت و (٩٠) واط للضوء المنخفض في بعض المركبات، و (١١٠) واط للضوء العالي، وتمتاز هذه المصابيح بغطاء معدني، وثلاثة أطراف للتوصيل، أولها سالب والطرفان الآخران موجبان أحدهما للضوء العالي، والآخر للضوء المنخفض)، ويوجد منها الثنائي الباعث للضوء LED) و مصابيح هالوجين أو مصابيح زنون.

وحدة الإنارة الأمامية (Front Light)

تعد المصابيح الأمامية من أهم أجزاء المركبة واحد عوامل الأمان الأساسية، كونها تساعد قائد المركبة على رؤية الطريق بوضوح في الظلام، وتلفت انتباه مستعملي الطريق إلى وجودها، ما يتيح للسائق الابتعاد عن أية عقبات في الطريق قد تسبب الحوادث.

تتكون دائرة الإنارة في المركبة من الأجزاء الآتية:

١ - البطارية : يمثل مصدر الطاقة في الدوائر الكهربائية.

٢- أسلاك توصيل : تسمح هذه الأسلاك مرور التيار بين أجزاء الدارة.

٣- المصابيح : تُستعمل في هذه الدائرة مصابيح المرتفع والمنخفض.

٤- مصهرات : تُستعمل هذه المصهرات لحماية الحمل الكهربائي عند زيادة مرور تيار الكهربائي.

٥ - مفتاح تشغيل متعدد الأوضاع يستعمل لتشغيل الدوائر الكهربائية.

٦- مرحلات : تُستعمل للتحكم في الدائرة، لتمرير تيار الحمل العالي دون التأثير في مفتاح التشغيل.

تتكون المصابيح الأمامية من ثلاثة أجزاء رئيسة هي:

١ - المصباح : يُحوّل الطاقة الكهربائية إلى ضوئية ويعتمد مبدأ عمله على أحد التصنيفات التي مررت بها سابقا.

٢ - العاكس : يصنع العاكس من معدن مصقول شديد اللمعان يعمل على تجميع الضوء المنبعث من المصباح، وتوجيهه إلى مقدمة المركبة لإنارة الطريق بالعدسة.

٣- العدسة : تصنع العدسة من الزجاج النقي على شكل منشور ، وهي تعمل على إعادة توجيه الأشعة القادمة من العاكس على شكل حزم والتقليل ما أمكن من الأشعة المتشتتة التي تسبب إزعاجًا لسائقي المركبات الأخرى القادمين من الجهة المقابلة.

العاكس العدسة

مفاتيح الإنارة الرئيسية (Main Light Switch)

يستعمل هذا المفتاح للتحكم في تشغيل المصابيح الرئيسية الأمامية، والجانبية، والخلفية، ومصابيح لوحة القيادة، وغيرها، مفتاحًا منها يركب على لوحة القيادة (مصابيح الإشارة) أمام السائق في الأوضاع الآتية:

١ - الوضع (O) (OFF) وتكون المصابيح جميعها غير مضاءة.

٢- الوضع (١) مفتاح الدرجة الأولى) : تضاء بواسطته المصابيح الجانبية، ومصابيح لوحة البيان، والمصابيح الخلفية.

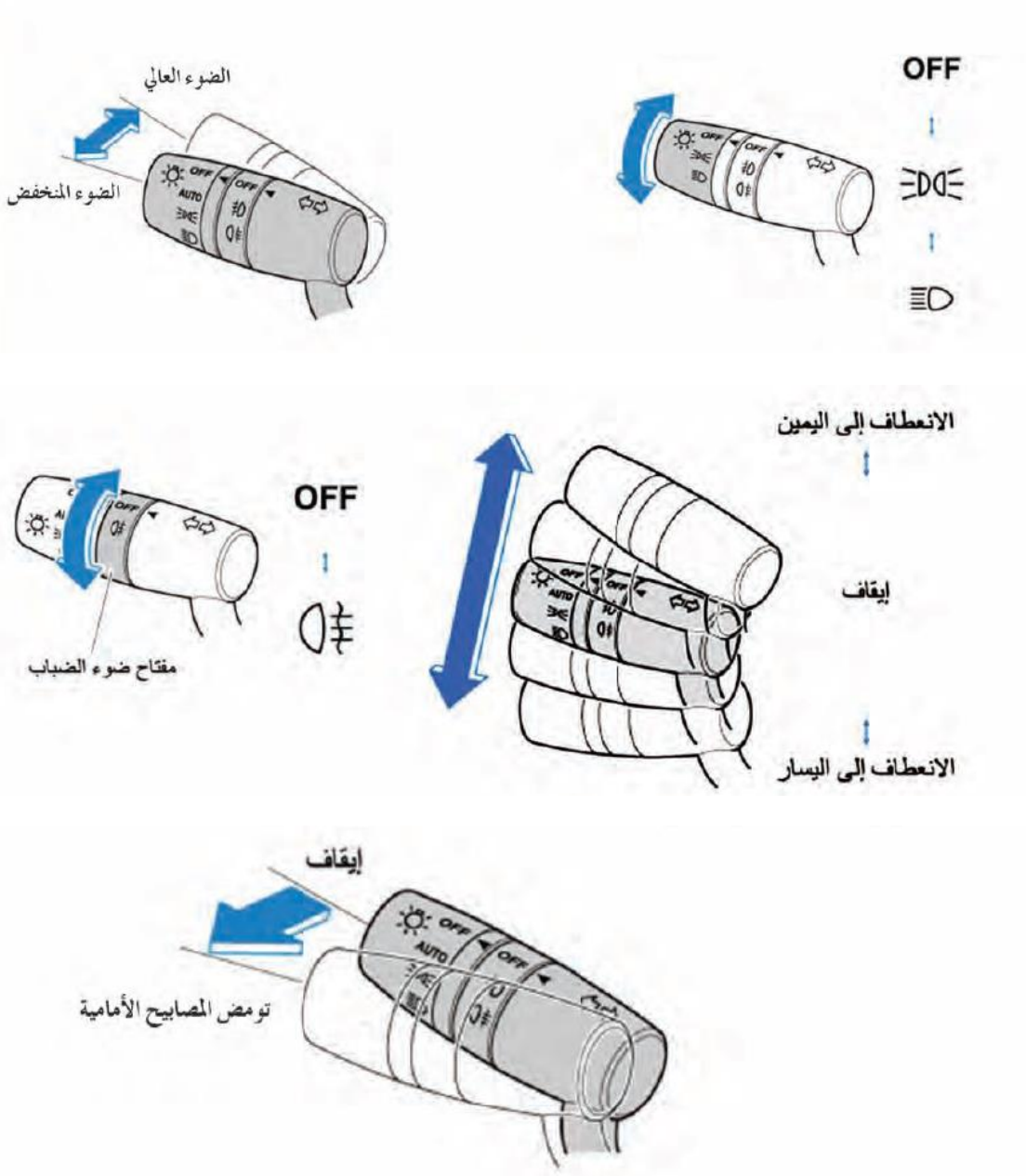
٣- الوضع (٢) (مفتاح الدرجة الثانية): تضاء بواسطته المصابيح الرئيسية الأمامية (مرتفع منخفض)، فضلا عن المصابيح المضاءة في الوضع (١) ، وعند تبديل المفتاح، تضاء المصابيح العالي.

٤ - الوضع (R) عند وضع المفتاح إلى الأعلى: تضاء به مصابيح إشارات الانعطاف اليمين

٥- الوضع (L) عند وضع المفتاح إلى الأسفل : تضاء به مصابيح إشارات الانعطاف الشمال.

٦ ـ عند سحب الذراع إلى الخلف، تُشغل المصابيح المرتفعة لحظة.

٧- بعض المفاتيح تحتوي وضعية تشغيل مصابيح الضباب .



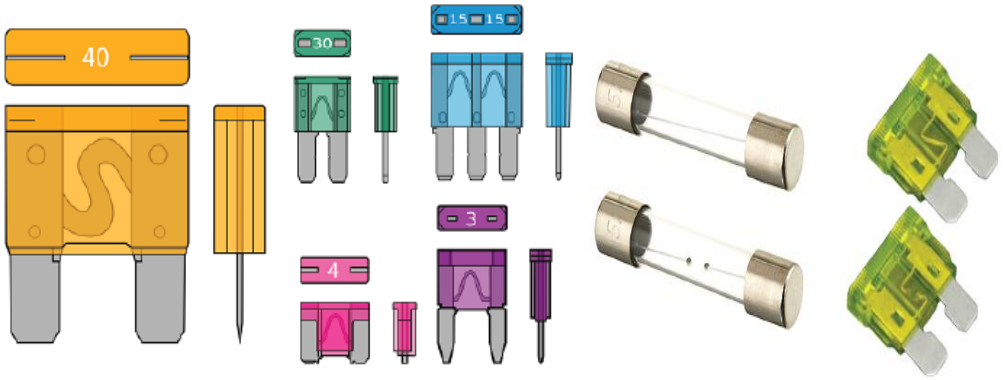
اوضاع مفاتيح الانارة الامامية

المصهرات المستخدمة في المركبة (FUSES)

يحمي المصهر (Fuse) أجزاء الدوائر الكهربائية في المركبة عند زيادة التيار الكهربائي المفاجئ، حيث ينصهر جزؤه الداخلي، مانعا مرور التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية، ويصنع سلك الفضة أو سبيكة النحاس؛ بحيث يتناسب قطره وشدة التيار الكهربائي المار في الدائرة الكهربائية، لذلك تجزأ الدوائر الكهربائية الرئيسية الى دوائر فرعية عدة، مثل: (دائرة الإشعال، ودائرة الشحن ودائرة الإنارة والإشارة، ودائرة المحرك الكهربائي لماسحة الزجاج)، ويتم حماية كل دائرة من هذه الدوائر بصورة مستقلة .

عند زيادة قيمة التيار الكهربائي، أو حدوث دارة قصر (تماس كهربائي)، أو حدوث تماس نتيجة خطأ ما في الدارة، أو تلف أحد عازلات الأسلاك الكهربائية، أو رداءة التوصيل الكهربائي في أي من الدوائر، فإن درجة حرارة المنصهر ترتفع، فينصهر السلك النحاسي (للمصهر نقطة انصهار محددة) قاطعًا التيار الكهربائي المار بالدائرة، ما يحول دون حدوث أي تلف في أجزاء الدارة الكهربائية.

يختلف قطر سلك المصهر تبعًا لشدة التيار الكهربائي المار بالدائرة الكهربائية، ويكتب على جسم المصهر من الخارج قيمة الأمبير التي يستطيع تحملها في الدارة الكهربائية.



فمثلا، المصهر الذي يحمل الرقم (20A) ، يمكنه تحمل تيار كهربائي قيمته (٢٠) أمبير. إذا زادت قيمة التيار عن الحد المسموح به، فينصهر سلك المصهر بفعل الحرارة الشديدة التي تعرض لها من التيار الكهربائي الذي يمر به، فيقطع الدارة الكهربائية مانعا بذلك احتراق أجزائها الكهربائية، الجدول التالي، يبين ألوان المصهرات الحديثة، وقيم التيار لكل منها.

الرقم	اللون	التيار الأقصى / أمبير
1	البرتقالي	5
2	الأحمر	10
3	الأزرق	15
4	الأصفر	20
5	الأبيض	25
6	الأخضر	30

هناك أنواع أخرى من المصهرات تتحمل تيارات أعلى في المركبة، وهي كبيرة الحجم نسبيًّا، وتثبت داخل صندوق المصهرات (علبة الفيوزات)، ومن الأمثلة عليها: مصهر دارة الشحن (المولد) الذي يمكنه تحمل تيار مقداره ٣٠ أمبير)، ونظام مانع غلق الإطارات (ABS)، الذي يمكنه تحمل تيار مقداره ٣٠ أمبير)، ومراوح التبريد التي تتحمل تيارًا مقداره (٤٠ أمبير). يبين الشكل التالي، أنواع المصهرات كبيرة الحجم في المركبة.

تجهز كل مركبة بصندوق خاص أو أكثر ؛ لجمع هذه المصهرات الفيوزات) بانتظام، ويطلق عليه صندوق المصهرات (علبة الفيوزات). يعد هذا الصندوق نقطة وصل مهمة لكل الدوائر الكهربائية في المركبة، ويسهل الصيانة اللازمة للمصهرات، ويحتوي مجموعة من المرحلات (الكتفات) التي ستدرسها لاحقا، انظر إلى الشكل التالي، الذي يبين أحد أنواع صناديق المصهرات.

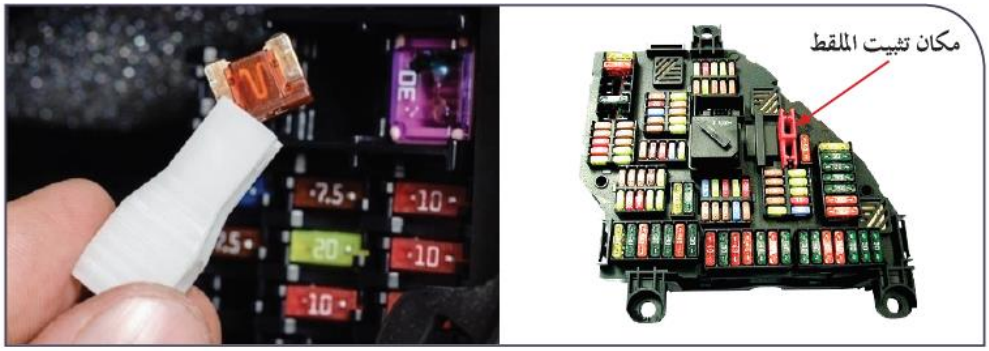
تربط جدلات الأسلاك الكهربائية (الضفيرة) بصندوق المصهرات، على نحو يضمن استمرارية مرور التيار الكهربائي في الأجزاء الكهربائية وإليها في المركبة، انظر إلى الشكل التالي

يثبت صندوق المصهرات غالبًا في المركبة تحت غطاء المحرك قرب البطارية، بعيدًا عن الأجزاء المتحركة، وعن حرارة المحرك، كما في الشكل التالي

في نوع آخر، يكون صندوق المصهرات في بعض أنواع المركبات أسفل لوحة القيادة (التابلو)، وبعيدا عن أجزاء محرك المركبة نهائيا، انظر إلى الشكل

يُثبت في المركبة غالبًا صندوقان موصولان ببعضها، ويكتب على غطاء كل منهما حروف، أو رموز، أو رسوم في الموضع نفسه، تدل على الدائرة المتصلة بكل مصهر، انظر إلى الشكل التالي، الذي يبين غطاء صندوق أحد المصهرات.

يحتوي صندوق المصهرات نازعًا للمصهرات (ملقط سحب)؛ لتسهيل عملية نزع المصهر من مكانه ويثبت هذا الملقط داخل صندوق المصهرات، كما في الشكل التالي.



وتستخدم المصهرات في بعض الدوائر أسلاك التوصيل؛ لحماية الحمل الكهربائي من مرور تيار عال من البطارية .

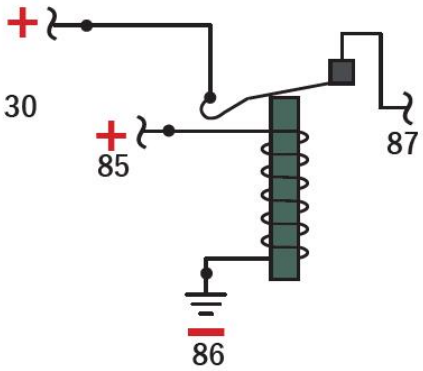
المرحلات :

يعمل المرحل (Cutout) كمفتاح تحكم كهربائي، حيث يصل التيار الكهربائي ويفصله في الدائرة، ويحمي مفاتيح الدائرة الموجودة فيها باستعماله تيارًا كهربائيا صغيرًا للتحكم في تيار أكبر لتشغيل الدائرة الكهربائية. هناك أنواع مرحلات عدة في المركبة،

تقسم الدوائر الكهربائية في المرحل دارتين هما :

١- دائرة التحكم: يمر في هذه الدائرة تيار صغير يصل التيار الكهربائي بملف المرحل (٨٥ - ٨٦)، مولدًا مجالًا مغناطيسيا يجذب ذراع توصيل نقاط التلامس داخله، موصلا التيار الكهربائي إلى الدائرة.

٢- دائرة التشغيل: يمر في هذه الدائرة تيار كهربائي تتناسب قيمته وتيار الحمل المتصل به. يتكون المرحل في المركبة من ملف كهربائي (كهرومغناطيسي) يولّد مجالًا مغناطيسيا عند مرور تيار كهربائي فيه ونقاط توصيل توصل التيار الكهربائي وتفصله عن الدائرة بوساطة قوة المجال المغناطيسي الناشئ في الملف،

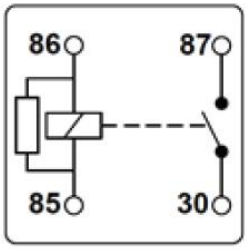


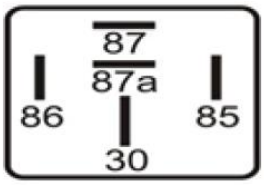
مبدأ عمل المرحلات

عند مرور تيار كهربائي في ملف المرحل، فإنه يتكون مجال مغناطيسي قوي يجذب نقاط التوصيل بعضها إلى بعض، فيمر تيار كهربائي بين نقاط التلامس داخل المرحل. وعند فصل التيار الكهربائي عن ملف المرحل، يتوقف المجال المغناطيسي الداخلي، فتفصل نقاط التلامس بفعل قوة نابض الإرجاع داخله، ما يؤدي إلى قطع التيار الكهربائي المار بين نقاط التلامس.

أطراف المرحلات

تزود المرحلات برموز خاصة تدل على أطراف ملف المرحل، وأطراف نقاط التوصيل (نقاط التلامس)، ويُرسم مخطط كهربائي على الغطاء الخارجي لصندوق المرحل للدلالة على طريقة توصيله بالدائرة الكهربائية.





توصيل أطراف المرحل في الدائرة الكهربائية

تتوافر أنواع عدة من المرحلات منها ما له أربعة أطراف، ومنها ما له خمسة أطراف. ففي مرحل الأطراف الأربعة، يحتوي طرفا الملف الرمزين (٨٥) (٨٦)، بحيث يوصل أحدهما بالخط الموجب، والآخر بالخط السالب لتكوين فرق الجهد على طرفي الملف، فيتكون مجال مغناطيسي قادر على جذب التلامسات، حيث تعمل الدائرة، والجدير بالذكر، أن التحكم في ملف المرحل يحدث بطرائق عدة حسب الدائرة .

أغلب الدوائر يوصل الطرف السالب مباشرة بطرف المرحل (٨٥)، ويتم التحكم في الخط الموجب لتغذية الطرف (٨٦) عبر مفتاح كهربائي معين، يمكن أن يكون مفتاح إنارة كما في دوائر الإنارة، أو حساس حرارة كما في دائرة مروحة تبريد المحرك، في بعض الدوائر يوصل الخط الموجب مباشرة. ملف المرحل (٨٦) ويتم التحكم في الخط السالب لطرف المرحل (٨٥) كما في دارة التنبيه. وعلى طرفي التلامس ذات الرموز (٨٧-٣٠) ويكون هذا التلامس غير متصل إذا تعطل المرحل. عند مرور تيار كهربائي في ملف المرحل، فإنه يتكون مجال مغناطيسي قادر على جذب ذراع التلامس، ما يؤدي إلى إيصاله، ويوصل الطرف (٣٠) مباشرة بالطرف الموجب بعد دائرة الحماية (المصهر) والطرف (٨٧) يغذي الحمل. وفي المرحلات ذوات الأطراف الخمسة، تحتوي ما سبق ويضاف إليها طرف توصيل خامس يرمز إليه بالرمز (٨٧a)، يكون هذا الطرف مغلقًا مع النقطة (٣٠) إذا لم يمر تيار في ملف المرحل، وعند مرور تيار ملف المرحل يفصل هذا الطرف، فيُفصل المصدر عن الحمل الموصول به .

تثبت المرحلات غالبًا داخل صندوق المصهرات في المركبة، يُحدّد كل مرحل مع الدائرة التي يتبع لها على غطاء علبة المصهرات.

هنالك أنواع من المرحلات مع مصهر، بحيث يحمي المصهر الحمل من ارتفاع التيار.

من التطبيقات العملية للمرحلات في دوائر الإنارة استخدام اسلاك الإنارة ذات المرحلات عند تشغيل مصابيح رئيسة ذات قدرات عليا لحماية الاسلاك القديمة ومفاتيح الإنارة من الزيادة في ارتفاع التيار الناشئ عن المصابيح الجديدة ذوات القدرات العليا .

تقسم دوائر الإنارة في المركبات اربع أقسام، هي:

١- دوائر الإنارة الأمامية، وهي:

أ – الإنارة الأمامية الرئيسية (منخفض / مرتفع)

ب – تحديد أبعاد المركبة (دارة الإنارة الخافتة).

٢- دوائر الإنارة الخلفية، وهي:

أ - مصابيح الرجوع إلى الخلف.

ب – مصابيح التوقف.

جـ - تحديد إبعاد المركبة (دائرة الإنارة الخافتة، إنارة لوحة أرقام المركبة).

٣- دوائر الإنارة التحذيرية، وهي:

أ - الانعطاف إلى ليمين واليسار.

ب- دارة التحذير من الخطر (الرباعي)

٤- دائرة الانارة الداخلية

١- دائرة الإنارة الأمامية الرئيسية

تُستخدم هذه الدائرة في إنارة الطريق ليلًا أمام المركبة، ليتمكن السائق من كشف الطريق وتفادي الأخطار غير المتوقعة.

اجزاء دائرة الإنارة الأمامية الرئيسية

١- مفتاح تشغيل الإنارة الرئيسية.

٢- المصابيح الأمامية.

٣- البطارية.

٤- مفتاح تبديل (منخفض/ مرتفع).

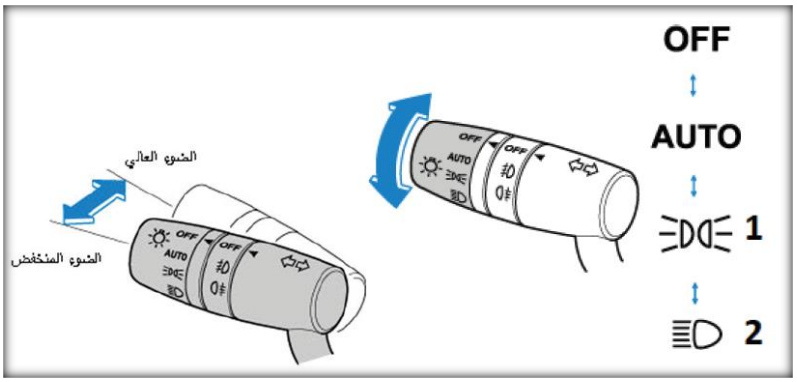
٥- مرحل.

٦- المصهرات.

٧- أسلاك توصيل.

مفتاح تبديل (منخفض / مرتفع)

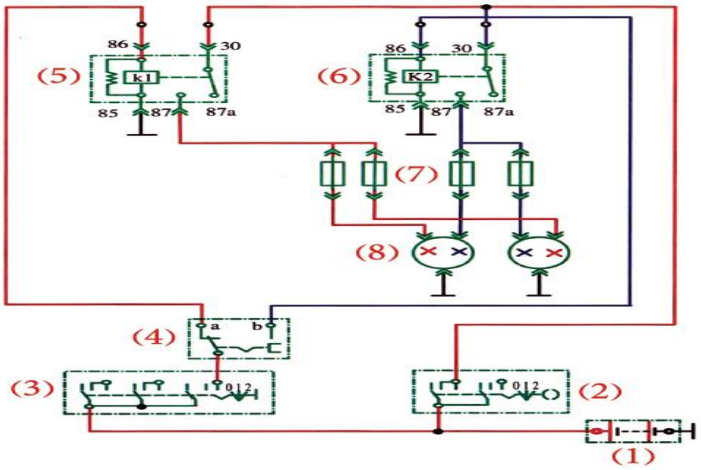
مفتاح يثبت بجانب عجلة القيادة؛ للتحكم في شدة الإنارة (منخفض و مرتفع)، فإذا كان المفتاح على وضعية (٢)، تعمل الإنارة المنخفضة، وعند تحريك مفتاح وعمل تبديل، ستعمل الإنارة المرتفعة.



مبدأ عمل الدائرة

عند وضع مفتاح الإنارة الرئيسية على الوضع العالي (a) ، يمر تيار كهربائي من مفتاح التشغيل إلى المرحل (٥) ثم إلى نقطة (٨٦) ، عبر ملف المرحل إلى النقطة (٨٥) لتكتمل الدائرة الكهربائية بالشاصي ، فيتكون مجال مغناطيسي في الملف الكهربائي، ما يجذب تلامس المرحل، فيمر تيار من البطارية عبر الملامس (٣٠-٨٧)، إلى المصابيح المرتفعة فتضيء.

عند وضع مفتاح الإنارة الرئيسة على الوضع العالي (b) ، يمر تيار كهربائي من مفتاح التشغيل إلى المرحل (٦) ثم إلى نقطة (٨٦)، عبر ملف المرحل إلى النقطة (٨٥) لتكتمل الدائرة الكهربائية بالشاصي ، فيتكون مجال مغناطيسي في الملف الكهربائي، ما يجذب تلامس المرحل، فيمر تيار من البطارية عبر الملامس (٨٧-٣٠)، إلى المصابيح المنخفضة فتضيء.



1	البطارية	3	مفتاح الإنارة الرئيسة	5	مرحل المصابيح المرتفعة	7	مصهرات
2	مفتاح التشغيل	4	مفتاح تبديل (مرتفع / منخفض)	6	مرحل المصابيح المنخفضة	8	مصابيح الإنارة الأمامية الرئيسة

٢ - دائرة إنارة مصابيح توقف المركبة

يستعمل هذا النوع من الدوائر لتنبيه سائق المركبة، وتحذيره من أن المركبة التي أمامه تقلل من سرعتها أو أنها ستتوقف.

تتكون هذه الدائرة من الأجزاء الآتية:

١- مفتاح تشغيل مصابيح المكابح.

٢- البطارية.

٣- مصابيح المكابح ولونها أحمر.

٤- أسلاك توصيل.

٥- مصهر .

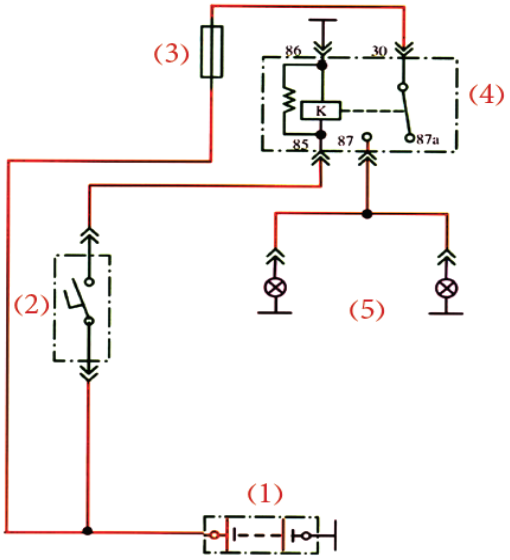
٦- مرحل.

مفتاح تشغيل مصابيح المكابح

يصل هذا المفتاح الدارة ويفصلها عبر دواسة المكابح (الفرامل)، الموجودة أسفل دواسة المكابح.

مبدأ عمل الدائرة

عندما يضغط السائق على دواسة المكابح (الفرامل)، فإنه يغلق مفتاح التوقف، فيمر تيار كهربائي من مفتاح تشغيل، ثم إلى مفتاح المكابح، ثم إلى ملف المرحل عبر النقطة (٨٥) إلى النقطة (٨٦)، فتكتمل الدائرة الكهربائية عبر الشاصي، فيتكون مجال مغناطيسي في الملف يجذب التلامس (٣٠-٨٧) ويغلقه. فيمر تيار من البطارية عبر التلامس إلى المصابيح فتضيء.



1	البطارية	3	المصهر	5	مصابيح التوقف
2	مفتاح التوقف	4	المرحل		

٣ - دارة إنارة الرجوع للخلف (Reversing Light Circuit)

تُستعمل هذه الدائرة لتنبه سائقي المركبة، وتحذيرهم من أن المركبة التي أمامهم سترجع إلى الخلف فضلا عن إنارتها ليلا خلف المركبة، ليتمكن السائق من رؤية ما وراء مركبته ويكون لونها أبيض.

اجزاء دائرة إنارة الرجوع إلى الخلف تتكون هذه الدائرة من الأجزاء الآتية:

١- مفتاح تشغيل مصابيح الرجوع إلى الخلف: تُشغل الدائرة في أثناء ضبط عصا صندوق السرعات على وضعية الرجوع إلى الخلف، ويثبت هذا المفتاح على صندوق السرعات.

٢- مصابيح الرجوع إلى الخلف، وتكون بيضاء اللون.

٣- مرحل .

٤- مصهر .

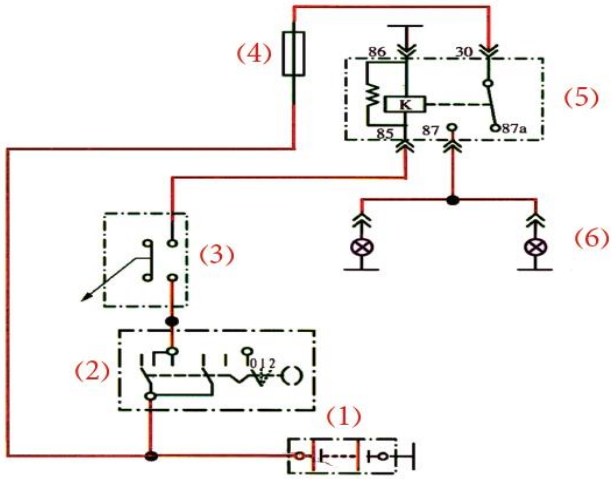
٥- بطارية .

٦- أسلاك توصيل .

مفتاح الرجوع للخلف

مبدأ عمل الدائرة

عندما يضبط السائق عصا صندوق السرعات على وضع الرجوع إلى الخلف، يغلق مفتاح مصابيح الرجوع، فيمرر التيار الكهربائي من مفتاح تشغيل إلى المرحل عبر نقطة (٨٥)، ثم إلى ملف المرحل ثم إلى نقطة (٨٦)، فتكتمل الدائرة الكهربائية بالشاصي، فيتكون مجال مغناطيسي في الملف يجذب الملامس إلى نقطة (٨٧)، فيمر تيار من البطارية إلى نقطة (٣٠)، ثم إلى الملامس ثم إلى نقطة (٨٧) ، ثم إلى المصابيح وتكتمل دائرة المصابيح عبر خط سالب، فتضيء المصابيح .



1	البطارية	3	مفتاح الرجوع إلى الخلف	5	المرحل
2	مفتاح التشغيل	4	المصهر	6	مصابيح الرجوع إلى الخلف

٤- دائرة الإنارة الخافتة (parking light Circuit)

تحدد مصابيح الإنارة الخافتة الأمامية والخلفية جوانب المركبة الأربعة، حتى تكون المركبة ظاهرة للمركبات الأخرى.

وتتكون الدائرة من الأجزاء الآتية:

١- مصابيح الإنارة الخافتة (الأمامية والخلفية).

٢- مفتاح تشغيل الإنارة الرئيسي.

٣- مصهر .

٤- البطارية.

٥- أسلاك توصيل.

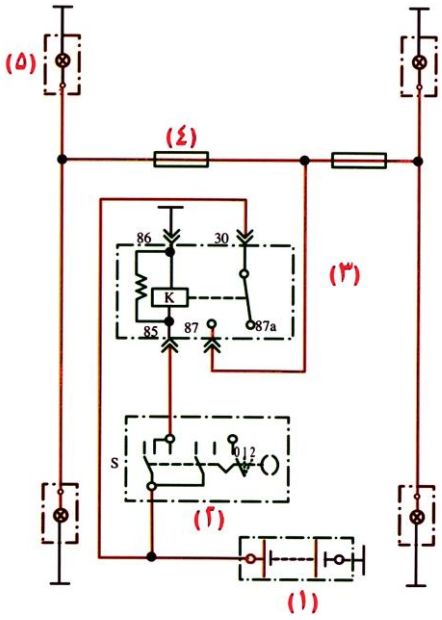
٦- مرحل.

مفتاح تشغيل الإنارة الرئيسي

يشغل نظام الإنارة الرئيسي، ويثبت هذا المفتاح على لوحة القيادة، انظر إلى الشكل التالي الذي يبين مفتاح الإنارة الرئيسي.

مبدأ عمل الدائرة

عندما يضبط السائق مفتاح الإنارة الرئيسي على الإنارة الخافتة، فإنه يمر تيار من مفتاح المصابيح إلى المرحل عبر نقطة (٨٥)، ثم إلى ملف المرحل، ثم إلى نقطة (٨٦)، فتكتمل الدائرة الكهربائية عبر الشاصي، فيتولد مجال مغناطيسي في الملف يجذب الملامس إلى نقطة (٨٧)، فيمر تيار عالٍ من البطارية إلى نقطة (٣٠)، ثم إلى الملامس المرحل، ثم إلى نقطة (٨٧) ، ثم إلى المصابيح، فتضيء. انظر إلى شكل التالي، الذي يوضح المخطط الكهربائي لدائرة الإنارة الخافتة.



1	البطارية	3	المرحل	5	مصابيح الخافتة
2	مفتاح الإنارة الرئيس	4	المصهرات	6	مصباح إنارة لوحة أرقام المركبة

٥- دائرة مصابيح الإشارة (Signal light)

تُستعمل هذه المصابيح لتحديد اتجاه المركبة عند انعطافها في أثناء السير نحو اليمين أو اليسار، ويكون ضوؤها متقطعًا حيث يعمل المرحل على وصل التيار وفصله عنها.

تتكون الدائرة من الأجزاء الآتية:

١- مفتاح الإشارة - تبديل (يمين / يسار)

٢- مصابيح تشغيل – مصابيح الإشارة

٣- مرحل إشارة.

٤- مصهر .

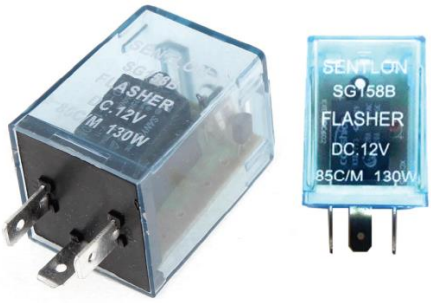
٥- البطارية.

٦- أسلاك توصيل.

مرحل إشارة (Flasher)

يصل مرحل الإشارة التيار ويفصله عن المصابيح الإشارة وله ثلاثة أطراف (B,L,E)، ويثبت داخل علبة المرحلات، حيث توصل نقاط مرحل الإشارة (B) بموجب البطارية، ونقطة (E) بالطرف السالب للبطارية، ونقطة (L) توصل بمفتاح تبديل (يمين - شمال).

تجدر الإشارة إلى وجود أنواع عدة من هذه المرحلات، منها ما يحتوي طرفين أو ثلاثة أطراف أو أربعة أطراف.



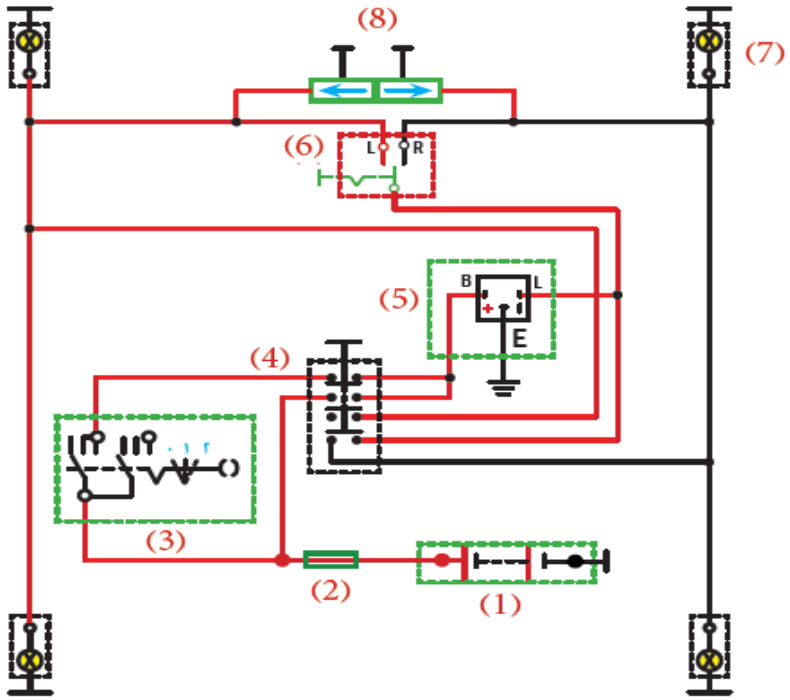
٦ - مفتاح تشغيل مصابيح الخطر (الرباعي)

هو مفتاح يشغل مصابيح الإشارة معًا، ويثبت على لوحة القيادة، ويستعمل السائق مفتاح الرباعي في الحالات الطارئة، أو في حالة تنبيه المركبات الأخرى بوجود خطر ما، وتثبت على لوحة القيادة.

مبدأ عمل الدائرة

عندما يحرك السائق مفتاح تبديل مصابيح الإشارة إلى أعلى أو أسفل، يمر تيار كهربائي من مفتاح التشغيل إلى مرحل الإشارة عبر نقطة (B)، فتصل التيار وتفصله بسرعة (٦٠-١٢٠) مرة في الدقيقة، فيضيئ مصابيح الإشارة الأمامية والخلفية إضاءة متقطعة، وحسب وضع مفتاح تبديل (R) أو (L)، فتعمل مصابيح اليمين أو مصابيح الشمال، حيث توصل نقطة المرحل (L) بمفتاح تبديل (LR)، وتوصل نقطة المرحل (B) بموجب البطارية، عبر مفتاح التشغيل ونقطة المرحل (E) توصل بسالب البطارية.

في الحالات الطارئة، يضغط السائق مفتاح تشغيل مصابيح الخطر الرباعي)، فتوصل مصابيح اليمين واليسار معًا عبر المفتاح ليعمل معا، وتقطع الإشارة بوساطة المرحل.



1	البطارية	3	مفتاح التشغيل	5	مرحل إشارة	7	مصابيح الإشارة
2	المصهر	4	مفتاح تشغيل الرباعي(خطر)	6	مفتاح تبديل الإشارة	8	مصابيح بيان الانعطاف على لوحة القيادة

٧- دائرة مصباح غرفة القيادة (Cabin lamp Circuit)

تُستعمل هذه الدائرة لإنارة غرفة القيادة، وتثبت في سقفها، ويوجد لها مفتاح له ثلاثة أوضاع على النحو الآتي:

١- وضع (Door)، بحيث تكتمل فيه الدائرة المصباح عَبْرَ ملامسات مثبتة على باب المركبة.

٢- وضع (On)، وضع تشغيل دون الحاجة إلى فتح الباب.

٣- وضع (Off)، وضع الإيقاف، الذي يوقف عمل المصباح.

وتتكون الدائرة من الأجزاء الآتية:

١- وحدة الإنارة لغرفة القيادة تحتوي :

أ – مصباح غرفة القيادة.

ب - مفتاح تحكم بوضعية الإنارة (ON-DOOR -OFF).

٢- مفتاح الأبواب.

٣- مصهر .

٤- البطارية.

٥- أسلاك توصيل.

مفتاح مصباح غرفة القيادة المثبت على الأبواب

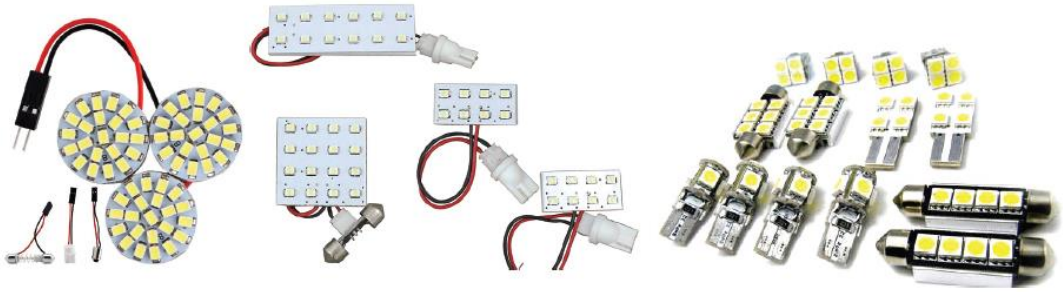
هو ضاغط عكسي يثبت على زاوية الباب، ووظيفته إكمال الدائرة الكهربائية لمصباح غرفة القيادة عند فتح باب المركبة وعددها أربعة .

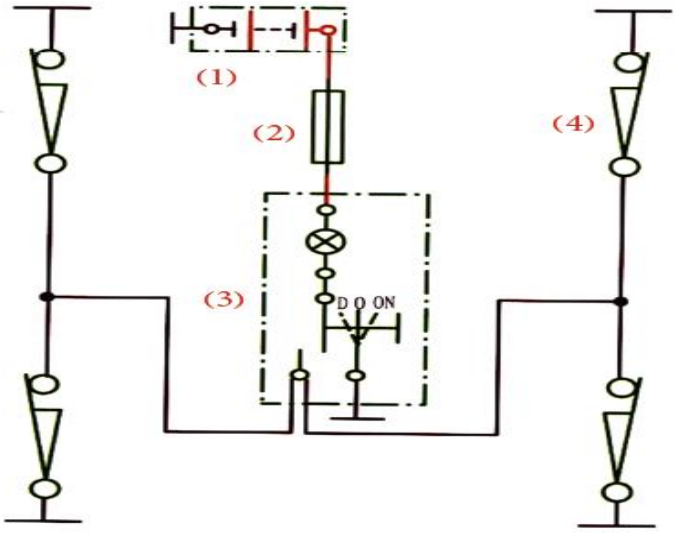
مبدأ عمل الدائرة

١- عند وضع المفتاح على (On) ، يمر تيار كهربائي من البطارية عبر المصهر إلى المصابيح، فالمفتاح

٢- عند وضع المفتاح على (Door) ، وعند فتح أحد الأبواب، يمر تيار كهربائي من البطارية إلى المصهر، ثم إلى مصابيح غرفة القيادة، ثم إلى مفتاح الأبواب (ضاغط العكسي)، المثبت على الباب ليكمل الدائرة مع خط سالب (الشاصي) فيضيء المصباح.

٣- عند وضع المفتاح على (off) يفصل التيار الكهربائي عن مفاتيح الأبواب، فتنطفئ المصابيح.





1	البطارية	3	وحدة إنارة غرفة السائق
2	المصهر	4	ضاغط عكسي

٨- دائرة مصابيح الضباب (Fog Lamps Circuit)

تستخدم هذه الدائرة في الظروف الجوية، مثل: (انتشار الضباب الكثيف، وانتشار الغبار، وتساقط الثلوج).

مكونات دائرة مصابيح الضباب

١- بطارية.

٢- مصهر .

٣- مرحل.

٤- مصابيح الضباب.

٥- أسلاك التوصيل.

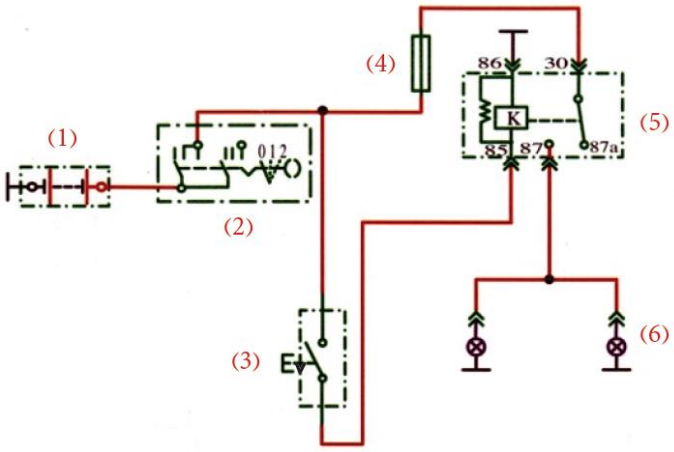
٦- مفتاح تشغيل مصابيح الضباب.

مصابيح الضباب

تحتوى هذه المصابيح فتيلة واحدة، وهي ذات قدرة عالية جدا تصل إلى (١٠٠) واط.

مبدأ عمل الدائرة

عبر عند تشغيل السائق مفتاح مصابيح الضباب، يمر تيار كهربائي من مفتاح تشغيل إلى المرحل نقطة (٨٥)، ثم إلى الملف ثم إلى نقطة (٨٦)، فتكتمل الدارة الكهربائية بالشاصي، فيتكون مجال مغناطيسي فيجذب الملامس إلى نقطة (٨٧)، فيمر تيار عال من البطارية إلى نقطة (٣٠)، ثم إلى الملامس ثم إلى نقطة (٨٧)، ثم إلى المصابيح ، فتضيء .



1	البطارية	3	مفتاح تشغيل مصابيح الضباب	5	المرحل
2	مفتاح التشغيل	4	المصهر	6	مصابيح الضباب

معايرة مصابيح (الأضواء) الأمامية

يتعرض كثير من سائقي المركبات في أثناء قيادة مركباتهم ليلا على الطرقات إلى صعوبة الرؤية؛ نتيجة أضواء المصابيح الأمامية من المركبات القادمة من الاتجاه الآخر، وكذلك يلاحظون أن مصابيح مركباتهم الأمامية لا تضيء الطريق بصورة واضحة، ذلك الأمر يرجع إلى عدم ضبط إضاءة مصابيح مركباتهم بصورة صحيحة، ومن هنا تبرز أهمية التأكد من ضبط المصابيح ومعايرتها؛ لكي تكشف الطريق بوضوح.

تعد معايرة المصابيح الأمامية للمركبة أمرًا مهما ، نظرًا لدورها الفاعل في وضوح الرؤية ليلًا، ولكي توفر إنارة لا تؤذي سائقي المركبات الأخرى، وتتم عملية المعايرة باستعمال برغي عيار مركب على وحدة الإنارة الأمامية، حيث يكون هذا البرغي متصلا بالعاكس، وفيها يحرك العاكس في الاتجاهات الأربعة للحصول على البؤرة المناسبة من جهاز المعايرة، ويوجد في المركبات الحديثة مفتاح يتحكم في شدة الإضاءة في وحدة الإنارة الأمامية، وهو مثبت على لوحة القيادة .

براغي معايرة الضوء

تشخيص أعطال أنظمة الإنارة ، وبيان أسبابها، وطرائق تصليحها

يتعرض نظام الإنارة مثل الأنظمة الكهربائية للأعطال الفجائية، ويبين الجدول التالي هذه الأعطال وأسبابها وطرائق تصليحها.

1 – أعطال دارة المصابيح الأمامية الرئيسة		
العُطْل	السبب	طريقة التصليح
انعدام الإضاءة.	– احتراق المصهر. – احتراق المصباح. – تعطل مفاتيح الدارة. – قطع أحد أسلاك الدارة. – قصر أحد أسلاك الدارة. – تلف المرحل.	– استبدال مصهر جديد يحمل القيمة نفسها بالمصهر التالف. – استبدال المصباح. – فك المفاتيح، ثم تنظيفها. – فك المفتاح، ثم تصليحه، أو تغييره. – وصل الأسلاك المقطوعة. – تنظيف مقبس المصباح. – استبدال مرحل جديد بالمرحل التالف.
ضعف الإضاءة.	– ضعف البطارية. – استعمال أسلاك رفيعة. – اتساخ العاكس والعدسة.	– شحن البطارية. – استبدال أسلاك مناسبة بتلك الرفيعة. – تنظيف العاكس والعدسة.
2 – أعطال دارة الرجوع إلى الخلف		
العُطْل	السبب	طريقة التصليح
انعدام الإضاءة.	– احتراق المصهر. – قطع في الأسلاك. – احتراق المصباح. – تلف المفتاح. – تلف المرحل.	–استبدال مصهر جديد يحمل القيمة نفسها بالمصهر التالف. – وصل الأسلاك المقطوعة. – استبدال مصباح جديد بالمصباح التالف. – استبدال المرحل.
3 – أعطال دارة مصابيح الإشارة		
العُطْل	السبب	طريقة التصليح
توقف مصابيح الإشارة عن العمل.	– احتراق المصهر. – احتراق المصابيح . – عدم توصيل المفتاح. – تعطل المرحل. – قطع في الأسلاك. – تلف مرحل الإشارة.	– استبدال مصهر جديد بالمصهر التالف. – استبدال مصباح جديد بالمصباح التالف. – فك المفتاح، ثم تصليحه، أو استبدال آخر به. – فك المرحل، ثم تصليحه. – وصل الأسلاك المقطوعة. – استبدال مرحل الإشارة.
إضاءة المصابيح من دون تقطيع الضوء.	– تعطل المرحل.	– تصليح المرحل، أو تغييره.
تقطيع التيار عن المصابيح على نحوٍ سريع جدًّا.	– احتراق أحد المصابيح.	– استبدال مصباح جديد بالمصباح التالف.
المصابيح تضيء، ولكن الضوء لا يتقطع.	– عدم توصيل الخط السالب للبطارية بأحد المصابيح. – تعطل مرحل الإشارة.	– تفقد الأسلاك الكهربائية في الدارة. – استبدال مرحل الإشارة.
مصابيح الجهة اليمنى تعمل واليسرى لا تعمل.	– تآكل نقاط توصيل المفتاح. – احتراق فتلات مصابيح الجهة اليسرى.	– استبدال مفتاح التبديل. – استبدال مصابيح جديدة.

4 – أعطال دارة مصابيح التوقف المركبة		
العُطل	السبب	طريقة التصليح
انعدام الإضاءة	– احتراق مصهر. – قطع في الأسلاك. – عدم توصيل الخط السالب. – احتراق مصباح. – تلف مفتاح التوقف.	– استبدال المصهر. – توصيل الأسلاك الكهربائية. – التأكد من توصيل خط السالب. – تركيب مصباح جديد. – تركيب مفتاح توقف جديد.

5– أعطال دارة إنارة غرفة القيادة		
العُطل	السبب	طريقة التصليح
انعدام الإضاءة.	– تلف مصباح. – تلف وحدة الإنارة لغرفة القيادة. – مفتاح الأبواب. – تلف مفاتيح الأبواب.	– استبدال المصباح. – استبدال وحدة الإنارة. – استبدال وحدة الأبواب. – استبدال مفاتيح الأبواب.

أنظمة الإنارة الإلكترونية الحديثة في المركبات

كان لتطور الإلكترونيات ودخولها عالم المركبات تأثيرها الفاعل في أنظمة الإنارة، لاسيما الإنارة الأمامية، فظهرت تقنية المصابيح الأمامية المتكيفة في عام ٢٠٠٣، التي تغير اتجاه المصابيح تلقائيا حسب مسار المركبة وسرعتها، وكذلك تتغير اتجاه المصابيح حسب الوزن الملقى على نظام التعليق ووحدة التوجيه من دون حاجة إلى السائق.

١- نظام الرؤية الليلية هو نظام يزيد من قدرة السائق على الرؤية الليلية أو في الأجواء الصعبة التي لا يمكن رؤيتها عبر الأنوار العالية للسيارة. يستعمل النظام حساسات الأشعة تحت الحمراء؛ للكشف عن صور الأجسام التي تصعب رؤيتها في عدم توافر الضوء الكافي للرؤية. ويقسم قسمين:

أ ـ النظام السالب يستعمل الآت تصوير حرارية؛ للحصول على صور ناجمة من الحرارة المنبعثة من الجسم حسب درجة حرارته.

ب- النظام الموجب: يستعمل مصدر أشعة تحت الحمراء ؛ لتعكس الأجسام أمام المركبة، وتُسجل حساسات الأشعة فوق الحمراء وتعرضه على لسائق.

. ٢- نظام التحكم الموائم في الإضاءة (Adaptive light control) :

يضبط نظام الإضاءة الأمامية الموائم شدة الإضاءة المنبعثة من الكشافات الأمامية؛ لتوائم حالات القيادة المختلفة، ومن وظائف هذه الأنظمة ما يأتي:

أ - ضبط توجيه الأنوار الأمامية لمتابعة انحناءات الطريق عَبر تجميع المعلومات من حساس السرعة المركبة وحساس وضع عجلة القيادة، وحساس مقدار دوران المركبة حول محورها الرأسي.

ب- توجيه شعاع النور عند التقاطعات.

جـ- يغيير الضوء العالي إلى المنخفض تلقائيا حسب الطقس، أو وجود مركبة في الاتجاه المعاكس.

د- رفع الأضواء العالية وخفضها في الحالات الآتية:

١. عند السرعات العالية، وتُخفض ذاتيا عند السرعات البطيئة لمواءمة الحركة داخل

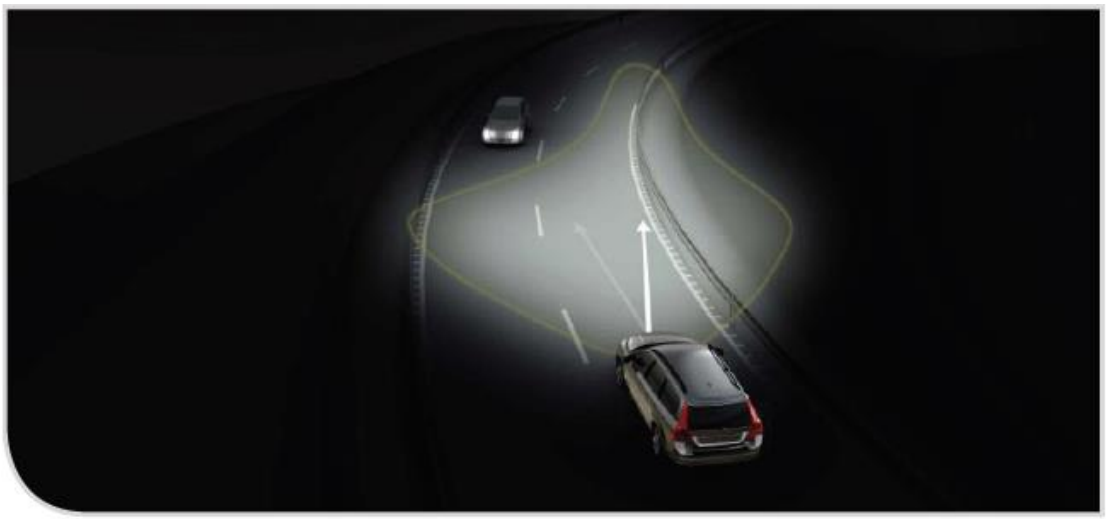
المدن وخارجها.

٢. تغير ارتفاع الضوء عند تغير توزيع الأحمال، مثل: تحميل المركبة بالأشخاص، أو المعدات، أو في أثناء التعجيل، أو التباطؤ.

٣. السير على طرق مرتفعة ومنخفضة، حيث يوفر النظام الإضاءة اللازمة للتغلب على

تلك الظروف.

الأنظمة إن معظم تلك الأنظمة تستعمل محركا كهربائيا لضبط اتجاه الأنوار الأمامية، وبعض تعتمد على إضاءة مصادر أخرى في أماكن واتجاهات مختلفة، أو تعتمد على عاكسات لتوجيه الأشعة، ويضاف إليها إضاءة جانبية، التي تضاف ذاتيا عندما تكون السرعة أعلى من (٧٠) كم/ساعة، لتحسين رؤية جانبي المركبة .



٣- نظام التنبيه عبر المصابيح الخلفية:

ظهرت في الآونة الأخيرة تقنية جديدة في بعض المركبات وهي نظام تنبيه عبر المصابيح الخلفية، مثل: مضاعفة شدة الضوء في المواقف الخطرة، وإضاءة المكان بحجم المركبة في أثناء الاصطفاف، ما يسهل عملية الاصطفاف، وينبه السائقين، بالإضافة إلى أن بعض المصابيح قادرة على رسم إشارات أو كتابة عبارات مقروءة ومفهومة.

انظمة تكييف الهواء

١- نظام التدفئة في المركبة

يعتمد محرّك المركبة على مبدأ حرق الوقود للحصول على الطاقة اللازمة لعمل المركبة عبر تحوّل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية ثم إلى طاقة كهربائية. تُعدّ آلية عمل المحرك مصدرًا أساسيًا لارتفاع درجة الحرارة، التي أدت إلى الحاجة إلى استخدام نظام خاص بتبريد المحرك. في كثير من الأنظمة الحرارية يستخدم أحد أنواع أنظمة التبريد المائي أو الهوائي، ويُعدّ النظام المائي أكثر كفاءة من النظام الهوائي للتبريد الذي شُرح سابقًا بالتفصيل. مع تطور تكنولوجيا المركبات، استعملت هذه الطاقة الحرارية الناتجة من المحرّك لتدفئة المركبة عند الحاجة إليها، يُعدّ نظام التدفئة تقنية خاصة بمنظومة تكيف الهواء في المركبات، وتتمثل وظيفته في تدفئة مقصورة المركبة، عبر (دفع هواء جديد من مسقط سحب الهواء من حجرة المركبة)، بوساطة مشع التدفئة إلى المقصورة. يمكن التحكم في تدفق الهواء الدافئ يدويا أو أوتوماتيكيا، بتشغيل مروحة الهواء أو إيقافها، أو تشغيل صمام التدفئة أو إيقافه، أو ضبط أغطية فتحات التهوية المؤدية إلى مقصورة المركبة. يُستعمل نظام التدفئة لإزالة البخار عن الزجاج الأمامي في فصل الشتاء أو الأجواء الباردة؛ لتسهيل عملية القيادة وضمان وضوح الرؤية في أثناء القيادة.

أجزاء نظام التدفئة في المركبة

يحتوي نظام التدفئة مجموعة من العناصر اللازمة لضمان أداء النظام بصورة فاعلة، وهي:

١- مشع نظام التدفئة : الشكل التالي يُبيّن مبادلاً حراريا له فتحتا دخول وخروج، وموصول بدائرة ماء تبريد المركبة، فيدخل الماء الساخن من طرف ويخرج من طرف آخر للمبادل، وهو صغير الحجم، يثبت أسفل لوحة القيادة داخل حجرة الركاب، ويحتوي جزأين هما: الأنابيب المستعملة لنقل سائل التبريد من وإلى المشع والزعانف ، أو الزوائد التي تضمن تبادل الحرارة بين السائل داخل المشع والهواء خارج المشع، وتُصنّع من مواد معدنية ذات توزيع حراري عال، مثل النحاس والألمنيوم، وتُضمّ سطح الزوائد؛ بحيث تضمن أكبر مساحة ممكنة لتبادل الحرارة.

مبادل حراري.

٢ - مروحة نظام التدفئة : تدفع المروحة الهواء عبر المشع، فيسخن الهواء وينتقل إلى حجرة الركاب، ويمكن للسائق التحكم في مقدار الهواء المتدفق، وذلك بالتحكم في مقدار التيار المستمر الذي يغذي المحرك الكهربائي المتصل بالمروحة، انظر إلى الشكل التالي.

مروحة التدفئة.

٣ – وحدة التحكم بنظام التدفئة: يتحكم في درجة حرارة الهواء عن طريق صمام المياه، أو عبر نظام مزج الهواء؛ حيث يتحكم في درجة الحرارة بوساطة مفاتيح موجودة على لوحة القيادة،

مفاتيح التحكم في نظام التدفئة على لوحة القيادة.

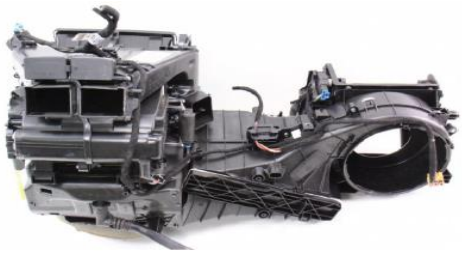
تعبر هذه المفاتيح عن القدرة على التحكم في الصمام الذي يتيح دخول كمية كبيرة من الهواء الساخن أو قليلة عبر الفتحات الهوائية، ويفتح نظام التحكم في درجة الحرارة اللوحات (الفتحات الهوائية) ويغلقها، التي تمزج الهواء الساخن بالهواء البارد من الخارج. يقوم مبدأ عمل وحدة التحكم في نظام التدفئة على التحكم في مجموعة من المفاتيح لضبط مستوى التدفئة داخل حجرة الركاب، وتصنف المفاتيح إلى ما يأتي:

أ - مفتاح التشغيل والتحكم في سرعة دوران المروحة: مفتاح متعدد الوضعيات يستعمل لتشغيل المروحة والتحكم في سرعتها بتغير وضعيته؛ فتتغير قيمة المقاومة المدخلة إلى الدائرة.
ب – مفتاح اختيار نوع الهواء (البارد أو الدافئ): مفتاح يتحكم في صمام دخول الهواء إلى الحجرة، الذي يتيح دخولا أكثر أو أقل للماء الساخن إلى مُشع نظام التدفئة (المبادل الحراري)، ومن ثم، مرور الهواء الساخن أو البارد من خلال الفتحات الهوائية داخل حجرة المركبة.

مفتاح اختيار نوع الهواء.

ج- مفتاح التحكم في توجيه الهواء الدافئ داخل حجرة المركبة، حيث يتحكم في اتجاه تدفق الهواء داخل الحجرة باستعمال وصلات ميكانيكية تتحكم في اتجاه دفق الهواء داخل الحجرة، أو نحو الأسفل، أو إلى الأعلى، أو تُستعمل مفاتيح إلكترونية لهذا الغرض، إذ تتحكم آليا في محركات صغيرة موصولة ببوابات توجه الهواء داخل الحجرة، وتعتمد هذه المحركات على مبدأ اختلاف الضغط، وتوصل بها أنابيب صغيرة موصولة بالفتحات الهوائية داخل حجرة المركبة، وتختلف واجهة التحكم في توجيه الهواء داخل المركبات من شركة إلى أخرى، لكن الواجهات جميعها تحتوي معظم المفاتيح التي تتحكم في أنظمة التدفئة والتبريد والتكييف.

مفاتيح لوحة التحكم في التدفئة والتكييف في المركبة.

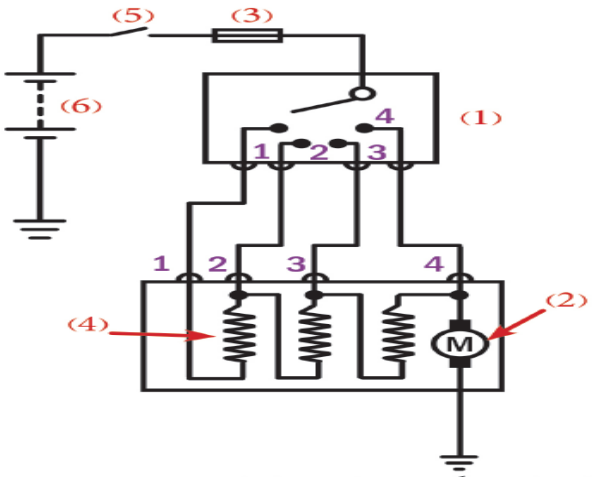

المحركات الكهربائية التي تتحكم في بوابات توجيه الهواء.

مبدأ عمل نظام التدفئة

تتم عملية تدفئة مقصورة الركاب في المركبة عبر تمرير سائل التبريد من مُحرّك المركبة بوساطة مشع التدفئة في المقصورة؛ فيحدث تبادل حراري بين هواء سائل التبريد الساخن الناتج من مروحة التدفئة وهواء المقصورة، وتزيد الزوائد الموصولة بالأنابيب الأساسية لمشع التدفئة مساحة السطح المدفأ لنقل الحرارة، ومن ثم، تدفئة مقصورة الركاب، ويُتحكم في الهواء الدافئ، عبر التحكم في سرعة مروحة الهواء أو إيقافها أو عبر تشغيل صمام التدفئة أو إيقافه أو عبر ضبط أغطية التهوية المؤدية إلى مقصورة المركبة.

مبدأ عمل الدائرة الكهربائية لمروحة التدفئة

يتطلب التغيير في الظروف الجوية ضبط درجة الحرارة المناسبة في مقصورة المركبة. إن نُظم التدفئة مرتبطة بنظام تبريد المركبة ذات محرك الاحتراق الداخلي، وفي المحركات المبردة بالماء يُوجه الماء الدافئ عبر مشع التدفئة (مبادل حراري ثان) في مقصورة المركبة بغرض تدفئة الهواء فيها، وعندئذ، تدعم عملية تدوير الهواء بوساطة مروحة ذات درجات تشغيل متعدّدة، ويُبيّن الشكل التالي ، الدائرة الكهربائية لمروحة التدفئة.



(١) مفتاح ضبط سرعة المروحة.

(٢) المحرك الكهربائي.

(٣) المصهر .

(٤) المقاومات الكهربائية على التوالي).

(٥) مفتاح تشغيل المركبة. **(٦) البطارية.**

تحتوي دائرة مروحة التدفئة الكهربائية مفتاحًا، يتحكم فيه السائق لضبط سرعة مروحة التدفئة، حيث يسري تيار كهربائي خلال الدائرة الكهربائية عند اختيار أحد التدرجات الموجودة على المفتاح يدويا أو آليا، النظام المتوافر في المركبة، ولنفترض أن التدريج من (١) إلى (٤) كما هو مبين في الشكل السابق حيث يُعد التدريج (١) أقل سرعة دوران للمروحة، والتدرج (٤) أعلى سرعة دوران لها. عند اختيار التدريج (١)، يمر التيار من البطارية عبر المقاومات جميعها، ومن ثُمَّ، يتجزأ الجهد ويكون أقل جهد متكوّن على طرفي المحرك الكهربائي، أما عند اختيار التدريج (٤)، فيسري التيار من البطارية إلى المحرك الكهربائي مباشرةً، وعليه، يتكوّن أعلى فرق جهد على طرفي المحرك الكهربائي؛ وتدور المروحة دورانًا سريعًا.

الأعطال العملية

أعطال نظام التدفئة

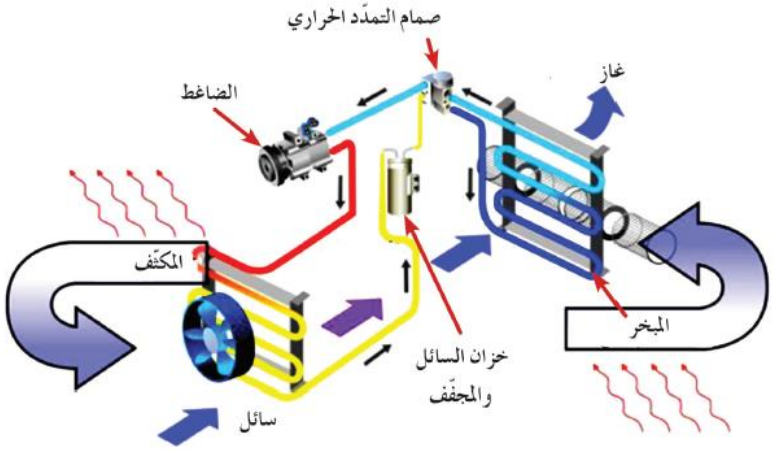
العطل	السبب	طرائق التصليح
توقف المروحة عن العمل	احتراق المصهر	استبدال بالمصهر آخر له القيمة نفسها
	تعطل مفاتيح الدارة الكهربائية للمروحة	تصلح المفاتيح أو استبدالها عند الحاجة
	وجود فصل أو قصر في الأسلاك للدارة الكهربائية للمروحة	وصل الأسلاك المفصولة وعزل الأسلاك للتخلص من التلامس
	تلف الفرش الكربونية لمحرك المروحة	استبدال الفرش الكربونية كلما دعت الحاجة إلى ذلك
	حدوث قصر أو فصل في ملفات محرك المروحة	استبدال المحرك وتصليح الفصل في الملفات
	وجود تلف في المقاومات الموصولة على التوالي مع محرك المروحة	استبدال المقاومات التالفة
عمل المروحة بالسرعة العالية فقط	حدوث قصر في مجموعة مقاومات التوالي	تصليح دارة القصر في مجموعة مقاومات التوالي
	تلف مفتاح التشغيل	تصليح مفتاح التشغيل أو استبداله
عدم خروج الهواء دافئًا	تعطل مفاتيح التحويل (بارد/دافيء)	تصليح المفاتيح أو استبدالها
	تعطل منظم الحرارة	استبدال المنظم
	انسداد في صمامات دخول الماء للمشع	تنظيف الصمامات أو استبدالها
	نقص سائل التبريد	إضافة سائل التبريد
تسرب السائل الخاص بالتبريد من النظام داخل مقصورة الركاب.	وجود تآكل في مشع نظام التدفئة	تصليح مشع نظام التدفئة أو استبداله.
	وجود تآكل في وصلات وخراطيم المياه من وإلى مشع نظام التدفئة.	تبديل الوصلات والخراطيم المتآكلة.

انظمة تكييف الهواء

٢- نظام التبريد في المركبة

يُعد نظام التكييف في المركبة من أنظمة الرفاهية؛ حيث يمكن بوساطته تحسين درجة الحرارة مقصورة الركاب، فضلًا عن تنقية الهواء من الرطوبة والأتربة داخل المقصورة، وتُخفض الرطوبة بوساطة دارة التكييف؛ ليتكثف البخار في الهواء المسحوب من المقصورة على أنابيب المبخر، فيتجمع عليه الغبار والعوالق الأخرى، فتُبعد عبر أنابيب تصريف خارج المركبة، ليصبح الهواء داخل المركبة نقيا وخاليا من الرطوبة وباردا.

الأجزاء الميكانيكية لنظام التكييف لا يُعد نظام التكييف أكثر من نظام مبادل حراري، يعتمد مبادئ الانتقال الحراري بالتوصيل والإشعاع والحمل لنقل الحرارة من مقصورة المركبة ، وإليها، كما في الشكل.



مخطط الدائرة الميكانيكية لنظام التكييف في المركبة.

١ - الضاغط : هو قلب النظام، وهو مضخة مدفوعة بالحزام يُثَبَّت على المحرك، ومسؤول عن ضغط غاز التبريد ونقله.

ينقسم نظام تكييف الهواء قسمين: الضغط العالي والضغط المنخفض، يُعرف أيضًا أنه نظام التفريغ والسحب ؛ لأن الضاغط في الأساس مضخة؛ لذا يجب أن يكون له جانب سحب وجانب تصريف. وتصنف الضواغط إلى عدّة مجموعات، منها: المتأرجح (الترددي)، والضاغط الدوار، وتمتاز هذه

الأنواع بصغر حجمها وسهولة تركيبها ومناسبتها للسرعات العالية؛ لذا يفضل استخدامها في أنظمة تكييف المركبات. يتكوّن الضاغط من جسم مصنوع من ا من جسم مصنوع من الصلب، ومحور دوار، وبكرة لولبية، وفتحات سحب وضغط ومانعات تسريب (كسكيت)، كما يُثبت على الضاغط بكرات لنقل الحركة، وقابض كهربائي (Clutch) يحتوي ملفا كهرومغناطيسيا، انظر إلى الشكل التالي الذي يُبيّن ضاغط مكيف الهواء الدوار وأجزاءه.

(1) جسم الضاغط. (2) محور دوّار. (3) مانع تسريب. (4) طوق تثبيت.
(5) بكرة لولبية. (6) بكرة نقل حركة. (7) قابض كهربائي.

الضاغط في نظام التكييف وأجزاؤه.

٢- قابض الضاغط : صُمّم القابض لنقل الحركة عند تشغيل المكيف من محرك الاحتراق الداخلي إلى الضاغط. يُستعمل القابض لنقل الطاقة من عمود المرفق إلى الضاغط بوساطة سير المحرك. ويحتوي القابض ملفًا مغناطيسيا، ويقوم مبدأ عمل القابض على بدء نقل الحركة بين عمود المرفق والضاغط لحظة بدء عمل الملف المغناطيسي، ويكوّن مجالًا مغناطيسيا يعمل على تعشيق بكرة نقل الحركة مع المحور الدوار للضاغط . انظر إلى الشكل التالي الذي يُبيّن القابض وبكرة الضاغط.

القابض والبكرة للضاغط.

٣ - المكثف : مبادل حراري يحدث فيه تبديد للحرارة. صُمّم المكثف من مجموعة من الزعانف مصنوعة من الألمنيوم وملاصقة للأنابيب؛ لضمان أكبر مساحة للانتقال الحراري بين وسيط التبريد والهواء المحيط بالزعانف ، وغالبًا ما يُستعمل مكثف من النوع المزعنف. ويكون أمام أو بجانب مشع نظام التبريد حسب نوع المركبة. وعند دخول الغازات الساخنة المضغوطة من الجزء العلوي للمكثف، تُبرّد بفعل الهواء المسحوب من مروحة المكثف. فعندما يبرد الغاز، يتكثف ويخرج من الجزء السفلي من المكثف بوصفه سائلا عالي الضغط، انظر إلى الشكل التالي الذي يُبيّن المكثف في نظام تكيف المركبة.

المكثف في نظام تكيف المركبة.

٤ - خزان السائل (المجفّف): يُستعمل خزان السائل (المجفف) على جانب الضغط المرتفع من الأنظمة التي تعمل بصمام التمدد الحراري، فالوظيفة الأساسية لجهاز المجفف هي فصل الغاز والسائل وتخزين وسيط التبريد مؤقتًا . الغرض الثانوي هو إزالة الرطوبة وتصفية الغبار، وهو علبة لها مدخل ومخرج، يثبت على خط السائل الواصل بين المكثف والمبخر، حسب حالات التشغيل المختلفة، مثل: الحمل الحراري في المبخرات والمكثفات، وعدد دورات المكثف، يضخ كمية مختلفة من مادة التبريد في النظام، ومن أجل التوفيق بين هذه التقلبات يُستعمل المجفف، وفيه يُجمع السائل القادم من المكثف ويُخزّن، وبذلك تتدفق الكمية المطلوبة فقط إلى المبخر لتبريد الهواء، بالإضافة إلى ذلك، يستطيع المجفف منع كمية مياه صغيرة من الدخول في الدورة، وتعتمد هذه الكمية على درجة الحرارة؛ حيث تزداد الكمية مع انخفاض درجة حرارة المادة المجففة، بالنسبة إلى أنظمة وسيط التبريد (R(١٢)، فتستعمل جلّ السليكا مادة مجففة للتخلص من الرطوبة، أما في أنظمة وسيط التبريد (R134a)، فيستعمل الزيوت مجففًا، انظر إلى الشكل.

خزان السائل والمجفّف.

٥ - صمام التمدد يصنف صمام التمدد إلى ثلاثة أنواع، وهي كالآتي:

أ- صمام التمدد الحراري: يخفض هذا النوع من الصمامات ضغط السائل وعليه، تخفيض درجة حرارة تبخره، فضلًا عن تذرية السائل وتنقية وسيط التبريد من الشوائب، ويحتوي مجسًا حراريا ينظم تدفق وسيط التبريد إلى المبخر . هذه الأنواع من الصمامات، على الرغم من فاعليتها، إلا أن لها بعض العيوب مثل انسدادها بالترسبات وتحتوي أيضًا أجزاءً متحركة صغيرة قد تلتصق وتتعطل ؛ بسبب التآكل.

صمام التمدد الإبري: يوجد صمام التمدد الإبري، الذي يُعدّ الأكثر استخدامًا في أنبوب مدخل المبخر، أو في خط السائل، بين مخرج المكثف ومدخله. يبلغ طوله في أغلب صمامات التمدد الإبرية المستعملة اليوم ثلاث بوصات تقريبًا، ويتكوّن من أنبوب نحاسي صغير، محاط بالبلاستيك ومغطى في كل طرف من أطرافه بشاشة فلتر، ويقوم مبدأ عمله على فرق الضغط بين طرفيه؛ للتحكم في فتح الصمام وغلقه.

جـ- صمام التمدد الإلكتروني : يستخدم هذا النوع من الصمامات في أجهزة تكييف المركبات الحديثة، ويعمل عمل صمام التمدد الحراري، حيث يتحكم في تدفق سائل وسيط التبريد بين المكثف والمبخر ، عَبْر حساسات إلكترونية مثبتة على مدخل المبخر ومخرجه ، ويُبيّن الشكل التالي أحد هذه الصمامات.

٦- المبخر : يُعدّ المبخر مبادلاً حراريا ، يشبه المكثف كما ذكر سابقا، يثبت داخل حجرة المركبة، وقد يثبت أكثر من مبخر في المركبة الواحدة. يعمل المبخر بوصفه عنصرًا ساحبًا للحرارة، حيث يوفّر المبخر عدّة وظائف، فمهمته الأساسية إزالة الحرارة من داخل المركبة وفائدته الثانوية التجفيف، وتكون درجة الحرارة المثالية للمبخر (٣٢) درجة فهرنهايت، أو (صفرا) مئويا . يدخل وسيط التبريد في الجزء السفلي من المبخر سائلا منخفض الضغط، فيتسبب الهواء الدافئ الذي يمر عبر زعانف المبخر في غليان غاز التبريد (نقاط التبريد منخفضة جدًّا، فيبدأ غاز التبريد بالغليان، ويمكنه سحب كميات كبيرة من الحرارة .

٧- مجمع الغاز : يُشبه المجمع خزان السائل المجفف، إلا أن حجمه أكبر قليلًا، ويختلف أيضًا من حيث المدخل والمخرج، حيث يكون المخرج أعلى المجمع، فيتجمع الغاز في الأعلى مؤقتا، ويثبت في منطقة الضغط المنخفض على مخرج المبخر. ويُجمع السائل داخله لضمان عدم تلف الضاغط، حيث يتبخر وسيط التبريد طوال وجوده داخل المجمع، ومن ثُمَّ، يعود إلى الضاغط مرة أخرى، وغالبًا يُستخدم في الأنظمة التي تحتوي صمام التمدد الإبري.

٨ وسيط التبريد المستخدم في أنظمة تكييف المركبات يصنف وسيط التبريد المستخدم في أنظمة تكييف المركبات إلى الآتي:

أ- غاز فريون ١٢ : ويرمز إليه بـ (R12)، يستخدم في المركبات القديمة، وقد استبدل لأنه يحمل مركبات كيميائية ضارة بطبقة الأوزون، تطلب استبدال هذا النوع من وسيط التبريد إجراء تعديلات في أنظمة التكييف؛ لاختلاف طبيعة غاز (R12) عن غاز R134a) ، حيث إن حجم جزيء مادة التبريد (R134a) أصغر بكثير من حجم جزيء المادة (R12) نتيجة لذلك؛ يزداد معدل فقدان مادة التبريد. فباختلاف بعض الخصائص للنوعين السابقين، مثل نقطة الغليان المختلفة أجريت تغييرات على تصميم النظام مثل تعديل صمام التوسيع وغير ذلك. كما يلزم استعمال زيت مختلف؛ لذا طورت بعض عناصره ومنها المجفف.

وسيط التبريد (R12).

ملحوظة / (طبقة الأوزون) هي الطبقة الغازية المحيطة بغلاف الكرة الأرضية وتحميها من أشعة الشمس الضارة.

ب- غاز فريون ١٣٤ : ويرمز إليه بـ (R134a)، حيث يستخدم هذا النوع من وسيط التبريد في أنظمة التكييف؛ نظرًا إلى إيجابياته، إذ يمتاز هذا الغاز بمادته المقاومة للانحلال الكيميائي

والحرارة وغير قابل للاحتراق ولا لون له ولا رائحة، وغير قابل للاشتعال وليس ساما. يُعدّ هذا النوع من الغازات الأقل خطورة بالنسبة إلى طبقة الأوزون، ولكنه أيضًا ضار بالبيئة؛ لذا يُنصح بعدم إطلاقه في الجو الخارجي،

مخارج الخدمة لوسائط التبريد المستخدمة في نظام تكييف المركبة

يُستخدم نوعان من وسائط التبريد في أجهزة تكييف المركبات، وهي كالآتي:

١ - مخارج خدمة وسيط التبريد (R12) : يُميَّز هذا النظام بوساطة مخارج الشحن، حيث إن هذا النظام لا يحتاج غالبًا إلى وصلة بين مخارج الخدمة وخراطيم الشحن حيث تثبت الخراطيم مباشرة على أسنان المخرج يبين الشكل التالي أحد هذه المخارج.

مخرج شحن وسيط التبريد (R12).

٢ - مخارج خدمة وسيط التبريد (R134a): يُميَّز هذا النظام بوساطة مخارج الخدمة والإصلاح، حيث لا يمكن تثبيت خراطيم ساعات التصليح والشحن مباشرة على المخارج، بل تستعمل وصلات شحن وتفريغ لمنطقتي الضغط العالي والمنخفض. يُبيّن الشكل الاول نوعًا من مخارج الشحن والصيانة والشكل الثاني يُبيّن وصلات شحن وسيط التبريد (R134a).

مخرج شحن وسيط التبريد (R134a).

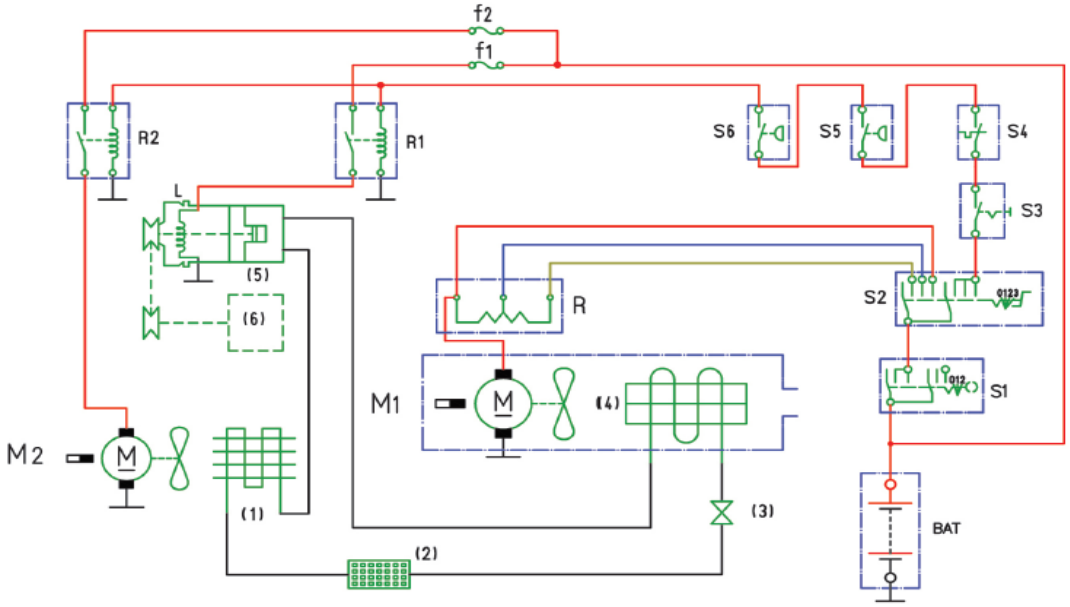
وصلات شحن وسيط التبريد (R134a).

الخراطيم المستخدمة في نظام التبريد

تستخدم الخراطيم المصنوعة من المطاط المرن القابل للثني في أنظمة التبريد، حيث تكون عازليتها للحرارة عالية جدا؛ لتخفيض الفاقد من الحرارة من النظام، وتُوصل هذه الخراطيم بالنظام باستعمال وصلات معدنية.

نظام التزيت في مكيف المركبات : يستخدم نظام التزيت في أنظمة التكييف في المركبة لتزييت أجزاء الضاغط، حيث يُستعمل نوع زيت (Synthetic مناسب لوسيط التبريد (R134a)؛ للحفاظ على الدائرة الميكانيكية والضاغط من التلف .

المكونات الكهربائية لنظام التكييف:



(BAT البطارية) (S1 مفتاح التشغيل) (S2 مفتاح التشغيل والتحكم في سرعة المروحة) (S3 مفتاح تشغيل نظام التكييف) (S4) منظم درجة الحرارة (الثرموستات) (S5 حساس الضغط المرتفع (S6 حساس الضغط المنخفض) (F1) . مصهر حماية ضاغط المكيف) (F2 مصهر حماية مروحة المكثف) (R) مقاومة تغير سرعة المروحة (R1) مرحل ضاغط المكيف (R2) مرحل مروحة المكثف (M1) مروحة المبخر (M2) مروحة المكثف (1) المكثف (2) المجفف (3) صمام التمدد الحراري (4) المبخر (5) ضاغط الكيف (6) محرك الاحتراق الداخلي.

١ - مفتاح تشغيل نظام التكييف : يُستعمل هذا المفتاح لوصل مصدر التيار الرئيسي لنظام التكييف وفصله والشكل التالي يوضح نوع من انواع المفاتيح الرئيسية

٢ – منظم درجات الحرارة (الثرموستات): يتحكم في درجات الحرارة داخل حجرة المركبة، عبر تحديد درجة الحرارة المناسبة، وبناءً عليها يوصل التيار بملف القابض أو يفصله، ويوجد منه نوعان، هما: المنظم الميكانيكي، والمنظم الإلكتروني.

منظم درجة حرارة ميكانيكي

منظم درجة حرارة إلكتروني

٣ – مفتاح التشغيل والتحكم في سرعة محرك المروحة: يتحكم هذا المفتاح في تشغيل المروحة وفصلها فقط، واختيار سرعات المروحة المطلوبة، ومن أشكال هذا المفتاح كما هو مبين في الشكل التالي.

٤ - ملف القابض المغناطيسي: عند مرور تيار في ملف القابض، ينشئ الملف مجالا مغناطيسيا، ويوصل قابض الحركة من البكرة إلى محور الضاغط ، وعليه يعمل الضاغط، وعند فصله، يتوقف نظام التكييف عن العمل .

قابض مغناطيسي وبكرة.

٥- حساسات الضغط: يُستخدم في أنظمة التكييف نوعان من الحساسات التي تستشعر الضغط، هما: حساسات الضغط المنخفض، وحساسات الضغط المرتفع، وظيفة هذه الحساسات حماية الضاغط من التلف عند ارتفاع الضغط عن الحد المقرر له أو انخفاضه حسب الشركة المصنعة لنظام التكييف، إذ تعمل على إيقاف عمل الضاغط بوساطة إيقاف القابض الكهرومغناطيسي في حالة استكشاف حالات غير عادية، مثل الانخفاض أو الارتفاع الشديد في الضغط. يُركب حساس الضغط إما في خط وسيط التبريد بين المكثف والمجفف، وإما في المجفف نفسه، انظر إلى الشكل التالي، جدير بالذكر أن قيمة الضغط المنخفض والمرتفع تتغير من شركة إلى أُخرى، وتتأثر بصورة كبيرة بتغيير درجات الحرارة.

حساسات الضغط المرتفع والضغط المنخفض

٦ - مروحة المكثف : تبرد المروحة وسيط التبريد عند مروره في المكثف، وهي من نوع المروحة المحورية.

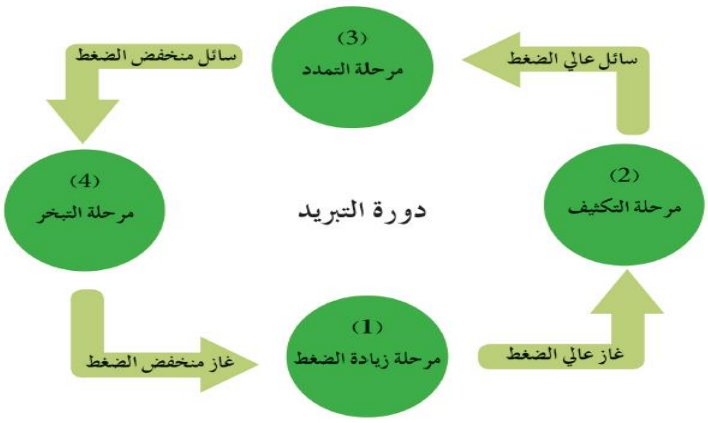
مروحة مكثف

٧- المرحلات مفاتيح تحكم مغناطيسي، وظيفتها وصل التيار بدائرة نظام التكييف وفصله، تستخدم في حماية المفاتيح من التيارات المرتفعة كما مر بك سابقا.

٨ - مروحة المبخر : وظيفتها دفع الهواء عَبْرَ المبخر بهدف تبريده وهي من نوع المروحة طاردة عن المركز ومزودة بزعانف تدفع الهواء بعد تبريده بوساطة القنوات في مختلف أرجاء حجرة القيادة، أو حسب اختيار المستخدم .

مروحة مبخر

مبدأ عمل نظام التكييف : يسحب نظام تكييف الهواء الحرارة من الهواء الخارجي عند مروره بالمبخر، وبذلك يدخل الهواء باردًا إلى مقصورة الركاب وينقل الهواء الحار الموجود في الداخل بعض الحرارة إلى الهواء البارد الذي دخل حديثًا، تُبرَّد عبر هذه العملية مقصورة الركاب بأكملها، ويوضح نمط دورة وسيط التبريد مبدأ تشغيل نظام تكييف الهواء؛ حيث يدور وسيط التبريد في الدائرة المغلقة ويتغير باستمرار بين الحالة السائلة والحالة الغازية، وبهذه الطريقة نتخلص من الحرارة في الجزء الداخلي لحجرة الركاب وتُرفع للخارج، وتتكون دورة وسيط التبريد من خمسة مكونات أساسية، هي: الضاغط، والمكثف، والمجفف (خزان السائل)، وصمام التمدد، والمبخر، وتتصل هذه المكونات بدورة وسيط تبريد مغلقة، التي يدور فيها وسيط التبريد. إن مادة وسيط التبريد التي تدخل الضاغط تكون غازية، ومن ثُمَّ، تُضغط بوساطة الضاغط، وتتكثف بحيث تصبح سائلة، وعند الوصول إلى صمام التمدد يقل الضغط ؛ لذا فإنها تتبخر داخل المبخر وبذلك تسحب الحرارة من حجرة المركبة وبعد تحولها إلى غاز ، فإنها تصل إلى الضاغط مرة أخرى وتبدأ الدورة من جديد.



مراحل دورة التكييف في المركبة.

ملخص دورة التبريد

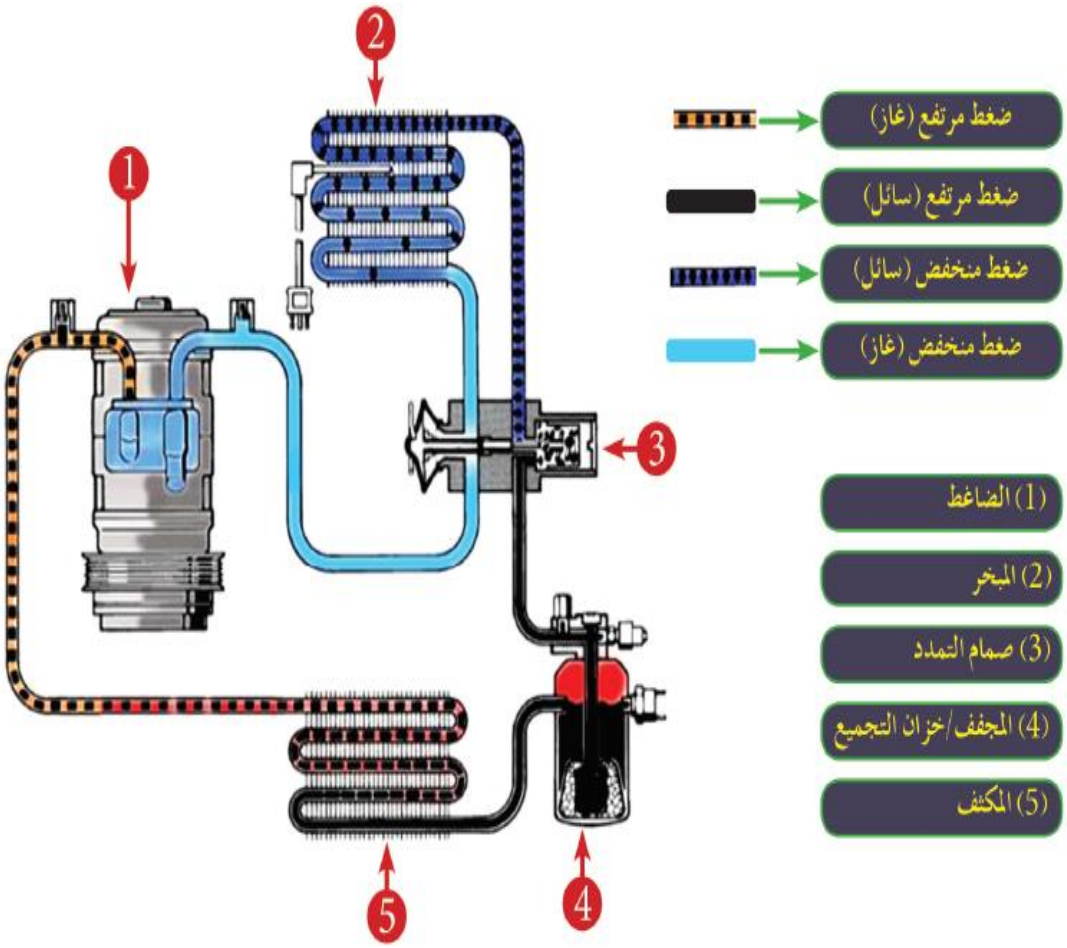
المرحلة الأولى: مرحلة زيادة الضغط، يضغط الضاغط وسيط التبريد القادم من المبخر، لينتج منه غاز عالي الضغط، حرارته مرتفعة.

المرحلة الثانية: مرحلة التكثيف، يكثف المكثف وسيط التبريد لينتج منه سائل عالي الضغط، حرارته مرتفعة.

المرحلة الثالثة: مرحلة التمدد، يخفّض صمام التمدد ضغط السائل لينتج منه سائل منخفض الضغط، حرارته متوسطة.

المرحلة الرابعة: مرحلة التبخير يحوّل المبخر السائل إلى غاز لينتج منه غاز منخفض الضغط، حرارته منخفضة.

يبين الشكل التالي دورة التبريد وحالة وسيط التبريد خلال هذه الدورة.



دورة التبريد في نظام التكييف في المركبة .

لوح التحكم في وضعية التكييف في المركبة

تحتوي لوحة التحكم في مكيف الهواء مزايا مختلفة، وتوجه الهواء إلى:

١ - الوجه فقط .

٢ - الوجه والساقين.

٣ - الساقين فقط .

٤ - الساقين والزجاج الأمامي تلقائيا.

فضلا عن ذلك، يحتوي مكيف هواء المركبة أيضًا وضعي إعادة التدوير، والهواء النقي. من الناحية المثالية، يجب أن يبقى هذا الإعداد في وضع إعادة التدوير وبعد الاستعمال مدة طويلة، يصبح الهواء داخل حجرة الركاب رطبًا وغير نظيف ولا بد من تشغيل وضع الهواء النقي؛ فهذا يسمح للهواء النقي الخارجي بدخول المقصورة واستبدال الهواء الدافئ (الرطب).

دائرة التحكم الإلكتروني في نظام التكييف

تستعمل المعالجات الدقيقة لفتح الدوائر الكهربائية لنظام التكييف وإغلاقها، التي تتحكم في

الضاغط ومروحة المكثف.

تراقب الإشارات الرقمية من أجهزة الاستشعار (الحساسات) المختلفة المتعلقة بسرعة المحرك، وسرعة المركبة، ودرجة حرارة سائل التبريد وتشغيل مفتاح مكيف الهواء، ومفاتيح وصمامات الضغط، ومفتاح تشغيل نظام تكييف (AC) ، وموضع الخانق وبدء التشغيل عبر المعالجات الدقيقة، وتحول هذه الإشارات الرقمية في المعالجات الدقيقة إلى الحسابات المطلوبة من أجل الآتي:

١- إيقاف ضاغط تكييف الهواء عند ضغوط النظام العالية / المنخفضة.

٢- تشغيل مروحة المكثف وإيقافها.

٣ - زيادة سرعة محرك الاحتراق الداخلي عند تشغيل نظام التكييف؛ لحمايته من التوقف بسبب الحمل الناتج من ضاغط نظام التكييف.

٤- إيقاف بدء عمل تكييف الهواء عند (RPM) سرعة الدوران العالي للمحرك.

٥- تأخير بدء عمل ضاغط التكييف عند بدء تدوير محرك الاحتراق الداخلي.

٦ - تعطيل عمل ضاغط تكييف الهواء عندما تكون درجة حرارة وسيط التبريد مفرطة.

أعطال نظام التكييف في المركبات وأسبابها وطرائق تصليحها

تتعدد أعطال نظام التكييف وأسبابها كثيرة جدًّا، ونحن عبر هذا الموضوع سنتطرق إلى الأعطال الشائعة التي تحدث بكثرة في أغلب المركبات، وفي ما يأتي أعطال التبريد وأسبابه وطرائق تصليحه :

العطل	السبب	طرائق التصليح
توقف المكيف عن العمل	تلف مصهر نظام التكييف.	استبدال مصهر نظام التكييف.
	تعطل مفتاح التكييف الرئيس.	فحص المفتاح وإجراء الصيانة له أو استبداله.
	تعطل مرحل تشغيل المكيف.	فحص المرحل واستبداله إن لزم الأمر.
	تعطل منظم درجة الحرارة.	استبدال منظم درجة الحرارة.
	تعطل القابض.	إجراء الصيانة اللازمة له واستبداله إذا لزم الأمر.
	تعطل مفتاح تشغيل المروحة.	فحص المفتاح وإجراء الصيانة له واستبداله إذا لزم الأمر.
	تعطل مجسات الضغط.	فحصها واستبدالها إن لزم الأمر.
	ارتخاء أو قطع في سير تدوير الضاغط.	إجراء الصيانة وشد السير في حال الارتخاء واستبداله في حالة القطع.
	فصل أو قصر في الدارة الكهربائية للنظام.	عزل الأسلاك ووصل الأسلاك المفصولة.
انخفاض كفاءة المكيف	نقص في شحنة وسيط التبريد.	إعادة شحن النظام وفقًا لتعليمات الشركة الصانعة.
	تعطل ضغوط التشغيل للمكيف.	فحص ضغط النظام، والتأكد من عمل المجسات.
	تعطل السرعات العالية لمروحة المكيف.	فحص مروحة المكيف والتأكد من عمل مفتاح سرعات المروحة واستبداله إذا لزم الأمر.
	انسداد في المصفي أو المجمع.	تنظيف المصفي أو استبداله.
	عطل في مروحة المكثف.	فحص مروحة المكثف وتصليحها واستبدالها إن لزم الأمر.
توقف محرك المركبة عند تشغيل المكيف	زيادة كمية وسيط التبريد عند الحد المقرر حسب تعليمات الشركة الصانعة.	تفريغ الكمية الزائدة من وسيط التبريد، واتباع تعليمات الشركة الصانعة.
	تلف في الضاغط.	تصليح الضاغط أو استبداله.

انظمة التحذير والبيان (المبينات)

تعرف المبينات بأنها الوسيلة المسؤولة عن إخبار السائق بمجموعة من المعلومات عن الأنظمة التي لا يتمكن السائق من متابعتها في أثناء القيادة وما قبلها، مثل درجة الحرارة، وكمية الوقود، حيث تكمن أهميتها في الإحاطة بكفاءة عمل المركبة، خصوصًا صلاحيتها في أثناء سيرها على الطرقات، حيث تعمل المبينات على مراقبة أنظمة عديدة، مثل سرعة المركبة، وحرارة المحرك، كما توجد مُبينات مسؤولة عن فحص الأنظمة وغيرها، إذ تحتاج هذه المبينات إلى عناصر أخرى تُسمى المرسلات، وهي العناصر الداخلية التي تراقب النظام وترسل الإشارة إلى المبينات التي ستدرسها لاحقا.

أنواع المبينات في أنظمة البيان والتحذير حسب مبدأ العمل

١ - المبين الإلكتروني: شاشة إلكترونية تُبيّن حالة النظام المراقب، إذ يعمل بوساطة نبضات إلكترونية تأتي من وحدة التحكم الإلكتروني، ممثلة حالة النظام، كما هو مبين في الشكل التالي.

٢ - المبين التناظري: ويقسم المبين التناظري قسمين بناءً على طريقة تحرك المؤشر كما يأتي:
أ - المبيّن الذي يعمل بوساطة المجال الكهرومغناطيسي : يتصل المؤشر في هذه الحالة بملف يمر به تيار منتجًا مجالًا كهرومغناطيسي، يجعل المؤشر يتحرك تناظريًّا مُبيّنًا حالة النظام، كما هو مبين في الشكل التالي.

ب- المبين الذي يعمل بالطريقة الميكانيكية: يتصل المؤشر في هذا النوع بمجموعة من التروس الميكانيكية التي تتحرك وفقًا لحركة عمود معدني مرن، كما في حالة مبين المسافة المقطوعة، أو يكون متصلا عبر أنبوب في حساسات الضغط، حيث يؤثر مستوى المائع في حركة المؤشر كما في مؤشر ضغط زيت المحرك، والشكل التالي يُبيّن المبين الميكانيكي.

٣ - مصابيح التحذير : تُعرف حالة النظام بوساطة مصباح تحذيري يظهر على لوحة البيان.

لوحة البيان والتحذير

توجد لوحة البيان والتحذير في مقصورة القيادة أمام السائق

تعمل المبينات جميعها بأنظمة مكونة من جزأين، الأول هو وحدة الإرسال أو المرسل، وهو الموجود داخل النظام المراد ،مراقبته، حيث يراقب النظام ويرسل إشارة كهربائية أو يعمل أي عمل ميكانيكي أو مغناطيسي يؤدي إلى تغير مُعيّن في الجزء الثاني (وحدة المُبين) الموجودة أمام السائق، مُظهرًا حالة النظام في هذه اللحظة، ومن أهم هذه الأنظمة ما يأتي:

١ - مُبينات مستوى الوقود ومصابيحها

تكمن أهمية مُبيّنات الوقود في إظهارها كمية الوقود الموجودة في الخزان دون فتح الخزان ومراقبته، وتُصنف مبينات مستوى الوقود في المركبات من حيث مبدأ العمل إلى ما يأتي:

أ- مُبيّن مستوى التناظري: كما هو مُبيَّن في الشكل التالي الذي يُبيّن الدائرة الكهربائية لمُبين الوقود التناظري، الذي يتكوّن من الأجزاء الآتية:

البطارية

١. وحدة المُرسل: تعمل وحدة المُرسل على مبدأ الجسم الطافي، حيث يطفو جسم فوق الوقود مُحدِّدًا نسبة ارتفاعه وانخفاضه بالنسبة إلى مرجعه (كما يحدث في خزان المياه)، وتتكون وحدة المرسل من الأجزاء الآتية:

أ. الجسم الطافي (العوامة): تُصنع من البلاستيك أو الصفيح الرقيق، على شكل أسطواني، لها ذراع متصل بمقاومة تتغير قيمتها بتغير مستوى الوقود.

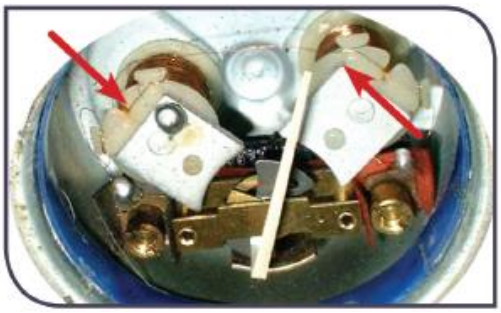
ب. المُنزلقة: الجزء المتصل بذراع العوامة، ويكون أحد أطرافها متصلا كهربائيا بجسم المركبة (الشاصي)، سميت هذا الاسم لأنها تنزلق على المقاومة فتتغير قيمتها بتغير مستوى الوقود في الخزان، والشكل التالي يُبيّن الجسم الطافي (العوامة) والمنزلقة.

٢. وحدة المستقبل (وحدة المُبين تقسم وحدة المستقبل ثلاثة أقسام بناءً على طريقة عملها، وهي كما يأتي:

أ. مُبيّن الوقود ذو ملفي التوازن (two balancing windings): ويتكون من الأجزاء الآتية:

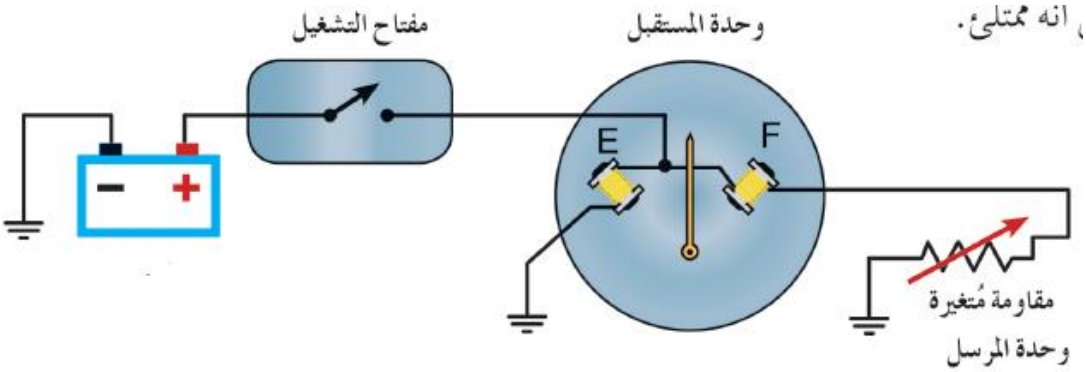
- وحدة التدريج: تحتوي أرقامًا وحروفًا تُبين للسائق كمية الوقود داخل الخزان، كما هو مبين في الشكل .

الملفان: يُصنعان من سلك نحاسي رفيع معزول، يلف كل منهما قطعة من الحديد ويتصل الملفان ببعضهما، كما هو مبين في الشكل.

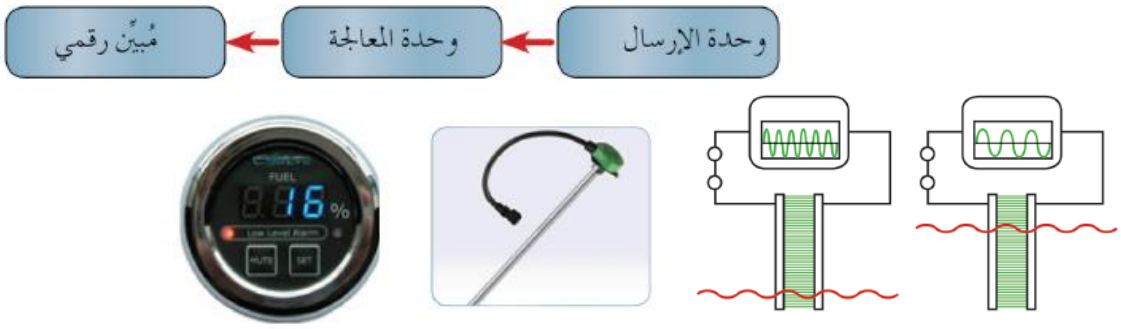


الدائرة الكهربائية لمبيّن الوقود ذي ملفي التوازن ومبدأ عملها

مبدأ عمل الدائرة : مرور عند ضبط مفتاح التشغيل على وضعية (ON)، يسري تيار كهربائي من البطارية عبر مفتاح التشغيل ومنه إلى نقطة ربط ملفي التوازن في وحدة المستقبل فينقسم التيار الكهربائي بين الملفين، فعند مرور التيار الكهربائي في الملف الأيسر ، يتكون حوله مجال مغناطيسي ثابت؛ لاتصاله بالشاصي مباشرة، أما عند مروره في الملف الأيمن، فيتكون حوله مجال مغناطيسي متغير القيمة؛ لاتصاله بالمقاومة المتغيرة في وحدة المرسل ومن ثُمَّ إلى الشاصي، علما أن عدد اللفات في كلا الملفين غير متساو، فعندما يكون الخزان فارغا من الوقود، فإن قيمة المقاومة في وحدة المرسل تكون في أعلى قيمة لها، ما يؤدي إلى مرور تيار قليل في الملف الأيمن، فيتكون في الملف الأيسر مجال مغناطيسي أقوى منه في الملف الأيمن، فينجذب المؤشر إلى الحرف (E)، أما إذا كان الخزان ممتلئًا بالوقود، فتكون قيمة المقاومة الكهربائية في وحدة المرسل في أدنى قيمة لها، ما يسمح بمرور تيار كهربائي في الملف الأيمن أكبر من الملف الأيسر وعليه يكون المجال المغناطيسي في الملف الأيمن أقوى منه في الملف الأيسر، فينحرف المؤشر نحو الحرف (F) ما يعني أنه ممتلئ.

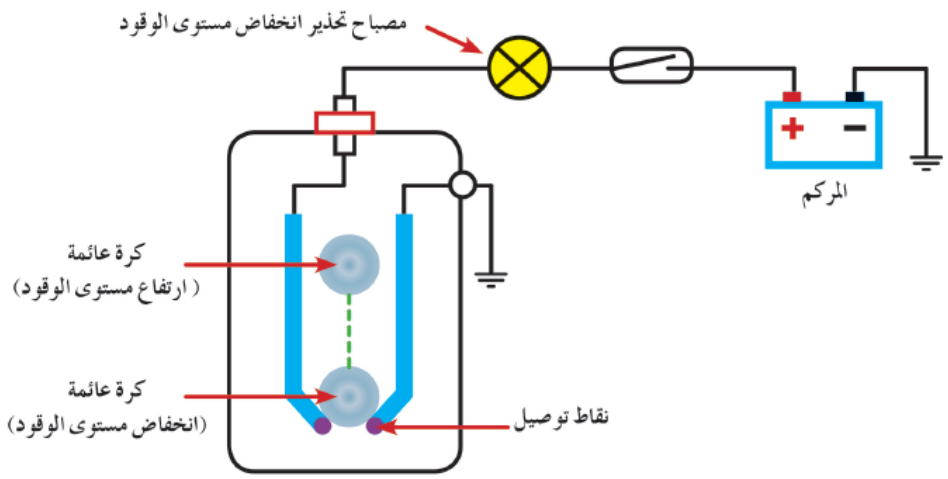


ب - المُبيّن الرقمي: تستخدم هذه التقنية في المركبات الحديثة، إذ تعتمد على وحدة معالجة تحلل قيمة التيار القادم من وحدة الخزان إلى أرقام تُبيّن بالضبط مستوى الوقود في المركبة عبر معايرة بين قيمة التيار القادم من وحدة الخزان وكمية الوقود فيه، وترتبط هذه الأنظمة غالبًا بظروف، منها شكل الخزان وظروف العمل، كما هو مبين في الشكل.



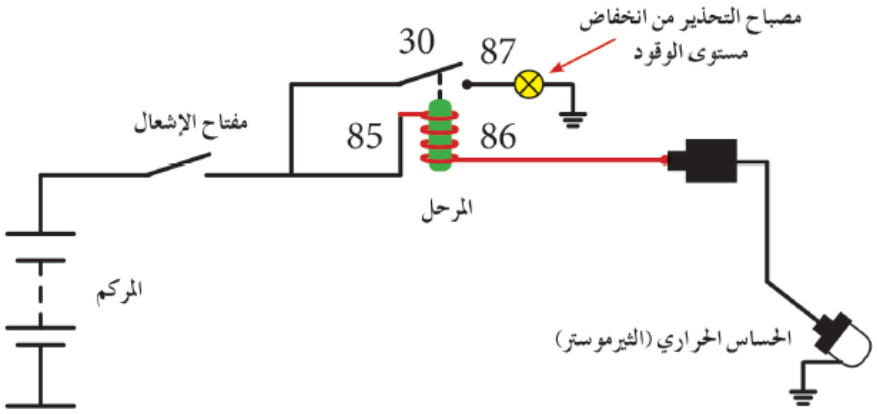
<u>دائرة مصباح التحذير من انخفاض مستوى الوقود:</u> تقسم دوائر مصباح الوقود الى قسمين، هما:

١. العوامة: يعمل هذا النظام بوساطة إضاءة مصباح التحذير عند انخفاض مستوى الوقود، فعند وصول العوامة إلى نقطة معينة، تُغلق دائرة المصباح فيضيء، وعند ارتفاع مستوى الوقود داخل الخزان ترتفع العوامة، فتفتح دائرة المصباح لينطفئ المصباح، كما هو مبين في الشكل .



حساس العوامة

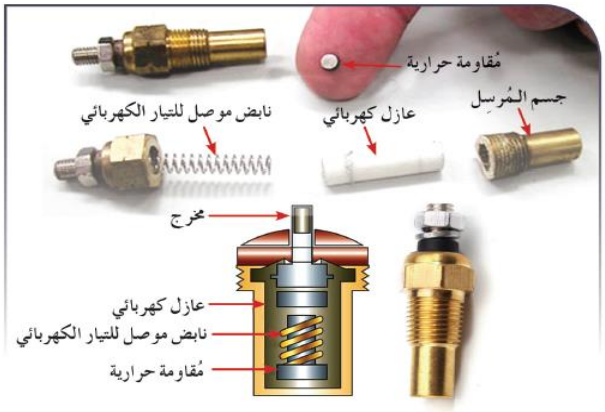
٢. الحساس الحراري (الثيرموستر) : عندما يحوي الخزان كمية من الوقود، يبقى الثيرموستر باردا، وعندما يقل مستوى الوقود عن الحد المقرر، يتعرض الثيرموستر للهواء، فيسخن وتقل مقاومته مُسببًا مرور تيار أكبر من المركم عبر ملف المرحل، ما يؤدي إلى غلق نقاط التوصيل فتكتمل الدارة الكهربائية من المركم إلى مصباح التحذير فيضئ، مُنبِّها السائق إلى قرب نفاد الوقود، كما هو مبين في الشكل.



٢ - مُبينات درجة حرارة المحرك ومصابيحها

أ - مبين درجة حرارة المحرك التناظري: يتكوّن هذا المبين من عدة أجزاء، وهي:

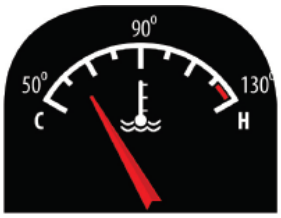
١. وحدة المُرسل: تُسمى وحدة المُرسل اصطلاحًا (الإصبع الحراري)، هو مقاومة متغيرة (THERMISTOR)، تتغيّر قيمة المقاومة فيه بتغير درجة الحرارة، والعلاقة بين درجة الحرارة والمقاومة فيه عكسية، حيث تكون قيمة المقاومة عالية عندما يكون المحرك باردًا، وبالعكس. تُغمر الإصبع الحرارية وتُثبت في مجرى سائل تبريد المحرك، وتُغمر كلها في ماء التبريد، كما هو مبين في الشكل.



أجزاء وحدة المُرسِل.

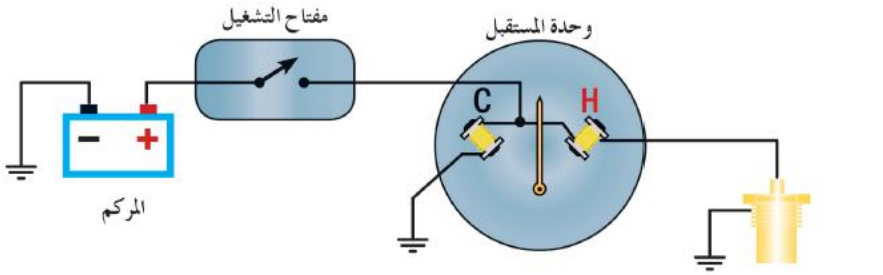
٢. وحدة المستقبل: تُقسم وحدة المستقبل قسمين، هما:

أ . مبين درجة الحرارة ذو الملفين كما هو الحال في وحدة مُبين نسبة الوقود، يتكون هذا المُبيّن من اللوحة المدرجة التي تحتوي تدريج الساخن) ، والبارد (C) والمؤشر، إضافةً إلى الملفين، كما هو مبين في الشكل التالي.



مُبيّن حرارة المحرك.

<u>الدائرة الكهربائية لمُبيّن درجة حرارة المحرك ذي ملفي التوازن ومبدأ عملها</u>



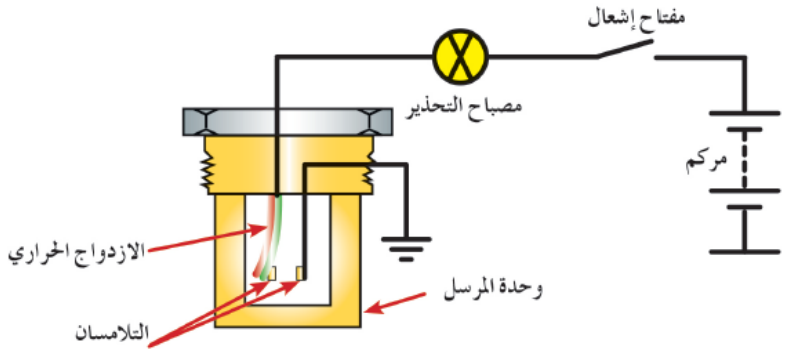
مُبيّن درجة الحرارة ذو الملفين.

عند ضبط مفتاح التشغيل على وضعية (ON)، يسري تيار كهربائي من البطارية عبر مفتاح التشغيل، ومنها إلى نقطة ربط ملفي التوازن في وحدة المستقبل، فينقسم التيار الكهربائي بين الملفين، فعند مرور التيار الكهربائي في الملف الأيسر يتكون حوله مجال مغناطيسي ثابت؛ لاتصاله بالشاصي مباشرة، أما عند مروره في الملف الأيمن، فيتكون حوله مجال مغناطيسي متغير القيمة؛ لاتصاله بالمقاومة المتغيرة في وحدة المرسل، ومن ثُمَّ إلى الشاصي، على أن عدد اللفات في كلا الملفين غير متساو.

فعندما يكون المحرك باردًا، فإن قيمة المقاومة في وحدة المرسل تكون في أعلى قيمة لها، ما يسمح بمرور تيار كهربائي قليل في الملف الأيمن، ليتكون في الملف الأيسر مجال مغناطيسي أقوى منه في الملف الأيمن، فينجذب المؤشر نحو بارد (C) . أما عند ارتفاع درجة حرارة المحرك، فتكون قيمة المقاومة الكهربائية في وحدة المرسل قليلة، ما يسمح بمرور تيار كهربائي في الملف الأيمن أكبر من الملف الأيسر عليه، يكون المجال المغناطيسي في الملف الأيمن أقوى منه في الملف الأيسر فينحرف المؤشر نحو ساخن (H).

ب. دائرة مصباح التحذير من ارتفاع درجة حرارة المحرك

يُزوّد هذا المصباح في المركبة ليُبين إن كانت درجة حرارة المحرك قد ارتفعت أكثر من اللازم، وتتركز الدائرة على مُرسل يركب في مجرى سائل التبريد في الخزان العلوي أو السفلي للمشع (الراديتر)، ويتكون من ازدواج حراري، أحدهما ثابت والآخر متحرك متصل بدائرة المصباح، كما في الشكل التالي.



الدائرة الكهربائية لمصباح التحذير من ارتفاع درجة حرارة المحرك

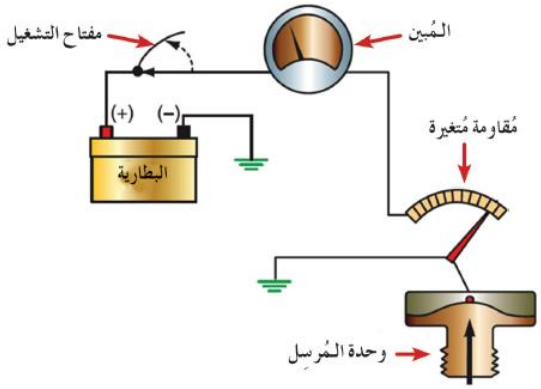
مبدأ عمل مصباح تحذير درجة الحرارة

إغلاق دائرة مفتاح التشغيل يسري تيار كهربائي إلى وحدة المرسل بوساطة مفتاح الإشعال ومصباح التحذير، وتكون نقاط التلامس في الازدواج الحراري منفصلة؛ وذلك عند تقلص الازدواج المعدني بفعل انخفاض درجة حرارة المحرك، ما يؤدي إلى توقف مصباح التحذير عن الإضاءة، وحين ترتفع درجة حرارة المحرك فوق الحد المسموح به، فإن الازدواج الحراري يتمدد بفعل درجة حرارة المحرك؛ فينحني مُلامسا الريشة الثابتة، فتكتمل الدائرة ويضيء المصباح، دالا على ارتفاع درجة حرارة المحرك أكثر من اللازم.

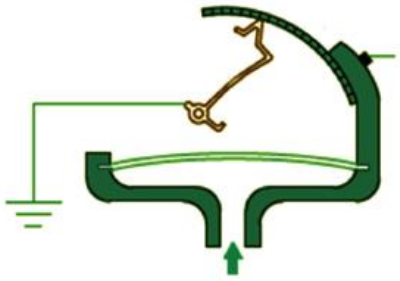
٣ ـ مُبيّنات ضغط زيت محرك المركبة ومصابيحها.

يمنع نظام التزيت في المحرك ، الاحتكاك بين الأجزاء الدوّارة والمتحركة داخل المحرك؛ للحد من ارتفاع درجة حرارة أجزاء المحرك، وتسهيل حركة الأجزاء والمحافظة عليها سليمة من التآكل؛ لكي تؤدي وظيفتها بكفاءة عالية، ومنع تسرب الغازات بين حلقات المكبس وجدران الأسطوانة، ولأن تزييت المحرك مهم جدًّا لعمل المركبة كان من الضروري وجود نظام يراقب

ضغط الزيت داخل المحرك، ويُمثل الشكل التالي مخططًا للدائرة الكهربائية لنظام مبين ضغط زيت المحرك المكون من الأجزاء الآتية:



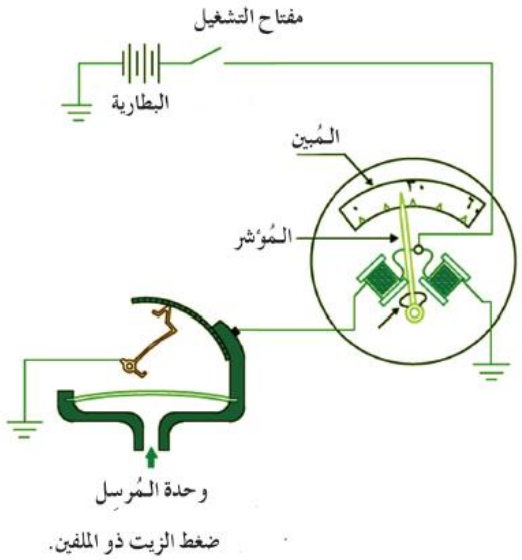
أ- وحدة المُرسل : تثبَّت وحدة المُرسل على خط الزيت الرئيس في المحرك، وهي علبة معدنية مُحكمة الإغلاق، حيث تتكون من حجاب حاجز مرن وذراع منزلقة متصلة بمقاومة متغيرة كما هو مُبيَّن في الشكل التالي. في حال زياد ضغط الزيت، يزداد تقوس الحجاب الحاجز (الغشاء المرن)؛ مُسببًا حركة للوصلة المعدنية المتحركة على المقاومة المتغيرة، حيث تزيد من قيمة المقاومة. أما في حال تقليل ضغط الزيت، فيقل تقوس الحجاب الحاجز مسببًا حركة للوصلة المعدنية المتحركة على المقاومة المتغيرة؛ لتقلل من قيمة المقاومة.



وحدة المرسل في بيان ضغط الزيت.

ب وحدة المستقبل (المبين): تقسم وحدة المستقبل قسمين، هما:

١. مبين ضغط الزيت ذو الملفين: يعمل هذا المبين في المركبات التي يكون بيان ضغط الزيت فيها موجودًا بصورة مؤشر على وحدة البيان فهي تتكون من ملفين متصلين بمؤشر على وحدة تدريج، كما هو مبين في الشكل.



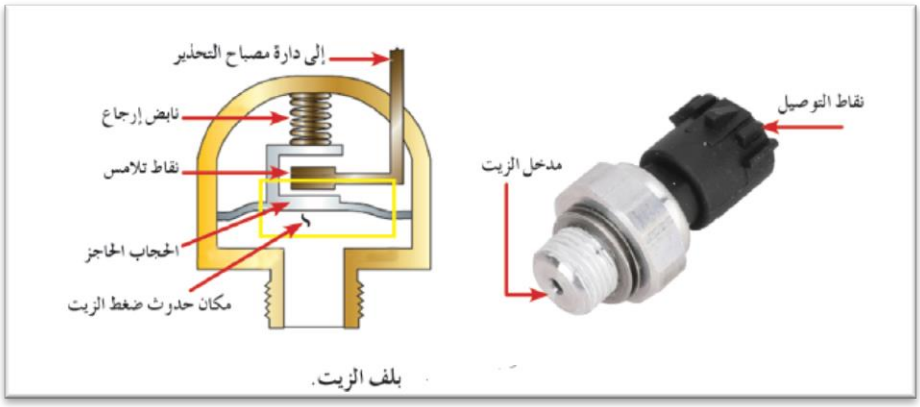
ضغط الزيت ذو الملفين.

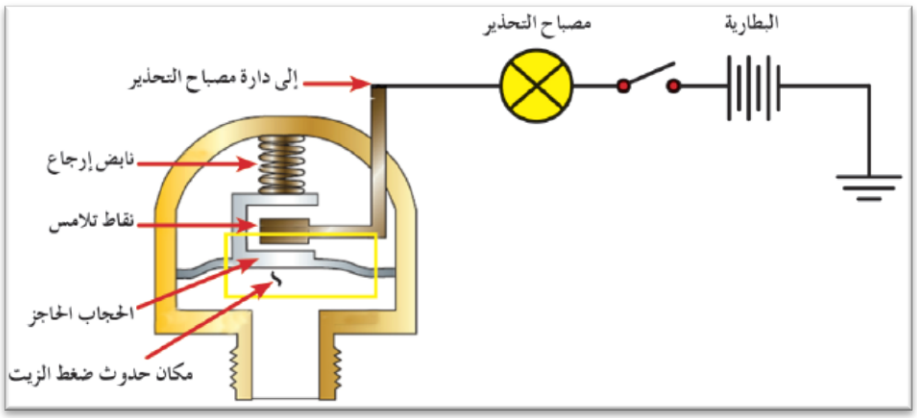
الدائرة الكهربائية لمبين ضغط زيت المحرك ذي ملفي التوازن ومبدأ عملها :

بالنظر إلى الشكل التالي عند ضبط مفتاح التشغيل على وضعية (ON) يسري تيار كهربائي من البطارية عبر مفتاح التشغيل ومنها إلى نقطة ربط ملفي التوازن في وحدة المستقبل، فينقسم التيار الكهربائي بين الملفين، فعند مرور التيار الكهربائي في الملف الأيمن يتكون حوله مجال مغناطيسي ثابت؛ لاتصاله بالشاصي مباشرة، أما في حال مروره في الملف الأيسر، فيتكون حوله مجال مغناطيسي تتغير قيمته لاتصاله بالمقاومة المتغيرة في وحدة المرسل، ومن ثم إلى الشاصي، علما أن عدد اللفات في كلا الملفين غير متساو، انظر إلى الشكل السابق.

فعندما يكون المحرك متوقفًا، فإن قيمة المقاومة في وحدة المرسل تكون في أقل قيمة لها، ما يسمح بمرور تيار كهربائي في الملف الأيسر أكبر من الملف الأيمن فيتكون في الملف الأيسر مجال مغناطيس أقوى منه في الملف الأيمن، فينجذب المؤشر إلى أقصى الشمال مشيرًا إلى أن ضغط قيمته صفر . أما عند ارتفاع ضغط زيت المحرك، فتكون قيمة المقاومة الكهربائية في وحدة المرسل مرتفعة، فيسمح بمرور تيار كهربائي كبير في الملف الأيمن، وعليه يكون المجال المغناطيسي في الملف الأيمن أقوى منه في الملف الأيسر، فينحرف المؤشر نحو اليمين مشيرًا إلى ضغط أعلى على وحدة المستقبل في لوحة البيان مشيرًا إلى ضغط قيمته ٦٠.

٢. مصباح التحذير الخاص بضغط زيت المحرك: تزود المركبة بهذا النوع من المصابيح لأهميتها و لبساطتها في بيان وضع ضغط الزيت، وتتمثل بوحدة مُرسل تُسمى (بلف الزيت) كما هو مبين في الشكل الاول، يحتوي نقطتي تلامس، إحداهما ثابتة وهي المتصلة بدارة مصباح بيان ضغط الزيت، والأخرى متحركة متصلة بالحجاب الحاجز تتحرك معه، إضافة إلى نابض إرجاع يضمن ثبات نقطة التلامس الثابتة موضوعة في غطاء معدني كما هو مبين في الشكل الثاني.





دائرة مصباح تحذير ارتفاع ضغط الزيت

عند توقف المحرك عن العمل، تكون نقاط التلامس متصلة داخل وحدة المرسل لاكتمال الدائرة الكهربائية، فيُضيء المصباح في لوحة البيان والتحذير دالاً على أن دائرة مصباح ضغط زيت المحرك تعمل جيدا، فعند دوران المحرك (تشغيل المحرك)، فإن ارتفاع ضغط الزيت يُحرّك الحجاب الحاجز مُسببًا فصل نقطة التلامس في المرسل، فتفصل الدائرة الكهربائية، فينطفئ المصباح لوحة البيان والتحذير ، دالاً على عمل مجموعة التزييت بصورة جيدة.

٤ - مُبينات سرعة المركبة (speedometer)

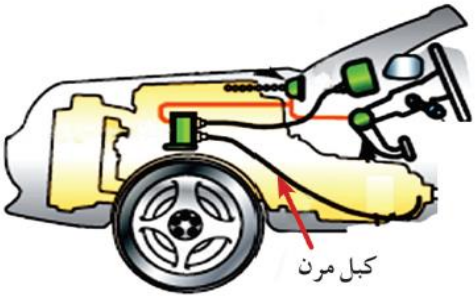
يستخدم مبين سرعة المركبة في أثناء السير على الطرقات، ليساعد السائق على معرفة حدود السرعة الآمنة، والتزام قوانين السير المتبعة على الطرقات، ويحتوي لوحة تدريج تُبيّن للسائق سرعة المركبة وحساب المسافة المقطوعة.

أ- مبينات سرعة المركبة الميكانيكية: يتكون مبين السرعة الميكانيكي من أجزاء عدة، وهي:

١. وحدة المُرسل : تتمثل وحدة المُرسل في هذا المُبيّن بمسنن دوراني، يثبت على مجرى صندوق التروس كما هو مبين في الشكل التالي، يَنقُل قياس سرعة الحركة من وحدة المرسل إلى وحدة المستقبل بوساطة كيبل مرن مكوّن من سلك فولاذي مرن جدا يدور داخل غطاء بلاستيكي مقوّى، حيث إن هذا السلك يتمتع بمرونة كبيرة يمكن تمريره بسهولة عبر الأجزاء

الميكانيكية وإيصاله من وحدة المُرسل على صندوق السرعات ، إلى وحدة المستقبل في لوحة القيادة.

الكيبل المرن



مكان تركيب الكيبل المرن

٢. وحدة المُبيّن : مُبيّن السرعة الميكانيكي (مُبين السرعة ذو فنجان السحب) يُسمى مبين التيار الدوامي أو (Eddy current Type) مبين التيار المغناطيسي، ويتكوّن من الأجزاء الآتية:

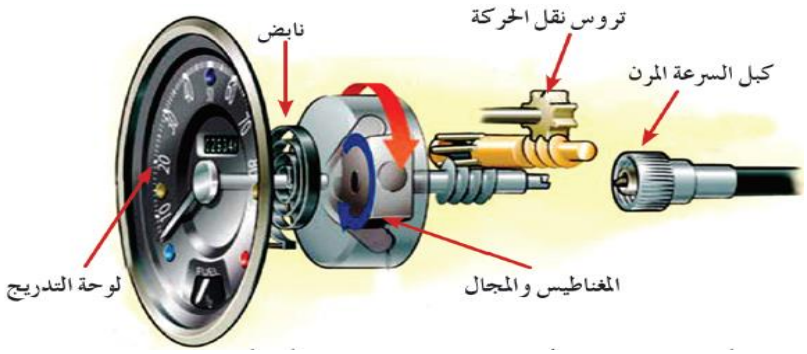
أ . مغناطيس دائم أسطواني.

ب. تحيط بالمغناطيس صفيحة تُسمى صفيحة المجال، وظيفتها إكمال الدائرة الكهرومغناطيسية.

ج. وحدة التدريج التي تحتوي سرعة المركبة، مؤشرًا يتحرك بناءً على سُرعة المركبة، ويكون المؤشر مرتكزا على عمود موصول بغلاف غير قابل للتمغنط ويدور داخل محامل.

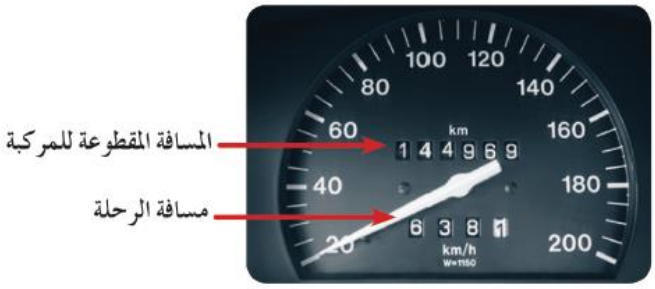
<u>مبدأ عمل مبين سرعة المركبة الميكانيكي</u>

يدور المغناطيس بالسرعة نفسها التي يدور بها العمود المرن فتتولد تيارات مغناطيسية إعصارية ينتج منها سحب مُعيّن على الغلاف غير القابل للتمغنط، تؤدي إلى تحريكه بمقدار يتناسب وسرعة المركبة؛ ليتحرك المؤشر بطريقة تتناسب والمجال المغناطيسي المتوّلد دالا على سرعة حركة المركبة، ويعاير هذا المبين عن طريق نابض شعري ملفوف حول ذراع الدوران، ويسحب غلاف السرعة والمؤشر إلى الصفر عند وقوف المركبة، والشكل التالي يُبيّن مبدأ عمل هذا المُبين.



ب- مُبيّن المسافة المقطوعة الميكانيكي (odometer): يُعدّ جزءًا من مبين سرعة المركبة، هو عدة منازل دوارة تُعبّر عن المسافة المقطوعة للمركبة، تحتوي المركبات غالبًا مُبيّنين للمسافة

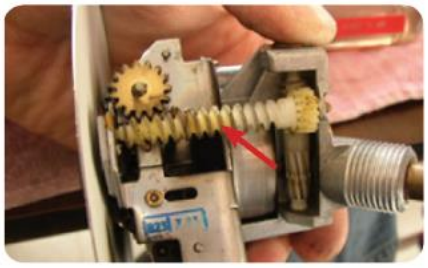
المقطوعة، أحدهما يبين المسافة المقطوعة منذ تاريخ صنع المركبة، والآخر يحسب مسافة الرحلة الحالية الذي يمكن تصفيره، ويُبيّن الشكل التالي ، مُبيّن المسافة المقطوعة الميكانيكي.



مبين المسافة المقطوعة الميكانيكي.

مبدأ عمل مبين المسافة المقطوعة الميكانيكي

يتصل مُبيّن المسافة المقطوعة بالكيبل المرن بوساطة مُسنن حلزوني يدور بسرعة تُساوي عُشر سرعة دوران الكبل المرن تقريبًا الظاهر في الشكل التالي فعند دوران الكيبل المرن، تنتقل الحركة إلى المسنن الحلزوني الذي يُحرك الخانات الدوارة مظهرًا المسافة المقطوعة على التوالي.

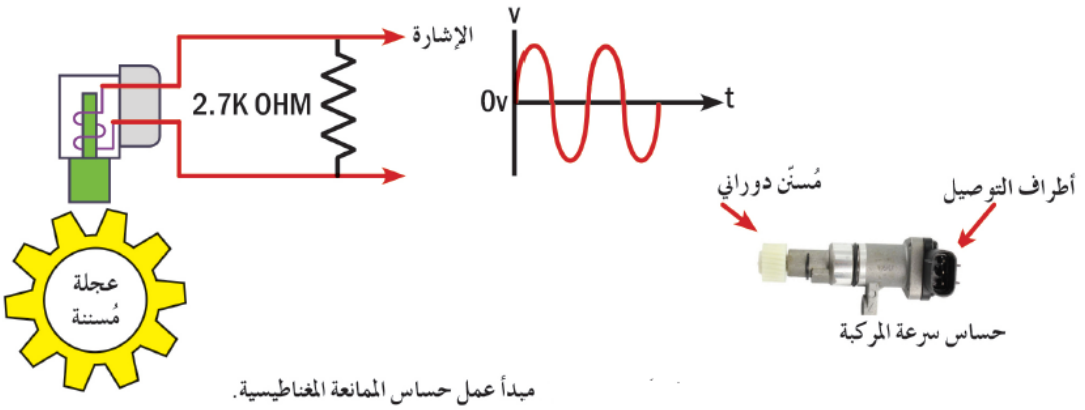


المسنن الحلزوني المسؤول عن حركة مبين المسافة المقطوعة

ج- مبين سرعة المركبة الإلكتروني: يتكوّن هذا المبين من الأجزاء الآتية:

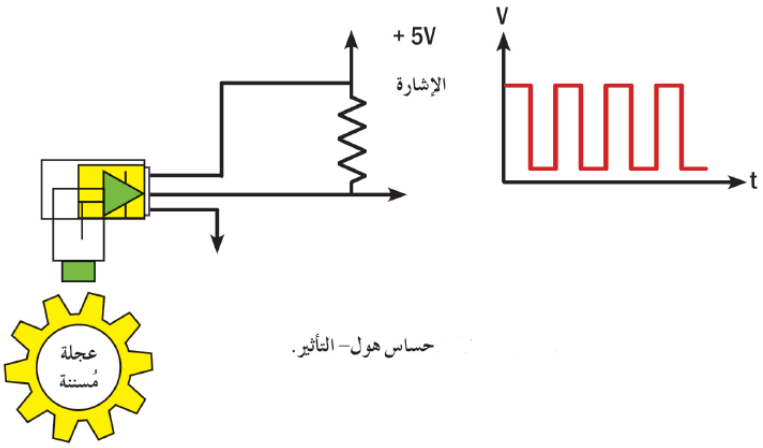
١. وحدة المُرسل: تتكون وحدة المُرسل في المبينات الإلكترونية من حساسات تقيس سرعة دوران المركبة وتُظهر قراءاتها نبضات كهربائية تُرسل إلى وحدة التحكم الإلكتروني لتُعالج وتُظهر سرعة المركبة على المُبيّن في لوحة القيادة، وتأتي بصورتين، هما:

أ. حساس سرعة المركبة : يثبت على صندوق ناقل السرعات، وهو قرص معدني مسنن مثبت بملف مغناطيسي، فعند دوران أسنان مسنن الحساس، فإن أسنانه تقطع خطوط المجال المغناطيسي، فتتولد إشارة على صورة نبضات من الجهد المتردّد تُرسل إلى وحدة التحكم الإلكترونية لتُعالج، ومن ثَمَّ، تحسب سرعة المركبة بوساطة تردّد الإشارة وإظهار سرعة المركبة وعرضها على السائق، كما هو مبين في الشكل.



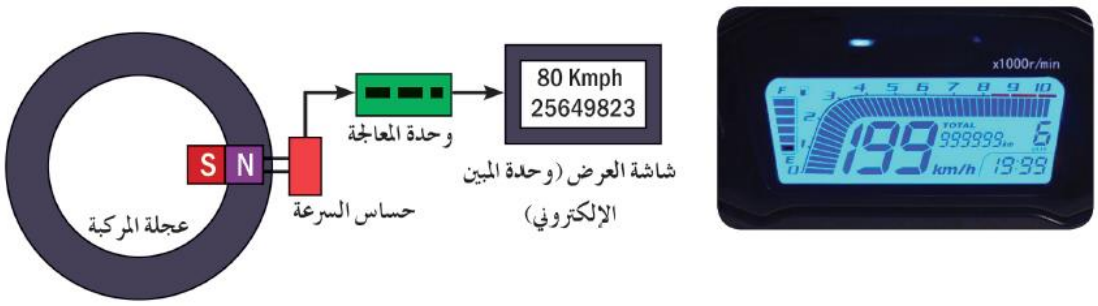
مبدأ عمل حساس الممانعة المغناطيسية.

ب. الحساسات التي تعمل بمبدأ تأثير هول : يثبت الحساس إما على مخرج صندوق ناقل السرعات ، وإما على عجلة المركبة، ويتكون حساس السرعة من مغناطيس دائم محاط بملف كهرومغناطيسي، ويمثل الملف حول المغناطيس مولدًا حثيًّا لإشارة كهرومغناطيسية، يُميز هذا الحساس أن الإشارة الناتجة منه إشارة مربعة، تنشأ عند مرور إحدى أسنان الحلقة المسننة قرب الحساس، فيتولد مجال مغناطيسي حثي داخل الملف، كما هو الحال في الملفات الكهرومغناطيسية فإن المجال المغناطيسي الحثي يُنشئ تيارًا حثيًّا داخل الملف، مُسببًا وجود فرق جهد ذي تردد يتناسب تناسبًا طرديًا وسرعة العجلة التي يرتبط بها الحساس، وتجدر الإشارة هنا إلى أن هذا الحساس يستخدم أيضًا في أنظمة منع قفل العجلات، كما هو مبين في الشكل.



حساس هول– التأثير.

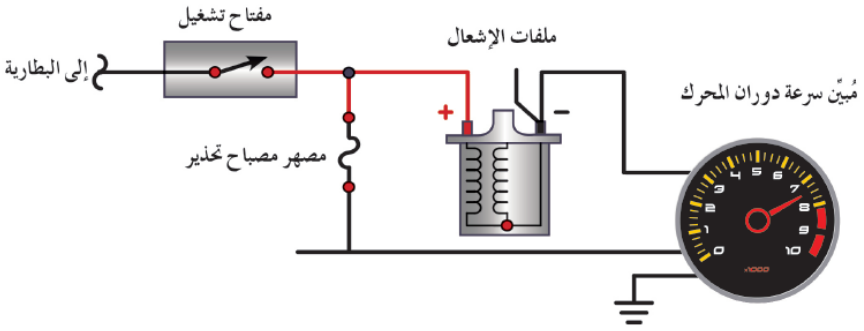
٢. وحدة المُبيّن الإلكتروني : يعتمد هذا المُبيّن على الإشارة القادمة من وحدة التحكم الإلكتروني (ECU)، وتستقبل وحدة التحكم الإلكتروني الإشارة القادمة من الحساسات في وحدة الإرسال التي تكون موجات جيبية غير منتظمة وتنظمها باستخدام منظمات جهد ومحولات التناظري/ رقمي (Analog/Digital Converters)، فتحوّل الإشارة التناظرية إلى إشارة رقمية تستخدم في حساب سرعة المركبة والمسافة المقطوعة عن طريق دارة إلكترونية تحتوي عدادًا (Counter) يظهر المسافة المقطوعة على شاشة إلكترونية.



مُبيِّن السرعة الإلكتروني.

٥ - مُبينات سرعة دوران المحرك (Tachometer)

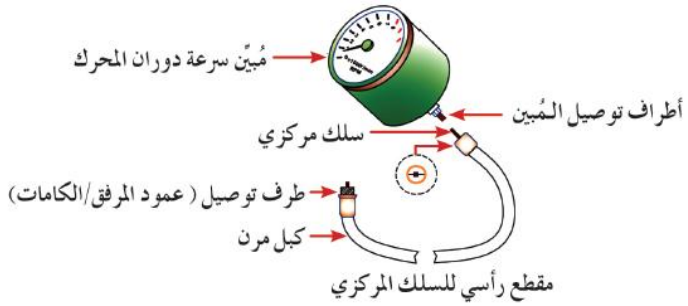
تزود المركبات بهذا المبين حتى يتسنى للسائق معرفة سرعة دوران المحرك، وذلك من أجل الحصول على أفضل أداء للمحرك في مختلف ظروف التشغيل.



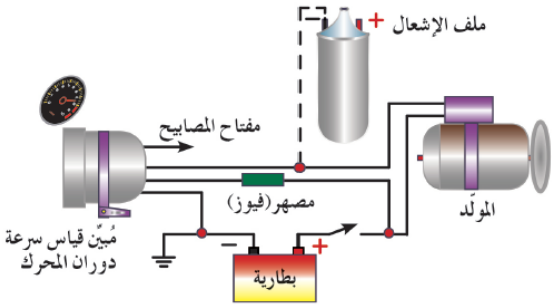
توصيل وحدة المرسل والمُبيِّن لقياس سرعة دوران المحرك.

وهناك أنواع عدة للمبينات، وهي:

أ - مبين سرعة دوران المحرك الميكانيكي: يتكون من عدة أجزاء ميكانيكية، ابتداءً بعمود المرفق وانتهاءً إلى المبين، حيث تنتقل الحركة الميكانيكية من عمود المرفق إلى المبين بوساطة كيبل مرن يستمد حركته مباشرةً من عمود المرفق، أو من عمود الحدبات (عمود موزع الشرر، كما هو مبين في الشكل التالي.



ب- مبين سرعة دوران المحرك الكهربائي: في هذه الحالة تُقاس سرعة دوران المحرك كهربائيا عبر التيار المتوّلد في دائرة شحن البطارية، أو بوساطة التيار المتقطع في ملف التشغيل (Coil)، والشكل التالي يُبين الدائرة الكهربائية لهذا المبين.



المُبيّن الكهربائي.

جـ- مبين سرعة دوران المحرك الإلكتروني، يتكون هذا المبين من الأجزاء الآتية:

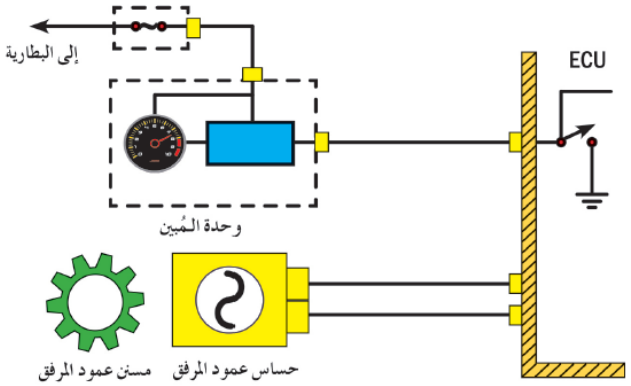
١. حساس ممانعة مغناطيسية: يتكون من مغناطيس دائم وملف نحاسي.

٢. قرص معدني عضو دوار يثبت على امتداد عمود المرفق في المحرك، وتوجد في مُحيطه نتوءات تمثل كل منها النقطة الميتة العليا لكل مكبس من أسطوانات المحرك.

حساس سرعة دوران المحرك الذي يثبّت على عمود المرفق في المحرك.

مبدأ عمل مبين سرعة دوران المحرك الإلكتروني

عند مرور كل نتوء في ثغرة قطبي المغناطيس، تغلق دائرة خطوط المجال المغناطيسي، وبإغلاق الثغرة وفتحها، تتغير كثافة الخطوط المغناطيسية بسبب تغير التدفق المغناطيسي وانقطاعه، وعليه يتغيّر جهد التيار المتولد حثيًّا في الملف بين القيمة العظمى الموجبة والصفر، والقيمة العظمى السالبة، أي بالتناوب. ومن ثَمَّ، تُرسل هذه القيم إلى وحدة المعالجة في وحدة التحكم، ومنها إلى شاشة عرض سرعة دوران المحرك.



المُبيّن الإلكتروني.

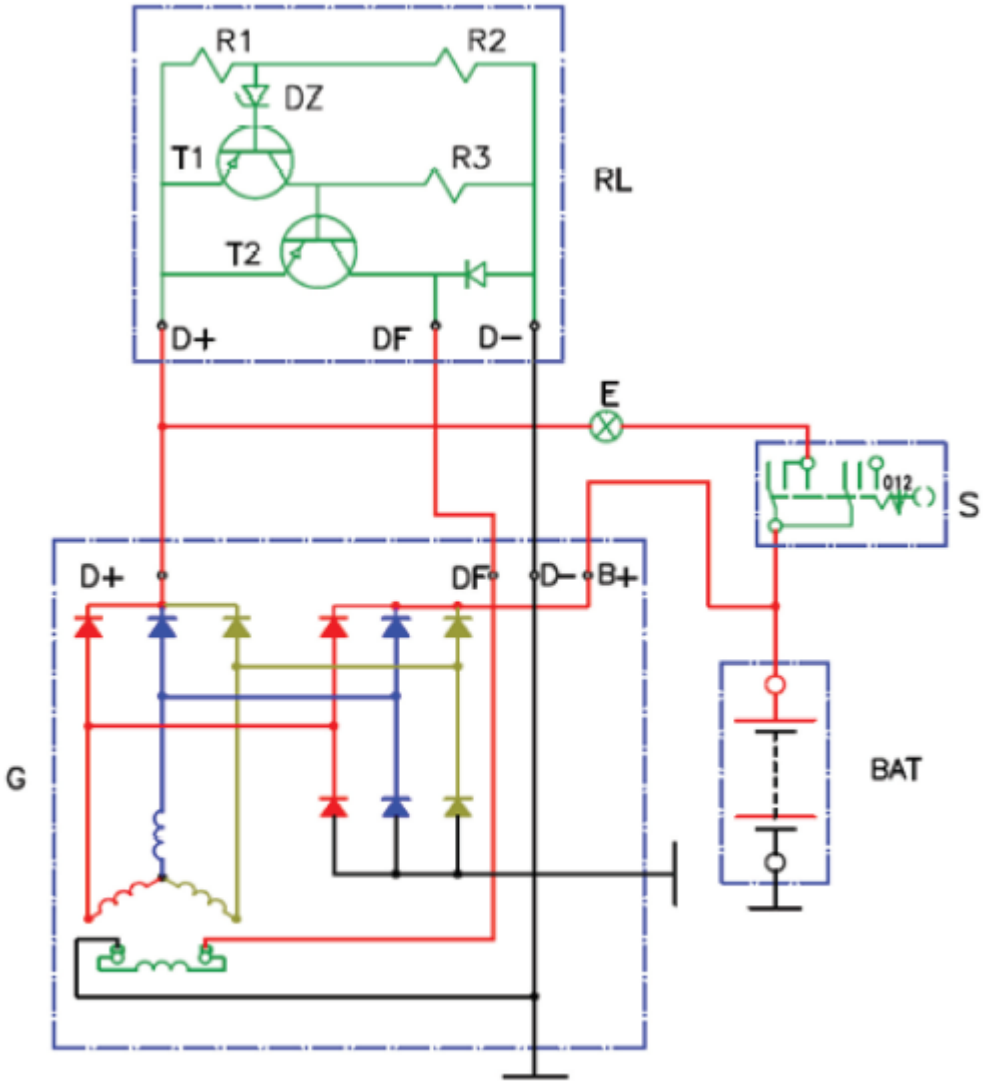
٦ - مُبينات نظام التوليد والشحن ومصابيحها

وجود نظام التوليد والشحن مهم جدا لاستمرار عمل البطارية في مركبات الوقود، إضافة إلى أهميتها في المركبات الهجينة، حيث وجب وجود نظام مراقبة لشحن بطاريات مركبات الوقود، ويكون هذا النظام إما عبر مصباح مُبيّن للشحن أو الفولتميتر أو كليهما، أما في المركبات الهجينة، فإن النظام يمتد إلى عرض وضع استخدام البطاريات وكمية الشحن فيها،

مُبيّن الشحن في المركبات.

مصباح مُبيّن الشحن: المصباح المسؤول عن التحذير نتيجة عطل في نظام التوليد والشحن، ويكون على صورة بطارية في بعض المركبات، وفي مركبات أخرى على صورة حروف أو كلمة (Charge) وتعني الشحن كما هو مبين في الشكل.

يعمل هذا المصباح بوساطة توصيله عبر دائرة كهربائية تحتوي المولد كهربائي ومنظم جهد إلكترونيا والبطارية، كما هو مبين في الشكل التالي، حيث ينطفئ عند تشغيل محرك المركبة بسبب دائرة القصر على طرفيه، أما إذا بقي مضاءً، فيدل ذلك على وجود عطل في دائرة التوليد والشحن ولابد من صيانتها.



المخطط الكهربائي لنظام التوليد والشحن.

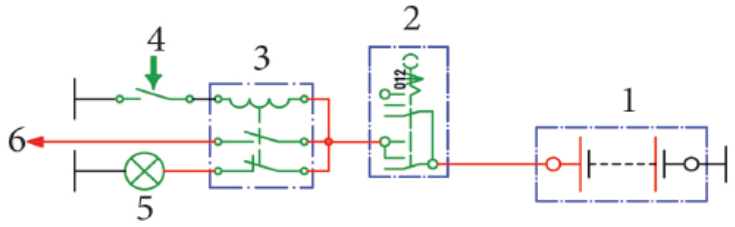
٧ - مصباح التحذير الخاص بربط حزام الأمان

يُعدّ حزام الأمان من إضافات السلامة الضرورية لحماية السائق والركاب في أثناء سير المركبة، والحاجة الملحة إلى وجود مصباح يُذكر السائق بضرورة التزام تثبيت حزام الأمان؛ حفاظًا على سلامته، وأن النظام يجعل المركبة لا تعمل إلا عند ارتداء حزام الأمان.

مبدأ عمل مصباح التحذير من نسيان ربط حزام الأمان

عند وضع مفتاح التشغيل على وضع (ON)، فإن التيار الكهربائي يسري من البطارية عبر مفتاح التشغيل إلى ملف المرحل وملامسه، وإذا لم يكن حزام الأمان في موضعه، فإن التيار يسري عبر التلامس المغلق في المرحل إلى مصباح التحذير، فيضيء على لوحة القيادة مُحذِّرًا السائق، ولا

يسري التيار عبر الملامس المفتوح في المرحل إلى دائرة تشغيل محرك الاحتراق الداخلي للمركبة، أما عند وضع مفتاح حزام الأمان في موضعه، فإن الدائرة الكهربائية لملف المرحل تكتمل مع الأرضي، ما يؤدي إلى تكون مجال مغناطيسي يعمل عكس وضعية تلامسات المرحل، مُطفئًا مصباح التحذير وموصلا التيار إلى دائرة تشغيل محرك الاحتراق الداخلي.



1 – بطارية 2 – مفتاح تشغيل 3 – مرحل 4 – مفتاح موضع حزام الأمان 5 – مصباح التحذير من نسيان ربط حزام الأمان
6 – إلى دارة تشغيل محرك الاحتراق الداخلي للمركبة

الأعطال العملية

أعطال مُبيِّنات درجة الحرارة

العطل	السبب	طرائق التصليح
توقف المُبيِّن عن العمل	قصر أو خلل في الدارة الكهربائية.	تفقد المصهر وأسلاك الدارة الكهربائية وتصليحها.
	تلف وحدة المُرسِل.	استبدال وحدة المُرسِل.
	تلف وحدة المُبيِّن.	استبدال وحدة المُبيِّن.
قراءة المؤشر غير صحيحة	ضعف أو قطع في التوصيلات الكهربائية لوحدة المُبيِّن.	تفقد جميع الوصلات جميعها ونقاط التوصيل في الدارة الكهربائية وإجراء الصيانة العامة اللازمة لها.
	عطل في الملفات في وحدة المُبيِّن.	استبدال وحدة المبين.
	عطل في وحدة المُرسِل.	استبدال وحدة المرسل.
مصباح التحذير لدرجة الحرارة لا يعمل	ضعف التوصيلات الكهربائية للمصباح.	تفقد التوصيلات الكهربائية للمصباح وتصليحها.
	تعطل المصباح.	استبدال المصباح.
	تلف وحدة المرسل.	استبدال وحدة المرسل.

أعطال مُبيّنات الشحن والتفريغ

العطل	السبب	طرائق التصليح
توقف المُبيّن عن العمل	فصل أو تماس في الدارة الكهربائية. عُطل في وحدة المبين.	تفقد التوصيلات الكهربائية وصيانتها. استبدال وحدة المُبيّن.
قراءة المؤشر غير صحيحة	عُطل في دارة التوليد. فُقدان في التوصيلات الكهربائية من المركم. عُطل في المُبيّن.	تفقد دارة التوليد والشحن وصيانته. تفقد التوصيلات الكهربائية من البطارية وصيانتها. استبدال المُبيّن.
توقف المصباح عن العمل	حدوث فصل في الدارة الكهربائية. تعطل المصباح.	تفقد الأسلاك الكهربائية وصيانتها. تغيير المصباح.
استمرار إضاءة المصباح	حدوث تماس في الدارة الكهربائية. حدوث عطل في دارة التوليد	تفقد الأسلاك الكهربائية وصيانتها. تفقد دارة التوليد وصيانتها.

أعطال مُبيّن سرعة المركبة

العطل	السبب	طرائق التصليح
توقف المُبيّن الميكانيكي عن العمل	فصل في الكبل المرن.	تثبيت الكبل المرن أو استبداله.
	تلف في وحدة المُرسل.	تغيير وحدة المُرسل.
	تلف وحدة المستقبل.	تغيير وحدة المستقبل.
قراءة المُبيّن غير صحيحة	ارتخاء وحدة المُرسل.	تفقد وحدة المُرسل وصيانتها وتثبيتها.
	ارتخاء الكبل المرن.	تفقد الكبل المرن وتثبيته جيدًا.
توقف المُبيّن الإلكتروني عن العمل	قصر أو فصل في الدارة الكهربائية.	تفقد الأسلاك الكهربائية في الدارة وصيانتها.
	تلف وحدة المُرسل.	استبدال وحدة المرسل.
	تلف وحدة المُبيّن.	استبدال وحدة المبين.
قراءة المؤشر غير صحيحة	ارتخاء الوصلات الكهربائية أو اتساخها.	تنظيف المرابط وشد الوصلات الكهربائية.
	ارتخاء وحدة المُرسل.	تفقد وحدة المُرسل وتثبيتها جيدًا.
	قصر أو فصل في الدارة الكهربائية.	تفقد الأسلاك الكهربائية في الدارة.

أعطال مُبيّن ضغط زيت المحرك

العطل	السبب	طرائق التصليح
توقف مصباح التحذير الخاص بضغط زيت المحرك عن العمل	قصر أو فصل في الدارة الكهربائية.	تفقد الأسلاك الكهربائية في الدارة وتصليحها.
	تلف التلامسات داخل حساس مصباح تحذير ضغط الزيت .	استبدال الحساس.
	تلف مصباح تحذير ضغط الزيت.	استبدال مصباح التحذير.
مصباح ضغط زيت المحرك يضيء باستمرار	حدوث مشكلة في التلامسات في وحدة المرسل.	استبدال وحدة المرسل.

أعطال مُبيِّن سرعة دوران المحرك

العطل	السبب	طرائق الإصلاح
توقف المُبيِّن الميكانيكي عن العمل	تلف وحدة المُرسل.	تغيير وحدة المُرسل.
	خروج الكبل المرن من موضعه.	إعادة توصيل الكبل المرن.
	قطع في الكبل المرن.	تغيير الكبل المرن.
	تلف وحدة المُبيِّن.	تغيير وحدة المُبيِّن.
قراءة المؤشر غير صحيحة	ارتخاء وحدة المُرسل.	تفقد وحدة المُرسل وصيانتها.
	ارتخاء الكبل المرن.	تفقد الكبل المرن وتثبيته جيدًا.
توقف المُبيِّن الإلكتروني عن العمل	قصر أو فصل في الدارة الكهربائية.	تفقد الأسلاك الكهربائية في الدارة وإجراء الصيانة اللازمة.
	تلف وحدة المُرسل.	استبدال وحدة المرسل.
	تلف وحدة المُبيِّن.	استبدال وحدة المبين.
قراءة المؤشر غير صحيحة	ارتخاء الوصلات الكهربائية أو اتساخها.	تنظيف المرابط وشد الوصلات الكهربائية.
	ارتخاء وحدة المُرسل.	تفقد وحدة المُرسل وتثبيتها.
	قصر أو فصل في الدارة الكهربائية.	تفقد الأسلاك الكهربائية في الدارة وصيانتها.

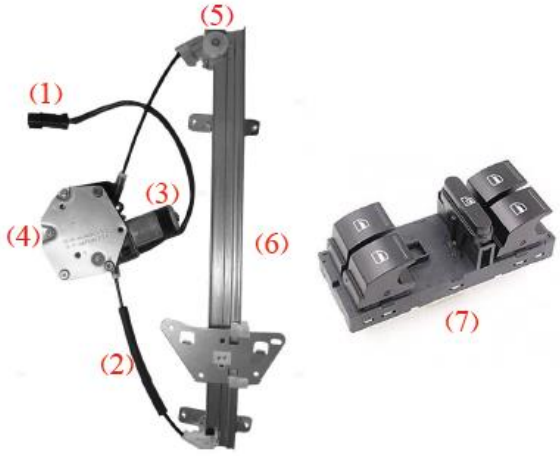
أعطال الدارة الكهربائية لمصباح التحذير من نسيان ربط حزام الأمان

العطل	السبب	طرائق التصليح
إضاءة مصباح حزام الأمان بصورة مستمرة	ارتخاء الوصلات الكهربائية.	تنظيف المرابط وشد الوصلات الكهربائية.
	تماس في دارة المصباح.	تفقد الوصلات الكهربائية للنظام وتصليحها.
	خلل في نقطة ارتباط حزام الأمان تجعل الدارة دائمًا مغلقة.	تصليح الخلل في نقطة ارتباط حزام الأمان أو استبدال الجزء التالف منه.
عدم إضاءة مصباح حزام الأمان	تلف نقاط التلامس في لسان حزام الأمان.	تفقد لسان حزام الأمان أو استبدال الجزء التالف منه.
	تلف في المصباح.	استبدال المصباح.
	حدوث خلل في نقطة ارتباط حزام الأمان تجعل الدارة دائمًا مفتوحة.	تصليح نقطة ارتباط حزام الأمان أو استبدالها
	تلف المرحل	استبدال المرحل

نظام فتح النوافذ الكهربائية وإغلاقها

يُعدّ نظام التحكم في النوافذ من الأنظمة المساعدة الموجودة في المركبة، إلا أنه مهم جدا لحماية الركاب ورفاهيتهم، إذ يسهل رفع زجاج النوافذ في المركبة وإنزاله، عبر محركات كهربائية ذات تيار مستمر تنزل زجاج النوافذ عند دورانها باتجاه مُعيّن، وتغلقه عند دورانها في الاتجاه المعاكس، ويتحكم في هذه العملية بمفتاح خاص.

مكونات نظام فتح النوافذ الكهربائية وإغلاقها



مكونات نظام فتح النوافذ الكهربائية وإغلاقها.

١ - فيشة توصيل.

٢ - سلك رفع الزجاج وإنزاله .

٣ - محرك كهربائي.

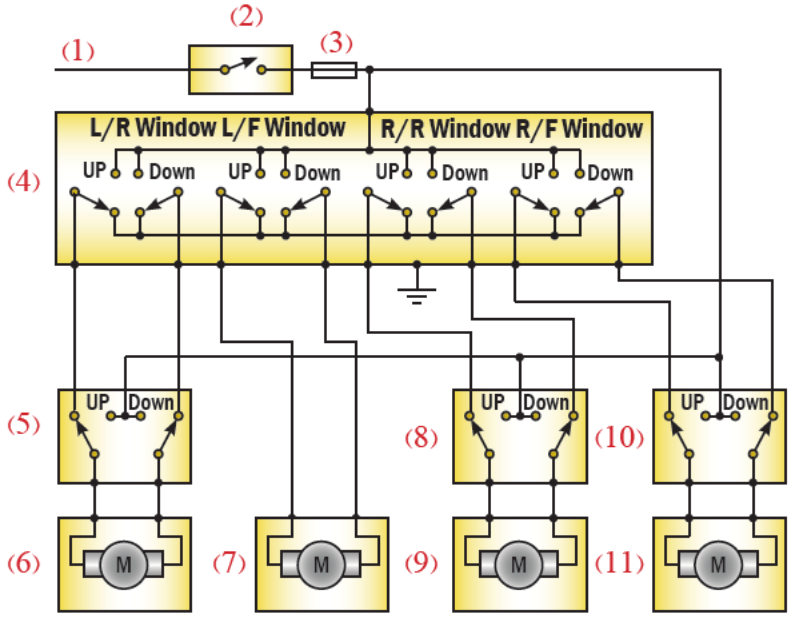
٤ - صندوق تروس.

٥ - بكرة السلك العلوية المساعدة.

٦ - حامل نظام الزجاج الكهربائي.

٧ - مفتاح التحكم في النظام.

مبدأ عمل نظام فتح النوافذ الكهربائية وإغلاقها



المخطط الكهربائي لنظام فتح النوافذ الكهربائية وإغلاقها.

(١) البطارية.

(٢) مفتاح تشغيل المركبة.

(٣) المصهر .

(٤) مفتاح التحكم المركزي.

(٥) مفتاح النافذة اليسرى الخلفية.

(٦) محرك النافذة اليسرى الخلفية.

(٧) محرك النافذة اليسرى الأمامية.

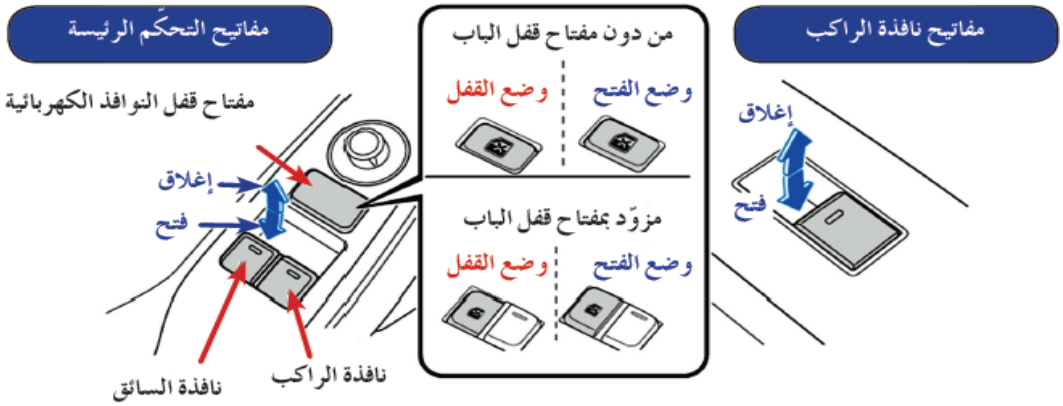
(٨) مفتاح النافذة اليمنى الخلفية.

(٩) محرك النافذة اليمنى الخلفية.

(١٠) مفتاح النافذة اليمني الأمامية.

(١١) محرك النافذة اليمني الأمامية.

يبين الشكل السابق المخطط الكهربائي لنظام فتح النوافذ الكهربائية وإغلاقها، وفيها يتم التحكم في النوافذ الأمامية والخلفية عن طريق مفتاح مركزي يتحكم فيه السائق فضلا عن مفتاح خاص لكل نافذة يتحكم فيه الركاب، يمكن للسائق التحكم في النافذة الأمامية اليمنى بالمفتاح المركزي بضبط مفتاح التشغيل (٢) على زر (on) ، فيسري تيار كهربائي عبر المصهر إلى المفتاح المركزي (٤)، وعند ضغط زر (down) ، يسري التيار الكهربائي عَبْرَ ملامسات (window R/F) إلى المحرك (١١)، فيبدأ زجاج النافذة بالنزول لرفع الزجاج يجب ضغط زر (up)، فيسري تيار كهربائي عبر ملامسات (Windows (RF) إلى المحرك (١١)، ثم الأرضي بالمفتاح (١٠)، فيعكس اتجاه التيار على أطراف المحرك الخاص بالنافذة، فيدور المحرك بعكس الاتجاه الأول ليرفع زجاج النافذة، يُمكن للركاب أيضًا التحكم في النافذة نفسها، عبر ضغط زر (Down) في المفتاح (١٠) الخاص بالنافذة، فيسري تيار كهربائي عبر المصهر إلى الملامس (Down) في المفتاح (١٠) ثم المحرك الكهربائي (١١)، ومنه إلى الأرضي، فيدور المحرك، لينزل زجاج النافذة، وعند ضغط زر (Up) في المفتاح يسري تيار كهربائي عبر المصهر إلى الملامس (up) في المفتاح (١٠) فالمحرك الكهربائي (١١) ومنه إلى الأرضي فيدور المحرك بعكس الاتجاه الأول، ليرتفع زجاج النافذة، ويتم التحكم في بقية نوافذ المركبة بالطريقة السابقة نفسها. يوضح الشكل التالي آلية عمل كل من المفاتيح الموجودة داخل حجرة المركبة.



آلية عمل كل من المفاتيح الموجودة داخل حجرة المركبة.

الأعطال العملية لنظام فتح النوافذ الكهربائية وإغلاقها، وأسبابها وطرائق تصليحها.

العُطل	سبب العُطل	الصيانة
بطء في حركة رفع الزجاج وإنزاله	– المركم غير مشحون. – اهتراء الفُرش الكربونية. – تلف المحرك الكهربائي.	– شحن المركم. – استبدال الفُرش الكربونية. – صيانة أو استبداله المحرك.
عدم عمل النظام كامل	– احتراق المصهر. – قطع في الأسلاك الكهربائية. – تعطل المفاتيح. – تلف الفرش الكربونية للمحرك. – تعطل المحرك الكهربائي في الدارة.	– استبدال المصهر الجديد بالمصهر المحترق – استبدال الأسلاك ووصلها جيدًا. – استبدال المفاتيح الجديدة بالقديمة. – استبدال الفرش الكربونية. – تصليح المحرك أو استبداله.

نظام الانذار المبكر

سرقة السيارات تمثل حوالي ربع الجرائم المسجلة في العالم ، لهذا السبب يكافح صانعو السيارات ومهندسو أنظمة الإنذار لتطوير أنظمة للردع والتقليل من سرقة السيارات، وتستخدم ثلاثة أنواع من الأنظمة لمنع

سرقة السيارات هي:

١- استخدام مفاتيح كهربائية على جميع نقاط الدخول في السيارة .

٢- استخدام الهبوط في الجهد في السيارة .

٣- استشعار الحركة داخل السيارة.

وهناك ثلاث طرق لتعطيل السيارة، هي:

١- قطع دائرة التشغيل .

٢- قطع دائرة بادئ الحركة (السلف) .

٣- غلق وحدة التحكم للمحرك بوساطة رقم سري .

متطلبات العمل لهذا النظام

١- تفعيل النظام عند فتح الباب .

٢- تعطيل مفتاح التشغيل .

٣- وضع سماعة انذار كمصدر للصوت من أجل التحذير .

٤- أن تستمر سماعة الانذار بإصدار الصوت حتى بعد إغلاق الباب .

٥- إعادة تفعيل النظام بعد ١٥ ثانية .

وضع التصميم على أساس استخدام دائرة مرحل بسيطة . عند فتح الباب يقوم مفتاح الباب بتوصيل للدائرة الارضي وهذا يؤدي إلى إثارة المرحل، الذي يقوم بتشغيل سماعة الانذار في الدائرة .

يستخدم المكثف في هذه الدائرة من أجل إبقاء المرحل محفزاً ومثاراً إلى مدة ١٥ ثانية بعد إغلاق الباب، وذلك بتخزين الكهرباء بداخله .

اهمية نظام الانذار

يُعد نظام الإنذار ومنع السرقة من الأنظمة الضرورية لحماية ممتلكاتنا من العبث والسرقة، حيث طُور نظام خاص في المركبات لحمايتها، وهذا النظام يُعدّ من الأنظمة المساعدة التي

يُعتمد عليها في حماية المركبة من السرقة، وإن حدوث أية عُطل في نظام إنذار السرقة لا يؤثر في قيادة المركبة أو أدائها على الطرق، وتُعد من أهم وسائل الأمان لتجنب حدوث السرقة.

مكونات نظام الانذار

(١) سماعة الإنذار.

(٢) وحدة تحسس الاهتزازات.

(٣) وحدة التحكم.

(٤) مرحل منع التشغيل.

(٥) مفتاح التحكم عن بعد.

(٦) مؤشر ضوئي.

(٧) أسلاك توصيل النظام.

تستخدم أنظمة الإنذار والحماية في المركبات لحمايتها من السرقة او العبث، حيث تركب وحدة التحكم قرب عُلبة المصهرات داخل غرفة المركبة، وتتحكم وحدة التحكم بدارة التحكم في فتح الأبواب وإغلاقها، وسماعة الإنذار (المنبه)، ودارة الأضواء الأمامية والجانبية ودارة التشغيل، ودارة بدء الحركة.

مبدأ عمل نظام إنذار السرقة

عند ، مُحاولة فتح المركبة بطريقة غير شرعية، تُرسل وحدة تحسّس الاهتزازات إشارة عاجلة عبر وحدة التحكم إلى جهاز المنبه، الذي يصدر أصواتاً عاليةً متقطعة، محذرةً صاحب المركبة من محاولة فتح المركبة. كما يعمل مانع التشغيل على منع تشغيل المركبة إذ فُتحت من دون مفتاح التحكم عن بعد الخاص بنظام الإنذار، والشكل التالي يُبيّن المخطط الكهربائي لنظام إنذار السرقة.

(١) إلى مفتاح التشغيل (ACC).

(٢) إلى مفتاح تشغيل المركبة (ON).

(٣) إلى مفتاح الشصي لضوء الغرفة.

(٤) إلى مفتاح التشغيل (ACC).

(٥) مفتاح تشغيل المركبة.

(٦) محرك بدء الحركة.

(٧) إلى القطب الموجب للمركم.

(٨) سماعة الإنذار.

(٩) إلى نظام إغلاق الأبواب الكهربائي.

(١٠) مصباح الإشارة.

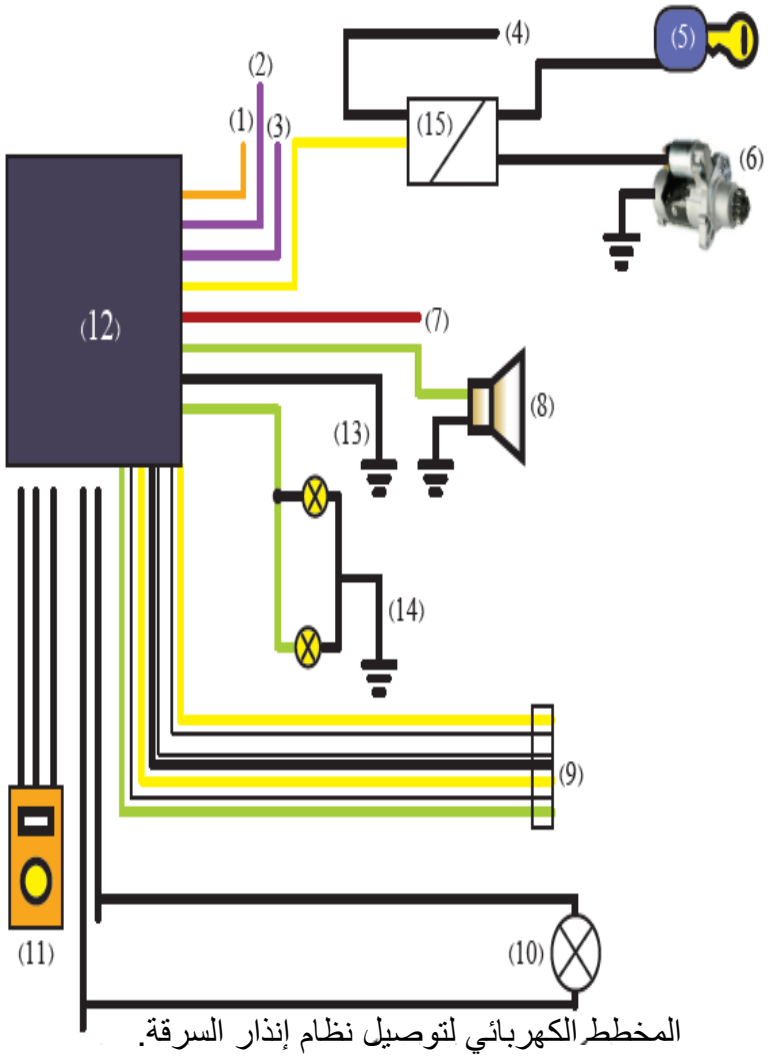
(١١) وحدة تحسّس الاهتزازات.

(١٢) وحدة التحكم المركزية.

(١٣) خط الشصي.

(١٤) مصابيح الاشارة.

(١٥) مرحل مانع تشغيل المركبة.



المخطط الكهربائي لتوصيل نظام إنذار السرقة.

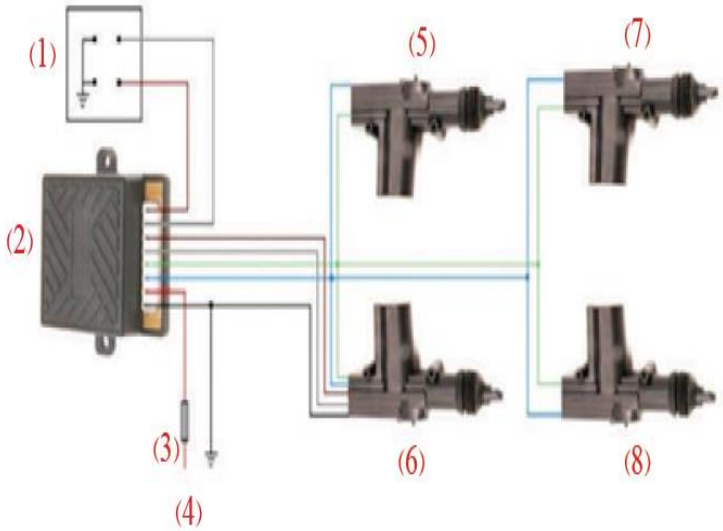
نظام غلق الأبواب الكهربائي

يزيد نظام غلق الأبواب الكهربائي مستوى الحماية للمركبة، حيث يُمكن مالك المركبة من التحكم في غلق الأبواب عن بعد، باستعمال مفتاح التحكم الخاص بجهاز إنذار السرقة، ويمكن التحكم في هذا النظام ميكانيكيا باستعمال مفتاح المركبة وفتح باب السائق أيضًا. يوفر نظام إغلاق الأبواب الكهربائي في المركبة مزيدا من السهولة والأمان في التحكم في فتح أبواب المركبة وإغلاقها ويحتوي وحدة تحكم إلكترونية، وقفلا آليا (بلف) لكل باب من أبواب المركبة.

يتكون القفل الآلي من محرك كهربائي صغير يسري فيه تيار مستمر ، وسلك معدني متصل بقفل الباب مربط معدني. ويعد المحرك الخاص بباب السائق محركًا مركزيًّا؛ فهو يتحكم في الأقفال الآلية، ويحوي خمسة أطراف توصيل. وعند إدارة هذا المحرك لفتح قفله، فإنه يفتح بقية الأقفال، كما تُغلق بإغلاقه. قد تحوي المركبة قفلا مركزيا واحدًا، أو قفلين مركزيين؛ أحدهما على باب السائق، والآخر على الباب الأمامي الأيمن.

مبدأ عمل نظام إغلاق الأبواب الكهربائي

عند ضغط مفتاح فتح أبواب المركبة من جهاز التحكم عن بعد، تصل الإشارة الكهربائية إلى وحدة التحكم الخاصة بنظام إنذار السرقة، ومنها إلى وحدة التحكم الإلكترونية، التي تُشغل مُحرك القفل الآلي المركزي، فيدور دافعًا السلك المعدني ومعه قفل الباب فيفتح باب السائق، وكذلك بقية الأقفال الكهربائية الأخرى، فتفتح بقية الأبواب. وعند ضغط مفتاح غلق أبواب المركبة من جهاز التحكم عن بعد، تصل الإشارة الكهربائية بالصورة السابقة، ولكن مع عكس القطبية على أطراف التوصيل لمحرك حركة القفل الآلي المركزي فيدور بعكس الاتجاه السابق ساحبًا السلك المعدني المتصل بقفل الباب، فيغلقه، وتعمل معه بقية محركات الأقفال الأخرى التي تدور في الاتجاه نفسه، فتغلق بقيّة الأبواب، كما هو مبين في الشكل.



الدائرة الكهربائية لنظام غلق الأبواب الكهربائية.

(١) مفتاح تشغيل المركبة.

(٢) وحدة التحكم الإلكترونية.

(٣) المصهر .

(٤) إلى البطارية.

(٦) القفل المركزي لباب السائق.

(٥) القفل الآلي للباب الأمامي الأيمن.

(٧) القفل الآلي للباب الخلفي الأيمن.

(٨) القفل الآلي للباب الخلفي الأيسر.

الأعطال العملية لنظامي إنذار السرقة وغلق الأبواب الكهربائية

نوع العُطل	سبب العُطل	الصيانة
توقف نظام غلق الأبواب الكهربائي عن العمل	احتراق المصهر.	يستبدل مصهر جديد له نفس القيمة بالمصهر المحترق.
	قطع أو قُصر في الدارة الكهربائية.	وصل الأسلاك أو عزلها.
	عُطل في المعالج المركزي.	وحدة جديد بالمعطلة.
	تعطل القفل الآلي المركزي.	استبدال القفل الآلي المركزي.
توقف إنذار السرقة عند العمل	قطع في الأسلاك الكهربائية.	القيام باستبدال الأسلاك أو وصلها جيدًا.
	عُطل في المعالج المركزي.	استبدال الوحدة كاملة.
	احتراق المصهر.	استبدال المصهر.
	ضعف المركم في مفتاح التحكم عن بُعد.	استبدال المركم الجديد بالضعيف.
عدم استجابة أحد الأبواب للفتح والإغلاق.	تعطّل محرك القفل الآلي (البلف) للباب أو ارتخاؤه واختلاف معايرته.	ضبط مربط البلف، أو استبدال البلف نفسه.

نظام ماسحات الزجاج

لجعل الرؤية واضحة في أثناء القيادة عبر الزجاجين الأمامي والخلفي في المركبة، وتوفير قيادة آمنة في مختلف ظروفها وأحوالها، خصوصًا عند هطل المطر والغبار، صُمّم نظام ماسحات الزجاج.

عناصر نظام ماسحات الزجاج

(١) ماسحتا الزجاج.

(٢) ذراعا الماسحتين.

(٣) المحاور والوصلات الميكانيكية.

(٤) ذراع تشغيل الماسحات

(٥) مضخة الماء الكهربائية.

(٦) محرك الماسحتين الكهربائي.

(٧) قابس التوصيل.

(٨) صندوق التروس.

عناصر نظام ماسحات الزجاج.

و من العناصر المهمة أيضًا القطعة الجلدية التي تزيل الماء عن زجاج المركبة، و يجب تفقدها باستمرار، بأن تكون لينة خوفًا من إحداث خدوش في زجاج المركبة حال جفافها؛ تجنبًا لحدوث مشكلات في الرؤية.

شفرات الماسحة.

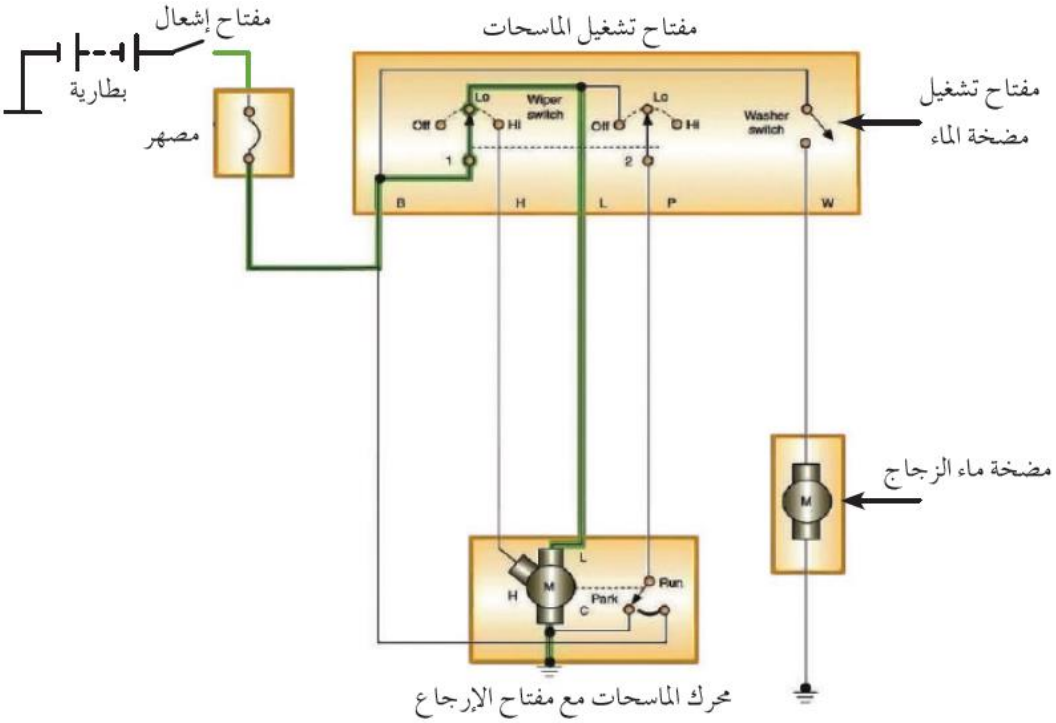
أنظمة ماسحات الزجاج الكهربائية

تُصنف أنظمة ماسحات الزجاج إلى نوعين، هما:

١ - نظام ماسحات الزجاج الكهربائي ذو السرعتين والمؤقت الزمني: يحتوي هذا النظام محركًا دائم الأقطاب ثنائي السرعة بطيئة، وكبيرة)، ومؤقتًا زمنيا يشغل الدائرة بصورة متقطعة ضمن مدد زمنية محددة، ومفتاحًا يدير المحرك باستمرار بعد الفصل؛ لإعادة الماسحات إلى وضعها الأول أسفل الزجاج الأمامي.

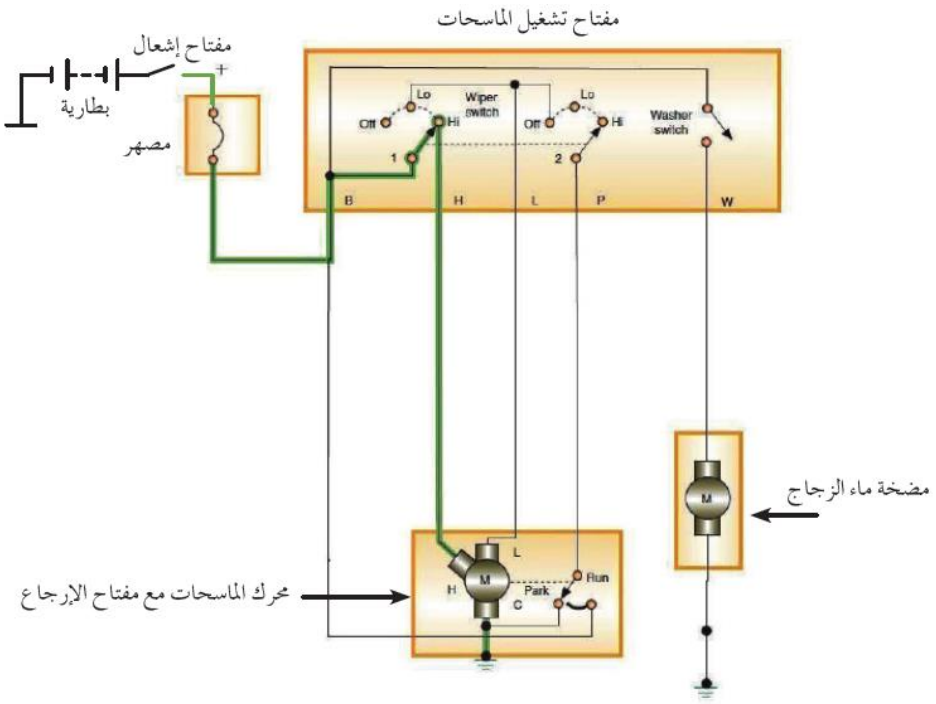
مبدأ عمل نظام ماسحات الزجاج الكهربائي ذي السرعتين والمؤقت الزمني حيث يمكن تجزئته إلى ما يأتي:

أ - السرعة البطيئة : عند وضع مفتاح تشغيل النظام على وضعية الوصل (LO)، يسري تيار كهربائي من القطب الموجب للبطارية إلى مفتاح تشغيل المركبة، ومنه إلى مصهر الحماية، فالفرش الكربونية (L) عبر مفتاح تشغيل النظام، فالفرش الكربونية (C) عبر ملفات العضو الدوار، ومنها إلى الشاصي، فيدور المحرك بسرعة بطيئة، كما هو مبين في الشكل.



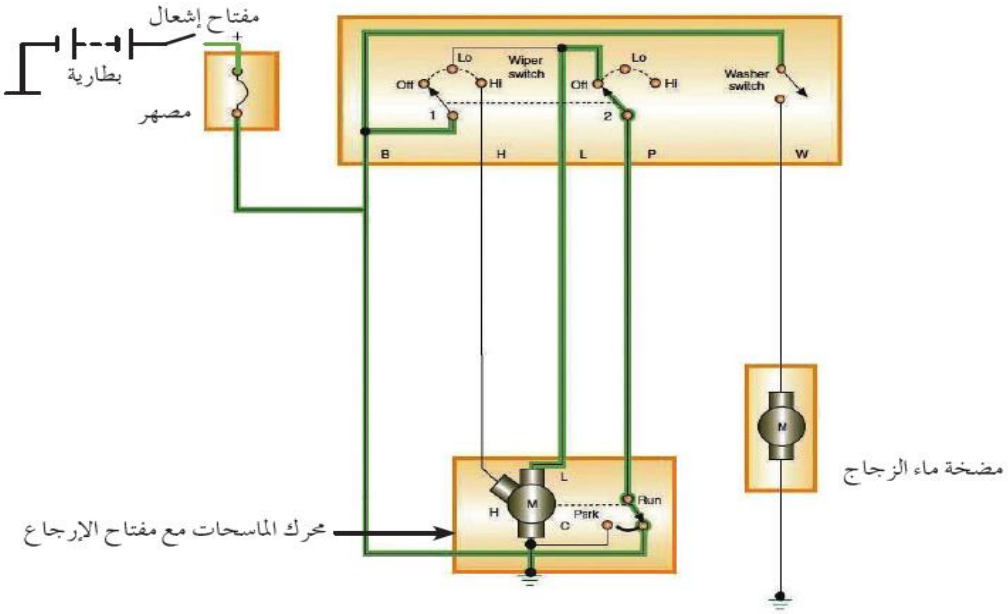
المخطط الكهربائي لتشغيل ماسحات الزجاج بحسب السرعة البطيئة.

السرعة العالية : عند ضبط مفتاح التشغيل النظام على وضعية (Hi)، يسري تيار كهربائي من القطب الموجب للبطارية إلى مفتاح تشغيل المركبة ومنه إلى مصهر الحماية فالفرش الكربونية (H) عبر مفتاح تشغيل النظام، فالفرش الكربونية (C) عبر ملفات العضو الدوار، ومنها إلى الشاصي، فيدور المحرك بسرعة عالية، كما هو مبين في الشكل.



المخطط الكهربائي لتشغيل ماسحات الزجاج بحسب السرعة الكبيرة.

جـ- إيقاف الماسحات في هذه الحالة، يبقى محرك الماسحات في حالة الدوران بسرعة بطيئة عند ضبط مفتاح تشغيل النظام على وضعية الفصل (Off)؛ لكي ترجع الماسحات أسفل الزجاج، إذ يسري تيار كهربائي مباشرة من المصهر إلى الملامس (Run) في مفتاح الإرجاع، ثم الفرش الكربونية (L) عَبْرَ مفتاح تشغيل النظام، فالفرش الكربونية (C) عبر ملفات العضو الدوار، ومنها إلى الشاصي، فيستمر دوران المحرك بطيئًا إلى أن ينتقل ملامس مفتاح الإرجاع إلى وضعية التوقف (Park)، فيتوقف المحرك عن الدوران بالتوافق مع رجوع شفرات الماسحات إلى وضعها الأول، كما هو مبين في الشكل.



المخطط الكهربائي لإعادة ماسحات الزجاج إلى وضعها الأول، ثم الإيقاف.

د – التشغيل المتقطع لنظام الماسحات (Intermittent): يسمى المؤقت الزمني، وغالبا تكون وحدة تقطيع التيار الكهربائي إلكترونية في هذه الحالة لعدم وجود حاجة إلى عمل الماسحات باستمرار ؛ بسبب هطل المطر الخفيف أو الرذاذ وظيفة هذه الوحدة تشغيل محرك الماسحات ضمن مدد زمنية منتظمة تضبط بحسب الحاجة، وذلك بتغيير قيمة مقاومة متغيرة عند ضبط مفتاح تشغيل النظام على وضع التشغيل المتقطع، فتعمل الماسحات ببطء على نحو متقطع أو بعد ضغط مفتاح تشغيل مضخة الماء، التي توصل الماء إلى الزجاج في أثناء عمل الماسحات لضمان عملية التنظيف.

٢ - حساسات المطر (Rain-sensing Wipers)

صنعت بعض الشركات أنظمة إلكترونية تعتمد على حساسات تلتقط الاهتزازات الناتجة من ارتطام قطرات المطر بزجاج المركبة، وبناءً على ذلك، تُشغل الماسحات أوتوماتيكيا ويتحكم في سرعتها بدرجة مناسبة لشدّة هطول المطر ، لكن هذه الأنظمة فشلت. أما في الوقت الحالي، فقد صنعت أنظمة حديثة تعتمد على حساسات ضوئية لتحديد نسبة الرطوبة في الجو، وكذلك حساسات حساسة للمطر ، تُثبت داخل المركبة بجوار المرآة المركزية في المقصورة.

يعتمد هذا الحساس على الأشعة تحت الحمراء التي تنطلق من الحساس على الزجاج الأمامي للمركبة بزاوية (٤٥) درجة، فإذا كان الجوّ جافًا، فإن معظم الضوء سيرتد إلى الحساس مرةً أُخرى، وإذا كان هناك قطرات مطر على الزجاج، فإن الضوء ينعكس على مختلف الاتجاهات كلها، وهذا يدل على أن شدة الضوء المنعكس ستكون أقل؛ لذا فإن المجس يشغل الماسحات بحسب شدة الضوء الذي رصده، متناسبًا ومقدار قطرات المطر على زجاج المركبة، وإذا قلت قطرات المطر، فإن سرعة الماسحة تقل، وهكذا.

ماسحات الأضواء الأمامية (Headlight wipers and washers)

يوجد طريقتان لمسح وتنظيف الأضواء الأمامية الأولى بوساطة رشاشات ذات ضغط عالي، والثانية بوساطة ماسحات صغيرة مع رشاشات ذات ضغط منخفض .

رشاشات الاضواء الامامية ذات الضغط العالي

ماسحات الاضواء الامامية

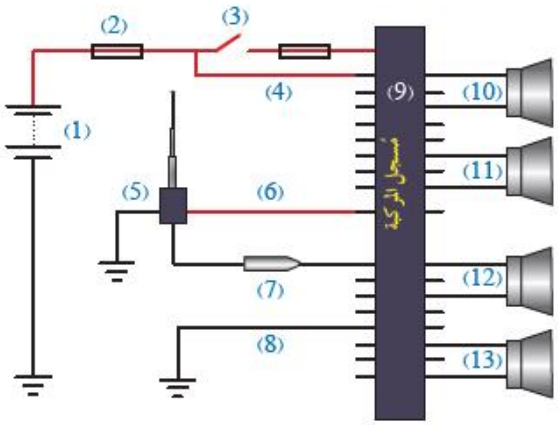
الأعطال العملية للنظام الكهربائي الخاص بماسحات الزجاج وأسبابها وطرائق تصليحها.

العُطل	سبب العُطل	الصيانة
تعطل الماسحات عن العمل	احتراق المصهر	استبدال المصهر الجديد بالمحترق
	حدوث قطع أو قصر في الدارة الكهربائية	الأسلاك أو عزلها أو استبدالها
	تعطل مفتاح التشغيل	تصليح مفتاح التشغيل أو استبداله
	تلف محرك الماسحات	تصليح عطل توقف المحرك أو استبداله
	تلف مسننات نقل الحركة	استبدال مسننات نقل الحركة
	تلف الفُرَش الكربونية	استبدال الفُرشَ الكربونية
تعطّل السرعة المتقطعة للماسحات	تعطّل وحدة المؤقت الزمني	استبدال وحدة تقطيع التيار الإلكتروني
	تعطّل نظام تشغيل السرعة المتقطعة في مفتاح التشغيل.	تصليح مفتاح التشغيل أو استبداله
تعطّل السرعة الكبيرة أو البطيئة.	تلف الفُرَش الكربونية الخاصة بالسرعة.	استبدال الفرش الكربونية الخاصة بالسرعة المتعطلة
	تعطل نظام تشغيل السرعة البطيئة أو الكبيرة في مفتاح التشغيل	تصليح مفتاح التشغيل أو استبداله
توقّف الماسحات عن العمل آليًا، بالرغم من هطل المطر على الزجاج الأمامي.	احتراق المصهر	استبدال المصهر الجديد بالمحترق
	تعطّل ذراع التشغيل	تصليح ذراع التشغيل أو استبداله
	حدوث قطع أو قصر في الدارة الكهربائية	وصل الأسلاك أو عزلها أو استبدالها
	تلف محرك الماسحات	تصليح المحرك، أو استبداله
	تلف مسننات نقل الحركة	استبدال مسننات نقل الحركة
	تلف الفُرَش الكربونية	استبدال الفُرشَ الكربونية
	تعطل مجس المطر	استبدال مجس المطر
	تعطل وحدة التحكم الإلكتروني الخاصة بالنظام	استبدال وحدة التحكم في النظام

نظام الصوتيات في المركبة

يُعد المسجل والمذياع والهوائي من عناصر نظام الصوتيات في المركبة، وهي كما يأتي:

١ - جهاز المذياع (الراديو) / المسجل: يُعدّ المسجل من الأجهزة التي لا يمكن الاستغناء عنها في المركبات الحديثة، حيث يجعل السائق متصلا بالعالم الخارجي (عَبْرَ الراديو) فضلًا عن توصيل الهاتف الذكي بسماعات المركبة واستعماله لقراءة الكتب الصوتية على سبيل المثال. ويختلف المسجل داخل المركبة عن المسجل العادي (المستخدم في أماكن أُخرى)، تصمم الأنظمة الصوتية في المركبات لتعمل بكفاءة عالية وذلك لتفادي التشويش الناتج من الموجات الكهرومغناطيسية المتولّدة في المحيط نتيجة عمل بعض الأجهزة الأُخرى. ويتكون ن الاجزاء التالية :



المخطط الكهربائي لنظام المسجل والمذياع.

(١) البطارية.

(٢) المصهر .

(٣) مفتاح التشغيل.

(٤) الخط الموجب للذاكرة.

(٥) الهوائي.

(٦) خط التغذية الرئيس للهوائي.

(٧) فيشة كيبل الهوائي .

(٨) خط الشاصي.

(٩) المسجل والمذياع.

(١٠) السماعة الأمامية اليمنى.

(١١) السماعة الأمامية اليسرى.

(١٢) السماعة الخلفية اليمنى. **(١٣) السماعة الخلفية اليسرى.**

يوصل نظام المسجل والراديو في المركبة بخطي توصيل موجبين، حيث يوصل الخط الموجب الأول الرئيسي من البطارية بمفتاح تشغيل المركبة؛ لتغذية المسجل، أما الخط الثاني، فيوصل مباشرةً من البطارية إلى المسجل؛ لضمان تخزين الذاكرة، وضبط الساعة في المركبة، وإعادة الهوائي الآلي إلى وضع الإيقاف عند إطفاء المركبة. كما يوصل المسجل بعدد من السماعات على المخارج، ويمكن أن تختلف عدد السماعات المتصلة اعتمادًا على الشركة الصانعة وتصميم المركبة. يزوّد المسجل في المركبات الحديثة بإضافات، منها ما يأتي:

أ - وصلة (Universal Serial Bus USB) المستخدمة في شحن الهواتف الذكية.

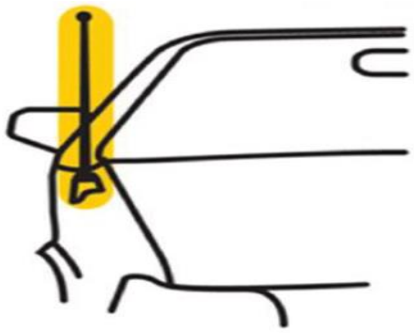
ب- مُشغل الأقراص المدمجة (DVD Player).

جـ- نظام تحديد المواقع.

٢ - الهوائي: تُصنف الهوائيات بناءً على مبدأ العمل إلى كهربائية وغير كهربائية.

أنواع الهوائيات غير الكهربائية حسب تصنيعها:

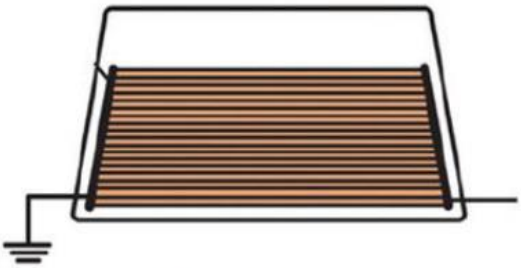
أ – الهوائي العادي: يتكون من أنابيب معدنية مختلفة ،الأقطار، يتداخل بعضها في بعض داخل أنبوب بلاستيكي، ينفذ منه سلك توصيل بالمذياع، ويُركب على أحد أجنحة المركبة الأمامية أو الخلفية.



هوائي عادي مثبت على جناح السيارة

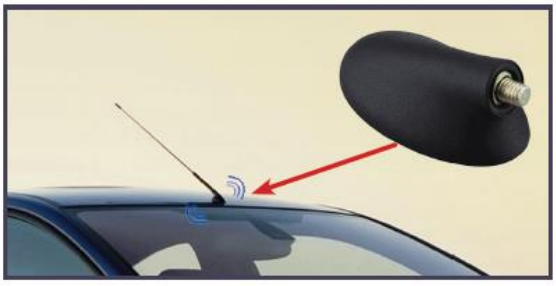
ب- هوائي الزجاج: سلك نحاسي يحيط بزجاج المركبة الأمامي أو الخلفي، ويثبت هذا السلك داخل الزجاج في أثناء عملية التصنيع، حيث ينتهي بطرف يوصل بالمذياع عَبْرَ الكيبل الخاص بالهوائي.

هوائي مثبت بزجاج السيارة الأمامي



هوائي الزجاج الخلفي

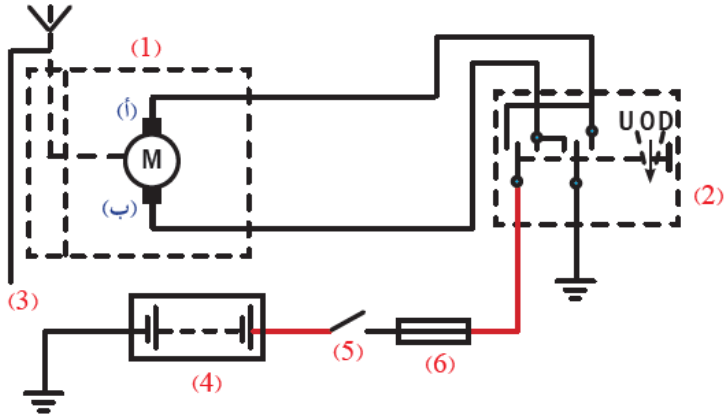
ج-هوائي صندوق المركبة الخلفي : يثبت هذا الهوائي على صندوق المركبة الخلفي بالبلاستيك أو المطاط لعزله عن جسم المركبة، ثم يوصل بالمذياع بسلك خاص. الهوائي المطاطي : يتكوّن من سلك نحاسي رفيع مغلف من الخارج بغلاف مطاطي، ويمتاز بمرونته وقصره، وعدم الحاجة إلى رفعه وتنزيله، فضلًا عن قابليته للثني، كما هو مبين في الشكل.



الهوائي المطاطي.

وتصنف الهوائيات الكهربائية تبعا لمبدأ العمل إلى ما يأتي:

أ - هوائي نصف آلي: يتكوّن من محرك ذي مغناطيس دائم مع ترس بلاستيكي؛ لتخفيف السرعة، يرفع الهوائي وينزله بشريط بلاستيكي مقوّى يلف حول بكرة بلاستيكية، ويمكن التحكم في هذا المحرك بمفتاح كهربائي عاكس للقطبية، ويمكن أيضًا التحكم في مقدار رفع الهوائي في أثناء عملية الرفع أو التنزيل، كما هو مبين في الشكل الذي يمثل مخططًا لدائرة كهربائية للهوائي نصف الآلي.



المخطط الكهربائي لدارة الهوائي نصف الآلي.

(١) هوائي كهربائي نصف آلي.

(٢) مفتاح عكس القطبية لتشغيل الهوائي.

(٣) كيبل الهوائي الموصول بالراديو.

(٤) البطارية.

(٥) مفتاح تشغيل المركبة.

(٦) المصهر .

مبدأ عمل الهوائي نصف الآلي

ملاحظا المخطط السابق ، عند ضغط مفتاح التشغيل العاكس للقطبية باتجاه الرفع (U)، يسري تيار كهربائي من البطارية عَبْر مفتاح التشغيل إلى الطرف (أ) من المحرك الكهربائي، ومنه إلى الطرف (ب) عبر الملفات العضو الدوار، ثم يُكمل دائرته إلى المفتاح، ومنه إلى الشاصي، حينئذ، يتولّد مجال مغناطيسي في العضو الدوار، إضافةً إلى المجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم، فيتولد عن المجالين عزم دوران يؤدي إلى دوران العضو الدوار، فالمسنن الحلزوني القائد المرتبط به، والمعشق مع ترس تقليل السرعة الدائري، ثم تتحول الحركة الدورانية إلى حركة خطية، فيعمل على دوران البكرة البلاستيكية، حيث تدفع الشريط المرن خارج البكرة دافعةً معه أنابيب الهوائي إلى الأعلى عند ضغط مفتاح التشغيل العاكس للقطبية باتجاه الخفض (D)، عبر ملفات العضو الدوار يسري تيار كهربائي من البطارية عبر مفتاح التشغيل إلى الطرف (ب) من المحرك الكهربائي، ومنه إلى الطرف (أ) عبر ملفات العضو الدوار ، ثم يُكمل دارته إلى المفتاح، ومنه إلى الطرف الشصي، حينئذ ينعكس اتجاه التيار في ملفات العضو الدوار، فينعكس اتجاه دورانه مديرًا معه تُرس تقليل السرعة بعكس اتجاهه في الحالة الأولى؛ ما يؤدي إلى دوران البكرة البلاستيكية ثم إحاطة الشريط المرن بها، ثم سحب الأنابيب المعدنية للهوائي وإخفائها.

ب - الهوائي الكهربائي الآلي: يتكوّن هذا النظام من مكونات عدة:

١. محرك كهربائي ذو تيار مستمر ومغناطيس دائم.

٢. ترس بلاستيكي لتقليل السرعة.

٣. شريط بلاستيكي مرن مقوّى.

٤. بكرة بلاستيكية مثبتة.

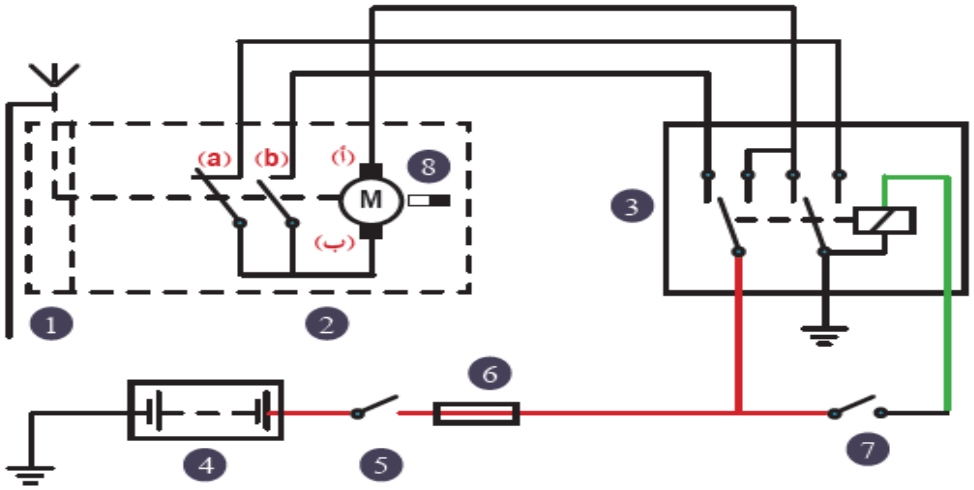
٥. مرحل.

٦. مفتاح ميكانيكي.

٧. صندوق مسننات.

نظام هوائي كهربائي آلي.

الدائرة الكهربائية للهوائي الآلي.



(١) كيبل هوائي الراديو. (٢) الهوائي الكهربائي الآلي. (٣) مرحل عكس القطبية. (٤) البطارية.

(٥) مفتاح التشغيل. (٦) المصهر (٧) مفتاح تشغيل المسجل. (٨) المحرك الكهربائي ذو المغناطيس الدائم.

مبدأ عمل الهوائي الآلي:

عند ضبط مفتاح تشغيل هوائي المركبة (٧) على وضع التوصيل (ON)، يسري تيار كهربائي من البطارية إلى ملف المرحل المبدل، ثم إلى الشاصي، فيسري تيار كهربائي من القطب الموجب للبطارية إلى طرف التوصيل (أ) للمحرك الكهربائي وعبر ملفات العضو الدوار إلى طرف التوصيل (ب)، ومنه إلى الشاصي عبر الملامس (a) من المفتاح الميكانيكي، حينئذ، يتولد مجال مغناطيسي في العضو الدوار، إضافة إلى المجال المغناطيسي للمغناطيس، فيتولد من المجالين عزم دوران العضو الدوار، الذي يدير قرص تقليل السرعة، ثم البكرة البلاستيكية، فيندفع الشريط البلاستيكي المرن، دافعا معه أنابيب الهوائي المعدنية إلى الأعلى، ويستمر المحرك في الدوران إلى أن يصل الهوائي إلى أقصى نقطة، عندئذ، يفصل المفتاح الميكانيكي عن نقطة التماس (a) داخل صندوق المسننات، وتوصل نقطة التماس (b) فيتناقص، ثم ينقطع التيار عن المحرك الكهربائي، فيتوقف عن العمل. وعند إدارة مفتاح تشغيل الهوائي على وضع الفصل (OFF) ، ينقطع سريان التيار الكهربائي عن ملف المرحل المبدل ، قاطعًا المجال المغناطيسي، لتعود ملامسات المبدل بفعل النابض الموجود داخل المرحل ، حيث يسري تيار كهربائي موجب من البطارية إلى ملامس المفتاح الميكانيكي (b) ومنه إلى طرف التوصيل (ب) من المحرك الكهربائي وعبر العضو الدوار إلى طرف التوصيل (أ) ثم إلى الشاصي عبر ملامس المبدل لينعكس اتجاه التيار على أطراف المحرك، فيدور العضو الدوار عكس الاتجاه في الحالة الأولى، مديرًا قرص تقليل السرعة في البكرة البلاستيكية، ثم يسحب الشريط البلاستيكي المرن ومعه الأنابيب المعدنية للهوائي إلى الأسفل، ويستمر في الدوران إلى أن يصل الهوائي أخفض نقطة، عندئذٍ يُفصل ملامس المفتاح الميكانيكي عن نقطة التماس (b)داخل صندوق المسننات وتوصل نقطة التماس (a) ليصبح جاهزا للرفع مرة أخرى، ثم ينقطع التيار عن المحرك الكهربائي ويتوقف عن العمل.

التشويش: هو تداخل البيانات على ترددات معينة بصورة يصعب معها استخراج المعلومات . كل تردّد منفصل، فتبدو الإشارة مزيجًا من حديث شخصين أو عدة أصوات متضاربة، ما يؤدي إلى عدم وضوح الصوت الصادر عن المذياع.

مصادر التشويش

هناك مصادر مختلفة للتشويش تؤثر سلبًا في عمل الراديو داخل المركبة، منها ما هو داخلي، ومنها ما هو خارجي تؤثر في المركبات القديمة غالبًا، أما في المركبات الحديثة، فالصوت واضح ونقي، ومن هذه المشوشات ما يأتي:

أ – نظام التشغيل.

ب نظام التوليد والشحن.

ج- منظمات الفولتية.

د – نظام التنبيه .

<u>طرائق إزالة التشويش</u>

إذا لم يعمل راديو المركبة بصورة صحيحة، أو حدث تشويش وقت تشغيله، يجب فحص النظام كاملًا، وفحص الهوائي، فقد لا يلتقط الهوائي الإشارة، أو تغير مكانه، أما إذا كانت إشارة الهوائي ضعيفة، فيجب فحص أسلاك الهوائي، فقد يكون هناك تآكل في الأسلاك الداخلية للوحدة، أو قد يكون الهوائي غير مثبت بصورة جيدة؛ ما يجعله يتحرك بفعل الرياح، أو بفعل حركة المركبة؛ لذا يجب تغيير الأسلاك في حال تأكلها، وتثبيت الهوائي بصورة جيدة لكي لا يتحرك نهائيا، وفي المركبات الحديثة لا توجد مشوشات، والصوت واضح ونقي؛ إذ تم التغلب على مسببات التشويش آنفة الذكر عند تصميم نظام الصوتيات.

<u>محرك الأقراص (DVD)</u>

تطورت أنظمة الرفاهية في السيارات لتجتاز حاجز الصوتيات وتصل إلى المرئيات من خلال تقنية (DVD) وهي عبارة عن أقراص فيديو تتيح للسائق والراكب متابعة ما هو مسجل عليها على شاشة مثبتة داخل السيارة. وعادة ما تكون شاشة الـ (DVD) مثبته على سقف السيارة الأمامي، او مثبته في الجزء الخلفي من السيارة على مخدات الكراسي الأمامية للسيارة.

شاشة الـ (DVD) مثبتة في الجزء الخلفي من السيارة

شاشة الـ (DVD) مثبتة في سقف السيارة إلى الأمام

راديو الأقمار الصناعية

إن التطور التكنولوجي الكبير في عالم الاتصالات في الآونة الأخيرة دفع المصممين إلى استخدام جميع أشكال الراحة والرفاهية الممكنة في السيارات، فاستخدم الهاتف داخل السيارة، واستخدم راديو الأقمار الصناعية الذي يعد أحدث التكنولوجيا في أجهزة الراديو ، فهو يستخدم الأقمار الصناعية في البحث عن قنوات ومحطات راديو من خلال الإشارات الرقمية التي يستقبلها مستقبل إشارات خاص بهذا الراديو ولهذا الراديو مميزات كثيرة تميزه عن الراديو التقليدي، فهو يوفر قنوات أكثر ، ويستقبل إشارات بشكل واسع ليعرضها على شاشة الراديو.

هوائي راديو الأقمار الصناعية

راديو الأقمار الصناعية ومستقبل الإشارات

نظام الملاحة (Navigation System)

لم يقتصر التطور التكنولوجي في عالم الاتصالات المستخدمة في السيارات على الهاتف والراديو بل وصل إلى أنظمة الملاحة ومراقبة الطرق والمسالك التي تسلكها السيارة . إن تضخم المدن وازدياد عدد السيارات فيها، وتعدد الطرق والمسارات دفعت بالمصممين إلى استخدام أسلوب جديد في تحديد المواقع والطرق ؛ ما يسهل على السائق الوصول إلى الأماكن التي يريدها حتى لو لم يكن يعرف كثيرا عن الموقع الذي يريده باستخدام نظام الملاحة (Navigation System) الذي يستخدم الأقمار الصناعية لتوجيه السائق إلى الوجهة المرغوبة . ونظام الملاحة يكون مدموجاً مع راديو السيارة راديو الأقمار الصناعية)، ويستخدم هوائي الأقمار الصناعية (GPS) لتحديد موقع السيارة من خلال خطوط الطول . وغالبا ما يتم عرض بيانات الخريطة على شاشة الـ (DVD) المثبتة في السيارة وشاشة بلورية مسطحة وملونة تكون مثبتة أمام السائق في السيارة، كما في الشكل .

نظام الملاحة (Navigation System)

الأعطال العملية لنظام المذياع/المسجل، وأسبابها وطرائق تصليحها

نوع العُطل	سبب العُطل	الصيانة
تعطل المسجل عن العمل	احتراق المصهر.	استبدال مصهر جديد بالمحترق.
	حدوث قطع أو قصر في الدارة الكهربائية.	وصل الأسلاك المقطوعة أو عزل الأسلاك الملاصقة للشصي.
	تعطل دارة تغذية المسجل.	صيانة العُطل الموجود في الدارة بصورة مناسبة.
عمل المسجل من دون صدور صوت من إحدى السماعات أو جميعها.	عُطل في السماعة نفسها.	استبدال سماعة جديدة بالمعطلة.
	فصل أو قصر في توصيلات السماعة.	توصيل الأسلاك بصورة جيدة، وتصليح التالف منها.
عدم وضوح صوت المذياع	فصل الكبل الخاص بالهوائي عن المسجل.	إعادة توصيل الكبل بصورة مناسبة.
توقف الهوائي عن العمل.	قطع في الأسلاك الكهربائية.	استبدال الأسلاك ووصلها جيدًا.
	حرق ملفات الهوائي، أو وجود دارة قصر أو فصل.	استبدال الملفات أو صيانتها أو استبدال الهوائي.
	تلف المُرحل.	استبدال المُرحل.
	احتراق المصهر.	استبدال المصهر.
الهوائي لايرتفع في أثناء عمل المذياع.	قطع الشريط المرن.	استبدال الشريط المرن أو استبدال الهوائي كاملًا.
	تعطل مفتاح تشغيل الهوائي	استبدال مفتاح تشغيل الهوائي.