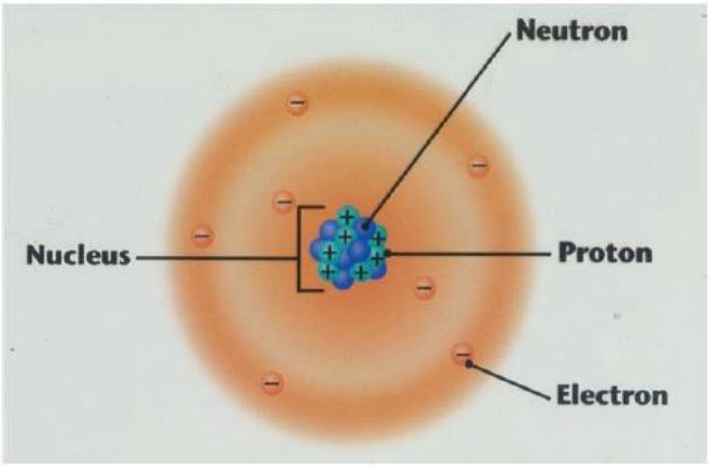
أولاً/ التركيب الذري :

كما درست في المرحلة الثانوية تتكون الذرة من العناصر الموضحة في الشكل (١- ١) :



الشكل (١- ١) يوضح عناصر التركيب الذري

الغلاف الذري:

تقوم الإلكترونات السالبة بالدوران في مدارات مغلقه ويكون الشكل هذه المدارات دائرياً أو على قطع ناقص وكل مدار يحمل طاقه محددة تقل كلما تم الاقتراب من النواة، وحتى يتم انتقال الإلكترون من مدار إلى آخر يجب أن يكسب أو يفقد طاقة ليساوي طاقة المدار المنتقل إليه وتشبه الذرة في تكوينها المجموعة الشمسية ويمكن اعتبار النواة الذرية كأنها الشمس والإلكترونات التي تدور حول النوة كأنها الكواكب السيارة في المجموعة الشمسية وبنفس الطريقة فكما توجد قوه بين الكواكب والشمس تجعل المجموعة الشمسية في حالة استقرار توجد كذلك قوى بين النواة والإلكترونات تجعل الذرة في حالة استقرار وشحنة الإلكترونات السالبة تساوي شحنة البروتون الموجبة في المقدار ويختلفان في نوع الشحنة مما يؤدي إلى قوة تجاذب تجعل الذرة في حالة تعادل إذا تعرضت الذرة لمؤثرات خارجية (فعل ميكانيكي- كيميائي) فإن شرط التعادل في الذرة يتغير عندما يفلت أحد الإلكترونات من الذرة ويترك مداره ويصبح الإلكترون حراً وحيث إن الذرة قد فقدت إلكتروناً (شحنة سالبة) فإنها تصبح موجبة الشحنة بما يعادل شحنة إلكترون واحد لذا سوف تسعى كل ذرة لآن تجذب لنفسها أيا من الإلكترونات الحرة المتواجدة بالقرب منها. والفجوة عبارة عن غياب الإلكترون من نقطة في التركيب الذري كان من الطبيعي أن يتواجد بها.

ويعزى سبب تخلي الإلكترون عن الذرة "الأم" إلى اكتساب مقدار من الطاقة يكفيه لكي يفلت من تأثير قوى الربط الذرية ويمكن أن تأتي هذه الطاقة من عدة مصادر لعل أكثرها شيوعاً هو الجو المحيط بنا "درجة الحرارة".

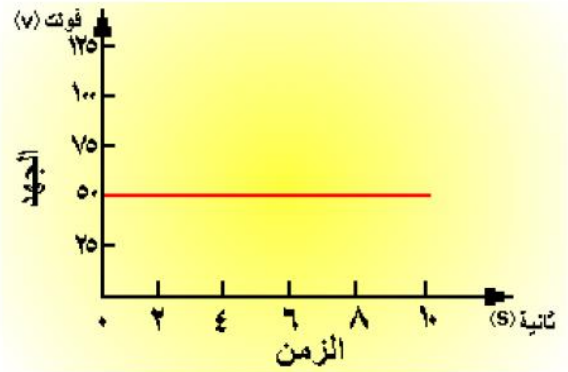
التيار الكهربائي The Current :

ينشأ التيار الكهربائي عن شحنات متحركة ، ويعرف بأنه سيل من الإلكترونات الحرة يسير في موصل ما (سلك) من نقطة إلى أخرى أو من مصدر تيار إلى مستهلك ويسير من القطب السالب إلى القطب الموجب.

وينقسم التيار إلى نوعين هما :

١- التيار المستمر (DC) Direct Current :

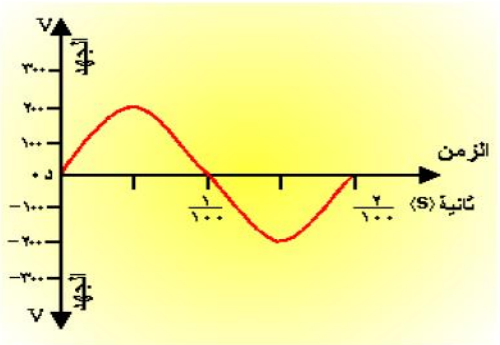
هو تيار ثابت الاتجاه والقيمة وفيه تتحرك الإلكترونات في نفس الاتجاه كما هو موضح بالشكل رقم (١- ٢)



الشكل (١- ٢) رسم تخطيطي للتيار المستمر

٢- التيار المتردد (AC) Alternating Current :

هو تيار متغير الاتجاه والشدة باستمرار من السالب إلى الموجب ومن الموجب إلى السالب وتسمى عدد مرات التردد بالذبذبة كما هو موضح بالشكل رقم (١- ٣)



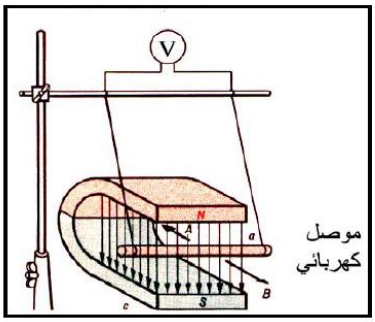
الشكل (١- ٣) رسم تخطيطي للتيار المتردد

طرق توليد الجهد المستمر

يتم توليد الجهد الكهربائي المستمر بعدة طرق منها :

١ – توليد الجهد من خلال التأثير المغناطيسي :

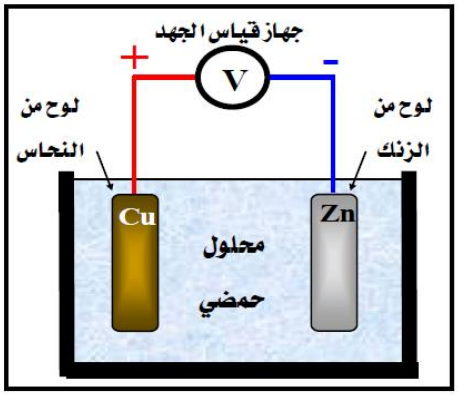
عند تحريك موصل كهربائي في مجال مغناطيسي بحيث يقطع خطوط المجال المغناطيسي فإنه يتولد جهد كهربائي بين طرفي الموصل كما هو مبين في الشكل (١- ٤) . وتستعمل هذه الطريقة في مولدات الجهد المستمر .



الشكل(١- ٤) يوضح توليد الجهد من خلال التأثير المغناطيسي

٢ – توليد الجهد من خلال التأثير الكيميائي :

عند وضع لوحين من معدنين مختلفين في محلول حمضي فإنه يتولد جهد كهربائي بين اللوحين كما هو مبين في الشكل (١- ٥). وتستعمل هذه الطريقة في البطاريات .



الشكل(١- ٥) يوضح توليد الجهد من خلال التأثير الكيميائي

٣ – توليد الجهد من خلال التأثير الضوئي :

عند تسليط ضوء على خلية ضوئية فإنه يتولد جهد كهربائي بين طرفي الخلية. وتستعمل هذه الطريقة في توليد الجهد من الطاقة الشمسية عن طريق الخلايا الضوئية .

٤ – توليد الجهد من خلال التأثير الحراري:

عند تسخين نقطة اتصال بين معدنين مختلفين فإن يتولد جهد كهربائي بين الطرفين الباردين. وتستعمل هذه الطريقة لقياس درجة الحرارة في الأفران .

٥ – توليد الجهد الكهربائي من خلال الضغط على البلورات :

عند التأثير بقوة ضغط على جانبي بلورة فإنه يتولد جهد كهربائي على جانبي البلورة. وتستعمل هذه الطريقة في اللاقط الصوتي (الميكروفون) حيث ينضغط الغشاء تبعاً لضغط الصوت . وتنتقل انحناءاته إلى البلورة ، هذه الانحناءات تتسبب في إجهادات ضغط والشد على البلورة يؤدي إلى تكون جهد كهربائي بين الرقائق المعدنية.

ثالثاً : التيار الكهربائي

يلاحظ عند توصيل أناءين مختلفين في مستوى الماء مع بعضهما عن طريق أنبوب به صمام . فإنه عند فتح الصمام نجد أن تيار من الماء يتدفق من الإناء الأكثر ارتفاعاً إلى الأقل حتى يتساوى الماء في الإناءين . كذلك عند توصيل طرفي مصدر جهد (بطارية) فإن الشحنات (الإلكترونات) تنتقل من طرف إلى آخر عن طريق الموصل والحمل وبذلك نحصل على مسار مستمر من الإلكترونات وهذا يسمى بالتيار الكهربائي . وهو عبارة عن حركة متجهة للشحنات (الإلكترونات) ينتج عن وجود فرق جهد بين نقطتين. وتعرف شدة التيار الكهربائي بأنها كمية الشحنات (الإلكترونات) المتدفقة خلال مقطع موصل في زمن مقداره ثانية واحدة . ويرمز لها بالرمز (I) . تقاس بوحدة الأمبير(A) الذي يعادل مرور ٦.٢٥×١٠^{١٨} إليكترون خلال مقطع موصل في الثانية الواحدة .

اتجاه التيار الكهربائي : هناك اتجاهان للتيار :

١- الاتجاه الهندسي للتيار :

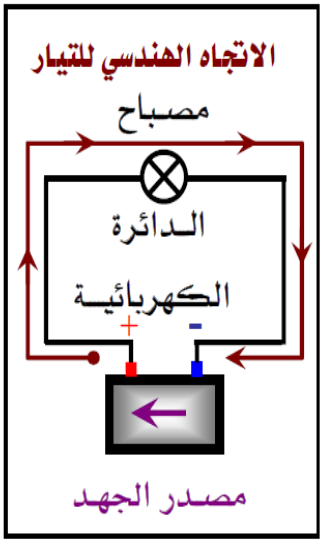
ويسمى بهذا قبل اكتشاف الإلكترونات وكان يعتقد أن الشحنات تنتقل كالتالي :

أ – في الدائرة الكهربائية :

تتجه الشحنات من القطب الموجب إلى القطب السالب .

ب – في مصدر الجهد :

تتجه الشحنات من القطب السالب إلى القطب الموجب . كما هو موضح في الشكل(١- ٦). الشكل(١- ٦) يوضح الاتجاه الهندسي للتيار



٢ – الاتجاه الإلكتروني للتيار :

ويسمى بهذا بعد اكتشاف الإلكترونات ، حيث وجد أنها تنتقل كالتالا:

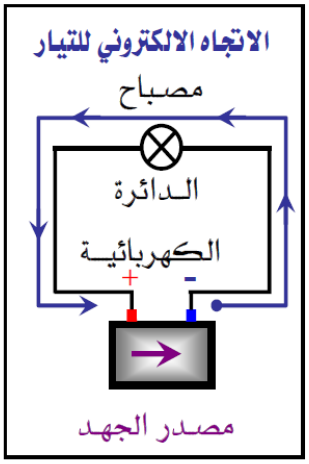
أ – في الدائرة الكهربائية :

تتجه الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب.

ب – في مصدر الجهد :

تتجه الإلكترونات من القطب الموجب إلى القطب السالب.

كما هو موضح في الشكل(١- ٧).



الشكل(١- ٧) يوضح الاتجاه الإلكتروني للتيار

تصنيف مواد توصيل التيار

مواد توصيل التيار :

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

أ- 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.

ب- 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 شيوعاً: الجرمانيوم Germanuim والسيليكون Silicon وتستخدم في الدوائر الإلكترونية وهي ذات أهمية كبيرة في التكنولوجيا الحديثة.

ج- 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.

الكميات الكهربائية الأساسية

وتنقسم إلى ما يلي:

١. **فرق الجهد** Potential difference:

يعرف فرق الجهد بين نقطتين في دائرة كهربية 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 الكهربي 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 :

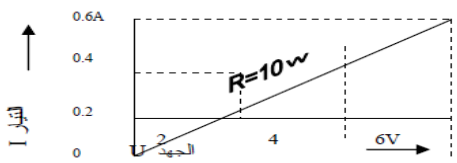
- ❖ طول السلك (تزداد المقاومة بازدياد طول السلك)
- ❖ مساحة مقطع السلك (بزيادة مساحة المقطع تقل المقاومة)
- ❖ مادة الصنع للموصل (لكل مادة مقاومة نوعية تتناسب طردياً مع المقاومة)
- ❖ العوامل المؤثرة على المقاومة مثل(درجة الحرارة، الاجهاد ،و حالة التوصيل ،و القطع)

وتختلف المقاومة الكهربائية من حيث التصنيع والتصميم والغرض المنتجة من أجله

قانون أوم OHM,S LOW

يعتبر من أهم القوانين التي تعطي العلاقة بين شدة التيار والجهد الكهربي والمقاومة وبتطبيق هذا القانون يمكن حساب إحدى هذه الكميات الثلاثة ، إذا كانت الكميتان الآخريان معلومتين وهذه الكميات هي :

I - شدة التيار وتقاس بوحدة الأمبير (A)
U - فرق الجهد ويقاس بوحدة الفولت (V)
R - المقاومة الكهربائية وتقاس بوحدة الأوم (Ω)



الشكل رقم (٣) يوضح العلاقة بين التيار والجهد والمقاومة

قانون أوم

	R=U/I
I=U/R	**U=IxR**

مثال رقم (١)

احسب شدة التيار المار في موصل إذا كانت مقاومته تبلغ 3 Ω وفرق الجهد هو 12V ؟

المعطيات: U = 12 V R = 3 Ω

I = U / R = 12 / 3 = 4 A

مثال رقم (٢)

يمر بمصباح النور الأمامي لسيارة يعمل على جهد مقداره 12V تيار شدته 4A ما هي مقاومة فتيل المصباح ؟

المعطيات: I = 4 A U = 12 V

R = U / I = 12 / 4 = 3 Ω

٤. 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) هي الواط Watt ويرمز لها بالرمز (W)

I = شدة التيار وتقاس بوحدة الأمبير (A)

U = فرق الجهد ويقاس بوحدة الفولت (V)

P = القدرة الكهربائية وتقاس بوحدة الواط (W)

قانون القدرة

	P=IxU
I=P/U	**U=P/I**

وهناك وحدة أخرى القياس القدرة وتستعمل في حالة المحركات والماكينات الكهربائية وهي القدرة بالحصان (HP) . والعلاقة بين القدرة بالحصان والقدرة بالوات : 1 HP = 746 w

مثال رقم (١)

كم تبلغ القدرة المستهلكة في مقاومة موصلة بجهد قدره 220 V يمر فيها تيار شدته 0.025 A ؟

المعطيات: I = 0.025 A U = 220 V

P=I X U = 0.025 X 220 = 55 W

مثال رقم (٢)

احسب شدة التيار المار في مسخن الزجاج الخلفي لسيارة، إذا كانت القدرة المستهلكة تبلغ 70 W والجهد 12 V ؟

المعطيات: P = 70 W U = 12 V

I = P / U = 70 / 12 = 5.83 A

٥. كمية الكهرباء : Quantity of Electricity

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

قانون كمية الكهرباء

$$Q = I X T$$

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

T = الزمن ويقاس بالثانية (S)

I = شدة التيار ويقاس بـ (A)

٦. كثافة التيار

يتم تعين مساحة مقاطع أسلاك الملفات للمحولات والماكنات والأجهزة الكهربائية تبعاً لكثافة التيار .

ويقصد بكثافة التيار : شدة التيار(I) التي تخص كل ($1\ mm^2$) من مساحة مقطع الموصل (A) .

ويرمز لكثافة التيار بالرمز : S

ووحدة قياس كثافة التيار : A/mm^2

ويمكن حساب كثافة التيار من العلاقة التالية :

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

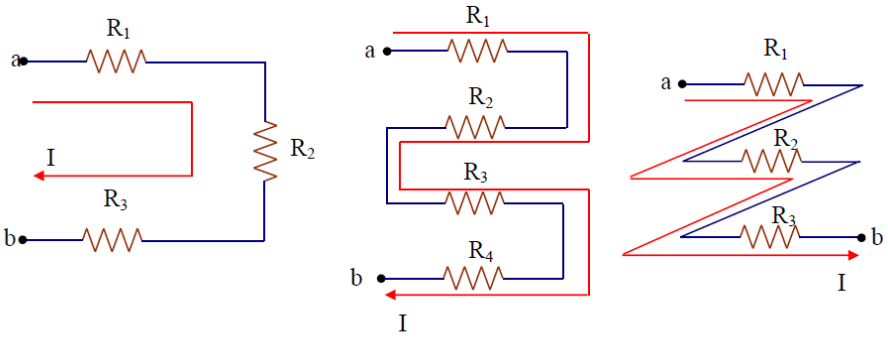
حيث :

S:	كثافة التيار وتقاس بوحدة A/mm^2 .
I:	شدة التيار وتقاس بوحدة الأمبير (A) .
A:	مساحة مقطع بوحدة (mm^2) .

الدوائر الكهربائية الأساسية

توصيل المقاومات على التوالي

عندما تكون عدة مقاومات متصلة بمسار واحد ويكون هناك تيار يمر بالدائرة، و التيار ثابت القيمة في جميع المقاومات، في هذه الحالة تكون المقاومات متصلة على التوالي، والشكل التوالي إلى يوضح حالات مختلفة من التوصيل. تذكر بأنه إذا كانت هناك قيمة واحدة للتيار بين أي نقطتين، تصبح جميع المقومات بين النقطتين موصلة على التوالي.



الشكل (١- ٨) يوضح توصيل المقاومات على التوالي

حساب المقاومة الكلية لعدد من المقاومات متصلة على التوالي هي عبارة عن مجموع المقاومات :

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_n$$

وعندما يكون موجوداً في الدائرة الكهربائية أكثر من مصدر جهد وإذا كان الجهد الكلي الناتج عبارة عن مجموع مصادر ، في هذه الحالة يكون توصيل هذه المصادر على التوالي. توصيل مصادر الجهد على التوالي بأن يكون الطرف الموجب للمصدر الأول متصل مع الطرف السالب للمصدر الثاني الذي يليه ثم الطرف الموجب للمصدر الثاني يكون متصلاً مع الطرف السالب للمصدر الذي يليه وهكذا. وفي بعض الأحيان تكون المصادر متصلة بطريقة عكسية (Series–Opposing)، مثل هذا الترتيب يكون القطب الموجب للمصدر الأول متصلاً مع القطب الموجب للمصدر الثاني أو القطب السالب للأول يكون متصلاً بالقطب السالب للمصدر الثاني وهكذا.

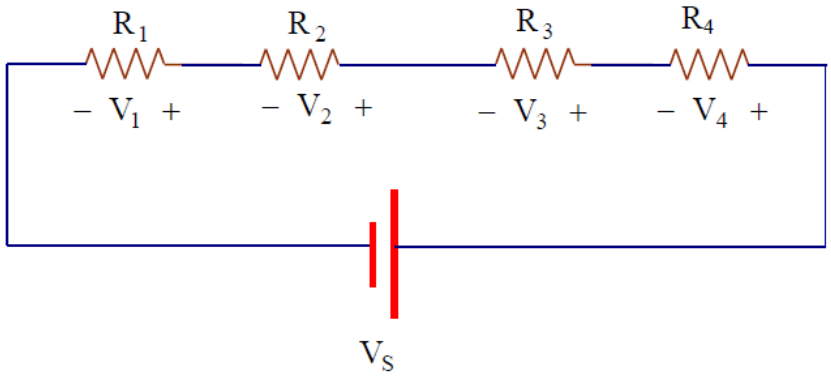
قانون كيرشوف للجهد

قانون كيرشوف للجهد يعتبر من القوانين الرئيسية للدائرة الكهربائية مثل قانون أوم وينص على أن المجموع الجبري للجهود في أي دائرة (أو مسار مغلق) يساوي صفراً .

أو بصورة أخرى:

في أي مسار مغلق يكون جهد المصدر يساوي مجموع الانخفاض في الجهد Voltage Drops على مقاومات المسار المتوالية "

يُعرَّف الانخفاض في الجهد Voltage Drops بأنه الجهد المطبق على المقاومات ونتيجة مرور التيار في المقاومات فإنه ينشأ جهد معاكس في القطبية بالنسبة لاتجاه المصدر الرئيسي للدائرة، وبالتالي فإنه يعمل على هبوط جهد المصدر إلى الصفر وهذا ما حققه قانون كيرشوف. والشكل التالي يوضح قطبية كل من المصدر وكذلك الجهد الناشئ على المقاومات.



الشكل رقم (١- ٩) يوضح انخفاض الجهد في دائرة التوصيل على التوالي

$$V_s = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

يلاحظ من تطبيق قانون كيرشوف للجهد أن مجموع الجهود Voltage Drops في دائرة مغلقة يساوي قيمة مصدر الجهد.

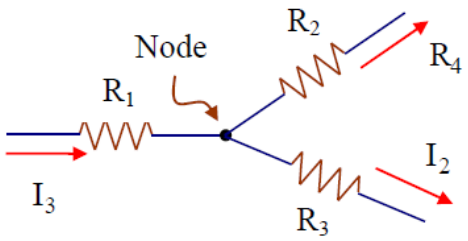
$$V_s = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots\ldots\ldots$$

قانون كيرشوف للتيار

قانون كيرشوف للتيار ينص على :

" عند أي عقدة (Node) في الدائرة الكهربائية فإن مجموع التيارات الكهربائية الداخلة إلى العقدة تساوي مجموع التيارات الكهربائية الخارجة منها "

تعرف العقدة Node على أنها نقطة تجميع لأكثر من فرعين والشكل التالي يوضح ذلك.



الشكل رقم (١- ١٠) تفريع التيار الرئيسي إلى تيارات فرعية

بتطبيق قانون كيرشوف للتيار نجد أن:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

ويمكن التعبير عن قانون كيرشوف للتيار KCL بالنص الآتي:

" المجموع الجبري للتيارات الكهربائية عند أي Node في الدائرة الكهربائية يساوي صفراً "

وإذا طبقنا هذه الصورة في الشكل السابق نجد أن:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

قانون كيرشوف للتيار KCL يطبق دائماً في دوائر التوازي أي الدوائر التي تشتمل على مقاومات متصلة على التوازي، وكنتيجة لتوازي المقاومات فينشأ نقاط التفرع Nods وتوزيع التيار لذلك يمكن استخدام قانون كيرشوف KCL لإيجاد التيارات في الفروع المختلفة في دوائر التوازي.

من خصائص التوصيل على التوالي ما يلي :

- تكون شدة التيار ثابتة لا يتغير حيث يسري نفس التيار في كل الأحمال $It = I1 = I2 = I3$
- فرق الجهد يكون متغير حيث يتوزع على جميع الأحمال ويكون الجهد الكلي مساويا لمجموع الجهود الفرعية

$$Ut = U1 + U2 + U3$$

- تكون المقاومة الكلية مساوية لمجموع المقاومات الفرعية

$$Rt = R1 + R2 + R3$$

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

مثال:

ما قيمة المقاومة الكلية وشدة التيار في دائرة موصلة على التوالي حيث $R1 = 60\ \Omega$, $R2 = 50\ \Omega$ بجهد قدره $220\ V$ ؟

المعطيات: $U = 220V$ $R1 = 60\ \Omega$ $R2 = 50\ \Omega$

$$R = R1 + R2 = 60 + 50 = 110\ \Omega$$

$$I = U/R = 220 / 110 = 2A$$

توصيل المقاومات على التوازي

يعرف التوازي بأنة إذا كان هناك أكثر من فرع (مقاومة) بين نقطتين وكذلك الجهد بين النقطتين يكون مطبقاً على جميع الأفرع (المقاومات) في هذه الحالة يكون جميع الأفرع (المقاومات) متصلة على التوازي. أو بمعنى آخر تكون بدايات جميع المقاومات متصلة مع بعضها البعض البعض في نقطة واحدة، وجميع نهايات هذه المقاومات تتصل في نقطة أخرى. وتوضح الدوائر المبينة في الشكل رقم (١- ١١) التوصيل على التوازي.

من خصائص التوصيل على التوازي ما يلي :

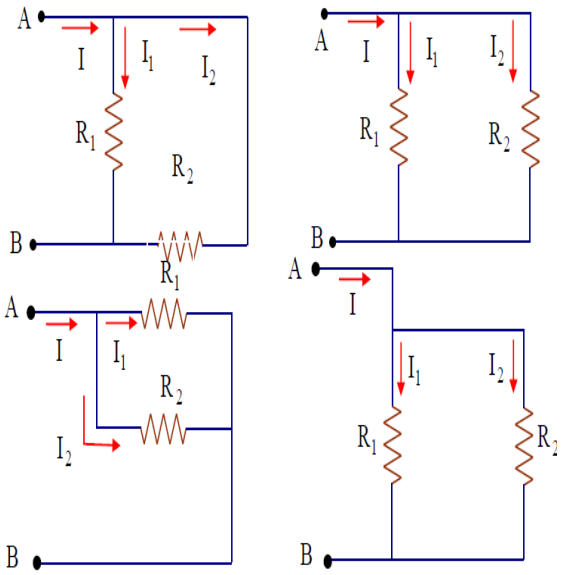
- يكون فرق الجهد ثابتاً لا يتغير حيث يسري نفس الجهد في كل الأحمال $Ut = U1 = U2 = U3$
- شدة التيار تكون متغيرة حيث تتوزع على جميع الأحمال وتكون شدة التيار الكلية مساوية لمجموع التيارات الفرعية

$$It = I1 + I2 + I3$$

- تكون المقاومة الكلية أقل من أصغر المقاومات الفرعية

$$1/Rt = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3$$

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



الشكل (١- ١١) أمثلة لدوائر التوازي

مثال:

ما قيمة كل من المقاومة الكلية والتيار المار في مقاومتين قيمة كل منهما 110 Ω موصلتان على التوازي بجهد قدره 220 V ؟

المعطيات: $U = 220V \quad R1 = 100\ \Omega \quad R2 = 110\ \Omega$

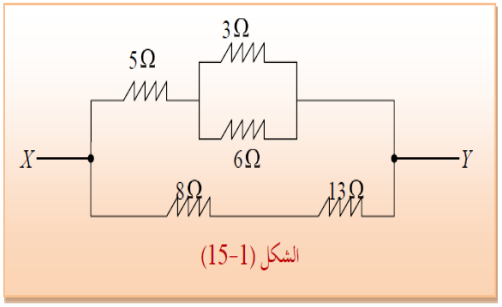
$$1/R = 1/R1 + 1/R2 = 1/110 + 1/110 = 2/110 = 55\ \Omega$$

$$I = U/R = 220 / 55 = 4A$$

التوصيل المركب للمقاومات

مثال ١

احسب المقاومة المكافئة للدائرة في شكل (1-15) بين النقطتين X و Y.



الشكل (1-15)

الحل :

المقاومتان 3Ω و 6Ω موصلتان على التوازي ومقاومتهما المكافئة تعطى من:

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{3}+\frac{1}{6} \quad \Rightarrow R=2\Omega$$

المقاومة 2Ω موصلة على التوالي مع المقاومة 5Ω والمقاومة الكلية لها تعطى من:

$$R_1 = 2+5 = 7\Omega$$

المقاومتان 13Ω و 8Ω موصلتان على التوالي ومقاومتهما المكافئة تعطى من:

$$R_2 = 8+13 = 21\Omega$$

ثم تحسب المقاومة المكافئة للدائرة حسب طريقة الربط على التوازي، أي:

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}=\frac{1}{7}+\frac{1}{21}$$

$$\therefore R = 5.25\Omega$$

اختبار ذاتي رقم (١)

اجب عن الأسئلة الآتي ة

س١/ ما كثافة التيار المار في موصل إذا كانت شدته 45A ومساحة مقطع الموصل $10\ mm^2$ ؟

س٢/ مصباح يمر به شدة تيار قدرها 2.5 A ترك مضاء لمدة عشرين ساعة حتى فرغت البطارية ، احسب سعة البطارية ؟

س٣/ احسب شدة التيار المار في مصباح كهربائي مقاومته 40 Ω ، إذا كان فرق الجهد بين طرفية 220V ؟

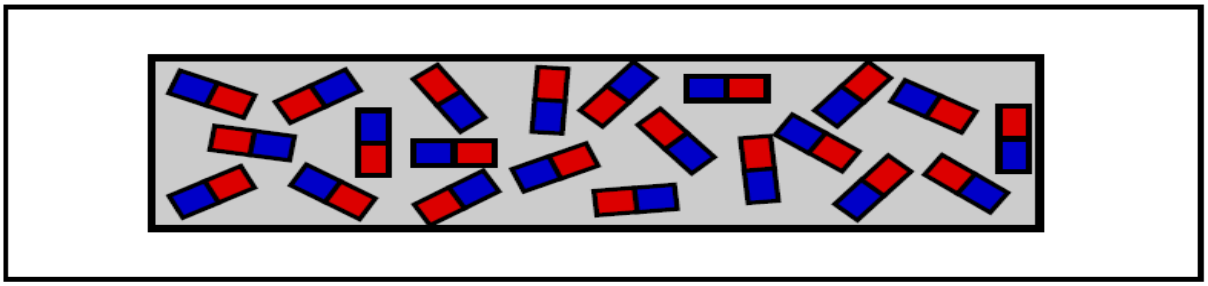
س٤/ مقاومتان R1 = 15 Ω ، R2 = 5 Ω وصلتا على التوالي بفرق جهد مقداره 24V أوجد المقاومة الكلية وشدة التيار وجهد التيار الجزء U1 ، U2

س٥/ احسب القدرة المستهلكة في مقاومة تسخين قدرها 1.5 K Ω و شدة التيار 100A

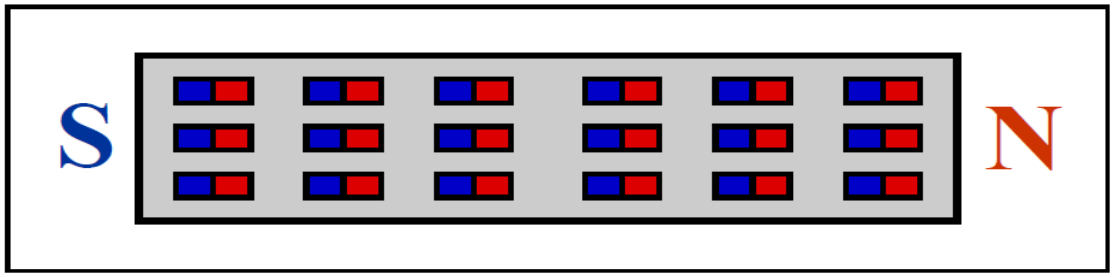
الكهرومغناطيسية

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(١- ٢٣) . وعند مغنطتها فإن هذه الجزيئات تترتب داخل المادة بحيث يظهر التأثير المغناطيسي عليها وتصبح مغناطيس كما هو موضح بالشكل(١- ٢٤) .



الشكل (١- ٢٣) يوضح الجزيئات متجهة عشوائياً وغير منتظمة في المواد غير المغناطيسية

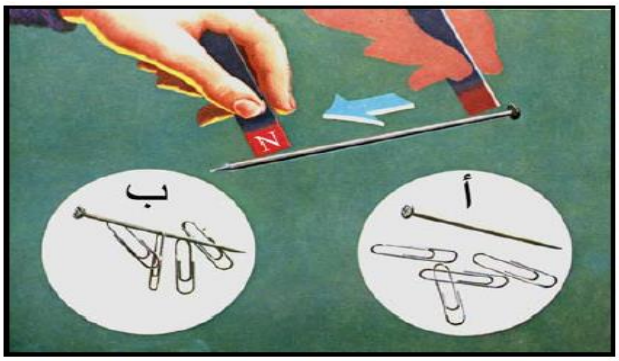


الشكل(١- ٢٤) يوضح الجزيئات تترتب داخل المادة بظهور التأثير المغناطيسي لتصبح مغناطيسياً

ويمكن عمل مغناطيس صناعي بطريقتين :

١- الدلك :

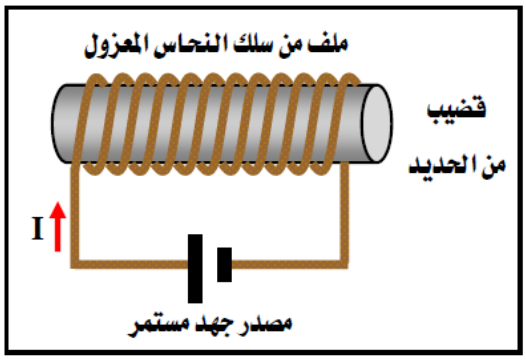
في هذه الحالة يوضع قضيب الحديد المراد مغنطته أفقياً ثم يدلك بواسطة مغناطيس ثابت في اتجاه واحد عدة مرات ، وكلما زادت مرات الدلك تزيد قوة المغناطيس . ونلاحظ في الشكل (أ، ١- ٢٥) أن المسمار الحديدي لا يجذب المشابك الحديدية ولكن عند دلك المسمار بالمغناطيس(أي مغنطته) كما هو موضح في الشكل (١- ٢٥) يتحول المسمار إلى مغناطيس له قطبان شمالي(N) وجنوبي(S) وعند تقريب المسمار الممغنط إلى المشابك الحديدية فانه يجذبها كما هو موضح في الشكل(ب، ١- ٢٥).



الشكل (١- ٢٥) 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(١- ٢٦)



الشكل(١- ٢٦) يوضح تمغنط قضيب الحديد وتحوله إلى مغناطيس

أجزاء المغناطيس : كما هو موضح بالشكل(١- ٣٠).

يتكون القضيب المغناطيسي من الأجزاء التالية :

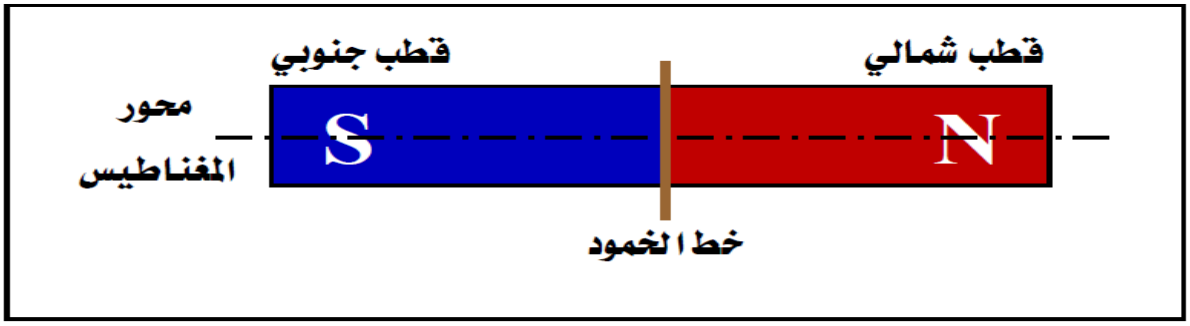
١ – أقطاب المغناطيس : وهما طرفي المغناطيس ويوجد لكل مغناطيس قطبان :

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

- **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(١- ٣٠) يوضح أجزاء المغناطيس

ثالثاً/ 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.

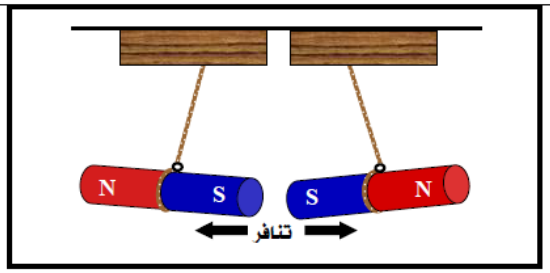
٤ – لا يؤدي كسر المغناطيس إلى فصل قطبه الشمالي عن قطبه الجنوبي ، بل يظهر مغناطيسان لكل منهما قطبان شمالي وجنوبي ، ويمكن عن طريق التكسير المتتالي إلى تقسم المغناطيس إلى عدد كبير من المغناطيسات.

الجذب والتنافر بين الأقطاب المغناطيسية :

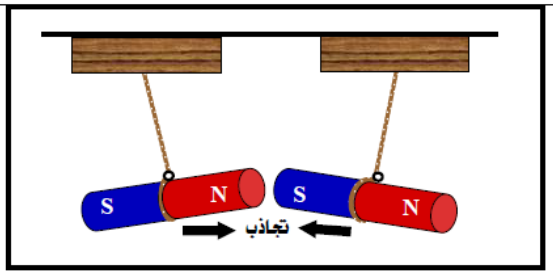
عند تقريب القطب الشمالي(N) لقضيب مغناطيسي معلق تعليقاً حراً من قطب جنوبي(S) لمغناطيس آخر معلق تعليقاً حراً ، نلاحظ أنهما يتجاذبان،كما هو موضح بالشكل(١- ٣٤).

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(١- ٣٥).

ونستنتج من ذلك أن الأقطاب المتشابهة تتنافر والأقطاب المختلفة تتجاذب.



الشكل(١- ٣٤)



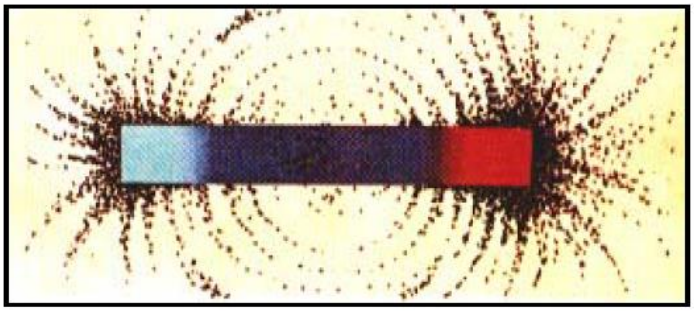
الشكل(١- ٣٥)

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 .

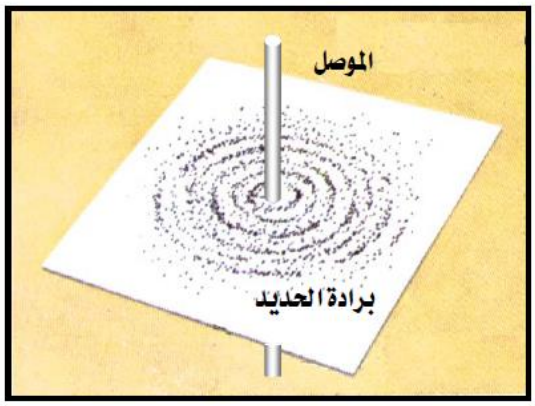
خطوط المجال المغناطيسي هي خطوط غير مرئية ولكن يمكن مشاهدتها بوضع ورقة فوقها مغناطيس ثم رش برادة حديد فنلاحظ أن برادة الحديد تأخذ الشكل خطوط المجال المغناطيسي كما يوضح الشكل(١- ٣٦).



الشكل(١- ٣٦)

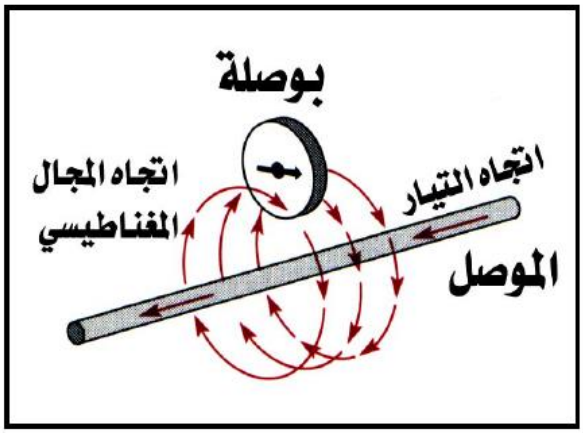
المجال المغناطيسي لموصل مستقيم يمر به تيار كهربائي :

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 قليلاً 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(١- ٣٨) .



الشكل(١- ٣٨)

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 (١- ٣٩) .

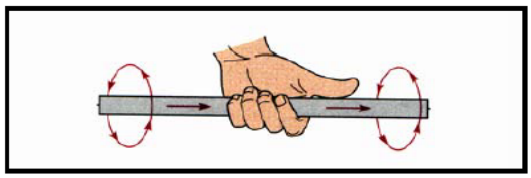


الشكل(١- ٣٩)

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

١ – قاعدة اليد اليمنى :

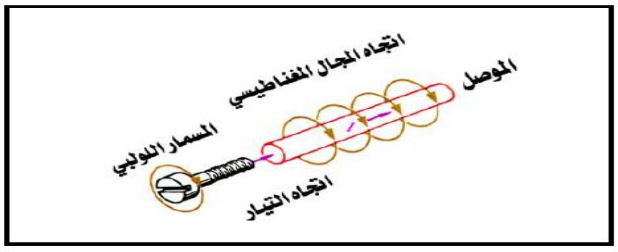
عند القبض على موصل يحمل تياراً كهربائياً باليد اليمنى بحيث يشير الإصبع الإبهام إلى اتجاه التيار في الموصل فإن اتجاه الأصابع الأخرى يشير إلى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي، كما هو موضح بالشكل(١- ٤٠)



الشكل(١- ٤٠)

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 (١- ٤١).



الشكل(١- ٤١)

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 .

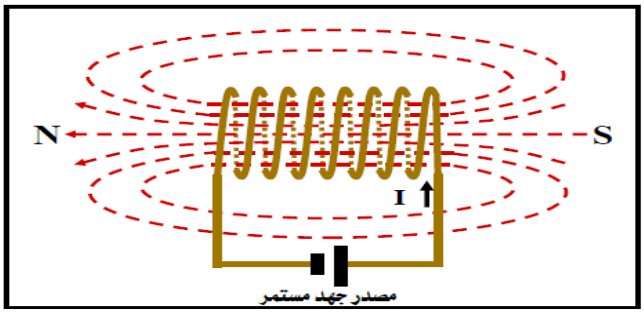
٢ – تقع الدوائر على مستوى عمودي على اتجاه التيار .

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

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(١-٤٢) وتزداد خطوط المجال المغناطيسي عندما يوضع قلب من الحديد داخل الملف . وخطوط المجال المغناطيسي للملف الحلزوني تشابه خطوط المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي.

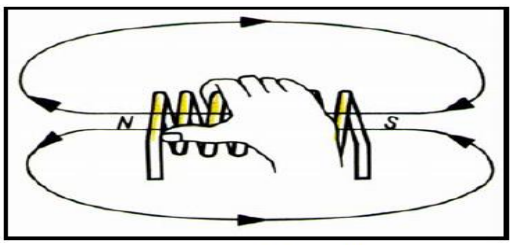


الشكل(١- ٤٢)

طريقة تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ حول ملف حلزوني:

١ – قاعدة اليد اليمنى للملف الحلزوني:

عند وضع اليد اليمنى حول الملف الحلزوني بحيث يشير اتجاه الأصابع لاتجاه سريان التيار بالملف ويشير الإبهام إلى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي داخل الملف ويبين طرف الإبهام إلى موضع القضيب الشمالي كما يوضح الشكل (١- ٤٣).



الشكل(١- ٤٣)

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 :

- ❖ شدة التيار المار في الملف .
- ❖ عدد اللفات .
- ❖ طول الملف .
- ❖ نوع القلب داخل الملف .

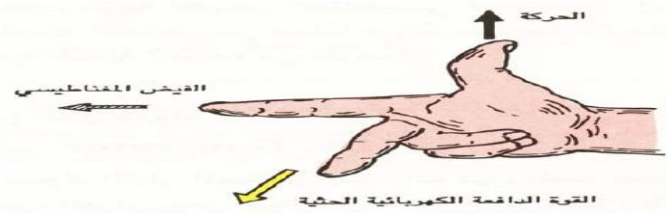
ثامناً/ الحث الكهربائي

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 (١- ٤٤) 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 .



قانون لينز

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

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

البطارية

وظيفة البطارية في المركبة (Battery Functions)

تعمل البطارية على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية حيث تعتبر البطارية المصدر الرئيسي للكهرباء في المركبات عند بدء التشغيل وعند زيادة الأحمال على المولد في حالة عدم مقدرة المولد توفير التيار اللازم، كما تعتبر مستودعاً لتخزين الطاقة في حالة عمل المحرك وتوليد المولد التيار من أجل الاستفادة منه عند الحاجة. وتعتبر البطارية المصدر الأساسي للطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل كافة المنظومات والأجهزة والدوائر الكهربائية والإلكترونية في المركبة.

وتقوم بطارية المركبة بتأدية الوظائف الآتية :

١- إمداد باديء 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.

أنواع البطاريات المستخدمة في المركبات

هناك نوعان مستخدمان بكثرة في المركبات وهي :

١/ البطاريات الرصاصية (الحمضية) كما في الشكل (٢- ١).

الشكل (٢- ١) يبين البطارية الرصاصية (الحمضية) أو التقليدية

٢/ البطاريات التي لا تحتاج إلى صيانة كما في الشكل (٢- ٢).

الشكل(٢- ٢) يبين البطارية التي لا تحتاج إلى صيانة

جهد البطارية (Battery Voltage)

جهد الدائرة المفتوحة (جهد اللا حمل) في البطارية تامة الشحن يكون حوالي ٢.١ فولت لخلايا البطاريات التقليدية وحوالي ٢.٢ فولت لخلايا بعض البطاريات التي لا تحتاج إلى صيانة، وذلك عند كثافة حجمية للمحلول الإلكتروليتي مقدارها ١.٢٧٠ كجم/لتر. لا تعتمد قيمة جهد الدائرة المفتوحة للبطارية على عدد أو مساحة الألواح في الخلية الواحدة، ولكن يمكن تقديره فقط على أساس خواص المواد الكيميائية في الألواح والكثافة الحجمية للمحلول الإلكتروليتي.

العوامل التي تؤثر بشدة على قيمة فرق جهد الخلية أثناء سحب التيار من البطارية هي :

١- مقاس الخلية
٢- حالة شحن الخلية
٣- معدل التفريغ
٤- حالة البطارية وتصميمها
٥- درجة حرارة المحلول الإلكتروليتي

عند إدارة محرك المركبة عند درجة حرارة حوالي ٢٦°م يكون جهد البطارية حوالي من ١١.٥ إلى ١٢ فولت، ويهبط بصورة واضحة عند درجة حرارة (- ١٧.٨ °م). انخفاض درجة الحرارة يزيد من درجة لزوجة المحلول الإلكتروليتي وتجعل حركة نفاذه خلال الألواح وحول الفواصل بطيئة، مما يقلل من معدل التفاعلات الكيميائية فيقل في النهاية جهد البطارية ويحد من خرج البطارية عند بدء إدارة المحرك.

سعة البطارية : (Battery Capacity)

تحدد كل من كمية ومساحة سطح الكتلة الفعالة في البطارية مدى مقدرتها على تخزين الطاقة الكهربائية أي سعتها ويعبر عن السعة بالأمبير ساعة (Ah) ، أي أن بطارية ذات سعة ستون أمبير ساعة (60Ah) تعطي نظرياً تياراً قدره امبير واحد (1A)لمدة خمسين ساعة(50h).

وتختار البطارية حسب قيمة التيار اللازم لبدء التشغيل. كما يجب أن تعمل البطارية في الشتاء بدون صعوبة لأنها تفرغ البطارية في وقت اقصر من فصل الصيف .

أما الذي يحدد جهد البطارية هو الخلية الرصاصية التي تتكون من الألواح الموجبة والألواح السالبة حيث يبلغ الجهد المتوسط للخلية الرصاصية الواحدة ٢.١فولت وتحتاج بطارية مركبة ذات جهد قدرة ١٢.٦ إلى ست خلايا توصل معاً على التوالي.

وتعرف سعة البطارية بأنها مقدرة البطارية على تخزين الطاقة الكهربائية، أو بتعبير آخر هي كمية التيار الكهربائي الذي يمكن للبطارية تسليمها في فترة زمنية محددة، ويعبر عنها بوحدات الأمبير.ساعة (A.h) أو (Ah). على سبيل المثال البطارية ذات ٨٤ أمبير.ساعة (84 Ah) تعطي نظرياً تياراً كهربياً شدته ١ أمبير (1 A) لمدة ٨٤ ساعة (84 h) أو تياراً شدته ٢١ أمبير (21 A) لمدة ٤ ساعات (4 h). ويمكن أيضاً تعريف سعة البطارية بأنها كمية الكهرباء التي تعطيها البطارية إلى أن يبدأ فرق جهدها في الانخفاض السريع. وسعة البطاريات ١٢ فولت المستخدمة في المركبات تتراوح بين ٣٦ و ١٨٠ أمبير.ساعة (٣٦ و ٤٥ و ٦٠ و ٧٥ و ١٨٠ أمبير.ساعة).

هناك عدد من العوامل تؤثر على مقدار سعة البطارية، هذه العوامل هي:

- الشكل الألواح وعددها ومقاساتها
- وزن المادة الفعالة على الألواح
- كمية الحامض في المحلول الإلكتروليتي للبطارية
- طبيعة والشكل الفواصل المستخدمة بين الألواح
- جودة المواد الداخلة في تصنيع أجزاء البطارية

الخلايا ذات العدد الأكبر من الألواح سوف تسلم تياراً كهربياً أكبر من الخلايا التي لها عدد أقل من الألواح. من أجل ذلك فقد تم تصميم بطاريات المركبات على أساس وجود عدد كبير من الألواح المسامية قليلة الكثافة بحيث تسمح للمحلول الإلكتروليتي بالمرور السريع بدون عوائق على أكبر مساحة ممكنة من المادة الفعالة للألواح.

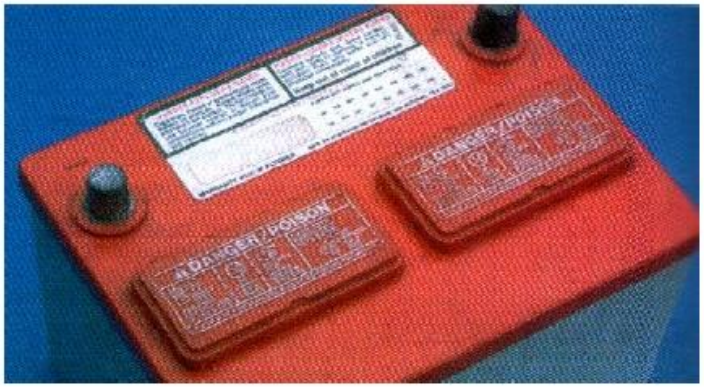
في الظروف الجوية البالغة البرودة تفقد البطارية قدرتها على إدارة محرك المركبة، لأن زيت تزييت المحرك يكون قوامه سميك في حوض الزيت وبالتالي لا يمكن ضخه في دورة التزييت بواسطة مضخة زيت المحرك فيزيد الاحتكاك بين أجزاء المحرك مما يستلزم سحب تيار أكبر من البطارية لإدارة المحرك.

اختيار مقاسات و سعة البطارية المناسبة للمركبة (Battery Size & Capacity Selection)

يعتمد اختيار البطارية إلى جانب سعتها ومقننها على مقاساتها (أبعادها: الطول والعرض والارتفاع) بحيث تناسب مقاسات تجهيزة حمل وتثبيت البطارية في المركبة حتى يسهل تركيبها بلا مشاكل. الارتفاع الزائد للبطارية يجعل حدوث تماس بين أقطابها وارد الحدوث عند إغلاق غطاء محرك المركبة بسبب التلامس.

ويتم اختيار سعة البطارية حسب قيمة التيار اللازم لبدء تشغيل محرك المركبة مع مراعاة أن البطارية يجب أن تعمل في الظروف الجوية الباردة (في الشتاء) بدون أية صعوبات في دورة عملها (يلاحظ أن البطارية المشحونة تماماً يتم تفريغها في وقت قصير في الشتاء عند تكرار استعمالها لبدء تشغيل محرك المركبة).

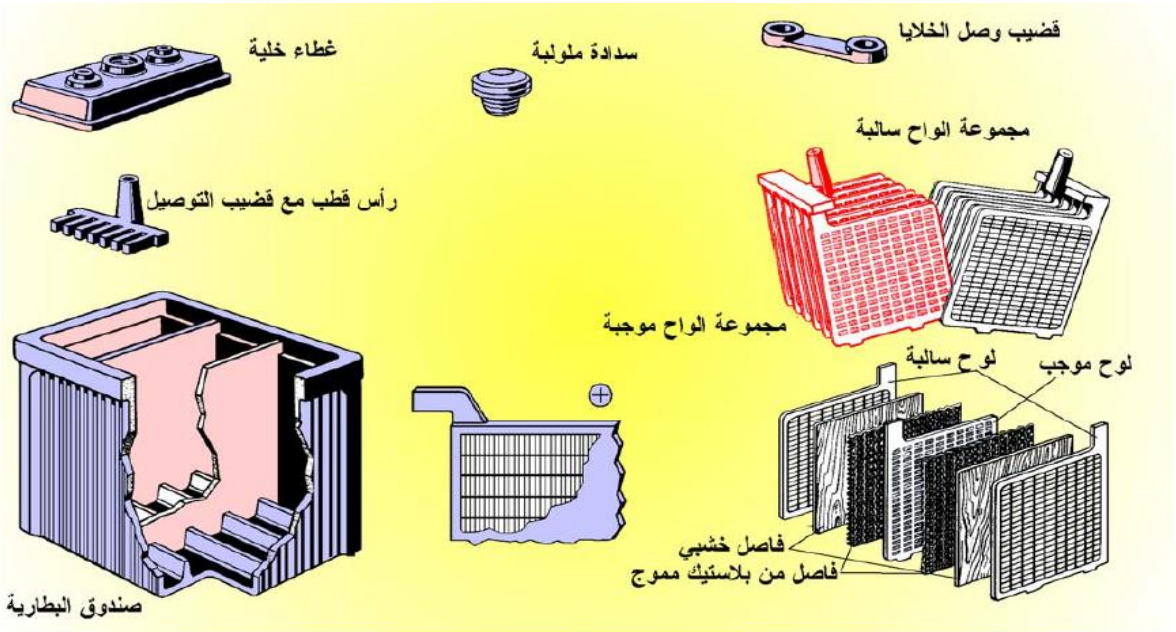
عند شراء بطارية جديدة للمركبة يجب الالتزام بالسعة المقررة من جانب الشركة المصنعة للمركبة، ويمكن الاستدلال بقيمة السعة المدونة على البطارية المراد استبدالها (الملصقات على سطح البطارية تحدد تاريخ الإنتاج وكافة البيانات اللازمة عن البطارية) (الشكل ٢ — ٣). وذلك حسب طبيعة استعمال البطارية والأحمال المختلفة في المركبة والتي يقع عاتق تشغيلها على البطارية، فإننا يجب أن نتوخى الدقة في اختيار سعة البطارية المناسبة للمركبة. الخلاصة أن الفيصل في شراء بطارية جديدة هو مقاسات (أبعاد) البطارية وجهدها وسعتها ونوع أقطابها كما وردت في كتالوج المركبة أو كما هو مدون على البطارية المراد استبدالها.



الشكل (٢ – ٣) يبين الملصقات على سطح البطارية توضح كافة البيانات الخاصة بها

مكونات البطاريات

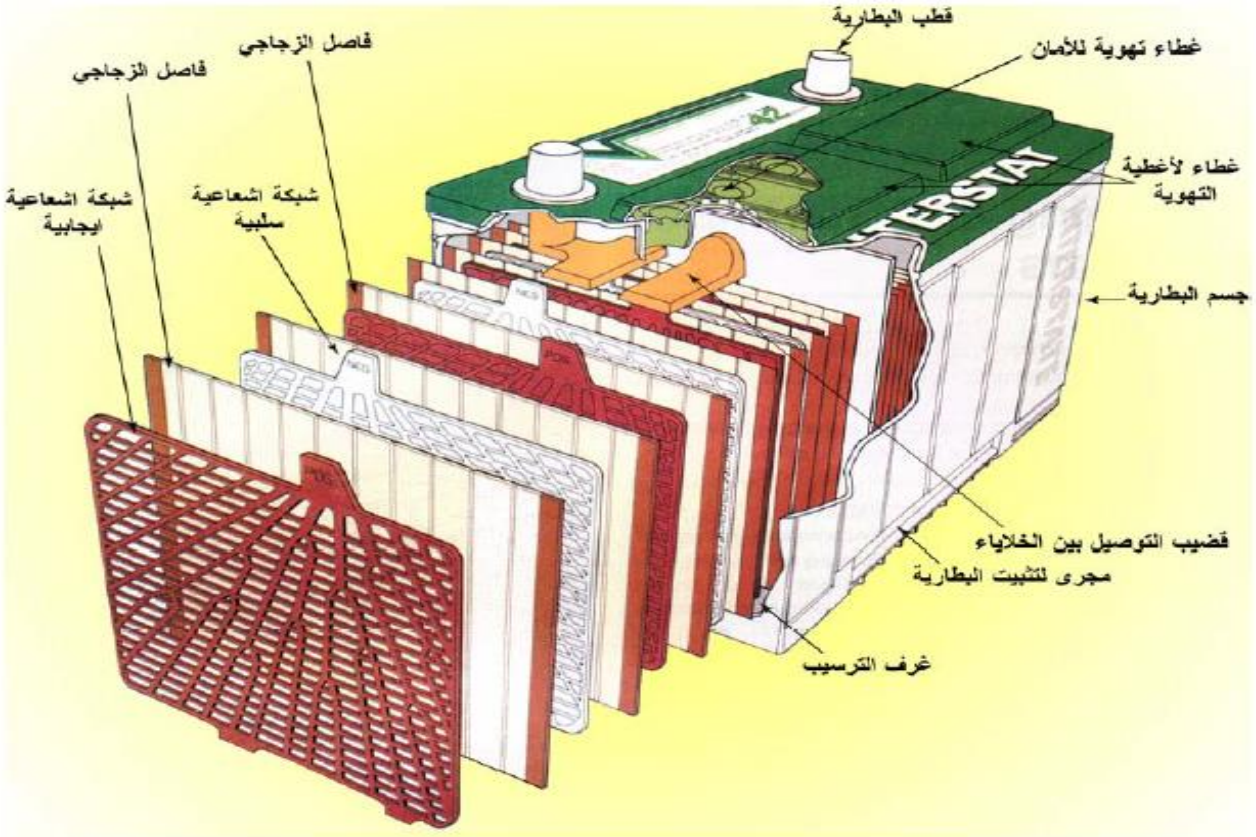
تصمم البطارية على الشكل صندوق يصنع من المطاط المضغوط مقاوم للمحلول الإلكتروليتي ودرجة الحرارة المختلفة ويحتوي بداخله على مجموعة من الألواح الموجبة والألواح السالبة وكذلك العوازل مغمورة في محلول إلكتروليتي مكون من حامض الكبريتيك المركز والماء المقطر ويوجد أعلى البطارية قطبان أحدهما يسمى القطب الموجب والآخر يسمى القطب السالب.



الشكل (٢- ٤) يبين الأجزاء والمكونات الداخلية للبطارية الرصاصية (الحمضية)

وتتكون البطارية من أجزاء مختلفة يؤدي كل منها وظيفة خاصة والأجزاء هي :

١- شبكات الألواح والمادة الفعالة الموجودة عليها
٢- الألواح السالبة والألواح الموجبة للبطارية
٣- الفواصل بين الألواح الموجبة والألواح السالبة
٤- العناصر وخلايا البطارية
٦- المحلول الإلكتروليتي
٧- صندوق البطارية (جسم البطارية)
٨- أغطية وسدادات الخلايا
٩- كابلات توصيل البطارية في المركبة
١٠- أقطاب البطارية



الشكل (٢- ٥) يبين الأجزاء والمكونات الداخلية للبطارية التي لا تحتاج إلى صيانة

١- شبكات الألواح (Grids):

شبكات الألواح عبارة عن قضبان (أعمدة) أفقية تقطعها قضبان رأسية، وتصنع من سبائك الأنتيمون والرصاص، تملأ الشبكات بعجينة من المادة الفعالة تحفظ في مكانها بواسطة القضبان الرأسية والأفقية وتصبح في النهاية ألواحاً مسطحة.

٢- الألواح الموجبة (+) (Positive Plates):

الألواح الموجبة (+) في البطارية عبارة عن شبكات ألواح مليئة بعجينة من ثاني أكسيد الرصاص (PbO_2) تستخدم كمادة فعالة للألواح الموجبة. ثاني أكسيد الرصاص عبارة عن مادة ذات تركيب بلوري لونها بني غامق، درجة المسامية العالية لهذه المادة الفعالة تسمح للمحلول الإلكتروليتي باختراقها والنفاذ من خلالها بسهولة ويسر.

٣- الألواح السالبة (–) (Negative Plates):

الألواح السالبة (–) في البطارية عبارة عن شبكات ألواح مليئة بعجينة الرصاص الإسفنجي (Pb) تستخدم كمادة فعالة للألواح السالبة. الرصاص الإسفنجي لونه رصاصي ذو درجة مسامية تسمح للمحلول الإلكتروليتي باختراقها والنفاذ من خلالها بسهولة ويسر.

يوضع كل عنصر في فراغ خاص به في صندوق البطارية ويغمر في المحلول الإلكتروليتي ويطلق عليه حينئذ اسم "الخلية". كل خلية لها فرق جهد دائرة مفتوحة (لا يوجد حمل موصل على الخلية) مقداره ٢.١ فولت (2.1V). على سبيل المثال: فإن البطارية ١٢ فولت (12 V) لها ٦ خلايا (6 Cells) وعليه يكون فرق جهد الدائرة المفتوحة (لا يوجد حمل موصل على البطارية) لهذه البطارية هو ١٢.٦ فولت (12.6 V).

٤- الفواصل (Separators):

تصنع الفواصل من مادة مسامية غير موصلة للكهرباء مثل ألياف السيليلوز المشبعة بالراتنجات أو من مواد بلاستيكية متنوعة أو من المطاط المسامي أو من الألياف الزجاجية، وكانت تصنع في السابق من الأخشاب المسامية. توضع الفواصل بين الألواح الموجبة والسالبة حتى لا تتلامس المواد الفعالة في هذه الألواح أثناء تمددها فتفقد الطاقة الكهربائية المخزنة بها. يجب أن تكون الفواصل مقاومة للأحماض ومتينة ومسامية بدرجة كافية تسمح بسهولة للمحلول الإلكتروليتي بالمرور من خلالها.

٥- العناصر و الخلايا (Elements and Cells):

"العنصر عبارة عن مجموعة من الألواح الموجبة والسالبة تتداخل فيما بينها وتعزل عن التلامس بواسطة الفواصل (يوضع لوح سالب يليه فاصل ثم لوح موجب ثم فاصل، .... وهكذا حتى ينتهي العنصر بلوح سالب). يتم توصيل الألواح الموجبة مع بعضها البعض عن طريق شريط معدني (strap) أو قضيب وصل وكذلك الحال بالنسبة للألواح السالبة. يتم تجهيز مجموعة من العناصر بنفس الطريقة وبنفس عدد الخلايا المطلوبة في البطارية.

٦- المحلول الإلكتروليتي (Electrolyte):

كما أشرنا من قبل، فإن مادة ثاني أكسيد الرصاص (الألواح الموجبة) ومادة الرصاص الإسفنجي (الألواح السالبة) هي المواد الفعالة في البطارية. لا يمكن أن تصبح هذه المواد فعالة إلا بغمرها في المحلول الإلكتروليتي الذي هو عبارة عن سائل مكون من حامض الكبريتيك (H_2SO_4) و ماء مقطر (H_2O). الذي يغطي الألواح حيث تتفاعل الألواح مع حامض الكبريتيك وتولد طاقة كهربائية وتبلغ نسبة الحامض حوالي 36٪ ونسبة الماء حوالي 64٪ وتبلغ كثافة هذا السائل 1.28

حامض الكبريتيك في المحلول الإلكتروليتي يعطي الكبريتات التي تتفاعل كيميائياً مع ثاني أكسيد الرصاص والرصاص (المواد الفعالة على الألواح) وتطلق هذه التفاعلات الطاقة الكهربائية المطلوبة من البطارية. بالإضافة إلى ذلك، فإن حامض الكبريتيك هو المسؤول عن حمل الإلكترونات داخل البطارية فيما بين الألواح الموجبة والألواح السالبة.

متصلاً بجسم المركبة (الشاسيه) حيث جميع خطوط السالب للدوائر الكهربائية متصلة بجسم المركبة.

٧- صندوق البطارية (جسم البطارية) (Battery Casing):

صندوق البطارية أو الجسم الحاوي للخلايا يصنع في الغالب من قطعة واحدة عبارة عن قالب من البولي بروبلين أو من المطاط الصلد أو من البلاستيك، ويجب أن تكون مادة الصنع مقاومة للأحماض والصدمات. يحتوي صندوق البطارية على عدد من فراغات الخلايا المستقلة عن بعضها البعض حسب جهد البطارية. توجد مجموعة من العوارض في أسفل صندوق البطارية ترتكز عليها العناصر الخاصة بالخلايا.

٨- أغطية وسدادات الخلايا (Cell Covers and Vent Plugs):

سطح البطارية يحتوي على أغطية الخلايا. يمكن صنع أغطية الخلايا من قطعة واحدة أو يصنع غطاء منفصل لكل خلية وتصنع غالباً من البلاستيك المقاوم للأحماض. ويجب أن يحتوي غطاء البطارية التقليدية على فتحات تهوية تستخدم لتزويد البطارية بالماء ويركب عليها سدادات ملولبة بها ثقوب تهوية مصممة بحيث تسمح بهروب غازات الهيدروجين والأوكسجين المتصاعدة من التفاعلات الكيميائية أثناء الشحن أو التفريغ خارج البطارية ولكن لا تسمح بخروج المحلول الإلكتروليتي.

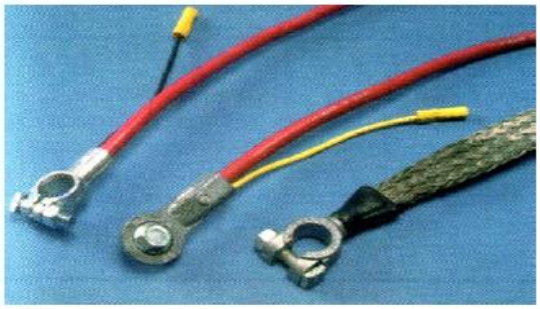
٩- الأقطاب(Terminals):

يوجد بالبطارية قطبان القطب الموجب يكتب بجانبه علامة (+) والقطب السالب يكتب بجانبه علامة (-) ويكون القطب الموجب (+) ذا سمك أكبر من القطب السالب (-) وذلك ليمكن التمييز بينها. والقطب الموجب يكون متصلاً بالمولد والدوائر الكهربائية بالمركبة أما القطب السالب فيكون

١٠- كابلات توصيل البطارية في المركبة (Battery Cables):

يجب أن تكون أقطار كابلات توصيل البطارية كافية لحمل التيار الكهربائي اللازم للمتطلبات المختلفة أثناء دورة عمل البطارية (الشكل ٢ – ٦). عموماً مساحة مقطع الكابلات المستخدمة في توصيل البطاريات تتراوح بين ١٣ و ١٩ مم^{٢} للبطاريات ١٢ فولت وتتحمل تياراً كهربائياً شدته تتراوح بين ٥٠ و ٦٠ أمبير.

أطراف توصيل الكابلات مع البطاريات ذات أنواع وأشكال عديدة، ويتم تركيبها في نهاية طرف الكابل وتستخدم لضمان جودة التوصيل الكهربائي بين البطارية والأنظمة والدوائر الكهربائية والإلكترونية في المركبة.



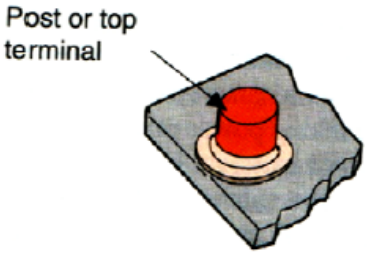
الشكل (٢ – ٦) يبين كابلات توصيل البطارية

الكابلات الموجبة عادة يكون لونها أحمر، بينما الكابلات السالبة يكون لونها أسود. يتم ربط الكابلات الموجبة مع الأقطاب الموجبة للبطاريات والمفتاح المغناطيسي لبادئ الحركة (السلف) أو المُرحل، بينما الكابلات السالبة يتم ربطها مع الأرضي على كتلة محرك المركبة. بعض الشركات الصانعة تستخدم الكابلات السالبة بدون عزل، وفي بعض الأحيان تكون الكابلات السالبة للبطاريات لها سلك أرضي مع جسم المركبة ثقة في أن الجسم موصل بالأرضي بصورة حقيقية مؤكدة.

هناك ثلاثة أنواع من أقطاب البطاريات هذه الأنواع هي:

١- أقطاب ذات الشكل اسطواني مسلوب (مخروطي خفيف الميل):

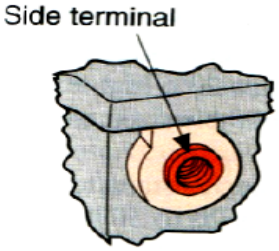
توجد على السطح العلوي للبطارية. يكون القطب الموجب قطره أكبر قليلاً من قطر القطب السالب للحماية من التوصيل العكسي لأقطاب البطارية. هذا النوع من الأقطاب هو الأكثر شيوعاً للاستخدام في معظم أنواع البطاريات.



الشكل (٢ – ٧) يبين أقطاباً ذات الشكل اسطواني مسلوب

٢- أقطاب جانبية :

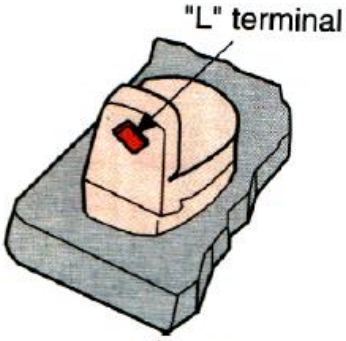
عبارة عن ثقوب مقلوظة يتم تشكيلها في الجدار الجانبي للبطارية بالقرب من السطح العلوي. تستخدم مسامير قلاووظ من نوع خاص لتثبيت الكابلات في الأقطاب.



الشكل (٢ – ٨) يبين أقطاباً جانبية

٣- أقطاب على الشكل حرف (L):

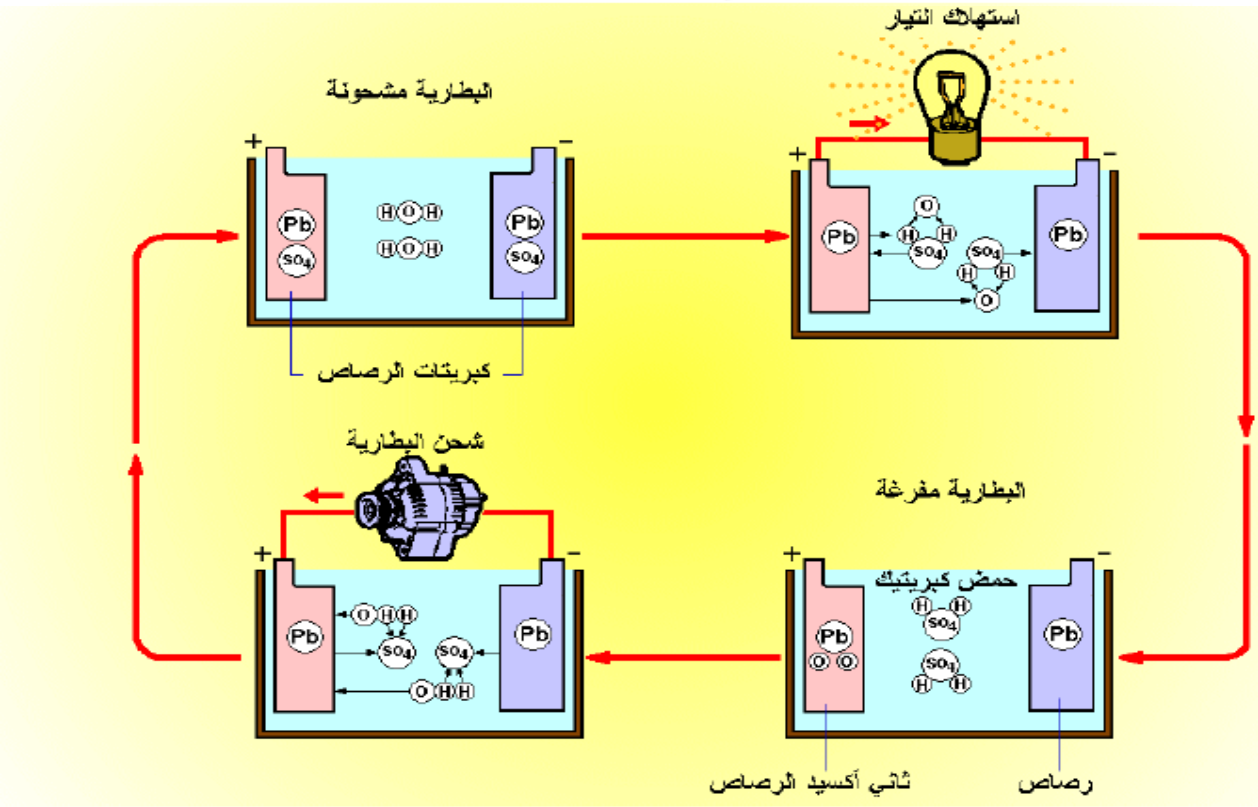
يتم تثبيت الأقطاب المعدنية على الشكل حرف (L) على السطح العلوي للبطارية. الحافة العلوية للقطب بها ثقب لتركيب كابلات البطارية بواسطة مسمار قلاووظ وصامولة مجنحة (نوع خاص من الصواميل). يستخدم هذا النوع من الأقطاب في بعض الأنواع الخاصة من البطاريات.



الشكل (٢ – ٩) يبين أقطاباً على الشكل حرف (L)

طريقة عمل البطارية

يستخدم حامض الكبريتيك المخفف بالماء المقطر (H_2SO_4) في البطارية الرصاصية ، كإلكتروليت (محلول كهربائي) . وتبلغ كثافته في البطارية المشحونة شحناً تاماً 1.285kg/L عند درجة حرارة 20 ˚C ، وتتكون الكتلة الفعالة للألواح الموجبة في الخلية من ثاني أكسيد الرصاص (PbO_2) والكتلة الفعالة للالواح السالبة من الرصاص المسامي (رصاص إسفنجي Pb) ويسري تيار كهربائي أثناء التفريغ من الطرف الموجب للبطارية عبر جهاز الاستهلاك إلى الطرف السالب. أما داخل البطارية فيسري التيار من الألواح السالبة عبر الإلكتروليت إلى الألواح الموجبة (الاتجاه الهندسي للتيار). وأثناء ذلك تتحلل جزيئات حامض الكبريتك حيث تنتقل أيونات الهيدروجين (H) إلى اللوح الموجب وتتحد مع الأوكسجين (O_2) الموجود في ثاني أكسيد الرصاص لتكوين ماء (H_2O) ويتحد الشق الحامضي (أيوناتSO_4) مع الرصاص الموجود في مجموعتي الألواح لتكوين كبريتات الرصاص ($SbSO_4$). وعند انتهاء عملية التفريغ ، تتكون الألواح من كبريتات الرصاص، ولا يكون بينها أي فرق في الجهد. وتهبط كثافة الحامض في الإلكتروليت إلى حوالي 1.14kg/L.



الشكل (٢- ١٠) يبين المراحل التي تمر بها البطارية في عملها

وعند شحن البطارية تحدث العمليات المذكورة آنفا بترتيب عكسي فيسري تيار مستمر من مولد التيار إلى القطب الموجب للبطارية ماراً بالإلكتروليت، ويتحد مع أيونات الهيدروجين لتكوين حامض الكبريتيك (H_2SO_4) وتتحول الألواح الموجبة إلى ثاني أكسيد الرصاص (PbO_2) مرة أخرى، بواسطة الأوكسجين الذي يصبح حراً. وترتفع كثافة الحامض في الإلكتروليت بالبطارية تامة الشحن إلى 1.285kg/L. وينشأ فرق جهد يبلغ حوالي 2.7فولت بين الألواح الموجبة والألواح السالبة .

العوامل التي تؤثر على عمر البطارية (Factors Affecting Battery Life)

جميع البطاريات المخزنة لها عمر خدمة افتراضي محدد (ما بين سنتين وأربع سنوات حسب ظروف تشغيلها ومرات تعرضها لدورات عمل شاقة)، ولكن هناك ظروف أخرى تقلل من هذا العمر الافتراضي لخدمة البطارية، نذكر من هذه الظروف ما يلي:

١- المستوى غير الصحيح للمحلول الإلكتروليتي (Improper Electrolyte Levels)

في البطاريات غير المحكمة الإغلاق، يعتبر الماء هو الجزء الوحيد المسؤول عن تناقص المحلول الإلكتروليتي، يرجع السبب في ذلك إلى عملية التبخير التي تحدث في الظروف الجوية الحارة وكذلك تصاعد الغازات أثناء عملية الشحن.

٢- عدم التثبيت الجيد للبطارية (Poor Mounting)

عدم إحكام ربط أعمدة وأغطية البطارية وتركها بدون إحكام يؤثر على البطارية بسبب الاهتزازات التي تحدث للمركبة أثناء السير.

يتسبب عدم إحكام التثبيت للبطارية في الآتي:

١- حدوث اهتزاز للمادة الفعالة وتصدعها تاركة شبكات الألواح.
٢- القصر الحاد للعمر الافتراضي لعمل البطارية.
٣- عدم إحكام الربط الجيد أو فك كابلات توصيل البطارية.
٤- حدوث شرخ في جسم البطارية.

٣- الشحن الزائد (Overcharging)

يحدث الشحن الزائد للبطارية بإحدى طريقتين:

١- أثناء عمل نظام الشحن بالمركبة
٢- أثناء استخدام جهاز شحن البطارية

٤- **التآكل (الحت) الكيميائي** (Corrosion)

التآكل (الحت) الكيميائي يحدث بسبب انسكاب المحلول الإلكتروليتي على جسم البطارية من الخارج أو بسبب تكثف المحلول الإلكتروليتي على سطح البطارية نتيجة لتصاعد الغازات أثناء عملية الشحن. يتسبب حامض الكبريتيك في المحلول المنسكب أو المتكاثف على سطح البطارية في تآكل أو تدمير أطراف توصيل البطارية والأقطاب وأعمدة تثبيت البطارية وحامل البطارية أيضاً. وكذلك عدم التثبيت الجيد للبطارية في مكانها بسبب التآكل الكيميائي لأعمدة التثبيت وحامل البطارية يؤدي إلى التدمير الفيزيائي للبطارية.

الشكل (٢ – ١١) يبين التآكل الكيميائي لأقطاب البطارية وأطراف توصيل الكابلات

مقننات البطارية (Battery Ratings)

مقننات البطارية تعني القيم القياسية التي تصمم على أساسها البطاريات والمتبعة في مصانع إنتاج البطاريات. هذه المقننات جعلت أوجدت في البطاريات المنتجة في الأسواق و تركت للفني أو العميل الحرية للمقارنة بين بطارية وأخرى من حيث القدرة على إدارة محرك المركبة وبالتالي تسهل عملية اختيار البطارية المناسبة.

لقد وضع مجلس البطاريات العالمي (BCI) و جمعية مهندسي السيارات عدة مقننات للبطاريات المستخدمة في المركبات، أهمها مقنن تيار بدء إدارة محرك المركبة في الظروف الجوية الباردة و مقنن السعة الاحتياطية للبطارية إلى جانب مقننات أخرى مثل مقنن الأمبير ساعة ومقنن الوات.

١- **مقنن تيار إدارة محرك المركبة في الظروف الجوية الباردة** (Cold Cranking Amperes Rating(CCA))

هذا المقنن يساعد في إيجاد قيمة شدة التيار بالأمبير والذي يمكن أخذه من بطارية ١٢ فولت لمدة ٣٠ ثانية عند درجة حرارة (- ١٧.٧ °م) (صفر °ف) مع بقاء فرق الجهد بين أقطاب البطارية عند قيمة ٧.٢ فولت (أي فرق جهد ١.٢ فولت للخلية). هذا المقنن يبين مدى قدرة البطارية على إدارة محرك معين عند درجة حرارة معينة (على أساس التيار المسحوب بواسطة بادئ الحركة).

٢- **مقنن السعة الاحتياطية** (Reserve Capacity Rating (RC))

مقنن السعة الاحتياطية للبطارية هو الزمن اللازم لهبوط فرق جهد البطارية التامة الشحن إلى ١٠,٢ فولت (جهد الخلية ١,٧ فولت) بمعدل تفريغ مقداره ٢٥ أمبير عند درجة حرارة مقدارها ٢٦,٧ °م (٨٠ °ف). تكتب السعة الاحتياطية على البطاريات على صورة فترة زمنية بالدقائق.

٣- **مقنن الأمبير- ساعة** (Ampere-Hour Rating)

مقنن الأمبير- ساعة (الأمبير.ساعة) (Ah) هو مقدار التيار المنتظم الذي يمكن أن تعطيه بطارية تامة الشحن لمدة ٢٠ ساعة عند درجة حرارة مقدارها ٢٦,٧ °م (٨٠ °ف) دون أن يهبط فرق جهد الخلية عن ١,٧٥ فولت أو ١٠,٥ فولت كفرق جهد بين أقطاب البطارية.

٤- **مقنن الوات** (Watt Rating)

مقنن الوات يكافئ مقنن إدارة محرك المركبة عند الظروف الجوية الباردة. يقيس هذا المقنن قدرة البطارية على إدارة محرك عند درجة (- ١٨ °م).

عملية الاشتراك لتشغيل البطارية JUMP STARTING

في الحالات الطارئة من الضروري عمل اشتراك للبطارية بواسطة بطارية بحالة جيدة من سيارة أخرى إذا لم تستطيع البطارية الضعيفة إدارة بادىء الحركة (السلف) ويتم ذلك بتوصيل الطرف الموجب مع الطرف الموجب (الكيبل الأحمر) والطرف السالب مع الطرف السالب (الكيبل الأسود).

شحن البطارية

ظاهرة تحول الطاقة الكيمائية إلى طاقة كهربائية تسمى تفريغ بينما ظاهرة تحول الطاقة الكهربائية إلى كيمائية تسمى شحن ولتوضيح كيفية حدوث هذه الظاهرة نلاحظ أنه عندما يشتغل المحرك يقوم المولد بتوليد طاقة كهربائية تذهب إلى البطارية ويتم التحويل داخل البطارية إلى طاقة كيمائية ولهذا نقول إن البطارية تحت الشحن On Charge وعندما نشغل أنوار المركبة مثلا الطاقة الكيمائية داخل البطارية تتحول إلى تيار كهربائي يغذي التجهيزات الكهربائية بالمركبة ولهذا فإن البطارية تكون تحت التفريغ On Discharge ، وعندما تفرغ البطارية نتيجة كثرة التشغيل واستمرار مرور تيار كهربائي أثناء التفريغ فإن التفاعل الكيمائي بداخل البطارية أثناء التفريغ يؤدي لاستنفاد المادة الفعالة على الألواح الموجبة والسالبة وكذلك كثرة استعمال بادىء الحركة وتوقف المركبة لفترات مختلفة وظروف التشغيل غير العادية ، فإنها بحاجة إعادة شحن البطارية لتصبح قادرة على أداء مهمتها ، ولذا يلزم زيادة تركيز الحامض إلى معدلة ولتنشيط المواد الكيمائية على الألواح ، وحيث إن البطارية مصدر للتيار الثابت لذا يجب أن يتم الشحن من مصدر للتيار المستمر أو تحويل التيار المتغير إلى مستمر وهذا ما يقوم به جهاز شحن البطاريات الذي سيتم التدرب عليه في التدريبات العملية.

دائرة الشحن في السيارة (منظومة الشحن)

ويمكن حصر أهمية منظومة الشحن والغرض منها في المركبة فيما يلي :

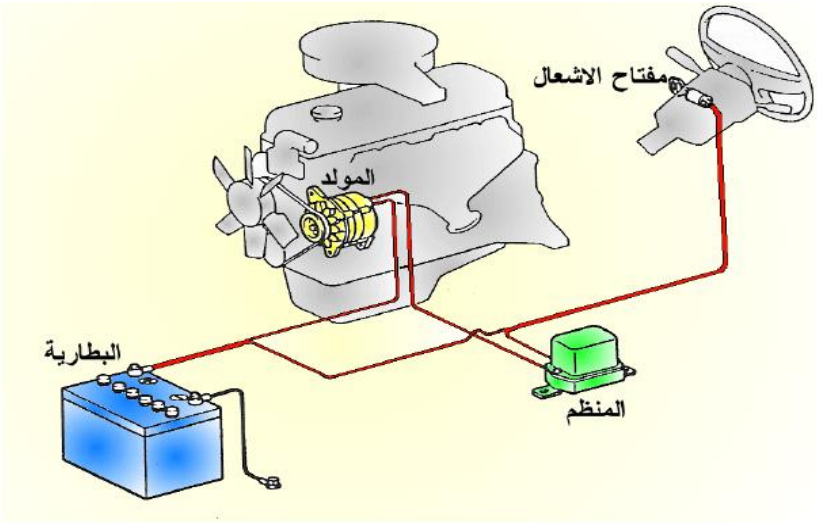
١- تحويل الطاقة الميكانيكية لمحرك المركبة (في صورة سرعة دوران) إلى طاقة كهربائية.

٢- إعادة شحن البطارية بعد إتمام إدارة محرك المركبة (وعند جميع سرعات دورانه)، أو بعد استعمال بعض الملحقات الكهربائية ومحرك المركبة متوقف عن العمل.

٣- إمداد كافة الأجهزة والدوائر الكهربائية والإلكترونية في المركبة بالطاقة الكهربائية التي تحتاجها لأداء عملها في أي وقت أثناء دوران محرك المركبة.

٤- إمداد البطارية بجهد أعلى قليلاً من جهدها الاسمي (١٤ فولت للبطارية ١٢ فولت، و ٢٨ للبطارية ٢٤ فولت).

٥- تغيير خرج منظومة الشحن ليناسب الأحمال الكهربائية المختلفة في المركبة.



الشكل (٥- ١) يبين أجزاء دائرة الشحن المستخدمة في المركبات

أنواع مولدات التيار الكهربائي في المركبات (Types of Electrical Generators)

مولد التيار الكهربائي عبارة عن وحدة لتوليد الكهرباء (electricity-generating plant) طوال فترة عمل محرك المركبة. تم تصميم المولد الكهربائي ليقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية (بتحويل الحركة الدورانية لسير المولد إلى طاقة كهربائية). وقد واكب تطوير المركبات استحداث بعض المنظومات وتطوير في بعض المنظمات ومكوناتها. منظومة الشحن تعتبر واحدة من هذه المنظومات التي واكبت عملية التطور في المركبات الآلية. شملت عملية التطوير بصفة خاصة تغيير نوعية المولد الكهربائي ومنظم الشحن.

١- **مولدات التيار المستمر** (Direct-current (DC) Generators)

يطلق عليها أحياناً اسم "مولدات التيار المستمر التقليدية (conventional)، حيث قاد استخدام البطارية الرصاصية (الحمضية) إلى تطوير هذا النوع من المولد ات. استمر عمل هذا النوع من المولد ات لفترة طويلة في المركبات، وكان قادراً على الوفاء بالمتطلبات التي استخدم من أجلها، وظل موجوداً ضمن منظومة الشحن في المركبات إلى أن تلاشى وجوده الآن. ارتبط أداء مولدات التيار المستمر بوجود بعض العيوب، أدت إلى تطويرها واستبدالها بمولدات التيار المتردد. فيما يلي سيتم تناول مولدات التيار المستمر باختصار فقط لإلقاء الضوء على هذه النوعية من المولد ات الكهربائية ومكوناتها وأدائها.

٢- **مولدات التيار المتردد** (Alternating-current (AC) Generator)

في الفترة الأخيرة، كانت هناك زيادة في متطلبات الأنظمة والدوائر الكهربائية والإلكترونية في المركبات الحديثة من الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيلها، وحدثت تغيرات متكررة وشاقة وأحياناً معاكسة في ظروف القيادة. أدت هذه الظروف معاً إلى متطلبات قاسية من منظومة الشحن ولم يكن قادراً على الوفاء بها إلا تصميم مولدات التيار المتردد أو ما يسمى "مولد التيار ثلاثي الأطوار (ثلاثي الأوجه)" (Three-phase generator) ونزول إنتاجه إلى الأسواق في عام ١٩٦٣م. اختصار اسم مولد التيار المستمر إلى (Alternator)، هي كلمة منحوتة من أصل كلمتين "التيار المتردد" و"المولد ".

مولدات التيار المستمر التقليدية (Conventional DC Generators)

أصبحت مولدات التيار المستمر في طي النسيان بالنسبة للعمل في المركبات الحديثة. من هذه الزاوية، سنتناول إلقاء الضوء على هذا النوع من المولد ات الكهربائية حتى يتسنى لنا بعد ذلك عقد مقارنة بينه وبين مولد التيار المتردد.

مكونات مولد التيار المستمر (DC Generator Construction)

١- هيكل العضو الساكن (stationary stator frame):

وهو الجسم الحاوي لأجزاء المولد الداخلية.

٢- عضو الاستنتاج (armature):

وهو عبارة عن قلب على الشكل صفائح رقيقة مصنوعة من الحديد مركب بداخله ملفات عضو الاستنتاج، ومثبت على عامود عضو الاستنتاج (عامود الإدارة).

٣- أطراف التوصيل (terminals):

أطراف الدخل والخرج للمولد.

٤- عضو التوحيد (المجمع) (commutator):

يتكون من صفائح رقيقة من النحاس معزولة عن بعضها البعض وعن عضو الاستنتاج، ويكون هو وعضو الاستنتاج جسماً واحداً محمولاً على عامود الإدارة ذا نهايتين تحملان على محامل كروية.

٥- غطاء تحميل عضو التوحيد (commutator end shield):

مجهز بمحمل كروي لحمل نهاية عامود الإدارة من جهة عضو التوحيد (المجمع).

٦- غطاء محمل عامود الإدارة (drive end shield):

مجهز بمحمل كروي لحمل نهاية عامود الإدارة من جهة عضو الاستنتاج.

٧- حذاء القطب (pole shoe):

عبارة عن زوج أو زوجين من أحذية القطب مثبتة على السطح الداخلي لهيكل العضو الساكن في وضعية متقابلة.

٨- ملفات الإثارة (excitation windings):

ملفات العضو الساكن ومسؤولة مع أحذية القطب عن إثارة المجال المغناطيسي اللازم لتوليد التيار.

٩- الفرش الكربونية (carbon brushes):

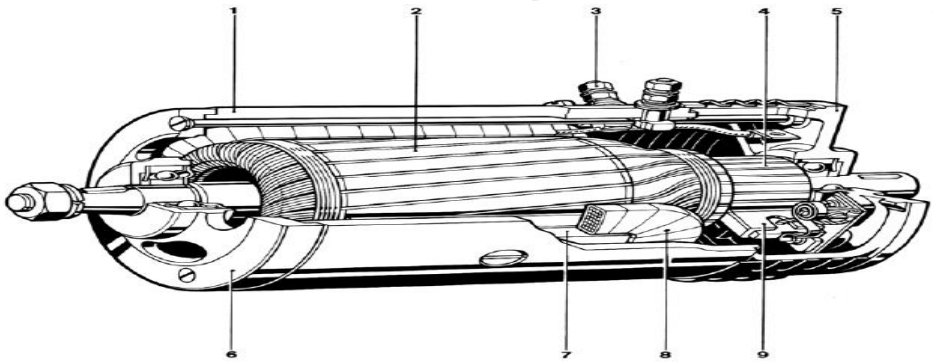
توضع ملامسة لعضو التوحيد بواسطة نوابض ضغط.

١٠- بكرة مع مروحة (pulley with fan):

غير موضحة بالرسم، والبكرة مسؤولة عن توصيل سرعة دوران عامود المرفق إلى عضو الاستنتاج عن طريق سير، أما المروحة فهي مسؤولة عن تبريد المولد بدفع الهواء إلى داخله من خلال فتحات الغطاء الأمامي ويمر ويخرج من خلال فتحات الغطاء الخلفي.

١١- منظم (regulator):

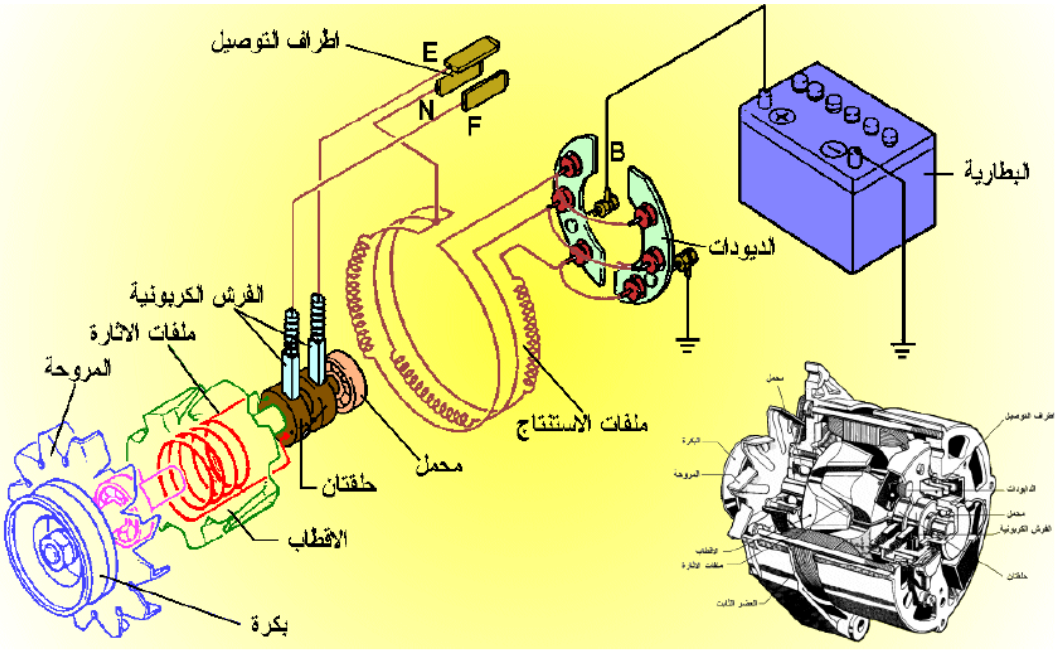
غير موضح بالرسم، هو عبارة عن منظم تلامسي كهرومغناطيسي، يعمل على القصر السريع لدائرة مقاومة التنظيم المتصلة على التوالي مع ملفات الإثارة.



١- هيكل العضو الساكن ٢- عضو الاستنتاج ٣- طرف توصيل
٤- عضو التوحيد ٥- غطاء نهاية عضو التوحيد ٦- غطاء تحميل عضو التوحيد
٧- حذاء القطب ٨- ملفات الإثارة ٩- الفرش الكربونية

تسمية أجزاء مولد التيار المتردد :

وتصمم المولدات لتحتوى عدداً من الأجزاء وهذا ما يوضحه الشكل التالي رقم (٥- ٣):



الشكل (٥- ٣) يبين أجزاء المولد وكذلك قطاعاً جزئياً في جسم المولد الثلاثي الأطوار

١- المولد الكهربائي (Electrical Generator):

في المركبات القديمة كان يطلق عليه اسم "مولد التيار المستمر" (Direct-current (DC) Generator). أما في المركبات الحديثة، فيطلق على المولد الكهربائي اسم "مولد التيار المتردد" أو "مولد التيار الثلاثي الأطوار"(Alternating-current (AC) Generator). مهمة المولد الكهربائي هي تحويل طاقة المحرك الميكانيكية إلى طاقة كهربائية.

٢- منظم الجهد (Voltage Regulator):

هو وسيلة كهربية لتنظيم جهد و تيار الخرج للمولد الكهربائي.

٣- سير المولد الكهربائي (Generator Belt):

وسيلة لإدارة المحرك الكهربائي عن طريق محرك المركبة، وتصل بين بكرة عامود المرفق في محرك المركبة وبين بكرة المولد الكهربائي.

٤- مبين الشحن (Charge Indicator):

عبارة عن أميتر (ammeter) أو فولتمتر (voltmeter) أو مصباح تحذير (indicator or warning light)، يتم تركيبها في لوحة عدادات المركبة، لإخطار سائق المركبة عن حالة خرج منظومة الشحن.

٥- ضفيرة منظومة الشحن (Charging System Harness):

هي مجموعة الأسلاك التي تصل بين المكونات الأساسية لمنظومة الشحن (تصل بين المولد الكهربائي ومبين الشحن والمكونات الأخرى).

٦- البطارية (Battery):

تمد المولد الكهربائي بتيار الإثارة، كما تساعد في موازنة خرج المولد الكهربائي.

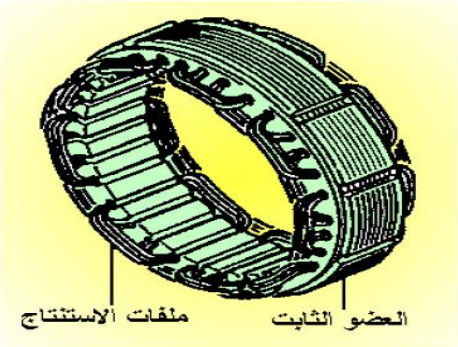
٧- مفتاح الإشعال (Ignition Switch):

عبارة عن مفتاح متعدد الأغراض لتغذية الدوائر الكهربائية والإلكترونية الأساسية في المركبة بالتيار الكهربائي اللازم لتشغيلها.

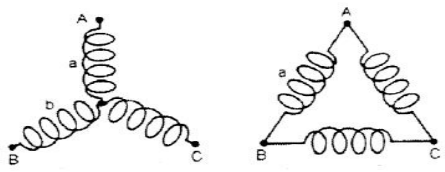
الأجزاء الرئيسية للمولد

١. عضو الاستنتاج Stator :

يحمل ٣ ملفات تقوم باستنتاج القوة الدافعة الكهربائية ويكون ثابتاً في مكانه لا يدور وتختلف طريقة اللف حسب الشركة المصنعة ويتولد فيه تيار كهربائي متغير يذهب إلى الموحدات لتقوم بتحويل هذا التيار المتردد إلى تيار مستمر يشحن البطارية. والشكل رقم (٥- ٤) يوضح الشكل عضو الاستنتاج المستخدم في المولد والشكل رقم (٥- ٥) يوضح الرسم التخطيطي لطريقتين مختلفتين لعمليات لف ملفات عضو الاستنتاج.



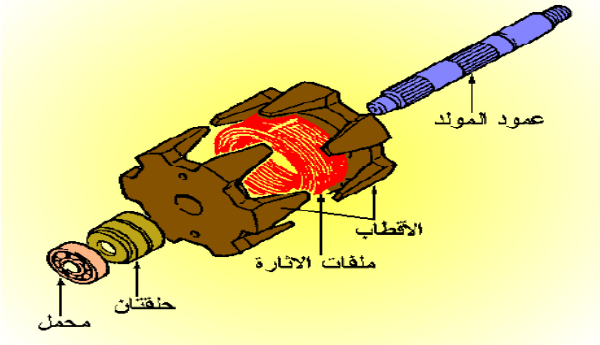
الشكل (٥- ٤) يبين أجزاء العضو الثابت للمولد



الشكل رقم (٥- ٥) يوضح الرسم التخطيطي لطرق لف ملفات عضو الاستنتاج

٢. القلب (العضو الدوار) Rotor :

يحتوى على عمود الدوران والقطب المغناطيسي وعند الدوران يتكون حوله مجال مغناطيسي نتيجة مرور تيار ذي مقدار صغير داخل لفات الملف الملفوف حول العمود وهو عبارة عن ملف واحد تتم تغذيته بتيار مستمر من البطارية عبر الفرش الكربونية ، ويتكون عضو الدوران من فكين (شمالي وجنوبي) وذي تركيب قوي وملائم للتشغيل على السرعات العالية. وهذا ما يوضحه الشكل رقم (٥- ٦) الذي يمثل الشكل العضو الدوار المستخدم في المولد.



الشكل (٥- ٦) يبين أجزاء العضو الدوار للمولد

٣. مصباح الشحن Charging Indicator Light :

مصباح الشحن يعمل على جهد البطارية أما قدرته فهي قليلة وتتم إضاءة المصباح عند فتح مفتاح التشغيل للمركبة ويستمر بالإضاءة حتى يبدأ المولد بعملية توليد التيار بعدها ينطفئ المصباح دليل على أن المولد بحالة جيدة وتوصل أطراف مصباح الشحن بالبطارية عبر مفتاح التشغيل والطرف الآخر موصل بين المولد ومنظم الشحن
مجموعة الحركة بالمولد

المروحة :

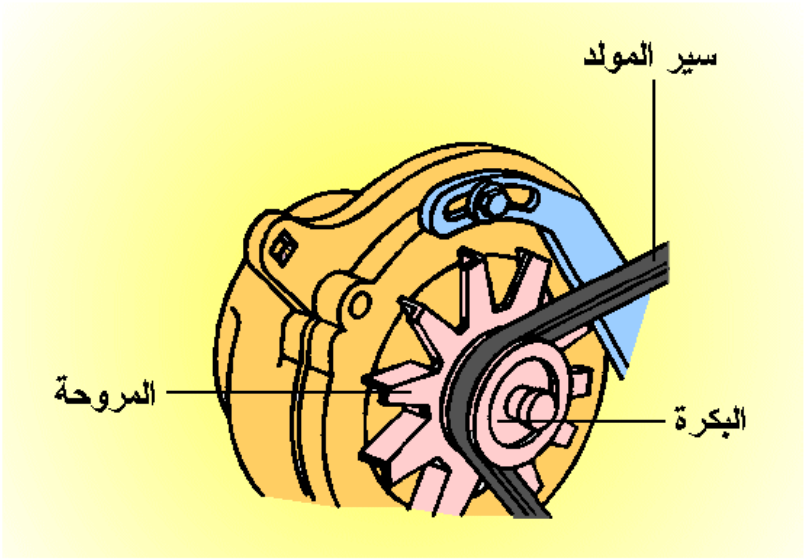
تقوم بعملية التبريد للأجزاء الدائرة والمحتكة داخل المولد حتى لا تتلف نتيجة درجة الحرارة العالية الناتجة عن الاحتكاك بين الأجزاء ، وتركب في مقدمة المولد وتستمد حركتها من المولد نفسه الذي يدور بنفس دوران المحرك بواسطة السير.

السير :

يقوم بعملية نقل الحركة بين المحرك والمولد لإدارة المولد بواسطة البكرات ، وتختلف مواصفات السير من سيارة إلى أخرى حسب تصميم الشركة المصنعة للمركبة ويكون مركباً على بكرات خاصة لنوع السير المستخدم للمركبة.

البكرة والرمان بلي :

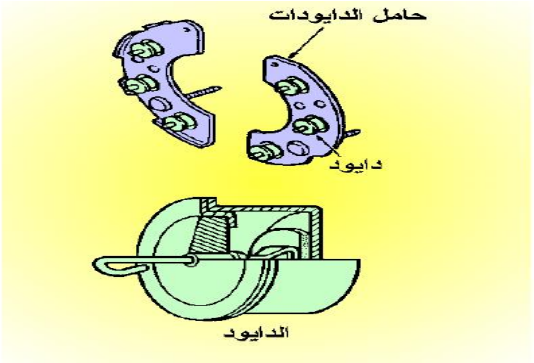
تصمم البكرة بحيث تلائم السير المركب عليها لنقل الحركة من المحرك إلى المولد أما الرمان بلي فيقوم بعملية تسهيل الحركة للأجزاء الدائرة ، ومجموعة نقل الحركة في المولد المستخدم في المركبة يوضحها الشكل رقم (٥- ٧)



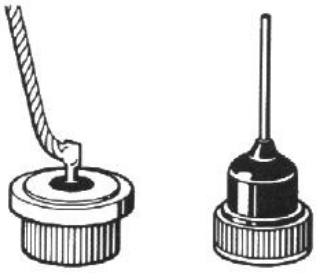
الشكل (٥- ٧) يبين سير وبكرة ومروحة المولد

٤. الموحدات Rectifier :

كما درست في الوحدة الثانية من هذه الحقيبة تقوم الموحدات بتوصيل التيار في اتجاه واحد ولا تسمح بسريانه في الاتجاه الآخر والموحدات المستخدمة في مولد المركبة تقوم بتحويل التيار المتغير المتولد من المولد إلى تيار مستمر يشحن البطارية ويكون عددها تسعة موحدات تمثل ثلاثة منها مرحلة تيار الشحن والستة الأخرى تمثل عملية تحويل التيار المتردد المستنتج إلى تيار مستمر لشحن البطارية كما هو موضح بالشكل رقم (٥- ٨)



الشكل (٥- ٨) يبين الدايودات على الحامل الخاص بها المستخدمة في المولد



الشكل رقم (٥- ٩) يوضح الشكل الموحدات المستخدمة في مولد المركبة

وتنقسم الدايودات في مولد التيار المتردد إلى نوعين :

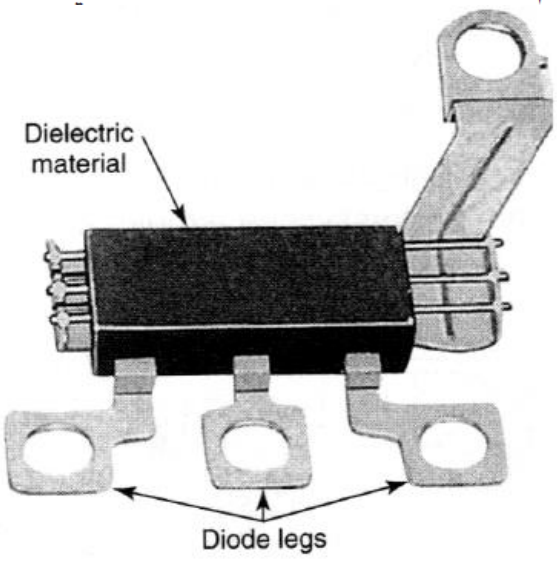
١- دايودات قدرة (power diodes):

عددها ٦ (ستة)، منها ٣ (ثلاثة) موجبة و ٣ (ثلاثة) سالبة، مهمتها تقويم التيار المتردد ويطلق عليها اسم "دايودات التقويم". يستهلك دايود القدرة حوالي ٢٥ وات من قدرة الخرج للمولد.

٢- دايودات الإثارة (exciter diodes):

عددها ٣ (ثلاثة) تعمل ضمن دائرة الإثارة لتوليد المجال المغناطيسي في ملف العضو الدوار. يستهلك دايود الإثارة حوالي (١) واطاً واحداً وات من قدرة الخرج للمولد.

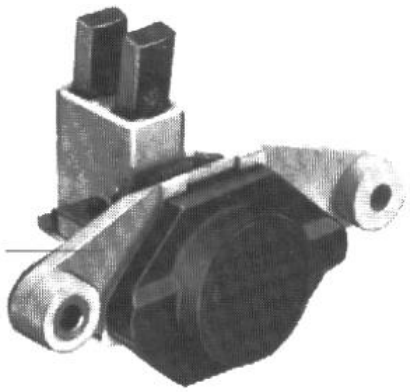
بعض أنواع مُولدات التيار المتردد تستخدم ضمن تركيبها مجموعة إضافية من ثلاثة دايودات تسمى "الدايود الثلاثي" (diode trio) (الشكل ٥ – ١٠). يستخدم الدايود الثلاثي لتقويم التيار القادم من ملفات العضو الساكن، وتستخدم في نفس الوقت لتوليد المجال المغناطيسي في ملف العضو الدوار.



الشكل (٥ – ١٠) يبين الدايود الثلاثي

٥. الفرش (الفحمات) :

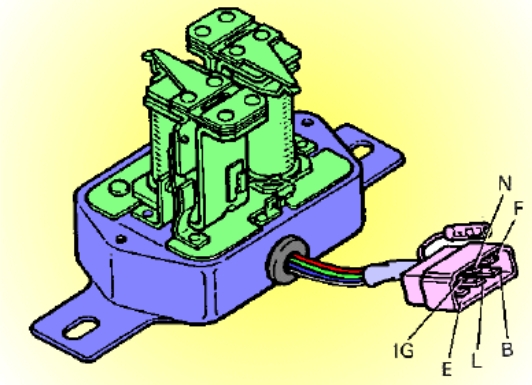
تقوم بتوصيل التيار الكهربائي وتصنع من الكربون نظراً لتحمله الاحتكاك ودرجة الحرارة العالية ولا تتآكل خلال الدوران مع حلقات النحاس ولديها خاصية توصيل التيار الكهربائي، وتمد الملف داخل العضو الدوار بالتيار الكهربائي المستمد خلال ملامسة الفرش الكربونية بالحلقات النحاسية ذات السطح الناعم. كما هو موضح بالشكل رقم (٥- ١١)



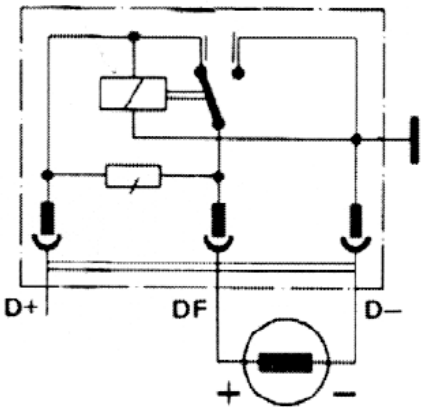
الشكل رقم (٥- ١١) يوضح الشكل الفرش الكربونية المستخدمة في المولد

٦. المنظم Regulators

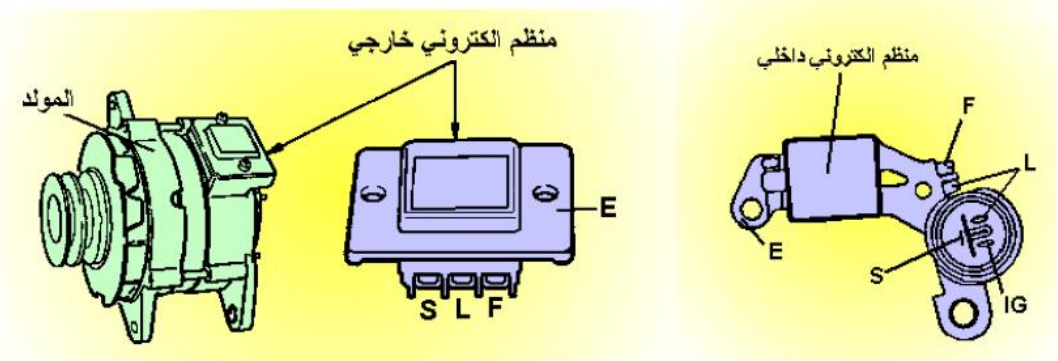
يعتبر منظم الشحن من العناصر المهمة جداً في دائرة الشحن حيث يقوم بعملية تنظيم الشحن للتيار المتولد في المولد ونظراً لاختلاف سرعة المركبة تبعاً لظروف القيادة المختلفة ولأن المطالب الكهربائية بالمركبة غير ثابتة وإنما تختلف تبعاً لرغبة مستخدم المركبة لذا يجب تنظيم العمل تنظيماً دقيقاً للحصول على قدرة تتناسب مع هذه المتغيرات و يستخدم لذلك منظم الشحن للتيار المتولد في المولد ليعمل على تنظيم الشحن وفقاً للمستهلكات وسرعة المركبة. وفي هذه الحالة يجب أن يعطي المولد جهداً ثابتاً، بالرغم من تغير سرعة الدوران للمحرك. والمنظم عبارة عن تجهيزة كهربائية يختلف تصميمها سابقاً عن تصميمها حالياً والهدف من هذا الاختلاف هو الحصول على أفضل أداء، والمنظمات أنواع كثيرة ولكنها متفقة في جوهرها ففي المركبات سابقاً يستخدم المنظم الكهرومغناطيسي لتنظيم عملية الشحن ويتكون من ملف وريشة ومغناطيس ونقاط تلامس ويصمم بأنواع مختلفة ولكنه يحتاج إلى صيانة دورية، ولا زال هذه المنظم يستخدم حالياً في بعض المركبات كما هو موضح بالشكل رقم (٥- ١٢)



الشكل (٥- ١٢) يبين الشكل أحد أنواع منظم الشحن الكهرومغناطيسي المستخدم في السيارات اليابانية ويتكون من ملف وريشة ومغناطيس ونقاط تلامس



الشكل رقم (٥- ١٣) يوضح الرسم التخطيطي أحد أنواع منظمات الشحن المغناطيسي المستخدم في النظام الألماني



الشكل (٥- ١٤) يبين الشكلين من منظمات الشحن الإلكتروني الخارجي والداخلي

وظيفة المنظمات في دائرة الشحن (Voltage Regulators Function)

ويمكن إيجاز وظيفة المنظم في منظومة الشحن كما يلي:

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

٢- التحكم في جهد الخرج للمولد.

٣- وقاية الدوائر والمنظومات الكهربائية والإلكترونية ضد الجهد الزائد.

٤- حماية البطارية من الشحن الزائد.

أهم الفروق بين مولد التيار المستمر ومولد التيار المتردد

(Major Differences between DC & AC Generators)

هناك الكثير من الفروق ظهرت نتيجة تطوير مولد التيار المستمر، والوصول إلى مولد التيار المتردد. تعتبر جميع هذه الفروق في صالح مولد التيار المتردد، لأن عيوب مولد التيار المستمر تمت معالجتها عند تطوير مولد التيار المتردد وأصبحت مزايا خاصة به.

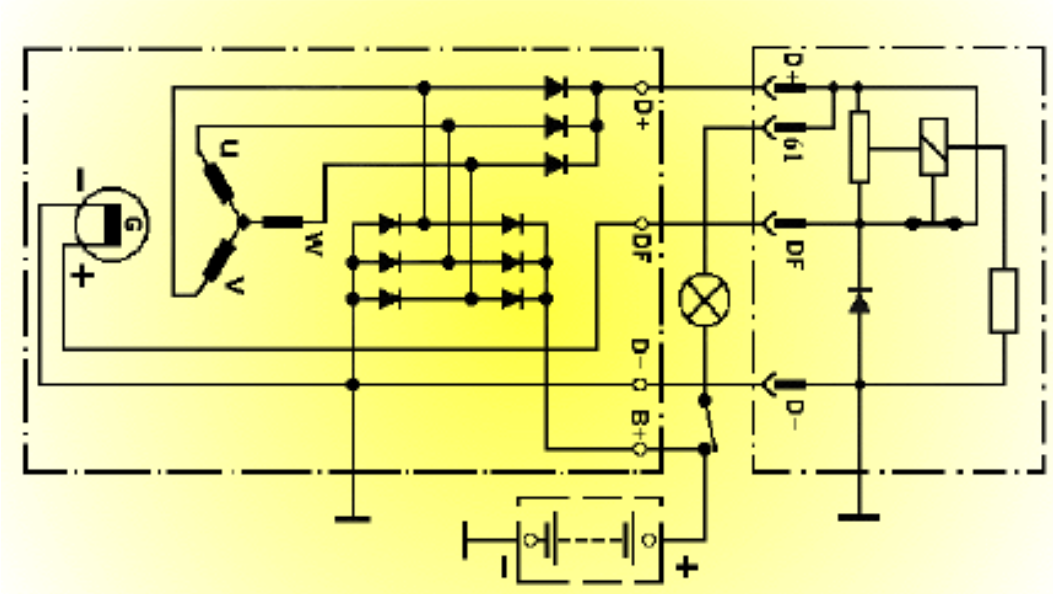
والجدول التالي يوضح أهم هذه الفروق بين مولد التيار المستمر ومولد التيار المتردد، وقد حصرنا بنود المقارنة في أهم الفروق وليس كلها كما سنلاحظ في الجدول.

نوعية الفرق		مولد التيار المستمر	مولد التيار المتردد
ملفات تيار المولد		دوارة (عضو الاستنتاج)	ساكنة (العضو الساكن)
ملفات الإثارة		ساكنة (هيكل العضو الساكن)	دوارة (العضو الدوار) (ملف واحد)
المُقَوِّم		دوار (عضو التوحيد أو المجمع)	ساكن (نظام الموّحدات، أيضاً إعاقة التيار العكسي)
المنظم		منظم جهد مع مُرحل قاطع للتيار (أيضاً منظم تيار في بعض الحالات)	منظم جهد فقط
خَرجْ المولد بالنسبة للسرعة		عند سرعات أعلى من سرعة التباطؤ	عند جميع السرعات بلا استثناء
الوزن		أثقل	أخف
العمر الافتراضي		أقصر	أطول
كفاءة التبريد		غير جيدة	أفضل بكثير
الحاجة إلى الصيانة		يحتاج بصورة دورية	قد لا يحتاج إلا نادراً
العمل لفترات زمنية طويلة		لا يتحمل	يتحمل
الأداء عند درجات الحرارة العالية		أقل	أفضل
الأبعاد الرئيسية	القطر	أصغر	أكبر
	الطول	أطول	أقصر (نظام القطب المخلبي)

طريقة عمل المولد

بالنظر إلى الشكل رقم (٥- ١٩) نلاحظ أنه عند فتح مفتاح التشغيل للمركبة يأتي التيار من البطارية إلى المصباح فيضئ دليلاً على أنه لا توجد عملية شحن ثم إلى منظم الشحن حيث لا تسمح له الموحدات بدخول المولد لأن من خصائصها عدم السماح بمرور التيار العكسي ولكن يسري التيار إلى المولد عبر منظم الشحن إلى العضو الدوار عن طريق الفرش الكربونية ويكمل سريانه إلى الخط السالب.

وعند دوران المولد بعد تشغيل ودوران المحرك يستنتج تيار في عضو الاستنتاج نتيجة دوران العضو الدوار وقطع خطوط المجال المغناطيسي وهذا التيار كما وضح سابقاً هو تيار متردد ويسري التيار عبر الموحدات التي تقوم بعملية تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر قادر على شحن البطارية ثم يسري التيار إلى البطارية عبر منظم الشحن وفي هذه الحالة يحدث انطفاء المصباح نظراً لقطع خط السالب عن دائرة المصباح وهذا دليل على أن المولد بدأ في عملية الشحن. وعندما تزداد سرعة دوران المحرك تشحن البطارية تماماً ويزداد التيار المستنتج داخل المولد فيقوم المنظم عندها بتنظيم وضبط عملية الشحن حسب ظروف التشغيل للمركبة.



الشكل رقم (٥- ١٩) يوضح الرسم التخطيطي لعناصر دائرة الشحن المستخدمة في النظام الألماني

ونظراً لظروف التشغيل والقيادة المختلفة للمركبة فإنه تحدث حالات متعددة لمراحل شحن المولد لبطارية المركبة وهي كالتالي:

أولاً/ مقدار الجهد أقل من معدل الشحن

تحدث هذه الحالة عندما تشغيل المركبة ويكون جهد المولد أقل من جهد البطارية، فيسري تيار من البطارية خلال مصباح الشحن الذي يضيء دلالة على عدم بلوغ المولد لمعدل الشحن ويتم التيار الكهربائي دورته بمروره خلال نقاط التلامس إلى الملف ثم إلى ملفات التنبيه عبر نقطة (DF) ثم يكمل دورته إلى خط السالب (الأرضي). وفي هذه الحالة لا يمكن مرور تيار كهربائي من البطارية إلى عضو الاستنتاج في المولد حيث تقوم الموحدات بمنع مروره (راجع خصائص الموحدات)

ثانياً/ مقدار الجهد مساوٍ لجهد الشحن

تحدث هذه الحالة عند السرعة البطيئة حيث يتساوى الجهد مع معدل الشحن فيسري التيار من المولد خلال الموحدات إلى موجب البطارية، وتكون تغذية ملفات التنبيه عن طريق الطرف (D+) إلى نقاط التلامس ثم إلى (DF). ويلاحظ أن هناك ثلاث مجموعات من الموحدات، تقوم مجموعتان منها بشحن البطارية أما المجموعة الثالثة فهي خاصة لتيار التنبيه.

ثالثاً/ مقدار جهد المولد أعلى من جهد البطارية بقليل

تحدث هذه الحالة عند السرعة المتوسطة للمركبة فيزيد جهد المولد عن جهد الشحن، فيعمل التيار المار خلال الموحدات إلى الطرف (D+) ثم إلى قلب المنظم (الملف) فتعمل المغناطيسية على سحب القلب الذي يدفع ريشة المنظم ويجعلها في المنتصف بين نقاط التلامس، فيضطر تيار التنبيه بالمرور عبر المقاومة إلى (DF) إلى موجب ملفات التنبيه فتعمل المقاومة على تقليل جهد تيار التنبيه وبالتالي يقل جهد المولد، وتظل الريشة متذبذبة لتعديل جهد الشحن.

رابعاً/ مقدار جهد المولد أعلى بكثير من جهد البطارية

تحدث هذه الحالة عند السرعة العالية حيث يزيد جهد المولد كثيراً، فعندئذ يشتد المجال المغناطيسي بملف قلب المنظم الذي يسحب القلب أكثر فيدفع الريشة حتى تتلامس مع نقاط التلامس المتصلة بسالب المولد (D-) ليصبح اتصال الريشة سالباً وبذلك يكون ملف التنبيه بالعضو الدوار واقع تحت تأثير اتصالين سالبين فلا يكون هناك تيار للتنبيه.

وحديثا تعمل معظم منظمات الشحن بواسطة العناصر الإلكترونية ويتكون من عدة موحدات ومقاومات وترانزستورات ومكثفات لأجل تنظيم عملية الشحن بكل دقة ويختلف موقع المنظم بالمركبة من سيارة إلى أخرى لعدة اعتبارات تراها الشركة الصانعة للمركبة فمنها الذي يوضع داخل المولد ونوع يوضع عليه من الخارج و آخر يوضع بعيداً عن المولد

هناك أنواع مختلفة من المولدات نظراً لاختلاف الشركات الصانعة ومن أمثلة هذه الاختلافات الآتي:

الألماني وله أربع نقاط وهي D+ , B , D- , DF

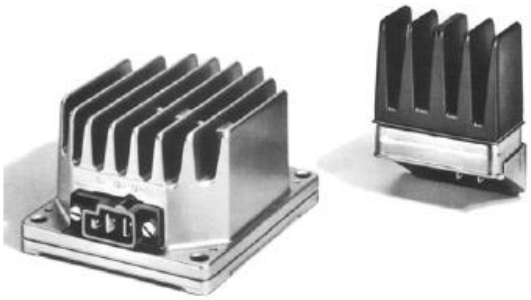
الأمريكي وله ثلاث نقاط وهي 2 , 1 , B,

الياباني وله ست نقاط وهي E , N , F , L , IG , A B

الوقاية من زيادة الجهد (Over-voltage Protection)

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

أجهزة الوقاية من زيادة الجهد (الشكل ٥ – ٢٠) عبارة عن وسيلة قياس حساسة ومانعة ضد ظروف التشغيل غير الطبيعية أو الخلل في الأداء الوظيفي في النظام الكهربائي للمركبة.



الشكل (٥ – ٢٠) يبين بعض أجهزة الوقاية من زيادة الجهد

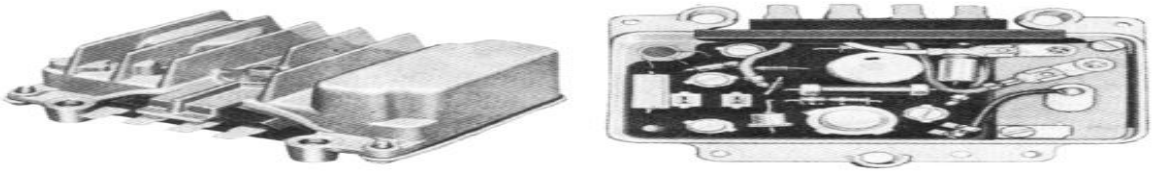
تحدث زيادة الجهد في النظام الكهربائي للمركبة نتيجة القصور أو العجز في أداء المنظم، أو نتيجة تأثير نظام الإشعال، أو إيقاف تشغيل الأحمال التي يغلب عليها الطابع الحثي (التي تعمل بمحركات كهربائية)، أو التلامس غير المحكم، أو انقطاع الكابلات. زيادة الجهد، أو ما يطلق عليه ذروة الجهد، تحدث في أجزاء صغيرة من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

ذروة الجهد، بدون وسيلة حماية، تعتبر مصدراً للخطر على أشباه الموصلات (مثل الدايود والترانزستور و الثايرستور) في المولد والمنظم وأنظمة حقن الوقود ذات التحكم الإلكتروني وتسبب عجزاً في أدائها. وللحماية من ذروة الجهد الخطرة، يجب ألا يعمل مولد التيار المتردد بدون بطارية (ألا تنفصل كابلات البطارية لأي سبب) في ظروف القيادة الطبيعية. وتحتاج الحماية من ارتفاع الجهد إلى الاستعانة بدوائر إضافية، أو التوصيل مع وسائل الحماية. يتم الاستعانة ببعض المكونات مثل دايود زينر (zener diode ZD) أو دايود الاضمحلال (decay diode).

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

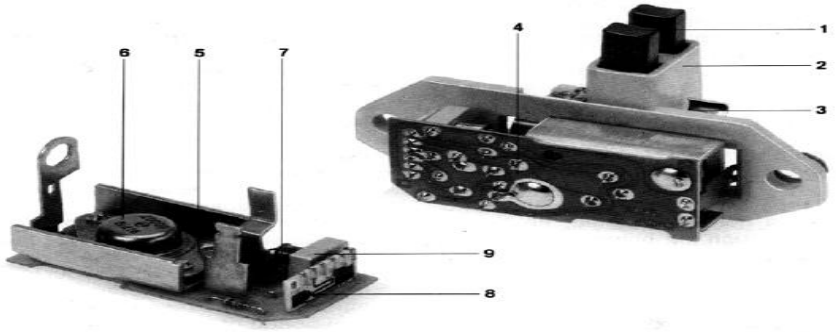
الغالب في المركبات التي صنعت خلال العشرين سنة الأخيرة وأكثر، تستخدم منظم الجهد الترانزستوري (transistorized voltage regulators) أو الإلكتروني (electronic voltage regulators) (يشمل أيضاً الأنواع ذات الدوائر التكاملية - integrated circuit voltage regulators)، حيث بدأ استخدام منظمات الجهد الترانزستورية والإلكترونية من بداية السبعينيات من القرن الماضي. منظمات الجهد الترانزستورية والإلكترونية وذات الدوائر التكاملية، كلها مسمى واحد لمنظمات الجهد التي تستخدم المكونات المصنوعة من أشباه الموصلات في تركيبها الداخلي، المكون الأساسي في هذه المنظمات هو الترانزستور و الدايود ومعها بعض المقاومات، أي أنها ترانزستورية في مكونات دوائرها التكاملية وإلكترونية في أدائها. يتم تقسيم الدوائر التكاملية لمنظمات الجهد الترانزستورية والإلكترونية إلى عدة مراحل أو دوائر جزئية، كل مرحلة تقوم بوظيفة معينة ضمن أداء منظم الجهد.

للتحكم في خرج المولد ، يستخدم منظم الجهد الترانزستوري والإلكتروني، ترانزستورات القدرة (power transistors) والدوائر التكاملية (integrated circuits) و الدايودات (diodes) وأجزاء أخرى في حالة جامدة (solid state parts). باستخدام منظم الجهد الترانزستوري والإلكتروني، تم التخلص من نقاط التلامس والأجزاء المتحركة في المنظمات الكهرومغناطيسية، والتي كانت معرضة للالتصاق أو الأكسدة أو التآكل. بعض أنواع منظمات الجهد الإلكترونية يتم تثبيتها بعيداً عن المولد (الشكل 5 – 21).



الشكل (5 – 21) أحد أنواع منظمات الجهد الترانزستورية التي يتم تركيبها بعيداً عن المولد

ويمكن الاعتماد على منظمات الجهد الإلكترونية في أداء وظيفتها، لقدرتها على التحمل وصغر حجمها الذي يجعلها سهلة الدمج داخل المولد نفسه (الشكل 5 – 22).



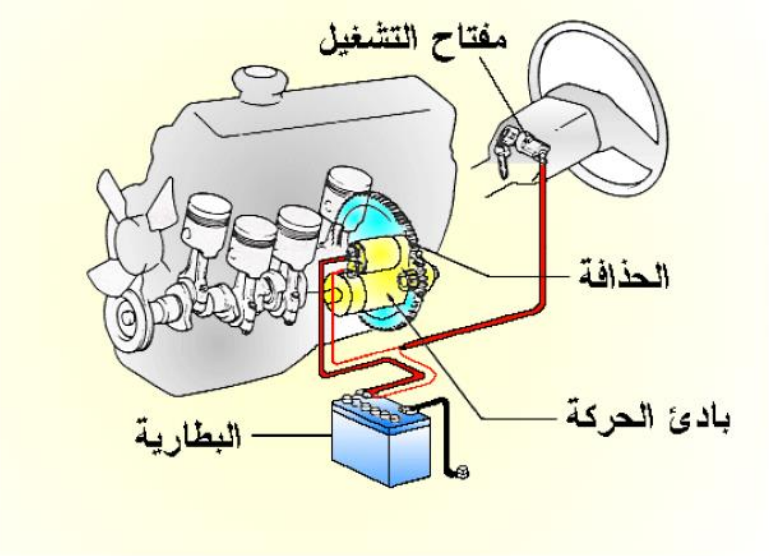
١- الشرش الكربونية ٢- حامل الشرش ٣- ملامس شغل
٤- لوحة الدائرة المطبوعة مع الموصلات ووصلات اللحام ٥- مرحلة التحكم
٦- مرحلة القدرة ٧- الدايودات ٨- المقاومات على لوحة من السيراميك ٩- مكثف

الشكل (5 – 22) يبين أحد أنواع منظمات الجهد الترانزستورية التي يتم دمجها داخل المولد

دائرة بدء إدارة محرك السيارة (منظومة بدء التشغيل)

أهمية باديء الحركة :

يقوم باديء الحركة بتحويل الطاقة الكهربائية الواصلة إليه من البطارية عبر مفتاح التشغيل إلى طاقة ميكانيكية تقوم بإدارة المحرك عند بداية التشغيل عبر حذاف المحرك المعشق مع ترس باديء الحركة، وتبلغ نسبة نقل الحركة بين ترس باديء الحركة وترس حذاف المحرك حوالي (١ : ٢٠)، وعندما يعمل المحرك ويكتسب سرعته بوسائله الخاصة، يجب فصل التعشيق عند هذه النسبة من النقل بواسطة تجهيزات خاصة يعمل بها باديء الحركة حيث مهمته فقط إدارة المحرك عند بداية التشغيل فقط لتزويده بالعزم اللازم لإدارته.



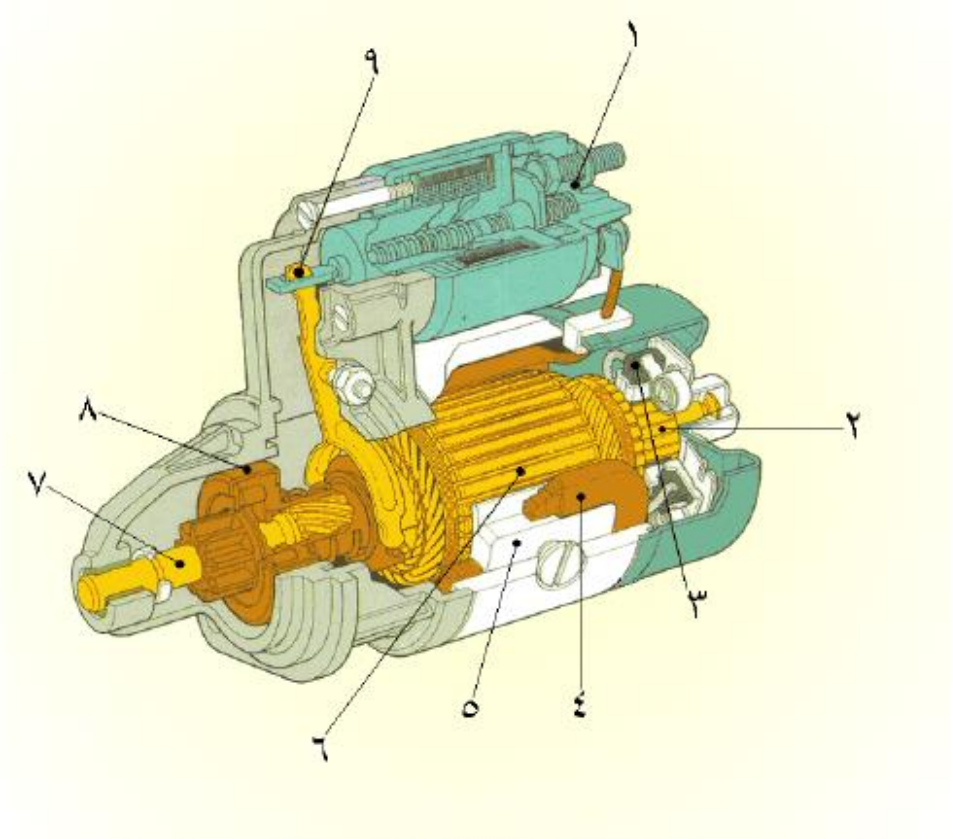
الشكل (٤- ١) يبين أجزاء دائرة بدء الحركة " السلف " المستخدم في المركبات

ويصمم باديء الحركة ليالشكل مجموعة بدء الحركة وهي عبارة عن محرك كهربائي ذي ترس صغير وتجهيزه لتعشيق الترس الصغير مع الترس الحلقي لحذاف المحرك ويعطي هذا النوع من المحركات عزم دوران كبير في البداية، لذا فإنه ملائم لبدء تشغيل المحرك. وهناك أنواع كثيرة من بواديء التشغيل ويختلف تصميمها تبعاً لكيفية تعشيق وفصل ترس باديء الحركة عن ترس حذاف المحرك ويوضح الشكل التالي أجزاء باديء الحركة، وسوف نقسم باديء الحركة إلى ثلاثة أقسام هي :

أ- المفتاح الكهرومغناطيسي " الدقمة ".

ب- الأجزاء الداخلية لمحرك باديء الحركة " السلف ".

ج- مجوعة القيادة الأمامية " ترس البنيون "



١- المفتاح الكهرومغناطيسي " الدقمة " ٢- عضو التوحيد" المجمع" ٣- الفرش
٤- ملفات التنبيه ٥- أحذية ملفات التنبيه ٦- عضو الإنتاج
٧- عمود باديء الحركة ٨- قابض السرعة ٩- ذراع الدفع

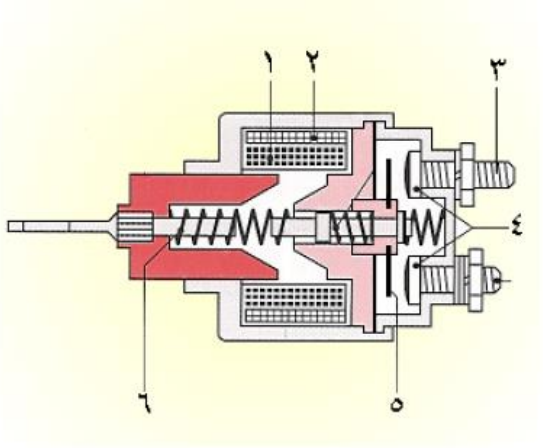
الشكل (٤- ٢) يبين أجزاء باديء الحركة " السلف " ذي الترس الحلزوني الدفعي المستخدم في المركبات

الأجزاء الرئيسة لنظام بدئ الحركة

١= المفتاح الكهرومغناطيسي (الدقمة)

يعمل بواسطة القوة المغناطيسية وبالنظر إلى الشكل(٤ ـ ٣) نلاحظ التركيب الداخلي للمفتاح الكهرومغناطيسي الذي يتكون من ملفين وياي إرجاع ومكونات أخرى تكمل قيامه بعمله، حيث يقوم بدفع ترس باديء الحركة للتعشيق مع ترس الحذافة وأيضاً يعمل كمفتاح رئيسي لوصول التيار الكهربائي إلى باديء الحركة لإدارته.

الشكل (٤- ٢) يبين المفتاح الكهرو مغناطيسي المستخدم لباديء الحركة بالمركبة

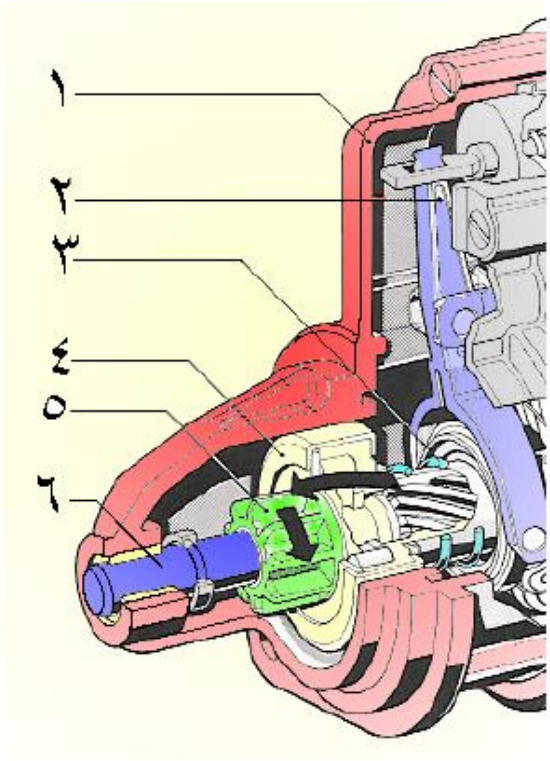


١- لفيشة سحب
٢- لفيشة الإيقاف
٣- التيار القادم من البطارية
٤- نقاط التوصيل
٥- قرص من النحاس لتوصيل النقاط
٦- نابض إرجاع

الشكل (٤- ٣) يبين رسماً تخطيطياً للمكونات الرئيسة للمفتاح الكهرومغناطيسي

٢= مجموعة القيادة الأمامية (ترس البنيون)

تقوم هذه المجموعة بعملية فصل ووصل الحركة الميكانيكية بين ترس بادىء الحركة وترس حذافة المحرك وتتكون من الأجزاء الآتية الموضحة بالشكل رقم (٤- ٤) :

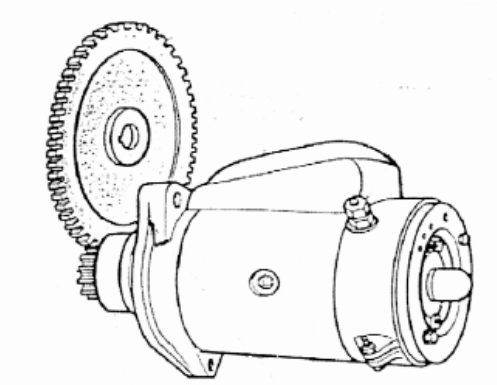


١- غطاء المجموعة الأمامية
٢- ذراع التعشيق (الهلالة)
٣- ياي الدفع
٤- الكلتش (الدوارة الحرة)
٥- ترس بادىء الحركة
٦- عمود عضو الاستنتاج

الشكل (٤- ٤) يبين عناصر مجموعة القيادة الأمامية لبادىء الحركة المستخدم بالمركبة

٣= ترس باديء الحركة

ترس صغير يركب في مقدمة باديء الحركة ليعشق مع ترس الحذافة لإدارة المحرك وتبلغ نسبة نقل الحركة بينهما حوالي (١ : ٢٠) ويلاحظ من الشكل (٤- ٥) مقدار الفرق في قطر حذافة المحرك مقارنة بقطر ترس باديء الحركة

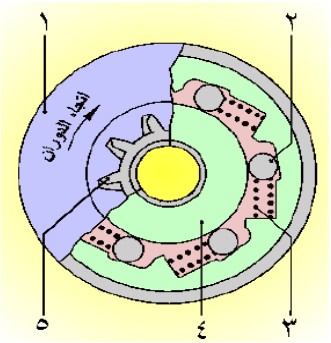


الشكل رقم (٤- ٥) يبين المقارنة بين عدد أسنان حذافة المحرك وأسنان ترس باديء الحركة

٤= القابض

عبارة عن تجهيزه خاصة تسمح بنقل الحركة من باديء الحركة إلى حذافة المحرك ولا تسمح بالعكس وينزلق القابض محورياً على عمود عنصو الاستنتاج ويدور معه ويتكون القابض من الأجزاء الموضحة بالشكل رقم (٤- ٦) وهي كالتالي حسب الترقيم على الشكل:

١- غطاء القابض
٢- رمان أسطواني
٣- ياي الملف
٤- مبيت عمود باديء الحركة
٥- صحن القابض



الشكل (٤- ٦) يبين قطاعاً للقابض المستخدم لباديء حركة (السلف)

الأجزاء الداخلية لباديء الحركة

الشكل رقم (٤- ٧) يوضح الأجزاء الداخلية لمحرك باديء الحركة وهي حسب الترقيم الموضح

١) عمود باديء الحركة

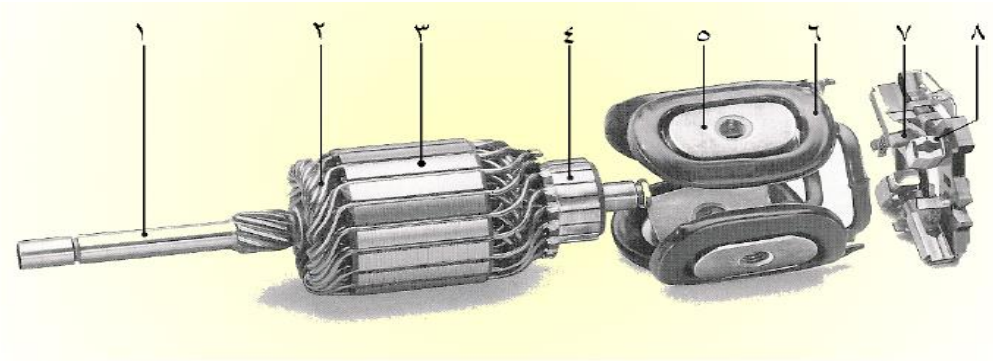
يوضع في أحد أطرافه عضو التوحيد (المجمع) الذي تركب عليه الشحمات والطرف الآخر يوضع عليه ترس باديء الحركة ويدور نتيجة التنافر بين المجالات المغناطيسية.

٢) عضو الاستنتاج (القلب)

يتألف من رقائق من الحديد معزولة عن بعضها ويحتوي على مجارٍ لتثبيت ملفات المنتج، وتزود مجاري المنتج بورق خاص قبل تركيب الملفات لحماية الملف من الأطراف الحادة للرقائق وعزلها عن الأرض.

٣) ملفات عضو الاستنتاج

تتألف ملفات المجال من أسلاك وقضبان من النحاس غير المعزولة تقوم بتوليد المجال المغناطيسي المطلوب لإدارة عضو الاستنتاج (القلب) بواسطة التيار الكهربائي المار من خلال المفتاح الكهرومغناطيسي



١- عمود باديء الحركة ٢- ملفات عضو الاستنتاج ٣- عضو الاستنتاج
٤- عضو التوحيد (المجمع) ٥- أحذية ملفات التنبيه ٦- ملفات التنبيه
٧- الشرش ٨- حامل الشرش

الشكل (٤- ٧) يبين الأجزاء الداخلية لمحرك باديء الحركة " السلف "

٤) عضو التوحيد (المجمع)

يتركب من قطع من النحاس مثبتة بين حلقتي ضغط بصورة تتجمع معها بالشكل تعشيق، وتعزل الرقائق عن بعضها البعض بواسطة عازل خاص.

٥) أعضاء التنبيه

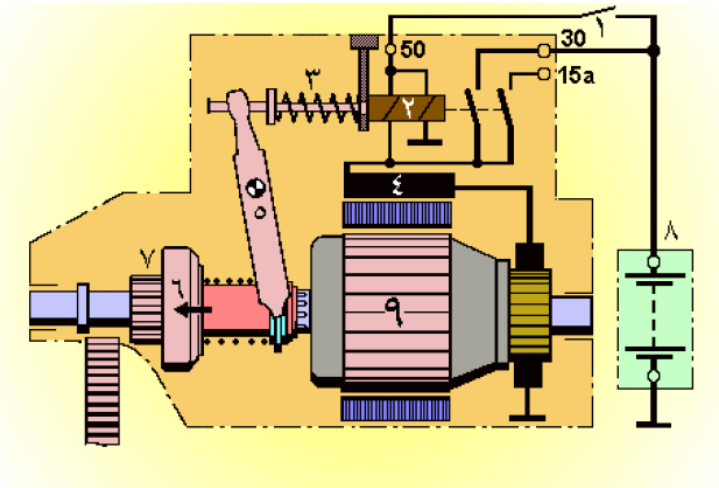
هي الأقطاب المغناطيسية (المخدات) وملفات التنبيه المسببة للمجال المغناطيسي وتصنع الأقطاب من رقائق الحديد وتكون معزولة، ويثبت القطب بهيكل السلف بواسطة مسامير.

وتصنع ملفات التنبيه على الشكل شرائط من النحاس وتركب الملفات على الأقطاب المثبتة بالهيكل.

٦) الفرش (الفحمات)

تقوم بتوصيل التيار الكهربائي وتركب على عضو الاستنتاج (القلب) بواسطة ياءات خاصة ويجب الكشف عن حالة الفرش من حين لآخر للتأكد من سلامتها واستبدالها عند الضرورة.

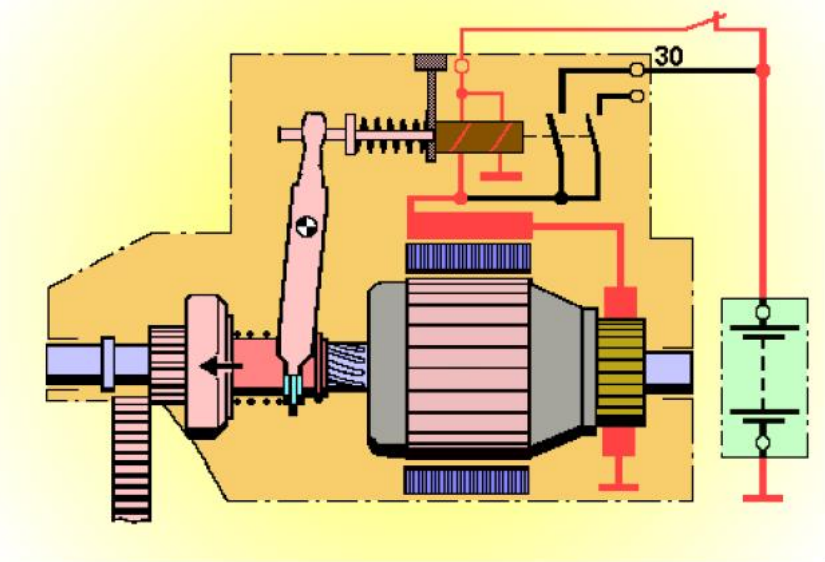
طريقة عمل بادىء الحركة (السلف)



الشكل رقم (٤- ١٣) يوضح الرسم التخطيطي لبادىء الحركة في وضع عدم التعشيق مع الحذافة من خلال النظر إلى الشكل رقم (٤- ١٣) ومن واقع دراستك للرموز الكهربائية في الوحدة الأولى قد تستطيع معرفة أسماء بعض الأجزاء الموضحة بالرسم التخطيطي لمكونات بادىء الحركة وهي كالتالي حسب الترقيم الموضح على الشكل رقم (٤- ١٣)

١- مفتاح تشغيل محرك المركبة
٢- مفتاح كهرومغناطيسي لتحريك ذراع التعشيق
٣- ياي تحريك ذراع التعشيق
٤- ملفات المجال لتوصيل التيار الكهربائي
٥- ذراع تعشيق ترس بادىء الحركة مع ترس حذافة المحرك (الهلالة)
٦- القابض (الكلتش)
٧- ترس بادىء الحركة
٨- البطارية
٩- عضو الاستنتاج (القلب)

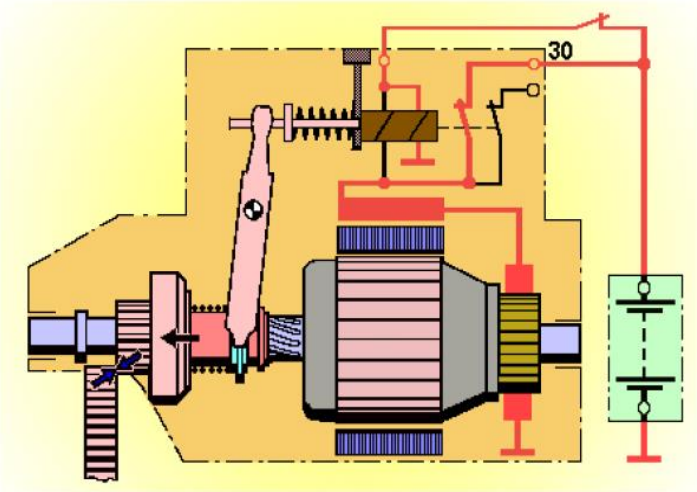
عند توصيل مفتاح الإشعال يسري التيار إلى النقطة 30 من البطارية ثم إلى نقطة توصيل المفتاح المغناطيسي وبذلك يسري التيار عبر ملف المفتاح وتكتمل الدائرة وينتج مجال مغناطيسي في الملف يعمل على سحب المفتاح. ويتم توصيل نقطتي الاتصال ويسري التيار الكهربائي إلى ملفات بادىء الحركة ثم إلى الفرشة الموجبة ومنه عبر الموصلات إلى الفرشة السالبة ويكون هذا التوصيل على التوالي، وباكتمال الدائرة ينتج مجال مغناطيسي يعمل على إدارة العضو الدوار في بادىء الحركة.



الشكل رقم (٤- ١٤) يوضح الرسم التخطيطي لباديء الحركة في وضع بداية التعشيق مع الحذافة

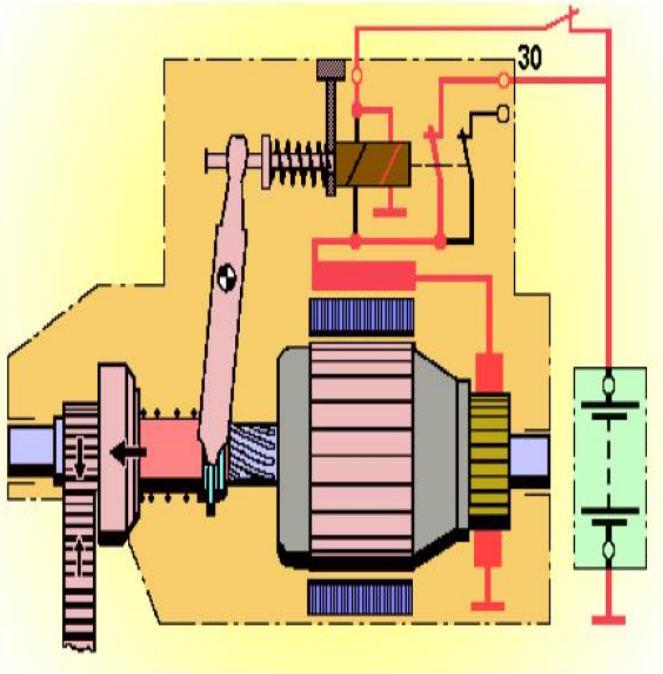
وبذلك تم تحقيق إدارة باديء الحركة (السلف) ولكن كيف يتم توصيل الحركة الدورانية إلى الحذافة؟.

يعمل المفتاح المغناطيسي على جذب ذراع الدفع ضد ضغط الياي (ياي إرجاع المفتاح) ويقوم ذراع الدفع (الهلالة) بدفع حلقة التعشيق أمامه وتقوم الحلقة بدفع القابض الذي يقوم بدفع ترس البنيون (ترس الإدارة) للتعشيق في ترس الحذافة ، وتتحرك المجموعة الأمامية لباديء الحركة على لولب ويتم التعشيق فتحدث الإدارة لمحرك المركبة نتيجة لتوافق التعشيق مع الحذافة.



الشكل رقم (٤- ١٥) يوضح الرسم التخطيطي لباديء الحركة في وضع توصيل النقطة رقم ٣٠

في حالة الفصل (عكس التوصيل) بعد الانتهاء من إدارة المحرك نفصل مفتاح التشغيل وبذلك تنقطع الدائرة الكهربائية في المفتاح المغناطيسي ويتلاشى المجال المغناطيسي ويتغلب الياي (ياي الإرجاع) ويدفع المفتاح إلى الأمام وبذلك يفصل نقطتي الاتصال عن باديء الحركة وينقطع التيار عنه ويتلاشى المجال المغناطيسي ويتوقف المحرك عن الدوران ولكن بدون استمرار ترس البنيون معشقاً مع الحذافة، ويتم فصل تعشيق ترس البنيون عن حذافة المحرك وعندما يتقدم المفتاح المغناطيسي تحت تأثير الياي ينعدم تأثيره على المجموعة الأمامية لباديء الحركة ويقوم الياي في المجموعة بعملية إرجاع المجموعة إلى الخلف مع مساعدة اللولب وذلك عند إدارة الحذافة لترس البنيون.



الشكل رقم (٤- ١٦) يوضح الرسم التخطيطي لباديء الحركة في وضع التعشيق مع الحذافة

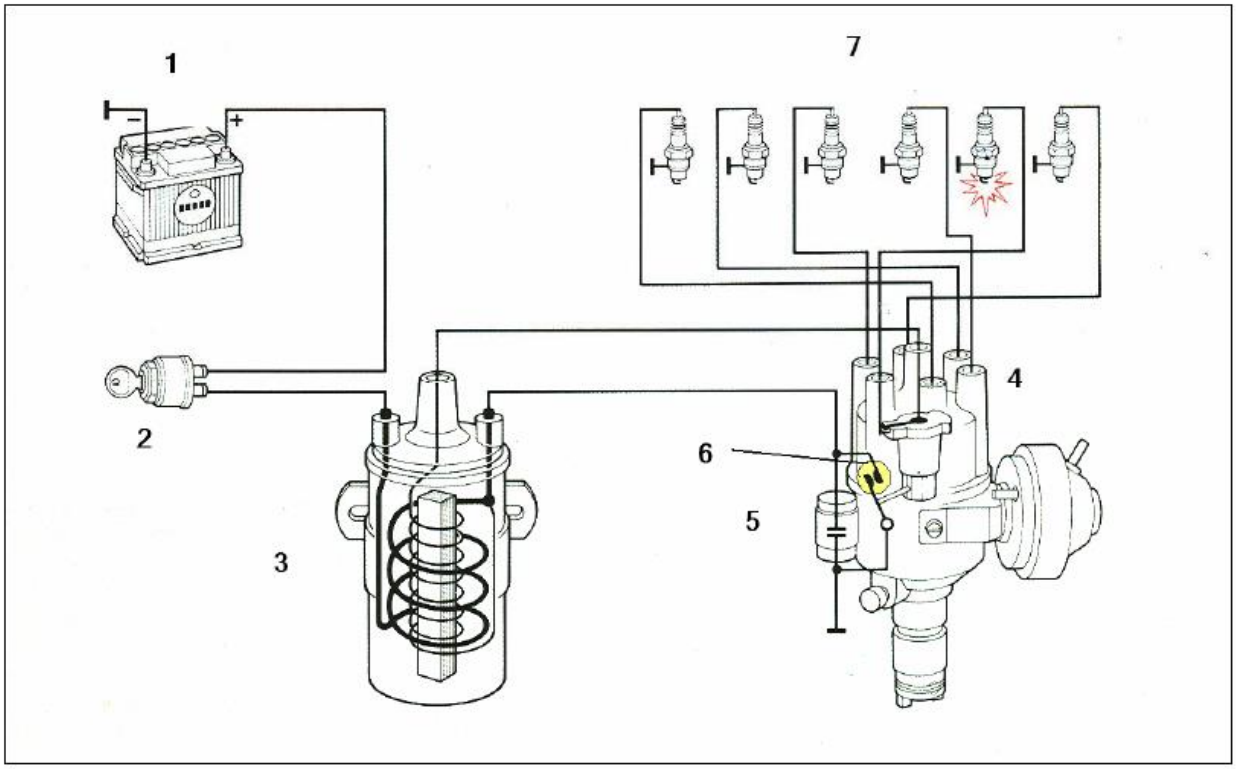
الإشعال التقليدي

تتم عملية الاحتراق في أسطوانات المحرك عن طريق شرارة ،تتراوح قيمتها من 20000 فولت إلى 40000 فولت. وتعمل هذه الشرارة على إشعال الخليط (الهواء /الوقود) المضغوط داخل الأسطوانة في نهاية شوط الضغط مما يتسبب في حدوث انفجار شديد يعمل على دفع المكبس إلى الأسفل وبالتالي توليد القدرة في المحرك،و نظام الإشعال هو مصدر هذه الشرارة ذات الجهد العالي وهو المسؤول عن توزيعها على الأسطوانات حسب ترتيب الاشتعال وتنظيم توقيت حدوثها.

مكونات نظام الإشعال التقليدي

يتكون نظام الإشعال التقليدي من الأجزاء التالية :

1. البطارية.
2. مفتاح الإشعال.
3. ملف الإشعال.
4. الموزع.
5. المكثف.
6. قاطع التلامس.
7. شمعات الإشعال.



طريقة عمل نظام الإشعال:

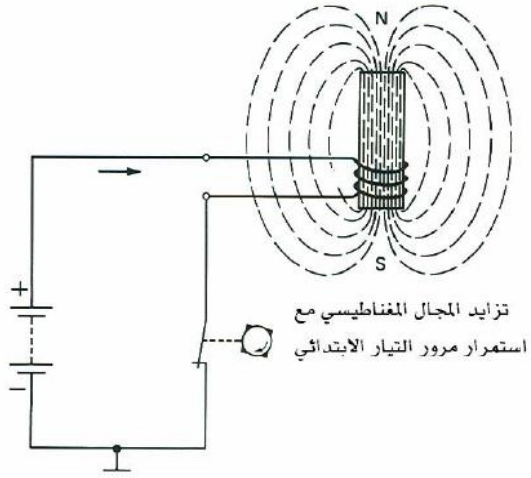
إن العمل الأساسي لنظام الإشعال هو تحويل التيار الابتدائي (تيار البطارية) إلى تيار عالي الضغط على شكل شرارة ترسل إلى شمعات الاشتعال ، ويتم هذا التحويل في ملف الإشعال (الكويل) الذي يعتبر نقطة الوصل بين الدائرتين ولشرح عمل نظام الإشعال التقليدي فإنه سيتم شرح عمل الدائرتين:

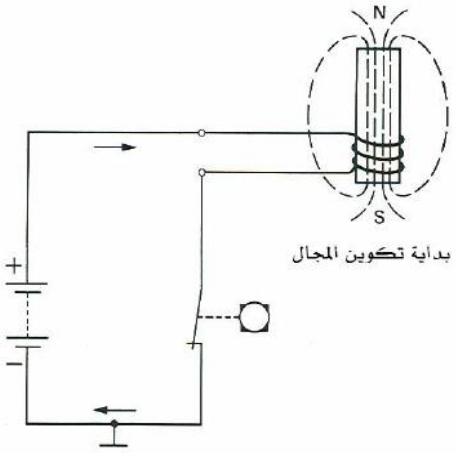
ا – الدائرة الابتدائية:

تتكون الدائرة الإبتدائية أو دائرة الضغط الكهربائي المنخفض من الأجزاء التالية:

1. البطارية.
2. مفتاح الاشعال
3. الملف الابتدائي.
4. قاطع التلامس (قاطع التيار).
5. المكثف.

وفيها يسري التيار من البطارية عبر مفتاح الإشعال إلى ملف الإشعال ومنه إلى نقاط التلامس ، وفي حال توصيل نقاط التلامس فإن الدائرة الابتدائية تكتمل ويسري التيار فيها مما يولد مجال مغناطيسي في الملف الابتدائي ومع استمرار مرور التيار يزداد مقدار المجال المغناطيسي المولد.



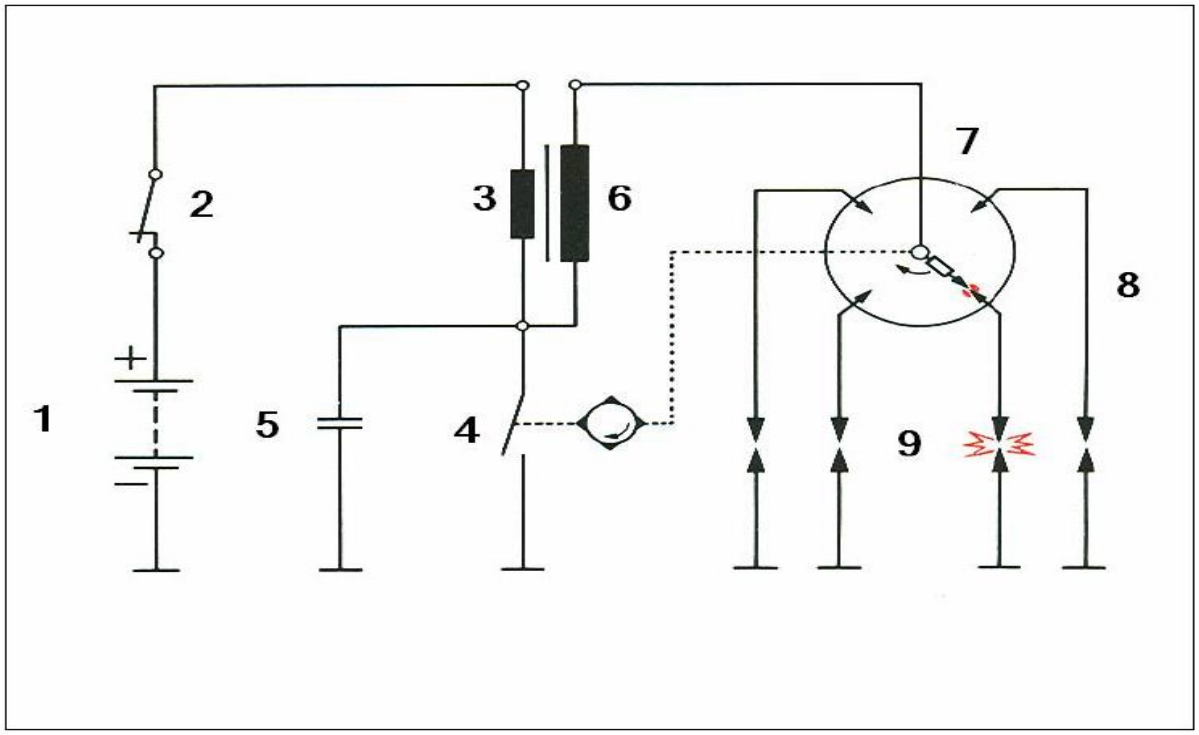


ب – الدائرة الثانوية:

تتكون الدائرة الثانوية أو دائرة الضغط العالي من الأجزاء التالية:

1. الملف الثانوي.
2. موزع الشرر (الديلكو)
3. الأسلاك الضغط العالي (أسلاك البواجي).
4. شمعات الإشعال (البواجي).

عند فصل نقاط التلامس تنقطع الدائرة الابتدائية وينهار المجال المغناطيسي في الملف فتتولد قوة دافعة كهربائية عالية في الملف الثانوي (على شكل شرارة) تنتقل عبر سلك الضغط العالي إلى موزع الشرر الذي يوزع الشرر حسب ترتيب الإشعال في المحرك ومنه إلى شمعات الاشتعال في الأسطوانة.

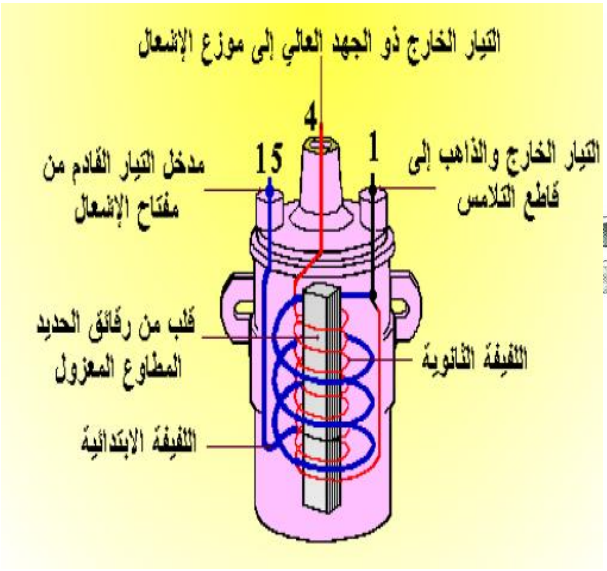


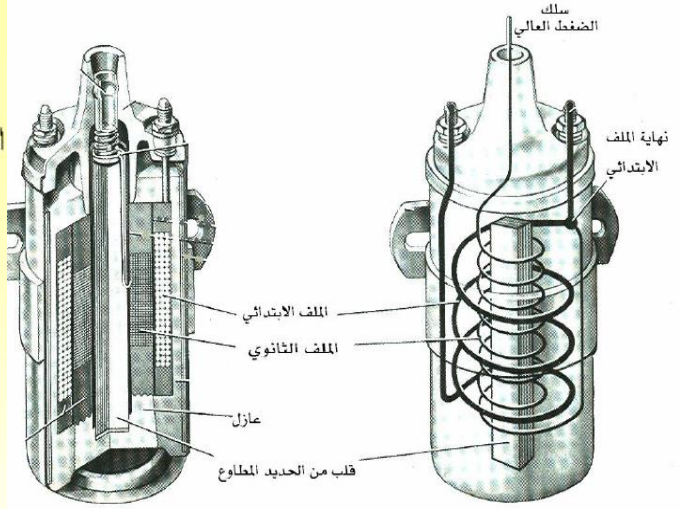
ملف الإشعال:

ملف الإشعال هو عبارة عن نقطة الاتصال بين الدائرة الابتدائية والدائرة الثانوية في دائرة الإشعال ويعمل على تحويل الجهد الابتدائي جهد البطارية المنخفض (12 فولت) إلى جهد الإشعال العالي ويتراوح بين 15000 إلى 40000 (فولت).

يتكون ملف الإشعال من قلب من رقائق الحديد المطاوع يلف حوله الملف الثانوي ذو العدد الكبير من اللفات المصنوعة من سلك النحاس المعزول الرفيع. و الملف الابتدائي ذو العدد القليل نسبياً من اللفات المصنوعة من سلك النحاس ذي القطر الأكبر من سلك الملف الثانوي.

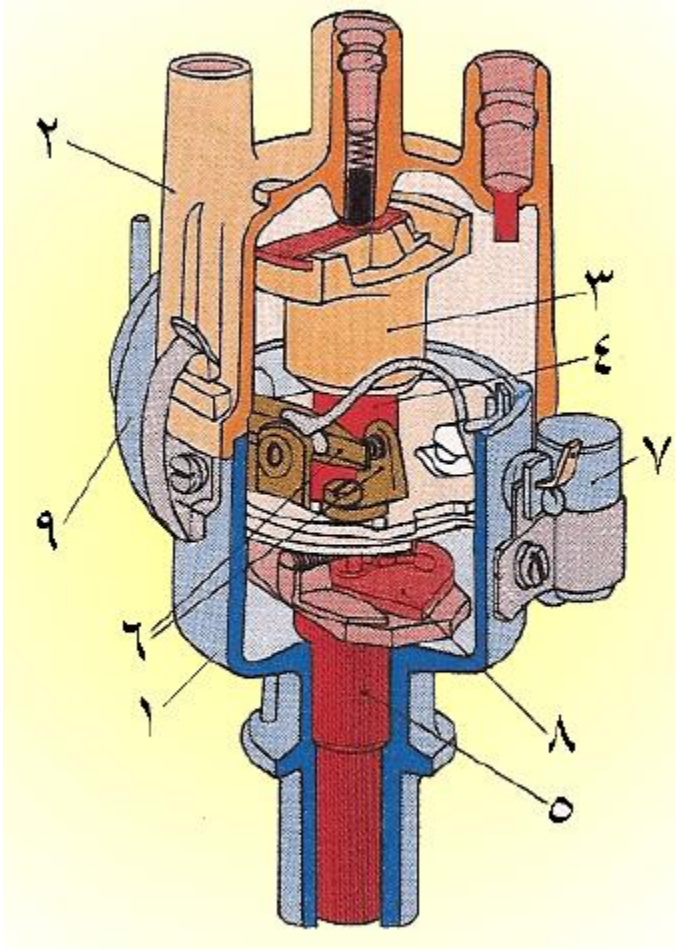
ويلف هذان الملفان أحدهما داخل الآخر كما بالشكل حيث يلف الملف الثانوي أولاً حول القلب الحديدي ثم يلف حوله الملف الابتدائي. ويوجد بداخل بعض أنواع ملفات الإشعال زيت لتبريد الحرارة الناتجة عن مرور التيار الكهربائي ذي الجهد العالي.





موزع الشرر:

يقوم موزع الشرر باستقبال تيار الجهد العالي (الشرارة) من ملف الاشعال و توزيعها على شمعات الإشعال و تنظيم توقيت إشعال الشرارة حسب ترتيب الاشتعال في المحرك و يتم ذلك بتدوير العضو الدوار(الشاكوش) المركب على العمود الدائر للموزع ليلامس نقاط توصيل أسلاك الإشعال في غطاء الموزع.



حيث يتكون موزع الشرر من الأجزاء التالية :

١/ جسم الموزع Distributor Housing.

٢/ غطاء الموزع Distributor Cap.

٣/ العضو الدوار (الشاكوش) Rotor Electrode.

٤/ حدبات القطع (كامة) Breaker Cam .

٥/ العمود الدائر Distributor Shaft.

٦/ قاطع التلامس (البلاتين) Contact Breaker

٧/ المكثف Condenser.

٨/ منظم التوقيت بالطرد المركزي Centrifugal Advance Mechanism .

٩/ منظم التوقيت بالضغط المنخفض Vacuum Unit .

أسلاك شموع الإشعال (البواجي):

وهي ذات جودة عالية لتوصيل الشرارة من العضو الدائر (الشاكوش) إلى شموع الإشعال حتى لا يحدث تشريغ شرارة مع شاسيه المركبة .

غطاء موزع الشرر:

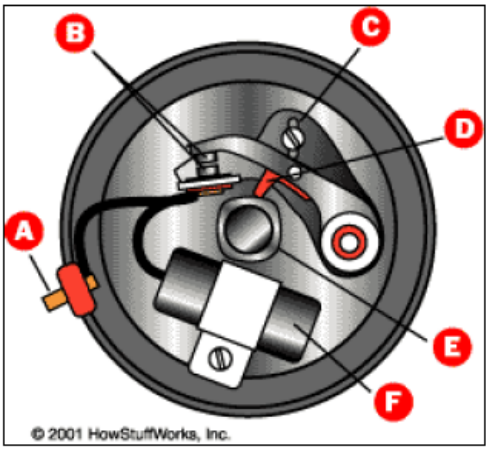
يقوم غطاء موزع الشرر بتوجيه تيار الملف الثانوي (الشرارة) من الملف إلى شمعات الإشعال حسب ترتيب الاشتعال داخل كل أسطوانة. ويوجد في داخل الغطاء عدد من نقاط تلامس نحاسية بقدر عدد أسطوانات المحرك . وتوزع هذه النقاط على محيط الغطاء حيث تستقبل تيار الجهد العالي من العضو الدوار (الشاكوش).

ويلاحظ بأن تيار الجهد العالي ينتقل من شريحة الشاكوش إلى نقاط التلامس عبر ثغرة (شرارة) و هذا يكون وجود خلوص بمقدار 0.025مم بين شريحة الشاكوش و نقطة التلامس عندما يكون الغطاء فوق الموزع.

قاطع التلامس (البلاتين):

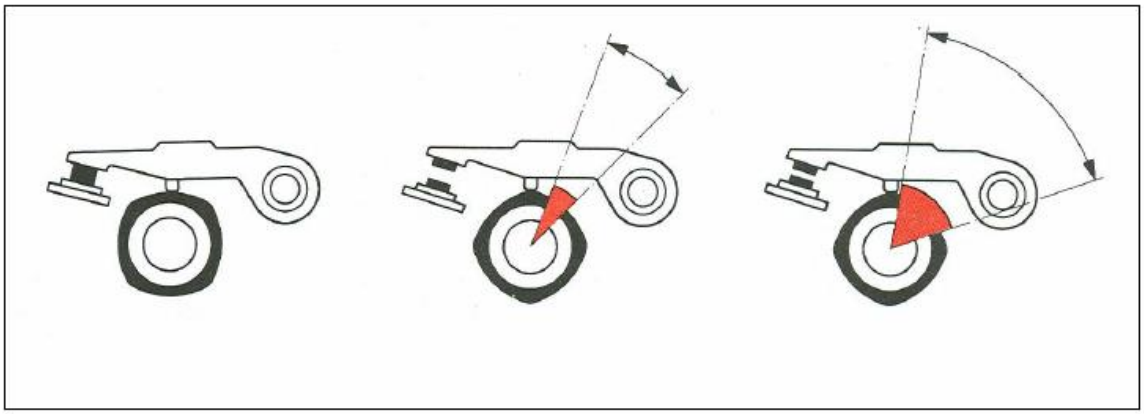
يقوم قاطع التلامس بفتح و قفل الدائرة الابتدائية وذلك بتقطيع التيار الكهربائي المنخفض للدائرة الابتدائية ،وتتصل إحدى نقاط التلامس (القطب الموجب) بالملف الابتدائي والنقطة الأخرى (القطب السالب) بالأرضي.وعند توصيل النقاط يتصل القطب الموجب لقاطع التلامس مع القطب السالب حيث تكتمل الدائرة الابتدائية ويبدأ تكوين المجال في الملف و عن طريق حدبات القطع (كامات عمود الموزع) يتم إبعاد القطب المتحرك لقاطع التلامس مما يؤدي إلى تلاشي المجال المغناطيسي في ملف الإشعال و توليد شرارة الإشعال عند قطبي شمعة الإشعال.

ويتطلب الأمر في المحركات متعددة الأسطوانات توزيع الشرارة الناشئة عند قطع التيار الابتدائي في ملف الإشعال على شمعات الإشعال في مختلف الأسطوانات طبقاً لترتيب الاشتعال و تصميم حدبات القطع - التي يتحكم فيها عمود المحرك- بحيث يكون عدد رؤوسها مساو لعدد الأسطوانات.



زاوية السكون(Dwell Angle) :

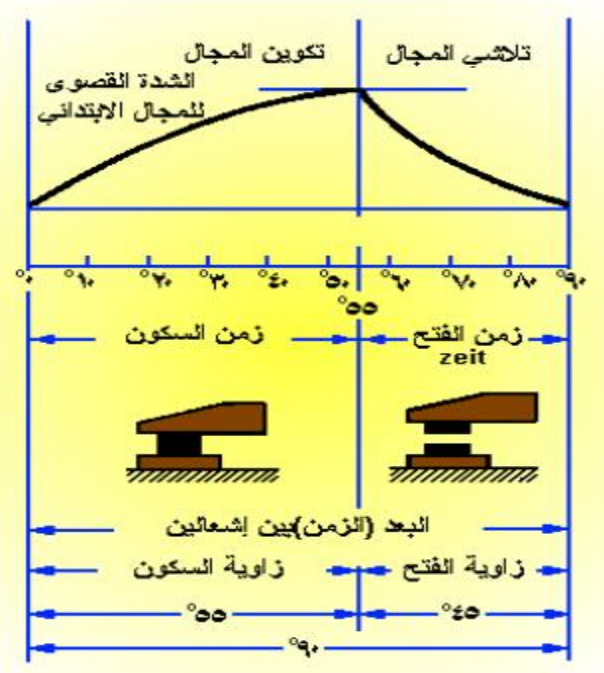
وهي الزاوية التي يدورها عمود الموزع أو الكامة منذ لحظة غلق قاطع التلامس و حتى إعادة فتحه مرة أخرى، فهي قياس لزمن تلامس أقطاب قاطع التلامس. ومقدار الزاوية يعتمد على عدد أسطوانات المحرك. فتقل زاوية السكون كلما ازداد عدد مرات الفتح و الغلق في الدورة الواحدة لعمود الموزع.



ويلاحظ أن هناك علاقة بين مقدار زاوية السكون و بين 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

$$\text{الزاوية الكلية} = \frac{٣٦٠}{\text{عدد الأسطوانات}}$$

$$\text{زاوية السكون} = \frac{\text{الزاوية الكلية} \times ٦٠}{١٠٠}$$

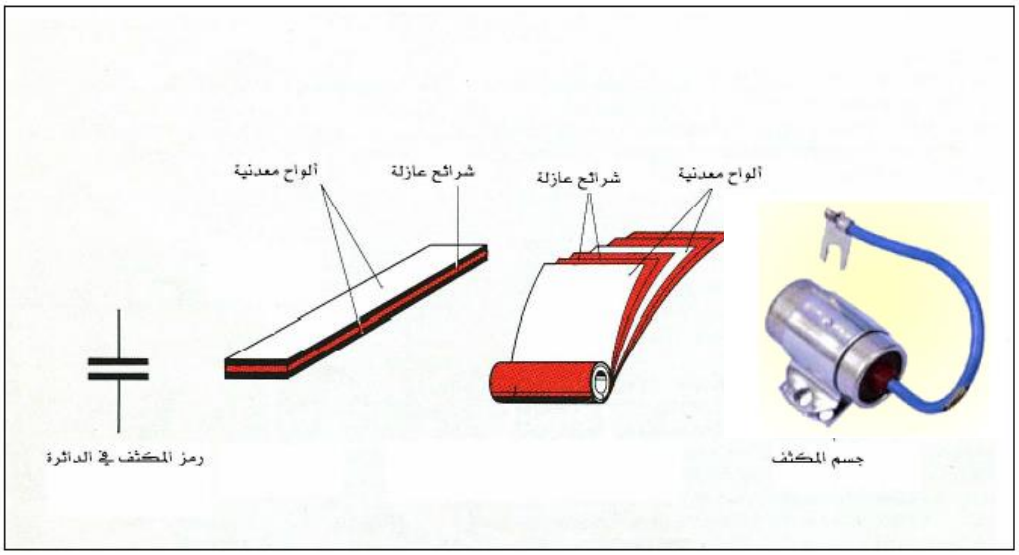


بالشمعات و من ثم ينشأ إخفاق في دوران المحرك عند السرعات العالية، و تنشأ ظاهرة الحريق الخلفي نتيجة خروج شحنات الوقود دون حريق من الأسطوانة و احتراقها بمجموعة العادم.

وفي حالة نقص قيمة الخلوص عن القيمة المقررة فإن فترة تلامس نقاط قاطع التلامس تزداد كما تزداد فترة مرور التيار الابتدائي عبر نقاط التلامس حيث تحترق و تتآكل نقاط التلامس بسرعة و قد ينعدم أو يقل توصيلها الكهربي مما يسبب للمحرك إخفاقاً في الدوران عند جميع السرعات و يحدث أيضاً حريقاً خلفياً.

المكثف :

يتكون المكثف من مجموعة من رقائق (ألواح) معدنية و بينها شرائح عازلة، و تلف كل من الرقائق و العوازل على شكل أسطوانة و تحفظ هذه المجموعة داخل علبة أسطوانية الشكل من الألمنيوم (أو أي معدن آخر) و يتصل أحد طرفي الرقائق من الداخل بالعلبة و يصبح سالباً بينما الطرف الآخر يتصل بسلك متصل بالملف الابتدائي.



تستعمل المكثفات لتخزين الطاقة الكهربائية وبعد ذلك مباشرة تعود هذه الطاقة في عكس الاتجاه الأول.

وظائف المكثف :

- يعمل على زيادة القوة الكهربائية الدافعة المستنتجة في الملف الثانوي. فعند قطع دائرة الملف الابتدائي بواسطة قاطع التلامس يحدث تفريغ للطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف في عكس اتجاه التيار الأصلي و هذا يؤدي إلى سرعة تلاشي المجال المغناطيسي الناشئ عند مرور تيار البطارية بالملف الابتدائي.
- يحمي نقاط التلامس من الحريق و التلف من الشرارة التي تحدث على قاطع التلامس عند توصيل و قطع التيار فيمتص و يخزن الطاقة الكهربية.

و أي عيب في المكثف يؤدي لتلف قاطع التلامس سريعاً و ضعف الشرارة بحيث لا تكفي لإشعال خليط الوقود بالأسطوانة أو لعدم حدوث الشرارة بالمرة.

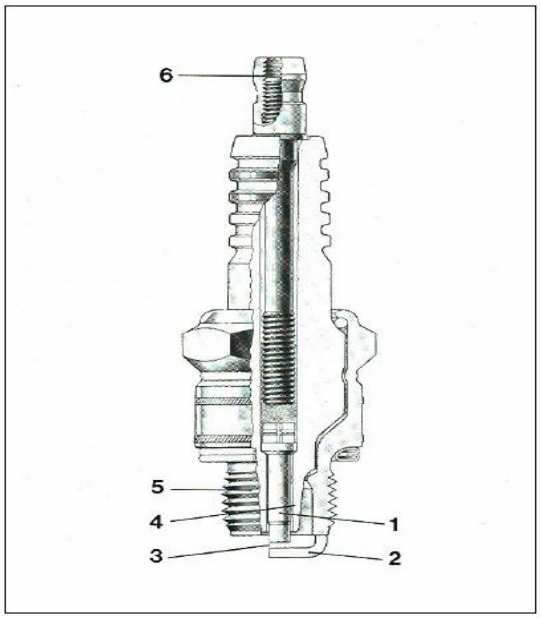
شمعة الإشعال:

تقوم الشمعة بإشعال خليط الوقود و الهواء بأسطوانات محرك البنزين و ذلك عن طريق تفريغ كهربائي عالي الجهد على هيئة شرارة تمر عبر قطبي الشمعة في غرفة الاحتراق داخل المحرك.

و تخضع شمعة الإشعال في عملها لشروط تشغيل قاسية و متغيرة ، حيث يتغير الضغط و درجة الحرارة في غرفة الحريق، إذ يقتضى تمدد أجزاء شموع الإشعال الناتج عن التسخين متطلبات عالية في خواص مواد العزل الخزفية و إحكام منع تسرب الغازات من شمعة الإشعال.كما يجب أن تكون الأجسام العازلة ذات مقاومة عالية للإجهادات الميكانيكية مثل الضغط، و الصدمات و الطرق، وذات موصولية حرارية جيدة و قدرة عزل كهربائية جيدة.

وتثبت شمعات الإشعال في رأس الأسطوانات بحيث يتم إحراق خليط الوقود و الهواء بسرعة و كفاءة.

تتكون شمعة الإشعال من الأجزاء الأساسية التالية:



1. قطب معدني (الإلكترود)
2. القطب الجانبي (السالب)
3. القطب المركزي (الموجب)
4. العازل.
5. لولب الربط.
6. طرف توصيل أسلاك الاشتعال.

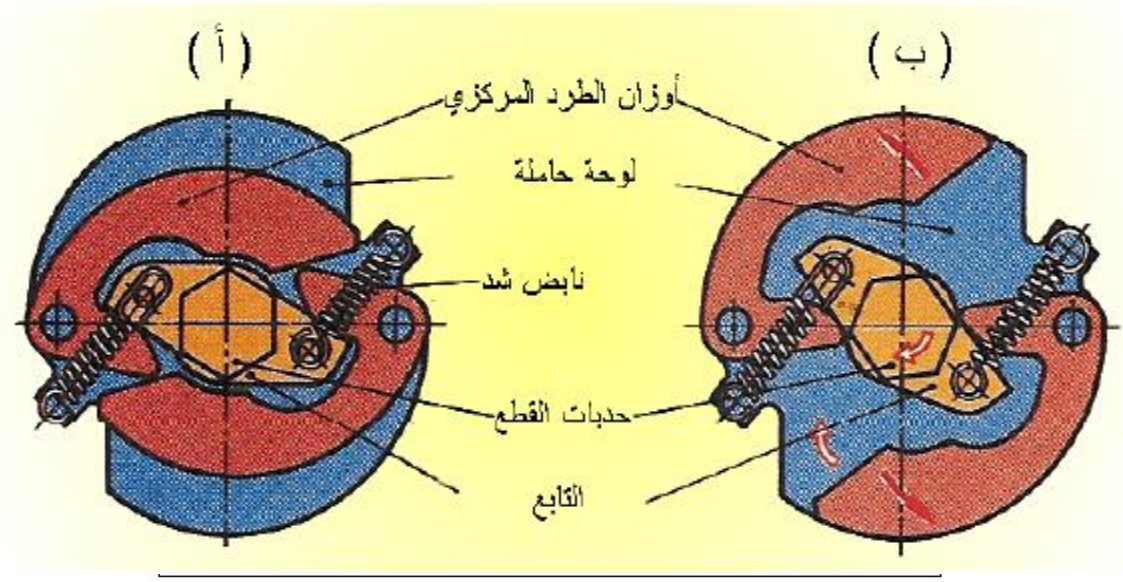
أجهزة تقديم الشرارة:

كلما زادت السرعة قل زمن المشوار للمكبس و لإعطاء 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.

طريقة عمل جهاز تقديم الإشعال بالطرد المركزي :

عندما تزداد سرعة عمود المرفق و كذلك عمود الموزع فإن أوزان الطرد المركزي تندفع إلى الخارج بتأثير القوة الطاردة المركزية ضد شد النابض وتنتقل حركة الأوزان إلى التابع أو لوحة الكامة التي تحرك معها الكامة حركة زاوية في اتجاه الدوران. و بذلك تسبق الكامة 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.

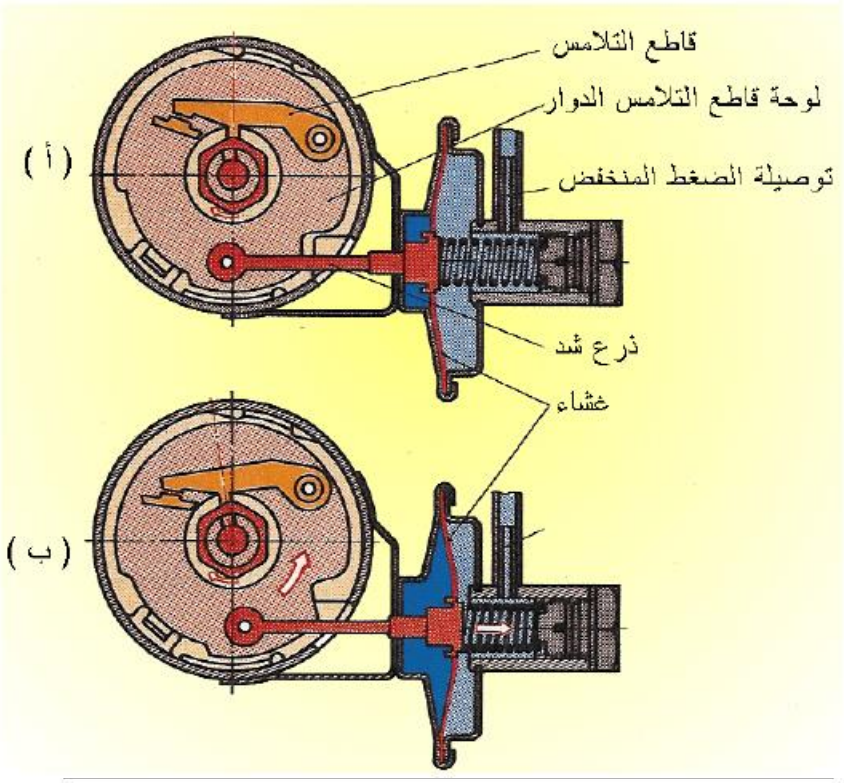
و يوجد منظم توقيت الإشعال بالطرد المركزي داخل موزع الإشعال بأسفل لوحة قاطع التلامس، و يكون مثبتاً على عمود الموزع ذاته.



طريقة عمل جهاز تقديم الإشعال بالضغط المنخفض (بالخلخلة):

عندما يكون الحمل كبيراً تكون فتحة الخانق كبيرة وتقل الخلخلة على الغشاء المرن فلا يتحرك. و عندما يكون الحمل خفيفاً تكون فتحة الخانق صغيرة و تحدث خلخلة كبيرة بغرفة الضغط و بمساعدة الضغط الجوي الموجود داخل الغرفة يتحرك الغشاء الواصل جهة اليمين ضد ضغط النابض و يقوم 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):



1. لوحة (صفيحة) نقاط التلامس
2. ذراع التحريك
3. غشاء فاصل
4. فتحة توصيل بمجمع السحب
5. جسم المنظم التخلخي.
6. نابض إرجاع.

شمعة الاشعال (شمعة القدح)

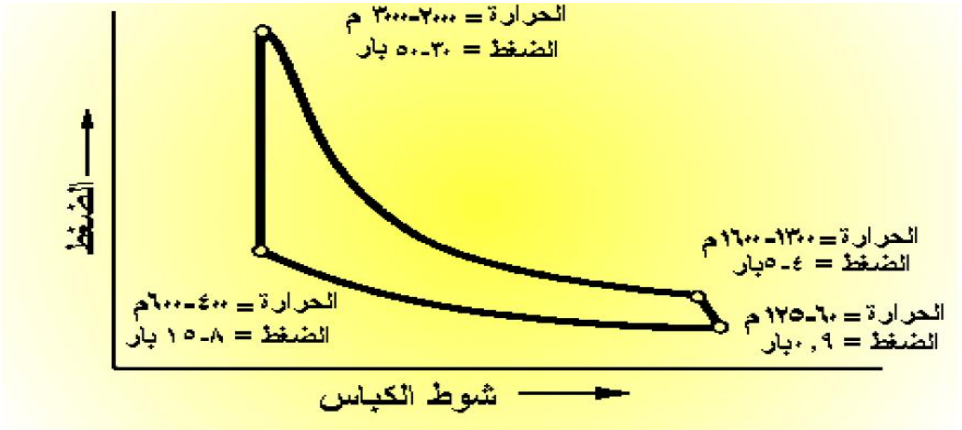
وظيفة شمعة الإشعال هي توصيل تيار الإشعال ذي الجهد العالي إلى غرفة الاحتراق في أسطوانات المحرك بطريقة معزولة وتحويلها إلى شرارة تقفز بين الإلكترودين محدثة إشعال خليط الوقود والهواء.

من الشكل رقم (٢- ٢٢) الذي يبين درجات الحرارة والضغط في مختلف الأشواط والتي تتعرض لها شمعة الإشعال لذلك يجب أن تتوفر في شمعة الإشعال الشروط التالية :

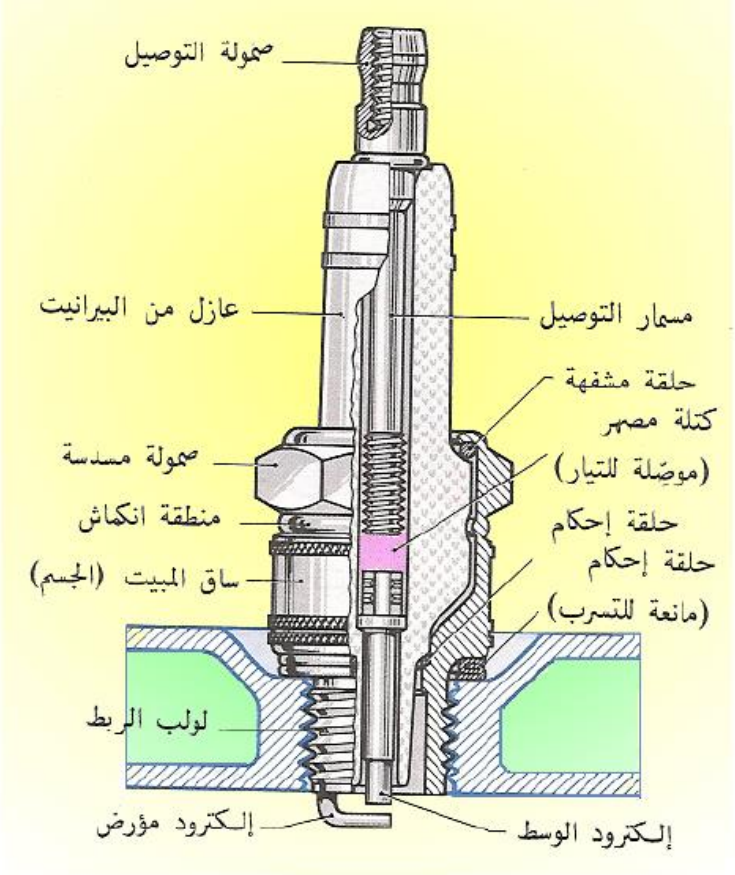
١- تحمل الإجهادات الحرارة الواقعة عليها.

٢- مقاومة عالية للإجهادات الميكانيكية ضد الضغط والصدمات.

٣- ذات موصلية حرارية جيدة مع عزل كهربائي عال.



الشكل (٢- ٢٢) يبين درجات الحرارة والضغوط في مختلف الأشواط والتي تتعرض لها شمعة الإشعال

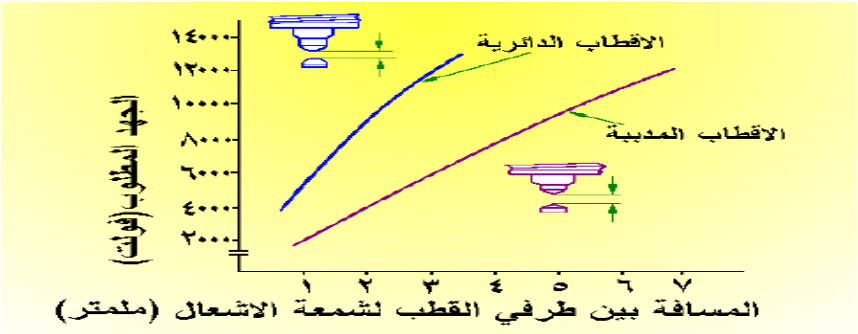


الشكل (٢- ٢٢) يبين أجزاء شمعات الإشعال

١/ فتحة الشرارة والجهد والمطلوب:

يصبح تفريغ الشحنة الكهربائية في الأسطوانة أصعب وتزداد قيمة الجهد المطلوب كلما اتسعت فتحة الهواء بين طرفي القطب .

فعندما تتآكل الأقطاب وتزيد الفتحة بينهما سوف يكون هناك صعوبة في حدوث الشرارة مما يسبب تقطيع في الإشعال.

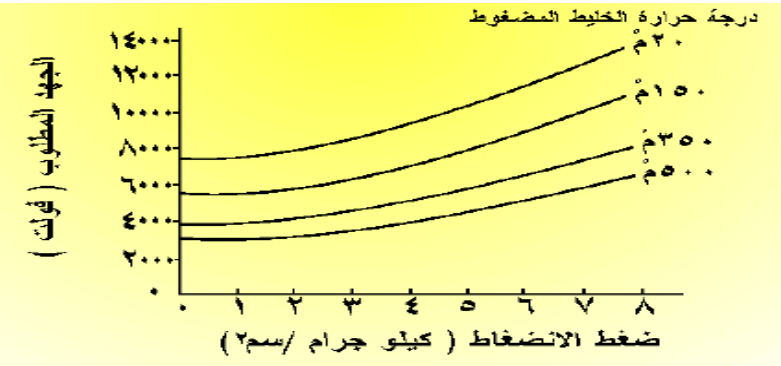


الشكل (٢- ٢٤) يبين تأثير المسافة بين طرفي القطب للشمعة بالنسبة للجهد

٢/ ضغط الانضغاط والجهد المطلوب :

يصبح التفريغ للشحنة الكهربائية صعباً والجهد المطلوب يزيد كلما زاد ضغط الانضغاط .

كما يزيد الجهد المطلوب للتفريغ كلما قلت درجة حرارة خليط الهواء والوقود.



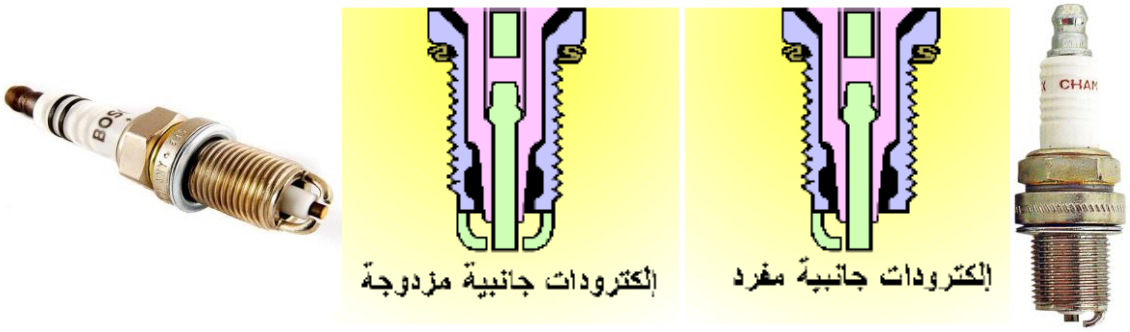
الشكل (٢- ٢٥) يبين تأثير درجة الحرارة للخليط وضغط الانضغاط بالنسبة للجهد

٣/ الأشكال المختلفة لأقطاب الشمعات (الإلكترودات)

(أ) إلكترودات جانبية :

تعطي الإلكترودات الجانبية أداء جيد أثناء سرعة اللاحمل كما تعطي تسارعا جيداً .

ويوجد منها المفرد والمتعدد اما ثنائي أو ثلاثي أو رباعي للإلكترود المؤرض وكلما زاد عدد الإلكترودات المؤرض كلما كان عمر الشمعة جيد والشرارة جيدة .

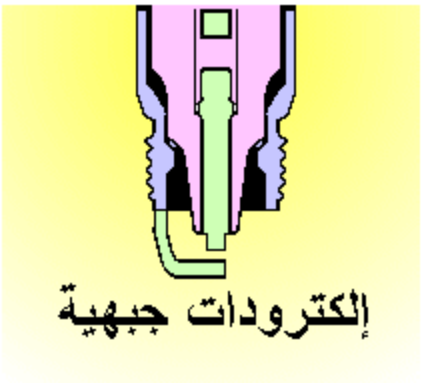


الشكل (٢- ٢٦) يبين نوعين من إلكترودات الجانبية مفرد ومزدوج

الشكل (٢- ٢٧) يبين إلكترود جانبي رباعي

(ب) إلكترودات جبيهية :

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



الشكل (٢- ٢٨) يبين إلكترود جبهي

(ج) إلكترودات جانبية حلقية :

لها مقدرة جيدة على تبديد الحرارة وهي تستخدم في المحركات ثنائية الشوط.

الشكل (٢- ٢٩) يبين إلكترود جانبية حلقية

٤/ قاعدة شمعة الإشعال والميزات الحرارية :

يتأثر الميزان الحراري لعوازل شموع الإشعال تأثراً جوهريا بتصميم قواعدها حيث يوجد نوعين للميزات الحرارية هما:

(i) 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:

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

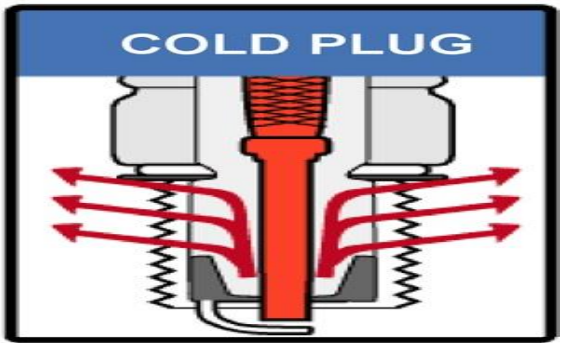
- المحركات التي تعمل عند أحمال عالية و لكن لفترات قصيرة.
- المحركات المستهلكة ذات الخلوصات الزائدة و ذلك كعلاج مؤقت لحين عمل عمرة شاملة للمحرك ففي هذه المحركات يتسرب زيت المحرك لغرفة الحريق عبر حلقات المكبس المتآكل مما يؤدي للبناء كربون على مقدمة الشمعة، و لذلك يجب أن تكون الشمعة ساخنة حتى تقوم بحرق هذا الكربون، و إلا أدى إلى إعاقة الإشعال وقفز الشرارة.
- المحركات التي تعمل معظم فترة تشغيلها عند أحمال متوسطة.
- المحركات ذات النسب الانضغاط المنخفضة و السرعات القليلة.

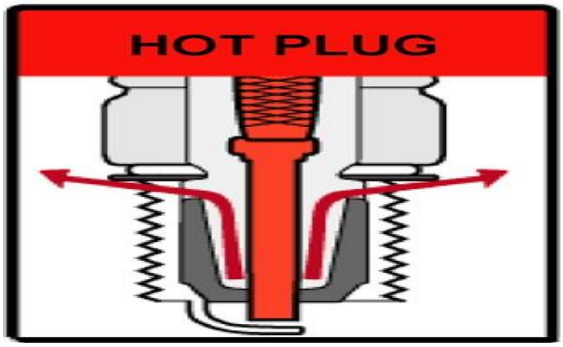
(ب) شمعة باردة :

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:

- المحركات ذات نسبة الانضغاط العالية.
- المحركات ذات السرعة العالية.
- المحركات التي تعمل لفترات طويلة و بأحمال عالية.
- محركات الخدمة الشاقة.
- محركات التبريد الهوائي و محركات الموتوسيكلات.





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 مقاومتها للاتساخ.

إما إذا قلت القيمة الحرارية لشمعة الإشعال قلت مقاومتها لإشعال التوهج وزادت مقاومتها للاتساخ.

٦/ درجة حرارة التنظيف الذاتي :

تبلغ قيمة درجة حرارة التنظيف الذاتي لشمعة الإشعال عند حوالي ٥٠٠° مئوية حيث تكون ضرورية لتنظيف أجزاء شمعة الإشعال البارزة إلى داخل غرفة الاحتراق من رواسب السناج والكربون الزيتي (الزيت المحروق) لأنه عند ٥٠٠°مئوية تتكون هذه الرواسب على سطح العازل.

٧/ درجة حرارة التوهج :

تبلغ قيمة درجة حرارة التوهج لشمعة 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 :

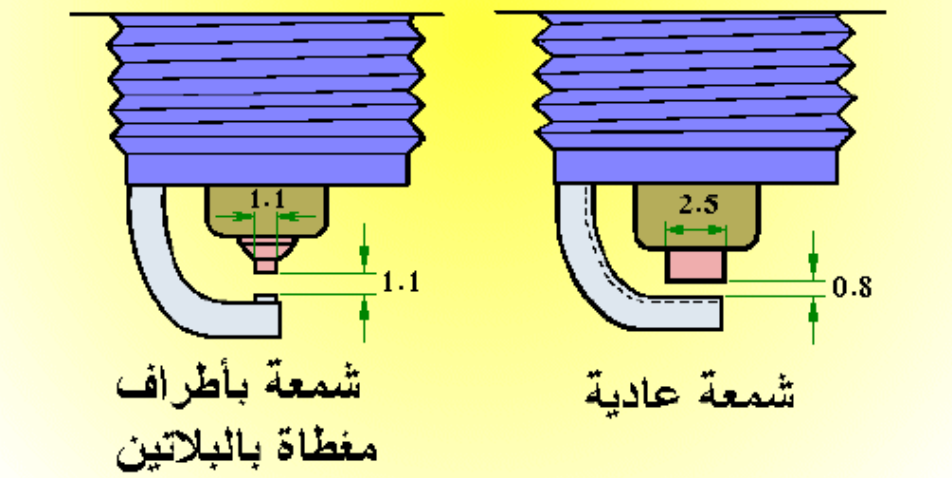
توجد شمعات تغطى بمادة البلاتين لكل من إلكترود الوسط والكترود المؤرض مما يقلل من كمية تأكل إلكترودات وهذا يجعل فحص وضبط فتحة الهواء واستبدالها غير ضروري

حتى مسافات ١٠٠٠٠٠كيلو متر . وتستخدم هذه الشمعات في المحركات المزودة بأجهزة تحكم في الملوثات بشكل كثير .

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

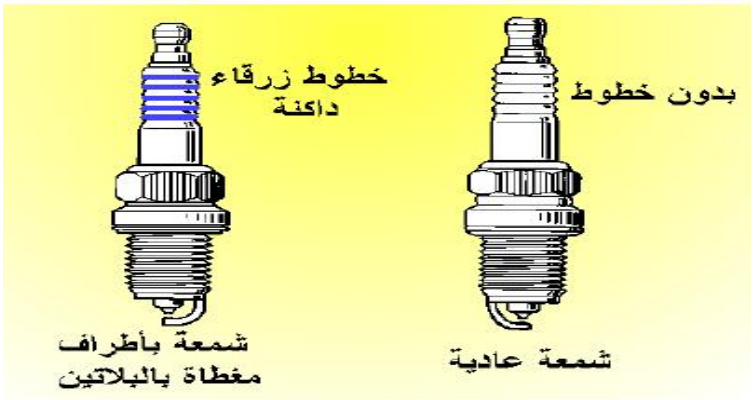
ولقد تم تقليص العرض عبر المسطحات للجزء السداسي من ٢٠,٦ ملم بالشمعات العادية إلى ١٦ ملم للشمعات المغطاة بالبلاتين لتخفيف الحجم والوزن معاً وبالتالي تحسين تبريد الشرارة.

ولكنها غالية الثمن وهو العيب الوحيد فيها .



الشكل (٢- ٢١) يبين مقارنة من حيث التكوين بين شمعة عادية وأخرى بأطراف مغطاة بالبلاتين

ويمكن التميز بين الشمعات العادية والشمعات المغطاة بالبلاتين في بعض شمعات الإشعال دون فكها من المحرك عن طريق النظر حيث وضع خطوط زرقاء غامقة على السح العازل



٢٢- ٢) يبين الفرق من حيث الشكل بين شمعة عادية وأخرى بأطراف م

مقاومة التوالي "الموازنة" 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.